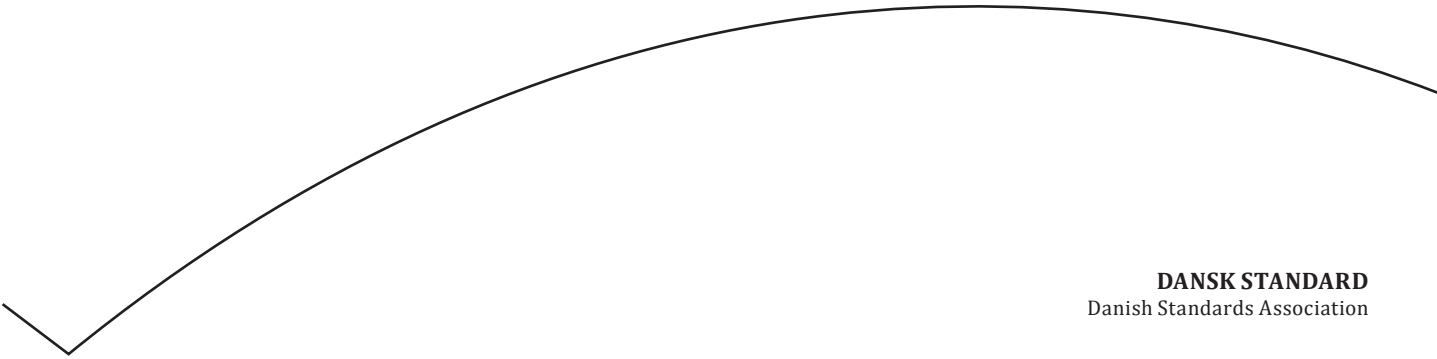


Maskinsikkerhed – Elektrisk materiel på maskiner – Del 1: Generelle krav

Safety of machinery – Electrical equipment of
machines – Part 1: General requirements

A large, thin, dark grey curved line that starts on the left, rises to a peak, and then descends towards the right, spanning across the middle of the page.

DANSK STANDARD
Danish Standards Association

Göteborg Plads 1
DK-2150 Nordhavn
Tel: +45 39 96 61 01
Tel: +45 39 96 61 01
dansk.standard@ds.dk
www.ds.dk

DS/EN 60204-1:2018

København

DS projekt: M288555

ICS: 13.110; 29.020

Første del af denne publikations betegnelse er:

DS/EN, hvilket betyder, at det er en europæisk standard, der har status som dansk standard.

Denne publikations overensstemmelse er:

MOD med: IEC 60204-1:2016

IDT med: EN 60204-1:2018

DS-publikationen er på dansk og engelsk. I tilfælde af tvivl om korrektheden af den danske oversættelse henvises der til den engelske version.

Der er tilføjet danske fodnoter markeret med ^{DK} og nummeret. Fodnoterne er vejledende og udgør ikke en del af standarden.

Danish footnotes marked by ^{DK} and the associated number have been added to the text. Footnotes are only for guidance and do not form part of the standard.

Denne publikation erstatter: [DS/EN 60204-1:2006 \(Sik\)](#), [DS/EN 60204-1/Ret. 1:2006](#), [DS/EN 60204-1/A1:2009](#), [DS/EN 60204-1/Corr.:2010](#)

2018-10-11: Der er d.d. tilføjet 2 ^{DK} noter til publikationen.

DS-publikationstyper

Dansk Standard udgiver forskellige publikationstyper.

Typen på denne publikation fremgår af forsiden.

Der kan være tale om:

Dansk standard

- standard, der er udarbejdet på nationalt niveau, eller som er baseret på et andet lands nationale standard, eller
- standard, der er udarbejdet på internationalt og/eller europæisk niveau, og som har fået status som dansk standard

DS-information

- publikation, der er udarbejdet på nationalt niveau, og som ikke har opnået status som standard, eller
- publikation, der er udarbejdet på internationalt og/eller europæisk niveau, og som ikke har fået status som standard, fx en teknisk rapport, eller
- europæisk præstandard

DS-håndbog

- samling af standarder, eventuelt suppleret med informativt materiale

DS-hæfte

- publikation med informativt materiale

Til disse publikationstyper kan endvidere udgives

- tillæg og rettelsesblade

DS-publikationsform

Publikationstyperne udgives i forskellig form som henholdsvis

- fuldtekstpublikation (publikationen er trykt i sin helhed)
- godkendelsesblad (publikationen leveres i kopi med et trykt DS-omslag)
- elektronisk (publikationen leveres på et elektronisk medie)

DS-betegnelse

Alle DS-publikationers betegnelse begynder med DS efterfulgt af et eller flere præfikser og et nr., fx **DS 383**, **DS/EN 5414** osv. Hvis der efter nr. er angivet et **A** eller **Cor**, betyder det, enten at det er et **tillæg** eller et **rettelsesblad** til hovedstandard, eller at det er indført i hovedstandard.

DS-betegnelse angives på forsiden.

Overensstemmelse med anden publikation:

Overensstemmelse kan enten være IDT, EQV, NEQ eller MOD

- **IDT:** Når publikationen er identisk med en given publikation.
- **EQV:** Når publikationen teknisk er i overensstemmelse med en given publikation, men præsentationen er ændret.
- **NEQ:** Når publikationen teknisk eller præsentationsmæssigt ikke er i overensstemmelse med en given standard, men udarbejdet på baggrund af denne.
- **MOD:** Når publikationen er modificeret i forhold til en given publikation.

EUROPEAN STANDARD

EN 60204-1

NORME EUROPÉENNE

EUROPÄISCHE NORM

September 2018

ICS 13.110; 29.020

Supersedes EN 60204-1:2006

English Version

**Safety of machinery - Electrical equipment of machines -
Part 1: General requirements
(IEC 60204-1:2016 , modified)**

Sécurité des machines - Équipement électrique des
machines - Partie 1: Exigences générales
(IEC 60204-1:2016 , modifiée)

Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von
Maschinen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen
(IEC 60204-1:2016 , modifiziert)

This European Standard was approved by CENELEC on 2018-03-19. CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the CEN-CENELEC Management Centre or to any CENELEC member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CENELEC member into its own language and notified to the CEN-CENELEC Management Centre has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, the Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, Former Yugoslav Republic of Macedonia, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, the Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Romania, Serbia, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland, Turkey and the United Kingdom.



European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brussels

EN 60204-1:2018 (E)

Contents	Page
European foreword	3
1 Modification to Clause 2, Normative references	4
2 Modifications to Clause 4	4
3 Modifications to Clause 6	4
4 Modifications to Clause 9	4
5 Modifications to Clause 11	5
6 Modifications to Clause 12	5
7 Modifications to Clause 13	5
8 Modifications to Clause 16	5
9 Modifications to Clause 18	6
10 Modification to annexes	6
Annex ZA (normative) Normative references to international publications with their corresponding European publications	7
Annex ZZA (informative) Relationship between this European Standard and the essential requirements of Directive 2006/42/EC [2006 OJ L 157] aimed to be covered	10
Annex ZZB (informative) Relationship between this European Standard and the safety objectives of Directive 2014/35/EU [2014 OJ L96] aimed to be covered	12
11 Modification to Bibliography	14

Indholdsfortegnelse

Side

Europæisk forord	3
1 Ændring til pkt. 2, Normative referencer	4
2 Ændringer til pkt. 4	4
3 Ændringer til pkt. 6	4
4 Ændringer til pkt. 9	4
5 Ændringer til pkt. 11	5
6 Ændringer til pkt. 12	5
7 Ændringer til pkt. 13	5
8 Ændringer til pkt. 16	5
9 Ændringer til pkt. 18	6
10 Ændring til annekser	6
Anneks ZA (normativt) Normative referencer til internationale publikationer og tilsvarende europæiske publikationer	7
Anneks ZZA (informativt) Sammenhæng mellem denne Europæiske Standard og de væsentlige krav i EU-direktiv 2006/42/EF [2006 OJ L 157], som efter hensigten skal være omfattet	10
Anneks ZZB (informativt) Sammenhæng mellem denne Europæiske Standard og sikkerhedskravene i EU-direktiv 2014/35/EU [2014 OJ L96], som efter hensigten skal være omfattet	12
11 Ændring til bibliografien	14

European foreword

This document (EN 60204-1:2018) consists of the text of IEC 60204-1:2016, prepared by IEC/TC 44 "Safety of machinery - Electrotechnical aspects", together with the common modifications prepared by CLC/TC 44X "Safety of machinery: electrotechnical aspects".

The following dates are fixed:

- latest date by which this document has to be (dop) 2019-03-14
implemented at national level by publication
of an identical national standard or by
endorsement
- latest date by which the national standards (dow) 2021-09-14
conflicting with this document have to be
withdrawn

This document supersedes EN 60204-1:2006.

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights. CENELEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

Clauses, subclauses, notes, tables, figures and annexes which are additional to those in IEC 60204-1:2016 are prefixed "Z".

This document has been prepared under a mandate given to CENELEC by the European Commission and the European Free Trade Association, and supports essential requirements of EU Directive(s).

For the relationship with EU Directives, see informative Annexes ZZA and ZZB, which are integral parts of this document.

Endorsement notice

The text of the International Standard IEC 60204-1:2016 was approved by CENELEC as a European Standard with agreed common modifications.

Europæisk forord

Dette dokument (EN 60204-1:2018) består af teksten i IEC 60204-1:2016 udarbejdet af IEC/TC 44, Safety of machinery – Electrotechnical aspects, samt de fælles ændringer udarbejdet af CLC/TC 44X, Safety of machinery: electrotechnical aspects.

Følgende datoer er fastsat:

• seneste dato, hvor dette dokument skal implementeres på nationalt niveau ved udgivelse af en identisk national standard eller ved formel godkendelse	(dop)	2019-03-14
• seneste dato, hvor de nationale standarder, der er i modstrid med dette dokument, skal være trukket tilbage	(dow)	2021-09-14

Dette dokument erstatter EN 60204-1:2006.

Der gøres opmærksom på, at indhold i dette dokument kan være underlagt patentrettigheder. CENELEC kan ikke drages til ansvar for at identificere sådanne patentrettigheder.

Punkter, underpunkter, noter, tabeller, figurer og annekser, som supplerer dem i IEC 60204-1:2016, har præfikset "Z".

Dette dokument er udarbejdet af CENELEC i henhold til mandat fra Europa-Kommissionen og EFTA og understøtter væsentlige krav i et eller flere EU-direktiver.

Sammenhængen med EU-direktiver er angivet i de informative annekser ZZA og ZZB, der er en integreret del af dette dokument.

Godkendelse

Teksten i denne Internationale Standard, IEC 602041:2016, blev godkendt af CENELEC som en Europæisk Standard med fælles ændringer.

COMMON MODIFICATIONS

1 Modification to Clause 2, Normative references

Add the following note after the first paragraph:

NOTE In CENELEC, Annex ZA applies instead of Clause 2.

2 Modifications to Clause 4

4.4.2 Electromagnetic Compatibility

Delete the 2nd paragraph and related bulleted list.

4.4.5 Altitude

Replace the text of the 2nd paragraph before the hyphenated list with:

“For equipment to be used at higher altitudes, it is necessary to take into account changes in parameters for example, the reduction of:”.

Add the start of the 3rd paragraph:

“Other parameters of different components can also alter with altitude.”.

3 Modifications to Clause 6

6.3.1 General

Replace the text of Note 1 with:

“The risk of harmful physiological effects from touch voltages depends upon a number of factors. These include but are not limited to; value of touch voltage, duration of possible exposure, environmental factors, skin condition”.

4 Modifications to Clause 9

9.2.3.2 Start

Replace the 4th paragraph with:

“The provision of acoustic and/or visual warning signals before the starting of hazardous machine operation shall be considered during the risk assessment. Where the risk assessment determines that either or both are required the emission level of noise/light shall be suitable for the intended environment.”.

9.2.4.1 General requirements

Replace the 2nd paragraph with:

“Where a safety function of a CCS relies on data transmission the transmission reliability shall be considered.”.

FÆLLES ÆNDRINGER

1 Ændring til pkt. 2, Normative referencer

Tilføj følgende note efter første afsnit:

NOTE I CENELEC anvendes anneks ZA i stedet for pkt. 2.

2 Ændringer til pkt. 4

4.4.2 Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC)

Slet andet afsnit og den tilhørende bulletpstilling.

4.4.5 Højde over havets overflade

Erstat teksten i andet afsnit før opstillingen med pinde med:

"For materiel, der skal anvendes i større højder, er det nødvendigt at tage højde for ændringer i parametre såsom reduktion af:".

Tilføj begyndelsen af tredje afsnit:

"Andre parametre for forskellige komponenter kan også have indvirkning på højden.".

3 Ændringer til pkt. 6

6.3.1 Generelt

Erstat teksten i note 1 med:

"Risikoen for skadelige fysiologiske virkninger fra berøringsspændinger afhænger af en række faktorer. Disse omfatter, men er ikke begrænset til, berøringsspændingens værdi, varigheden af eventuel eksponering, miljøfaktorer, hudens tilstand".

4 Ændringer til pkt. 9

9.2.3.2 Start

Erstat fjerde afsnit med:

"Under risikovurderingen skal det overvejes at anvende et akustisk og/eller visuelt advarselssignal, før en sådan farlig maskinoperation påbegyndes. Hvor risikovurderingen bestemmer, at den ene eller begge er nødvendige, skal emissionsniveauet for støj/lys være egnet til det tilsigtede miljø.".

9.2.4.1 Generelle krav

Erstat andet afsnit med:

"Hvor en sikkerhedsfunktion i et trådløst styresystem (CCS) afhænger af datatransmission, skal der tages højde for transmissionspålideligheden.".

9.2.4.8 Emergency stop reset

Replace the last paragraph with:

"Where the risk assessment show that resetting of an emergency stop actuator on the portable cableless operator control station is not adequate then one or more supplementary fixed resets shall be provided."

5 Modifications to Clause 11

11.4 Enclosures, doors and openings

In the 8th DK1) paragraph, replace "harmful" with "detrimental".

6 Modifications to Clause 12

12.3 Insulation

In the 1st paragraph, replace "should" with "shall".

7 Modifications to Clause 13

13.5.2 Rigid metal conduit fittings

First paragraph, 2nd sentence, replace with "Where galvanic action is possible between dissimilar metals these metal combinations shall not be used".

8 Modifications to Clause 16

16.1 General

Add to the first paragraph: "The markings shall be sufficiently durable to remain legible for the foreseen lifetime of the machine."

16.4 Marking of enclosures of electrical equipment

Delete the 2nd bullet.

DK1) The text shall read "9th"

9.2.4.8 Tilbagestilling af nødstop

Erstat sidste afsnit med:

"Hvor risikovurderingen viser, at tilbagestilling af en nødstopakuator på det bærbare trådløse betjeningspanel ikke er tilstrækkelig, skal der tilvejebringes én eller flere supplerende faste tilbagestillingsfunktioner."

5 Ændringer til pkt. 11

11.4 Kapslinger, låger og åbninger

Erstat i ottende afsnit ^{DK1)} "skadelig" med "ødelæggende".

6 Ændringer til pkt. 12

12.3 Isolation

Erstat i første afsnit "bør" med "skal".

7 Ændringer til pkt. 13

13.5.2 Stive metalrør og -fittings

Erstat i første afsnit, anden sætning, med "Hvor der er mulighed for, at der sker galvanisk proces mellem uens metaller, må disse metalkombinationer ikke anvendes."

8 Ændringer til pkt. 16

16.1 Generelt

Tilføj til første afsnit: "Mærkningerne skal være tilstrækkeligt holdbare til at forblive læselige i maskinens forventede levetid."

16.4 Mærkning af kapslinger til elektrisk materiel

Slet anden bullet.

^{DK1)} Der skal stå "niende afsnit".

EN 60204-1:2018 (E)

9 Modifications to Clause 18

18.1 General

Add to paragraph 2: "Where the sequence cannot be followed verification a) and b) shall be conducted first."

18.4 Voltage tests

Replace the first paragraph with "When voltage tests are performed, tests and test equipment shall be in accordance with EN 61180."

10 Modification to annexes

Add the following annexes.

DS/EN 60204-1:2018

9 Ændringer til pkt. 18

18.1 Generelt

Tilføj til andet afsnit: "Hvor rækkefølgen ikke kan følges, skal verifikation af a) og b) udføres først."

18.4 Spændingsprøvninger

Erstat første afsnit med "Når der udføres spændingsprøvninger, skal prøvninger og prøvningsudstyr være i overensstemmelse med EN 61180."

10 Ændring til annekser

Tilføj følgende annekser:

Annex ZA **(normative)**

Normative references to international publications with their corresponding European publications

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

NOTE 1 Where an International Publication has been modified by common modifications, indicated by (mod), the relevant EN/HD applies.

NOTE 2 Up-to-date information on the latest versions of the European Standards listed in this annex is available here: www.cenelec.eu.

Publication	Year	Title	EN/HD	Year
IEC 60034-1 (mod)	2010	Rotating electrical machines - Part 1: Rating and performance	EN 60034-1	2010
-	-		+ corr. October	2010
IEC 60072	series	Dimensions and output series for rotating electrical machines	-	-
IEC 60309-1	1999	Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes -	EN 60309-1	1999
+ A1 (mod)	2005	Part 1: General requirements	+ A1	2007
+ A2	2012		+ A2	2012
IEC 60364-1 (mod)	2005	Low-voltage electrical installations - Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions	HD 60364-1	2008
IEC 60364-4-41 (mod)	2005	Low-voltage electrical installations - Part 4-41: Protection for safety - Protection against electric shock	HD 60364-4-41	2007
-	-		+ corr. July	2007
IEC 60364-4-43 (mod)	2008	Low voltage electrical installations - Part 4-43: Protection for safety - Protection against overcurrent	HD 60364-4-43	2010
IEC 60364-5-52 (mod)	2009	Low-voltage electrical installations - Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment - Wiring systems	HD 60364-5-52	2011
IEC 60364-5-53	2001	Electrical installations of buildings - Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment - Isolation, switching and control	-	-
+ A1 (mod)	2002		HD 60364-5-534	2008 ¹⁾
+ A2 (mod)	2015		HD 60364-5-534	2016 ²⁾

1) IEC 60364-5-53:2001/A1:2002, Clause 534: "Devices for protection against overvoltages" is harmonized as HD 60364-5-534:2008. HD 60364-5-534:2008 will be superseded by HD 60364-5-534:2016 on 2018-12-14.

2) IEC 60364-5-53:2001/A2:2015, Clause 534: "Devices for protection against overvoltages" is harmonized as HD 60364-5-534:2016.

Anneks ZA (normativt)

Normative referencer til internationale publikationer og tilsvarende europæiske publikationer

Der er i teksten henvist til følgende dokumenter på en sådan måde, at hele eller dele af indholdet udgør krav i dette dokument. For daterede referencer gælder kun den anførte udgave. For udaterede referencer gælder den nyeste udgave af det pågældende dokument (inklusive evt. tillæg).

NOTE 1 – Når en International Publikation er modificeret ved fælles ændringer, er dette angivet ved (mod), og den relevante EN/HD gælder.

NOTE 2 – Opdateret information om de nyeste udgaver af de Europæiske Standarder, der er anført i dette anneks, er tilgængelig her: www.cenelec.eu

<u>Publikation</u>	<u>År</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>År</u>
IEC 60034-1 (mod)	2010	Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance	EN 60034-1	2010
–	–		+ corr. oktober	2010
IEC 60072	serie	Dimensions and output series for rotating electrical machines	–	–
IEC 60309-1	1999	Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes –	EN 60309-1	1999
+ A1 (mod)	2005	Part 1: General requirements	+ A1	2007
+ A2	2012		+ A2	2012
IEC 60364-1 (mod)	2005	Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions	HD 60364-1	2008
IEC 60364-4-41 (mod)	2005	Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety - Protection against electric shock	HD 60364-4-41	2007
–	–		+ corr. juli	2007
IEC 60364-4-43 (mod)	2008	Low voltage electrical installations – Part 4-43: Protection for safety – Protection against overcurrent	HD 60364-4-43	2010
IEC 60364-5-52 (mod)	2009	Low-voltage electrical installations – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems	HD 60364-5-52	2011
IEC 60364-5-53	2001	Electrical installations of buildings – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment - Isolation, switching and control	–	–
+ A1 (mod)	2002		HD 60364-5-534	2008 ¹⁾
+ A2 (mod)	2015		HD 60364-5-534	2016 ²⁾

¹⁾ IEC 60364-5-53:2001/A1:2002, Clause 534: "Devices for protection against overvoltages" er harmoniseret som HD 60364-5-534:2008. HD 60364-5-534:2008 vil den 2018-12-14 blive erstattet af HD 60364-5-534:2016.

²⁾ IEC 60364-5-53:2001/A2:2015, Clause 534: "Devices for protection against overvoltages" er harmoniseret som HD 60364-5-534:2016.

EN 60204-1:2018 (E)

<u>Publication</u>	<u>Year</u>	<u>Title</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Year</u>
IEC 60364-5-54	2011	Low-voltage electrical installations - Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment - Earthing arrangements and protective conductors	HD 60364-5-54	2011
IEC 60417-DB	2002	Graphical symbols for use on equipment	-	-
IEC 60445	2010	Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification - Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors	EN 60445	2010
IEC 60529	1989	Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)	EN 60529	1991
-	-		+ corr. May	1993
+ A1	1999		+ A1	2000
+ A2	2013		+ A2	2013
IEC 60664-1	2007	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems - Part 1: Principles, requirements and tests	EN 60664-1	2007
IEC 60947-2	2016	Low voltage switchgear and controlgear - Part 2: Circuit-breakers	EN 60947-2	2017
IEC 60947-3	2008	Low-voltage switchgear and controlgear -	EN 60947-3	2009
+ A1	2012	Part 3: Switches, disconnectors,	+ A1	2012
+ A2	2015	switch-disconnectors and fuse-combination units	+ A2	2015
IEC 60947-5-1	2003	Low-voltage switchgear and controlgear -	EN 60947-5-1	2004
-	-	Part 5-1: Control circuit devices and	+ corr. November	2004
-	-	switching elements - Electromechanical	+ corr. July	2005
+ A1	2009	control circuit devices	+ A1	2009
IEC 60947-5-5	1997	Low-voltage switchgear and controlgear -	EN 60947-5-5	1997
+ A1	2005	Part 5-5: Control circuit devices and	+ A1	2005
-	-	switching elements - Electrical	+ A11	2013
+ A2	2016	emergency stop device with mechanical latching function	+ A2	2017
IEC 60947-6-2	2002	Low-voltage switchgear and controlgear -	EN 60947-6-2	2003
+ A1	2007	Part 6-2: Multiple function equipment - Control and protective switching devices (or equipment) (CPS)	+ A1	2007
IEC 61140	2016	Protection against electric shock - Common aspects for installation and equipment	EN 61140	2016
IEC 61310	series	Safety of machinery - Indication, marking and actuation	EN 61310	series

DS/EN 60204-1:2018

<u>Publikation</u>	<u>År</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>År</u>
IEC 60364-5-54	2011	Low-voltage electrical installations – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors	HD 60364-5-54	2011
IEC 60417-DB	2002	Graphical symbols for use on equipment	–	–
IEC 60445	2010	Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors	EN 60445	2010
IEC 60529	1989	Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)	EN 60529	1991
–	–		+ corr. maj	1993
+ A1	1999		+ A1	2000
+ A2	2013		+ A2	2013
IEC 60664-1	2007	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests	EN 60664-1	2007
IEC 60947-2	2016	Low voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers	EN 60947-2	2017
IEC 60947-3	2008	Low-voltage switchgear and controlgear –	EN 60947-3	2009
+ A1	2012	Part 3: Switches, disconnectors,	+ A1	2012
+ A2	2015	switch-disconnectors and fuse-combination units	+ A2	2015
IEC 60947-5-1	2003	Low-voltage switchgear and controlgear –	EN 60947-5-1	2004
–	–	Part 5-1: Control circuit devices and	+ corr. november	2004
–	–	switching elements –	+ corr. juli	2005
+ A1	2009	Electromechanical control circuit devices	+ A1	2009
IEC 60947-5-5	1997	Low-voltage switchgear and controlgear –	EN 60947-5-5	1997
+ A1	2005	Part 5-5: Control circuit devices and	+ A1	2005
–	–	switching elements – Electrical	+ A11	2013
+ A2	2016	emergency stop device with mechanical latching function	+ A2	2017
IEC 60947-6-2	2002	Low-voltage switchgear and controlgear –	EN 60947-6-2	2003
+ A1	2007	Part 6-2: Multiple function equipment – Control and protective switching devices (or equipment) (CPS)	+ A1	2007
IEC 61140	2016	Protection against electric shock - Common aspects for installation and equipment	EN 61140	2016
IEC 61310	serie	Safety of machinery – Indication, marking and actuation	EN 61310	serie

<u>Publication</u>	<u>Year</u>	<u>Title</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Year</u>
IEC 61439-1	2011	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 1: General rules	EN 61439-1	2011
IEC 61558-1	2005	Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products -	EN 61558-1	2005
-	-	Part 1: General requirements and tests	+ corr. August	2006
+ A1	2009		+ A1	2009
IEC 61558-2-6	2009	Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V - Part 2-6: Particular requirements and tests for safety isolating transformers and power supply units incorporating safety isolating transformers	EN 61558-2-6	2009
IEC 61984	2008	Connectors - Safety requirements and tests	EN 61984	2009
IEC 62023	2011	Structuring of technical information and documentation	EN 62023	2012
IEC 62061	2005	Safety of machinery - Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems	EN 62061	2005
-	-		+ corr. February	2010
+ A1	2012		+ A1	2013
+ A2	2015		+ A2	2015
ISO 7010	2011	Graphical symbols - Safety colours and safety signs - Registered safety signs	EN ISO 7010	2012
+ A1	2012		+ A1	2014
+ A2	2012		+ A2	2014
+ A3	2012		+ A3	2014
+ A4	2013		+ A4	2014
+ A5	2014		+ A5	2015
+ A6	2014		+ A6	2016
+ A7	2016		+ A7	2017
ISO 13849-1	2015	Safety of machinery - Safety-related Parts of control systems - Part 1: General principles for design	EN ISO 13849-1	2015
ISO 13849-2	2012	Safety of machinery - Safety-related Parts of control systems - Part 2: Validation	EN ISO 13849-2	2012
ISO 13850	2006 ³⁾	Safety of machinery - Emergency stop - Principles for design	EN ISO 13850	2006 ⁴⁾

³⁾ Superseded by ISO 13850:2015, *Safety of machinery - Emergency stop function - Principles for design*.

⁴⁾ EN ISO 13850:2006 is superseded by EN ISO 13850:2015, which is based on ISO 13850:2015.

<u>Publikation</u>	<u>År</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>År</u>
IEC 61439-1	2011	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules	EN 61439-1	2011
IEC 61558-1	2005	Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products –	EN 61558-1	2005
–	–		+ corr. august	2006
+ A1	2009	Part 1: General requirements and tests	+ A1	2009
IEC 61558-2-6	2009	Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V – Part 2-6: Particular requirements and tests for safety isolating transformers and power supply units incorporating safety isolating transformers	EN 61558-2-6	2009
IEC 61984	2008	Connectors – Safety requirements and tests	EN 61984	2009
IEC 62023	2011	Structuring of technical information and documentation	EN 62023	2012
IEC 62061	2005	Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems	EN 62061	2005
–	–		+ corr. februar	2010
+ A1	2012		+ A1	2013
+ A2	2015		+ A2	2015
ISO 7010	2011	Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs	EN ISO 7010	2012
+ A1	2012		+ A1	2014
+ A2	2012		+ A2	2014
+ A3	2012		+ A3	2014
+ A4	2013		+ A4	2014
+ A5	2014		+ A5	2015
+ A6	2014		+ A6	2016
+ A7	2016		+ A7	2017
ISO 13849-1	2015	Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design	EN ISO 13849-1	2015
ISO 13849-2	2012	Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 2: Validation	EN ISO 13849-2	2012
ISO 13850	2006 ³⁾	Safety of machinery – Emergency stop – Principles for design	EN ISO 13850	2006 ⁴⁾

³⁾ Erstattet af ISO 13850:2015, *Safety of machinery – Emergency stop function – Principles for design*.

⁴⁾ EN ISO 13850:2006 er erstattet af EN ISO 13850:2015, som er baseret på ISO 13850:2015.

Annex ZZA (informative)

Relationship between this European Standard and the essential requirements of Directive 2006/42/EC [2006 OJ L 157] aimed to be covered

This European Standard has been prepared under a Commission's standardization request M/396 EN to provide one voluntary means of conforming to essential requirements of Directive 2006/42/EC of the European Parliament and of the Council of 17 May 2006 on machinery, and amending Directive 95/16/EC (recast) [2006 OJ L 157].

Once this standard is cited in the Official Journal of the European Union under that Directive, compliance with the normative clauses of this standard given in Table ZZA.1 confers, within the limits of the scope of this standard, a presumption of conformity with the corresponding requirements of that Directive, and associated EFTA regulations.

**Table ZZA.1 – Correspondence between this European Standard
and Annex 1 of Directive 2006/42/EC [2006 OJ L 157]**

Essential Requirements of Directive 2006/42/EC	Clause(s) / sub-clause(s) of this EN	Remarks / Notes
1.2.1	Clause 4, 5.4, 7.4, 7.5, 7.6, 7.8, 7.10, 8.4, Clause 9, 10.6, 10.9, 11.2.3	
1.2.2	4.4, Clause 10, Clause 11, 16.3	
1.2.3	7.3.1, 7.5, 9.2.3.2, 9.3.1	
1.2.4.1	9.2.2, 9.2.3.3	
1.2.4.2	9.2.2, 9.2.3.3, 9.2.3.6, 9.4	
1.2.4.3	9.2.3.4.2, 10.7	
1.2.4.4	9.2.3.3, 9.2.3.4.2	
1.2.5	9.2.3.5	
1.2.6	5.4, 7.5	
1.5.1	All	
1.5.4	13.4.5(d), Clause 17	
1.5.5	7.4, 16.2.2	
1.6.3	5.3, 10.8	
1.6.4	Clause 11	
1.7.1.	Clause 16, Clause 17	
1.7.1.1	Clause 16, Clause 17	
1.7.1.2	10.1.1, 10.3, 10.4, Clause 16	
1.7.2	Clause 16, Clause 17	
1.7.4.2 (e,g, i,j,m,p,r,s,t)	Clause 17	
1.7.4.2 u, 1.5.8		These essential requirements are specifically excluded as noise has not been considered

Anneks ZZA (informativt)

Sammenhæng mellem denne Europæiske Standard og de væsentlige krav i EU-direktiv 2006/42/EF [2006 OJ L 157], som efter hensigten skal være omfattet

Denne Europæiske Standard er udarbejdet i henhold til standardiseringsanmodning M/396 EN fra Kommissionen for at tilvejebringe en frivillig metode til opfyldelse af væsentlige krav i Europa-Parlamentets og Rådets Direktiv 2006/42/EF af 17. maj 2006 om maskiner samt ændring af Direktiv 95/16/EF (omarbejdning) [2006 OJ L 157].

Når denne standard er blevet omtalt i Den Europæiske Unions Tidende under dette direktiv, giver overensstemmelse med de normative punkter i denne standard, der er anført i tabel ZZA.1, en formodning om, at de tilsvarende krav i det pågældende direktiv og tilknyttede EFTA-regulativer er opfyldt inden for denne standards anvendelsesområde.

**Tabel ZZA.1 – Sammenhæng mellem denne Europæiske Standard
og anneks 1 i Direktiv 2006/42/EF [2006 OJ L 157]**

Væsentlige krav i Direktiv 2006/42/EF	Punkt(er)/underpunkt(er) i denne EN	Bemærkninger/noter
1.2.1	Pkt. 4, 5.4, 7.4, 7.5, 7.6, 7.8, 7.10, 8.4, pkt. 9, 10.6, 10.9, 11.2.3	
1.2.2	4.4, pkt. 10, pkt. 11, 16.3	
1.2.3	7.3.1, 7.5, 9.2.3.2, 9.3.1	
1.2.4.1	9.2.2, 9.2.3.3	
1.2.4.2	9.2.2, 9.2.3.3, 9.2.3.6, 9.4	
1.2.4.3	9.2.3.4.2, 10.7	
1.2.4.4	9.2.3.3, 9.2.3.4.2	
1.2.5	9.2.3.5	
1.2.6	5.4, 7.5	
1.5.1	Alle	
1.5.4	13.4.5(d), pkt. 17	
1.5.5	7.4, 16.2.2	
1.6.3	5.3, 10.8	
1.6.4	Pkt. 11	
1.7.1.	Pkt. 16, pkt. 17	
1.7.1.1	Pkt. 16, pkt. 17	
1.7.1.2	10.1.1, 10.3, 10.4, pkt. 16	
1.7.2	Pkt. 16, pkt. 17	
1.7.4.2 (e,g,i,j,m,p,r,s,t)	Pkt. 17	
1.7.4.2 u, 1.5.8		Disse væsentlige krav er specifikt udelukket, da støj ikke

Essential Requirements of Directive 2006/42/EC	Clause(s) / sub-clause(s) of this EN	Remarks / Notes
		during the development of the standard
1.5.10, 1.5.11		These essential requirements have been excluded as the electromagnetic compliance information only gives methods that have proved useful and are supplied as guidance.

WARNING 1 — Presumption of conformity stays valid only as long as a reference to this European Standard is maintained in the list published in the Official Journal of the European Union. Users of this standard should consult frequently the latest list published in the Official Journal of the European Union.

WARNING 2 — Other Union legislation may be applicable to the product(s) falling within the scope of this standard.

Væsentlige krav i Direktiv 2006/42/EF	Punkt(er)/underpunkt(er) i denne EN	Bemærkninger/noter
		er taget i betragtning ved udarbejdelsen af standarden
1.5.10, 1.5.11		Disse væsentlige krav er udelukket, da oplysningerne om elektromagnetisk overensstemmelse kun angiver metoder, der har vist sig at være nyttige og gives som vejledning.

ADVARSEL 1 – Formodning om overensstemmelse er kun gyldig, så længe en henvisning til denne Europæiske Standard er anført i listen offentliggjort i Den Europæiske Unions Tidende. Brugere af denne standard bør hyppigt konsultere den nyeste liste offentliggjort i Den Europæiske Unions Tidende.

ADVARSEL 2 – Anden EU-lovgivning kan være gældende for det eller de produkter, der er dækket af denne standards anvendelsesområde.

Annex ZZB (informative)

Relationship between this European Standard and the safety objectives of Directive 2014/35/EU [2014 OJ L96] aimed to be covered

This European standard has been prepared under a Commission's standardization request relating to harmonised standards in the field of the Low Voltage Directive, M/511, to provide one voluntary means of conforming to safety objectives of Directive 2014/35/EU of the European Parliament and of the Council of 26 February 2014 on the harmonization of the laws of the Member States relating to the making available on the market of electrical equipment designed for use within certain voltage limits [2014 OJ L96].

Once this standard is cited in the Official Journal of the European Union under that Directive, compliance with the normative clauses of this standard given in Table ZZB.1 confers, within the limits of the scope of this standard, a presumption of conformity with the corresponding safety objectives of that Directive, and associated EFTA regulations.

**Table ZZB.1 – Correspondence between this European Standard
and Annex I of Directive 2014/35/EU [2014 OJ L96]**

Safety objectives of Directive 2014/35/EU	Clause(s) / sub-clause(s) of this EN	Remarks/note
1 a)	Clause 16, 5.1, 5.2, 5.3, 5.6, 6.2, 8.2, 8.3, 10.2, 10.8, 11.1, 11.2, 13.1, 13.2	
1 b)	4.2, 5.3, 5.5, 6.2, 6.2.4, 7.2, 7.2.2, 8.2, 9.2, , 11.2, Clause 12, 13, 13.4.4, 13.4.5, 14.4, Clause 15, Clause 17, Clause 18	
1 c)	<i>Introduction</i> , 1, 3, 11.1, 11.2	Refer to 2a) to 2d) and 3a) to 3c)in this table
2 a)	4.1, 4.2, Clause 5, Clause 6, 7.1, 7.2, 7.7, 7.8, 7.10, Clause 8, Clause 9, 11.3, 11.4, Clause 12, 13.2, Clause 15, Clause 16, Clause 18, Annex A	
2 b)	Clause 4, 4.4.3, 4.5, 7.2, 7.3, 7.4, 7.9, 7.10, 11.2.3, 11.4, Clause 12, 13.1.4, 14.4, 14.5, 16.2.2	For electromagnetic fields, this standard does not provide performance requirements for either immunity or emissions. Only general advice is given. EMF is not covered. Ionizing radiation is not considered.
2 c)	4.1, 4.4.8, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 7.5, 7.6, Clause 9, Clause 10, 13.1, Clause 14, 15.2	Noise is not considered in this standard. Functional safety is not fully covered. Explosion of batteries has not been covered by this standard. Optical radiation is not covered.
2 d)	6.2.3, 6.3, 6.4, 7.2.7, 9.4, Clause 12, 13.3, 13.4.3, 13.5,	

Anneks ZZB (informativt)

Sammenhæng mellem denne Europæiske Standard og sikkerhedskravene i EU-direktiv 2014/35/EU [2014 OJ L96], som efter hensigten skal være omfattet

Denne Europæiske Standard er udarbejdet i henhold til Kommissionens standardiseringsanmodning M/511 vedrørende harmoniserede standarder på området for lavspændingsdirektivet for at tilvejebringe en frivillig metode til opfyldelse af sikkerhedskravene i Europa-Parlamentets og Rådets Direktiv 2014/35/EU af 26. februar 2014 om harmonisering af medlemsstaternes lovgivning vedrørende tilgængeliggørelse på markedet af elektrisk materiel, som er konstrueret til anvendelse inden for visse spændingsgrænser [2014 OJ L96].

Når denne standard er blevet omtalt i Den Europæiske Unions Tidende under dette direktiv, giver overensstemmelse med de normative punkter i denne standard, der er anført i tabel ZZB.1, en formodning om, at de tilsvarende sikkerhedskrav i det pågældende direktiv og tilknyttede EFTA-regulativer er opfyldt inden for denne standards anvendelsesområde.

**Tabel ZZB.1 – Sammenhæng mellem denne Europæiske Standard
og anneks I i Direktiv 2014/35/EU [2014 OJ L96]**

Sikkerhedskrav i Direktiv 2014/35/EU	Punkt(er)/underpunkt(er) i denne EN	Bemærkninger/note
1 a)	Pkt. 16, 5.1, 5.2, 5.3, 5.6, 6.2, 8.2, 8.3, 10.2, 10.8, 11.1, 11.2, 13.1, 13.2	
1 b)	4.2, 5.3, 5.5, 6.2, 6.2.4, 7.2, 7.2.2, 8.2, 9.2, 11.2, pkt. 12, 13, 13.4.4, 13.4.5, 14.4, pkt. 15, pkt. 17, pkt. 18	
1 c)	Indledning, 1, 3, 11.1, 11.2	Henvist til 2a) til 2d) og 3a) til 3c) i denne tabel
2 a)	4.1, 4.2, pkt. 5, pkt. 6, 7.1, 7.2, 7.7, 7.8, 7.10, pkt. 8, pkt. 9, 11.3, 11.4, pkt. 12, 13.2, pkt. 15, pkt. 16, pkt. 18, anneks A	
2 b)	Pkt. 4, 4.4.3, 4.5, 7.2, 7.3, 7.4, 7.9, 7.10, 11.2.3, 11.4, pkt. 12, 13.1.4, 14.4, 14.5, 16.2.2	I forbindelse med elektromagnetiske felter stiller denne standard ikke ydeevnekrav til hverken immunitet eller emissioner. Der gives kun generelle råd. EMF er ikke omfattet. Ioniserende stråling er ikke taget i betragtning.
2 c)	4.1, 4.4.8, 5.3, 5.4, 5.5, 5.6, 7.5, 7.6, pkt. 9, pkt. 10, 13.1, pkt. 14, 15.2	Støj er ikke omfattet af denne standard. Functional safety er ikke omfattet fuldt ud. Batterieksplosioner er ikke omfattet af denne standard. Optisk stråling er ikke omfattet.
2 d)	6.2.3, 6.3, 6.4, 7.2.7, 9.4, pkt. 12, 13.3, 13.4.3, 13.5, 14.4, pkt. 18	

Safety objectives of Directive 2014/35/EU	Clause(s) / sub-clause(s) of this EN	Remarks/note
	14.4, Clause 18	
3 a)	6.2.2, 6.2.3, 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 11.4, 12.2, 12.3, 12.6.1, 12.6.2, 13.3, 13.4, 13.5, 14.2 14.6	The standard only considers the mechanical requirements for electrical parts of a machine.
3 b)	4.6, 6.2.3, 10.1.3, 11.3, 11.4, 12.7.6	For EMC, this standard does not provide performance requirements for either immunity or emissions. Only general advice is given Hazard associated with EMC and functional safety are not covered. Safety-related security is not covered
3 c)	3, Clause 7, Clause 8, 9.2, 11.4, 14.6, 15.1	

WARNING 1 — Presumption of conformity stays valid only as long as a reference to this European Standard is maintained in the list published in the Official Journal of the European Union. Users of this standard should consult frequently the latest list published in the Official Journal of the European Union.

WARNING 2 — Other Union legislation may be applicable to the product(s) falling within the scope of this standard.

Sikkerhedskrav i Direktiv 2014/35/EU	Punkt(er)/underpunkt(er) i denne EN	Bemærkninger/note
3 a)	6.2.2, 6.2.3, 8.2.1, 8.2.2, 8.2.3, 11.4, 12.2, 12.3, 12.6.1, 12.6.2, 13.3, 13.4, 13.5, 14.2 14.6	Standarden vedrører udelukkende de mekaniske krav til elektriske dele af en maskine.
3 b)	4.6, 6.2.3, 10.1.3, 11.3, 11.4, 12.7.6	I forbindelse med EMC stiller denne standard ikke ydeevnekrav til hverken immunitet eller emissioner. Der gives kun generelle råd Fare forbundet med EMC og functional safety er ikke omfattet. Sikkerhedsrelateret cybersikkerhed er ikke omfattet.
3 c)	3, pkt. 7, pkt. 8, 9.2, 11.4, 14.6, 15.1	

ADVARSEL 1 – Formodning om overensstemmelse er kun gyldig, så længe en henvisning til denne Europæiske Standard er anført i listen offentliggjort i Den Europæiske Unions Tidende. Brugere af denne standard bør hyppigt konsultere den nyeste liste offentliggjort i Den Europæiske Unions Tidende.

ADVARSEL 2 – Anden EU-lovgivning kan være gældende for det eller de produkter, der er dækket af denne standards anvendelsesområde.

EN 60204-1:2018 (E)

11 Modification to Bibliography

Add the following notes for the standards indicated:

IEC 60034-5	NOTE	Harmonized as EN 60034-5.
IEC 60034-11	NOTE	Harmonized as EN 60034-11.
IEC 60038:2009	NOTE	Harmonized as EN 60038:2011 (modified).
IEC 60073:2002	NOTE	Harmonized as EN 60073:2002 (not modified).
IEC 60085	NOTE	Harmonized as EN 60085.
IEC 60204-11:2000	NOTE	Harmonized as EN 60204-11:2000 (not modified).
IEC 60204-31:2013	NOTE	Harmonized as EN 60204-31:2013 (not modified).
IEC 60204-32:2008	NOTE	Harmonized as EN 60204-32:2008 (not modified).
IEC 60204-33:2009	NOTE	Harmonized as EN 60204-33:2011 (modified).
IEC 60216	NOTE	Harmonized in EN 60216 series.
IEC 60228:2004	NOTE	Harmonized as EN 60228:2005 (not modified).
IEC 60269-1:2006	NOTE	Harmonized as EN 60269-1:2007 (not modified).
IEC 60320-1	NOTE	Harmonized as EN 60320-1.
IEC 60332	NOTE	Harmonized in EN 60332 series.
IEC 60335	NOTE	Harmonized in EN 60335 series.
IEC 60364	NOTE	Harmonized in HD 60364 series.
IEC 60447:2004	NOTE	Harmonized as EN 60447:2004 (not modified).
IEC 60757:1983	NOTE	Harmonized as HD 457 S1:1985 (not modified).
IEC TR 60890	NOTE	Harmonized as CLC/TR 60890.
IEC 60909-0:2001	NOTE	Harmonized as EN 60909-0:2001 (not modified).
IEC 60947-1:2007	NOTE	Harmonized as EN 60947-1:2007 (not modified).
IEC 60947-4-1	NOTE	Harmonized as EN 60947-4-1.
IEC 60947-5-2:2007	NOTE	Harmonized as EN 60947-5-2:2007 (not modified).
IEC 60947-5-8	NOTE	Harmonized as EN 60947-5-8.
IEC 60947-7-1:2009	NOTE	Harmonized as EN 60947-7-1:2009 (not modified).
IEC 61000-6-1:2005	NOTE	Harmonized as EN 61000-6-1:2007 (not modified).
IEC 61000-6-2:2005	NOTE	Harmonized as EN 61000-6-2:2005 (not modified).
IEC 61000-6-3:2006	NOTE	Harmonized as EN 61000-6-3:2007 (not modified).

11 Ændring til bibliografien

Tilføj følgende noter ved de anførte standarder:

IEC 60034-5	NOTE	Harmoniseret som EN 60034-5.
IEC 60034-11	NOTE	Harmoniseret som EN 60034-11.
IEC 60038:2009	NOTE	Harmoniseret som EN 60038:2011 (modificeret).
IEC 60073:2002	NOTE	Harmoniseret som EN 60073:2002 (ikke modificeret).
IEC 60085	NOTE	Harmoniseret som EN 60085.
IEC 60204-11:2000	NOTE	Harmoniseret som EN 60204-11:2000 (ikke modificeret).
IEC 60204-31:2013	NOTE	Harmoniseret som EN 60204-31:2013 (ikke modificeret).
IEC 60204-32:2008	NOTE	Harmoniseret som EN 60204-32:2008 (ikke modificeret).
IEC 60204-33:2009	NOTE	Harmoniseret som EN 60204-33:2011 (modificeret).
IEC 60216	NOTE	Harmoniseret i EN 60216-serien.
IEC 60228:2004	NOTE	Harmoniseret som EN 60228:2005 (ikke modificeret).
IEC 60269-1:2006	NOTE	Harmoniseret som EN 60269-1:2007 (ikke modificeret).
IEC 60320-1	NOTE	Harmoniseret som EN 60320-1.
IEC 60332	NOTE	Harmoniseret i EN 60332-serien.
IEC 60335	NOTE	Harmoniseret i EN 60335-serien.
IEC 60364	NOTE	Harmoniseret i HD 60364-serien.
IEC 60447:2004	NOTE	Harmoniseret som EN 60447:2004 (ikke modificeret).
IEC 60757:1983	NOTE	Harmoniseret som HD 457 S1:1985 (ikke modificeret).
IEC TR 60890	NOTE	Harmoniseret som CLC/TR 60890.
IEC 60909-0:2001	NOTE	Harmoniseret som EN 60909-0:2001 (ikke modificeret).
IEC 60947-1:2007	NOTE	Harmoniseret som EN 60947-1:2007 (ikke modificeret).
IEC 60947-4-1	NOTE	Harmoniseret som EN 60947-4-1.
IEC 60947-5-2:2007	NOTE	Harmoniseret som EN 60947-5-2:2007 (ikke modificeret).
IEC 60947-5-8	NOTE	Harmoniseret som EN 60947-5-8.
IEC 60947-7-1:2009	NOTE	Harmoniseret som EN 60947-7-1:2009 (ikke modificeret).
IEC 61000-6-1:2005	NOTE	Harmoniseret som EN 61000-6-1:2007 (ikke modificeret).
IEC 61000-6-2:2005	NOTE	Harmoniseret som EN 61000-6-2:2005 (ikke modificeret).
IEC 61000-6-3:2006	NOTE	Harmoniseret som EN 61000-6-3:2007 (ikke modificeret).

IEC 61000-6-4:1997	NOTE	Harmonized as EN 61000-6-4:2001 ⁵⁾ (modified).
IEC 61082-1:2014	NOTE	Harmonized as EN 61082-1:2015 (not modified).
IEC 61175	NOTE	Harmonized as EN 61175.
IEC 61180	NOTE	Harmonized in EN 61180 series.
IEC 61496-1:2004	NOTE	Harmonized as EN 61496-1:2004 ⁶⁾ (modified).
IEC 61557	NOTE	Harmonized in EN 61557 series.
IEC 61558-2-2	NOTE	Harmonized as EN 61558-2-2.
IEC 61558-2-16	NOTE	Harmonized as EN 61558-2-16.
IEC 61643-12:2008	NOTE	Harmonized as CLC/TS 61643-12:2009 (modified).
IEC 61666	NOTE	Harmonized as EN 61666.
IEC 61800	NOTE	Harmonized in EN 61800 series.
IEC 62020	NOTE	Harmonized as EN 62020.
IEC 62027:2011	NOTE	Harmonized as EN 62027:2012 (not modified).
IEC 62305-1:2010	NOTE	Harmonized as EN 62305-1:2011 (modified).
IEC 62305-4:2010	NOTE	Harmonized as EN 62305-4:2011 (modified).
IEC 62491	NOTE	Harmonized as EN 62491.
IEC 62507-1	NOTE	Harmonized as EN 62507-1.
IEC 62745	NOTE	Harmonized as EN 62745.
IEC 81346-1:2009	NOTE	Harmonized as EN 81346-1:2009 (not modified).
IEC 81346-2:2009	NOTE	Harmonized as EN 81346-2:2009 (not modified).
IEC 82079-1:2012	NOTE	Harmonized as EN 82079-1:2012 (not modified).
ISO 12100:2010	NOTE	Harmonized as EN ISO 12100:2010 (not modified).
ISO 13732-1	NOTE	Harmonized as EN ISO 13732-1.

⁵⁾ Superseded by EN 61000-6-4:2007, which is based on IEC 61000-6-4:2006.

⁶⁾ Superseded by EN 61496-1:2013, which is based on IEC 61496-1:2012.

IEC 61000-6-4:1997	NOTE	Harmoniseret som EN 61000-6-4:2001 ⁵⁾ (modificeret).
IEC 61082-1:2014	NOTE	Harmoniseret som EN 61082-1:2015 (ikke modificeret).
IEC 61175	NOTE	Harmoniseret som EN 61175.
IEC 61180	NOTE	Harmoniseret i EN 61180-serien.
IEC 61496-1:2004	NOTE	Harmoniseret som EN 61496-1:2004 ⁶⁾ (modificeret).
IEC 61557	NOTE	Harmoniseret i EN 61557-serien.
IEC 61558-2-2	NOTE	Harmoniseret som EN 61558-2-2.
IEC 61558-2-16	NOTE	Harmoniseret som EN 61558-2-16.
IEC 61643-12:2008	NOTE	Harmoniseret som CLC/TS 61643-12:2009 (modificeret).
IEC 61666	NOTE	Harmoniseret som EN 61666.
IEC 61800	NOTE	Harmoniseret i EN 61800-serien.
IEC 62020	NOTE	Harmoniseret som EN 62020.
IEC 62027:2011	NOTE	Harmoniseret som EN 62027:2012 (ikke modificeret).
IEC 62305-1:2010	NOTE	Harmoniseret som EN 62305-1:2011 (modificeret).
IEC 62305-4:2010	NOTE	Harmoniseret som EN 62305-4:2011 (modificeret).
IEC 62491	NOTE	Harmoniseret som EN 62491.
IEC 62507-1	NOTE	Harmoniseret som EN 62507-1.
IEC 62745	NOTE	Harmoniseret som EN 62745.
IEC 81346-1:2009	NOTE	Harmoniseret som EN 81346-1:2009 (ikke modificeret).
IEC 81346-2:2009	NOTE	Harmoniseret som EN 81346-2:2009 (ikke modificeret).
IEC 82079-1:2012	NOTE	Harmoniseret som EN 82079-1:2012 (ikke modificeret).
ISO 12100:2010	NOTE	Harmoniseret som EN ISO 12100:2010 (ikke modificeret).
ISO 13732-1	NOTE	Harmoniseret som EN ISO 13732-1.

⁵⁾ Erstattet af EN 61000-6-4:2007, som er baseret på IEC 61000-6-4:2006.

⁶⁾ Erstattet af EN 61496-1:2013, som er baseret på IEC 61496-1:2012.



IEC 60204-1

Edition 6.0 2016-10

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Safety of machinery – Electrical equipment of machines –
Part 1: General requirements**

**Sécurité des machines – Équipement électrique des machines –
Partie 1: Exigences générales**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2016 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.



IEC 60204-1

Edition 6.0 2016-10

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Safety of machinery – Electrical equipment of machines –
Part 1: General requirements**

**Sécurité des machines – Équipement électrique des machines –
Partie 1: Exigences générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 13.110; 29.020

ISBN 978-2-8322-3621-5

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor. Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

CONTENTS

FOREWORD.....	10
INTRODUCTION.....	13
1 Scope.....	15
2 Normative references.....	16
3 Terms, definitions and abbreviated terms	17
3.1 Terms and definitions	17
3.2 Abbreviated terms	26
4 General requirements	26
4.1 General.....	26
4.2 Selection of equipment.....	27
4.2.1 General	27
4.2.2 Switchgear.....	27
4.3 Electrical supply.....	28
4.3.1 General	28
4.3.2 AC supplies	28
4.3.3 DC supplies	28
4.3.4 Special supply systems	28
4.4 Physical environment and operating conditions	28
4.4.1 General	28
4.4.2 Electromagnetic compatibility (EMC)	29
4.4.3 Ambient air temperature	29
4.4.4 Humidity	29
4.4.5 Altitude	29
4.4.6 Contaminants.....	29
4.4.7 Ionizing and non-ionizing radiation	30
4.4.8 Vibration, shock, and bump	30
4.5 Transportation and storage.....	30
4.6 Provisions for handling	30
5 Incoming supply conductor terminations and devices for disconnecting and switching off	30
5.1 Incoming supply conductor terminations	30
5.2 Terminal for connection of the external protective conductor	31
5.3 Supply disconnecting (isolating) device.....	31
5.3.1 General	31
5.3.2 Type	31
5.3.3 Requirements	32
5.3.4 Operating means of the supply disconnecting device	32
5.3.5 Excepted circuits.....	33
5.4 Devices for removal of power for prevention of unexpected start-up	34
5.5 Devices for isolating electrical equipment	34
5.6 Protection against unauthorized, inadvertent and/or mistaken connection	35
6 Protection against electric shock.....	35
6.1 General.....	35
6.2 Basic protection	35
6.2.1 General	35
6.2.2 Protection by enclosures	36

Indholdsfortegnelse

FORORD	10
INDLEDNING	13
1 Anvendelsesområde	15
2 Normative referencer	16
3 Termer, definitioner og forkortelser	17
3.1 Termer og definitioner	17
3.2 Forkortede termer	26
4 Generelle krav	26
4.1 Generelt	26
4.2 Valg af materiel	27
4.2.1 Generelt	27
4.2.2 Koblingsudstyr	27
4.3 Strømforsyning	28
4.3.1 Generelt	28
4.3.2 A.c.-forsyninger	28
4.3.3 D.c.-forsyninger	28
4.3.4 Specielle forsyningssystemer	28
4.4 Fysisk miljø og driftsbetingelser	28
4.4.1 Generelt	28
4.4.2 Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC)	29
4.4.3 Omgivende lufttemperatur	29
4.4.4 Fugtighed	29
4.4.5 Højde over havets overflade	29
4.4.6 Forurenende stoffer	29
4.4.7 Ioniserende og ikke-ioniserende stråling	30
4.4.8 Vibrationer, stød og slag	30
4.5 Transport og opbevaring	30
4.6 Bestemmelser vedrørende håndtering	30
5 Indgående forsyningsleders afslutning og anordninger til afbrydelse og frakobling	30
5.1 Indgående forsyningsleders afslutning	30
5.2 Klemme til forbindelse til den ydre beskyttelsesleder	31
5.3 Forsyningsadskiller (isolerende)	31
5.3.1 Generelt	31
5.3.2 Type	31
5.3.3 Krav	32
5.3.4 Forsyningsadskillerens betjeningsmidler	32
5.3.5 Undtagne kredse	33
5.4 Anordninger til fjernelse af effekt for at forhindre uventet start	34
5.5 Anordninger til adskillelse af elektrisk materiel	34
5.6 Beskyttelse mod uautoriseret, uagtsom og/eller fejlagtig tilslutning	35
6 Beskyttelse mod elektrisk stød	35
6.1 Generelt	35
6.2 Grundbeskyttelse (beskyttelse mod direkte berøring)	35
6.2.1 Generelt	35
6.2.2 Beskyttelse ved hjælp af kapslinger	36

6.2.3	Protection by insulation of live parts	37
6.2.4	Protection against residual voltages	37
6.2.5	Protection by barriers	37
6.2.6	Protection by placing out of reach or protection by obstacles	37
6.3	Fault protection	37
6.3.1	General	37
6.3.2	Prevention of the occurrence of a touch voltage	38
6.3.3	Protection by automatic disconnection of supply	38
6.4	Protection by the use of PELV	39
6.4.1	General requirements	39
6.4.2	Sources for PELV	40
7	Protection of equipment	40
7.1	General	40
7.2	Overcurrent protection	40
7.2.1	General	40
7.2.2	Supply conductors	40
7.2.3	Power circuits	41
7.2.4	Control circuits	41
7.2.5	Socket outlets and their associated conductors	41
7.2.6	Lighting circuits	41
7.2.7	Transformers	42
7.2.8	Location of overcurrent protective devices	42
7.2.9	Overcurrent protective devices	42
7.2.10	Rating and setting of overcurrent protective devices	42
7.3	Protection of motors against overheating	42
7.3.1	General	42
7.3.2	Overload protection	43
7.3.3	Over-temperature protection	43
7.4	Protection against abnormal temperature	43
7.5	Protection against the effects of supply interruption or voltage reduction and subsequent restoration	44
7.6	Motor overspeed protection	44
7.7	Additional earth fault/residual current protection	44
7.8	Phase sequence protection	44
7.9	Protection against overvoltages due to lightning and to switching surges	44
7.10	Short-circuit current rating	45
8	Equipotential bonding	45
8.1	General	45
8.2	Protective bonding circuit	47
8.2.1	General	47
8.2.2	Protective conductors	47
8.2.3	Continuity of the protective bonding circuit	48
8.2.4	Protective conductor connecting points	49
8.2.5	Mobile machines	49
8.2.6	Additional requirements for electrical equipment having earth leakage currents higher than 10 mA	49
8.3	Measures to restrict the effects of high leakage current	50
8.4	Functional bonding	50
9	Control circuits and control functions	50

6.2.3	Beskyttelse ved isolation af spændingsførende dele	37
6.2.4	Beskyttelse mod restspænding	37
6.2.5	Beskyttelse ved hjælp af barrierer	37
6.2.6	Beskyttelse ved placering uden for rækkevidde eller ved hjælp af spærringer	37
6.3	Fejlbeskyttelse (beskyttelse mod indirekte berøring).....	37
6.3.1	Generelt.....	37
6.3.2	Forebyggelse af forekomst af berøringsspænding.....	38
6.3.3	Beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen	38
6.4	Beskyttelse ved anvendelse af ekstra lav beskyttelsesspænding (PELV)	39
6.4.1	Generelle krav	39
6.4.2	Strømkilder for ekstra lav beskyttelsesspænding (PELV)	40
7	Beskyttelse af materiel	40
7.1	Generelt	40
7.2	Overstrømsbeskyttelse	40
7.2.1	Generelt.....	40
7.2.2	Forsyningsledere	40
7.2.3	Effektkredse	41
7.2.4	Styrekredse.....	41
7.2.5	Stikkontakter og tilhørende ledere	41
7.2.6	Belysningskredse.....	41
7.2.7	Transformere	42
7.2.8	Placering af overstrømsbeskyttelsesudstyr	42
7.2.9	Overstrømsbeskyttelsesudstyr	42
7.2.10	Mærkeværdi for og indstilling af overstrømsbeskyttelsesudstyr	42
7.3	Beskyttelse af motorer mod overophedning.....	42
7.3.1	Generelt.....	42
7.3.2	Overbelastningsbeskyttelse	43
7.3.3	Beskyttelse mod overtemperatur	43
7.4	Beskyttelse mod unormale temperaturer.....	43
7.5	Beskyttelse mod virkningerne af forsyningsafbrydelse eller spændingsreduktion og efterfølgende genoprettelse.....	44
7.6	Beskyttelse mod overhastighed af motorer	44
7.7	Supplerende beskyttelse mod jordfejl/fejlstrøm.....	44
7.8	Beskyttelse mod forkert fasefølge.....	44
7.9	Beskyttelse mod overspænding pga. lyn og koblingstransienter	44
7.10	Kortslutningsmærkestrøm	45
8	Potentialudligning	45
8.1	Generelt	45
8.2	Beskyttende udligningskreds	47
8.2.1	Generelt.....	47
8.2.2	Beskyttelsesledere	47
8.2.3	Kontinuitet af den beskyttende udligningskreds.....	48
8.2.4	Beskyttelseslederens forbindelsespunkter	49
8.2.5	Mobile maskiner	49
8.2.6	Supplerende krav til elektrisk materiel med lækstrømme til jord over 10 mA	49
8.3	Foranstaltninger til at begrænse virkningerne af høje lækstrømme.....	50
8.4	Funktionsudligning	50
9	Styrekredse og -funktioner.....	50

9.1	Control circuits	50
9.1.1	Control circuit supply	50
9.1.2	Control circuit voltages	51
9.1.3	Protection	51
9.2	Control functions	51
9.2.1	General	51
9.2.2	Categories of stop functions	51
9.2.3	Operation	51
9.2.4	Cableless control system (CCS)	55
9.3	Protective interlocks	57
9.3.1	Reclosing or resetting of an interlocking safeguard	57
9.3.2	Exceeding operating limits	57
9.3.3	Operation of auxiliary functions	57
9.3.4	Interlocks between different operations and for contrary motions	57
9.3.5	Reverse current braking	57
9.3.6	Suspension of safety functions and/or protective measures	58
9.4	Control functions in the event of failure	58
9.4.1	General requirements	58
9.4.2	Measures to minimize risk in the event of failure	59
9.4.3	Protection against malfunction of control circuits	60
10	Operator interface and machine-mounted control devices	66
10.1	General	66
10.1.1	General requirements	66
10.1.2	Location and mounting	66
10.1.3	Protection	66
10.1.4	Position sensors	66
10.1.5	Portable and pendant control stations	67
10.2	Actuators	67
10.2.1	Colours	67
10.2.2	Markings	67
10.3	Indicator lights and displays	68
10.3.1	General	68
10.3.2	Colours	68
10.3.3	Flashing lights and displays	69
10.4	Illuminated push-buttons	69
10.5	Rotary control devices	69
10.6	Start devices	69
10.7	Emergency stop devices	70
10.7.1	Location of emergency stop devices	70
10.7.2	Types of emergency stop device	70
10.7.3	Operation of the supply disconnecting device to effect emergency stop	70
10.8	Emergency switching off devices	70
10.8.1	Location of emergency switching off devices	70
10.8.2	Types of emergency switching off device	70
10.8.3	Local operation of the supply disconnecting device to effect emergency switching off	71
10.9	Enabling control device	71
11	Controlgear: location, mounting, and enclosures	71
11.1	General requirements	71

9.1	Styrekredse	50
9.1.1	Styrekredsforsyning	50
9.1.2	Styrekredsspændinger.....	51
9.1.3	Beskyttelse.....	51
9.2	Styrefunktioner.....	51
9.2.1	Generelt.....	51
9.2.2	Kategorier af stopfunktioner	51
9.2.3	Drift	51
9.2.4	Trådløst styresystem (CCS)	55
9.3	Beskyttende tvangskoblinger	57
9.3.1	Genindkobling eller tilbagestilling af en tvangskoblet beskyttelsesforanstaltning	57
9.3.2	Overskridelse af driftsgrænser.....	57
9.3.3	Drift af hjælpefunktioner	57
9.3.4	Tvangskobling mellem forskellig funktioner og modsatrettede bevægelser	57
9.3.5	Modstrømsbremsning	57
9.3.6	Ophævelse af sikkerhedsfunktioner og/eller beskyttelsesforanstaltninger.....	58
9.4	Styrefunktioner i tilfælde af funktionssvigt.....	58
9.4.1	Generelle krav	58
9.4.2	Foranstaltninger til at minimere risici i tilfælde af funktionssvigt	59
9.4.3	Beskyttelse mod fejlfunktion af styrekredse	60
10	Operatørgrenseflade og maskinmonterede styreenheder	66
10.1	Generelt	66
10.1.1	Generelle krav	66
10.1.2	Placering og montering	66
10.1.3	Beskyttelse.....	66
10.1.4	Positionsfølere.....	66
10.1.5	Bærbare og nedhængte betjeningspaneler	67
10.2	Aktuatorer.....	67
10.2.1	Farver.....	67
10.2.2	Mærkning.....	67
10.3	Indikatorlamper og -displays.....	68
10.3.1	Generelt.....	68
10.3.2	Farver.....	68
10.3.3	Blinkende lamper og displays.....	69
10.4	Trykknapper med lys.....	69
10.5	Drejelige styreenheder	69
10.6	Startindretninger	69
10.7	Nødstopanordninger	70
10.7.1	Placering af nødstopanordninger.....	70
10.7.2	Typer af nødstopanordninger	70
10.7.3	Betjening af forsyningsadskilleren til at iværksætte nødstop.....	70
10.8	Nødafbryderindretninger.....	70
10.8.1	Placering af nødafbryderindretningen.....	70
10.8.2	Typer af nødafbryderindretninger	70
10.8.3	Lokal betjening af forsyningsadskilleren til at iværksætte nødafbrydelse.....	70
10.9	Aktiverende styreenhed	71
11	Koblingsudstyr: Placering, montering og kapsling.....	71
11.1	Generelle krav	71

11.2	Location and mounting	71
11.2.1	Accessibility and maintenance	71
11.2.2	Physical separation or grouping	72
11.2.3	Heating effects	72
11.3	Degrees of protection	73
11.4	Enclosures, doors and openings	73
11.5	Access to electrical equipment	74
12	Conductors and cables	74
12.1	General requirements	74
12.2	Conductors	74
12.3	Insulation	75
12.4	Current-carrying capacity in normal service	75
12.5	Conductor and cable voltage drop	76
12.6	Flexible cables	77
12.6.1	General	77
12.6.2	Mechanical rating	77
12.6.3	Current-carrying capacity of cables wound on drums	77
12.7	Conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies	78
12.7.1	Basic protection	78
12.7.2	Protective conductors	78
12.7.3	Protective conductor current collectors	78
12.7.4	Removable current collectors with a disconnecter function	79
12.7.5	Clearances in air	79
12.7.6	Creepage distances	79
12.7.7	Conductor system sectioning	79
12.7.8	Construction and installation of conductor wire, conductor bar systems and slip-ring assemblies	79
13	Wiring practices	80
13.1	Connections and routing	80
13.1.1	General requirements	80
13.1.2	Conductor and cable runs	80
13.1.3	Conductors of different circuits	81
13.1.4	AC circuits – Electromagnetic effects (prevention of eddy currents)	81
13.1.5	Connection between pick-up and pick-up converter of an inductive power supply system	81
13.2	Identification of conductors	81
13.2.1	General requirements	81
13.2.2	Identification of the protective conductor / protective bonding conductor	82
13.2.3	Identification of the neutral conductor	82
13.2.4	Identification by colour	83
13.3	Wiring inside enclosures	83
13.4	Wiring outside enclosures	84
13.4.1	General requirements	84
13.4.2	External ducts	84
13.4.3	Connection to moving elements of the machine	84
13.4.4	Interconnection of devices on the machine	85
13.4.5	Plug/socket combinations	85
13.4.6	Dismantling for shipment	86
13.4.7	Additional conductors	86

11.2	Placering og montering	71
11.2.1	Tilgængelighed og vedligeholdelse.....	71
11.2.2	Fysisk adskillelse eller samling i grupper	72
11.2.3	Varmevirkning	72
11.3	Kapslingsklasser.....	73
11.4	Kapslinger, låger og åbninger	73
11.5	Adgang til elektrisk materiel	74
12	Ledere og kabler	74
12.1	Generelle krav	74
12.2	Ledere	74
12.3	Isolation	75
12.4	Strømværdi under normal drift.....	75
12.5	Spændingsfald i ledere og kabler	76
12.6	Fleksible kabler	77
12.6.1	Generelt.....	77
12.6.2	Mekanisk vurdering	77
12.6.3	Strømværdier for kabler viklet på tromler.....	77
12.7	Ledningstråde, strømskinner og slæberingssamlinger.....	78
12.7.1	Grundbeskyttelse (beskyttelse mod direkte berøring)	78
12.7.2	Beskyttelsesledere	78
12.7.3	Strømaftagere til beskyttelsesledere.....	78
12.7.4	Aftagelige strømaftagere med en adskillerfunktion.....	79
12.7.5	Luftafstande	79
12.7.6	Krybestrækninger	79
12.7.7	Sektionsinddeling af ledersystemet.....	79
12.7.8	Konstruktion og installation af ledningstråde, strømskinnesystemer og slæberingssamlinger	79
13	Udførelse af ledningsføring	80
13.1	Forbindelser og fremføring.....	80
13.1.1	Generelle krav	80
13.1.2	Leder- og kabelføring.....	80
13.1.3	Ledere fra forskellige kredse	81
13.1.4	A.c.-kredse – Elektromagnetiske påvirkninger (forhindring af hvirvelstrømme)	81
13.1.5	Forbindelse mellem skinne og skinneomformer i et induktivt forsyningssystem	81
13.2	Identifikation af ledere	81
13.2.1	Generelle krav	81
13.2.2	Identifikation af beskyttelseslederen/lederen til beskyttende udligning	82
13.2.3	Identifikation af nullederen.....	82
13.2.4	Identifikation med farve	83
13.3	Ledningsføring inde i kapslinger.....	83
13.4	Ledningsføring uden for kapslinger	84
13.4.1	Generelle krav	84
13.4.2	Eksterne lukkede kanaler.....	84
13.4.3	Forbindelse til bevægelige maskindele	84
13.4.4	Indbyrdes forbindelse mellem anordninger på maskinen.....	85
13.4.5	Stikprop-stikkontakt-kombinationer.....	85
13.4.6	Afmontering med henblik på transport	86
13.4.7	Supplerende ledere	86

13.5	Ducts, connection boxes and other boxes	86
13.5.1	General requirements.....	86
13.5.2	Rigid metal conduit and fittings.....	87
13.5.3	Flexible metal conduit and fittings.....	87
13.5.4	Flexible non-metallic conduit and fittings	87
13.5.5	Cable trunking systems	87
13.5.6	Machine compartments and cable trunking systems	88
13.5.7	Connection boxes and other boxes	88
13.5.8	Motor connection boxes	88
14	Electric motors and associated equipment.....	88
14.1	General requirements.....	88
14.2	Motor enclosures	88
14.3	Motor dimensions.....	89
14.4	Motor mounting and compartments	89
14.5	Criteria for motor selection	89
14.6	Protective devices for mechanical brakes	89
15	Socket-outlets and lighting	90
15.1	Socket-outlets for accessories	90
15.2	Local lighting of the machine and of the equipment	90
15.2.1	General	90
15.2.2	Supply	90
15.2.3	Protection	91
15.2.4	Fittings	91
16	Marking, warning signs and reference designations	91
16.1	General.....	91
16.2	Warning signs	91
16.2.1	Electric shock hazard	91
16.2.2	Hot surfaces hazard	92
16.3	Functional identification.....	92
16.4	Marking of enclosures of electrical equipment.....	92
16.5	Reference designations.....	92
17	Technical documentation	92
17.1	General.....	92
17.2	Information related to the electrical equipment.....	93
18	Verification	94
18.1	General.....	94
18.2	Verification of conditions for protection by automatic disconnection of supply	94
18.2.1	General	94
18.2.2	Test 1 – Verification of the continuity of the protective bonding circuit	95
18.2.3	Test 2 – Fault loop impedance verification and suitability of the associated overcurrent protective device	95
18.2.4	Application of the test methods for TN-systems.....	95
18.3	Insulation resistance tests	97
18.4	Voltage tests	98
18.5	Protection against residual voltages	98
18.6	Functional tests.....	98
18.7	Retesting	98
Annex A (normative)	Fault protection by automatic disconnection of supply.....	99

13.5	Lukkede kanaler, samledåser og andre dåser	86
13.5.1	Generelle krav	86
13.5.2	Stive metalrør og -fittings	87
13.5.3	Fleksible metalrør og -fittings	87
13.5.4	Fleksible ikke-metalliske rør og fittings	87
13.5.5	Kabelkanalsystemer	87
13.5.6	Maskinhulrum og kabelkanalsystemer	88
13.5.7	Samledåser og andre dåser	88
13.5.8	Motorsamledåser	88
14	Elektriske motorer og tilhørende udstyr	88
14.1	Generelle krav	88
14.2	Motorkapslinger	88
14.3	Motordimensioner	89
14.4	Motormontering og -hulrum	89
14.5	Kriterier for valg af motor	89
14.6	Beskyttelsesudstyr til mekaniske bremser	89
15	Stikkontakter og belysning	90
15.1	Stikkontakter for tilbehør	90
15.2	Lokal belysning af maskinen og udstyret	90
15.2.1	Generelt	90
15.2.2	Forsyning	90
15.2.3	Beskyttelse	91
15.2.4	Armaturer	91
16	Mærkning, advarselsskilte og referencebetegnelser	91
16.1	Generelt	91
16.2	Advarselsskilte	91
16.2.1	Fare for elektrisk stød	91
16.2.2	Fare fra varme overflader	92
16.3	Funktionsidentifikation	92
16.4	Mærkning af kapslinger til elektrisk materiel	92
16.5	Referencebetegnelser	92
17	Teknisk dokumentation	92
17.1	Generelt	92
17.2	Oplysninger vedrørende det elektriske materiel	93
18	Verifikation	94
18.1	Generelt	94
18.2	Verifikation af betingelser for beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen.	94
18.2.1	Generelt	94
18.2.2	Prøvning 1 – Verifikation af kontinuiteten af den beskyttende udligningskreds	95
18.2.3	Prøvning 2 – Verifikation af fejlsøjfeimpedans og det tilhørende overstrømsbeskyttelsesudstyrs egnethed	95
18.2.4	Anvendelse af prøvningsmetoderne for TN-systemer	95
18.3	Prøvning af isolationsmodstand	97
18.4	Spændingsprøvninger	98
18.5	Beskyttelse mod restspænding	98
18.6	Funktionsprøvninger	98
18.7	Omprøvning	98
Anneks A	(normativt) Fejlbeskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen	99

A.1	Fault protection for machines supplied from TN-systems	99
A.1.1	General	99
A.1.2	Conditions for protection by automatic disconnection of the supply by overcurrent protective devices	99
A.1.3	Condition for protection by reducing the touch voltage below 50 V	100
A.1.4	Verification of conditions for protection by automatic disconnection of the supply	101
A.2	Fault protection for machines supplied from TT-systems	103
A.2.1	Connection to earth	103
A.2.2	Fault protection for TT systems	103
A.2.3	Verification of protection by automatic disconnection of supply using a residual current protective device	104
A.2.4	Measurement of the fault loop impedance (Z_s)	105
Annex B (informative)	Enquiry form for the electrical equipment of machines	107
Annex C (informative)	Examples of machines covered by this part of IEC 60204	111
Annex D (informative)	Current-carrying capacity and overcurrent protection of conductors and cables in the electrical equipment of machines	113
D.1	General	113
D.2	General operating conditions	113
D.2.1	Ambient air temperature	113
D.2.2	Methods of installation	113
D.2.3	Grouping	115
D.2.4	Classification of conductors	116
D.3	Co-ordination between conductors and protective devices providing overload protection	116
D.4	Overcurrent protection of conductors	117
D.5	Effect of harmonic currents on balanced three-phase systems	118
Annex E (informative)	Explanation of emergency operation functions	119
Annex F (informative)	Guide for the use of this part of IEC 60204	120
Annex G (informative)	Comparison of typical conductor cross-sectional areas	122
Annex H (informative)	Measures to reduce the effects of electromagnetic influences	124
H.1	Definitions	124
H.1.1	apparatus	124
H.1.2	fixed installation	124
H.2	General	124
H.3	Mitigation of electromagnetic interference (EMI)	124
H.3.1	General	124
H.3.2	Measures to reduce EMI	125
H.4	Separation and segregation of cables	125
H.5	Power supply of a machine by parallel sources	129
H.6	Supply impedance where a Power Drive System (PDS) is used	129
Annex I (informative)	Documentation / Information	130
Bibliography		132
Figure 1	– Block diagram of a typical machine	14
Figure 2	– Disconnecter isolator	33
Figure 3	– Disconnecting circuit breaker	33
Figure 4	– Example of equipotential bonding for electrical equipment of a machine	46

A.1	Fejlbeskyttelse for maskiner, der forsynes fra TN-systemer	99
A.1.1	Generelt.....	99
A.1.2	Betingelser for beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen med overstrømsbeskyttelsesudstyr.....	99
A.1.3	Betingelse for beskyttelse ved reduktion af berøringsspændingen til mindre end 50 V.....	100
A.1.4	Verifikation af betingelser for beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen.....	101
A.2	Fejlbeskyttelse for maskiner, der forsynes fra TT-systemer	103
A.2.1	Forbindelse til jord	103
A.2.2	Fejlbeskyttelse for TT-systemer	103
A.2.3	Verifikation af beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen med anvendelse af en fejlstrømsafbryder (RCD).....	104
A.2.4	Måling af fejlsløjfeimpedansen (Z_s).....	105
Anneks B	(informativt) Spørgeskema vedrørende elektrisk materiel på maskiner	107
Anneks C	(informativt) Eksempler på maskiner, der er omfattet af denne del af IEC 60204	111
Anneks D	(informativt) Strømværdi og overstrømsbeskyttelse af ledere og kabler i det elektriske materiel på maskiner	113
D.1	Generelt	113
D.2	Generelle driftsbetingelser.....	113
D.2.1	Omgivende lufttemperatur.....	113
D.2.2	Installationsmetoder	113
D.2.3	Samling i grupper	115
D.2.4	Klassifikation af ledere	116
D.3	Koordination mellem ledere og udstyr til beskyttelse mod overbelastning	116
D.4	Overstrømsbeskyttelse af ledere	117
D.5	Virkningen af harmoniske strømme i balancerede trefasesystemer	118
Anneks E	(informativt) Forklaring af nødbetjeningsfunktioner	119
Anneks F	(informativt) Vejledning i anvendelsen i denne del af IEC 60204	120
Anneks G	(informativt) Sammenligning af typiske ledertværsnitsarealer	122
Anneks H	(informativt) Foranstaltninger til at reducere virkningerne af elektromagnetiske påvirkninger	124
H.1	Definitioner.....	124
H.1.1	apparatur.....	124
H.1.2	fast installation	124
H.2	Generelt	124
H.3	Dæmpning af elektromagnetisk interferens (EMI)	124
H.3.1	Generelt.....	124
H.3.2	Foranstaltninger til reduktion af elektromagnetisk interferens (EMI)	125
H.4	Adskillelse og opdeling af kabler	125
H.5	En maskines effektforsyning fra parallelle kilder	129
H.6	Forsyningsimpedans, hvor der anvendes et drevsystem (PDS)	129
Anneks I	(informativt) Dokumentation/information	130
Bibliografi		132
Figur 1	– Blokdigram over en typisk maskine	14
Figur 2	– Isolerende adskiller.....	33
Figur 3	– Maksimalafbryder	33
Figur 4	– Eksempel på potentialudligning for en maskines elektriske materiel	46

Figure 5 – Symbol IEC 60417-5019: Protective earth	49
Figure 6 – Symbol IEC 60417-5020: Frame or chassis	50
Figure 7 – Method a) Earthed control circuit fed by a transformer	60
Figure 8 – Method b1) Non-earthed control circuit fed by transformer	61
Figure 9 – Method b2) Non-earthed control circuit fed by transformer	62
Figure 10 – Method b3) Non-earthed control circuit fed by transformer	62
Figure 11 – Method c) Control circuits fed by transformer with an earthed centre-tap winding	63
Figure 12 – Method d1a) Control circuit without transformer connected between a phase and the neutral of an earthed supply system	64
Figure 13 – Method d1b) Control circuit without transformer connected between two phases of an earthed supply system	64
Figure 14 – Method d2a) Control circuit without transformer connected between phase and neutral of a non-earthed supply system	65
Figure 15 – Method d2b) control circuit without transformer connected between two phases of a non-earthed supply system	65
Figure 16 – Symbol IEC 60417-5019	82
Figure 17 – Symbol IEC 60417-5021	82
Figure 18 – Symbol ISO 7010-W012	91
Figure 19 – Symbol ISO 7010-W017	92
Figure A.1 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_S) measurement in TN systems	102
Figure A.2 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_S) measurement for power drive system circuits in TN systems	102
Figure A.3 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_S) measurement in TT systems	105
Figure A.4 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_S) measurement for power drive system circuits in TT systems	106
Figure D.1 – Methods of conductor and cable installation independent of number of conductors/cables	114
Figure D.2 – Parameters of conductors and protective devices	116
Figure H.1 – By-pass conductor for screen reinforcement	125
Figure H.2 – Examples of vertical separation and segregation	127
Figure H.3 – Examples of horizontal separation and segregation	127
Figure H.4 – Cable arrangements in metal cable trays	128
Figure H.5 – Connections between metal cable trays or cable trunking systems	128
Figure H.6 – Interruption of metal cable trays at fire barriers	129
Table 1 – Minimum cross-sectional area of copper protective conductors	31
Table 2 – Symbols for actuators (Power)	68
Table 3 – Symbols for actuators (Machine operation)	68
Table 4 – Colours for indicator lights and their meanings with respect to the condition of the machine	69
Table 5 – Minimum cross-sectional areas of copper conductors	75

Figur 5 – Symbol IEC 60417-5019: Beskyttelsesjord	49
Figur 6 – Symbol IEC 60417-5020: Ramme eller stel	50
Figur 7 – Metode a) – Jordet styrekreds forsynet fra en transformer	60
Figur 8 – Metode b1) – Ikke-jordet styrekreds forsynet fra en transformer.....	61
Figur 9 – Metode b2) – Ikke-jordet styrekreds forsynet fra en transformer.....	62
Figur 10 – Metode b3) – Ikke-jordet styrekreds forsynet fra en transformer.....	62
Figur 11 – Metode c) – Styrekredse forsynet fra transformere med en vikling med jordet midtpunktsudtag	63
Figur 12 – Metode d1a) – Styrekreds uden transformer forbundet mellem en fase og nulpunktet i et jordet forsyningssystem.....	64
Figur 13 – Metode d1b) – Styrekreds uden transformer forbundet mellem to faser i et jordet forsyningssystem	64
Figur 14 – Metode d2a) – Styrekreds uden transformer forbundet mellem fase og nul i et ikke-jordet forsyningssystem.....	65
Figur 15 – Metode d2b) Styrekreds uden transformer forbundet mellem to faser af et ikke-jordet forsyningssystem	65
Figur 16 – Symbol IEC 60417-5019.....	82
Figur 17 – Symbol IEC 60417-5021	82
Figur 18 – Symbol ISO 7010-W012.....	91
Figur 19 – Symbol ISO 7010-W017.....	92
Figur A.1 – Typisk arrangement til måling af fejlsløjfeimpedans (Z_s) i TN-systemer	102
Figur A.2 – Typisk arrangement til måling af fejlsløjfeimpedans (Z_s) i kredse i TN-systemers drevsystem	102
Figur A.3 – Typisk arrangement til måling af fejlsløjfeimpedans (Z_s) i TT-systemer.....	105
Figur A.4 – Typisk arrangement til måling af fejlsløjfeimpedans (Z_s) i kredse i TT-systemers drevsystem	106
Figur D.1 – Metoder til installation af ledere og kabler uafhængigt af antallet af ledere/kabler	114
Figur D.2 – Parametre for ledere og beskyttelsesudstyr	116
Figur H.1 – Parallel jordingsleder til forstærkning af skærmen	125
Figur H.2 – Eksempler på lodret adskillelse og opdeling.....	127
Figur H.3 – Eksempler på vandret adskillelse og opdeling	127
Figur H.4 – Kabelarrangementer i metalliske kabelbakker.....	128
Figur H.5 – Forbindelser mellem metalliske kabelbakker eller kabelkanalsystemer.....	128
Figur H.6 – Afbrydelse af metalliske kabelbakker ved brandbarrierer.....	129
 Tabel 1 – Mindste tværsnitsareal for beskyttelsesledere af kobber	31
Tabel 2 – Symboler for aktuatorer (effekt)	68
Tabel 3 – Symboler for aktuatorer (maskinoperation)	68
Tabel 4 – Farver til indikatorlamper og deres betydning med hensyn til maskinens tilstand	69
Tabel 5 – Mindste tværsnitsareal for kobberledere.....	75

Table 6 – Examples of current-carrying capacity (I_Z) of PVC insulated copper conductors or cables under steady-state conditions in an ambient air temperature of +40 °C for different methods of installation	76
Table 7 – Derating factors for cables wound on drums	78
Table 8 – Minimum permitted bending radii for the forced guiding of flexible cables.....	85
Table 9 – Application of the test methods for TN-systems	96
Table 10 – Examples of maximum cable lengths from protective devices to their loads for TN-systems	97
Table A.1 – Maximum disconnecting times for TN systems	99
Table A.2 – Maximum disconnecting time for TT-systems	104
Table D.1 – Correction factors.....	113
Table D.2 – Derating factors for I_Z for grouping	115
Table D.3 – Derating factors for I_Z for multicore cables up to 10 mm ²	115
Table D.4 – Classification of conductors	116
Table D.5 – Maximum allowable conductor temperatures under normal and short-circuit conditions.....	117
Table F.1 – Application options	121
Table G.1 – Comparison of conductor sizes.....	122
Table H.1 – Minimum separation distances using metallic containment as illustrated in Figure H.2	126
Table I.1 – Documentation / Information that can be applicable.....	130

Tabel 6 – Eksempler på strømværdier (I_z) for PVC-isolerede kobberledere eller kabler under stabile driftsbetingelser i en omgivende lufttemperatur på +40 °C for forskellige installationsmetoder	76
Tabel 7 – Reduktionsfaktorer for kabler viklet på tromler.....	78
Tabel 8 – Mindste tilladte bøjningsradiusser for fleksible kablens tvangsstyring	85
Tabel 9 – Anvendelse af prøvningsmetoderne for TN-systemer	96
Tabel 10 – Eksempler på maksimale kabellængder fra beskyttelsesordninger til deres belastninger for TN-systemer.....	97
Tabel A.1 – Maksimale brydetider for TN-systemer.....	99
Tabel A.2 – Maksimale brydetider for TT-systemer	104
Tabel D.1 – Korrektionsfaktorer.....	113
Tabel D.2 – Reduktionsfaktorer for I_z for samling i grupper	115
Tabel D.3 – Reduktionsfaktorer for I_z for flerlederkabler op til 10 mm ²	115
Tabel D.4 – Klassifikation af ledere	116
Tabel D.5 – Maksimale tilladte ledertemperaturer under normale forhold og kortslutningsforhold	117
Tabel F.1 – Anvendelsesmuligheder	121
Tabel G.1 – Sammenligning af størrelser af ledere	122
Tabel H.1 – Mindste adskillelsesafstand ved anvendelse af metalliske bakker som illustreret i figur H.2	126
Tabel I.1 – Dokumentation/information, der kan være gældende	130

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SAFETY OF MACHINERY – ELECTRICAL EQUIPMENT OF MACHINES –

Part 1: General requirements

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60204-1 has been prepared by IEC technical committee 44: Safety of machinery – Electrotechnical aspects.

This sixth edition cancels and replaces the fifth edition published in 2005. It constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) added requirements to address applications involving power drive systems (PDS);
- b) revised electromagnetic compatibility (EMC) requirements;
- c) clarified overcurrent protection requirements;
- d) requirements for determination of the short circuit current rating of the electrical equipment;

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

MASKINSIKKERHED – ELEKTRISK MATERIEL PÅ MASKINER –

Del 1: Generelle krav

FORORD

- 1) IEC (International Electrotechnical Commission) er en verdensomspændende organisation bestående af alle nationale elektrotekniske komiteer. IEC's formål er at fremme internationalt samarbejde inden for alle områder vedrørende standardisering på det elektriske og elektrotekniske område. Med dette for øje og som et supplement til andre aktiviteter udgiver IEC internationale standarder, tekniske specifikationer, tekniske rapporter, offentligt tilgængelige specifikationer (PAS) og vejledninger (i det følgende omtalt som "IEC-publikationer"). Udarbejdelsen varetages af tekniske komiteer. Enhver national komite, der har interesse i det behandlede emne, kan deltage i det forberedende arbejde. Internationale, statslige og ikke-statslige organisationer, der har en samarbejdsaftale med IEC, deltager ligeledes i dette arbejde. IEC har et tæt samarbejde med ISO (International Organization for Standardization) i henhold til betingelser, der er fastlagt ved aftale mellem de to organisationer.
- 2) IEC's formelle beslutninger eller aftaler om tekniske spørgsmål udtrykker så vidt muligt international konsensus om de pågældende emner, da alle interesserede nationale komiteer er repræsenteret i hver teknisk komite.
- 3) IEC-publikationer antager form af anbefalinger, der kan anvendes internationalt, og er godkendt af de nationale komiteer som sådanne. Selvom der træffes alle rimelige forholdsregler for at sikre, at det tekniske indhold i IEC-publikationer er nøjagtigt, kan IEC ikke gøres ansvarlig for den måde, hvorpå de anvendes, eller for fejlfortolkning af en slutbruger.
- 4) For at fremme international ensartethed forpligter de nationale komiteer sig til i videst muligt omfang at anvende IEC-publikationer på en gennemskuelig måde i deres nationale og regionale publikationer. Der skal i nationale eller regionale publikationer gøres tydeligt opmærksom på eventuelle afvigelser fra en IEC-publikation.
- 5) IEC udfører ikke selv attestering af overensstemmelse. Uafhængige certificeringsorganer udfører overensstemmelsesvurderingsydelser og giver i nogle tilfælde adgang til IEC-overensstemmelsesmærker. IEC er ikke ansvarlig for serviceydelser udført af uafhængige certificeringsorganer.
- 6) Alle brugere bør sikre, at de har den seneste udgave af denne publikation.
- 7) Der kan ikke gøres erstatningsansvar gældende over for IEC eller organisationens ledende medarbejdere, øvrige medarbejdere og ansatte eller andre befuldmægtigede, herunder eksperter og medlemmer af IEC's tekniske komiteer og nationale komiteer, for personskade, tingskade eller en hvilken som helst anden skade, hvad enten den er direkte eller indirekte, eller for omkostninger (herunder advokatsalærer) og udgifter som følge af offentliggørelse, anvendelse eller under påberåbelse af denne IEC-publikation eller andre IEC-publikationer.
- 8) Opmærksomheden henledes på de normative referencer, der er anført i denne publikation. Det er nødvendigt for korrekt anvendelse af denne publikation at anvende de publikationer, der er henvist til.
- 9) Der gøres opmærksom på muligheden for, at dele af denne IEC-publikation kan være genstand for patentrettigheder. IEC kan ikke drages til ansvar for at identificere sådanne rettigheder.

Denne Internationale Standard, IEC 60204-1, er udarbejdet af IEC teknisk komite 44, Safety of machinery – Electro-technical aspects.

Denne 6. udgave ophæver og erstatter 5. udgave, der blev udgivet i 2005. Dokumentet er en teknisk revision.

Denne udgave indeholder følgende væsentlige tekniske ændringer i forhold til den tidligere udgave:

- a) tilføjelse af krav vedrørende drevsystemer (PDS)
- b) revidering af krav vedrørende elektromagnetisk kompatibilitet (EMC)
- c) tydeliggørelse af krav vedrørende overstrømsbeskyttelse
- d) krav vedrørende bestemmelse af elektrisk materiels kortslutningsmærkestrøm

- e) revised protective bonding requirements and terminology;
- f) reorganization and revision to Clause 9, including requirements pertaining to safe torque off of PDS, emergency stop, and control circuit protection;
- g) revised symbols for actuators of control devices;
- h) revised technical documentation requirements;
- i) general updating to current special national conditions, normative standards, and bibliographical references.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
44/765/FDIS	44/771/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 60204 series, published under the general title *Safety of machinery – Electrical equipment of machines*, can be found on the IEC website.

The following differing practices of a less permanent nature exist in the countries indicated below.

- 4.3.1: The voltage characteristics of electricity supplied by public distribution systems in Europe are given in EN 50160:2010.
- 5.1: Exception is not allowed (USA).
- 5.1: TN-C systems are not permitted in low-voltage installations in buildings (Norway).
- 5.2: Terminals for the connection of the protective earthing conductors may be identified by the colour green, the letters “G” or “GR” or “GRD” or “GND”, or the word “ground” or “grounding”, or with the graphical symbol IEC 60417-5019:2006-08 or any combination (USA).
- 6.3.3 b), 13.4.5 b), 18.2.1: TT power systems are not allowed (USA).
- 6.3.3, 18.2, Annex A: TN systems are not used. TT systems are the national standard (Japan).
- 6.3.3 b): The use of residual current protective devices with a rated residual operating current not exceeding 1 A is mandatory in TT systems as a means for fault protection by automatic disconnection of supply (Italy).
- 7.2.3: Disconnection of the neutral conductor is mandatory in a TN-S system (France and Norway).
- 7.2.3: Third paragraph: distribution of a neutral conductor with an IT system is not allowed (USA and Norway).
- 7.10: For evaluation of short circuit ratings the requirements of UL 508A Supplement SB, may be used (USA).
- 8.2.2: See IEC 60364-5-54:2011, Annex E List of notes concerning certain countries.
- 9.1.2: Maximum nominal AC control circuit voltage is 120 V (USA).
- 12.2: Only stranded conductors are allowed on machines, except for 0,2 mm² solid conductors within enclosures (USA).
- 12.2: The smallest power circuit conductor allowed on machines is 0,82 mm² (AWG 18) in multiconductor cables or in enclosures (USA).
- Table 5: Cross-sectional area is specified in NFPA 79 using American Wire Gauge (AWG) (USA). See Annex G.

- e) reviderede krav og terminologi vedrørende beskyttende udligning
- f) omorganisering og revision af pkt. 9, herunder krav, der gælder for sikkert stop (STO) af et drevsystem (PDS), nødstop og beskyttelse af styrekredse
- g) reviderede symboler for aktuatorer til styreenheder
- h) reviderede krav vedrørende teknisk dokumentation
- i) generel opdatering af gældende særlige nationale betingelser, normative standarder og bibliografiske referencer.

Teksten i denne standard er baseret på følgende dokumenter:

FDIS	Afstemningsrapport
44/765/FDIS	44/771/RVD

De samlede oplysninger om afstemningen til godkendelse af denne standard kan findes i afstemningsrapporten i tabellen ovenfor.

Denne publikation er udarbejdet i overensstemmelse med ISO/IEC Directives, Part 2.

En liste over alle dele i IEC 60204-serien under hovedtitlen *Safety of machinery – Electrical equipment of machines*, er tilgængelig på IEC's website.

Følgende afvigende praksisser af mindre permanent karakter findes i nedenstående lande.

- 4.3.1: De systemspændinger, som de forskellige offentlige forsyningssystemer i Europa leverer, er anført i EN 50160:2010.
- 5.1: Undtagelse er ikke tilladt (USA).
- 5.1: TN-C-systemer er ikke tilladt i lavspændingsinstallationer i bygninger (Norge).
- 5.2: Klemmer til tilslutning af beskyttelsesjordingsledere kan identificeres med farven grøn, med bogstaverne "G" eller "GR" eller "GRD" eller "GND", med ordet "jord" eller "jording" eller med det grafiske symbol IEC 60417-5019:2006-08 eller en kombination heraf (USA).
- 6.3.3 b), 13.4.5 b), 18.2.1: TT-systemer er ikke tilladt (USA)
- 6.3.3, 18.2, annek A: TN-systemer anvendes ikke. TT-systemer er den nationale standard (Japan).
- 6.3.3 b): Anvendelse af fejlstrømsafbrydere (RCD'er) med en mærkeudløsestrøm på højst 1 A er obligatorisk i TT-systemer som fejlbeskyttelse i form af automatisk afbrydelse af strømmen (Italien).
- 7.2.3: Afbrydelse af nullederen er obligatorisk i et TN-S-system (Frankrig og Norge).
- 7.2.3: Tredje afsnit: distribution af en nulleder sammen med et IT-system er ikke tilladt (USA og Norge).
- 7.10: Til vurdering af kortslutningseffekt kan kravene i UL 508A Supplement SB anvendes (USA).
- 8.2.2: Se IEC 60364-5-54:2011, annek E, liste over noter vedrørende visse lande.
- 9.1.2: Den maksimale nominelle a.c.-styrekredsspænding er 120 V (USA).
- 12.2: Kun flertrådede ledere er tilladt på maskiner, undtagen massive 0,2 mm²-ledere i kapslinger (USA).
- 12.2: Den mindste tilladte effektkredsleder er 0,82 mm² (AWG 18) i flerlederkabler eller i kapslinger (USA).
- Tabel 5: Tværsnitsareal er specificeret i NFPA 79 ved anvendelse af amerikansk ledermålemetode (AWG) (USA). Se annek G.

- 13.2.2: For the protective conductor, the colour identification GREEN (with or without YELLOW stripes) is used as equivalent to the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW (USA and Canada).
- 13.2.3: The colour identification WHITE or GREY is used for earthed neutral conductors instead of the colour identification BLUE (USA and Canada).
- 15.2.2: First paragraph: Maximum value between conductors 150 V (USA).
- 15.2.2: Second paragraph, 5th bullet: The full load current rating of lighting circuits does not exceed 15 A (USA).
- 16.4: Nameplate marking requirements (USA).
- A.2.2.2: The permissible maximum value of R_A is regulated (e.g. when $U_o \geq 300V$, R_A shall be less than 10Ω , when $U_o < 300 V$, R_A shall be less than 100Ω , U_o is the nominal AC line to earth voltage in volts (V) (Japan).
- A.2.2.2: The maximum permissible value of R_A is 83Ω (Netherlands).

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

- 13.2.2: Til beskyttelseslederen anvendes farveidentifikationen GRØN (med eller uden GULE striber) som ækvivalent til tofarvekombinationen GRØN-OG-GUL (USA og Canada).
- 13.2.3: Farveidentifikationen HVID eller GRÅ anvendes til jordede nulleledere i stedet for farveidentifikationen BLÅ (USA og Canada).
- 15.2.2: Første afsnit: Maksimumværdi mellem ledere 150 V (USA).
- 15.2.2: Andet afsnit, 5. pind: Belysningskredsens mærkestrøm ved fuld belastning overstiger ikke 15 A (USA).
- 16.4: Krav til mærkning på mærkepladen (USA).
- A.2.2.2: Den tilladte maksimumværdi på R_A justeres (fx når $U_o \geq 300$ V, skal R_A være mindre end 10Ω , når $U_o < 300$ V, skal R_A være mindre end 100Ω , U_o er den nominelle a.c.-spænding mellem fase og jord i volt (V) (Japan).
- A.2.2.2: Den maksimale tilladte værdi for R_A er 83Ω (Nederlandene).

Komiteen har besluttet, at indholdet i denne publikation forbliver uændret indtil den såkaldte "stability date", som er angivet på IEC's website under "<http://webstore.iec.ch>" i de data, der vedrører den pågældende publikation. På dette tidspunkt vil publikationen blive:

- genbekræftet
- trukket tilbage
- erstattet af en revideret udgave eller
- ændret.

VIGTIGT – Logoet for 'farve i dokumentet' på titelbladet på denne publikation angiver, at den indeholder farver, der anses for at være nyttige for korrekt forståelse af indholdet. Brugere bør derfor udskrive dette dokument på en farveprinter.

INTRODUCTION

This part of IEC 60204 provides requirements and recommendations relating to the electrical equipment of machines so as to promote:

- safety of persons and property;
- consistency of control response;
- ease of operation and maintenance.

More guidance on the use of this part of IEC 60204 is given in Annex F.

Figure 1 has been provided as an aid to the understanding of the inter-relationship of the various elements of a machine and its associated equipment. Figure 1 is a block diagram of a typical machine and associated equipment showing the various elements of the electrical equipment addressed in this part of IEC 60204. Numbers in parentheses () refer to Clauses and Subclauses in this part of IEC 60204. It is understood in Figure 1 that all of the elements taken together including the safeguards, tooling/fixtures, software, and the documentation, constitute the machine, and that one or more machines working together with usually at least one level of supervisory control constitute a manufacturing cell or system.

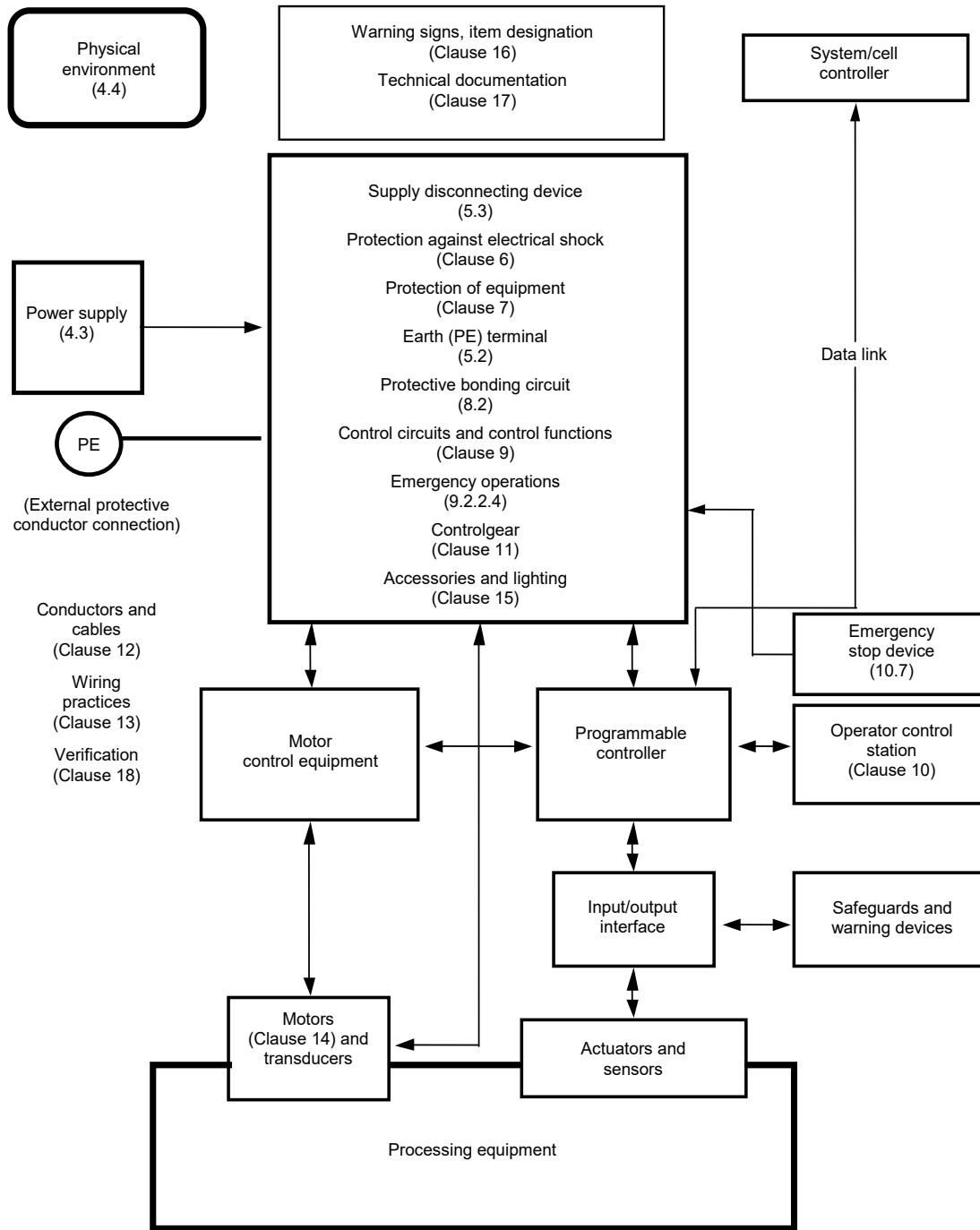
INDLEDNING

Denne del af IEC 60204 indeholder krav og anbefalinger vedrørende elektrisk materiel på maskiner med henblik på at fremme:

- sikkerhed for personer og ejendom
- konsistens i styringsrespons
- lettere betjening og vedligeholdelse.

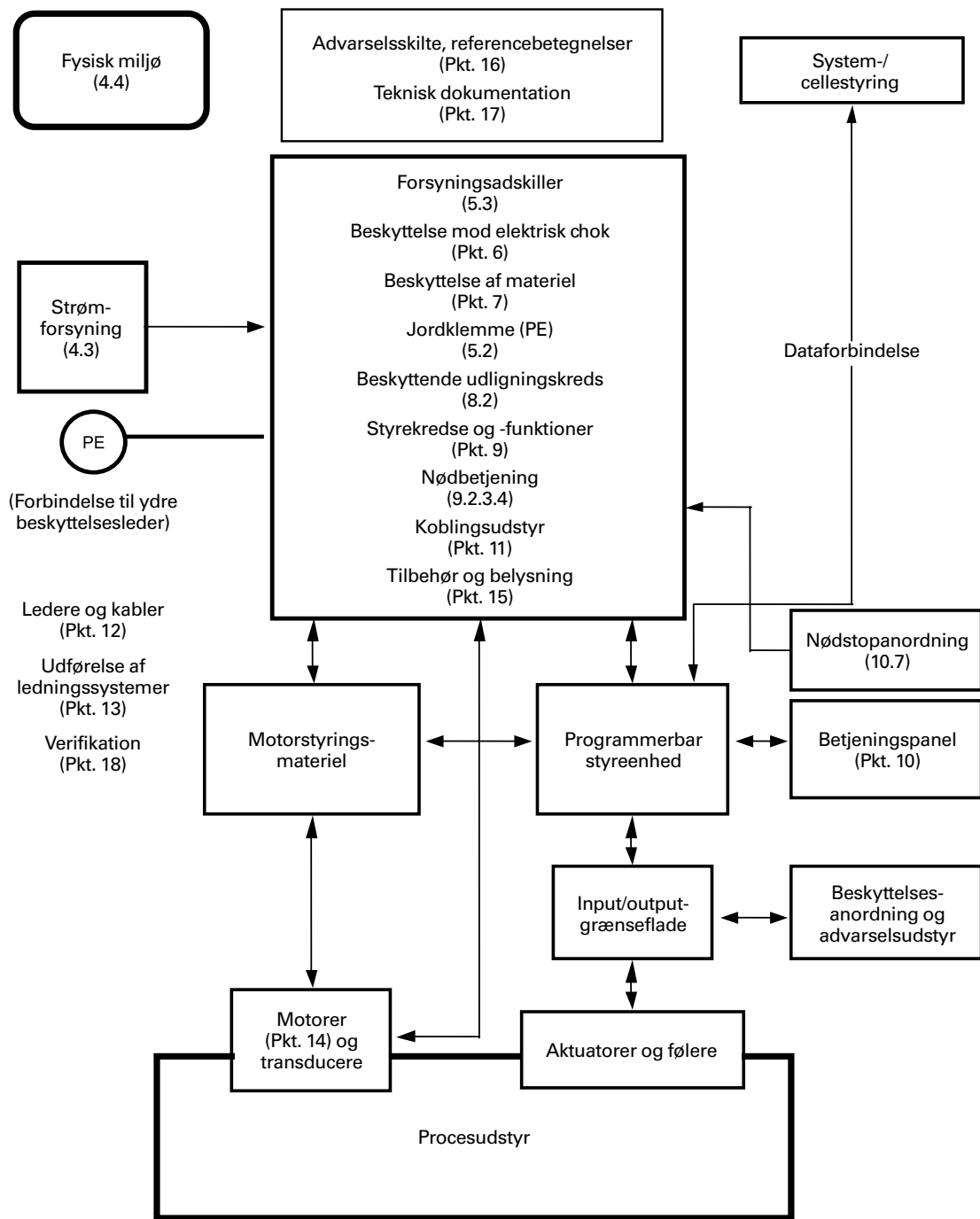
Yderligere vejledning i anvendelsen af denne del af IEC 60204 findes i anneks F.

Figur 1 er indsat for at lette forståelse af det indbyrdes forhold mellem forskellige elementer i en maskine og dens tilhørende udstyr. Figur 1 er et blokdiagram over en typisk maskine og tilhørende udstyr, der viser forskellige elementer af det elektriske materiel, der er behandlet i denne del af IEC 60204. Tal i parentes henviser til punkter og underpunkter i denne del af IEC 60204. Det fremgår af figur 1, at alle elementer tilsammen, herunder beskyttelsesanordninger, værktøj/fastgørelse, software og dokumentation, udgør maskinen, og at en eller flere maskiner, der arbejder sammen, med sædvanligvis mindst ét niveau af overordnet styring, udgør en produktionsscelle eller et produktionssystem.



IEC

Figure 1 – Block diagram of a typical machine



IEC

Figur 1 – Blokdiagram over en typisk maskine

SAFETY OF MACHINERY – ELECTRICAL EQUIPMENT OF MACHINES –

Part 1: General requirements

1 Scope

This part of IEC 60204 applies to electrical, electronic and programmable electronic equipment and systems to machines not portable by hand while working, including a group of machines working together in a co-ordinated manner.

NOTE 1 This part of IEC 60204 is an application standard and is not intended to limit or inhibit technological advancement.

NOTE 2 In this part of IEC 60204, the term “electrical” includes electrical, electronic and programmable electronic matters (i.e. “electrical equipment” means electrical, electronic and programmable electronic equipment).

NOTE 3 In the context of this part of IEC 60204, the term “person” refers to any individual and includes those persons who are assigned and instructed by the user or his agent(s) in the use and care of the machine in question.

The equipment covered by this part of IEC 60204 commences at the point of connection of the supply to the electrical equipment of the machine (see 5.1).

NOTE 4 The requirements for the electrical supply installation are given in the IEC 60364 series.

This part of IEC 60204 is applicable to the electrical equipment or parts of the electrical equipment that operate with nominal supply voltages not exceeding 1 000 V for alternating current (AC) and not exceeding 1 500 V for direct current (DC), and with nominal supply frequencies not exceeding 200 Hz.

NOTE 5 Information on electrical equipment or parts of the electrical equipment that operate with higher nominal supply voltages can be found in IEC 60204-11.

This part of IEC 60204 does not cover all the requirements (for example guarding, interlocking, or control) that are needed or required by other standards or regulations in order to protect persons from hazards other than electrical hazards. Each type of machine has unique requirements to be accommodated to provide adequate safety.

This part of IEC 60204 specifically includes, but is not limited to, the electrical equipment of machines as defined in 3.1.40.

NOTE 6 Annex C lists examples of machines whose electrical equipment can be covered by this part of IEC 60204.

This part of IEC 60204 does not specify additional and special requirements that can apply to the electrical equipment of machines that, for example:

- are intended for use in open air (i.e. outside buildings or other protective structures);
- use, process, or produce potentially explosive material (for example paint or sawdust);
- are intended for use in potentially explosive and/or flammable atmospheres;
- have special risks when producing or using certain materials;
- are intended for use in mines;
- are sewing machines, units, and systems (which are covered by IEC 60204-31);
- are hoisting machines (which are covered by IEC 60204-32);
- are semiconductor fabrication equipment (which are covered by IEC 60204-33).

MASKINSIKKERHED – ELEKTRISK MATERIEL PÅ MASKINER –

Del 1: Generelle krav

1 Anvendelsesområde

Denne del af IEC 60204 gælder for elektrisk, elektronisk og programmerbart elektronisk materiel og systemer til maskiner, der ikke kan bæres med hånden, mens arbejdet pågår, herunder en samling af maskiner, der arbejder sammen på en koordineret måde.

NOTE 1 – Denne del af IEC 60204 er en anvendelsesstandard og tilsigter ikke at begrænse eller hindre teknologiske fremskridt.

NOTE 2 – I denne del af IEC 60204 omfatter termen "elektrisk" både elektriske, elektroniske og programmerbare elektroniske emner (dvs. "elektrisk materiel" betyder elektrisk, elektronisk og programmerbart elektronisk materiel).

NOTE 3 – I forbindelse med denne del af IEC 60204 henviser termen "person" til enhver person og omfatter de personer, der er udpeget og instrueret af brugeren eller dennes repræsentant(er) i brug og pasning af den pågældende maskine.

Det materiel, der er omfattet af denne del af IEC 60204, starter ved tilslutningspunktet for forsyningen til maskinens elektriske materiel (se 5.1).

NOTE 4 – Kravene til elektriske installationer er angivet i IEC 60364-serien

Denne del af IEC 60204 gælder for elektrisk materiel eller dele af det elektriske materiel, der anvender en nominel forsyningsspænding på højst 1 000 V for vekselstrøm (a.c.) og på højst 1 500 V for jævnstrøm (d.c.) samt med nominelle forsyningsfrekvenser på højst 200 Hz.

NOTE 5 – Oplysninger om elektrisk materiel eller dele af det elektriske materiel, der anvender højere nominelle forsynings-spændinger, findes i IEC 60204-11.

Denne del af IEC 60204 dækker ikke alle de krav (fx vedr. afskærmning, tvangskobling eller styring), som er nødvendige eller påkrævet ifølge andre standarder eller forskrifter for at beskytte personer mod andre farer end elektriske farer. For hver maskintype findes der entydige krav, der skal opfyldes for at opnå tilstrækkelig sikkerhed.

Denne del af IEC 60204 omfatter specifikt, men er ikke begrænset til, elektrisk materiel på maskiner som defineret i 3.1.40.

NOTE 6 – Anneks C indeholder en liste over maskiner, hvis elektriske materiel kan være omfattet af denne del af IEC 60204.

I denne del af IEC 60204 er der ikke specificeret yderligere og særlige krav, der kan gælde for det elektriske materiel på maskiner, der fx

- er beregnet til udendørs anvendelse (dvs. uden for bygninger eller andre beskyttende konstruktioner)
- anvender, bearbejder eller fremstiller potentielt eksplosivt materiale (fx maling eller savsmuld)
- er beregnet til anvendelse i potentielt eksplosive og/eller brændbare atmosfærer
- har særlige risici ved fremstilling eller anvendelse af visse materialer
- er beregnet til anvendelse i miner
- er symaskiner, enheder og systemer til syning (som er omfattet af IEC 60204-31)
- er løftmaskiner (som er omfattet af IEC 60204-32)
- er fremstillingsudstyr af halvledere (som er omfattet af IEC 60204-33).

Power circuits where electrical energy is directly used as a working tool are excluded from this part of IEC 60204.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60034-1, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60072 (all parts), *Dimensions and output series for rotating electrical machines*

IEC 60309-1, *Plugs, socket-outlets, and couplers for industrial purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60364-1, *Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

IEC 60364-4-41:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60364-4-43:2008, *Low-voltage electrical installations – Part 4-43: Protection for safety – Protection against overcurrent*

IEC 60364-5-52:2009, *Low-voltage electrical installations – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*

IEC 60364-5-53:2001, *Electrical installations of buildings – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control*
IEC 60364-5-53:2001/AMD1:2002

IEC 60364-5-54:2011, *Low-voltage electrical installations – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*. Available from: <http://www.graphical-symbols.info/equipment>

IEC 60445:2010, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60947-2, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*

IEC 60947-3, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors, and fuse-combination units*

IEC 60947-5-1:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*
IEC 60947-5-1:2003/AMD1:2009

Effektkredse, hvor elektrisk energi anvendes direkte som arbejdsredskab, er ikke omfattet af denne del af IEC 60204.

2 Normative referencer

I dette dokument bliver der henvist normativt til hele eller dele af følgende dokumenter, som dermed er nødvendige for dette dokumentets anvendelse. For daterede referencer gælder kun den anførte udgave. For udaterede referencer gælder den nyeste udgave af det pågældende dokument (inklusive evt. tillæg).

IEC 60034-1, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60072 (alle dele), *Dimensions and output series for rotating electrical machines*

IEC 60309-1, *Plugs, socket-outlets, and couplers for industrial purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60364-1, *Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

IEC 60364-4-41:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60364-4-43:2008, *Low-voltage electrical installations – Part 4-43: Protection for safety – Protection against over-current*

IEC 60364-5-52:2009, *Low-voltage electrical installations – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*

IEC 60364-5-53:2001, *Electrical installations of buildings – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control*
IEC 60364-5-53:2001/AMD1:2002

IEC 60364-5-54:2011, *Low-voltage electrical installations – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*. Tilgængelig på: <http://www.graphicalsymbols.info/equipment>

IEC 60445:2010, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60947-2, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*

IEC 60947-3, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors, and fuse-combination units*

IEC 60947-5-1:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*
IEC 60947-5-1:2003/AMD1:2009

IEC 60947-5-5, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-5: Control circuit devices and switching elements – Electrical emergency stop device with mechanical latching function*

IEC 60947-6-2, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 6-2: Multiple function equipment – Control and protective switching devices(or equipment) (CPS)*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61310 (all parts), *Safety of machinery – Indication, marking and actuation*

IEC 61439-1, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*

IEC 61558-1:2005, *Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products – Part 1: General requirements and tests*
IEC 61558-1:2005/AMD1:2009

IEC 61558-2-6, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V – Part 2-6: Particular requirements and tests for safety isolating transformers and power supply units incorporating safety isolating transformers*

IEC 61984, *Connectors – Safety requirements and tests*

IEC 62023, *Structuring of technical information and documentation*

IEC 62061, *Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*

ISO 7010:2011, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs*

ISO 13849-1, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

ISO 13849-2, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 2: Validation*

ISO 13850:2006, *Safety of machinery – Emergency stop function – Principles for design*

3 Terms, definitions and abbreviated terms

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1.1

actuator

part of a device to which an external action is to be applied

Note 1 to entry: The actuator may take the form of a handle, knob, push-button, roller, plunger, etc.

Note 2 to entry: There are some actuating means that do not require an external actuating force, but only an action, e.g. touchscreens.

Note 3 to entry: See also 3.1.39.

IEC 60947-5-5, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-5: Control circuit devices and switching elements – Electrical emergency stop device with mechanical latching function*

IEC 60947-6-2, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 6-2: Multiple function equipment – Control and protective switching devices(or equipment) (CPS)*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61310 (alle dele), *Safety of machinery – Indication, marking and actuation*

IEC 61439-1, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*

IEC 61558-1:2005, *Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products – Part 1: General requirements and tests*

IEC 61558-1:2005/AMD1:2009

IEC 61558-2-6, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V – Part 2-6: Particular requirements and tests for safety isolating transformers and power supply units incorporating safety isolating transformers*

IEC 61984, *Connectors – Safety requirements and tests*

IEC 62023, *Structuring of technical information and documentation*

IEC 62061, *Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*

ISO 7010:2011, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs*

ISO 13849-1, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

ISO 13849-2, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 2: Validation*

ISO 13850:2006, *Safety of machinery – Emergency stop function – Principles for design*

3 Termer, definitioner og forkortelser

3.1 Termer og definitioner

I dette dokument gælder følgende termer og definitioner.

3.1.1

aktuator

del af en anordning, som skal påføres en udvendig handling

Note 1 til term: Aktuatoren kan være et håndtag, et greb, en trykknop, en rulle, et stempel osv.

Note 2 til term: Der findes aktuatorer, som ikke kræver en ekstern aktiveringskraft, men kun en påvirkning, fx berøringskærme.

Note 3 til term: Se også 3.1.39.

3.1.2

ambient temperature

temperature of the air or other medium where the equipment is to be used

3.1.3

barrier

part providing protection against contact with live parts from any usual direction of access

3.1.4

basic protection

protection against electric shock under fault-free conditions

Note 1 to entry: Previously referred to as “protection against direct contact”

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-06-01, modified – The note has been added.]

3.1.5

cable tray

cable support consisting of a continuous base and raised edges and no covering

Note 1 to entry: A cable tray may be perforated or non-perforated.

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-15-08]

3.1.6

cable trunking system

system of closed enclosures comprising a base with a removable cover intended for the complete surrounding of insulated conductors or cables

3.1.7

concurrent

occurring or operating at the same time (but not necessarily synchronously)

3.1.8

conductor wire

conductor bar

conductive wire or bar of a feeder system with a sliding current collector

3.1.9

conduit

part of a closed wiring system of circular or non-circular cross-section for insulated conductors and/or cables in electrical installations

Note 1 to entry: Conduits should be sufficiently close-jointed so that the insulated conductors and/or cables can only be drawn in and not inserted laterally.

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-02-03, modified – The definition has been amended and the note has been added.]

3.1.10

control circuit, <of a machine>

circuit used for the control, including monitoring, of a machine and the electrical equipment

3.1.11

control device

device connected into the control circuit and used for controlling the operation of the machine

EXAMPLE Position sensor, manual control switch, relay, contactor, magnetically operated valve.

3.1.2

omgivelsestemperatur

temperaturen i luften eller et andet medie, hvor materiellet skal anvendes

3.1.3

barriere

del, der yder beskyttelse mod berøring med spændingsførende dele fra enhver sædvanlig adgangsretning

3.1.4

grundbeskyttelse

beskyttelse mod elektrisk stød under fejlfri forhold

Note 1 til term: Tidligere kaldet "beskyttelse mod direkte berøring".

[KILDE: IEC 60050-195:1998, 195-06-01, modificeret – Noten er tilføjet.]

3.1.5

kabelbakke

kabelunderstøttelse, som består af en kontinuerlig base med hævede kanter, men ingen dæksler

Note 1 til term: En kabelbakke kan være perforeret eller ikke-perforeret.

[KILDE: IEC 60050-826:2004, 826-15-08.]

3.1.6

kabelkanalsystem

system af lukkede kapslinger, som består af en base med et aftageligt dæksel, beregnet til fuldstændigt at omgive isolerede ledere eller kabler

3.1.7

samtidig

som opstår eller opererer på samme tid (men ikke nødvendigvis synkront)

3.1.8

ledningstråd

strømskinne

ledende tråd eller skinne i et forsyningssystem med en strømaftager af glidekontakttypen

3.1.9

rør

del af et lukket ledningssystem med cirkulært eller ikke-cirkulært tværsnit til isolerede ledere og/eller kabler i elektriske installationer

Note 1 til term: Rør bør være tilstrækkeligt tæt sammenføjede, så isolerede ledere og/eller kabler kun kan itrækkes og ikke indlægges fra siden.

[KILDE: IEC 60050-442:1998, 442-02-03, modificeret – Definitionen er ændret, og noten er tilføjet.]

3.1.10

styre kredse <på en maskine>

kreds, der anvendes til styring, herunder overvågning, af en maskine og det elektriske materiel

3.1.11

styre enhed

indretning, der er forbundet til styrekredsen, og som anvendes til at styre maskinens funktioner

EKSEMPEL – Positionsføler, manuel afbryder, relæ, kontaktor, magnetventil.

3.1.12

control station

operator control station

assembly of one or more control actuators (see 3.1.1) fixed on the same panel or located in the same enclosure

Note 1 to entry: A control station may also contain related equipment, for example, potentiometers, signal lamps, instruments, display devices, etc.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-12-08, modified – The second preferred term has been added, the word "switches" has been replaced by "actuators" in the definition and the note has been added.]

3.1.13

controlgear

switching devices and their combination with associated control, measuring, protective, and regulating equipment, also assemblies of such devices and equipment with associated interconnections, accessories, enclosures, and supporting structures, intended in principle for the control of electrical energy consuming equipment

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-11-03]

3.1.14

controlled stop

stopping of machine motion with power to the machine actuators maintained during the stopping process

3.1.15

direct contact

contact of persons or livestock with live parts

Note 1 to entry: See 3.1.4.

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-12-03, modified – The note has been added.]

3.1.16

direct opening action, <of a contact element>

achievement of contact separation as the direct result of a specified movement of the switch actuator through non-resilient members (for example not dependent upon springs)

[SOURCE: IEC 60947-5-1:2003, K.2.2]

3.1.17

duct

enclosed channel designed expressly for holding and protecting electrical conductors, cables, and busbars

Note 1 to entry: Conduits (see 3.1.9), cable trunking systems (see 3.1.6) and underfloor channels are types of duct.

3.1.18

earth

local earth

ground (US)

local ground (US)

part of the Earth which is in electric contact with an earth electrode and the electrical potential of which is not necessarily equal to zero

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-03]

3.1.12

betjeningspanel

arrangement bestående af en eller flere betjeningsaktuatorer (se 3.1.1), der er fastgjort på samme panel eller placeret inden for samme kapsling

Note 1 til term: Et betjeningspanel kan også indeholde tilhørende materiel, fx potentiometre, signallampe, instrumenter, display osv.

[KILDE: IEC 60050-441:1984, 441-12-08, modificeret – Den anden foretrukne term er tilføjet (kun relevant for den engelske tekst), ordet "switches" er erstattet med "actuators" i definitionen, og noten er tilføjet.]

3.1.13

koblingsudstyr

koblingsapparater og kombinationer af dette med tilhørende materiel til styring, måling, beskyttelse og regulering samt samlinger af sådanne anordninger og sådant materiel med tilhørende indbyrdes forbindelser, tilbehør, kapslinger og understøtninger, der principielt er beregnet til styring af materiel, som forbruger elektrisk energi

[KILDE: IEC 60050-441:1984, 441-11-03.]

3.1.14

kontrolleret stop

standsning af maskinbevægelse, hvor energiforsyningen til maskinaktuatorerne opretholdes under standsningsforløbet

3.1.15

direkte berøring

personers eller husdyrs kontakt med spændingsførende dele

Note 1 til term: Se 3.1.4.

[KILDE: IEC 60050-826:2004, 826-12-03, modificeret – Noten er tilføjet.]

3.1.16

tvangsafbrydning <af et kontaktelement>

opnåelse af kontaktadskillelse som direkte resultat af en bestemt bevægelse af kontaktaktuatoren gennem ikke-fleksible dele (fx uafhængigt af fjedre)

[KILDE: IEC 60947-5-1:2003, K.2.2.]

3.1.17

lukket kanal

lukket kanal, der specifikt er udformet til at rumme og beskytte elektriske ledere, kabler og skinner

Note 1 til term: Rør (se 3.1.9), kabelkanalsystemer (se 3.1.6) og kanaler til montering på undergulv er typer af lukkede kanaler.

3.1.18

jord

lokal jord

del af Jorden, som er i elektrisk kontakt med en jordelektrode, og hvis elektriske potential ikke nødvendigvis er lig med nul

[KILDE: IEC 60050-195:1998, 195-01-03.]

3.1.19

electrical operating area

room or location for electrical equipment to which access is intended to be restricted to skilled or instructed persons, by the opening of a door or the removal of a barrier without the use of a key or tool, and which is clearly marked by appropriate warning signs

3.1.20

electronic equipment

part of the electrical equipment containing circuitry dependent for its operation on electronic devices and components

3.1.21

emergency stop device

manually actuated control device used to initiate an emergency stop function

Note 1 to entry: See 9.2.3.4.2.

[SOURCE: ISO 13850:2006, 3.2, modified – The note has been added.]

3.1.22

emergency switching off device

manually actuated control device used to switch off or to initiate the switching off of the supply of electrical energy to all or a part of an installation where a risk of electric shock or another risk of electrical origin is involved

Note 1 to entry: See 9.2.3.4.3.

3.1.23

enclosed electrical operating area

room or location for electrical equipment to which access is intended to be restricted to skilled or instructed persons by the use of a key or tool to open a door, or remove a barrier, and which is clearly marked by appropriate warning signs

3.1.24

enclosure

part providing protection of equipment against certain external influences and, in any direction, basic protection as protection against direct contact

Note 1 to entry: The existing definition taken from the IECV needs the following explanations within the scope of this part of IEC 60204:

- a) Enclosures provide protection of persons or livestock against access to hazardous parts.
- b) Barriers, shaped openings, or any other means suitable to prevent or limit the penetration of the specified test probes, whether attached to the enclosure or formed by the enclosed equipment, are considered as part of the enclosure, except where they can be removed without the use of a key or tool.
- c) An enclosure may be:
 - a cabinet or box, either mounted on the machine or separate from the machine;
 - a compartment consisting of an enclosed space within the machine structure.

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-35, modified – The definition has been amended.]

3.1.25

electrical equipment

items used in connection with the utilisation of electricity by machines or parts of machines, for example material, fittings, devices, components, appliances, fixtures, apparatus, and similar

3.1.19

elektrisk driftsområde

rum eller område til elektrisk materiel, hvortil adgang er begrænset til sagkyndige eller instruerede personer ved åbning af en låge eller fjernelse af en barriere uden brug af nøgle eller værktøj, og som er tydeligt mærket med egnede advarselsskilte

3.1.20

elektronisk materiel

del af det elektriske materiel, der indeholder kredsløb, hvis drift er afhængig af elektroniske anordninger og komponenter

3.1.21

nødstopanordning

manuelt betjent styreenhed, der anvendes til at igangsætte en nødstopfunktion

Note 1 til term: Se 9.2.3.4.2.

[KILDE: ISO 13850:2006, 3.2, modificeret – Noten er tilføjet.]

3.1.22

nødafbryderindretning

manuelt betjent styreenhed, der anvendes til at afbryde eller iværksætte afbrydelsen af den elektriske forsyning til hele eller dele af en installation, hvor der er risiko for elektrisk stød eller anden risiko forbundet med elektricitet

Note 1 til term: Se 9.2.3.4.3.

3.1.23

lukket elektrisk driftsområde

rum eller område til elektrisk materiel, hvortil adgang er begrænset til sagkyndige eller instruerede personer ved åbning af en låge eller fjernelse af en barriere med brug af nøgle eller værktøj, og som er tydeligt mærket med egnede advarselsskilte

3.1.24

kapsling

del, der beskytter materiel mod ydre påvirkninger, og som i alle retninger yder grundbeskyttelse som beskyttelse mod direkte berøring

Note 1 til term: Den nuværende definition fra IEV kræver følgende forklaringer inden for anvendelsesområdet for IEC 60204:

- a) Kapslinger yder beskyttelse af personer eller husdyr mod adgang til farlige dele
- b) Barrierer, formede åbninger eller andre midler, der er egnede til at forhindre eller begrænse indtrængen af de specificerede testprober, uanset om de er fastgjort til kapslingen eller tilpasset af det kapslede materiel, anses for at være en del af kapslingen, medmindre de kan fjernes uden brug af nøgler eller værktøj
- c) En kapsling kan bestå af:
 - et skab eller en kasse, der enten er monteret på maskinen eller adskilt fra maskinen
 - et lukket rum i maskinens konstruktion.

[KILDE: IEC 60050-195:1998, 195-02-35, modificeret – Definitionen er ændret.]

3.1.25

elektrisk materiel

genstande, der anvendes i forbindelse med maskiners eller maskindeles udnyttelse af elektricitet, fx materiale, fittings, udstyr, komponenter, tilbehør, fastgørelser, apparatur og lignende

3.1.26

equipotential bonding

provision of electric connections between conductive parts, intended to achieve equipotentiality

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-01-10]

3.1.27

exposed conductive part

conductive part of electrical equipment, which can be touched and which is not live under normal operating conditions, but which can become live under fault conditions

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-12-10, modified – The definition has been amended.]

3.1.28

extraneous-conductive-part

conductive part not forming part of the electrical installation and liable to introduce an electric potential, generally the electric potential of a local earth

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-06-11]

3.1.29

failure

termination of the ability of an item to perform a required function

Note 1 to entry: After failure, the item has a fault.

Note 2 to entry: "Failure" is an event, as distinguished from "fault", which is a state.

Note 3 to entry: This concept as defined does not apply to items consisting of software only.

Note 4 to entry: In practice, the terms fault and failure are often used synonymously.

[SOURCE: IEC 60050-191:1990, 191-04-01]

3.1.30

fault

state of an item characterized by inability to perform a required function, excluding the inability during preventive maintenance or other planned actions, or due to lack of external resources

Note 1 to entry: A fault is often the result of a failure of the item itself, but may exist without prior failure.

Note 2 to entry: In English, the term "fault" and its definition are identical with those given in IEC 60050-191:1990, 191-05-01. In the field of machinery, the French term "défaut" and the German term "Fehler" are used rather than the terms "panne" and "Fehlzustand" that appear with this definition.

3.1.31

fault protection

protection against electric shock under single-fault conditions

Note 1 to entry: Previously referred to as "protection against indirect contact"

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-06-02, modified – the Note has been added]

3.1.32

functional bonding

equipotential bonding necessary for proper functioning of electrical equipment

3.1.26

potentialudligning

elektriske forbindelser mellem ledende dele med det formål at opnå ens potential

[KILDE: IEC 60050-195:1998, 195-01-10.]

3.1.27

udsat ledende del

ledende del af elektrisk materiel, som kan berøres under normal drift og ikke er spændingsførende, men som kan blive spændingsførende i forbindelse med fejltilstande

[KILDE: IEC 60050-826:2004, 826-12-10, modificeret – Definitionen er ændret.]

3.1.28

fremmed ledende del

ledende del, som ikke er del af den elektriske installation, og som kan overføre et elektrisk potential, almindeligvis lokal jords elektriske potential

[KILDE: IEC 60050-195:1998, 195-06-11.]

3.1.29

funktionssvigt

ophør af en enheds evne til at udføre en krævet funktion

Note 1 til term: Efter et funktionssvigt har enheden en fejl.

Note 2 til term: "Funktionssvigt" er en hændelse til forskel fra "fejl", der er en tilstand.

Note 3 til term: Som begrebet er defineret her, gælder det ikke for enheder, der udelukkende består af software.

Note 4 til term: I praksis anvendes udtrykkene "fejl" og "funktionssvigt" ofte synonymt.

[KILDE: IEC 60050-191:1990, 191-04-01.]

3.1.30

fejl

enheds tilstand, karakteriseret ved manglende evne til at udføre en krævet funktion, bortset fra den manglende evne under forebyggende vedligeholdelse eller andre planlagte hændelser, eller pga. mangel på udefra kommende ressourcer

Note 1 til term: En fejl er ofte resultatet af et funktionssvigt i selve enheden, men kan forekomme uden forudgående funktions-svigt.

Note 2 til term: På engelsk er termen "fault" og definitionen herpå identiske med term og definition i IEC 60050-191:1990, 191-05-01. På maskinområdet anvendes den franske term "défaut" og den tyske term "Fehler" frem for termene "panne" og "Fehlzu-stand", som optræder i denne definition.

3.1.31

fejlbeskyttelse

beskyttelse mod elektrisk stød under enkeltfejlforshold

Note 1 til term: Tidligere kaldet "beskyttelse mod indirekte berøring".

[KILDE: IEC 60050-195:1998, 195-06-02, modificeret – Noten er tilføjet.]

3.1.32

funktionsudligning

potentialudligning, der er nødvendig for korrekt funktion af det elektriske materiel

3.1.33

hazard

potential source of physical injury or damage to health

Note 1 to entry: The term hazard can be qualified in order to define its origin (for example, mechanical hazard, electrical hazard) or the nature of the potential harm (for example, electric shock hazard, cutting hazard, toxic hazard, fire hazard).

Note 2 to entry: The hazard envisaged in this definition:

- either is permanently present during the intended use of the machine (for example motion of hazardous moving elements, electric arc during a welding phase, unhealthy posture, noise emission, high temperature);
- or can appear unexpectedly (for example: explosion, crushing hazard as a consequence of an unintended/unexpected start-up, ejection as a consequence of a breakage, fall as a consequence of acceleration/deceleration).

[SOURCE: ISO 12100:2010, 3.6, modified – The word “harm” has been replaced by “physical injury or damage to health” in the definition and Note 3 has been removed]

3.1.34

indirect contact

contact of persons or livestock with exposed conductive parts which have become live under fault conditions

Note 1 to entry: See 3.1.31.

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-12-04, modified – The definition has been amended.]

3.1.35

inductive power supply system

system of inductive power transfer, consisting of a track converter and a track conductor, along which one or more pick-up(s) and associated pick-up converter(s) can move, without any galvanic or mechanical contact, in order to transfer electrical power for example to a mobile machine

Note 1 to entry: The track conductor and the pick-up are analogous to the primary and secondary of a transformer respectively.

3.1.36

instructed person, <in electricity>

person adequately advised or supervised by an electrically skilled person to enable him or her to perceive risks and to avoid hazards which electricity can create

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-18-02, modified – “an electrically skilled person” has been used to replace “electrically skilled persons”]

3.1.37

interlock

arrangement of devices operating together to:

- prevent hazardous situations, or
- prevent damage to equipment or material, or
- prevent specified operations, or
- ensure correct operations

3.1.38

live part

conductor or conductive part intended to be energized in normal use, including a neutral conductor, but, by convention, not a PEN conductor

3.1.33

fare

potentiell kilde til fysisk skade eller skade på helbred

Note 1 til term: Termen "fare" kan defineres nærmere ved farens udspring (fx mekanisk fare, elektrisk fare) eller arten af potentiell skade (fx fare for elektrisk stød, fare for skæring, giftfare, brandfare).

Note 2 til term: De farer, som denne definition tager i betragtning

- er enten permanent til stede ved beregnet anvendelse (fx bevægelse af farlige bevægelige dele, elektrisk bue under en svejseproces, dårlig arbejdsstilling, støjemission, høj temperatur)
- eller kan opstå uventet (fx eksplosion, fare for klemning som følge af utilsigtet/uventet start, fare ved udslyngning som følge af brud, fald som følge af acceleration/deceleration).

[KILDE: ISO 12100:2010, 3.6, modificeret – Ordet "skade" er erstattet af "fysisk skade eller skade på helbred" i definitionen, og note 3 er fjernet.]

3.1.34

indirekte berøring

personers eller husdyrs kontakt med udsatte ledende dele, som er blevet spændingsførende under fejlforhold

Note 1 til term: Se 3.1.31.

[KILDE: IEC 60050-826:2004, 826-12-04, modificeret – Definitionen er ændret.]

3.1.35

induktivt forsyningsystem

system med induktiv energioverførsel bestående af en baneomformer og en banevikling, langs hvilken en eller flere pickupper med tilhørende pickupomformer(e) kan bevæge sig, uden galvanisk forbindelse eller mekanisk kontakt, for at overføre elektrisk energi fx til en mobil maskine

Note 1 til term: Baneviklingen og pickuppen er analoge med henholdsvis den primære og den sekundære side af en transformer.

3.1.36

instrueret person <i elektricitet>

person, som er tilstrækkeligt informeret eller overvåget af en (elektrisk) sagkyndig person, så han eller hun er i stand til at opfatte risici og til at undgå de farer, som elektricitet kan frembringe

[KILDE: IEC 60050-826:2004, 826-18-02, modificeret – "an electrically skilled person" er anvendt som erstatning for "electrically skilled persons".]

3.1.37

tvangskobling

arrangement af anordninger, der arbejder sammen for

- at forebygge farlige situationer eller
- at forebygge skade på materiel eller materiale eller
- at forebygge bestemte operationer eller
- at sikre korrekte operationer

3.1.38

spændingsførende del

leder eller ledende del, som er beregnet til at være spændingsførende ved normal brug, herunder en nulleleder, men ikke en PEN-leder

3.1.39

machine actuator

power mechanism of the machine used to effect motion (for example, motor, solenoid, pneumatic or hydraulic cylinder)

3.1.40

machinery machine

assembly of linked parts or components, at least one of which moves, with the appropriate machine actuators, control and power circuits, joined together for a specific application, in particular for the processing, treatment, moving or packaging of a material

Note 1 to entry: The term "machinery" also covers an assembly of machines which, in order to achieve the same end, are arranged and controlled so that they function as an integral whole.

Note 2 to entry: The term "component" is used here in a general sense and it does not refer only to electrical components.

[SOURCE: ISO 12100:2010, 3.1, modified – The definition has been amended and Note 2 referring to an Annex has been removed and replaced by the present Note 2 to entry.]

3.1.41

marking

signs or inscriptions primarily for the purpose of identifying equipment, components and/or devices

3.1.42

neutral conductor

N

conductor electrically connected to the neutral point and capable of contributing to the distribution of electrical energy

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-02-06]

3.1.43

obstacle

part preventing unintentional direct contact with live parts, but not preventing direct contact by deliberate action

[SOURCE: IEC 60050-195:1998, 195-06-16, modified – The words "(electrically) protective" have been removed from the term.]

3.1.44

overcurrent

current exceeding the rated value

Note 1 to entry: For conductors, the rated value is considered as equal to the current-carrying capacity.

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-11-14, modified – The definition has been amended.]

3.1.45

overload of a circuit

time/current relationship in a circuit which is in excess of the rated full load of the circuit when the circuit is not under a fault condition

Note 1 to entry: Overload should not be used as a synonym for overcurrent.

3.1.39

maskinaktuator

maskinens kraftmekanisme, som bruges til at frembringe bevægelse (fx motor, spole, pneumatisk eller hydraulisk cylinder)

3.1.40

maskiner

samling af indbyrdes forbundne dele eller komponenter, hvoraf mindst én er bevægelig, med passende maskinaktuatorer, styre- og effektkredse samlet for en specifik anvendelse, især til forarbejdning, behandling, flytning eller emballering af et materiale

Note 1 til term: Udtrykket "maskine" dækker også en samling af maskiner, som for at nå et bestemt resultat er arrangeret og styret på en sådan måde, at de fungerer som en integreret helhed.

Note 2 til term: Termen "komponent" anvendes her i generel betydning og henviser ikke udelukkende til elektriske komponenter.

[KILDE: ISO 12100:2010, 3.1, modificeret – Definitionen er ændret, og note 2, der henviser til et anneks, er fjernet og erstattet med ovenstående note 2 til term.]

3.1.41

mærkning

skilte eller inskriptioner med det primære formål at identificere materiel, komponenter og/eller anordninger

3.1.42

nulleder

N

leder, som er elektrisk forbundet til nulpunktet, og som er i stand til at bidrage til fordelingen af elektrisk energi

[KILDE: IEC 60050-195:1998, 195-02-06.]

3.1.43

spærring

del, som forhindrer utilsigtet direkte berøring af spændingsførende dele, men som ikke forhindrer direkte berøring ved tilsigtet handling

[KILDE: IEC 60050-195:1998, 195-06-16, modificeret – Ordene "(electrically) protective" er fjernet fra termen.]

3.1.44

overstrøm

strøm, der overstiger mærkeværdien

Note 1 til term: For ledere anses mærkeværdien for at være lig med strømværdien.

[KILDE: IEC 60050-826:2004, 826-11-14, modificeret – Definitionen er ændret.]

3.1.45

overbelastning af en kreds

forhold mellem tid og strøm i en kreds, som overstiger kredsens fulde mærkebelastning, når kredsen ikke er i fejltilstand

Note 1 til term: Overbelastning bør ikke anvendes som synonym for overstrøm.

3.1.46

plug/socket combination

component and a suitable mating component, appropriate to terminate conductors, intended for connection or disconnection of two or more conductors

Note 1 to entry: Examples of plug/socket combination include:

- connectors which fulfil the requirements of IEC 61984;
- a plug and socket-outlet, a cable coupler, or an appliance coupler in accordance with IEC 60309-1;
- a plug and socket-outlet in accordance with IEC 60884-1 or an appliance coupler in accordance with IEC 60320-1.

3.1.47

power circuit

circuit that supplies power to units of equipment used for productive operation and to transformers supplying control circuits

3.1.48

prospective short-circuit current

I_{cp}

r.m.s. value of the current which would flow when the supply conductors to the electrical equipment are short-circuited by a conductor of negligible impedance located as near as practicable to the supply terminals of the electrical equipment

[SOURCE: IEC 61439-1: 2011, 3.8.7, modified – “assembly” has been replaced by “electrical equipment”]

3.1.49

protective bonding

equipotential bonding for protection against electric shock

Note 1 to entry: Measures for protection against electric shock can also reduce the risk of burns or fire.

Note 2 to entry: Protective bonding can be achieved with protective conductors and protective bonding conductors and by conductive joining of conductive parts of the machine and its electrical equipment.

3.1.50

protective bonding circuit

protective conductors and conductive parts connected together to provide protection against electric shock in the event of an insulation failure

3.1.51

protective conductor

conductor providing a primary fault current path from the exposed conductive parts of the electrical equipment to a protective earthing (PE) terminal

3.1.52

redundancy

application of more than one device or system, or part of a device or system, with the objective of ensuring that in the event of one failing to perform its function, another is available to perform that function

3.1.53

reference designation

distinctive code which serves to identify an object in the documentation and on the equipment

3.1.54

risk

combination of the probability of occurrence of harm (i.e. physical injury or damage to health) and the severity of that harm

3.1.46

stikprop-stikkontakt-kombination

komponent og en passende modpart, der er egnet til afslutning af ledere til brug for forbindelse eller afbrydelse af to eller flere ledere

Note 1 til term: Eksempler på stikprop-stikkontakt-kombinationer omfatter:

- stikforbindelser, der opfylder kravene i IEC 61984
- stikprop og stikkontakt, stiktilslutning eller apparatstik i overensstemmelse med IEC 60309-1
- stikprop og stikkontakt i overensstemmelse med IEC 60884-1 eller apparatkontakt og apparatindtag i overensstemmelse med IEC 60320-1.

3.1.47

effektkreds

kreds, der forsyner materiel, som anvendes til produktion, og til transformere, som forsyner styrekredse

3.1.48

prospektiv kortslutningsstrøm

I_{cp}

r.m.s.-værdi for den strøm, der løber, når forsyningslederne til det elektriske materiel kortsluttes med en leder med ubetydelig impedans så tæt som muligt på det elektriske materiels forsyningsklemmer

[KILDE: IEC 61439-1: 2011, 3.8.7, modificeret – "assembly" er erstattet med "electrical equipment".]

3.1.49

beskyttende udligning

potentialudligning til beskyttelse mod elektrisk stød

Note 1 til term: Foranstaltninger til beskyttelse mod elektrisk stød kan også nedsætte risikoen for forbrændinger eller brand.

Note 2 til term: Beskyttende udligning kan opnås med beskyttelsesledere og ledere til beskyttende udligning ved samling af de ledende dele på maskinen og det tilhørende elektriske materiel.

3.1.50

beskyttende udligningskreds

beskyttelsesledere og ledende dele, der er forbundet med hinanden med det formål at sikre beskyttelse mod elektrisk stød i tilfælde af isolationsfejl

3.1.51

beskyttelsesleder

leder, der udgør en primær fejlstrømsvej fra de udsatte ledende dele i det elektriske materiel til en beskyttende jordklemme (PE)

3.1.52

redundans

anvendelse af mere end én anordning eller ét system eller en del af én anordning eller ét system med det formål at sikre, at der ved svigt i funktionen hos den ene findes en anden, der kan udføre denne funktion

3.1.53

referencebetegnelse

karakteristisk kode, som tjener til at identificere et objekt i dokumentationen og på materiellet

3.1.54

risiko

kombination af sandsynligheden for, at der sker en skade (dvs. fysisk skade eller skade på helbred), og skadens alvor

[SOURCE: ISO 12100:2010, 3.12, modified – The text in parentheses has been added]

3.1.55

safeguard

guard or protective device provided as a means to protect persons from a hazard

[SOURCE: ISO 12100:2010, 3.26, modified – The words “provided as a means to protect persons from a hazard” have been added.]

3.1.56

safeguarding

protective measure using safeguards to protect persons from the hazards which cannot reasonably be eliminated or from the risks which cannot be sufficiently reduced by inherently safe design measures

[SOURCE: ISO 12100:2010, 3.21]

3.1.57

safety function

function of a machine whose failure can result in an immediate increase of the risk(s)

[SOURCE: ISO 12100:2010, 3.30; IEC 62061:2005, 3.2.15]

3.1.58

servicing level

level on which persons stand when operating or maintaining the electrical equipment

3.1.59

short-circuit current

overcurrent resulting from a short-circuit due to a fault or an incorrect connection in an electric circuit

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-11-07]

3.1.60

short-circuit current rating

value of prospective short-circuit current that can be withstood by the electrical equipment for the total operating time (clearing time) of the short-circuit protective device (SCPD) under specified conditions

[SOURCE: IEC 61439-1: 2011, 3.8.10.4, modified – The word “rated” is removed from the term, and the reference to “assembly” removed from the definition.]

3.1.61

skilled person

electrically skilled person

person with relevant training, education and experience to enable him or her to perceive risks and to avoid hazards associated with electricity

[SOURCE: IEC 60050-826:2004, 826-18-01, modified – The parentheses have been removed and “training” has been added.]

3.1.62

supplier

entity (for example manufacturer, contractor, installer, integrator) who provides equipment or services associated with the machine

[KILDE: ISO 12100:2010, 3.12, modificeret – Teksten i parentes er tilføjet.]

3.1.55

beskyttelsesanordning

afskærmning eller beskyttelsesindretning anvendt som et middel til at beskytte personer mod en fare

[KILDE: ISO 12100:2010, 3.26, modificeret – Ordene "anvendt som et middel til at beskytte personer mod en fare" er tilføjet.]

3.1.56

teknisk beskyttelsesforanstaltning

beskyttelsesforanstaltning, hvor der benyttes beskyttelsesanordninger for at beskytte personer mod de farer, som ikke med rimelighed kan fjernes, eller mod risici, der ikke kan mindskes tilstrækkeligt ved en egensikker konstruktion

[KILDE: ISO 12100:2010, 3.21.]

3.1.57

sikkerhedsfunktion

funktion af en maskine, hvis svigt kan medføre en omgående forøgelse af risici

[KILDE: ISO 12100:2010, 3.30; IEC 62061:2005, 3.2.15.]

3.1.58

serviceplan

det plan, hvorpå en person står, når det elektriske materiel betjenes eller vedligeholdes

3.1.59

kortslutningsstrøm

en overstrøm, der opstår ved en kortslutning som følge af en fejl eller en forkert forbindelse i en elektrisk kreds

[KILDE: IEC 60050-441:1984, 441-11-07.]

3.1.60

kortslutningsmærkestrøm

værdi af prospektiv kortslutningsstrøm, som det elektriske materiel kan bære under fastlagte betingelser i hele kortslutningsbeskyttelsesudstyrets (SCPD) udløsetid (nedkoblingstid)

[KILDE: IEC 61439-1:2011, 3.8.10.4, modificeret – Ordet "rated" er fjernet fra termen, og henvisningen til "assembly" er fjernet fra definitionen.]

3.1.61

sagkyndig person

elektrisk sagkyndig person

person med relevant træning, uddannelse og erfaring, som sætter ham eller hende i stand til at opfatte risici og undgå farer, som elektricitet kan skabe

[KILDE: IEC 60050-826:2004, 826-18-01, modificeret – Parentesen er fjernet, og "training" er tilføjet.]

3.1.62

leverandør

entitet (fx producent, entreprenør, installatør, integrator), der leverer materiel eller serviceydelser i forbindelse med maskinen

Note 1 to entry: The user organization may also act in the capacity of a supplier to itself.

3.1.63

switching device

device designed to make and/or break the current in one or more electric circuits

Note 1 to entry: A switching device may perform one or both of these actions.

[SOURCE: IEC 60050-441:1984, 441-14-01]

3.1.64

uncontrolled stop

stopping of machine motion by removing electrical power to the machine actuators

Note 1 to entry: This definition does not imply any particular state of other stopping devices, for example mechanical or hydraulic brakes.

3.1.65

user

entity who utilizes the machine and its associated electrical equipment

3.2 Abbreviated terms

AWG	American Wire Gauge
AC	Alternating Current
BDM	Basic Drive Module
CCS	Cableless Control System
DC	Direct Current
EMC	Electro-Magnetic Compatibility
EMI	Electro-Magnetic Interference
IFLS	Insulation Fault Location System
MMI	Man-Machine interface
PDS	Power Drive System
PELV	Protective Extra-Low Voltage
RCD	Residual Current protective Device
SPD	Surge Protective Devices
SCPD	Short-Circuit Protective Device
SELV	Safe Extra-Low Voltage
SLP	Safely-Limited Position
STO	Safe Torque Off

4 General requirements

4.1 General

This standard specifies requirements for the electrical equipment of machines.

The risks associated with the hazards relevant to the electrical equipment shall be assessed as part of the overall requirements for risk assessment of the machine. This will:

- identify the need for risk reduction; and
- determine adequate risk reductions; and
- determine the necessary protective measures

Note 1 til term: Brugerorganisationen kan også selv optræde i egenskab af en leverandør.

3.1.63

koblingsapparat

anordning, der er konstrueret til at slutte og/eller bryde strømmen i en eller flere elektriske kredse

Note 1 til term: Et koblingsapparat kan udføre en af eller begge disse handlinger.

[KILDE: IEC 60050-441:1984, 441-14-01.]

3.1.64

ukontrolleret stop

standsning af en maskinbevægelse ved at fjerne den elektriske forsyning til maskinaktuatorerne

Note 1 til term: Denne definition forudsætter ikke en bestemt tilstand for andre stopindretninger, fx mekaniske eller hydrauliske bremser.

3.1.65

bruger

entitet, der anvender maskinen og det tilhørende elektriske materiel

3.2 Forkortede termer

AWG	American Wire Gauge – amerikansk ledermålemetode
A.c.	alternating current – vekselstrøm
BDM	Basic Drive Module – basisdrevmodul
CCS	Cableless Control System – trådløst styresystem
D.c.	direct current – jævnstrøm
EMC	Electro-Magnetic Compatibility – elektromagnetisk kompatibilitet
EMI	Electro-Magnetic Interference – elektromagnetisk interferens
IFLS	Insulation Fault Location System – system til lokalisering af isolationsfejl
MMI	Man-Machine interface – grænseflade mellem menneske og maskine
PDS	Power Drive System – drevsystem
PELV	Protective Extra-Low Voltage – ekstra lav beskyttelsesspænding
RCD	Residual Current protective Device – fejlstrømsafbryder
SPD	Surge Protective Devices – overspændingsafledere
SCPD	Short-Circuit Protective Device – kortslutningsbeskyttelsesudstyr
SELV	Safe Extra-Low Voltage – ekstra lav sikkerhedsspænding
SLP	Safely-Limited Position – sikkert begrænset position
STO	Safe Torque Off – sikkert stop

4 Generelle krav

4.1 Generelt

Denne standard fastlægger krav til elektrisk materiel på maskiner.

Risici, der forbundet med de farer, som er relevante for det elektriske materiel, skal vurderes som en del af de samlede krav til risikovurdering af maskinen. Dette vil

- identificere behovet for risikonedsettelse og
- fastlægge tilstrækkelig risikonedsettelse og
- fastlægge de nødvendige beskyttelsesforanstaltninger

for persons who can be exposed to those hazards, while still maintaining an appropriate performance of the machine and its equipment.

Hazardous situations can result from, but are not limited to, the following causes:

- failures or faults in the electrical equipment resulting in the possibility of electric shock, arc, or fire;
- failures or faults in control circuits (or components and devices associated with those circuits) resulting in the malfunctioning of the machine;
- disturbances or disruptions in power sources as well as failures or faults in the power circuits resulting in the malfunctioning of the machine;
- loss of continuity of circuits that can result in a failure of a safety function, for example those that depend on sliding or rolling contacts;
- electrical disturbances for example, electromagnetic, electrostatic either from outside the electrical equipment or internally generated, resulting in the malfunctioning of the machine;
- release of stored energy (either electrical or mechanical) resulting in, for example, electric shock, unexpected movement that can cause injury;
- acoustic noise and mechanical vibration at levels that cause health problems to persons;
- surface temperatures that can cause injury.

Safety measures are a combination of the measures incorporated at the design stage and those measures required to be implemented by the user.

The design and development process shall identify hazards and the risks arising from them. Where the hazards cannot be removed and/or the risks cannot be sufficiently reduced by inherently safe design measures, protective measures (for example safeguarding) shall be provided to reduce the risk. Additional means (for example, awareness means) shall be provided where further risk reduction is necessary. In addition, working procedures that reduce risk can be necessary.

It is recommended that, where the user is known, Annex B be used to facilitate an exchange of information between the user and the supplier(s) on basic conditions and additional user specifications related to the electrical equipment.

NOTE Those additional specifications can:

- provide additional features that are dependent on the type of machine (or group of machines) and the application;
- facilitate maintenance and repair; and
- improve the reliability and ease of operation.

4.2 Selection of equipment

4.2.1 General

Electrical components and devices shall:

- be suitable for their intended use; and
- conform to relevant IEC standards where such exist; and
- be applied in accordance with the supplier's instructions.

4.2.2 Switchgear

In addition to the requirements of IEC 60204-1, depending upon the machine, its intended use and its electrical equipment, the designer may select parts of the electrical equipment of the machine that are in compliance with relevant parts of the IEC 61439 series (see also Annex F).

for personer, der kan blive udsat for de pågældende farer, samtidig med at maskinen og det tilhørende materiel bibeholder en tilstrækkelig ydeevne.

Farlige situationer kan opstå pga. følgende forhold, men er ikke begrænset hertil:

- funktionssvigt eller fejl i det elektriske materiel, der medfører mulighed for elektrisk stød, lysbue eller brand
- funktionssvigt eller fejl i styrekredse (eller komponenter og anordninger i forbindelse med disse kredse), der medfører fejlfunktion af maskinen
- forstyrrelser i energikilder samt funktionssvigt eller fejl i effektkredse, der medfører fejlfunktion af maskinen
- manglende forbindelse gennem kredse, der kan medføre svigt af en sikkerhedsfunktion, fx sikkerhedsfunktioner, der er afhængige af glide- eller rullekontakter
- elektriske forstyrrelser, fx elektromagnetiske, elektrostatisk forstyrrelser enten uden for det elektriske materiel, eller internt genererede, der medfører fejlfunktion af maskinen
- bortledning af oplagret energi (enten elektrisk eller mekanisk), der fx medfører elektrisk stød, uventet bevægelse, som kan forårsage skade
- akustisk støj og mekaniske vibrationer på niveauer, der kan medføre sundhedsmæssige problemer for personer
- overfladetemperaturer, der kan forårsage skade.

Beskyttelsesforanstaltninger er en kombination af de foranstaltninger, som er indarbejdet i konstruktionsfasen, og de foranstaltninger, som brugeren skal implementere.

I udviklings- og konstruktionsprocessen skal farer, og de risici, der opstår pga. dem, identificeres. Hvor farerne ikke kan fjernes og/eller risiciene ikke kan nedsættes tilstrækkeligt ved egensikker konstruktion, skal der forefindes beskyttelsesforanstaltninger (fx tekniske beskyttelsesforanstaltninger) med henblik på at nedsætte risikoen. Yderligere midler (fx advarselsanordninger) skal forefindes, hvor yderligere risikonefsættelse er nødvendig. Derudover kan arbejdsprocedurer, der nedsætter risikoen, være nødvendige.

Hvor brugeren er kendt, anbefales det, at anneks B anvendes til at facilitere udveksling af information mellem bruger og leverandør(er) om grundlæggende betingelser og yderligere brugerspecifikationer vedrørende det elektriske materiel.

NOTE – Disse yderligere specifikationer kan

- tilvejebringe yderligere egenskaber, der afhænger af typen af maskine (eller gruppe af maskiner) og anvendelsen
- facilitere vedligeholdelse og reparation og
- forbedre pålidelighed og let betjening.

4.2 Valg af materiel

4.2.1 Generelt

Elektriske komponenter og anordninger skal

- være egnede til den tilsigtede anvendelse og
- være i overensstemmelse med relevante IEC-standarder, hvor sådanne findes og
- anvendes i henhold til leverandørens anvisninger.

4.2.2 Koblingsudstyr

Afhængigt af maskinen, den tilsigtede anvendelse og det elektriske materiel, kan konstruktøren vælge dele af det elektriske materiel, der, ud over kravene i IEC 60204-1, også er i overensstemmelse med IEC 61439-serien (se også anneks F).

4.3 Electrical supply

4.3.1 General

The electrical equipment shall be designed to operate correctly with the conditions of the supply:

- as specified in 4.3.2 or 4.3.3, or
- as otherwise specified by the user, or
- as specified by the supplier of a special source of supply (see 4.3.4)

4.3.2 AC supplies

Voltage	Steady state voltage: 0,9 to 1,1 of nominal voltage.
Frequency	0,99 to 1,01 of nominal frequency continuously; 0,98 to 1,02 short time.
Harmonics	Harmonic distortion not exceeding 12 % of the total r.m.s. voltage between live conductors for the sum of the 2nd through to the 30th harmonic.
Voltage unbalance	Neither the voltage of the negative sequence component nor the voltage of the zero sequence component in three-phase supplies exceeding 2 % of the positive sequence component.
Voltage interruption	Supply interrupted or at zero voltage for not more than 3 ms at any random time in the supply cycle with more than 1 s between successive interruptions.
Voltage dips	Voltage dips not exceeding 20 % of the rms voltage of the supply for more than one cycle with more than 1 s between successive dips.

4.3.3 DC supplies

From batteries:

Voltage	0,85 to 1,15 of nominal voltage; 0,7 to 1,2 of nominal voltage in the case of battery-operated vehicles.
Voltage interruption	Not exceeding 5 ms.

From converting equipment:

Voltage	0,9 to 1,1 of nominal voltage.
Voltage interruption	Not exceeding 20 ms with more than 1 s between successive interruptions.

NOTE This is a variation to IEC Guide 106 to ensure proper operation of electronic equipment.

Ripple (peak-to-peak) Not exceeding 0,15 of nominal voltage.

4.3.4 Special supply systems

For special supply systems (e.g. on-board generators, DC bus, etc.) the limits given in 4.3.2 and 4.3.3 may be exceeded provided that the equipment is designed to operate correctly with those conditions.

4.4 Physical environment and operating conditions

4.4.1 General

The electrical equipment shall be suitable for the physical environment and operating conditions of its intended use. The requirements of 4.4.2 to 4.4.8 cover the physical environment and operating conditions of the majority of machines covered by this part of

4.3 Strømforsyning

4.3.1 Generelt

Det elektriske materiel skal være konstrueret til at fungere korrekt med forsyningsforhold:

- som specificeret i 4.3.2 eller 4.3.3, eller
- som specificeret af brugeren på anden vis eller
- som specificeret af leverandøren af en speciel forsyningskilde (se 4.3.4).

4.3.2 A.c.-forsyninger

Spænding	Stabil spænding: 0,9 til 1,1 gange den nominelle spænding.
Frekvens	0,99 til 1,01 gange nominal frekvens kontinuerligt 0,98 til 1,02 i kort tid.
Harmoniske	Harmonisk forvrængning, der ikke overstiger 12 % af den samlede r.m.s.-spænding mellem spændingsførende ledere for summen af den 2. til den 30. harmoniske.
Spændingsubalance	Hverken spændingen af inverskomponenten eller spændingen af nulkomponenten i trefasede forsyninger overstiger 2 % af synkronkomponenten.
Spændingsudfald	Forsyning, der er afbrudt eller uden spænding i højst 3 ms på et vilkårligt tidspunkt i forsyningsperioden med mere end 1 s mellem på hinanden følgende afbrydelser.
Spændingsdyk	Spændingsdyk, der ikke overstiger 20 % af forsyningens r.m.s.-spænding i mere end én cyklus og med mere end 1 s mellem på hinanden følgende dyk.

4.3.3 D.c.-forsyninger

Fra batterier:

Spænding	0,85 til 1,15 gange den nominelle spænding 0,7 til 1,2 gange den nominelle spænding for batteridrevne køretøjer.
Spændingsudfald	Der ikke overstiger 5 ms.

Fra omformerudstyr:

Spænding	0,9 til 1,1 gange den nominelle spænding.
Spændingsudfald	Der ikke overstiger 20 ms og med mere end 1 s mellem på hinanden følgende afbrydelser.

NOTE – Dette er en afvigelse fra IEC Guide 106 for at sikre korrekt drift af elektronisk materiel.

Ripple (peak-to-peak)	Der ikke overstiger 0,15 gange den nominelle spænding.

4.3.4 Specielle forsyningssystemer

For specielle forsyningssystemer (fx indbyggede generatorer, d.c.-samleskinne osv.) kan de grænser, der er angivet i 4.3.2 og 4.3.3 overskrides under forudsætning af, at materiellet er konstrueret til at fungere korrekt under disse forhold.

4.4 Fysisk miljø og driftsbetingelser

4.4.1 Generelt

Det elektriske materiel skal være egnet til det fysiske miljø og driftsbetingelserne for den tilsigtede anvendelse. Kravene i 4.4.2 til 4.4.8 dækker det fysiske miljø og driftsbetingelserne for størstedelen af de maskiner, der er omfattet af

IEC 60204. When special conditions apply or the limits specified are exceeded, an exchange of information between user and supplier (see 4.1) can be necessary.

4.4.2 Electromagnetic compatibility (EMC)

The electrical equipment shall not generate electromagnetic disturbances above levels that are appropriate for its intended operating environment. In addition, the electrical equipment shall have a sufficient level of immunity to electromagnetic disturbances so that it can function in its intended environment.

Immunity and/or emission tests are required on the electrical equipment unless the following conditions are fulfilled:

- the incorporated devices and components comply with the EMC requirements for the intended EMC environment specified in the relevant product standard (or generic standard where no product standard exists), and;
- the electrical installation and wiring are consistent with the instructions provided by the supplier of the devices and components with regard to mutual influences, (cabling, screening, earthing etc.) or with informative Annex H if such instructions are not available from the supplier.

NOTE The generic EMC standards IEC 61000-6-1 or IEC 61000-6-2 and IEC 61000-6-3 or IEC 61000-6-4 give general EMC emission and immunity limits.

4.4.3 Ambient air temperature

Electrical equipment shall be capable of operating correctly in the intended ambient air temperature. The minimum requirement for all electrical equipment is correct operation in ambient air temperatures outside of enclosures (cabinet or box) between +5 °C and +40 °C.

4.4.4 Humidity

The electrical equipment shall be capable of operating correctly when the relative humidity does not exceed 50 % at a maximum temperature of +40 °C. Higher relative humidities are permitted at lower temperatures (for example 90 % at 20 °C).

Harmful effects of occasional condensation shall be avoided by design of the equipment or, where necessary, by additional measures (for example built-in heaters, air conditioners, drain holes).

4.4.5 Altitude

Electrical equipment shall be capable of operating correctly at altitudes up to 1 000 m above mean sea level.

For equipment to be used at higher altitudes, it is necessary to take into account the reduction of:

- the dielectric strength, and;
- the switching capability of the devices, and;
- the cooling effect of the air.

It is recommended that the manufacturer is consulted regarding the correction factors to be used where the factors are not specified in product data.

4.4.6 Contaminants

Electrical equipment shall be adequately protected against the ingress of solids and liquids (see 11.3).

denne del af IEC 60204. Når der gælder særlige betingelser, eller de specificerede grænser overskrides, kan udveksling af information mellem bruger og leverandør (se 4.1) være nødvendig.

4.4.2 Elektromagnetisk kompatibilitet (EMC)

Det elektriske materiel må ikke skabe elektromagnetiske forstyrrelser over niveauer, der er passende for det tilsigtede driftsmiljø. Derudover skal det elektriske materiel have en tilstrækkelig grad af immunitet over for elektromagnetiske forstyrrelser, således at det kan fungere i det tilsigtede miljø.

Der kræves immunitets- og/eller emissionsprøvninger af det elektriske materiel, medmindre følgende betingelser er opfyldt:

- Det indbyggede materiel og de indbyggede komponenter er i overensstemmelse med EMC-kravene for det tilsigtede EMC-miljø, der er specificeret i den relevante produktstandard (eller den generiske standard, hvor der ikke findes nogen produktstandard), og
- Den elektriske installation og ledningsføring er i overensstemmelse med anvisningerne fra leverandøren af materiellet og komponenterne med hensyn til gensidige påvirkninger (kabelføring, afskærmning, jording osv.) eller med det informative anneks H, hvis der ikke foreligger sådanne anvisninger fra leverandøren.

NOTE – De generiske EMC-standarder IEC 61000-6-1 eller IEC 61000-6-2 og IEC 61000-6-3 eller IEC 61000-6-4 indeholder generelle grænser for EMC-emission og -immunitet.

4.4.3 Omgivende lufttemperatur

Elektrisk materiel skal kunne fungere korrekt ved den tilsigtede omgivende lufttemperatur. Mindstekravet til alt elektrisk materiel er korrekt drift i en omgivende lufttemperatur uden for kapslinger (skab eller kasse) mellem +5 °C og +40 °C.

4.4.4 Fugtighed

Elektrisk materiel skal kunne fungere korrekt, når værdien af den relative fugtighed ikke overstiger 50 % ved en maksimumtemperatur på +40 °C. Højere relativ fugtighed er tilladt ved lavere temperaturer (fx 90 % ved +20 °C).

Skadelige virkninger af lejlighedsvis kondensation skal undgås ved materiellets konstruktion eller, hvor det er nødvendigt, ved yderligere foranstaltninger (fx indbyggede varmelegemer, klimaanlæg, drænhuller).

4.4.5 Højde over havets overflade

Elektrisk materiel skal kunne fungere korrekt ved højder på op til 1 000 m over havets overflade.

For materiel, der skal anvendes i større højder, er det nødvendigt at tage højde for reduktion af

- den dielektriske styrke og
- udstyrets brydeevne og
- luftens køleeffekt.

Det anbefales, at producenten konsulteres vedrørende de korrektionsfaktorer, der skal anvendes, hvor faktorerne ikke er specificeret i produktdataene.

4.4.6 Forurenende stoffer

Elektrisk materiel skal være tilstrækkeligt beskyttet mod indtrængen af faste stoffer og væsker (se 11.3).

The electrical equipment shall be adequately protected against contaminants (for example dust, acids, corrosive gases, salts) that can be present in the physical environment in which the electrical equipment is to be installed.

4.4.7 Ionizing and non-ionizing radiation

When equipment is subject to radiation (for example microwave, ultraviolet, lasers, X-rays), additional measures shall be taken to avoid malfunctioning of the equipment and accelerated deterioration of the insulation.

4.4.8 Vibration, shock, and bump

Undesirable effects of vibration, shock and bump (including those generated by the machine and its associated equipment and those created by the physical environment) shall be avoided by the selection of suitable equipment, by mounting it away from the machine, or by provision of anti-vibration mountings.

4.5 Transportation and storage

Electrical equipment shall be designed to withstand, or suitable precautions shall be taken to protect against, the effects of transportation and storage temperatures within a range of -25 °C to $+55\text{ °C}$ and for short periods not exceeding 24 h at up to $+70\text{ °C}$. Suitable means shall be provided to prevent damage from humidity, vibration, and shock.

NOTE Electrical equipment susceptible to damage at low temperatures includes PVC insulated cables.

4.6 Provisions for handling

Heavy and bulky electrical equipment that has to be removed from the machine for transport, or that is independent of the machine, shall be provided with suitable means for handling, including where necessary means for handling by cranes or similar equipment.

5 Incoming supply conductor terminations and devices for disconnecting and switching off

5.1 Incoming supply conductor terminations

It is recommended that, where practicable, the electrical equipment of a machine is connected to a single incoming supply. Where another supply is necessary for certain parts of the equipment (for example, electronic equipment that operates at a different voltage), that supply should be derived, as far as is practicable, from devices (for example, transformers, converters) forming part of the electrical equipment of the machine. For large complex machinery there can be a need for more than one incoming supply depending upon the site supply arrangements (see 5.3.1).

Unless a plug is provided with the machine for the connection to the supply (see 5.3.2 e)), it is recommended that the supply conductors are terminated at the supply disconnecting device.

Where a neutral conductor is used it shall be clearly indicated in the technical documentation of the machine, such as in the installation diagram and in the circuit diagram, and a separate insulated terminal, labelled N in accordance with 16.1, shall be provided for the neutral conductor. The neutral terminal may be provided as part of the supply disconnecting device.

There shall be no connection between the neutral conductor and the protective bonding circuit inside the electrical equipment.

Exception: a connection may be made between the neutral terminal and the PE terminal at the point of the connection of the electrical equipment to a TN-C supply system.

Det elektriske materiel skal være tilstrækkeligt beskyttet mod forurenende stoffer (fx støv, syrer, korrosive gasser, salte), som kan være til stede i det fysiske miljø, hvor det elektriske materiel skal installeres.

4.4.7 Ioniserende og ikke-ioniserende stråling

Når materiel udsættes for stråling (fx mikrobølger, ultraviolette stråler, laserstråler, røntgenstråler), skal der træffes yderligere foranstaltninger for at undgå fejlfunktion af materiellet og en accelereret nedbrydning af isolationen.

4.4.8 Vibrationer, stød og slag

Uønskede virkninger fra vibrationer, stød og slag (herunder dem, der frembringes af maskinen og tilhørende udstyr, samt dem, der skabes af det fysiske miljø) skal undgås gennem valg af egnet materiel, montering af materiellet adskilt fra maskinen eller vibrationsdæmpende montering.

4.5 Transport og opbevaring

Elektrisk materiel skal være konstrueret til at kunne modstå, eller der skal være truffet passende foranstaltninger til beskyttelse mod, virkninger som følge af transport og opbevaringstemperaturer i området -25 °C til $+55\text{ °C}$ og i korte perioder på højst 24 h ved op til $+70\text{ °C}$. Der skal træffes passende forholdsregler til at forebygge beskadigelse pga. fugt, vibrationer og stød.

NOTE – Elektrisk materiel, hvor der er mulighed for beskadigelse ved lave temperaturer, omfatter PVC-isolerede kabler.

4.6 Bestemmelser vedrørende håndtering

Tungt og uhåndterligt elektrisk materiel, der skal fjernes fra maskinen ved transport, eller som er uafhængigt af maskinen, skal være forsynet med passende midler til håndtering, herunder, om nødvendigt, midler til håndtering med kran eller lignende udstyr.

5 Indgående forsyningslederes afslutning og anordninger til afbrydelse og frakobling

5.1 Indgående forsyningslederes afslutning

Det anbefales, at det elektriske materiel på en maskine tilsluttes en enkelt indgående forsyning, hvor det er muligt. Hvor en anden forsyning er nødvendig til bestemte dele af materiellet (fx elektronisk materiel, der anvender en anden spænding), bør denne forsyning så vidt muligt stamme fra anordninger (fx transformere, omformere), som er en del af det elektriske materiel på maskinen. For store komplekse maskiner kan der være behov for mere end én indgående forsyning afhængigt af forsyningsforholdene på stedet (se 5.3.1).

Medmindre maskinen er forsynet med en stikprop til forbindelse til forsyningen (se 5.3.2 e)), anbefales det, at forsyningsledere afsluttes ved anordningen til forsyningsadskilleren.

Hvor der anvendes en nulleder, skal det være tydeligt angivet i den tekniske dokumentation til maskinen, som fx i installationsskemaet og i kredsskemaet, og der skal til nullederen være tilvejebragt en separat isoleret klemme, der er mærket N i overensstemmelse med 16.1. Nulklemmen kan være en del af forsyningsadskilleren.

Der må ikke være forbindelse mellem nullederen og den beskyttende udligningskreds inde i det elektriske materiel.

Undtagelse: Der kan dannes en forbindelse mellem nulklemmen og PE-klemmen ved forbindelsespunktet mellem det elektriske materiel og et TN-C-forsyningssystem.

For machines supplied from parallel sources, the requirements of IEC 60364-1 for multiple source systems apply.

Terminals for the incoming supply connection shall be clearly identified in accordance with IEC 60445. The terminal for the external protective conductor shall be identified in accordance with 5.2.

5.2 Terminal for connection of the external protective conductor

For each incoming supply, a terminal shall be provided in the same compartment as the associated line conductor terminals for connection of the machine to the external protective conductor.

The terminal shall be of such a size as to enable the connection of an external protective copper conductor with a cross-sectional area determined in relation to the size of the associated line conductors in accordance with Table 1.

Table 1 – Minimum cross-sectional area of copper protective conductors

Cross-sectional area of line conductors S mm ²	Minimum cross-sectional area of the corresponding protective conductor (PE) S_p mm ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Where an external protective conductor of a material other than copper is used, the terminal size and type shall be selected accordingly.

At each incoming supply point, the terminal for connection of external protective conductor shall be marked or labelled with the letters PE (see IEC 60445).

5.3 Supply disconnecting (isolating) device

5.3.1 General

A supply disconnecting device shall be provided:

- for each incoming supply to (a) machine(s);

NOTE The incoming supply can be connected directly to the supply disconnecting device of the machine or to the supply disconnecting device of a feeder system of the machine. Feeder systems of machines can include conductor wires, conductor bars, slip-ring assemblies, flexible cable systems (reeled, festooned) or inductive power supply systems.

- for each on-board power supply.

The supply disconnecting device shall disconnect (isolate) the electrical equipment of the machine from the supply when required (for example for work on the machine, including the electrical equipment).

Where two or more supply disconnecting devices are provided, protective interlocks for their correct operation shall also be provided in order to prevent a hazardous situation, including damage to the machine or to the work in progress.

5.3.2 Type

The supply disconnecting device shall be one of the following types:

For maskiner, der forsynes fra parallelle kilder, gælder kravene i IEC 60364-1 for systemer med flere forsyningskilder.

Klemmer til den indgående forsyningsforbindelse skal være tydeligt identificeret i overensstemmelse med IEC 60445. Klemmen til den ydre beskyttelsesleder skal være identificeret i overensstemmelse med 5.2.

5.2 Klemme til forbindelse til den ydre beskyttelsesleder

Der skal for hver indgående forsyning være en klemme i det samme rum som de tilhørende faselederklemmer til at forbinde maskinen til den ydre beskyttelsesleder.

Klemmen skal være af en sådan størrelse, at det er muligt at tilslutte en ydre beskyttelsesleder af kobber med et tværsnitsareal, der er bestemt i forhold til størrelsen på de tilhørende faseledere i overensstemmelse med tabel 1.

Tabel 1 – Mindste tværsnitsareal for beskyttelsesledere af kobber

Tværsnitsareal af faseledere S mm ²	Mindste tværsnitsareal af den tilsvarende beskyttelsesleder (PE) S_p mm ²
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$S/2$

Hvor der anvendes en ydre beskyttelsesleder af et andet materiale end kobber, skal klemmens størrelse og type vælges i overensstemmelse hermed.

Ved hvert indgående forsyningspunkt skal klemmen til forbindelse til en ydre beskyttelsesleder mærkes med bogstaverne PE (se IEC 60445).

5.3 Forsyningsadskiller (isolerende)

5.3.1 Generelt

Der skal forefindes en forsyningsadskiller:

- for hver indgående forsyning til en eller flere maskiner

NOTE – Den indgående forsyning kan forbindes direkte til maskinens forsyningsadskiller eller til forsyningsadskilleren til maskinens forsyningssystem. Forsyningssystemer på maskiner kan omfatte ledningstråde, strømskinner, slæberingssamlinger, samlinger af fleksible kabler (oprullet, hængt som guirlande) eller induktive energiforsyningssystemer.

- for hver indbygget energiforsyning.

Forsyningsadskilleren skal adskille (isolere) maskinens elektriske materiel fra forsyningen, hvor det er påkrævet (fx af hensyn til arbejde på maskinen, herunder det elektriske materiel).

Hvor der findes to eller flere forsyningsadskillere, skal der til sikring af korrekt funktion af dem også forefindes beskyttende tvangskoblinger for at forebygge farlige situationer, herunder beskadigelse af maskinen eller igangværende arbejde.

5.3.2 Type

Forsyningsadskilleren skal være en af følgende typer:

- a) switch-disconnector, with or without fuses, in accordance with IEC 60947-3, utilization category AC-23B or DC-23B;
- b) control and protective switching device suitable for isolation, in accordance with IEC 60947-6-2;
- c) a circuit-breaker suitable for isolation in accordance with IEC 60947-2;
- d) any other switching device in accordance with an IEC product standard for that device and which meets the isolation requirements and the appropriate utilization category and/or specified endurance requirements defined in the product standard;
- e) a plug/socket combination for a flexible cable supply.

5.3.3 Requirements

Where the supply disconnecting device is one of the types specified in 5.3.2 a) to d) it shall fulfil all of the following requirements:

- isolate the electrical equipment from the supply and have one OFF (isolated) and one ON position marked with "O" and "I" (symbols IEC 60417-5008 (2002-10) and IEC 60417-5007 (2002-10), see 10.2.2);
- have a visible contact gap or a position indicator which cannot indicate OFF (isolated) until all contacts are actually open and the requirements for the isolating function have been satisfied;
- have an operating means (see 5.3.4);
- be provided with a means permitting it to be locked in the OFF (isolated) position (for example by padlocks). When so locked, remote as well as local closing shall be prevented;
- disconnect all live conductors of its power supply circuit. However, for TN supply systems, the neutral conductor may or may not be disconnected except in countries where disconnection of the neutral conductor (when used) is compulsory;
- have a breaking capacity sufficient to interrupt the current of the largest motor when stalled together with the sum of the normal running currents of all other motors and other loads. The calculated breaking capacity may be reduced by the use of a proven diversity factor. Where motor(s) are supplied by converter(s) or similar devices, the calculation should take into account the possible effect on the required breaking capacity.

Where the supply disconnecting device is a plug/socket combination, it shall comply with the requirements of 13.4.5 and shall have the breaking capacity, or be interlocked with a switching device that has a breaking capacity, sufficient to interrupt the current of the largest motor when stalled together with the sum of the normal running currents of all other motors and other loads. The calculated breaking capacity may be reduced by the use of a proven diversity factor. Where the interlocked switching device is electrically operated (for example a contactor) it shall have an appropriate utilisation category. Where motor(s) are supplied by converter(s) or similar devices, the calculation should take into account the possible effect on the required breaking capacity.

NOTE A suitably rated plug and socket-outlet, cable coupler, or appliance coupler, in accordance with IEC 60309-1 can fulfil these requirements.

Where the supply disconnecting device is a plug/socket combination, a switching device with an appropriate utilisation category shall be provided for switching the machine on and off. This can be achieved by the use of the interlocked switching device described above.

5.3.4 Operating means of the supply disconnecting device

The operating means (for example, a handle) of the supply disconnecting device shall be external to the enclosure of the electrical equipment.

- a) effektadskiller med eller uden smeltesikringer i overensstemmelse med IEC 60947-3, anvendelseskategori AC-23B eller DC-23B
- b) styrende og beskyttende koblingsapparat, der er egnet til adskillelse i overensstemmelse med IEC 60947-6-2
- c) en maksimalafbryder/automatsikring, der er egnet til adskillelse i overensstemmelse med IEC 60947-2
- d) ethvert andet koblingsapparat i overensstemmelse med en IEC-produktstandard for den pågældende anordning, som opfylder kravene til adskillelse, er i overensstemmelse med den relevante anvendelseskategori og opfylder de holdbarhedskrav, der er defineret i produktstandarden
- e) en stikprop-stikkontakt-kombination til en forsyning med fleksibelt kabel.

5.3.3 Krav

Hvor forsyningsadskilleren er en af de typer, der er specificeret i 5.3.2 a) til d), skal den opfylde alle de følgende krav:

- adskille det elektriske materiel fra forsyningen og have en OFF-position (adskilt) og en ON-position, der er markeret med henholdsvis "O" og "I" (symboler IEC 60417-5008 (2002-10) og IEC 60417-5007 (2002-10), se 10.2.2).
- have en synlig kontaktafstand eller en positionsindikator, som ikke kan vise OFF (adskilt), før alle kontakter faktisk er åbne, og kravene til adskillelsesfunktionen er opfyldt.
- have et middel til betjening (se 5.3.4).
- være forsynet med et middel, som muliggør, at afbryderen låses i OFF-position (adskilt) (fx med hængelåse). Når den er således aflåst, skal både fjern- og nærindkobling være forhindret.
- afbryde alle spændingsførende ledere i sin effektforsyningskreds. For TN-forsyningssystemer kan nullederen imidlertid være afbrudt eller ikke afbrudt, undtagen i lande, hvor afbrydelse af nullederen (når den anvendes) er obligatorisk.
- have en brydeevne, der er tilstrækkelig til at afbryde strømmen til den største motor, når denne stopper, sammen med summen af de normale strømme i alle andre motorer og laster. Den beregnede brydeevne kan reduceres ved anvendelse af en gennemprøvet samtidighedsfaktor. Hvor motorer forsynes fra omformere eller lignende anordninger, bør der i beregningen tages højde for den mulige virkning af den krævede brydeevne.

Hvor forsyningsadskilleren består af en stikprop-stikkontakt-kombination, skal den være i overensstemmelse med kravene i 13.4.5 og have en brydeevne – eller være tvangskoblet med et koblingsapparat med en brydeevne – der er tilstrækkelig til at afbryde strømmen til den største motor, når denne stopper, sammen med summen af de normale strømme i alle andre motorer og laster. Den beregnede brydeevne kan reduceres ved anvendelse af en gennemprøvet samtidighedsfaktor. Hvor det tvangskoblede koblingsapparat er elektrisk drevet (fx en kontaktor), skal den have en passende anvendelseskategori. Hvor motorer forsynes fra omformere eller lignende anordninger, bør der i beregningen tages højde for den mulige virkning af den krævede brydeevne.

NOTE – En stikprop og stikkontakt, en kabelkobling eller en apparatkontakt og et apparatindtag med passende mærkeværdi i overensstemmelse med IEC 60309-1 kan opfylde disse krav.

Hvor forsyningsadskilleren består af en stikprop-stikkontakt-kombination, skal der forefindes et koblingsapparat med passende anvendelseskategori til at ind- og udkoble maskinen. Dette kan opnås ved at anvende det tvangskoblede koblingsapparat, der er beskrevet ovenfor.

5.3.4 Forsyningsadskillerens betjeningsmidler

Forsyningsadskillerens betjeningsmidler (fx et håndtag) skal være uden for det elektriske materiels kapsling.

Exception: power-operated switchgear need not be provided with a handle outside the enclosure where other means (e.g. pushbuttons) are provided to open the supply disconnecting device from outside the enclosure.

The operating means of the supply disconnecting device shall be easily accessible and located between 0,6 m and 1,9 m above the servicing level. An upper limit of 1,7 m is recommended.

NOTE The direction of operation is given in IEC 61310-3.

Where the external operating means is intended for emergency operation, see 10.7.3 or 10.8.3.

Where the external operating means is not intended for emergency operations:

- it is recommended that it be coloured BLACK or GREY (see 10.2)
- a supplementary cover or door that can be readily opened without the use of a key or tool may be provided, for example for protection against environmental conditions or mechanical damage. Such a cover/door shall clearly show that it provides access to the operating means. This can be achieved, for example, by use of the relevant symbol IEC 60417-6169-1 (2012-08) (Figure 2) or IEC 60417-6169-2 (2012-08), (Figure 3).

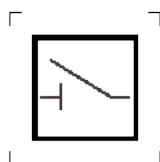


Figure 2 – Disconnector isolator

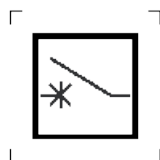


Figure 3 – Disconnecting circuit breaker

5.3.5 Excepted circuits

The following circuits need not be disconnected by the supply disconnecting device:

- lighting circuits for lighting needed during maintenance or repair;
- socket outlets for the exclusive connection of repair or maintenance tools and equipment (for example hand drills, test equipment) (see 15.1);
- undervoltage protection circuits that are only provided for automatic tripping in the event of supply failure;
- circuits supplying equipment that should normally remain energized for correct operation (for example temperature controlled measuring devices, heaters, program storage devices).

It is recommended, however, that such circuits be provided with their own disconnecting device.

Control circuits supplied via another supply disconnecting device, regardless of whether that disconnecting device is located in the electrical equipment or in another machine or other electrical equipment, need not be disconnected by the supply disconnecting device of the electrical equipment.

Undtagelse: Elektrisk koblingsudstyr behøver ikke være forsynet med et håndtag uden for kapslingen, hvor der findes andre midler (fx trykknapper) til at åbne forsyningsadskilleren udefra.

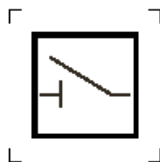
Forsyningsadskillerens betjeningsmidler skal være let tilgængelige og placeret mellem 0,6 m og 1,9 m over serviceplanet. Der anbefales en øvre grænse på 1,7 m.

NOTE – Betjeningsretningen er angivet i IEC 61310-3.

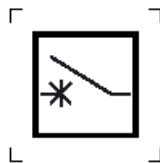
Hvor det udvendige betjeningsmiddel er beregnet til nødbetjening, henvises til 10.7.3 eller 10.8.3.

Hvor det udvendige betjeningsmiddel ikke er beregnet til nødbetjening

- anbefales det, at betjeningsmidlet er farvet SORT eller GRÅT (se 10.2).
- kan et ekstra dæksel eller en ekstra låge, der let kan åbnes uden brug af en nøgle eller værktøj, tilvejebringes, fx til beskyttelse mod miljøforhold eller mekanisk skade. Det skal af sådanne dæksler/låger tydeligt fremgå, at dækslet/lågen giver adgang til betjeningsmidlet. Dette kan fx opnås ved at anvende det relevante symbol i IEC 60417-6169-1 (2012-08) (figur 2) eller IEC 60417-6169-2 (2012-08), (figur 3).



Figur 2 – Isolerende adskiller



Figur 3 – Maksimalafbryder

5.3.5 Undtagne kredse

Følgende kredse behøver ikke afbrydes af forsyningsadskilleren:

- belysningskredse for nødvendig belysning under vedligeholdelse eller reparation
- stikkontakter udelukkende til tilslutning af værktøj og udstyr til reparation eller vedligeholdelse (fx håndboremaskiner, prøvningsudstyr) (se 15.1)
- kredse til underspændingsbeskyttelse, der kun benyttes til automatisk udkobling i tilfælde af svigt i forsyningen
- kredse, der forsyner materiel, som normalt bør forblive under spænding for at kunne fungere korrekt (fx temperaturstyret måleudstyr, varmeapparater, programlagringsenheder).

Det anbefales imidlertid, at sådanne kredse forsynes med deres egen adskiller.

Styrekredse, der forsynes gennem en anden forsyningsadskiller, uanset om denne forsyningsadskiller er placeret i det elektriske materiel, i en anden maskine eller i andet elektrisk materiel, behøver ikke blive afbrudt af forsyningsadskilleren i det elektriske materiel.

Where excepted circuits are not disconnected by the supply disconnecting device:

- permanent warning label(s) shall be appropriately placed in proximity to the operating means of the supply disconnecting device to draw attention to the hazard;
- a corresponding statement shall be included in the maintenance manual, and one or more of the following shall apply:
 - the conductors are identified by colour taking into account the recommendation of 13.2.4;
 - excepted circuits are separated from other circuits;
 - excepted circuits are identified by permanent warning label(s).

5.4 Devices for removal of power for prevention of unexpected start-up

Devices for removal of power for the prevention of unexpected start-up shall be provided where a start-up of the machine or part of the machine can create a hazard (for example during maintenance). Such devices shall be appropriate and convenient for the intended use, be suitably placed, and readily identifiable as to their function and purpose. Where their function and purpose is not otherwise obvious (e.g. by their location) these devices shall be marked to indicate the extent of removal of power.

NOTE 1 This part of IEC 60204 does not address all provisions for prevention of unexpected start up. Further information is provided in ISO 14118.

NOTE 2 Removal of power means removal of the connection to the source of electrical energy but does not imply isolation.

The supply disconnecting device or other devices in accordance with 5.3.2 may be used for prevention of unexpected start-up.

Disconnectors, withdrawable fuse links and withdrawable links may be used for protection of unexpected start-up only if they are located in an enclosed electrical operating area (see 3.1.23).

Devices that do not fulfil the isolation function (for example a contactor switched off by a control circuit, or Power Drive System (PDS) with a Safe Torque Off (STO) function in accordance with IEC 61800-5-2) may only be used for prevention of unexpected start-up during tasks such as:

- inspections;
- adjustments;
- work on the electrical equipment where:
 - there is no hazard arising from electric shock (see Clause 6) and burn;
 - the switching off means remains effective throughout the work;
 - the work is of a minor nature (for example, replacement of plug-in devices without disturbing existing wiring).

The selection of a device will be dependent on the risk assessment, taking into account the intended use of the device, and the persons who are intended to operate them.

5.5 Devices for isolating electrical equipment

Devices shall be provided for isolating (disconnecting) the electrical equipment or part(s) of the electrical equipment to enable work to be carried out when it is de-energised and isolated. Such devices shall be:

- appropriate and convenient for the intended use;
- suitably placed;

Hvor kredse, der er undtaget, ikke afbrydes af forsyningsadskilleren

- skal en eller flere permanente advarselmærkater være passende placeret i nærheden af forsyningsadskillerens betjeningsmidler for at gøre opmærksom på faren
- skal en tilsvarende erklæring være indeholdt i vedligeholdelsesmanualen, og et eller flere af følgende forhold skal gælde:
 - Lederne er identificeret med farve under hensyntagen til anbefalingen i 13.2.4
 - Kredse, der er undtaget, er adskilt fra andre kredse
 - Kredse, der er undtaget, er identificeret med en eller flere permanente advarselmærkater.

5.4 Anordninger til fjernelse af effekt for at forhindre uventet start

Anordninger til fjernelse af effekt for at forhindre uventet start skal forefindes, hvor uventet start af maskinen eller en del af maskinen kan skabe en fare (fx under vedligeholdelse). Sådanne anordninger skal være hensigtsmæssige og egnede til den tilsigtede anvendelse, være hensigtsmæssigt placeret og være lette at identificere med hensyn til funktion og formål. Hvor funktion og formål ikke på anden vis er oplagt (fx ud fra placeringen) skal disse anordninger være mærket med en angivelse af omfanget af fjernelse af effekt.

NOTE 1 – Denne del af IEC 60204 behandler ikke alle bestemmelser til forhindring af uventet start. Yderligere oplysninger findes i ISO 14118.

NOTE 2 – Fjernelse af effekt betyder fjernelse af forbindelsen til den elektriske energikilde men indebærer ikke adskillelse.

Forsyningsadskilleren eller andre anordninger i overensstemmelse med 5.3.2 kan anvendes til forhindring af uventet start.

Afbrydere, sikringsindsatse og udtagelige forbindelser kan kun anvendes til at forhindre uventet start, hvis de er placeret i et lukket elektrisk driftsområde (se 3.1.23).

Anordninger, der ikke udfylder adskillelsesfunktionen (fx en kontaktor, der afbrydes af en styrekreds eller et drevsystem med sikkert stop-funktion (STO) i overensstemmelse med IEC 61800-5-2) må kun anvendes til at forhindre uventet start i forbindelse med opgaver som:

- inspektioner
- justeringer
- arbejde på det elektriske materiel, hvor
 - der ikke er fare pga. elektrisk stød (se pkt. 6) og forbrændinger
 - midlerne til udkobling forbliver effektive under hele arbejdet
 - arbejdet er af mindre omfang (fx udskiftning af stikforbindelsens anordninger uden indvirkning på eksisterende ledningsføring).

Valget af en anordning afhænger af risikovurderingen, hensyntagen til anordningens tilsigtede anvendelse og de personer, der skal betjene den.

5.5 Anordninger til adskillelse af elektrisk materiel

Der skal forefindes anordninger til adskillelse (afbrydelse) af det elektriske materiel eller dele af det elektriske materiel, således at det er muligt at udføre arbejde, når det er uden spænding og adskilt. Sådanne anordninger skal

- være passende og egnede til den tilsigtede anvendelse
- være passende placeret

- readily identifiable as to which part(s) or circuit(s) of the equipment is served. Where their function and purpose is not otherwise obvious (e.g. by their location) these devices shall be marked to indicate the extent of the equipment that they isolate.

The supply disconnecting device (see 5.3) may, in some cases, fulfil that function. However, where it is necessary to work on individual parts of the electrical equipment of a machine, or on one of the machines fed by a common conductor bar, conductor wire or inductive power supply system, a disconnecting device shall be provided for each part, or for each machine, requiring separate isolation.

In addition to the supply disconnecting device, the following devices that fulfil the isolation function may be provided for this purpose:

- devices described in 5.3.2;
- disconnectors, withdrawable fuse links and withdrawable links only if located in an enclosed electrical operating area (see 3.1.23) and relevant information is provided with the electrical equipment (see Clause 17).

5.6 Protection against unauthorized, inadvertent and/or mistaken connection

Where the devices described in 5.4 and 5.5 are located outside an enclosed electrical operating area they shall be equipped with means to secure them in the OFF position (disconnected state), (for example by provisions for padlocking, trapped key interlocking). When so secured, remote as well as local reconnection shall be prevented.

Where the devices described in 5.4 and 5.5 are located inside an enclosed electrical operating area other means of protection against reconnection (for example warning labels) can be sufficient.

However, when a plug/socket combination according to 5.3.2 e) is so positioned that it can be kept under the immediate supervision of the person carrying out the work, means for securing in the disconnected state need not be provided.

6 Protection against electric shock

6.1 General

The electrical equipment shall provide protection of persons against electric shock by:

- basic protection (see 6.2 and 6.4), and;
- fault protection (see 6.3 and 6.4).

The measures for protection given in 6.2, 6.3, and, for PELV, in 6.4, are a selection from IEC 60364-4-41. Where those measures are not practicable, for example due to the physical or operational conditions, other measures from IEC 60364-4-41 may be used (e.g. SELV).

6.2 Basic protection

6.2.1 General

For each circuit or part of the electrical equipment, the measures of either 6.2.2 or 6.2.3 and, where applicable, 6.2.4 shall be applied.

Exception: where those measures are not appropriate, other measures for basic protection (for example by using barriers, by placing out of reach, using obstacles, using construction or installation techniques that prevent access) as defined in IEC 60364-4-41 may be applied (see also 6.2.5 and 6.2.6).

- være lette at identificere med hensyn til, hvilke af materiellets dele eller kredse der betjenes. Hvor funktion og formål ikke på anden vis er oplagt (fx ud fra placeringen), skal disse anordninger være mærket med en angivelse af omfanget af det materiel, som de adskiller.

Forsyningsadskilleren (se 5.3) kan i nogle tilfælde udfylde denne funktion. Hvor det er nødvendigt at udføre arbejde på enkeltdele af maskinens elektriske materiel eller på én af en række maskiner, der forsynes fra en fælles strømskinne, en fælles ledningstråd eller et fælles induktivt effektforsyningssystem, skal der dog være en adskiller for hver del eller for hver maskine, som kræver separat adskillelse.

Udover forsyningsadskilleren kan følgende anordninger, der udfylder adskillelsesfunktionen, være tilvejebragt med dette formål:

- anordninger beskrevet i 5.3.2
- afbrydere, udtagelige sikringsindsatse og udtagelige forbindelser, kun hvis de er placeret i et lukket elektrisk driftsområde (se 3.1.23), og relevant information tilvejebringes sammen med det elektriske materiel (se pkt. 17).

5.6 Beskyttelse mod uautoriseret, uagtsom og/eller fejlagtig tilslutning

Hvor de anordninger, der er beskrevet i 5.4 og 5.5 er placeret uden for et lukket elektrisk driftsområde, skal de være forsynet med midler til at holde dem sikkert i OFF-position (afbrudt tilstand) (fx hængelås, tvangskobling med fastholdt nøgle). Når de er således sikret, skal både fjern- og nærgenindkobling være forhindret.

Hvor de anordninger, der er beskrevet i 5.4 og 5.5 er placeret inde i et lukket elektrisk driftsområde, kan andre midler til beskyttelse mod genindkobling (fx advarselmærkater) være tilstrækkelige.

Hvor en stikprop-stikkontakt-kombination i overensstemmelse med 5.3.2 e) er placeret således, at den person, der foretager arbejdet, umiddelbart kan holde det under opsyn, behøver der imidlertid ikke være midler til sikring i afbrudt tilstand.

6 Beskyttelse mod elektrisk stød

6.1 Generelt

Det elektriske materiel skal beskytte personer mod elektrisk stød ved:

- grundbeskyttelse (se 6.2 og 6.4) og
- fejlbeskyttelse (se 6.3 og 6.4).

De foranstaltninger til beskyttelse, der er angivet i 6.2, 6.3 og, for ekstra lav beskyttelsesspænding (PELV), i 6.4, er et udvalg fra IEC 60364-4-41. Hvor disse foranstaltninger ikke er mulige i praksis, fx på grund af fysiske eller driftsmæssige betingelser, kan andre foranstaltninger fra IEC 60364-4-41 (fx ekstra lav sikkerhedsspænding (SELV)) anvendes.

6.2 Grundbeskyttelse (beskyttelse mod direkte berøring)

6.2.1 Generelt

For hver kreds eller del af det elektriske materiel skal foranstaltningerne fra enten 6.2.2 eller 6.2.3 og, hvor det er relevant, 6.2.4 anvendes.

Undtagelse: Hvor disse foranstaltninger ikke er passende, kan der anvendes andre foranstaltninger til grundbeskyttelse som defineret i IEC 60364-4-41 (fx anvendelse af barrierer, placering uden for rækkevidde, anvendelse af spæringer, anvendelse af konstruktions- eller installationsteknikker, som forhindrer adgang) (se også 6.2.5 og 6.2.6).

Where the equipment is located in places open to all persons, which can include children, measures of either 6.2.2 with a minimum degree of protection against contact with live parts corresponding to IP4X or IPXXD (see IEC 60529), or 6.2.3 shall be applied.

6.2.2 Protection by enclosures

Live parts shall be located inside enclosures that provide protection against contact with live parts of at least IP2X or IPXXB (see IEC 60529).

Where the top surfaces of the enclosure are readily accessible, the minimum degree of protection against contact with live parts provided by the top surfaces shall be IP4X or IPXXD.

Opening an enclosure (i.e. opening doors, lids, covers, and the like) shall be possible only under one of the following conditions:

- a) The use of a key or tool is necessary for access.

NOTE 1 The use of a key or tool is intended to restrict access to skilled or instructed persons (see 17.2 f)).

All live parts, (including those on the inside of doors) that are likely to be touched when resetting or adjusting devices intended for such operations while the equipment is still connected, shall be protected against contact to at least IP2X or IPXXB. Other live parts on the inside of doors shall be protected against unintentional direct contact to at least IP1X or IPXXA.

- b) The disconnection of live parts inside the enclosure before the enclosure can be opened.

This may be accomplished by interlocking the door with a disconnecting device (for example, the supply disconnecting device) so that the door can only be opened when the disconnecting device is open and so that the disconnecting device can only be closed when the door is closed.

Exception: a key or tool as prescribed by the supplier can be used to defeat the interlock provided that the following conditions are met:

- it is possible at all times while the interlock is defeated to open the disconnecting device and lock the disconnecting device in the OFF (isolated) position or otherwise prevent unauthorised closure of the disconnecting device;
- upon closing the door, the interlock is automatically restored;
- all live parts, (including those on the inside of doors) that are likely to be touched when resetting or adjusting devices intended for such operations while the equipment is still connected, are protected against unintentional contact with live parts to at least IP2X or IPXXB and other live parts on the inside of doors are protected against unintentional contact to at least IP1X or IPXXA;
- relevant information about the procedures for the defeat of the interlock is provided with the instructions for use of the electrical equipment (see Clause 17).
- means are provided to restrict access to live parts behind doors that are not directly interlocked with the disconnecting means to skilled or instructed persons. (See 17.2 b)).

All parts that are still live after switching off the disconnecting device(s) (see 5.3.5) shall be protected against direct contact to at least IP2X or IPXXB (see IEC 60529). Such parts shall be marked with a warning sign in accordance with 16.2.1 (see also 13.2.4 for identification of conductors by colour), except for:

- parts that can be live only because of connection to interlocking circuits and that are distinguished by colour as potentially live in accordance with 13.2.4;
 - the supply terminals of the supply disconnecting device when the latter is mounted alone in a separate enclosure.
- c) Opening without the use of a key or a tool and without disconnection of live parts shall be possible only when all live parts are protected against contact to at least IP2X or IPXXB (see IEC 60529). Where barriers provide this protection, either they shall require a tool for

Hvor materiellet er placeret på steder, der er tilgængelige for alle, hvilket kan omfatte børn, skal der anvendes foranstaltninger fra 6.2.2, med en kapslingsklasse mindst svarende til IP4X eller IPXXD (se IEC 60529) som beskyttelse mod berøring af spændingsførende dele, eller fra 6.2.3.

6.2.2 Beskyttelse ved hjælp af kapslinger

Spændingsførende dele skal være placeret i kapslinger, som yder beskyttelse mod berøring af spændingsførende dele med en kapslingsklasse på mindst IP2X eller IPXXB (se IEC 60529).

Hvor kapslingens oversider er let tilgængelige, skal den mindste kapslingsklasse som beskyttelse mod berøring af spændingsførende dele, som oversiderne yder, mindst være IP4X eller IPXXD.

Åbning af en kapsling (dvs. åbning af låger, låg, dæksler og lignende) må kun være muligt under en af følgende betingelser:

a) Adgang kræver anvendelse af nøgle eller værktøj

NOTE 1 – Formålet med anvendelse af nøgle eller værktøj er at begrænse adgangen til sagkyndige eller instruerede personer (se 17.2 f)).

Alle spændingsførende dele (herunder dem på indersiden af låger), som sandsynligvis vil blive berørt ved tilbagestilling eller justering af anordninger, der er beregnet til sådanne operationer, mens materiellet stadig er tilsluttet, skal være beskyttet mod berøring svarende til mindst IP2X eller IPXXB. Andre spændingsførende dele på indersiden af låger skal være beskyttet mod utilsigtet direkte berøring svarende til mindst IP1X eller IPXXA.

b) Afbrydelse af spændingsførende dele i kapslingen, før kapslingen kan åbnes.

Dette kan opnås ved at tvangskoble lågen med en adskiller (fx forsyningsadskilleren), således at lågen kun kan åbnes, når adskilleren er åben, og således at adskilleren kun kan slutes, når lågen er lukket.

Undtagelse: Der kan anvendes nøgle eller værktøj som foreskrevet af leverandøren til at omgå tvangskoblingen, forudsat at følgende betingelser er opfyldt:

- Det er til enhver tid, mens tvangskoblingen er omgået, muligt at åbne adskilleren og låse adskilleren i OFF-position (adskilt) eller på anden vis forhindre uautoriseret indkobling af adskilleren
- Efter lukning af lågen genoprettes tvangskoblingen automatisk
- Alle spændingsførende dele (herunder dem på indersiden af låger), som sandsynligvis vil blive berørt ved tilbagestilling eller justering af anordninger, der er beregnet til sådanne operationer, mens materiellet stadig er tilsluttet, er beskyttet mod berøring svarende til mindst IP2X eller IPXXB, og andre spændingsførende dele på indersiden af låger er beskyttet mod utilsigtet berøring svarende til mindst IP1X eller IPXXA
- Relevant information om procedurerne for omgåelse af tvangskoblingen findes i brugsvejledningen til det elektriske materiel (se pkt. 17)
- Der forefindes midler til at begrænse adgang til spændingsførende dele bag låger, som ikke er direkte tvangskoblet til afbryderfunktionen, således at kun sagkyndige eller instruerede personer har adgang. (Se 17.2 b)).

Alle dele, der stadig er spændingsførende efter udkobling af adskillere(n) (se 5.3.5), skal være beskyttet mod direkte berøring svarende til mindst IP2X eller IPXXB (se IEC 60529). Sådanne dele skal være mærket med et advarselsskilt i overensstemmelse med 16.2.1 (se også 13.2.4 vedrørende identifikation af ledere ved hjælp af farve), med undtagelse af:

- dele, der kun kan være spændingsførende pga. en forbindelse til tvangskoblende kredse, og som er kendetegnet med farve som potentielt spændingsførende i overensstemmelse med 13.2.4
- forsyningsadskillerens tilslutningsklemmer, når forsyningsadskilleren er monteret alene i en separat kapsling.

c) Åbning uden anvendelse af nøgle eller værktøj og uden afbrydelse af spændingsførende dele må kun være mulig, når alle spændingsførende dele er beskyttet mod berøring svarende til mindst IP2X eller IPXXB (se IEC 60529). Hvor barrierer yder denne beskyttelse, skal det enten kræve værktøj at fjerne dem, eller alle spæn-

their removal or all live parts protected by them shall be automatically disconnected when the barrier is removed. Where protection against contact is achieved in accordance with 6.2.2 c), and a hazard can be caused by manual actuation of devices (for example manual closing of contactors or relays), such actuation should be prevented by barriers or obstacles that require a tool for their removal.

6.2.3 Protection by insulation of live parts

Live parts protected by insulation shall be completely covered with insulation that can only be removed by destruction. Such insulation shall be capable of withstanding the mechanical, chemical, electrical, and thermal stresses to which it can be subjected under normal operating conditions.

NOTE Paints, varnishes, lacquers, and similar products alone are generally considered to be inadequate for protection against electric shock under normal operating conditions.

6.2.4 Protection against residual voltages

Live parts having a residual voltage greater than 60 V when the supply is disconnected shall be discharged to 60 V or less within a time period of 5 s provided that this rate of discharge does not interfere with the proper functioning of the equipment. Exempted from this requirement are components having a stored charge of 60 μC or less. Where this specified rate of discharge would interfere with the proper functioning of the equipment, a durable warning notice drawing attention to the hazard and stating the delay required before the enclosure may be opened shall be displayed at an easily visible location on or immediately adjacent to the enclosure that contains the live parts.

In the case of plugs or similar devices, the withdrawal of which results in the exposure of conductors (for example pins), the discharge time to 60 V shall not exceed 1 s, otherwise such conductors shall be protected to at least IP2X or IPXXB. If neither a discharge time of 1 s nor a protection of at least IP2X or IPXXB can be achieved (for example in the case of removable collectors on conductor wires, conductor bars, or slip-ring assemblies, see 12.7.4), additional switching devices or an appropriate warning, for example a warning sign drawing attention to the hazard and stating the delay required shall be provided. When the equipment is located in places open to all persons, which can include children, warnings are not sufficient and therefore a minimum degree of protection against contact with live parts to IP4X or IPXXD is required.

NOTE Frequency converters and DC bus supplies could have typically a longer discharge time than 5 s.

6.2.5 Protection by barriers

For protection by barriers, the requirements of IEC 60364-4-41 shall apply.

6.2.6 Protection by placing out of reach or protection by obstacles

For protection by placing out of reach, the requirements of IEC 60364-4-41 shall apply. For protection by obstacles, the requirements of IEC 60364-4-41 shall apply.

For conductor wire systems or conductor bar systems with a degree of protection less than IP2X or IPXXB, see 12.7.1.

6.3 Fault protection

6.3.1 General

Fault protection (3.31) is intended to prevent hazardous situations due to an insulation fault between live parts and exposed conductive parts.

For each circuit or part of the electrical equipment, at least one of the measures in accordance with 6.3.2 to 6.3.3 shall be applied:

dingsførende dele, der beskyttes af dem, skal automatisk afbrydes, når barrieren fjernes. Hvor beskyttelse mod berøring opnås i overensstemmelse med 6.2.2 c), og der kan skabes fare ved manuel aktivering af anordninger (fx manuel lukning af kontaktorer eller relæer), bør sådan aktivering forhindres ved hjælp af barrierer eller spærringer, som kun kan fjernes med værktøj.

6.2.3 Beskyttelse ved isolation af spændingsførende dele

Spændingsførende dele skal være helt dækket af isolation, som kun kan fjernes ved ødelæggelse. Sådan isolation skal kunne modstå de mekaniske, kemiske, elektriske og termiske spændinger, som den kan udsættes for under normale driftsbetingelser.

NOTE – Maling, fernis, lak og lignende produkter anses ikke alene for at være tilstrækkelig beskyttelse mod elektrisk stød under normale driftsbetingelser.

6.2.4 Beskyttelse mod restspænding

Spændingsførende dele med en restspænding, der er større end 60 V, når forsyningen afbrydes, skal aflades til 60 V eller derunder inden for et tidsrum på 5 s, forudsat at denne afladningshastighed ikke virker forstyrrende på materiellets korrekte funktion. Undtaget fra dette krav er komponenter, der har en oplagret ladning på 60 µC eller derunder. Hvor denne specificerede afladningshastighed kunne virke forstyrrende på materiellets korrekte funktion, skal der på et tydeligt synligt sted på eller i umiddelbar nærhed af kapslingen med de spændingsførende dele være en holdbar advarselmærkning, der henleder opmærksomheden på faren og angiver den krævede tidsforsinkelse, før kapslingen må åbnes.

Ved stikpropper eller lignende anordninger, hvor udtræk af disse medfører blotlæggelse af ledere (fx stikben), må tiden til afladning til 60 V ikke overstige 1 s, ellers skal sådanne ledere være beskyttet svarende til mindst IP2X eller IPXXB. Hvis hverken en afladningstid på 1 s eller en beskyttelse svarende til mindst IP2X eller IPXXB kan opnås (fx i forbindelse med aftagelige strømaftagere på ledningstråde, strømskinner eller slæberingssamlinger, se 12.7.4), skal der forefindes supplerende koblingsapparater eller et passende advarselsskilt, der henleder opmærksomheden på faren og angiver den krævede tidsforsinkelse. Når materiellet er placeret på steder, der er tilgængelige for alle, hvilket kan omfatte børn, er advarsler ikke tilstrækkeligt, og derfor er en kapslingsklasse mindst svarende til IP4X eller IPXXD, påkrævet som beskyttelse mod berøring af spændingsførende dele.

NOTE – Frekvensomformere og forsyninger til d.c.-samleskinner kan typisk have en længere afladningstid end 5 s.

6.2.5 Beskyttelse ved hjælp af barrierer

For beskyttelse ved hjælp af barrierer gælder kravene i IEC 60364-4-41.

6.2.6 Beskyttelse ved placering uden for rækkevidde eller ved hjælp af spærringer

For beskyttelse ved placering uden for rækkevidde gælder kravene i IEC 60364-4-41. For beskyttelse ved hjælp af spærringer gælder kravene i IEC 60364-4-41.

For ledningstrådssystemer eller strømskinnesystemer med en kapslingsklasse svarende til mindre end IP2X eller IPXXB, henvises til 12.7.1.

6.3 Fejlbeskyttelse (beskyttelse mod indirekte berøring)

6.3.1 Generelt

Fejlbeskyttelse (3.1.31) har til formål at forhindre farlige situationer, der skyldes isolationsfejl mellem spændingsførende dele og udsatte ledende dele.

For hver kreds eller del af det elektriske materiel skal mindst én af foranstaltningerne i 6.3.2 til 6.3.3 anvendes:

- measures to prevent the occurrence of a touch voltage (6.3.2); or
- automatic disconnection of the supply before the time of contact with a touch voltage can become hazardous (6.3.3).

NOTE 1 The risk of harmful physiological effects from a touch voltage depends on the value of the touch voltage and the duration of possible exposure.

NOTE 2 IEC 61140 provides information about classes of equipment and protective provisions.

6.3.2 Prevention of the occurrence of a touch voltage

6.3.2.1 General

Measures to prevent the occurrence of a touch voltage include the following:

- provision of class II equipment or by equivalent insulation;
- electrical separation.

6.3.2.2 Protection by provision of class II equipment or by equivalent insulation

This measure is intended to prevent the occurrence of touch voltages on the accessible parts through a fault in the basic insulation.

This protection is provided by one or more of the following:

- class II electrical devices or apparatus (double insulation, reinforced insulation or by equivalent insulation in accordance with IEC 61140);
- switchgear and controlgear assemblies having total insulation in accordance with IEC 61439-1;
- supplementary or reinforced insulation in accordance with IEC 60364-4-41.

6.3.2.3 Protection by electrical separation

Electrical separation of an individual circuit is intended to prevent a touch voltage through contact with exposed conductive parts that can be energized by a fault in the basic insulation of the live parts of that circuit.

For this type of protection, the requirements of IEC 60364-4-41 apply.

6.3.3 Protection by automatic disconnection of supply

Automatic disconnection of the supply of any circuit affected by an insulation fault is intended to prevent a hazardous situation resulting from a touch voltage.

This measure consists of the interruption of one or more of the line conductors by the automatic operation of a protective device in case of a fault. This interruption shall occur within a sufficiently short time to limit the duration of a touch voltage to a time within the limits specified in Annex A for TN and TT systems.

This measure necessitates co-ordination between:

- the type of supply system, the supply source impedance and the earthing system;
- the impedance values of the different elements of the line and of the associated fault current paths through the protective bonding circuit;
- the characteristics of the protective devices that detect insulation fault(s).

NOTE 1 Details of verification of conditions for protection by automatic disconnection of supply are provided in 18.2.

This protective measure comprises both:

- foranstaltninger til at forebygge forekomst af berøringsspænding (6.3.2) eller
- automatisk afbrydelse af forsyningen, før kontakt med en berøringsspænding kan blive farlig (6.3.3).

NOTE 1 – Risikoen for skadelige fysiologiske virkninger fra en berøringsspænding afhænger af berøringsspændingens værdi og varigheden af eventuel eksponering.

NOTE 2 – IEC 61140 giver oplysninger om materielklasser og beskyttelsesforanstaltninger.

6.3.2 Forebyggelse af forekomst af berøringsspænding

6.3.2.1 Generelt

Foranstaltninger til at forebygge forekomst af berøringsspænding omfatter følgende:

- tilvejebringelse af materiel i klasse II eller tilsvarende isolation
- elektrisk adskillelse.

6.3.2.2 Beskyttelse ved tilvejebringelse af materiel i klasse II eller tilsvarende isolation

Hensigten med denne foranstaltning er at forhindre, at der forekommer berøringsspændinger på de tilgængelige dele ved en fejl i grundisolationen.

Denne beskyttelse tilvejebringes på en eller flere af følgende måder:

- elektriske anordninger og apparater i klasse II (dobbelt isolation, forstærket isolation eller tilsvarende isolation i overensstemmelse med IEC 61140)
- fordelingstavler med en samlet isolation i overensstemmelse med IEC 61439-1
- supplerende eller forstærket isolation i overensstemmelse med IEC 60364-4-41.

6.3.2.3 Beskyttelse ved hjælp af elektrisk adskillelse

Elektrisk adskillelse af en individuel kreds har til hensigt at forebygge en berøringsspænding ved kontakt med udsatte ledende dele, som kan komme under spænding ved en fejl i grundisolationen i kredsens spændingsførende dele.

For denne type beskyttelse gælder kravene i IEC 60364-4-41.

6.3.3 Beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen

Hensigten med automatisk afbrydelse af forsyningen til enhver kreds, der er påvirket af isolationsfejl, er at forhindre en farlig situation som følge af berøringsspænding.

Denne foranstaltning består af afbrydelse af en eller flere af faselederne ved beskyttelsesudstyrs automatiske funktion i tilfælde af en fejl. Denne afbrydelse skal ske inden for tilstrækkelig kort tid til at begrænse varigheden af en berøringsspænding til et tidsrum inden for de grænser, der er specificeret i anneks A for TN- og TT-systemer.

Denne foranstaltning kræver koordinering mellem:

- typen af forsyningssystem, forsyningskildens impedans og jordingssystemet
- impedansværdierne af faselederens forskellige elementer og de tilhørende fejlstrømsveje gennem den beskyttende udligningskreds
- egenskaberne ved det beskyttelsesudstyr, der detekterer isolationsfejl.

NOTE 1 – Detaljer om verifikation af betingelser for beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen findes i 18.2.

Denne beskyttelsesforanstaltning omfatter både:

- protective bonding of exposed conductive parts (see 8.2.3),
- and one of the following:
 - a) In TN systems, the following protective devices may be used:
 - overcurrent protective devices;
 - residual current protective devices (RCDs) and associated overcurrent protective device(s).

NOTE 2 The preventive maintenance can be enhanced by use of a residual current monitoring device, RCM, complying with IEC 62020.

- b) in TT systems, either:
 - RCDs and associated overcurrent protective device(s) to initiate the automatic disconnection of the supply on detection of an insulation fault from a live part to exposed conductive parts or to earth, or
 - overcurrent protective devices may be used for fault protection provided a suitably low value of the fault loop impedance Z_s (see A.2.2.3) is permanently and reliably assured;

NOTE 3 The preventive maintenance can be enhanced by use of a residual current monitoring device, RCM, complying with IEC 62020.

- c) In IT systems the relevant requirements of IEC 60364-4-41 shall be fulfilled. During an insulation fault, an acoustic and optical signal shall be sustained. After annunciation, the acoustic signal may then be manually muted. This can require an agreement between the supplier and user regarding the provision of insulation monitoring devices and/or insulation fault location system(s).

NOTE 4 In large machines, the provision of an insulation fault location system (IFLS) in accordance with IEC 61557-9 can facilitate maintenance.

Where automatic disconnection is provided in accordance with a), and disconnection within the time specified in A.1.1 cannot be assured, supplementary protective bonding shall be provided as necessary to meet the requirements of A.1.3.

Where a power drive system (PDS) is provided, fault protection shall be provided for those circuits of the power drive system that are supplied by the converter. Where this protection is not provided within the converter, the necessary protection measures shall be in accordance with the converter manufacturer's instructions.

6.4 Protection by the use of PELV

6.4.1 General requirements

The use of PELV (Protective Extra-Low Voltage) is to protect persons against electric shock from indirect contact and limited area direct contact (see 8.2.1).

PELV circuits shall satisfy all of the following conditions:

- a) the nominal voltage shall not exceed:
 - 25 V AC r.m.s. or 60 V ripple-free DC when the equipment is normally used in dry locations and when large area contact of live parts with the human body is not expected; or
 - 6 V AC r.m.s. or 15 V ripple-free DC in all other cases;

NOTE "Ripple-free" is conventionally defined for a sinusoidal ripple voltage as a ripple content of not more than 10 % r.m.s.

- b) one side of the circuit or one point of the source of the supply of that circuit shall be connected to the protective bonding circuit;
 - c) live parts of PELV circuits shall be electrically separated from other live circuits. Electrical separation shall be not less than that required between the primary and secondary circuits of a safety isolating transformer (see IEC 61558-1 and IEC 61558-2-6);

– beskyttende udligning af udsatte ledende dele (se 8.2.3)

– og et af følgende:

a) I TN-systemer kan følgende beskyttelsesudstyr anvendes:

- overstrømsbeskyttelsesudstyr
- fejlstrømsafbrydere (RCD'er) og tilhørende overstrømsbeskyttelsesudstyr.

NOTE 2 – Den forebyggende vedligeholdelse kan forstærkes ved brug af fejlstrømsovervågningsudstyr (RCM), der er i overensstemmelse med IEC 62020.

b) I TT-systemer, enten:

- RCD'er og tilhørende overstrømsbeskyttelsesudstyr til at iværksætte den automatisk afbrydelse af forsyningen ved detektering af en isolationsfejl fra en spændingsførende del til udsatte ledende dele eller til jord, eller
- overstrømsbeskyttelsesudstyr kan anvendes til fejlbeskyttelse forudsat at en passende lav værdi af fejlsløjfeimpedansen Z_s (se A.2.2.3) er permanent og pålideligt sikret.

NOTE 3 – Den forebyggende vedligeholdelse kan forstærkes ved brug af fejlstrømsovervågningsudstyr (RCM), der er i overensstemmelse med IEC 62020.

c) I IT-systemer skal de relevante krav i IEC 60364-4-41 være opfyldt. Under en isolationsfejl skal et akustisk og optisk signal opretholdes. Efter meldingen kan det akustiske signal forbikobles manuelt. Dette kan kræve en aftale mellem leverandør og bruger angående tilvejebringelse af udstyr til isolationsovervågning og/eller systemer til lokalisering af isolationsfejl.

NOTE 4 – I store maskiner kan tilvejebringelse af et system til lokalisering af isolationsfejl (IFLS) i overensstemmelse med IEC 61557-9 facilitere vedligeholdelse.

Hvor der forefindes automatisk afbrydelse i overensstemmelse med a), og afbrydelse inden for det tidsrum, der er specificeret i A.1.1, ikke kan sikres, skal der tilvejebringes supplerende beskyttende udligning efter behov for at opfylde kravene i A.1.3.

Hvor der forefindes et drevsystem (PDS), skal der tilvejebringes fejlbeskyttelse for de kredse i drevsystemet, der forsynes fra omformeren. Hvor denne beskyttelse ikke forefindes i omformeren, skal de nødvendige beskyttelsesforanstaltninger være i overensstemmelse med omformerproducentens anvisninger.

6.4 Beskyttelse ved anvendelse af ekstra lav beskyttelsesspænding (PELV)

6.4.1 Generelle krav

Hensigten med anvendelse af ekstra lav beskyttelsesspænding (PELV) er at beskytte personer mod elektrisk stød ved indirekte berøring og, i et begrænset område, direkte berøring (se 8.2.1).

PELV-kredse skal opfylde alle de følgende betingelser:

a) Den nominelle spænding må ikke overstige:

- 25 V a.c. r.m.s. eller 60 V ripplefri d.c., når materiellet anvendes normalt i tørre omgivelser, og når der ikke forventes berøring med menneskekroppen af store områder på spændingsførende dele, eller
- 6 V a.c. r.m.s. eller 15 V ripplefri d.c. i alle andre tilfælde.

NOTE – "Ripplefri" defineres traditionelt for en sinusformet ripplespænding som et rippleindhold på højst 10 % r.m.s.

b) En side af kredsen eller et punkt i forsyningskilden skal være forbundet med den beskyttende udligningskreds.

c) Spændingsførende dele i PELV-kredse skal være elektrisk adskilt fra andre spændingsførende kredse. Den elektriske adskillelse må ikke være mindre end den, der er krævet mellem primære og sekundære kredse i en sikkerhedstransformer (se IEC 61558-1 og IEC 61558-2-6).

- d) conductors of each PELV circuit shall be physically separated from those of any other circuit. When this requirement is impracticable, the insulation provisions of 13.1.3 shall apply;
- e) plugs and socket-outlets for a PELV circuit shall conform to the following:
 - plugs shall not be able to enter socket-outlets of other voltage systems;
 - socket-outlets shall not admit plugs of other voltage systems.

6.4.2 Sources for PELV

The source for PELV shall be one of the following:

- a safety isolating transformer in accordance with IEC 61558-1 and IEC 61558-2-6;
- a source of current providing a degree of safety equivalent to that of the safety isolating transformer (for example a motor generator with winding providing equivalent isolation);
- an electrochemical source (for example a battery) or another source independent of a higher voltage circuit (for example a diesel-driven generator);
- an electronic power supply conforming to appropriate standards specifying measures to be taken to ensure that, even in the case of an internal fault, the voltage at the outgoing terminals cannot exceed the values specified in 6.4.1.

7 Protection of equipment

7.1 General

This Clause 7 details the measures to be taken to protect equipment against the effects of:

- overcurrent arising from a short-circuit;
- overload and/or loss of cooling of motors;
- abnormal temperature;
- loss of or reduction in the supply voltage;
- overspeed of machines/machine elements;
- earth fault/residual current;
- incorrect phase sequence;
- overvoltage due to lightning and switching surges.

7.2 Overcurrent protection

7.2.1 General

Overcurrent protection shall be provided where the current in any circuit can exceed either the rating of any component or the current carrying capacity of the conductors, whichever is the lesser value. The ratings or settings to be selected are detailed in 7.2.10.

7.2.2 Supply conductors

Unless otherwise specified by the user, the supplier of the electrical equipment is not responsible for providing the supply conductors and the overcurrent protective device for the supply conductors to the electrical equipment.

The supplier of the electrical equipment shall state in the installation documents the data necessary for conductor dimensioning (including the maximum cross-sectional area of the supply conductor that can be connected to the terminals of the electrical equipment) and for selecting the overcurrent protective device (see 7.2.10 and 17).

- d) Ledere i hver PELV-kreds skal være fysisk adskilt fra ledere i alle andre kredse. Når dette krav ikke kan opfyldes i praksis, gælder bestemmelserne om isolation i 13.1.3.
- e) Stikpropper og stikkontakter til en PELV-kreds skal opfylde følgende krav:
- Stikpropper må ikke kunne sættes i stikkontakter, der hører til andre spændingssystemer
 - Stikkontakter skal forhindre isætning af stikpropper, der hører til andre spændingssystemer.

6.4.2 Strømkilder for ekstra lav beskyttelsesspænding (PELV)

Strømkilden for PELV skal være en af følgende:

- en sikkerhedstransformer i overensstemmelse med EN 61558-1 og IEC 61558-2-6
- en strømkilde, der yder en grad af sikkerhed svarende til en sikkerhedstransformer (fx en motorgenerator med viklinger, der yder tilsvarende adskillelse)
- en elektrokemisk strømkilde (fx et batteri) eller en anden strømkilde, som er uafhængig af en strømkreds med højere spænding (fx en dieseldrevet generator)
- en elektronisk strømforsyning, der opfylder relevante standarder, hvori der er foranstaltninger til at sikre, at spændingen på afgangsklemmerne, selv i tilfælde af indvendige fejl, ikke kan overskride værdierne anført i 6.4.1.

7 Beskyttelse af materiel

7.1 Generelt

Dette pkt. 7 angiver detaljer om de foranstaltninger, der skal træffes for at beskytte materiel mod virkningerne af:

- overstrøm opstået ved kortslutning
- overbelastning og/eller tab af køling af motorer
- unormal temperatur
- tab eller reduktion af forsyningsspændingen
- overhastighed af maskiner/maskinelementer
- jordfejl/fejlstrøm
- forkert fasefølge
- overspænding pga. lyn og koblingstransienter.

7.2 Overstrømsbeskyttelse

7.2.1 Generelt

Der skal være overstrømsbeskyttelse, hvor strømmen i en maskines kreds kan overstige enten en enkelt komponents strømværdi eller ledernes strømværdi, uanset hvilken der har den mindste værdi. De strømværdier eller indstillinger, der skal vælges, er beskrevet i detaljer i 7.2.10.

7.2.2 Forsyningsledere

Medmindre andet er specificeret af brugeren, er leverandøren af det elektriske materiel ikke ansvarlig for at levere forsyningslederne og overstrømsbeskyttelsesudstyret til forsyningslederne til det elektriske materiel.

Leverandøren af det elektriske materiel skal i installationsdokumenterne angive de data, der er nødvendige for dimensionering af lederen (herunder det maksimale tværsnitsareal af forsyningslederen, der kan tilsluttes det elektriske materiels klemmer), og de data, der er nødvendige for valg af overstrømsbeskyttelsesudstyret (se 7.2.10 og 17).

7.2.3 Power circuits

Devices for detection and interruption of overcurrent, selected in accordance with 7.2.10, shall be applied to each live conductor including circuits supplying control circuit transformers.

The following conductors, as applicable, shall not be disconnected without disconnecting all associated live conductors:

- the neutral conductor of AC power circuits;
- the earthed conductor of DC power circuits;
- DC power conductors bonded to exposed conductive parts of mobile machines.

Where the cross-sectional area of the neutral conductor is at least equal to or equivalent to that of the line conductors, it is not necessary to provide overcurrent detection for the neutral conductor nor a disconnecting device for that conductor. For a neutral conductor with a cross-sectional area smaller than that of the associated line conductors, the measures detailed in 524 of IEC 60364-5-52:2009 shall apply.

In IT systems, it is recommended that the neutral conductor is not used. However, where a neutral conductor is used, the measures detailed in 431.2.2 of IEC 60364-4-43:2008 shall apply.

7.2.4 Control circuits

Conductors of control circuits directly connected to the supply voltage shall be protected against overcurrent in accordance with 7.2.3.

Conductors of control circuits supplied by a transformer or DC supply shall be protected against overcurrent (see also 9.4.3.1.1):

- in control circuits connected to the protective bonding circuit, by inserting an overcurrent protective device into the switched conductor;
- in control circuits not connected to the protective bonding circuit;
 - where all control circuits of the equipment have the same current carrying capacity, by inserting an overcurrent protective device into the switched conductor, or;
 - where different control circuits of the equipment have different current carrying capacity, by inserting an overcurrent protective device into both switched and common conductors of each control circuit.

Exception: Where the supply unit provides current limiting below the current carrying capacity of the conductors in a circuit and below the current rating of connected components, no separate overcurrent protective device is required.

7.2.5 Socket outlets and their associated conductors

Overcurrent protection shall be provided for the circuits feeding the general purpose socket outlets intended primarily for supplying power to maintenance equipment. Overcurrent protective devices shall be provided in the unearthed live conductors of each circuit feeding such socket outlets. See also 15.1.

7.2.6 Lighting circuits

All unearthed conductors of circuits supplying lighting shall be protected against the effects of short-circuits by the provision of overcurrent devices separate from those protecting other circuits.

7.2.3 Effektkredse

Der skal anvendes udstyr til detektering og afbrydelse af overstrøm valgt i overensstemmelse med 7.2.10 til hver spændingsførende leder, herunder kredse, som forsyner styrekredstransformere.

Følgende ledere må, hvor det er relevant, ikke afbrydes, uden at alle tilhørende spændingsførende ledere afbrydes:

- nullederen i a.c.-effektkredse
- jordlederen i d.c.-effektkredse
- d.c.-effektledere forbundet til udsatte ledende dele på mobile maskiner.

Hvor nullederens tværsnit mindst er lig med eller ækvivalent med faselederens tværsnitsareal, er overstrømsdetektering eller en adskiller i nullederen ikke nødvendig. For en nulleder med et tværsnit under det, der forbindes med faseledere, gælder foranstaltningerne i 524 i IEC 60364-5-52:2009.

I IT-systemer anbefales det, at nullederen ikke anvendes. Hvor der imidlertid anvendes en nulleder, gælder foranstaltningerne i 431.2.2 i IEC 60364-4-43:2008.

7.2.4 Styrekredse

Ledere i styrekredse, der er direkte forbundet med forsyningsspændingen, skal være beskyttet mod overstrøm i overensstemmelse med 7.2.3.

Ledere i styrekredse, der forsynes af en transformer eller en d.c.-forsyning, skal være beskyttet mod overstrøm (se også 9.4.3.1.1):

- i styrekredse forbundet til den beskyttende udligningskreds, ved indskydelse af et overstrømsbeskyttelsesudstyr i den koblede leder
- i styrekredse, der ikke er forbundet til en beskyttende udligningskreds
 - hvor alle materiellets styrekredse har samme strømværdi, ved indskydelse af et overstrømsbeskyttelsesudstyr i den koblede leder, eller
 - hvor materiellets forskellige styrekredse har forskellige strømværdier, ved indskydelse af et overstrømsbeskyttelsesudstyr i både koblede ledere og fællesledere for hver styrekreds.

Undtagelse: Hvor forsyningsenheden giver strømbegrænsning under strømværdien af lederne i kredsen og under strømværdien af tilsluttede komponenter, er separat overstrømsbeskyttelsesudstyr ikke nødvendigt.

7.2.5 Stikkontakter og tilhørende ledere

Der skal være overstrømsbeskyttelse af de kredse, som forsyner almindelige stikkontakter, hvis tilsigtede anvendelse primært er at forsyne vedligeholdelsesudstyr. Der skal forefindes overstrømsbeskyttelsesudstyr i de ikke-jordede spændingsførende ledere i hver kreds, som forsyner sådanne stikkontakter. Se også 15.1.

7.2.6 Belysningskredse

Alle ikke-jordede ledere i kredse, der forsyner belysning, skal være beskyttet mod virkningerne af kortslutning ved anvendelse af separat overstrømsbeskyttelsesudstyr, der ikke anvendes til beskyttelse af andre kredse.

7.2.7 Transformers

Transformers shall be protected by an overcurrent protective device having a type and setting in accordance with the transformer manufacturer's instructions. Such protection shall (see also 7.2.10):

- avoid nuisance tripping due to transformer magnetizing inrush currents;
- avoid a winding temperature rise in excess of the permitted value for the insulation class of transformer when it is subjected to the effects of a short-circuit at its secondary terminals.

7.2.8 Location of overcurrent protective devices

An overcurrent protective device shall be located at the point where a reduction in the cross-sectional area of the conductors or another change reduces the current-carrying capacity of the conductors, except where all the following conditions are satisfied:

- the current carrying capacity of the conductors is at least equal to that of the load;
- the part of the conductor(s) between the point of reduction of current-carrying capacity and the position of the overcurrent protective device is no longer than 3 m;
- the conductors are installed in such a manner as to reduce the possibility of a short-circuit, for example, protected by an enclosure or duct.

7.2.9 Overcurrent protective devices

The rated short-circuit breaking capacity shall be at least equal to the prospective fault current at the point of installation. Where the short-circuit current to an overcurrent protective device can include additional currents other than from the supply (for example from motors, from power factor correction capacitors), those currents shall be taken into consideration.

NOTE Information on co-ordination under short-circuit conditions between a circuit-breaker and another short-circuit protective device is provided in Annex A of IEC 60947-2:2006, IEC 60947-2:2006/AMD1:2009 and IEC 60947-2:2006/AMD2:2013.

Where fuses are provided as overcurrent protective devices, a type readily available in the country of use shall be selected, or arrangements shall be made for the supply of spare parts.

7.2.10 Rating and setting of overcurrent protective devices

The rated current of fuses or the setting current of other overcurrent protective devices shall be selected as low as possible but adequate for the anticipated overcurrents (for example during starting of motors or energizing of transformers). When selecting those protective devices, consideration shall be given to the protection of switching devices against damage due to overcurrents.

The rated current or setting of an overcurrent protective device for conductors is determined by the current carrying capacity of the conductors to be protected in accordance with 12.4, Clause D.3 and the maximum allowable interrupting time t in accordance with Clause D.4, taking into account the needs of co-ordination with other electrical devices in the protected circuit.

7.3 Protection of motors against overheating

7.3.1 General

Protection of motors against overheating shall be provided for each motor rated at more than 0,5 kW.

Exception: In applications where an automatic interruption of the motor operation is unacceptable (for example fire pumps), the means of detection shall give a warning signal to which the operator can respond.

7.2.7 Transformere

Transformere skal være beskyttet af overstrømsbeskyttelsesudstyr af en type og indstilling, der er i overensstemmelse med transformerproducentens anvisninger. En sådan beskyttelse skal (se også 7.2.10)

- forhindre generende udkobling pga. magnetiseringsstrøm fra transformeren ved indkobling
- forhindre en stigning i viklingstemperaturen over den værdi, der er tilladt for transformerens isolationsklasse, når den udsættes for virkningerne af en kortslutning ved de sekundære klemmer.

7.2.8 Placering af overstrømsbeskyttelsesudstyr

Overstrømsbeskyttelsesudstyr skal placeres på det sted, hvor en reduktion af ledernes tværsnit eller en anden ændring medfører en reduktion af ledernes strømværdi, undtagen hvor alle de følgende betingelser er opfyldt:

- Ledernes strømværdi er som minimum lig med belastningsstrømmen
- Den del af lederen, der er mellem punktet for reduktion af strømværdien og placeringen af overstrømsbeskyttelsesudstyret, overstiger ikke 3 m
- Lederne er installeret på en sådan måde, at muligheden for kortslutning reduceres, fx ved beskyttelse med en kapsling eller en lukket kanal.

7.2.9 Overstrømsbeskyttelsesudstyr

Mærkeværdien af kortslutningsbrydeevnen skal som minimum være lig med den prospektive fejlstrøm på installationspunktet. Hvor kortslutningsstrømmen til et overstrømsbeskyttelsesudstyr kan omfatte supplerende strømme fra andre kilder end forsyningen (fx fra motorer, fra kondensatorer til effektfaktorkorrektion), skal der tages højde for disse strømme.

NOTE – Information om koordinering under kortslutningsforhold mellem en maksimalafbryder/automatsikring og andet udstyr til beskyttelse mod kortslutning findes i aneks A i IEC 60947-2:2006, IEC 60947-2:2006/AMD1:2009 og IEC 60947-2:2006/AMD2:2013.

Hvor smeltesikringer anvendes som overstrømsbeskyttelsesudstyr, skal der vælges en type, der er let tilgængelig i brugslandet, eller der skal træffes aftaler om levering af reservedele.

7.2.10 Mærkeværdi for og indstilling af overstrømsbeskyttelsesudstyr

Smeltesikrings mærkestrøm eller indstillingsstrømmen på andet overstrømsbeskyttelsesudstyr skal vælges så lav som muligt men være tilstrækkelig til de forventede overstrømme (fx under start af motorer eller indkobling af transformere). Når dette beskyttelsesudstyr vælges, skal der tages hensyn til beskyttelse af koblingsapparater mod skade pga. overstrøm.

Mærkestrømmen eller indstillingen af overstrømsbeskyttelsesudstyr til ledere bestemmes af strømværdien af de ledere, der skal beskyttes, i overensstemmelse med 12.4, D.3, og den maksimale tilladte afbrydelsestid t i overensstemmelse med D.4, idet der tages højde for behovet for koordinering med andet elektrisk materiel i den beskyttede kreds.

7.3 Beskyttelse af motorer mod overophedning

7.3.1 Generelt

Hver enkelt motor med en mærkeeffekt over 0,5 kW skal beskyttes mod overophedning.

Undtagelse: Til anvendelser, hvor en automatisk afbrydelse af motorens drift ikke kan accepteres (fx brandpumpeinstallationer), skal detekteringsindretningen give et advarselssignal, som operatøren kan reagere på.

Protection of motors against overheating can be achieved by:

- overload protection (7.3.2),

NOTE 1 Overload protective devices detect the time and current relationships (I^2t) in a circuit that are in excess of the rated full load of the circuit and initiate appropriate control responses.

- over-temperature protection (7.3.3), or

NOTE 2 Temperature detection devices sense over-temperature and initiate appropriate control responses.

- current-limiting protection.

Automatic restarting of any motor after the operation of protection against overheating shall be prevented where this can cause a hazardous situation or damage to the machine or to the work in progress.

7.3.2 Overload protection

Where overload protection is provided, detection of overload(s) shall be provided in each live conductor except for the neutral conductor.

However, where the motor overload detection is not used for cable overload protection (see also Clause D.2), detection of overload may be omitted in one of the live conductors. For motors having single-phase or DC power supplies, detection in only one unearthed live conductor is permitted.

Where overload protection is achieved by switching off, the switching device shall switch off all live conductors. The switching of the neutral conductor is not necessary for overload protection.

Where motors with special duty ratings are required to start or to brake frequently (for example, motors for rapid traverse, locking, rapid reversal, sensitive drilling) it can be difficult to provide overload protection with a time constant comparable with that of the winding to be protected. Appropriate protective devices designed to accommodate special duty motors or over-temperature protection (see 7.3.3) can be necessary.

For motors that cannot be overloaded (for example torque motors, motion drives that either are protected by mechanical overload protection devices or are adequately dimensioned), overload protection is not required.

7.3.3 Over-temperature protection

The provision of motors with over-temperature protection in accordance with IEC 60034-11 is recommended in situations where the cooling can be impaired (for example dusty environments). Depending upon the type of motor, protection under stalled rotor or loss of phase conditions is not always ensured by over-temperature protection, and additional protection should then be provided.

Over-temperature protection is also recommended for motors that cannot be overloaded (for example torque motors, motion drives that are either protected by mechanical overload protection devices or are adequately dimensioned), where the possibility of over-temperature exists (for example due to reduced cooling).

7.4 Protection against abnormal temperature

Equipment shall be protected against abnormal temperatures that can result in a hazardous situation.

Beskyttelse af motorer mod overophedning kan opnås ved:

- overbelastningsbeskyttelse (se 7.3.2)

NOTE 1 – Udstyr til beskyttelse mod overbelastning detekterer forhold mellem tid og strøm (I^2t) i en kreds, som overstiger kredsens fulde mærkebelastning, og iværksætter passende styringsrespons.

- beskyttelse mod overtemperatur (7.3.3), eller

NOTE 2 – Temperaturdetekteringsudstyr registrerer en overtemperatur og iværksætter passende styringsrespons.

- strømbegrænsende beskyttelse.

Automatisk genstart af enhver motor efter iværksættelse af beskyttelse mod overophedning skal forhindres, hvor dette kan skabe en farlig situation eller medføre beskadigelse af maskinen eller igangværende arbejde.

7.3.2 Overbelastningsbeskyttelse

Hvor der findes overbelastningsbeskyttelse, skal der være detektering af overbelastning i hver spændingsførende leder undtagen nullederen.

Hvor motorens detektering af overbelastning imidlertid ikke anvendes til overbelastningsbeskyttelse af kablet (se også D.2), kan detektering af overbelastning udelades i en af de spændingsførende ledere. For motorer med enfaset effektforsyning eller d.c.-effektforsyning er kun én ikke-jordet spændingsførende leder tilladt.

Hvor overbelastningsbeskyttelse opnås ved udkobling, skal koblingsapparatet udkoble alle spændingsførende ledere. Kobling af nullederen er ikke nødvendigt for overbelastningsbeskyttelse.

Hvor motorer med særlige mærkeværdier skal foretage hyppig start eller standsning (fx motorer til hurtig traverse-ring, aflåsning, hurtig omstyring, følsom boreoperation), kan det være vanskeligt at tilvejebringe overbelastningsbeskyttelse med en tidskonstant, der er sammenlignelig med tidskonstanten for den vikling, som skal beskyttes. Passende beskyttelsesudstyr, der er konstrueret til motorer med særlige mærkeværdier eller beskyttelse mod overtemperatur (se 7.3.3), kan være nødvendigt.

For motorer, der ikke kan blive overbelastet (fx momentmotorer, bevægelsesdrev, der enten er beskyttet med mekanisk udstyr til beskyttelse mod overbelastning eller er tilstrækkeligt dimensionerede), er overbelastningsbeskyttelse ikke nødvendig.

7.3.3 Beskyttelse mod overtemperatur

Motorer med beskyttelse mod overtemperatur i overensstemmelse med IEC 60034-11 anbefales i situationer, hvor køling kan være forringet (fx støvende miljøer). Afhængigt af typen af motor er beskyttelse under forhold med blokeret rotor eller fasetab ikke altid sikret med en beskyttelse mod overtemperatur, og der bør sørges for supplerende beskyttelse.

Beskyttelse mod overtemperatur anbefales også til motorer, der ikke kan blive overbelastet (fx momentmotorer, bevægelsesdrev, der enten er beskyttet med mekanisk udstyr til beskyttelse mod overbelastning eller er tilstrækkeligt dimensionerede), hvor muligheden for overtemperatur findes (fx på grund af nedsat køling).

7.4 Beskyttelse mod unormale temperaturer

Materiel skal beskyttes mod unormale temperaturer, der kan medføre en farlig situation.

7.5 Protection against the effects of supply interruption or voltage reduction and subsequent restoration

Where a supply interruption or a voltage reduction can cause a hazardous situation, damage to the machine, or to the work in progress, undervoltage protection shall be provided by, for example, switching off the machine at a predetermined voltage level.

Where the operation of the machine can allow for an interruption or a reduction of the voltage for a short time period, delayed undervoltage protection may be provided. The operation of the undervoltage device shall not impair the operation of any stopping control of the machine.

Upon restoration of the voltage or upon switching on the incoming supply, automatic or unexpected restarting of the machine shall be prevented where such a restart can cause a hazardous situation.

Where only a part of the machine or of the group of machines working together in a co-ordinated manner is affected by the voltage reduction or supply interruption, the undervoltage protection shall initiate appropriate control commands to ensure co-ordination.

7.6 Motor overspeed protection

Overspeed protection shall be provided where overspeeding can occur and could possibly cause a hazardous situation taking into account measures in accordance with 9.3.2. Overspeed protection shall initiate appropriate control responses and shall prevent automatic restarting.

The overspeed protection should operate in such a manner that the mechanical speed limit of the motor or its load is not exceeded.

NOTE This protection can consist, for example, of a centrifugal switch or speed limit monitor.

7.7 Additional earth fault/residual current protection

In addition to providing overcurrent protection for automatic disconnection as described in 6.3, earth fault/residual current protection can be provided to reduce damage to equipment due to earth fault currents less than the detection level of the overcurrent protection.

The setting of the devices shall be as low as possible consistent with correct operation of the equipment.

If fault currents with DC components are possible, an RCD of type B in accordance with IEC TR 60755 can be required.

7.8 Phase sequence protection

Where an incorrect phase sequence of the supply voltage can cause a hazardous situation or damage to the machine, protection shall be provided.

NOTE Conditions of use that can lead to an incorrect phase sequence include:

- a machine transferred from one supply to another;
- a mobile machine with a facility for connection to an external power supply.

7.9 Protection against overvoltages due to lightning and to switching surges

Surge protective devices (SPDs) can be provided to protect against the effects of overvoltages due to lightning or to switching surges.

Where provided:

7.5 Beskyttelse mod virkningerne af forsyningsafbrydelse eller spændingsreduktion og efterfølgende genoprettelse

Hvor en forsyningsafbrydelse eller en spændingsreduktion kan skabe en farlig situation eller medføre beskadigelse af maskinen eller igangværende arbejde, skal der tilvejebringes underspændingsbeskyttelse, fx udkobling af maskinen ved et på forhånd fastlagt spændingsniveau.

Hvor maskinens funktion kan give mulighed for en kortvarig afbrydelse eller spændingsreduktion, kan der anvendes en underspændingsbeskyttelse med forsinkelse. Anvendelse af underspændingsbeskyttelsen må ikke begrænse funktionen af nogen af maskinens standsningsstyringer.

Efter genoprettelse af spændingen eller efter indkobling af den indgående forsyning skal automatisk eller uventet genstart af maskinen være forhindret, hvor en sådan genstart kan skabe en farlig situation.

Hvor kun en del af maskinen eller af gruppen af maskiner, som arbejder sammen på en koordineret måde, påvirkes af spændingsreduktionen eller forsyningsafbrydelsen, skal underspændingsbeskyttelsen iværksætte passende styrekommandoer for at sikre koordinering.

7.6 Beskyttelse mod overhastighed af motorer

Der skal forefindes beskyttelse mod overhastighed, hvor overhastighed kan forekomme og eventuelt skabe en farlig situation, under hensyntagen til foranstaltningerne i overensstemmelse med 9.3.2. Beskyttelsen mod overhastighed skal iværksætte passende styringsrespons og skal forhindre automatisk genstart.

Beskyttelsen mod overhastighed bør fungere på en sådan måde, at den mekaniske hastighedsbegrænsning af motoren eller dens belastning ikke overskrides.

NOTE – Denne beskyttelse kan fx bestå af en centrifugalaafbryder eller en hastighedsgrænseovervågning.

7.7 Supplerende beskyttelse mod jordfejl/fejlstrøm

Ud over en overstrømsbeskyttelse til automatisk afbrydelse som beskrevet i 6.3, kan der tilvejebringes beskyttelse mod jordfejl/fejlstrøm for reducere beskadigelse af materiellet pga. jordfejlstrømme, som er mindre end overstrømsbeskyttelsens detekteringsniveau.

Dette udstyrs indstilling skal være så lav som muligt og være forenelig med korrekt funktion af materiellet.

Hvis fejlstrømme med d.c.-komponenter er mulige, kan en fejlstrømsafbryder (RCD) af type B i overensstemmelse med IECTR 60755 være påkrævet.

7.8 Beskyttelse mod forkert fasefølge

Hvor en forkert fasefølge i forsyningsspændingen kan skabe en farlig situation eller medføre beskadigelse af maskinen, skal der forefindes beskyttelse.

NOTE – Brugsbetingelser, der kan føre til en forkert fasefølge omfatter:

- en maskine, der flyttes fra én forsyning til en anden
- en mobil maskine, der kan tilsluttes en ekstern effektforsyning.

7.9 Beskyttelse mod overspænding pga. lyn og koblingstransienter

Der kan tilvejebringes overspændingsafledere (SPD'er) til beskyttelse mod virkningerne af overspænding pga. lyn og koblingstransienter.

Hvor de forefindes

- SPDs for the suppression of overvoltages due to lightning shall be connected to the incoming terminals of the supply disconnecting device.
- SPDs for the suppression of overvoltages due to switching surges shall be connected as necessary for equipment requiring such protection.

NOTE 1 Information about the correct selection and installation of SPDs is given for example in IEC 60364-4-44, IEC 60364-5-53, IEC 61643-12, IEC 62305-1 and IEC 62305-4.

NOTE 2 Equipotential bonding of the machine, its electrical equipment and extraneous-conductive-parts to a common bonding network of the building/site can help mitigate electromagnetic interference, including the effects of lightning, on the equipment.

7.10 Short-circuit current rating

The short-circuit current rating of the electrical equipment shall be determined. This can be done by the application of design rules or by calculation or by test.

NOTE The short-circuit current rating may be determined, for example, in accordance with IEC 61439-1, IEC 60909-0, IEC/TR 60909-1, or IEC/TR 61912-1.

8 Equipotential bonding

8.1 General

This Clause 8 provides requirements for protective bonding and functional bonding. Figure 4 illustrates those concepts.

Protective bonding is a basic provision for fault protection to enable protection of persons against electric shock (see 6.3.3 and 8.2).

The objective of functional bonding (see 8.4) is to reduce:

- the consequence of an insulation failure which could affect the operation of the machine;
- electrical disturbances to sensitive electrical equipment which could affect the operation of the machine;
- induced currents from lightning which could damage the electric equipment.

Functional bonding is achieved by connection to the protective bonding circuit, but where the level of electrical disturbances on the protective bonding circuit is not sufficiently low for proper functioning of electrical equipment, it can be necessary to use separate conductors for protective and functional bonding.

- skal SPD'er til undertrykkelse af overspændinger pga. lyn være tilsluttet forsyningsadskillerens tilgangsklemmer
- skal SPD'er til undertrykkelse af overspændinger pga. koblingstransienter være tilsluttet som nødvendigt for materiel, der kræver sådan beskyttelse.

NOTE 1 – Oplysninger om korrekt valg og installation af SPD'er findes fx i IEC 60364-4-44, IEC 60364-5-53, IEC 61643-12, IEC 62305-1 og IEC 62305-4.

NOTE 2 – Potentialudligning af maskinen, dens elektriske materiel og fremmede ledende dele til et fælles udligningsnetværk i bygningen/på stedet kan medvirke til at afhjælpe elektromagnetisk interferens, herunder virkningerne af lyn, i materiellet.

7.10 Kortslutningsmærkestrøm

Det elektriske materiels kortslutningsmærkestrøm skal bestemmes. Dette kan ske ved anvendelse af dimensioneringsregler, ved beregning eller ved prøvning.

NOTE – Kortslutningsmærkestrømmen kan fx bestemmes i overensstemmelse med IEC 61439-1, IEC 60909-0, IEC/TR 60909-1 eller IEC/TR 61912-1.

8 Potentialudligning

8.1 Generelt

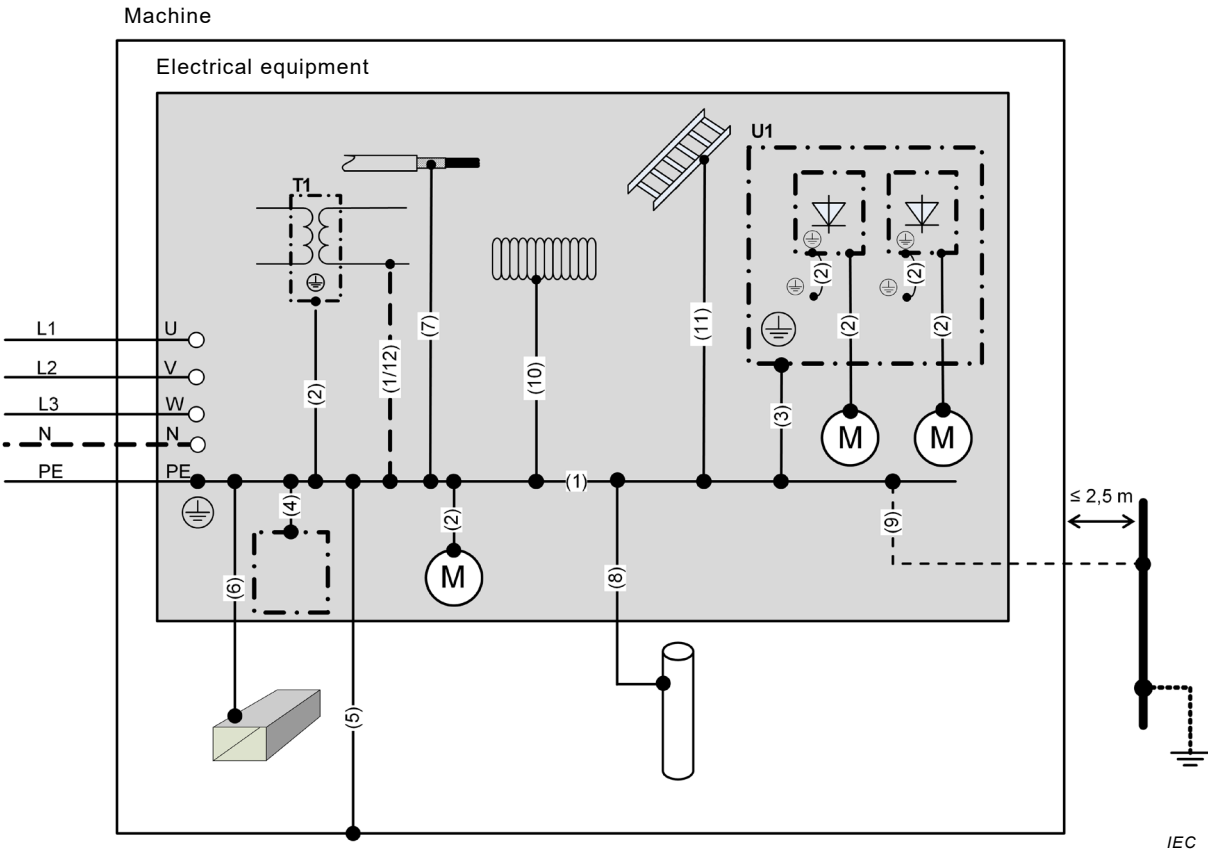
Dette pkt. 8 indeholder krav til beskyttende udligning og funktionsudligning. Disse begreber er illustreret i figur 4.

Beskyttende udligning er en grundlæggende foranstaltning til fejlbeskyttelse, som skal muliggøre beskyttelse af personer mod elektrisk stød (se 6.3.3 og 8.2).

Formålet med funktionsudligning (se 8.4) er at mindske:

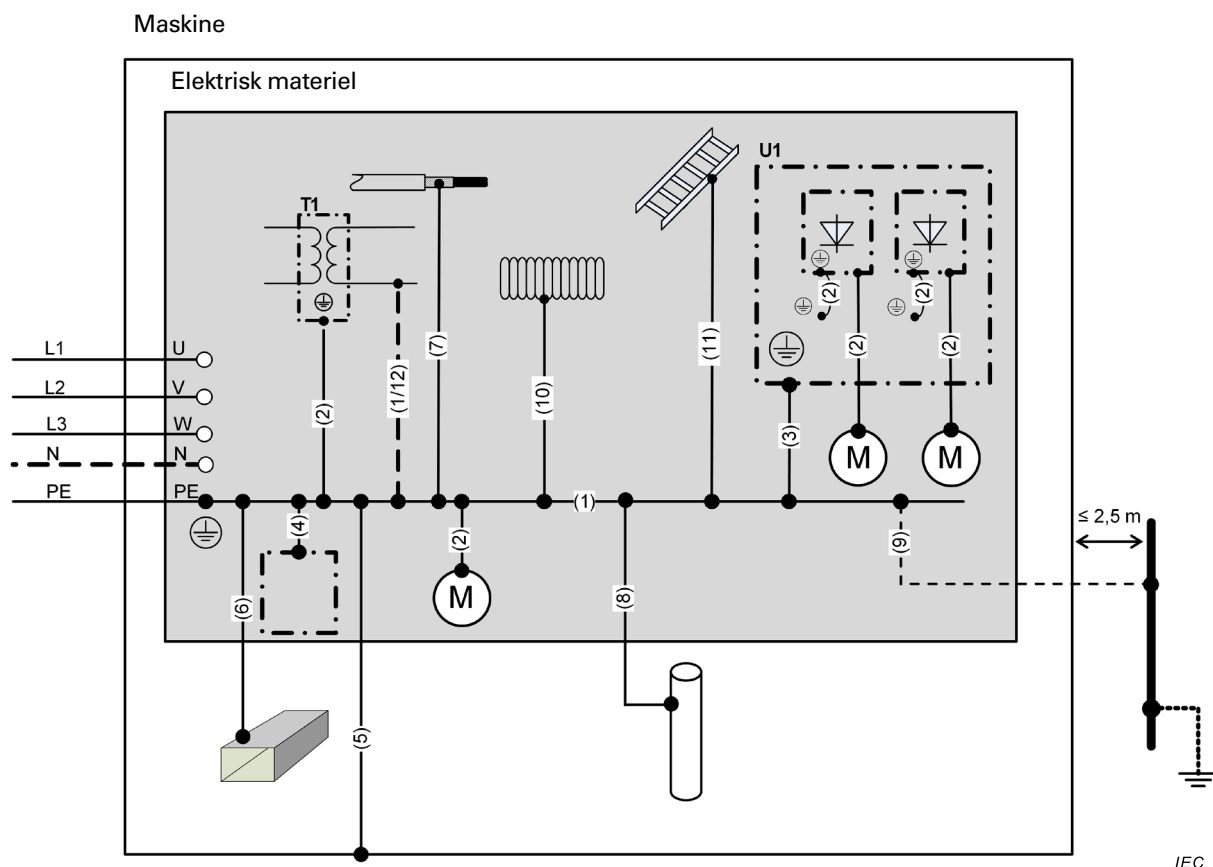
- konsekvenserne af en isolationsfejl, som kan påvirke maskinens funktion
- elektriske forstyrrelser i følsomt elektrisk materiel, som kan påvirke maskinens funktion
- inducerede strømme fra lyn, som kan beskadige det elektriske materiel.

Funktionsudligning opnås ved tilslutning til den beskyttende udligningskreds, men det kan være nødvendigt at anvende separate ledere til beskyttende udligning og funktionsudligning, hvor niveauet af elektriske forstyrrelser er for højt til, at det elektriske materiel kan fungere korrekt.



Protective bonding circuit:	
(1)	Interconnection of protective conductor(s) and the PE terminal
(2)	Connection of exposed conductive parts
(3)	Protective conductor connected to an electrical equipment mounting plate used as a protective conductor
(4)	Connection of conductive structural parts of the electrical equipment
(5)	Conductive structural parts of the machine
Parts connected to the protective bonding circuit which are not to be used as protective conductor:	
(6)	Metal ducts of flexible or rigid construction
(7)	Metallic cable sheaths or armouring
(8)	Metallic pipes containing flammable materials
(9)	Extraneous-conductive-parts, if earthed independently from the power supply of the machine and liable to introduce a potential, generally the earth potential, (see 17.2 d)), e.g.: metallic pipes, fences, ladders, handrails.
(10)	Flexible or pliable metal conduits
(11)	Protective bonding of support wires, cables tray and cable ladders
Connections to the protective bonding circuit for functional reasons:	
(12)	Functional bonding
Legend to reference designations:	
T1	Auxiliary transformer
U1	Mounting plate of electrical equipment

Figure 4 – Example of equipotential bonding
for electrical equipment of a machine



Beskyttende udligningskreds:	
(1)	Indbyrdes forbindelse mellem beskyttelsesledere og PE-klemmen
(2)	Forbindelse af udsatte ledende dele
(3)	Beskyttelsesleder forbundet med monteringsplade på elektrisk materiel, som anvendes som beskyttelsesleder
(4)	Forbindelse af ledende konstruktionsdele i det elektriske materiel
(5)	Maskinens ledende konstruktionsdele
Dele, der er tilsluttet den beskyttende udligningskreds, som ikke må anvendes som beskyttelsesleder:	
(6)	Lukkede metalkanaler med fleksibel eller stiv konstruktion
(7)	Metalliske kabelkapper eller armering
(8)	Metalliske rør, der indeholder brændbare materialer
(9)	Fremmede ledende dele, hvis disse er jordet uafhængigt af maskinens effektforsyning og sandsynligvis vil indføre et potential – almindeligvis jordpotential (se 17.2 d)), fx: metalliske rør hegn stiger håndlister.
(10)	Fleksible eller bøjelige metalrør
(11)	Beskyttende udligning af bæretråde, kabelbakker og kabelstiger
Forbindelser til den beskyttende udligningskreds af funktionsmæssige årsager:	
(12)	Funktionsudligning
Forklaring til referencebetegnelser:	
T1	Hjælpetransformer
U1	Monteringsplade for elektrisk materiel

Figur 4 – Eksempel på potentialudligning for en maskines elektriske materiel

8.2 Protective bonding circuit

8.2.1 General

The protective bonding circuit consists of the interconnection of:

- PE terminal(s) (see 5.2);
- the protective conductors (see 3.1.51) in the equipment of the machine including sliding contacts where they are part of the circuit;
- the conductive structural parts and exposed conductive parts of the electrical equipment;

Exception: see 8.2.5.

- conductive structural parts of the machine.

All parts of the protective bonding circuit shall be so designed that they are capable of withstanding the highest thermal and mechanical stresses that can be caused by earth-fault currents that could flow in that part of the protective bonding circuit.

The cross-sectional area of every protective conductor which does not form part of a cable or which is not in a common enclosure with the line conductor shall be not less than

- 2,5 mm² Cu or 16 mm² Al if protection against mechanical damage is provided,
- 4 mm² Cu or 16 mm² Al if protection against mechanical damage is not provided.

NOTE The use of steel for a protective conductor is not excluded.

A protective conductor not forming part of a cable is considered to be mechanically protected if it is installed in a conduit, trunking or protected in a similar way. Conductive structural parts of equipment in accordance with 6.3.2.2 need not be connected to the protective bonding circuit. Conductive structural parts of the machine need not be connected to the protective bonding circuit where all the equipment provided is in accordance with 6.3.2.2.

Exposed conductive parts of equipment in accordance with 6.3.2.3 shall not be connected to the protective bonding circuit.

It is not necessary to connect exposed conductive parts to the protective bonding circuit where those parts are mounted so that they do not constitute a hazard because:

- they cannot be touched on large surfaces or grasped with the hand and they are small in size (less than approximately 50 mm × 50 mm); or
- they are located so that either contact with live parts, or an insulation failure, is unlikely.

This applies to small parts such as screws, rivets, and nameplates and to parts inside an enclosure, irrespective of their size (for example electromagnets of contactors or relays and mechanical parts of devices).

8.2.2 Protective conductors

Protective conductors shall be identified in accordance with 13.2.2.

Copper conductors are preferred. Where a conductor material other than copper is used, its electrical resistance per unit length shall not exceed that of the allowable copper conductor and such conductors shall be not less than 16 mm² in cross-sectional area for reasons of mechanical durability.

Metal enclosures or frames or mounting plates of electrical equipment, connected to the protective bonding circuit, may be used as protective conductors if they satisfy the following three requirements:

8.2 Beskyttende udligningskreds

8.2.1 Generelt

Den beskyttende udligningskreds består af indbyrdes forbindelse mellem:

- PE-klemme(r) (se 5.2)
- beskyttelseslederne (se 3.1.51) i maskinens materiel, herunder glidekontakter, hvor disse indgår i kredsen
- de ledende konstruktionsdele og udsatte ledende dele i det elektriske materiel

Undtagelse: Se 8.2.5.

- maskinens ledende konstruktionsdele.

Alle den beskyttende udligningskreds' dele skal være konstrueret således, at de kan modstå de højeste termiske og mekaniske belastninger, der kan forårsages af jordfejlstrømme, som kan løbe i den pågældende del af den beskyttende udligningskreds.

Tværsnitsarealet af alle beskyttelsesledere, der ikke er del af et kabel, eller som ikke er i en fælles kapsling med faselederen, skal mindst være

- 2,5 mm² Cu eller 16 mm² Al, hvis der er beskyttelse mod mekanisk beskadigelse
- 4 mm² Cu eller 16 mm² Al, hvis der ikke er beskyttelse mod mekanisk beskadigelse.

NOTE – Brug af stål til en beskyttelsesleder er ikke udelukket.

En beskyttelsesleder, der ikke er del af et kabel, betragtes som mekanisk beskyttet, hvis den er installeret i et rør eller et kanalsystem eller er beskyttet på en tilsvarende måde. Ledende konstruktionsdele i materiel i overensstemmelse med 6.3.2.2 behøver ikke være forbundet med den beskyttende udligningskreds. Ledende konstruktionsdele i maskinen behøver ikke være forbundet med den beskyttende udligningskreds, hvor alt materiel er i overensstemmelse med 6.3.2.2.

Udsatte ledende dele i materiel i overensstemmelse med 6.3.2.3 må ikke være forbundet med den beskyttende udligningskreds.

Det er ikke nødvendigt at forbinde udsatte ledende dele med den beskyttende udligningskreds, hvor disse dele er monteret således, at de ikke udgør en fare, fordi

- de kan ikke berøres på store overflader, og der kan ikke gribes fat om dem med hånden, og de er små (mindre end ca. 50 mm × 50 mm); eller
- de er placeret således, at berøring af spændingsførende dele eller isolationsfejl er usandsynlig.

Dette gælder for små dele som skruer, nitter og mærkeplader samt for dele inde i kapslingen, uanset deres størrelse (fx elektromagneter på kontaktorer eller relæer og mekaniske dele på udstyr).

8.2.2 Beskyttelsesledere

Beskyttelsesledere skal identificeres i overensstemmelse med 13.2.2.

Kobberledere foretrækkes. Hvor der anvendes andet ledermateriale end kobber, må den elektriske modstand pr. længdeenhed ikke overstige den tilladte kobberleders elektriske modstand pr. længdeenhed, og sådanne ledere skal have et tværsnitsareal på mindst 16 mm² af hensyn til den mekaniske holdbarhed.

Elektrisk materiels metalkapslinger eller rammer eller monteringsplader, der er forbundet med den beskyttende udligningskreds, kan anvendes som beskyttelsesledere, hvis de opfylder følgende tre krav:

- their electrical continuity shall be assured by construction or by suitable connection so as to ensure protection against mechanical, chemical or electrochemical deterioration;
- they comply with the requirements of 543.1 of IEC 60364-5-54:2011;
- they shall permit the connection of other protective conductors at every predetermined tap-off point.

The cross-sectional area of protective conductors shall either be calculated in accordance with 543.1.2 of IEC 60364-5-54:2011, or selected in accordance with Table 1 (see 5.2). See also 8.2.6. and 17.2 (d) of this document.

Each protective conductor shall:

- be part of a multicore cable, or;
- be in a common enclosure with the line conductor, or;
- have a cross-sectional area of at least;
- 2,5 mm² Cu or 16 mm² Al if protection against mechanical damage is provided;
- 4 mm² Cu or 16 mm² Al if protection against mechanical damage is not provided.

NOTE 1 The use of steel for a protective conductor is not excluded.

A protective conductor not forming part of a cable is considered to be mechanically protected if it is installed in a conduit, trunking or protected in a similar way.

The following parts of the machine and its electrical equipment shall be connected to the protective bonding circuit but shall not be used as protective conductors:

- conductive structural parts of the machine;
- metal ducts of flexible or rigid construction;
- metallic cable sheaths or armouring;
- metallic pipes containing flammable materials such as gases, liquids, powder.
- flexible or pliable metal conduits;
- constructional parts subject to mechanical stress in normal service;
- flexible metal parts; support wires; cable trays and cable ladders.

NOTE 2 Information on cathodic protection is provided in 542.2.5 and 542.2.6 of IEC 60364-5-54:2011.

8.2.3 Continuity of the protective bonding circuit

Where a part is removed for any reason (for example routine maintenance), the protective bonding circuit for the remaining parts shall not be interrupted.

Connection and bonding points shall be so designed that their current-carrying capacity is not impaired by mechanical, chemical, or electrochemical influences. Where enclosures and conductors of aluminium or aluminium alloys are used, particular consideration should be given to the possibility of electrolytic corrosion.

Where the electrical equipment is mounted on lids, doors, or cover plates, continuity of the protective bonding circuit shall be ensured and a protective conductor (see 8.2.2) is recommended. Where a protective conductor is not provided, fastenings, hinges or sliding contacts designed to have a low resistance shall be used (see 18.2.2, Test 1).

The continuity of conductors in cables that are exposed to damage (for example flexible trailing cables) shall be ensured by appropriate measures (for example monitoring).

- Deres elektriske kontinuitet skal være sikret gennem konstruktionen eller med egnede forbindelser for at sikre beskyttelse mod mekanisk, kemisk eller elektrokemisk tæring
- De er i overensstemmelse med kravene i 543.1 i IEC 60364-5-54:2011
- Det skal være muligt at tilslutte andre beskyttelsesledere ved alle forudbestemte afgreningssteder.

Beskyttelsesledernes tværsnitsareal skal enten beregnes i overensstemmelse med 543.1.2 i IEC 60364-5-54:2011 eller vælges i henhold til tabel 1 (se 5.2). Se også 8.2.6. og 17.2 d) i dette dokument.

Hver beskyttelsesleder skal

- indgå i et flerlederkabel, eller
- være i samme kapsling som faselederen, eller
- have et tværsnitsareal på mindst:
 - 2,5 mm² Cu eller 16 mm² Al, hvis der er beskyttelse mod mekanisk beskadigelse
 - 4 mm² Cu eller 16 mm² Al, hvis der ikke er beskyttelse mod mekanisk beskadigelse.

NOTE 1 – Brug af stål til en beskyttelsesleder er ikke udelukket.

En beskyttelsesleder, der ikke er del af et kabel, betragtes som mekanisk beskyttet, hvis den er installeret i et rør eller et kanalsystem eller er beskyttet på en tilsvarende måde.

Følgende dele af maskinen og dens elektriske materiel skal være forbundet med den beskyttende udligningskreds, men må ikke anvendes som beskyttelsesledere:

- maskinens ledende konstruktionsdele
- lukkede metalkanaler med fleksibel eller stiv konstruktion
- metalliske kabelkapper eller armering
- metalliske rør, som indeholder brændbare materialer som fx gasser, væsker og pulver
- fleksible eller bøjelige metalrør
- bærende dele, som er udsat for mekanisk påvirkning under normal brug
- fleksible metaldele, bæretråde, kabelbakker og kabelstiger.

NOTE 2 – Oplysninger om katodisk beskyttelse findes i 542.2.5 og 542.2.6 i IEC 60364-5-54:2011.

8.2.3 Kontinuitet af den beskyttende udligningskreds

Hvor en del fjernes, må den beskyttende udligningskreds for de resterende dele ikke afbrydes, uanset årsag (fx rutinemæssig vedligeholdelse).

Tilslutnings- og forbindelsespunkter skal være konstrueret således, at deres strømværdi ikke begrænses af mekaniske, kemiske eller elektrokemiske påvirkninger. Hvor der anvendes kapslinger og ledere af aluminium eller aluminiumlegeringer, bør der tages særligt hensyn til muligheden for elektrolytisk korrosion.

Hvor det elektriske materiel er monteret på låg, låger eller dækplader, skal den beskyttende udligningskreds kontinuitet sikres, og en beskyttelsesleder (se 8.2.2) anbefales. Hvor der ikke forefindes en beskyttelsesleder, skal der anvendes fastgørelser, hængsler eller glidekontakter dimensioneret til en lav modstand (se 18.2.2, prøvning 1).

Kontinuiteten af ledere i kabler, hvor der er mulighed for beskadigelse (fx fleksible slæbekabler) skal sikres med passende foranstaltninger (fx overvågning).

For requirements for the continuity of conductors using conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies, see 12.7.2.

The protective bonding circuit shall not incorporate a switching device, an overcurrent protective device (for example switch, fuse), or other means of interruption.

Exception: links that cannot be opened without the use of a tool and that are located in an enclosed electrical operating area may be provided for test or measurement purposes.

Where the continuity of the protective bonding circuit can be interrupted by means of removable current collectors or plug/socket combinations, the protective bonding circuit shall be interrupted by a first make last break contact. This also applies to removable or withdrawable plug-in units (see also 13.4.5).

8.2.4 Protective conductor connecting points

All protective conductors shall be terminated in accordance with 13.1.1. The protective conductor connecting points are not intended, for example, to attach appliances or parts.

Each protective conductor connecting point shall be marked or labelled as such using the symbol IEC 60417-5019:2006-08 as illustrated in Figure 5:



Figure 5 – Symbol IEC 60417-5019: Protective earth

or with the letters PE, the graphical symbol being preferred, or by use of the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW, or by any combination of these.

8.2.5 Mobile machines

On mobile machines with on-board power supplies, the protective conductors, the conductive structural parts of the electrical equipment, and those extraneous-conductive-parts which form the structure of the machine shall all be connected to a protective bonding terminal to provide protection against electric shock. Where a mobile machine is also capable of being connected to an external incoming power supply, this protective bonding terminal shall be the connection point for the external protective conductor.

NOTE When the supply of electrical energy is self-contained within stationary, mobile, or movable items of equipment, and when there is no external supply connected (for example when an on-board battery charger is not connected), there is no need to connect such equipment to an external protective conductor.

8.2.6 Additional requirements for electrical equipment having earth leakage currents higher than 10 mA

Where electrical equipment has an earth leakage current that is greater than 10 mA AC or DC in any protective conductor, one or more of the following conditions for the integrity of each section of the associated protective bonding circuit that carries the earth leakage current shall be satisfied:

- a) the protective conductor is completely enclosed within electrical equipment enclosures or otherwise protected throughout its length against mechanical damage;
- b) the protective conductor has a cross-sectional area of at least 10 mm² Cu or 16 mm² Al;
- c) where the protective conductor has a cross-sectional area of less than 10 mm² Cu or 16 mm² Al, a second protective conductor of at least the same cross-sectional area is

Se 12.7.2 vedrørende kontinuiteten af ledere, hvortil der anvendes ledningstråde, strømskinner og slæberingssamlinger.

Den beskyttende udligningskreds må ikke indeholde et koblingsapparat, overstrømsbeskyttelsesudstyr (fx afbrydere, smeltesikring) eller andre midler for afbrydelse.

Undtagelse: Forbindelser, der ikke kan åbnes uden brug af værktøj, og som er placeret i et lukket elektrisk driftsområde, kan være tilvejebragt med henblik på prøvning eller måling.

Hvor kontinuiteten af den beskyttende udligningskreds kan afbrydes ved hjælp af aftagelige strømaftagere eller stikprop-stikkontakt-kombinationer, skal den beskyttende udligningskreds afbrydes ved hjælp af en tidligt-sluttesent-afbryde-kontakt. Dette gælder også for aftagelige eller udtagelige indstiksenheder (se også 13.4.5).

8.2.4 Beskyttelseslederens forbindelsespunkter

Alle beskyttelsesledere skal afsluttes i overensstemmelse med 13.1.1. Beskyttelseslederens forbindelsespunkter er ikke beregnet til fx fastgørelse af apparatur eller dele.

Hvert af beskyttelseslederens forbindelsespunkter skal mærkes som værende beskyttelseslederens forbindelsespunkter ved anvendelse af symbolet IEC 60417-5019:2006-08 som illustreret i figur 5:



Figur 5 – Symbol IEC 60417-5019: Beskyttelsesjord

eller bogstaverne PE, idet det grafiske symbol foretrækkes, eller ved anvendelse af kombinationen af de to farver GRØN-OG-GUL, eller ved enhver kombination af disse.

8.2.5 Mobile maskiner

På mobile maskiner med indbygget effektforsyning skal beskyttelseslederne, det elektriske materiels ledende konstruktionsdele og de fremmede ledende dele, som danner maskinens konstruktion, alle være tilsluttet en beskyttelsesudligningsklemme for at sikre beskyttelse mod elektrisk stød. Hvor en mobil maskine også kan tilsluttes en ekstern indgående effektforsyning, skal denne beskyttelsesudligningsklemme være forbindelsespunkt for den eksterne beskyttelsesleder.

NOTE – Når strømforsyningen er en selvstændig forsyning i stationære, mobile eller flytbare dele af materiel, og hvor der ikke er nogen ekstern forsyning tilsluttet (fx når en indbygget batterioplader ikke er tilsluttet), er der intet behov for at tilslutte sådant materiel til en ekstern beskyttelsesleder.

8.2.6 Supplerende krav til elektrisk materiel med lækstrømme til jord over 10 mA

Hvor elektrisk materiel har en lækstrøm til jord, der er større end 10 mA a.c. eller d.c. i en beskyttelsesleder, skal en eller flere af de følgende betingelser for integriteten i hver sektion af den tilhørende beskyttende udligningskreds, der bærer lækstrømmen til jord, være opfyldt:

- Beskyttelseslederen er helt omsluttet af det elektriske materiels kapslinger eller på anden vis beskyttet mod mekanisk skade i hele sin længde.
- Beskyttelseslederen har et tværsnitsareal på mindst 10 mm² Cu eller 16 mm² Al.
- Hvor beskyttelseslederen har et tværsnitsareal på mindre end 10 mm² Cu eller 16 mm² Al, er der endnu en be-

provided up to a point where the protective conductor has a cross-sectional area not less than 10 mm² Cu or 16 mm² Al. This can require that the electrical equipment has a separate terminal for a second protective conductor.

- d) the supply is automatically disconnected in case of loss of continuity of the protective conductor;
- e) where a plug-socket combination is used, an industrial connector in accordance with IEC 60309 series, with adequate strain relief and a minimum protective earthing conductor cross-section of 2,5 mm² as part of a multi-conductor power cable is provided.

A statement shall be given in the instructions for installation that the equipment shall be installed as described in this 8.2.6.

NOTE A warning label may also be provided adjacent to the PE terminal to state that the protective conductor current exceeds 10mA.

8.3 Measures to restrict the effects of high leakage current

The effects of high leakage current can be restricted to the equipment having high leakage current by connection of that equipment to a dedicated supply transformer having separate windings. The protective bonding circuit shall be connected to exposed conductive parts of the equipment and, in addition, to the secondary winding of the transformer. The protective conductor(s) between the equipment and the secondary winding of the transformer shall comply with one or more of the arrangements described in 8.2.6.

8.4 Functional bonding

Protection against maloperation as a result of insulation failures can be achieved by connecting to a common conductor in accordance with 9.4.3.1.1.

For recommendations regarding functional bonding to avoid maloperation due to electromagnetic disturbances, see 4.4.2 and Annex H.

Functional bonding connecting points should be marked or labelled as such using the symbol IEC 60417-5020:2002-10 (see Figure 6).

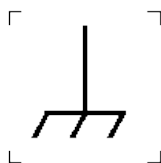


Figure 6 – Symbol IEC 60417-5020: Frame or chassis

9 Control circuits and control functions

9.1 Control circuits

9.1.1 Control circuit supply

Where control circuits are supplied from an AC source, transformers having separate windings shall be used to separate the power supply from the control supply.

Examples include:

- control transformers having separate windings in accordance with IEC 61558-2-2,
- switch mode power supply units in accordance with IEC 61558-2-16 fitted with transformers having separate windings,

skyttelsesleder med som minimum det samme tværsnitsareal frem til det punkt, hvor beskyttelseslederen har et tværsnitsareal på mindst 10 mm² Cu eller 16 mm² Al. Dette kan nødvendiggøre, at det elektriske materiel har en separat klemme til den anden beskyttelsesleder.

- d) Forsyningen afbrydes automatisk ved tab af beskyttelseslederens kontinuitet.
- e) Hvor der anvendes en stikprop-stikkontakt-kombination, er der som en del af et flerlederkabel en industriel konektor i overensstemmelse med IEC 60309-serien, der har tilstrækkelig kabelafastning og et mindste tværsnit af beskyttelsesjordlederen på 2,5 mm².

Der skal i installationsvejledningen være en angivelse af, at materiellet skal installeres som beskrevet i 8.2.6.

NOTE – Der kan også være en advarselmærkat ved PE-klemmen med en angivelse af, at strømmen i beskyttelseslederen overstiger 10 mA.

8.3 Foranstaltninger til at begrænse virkningerne af høje lækstrømme

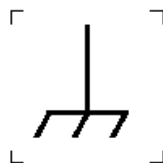
Virkningerne af høje lækstrømme kan begrænses til det materiel, der har en høj lækstrøm, ved at forbinde det pågældende materiel til en dedikeret forsyningstransformer med separate viklinger. Den beskyttende udligningskreds skal forbindes med materiellets udsatte ledende dele og endvidere til transformeren sekundære vikling. Beskyttelseslederne mellem materiellet og transformeren sekundære vikling skal være i overensstemmelse med en eller flere af de metoder, der er beskrevet i 8.2.6.

8.4 Funktionsudligning

Beskyttelse mod fejlbetjening som følge af isolationsfejl kan opnås ved at tilslutte en fælles leder i overensstemmelse med 9.4.3.1.1.

Se 4.4.2 og anneks H for anbefalinger vedrørende funktionsudligning med henblik på at undgå fejlbetjening pga. elektromagnetiske forstyrrelser.

Forbindelsespunkter til funktionsudligning bør mærkes som værende forbindelsespunkter til funktionsudligning ved anvendelse af symbol IEC 60417-5020:2002-10 (se figur 6).



Figur 6 – Symbol IEC 60417-5020: Ramme eller stel

9 Styrekredse og -funktioner

9.1 Styrekredse

9.1.1 Styrekredsforsyning

Hvor styrekredse forsynes fra en a.c.-kilde, skal der anvendes transformere med separate viklinger til at adskille effektforsyningen fra styrekredsens forsyning.

Eksempler herpå omfatter:

- styretransformere med separate viklinger i overensstemmelse med IEC 61558-2-2
- switchmodestrømforsyninger i overensstemmelse med IEC 61558-2-16 forsynet med transformere med separate viklinger

- low voltage power supplies in accordance with IEC 61204-7 fitted with transformers having separate windings.

Where several transformers are used, it is recommended that the windings of those transformers be connected in such a manner that the secondary voltages are in phase.

Exception: Transformers or switch mode power supply units fitted with transformers are not mandatory for machines with a single motor starter and/or a maximum of two control devices (for example, interlock device, start/stop control station).

Where DC control circuits derived from an AC supply are connected to the protective bonding circuit (see 8.2.1), they shall be supplied from a separate winding of the AC control circuit transformer or by another control circuit transformer.

9.1.2 Control circuit voltages

The nominal value of the control voltage shall be consistent with the correct operation of the control circuit.

The nominal voltage of AC control circuits should preferably not exceed

- 230 V for circuits with 50 Hz nominal frequency,
- 277 V for circuits with 60 Hz nominal frequency.

The nominal voltage of DC control circuits should preferably not exceed 220 V.

9.1.3 Protection

Control circuits shall be provided with overcurrent protection in accordance with 7.2.4 and 7.2.10.

9.2 Control functions

9.2.1 General

NOTE Subclause 9.2 does not specify requirements for the devices used to implement control functions. Examples of requirements for devices are given in Clause 10.

9.2.2 Categories of stop functions

There are three categories of stop functions as follows:

- stop category 0: stopping by immediate removal of power to the machine actuators (i.e. an uncontrolled stop – see 3.1.64);
- stop category 1: a controlled stop (see 3.1.14) with power available to the machine actuators to achieve the stop and then removal of power when the stop is achieved;
- stop category 2: a controlled stop with power remaining available to the machine actuators.

NOTE For removal of power it can be sufficient to remove the power needed to generate a torque or force. This can be achieved by declutching, disconnecting, switching off, or by electronic means (e.g. a PDS in accordance with IEC 61800 series), etc.

9.2.3 Operation

9.2.3.1 General

Safety functions and/or protective measures (for example interlocks (see 9.3)) shall be provided where required to reduce the possibility of hazardous situations.

- strømforsyninger til lavspænding i overensstemmelse med IEC 61204-7 forsynet med transformere med separate viklinger.

Hvor der anvendes flere transformere, anbefales det, at disse transformeres viklinger tilsluttes på en sådan måde, at sekundærspændingerne er i fase.

Undtagelse: Transformere eller switchmodestrømforsyninger forsynet med transformere er ikke obligatoriske for maskiner med en enkelt motorstarter og/eller højst to styreenheder (fx tvangskoblingsanordning, betjeningspanel til start og stop).

Hvor d.c.-styrekredse, der udledes fra en a.c.-forsyning, er tilsluttet den beskyttende udligningskreds (se 8.2.1), skal de forsynes fra en separat vikling i a.c.-styrekredstransformer og fra en anden styrekredstransformer.

9.1.2 Styrekredsspændinger

Styrespændingens nominelle værdi skal være i overensstemmelse med styrekredsens korrekte funktion.

Den nominelle spænding i a.c.-styrekredse bør ikke overstige

- 230 V for kredse med 50 Hz nominel frekvens
- 277 V for kredse med 60 Hz nominel frekvens.

Den nominelle spænding i d.c.-styrekredse bør fortrinsvis ikke overstige 220 V.

9.1.3 Beskyttelse

Styrekredse skal være forsynet med overstrømsbeskyttelse i overensstemmelse med 7.2.4 og 7.2.10.

9.2 Styrefunktioner

9.2.1 Generelt

NOTE – 9.2 specificerer ikke krav til det udstyr, der anvendes til at implementere styrefunktioner. Eksempler på krav til udstyr findes i pkt. 10.

9.2.2 Kategorier af stopfunktioner

Der er følgende tre kategorier af stopfunktioner:

- stopkategori 0: standsning ved omgående afbrydelse af forsyningen til maskinaktuatorerne (dvs. et ukontrolleret stop (se 3.1.64))
- stopkategori 1: et kontrolleret stop (se 3.1.14), hvor forsyningen til maskinaktuatorerne opretholdes under standsningen og derpå afbrydelse af forsyningen, når standsning er opnået
- stopkategori 2: et kontrolleret stop, hvor forsyningen til maskinaktuatorerne opretholdes.

NOTE – Med henblik på afbrydelse af forsyningen kan det være tilstrækkeligt at afbryde den forsyning, der er nødvendig for at skabe et drejningsmoment eller en kraft. Dette kan opnås ved frakobling, afbrydelse, udkobling eller ved hjælp af elektronik (fx et drevsystem (PDS) i overensstemmelse med IEC 61800-serien) osv.

9.2.3 Drift

9.2.3.1 Generelt

Der skal være sikkerhedsfunktioner og/eller beskyttelsesforanstaltninger (fx tvangskoblinger (se 9.3)), hvor det er nødvendigt for at mindske risikoen for farlige situationer.

Where a machine has more than one control station, measures shall be provided to ensure that initiation of commands from different control stations do not lead to a hazardous situation.

9.2.3.2 Start

Start functions shall operate by energizing the relevant circuit.

The start of an operation shall be possible only when all relevant safety functions and/or protective measures are in place and are operational, except for conditions as described in 9.3.6.

For those machines (for example mobile machines) where safety functions and/or protective measures cannot be applied for certain operations, starting of such operations shall be by hold-to-run controls, together with enabling devices, as appropriate.

The provision of acoustic and/or visual warning signals before the starting of hazardous machine operation should be considered.

Suitable interlocks shall be provided where necessary for correct sequential starting.

In the case of machines requiring the use of more than one control station to initiate a start, each of these control stations shall have a separate manually actuated start control device. The conditions to initiate a start shall be:

- all required conditions for machine operation shall be met, and
- all start control devices shall be in the released (off) position, then
- all start control devices shall be actuated concurrently (see 3.1.7).

9.2.3.3 Stop

Stop category 0 and/or stop category 1 and/or stop category 2 stop functions shall be provided as indicated by the risk assessment and the functional requirements of the machine (see 4.1).

NOTE 1 The supply disconnecting device (see 5.3) when operated achieves a stop category 0.

Stop functions shall override related start functions.

Where more than one control station is provided, stop commands from any control station shall be effective when required by the risk assessment of the machine.

NOTE 2 When stop functions are initiated, it can be necessary to discontinue machine functions other than motion.

9.2.3.4 Emergency operations (emergency stop, emergency switching off)

9.2.3.4.1 General

Emergency stop and emergency switching off are complementary protective measures that are not primary means of risk reduction for hazards (for example trapping, entanglement, electric shock or burn) at a machine (see ISO 12100).

This part of IEC 60204 specifies the requirements for the emergency stop and the emergency switching off functions of the emergency operations listed in Annex E, both of which are intended to be initiated by a single human action.

Once active operation of an emergency stop (see 10.7) or emergency switching off (see 10.8) actuator has ceased following a stop or switching off command, the effect of this command shall be sustained until it is reset. This reset shall be possible only by a manual action at the

Hvor en maskine har mere end ét betjeningspanel, skal der sørges for foranstaltninger til at sikre, at iværksættelse af kommandoer fra forskellige betjeningspaneler ikke fører til en farlig situation.

9.2.3.2 Start

Startfunktioner skal fungere ved, at den relevante kreds sættes under spænding.

Påbegyndelse af en operation må kun være mulig, når alle relevante sikkerhedsfunktioner og/eller beskyttelsesforanstaltninger er på plads og i drift med undtagelse af de betingelser, der er beskrevet i 9.3.6.

For de maskiner (fx mobile maskiner), hvor sikkerhedsfunktioner og/eller beskyttelsesforanstaltninger ikke kan anvendes til bestemte operationer, skal påbegyndelse af sådanne operationer være med hold-to-run-styring sammen med aktiverende anordninger, hvor det er relevant.

Det bør overvejes at anvende et akustisk og/eller visuelt advarselssignal, før en sådan farlig maskinoperation påbegyndes.

Der skal være passende tvangskoblinger, hvor det er nødvendigt, for korrekt sekventiel start.

For maskiner, hvortil der kræves anvendelse af mere end ét betjeningspanel for at iværksætte start, skal hvert af disse betjeningspaneler have en separat manuelt betjent startanordning. Betingelserne for iværksættelse af start skal være som følger:

- Alle de nødvendige betingelser for maskinoperation skal være opfyldt, og
- Alle startanordninger skal befinde sig i frigjort stilling (off), og derefter
- skal alle startanordninger være aktiveret samtidig (se 3.1.7).

9.2.3.3 Stop

Funktioner i stopkategori 0 og/eller stopkategori 1 og/eller stopkategori 2 skal være tilvejebragt som angivet i risikovurderingen og maskinens funktionskrav (se 4.1).

NOTE 1 – Forsyningsadskilleren (se 5.3) opnår ved aktivering stopkategori 0.

Stopfunktioner skal tilsidesætte relaterede startfunktioner.

Hvor der er mere end ét betjeningspanel, skal stopkommandoer fra ethvert betjeningspanel have virkning, når det er påkrævet ifølge risikovurderingen af maskinen.

NOTE 2 – Når stopkommandoer iværksættes, kan det være nødvendigt at afbryde andre maskinfunktioner end bevægelse.

9.2.3.4 Nødbetjening (nødstop, nødafbrydelse)

9.2.3.4.1 Generelt

Nødstop og nødafbrydelse er supplerende beskyttelsesforanstaltninger, som ikke er primære midler til risikonedsettelse for farer ved en maskine (fx fare for at blive fanget, for at blive viklet ind, for elektrisk stød eller for forbrændinger) (se ISO 12100).

Denne del af IEC 60204 specificerer kravene til nødstop- og nødafbrydelsesfunktioner for de typer af nødbetjening, der er anført i annekse E, hvor nødbetjening i begge tilfælde skal kunne ske ved en enkelt menneskelig handling.

Når aktiv betjening af en nødstop- (se 10.7) eller nødafbrydelsesaktuator (se 10.8) er ophørt efter en stop- eller afbrydelseskommando, skal virkningen af denne kommando opretholdes, indtil den tilbageslides. Denne tilbagesliding

device where the command has been initiated. The reset of the command shall not restart the machinery but only permit restarting.

It shall not be possible to restart the machinery until all emergency stop commands have been reset. It shall not be possible to reenergize the machinery until all emergency switching off commands have been reset.

9.2.3.4.2 Emergency stop

Requirements for functional aspects of emergency stop equipment are given in ISO 13850.

The emergency stop shall function either as a stop category 0 or as a stop category 1. The choice of the stop category of the emergency stop depends on the results of a risk assessment of the machine.

Exception: In some cases, to avoid creating additional risks, it can be necessary to perform a controlled stop and maintain the power to machine actuators even after stopping is achieved. The stopped condition shall be monitored and upon detection of failure of the stopped condition, power shall be removed without creating a hazardous situation.

In addition to the requirements for stop given in 9.2.3.3, the emergency stop function has the following requirements:

- it shall override all other functions and operations in all modes;
- it shall stop the hazardous motion as quickly as practicable without creating other hazards;
- reset shall not initiate a restart.

9.2.3.4.3 Emergency switching off

The functional aspects of emergency switching off are given in 536.4 of IEC 60364-5-53:2001.

Emergency switching off should be provided where:

- basic protection (for example for conductor wires, conductor bars, slip-ring assemblies, controlgear in electrical operating areas) is achieved only by placing out of reach or by obstacles (see 6.2.6); or
- there is the possibility of other hazards or damage caused by electricity.

Emergency switching off is accomplished by switching off the relevant supply by electromechanical switching devices, effecting a stop category 0 of machine actuators connected to this incoming supply. When a machine cannot tolerate this category 0 stop, it may be necessary to provide other measures, for example basic protection, so that emergency switching off is not necessary.

9.2.3.5 Operating modes

Each machine can have one or more operating modes (for example manual mode, automatic mode, setting mode, maintenance mode) determined by the type of machine and its application.

Where machinery has been designed and constructed to allow its use in several control or operating modes requiring different protective measures and having a different impact on safety, it shall be fitted with a mode selector which can be locked in each position (for example key operated switch). Each position of the selector shall be clearly identifiable and shall correspond to a single operating or control mode.

The selector may be replaced by another selection method which restricts the use of certain functions of the machinery to certain categories of operator (for example access code).

må kun være mulig i form af en manuel handling fra det sted, hvor nødstopkommandoen blev sat i gang. Tilbagestilling af kommandoen må ikke genstarte maskinen, men kun tillade genstart.

Det må ikke være muligt at genstarte maskinen, før alle nødstopkommandoer er tilbagesluttet. Det må ikke være muligt at sætte maskinen under spænding igen, før alle nødafbrydelseskommmandoer er tilbagesluttet.

9.2.3.4.2 Nødstop

Krav til funktionsaspekter for nødstopudstyr findes i ISO 13850.

Nødstoppet skal enten fungere som stopkategori 0 eller som stopkategori 1. Valget af nødstoppets stopkategori afhænger af resultaterne af risikovurderingen for maskinen.

Undtagelse: I nogle tilfælde kan det for at undgå yderligere risici være nødvendigt at udføre et kontrolleret stop og opretholde effektforsyningen til maskinaktuatorene, selv efter standsning er opnået. Den standsede tilstand skal overvåges, og ved detektering af funktionssvigt i den standsede tilstand skal effekten fjernes uden at skabe en farlig situation.

Nødstopfunktionen skal ud over kravene til standsning i 9.2.3.3 opfylde følgende krav:

- Den skal tilsidesætte alle andre funktioner og operationer i alle driftstilstande
- Den skal standse den farlige bevægelse så hurtigt som muligt uden at skabe yderligere farer
- Tilbagestilling må ikke iværksætte en genstart.

9.2.3.4.3 Nødafbrydelse

Funktionsaspekter for nødafbrydelse er angivet i 536.4 i IEC 60364-5-53:2001.

Nødafbrydelse bør tilvejebringes, hvor

- grundbeskyttelse (fx af ledningstråde, strømskinner, slæberingssamlinger, koblingsudstyr i elektriske driftsområder) kun kan opnås ved placering uden for rækkevidde eller ved spærringer (se 6.2.6), eller
- der er mulighed for andre farer eller beskadigelse, der er forårsaget af elektricitet.

Nødafbrydelse opnås ved at afbryde den relevante forsyning med elektromekaniske koblingsapparater, som foretager en standsning i kategori 0 af maskinaktuatore, der er tilsluttet denne indgående forsyning. Når en maskine ikke kan tåle denne standsning i kategori 0, kan det være nødvendigt at anvende andre foranstaltninger, fx grundbeskyttelse, således at nødafbrydelse ikke er nødvendig.

9.2.3.5 Driftstilstande

Hver maskine kan have én eller flere driftstilstande (fx manuel tilstand, automatisk tilstand, indstillingstilstand, vedligeholdelsestilstand) afhængigt af maskintypen og dens anvendelse.

Hvor en maskine er konstrueret og fremstillet således, at den har flere styringsmetoder eller driftstilstande, der kræver forskellige beskyttelsesforanstaltninger og har forskellig indflydelse på sikkerheden, skal den være forsynet med en funktionsomskifter, der kan låses i hver stilling (fx en nøglebetjent afbryder). Hver af omskifterens positioner skal kunne identificeres tydeligt og må kun svare til én drifts- eller styringstilstand.

Omskifteren kan erstattes af en anden metode til valg af funktioner, som bevirker, at visse af maskinens funktioner kun kan igangsættes af bestemte operatører (fx adgangskoder).

Mode selection by itself shall not initiate machine operation. A separate actuation of the start control shall be required.

For each specific operating mode, the relevant safety functions and/or protective measures shall be implemented.

Indication of the selected operating mode shall be provided (for example the position of a mode selector, the provision of an indicating light, a visual display indication).

9.2.3.6 Monitoring of command actions

Movement or action of a machine or part of a machine that can result in a hazardous situation shall be monitored by providing, for example, overtravel limiters, motor overspeed detection, mechanical overload detection or anti-collision devices.

NOTE On some manually controlled machines (for example, manual drilling machine), operators provide monitoring.

9.2.3.7 Hold-to-run controls

Hold-to-run controls shall require continuous actuation of the control device(s) to achieve operation.

9.2.3.8 Two-hand control

Three types of two-hand control are defined in ISO 13851, the selection of which is determined by the risk assessment. These shall have the following features:

Type I: this type requires:

- the provision of two control devices and their concurrent actuation by both hands;
- continuous concurrent actuation during the hazardous situation;
- machine operation shall cease upon the release of either one or both of the control devices when hazardous situations are still present.

A Type I two-hand control device is not considered to be suitable for the initiation of hazardous operation.

Type II: a Type I control requiring the release of both control devices before machine operation can be reinitiated.

Type III: a Type II control requiring concurrent actuation of the control devices as follows:

- it shall be necessary to actuate the control devices within a certain time limit of each other, not exceeding 0,5 s;
- where this time limit is exceeded, both control devices shall be released before machine operation can be initiated.

9.2.3.9 Enabling control

Enabling control (see also 10.9) is a manually activated control function interlock that:

- a) when activated allows a machine operation to be initiated by a separate start control, and
- b) when de-activated
 - initiates a stop function, and
 - prevents initiation of machine operation.

Valg af tilstand må ikke i sig selv iværksætte maskinoperation. Separat aktivering af startanordningen skal være påkrævet.

For hver specifik driftstilstand, skal de relevante sikkerhedsfunktioner og/eller beskyttelsesforanstaltninger implementeres.

Der skal være angivelse af den valgte driftstilstand (fx funktionsomskifterens position, tilvejebringelse af kontrol-lampe, visning i visuelt display).

9.2.3.6 Overvågning af kommandofunktioner

Bevægelse eller aktivering af en maskine eller en del af en maskine, som kan medføre en farlig situation, skal overvåges ved anvendelse af fx overvandringsbegrænsninger, detektering af for høj hastighed af motoren, detektering af mekanisk overbelastning eller anti-kollisionsanordninger.

NOTE – På nogle manuelt styrede maskiner (fx manuelle boremaskiner), er det operatøren, der foretager overvågning.

9.2.3.7 Hold-to-run-styringer

Hold-to-run-styringer skal kræve kontinuerlig aktivering af én eller flere styreenheder for at opnå funktionen.

9.2.3.8 Tohåndsbetjening

I ISO 13851 er der defineret tre typer tohåndsbetjening, hvis valg bestemmes af risikovurderingen. Disse skal have følgende træk:

Type I: Denne type kræver

- at der er to styreenheder, som aktiveres samtidig med begge hænder
- kontinuerlig samtidig aktivering i den farlige situation
- at maskinoperation skal ophøre efter frigørelse af en eller begge styreenheder, mens der stadig er en farlig situation.

En tohåndsbetjent styreenhed af type I anses ikke for at være egnet til at igangsætte farlig maskinoperation.

Type II: En styreenhed af type I, som kræver frigørelse af begge styreenheder, før maskinoperation igen kan igangsættes.

Type III: En styreenhed af type II, som kræver samtidig aktivering af styreenhederne som følger:

- Det skal være nødvendigt at aktivere styreenhederne inden for en bestemt tidsgrænse, som ikke overstiger 0,5 s
- Hvor denne tidsgrænse overskrides, skal begge styreenheder frigøres, før maskinoperation igen kan igangsættes.

9.2.3.9 Aktiverende anordning

En aktiverende anordning (se også 10.9) er en manuelt aktiveret styrefunktionstvangskobling, som

- a) ved aktivering muliggør igangsættelse af maskinoperation med en separat startanordning, og
- b) ved deaktivering
 - igangsætter en stopfunktion, og
 - forhindrer igangsættelse af maskinoperation.

Enabling control shall be so arranged as to minimize the possibility of defeating, for example by requiring the de-activation of the enabling control device before machine operation may be reinitiated.

9.2.3.10 Combined start and stop controls

Push-buttons and similar control devices that, when operated, alternately initiate and stop motion shall only be provided for functions which cannot result in a hazardous situation.

9.2.4 Cableless control system (CCS)

9.2.4.1 General requirements

Subclause 9.2.4 deals with the functional requirements of control systems employing cableless (for example radio, infra-red) techniques for transmitting control signals and data between operator control station(s) and other parts of the control system(s).

NOTE 1 Reference to a machine in 9.2.4 is intended to be read as “machine or part(s) of a machine”.

Transmission reliability requirements can be necessary for safety functions of a CCS that rely on data transmission (for example, safety-related active stop, motion commands).

The CCS shall have functionality and a response time suitable for the application based on the risk assessment.

NOTE 2 IEC 61784-3 describes communication failures of communication networks and requirements for safety-related data transmission.

NOTE 3 Further requirements for cableless control systems are under development by IEC TC 44 in draft IEC 62745¹.

9.2.4.2 Monitoring the ability of a cableless control system to control a machine

The ability of a cableless control system (CCS) to control a machine shall be automatically monitored, either continuously or at suitable intervals. The status of this ability shall be clearly indicated (for example, by an indicating light, a visual display indication, etc.)

If the communication signal is degraded in a manner that might lead to the loss of the ability of a CCS to control a machine (e.g., reduced signal level, low battery power) a warning to the operator shall be provided before the ability of the CCS to control a machine is lost.

When the ability of a CCS to control a machine has been lost for a time that is determined from a risk assessment of the application, an automatic stop of the machine shall be initiated.

NOTE In some cases, for example, in order to avoid this automatic stop generating an unexpected hazardous condition, it can be necessary for the machine to go to a predetermined state before stopping.

Restoration of the ability of a CCS to control a machine shall not restart the machine. Restart shall require a deliberate action, for example manual actuation of a start button.

9.2.4.3 Control limitation

Measures shall be taken (e.g. coded transmission) to prevent the machine from responding to signals other than those from the intended cableless operator control station(s).

Cableless operator control station(s) shall only control the intended machine(s) and shall affect only the intended machine functions.

¹ Under consideration.

Aktiverende anordninger skal være indrettet således, at muligheden for omgåelse minimeres, fx ved at kræve deaktivering af den aktiverende styreenhed, før maskinoperation igen kan igangsættes.

9.2.3.10 Kombinerede start- og stopanordninger

Trykknapper og lignende styreenheder, som ved aktivering skiftevis iværksætter og standser bevægelse, må kun anvendes til funktioner, der ikke kan medføre en farlig situation.

9.2.4 Trådløst styresystem (CCS)

9.2.4.1 Generelle krav

9.2.4 omhandler funktionskrav til styresystemer, hvortil der anvendes trådløse teknikker (fx radio, infrarød teknologi) til at overføre styresignaler og data mellem betjeningspaneler og andre dele af styresystemet.

NOTE 1 – Henvisning til en maskine i 9.2.4 skal læses som "maskine eller maskindel(e)".

Krav til transmissionspålidelighed kan være nødvendig for sikkerhedsfunktioner i et trådløst styresystem (CCS), som afhænger af datatransmission (fx sikkerhedsrelateret aktivt stop, bevægelseskommandoer).

CCS skal have funktionaliteter og svartid, der er passende for den anvendelsesbaserede risikovurdering.

NOTE 2 – IEC 61784-3 beskriver kommunikationssvgit i kommunikationsnetværk og krav til sikkerhedsrelateret datatransmission.

NOTE 3 – Yderligere krav til trådløse styresystemer er under udarbejdelse af IEC TC 44 i forslaget til standarden IEC 62745¹⁾.

9.2.4.2 Overvågning af et trådløst styresystems evne til at styre en maskine

Et trådløst styresystems (CCS) evne til at styre en maskine skal overvåges automatisk – enten kontinuerligt eller med passende intervaller. Status for denne evne skal være tydeligt angivet (fx med en indikatorlampe, visning i visuelt display osv.).

Hvis kommunikationssignalet forringes på en sådan måde, at det kan medføre tab af CCS' evne til at styre en maskine (fx reduceret signalniveau, lav batteristyrke), skal der gives en advarsel til operatøren, før CCS mister evnen til at styre maskinen.

Når CCS' evne til at styre en maskine har været mistet i et tidsrum, der bestemmes ud fra risikovurderingen af apparatet, skal en automatisk standsning af maskinen iværksættes.

NOTE – I nogle tilfælde kan det, fx for at undgå at denne automatiske standsning skaber en farlig situation, være nødvendigt, at maskinen går til en bestemt tilstand før standsning.

Genetablering af CCS' evne til at styre en maskine må ikke genstarte maskinen. Genstart skal kræve en bevidst handling, fx manuel aktivering af en startknap.

9.2.4.3 Begrænsning af styring

Der skal træffes foranstaltninger (fx kodet transmission) til at forhindre, at maskinen reagerer på andre signaler end signaler fra relevante trådløse betjeningspaneler.

Trådløse betjeningspaneler må kun styre de relevante maskiner og må kun påvirke de relevante maskinfunktioner.

¹⁾ Under overvejelse.

9.2.4.4 Use of multiple cableless operator control stations

When more than one cableless operator control station is used to control a machine, then:

- only one cableless operator control station shall be enabled at a time except as necessary for the operation of the machine;
- transfer of control from one cableless operator control station to another shall require a deliberate manual action at the control station that has control;
- during machine operation, transfer of control shall only be possible when both cableless operator control stations are set to the same mode of machine operation and/or function(s) of the machine;
- transfer of control shall not change the selected mode of machine operation and/or function(s) of the machine;
- each cableless operator control station that has control of the machine shall be provided with an indication that it has control (by for example, the provision of an indicating light, a visual display indication).

NOTE Indications at other locations can be necessary as determined by the risk assessment.

9.2.4.5 Portable cableless operator control stations

Portable cableless operator control stations shall be provided with means (for example key operated switch, access code) to prevent unauthorized use.

Each machine under cableless control should have an indication when it is under cableless control.

When a portable cableless operator control station can be connected to one or more of several machines, means shall be provided on the portable cableless operator control station to select which machine(s) is to be connected. Selecting a machine to be connected shall not initiate control commands.

9.2.4.6 Deliberate disabling of cableless operator control stations

Where a cableless operator control station is disabled when under control, the associated machine shall meet the requirements for loss of ability of a CCS to control a machine in 9.2.4.2.

Where it is necessary to disable a cableless operator control station without interrupting machine operation, means shall be provided (for example on the cableless operator control station) to transfer control to another fixed or portable control station.

9.2.4.7 Emergency stop devices on portable cableless operator control stations

Emergency stop devices on portable cableless operator control stations shall not be the sole means of initiating the emergency stop function of a machine.

Confusion between active and inactive emergency stop devices shall be avoided by appropriate design and information for use. See also ISO 13850.

9.2.4.8 Emergency stop reset

Restarting of cableless control after power loss, disabling and re-enabling, loss of communication, or failure of parts of the CCS shall not result in a reset of an emergency stop condition.

9.2.4.4 Anvendelse af flere trådløse betjeningspaneler

Hvor der anvendes mere end ét trådløst betjeningspanel til at styre en maskine:

- Må kun ét trådløst betjeningspanel aktiveres ad gangen, medmindre andet er nødvendigt for maskinens drift
- Skal overførsel af styring fra ét trådløst betjeningspanel til et andet kræve en bevidst manuel handling ved det betjeningspanel, der har styringen
- Må overførsel af styring under maskinens drift kun være mulig, når begge trådløse betjeningspaneler er indstillet til samme driftstilstand for maskinen og/eller maskinfunktioner
- Må overførsel af styring ikke ændre den valgte driftstilstand for maskinen og/eller maskinfunktioner
- Skal hvert trådløst betjeningspanel, som har styringen af maskinen, være forsynet med en angivelse af, at det har styringen (fx ved anvendelse af en indikatorlampe, visning i et visuelt display).

NOTE – Angivelse af andre placeringer kan være nødvendig som bestemt i risikovurderingen.

9.2.4.5 Bærbare trådløse betjeningspaneler

Bærbare trådløse betjeningspaneler skal være forsynet med midler (fx nøglebetjent afbryder, adgangskode) til at forhindre uautoriseret anvendelse.

Enhver maskine med trådløs styring bør være forsynet med en angivelse, der viser, hvornår den er under trådløs styring.

Når et bærbart trådløst betjeningspanel kan tilsluttes én eller flere maskiner, skal der være midler på det bærbare trådløse betjeningspanel til at vælge, hvilke maskiner der skal tilsluttes. Valg af en maskine, der skal tilsluttes, må ikke udløse styrekommandoer.

9.2.4.6 Bevidst deaktivering af trådløse betjeningspaneler

Hvor et trådløst betjeningspanel deaktiveres under styring, skal den tilhørende maskine opfylde kravene i 9.2.4.2 vedrørende tab af et trådløst styresystems evne til at styre en maskine.

Hvor det er nødvendigt at deaktivere et trådløst betjeningspanel uden at afbryde maskinens drift, skal der være midler (fx på det trådløse betjeningspanel) til at overføre styringen til et andet fast eller bærbart betjeningspanel.

9.2.4.7 Nødstopanordninger på bærbare trådløse betjeningspaneler

Nødstopanordninger på bærbare trådløse betjeningspaneler må ikke være det eneste middel til at iværksætte en maskines nødstopfunktion.

Forveksling mellem aktive og inaktive nødstopanordninger skal undgås ved hjælp af passende udformning og brugsanvisningen. Se også ISO 13850.

9.2.4.8 Tilbagestilling af nødstop

Genstart af trådløs styring efter effekttab, deaktivering eller genaktivering, kommunikationstab eller funktionssvigt i dele af det trådløse styresystem (CCS) må ikke medføre tilbagestilling af en nødstoptilstand.

The instructions for use shall state that the reset of an emergency stop condition initiated by a portable cableless operator control station shall only be performed when it can be seen that the reason for initiation has been cleared.

Depending on the risk assessment, in addition to the resetting of the emergency stop actuator on the portable cableless operator control station, one or more supplementary fixed reset devices should be provided.

9.3 Protective interlocks

9.3.1 Reclosing or resetting of an interlocking safeguard

The reclosing or resetting of an interlocking safeguard shall not initiate hazardous machine operation.

NOTE Requirements for interlocking guards with a start function (control guards) are specified in 6.3.3.2.5 of ISO 12100:2010.

9.3.2 Exceeding operating limits

Where an operating limit (for example speed, pressure, position) can be exceeded leading to a hazardous situation, means shall be provided to detect when a predetermined limit(s) is exceeded and initiate an appropriate control action.

9.3.3 Operation of auxiliary functions

The correct operation of auxiliary functions shall be checked by appropriate devices (for example pressure sensors).

Where the non-operation of a motor or device for an auxiliary function (for example lubrication, supply of coolant, swarf removal) can cause a hazardous situation, or cause damage to the machine or to the work in progress, appropriate interlocking shall be provided.

9.3.4 Interlocks between different operations and for contrary motions

All contactors, relays, and other control devices that control elements of the machine and that can cause a hazardous situation when actuated at the same time (for example those which initiate contrary motion), shall be interlocked against incorrect operation.

Reversing contactors (for example those controlling the direction of rotation of a motor) shall be interlocked in such a way that in normal service no short-circuit can occur when switching.

Where, for safety or for continuous operation, certain functions on the machine are required to be interrelated, proper co-ordination shall be ensured by suitable interlocks. For a group of machines working together in a co-ordinated manner and having more than one controller, provision shall be made to co-ordinate the operations of the controllers as necessary.

Where a failure of a mechanical brake actuator can result in the brake being applied when the associated machine actuator is energized and a hazardous situation can result, interlocks shall be provided to switch off the machine actuator.

9.3.5 Reverse current braking

Where braking of a motor is accomplished by current reversal, measures shall be provided to prevent the motor starting in the opposite direction at the end of braking where that reversal can cause a hazardous situation or damage to the machine or to the work in progress. For this purpose, a device operating exclusively as a function of time is not permitted.

Det skal være anført i brugsvejledningen, at tilbagesstilling af en nødstoptilstand, der er iværksat af et bærbart trådløst betjeningspanel, kun må udføres, når det kan ses, at årsagen til iværksættelsen er fjernet.

Afhængigt af risikovurderingen bør der ud over tilbagesstillingen af nødstopaktuatoren på det bærbare trådløse betjeningspanel forefindes én eller flere supplerende faste tilbagesstillingsanordninger.

9.3 Beskyttende tvangskoblinger

9.3.1 Genindkobling eller tilbagesstilling af en tvangskoblet beskyttelsesforanstaltning

Genindkobling eller tilbagesstilling af en tvangskoblet beskyttelsesforanstaltning må ikke iværksætte en farlig maskinoperation.

NOTE – Krav til tvangskoblede afskærmninger med startfunktion (styreskærme) er specificeret i 6.3.3.2.5 i ISO 12100:2010.

9.3.2 Overskridelse af driftsgrænser

Hvor en driftsgrænse (fx hastighed, tryk, position) kan overskrides, og dette kan føre til en farlig situation, skal der være midler til at detektere, når en på forhånd fastsat grænse overskrides, og iværksætte et passende styringstiltag.

9.3.3 Drift af hjælpefunktioner

Korrekt drift af hjælpefunktionerne skal kontrolleres med egnet udstyr (fx trykfølere).

Hvor manglende drift af en motor eller anordning til en hjælpefunktion (fx smøring, tilførsel af kølemiddel, fjernelse af spåner) kan føre til en farlig situation eller forårsage skade på maskinen eller igangværende arbejde, skal der være passende tvangskobling.

9.3.4 Tvangskobling mellem forskellig funktioner og modsatrettede bevægelser

Alle kontaktorer, relæer og andre styreenheder, som styrer dele af maskinen, som kan skabe en farlig situation ved aktivering på samme tid (fx anordninger, der kan iværksætte modsatrettede bevægelser), skal være tvangskoblet for at forhindre forkert funktion.

Reverseringskontaktorer (fx til styring af en motors retning) skal være tvangskoblede på en sådan måde, at der ikke under normal drift kan ske kortslutning ved kobling.

Hvor visse af maskinens funktioner skal være indbyrdes forbundet af hensyn til sikkerheden eller den fortsatte drift, skal der sikres korrekt koordinering ved hjælp af passende tvangskoblinger. For en gruppe af maskiner, der arbejder sammen på en koordineret måde, og som har mere end én styring, skal der sørges for koordinering af styringernes funktioner, hvor det er nødvendigt.

Hvor funktionssvigt i en mekanisk bremseaktuator kan medføre, at bremsen træder i funktion, når den tilhørende maskinaktuator er under spænding, og der kan opstå en farlig situation, skal der være tvangskoblinger til at afbryde maskinaktuatoren.

9.3.5 Modstrømsbremsning

Hvor bremsning af en motor opnås ved reversering af strømmen, skal der være foranstaltninger til at forhindre, at motoren starter i modsat retning ved afslutningen af bremsningen, hvor denne reversering kan skabe en farlig situation eller medføre beskadigelse af maskinen eller igangværende arbejde. En anordning, der udelukkende arbejder som en funktion af tid, er ikke tilladt til dette formål.

Control circuits shall be so arranged that rotation of a motor shaft, for example by applying a manual force or any other force causing the shaft to rotate after it has stopped, shall not result in a hazardous situation.

9.3.6 Suspension of safety functions and/or protective measures

Where it is necessary to suspend safety functions and/or protective measures (for example for setting or maintenance purposes), the control or operating mode selector shall simultaneously:

- disable all other operating (control) modes;
- permit operation only by the use of a hold-to-run device or by a similar control device positioned so as to permit sight of the hazardous elements;
- permit operation of the hazardous elements only in reduced risk conditions (e.g. reduced speed, reduced power / force, step-by-step operation, e.g. with a limited movement control device);
- prevent any operation of hazardous functions by voluntary or involuntary action on the machine's sensors.

If these four conditions cannot be fulfilled simultaneously, the control or operating mode selector shall activate other protective measures designed and constructed to ensure a safe intervention zone. In addition, the operator shall be able to control operation of the parts he is working on from the adjustment point.

9.4 Control functions in the event of failure

9.4.1 General requirements

Where failures or disturbances in the electrical equipment can cause a hazardous situation or damage to the machine or to the work in progress, appropriate measures shall be taken to minimize the probability of the occurrence of such failures or disturbances. The required measures and the extent to which they are implemented, either individually or in combination, depend on the level of risk associated with the respective application (see 4.1).

Examples of such measures that can be appropriate include but are not limited to:

- protective interlocking of the electrical circuit;
- use of proven circuit techniques and components (see 9.4.2.2);
- provision of partial or complete redundancy (see 9.4.2.3) or diversity (see 9.4.2.4);
- provision for functional tests (see 9.4.2.5).

The electrical control system(s) shall have an appropriate performance that has been determined from the risk assessment of the machine.

The requirements for safety-related control functions of IEC 62061 and/or ISO 13849-1, ISO 13849-2 shall apply.

Where functions performed by the electrical control system(s) have safety implications but application of IEC 62061 leads to a required safety integrity less than that required by SIL 1, compliance with the requirements of this part of IEC 60204 can lead to an adequate performance of the electrical control system(s).

Where memory retention is achieved for example, by battery power, measures shall be taken to prevent hazardous situations arising from failure, undervoltage or removal of the battery.

Means shall be provided to prevent unauthorized or inadvertent memory alteration by, for example, requiring the use of a key, access code or tool.

Styrekredse skal være indrettet således, at rotation af en motoraksel, fx ved at påføre en manuel eller anden form for kraft, som får akslen til at rotere, efter den er standset, ikke fører til en farlig situation.

9.3.6 Ophævelse af sikkerhedsfunktioner og/eller beskyttelsesforanstaltninger

Hvor det er nødvendigt at ophæve sikkerhedsfunktioner og/eller beskyttelsesforanstaltninger (fx med henblik på indstilling eller vedligeholdelse), skal styringen eller driftstilstandsvælgeren på samme tid:

- deaktivere alle andre driftstilstande (styretilstande)
- kun tillade drift ved anvendelse af en hold-to run-kontakt eller en lignende styreenhed, der er placeret således, at de farlige dele kan ses
- kun tillade drift af de farlige dele under betingelser, hvor risikoen er nedsat (fx nedsat hastighed, nedsat effekt/kraft, trinvis betjening, fx styreenhed til begrænset bevægelse)
- forhindre enhver drift af farlige funktioner ved tilsigtet eller utilsigtet påvirkning af maskinens følere.

Hvis disse fire betingelser ikke kan opfyldes på samme tid, skal styringen eller driftstilstandsvælgeren aktivere andre beskyttelsesforanstaltninger, der er udformet og konstrueret til at skabe en sikker indgrebszone. Derudover skal operatøren fra justeringsstedet kunne styre driften af de dele, han eller hun arbejder på.

9.4 Styrefunktioner i tilfælde af funktionssvigt

9.4.1 Generelle krav

Hvor funktionssvigt eller forstyrrelser i det elektriske materiel kan skabe en farlig situation eller medføre beskadigelse af maskinen eller igangværende arbejde, skal der træffes passende foranstaltninger til at minimere sandsynligheden for, at sådanne funktionssvigt eller forstyrrelser forekommer. De nødvendige foranstaltninger og det omfang, hvori de implementeres – enten enkeltvis eller kombineret – afhænger af risikoniveauet for den pågældende anvendelse (se 4.1).

Eksempler på passende foranstaltninger omfatter, men er ikke begrænset til:

- beskyttende tvangskobling af den elektriske kreds
- anvendelse af gennemprøvede kredsløbsteknikker og komponenter (se 9.4.2.2)
- tilvejebringelse af delvis eller fuldstændig redundans (se 9.4.2.3) eller diversitet (se 9.4.2.4)
- tilvejebringelse af funktionsprøvninger (se 9.4.2.5).

Det elektriske styresystem skal have en passende ydeevne, som er fastsat på forhånd ud fra risikovurderingen af maskinen.

Kravene til sikkerhedsrelaterede styrefunktioner i IEC 62061 og/eller ISO 13849-1, ISO 13849-2 er gældende.

Hvor funktioner, der udføres af det elektriske styresystem har indflydelse på sikkerheden, men anvendelse af IEC 62061 medfører et krævet sikkerhedsintegritetsniveau, som ligger under det, der kræves ved SIL 1, kan overensstemmelse med kravene i denne del af IEC 60204 give tilstrækkelig ydeevne af det elektriske styresystem.

Hvor lagring af hukommelse opnås ved hjælp af fx batterier, skal der træffes foranstaltninger til at forhindre, at farlige situationer opstår pga. funktionssvigt, underspænding eller fjernelse af batteriet.

Der skal være midler til at forhindre uautoriseret eller uagtsom ændring af hukommelse, fx nødvendighed af anvendelse af nøgle, adgangskode eller værktøj.

9.4.2 Measures to minimize risk in the event of failure

9.4.2.1 General

Measures to minimize risk in the event of failure include but are not limited to:

- use of proven circuit techniques and components;
- provisions of partial or complete redundancy;
- provision of diversity;
- provision for functional tests.

9.4.2.2 Use of proven circuit techniques and components

These measures include but are not limited to:

- bonding of control circuits to the protective bonding circuit for functional purposes (see 9.4.3.1.1 and Figure 4);
- connection of control devices in accordance with 9.4.3.1.1;
- stopping by de-energizing;
- the switching of all control circuit conductors (for example both sides of a coil) of the device being controlled;
- switching devices having direct opening action (see IEC 60947-5-1);
- monitoring by:
 - use of mechanically linked contacts (see IEC 60947-5-1);
 - use of mirror contacts (see IEC 60947-4-1);
- circuit design to reduce the possibility of failures causing undesirable operations.

9.4.2.3 Provisions of partial or complete redundancy

By providing partial or complete redundancy, it is possible to minimize the probability that one single failure in the electrical circuit can result in a hazardous situation. Redundancy can be effective in normal operation (on-line redundancy) or designed as special circuits that take over the protective function (off-line redundancy) only where the operating function fails.

Where off-line redundancy which is not active during normal operation is provided, suitable measures shall be taken to ensure that those control circuits are available when required.

9.4.2.4 Provision of diversity

The use of control circuits having different principles of operation, or using different types of components or devices can reduce the probability of hazards resulting from faults and/or failures. Examples include:

- the use of a combination of normally open and normally closed contacts;
- the use of different types of control devices in the circuit(s);
- the combination of electromechanical and electronic equipment in redundant configurations.

The combination of electrical and non-electrical systems (for example mechanical, hydraulic, pneumatic) may perform the redundant function and provide the diversity.

9.4.2.5 Provision for functional tests

Functional tests may be carried out automatically by the control system, or manually by inspection or tests at start-up and at predetermined intervals, or a combination as appropriate (see also 17.2 and 18.6).

9.4.2 Foranstaltninger til at minimere risici i tilfælde af funktionssvigt

9.4.2.1 Generelt

Foranstaltninger til at minimere risici i tilfælde af funktionssvigt omfatter, men er ikke begrænset til:

- anvendelse af gennemprøvede kredsløbsteknikker og komponenter
- tilvejebringelse af delvis eller fuldstændig redundans
- tilvejebringelse af diversitet
- tilvejebringelse af funktionsprøvninger.

9.4.2.2 Anvendelse af gennemprøvede kredsløbsteknikker og komponenter

Disse foranstaltninger omfatter, men er ikke begrænset til:

- udligning af styrekredse til den beskyttende udligningskreds til funktionsmæssige formål (se 9.4.3.1.1 og figur 4)
- tilslutning af styreenheder i overensstemmelse med 9.4.3.1.1
- standsning ved afbrydelse af forsyningen
- kobling af alle styrekredsledere (fx begge sider af en spole) i den anordning, der styres
- koblingsapparater med tvangsbrydning (se IEC 60947-5-1)
- overvågning ved:
 - anvendelse af mekanisk tvangsførte kontakter (se IEC 60947-5-1)
 - anvendelse af spejlede kontakter (se IEC 60947-4-1)
- udformning af kredsløb med henblik på at reducere muligheden for funktionssvigt, der medfører uønskede maskinoperationer.

9.4.2.3 Tilvejebringelse af delvis eller fuldstændig redundans

Ved tilvejebringelse af delvis eller fuldstændig redundans er det muligt at minimere sandsynligheden for, at et enkelt funktionssvigt i den elektriske kreds kan skabe en farlig situation. Redundans kan være effektiv ved normal drift (direkte styret redundans) eller udformes som særlige kredse, der kun overtager beskyttelsesfunktionen (indirekte styret redundans), når driftsfunktionen svigter.

Hvor der er indirekte styret redundans, som ikke er aktiv under normal drift, skal der træffes passende foranstaltninger til at sikre, at de pågældende styrekredse er tilgængelige, når det er nødvendigt.

9.4.2.4 Tilvejebringelse af diversitet

Anvendelse af styrekredse med forskellige funktionsprincipper eller anvendelse af forskellige typer komponenter eller anordninger kan reducere sandsynligheden for farer, der skyldes fejl og/eller funktionssvigt. Eksempler herpå omfatter:

- anvendelse af en kombination af normalt åbne og normalt sluttede kontakter
- anvendelse af forskellige typer styreenheder i kredsene
- kombinationen af elektromekanisk og elektronisk materiel i redundante konfigurationer.

Kombinationen af elektriske og ikke-elektriske systemer (fx mekaniske, hydrauliske, pneumatiske) kan udføre den redundante funktion og tilvejebringe diversitet.

9.4.2.5 Tilvejebringelse af funktionsprøvninger

Funktionsprøvninger kan udføres automatisk af styresystemet eller manuelt ved inspektion eller prøvninger ved start og med på forhånd fastsatte intervaller, eller en kombination af disse, som det er relevant (se også 17.2 og 18.6).

9.4.3 Protection against malfunction of control circuits

9.4.3.1 Insulation faults

9.4.3.1.1 General

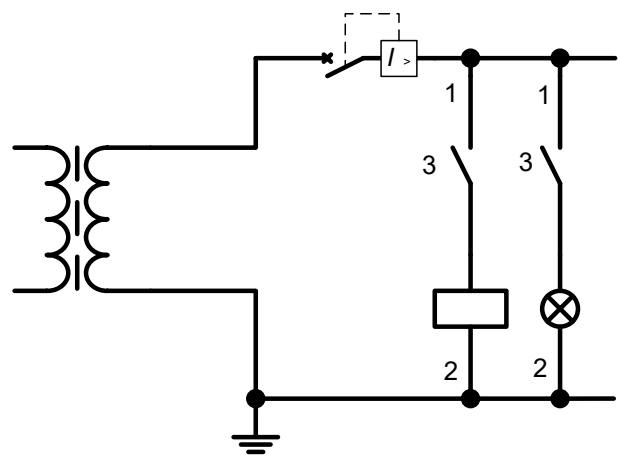
Measures shall be provided to reduce the probability that insulation faults on any control circuit can cause malfunction such as unintentional starting, potentially hazardous motions, or prevent stopping of the machine.

The measures to meet the requirements include but are not limited to the following methods:

- method a) Earthed control circuits fed by transformers;
- method b) Non-earthed control circuits fed by transformers;
- method c) Control circuits fed by transformer with an earthed centre-tap winding;
- method d) Control circuits not fed by a transformer.

9.4.3.1.2 Method a) – Earthed control circuits fed by transformers

The common conductor shall be connected to the protective bonding circuit at the point of supply. All contacts, solid state elements, etc., which are intended to operate an electromagnetic or other device (for example, a relay, indicator light) are to be inserted between the switched conductor of the control circuit supply and one terminal of the coil or device. The other terminal of the coil or device is connected directly to the common conductor of the control circuit supply without any switching elements (see Figure 7).



IEC

1	Switched conductors
2	Common conductors
3	Control switches

Figure 7 – Method a) Earthed control circuit fed by a transformer

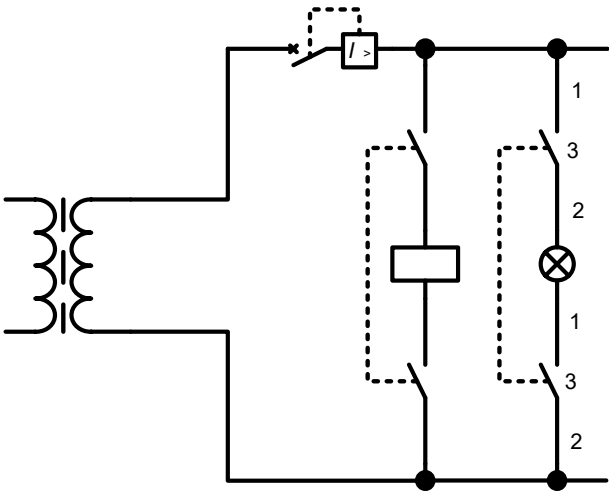
NOTE Method a) can be used also for DC control circuits. In this case the transformer shown in Figure 7 is substituted by a DC power supply unit.

Exception: Contacts of protective devices may be connected between the common conductor and the coils, provided that the connection is very short (for example in the same enclosure) so that an earth fault is unlikely (for example overload relays directly fitted to contactors).

9.4.3.1.3 Method b) – Non-earthed control circuits fed by transformers

Control circuits fed from a control transformer that is not connected to the protective bonding circuit shall either:

- 1) have 2-pole control switches that operate on both conductors, see Figure 8; or
- 2) be provided with a device, for example an insulation monitoring device, that interrupts the circuit automatically in the event of an earth fault, see Figure 9; or
- 3) where an interruption as per item 2 above would increase the risk, for example when continued operation is required during the first fault to earth, it can be sufficient to provide an insulation monitoring device (e.g. in accordance with IEC 61557-8) that will initiate an acoustic and optical signal at the machine, see Figure 10. Requirements for the procedure to be performed by the machine user in response to this alarm shall be described in the information for use.



IEC

1	Switched conductors
2	Common conductors
3	Control switches

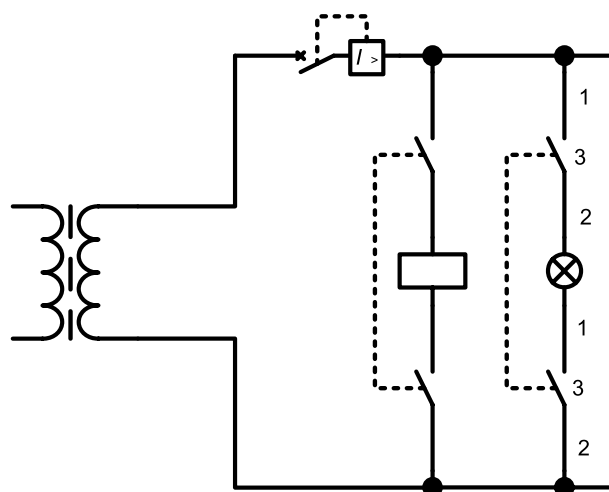
Figure 8 – Method b1) Non-earthed control circuit fed by transformer

NOTE 1 Method b1) can be used also for DC control circuits. In this case the transformer shown in Figure 8 is substituted by a DC power supply.

9.4.3.1.3 Metode b) – Ikke-jordet styrekreds forsynet fra transformere

Styrekredse, der forsynes fra en styretransformer, som ikke er forbundet med den beskyttende udligningskreds, skal enten

- 1) have 2-polede styrekontakter, der fungerer på begge ledere, se figur 8, eller
- 2) være forsynet med en anordning, fx en anordning til isolationsovervågning, der afbryder kredsen automatisk i tilfælde af jordfejl, se figur 9, eller
- 3) hvor en afbrydelse i henhold til 2) ovenfor vil øge risikoen, fx hvor fortsat drift er påkrævet under den første jordfejl, kan det være tilstrækkeligt at tilvejebringe en anordning til isolationsovervågning (fx i overensstemmelse med IEC 61557-8), som vil iværksætte et akustisk eller visuelt signal ved maskinen, se figur 10. Kravene til den procedure, der skal udføres af brugeren af maskinen som reaktion på denne alarm, skal være beskrevet i brugsanvisningen.



IEC

1	Koblede ledere
2	Fælles ledere
3	Styrekontakter

Figur 8 – Metode b1) – Ikke-jordet styrekreds forsynet fra en transformer

NOTE 1 – Metode b1) kan også anvendes til d.c.-styrekredse. I så fald erstattes transformeren i figur 8 med en d.c.-forsyning.



1	Switched conductors
2	Common conductors
3	Control switches

NOTE 2 Method b2) can be used also for DC control circuits. In this case the transformer shown in Figure 9 is substituted by a DC power supply.

1	Switched conductors
2	Common conductors
3	Control switches

NOTE 4 Method b3) can be used also for DC control circuits. In this case the transformer shown in Figure 10 is substituted by a DC power supply. When a transformer and rectifier combination is used, the insulation monitoring device is connected to the protective bonding circuit in the DC part of the control circuit, so after the rectifier.



Figur 9 – Metode b2) – Ikke-jordet styrekreds forsynet fra en transformer

NOTE 3 – Figur 9 viser ikke overstrømsbeskyttelsesudstyret i målekredsene til beskyttelse af anordningen til isolationsovervågning.



Figur 10 – Metode b3) – Ikke-jordet styrekreds forsynet fra en transformer

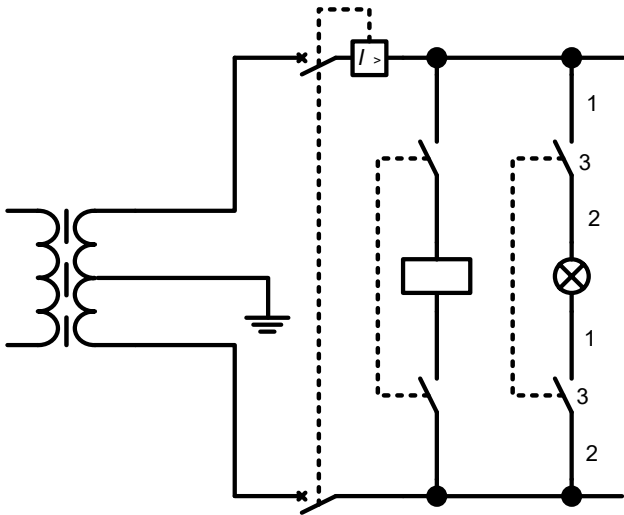
62 (da)

NOTE 5 Figure 10 does not show the overcurrent protective devices in the measurement circuits for protection of the insulation monitoring device.

9.4.3.1.4 Method c) – Control circuits fed by transformer with an earthed centre-tap winding

Control circuits fed from a control transformer with its centre-tap winding connected to the protective bonding circuit shall have overcurrent protective devices that break both the conductors.

The control switches shall be 2-pole types that operate on both conductors.



IEC

Figure 11 – Method c) Control circuits fed by transformer with an earthed centre-tap winding

9.4.3.1.5 Method d) – Control circuits not fed by a transformer

Control circuits that are not fed by a control transformer or switch mode power supply units fitted with transformers having separate windings in accordance with IEC 61558-2-16 are only allowed for machines with a maximum of one motor starter and/or maximum of two control devices, in accordance with 9.1.1.

Depending on the earthing of the supply system the possible cases are:

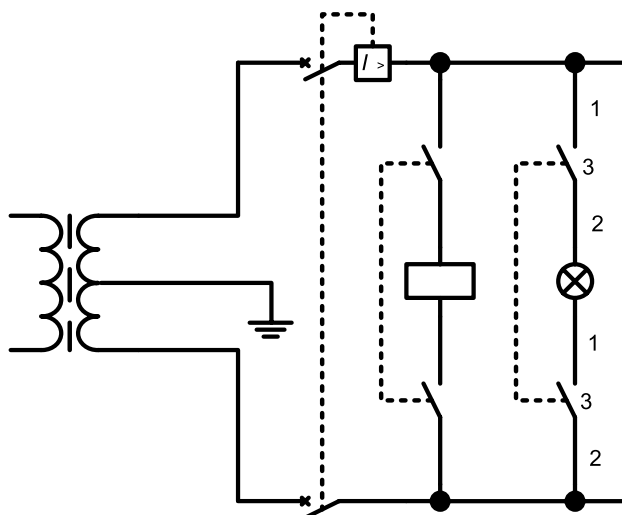
- 1) directly connected to an earthed supply system (TN- or TT-system) and:
 - a) being powered between a line conductor and the neutral conductor, see Figure 12; or
 - b) being powered between two line conductors, see Figure 13; or
- 2) directly connected to a supply system that is not earthed or is earthed through a high impedance (IT-system) and:
 - a) being powered between a line conductor and the neutral conductor, see Figure 14; or
 - b) being powered between two line conductors, see Figure 15.

NOTE 5 – Figur 10 viser ikke overstrømsbeskyttelsesudstyret i målekredsene til beskyttelse af anordningen til isolationsovervågning.

9.4.3.1.4 Metode c) – Styrekredse forsynet fra transformere med en vikling med jordet midtpunktsudtag

Styrekredse forsynet fra en styretransformer med en vikling med midtpunktsudtag, som er forbundet til den beskyttende udligningskreds, skal være forsynet med overstrømsbeskyttelsesudstyr, som afbryder begge ledere.

Styrekontakterne skal være af typen 2-polet, som virker på begge ledere.



IEC

1	Koblede ledere
2	Fælles ledere
3	Styrekontakter

Figur 11 – Metode c) – Styrekredse forsynet fra transformere med en vikling med jordet midtpunktsudtag

9.4.3.1.5 Metode d) – Styrekredse, der ikke forsynes fra en transformer

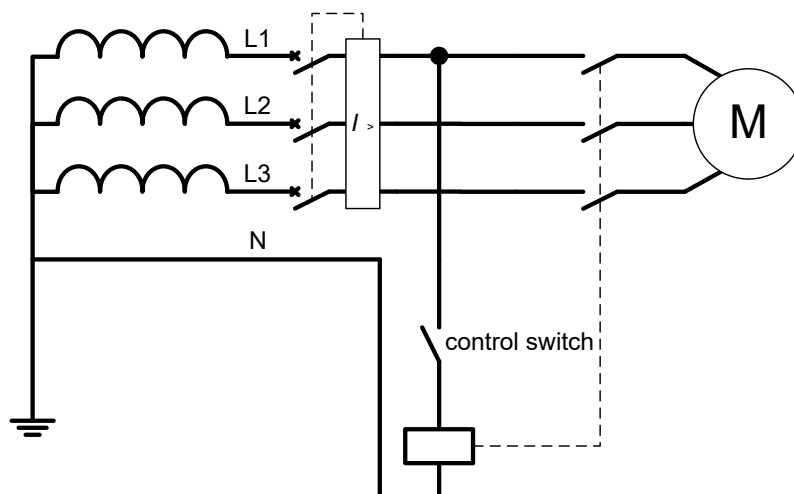
Styrekredse, der ikke forsynes fra en styretransformer eller fra switchmodestrømforsyninger med transformere, som har separate viklinger i overensstemmelse med IEC 61558-2-16, er kun tilladt til maskiner med maksimalt én motorstarter og/eller maksimalt to styreenheder i overensstemmelse med 9.1.1.

Afhængigt af jordingen af forsyningssystemet er mulighederne følgende:

- 1) direkte forbundet til et jordet forsyningssystem (TN- eller TT-system) og:
 - a) strømforsynet mellem en faseleder og nullederen, se figur 12, eller
 - b) strømforsynet mellem to faseledere, se figur 13, eller
- 2) direkte forbundet til et forsyningssystem, som ikke er jordet, eller som er jordet gennem en høj impedans (IT-system) og:
 - a) strømforsynet mellem en faseleder og nullederen, se figur 14, eller
 - b) strømforsynet mellem to faseledere, se figur 15.

Method d1b) requires multi-pole control switches that switch all live conductors in order to avoid an unintentional start in case of an earth fault in the control circuit.

Method d2) requires that a device shall be provided that interrupts the circuit automatically in the event of an earth fault.

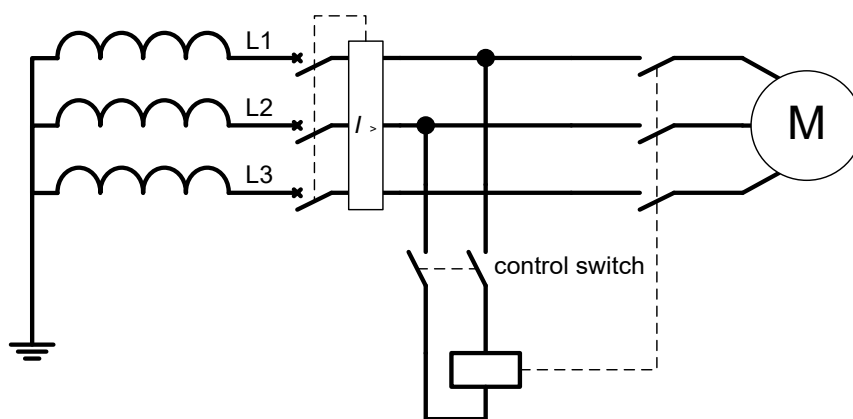


IEC

Figure 12 – Method d1a) Control circuit without transformer connected between a phase and the neutral of an earthed supply system

NOTE 1 Figure 12 shows the case where the supply system is a TN system. The control circuit is the same in the case of a TT system.

NOTE 2 Figure 12 does not show any protective devices for the power circuit and control circuit, provisions for which are stated in 6.3 and 7.2.



IEC

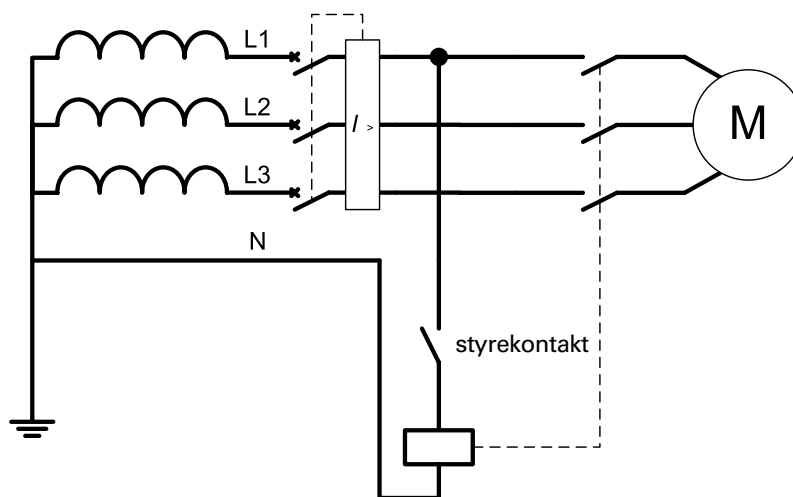
Figure 13 – Method d1b) Control circuit without transformer connected between two phases of an earthed supply system

NOTE 3 Figure 13 shows the case where the supply system is a TN system. The control circuit is the same in case of a TT system.

NOTE 4 Figure 13 does not show any necessary protective devices for power circuit and control circuit, provisions for which are stated in 6.3 and 7.2.

Metode d1b) kræver flerpolede styrekontakter, som afbryder alle spændingsførende ledere for at undgå utilsigtet start i tilfælde af en jordfejl i styrekredsen.

Metode d2) kræver, at der er udstyr, som afbryder kredsen automatisk i tilfælde af en jordfejl.

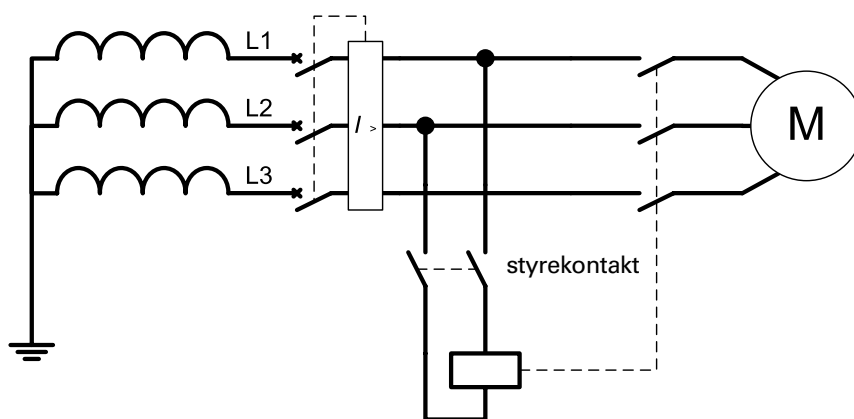


IEC

Figur 12 – Metode d1a) – Styrekreds uden transformer forbundet mellem en fase og nulpunktet i et jordet forsyningssystem

NOTE 1 – Figur 12 viser den mulighed, hvor forsyningssystemet er et TN-system. Styrekredsen er den samme ved et TT-system.

NOTE 2 – Figur 12 viser ikke noget beskyttelsesudstyr til effektkredsen og styrekredsen. Punkt 6.3 og 7.2 indeholder bestemmelser herom.

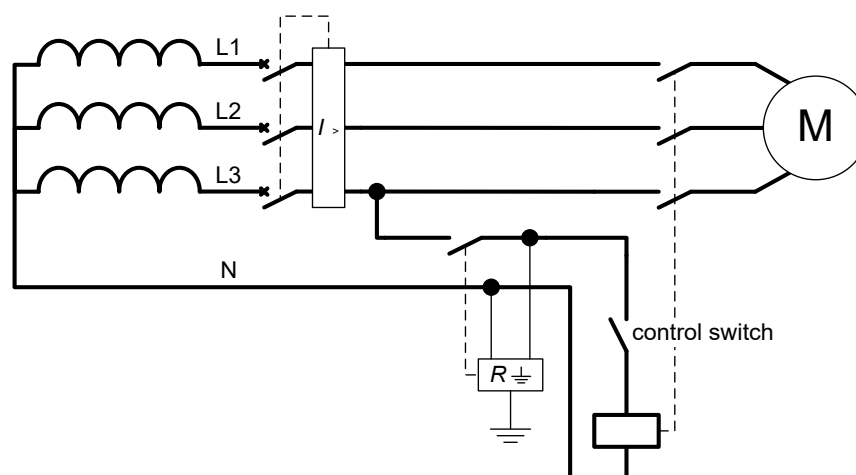


IEC

Figur 13 – Metode d1b) – Styrekreds uden transformer forbundet mellem to faser i et jordet forsyningssystem

NOTE 3 – Figur 13 viser den mulighed, hvor forsyningssystemet er et TN-system. Styrekredsen er den samme ved et TT-system.

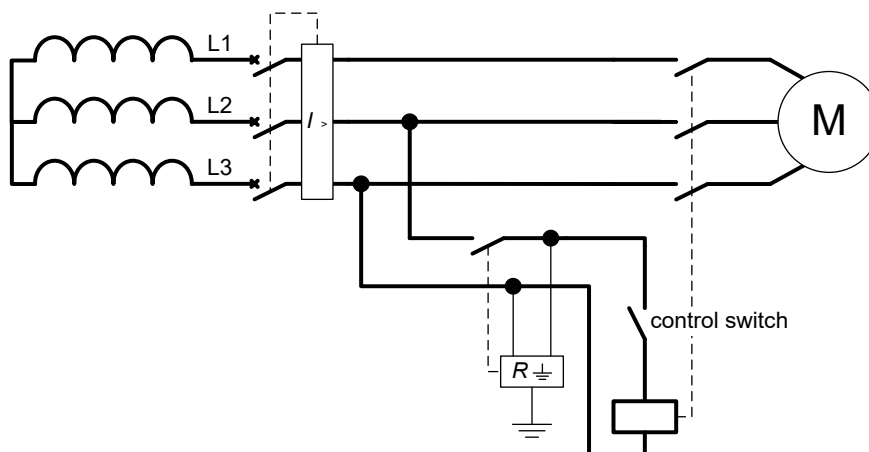
NOTE 4 – Figur 13 viser ikke noget nødvendigt beskyttelsesudstyr til effektkredsen og styrekredsen. Punkt 6.3 og 7.2 indeholder bestemmelser herom.



IEC

Figure 14 – Method d2a) Control circuit without transformer connected between phase and neutral of a non-earthed supply system

NOTE 5 Figure 14 does not show any necessary protective devices for the power circuit and control circuit, provisions for which are stated in 6.3 and 7.2.



IEC

Figure 15 – Method d2b) control circuit without transformer connected between two phases of a non-earthed supply system

NOTE 6 Figure 15 does not show any necessary protective devices for power circuit and control circuit, provisions for which are stated in 6.3 and 7.2.

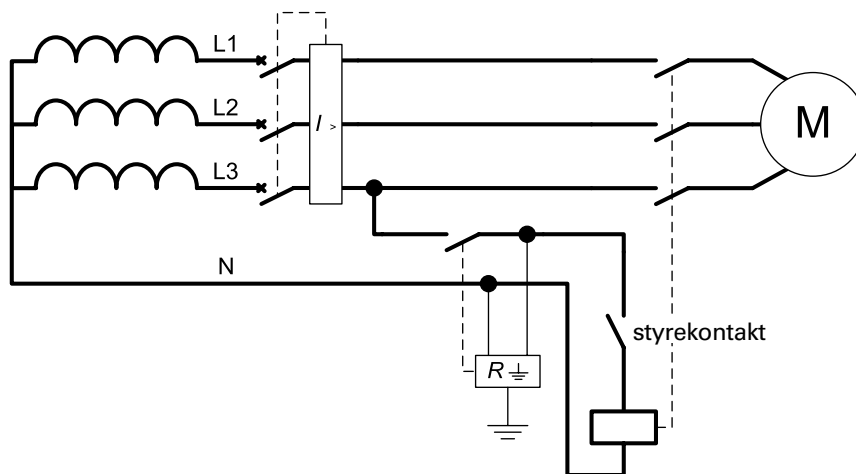
9.4.3.2 Voltage interruptions

See also 7.5.

Where the control system uses a memory device(s), proper functioning in the event of power failure shall be ensured (for example by using a non-volatile memory) to prevent any loss of memory that can result in a hazardous situation.

9.4.3.3 Loss of circuit continuity

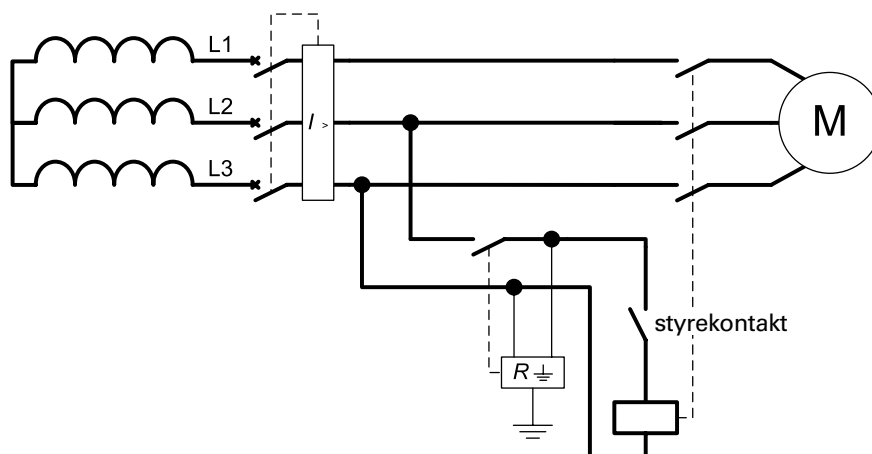
Where the loss of continuity of control circuits depending upon sliding contacts can result in a hazardous situation, appropriate measures shall be taken (for example by duplication of the sliding contacts).



IEC

Figur 14 – Metode d2a) – Styrekreds uden transformer forbundet mellem fase og nul i et ikke-jordet forsyningssystem

NOTE 5 – Figur 14 viser ikke noget nødvendigt beskyttelsesudstyr til effektkredsen og styrekredsen. Punkt 6.3 og 7.2 indeholder bestemmelser herom.



IEC

Figur 15 – Metode d2b) Styrekreds uden transformer forbundet mellem to faser af et ikke-jordet forsyningssystem

NOTE 6 – Figur 15 viser ikke noget nødvendigt beskyttelsesudstyr til effektkredsen og styrekredsen. Punkt 6.3 og 7.2 indeholder bestemmelser herom.

9.4.3.2 Spændingsafbrydelser

Se også 7.5.

Hvor styresystemet bruger hukommelsesudstyr, skal korrekt funktion i tilfælde af funktionssvigt sikres (fx ved anvendelse af permanent hukommelse) for at forhindre ethvert tab af hukommelse, som kan resultere i en farlig situation.

9.4.3.3 Tab af kredskontinuitet

Hvor tab af kontinuitet i styrekredse, som afhænger af glidekontakter, kan resultere i en farlig situation, skal der træffes egnede foranstaltninger (fx ved en dublering af glidekontakterne).

10 Operator interface and machine-mounted control devices

10.1 General

10.1.1 General requirements

Control devices for operator interface shall, as far as is practicable, be selected, mounted, and identified or coded in accordance with IEC 61310 series.

The possibility of inadvertent operation shall be minimized by, for example, positioning of devices, suitable design, provision of additional protective measures. Particular consideration shall be given to the selection, arrangement, programming and use of operator input devices such as touchscreens, keypads and keyboards for the control of hazardous machine operations, and of sensors (for example position sensors) that can initiate machine operation. Further information can be found in IEC 60447.

Ergonomic principles shall be taken into account in the location of operator interface devices.

10.1.2 Location and mounting

As far as is practicable, machine-mounted control devices shall be:

- readily accessible for service and maintenance;
- mounted in such a manner as to minimize the possibility of damage from activities such as material handling.

The actuators of hand-operated control devices shall be selected and installed so that:

- they are not less than 0,6 m above the servicing level and are within easy reach of the normal working position of the operator;
- the operator is not placed in a hazardous situation when operating them.

The actuators of foot-operated control devices shall be selected and installed so that:

- they are within easy reach of the normal working position of the operator;
- the operator is not placed in a hazardous situation when operating them.

10.1.3 Protection

The degree of protection (IP rating in accordance with IEC 60529) together with other appropriate measures shall provide protection against:

- the effects of liquids, vapours, or gases found in the physical environment or used on the machine;
- the ingress of contaminants (for example swarf, dust, particulate matter).

In addition, the operator interface control devices shall have a minimum degree of protection against contact with live parts of IPXXD in accordance with IEC 60529.

10.1.4 Position sensors

Position sensors (for example position switches, proximity switches) shall be so arranged that they will not be damaged in the event of overtravel.

Position sensors in circuits with safety-related control functions (for example, to maintain the safe condition of the machine or prevent hazardous situations arising at the machine) shall have direct opening action (see IEC 60947-5-1) or shall provide similar reliability (see 9.4.2).

10 Operatørgrænseflade og maskinmonterede styreenheder

10.1 Generelt

10.1.1 Generelle krav

Styreenheder til operatørgrænseflader skal så vidt muligt vælges, monteres og identificeres eller kodes i overensstemmelse med IEC 61310-serien.

Sandsynligheden for uagtsom betjening skal minimeres, fx gennem placeringen af udstyr, egnet udformning, yderligere beskyttelsesforanstaltninger. Der skal tages særligt hensyn til valg, placering, programmering og brug af udstyr til operatørinput, fx berøringsskærme, numeriske tastaturer og tastaturer til styring af farlige maskinoperationer, samt brug af sensorer (fx positionsfølere), som kan igangsætte maskindrift. IEC 60447 indeholder yderligere oplysninger.

Der skal tages højde for ergonomiske principper ved placeringen af operatørgrænsefladeudstyr.

10.1.2 Placering og montering

Maskinmonterede styreenheder skal så vidt muligt være

- let tilgængelige for service og vedligeholdelse
- monteret således, at sandsynligheden for beskadigelse i forbindelse med aktiviteter, som fx materialehåndtering, minimeres.

Håndbetjente styreenheders aktuatorer skal vælges og installeres således, at

- de sidder mindst 0,6 m over serviceplanet og er inden for nem rækkevidde fra operatørens almindelige arbejdsposition
- operatøren ikke befinder sig i en farlig situation, når han eller hun betjener dem.

Fodbetjente styreenheders aktuatorer skal vælges og installeres således, at

- de er inden for nem rækkevidde fra operatørens almindelige arbejdsposition
- operatøren ikke befinder sig i en farlig situation, når han eller hun betjener dem.

10.1.3 Beskyttelse

Kapslingsklassen (IP-klasse i henhold til IEC 60529) sammen med andre egnede foranstaltninger skal yde beskyttelse mod:

- virkningerne af væsker, dampe eller gasser, som findes i det fysiske miljø, eller som anvendes på maskinen
- indtrængen af forurenende stoffer (fx spåner, støv, partikler).

Herudover skal styreenhederne til operatørgrænsefladen have en mindste kapslingsklasse på IPXXD i henhold til IEC 60529 som beskyttelse mod berøring af spændingsførende dele

10.1.4 Positionsfølere

Positionsfølere (fx positionsafbrydere, nærhedsafbrydere) skal placeres således, at de ikke beskadiges i tilfælde af overvandring.

Positionsfølere i kredse med sikkerhedsrelaterede styrefunktioner (fx at opretholde maskinens sikre tilstand eller forhindre farlige situationer i at opstå ved maskinen) skal have tvangsafbrydning (se IEC 60947-5-1) eller yde lignende pålidelighed (se 9.4.2).

10.1.5 Portable and pendant control stations

Portable and pendant operator control stations and their control devices shall be so selected and arranged as to minimize the possibility of machine operations caused by inadvertent actuation, shocks and vibrations (for example if the operator control station is dropped or strikes an obstruction) (see also 4.4.8).

10.2 Actuators

10.2.1 Colours

Actuators (see 3.1.1) shall be colour-coded as follows.

The colours for START/ON actuators should be WHITE, GREY, BLACK or GREEN with a preference for WHITE. RED shall not be used.

The colour RED shall be used for emergency stop and emergency switching off actuators (including supply disconnecting devices where it is foreseen that they are for use in an emergency). If a background exists immediately around the actuator, then this background shall be coloured YELLOW. The combination of a RED actuator with a YELLOW background shall only be used for emergency operation devices.

The colours for STOP/OFF actuators should be BLACK, GREY, or WHITE with a preference for BLACK. GREEN shall not be used. RED is permitted, but it is recommended that RED is not used near an emergency operation device.

WHITE, GREY, or BLACK are the preferred colours for actuators that alternately act as START/ON and STOP/OFF actuators. The colours RED, YELLOW, or GREEN shall not be used.

WHITE, GREY, or BLACK are the preferred colours for actuators that cause operation while they are actuated and cease the operation when they are released (for example hold-to-run). The colours RED, YELLOW, or GREEN shall not be used.

Reset actuators shall be BLUE, WHITE, GREY, or BLACK. Where they also act as a STOP/OFF actuator, the colours WHITE, GREY, or BLACK are preferred with the main preference being for BLACK. GREEN shall not be used.

The colour YELLOW is reserved for use in abnormal conditions, for example, in the event of an abnormal condition of the process, or to interrupt an automatic cycle.

Where the same colour WHITE, GREY, or BLACK is used for various functions (for example WHITE for START/ON and for STOP/OFF actuators) a supplementary means of coding (for example shape, position, symbol) shall be used for the identification of actuators.

10.2.2 Markings

In addition to the functional identification as described in 16.3, recommended symbols to be placed near to or preferably directly on certain actuators are given in Table 2 or 3.

10.1.5 Bærbare og nedhængte betjeningspaneler

Bærbare og nedhængte betjeningspaneler og disses styreenheder skal vælges og opbygges således, at sandsynligheden for maskinoperationer forårsaget af uagtsom aktivering, stød og vibrationer minimeres (fx hvis betjeningspanelet tabes eller rammer en forhindring) (se også 4.4.8).

10.2 Aktuatorer

10.2.1 Farver

Aktuatorer (se 3.1.1) skal være farvekodede som følger.

Farverne for START/ON-aktuatorer bør være HVID, GRÅ, SORT eller GRØN med præference for HVID. RØD må ikke anvendes.

Farven RØD skal anvendes til nødstop og nødafbrydelsesaktuatorer (herunder forsyningsadskillere, hvor det forudses, at de skal benyttes i nødsituationer). Hvis aktuatoren har en baggrund umiddelbart omkring sig, skal denne baggrund være farvet GUL. Kombinationen af en RØD aktuator på GUL baggrund må kun bruges til nødbetjeningsanordninger.

Farverne til STOP/OFF-aktuatorer bør være SORT, GRÅ eller HVID med præference for SORT. GRØN må ikke anvendes. RØD er tilladt, men det anbefales, at RØD ikke anvendes i nærheden af en nødbetjeningsanordning.

HVID, GRÅ eller SORT er de foretrukne farver til aktuatorer, som fungerer skiftevis som START/ON- og STOP/OFF-aktuatorer. Farverne RØD, GUL eller GRØN må ikke anvendes.

HVID, GRÅ eller SORT er de foretrukne farver til aktuatorer, som udløser en funktion, mens de er aktiverede, og afslutter funktionen, når de ikke længere er aktiverede (fx hold-to-run). Farverne RØD, GUL eller GRØN må ikke anvendes.

Tilbagestillingsaktuatorer skal være BLÅ, HVID, GRÅ eller SORT. Hvor de også fungerer som STOP/OFF-aktuator, foretrækkes farverne HVID, GRÅ eller SORT, med SORT som den primære præference. GRØN må ikke anvendes.

Farven GUL er forbeholdt til brug under unormale forhold, fx i tilfælde af en unormal tilstand i processen, eller til afbrydelse af en automatisk cyklus.

Hvor den samme farve HVID, GRÅ eller SORT anvendes til mange forskellige funktioner (fx HVID til START/ON- og til STOP/OFF-aktuatorer), skal en supplerende kodning anvendes (fx form, placering, symbol) til identificering af aktuatorerne.

10.2.2 Mærkning

Ud over funktionsidentifikationen beskrevet i 16.3 angiver tabel 2 eller 3 anbefalede symboler, som skal placeres tæt ved eller fortrinsvis direkte på visse aktuatorer.

Table 2 – Symbols for actuators (Power)

Power			
ON	OFF	ON/OFF (push on-push off)	ON (hold-to-run)
IEC 60417-5007 (2002-10)	IEC 60417-5008 (2002-10)	IEC 60417-5010 (2002-10)	IEC 60417-5011 (2002-10)

Table 3 – Symbols for actuators (Machine operation)

Machine operation			
START	STOP	HOLD-TO-RUN	EMERGENCY STOP
IEC 60417-5104 (2006-08)	IEC 60417-5110A (2004-06)	IEC 60417-5011 (2002-10)	IEC 60417-5638 (2002-10)

10.3 Indicator lights and displays

10.3.1 General

Indicator lights and displays serve to give the following types of information:

- indication: to attract the operator's attention or to indicate that a certain task should be performed. The colours RED, YELLOW, BLUE, and GREEN are normally used in this mode; for flashing indicator lights and displays, see 10.3.3.
- confirmation: to confirm a command, or a condition, or to confirm the termination of a change or transition period. The colours BLUE and WHITE are normally used in this mode and GREEN may be used in some cases.

Indicator lights and displays shall be selected and installed in such a manner as to be visible from the normal position of the operator (see also IEC 61310-1).

Circuits used for visual or audible devices used to warn persons of an impending hazardous event shall be fitted with facilities to check the operability of these devices.

10.3.2 Colours

Indicator lights should be colour-coded with respect to the condition (status) of the machine in accordance with Table 4.

Tabel 2 – Symboler for aktuatorer (effekt)

Effekt			
START/ON	STOP/OFF	START/STOP eller ON/OFF (tryk start-tryk stop)	START/ON (hold-to-run)
IEC 60417-5007 (2002-10)	IEC 60417-5008 (2002-10)	IEC 60417-5010 (2002-10)	IEC 60417-5011 (2002-10)

Tabel 3 – Symboler for aktuatorer (maskinoperation)

Maskinoperation			
START	STOP	HOLD-TO-RUN	NØDSTOP
IEC 60417-5104 (2006-08)	IEC 60417-5110A (2004-06)	IEC 60417-5011 (2002-10)	IEC 60417-5638 (2002-10)

10.3 Indikatorlamper og -displays

10.3.1 Generelt

Indikatorlamper og -displays har til formål at give følgende typer oplysninger:

- indikation: at tiltrække operatørens opmærksomhed eller indikere, at en bestemt opgave bør udføres. Farverne RØD, GUL, BLÅ og GRØN anvendes normalt i denne funktion – for blinkende indikatorlamper og -displays se 10.3.3.
- bekræftelse: til at bekræfte en kommando eller en tilstand eller til at bekræfte afslutningen af en ændrings- eller overgangsperiode. Farverne BLÅ og HVID anvendes normalt i denne tilstand, og GRØN kan i nogle tilfælde bruges.

Indikatorlamper og -displays skal vælges og installeres på en sådan måde, at de er synlige fra operatørens almindelige position (se også IEC 61310-1).

Kredse anvendt til visuelt eller akustisk udstyr, som bruges til at advare personer om en forestående farlig hændelse, skal udstyres med midler til at udføre funktionskontrol af dette udstyr.

10.3.2 Farver

Indikatorlamper bør være farvekodede i henhold til tabel 4 med hensyn til maskinens tilstand (status).

Table 4 – Colours for indicator lights and their meanings with respect to the condition of the machine

Colour	Meaning	Explanation	Action by operator
RED	Emergency	Hazardous condition	Immediate action to deal with hazardous condition (for example switching off the machine supply, being alert to the hazardous condition and staying clear of the machine)
YELLOW	Abnormal	Abnormal condition Impending critical condition	Monitoring and/or intervention (for example by re-establishing the intended function)
BLUE	Mandatory	Indication of a condition that requires action by the operator	Mandatory action
GREEN	Normal	Normal condition	Optional
WHITE	Neutral	Other conditions; may be used whenever doubt exists about the application of RED, YELLOW, GREEN, BLUE	Monitoring

Indicating towers on machines should have the applicable colours in the following order from the top down; RED, YELLOW, BLUE, GREEN and WHITE.

10.3.3 Flashing lights and displays

For further distinction or information and especially to give additional emphasis, flashing lights and displays can be provided for the following purposes:

- to attract attention;
- to request immediate action;
- to indicate a discrepancy between the command and actual state;
- to indicate a change in process (flashing during transition).

It is recommended that higher flashing frequencies are used for higher priority information (see IEC 60073 for recommended flashing rates and pulse/pause ratios).

Where flashing lights or displays are used to provide higher priority information, additional acoustic warnings should be considered.

10.4 Illuminated push-buttons

Illuminated push-button actuators shall be colour-coded in accordance with 10.2.1. Where there is difficulty in assigning an appropriate colour, WHITE shall be used.

The colour of active emergency stop actuators shall remain RED regardless of the state of the illumination.

10.5 Rotary control devices

Devices having a rotational member, such as potentiometers and selector switches, shall have means of prevention of rotation of the stationary member. Friction alone shall not be considered sufficient.

10.6 Start devices

Actuators used to initiate a start function or the movement of machine elements (for example slides, spindles, carriers) shall be constructed and mounted so as to minimize inadvertent operation.

Tabel 4 – Farver til indikatorlamper og deres betydning med hensyn til maskinens tilstand

Farve	Betydning	Forklaring	Operatørhandling
RØD	Nødsituation	Farlig tilstand	Umiddelbar handling for at håndtere en farlig tilstand (fx udkobling af forsyningen til maskinen, opmærksomhed omkring den farlige tilstand og opretholdelse af afstand til maskinen)
GUL	Unormal	Unormal tilstand Forestående kritisk tilstand	Overvågning og/eller indgriben (fx ved at genetablere den tilsigtede funktion)
BLÅ	Obligatorisk	Indikation af en tilstand, der kræver operatørens handling	Obligatorisk handling
GRØN	Normal	Normal tilstand	Valgfri
HVID	Neutral	Andre forhold; kan benyttes når som helst, der er tvivl om anvendelsen af RØD, GUL, GRØN, BLÅ	Overvågning

Lystårne på maskiner bør have de gældende farver i følgende rækkefølge oppefra og ned: RØD, GUL, BLÅ, GRØN og HVID.

10.3.3 Blinkende lamper og displays

For at give yderligere skelnen eller information og især for yderligere fremhævnings kan der benyttes blinkende lamper og displays med følgende formål:

- til at tiltrække opmærksomhed
- til at opfordre til øjeblikkelig handling
- til at indikere uoverensstemmelse mellem kommandoen og den faktiske tilstand
- til at indikere en ændring i processen (blinkende lys under overgang).

Det anbefales at anvende større blinkfrekvens til oplysninger af høj prioritet (se IEC 60073 for anbefalede blinkfrekvenser og impuls/pause-forhold).

Hvor blinkende lamper eller displays anvendes til at give oplysninger af høj prioritet, bør supplerende akustiske advarsler tages i betragtning.

10.4 Trykknapper med lys

Trykknappaktuatorer med lys skal være farvekodede i overensstemmelse med 10.2.1. HVID skal anvendes, hvor det er vanskeligt at finde en passende farve.

Farven på nødstopaktuatorer skal forblive RØD uanset om den er oplyst eller ej.

10.5 Drejelige styreenheder

Indretninger med en drejelig del, som fx potentiometre og omskifttere, skal have midler til at forhindre den stationære del i at dreje. Friktion alene må ikke betragtes som tilstrækkeligt.

10.6 Startindretninger

Aktuatorer anvendt til at igangsætte maskinelementers startfunktion eller bevægelse (fx slisker, spindler, transportører) skal være konstrueret og monteret således, at uagtsom betjening minimeres.

10.7 Emergency stop devices

10.7.1 Location of emergency stop devices

Devices for emergency stop shall be readily accessible.

Emergency stop devices shall be provided at each location where the initiation of an emergency stop can be required.

There can be circumstances where confusion can occur between active and inactive emergency stop devices caused by, for example, unplugging or otherwise disabling an operator control station. In such cases, means (for example, design and information for use) shall be provided to minimise confusion.

10.7.2 Types of emergency stop device

The types of device for emergency stop include, but are not limited to:

- a push-button device for actuation by the palm or the fist (e.g. mushroom head type);
- a pull-cord operated switch;
- a pedal-operated switch without a mechanical guard.

The devices shall be in accordance with IEC 60947-5-5.

10.7.3 Operation of the supply disconnecting device to effect emergency stop

Where a stop category 0 is suitable, the supply disconnecting device may serve the function of emergency stop where:

- it is readily accessible to the operator; and
- it is of the type described in 5.3.2 a), b), c), or d).

Where intended for emergency use, the supply disconnecting device shall meet the colour requirements of 10.2.1.

10.8 Emergency switching off devices

10.8.1 Location of emergency switching off devices

Emergency switching off devices shall be located as necessary for the given application. Normally, those devices will be located separate from operator control stations. Where confusion can occur between emergency stop and emergency switching off devices, means shall be provided to minimise confusion.

NOTE This can be achieved by, for example, the provision of a break-glass enclosure for the emergency switching off device.

10.8.2 Types of emergency switching off device

The types of device for initiation of emergency switching off include:

- a push-button operated switch with a palm or mushroom head type of actuator;
- a pull-cord operated switch.

The devices shall have direct opening action (see Annex K of IEC 60947-5-1:2003 and IEC 60947-5-1:2003/AMD1:2009).

10.7 Nødstopanordninger

10.7.1 Placering af nødstopanordninger

Anordninger til nødstop skal være let tilgængelige.

Der skal være nødstopanordninger på hvert sted, hvor igangsættelse af et nødstop kan være påkrævet.

Der kan være omstændigheder, hvor forveksling kan opstå mellem aktive og inaktive nødstopanordninger, som fx skyldes frakobling eller på anden måde deaktivering af betjeningspanelet. I sådanne tilfælde skal der være midler (fx udformning og brugsanvisning) til at minimere forveksling.

10.7.2 Typer af nødstopanordninger

Typerne af anordninger til nødstop omfatter, men er ikke begrænset til:

- en trykknapanordning til aktivering med flad eller knyttet hånd (fx paddehattetypen)
- en trækafbryder
- en pedalbetjent afbryder uden mekanisk afskærmning.

Anordningerne skal være i overensstemmelse med IEC 60947-5-5.

10.7.3 Betjening af forsyningsadskilleren til at iværksætte nødstop

Hvor en stopkategori 0 er egnet, kan forsyningsadskilleren fungere som nødstop, hvor

- den er let tilgængelig for operatøren, og
- den er af typen beskrevet i 5.3.2 a), b), c) eller d).

Når forsyningsadskilleren er beregnet til brug i nødsituationer, skal den opfylde farvekravene i 10.2.1.

10.8 Nødafbryderindretninger

10.8.1 Placering af nødafbryderindretningen

Nødafbryderindretninger skal være placeret i overensstemmelse med dens givne formål. Normalt placeres de adskilt fra betjeningspaneler. Hvor der kan opstå forveksling mellem nødstop og nødafbryderindretninger, skal der være metoder til at minimere forveksling.

NOTE – Dette kan opnås ved fx at anbringe nødafbryderindretningen i en kapsling, hvor ruden skal slås ind for at få adgang.

10.8.2 Typer af nødafbryderindretninger

Typer af anordninger til nødafbrydelse omfatter:

- en tryknapbetjent afbryder med en aktuator af paddehattetypen eller en type til betjening med håndfladen
- en trækafbryder.

Anordningerne skal have tvangsafbrydning (se anneks K i IEC 60947-5-1:2003 og IEC 60947-5-1:2003/AMD1:2009).

10.8.3 Local operation of the supply disconnecting device to effect emergency switching off

Where the supply disconnecting device is to be locally operated for emergency switching off, it shall be readily accessible and shall meet the colour requirements of 10.2.1.

10.9 Enabling control device

The enabling control function is described in 9.2.3.9.

Enabling control devices shall be selected and arranged so as to minimize the possibility of defeating.

Enabling control devices shall be selected that have the following features:

- designed in accordance with ergonomic principles;
- for a two-position type:
 - position 1: off-function of the switch (actuator is not operated);
 - position 2: enabling function (actuator is operated).
- for a three-position type:
 - position 1: off-function of the switch (actuator is not operated);
 - position 2: enabling function (actuator is operated in its mid position);
 - position 3: off-function (actuator is operated past its mid position);
 - when returning from position 3 to position 2, the enabling function is not activated.

NOTE IEC 60947-5-8 specifies requirements for three-position enabling switches.

11 Controlgear: location, mounting, and enclosures

11.1 General requirements

All controlgear shall be located and mounted so as to facilitate:

- its accessibility and maintenance;
- its protection against the external influences or conditions under which it is intended to operate;
- operation and maintenance of the machine and its associated equipment.

11.2 Location and mounting

11.2.1 Accessibility and maintenance

All items of controlgear shall be placed and oriented so that they can be identified without moving them or the wiring. For items that require checking for correct operation or that are liable to need replacement, those actions should be possible without dismantling other equipment or parts of the machine (except opening doors or removing covers, barriers or obstacles). Terminals not part of controlgear components or devices shall also conform to these requirements.

All controlgear shall be mounted so as to facilitate its operation and maintenance. Where a special tool is necessary to adjust, maintain, or remove a device, such a tool shall be supplied. Where access is required for regular maintenance or adjustment, the relevant devices shall be located between 0,4 m and 2,0 m above the servicing level. It is recommended that terminals be at least 0,2 m above the servicing level and be so placed that conductors and cables can be easily connected to them.

10.8.3 Lokal betjening af forsyningsadskilleren til at iværksætte nødafbrydelse

Hvor forsyningsadskilleren skal betjenes lokalt for at udføre nødafbrydelse, skal den være let tilgængelig og opfylde kravene til farve i 10.2.1.

10.9 Aktiverende styreenhed

Den aktiverende styrefunktion er beskrevet i 9.2.3.9.

Aktiverende styreenheder skal vælges og placeres således, at muligheden for omgåelse minimeres.

Der skal vælges aktiverende styreenheder med følgende egenskaber:

- udformet i overensstemmelse med ergonomiske principper
- for en type med to indstillingspositioner:
 - position 1: kontaktens off-funktion (aktuatoren er ikke i funktion)
 - position 2: aktiverende funktion (aktuatoren er i funktion).
- for en type med tre indstillingspositioner:
 - position 1: kontaktens off-funktion (aktuatoren er ikke i funktion)
 - position 2: aktiverende funktion (aktuatoren er i funktion i midterstillingen)
 - position 3: off-funktion (aktuatoren er i funktion trinnet efter midterstillingen)
 - ved tilbagevenden fra position 3 til position 2 igangsættes den aktiverende funktion ikke.

NOTE – IEC 60947-5-8 fastlægger krav til aktiverende kontakter med tre indstillingspositioner.

11 Koblingsudstyr: Placering, montering og kapslinger

11.1 Generelle krav

Alt koblingsudstyr skal placeres og monteres således, at følgende faciliteres:

- tilgængelighed til og vedligeholdelse af udstyret
- beskyttelse af udstyret mod ydre påvirkninger eller forhold, det skal fungere under
- drift og vedligeholdelse af maskinen og tilhørende udstyr.

11.2 Placering og montering

11.2.1 Tilgængelighed og vedligeholdelse

Alle enheder af koblingsudstyr skal placeres og vende på en måde, så de nemt kan identificeres uden at flytte dem eller ledningsføringen. For enheder, som kræver kontrol af korrekt funktion, eller som kan være nødvendige at udskifte, bør dette være muligt uden at skulle demontere andet materiel eller dele af maskinen (med undtagelse af åbning af låger eller fjernelse af dæksler, barrierer eller spærringer). Klemmer, som ikke er del af koblingsudstyrets komponenter, skal også overholde disse krav.

Alt koblingsudstyr skal monteres således, at det er let at betjene og vedligeholde. Hvor det er nødvendigt at anvende specialværktøj til at justere, vedligeholde eller fjerne et stykke udstyr, skal dette værktøj medleveres. Hvor der kræves adgang for regelmæssig vedligeholdelse eller justering, skal det relevante udstyr være placeret mellem 0,4 m og 2,0 m over serviceplanet. Det anbefales, at klemmer befinder sig mindst 0,2 m over serviceplanet, og at de er placeret således, at ledere og kabler let kan forbindes til dem.

No devices except devices for operating, indicating, measuring, and cooling shall be mounted on doors or on access covers of enclosures that are expected to be removed.

Where control devices are connected through plug-in arrangements, their association shall be made clear by type (shape), marking or reference designation, singly or in combination (see 13.4.5).

Plug-in devices that are handled during normal operation shall be provided with non-interchangeable features where the lack of such a facility can result in malfunctioning.

Plug/socket combinations that are handled during normal operation shall be located and mounted so as to provide unobstructed access.

Test points for connection of test equipment, where provided, shall be:

- mounted so as to provide unobstructed access;
- clearly identified to correspond with the documentation;
- adequately insulated;
- sufficiently spaced.

11.2.2 Physical separation or grouping

Non-electrical parts and devices, not directly associated with the electrical equipment, shall not be located within enclosures containing controlgear. Devices such as solenoid valves should be separated from the other electrical equipment (for example in a separate compartment).

Control devices mounted in the same location and connected to the power circuits, or to both power and control circuits, should be grouped separately from those connected only to the control circuits.

Terminals shall be separated into groups for:

- power circuits;
- control circuits of the machine;
- other control circuits, fed from external sources (for example for interlocking).

The groups may be mounted adjacently, provided that each group can be readily identified (for example by markings, by use of different sizes, by use of barriers or by colours).

When arranging the location of devices (including interconnections), the clearances and creepage distances specified for them by the supplier shall be maintained, taking into account the external influences or conditions of the physical environment.

11.2.3 Heating effects

The temperature rise inside electrical equipment enclosures shall not exceed the ambient temperature specified by the component manufacturers.

NOTE 1 IEC TR 60890 can be used for the calculation of temperature rise inside enclosures.

Heat generating components (for example heat sinks, power resistors) shall be so located that the temperature of each component in the vicinity remains within the permitted limit.

NOTE 2 Information on the selection of insulating materials to resist thermal stresses is given in IEC 60216 and IEC 60085.

Der må ikke monteres udstyr på låger eller på kapslingers normalt aftagelige adgangsdæksler med undtagelse af udstyr til betjening, indikation, måling og køling.

Hvor styreenheder er forbundet gennem indstiksindretninger, skal deres tilknytning markeres tydeligt ved hjælp af type (form), mærkning eller referencebetegnelse, enkeltvis eller i kombination (se 13.4.5).

Indstiksindretninger, der håndteres under normal drift, skal have egenskaber, der umuliggør ombytning, hvis manglen på sådanne egenskaber kan resultere i fejlfunktion.

Stikprop-stikkontakt-kombinationer, der håndteres under normal drift, skal være placeret og monteret, så der er uhindret adgang.

Målepunkter til forbindelse af prøvningsudstyr, hvor de forefindes, skal være

- monteret, så der er uhindret adgang
- tydeligt identificeret, så det passer med dokumentationen
- tilstrækkeligt isoleret
- med tilstrækkelig afstand.

11.2.2 Fysisk adskillelse eller samling i grupper

Ikke-elektriske dele og udstyr, som ikke er direkte forbundet med det elektriske materiel, må ikke være placeret i kapslinger, som indeholder koblingsudstyr. Udstyr såsom magnetventiler bør adskilles fra det andet elektriske materiel (fx i et særskilt rum).

Styreenheder monteret på samme sted og forbundet til effektkredsene eller til både effekt- og styrekredse bør være grupperet adskilt fra dem, som kun er forbundet til styrekredsene.

Klemmer skal opdeles i grupper til:

- effektkredse
- maskinens styrekredse
- andre styrekredse, som forsynes fra eksterne kilder (fx i forbindelse med tvangskobling).

Grupperne kan være monteret ved siden af hinanden under forudsætning af, at hver gruppe hurtigt og let kan identificeres (fx ved hjælp af mærkning, anvendelse af forskellige størrelser, barrierer eller farver).

Ved placeringen af udstyr (herunder indbyrdes forbindelser) skal de luft- og krybeafstande, leverandøren har fastsat for udstyret, overholdes under hensyntagen til de ydre påvirkninger eller betingelser i det fysiske miljø.

11.2.3 Varmevirkning

Temperaturstigningen inde i kapslinger på elektrisk materiel må ikke overstige den omgivelsestemperatur, som er fastsat af komponentproducenterne.

NOTE 1 – IEC TR 60890 kan anvendes til beregning af temperaturstigning inde i kapslinger.

Varmegenererende komponenter (fx køleflader, effektresistorer) skal være placeret således, at temperaturen for hver komponent i nærheden forbliver inden for den tilladte grænseværdi.

NOTE 2 – IEC 60216 og IEC 60085 indeholder information om valg af isolationsmaterialer til at modstå termiske påvirkninger.

11.3 Degrees of protection

The protection of controlgear against ingress of solid foreign objects and of liquids shall be adequate taking into account the external influences under which the machine is intended to operate (i.e. the location and the physical environmental conditions) and shall be sufficient against dust, coolants, lubricants and swarf.

NOTE 1 The degrees of protection against ingress of water are covered by IEC 60529. Additional protective measures can be necessary against other liquids.

Enclosures of controlgear shall provide a degree of protection of at least IP22 (see IEC 60529).

Exception: an enclosure providing a minimum degree of protection IP22 is not required where:

- a) an electrical operating area provides an appropriate degree of protection against ingress of solids and liquids, or:
- b) removable collectors on conductor wire or conductor bar systems are used and the measures of 12.7.1 are applied.

NOTE 2 Some examples of applications, along with the degree of protection typically provided by their enclosures, are listed below:

– ventilated enclosure, containing only motor starter resistor and other large size equipment	IP10
– ventilated enclosure, containing other equipment	IP32
– enclosure used in general industry	IP32, IP43 and IP54
– enclosure used in locations that are cleaned with low-pressure water jets (hosing)	IP55
– enclosure providing protection against fine dust	IP65
– enclosure containing slip-ring assemblies	IP2X

Depending upon the conditions where installed, another degree of protection can be appropriate.

11.4 Enclosures, doors and openings

Enclosures shall be constructed using materials capable of withstanding the mechanical, electrical and thermal stresses as well as the effects of humidity and other environmental factors that are likely to be encountered in normal service.

Fasteners used to secure doors and covers should be of the captive type.

Windows of enclosures shall be of a material suitable to withstand expected mechanical stress and chemical attack.

It is recommended that enclosure doors having vertical hinges be not wider than 0,9 m, with an angle of opening of at least 95°.

The joints or gaskets of doors, lids, covers and enclosures shall withstand the chemical effects of the aggressive liquids, vapours, or gases used on the machine. The means provided to maintain the degree of protection of an enclosure on doors, lids and covers that require opening or removal for operation or maintenance shall:

- be securely attached to either the door/cover or the enclosure;
- not deteriorate due to removal or replacement of the door or the cover, and so impair the degree of protection.

Where openings in enclosures are provided (for example, for cable access), including those towards the floor or foundation or to other parts of the machine, means shall be provided to

11.3 Kapslingsklasser

Beskyttelse af koblingsudstyr mod indtrængen af faste fremmedlegemer og af væsker skal være tilstrækkelig under hensyntagen til de ydre påvirkninger, maskinen skal fungere i (dvs. placeringen og de fysiske betingelser i miljøet), og beskyttelsen skal være tilstrækkelig mod støv, kølemidler, smøremidler og spåner.

NOTE 1 – Kapslingsklasserne mod indtrængen af vand er dækket af IEC 60529. Yderligere beskyttelsesforanstaltninger kan være nødvendige mod andre væsker.

Koblingsudstyrs kapslinger skal have en kapslingsklasse på mindst IP22 (se IEC 60529).

Undtagelse: En kapsling med en kapslingsklasse på mindst IP22 er ikke påkrævet, hvis

- a) et elektrisk driftsområde yder en egnet kapslingsklasse mod indtrængen af faste stoffer og væsker, eller
- b) aftagelige strømaftagere på ledningstråd- eller strømskinnesystemer benyttes, og foranstaltningerne i 12.7.1 anvendes.

NOTE 2 – Nedenfor er anført nogle eksempler på anvendelser sammen med den kapslingsklasse, kapslingen almindeligvis giver:

– ventileret kapsling, der kun indeholder motorstartermodstand og andet materiel af stor størrelse	IP10
– ventileret kapsling, der indeholder andet materiel	IP32
– kapsling anvendt i industrien generelt	IP32, IP43 og IP54
– kapsling anvendt på steder, som renses med lavtryksvandstråler (spuling)	IP55
– kapsling, der yder beskyttelse mod fint støv	IP65
– kapsling med slæberingssammenbygninger	IP2X

Afhængigt af forholdene, hvor de er installeret, kan en anden kapslingsklasse være hensigtsmæssig.

11.4 Kapslinger, låger og åbninger

Kapslinger skal være konstrueret af materialer, der kan modstå de mekaniske, elektriske og termiske belastninger såvel som virkningerne af fugtighed og andre miljømæssige faktorer, de med sandsynlighed udsættes for under normal drift.

Fastgørelsesanordninger, som anvendes til at sikre låger og dæksler, bør være selvlåsende.

Ruder i kapslinger skal være af et materiale, der kan modstå de forventede mekaniske belastninger og kemiske påvirkninger.

Det anbefales, at kapslingslåger med lodrette hængsler ikke er bredere end 0,9 m og har en åbningsvinkel på mindst 95°.

Samlinger eller pakninger på låger, låg, dæksler og kapslinger skal kunne modstå de kemiske påvirkninger fra aggressive væsker, dampe eller gasser brugt på maskinen. Midlerne, der anvendes til at opretholde kapslingsklassen på låger, låg og dæksler, som kræver åbning eller fjernelse for drift og vedligeholdelse:

- Skal være solidt fastgjort enten til lågen/dækslet eller til kapslingen
- Må ikke forringes som følge af fjernelse eller udskiftning af lågen eller dækslet og således svække kapslingsklassen.

Hvis der er åbninger i kapslinger (fx til kabelindføring), herunder åbninger mod gulvet eller fundamentet eller mod andre dele af maskinen, skal der være midler, som sikrer kapslingsklassen specificeret for materialet. Åbninger til

ensure the degree of protection specified for the equipment. Openings for cable entries shall be easy to re-open on site. A suitable opening may be provided in the base of enclosures within the machine so that moisture due to condensation can drain away.

There shall be no opening between enclosures containing electrical equipment and compartments containing coolant, lubricating or hydraulic fluids, or those into which oil, other liquids, or dust can penetrate. This requirement does not apply to electrical devices specifically designed to operate in oil (for example electromagnetic clutches) nor to electrical equipment in which coolants are used.

Where there are holes in an enclosure for mounting purposes, means may be necessary to ensure that after mounting, the holes do not impair the required protection.

Equipment that, in normal or abnormal operation, can attain a surface temperature sufficient to cause a risk of fire or harmful effect to an enclosure material shall:

- be located within an enclosure that will withstand, without risk of fire or harmful effect, such temperatures as can be generated; and
- be mounted and located at a sufficient distance from adjacent equipment so as to allow safe dissipation of heat (see also 11.2.3); or
- be otherwise screened by material that can withstand, without risk of fire or harmful effect, the heat emitted by the equipment.

NOTE A warning label in accordance with 16.2.2 can be necessary.

11.5 Access to electrical equipment

Doors in gangways and for access to electrical operating areas shall:

- be at least 0,7 m wide and 2,0 m high;
- open outwards;
- have a means (for example panic bolts) to allow opening from the inside without the use of a key or tool.

NOTE Further information is given in IEC 60364-7-729.

12 Conductors and cables

12.1 General requirements

Conductors and cables shall be selected so as to be suitable for the operating conditions (for example voltage, current, protection against electric shock, grouping of cables) and external influences (for example ambient temperature, presence of water or corrosive substances, mechanical stresses (including stresses during installation), fire hazards) that can exist.

These requirements do not apply to the integral wiring of assemblies, subassemblies, and devices that are manufactured and tested in accordance with their relevant IEC standard (for example IEC 61800 series).

12.2 Conductors

Conductors should be of copper. Where aluminium conductors are used, the cross-sectional area shall be at least 16 mm².

To ensure adequate mechanical strength, the cross-sectional area of conductors should not be less than as shown in Table 5. However, conductors with smaller cross-sectional areas or other constructions than shown in Table 5 may be used in equipment provided adequate mechanical strength is achieved by other means and proper functioning is not impaired.

kabelindføringer skal være lette at genåbne på stedet. Der kan være en passende åbning i bunden af kapslinger inden for maskinen, så fugt som følge af kondensering kan bortledes.

Der må ikke være åbninger mellem kapslinger, der indeholder elektrisk materiel og rum, der indeholder kølemiddel, smøremiddel eller hydrauliske væsker, eller ind til rum, hvor olie, andre væsker eller støv kan trænge ind. Dette krav gælder ikke for elektrisk udstyr, som er konstrueret specifikt til at fungere i olie (fx elektromagnetiske koblinger), og ej heller for elektrisk materiel, hvori der anvendes kølemidler.

Hvis der er huller i en kapsling af hensyn til montering, kan det være nødvendigt med midler, som sikrer, at hullerne efter montering ikke forringer den krævede beskyttelse.

Materiel som under normal eller unormal drift kan opnå en overfladetemperatur, som er tilstrækkelig til at udgøre en brandrisiko eller føre til en skadelig påvirkning af et kapslingsmateriale, skal

- være placeret i en kapsling, som uden risiko for brand eller skadelig påvirkning kan modstå sådanne temperaturer, der kan skabes, og
- være monteret og placeret i tilstrækkelig afstand fra tilstødende materiel, så større varmeafgivelse er mulig (se også 11.2.3), eller
- være skærmet på anden måde af materiale, der uden brandrisiko eller skadelig påvirkning kan modstå virkningen af varme afgivet fra materialet.

NOTE – En advarselmærkat i henhold til 16.2.2 kan være nødvendig.

11.5 Adgang til elektrisk materiel

Døre i gange og i adgangsveje til elektriske driftsområder skal

- være mindst 0,7 m brede og 2,0 m høje
- åbne udad
- være forsynet med midler til at åbne indefra uden brug af nøgle eller værktøj (fx panikpaskvil).

NOTE – Yderligere oplysninger er angivet i IEC 60364-7-729.

12 Ledere og kabler

12.1 Generelle krav

Ledere og kabler skal vælges således, at de egner sig til de eksisterende driftsbetingelser (fx spænding, strøm, beskyttelse mod elektrisk stød, samling af kabler i grupper) og ydre påvirkninger (fx omgivelsestemperatur, tilstedeværelse af vand eller korroderende stoffer, mekaniske belastninger (herunder i forbindelse med installation), brandfare), som kan være til stede.

Disse krav gælder ikke for de integrerede ledningsføringer i tavler, sammenbygninger og udstyr, der er fremstillet og prøvet i overensstemmelse med relevante IEC-standarder (fx IEC 61800-serien).

12.2 Ledere

Ledere bør være af kobber. Hvor der anvendes aluminiumsledere, skal tværsnitsarealet være mindst 16 mm².

For at sikre tilstrækkelig mekanisk styrke bør tværsnitsarealet af ledere ikke være under det viste i tabel 5. Dog kan ledere med mindre tværsnitsareal eller af anden konstruktion end dem vist i tabel 5 anvendes i materiel under forudsætning af, at der på anden måde opnås tilstrækkelig mekanisk styrke, og korrekt funktion ikke forringes.

NOTE Classification of conductors is given in Table D.4.

Table 5 – Minimum cross-sectional areas of copper conductors

		Type of conductor, cable				
Location	Application	Single core		Multicore		
		Flexible Class 5 or 6	Solid (class 1) or stranded (class 2)	Two core, shielded	Two core not shielded	Three or more cores, shielded or not
Wiring outside (protecting) enclosures	Power circuits, fixed	1,0	1,5	0,75	0,75	0,75
	Power circuits, subjected to frequent movements	1,0	–	0,75	0,75	0,75
	Control circuits	1,0	1,0	0,2	0,5	0,2
	Data communication	–	–	–	–	0,08
Wiring inside enclosures ^{a)}	Power circuits (connections not moved)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	Control circuits	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Data communication	–	–	–	–	0,08
NOTE All cross-sections in mm ² .						
^{a)} Except special requirements of individual standards, see also 12.1.						

Class 1 and class 2 conductors are primarily intended for use between rigid, non-moving parts where vibration is not considered to be likely to cause damage.

All conductors that are subject to frequent movement (for example one movement per hour of machine operation) should have flexible stranding of class 5 or class 6.

12.3 Insulation

Where the insulation of conductors and cables can constitute hazards due for example to the propagation of a fire or the emission of toxic or corrosive fumes, guidance from the cable supplier should be sought. It is important to give special attention to the integrity of a circuit having a safety-related function.

The insulation of cables and conductors used, shall be suitable for a test voltage:

- not less than 2 000 V AC for a duration of 5 min for operation at voltages higher than 50 V AC or 120 V DC, or
- not less than 500 V AC for a duration of 5 min for PELV circuits (see IEC 60364-4-41, class III equipment).

The mechanical strength and thickness of the insulation shall be such that the insulation cannot be damaged in operation or during laying, especially for cables pulled into ducts.

12.4 Current-carrying capacity in normal service

The current-carrying capacity depends on several factors, for example insulation material, number of conductors in a cable, design (sheath), methods of installation, grouping and ambient temperature.

NOTE 1 Detailed information and further guidance can be found in IEC 60364-5-52, in some national standards or given by the manufacturer.

NOTE – Tabel D.4 indeholder en klassifikation af ledere.

Tabel 5 – Mindste tværsnitsareal for kobberledere

		Type af leder, kabel				
Placering	Anvendelse	Enleder		Flerleder		
		Fleksibelt klasse 5 eller 6	Massivt (klasse 1) eller flertrådet (klasse 2)	Toleder, skærmet	Toleder, ikke-skærmet	Tre- eller flerleder, skærmede eller ikke-skærmede
Ledningsføring uden for (beskyttende) kapslinger	Effektkredse, fastgjorte	1,0	1,5	0,75	0,75	0,75
	Effektkredse, udsat for hyppige bevægelser	1,0	–	0,75	0,75	0,75
	Styrekredse	1,0	1,0	0,2	0,5	0,2
	Datakommunikation	–	–	–	–	0,08
Ledningsføring inde i kapslinger ^{a)}	Effektkredse (forbindelser ikke flyttet)	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
	Styrekredse	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Datakommunikation	–	–	–	–	0,08
NOTE – Alle tværsnit er i mm ² .						
^{a)} Undtagen særlige krav i individuelle standarder, se også 12.1.						

Klasse 1- og klasse 2-ledere er primært beregnet til brug mellem stive, ubevægelige dele, hvor vibrationer ikke anses for at kunne forårsage skade.

Alle ledere, der er udsat for hyppige bevægelser (fx én bevægelse pr. time under maskinens drift), bør have fleksible tråde af klasse 5 eller klasse 6.

12.3 Isolation

Hvor isolationen på ledere og kabler kan udgøre en fare, fx som følge af spredning af brand eller afgivelse af giftige eller ætsende dampe, bør der søges vejledning hos kabelleverandøren. Det er vigtigt at være særligt opmærksom på integriteten af kredse med en sikkerhedsrelateret funktion.

Isolationen af kabler og ledere skal være egnet til en prøvespænding:

- på ikke mindre end 2 000 V a.c. med en varighed på 5 min for drift ved spændinger, som er større end 50 V a.c. eller 120 V d.c., eller
- på ikke mindre end 500 V a.c. med en varighed på 5 min for PELV-kredse (se IEC 60364-4-41, klasse III-materiel).

Isolationens mekaniske styrke og tykkelse skal være af sådan art, at isolationen ikke kan beskadiges under drift eller lægning, hvilket gælder særligt for kabler trukket i lukkede kanaler.

12.4 Strømværdi under normal drift

Strømværdien afhænger af flere faktorer, fx isolationsmaterialet, antal ledere i et kabel, udformning (kappe), installationsmetode, samling i grupper og omgivelsestemperatur.

NOTE 1 – Detaljerede oplysninger og yderligere vejledning er anført i IEC 60364-5-52 og visse nationale standarder eller af producenten.

One typical example of the current-carrying capacities for PVC insulated wiring between enclosures and individual items of equipment under steady-state conditions is given in Table 6.

NOTE 2 For specific applications where the correct cable dimensioning can depend on the relationship between the period of the duty cycle and the thermal time constant of the cable (for example starting against high-inertia load, intermittent duty), the cable manufacturer can provide information.

Table 6 – Examples of current-carrying capacity (I_z) of PVC insulated copper conductors or cables under steady-state conditions in an ambient air temperature of +40 °C for different methods of installation

	Installation method (see D.2.2)			
	B1	B2	C	E
Cross-sectional area mm ²	Current-carrying capacity I_z for three phase circuits			
	A			
0,75	8,6	8,5	9,8	10,4
1,0	10,3	10,1	11,7	12,4
1,5	13,5	13,1	15,2	16,1
2,5	18,3	17,4	21	22
4	24	23	28	30
6	31	30	36	37
10	44	40	50	52
16	59	54	66	70
25	77	70	84	88
35	96	86	104	110
50	117	103	125	133
70	149	130	160	171
95	180	156	194	207
120	208	179	225	240
	Control circuit pairs			
0,20	4,5	4,3	4,4	4,4
0,5	7,9	7,5	7,5	7,8
0,75	9,5	9,0	9,5	10

NOTE 1 The values of the current-carrying capacity of Table 6 are based on:

- one symmetrical three-phase circuit for cross-sectional areas 0,75 mm² and greater;
- one control circuit pair for cross-sectional areas between 0,2 mm² and 0,75 mm².

Where more loaded cables/pairs are installed, derating factors for the values of Table 6 can be found in Tables D.2 or D.3.

NOTE 2 For ambient temperatures other than 40 °C, correction factors for current-carrying capacities are provided in Table D.1.

NOTE 3 These values are not applicable to flexible cables wound on drums (see 12.6.3).

NOTE 4 Current-carrying capacities of other cables are provided in IEC 60364-5-52.

12.5 Conductor and cable voltage drop

The voltage drop from the point of supply to the load in any power circuit cable shall not exceed 5 % of the nominal voltage under normal operating conditions. In order to conform to this requirement, it can be necessary to use conductors having a larger cross-sectional area than that derived from Table 6.

Et typisk eksempel på strømværdier for PVC-isolerede ledninger mellem kapslinger og individuelle enheder i materiel under stabile driftsbetingelser er angivet i tabel 6.

NOTE 2 – For særlige anvendelser, hvor den korrekte kabeldimensionering kan afhænge af forholdet mellem driftscyklusperioden og kablets termiske tidskonstant (fx opstart mod belastning af stor inert, intermitterende drift), kan kabelproducenten give information herom.

Tabel 6 – Eksempler på strømværdier (I_z) for PVC-isolerede kobberledere eller kabler under stabile driftsbetingelser i en omgivende lufttemperatur på +40 °C for forskellige installationsmetoder

	Installationsmetode (se D.2.2)			
	B1	B2	C	E
Tværsnitsareal mm ²	Strømværdi I_z for trefasede kredse			
	A			
0,75	8,6	8,5	9,8	10,4
1,0	10,3	10,1	11,7	12,4
1,5	13,5	13,1	15,2	16,1
2,5	18,3	17,4	21	22
4	24	23	28	30
6	31	30	36	37
10	44	40	50	52
16	59	54	66	70
25	77	70	84	88
35	96	86	104	110
50	117	103	125	133
70	149	130	160	171
95	180	156	194	207
120	208	179	225	240
Styrekredse, par				
0,20	4,5	4,3	4,4	4,4
0,5	7,9	7,5	7,5	7,8
0,75	9,5	9,0	9,5	10

NOTE 1 – Strømværdierne i tabel 6 er baseret på:

- en symmetrisk trefaset kreds til tværsnitsarealer på 0,75 mm² og større
- et ledningspar i styrekreds til tværsnitsarealer på mellem 0,2 mm² og 0,75 mm².

Hvor flere belastede kabler/ledningspar er installeret, kan reduktionsfaktorer for værdierne i tabel 6 findes i tabel D.2 eller D.3.

NOTE 2 – For andre omgivelsestemperaturer end 40 °C er korrektionsfaktorer for strømværdier angivet i tabel D.1.

NOTE 3 – Disse værdier gælder ikke for fleksible kabler, som er viklet på tromler (se 12.6.3).

NOTE 4 – IEC 60364-5-52 angiver strømværdier for andre kabler.

12.5 Spændingsfald i ledere og kabler

Spændingsfald fra forsyningspunktet til belastningen i ethvert kabel i en effektkreds må normalt ikke overstige 5 % af den nominelle spænding under normale driftsbetingelser. For at opfylde dette krav kan det være nødvendigt at anvende ledere med større tværsnitsareal end det, der kan udledes af tabel 6.

In control circuits, the voltage drop shall not reduce the voltage at any device below the manufacturer's specification for that device, taking into account inrush currents.

See also 4.3.

The voltage drop in components, for example overcurrent protective devices and switching devices, should be considered.

12.6 Flexible cables

12.6.1 General

Flexible cables shall have Class 5 or Class 6 conductors.

NOTE 1 Class 6 conductors have smaller diameter strands and are more flexible than Class 5 conductors (see Table D.4).

Cables that are subjected to severe duties shall be of adequate construction to protect against:

- abrasion due to mechanical handling and dragging across rough surfaces;
- kinking due to operation without guides;
- stress resulting from guide rollers and forced guiding, being wound and re-wound on cable drums.

NOTE 2 Cables for such conditions are specified in some national standards.

NOTE 3 The operational life of the cable will be reduced where unfavourable operating conditions such as high tensile stress, small radii, bending into another plane and/or where frequent duty cycles coincide.

12.6.2 Mechanical rating

The cable handling system of the machine shall be so designed to keep the tensile stress of the conductors as low as is practicable during machine operations. Where copper conductors are used, the tensile stress applied to the conductors shall not exceed 15 N/mm² of the copper cross-sectional area. Where the demands of the application exceed the tensile stress limit of 15 N/mm², cables with special construction features should be used and the allowed maximal tensile stress should be agreed with the cable manufacturer.

The maximum stress applied to the conductors of flexible cables with material other than copper shall be within the cable manufacturer's specification.

NOTE The following conditions affect the tensile stress on the conductors:

- acceleration forces;
- speed of motion;
- dead (hanging) weight of the cables;
- method of guiding;
- design of cable drum system.

12.6.3 Current-carrying capacity of cables wound on drums

Cables to be wound on drums shall be selected with conductors having a cross-sectional area such that, when fully wound on the drum and carrying the normal service load, the maximum allowable conductor temperature is not exceeded.

For cables of circular cross-sectional area installed on drums, the maximum current-carrying capacity in free air should be derated in accordance with Table 7

NOTE The current-carrying capacity of cables in free air can be found in manufacturers' specifications or in relevant national standards.

I styrekredse må spændingsfaldet under hensyntagen til indkoblingsstrømme ikke mindske spændingen i noget udstyr til under den spænding, der er fastsat af udstyrsproducenten.

Se også 4.3.

Spændingsfaldet i komponenter, fx overstrømsbeskyttelsesudstyr og koblingsapparater, bør tages i betragtning.

12.6 Fleksible kabler

12.6.1 Generelt

Fleksible kabler skal have klasse 5- eller klasse 6-ledere

NOTE 1 – Klasse 6-ledere har tråde med mindre diameter og er mere fleksible end klasse 5-ledere (se tabel D.4).

Kabler, som er udsat for hårde belastninger, skal være af tilstrækkelig konstruktion til at beskytte mod:

- slitage som følge af mekanisk håndtering og slæben hen over ru overflader
- knæk som følge af drift uden styr
- belastning fra styreruller og tvangsstyring under af- og pårulning på kabeltromler.

NOTE 2 – Visse nationale standarder specificerer kabler til sådanne forhold.

NOTE 3 – Kablets levetid reduceres i tilfælde af ugunstige driftsbetingelser såsom stor trækspænding, små bøjningsradier, bøjning ind i et andet plan og/eller hvor hyppige driftscyklusser er sammenfaldende.

12.6.2 Mekanisk vurdering

Maskinens kabelhåndteringssystem skal være konstrueret således, at trækspændingen på lederne holdes så lav som muligt under maskinoperationer. Hvis der anvendes kobberledere, må trækspændingen på lederne ikke overstige 15 N/mm^2 af kobberets tværsnitsareal. Hvor kravene til anvendelsen overstiger trækspændingsgrænsen på 15 N/mm^2 , bør der anvendes kabler med særlige konstruktionsmæssige egenskaber, og den tilladte maksimale trækspænding bør aftales med kabelproducenten.

Den maksimale spænding, der påføres lederne i fleksible kabler af andre materialer end kobber, skal ligge inden for kabelproducentens specifikation.

NOTE – Følgende forhold påvirker trækspændingen på lederne:

- accelerationskræfter
- bevægelseshastigheder
- kablernes egenvægt (hængende)
- styremetode
- kabeltromlesystemets udformning.

12.6.3 Strømværdier for kabler viklet på tromler

Kabler til omvikling på tromler skal vælges med ledere med et tværsnitsareal, der gør, at når kablet er fuldt oprullet på tromlen og fører den normale driftsbelastning, overskrides den maksimale tilladte ledertemperatur ikke.

For kabler med cirkulært tværsnitsareal installeret på tromler bør den maksimale strømværdi i fri luft reduceres i henhold til tabel 7.

NOTE – Strømværdien for kabler i fri luft kan findes i producentens specifikationer eller i relevante nationale standarder.

Table 7 – Derating factors for cables wound on drums

Drum type	Number of layers of cable				
	Any number	1	2	3	4
Cylindrical ventilated	–	0,85	0,65	0,45	0,35
Radial ventilated	0,85	–	–	–	–
Radial non-ventilated	0,75	–	–	–	–

It is recommended that the use of derating factors be discussed with the cable and the cable drum manufacturers. This may result in other factors being used.

NOTE 1 A radial type drum is one where spiral layers of cable are accommodated between closely spaced flanges; if fitted with solid flanges, the drum is described as non-ventilated and if the flanges have suitable apertures, as ventilated.

NOTE 2 A ventilated cylinder drum is one where the layers of cable are accommodated between widely spaced flanges and the drum and end flanges have ventilating apertures.

12.7 Conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies

12.7.1 Basic protection

Conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies shall be installed or enclosed in such a way that, during normal access to the machine, basic protection is achieved by the application of one of the following protective measures:

- protection by partial insulation of live parts, or where this is not practicable;
- protection by enclosures or barriers of at least IP2X or IPXXB.

Horizontal top surfaces of barriers or enclosures that are readily accessible shall provide a degree of protection of at least IP4X or IPXXD.

Where the required degree of protection is not achieved, protection by placing live parts out of reach in combination with emergency switching off in accordance with 9.2.3.4.3 shall be applied.

Conductor wires and conductor bars shall be so placed and/or protected as to:

- prevent contact, especially for unprotected conductor wires and conductor bars, with conductive items such as the cords of pull-cord switches, strain-relief devices and drive chains;
- prevent damage from a swinging load.

See also 6.2.6.

12.7.2 Protective conductors

Where conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies are installed as part of the protective bonding circuit, they shall not carry current in normal operation. Therefore, the protective conductor (PE) and the neutral conductor (N) shall each use a separate conductor wire, conductor bar or slip-ring.

The continuity of protective conductors using sliding contacts shall be ensured by taking appropriate measures (for example, duplication of the current collector, continuity monitoring).

12.7.3 Protective conductor current collectors

Protective conductor current collectors shall have a shape or construction so that they are not interchangeable with the other current collectors. Such current collectors shall be of the sliding contact type.

Tabel 7 – Reduktionsfaktorer for kabler viklet på tromler

Tromletype	Antal kabellag				
	Vilkårligt antal	1	2	3	4
Cylindrisk, ventileret	–	0,85	0,65	0,45	0,35
Radial, ventileret	0,85	–	–	–	–
Radial, ikke-ventileret	0,75	–	–	–	–

Det anbefales, at brugen af reduktionsfaktorer drøftes med producenten af hhv. kablet og kabeltromlen. Dette kan medføre anvendelse af andre faktorer.

NOTE 1 – En tromle af radialtypen er en, hvor spirallag af kabel rummes mellem tætsiddende flanger. Hvis flangerne er massive, beskrives tromlen som ikke-ventileret, og hvis flangerne har egnede åbninger, beskrives tromlen som ventileret.

NOTE 2 – En ventileret tromle af cylindertypen er en, hvor kabellagene rummes mellem flanger med stor indbyrdes afstand, og tromlen og endeflangerne har ventilationsåbninger.

12.7 Ledningstråde, strømskinner og slæberingssamlinger

12.7.1 Grundbeskyttelse (beskyttelse mod direkte berøring)

Ledningstråde, strømskinner og slæberingssamlinger skal installeres eller indkapsles på en sådan måde, at grundbeskyttelse ved almindelig adgang til maskinen opnås gennem en af følgende beskyttelsesforanstaltninger:

- beskyttelse ved delvis isolation af spændingsførende dele eller, hvor dette ikke er muligt
- beskyttelse ved hjælp af kapslinger eller barrierer på mindst IP2X eller IPXXB.

Vandrette oversider af barrierer eller kapslinger, som er lettilgængelige, skal yde en kapslingsklasse på mindst IP4X eller IPXXD.

Hvor den krævede kapslingsklasse ikke opnås, skal der anvendes beskyttelse ved placering af spændingsførende dele uden for rækkevidde kombineret med nødafbrydelse i henhold til 9.2.3.4.3.

Ledningstråde og strømskinner skal være anbragt og/eller beskyttet således, at

- berøring med ledende dele, som fx snorene fra trækafbrydere, aflastningsindretninger og drivkæder, undgås, hvilket gælder særligt for ubeskyttede ledningstråde og strømskinner
- beskadigelse fra en svingende last undgås.

Se også 6.2.6.

12.7.2 Beskyttelsesledere

Hvor ledningstråde, strømskinner og slæberingssamlinger er installeret som del af den beskyttende udligningskreds, må de ikke være strømførende under almindelig drift. Derfor skal beskyttelseslederen (PE) og nullederen (N) hver bruge en separat ledningstråd, strømskinne eller slæbering.

Kontinuiteten af beskyttelsesledere, der anvender glidekontakter, skal sikres gennem egnede foranstaltninger (fx dublering af strømaftageren, kontinuitetsovervågning).

12.7.3 Strømaftagere til beskyttelsesledere

Strømaftagere til beskyttelsesledere skal have en form eller konstruktion, som ikke kan forveksles med de andre strømaftagere. Sådanne strømaftagere skal være af glidekontakttypen.

12.7.4 Removable current collectors with a disconnecter function

Removable current collectors having a disconnecter function shall be so designed that the protective conductor circuit is interrupted only after the live conductors have been disconnected, and the continuity of the protective conductor circuit is re-established before any live conductor is reconnected (see also 8.2.3).

12.7.5 Clearances in air

Clearances between the respective conductors, and between adjacent systems, of conductor wires, conductor bars, slip-ring assemblies and their current collectors shall be suitable for at least a rated impulse voltage of an overvoltage category III in accordance with IEC 60664-1.

12.7.6 Creepage distances

Creepage distances between the respective conductors, between adjacent systems of conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies, and their current collectors shall be suitable for operation in the intended environment, for example open air, inside buildings, protected by enclosures.

In abnormally dusty, moist or corrosive environments, the following creepage distance requirements apply:

- unprotected conductor wires, conductor bars, and slip-ring assemblies shall be equipped with insulators with a minimum creepage distance of 60 mm;
- enclosed conductor wires, insulated multipole conductor bars and insulated individual conductor bars shall have a minimum creepage distance of 30 mm.

The manufacturer's recommendations shall be followed regarding special measures to prevent a gradual reduction in the insulation values due to unfavourable ambient conditions (for example deposits of conductive dust, chemical attack).

12.7.7 Conductor system sectioning

Where conductor wires or conductor bars are arranged so that they can be divided into isolated sections, suitable design measures shall be employed to prevent the energization of adjacent sections by the current collectors themselves.

12.7.8 Construction and installation of conductor wire, conductor bar systems and slip-ring assemblies

Conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies in power circuits shall be grouped separately from those in control circuits.

Conductor wires, conductor bars and slip-ring assemblies, including their current collectors, shall be capable of withstanding, without damage, the mechanical forces and thermal effects of short-circuit currents.

Removable covers for conductor wire and conductor bar systems laid underground or underfloor shall be so designed that they cannot be opened by one person without the aid of a tool.

Where conductor bars are installed in a common metal enclosure, the individual sections of the enclosure shall be bonded together and connected to the protective bonding circuit. Metal covers of conductor bars laid underground or underfloor shall also be bonded together and connected to the protective bonding circuit.

12.7.4 Aftagelige strømaftagere med en adskillerfunktion

Aftagelige strømaftagere med adskillerfunktion skal være konstrueret således, at beskyttelseskredsen først afbrydes, efter at de spændingsførende ledere er blevet afbrudt, og kontinuiteten af beskyttelseskredsen genetableres, før de spændingsførende ledere forbindes på ny (se også 8.2.3).

12.7.5 Luftafstande

Luftafstande mellem de respektive ledere og mellem systemer med ledningstråde, strømskinner, slæberingssamlinger og deres strømaftagere, som grænser op til hinanden, skal være egnet til mindst en mærkeimpulsspænding i en overspændingskategori III i henhold til IEC 60664-1.

12.7.6 Krybestrækninger

Krybestrækninger mellem de respektive ledere, mellem systemer med ledningstråde, strømskinner og slæberingssamlinger og deres strømaftagere, som grænser op til hinanden, skal være egnede til drift i det tilsigtede miljø, fx i det fri, inde i bygninger, beskyttet af kapslinger.

I unormalt støvede, fugtige eller korroderende miljøer, gælder følgende krav til krybestrækning:

- Ubeskyttede ledningstråde, strømskinner og slæberingssamlinger skal være udstyret med isolatorer med en mindste krybestrækning på 60 mm
- Kapslede ledningstråde, isolerede flerpoledede strømskinner og isolerede individuelle skinner skal have en mindste krybestrækning på 30 mm.

Producentens anbefalinger skal følges, hvad angår særlige foranstaltninger til at undgå en gradvis reduktion af isolationsværdierne pga. ugunstige forhold i omgivelserne (fx aflejring af ledende støv, kemisk angreb).

12.7.7 Sektionsinddeling af ledersystemet

Hvor ledningstråde eller strømskinner er anbragt således, at de kan inddeles i adskilte sektioner, skal der anvendes egnede konstruktionsmæssige foranstaltninger til at undgå, at der tilføres spænding til nærliggende sektioner fra selve strømaftagerne.

12.7.8 Konstruktion og installation af ledningstråde, strømskinnesystemer og slæberingssamlinger

Ledningstråde, strømskinner og slæberingssamlinger i effektkredse skal være grupperet adskilt fra dem i styrekredse.

Ledningstråde, strømskinner og slæberingssamlinger, herunder deres strømaftagere, skal uden at blive beskadiget kunne modstå de mekaniske kræfter og termiske påvirkninger fra kortslutningsstrømme.

Aftagelige dæksler til ledningstråd- og strømskinnesystemer lagt i jorden eller under gulve skal være konstrueret således, at de ikke kan åbnes af en person uden hjælp fra værktøj.

Hvor strømskinner er installeret i en almindelig metalkapsling, skal kapslingens enkelte sektioner være forbundet indbyrdes og til den beskyttende udligningskreds. Metaldæksler til strømskinner, der er lagt i jord eller under gulve, skal også være indbyrdes forbundet og sluttet til den beskyttende udligningskreds.

The protective bonding circuit shall include the covers or cover plates of metal enclosures or underfloor ducts. Where metal hinges form a part of the protective bonding circuit, their continuity shall be verified (see Clause 18).

Conductor bar ducts that can be subject to accumulation of liquid such as oil or water shall have drainage facilities.

13 Wiring practices

13.1 Connections and routing

13.1.1 General requirements

All connections, especially those of the protective bonding circuit, shall be secured against accidental loosening.

The means of connection shall be suitable for the cross-sectional areas and nature of the conductors being terminated.

The connection of two or more conductors to one terminal is permitted only in those cases where the terminal is designed for that purpose. However, only one protective conductor shall be connected to one terminal connecting point.

Soldered connections shall only be permitted where terminals are provided that are suitable for soldering.

Terminals on terminal blocks shall be plainly marked or labelled to correspond with the identification used in the diagrams.

NOTE IEC 61666 provides rules that can be used for the designation of terminals within the electrical equipment.

Where an incorrect electrical connection (for example, arising from replacement of devices) is identified as a source of risk that needs to be reduced and it is not practicable to reduce the possibility of incorrect connection by design measures, the conductors and/or terminations shall be identified.

The installation of flexible conduits and cables shall be such that liquids shall drain away from the fittings.

Means of retaining conductor strands shall be provided when terminating conductors at devices or terminals that are not equipped with this facility. Solder shall not be used for that purpose.

Shielded conductors shall be so terminated as to prevent fraying of strands and to permit easy disconnection.

Identification tags shall be legible, permanent, and appropriate for the physical environment.

Terminal blocks shall be mounted and wired so that the wiring does not cross over the terminals.

13.1.2 Conductor and cable runs

Conductors and cables shall be run from terminal to terminal without splices or joints. Connections using plug/socket combinations with suitable protection against accidental disconnection are not considered to be splices or joints for the purpose of 13.1.2.

Den beskyttende udligningskreds skal omfatte metalkapslingers dæksler eller dækplader eller lukkede kabelkanaler under gulve. Hvis metalhængsler udgør en del af den beskyttende udligningskreds, skal deres kontinuitet verificeres (se pkt. 18).

Lukkede kanaler til strømskinner, som kan blive udsat for ophobning af væske, som fx olie eller vand, skal have dræn.

13 Udførelse af ledningsføring

13.1 Forbindelser og fremføring

13.1.1 Generelle krav

Alle forbindelser, særligt dem i den beskyttende udligningskreds, skal sikres mod uforsætlig løsgørelse.

Forbindelsesmateriellet skal være egnet til tværsnitsarealerne og typen af leder, der afsluttes.

Forbindelse af to eller flere ledere i én klemme er kun tilladt i de tilfælde, hvor klemmen er konstrueret til dette formål. Dog må der kun forbindes én beskyttelsesleder til ét tilslutningspunkt på en klemme.

Loddede forbindelser er kun tilladt, hvor klemmerne er egnede til lodning.

Klemmer på klemrækker skal være tydeligt mærket, så mærkningen passer med identifikationen i diagrammerne.

NOTE – IEC 61666 indeholder regler, der kan bruges til betegnelse af klemmer inden for det elektriske materiel.

Hvor en forkert elektrisk forbindelse (fx som følge af udskiftning af udstyr) identificeres som en risiko, der skal reduceres, og det ikke er muligt at reducere sandsynligheden for forkert forbindelse gennem konstruktionsmæssige foranstaltninger, skal lederne og/eller klemmerne identificeres.

Installation af fleksible rør og kabler skal være således, at væsker drænes væk fra fittings.

Der skal være midler til at fastholde ledertråde, når ledere afsluttes i udstyr eller klemmer, som ikke er udstyret med sådan en mulighed. Lodning må ikke anvendes til det formål.

Skærmede ledere skal afsluttes på en måde, så det undgås, at trådene flosser, og så det er let at afmontere dem.

Identifikationsmærkater skal være læselige, permanente og egnede til det fysiske miljø.

Klemrækker skal monteres og tilsluttes på en måde, så ledningerne ikke krydser hen over klemmerne.

13.1.2 Leder- og kabelføring

Ledere og kabler skal føres fra klemme til klemme uden splejsninger eller samlinger. Forbindelser, der udføres med stikprop-stikkontakt-kombinationer med egnet beskyttelse mod uforsætlig afbrydelse, betragtes ikke som splejsninger eller samlinger i 13.1.2.

Exception: Where it is impracticable to provide terminals in a junction box (for example on mobile machines, on machines having long flexible cables; cable connections exceeding a length which is not practical to be supplied by the cable manufacturer on one cable drum), splices or joints may be used.

Where it is necessary to connect and disconnect cables and cable assemblies, sufficient extra length shall be provided for that purpose.

The terminations of cables shall be adequately supported to prevent mechanical stresses at the terminations of the conductors.

Wherever practicable, the protective conductor shall be placed close to the associated live conductors in order to decrease the impedance of the loop.

13.1.3 Conductors of different circuits

Conductors of different circuits may be laid side by side, may occupy the same duct (for example conduit, cable trunking system), or may be in the same multiconductor cable or in the same plug/socket combination provided that the arrangement does not impair the proper functioning of the respective circuits and:

- where those circuits operate at different voltages, the conductors are separated by suitable barriers or;
- the conductors are insulated for the highest voltage to which any of the conductors can be subjected, for example line to line voltage for unearthed systems and phase to earth voltage for earthed systems.

13.1.4 AC circuits – Electromagnetic effects (prevention of eddy currents)

Conductors of AC circuits installed in ferromagnetic enclosures shall be arranged so that all conductors of each circuit, including the protective conductor of each circuit, are contained in the same enclosure. Where such conductors enter a ferrous enclosure, they shall be arranged such that the conductors are not individually surrounded by ferromagnetic material.

Single-core cables armoured with steel wire or steel tape should not be used for AC circuits.

NOTE 1 The steel wire or steel tape armour of a single-core cable is regarded as a ferromagnetic enclosure. For single-core wire armoured cables, the use of aluminium armour is recommended.

NOTE 2 Derived from IEC 60364-5-52.

13.1.5 Connection between pick-up and pick-up converter of an inductive power supply system

The cable between the pick-up and the pick-up converter shall be:

- as short as practicable;
- adequately protected against mechanical damage.

NOTE The output of the pick-up can be a current source, therefore damage to the cable can result in a high voltage hazard.

13.2 Identification of conductors

13.2.1 General requirements

Each conductor shall be identifiable at each termination in accordance with the technical documentation.

It is recommended (for example to facilitate maintenance) that conductors be identified by number, alphanumeric, colour (either solid or with one or more stripes), or a combination of

Undtagelse: Hvor det ikke er muligt med klemmer i en forbindelsesdåse (fx på mobile maskiner, på maskiner med lange fleksible kabler, kabelforbindelser med så stor længde, at det ikke er praktisk for kabelproducenten at levere dem på én kabeltromle), kan splejsninger eller samlinger anvendes.

Hvor det er nødvendigt at forbinde og afmontere kabler og kabelsamlinger, skal der være tilstrækkelig tillægslængde til formålet.

Afslutning af kabler skal være tilstrækkeligt understøttet for at forhindre mekaniske belastninger på lederafslutningerne.

Hvor det er muligt, skal beskyttelseslederen anbringes tæt på de tilhørende spændingsførende ledere med henblik på at mindske impedansen i sløjfen.

13.1.3 Ledere fra forskellige kredse

Ledere fra forskellige kredse kan lægges ved siden af hinanden, i samme lukkede kanal (fx rør, kabelkanalsystem), eller kan være i samme flerlederkabel eller i samme stikprop-stikkontakt-kombination under forudsætning af, at udførelsen ikke forringer de respektive kredses korrekte funktion, og:

- Lederne adskilles ved egnede barrierer, hvor disse kredse fungerer ved forskellige spændinger, eller
- Lederne isoleres for den højeste spænding, som lederne kan udsættes for, fx fase-til-fase-spænding for ikke-jordede systemer og fase-til-jord-spænding for jordede systemer.

13.1.4 A.c.-kredse – Elektromagnetiske påvirkninger (forhindring af hvirvelstrømme)

Ledere i a.c.-kredse, der er installeret i en ferromagnetisk kapsling, skal placeres således, at alle ledere i samme strømkreds, inklusive beskyttelseslederen for hver strømkreds, er indeholdt i den samme kapsling. Hvor sådanne ledere går ind i en jernholdig kapsling, skal de placeres således, at lederne ikke enkeltvis er omgivet af ferromagnetiske materialer.

Enlederkabler armeret med ståltråd eller stålbånd bør ikke anvendes til a.c.-kredse.

NOTE 1 – Ståltråds- eller stålbåndsarmering til et enlederkabel betragtes som en ferromagnetisk kapsling. For armerede enlederkabler anbefales aluminiumsarmering.

NOTE 2 – Stammer fra IEC 60364-5-52.

13.1.5 Forbindelse mellem pickup og pickupomformer i et induktivt forsyningssystem

Kablet mellem pickuppen og pickupomformeren skal være

- så kort som muligt
- tilstrækkeligt beskyttet mod mekanisk beskadigelse.

NOTE – Den afgivne effekt fra pickuppen kan være en strømkilde, hvorfor beskadigelse af kablet kan resultere i en højspændingsfare.

13.2 Identifikation af ledere

13.2.1 Generelle krav

Hver leder skal kunne identificeres ved hver klemme i overensstemmelse med den tekniske dokumentation.

Det anbefales (fx for at lette vedligeholdelsen), at ledere identificeres ved antal, alfanumeriske tegn, farve (enten ensfarvet eller med én eller flere striber) eller en kombination af farve og tal eller alfanumeriske tegn.

colour and numbers or alphanumeric. When numbers are used, they shall be Arabic; letters shall be Roman (either upper or lower case).

NOTE 1 Annex B can be used for agreement between supplier and user regarding a preferred method of identification.

NOTE 2 IEC 62491 provides rules and guidelines for the labelling of cables and cores/conductors used in industrial installations, equipment and products.

13.2.2 Identification of the protective conductor / protective bonding conductor

The protective conductor / protective bonding conductor shall be readily distinguishable from other conductors by shape, location, marking, or colour. When identification is by colour alone, the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW shall be used throughout the length of the conductor. This colour identification is strictly reserved for protective conductors/protective bonding conductors.

For insulated conductors, the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW shall be such that on any 15 mm length, one of the colours covers at least 30 % and not more than 70 % of the surface of the conductor, the other colour covering the remainder of the surface.

Where the protective conductor(s) can be easily identified by its shape, position, or construction (for example a braided conductor, uninsulated stranded conductor), or where the insulated conductor is not readily accessible or is part of a multicore cable, colour coding throughout its length is not necessary. However, where the conductor is not clearly visible throughout its length, the ends or accessible locations shall be clearly identified by the graphical symbol IEC 60417-5019:2006-08 (see Figure 16) or with the letters PE or by the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW.



Figure 16 – Symbol IEC 60417-5019

Exception: Protective bonding conductors may be marked with the letters PB and/or the symbol IEC 60417-5021 (2002-10) (see Figure 17).

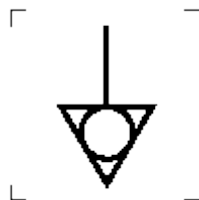


Figure 17 – Symbol IEC 60417-5021

13.2.3 Identification of the neutral conductor

Where a circuit includes a neutral conductor that is identified by colour alone, the colour used for this conductor shall be BLUE. In order to avoid confusion with other colours, it is recommended that an unsaturated blue be used, called here “light blue” (see 6.2.2 of IEC 60445:2010). Where the selected colour is the sole identification of the neutral conductor, that colour shall not be used for identifying any other conductor where confusion is possible.

Hvis der anvendes tal, skal de være arabiske, og bogstaver skal være romerske (enten store eller små bogstaver).

NOTE 1 – Anneks B kan anvendes til aftale mellem leverandør og bruger i forhold til en foretrukken identifikationsmetode.

NOTE 2 – IEC 62491 indeholder regler og retningslinjer for mærkning af kabler og ledere brugt i industrielle installationer, materiel og produkter.

13.2.2 Identifikation af beskyttelseslederen/lederen til beskyttende udligning

Beskyttelseslederen/lederen til beskyttende udligning skal let kunne skelnes fra andre ledere ved hjælp af form, placering, mærkning eller farve. Hvis identifikationen er med farve alene, skal den tofarvede kombination GRØN-OG-GUL anvendes i lederens fulde længde. Denne farveidentifikation er udelukkende forbeholdt beskyttelsesledere/ledere til beskyttende udligning.

For isolerede ledere skal den tofarvede kombination GRØN-OG-GUL være sådan, at på et vilkårligt stykke med en længde på 15 mm dækker én af farverne mindst 30 % og højst 70 % af lederens overflade, og den anden farve dækker resten af overfladen.

Hvor beskyttelseslederen let kan identificeres ud fra sin form, placering eller udformning (fx en flettet leder, uisoleret flertrådet leder), eller hvor den isolerede leder ikke er let tilgængelig eller er del af et flerlederkabel, er farvekodning i hele kablets længde ikke nødvendig. Hvor lederen ikke er tydelig i sin fulde længde, skal enderne eller tilgængelige steder være tydeligt identificeret ved hjælp af det grafiske symbol IEC 60417-5019:2006-08 (se figur 16) eller med bogstaverne PE eller ved hjælp af den tofarvede kombination GRØN-OG-GUL.



Figur 16 – Symbol IEC 60417-5019

Undtagelse: Ledere til beskyttende udligning kan mærkes med bogstaverne PB og/eller symbolet IEC 60417-5021 (2002-10) (se figur 17).



Figur 17 – Symbol IEC 60417-5021

13.2.3 Identifikation af nullederen

Hvor en kreds omfatter en nulleder, der er identificeret udelukkende med én farve, skal farven på denne leder være BLÅ. For at undgå forveksling med andre farver anbefales det, at der anvendes en ikke-mættet blå, her kaldet "lyseblå" (se 6.2.2 i IEC 60445:2010). Hvis den valgte farve er den eneste identifikation af nullederen, må denne farve ikke bruges til identifikation af nogen anden leder, hvis forveksling er mulig.

Where identification by colour is used, bare conductors used as neutral conductors shall be either coloured by a stripe, 15 mm to 100 mm wide in each compartment or unit and at each accessible location, or coloured throughout their length.

13.2.4 Identification by colour

Where colour-coding is used for identification of conductors (other than the protective conductor (see 13.2.2) and the neutral conductor (see 13.2.3)), the following colours may be used:

BLACK, BROWN, RED, ORANGE, YELLOW, GREEN, BLUE (including LIGHT BLUE), VIOLET, GREY, WHITE, PINK, TURQUOISE.

NOTE This list of colours is derived from IEC 60757.

It is recommended that, where colour is used for identification, the colour be used throughout the length of the conductor either by the colour of the insulation or by colour markers at regular intervals and at the ends or accessible location.

For safety reasons, the colour GREEN or the colour YELLOW should not be used where there is a possibility of confusion with the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW (see 13.2.2).

Colour identification using combinations of those colours listed above may be used provided there can be no confusion and that GREEN or YELLOW is not used except in the bicolour combination GREEN-AND-YELLOW.

Where colour-coding is used for identification of conductors, it is recommended that they be colour-coded as follows:

- BLACK: AC and DC power circuits;
- RED: AC control circuits;
- BLUE: DC control circuits;
- ORANGE: excepted circuits in accordance with 5.3.5.

Exceptions to the above are permitted where insulation is not available in the colours recommended (for example in multiconductor cables).

13.3 Wiring inside enclosures

Conductors inside enclosures shall be supported where necessary to keep them in place. Non-metallic ducts shall be permitted only when they are made with a flame-retardant insulating material (see the IEC 60332 series).

It is recommended that electrical equipment mounted inside enclosures be designed and constructed in such a way as to permit modification of the wiring from the front of the enclosure (see also 11.2.1). Where that is not practicable and control devices are connected from the rear of the enclosure, access doors or swingout panels shall be provided.

Connections to devices mounted on doors or to other movable parts shall be made using flexible conductors in accordance with 12.2 and 12.6 to allow for the frequent movement of the part. The conductors shall be anchored to the fixed part and to the movable part independently of the electrical connection (see also 8.2.3 and 11.2.1).

Conductors and cables that do not run in ducts shall be adequately supported.

Terminal blocks or plug/socket combinations shall be used for control wiring that extends beyond the enclosure. For plug/socket combinations, see also 13.4.5 and 13.4.6.

Hvor der anvendes identifikation med farve, skal uisolerede ledere anvendt som nulleledere enten være farvet med en stribe, som er 15 mm til 100 mm bred i hvert rum eller på hvert materiel og på hvert tilgængeligt sted, eller være farvet i deres fulde længde.

13.2.4 Identifikation med farve

Hvis der anvendes farvekodning til identifikation af ledere (ud over beskyttelseslederen (se 13.2.2) og nullederen (se 13.2.3)), kan følgende farver anvendes:

SORT, BRUN, RØD, ORANGE, GUL, GRØN, BLÅ (herunder LYSEBLÅ), VIOLET, GRÅ, HVID, LYSERØD, TURKIS.

NOTE – Denne farveliste stammer fra IEC 60757.

Det anbefales, at, hvis farve anvendes til identifikation, bruges farven i lederens fulde længde, enten ved isolationens farve eller ved farvemarkeringer med jævne mellemrum og i enderne eller ved tilgængelige steder.

Af sikkerhedsmæssige årsager bør farven GRØN eller farven GUL ikke anvendes, hvis der er mulighed for forveksling med den tofarvede kombination GRØN-OG-GUL (se 13.2.2).

Farveidentifikation ved brug af kombinationer af farverne opremset ovenfor kan anvendes under forudsætning af, at forveksling ikke kan forekomme, og at GRØN eller GUL ikke benyttes med undtagelse af den tofarvede kombination GRØN-OG-GUL.

Hvor farvekodning bruges til identifikation af ledere, anbefales det, at de farvekodes som følger:

- SORT: a.c.- og d.c.-effektkredse
- RØD: a.c.-styrekredse
- BLÅ: d.c.-styrekredse
- ORANGE: undtagne kredse i henhold til 5.3.5.

Undtagelser til ovenstående er tilladt, hvor isolation ikke er tilgængelig i de anbefalede farver (fx i flerlederkabler).

13.3 Ledningsføring inde i kapslinger

Ledere inde i kapslinger skal understøttes, hvor det er nødvendigt for at holde dem på plads. Ikke-metalliske lukkede kanaler er kun tilladt, når disse er fremstillet af et flammehæmmende isolationsmateriale (se IEC 60332-serien).

Det anbefales, at elektrisk materiel monteret inden i kapslinger dimensioneres og konstrueres på en måde, så det er muligt at modificere ledningsføringen fra kapslingens front (se også 11.2.1). Hvis det ikke er muligt, og styreenheder er forbundet fra kapslingens bagside, skal der være adgangslåger eller betjeningspaneler, der kan vippes ud.

Forbindelser til udstyr, som er monteret på låger eller andre bevægelige dele, skal være udført med fleksible ledere i overensstemmelse med 12.2 og 12.6, så hyppig bevægelse af delen er mulig. Lederne skal være forankret til den faste del og til den bevægelige del uafhængigt af den elektriske forbindelse (se også 8.2.3 og 11.2.1).

Ledere og kabler, der ikke løber i rør, skal være tilstrækkeligt understøttet.

Klemrækker eller stikprop-stikkontakt-kombinationer skal bruges til styreledninger, der rækker ud over kapslingen. Se også 13.4.5 og 13.4.6 for stikprop-stikkontakt-kombinationer.

Power cables and cables of measuring circuits may be directly connected to the terminals of the devices for which the connections were intended.

13.4 Wiring outside enclosures

13.4.1 General requirements

The means of introduction of cables or ducts with their individual glands, bushings, etc., into an enclosure shall ensure that the degree of protection is not reduced (see 11.3).

Conductors of a circuit shall not be distributed over different multi-core cables, conduits, cable ducting systems or cable trunking systems. This is not required where a number of multi-core cables, forming one circuit, are installed in parallel. Where multi-core cables are installed in parallel, each cable shall contain one conductor of each phase and the neutral if any.

13.4.2 External ducts

Conductors and their connections external to the electrical equipment enclosure(s) shall be enclosed in suitable ducts (i.e. conduit or cable trunking systems) as described in 13.5 except for suitably protected cables that may be installed without ducts and with or without the use of cable trays or cable support means. Where devices such as position switches or proximity switches are supplied with a dedicated cable, their cable need not be enclosed in a duct when the cable is suitable for the purpose, sufficiently short, and so located or protected, that the risk of damage is minimized.

Fittings used with ducts or cables shall be suitable for the physical environment.

Flexible conduit or flexible multiconductor cable shall be used where it is necessary to employ flexible connections to pendant push-button stations. The weight of the pendant stations shall be supported by means other than the flexible conduit or the flexible multiconductor cable, except where the conduit or cable is specifically designed for that purpose.

13.4.3 Connection to moving elements of the machine

The design of connections to moving parts shall take into account the foreseeable frequency of movement and shall be made using conductors in accordance with 12.2 and 12.6. Flexible cable and flexible conduit shall be so installed as to avoid excessive flexing and straining, particularly at the fittings.

Cables subject to movement shall be supported in such a way that there is no mechanical strain on the connection points nor any sharp flexing. When this is achieved by the provision of a loop, it shall have sufficient length to provide for a bending radius of the cable as specified by the cable manufacturer or if no such specification is given, at least 10 times the diameter of the cable.

Flexible cables of machines shall be so installed or protected as to minimize the possibility of external damage due to factors that include the following cable use or potential abuse:

- being run over by the machine itself;
- being run over by vehicles or other machines;
- coming into contact with the machine structure during movements;
- running in and out of cable baskets, or on or off cable drums;
- acceleration forces and wind forces on festoon systems or suspended cables;
- excessive rubbing by cable collector;
- exposure to excessive radiated heat.

Effektkabler og kabler i målekredse kan forbindes direkte til udstyrets klemmer, som er beregnet til disse forbindelser.

13.4 Ledningsføring uden for kapslinger

13.4.1 Generelle krav

Metoderne til indføring af kabler eller lukkede kanaler med tilhørende forskruninger, gennemføringer osv. i en kapsling skal sikre, at kapslingsklassen ikke forringes (se 11.3).

Ledere i en strømkreds må ikke fordeles på flere forskellige flerlederkabler, rør, lukkede kabelkanalsystemer eller kabelkanalsystemer. Dette gælder dog ikke, når flere flerlederkabler, der danner en strømkreds, parallelforbindes. Når flerlederkabler parallelforbindes, skal hvert kabel indeholde en leder for hver fase og en eventuel nulleleder.

13.4.2 Eksterne lukkede kanaler

Ledere og tilhørende forbindelser uden for det elektriske materiels kapsling(er) skal kapsles i egnede lukkede kanaler (dvs. rør- eller kabelkanalsystemer) som beskrevet i 13.5 med undtagelse af passende beskyttet kabler, som kan installeres uden lukkede kanaler og med eller uden brug af kabelbakker eller kabelbæring. Hvis udstyr, som fx positionsafbrydere eller nærhedsafbrydere er forsynet med et dedikeret kabel, behøver udstyrets kabel ikke kapsles i en kanal, når det er egnet til formålet, tilstrækkeligt kort, og placeret eller beskyttet på en måde, som minimerer risikoen for beskadigelse.

Fittings anvendt sammen med lukkede kanaler eller kabler skal være egnet til det fysiske miljø.

Fleksibelt rør eller fleksibelt flerlederkabel skal anvendes, hvor det er nødvendigt at have fleksible forbindelser for nedhængte trykknappanaler. Vægten af de nedhængte paneler skal være understøttet af andre midler end det fleksible rør eller det fleksible flerlederkabel, undtagen hvis røret eller kablet er specielt udformet til formålet.

13.4.3 Forbindelse til bevægelige maskindele

Ved udformningen af forbindelser til bevægelige dele skal der tages højde for den forventede bevægelsesfrekvens, og udførelsen skal være i overensstemmelse med 12.2 og 12.6. Flexibelt kabel og fleksibelt rør skal installeres på en måde, så for meget bøjning og tøjning undgås, særligt ved fittings.

Kabler, som er genstand for bevægelse, skal understøttes på en måde, så der ikke er mekanisk belastning på forbindelsespunkterne eller skarp bøjning. Når dette opnås ved hjælp af en sløjfe, skal denne have tilstrækkelig længde til at sikre en bøjningsradius for kablet som specificeret af kabelproducenten eller mindst 10 gange kablets diameter, hvis der ikke foreligger en sådan specifikation.

Fleksible kabler på maskiner skal være installeret eller beskyttet på en måde, som minimerer muligheden for beskadigelse udvendigt som følge af faktorer, der omfatter følgende brug eller potentielt misbrug af kablerne:

- Kablet køres over af selve maskinen
- Kablet køres over af køretøjer eller andre maskiner
- Kablet kommer i kontakt med maskinens konstruktion under bevægelse
- Kablet løber ind og ud af kabelkurve eller på og af kabeltromler
- Accelerationskræfter og vindlast på guirlandesystemer eller hængekabler
- For stor friktion i kabelopsamler
- For stor påvirkning af strålevarme.

The cable sheath shall be resistant to the normal wear that can be expected from movement and to the effects of environmental contaminants (for example oil, water, coolants, dust).

Where cables subject to movement are close to moving parts, precautions shall be taken to maintain a space of at least 25 mm between the moving parts and the cables. Where that distance is not practicable, fixed barriers shall be provided between the cables and the moving parts.

The cable handling system shall be so designed that lateral cable angles do not exceed 5°, avoiding torsion in the cable when:

- being wound on and off cable drums; and
- approaching and leaving cable guidance devices.

Measures shall be taken to ensure that at least two turns of flexible cables always remain on a drum.

Devices serving to guide and carry a flexible cable shall be so designed that the inner bending radius at all points where the cable is bent is not less than the values given in Table 8, unless otherwise agreed with the cable manufacturer, taking into account the permissible tension and the expected fatigue life.

Table 8 – Minimum permitted bending radii for the forced guiding of flexible cables

Application	Cable diameter or thickness of flat cable (<i>d</i>) mm		
	$d \leq 8$	$8 < d \leq 20$	$d > 20$
Cable drums	6 <i>d</i>	6 <i>d</i>	8 <i>d</i>
Guide rollers	6 <i>d</i>	8 <i>d</i>	8 <i>d</i>
Festoon systems	6 <i>d</i>	6 <i>d</i>	8 <i>d</i>
All others	6 <i>d</i>	6 <i>d</i>	8 <i>d</i>

The straight section between two bends shall be at least 20 times the diameter of the cable.

Where flexible conduit is adjacent to moving parts, the construction and supporting means shall prevent damage to the flexible conduit under all conditions of operation.

Flexible conduit shall not be used for connections subject to rapid or frequent movements except when specifically designed for that purpose.

13.4.4 Interconnection of devices on the machine

Where several machine-mounted devices (for example position sensors, push-buttons) are connected in series or in parallel, it is recommended that the connections between those devices be made through terminals forming intermediate test points. Such terminals shall be conveniently placed, adequately protected, and shown on the relevant diagrams.

13.4.5 Plug/socket combinations

Components or devices inside an enclosure, terminated by fixed plug/socket combinations (no flexible cable), or components connected to a bus system by a plug/socket combination, are not considered to be plug/socket combinations for the purpose of this 13.4.5.

After installation in accordance with item a) below, plug/socket combinations shall be of such a type as to prevent unintentional contact with live parts at any time, including during insertion

Kabelkappen skal kunne modstå den forventelige slitage i forbindelse med bevægelse samt virkningerne af miljørelaterede forurenende stoffer (fx olie, vand, kølemedier, støv).

Hvor kabler, som er genstand for bevægelse, er tæt på bevægelige dele, skal der træffes foranstaltninger til at opretholde en afstand på mindst 25 mm mellem de bevægelige dele og kablerne. Hvor denne afstand ikke er mulig, skal der være fastgjorte barrierer mellem kablerne og de bevægelige dele.

Kabelhåndteringssystemet skal være udformet således, at kablens laterale vinkler ikke overstiger 5° for at undgå vridning i kablet, når

- det vikles på og af kabeltromler, og
- når det bevæger sig hen imod og væk fra kabelstyringsudstyr.

Der skal træffes foranstaltninger til at sikre, at mindst to omgange af det fleksible kabel altid forbliver på en tromle.

Udstyr til at styre og bære et fleksibelt kabel skal være udformet på en måde, så den indvendige bøjningsradius på alle punkter af det bøjede kabel ikke er mindre end værdierne angivet i tabel 8, medmindre andet er aftalt med kabelproducenten, idet der tages højde for den tilladte trækspænding og den forventede udmattelseslevetid.

Tabel 8 – Mindste tilladte bøjningsradiusser for fleksible kablens tvangsstyring

Anvendelse	Kabeldiameter eller tykkelse på fladkabler (d) mm		
	$d \leq 8$	$8 < d \leq 20$	$d > 20$
Kabeltromler	$6 d$	$6 d$	$8 d$
Styreruller	$6 d$	$8 d$	$8 d$
Guirlandesystemer	$6 d$	$6 d$	$8 d$
Alle andre	$6 d$	$6 d$	$8 d$

Det lige stykke mellem to bøjninger skal være mindst 20 gange kablets diameter.

Hvor fleksible rør støder op til bevægelige dele, skal konstruktionen og understøtningerne forhindre beskadigelse af det fleksible rør under alle driftsbetingelser.

Fleksible rør må ikke anvendes til forbindelser, der udsættes for hurtige eller hyppige bevægelser, undtagen hvor de specifikt er konstrueret til dette formål.

13.4.4 Indbyrdes forbindelse mellem anordninger på maskinen

Hvor flere anordninger, der er monteret på maskinen (fx positionsfølere, trykknapper), er forbundet i serie eller parallelt, anbefales det, at forbindelserne mellem disse anordninger dannes gennem klemmer, der skaber mellemliggende målepunkter. Sådanne klemmer skal være hensigtsmæssigt placeret, tilstrækkeligt beskyttet og vist på de relevante skemaer.

13.4.5 Stikprop-stikkontakt-kombinationer

Komponenter eller anordninger i en kapsling, der afsluttes af faste stikprop-stikkontakt-kombinationer (ikke fleksibelt kabel), eller komponenter forbundet til et bussystem af en stikprop-stikkontakt-kombination, anses ikke for at være stikprop-stikkontakt-kombinationer i 13.4.5.

Efter installation i overensstemmelse med a) nedenfor skal en stikprop-stikkontakt-kombination være af en type, der til enhver tid forhindrer utilsigtet berøring af spændingsførende dele, herunder under indsættelse eller fjernelse af konnektorerne.

or removal of the connectors. The degree of protection shall be at least IP2X or IPXXB. PELV circuits are excepted from this requirement.

Where the plug/socket contains a contact for the protective bonding circuit, it shall have a first make last break contact (see also 8.2.4).

Plug/socket combinations intended to be connected or disconnected during load conditions shall have sufficient load-breaking capacity. Where the plug/socket combination is rated at 30 A, or greater, it shall be interlocked with a switching device so that the connection and disconnection is possible only when the switching device is in the OFF position.

Plug/socket combinations that are rated at more than 16 A shall have a retaining means to prevent unintended or accidental disconnection.

Where an unintended or accidental disconnection of plug/socket combinations can cause a hazardous situation, they shall have a retaining means.

The installation of plug/socket combinations shall fulfil the following requirements as applicable:

- a) The component which remains live after disconnection shall have a degree of protection of at least IP2X or IPXXB, taking into account the required clearance and creepage distances. PELV circuits are excepted from this requirement.
- b) Metallic housings of plug/socket combinations shall be connected to the protective bonding circuit.
- c) Plug/socket combinations intended to carry power loads but not to be disconnected during load conditions shall have a retaining means to prevent unintended or accidental disconnection and shall be clearly marked that they are not intended to be disconnected under load.
- d) Where more than one plug/socket combination is provided in the same electrical equipment, the associated combinations shall be clearly identifiable. It is recommended that mechanical coding be used to prevent incorrect insertion.
- e) Plug/socket combinations used in control circuits shall fulfil the applicable requirements of IEC 61984.

Exception: In plug/socket combinations in accordance with IEC 60309-1, only those contacts shall be used for control circuits which are intended for those purposes. This exception does not apply to control circuits using high frequency signals superimposed on the power circuits.

13.4.6 Dismantling for shipment

Where it is necessary that wiring be disconnected for shipment, terminals or plug/socket combinations shall be provided at the sectional points. Such terminals shall be suitably enclosed and plug/socket combinations shall be protected from the physical environment during transportation and storage.

13.4.7 Additional conductors

Consideration should be given to providing additional conductors for maintenance or repair. When spare conductors are provided, they shall be connected to spare terminals or isolated in such a manner as to prevent contact with live parts.

13.5 Ducts, connection boxes and other boxes

13.5.1 General requirements

Ducts shall provide a degree of protection (see IEC 60529) suitable for the application.

Kapslingsklassen skal mindst være IP2X eller IPXXB. PELV-kredse er undtaget fra dette krav.

Hvor stikprop-stikkontakten indeholder en kontakt til den beskyttende udligningskreds, skal den være forsynet med en tidligt-slutte-sent-afbryde-kontakt (se også 8.2.4).

Stikprop-stikkontakt-kombinationer, der er beregnet til at tilsluttes eller afbrydes under belastningsforhold skal have tilstrækkelig brydeevne. Hvor stikprop-stikkontakt-kombinationen har en mærkestrøm på 30 A eller derover, skal den tvangskobles med et koblingsapparat, således at tilslutning eller afbrydelse kun er mulig, når koblingsapparatet er i OFF-position.

Stikprop-stikkontakt-kombinationer med en mærkestrøm over 16 A skal være forsynet med et middel til fastholdelse for at forhindre utilsigtet eller uforsætlig afbrydelse.

Hvor utilsigtet eller uforsætlig afbrydelse af stikprop-stikkontakt-kombinationer kan skabe en farlig situation, skal disse være forsynet med et middel til fastholdelse.

Installationen af stikprop-stikkontakt-kombinationer skal opfylde følgende krav, som det er relevant:

- a) De komponenter, der forbliver spændingsførende efter afbrydelse skal have en kapslingsklasse på mindst IP2X eller IPXXB, idet der tages hensyn til de nødvendige luft- og krybeafstande. PELV-kredse er undtaget fra dette krav.
- b) Metalkabinetter til stikprop-stikkontakt-kombinationer skal forbindes med den beskyttende udligningskreds.
- c) Stikprop-stikkontakt-kombinationer, der er beregnet til at overføre effektbelastninger, men ikke til at blive afbrudt under belastningsforhold, skal være forsynet med et middel til fastholdelse for at forhindre utilsigtet eller uforsætlig afbrydelse, og de skal have en tydelig mærkning, der angiver, at de ikke er beregnet til at blive afbrudt under belastning.
- d) Hvor der findes mere end én stikprop-stikkontakt-kombination i det samme elektriske materiel, skal det være let at identificere de systemer, der hører sammen. Det anbefales, at der anvendes mekanisk kodning for at forhindre forkert indsættelse.
- e) Stikprop-stikkontakt-kombinationer, der anvendes i styrekredse, skal opfylde de relevante krav i IEC 61984.

Undtagelse: I stikprop-stikkontakt-kombinationer i overensstemmelse med IEC 60309-1 må der kun anvendes kontakter til styrekredse, som er beregnet til disse formål. Denne undtagelse gælder ikke for styrekredse, som anvender højfrekvenssignaler overlejret på effektkredsene.

13.4.6 Afmontering med henblik på transport

Hvor det er nødvendigt, at ledningsføringen afmonteres med henblik på transport, skal der være klemmer eller stikprop-stikkontakt-kombinationer ved sektionspunkterne. Sådanne klemmer skal være behørigt indkapslet, og stikprop-stikkontakt-kombinationer skal være beskyttet mod det fysiske miljø under transport og opbevaring.

13.4.7 Supplerende ledere

Det bør overvejes at tilvejebringe supplerende ledere med henblik på vedligeholdelse og reparation. Hvor der forefindes ekstra ledere, skal de være tilsluttet ekstra klemmer eller være adskilt på en sådan måde, at berøring af spændingsførende dele forhindres.

13.5 Lukkede kanaler, samledåser og andre dåser

13.5.1 Generelle krav

Lukkede kanaler skal yde en kapslingsklasse (se IEC 60529), der er hensigtsmæssig for anvendelsen.

All sharp edges, flash, burrs, rough surfaces, or threads with which the insulation of the conductors can come in contact shall be removed from ducts and fittings. Where necessary, additional protection consisting of a flame-retardant, oil-resistant insulating material shall be provided to protect conductor insulation.

Drain holes of 6 mm diameter are permitted in cable trunking systems, connection boxes, and other boxes used for wiring purposes that can be subject to accumulations of oil or moisture.

In order to prevent confusion of conduits with oil, air, or water piping, it is recommended that the conduits be either physically separated or suitably identified.

Ducts and cable trays shall be rigidly supported and positioned at a sufficient distance from moving parts and in such a manner so as to minimize the possibility of damage or wear. In areas where human passage is required, the ducts and cable trays shall be mounted at least 2 m above the working surface.

Cable trays that are partially covered should not be considered to be ducts or cable trunking systems (see 13.5.6), and the cables used shall be of a type suitable for installation on open cable trays.

It is recommended that the dimensions and arrangement of ducts be such as to facilitate the insertion of the conductors and cables.

13.5.2 Rigid metal conduit and fittings

Rigid metal conduit and fittings shall be of galvanized steel or of a corrosion-resistant material suitable for the conditions. The use of dissimilar metals in contact that can cause galvanic action should be avoided.

Conduits shall be securely held in place and supported at each end.

Fittings shall be compatible with the conduit and appropriate for the application. Fittings should be threaded unless structural difficulties prevent assembly. Where threadless fittings are used, the conduit shall be securely fastened to the equipment.

Conduit bends shall be made in such a manner that the conduit shall not be damaged and the internal diameter of the conduit shall not be effectively reduced.

13.5.3 Flexible metal conduit and fittings

A flexible metal conduit shall consist of a flexible metal tubing or woven wire armour. It shall be suitable for the expected physical environment.

Fittings shall be compatible with the conduit and appropriate for the application.

13.5.4 Flexible non-metallic conduit and fittings

Flexible non-metallic conduit shall be resistant to kinking and shall have physical characteristics similar to those of the sheath of multiconductor cables.

The conduit shall be suitable for use in the expected physical environment.

Fittings shall be compatible with the conduit and appropriate for the application.

13.5.5 Cable trunking systems

Cable trunking systems external to enclosures shall be rigidly supported and clear of all moving parts of the machine and of sources of contamination.

Alle skarpe kanter, grater, ru overflader eller gevind, som ledernes isolation kan komme i berøring med, skal fjernes fra lukkede kanaler og fittings. Hvor det er nødvendigt, skal der tilvejebringes yderligere beskyttelse bestående af flammehæmmende, oliebestandigt isolationsmateriale til at beskytte isolationen af lederne.

Drænhuller med en diameter på 6 mm er tilladt i kabelkanalsystemer, samledåser og andre dåser, der anvendes til ledningsføring, hvor der kan akkumuleres olie eller fugt.

For at forhindre, at rør forveksles med rørføring til olie, luft eller vand anbefales det, at rørene enten holdes fysisk adskilt eller er behørigt identificeret.

Lukkede kanaler og kabelbakker skal være stift understøttet og placeret i tilstrækkelig afstand fra bevægelige dele på en sådan måde, at muligheden for beskadigelse eller slid minimeres. I områder, hvor mennesker skal passere, skal de lukkede kanaler og kabelbakkerne være monteret mindst 2 m over arbejdsfladen.

Kabelbakker, der er delvist dækket, bør ikke anses for at være lukkede kanaler eller kabelkanalsystemer (se 13.5.6), og de anvendte kabler skal være af en type, der er egnet til installation på åbne kabelbakker.

Det anbefales, at de lukkede kanaler har sådanne dimensioner og arrangeres således, at indsættelsen af ledere og kabler faciliteres.

13.5.2 Stive metalrør og -fittings

Stive metalrør og -fittings skal være fremstillet af galvaniseret stål eller et korrosionsbestandigt materiale, der er egnet til forholdene. Anvendelse af uens metaller, der ved kontakt kan skabe en galvanisk proces, bør undgås.

Rør skal holdes sikkert på plads og understøttes i hver ende.

Fittings skal være kompatible med røret og egnede til anvendelsen. Fittings bør være forsynet med gevind, med mindre konstruktionsmæssige vanskeligheder forhindrer samling. Hvor der anvendes fittings uden gevind, skal røret være sikkert fastgjort til materialet.

Rørbøjninger skal være fremstillet på en sådan måde, at røret ikke beskadiges og rørets indvendige diameter ikke reelt reduceres.

13.5.3 Fleksible metalrør og -fittings

Et fleksibelt metalrør skal bestå af rør af fleksibelt metalmateriale eller vævet trådarmering. Det skal være egnet til det forventede fysiske miljø.

Fittings skal være kompatible med røret og egnede til anvendelsen.

13.5.4 Fleksible ikke-metalliske rør og fittings

Fleksible ikke-metalliske rør skal være modstandsdygtige over for knæk og skal have fysiske egenskaber, der ligner egenskaberne for flerlederkablers kappe.

Rørene skal være egnede til anvendelse i det forventede fysiske miljø.

Fittings skal være kompatible med røret og egnede til anvendelsen.

13.5.5 Kabelkanalsystemer

Kabelkanalsystemer uden for kapslinger skal være stift understøttet og være fri af alle maskinens bevægelige dele og af forureningskilder.

Covers shall be shaped to overlap the sides; gaskets shall be permitted. Covers shall be attached to cable trunking systems by suitable means. On horizontal cable trunking systems, the cover shall not be on the bottom unless specifically designed for such installation.

NOTE Requirements for cable trunking and ducting systems for electrical installations are given in the IEC 61084 series.

Where the cable trunking system is furnished in sections, the joints between sections shall fit tightly but need not be gasketed.

The only openings permitted shall be those required for wiring or for drainage. Cable trunking systems shall not have opened but unused knockouts.

13.5.6 Machine compartments and cable trunking systems

The use of compartments or cable trunking systems within the column or base of a machine to enclose conductors is permitted provided the compartments or cable trunking systems are isolated from coolant or oil reservoirs and are entirely enclosed. Conductors run in enclosed compartments and cable trunking systems shall be so secured and arranged that they are not subject to damage.

13.5.7 Connection boxes and other boxes

Connection boxes and other boxes used for wiring purposes shall be accessible for maintenance. Those boxes shall provide protection against the ingress of solid bodies and liquids, taking into account the external influences under which the machine is intended to operate (see 11.3).

Those boxes shall not have opened but unused knockouts nor any other openings and shall be so constructed as to exclude materials such as dust, flyings, oil, and coolant.

13.5.8 Motor connection boxes

Motor connection boxes shall enclose only connections to the motor and motor-mounted devices (for example brakes, temperature sensors, plugging switches, tachometer generators).

14 Electric motors and associated equipment

14.1 General requirements

Electric motors should conform to the relevant parts of IEC 60034 series.

The protection requirements for motors and associated equipment are given in 7.2 for overcurrent protection, in 7.3 for protection of motors against overheating, and in 7.6 for overspeed protection.

As many controllers do not switch off the supply to a motor when it is at rest, care shall be taken to ensure compliance with the requirements of 5.3, 5.4, 5.5, 7.5, 7.6 and 9.4. Motor control equipment shall be located and mounted in accordance with Clause 11.

14.2 Motor enclosures

Enclosures for motors should be in accordance with IEC 60034-5.

The degree of protection shall be dependent on the application and the physical environment (see 4.4). All motors shall be adequately protected from mechanical damage.

Dæksler skal være udformet således, at de overlapper siderne, og pakninger skal være tilladt. Dæksler skal være fastgjort til kabelkanalsystemer med egnede midler. På vandrette kabelkanalsystemer må dækslet ikke være på bunden, medmindre det specifikt er konstrueret til sådan montering.

NOTE – Kravene til kabelkanalsystemer og lukkede kanalsystemer findes i IEC 61084-serien.

Hvor kabelkanalsystemet leveres i sektioner, skal samlingerne mellem sektioner slutte tæt, men behøver ikke være forsynet med pakninger.

De eneste tilladte åbninger er dem, der er nødvendige for ledningsføring eller til dræn. Kabelkanalsystemer må ikke have åbne men ubenyttede udslagsblanketter.

13.5.6 Maskinhulrum og kabelkanalsystemer

Det er tilladt at anvende hulrum eller kabelkanalsystemer i en maskines søjle eller fundament til at kapsle ledere, forudsat at hulrummene eller kabelkanalsystemerne er adskilt fra kølemiddel- eller oliebeholdere og er helt indkapslet. Ledere, der løber i lukkede hulrum og kabelkanalsystemer, skal fastgøres og arrangeres således, at de ikke udsættes for beskadigelse.

13.5.7 Samledåser og andre dåser

Samledåser og andre dåser, der anvendes til ledningsføring, skal være tilgængelige for vedligeholdelse. Disse dåser skal yde beskyttelse mod indtrængen af faste fremmedlegemer og væsker under hensyntagen til de ydre påvirkninger, hvorunder maskinen skal kunne fungere (se 11.3).

Disse dåser må ikke have åbne men ubenyttede udslagsblanketter eller andre åbninger og skal være konstrueret således, at materialer som fx støv, svævestøv, olie og kølemiddel holdes ude.

13.5.8 Motorsamledåser

Motorsamledåser må kun indkapsle forbindelser til motoren og udstyr monteret på motoren (fx bremsere, temperaturfølere, blokeringsafbrydere, takometergeneratorer).

14 Elektriske motorer og tilhørende udstyr

14.1 Generelle krav

Elektriske motorer bør være i overensstemmelse med de relevante dele af IEC 60034-serien.

Beskyttelseskrav for motorer og tilhørende udstyr er angivet i 7.2 for overstrømsbeskyttelse, i 7.3 for beskyttelse af motorer mod overophedning og i 7.6 for beskyttelse mod overhastighed.

Da mange styringer ikke afbryder forsyningen til motoren, når den er i stilstand, skal der sikres overensstemmelse med kravene i 5.3, 5.4, 5.5, 7.5, 7.6 og 9.4. Motorstyringsmateriel skal placeres og monteres i overensstemmelse med pkt. 11.

14.2 Motorkapslinger

Kapslinger for motorer bør være i overensstemmelse med IEC 60034-5.

Kapslingsklassen skal afhænge af anvendelsen og det fysiske miljø (se 4.4). Alle motorer skal være tilstrækkeligt beskyttet mod mekanisk beskadigelse.

14.3 Motor dimensions

As far as is practicable, the dimensions of motors shall conform to those given in the IEC 60072 series.

14.4 Motor mounting and compartments

Each motor and its associated couplings, belts, pulleys, or chains, shall be so mounted that they are adequately protected and are easily accessible for inspection, maintenance, adjustment and alignment, lubrication, and replacement. The motor mounting arrangement shall be such that all motor mounting means can be removed and all terminal boxes are accessible.

Motors shall be so mounted that proper cooling is ensured and the temperature rise remains within the limits of the insulation class (see IEC 60034-1).

Where practicable, motor compartments should be clean and dry, and when required, shall be ventilated directly to the exterior of the machine. The vents shall be such that ingress of swarf, dust, or water spray is at an acceptable level.

There shall be no opening between the motor compartment and any other compartment that does not meet the motor compartment requirements. Where a conduit or pipe is run into the motor compartment from another compartment not meeting the motor compartment requirements, any clearance around the conduit or pipe shall be sealed.

14.5 Criteria for motor selection

The characteristics of motors and associated equipment shall be selected in accordance with the anticipated service and physical environmental conditions (see 4.4). In this respect, the points that shall be considered include:

- type of motor;
- type of duty cycle (see IEC 60034-1);
- fixed speed or variable speed operation, (and the consequent variable influence of the ventilation);
- mechanical vibration;
- type of motor control;
- temperature rise and other effects of the frequency spectrum of the voltage and/or current feeding the motor (particularly when it is supplied from a converter);
- method of starting and the possible influence of the inrush current on the operation of other users of the same power supply, taking also into account possible special considerations stipulated by the supply authority;
- variation of counter-torque load with time and speed;
- influence of loads with large inertia;
- influence of constant torque or constant power operation;
- possible need of inductive reactors between motor and converter.

14.6 Protective devices for mechanical brakes

Operation of the overload and overcurrent protective devices for mechanical brake actuators shall initiate the simultaneous de-energization (release) of the associated machine actuators.

NOTE Associated machine actuators are those associated with the same motion, for example cable drums and long-travel drives.

14.3 Motordimensioner

Motorers dimensioner skal, så vidt det er muligt, være i overensstemmelse med dimensionerne i IEC 60072-serien.

14.4 Motormontering og -hulrum

Hver motor og tilhørende koblinger, drivremme, remskiver eller kæder skal monteres således, at de er tilstrækkeligt beskyttet og er let tilgængelige for inspektion, vedligeholdelse, justering, smøring og udskiftning. Motorer skal monteres således, at alle motormonteringsmidler kan fjernes og alle klemkasser er tilgængelige.

Motorer skal monteres således, at korrekt køling sikres, og temperaturstigningen forbliver inden for isolationsklassens grænser (se 60034-1).

Motorrum bør, så vidt det er muligt, være rene og tørre, og, hvor det er påkrævet, skal de være ventileret direkte til maskinens yderside. Ventilationsåbningerne skal være af en sådan udformning, at indtrængen af spåner, støv og vandstænk er på et acceptabelt niveau.

Der må ikke være nogen åbning mellem motorrummet og et andet rum, som ikke opfylder kravene til motorrum. Hvor et rør er ført ind i motorrummet fra et andet rum, som ikke opfylder kravene til motorrum, skal enhver åbning omkring røret lukkes tæt.

14.5 Kriterier for valg af motor

Egenskaberne ved motorer og tilhørende udstyr skal vælges i henhold til de forventede betingelser for drift og fysisk miljø (se 4.4). I denne forbindelse omfatter punkterne, der skal overvejes:

- typen af motor
- typen af driftscyklus (se IEC 60034-1)
- fast eller variabel driftshastighed (og den deraf følgende variable indflydelse fra ventilationen)
- mekaniske vibrationer
- typen af motorstyring
- temperaturstigning og andre virkninger af frekvensspektret for den spænding og/eller strøm, der forsyner motoren (især når denne forsynes fra en omformer)
- startmetoden og den mulige påvirkning fra indkoblingsstrømmen på driften hos andre brugere af samme forsyning, også under hensyntagen til eventuelt særlige forhold, der foreskrives af forsyningsmyndigheden
- ændring af modbelastningsmoment over tid og som følge af hastighed
- påvirkning fra laster med stor inert
- påvirkning fra drift med konstant moment eller konstant effekt
- eventuelt behov for induktive reaktorer mellem motor og omformer.

14.6 Beskyttelsesudstyr til mekaniske bremser

Betjening af udstyret til beskyttelse mod overbelastning og overstrøm for mekaniske bremseaktuatorer skal igangsætte samtidig afbrydelse af forsyningen (frigørelse) til de tilhørende maskinaktuatorer.

NOTE – Tilhørende maskinaktuatorer er de aktuatorer, der er knyttet til samme bevægelse, fx kabeltromler og drev med lang vandring.

15 Socket-outlets and lighting

15.1 Socket-outlets for accessories

Where the machine or its associated equipment is provided with socket-outlets that are intended to be used for accessory equipment (for example hand-held power tools, test equipment), the following apply:

- the socket-outlets should conform to IEC 60309-1. Where that is not practicable, they should be clearly marked with the voltage and current ratings;
- the continuity of the protective bonding circuit to the socket-outlet shall be ensured;
- all unearthed conductors connected to the socket-outlet shall be protected against overcurrent and, when required, against overload in accordance with 7.2 and 7.3 separately from the protection of other circuits;
- where the power supply to the socket-outlet is not disconnected by the supply disconnecting device for the machine or the section of the machine, the requirements of 5.3.5 apply;
- where fault protection is provided by automatic disconnection of supply, the disconnection time shall be in accordance with Table A.1 for TN systems or Table A.2 for TT systems;
- circuits supplying socket-outlets with a current rating not exceeding 20 A shall be provided with residual current protection (RCDs) with a rated operating current not exceeding 30 mA.

15.2 Local lighting of the machine and of the equipment

15.2.1 General

The ON/OFF switch shall not be incorporated in the lampholder or in the flexible connecting cord.

Stroboscopic effects from lights shall be avoided by the selection of appropriate luminaires.

Where fixed lighting is provided in an enclosure, electromagnetic compatibility should be taken into account using the principles outlined in 4.4.2.

15.2.2 Supply

The nominal voltage of the local lighting circuit shall not exceed 250 V between conductors. A voltage not exceeding 50 V between conductors is recommended.

Lighting circuits shall be supplied from one of the following sources (see also 7.2.6):

- a dedicated isolating transformer connected to the load side of the supply disconnecting device. Overcurrent protection shall be provided in the secondary circuit;
- a dedicated isolating transformer connected to the line side of the supply disconnecting device. That source shall be permitted for maintenance lighting circuits in control enclosures only. Overcurrent protection shall be provided in the secondary circuit (see also 5.3.5);
- a circuit of the electrical equipment of the machine for lighting, with dedicated overcurrent protection;
- an isolating transformer connected to the line side of the supply disconnecting device, provided with a dedicated primary disconnecting means (see 5.3.5) and secondary overcurrent protection, and mounted within the control enclosure adjacent to the supply disconnecting device;
- an externally supplied lighting circuit (for example factory lighting supply). This shall be permitted in control enclosures only, and for the machine work light(s) where their total power rating is not more than 3 kW;

15 Stikkontakter og belysning

15.1 Stikkontakter for tilbehør

Hvor maskinen eller dens tilhørende udstyr er forsynet med stikkontakter, som er beregnet til at anvendes til tilbehør (fx elektrisk håndværktøj, prøvningsudstyr), gælder følgende:

- Stikkontakterne bør være i overensstemmelse med IEC 60309-1. Hvor dette ikke er muligt, bør de være tydeligt mærket med mærkespændingen og mærkestrømmen.
- Kontinuiteten af den beskyttende udligningskreds til stikkontakten skal sikres.
- Alle ikke-jordede ledere, som er forbundet til stikkontakten, skal have en beskyttelse mod overstrøm og, hvor det er påkrævet, mod overbelastning i overensstemmelse med 7.2 og 7.3, og være adskilt fra beskyttelsen af andre kredse.
- Hvor effektforsyningen til stikkontakten ikke afbrydes af forsyningsadskilleren for maskinen eller maskinsektionen, gælder kravene i 5.3.5.
- Hvor fejlbeskyttelse sker ved automatisk afbrydelse af forsyningen, skal brydetiden være i overensstemmelse med tabel A.1 for TN-systemer eller tabel A.2 for TT-systemer.
- Kredse, der forsyner stikkontakter med en mærkestrøm, der ikke overstiger 20 A, skal være forsynet med fejlstrømsafbrydere (RCD'er) med en mærkeudløsestrøm, der ikke overstiger 30 mA.

15.2 Lokal belysning af maskinen og udstyret

15.2.1 Generelt

ON-/OFF-kontakten må ikke være integreret i lampefatningen eller den fleksible tilslutningsledning.

Stroboskopeffekter fra lys skal undgås ved valg af passende belysningsarmaturer.

Hvor der er fast belysning i en kapsling, bør den elektromagnetiske kompatibilitet tages i betragtning ved anvendelse af de principper, der er skitseret i 4.4.2.

15.2.2 Forsyning

Den lokale belysningskreds' nominelle spænding må ikke overstige 250 V mellem ledere. Der anbefales en spænding på højst 50 V mellem ledere.

Belysningskredse skal forsynes fra en af følgende kilder (se også 7.2.6):

- En dedikeret skilletransformer, der er forbundet til belastningssiden af forsyningsadskilleren. Der skal være beskyttelse mod overstrøm i den sekundære kreds.
- En dedikeret skilletransformer, der er forbundet til forsyningssiden af forsyningsadskilleren. Denne kilde er kun tilladt til vedligeholdelsesbelysningskredse i styrekapslinger. Der skal være beskyttelse mod overstrøm i den sekundære kreds (se også 5.3.5).
- En kreds i maskinens elektriske materiel til belysning med dedikeret beskyttelse mod overstrøm.
- En skilletransformer, der er forbundet til forsyningssiden af forsyningsadskilleren, som er forsynet med et dedikeret primært middel til afbrydelse (se 5.3.5) og en sekundær beskyttelse mod overstrøm samt er monteret i styrekapslingen tæt ved forsyningsadskilleren.
- En eksternt forsynet belysningskreds (fx fabriksbelysningskredsen). Dette er kun tilladt i styrekapslinger og for maskinarbejdslys, hvor den samlede mærkeværdi ikke er højere end 3 kW.

- power supply units, for DC supply to LED light sources, fitted with isolating transformers (for example, in accordance with IEC 61558-2-6).

Exception: where fixed lighting is out of reach of operators during normal operations, the provisions of 15.2.2 do not apply.

15.2.3 Protection

Local lighting circuits shall be protected in accordance with 7.2.6.

15.2.4 Fittings

Adjustable lighting fittings shall be suitable for the physical environment.

The lampholders shall be:

- in accordance with the relevant IEC standard;
- constructed with an insulating material protecting the lamp cap so as to prevent unintentional contact.

Reflectors shall be supported by a bracket and not by the lampholder.

Exception: where fixed lighting is out of reach of operators during normal operation, the provisions of 15.2.4 do not apply.

16 Marking, warning signs and reference designations

16.1 General

Warning signs, nameplates, markings, labels and identification plates shall be of sufficient durability to withstand the physical environment involved.

16.2 Warning signs

16.2.1 Electric shock hazard

Enclosures that do not otherwise clearly show that they contain electrical equipment that can give rise to a risk of electric shock shall be marked with the graphical symbol ISO 7010-W012 (see Figure 18).



Figure 18 – Symbol ISO 7010-W012

The warning sign shall be plainly visible on the enclosure door or cover.

The warning sign may be omitted (see also 6.2.2 b)) for:

- an enclosure equipped with a supply disconnecting device;
- an operator-machine interface or control station;
- a single device with its own enclosure (for example position sensor).

- D.c.-strømforsyninger til LED-lyskilder, der er monteret med skilletransformere (fx i overensstemmelse med IEC 61558-2-6).

Undtagelse: Hvor fast belysning ikke kan nås af operatører under normal drift, gælder bestemmelserne i 15.2.2 ikke.

15.2.3 Beskyttelse

Lokale belysningskredse skal være beskyttet i overensstemmelse med 7.2.6.

15.2.4 Armaturer

Justerbare belysningsarmaturer skal være egnet til det fysiske miljø.

Lampefatningerne skal være

- i overensstemmelse med den relevante IEC-standard
- konstrueret med et isolationsmateriale, der beskytter lampesoklen, således at utilsigtet berøring undgås.

Reflektorer skal være fastholdt af et beslag og ikke af lampefatningen.

Undtagelse: Hvor fast belysning ikke kan nås af operatører under normal drift, gælder bestemmelserne i 15.2.4 ikke.

16 Mærkning, advarselsskilte og referencebetegnelser

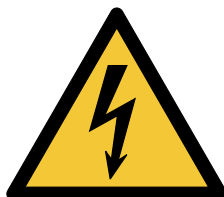
16.1 Generelt

Advarselsskilte, mærkeplader, mærkninger, etiketter og identifikationsplader skal have tilstrækkelig holdbarhed til at modstå det pågældende fysiske miljø.

16.2 Advarselsskilte

16.2.1 Fare for elektrisk stød

Kapslinger, som ellers ikke tydeligt viser, at de indeholder elektrisk materiel, som kan medføre en risiko for elektrisk stød, skal være markeret med det grafiske symbol ISO 7010-W012 (se figur 18).



Figur 18 – Symbol ISO 7010-W012

Advarselsskiltet skal være tydeligt på kapslingslågen eller dækslet.

Advarselsskiltet kan udelades (se også 6.2.2 b)) for:

- en kapsling udstyret med forsyningsadskillere
- en grænseflade mellem operatør og maskine eller et betjeningspanel
- en enkelt anordning med egen kapsling (fx en positionsføler).

16.2.2 Hot surfaces hazard

Where the risk assessment shows the need to warn against the possibility of hazardous surface temperatures of the electrical equipment, the graphical symbol ISO 7010-W017 shall be used (see Figure 19).



Figure 19 – Symbol ISO 7010-W017

NOTE ISO 13732-1 gives guidance for the assessment of the risks of burns when humans might touch hot surfaces with their unprotected skin.

16.3 Functional identification

Control devices and visual indicators shall be clearly and durably marked with regard to their functions either on or adjacent to the item. It is recommended that such markings are made in accordance with IEC 60417 and ISO 7000.

16.4 Marking of enclosures of electrical equipment

The following information shall be legibly and durably marked in a way that is plainly visible after the equipment is installed on enclosures that receive incoming power supplies:

- name or trade mark of supplier;
- certification mark or other marking that can be required by local or regional legislation, when required;
- type designation or model, where applicable;
- serial number where applicable;
- main document number (see IEC 62023) where applicable;
- rated voltage, number of phases and frequency (if AC), and full-load current for each incoming supply.

It is recommended that this information is provided adjacent to the main incoming supply(ies).

16.5 Reference designations

All enclosures, assemblies, control devices, and components shall be plainly identified with the same reference designation as shown in the technical documentation.

17 Technical documentation

17.1 General

The information necessary for identification, transport, installation, use, maintenance, decommissioning and disposal of the electrical equipment shall be supplied.

NOTE 1 Documentation is sometimes supplied in paper form, since it cannot be assumed that the user has access to the means of reading instructions supplied in electronic form or made available on an Internet site. However, it is often useful for the documentation to be made available in electronic form and on the Internet as well as in paper form, since this enables the user to download the electronic file if he so wishes and to recover the documentation if the paper copy has been lost. This practice also facilitates the updating of the documentation when this is necessary.

16.2.2 Fare fra varme overflader

Hvor risikovurderingen viser, at der er behov for at advare mod muligheden for farlige overfladetemperaturer på det elektriske materiel, skal det grafiske symbol ISO 7010-W017 (se figur 19) anvendes.



Figur 19 – Symbol ISO 7010-W017

NOTE – ISO 13732-1 indeholder vejledning vedrørende vurdering af risikoen for forbrændinger, hvor det kan forekomme, at mennesker berører varme overflader med ubeskyttet hud.

16.3 Funktionsidentifikation

Styreenheder og visuelle indikatorer skal enten på selve anordningen eller i nærheden af den være tydeligt og holdbart mærket med deres funktioner. Det anbefales, at sådanne mærkninger foretages i overensstemmelse med IEC 60417 og ISO 7000.

16.4 Mærkning af kapslinger til elektrisk materiel

Kapslinger, der modtager indgående effektforsyning, skal mærkes med følgende oplysninger på en let læselig og holdbar måde, som er tydeligt synlig, efter at materiellet er installeret:

- leverandørens navn eller varemærke
- certificeringsmærke eller anden mærkning, som kan være påkrævet af lokal eller regional lovgivning
- typebetegnelse eller model, hvor det er relevant
- serienummer, hvor det er relevant
- hoveddokumentets nummer (se IEC 62023), hvor det er relevant
- mærkespænding, antal faser og frekvens (ved a.c.) samt strømmen ved fuld belastning for hver indgående forsyning.

Det anbefales, at disse oplysninger findes tæt ved den eller de indgående hovedforsyninger.

16.5 Referencebetegnelser

Alle kapslinger, samlinger, styreenheder og komponenter skal identificeres med samme referencebetegnelse som vist i den tekniske dokumentation.

17 Teknisk dokumentation

17.1 Generelt

Der skal gives oplysninger, som er nødvendige for identifikation, transport, installation, anvendelse, vedligeholdelse, udtagelse af drift og bortskaffelse af det elektriske materiel.

NOTE 1 – Dokumentation leveres sommetider i papirform, da det ikke kan antages, at brugeren har adgang til at læse oplysninger, der leveres i elektronisk form, eller som findes på en internetside. Det er dog ofte nyttigt, at dokumentationen gøres tilgængelig i elektronisk form og på internettet såvel som i papirform, da dette gør brugeren i stand til at downloade den elektroniske fil, hvis han ønsker det, og at genfinde dokumentationen, hvis papireksemplaret er bortkommet. Denne praksis faciliterer også opdatering af dokumentationen, når dette er nødvendigt.

NOTE 2 In some countries, the requirement to use specific language(s) is covered by legal requirements.

Annex I should be considered as guidance for the preparation of information and documents.

17.2 Information related to the electrical equipment

The following shall be supplied:

- a) where more than one document is provided, a main document for the electrical equipment as a whole, listing the complementary documents associated with the electrical equipment;
- b) identification of the electrical equipment (see 16.4);
- c) information on installation and mounting including:
 - a description of the electrical equipment's installation and mounting, and its connection to the electrical supplies and where relevant other supplies;
 - short-circuit current rating of the electrical equipment for each incoming power supply;
 - rated voltage, number of phases and frequency (if AC.), type of distribution system (TT, TN, IT) and full-load current for each incoming supply;
 - any additional electrical supply(ies) requirements (for example maximum supply source impedance, leakage current) for each incoming supply;
 - space required for the removal or servicing of the electrical equipment;
 - installation requirements where needed to ensure that the arrangements for cooling are not impaired;
 - environmental limitations (for example lighting, vibration, EMC environment, atmospheric contaminants) where appropriate;
 - functional limitations (for example peak starting currents and permitted voltage drop(s)) as applicable;
 - precautions to be taken for the installation of the electrical equipment relevant to the electromagnetic compatibility;
- d) an instruction for the connection of simultaneously accessible extraneous-conductive-parts in the vicinity of the machine (for example, within 2,5 metres) such as the following to the protective bonding circuit:
 - metallic pipes;
 - fences;
 - ladders;
 - handrails.
- e) information on the functioning and operation, including as applicable:
 - an overview of the structure of the electrical equipment (for example by structure diagram or overview diagram);
 - procedures for programming or configuring, as necessary for the intended use;
 - procedures for restarting after an unexpected stop;
 - a sequence of operation;
- f) information on maintenance of the electrical equipment, as appropriate, including:
 - frequency and method of functional testing;
 - instructions on the procedures for safe maintenance and where it is necessary to suspend a safety function and/or protective measure (see 9.3.6);
 - guidance on the adjustment, repair, and frequency and method of preventive maintenance;

NOTE 2 – I nogle lande er kravet om at anvende bestemte sprog et lovmæssigt krav.

Anneks I bør tages i betragtning som vejledning ved udarbejdelse af oplysninger og dokumenter.

17.2 Oplysninger vedrørende det elektriske materiel

Følgende skal leveres:

- a) Hvor der findes mere end ét dokument, et hoveddokument for det elektriske materiel i sin helhed, med angivelse af de tillægsg dokumenter, der vedrører det elektriske materiel
- b) Identifikation af det elektriske materiel (se 16.4)
- c) Oplysninger om installation og montering, herunder:
 - en beskrivelse af det elektriske materiels installation og montering og tilslutning af det til elektriske forsynin-ger og, hvor det er relevant, andre forsyninger
 - det elektriske materiels kortslutningsmærkestrøm for hver indgående effektforsyning
 - mærkespænding, antal faser og frekvens (ved a.c.), typen af forsyningssystem (TT, TN, IT) samt strømmen ved fuld belastning for hver indgående forsyning
 - eventuelle supplerende krav til elektriske forsyninger (fx forsyningskildens maksimale impedans, lækstrøm) for hver indgående forsyning
 - pladskrav ved fjernelse eller eftersyn af det elektriske materiel
 - installationskrav, hvor det er påkrævet for at sikre, at køleanordningerne ikke forringes
 - miljømæssige begrænsninger (fx belysning, vibrationer, EMC-miljø, atmosfæriske kontaminanter), hvor det er relevant
 - funktionsmæssige begrænsninger (fx startstrømsspidser og tilladte spændingsfald), som det er relevant
 - forholdsregler, der skal træffes i forbindelse med installation af det elektriske materiel, som er relevante for den elektromagnetiske kompatibilitet.
- d) En anvisning af, at fremmede ledende dele, som er samtidigt tilgængelige i nærheden af maskinen (fx inden for 2,5 m), bør være forbundet til den beskyttende udligningskreds, som fx følgende:
 - metalliske rør
 - hegn
 - stiger
 - håndlister.
- e) Oplysninger om funktion og betjening, herunder de relevante af følgende:
 - en oversigt over det elektriske materiels struktur (fx med et strukturskema eller et oversigtsskema)
 - procedurer for programmering og konfiguration, som det er nødvendigt for den tilsigtede anvendelse
 - procedurer for genstart efter en uventet standsning
 - betjeningsrækkefølge.
- f) Oplysninger om vedligeholdelse af det elektriske materiel, som det er relevant, herunder:
 - hyppighed af og metode til funktionsprøvning
 - anvisninger om procedurer for sikker vedligeholdelse, samt hvor det er nødvendigt at ophæve en sikker-hedsfunktion og/eller en beskyttelsesforanstaltning (se 9.3.6)
 - vejledning om justering, reparation samt frekvens af og metode til forebyggende vedligeholdelse

- details of the interconnections of the electrical components subject to replacement (for example by circuit diagrams and/or connection tables);
 - information on required special devices or tools;
 - information on spare parts;
 - information on possible residual risks, indication of whether any particular training is required and specification of any necessary personal protective equipment;
 - where applicable, instructions to restrict availability of key(s) or tool(s) to skilled or instructed persons only;
 - settings (DIP-switches, programmable parameter values, etc);
 - information for validation of safety related control functions after repair or modification, and for periodic testing where necessary;
- g) information on handling, transportation and storage as appropriate (for example dimensions, weight, environmental conditions, possible ageing constraints);
- h) information for proper disassembly and handling of components (for example for recycling or disposal).

18 Verification

18.1 General

The extent of verification will be given in the dedicated product standard for a particular machine. Where there is no dedicated product standard for the machine, the verifications shall always include the items a), b), c) and h) and may include one or more of the items d) to g):

- a) verification that the electrical equipment complies with its technical documentation;
- b) verification of continuity of the protective bonding circuit (Test 1 of 18.2.2);
- c) in case of fault protection by automatic disconnection of supply, conditions for protection by automatic disconnection shall be verified according to 18.2;
- d) insulation resistance test (see 18.3);
- e) voltage test (see 18.4);
- f) protection against residual voltage (see 18.5);
- g) verification that the relevant requirements of 8.2.6 are met;
- h) functional tests (see 18.6).

When these tests are performed, it is recommended that they follow the sequence listed above.

When the electrical equipment is modified, the requirements stated in 18.7 shall apply.

For verifications that include measurement, measuring equipment in accordance with the IEC 61557 series is recommended.

The results of the verification shall be documented.

18.2 Verification of conditions for protection by automatic disconnection of supply

18.2.1 General

The conditions for automatic disconnection of supply (see 6.3.3) shall be verified by tests.

Test 1 verifies the continuity of the protective bonding circuit.

- detailoplysninger om indbyrdes forbindelser mellem de elektriske komponenter, der skal udskiftes (fx i form af kredsskemaer og/eller forbindelsestabeller)
 - oplysninger om nødvendige specielle anordninger eller specialværktøj
 - oplysninger om reservedele
 - oplysninger om eventuelle resterende risici, angivelse af, om særlig træning er nødvendig, og specifikation af eventuelle nødvendige personlige værnemidler
 - hvor det er relevant, anvisninger om at begrænse tilgængeligheden af nøgler eller værktøj til sagkyndige eller instruerede personer alene
 - indstillinger (DIP-afbrydere, programmerbare parameterværdier osv.)
 - oplysninger om validering af sikkerhedsrelaterede styrefunktioner efter reparation eller ændring og, hvor det er nødvendigt, ved periodisk prøvning.
- g) oplysninger om håndtering, transport og opbevaring, som det er relevant (fx dimensioner, vægt, miljøforhold, eventuelle begrænsninger i forbindelse med ældning)
- h) oplysninger om korrekt demontering og håndtering af komponenter (fx genanvendelse eller bortskaffelse).

18 Verifikation

18.1 Generelt

Omfanget af verifikationen angives i produktstandarden for den specifikke maskine. Hvor der ikke findes nogen produktstandard for maskinen, skal verifikationerne altid omfatte a), b), c) og h) og kan omfatte et eller flere af punkterne d) til g):

- a) verifikation af, at det elektriske materiel er i overensstemmelse med den tekniske dokumentation
- b) verifikation af kontinuiteten af den beskyttende udligningskreds (prøvning 1 i 18.2.2)
- c) ved fejlbeskyttelse i form af automatisk afbrydelse af strømmen, skal betingelserne for fejlbeskyttelse ved automatisk afbrydelse verificeres i henhold til 18.2
- d) prøvning af isolationsmodstand (se 18.3)
- e) spændingsprøvning (se 18.4)
- f) beskyttelse mod restspænding (se 18.5)
- g) verifikation af, at de relevante krav i 8.2.6 er overholdt
- h) funktionsprøvninger (se 18.6).

Når disse prøvninger udføres, anbefales det, at ovenstående rækkefølge følges.

Når det elektriske materiel ændres, gælder kravene i 18.7.

Til verifikationer, der omfatter målinger, anbefales måleudstyr i overensstemmelse med IEC 61557-serien.

Verifikationsresultaterne skal dokumenteres.

18.2 Verifikation af betingelser for beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen

18.2.1 Generelt

Betingelserne for automatisk afbrydelse af forsyningen (se 6.3.3) skal verificeres med prøvninger.

Med prøvning 1 verificeres kontinuiteten af den beskyttende udligningskreds.

Test 2 verifies the conditions for protection by automatic disconnection of the supply in TN systems.

For TN-systems, those test methods are described in 18.2.2 and 18.2.3; their application for different conditions of supply are specified in 18.2.4.

For TT systems, see Clause A.2.

For IT systems, see IEC 60364-6.

Where RCDs are used in the electrical equipment, their function shall be verified in accordance with the manufacturer's instructions. The test procedure and test interval shall be specified in the maintenance instructions.

18.2.2 Test 1 – Verification of the continuity of the protective bonding circuit

The resistance between the PE terminal (see 5.2 and Figure 4) and relevant points that are part of the protective bonding circuit shall be measured with a current between at least 0,2 A and approximately 10 A derived from an electrically separated supply source (for example SELV, see 414 of IEC 60364-4-41:2005) having a maximum no-load voltage of 24 V AC or DC.

The resistance measured shall be in the expected range according to the length, the cross sectional area and the material of the related protective conductors and protective bonding conductor(s).

Earthed PELV supplies can produce misleading results in this test and therefore shall not be used.

NOTE Larger currents used for the continuity test increases the accuracy of the test result, especially with low resistance values, i.e. larger cross sectional areas and/or lower conductor lengths.

18.2.3 Test 2 – Fault loop impedance verification and suitability of the associated overcurrent protective device

The connections of each power supply including the connection of the associated protective conductor to the PE terminal of the machine, shall be verified by inspection.

The conditions for the protection by automatic disconnection of supply in accordance with 6.3.3 and Annex A shall be verified by both:

- a) verification of the fault loop impedance by:
 - calculation, or
 - measurement in accordance with A.1.4, and
- b) confirmation that the setting and characteristics of the associated overcurrent protective device are in accordance with the requirements of Annex A, and where a power drive system (PDS) is used, confirmation that the setting and characteristics of the protective device(s) associated with a PDS are in accordance with the converter manufacturer's and protective device manufacturer's instructions.

18.2.4 Application of the test methods for TN-systems

When Test 2 of 18.2.3 is carried out by measurement, it shall always be preceded by Test 1 of 18.2.2.

NOTE A discontinuity of the protective bonding circuit can cause a hazardous situation for the tester or other persons, or damage to the electrical equipment during the loop impedance test.

The tests that are necessary for machines of different status are specified in Table 9.

Med prøvning 2 verificeres betingelserne for beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen i TN-systemer.

For TN-systemer er prøvningsmetoderne beskrevet i 18.2.2 og 18.2.3, og deres anvendelse til forskellige forsyningsforhold er specificeret i 18.2.4.

For TT-systemer, se A.2.

For IT-systemer, se IEC 60364-6.

Hvor der anvendes fejlstrømsafbrydere (RCD'er) i det elektriske materiel, skal deres funktion verificeres i henhold til producentens anvisninger. Prøvningsproceduren og prøvningsintervallet skal specificeres i vedligeholdelsesanvisningerne.

18.2.2 Prøvning 1 – Verifikation af kontinuiteten af den beskyttende udligningskreds

Modstanden mellem PE-klemmen (se 5.2 og figur 4) og de relevante punkter, der indgår i den beskyttende udligningskreds, skal måles med en strøm mellem mindst 0,2 A og ca. 10 A udledt fra en elektrisk adskilt forsyningskilde (fx ekstra lav sikkerhedsspænding (SELV), se 414 i IEC 60364-4-41:2005) med en maksimal tomgangsspænding på 24 V a.c. eller d.c.

Den målte modstand skal befinde sig i det område, der forventes i henhold til længden og tværsnittet af samt materialet i de tilhørende beskyttelsesledere og ledere til beskyttende udligning.

Jordede PELV-forsyninger kan give misvisende resultater ved denne prøvning og må derfor ikke anvendes.

NOTE – Anvendelse af kraftigere strømstyrker ved kontinuitetsprøvningen forbedrer prøvningsresultatets nøjagtighed, især ved lave modstandsværdier, dvs. større tværsnit og/eller kortere længder på lederne.

18.2.3 Prøvning 2 – Verifikation af fejlsløjfeimpedans og det tilhørende overstrømsbeskyttelsesudstyrs egnethed

Forbindelserne i hver effektforsyning, herunder den tilhørende beskyttelsesleders forbindelse til maskinens PE-klemme, skal verificeres ved inspektion.

Betingelserne for beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen i overensstemmelse med 6.3.3 og anneks A skal verificeres ved både:

a) verifikation af fejlsløjfeimpedansen ved:

- beregning, eller
- måling i overensstemmelse med A.1.4, og

b) bekræftelse af, at indstillingen af og egenskaberne ved det tilhørende overstrømsbeskyttelsesudstyr er i overensstemmelse med kravene i anneks A, og, hvor der anvendes et drevsystem (PDS), bekræftelse af, at indstillingen af og egenskaberne ved beskyttelsesudstyret i forbindelse med et PDS er i overensstemmelse med anvisningerne fra omformerproducenten og beskyttelsesudstyrsproducenten.

18.2.4 Anvendelse af prøvningsmetoderne for TN-systemer

Når prøvning 2 i 18.2.3 foretages ved måling, skal prøvning 1 i 18.2.2 altid udføres først.

NOTE – En diskontinuitet i den beskyttende udligningskreds kan skabe en farlig situation for den person, der udfører prøvningen, eller for andre personer eller medføre beskadigelse af det elektriske materiel under prøvningen af fejlsløjfeimpedansen.

De prøvninger, der er nødvendige for maskiner med forskellig status, er specificeret i tabel 9.

Table 9 – Application of the test methods for TN-systems

Procedure	Machine status	Verification on site
A	Electrical equipment of machines, erected and connected on site, where the continuity of the protective bonding circuits has not been confirmed following erection and connection on site.	Test 1 (see 18.2.2) and test 2 (see 18.2.3) Exception: Test 2 is not required where: – test 1 is performed on the protective bonding conductors of the machine that are connected on site, and; – the connections of each incoming power supply and of the associated protective conductor (PE) to the PE-terminal of the machine, are verified by inspection, and previous calculations of the fault loop impedance (or resistance) by the manufacturer of the electrical equipment are available, and; – the arrangement of the installations permits the verification of the length and cross-sectional area of the conductors used for the calculation, and; – it can be confirmed through calculation or measurement, or by information supplied by the customer, that the supply source impedance on site does not exceed the value specified by the manufacturer of the electrical equipment. See 17.2 c), fourth bullet).
B	Machine supplied with confirmation of the verification (see 18.1) of continuity of the protective bonding circuits by test 1 or with the results of a test 2 by measurement, having protective bonding circuits exceeding the cable length for which examples are given in Table 10. Case B1) supplied fully assembled and not dismantled for shipment, Case B2) supplied dismantled for shipment, where the continuity of protective conductors is ensured after dismantling, transportation and reassembly (for example by the use of plug/socket connections).	Test 2 (see 18.2.3) Exception: Where it can be confirmed through calculation or measurement, or by information supplied by the customer, that the supply source impedance on site does not exceed the value specified by the manufacturer of the electrical equipment, or that of the test supply during a test 2 by measurement, no test is required on site apart from verification of the connections: • in case B1) of each incoming power supply and of the associated protective conductor to the PE terminal of the machine; • in case B2) of each incoming power supply and of the associated protective conductor to the PE terminal of the machine and of all connections of the protective conductor(s) that were disconnected for shipment.
C	Machine having protective bonding circuits not exceeding the cable length for which examples are given in Table 10, supplied with confirmation of the verification (see 18.1) of continuity of the protective bonding circuits by test 1. Case C1) supplied fully assembled and not dismantled for shipment. Case C2) supplied dismantled for shipment, where the continuity of protective conductors is ensured after dismantling, transportation and reassembly (for example by the use of plug/socket combination(s)).	For case C1 or C2, no test is required on site. For a machine not connected to the power supply by a plug/socket combination, the correct connection of the external protective conductor to the PE-terminal of the machine shall be verified by visual inspection. In case C2), the installation documents (see 17.2) shall require that all connections of the protective conductor(s) that were disconnected for shipment are verified, for example by visual inspection.

Tabel 9 – Anvendelse af prøvningsmetoderne for TN-systemer

Procedure	Maskinens status	Verifikation på stedet
A	Elektrisk materiel på maskiner, der opstilles og tilsluttes på stedet, hvor den beskyttende udligningskreds' kontinuitet ikke er bekræftet, efter opstilling og tilslutning på stedet.	Prøvning 1 (se 18.2.2) og prøvning 2 (se 18.2.3) Undtagelse: Prøvning 2 er ikke påkrævet, hvor – prøvning 1 udføres på ledere til beskyttende udligning i en maskine, der tilsluttes på stedet, og – tilslutningerne af hver indgående effektforsyning og den tilhørende beskyttelsesleder (PE) til maskinens PE-klemme verificeres ved inspektion og tidligere beregninger af fejlsøjfeimpedansen (eller modstanden) foretaget af producenten af det elektriske materiel er til rådighed, og – installationerne er anbragt således, at det er muligt at verificere længden og tværsnitsarealet af de ledere, der anvendes til beregningen, og – det kan bekræftes ved beregning eller måling eller oplysninger fra kunden om, at forsyningskildens impedans på stedet ikke overstiger den værdi, der er specificeret af producenten af det elektriske materiel. Se 17.2 c), fjerde bullet).
B	Maskine forsynet med bekræftelse på verifikationen (se 18.1) af kontinuiteten af den beskyttende udligningskreds ved prøvning 1 eller ved resultater af prøvning 2 opnået ved måling, der har beskyttende udligningskredse, som overstiger den kabellængde, som tabel 10 giver eksempler på. Tilfælde B1) leveret fuldt samlet og ikke demonteret med henblik på transport. Tilfælde B2) leveret demonteret med henblik på transport, hvor beskyttelsesledningernes kontinuitet er sikret efter demontering, transport og genmontering (fx ved anvendelse af stikkontakttilslutninger).	Prøvning 2 (se 18.2.3) Undtagelse: Hvor det kan bekræftes ved beregning eller måling eller oplysninger fra kunden om, at forsyningskildens impedans på stedet ikke overstiger den værdi, der er specificeret af producenten af det elektriske materiel, eller forsyningsværdien under prøvning 2 ved måling, er prøvning på stedet ikke nødvendig, bortset fra verifikation af tilslutningerne: • i tilfælde B1) af hver indgående effektforsyning og af den tilhørende beskyttelsesleder til maskinens PE-klemme • i tilfælde B2) af hver indgående effektforsyning og af den tilhørende beskyttelsesleder til maskinens PE-klemme og af alle beskyttelsesledningernes forbindelser, som blev afmonteret med henblik på transport.
C	Maskine med beskyttende udligningskredse, der ikke overstiger kabellængden, som tabel 10 giver eksempler på, forsynet med bekræftelse på verifikationen (se 18.1) af kontinuiteten af de beskyttende udligningskredse ved prøvning 1. Tilfælde C1) leveret fuldt samlet og ikke demonteret med henblik på transport. Tilfælde C2) leveret demonteret med henblik på transport, hvor beskyttelsesledningernes kontinuitet er sikret efter demontering, transport og genmontering (fx ved anvendelse af stikprop-stikkontakt-kombinationer).	I tilfælde C1 eller C2 kræves der ikke prøvning på stedet. For en maskine, der ikke er tilsluttet effektforsyningen med en stikprop-stikkontakt-kombination, skal korrekt tilslutning af den ydre beskyttelsesleder til maskinens PE-klemme verificeres ved visuel inspektion. I tilfælde C2) skal der i installationsdokumenterne (se 17.2) være krav om, at alle beskyttelsesledningernes forbindelser, som blev afmonteret med henblik på transport, verificeres, fx ved visuel inspektion.

Table 10 – Examples of maximum cable lengths from protective devices to their loads for TN-systems

1 Maximum source impedance of the supply to the protective device	2 Minimum cross- sectional area	3 Maximum nominal rating or setting of the protective device I_N	4 Fuse discon- nect time 5 s	5 Fuse discon- nect time 0,4 s	6 Miniature circuit- breaker char.B $I_a = 5 \times I_N$	7 Miniature circuit- breaker char.C $I_a = 10 \times I_N$	8 Miniature circuit- breaker char.D $I_a = 20 \times I_N$	9 Adjusta- ble circuit- breaker $I_a = 8 \times I_N$
mΩ	mm ²	A	Maximum cable length in m from each protective device to its load					
500	1,5	16	97	53	76	30	7	31
500	2,5	20	115	57	94	34	3	36
500	4,0	25	135	66	114	35		38
400	6,0	32	145	59	133	40		42
300	10	50	125	41	132	33		37
200	16	63	175	73	179	55		61
200	25 (line)/16 (PE)	80	133					38
100	35 (line)/16 (PE)	100	136					73
100	50 (line)/25 (PE)	125	141					66
100	70 (line)/35 (PE)	160	138					46
50	95 (line)/50 (PE)	200	152					98
50	120 (line)/70 (PE)	250	157					79
The values of the maximum cable length in Table 10 are based on the following assumptions: • PVC cable with copper conductors, conductor temperature under short-circuit conditions 160 °C (see Table D.5); • cables with line conductors up to 16 mm² provide a protective conductor of equal cross sectional area to that of the line conductors; • cables above 16 mm² provide a reduced size protective conductor as shown; • 3-phase system, nominal voltage of the power supply 400 V ($U_0 = 230$ V); • column 3 values are correlated with Table 6 (see 12.4). • disconnection time for circuit-breakers is $\leq 0,4$ s (columns 6 – 9) A deviation from these assumptions can require a complete calculation or measurement of the fault loop impedance. Further information is available from IEC 60228 and IEC TR 61200-53.								

18.3 Insulation resistance tests

When insulation resistance tests are performed, the insulation resistance measured at 500 V DC between the power circuit conductors and the protective bonding circuit shall be not less than 1 MΩ. The test may be made on individual sections of the complete electrical installation.

Exception: for certain parts of electrical equipment, incorporating for example busbars, conductor wire or conductor bar systems or slip-ring assemblies, a lower minimum value is permitted, but that value shall not be less than 50 kΩ.

If the electrical equipment of the machine contains surge protection devices which are likely to operate during the test, it is permitted to either:

Tabel 10 – Eksempler på maksimale kabellængder fra beskyttelsesanordninger til deres belastninger for TN-systemer

1 Forsynings- kildens maksimale impedans til beskyttelses- udstyret	2 Minimum- tværnsnits- areal	3 Beskyttelses- udstyrets nominelle maksimale værdi eller indstilling I_N	4 Smelte- sikringens brydetid 5 s	5 Smelte- sikringens brydetid 0,4 s	6 Automat- sikring, karakteristik B $I_a = 5 \times I_N$	7 Automat- sikring, karakteristik C $I_a = 10 \times I_N$	8 Automat- sikring, karakteristik D $I_a = 20 \times I_N$	9 Maksimal- afbryder $I_a = 8 \times I_N$
mΩ	mm ²	A	Maksimal kabellængde i m fra hver beskyttelsesanordning til anordningens belastning					
500	1,5	16	97	53	76	30	7	31
500	2,5	20	115	57	94	34	3	36
500	4,0	25	135	66	114	35		38
400	6,0	32	145	59	133	40		42
300	10	50	125	41	132	33		37
200	16	63	175	73	179	55		61
200	25 (fase)/16 (PE)	80	133					38
100	35 (fase)/16 (PE)	100	136					73
100	50 (fase)/25 (PE)	125	141					66
100	70 (fase)/35 (PE)	160	138					46
50	95 (fase)/50 (PE)	200	152					98
50	120 (fase)/70 (PE)	250	157					79

Værdierne for den maksimale kabellængde i tabel 10 er baseret på følgende antagelser:

- PVC-kabel med kobberledere, lederens temperatur under kortslutningsforhold 160 °C (se tabel D.5)
- Kabler med faseledere op til 16 mm² giver en beskyttelsesleder med et tværnsnit, der svarer til faseledernes tværnsnit
- Kabler over 16 mm² giver en beskyttelsesleder med reduceret størrelse som vist
- 3-fase-system, nominel spænding i effektforsyningen 400 V ($U_0 = 230$ V)
- Værdierne i kolonne 3 er korreleret med tabel 6 (se 12.4)
- Brydetiden for maksimalafbrydere/automatsikringer er $\leq 0,4$ s (kolonne 6-9).

Afvigelse fra disse antagelser kan nødvendiggøre en komplet beregning eller måling af fejlsøjfeimpedansen. Yderligere oplysninger findes i IEC 60228 og IEC TR 61200-53.

18.3 Prøvning af isolationsmodstand

Når der udføres prøvninger af isolationsmodstanden, må isolationsmodstanden målt ved 500 V d.c. mellem effekt-kredslederne og den beskyttende udligningskreds ikke være mindre end 1 MΩ. Prøvningen kan foretages på enkelt-sektioner eller på den samlede elektriske installation.

Undtagelse: For visse dele af elektrisk materiel, der fx omfatter skinner, ledningstråde eller strømskinnesystemer eller slæberingssamlinger, er en lavere minimumværdi tilladt, men denne værdi må ikke være mindre end 50 kΩ.

Hvis maskinens elektriske materiel indeholder overspændingsafledere, som med sandsynlighed er i drift under prøvningen, er det tilladt enten

- disconnect these devices, or
- reduce the test voltage to a value lower than the voltage protection level of the surge protection devices, but not lower than the peak value of the upper limit of the supply (phase to neutral) voltage.

18.4 Voltage tests

When voltage tests are performed, test equipment in accordance with IEC 61180-2 should be used.

The test voltage shall be at a nominal frequency of 50 Hz or 60 Hz.

The maximum test voltage shall have a value of twice the rated supply voltage of the equipment or 1 000 V, whichever is the greater. The maximum test voltage shall be applied between the power circuit conductors and the protective bonding circuit for at least 1 s. The requirements are satisfied if no disruptive discharge occurs.

Components and devices that are not rated to withstand the test voltage and surge protection devices which are likely to operate during the test shall be disconnected during testing.

Components and devices that have been voltage tested in accordance with their product standards may be disconnected during testing.

18.5 Protection against residual voltages

Where appropriate, tests shall be performed to ensure compliance with 6.2.4.

18.6 Functional tests

The functions of electrical equipment shall be tested.

18.7 Retesting

Where a portion of the machine or its associated equipment is changed or modified, the need for re-verification and testing of the electrical equipment shall be considered.

Particular attention should be given to the possible adverse effects that retesting can have on the equipment (for example overstressing of insulation, disconnection/reconnection of devices).

- at udkoble dette udstyr, eller
- at nedsætte prøvespændingen til en værdi, der er lavere end overspændingsafledernes spændingsbeskyttelsesniveau, men ikke lavere end spidsværdien af forsyningsspændingens (fase til nul) øvre grænse.

18.4 Spændingsprøvninger

Når der udføres spændingsprøvninger, bør der anvendes prøvningsudstyr i overensstemmelse med IEC 61180-2.

Prøvespændingen skal have en nominel frekvens på 50 Hz eller 60 Hz.

Den maksimale prøvespænding skal have en værdi på det dobbelte af materiellets mærkespænding eller 1 000 V, idet den største værdi gælder. Den maksimale prøvespænding skal anvendes mellem effektkredslederne og den beskyttende udligningskreds i mindst 1 s. Kravene er opfyldt, hvis der ikke forekommer gennemslag.

Komponenter og udstyr, der ikke er beregnet til at modstå prøvespændingen, og overspændingsafledere, som med sandsynlighed træder i funktion under prøvningen, skal være afbrudt under prøvningen.

Komponenter og udstyr, der er spændingsprøvet i overensstemmelse med de relevante produktstandarder, må gerne være afbrudt under prøvningen.

18.5 Beskyttelse mod restspænding

Hvor det er relevant, skal der udføres prøvninger for at sikre overensstemmelse med 6.2.4.

18.6 Funktionsprøvninger

Elektrisk materiels funktioner skal udsættes for prøvning.

18.7 Omprøvning

Hvor en del af maskinen eller det tilhørende udstyr ændres eller modificeres, skal det overvejes, om der er behov for fornyet verifikation og prøvning af det elektriske materiel.

Der bør rettes særlig opmærksomhed mod eventuelle negative virkninger, som omprøvning kan have på materiellet (fx overbelastning af isolation, udkobling/genindkobling af udstyr).

Annex A
(normative)

Fault protection by automatic disconnection of supply

A.1 Fault protection for machines supplied from TN-systems

A.1.1 General

The provisions in the Annex A are derived from IEC 60364-4-41:2005, and IEC 60364-6:2006.

Fault protection shall be provided by an overcurrent protective device that automatically disconnects the supply to the circuit or equipment in the event of a fault between a live part and an exposed conductive part or a protective conductor in the circuit or equipment, within a sufficiently short disconnecting time. A disconnecting time not exceeding 5 s is considered sufficiently short for machines that are neither hand-held nor portable.

Where this disconnecting time cannot be assured, supplementary protective bonding shall be provided in accordance with A.1.3 that can prevent a prospective touch voltage from exceeding 50 V AC or 120 V ripple-free DC between simultaneously accessible conductive parts.

NOTE The use of supplementary protective bonding does not preclude the need to disconnect the supply for other reasons, for example protection against fire, thermal stresses in equipment, etc.

For circuits which supply, through socket-outlets or directly without socket-outlets, Class 1 hand-held equipment or portable equipment (for example socket-outlets on a machine for accessory equipment, see 15.1) Table A.1 specifies the maximum disconnecting times that are considered sufficiently short.

Table A.1 – Maximum disconnecting times for TN systems

System	50 V < $U_0 \leq 120$ V		120 V < $U_0 \leq 230$ V		230 V < $U_0 \leq 400$ V		$U_0 > 400$ V	
	s		s		s		s	
	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC
TN	0,8	NOTE 1	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1
U_0 is the nominal AC or DC line to earth voltage.								
NOTE 1 Disconnection may be required for reasons other than protection against electric shock.								
NOTE 2 For voltages which are within the tolerance band stated in IEC 60038, the disconnecting time appropriate to the nominal voltage applies.								
NOTE 3 For intermediate values of voltage, the next higher value in the above table is to be used.								

A.1.2 Conditions for protection by automatic disconnection of the supply by overcurrent protective devices

The characteristics of overcurrent protective devices and the circuit impedances shall be such that, if a fault of negligible impedance occurs anywhere in the electrical equipment between a line conductor and a protective conductor or exposed conductive part, automatic disconnection of the supply will occur within the specified time (i.e. ≤ 5 s or $\leq$ values in accordance with Table A.1). The following general condition fulfils this requirement:

Anneks A (normativt)

Fejlbeskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen

A.1 Fejlbeskyttelse for maskiner, der forsynes fra TN-systemer

A.1.1 Generelt

Bestemmelserne i anneks A stammer fra IEC 60364-4-41:2005 og IEC 60364-6:2006.

Der skal tilvejebringes fejlbeskyttelse fra overstrømsbeskyttelsesudstyr, som inden for en tilstrækkeligt kort brydetid automatisk afbryder forsyningen til kredsen eller materiellet i tilfælde af en fejl mellem en spændingsførende del og en udsat ledende del eller en beskyttelsesleder i kredsen eller materiellet. En brydetid på højst 5 s betragtes som tilstrækkeligt kort til maskiner, der hverken er håndholdte eller bærbare.

Hvor denne brydetid ikke kan sikres, skal der være supplerende beskyttende udligning i overensstemmelse med A.1.3, som kan forhindre en prospektiv berøringsspænding i at overstige 50 V a.c. eller 120 V ripplefri d.c. mellem samtidigt tilgængelige ledende dele.

NOTE – Anvendelse af supplerende beskyttende potentialudligning udelukker ikke, at det kan være nødvendigt at afbryde forsyningen af andre grunde, fx beskyttelse mod brand, for store termiske påvirkninger i materiel osv.

For kredse, der gennem en stikkontakt eller direkte uden stikkontakt forsyner håndholdt eller bærbart udstyr i klasse 1 (fx stikkontakter på en maskine til tilhørende udstyr, se 15.1) er de maksimale brydetider, der anses for at være tilstrækkeligt korte, specificeret i tabel A.1.

Tabel A.1 – Maksimale brydetider for TN-systemer

System	$50\text{ V} < U_o \leq 120\text{ V}$		$120\text{ V} < U_o \leq 230\text{ V}$		$230\text{ V} < U_o \leq 400\text{ V}$		$U_o > 400\text{ V}$	
	s		s		s		s	
	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.
TN	0,8	NOTE 1	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1

U_o er den nominelle a.c.- eller d.c.-spænding mellem fase og jord.

NOTE 1 – Afbrydelse kan være krævet af andre årsager end beskyttelse mod elektrisk stød.

NOTE 2 – For spændinger, der er inden for toleranceområdet angivet i IEC 60038, gælder den brydetid, der passer til den nominelle spænding.

NOTE 3 – For mellemværdier af spændingen skal den nærmeste højere værdi i ovenstående tabel anvendes.

A.1.2 Betingelser for beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen med overstrømsbeskyttelsesudstyr

Overstrømsbeskyttelsesudstyrets karakteristikker og kreds impedanser skal være sådan, at hvis der forekommer en fejl med lille impedans noget sted i det elektriske materiel mellem en faseleder og en beskyttelsesleder eller udsat ledende del, sker der en automatisk afbrydelse af forsyningen inden for den specificerede tid (dvs. ≤ 5 s eller $\leq$ værdierne i tabel A.1). Følgende generelle betingelse opfylder dette krav:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

where

Z_s is the impedance of the fault loop comprising the source, the live conductor up to the point of the fault and the protective conductor between the point of the fault and the source;

I_a is the current causing the automatic operation of the disconnecting protective device within the specified time;

U_0 is the nominal AC voltage to earth.

The increase of the resistance of the conductors with the increase of temperature due to the fault current shall be taken into account in the following equation:

$$Z_{s(n)} \leq \frac{2}{3} \times \frac{U_0}{I_a}$$

where $Z_{s(n)}$ is the measured or calculated value of Z_s under normal operating conditions.

Where the value of the fault loop impedance exceeds $2U_0/3I_a$, a more precise assessment can be made in accordance with the procedure described in C.61.3.6.2 of IEC 60364-6:2006.

A.1.3 Condition for protection by reducing the touch voltage below 50 V

Where the requirements of A.1.2 cannot be assured, supplementary protective bonding can be selected as the means of ensuring that touch voltages will not exceed 50 V. This is achieved when the impedance of the protective bonding circuit (Z_{PE}) does not exceed:

$$Z_{PE} \leq \frac{50}{U_0} \times Z_s$$

where Z_{PE} is the impedance of the protective bonding circuit between the equipment anywhere in the installation and the PE terminal of the machine (see 5.2 and Figure 4) or between simultaneously accessible exposed conductive parts and/or extraneous-conductive-parts.

Confirmation of this condition can be achieved by using the method of Test 1 of 18.2.2 to measure the resistance R_{PE} . The condition for protection is achieved when the measured value of R_{PE} does not exceed:

$$R_{PE} \leq \frac{50}{I_{a(5s)}}$$

where

$I_{a(5s)}$ is the 5 s operating current of the protective device;

R_{PE} is the resistance of the protective bonding circuit between the PE terminal (see 5.2 and Figure 4) and the equipment anywhere on the machine, or between simultaneously accessible exposed conductive parts and/or extraneous-conductive-parts.

NOTE 1 Supplementary protective bonding is considered as an addition to fault protection.

NOTE 2 Supplementary protective bonding may involve the entire installation, a part of the installation, an item of apparatus, or a location.

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

hvor

Z_s er impedansen i den fejlsøjle, der omfatter kilden, den spændingsførende leder frem til fejlstedet og beskyttelseslederen mellem fejlstedet og kilden

I_a er den strøm, der forårsager det afbrydende beskyttelsesudstyrs automatiske funktion inden for den specificerede tid

U_o er den nominelle a.c.-spænding til jord.

Der skal tages højde for forøgelsen af ledernes modstand i takt med forøgelse af temperaturen pga. fejlstrøm i følgende ligning:

$$Z_{s(n)} \leq \frac{2}{3} \times \frac{U_o}{I_a}$$

hvor $Z_{s(n)}$ er den målte eller beregnede værdi af Z_s under normale driftsbetingelser.

Hvor værdien af fejlsøjleimpedansen overstiger $2U_o/3I_a$, kan der foretages en mere nøjagtig vurdering i overensstemmelse med den procedure, der er beskrevet i C.61.3.6.2 i IEC 60364-6:2006.

A.1.3 Betingelse for beskyttelse ved reduktion af berøringsspændingen til mindre end 50 V

Hvor kravene i A.1.2 ikke kan opfyldes, kan der vælges supplerende beskyttende udligning som middel til at sikre, at berøringsspændinger ikke overstiger 50 V. Dette opnås, når den beskyttende udligningskreds' impedans (Z_{PE}) ikke overstiger:

$$Z_{PE} \leq \frac{50}{U_o} \times Z_s$$

hvor Z_{PE} er den beskyttende udligningskreds' impedans mellem materiel overalt i installationen og maskinens PE-klemme (se 5.2 og figur 4) eller mellem samtidigt tilgængelige udsatte ledende dele og/eller fremmede ledende dele.

Bekræftelse af denne betingelse kan opnås ved anvendelse af prøvning 1 i 18.2.2 til at måle modstanden R_{PE} . Betingelsen om beskyttelse er opfyldt, når den målte værdi af R_{PE} ikke overstiger:

$$R_{PE} \leq \frac{50}{I_{a(5s)}}$$

hvor

$I_{a(5s)}$ er beskyttelsesudstyrets 5 s udløsestrøm

R_{PE} er den beskyttende udligningskreds' modstand mellem PE-klemmen (se 5.2 og figur 4) og materiel overalt på maskinen eller mellem samtidigt tilgængelige udsatte ledende dele og/eller fremmede ledende dele.

NOTE 1 – Supplerende beskyttende udligning anses for at være et supplement til fejlbeskyttelse.

NOTE 2 – Supplerende beskyttende udligning kan omfatte en hel installation, en del af en installation, et apparat eller et område.

A.1.4 Verification of conditions for protection by automatic disconnection of the supply

A.1.4.1 General

The effectiveness of the measures for fault protection by automatic disconnection of supply in accordance with A.1.2 is verified as follows:

- verification of the characteristics of the associated protective device by visual inspection of the nominal current setting for circuit-breakers and the current rating for fuses, and;
- measurement of the fault loop impedance (Z_s). See Figure A.1.

Exception: Verification of the continuity of the protective conductors may replace the measurement where the calculations of the fault loop impedance are available and when the arrangement of the installations permits the verification of the length and cross-sectional area of the conductors.

Where a power drive system (PDS) is used, the disconnection time for fault protection shall meet the relevant requirements of this Annex A at the incoming supply terminals of the basic drive module (BDM) of the PDS. See Figure A.2.

A.1.4.2 Measurement of the fault loop impedance

Where measurement of the fault loop impedance is performed, it is recommended that the measuring equipment comply with IEC 61557-3. The information about the accuracy of the measuring results, and the procedures to be followed given in the documentation of the measuring equipment shall be considered.

Measurement shall be performed when the machine is connected to a supply having the same frequency as the nominal frequency of the supply at the intended installation.

NOTE Figure A.1 illustrates a typical arrangement for measuring the fault loop impedance on a machine.

If it is not practicable for the motor to be connected during the test, the two line conductors not used in the test may be opened, for example, by removing fuses.

The measured value of the fault loop impedance shall be in accordance with A.1.2.

A.1.4 Verifikation af betingelser for beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen

A.1.4.1 Generelt

Effektiviteten af foranstaltningerne til fejlbeskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen i overensstemmelse med A.1.2 verificeres som følger:

- verifikation af det tilhørende udstyrs egenskaber ved visuel inspektion af indstillingen af den nominelle strøm for maksimalafbrydere og mærkestrømmen for sikringer, og
- måling af fejlsløjfeimpedansen (Z_s). Se figur A.1.

Undtagelse: Verifikation af beskyttelsesledernes kontinuitet kan erstatte den måling, hvor beregningerne af fejlsløjfeimpedansen er tilgængelige, og når installationen er udført således, at længden og tværsnitsarealet af lederne kan verificeres.

Hvor der anvendes et drevsystem (PDS), skal brydetiden for fejlbeskyttelsen opfylde de relevante krav i dette annek A ved tilslutningsklemmerne til basisdrevmodulet (BDM) i PDS. Se figur A.2.

A.1.4.2 Måling af fejlsløjfeimpedansen

Hvor der foretages måling af fejlsløjfeimpedansen, anbefales det, at måleudstyret er i overensstemmelse med IEC 61557-3. Der skal tages hensyn til de oplysninger om måleresultaternes nøjagtighed og de procedurer, der skal følges, som er angivet i dokumentationen til måleudstyret.

Måling skal foretages, når maskinen er tilsluttet en forsyning med samme frekvens som den nominelle frekvens i forsyningen ved den tilsigtede installation.

NOTE – Figur A.1 illustrerer et typisk arrangement ved måling af fejlsløjfeimpedansen på en maskine.

Hvis det ikke er muligt, at motoren er tilsluttet under prøvningen, kan der åbnes to faseledere, som ikke anvendes til prøvningen, fx ved at fjerne smeltesikringer.

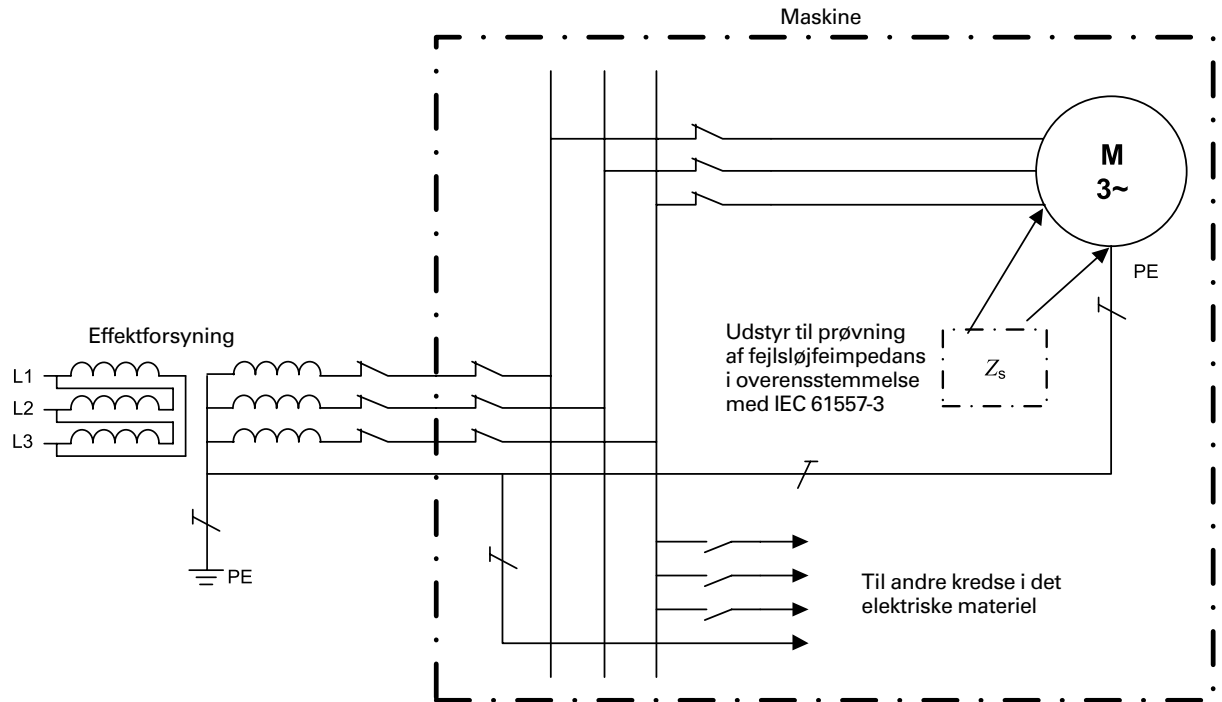
Den målte værdi af fejlsløjfeimpedansen skal være i overensstemmelse med A.1.2.



IEC

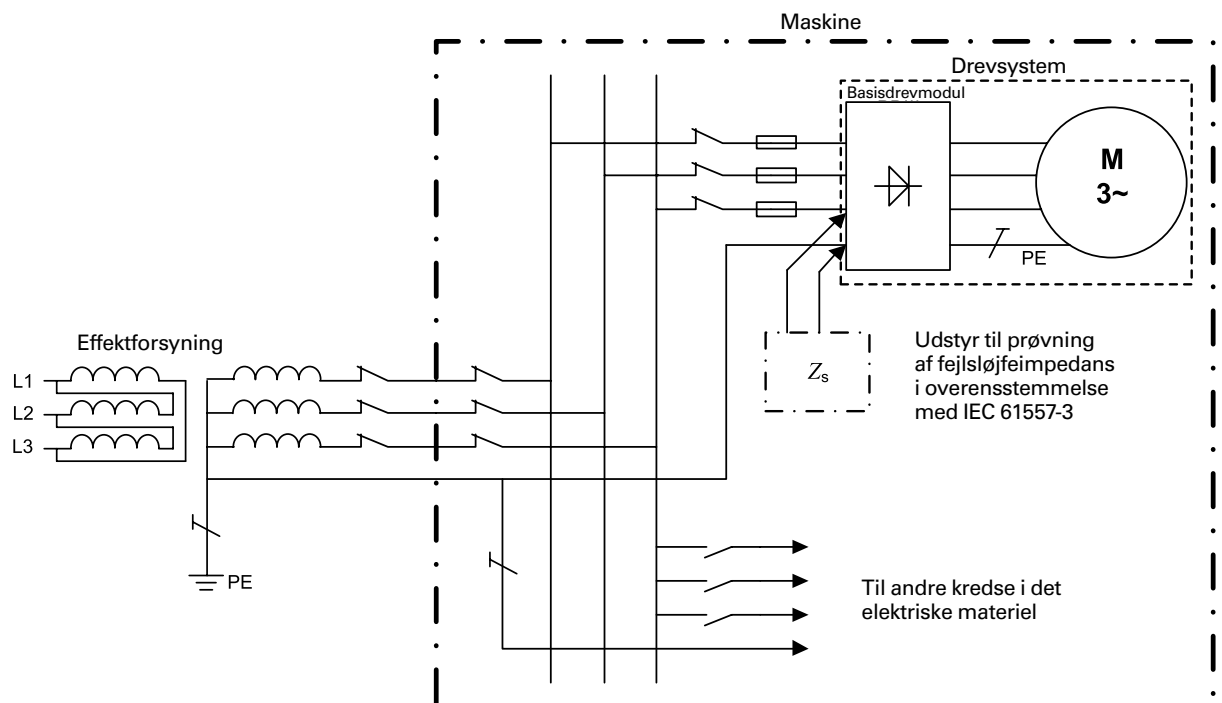


Figure A.2 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_s) measurement for power drive system circuits in TN systems



IEC

Figur A.1 – Typisk arrangement til måling af fejlsøjfeimpedans (Z_s) i TN-systemer



IEC

Figur A.2 – Typisk arrangement til måling af fejlsøjfeimpedans (Z_s) i kredse i TN-systemers drevsystem

A.2 Fault protection for machines supplied from TT-systems

A.2.1 Connection to earth

All exposed-conductive-parts and all extraneous-conductive-parts shall be bonded to the protective bonding circuit.

Exception: see 8.2.5.

In addition to the requirements of 5.2, provision for additional earthing of machine elements and/or the PE conductor of the electrical equipment may be provided.

NOTE In a TT system, the neutral point or the mid-point of the power supply system is earthed, or where a neutral point or mid-point is not available or not accessible, a line conductor is earthed (derived from IEC 60364-4-41:2005, 411.5.1).

A.2.2 Fault protection for TT systems

A.2.2.1 General

Generally in TT systems, RCDs shall be used for fault protection. Alternatively, overcurrent protective devices may be used for fault protection provided a suitably low value of Z_s is permanently and reliably assured. Z_s is the impedance of the fault loop.

NOTE In some countries the use of overcurrent protective devices is not permitted as the means of fault protection in TT systems.

Where automatic disconnection of supply is used as a measure for fault protection, the electrical equipment designer may either:

- a) use in the design calculations a value of earth electrode resistance or earth fault loop impedance measured in accordance with IEC 60364-6 or declared by the intended user of the equipment (see Annex B); or
- b) for series-manufactured machines, specify a value of the earth electrode resistance or earth fault loop impedance suitable for the intended installations;

and shall state in the installation instructions the value of earth electrode resistance or earth fault loop impedance used for the design of the electrical equipment, specifying that this is the maximum value to which the machine can be connected.

Where a power drive system (PDS) is used, the disconnection time for fault protection shall meet the relevant requirements of this Annex A at the incoming supply terminals of the basic drive module (BDM) of the PDS. See Figure A.4.

A.2.2.2 Protection by residual current protective device (RCD)

Where a residual current protective device (RCD) is used for fault protection, the following conditions shall be fulfilled:

- a) disconnection time as required by Table A.2, and
- b) $R_A \times I_{\Delta n} \leq 50 \text{ V}$

where:

R_A is the sum of the resistances of the earth electrode and the protective conductor for each exposed conductive-part,

$I_{\Delta n}$ is the rated residual operating current of the RCD.

Exception: a disconnection time not exceeding 1 s is permitted for distribution circuits and for circuits not covered by Table A.2.

A.2 Fejlbeskyttelse for maskiner, der forsynes fra TT-systemer

A.2.1 Forbindelse til jord

Alle udsatte ledende dele og alle fremmede ledende dele skal være forbundet til den beskyttende udligningskreds.

Undtagelse: Se 8.2.5.

Der kan som supplement til kravene i 5.2 træffes foranstaltninger til yderligere jording af maskinelementer og/eller af det elektriske materiels PE-leder.

NOTE – I et TT-system jordes forsyningsystemets nulpunkt eller midtpunkt eller, hvor der ikke findes et nulpunkt eller midtpunkt, eller dette ikke er tilgængeligt, jordes en faseleder (stammer fra IEC 60364-4-41:2005, 411.5.1).

A.2.2 Fejlbeskyttelse for TT-systemer

A.2.2.1 Generelt

ITT-systemer skal der normalt anvendes fejlstrømsafbrydere (RCD'er) til fejlbeskyttelse. Alternativt kan overstrømsbeskyttelsesudstyr anvendes til fejlbeskyttelse, forudsat at en passende lav værdi af Z_s er permanent og pålideligt sikret. Z_s er impedansen i fejlsløjfen.

NOTE – I nogle lande er anvendelse af overstrømsbeskyttelsesudstyr ikke tilladt som en metode til fejlbeskyttelse i TT-systemer.

Hvor automatisk afbrydelse af forsyningen anvendes som en metode til fejlbeskyttelse, kan konstruktøren af det elektriske materiel enten

- a) i konstruktionsberegningerne anvende en værdi for jordelektrodemodstanden eller fejlsløjfeimpedansen, som er målt i overensstemmelse med IEC 60364-6 eller deklareret af den tilsigtede bruger af materiellet (se annek B), eller
- b) for seriefremstillede maskiner specificere en værdi af jordelektrodemodstanden eller fejlsløjfeimpedansen, der er passende for de tilsigtede installationer

og skal derudover i installationsvejledningen angive værdien af den jordelektrodemodstand eller den fejlsløjfeimpedans, der anvendes til konstruktionen af det elektriske materiel, idet det specificeres, at dette er den maksimale værdi, som maskinen kan tilsluttes.

Hvor der anvendes et drevsystem (PDS), skal brydetiden for fejlbeskyttelsen opfylde de relevante krav i dette annek A ved tilslutningsklemmerne til basisdrevmodulet (BDM) i PDS. Se figur A.4.

A.2.2.2 Beskyttelse ved fejlstrømsafbryder (RCD)

Hvor en fejlstrømsafbryder (RCD) anvendes til fejlbeskyttelse, skal følgende betingelser være opfyldt:

- a) brydetid som krævet i tabel A.2, og

b) $R_A \times I_{\Delta n} \leq 50 \text{ V}$

hvor:

R_A er summen af modstanden i jordelektroden og beskyttelseslederen for hver udsat ledende del

$I_{\Delta n}$ er RCD'ens mærkeudløsestrøm.

Undtagelse: En brydetid, der ikke overstiger 1 s, er tilladt for forsyningskredse og for kredse, der ikke er omfattet af tabel A.2.

NOTE 1 Fault protection is provided in this case also if the fault impedance is not negligible.

NOTE 2 Where discrimination between RCDs is necessary, information is given in 535.3 of IEC 60364-5-53:2001.

NOTE 3 The disconnection times in accordance with Table A.2 relate to prospective residual fault currents significantly higher than the rated residual operating current of the RCD (typically $5 I_{\Delta n}$).

NOTE 4 The definition of R_A is extracted from IEC 60364-4-41. In this part of IEC 60204, the term “earth electrode” in the definition of R_A is considered to mean the “earth-return path” as defined by IEC 60050-195:1998, 195-02-30.

A.2.2.3 Protection by overcurrent protective devices

Where an overcurrent protective device is used the following condition shall be fulfilled:

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

where:

Z_s is the impedance of the fault loop comprising:

- the source,
- the line conductor up to the point of the fault,
- the protective conductor of each exposed-conductive-part,
- the earthing conductor,
- the earth electrode of the installation and the earth electrode of the source;

I_a is the current causing the automatic operation of the disconnecting device within the time specified in Table A.2.

Exception: a disconnection time not exceeding 1 s is permitted for circuits not covered by Table A.2.

U_o is the nominal AC or DC line to earth voltage.

The maximum disconnection times stated in Table A.2 shall be applied to circuits not exceeding 32 A. Maximum disconnection times shall not exceed 1 s for circuits 32 A or greater.

Table A.2 – Maximum disconnecting time for TT-systems

System	50 V < $U_o \leq 120$ V		120 V < $U_o \leq 230$ V		230 V < $U_o \leq 400$ V		$U_o > 400$ V	
	s		s		s		s	
	AC	DC	AC	DC	AC	DC	AC	DC
TT	0,3	NOTE	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1
Where in TT systems the disconnection is achieved by an overcurrent protective device and all extraneous-conductive-parts will be connected to the protective bonding circuit, the maximum disconnection times specified in Table A.1 may be used.								
U_o is the nominal AC or DC line to earth voltage.								
NOTE Disconnection can be required for reasons other than protection against electric shock.								

A.2.3 Verification of protection by automatic disconnection of supply using a residual current protective device

Fault protection in a TT system by automatic disconnection of supply using a residual current protective device shall be verified by the following:

- inspection of the rated residual current for tripping value, and the disconnecting time value of the residual current protective device, and

NOTE 1 – Fejlbeskyttelse opnås i dette tilfælde også, hvis fejlimpedansen ikke er ubetydelig.

NOTE 2 – Hvor der er behov for at kunne skelne mellem RCD'er, findes der oplysninger i 535.3 i IEC 60364-5-53:2001.

NOTE 3 – Brydetiderne i henhold til tabel A.2 relaterer til forventede fejlstrømme, der er betydeligt højere end RCD'ens mærkeudløsestrøm (typisk $5 I_{\Delta n}$).

NOTE 4 – Definitionen af R_A stammer fra IEC 60364-4-41. I denne del af IEC 60204 anvendes termen "jordelektrode" i definitionen af R_A i betydningen "jord-returvej" som defineret i IEC 60050-195:1998, 195-02-30.

A.2.2.3 Beskyttelse ved overstrømsbeskyttelsesudstyr

Hvor der anvendes overstrømsbeskyttelsesudstyr, skal følgende betingelse være opfyldt:

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

hvor:

Z_s er impedansen i fejlsøjfen bestående af:

kilden

faselederen frem til fejlstedet

beskyttelseslederen til hver udsat ledende del

jordingslederen

installationens jordelektrode og kildens jordelektrode

I_a er den strøm, der forårsager det afbrydende udstyrs automatiske funktion inden for den tid, der er specificeret i tabel A.2.

Undtagelse: En brydetid, der ikke overstiger 1 s, er tilladt for kredse, der ikke er omfattet af tabel A.2.

U_o er den nominelle a.c.- eller d.c.-spænding mellem fase og jord.

De maksimale brydetider, der er anført i tabel A.2, skal anvendes til kredse, som ikke overstiger 32 A. De maksimale brydetider må ikke overstige 1 s for kredse på 32 A eller derover.

Tabel A.2 – Maksimale brydetider for TT-systemer

System	50 V < $U_o \leq 120$ V		120 V < $U_o \leq 230$ V		230 V < $U_o \leq 400$ V		$U_o > 400$ V	
	s		s		s		s	
	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.	a.c.	d.c.
TT	0,3	NOTE	0,2	0,4	0,07	0,2	0,04	0,1
Hvor afbrydelse i TT-systemer opnås med et overstrømsbeskyttelsesudstyr, og alle fremmede ledende dele forbindes til den beskyttende udligningskreds, kan de maksimale brydetider, der er specificeret i tabel A.1, anvendes.								
U_o er den nominelle a.c.- eller d.c.-spænding mellem fase og jord.								
NOTE – Afbrydelse kan være krævet af andre årsager end beskyttelse mod elektrisk stød.								

A.2.3 Verifikation af beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen med anvendelse af en fejlstrømsafbryder (RCD)

Fejlbeskyttelse i et TT-system ved automatisk afbrydelse af forsyningen med anvendelse af en fejlstrømsafbryder (RCD) skal verificeres ved følgende:

- inspektion af mærkereststrømmens udkoblingsværdi og værdien af RCD'ens brydetid, og

- verification that the residual current protective device has been tested in accordance with a relevant IEC standard, and
- inspection of the connections to the residual current protective device and protective bonding circuit.

A.2.4 Measurement of the fault loop impedance (Z_s)

Where measurement of the fault loop impedance is performed the measuring equipment should comply with IEC 61557-3. The information about the accuracy of the measuring results, and the procedures to be followed given in the documentation of the measuring equipment shall be considered.

The measurement shall be performed with the electrical equipment connected to a supply of between 99 % and 101 % the nominal frequency of the supply at the intended installation.

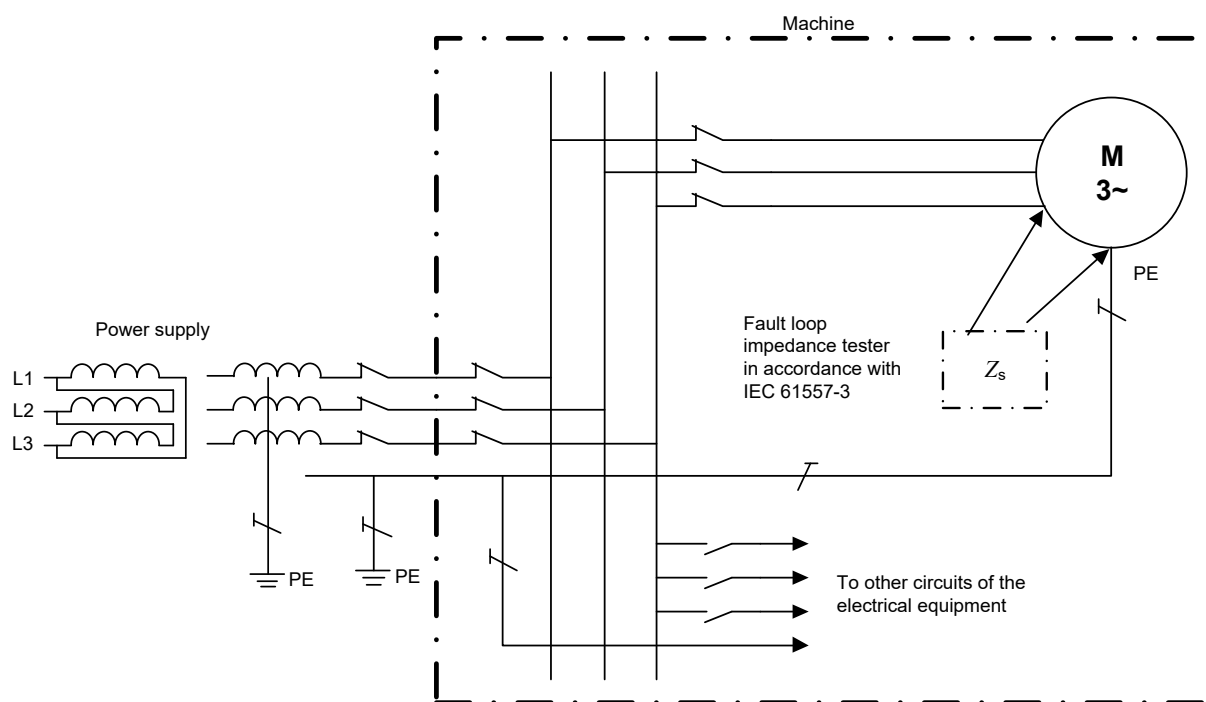
NOTE 1 Figure A.3 illustrates a typical arrangement for measuring the fault loop impedance on a machine.

If it is not practicable for the motor to be connected during the test, the two line conductors not used in the test may be opened, for example, by removing fuses.

NOTE 2 Figure A.4 illustrates a typical arrangement for measuring the fault loop impedance when a power drive system is used.

The measured value of the fault loop impedance shall be in accordance with A.2.2.3.

NOTE 3 Information on the verification of performance of a residual current protective device and measurement of earth fault loop impedance can be found in IEC 60364-6.



IEC

Figure A.3 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_s) measurement in TT systems

- verifikation af, at RCD'en er prøvet i overensstemmelse med en relevant IEC-standard, og
- inspektion af forbindelserne til RCD'en og den beskyttende udligningskreds.

A.2.4 Måling af fejlsløjfeimpedansen (Z_s)

Hvor der foretages måling af fejlsløjfeimpedansen, bør måleudstyret være i overensstemmelse med IEC 61557-3. Der skal tages hensyn til de oplysninger om måleresultaternes nøjagtighed og de procedurer, der skal følges, som er angivet i dokumentationen til måleudstyret.

Målingen skal foretages, mens det elektriske materiel er tilsluttet en forsyning på mellem 99 % og 101 % af den nominelle frekvens i forsyningen ved den tilsigtede installation.

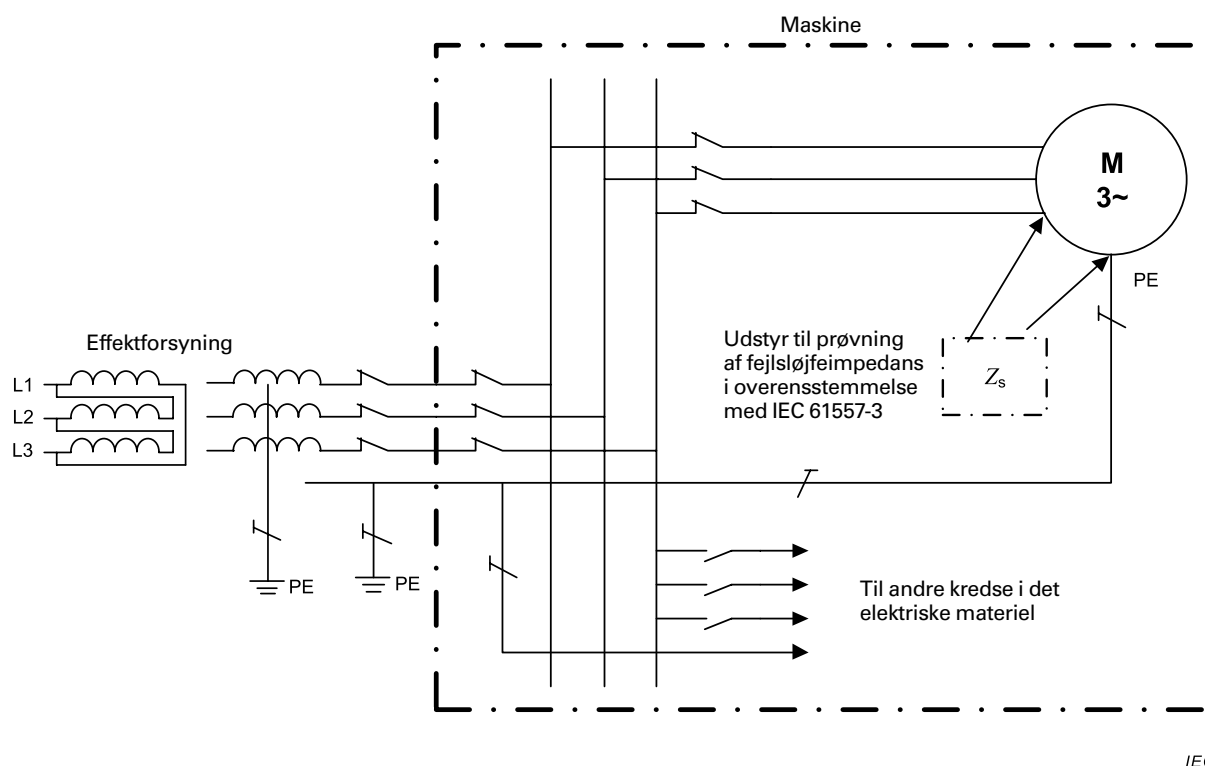
NOTE 1 – Figur A.3 illustrerer et typisk arrangement ved måling af fejlsløjfeimpedansen på en maskine.

Hvis det ikke er muligt, at motoren er tilsluttet under prøvningen, kan der åbnes to faseledere, som ikke anvendes til prøvningen, fx ved at fjerne smeltesikringer.

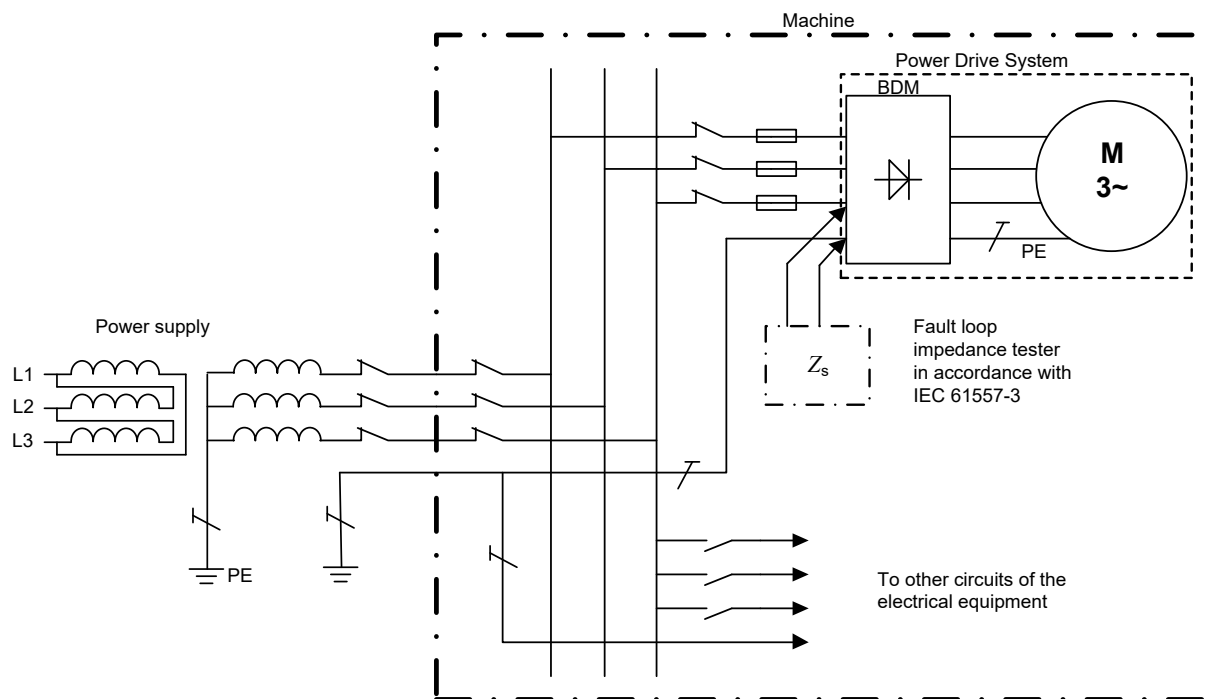
NOTE 2 – Figur A.4 illustrerer et typisk arrangement ved måling af fejlsløjfeimpedansen, når der anvendes et drevsystem.

Den målte værdi af fejlsløjfeimpedansen skal være i overensstemmelse med A.2.2.3.

NOTE 3 – Oplysninger om verifikation af en fejlstrømsafbryders (RCD) ydeevne og måling af fejlsløjfeimpedansen kan findes i IEC 60364-6.

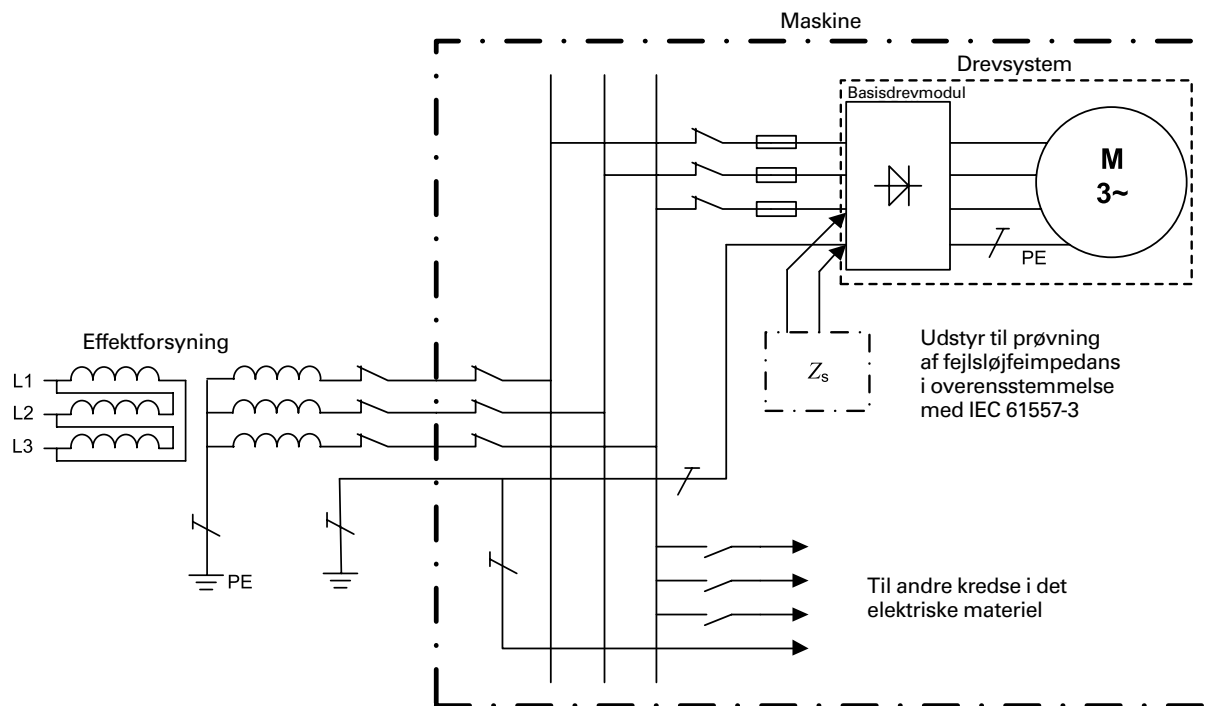


Figur A.3 – Typisk arrangement til måling af fejlsløjfeimpedans (Z_s) i TT-systemer



IEC

Figure A.4 – Typical arrangement for fault loop impedance (Z_s) measurement for power drive system circuits in TT systems



IEC

Figur A.4 – Typisk arrangement til måling af fejlsøjfeimpedans (Z_s) i kredse i TT-systemers drevsystem

Annex B (informative)

Enquiry form for the electrical equipment of machines

The use of this enquiry form can facilitate an exchange of information between the user and supplier on basic conditions and additional user requirements to enable suitable design, application and utilization of the electrical equipment of the machine (see 4.1) particularly when the conditions on site can deviate from those generally expected.

Annex B can also serve as an internal checklist for serial manufactured machines.

Name of manufacturer/supplier				
Name of end user				
Tender/order number		Date		
Type of machine	Type designation		Serial number	
1. Special conditions (see Clause 1)				
a) Is the machine to be used in the open air?	Yes/No		If yes, specification	
b) Will the machine use, process or produce explosive or flammable material?	Yes/No		If yes, specification	
c) Is the machine for use in potentially explosive or flammable atmospheres?	Yes/No		If yes, specification	
d) Can the machine present special hazards when producing or consuming certain materials?	Yes/No		If yes, specification	
e) Is the machine for use in mines?	Yes/No		If yes, specification	
2. Electrical supplies and related conditions (see 4.3)				
a) Anticipated voltage fluctuations (if more than $\pm 10\%$)				
b) Anticipated frequency fluctuations (if more than $\pm 2\%$)	Continuous		Short time	
c) Indicate possible future changes in electrical equipment that will require an increase in the electrical supply requirements				
d) Specify voltage interruptions in supply if longer than specified in Clause 4 where electrical equipment has to maintain operation under such conditions				
3. Physical environment and operating conditions (see 4.4)				
a) Electromagnetic environment (see 4.4.2)	Residential, commercial or light industrial environment		Industrial environment	
Special EMC conditions or requirements				
b) Ambient temperature range				
c) Humidity range				
d) Altitude				
e) Special environmental conditions (for example corrosive atmospheres, dust, wet environments)				
f) Radiation				
g) Vibration, shock				

Anneks B (informativt)

Spørgeskema vedrørende elektrisk materiel på maskiner

Anvendelse af dette spørgeskema kan facilitere udveksling af information mellem brugeren og leverandøren om grundlæggende betingelser og yderligere krav fra brugeren med henblik på at muliggøre passende konstruktion, anvendelse og udnyttelse af maskinens elektriske materiel (se 4.1), især hvor forholdene på stedet kan afvige fra det, der almindeligvis forventes.

Anneks B kan også tjene som en intern tjekliste for seriefremstillede maskiner

Producentens/leverandørens navn				
Slutbrugerens navn				
Tilbuds-/ordrenummer			Dato	
Maskintype	Typebetegnelse		Serienummer	
1. Særlige betingelser (se pkt. 1)				
a) Skal maskinen anvendes udendørs?	Ja/nej		Hvis ja, specifikation	
b) Skal maskinen anvende, bearbejde eller producere eksplosivt eller brændbart materiale?	Ja/nej		Hvis ja, specifikation	
c) Skal maskinen anvendes i potentielt eksplosive eller brændbare atmosfærer?	Ja/nej		Hvis ja, specifikation	
d) Kan maskinen frembyde særlige farer ved produktion eller forbrug af visse materialer?	Ja/nej		Hvis ja, specifikation	
e) Skal maskinen anvendes i miner?	Ja/nej		Hvis ja, specifikation	
2. Strømforsyninger og relaterede forhold (se 4.3)				
a) Forventede spændingsudsving (hvis mere end $\pm 10\%$)				
b) Forventede spændingsudsving (hvis mere end $\pm 2\%$)	Kontinuerligt		Kortvarigt	
c) Angiv mulige fremtidige ændringer i elektrisk materiel, som vil nødvendiggøre øgede krav til strømforsyningen				
d) Specificer spændingsafbrydelser, hvis disse er længere end specificeret i pkt. 4, hvor det elektriske materiel skal opretholde drift under sådanne forhold				
3. Fysisk miljø og driftsbetingelser (se 4.4)				
a) Elektromagnetisk miljø (se 4.4.2)	Områder, hvor der er boliger, kommercielle aktiviteter eller let industri		Industrielt miljø	
Særlige EMC-forhold eller -krav				
b) Område for omgivelsestemperatur				
c) Område for relativ fugtighed				
d) Højde over havets overflade				
e) Særlige miljøforhold (fx korrosive atmosfærer, støv, våde miljøer)				
f) Stråling				
g) Vibrationer, stød				

h)	Special installation and operation requirements (for example flame-retardant cables and conductors)			
i)	Transportation and storage (for example, temperatures outside the range specified in 4.5)			
k)	restrictions related to size, weight or point load			
4. Incoming electrical supplies				
Specify for each source of supply:				
a)	Nominal voltage (V)	AC		DC
		If AC, number of phases		Frequency (Hz)
	Value of the supply source impedance (Ω) at the point of connection to the electrical equipment			
	Prospective short-circuit current (kA r.m.s.) at the point of connection to the electrical equipment (see also item 2)			
b)	Type of distribution system (see IEC 60364-1)	TN (system with one point directly earthed, with a protective conductor (PE) directly connected to that point); specify if the earthed point is the neutral point (centre of the star) or another point		TT (system with one point directly earthed but the protective conductor (PE) of the machine not connected to that earth point of the system)
		IT (system that is not directly earthed)		
	In the case of IT systems, is insulation monitoring/fault location to be provided by the supplier of the electrical equipment?	Yes		No
c)	Is the electrical equipment to be connected to a neutral (N) supply conductor? (See 5.1)	Yes		No
Maximum current (A) allowed				
d)	Supply disconnecting device			
	Is disconnection of the neutral (N) conductor required?	Yes		No
	Is a removable link for disconnecting the neutral (N) required?	Yes		No
Type of supply disconnecting device to be provided				
e)	Cross sectional area and material of external protective (PE) conductor			
f)	Is an RCD provided in the installation?	Yes/No		If yes, type and rated residual operating current
5. Protection against electric shock (see Clause 6)				
a)	For which of the following classes of persons is access to the interior of enclosures required during normal operation of the equipment?	Electrically skilled persons		Electrically instructed persons
b)	Are locks with removable keys to be provided for securing the doors? (see 6.2.2)	Yes		No
Type of locking device				
Basic lock unit (except key cylinder) to be supplied and installed by				
Key cylinder to be supplied and installed by				

h) Særlige krav til installation og driftskrav (fx flammehæmmende kabler og ledere)				
i) Transport og opbevaring (fx temperaturer uden for det område, der er specificeret i 4.5)				
k) Begrænsninger vedrørende størrelse, vægt eller punktlast				
4. Indgående elektriske forsyninger				
Specificer for hver forsyningskilde:				
a) Nominel spænding (V)	A.c.		D.c.	
	Ved a.c., antal faser		Frekvens (Hz)	
Værdi af forsyningskildens impedans (Ω) ved forbindelsespunktet til det elektriske materiel				
Prospektiv kortslutningsstrøm (kA r.m.s.) ved forbindelsespunktet til det elektriske materiel (se også punkt 2)				
b) Type af forsyningssystem (se IEC 60364-1)	TN (system med et punkt, der er direkte jordet, med en beskyttelsesleder (PE), der er direkte forbundet til dette punkt); specificer om det jordede punkt er nulpunktet (midten af stjernen) eller et andet punkt		TT (system med et punkt, der er direkte jordet, men maskinens beskyttelsesleder (PE) er ikke forbundet til dette jordingspunkt i systemet)	
	IT (system, der ikke er direkte jordet)			
Ved IT-systemer er isolationsovervågning/lokalisering af isolationsfejl tilvejebragt af leverandøren af det elektriske materiel?	Ja		Nej	
c) Skal det elektriske materiel forbindes til en nulforsyningsleder (N)? (Se 5.1)	Ja		Nej	
Maksimal tilladte strøm (A)				
d) Forsyningsadskiller				
Er afbrydelse af nullederen (N) påkrævet?	Ja		Nej	
Er en aftagelig forbindelse til afbrydelse af nullederen (N) påkrævet?	Ja		Nej	
Type af forsyningsadskiller, der skal tilvejebringes				
e) Den ydre beskyttelsesleders (PE) tværsnitsareal og materiale				
f) Findes der en fejlstrømsafbryder (RCD) i installationen?	Ja/nej		Hvis ja, type og mærkeudløsestrøm	
5. Beskyttelse mod elektrisk stød (se pkt. 6)				
a) For hvilke af følgende persontyper er adgang til kapslingers indre påkrævet under normal drift af materiellet?	Elektrisk sagkyndige personer		Elektrisk instruerede personer	
b) Skal der tilvejebringes låse med aftagelige nøgler til sikring af låger? (se 6.2.2)	Ja		Nej	
Type af låsesystem				
Grundlæggende låsekasse (undtagen nøglecylinder), der skal leveres og installeres af				
Låsecylinder, der skal leveres og installeres af				

6. Protection of equipment (see Clause 7)				
a) Will the user or the supplier of the electrical equipment provide supply conductors and the overcurrent protection for the supply conductors? (see 7.2.2)				
Type and rating of overcurrent protective devices				
b) Largest (kW) three-phase AC motor that may be started direct-on-line				
c) May the number of motor overload detection devices be reduced? (see 7.3.2)	Yes		No	
d) Is overvoltage protection to be provided?	Yes/No		If yes, specification	
7. Operation				
For cableless control systems, specify the time delay before automatic machine shutdown is initiated in the absence of a valid signal.				
8. Operator interface and machine-mounted control devices (see Clause 10)				
Special colour preferences (for example to align with existing machinery):	Start		Stop	
	Other			
9. Controlgear				
Degree of protection of enclosures (see 11.3) or special conditions:				
10. Wiring practices (see Clause 13)				
Is there a specific method of identification to be used for the conductors? (see 13.2.1)	Yes		No	
Type				
11. Accessories and lighting (see Clause 15)				
a) Is a particular type of socket-outlet required?	Yes		No	
If yes, which type?				
b) Where the machine is equipped with local lighting:	Highest permissible voltage (V)		If lighting circuit voltage is not obtained directly from the power supply, state preferred voltage	
12. Marking, warnings and reference designations (see Clause 16)				
a) Functional identification (see 16.3)				
Specifications:				
b) Inscriptions/special markings	On electrical equipment?		In which language?	
c) Specific local regulations that must be complied with	Yes		No	
If yes, which one?				
13. Technical documentation (see Clause 17)				
a) Technical documentation (see 17.1)	On what media/		In which language?	
	File format?			
b) Instructions for use (see 17.1)	On what media?		In which language?	
	File format?			

6. Beskyttelse af materiel (se pkt. 7)				
a) Tilvejebringer brugeren eller leverandøren af det elektriske materiel forsyningsledere og overstrømsbeskyttelse til forsyningslederne? (se 7.2.2)				
Type af og mærkeværdi for overstrømsbeskyttelsesudstyr				
b) Største (kW) trefasede a.c.-motor, der kan startes direkte				
c) Kan antallet af anordninger til detektering af overbelastning af motoren reduceres? (se 7.3.2)	Ja		Nej	
d) Skal der tilvejebringes overspændingsbeskyttelse?	Ja/nej		Hvis ja, specifikation	
7. Drift				
Ved trådløse styresystemer, specificer tidsforsinkelsen før automatisk standsning af maskinen igangsættes ved fravær af gyldigt signal.				
8. Operatørgrenseflade og maskinmonterede styreenheder (se pkt. 10)				
Specielle farvepræferencer (fx for at skabe overensstemmelse med eksisterende maskiner):	Start		Stop	
	Andre			
9. Koblingsudstyr				
Kapslingsklasser (se 11.3) eller særlige forhold:				
10. Udførelse af ledningsføring (se pkt. 13)				
Skal der anvendes en specifik metode til identifikation af lederne? (se 13.2.1)	Ja		Nej	
Type				
11. Tilbehør og belysning (se pkt. 15)				
a) Er en bestemt type stikkontakt påkrævet?	Ja		Nej	
Hvis ja, hvilken type?				
b) Hvor maskinen er udstyret med lokal belysning:	Højeste tilladte spænding (V)		Hvis belysningskredsens spænding ikke opnås direkte fra effektforsyningen, angives foretrukken spænding	
12. Mærkning, advarsler og referencebetegnelser (se pkt. 16)				
a) Funktionsidentifikation (se 16.3)				
Specifikationer:				
b) Påskrifter/specielle mærkninger	På elektrisk materiel?		På hvilket sprog?	
c) Specifikke lokale bestemmelser, der skal følges	Ja		Nej	
Hvis ja, hvilke?				
13. Teknisk dokumentation (se pkt. 17)				
a) Teknisk dokumentation (se 17.1)	På hvilket medie?		På hvilket sprog?	
	Filformat?			
b) Brugsvejledning (se 17.1)	På hvilket medie?		På hvilket sprog?	
	Filformat?			

c)	Size, location and purpose of ducts, open cable trays or cable supports to be provided by the user				
d)	Indicate if special limitations on the size or weight affect the transport of a particular machine or controlgear assemblies to the installation site:	Maximum dimensions		Maximum weight	
e)	In the case of specially built machines, is a certificate of operating tests with the loaded machine to be supplied?	Yes		No	
f)	In the case of other machines, is a certificate of operating type tests on a loaded prototype machine to be supplied?	Yes		No	

c) Størrelse og placering af og formål med lukkede kanaler, åbne kabelbakker eller kabelbæringer, der skal tilvejebringes af brugeren				
d) Angiv, om særlige begrænsninger i størrelsen eller vægten påvirker transporten af en bestemt maskine eller tavle til installationsstedet:	Maksimale dimensioner		Maksimal vægt	
e) Skal der ved specialbyggede maskiner leveres et certifikat for driftsprøvninger af maskinen under belastning?	Ja		Nej	
f) Skal der ved andre maskiner leveres et certifikat for driftstypeprøvninger af en prototype af maskinen under belastning?	Ja		Nej	

Annex C **(informative)**

Examples of machines covered by this part of IEC 60204

The following list shows examples of machines whose electrical equipment should conform to this part of IEC 60204. The list is not intended to be exhaustive but is consistent with the definition of machinery (3.1.40). This part of IEC 60204 need not be applied to machines that are household and similar domestic appliances within the scope of the IEC 60335 series of standards.

Metalworking machinery

- metal cutting machines
- metal forming machines

Plastics and rubber machinery

- injection moulding machines
- extrusion machines
- blow moulding machines
- thermoset moulding machines
- size reduction machines

Wood machinery

- woodworking machines
- laminating machines
- sawmill machines

Assembly machines

Material handling machines

- robots
- conveyors
- transfer machines
- storage and retrieval machines

Textile machines

Refrigeration and air-conditioning machines

Food machinery

- dough breaks
- mixing machines
- pie and tart machines
- meat processing machines

Printing, paper and board machinery

- printing machines
- finishing machines, guillotines, folders
- reeling and slitting machines
- folder box gluing machines
- paper and board making machines

Inspecting/testing machinery

- co-ordinate measuring machines
- in-process gauging machines

Compressors

Packaging machinery

- palletizers/depalletizers
- wrapping and shrink-wrapping machines

Laundry machines

Heating and ventilating machines

Anneks C (informativt)

Eksempler på maskiner, der er omfattet af denne del af IEC 60204

Følgende liste viser eksempler på maskiner, hvis elektriske materiel bør være i overensstemmelse med denne del af IEC 60204. Det er ikke hensigten, at listen skal være udtømmende, men den er i overensstemmelse med definitionen af maskiner (3.1.40). Denne del af IEC 60204 behøver ikke anvendes til maskiner, der er beregnet som maskiner til husholdningsbrug og lignende apparater, som hører under anvendelsesområdet for IEC 60335-serien.

Metalbearbejdningsmaskiner

- metalskæremaskiner
- metalformningsmaskiner

Fødevaremaskiner

- dejdelere
- røremaskiner
- kage- og tærtemaskiner
- kødbearbejdningsmaskiner

Maskiner til bearbejdning af plast og gummi

- sprøjtestøbemaskiner
- ekstruderingsmaskiner
- blæsestøbemaskiner
- termohærdende støbningsmaskiner
- findelingsmaskiner

Trykke-, papir- og papmaskiner

- trykkemaskiner
- efterbehandlingsmaskiner, skæremaskiner, falsemaskiner
- oprulnings- og afskæringsmaskiner
- kartonklæbemaskiner
- papir- og papfremstillingsmaskiner

Maskiner til træ

- træbearbejdningsmaskiner
- lamineringsmaskiner
- savværksmaskiner

Maskiner til inspektion/prøvning

- koordinatmålemaskiner
- maskiner til tolerancemåling under drift

Produktionsmaskiner

Kompressor

Maskiner til materialehåndtering

Pakkemaskiner

- robotter
- transportbånd
- transfermaskiner
- maskiner til lagring og genfinding

- palleterings-/afpalleteringsmaskiner
- emballerings- og krympeemballeringsmaskiner

Tekstilmaskiner

Vaskerimaskiner

Maskiner til køling og airconditioning

Varme- og ventilationsmaskiner

Leather/imitation leather goods and footwear machinery	Construction and building materials machinery
• cutting and punching machines • roughing, scouring, buffing, trimming and brushing machines • footwear moulding machines • lasting machines	• tunnelling machines • concrete batching machines • brick-making machines • stone, ceramic and glass-making machines
Hoisting machinery (see IEC 60204-32)	Transportable machinery
• cranes • hoists	• wood working machines • metal working machines
Machinery for transportation of persons	Mobile machinery
• escalators • ropeways for transportation of persons, for example chairlifts, ski lifts • passenger lifts	• lifting platforms • fork lift trucks • construction machines
Power-operated doors	Machines for hot metal processing
Leisure machinery	Tanning machinery
• fairground and amusement rides	• multi-roller machines • bandknife machines • hydraulic tanning machines
Pumps	Mining and quarrying machines
Agriculture and forestry machines	

Maskiner til læder/kunstlæder og fodtøj

- skære- og lokkemaskiner
- opkradsnings-, slibe-, poler-, kantskærings- og børstemaskiner
- fodtøjsstøbemaskiner
- imprægneringsmaskiner

Løftemaskiner (se IEC 60204-32)

- kraner
- hejseværk

Maskiner til transport af personer

- rulletrapper
- tovbåner til transport af personer, fx stolelifte, skilifte
- personelevatorer

Mekanisk drevne døre

Maskiner til fritidsaktiviteter

- maskiner til forlystelser

Pumper

Maskiner til land- og skovbrug

Maskiner til konstruktion og byggematerialer

- tunnelmaskiner
- betonblandemaskiner
- maskiner til fremstilling af mursten
- maskiner til fremstilling af stentøj, keramik og glas

Transportable maskiner

- træbearbejdningsmaskiner
- metalbearbejdningsmaskiner

Mobile maskiner

- løfteplatforme
- gaffeltrucks
- maskiner til byggeri/konstruktion

Maskiner til bearbejdning af varmt metal

Garvemaskiner

- flervalsemaskiner
- maskiner med båndkniv
- hydrauliske garvemaskiner

Maskiner til udvinding og minedrift

Annex D (informative)

Current-carrying capacity and overcurrent protection of conductors and cables in the electrical equipment of machines

D.1 General

The purpose of this Annex A is to provide additional information on the selection of conductor sizes where the conditions given for Table 6 (see Clause 12) have to be modified (see notes to Table 6).

D.2 General operating conditions

D.2.1 Ambient air temperature

The current carrying capacity for PVC insulated conductors given in Table 6 is related to an ambient air temperature of +40 °C. For other ambient air temperatures, the correction factors are given in Table D.1.

The correction factors for rubber insulated cables are given by the manufacturer.

Table D.1 – Correction factors

Ambient air temperature °C	Correction factor
40	1,00
45	0,91
50	0,82
55	0,71
60	0,58
NOTE The correction factors are derived from IEC 60364-5-52. The maximum temperature under normal conditions for PVC 70 °C.	

D.2.2 Methods of installation

In machines, the methods of conductor and cable installation between enclosures and individual items of the equipment shown in Figure D.1 are assumed to be typical (the letters used are in accordance with IEC 60364-5-52):

- Method B1: using conduits (3.1.9) and cable trunking systems (3.1.6) for holding and protecting conductors or single core cables;
- Method B2: same as B1 but used for multicore cables;
- Method C: multicore cables installed in free air, horizontal or vertical without gap between cables on walls;
- Method E: multicore cables in free air, horizontal or vertical laid on open cable trays (3.1.5).

Anneks D (informativt)

Strømværdi og overstrømsbeskyttelse af ledere og kabler i det elektriske materiel på maskiner

D.1 Generelt

Formålet med dette anneks D er at give yderligere oplysninger om valget af størrelser af ledere, hvor de betingelser, der er angivet i tabel 6 (se pkt. 12) skal ændres (se noter til tabel 6).

D.2 Generelle driftsbetingelser

D.2.1 Omgivende lufttemperatur

Den strømværdi for PVC-isolerede ledere, der er angivet i tabel 6, gælder for en omgivende lufttemperatur på +40 °C. Korrektionsfaktorerne for andre omgivende lufttemperaturer er angivet i tabel D.1.

Korrektionsfaktorerne for gummiisolerede kabler er angivet af producenten.

Tabel D.1 – Korrektionsfaktorer

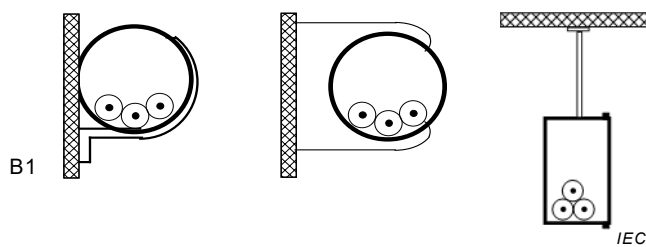
Omgivende lufttemperatur °C	Korrektionsfaktor
40	1,00
45	0,91
50	0,82
55	0,71
60	0,58

NOTE – Korrektionsfaktorerne stammer fra IEC 60364-5-52.
Maksimumtemperaturen for PVC under normale forhold er 70 °C.

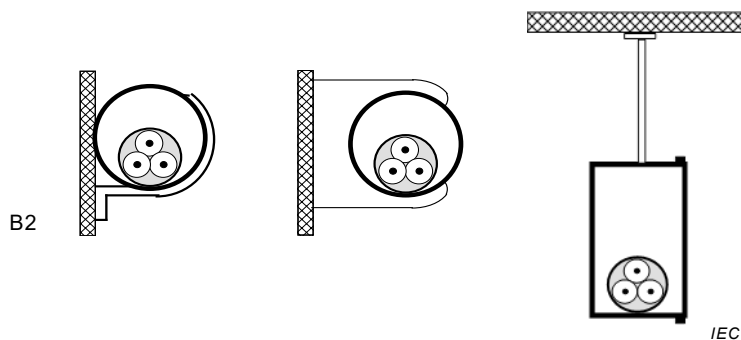
D.2.2 Installationsmetoder

På maskiner antages de metoder til installation af ledere og kabler mellem kapslinger og materiellets enkeltdele, der er vist i figur D.1, at være typiske (de anvendte bogstaver er i overensstemmelse med IEC 60364-5-52):

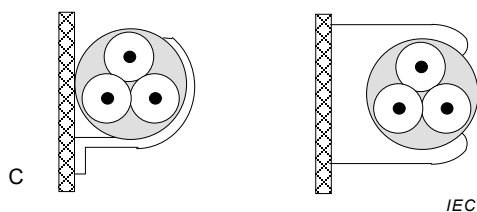
- Metode B1: anvendelse af rør (3.1.9) og kabelkanalsystemer (3.1.6) til at holde og beskytte ledere eller enleder-kabler
- Metode B2: samme som B1, men anvendes til flerlederkabler
- Metode C: flerlederkabler installeret i fri luft vandret eller lodret uden mellemrum mellem kabler på vægge
- Metode E: flerlederkabler i fri luft, vandret eller lodret lagt på åbne kabelbakker (3.1.5).



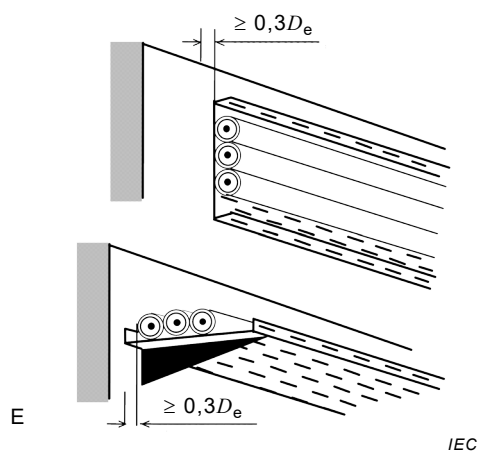
a) Conductors/single core cables in conduit and cable trunking systems



b) Cables in conduit and cable trunking systems

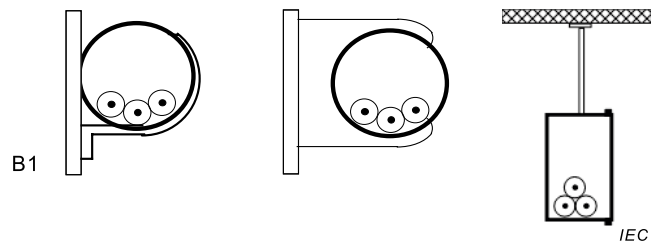


c) Cables on walls

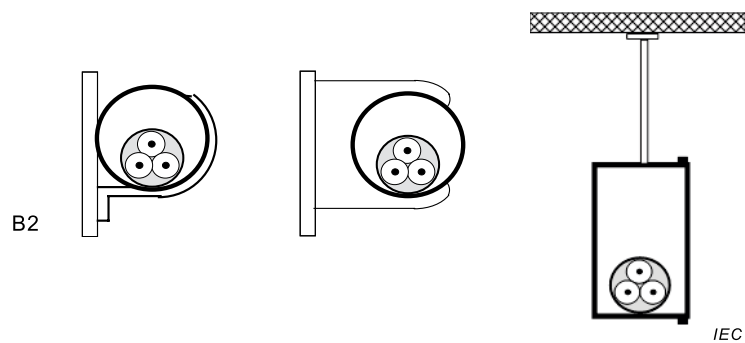


d) Cables on open cable trays

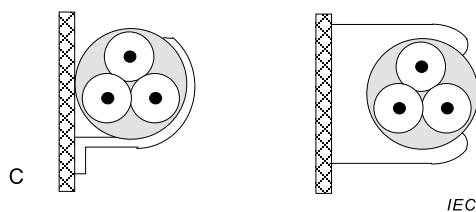
Figure D.1 – Methods of conductor and cable installation independent of number of conductors/cables



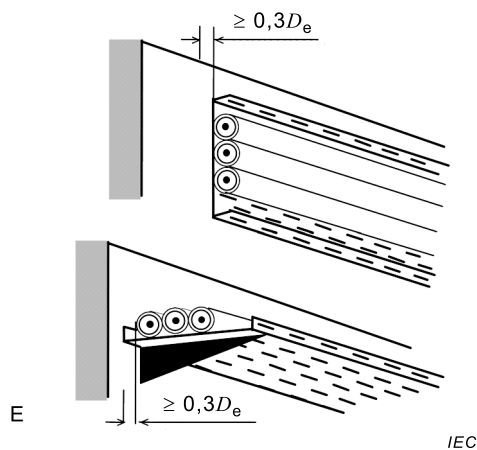
a) Ledere/enlederkabler i rør og kabelkanalsystemer



b) Kabler i rør og kabelkanalsystemer



c) Kabler på vægge



d) Kabler på åbne kabelbakker

Figur D.1 – Metoder til installation af ledere og kabler uafhængigt af antallet af ledere/kabler

D.2.3 Grouping

Where more loaded conductors in cables or conductor pairs are installed, derate the values of I_z , given in Table 6 or by the manufacturer in accordance with Tables D.2 or D.3.

NOTE Circuits with $I_b < 30\%$ of I_z need not be derated.

Table D.2 – Derating factors for I_z for grouping

Methods of installation (see Figure D.1) (see Note 3)	Number of loaded circuits/cables			
	2	4	6	9
B1 (conductors or single core cables) and B2 (multicore cables)	0,80	0,65	0,57	0,50
C single layer with no gap between cables	0,85	0,75	0,72	0,70
E single layer on one perforated tray without gap between cables	0,88	0,77	0,73	0,72
E as before but with 2 to 3 trays, with a vertical spacing between each tray of 300 mm (see Note 4)	0,86	0,76	0,71	0,66
Control circuit pairs $\leq 0,5\text{mm}^2$ independent of methods of installation	0,76	0,57	0,48	0,40
NOTE 1 These factors are applicable to – cables, all equally loaded, the circuit itself symmetrically loaded; – groups of circuits of insulated conductors or cables having the same allowable maximum operating temperature. NOTE 2 The same factors are applied to – groups of two or three single-core cables; – multicore cables. NOTE 3 Factors derived from IEC 60364-5-52:2009. NOTE 4 A perforated cable tray is a tray where the holes occupy more than 30 % of the area of the base. (Derived from IEC 60364-5-52:2009).				

Table D.3 – Derating factors for I_z for multicore cables up to 10 mm^2

Number of loaded conductors or pairs	Conductors ($\geq 1\text{ mm}^2$) (see Note 3)	Pairs ($0,25\text{ mm}^2$ to $0,75\text{ mm}^2$)
1	–	1,0
3	1,0	0,5
5	0,75	0,39
7	0,65	0,34
10	0,55	0,29
24	0,40	0,21
NOTE 1 Applicable to multicore cables with equally loaded conductors/pairs. NOTE 2 For grouping of multicore cables, see derating factors of Table D.2. NOTE 3 Factors derived from IEC 60364-5-52:2009.		

D.2.3 Samling i grupper

Hvor der er installeret flere belastede ledere i kabler eller lederpar skal værdierne af I_z , der er angivet i tabel 6 eller af producenten, reduceres i overensstemmelse med tabel D.2 eller D.3.

NOTE – Kredse med $I_b < 30\%$ af I_z behøver ikke reduceres.

Tabel D.2 – Reduktionsfaktorer for I_z for samling i grupper

Installationsmetoder (se figur D.1) (se note 3)	Antal belastede kredse/kabler			
	2	4	6	9
B1 (ledere eller enlederkabler) og B2 (flerlederkabler)	0,80	0,65	0,57	0,50
C enkelt lag uden mellemrum mellem kabler	0,85	0,75	0,72	0,70
E enkelt lag på en perforeret bakke uden mellemrum mellem kabler	0,88	0,77	0,73	0,72
E som ovenfor, men med 2 til 3 bakker med en lodret afstand mellem hver bakke på 300 mm (se note 4)	0,86	0,76	0,71	0,66
Ledningspar i styrekredse $\leq 0,5 \text{ mm}^2$ uafhængigt af installationsmetoden	0,76	0,57	0,48	0,40
NOTE 1 – Disse faktorer kan anvendes for – kabler, der alle er ens belastet, mens selve kredsen er symmetrisk belastet – grupper af kredse med isolerede ledere eller kabler, der har samme maksimale tilladte driftstemperatur. NOTE 2 – De samme faktorer kan anvendes for – grupper af to eller tre enlederkabler – flerlederkabler. NOTE 3 – Faktorerne stammer fra IEC 60364-5-52:2009. NOTE 4 – En perforeret kabelbakke er en bakke, hvor hullerne optager mere end 30 % af bunden. (Stammer fra IEC 60364-5-52:2009).				

Tabel D.3 – Reduktionsfaktorer for I_z for flerlederkabler op til 10 mm^2

Antal belastede ledere eller par	Ledere ($\geq 1 \text{ mm}^2$) (se note 3)	Par ($0,25 \text{ mm}^2$ til $0,75 \text{ mm}^2$)
1	–	1,0
3	1,0	0,5
5	0,75	0,39
7	0,65	0,34
10	0,55	0,29
24	0,40	0,21
NOTE 1 – Kan anvendes for flerlederkabler med ens belastede ledere/par. NOTE 2 – Se reduktionsfaktorerne i tabel D.2 for flerlederkabler, der er samlet i grupper. NOTE 3 – Faktorerne stammer fra IEC 60364-5-52:2009.		

D.2.4 Classification of conductors

Table D.4 – Classification of conductors

Class	Description	Use/application
1	Solid copper or aluminium conductors	Fixed installations
2	Stranded copper or aluminium conductors	
5	Flexible stranded copper conductors	Machine installations with presence of vibration; connection to moving parts
6	Flexible stranded copper conductors conductors that are more flexible than class 5	For frequent movements

NOTE Derived from IEC 60228.

D.3 Co-ordination between conductors and protective devices providing overload protection

Figure D.2 illustrates the relationship between the parameters of conductors and the parameters of protective devices providing overload protection.

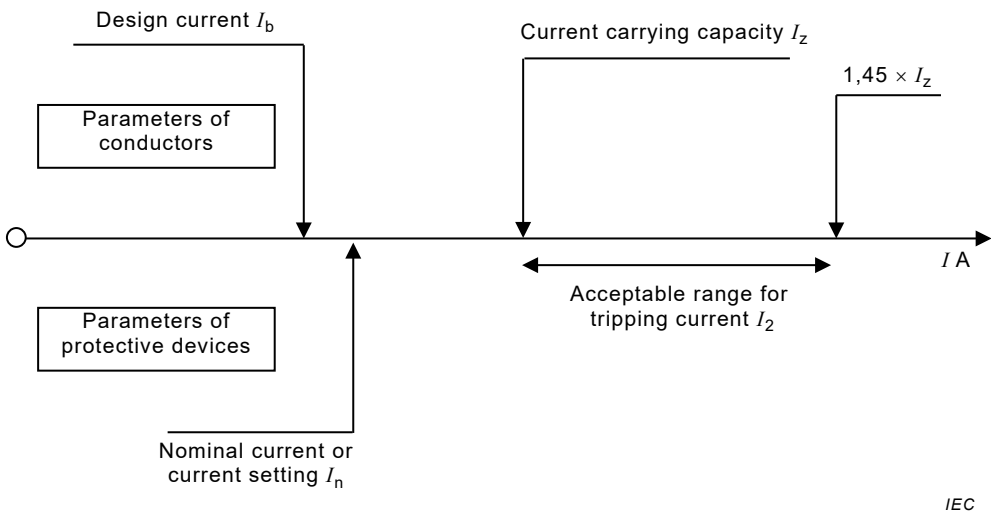


Figure D.2 – Parameters of conductors and protective devices

Correct protection of a cable requires that the operating characteristics of a protective device (for example overcurrent protective device, motor overload protective device) protecting the cable against overload satisfy the two following conditions:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

where

I_b is the current for which the circuit is designed;

I_z is the effective current-carrying capacity, in amperes, of the cable for continuous service according to Table 6 for the particular installation conditions:

- temperature, derating of I_z see Table D.1;
- grouping, derating of I_z see Table D.2;
- multicore cables, derating of I_z see Table D.3.

D.2.4 Klassifikation af ledere

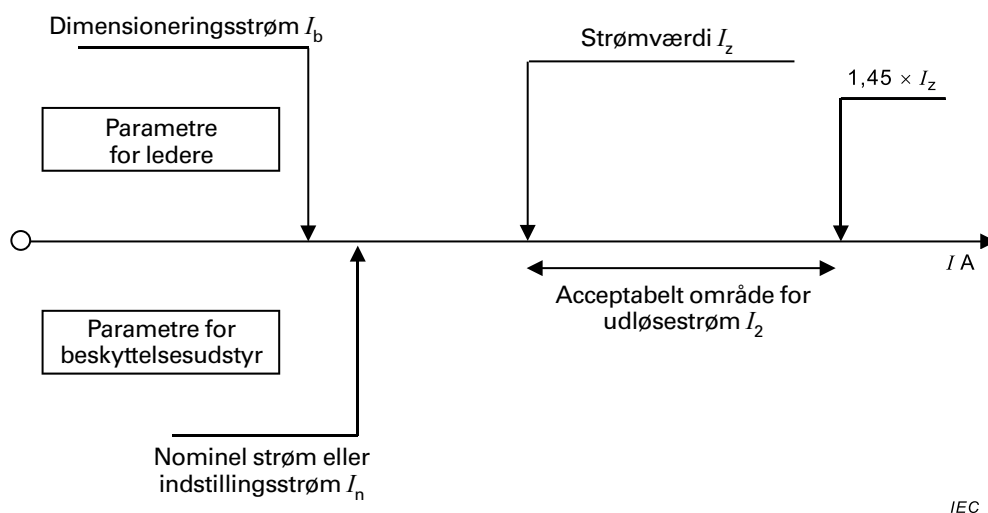
Tabel D.4 – Klassifikation af ledere

Klasse	Beskrivelse	Anvendelse
1	Entrådede kobber- eller aluminiumledere	Faste installationer
2	Flertrådede kobber- eller aluminiumledere	
5	Fleksible flertrådede kobberledere	Maskininstallationer, hvor der forekommer vibrationer; forbindelse til bevægelige dele
6	Fleksible flertrådede kobberledere ledere, der er mere fleksible end klasse 5	Til hyppige bevægelser

NOTE – Stammer fra IEC 60228.

D.3 Koordination mellem ledere og udstyr til beskyttelse mod overbelastning

Figur D.2 illustrerer forholdet mellem parametrene for ledere og parametrene for udstyr til beskyttelse mod overbelastning.



Figur D.2 – Parametre for ledere og beskyttelsesudstyr

Korrekt beskyttelse af et kabel kræver, at driftsegenskaberne for det beskyttelsesudstyr (fx overstrømsbeskyttelsesudstyr, udstyr til beskyttelse mod overbelastning af motoren), der beskytter kablet mod overbelastning, opfylder følgende betingelser:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \times I_z$$

hvor

I_b er den strøm, som kredsen er dimensioneret til

I_z er den effektive strømværdi i ampere for kablet ved kontinuerlig drift i overensstemmelse med tabel 6 for de særlige installationsforhold:

- temperatur, reduktion af I_z , se tabel D.1
- samling i grupper, reduktion af I_z , se tabel D.2
- flerlederkabler, reduktion af I_z , se tabel D.3

I_n is the nominal current of the protective device;

NOTE 1 For adjustable protective devices, the nominal current I_n is the current setting selected.

I_2 is the minimum current ensuring effective operation of the protective device within a specified time (for example 1 h for protective devices up to 63 A).

The current I_2 ensuring effective operation of the protective device is given in the product standard or may be provided by the manufacturer.

NOTE 2 For motor circuit conductors, overload protection for conductor(s) can be provided by the overload protection for the motor(s) whereas the short-circuit protection is provided by short-circuit protective devices.

Where a device that provides both overload and short-circuit protection is used in accordance with Clause D.3 for conductor overload protection, it does not ensure complete protection in all cases (for example overload with currents less than I_2), nor will it necessarily result in an economical solution. Therefore, such a device can be unsuitable where overloads with currents less than I_2 are likely to occur.

D.4 Overcurrent protection of conductors

All conductors are required to be protected against overcurrent (see 7.2) by protective devices inserted in all live conductors so that any short-circuit current flowing in the cable is interrupted before the conductor has reached the maximum allowable temperature.

NOTE Information on neutral conductors can be found in 7.2.3, third paragraph.

Table D.5 – Maximum allowable conductor temperatures under normal and short-circuit conditions

Type of insulation	Maximum temperature under normal conditions °C	Ultimate short-time conductor temperature under short-circuit conditions ^{a)} °C
Polyvinyl chloride (PVC)	70	160
Rubber	60	200
Cross-linked polyethylene (XLPE)	90	250
Ethylene propylene compound (EPR)	90	250
Silicone rubber (SiR)	180	350
NOTE For ultimate short-time conductor temperatures greater than 200 °C, neither tinned nor bare copper conductors are suitable. Silver-plated or nickel-plated copper conductors are suitable for use above 200 °C.		
^{a)} These values are based on the assumption of adiabatic behaviour for a period of not more than 5 s.		

In practice, the requirements of 7.2 are fulfilled when the protective device at a current I causes the interruption of the circuit within a time that in no case exceeds the time t where $t < 5$ s.

The value of the time t in seconds can be calculated using the following formula:

$$t = (k \times S/I)^2$$

where:

S is the cross-sectional area in square millimetres;

I is the effective short-circuit current in amperes expressed for AC as the r.m.s. value;

k is the factor shown for copper conductors when insulated with the following material:

PVC 115

I_n er beskyttelsesudstyrets nominelle strøm

NOTE 1 – For indstilleligt beskyttelsesudstyr er den nominelle strøm, I_n , den valgte strømindstilling.

I_2 er den minimumstrøm, der sikrer effektiv drift af beskyttelsesudstyret inden for et specificeret tidrum (fx 1 h for beskyttelsesudstyr op til 63 A).

Den strøm I_2 , der sikrer effektiv drift af beskyttelsesudstyret, er angivet i produktstandarden, eller kan oplyses af producenten.

NOTE 2 – For ledere i motorkredse kan overbelastningsbeskyttelse tilvejebringes af overbelastningsbeskyttelsen til motorerne, mens kortslutningsbeskyttelsen tilvejebringes af kortslutningsbeskyttelsesudstyret.

Hvor udstyr, der yder beskyttelse mod både overbelastning og kortslutning, anvendes i overensstemmelse med D.3 til overbelastningsbeskyttelse af leder, sikrer det ikke fuldstændig beskyttelse i alle tilfælde (fx ved strømme på mindre end I_2), og det vil heller ikke nødvendigvis være den mest økonomiske løsning. Derfor kan sådant udstyr være uegnet, hvor der er sandsynlighed for, at der kan forekomme strømme på mindre end I_2 .

D.4 Overstrømsbeskyttelse af ledere

Alle ledere skal være beskyttet mod overstrøm (se 7.2) med beskyttelsesudstyr, der er indsat i alle spændingsførende ledere, således at eventuelle kortslutningsstrømme, der løber i kablet, afbrydes, før lederen når den maksimale tilladte temperatur.

NOTE – Oplysninger om nulleledere findes i 7.2.3, tredje afsnit.

Tabel D.5 – Maksimale tilladte ledertemperaturer under normale forhold og kortslutningsforhold

Isolationstype	Maksimumtemperaturen under normale forhold °C	Maksimal korttidstemperatur i lederen under kortslutningsforhold ^{a)} °C
Polyvinylchlorid (PVC)	70	160
Gummi	60	200
Tværbundet polyethylen (XLPE)	90	250
Ethylenpropylenforbindelse (EPR)	90	250
Silicongummi (SiR)	180	350
NOTE – Ved maksimale korttidstemperaturer i lederen, der er højere end 200 °C, er hverken fortinnede ledere eller blanke kobberledere egnede. Forsølvede eller forniklede kobberledere er egnet til anvendelse ved temperaturer over 200 °C.		
^{a)} Disse værdier er baseret på en antagelse om adiabatisk opførsel i en periode på højst 5 s.		

I praksis er kravene i 7.2 opfyldt, når beskyttelsesudstyret ved en strøm I forårsager afbrydelse af kredsen inden for et tidsrum, der ikke under nogen omstændigheder overstiger tiden t , hvor $t < 5$ s.

Værdien af tiden t i sekunder kan beregnes ved anvendelse af følgende formel:

$$t = (k \times S/I)^2$$

hvor:

S er tværsnitarealet i kvadratmillimeter

I er den effektive kortslutningsstrøm i ampere angivet for a.c. som r.m.s.-værdien

k er den faktor, der er vist for kobberledere, når disse er isoleret med følgende materiale:

PVC 115

Rubber	141
SiR	132
XLPE	143
EPR	143

D.5 Effect of harmonic currents on balanced three-phase systems

In case of circuits feeding single phase loads with load current including harmonics, the neutral conductor of the circuit might be additionally loaded and a reduction of the current carrying capacity of that cable might be necessary. For reference see IEC 60364-5-52:2009, Annex E.

Gummi 141

SiR 132

XLPE 143

EPR 143

D.5 Virkningen af harmoniske strømme i balancerede trefasesystemer

Ved kredse, der forsyner enfasede belastninger med belastningsstrøm, herunder harmoniske, kan kredsens nulleder være yderligere belastet, og en reduktion af strømværdien i det pågældende kabel kan være nødvendig. Der henvises til IEC 60364-5-52:2009, anneks E.

Annex E (informative)

Explanation of emergency operation functions

NOTE The concepts below are included here to give the reader an understanding of these terms even though in this part of IEC 60204 only two of them are used.

- **Emergency operation**

Emergency operation includes separately or in combination:

- emergency stop;
- emergency start;
- emergency switching off;
- emergency switching on.

- **Emergency stop**

An emergency operation intended to stop a process or a movement that has become hazardous.

- **Emergency start**

An emergency operation intended to start a process or a movement to remove or to avoid a hazardous situation.

- **Emergency switching off**

An emergency operation intended to switch off the supply of electrical energy to all or a part of an installation where a risk of electric shock or another risk of electrical origin is involved.

- **Emergency switching on**

An emergency operation intended to switch on the supply of electrical energy to a part of an installation that is intended to be used for emergency situations.

Anneks E (informativt)

Forklaring af nødbetjeningsfunktioner

NOTE – Nedenstående begreber er taget med her for at give læseren en forståelse af disse termer, selvom kun to af dem er anvendt i denne del af IEC 60204.

- **Nødbetjening**

Nødbetjening omfatter enten separat eller i kombination:

- nødstop
- nødstart
- nødafbrydelse
- nødindkobling.

- **Nødstop**

En nødbetjening med det formål at standse en proces eller en bevægelse, der er blevet farlig.

- **Nødstart**

En nødbetjening med det formål at starte en proces eller en bevægelse for at fjerne eller undgå en farlig situation.

- **Nødafbrydelse**

En nødbetjening med det formål at afbryde den elektriske forsyning til hele eller dele af en installation, hvor der er risiko for elektrisk stød eller anden risiko forbundet med elektricitet.

- **Nødindkobling**

En nødbetjening med det formål at indkoble den elektriske forsyning til dele af en installation, der er beregnet til anvendelse i nødsituationer.

Annex F **(informative)**

Guide for the use of this part of IEC 60204

This part of IEC 60204 gives a large number of general requirements that may or may not be applicable to the electrical equipment of a particular machine. A simple reference without any qualification to the complete standard IEC 60204-1 is therefore not sufficient. Choices need to be made to cover all requirements of this part of IEC 60204. A technical committee preparing a product family or a dedicated product standard (type C in ISO and CEN), and the supplier of a machine for which no product family or dedicated product standard exists, should use this part of IEC 60204:

- a) by reference; and
- b) by selection of the most appropriate option(s) from the requirements given in the relevant clauses; and
- c) by modification of certain clauses, as necessary, where the particular requirements for the equipment of the machine are adequately covered by other relevant standards,

providing the options selected and the modifications made do not adversely affect the level of protection required for that machine according to the risk assessment.

When applying the three principles a), b) and c) listed above, it is recommended that:

- reference be made to the relevant clauses and subclauses of this standard:
 - that are complied with, indicating where relevant the applicable option;
 - that have been modified or extended for the specific machine or equipment requirements; and
- reference be made directly to the relevant standard, for those requirements for the electrical equipment that are adequately covered by that standard.

Specific expertise can be necessary to:

- perform the necessary risk assessment of the machine;
- read and understand all of the requirements of this part of IEC 60204;
- choose the applicable requirements from this part of IEC 60204 where alternatives are given;
- identify alternative or additional particular requirements that differ from or are not included in the requirements of this part of IEC 60204, and that are determined by the machine and its use; and
- specify precisely those particular requirements.

Figure 1 of this part of IEC 60204 is a block diagram of a typical machine and can be used as the starting point of this task. It indicates the Clauses and Subclauses dealing with particular requirements/equipment. However, this part of IEC 60204 is a complex document and Table F.1 can help identify the application options for a particular machine and gives reference to other relevant standards.

Anneks F (informativt)

Vejledning i anvendelsen i denne del af IEC 60204

Denne del af IEC 60204 indeholder en lang række generelle krav, der i nogle tilfælde, men ikke alle, kan anvendes til det elektriske materiel på en given maskine. En enkelt henvisning uden nøjere afgrænsning til hele IEC 60204-1 er derfor ikke tilstrækkelig. Det er nødvendigt at træffe valg for at dække alle krav i denne del af IEC 60204. En teknisk komite, der udarbejder en produktfamiliestandard eller en dedikeret produktstandard (type C i ISO og CEN), og leverandøren af en maskine, for hvilken der ikke findes nogen dedikeret produktstandard, bør anvende denne del af IEC 60204:

- a) med reference, og
- b) ved valg af de mest passende muligheder fra kravene i de relevante punkter, og
- c) ved at tilpasse visse punkter, som det er nødvendigt, hvor de pågældende krav til maskinens materiel er omfattet i tilstrækkelig grad af andre relevante standarder

forudsat at de muligheder, der vælges, og ændringer, der foretages, ikke har en ugunstig indvirkning på den beskyttelse, der kræves for den pågældende maskine ifølge risikovurderingen.

Ved anvendelse af de tre principper a), b) og c) ovenfor anbefales det

- at der henvises til de relevante punkter og underpunkter i denne standard:
 - hvormed der er overensstemmelse, idet den anvendte mulighed angives, hvor dette er relevant
 - som er blevet ændret eller udvidet med kravene til den specifikke maskine eller det specifikke materiel, og
- at der henvises direkte til de relevante standarder vedrørende de krav til det elektriske materiel, der er dækket i tilstrækkelig grad af den pågældende standard.

Særlig ekspertise kan være nødvendig med henblik på:

- at foretage den nødvendige risikovurdering af maskinen
- at læse og forstå alle kravene i denne del af IEC 60204
- at vælge de krav, der kan anvendes, fra denne del af IEC 60204, hvor der findes alternativer
- at identificere alternative eller supplerende særlige krav, der adskiller sig fra eller ikke er omfattet af kravene i denne del af IEC 60204, og som er fastlagt af den pågældende maskine og dens anvendelse, og
- præcist at specificere disse særlige krav.

Figur 1 i denne del af IEC 60204 består af et blokdiagram over en typisk maskine og kan anvendes som udgangspunkt for denne opgave. I figuren angives de punkter og underpunkter, der omhandler særlige krav/særligt materiel. Denne del af IEC 60204 er imidlertid et komplekst dokument, og tabel F1 kan hjælpe med at identificere anvendelsesmulighederne for en specifik maskine og indeholder henvisning til andre relevante standarder.

Table F.1 – Application options

Subject	Clause or Subclause	i)	ii)	iii)	iv)
Scope	1		X		
General requirements	4	X	X	X	ISO 12100
Selection of equipment	4.2.2		X	X	IEC 61439 series
Supply disconnecting (isolating) device	5.3	X			
Excepted circuits	5.3.5	X		X	ISO 12100
Prevention of unexpected start-up, isolation	5.4, 5.5 and 5.6	X	X	X	ISO 14118
Protection against electric shock	6	X			IEC 60364-4-41
Emergency operations	9.2.3.4	X		X	ISO 13850
Two-hand control	9.2.3.8	X	X		ISO 13851
Cableless control	9.2.4	X	X	X	IEC 62745
Control functions in the event of failure	9.4	X	X	X	ISO 12100 ISO 13849 (all parts) IEC 62061
Position sensors	10.1.4	X	X	X	ISO 14119
Colours and markings of operator interface devices	10.2, 10.3 and 10.4	X	X		IEC 60073 IEC 61310 (all parts)
Emergency stop	9.2.3.4.2	X			ISO 13850
Emergency stop devices	10.7	X	X		IEC 60947-5-5
Emergency switching off devices	10.8	X	X		IEC 60364-5-53
Controlgear – protection against ingress of contaminants, etc.	10.1.3 and 11.3	X	X	X	IEC 60529
Identification of conductors	13.2	X	X		IEC 62491
Verification	18	X	X	X	IEC 60364-6
Additional user requirements	Annex B		X	X	
Fault protection in TN systems	Annex A (A.1)	X			IEC 60364-4-41 IEC 60364-6
Fault protection in TT systems	Annex A (A.2)	X			IEC 60364-4-41 IEC 60364-6
Clauses and Subclauses of this part of IEC 60204 where action should be considered (shown by X) with respect to: i) selection from the measures given; ii) additional requirements; iii) different requirements; iv) examples of other standards that can be relevant.					

Tabel F.1 – Anvendelsesmuligheder

Emne	Punkt eller underpunkt	i)	ii)	iii)	iv)
Anvendelsesområde	1		X		
Generelle krav	4	X	X	X	ISO 12100
Valg af materiel	4.2.2		X	X	IEC 61439-serien
Forsyningsadskiller (isolerende)	5.3	X			
Undtagne kredse	5.3.5	X		X	ISO 12100
Forhindring af uventet start, adskillelse	5.4, 5.5 og 5.6	X	X	X	ISO 14118
Beskyttelse mod elektrisk stød	6	X			IEC 60364-4-41
Nødbetjening	9.2.3.4	X		X	ISO 13850
Tohåndsbetjening	9.2.3.8	X	X		ISO 13851
Trådløs styring	9.2.4	X	X	X	IEC 62745
Styrefunktioner i tilfælde af funktionssvigt	9.4	X	X	X	ISO 12100 ISO 13849 (alle dele) IEC 62061
Positionsfølere	10.1.4	X	X	X	ISO 14119
Farver på og mærkning af operatørgrænsefladeudstyr	10.2, 10.3 og 10.4	X	X		IEC 60073 IEC 61310 (alle dele)
Nødstop	9.2.3.4.2	X			ISO 13850
Nødstopanordninger	10.7	X	X		IEC 60947-5-5
Nødafbryderindretninger	10.8	X	X		IEC 60364-5-53
Koblingsudstyr – beskyttelse mod indtrængen af forurenende stoffer osv.	10.1.3 og 11.3	X	X	X	IEC 60529
Identifikation af ledere	13.2	X	X		IEC 62491
Verifikation	18	X	X	X	IEC 60364-6
Yderligere krav fra brugeren	Anneks B		X	X	
Fejlbeskyttelse i TN-systemer	Anneks A (A.1)	X			IEC 60364-4-41 IEC 60364-6
Fejlbeskyttelse i TT-systemer	Anneks A (A.2)	X			IEC 60364-4-41 IEC 60364-6
Punkter og underpunkter i denne del af IEC 60204, hvor handling bør overvejes (vist med X) med hensyn til: i) valg mellem de angivne foranstaltninger ii) yderligere krav iii) andre krav iv) eksempler på andre standarder, der kan være relevante.					

Annex G (informative)

Comparison of typical conductor cross-sectional areas

Table G.1 provides a comparison of the conductor cross-sectional areas of the American Wire Gauge (AWG) with square millimetres, square inches, and circular mils.

Table G.1 – Comparison of conductor sizes

Wire size	Gauge No	Cross-sectional area		DC resistance of copper at 20 °C	Circular mils
mm ²	(AWG)	mm ²	inches ²	Ohms per km	
0,2		0,196	0,000 304	91,62	387
	24	0,205	0,000 317	87,60	404
0,3		0,283	0,000 438	63,46	558
	22	0,324	0,000 504	55,44	640
0,5		0,500	0,000 775	36,70	987
	20	0,519	0,000 802	34,45	1 020
0,75		0,750	0,001 162	24,80	1 480
	18	0,823	0,001 272	20,95	1 620
1,0		1,000	0,001 550	18,20	1 973
	16	1,31	0,002 026	13,19	2 580
1,5		1,500	0,002 325	12,20	2 960
	14	2,08	0,003 228	8,442	4 110
2,5		2,500	0,003 875	7,56	4 934
	12	3,31	0,005 129	5,315	6 530
4		4,000	0,006 200	4,700	7 894
	10	5,26	0,008 152	3,335	10 380
6		6,000	0,009 300	3,110	11 841
	8	8,37	0,012 967	2,093	16 510
10		10,000	0,001 550 ^{DK2)}	1,840	19 735
	6	13,3	0,020 610	1,320	26 240
16		16,000	0,024 800	1,160	31 576
	4	21,1	0,032 780	0,829 5	41 740
25		25,000	0,038 800	0,734 0	49 338
	2	33,6	0,052 100	0,521 1	66 360
35		35,000	0,054 200	0,529 0	69 073
	1	42,4	0,065 700	0,413 9	83 690
50		47,000	0,072 800	0,391 0	92 756

The resistance for temperatures other than 20°C can be found using the formula:

^{DK2)} The correct value is 0,015 500

Anneks G (informativt)

Sammenligning af typiske ledertværsnitsarealer

Tabel G.1 viser en sammenligning af ledertværsnitsarealer fra den amerikanske ledermålemetode (AWG) med kvadratmillimeter, kvadrattommer og cirkulære mil.

Tabel G.1 – Sammenligning af størrelser af ledere

Trådstørrelse	Måler nr.	Tværsnitsareal		D.c.-modstand i kobber ved 20 °C	Cirkulære mil
mm ²	(AWG)	mm ²	tommer ²	Ohm pr. km	
0,2		0,196	0,000 304	91,62	387
	24	0,205	0,000 317	87,60	404
0,3		0,283	0,000 438	63,46	558
	22	0,324	0,000 504	55,44	640
0,5		0,500	0,000 775	36,70	987
	20	0,519	0,000 802	34,45	1 020
0,75		0,750	0,001 162	24,80	1 480
	18	0,823	0,001 272	20,95	1 620
1,0		1,000	0,001 550	18,20	1 973
	16	1,31	0,002 026	13,19	2 580
1,5		1,500	0,002 325	12,20	2 960
	14	2,08	0,003 228	8,442	4 110
2,5		2,500	0,003 875	7,56	4 934
	12	3,31	0,005 129	5,315	6 530
4		4,000	0,006 200	4,700	7 894
	10	5,26	0,008 152	3,335	10 380
6		6,000	0,009 300	3,110	11 841
	8	8,37	0,012 967	2,093	16 510
10		10,000	0,015 500 ^{DK2)}	1,840	19 735
	6	13,3	0,020 610	1,320	26 240
16		16,000	0,024 800	1,160	31 576
	4	21,1	0,032 780	0,829 5	41 740
25		25,000	0,038 800	0,734 0	49 338
	2	33,6	0,052 100	0,521 1	66 360
35		35,000	0,054 200	0,529 0	69 073
	1	42,4	0,065 700	0,413 9	83 690
50		47,000	0,072 800	0,391 0	92 756

Modstanden for andre temperaturer end 20 °C kan findes ved anvendelse af formlen:

^{DK2)} Den korrekte værdi er 0,015 500.

$$R = R_I [1 + 0,003\,93 (t - 20)]$$

where:

R_I is the resistance at 20 °C;

R is the resistance at a temperature t °C.

$$R = R_I [1 + 0,003\,93 (t - 20)]$$

hvor:

R_I er modstanden ved 20 °C

R er modstanden ved en temperatur t °C.

Annex H (informative)

Measures to reduce the effects of electromagnetic influences

H.1 Definitions

For the purposes of Annex H only, the following terms and definitions apply.

H.1.1 apparatus

finished device or combination thereof made commercially available as a single functional unit, intended for the end user and liable to generate electromagnetic disturbance, or the performance of which is liable to be affected by such disturbance

H.1.2 fixed installation

particular combination of several types of apparatus and, where applicable, other devices, which are assembled, installed and intended to be used permanently at a predefined location

H.2 General

This Annex H provides recommendations to improve electromagnetic immunity and reduce emission of electromagnetic disturbances.

For EMC purposes, electrical equipment for machinery is deemed to be either apparatus or fixed installations. Where electrical safety and electromagnetic compatibility result in different requirements, electrical safety always has the higher priority.

Electromagnetic Interference (EMI) can disturb or damage process monitoring, control and automation systems. Currents due to lightning, switching operations, short-circuits and other electromagnetic phenomena can cause overvoltages and electromagnetic interference.

These effects can occur for example:

- where large conductive loops exist,
- where different electrical wiring systems are installed in common routes, e.g. power supply, communication, control or signal cables.

Cables carrying large currents with a high rate of change of current (di/dt) can induce overvoltages in other cables, which can influence or damage the connected electrical equipment.

H.3 Mitigation of electromagnetic interference (EMI)

H.3.1 General

Consideration should be given, in the design of the electrical equipment to the measures described below for reducing the electromagnetic influences on electrical equipment.

Only electrical equipment which meets the requirements of the appropriate EMC standards, or the EMC requirements of the relevant product standard, should be used.

Anneks H (informativt)

Foranstaltninger til at reducere virkningerne af elektromagnetiske påvirkninger

H.1 Definitioner

I anneks H alene gælder følgende termer og definitioner.

H.1.1 apparatur

færdig anordning eller kombination af anordninger, der fås i handlen som en funktionel enhed, som er beregnet for slutbrugeren, og som kan tænkes at fremkalde elektromagnetiske forstyrrelser, eller hvis funktion kan tænkes at blive påvirket af sådanne forstyrrelser

H.1.2 fast installation

bestemt kombination af flere typer af apparaturer og, hvor det er relevant, andre anordninger, der samles, installeres og er beregnet til at anvendes permanent på en foruddefineret placering

H.2 Generelt

Dette anneks H giver anbefalinger med det formål at forbedre elektromagnetisk immunitet og reducere emission af elektromagnetiske forstyrrelser.

Til EMC-formål anses elektrisk materiel til maskiner for enten at være apparaturer eller faste installationer. Hvor elektrisk sikkerhed og elektromagnetisk kompatibilitet fører til forskellige krav, har den elektriske sikkerhed altid højest prioritet.

Elektromagnetisk interferens (EMI) kan forstyrre og beskadige procesovervågnings-, styrings- og automationssystemer. Strømme forårsaget af lyn, koblingshandlinger, kortslutninger og andre elektromagnetiske fænomener kan forårsage overspændinger og elektromagnetisk interferens.

Disse påvirkninger kan fx opstå

- hvor der findes store ledende sløjfer
- hvor forskellige elektriske kabelsystemer er fremført i fælles føringsveje, fx kabler til effektforsyning, kommunikation, styring eller signalering.

Kabler, der fører store strømme med en høj stigetid (di/dt), kan inducere overspændinger i andre kabler, som kan påvirke eller beskadige det tilsluttede elektriske materiel.

H.3 Dæmpning af elektromagnetisk interferens (EMI)

H.3.1 Generelt

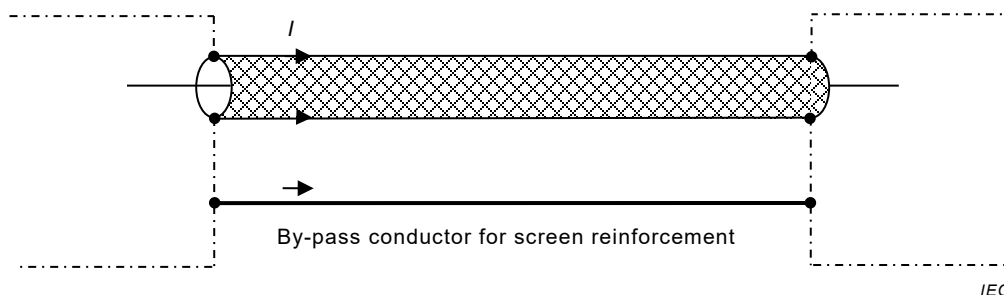
Der bør ved udformningen af det elektriske materiel tages højde for de foranstaltninger, der er beskrevet nedenfor, med henblik på at reducere de elektromagnetiske påvirkninger af elektrisk materiel.

Der bør kun anvendes elektrisk materiel, som overholder kravene i de relevante EMC-standarder eller EMC-kravene i de relevante produktstandarder.

H.3.2 Measures to reduce EMI

The following measures reduce electromagnetic interference:

- a) The installation of surge protection devices and/or filters for equipment sensitive to electromagnetic influences is recommended to improve electromagnetic compatibility with regard to conducted electromagnetic phenomena;
- b) Conductive sheaths (e.g. armouring, screens) of cables should be bonded to the protective bonding circuit;
- c) Inductive loops should be avoided by selection of common routes for power, signal and data circuits wiring while maintaining circuit separation in accordance with Clause H.4;
- d) Power cables should be kept separate from signal or data cables;
- e) Where it is necessary for power and signal or data cables to cross each other they should be crossed at right-angles;
- f) Use of cables with concentric conductors to reduce currents induced into the protective conductor;
- g) Use of symmetrical multicore cables (e.g. screened cables containing separate protective conductors) for the electrical connections between motors and converters;
- h) Use of signal and data cables according to the EMC requirements of the manufacturer's instructions;
- i) Where screened signal or data cables are used, care should be taken to reduce current flowing through the screens of signal cables, or data cables, which are earthed. It can be necessary to install a by-pass conductor; see Figure H.1;



IEC

Figure H.1 – By-pass conductor for screen reinforcement

NOTE A good equipotential bonding of the components of the machine reduces the need for by-pass conductors.

- j) Equipotential bonding connections should have an impedance as low as practicable by being as short as practicable and where applicable braided to conduct higher frequencies;
- k) If electronic equipment requires a reference voltage at about earth potential in order to function correctly; this reference voltage is provided by the functional earthing conductor. For equipment operating at high frequencies, the connections shall be kept as short as practicable.

H.4 Separation and segregation of cables

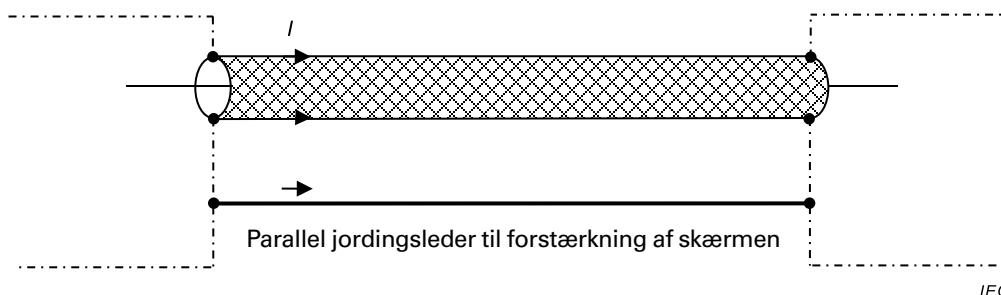
Power cables and data cables which share the same route should be installed according to the requirements of this Annex H.

Where no other information is available, then the cable separation distance between the power and data cables should be in accordance with Table H.1 and Figure H.2.

H.3.2 Foranstaltninger til reduktion af elektromagnetisk interferens (EMI)

Følgende foranstaltninger reducerer elektromagnetisk interferens.

- a) For elektrisk materiel, der er følsomt over for elektromagnetiske påvirkninger, anbefales overspændingsbeskyttelsesudstyr og/eller filtre for at forbedre den elektromagnetiske kompatibilitet med hensyn til elektromagnetiske fænomener.
- b) Ledende kapper (fx armeringer, skærme) på kabler bør være forbundet til den beskyttende udligningskreds.
- c) Induktive sløjfer bør undgås ved at vælge fælles veje til ledningsføring til effekt-, signal- og datakredse, mens der opretholdes adskilte kredse i overensstemmelse med H.4.
- d) Effektkabler bør holdes adskilt fra signal- eller datakabler.
- e) Hvor det er nødvendigt, at effektkabler og signal- eller datakabler krydser hinanden, bør de krydses vinkelret.
- f) Brug af kabler med koncentriske ledere for at reducere inducerede strømme i beskyttelseslederen.
- g) Brug af symmetriske flerlederkabler (fx skærmede kabler med separate beskyttelsesledere) til de elektriske forbindelser mellem motorer og omformere.
- h) Anvendelse af signal- og datakabler i henhold til EMC-kravene i producentens anvisninger.
- i) Hvor der anvendes skærmede signal- eller datakabler, bør der udvises omhu for at reducere strøm, der løber gennem skærmene i signalkabler eller datakabler, som er jordede. Det kan være nødvendigt at installere en parallel jordingsleder, se figur H.1.



Figur H.1 – Parallel jordingsleder til forstærkning af skærmen

NOTE – En god potentialudligning af maskinens komponenter reducerer behovet for parallelle jordingsledere.

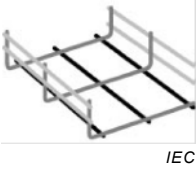
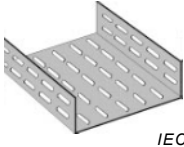
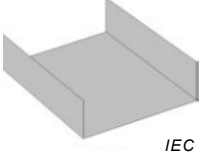
- j) Potentialudligningsforbindelser bør have så lav en impedans som muligt ved at være så korte som muligt og, hvor det er relevant, være flettet med henblik på at lede højere frekvenser.
- k) Hvis elektronisk materiel kræver en referencespænding svarende til jordpotential for at fungere korrekt, tilvejebringes denne referencespænding af den funktionsmæssige jordingsleder. For materiel, der arbejder ved høje frekvenser, skal forbindelserne holdes så korte som muligt.

H.4 Adskillelse og opdeling af kabler

Effektkabler og datakabler, der deler samme føringsvej, bør installeres i overensstemmelse med kravene i dette aneks H.

Hvor der ikke findes andre oplysninger, bør adskillelsesafstanden mellem effekt- og datakabler bør være i overensstemmelse med tabel H.1 og figur H.2.

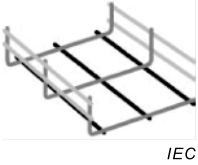
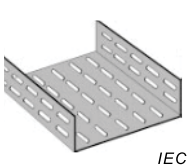
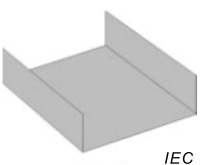
Table H.1 – Minimum separation distances using metallic containment as illustrated in Figure H.2

Separation without metallic containment	A Mesh metallic containment  IEC	B Perforated metallic containment  IEC	C Solid metallic containment  IEC
≥ 200 mm	≥ 150 mm	≥ 100 mm	0 mm
A Screening performance (DC-100 MHz) equivalent to welded mesh steel basket of mesh size 50 mm × 100 mm (excluding ladders). This screening performance is also achieved with steel tray even if the wall thickness is less than 1 mm and/or the evenly distributed perforated area is greater than 20 %.			
B Screening performance (DC-100 MHz) equivalent to steel tray of at least 1 mm wall thickness and no more than 20 % evenly distributed perforated area. This screening performance is also achieved with screened power cables.			
No part of the cable within the metallic containment should be less than 10 mm below the top of the metallic containment.			
C Screening performance (DC-100 MHz) equivalent to a steel conduit of at least 1 mm wall thickness. Separation specified is in addition to that provided by any divider/screen.			

The minimum separation requirement specified in Table H.1 applies to the horizontal or vertical separation between adjacent cable trays or cable trunking systems. Where data cables and power supply cables are required to cross and required minimum separation cannot be maintained then the angle of their crossing should be maintained at 90 degrees on either side of the crossing for a distance no less than the applicable minimum separation requirement.

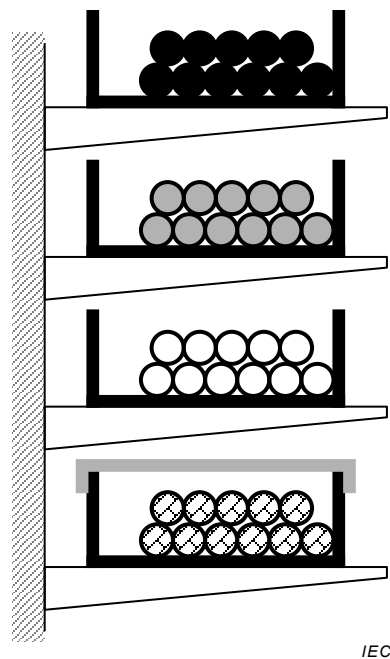
Figures H.2 and H.3 show examples of separation and segregation.

Tabel H.1 – Mindste adskillelsesafstand ved anvendelse af metalliske bakker som illustreret i figur H.2

Adskillelse uden metallisk bakke	A Metallisk netbakke 	B Perforeret metallisk bakke 	C Fast metallisk bakke 
≥ 200 mm	≥ 150 mm	≥ 100 mm	0 mm
A Afskærmningsevne (DC-100 MHz) svarende til svejset stålnetkurv med en maskestørrelse på 50 mm × 100 mm (eksklusive stiger). Denne afskærmningsydeevne kan også opnås med stålbakke, selvom vægtykkelsen er mindre end 1 mm og/eller det ligeligt fordelt perforerede område er større end 20 %. B Afskærmningsevne (DC-100 MHz) svarende til en stålbakke med vægtykkelse på mindst 1 mm og med maksimalt 20 % ligeligt fordelt perforeret område. Denne afskærmningsevne opnås også med skærmede effektkabler. Ingen del af kablet i den metalliske bakke bør være mindre end 10 mm under den metalliske bakkes top. C Afskærmningsevne (DC-100 MHz) svarende til et stålør med vægtykkelse på mindst 1 mm. Den angivne adskillelse er i tillæg til den, der ydes ved en hvilken som helst opdeler/skærm.			

De krav om mindste adskillelsesafstand, der er specificeret i tabel H.1, gælder for vandret eller lodret adskillelse mellem kabelbakker eller kabelkanalsystemer, der støder op til hinanden. Hvor det er nødvendigt, at datakabler og effektkabler krydser hinanden, og den mindste adskillelsesafstand ikke kan opnås, bør vinklen af deres krydsning holdes på 90 grader på begge sider af krydsningen i en afstand, der ikke er mindre end det gældende krav om mindste adskillelsesafstand.

Figur H.2 og H.3 viser eksempler på adskillelse og opdeling.



For distances see Table H.1.

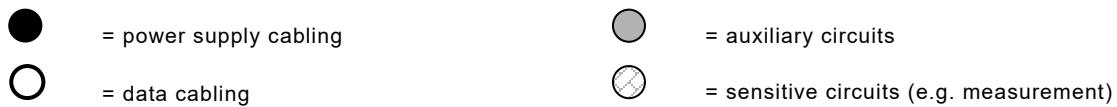
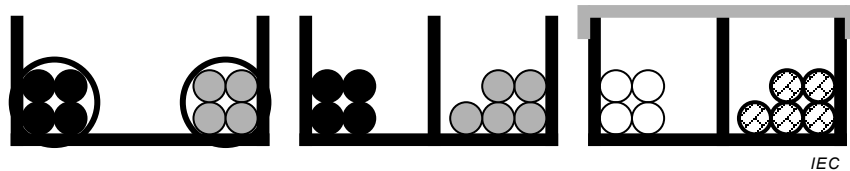


Figure H.2 – Examples of vertical separation and segregation

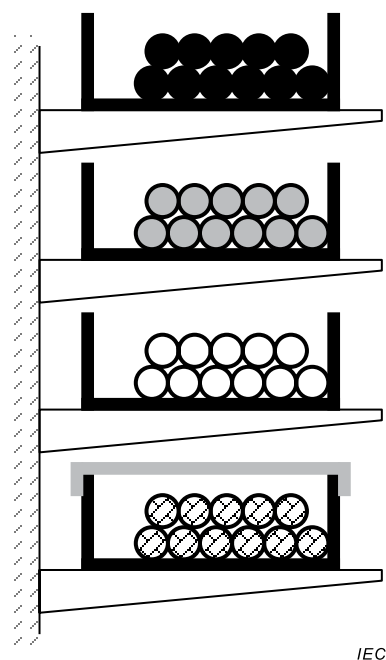


For distances see Table H.1.

Figure H.3 – Examples of horizontal separation and segregation

Usable space within the cable tray or cable trunking system should allow for an agreed quantity of additional cables to be installed (see Annex B). The cable bundle height should be lower than the side-walls of the cable tray or cable trunking system, as shown in Figure H.4 below. The overlapping lid of cable trunking systems improves the electromagnetic compatibility performance.

For a U-shape cable tray, the magnetic field decreases near the two corners. For this reason, deep side-walls are preferred.

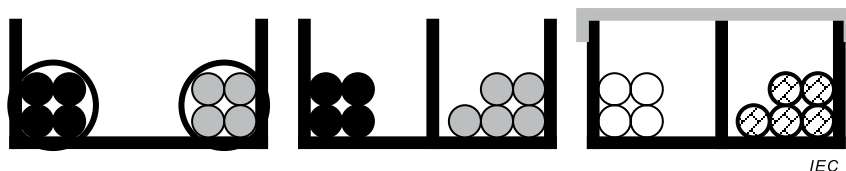


IEC

Se afstande i tabel H.1.

● = kabelføring til effektforsyning	● = hjælpekrede
○ = kabelføring til data	⊗ = følsomme kredse (fx måling)

Figur H.2 – Eksempler på lodret adskillelse og opdeling



IEC

Se afstande i tabel H.1.

Figur H.3 – Eksempler på vandret adskillelse og opdeling

Der bør være fri plads i kabelbakken eller kabelkanalsystemet, så der kan installeres et aftalt antal yderligere kabler (se annek B). Højden på kabelbundtet bør være lavere end sidevæggene på kabelbakken eller kabelkanalsystemet som vist i figur H.4 nedenfor. Det overlappende låg i kabelkanalsystemer forbedrer den elektromagnetiske kompatibilitet.

For U-formede kabelbakker falder det elektromagnetiske felt nær de to hjørner. Derfor foretrækkes høje sidevægge.

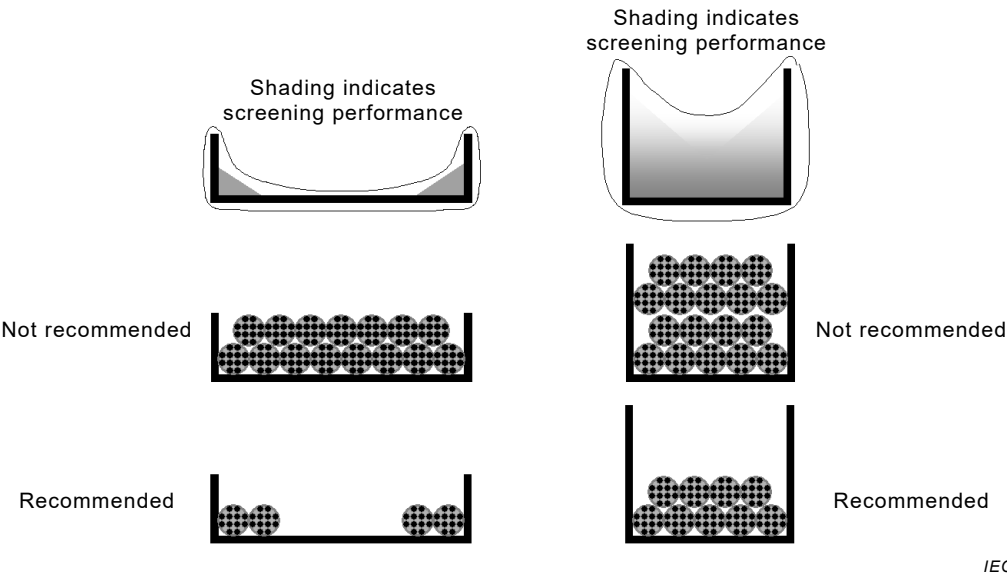


Figure H.4 – Cable arrangements in metal cable trays

Metal cable trays or cable trunking systems which are intended to provide electromagnetic compatibility shall always be connected to the local equipotential bonding system at both ends. For long distances, for example greater than 50 m, additional connections to the equipotential bonding system are recommended. All connections to the equipotential bonding system should have low impedance.

Where metal cable trays or cable trunking systems are constructed from several elements, care should be taken to ensure continuity by effective bonding between adjacent elements.

The shape of the metallic section should achieve continuity of shielding throughout its length. All interconnections should have low impedance; see Figure H.5.

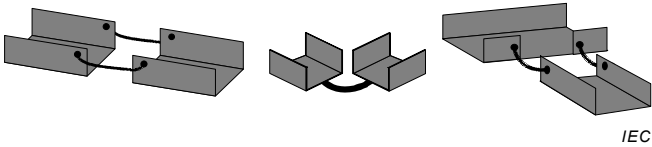
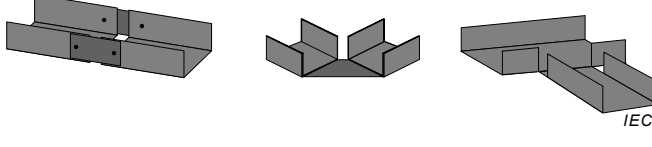
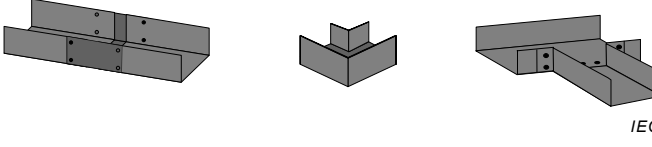
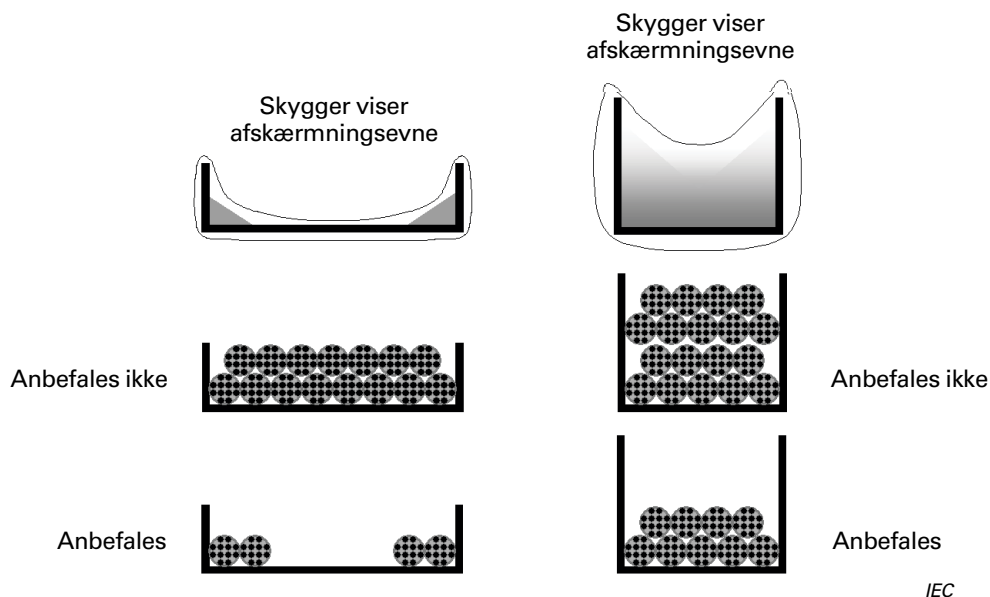
a	Non-conformant	
b	Conformant	
c	Recommended	

Figure H.5 – Connections between metal cable trays or cable trunking systems

Where metallic covers for metallic cable trunking systems are used, a cover over the full length is preferred. If that is not possible, the covers should be connected to the cable tray at least at both ends by short connections less than 10 cm, e.g. braided or mesh straps.



Figur H.4 – Kabelarrangementer i metalliske kabelbakker

Metalliske kabelbakker eller kabelkanalsystemer, der er beregnet til at skabe elektromagnetisk kompatibilitet, skal altid være forbundet til det lokale potentialudligningssystem i begge ender. Ved lange afstande, fx over 50 m, anbefales supplerende forbindelser til potentialudligningssystemet. Alle forbindelser til potentialudligningssystemet bør have lav impedans.

Hvor metalliske kabelbakker eller kabelkanalsystemer er udført af flere elementer, bør der sikres kontinuitet ved hjælp af effektiv forbindelse mellem tilstødende elementer.

Formen på den metalliske sektion bør skabe kontinuitet i afskærmningen i hele dens længde. Alle indbyrdes forbindelser bør have lav impedans, se figur H.5.

a	Ikke overensstemmelse	
b	Overensstemmelse	
c	Anbefales	

Figur H.5 – Forbindelser mellem metalliske kabelbakker eller kabelkanalsystemer

Hvor der anvendes metalliske låg til metalliske kabelkanalsystemer, foretrækkes et låg over hele længden. Hvis det ikke er muligt, bør lågene være forbundet til kabelbakken i mindst begge ender ved hjælp af korte forbindelser på højst 10 cm, fx ved hjælp af flettede båndstrimler eller gitterstrimler.

Figure H.6 shows a metal cable tray crossing a wall at which a fire barrier is to be installed. Where metal cable trays are required to be interrupted to pass through building structures, a low impedance interconnection should be provided between the two metallic sections. Regulations with respect to fire barriers take precedence over EMC considerations.

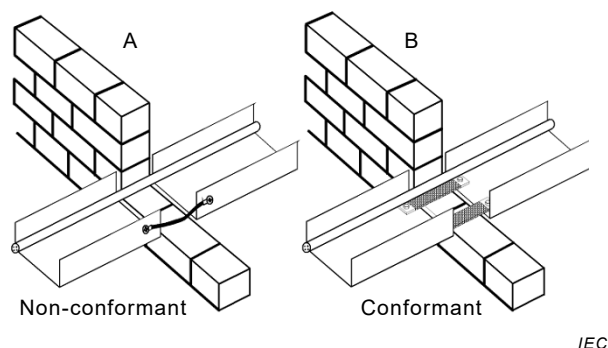


Figure H.6 – Interruption of metal cable trays at fire barriers

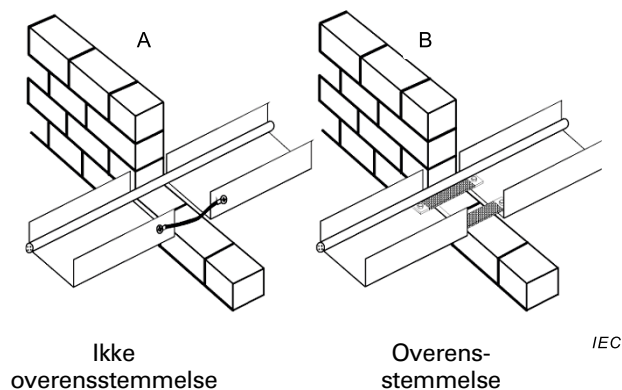
H.5 Power supply of a machine by parallel sources

Where a machine is supplied with power by parallel sources, see IEC 60364-1.

H.6 Supply impedance where a Power Drive System (PDS) is used

Connection of a PDS to too high a supply source impedance can lead to conducted emission problems.

Figur H.6 viser en metallisk kabelbakke, der krydser en væg, hvor en brandbarriere skal installeres. Hvor det er nødvendigt at afbryde metalliske kabelbakker for, at de kan passere bygningskonstruktioner, bør der være en indbyrdes forbindelse med lav impedans mellem de to metalliske sektioner. Bestemmelser for brandbarrierer har forrang for EMC-hensyn.



Figur H.6 – Afbrydelse af metalliske kabelbakker ved brandbarrierer

H.5 En maskines effektforsyning fra parallelle kilder

Hvor en maskine forsynes med effekt fra to parallelle kilder, henvises til IEC 60364-1.

H.6 Forsyningsimpedans, hvor der anvendes et drevsystem (PDS)

Tilslutning af et drevsystem (PDS) til en forsyningskilde med for høj impedans kan føre til problemer med ledningsbårne forstyrrelser.

Annex I (informative)

Documentation / Information

A list of available standards applicable to documentation and information is provided in Table I.1.

Brief definitions of a set of internationally standardized document kinds are given in the publicly available database IEC 61355 DB (<http://std.iec.ch/iec61355>).

Table I.1 – Documentation / Information that can be applicable

Type of information for the electrical equipment	Recommended standard
Structuring principles	IEC 81346-1: <i>Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 1: Basic rules</i>
Structuring of documents	IEC 62023: <i>Structuring of technical information and documentation</i> (see note)
Parts list	IEC 62027: <i>Preparation of object lists, including parts lists</i>
List of documents	IEC 62027: <i>Preparation of object lists, including parts lists</i>
Specification of the properties of the electrical equipment	IEC PAS 62569-1: <i>Generic specification of information on products – Part 1: Principles and methods</i>
Instructions for handling, transportation and storage	IEC 82079-1: <i>Preparation of instructions for use – Structuring, content and presentation – Part 1: General principles and detailed requirements</i>
Instructions for installation, erection, assembling on site, dismantling, etc.	IEC 82079-1: <i>Preparation of instructions for use – Structuring, content and presentation – Part 1: General principles and detailed requirements</i>
Instructions for use	IEC 82079-1: <i>Preparation of instructions for use – Structuring, content and presentation – Part 1: General principles and detailed requirements</i>
Instructions for service and maintenance	IEC 82079-1: <i>Preparation of instructions for use – Structuring, content and presentation – Part 1: General principles and detailed requirements</i>
Reference designations	IEC 81346-1: <i>Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 1: Basic rules</i> and IEC 81346-2: <i>Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 2: Classification of objects and codes for classes</i>
Terminal designations	IEC 61666: <i>Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Identification of terminals within a system</i>
Designations of cables and cores	IEC 62491: <i>Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Labelling of cables and cores</i>
Circuit diagrams	IEC 61082-1: <i>Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules</i>
Layout of equipment and overall dimensions	IEC 61082-1: <i>Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules</i>
Interconnection diagram, terminal list, cable list, cable tray layout	IEC 61082-1: <i>Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules</i>
Spare parts list for a specified period	IEC 62027: <i>Preparation of object lists, including parts lists</i>
List of parameters (e.g. of converters)	(No standard exists)

Anneks I (informativt)

Dokumentation/information

Tabel I.1 indeholder en liste over tilgængelige standarder, der gælder for dokumentation og information.

Korte definitioner af en række internationalt standardiserede dokumenttyper er angivet i den offentligt tilgængelige database IEC 61355 DB (<http://std.iec.ch/iec61355>).

Tabel I.1 – Dokumentation/information, der kan være gældende

Type af information vedrørende det elektriske materiel	Anbefalet standard
Struktureringsprincipper	IEC 81346-1: <i>Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 1: Basic rules</i>
Strukturering af dokumenter	IEC 62023: <i>Structuring of technical information and documentation</i> (se note)
Liste over dele	IEC 62027: <i>Preparation of object lists, including parts lists</i>
Liste over dokumenter	IEC 62027: <i>Preparation of object lists, including parts lists</i>
Specifikation af det elektriske materiels egenskaber	IEC PAS 62569-1: <i>Generic specification of information on products – Part 1: Principles and methods</i>
Anvisninger vedrørende håndtering, transport og opbevaring	IEC 82079-1: <i>Preparation of instructions for use – Structuring, content and presentation – Part 1: General principles and detailed requirements</i>
Anvisninger vedrørende installation, opstilling, samling på stedet, nedtagning osv.	IEC 82079-1: <i>Preparation of instructions for use – Structuring, content and presentation – Part 1: General principles and detailed requirements</i>
Brugsvejledning	IEC 82079-1: <i>Preparation of instructions for use – Structuring, content and presentation – Part 1: General principles and detailed requirements</i>
Anvisninger vedrørende service og vedligeholdelse	IEC 82079-1: <i>Preparation of instructions for use – Structuring, content and presentation – Part 1: General principles and detailed requirements</i>
Referencebetegnelser	IEC 81346-1: <i>Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 1: Basic rules</i> og IEC 81346-2: <i>Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 2: Classification of objects and codes for classes</i>
Klemmebetegnelser	IEC 61666: <i>Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Identification of terminals within a system</i>
Betegnelser for kabler og ledere	IEC 62491: <i>Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Labelling of cables and cores</i>
Kredsskemaer	IEC 61082-1: <i>Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules</i>
Udformning af materiel og samlede dimensioner	IEC 61082-1: <i>Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules</i>
Forbindelsesskema, klemmeliste, kabelliste, udformning af kabelbakke	IEC 61082-1: <i>Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules</i>
Reservedelsliste for en specificeret periode	IEC 62027: <i>Preparation of object lists, including parts lists</i>
Liste over parametre (fx for omformere)	(Der findes ingen standard)

Type of information for the electrical equipment	Recommended standard
List of tools	IEC 82079: <i>Preparation of instructions for use – Structuring, content and presentation – Part 1: General principles and detailed requirements</i>
Identification systems	IEC 62507-1: <i>Identification systems enabling unambiguous information interchange – Requirements – Part 1: Principles and methods</i>
NOTE For simple equipment IEC 60203 allows all information to be contained within one single document.	

Type af information vedrørende det elektriske materiel	Anbefalet standard
Liste over værktøj	IEC 82079: <i>Preparation of instructions for use – Structuring, content and presentation – Part 1: General principles and detailed requirements</i>
Identifikationssystemer	IEC 62507-1: <i>Identification systems enabling unambiguous information interchange – Requirements – Part 1: Principles and methods</i>
NOTE – For enkelt materiel giver IEC 62023 mulighed for, at alle oplysninger kan være indeholdt i et enkelt dokument.	

Bibliography

IEC 60034-5, *Rotating electrical machines – Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification*

IEC 60034-11, *Rotating electrical machines – Part 11: Thermal protection*

IEC 60038:2009, *IEC standard voltages*

IEC 60050, *International Electrotechnical Vocabulary* (available at <http://www.electropedia.org>)

IEC 60073:2002, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indicators and actuators*

IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

IEC 60204-11:2000, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 11: Requirements for HV equipment for voltages above 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. and not exceeding 36 kV*

IEC 60204-31:2013, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 31: Particular safety and EMC requirements for sewing machines, units and systems*

IEC 60204-32:2008, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 32: Requirements for hoisting machines*

IEC 60204-33:2009, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 33: Requirements for semiconductor fabrication equipment*

IEC 60216 (all parts), *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties*

IEC 60228:2004, *Conductors of insulated cables*

IEC 60269-1:2006, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60287 (all parts), *Electric cables – Calculation of the current rating*

IEC 60320-1, *Appliance couplers for household and similar general purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60332 (all parts), *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions*

IEC 60335 (all parts), *Household and similar electrical appliances – Safety*

IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*

IEC 60447:2004, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Actuating principles*

IEC TR 60755, *General requirements for residual current operated protective devices*

IEC 60757:1983, *Code for designation of colours*

Bibliografi

- IEC 60034-5, *Rotating electrical machines – Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification*
- IEC 60034-11, *Rotating electrical machines – Part 11: Thermal protection*
- IEC 60038:2009, *IEC standard voltages*
- IEC 60050, *International Electrotechnical Vocabulary* (tilgængelig på <<http://www.electropedia.org>>)
- IEC 60073:2002, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indicators and actuators*
- IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*
- IEC 60204-11:2000, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 11: Requirements for HV equipment for voltages above 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c. and not exceeding 36 kV*
- IEC 60204-31:2013, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 31: Particular safety and EMC requirements for sewing machines, units and systems*
- IEC 60204-32:2008, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 32: Requirements for hoisting machines*
- IEC 60204-33:2009, *Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 33: Requirements for semiconductor fabrication equipment*
- IEC 60216 (alle dele), *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties*
- IEC 60228:2004, *Conductors of insulated cables*
- EN 60269-1:2006, *Low-voltage fuses – Part 1: Generelle krav*
- IEC 60287 (alle dele), *Electric cables – Calculation of the current rating*
- IEC 60320-1, *Appliance couplers for household and similar general purposes – Part 1: General requirements*
- IEC 60332 (alle dele), *Tests on electric and optical fibre cables under fire conditions*
- IEC 60335 (alle dele), *Household and similar electrical appliances – Safety*
- IEC 60364 (alle dele), *Low-voltage electrical installations*
- IEC 60447:2004, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Actuating principles*
- IECTR 60755, *General requirements for residual current operated protective devices*
- IEC 60757:1983, *Code for designation of colours*

IEC TR 60890, *A method of temperature-rise verification of low-voltage switchgear and controlgear assemblies by calculation*

IEC 60909-0:2001, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents*

IEC TR 60909-1:2002, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 1: Factors for the calculation of short-circuit currents according to IEC 60909-0*

IEC 60947-1:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-4-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters*

IEC 60947-5-2:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-2: Control circuit devices and switching elements – Proximity switches*

IEC 60947-5-8, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-8: Control circuit devices and switching elements – Three-position enabling switches*

IEC 60947-7-1:2009, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7-1: Ancillary equipment – Terminal blocks for copper conductors*

IEC 61000-5-2:1997, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 2: Earthing and cabling*

IEC 61000-6-1:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards: Immunity for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-2:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC 61000-6-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-4:1997, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6: Generic standards – Section 4: Emission standard for industrial environments*

IEC 61082-1:2014, *Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules*

IEC 61084 (all parts), *Cable trunking and ducting systems for electrical installations*

IEC 61175, *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Designation of signals*

IEC 61180 (all parts), *High-voltage test techniques for low-voltage equipment*

IEC TR 61200-53:1994, *Electrical installation guide – Part 53: Selection and erection of electrical equipment – Switchgear and controlgear*

IEC 61355, *Collection of standardized and established document kinds* (available at <http://std.iec.ch/iec61355>)

IEC 61496-1:2004, *Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 1: General requirements and tests*

IECTR 60890, *A method of temperature-rise verification of low-voltage switchgear and controlgear assemblies by calculation*

IEC 60909-0:2001, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents*

IECTR 60909-1:2002, *Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 1: Factors for the calculation of short-circuit currents according to IEC 60909-0*

IEC 60947-1:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-4-1, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motorstarters – Electromechanical contactors and motor-starters*

IEC 60947-5-2:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-2: Control circuit devices and switching elements – Proximity switches*

IEC 60947-5-8, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-8: Control circuit devices and switching elements – Three-position enabling switches*

IEC 60947-7-1:2009, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 7-1: Ancillary equipment – Terminal blocks for copper conductors*

IEC 61000-5-2:1997, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 5: Installation and mitigation guidelines – Section 2: Earthing and cabling*

IEC 61000-6-1:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards: Immunity for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-2:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC 61000-6-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-4:1997, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6: Generic standards – Section 4: Emission standard for industrial environments*

IEC 61082-1:2014, *Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules*

IEC 61084 (alle dele), *Cable trunking and ducting systems for electrical installations*

IEC 61175, *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Designation of signals*

IEC 61180 (alle dele), *High-voltage test techniques for low-voltage equipment*

IECTR 61200-53:1994, *Electrical installation guide – Part 53: Selection and erection of electrical equipment – Switchgear and controlgear*

IEC 61355, *Collection of standardized and established document kinds* (tilgængelig på <http://std.iec.ch/iec61355>)

IEC 61496-1:2004, *Safety of machinery – Electro-sensitive protective equipment – Part 1: General requirements and tests*

IEC 61506, *Industrial-process measurement and control – Documentation of application software*

IEC 61557 (all parts), *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures*

IEC 61558-2-2, *Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products – Part 2-2: Particular requirements and tests for control transformers and power supplies incorporating control transformers*

IEC 61558-2-16, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V – Part 2-16: Particular requirements and tests for switch mode power supply units and transformers for switch mode power supply units*

IEC 61643-12:2008, *Low-voltage surge protective devices – Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Selection and application principles*

IEC 61666, *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Identification of terminals within a system*

IEC 61800 (all parts), *Adjustable speed electrical power drive systems*

IEC TR 61912-1:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Overcurrent protective devices – Part 1: Application of short-circuit ratings*

IEC 62020, *Electrical accessories – Residual current monitors for household and similar uses (RCMs)*

IEC 62027:2011, *Preparation of object lists, including parts lists*

IEC 62305-1:2010, *Protection against lightning – Part 1: General principles*

IEC 62305-4:2010, *Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures*

IEC 62491, *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Labelling of cables and cores*

IEC 62507-1, *Identification systems enabling unambiguous information interchange – Requirements – Part 1: Principles and methods*

IEC 62745², *Safety of machinery – Requirements for the interfacing of cableless controllers to machinery*

IEC PAS 62569-1, *Generic specification of information on products – Part 1: Principles and methods*

IEC 81346-1:2009, *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 1: Basic rules*

IEC 81346-2:2009, *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 2: Classification of objects and codes for classes*

² Under consideration.

IEC 61506, *Industrial-process measurement and control – Documentation of application software*

IEC 61557 (alle dele), *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1500 V d.c. – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures*

IEC 61558-2-2, *Safety of power transformers, power supplies, reactors and similar products – Part 2-2: Particular requirements and tests for control transformers and power supplies incorporating control transformers*

IEC 61558-2-16, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V – Part 2-16: Particular requirements and tests for switch mode power supply units and transformers for switch mode power supply units*

IEC 61643-12:2008, *Low-voltage surge protective devices – Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Selection and application principles*

IEC 61666, *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Identification of terminals within a system*

IEC 61800 (alle dele), *Adjustable speed electrical power drive systems*

IECTR 61912-1:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Overcurrent protective devices – Part 1: Application of short-circuit ratings*

IEC 62020, *Electrical accessories – Residual current monitors for household and similar uses (RCMs)*

IEC 62027:2011, *Preparation of object lists, including parts lists*

IEC 62305-1:2010, *Protection against lightning – Part 1: General principles*

IEC 62305-4:2010, *Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures*

IEC 62491, *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Labelling of cables and cores*

IEC 62507-1, *Identification systems enabling unambiguous information interchange – Requirements – Part 1: Principles and methods*

IEC 62745²⁾, *Safety of machinery – Requirements for the interfacing of cableless controllers to machinery*

IEC PAS 62569-1, *Generic specification of information on products – Part 1: Principles and methods*

IEC 81346-1:2009, *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 1: Basic rules*

IEC 81346-2:2009, *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 2: Classification of objects and codes for classes*

²⁾ Under overvejelse.

IEC 82079-1:2012, *Preparation of instructions for use – Structuring, content and presentation – Part 1: General principles and detailed requirements*

IEC Guide 106:1996, *Guide for specifying environmental conditions for equipment performance rating*

ISO 3864-1:2011, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 1: Design principles for safety signs and safety markings*

ISO 7000:2014, *Graphical symbols for use on equipment – Registered symbols*

ISO 12100:2010, *Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction*

ISO 13732-1, *Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces – Part 1: Hot surfaces*

ISO 13851:2002, *Safety of machinery – Two-hand control devices – Functional aspects and design principles*

ISO 14118:2000, *Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up*

ISO 14122-1:2001, *Safety of machinery – Permanent means of access to machinery – Part 1: Choice of fixed means of access between two levels*
ISO 14122-1:2001/AMD1:2010

ISO 14122-2:2001, *Safety of machinery – Permanent means of access to machinery – Part 2: Working platforms and walkways*
ISO 14122-2:2001/AMD1:2010

ISO 14122-3:2001, *Safety of machinery – Permanent means of access to machinery – Part 3: Stairs, stepladders and guard-rails*
ISO 14122-3:2001/AMD1:2010

CENELEC HD 516 S2, *Guide to use of low-voltage harmonized cables*

EN 50160:2010, *Voltage characteristics of electricity supplied by public electricity networks*
EN 50160:2010/AMD1:2015

UL 508A, *UL Standard for Safety for Industrial Control Panels*, second Edition, 2013 revised 2014.

NFPA 79, *Electrical Standard for Industrial Machinery*, 2015 edition.

IEC 82079-1:2012, *Preparation of instructions for use – Structuring, content and presentation – Part 1: General principles and detailed requirements*

IEC Guide 106:1996, *Guide for specifying environmental conditions for equipment performance rating*

ISO 3864-1:2011, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 1: Design principles for safety signs and safety markings*

ISO 7000:2014, *Graphical symbols for use on equipment – Registered symbols*

ISO 12100:2010, *Safety of machinery – General principles for design – Risk assessment and risk reduction*

ISO 13732-1, *Ergonomics of the thermal environment – Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces – Part 1: Hot surfaces*

ISO 13851:2002, *Safety of machinery – Two-hand control devices – Functional aspects and design principles*

ISO 14118:2000, *Safety of machinery – Prevention of unexpected start-up*

ISO 14122-1:2001, *Safety of machinery – Permanent means of access to machinery – Part 1: Choice of fixed means of access between two levels*
ISO 14122-1:2001/AMD1:2010

ISO 14122-2:2001, *Safety of machinery – Permanent means of access to machinery – Part 2: Working platforms and walkways*
ISO 14122-2:2001/AMD1:2010

ISO 14122-3:2001, *Safety of machinery – Permanent means of access to machinery – Part 3: Stairs, stepladders and guard-rails*
ISO 14122-3:2001/AMD1:2010

CENELEC HD 516 S2, *Guide to use of low-voltage harmonized cables*

EN 50160:2010, *Voltage characteristics of electricity supplied by public electricity networks*
EN 50160:2010/AMD1:2015

UL 508A, *UL Standard for Safety for Industrial Control Panels*, second Edition, 2013 revideret i 2014.

NFPA 79, *Electrical Standard for Industrial Machinery*, 2015-udgave.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch