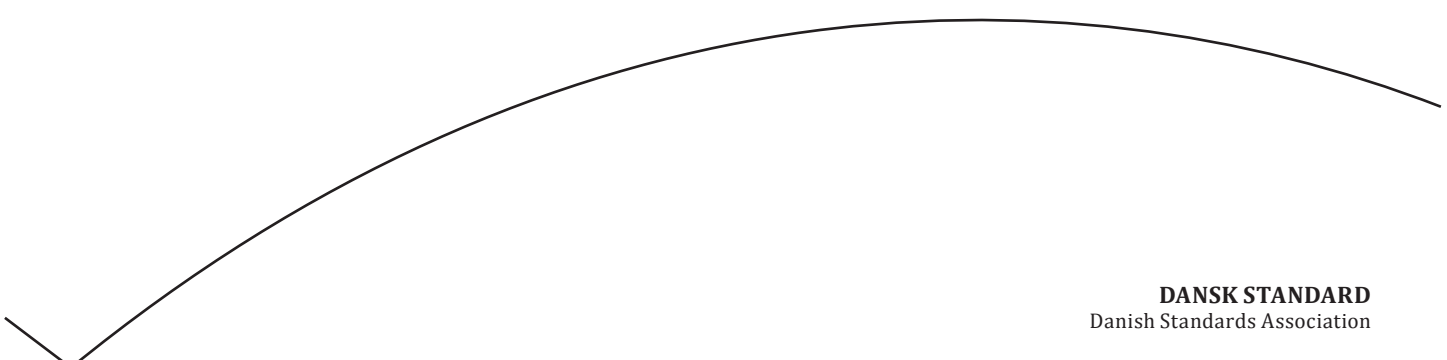


DS_DK 60204-1 2018

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

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



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

(da)

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
NORME EUROPÉENNE
EUROPÄISCHE NORM

EN 60204-1

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

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

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.

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 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".

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:

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,	–	–
+ A1 (mod)	2002	switching and control	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.

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>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.

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

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.

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)	<i>Indledning</i> , 1, 3, 11.1, 11.2	Henvis 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	

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.

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	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**

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.
--

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	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	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	Operatørgrænseflade 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	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	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	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	apparat.....	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	– Blokdiagram 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

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_g) i TN-systemer	102
Figur A.2 – Typisk arrangement til måling af fejlsløjfeimpedans (Z_g) i kredse i TN-systemers drevsystem	102
Figur A.3 – Typisk arrangement til måling af fejlsløjfeimpedans (Z_g) i TT-systemer	105
Figur A.4 – Typisk arrangement til måling af fejlsløjfeimpedans (Z_g) 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

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 kablers tvangsstyring	85
Tabel 9 – Anvendelse af prøvningsmetoderne for TN-systemer	96
Tabel 10 – Eksempler på maksimale kabellængder fra beskyttelsesanordninger 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

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) 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: 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 nulledere 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: Belysningskredses 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.

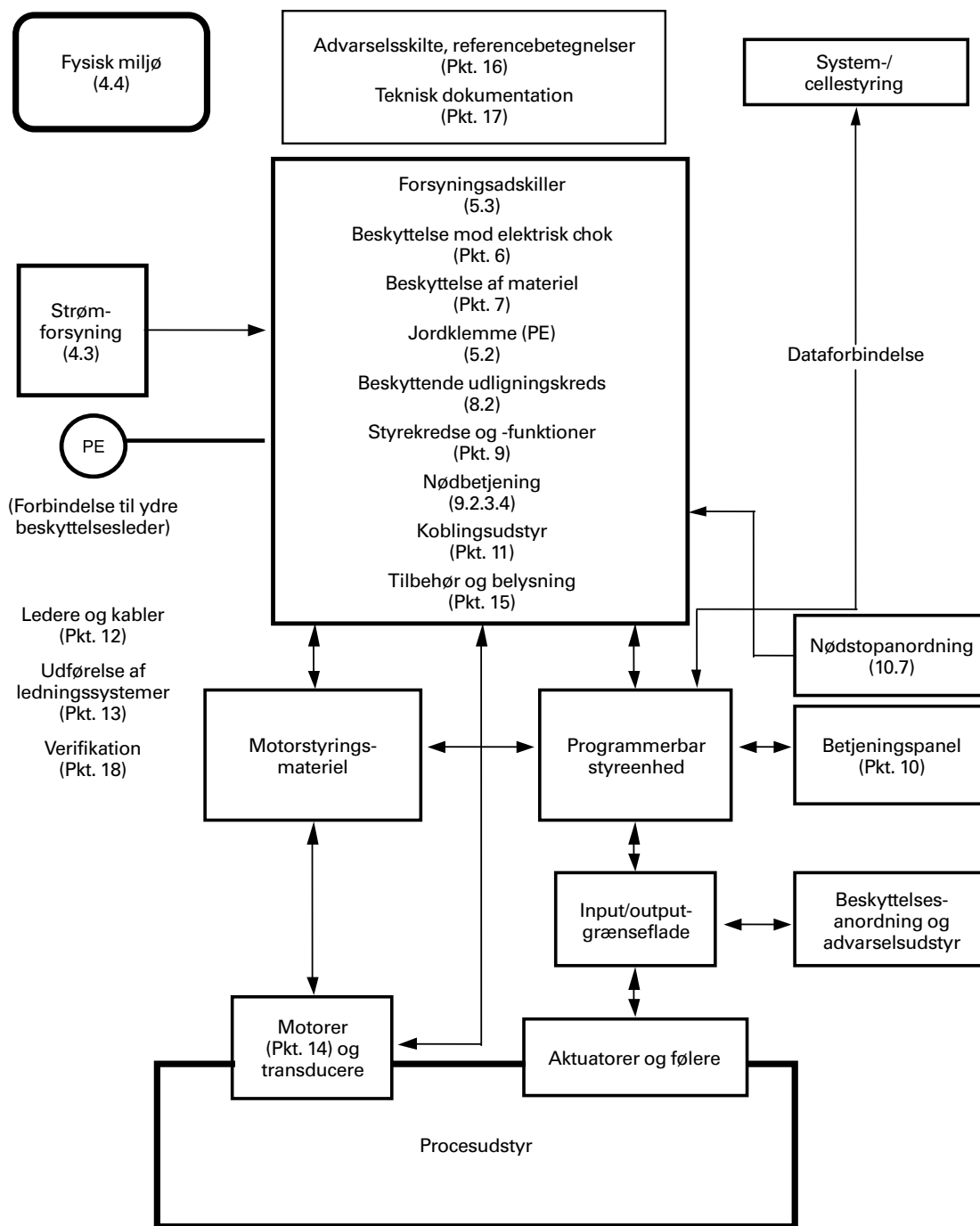
INDLEDNING

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

Figur 1 – Blokdiagram over en typisk maskine

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 forsyningsspændinger, 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 løftemaskiner (som er omfattet af IEC 60204-32)
- er fremstillingsudstyr af halvledere (som er omfattet af IEC 60204-33).

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 (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 berøringsskærme.

Note 3 til term: Se også 3.1.39.

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

styrekreds <på en maskine>

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

3.1.11

styreenhed

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

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

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

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

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 enkeltfejlforhold

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

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 pickupperen 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

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 annek, 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 fejtilstand

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

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

[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 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 bremsere.

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 personer, der kan blive udsat for de pågældende farer, samtidig med at maskinen og det tilhørende materiel beholder 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 risikonedsættelse 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 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

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 annek 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).

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 forsyningslederens afslutning og anordninger til afbrydelse og frakobling

5.1 Indgående forsyningslederens 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 nulleleder, 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 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) 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.

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.

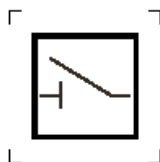
Forsyningsadskillerens betjeningsmidler skal være let tilgængelige og placeret mellem 0,6 m og 1,9 m over serviceplanet. Der anbefales en øvre grænse på 1,7 m.

NOTE – Betjeningsretningen er angivet i IEC 61310-3.

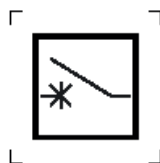
Hvor det udvendige betjeningsmiddel er beregnet til nødbetjening, henvises til 10.7.3 eller 10.8.3.

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.

Hvor kredse, der er undtaget, ikke afbrydes af forsyningsadskilleren

- skal en eller flere permanente advarselsmærkater 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 advarselsmærkater.

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

- 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 effektforsyningsystem, 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).

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 adskiller(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-

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 spæringer, 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 ledningstrådsystemer 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:

- 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:

- 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 fejlsøjleimpedansen 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) 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 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 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 anneks 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.

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 nødvendig 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 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 centrifugalafbryder 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

- 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.

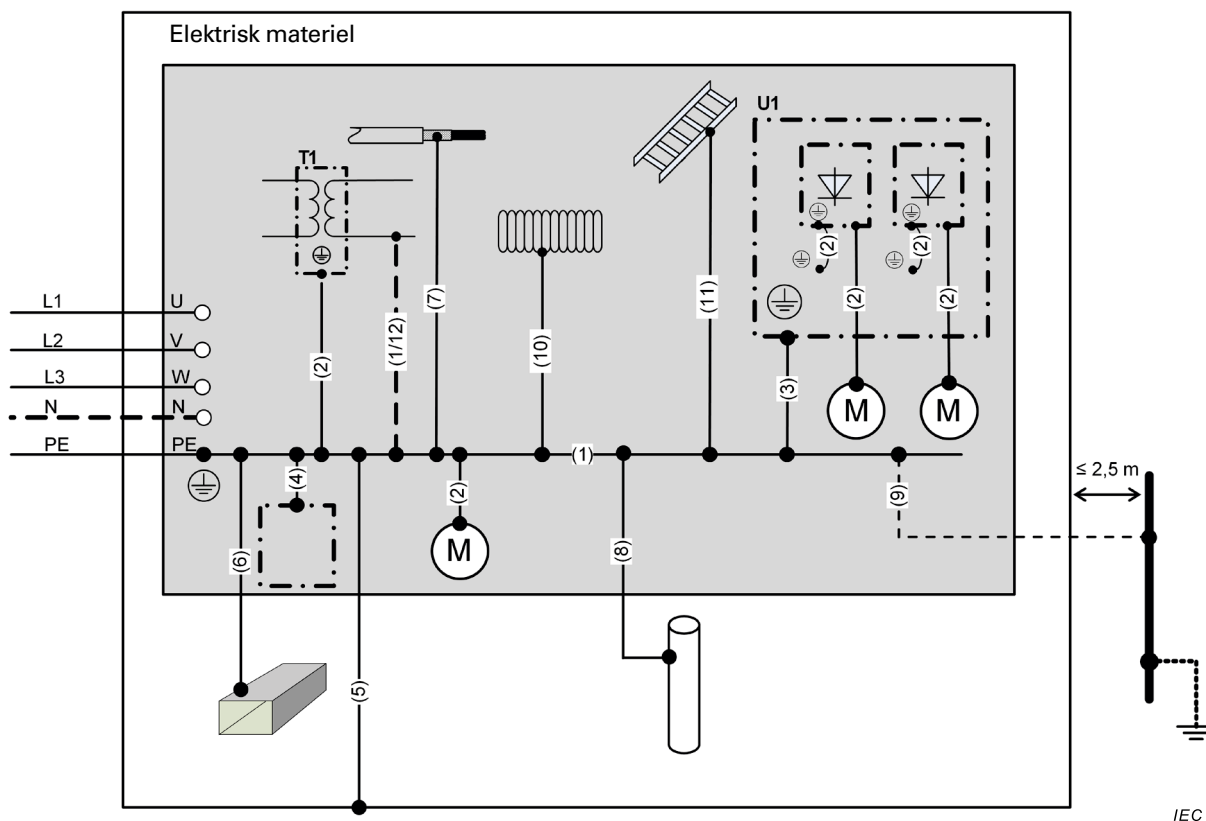
Beskyttende udligning er en grundlæggende foranstaltning til fejlbeskyttelse, som skal muliggøre beskyttelse af personer mod elektrisk stød (se 6.3.3 og 8.2).

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.

Maskine



IEC

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 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 jordfejlstømme, 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 x 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:

- 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).

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 afbryder, 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-

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

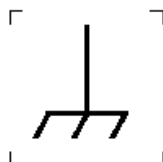
Virkningerne af høje lækstrømme kan begrænses til det materiel, der har en høj lækstrøm, ved at forbinde det pågældende materiel til en dedikeret forsyningstransformer med separate viklinger. Den beskyttende udligningskreds skal forbindes med materiellets udsatte ledende dele og endvidere til transformeren 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

- 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 switchmodestørforsyninger 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.-styre kredse, 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.-styre kredstransformer 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.-styre kredse 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.-styre kredse 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.

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 anneks 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 tilbagestilles. Denne tilbagestilling

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 tilbagesat. Det må ikke være muligt at sætte maskinen under spænding igen, før alle nødafbrydelseskommmandoer er tilbagesat.

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 maskinaktuatorerne, 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 maskinaktuatorer, 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).

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 overvandringensbegrænsninger, 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.

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 – Henvielse 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 kommunikationssvigt 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 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.

Det skal være anført i brugsvejledningen, at tilbagestilling 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 tilbagestillingen af nødstopaktuatoren på det bærbare trådløse betjeningspanel forefindes én eller flere supplerende faste tilbagestillingsanordninger.

9.3 Beskyttende tvangskoblinger

9.3.1 Genindkobling eller tilbagestilling af en tvangskoblet beskyttelsesforanstaltning

Genindkobling eller tilbagestilling 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.

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 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 Beskyttelse mod fejlfunktion af styrekredse

9.4.3.1 Isolationsfejl

9.4.3.1.1 Generelt

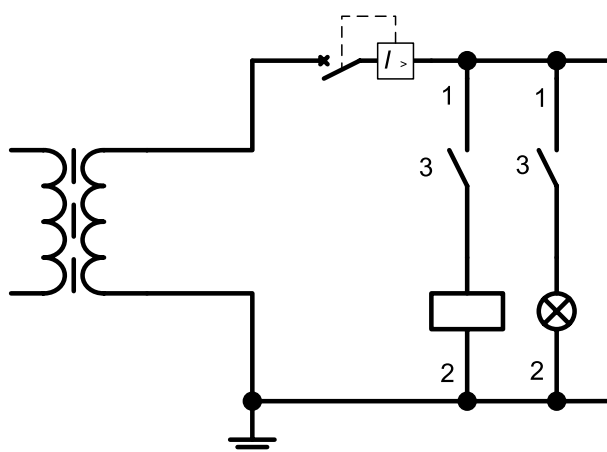
Der skal træffes foranstaltninger til at reducere sandsynligheden for, at isolationsfejl i en styrekreds kan forårsage fejlfunktion, som fx utilsigtet start, potentielt farlige bevægelser eller forhindring af standsning af maskinen.

Foranstaltninger, der kan træffes for at opfylde kravene, omfatter, men er ikke begrænset til, følgende metoder:

- metode a) Jordet styrekreds forsynet fra transformere
- metode b) Ikke-jordet styrekreds forsynet fra transformere
- metode c) Styrekredse forsynet fra transformere med en vikling med jordet midtpunktsudtag
- metode d) Styrekredse, der ikke forsynes fra en transformer.

9.4.3.1.2 Metode a) – Jordet styrekreds forsynet fra transformere

Den fælles leder skal tilsluttes den beskyttende udligningskreds ved forsyningspunktet. Alle kontakter, halvlederelementer osv., der skal styre en elektromagnetisk eller anden anordning (fx et relæ, en indikatorlampe) skal indsættes mellem den koblede leder i styrekredsens forsyning og den ene klemme på spolen eller anordningen. Den anden klemme på spolen eller anordningen forbindes direkte med den fælles leder i styrekredsens forsyning uden kontaktelelementer (se figur 7).



IEC

1	Koblede ledere
2	Fælles ledere
3	Styrekontakter

Figur 7 – Metode a) – Jordet styrekreds forsynet fra en transformer

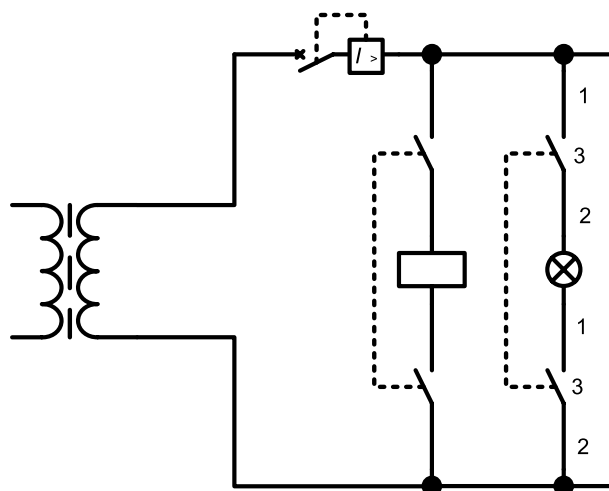
NOTE – Metode a) kan også anvendes til d.c.-styrekredse. I så fald erstattes transformeren i figur 7 med en d.c.-forsyningsenhed.

Undtagelse: Kontakter på beskyttelsesanordninger kan tilsluttes mellem den fælles leder og spolerne, forudsat at forbindelsen er meget kort (fx i samme kapsling), således at jordfejl er usandsynlige (fx overbelastningsrelæer, der er direkte monteret på kontakter).

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.

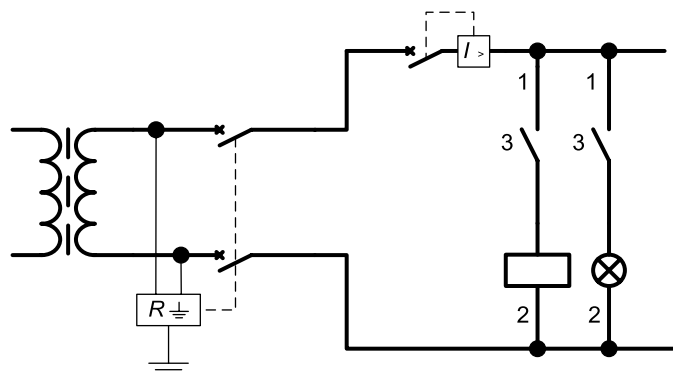


IEC

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.



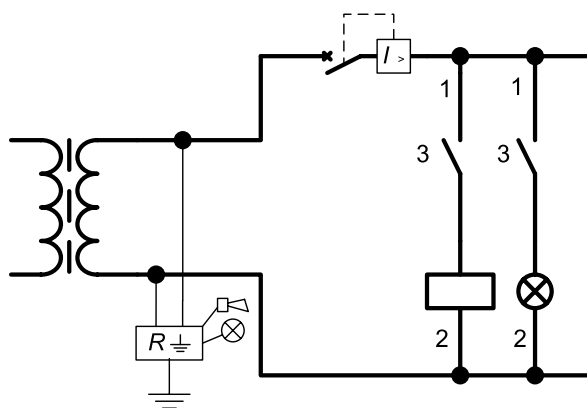
IEC

1	Koblede ledere
2	Fælles ledere
3	Styrekontakter

Figur 9 – Metode b2) – Ikke-jordet styrekreds forsynet fra en transformer

NOTE 2 – Metode b2) kan også anvendes til d.c.-styrekredse. I så fald erstattes transformeren i figur 9 med en d.c.-forsyning.

NOTE 3 – Figur 9 viser ikke overstrømsbeskyttelsesudstyret i målekredsene til beskyttelse af anordningen til isolationsovervågning.



IEC

1	Koblede ledere
2	Fælles ledere
3	Styrekontakter

Figur 10 – Metode b3) – Ikke-jordet styrekreds forsynet fra en transformer

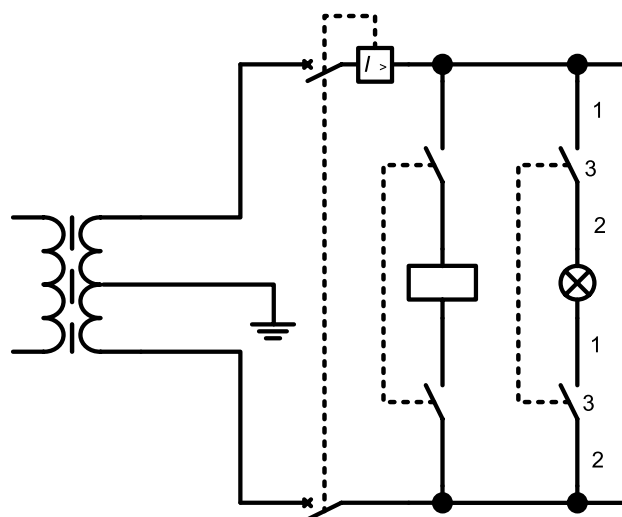
NOTE 4 – Metode b3) kan også anvendes til d.c.-styrekredse. I så fald erstattes transformeren i figur 10 med en d.c.-forsyning. Når der anvendes en kombination af en transformer og en ensretter, tilsluttes anordningen til isolationsovervågning til den beskyttende udligningskreds i d.c.-delen af styrekredsen, dvs. efter ensretteren.

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 transformator

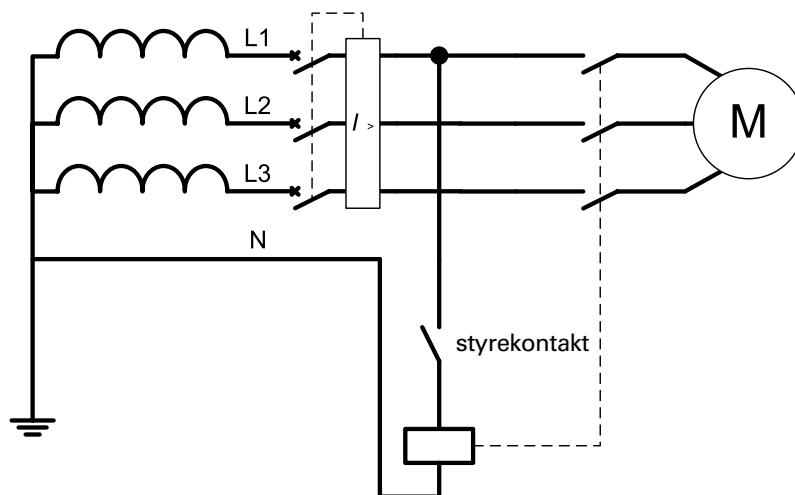
Styrekredse, der ikke forsynes fra en styretransformer eller fra switchmodestrømforsyninger med transformere, som har separate viklinger i overensstemmelse med IEC 61558-2-16, er kun tilladt til maskiner med maksimalt én motorstarter og/eller maksimalt to styreenheder i overensstemmelse med 9.1.1.

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.

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.

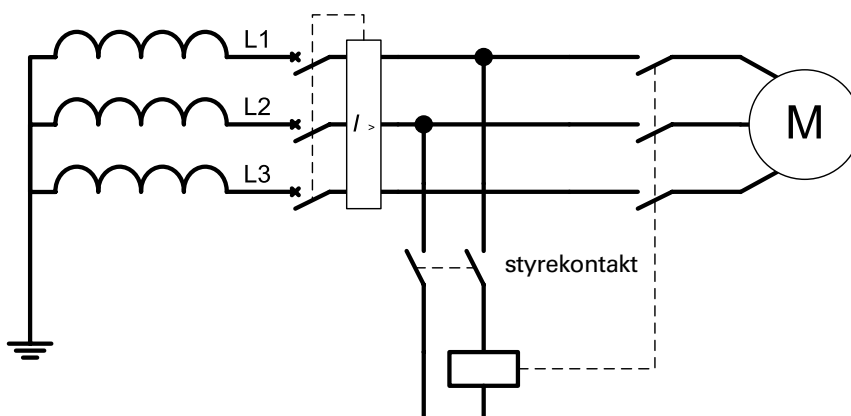


IEC

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.

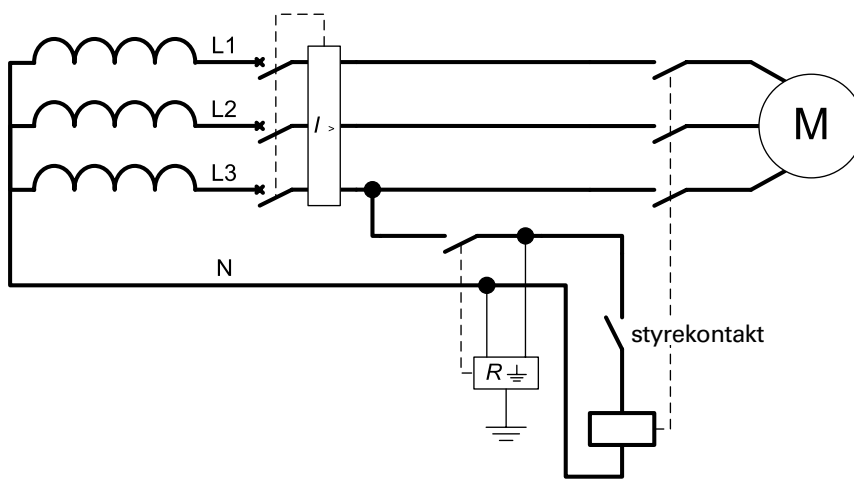


IEC

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.

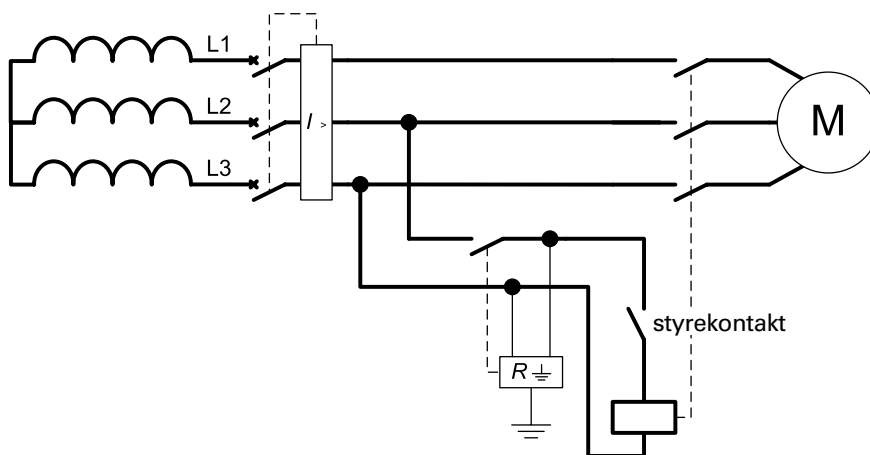
NOTE 4 – Figur 13 viser ikke noget nødvendigt beskyttelsesudstyr til effektkredsen og styrekredsen. Punkt 6.3 og 7.2 indeholder bestemmelser herom.



IEC

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 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 overvanding.

Positionsfølere i kredse med sikkerhedsrelaterede styrefunktioner (fx at opretholde maskinens sikre tilstand eller forhindre farlige situationer i at opstå ved maskinen) skal have tvangsbrydning (se IEC 60947-5-1) eller yde lignende pålidelighed (se 9.4.2).

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.

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).

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 omskiftere, 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 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 trykknabetjent afbryder med en aktuator af paddehattetypen eller en type til betjening med håndfladen
- en trækafbryder.

Anordningerne skal have tvangsbrydning (se anneks K i IEC 60947-5-1:2003 og IEC 60947-5-1:2003/AMD1:2009).

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.

Der må ikke monteres udstyr på låger eller på kapslingers normalt aftagelige adgangsdeksler 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 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 materiellet. Åbninger til

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 – Tabel D.4 indeholder en klassifikation af ledere.

Tabel 5 – Mindste tværsnitsareal for kobberledere

Placering	Anvendelse	Type af leder, kabel				
		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.

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.

I styrekredse må spændingsfaldet under hensyntagen til indkoblingsstrømme ikke mindske spændingen i noget udstyr til under den spænding, der er fastsat af udstyrproducenten.

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.

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 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.

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.

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.

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, uisolert 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.

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 isolationsfarve 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.-effektledning
- 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.

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.

Kabelkappen skal kunne modstå den forventelige slitage i forbindelse med bevægelse samt virkningerne af miljørelaterede forurenende stoffer (fx olie, vand, kølemidler, 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 kablers 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 kablers 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.

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.

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.

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 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 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.

- 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 forsyningsadskiller
- en grænseflade mellem operatør og maskine eller et betjeningspanel
- en enkelt anordning med egen kapsling (fx en positionsføler).

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 – 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 tillægsk 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 forsyninger 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 konfigurerings, 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 sikkerhedsfunktion og/eller en beskyttelsesforanstaltning (se 9.3.6)
 - vejledning om justering, reparation samt frekvens af og metode til forebyggende vedligeholdelse

- 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) funktionsprøvnings (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.

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 fejlsøjfeimpedans 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 fejlsøjfeimpedansen 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 fejlsøjfeimpedansen.

De prøvninger, der er nødvendige for maskiner med forskellig status, er specificeret i tabel 9.

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 beskyttelsesledernes 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 beskyttelsesledernes 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 beskyttelsesledernes 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 beskyttelsesledernes forbindelser, som blev afmonteret med henblik på transport, verificeres, fx ved visuel inspektion.

Tabel 10 – Eksempler på maksimale kabellængder fra beskyttelsesanordninger til deres belastninger for TN-systemer

1 Forsynings- kildens maksimale impedans til beskyttelses- udstyret	2 Minimum- tværsnits- 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 tværsnit, der svarer til faseledernes tværsnit
- 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 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

- 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).

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 tilstrækkelig 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:

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

hvor

Z_s er impedansen i den fejlsløjfe, 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 fejlsløjfeimpedansen 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 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 beskyttelsesledningernes 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 anneks A ved tilslutningsklemmerne til basisdrevmodulet (BDM) i PDS. Se figur A.2.

A.1.4.2 Måling af fejlsløjfeimpedansen

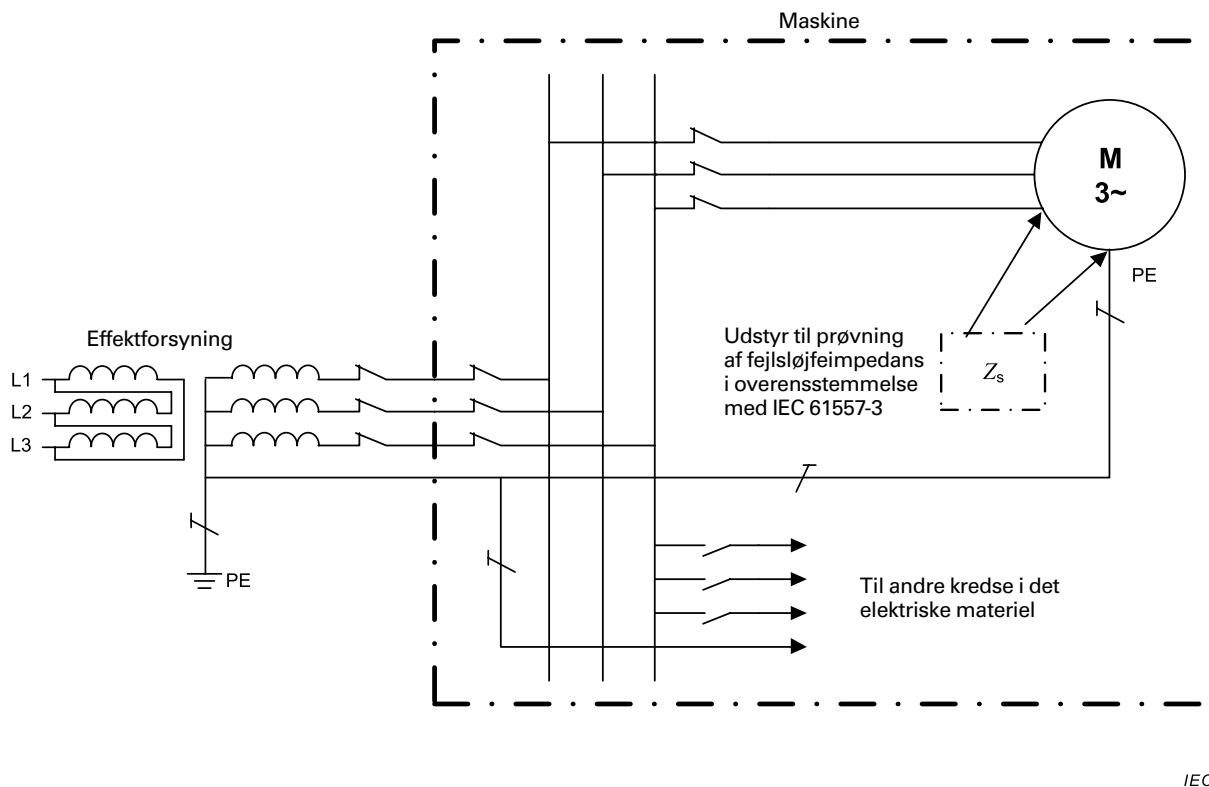
Hvor der foretages måling af fejlsløjfeimpedansen, anbefales det, at måleudstyret er i overensstemmelse med IEC 61557-3. Der skal tages hensyn til de oplysninger om måleresultaternes nøjagtighed og de procedurer, der skal følges, som er angivet i dokumentationen til måleudstyret.

Måling skal foretages, når maskinen er tilsluttet en forsyning med samme frekvens som den nominelle frekvens i forsyningen ved den tilsigtede installation.

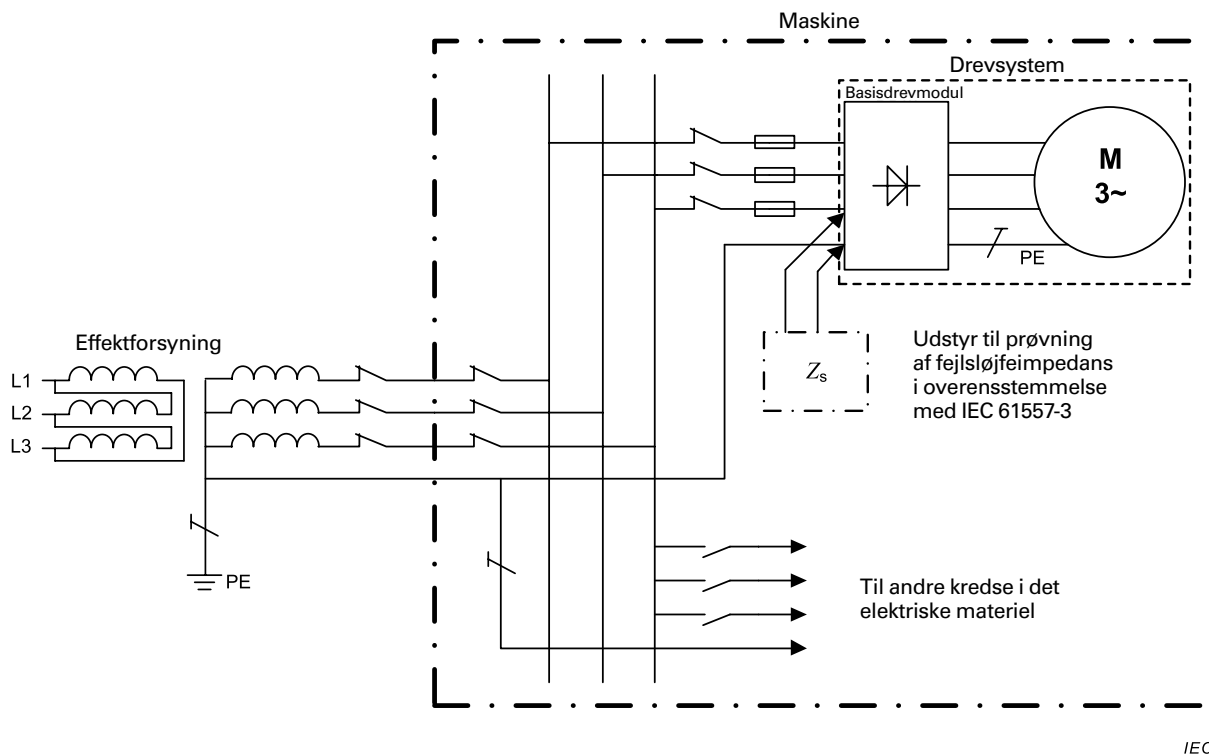
NOTE – Figur A.1 illustrerer et typisk arrangement ved måling af fejlsløjfeimpedansen på en maskine.

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.



Figur A.1 – Typisk arrangement til måling af fejlsløjfeimpedans (Z_s) i TN-systemer



Figur A.2 – Typisk arrangement til måling af fejlsløjfeimpedans (Z_s) i kredse i TN-systemers drevsystem

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

I TT-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

- 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 anneks B), eller
- 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 anneks 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:

- brydetid som krævet i tabel A.2, og

- $R_A \times I_{\Delta n} \leq 50 \text{ V}$

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 – 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 fejlsløjfen 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	$50\text{ V} < U_o \leq 120\text{ V}$ s		$120\text{ V} < U_o \leq 230\text{ V}$ s		$230\text{ V} < U_o \leq 400\text{ V}$ s		$U_o > 400\text{ V}$ 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

- 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.

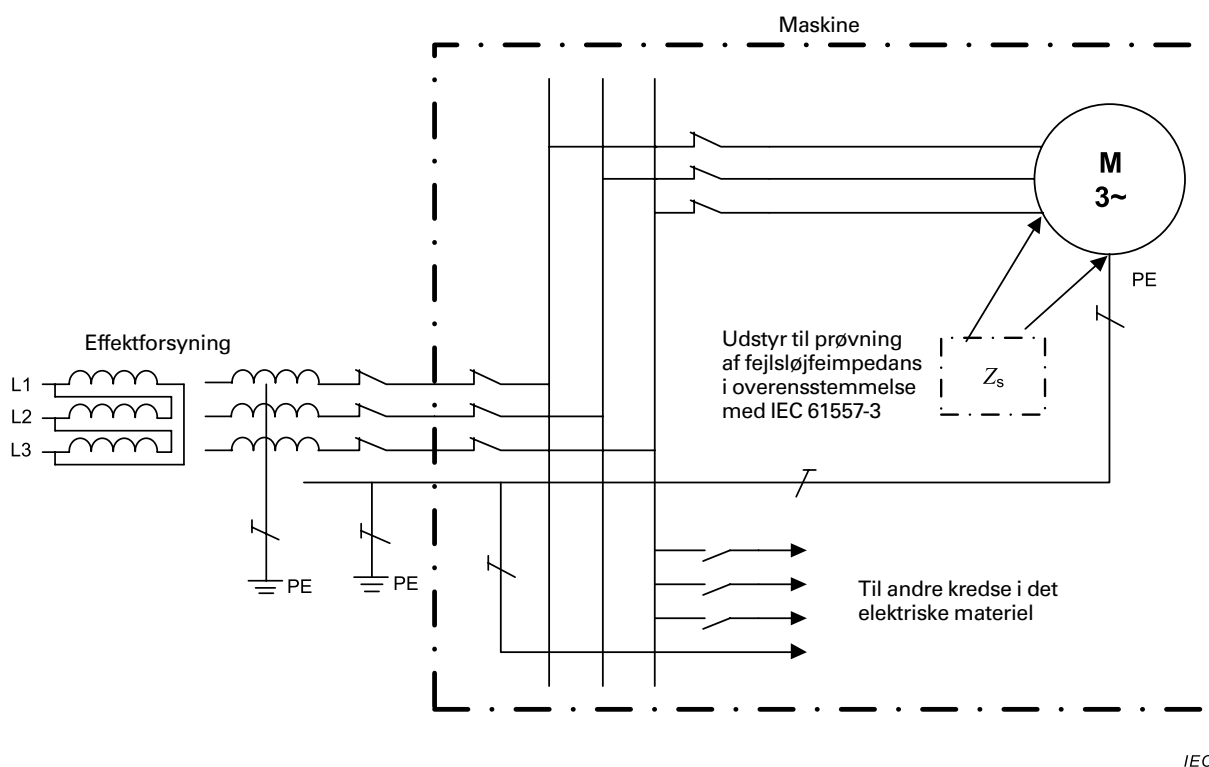
NOTE 1 – Figur A.3 illustrerer et typisk arrangement ved måling af fejlsløjfeimpedansen på en maskine.

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.

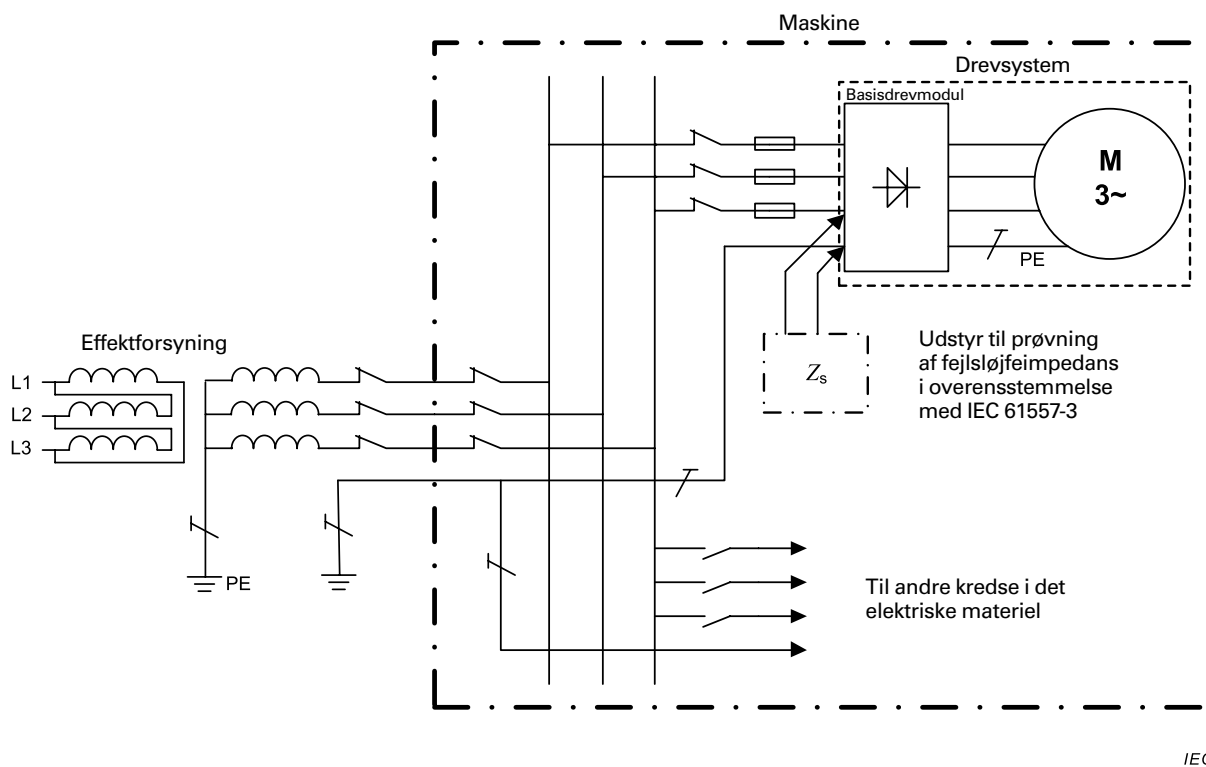
Den målte værdi af fejlsløjfeimpedansen skal være i overensstemmelse med A.2.2.3.

NOTE 3 – Oplysninger om verifikation af en fejlstrømsafbryders (RCD) ydeevne og måling af fejlsløjfeimpedansen kan findes i IEC 60364-6.



IEC

Figur A.3 – Typisk arrangement til måling af fejlsløjfeimpedans (Z_s) i TT-systemer



Figur A.4 – Typisk arrangement til måling af fejlsløjfeimpedans (Z_s) i kredse i TT-systemers drevsystem

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) 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. 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				
Kaplingsklasser (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) 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	

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

Maskiner til bearbejdning af plast og gummi

- sprøjttestøbmaskiner
- ekstruderingsmaskiner
- blæsestøbmaskiner
- termohærdende støbningsmaskiner
- findelingsmaskiner

Maskiner til træ

- træbearbejdningsmaskiner
- lamineringsmaskiner
- savværksmaskiner

Produktionsmaskiner

Maskiner til materialehåndtering

- robotter
- transportbånd
- transfermaskiner
- maskiner til lagring og genfinding

Tekstilmaskiner

Maskiner til køling og airconditioning

Fødevaremaskiner

- dejdelere
- røremaskiner
- kage- og tærtemaskiner
- kødbearbejdningsmaskiner

Trykke-, papir- og papmaskiner

- trykkemaskiner
- efterbehandlingsmaskiner, skæremaskiner, falsemaskiner
- oprulnings- og afskæringsmaskiner
- kartonklæbemaskiner
- papir- og papfremstillingsmaskiner

Maskiner til inspektion/prøvning

- koordinatmålemaskiner
- maskiner til tolerancemåling under drift

Kompressor

Pakkemaskiner

- palleterings-/afpalleteringsmaskiner
- emballerings- og krympeemballeringsmaskiner

Vaskerimaskiner

Varme- og ventilationsmaskiner

Maskiner til læder/kunsthæder 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

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

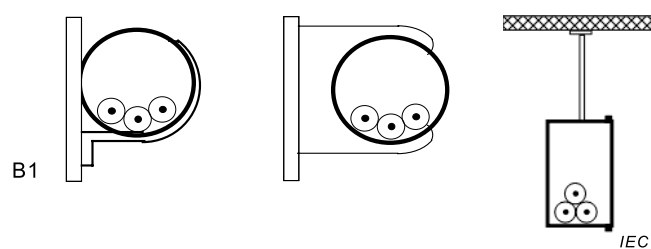
Omgivende lufttemperatur °C	Korrektionsfaktor
40	1,00
45	0,91
50	0,82
55	0,71
60	0,58

NOTE – Korrektionsfaktorerne stammer fra IEC 60364-5-52.
Maksimumtemperaturen for PVC under normale forhold er 70 °C.

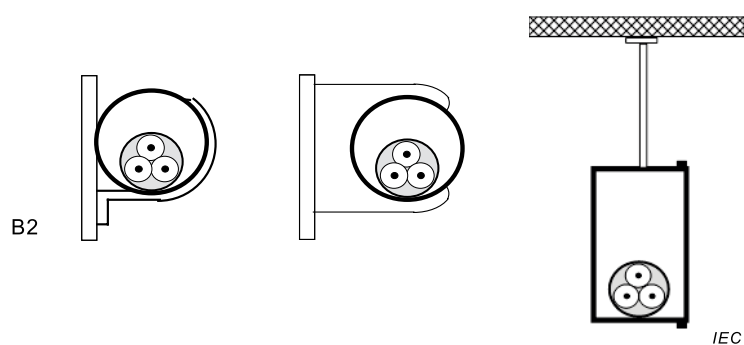
D.2.2 Installationsmetoder

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):

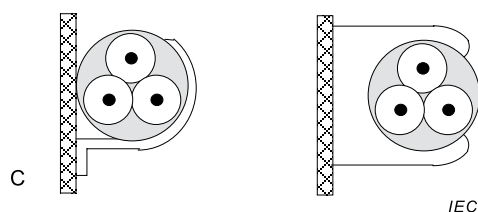
- Metode B1: anvendelse af rør (3.1.9) og kabelkanalsystemer (3.1.6) til at holde og beskytte ledere eller enleder-kabler
- Metode B2: samme som B1, men anvendes til flerlederkabler
- Metode C: flerlederkabler installeret i fri luft vandret eller lodret uden mellemrum mellem kabler på vægge
- Metode E: flerlederkabler i fri luft, vandret eller lodret lagt på åbne kabelbakker (3.1.5).



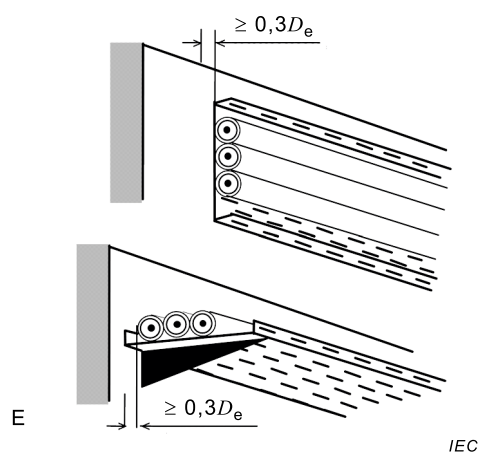
a) Ledere/enlederkabler i rør og kabelkanalsystemer



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 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 Klassifikation af ledere

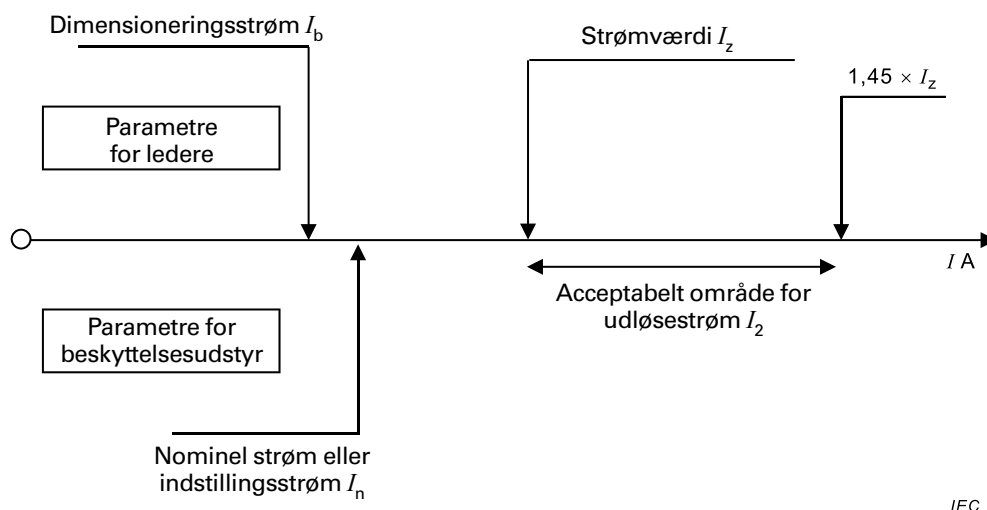
Tabel D.4 – Klassifikation af ledere

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 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 fortinne ledere eller blanke kobberledere egnede. Forsølvede eller forniklede kobberledere er egnede 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

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.

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.

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 F.1 kan hjælpe med at identificere anvendelsesmulighederne for en specifik maskine og indeholder henvisning til andre relevante standarder.

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.					

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.

$$R = R_l [1 + 0,003\,93 (t - 20)]$$

hvor:

R_l er modstanden ved 20 °C

R er modstanden ved en temperatur t °C.

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

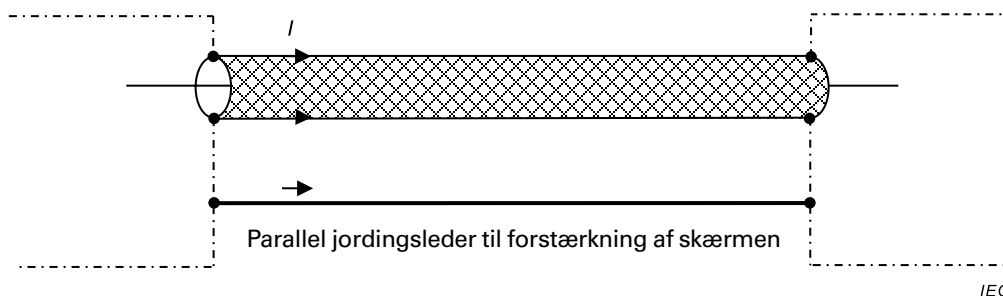
Der bør ved udformningen af det elektriske materiel tages højde for de foranstaltninger, der er beskrevet nedenfor, med henblik på at reducere de elektromagnetiske påvirkninger af elektrisk materiel.

Der bør kun anvendes elektrisk materiel, som overholder kravene i de relevante EMC-standarder eller EMC-kravene i de relevante produktstandarder.

H.3.2 Foranstaltninger til reduktion af elektromagnetisk interferens (EMI)

Følgende foranstaltninger reducerer elektromagnetisk interferens.

- 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.
- Ledende kapper (fx armeringer, skærme) på kabler bør være forbundet til den beskyttende udligningskreds.
- 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.
- Effektkabler bør holdes adskilt fra signal- eller datakabler.
- Hvor det er nødvendigt, at effektkabler og signal- eller datakabler krydser hinanden, bør de krydses vinkelret.
- Brug af kabler med koncentriske ledere for at reducere inducerede strømme i beskyttelseslederen.
- Brug af symmetriske flerlederkabler (fx skærmede kabler med separate beskyttelsesledere) til de elektriske forbindelser mellem motorer og omformere.
- Anvendelse af signal- og datakabler i henhold til EMC-kravene i producentens anvisninger.
- 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.

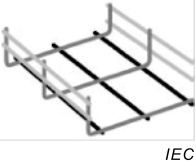
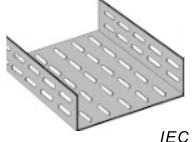
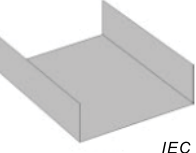
- Potentialudligningsforbindelser bør have så lav en impedans som muligt ved at være så korte som muligt og, hvor det er relevant, være flettet med henblik på at lede højere frekvenser.
- Hvis elektronisk materiel kræver en referencespænding svarende til jordpotential for at fungere korrekt, tilvejebringes 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.

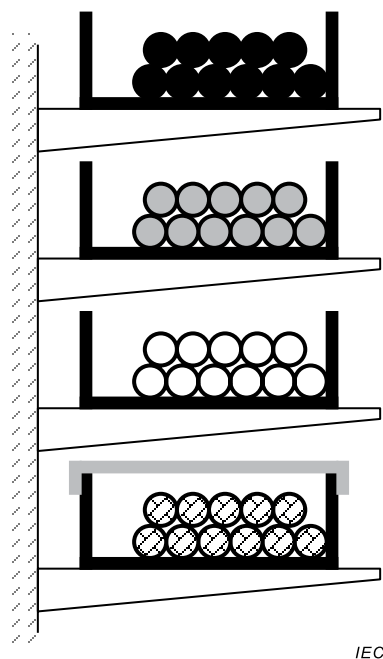
Hvor der ikke findes andre oplysninger, bør adskillelsesafstanden mellem effekt- og datakabler bør være i overensstemmelse med tabel H.1 og figur H.2.

Tabel H.1 – Mindste adskillelsesafstand ved anvendelse af metalliske bakke 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 afskærmningsdydeevne 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 kabelbakke 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.

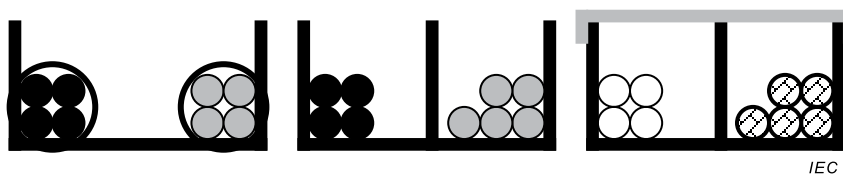
Figur H.2 og H.3 viser eksempler på adskillelse og opdeling.



Se afstande i tabel H.1.

- | | |
|-------------------------------------|---------------------------------|
| ● = kabelføring til effektforsyning | ● = hjælpe kredse |
| ○ = kabelføring til data | ⊗ = følsomme kredse (fx måling) |

Figur H.2 – Eksempler på lodret adskillelse og opdeling

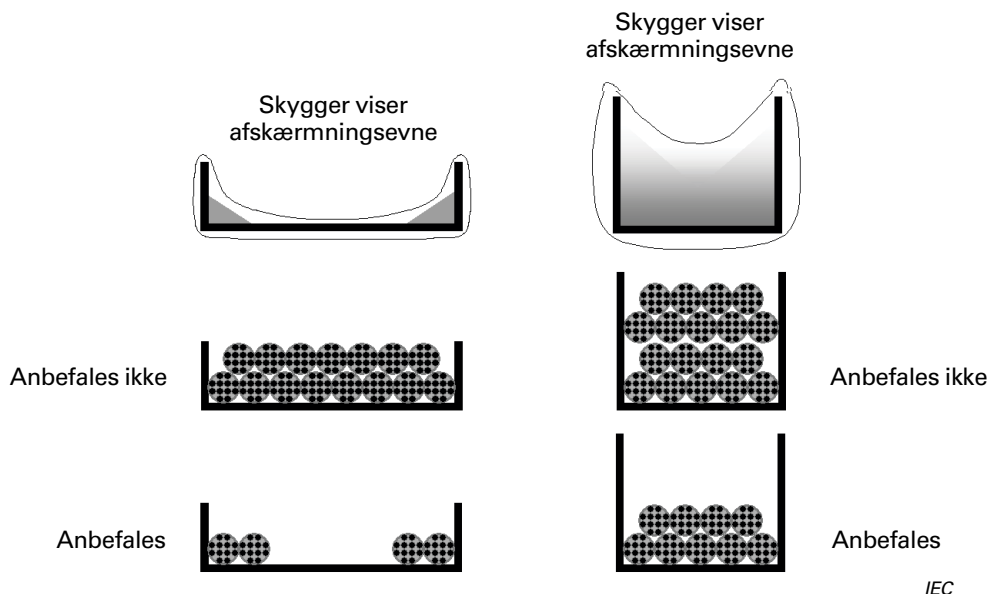


Se afstande i tabel H.1.

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.

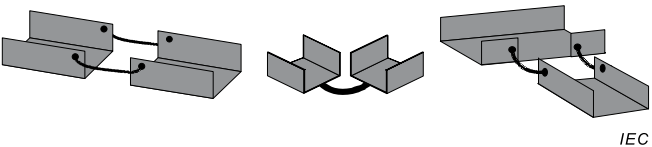
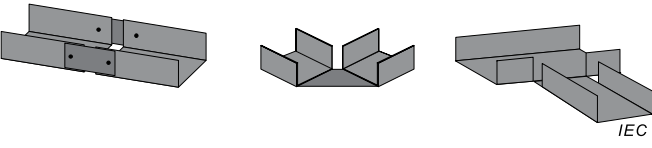
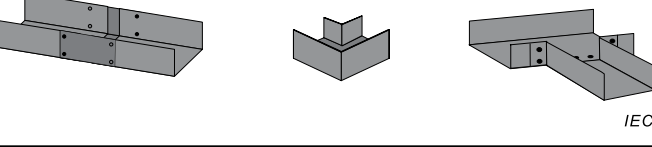


Figur H.4 – Kabelarrangementer i metalliske kabelbakker

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.

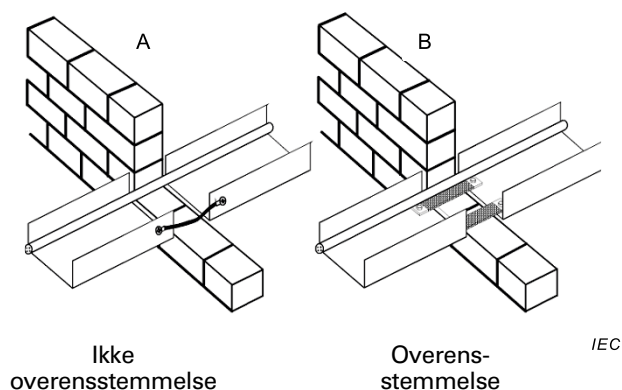
Formen på den metalliske sektion bør skabe kontinuitet i afskærmningen i hele dens længde. Alle indbyrdes forbindelser bør have lav impedans, se figur H.5.

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.

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.

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 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.	

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*

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 (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 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