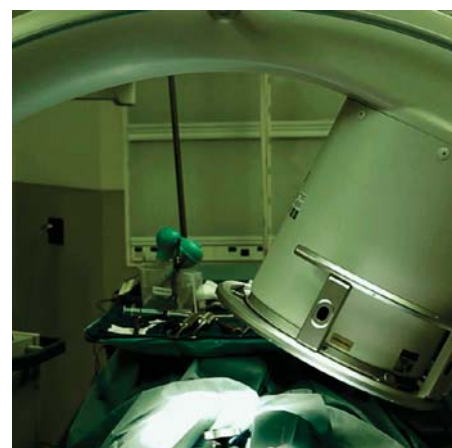


GF 2

ELEKTRIKERUDDANNELSEN



El- og Vvs-branchens
Uddannelsesforlag



EL-BRANCHEN

VI TÆNKER BAG FACADEN

DANSK EL-FORBUND

TEKNIQ

Kun til brug for medlemmer af TEKNIQ og Dansk El-forbund

GF2

Elektricitet	4
Spænding	5
Tabel	10
Grundbegreber	12
Tabel	14
Serieforbindelser	14
Parallelforbindelser	15
Elektrisk felt	15
.....	15
Lyn.....	16
Atomere og molekyler	17
Det Periodiske system	20
Advarsel.....	24
Elektrolyse	24
Kombinationslogik.....	25
Relæteknik.....	28
Hovedkontakter.....	30
Spoler	30
Hjælpekontakte.....	30
Selvrensende kontakter	33
Tidsrelæer	33
Motorværn	39
Modulsystemer	46
Styre-føleorganer	49
Mikroomskifter	51
Endestop	54
Manuelle kontakter	58
Magnetisme	59
Magnetform	62
Elektromagneter	65
Gensidig påvirkning mellem to parallelle ledere	66
Gensidig påvirkning	67
Spole med kerne.....	67
Forhold ved jævn- og vekselspænding	69
Strømførende leder i magnetfelt	70
Induktion.....	71

GF2

Generatorreglen.....	75
Forhold ved strømtilslutning	76
Transformer	78
Sikringer	90
Måleprincipper	95
Plantegning.....	97
Kredsskemaer.....	101
Grundlæggende principper ved anlægstyper	103
1-polet tænding.....	105
Installationstegning - Synlig rørinstallation	106
Lede lys	107
Korrespondancetænding.....	109
System B.	110
Krydsningsafbryder	111
Automattryk	114
Trappeautomat	116
Kiprelæ	119
Tegnemåder	121
Eftersyn, afprøvning og verifikation – DS/HD 60364-6 – 6.4	132
Eksempler på prøvemethoder.....	133
Værkstedsteknik	143
Rapportskrivning.....	167
Service og kundepsykologi	170
Din rolle i virksomheden og i forhold til kunden	171
Produkt	172
Service	173
Kundetyper	174
Når du står med kunden	177
Samarbejde mellem faggrupper	179
Kundernes forventninger og de vigtige bud for god kundeservice	181
Salg og service hører sammen	185
Salgsdialogen med kunden.....	192
Kundeklager og reklamationer	200
Beskyttelse mod elektrisk stød.....	203
Nulling	216
Jordingsanlæg	223

GF2

Boliginstallation.....	227
Bygningsreglementets krav til installationer i boliger	236
Fællesregulativet 2014.....	240
Jordingsanlæg og beskyttelse DS/HD 60364-5-540.....	241
Generelt om jordforbindelse.....	241
Jordingsanlæg og beskyttelsesledere	242
Typer af jordingsanlæg	243
Dimensionering af jordingsanlæg.....	244
Jordingsanlæg og beskyttelsesledere - en sammenhængende.....	246
potentialudligning i en installation	246
Beskyttelsesledere – (se 543).....	247
Beskyttelseslederens elektriske kontinuitet 543.3	248
PEN-ledere 543.4	249
Ledere til udligningsforbindelser	250
Kapslingsklasser.....	252
Placering af måler og gruppetavler	254
Særlige krav til lægmandstavler, DS/EN 61439-3	258

Elektricitet

Ordet elektricitet stammer fra det græske ord elektron, der betyder rav. Elektricitet er et fysisk fænomen, der knytter sig til elektriske ladninger i hvile (elektrostatik) eller i bevægelse (elektrodynamik) og som viser sig ved gensidig frastødning og tiltrækning af partikler. For at forstå, hvad ordet dækker i vort fagsprog, er det nødvendigt at kende lidt til stoffernes opbygning.

Stoffer

Stofferne forekommer i forskellige tilstandsformer:

- luftformige (fx neon), flydende (fx kviksølv) faste (fx kobber)
- Det enkelte stofs tilstandsform er ikke permanent, men kan ændres ved påvirkning af fx temperatur eller tryk.

Den mindste del af et stof der kan påvises, er et molekyle, som igen består af et eller flere grundstoffer.

Alt stof er opbygget af et eller flere grundstoffer.

Et grundstof består udelukkende af ens atomer; af grundstoffer findes der over 100. Man har opstillet disse i et system kaldet: "Det periodiske system", se afsnittet naturlære.

Ud fra de forskellige stoffers elektriske egenskaber med hensyn til ledeevne, kan der foretages en opdeling i ledere, isolatorer og halvledere.

Former for el

Elektricitet kan frembringes på forskellige måder, fx:

- Statisk elektricitet (ved gnidning)
- Galvanisk elektricitet (kemisk påvirkning) Induceret elektricitet (elektromagnetisme) Fotoelektricitet (lyspåvirkning)
- Piezo elektricitet (mekanisk påvirkning) Termo elektricitet (varmepåvirkning).

Positiv og negativ

Ved jævnstrøm benævnes energikildens to poler henholdsvis positiv og negativ.

Den positive mærkes med + Den negative mærkes med -

Jævnstrøm (DC)

Ved jævnstrøm forstår man en elektrisk strøm, som vedvarende løber i samme retning gennem ledningen, men den behøver ikke at have konstant styrke. Den ene klemme er altid + og den anden altid -.

Vekselstrøm (AC)

Vekselstrøm vil sige en elektrisk strøm, som med små konstante tidsmellemlum skifter retning (+ og - skifter plads).

Spændingsforskel

Mellem en elektricitetskildes to tilslutningsklemmer er der en vis spændingsforskel. Tilsluttes en elektrisk brugsgenstand mellem sådanne to klemmer, vil der passere en strøm rundt i kredsløbet.

Strømmens styrke begrænses af den elektriske modstand i kredsløbet.

Spænding

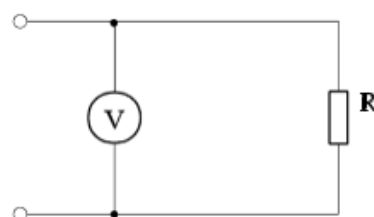
Spændingens størrelse vil afhænge af mængden af elektroner (negative), der adskilles fra deres positive kerner.

Enheden 1 volt kan udledes som den spænding, der er nødvendig for at sende en strøm på 1 ampere gennem en modstand på 1 S.

Ved spændingsmåling benyttes et voltmeter. Instrumentet tilsluttes som vist på skitsen.

Spændingsforskellen måles i volt (V) og benævnes i formel med U.

Store spændinger angives i kilovolt (kV), $1 \text{ kV} = 1000 \text{ V}$.
Små spændinger angives i millivolt (mV), $1 \text{ V} = 1000 \text{ mV}$,
eller mikrovolt (μV), $1 \text{ V} = 10^6 \mu\text{V}$.



Eksempler på spændinger

Et element: 1,5 V DC akkumulator, 6-12-24 V DC.

Forsyningsnet: 230/400 V AC - 220/440 V DC.

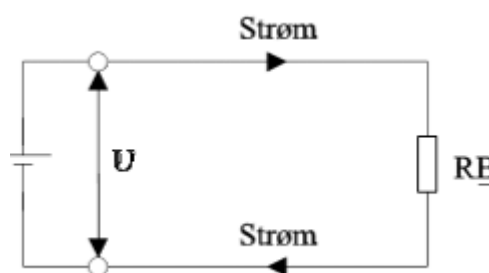
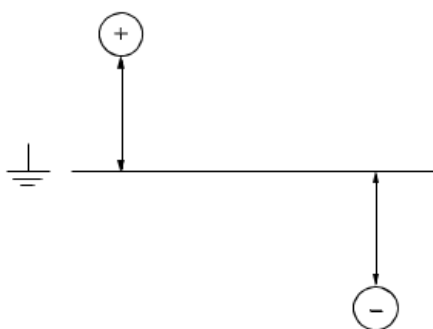
Fra elværket: 132.000-150.000 V.

400 kV (132-150) kV AC.

Spændingen forplanter sig lynhurtigt gennem ledningen ca. 300.000 km/s.

Potentiale

Spændingen i forhold til jord kaldes potentialet.



Strømmens størrelse vil afhænge af antallet af elektroner, der passerer rundt i kredsløbet pr. tidsenhed.

Definition

En ampere er defineret som strømstyrken af en konstant elektrisk strøm, der - når den løber i to parallelle, uendeligt lange ledere med forsvindende lille cirkulært tværsnit, som har den indbyrdes afstand af 1 meter og er anbragt i det tomme rum bevirker det, at den ene leder påvirker den anden med kraften $2 \cdot 10^{-7}$ newton for hver meter.

Måleenheder

Strømstyrken måles i ampere (A) og benævnes i formler med bogstavet I.

Store strømme angives i kiloampere (kA),

1 kA = 1000 A.

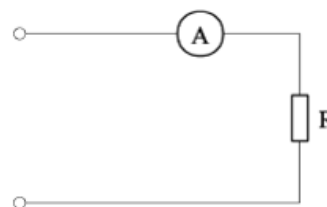
Små strømme angives i milliampere (mA),

1 A = 1000 mA, eller i mikroampere (μ A),

1 ampere = $10^6 \mu$ A.

Måling

Ved strømmåling benyttes et amperemeter. Instrumentet tilsluttes som vist på skitsen.

**Eksempler på strømme**

Glødelamper: 0,1 A - 0,2 A - 0,5 A En varmeovn: 5 A.

Strømretning

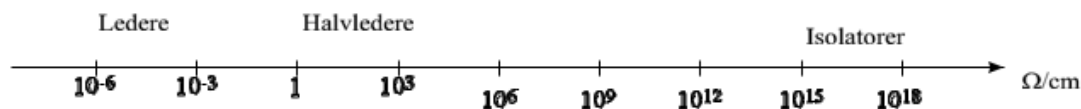
Selv om vi ved, at det er elektronerne, der bevæger sig i et elektrisk kredsløb fra - til +, fastholdes den engang vedtagne strømretning fra + til -.

Hastighed

Strømmen bevæger sig i forhold til spændingen betydeligt langsommere, i visse tilfælde med nogle få cm/s.

Modstand

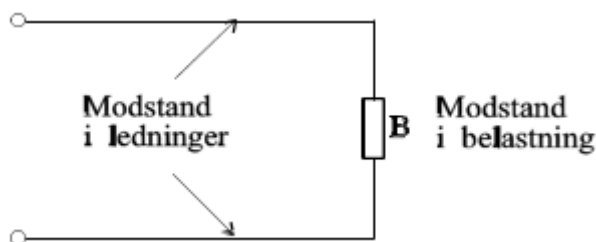
De forskellige stoffer kan, med henblik på deres elektriske modstand, opdeles i følgende grupper:



Den elektriske modstand i et stof er afhængig af, hvor fast elektronerne i atomet er "bundet" til kernen.

Er elektronerne fast bundet til kernen (kun få "frie" elektroner), har strømmen svært ved at passere, altså stor modstand. Er der mange "frie" elektroner, har strømmen lettere ved at passere, altså er modstanden i det pågældende stof mindre.

En modstands størrelse afhænger foruden af materialet (modstandsfylden) også af længden og tværsnittet. Alle stoffer ændrer modstandsværdi ved temperaturændring.



Stoffer med en meget lille modstand kaldes ledere, fx sølv, aluminium og kobber. Kobber og aluminium bruges til elektriske ledninger.

Sølv bruges til sikringstråd og belægning på kontaktflader.

Halvledere er en gruppe stoffer, der normalt hører under isolatorer, men som ved ydre påvirkning i form af spænding, varme eller lys kan lede en elektrisk strøm. Eksempler på sådanne er: germanium, silicium og selen.

Stoffer med så stor modstand, at strømmen vanskeligt kan passere, kaldes isolatorer. Eksempler på sådanne er: plastic, porcelæn, gummi, papir og olie.

Definition

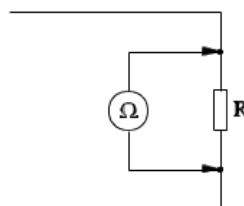
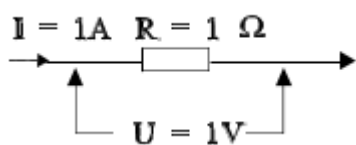
Enheden 1 S kan udledes som den modstand, der ved en strømstyrke på 1 A skaber et spændingsfald på 1 V.

Ved modstandsmåling benyttes et ohmmeter; instrumentet tilsluttes som vist. Modstanden måles i ohm (S) og benævnes i formler med bogstavet R.

Store modstande angives i kiloohm (kS) eller i mega- ohm (MS).

$$1 \text{ kS} = 1000 \text{ S}$$

$$1 \text{ MS} = 1.000.000 \text{ (} 10^6 \text{ S)}$$



Eksempler på modstande

Glødelamper: 1000 S, 2000 S

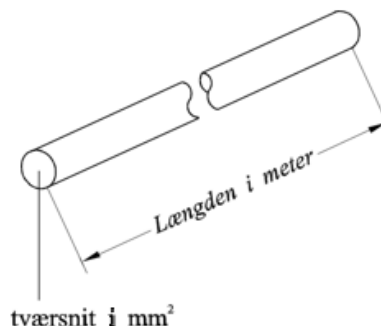
Varmeovn: 50 S

Forsøg viser, at en lang tråd yder en større modstand mod strømmen end en kort tråd.

Ligeledes yder en tynd tråd større modstand end en tyk tråd. Endelig har det anvendte materiale betydning for ledningsmodstanden.

Samhørigheden mellem et ledningsmateriales længde, tværsnitsareal samt modstandsfylde udtrykkes i formen:

$$Rl = \frac{\rho \cdot l}{q}$$



- R er modstanden i S
- l er ledningens længde i meter q er ledningens tværsnit i mm²
- k er ledningsmaterialets modstandsfylde.

Kan også skrives:

$$\rho = \frac{Rl \cdot q}{l}$$

$$q = \frac{\rho \cdot l}{Rl}$$

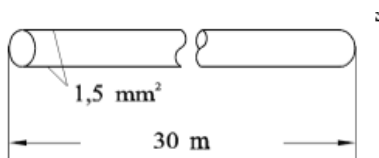
$$l = \frac{Rl \cdot q}{\rho}$$

Modstandsfylde

Ved et stofs modstandsfylde forstås modstanden i 1 m af stoffet med et tværsnitsareal på 1 mm² og ved en temperatur på 20 OC; modstandsfylden kaldes også for den specifikke modstand.

Eksempel

Find modstanden i en 30 m lang kobbertråd med tværsnit 1,5 mm² ved 20 OC.



$$Rl = \frac{\rho \cdot l}{q}$$

$$Rl = \frac{0,018 \cdot 30}{1,5} = \underline{\underline{0,36 \Omega}}$$

GF2

Eksempel

I en kobberledning, hvis tværsnit er 1,5 mm² måles en lednings modstand på 0,54 S (20 OC).

Hvor lang er ledningen?

$$Rl = \frac{\rho \cdot l}{q} \rightarrow l = \frac{Rl \cdot q}{\rho}$$
$$l = \frac{0,54 \cdot 1,5}{0,018} = \underline{\underline{45 \text{ m}}}$$

I stedet for at tale om et stofs modstandsfylde nævnes ofte stoffets specifikke ledevne, som er:

$$G = \frac{1}{R} = \frac{1}{\Omega} \text{ [S]}$$

Reciprok værdi af modstanden.

$$\frac{1}{\Omega} = \Omega^{-1} = \frac{A}{V} = 1 \text{ Siemens}$$

Temperaturens indflydelse

Alle stoffer ændrer modstandsværdi ved temperaturændring.

Modstandsværdiens ændring med temperaturen angives ved stoffets temperaturkoefficient ".

Tabel

Modstandsfylden for de forskellige stoffer kan findes i tabellen. Nogle eksempler på modstandsfylde er vist i nedenstående.

Materiale	k_{20} $\frac{S}{m}$ $\frac{mm^2}{m}$	α_{20} 10 -3/°C
Kobber.	0,0175*	3,93
Aluminium	0,0263	4,3
Aluminium, hårdt	0,0284	4,03
Aldrey	0,032	3,6
Sølv	0,0159	4,1
Konstantan	0,50	-0,04
Manganin	0,43	+0,03
Krom-nikkel (80-20) .	1,05	0,13
Nikkel	0,072	6
Kanthal	1,45	0,06
Megapyr	1,40	0,04
Kviksølv	0,958	0,89
Wolfram	0,055	4,1
Guld	0,024	3,4
Cadmium	0,07	3,8
Jern	0,0978	6,4
Platin	0,09	4
Zink	0,059	4
Molybdæn	0,05	4
Beryllium	0,1	4
Iridium	0,065	3,6
Bly	0,2	4
Ståltråd	0,105- 0,24	5,6- 3,2
Tin	0,10	4,3
Fosforbronze	0,12	0,7
Berylliumbronze	0,06	1,3

* I praksis regnes ofte med 0,018

Den specifikke modstand k_{20} er angivet i :Sm ved 20 /C. - Temperaturkoefficienten er angivet ved α_{20} (20 /C) i %/ /C.

Eksempel

En modstand på 0,5 kS vikles af en nikkeltråd med en diameter på 0,5 mm.

Hvor lang tråd skal bruges?

Først beregnes trådens tværsnitsareal:

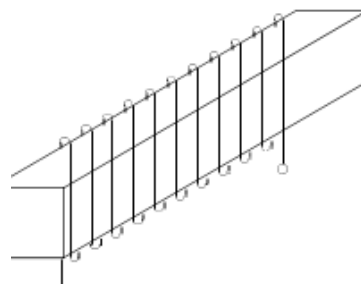
$$q = \frac{\pi}{4} \cdot d^2$$

$$q = \frac{3,14 \cdot 0,5^2}{4} = \underline{0,196 \text{ mm}^2}$$

Herefter findes trådens længde:

$$Rl = \frac{\rho \cdot l}{q} \rightarrow l = \frac{Rl \cdot q}{\rho}$$

$$l = \frac{500 \cdot 0,196}{0,072} = \underline{1361 \text{ m}}$$



Når en el-brugsgenstand tilsluttes en spænding, gennemløbes brugsgenstanden af en strøm, og der udvikles effekt.

Altså: effekt = spænding x strøm.

Ved effekt menes arbejds hastighed, altså arbejds mængde pr. tids enhed.

Elektrisk effekt måles i watt (W).

I formler benyttes for effekt bogstavet P.

Store effekter angives i kilowatt (kW) eller i megawatt (MW).

1 kW = 1000 W.

1 MW = 1.000.000 W (10⁶W).

Glødelamper: 15, 20, 40, 60 og 100 W. Kogeplader: 800 og 1200 W.

Elektrisk arbejde kan udledes som produktet af den elektriske effekt og den tid, effekten afsættes i belastningen. Altså: arbejde = effekt " tid.

Elektrisk arbejde måles i watt-sekunder (Ws) eller hyppigere i kilowatt-timer (kWh). Det er disse kWh, el-måleren registrerer, som danner grundlaget for afregning af elektricitet.

I formler benyttes bogstavet A for arbejde.

Grundbegreber

	Måleenhed	Forkortelse	Formel- betegnelse
Strøm	Ampere	A	I
Spænding	Volt	V	U
Modstand	Ohm	S	R
Effekt	Watt	W	P
Arbejde	Kilowatt-timer	kWh	A

Andre måleenheder

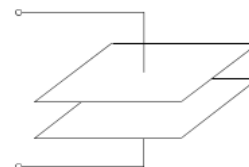
Arbejde måles efter SI-målesystemet i joule (J), og effekten kan måles i joule pr. sekund.

$$1J = Ws$$

$$1 J/s = 1 W$$

Kapacitet og ladninger

En kondensator kan være opbygget af to lige store metalplader, adskilt med et luftlag imellem.



Tilsættes kondensatoren en jævnspændingskilde, vil der over spændingskilden finde en elektronbevægelse sted fra den ene plade til den anden. Man siger, at der går en lade-strøm til kondensatoren.

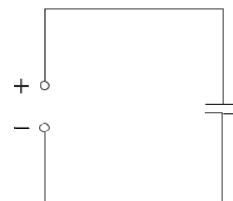
Derved bliver den ene plade positivt og den anden plade negativt opladet, og der opstår et elektrisk felt mellem pladerne.

Strømmen vil løbe, indtil det potentiale, som ladningerne danner mellem kondensator-pladerne, når den påtrykte spænding.

Når kondensatoren er opladet, udviser den en uendelig stor modstand over for jævn-strøm. Afbrydes forbindelsen fra spændingskilde til kondensator, sker der ingen ændring i ladningsforholdene, og den beholder sin spænding.

Forbindes kondensatoren til en brugsgenstand, vil der gå en strøm, som bevirker, at kondensatoren aflades.

Under opladning vil der samles en bestemt elektricitetsmængde på pladerne. Elektricitetsmængden afhænger af spændingskildens spænding og kondensatorens kapacitet.



Måleenheder

Ladningen eller elektricitetsmængden måles i As; i formelen anvendes Q for ladning (columb).

Kapacitet

Man kan ved forsøg finde, hvilke faktorer der bestemmer en kondensators kapacitet. Halverer man afstanden mellem en kondensators plader, vil den kunne optage den dobbelte elektricitetsmængde, og fordobler man afstanden, vil den kun optage den halve ladning, alt ved samme spænding. Fordobler man pladernes areal, vil den optagne elektricitetsmængde også for- doubles ved samme spænding.

Kapaciteten er derfor konstant for en given kondensator.

Kapaciteten måles i Farad (F), og i formler anvendes C for kapacitet.

$$1 \text{ F} = 10^6 \text{ F} = 10^9 \text{ nF} = 10^{12} \text{ pF}$$

1 :F er altså 0,000 001 F, idet =, som er det græske bogstav my, betegner en milliontedel.

For småkondensatorer i fx radio- og tv-apparater anvendes den endnu mindre enhed, en pF, hvor

$$1 \text{ F} = 1.000.000.000.000 \text{ pF}.$$

For en kondensator gælder følgende forhold: $C = \frac{Q}{U}$

Eksempel

En 2 :F kondensator oplades ved 230 V jævnspæn- ding. Beregn ladningens størrelse.

$$C = \frac{Q}{U} \rightarrow Q = C \cdot U$$

$$Q = \frac{2 \cdot 220}{10^6} = \underline{\underline{0,00044 \text{ As}}}$$

En kondensator vil ved samme spænding optage en større ladning, hvis der i stedet for luftlaget mellem pladerne er anbragt et lige så tykt lag af et andet isolerende stof, fx papir, glas eller gummi.

Disse stoffer leder de elektriske kraftlinier bedre end luft. Denne ledeevne eller forstærkningsevne hos stoffet kaldes dielektricitetskonstanten og benævnes med det græske bogstav epsilon (ε).

Dette tal angiver, hvor mange gange en kondensators kapacitet bliver større ved brugen af det pågældende stof i stedet for luft. Stoffet selv betegnes som et dielektrikum.

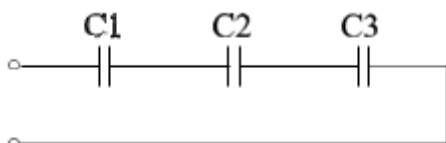
Tabel

Relative dielektricitetskonstanter for nogle almindelige stoffer:

Luft	1	Glimmer	6-8
Papir	1,8-2,6	Ætylalkohol	6,5
Parafin	2,0-2,3	Nitrobenzol	25,8
Ebonit	2,5-3,5	Condensa N	37,8
Polystyrol	2,2	Condensa C	40
Plexiglas	3,0-3,6	Kerafar Rosalt	80
Papir imprgn.	2,2-6	90	64
Bakelit	3-5	Rosalt 40	85-95
Glas	5-8	Beriumtitanat	32-40
Celluloid	3,3-3,5	Vand	20
Kvartsglas	3,75	Rutil	81
Pertinax	4,4-5,5		110

Serieforbindelser

Ved forsøg kan det vises, at man ved serieforbindelse af kondensatorer kan finde den resulterende kapacitet af ligningen.

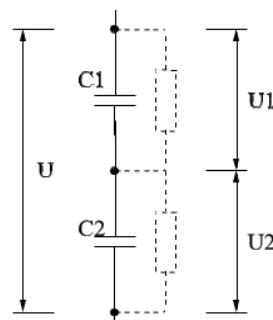


$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + \frac{1}{C3}$$

I serieforbindelsen fordeles spændingen over de enkelte kondensatorer.

Der må tages hensyn til, at kondensatorernes isolationsmodstande virker som en spændingsdeler. For at opnå en ensartet belastning, må man påse at få tilnærmelsesvis samme isolationsmodstand eller i forhold til denne parallelkoble mindre modstande, som fordeles spændingen rigtigt.

En sådan seriekobling danner en kapacitiv spændingsdeler for vekselspændinger.

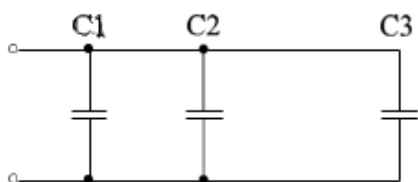


Parallelforbindelser

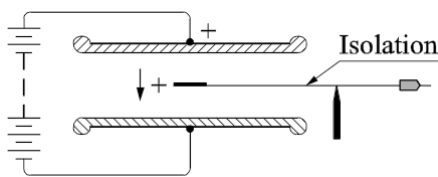
Ved parallelforbindelse finder man:

$$C = C1 + C2 + C3$$

Ved parallelforbindelse finder man: Formlerne kan også udledes ad teoretisk vej. I parallelforbindelsen er arbejds-spændingen for kondensatoren med den laveste spænding afgørende.



Elektrisk felt



Anbringer man et legeme, der på anden måde er ladet med elektricitet, positiv eller negativ, et sted i mellemrummet mellem en kondensators to plader, efter at disse er opladet, vil legemet frastødes af den negative plade og tiltrækkes af den positive, hvis det selv er negativt ladet; omvendt, hvis det er positivt ladet.

Man vil ved hjælp af en vægtopstilling som den viste kunne måle den kraft, hvormed legemet påvirkes. Denne kraft bliver større, jo større elektricitetsmængde der er opsamlet på pladerne og på legemet selv.

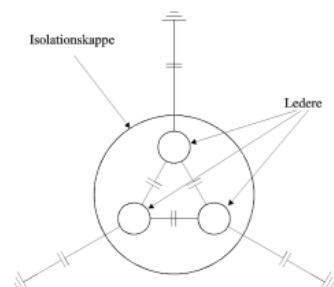
I mellemrummet mellem de to plader findes et elektrisk felt, hvorved man forstår et rum, hvori der virker elektriske kræfter.

Imidlertid optræder elektriske felter mange andre steder end i kondensatorer.

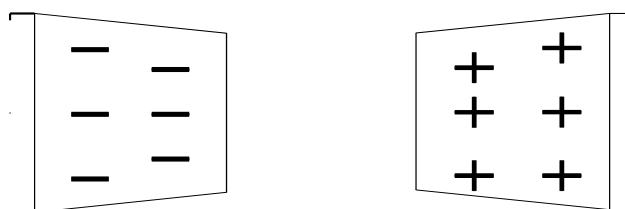
Overalt, hvor spændingsførende dele er adskilt fra hinanden eller fra omgivelserne ved isolerende stoffer, kan der konstateres elektriske felter.

Elektriske felter kan nedbryde isolationslaget i kabler, og en særlig fare for nedbrydning opstår, hvis der fx i papirisolerede højspændingskabler findes små luftmellemrum i isolationslaget. I kabler vil lederne optræde som kondensatorplader indbyrdes og i forhold til jord. I lange kabler kan kondensatorens kapacitet blive meget stor. Det er derfor vigtigt ved reparation, eftersyn o.l., når kablet er spændingsløst, at lederne kortsluttes og jordes.

Der kan også opstå et elektrisk felt mellem to vægflader, hvis disse ved luftens bevægelse oplades med forskellig elektricitet.



Der kan også opstå et elektrisk felt mellem to vægflader, hvis disse ved luftens bevægelse oplades med forskellig elektricitet.



Lyn

Jorden, der er negativ, har uden om sig et elektrisk felt med stigende potentiale oppefter. Spændingen kan være 100 V eller mere pr. meter i de nedre luftlag.

Lyn er elektriske gnister, der springer mellem legemer med forskellig spænding.

Når vanddråberne i skyerne falder, gnider de imod luften, hvorved der opstår elektricitet. Den øverste del af skyen bliver positiv, den nederste negativ.

Lynet kan opstå på tre måder. Der kan springe en gnist inde i skyen, mellem to skyer eller mellem sky og jord.



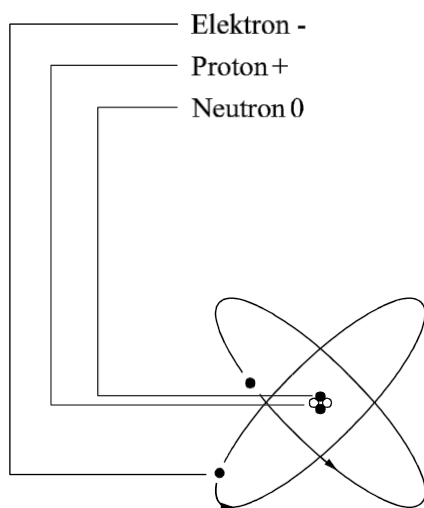
Atomer og molekyler

Atomet

Et atom er den mindste del, hvori et stof kan deles, når dets egenskaber skal bevares (den mindste del af et grundstof, der kan indgå i et molekyle).

Opbygning

Atomet består af en kerne, der er omgivet af såkaldte elektronskaller, hvoraf der kan være op til syv. Ordet atom betyder udelelig. På det tidspunkt i historien hvor man bestemte sig for navnet, vidste man ikke, at atomet var deleligt. Dette har man senere fundet ud af.



Kernen

Kernen er sammensat af de 2 elementarpartikler: Protoner og neutroner. Der kan være flere neutroner end protoner i kernen. En proton og en neutron har omtrent samme masse. Antallet af protoner plus antallet af neutroner kaldes tilsammen nukleoner. Antallet af nukleoner er lig med atomvægten (masse- tallet).

Antallet af protoner og antallet af elektroner er det samme, hvis atomet udadtil skal være elektrisk neutral.

Antallet af neutroner er mere ubestemmeligt, da disse har til opgave at gøre atomet stabilt, hvilket i dette tilfælde vil sige ikke radioaktivt.

Antallet af protoner i kernen bruges til at give atomet nummer, og dermed også navn. Fx har oxygen (ilt) 8 protoner i kernen. Antallet af protoner for et atom betegnes med bogstavet Z. Antallet af neutroner betegnes med bogstavet N.

GF2

A = Z + N

Summen af protoner og neutroner i kernen kaldes for atomets massetal og betegnes med bogstavet A.

Tidligere troede man, at et grundstof bestod af helt ens atomer. Dette har siden vist sig at være forkert, da netop antallet af neutroner kan variere.

Fx findes der således tre forskellige slags oxygen (ilt) med 8 protoner som oxygen (ilt) skal have, men med 8-9 eller 10 neutroner.

Isotop

Den slags oxygen der findes mest af, er oxygen med 8 neutroner. Dette kaldes for naturligt oxygen (ilt). Oxygen med 9 eller 10 neutroner kaldes for oxygen (ilt) isotoper. En isotop af et grundstof er et grundstof med det samme antal protoner, men med et afvigende antal neutroner fra det normale. Som en tommelfingerregel kan man sige at der er ca. lige mange af hver, altså lige mange protoner og neutroner. Et grundstof og dets isotoper opskrives på følgende måde:

$$\begin{array}{ccc} 16 & 17 & 18 \\ 0 & 0 & 0 \\ 8 & 8 & 8 \end{array}$$

Hvor øverste tal er massetallet = antal kernepartikler og nederste tal er antallet af protoner = antallet af elektroner = atomnummeret.

Proton

En proton er en positiv ladet elementarpartikel.

Dens elektriske elementarledning er $4,802 \cdot 10^{-10}$ elektrostatiske enheder, svarende til $1,59 \cdot 10^{-19}$ coulomb.

$$1 \text{ Coulomb} = 1 \text{ As}$$

Protonens masse er $1,6725 \cdot 10^{-24}$ gram.

Protonen har en positiv elektrisk ladning, som betegnes med +1 eller +e, hvor e står for størrelsen elementarladningen.

Neutron

Neutronen er en, i elektrisk henseende, neutral elementarpartikel, der kan frigøres fra kernen. Frie neutroner er radioaktive og kan spaltes til 1 proton, 1 elektron og 1 neutrino.

Neutronen har, som navnet næsten siger, ingen elektrisk ladning, den er neutral. Uden om kernen i nogle bestemte baner eksisterer den sidste af elementarpartiklerne, nemlig elektronen.

Elektron

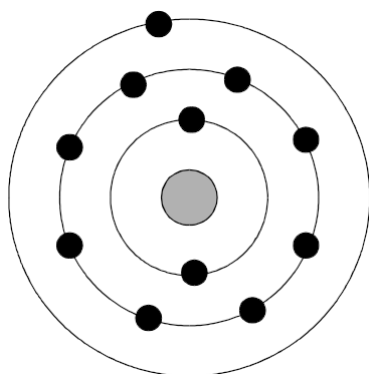
En elektron er en negativ ladet elementarpartikel, der bevæger sig omkring kernen i bestemte baner (skaller), og som betegnes med -1 eller -e hvor e her igen står for størrelsen: elementarladningen. Alle elektroner er ens i ladning, uanset hvilket atom de tilhører.

Elektronernes negative elektriske ladning har samme størrelse som protonernes positive elektriske ladning.

Elektronskaller

Elektronerne uden om kernen er opdelt i forskellige skaller. Et atom kan maksimalt have 7 elektronskaller. Disse elektronskaller kan hver for sig kun indeholde op til et bestemt antal elektroner (se tabel). Der er den begrænsning, at den yderste skal på et vilkårligt atom aldrig kan indeholde mere end 8 elektroner og den næst yderste aldrig mere end 18 elektroner. Det skal pointeres at et atom aldrig kan have en tom elektronskal.

Skallerne er nummereret fra kernen af og udefter med både et nummer og et bogstav. Den inderste skal har nummer 1, den næste 2, osv. Skallerne er som sagt også beskrevet med et bogstav, begyndende med K og sluttende med Q. Hver af disse elektronskaller er igen opdelt i underafdelinger med navnet orbitaler.



Orbitaler

Disse orbitaler har ligesom skallerne et maksimalt indhold af elektroner og det er orbitalerne, der bestemmer opfyldningsrækkefølgen af elektroner i atomets skaller. Rækkefølgen af disse og disses egenskaber går ud over denne bogs niveau.

Alle de grundstoffer vi kender i dag, er organiseret i et system, som man kalder det periodiske system.

I det system han opdagede opstod der nogle huller, eller manglende grundstoffer. Disse forudsagde Mendelejev skulle indeholde nogle endnu ikke opdagede grundstoffer. Han kunne endda forudsige disse manglende grundstoffers egenskaber. Et af de grundstoffer han forudså var Germanium (Ge), som først blev opdaget i 1886, altså 17 år efter at Mendelejev udgav sit system.

Det system som vi i dag kalder Det Periodiske System, ser en lille smule anderledes ud end det system Mendelejev opfandt.

Det periodiske system er opbygget i perioder og grupper. Grundstoffer som indeholder det samme antal elektronskaller, er placeret i samme periode, som findes vandret i det periodiske system, og de grundstoffer som indeholder det samme antal elektroner i yderste skal er placeret i samme gruppe, som findes lodret i det periodiske system.

Gruppe førhen:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Periode:	I A	II A	III B	IV B	V B	VI B	VII B	VIII B	VIII B	VIII B	I B	II B	III A	IV A	V A	VI A	VII A	VIII A	Skal
1	1 H																2 He		K
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne	L
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar	M
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr	N
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe	O
6	55 Cs	56 Ba	**	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn	P
7	87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Uut	114 Fl	115 Uup	116 Lv	117 Uus	118 Uuo	Q
			↓																
			* Lanthanider	57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu	
			** Actinider	89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr	
Førekunst:			Naturligt grundstof																Radioaktivt grundstof
Kemisk serie:			Aldmetaller				Jordalkalimetaller								Halogener				Edelgasser
			Lanthanider				Actinider												
			Overgangsmetaller				Metaller								Haldmetaller				Ikke-metaller
Fase: (under standard tryk og temperatur)			Gas				Flydende								Fast				Ukendt

Ud over hovedgrupperne findes der i det periodiske system også nogle undergrupper (mærket med B sammen med gruppenummeret), samt lanthanider og actinider. Da der

omkring disses inddeling i grupper her- sker stor forvirring, vil vi her koncentrere os om hovedgrupperne.

Metal / ikke metal

Ud over at være opdelt i grupper og perioder, er der også en opdeling af det periodiske system i to store afdelinger, nemlig i metaller og ikke metaller. Denne opdeling sker ved den 'trappe' som kan ses på det periodiske system (den er tydelig omkring stofferne Ge og As). Stofferne til højre for denne 'trappe' er ikke metaller og stofferne til venstre er metaller. Således er fx calcium (Ca) et metal, og nitrogen (N) et ikke metal.

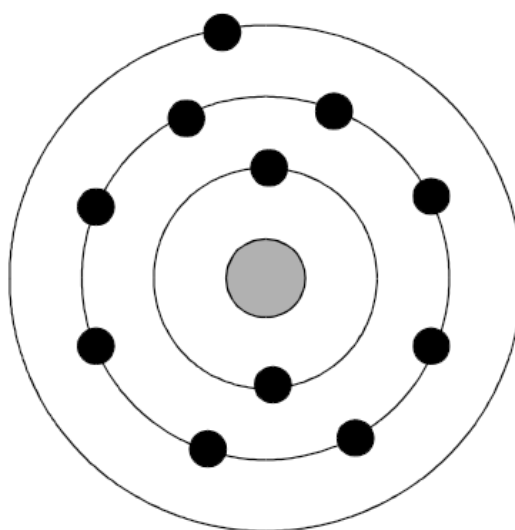
Grupper / perioder

Der findes i alt 8 hovedgrupper, som præcis passer med det antal elektroner, der kan være i et atoms yderste elektronskal. Altså skal natrium (Na) placeres i gruppe IA, da dette stof har 1 elektron i sin yderste skal. Der findes i alt 7 perioder, som præcis passer med det antal elektronskaller som man i dag har fundet som maksimum. Natrium (Na) skal placeres i periode 3, da dette stof har 3 elektronskaller.

Det periodiske system indeholder ud over mange andre oplysninger, også oplysninger som gør det muligt at forudsige opbygningen af kemiske forbindelser. Når forskellige stoffer indgår i kemiske forbindelser, sker det ved at elektronerne i atomernes yderste skal, søger forbindelse med hinanden, på en sådan måde at de opfylder oktetreglen.

Oktetreglen

Oktetreglen siger, at alle atomer som indgår i en kemisk forbindelse, skal have oktetten fuld, hvilket vil sige, at alle atomer som indgår i kemiske forbindelser skal have 8 elektroner i den yderste skal.



GF2

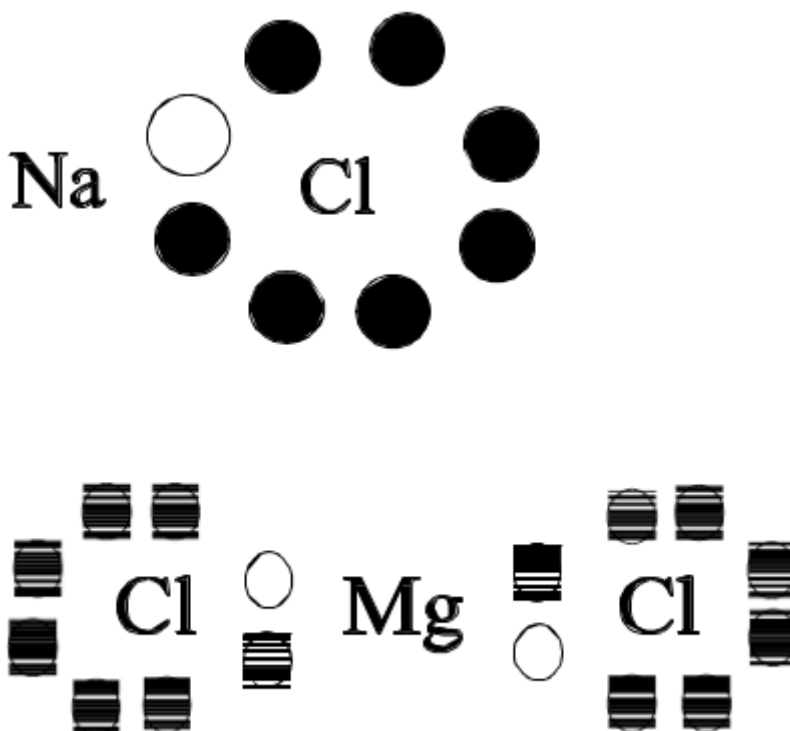
Natrium (Na) er i gruppe IA og har derfor 1 elektron i sin yderste skal. Den kan fx danne en kemisk forbindelse med chlor (Cl), som er i gruppe VIIA i det periodiske system og derfor har 7 elektroner i sin yderste skal.

Hvis vi kombinerer disse to stoffer, vil vi få stoffet NaCl natriumchlorid. Hvis vi derimod vil danne en kemisk forbindelse mellem magnesium (Mg) og chlor (Cl), bliver det lidt vanskeligere, da magnesium (Mg) er i gruppe IIA og derfor har 2 elektroner i sin yderste skal. Hvis vi kombinerer disse to, bliver der jo alt i alt 9 elektroner i stoffernes yderste skal. Dette problem løses ved at lade 2 chlor (Cl) atomer reagere med 1 magnesium (Mg) atom, således at stoffet kommer til at hedde $MgCl_2$.

Et meget kendt stof CO_2 eller kuldioxid, fremstilles på samme måde ved hjælp af det periodiske system.

Man siger at et stof afgiver elektroner til det andet stof. Fx kan man sige at i NaCl's tilfælde, afgiver Na, som kun har en elektron i sin yderste skal, denne elektron til Cl som har 7 elektroner i sin yderste skal, således at de nu begge har 8 elektroner i deres yderste skaller, og dermed opfylder oktetreglen.

Denne antagelse er ikke helt rigtig, da stofferne ikke afgiver elektroner til hinanden, men derimod er fælles om disse elektroner.



Baser

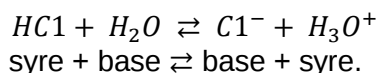
Baser er ætsende stoffer, der reagerer med fedtstoffer og olie og danner sæbe. Som følge af denne virkning bruges de til rensning og affedtning af metaller.

Definition på base: Et stof som kan optage en proton reagerer som base. I jern-nikkel akkumulatoren bruges kalilud NaOH som elektrolyt.

Baser skal ligesom syrer benyttes med forsigtighed.

Syre/basereaktioner

Ved en syre/basereaktion sker der en protonoverførsel fra en syre til en base. Dette illustreres i følgende syre/basereaktion:



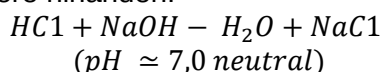
HCl afgiver en proton til H_2O og er derfor en syre, mens H_2O omvendt optager en proton og derfor er en base. Reaktionen kan gå begge veje idet man taler om korresponderende syre/base par. HCl korresponderer med Cl^- og H_2O korresponderer med H_3O^+

Salte

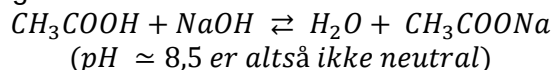
Hvis man hælder syre på et metal, sker der en kemisk proces, således at syrens brint-indhold ombyttes med metal, og der dannes et salt, når væsken bortdampes. Da ikke alle metaller kan opløses i en syre, er det vigtigt, at man tager hensyn til hvilket metal det er. Metallet som man bruger, skal være placeret rigtigt i spændingsrækken. Syrer kan kun opløse metaller, som står øverst i spændingsrækken. Fx kan HCl (saltsyre) ikke opløse guld.

Neutralisering

Syrer og baser reagerer med hinanden og danner salt og vand. Man kan altså benytte dem til gensidigt at neutralisere hinanden.



Der er dog visse undtagelser:



Advarsel

Ved blanding af forskellige væsker fx syrer, baser og andre kemiske forbindelser skal der udvises den største agtpågivenhed, idet to væsker hver for sig kan være uskadelige, men ved blanding kan udvikle giftige dampe eller så stærk varme, at de eksploderer.

Elektrolyse

Ved elektrolyse forstår man elektrokemiske processer. Elektrolyse kan have både gavnlige og skadelige virkninger. I elektriske elementer og akkumulatorer er det den elektrolytiske virkning, der skaber elektromotorisk kraft. Ved forsølvning, fornikling og lignende benytter man sig af elektrolyse. Ved nedbrydningsprocesser, som tæring, er det elektrolysens skadelige virkning, der gør sig gældende.

Elektromotorisk kraft

Anbringes to forskellige metaller, fx en zinkplade og en kobberplade, i en elektrolyt, det kan være kobbersulfat opløst i vand, kan man med et voltmeter konstatere en spændingsforskel på ca. 1,0 V mellem de to elektroder. Kobberelektroden er positiv, mens zinkelektroden er negativ.

Spændingsrække

Metallerne kan ordnes i en spændingsrække, der viser, hvordan de i elektrolytisk henseende virker på hinanden.

Kendskab til spændingsrækken har betydning, når der skal vælges elektroder til elementer.

Når forskellige metaller bringes i berøring med hinanden, og der er fugtighed til stede, kan der opstå en elektrolytisk proces, så det ene metal tæres - også i sådanne tilfælde har kendskab til spændingsrækken betydning.

Metaller, der spændingsmæssigt ligger langt fra hinanden, må ikke bringes i forbindelse med hinanden.

Den elektromotoriske kraft bliver større, jo længere de to elektroder ligger fra hinanden i spændingsrækken.

Eksempel på spændingsrækken

Metaller	Spænding
Kobber og bly	0,47 V
Kobber og zink	1,00 V
Kulstof og zink	1,51 V
Platin og aluminium giver	2,57 V

Kombinationslogik

Digitale systemer

I automatiske anlæg foregår ind- og udkoblingen af elektriske spændinger ved hjælp af mekaniske kontakter. Enten er kontakten sluttet, eller også er den afbrudt.

I elektronisk udstyr udføres kontaktfunktionen i logiske kredsløb nøje svarende til funktionen af de mekaniske.

En sluttet kontakt ON = logisk 1 (høj) og en afbrudt kontakt OFF = logisk 0 (lav).

Signalniveau

Logisk 1 kan fx være 5 V TTL eller 3-18 V Cmos. Logisk 0 = 0 V.

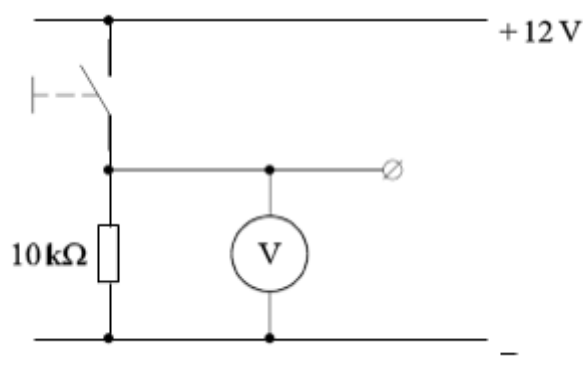
Er forsyningsspændingen eksempelvis 12 V (Cmos), vil logisk 0 ofte være spændingsværdierne mellem 0 V og 5 V og logisk 1 værdierne mellem 7 V og 12 V, dog varierende fra den ene logikfamilie til den anden.

Indgangssignaler

Indgangssignalerne til logikken kan komme fra følere eller mekaniske kontakter.

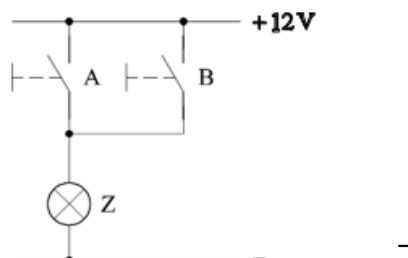
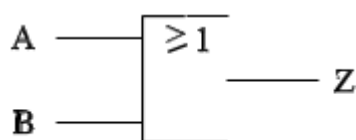
Åben kontakt 0 V = logisk 0

Sluttet kontakt 12 V = logisk 1



Modstanden skal sikre, at punkt A ikke svæver, når kontakten er afbrudt, da en svævende indgang er meget modtagelig for støjsignaler.

ELLER-led, OR



Lampen Z er tændt, når afbryderne A eller B ikke er sluttet.

Sandhedstabel

Lampen Z tændtes ved at slutte kontakten A eller B.

B	A	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Ligning

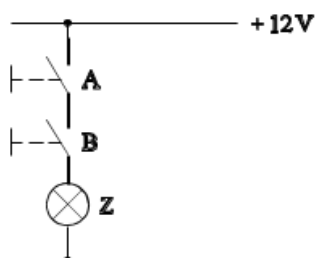
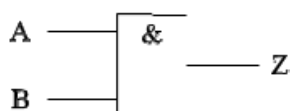
$$Z = A + B, \text{ ELLER-funktion}$$

Antal indgangskontakter kan være ubegrænset, dog stiger kombinationsmulighederne tilsvarende.

Fx: 2 kontakter $2^2 = 4$ kombinationer

Fx: 3 kontakter $2^3 = 8$ kombinationer

OG-led, AND



Sandhedstabel

Lampen Z tændes ved at slutte kontakterne A og B.

B	A	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

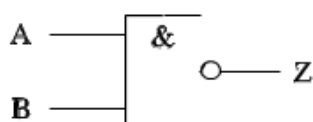
Sandhedstabel

B	A	Z
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

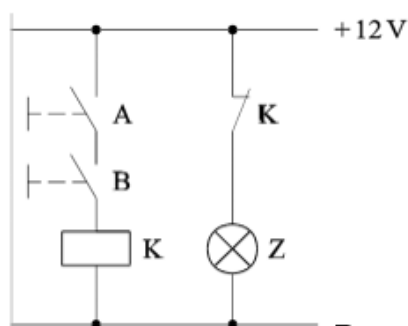
Ligning

$$Z = \overline{A + B}, A \text{ eller } B \text{ inverteret}$$

Ikke og NAND



NAND står for not and.



Lampen Z er tændt når afbryderne A og B ikke er sluttet.

Sandhedstabel

B	A	Z
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Ligning

$$Z = \overline{A \cdot B}, A \text{ og } B \text{ inverteret}$$

Relæteknik

I dette afsnit behandles virkemåde, dimensionering samt mærkning efter gældende standarder for typiske komponenter af typerne:

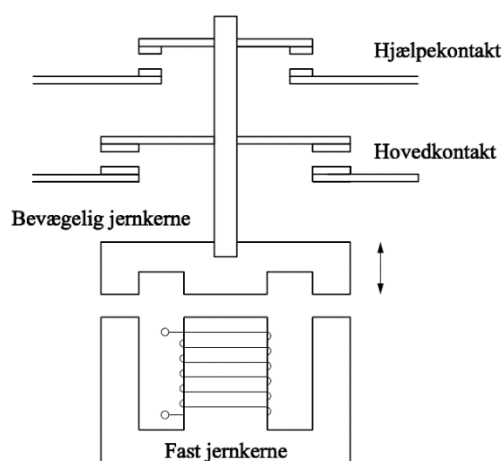
- Kontakter
- Termorelæer
- Hjælperelæer
- Tidsrelæer
- Specielle relæer

Endvidere gives der nogle eksempler på anvendelse af disse komponenter i forskellige sammenhænge.

Opbygning og virkemåde

En kontaktor er et elektromagnetisk relæ, hvis opgave er at virke som afbryder. Desuden kan kontaktoeren betragtes som et forstærkerelement. Ved hjælp af en relativ lille styrestrøm er det muligt at tilkoble en mange gange større arbejdsstrøm.

Alle kontaktorer består af to jernkerner, en fast kerne og en bevægelig kerne. Til den bevægelige kerne er der fastgjort en eller flere kontakter, som er elektrisk isoleret fra kernen og hinanden.



I nogle tilfælde er hjælpekontakter en del af en kontaktor, og i andre tilfælde fås kontaktoresystemet med løse hjælpekontakter, som med en fjederanordning kan monteres på den egentlige kontaktor. Dette giver en god fleksibilitet, når man kan montere det antal og den art af kontakter, man har brug for. Det i eksemplet viste kontaktoresystem er fremstillet med hjælpekontakter i blokke, på ét sæt kontakter. Mange systemer har også specialfunktioner i hjælpekontakterne.

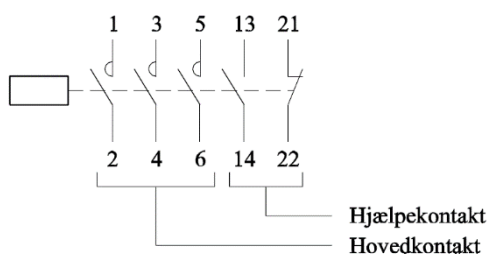


Hovedkontakter og hjælpekontakter

I de fleste tilfælde er en kontaktor udformet med to typer kontakter:

- Hovedstrømskontakter
- Hjælpekontakter

Som navnet antyder, anvendes hovedkontakterne til at slutte hovedstrømmen med. Hovedkontakterne er normalt større og kraftigere end hjælpekontakterne, da disse kun anvendes til styringsformål og derfor kun gennemløbes af styrestrøm. Nedenstående er vist en kontaktor og to hjælpekontakter.

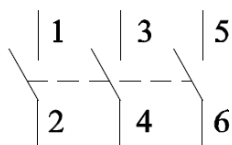


Standarderne 50005 til EN 50012

Disse standarder omhandler klemmemærkning for kontaktorer og styrerelæer. Efter disse standard stilles der følgende tre krav til mærkningen: Det skal afmærkningen fremgå, hvilke klemmer der er sammenhørende, og hvilken funktion kontakterne har. For styrerelæer skal mærkningen, såfremt det er muligt, angive kontakternes placering i apparatet. Styrerelæer og kontaktorer med samme kontaktbestykning skal, uanset fabrikat, have ensartet mærkning.

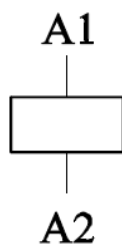
Hovedkontakter

Mærkning af kontakter i hovedstrømskredse sker med encifrede tal. Det anbefales, som vist i efterfølgende eksempel, at klemmerne med ulige cifre vendes mod forsyningen.



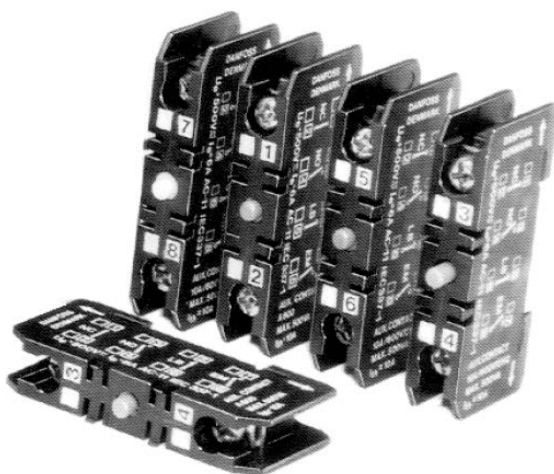
Spoler

Mærkningen af en spoles klemmer er alfanumerisk. Kontaktspole: A1 og A2 (A og B er stadig brugt på visse komponenter).



Hjælpekontakte

I dag, hvor hjælpekontakter ofte klipses på relæerne efter behov, er det den virksomhed, der monterer en styring, der er ansvarlig for, at alle disse normer overholdes, hvis de



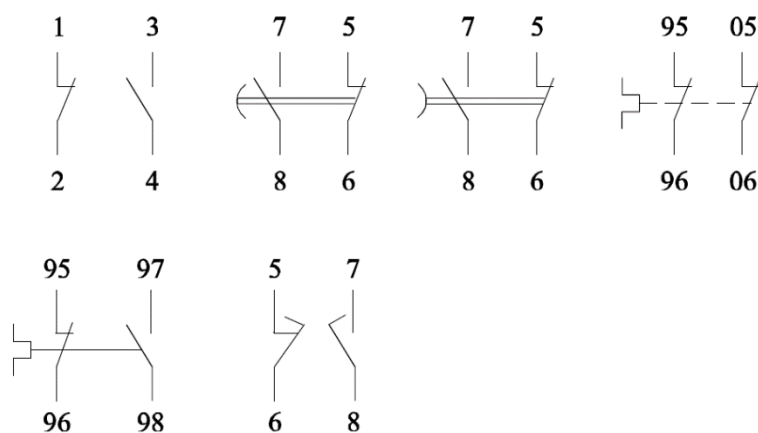
GF2

ønskes overholdt. Løse hjælpekontakter er ofte fortrykt med et funktionsciffer, da placeringen jo ikke kendes. Der kan så være et blankt felt, hvor montøren selv kan skrive placeringscifferet

Funktionsciffer

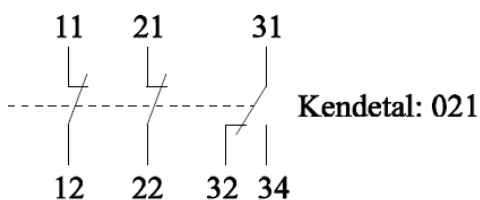
Det andet ciffer angiver kontaktens funktion på følgende måde:

- 1 og 2 brydekontakter
- 3 og 4 sluttekontakter
- 5 og 6 speciel brydekontakt, tidlig eller sen bryde, termokontakten i et motorværn eller brydekontakter på tidsrelæer.
- 7 og 8 speciel sluttekontakt, tidlig eller sen slutte, sluttekontakter på tidsrelæer.

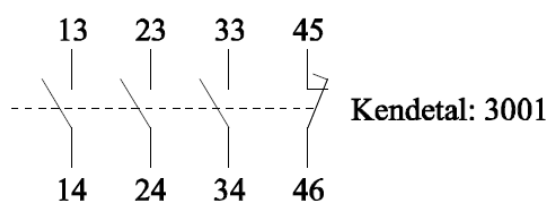
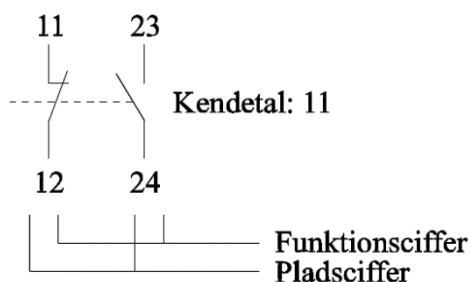


Kendetal

Hjælperelæer og kontaktorer kan være forsynet med et kendetal, som angiver antallet af hjælpekontakter og deres type.



GF2



Kendetallet er opbygget af fire cifre med følgende betydning:

- 1. ciffer angiver antallet af sluttekontakter.
- 2. ciffer angiver antallet af brydekontakter.
- 2. ciffer angiver antallet af omskifterkontakter.
- 4. ciffer angiver antallet af specielle kontakter, det kan være specielle bryde- eller sluttekontakter. Bemærk, at 4. ciffer kun angiver antallet på de specielle kontakter og ikke, hvilken type kontakt der er tale om.

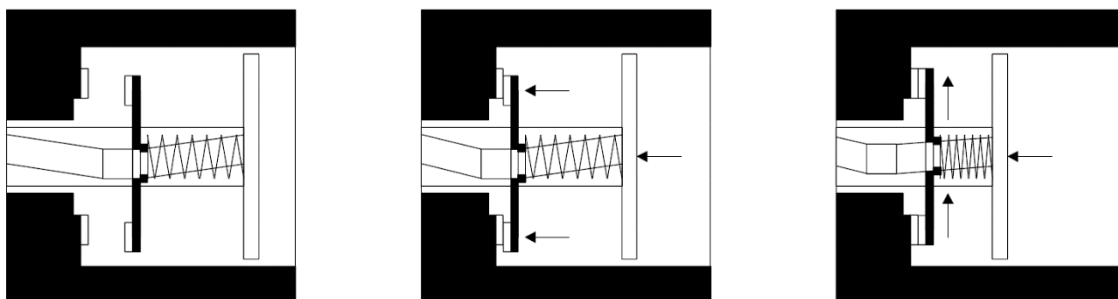
Er der ingen slutte- eller brydekontakter, er der anført et 0 på de pågældende pladser. Er der kun slutte- eller brydekontakter (ingen omskifter- eller specialkontakter), udelades 3. og 4. ciffer.

Kendetallets tværsam angiver antallet af hjælpekontakter.

Selvrensende kontakter

Da en kontaktors hjælpekontakter primært bliver anvendt til at slutte og bryde styrestrømme, bliver disse kontakter ofte snavsede på grund af den lille strøm gennem kontakten. Denne tilsmudsning giver en høj overgangsmodstand i kontaktsættet med mulighed for fejlfunktion til følge.

For at undgå dette kan kontaktorer udføres med selvrensende hjælpekontakter.



Som det fremgår af ovenstående skitse, renses kontakterne ved, at de flyttes sideværts, samtidig med at de trykkes mod hinanden.

Kontaktorer kan udføres med både selvrensende hoved- og hjælpekontakter.

Tidsrelæer

Et tidsrelæ er et relæ, der er således konstrueret, at dets kontakter arbejder med tidsforsinkelse enten ved tiltræk eller frafald.

Der findes grundlæggende to typer tidsrelæer, mekaniske og elektroniske, hvor de elektroniske efterhånden bliver de mest anvendte.

Mekaniske tidsrelæer er normalt forsynet med en slutte- og en brydekontakt, som begge er tidsforsinkede, men de kan også samtidig være forsynet med momentane kontakter. Denne type tidsrelæ er ofte opbygget enten som et urværk eller pneumatisk, som er det mest almindelige.

Det pneumatiske tidsrelæ virker ved, at et luftkammer presses sammen. Justeringen af tiden sker ved, at der justeres på den dyse, hvor luften slippes ud. Tidsområdet går normalt fra nul sekunder til nogle få minutter.

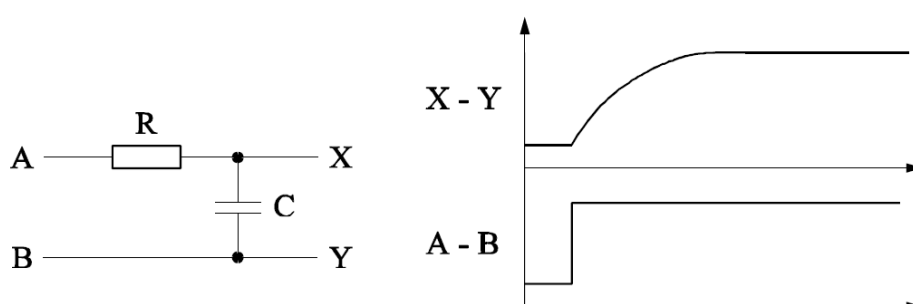
Da temperatur, fugt og støv i luften er faktorer, som kan have indflydelse på tidsudmålingen, er gentagelsesnøjagtigheden ca. $\pm 10\%$. Pneumatiske tidsblokke anvendes derfor ikke, hvor der kræves stor nøjagtighed af den indstillede tid.

Kræves der større gentagelsesnøjagtighed, end det er muligt at opnå med pneumatik, eller kræves der længere tidsudmåling end nogle få minutter, anvendes elektroniske tidsrelæer.

Elektroniske tidsrelæer anvender to hovedprincipper ved tidsudmåling:

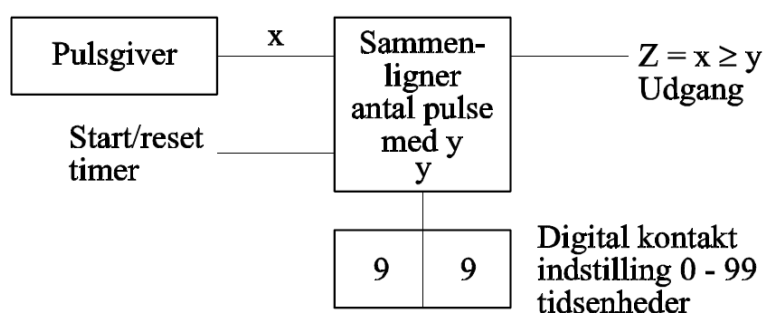
1. RC-led
2. Impulstæller

Tidsrelæer, der anvender RC-led virker ved at en kondensator oplades gennem en modstand. Herved vil spændingen over kondensatoren langsomt stige, efter- som kondensatoren bliver ladet op. Der benyttes så et kredsløb, der tænder en udgang, når spændingen når et vist niveau, og herved fås en tidsforsinkelse.



For at justere tiden er modstanden ofte udført som et potentiometer. En mindre værdi af R giver således en hurtigere opladning af kondensatoren og dermed en kortere tid.

Tidsrelæer, der anvender impulstællere, er de mest nøjagtige, der findes, idet gentagelsesnøjagtigheden er så godt som konstant. Disse tidsrelæer er typisk bygget op omkring et krystal, der afgiver et antal pulse pr. sekund med meget stor nøjagtighed.

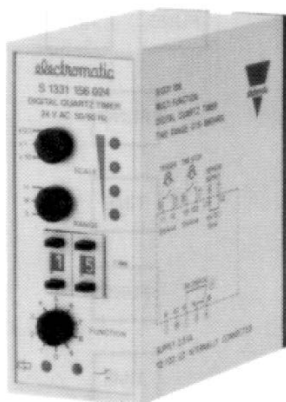


Tidsudmålingen sker så ved, at der anvendes en tælle- kreds, der tænder, når den har talt til det forindstillede tal. Indstillingen foregår typisk med kontakter efter det binære talsystem. Disse tidsrelæer kaldes også timere.

Tidsrelæer kan indeholde forskellige udgangstrin. Det mest simple er en potentialfri relæudgang. Hvis tidsrelæet har denne udgang, er man frit stillet med hensyn til spænding.

GF2

Tidsrelæet kan fx styres af 24 V samtidigt med, at det styrer med 230 V. Relæudgangen har også den fordel, at den kan kobles parallelt med andre kontakter i styringen.



Af ulemper kan nævnes, at relæet indeholder bevægelige dele, der slides, samt at et mekanisk relæ har en begrænset koblingshastighed. Er tidsrelæet derimod forsynet med en thyristor, ved AC, eller en transistor, ved DC, er koblingshastigheden næsten uendelig stor samtidig med, at der ingen bevægelige dele er, som kan slides. Denne type tidsrelæ arbejder typisk med samme styrespænding og udgangsspænding. Tidsrelæet skal anvendes efter fabrikantens monteringsanvisning for at opnå den ønskede funktion, og det kan normalt ikke parallelkobles med andre kontakter.

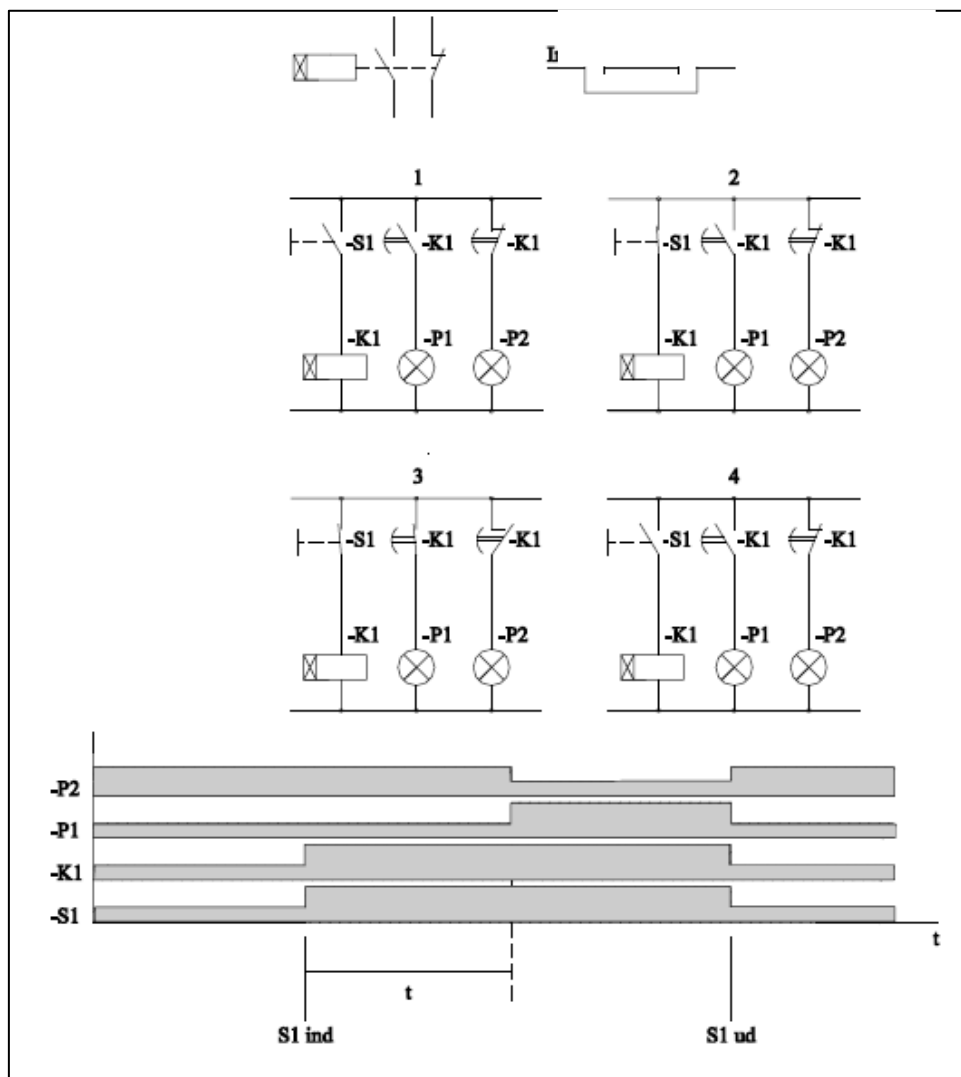


Tidsrelæer med forskellige spændinger på forsyningsklemmer og relæklemmer

Nedsatte styrespændinger er ofte omfattet af kravene til PELV forsyninger. Dette indebærer, at isolationen mellem de forskellige styrespændinger i tidsrelæerne (og alle andre relæer) skal være lige så god som isolationen mellem primær- og sekundærviklingen på en sikkerhedstransformer. En stor del af de markedsførte relæer og tilhørende sokler tilfredsstiller ikke dette krav.

Forsinket kontaktfunktion ved indkobling (indkoblingsforsinket: On-delay)

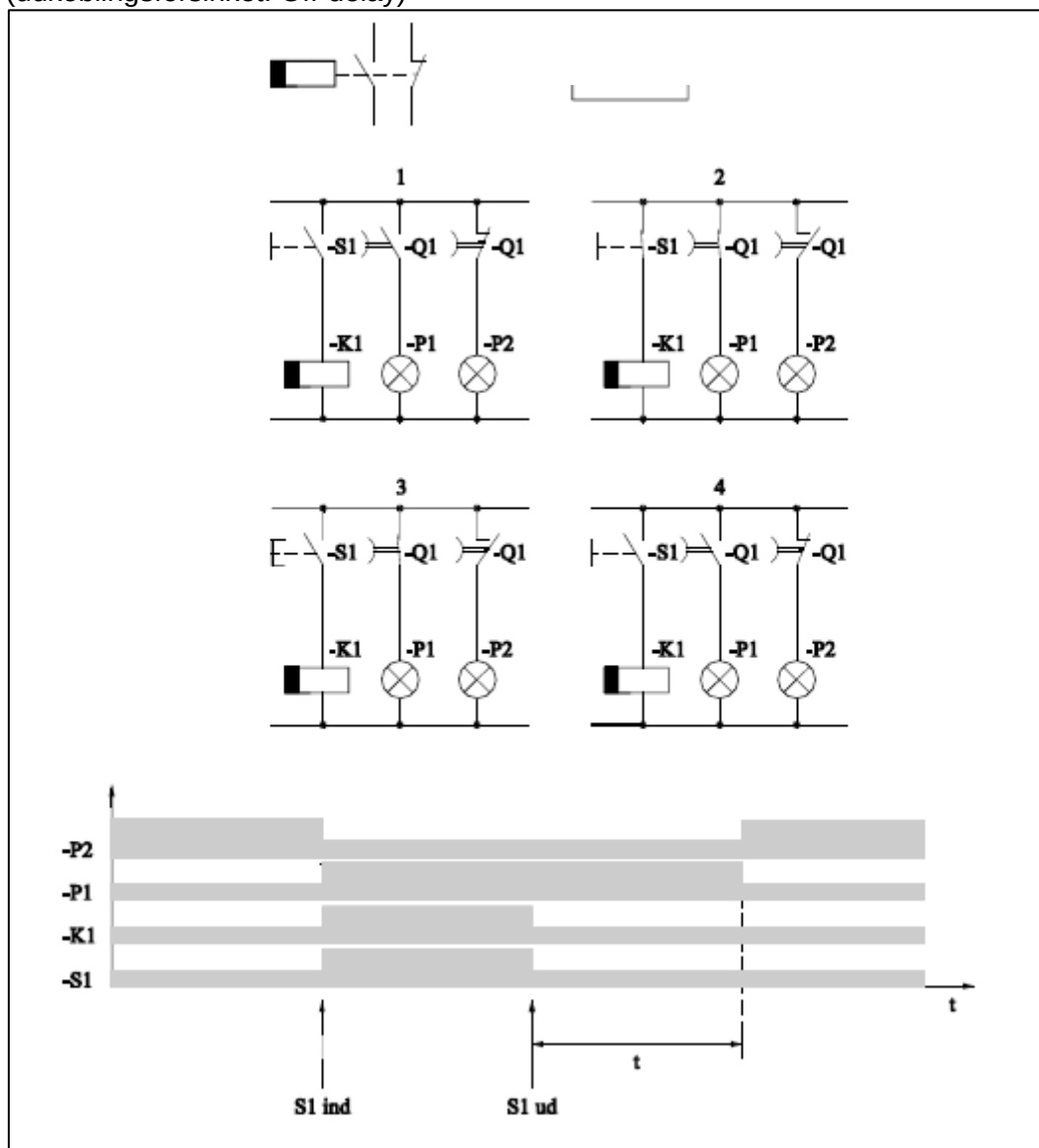
Ved indkoblingsforsinkelse forstås, at kontaktfunktionen skifter, når den indstillede tid er udløbet, efter at spolen er aktiveret. Udkobling sker samtidig med spolen.



GF2

Forsinket kontaktfunktion ved udkobling

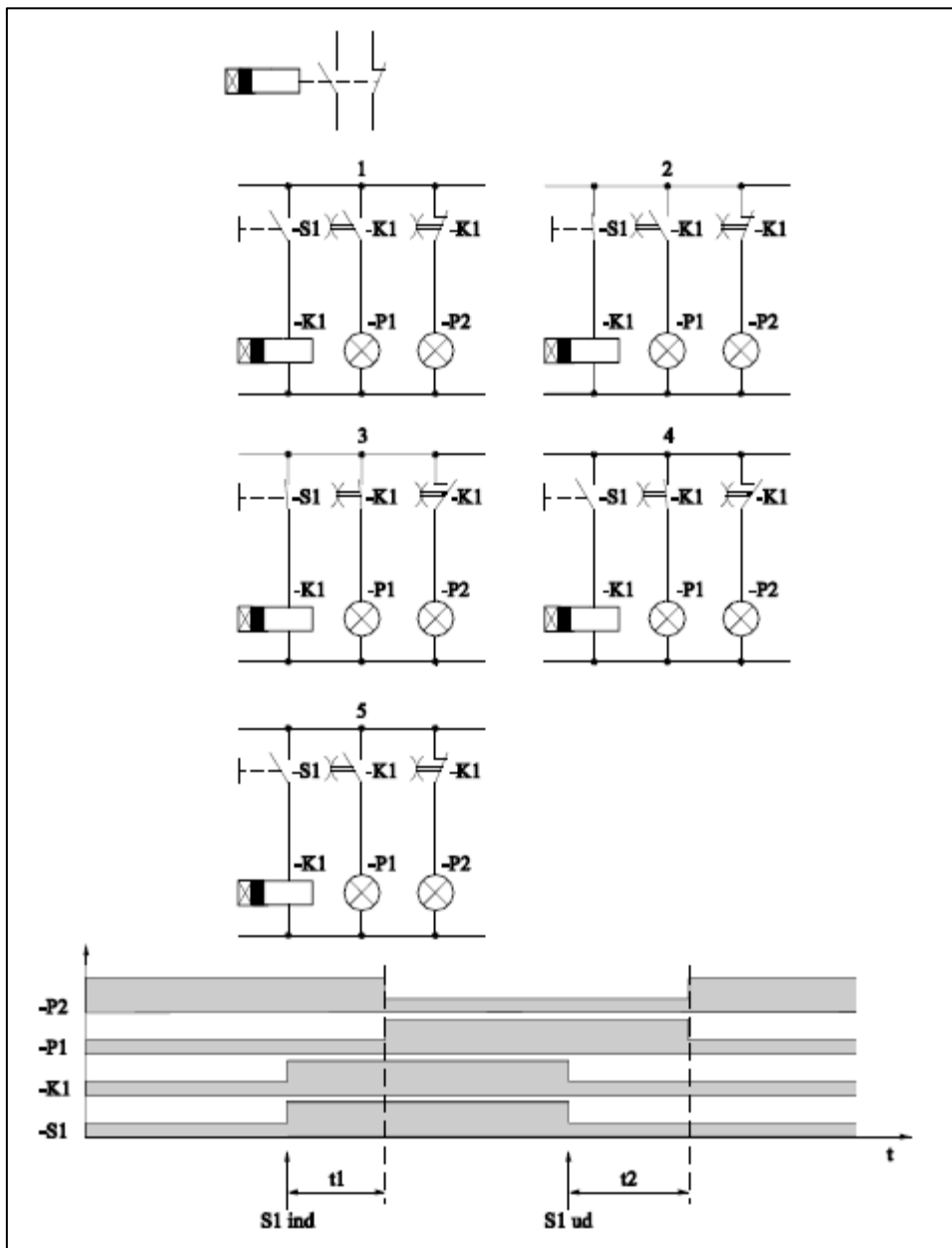
(udkoblingsforsinket: Off-delay)



Forsinket kontaktfunktion ved ind- og udkobling

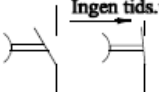
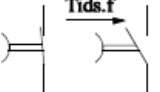
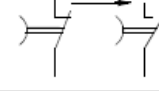
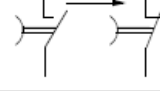
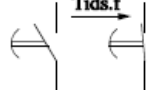
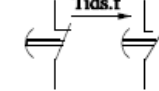
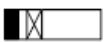
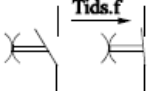
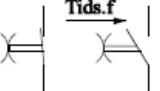
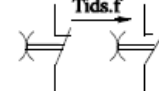
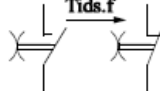
Ved ind- og udkoblingsforsinkelse forstås, at kontaktfunktionen skifter, når den indstillede tid til indkoblingsforsinkelse er udløbet, efter at spolen er aktiveret.

Udkobling af kontaktfunktionen sker, når tiden for udkoblingsforsinkelse er udløbet. Denne tidsudmåling starter, når spolen gøres spændingsløs.



Tidsforsinkelse

Oversigt over relætyperne "udkoblingsforsinket", "indkoblingsforsinket" og "ind- og udkoblingsforsinket".

Symbol	Relæ spændingsløs	Relæ arkiveres forsinkelse	Relæ gøres spændingsløst forsinkelse	
Udkoblingsforsinket 				Momentan ind Forsinket ud
				Momentan ud Forsinket ind
Indkoblingsforsinket 				Forsinket ind Momentan ud
				Forsinket ud Momentan ind
Ind -og udkoblingsforsinket 				Forsinket ind Forsinket ud
				Forsinket ud Forsinket ind

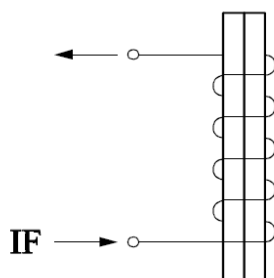
Motorværn

For at beskytte motorer imod overbelastning anvendes dertil beregnede motorværn. Motorværnet er designet til at beskytte motorer mod overbelastning i fejlfrie installationer. De fleste motorværn er derudover forsynet med en egenskab, der gør dem i stand til at give et styresignal ved skæv belastning, fx ved en sprungen sikring eller andre former for fasesvigt.

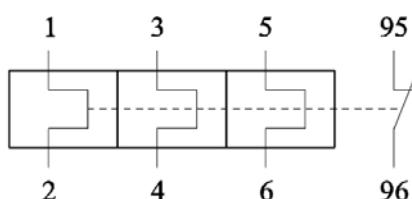
Motorværn er udført således, at en motors faseledninger løber gennem motorværnet. Normalt gennemløber fasestrømmen i et motorværn nogle varmelegemer. Disse varmelegemer er placeret, med en god termisk forbindelse, til hver sit bimetal. Ved strømmens gennemløb af varmelegemet opvarmes bimetallet.

Bimetallet er to sammenvalsede metalblade, som har hver sin temperatur-udvidelseskoefficient. Herved opnås, at bimetallet bøjer ud til den ene side og kan således påvirke en kontakt eller en mekanisk udløsemekanisme.

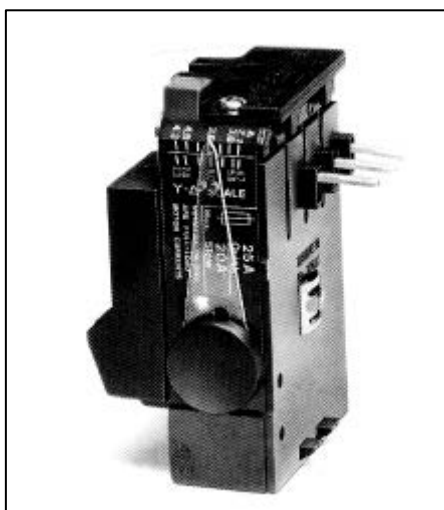
GF2



Da funktionen er baseret på en temperaturændring, kaldes den også for en termisk udløser. Motorens fasestrøm gennemløber termoudløserens klemmer 1-2, 3-4 og 5-6. Ved overbelastning i en eller flere faser vil bimetallerne på grund af varmeudviklingen, mekanisk påvirke styrestrømskontakten 95-96, således at styre-spændingen afbrydes.

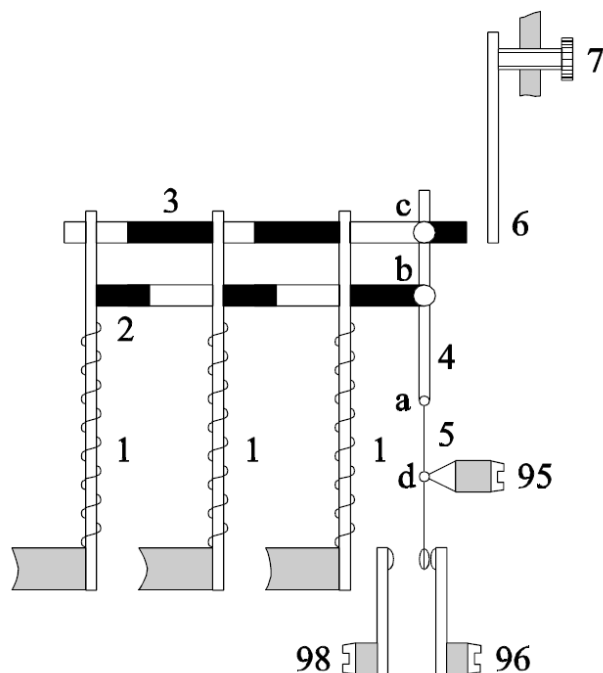


Termoudløseren anvendes som bekendt til beskyttelse af 1- og 3-fasede vekselstrømsmotorer. Termoudløserer fremstilles i mange forskellige strømområder. Endvidere fremstilles de med manuel eller automatisk reset samt forskellige muligheder for tilslutning af kontrollamper.



Termoudløserer fremstilles i dag hovedsageligt med differentialudløsning, hvilket vil sige, at en uens belastning i bimetallerne vil give en udkobling, selvom ingen af bimetallerne er belastet over det tilladte.

Det efterfølgende viser en termoudløser i fire forskellige drifttilstande. Det første eksempel viser termoudløseren i kold tilstand samt giver en oversigt over indholdet af enkeltdele.

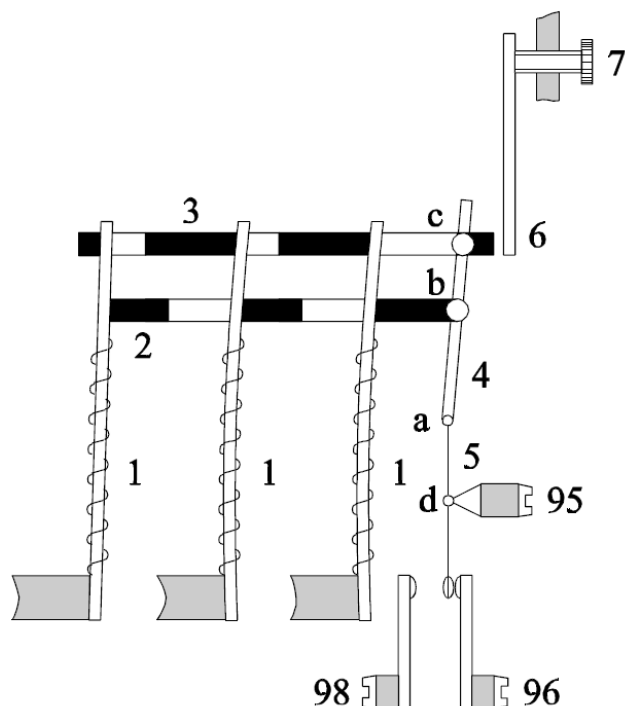


1. 3 stk. bimetal med varmekvikling
2. Trykplade
3. Trækplade
4. Aktiveringsarm
5. Kontaktfjeder
6. Anslag (bimetal, for at gøre udløseren temperaturneutral)
7. Indstillingsskrue

a-b-c-d: omdrejningspunkter

95-96-98: tilslutningsklemmer for styrestrøm

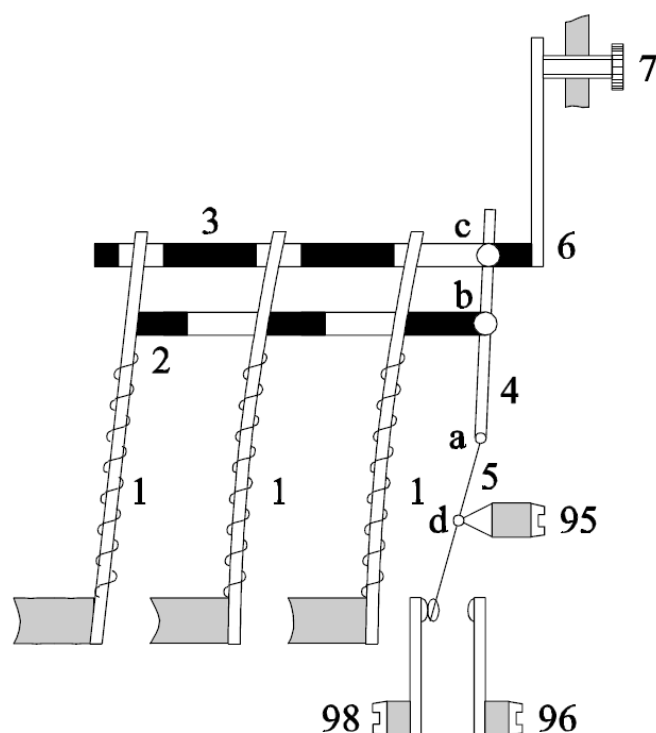
Eksemplet viser termoudløseren efter indkobling af en motor via en kontaktor. Der løber til enhver tid samme strøm gennem bimetalernes varmekvikling som gennem motoren. Bimetallerne bøjer som følge af den indirekte varmepåvirkning et stykke til højre.



Ved udbøjningen føres trykpladen (2) mod højre og aktiveringsarmen (4) drejes om punktet (a). Aktiveringsarmen (4) er stiv og lejret i punkterne (a-b) og (c).

Føres punkt (b) mod højre, føres punkt (c) og trækpladen også mod højre.

Overbelastes motoren med en 3-faset overbelastning, stiger strømmen i bimetalviklingerne. Der udvikles mere varme, og bimetallerne bøjer endnu mere mod højre. Når trækpladen (3) støder mod anslaget (6), flyttes aktiveringsarmens omdrejningspunkt fra (a) til (c).

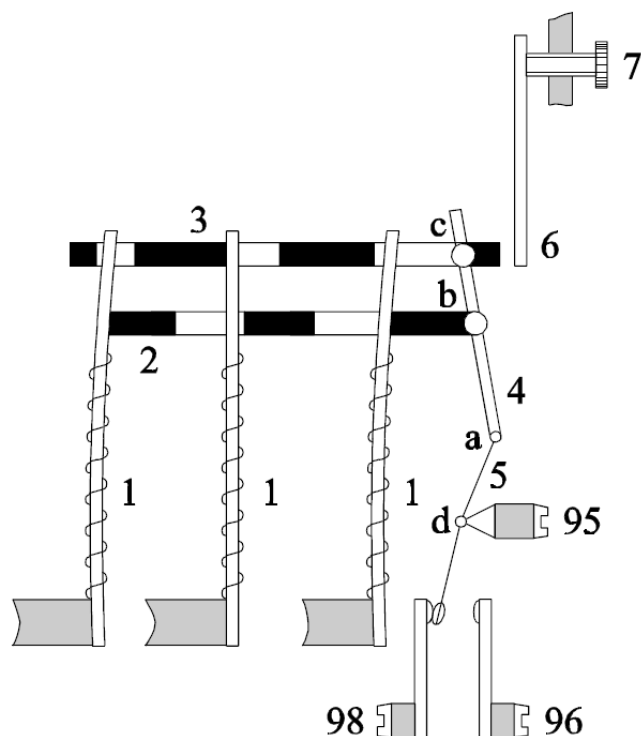


En fortsat udbøjning af bimetallerne bevirker, at punkt (a) føres mod højre, så kontakt-fjederen aktiveres, og kontakten skifter.

Kontakt 95-96 brydes, og kontakt 95-98 sluttet. Herved kobles motoren ud. En evt. tilsluttet klokke eller lampe kobles ind over kontakt 98. Stilles der på skruen (7), flyttes anslaget (6), og trækpladens mulige vandring ændres. Det betyder, at der skal en ændret varmeudvikling til for at bringe systemet til udkobling. Da varmeudviklingen er proportional med strømmen i anden potens, kan man opnå den rigtige udløsefunktion inden for et bestemt strømområde. Det gøres ved at ændre på termoudløserens indstilling.

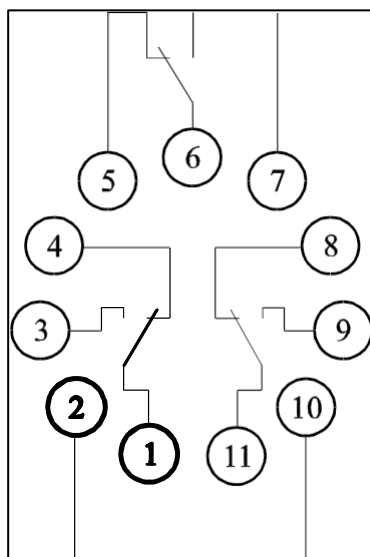
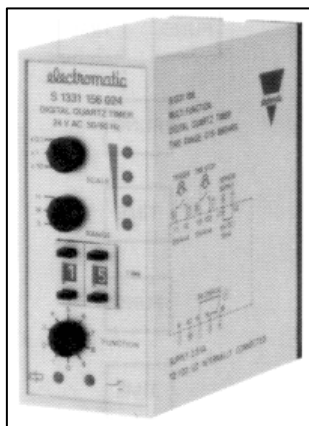
Starter motoren på kun to faser, forbliver det ene bimetal i kold tilstand, og træk-pladen (3) fastlåses i neutralstilling. Når trykpladen nu bevæges mod højre af de to opvarmede bimetaller, vil aktiveringsarmen straks dreje om punkt (c), hvorefter udkobling hurtigt finder sted. Kører motoren på alle tre faser, og sker der et fasebrud, vil det ene bimetal køle af og føre trækpladen tilbage mod venstre.

I de øvrige bimetaller vil der derimod, på grund af strømstigningen, ske en kraftigere udbøjning mod højre. Ved denne kombination af pladebevægelserne flyttes aktiverings-armens omdrejningspunkt fra (a) til (b), og en udkobling finder ekstra hurtigt sted i forhold til udkobling ved tofaset start.



Dette udløseprincip, hvor bevægelseshastigheden af aktiveringsarmens punkt (a) er afhængig af forskellen mellem trykpladens og trækpladens hastigheder, kaldes differentialudløsning, et udløseprincip der har stor betydning, når det drejer sig om beskyttelse af trekantforbundne motorer.

Stikbensrelæ med 11 ben



Eksemplet viser et 11 bens relæ med tre omskifterkontakter.

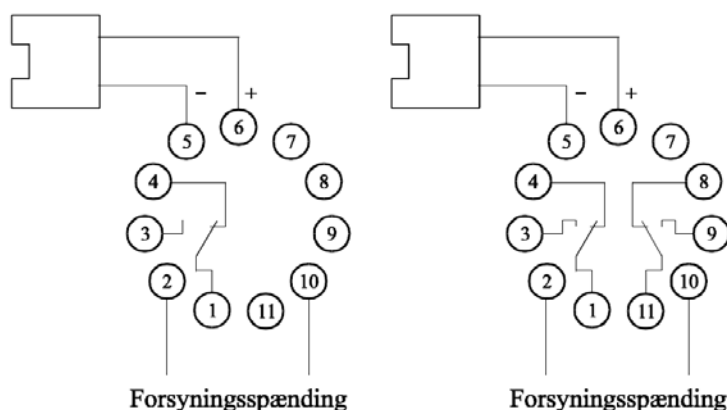
Ben:	Funktion:
2 og 10	Spole (eller forsyning)
1 og 4	NC i omskifter med ben 1 som Common
1 og 3	NO i omskifter med ben 1 som Common
5 og 6	NC i omskifter med ben 6 som Common
6 og 7	NO i omskifter med ben 6 som Common
8 og 11	NC i omskifter med ben 11 som Common
9 og 11	NO i omskifter med ben 11 som Common

Den viste sokkel kan anvendes til forskellige styrespændinger, men ikke samtidig. Adskillelsen mellem de enkelte klemmer tilfredsstiller ikke kravene til adskillelse mellem forskellige spændinger.

De samme regler gælder for tilhørende relæer, og der- udover gælder, at relæernes kontakt sæt ikke tvangsføres sammen, og derfor kan de ikke anvendes til sikkerhedsrelaterede formål, hvor der kræves tvangsføring.

Modulsystemer

Ved modulsystemer for anbringelse i 11-bens sokkel (timere - følerforstærkere etc.) vil der normalt kun være tale om et eller to kontaktsæt, da terminalernes ben 5-6-7 er forbeholdt tilslutning af følere etc.



Definitioner

For at kunne dimensionere kontaktorer optimalt, dvs. at de mindst skal opfylde det af fabrikanten opgivne antal koblinger, med anvendelse af det billigste materiel, må en række begreber defineres:

(Dimensionering af de sikkerhedsrelaterede kontakter er beskrevet i ISO 13849-2:2003 bilag D, - typisk 100% overdimensionering)

Mærkespænding (U_e)

Ved en kontaktors mærkespænding (U_e) forstås størrelsen af den spænding som, kombineret med dens driftmærkestrøm, bestemmer kontaktorens anvendelse.

Ved flerfasede kontaktorer refererer mærkespændingen til netspændingen. Kontaktorer er desuden mærket med styrekredsløbets mærkespænding.

Termisk mærkestrøm (I_{th})

Ved termisk mærkestrøm (I_{th}) forstås størrelsen af den strøm, der svarer til den tilladte temperaturstigning i hovedkredsløbet, når kontakten ikke åbner eller slutter.

Kontakten skal være i stand til at føre denne strøm i 8 timer med sluttede hovedkontakter, uden at temperaturstigningen af dens forskellige dele overstiger bestemte grænser, der bl.a. afhænger af de anvendte isolationsmaterialer.

Den termiske mærkestrøm kan variere med kapslingens art, og den er normalt baseret på en omgivelsestemperatur på 35 °C. Omgivelsestemperaturer på 35 °C er i mange situationer meget lavt sat. Med tidens store anvendelse af frekvensomformere er temperaturen i maskinstyretavler meget ofte højere.

Der skal laves kritiske vurderinger i hvert enkelt tilfælde.

Driftmærkestrøm (I_e)

Ved driftmærkestrømmen (I_e) forstås en strøm, der er bestemt ud fra anvendelses-måden. Den angives af fabrikanten uden hensyn til værdien af mærkespændingen, frekvensen, benyttelsesmåden, koblingskategorien samt den anvendte indkapsling.

(Mærkeindkoblings- og brydeevnen udtrykkes i al- mindelighed i relation til driftmærkestrømmen).

For kontaktorer i motorinstallationer kan udtrykket for driftmærkestrømmen erstattes med et udtryk for motorens mærkeeffekt, svarende til mærkespænding og driftmærkestrøm.

Brydestrøm (I_a)

Brydestrømmen er den strøm, som kontaktoeren gennemløbes af på det tidspunkt, hvor afbrydelsen sker.

IEC 158-1

Af moderne kontaktorer konstrueres størsteparten i dag efter den internationale norm IEC 158-1, der i 1999 blev accepteret uden forbehold i 19 lande og med visse forbehold af 2 lande.

Normen specificerer blandt andet de fire AC-driftkategorier, som kontaktorerne skal kunne arbejde under og som følgelig danner grundlag for kontaktorens data.

Kategori	Koblingsbetingelser		Belastning
	Slutte	Bryde	
AC 1	1 x le	1 x le	Ohmsk eller let induktiv belastning, fx elvarme, u/transformer Lysstofrør og metaldamplamper uden eller med seriekompensationskondensatorer
AC 2	2,5 x le	2,5 x ke	100 % tipdrift og modstrømsbremsning af slæberingsmotorer.
AC 3	6,3 x le	1 x le	Direkte start, stjernerekant start, reversering eller polomkobling af kortslutningsmaskiner. Start af slæberingsmotorer. Afbrydelse af løbende motor. Transformer med ohmsk belastning. Metaltråds glødelamper, lysstofrør og metaldamplamper med parallelkompensationskondensator.
AC 4-10 % AC 4-50 % AC 4-100 %	6,4 x le	10 % 6,3 x le 90 % 1 x le 50 % 6,3 x le 10 % 1 x le 100 % 6,3 x le	10-100 % tipdrift og modstrømsbremsning af kortslutningsmotorer.

Styre-føleorganer

Styre- og føleorganer har i vid udstrækning en plads i den sikkerhedsrelaterede del af maskinens styresystem. Det er derfor vigtigt at vente med at vælge type og fabrikat, indtil der er foretaget risikovurdering på den maskine, som skal have påbygget et styresystem.

De vigtigste parametre i denne sammenhæng er:

- Det krævede performance level i forhold til ISO13849-1
- Det krævede SIL-niveau i forhold til IEC 62061
- De krævede kategorier i forhold til ATEX-direktivet.
- Det krævede niveau af elektrisk sikkerhed i henhold til EN 60204-1, fx anvendelse af PELV.

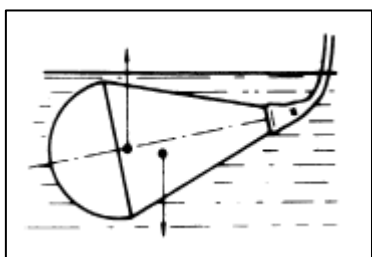
Men der kan også være andre krav som:

- Kundekravspecifikationen
- Krav om overholdelse af IEC-standarder

Styre- og føleorganer er udstyr, der omsætter en ydre påvirkning til et elektrisk signal. Eksempler på direkte virkende styre- og føleorganer, der omsætter en mekanisk påvirkning, er:

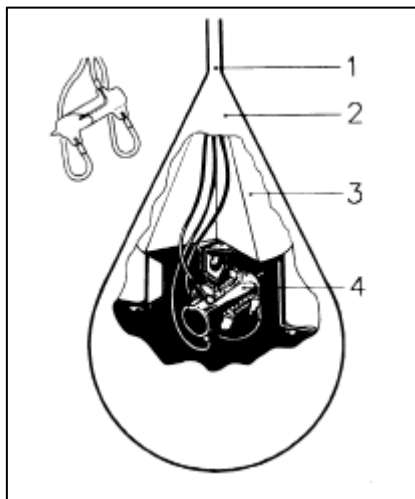
- Niveauvipper
- Roterende vingemeldere
- Mikroomskifter.
- Endestop.
- Manuelle betjeningskontakte.

Niveauvippe



Niveauvippen er en svømmeafbryder til niveauindikering af væsker. Den består af en dråbeformet PVC-klokke, der er vandtæt forbundet med et bevægeligt kabel, der samtidig tjener som bæretov. Niveauvippen hænger lodret i luft, men ligger vandret i væske uden at flyde på overfladen. Skat niveauet ændres, hæves eller sænkes niveauvippen et passende stykke i kablet.

Opbygning



Inden i vippen er der monteret en kviksølvkontakt og en ballast. Ballasten sørger for, at tyngdepunktet og PVC-klokkens opdriftspunkt forskydes for hinanden, således at niveauvippen kæntrer på samme måde, hver gang væsken stiger op omkring den.

Niveauvippen fås med omskifter, bryde- eller sluttekontakt.

1. Plastisoleret kabel. Niveauvippen ophænges direkte i kablet.
2. Dråbeformet krop af hård PVC.
3. Ballast, der er asymmetrisk udformet og placeret således, at vippen hænger lodret i luft, men indtager vandret stilling i væske.
4. Stødsikker befæstet kviksølvafbryder.

Niveauvippen har et stort anvendelsesområde, der kan fx nævnes:

- pumpestationer for kloakvand, drikkevand eller grundvand.
- kemisk industri i forbindelse med f.eks. soda og farver m.v.
- niveauregulering i ballasttanke om bord på skibe.

GF2

Karakteristiske data

Data for niveauvippe er nævnt i det følgende.

Kontakter: Omskifterkontakt

10 A 250 V AC

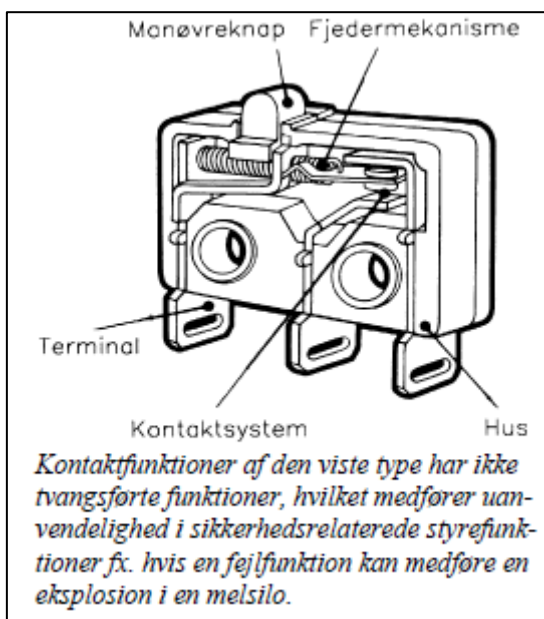
Hus: PVC

Mikroomskifter

Mikroomskiftere eller mikroswitches anvendes, hvor det er nødvendigt at omsætte forskellige former for mekaniske bevægelser eller påvirkninger til elektrisk styring.

Opbygning

Kontaktsystemet i mikroomskifteren er normalt indbygget i et hus af plastmateriale, men det kan også være udført med åbne kontakter.



Omskifteren fås med forskellige påvirkningsdele, som fx trykknop med rulle, manøvrearm eller manøvream med rulle.

Påvirkningsdele

Eksempler på forskellige påvirkninger af mikroomskifteren.



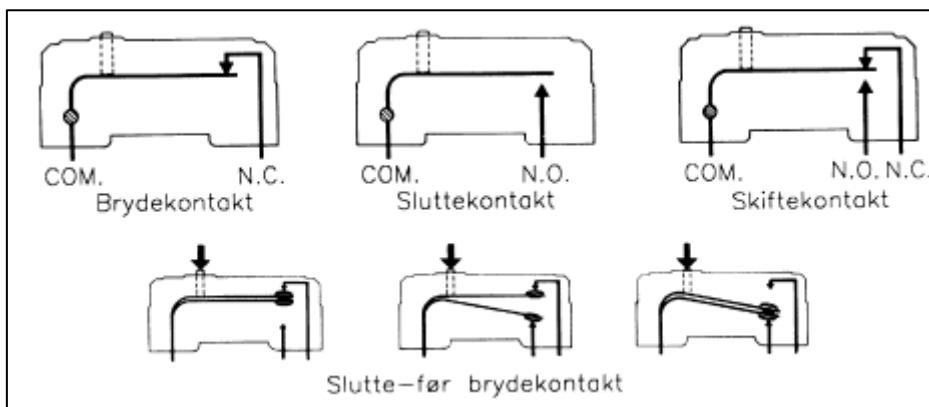
Kontaktsystem

Mikroomskiftere udføres med forskellige kontaktfunktioner.

Kontaktterminalerne er som regel mærket på følgende måde:

- Mærket C eller COM betyder: fælles (common)
- Mærket NC betyder: normalt sluttet (normally closed)
- Mærket NO betyder: normalt åben (normally open)

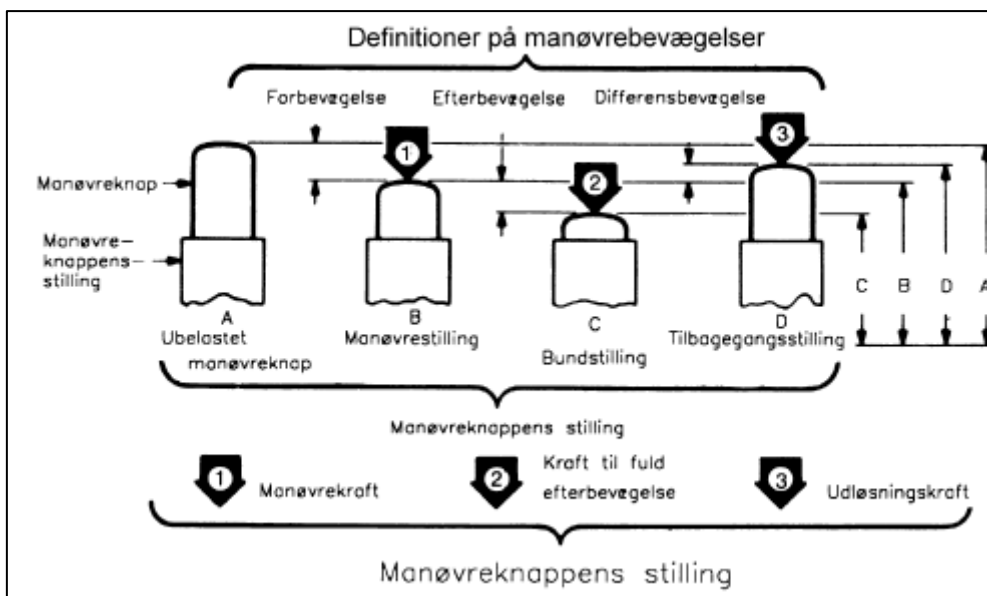
Eksempler på kontaktfunktioner:



Eksemplet øverst viser tre mikroomskiftere med normalt skifteforløb. Det nederste eksempel viser en speciel mikroomskifter med sluttefør brydekontakt; denne funktion opnås ved, at der er to skiftearme, og ved at manøvreknapen trykker den nederste del ned, før den øverste del påvirkes.

Mekanisk påvirkning

Såfremt en mikroomskifter skal fungere tilfredsstillende, er det en betingelse, at den passer til de mekaniske påvirkninger, den udsættes for.



Manøvrekraften

Manøvrekraften er den kraft, manøvreknappen skal påvirkes med for at få et kontaktskift. I de fleste tilfælde er der rigelig kraft til rådighed for påvirkning af mikroomskifteren, men skal der fx detekteres lette påvirkninger, må der anvendes omskiftere med ringe manøvrekraft.

Udløsekraften

Udløsekraften er den kraft, der blivende kan påvirke manøvreknappen, når kontakten går tilbage til hvilestilling. Det er altså den påvirkning, der altid må være tilstede.

Forbevægelsen

Forbevægelsen er den bevægelse, manøvreknappen foretager, før kontakten går fra den ene stilling til den anden.

Efterbevægelsen

Efterbevægelsen efter kontaktskift er en bevægelse, som bestemmes af et indvendigt stop.

Differensbevægelse

Differensbevægelsen er den mindste bevægelse, som manøvreknappen skal foretage for at give et kontaktskift.

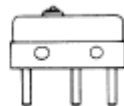
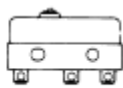
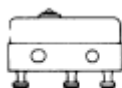
Temperaturfølsomhed

Almindelige mikroomskiftere fungerer tilfredsstillende i omgivelsestemperaturer op til ca. 80 °C.

GF2

Tilslutningsmuligheder

Mikroomskiftere fremstilles med forskellige tilslutningsmuligheder, fx loddeterminaler, skruetilslutning eller stikben.



Tilgængelighed

Af hensyn til vedligeholdelse og reparation bør indkapslede omskiftere monteres, således at de er let tilgængelige.

Dækslet bør derfor vende ud mod det sted, hvorfra vedligeholdelse lettest kan foretages. Hvis komponenten er omfattet af kravene i ATEXdirektivet er der meget begrænsede muligheder for reparation på stedet.

Ødelæggelse

Olie, der kommer ind i omskifterens mekanisme, kan blive forkullet i den varme, der opstår ved den normale gnistdannelse under omskifterens funktion.

Tilstedeværelsen af disse kulpartikler kan medføre krybestrøm mellem kontakterne. Ligeledes kan fugtansamlinger, støv- eller slibepartikler forårsage slid eller blokering af den ubeskyttede mekanisme.

Karakteristiske data

Data for mikroomskiftere er nævnt i det følgende.

Kontakter: Omskifterkontakt

5-10 A 230 V AC.

Endestop



Endestop anvendes som led mellem det mekaniske og det elektriske system, således at de mangeartede mekaniske bevægelser og påvirkninger kan omsættes til elektrisk styring.

Hvis et endestop anvendes til en sikkerhedsrelateret funktion, skal det vælges ud fra resultatet af en risikovurdering. Det skal som et minimum være tvangsført.

Det synlige tegn på tvangsføring er en cirkel med en pil inden i. Dette tegn skal findes på såvel hoved som krop, idet flere fabrikater markedsfører en fælles krop, som tilfredsstiller kravene, mens ikke alle hovederne i kataloget opfylder dette krav. Det viste endestop kan ikke tilfredsstille denne funktion, idet den ene af bevægelserne er afhængig af en fjeder og kontaktens velbefindende.

Tvangsføring



Cirkel med pil betyder, at der er sikkerhed for at en mekanisk bevægelse fører til en elektrisk funktion.

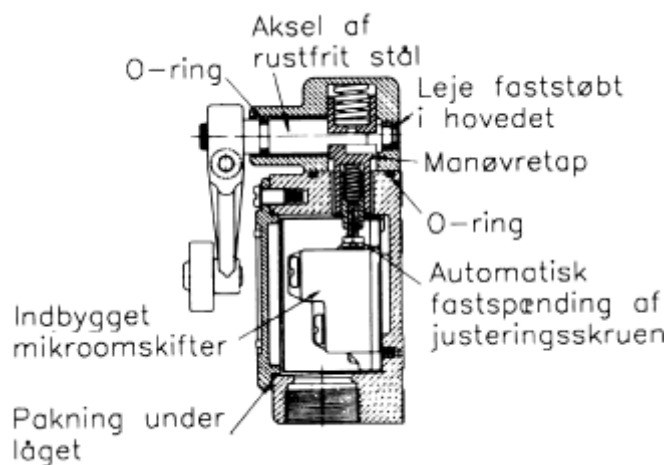
EN 1088

Den harmoniserede standard EN 1088 er et godt værktøj til design af sikkerhedsrelaterede funktioner og udvælgelse af de dertil hørende tvangsførte funktioner.

Opbygning

Et endestop består af et kontakthus og en påvirkningsdel.

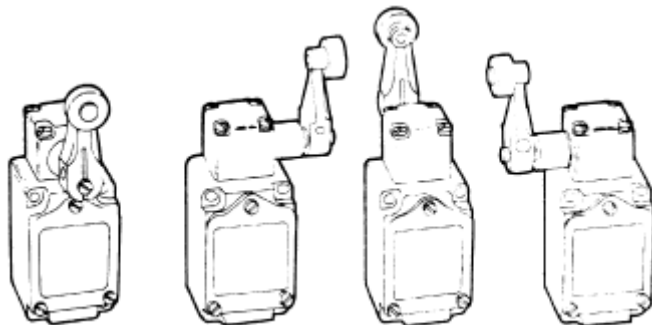
Kontakthuset indeholder kontaktsystemet, der som regel er en mikroomskifter.



Påvirkningsdelen skal tilpasses endestoppet og den pågældende maskindel. Påvirkningsdele forekommer i mange forskellige udførelser og til mange forskellige formål. Valg af korrekt påvirkningsdel er meget vigtig, idet forkert overførsel af den påvirkende bevægelse til omskifteren ofte er årsagen til, at endestop nedbrydes mekanisk.

Påvirkningsdele

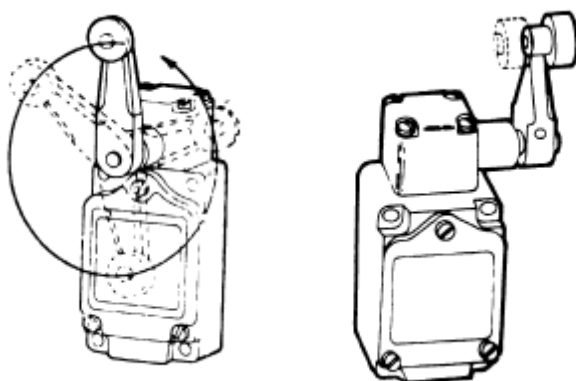
Tegningerne herunder viser eksempler på endestop med manøvream og rulle.



Endestop med manøvream, hvor manøvrehovedet kan anbringes i fire forskellige stillinger, vinkelret på hinanden.

Endestop, hvor manøvreamen er 360° indstillelig.

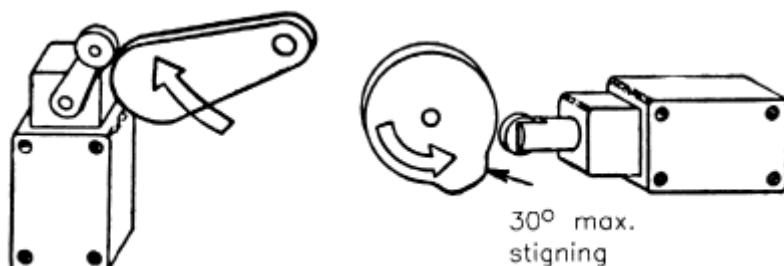
Endestop, hvor rullen kan anbringes enten på indersiden eller ydersiden af manøvreamen.



Bevægelser

Endestoppet og maskindelens bevægelser kan tilpasses på flere måder, fx som beskrevet i det følgende.

Roterende bevægelse

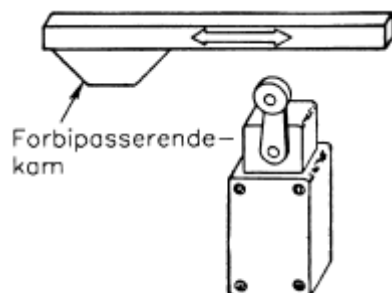


Da en roterende anordning også yder et vist sidetryk på påvirkningsdelene, benyttes der oftest en manøvream med rulle til disse opgaver.

Endestoppet bør så vidt muligt monteres parallelt med kamhjulets forkant og altid således, at kræfterne virker i samme retning som manøvreamens drejeretning.

Hvor pladsforholdene ikke tillader manøvream, kan der anvendes en trykarm med rulle, men på grund af sidetrykket benyttes der kamhjul, hvor kammens stigning ikke overstiger 30°.

Lineær bevægelse



En kam (fremspring) på en lineær bevægelig del, der påvirker et endestop, vil ligeledes frembringe et sidetryk, hvorfor de samme betragtninger som ved roterende bevægelse gør sig gældende.

En kam må ofte passere hen over endestoppet, også på tilbagevejen. For at forhindre, at der skabes elektrisk kontakt på tilbagevejen, må der benyttes en omskifter, der kun reagerer på påvirkning fra én side.

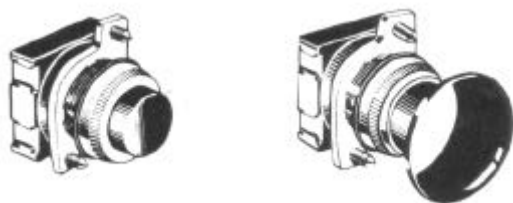
Manuelle kontakter

Automatiske anlæg bliver i vid udstrækning betjent ved hjælp af touch screens, PLC'er, pc'er og andre programmerbare styresystemer.

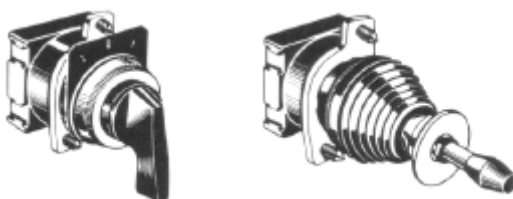
For at forenkle styresystemernes sikkerhedsrelaterede funktioner anvendes der dog i vid udstrækning hårdt fortrådede komponenter i de sikre funktioner på en maskine.

Dette afsnit indeholder en række eksempler på manuelle kontakter.

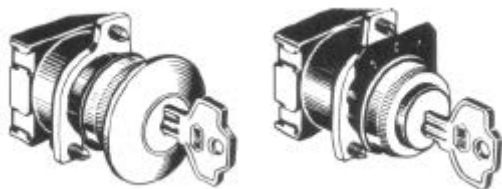
Trykkontakter



Omskifterkontakter



Nøgleomskiftere



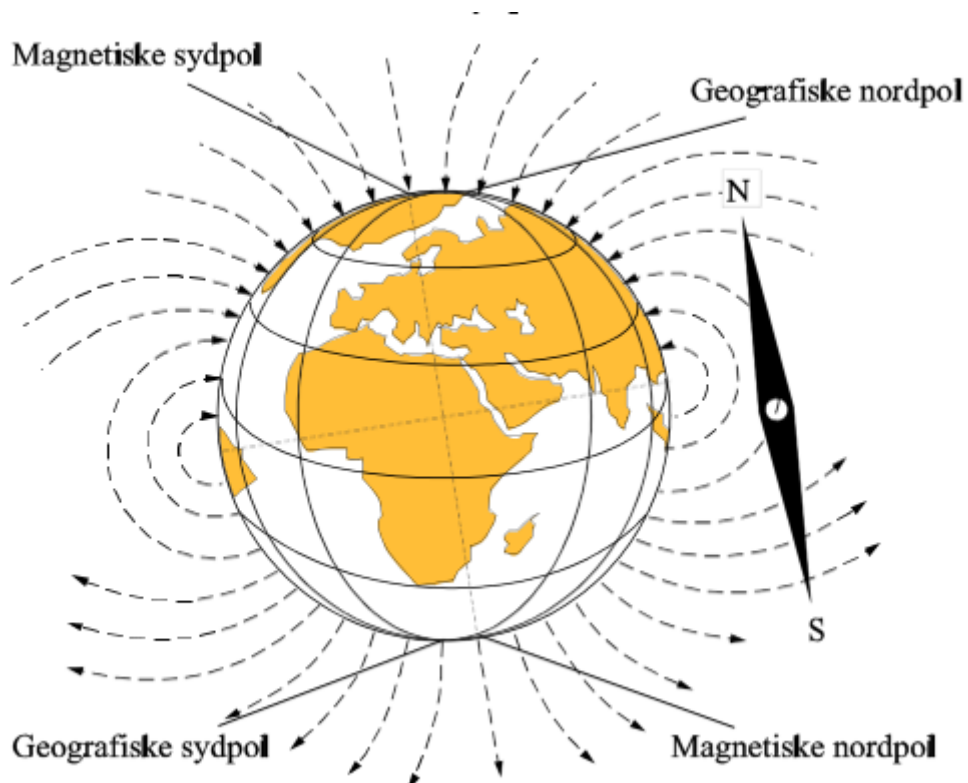
Magnetisme

Magnetisme er opkaldt efter en lille by, Magnesia, i Asien, hvor der i større mængder forekommer jern- malme, som viser magnetiske egenskaber. Det vil sige, at de påvirker eller lader sig påvirke af andet jern. Jernmalm kaldes også magnetjernsten.

Foruden de i naturen forekommende magnetjernsten viser kun stål samt nogle enkelte metaller som nikkel og kobolt stærke magnetiske egenskaber.

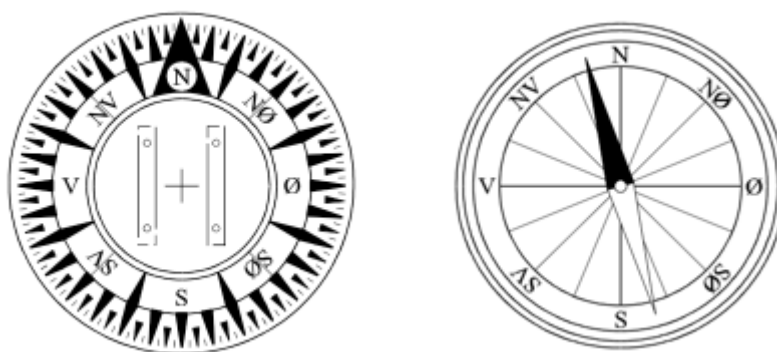
Ophænges en stangformet naturmagnet frit drejelig, vil dens ene ende pege mod jordens nordpol

Forklaringen herpå er, at jordkloden i sig selv virker som en kæmpemæssig magnet, hvor jordens magnetiske sydpol ligger i nærheden af den geografiske nordpol og den magnetiske nordpol ved den geografiske sydpol og den anden derfor mod sydpolen.



Kompasnålen

En kompasnål er en lille drejelig stangmagnet.



Den ene ende af kompasnålen, der peger mod jordens nordpol, kaldes nordpol, den anden ende derfor sydpol.

I vore dage er en kompasnål ikke en naturmagnet; den fremstilles som en permanent stålmagnet.

Kompasset er opfundet af kineserne før Kristi fødsel. Man benyttede naturlige magneter, det vil sige fundne stykker af magnetjærnsten.

Imidlertid opdagede man, at magnetismen lod sig overføre fra det naturlige magnetjærn til andre jernstykker, og man bemærkede yderligere, at hærdet stål gav de mest holdbare magneter.

På almindelige skibskompasser fastgøres kompasnålen på undersiden af en kompasrose, som foruden nordretningen samtidig angiver alle andre kompasretninger.

En magnet kendes på, at den tiltrækker jern. Magneter fremstilles i dag af forskellige legeringer, hvor jern eller jernpulver indgår, alt efter hvad magneten skal anvendes til.

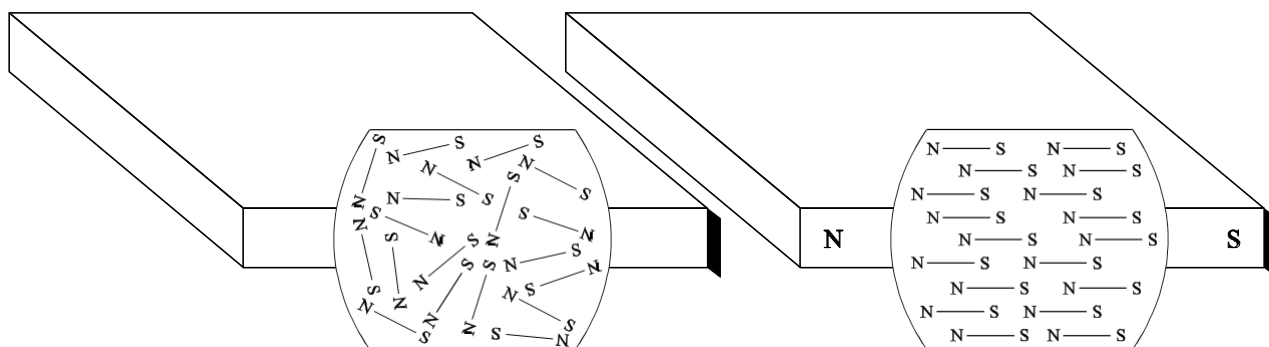
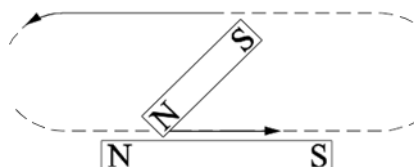
Der skelnes mellem permanente magneter og elektromagneter.

Ordet permanent betyder vedvarende. Permanente magneter fremstilles af hårdt stål, og har den egenskab, at de holder magnetismen.

Magnetisering ved strygning

Magnetisering af en stålstang kan ske ved, at man stryger en permanent magnet gentagne gange i samme retning og i hele stålstangens længde. Derved omdannes det før umagnetiske stål til en magnet.

Et billede på hvad der sker, kan man få ved at tænke sig, at det umagnetiserede stål indeholder en mængde småmagneter, som ligger hult til bult.



Ved strygning med en magnet ordnes disse småmagneter så de kommer til at ligge med nordpolen i én retning og sydpolen i den modsatte retning. Midt i stangen vil en

lille magnets sydpol ligge imod en anden lille magnets nordpol; men ved stangens ender ligger en hel del nord- og sydpoler frit, hvorfor stålstangen får en magnetpol i hver ende.

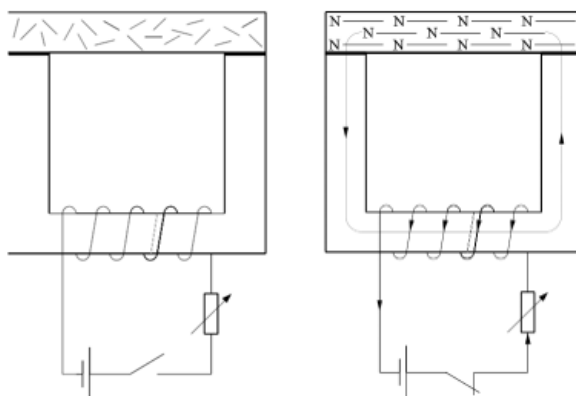
I støbejern og blødt stål drejer småmagneterne sig lettere end i hårdt stål, men kommer til gengæld også lettere i uorden. I fx ankerblik, som er blødt stål, drejer småmagneterne sig på plads, så snart de udsættes for en magnetiserende kraft, men kommer delvis i uorden igen, så snart kraften ophører.

I hårdt stål kræver småmagneterne en stor kraft for at ordne sig, men beholder derefter deres stilling, selv om den magnetiske kraft ophører.

Opmagnetisering ad elektronisk vej

Det almindeligste er at opmagnetisere ad elektromagnetisk vej. Elektromagnetens spole tilsluttes en jævnspændingskilde, hvorved strømmen i spolen frembringer et magnetfelt, hvis retning er bestemt af strømretningen i spolen. Dette magnetfelt vil forløbe i kernen og gennem stålstangen.

Når strømmen forøges, og magnetfeltet derfor forstærkes, vil stålstangens småmagneter påvirkes, således at de drejer sig med nordpolerne i feltets retning.



Magnetform

Da stål er mest anvendt til fremstilling af permanente magneter, benævnes den her omtalte form for magnetisme for ferromagnetisme.

Inden for stærk- og svagstrømsteknikken er permanente magneters anvendelsesområder mangfoldige.

For eksempel anvendes de i måleinstrumenter, elektricitetsmålere, termostater, radio- og tv-apparater, højt- talere, telefoner og i små motorer.

Udsættes en permanent magnet for et slag i en bestemt retning, kan den derved miste hovedparten af sin magnetisme. Det er en af grundene til, at måleinstrumenter, hvori der findes permanente magneter, skal behandles med varsomhed.

Endvidere forsvinder magnetismen, når magneten op- varmes til ca. 700 °C.

I dag er det muligt at fremstille meget kraftige magne- ter med små ydre dimensioner. Fremstillingen foregår ved, at selve støbningen af den færdige magnet sker i et meget kraftigt magnetfelt.

Tidligere anvendtes stållegeringer, hvor kulstof, krom, wolfram eller kobolt indgik.

I dag er det oftest betydeligt mere komplicerede le- geringer, der anvendes, og som hovedsageligt består af jern, nikkel, aluminium samt diverse andre stoffer. Eksempler på disse legeringer er ticonal, alnico og alcomax.

Magnetfelter

Anbringer man en magnets ene pol i nærheden af en anden magnets pol, vil der som nævnt optræde en tiltrækning eller en frastødning. En magnetpols virkning strækker sig altså ud i rummet udenom. Man siger, at der uden om magneten findes et magnetisk felt.

Man tænker sig ofte feltets karakter anskueliggjort ved hjælp af magnetiske kraftlinier.

De magnetiske kraftlinier tænkes at udgå fra magne- tens nordpol og vende tilbage til dens sydpol.

Inde i magneten går kraftlinierne videre fra sydpolen til nordpolen. De magnetiske kraft linier danner altså lukkede kurver.

Kraftliniernes retning, feltets retning i et tilfældigt punkt, angiver den retning, hvori en nordpol vil påvirkes, hvis den anbringes i det pågældende punkt. Dette stemmer med, at kraftlinierne udgår fra magnetens nordpol og vender tilbage til dens sydpol.

Nærmer man en magnets ene pol til en anden magnets pol, vil de to magneter enten frastøde eller tiltrække hinanden, afhængig af om de enten er ens polede eller modsat polede.

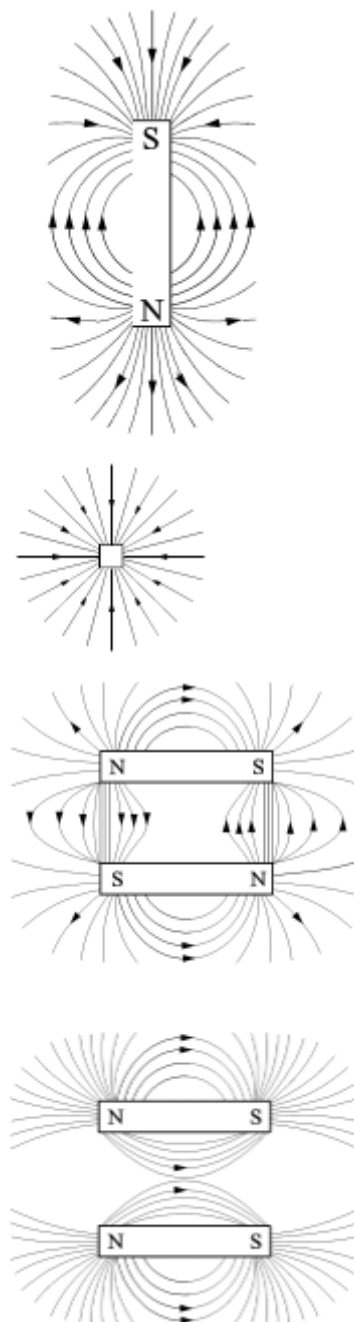
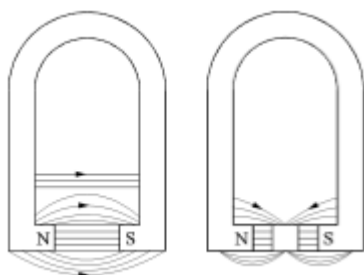
Ved permanente magneter har kun kurverne uden for magneten interesse; men ved elektromagneter har kraftlinierne inde i magneten ofte interesse.

Man kan let udføre et forsøg, der viser feltets karakter. På et bord lægger man en permanent magnet og derover et stift stykke papir. Af blødt stål filer man nogle spåner og drysser dem på papiret. Spånerne magnetiseres, og når man banker let på papiret, vil de lægge sig i et mønster, der er karakteristisk for den anvendte magnet.

I figurerne er vist en hesteskomagnet uden og med et anker af blødt stål. Man kalder stålkernen mellem magnetens poler for et anker.

Ankeret magnetiseres og tiltrækkes derfor af magneten. Da kraftlinierne vil løbe den kortest mulige vej fra en nordpol til en sydpol, og da stålet leder de magnetiske kraftlinier mange gange bedre end luft, vil kraftlinierne i det tilfælde, hvor der er anker, søge gennem dette.

Ved at anvende stålkerne, får man altså en mindre spredning og derfor et kraftigere magnetfelt.



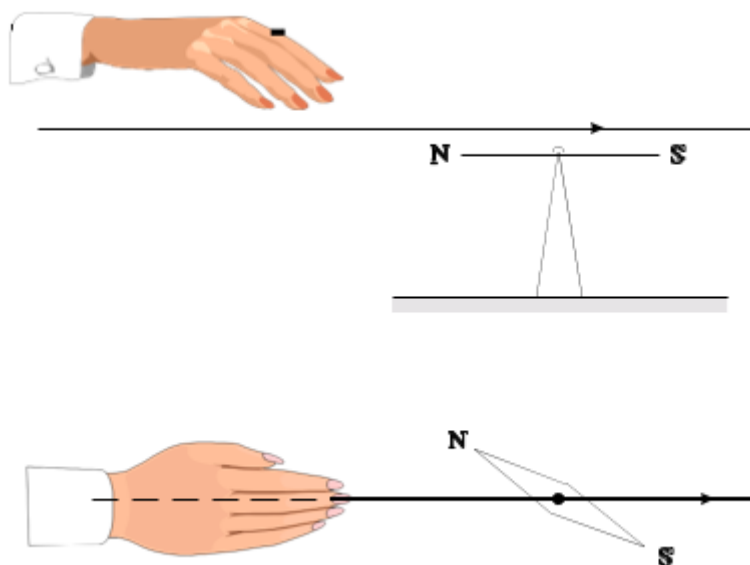
Elektromagneter

Den elektriske strøms magnetiske virkning blev i 1891-1920 påvist af den danske professor H. C. Ørsted. Han opdagede, at en bevægelig magnetnål bliver påvirket til drejning, når den anbringes i nærheden af en strømførende leder.

Retningen af udslaget findes ved hjælp af højrehånds-reglen:

- Man lægger højre hånd langs lederen med fingrene i strømmens retning og med håndfladen vendt mod magneten.

Magnetens nordpol vil da slå ud til den side, hvor tommelfingeren befinder sig.



Strømmens magnetiske virkninger udnyttes i moderne elektricitetsproduktion, i motorer, mange apparater og instrumenter mv.

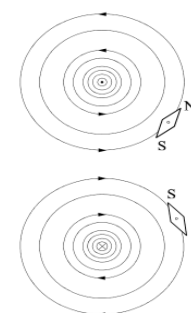
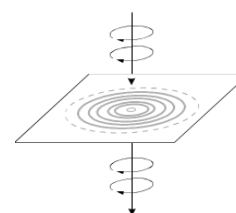
Lader man en strømførende leder gå gennem et stykke karton, der er bestrøet med jernfilespåner, vil disse ordne sig i cirkler omkring lederen.

Feltet er kraftigst inde ved lederen og aftager hurtigt udefter. Retningen af feltet huskes lettest ved den såkaldte "proptrækkerregel".

Skrues en højreskåren proptrækker frem gennem ledningen i strømmens retning, vil proptrækkerens omdrejningsretning angive feltretningen.

Enhver strømførende leder er omgivet af et magnetisk felt.

På den øverste figur er vist et plan vinkelret på lederen, hvor strømmen kommer ud fra papirets plan, og på den nederste figur ses, at strømmen går ind i papirets plan.



Prikken angiver spidsen af en pil på vej ud af papiret, mens krydset angiver styrefanerne på en pil på vej ind i papiret.

Gensidig påvirkning mellem to parallelle ledere

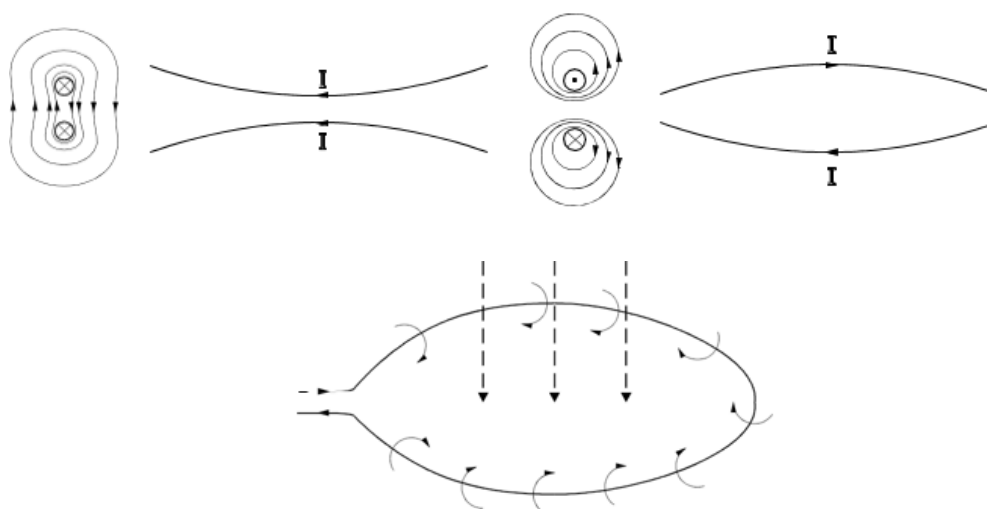
To retlinede, parallelle ledere, som gennemløbes af en strøm, vil påvirke hinanden magnetisk.

- Går strømmene i samme retning, tiltrækker lederne hinanden.
- Går strømmene i modsat retning, frastøder lederne hinanden.

Bøjes en leder i cirkelform, vil magnetfeltet omkring lederen danne et felt med retning vinkelret på lederens plan.

Det ses af proptrækkerreglen, at alle kraftlinierne inde i sløjfen vil have en retning, og udenfor den modsatte retning.

Sløjfen virker altså som en flad magnet.



Hvis man vikler lederen op i en spole, vil hver vinding optræde som en cirkulær leder med et magnetfelt vinkelret på lederens plan; felterne fra de enkelte vindinger vil understøtte hverandre, og der vil dannes et for spolen fælles magnetfelt, således at spolen udadtil optræder som en magnet, hvis poler befinder sig i spolens endeflader. Man kalder sådan en spole for en elektromagnet eller en solenoide. Den har et feltbillede, der svarer til en stangmagnets.

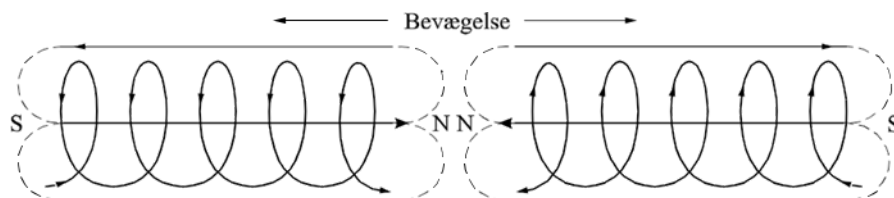
Polerne bestemmes ved højrehåndsreglen:

- Man griber med højre hånd om spolen med fingrene i strømmens retning. Spolen vil da have nordpol til den side, hvor tommelfingeren befinder sig.

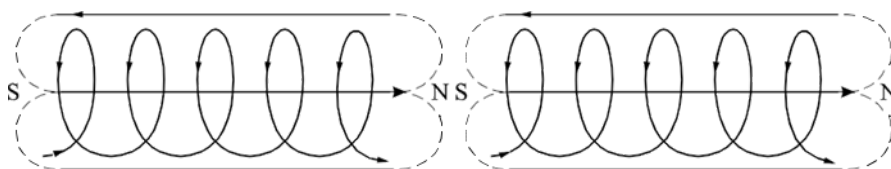
Gensidig påvirkning

To spoler vil påvirke hinanden på samme måde som permanente magneter.

Frastøder hinanden.



Tiltrækker hinanden.



Spole med kerne

Anbringer man stålkerner i spolerne og sender samme strømstyrke gennem spolerne som før, vil virkningen blive kraftigere. Det magnetiske felt er blevet mangedoblet.

Den evne til således at mangedoble magnetismen, som stålet her afslører, skyldes stålets permeabilitet.

Permeabiliteten er stålets magnetiske ledeevne og betegnes ved bogstavet μ , der er en talfaktor, som angiver, hvor mange gange stålet leder magnetismen bedre end luft.

De legeringer, der anvendes som kernemateriale, er sædvanligvis de såkaldte magnetiske bløde materialer, det vil sige ferromagnetiske stoffer med ringe remanens.

Siliciumjern er den mest brugte legering til nettransformere og drosselspoler. Legeringen leveres i forskellige sammensætninger med indtil 4 % silicium.

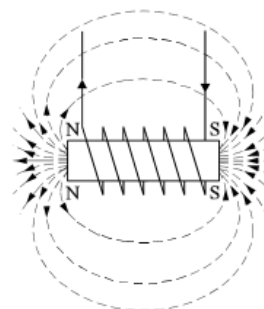
Nikkellegeringer, som sælges under navne som Permalloy, Permivar og Mumetal, og som består af jern, nikkel og kobolt, har flere bemærkelsesværdige egenskaber, som gør dem egnede ved særlige anvendelser. Egenskaberne afhænger af deres sammensætning og den varmebehandling, de gennemgår.

Pulverkerner benyttes i spoler ved frekvenser over tonefrekvensområdet.

De fremstilles ved at sammenpresse findelt jernpulver med et ikkeledende bindemiddel, fx schellak, trulitul eller keramiske materialer.

Den stærke findeling af det magnetiske materiale ned- sætter hvirvelstrømsstabene, mens de mange luftspalter forårsager, at permeabiliteten først ændrer sig ved temmelig store feltkræfter.

Pulverkerner er beregnet til frekvenser op til 0,1-0,5 MHz.



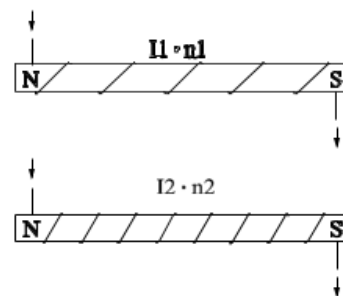
Ampere-vindinger

Det viser sig, at styrken af det magnetiske felt vokser proportionalt med såvel strømstyrken som antallet af vindinger.

Dette udtrykkes ved, at magnetfeltet er afhængig af ampere-vindingerne. Ved ampere-vindinger, AV, forstås således:

$$I \cdot n = AV$$

AV = strøm i ampere C antal vindinger.



Eksempel

En spole har 600 vindinger og kræver til magnetisering en strøm på 2,5 A. Hvor mange vindinger skal spolen have, hvis magnetiseringsstrømmen kun skal være 1,5 A?

Den magnetiserende kraft frembringes af et amperevindingstal:

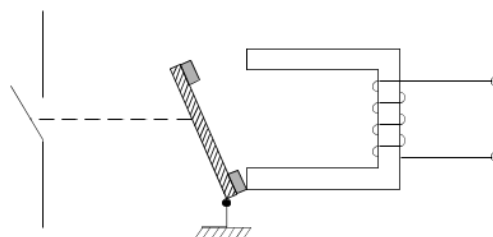
$$AV = I1 \cdot n1$$

$$2,5 \cdot 600 = \underline{1500 AV}$$

$$I2 \cdot n2 = 1500 AV$$

$$n2 = \frac{1500}{1,5} = \underline{1000 vindinger}$$

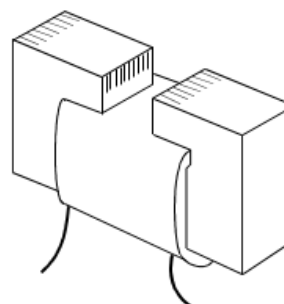
Den mest udbredte brug af elektromagneter er i relæer, motorværn og lignende, hvor magneten er udformet og monteret således, at den kan tiltrække et anker, som kan betjene forskellige typer kontakter.



Forhold ved jævn- og vekselspænding

Sendes der jævnstrøm gennem magnetspolen, tiltrækkes ankeret konstant. Sendes der derimod vekselstrøm gennem spolen, vil tiltrækningen være nul, når strøm-
mens værdi passerer nul; dette vil få relæspolen til at brumme kraftigt. For at undgå
dette må elektromagneten være bygget for vekselstrøm.

Undertiden bruger man trefasede magneter, eller man
ensretter strømmen, før den sendes gennem magnets-
polen.



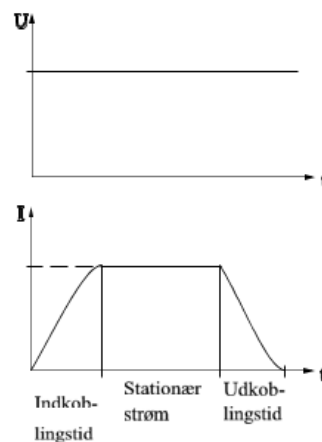
Spole tilsluttet jævnspændingen

Tilsluttes en spole jævnspænding, vil strømmen ikke stige til maksimum i samme øjeblik
afbryderen sluttes; der vil gå en vis tid, afhængig af spolens selvinduktion. Ligeledes vil
strømmen ikke øjeblikkeligt falde til nul ved afbrydning.

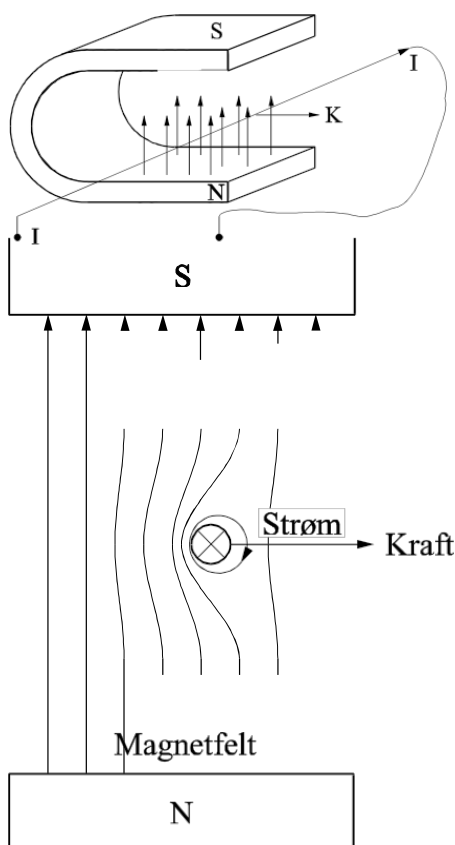
Der induceres kun spænding og strøm ved ind- og ud- kobling. I brugsperioden, hvor
strømmen er stationær, er induktionen nul, og spolen virker som en almindelig ohmsk
modstand.

Ved beregninger anvendes derfor Ohms lov:

$$U = I \cdot R$$



Strømførende leder i magnetfelt



Det er påvist, at enhver strømførende leder omgives af et magnetfelt, og at to magnetfelter i nærheden af hin- anden vil udøve gensidig kraftpåvirkning.

Anbringes en strømførende leder i et magnetisk felt, påvirkes lederen af en kraft, der søger at bevæge lederen på tværs i magnetfeltet.

På tegningen er vist en leder set i snit; krydset angiver strømretningen.

Magnetfeltet omkring den strømførende leder danner en lukket ring.

Dette felt indvirker på hovedfeltet N-S, således at der til højre for lederen frembringes en feltsvækkelse og til venstre en tilsvarende feltforøgelse.

Lederen vil derved blive påvirket af en kraft K, der søger at drive den ud af hovedfeltet, som antydnet med pilen.

Kraftens størrelse afhænger af magnetfeltets styrke og strømstyrken i lederen.

Motorprincippet

Ved motorprincippet placeres en strømførende ledersløjfe i et magnetfelt og vil i dette blive påvirket af en kraft, der søger at trække lederen ud af feltet.

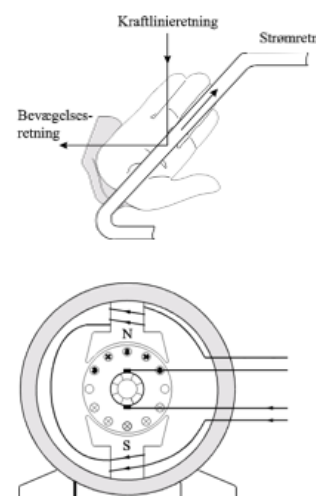
Bevægelsesretningen kan bestemmes ud fra følgende regel:

Se næste side

- Man anbringer sin højre hånd således, at kraftlinierne går ind i håndfladen, og fingerspidserne peger i strømretningen. Lederen vil da bevæge sig til lillefingersiden.

Tegningen viser skematisk en jævnstrømsmotor. Med de antydende poler og strømretning i ankerspølerne vil de øverste ledere påvirkes til drejning mod højre og de nederste mod venstre.

Motoren vil køre højre om.



Induktion

Inden for stærkstrømsteknikken omtales to former for induktion, hvorved der frembringes elektrisk spænding.

Elektromagnetisk - og elektrodynamisk induktion.

En maskine, der får tilført mekanisk kraft fra fx en dieselmotor, damp turbine eller lignende og derved omdanner den mekaniske energi til elektrisk energi, kaldes en generator.

Tidligere kaldte man de maskiner, der frembringer jævnspænding, for dynamoer og de, der frembringer vekselspændinger, for generatorer. Nu benævnes begge kategorier generatorer.

Bevæges en leder, som indgår i et lukket elektrisk kredsløb, i et magnetfelt, således at den overskærer de magnetiske kraftlinier, vil der i lederen induceres en spænding. Denne spænding benævnes elektromotorisk kraft.

Retningen af den inducerede elektromotoriske kraft findes ved Lenz's lov.

Den elektromotoriske kraft har en sådan retning, at en strøm fremkaldt af den, vil søge at modvirke den årsag, som frembragte den.

I år 1831 opdagede den berømte engelske fysiker Michael Faraday den elektriske induktion. Faraday påviste, at der i en spole induceres en spænding, når den bevæges i et magnetfelt.

Hvis spolen indgår i et lukket kredsløb, vil strømretningen være sådan, at den modvirker ændringen i de magnetiske forhold.

Princip

Skydes den viste permanente magnet ind i spolen, vil der induceres en spænding og dermed en strøm med en sådan retning, at spolen prøver at holde stangmagneten ude; det vil sige, at spolen danner en nordpol til højre og en sydpol til venstre.

Når magneten er anbragt midt i spolen, vil den inducerede spænding være nul og dermed ingen strøm.

Trækker man på ny magneten ud af spolen, til venstre, vil der induceres en spænding og dermed strøm af modsat retning, idet der fremkaldes en sydpol i højre ende og en nordpol i venstre ende af spolen, som igen søger at undgå ændringen af de magnetiske forhold. Når magneten er trykket helt bort fra spolen, vil spænding og strøm være nul. Der induceres altså kun spænding i spolen, så længe de magnetiske forhold ændres.

Den inducerede spændings størrelse afhænger af:

- den permanente magnets styrke
- magnetens bevægelseshastighed
- antal vindinger på spolen.

Generatorprincippet

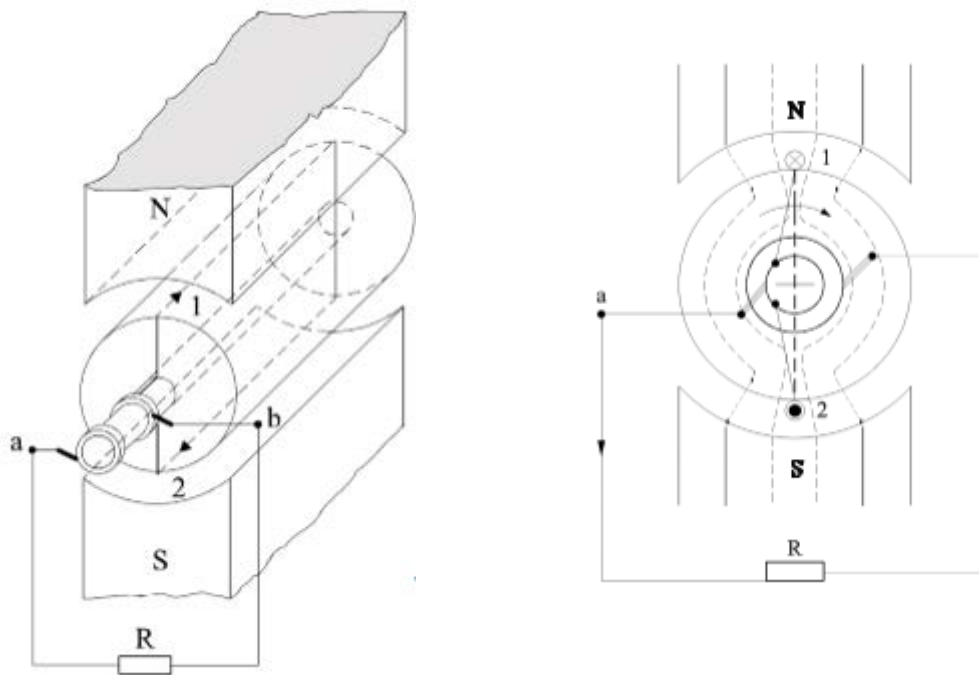
Induktionsprincippet anvendes i de maskiner, der inden for stærkstrømsteknikken benyttes til fremstilling af elektricitet.

Imellem to magnetpoler anbringes et cylindrisk anker af jern, som kan drejes rundt. Ankerviklingen består her kun af en vinding, hvis sider 1 og 2 befinder sig i luftmellemrummet mellem magnetpolerne og ankeret.

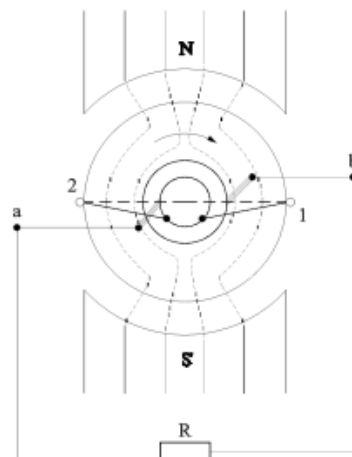
Viklingens ender er forbundet til to kontaktringe, og den inducerede strøm aftages gennem to børster, som glider på kontaktringene og er forbundet til maskinens ankerklemmer a og b.

Ved generatorprincippet påvirker man med en kraft lederen ind i magnetfeltet og får dermed induceret en spænding og følgelig en strøm gennem sløjfen.

Betragter man en række stillinger af ankerviklingen under dennes rotation, vil der i den viste stilling være den største spændingsforskel mellem klemmerne a og b, idet viklingens sider her bevæger sig vinkelret på kraftlinierne, der er angivet ved punkterede linier.

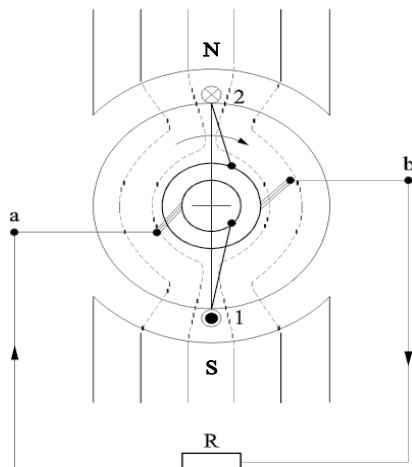


Når ankeret drejes videre, vil den inducerede spænding blive mindre, fordi der pr. tidsenhed skæres færre kraftlinier, og når ankeret har drejet sig en kvart omdrejning, vil spændingen mellem klemmerne være nul, fordi viklingens sider nu bevæger sig parallelt med kraftlinierne.



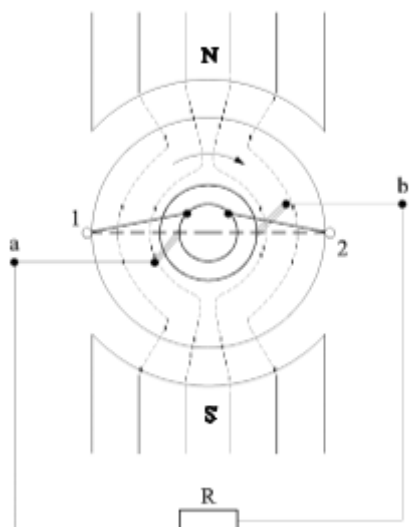
Efter yderligere en kvart omdrejning, vil spændingen mellem klemmerne a og b atter have den størst mulige værdi, men med modsat fortegn.

GF2



En kvart omdrejning senere vil spændingen mellem a og b atter være nul.

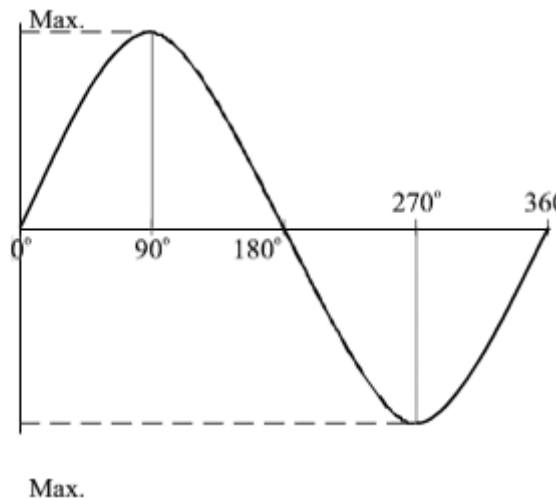
I løbet af den sidste del af omdrejningen vokser spændingen til den værdi, den havde i den først betragtede stilling.



Mellem klemmerne a og b vil der således fremkomme en periodisk varierende spænding, når ankeret drejes rundt mellem magnetpolerne.

Tiden for en periode er lig med tiden for en omdrejning. En spænding, der varierer på denne måde, kaldes en vekselspænding.

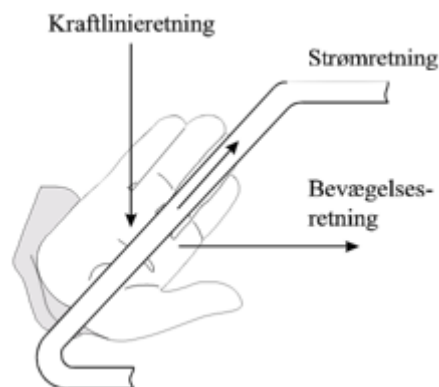
Ved passende udformning af magnetpolerne kan man opnå, at spændingen kommer til at variere efter en sinuskurve.



Generatorreglen

Ud fra Lenz's lov bestemmes strømretningen i ankerviklingen.

Man anbringer sin højre hånd således, at kraftlinierne går ind i håndflader, og tommelfingeren peger i bevægelsesretningen. Der går da strøm i retning af fingerspidserne.



Den inducerede spændings størrelse afhænger af:

- magnetfeltets styrke
- spolens bevægelseshastighed
- spolens vindingstal.

Opbygningen af generatorerne på de store kraftcentraler er noget anderledes end den her omtalte, hvor det er spolerne, der er fastsiddende, og magnetpolerne der roterer, men virkningen er den samme. Magnetfeltet i maskinen frembringes normalt ad elektromagnetisk vej.

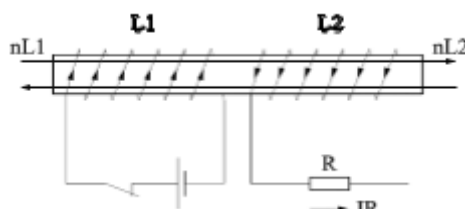
Ændres de magnetiske forhold om en leder, induceres der spænding i lederen.

Det variable magnetfelt, som indvirker på lederen, behøver ikke at stamme fra en bevægelig permanent magnet, men kan lige så godt hidrøre fra en elektromagnet. I visse tilfælde er det mere fordelagtigt at lade elektro- magneten være stillestående, men ændre magnetfeltet ved at ændre strømstyrken i magnetens spole. Man taler da om elektrodynamisk induktion.

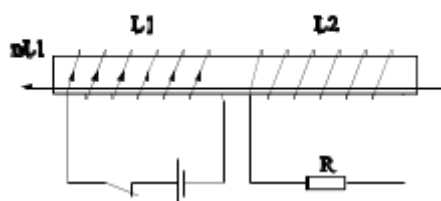
Forhold ved strømtilslutning

Sluttes den på tegningen viste afbryder, stiger strømmen i spolen L1. Derved frembringes et stigende magnetfelt, der ifølge højrehåndsreglen forløber i hele stål- kernen fra højre mod venstre.

Spolen L2 udsættes altså for et stigende felt med den viste retning. Der induceres en spænding, og da kredsen er lukket, vil der gå en strøm, der frembringer et felt modsat rettet feltet fra L1.



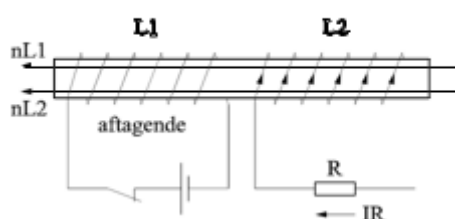
Stationær strøm



Når strømmen gennem L1, og dermed feltet, har nået en konstant værdi, ophører induktionsvirkningen.

Strømmen i L2 og feltet fra L2 forsvinder.

Strømafbrydelse



Afbrydes strømmen, vil feltet fra L1 være aftagende. Dette vil spolen L2 modsætte sig ved at frembringe et felt, der søger at bibeholde det aftagende felt fra L1, hvorved den inducerede spænding og strøm skifter retning.

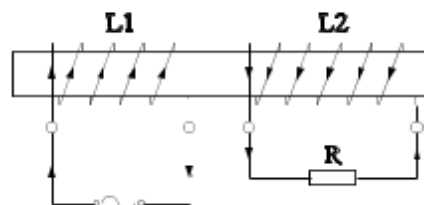
Sender man vekselstrøm gennem spolen L1, altså en varierende strøm, vil magnetfeltet ændres, og der vil derfor til stadighed induceres vekselspænding og vekselstrøm i spolen L2.

Den kraftigste virkning opnås, når den magnetiske modstand er mindst mulig.

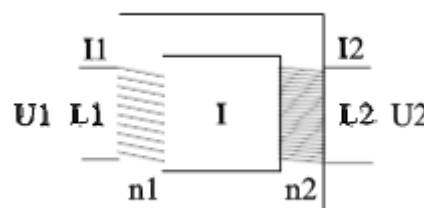
I reglen udformer man derfor jernkernen som en lukket ring.

Apparatet kaldes da en transformer, og L1 kaldes primærviklingen, mens L2 kaldes sekundærviklingen.

Transformerprincippet



I hver af sekundærspolens vindinger vil der induceres en vis vekselspænding, og da vindingerne er serieforbundne, kan der opnås fx 100 gange så stor spænding ved at udføre L2 med 100 vindinger i stedet for en. Udføres L2 med 100 gange så mange vindinger som L1, vil sekundærspændingen være ca. 100 gange primærspændingen.



Formeltegnet u angiver transformerens omsætningsforhold.

$$u = \frac{U1}{U2} = \frac{n1}{n2}$$

Transformer

Transformeren er en vekselstrømsmaskine, men i modsætning til andre maskiner har den ingen bevæge- lige dele. Den tilføres elektrisk energi og afgiver elektrisk energi igen. Siden man gik over til at distribuere elektricitet som vekselstrøm, har transformeren fået stor udbredelse i såvel forsyningsnettet som i elektriske apparater.

Den praktiske udførelse af en transformator kan variere en del, alt efter hvad den skal anvendes til.

Transformeren anvendes oftest til:

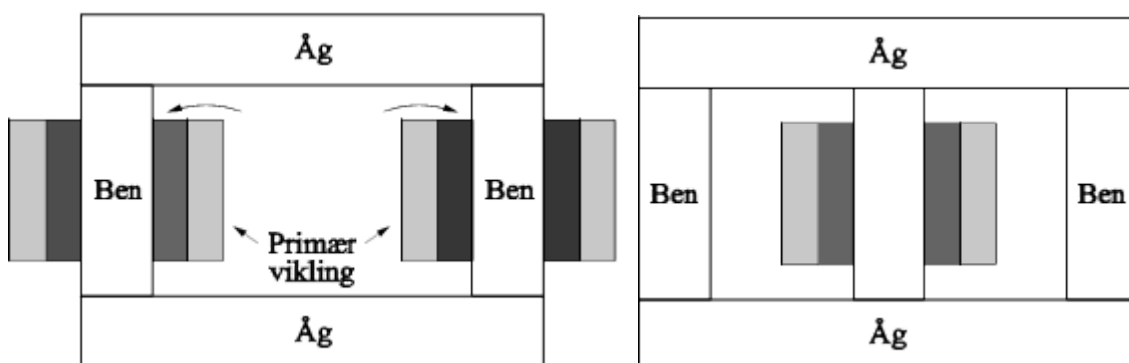
- at omsætte en høj vekselspænding fra forsynings- nettet til en lavere vekselspænding, som kan anvendes i almindelige installationer.
- at opnå en elektrisk adskillelse mellem to strømkredse.
- at omsætte en fast vekselspænding til en variabel vekselspænding.
- at omsætte en høj vekselspænding eller vekselstrøm til en praktisk målelig størrelse.
- at omsætte en lav vekselspænding til en høj vekselspænding.

Transformerens opbygning og bestanddele

En transformator består grundlæggende af 3 dele:

1. Kernen, som bærer viklingerne gennemløbes af de magnetiske kraftlinier, der skabes af strømmen i viklingerne.
2. Primærviklingen, der tilsluttes en forsynings- spænding, benævnes ofte som 1. vikling.
3. Sekundærviklingen, der afgiver en spænding, benævnes ofte som 2. vikling.

En vikling kan bestå af en eller flere spoler, og en spole kan bestå af en eller flere vindinger.

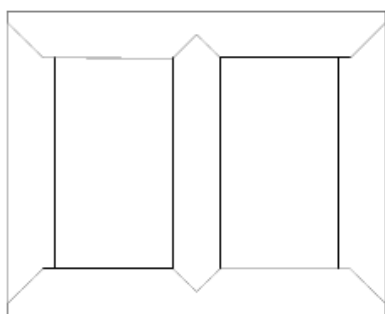


Transformerkerneln

Kernen opbygges af jernplader, der er legeret med silicium og overfladebehandlet, så to plader ikke danner elektrisk forbindelse. Denne legering forøger jernets ohmske modstand, så hvirvelstrømstabene nedsættes. Samtidig får jernet en smal hysteresesløjfe og dermed et lille hysteresetab.

Ved opbygning af kernen tilstræbes det, at de enkelte pladestykker bliver indsat, så de magnetiske kraftlinier forløber i jernets valseretning, hvor den magnetiske ledeevne er bedre end på tværs af valseretningen.

Pladerne samles meget omhyggeligt, så luftmellemlommene bliver så små som mulige. Herefter spændes kernen sammen med tværgående bolte, der føres gennem udstansede huller i pladerne. For at disse bolte ikke skal kortslutte pladerne elektrisk, forsynes hullerne først med et isolationsrør.

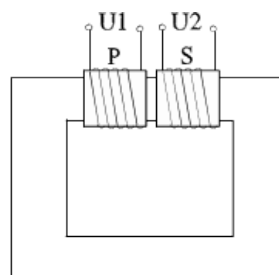
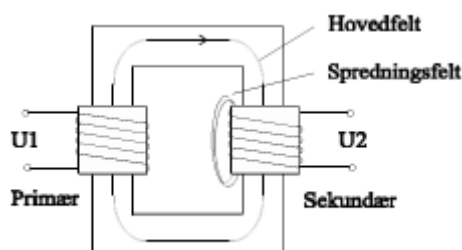


Kernetyper

Ringkernen virker som en sluttet jernring. Den del af jernkernen, der omslutes af spolerne, kaldes benene og den øvrige del kaldes åget.

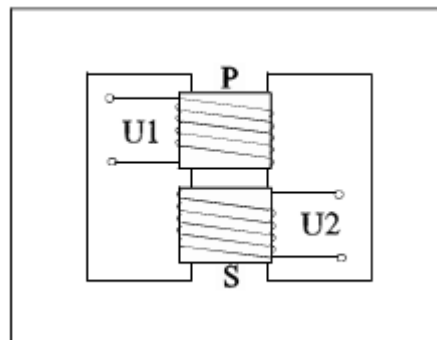
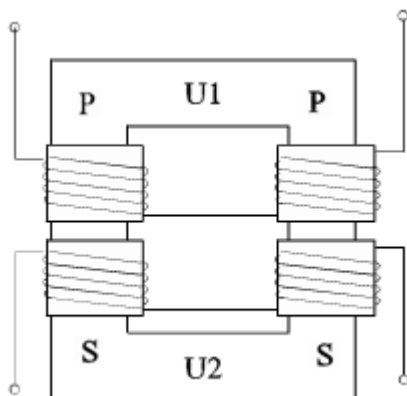
Normalt anbringes der en vikling på hvert ben, men ved store strømme, hvor der dannes kraftige magnetfelter, vil kraftlinierne sprede sig uden for kernen ved hjørnerne. Dette medfører, at der opstår et tab af kraftlinier, som kaldes spredningsfeltet.

Lægges begge viklinger på samme ben, vil kraftlinietallet være ens for de to viklinger.



Nogle transformere har den enkelte vikling opdelt i to spoler, så der lægges en spole fra hver vikling på benene. Her er kraftlinietallet også ens for begge viklinger.

Kappekernen omslutter viklingerne, der er anbragt på midterbenet, og da det kun er halvdelen af det samlede kraftlinietal, der gennemløber kernens sider, vil spredningsfeltet uden for kernen være minimal.



Viklingerne

Til viklingerne anvendes der et materiale med god elektrisk ledeevne, oftest kobber eller aluminium. I mindre transformere maskinfremstilles viklingen af en lang lakisoleret kobbertråd. I større transformere, til forsyningsnettet, kan en vikling være fremstillet af flere spoler og fremstillet af aluminiumsplade, isoleret med papir. Når der anvendes papir som isolation, er viklingen nedsænket i olie. Det er dermed olien, der virker som isolation, papirets formål er at holde en vis afstand.

Transformerstørrelser

På de fleste transformere er størrelsen opgivet i VA. Størrelsen kan variere fra nogle få VA, såsom transformeren i en radio, op til størrelser på mange MVA, som anvendes i forsyningsnettet. Men princippet er altid det samme.

Effekten, som transformeren opgives i, er altid den afgivne effekt, beregnet ud fra sekundær spænding og strøm.

Virkemåde

Når de magnetiske forhold ændres omkring en leder, bliver der induceret en spænding i lederen, og dette er grundlaget for transformerens virkemåde.

Tilsluttes primærviklingen en vekselspænding, vil der gå en vekselstrøm i viklingen og denne strøm vil skabe et vekselfelt i jernkernen. Vekselfeltet inducerer en elektromotorisk kraft i både primær- og sekundærspolerne. Hvis sekundærspolen er tilsluttet en belastning, så der dannes en strømkreds, vil der gå en strøm i sekundærspolen.

Spændingen over hver vikling er ens for både primær- og sekundærviklingen, så forholdet mellem primær- og sekundærspænding bliver det samme som forholdet mellem primær- og sekundærvindingstal.

Omsætningsforhold

Som nævnt er omsætningsforholdet forholdet mellem antallet af vindinger på primærside og sekundærside. Det kan udregnes med følgende formel, hvor 'n' er omsætningsforholdet, der er et ubenævnt tal, 'N1' er antallet af vindinger på primærsiden, og 'N2' er antallet af vindinger på sekundærsiden.

$$n = \frac{N1}{N2}$$

Da spænding pr. vinding er ens for primær og sekundær, når der ses bort fra det spændingsfald der opstår i vindingerne under belastning, kan omsætningsforholdet også udregnes tilnærmelsesvis med følgende formel.

$$n \approx \frac{U1}{U2}$$

Hvis det primære vindingstal N1 er 10 gange større end det sekundære vindingstal N2, er den primære spænding U1 også 10 gange større end sekundærspændingen U2.

Transformeren under indkobling

Ved tilslutning af spænding til primærviklingen vil magnetiseringsstrømmen blive mange gange større end tomgangsstrømmen, da det tager en vis tid at opbygge magnetfeltet i kernen.

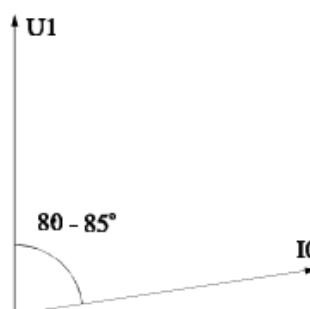
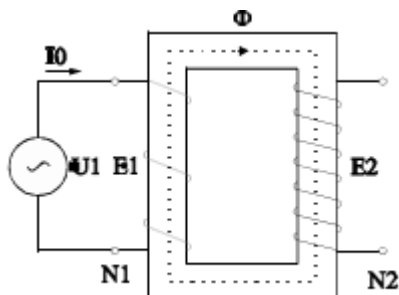
Primærviklingen vil derfor ikke kunne yde den nødvendige modspænding, så strømmen begrænses kun af viklingernes ohmske modstand. Derfor kan der opstå et kraftigt indkoblingsstrømstød, der dog kun bliver af kort varighed, idet feltet ret hurtigt får normal styrke. Tegningen viser strømstødet, der opstår under indkobling. Ved valg af sikring foran en transformer i forsyningsnettet bruges en håndregel, der siger, at sikringen skal kunne holde til 12 x fuldlaststrømmen i mindst 0,1 sek.

Transformeren under tomgang

Ved tomgang forstås driftstilstanden, når transformeren er uden belastning på sekundærsiden, der går altså ingen strøm i sekundærviklingen. Tomgangsstrømmen benævnes I_0 . Denne strøm er meget lille i forhold til fuldlaststrømmen, der benævnes I_n .

Ved tomgang kan transformeren betragtes som en spole med jernkerne.

I_0 benævnes ofte som magnetiseringsstrømmen, da der hovedsageligt er tale om en reaktivstrøm. I_0 er faseforskudt 80-85° efter spændingen.

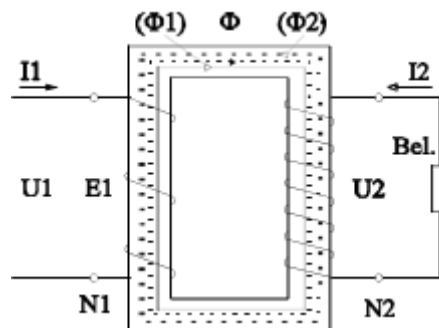


Transformeren under belastning

Når der tilsluttes en belastning til sekundærviklingen, går der strøm i viklingen. Strømmen betegnes I_2 .

Denne strøm vil frembringe et vekselfelt, der til enhver tid er modsat rettet det af primærviklingen dannede felt. Kraftlinietallet formindskes derved, og den inducerede modspænding E_1 i primærviklingen bliver mindre.

Primærstrømmen I_1 vil derfor stige, så kraftlinietallet i kernen forøges, til det igen svarer til kraftlinietallet under tomgang.



Transformerens tab

Det er ikke muligt at fremstille en transformer uden et vist effekttab. Der er to typer af tab; det ene er strømvarmetab i viklingerne, dette tab afhænger meget af belastningen. Det andet tab er magnetiseringstab, også kaldet jerntabet. Dette tab er uafhængigt af belastningen, da det er forårsaget af jernets træghed mod ommagnetisering. Disse to tab gør, at der skal tilføres mere effekt til primærsiden, end der kan aftages på sekundærsiden. Tabene afsættes i transformerens viklinger og jernkerne som varme. Strømvarmetabene kan holdes på en ret lav værdi ved at benytte svær tråd til viklingerne, så deres ohmske modstand er lille.

Strømvarmetabet, P_{cu} , for en vikling kan udregnes med følgende formel.

$$\Delta P_{cu} = I^2 \cdot R = [W]$$

Jerntabet kan holdes på en ret lav værdi ved at opbygge kernen af materiale med god magnetisk ledeevne, lav remanens og stort tværsnit.

Jerntabet, P_{fe} , kan beregnes som det tab der er, når transformeren kører i tomgang, da strømmen i primærviklingen er så lille, at der faktisk ingen strømvarmetab er. Jerntabet kan således udregnes med følgende formel.

$$P_{fe} \approx P_0 = U_1 \cdot I_0 \cdot \cos\varphi_0 = [W]$$

Virkningsgraden er afhængig af de tab, der er i transformeren. Hvis tabene er små, er virkningsgraden god. Tilført effekt minus tab giver afgiven effekt, der kan udregnes med følgende formel.

$$P_2 = P_1 - \Delta P$$

Virkningsgraden er et ubenævnt tal og kan beregnes med følgende formel.

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

For transformere op til 10 kVA kan virkningsgraden sættes til 0,9-0,95, for transformere på 100-300 kVA til 0,95-0,98 og for størrelserne 1-10 MVA kan virkningsgraden komme op på 0,98-0,99.

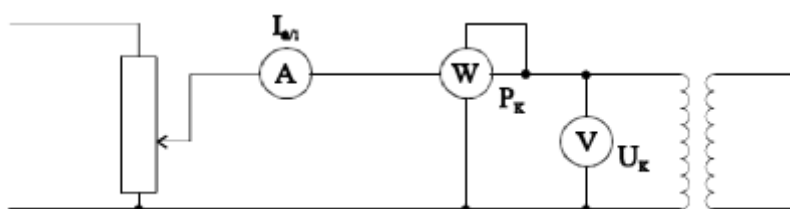
Virkningsgraden beregnes af fuldlastværdierne for P1 og P2.

Da jerntabet anses for at være konstant, vil virkningsgraden ved en svag belastning ikke være så god, som når belastningen stiger. Virkningsgraden vil være 0 ved tomgang, da der ikke aftages effekt. Den effekt, der tilføres, går til at dække tab i transformeren.

Der tilføres altså altid mere effekt end der kan afgives. Derfor kan omsætningsforholdet ikke bruges til at finde forholdet mellem primærstrømmen og sekundærstrømmen.

Kortslutning

Transformerens kortslutningsspænding, der betegnes U_k , er den spænding, der skal tilsluttes primærviklingen, for at strømmen i sekundærviklingen får mærkestrømmens værdi, når sekundærviklingen kortsluttes. Kortslutningsspændingen angives ofte i procent af nominel primærspænding og betegnes så U_k .



Kortslutningsstrømmen vil være ligeså mange gange større end mærkestrømmen, som kortslutningsspændingen er mindre end mærkespændingen.

Ud fra den viste måleopstilling kan transformerens impedans, ohmske og induktive modstand findes.

Først findes $\cos \varphi_k$
$$\cos \varphi_k = \frac{P_k}{U_k \cdot I_{1n}}$$

Transformerens impedans findes som $Z = \frac{U_k}{I_{1/1}} \quad [\Omega]$

Transformerens ohmske modstand kan findes som $R = Z \cdot \cos\phi_k \quad [\Omega]$

Transformerens induktive modstand kan findes som $X = Z \cdot \sin\phi_k \quad [\Omega]$

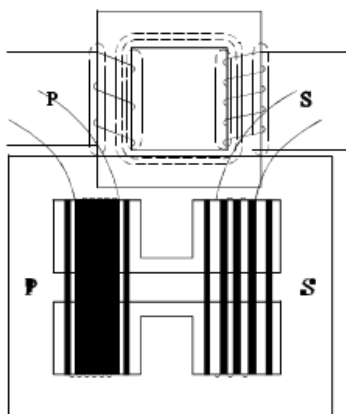
De modstandsværdier, der kan findes ud fra disse formler, kan bruges når der skal udregnes, hvor stort et tab og spændingsfald der er i en transformer. Det skal blot huskes, at værdierne er udregnet ved primærspændinger. Alle efterfølgende beregninger skal der- for foretages med primære spændinger og strømme.

Kortslutningssikkerhed

En kortslutningssikker transformer er en transformer der, med kortsluttet sekundærvikling, har strømme af så lave værdier, at den udviklede varme hverken kan skade viklingernes isolation eller omgivelserne.

For at opnå kortslutningssikkerhed, er det nødvendigt at placere viklingerne på hver sit ben af en ringkerne- transformer. Den opbygges sådan, at der opstår kraftige spredningsfelter ved stor belastning. Feltspændingen vil forårsage, at en del af det felt, der frembringes af strømmene i viklingerne, ikke vil forløbe i kernen, men uden for denne og derved inducere en modspænding i den vikling, hvis strøm har skabt feltet. Den inducerede modspænding vil så begrænse strømmen. Kappekernetransformereren kan gøres kortslutningssikker med en magnetisk shunt. En del af feltet fra hver vikling kan herved undgå at gennemløbe den anden vikling og dermed inducere spænding. Ved at justere den luftspalte der er i shunten, samt shuntens tværsnit, kan man "styre" strømmen i sekundærviklingen.

Denne type transformer anvendes ofte til ringeanlæg, neontransformere, tændtransformere til oliefyringsanlæg samt til svejsetransformere. I svejsetransformere kan man så ændre på shunten med et håndtag, alt efter hvor stor svejsestrøm der ønskes.

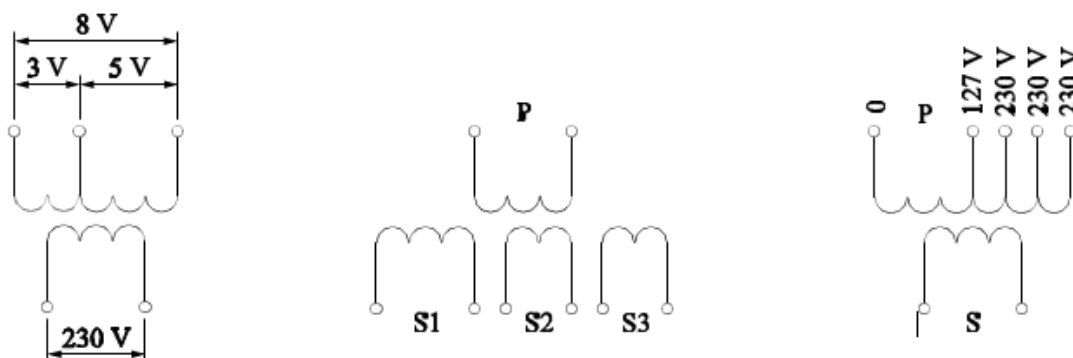


Fælles for alle kortslutningssikre transformere er, at sekundærspændingen falder forholdsvis meget ved belastning, da der jo ingen sekundærspænding er ved kortslutning.

Viklingsudtag

Mange transformere udføres med udtag på viklingerne. Herved gives der mulighed for flere primær- og sekundærspændinger. Disse udtag kan laves på både primær- og sekundærviklingen. I forsyningstransformere er det almindeligt, at primærviklingen har et antal udtag, så man herved kan tilpasse sekundærspændingen til den højspænding, der er på stedet. Grunden til at udtagene er placeret i primærviklingen er, at strømmene der skal kobles på, er mindre end sekundærstrømmene.

Transformeren kan også forsynes med f.eks. flere adskilte sekundærviklinger. Herved kan samme primær- vikling forsyne flere adskilte sekundære kredsløb.



Autotransformeren

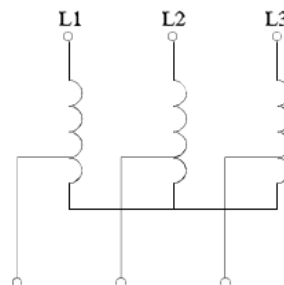
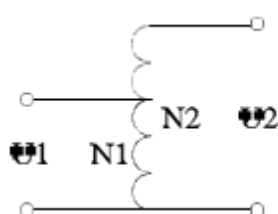
En autotransformer har kun én vikling.

Tilsluttes den primære klemspænding, U_1 , opstår det sædvanlige vekselfelt i jernkernen, som inducerer en vis mod-elektromotorisk kraft.

Optransformeres spændingen, som vist her, vil sekundærstrømmen være mindre end primærstrømmen. Strømmene vil være i modfase. Strømmen i den del af viklingen, der gennemløbes af både primær- og sekundærstrømmene, vil altid være mindre end den mindste strøm. Tilnærmet kan den sættes til differencen mellem strømmene, hvis der ses bort fra en lille tomgangsstrøm.

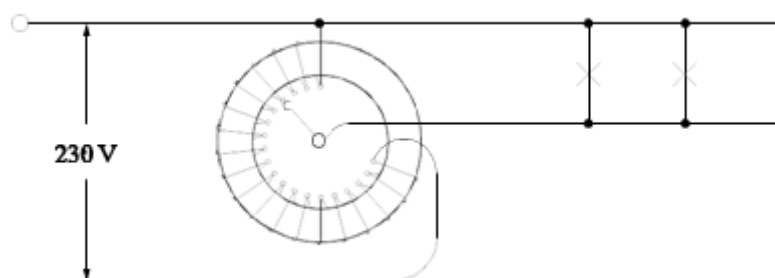
Ulempen ved autotransformeren er, at der ikke er elektrisk adskillelse mellem primær- og sekundær spændingerne, så den personlige sikkerhed er ikke optimal, selvom sekundærspændingen i sig selv er nede på et ufarligt niveau.

Autotransformeren kan også udføres 3-faset, hvor den normalt er opbygget som tre 1-fasede autotransformere, der er stjerne koblet. Hvis ikke alle tre faser er ens belastet, kan det være nødvendigt at forbinde nul- len til stjernepunktet for at fastholde dette.



Regulerbare transformere

Regulerbare transformere kaldes også variotransformere. De anvendes, hvor man har behov for en variabel vekselspænding uden at sinusformen ændres. Variotransformerer udføres ofte som en autotransformer med ét udtag pr. vinding.



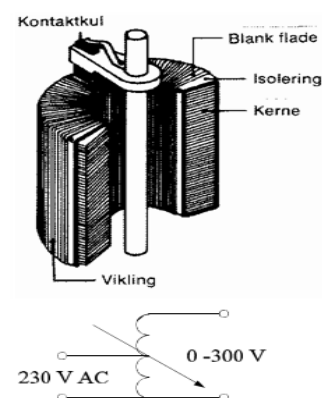
Normalt bygges variotransformerer op med en ringkerne af lamineret jern. Viklingen vikles på kernen og fastgøres med emalje. Den ene ende af viklingen slibes blank så et fjederbelastet kontaktkul kan danne kontakt med vindingerne.

Kontaktkullet er anbragt på en drejelig aksel.

Hvis der er brug for en optransformering af spændingen, skal der være mulighed for at få flere vindinger på sekundærsiden end på primærsiden, ligesom ved autotransformerer.

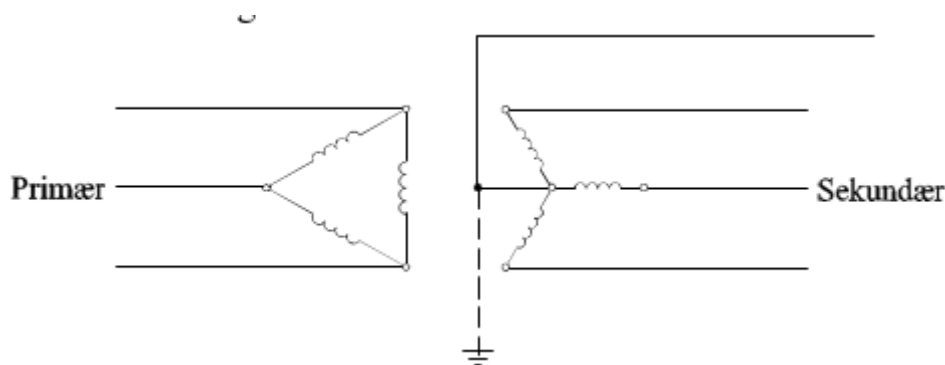
Variotransformere kan anvendes, hvor der er brug for at kunne regulere en vekselspænding.

Til laboratoriebrug anvendes i almindelighed hånddrevne variotransformere. Som efterfølgende skitse viser, kan disse sammenbygges til flerfasede enheder



3-fasede transformere

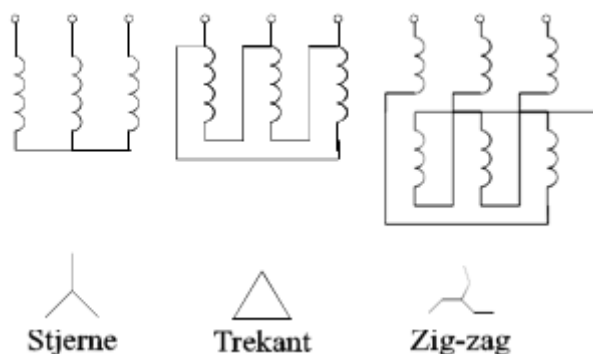
Da vores forsyningsnet er opbygget som et 3-faset net, bruges der 3-fasede transformere, når alle faser ønskes ført videre ved en anden spænding. Transformatoren opbygges normalt som en jernkerne med tre ben. På hvert ben er der anbragt en primær og en sekundær vikling.



Viklingerne kan forbindes i stjerne eller trekant.

Da der ikke er fremført et nul i højspændingsnettet, er primærviklingen i forsyningstransformere ofte trekant- forbundet. Lavspændingsviklingen er stjerneforbundet for at muliggøre tilslutning af et 4-leder 3 x 230/400 V net samt jordforbindelse af stjernepunktet.

På 3-fasede transformere er viklingerne ofte ført ud. Det er derfor muligt at forbinde dem på forskellige måder.



Stjernekobling

Det er den oftest anvendte kobling for sekundærviklingerne i en transformer i forsyningsnettet. Fordelen ved denne kobling er, at der er mulighed for at udtage tre ens fasespændinger mellem nul og hver af de tre faser. Der er endvidere mulighed for at udtage netspændinger mellem to eller tre faser. Nulken jordforbindes normalt. Derved får man fastlagt fasespændingerne i forhold til et potentiale.

Ulempen ved stjernekobling er, at en stor belastning på en fase også giver en stor belastning på en fase i højspændingsnettet.

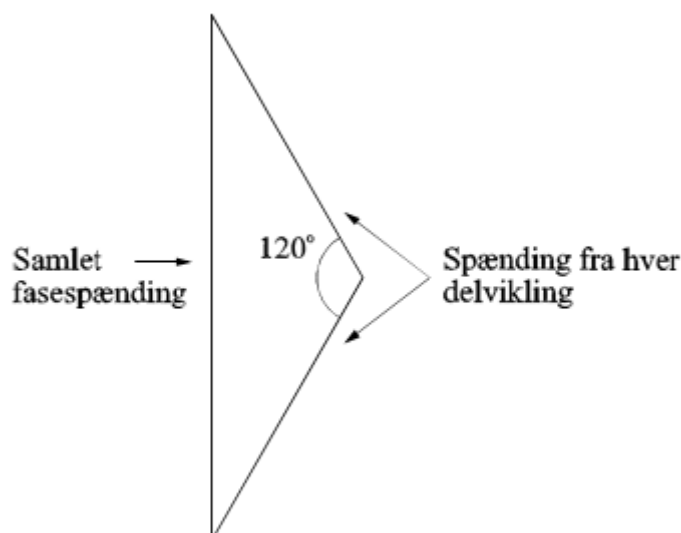
Trekantkobling

Denne kobling er meget lidt anvendt for sekundærviklingerne i transformere til forsyning af lavspændingsnettet, da der ikke er mulighed for at udtage fasespændinger. Det er endvidere ikke muligt at jordforbinde noget stjernepunkt, så i lavspændingsnettet ses denne kobling meget sjældent.

Zig-zag kobling

Denne koblingsform kræver at sekundærviklingen er udført som to viklinger pr. fase som det ses af figuren. Belastningen af en fase på sekundærsiden bevirker, at der sker en belastning af to faser på primærsiden. Dette er netop formålet med zig-zag koblingen. Hvis der er en meget skæv belastning af faserne i et lavspændingsnet, vil man ofte bruge denne kobling for at undgå, at denne skæve belastning også forekommer på højspændingsnettet.

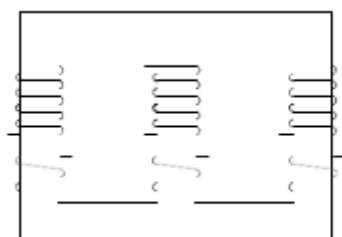
Ulempen ved denne kobling er, at der kræves flere vindinger på sekundærsiden, da fasespændingen er opbygget af to spændinger, der er forskudt i forhold til hinanden.



Opbygning

Den 3-fasede transformers virkemåde er den samme som ved 1-fasede transformere. Til 1-fasede transformere kan der anvendes en lukket ring som kerne. Denne opbygning virker ikke ved 3-fasede, idet det resulterende magnetfelt fra de tre primærstrømme vil være nul, og der vil derfor ikke blive nogen transformervirkning.

Den 3-fasede transformator opbygges derfor normalt som en jernkerne med tre ben. På hvert ben placeres henholdsvis en primær- og sekundær vikling.



GF2

Jernkernen for den 3-fasede transformator er ikke symmetrisk; det vil sige, at kraftlinievejen for de tre fasers magnetfelter er forskellige. Dette forhold bevirker at tomgangsstrømmen i den midterste vikling er mindst, da den magnetiske modstand her er mindst, fordi feltet fra det midterste ben kan forløbe i begge yder ben. Forholdet er dog uden betydning ved belastning.

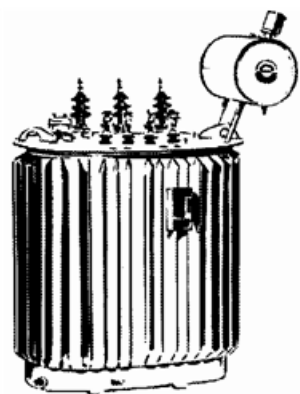
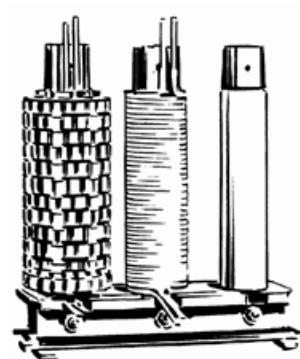
Lavspændingsviklingen udføres oftest som en cylindrisk spole, mens højspændingsviklingen normalt opdeles i flere, indbyrdes serieforbundne spoler, der svarer til ca. 300-500 V. En vikling for 10000 V kan f.eks. være opbygget af 20 spoler.

Hvis hele primærviklingen var udført som én spole, ville spændingen mellem de enkelte lag på denne spole blive så stor, at det ville medføre et større forbrug af isolationsmateriale.

Under belastning af transformeren udvikles der en betydelig varme, hvorfor man må sørge for en passende afkøling.

Ved at nedsænke viklingerne i olie opnår man, foruden afkøling, en beskyttelse af viklingerne mod fugt og samtidig virker olien isolerende.

For at få den bedste afkøling forsynes olietanken med køleribber. Der er endvidere monteret en ekspansions- beholder, da temperaturen i olien kan variere meget.



Sikringer

Definition:

Ved en sikring forstås en montagegenstand, som ved smeltning af en eller flere af dens dertil særligt bestemte og dimensionerede dele afbryder den strømkreds, hvori den er indsat, når strømmen igennem den i en bestemt tid overstiger en given værdi. Sikringen omfatter alle de dele, hvoraf den komplette genstand består.

Typer:



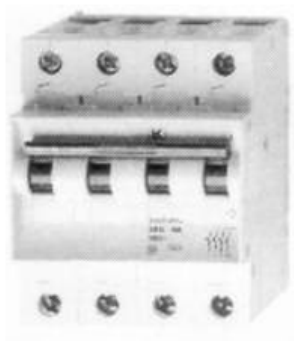
NH sikringer



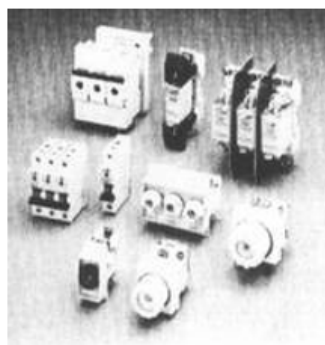
Lamelsikring
(mastesikring)



Finsikringer



Automatsikring



Sikringsholdere



Diazed
DZ

Neozed
D0

Sikringer af typen D0 og D2 er inddelt i grupper og markeret med en farve for hver ampereværdi, som angivet i nedenstående skema:

Diametersystemet			
Størrelse	Farvekode		
2 A	Rosa	D01	DzII
4 A	Brun		
6 A	Grøn		
10 A	Rød		
13 A	Sort		
16 A	Grå		
20 A	Blå	D02	DzIII
25 A	Gul		
35 A	Sort		
50 A	Hvid		
63 A	Kobber		
80 A	Sølv	D03	DzIV
100 A	Rød		

Kortslutningsbryderne:

- D0 skal have brydeevne mindst 25 kA (Neozed).
- Dz, skal have brydeevne mindst 20 kA (Diazed).
- NH, skal have brydeevne mindst 50 kA.

Driftklasser for sikringer: VDE 0636

Driftklassen angives ved to bogstaver:

1.bogstav (lille) angiver funktionsområde:

- g: beskytter mod overbelastning og kortslutning.
- a: beskytter mod kortslutning.

2.bogstav (stort) angiver beskyttelsesobjektet:

- B: Bjergværksanlæg.
- L: Ledninger.
- M: Apparater og komponenter
- R: Halvledere.

gL sikringer, eksempel

Denne sikring er en træg/flink. Træg i overbelastningsområdet og hurtig i kortslutningsområdet. Den er tilpasset således, at kabler kan belastes optimalt, men samtidig være beskyttet mod skadelig påvirkning under overbelastning og kortslutning.

aM sikringer, eksempel

Denne sikring beskytter kun mod kortslutning og er ikke i stand til at beskytte mod overbelastning. Denne kan anvendes som forsikring for en motor - suppleret med et motorværn - til overbelastningsbeskyttelse af motor og ledning.

IEC 269 IEC giver bestemmelser for sikringer helt i overensstemmelse med VDE 0636 driftklasse aM.

Øvrige driftklasser angives ved et bogstav og et romertal.

- Bogstav (lille) angiver funktionsområde:
- g: beskytter mod overbelastning og kortslutning (general purpose fuses).
- a: beskytter mod kortslutning (accompanied fuses).

Romertal angiver det spændingsniveau, sikringen hovedsagelig er konstrueret for - samt udløsekaraktistikkens toleranceområde og afprøvningsbetingelser.

- I: primært for net med følgende spændinger: 230 V, 400 V 500 V og 660 V.
- II: primært for net med følgende spændinger: 120 V, 240 V, 415 V og 600 V.

Sikringer mærket gII må ikke anvendes til overstrømsbeskyttelse i installationer her i landet, men sikringer, der samtidig er mærket med gI og gII må godt anvendes.

Ved bestemmelse og kontrol af sikringsstørrelsen skal leverandørdokumentationen for anvendte sikringer anvendes. Disse dokumentationer er:

- Smeltekurver
- Smelteenergikurver
- Lysbueenergidigram
- Strømbegrænsningskurver

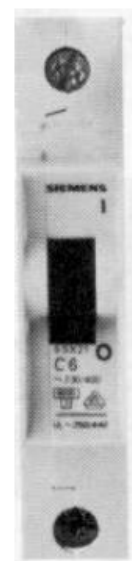
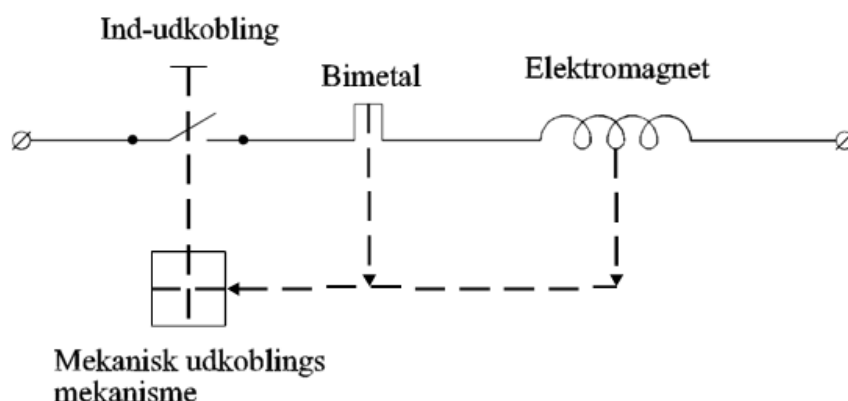
Anvendelse af automatsikringer

Automatsikringer er beregnet til overbelastninger og kortslutningsbeskyttelse af kabler og ledninger i installationer og anlæg.

Konstruktion af automatsikringer

Automatsikringer er forsynet med en bimetalsudløser, der giver en forsinket udkobling for overbelastning, samt en elektromagnetisk udløser, der giver en uforsinket udkobling for kortslutning eller høje stødstrømme f.eks. startstrømme.

Tegningen viser skematisk strømgennemgangen i et fase modul:



Brydetiden for den elektromagnetiske udløser ("kortslutningsudløseren") er på under 1 ms., og dermed afbryder den længe inden den naturlige nulgennemgang.

Automatsikringerne udføres for forskellige mærke- strømme og ved forskellige udløse-karakteristikker.

I følgende tabel kan det aflæses, hvilken strøm, der ikke fører til overbelastningsudløsningen inden 1 time (I1) og hvilken strøm der skal føre til overbelastningsudløsning inden 1 time (I2). Ligeledes kan det aflæses, hvilken strøm der ikke fører til aktivering af den elektromagnetiske udløser (I4) og hvilken strøm, der skal føre til aktivering af den elektromagnetiske udløser (I5).

De angivne værdier skal ganges med sikringens mærkestrøm (In). Der er angivet de tre normalt anvendte typer. Type "B" anvendes til belastning - uden store strømstød f.eks. boliginstallationer, type "C" anvendes til større strømstød f.eks. motorer, type "D" anvendes til meget store indkoblinger og strømstød fx transformere og damplamper.

GF2

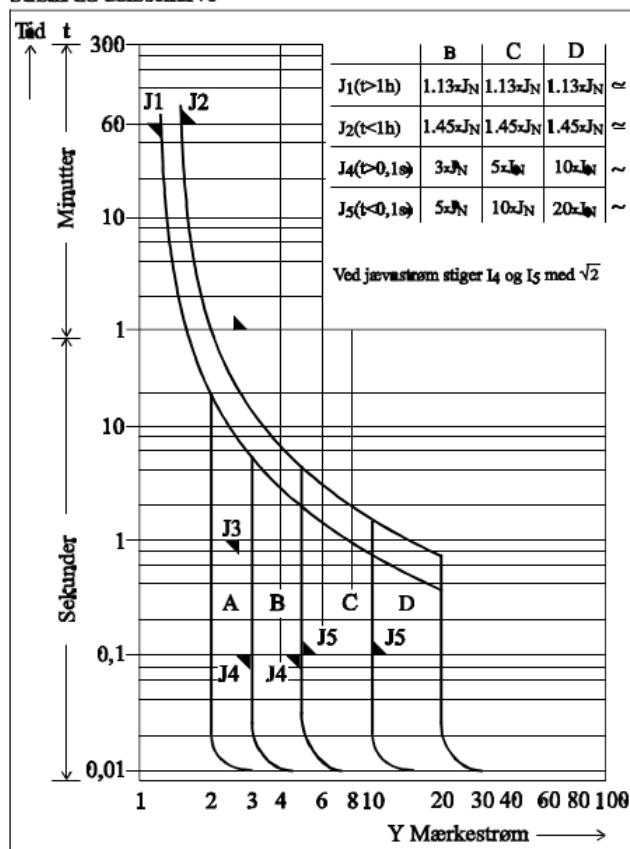
Overstrømsområde			Magnetisk (udløsning) område		
	I_1	I_2	I_4	I_5	
	$\cdot I_n$	$\cdot I_n$	$\cdot I_n$	$\cdot I_n$	
B	1.13	1.45	3	5 5	IEC 898
C	1.13	1.45	5 7	10 10	IEC 898
D	1.13	1.45	10	20	IEC 898

Ved valg af en automatsikring til en motor vælges sikringen således, at den kan holde til den aktuelle startstrøm.

Kendes denne ikke, vælg da automatsikringen til nærmeste over 1,5 gange motorens fuldlaststrøm.

Kurven neden for viser strøm/tid forløbet for automatsikringerne type "B", "C" og "D".

Strøm/tid udløsekurve

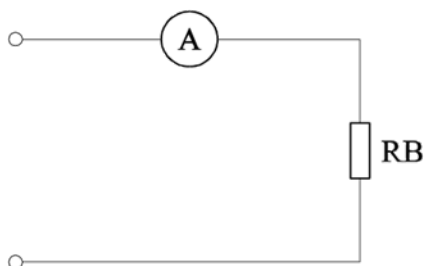


Måleprincipper

Strømmåling

Ved strømmåling indskydes amperemetret i serie med den belastning, hvis strøm ønskes bestemt.

Det er derfor ønskeligt, at amperemetret har en meget lille modstand R_A i forhold til belastningen R_B , da amperemetret ellers vil påvirke strømmen i kredsen.



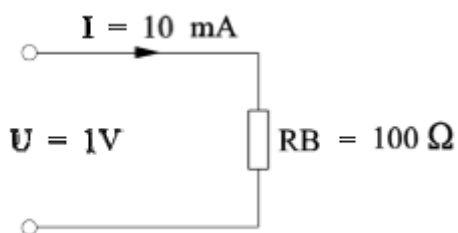
Opdeling

Til strømmåling kan anvendes:

- Direkte visende instrumenter
- Forstærkende instrumenter

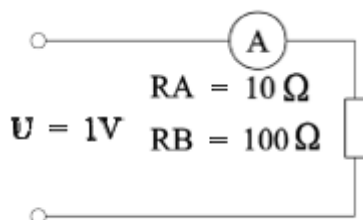
Eksempel: Den opstillede strøm vil være

$$I = \frac{U}{R_B}$$



$$I = \frac{1}{100} = 0,01 \text{ A} \sim \underline{\underline{10 \text{ mA}}}$$

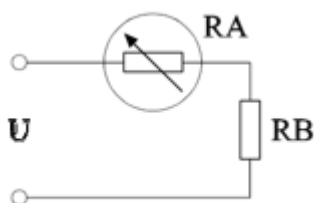
Indskydes nu et amperemeter, der i 10 mA området har en indre modstand på 10 S, bliver kredsens samlede modstand:



$$R = R_B + R_A$$

$$R = 100 + 10 = \underline{\underline{110 \Omega}}$$

Strømmen vil nu være – se næste side



$$I = \frac{U}{R}$$

$$I = \frac{1}{110} = 0,0091 \text{ A} \sim = \underline{\underline{9,1 \text{ mA}}}$$

Difference = 0,9 mA - 9 %

Det må erindres, at den indre modstand ændres ved områdeskift og dermed kredsens strøm.

Konklusion

Som det ses af foranstående eksempel, falder strømmen i kredsen, når der drejes ned i måleområdet.

Selv om udslaget er blevet større og den procentvise fejl hermed mindre, har amperemetrets stigende modstand ændret strømmen i kredsen fra 0,125 mA til 0,08 mA, hvorved større målefejl er opstået.

Kompromis

I praksis må der, for at få den mest nøjagtige måling, indgås et kompromis mellem:

- udslagets størrelse og dermed den procentvise fejlvisning,
- det anvendte måleområde og dermed amperemetrets indre modstand.
-

Eksemplet fortæller også, at man kan risikere at få lige så mange forskellige strømaflæsninger, som der er måleområder på instrumentet.

Man kan i grænsetilfælde opnå, at spændingen over amperemetret er lig med eller større end spændingen over belastningen, hvorved belastningen på de meget lave måleområder ophører med at fungere.

Små strømme

Disse fænomener kan optræde, hvor instrumenter med ringe data anvendes til måling af små strømme fx i forbindelse med elektroniske kredsløb.

Store strømme

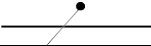
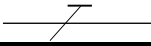
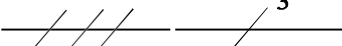
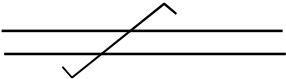
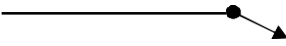
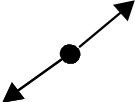
Ved måling af større strømme er instrumentets modstand så lav, at variationen er uden praktisk betydning.

Tommelfingerregel

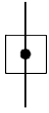
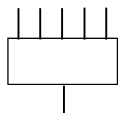
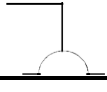
For at opnå en anvendelig måling, skal amperemetrets indre modstand R_A være 10-100 gange mindre end modstanden i det kredsløb, der måles på.

GF2

Plantegning

Benævnelse	Symbol
Forbindelse Eks. Leder Kabel Linie Transmissionsvej	
Nulleleder	
Beskyttelsesleder	
Ledning med tre faser	
Eksempel: ledning med tre faser, nulleleder og beskyttelsesleder	
Bøjelig ledning	
Skærmet leder	
Snoet leder	
Nedadgående ledning	
Opadgående ledning	
Gennemgående ledningsføring	
Dåse, alment symbol	
Samledåse	

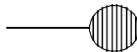
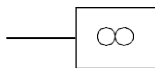
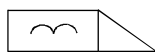
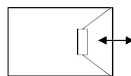
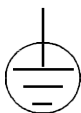
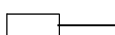
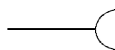
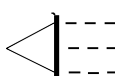
GF2

Benævnelse	Symbol
Tilslutningssted for brugerinstallation	
Fordelingsanlæg med 5 tilslutninger (tavle)	
Stikkontakt/stikdåse, alment symbol	
Tre sammenbyggede stikkontakter	
Stikkontakt med beskyttelseskontakt	
Stikkontakt pillesikker	
Stikkontakt med enpolet afbryder	
Stikdåse for telekommunikation - type kan anføres med påskrift TP: telefon FX: telefax M: mikrofon FM: radio TV: fjernsyn HT: højttaler	
Afbryder, alment symbol	
Afbryder med indikeringslampe	
Enpolet afbryder	
Kroneafbryder	

GF2

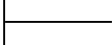
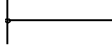
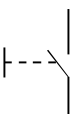
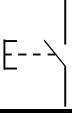
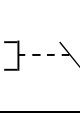
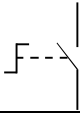
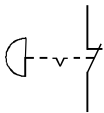
Benævnelse	Symbol
Enpolet afbryder med flere stillinger, for eksempel til flere lysstyrker	
Korrespondanceafbryder	
Krydsningsafbryder	
Dæmper	
Trykkontakt	
Trykkontakt med indikeringslampe	
Apparat med tidsstyring, eksempelvis trappautomat	
Kontaktur	
Lampested	
Lampested på væg	
Lampe, alment symbol	
Armatur for lysstofrør, alment symbol	
Armatur for tre lysstofrør	
Projektør, alment symbol	

GF2

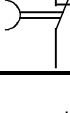
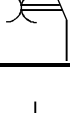
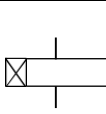
Symbol	Benævnelse
Vandvarmer	
Ventilator	
Elektrisk lås	
Samtaleudstyr, for eksempel porttelefon	
Jordforbindelse	
Beskyttende jordforbindelse	
Hankontakt i en stikdåse eller stikprop	
Hunkontakt i en stikdåse eller stikprop	
Stikforbindelse	
Belysningsføler	
Bevægelsesmelder	

GF2

Kredsskemaer

Kode	Beskrivelse	Symbol
W	Ledning	
W	Elektrisk forbindelse	
X	Mekanisk forbindelse	
W	Elektrisk forbindelse anvendes, hvor der er tvivl om der er forbindelse	
X	Terminal	
F	Sikring	
F	Sikring med angivelse af forsyningside	
S	Manuelt betjent afbryder, alment symbol	
S	Trykknafbryder, sluttekontakt med automatisk tilbageføring	
S	Trækafbryder, sluttekontakt med automatisk tilbageføring	
S	Drejeafbryder, sluttekontakt uden automatisk tilbageføring	
S	Nødstopafbryder (aktiveret med paddehat) med tvangsført brydekontakt og fastholdstilling	
K	Sluttekontakt	

GF2

Kode	Beskrivelse	Symbol
K	Brydekontakt	
K	Skiftekontakt, bryde før slutte	
S	Grænseafbryder (endestop), sluttekontakt	
K	Sluttekontakt der er forsinket, når den indretning, der indeholder kontakten, aktiveres	
K	Sluttekontakt, der er forsinket, når den indretning, der indeholder kontakten, deaktiveres	
K	Brydekontakt der er forsinket, når den indretning, der indeholder kontakten, aktiveres	
K	Brydekontakt, der er forsinket, når den indretning, der indeholder kontakten, deaktiveres	
K	Sluttekontakt, der forsinket, både når den indretning, der indeholder kontakten, aktiveres, og når den deaktiveres	
Q	Aktiveringsindretning (relæspole), alment symbol	
K	Relæspole til et relæ med forsinket udkobling	
K	Relæspole til et relæ med forsinket indkobling	

Grundlæggende principper ved anlægstyper

Der skelnes mellem to typer anlæg:

- Traditionel installation
- Intelligent installation

Et traditionelt styret anlæg er et tændingssystem med en afbryder, der direkte styrer den funktion, som skal slutes eller brydes, fx 1 pol. Afbr. som tænder for en lampe, termostat som styrer varme eller startknap for en kontaktor/- motor. Et centralt styret anlæg inden for en traditionel installation er fx en kiprelæ styring, hvor "ordre- kreds" og "aktor-kreds" er to adskilte strømkredse. I et mere udvidet system anvendes kiprelæer med flere kombinationsmuligheder, som fx sluk og tænd alt funktionen, sensor styring, IR styring, ur styring etc. I en intelligent installation anvendes en processor, som via inputmoduler modtager ordrer fra "sensorer" og tryk og lignende, og via outputmoduler sender processoren ordren ud til "aktorer".

IBI, Intelligente bygningsinstallationer

I en traditionel og konventionel bygningsinstallation indgår ofte flere forskellige installationssystemer såsom belysning, varme, ventilation, alarm etc. I disse systemer kan man opleve, at fx en termostat styrer varmen, en anden styrer ventilationen, en bevægelsessensor anvendes til at tænde belysningen og en anden bevægelsessensor i samme rum er tilsluttet indbrudsalarmen. Ved at opbygge installationerne på denne måde anvendes der unødigt mange meter kabel, ledninger og ledningskanaler; der opbygges et meget kompliceret ledningssystem, og vi får en dårlig udnyttelse af mange komponenter.

Alternativet til den konventionelle installation er IBI (intelligente bygningsinstallationer). Hovedformålet med et intelligent system er, at kunden får et styre og kontrolsystem, som opfylder drifts-, vedligeholdelses- og fleksibilitetskrav, og samtidig er omkostnings-effektivt sammenlignet med de alternativer, som findes. Som tidligere omtalt for konventionelle anlæg må eksempelvis funktioner som tidsstyring, logisk kobling, reguleringer, alarm og dæmpning udføres med specialkomponenter og med traditionelle stærkstrømskabler. De forskellige funktioner må ofte gennemføres ved hjælp af forskellige systemer. Dette betinger brug af forskellige leverandører. Ved at bruge et hensigtsmæssigt intelligent system vil kabler, føringsveje, tavlearrangementer og montagetid blive reduceret, samtidig med at de fleste funktioner kan tilsluttes det intelligente system. Dette betyder, at konventionelle funktioner som tænd/sluk, dæmpning, temperaturregulering m.m. kan integreres med specialfunktioner som fx alarm, adgangskontrol, niveauregulering, energistyring og overvågning. Én og samme leverandør kan, forudsat han besidder den nødvendige kompetence, levere et komplet system, som udfører mange forskellige arbejdsopgaver. Det intelligente system gør også, at installationen senere let kan ændres, eksempelvis ved bygningsmæssige ændringer. Et intelligent system vil også kunne bidrage til at tilfredsstille myndighedernes krav til indeklima og øge sikkerhedskravene til installationen.

Adskiller

Stærkstrømsbekendtgørelsen kræver, at strømforsyningen til enhver fast tilsluttet brugsgenstand skal kunne adskilles fra hver af de spændingsførende ledere.

Funktionsafbryder

Alle brugsgenstande (lamper o.l.) skal kunne ind- og udkobles med en afbryder. Denne benævnes funktionsafbryder. Afbryderen anbringes mellem spændingskilde og brugsgenstand.

Virkemåde for afbrydere

Afbryderen har to stillinger, afbrudt og sluttet. Når afbryderen er åben (afbrudt), forhindrer den strømgennemgang, og brugsgenstanden er spændingsløs. Når afbryderen er lukket (sluttet), tillader den strømmen at passere.

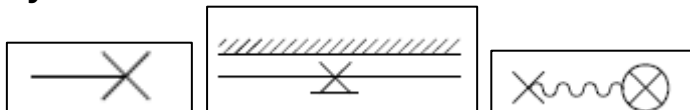
Formål

Indskyder afbryderen i den spændingsførende leder mellem spændingskilde og brugsgenstand. Årsagen til at man anbringer afbryderen i den spændingsførende leder er, at man kan gøre brugsgenstanden spændingsløs ved hjælp af afbryderen.

Lyskilde

Lyskilde er en generel betegnelse for alle typer lyspærer, lysstofrør, kompaktlysstofrør, halogenpærer osv. En traditionel pære isættes en fatning. Fatningen har to kontaktfjedre, en kontaktfjeder, som danner kontakt med spidsen af soklen af glødelampen og en kontaktfjeder, som danner kontakt med gevindstykket på glødelampens sokkel. Nul-lederen tilsluttes den kontaktfjeder, der danner kontakt med gevindstykket og fasen tilsluttes den kontaktfjeder, der danner kontakt med spidsen af soklen på glødelampen. Fatningen (lampen) monteres med ledninger til et lampested i den faste installation.

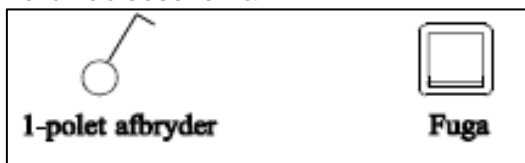
Symboler



Belysningsarmatur eller tilslutningssted i loft for belysningsarmatur (lampested). Almindeligt symbol. Udførelsen må angives ved påskrift på tegning eller i en medfølgende fagbeskrivelse. Vægarmatur eller tilslutningssted på væg for vægarmatur. Udførelsen må angives ved påskrift på tegningen eller i en medfølgende fagbeskrivelse. Højde over gulv skal angives. Udløbsroset eller lignende med belysningsarmatur tilsluttet ved bevægelig ledning.

1-polet tænding

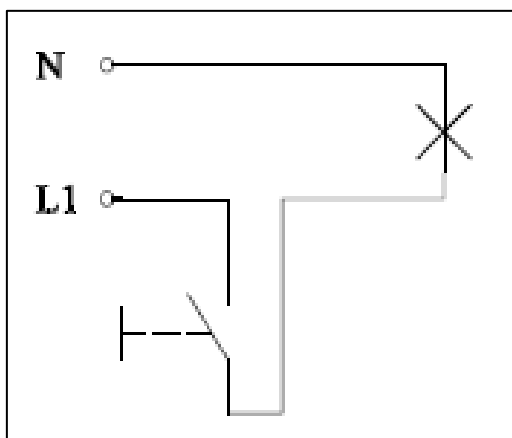
Forbindelsesskema



Et eksempel på kredsløbet i et almindeligt lampested skal her kort beskrives.

Afbryderen åben:

- Lampen lyser ikke
- Lederen mellem N og lampested kaldes nulleleder
- Lederen mellem L1 og afbryder kaldes faseleder
- Lederen mellem afbryder og lampested kaldes mellemledning

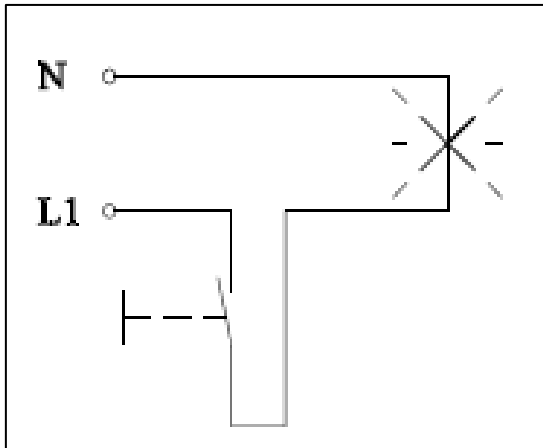


GF2

Afbryderen sluttet:

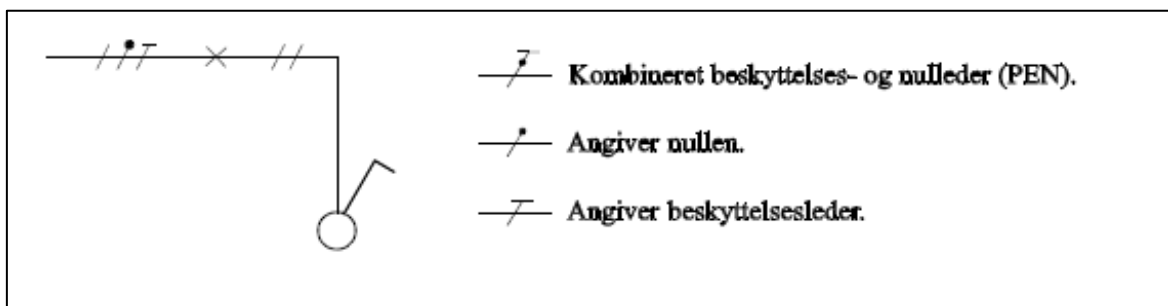
- Lampen lyser

Den spændingsførende leder (mellemedningen) skal altid forbindes til bundkontakten. I de viste forbindelsesskemaer fortælles klart, hvorfra og hvortil lederne forbindes. Forbindelsesskemaerne kaldes flerstregsskema.



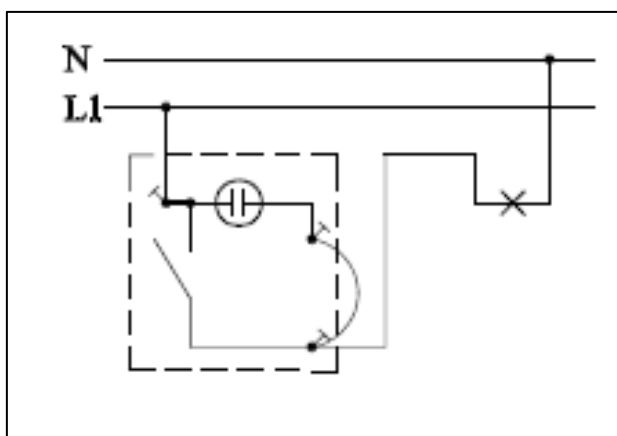
Installationstegning - Synlig rørinstallation

Det er imidlertid umuligt at indtegne flerstregsskemaer på en bygningstegning, så her skal vises et eksempel på et enstregsskema, hvor de fuldt optrukne linier fortæller, at her er en installationsledning og ved påskrift fortælles, at det er et plastrør (PR). I plastrøret er i trukket ledninger. Lederantallet angives ved at påtegne installationsledningen parallelle skråstreger. Man kan samtidig fortælle, hvilket ledertværsnit lederne består af, fx 1,5 mm².

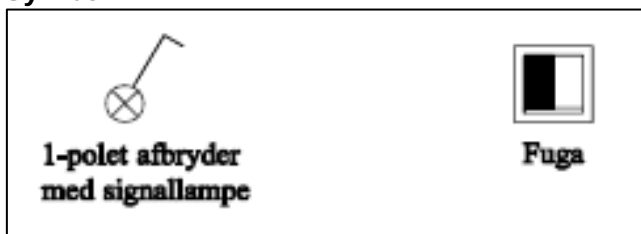


Lede lys

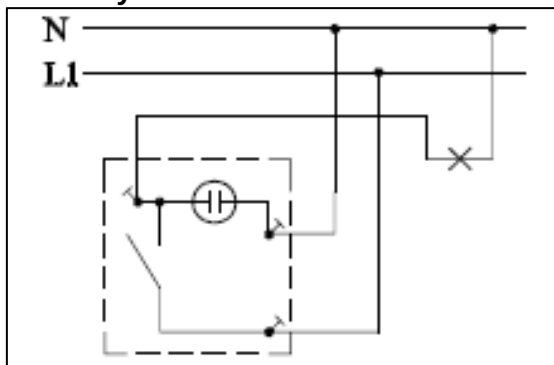
Hvis installationen er anbragt i et rum, hvor det er en fordel at kunne lokalisere afbryderen med det samme, når man kommer ind, kan der anbringes en glimlampe som lede lys, enten indbygget i afbryderen eller anbragt umiddelbart ved den. Glimlampen forbindes som vist på skitsen, altså parallelt over afbryderen. Der vil gå en svag strøm gennem glimlampen, fuldt ud tilstrækkeligt til, at glimlampen lyser, men for svag til, at "hovedlyset" tændes.



Symbol



Kontrolllys



Er lampen (brugsgenstanden) anbragt et sted, hvor det normalt ikke kan ses, om den er tændt eller slukket, kan glimlampen forbindes som kontrolllys. Glimlampen forbindes som vist på skitsen, altså parallelt over lampen. Ved kontrolllys skal nullederen føres

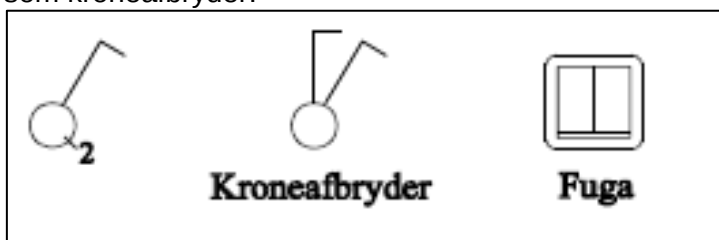
frem til glimlampen. En glimlampe er en damplampe og skal derfor altid forbindes i serie med en passende modstand, som enten er indbygget i soklen på selve glimlampen eller i lampeholderen for glimlampen.



En signallampe (kontrollys) behøver ikke at være anbragt samme sted som afbryderen eller kombineret med denne, men kan have en placering, der tjener dens formål bedre.

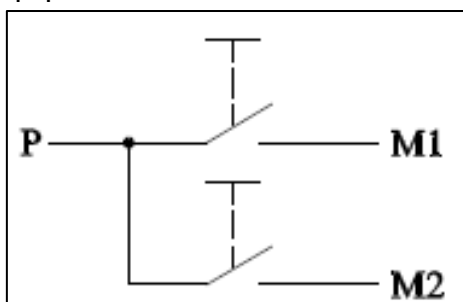
Kronetænding

1-polede afbrydere, kan også fås for 2 strømkredse - en dobbelt afbryder - benævnt som kroneafbryder.

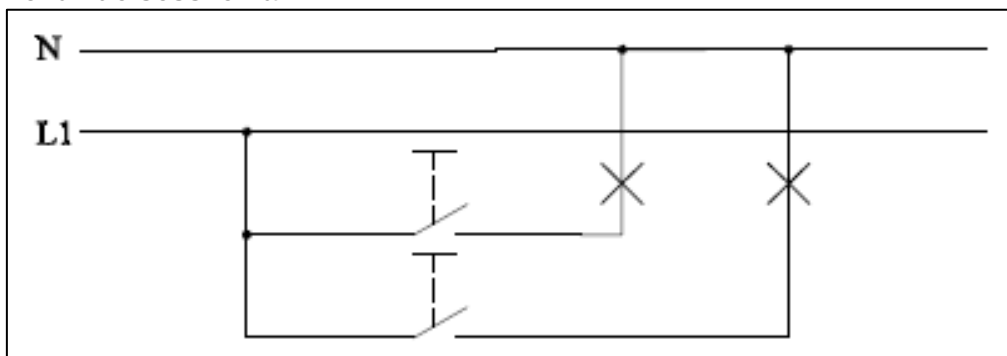


Virkemåde

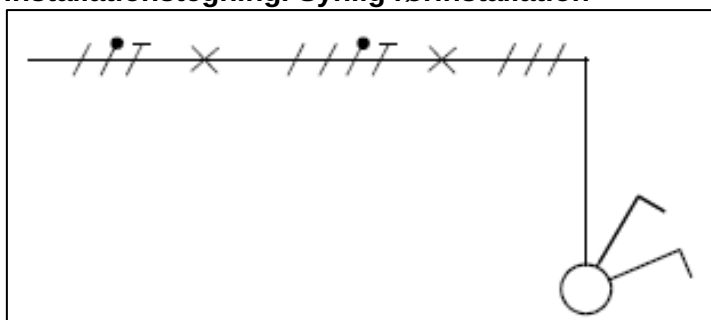
En kroneafbryder har 3 tilslutningsklemmer og virker som 2 stk. 1-polede afbrydere, blot er afbryderne her sammenbygget og har fælles faseklemme, som ofte er mærket "P".



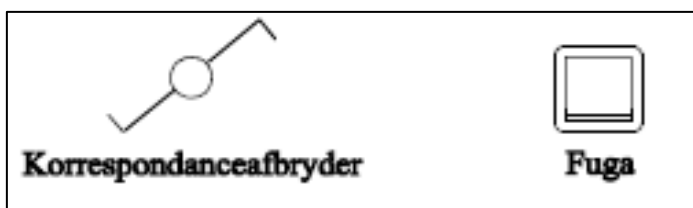
GF2

Forbindelseskema**Fordel**

Man har i kroneafbryderen to afbrydere, der ikke optager mere plads end en enkelt afbryder.

Installationstegning. Synlig rørinstallation**Korrespondancetænding**

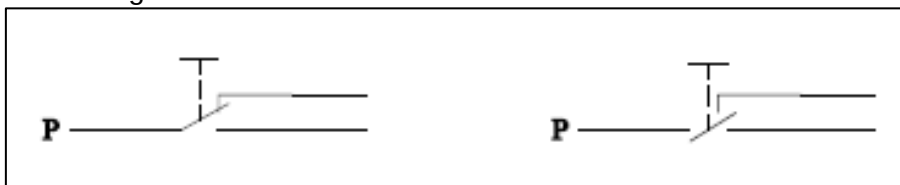
Korrespondancetænding anvendes, hvor lampesteder ønskes tændt eller slukket flere steder.

**Korrespondanceafbryder**

Korrespondanceafbryderen har tre tilslutningsklemmer, hvoraf den ene har en skinneforbindelse til et andet kontaktpunkt. Skinneforbindelsens tilslutningsklemme er mærket "P".

Virkemåde

Korrespondanceafbryderen er en omskifter, der skiftevis danner forbindelse mellem skinnen og den ene eller den anden af de frie klemmer.



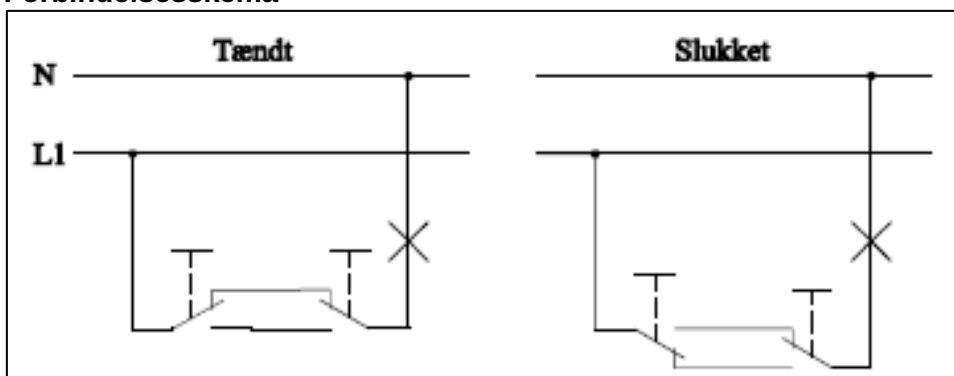
Systemer

I stærkstrømsinstallationer anvendes to forskellige korrespondancesystemer; de benævnes som A- og B-korrespondance.

System A

A-korrespondancen kaldes også "den almindelige" og anvendes mest, da det er det simpleste system.

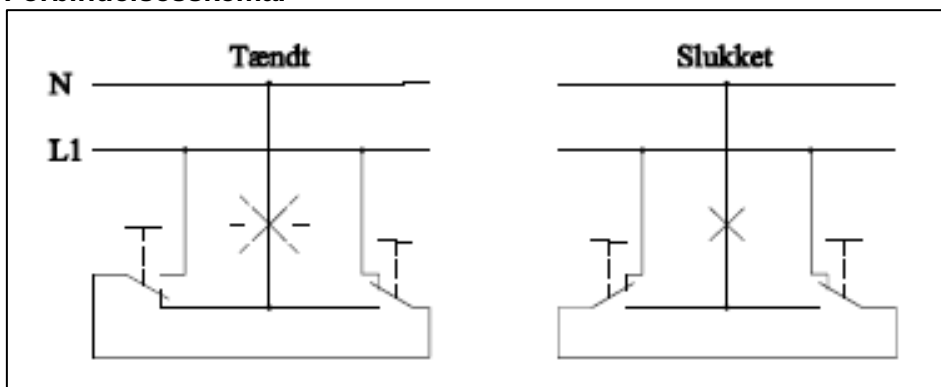
Forbindelseskema

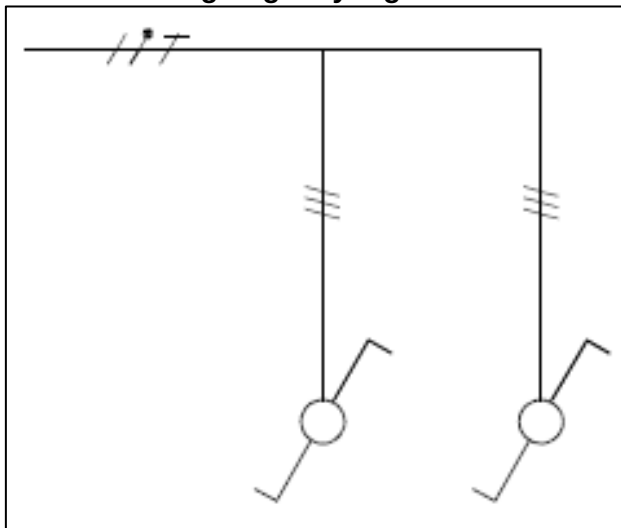


System B.

B-korrespondancen kaldes også "den svenske". Den kan med fordel anvendes, hvor fasen skal føres videre i installationen, og hvor der skal være en stikkontakt sammen med korrespondanceafbryderen.

Forbindelseskema.

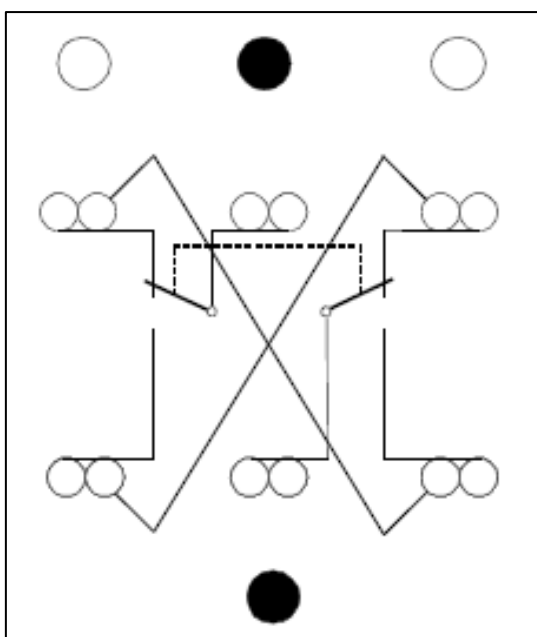


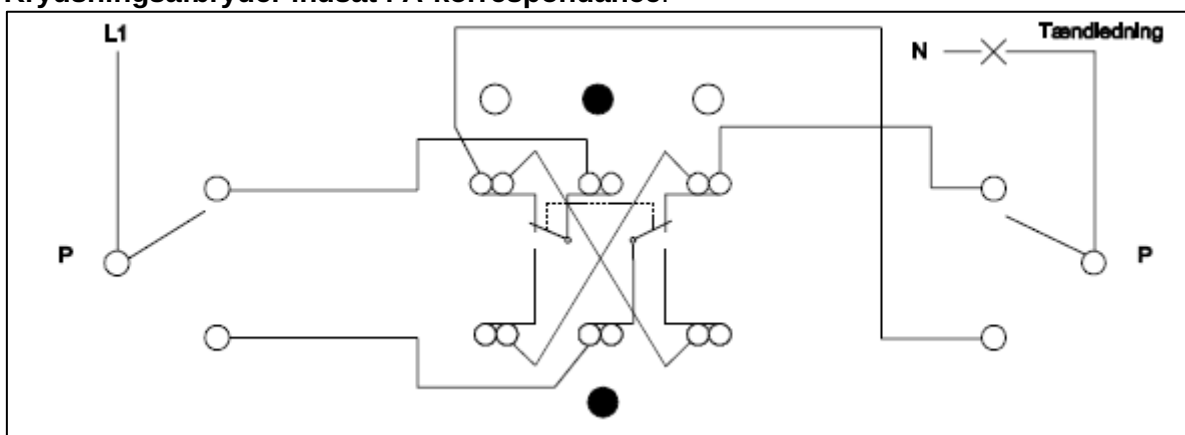
Installationstegning – Synlig rørinstallation.**Udvidelser**

Er der behov for mere end to afbrydere i et korrespondancesystem, kan det udvides med en eller flere krydsningsafbrydere. Begge systemer kan udvides på denne måde.

Krydsningsafbryder

Krydsningsafbryderen har fire tilslutningsklemmer, som regel tydeligt mærket. Den virker som 2-polet omskifter og danner forbindelse mellem klemmerne parvist som vist på diagrammerne.

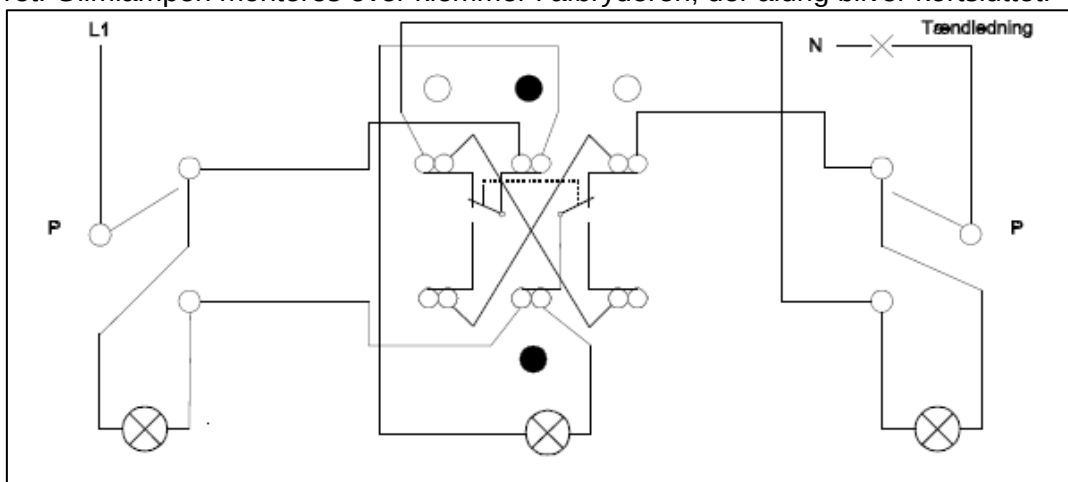


Krydsningsafbryder indsat i A-korrespondance.**Lede- og kontrolllys**

I forbindelse med korrespondancesystemer kan indskydes glimlamper som enten lede- eller kontrolllys. Da hverken korrespondance- eller krydsningsafbrydere kan fås med indbygget glimlampe, må disse anbringes i specielle holdere.

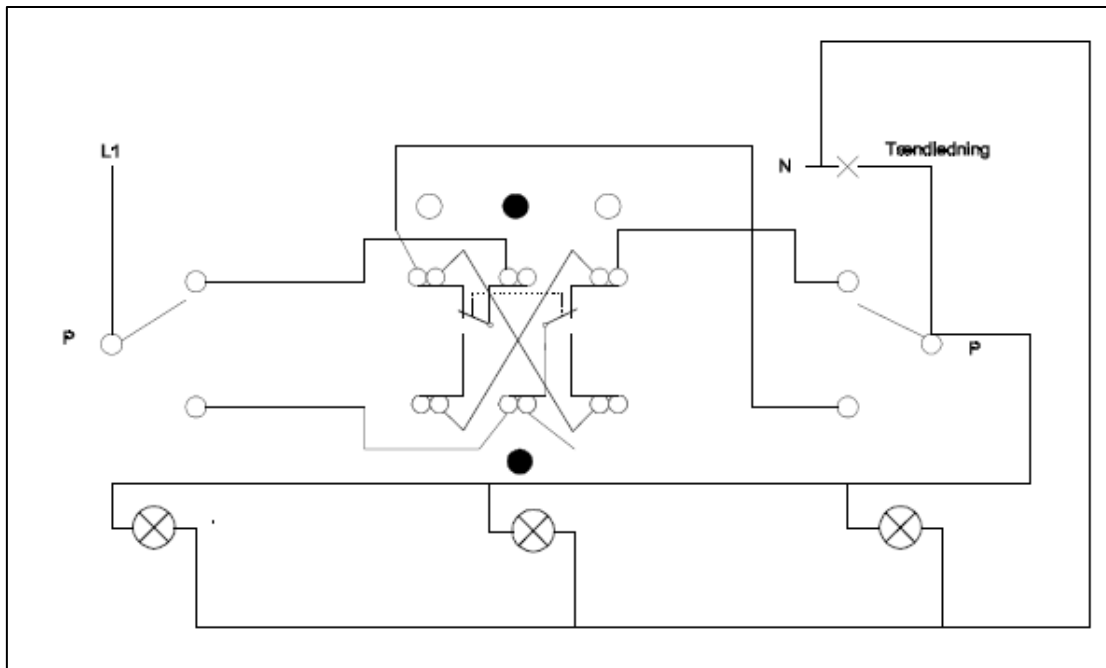
Lede lys

Lede lyset er tændt, når lampen er afbrudt, og viser således, hvor afbryderen er placeret. Glimlampen monteres over klemmer i afbryderen, der aldrig bliver kortsluttet.

**Kontrollys**

Kontrollysset er tændt, når lampen er tændt, og viser, at kredsløbet er sluttet. Nullen skal føres frem til glimlampeholderne.

GF2



Automattryk

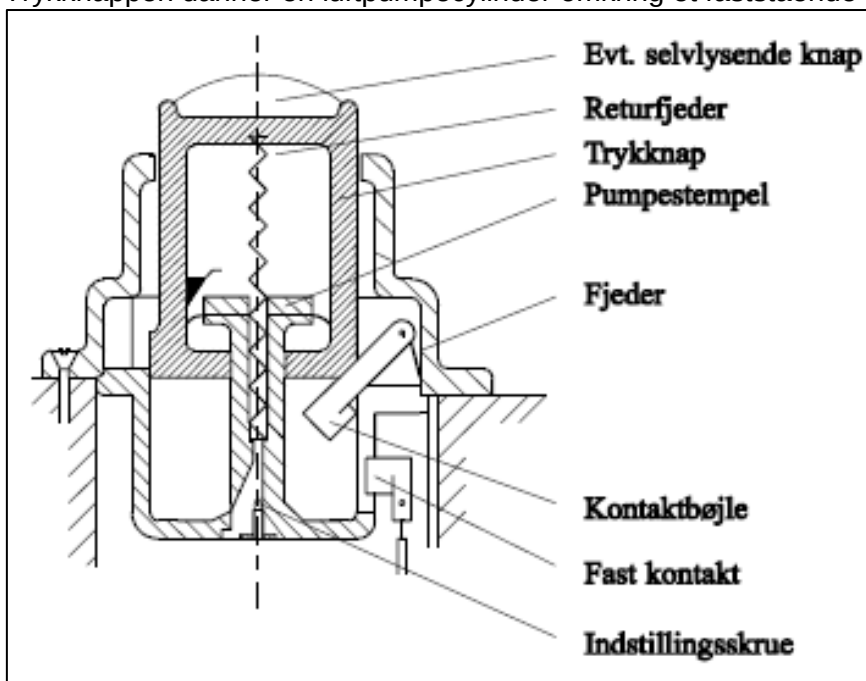
Automattryk kan anvendes, hvor der ønskes automatisk slukning af belysningen, fx på trappegange og i korridorer.

Opbygning

Automattrykket er en kontakt med indbygget timer. Denne kan være af pneumatisk, mekanisk eller elektronisk art. Tiden, fra kontakten slutes til timeren bryder, kan indstilles fra få sekunder til flere minutter.

Eksempel

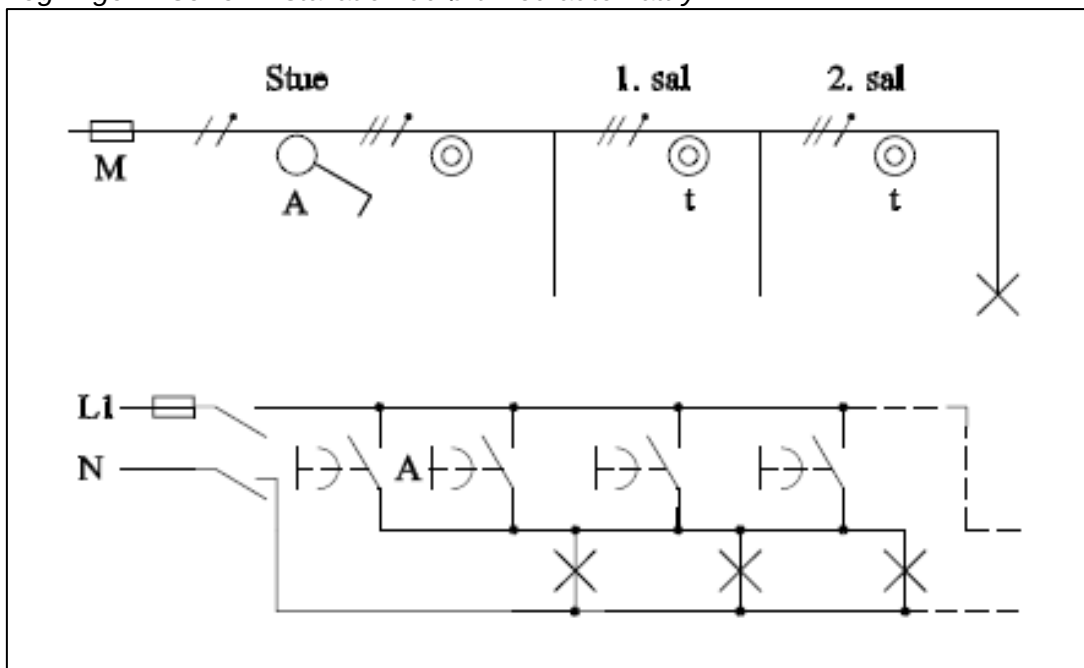
Automattryk med pneumatisk timer indeholder en kontakt, som slutes, når trykknappen trykkes ind, og som bryder, når den indbyggede fjeder driver trykknappen ud igen. Trykknappen danner en luftpumpecylinder omkring et faststående stempel.



Installation

Når knappen trykkes ind, presses luften ud langs stemplets læderkrave, og samtidig sammentrykkes en fjeder, som søger at føre knappen ud igen. For at knappen kan bevæge sig udad, må luften imidlertid strømme ind gennem en åbning i bunden af trykket. Denne åbning kan reguleres ved indstilling af en nåleventil, udformet som en skrue med kontramøtrik.

Tegningen viser en installation udført med automattryk.



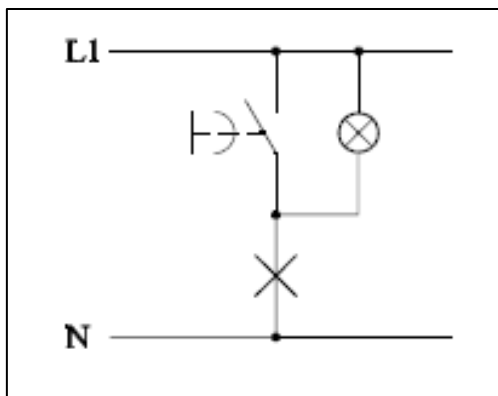
Ved A monteres en almindelig 1-pol. afbryder eller en afbryder med nøgle. Når A er sluttet, lyser lamperne konstant; når A er åben, lyser lamperne kun ved brug af trykkene. Brug af automattryk virker forbrugsbesparende og har den fordel, at selv om et tryk kommer i uorden, kan man bruge de andre. Den maksimale indstillelige brændetid er få minutter. Ved stærkt vekslende temperatur- og fugtighedsforhold kan brændetiden ændre sig stærkt, især hvis luftåbningen er indstillet meget snævert. Automattryk med urværk har ikke de ovenfor nævnte ulemper med hensyn til luft- og temperaturforhold, men er forholdsvis dyre i anskaffelse. Hvor der er tale om mange tryk, vælger man som regel en anden løsning, fx installation med trappeautomat.

Automattryk med glimlampe

Automattryk kan fås i udførelser for almindelige tørre rum og for fri luft eller fugtige rum; desuden til anbringelse på udvendigt eller indfældet underlag af træ, silumin eller bachelit og endelig uden eller med glimlampe.

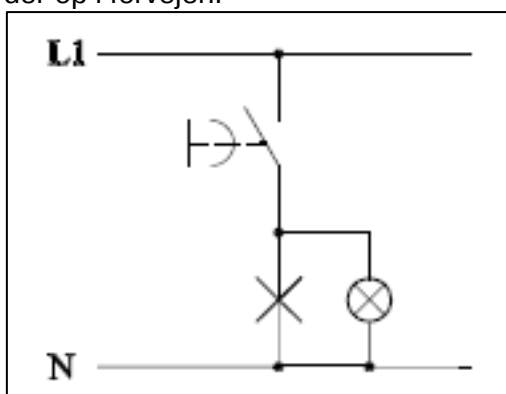
Lede lys

Er trykkene forsynet med glimlampe, kan disse forbindes som lede lys. Glimlamperne skal forbindes parallelt over trykkene og vil lyse, når lamperne er afbrudt.



Kontrollys

Anvendes glimlamperne som kontrolllys, skal nullederen fremføres til trykkene. Skal installationen føres videre fra trappeskakten til loft, kan det ske umiddelbart, hvis installationen i trappeskakten er udført med automattryk, idet man her har ført fase- og nulleder op i forvejen.



Trappeautomat

Trappeautomaten bruges i forbindelse med belysninger på trappegange og andre fællesgangarealer.

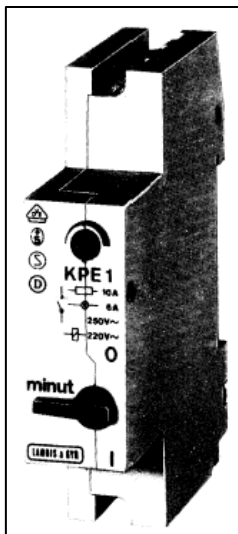
Opbygning

Trappeautomaten er et elektromekanisk eller elektronisk relæ med forsinket udkobling. I den elektromagnetiske trappeautomat består timeren normalt af et urværk, i den elektroniske af et RC-led.

Elektronisk trappeautomat

Den elektroniske trappeautomat er billig at fremstille og driftssikker, idet den ikke er følsom over for temperatursvingninger; den støjer ikke, og den kan monteres på DIN-skinne i gruppetavler, idet dens ydermål svarer til det halve af gruppeafbrydere type M 36.

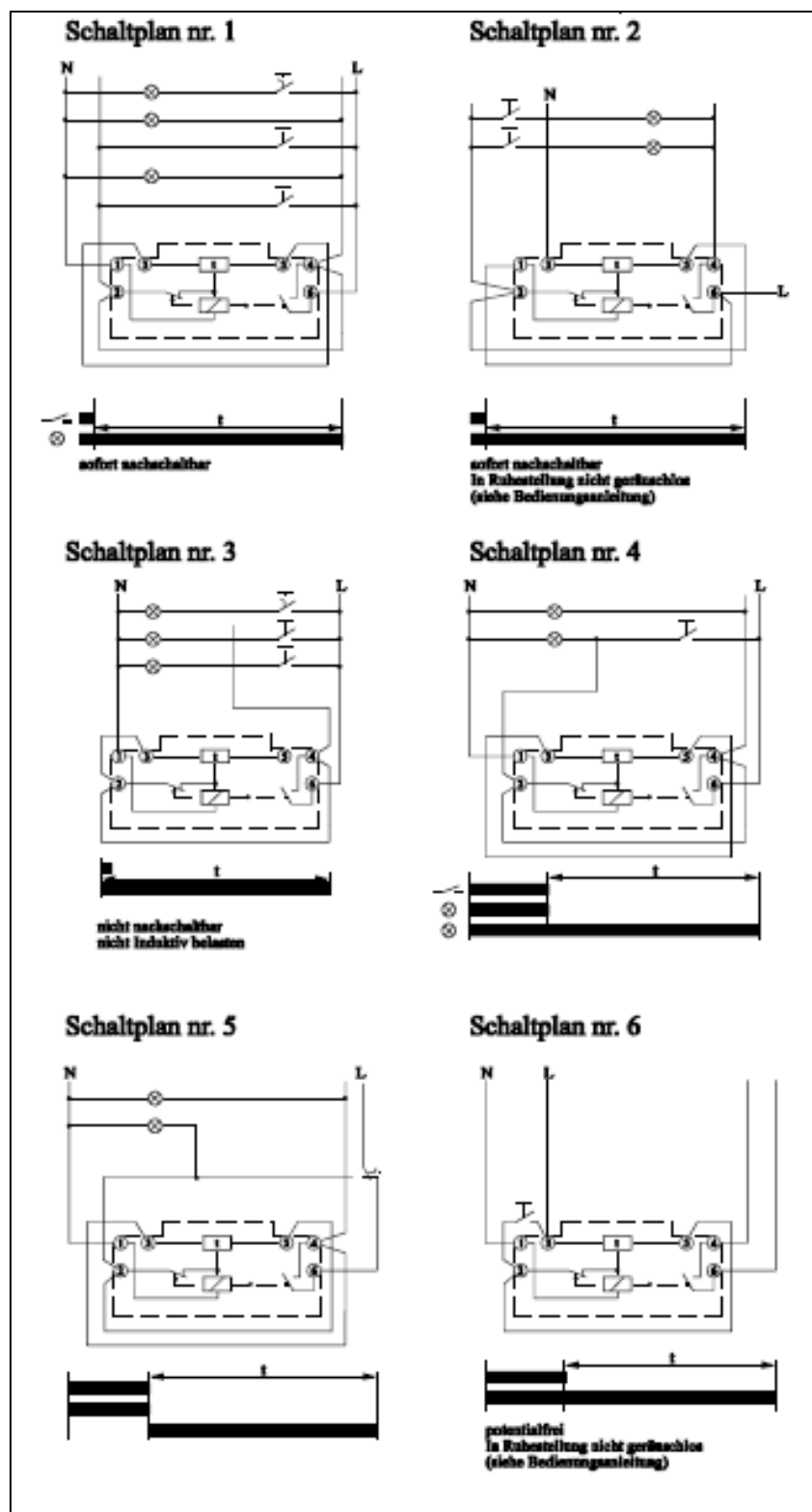
GF2



I den elektroniske trappeautomat er der almindeligvis monteret en omskifter. Omskifteren har tre stillinger, 0, Auto, konstant. I stilling "0" er trappeautomaten ude af drift. I stilling "auto." startes trappeautomaten ved trykkontakterne, og lamperne slukker automatisk efter den indstillede tid. I stilling "konstant" lyser lamperne konstant.

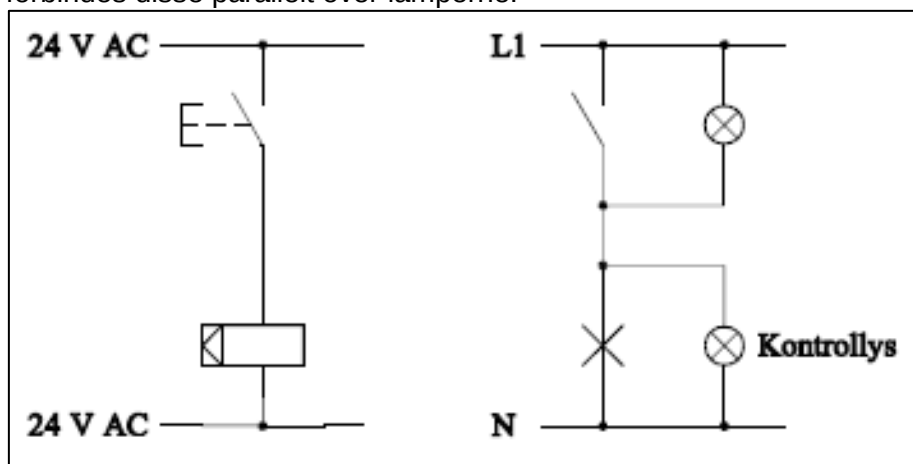
Installation

Her er gengivet et firmadiagram, der viser de mange måder, en trappeautomat kan tilsluttes på.



Lede- og kontrolllys

Ønskes der lede lys, kan trykkene på normal vis forsynes med en glimlampe på tallet over trykket. Anvendes der svagstrømsstyring, som vist på tegningen, skal lede lysene forbindes parallelt over relæets sluttekontakt til lamperne. Skal der monteres kontrolllys, forbindes disse parallelt over lamperne.

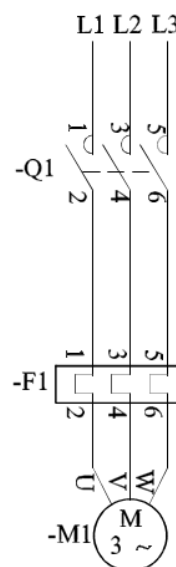


Tegnemåder

Der kan i forbindelse med tegning af strømkredse anvendes 2 forskellige tegnemåder:

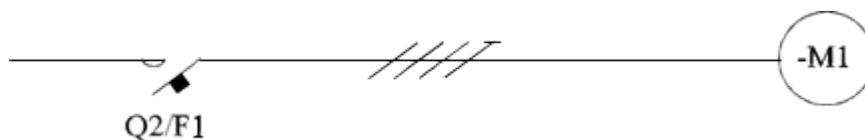
Flerstregstegnemåde:

Tegnemåde, hvor hver enkelt forbindelse er vist med sin egen streg. Denne måde anvendes, når der direkte skal kunne monteres eller fejlfindes efter tegningen.



Enstregstegnemåde:

Tegnemåde, hvor to eller flere forbindelser er vist med en fælles streg. Denne måde anvendes, når tegningens hovedformål er at afbilde kabelføring.



Dokumenttyper

Dokumenter kan opdeles i forskellige typer, afhængigt af hvilken opgave det enkelte dokument har.

Tegning:

En tegning er et dokument, der indeholder mere eller mindre detaljerede afbildninger. Tegningen kan være i målestoksforhold. En tegnings hovedformål er at vise den indbyrdes placering af de enkelte anlægsdele.

Skema:

Et skema viser, ved hjælp af symboler, den måde, hvorpå de forskellige dele er forbundet med hinanden.

Diagram:

Et diagram viser, hvordan de forskellige signaler, tider og aktiviteter forholder sig til hinanden.

Tabel/liste:

En tabel beskriver de aktuelle data i skema, rækker eller søjler.

Udførelse af dokumentation

Meget af tegne og dokumentationsarbejdet bliver udført på via pc baseret tegneprogrammer. Der findes mange forskellige programmer til dette formål, de fleste programmer indeholder både et tegnesystem og en database, hvori de forskellige komponenter kan findes og anvendes.

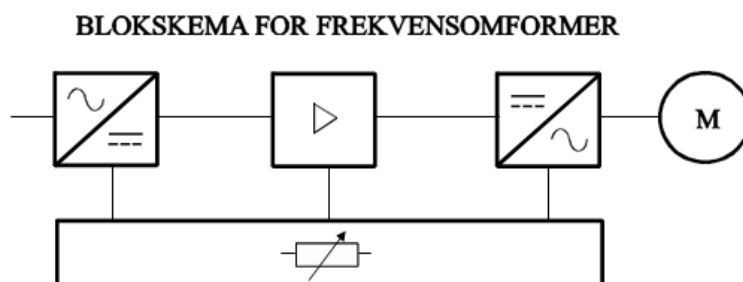
Konstruktørens opgave er at fremstille de funktionsbeskrivende skemaer og, i de fleste tilfælde, et forbindelsesdokument. Derefter genererer programmerne selv de forskellige forbindelses og indkøbslister.

Klassifikation af dokumenter - Oversigtsskema:

Relativt simpelt skema, der ofte er tegnet i enstregstegnemåde og viser de væsentlige indbyrdes forhold eller forbindelserne mellem emner inden for et system, undersystem, installation, del eller udstyr.

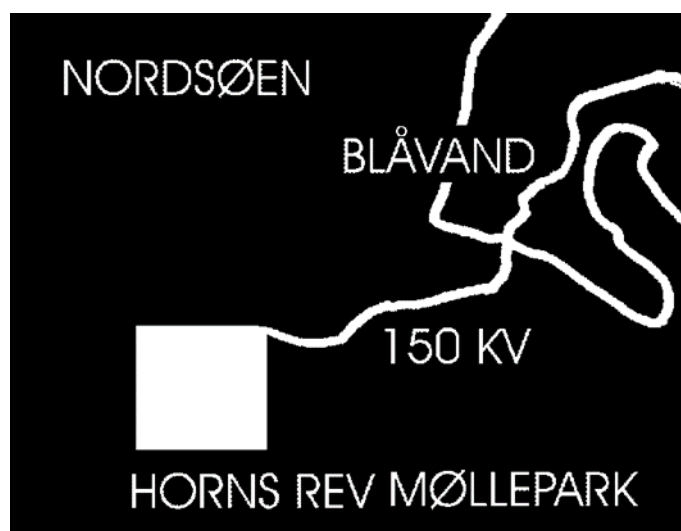
Blokskema:

Oversigtsskema som hovedsagelig anvender bloksymboler.

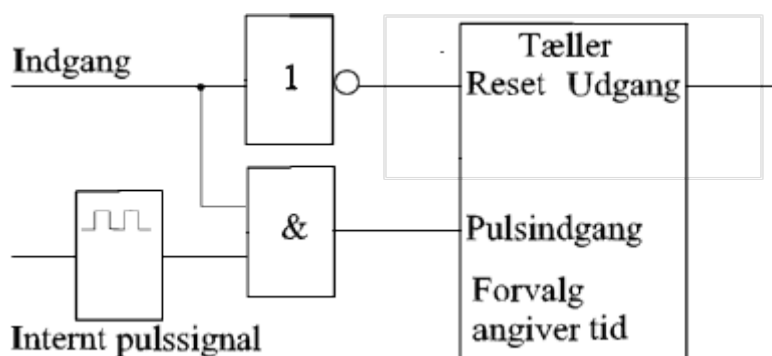


Netkort:

Oversigtsskema som viser elnet (forsyningsnet) tegnet på et kort, for eksempel med kraftcentraler, transformerstationer og forsyningslinier, telekommunikationsudstyr og transmissionslinier.

**Funktionsskema:**

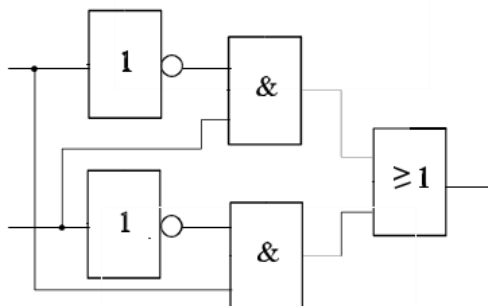
Skema som viser detaljer af den teoretiske eller ideelle virkemåde af et system, under-system, installation, del udstyr, software etc. ved hjælp af teoretiske eller ideelle kredsløb, uden nødvendigvis at tage hensyn til de midler, som er blevet anvendt ved implementeringen.



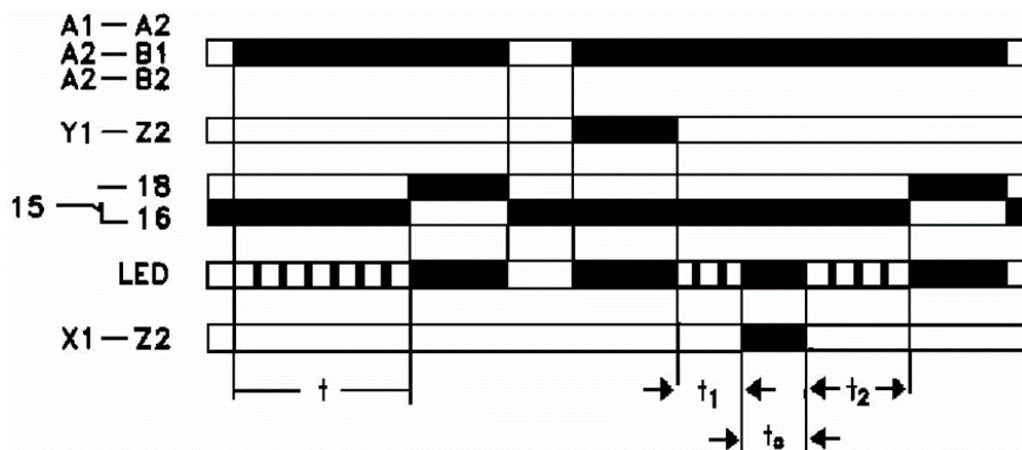
Princip for timer

Logik- funktionsskema:

Funktionsskema som hovedsagelig anvender symboler for binære logiske elementer.

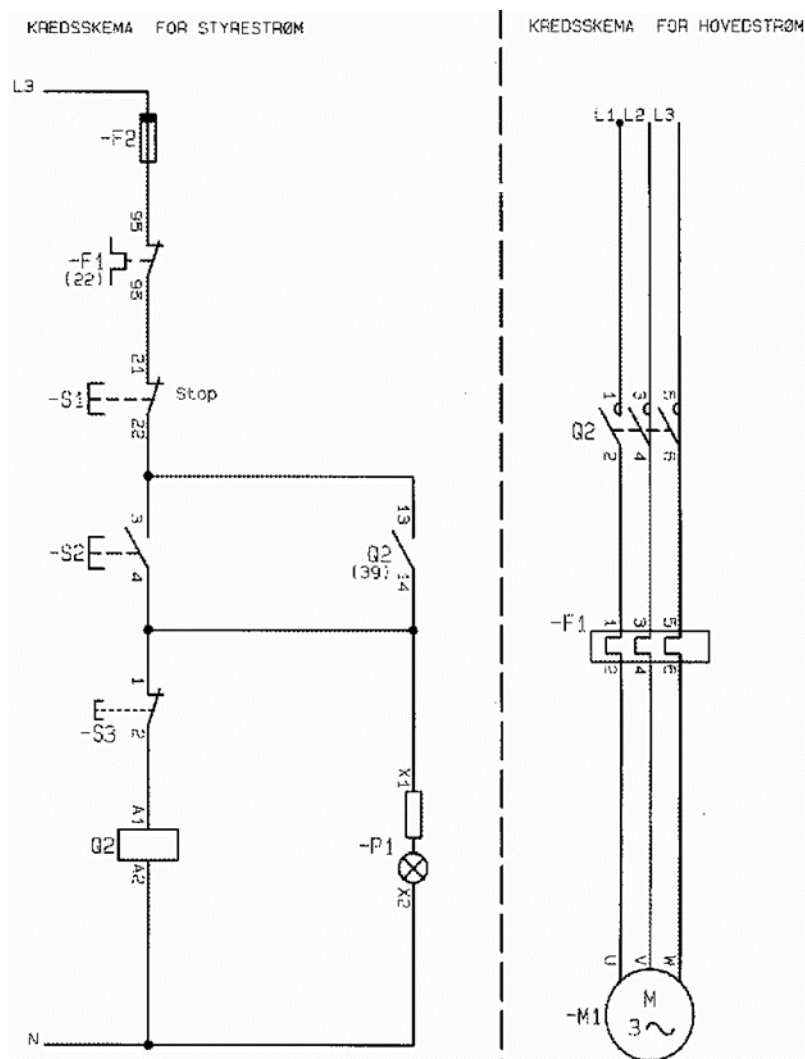
**Tidssekvensdiagram:**

Sekvensdiagram med Tidsaksen tegnet i målestok.

**Kredsskema:**

Skema som viser implementeringen af kredsløbene i et system, undersystem, installation, del, udstyr, software, etc. Dele og forbindelser afbildes med grafiske symboler arrangeret, så de viser funktionerne, men uden nødvendigvis at tage hensyn til de fysiske størrelser, former eller placering af emnerne. Der skelnes mellem.

- Kredsskema for styre- og signalkredse i anlægget. (tidligere kaldt nøgleskema)
- Kredsskema for hovedstrøm.



Kredsskemaer kan være tegnet på alle de tidligere viste tegnemåder.

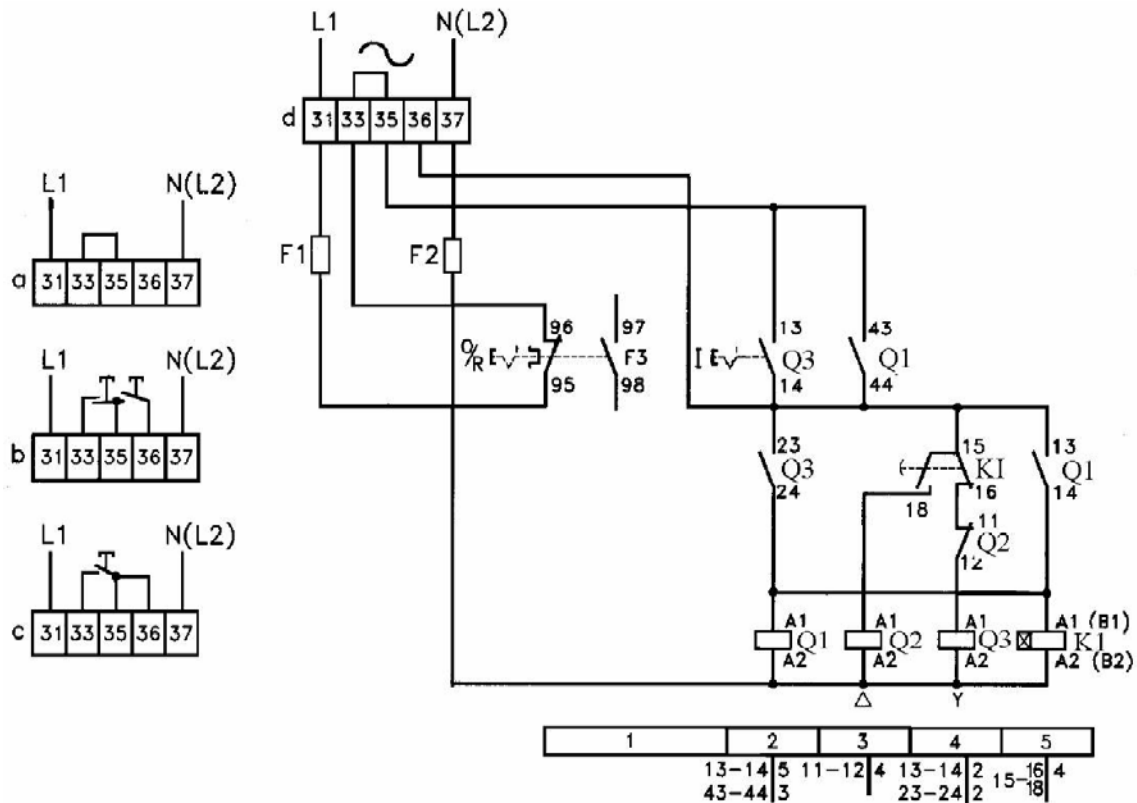
Terminalfunktionsskema:

Skema for en funktionel enhed, hvor skemaet viser terminalerne for forbindelser til andre enheder og en beskrivelse af de indre funktioner.

Disse funktioner kan beskrives ved et kredsskema, simplificeret hvis det er praktisk, et funktionsskema, et funktions- eller sekvensdiagram eller tekst.

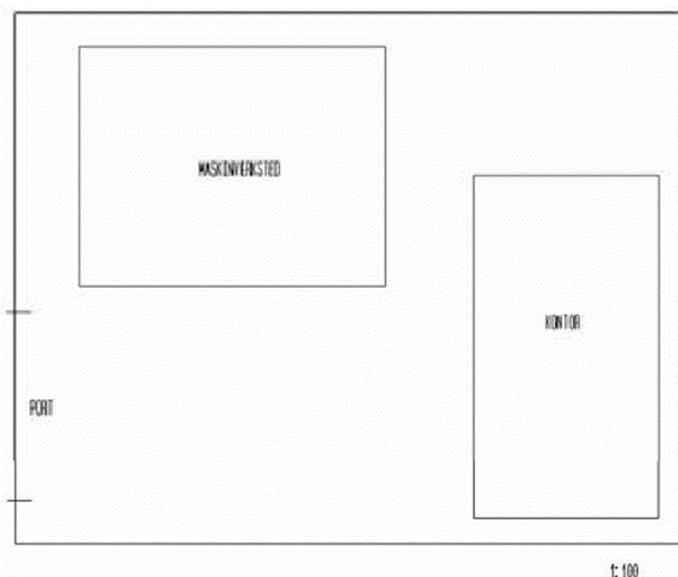
Programskema [-tabel] [-liste]:

Skema {tabel/} {liste}, som i detaljer viser programelementer, moduler og deres indbyrdes forbindelser, arrangeret således, at deres samspil tydeligt fremgår.



Placeringsdokumenter Situationsplan:

Plan der i forhold til "faste punkter" viser placeringen af dele i en bygning, servicenet og vejnet, og som giver oplysning om landskab, adgangsforhold og generelt layout af området.



1:100

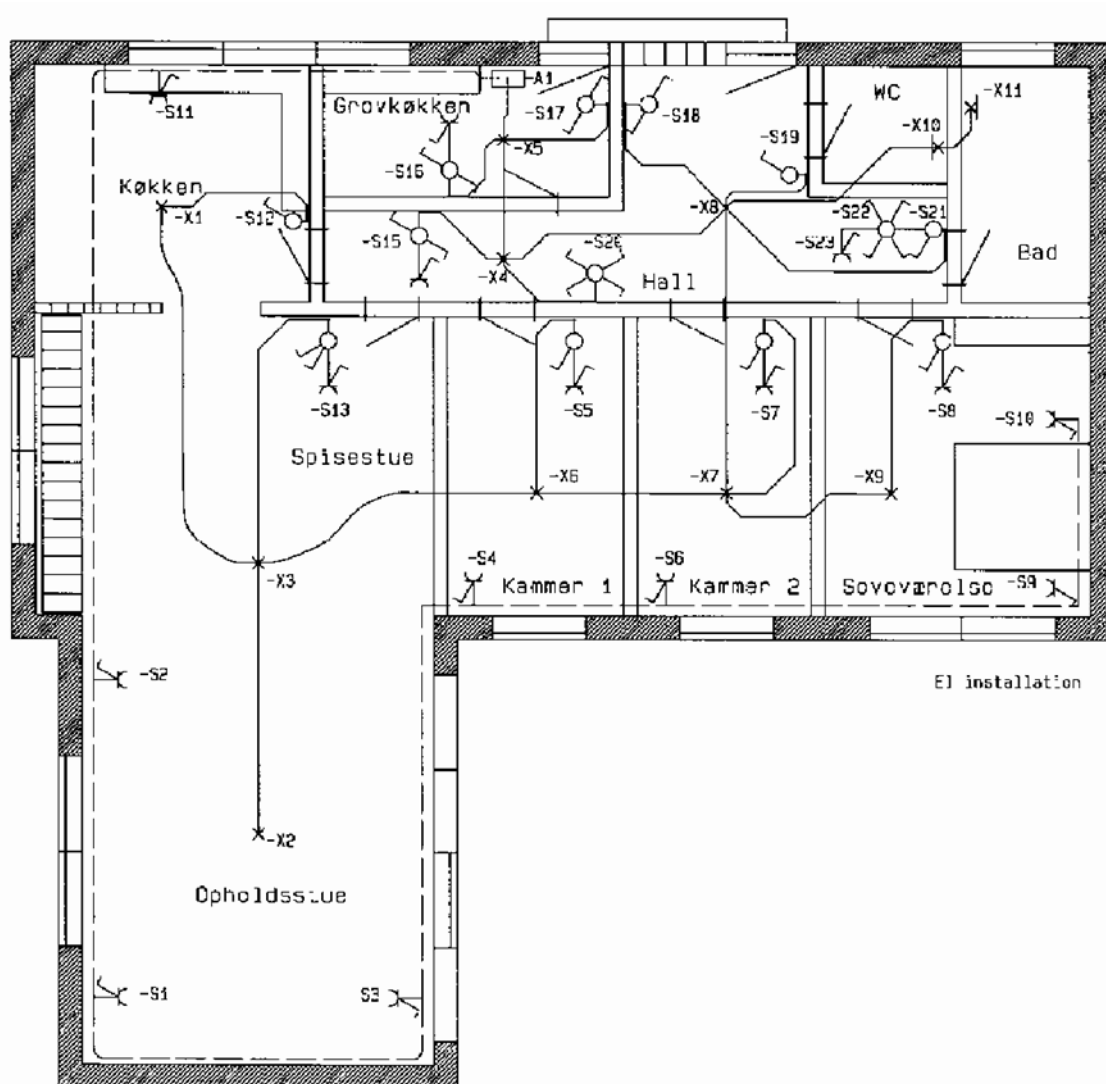
Installationstegning [-plan]:

Tegning [plan] der viser placeringen af en installations komponenter.

Installationsskema (installationstegning):

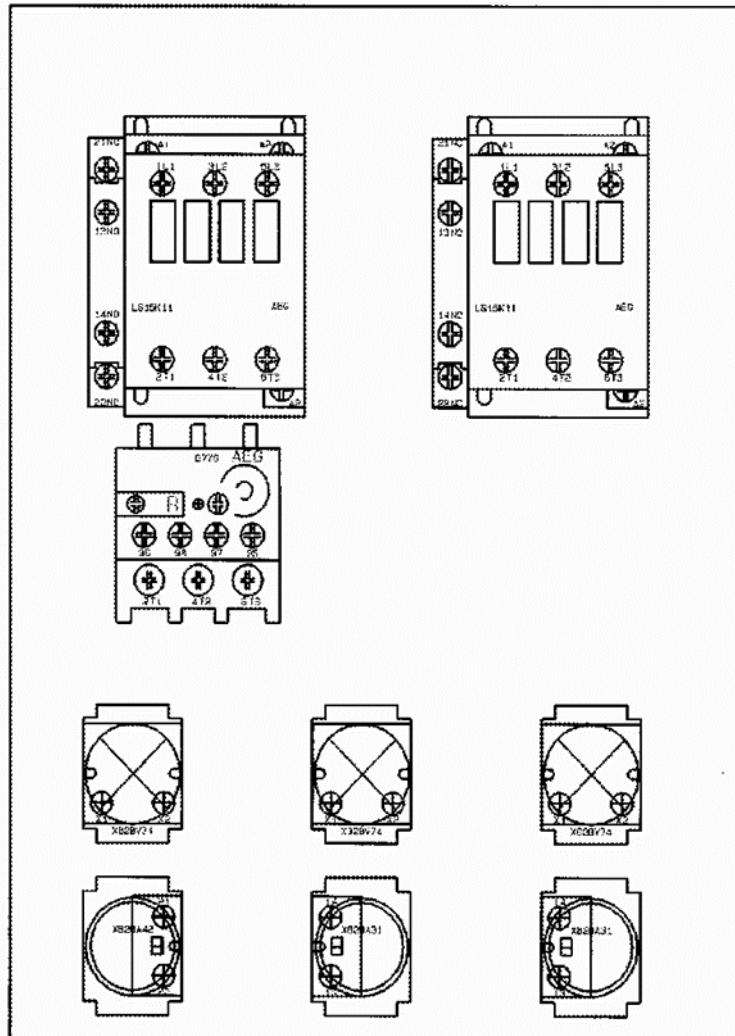
Tegning som viser forbindelserne mellem emner. Begrebet dækker stort set det samme:

Her vist for en husinstallation.



Arrangementstegning:

Samlingstegning som er forenklet eller suppleret med information, som er nødvendig til et bestemt formål. Disse tegningsformer betegnes ofte også "layouttegninger".

**Forbindelseskema**

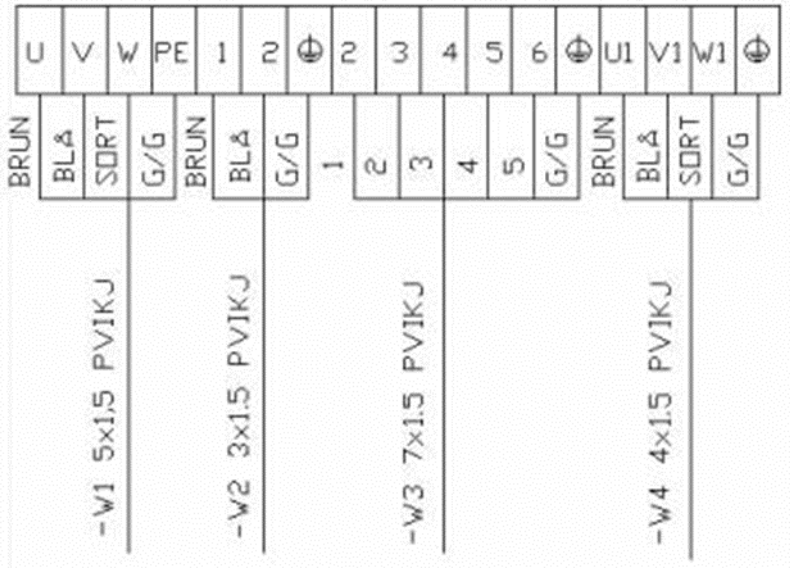
Skema [tabel] der viser eller tabellerer forbindelserne i en installation eller et udstyr. Der skelnes mellem

- Indre forbindelseskema: Forbindelseskema [-tabel] der viser eller tabellerer forbindelserne inden for en konstruktionsenhed.
- Ydre forbindelseskema: Forbindelseskema [-tabel] der viser forbindelserne mellem forskellige konstruktionsenheder.

Terminalforbindelsesskema

Forbindelsesskema der viser en konstruktionsenheds terminaler og de interne og/eller eksterne forbindelser til disse.

Disse skemaer kan også erstattes af tabeller eller lister.



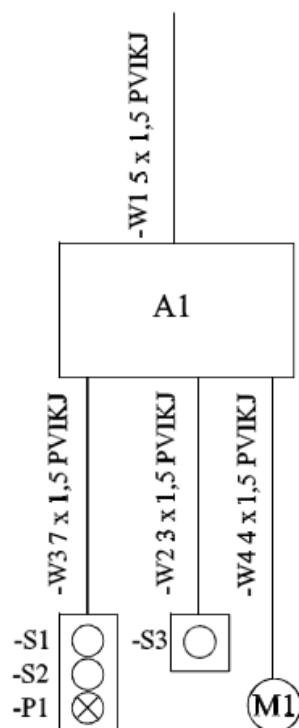
Eksempel på terminalliste også kaldet kabelliste.

Kabelliste					
Fra		Kabel		Til	
Betegnelse	Side/strømvej	Betegnelse	Side/strømvej	Betegnelse	Side/strømvej
-M1: W	1/5	-W1: Blå	1/5	-X1:1W2	1/5
-M1: U	1/5	-W1: Brun	1/5	-X1:1U2	1/5
-M1: V	1/5	-W1: Sort	1/5	-X1:1V2	1/5

GF2

Kabelskema:

Også kaldet kabelplan. Skema der giver oplysninger om kabler såsom mærkning af lederne, endernes placering og, hvis det er nødvendigt, kablernes mærkedata, føringsveje og anvendelse.



GF2

Stykliste:

Liste som specificerer de emner (dele, komponenter, software, udstyr osv.), der udgør en samling (eller undersamling) og, hvis det er nødvendigt, referencedokumenterne.

Stykliste		
Varenummer	Beskrivelse	Mængde
1723410403	Motor 5 kW	1
3389110586435	Rækkelemme 4mm ² universel	3
3389110610024	Tryk komplet plan grøn	2
3389110610048	Tryk komplet plan rød	1
3389110611229	Lampe rød 230 V m/modstand	3
4022903075387	Kontaktor 15 kW LS15K11 230 V 50 Hz	2

Reservedelsliste:

I daglig tale, kaldet komponentliste. Liste som specificerer de emner (dele, komponenter, software, lagervarer osv.), der er beregnet til forebyggende eller udbedrende vedligehold.

Komponentliste			
Navn	Varenummer	Beskrivelse	Pris
-F1	4022903085584	Termorelæ B77S 20-32 A	417,00
-Q1	4022903075387	Kontaktor 15 kW LS15K11 230 V 50 Hz	630,00
-Q2	—	—	630,00
-M1	1723410403	Motor 5 kW	3750,00
-P1	3389110611229	Lampe rød 230 V m/modstand	81,35

Eftersyn, afprøvning og verifikation – DS/HD 60364-6 – 6.4

Eftersyn og afprøvning skal altid foretages før idriftsætning:

- Ved nye installationer.
- Ved udvidelse eller ændring af eksisterende installationer.

Eftersyn og afprøvning skal foretages af en sagkyndig og kvalificeret person, der er kvalificeret inden for dette område.

Resultaterne af eftersyn og afprøvning skal dokumenteres.

Eftersyn - DS/HD 60364-6 – 6.4.2

- Skal altid foretages inden afprøvning og idriftsætning.
- Skal normalt foretages i spændingsløs tilstand.
- Kan foretages i forbindelse med udførelsen og- /eller efter færdiggørelsen.
- Skal sikre at fast installeret elektrisk materiel:
 - o Opfylder sikkerhedskrav i materielstandarder.
 - o Er korrekt valgt og overholder installationsbestemmelser og fabrikantansvisninger.
 - o Ikke har synlige beskadigelser, der forringer sikkerheden.

Eftersyn skal mindst omfatte kontrol af følgende forhold i det omfang de kan finde anvendelse. (Se DS/HD 60364-6 – 6.4.2.3)

Afprøvning - DS/HD 60364-6 – 6.4.3

Afprøvning skal omfatte følgende prøver (hvis relevant) og fortrinsvis i nedenstående rækkefølge:

- Beskyttelseslederes samt hovedudlignings- forbindelsers og supplerende udligningsforbindelsers gennemgående elektriske forbindelse. (se 6.4.3.2)
- Installationens isolationsmodstand. (se 6.4.3.3)
- Beskyttelse ved adskillelse af strømkredse, hvor der er anvendt SELV eller PELV eller beskyttelse ved separat strømkreds. (se 6.4.3.4)
- Gulves og vægges modstand (se 6.4.3.5)
- Polaritetsprøve (se 6.4.3.6)
- Automatisk afbrydelse af forsyningen (se 6.4.3.7)
- Supplerende beskyttelse (se 6.4.3.8)
- Afprøvning af fasefølge (se 6.4.3.9)
- Funktionsprøver (se 6.4.3.10)
- Spændingsfald (se 6.4.3.11)

Rapportering af verifikation - DS/HD 60364-6 – 6.4.4

Ved afslutningen af eftersyn og afprøvning (verifikation) skal der udarbejdes en verifikationsrapport. En sådan rapport skal indeholde detaljer om omfanget af installationen der er dækket af rapporten, samt en registrering af prøve og testresultaterne.

Eksemplar på rapportering kan ses i Anneks E

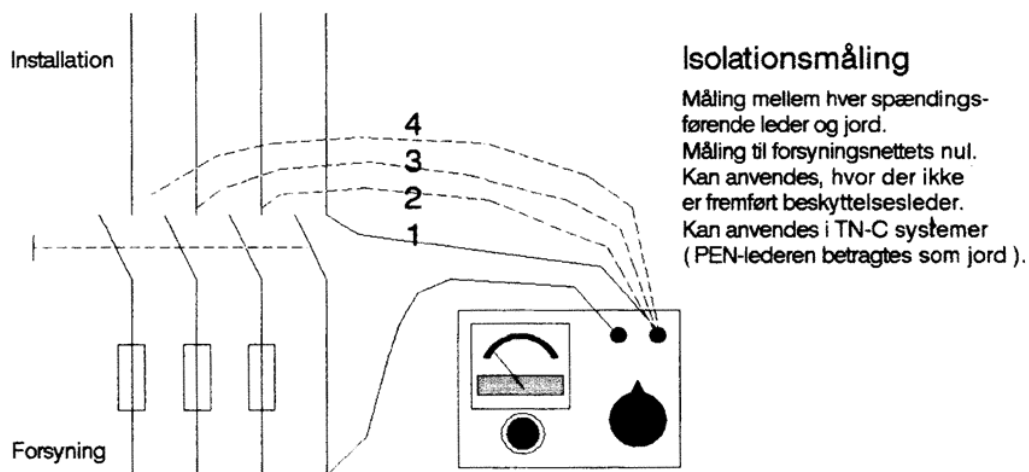
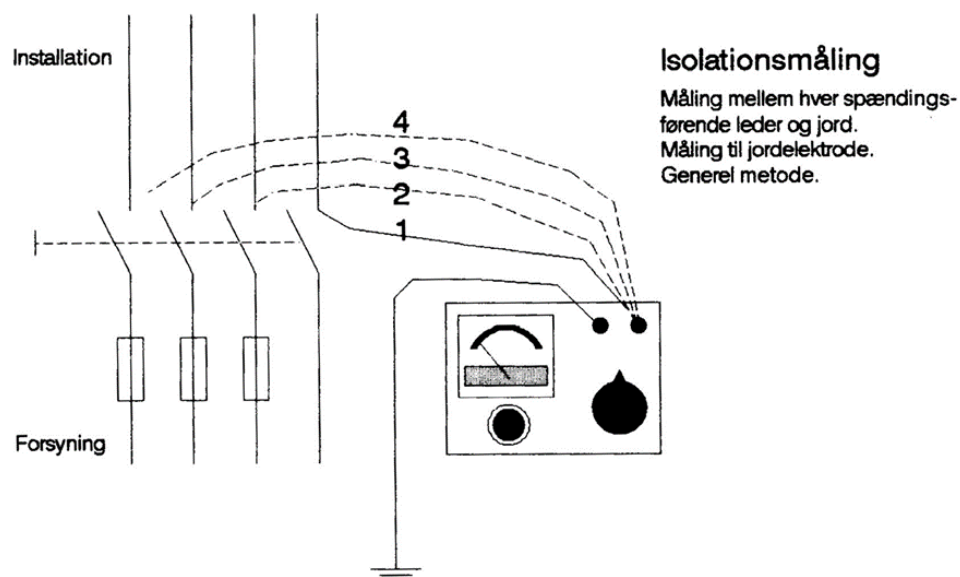
Eksempler på prøvemethoder**Gennemgående elektrisk forbindelse i beskyttelsesledere, hovedudligningsforbindelser og supplerende udligningsforbindelser. (6.4.3.2)**

Afprøvning kan foretages ved gennemringning eller tilsvarende.

Det anbefales, at prøven udføres med en forsyning, der har en tomgangsspænding på 4 til 24 V jævn- eller vekselspænding, og med en strøm på mindst 0,2 A

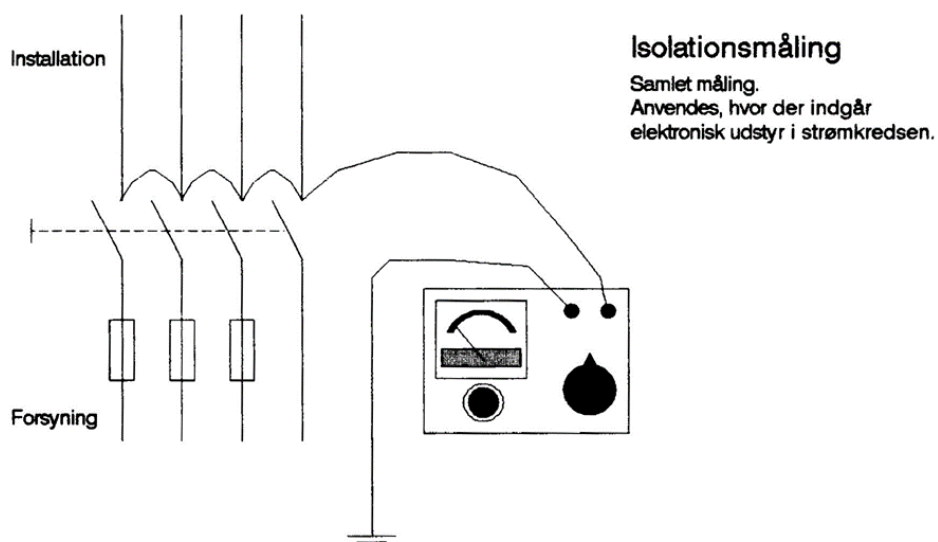
Installationens isolationsmodstand, generelt. (6.4.3.3)

Måling skal foretages mellem hver spændingsførende leder og jord (nulleder er en spændingsførende leder). PEN- ledere i TN-C systemer betragtes som jord.



GF2

Fase- og nulledele kan være forbundet sammen under prøven, og skal være det, når strømkredsen indeholder elektronisk materiel.

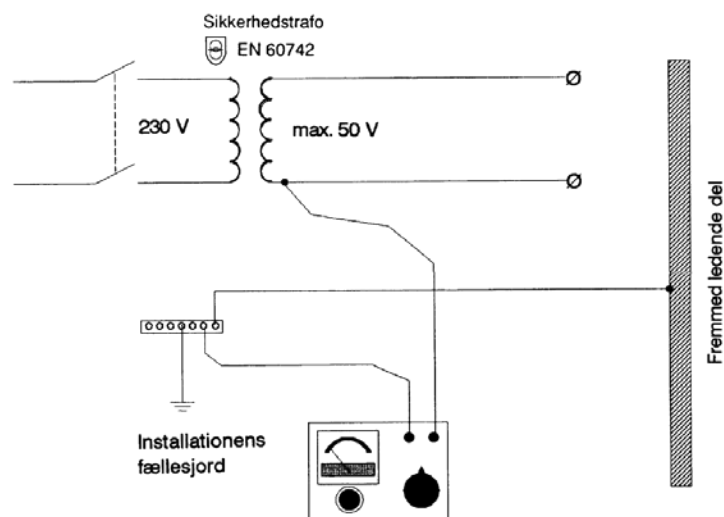


Målingen skal udføres ved de prøvespændinger, som er angivet i tabel 6.1
Isolationsmodstanden for hver strømkreds skal mindst være som angivet i tabel 6.1
Brugsgenstande bør være frakoblet under målingen.

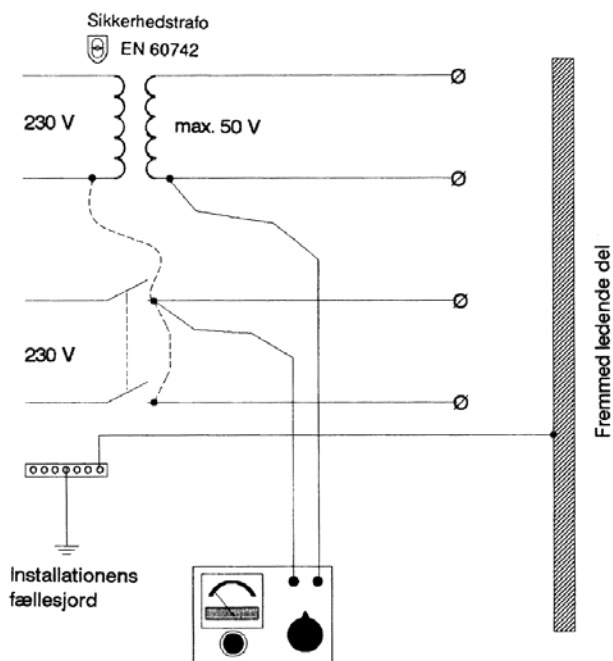
Installationens isolationsmodstand, SELV strømkredse (6.4.3.4)

Isolationsmåling mellem SELV strømkredsen og jord.

Prøvespænding og overgangsmodstand: Tabel 6.1

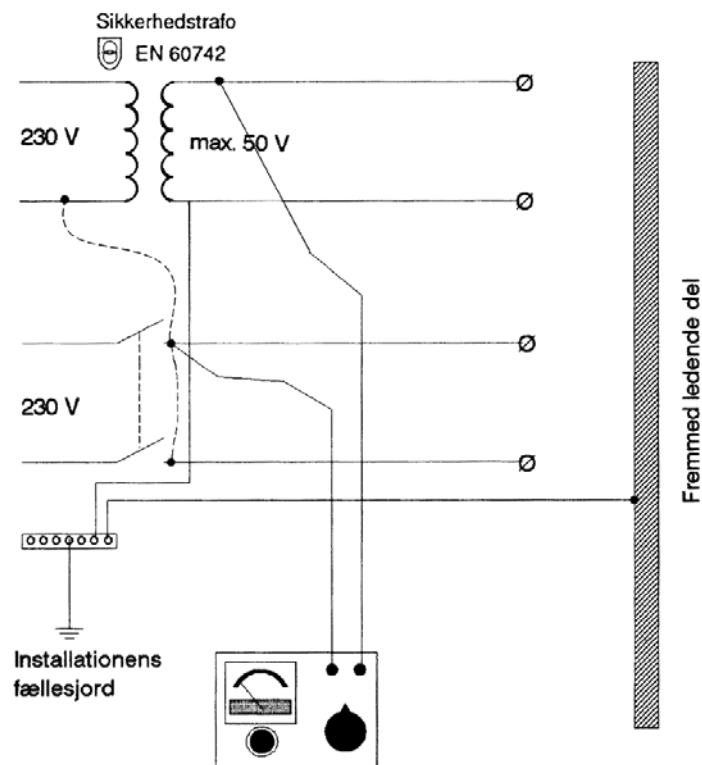


Isolationsmåling mellem SELV-kredsen og jord

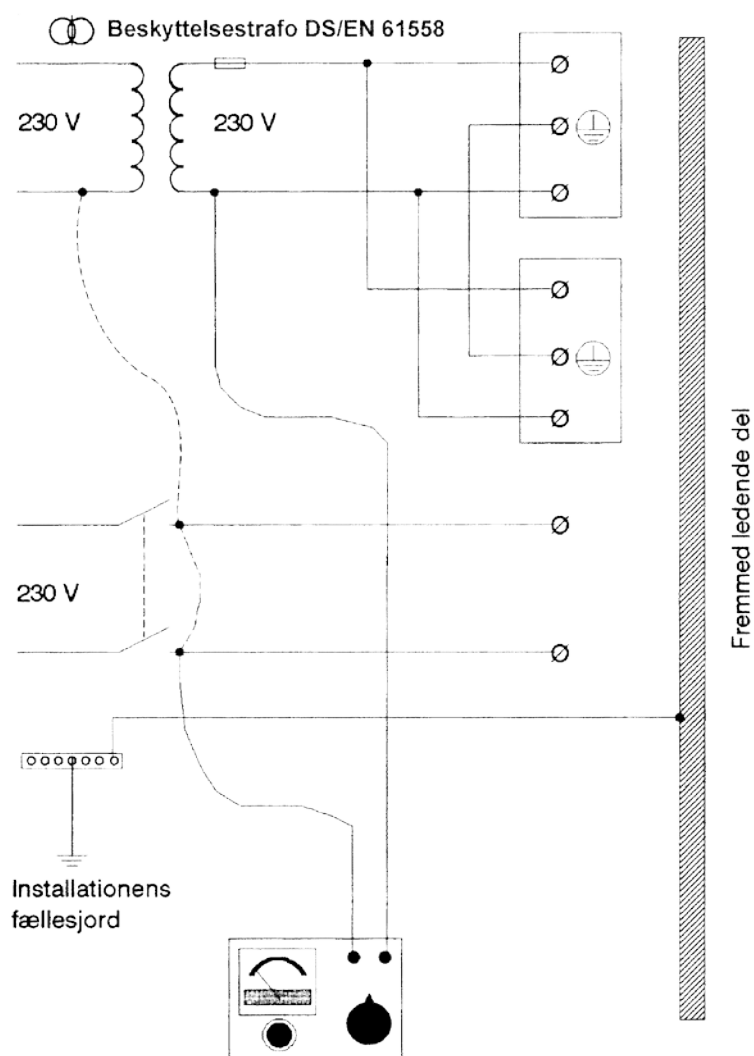


Isolationsmåling mellem SELV-kredsen og andre strømkredse

GF2



Isolationsmåling mellem PELV-kredsen og andre strømkredse



Isolationsmåling mellem den separate strømkreds og andre strømkredse

Gulves og vægges modstand (se 6.4.3.5)

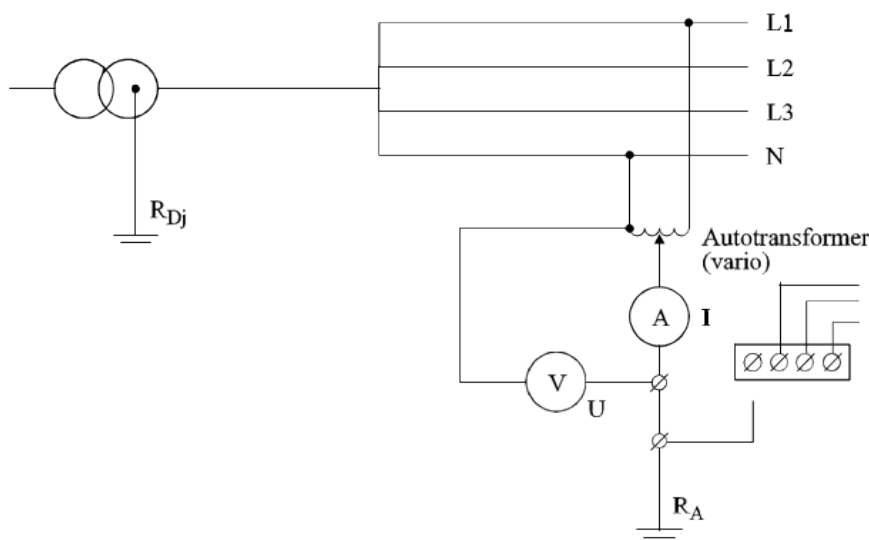
Anneks B.1 angiver et par metoder til måling af isolationsmodstanden for gulve og vægge, når dette er nødvendigt for at opfylde bestemmelserne i 6.4.3.5

Automatisk afbrydelse af forsyningen – (se 6.4.3.7)

Verifikationen af effektiviteten af foranstaltningerne til beskyttelse mod fejlbeskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen skal verificeres som angivet i det følgende:

- a) For TN-systemer
Overensstemmelse med reglerne i IEC 60364-4-41:2005, 411.4.4 og 411.3.2 skal verificeres ved:
 1. Måling af impedansen i fejlsløjfen (se 6.4.3.7.3)
 2. Verifikation af det tilhørende beskyttelses- udstyrs karakteristikker (dvs. ved eftersyn af de indstillede udløsestrømme for maksimalafbrydere og mærkestrømme for sikringer og også ved afprøvning af fejlstrømsafbrydere).
Desuden skal den resulterende overgangsmodstand til jord RB, hvor det er nødvendigt, være planlagt i overensstemmelse med IEC 60364-4-41:2005, 411.4.4 og 411.3.
- b) For TT-systemer
Overensstemmelse med reglerne i 413.1.4.2 skal verificeres ved:
 1. Måling af overgangsmodstanden for jordelektroden for de udsatte dele i installationen (se 6.4.3.7.2)
 2. Verifikation af det tilhørende beskyttelsesudstyrs karakteristikker. Denne verifikation skal udføres:
 - for fejlstrømsafbrydere ved eftersyn og ved afprøvning.
 - for overstrømsbeskyttelsesudstyr ved eftersyn (indstillede udløsestrømme for maksimalafbrydere, mærkestrømme for sikringer).
 - for beskyttelsesledere ved kontrol af deres gennemgående elektriske forbindelse.
- c) For IT-systemer
Strømmen ved første fejl skal beregnes eller måles.
Hvis forholdene ved fejl nummer to svarer til forholdene ved TT-systemer skal verifikationen udføres i overensstemmelse med disse.

Hvis forholdene ved fejl nummer to svarer til forholdene ved TN-systemer, skal verifikationen udføres i overensstemmelse med disse

Måling af overgangsmodstanden for jordelektroden – (se 6.4.3.7.2 + Anneks C)

Billedet angiver en rimelig nøjagtig metode, der kraftig må anbefales at anvende, når der er tale om små overgangsmodstande (nogle få ohm).

Ved større overgangsmodstande (over 50 ohm) kan man klare sig med "sløjfemodstandsmetoden" (uden hjælpeelektrode) ved hjælp af en autotransformer, et voltmeter og et amperemeter.

$$R_A < R_A + R_{Dj} + R_{ledn} \approx \frac{U}{I}$$

Her er der set bort fra det absolutte spændingsfald i nullederen frem til målestedet.

Målespændingen U må ikke overstige den højst tilladelige berøringsspænding U_L der normalt er 50 V, men som kan være mindre på grund af forholdene på stedet.

Måling af fejlsløjfeimpedansen (se 6.4.3.7.3 + Anneks C)

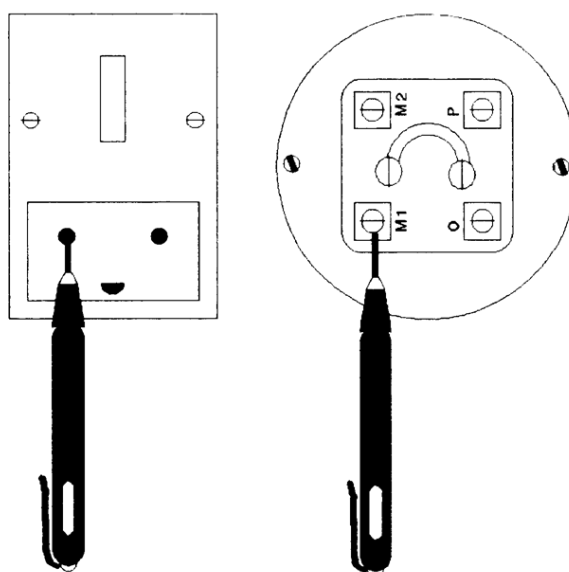
Anneks C angiver et par metoder til måling af fejlsløjfeimpedansen, der skal opfylde kravene for TN-systemer og for IT-systemer.

Målinger, der skal foretages med samme frekvens som den aktuelle strømkreds nominelle frekvens, giver et forvrænget billede af fejlsløjfeimpedansen, hvis de mulige fejlstrømme har et stort indhold af overtoner (er stærkt forvrængede).

Polaritetsprøve – (se 6.4.3.6)

Hvor det er relevant, skal installationen verificeres før installationen sættes under spænding.

Derfor skal det kontrolleres at alle sikringer og enpolet afbrydere mv. kun er forbundet til faselederen, samt at ledninger er korrekt forbundet til stikkontakter og lignende.

**Funktionsprøver – (se 6.4.3.10)**

Funktionsprøven skal sikre, at sammenbygninger (tavler), motorer, styringer og tvangskoblinger er rigtigt monteret, indstillet og installeret i overensstemmelse med installationsbestemmelserne og relevante krav i IEC 60364-serien

Beskyttelsesudstyr skal kun funktionsprøves, hvis det er nødvendigt for at kontrollere korrekt indstilling og installering.

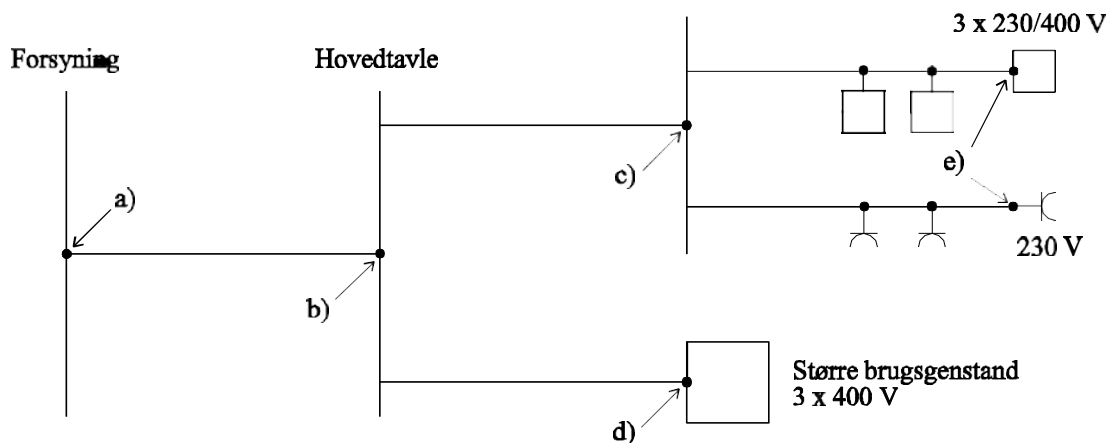
Spændingsfald i forbrugeres installationer – (se 6.4.3.11)

I henhold til IEC 60364-5-52:2009, pkt. 525, skal spændingsfaldet evalueres ved måling eller beregning (se 60364-5 Annex G)

Målingen kan være:

- Sammenligning af forskellen mellem spændingen med og uden last

Spændingsmålingerne skal i videst mulig omfang foregå med installationen i sin helhed belastet i normal driftstilstand:



- Måling af U_1 ved installationens forsyningspunkt.
 - Måling af U_2 ved stikledningens afslutning i hoved tavlen og med installationen belastet i normal driftstilstand.
 - Måling af U_3 ved hovedledningens afslutning i undertavlen og med installationen belastet i normal driftstilstand.
 - Måling af U_4 ved gruppeledningens afslutning i en større brugsgenstand og med denne belastet i normal driftstilstand.
 - Måling af U_5 og U_6 ved den fjerneste og idriftværende brugsgenstand, henholdsvis belastede stikkontakt.
- Det er principielt ligegyldigt, om man måler fasespændinger (fase-nul) eller net-spændinger (fase-fase); men det er vigtigt at holde rede på, hvilke spændingsmålinger man udfører, og hvor afvigende metode bliver anvendt, af hensyn til valg af spændingsreference ved %-beregningerne.

Værkstedsteknik

En del af elektrikerens arbejde består i en eller anden form for materialebearbejdning, dvs. arbejde i forskellige materialer, som ønskes formet eller sammenføjet til brugbare enheder. For at opnå et godt resultat, skal der altid anvendes værktøj, der er beregnet til det pågældende arbejde og som håndteres på rette måde.

Materialebearbejdningen kan opdeles i 3 hovedområder:

- Forbehandling
- Opmærkning
- Bearbejdning.

Forbehandling

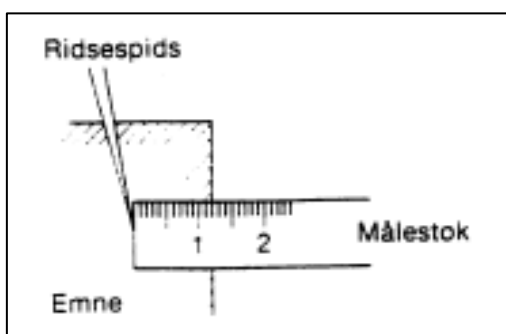
Råmaterialerne vil, afhængigt af art og karakter, være indfedtede, indpakkede eller beklædte, og man må derfor i nødvendigt omfang, inden opmærkningen påbegyndes, fjerne eventuelle belægninger, ligesom også generende og farlige grater må fjernes.

Opmærkning

Opmærkning af emnet, der skal bearbejdes kan, afhængigt af krav til nøjagtigheden, bearbejdningsart og materialetype, foretages med forskelligt måle- og mærkeværktøj; fx lineal, blyant, ridespids, kørner, højderidser m.v.

Lineal

Mål afsættes ofte med ridespidsen og over enden af en stål-lineal, som vist på tegningen nedenfor. Linealen, af hvilket materiale den end er lavet, er et stykke præcisionsværktøj, som kræver korrekt brug og vedligeholdelse. Hold linealen fri for spåner og støv og undgå, at dens kanter og flader tager skade; indgnid den med voks eller syrefri fedt for at undgå rustdannelser.

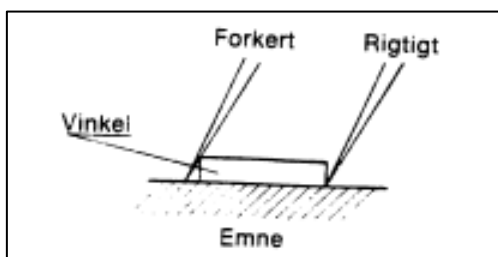


Ridsespidsen

Ridsespidsen anvendes til opmærkning på metal i stedet for en blyant. Blyanten er dog anvendelig på letmetal. Når ridsespidsen anvendes på letmetal, skal den være af messing. En stålridsespids kan ikke anvendes, idet ridserne let fører til en styrkeforringelse af det bløde materiale.

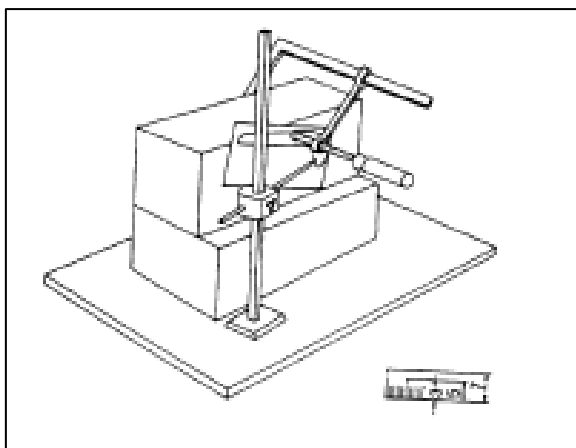
Anvendelse

På hårde metalplader anvendes en stålridsespids. Man benytter ofte ridsespidsen, der er forsynet med hårdmetalspids. Ridsespidsen skal være slank og velslebet.



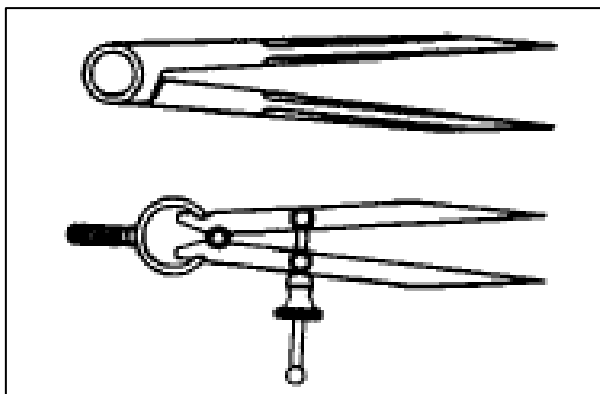
Højderidseren

Højderidseren bruges til nøjagtig opmærkning af bearbejdede flader. Den indstilles og aflæses som på en skydelære. Den skal benyttes på et opmærkeplan, eventuelt i forbindelse med parallelklodser. Ved brug trækker man højderidseren imod sig, aldrig modsat. Ønsker man en mere tydelig opmærkning, kan man først sværte det rensede emne med en egnet opmærkningsfarve.



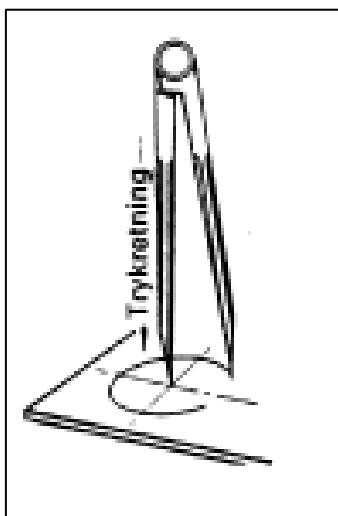
Stikpasser

Stikpassere kan fås både med og uden stilleskrue. Stikpassere skal have hærdede spidser og gå jævnt og stramt i lejet.



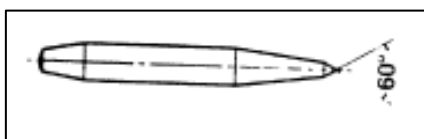
Anvendelse

Stikpassere benyttes til opmærkning af en cirkel. Ved mærkning skal trykket hvile på centrumsbenet, som anbringes i kørnerprikken. Inden boring skal centrumsbørnerprikken slås op, så den danner et sikkert styr for snegleborets spids.



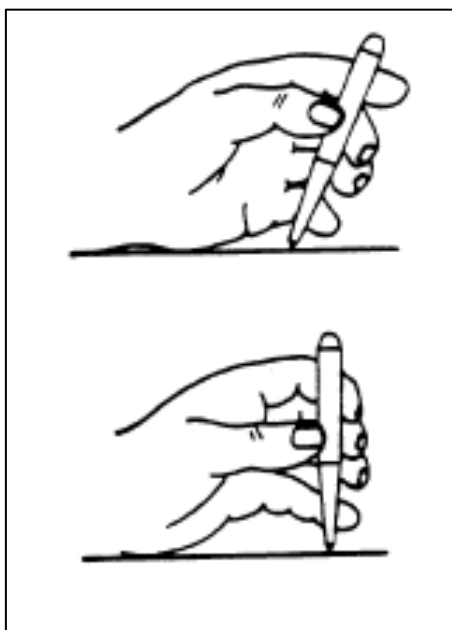
Kørner

Kørneren anvendes til opmærkning før boring, dels til synliggørelse af borestedet og dels til afsætning af styremærke for boret, så dette ikke "løber" og gør boringen upræcis. Kørneren skal have afrundet hoved med en hvælvet bane. Kørneren skal være slank, og spidsen skal slibes i en vinkel på 60°.



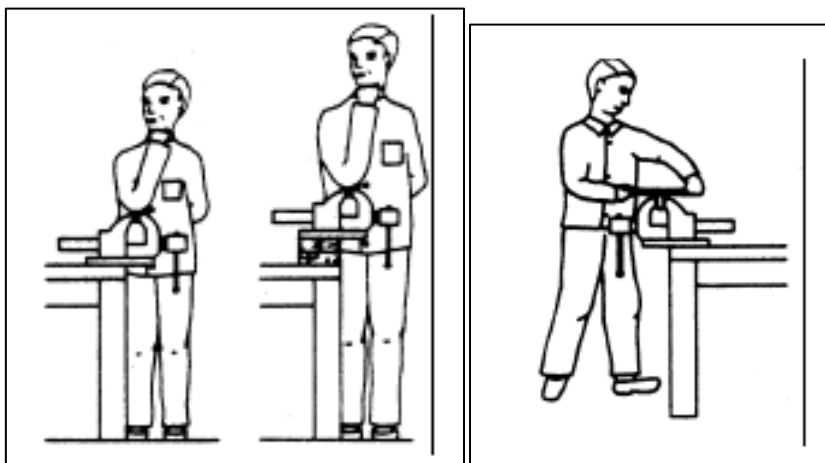
Anvendelse

Stregkrydset, hvori der skal køres, søges med kønerspidsen ved at føre kørneren i skråstilling hen over arbejdsstedet. Hånden skal ligge an mod arbejdsstykket. Hvis hånden ikke ligger an mod arbejdsstykket, får man en usikker styring og risikerer en unøjagtig opmærkning. Når spidsen ligger nøjagtig i stregkrydset, rettes kørneren op til lodret stilling og anslås 1 gang med en hammer. Ved opmærkning til boring i bløde materialer, som f.eks. plast, kan man med fordel anvende en syl, som kan presses ned i materialet med hånden. Husk altid at udføre opmærkningen omhyggeligt og tydeligt, det gør bearbejdningen lettere. Kontroller opmærkningen, inden bearbejdningen af materialet påbegyndes.



Skruestiksarbejde

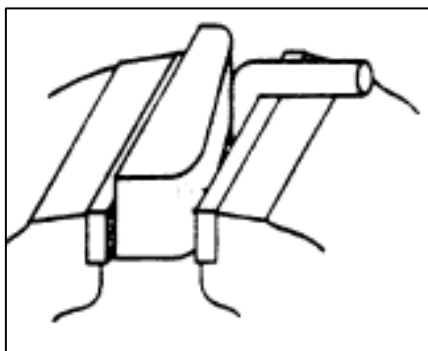
Det er vigtigt ved skruestiksarbejde, såvel som ved alt andet arbejde, at indtage en så rigtig arbejdsstilling som muligt. En skruestikshøjde skal kunne afpasses efter den person, der skal arbejde ved den. Højden vil som regel passe, når den indstilles efter albuehøjden.



Hvis man stiller sig i normal arbejdsstilling med et værktøj i hænderne, f.eks. en nedstryger eller fil, med værktøjet hvilende på skruestikkens kæber, skal højre underarm være vandret. Husk, at en forkert arbejdsstilling kan give varige og smertefulde skader.

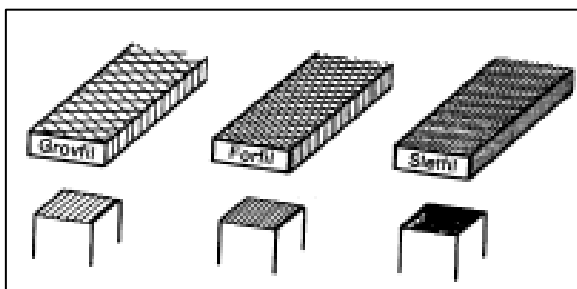
Opspænding

Opspændingen af arbejdsstykket i skruestikken skal være stabil og solid, således at dette fastholdes, så det ikke bevæger sig under bearbejdningen. Det har stor betydning, at opspændingen bliver foretaget rigtigt, dels af hensyn til arbejdsprocessen, herunder sikkerheden og dels for at skåne arbejdsemnet. Ved bearbejdning af emner, der ikke tåler skruestikkens kæber direkte, skal der anvendes beskyttelsesplader, der anbringes på skruestikkens kæber. Beskyttelsespladerne kan f.eks. være af kobber, aluminium eller fiber. Emnet må ikke opspændes således, at kæberne vrides. Dette kan undgås ved, at emnet opspændes midt i skruestikken. Er dette ikke muligt, må der lægges udfyldningsstykker mellem kæberne og emnet. Skruestikkens spindel skal spændes med hånden alene. Benyt aldrig et rør eller en hammer på spindlens tværpind.



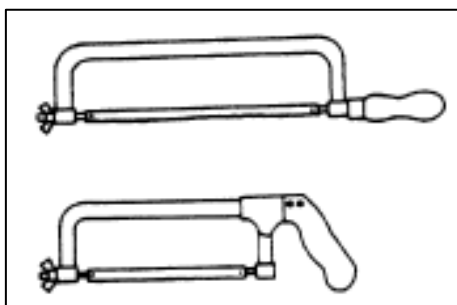
Bearbejdning

I selve bearbejdningen kan man undgå flere arbejdsmetoder, hvortil der skal benyttes forskelligt værktøj. Rækkefølgen af de enkelte bearbejdninger vil være forskellig fra opgave til opgave, men en god regel vil være først at fjerne mest muligt materiale med grovere værktøj, som f.eks. en nedstryger, grovfil og lignende, og derefter arbejde med gradvis finere værktøj. En afsluttende behandling kan eventuelt bestå i en polering eller en lakering.



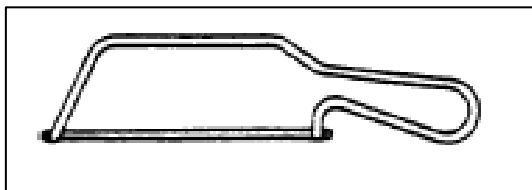
Nedstryger

Metalskæring foretages oftest med en nedstryger. Nedstrygerens tre hovedbestanddele er: Bue, håndtag og klinge (blad). Bue og håndtag kan, såvel som klinge, fås i forskellige udgaver, men det er i særdeleshed vigtigt at vælge den rigtige type klinge, både med hensyn til hårdhed og tandantal. Nedstrygere fås normalt til 12" lange klinger. Man kan også få til 8" og 10" klinger.



Juniorsav

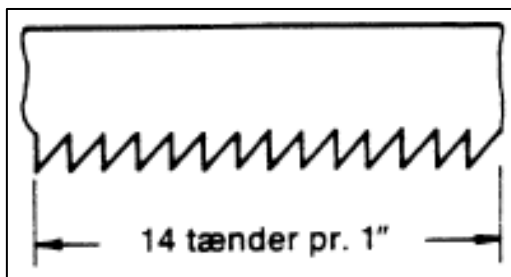
Til overskæring af meget små og tynde emner anvendes en juniorsav. Klingerne er 6" og fås både til metal og træ. Man bør altid vælge en stiv bue, og klingen skal anbringes således, at den sidder lige og passende spændt.



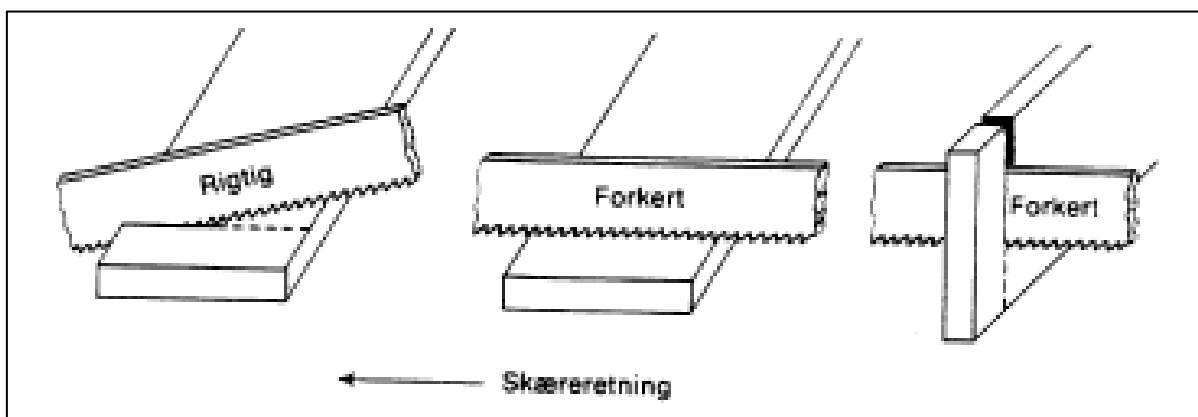
GF2

Klingen

Nedstrygerklingens længde måles fra hul til hul og fås med 14, 18, 24 eller 32 tænder pr. tomme. Tænderne skal vendes fremefter.

**Savning**

Ved skæring i tynde arbejdsstykker skal nedstrygerklingen holdes skråt, så der fås en passende bred flade for tænderne at arbejde i. Skal man starte ved et skarpt hjørne, skåner man klingen ved først at file for med kanten af en trekantet fil.



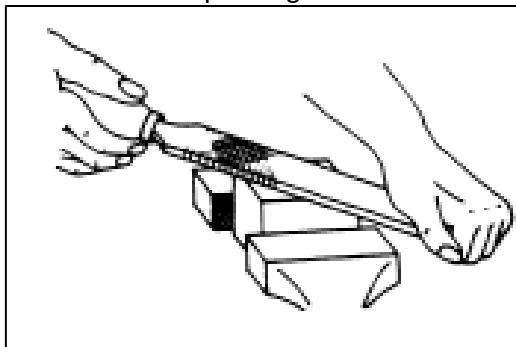
Filing

Ved filearbejdet har valget af den korrekte fil stor betydning.

Her er nogle ting, der skal tages hensyn til:

- Materialets hårdhed (finhed)
- Overfladens størrelse (længde)
- Mængden af materiale, der skal fjernes (finhed)
- Ruhed af den færdige overflade (finhed)
- Overfladens tilgængelighed (længde)
- Overfladens form (fil-form)

Ved filing af store emner bruges en stor fil, og man trykker på filen med hele venstre hånd. Ved filing af mindre emner bruges en tilsvarende mindre fil, og der trykkes på filen blot med et par fingre.

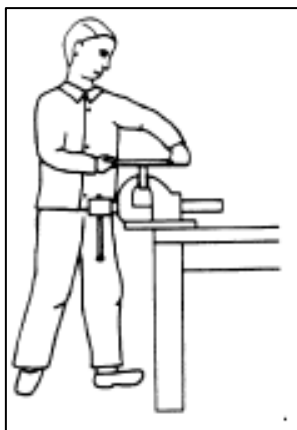


Hastighed

Hastigheden, hvormed en fil fremføres, vil afhænge af materialets hårdhed. Man bør dog ikke overstige 50 tag/min. Undgå at file i skruestikkens kæber, det ødelægger både skruestik og fil. Blæs aldrig filespåner væk. De kan ramme øjnene og forårsage varige skader; brug en børste til at fjerne spånerne med.

Arbejdsstilling

Her, som ved andre arbejder, er det vigtigt, at indtage arbejdsstillinger, der skåner den arbejdende person og giver et godt arbejdsresultat.

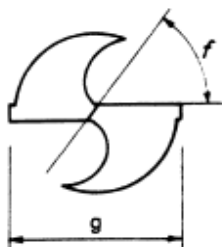
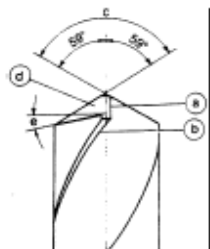


Denne arbejdsstilling er for stiv. Filingen vil blive for unøjagtig.



Denne arbejdsstilling giver et bedre resultat og den trætter mindre.

Boring og gevindskæring



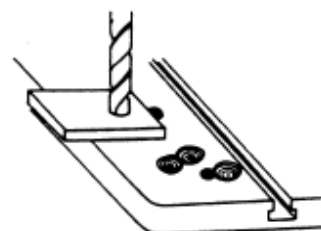
Følgende begreber og betegnelser anvendes i forbindelse med spiralbor/sneglebor:

- a) Skærkant.
- b) Styrerand.
- c) Spidsningsvinkel.
- d) Frigangsflade.
- e) Frigangsvinkel.
- f) Tværskærsvinkel.
- g) Borets diameter.

I elfaget skal man ofte bore i andre materialer end stål. Derfor anvendes ofte bor med følgende spidsningsvinkler:

Stål og jern	118°
Træ	90°
Hårde kunststoffer	80°
Bløde kunststoffer	140°
Messing og bronze	140°
Letmetal	140°

Boring



Sørg for, at boret sidder fast og er rigtig centreret i borepatronen.

Vælg den rigtige borehastighed efter det pågældende bor og materiale.

Undgå snavs og spåner på planet, da der ellers let opstår skævheder.

Ved gennemboringer må man aldrig bore ned i planet.

Brug passende underlag.

Ved boring skal boret køles med bore- eller skæreo-lie, ikke maskinolie.

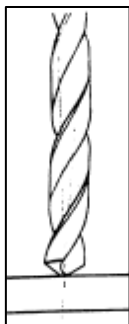
Brug sikkerhedsbriller for din egen skyld.

Valg af bor

Metaller									
Materiale	o/m	Bordiameter i mm							Smøre-køle-middel
		2	5	8	12	16	25	40	
Stål 0,10–0,30	n	4000	2000	1600	1000	800	400	250	Boreolie-emulsion
Stål 0,30–0,50	n	4000	2000	1250	800	630	315	200	Boreolie-emulsion
Støbejern	n	4000	2000	1250	800	630	315	160	Tørt ell. boreolie-emulsion
Messing, sprødt	n	10000	6300	5000	3150	2500	1250	650	Tørt ell. boreolie-emulsion
Letmetal	n	8000	6300	5000	3150	2500	1250	630	Boreolieemulsion ell. terpentin

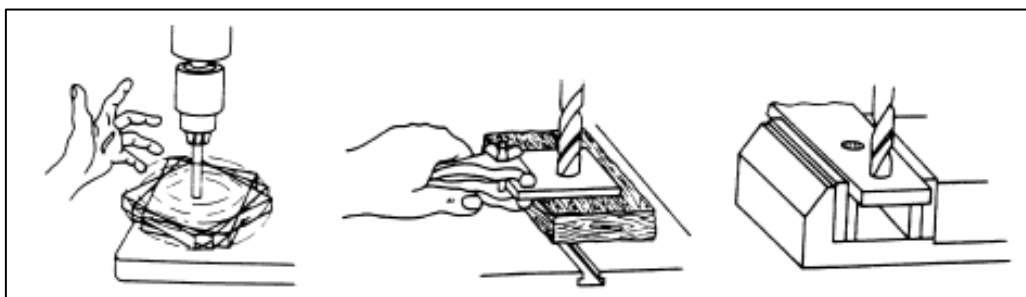
Kunststoffer									
Materiale	o/m	Bordiameter i mm							Smøre-kølemiddel
		1	2	5	8	12	16	25	
	n	11100	5500	2200	1400	930	700	450	Trykluft evt. vand
	n	4800	2400	960	600	400	300	190	Trykluft evt. vand

Boring efter opmærkning kræver, at man rammer kørnerprikken. Man må ikke tvinge boret til siden, fordi det er stillet unøjagtigt over opmærkningen. Det giver et skævt hul og et unødigt slid på borets styrekanter. Under boringen føres boret hyppigt fri af boreemnet for at undgå, at spåner klumper sig fast om boret, med skadelig opvarmning og ødelæggelse af boret til følge.



Sikkerhed

Det kan være farligt at holde emnet i hånden. Arbejdsstykket bør altid spændes fast, medmindre boret er så lille, at der ikke er mulighed for, at det kan trække arbejdsstykket med rundt. Man kan skåne hånden og planet ved at holde emnet med et passende værktøj og lægge det på et underlag. Husk, at skærespåner kan være skarpe som knive. Nøjagtigheden og sikkerheden øges ved opspænding i en skruestik.

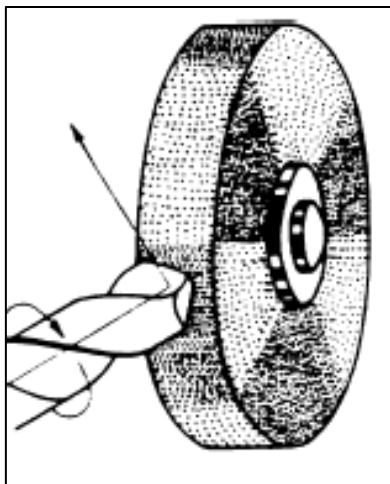


Vedligeholdelse

Slibning af sneglebor kræver egentlig særlige maskiner. Når sådanne ikke findes, bruges i stedet en velafrettet slibeskive som vist.

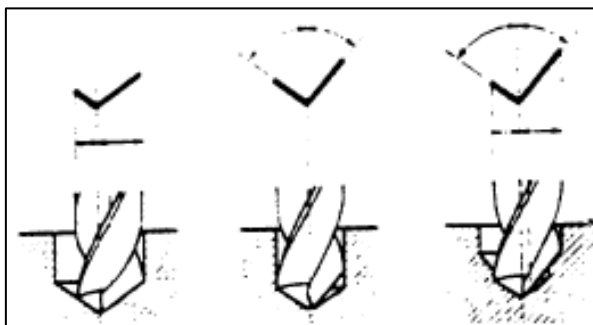
Man bør nøje kontrollere følgende:

1. Skærets kanter skal være lige lange.
2. Frigangsvinklen skal være 6-9°.
3. Spidsningsvinklen skal være 118° og skal halveres af borets midterlinje.
4. Skærets kanter skal optræde som rette linier.
5. Tværskæret skal være 55/ i forhold til skærets kant.
6. For at kontrollere de ovenfor nævnte vinkler kan man med fordel anvende en bor-slibelære.



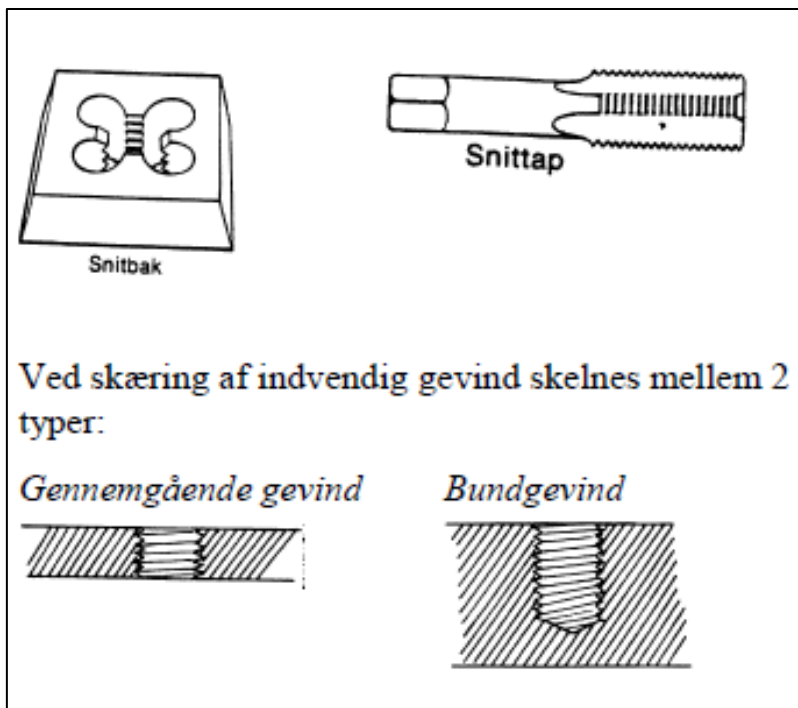
Slibefejl

Nogle af de almindeligste slibefejl er, at skærene ikke bliver lige lange, og borets fri-gangsvinkel bliver for lille (bagskær).



Gevindfremstilling

Man kan fremstille gevind ved skæring med snittappe eller skærebakke til henholdsvis indvendigt og udvendigt gevind. Man fremstiller disse værktøjer af værktøjsstål eller af H.S.-stål, som hærdes. Man må ikke forsøge at bøje eller at slå på disse værktøjer, idet de så ødelægges øjeblikkeligt.



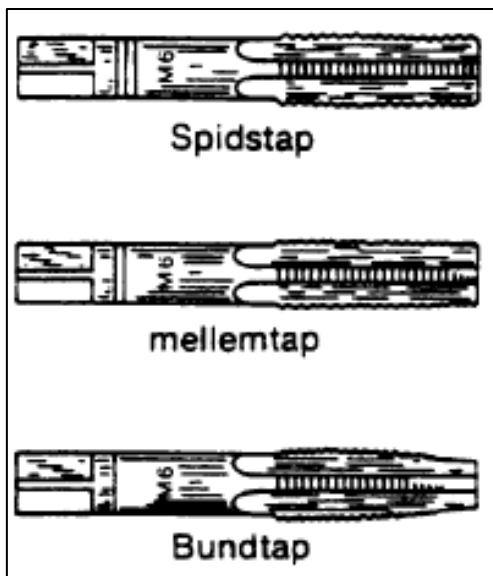
Til gevindskæring anvendes snittappe, der normalt leveres i sæt med 3 tappe i. Der startes normalt med spidstappen, fortsættes med mellemtappen og afsluttes med bundtappen. Ved gennemgående gevind i tynde materialer kan det være tilstrækkeligt alene at bruge spidstap, eventuelt efterfulgt af bundtappen. Ved skæring af bundgevind skal alle tre tappe anvendes for at opnå fuldt gevind helt til bunden. Der skelnes i det

følgende kun mellem tre gevindtyper, selv om der findes flere:

- Whitworth-gevind
- Rørgvind

Metrisk gevind

Det er vigtigt, at der til et bestemt gevind for bores med den rigtige borstørrelse.



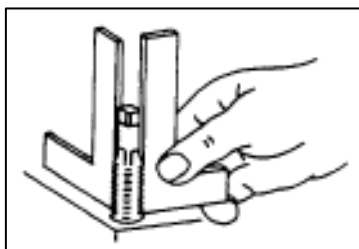
Vindejern

Til fastsættelse af snittappen under gevindskæringen anvendes et vindejern.



Skæreproces

Ved starten af skæringen påses det, at snittappen står vinkelret på emnets overflade, og under skæringen kontrolleres forsat, at denne stilling holdes.



Det er vigtigt under skæringen at have den rigtige føling med snittappen, idet selve skæringen skal foregå uden brug af vold.

Snittappe er hårde, og de knækkes let. Går snittappen for stramt, kan det være nødvendigt at dreje den nogle omgange tilbage og derefter fortsætte skæringen.

Ved gevindskæring i stål bruges skæreolie som smøremiddel. Det er en speciel olie beregnet til formålet. Brug aldrig maskinolie, der kan indeholde syre eller andre æt-

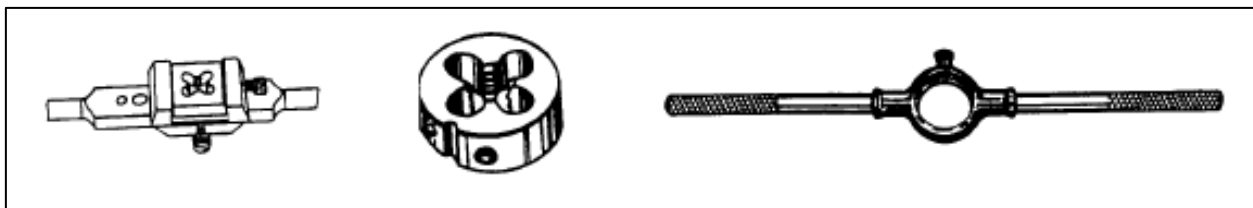
sende tilsætningsstoffer, som kan medføre angreb af de blanke gevindflader. Ved skæring i letmetal, messing, kobber, støbejern samt i kunststoffer anvendes normalt ikke smøremiddel.

Sikkerhed

Skulle en snittap knække under skæring, må man aldrig forsøge at fjerne den med hånden, idet den er skarp som glas. En knækket snittap kan fjernes med hammer og kørner under brug af sikkerhedsbriller.

Skærebakker

Skærebakker anvendes til skæring af udvendig gevind. Det værktøj bakken spændes op i, og som benyttes til at dreje bakken rundt, kaldes en klup. Kluppen er forsynet med spændskruer til fastholdelse af bakken. Kluppen er endvidere forsynet med styrehuller, og det er vigtigt, at den tap der skæres gevind på, føres ind gennem et styrehul af samme dimension. Overholdes dette ikke, fås et skævt skåret gevind.



Gevindskæring

Inden skæring påbegyndes, bør emnet affases, så bakken lettere kan få fat. Ligesom ved skæring med snittappe kan det være nødvendigt at dreje kluppen lidt tilbage, hvis den under skæringen begynder at gå for stramt. Derefter fortsættes den højre gående bevægelse. Under skæringen kan der opstå så megen varme, at spånerne hælder. Hvis spånerne så kommer i klemme mellem værktøj og gevind, vil de rive gevindet i stykket. Derfor bør man ved gevindskæring altid anvende skæreolie til afkøling. Kun ved gevindskæring i støbejern kan skæring foregå tørt.

Vedligeholdelse

Efter brugen skal vindejern, klup, tappe og bakker rengøres. Skal værktøjerne henlægges i længere tid, bør de indsmøres i olie.

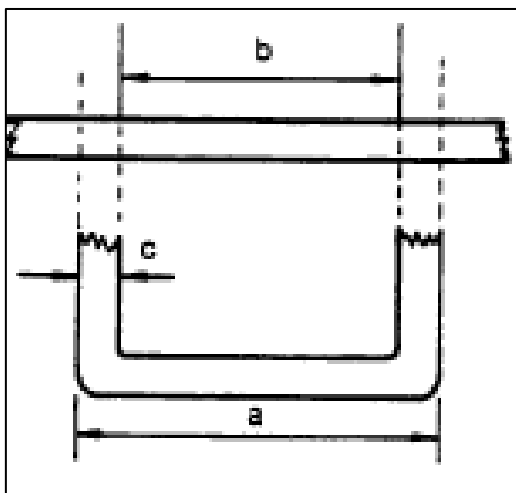
Bukning

Der kan skelnes mellem flere typer bukning, som hver for sig er afhængige af materialet, der skal bukes, og den temperatur bukningen sker ved. Metalbukning kan foretages i såvel varm som kold tilstand, dog med visse undtagelser som f.eks. støbte materialer, der ikke lader sig bukke. Bukning af termoplastiske stoffer, som f.eks. PVC, foregår under opvarmning af materialet.

Koldbukning af metal

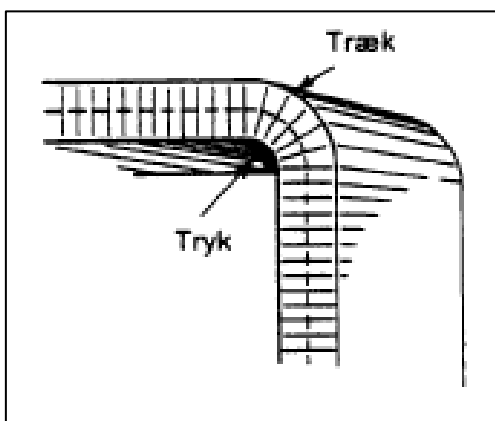
Koldbukning foretages som oftest kun af forholdsvis tynde materialer. For at opnå så nøjagtigt et resultat som muligt, er det vigtigt, at også opmærkningen foretages så nøjagtigt som muligt. Ved bukkede emner er det ofte det færdige, udvendige mål, der er opgivet, og her gælder specielt, at man må tage hensyn til materialetykkelsen. Bukningen bør foretages således, at opmærkningen ligger indvendig i bukningen for at undgå

mærker på en eventuel pæn og glat udvendig flade. Skitserne viser en bukning, der skal udføres efter færdigt udvendigt mål (a): Der opmærkes derfor med et mål (b) som er lig med $a \div 2c$, hvor c er godstykkelsen.



Varmbukning af stål

Bukning af svært materiale udføres ofte som varmbukning. Ved opvarmning af stål til glødetemperatur blødgøres stålet således, at bukning let kan foretages uden at efterlade uønskede, skjulte revner i materialet på grund af kraftige materialespændinger (træk og tryk).



Bukning af termoplastiske materialer

Bukning af termoplastisk materiale skal altid ske som varmbukning, da koldbukning vil ødelægge materialet. Materialet opvarmes, til det er tilpas blødt; derefter kan det bukkes i den ønskede facon, og det holdes i den ønskede stilling, indtil afkølingen har bevirket, at materialet på ny er stift. Bukning bør, for at undgå unødige mærker i materialet, foretages over rene glatte flader.

Limning

Ud over samling ved lodning, svejsning, søm og skruer, gives muligheden for at lime. Samlingen ved limning er i mange tilfælde den sammenføjningsmetode, der giver det pæneste resultat.

Hvilke flader kan limes

Der kan i handelen fås limtyper til næsten alle materialer. Selv store sten eller betonkonstruktioner kan limes sammen. Som eksempel kan nævnes, at Sallingsundbroens elementer er limet sammen med en speciallim. For at opnå det bedste resultat ved limning er det særdeles vigtigt at vælge den korrekte limtype til opgaven samt nøje følge fabrikantens anvisninger for fremgangsmåden.

Lime-proces

Vigtigt ved enhver limning er det at afrense de flader, der skal sammenføjes. Ved visse plastarter som f.eks. akryl, kan limning foretages med et opløsningsstof, f.eks. acetone. Limfladerne trykkes efter afrensningen tæt mod hinanden, hvorefter acetonen dryppes på samlingen. Acetonen vil ved hårrørvirkning suges ind mellem fladerne, opløse og derved sammenlime eller smelte disse sammen.

Sikkerhed

Undgå tobaksrygning under brug af rensemidler og lime. Ikke alene kan de anvendte stoffer være særdeles brandfarlige, men deres dampe kan, sammen med tobaksrøg, have ubehagelige følger, f.eks. svimmelhed, hovedpine og opkastning. Et lokale, hvori der foretages limning, skal være tørt og velventileret, og der må ikke være for koldt.

Lodning

En særdeles meget anvendt sammenføjningsmetode er lodning.

Lodning kan opdeles i 2 hovedgrupper:

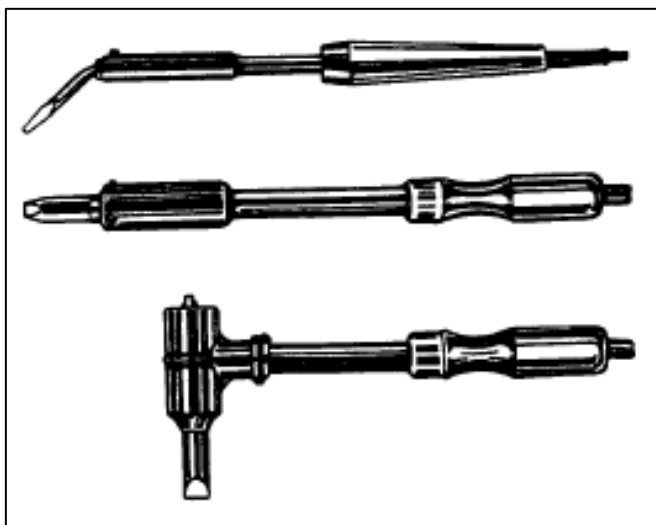
- Blødlodning
- Hårdlodning
- Blødlodning foregår ved en temperatur op til 450° og hårdlodning ved en temperatur mellem 450° og 1.000 °C.

Værktøj til blødlodning

Til opvarmning af loddested og loddetin anvendes hyppigst en loddekolbe, loddepen eller loddepistol. Disse fås for el tilslutning i forskellige størrelser og med forskellig effekt, afhængig af loddeopgavens art og den dermed krævende varmetilførsel.

Loddekolbe

Loddekolbens effekt er fra ca. 40 Watt til 150 Watt med relativ lang opvarmningstid (5-10 minutter).



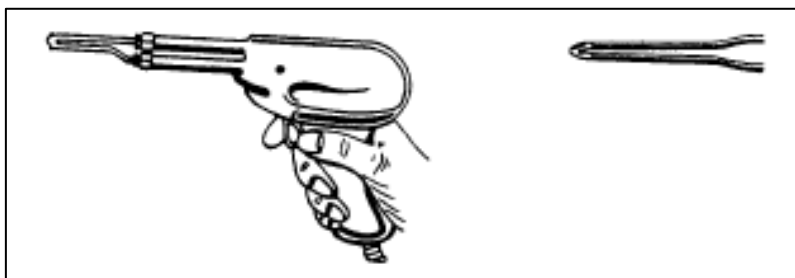
Loddepen

Loddepenen har en effekt fra ca. 10 Watt til 55 Watt. Opvarmningstid er ca. 2-3 minutter.



Loddepistol

Loddepistolen har meget kort opvarmningstid, 4-5 minutter.

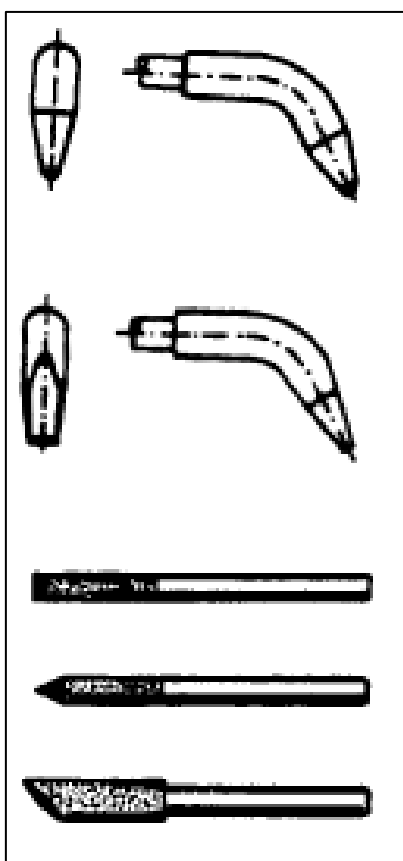


Termostatloddekolbe

Visse loddekolber fås med indbygget termostat, der sørger for en konstant temperatur, afhængig af indstilling. Dette forhindrer i øvrigt, at loddespiden alt for hurtigt brænder op, på grund af for kraftig opvarmning. Effektstørrelsen ligger normalt i området 60-220 Watt, og opvarmningstiden vil, afhængig af loddespidens størrelse, være fra 1-10 minutter.

Loddespidser

I de fleste loddekolber kan der vælges loddespidser af forskellige størrelser og form. En regel er dog, at der bør vælges en spids så stor, som loddearbejdet tillader. En stor spids giver en mere konstant varme.



Loddetin

Loddetin, der er en legering af tin og bly, fås i handelen i forskellige størrelser og former som f.eks. stænger, tråd, pulver, pasta og paletter. Legeringens sammensætning fremgår af loddetinnets typemærkning. F.eks. består loddetin med betegnelsen 60/HD af 60 % tin og 40 % bly. For nogle af loddemidlerne, f.eks. tråd, gælder, at de kan fås med indlagt flusmiddel, hvilket letter arbejdsgangen ved lodning.

Flusmidler

Flusmiddel har til opgave at rense loddestedet og hindre oxidering under loddeprocessen. Flusmiddel fås i fast, flydende, pulver- eller pastaform. Hver for sig velegnede til bestemte loddeopgaver.

Lodningen

Loddestedet skal opvarmes til en temperatur, hvor tinnets flyder let. Dette gøres ved at bringe varmekilden i kontakt med begge de emner, der skal sammenkobles. Når temperaturen er nået, tilføres loddemiddel i tilpas mængde, og det kontrolleres, at tinnets flyder let. Ved lodning på kobber er tinnets indtrængningsevne i kobberoverfladen så stor, at der dannes en legering.

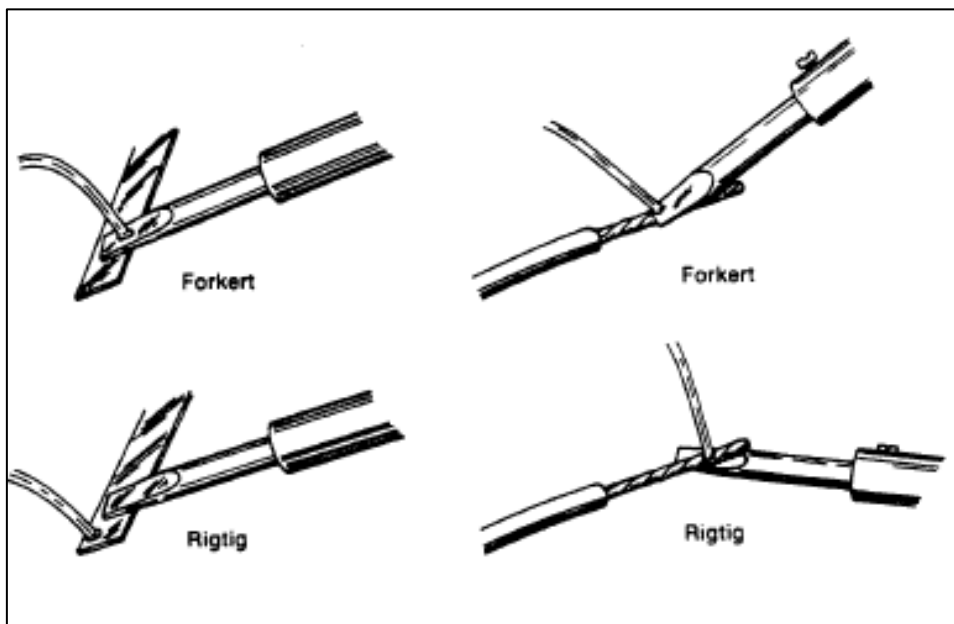
Lodning med passende tinmængde.



Lodning med for stor tinmængde.

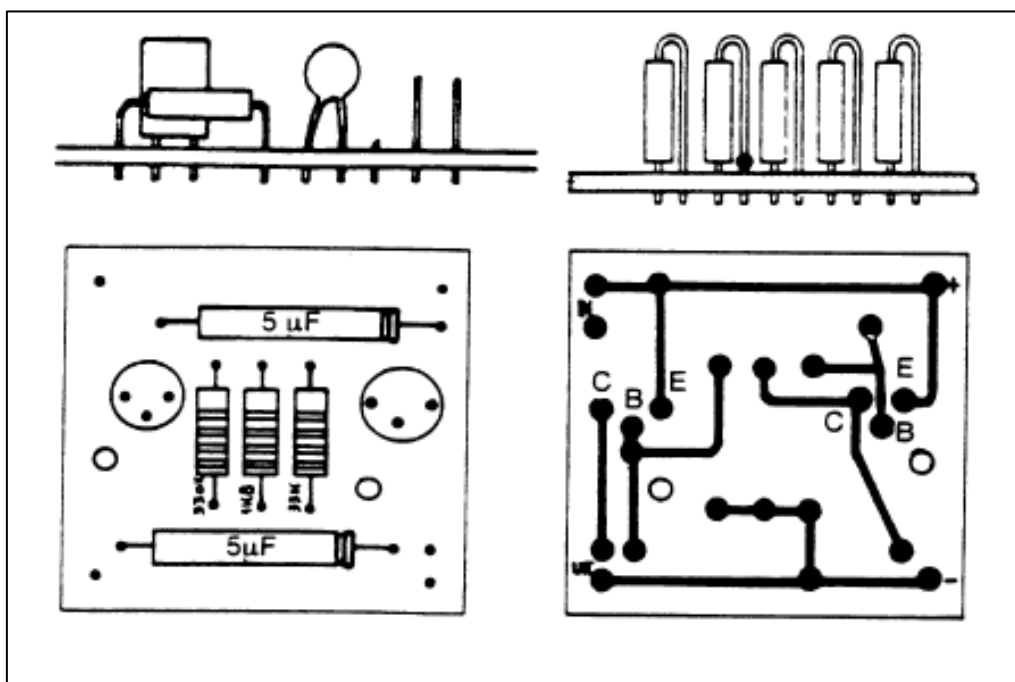
Fortinning

Ved fortinning af emner skal emnet opvarmes, hvorefter tinnets påføres emnet.

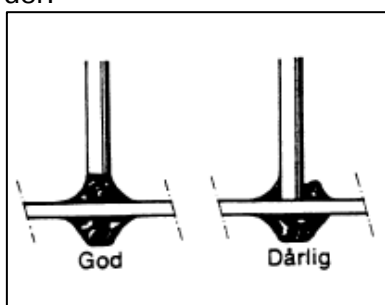


Printlodning

Da kobberbanerne på en printplade er meget tynd kobberfolie, kan de nemt brænde over, hvis der tilføres for megen varme. Det er derfor nødvendigt, at denne for lodning udføres med omhu. Komponenterne anbringes på printet så tæt ved printpladen som muligt.



Lodningen udføres bedst med tinstråd med indlagt flus, som ikke skader printet. Efter lodningen afklippes tråd enderne tæt ved printet. Det er vigtigt ved printlodning, at der ikke tilføres så meget tin, at dette eventuelt flyder ud og kortslutter printbanerne. Lodning kan eventuelt indøves på et stykke kasseret printplade med påsatte ledningsender.



Kontrol af lodning

Den eneste måde, hvorpå en umiddelbar kontrol af lodningen kan foretages, er ved at iagttage den færdige lodning.

2 ting bør iagttages:

- Farve
- Form

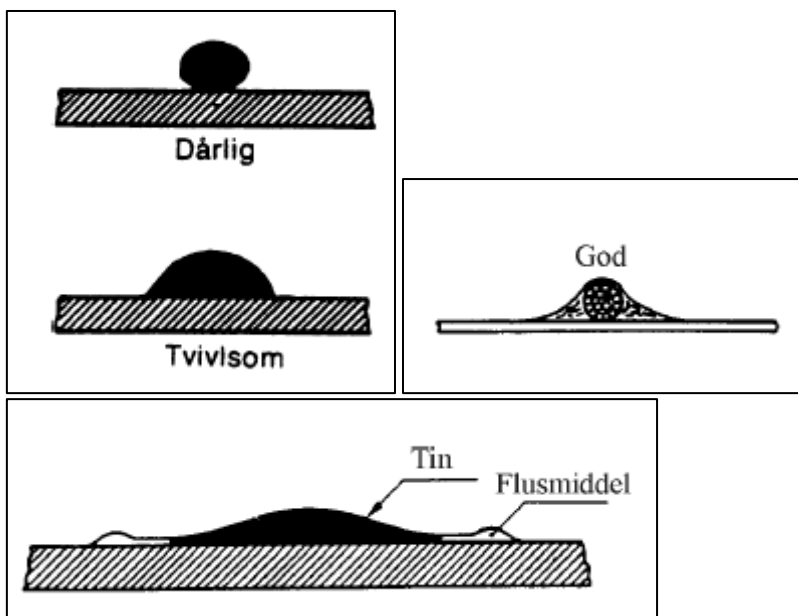
Farve:

God lodning: Blank skinnende

Dårlig lodning: Mat, grå

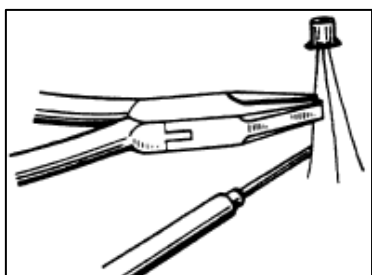
Formen:

For dårlig, tvivlsom og god lodning fremgår af skitserne. Flusmiddelranden viser, at flusmidlet efter at have rensset loddestedet, er helt fortrængt af loddetinet.



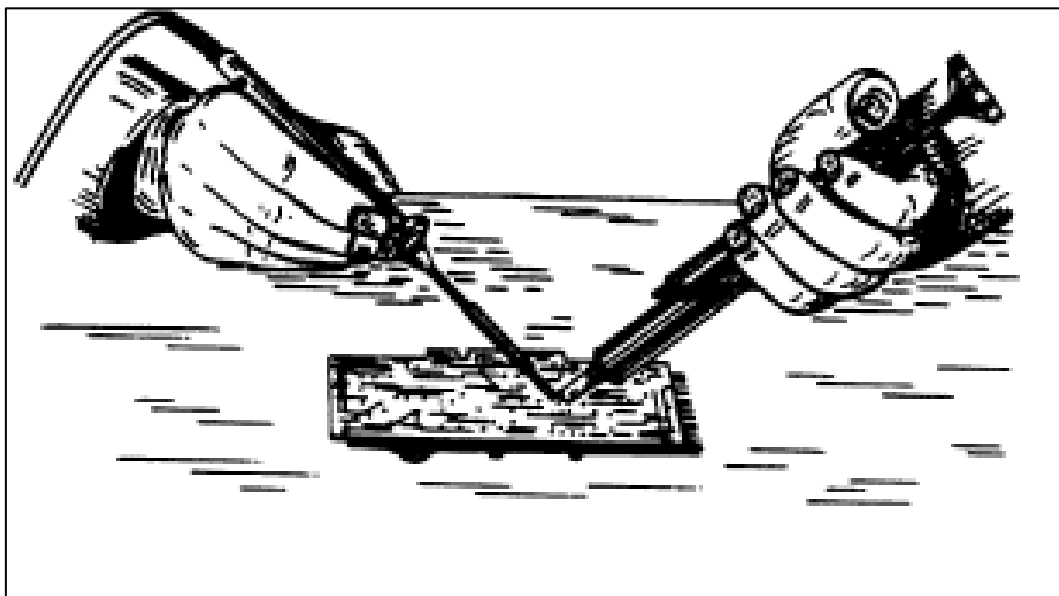
Varmebremse

Ved printlodning, hvor der jo normalt arbejdes med elektroniske komponenter af små dimensioner, er det vigtigt, at loddevarmen ikke forplanter sig ind i komponenterne. Varmen fra loddestedet kan f.eks. stoppes med en fladtang, der vil optage varmen, så der ikke sker varmetransport gennem komponentens tilledning ind i komponenten.



Tinsuger

Skal der udskiftes komponenter på et print, er tinsugeren et nyttigt stykke værktøj til fjernelse af gammelt tin. Tinsugerens stempel trykkes ned og låses i denne stilling. Når loddepennen har smeltet den gamle lodning, udløses låsen på tinsugeren, så den sammentrykkede fjeder bevæger stemplet opefter med stor hastighed. Undertrykket i cylindrens nederste del vil nu suge tinnet op.



Hårdlodning

Hårdlodning er en loddeform, der foregår ved temperaturer mellem 450 og 1.000 °C, og til frembringelse af så høje temperaturer kan vi ikke længere klare os med loddekolben. Her kræves en åben flamme til høj temperatur og uden frembringelse af sod.

Autogenanlæg

Det bedste loddeværktøj, hvad varmfrembringelse angår, er et autogen-svejseanlæg med oxygen (ilt) og acetylen(gas), men der kan dog også, til mindre opgaver, anvendes flaskegasanlæg med loddebrænder (propangas).

Rapportskrivning

Opbygning

I det følgende gives en oversigt over en rapports afsnit, dens funktion og indhold. Oversigten kan bruges som grundlag for udarbejdelse af rapportens disposition. En rapport består af:

- omslag
- titelblad
- synopsis
- forord
- indholdsfortegnelse
- indledning
- hovedafsnit
- konklusion
- litteraturliste
- bilag

Omslag

Omslagets funktion er:

- At give oplysninger til læserens første identifikation af rapporten.
- at beskytte rapporten.
- at være blikfang.

På omslaget skrives titel og oprindelse. Titlen må bestå af få ord, der dækker rapportens indhold.

Omslaget kan være stift karton eller lignende. Omslaget kan give et tiltalende og interessevækkende layout, idet der kan anvendes billeder og farver.

Titelblad

Titelbladets funktion er at samle alle oplysninger til identifikation af rapporten. Titelbladet anbringes som rapportens første højre side.

På titelbladet kan skrives:

- titel og evt. uddybende undertitel
- oprindelse, dvs. forfatter, evt. medforfatter
- dato, som regel for afsluttende redaktion
- evt. synopsis

Synopsis

Synopsis (sammenfattende oversigt) skal give et koncentreret oplæg til rapporten, således at læseren kan afgøre, hvilken interesse rapporten har. Derfor skal synopsis være dækkende for rapportens indhold.

Forord

Forordets funktion er at give plads for oplysninger og kommentarer, som ikke hører hjemme i selve rapporten. Forordet kan indeholde oplysninger om:

- hensigten med rapporten
- læsevejledning, dvs. en forklaring på den kommunikationsmæssige udformning
- omtale af personer, virksomheder og andre, som har deltaget ved udarbejdelsen
- projektets forhistorie (placering i studieforløbet, valg af projekt)

Indholdsfortegnelse

Indholdsfortegnelsen skal ikke kun være nøgle til rapportens enkelte afsnit, men også vise rapportens disposition.

Teksten i indholdsfortegnelsen skal være identisk med overskrifterne i rapporten.

Indledning

Indledningen skal redegøre for problemanalysefasens arbejdsresultater. Indledningen er derfor et væsentligt og ofte ret omfattende afsnit i rapporten.

Hovedafsnit

Hovedafsnittet skal dokumentere problemløsningsfasens arbejdsresultater. Denne dokumentation er en entydig beskrivelse af både løsningsmetode og løsning. Hovedafsnittet må som regel disponeres for sig, idet det deles op i flere afsnit, som hver behandler en afgrænset del af problemløsningen i en logisk fremstilling.

Hvert afsnit må udformes således, at det udgør en helhed, som kan læses for sig. Hovedafsnittet kan omfatte:

- beskrivelse af indsamlede oplysninger og vurdering af kilder.
- beskrivelse af, hvordan arbejdet bygger på kilderne.
- beskrivelse af modeller, f.eks. matematiske/fysiske modeller. Redegørelse for modellernes forudsætning og begrænsning samt vurdering af anvendelsen.
- beskrivelse af forsøgssopstillinger, målemetoder, målinger og beregninger. Vurdering af usikkerheder.
- skitser, tegninger og beskrivelser af principper, konstruktionsprincipper o.l.
- dimensionering og detailbeskrivelse, herunder målsatte tegninger.

GF2

Dele af hovedafsnittet anbringes ofte i bilag. I hoved- afsnittets tekst henvises til bilagsnummer, og der gives tilstrækkelig omtale af bilagets art.

Konklusion

Konklusionen skal indeholde en vurdering af projektets produkt. Desuden har indledningen og konklusion tilsammen en funktion, nemlig at beskrive projektarbejdet for den modtager, som ikke vil læse hele rapporten.

Konklusionen omfatter:

- en kort beskrivelse og vurdering af løsningsmetoder og løsninger.
- en vurdering af, hvor godt løsningerne opfylder problemformuleringen.
- en omtale af, hvilke nye problemer projektarbejdet har afdækket.

Litteraturliste

Litteraturlisten skal give oversigt over alle i rapporten omtalte skriftlige arbejder. Desuden kan anføres den litteratur om emnet, som er læst under projektet.

Bilag

Bilag er dele af rapporten, som er upraktiske at anbringe på deres naturlige pladser. Bilag sættes bagerst i rapporten eller helt uden for denne.

Service og kundepsykologi

Indledning

Det materiale, du sidder med nu, skal hjælpe dig til at forstå dine kunder bedre, og derved gøre så du kan yde en endnu bedre service over for dem.

Størstedelen af danskerne vil sige, at service er en mangelvare her i landet. Det virker til, at den stigende selvstændighed har gjort, at mange er blevet for 'fine' til at yde en service, fordi det simpelthen bliver til, at du er mindre værd, hvis du skal varte andre op og servicere dem.

Det er en stor misforståelse at se sådan på det. Service er noget af det vigtigste, der findes, men vi ved godt, at det at yde en sublim service er sværere end de fleste tror.

Materialet er opbygget således det kan dække over både EL- og VVS faget, og derfor vil der være eksempler fra begge faggrene. Hvad enten din faglige baggrund er "vand", "luft" eller "strøm" er service en stadig vigtigere af det samlede produkt som du leverer til kunden.

Service er et håndværk, og skal du mestre det, kræver det flere ting af dig;

Du skal, sammen med den faglige stolthed, have lysten til at yde en god service, og derved gøre andre mennesker glade med det du gør.

Du skal have nogle konkrete værktøjer til at styre din kommunikation med kunderne, på samme måde som du har værktøjer i din 'rigtige' værktøjskasse.

Lysten skal komme fra dig selv, men måske kan vi inspirere dig med det du læser her. Værktøjerne er derimod givet, og de er både nemme og enkle at anvende, det er bare at komme i gang.

God fornøjelse!

Din rolle i virksomheden og i forhold til kunden

Du er meget mere, end ham der 'bare' kommer, monterer og vedligeholder kundens installationer. Du skal være 'kundens bedste ven', og ham som kunden har tillid til, det er nemlig dig, der kommer, og fikser de tekniske problemer, kunden bøvler med.

Man kan med rette sige, at du er firmaets 'kørende ambassadør', alt hvad du siger og gør, når du kommer i firmabilen og i dit firma-arbejdstøj, tæller nemlig med i kundens opfattelse af, hvor professionelle I er som firma.

Spørger man Wikipedia om definitionen på en ambassadør, lyder den således; en ambassadør er en diplomat af højeste rang, chef for en ambassade og sit lands officielle repræsentant i en anden stat.

Det er med andre ord, et temmelig stort ansvar der ligger på dine skuldre, for du skal leve op til det, din virksomhed har lovet og præsenteret for kunden. Det betyder, at du skal være loyal over for din virksomhed, så kunden altid opfatter den så positivt som muligt.

Dette er ikke en umulig opgave, men det kræver, at du kender din virksomheds værdier, og mesters/ejernes vision for hvilket indtryk kunderne skal have af jer. I mange virksomheder har ejerne allerede formuleret en strategi sort på hvidt, der indeholder vision, mission og værdier. Mange især større virksomheder har ligeledes defineret egentlige leveregler og 'servicebud' for hvordan, de ønsker at deres medarbejdere, behandler kunderne.

Har jeres virksomhed en strategiplan eller et sæt 'servicebud', kan det være en god idé for dig, at bruge en time på at snakke med din mester eller din nærmeste leder omkring den. Så får du et godt billede af, hvordan du skal opføre dig ude hos kunderne. Ligeså vel skal du vide, hvilke forventninger der er til dig, kender du ikke forventningerne så spørg, din mester eller nærmeste leder, de vil med garanti være glade for din interesse.

Du kan sammenligne det med at have en kæreste. Hvis I kender hinandens forventninger, er det nemmere at leve op til dem. I undgår misforståelser og slipper for at blive uvenner og skulle bryde op.

Forestil dig at ét af jeres 'servicebud' lyder; vi løser problemerne først og diskuterer betaling af ydelsen senere.

Med det i baglommen vil du ikke være i tvivl om, hvordan du skal reagere, hvis en kunde klager over at hans lampe sidder 5 centimeter for langt til venstre. Fordi du kender dit firmas forventninger, kan du med det samme gå i 'løsningsmode' og gøre kunden glad, fordi du ved, at dine handlinger vil stemme overens med virksomhedens værdier.

Produkt

Hvad er det for et produkt du leverer?

Som teknisk håndværker inden for VVS & EL er en stor del af vore "fysiske" produkter gemt væk. Skjulte installationer er for mange en forventning, og har i mange år været vigtigt. Derfor fokuserer kunderne også på at det som kan ses; er pænt og lækkert. Flere har oplevet en kundeservice når regningen kommer *"hvordan kan det blive så dyrt at få sat en ekstra vandhane op ude på terrassen? – det er jo kun lidt rør og så en vandhane"*. Her bliver der så ofte redegjort fra kontoret at der er brugt 16 meter rør med tilhørende befæstigelsesmateriel, isolation m.m. Herudover er det ikke synliggjort at ud over arbejdstiden, tog det to timer at fjerne alle kasserne med julepynt som var stablet sammen i krybekælderen eller skunken.

Derfor er det meget vigtigt at "synliggøre" (oplyse om) det samlede produkt vi leverer:

Kerneydelse (det fysiske produkt):

- Vandhane (frostsikker) + rør + isolation + befæstigelsesmateriel
- Dokumentation f.eks. i form af manualer og kontrolskemaer

Randydelse I (tillægsydelsen):

- Håndværksmæssigt valg af kvalitetsprodukter
- Håndværksmæssig udførelse
- Oprydning/rengøring efter dig
- Overholdelse af lovkrav og standarder

Randydelse II (serviceydelsen):

- Dig selv og din kommunikation (hvor serviceminded er du?)
- Kommer du til aftalt tid?
- Er du i stand til at "læse & forstå" kundens behov?
- Tilbud om at levere eventuel slangeholder, haveslange, koblinger o.l.
- Måske høre kunden om der skal laves et lille afløb under hanen, eller en stik-kontakt & udvendigt lys? Lav dog et muligt kryds-salg til en af de andre afdelinger eller jeres gode samarbejdspartner.

Kunden kan på splitsekunder slå prisen op på en vandhane og "lidt rør", og de skelner også mellem eksklusive produkter og billig-billig "gør-det-selv" produkter. De betaler også gerne for at vi kryber rundt og borer det op, gør rent og overholder lovkrav. Men gør jeres besøg til en god oplevelse.

Kunden husker – og fortæller andre om – en god oplevelse. Det samme gør de også ved en dårlig oplevelse – det spreder sig hurtigt og ukontrollabelt.

Derfor vil følgende afsnit måske kunne skærpe dine evner til at give værdi gennem service.

Service

Hvad vil det sige at yde en god service?

Kort kan man sige, at okay service er at leve op til kundernes forventninger. God service er, at gøre lidt mere end det er forventet af dig, hver gang du er i kontakt med en kunde. Det indebærer også at tage ansvar, og sikre at kunderne er tilfredse.

Som elektriker/VVSér er en af de vigtigste grundpiller i en god service; din faglighed kombineret med lysten til at tale med kunderne.

De bedste håndværkere er som udgangspunkt altid positive, nysgerrige og undrende, når de er i kontakt med deres kunder. Det betyder, at de altid gør, hvad de kan, for at forstå det, kunderne siger, og at de samtidig er overbeviste om, at alt hvad kunderne siger, bliver sagt i en god mening.

Møder du kunden med den indstilling, vil du møde rigtig mange positive kunder, der vil behandle dig med stor tillid og respekt.

Som udgangspunkt er det et klogt valg at starte på en positiv kunderelation. Du opnår at din hverdag bliver bedre, sjovere og naturligvis mere positiv, mens din virksomhed vil opnå kunder, der bliver længere, og dét er en god forretning. I gennemsnit koster det nemlig 5-7 gange så meget i markedsføring og salgsindsats at få en ny kunde, som det gør at holde på en eksisterende.

Som følge af den gode kunderelation opstår også en anden fordel!

Når jeres konkurrenters kunder skifter til et nyt firma, lytter de ofte til anbefalinger fra deres venner. Så nu er du ikke 'kun' VVSér eller elektriker, du er kørende ambassadør og marketingsmedarbejder i "A/S El" – *tillykke med titlen, sådan skal det gøres.*

God kommunikation er god service

Som tidligere nævnt kræver god service, at din faglighed kombineres med lysten til at tale med kunderne. Det er altid vigtigt, at du er i stand til at kommunikere optimalt med dine kunder.

Overordnet set kan kommunikationen deles op i tre dele;

- Alt det du siger – dine ord og udtryk
- Måden du siger det på – hvor højt taler du, hvor hurtigt taler du, hvordan er din dialekt, hvordan betoner du dine ord
- Det din krop siger – måden du bruger dine hænder på, holder du øjenkontakt med kunden, hvor tæt fysisk befinder du dig på kunden

Men.. hvad fylder så mest?

I mange undersøgelser har det vist sig, at ordene fylder under 10 % i den samlede kommunikation. Som håndværker kan der dog være undtagelser, fordi du nogle gange bruger fagudtryk, kunden lige skal forstå. (Vi kommer tilbage til fagudtrykkene senere i materialet.)

Et godt råd er at fokusere på positive ord og udtryk fx; "Det kan du tro, det vil jeg gerne se, om jeg kan nå i dag" frem for de velkendte; "Det har jeg ikke fået besked på at lave, så det kan du nok forstå, at jeg ikke har tid på".

Måden du siger tingene på fylder ca. 40 % (til tider lidt mindre). Her vil det være en god idé at "spejle" kunden og gøre mere, som kunden gør. De fleste mennesker har det nemlig godt i deres eget selskab. Lyt til hvor hurtigt og højt kunden taler, når i mødes, og læg så dig selv på samme niveau, så er du på sikker grund.

Dit kropssprog fylder mindst 50 %, i særlige situationer helt op til 80 % - det sker dog primært i konfliktsituationer, og dem får du forhåbentlig ikke mange af.

Det samme gælder, første gang du møder dine kunder. Ved det første møde vil kunderne fokusere meget mere på dit kropssprog, end eksempelvis dine kolleger eller venner gør.

Når der er skabt en tillid, falder betydningen af kropssproget, og du vil opleve, at der bliver lyttet mere til hvad og hvordan, du kommunikerer dine budskaber.

Et godt råd er, at kigge kunden i øjnene og give ham et håndtryk hvis det passer til situationen.

Når du står over for kunden så hold en afstand på ca. en meter, så overskrider du ikke kundens intimitetszone, og du kommer ikke til at virke truende eller grænseoverskridende på kunden. Kommer kunden for tæt på dig, så drej dig en smule så du vender siden en anelse til, så er spændingen brudt.

Dette trick virker også rigtig godt i situationer, hvor kunderne er ophidsede over noget, der ikke er, som det skal være. Undgå altid korslagte arme eller hænderne i lommerne det signalerer lukkethed og ligegyldighed. Hold i stedet hænderne foran kroppen eller lad dem hvile på siden af hofterne, mens du lytter. Lad hænderne få liv mens du taler, så skal de nok hjælpe dig med at få dine budskaber igennem, fordi du selv udtrykker en begejstring, for det du taler om.

Kundetyper

Når du skal yde en optimal service, er det vigtigt at huske, at alle kunder er forskellige. De sætter altså ikke nødvendigvis pris på de samme ting, og tænker derved heller ikke på samme måde, som du selv gør. Man kan sige, at for at behandle dine kunder ens og give dem den samme gode service, skal du behandle dem forskelligt ud fra hvilken type kunde, de hver især er.

For at muliggøre dette, skal du naturligvis kunne skelne mellem de forskellige kundetyper, når du møder dem. Samtidig skal du være i stand til at tilpasse din kommunikation til de forskellige typer, så du rammer plet hver gang.

Når vi taler om forskellige kundetyper, er DISC et fantastisk redskab at kende til. Her figurerer de fire forskellige adfærdstræk/kundetyper, du skal kende til. Alle mennesker rummer noget fra hver af de fire træk, dog ligger man sig typisk op ad en af trækkene. DISC indeholder;

- D – der står for dominans
- I – der står for involvering
- S – der står for stabilitet
- C – der står for competence

Overblik på DISC

Lad os kort gennemgå den overordnede betydning af de fire typer så der ikke er tvivl om, hvor din opmærksomhed skal ligge.

D – for dominans: dette betyder, at en person der rummer meget D, typisk vil dominere andre for at få sin vilje. En D-person fortæller hurtigt, hvad han forventer af dig, og han er ikke bange for at fortælle dig, at du har taget fejl, eller hvis du har lavet en fejl. D-personerne elsker at bestemme og diskutere. De har mest respekt for idéer, der ligner deres egne, og meninger der minder om dem, de selv har.

I – for involvering: dette betyder at personen vil involvere sig og motiverer andre, for at få sine budskaber igennem, og derved opnå det han gerne vil. I-personerne er hurtige i replikken. De taler tit i billeder og bruger mange beskrivende ord, når de taler. For dem er det vigtigt, at du befinder dig godt i deres selskab. De får tit en masse nye idéer, om noget du lige kan lave, nu du alligevel er hos dem.

S – for stabilitet: personer der rummer meget S, skaber stabilitet, harmoni og ro i kommunikationen med andre. Man vil opleve S-personer som meget venlige og måske en anelse tilbageholdende og afventende. De bryder sig ikke om hård tale og konflikter, og de har derfor tit svært ved at sige til dig, hvis de ikke er helt tilfredse, med det du har lavet for dem.

Præsenterer du dem for noget de skal tage stilling til, har de typisk brug for lidt længere betænkningstid end D- og I-profilerne.

C – for competence: C-personer forsøger at få deres argumenter igennem ved at være meget konkrete, seriøse og strukturerede i deres dialog med andre. Du vil typisk opleve C-profilen som værende meget korrekt og en smule afstandstagende i forhold til dig. Når du forklarer C-profilerne noget, spørger de tit ind til, hvad du helt præcis mener, med det du siger.

Skal du montere noget nyt for dem, er de ofte meget vidende, om det de har bestilt, og de er derfor i stand til at stille spørgsmål, der udfordrer dig og kan være svære at svare på.

GF2

D og I er altså de to talende og udadvendte profiler, mens S og C er en anelse mere stille og reservede.

I hverdagen vil du opleve, at dine kunder er en fin blanding af de fire træk, mange vil have ét eller to træk, der dominerer deres adfærd.

Prøv at overveje hvordan din egen profil ser ud. Diskuter det gerne med dine kolleger, din kæreste eller dine holdkammerater. Hvilken type kunde har tendens til at irritere dig – er det D, I, S eller C? Det er tit de typer, der er modsætningen af dig selv, du har det sværest med.

Modsat er det også de kundetyper, du skal være mest opmærksom på, når du er hos dem.

(På nettet kan du finde gratis test, der kan give dig en idé om, hvilken profil du selv er.) Det næste store spørgsmål må så blive, hvordan kommunikerer du så bedst med dine kunder, når du har afgjort, hvilken type de er?

Nedenfor har vi samlet de seks bedste råd til at kommunikere med hver kundetype.

De bedste råd til en god kommunikation

Når du skal kommunikere godt med D-typerne, skal du

- holde dig fra ligegyldig smalltalk, kom direkte til sagen
- give direkte svar på kundens spørgsmål
- vise at du respekterer kundens behov og meninger
- vise at du kan tage en beslutning selv
- være konkret og holde dig til det emne i taler om
- være ligefrem og åbenhjertig, og sige din mening på en respektfuld måde

Når du skal kommunikere godt med I-typerne, skal du

- være klar til at lytte på alle deres tanker, meninger og idéer
- sørge for, at der er en god stemning, smil og grin, hvis det passer til situationen
- tale om ting, der ikke har med dit arbejde at gøre, fortæl om dig selv
- gøre lidt ekstra for dem, og gøre dem opmærksomme på det
- rose dem, eller fortælle dem at du er glad for at arbejde for dem (dog kun sandheden)
- stille spørgsmål for at få mere at vide

Når du skal kommunikere godt med S-typerne, skal du

- tale stille og roligt, undgå at bruge for mange fagudtryk
- give dem tid til at tænke sig om, hvis de skal tage en beslutning
- begrænse smalltalk, de bryder sig ikke om det overfladiske
- være dig selv, du må gerne være afslappet og uformel
- have orden i dine ting, rod gør dem utrygge
- vise at du er seriøs og hjælpe dem maksimalt, hvis noget er gået galt

Når du skal kommunikere godt med C-typerne, skal du

- overholde tiden og være præcis i dine aftaler

GF2

- være klar til at acceptere deres 'gode råd' om dit arbejde
- forberede dig grundigt, de spørger sikkert meget ind til det, du laver
- svare tålmodigt på ALLE deres spørgsmål
- vise at du har overblik, og hjælpe dem til at få overblik over det, du laver for dem
- give dem tid til at tænke sig om, hvis der er noget, de skal tage stilling til

Når du skal i gang med at skrue på din kommunikation over for kunderne, er der et par gode råd, du skal have med på vejen;

- Start med at kigge på dig selv, hvilken type tror du, at du er – find ud af hvilke kundetyper du har det nemmest og sværest med.
- Prøv om du kan gennemskue, hvilken profil kunden er.
- Fokuser på to eller tre af de gode råd til hvordan du bedst kommunikerer med den aktuelle kundetype. Lad vær med at tro, at du skal kunne alle typerne med det samme.
- Slap af og vær dig selv. At kommunikere med kunder er lidt som at være på date – du bliver hurtigt spottet, hvis du prøver at være en helt anden, end den du i virkeligheden er. Du er håndværker – ikke skuespiller.

I sidste ende er det vigtigste, at du har det godt sammen med dine kunder, og at de er glade for, at du kommer og arbejder for dem. Det gør kunderne glade, det gør din hverdag sjovere og det giver penge i virksomhedens kasse.

Hvis du vil lære mere om DISC kan du søge på YouTube, og se nogle af de klip, der ligger der. Det vil med garanti inspirere dig, og gøre dig endnu bedre til at arbejde med kunderne.

Når du står med kunden

Pas for alt i verden på med at vise kunden at du er ved at analysere ham/hende! Undgå at fremstå programmeret lige som en uerfaren telefonsælger, hvor man tydeligt kan høre at de sidder med et tjekskema og styrer stædigt mod et abonnementssalg. Det kan virke krænkende at føle sig analyseret og sat i kasser.

Erfaring i mødet med kunderne skal bygges op og prøves igen og igen, så start ud på sikkert grundlag og tal med kunden om produkter og løsninger. Her har du din faglighed og kundens indledende ønske/behov som basis for samtalen. I samtalen kan du træne evnen til at "sætte dem i kategori DISC" og handle ud fra de fællestræk.

Dog skal du også være klar over at du ikke må lade dig styre af nogle forudbestemte mønstre på de forskellige kategorier.

Herefter et par eksempler:

Du er sendt ud på en opgave i en boligforening, hvor kunden ønsker lys i nedgang til cykelkælder. Du modtages af en lidt stresset og sur vicevært som hastigt viser dig hen

til nedgangen. Da I passerer rækken af skraldespande brokker han sig over at der altid rodes rundt i affaldet og der smides poser rundt over det hele; beboerne og renovationsarbejderne skælder også ud....

Her har du muligheden for at give et fagligt input (og muligt mersalg): en løsning hvor du foreslår et par nye armaturer kombineret med bevægelsessensor, vil reducere "roderiet" i skraldespandene, samt det vil øge sikkerhed og tilfredshed for beboere og renovationsarbejdere.

På vejen der hen kan du måske gå og analysere løs om han er D, I, S eller C, og derved helt overse den mulighed i passerer. Er han den ene eller den anden type kan være lidt svært at spotte, og i dag er han både stresset og sur, så på den korte bane skal du ikke søge efter en spot-on kundeprofil. Dit billede af kunden opbygges over tid, så du ved kommende opgaver kender bedre hvordan kundens forventede profil er.

I dag er han stresset og sur, og han brokker sig over rodet ved skraldespandende; så her har du muligheden for at løse et problem ved at spørge: *"er det ofte et problem her?"* – hvis han svarer bekræftende, spørger du igen: *"møder du ofte op til dette svineri om morgenen?"* – igen bekræfter han surt.

Nu skal du så passe på ikke at lege Spørge Jørgen, og derved irritere ham yderligere, blot konstatere at det *"også er nemt at stå i ly af mørket og rode rundt i spandende"*. – nu kan du følge op: *"Vi kan reducere/stoppe dette svineri ved at sætte noget intelligent belysning op, og det har vist sig ret effektivt mange andre steder"*.

Med mindre at han blankt afviser dig nu, kan du fortsætte: *Et par smarte armaturer som selv tænder lyset ved bevægelse, og med LED lyskilder, så du også slipper for at skifte pærer hele tiden – både beboere og skraldemænd stopper med at brokke sig"*.

Her skal du nu være skarp med at få tid til at løse opgaven, gerne ved samme besøg, så kend materialerne få fat i dem (måske med en af grossisternes 1-times ordninger). Når viceværten siger ja – eller spørger om prisen, skal du kunne reagere hurtigt.

Det er vigtigt at du løser opgaven nu, og derved giver kunden oplevelsen af at være den serviceorienterede problemløser. Det næstbedste er at I aftaler en ny tid dagen efter (eller kun ganske kort tid efter), jo længere tid der går jo mindre oplever han at du har løst et stort problem.

Et andet eksempel er at du af mureren er kaldt ud for at måle op til et tilbud på renovering af badeværelse. Der skal flyttes afløb og vand, og der skal gives tilbud på ny sanitet.

Du kommer ud og møder en kunde som er venlig og imødekommende men virker til at være meget stresset over omfanget af den kommende opgave.

Her er det vigtigt at du har mulighed for at vise billedeksempler/forklare den færdige løsning for kunden. Alt for mange mellemtrin og beslutninger kan være overvældende.

Her er der noget fremtrædende S-profil.

Udsagn som *"det bliver et rigtig dejligt badeværelse"* – *"den klarer vi nemt sammen med mureren"* – *"det bliver superflot"*, vil hjælpe kunden med at fastholde fokus på den drøm de er ved at realisere.

Lyt til deres idéer og få flettet afdækkende spørgsmål ind i samtalen, for herefter at komme med et/få forslag som de kan forholde sig til. Spørgsmål omkring f.eks. el og ventilation vil med fordel kunne klares med at tilbyde at koordinere dette for kunden. De skal have et fast tilbud uden overraskelser og de skal have tid til at tænke over det. Den tid kan også bruges til at overveje andre tilbud, så derfor er det vigtigt at du yder god service og fremstår troværdigt i denne fase. Hvis du er presset på tiden og står med det ene ben ude af døren, står du allerede nu svagt.

Samarbejde mellem faggrupper

Den bedste håndværker er ham, der tager udgangspunkt i kundens verden, og gør alt hvad han kan, for at kunden skal få en god oplevelse. Mange kunder, der skal have udført større opgaver, vælger at entrere med en hovedentreprenør, som er ansvarlig for hele opgaven.

Hvorfor gør kunden det?

Ofte koster det mere at vælge en hovedentreprenør, end hvis kunden selv samlede sit team af håndværkere til at løse opgaven. Så når det ikke er prisen, der motiverer kunden, hvad kan det så være?

Det vigtigste for mange kunder er, at de ikke selv skal koordinere håndværkernes opgaver. De vil ikke selv stå med ansvaret for, at håndværkernes opgaver bliver udført i den rigtige rækkefølge og til den aftalte tid.

Mange kunder har i årenes løb oplevet, at selv små og simple byggeopgaver trækker ud i det uendelige, fordi håndværkerne ikke samarbejder og koordinerer deres indsats. Derudover slipper kunderne selvfølgelig også for den økonomiske usikkerhed, for hovedentreprenøren bærer ansvaret, og kan kun sende en faktura på den aftalte kontraktsum.

Kunderne vælger altså mange gange en løsning, der koster lidt mere, fordi det sparer dem for spekulationer, brok og usikkerhed.

Selvfølgelig er der opgaver, hvor kunderne vælger at stå for planlægningen og koordineringen af arbejdet selv. Det er ikke altid lige vellykket, for mange kunder har ikke indblik i, hvordan de forskellige håndværkere er afhængige af hinanden byggeprocesser.

Hvad er din rolle som elektriker & VVSér så i denne sammenhæng?

Din rolle er at være klar til at samarbejde med andre faggrupper og hjælpe dem med at løse deres opgaver bedst muligt. Vi er naturligvis ikke ude i, at du skal hjælpe tømrerne med at lægge taget, og spartle loftet for maleren den uge, hvor han holder fri. Det vigtigste er en positiv indstilling til de andre håndværkere, og samme omtanke for processerne som hvis du skulle hjælpe dine forældre eller din bedste ven med at sætte deres hus i stand.

Når maleren kommer og spørger, om du har mulighed for at afmontere en lampe for ham, fordi han skal reparere en revne i loftet hos kunden, så hjælp ham i det omfang du kan. Måske er det dig, der dagen efter får slået en skal af dørkammen, og har brug for, at han lige fixer det for dig uden at sende kunden eller din mester en regning på en halv times arbejde og lidt materialer.

Træn dig selv inden opgaven rammer dig

Prøv at forestille dig følgende;

Du kommer tilbage fra skole, og skal starte på arbejde igen mandag morgen. Når du møder, fortæller din mester, at svenden du skulle køre med, er blevet nødt til at tage til tandlæge, han kan derfor først komme efter klokken 12.30.

Én af kunderne, du tidligere har været med ude hos, har lige købt en gammel villa i tre plan, og I skal starte på renoveringen af den i dag. Kunden har bedt om, at du skal med på opgaven, for han kunne rigtig godt lide, den måde du var på, da i sidst var ude og skifte hans lyskilder i kælderen. Mester mener godt, at du kan starte på opgaven selv, for formiddagen er sat af til et koordinerende møde mellem alle håndværkerne på pladsen – så du får nøglerne til firmabilen og bliver sendt af sted.

Da du kommer frem på pladsen, står kunden og venter spændt. Han har glædet sig til at se dig. Du bliver mødt af; ” Det var godt du kom, jeg har samlet mureren, tømreren, vvs’eren og maleren.

Vi skal lige have en snak om, hvordan I undgår at falde over hinanden, og samtidig sikrer at der så hurtigt som muligt, bliver klar til de andre håndværkere. Kan du ikke fortælle os, hvad der er vigtigt for dig, i de 8 uger vi har til at renovere huset?” Nu skal det store overblik frem. Du skal i gang med at forestille dig processen i hele huset, rum for rum og helt overordnet. Vi har samlet lidt inspiration, der måske gør det en smule nemmere;

Start med at lave en liste over alle de steder hvor du tidligere har set, at det er gået galt, fordi de forskellige faggrupper ikke har fået talt sammen. Skriv op hvad du gerne vil have, at de andre håndværkere er opmærksomme på i forhold til dit arbejde.

Spørg kunden om det eventuelt er muligt, at I løbende holder korte, uformelle møder hvor alle håndværkere deltager, så indsatsen bliver koordineret ordenligt under hele forløbet.

Bevar den positive indstilling til de andre håndværkere, også når tingene ikke går efter dit hoved.

Det er ikke nogen nem opgave at få det hele til at passe sammen heller ikke for de andre håndværkere. Ofte så sker der desværre det, at fx mureren får travlt – så knokler han bare på og glemmer at spørge, om du har fået sat alle dine installationer i væggene. Han har bare fokus på at holde sin tidsplan, og er måske presset, fordi han skal videre til andre opgaver, eller fordi han kan risikere at få dagbøder, hvis han ikke når at blive færdig.

I denne proces er dit overblik og din kommunikation med de andre håndværkere altafgørende. Udvis så meget fleksibilitet du kan over for de andre håndværkere. Sig hvad du selv har brug for fra dem, og sig tak når de hjælper dig i processen.

Betragt i virkeligheden de andre håndværkere som dine kunder, og husk at en positiv holdning til dem hjælper dig til at løse dine opgaver i den bedste kvalitet. Det hjælper kunden til at få den bedste løsning, og i sidste ende betyder det, at kunderne bliver ved med at bruge jeres firma og ikke mindst dig til sine opgaver.

Kundernes forventninger og de vigtige bud for god kundeservice

Lad os starte med at kigge på de faglige og personlige kvaliteter du skal have som montør. Listen kan hurtigt skitseres, og du vil sikkert opleve, at mange af punkterne er ren og skær sund fornuft. Kunderne vil forvente at du

- er velforberedt
- viser din faglighed
- taler pænt og er ærlig
- bruger kundesprog
- rydder op og gør rent
- er præsentabel og i rent arbejdstøj
- holder tiden og er ærlig omkring forsinkelser
- er ansvarlig og viser ejerskab
- er fleksibel
- er positiv, nysgerrig og undrende
- viser empati og lever dig ind i kundens situation
- rådgiver til den optimale løsning
- er i godt humør og tilpasser din humor
- tager ansvar og følger op

Det virker måske umiddelbart som en lang liste, men netop dine faglige og personlige kvaliteter er fundament for at sælge noget, og det er jo der, vi skal hen. Dine faglige og især personlige kvaliteter skaber de tre grundpiller, der skal eksistere i et godt kunde-forhold; tillid, troværdighed og sympati.

Mist nu ikke modet vi gennemgår listen punkt for punkt.

Ligegyldigt om det er private, professionelle eller kommunale kunder, ligger deres forventninger omtrent samme sted, de vil have den service, de forventer. Ligeså vel er kunderne klare i spyttet, når det handler om prisen. De vil gerne betale lidt ekstra, for at handle med nogen de godt kan lide.

Kunderne vil altså gerne have gode råd, og købe lidt ekstra af de håndværkere de har tillid til – husk det!

Noget meget interessant er, at kunder der har haft en negativ oplevelse med en 'billig' håndværker eller et lavpris produkt, ikke tøver med at betale for ekstra kvalitet næste gang, de skal bruge en håndværker og et teknisk produkt.

Det er altså med andre ord de seriøse, sympatiske og fagligt dygtige, der overlever.
- Måske skal vi omskrive Darwins gamle læresætning – "Survival of the fittest."

Kunderne forventer, at du...

... er velforberedt

Sørg for at du ved, hvad du skal ud og lave – og hvem du skal stå overfor.
Kender du kunden? Er det en ny eller eksisterende kunde, du skal ud til? Spørg eventuelt en kollega om han har været der før.

En klassisk håndværkerfejl, når der er travlt, er at møde fuldkommen uforberedt op og sige; "Nå, det er sådan én I har! Det har mester ikke fortalt!"

Det gør kunden utryg, fordi du i virkeligheden fortæller, at dit firma ikke har tjek på tingene. Og så er det ikke kun dig, der ryger i 'idiot-kassen', men hele virksomheden.
Hov!

... viser din faglighed

Kunderne sætter pris på håndværkere, der er fagligt velfunderede i både deres praktiske arbejde, og i de råd de giver.

Fagligheden er din kerneservice som håndværker. Selvom kunderne ikke altid husker at rose håndværkerne for deres faglighed, så kan du være helt sikker på, at de ville klage, hvis den ikke var der.

... taler pænt og er ærlig

Det er afgørende for en god kundeoplevelse, at du skaber en ligeværdig kommunikation, hvor du og kunden er i øjenhøjde med hinanden.

Ærlighed er vigtigt. Sig tingene som de er, men uden at være sårende eller virke kæphøj. Ved energibesparende installationer loves der ofte store besparelser i noget af det brochuremateriale, kunderne kan finde på nettet eller i forskellige reklamer.

Ved du, at besparelserne ikke holder i praksis, så gå ind og fortæl kunden, hvad han reelt kan forvente i stedet; hellere undersøge ved at love lidt mindre. På den måde 'kalibrerer' du kunden til at have nogle andre forventninger, du ved, er mere realistiske – og når de så overgås, er du en superfyr, og har med snilde vundet kundens tillid for altid.

... bruger kundesprog

Glem alt om COP-værdier på varmepumper og lux og lumen på lyskilderne.
Fortæl i stedet kunderne hvor godt deres varmepumpe udnytter elektriciteten, og hvor mange penge de kommer til at spare i pumpens levetid.

Kunderne er ligeglade med teknikken. De vil vide, hvad teknikken gør for dem! Og ingen er bedre til at forklare dette end en seriøs håndværker, der taler kundesprog.

... rydder op og gør rent efter dig

Kunderne elsker, når du viser respekt for deres hjem og ting. En af de nemmeste måder at få point i denne disciplin er ved at rydde op og gøre rent efter dig. Nogle kunder vil naturligvis gerne gøre det selv og derved spare montørens tid. Det finder du bedst

ud af ved at spørge dig frem. Det vigtigste er bare, at du, når du er færdig med dit arbejde, ved, hvem der skal gøre det, så du ikke forlader en svinesti hos kunden. En anden god idé er, at have blå futter eller et sæt rene sko med i bilen når du arbejder i private hjem.

Selv hvis rengøringen blot består i at tørre lidt vand op eller feje, når du har boret et hul så husk alligevel at fortælle kunden det, så han ved, at du har gjort dig umage for at efterlade stedet uden det store rod.

En lille håndstøvsuger eller blot en opvredet fugtig klud er ofte rigeligt når du borer et enkelt hul. Og så er der klassikeren: når du trækker en af hvidevarerne ud kommer de knyttnæve store nullermænd frem. Her støvsuger/tørre du af uden at kommentere yderligere, og hvis kunden så kommer styrtende med en spand og masser af dårlige undskyldninger, tilbyder du blot at du nok lige skal klare det. Det tager under et minut, og både du- og kunden ved ganske godt at det ikke er normalt at rende rundt og trække hvidevarer ud ved almindelig rengøring. Så det er rart for alle parter at du lige tørre af.

Ellers er der klassikeren at du lige skal ned og hente noget i bilen når kunden bestyrtet konstaterer hvor støvet der er bag ved. Når du så kommer tilbage der måske skinnende rent. Husk blot at have afbrudt for spændingen inden du går ned.

... er præsentabel og i rent arbejdstøj

Det betyder meget, at du sørger for at se præsentabel ud, er velsoigneret, og i arbejdstøj der er pænt og rent. Hvis du har "fast bil" er det en god idé at have et sæt rent tøj liggende i bilen.

Husk også at vaske firmabilen og rydde op i den. For kunderne kigger ind i bilen, og det er med til at give dem et godt indtryk, at der er orden i tingene. At der ligger et par arbejdssedler og måske et tomt kaffekrus kan forsvares, men er hele forruden fyldt med affald og gamle aviser er et no-go.

Parkering kan ofte være en udfordring, men en firmabil som blokerer en udkørsel eller spærre en cykelsti er et dårligt signal. Den passive kommunikation fra firmaet smitter af.

Her skal også nævnes at jeres kørsel er en aktiv del af virksomhedens kommunikation, og en vigtig del af den serviceydelse som pakker jeres kerneydelse ind.

... holder tiden og er ærlig omkring forsinkelser

"Han kommer nok for sent!" – det er hos mange den udbredte opfattelse af håndværkere i dag, og det skyldes, de oplevelser alt for mange kunder desværre har; hvornår ringer den typiske håndværker, hvis han er forsinket?

Har han en aftale klokke 09:00, ringer han 5-10 minutter over og siger, at han ikke nåede det. En anden klassiker er at håndværkeren ringer og siger, at han er der om 5 minutter – og så kommer han 12 minutter senere.

Det er meget bedre, at du siger; " Jeg er der 09:30" – og når du så er der 5 minutter før, siger du at trafikken bare gled her til morgen. Så har du trods alt vendt situationen til noget positivt.

... er ansvarlig og viser ejerskab

Du viser, at du er ansvarlig ved at tage ejerskab på kundens problemer og løse dem professionelt – til aftalt tid og pris.

Det sidste er meget vigtigt, for kunderne tænker ofte; " Når jeg endelig får det lavet, så bliver det garanteret 20 % dyrere end aftalt!"

Husk; det at lave tingene til aftalt pris betyder ikke nødvendigvis, at man skal være billig, det betyder blot, at du overholder de aftaler og forventninger, du har indgået med kunden. Den væsentligste grund, til at kunder bliver prisfokuserede, er, hvis de har prøvet at få lavet noget, der var dårligere, end de havde forventet.

... er fleksibel

Hvordan er du som håndværker fleksibel?

Hvis du er håndværker og står i en opgang, hvor du skal til at lukke for strømmen, og du i samme øjeblik løber ind i kvinde, der spørger, om du kan vente 3 minutter med at slukke, for hun har en vaskemaskine, der er ved at centrifugere. Så dur det ikke bare at svare; " Nej, klokken er 10.00 – og vi har sagt, at vi slukker klokken 10:00."

Selvfølgelig kan du vente 3 minutter, det er ikke de minutter, der er altafgørende for dig, til gengæld oplever kunden, at du er medgørlig og tager hensyn til, at hun ikke lige fik sat maskinen over i ordentlig tid.

Kunderne elsker fleksible håndværkere, der er lige så fokuserede på at servicere dem som mennesker, som de er på at servicere de tekniske installationer.

... er positiv, nysgerrig og undrende

Når du gerne vil vide, hvorfor kunderne tænker som de tænker, siger som de siger – eller ønsker som de ønsker, så tag den positive, nysgerrige og undrende hat på. Hvis kunden siger noget, der lyder pudsigt i dine faglige håndværker ører så spørg ind til det i stedet for at rakke det ned fra start, selvom du ved, at det ikke vil være den mest optimale løsning, sig fx; " Det lyder spændende. Kan du forklare lidt mere om, hvordan det kan være, at du gerne vil have installationen udført, på netop den måde du forslår?"

Det vil blive modtaget langt mere positivt, selvom du måske tænker, at det lyder lige pædagogisk nok – så giv det en chance, og se hvad der sker. Du bliver med garanti positivt overrasket.

... viser empati og lever dig ind i kundens situation

Forestil dig at du var kunden. Hvad ville du gerne opleve?

Nogle kunder er for stolte til at indrømme, at de ikke har råd en ny lampe. Nogle kunder vil helst ikke vise, at de ikke forstår dine forklaringer om, hvordan de indstiller deres natsænkning. Mens andre kunder er utrygge, men kan ikke lide at sige det.

Sæt tempoet ned og mærk efter – så kan du med garanti godt fornemme, hvornår du skal forklare det en ekstra gang – eller presse lidt mindre på for at sælge og sætte den nye lampe op.

... rådgiver kunden til den optimale løsning

Kunderne har brug for rådgivning, men netop fordi de ikke har din faglighed, ved de ikke hvilken rådgivning, de skal spørge efter. Derfor kan du gøre en positiv forskel, når du rådgiver – også uden at han har spurgt først.

Men husk at lægge fokus på de tre s'er når du rådgiver kunderne;

- spare – kan kunden spare her?
- smartere – kan det gøres smartere for kunden?
- slidt – er der noget der er slidt?

... er i godt humør og tilpasser din humor

Humor er en stærkere ting end man måske lige skulle tro. Du kan komme rigtig langt med humor, hvis du kender kunden godt som person.

Er han til at tale med? Er i på bølgelængde? Er du usikker på de punkter så tag den lidt med ro, så du ikke træder kunden over tæerne. Det er trods alt en håndværker, og ikke en pauseklovn han har ringet til.

Humør er en anden sag - for selvfølgelig er du i godt humør, når du møder din kunde. Det hører ganske enkelt med til at være positiv, imødekommende og fokuseret. Læg det dårlige humør af i bilen, selvom kæresten har skreget op hele morgenen, eller mester fik vrisset lidt rigeligt, inden du kørte af sted.

... tager ansvar og følger op

Hvis der er sket en fejl, så sørg for at fortælle kunden at fejlen bliver rettet. Hvem der er skyld i fejlen – det er underordnet! Det vigtige for kunden er, at fejlen bliver rettet.

Har en kunde klaget over noget som du, eller en kollega har udført, er det din pligt at følge op, eller sørge for at en anden i firmaet gør det. Faktisk er korrekt håndtering af reklamation, noget af det der skaber allerstørst kundetilfredshed.

Det korte af det lang: Tænk dig om og gør dig umage – det er stadigvæk gratis. Det hele er ret simpelt. Prøv at spole tilbage gennem det du lige har læst om kunders forventninger. Det er ikke raketvidenskab, men almindelig høflighed og omtanke. Hav dem i baghovedet – gør dig dine egne erfaringer.

Salg og service hører sammen

Forestil dig dette, du er om 10 år inviteret ud til en af dine bedste venner for at se det hus, han og hans kone lige har købt. Det er fra 1982, og der er ikke blevet skiftet så meget som en skrue, siden det blev bygget.

Kan du få øje på noget du ville skifte, hvis din gode ven gav dig frie hænder?

Når du er elektriker, var der med garanti blevet skiftet kontakter, HPFI og udendørslamper. Mon ikke der var røget en PIR sensor op? Mon ikke der var blevet monteret LED lyskilder i udendørslamperne? Og hvis dine venner skulle i gang med at renovere køkken og bad, ville du så ikke montere nogle lækre spots med dæmper?

Kan du se pointen?

De ting, du ser efter og giver gode råd om ude hos din bedste ven, det er dem, du skal kigge efter ude hos dine gode kunder.

Du ville jo aldrig være bekendt ikke at fortælle din bedste ven, at han kunne spare penge, få et mere sikkert hjem eller en mere lækker og smart løsning.

Hvad siger kunderne?

Ja, der er forskel på kunder og venner. Når man spørger de "rigtige" kunder, hvad de siger til, at deres håndværkere giver dem gratis gode råd og hjælper dem til bedre løsninger. Så svarer kunderne, at de foretrækker seriøse fagfolk, der hjælper dem til at se de muligheder, de har for at opgradere deres installationer.

Kunderne er interesserede, fordi de opnår store fordele ved at vælge de rigtige løsninger.

I mange tilfælde kan de glæde sig over varige besparelser på energiregningen. Alternativt kan de se frem til en hverdag med smartere løsninger, der gør deres liv både nemmere og mere komfortabelt – samt installationer, der ikke bryder ned, fordi de er slidt op eller forældede.

Egentlig er det ret enkelt, husk denne lille sætning; "Kunden er din ven, sælg ham det han bliver glad for" – så behøver det ikke at være sværere.

Dine kunder aner ikke, hvad de har brug for

Mange håndværkere tror, at deres kunder ved, hvad de har brug for. Derfor venter de på, at kunderne selv tager initiativ og spørger. Men dette er altså en stor misforståelse.

Det er især en misforståelse blandt håndværkere, der arbejder i industrien, i store kontorbygninger eller på skoler og institutioner, hvor der er en 'teknisk ansvarlig' ansat. Private kunder har måske 5 % af den viden, du har som håndværker, og dine professionelle kunder har ikke fokus på detaljerne i deres installationer. De ser ikke de muligheder, du ser, og det er netop derfor din pligt som seriøs håndværker at hjælpe dem til de bedste løsninger, der findes.

Når du gør det, får du gladere og langt mere loyale kunder, der bliver ved med at bruge jeres firma og dig som håndværker. Det er det, vi kalder lønsom kundeloyalitet, og det er godt for både kunderne og virksomheden.

Hvor skal tiden komme fra?

De fleste håndværkere siger, de har travlt i hverdagen, og derfor ikke har tid til en salgssnak ved hvert eneste servicebesøg. Er det korrekt? Har man "råd" til at lade være?

Husk nu, at lidt er bedre end intet!

Ingen har sagt, at du skal snakke salg og rådgivning med alle dine kunder.

Tag en seriøs snak med de kunder, hvor det giver mening, og hvor kunden vil opleve, at han har fået en bedre service. Salget er ikke en selvstændig disciplin, men skal være indarbejdet som en naturlig del af din hverdag – ligesom kvalitetssikring og det at skrive dine arbejdsedler.

Hvorfor skal du sælge?

Fordi netop du har en teknikers blik for, hvad der vil være bedst for din kunde, og fordi du som fagmand er den bedste til at se muligheder for dine kunder;

Hvilke installationer er slidte? Forældede? Hvor er der en sikkerhedsrisiko? Noget der kan gøres smartere? Eller en energisluger der kan skiftes, så din kunde sparer tusindvis af kroner hvert år?

Du kender sikkert håndværkere, der siger; "Jeg er altså håndværker – ikke sælger. Det må mester klare – jeg laver bare det arbejde, jeg er bestilt til."

Hvis du gør det, så læg lige ekstra mærke de næste linjer;

Hils dem fra mig og sig, at den holdning gik af mode for en del år siden. Og fortæl dem så lige at de virksomheder der allerede har justeret ind, og fået skabt en salgskultur, nu er i gang med at høste frugterne af deres anstrengelser.

I de virksomheder der træner og rådgiver, smitter det positivt af på økonomien – og det kan aflæses på både virksomhedens regnskab og montørernes lønsedler.

Hvis de skeptiske håndværkere stadig ikke er overbeviste om, at det er en god idé at sælge, kan du bede dem om at tænke på, hvad det betyder for deres egen attraktivitet som håndværker. Forestil dig, at du var mester og stod og kiggede på en flok montører, hvor du var nød til at fyre den ene af dem, fordi der ikke var arbejde nok.

Hvem ville du så vælge?

Det kan være rigtig svært, hvis alle montørerne fagligt er lige dygtige. Men hvis nu den ene af dem samtidig var god til at sælge og derfor sikrede virksomheden flere trofaste glade og loyale kunder – mon så ikke, at han var den sidste, du fandt på at sige farvel til? Det er jeg ret sikker på.

Så, på bunden af det hele er der en masse gode begrundelser for at komme i gang med salget.

Få struktur på hverdagen og på dit salg

Hvordan ser en god dag ud for en professionel servicemontør?

Før dagens første kundebesøg forbereder du dig hjemme fra, hos kunden hilser du pænt, sørger for at få forventningsafstemt og udfører derefter dit arbejde i en perfektion, så begge parter er tilfredse.

Når det er gjort, følger snakken med kunden, hvor du fortæller, hvad du har lavet samt du gennemgår KLS dokumentation. Tilbage hos mester afleverer du dine arbejdsedler, og fortæller, hvad der skal skrives på regningen for dagens arbejde, med mindre at I har et online system, hvor dette allerede er tastet ind ude hos kunden.

Jo mere arbejde du kan afslutte hos kunden, jo mere synlighed. Har du allerede gennemgået materialeforbruget, tidsforbrug og dokumentation med kunden er der enighed, og risikoen for at have glemt noget formindskes.

Kan du nikke genkendende til dagsstrukturen? Så vil du elske at arbejde med FIAT-modellen, hvis ikke så er det rette tid at lære at få en god struktur på din arbejdsdag. FIAT-modellen skal du nemlig bruge til at skabe en god struktur på din hverdag, når du vil have dit service- og salgsarbejde til at smelte sammen. Når du bruger FIAT-modellen, skal du ikke ændre på det du gør i forvejen, du skal blot tilføje et par ekstra ting, som faktisk passer ret godt ind i de daglige rutiner, du allerede har.

FIAT-modellen:

F – Forberedelsen inden du kører ud til kunden

I – Indledning ude hos kunden

A – Afslutning inden du kører fra kunden

T – Tilbage melding når du kommer hjem

Hvis du aldrig har arbejdet med salg i din hverdag før så lad dig ikke afskrække, når vi taler om, hvor dybt du kan gå i din forberedelse – og hvor tæt på du kan gå i dialogen med kunden.

Du bestemmer selv, hvor ambitiøs du vil være i dit salgsarbejde. Vælg det niveau der passer til dig og din hverdag. Og giv så resten en chance hen ad vejen.

Vi gennemgår FIAT-modellen trin for trin så du får et indblik i hvordan du i praksis skal bruge den;

F – Forberedelsen inden du kører ud til kunden

- Er det en ny eller i forvejen eksisterende kunde?
- Hvad skal der udføres for kunden?
- Hvad ved du om kunden?
- Hvad kan der sælges til kunden?
- Hvad skal du have med – ud over værktøj og materialer?

Husk, at når vi taler om forberedelse, så er det ikke ved alle besøg, at det er nødvendigt, at du forbereder dig så grundigt. Skal du udelukkende sælge de produkter, du i forvejen har i bilen – eller dem I har som 'månedens tilbud' – kan du i mange tilfælde nøjes med din almindeligt gode forberedelse.

Den almindelige forberedelse bør bestå i at få en god overlevering fra din mester eller overmontør. Det er vigtigt, at du ved, præcis hvad kunden forventer at få udført, så du kan forberede den faglige delt optimalt.

Det er også altid en fordel at vide, om det er en ny eller eksisterende kunde, og om kunden plejer, at være glad og tilfreds med det arbejde I udfører for dem.

Hvis der har været problemer hos kunden, siden I sidst har været der, skal du naturligvis også vide det.

Samtidig er det vigtigt, at du ved, hvad kunden er blevet tilbudt. Er kunden blevet tilbudt, at du kigger efter mulige forbedringer, skal du selvfølgelig have det oplyst, så du som minimum indfrier det, kunden er blevet lovet. Kig efter om du har brochurer med på de ting, der vil være relevante at rådgive kunden om. Der findes mange forskellige kunder, og det er derfor ikke de samme brochurer, du skal bruge til dem alle. Der findes mange leverandører af sags/ordre styringsprogrammer op til store komplekse CRM (Customer Relation Management) systemer, hvor alle data er tilgængelige fra mobile enheder når du står ved kunden.

I – Indledning ude hos kunden

- Start med at udføre det arbejde du er bestilt til
- Observér kundens installationer og find forbedringsmulighederne
- Find brochurer frem
- Forbered dine argumenter

Kunden har bestilt dig til at udføre en opgave, så den skal du naturligvis starte med. Dette betyder dog ikke, at du først må tænke på salg, når du er færdig med opgaven! Det er naturligvis nemmest at sælge de steder, hvor kunden er hjemme, når du kommer. Og endnu nemmere hvis din kollega hjemme på kontoret allerede har aftalt med kunden, at du skal kigge efter forbedringer.

Som god håndværker ved du, at du altid skal starte med at afklare kundens forventninger til dit besøg. Det betyder, at du gennemgår arbejdseddelen med kunden, så du er sikker på, at det du går i gang med at udføre, stemmer overens med kundens forventninger. Og selvom du ikke har overskydende tid den dag, spørger du naturligvis kunden, om der er andet, du kan hjælpe med.

Når du har gjort det, har du allerede nu skabt en positiv relation til kunden, fordi du har vist, at du er her i kundens interesse, du kan derfor med fordel allerede nu, plante det første lille frø hos kunden, dette kan du bl.a. gøre ved at spørge;

” Hvis jeg nu ser noget, der kunne spare jer for energi, noget der er slidt ned, eller ét eller andet der kunne være smartere – vil du så høre om det, før jeg kører?”

Det er der ikke mange kunder, der vil sige nej til – og så har du allerede nu gjort det nemmere at lave overgangen mellem servicesnak og salg, inden du kører. Nu er du igennem din indledning, og du kan begynde at arbejde.

Mens du arbejder, skal du holde særligt øje med de forbedringer, du har aftalt med kunden at kigge efter. Når du får en god idé, så hold fast i den og giv den lidt energi. Brug den forberedelsesseddel du forhåbentlig har med hjemmefra, og kryds de ting af du ser. Gør det ligeså snart, du har set noget, du vil tale med kunden om, så du ikke glemmer det igen. Det er især en god idé, hvis du skal være hos kunden i flere dage. Du kan eventuelt finde de brochurer, du har med frem og kigge i dem, for at se hvordan du bedst muligt skal forklare kunden om produktet og din gode idé.

GF2

Din hjerne har massere af tid, til at tænke over de gode argumenter mens du udfører dit normale arbejde, for du er med garanti en dygtig håndværker, der har mange af opgaverne liggende på rygraden.

A – Afslutning inden du kører fra kunden

- Aflever brochurer
- Få prisen på plads
- Træf aftale med kunden

Nu begynder ændringerne i din kommunikation med kunden så småt at dukke op.

Når det skal give mening, at du har brugt tid på at iagttage forbedringsmuligheder, krydse dem af på sedlen og tænke over argumenterne – så skal kunden også høre om dem, inden du kører.

Er det en mindre opgave, hvor du selv kan give kunden en pris, skal du naturligvis gøre det. Det gør det nemt for kunden at træffe sin beslutning med det samme.

Er det derimod en større opgave, skal du sørge for at skrive alle de væsentlige detaljer ned, så du kan tage dem med hjem til din kollega, der så kan skrive tilbuddet. Hvis du har mulighed for det så tag et par billeder med din telefon. Det er guld værd, når du kommer hjem i firmaet, for der kan være mange ting at huske, når du først er kørt videre til din næste opgave.

Er du usikker på, hvilke oplysninger din kollega skal bruge, så ring hjem inden du kører fra kunden. Det virker professionelt på kunde, og gør det nemmere for din kollega at skrive et målrettet tilbud.

Det sidste du skal gøre, inden du kører fra kunden, er at træffe altalen om næste skridt. Helt konkret kan næste skridt være at; du kommer og monterer det, kunden har købt en af dine kolleger kommer ud og taler med kunden for herefter at udarbejde et tilbud kunden sender en oversigt over sit energiforbrug til jer, så I kan lave en energiberegning kunden får et tilbud fra kontoret kunden taler med sin chef, sin kone eller en anden, der er med til at træffe beslutningen.

En vigtig ting i denne del af salget er, at du altid skal holde fast i, at det er dig, der har initiativet!

Det betyder, at du skal sørge for, at kunden får alle de informationer, han skal bruge for at kunne træffe sin beslutning.

Hvis han skal have flere brochurer, et tilbud eller en opringning fra en af dine kolleger, skal du selvfølgelig sørge for, at det sker.

Alt for mange ordrer bliver tabt, fordi initiativet overlades til kunden. Fx med ordene; ”det kan du tjekke på nettet, og så er du velkommen til at ringe, hvis du vil have det lavet”. Sørg for at det ikke er i dit firma, at sådan noget sker! Så har du samtidig sikret dig selv en plads, blandt de professionelle og succesrige håndværkere der med garanti får succes med både service og salg.

T – Tilbage melding når du kommer hjem

GF2

- Fortæl hvad du har solgt
- Fortæl hvad der skal skrives tilbud på
- Fortæl hvad der interesserer kunden
- Følg op – det er din kunde!

Sidste del af salget foregår, når du kommer hjem på kontoret.

Tag din forbedringsseddel med ind til din kollega, og giv ham en grundig overlevering så han ved, hvad han skal skrive tilbud på.

Hvis kunden har sagt noget positivt, om den løsning I har talt om, så fortæl det til din kollega. Han kan bruge det i tilbuddet, og han kan bruge det, når han følger op med en opringning til kunden. Sværere er det ikke – men det kræver, at du har fortalt din kollega, hvad kunden gik op i.

Hvis han ikke ved det, ender snakken enten med, at han giver rabat, eller at I mister ordren. Og det ville være surt, når I har alle de gode kort og argumenter på hånden. Opfølgning er vigtig, og det er som udgangspunkt den, der sender tilbuddet, der har ansvaret for at følge op.

Som montør skal du sørge for at få en kopi af tilbuddet, så du er informeret næste gang, du møder kunden. Kunden har måske nogle spørgsmål, han helst vil drøfte med dig, fordi han allerede har tilliden til dig.

Hvis opfølgningen handler om, at der skal aftales en tid, hvor kunden skal have monteret nogle nye komponenter, er det ret enkelt. Kontoret skal blot ringe til kunden, så snart de får beskeden fra dig – så er sagen på plads.

Hvis du er væk fra kontoret i mere end én dag ad gangen, er det vigtigt, at du hver dag giver besked, hvis der er kunder, der skal kontaktes.

Kunder der er varme og klar til at købe om mandagen, kan være blevet kolde og uinteresserede om onsdagen, hvis de ikke har hørt noget fra jer!

Brug tiden optimalt og sæt ikke mere i gang, end at I altid kan nå at følge op på alle sager.

Hvis du glemmer opfølgningen, har du smidt salget direkte i skraldespanden!

Salgsdialogen med kunden

Til at styre din dialog med kunden får du IPAK-modellen der sikrer dig at du kommer hele vejen rundt om kunden og får præsenteret dine iagttagelse på den bedste måde.

- I – Iagttag kundens behov
- P – Præsenter din idé for kunden
- A – Argumenter for dit forslag
- K - Konkretiser

Til en start finder du de ting, kunden kan have glæde af. Herefter præsenterer du dine idéer for kunden – her argumenterer du naturligvis for dine forslag. Til sidst bliver du konkret, og finder ud af, om kunden er klar til det næste skridt.

Ligesom med FIAT – modellen er IPAK bygget logisk op med udgangspunkt i, hvordan din normale snak med kunden ville være. IPAK giver dig struktur på snakken, så du er sikker på, at du gør tingene på den mest effektive måde.

Det svarer til den proces, du kommer igennem som håndværker, når du lærer at bygge en elinstallation op. Der findes at massere af sund fornuft – og så findes der nogle få effektive, professionelle og systematiske metoder der gør det hele nemmere.

I – Iagttag kundens behov

- Hvad er slidt ned?
- Hvad kan spare energi?
- Hvad kan gøres smartere?

IPAK-modellens første trin handler om at iagttage kundens installationer. Du kigger dig med andre ord omkring, på samme måde som hos en god ven, og finder ud af, hvor der med fordel for kunden kan laves forbedringer.

Det mest oplagte vil være, at iagttage de ting der kunne ligge bag de tre s'er; slidt, spare, smartere.

Hvad er slidt ned?

Der er rigtig mange steder, hvor ældre installationer med fordel kan udskiftes. Når de gamle ting erstattes af nye, betyder det i de fleste tilfælde, at risikoen for nedbrud bliver mindre. Sikkerheden stiger altså, og samtidig sparer kunden i mange tilfælde også energi.

Kig efter de ting kunden gentagende gange har fået repareret inden for de senere år. Er der ting, der vil skabe problemer, hvis de uventet bryder ned? Derudover er det altid vigtigt, at være særlig opmærksom på de ting der kan indebære en sikkerhedsrisiko.

- Typisk slidte dele kunne fx være;
- Slidte kontakter
- HPFI relæer
- Ventiler
- Pumper

Hvad kan spare energi?

De mest fremtrædende steder der kan spares energi, er typisk steder, hvor tingene er slidt ned, så de bruger alt for meget energi. Det kan fx være;

- Gamle pumper
- Gammelt ventilationsanlæg
- Gamle lyskilder
- El radiatorer der kan skiftes til en varmepumpe
- Radiatorventiler
- Gamle hvidevarer

Hvad kan gøres smartere?

Som de fleste sikkert kender til, kan tekniske produkter være med til at gøre ens hverdag nemmere og sjovere. Det gælder selvfølgelig også for de produkter, du som håndværker kan sørge for;

- PIR sensor – så der altid er lys når man kommer hjem
- CTS – så man kan styre sine installationer centralt
- Akustisk sensor til at styre lyset i en etageejendom
- Smart styring af varmeanlæg/ventilationsanlæg

Som du kan se er I-fasen let at gå til for de fleste håndværkere – du skal nemlig 'bare' finde forbedringsforslag til dine kunder.

P – Præsenter din idé for kunden

- Fortæl hvad du har set
- Stil spørgsmål
- Præsenter en løsning

For mange håndværkere er p-fasen den mest fremmede, nu skal vi nemlig til at tale om noget, kunderne måske ikke er forberedte på.

Nu er det tid til, at bruge al det du har forberedt og iagttaget under I-delen i FIAT-modellen.

Når du skal præsentere, kan du enten være interessant eller irriterende – hvad vil du helst være?

Det er dybest set et af de dumme spørgsmål, der besvarer sig selv, for naturligvis vil du helst være interessant. Men dertil kommer det afgørende spørgsmål – for hvornår er du interessant i andre menneskers øjne?

Det er du, når du taler om dem! Om noget der interesserer dem – eller om noget der kan gavne dem.

Hvordan skal du så præsentere for kunden?

Som du lærte under FIAT-modellen, skal du altid starte med at lave det arbejde, du er bestilt til. Kan du så under dit arbejde se, at her kan der gøres noget ekstra – noget som kunden ikke har bestilt – så har du mulighed for at skabe en +1 oplevelse. Vi taler selvfølgelig ikke om at skifte 30 meter kabel, men ganske enkelt holde øjne og øre åbne for eventuelle småting der lige kan fikses.

Fiks det hvis du har tiden til det – så giver du kunden en +1 oplevelse, og det er rigtig svært at afvise en person, der lige har lavet en +1!

"Jeg tog lige mit måleudstyr med ind og lagde mærke til, at der var en af komponenterne, der trænger til at blive skiftet – bare på et tidspunkt."

Her vil kundens reaktion være positiv – for du har tænkt dig om. Så husk – hvis du har gjort ét eller andet ekstra – så sig det til kunden, så ved han du har været ekstra betænksom.

Du er nu ved at være nået til det punkt, hvor du skal præsentere din idé for kunden. Den nemmeste måde at ligge op til salgssamtalen på, er ved en god indledning. Den gode indledning kan bygges på flere måder;

- Med en iagttagelse
- Med et godt spørgsmål
- Ved at præsentere en relevant nyhed

Den allerbedste løsning er, hvis du kan ramme en kombination af alle tre eksempler. Læg ud med at spørge kunden; "Har du et øjeblik til en snak om det, vi lige har lavet, så vi er enige om, at alt er som det skal være, inden jeg kører?"

Når kunden har rost det, du har lavet, og alt er på plads, kan du gå direkte til salgssamtalen.

"Jeg er glad for, at du er tilfreds – som vi snakkede om, da jeg kom, har jeg kigget efter, hvor I kunne have glæde af nogle forbedringer, og jeg har faktisk fundet et par stykker, der er lige til at gå til".

Nu er det vigtigt, at du nævner, hvad løsningerne gør for kunden fx;

- "Det er en løsning, der vil spare jer for en del energi og penge".
- "Det er en løsning som I med garanti vil blive glade for. Den gør jeres hverdag noget nemmere, mere sikker og garanteret en del sjovere".
- Det er en løsning, der betyder, at I får et mere driftsikkert anlæg, i stedet for den del der er slidt ned lige nu".

Når du har gjort det, spørger du; "Hvordan passer det dig, at vi lige bruger 5 minutter på at kigge på det nu?"

Det er en god indledning, som er noget mere interessant, end den er irriterende.

GF2

Når kunden siger ja tak til en snak, kan du sikkert forestille dig at resten af samtalen vil blive i stil med; "Nu skal du høre... Da jeg lavede service på ventilationen – anlægget så jeg, at der sidder, nogle ældre motorer i det".

Det er en iagttagelse og en konstatering af, hvad der sker ude i kundens anlæg. Nu kan du med fordel bruge teknikken med at stille spørgsmål;

- "Hvad er jeres planer med anlægget, i forhold til at spare på energien?"
- "Hvilke tanker har I gjort jer om udskiftning og service i fremtiden?"
- "Hvem plejer at tage beslutningen om opgradering af jeres installationer?"

Dette er blot nogle af de spørgsmål, du kan stille. Læg mærke til at der indgår hv-ord i alle spørgsmålene. Det gør, at kunden ikke kan svare ja eller nej, derfor kaldes disse spørgsmål også for åbne spørgsmål.

De gode hv-ord er; hvem, hvad, hvor og hvilke.

Brug din faglige viden, din spørgeteknik og lidt power – så kommer du rigtig langt. Husk, at det er altid en rigtig god idé, at starte med noget du har konstateret – for står kunden og har set det samme, så er det sandheden, I står og kigger på!

Man kan ikke få et bedre udgangspunkt for en dialog, der gerne skulle ende ud i, at kunden køber et par nye motorer, eller som minimum får et tilbud på dem.

Det kan naturligvis også ske, at kunden siger; "Det har jeg ikke set..." eller "Det er ikke mere end 12 år siden, at vi fik skiftet styring, og da fik vi også skiftet motoren".

Her er det vigtigt, at du ikke smiler for højt, prøv i stedet at sige; "Det ved jeg godt, og det er super, at den har holdt så længe. Det plejer de ellers ikke. Nu skal du høre, hvorfor jeg tror, at den løsning jeg er kommet op med er bedre". – og så skal du hastigt pakke prisen ind, som du lærer under A- argumenter.

Men bliv nu ikke for smart – vent på kunden!

S

om håndværker er det vigtigt, at du ikke bliver for smart. Pas på med at foreslå løsningen før kunden har set behovet for en udskiftning – med mindre det er småpenge, vi taler om – eller ting som kunden absolut ikke kan leve uden.

Er du ude hos en kunde, hvor du ofte kommer, kan du spørge på flere måder; "Jeg har set, at der er nogle armaturer, der står og blinker. Må vi lave det med det samme – eller skal vi vente til en anden dag?"

Her bruger du, i modsætning til i indledningen, et lukket spørgsmål med valgmuligheder, som kunden kan svare ja eller nej til. Samtidig tager du det for givet, at det skal laves, og at det er dig, der skal gøre det! Det gør det sværere for kunden at sige nej.

Du kan også vælge at stille spørgsmålet stille og roligt;

"Hvornår kunne I tænke jer at få det lavet?"

- og tie så stille, når du har spurgt!

GF2

Hvis kunden siger; "Det kan du lave, når det passer dig", kan du frit sige, at det ordner du med det samme. Du skal bare huske at tale positivt – og undgå at bruge ordet 'men', så samtalen forbliver en god oplevelse.

Selvom du kender kunderne godt, kan der sagtens opstå modvilje, når du snakker med dem. Det kunne fx være;

Du går med en landmand i hans lade, og her ser du, at installationerne er gamle og måske potentielt brandfarlige. Det får dig naturligvis til at foreslå et el-syn for kundens sikkerhed.

Her kunne landmanden reagere ved at svare; " Det er dælmæ da aldrig nogensinde brændt ned, og nu har det stået der siden min fatters tid!"

Så vil du – ud fra din faglighed – måske svare; "Du har ret, det er ikke brændt ned, - heldigvis - men hvis du ser på de gamle stofkabler, så er tiden ved at være løbet fra dem".

Her skal du være opmærksom på det lille ord men – og hvad det gør ved en samtale! Ordet gør nemlig at folk ved, at nu kommer der noget, de ikke er enige i! Og så har du fået modgang, allerede inden du har præsenteret dit forslag, der egentlig skulle have været en hjælp for kunden.

Hvis du i stedet prøver at undlade 'men' – så sker der noget helt andet i kundens mentalitet:

"Du har fuldstændig ret, det er ikke brændt ned, -heldigvis – Jeg tænker bare, at hvis vi i fremtiden skal sikre os, at det forsat ikke sker..."

På denne måde bygger du i stedet oven på noget positivt – det er det rigtige for naturligvis skal laden ikke brænde ned. Herfra skal i så bare finde ud af hvad der skal ske med installationerne fremadrettet.

A – Argumenter for dit forslag

- Begrund din løsning
- Fokuser på udbyttet
- Pak prisen ind

Når du præsenterer løsningen for kunden, skal der helst følge en brugbar begrundelse med i salgstalen – på denne måde ved kunden nemlig, hvorfor han skal sige ja tak. Når du går i gang med at argumentere for dit forslag, er det vigtigt, at du husker at tale kundesprog. Kunden skal nemlig føle, at det du tilbyder passer perfekt til ham! Den udarbejdede løsning skal virke til at være skræddersyet efter hans ønsker og behov.

Det betyder at du skal droppe ordene; vi, jeg, man vores.

Brug i stedet; du, dig, din, I, jeres, når du præsenterer, så er det direkte til kunden. Når jeg argumenterer, bruger jeg ofte de samme vendinger, fordi min erfaring siger mig, at kunderne falder for dem. Det er bl.a. vendinger som;

GF2

- Du opnår...
- Du sparer...
- I dit tilfælde...
- Det betyder for dig...
- Du slipper for...
- Så går du ikke glip af...
- Så skal du ikke nøjes med...
- Så behøver du ikke at frygte...

Vendingerne gør det naturligvis ikke i sig selv, men det er en god hjælp på vejen. En anden afgørende faktor er at lære at argumentere økonomisk for dine produkter og services.

Prisen fordeles ud over produktets levetid. Besparelsen samles over produktets levetid.
–

Lad os tage et konkret eksempel fra hverdagen: du er ved at sælge en varmepumpe, hvor kunden har mulighed for at vælge mellem et A- og et B-produkt.

Der er 5.000 kr. i prisforskel på de to varmepumper – og det er netop denne prisforskel, du skal kunne argumentere for!

En varmepumpe skal gerne kunne holde i 10-15 år. Vi er optimistiske og tager udgangspunkt i, at den gør det godt... det bliver altså til 15×365 dage = 5.500 dage varmepumpen gerne skulle fungere. Prisforskellen var på 5.000 kr., dvs. at vi snakker om, at den er under 1 kr. dyrere om dagen!

Man kunne næsten fristes til at spørge, om der var andre steder, man kunne finde den ene krone, for det er der garanteret, når vi sætter tingene i perspektiv.

Når du gør det på denne måde, er det vigtigt, at du ikke taler ned til kunden – eller 'klogere' dig på hans vegne!

Hvis A-pumpen tilmed har en COP på 4,5, mens B-produktet har en på 4,0 – har du endnu en trumf i ærmet. A-pumpen udnytter nemlig elektriciteten over 10 % bedre end B-pumpen.

Har A-pumpen så oven i købet en bedre garanti – ja, så er den både billigere og mere sikker i driften, og så er der nok ikke mange kunder, der vil være i tvivl længere. Der skal altså ikke ret meget til – men ser vi kun på prisen, som den er, så vælger kunden naturligvis den billigste.

Pris er lig med minus: gør den nu lille – og pak den fint ind i fordele. Husk at merprisen her på 5.000 kr. skal du fordele over hele levetiden, som vist i eksemplet med under 1 kr. om dagen.

Modsat er det vigtigt, at du samler kundens besparelser over hele levetiden. Det vil sige, at du ganger med de 15 år på den årlige besparelse ved at vælge A-pumpen frem for B-pumpen.

GF2

Lad os sige at B-pumpen bruger 3000 kW om året, mens A-pumpen bruger 2700 kW. Det er 300 kW der er sparet hvert år i 15 år! Pludselig er vi altså oppe på en besparelse på 4500 kW.

For 2015 kan vi tillade os at gange hver kW med 2 kr. – det giver os en samlet besparelse på 9.000 kr.!

Ud fra vores simple regnestykke kan vi altså konstatere, at kunden får sin merinvestering hjem godt og vel 2 gange. Hvis vi så afslutter med at tage med i betragtning, at energipriserne kun kender en retning – nemlig opad- så er der ikke mere at være i tvivl om.

At bryde prisen ned til et lille tal er altså god psykologi, for i kundens hoved er pris lig med ét minus i karakterbogen for dit produkt.

Mange køb bliver styret af frygten for at tage den forkerte beslutning. Som beslutningstager ønsker størstedelen at føle sig sikre, og det har stor betydning for deres valg. Dette betyder faktisk, at mange køber noget, der lige er et nummer dyrere end nødvendigt – også i erhvervsmæssige sammenhænge. Det gøres alene af den grund, at de gerne vil føle sig sikre – for hvad nu hvis...

Du vil naturligvis også møde kunder, der kun vil opleve brok fra deres organisation. fx hvis de køber de billige lyskilder, der ikke holder. Eller hvis virksomheden går glip af en besparelse.

De følgende områder er her du finder de største potentialer for besparelser for kunden, og derfor også nemmest at sælge:

- Pumpedrift
- Ventilationsdrift
- Almindelige lysinstallationer til LED og intelligent styring
- Vandinstallationer der siver/løber
- Manglende/dårlig isolation
- Gamle radiatortermostater

K – Konkretiser og aftal næste skridt

- Er kunden interesseret?
- Hvem tager beslutningen?
- Aftal næste skridt

Under IPAK-modellens sidste punkt skal du finde ud af det vigtigste; Fører din snak med kunden en ordre med sig?

Det sjove er, at når vi spørger kunderne, så forventer de faktisk, at du spørger, om de er interesserede.

Gør du ikke det, kan de nemlig nemt efterlades med en tvivl om, om du overhovedet kan eller vil lave arbejdet for dem! Det er rigtigt ærgerligt at have brugt så meget tid – og så ende med ingenting.

At konkretisere er som udgangspunkt ret enkelt. Det du har mest brug for, er en god hukommelse, måske lidt noter til en hjælp og så modet til at spørge. Du skal nu lægge op til at lukke salget ved fx at sige; "Så lad os lige aftale, hvad vi gør som det næste skridt..."

Der er også den mulighed, at kunden siger at han gerne vil have flere informationer inden han beslutter sig endeligt – eller kommer med en anden undskyldning. Det er naturligvis ikke, hvad vi ønsker at høre - her kan du enten kaste opgaven videre til din leder, eller selv tage den 'tunge' dialog med kunden...

Skal du selv forhandle prisen?

Hvis du selv kan få prisen på plads med kunden, og få lukket hele handlen er det supergodt gået.

De fleste elektrikere har fx en PIR-sensor liggende i bilen, og de kan sælges rigtig mange steder. Det er en god ting med produkter i bilen, så har du nemlig mulighed for at sige til kunden; "Jeg lægger den lige af til dig, så er den her med garanti, næste gang jeg kommer".

Siger kunden god for det, så har du allerede solgt den – og det er sværere at fortryde, end hvis I lige skal ringe sammen, når han har tænkt sig om!

Hvis dialogen taber fart – eller det vi kalder momentum- sker det ofte, at kunden mister interessen eller når at bruge pengene på noget andet.

Men husk nu – der er ingen, der siger, at du skal snakke pris med kunden. Du kan vælge at sige, at du får mester eller en kollega til at ringe til kunden og aftale nærmere. Når du af dig selv får lyst til at give kunderne priser, (og mester har tilladt det), er det rigtig fint. Så afslutter du nemlig selv salget, i sparer en masse tid, og det vil med garanti give dig følelsen af stor succes.

Føler du dig ikke klar til at stå og handle priser med kunden, er det helt i orden. Det kan for mange være en grænseoverskridende proces, så det er vigtigt, at du føler dig tryk ved den, hvis du skal opnå succes. Det vigtigste er ikke at du får en konkret ordre med hjem, men derimod at du får aftalt det næste skridt med kunden.

Vi arbejder altså her med at kundesnakken skal ende med en konkretisering – dette betyder, at både du og kunden skal vide, hvad der skal ske bagefter.

Ganske som lærte i A-fasen i FIAT-modellen;

- Du kommer og monterer det, kunden har sagt ja tak til
- En af dine kolleger kommer ud og taler med kunden og udarbejder herefter et tilbud
- Kunden sender oversigten over sit energiforbrug til jer, så I kan lave en energiberegning
- Kunden får et tilbud fra kontoret
- Kunden taler med sin chef, sin kone eller en tredje, der er med til at træffe beslutningen

- Kort sagt skal du under alle omstændigheder vide, hvad næste skridt er – du må aldrig køre fra kunden, før i har aftalt det!
- Alle der arbejder professionelt med salg ved dette – alligevel ender mange samtaler uden et punktum. De ender i stedet med en tvivl om, hvad aftalen i virkeligheden var, og så er det nemt at lade det blive til at; "Han ringer nok, hvis han er interesseret!"
- Så kan man frit sidde og kigge på telefonen og tænke "han ringer nok snart" – men det gør han ikke!

Kundeklager og reklamationer

Klager og reklamationer er en gave fra kunden til dig og din virksomhed. Selvom du en gang i mellem vil opleve kunder, der ikke er helt tilfredse med det arbejde, de har fået udført af enten dig eller dine kolleger. Men, så længe kunderne tager sig tid til at snakke med dig eller dine kolleger om deres utilfredshed, så taler de ikke med andre om det.

Før i tiden – dengang din mester var under uddannelse, sagde man at tilfredse kunder fortalte én person om deres tilfredshed, mens utilfredse kunder sagde det til 5 personer.

I fremtiden skal det nok nærmere ganges med 100, når det gælder de utilfredse kunder. Det er de færreste kunder, der smækker et rosende langt opslag op på de sociale medier om hvor 'pligtopfyldende' en håndværker, de havde på besøg i dag. Modsat kunne man godt forestille sig det negative opslag på Facebook.

Alle kundeklager skal altså tages seriøst, og tages ligeså godt imod som var det en gave, kunden overrakte dig. Kunderne har forskellige måder at udtrykke sig på, når de skal fortælle om deres utilfredshed

– alle er jo som tidligere pointeret forskellige. Det vigtigste for dig er, at du ikke tager kundernes kritik personligt, eller lader dig provokere af kunderne. Dybest set skal du være taknemmelig over, at kunderne gider klage – det er nemlig med til at gøre, at du kan forbedre dig.

Naturligvis findes der kunder, der er urimelige, og som stort set er umulige at gøre tilfredse. Lad dem ikke ødelægge dit gode humør og din dag. Husk i stedet at de kunder du møder ikke behøver at være utilfredse.

Nedenfor har vi samlet nogle enkle regler for, hvordan du behandler reklamationer. Det første og noget nær det vigtigste når du behandler reklamationer og klager er: **ret fejl – ikke skyld...**

Tavshed er guld – lad kunden tale og fortælle om sine problemer, lige indtil han løber tør for ord. Ingen bryder sig om, at blive afbrudt af ham der egentlig skulle lytte til frustrationen. Afbryder du kunden, risikerer du bare at hidse ham endnu mere op, og så ender det måske i et direkte skænderi med kunden.

Lyt for at forstå – mød kunden – vis forståelse for kundens situation. Husk, kunden er skuffet, frustreret og måske vred fordi han ikke føler at du, en kollega eller firmaet har levet op til det i skulle. Du er muligvis af en anden opfattelse, men det er ikke vigtigt lige nu – LYT.

Spørg for at være sikker – stil kunden et par gode spørgsmål så du kan finde ind til kernen i reklamationen. Nogle kunder er meget generelle i deres måde at tale på. En kunde der siger; "Det har virket hamrende dårligt, siden I var her sidst", er ikke specielt konkret. Din opgave er at spørge ind til problemerne, og når du gør det, skal du være positiv, nysgerrig og undrede.

Det er lige meget, hvis skyld det er – sig undskyld eller sig at du beklager fejlen. En undskyldning får tit kunden ned på jorden, og du vil måske høre ham sige; "Jeg ved godt, at det ikke var med vilje", eller "det er jo ikke din skyld". Når kunden kommer der-til, har du succes med din behandling af kundens klage. Det er ligegyldigt, hvem der har begået fejlen, du er firmaets mand på opgaven, og det er din opgave at gøre kunden tilfreds.

Giv kunden noget at se frem til – fortæl kunden hvad du vil gøre, og hvornår du vil gøre det. Husk at være realistisk når du lover kunden, hvornår problemet er løst. Det er bedre at sige, at der går tre dage, og så overraske positivt ved at løse problemet allerede dagen efter. Sker det modsatte, kan du være sikker på, at kunden først er blevet utilfreds, næste gang du møder ham.

Din kunde, dit ansvar – det er dig, der har taget imod kundens klage, og det er dit ansvar, at problemet bliver løst. Det betyder kort sagt to ting: det er din pligt at give opgaven og vigtige informationer videre til den kollega, der skal løse den, og det er din opgave at sikre, at klagen bliver løst, så kunden bliver tilfreds. Der kan selvfølgelig være firmaer, hvor der er særlige regler for reklamationer, men langt de fleste steder bliver du nok mere rost end skældt ud, hvis du spørger til en kundedeklage, du selv har modtaget.

Tænk over: en reklamation er den bedste reklame, som du og dit firma kan få. Når du håndterer den optimalt, vil din kunde opfatte dig som troværdig og seriøs!

Du bruger måske 2-3 timer på at afklare kundens utilfredshed, og måske endda en hel dags arbejde. Men hvis det er nødvendigt for at få kunden drejet fra negativ til positiv, så viser det sig ofte at det har været en rigtig god investering.

Denne udgift kan direkte ses på bundlinjen, og derfor et konkret forhold. Men tag det som en investering i at viden dele blandt kollegerne så lignende hændelser begrænses/undgås. Eller prøv at regne lidt på hvad det koster at miste denne kunde, og så hvis han trækker 5-10 kunder med sig i sin utilfredshed.

Endelig prøv at regne lidt på hvad det giver i gratis reklame, hvis i vender kunden til at blive en positiv ambassadør, så i beholder ham og han trækker 5-10 nye kunder til.

Du er den vigtigste for din virksomhed

GF2

Din rolle er den vigtigste for virksomheden, hvad enten du er direktør, administrativ medarbejder eller servicemontør; i dagen Danmark er der ingen funktioner i virksomhederne som blot kan undværes – vi er alle meget vigtige.

Derfor som skrevet i indledningen: *Du er meget mere, end ham der 'bare' kommer, monterer og vedligeholder kundens installationer. Du skal være 'kundens bedste ven', og ham som kunden har tillid til, det er nemlig dig, der kommer, og fikser de tekniske problemer, kunden bøvler med.*

Lysten skal komme fra dig selv, og med dette afsluttende eksempel ønskes du held og lykke med at gøre en stor forskel for kunderne og jeres firma.

Eksempel: Et mellemstort VVS firma har i flere år med succes praktiseret at servicemontørerne kun bliver booket mandag, tirsdag & onsdag fra centralt hold. De har således selvstændigt frihed til at lave mersalg torsdag & fredag, hvor de også kan trække på en kollega som har åbne tider.

Alt dette understøttes af en digital platform, hvor de kan se et real-time billede af egne og kollegernes kalender. De må selv give priser og bestille varer.

Kulturen er meget positiv omkring dette system, og der er også økonomisk gevinst for svendene ved at generere denne meromsætning. De har et fast måltal for fakturerede timer, og så er der indregnet bonus/overskudsdeling af det som de tjener ekstra ind til firmaet.

Og når man spørger ind til hvad der driver dem, svarer de enstemmigt at det ikke er pengene, men motivationen ved at have frihed til dette mersalg ude hos kunden. Den glæde de opnår ved at være kundens rådgiver og problemløser samt kunne realisere spændende opgaver, giver dem lyst til at sælge og mod til at udvikle sig personligt mod mere komplekse salgs/serviceopgaver.

Beskyttelse mod elektrisk stød

I enhver installation skal der beskyttes mod skadelig virkning af strømmen, overfor personer, husdyr og ejendom.

Der skelnes mellem

- Grundbeskyttelse
- Fejlbeskyttelse

Grundbeskyttelse

Ved grundbeskyttelse forstås, at der er direkte berøring med el førende dele. Dette beskyttes der mod ved isolering, barrierer eller kapslinger.

Fejlbeskyttelse

Ved fejlbeskyttelse forstås, at man ved berøring af dele, som normalt ikke fører strøm, kan blive udsat for elektrisk stød på grund af, at der fra elektrisk ledende dele er opstået en afledning til stel. Ved beskyttelse mod indirekte berøring skal beskyttelsen sørge for, at berøringsspændingen på 50 V AC, 120 V DC eller derover afbrydes, inden der er gået så lang tid, at fejlstrømmen kan medføre risiko for en person. For husdyrhold er den tilladte varige berøringsspænding 25 VAC, 60 VDC.

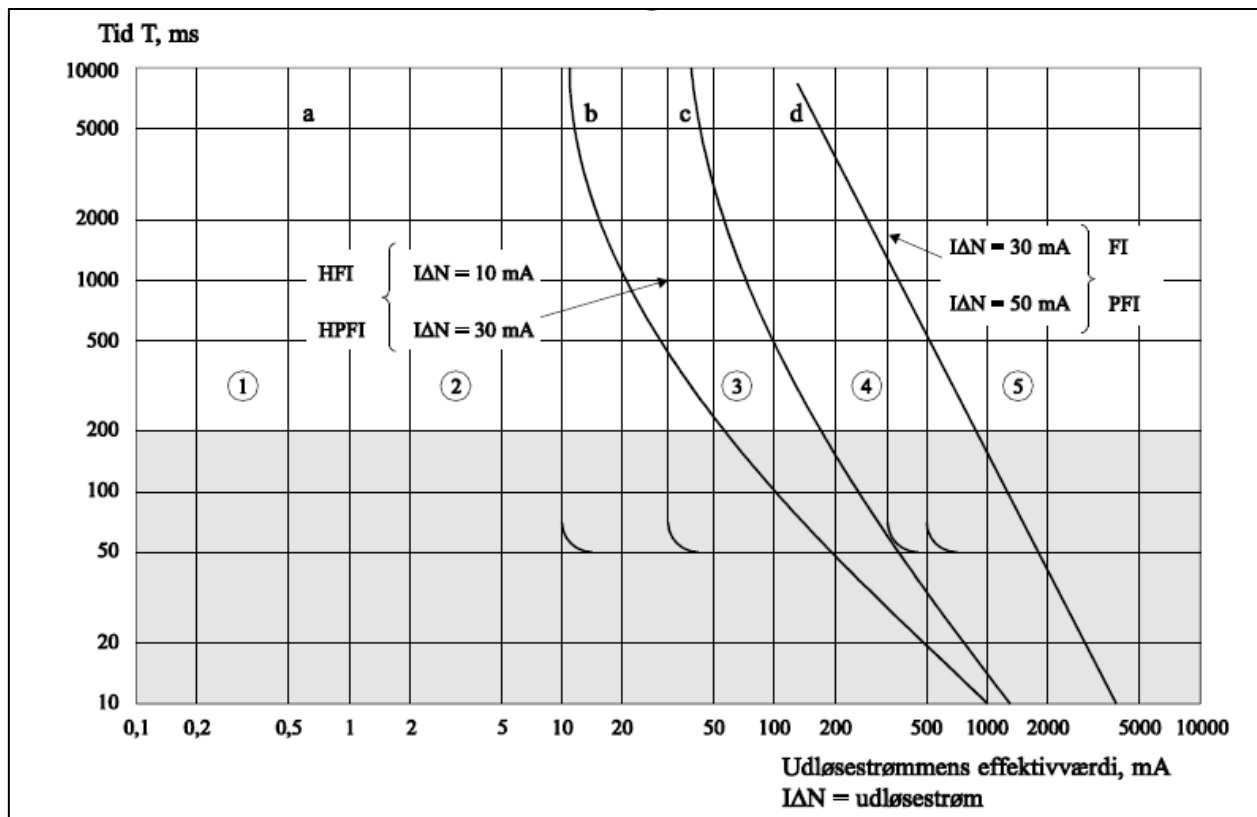
Udløsertiden skal være inden for 300 m/sek. Fejlstrømsafbrydere, der fremstilles i dag, udkobler væsentlig hurtigere.

Beskyttelse med Fejlstrømsafbrydere (RCD) generelt

Virkningen, når en person får elektrisk strøm gennem sig, er afhængig af en række faktorer, som strømstyrken, strømart, frekvens, modstand i kroppen, hvilke organer strømmen passerer samt tiden.

HFI (HPFI)-afbryderen er udført således, at den udløses før en person udsættes for en livsfarlig fejlstrøm.

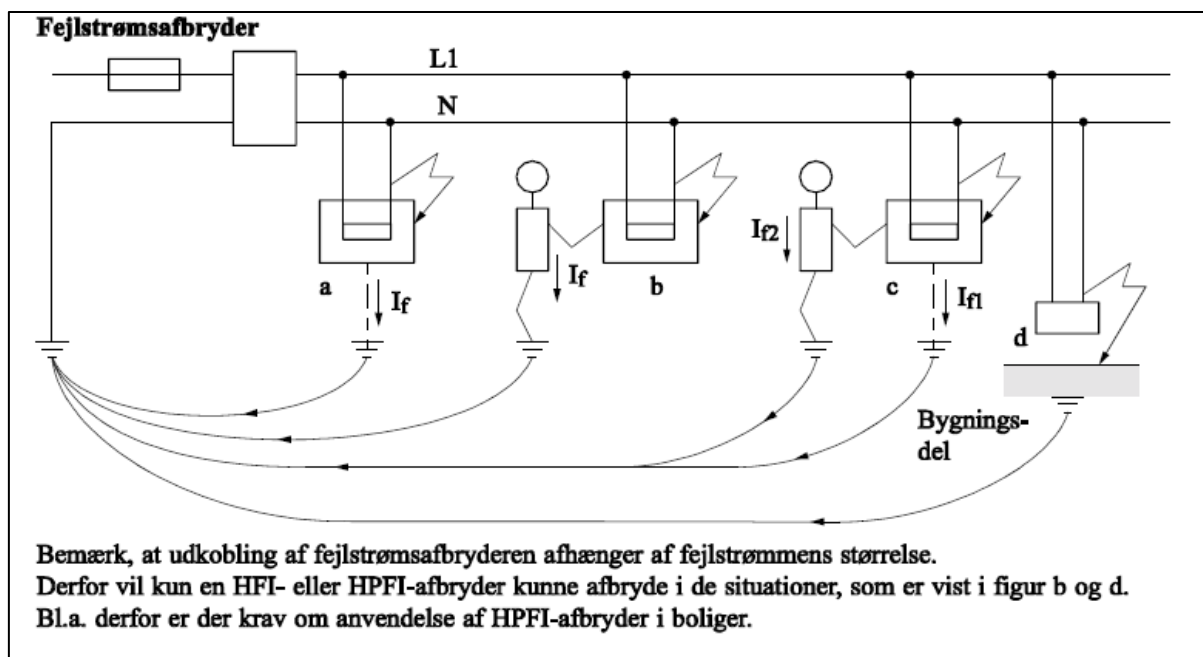
Dette gør et FI (PFI) relæ ikke. Det vil koble den fejlramte strømkreds ud, men går hele fejlstrømmen gennem en person ydes der ingen personbeskyttelse, se fig.



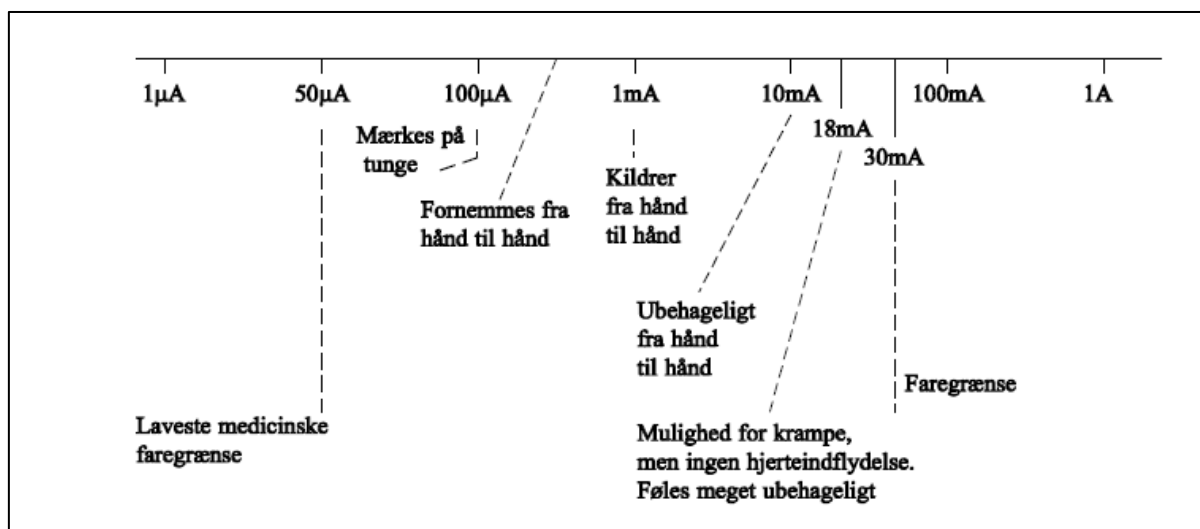
- Zone 1: Sædvanlig ingen reaktion.
- Zone 2: Sædvanlig ingen farlig patofysiologisk virkning.
- Zone 3: Sædvanlig ingen fare for hjertekammerflimmer.
- Zone 4: Mulighed for hjertekammerflimmer mindre end 50% sandsynlighed.
- Zone 5: Fare for hjertekammerflimmer, mere end 50% sandsynlighed.

Figuren herunder viser forskellige måder, som fejlstrømmen ledes til jord på, og derved får fejlstrømsafbryderen til at afbryde.

GF2

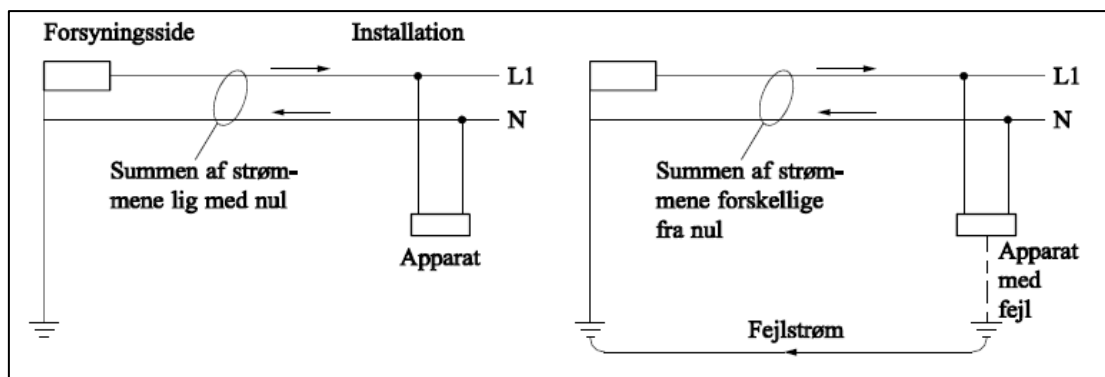


Figuren herunder viser, hvordan strømmen føles ved forskellige værdier.



Fejlstrømsafbryderens virkemåde

Figuren her under viser princippet i en fejlfri installation og i en fejlramt installation.



Fejlstrømsafbryderen registrerer forskellen mellem strømmene, der går ud i installationen og dem, der kommer tilbage. Tabes der noget ved en afledning, hvorved ikke al strømmen kommer tilbage gennem ledningen, registreres det af fejlstrømsafbryderen, som derved afbryder for forsyningen til den fejlramte installation.

En FI (PFI) installation afbryder ved en max. afledningsstrøm på 0,3 A. En HFI (HPFI) installation afbryder ved en max. afledningsstrøm på 30 mA.

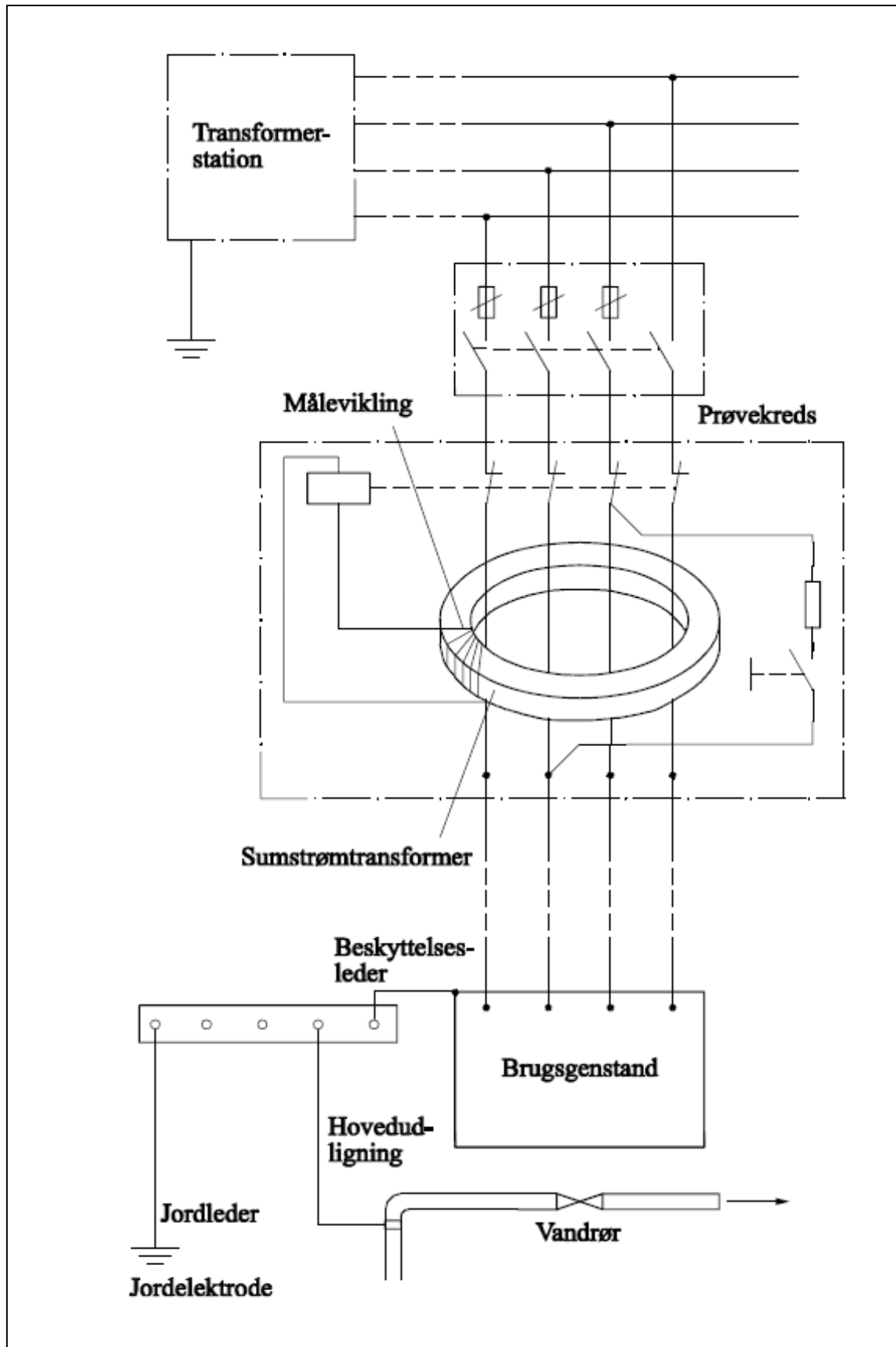
FI-afbryder

FI-afbryder indeholder en sumstrømstransformer. Igennem denne føres samtlige el-førende ledere til det eller de installationsafsnit, der skal ekstrabeskyttes.

Sumstrømstransformerer måler summen af strømmene i disse ledere. Ved en installation uden afledning vil disses sum være lig med nul, men ved en afledning til jord efter sumstrømstransformerer vil summen af strømmene blive forskellig fra nul, hvorved der vil gå en strøm i transformerens sekundærvikling. Sekundærviklingen er tilsluttet afbryderens udløseanordning.

Overstiger fejlstrømmen en vis værdi, der svarer til, at spændingen mellem brugsgenstandenes stel og jord ikke overstiger 50 V, vil strømmen i transformerens sekundærvikling forårsage udkobling af den i afbryderen indbyggede afbryder, hvorved installationen gøres spændingsløs.

GF2



Kun til brug for medlemmer af TEKNIQ og Dansk El-forbund

Prøvekreds på fejlstrømsafbryder

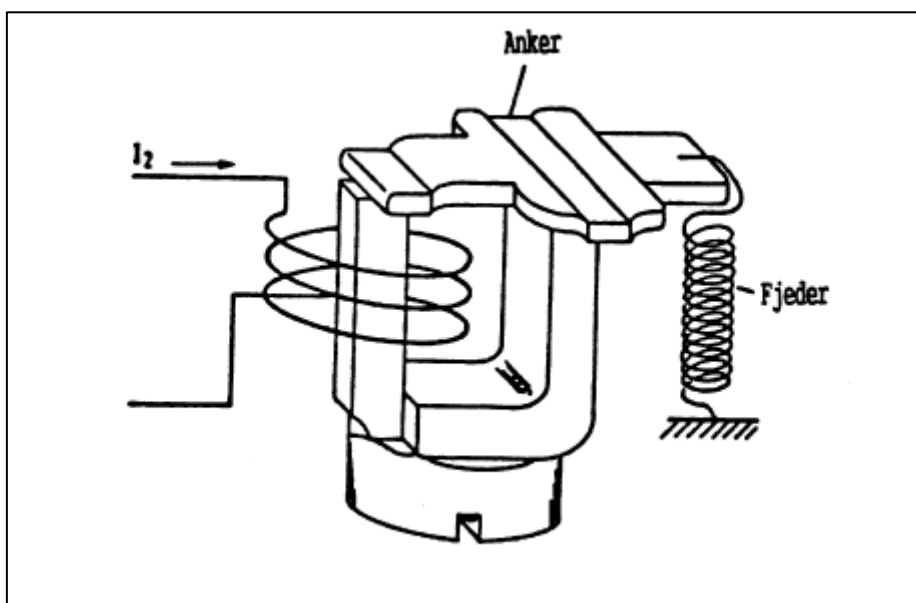
For afbrydere eller afbrydningsprincippet skal det sikres, at betjeningen af afbryderens prøveknop bringer afbryderen til udløsning.

Brugeren må vejledes i at bruge prøveknappen, som bør betjenes mindst en gang om året. Det er i dag en god ide at afprøve HPFI-afbryderen 2 gange om året, ved sommertids start og ophør (der skal man alligevel justere sine elektriske ure).

HFI-afbryder

HFI-afbrydere, dvs. højfølsomme FI-afbrydere, er principielt fremstillet på samme måde, men HFI-afbryderen har en væsentlig mindre udløsestrøm (normalt 30 mA).

HFI-afbryderen arbejder efter det princip, der er vist i figuren herunder. Den inducerede strøm I_2 fra måleviklingen fjerner det permanente felt i den magnet, som holder ankeret, hvorved fjederen trækker ankeret, som så påvirker udløseanordningen, hvorved installationen gøres spændingsløs.



Fejlstrømsafbryderens anvendelse

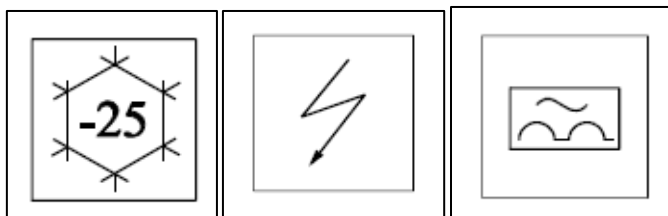
Fejlstrømsafbryderen anvendes til beskyttelse mod indirekte berøring i installationen. De fås som 2- og 4-polede afbrydere. Man kan således dele installationen op i flere afsnit, med hver sin fejlstrømsafbryder.

Fejlstrømsafbryderen leveres i flere typer:

- Som standard FI 0,3 A (0,3 A) + 10 - + 30 C°.
- Standard HFI 30 mA (10mA) + 10 - + 30 C°.

GF2

Frostsikre FI og HFI ned til -25/. Disse er mærket (se fig.), og må især anbefales at anvende på byggestrømstavler.



Stødstrømssikre FI og HFI. Disse er mærket (se fig.), og er sikret mod utilsigtet udkobling under tordenvejr.

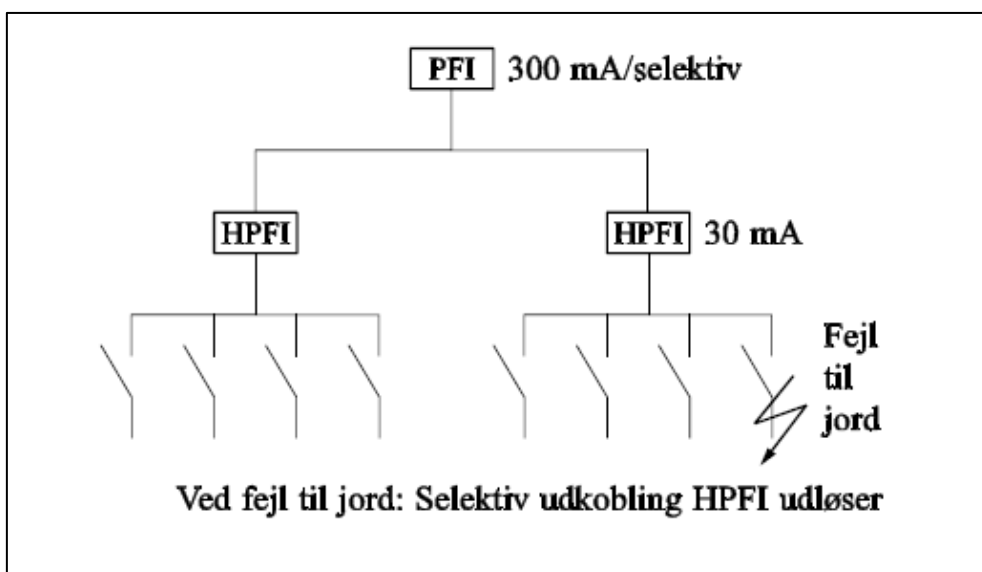
Endvidere udføres fejlstrømsafbryderen, så den virker overfor pulserende vekselstrømme. Den er så mærket PFI eller HPFI med en signatur (se næste fig.).

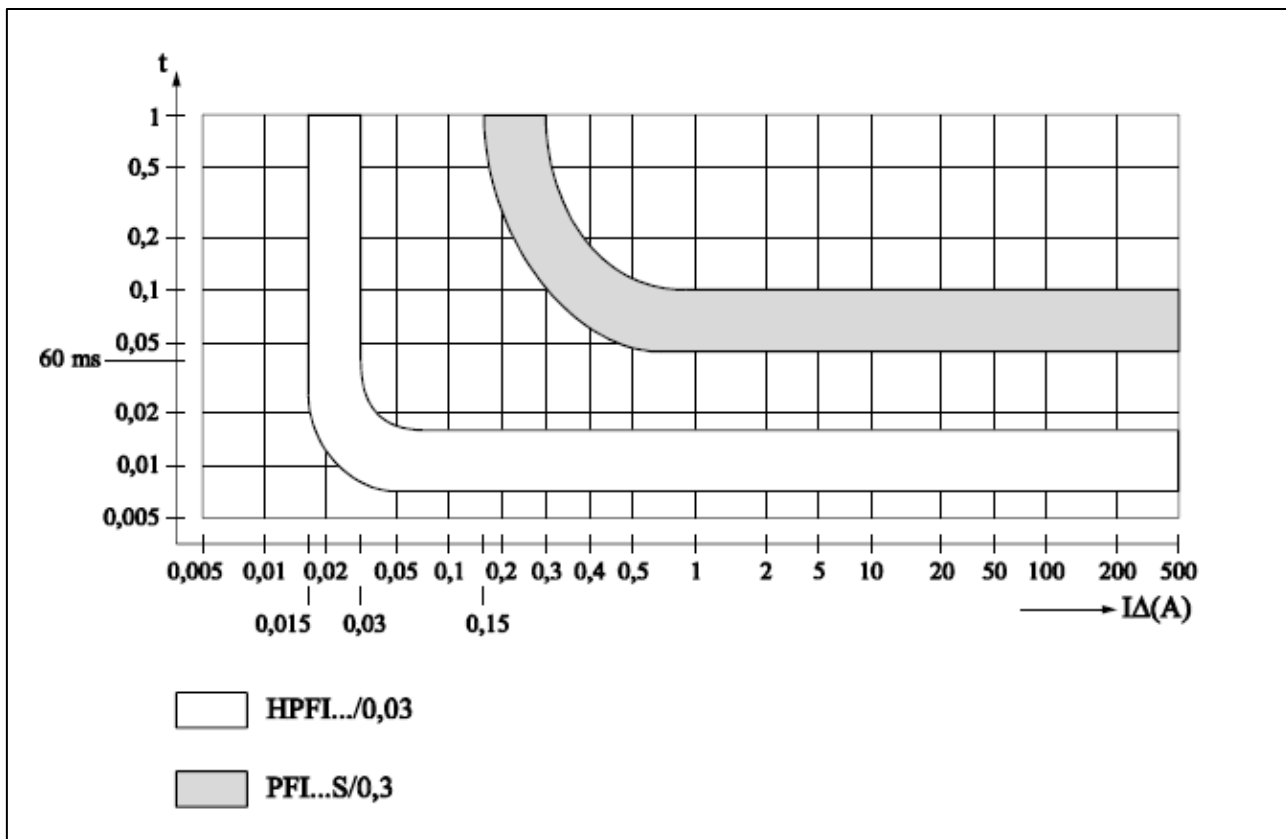
Denne fejlstrømsafbryder skal anvendes, hvor der forekommer pulserende jævnstrømme, og det vil der være, hvor der anvendes elektroniske reguleringer.

Da disse anvendes i næsten alle boliger i dag, skal enhver ny installeret bolig være installeret med HPFI afbryder.

Denne fejlstrømsafbryder skal anvendes, hvor der forekommer pulserende jævnstrømme, og det vil der være, hvor der anvendes elektroniske reguleringer.

Da disse anvendes i næsten alle boliger i dag, skal enhver ny installeret bolig være installeret med HPFI afbryder.

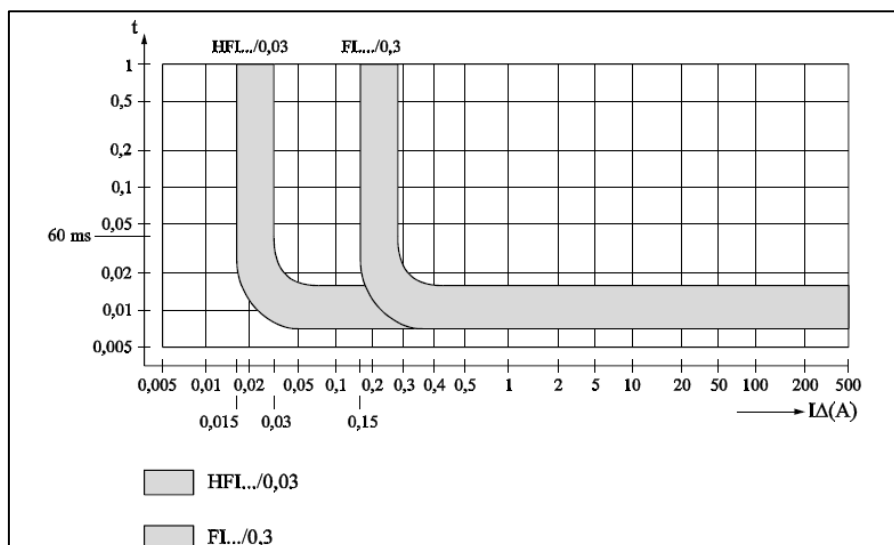
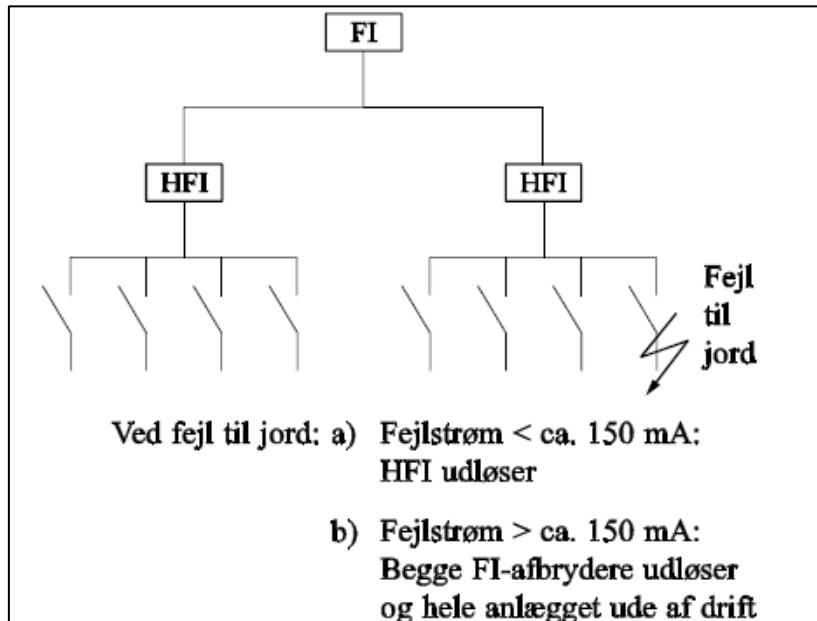




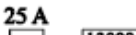
S

Den selektive afbryder er en speciel fejlstrømsafbryder med en sekundær vikling med meget højt vindingstal og en forsinkelsesanordning, så fejlstrømsrelæet ude i installationen er det første der kobler ud ved en fejl på en gruppe. Det er mærket (se fig.). Anvendes denne installationsmåde ikke, men i stedet den som er vist i figuren herunder, risikerer man at den foresiddende afbryder, her en FI afbryder, afbryder før HFI afbryderen foran den fejlramte gruppe.

Seriekobling af fejlstrømsafbrydere med forskellig udløsestrøm



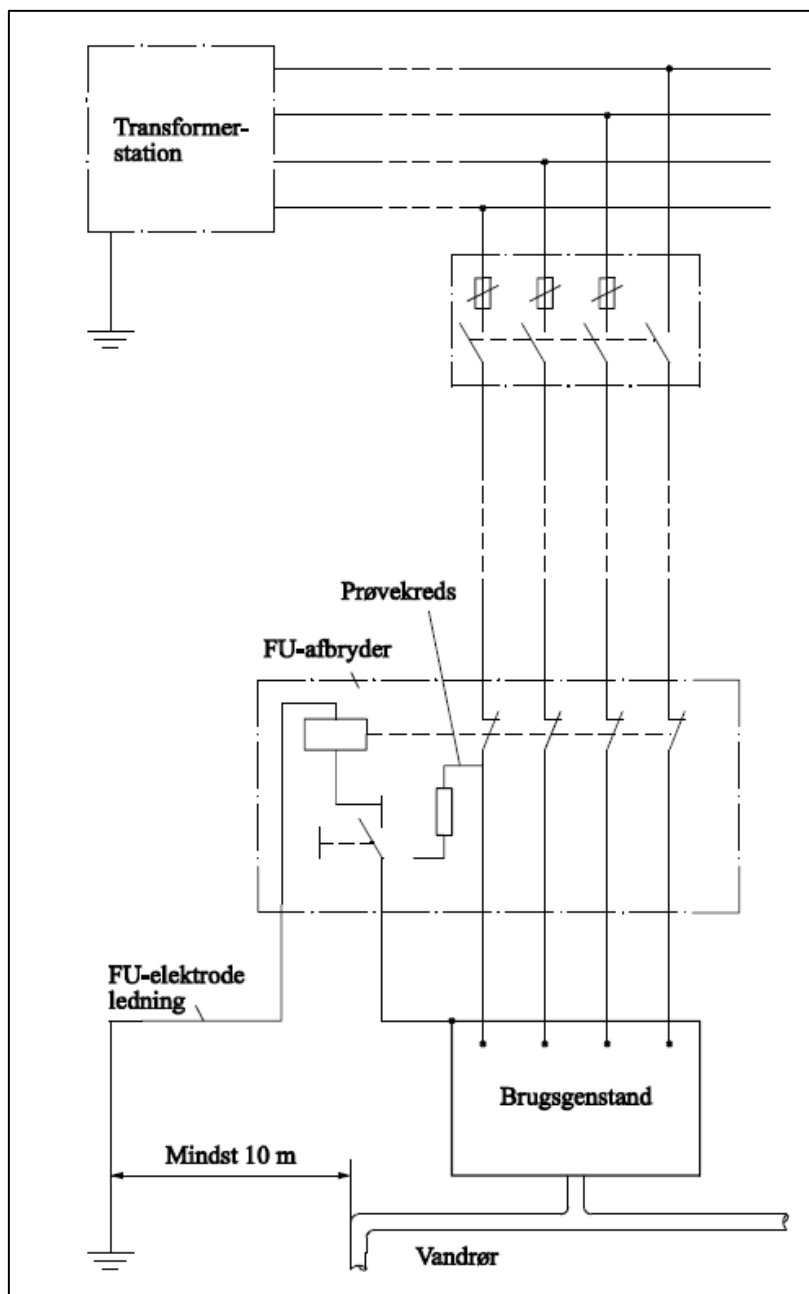
Skemaet viser en oversigt over "Servodans" afbrydere for beskyttelse mod indirekte berøring. Lignende oversigt findes også for andre fabrikater.

Type	Norminel	Udløsestrøm		Egenskaber	Forsikring/ kortslutnings- holdbarhed	Anvendelsesområde
		4 pol	2 pol			
FI	25 A 40 A 63 A	300 mA 300 mA 300 mA	300 mA	 	63 A  25 A 	I alle installationer uden specielle krav.
HFI	25 A 40 A 63 A	30 mA 30 mA 30 mA	30 mA	 	63 A  25 A 	I alle installationer uden specielle krav.
PFI	40 A 63 A	300 mA 300 mA	300 mA	  	63 A  25 A 	I alle installationer uden specielle krav og for pulserende jævnfejlstrømme. Stødstrømsfast til 250 A
HPFI	25 A 40 A 63 A	30 mA 30 mA	30 mA	  	63 A  25 A 	I alle installationer uden specielle krav og for pulserende jævnfejlstrømme. Stødstrømsfast til 250 A
PFI	125 A 160 A	300 mA 300 mA		   	 	Selektiv fejlstrømsafbryder foran undertavler med HFI-afbrydere. Stødstrømsfast til 5000 A
FI-pilot	≤ 3000 A	300 mA		 	 ¹⁾	I alle installationer uden specielle krav. I forbindelse med kontaktor for strømme > 63 A
HPFI-pilot	≤ 3000 A	30 mA			 ¹⁾	Tillader store startstrømme. Valgbar udkoblingstid 10, 20, 50 og 100 msek.
FU-pilot	¹⁾ ∞	20 mA <50 A		 	 ¹⁾	Røntgenanlæg, katodegryder, frekvensregulatorer. Udløser for AC og DC fejlspringninger.

1) Maksimal kortslutningssikkerhed bestemmes af kontaktor eller maksimalafbryder

Fejlspændingsafbrydere

I særlige installationer som f.eks. røntgenanlæg, katodegryder og frekvensregulatorer virker en fejlstrømsafbryder ikke efter hensigten. Til sådanne installationer anvendes en fejlspændingsafbryder (FU afbryder).



Installationen består af en beskyttelsesledning, som føres fra brugsgenstandens stel til en jordelektrode i neutral jord.

I beskyttelsesledningen indskydes afbryderens spole, der er således dimensioneret, at afbrydelse sker, når spændingen mellem brugsgenstandens stel og jord overstiger en vis værdi, højst 50 V.

Afbryderen er udstyret med en prøvekreds. Det er dog ikke tilstrækkeligt efter monteringen kun at prøve anlægget på denne kreds alene. Brugeren må vejledes i at bruge prøveknappen, som bør betjenes mindst en gang om året.

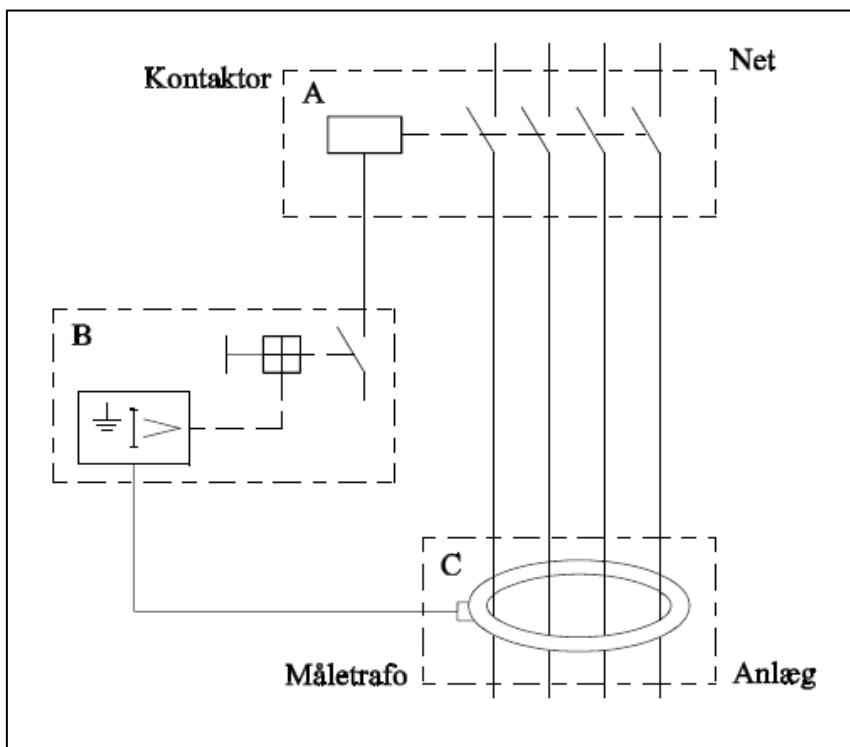
Brug af prøveknappen sikrer, at afbryderens mekaniske funktion er i orden.

Det er en forudsætning for afbryderens rette funktion, at afbryderpolen ikke kortsluttes eller shuntet som følge af utilstrækkelig afstand mellem afbryderens jordelektrode og metaliske dele, såsom kabelarmeringer, rørsystemer, bygningsjern og olietanke, der kan komme i forbindelse med de dele, som skal beskyttes mod indirekte berøring. Afstanden mellem jordelektroden og sådanne metaldele kaldes respektafstand, og anses i almindelighed for at være acceptabel, når afstanden er mindst 10 meter.

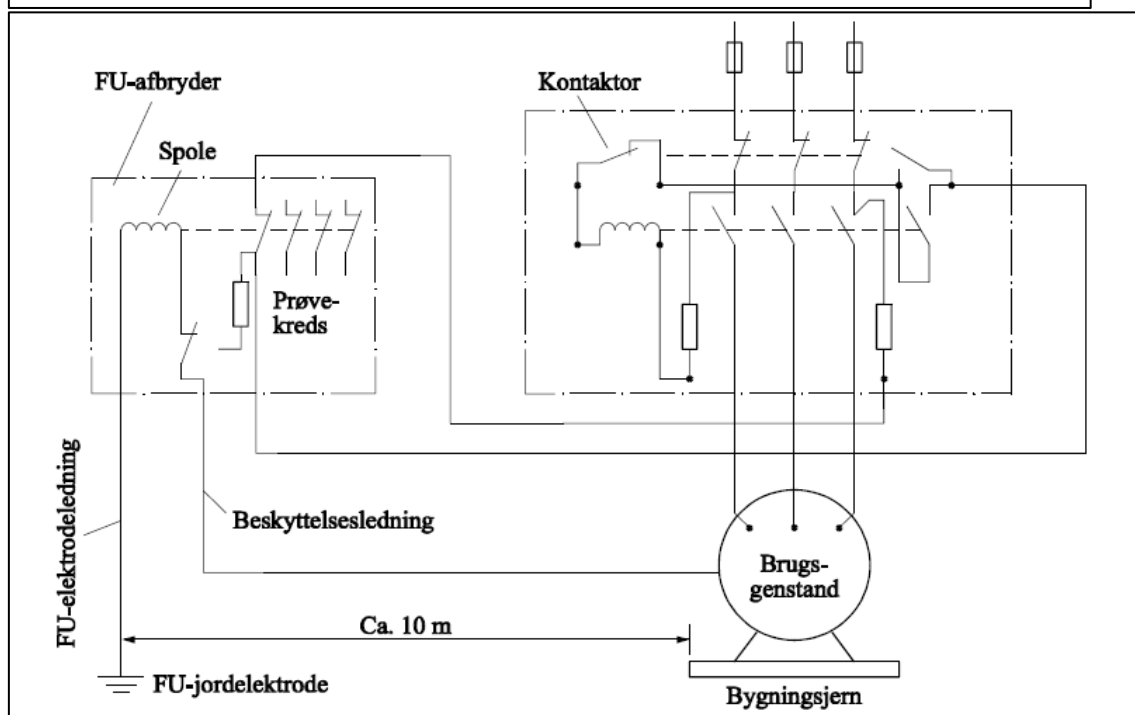
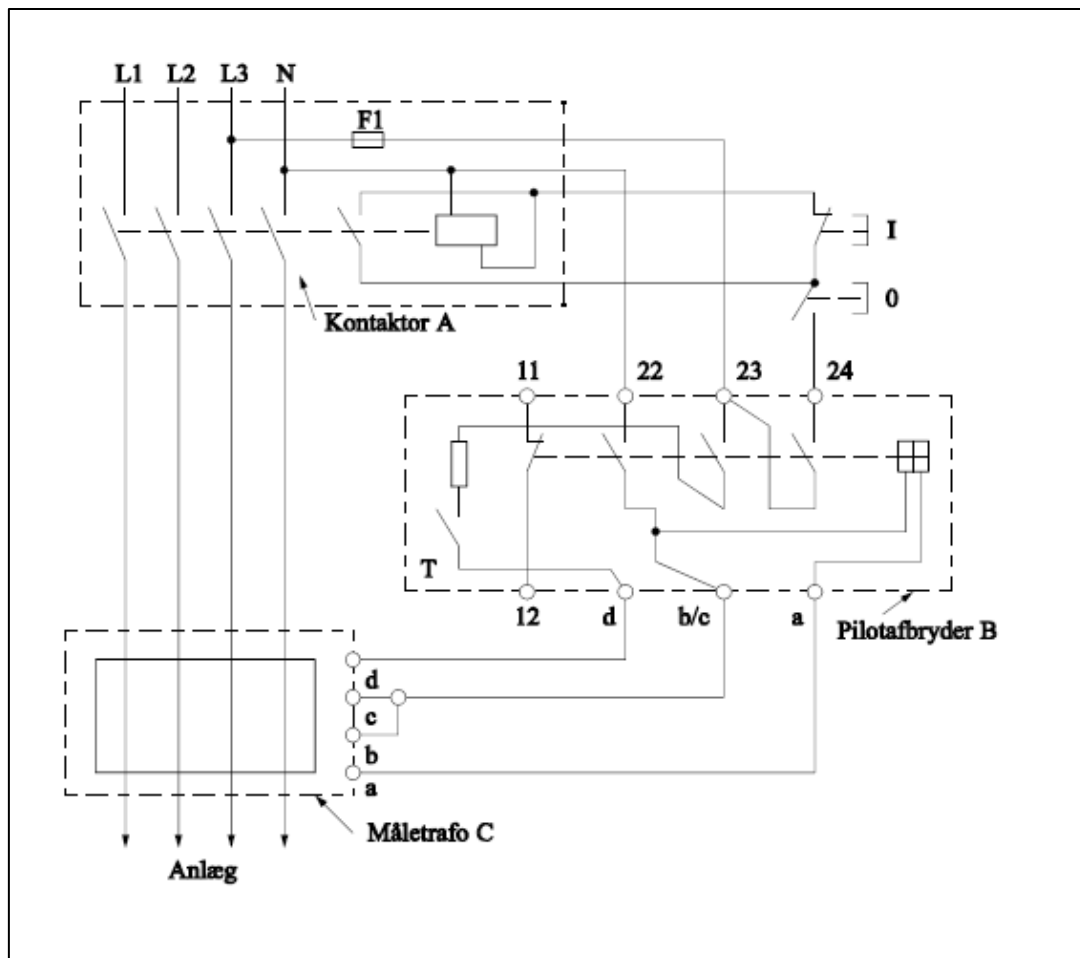
Fejlstrømsafbryder kombineret med kontaktor

Er fejlstrøms- eller fejlspændingsafbryderens mærkestrøm ikke tilstrækkelig, kan den kombineres med en kontaktor. Fejlspændingsafbryderen kan indskydes i kontaktorens styrekreds, men til såvel fejlstrøms som fejlspændingsbeskyttelse fås specielle pilotafbrydere, som er specielt beregnede til at indgå i kombination med en kontaktor. Sikringsstørrelsen må dog ikke overstige kontaktorens forsikringsværdi.

De tre efterfølgende tegninger viser en sådan installation med en FI-beskyttelse og FU-beskyttelse.



GF2



Nulling

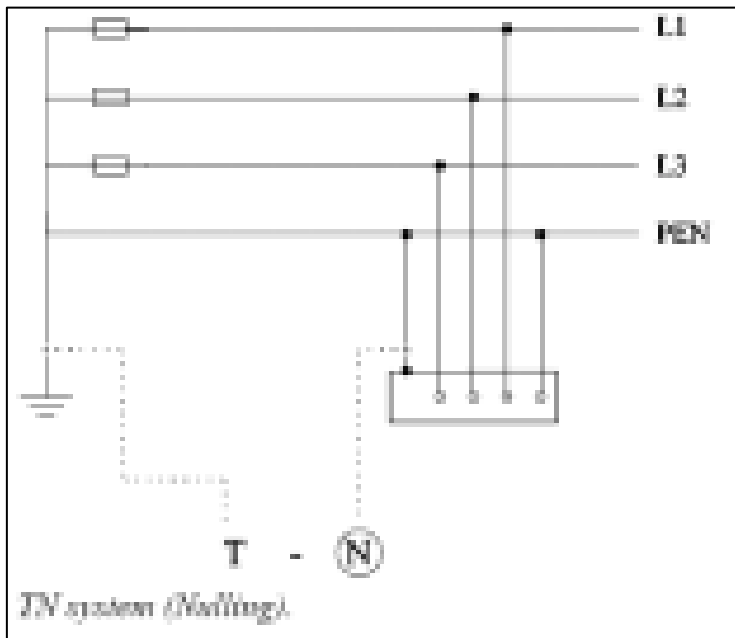
En anden form for fejlbeskyttelse er at udføre installationen med "nulling". Denne form for beskyttelse kan udføres på et såkaldt TN net og må kun udføres med tilladelse fra forsyningsselskabet.

Oversigt over opbygning af beskyttelsessystemer.		
Første bogstav: Angiver forholdene for forsyningskildens driftsstrømkreds.	T	Direkte jordforbindelse af et punkt af driftsstrømkredsen ved forsyningskilden. "T" kommer fra latinsk ord for jord. <i>Terra</i> .
	I	Driftsstrømkredsen er ikke forbundet til jord. Der kan dog forekomme forbindelse til jord over store modstande. "I" kommer fra ordet <i>isolation</i> .
Andet bogstav: Angiver hvordan de udsatte dele i installationen er forbundet.	T	Direkte jordforbindelse af de udsatte dele, uafhængigt af forsyningskildens eventuelle jordforbindelse.
	N	Direkte forbindelse af de udsatte dele til forsyningskildens jordforbundne punkt, som i 3-fasede vekselstrømsnet normalt er nulpunkt på forsyningstransformeren. Forbindelse etableres via PE-leder. N-ledere eller ved en kombination af disse PE- og N-leder.
Supplerende bogstav: Supplerende bogstaver anvendes kun i et TN-system. Koden indeholder her yderligere bogstaver, som angiver, hvordan beskyttelsesleder (PE) og nulleder (N) er fremført.	S	Beskyttelsesleder (PE) og nulleder (N) er individuelle ledere fra forsyningskilde til det strømforbrugende apparat. "S" kommer fra ordet " <i>separat</i> ". Der relaterer til den separate fremføring af de 2 ledere. PE- og N-leder.
	C	Beskyttelsesleder (PE) og nulleder (N) er kombineret i en leder (PEN-leder) fra forsyningskilde til det strømforbrugende apparat. "C" kommer fra ordet " <i>combined</i> ", der relaterer til den kombinerede anvendelse af de 2 lederfunktioner PE og N i en fælles leder – PEN-leder.

Et jordingssystem beskrives overordnet ved anvendelse af en bogstavkode, bestående af to bogstaver. Disse to bogstaver angiver henholdsvis hvordan den driftsmæssige jordforbindelse er udført i forsyningssystemet og hvordan de udsatte dele i installationen er jordforbundet.

Ved nulling systemer (TN-systemer) tilføjes koden ekstra bogstaver der angiver, hvorledes nulleder og beskyttelsesleder er fremført.

TN – System



I TN-systemer tillades følgende beskyttelsesudstyr anvendt:

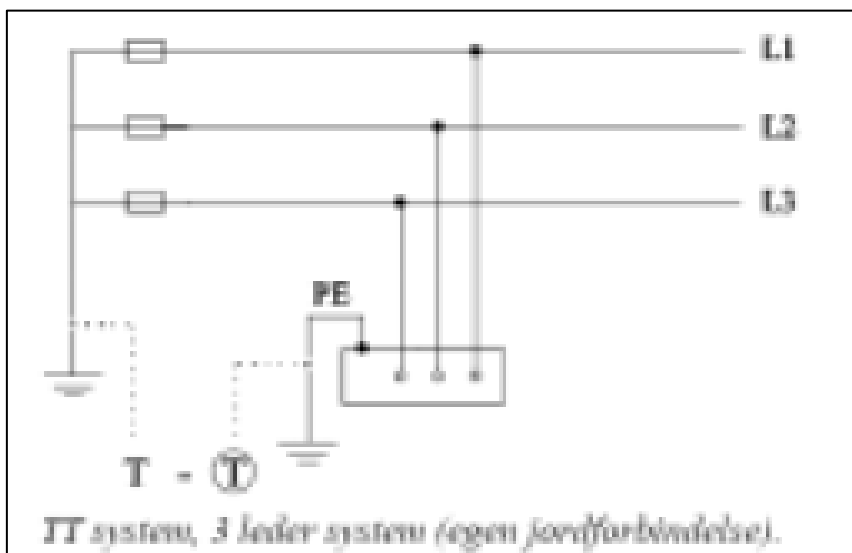
- overstrømsbeskyttelsesudstyr
- fejlstrømsafbrydere

Følgende betingelse skal være opfyldt:

- $RA \times I_a = 50 \text{ V}$

Hvor RA er summen af jordelektrodens overgangsmodstand til jord og modstanden i beskyttelseslederen til de udsatte dele. I_a er beskyttelsesudstyrets udløserstrøm.

TT – System



I TT-systemer tillades følgende beskyttelsesudstyr anvendt:

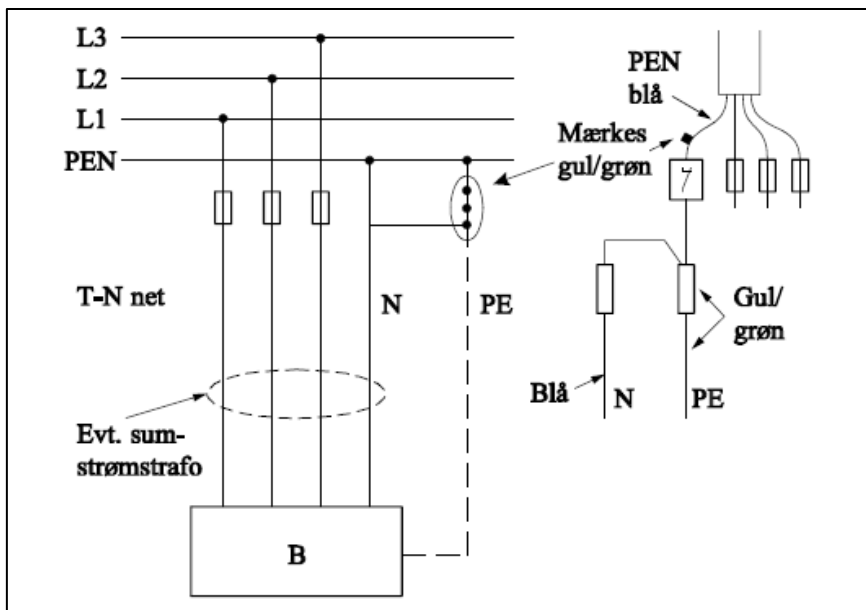
- fejlstrømsafbrydere
- overstrømsbeskyttelsesudstyr

I TT-systemer

Alle udsatte dele, der er beskyttet af samme beskyttelsesudstyr, skal ved hjælp af beskyttelsesledere forbindes til en fælles jordelektrode.

Undtagelse: Ved udvidelse eller ændring af eksisterende installationer er det tilladt at anvende separate jordelektroder. Udsatte dele, som kan berøres samtidigt, skal dog altid forbindes til samme jordelektrode.

En nulling yder altså ingen personbeskyttelse, hvis strømmen passerer gennem en person. Hvis dette skal opnås, skal beskyttelsen yderligere suppleres med en HFI-HPFI-afbryder.



Tegningen viser et ledningsnet, hvorpå der er udført nulling. Fejlstrømmen der skal smelte sikringen er:

$$I_{fejl} = \frac{U}{R_s} \left[\frac{V}{m\Omega} \right] kA$$

Hvor U er fasespændingen 230 V, og R_s er summen af modstande fra forsyningstransformerer til fejlsted og beregnes som:

$$R_s = \frac{U}{I_{kmin}}$$

Heraf udlades $I_{fejl} = I_{kmin}$

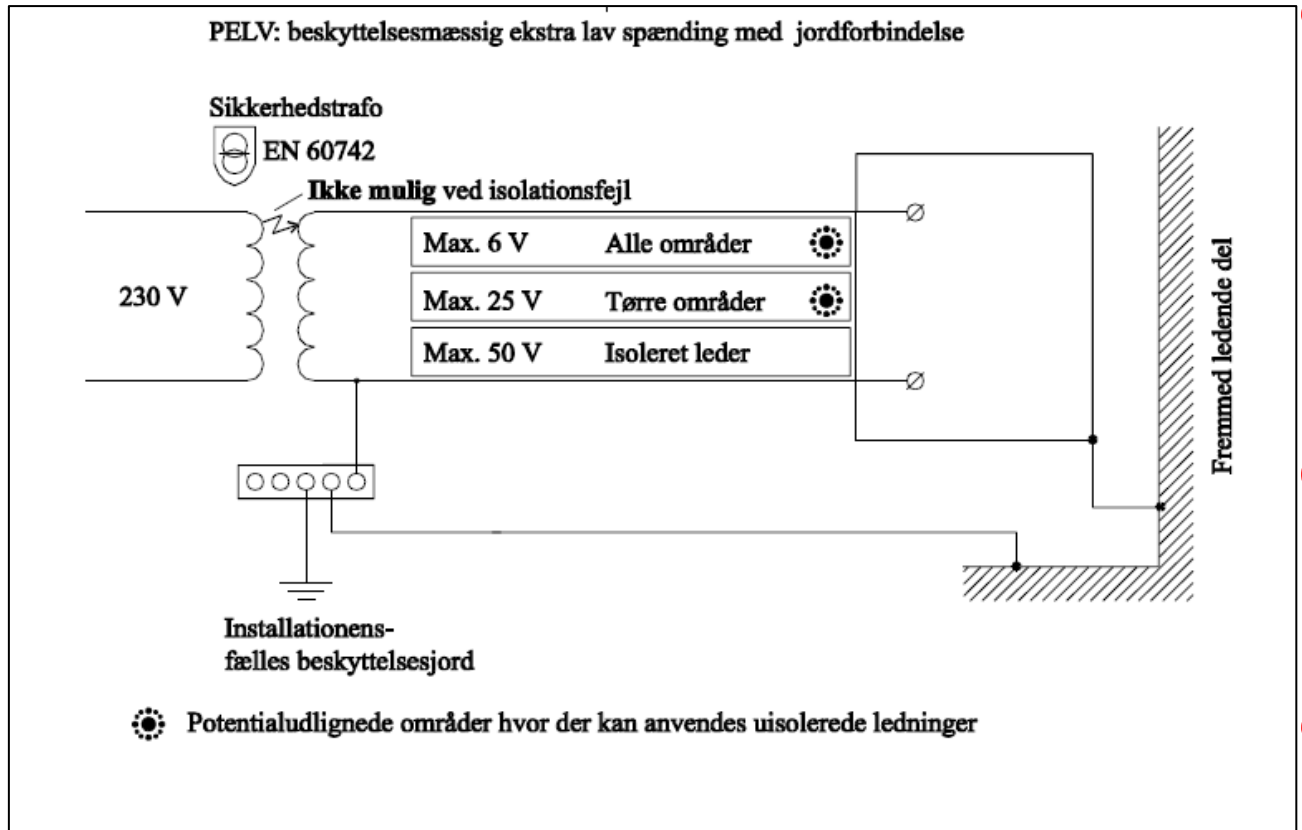
I specielle installationer f.eks. landbrug kræves hurtigere afbrydningstider.

FI/HFI i TN-systemer

Hvor det er vanskeligt at opnå, at sikringen springer i løbet af den bestemte tid i tilfælde af afledningsfejl, er det tilladt at anvende fejlstrømsafbrydere i installationen til at sikre beskyttelsen mod indirekte berøring.

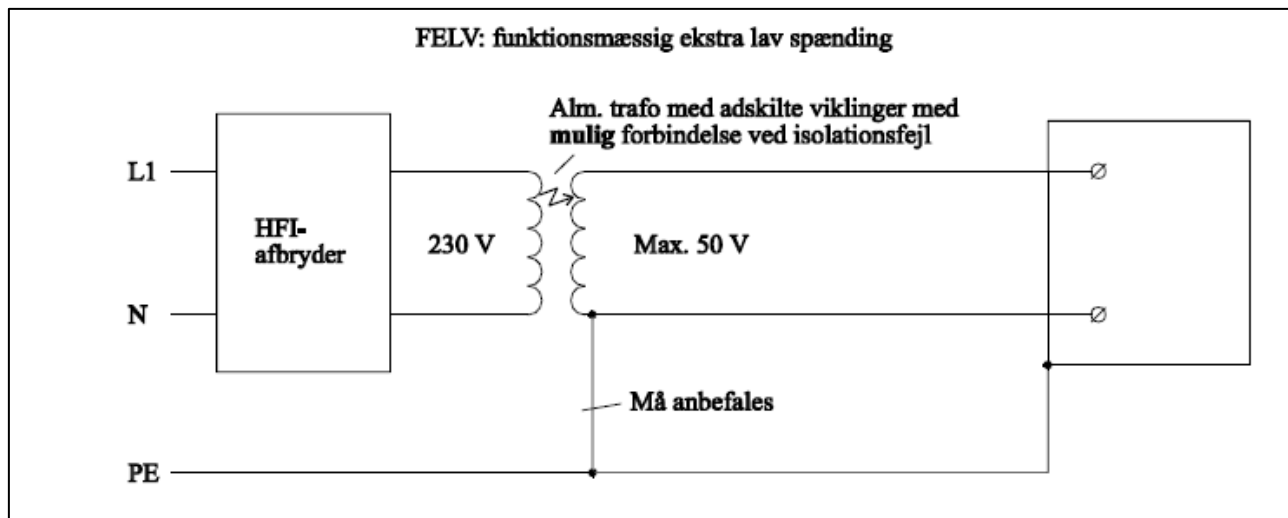
Man kan så føre de udsatte steldele til beskyttelsessystemets PEN-leder, eller man kan etablere separat jordelektrode for den del af installationen, der er beskyttet af fejlstrømsafbryderen.

PELV



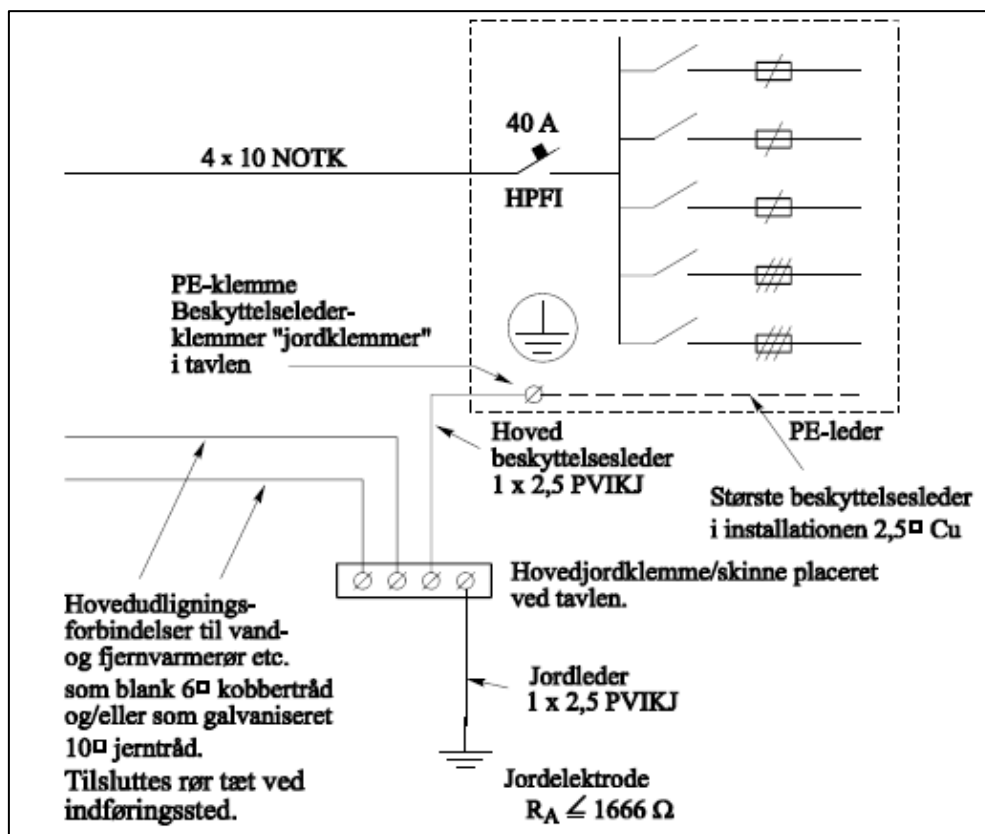
GF2

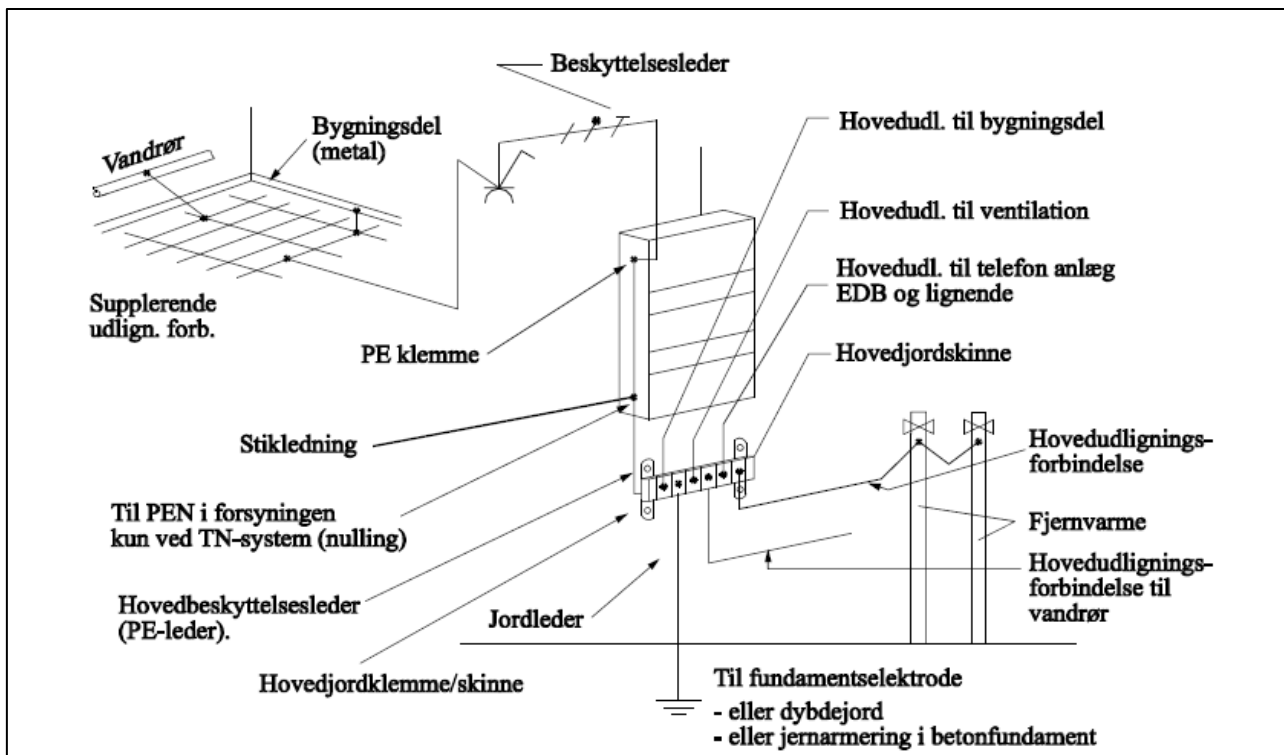
FELV



Jordingsanlæg

Et jordingsanlæg med beskyttelsesleder og udligningsforbindelser i et parcelhus har følgende benævnelser som på nedenstående tegning.





Jordelektrode

Denne udføres af materiale som nævnt DS/HD 60364-5, 542.2.1

RA, som er summen af modstanden i beskyttelseslederen og elektrodens overgangsmodstand til jord, beregnes som:

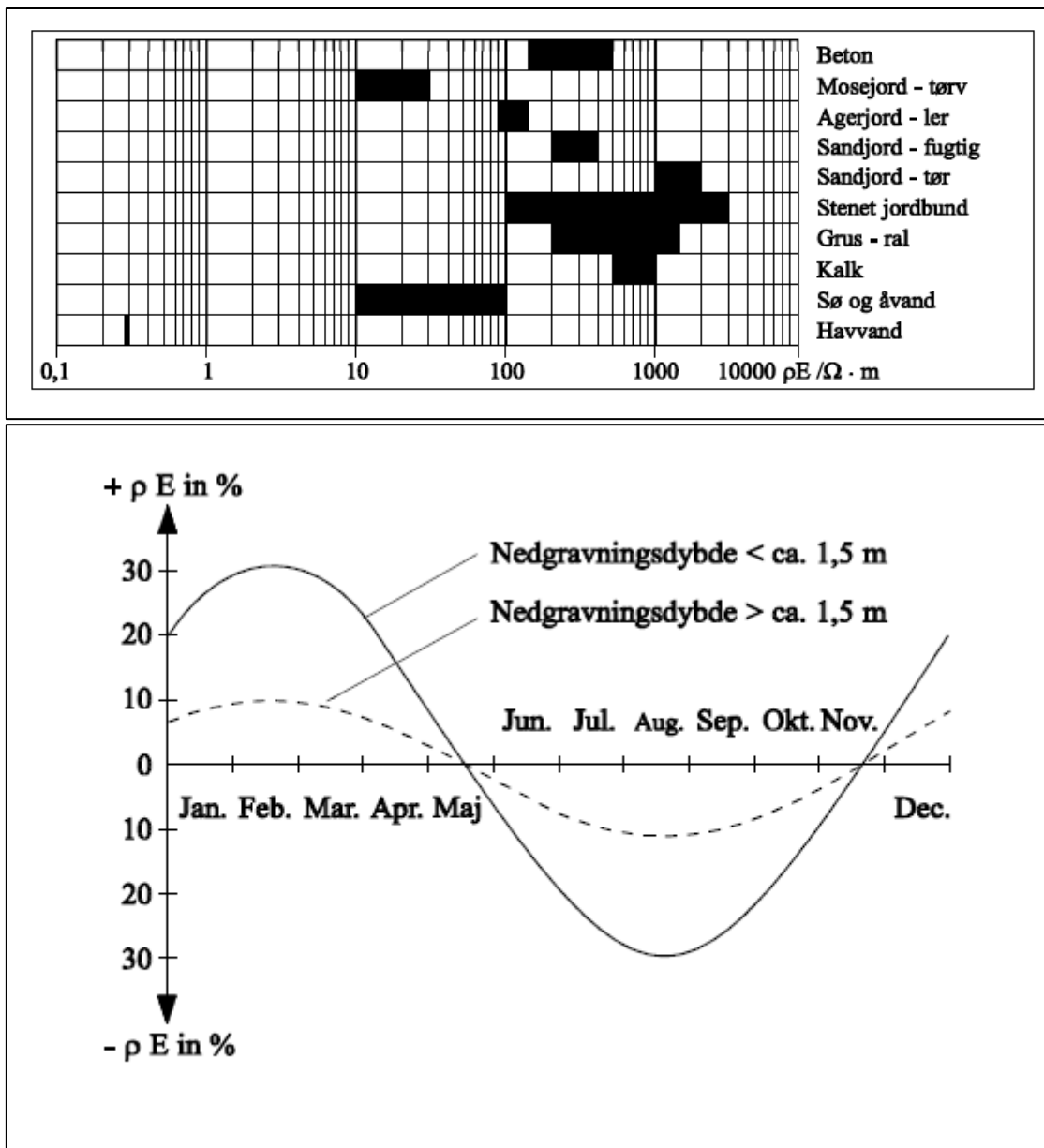
$$R_A \leq \frac{U_L}{I_{\Delta N}}$$

Hvor U_L = maksimal konventionel berøringspænding:

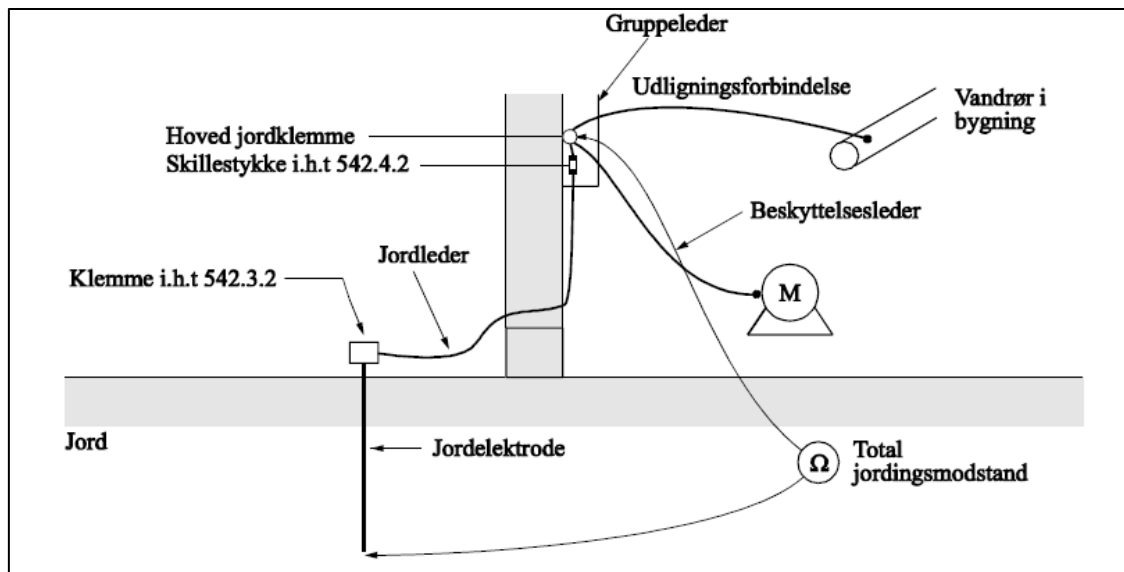
- 50 V AC, for installation til husdyrhold 25 VAC (I - delta - n)
- $I_{\Delta N}$ fejlstrømsafbryderens mærkeudløsestrøm.
- Ved anvendelse af flere fejlstrømsrelæer på samme jordelektrode anvendes den største $I_{\Delta N}$.

Jordingsanlæg

Etableringen af jordingsanlæg har til formål enten at beskytte, eller af hensyn til udstyrets rette funktion. Derfor er der en del krav, der skal opfyldes for at tilgodese funktionen af jordingsanlægget. En vigtig ting er at sikre, at jordmodstanden er i overensstemmelse med de krav, der stilles, samt at den vedbliver at være det. Der er her angivet en tabel, der viser forskellige materials specifikke jordmodstand. Der er vist en kurve, der viser variationen af disse værdier set over et år.



Jordelektroden skal gå så langt i jorden, at det med sikkerhed garanteres, at jordens modstand ikke ændrer sig væsentligt. Som det fremgår af vejledende kurve i fig. der er optaget i 1,5 m dybde, varierer modstandsværdierne i de øverste jordlag meget afhængigt af årstiden. Skal man have en vis grad af sikkerhed for konstante jordmodstandsværdier, bør alle jordelektroder udføres med minimum 2-6 m dybde.



Ved valg af materialer til jordelektroder må det sikres, at overgangsmodstanden også er til stede ved begyndende korrosion af elektroden.

Boliginstallation

SB6 801 indeholdt bestemmelser for elektriske installationer i boliger og uden for boligen når disse forsynes fra boligen.

SB6 801 udgår, det er § 52-58 bekendtgørelse 1082 der nu er gældende.

§52. §§ 53-58 gælder for elektriske installationer i den enkelte bolig, og for elektriske installationer uden for selve boligen, når disse forsynes fra boligen.

§ 53. RCD af type AC må ikke anvendes som fejlbeskyttelse i boliger.

I §53 stilles der krav om at de RCD'er (fejlstrømsafbrydere) der anvendes i boliginstallationer skal være bedre end type AC, dvs. type A, B og F må anvendes, hvis de er egnede.

Grunden til at formuleringen "RCD af type AC må ikke anvendes" er at der er nye typer af RCD'er på vej til markedet.

Med udbredelsen af solceller, el-biler og evt. batteripakker, er der for øjeblikket svært at vide hvordan vore boliginstallationer kommer til at se ud om nogle år.

Hvilke konsekvenser, disse "nye" dele af installationen, samt den voksende brug af elektroniske komponenter har for sammensætningen af evt. fejlstrømme spekuleres det meget i for øjeblikket.

For at sikre udkobling af RCD'er når der opstår farlige berøringsspændinger, har man bl.a. udviklet RCD type F.

Fra pkt. 531.3.3

RCD type A: RCD, der udkobler ved vekslende sinusformet a.c.-reststrøm og ved pulserende d.c.-reststrøm, pludseligt påført eller jævnt tiltagende.

NOTE 1 – For RCD type A er udkobling sikret for pulserende d.c.-reststrøm, der overlejres på en glat jævnstrøm på op til 0,006 A.

RCD type F: RCD, for hvilken udkobling er sikret som for type A og derudover: for sammensatte reststrømme, uanset om de påføres pludseligt eller tiltager langsomt, beregnet til strømkredse, der forsynes mellem fase og nul eller fase og jordet midterleder

for pulserende d.c.-reststrømme overlejret på glat d.c.

NOTE 2 – For RCD type F er udkobling sikret for pulserende d.c.-reststrømme, der overlejres på glat d.c. på op til 0,010 A.

§ 54

Se afsnittet om stikkontakter side 230.

§ 55

Se afsnittet om placering af måler og gruppetavler side 254.

§ 56. Antallet af grupper, som forsyner 250 V stikkontakter og andre tilslutningssteder for belysningsarmaturer og brugsgenstande med lavt energiforbrug over tid, skal mindst være lig med det samlede boligareal divideret med 50. Der skal dog mindst være to grupper.

Stk. 2. Det samlede boligareal opgøres i overensstemmelse med Bygnings- og Boligregistrets angivelser.

Stk. 3. En to- eller trefaset gruppe regnes kun som én gruppe.

Stk. 4. Følgende indgår ikke i antallet af grupper efter stk. 1:

- 1) Grupper for brugsgenstande, som har et højt energiforbrug over tid.*
- 2) Grupper hvortil der tilsluttes 1-fasede brugsgenstande med nominel strøm på mere end 6A, og hvor det kan forventes, at strømkredsen belastes i mere end 2 timer.*

I forhold til SB6 er bestemmelserne om antallet af lysgrupper i boligen udvidet med stk 4. Det vil forhåbentlig lette tolkningen af hvornår der er tale om en lysgruppe. Med stk. 4 står det klart at f.eks. et køleskab godt må tilsluttes på en lysgruppe.

§ 57. I hvert enkelt rum i boligen skal antallet af 250 V-stikkontakter i den faste elektriske installation være mindst én for hver påbegyndt 4 m² gulvareal. Der kræves dog ikke mere end 10 stikkontakter.

Stk. 2. I køkkenregionen skal der placeres minimum tre stikkontakter. De skal placeres der, hvor transportable stikkontakttilsluttede brugsgenstande er tiltænkt anvendt og skal fordeles på mindst to grupper.

Stk. 3. I kogenicher skal der være minimum én stikkontakt, som skal placeres der, hvor transportable stikkontakttilsluttede brugsgenstande er tiltænkt anvendt.

Stk. 4. Wc-rum og badeværelser er ikke omfattet af stk. 1. Der skal dog være minimum én stikkontakt, medmindre badeværelset er så lille, at andre sikkerhedskrav udelukker anbringelse af stikkontakter.

Stk. 5. Garager, carporte, loftsrum, depotrum og lignende er ikke omfattet af stk. 1.

I forhold til SB6 er antallet af stikkontakter for store rum øget fra 8 til 10.

I køkkener, og øvrige rum, er det ikke længere krav om at stikkontakterne skal placeres med så stor indbyrdes afstand, som det er praktisk muligt, men skal placeres hvor der er behov for dem, man vil nok ikke slippe afsted med at placere tre stikkontakter ved døren til køkkenet.

Der er ikke længere nogen hjælp til at afgøre hvor stor en del af et køkken-alrum der skal henregnes til køkken.

Hvis man anvender de anvisninger der var i SB6 går man nok ikke galt i byen. Se figur 82.

Hvor køkkenet er et rum for sig selv, vil der ingen problemer være. Se figur 83, figur 84 og figur 85.

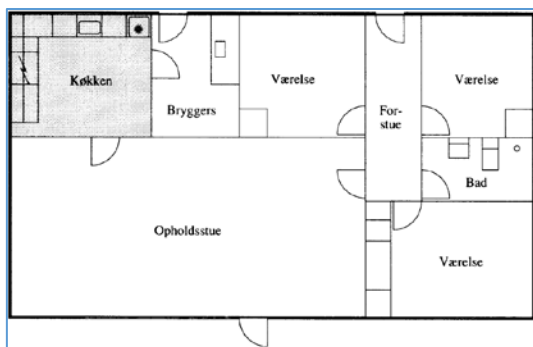
Hvor køkkenskabe, køkkenborde e.l. danner en naturlig afgrænsning af den del af rummet, der hører til køkkenregionen vil der, formentlig, heller ikke være skabe problemer.

Hvor der ikke er nogen naturlig afgrænsning, vil der være et problem med hvordan antallet af stikkontakter skal beregnes for den resterende del af rummet, her kan man anvende de 7 m² som SB6 angav. Se figur 86.

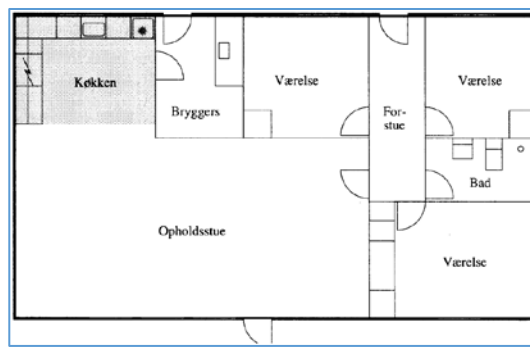
I SB6 blev formuleringen "stikkontakter, der er beregnet for tilslutning af stationære brugsgenstande, er ikke inkluderet i ovennævnte tabel", det er nu blevet til "De skal placeres der, hvor transportable stikkontakttilsluttede brugsgenstande er tiltænkt anvendt".

Meningen er den samme, der skal være tre frie stikkontakter der kan anvendes tilt transportabelt materiel som f.eks. brødrister og køkkenmaskiner (foodprocessor).

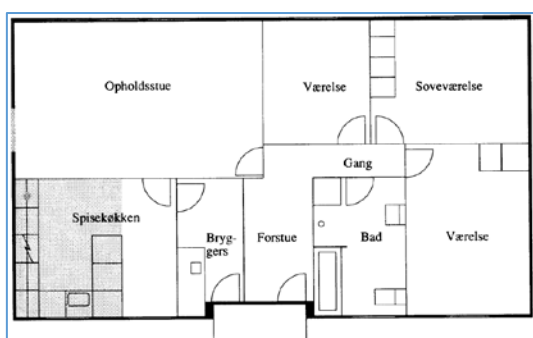
Stk. 4 til §57 angiver at der skal være en stikkontakt i et badeværelse. Hvis badeværelset er så lille, at der ikke er mere plads end det der udgøres af område 1 og 2 for område der med bad og bruser, må der ikke installeres en stikkontakt i badeværelset.



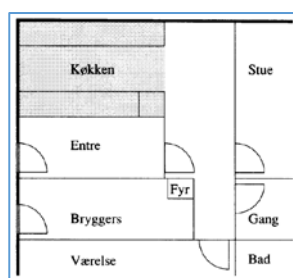
Figur 1, eksempel på køkken der er et rum for sig selv.



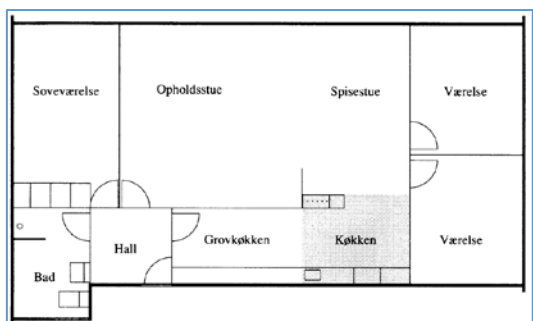
Figur 2, eksempel på køkken med naturlig afgrænsning.



Figur 3, eksempel på køkken med naturlig afgrænsning.



Figur 4, eksempel på køkken med naturlig afgrænsning.



Figur 5, eksempel på køkken der ikke let lader sig afgrænse på naturlig måde.

§ 58. Ved tilslutningssteder for ikke-fastmonterede belysningsarmaturer skal der, for at tilslutning kan foretages uden indgreb i den faste elektriske installation, være

- 1) fast anbragte klemmer,
- 2) DCL for husholdningsbrug efter EN 61995-2, Udstyr til tilslutning af belysningsarmaturer til husholdningsbrug og lignende, del 2, Normblade for DCL, eller
- 3) lampestik og stikkontakt efter DS 60884-2-D1, Stikpropper og stikkontakter til husholdningsbrug og lignende.

§58 afløser SB6 801.526, men her er tilføjet stk. 2 og 3.

Paragraffen gør at lægmænd kan opsætte og nedtage belysningsarmaturer, som angivet i bekendtgørelse 560 af 30/05/2017 "Bekendtgørelse om simple arbejder på el-, vvs- og kloakinstallationsområdet, som enhver må udføre".

Stikkontakter.

SB6C 817 indeholdt krav til anvendelse og installation af stikkontakter i elektriske installationer.

SB6C udgår, det er § 44-49 og 54 i bekendtgørelse 1082 der nu er gældende.

§ 44. I den elektriske installation må der kun installeres stikkontakter og stikpropper til husholdningsbrug og lignende, som opfylder bekendtgørelse om sikkerhed for elektrisk materiel.

Det er DS 60884-2-D1:2011, Stikpropper og stikkontakter til husholdningsbrug o.l. - Bestemmelser for danske systemer, der angiver hvilke stikkontakter og stikpropper der må anvendes til husholdningsbrug i Danmark.

Stikpropper og stikkontakter til husholdningsbrug og lignende skal opfylde kravene fra DS 60884-2-D1:2011, herunder det generelle krav om lukkere for IP X0 udførelse (pillesikker).

Det betyder blandt andet, at stikkontakter med sidejord i IP X0 udførelse skal være forsynet med lukkere (pillesikring). Dette er ikke et generelt krav i andre lande, hvilket betyder, at installatøren ikke ukritisk kan opsætte stikkontakter med sidejord.

Stikkontakter med pindjord er stikkontakter i henhold til DS 60884-2-D1: 2011 "Stikpropper og stikkontakter til husholdningsbrug o.l. – Bestemmelser for danske systemer, normblad 1-1c.

Kaldes også "franske stikkontakter" se figur 87.



Figur 6, stikkontakt med pinjord.



Figur 7, CEE7/7 stikprop, passer til både pinjord og sidejord.



Figur 8, stikprop uden jord som passer i stikkontakt med pindjord.

Stikkontakter med sidejord er stikkontakter i henhold til DS 60884-2-D1: 2011 "Stikpropper og stikkontakter til husholdningsbrug o.l. – Bestemmelser for danske systemer, normblad 1-1d. Kaldes også "Schuko" stikkontakt, se figur 90.



Figur 9, stikkontakt med sidejord (Schuko).



Figur 10, stikprop med sidejord.



Figur 11, stikprop uden jord der passer i stikkontakt med sidejord.

§ 45. I den elektriske installation skal der være følgende sammenhæng mellem stikkontaktens mærkestrøm og mærkestrømmen for den nærmeste foransidende kortslutningsbeskyttelse:

1) For stikkontakter med en mærkestrøm på 10 A og 13 A mærkestrøm må den største tilladte mærkestrøm for kortslutningsbeskyttelse være 13 A.

2) For stikkontakter med en mærkestrøm på 16 A må den største tilladte mærkestrøm for kortslutningsbeskyttelse være 16 A.

Foran stikkontakter med en mærkestrøm på 10 eller 13 A, må der ikke placeres en smeltesikring eller automatsikring med en mærkestrøm højere end 13 A.

Foran stikkontakter med en mærkestrøm på 16 A, må der ikke placeres en smeltesikring eller automatsikring med en mærkestrøm højere end 16 A.

§ 46. Hospitalsstikkontakter må kun installeres på hospitaler og lignende områder.

Stk. 2. I hospitalsstikkontakter må der kun tilsluttes særligt hospitalsmateriel forsynet med hospitalsstikpropper.

Stikkontakter i henhold til DS 60884-2-D1: 2011 "Stikpropper og stikkontakter til husholdningsbrug o.l. – Bestemmelser for danske systemer, normblad DK 1-8a og DK 1-8b "Fast hospitals stikkontakt topolet med jord".

Stikkontakt som ved særlig udformning af stikben og indføringshuller, gør det muligt at tilslutte udstyr med vigtige funktioner, men som forhindrer tilslutning af andre brugsgenstande med normale stikpropper. Se figur 93, bemærk det flade venstre hul.

De særlige hospitals stikkontakter med spærring for almindelige stikpropper må kun anvendes på hospitaler og lignende områder, og kun hvor særligt hospitalsmateriel forsynet med hospitals stikpropper skal tilsluttes.

Det forudsættes, at hospitalsudstyret anvendes af instruerede personer.

Hospitals stikpropper, må kun anvendes på særligt materiel til brug i de strømkredse på hospitaler og lignende områder, hvor materiel forsynet med almindelige stikpropper ikke må kunne anvendes.



Figur 12, hospitalsstikkontakt.



Figur 13, hospitals stikprop. Findes kun med jord.

§ 47. Stikkontakter for husholdningsbrug og lignende samt andre stikkontakter skal have virksom beskyttelseskontakt, jf. dog stk. 3.

Stk. 2. Andre tilslutningssteder skal have virksom beskyttelsesleder, jf. dog stk. 4.

Stk. 3. I følgende tilfælde finder stk. 1 ikke anvendelse:

1) Faste stikkontakter, hvor udtag er udført som et fladt topolet udtag uden jord for tilslutning af klasse II- materiel for højst 2.5 A 250 V a.c., hvor denne er sammenbygget med en topolet stikkontakt med virksom beskyttelseskontakt.

2) Stikkontakter, der er beskyttet ved SELV.

Stk. 4. I følgende tilfælde finder stk. 2 ikke anvendelse:

1) Tilslutningssteder for fast tilsluttet materiel af klasse II.

2) Tilslutningssteder, der er beskyttet ved SELV.

Her stilles krav om at, generelt, alle stikkontakter skal have virksom jord-/beskyttelseskontakt.

Det flade udtag der omtales i stk. 3 1) er uden beskyttelseskontakt, dette da stikpropen og udtaget er specielt udformet, 6 kantet. Stikproppen fås kun støbt på klasse II materiel. Se figur 95 og figur 96.



Figur 14, stikkontakt med to udtag, hvor det øverste kun er beregnet for tilslutning af klasse II udstyr.



Figur 15, fladt 6 kantet stikprop til 2,5 A.

§ 48. Stikkontakter beskyttet ved separat strømkreds skal have beskyttelseskontakt.

Stk. 2. Anvendes separat strømkreds til forsyning af mere end et strømforbrugende materiel, skal de udsatte ledende dele hørende til den separate strømkreds forbindes indbyrdes ved hjælp af isolerede ikkejordforbundne udligningsledere.

Stk. 3. De isolerede ikke-jordforbundne udligningsledere må ikke forbindes til beskyttelseslederne, udsatte ledende dele i andre strømkredse eller til fremmede ledende dele.

§ 49. Klasse I-materiel skal enten have overført beskyttelseslederen fra tilslutningssteder eller være tilsluttet beskyttelseslederen via en stikkontakt med beskyttelseskontakt, jf. dog for boliger § 54.

Her i § 49 stilles der krav om at stikprop og stikkontakt skal passe sammen, sådan at

beskyttelseslederen bliver effektivt overført til brugsgenstanden. S'en gælder dog ikke for boliger.

Har man en dansk stikkontakt og en CEE7/7 stikprop, se figur 88, så kan man anvende en stikprop adapter, se figur 97, herved overføres beskyttelseslederen til brugsgenstanden.

§ 52. §§ 53-58 gælder for elektriske installationer i den enkelte bolig, og for elektriske installationer uden for selve boligen, når disse forsynes fra boligen.

§ 54. Beskyttelseslederen fra tilslutningssteder skal overføres til transportabelt stikkontakttilsluttet klasse I- materiel, medmindre den elektriske installation er beskyttet ved en RCD med en mærkeudløsestrøm på højst 30mA, jf. dog stk. 2-3.

Stk. 2. Beskyttelseslederen fra tilslutningssteder skal overføres til transportable stikkontakttilsluttede elektromedicinske apparater af klasse I.

Stk. 3. I boliger opført efter 1. juli 2017 skal beskyttelseslederen overføres til transportabelt stikkontakttilsluttet klasse I-materiel.

I § 54 kommer så kravet i boliger om at overfører beskyttelseslederen. Kravet gælder dog kun for boliger opført efter 1. juli 2017.



Figur 16, stikprop adapter DK til pind jord.

Bygningsreglementets krav til installationer i boliger

Generelt

Kravene i bygningsreglementet til tekniske installationer gælder for alle typer bygninger.

Bygningsreglementet forholder sig til installationstyper og anvendelse.

Installationer skal udføres, så de ikke er til fare for personer eller medfører skader på bygningen. Generende rystelser må ikke overføres til bygningen.

Bygningsreglementets kap. 8 omfatter installationer i en bygning eller udenfor på grunden til forsyning med el, gas, varme, kulde, afløb og vand til opvarmning, køling, ventilation, vandforbrug, renovation samt installationer til persontransport og hjælpemidler med henblik på at gøre bygninger tilgængelige.

Der henvises endvidere til Arbejdstilsynets bekendtgørelse om anvendelse af trykbærende udstyr og til Arbejdstilsynets bekendtgørelse om indretning af trykbærende udstyr.

Arbejdstilsynets bekendtgørelser finder anvendelse på rørsystemer, beholdere, solfångere, varmepumper, køleanlæg, kedler m.m., hvor der kan udvikles luftarter eller dampe med et tryk på mere end 0,5 bar.

Med hensyn til udgravning for installationer henvises til Ledningsejer registeret, LER.dk, og DS/EN 1997-1 Geoteknik.

Bygningsreglementet er funktionsbeskrivende hvilket ofte gør det nødvendigt at søge specifikke oplysninger i diverse vejledninger der omtaler bygningsreglementet.

Brandfare

Installationer skal udføres, så de ikke medfører brandfare eller eksplosionsfare. Ved rørgennemføringer, kanaler og lignende skal der træffes foranstaltninger, der hindrer gennemgang af støj, fugt, ild, gas, røg og lugt.

Der skal med udgangspunkt i ovenstående udføres brandtætning ved installationsgennemføringer i brandklassificerede bygningsdele, jf. kap. 527.

Elinstallatøren har ansvar for tætning af alle gennemføringer som er anvendt under egne installationsarbejder.

Dette gælder også selv om der er andre typer installationer i gennemføringen, f.eks. VVS.

Overfladetemperaturen på brændbart materiale skal holdes så lav, at der ikke er fare for antændelse.

Opmærksomheden henledes på, at der i forbindelse med indbyggede belysningsarmaturer kan optræde misfarvninger af fx lofter allerede ved temperaturer på 60°C.

Sundhedsforhold

Installationer skal udføres, så de medfører sundhedsmæssigt tilfredsstillende forhold. Bestemmelsen omfatter også sikring mod rotter og andre skadedyr. Der henvises endvidere til Bygningsreglementets kap. 6 om radon og om anden forurening fra undergrund.

Mht. til støj fra energiproducerende anlæg henvises ligeledes til kap. 6.

Betjening af installationer

Tekniske anlæg og installationer m.v., der kræver betjening, hyppige ændringer, eftersyn eller vedligeholdelse, skal anbringes, så dette kan ske på en hensigtsmæssig og forsvarlig måde.

F.eks. adgangskrav til el-tavler.

Målere

Målerne til el skal være i overensstemmelse med Sikkerhedsstyrelsens bekendtgørelse om måleteknisk kontrol med målere, der anvendes til måling af elforbrug med hensyn til overensstemmelsesvurdering eller typegodkendelse og førstegangsverifikation.

Solceller

Solcelleanlæg skal udføres, så de ikke giver anledning til temperaturforårsagede skader på bygninger.

Endvidere skal der tages hensyn til tagkonstruktioners belastning og tæthed i tagflader mod vand og sneindtrængen.

Der henvises DS/HD 60364-7-7712 for den elektrisk installation af solceller.

Varmepumper m.v.

Varmepumper og køleanlæg skal dimensioneres til det aktuelle behov.

Det skal sikres, at anlæggene er korrekt dimensioneret til bygningen og det aktuelle forbrug, bl.a. under hensyntagen til fordelingen mellem rumvarme og brugsvand.

Køleanlæg og varmepumpeanlæg skal udføres med automatisk regulering af køle- eller varmeydelsen efter behovet. Køleydelsen skal endvidere styres efter behovet i det enkelte rum.

Bygningsreglementet stiller endvidere krav til varmepumpers effektivitet.

El- og luftvarmeanlæg i bygninger skal udføres med automatisk regulering af varmetilførslen efter varmebehovet i det enkelte rum.

Brugsvandscirkulationspumper i enfamiliehuse og andre mindre brugsvandsanlæg skal have en energieffektivitet svarende til A-mærkede pumper eller have en tilsvarende årlig besparelse gennem styring af pumpen.

Ventilationsanlæg

Ventilationsanlæg skal udføres med varmegenvinding med en temperaturvirkningsgrad på mindst 70 pct.

Kravet kan dog fraviges, når afkastningsluftens overskud af varme ikke på rimelig måde kan udnyttes.

Varmegenvinderen kan kombineres med en varmepumpe til varmegenvinding.

Ventilationsanlæg til forsyning af én bolig skal udføres med varmegenvinding med en temperaturvirkningsgrad på mindst 80 pct.

Elektrisk lys

Arbejdsrum mv. og fælles adgangsveje skal have en kunstig belysning i fornødent omfang.

Fælles adgangsveje er f.eks. trapper og gange i forbindelse med boligblokke eller lignende.

For de typer arbejdsrum, der er omfattet af serien DS 700, Kunstig belysning i arbejdslokaler, skal disse standarder benyttes.

Arbejdsrum mv. og fælles adgangsveje skal forsynes med energieffektiv belysning.

Hvis der er tilstrækkeligt dagslys skal arbejdsrum mv. og fælles adgangsveje forsynes med dagslysstyring.

Kap.718 stiller krav til belysning i fælles adgangsveje.

Energieffektiv belysning indebærer bl.a. anvendelse af lyskilder med en virkningsgrad for almenbelysningen på over 50 lm/W og effektbelysning samt arbejdslamper på over 15 lm/W.

I rum med begrænset dagslysadgang kan dagslysstyring udelades.

Arbejdsrum mv. med lejlighedsvis benyttelse og fælles adgangsveje skal forsynes med bevægelsesmeldere.

Anvendelse af bevægelsesmeldere kan udelades, hvor slukning af lyset kan give risiko for ulykker, eller hvor lyskilderne ikke er egnet hertil.

Andre forhold

Installationer skal udføres, så der ikke er unødigt risiko for korrosion.

Vær opmærksom ved evt. udligningsforbindelser. Der skal benyttes egnet materiel til forbindelse af forskellige typer metaller f.eks. jern/kobber.

El-installatøren skal respektere andre forhold i byggeriet f.eks. isolering og dampspærre.

Installationerne skal udføres således at disse ikke beskadiges.

Kravene til tæthed er, at luftskiftet ikke må overstige 1,5 l/s pr. m² opvarmet etageareal ved trykprøvning med 50 Pa (ca. 0,5 m. bar).

Der skal således udvises stor omhu med tætning, hvor installationer gennembryde dampspærren.

Bygningsreglementet fremover.

Det må forventes at en del af de særlige danske bestemmelser der er taget ud af installationsbestemmelserne, som ikke havde noget med el-sikkerheden at gøre, vil blive indført i kommende bygningsreglementer.

Et eksempel er kravet om trykkontakter i beboelsesejendomme i SB6 804.6.

Fællesregulativet 2014

Måbertavler, målerskabe og kombinationsskabe

En installations målesystem skal være tilpasset det aktuelle belastningsområde.

Netselskabets anvisninger til målesystemets opbygning skal følges.

Installationen skal opbygges således, at det sikres, at der i videts muligt omfang altid er spænding til elmåleren.

I 230/400 V installationer, hvor mærkestrømmen for overstrømsbeskyttelsen for måler er større end 63 A, skal der anvendes måling med strømtransformere.

I et målerskab må kun anbringes ledere og materiel, der vedrører elmålingen.

Der kan dog, efter aftale med netselskabet, anbringes signaludstyr samt udstyr til beskyttelse mod overspænding.

Af hensyn til muligheden for fjernaflæsning af målere kan netselskabet kræve, at der stilles en føringsvej til rådighed for en kommunikationsledning.

Adgang til måler

Kunden skal have uhindret adgang til at aflæse og eventuelt betjene den måler, der registrerer elforbruget.

Målere skal placeres, så der for netselskabet er uhindret adgang til kontrol, aflæsning og udskiftning.

Eventuel aflåsning af skabe om måbertavler skal ske med et af netselskabet accepteret låsesystem.

Placeres et målerskab bag en skodde eller lignende, skal denne være mærket "ELMÅLER" samt være sidehængslet eller let aftagelig uden brug af værktøj og være uafslåelig.

Ønskes målerrum eller adgangsveje dertil aflåst, skal låsesystemer være accepteret af netselskabet, og døre til målerrum skal mærkes "ELMÅLER".

Mærkning

Hvor der kan være tvivl om en målers tilhørsforhold, skal måbertavle/ målerskab forsynes med en mærkning, så det er let at identificere den tilhørende installation.

Placering af målere

Målere skal placeres, så de er let tilgængelige for aflæsning, kontrol og udskiftning.

Måbertavler, målerskabe og målerfelter skal anbringes således, at overkant af klemrække for måbertilslutning er 0,5 - 1,5 m over gulv henholdsvis færdigt terræn.

For målere placeret i kombinationsskab aftales målerens placering med netselskabet.

Ved bygningsændringer skal adgangsforholdene til måleren samt målerens placering overholde netselskabets retningslinjer.

Målere, der opsættes på offentligt tilgængelige steder eller på steder, hvor de er udsat for overlast eller forurening, skal placeres i et skab.

Målerne må ikke placeres, så de er udsat for skadelig påvirkning af sollys.

Målere skal håndteres og anbringes, så deres målenøjagtighed ikke forringes.

Jordingsanlæg og beskyttelse DS/HD 60364-5-540

Generelt om jordforbindelse

Hovedårsagerne til udførelse af jordforbindelse er:

- Personbeskyttelse
- Materielbeskyttelse (stabilt nulpunkt), overstrømsbeskyttelse
- Lynafledning (lynbeskyttelse)
- Transientbeskyttelse

Kravene til en god jordforbindelse er:

- Tilstrækkelig lav overgangsmodstand
- Tilstrækkelig mulighed for at føre høje strømme
- Lang levetid (modstandsdygtig over for korrosion)

Jordens ledeevne

I jorden er det hovedsagelig ionerne der leder strøm- men, og ikke de frie elektroner som i en metalleder. Ionerne findes i saltvandsindholdet i jorden.

Der er 3 hovedfaktorer, som er afgørende for jordens overgangsmodstand (ledeevne):

1. Fugtighed
2. Temperatur
3. Saltindhold

Overgangsmodstanden kan aftage voldsomt ved forøget indhold af saltvand i jorden. Fugtighedsindholdet i det øverste jordlag kan variere en hel del under regn, tørke, vind og solskin. Det er derfor vigtigt, at man nedrammer jordelektroden så dybt, at den er nede i et jordlag med konstant fugtighed (evt. er nede i grundvandet).

Da det "ledende medie" man benytter sig af er salt- vand, får temperaturen indflydelse på jordens ledeevne, hvis den falder til frysepunktet eller derunder. I områder hvor det øverste jordlag kan fryse, er det vigtigt, at jordelektroden er nede i frostfri dybde.

Normalt er saltindholdet i jorden så stort, at det ikke bliver nødvendigt med forbedringer, dog kan bække, åer og store regnskyl bortvaske saltindholdet over en periode.

Konklusionen er, at den mest effektive jording opnås, når en elektrode placeres og nedrammes/nedgraves dybt nok til at være upåvirket af forandringer i jordens temperatur og fugtighed.

Jordingsanlæg og beskyttelsesledere

Definition på jordforbindelser og udligningsforbindelser fremgår af 541.3

Jordelektrode 541.3.3:

Ledende del eller gruppe af ledende dele, som er i nær kontakt med jorden, og som giver elektrisk forbindelse til denne.

Beskyttelsesleder (symbol PE) 541.3.6:

Leder der er krævet ved visse beskyttelsesmetoder mod elektrisk stød, og som er beregnet til at forbinde visse af følgende dele indbyrdes:

- Udsatte dele (steldele på brugsgenstande) 541.3.1
- Fremmed ledende dele (f.eks. rør og bygningsdele) 541.3.2
- Hovedjordklemme 541.3.9
- Jordelektrode 541.3.3

Jordleder 541.3.8:

- Beskyttelsesleder, der forbinder hovedjordklemmen eller -skinnen med jordelektroden.

Hovedjordklemme eller skinne 541.3.9:

- Klemme eller skinne til jordforbindelse af beskyttelsesledere, samt potentialudligningsforbindelser og eventuelt ledere til funktionsmæssig jordforbindelse.

Udligningsforbindelser 541.3.10:

- Beskyttelsesleder, der sikrer potentialudligning. Der skelnes mellem:
 - o Hovedudligningsforbindelse.
 - o Supplerende udligningsforbindelser.
 - o Lokale udligningsforbindelser uden jordforbindelse.

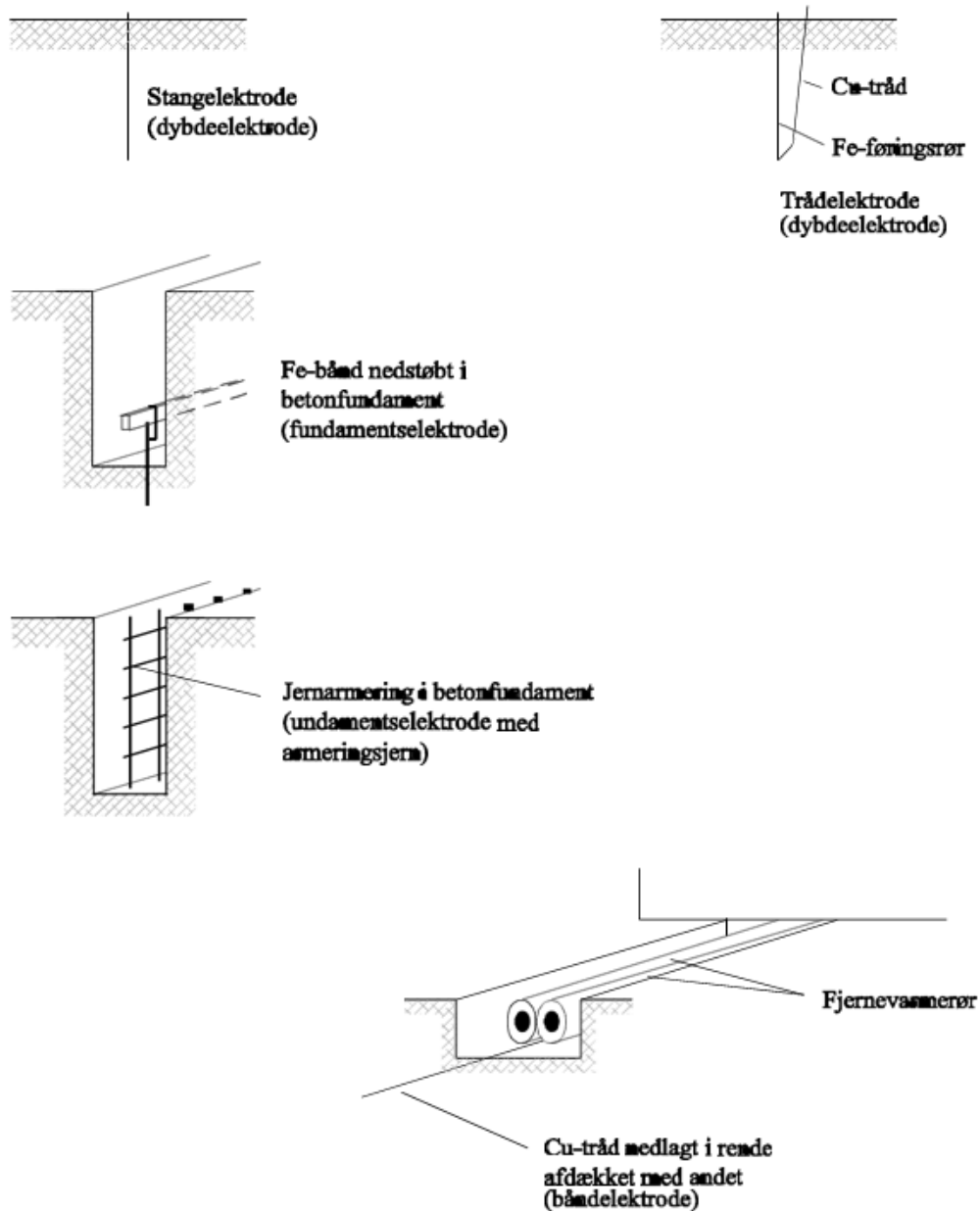
Materiel til jordingsanlæg 542

Til jordelektrode kan anvendes:

- Galvaniseret stålstang.
- Cu belagt stålstang.
- Kobbertråd (Cu) trukket ned med jernrør.
- Jerntråd (Fe) varmekorzinket.
- Rustfri stålplader.
- Båndstål 25 x 4/30 x 3 til fundamentselektrode.
- Armeringsstål indstøbt i beton.
- Andre egnede konstruktionsdele i jord (egnede metalliske rørsystemer).

Typer af jordingsanlæg

Jordelektrodetyper:



GF2

Der er ingen krav om den mindste dybde, elektroden skal ned i. Dybden skal være således, at elektrodens overgangsmodstand altid er mindst den beregnede værdi.

Dog anbefales det, af hensyn til jordens udtørring, der afhænger af årstiden, at dybdeelektroder mindst ned- drives 2-6 m i jorden.

Elektroden skal være mekanisk stabil og virksom i installationens forudsatte levetid (f.eks. mindst 20 år). Det betyder, at korrosion af elektroden ikke væsentlig må forringe effektiviteten. Virkningen af denne korrosion kan nedbringes ved, en kraftig dimension og det rette materialevalg. 542.2.2

Rimeligt stabile elektroder er f.eks. (542.2.3):

- Cu tråd.
- Fe tråd varmekorrodres.
- Armeringsjern i beton i jord.
- Fundamentjordelektroder.
- Jordlagt fundamentjordelektroder.
- Metalklapper og andre metalbeklædninger på kabler i henhold til lokale forhold eller krav

Dimensionering af jordingsanlæg

RA (overgangsmodstand fra elektrode til fjern neutral jord), summen af modstanden i beskyttelsesledere og elektrodens overgangsmodstand til jord, kan beregnes eller måles.

Formel:
$$R_A \leq \frac{U_L}{I_{\Delta N}}$$

Formel 1 gælder ved anvendelse af fejlstrømsafbrydere, hvor UL normalt 50 V, dog 25 V i områder for husdyrhold.

Ved flere FI/HFI vælges overgangsmodstand efter den afbryder, der kræver laveste RA-værdi f.eks.:

En afbryder $I_{\Delta n} = 0,5 \text{ A} \Rightarrow R_A = 100 \text{ } \Omega$

En afbryder $I_{\Delta} \Rightarrow \text{ } \Omega$

To afbrydere $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA} \Rightarrow R_A = 1660 \text{ } \Omega$

Den fælles jordelektrode skal således være $R_A \leq 50 \Omega$

Formel 2
$$R_A \leq \frac{U_L}{I_a}$$

Formel 2 gælder ved anvendelse af overstrømsbeskyttelsesudstyr, (sikringer og maksimalafbrydere) f.eks.:

I_a er en sikrings udløsestrøm ved en tid på 5 sekunder.

Jordledere 542.3

Jordledere skal overholde mindste ledningstværsnit jf. 543.1.1 eller 543.1.2 Nedlagt i jord min. 35 cm dybde skal de vælges i henhold til tabel 54.1.

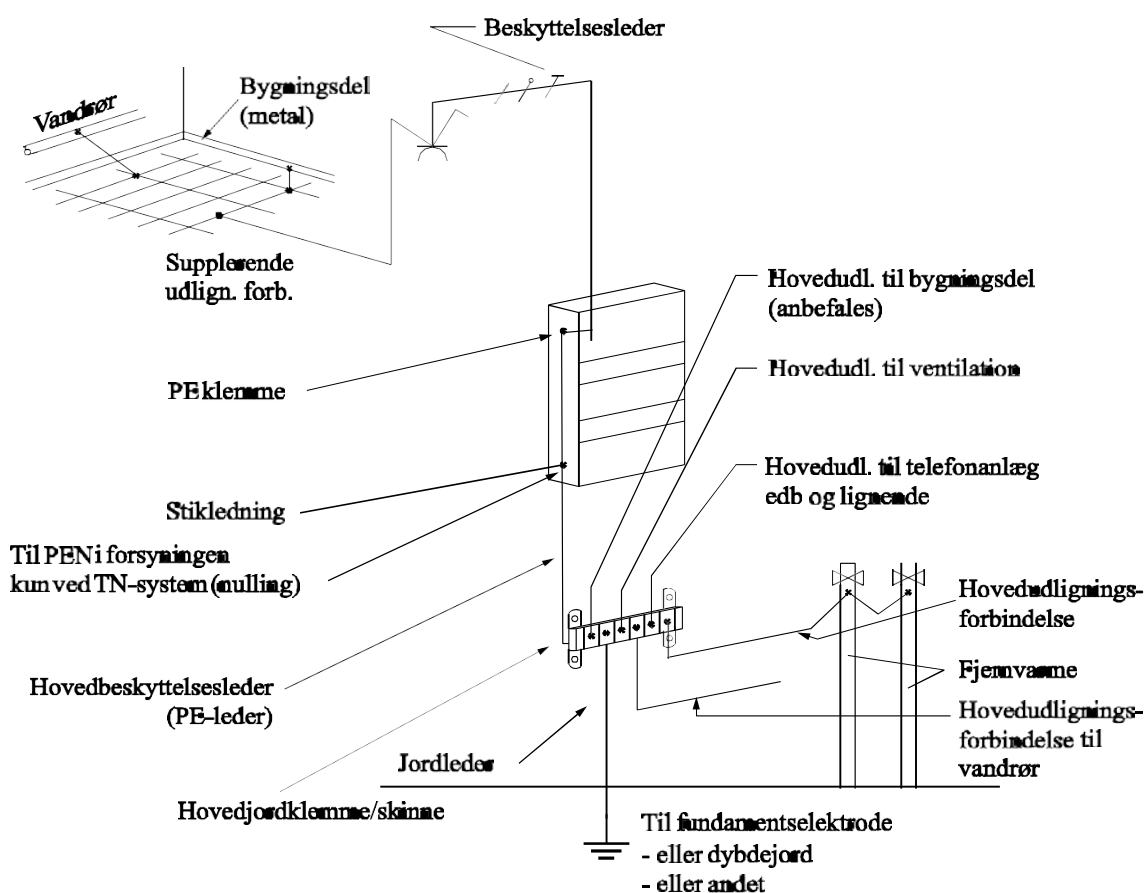
Forbindelse mellem jordleder/elektrode skal udføres med egnet materiel 542.3.2:

- Cadweldsvejsning.
- Klemmer tilpasset formålet (evt. i tilstøbt dåse).
- Rørbøjler o.l.
- Eksoterm svejsning

Hovedjordklemme eller skinne 542.4

Det skal være muligt, af hensyn til måling af overgangsmodstand o.l., at frakoble jordlederen fra den øvrige installation, f.eks. ved hovedjordklemmen. 542.4.2

Jordingsanlæg og beskyttelsesledere - en sammenhængende potentialudligning i en installation



Beskyttelsesledere – (se 543)

Beskyttelseslederes mindste tværsnit 543.1 skal enten beregnes i overensstemmelse med 543.1.1 eller vælges efter 543.1.2. Uanset metode skal 543.1.3 overholdes.

Hvis beskyttelsesledere 543.1.2 overholder værdierne anført i tabel 54.2 Mindste tværsnit for beskyttelsesledere, er det unødvendigt at udføre kontrol som anført i 543.1.1.

Anvendelse af tabel 54.2 forudsætter dog, at faseledere og beskyttelsesledere er af samme materiale, eller at der opnås den samme ledningsevne, som om det havde været tilfældet.

Separat oplagte beskyttelsesledere skal mindst være 2,5 mm² PVIKJ, eller 4 mm² blank tråd/Cu/Fe. 543.1.3

Beskyttelsesledere fælles for flere strømkredse skal dens tværsnit være 543.1.4:

- Beregnet i henhold til 543.1.2 for den værst tænkelige forventede fejlstrøm og udløsetid
- Valgt i henhold til tabel 54.2

Som beskyttelsesledere kan anvendes 543.2.1:

Fremført i samme rør/kabel

- sammen med de spændingsførende ledere, driftsisoleret og fortrinsvist med samme materiale og tværsnit som disse ledere.

Fremført isoleret/uisoleret inden for samme kapsling

- som de spændingsførende ledere.

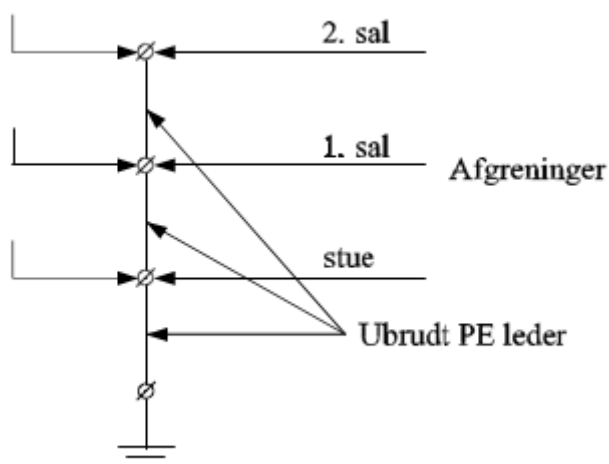
Beskyttelseslederes elektriske kontinuitet 543.3

Samlinger skal være tilgængelige for inspektion (dog ikke nedstøbte) 543.3.2.

Der skal ikke være dåser 526.2:

- Når beskyttelsesledere tilsluttes fremmede ledende dele, (husk aflastning).
- Når separat fremførte beskyttelsesledere samles eller afgrenes, (her dog min. 4 mm²).

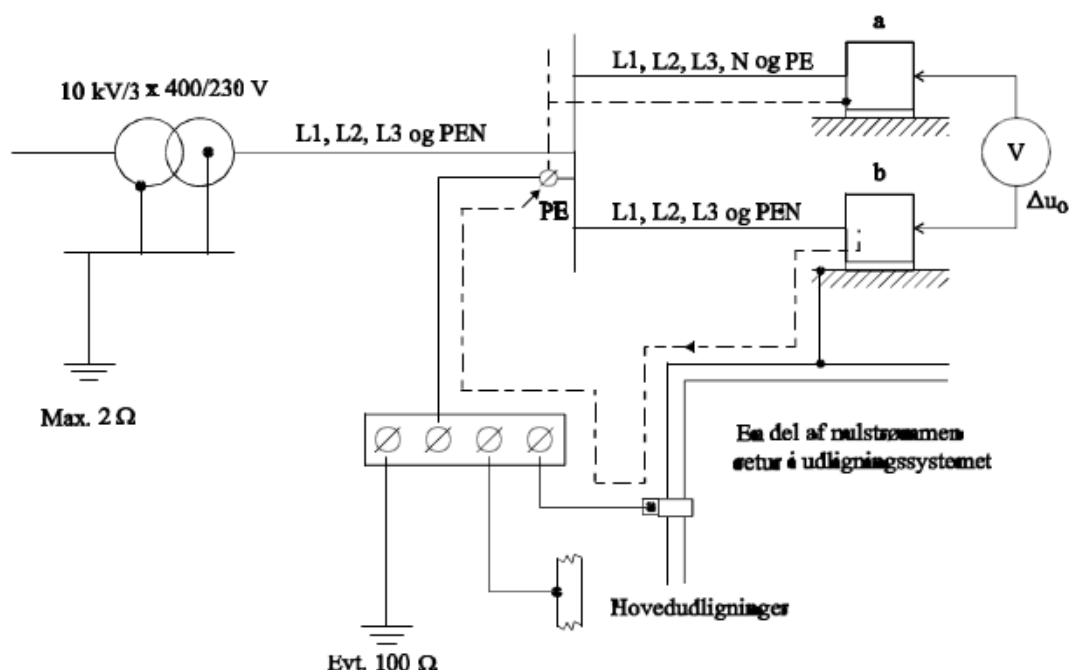
PE ledere i stigeledninger eller lignende skal gå ubrudt igennem etageadskillelserne. Kun afgreninger må være mulige at koble fra.



PEN-ledere 543.4

Normalt er min. tværsnittet for en PEN-le-der 10 mm² Cu eller 16 mm² Al

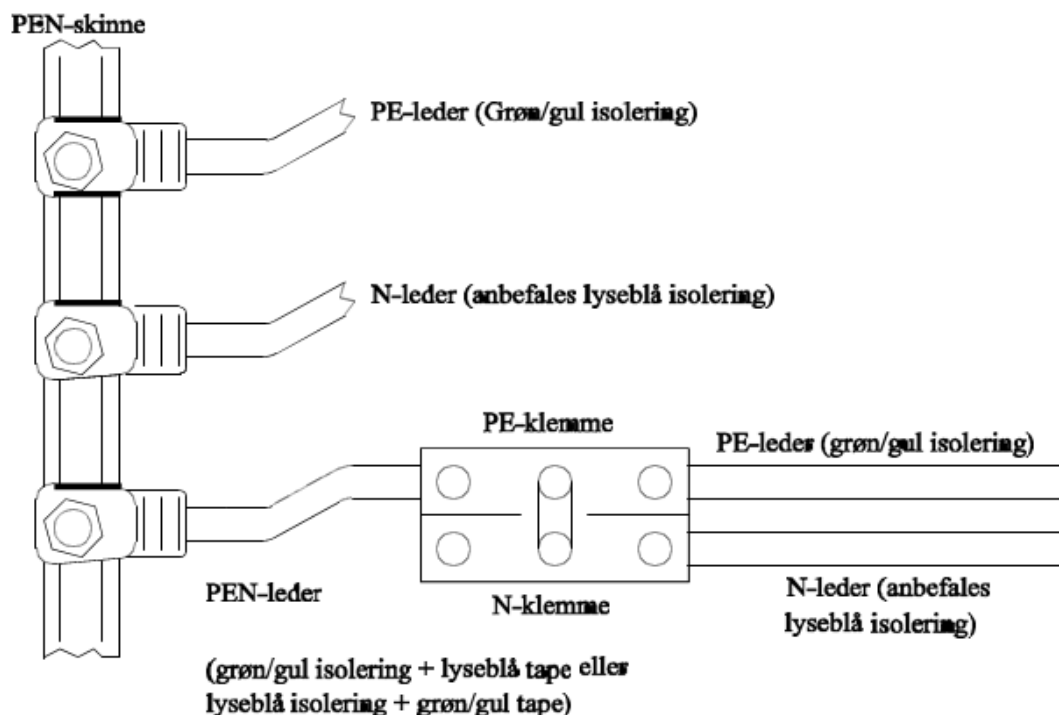
For at undgå vagabonderende nulstrømme (som vist i efterfølgende figur) anbefales det kraftigt, at PEN-lederen kun fremføres til første tavle i installationen, og i øvrigt at PEN-lederen er isoleret for den højeste spænding, den bliver udsat for.



Δu_0 er en for personer (men måske ikke for elektronik) ufarlig spændingsforskel mellem et PE-tilsluttet og et PEN-tilsluttet stel under normal driftstilstand.

Efter adskillelse af PEN til PE og N betragtes nullo som værende spændingsførende, og samling af disse to ledere efter adskillelsesstedet i installationen er ikke tilladt. En speciel apparat-undtagelse fra denne regel gælder for elektrodegryder med nulleder-tilsluttet stel.

Hver til- eller afgang PEN, PE og N skal have sin egen klemme, og disse skal anbringes i nærheden af de tilhørende strømkredses faseklemmer.



Ledere til udligningsforbindelser

Ledere til udligningsforbindelser er at betragte som beskyttelsesledere.

Hovedudligningsforbindelser skal have en ledningsevne, der mindst svarer til halvdelen af ledningsevnen i installationens største PE-leder (efter hovedtavlen) med følgende begrænsninger:

- Tværsnit mindst 6 mm² uanset ledemateriale (mekanisk krav).
- Tværsnit max. 25 mm² Cu eller 200 mm² Fe (elektrisk krav).

Grundlaget for dimensioneringen af hovedudligningsforbindelser af jern (Fe) er, at den specifikke modstand er ca. 8 gange større end den specifikke modstand for kobber (Cu).

Ikke blot ved udførelsen af jordingsanlæg 542.1.3 skal man træffe forholdsregler mod risikoen for elektrolytisk beskadigelse (korrosion) af andre metaldele; men også generelt er det gældende, at der skal træffes foranstaltninger til at imødegå gensidige skadelige påvirkninger mellem elektriske og ikke-elektriske installationer.

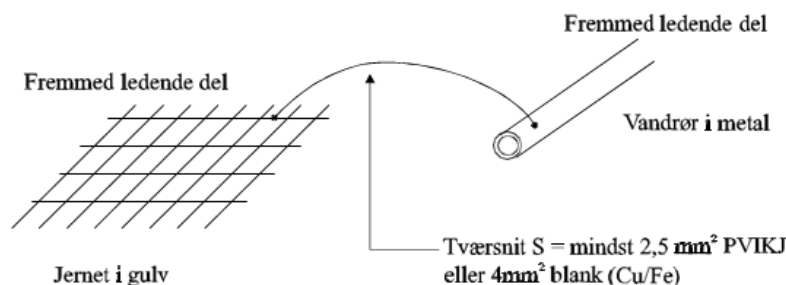
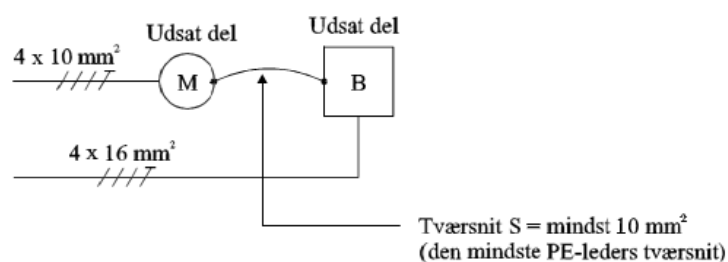
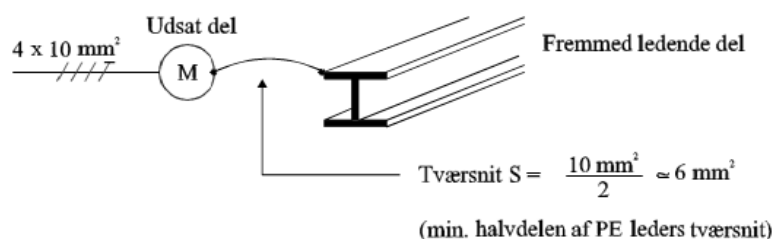
Det er derfor vigtigt, at man i forbindelse med udførelse af potentialudligning, hvad enten den kaldes hovedudligning eller supplerende udligning, er opmærksom på risikoen for galvaniske tæring på bl.a. bygningskonstruktioner og rørsystemer.

Indtil der fremkommer mere officielle retningslinier for udførelse af sådanne potential-udligninger, bør man tilstræbe at anvende følgende enkle tilslutningsregler:

Forbindelser der er besværlige at inspicere, og hvor der f.eks. kondenseres fugt:

- Jerntråd til jernrør (Fe).
 - o Koppertråd til kobberrør (Cu).
 - o Isoleret kobbertråd (kabel) med "fugtbeskyttet" elektrisk forbindelse til jernrør.
- Forbindelser, der er lette at inspicere f.eks. på hovedjordskinne, og som fortrinsvist er anbragt tørt, frembyder ikke umiddelbart nogen risiko for (ukontrolleret) galvanisk tæring.
- Forbindelserne kan evt. behandles "fugtfortrængende".
- Anvend aldrig blankt aluminium (Al) til udligningsforbindelser.

Supplerende udligningsforbindelser skal dimensioneres som anført i de efterfølgende figurer, og skal om nødvendigt overholde.

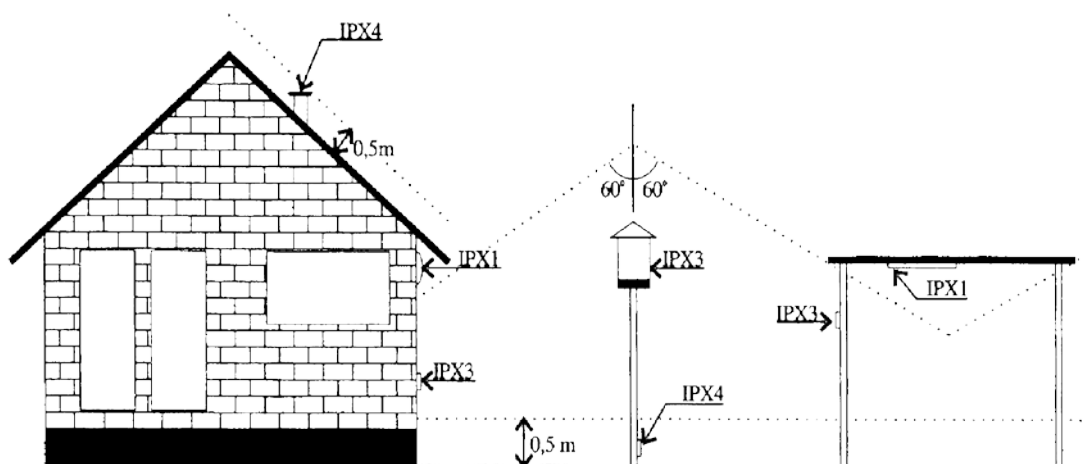


Kapslingsklasser

Område	Kapslingsklasse	Bemærkninger
I det fri	IPX3	Materiel, der kan rammes af regn, men som er anbragt mere end 0,5 m fra vandrette eller skrå overflader. Se fig. 802.
	IPX4	Materiel, der er anbragt i mindre afstand end 0,5 m fra vandrette eller skrå overflader, der kan rammes af regn. Se fig. 802.
	IPX1	Materiel, der er anbragt, så det er beskyttet mod regn.
Fugtige områder	IPX1	Materiel, der er anbragt, så det er beskyttet mod regn.
Våde områder	IPX4	I våde områder i slagterier og mejerier skal transportable brugsgenstande og de dertil hørende tilslutningssteder være omfattet af: - enten beskyttelse ved automatisk afbrydelse af forsyningen, idet der som beskyttelsesudstyr skal anvendes HFI- eller HPFI-afbryder, eller beskyttelse ved separat strømkreds.

GF2

Materiel, der udsættes for spuling (vand fra strålerør eller slange) skal mindst have kapslingsklasse IPX5. Materiel må ikke udsættes for højtryksspuling. Hvis der forekommer højtryksspuling, skal materiellet være beskyttet gennem sin anbringelse, afskærmning e.l.



Placering af måler og gruppetavler

Placering af gruppetavler

Efter bekendtgørelse 1082 §55 skal beskyttelsesudstyr (RCD'er, smelte- og automat-sikringer) anbringes i den selvstændige bolig, hvortil det hører.

Beskyttelsesudstyret må ikke placeres højere end 2,2 m, ved placering lavere end 1 m over gulv, skal beskyttelsesudstyret placeres i et aflåseligt skab.

En gruppetavle med ovennævnte materiel vil udover en placering i selve boligen også kunne anbringes i rum, som hører med til boligen, men som ikke er en del af selve boligarealet, forudsat at der fra boligen er nem adgang til rummet, uden at dette nødvendigvis sker direkte gennem en dør fra boligen.

Eksempler på dette er garager, udhuse, teknikrum, hobbyrum e.l. udenomsrum.

Det accepteres ikke, at man for at komme til gruppetavlen skal ud på fællesarealer (trapper, gange, stier o.l.).

For selvstændige boliger i flerfamiliehuse /-ejendomme vil en placering uden for selve boligen ikke være tilladt.

I institutioner med boliger for ikke-selvhjulpne personer, kan beskyttelsesudstyret anbringes uden for boligen, forudsat at institutionen er døgnbemandet.

Selvstændige boliger

Hvis der er tale om selvstændige boliger i flerfamiliehuse eller -ejendomme vil det således ikke være tilladt at anbringe gruppeafbrydere og RCD'er i fx loftsrums, kælderrum eller andre udenomsrum, hvortil der ikke er direkte adgang fra selve boligen, selv om disse rum medregnes til boligarealet.

Tilgængelighed

Hvis strømmen forsvinder på grund af en sikringsoverbrænding, eller fordi RCD'en har koblet ud, er det rart, at gruppetavlen er anbragt, så den er let at komme til.

I nyere installationer, hvor der ikke er afbrydere i installationen foran brugsgenstande, og hvor den eneste afbrydningsmulighed måske er gruppeafbryderen, kan der opstå farlige situationer, hvis man ikke umiddelbart kan komme til afbryderen.

Placering i skab

Bekendtgørelse 1082 angiver ikke om en tavle må placeres i et skab eller ej.

I § 29 er der krav om 1 m fri plads foran tavlen hvis den er over 1 m høj eller 1 m bred. Når tavlen er mindre, er kravene ikke så veldefinerede. Derfor kommer elinstallatøren ofte i klemme, når arkitekten eller rådgiveren har foreskrevet, at gruppetavlen skal placeres i skabe eller teknikrum.

Bygges tavlen ind i skabe, som tjener andre formål, skal man være ekstra opmærksom på kravet om tilgængelighed.

Nu skal teknikskabet jo indeholde mange andre installationer, og der kan derfor hurtigt blive kamp om pladsen specielt, hvis gruppetavlen indeholder lysstyringer, som fylder rent fysisk.

Hvis man vil anbringe gruppetavlen i teknikskabe eller i andre skabe, skal man huske,

at tavlerne skal være let tilgængelige for både betjening, eftersyn og vedligeholdelse. Det kan betyde, at det vil være nødvendigt at rykke tavlerne frem i skabet, men de må ikke anbringes sådan, at det er nødvendigt at løsne tavlen for at komme til udskifte andre installationer, fx varme eller vand, bagved gruppetavlen.

Hvis man efter at have installeret tavlen ikke tør skifte f.eks. RCD'en med spænding på pga. pladsen (eller rettere manglen på samme), så er tavlen nok ikke let tilgængelig.

I de viste eksempler, figur 102 og figur 103, er tavlerne blevet kasseret, fordi den tilsynsførende enten ikke kunne komme til tavlen, eller fordi kappen på gruppetavlen ganske enkelt ikke kunne afmonteres.



Figur 17, ulovligt installeret tavle.



Figur 18, ulovligt installeret tavle.

I andre tilfælde er tavlen gemt af vejen på bagvægge i skabe, så der er mulighed for at opbevare støvsugere og rengøringsmidler foran tavlen.

I særlig grelle tilfælde er der foretaget udskæringer i skabselementerne, der efterfølgende er bygget rundt om tavlen.

Hvis tavlen placeres i et garderobeskab eller et skab, som bruges til oplagring, er tavlen ikke let tilgængelig, fordi det vil være nødvendigt at flytte tøj, og hvad man ellers har i skabet, inden man kan komme til tavlen.

En sådan placering kan især være kritisk i en situation, hvor man hurtigt skal kunne afbryde strømmen.

Hvis tavlen anbringes i et "kosteskab" uden hylder, skal man være opmærksom på skabets bredde i forhold til indbygningsdybden. F.eks. anses en tavle ikke for let tilgængelig, hvis den er anbragt på bagvæggen af et 0,60 m bredt skab med en indbygningsdybde på 0,55 m. De viste billeder, figur 104 og figur 105, er eksempler på tavler, der er blevet kasseret i forbindelse med eftersyn.



Figur 19, ulovligt installeret tavle.



Figur 20, ulovligt installeret tavle.

Under alle omstændigheder er tavlen ikke at betragte som tilgængelig. Siden 1975 har det været et krav, at gruppetavlen skal anbringes i boligen, og det burde ikke være et problem at få gruppetavlen placeret lovligt i nye huse.

Som udgangspunkt skal gruppetavlen (alt materiel) i henhold til pkt. 513 være tilgængelig for betjening, inspektion og vedligeholdelse.

Det er altså ikke tilstrækkeligt, at brugeren kan komme til sikringer og fejlstrømsafbrydere, det skal også være muligt for elinstallatøren senere at arbejde på tavlen eventuelt under spænding, L-AUS, uden at han skal afmontere kapper på vandvarmere eller andre tekniske installationer.

Ansaret for tavlens placering

Ved tilsyn af elektriske installationer er det elinstallatøren, der stilles til ansvar for placeringen af gruppetavlen. Den tilsynsførende, der kontrollerer den elektriske installation vurderer ikke, hvem der eventuelt kom først med sin installation.

Gamle gruppetavler

Tidligere var der ingen regler om gruppetavlens placering, men gruppetavler blev som regel anbragt med fornuft.

I 1967 kom der krav om en hensigtsmæssig placering af gruppetavler til boliger. I det dagældende stærkstrømsreglement stod der ganske vist ingenting om gruppetavler i parcelhuse, men i beboelsesejendomme med adskilte lejligheder i to eller flere etager, skulle hver enkelt gruppeafbryder med eventuelle sikringer anbringes i eller umiddelbart ved den lejlighed, hvortil den hørte, og højst forskudt én etage i forhold til denne.

En lovligt anbragt ældre gruppetavle behøver ikke nødvendigvis at blive flyttet, og den må også udvides med en eller flere gruppeafbrydere eller RCD'er, uden at der sker noget ved det.

Skulle man ønske den gamle gruppetavle udskiftet med en moderne, er det også i orden.

Den nye tavle må gerne erstatte den gamle, men den skal forblive placeret på eksakt samme sted.

Ombygning og nyindretning

Hvis det i forbindelse med ombygninger af ejendomme er nødvendigt at flytte gruppetavlen, skal den flyttes ind i den bolig, den tilhører.

Også ved nyindretning af boliger i ejendomme, som har været brugt til andet formål, skal gruppetavlerne flyttes ind i boligerne.

Det samme gælder, hvor der sker opdeling af et større parcelhus i flere lejligheder eller, hvor der indrettes ældreboliger i eksisterende plejehjemsværelser.

Flytning af tavle

Det siger sig selv, at en splinterny gruppetavle skal opfylde tavlestandarderne.

En eksisterende gruppetavle, som flyttes, betragtes imidlertid også som en ny tavle, og skal derfor også opfylde de nugældende tavlestandarder.

Hvis det ikke er tilfældet, må tavlen ikke genanvendes, men skal erstattes af en ny tavle.

Særlige krav til lægmandstavler, DS/EN 61439-3

Anvendelsesområde

Denne del af IEC 61439 fastlægger specifikke krav til fordelingstavler beregnet til at blive betjent af lægmand (DBO-tavler).

Bestemmelserne gælder for tavler i boliger, butikker, kontorer, skoler og institutioner, hvor der normalt ikke kan forventes at være en instrueret eller sagkyndig person til at betjene tavlerne.

Der er tale om tavler til vekselspænding, hvor den nominelle spænding i forhold til jord ikke overstiger 300 V.

De afgående strømkredse indeholder kortslutningsbeskyttelsesudstyr, som hver har en mærkestrøm, der ikke overstiger 125 A.

Den totale indgangsstrøm må ikke overstige 250 A.

Oplysninger om tavlen

Der skal være en mærkeplade med fabrikantens navn eller varemærke, typebetegnelse eller identifikationsnummer, EN 61439-3, kapslingsklasse (hvis den er højere end IP2XC) og mærkestrøm.

Mærkning kan udføres bag en låge eller aftagelig afdækning. Den skal være synlig og læselig når tavlen er installeret og i drift.

Mærkningen, der angiver, at tavlen er fejlbeskyttet ved totalisolation, skal dog være synlig udefra.

Klemmer for ydre ledere

Man skal regne med, at antallet af klemmer for afgående nulledere skal svare til antallet af afgående nulledere. Disse klemmer skal være anbragt eller mærket i samme rækkefølge som deres respektive faselederklemmer.

I Danmark accepteres det dog, at en nullemme i en gruppeafbryder og automatsikring forbindes med mere end én afgående nulleleder. Det er en forudsætning, at der anvendes en gruppeafbryder eller automatsikring, som afbryder alle spændingsførende ledere, herunder nullelederen, samtidigt.

Der skal også være klemmer for beskyttelseslederne i de indgående og afgående strømkredse, og de skal være anbragt eller mærket på samme måde. Desuden skal der være klemmer for enhver potentialudligningsleder, der måtte være krævet, fx en eventuel supplerende udligningsforbindelse.

Klemmerne skal anbringes som beskrevet nedenfor.

Placering af klemmer

Klemmer for nulleledere, PE- og PEN-ledere skal anbringes i nærheden af klemmerne for de tilhørende faseledere, gerne i samme tavlefelt og helst inden for samme gruppering af tilhørende materiel.

Er der tvivl om tilhørsforholdet, skal der foretages en mærkning.

Som minimum accepteres beskyttelseslederes tilslutning til en PE-skinne i et kabelfelt, når tilslutningen sker ud for de tilhørende spændingsførende klemmer i et nabofelt. Klemmerne skal anbringes, så der ikke behøver at blive fjernet mere end højst nødvendigt af kabelkappen.

Der skal være en klemme for hver udgående PE-leder. Klemmerne skal være fastgjorte eller fikserede.

Det skal klemmer for spændingsførende ledere også være, sådan at nødvendige luftafstande og krybestrækninger altid er til stede.

Grundbeskyttelse

Når tavlen er driftsklar og tilsluttet forsyningen, skal kapslingen omgive alle spændingsførende dele, udsatte dele og dele hørende til en beskyttelseskreds på en sådan måde, at de ikke kan berøres.

Beskyttelse ved spæringer er ikke tilladt.

Alle tilgængelige overflader skal mindst have kapslingsklasse IP2XC.

Hvis totaliserede tavler efter opsætning ikke er tilgængelige fra bagsiden, er det dog nok, at bagsiden ikke har større åbninger end IP2X (12,5 mm).

I Danmark accepteres det også, at tavler i klasse I-udførelse, der er fast installeret på gulv eller væg, kan være åbne mod opstillings- eller fastgørelsesfladen.

Fejlbeskyttelse

Hvis der anvendes totalisation til beskyttelse mod indirekte berøring, behøver kapslingen ikke at være i klasse IP3XD, men kan være IP2XC - dog kun IP2X mod bagsiden, hvis den ikke er tilgængelig efter opsætning af tavlen.

Når tavlen er driftsklar og tilsluttet forsyningen, skal kapslingen omgive alle spændingsførende dele, udsatte dele og dele hørende til en beskyttelseskreds på en sådan måde, at de ikke kan berøres.

Valg af koblingsudstyr og komponenter

Sikringer for afgående strømkredse skal opfylde de generelle krav i IEC 60269-3. Dvs. at knivsikringer ikke er tilladt.

Prøver for tavler efter DS/EN 61439-3

Tavlerne skal kunne bestå en række type- og rutineprøver, som beskrevet i DS/EN

GF2

60439-1, kap. 10, dog med visse ændringer, se DS/EN 61439-3, kap. 10.

Bemærk, at der stilles særlige krav til slagstyrke, modstandsdygtighed mod rust og isolermaterialers varmesikkerhed samt med hensyn til isolermaterialers modstandsdygtighed over for unormal varme og ild, der skyldes interne elektriske påvirkninger.

Ved rutineprøver kræves der fx ikke spændingsprøve for tavler, der kun indeholder skinner og/eller præfabrikerede ledere for hovedkredse, ej heller for enkle konstruktioner, hvor en inspektion er tilstrækkelig.