

Indledning

Metersystemet er et enhedssystem, baseret på enhederne meter og kilogram. Metersystemet blev indført i Danmark ved lov fra 1907 og med en overgangsordning gældende 1910-16. Systemet blev senere videreudviklet til SI-systemet. SI-systemet har sin rod i metersystemet, oprindeligt baseret på enhederne meter og kilogram.

Grundlaget for SI er de syv basisenheder for hhv. længde (meter), masse (kilogram), tid (sekund), elektrisk strøm (ampere), termodynamisk (eller absolut) temperatur (kelvin), lysintensitet (candela) og stofmængde (mol).

Danmark har vedtaget SI-systemet ved Lov om mål og vægt nr. 246 af 12. maj 1976 og Handelsministeriets bekendtgørelse nr. 320 af 21. maj 1977, hvilket indebærer at SI-systemets størrelser og enheder skal anvendes i myndighedspublikationer, standarder, normer, undervisningsmateriale, varedeklarerationer m.v.

EF har med direktiv af 27. juli 1976 overfor medlemslandene fastsat indførelse af SI-systemet i medlemslandene til 21. april 1978.

SI-systemet (SI = Systeme International d'Unites) er opbygget på en sådan måde, at enheder der er dannet af grundenheder, kan dannes af disse uden omregningsfaktorer.

En anden fordel ved SI-systemet er, at det er tværfagligt, så alle områder inden for landbrug, industri og videnskab for fremtiden vil benytte samme måleenheder - hvilket i høj grad letter beregninger og målinger.

Brugen af SI-enheder kan allerede mærkes nu, f.eks. angives en bils ydeevne ikke længere i hk men derimod i kW.



Præfikser, decimaler

Eksempel på anvendelse af præfikser

Bemærk: Der må altid kun benyttes et præfiks foran en enhed.

Præfiks	Symbol	Multiplikationsfaktor	Tal	Benævnelse
		10^{18}	1 000 000 000 000 000 000	Trillion
		10^{15}	1 000 000 000 000 000	Billiard
Tera	T	10^{12}	1 000 000 000 000	Billion
Giga	G	10^9	1 000 000 000	Milliard
Mega	M	10^6	1 000 000	Million
Kilo	k	10^3	1 000	Tusind
Hekto	h	10^2	100	Hundrede
Deka	da	10^1	10	Ti
		10^0	1	Én
Deci	d	10^{-1}	0,1	Tiendel
Centi	c	10^{-2}	0,01	Hundrededel
Mill	m	10^{-3}	0,001	Tusindedel
Mikro	μ	10^{-6}	0,000 001	Milliontedel
Nano	n	10^{-9}	0,000 000 001	Milliartedel
Pico	p	10^{-12}	0,000 000 000 001	Billiontedel
Femto	f	10^{-15}	0,000 000 000 000 001	Billiartedel
Atto	a	10^{-18}	0,000 000 000 000 000 001	Trilliontedel

Eksempel:

For 1000.000 [W] må der skrives 1000 [kW] eller 1 [MW], men aldrig [kkW].

Præfikset udgør sammen med den enhed den står foran, en ny enhed. Ved anvendelse af eksponenter i potens (f.eks. m^2) gælder potenseksponenter også for præfikset.

Eksempel:

For 1000 m^3 må der ikke skrives $[km^3]$, da $[km^3]$ betyder kubikkilometer, hvilket er:

$$1000\ 000\ 000\ [m^3] = 10^9\ [m^3].$$

SI-basisstørrelser og basisenheder

Basisstørrelse	Basisenhed	Betegnelse
Længde	Meter	m
Masse	Kilogram	kg
Tid	Sekunder	s
Elektrisk strøm	Ampere	A
Temperatur	Kelvin	K
Lysstyrke	Candela	cd
Molekylvægt	Mol	mol

Bemærk:

Den korrekte betegnelse er enheder, ikke dimension.

SI-basisstørrelsen »Længde«

Basisenheden er [m].

Basisstørrelsen »Længde« med de afledte størrelser »flade« og »volumen«.

Følgende enheder kan anvendes som hidtil: millimeter [mm], centimeter [cm], decimeter [dm], kilometer [km] m.fl.

SI-basisstørrelsen »masse«

Basisenheden er kilogram [kg].

Følgende enheder kan anvendes som hidtil: [mg], [g], [ton].

SI-basisstørrelsen »tid«

Basisenheden er sekund [s].

Følgende enheder kan anvendes som hidtil: Minut [min], time [h], dag [d]. År [a] kan også i nogle tilfælde benyttes.

SI-basisstørrelsen »elektrisk strømstyrke«

Basisenhed er ampere [A], hvilket ingen ændringer giver i forhold til tidligere enheder.

SI-basisstørrelsen »lysstyrke«

Basisenheden er candela [cd].

SI-basisstørrelsen »molekylvægt«

Basisenheden er Mol [mol].

SI-basisstørrelsen »temperatur«

Basisenhed er Kelvin [K] (ikke [°K] »grad-kelvin«). Temperaturer af celsius skalaen er stadig tilladt: [°C] (grader celsius). I formler og for temperaturdifferencer skal enheden Kelvin bruges.

For at undgå forvekslinger i formler kan følgende betegnelser bruges:

T for Kelvin

t for °celsius.

Kelvin refererer til det absolutte nulpunkt, 0 [K] (-273 [°C]). Celsius refererer til vands frysepunkt, 0 [°C] (273 [K]).

Eksempler:

Temperaturangivelser:

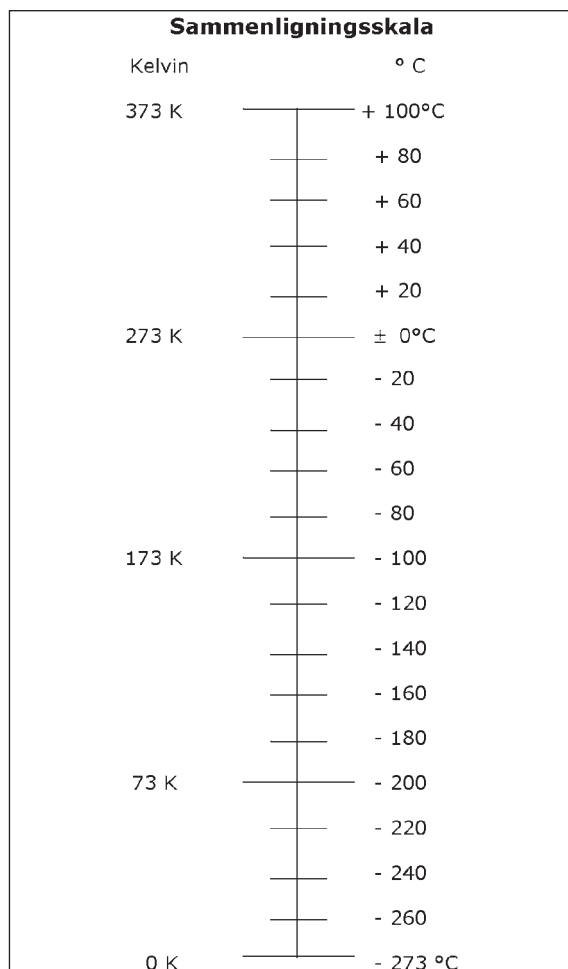
T = 293 [K] eller t = 20 [°C].

Temperaturdifferensen:

$\Delta T = 50$ [K].

Toleranceangivelse:

$(20 \pm 0,5)$ [°C] eller $(293 \pm 0,5)$ [K].





Oversigt over de vigtigste enheder

Størrelse	Symbol	Enheder		Omregning
		SI	Tekniske	
Længde	l, b, h	m	m	
Areal	A	m ²	m ²	
Volumen	V	m ³	m ³	
Tid	t	s	s, min, h	1 h = 60 min = 3600 s
Hastighed	v	m/s	m/s	
Acceleration	g	m/s ²	m/s ²	
Masse	m	kg	kg	
Massefylde	e	kg/m ³		
Rumvægt	y		kg/m ³	e = y
Volumenstrøm	L	m ³ /s	m ³ /h	1 m ³ /s = 3600 m ³ /h
Massestrøm	G	kg/s	kg/h	1 kg/s = 3600 kg/h
Kraft	F	kgm/s ² = N	kp	1 kp = 9,807 N (newton)
Tryk	P	N/m ²	kp/m ² = mmVS	1 mmVS = 9,807 N/m ² (pascal)
		bar	kp/cm ²	1 bar = 10 ⁵ N/m ² 750 mmHG
				1 bar = 1,0197 kp/cm ²
Kinematisk viskositet	v	m ² /s	m ² /s	
Dynamisk viskositet		N x s/m ²	kp x s/m ²	1 kp x s/m ² = 9,81 N x s/m ²
Arbejde, energi	W	J = Nm	kpm	1 kpm = 9,907 J (joule)
Varmemængde	Q	J = Ws	kcal	1 kcal = 4187 J
Effekt	P, N	W = J/s	kpm/s	1 kpm/s = 9,807 W (watt)
Varmestrøm	T, t	°C, K	°C	1 K (kelvin) = °C + 273,15
Varmedledningsevne		W/m x °C	kcal/m x h x °C	1 kcal/m x h °C = 1,163 W/m x °C
Varmeoverføringskoefficient	a	W/m ² x °C	kcal/m ² x h x °C	1 kcal/m ² x h °C = 1,163 W/m ² x °C
Varmetransmissionstal	k	W/m ² x °C	kcal/m ² x h x °C	1 kcal/m ² x h °C = 1,163 W/m ² x °C
Varmefylde	cp	J/kg x °C	kcal/kg x °C	1 kcal/kg x °C = 4187 J/kg x °C
Specifik enthalpi	i, h	J/kg	kcal/kg	1 kcal/kg = 4187 J/kg
Strålingstal	C	W/m ² x K	kcal/m ² x h x K	1 kcal/m ² x h x K = 1,163 W/m ² x K

Tryk

Fra	Til	[bar]	[mbar] hPa	[mVS]	[mmVS]	[Pa]	[kPa]
1 [bar]		1	1000	10	10.000	100.000	100
1 [mbar] hPa		0,001	1	0,01	10	100	0,1
1 [mVS]		0,1	100	1	1000	10.000	10
1 [mmVS]		0,0001	0,1	0,001	1	10	0,01
1 [Pa]		0,00001	0,01	0,0001	0,1	1	0,001
1 [kPa]		0,01	10	0,1	100	1000	1

Arbejde, energi, varmemængde

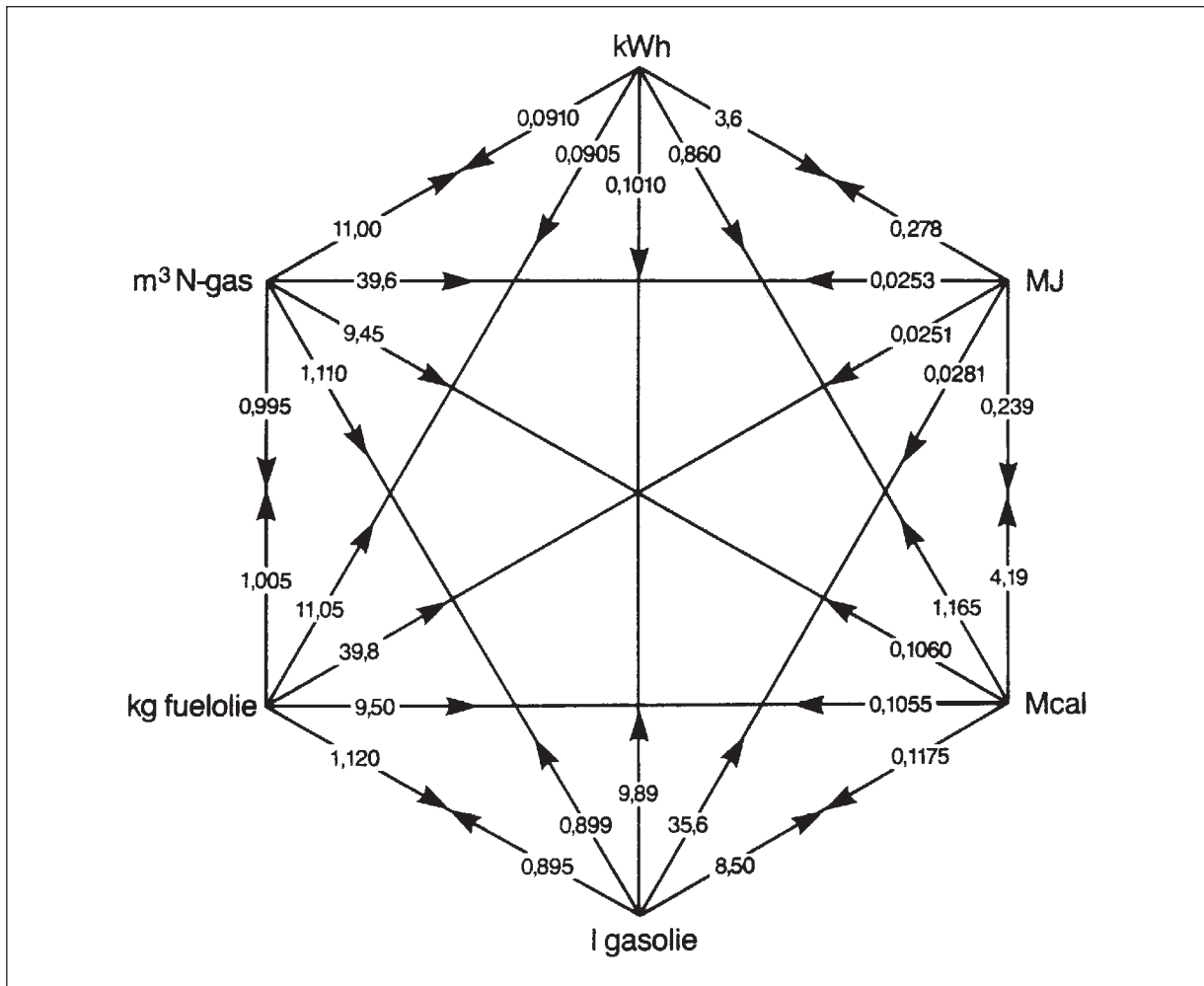
Fra	Til	[kcal]	[J] = [Ws]	[kJ]	[MJ]	[kWh]
1 [kcal]		1	4200	4,2	0,0042	0,0012
1 [J] = 1 [Ws]		0,00024	1	0,001	0,000001	0,00000028
1 [kJ]		0,24	1000	1	0,001	0,00028
1 [MJ]		240	1.000.000	1000	1	0,28
1 [kWh]		860	3.600.000	3600	3,6	1

Effekt, varmestrøm

Fra	Til	$\left[\frac{\text{kcal}}{\text{min}}\right]$	$\left[\frac{\text{kcal}}{\text{h}}\right]$	$[W] = \left[\frac{J}{s}\right]$	[kW]	$\left[\frac{MJ}{h}\right]$
1 $\left[\frac{\text{kcal}}{\text{min}}\right]$		1	60	70	0,07	0,25
1 $\left[\frac{\text{kcal}}{\text{h}}\right]$		0,0017	1	1,2	0,0012	0,0042
1 $[W] = \left[\frac{J}{s}\right]$		0,0143	0,860	1	0,001	0,0036
[kW]		14,33	860	1000	1	3,6
1 $\left[\frac{MJ}{h}\right]$		4	239	277,8	0,278	1



Omsætning mellem energienheder



Ved omsætning fra en energienhed til en anden skal du multiplicere med det tal, du møder først ved bevægelsen fra den ene energienhed til den anden.

Størrelser opkaldt efter videnskabsmænd

Ampere

Andre Ampere (1775-1836) fransk fysiker og matematiker.

Celsius

A. Celsius (1701-1744) svensk astronom.

Joule

James Joule (1818-1889) engelsk fysiker.

Kelvin

Lord Kelvin (1824-1907) engelsk fysiker.

Newton

Sir Isaac Newton (1643-1727) engelsk fysiker.

Ohm

Georg Simon Ohm (1787-1854) tysk fysiker.

Volt

Allesandro Volta (1745-1827) italiensk fysiker.

Watt

James Watt (1736-1819) skotsk opfinder.

Pascal

Blaise Pascal (1623-1662) fransk teolog og matematiker.

El-fremstilling AC – DC

Stoffernes opbygning

Alt stof er opbygget af grundstoffer, som kun indeholder et slags atom.

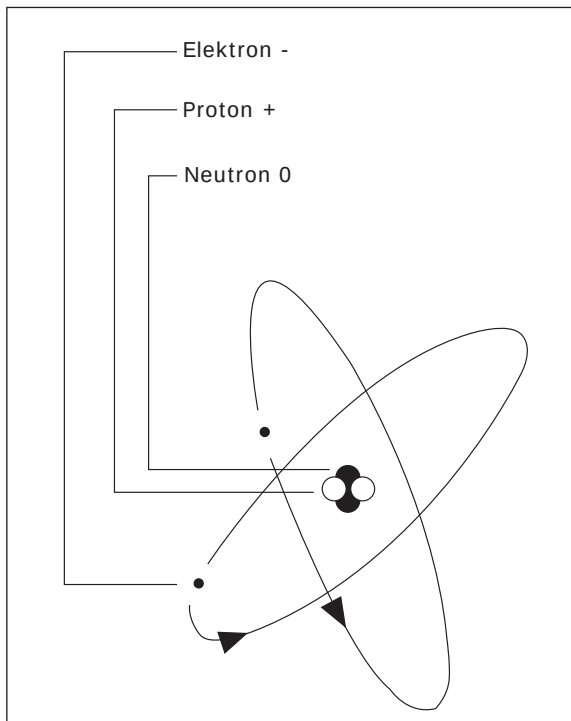
Der findes over 100 grundstoffer, som er opstillet i et system der kaldes »det periodiske system«. Stoffernes tilstandsform kan være luftformige, flydende eller faste.

Stoffets tilstandsform er dog ikke permanent, da de kan ændres ved påvirkninger som varme, kulde, lys, magnetisme og andre former for påvirkning.

Atomets opbygning

Atomets er grundstoffets mindste bestanddel og består af en kerne med en eller flere elektroner, der bevæger sig i en bestemt bane omkring kernen, som består af protoner og neutroner.

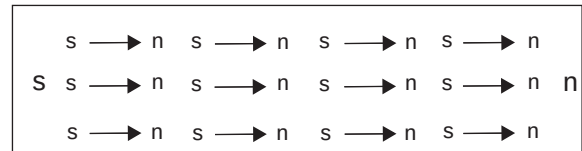
En atomkerne består af et antal protoner og neutroner. Det er antallet af disse der bestemmer grundstoffets art.



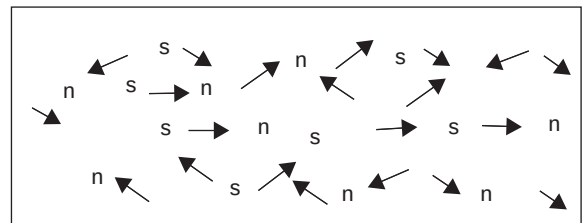
Et atom er ikke-elektrisk udadtil, fordi kernens positive og elektronernes negative ladning er lige store, men når atomets ligevægt forstyrres ved at tilføre eller fjerne elektroner opstår der en spænding - også kaldet en spændingsforskel.

Magnetisme

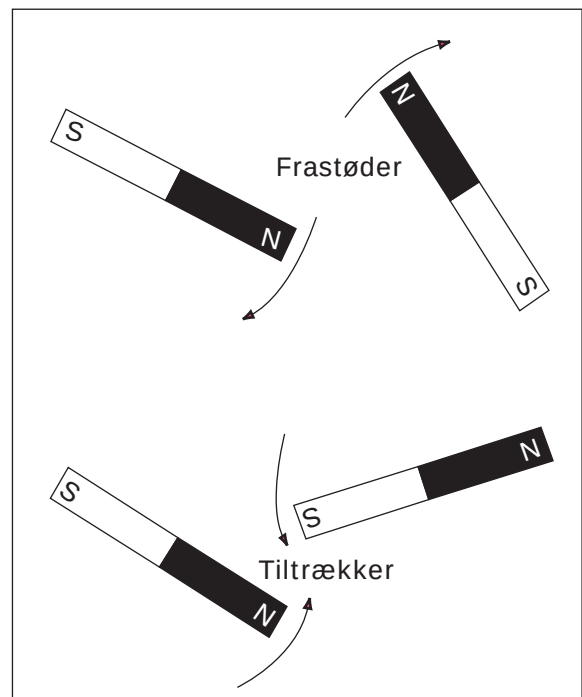
Magnetisme er en naturkraft der findes i nogle materialer og defineres som en syd- og en nordpol.



Magnetiske materialer har mere eller mindre ensrettede magnetiske molekyler.



Magnetiserbare materialer - som f.eks. jern, nikkel og kobolt - er umagnetiske, fordi de enkelte molekyler ved deres indbyrdes stilling ophæver hinanden.



Har man to magneter vil man hurtigt finde ud af at:

- Ensartede poler frastøder hinanden og forskellige poler tiltrækker hinanden.



El-fremstilling

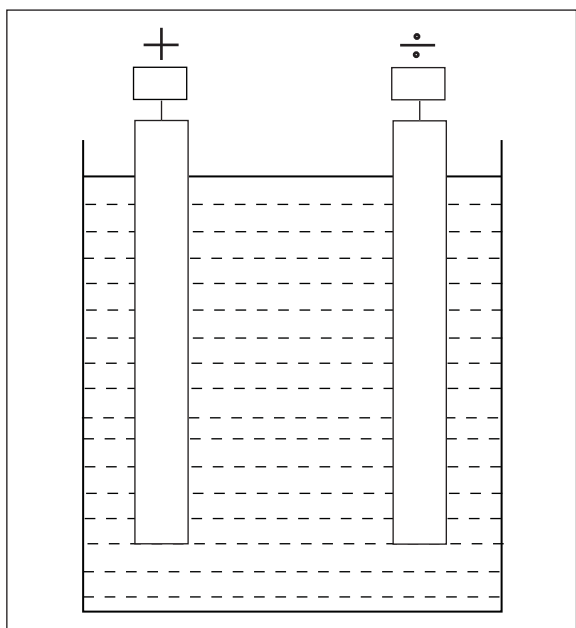
Frembringelse af elektricitet kan gøres på mange forskellige måder:

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

Jævnspænding

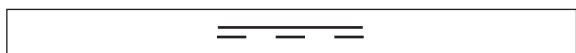
Ved at nedsænke en kobberplade og en zinkplade i fortyndet svovlsyre, kan der mellem de to plader måles en spændingsforskel.

Kobberpladen bliver positiv og zinkpladen bliver negativ. Det vi herved har fremstillet er et galvanisk element.



Det var italieneren Volta der i år 1800 konstruerede det første galvaniske element - og det er efter ham måleenheden for spænding er opkaldt.

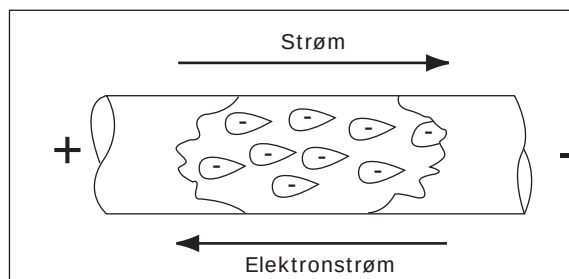
For at angive, at en spænding eller en strøm er jævn, anvendes forkortelsen DC (direct current).



Symbol for DC

Spændingen over et batteris poler vil hele tiden virke i samme retning og forsøge at drive elektronstrømmen fra batteriets ene pol til den anden pol.

Det vi i daglig tale kalder elektrisk strøm er i virkeligheden en bevægelse af negative elektroner, som strømmer fra minus til plus. Men man har vedtaget at sige, at strømmen går fra plus til minus.



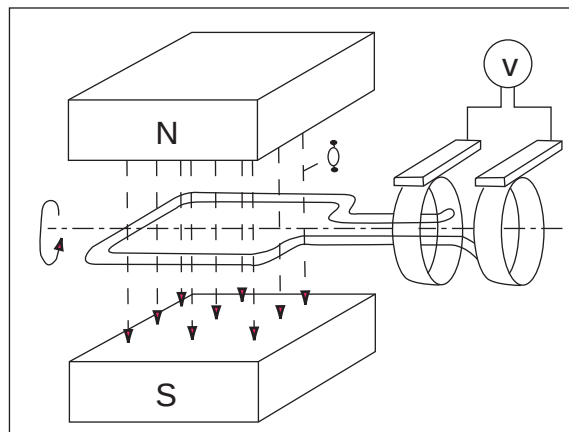
Elektronstrømmen er altså modsat rettet det, vi normalt opfatter som den elektriske strøm.

Vekselspænding

Spændingen fra en generator eller et elektricitetsværk skifter hele tiden mellem plus og minus og da spændingen hele tiden skifter polaritet kaldes det en vekselspænding.

Vekselstrøm er en elektrisk strøm, som med små konstante tidsmellemlum skifter retning, hvilket betyder at + og - skifter plads

Det er den magnetiske kraft, der bruges til el-fremstilling. Ved at dreje en magnet rundt med en stor hastighed og ved siden af anbringe en spole, hvori magnetfeltet forplanter sig.



På denne måde fremkaldes en spændingsforskel i ledningens ender.

Når man drejer magneten rundt, vil den påvirke spolen skiftevis med en sydpol og derefter en nordpol.

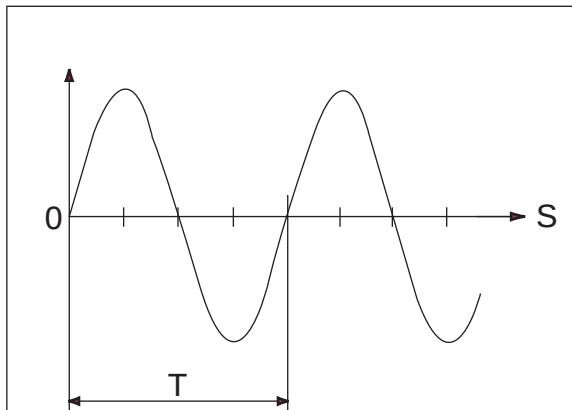
Den vil på denne måde »trække og skubbe« elektronerne gennem ledningen.

- Dette princip kender vi fra cykeldynamoen.

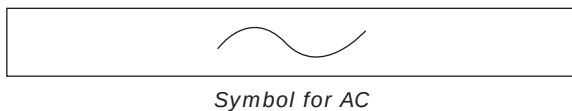
Den såkaldte sinusformede vekselspænding er den almindeligst forekommende. Den har et udseende som skitsen på næste side.

Spændingen starter i 0 - stiger til en positiv værdi - falder mod nul - bliver negativ - og stiger mod nul. Spændingen har nu gennemløbet en periode.

Gennemsløbstiden for en periode med frekvensen 50 Hertz (skrives Hz) er 20 millisekunder ($20/1000$ sekunder), at frekvensen er 50 Hz vil sige at der gennemløbes 50 perioder pr. sekund. 50 Hz er den frekvens der anvendes de fleste steder, bl.a. her i Danmark.

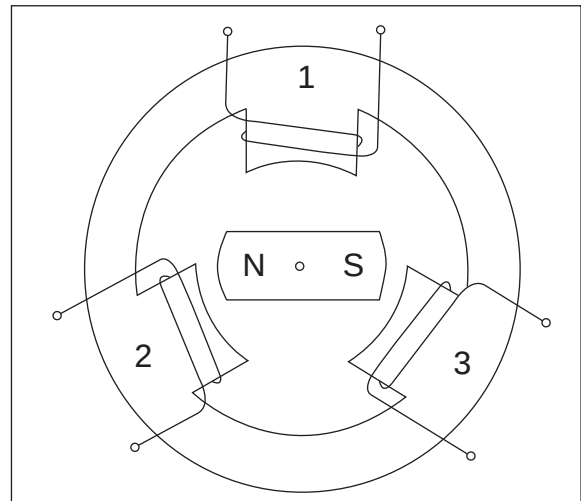


For at angive at en spænding, eller en strøm, hele tiden skifter retning, anvendes forkortelsen AC (Alternati Current - skiftende strøm).



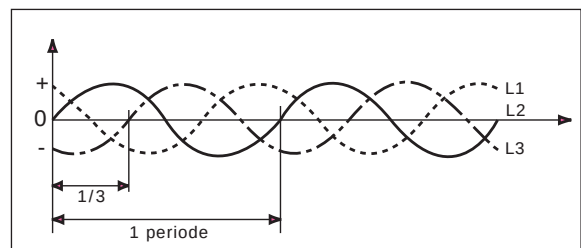
Den trefasede vekselstrømsgenerator kan i princippet være opbygget som vist i nedenstående figur. Her frembringes den elektriske energi ved magnetisk induktion.

Det trefasede vekselspændingssystem har et »udseende«, som vist på skitsen herunder.



Ankeret (den roterende del) er et magnet-system (på tegningen symboliseret som en magnet).

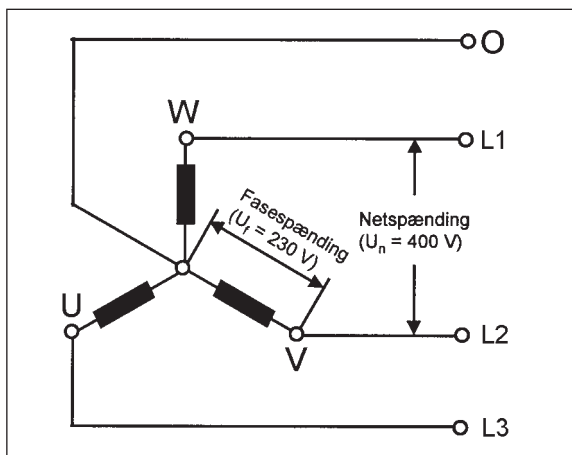
Statoren består af tre spoler, der symbolisere de tre faser. Spolerne er forskudt 120° i forhold til hinanden.



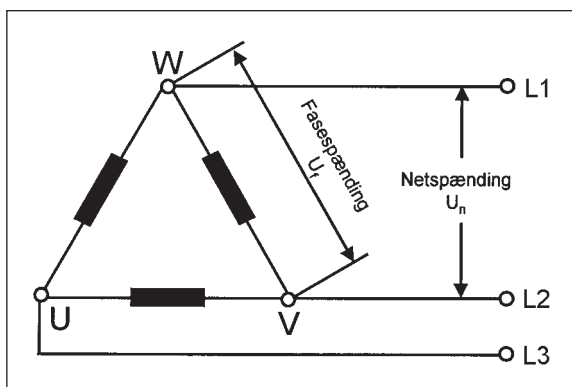
Vi kan her se at faserne er forskudt $1/3$ periode efter hinanden, hvilket betyder at spændingen mellem to faser bliver 400 V.



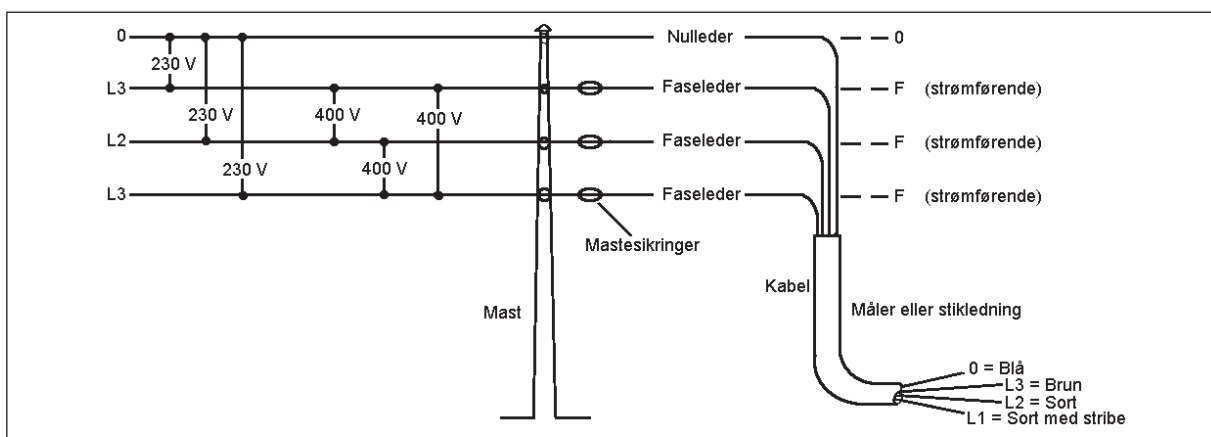
Generatorens spoler kan forbindes i stjerne, som vist på nedenstående figur.



eller forbindes i trekant som herunder.



Vores almindelige elektriske forsyningsanlæg er et tre-faset vekselstrømsnet.



Det består af fire ledninger, hvoraf den ene er en nul-leder og de øvrige er faser, som benævnes L1, L2 og L3.

Spændingen mellem hver fase og nul er 230V, mens spændingen mellem to af faserne er 400V.

Elektriske og magnetiske SI-enheder

Størrelser	Strømsymbol	SI-enhed	SI-symbol	Kan tillades
Elektrisk strøm	I, i	ampere	A	
Elektrisk spænding	V	volt	V	
Elektromotorisk kraft	E			
Potentialforskel	U			
Elektrisk modstand	R	ohm	W	
Elektrisk arbejde	W, A	joule	J	
Arbejde (mekanisk)	A, W	joule	J	
Energi	E, W			kWh
Effekt mekanisk	P	watt	W	
Effekt	P	watt	W	



Symboler, forkortelser og værdier

Spænding, strøm, modstand, effekt og arbejde

Størrelser	Måleenhed	Fork.	Værdi
Elektrisk spænding	Megavolt	MV	1.000.000 = 10^6
	Kilovolt	kV	1.000 = 10^3
	Volt	V	
	Millivolt	mV	1 : 1.000 = 10^{-3}
	Microvolt	μV	1 : 1.000.000 = 10^{-6}
Elektrisk strøm	Ampere	A	1
	Milliampere	mA	1 : 1.000 = 10^{-3}
	Microampere	μA	1 : 1.000.000 = 10^{-6}
Elektrisk modstand	Megaohm	Mohm	1.000.000 = 10^6
	Kiloohm	kohm	1.000 = 10^3
	Ohm	ohm	1
	Milliohm	mohm	1 : 1.000 = 10^{-3}
	Microohm	μohm	1 : 1.000.000 = 10^{-6}
Elektrisk kapacitet kondensator	Microfarad	F	1: 100.000 = 10^{-6}
	Nanofarad	nF	1 : 1.000.000.000 = 10^{-9}
	Pikofarad	pF	1 : 1.000.000.000.000 = 10^{-12}

Love, regler og bestemmelser

Installation, drift, service og reparationer på et varmeanlæg berører i reglen mindst to fag-områder, nemlig VVS- og el-området

Indgreb i det ene område betyder næsten altid indgreb i det andet. Det er derfor vigtigt, at man har indgående kendskab til de elektriske og mekaniske driftssammenhæng imellem styrings- og reguleringsorganer mv.

Det er lige så vigtigt - og af afgørende betydning - at man gør sig klart hvilke love, regler og bestemmelser, ansvar og forpligtelser, der gælder for arbejder på varmeanlæg, også når anlægget er adskilt fra den faste installation under arbejdet.

I det efterfølgende er der i uddrag gengivet afsnit fra Stærkstrømsloven, El-installatørloven og fra Stærkstrømsbekendtgørelsen.

Stærkstrømsloven

Kapitel 1 - Lovens formål

§ 1. Loven har til formål, under hensyn til de tekniske muligheder, den samfundsmæssige udvikling, Danmarks internationale forpligtelser og ud fra en samfundsmæssig afvejning, at tilvejebringe det højest mulige sikkerhedsniveau ved produktion, transmission, distribution og brug af elektricitet.

Definitioner

§ 2. Ved stærkstrømsanlæg forstås: Elforsyningsanlæg med alle tilsluttede installationer og brugsgenstande, hvor spændingen er så høj eller strømstyrken er så stor, at der kan opstå fare.

Stk. 2. Ved elforsyningsanlæg forstås: Anlæg til produktion, transmission og distribution af elektricitet.

Stk. 3. Ved elmateriel forstås: Maskiner, apparater og materiel af enhver art, der indgår i eller er beregnet til at indgå i stærkstrømsanlæg.

Stk. 2. Ved elforsyningsanlæg forstås: Anlæg til produktion, transmission og distribution af elektricitet.

Stk. 3. Ved højspændingsanlæg forstås: Stærkstrømsanlæg, hvor den nominelle spænding overstiger 1000 V vekselspænding eller 1500 V jævnspænding.

Stk. 4. Ved lavspændingsanlæg forstås: Stærkstrømsanlæg, hvor den nominelle spænding er højest 1000 V vekselspænding eller 1500 V jævnspænding.

Stk. 5. Ved elektrisk materiel forstås: Maskiner, apparater og materiel af enhver art, der indgår i eller er beregnet til at indgå i stærkstrømsanlæg.

Stk. 6. Ved lovligt materiel forstås: Elektrisk materiel, der opfylder sikkerhedskravene til elektrisk materiel i denne bekendtgørelses § 10.

Stk. 7. Ved oplysningspligtigt materiel forstås: Elektrisk materiel, der ved markedsføringen skal anmeldes jf. § 12.

Administrative bestemmelser

Bekendtgørelse nr. 177 af 20 marts 1995
»Bekendtgørelse om administration mv. af Stærkstrømsloven«

Gyldighedsområde

§ 1. Denne bekendtgørelse gælder for stærkstrømsanlæg og for materiel, der indgår i eller tilsluttes disse anlæg.

Stk. 2. Bestemmelserne gælder dog ikke for følgende:

1. Anlæg til elektriske baner med tilhørende signal- og styringsanlæg. Elektricitetsrådet kan dog stille særlige krav.
2. Motorkøretøjers egne elektriske installationer og udstyr.
3. Flyvemaskiner og skibes egne elektriske installationer og udstyr ved brug om bord.

Definitioner

§ 2. Ved stærkstrømsanlæg forstås: Elforsyningsanlæg med alle tilsluttede installationer og brugsgenstande, hvor spændingen er så høj eller strømstyrken så stor, at der kan opstå fare.



Love, regler og bestemmelser

Installation, drift, service og reparationer på et varmeanlæg berører i reglen mindst to fag-områder, nemlig VVS- og el-området

Indgreb i det ene område betyder næsten altid indgreb i det andet. Det er derfor vigtigt, at man har indgående kendskab til de elektriske og mekaniske driftssammenhæng imellem styrings- og reguleringsorganer mv.

Det er lige så vigtigt - og af afgørende betydning - at man gør sig klart hvilke love, regler og bestemmelser, ansvar og forpligtelser, der gælder for arbejder på varmeanlæg, også når anlægget er adskilt fra den faste installation under arbejdet.

I det efterfølgende er der i uddrag gengivet afsnit fra Stærkstrømsloven, El-installatørloven og fra Stærkstrømsbekendtgørelsen.

Elinstallatørloven

Lov om autorisation af elinstallatører m.v.

Nr. 314 af 5. maj 2000
By- og Boligministeriet
Jf. lovbek. nr. 989 af 8. december 2003
Formål

§ 1. Loven har til formål at sikre, at elektriske installationer udføres sikkerhedsmæssigt korrekt.

Gyldighedsområde

§ 2. Loven omfatter følgende arbejder ved elektriske installationer for stærkstrøm:

1. Tilkobling til og frakobling fra elforsyningsanlæg.
2. Udførelse, ændring, udskiftning og reparation af faste installationer med ledninger, tilslutningssteder og andet fast installationsmateriel.
3. Installation af ikkestærkstrømsmæssige styrings- og reguleringsystemer, som anvendes til styring af stærkstrømsfunktioner.
4. Ændring og reparation af ikke stærkstrømsmæssige styrings- og reguleringsystemer, som anvendes til styring af stærkstrømsfunktioner.
5. Fast tilslutning og frakobling af elektriske maskiner og brugsgenstande.

6. Eftersyn, justering og reparation af elektriske maskiner og brugsgenstande, der er tilsluttet fast installation under arbejdets udførelse.

§ 3. De i § 2, nr. 1 og 2, nævnte arbejder må kun udføres af autoriserede elinstallatører, jf. dog stk. 3-6.

Stk. 2. De i § 2, nr. 3-6, nævnte arbejder må udføres af autoriserede elinstallatører samt af personer eller virksomheder, der som erhverv producerer, reparerer eller vedligeholder styrings- og reguleringsystemer, maskiner og brugsgenstande.

Stk. 3. Enhver må foretage udskiftning af afbrydere og stikkontakter uden jordkontakt for højst 250 V på steder, hvor der ikke er krav om højere kapslingsklasse end IP20. Er stikkontakterne forsynet med jordkontakt, må enhver foretage sådan udskiftning, hvor der ikke er krav om højere kapslingsklasse end IP20, hvis installationen er beskyttet med HPFI- eller HFI-afbryder. Enhver må ligeledes opsætte og nedtage belysningsarmaturer på steder, hvor der ikke er krav om højere kapslingsklasse end IP20, samt i badeværelser. Enhver må endvidere i private boliger foretage arbejder, der er omfattet af § 2, nr. 4.

Stk. 4. Fast tilslutning, frakobling, eftersyn, justering og reparation af installationstavler må tillige foretages af tavlefabrikanter.

Stk. 5. Faste installationer i fabriksmæssigt fremstillede store brugsgenstande, jf. stk. 7, kan udføres af producenten uden brug af autoriseret elinstallatør. Dette gælder dog ikke, såfremt disse er bestemt til at fungere som erstatning for faste bygninger.

Stk. 6. Ved fabriksmæssigt fremstillede bygningsdele kan producenten forberede den elektriske installation.

Stk. 7. By- og boligministeren fastsætter bestemmelser om, hvilke brugsgenstande der er omfattet af stk. 5, hvilke bygningsdele og installationsdele der er omfattet af stk. 6, om oplysningspligt for forhandlere af elektrisk materiel med hensyn til materiel, der kun må installeres af autoriserede elinstallatører, jf. § 2, nr. 2, samt med hensyn til forbrugervejledning om montering af elektrisk materiel.

Stærkstrømsbekendtgørelsen



KAPITEL 11

GYLDIGHEDSOMRÅDE

11.1 Bestemmelserne gælder for elektriske installationer, såsom installationer hørende til:

- a) Boliger.
- b) Erhvervsejendomme.
- c) Offentlige ejendomme.
- d) Industrijendomme.
- e) Landbrugsejendomme og gartnerier.
- f) Præfabrikerede huse.
- g) Campingvogne, campingpladser o.l.
- h) Byggepladser, udstillinger, markeder og andre midlertidige installationer.
- i) Marinaer.

11.2 Bestemmelserne gælder for:

a) Strømkredse, der forsynes ved nominelle spændinger til og med 1000 V vekselspænding eller 1500 V jævnspænding.

Ved vekselstrøm er de foretrukne frekvenser, der er taget hensyn til i bestemmelserne, 50, 60 og 400 Hz. Brug af andre frekvenser til specielle formål er ikke udelukket.

b) Strømkredse - bortset fra interne kredse i apparater - der opererer med spændinger større end 1000 V, og som stammer fra en installation med en spænding, der ikke overstiger 1000 V vekselspænding, f.eks. elektrostatiske filtre.

c) Alle ledninger og ledningssystemer som ikke udtrykkeligt er dækket af standarderne for brugsgenstande.

d) Alle brugerinstallationer uden for bygninger.

e) Fast installation for telekommunikation, signalering, styring e.l. (undtagen indre ledninger i apparater).

Note: Se i øvrigt noten i 3.1 i kapitel 30 angående installationer for telekommunikation.

f) Udvidelse eller ændring af en installation. Bestemmelserne gælder også for de dele af den eksisterende installation, der påvirkes ved udvidelsen eller ændringen.

11.3 Bestemmelserne gælder ikke for:

a) Udstyr for elektriske baner o.l.
Note: Undtagelsen gælder kun elektriske banesystemer og udstyr hertil, der er omfattet af egne standarder.

b) Automobilers elektriske udstyr.

c) Installationer på skibe.

d) Installationer i flyvemaskiner.

e) Offentlig gade- og vejbelysning.
Note Se dog kapitel 714.

f) Installationer i miner.

g) Radiostøjdæmpningsudstyr undtagen i den udstrækning, det har indflydelse på installationens sikkerhed.

h) Elektriske hegn. (Er i Danmark omfattet af Stærkstrømsbekendtgørelsens afsnit 9.)



i) Lynbeskyttelse af bygninger.

Note: Atmosfæriske påvirkninger er dog omfattet af bestemmelserne i det omfang, de påvirker den elektriske installation (f.eks. med hensyn til valg af overspændingsafledere).

11.4 Bestemmelserne er ikke beregnet til at gælde for

- systemer for offentlig elektricitetsfordeling, eller
- produktion og transmission for sådanne systemer.

Note: Lande, der ønsker det, kan imidlertid bruge bestemmelserne helt eller delvis til disse formål.

I Danmark gælder bestemmelserne for offentlig elektricitetsfordeling.

11.5 For elektrisk materiel gælder bestemmelserne kun for dets valg og anvendelse i installationen.

Dette gælder også for sammenbygninger af elektrisk materiel, der opfylder de relevante standarder.

KAPITEL 13

GRUNDLÆGGENDE PRINCIPPER

131 Beskyttelse af sikkerhedsgrunde.

131.1 Almindeligt.

Bestemmelserne har til formål at skabe sikkerhed for personer, husdyr og ejendom mod de farer og skader, som ellers kan opstå ved normal brug af elektriske installationer.

Note: De to største farer ved brugen af elektricitet er:

- Chokstrømme.
- Høje temperaturer, der kan forårsage forbrændinger, brande og andre skader.

131.1.1 Bestemmelser, der angår installationers forhold over for andre objekter, skal ikke alene overholdes ved udførelsen af installationer, men også ved udførelsen eller anbringelsen af andre objekter i nærheden af bestående installationer.

131.2 Beskyttelse mod elektrisk stød.

131.2.1 Beskyttelse mod direkte berøring.

Personer og husdyr skal beskyttes mod de farer, der kan opstå ved berøring af installationens spændingsførende dele.

Denne beskyttelse kan opnås ved en af følgende metoder:

- Ved at forhindre, at der går en strøm gennem en person eller et husdyr.
- Ved at begrænse den strøm, der kan gå gennem en person eller et husdyr, til en størrelse, der ikke er farlig.

131.2.2 Beskyttelse mod indirekte berøring.

Personer og husdyr skal beskyttes mod de farer, der kan opstå ved berøring af udsatte dele i tilfælde af fejl. Denne beskyttelse kan opnås ved en af følgende metoder:

- Ved at forhindre, at der går en fejlstrøm gennem en person eller et husdyr.
- Ved at begrænse den fejlstrøm, der kan gå gennem en person eller et husdyr, til en størrelse, der ikke er farlig.
- Ved automatisk afbrydelse af forsyningen inden en fastsat tid, når der opstår en fejl, som kan medføre, at der kan gå en farlig strøm gennem en person eller et husdyr, der berører udsatte dele.

Note: I forbindelse med beskyttelse mod indirekte berøring er brugen af potentialudligning et af de vigtige principper for at opnå sikkerhed.

• 131.3 Beskyttelse mod termiske påvirkninger.

Installationen skal udføres således, at der ikke er nogen risiko for antændelse af brændbare materialer, som følge af høje temperaturer eller lysbuer. Desuden må der ved normal brug af materiellet ikke være risiko for, at personer eller husdyr får forbrændinger.

131.4 Beskyttelse mod overstrøm.

Personer, husdyr og ejendom skal beskyttes mod skader, der kan opstå som følge af for høje temperaturer eller elektromekaniske påvirkninger forårsaget af overstrøm i de spændingsførende ledere. Denne beskyttelse kan opnås ved en af følgende metoder:

- Ved automatisk afbrydelse af en overstrøm før den antager en farlig størrelse under hensyn til dens varighed.
- Ved at begrænse den maksimale overstrøm til en sikker størrelse og varighed.

131.5 Beskyttelse mod fejlstrøm.

Andre ledere end spændingsførende ledere, og enhver anden del, der er beregnet til at føre en fejlstrøm, skal kunne føre denne strøm uden at antage for høj temperatur.

Note 1: Opmærksomheden henledes især på jordfejlstrømme og lækstrømme.

Note 2: For spændingsførende ledere vil overholdelse af 131.4 sikre, at de er beskyttet mod overstrømme, der skyldes fejl.

131.6 Beskyttelse mod overspænding.

131.6.1 Personer, husdyr og ejendom skal beskyttes mod alle skadelige virkninger af en fejl mellem spændingsførende dele hørende til strømkredse med forskellige spændinger.

131.6.2 Personer, husdyr og ejendom skal beskyttes mod skader hidrørende fra enhver overspænding, der kan forventes at opstå af andre grunde (f.eks. atmosfæriske forhold eller koblingsspændinger).

KAPITEL 41

BESKYTTELSE MOD ELEKTRISK STØD

410.1 Almindeligt.

Beskyttelse mod elektrisk stød skal udføres ved anvendelse af de passende metoder, der er angivet i:

- 411 for beskyttelse mod både direkte og indirekte berøring, eller
- 412 for beskyttelse mod direkte berøring, og
- 413 for beskyttelse mod indirekte berøring, som foreskrevet i 471 og kapitel 48.

412 Beskyttelse mod direkte berøring.

412.5 Supplerende beskyttelse med fejlstrømsafbrydere.

Note: Denne brug af fejlstrømsafbrydere har kun til formål at supplere andre metoder til beskyttelse mod direkte berøring.

413 Beskyttelse mod indirekte berøring.

413.1.1.1 Afbrydelse af forsyningen.

Der skal forefindes beskyttelsesudstyr, som automatisk afbryder forsyningen til den strømkreds eller det materiel, som udstyret beskytter mod indirekte berøring, i tilfælde af en fejl mellem en spændingsførende del og en udsat del eller en beskyttelsesleder i strømkredsen eller materiellet.

Beskyttelsesudstyret skal virke således, at der ikke kan opretholdes en prospektiv berøringsspænding, der overstiger grænsen for den konventionelle berøringsspænding UL (se note 1 og 3), i så lang tid, at den medfører risiko for skadelige fysiologiske virkninger i en person (eller husdyr), der er i berøring med samtidigt tilgængelige ledende dele.

KAPITEL 47

ANVENDELSE AF BESKYTTELSESMETODER

470 Almindeligt.

470.1 Beskyttelse skal anvendes i enhver installation, del af en installation og for materiel i det omfang, det kræves i bestemmelserne i dette kapitel.

470.2 Valg og anvendelse af beskyttelsesmetoder i overensstemmelse med de ydre forhold skal forblive national komiteernes ansvar, indtil der foreligger CENELEC harmoniseringsdokumenter om emnet.

I Danmark gælder bestemmelserne i kapitel 48 og de særlige bestemmelser i del 7 og 8.



471 Beskyttelse mod elektrisk stød.

471.1 Beskyttelse mod direkte berøring.

471.1.1 Alt elektrisk materiel skal være omfattet af en af de beskyttelsesmetoder mod direkte berøring, som er angivet i 411 og 412.

471.2 Beskyttelse mod indirekte berøring.

471.2.1 Med undtagelse af de tilfælde, der er angivet i 471.2.2, skal alt elektrisk materiel være omfattet af en af de beskyttelsesmetoder mod indirekte berøring, som er beskrevet i 411 og 413, og under de vilkår, der er angivet i 471.2.1.1 til 471.2.1.3.

KAPITEL 51

FÆLLES BESTEMMELSER

510 Fælles bestemmelser

510.1 Gyldighedsområde.

Dette kapitel omhandler valget af materiel og dets installation. Det skal sikre, at kravene til beskyttelse af sikkerhedsgrunde er opfyldt, at installationen kan fungere som tilsigtet, og at materiellet kan modstå de påvirkninger og ydre forhold, det kan blive udsat for. Alt materiel skal vælges og installeres således, at det opfylder bestemmelserne angivet i dette kapitel og de relevante bestemmelser i andre kapitler.

510.3 Sikkerhedsmæssige anvisninger.

Materiellet skal monteres, tilsluttes og anvendes i overensstemmelse med anvisninger af sikkerhedsmæssig betydning, f.eks. fabrikant-anvisninger. Anvisninger skal være affattet på dansk.

511 Overensstemmelse med standarder.

511.1 For materiel, der er omfattet af Lavspændingsdirektivet (LVD), skal de sikkerhedsmæssige krav heri være opfyldt. Det kan f.eks. ske ved, at materiellet opfylder relevante europæiske standarder eller harmonise-

ringsdokumenter (EN eller HD), internationale standarder (IEC) eller nationale standarder.

Materiel, der ikke er omfattet af Lavspændingsdirektivet, skal opfylde Stærkstrømsbekendtgørelsens materielafsnit eller relevante standarder.

511.2 Hvis der ikke findes anvendelige standarder, kan materiellet vælges efter aftale mellem installatør og bruger/planlægger.

514.3 Identifikation af nulledere og beskyttelsesledere.

514.3.1 Identifikationen af separate nulledere og beskyttelsesledere skal opfylde IEC 60446.

Det indebærer bl.a. følgende:

a) Beskyttelsesledere skal være let genkendelige ved deres form, ved deres placering, ved deres farve eller ved mærkning.

Ved farvemærkning skal farvekombinationen grøn/gul anvendes.

Farvekombinationen grøn/gul må kun anvendes til beskyttelsesledere.

Hvis der anvendes farvemærkning af uisolerede beskyttelsesledere og isolerede eller uisolerede skinner, der anvendes som beskyttelsesledere, skal de mærkes med lige brede grønne og gule striber anbragt tæt sammen.

Anvendes selvklæbende tape o.l. skal det være tofarvet grøn/gul.

b) Mærkningen skal udføres

- enten over hele lederens længde,
- eller i hver sektion eller felt (f.eks. i en tavle),
- eller med passende mellemrum, hvis lederen er synlig eller let tilgængelig,
- eller ved enderne.

c) Isolerede beskyttelsesledere skal over hele længden have grøn/gul isolation.

I Danmark kræves dog ikke grøn/gul isolation på en beskyttelsesleder

- i kabel eller kappeledning med mere end 5 ledere, hvor isolationen på alle ledere harsamme farve,
- i kabel med koncentrisk leder som beskyttelsesleder,

- i mineraliseret ledning,
- af varmebestandig monteringsledning type HO5 SJ-K,
- hvor der ved omlægning eller ændring af faste installationer udført før 1974 anvendes en eksisterende ledning som beskyttelsesleder, forudsat at lederen mærkes ved enderne med grøn/gul strømpe, selvklæbende tape e.l.

d) Til isolerede nulleledere bør farven lyseblå anvendes.

514.3.2 Isolerede PEN-ledere skal mærkes på en af følgende måder:

- Grøn/gul over hele deres længde og i tillæg dertil lyseblå mærkning ved enderne.
- Lyseblå over hele deres længde, og i tillæg dertil, grøn/gul mærkning ved enderne.

Note 1: Valg af metode eller metoder er overladt til nationalkomiteerne. I Danmark er begge metoder tilladt.

Note 2: Den ekstra mærkning ved enderne kan udelades i offentlige fordelingsnet og tilsvarende fordelingsnet, f.eks. i industrien.

Alle tre farver skal være synlige samtidigt.

Hvis en koncentrisk leder i et kabel anvendes som PEN-leader, skal den forsynes med både lyseblå og grøn/gul mærkning ved enderne.

KAPITEL 62

DRIFT OG VEDLIGEHOLDELSE AF INSTALLATIONER

620 Almindeligt.

620.1 Installationer i drift skal være i overensstemmelse med de på tidspunktet for udførelsen eller de ved senere omlægninger gældende bestemmelser for installationers udførelse.

620.2 Hvis et område skifter anvendelse eller beskaffenhed, skal forhåndenværende installation bringes i overensstemmelse med bestemmelserne svarende til den nye anvendelse eller beskaffenhed.

Skifter et område anvendelse eller beskaffenhed i forbindelse med tilslutning af en brugsgenstand, må tilslutning ikke foretages, før installationen i hele området er bragt i overensstemmelse med bestemmelserne svarende til den nye anvendelse eller beskaffenhed.

620.3 Elektricitetsrådet kan kræve, at driften af en installation ledes af en driftsleder med de kvalifikationer, som Rådet måtte fastsætte i det enkelte tilfælde.

621 Forhold over for installationer.

621.1 Ejeren (brugeren) af enhver installation (herunder også brugsgenstande med tilhørende ledninger) skal udvise påpasselighed med hensyn til at afværge, at installationen udsættes for overlast.

Ejeren (brugeren) er ansvarlig for installationens tilstand og vedligeholdelse og skal lade fejl og mangler afhjælpe snarest muligt samt foranledige, at der hurtigst muligt træffes foranstaltninger for at hindre, at fejl eller mangler kan foranledige fare for personer, husdyr eller ejendom.

621.2 Brugsgenstande skal holdes i god stand og renses med passende mellemrum.

Note: For transportable motordrevne og elektromagnetisk drevne håndværktøjer, der benyttes jævnligt, anses ovenstående bestemmelse i almindelighed kun for opfyldt, dersom værktøjet med højst 2 måneders mellemrum (for dobbeltisolerede værktøjers vedkommende dog 6 måneder), og i øvrigt når det viser tegn på en fejl, underkastes eftersyn af en sagkyndig eller instrueret person, hvorved fejl, som kan forårsage fare, afhjælpes på betryggende måde. Under ugunstige omstændigheder kan hyppigere eftersyn være påkrævet.

621.3 Hvor brugsgenstande hyppigt afvaskes, eller hvor spuling foretages (f.eks. i levnedsmiddelbranchen), skal der udvises påpasselighed således, at elektriske dele (såsom afbrydere o.l.) på brugsgenstande eller i rummet i øvrigt ikke udsættes for skadelig påvirkning fra rengøringsmidlerne.

621.4 Termiske apparater samt belysningsarmaturer må ikke anvendes på en sådan måde, at de kan bevirke skadelig opvarmning af omgivelserne.

621.5 Letantændelige genstande eller stoffer må ikke forefindes i farlig nærhed af belysningsarmaturer eller andre brugsgenstande.

621.6 Tilledninger må ikke anvendes på en sådan måde, at de udsættes for mekanisk, kemisk eller termisk beskadigelse. Ledninger, som er i en sådan tilstand, at fortsat benyttelse af dem kan medføre fare, må ikke anvendes.



622 Udskiftning af sikringer og genindkobling af maksimalafbrydere.

622.1 Sikringer, automatsikringer eller maksimalafbrydere til overstrømsbeskyttelse af ledninger eller brugsgenstande må kun udskiftes eller genindkobles én gang efter overbrænding eller automatisk udkobling.

Sker der straks igen en sikringsoverbrænding eller automatisk udkobling, skal den eventuelle fejl fjernes, og ny sikringsudskiftning eller genindkobling må ikke foretages, før isolationsmodstanden er målt til en forskriftsmæssig værdi.

Undtagelse:

Bestemmelsen gælder ikke, hvor en sikringsoverbrænding eller automatisk udkobling skyldes en kortvarig overbelastning, f.eks. ved start eller drift af en motor.

Isolationsmåling kan udelades for den faste installation, hvis fejlen er i en brugsgenstand eller dens tilledning, som straks adskilles fra installationen, og tilslutning ikke foretages, før fejlen er fjernet.

622.2 Udskiftning af knivsikringer i spændingsførende tilstand må kun foretages af en sagkyndig eller instrueret person og under anvendelse af et dertil konstrueret isolerende håndtag.

622.3 Ejeren (brugeren) af en installation skal sørge for, at der i sikringsholderne ikke er anbragt andre genstande end dertil bestemte sikringer.

Note_ Denne bestemmelse anses i almindelighed kun for opfyldt, dersom han foretager eller lader foretage eftersyn af sikringer og sikringsholdere

1. med højst ½ års mellemrum i bedrifter eller større husholdninger, hvor ansatte gør brug af installationen og har adgang til sikringerne,
2. når han som ejer eller bruger overtager en forhåndenværende installation,
3. når fremmede håndværkere e.l. (dog ikke elinstallatører) har gjort brug af installationen og haft adgang til sikringerne.

623 Konstatering af fejl.

623.1 Forholdsregler ved konstatering af fejl.

Hvis en elinstallatør eller hans personale under sit arbejde konstaterer fejl eller mangler (herunder isolationsfejl) ved en installation og ikke afhjælper disse, skal han gøre ejeren (brugeren) bekendt med disse og med den fare og det ansvar, som er forbundet med ikke at lade fejl eller mangler afhjælpe.

KAPITEL 63

ARBEJDE PÅ ELLER NÆR VED ELEKTRISKE INSTALLATIONER

630 Indledning

Bestemmelserne i dette kapitel er baseret på bestemmelserne i EN 50110-1: Operation of electrical installations.

631 Gyldighedsområde

Bestemmelserne i kapitel 63 gælder for al drift af og alt elektrisk arbejde såvel som ikke elektrisk arbejde på, med eller nær ved elektriske installationer.

Disse installationer kan være permanente faste installationer, f.eks. fabriks- eller kontorinstallationer, de kan være midlertidige, f.eks. installationer på byggepladser eller de kan være flytbare enten under spænding eller spændingsløse.

Bestemmelserne gælder ikke for lægmands anvendelse af installationer og materiel, forudsat at installationerne og materiellet er konstrueret og installeret til brug for lægmand og opfylder gældende standarder.

Der findes tre arbejdsmetoder for arbejde på installationer:

- Spændingsløst arbejde (636)
- Arbejde under spænding (637)
- Arbejde nær ved spænding (638)

Note: Alle tre metoder forudsætter, at der tages forholdsregler mod elektrisk stød og mod virkningerne af kortslutning og lysbue.

634 Grundlæggende principper

634.1 Udførelse

Før der udføres aktiviteter på, med eller nær ved installationer, skal den elektriske risiko vurderes. Denne vurdering skal nærmere angive, hvordan aktiviteten skal gennemføres sikkert.

Under udførelse af arbejde på eller nær ved installationer skal der udvises påpasselighed for at afværge, at disse udsættes for overlast.

Hvis en installation ikke straks kan blive bragt fuldstændig i orden, skal den ansvarlige person for arbejdet drage omsorg for, at konstaterede mangler inden for den del af installationen, som berøres af arbejdet, ikke medfører nærliggende fare for personer, husdyr eller ejendom.

Note: Se også 527.4 vedrørende brandsikre lukninger.

634.2 Personale

Før arbejdet startes og under arbejdet skal den ansvarlige person for arbejdet sikre at alle bestemmelser, regler og instruktioner er overholdt.

Den, som skal udføre arbejdet, skal have nødvendig instruktion om installationen og arbejdets art, således at vedkommende kan vurdere den risiko, der er til stede og medvirke til, at de nødvendige sikkerhedsforanstaltninger iværksættes.

Den ansvarlige person for arbejdet skal instruere alle personer, der er involveret i arbejdet om de farer, der ikke er umiddelbart indlysende for dem.

Arbejde på installationer under spænding skal udføres af sagkyndige personer, der har kendskab til og erfaring i de arbejdsoperationer, der skal udføres.

Arbejde på eller nær ved installationer under spænding må kun udføres af personer, der er fyldt 18 år.

Undtagelser:

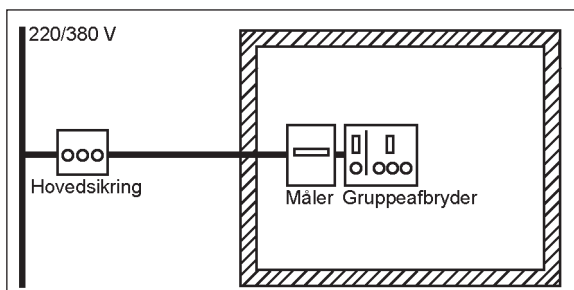
Betjening af prøvetavler i forbindelse med afprøvning af brugsgenstande under spænding kan udføres af personer, der er under uddannelse og fyldt 16 år, når de er instrueret og under opsyn af en sagkyndig person.

Personer under oplæring kan udføre arbejde under spænding under tilsyn af en sagkyndig person.

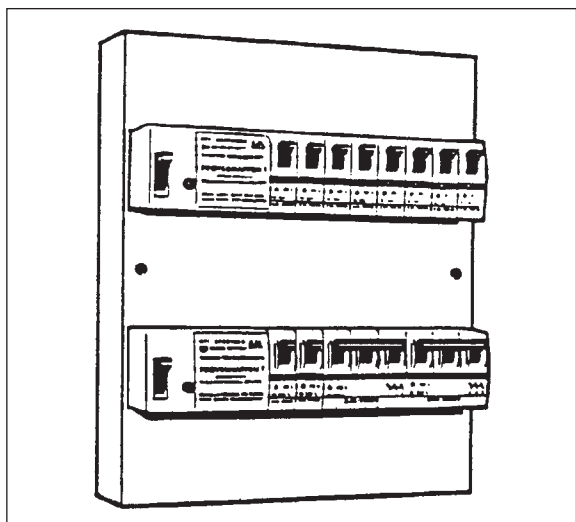


Husinstallationer

Fra ledningerne i gaden føres elektriciteten gennem hovedsikringerne frem til den enkelte forbrugers måler og gruppeafsætning.

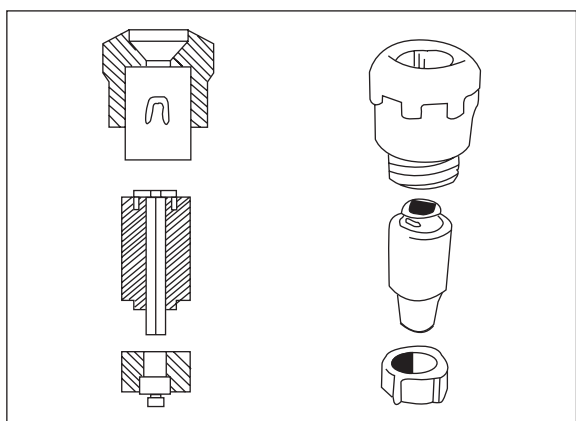


En gruppeafsætning består af en række gruppeafbrydere med sikringer.



Sikringer

Sikringerne, som sidder først i installationen, er til for at beskytte ledningerne og installationen.



Inden i sikringerne ligger en tynd sølvtråd, som vil smelte hvis strømmen overstiger sik-

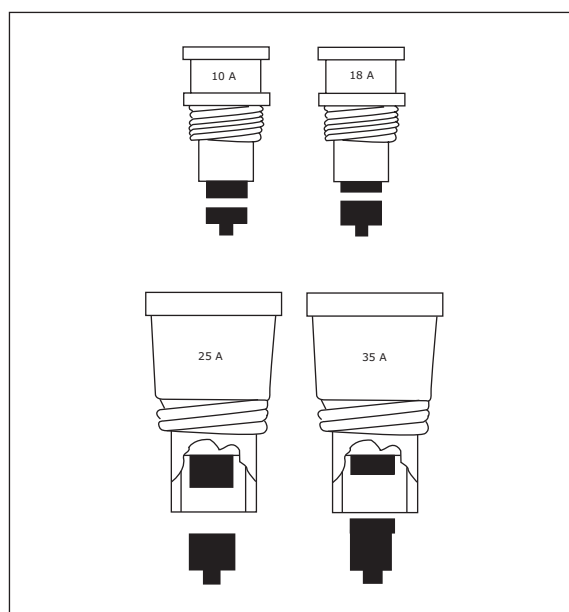
ringens størrelse, som i øvrigt er påstemplet på sikringen. Desuden er sikringerne mærket med en farveplet. Hver sikringsstørrelse har sin farve.

For at forhindre fejltagelser er sikringerne af forskellige amperestørrelser ikke ens af dimension.

Ved skruesikringer anvendes længdesystemet.

Diazed-sikringer, der anvendes i dag, er i to dele et sikringshoved samt en sikringspatron, der indeholder sølvtråden.

Sikringspatronen er forsynet med en lille melder, der falder ud når sikringen er sprunget. Melderens farve angiver tillige sikringens størrelse.



Sikringernes størrelse i ampere kan aflæses på sikringen. Desuden er sikringens ofte mærket med en farveplet. Hver sikringsstørrelse har sin farve.

Rosa	2 A
Lysebrun	4 A
Grøn	6 A
Rød	10 A
Grå	16 A
Blå	20 A
Gul	25 A
Sort	35 A
Kobber	63 A

En ny type sikring (Neozed-sikringen) er opbygget som diazet-sikringen, men er blot noget mindre.

Fælles for alle typer af sikringer gælder det, at man ikke kan bruge en større sikring end bundskrue eller gruppeafbryder er beregnet til.

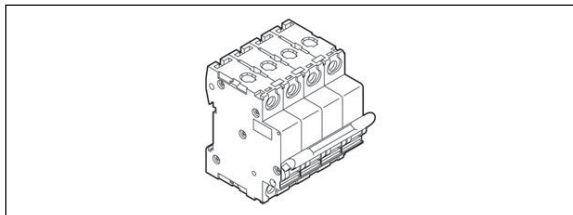
Anvendelse af ståluld, sølvpapir, søm og lignende i gruppeafbryderen er ikke alene ulovligt, men også farligt.

Mange brande er opstået ved brug af sådanne erstatninger - og det må i øvrigt tilføjes at forsikringsselskaberne nedskriver erstatningssummen ved brandskader opstået på denne måde.

Sådanne ulovligheder straffes med bøder.

Automatsikringer

Automatsikringer er en sikring, der ikke brænder over ved en overbelastning eller kortslutning.



Den udløser en afbrydermekanisme, og kan kun genindkobles manuelt.

Automatsikringer fås i forskellige størrelser og udførsler og vil nok efterhånden fortrænge den traditionelle gruppeafbryder med smeltsikringer.

Ekstrabeskyttelse

(supplerende beskyttelse)

Ved arbejde på, eller i nærhed af spændingsførende dele, er der risiko for uforsætlig berøring med store skader til følge.

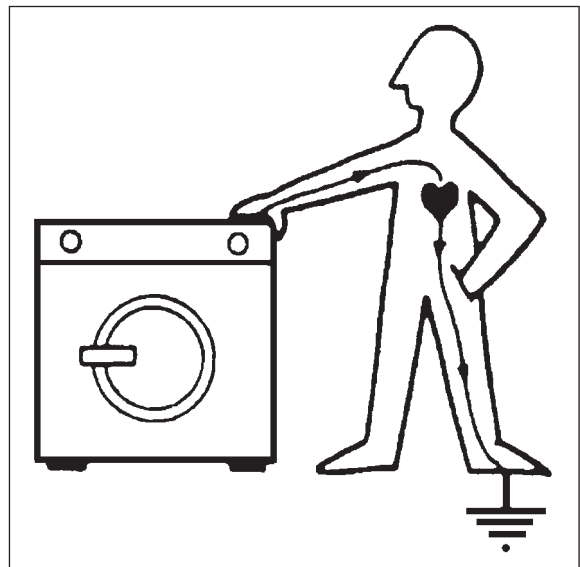
Ekstrabeskyttelse kan ifølge stærkstrømsbekendtgørelsen udføres ved følgende metoder:

1. Ekstra isolering
2. Isolationsled
3. Sekundær strømkredse
4. Fejlstrømsafbryder
5. Fejlspændings afbryder
6. Nulling
7. Jording

Her gælder Ohms lov : $U = I \times R$

Eksempel:

Hvis modstander fra hånd til fod er ca. 1000 og spændingsforskellen er 230 V, vil strømmen være ca. 230 mA, hvilket er livstruende.



Det er strømmens størrelse - og hvilken vej den går igennem kroppen - der er afgørende for skadens omfang.

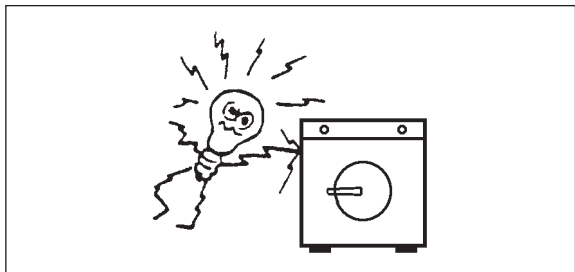
Ekstrabeskyttelse foretages for, at beskytte det menneskelige legeme mod at blive passeret af farlige elektriske strømme.



Strømmens indvirkning på kroppen

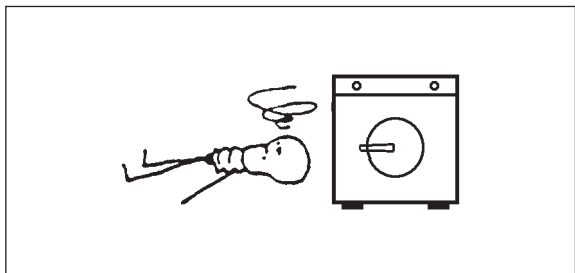
Fra 0 til 0,025 A

Ingen indvirkning på hjerteslaget. Krampe kan indtræde.



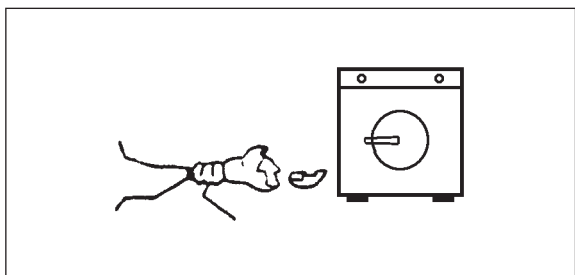
Fra 0,025 til 0,08 A

Uregelmæssige hjerteslag. Ved ca. 0,05 A kan bevidstløshed forekomme.



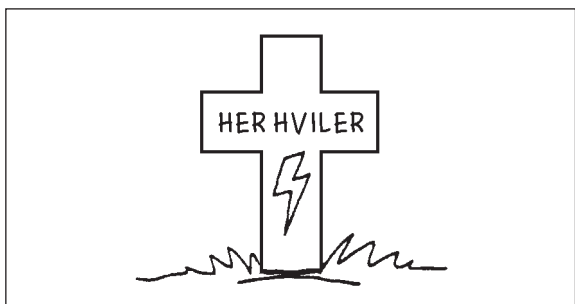
Fra 0,08 til 0,3 A

Bevidstløshed, kraftige forbrændinger, hjertekammerflimren.



Over 0,3 A

Indre blødninger, hjertestop



Vi ser her at det er meget små strømme, der er farlige for mennesker.

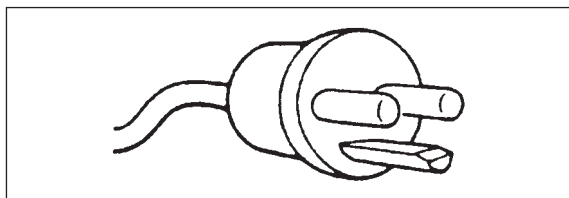
De farlige situationer kan opstå, når der på grund af en fejl kommer spænding på et apparats eller en brugsgenstands ydre metaldele.

Den menneskelige krop yder en vis elektrisk modstand. Denne modstand kan variere stærkt fra person til person.

Stikpropper med jord

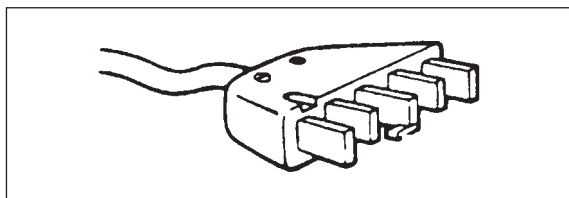
Jordforbindelsen føres ofte frem til brugsgenstanden gennem en stikprop.

En stikprop til 230 V med jord kan se ud som figuren herunder.



Brugsgenstandens stelforbindelse skal altid føres frem til det halvrunde ben, da det kan medføre livsfare at bytte ledningerne i stikproppen.

For stikpropper til 230/400 V er det miderste ben, der er jordforbindelsen.



Farvemærkning

Stærkstrømsbekendtgørelsen stiller nogle krav til mærkninger af ledninger:

- Ledninger med gul/grøn farvemærkning må **kun** anvendes som beskyttelsesleder (jordledning).
- 0-lederen bør være lyseblå.

I specielle tilfælde kan der dog dispenseres for disse krav, bl.a. hvis der er flere end fem ledere i et kabel.

Afbrydere

I installationer til fast installerede brugsgenstande, skal fasen føres gennem afbryderen til brugsgenstandens tilslutningsklemmer.

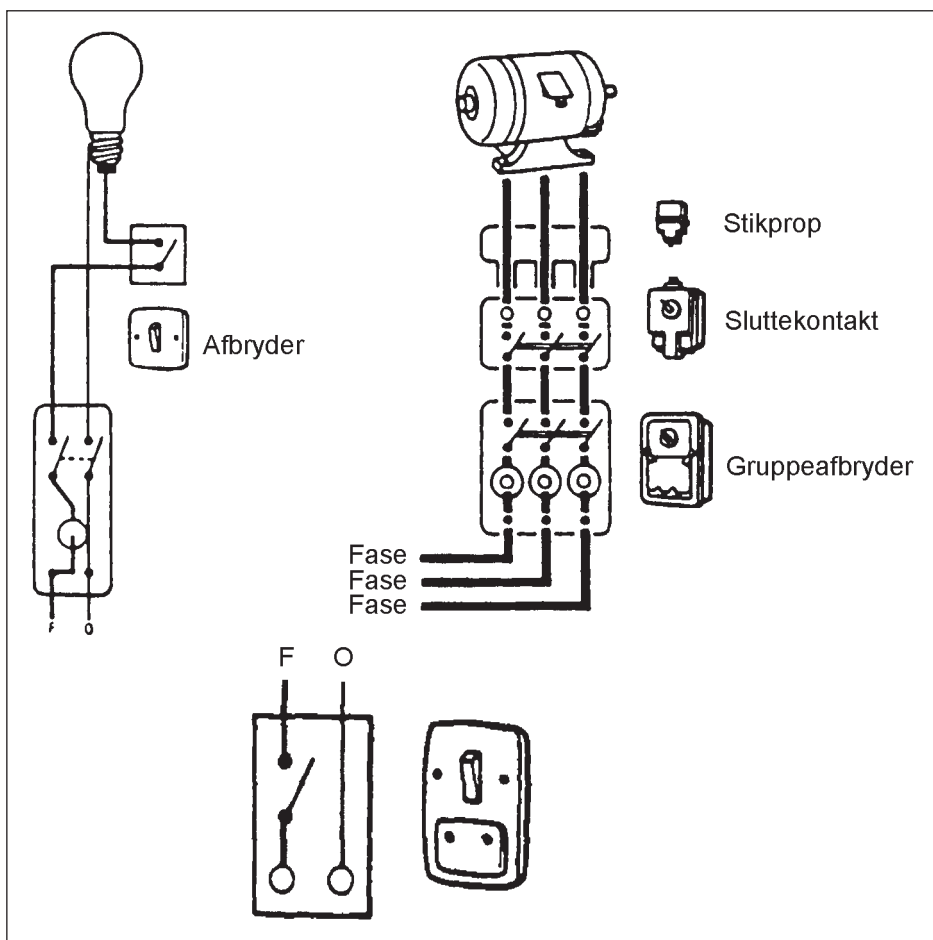
Nullen føres direkte til brugsgenstanden.

Brugsgenstanden vil være spændingsløs, når der slukkes på afbryderen.

Stikkontakt

Både fase og nul føres frem til stikkontakten. Fasen føres gennem stikkontaktens afbryder frem til stikbøsningen.

Nullen føres direkte frem til stikbøsningen. Når stikkontakten er afbrudt, vil begge stikkontaktens kontaktbøsninger være spændingsløse.



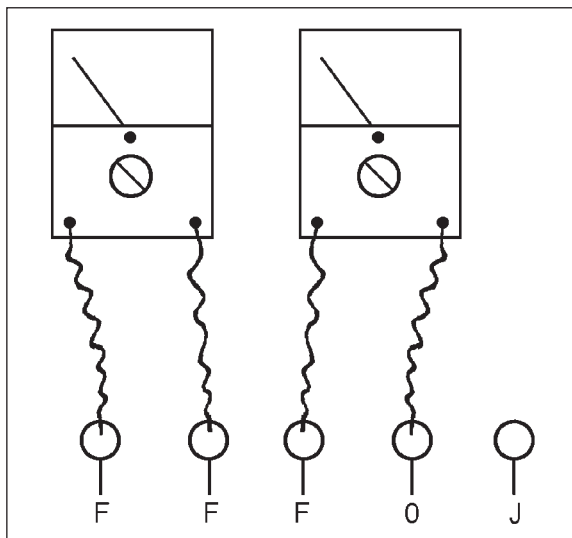


Måleteknik

Spændingsmåling

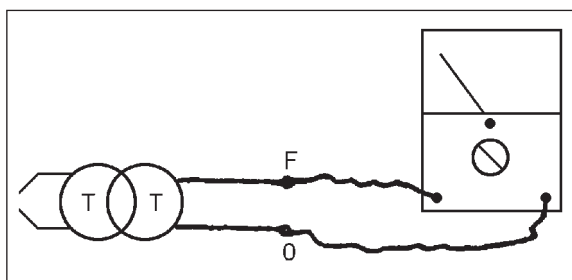
Spændingsmålinger skal udføres ved hjælp af en »parallelmåling«.

Det vil sige at målepindene fra universalinstrumentet sættes parallelt over fase og nul eller to faser.



Modstandsmåling

Modstandsmålinger på komponenter udføres også, som ved spændingsmåling, som »parallelmåling« - men når man måler modstand må der ikke være spænding på komponenten.

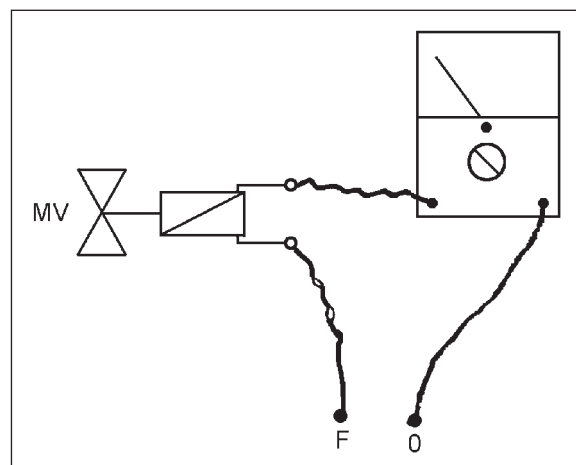


Hvis man måler modstand med spænding på, vil instrumentet brænde af.

Strømmåling

Strømmåling på komponenterne skal udføres med en »seriemåling«.

Det vil sige at man »bryder« den ene ledning og sætter sit måleinstrument i serie med komponenten.



Ved målinger af spænding, modstand og strøm er det vigtigt altid at indstille instrumentet på det rigtige måleområde og den rigtige måleværdi, da fejlforbinding af instrumentet kan medføre en kortslutning eller en afbrænding af instrumentet.

Måleinstrumenter

Der findes mange forskellige måleinstrumenter, der kan bruges ved måling af strøm, spænding og modstand.

Man kan benytte instrumenter, der kan måle én ting. Det vil sige et instrument, der kan måle spænding og ikke andet.

Dette er meget upraktisk, da man skal have flere forskellige instrumenter at holde styr på.

Universalinstrumentet (multimeter) er mere praktisk, da det ved en omstilling af måleområde kan måle strøm, spænding og modstand.

Universalinstrumentet findes i to forskellige typer:

- Digitalinstrument
- Viserinstrument

Digitalinstrumentet viser en værdi på et display, hvor man direkte aflæser den måleenhed man har indstillet på omskifteren.



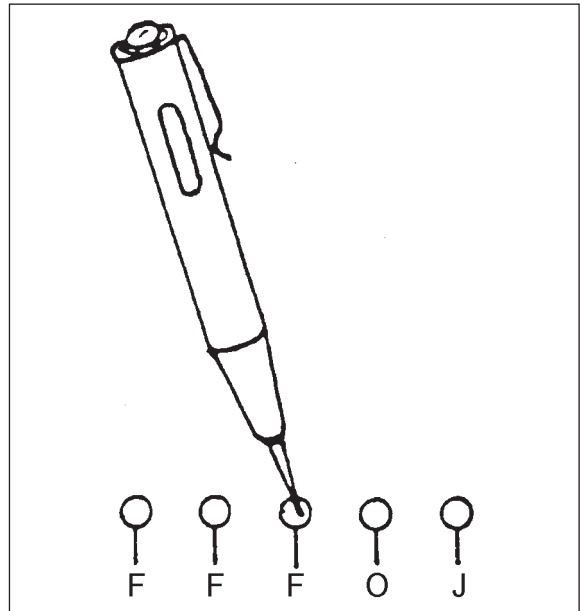
Viserinstrumentet kan være vanskeligere at aflæse, da der er mange skalaer, som ligger ved siden af hinanden.

På mange instrumenter skal man i modstandsområdet gange den aflæste værdi for at få den korrekte værdi.



Polsøger

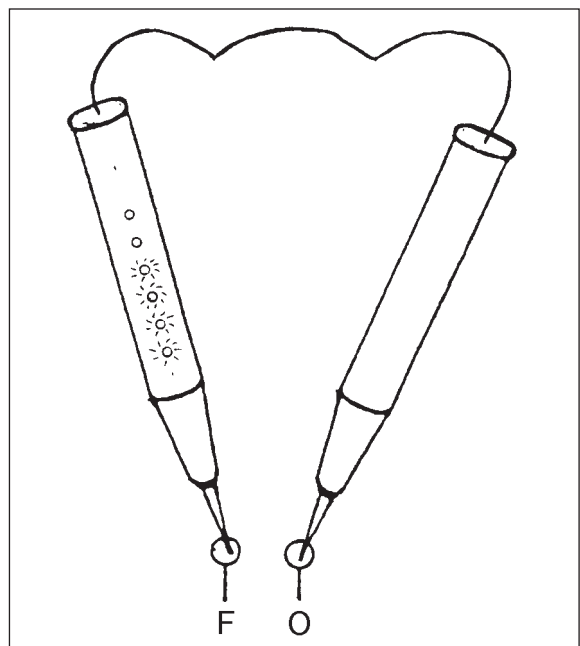
En polsøger påviser om der er en spænding til stede, men den viser ikke hvor stor spændingen er.



Polsøgerens virkeområde er typisk mellem 50 og 500 V.

Duspol

En topolet spændingsviser er mere pålidelig til at påvise en spænding, da den viser hvor stor spændingen er.





Spænding, strøm og modstand

Elektrisk energi og effekt

Når man arbejder med begreber som elektrisk energi og effekt, er det en god ting, at kende lidt til nogle andre begreber, der har noget at gøre med elektricitet. I kender dem sikkert allerede, men her er en lille repetition:

Elektricitet skyldes ladede partikler og hvis man spørger om hvad elektricitet er, kan man få det svar, at det er »noget med elektroner«.

Vi kan altså besvare elektricitetens natur ud fra det vi kender fra kemien: Nemlig elektronmodellen. Når der går strøm gennem en ledning, er det elektronerne der bevæger sig. Da elektronerne er den mindste ladede partikel vi kender, bærer den også på den mindste elektriske ladning der eksisterer.

Begrebet elektrisk ladning måles i noget der hedder Coulomb [C]. Symbolet for ladning er Q. Ladningen på en elektron er:

$$Q = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C.}$$

Når vi har en elektrisk strøm bevæger elektronerne sig gennem ledningen fra det sted, hvor der er overskud af elektroner (Minuspolen), til det sted hvor der er underskud af elektroner (Pluspolen). Elektronerne bevæger sig altså gennem ledningen fra minus til plus. Men vi siger stadig at strømme retning er fra plus til minus.

Strømstyrke

Strømstyrke er et udtryk for hvor mange elektroner, der bevæger sig gennem ledningen pr. sekund. Og da hver elektron har en ladning, bliver enheden for strømstyrke Coulomb pr. sekund [C/s]. Denne enhed kaldes også for Ampere [A]. $1\text{ A} = 1 \text{ C/s}$

Symbolet for strømstyrke er I og når strømstyrken gennem en ledning er 1 A, betyder det altså, at der løber en en ladningsmængde på 1 C gennem ledningen pr. sekund.

1 C svarer til ladningen på i alt $6,3 \times 10^{18}$ elektroner.

$$\text{Strømstyrke: } I = \frac{Q}{t}$$

Q = Ladning

I = Strømstyrke

t = Tid

Spænding

Den elektriske spænding er et udtryk for, hvor meget energi der skal til, for at transportere en elektrisk ladning gennem en ledning.

Enheden for elektrisk spænding bliver da: Joule pr. Coulomb [J/C]. Denne enhed kaldes også for Volt [V]. $1\text{ V} = 1 \text{ J/C}$.

Symbolet for elektrisk spænding er U.

$$\text{Spænding: } U = \frac{E}{Q}$$

E = Energi

U = Spænding

Q = Ladning

Modstand

Når en strøm går gennem en ledning eller en elektrisk komponent, vil det blive mødt af en modstand fra ledningen eller komponenten.

Modstanden er afhængig af lederens længde, tykkelse og materiale. Hvis modstanden i et lederstykke er stor, betyder det, at der ikke kan komme så meget strøm igennem. Elektronerne passage gennem lederstykket besværligøres hvis modstanden er stor.

Enheden for elektrisk modstand er: Ohm [Ω] og symbolet for elektrisk modstand er: R.

1Ω er den elektriske modstand, der er i en ledning, hvis der kræves en spændingsforskel på 1 Volt for at drive en strøm igennem på 1 A.

Den sammenhæng, der er mellem begreberne modstand, spænding og strømstyrke, sammenfattes ofte i det vi kalder:

$$\text{Ohms lov: } R = \frac{U}{I}$$

Eller:

$$U = I \times R$$

Eller:

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



Elektrisk effekt

Den elektriske effekt kan man beregne ved at gange spændingsforskellen (U) med strømstyrken (I). Og da symbolet for effekt jo er P, kan vi udtrykke sammenhængen således:

Enheden for effekt er som bekendt Watt: Hvor $W = J/s$. Vi udtrykker det ofte populært:

$$\text{Effekt: } P = U \times I$$

Elektrisk energi

Når man skal beregne elektrisk energi bruger vi bare den kendte formel: $E = P \times t$. Hvis vi bruger udtrykket $U \times I$, i stedet for P, ser det således ud:

Watt er lig med Volt gange Ampere

Enheden for energi er jo Joule [J]. Men da energienheden Joule er en ret lille energienhed, bruger man ofte enheden kilo-Watt-timer [kWh] i stedet for. Når man afregner sit strømforbrug, betales der pr. kWh.

Omsætningen mellem kWh og Joule er som følger:

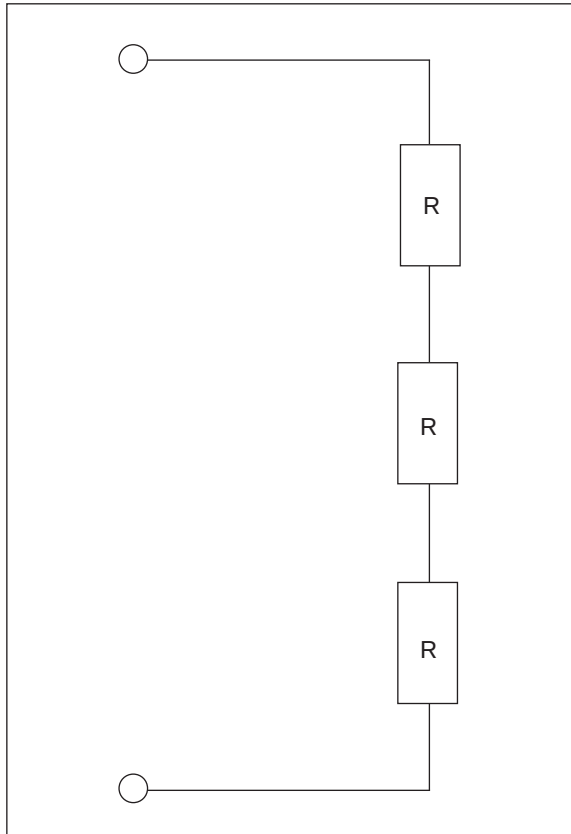
$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ Wh} = 1000 \times 60 \times 60 \text{ Ws} = 3.600.000 \text{ J} = 3,6 \text{ MJ} = 3,6 \times 10^6 \text{ J}.$$



Serieforbindelser

Serieforbindelse betyder at komponenterne er forbundet i forlængelse af hinanden.

Hvis en af komponenterne afbrydes er alt i kredsen afbrudt.

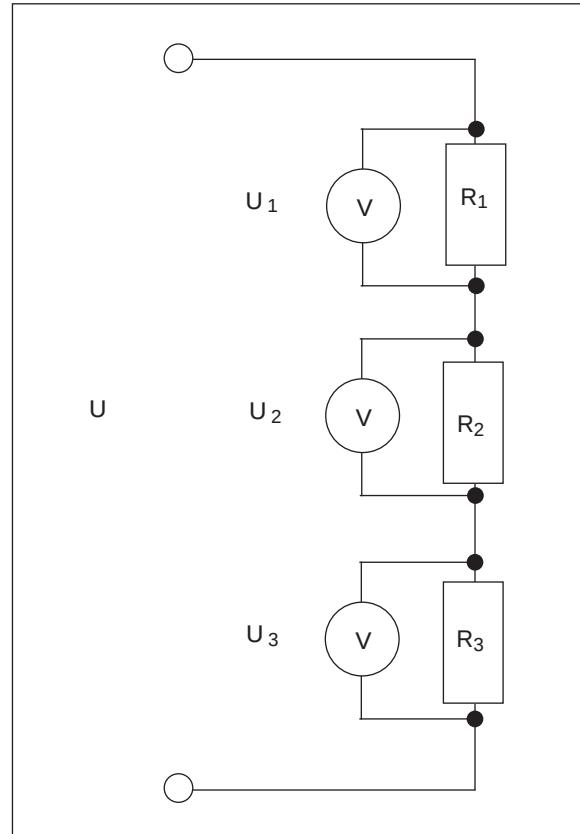


Spændingsforhold

Når man sætter spænding på kredsen, vil hver enkelt modstand fremkalde et spændingsfald, som også kaldes delspændinger.

Summen af disse delspændinger er lig med den samlede spænding.

Formel : $U = U_1 + U_2 + U_3$.



Modstandsforhold

Hver komponent har en modstand og hvis man lægger disse modstande sammen får man den samlede modstand.

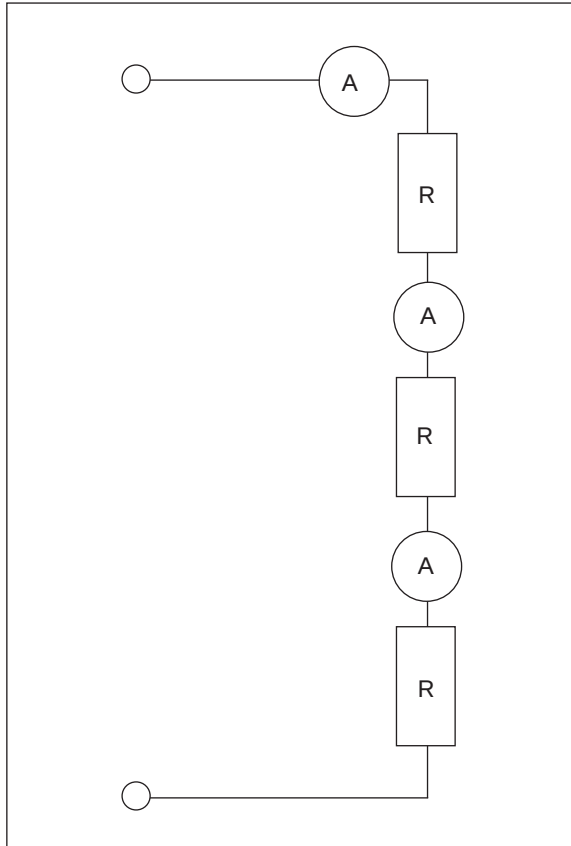
Formel: $R = R_1 + R_2 + R_3$.



Spænding, strøm og modstand

Strømforhold

Komponenterne i en serieforbindelse gennemløbes af en lige stor strøm.



Et amperemeter vil vise samme udslag, ligegyldigt hvor i kredsen det sættes ind.

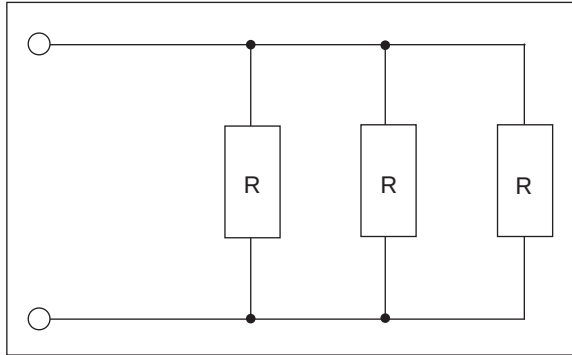
Eksempler på serieforbindelser finder vi i juletræskæden, hvor summen af de enkelte lampers spænding giver tilslutningsspændingen - eller ved måling af strøm, hvor vi forbinder multimeteret i serie med komponenten.



Parallelforbindelse

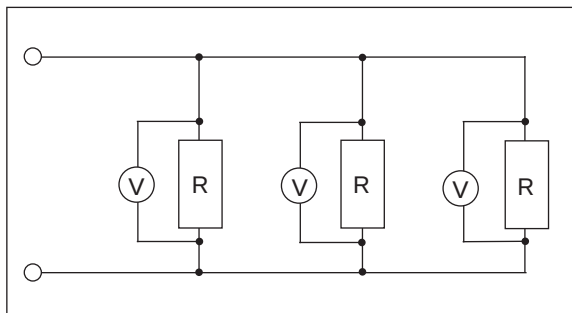
Parallelforbindelse betyder, at alle komponenter er tilsluttet samme spænding.

Hvis man afbryder en af komponenterne vil de andre stadig være tilsluttet.



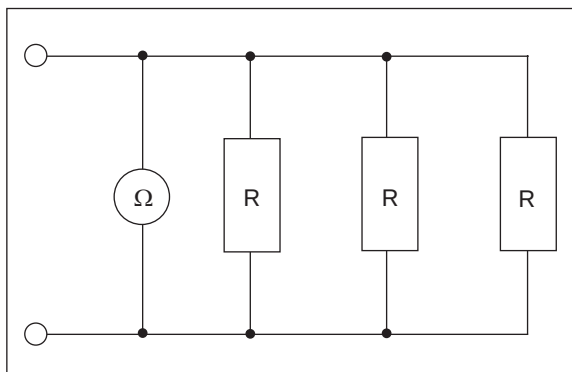
Spændingsforhold

Alle komponenterne i en parallelforbindelse vil være tilsluttet den samme spænding og alle voltmetrene vil vise det samme.



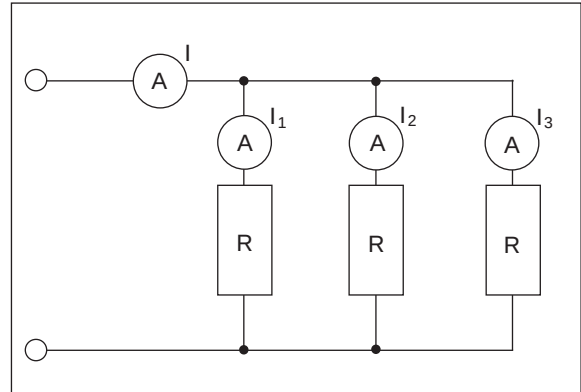
Modstandsforhold

Modstanden for hele kredsen vil være mindre end den mindste modstand. Den kan findes ved at dividere spændingen med den samlede strøm.



Strømforhold

I en parallelforbindelse vil de enkelte komponenter modtage hver sin del af strømmen og den samlede strøm vil være summen af de enkelte strømme.



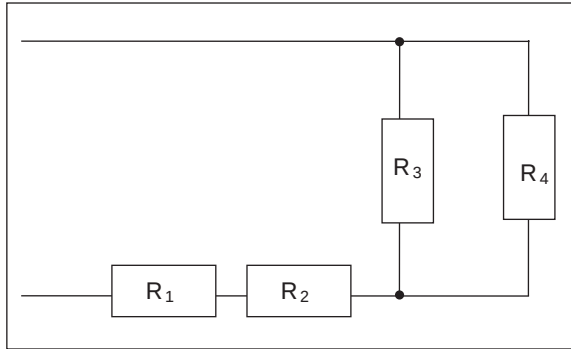
$$\text{Formel: } I = I_1 + I_2 + I_3$$

Eksempler på parallelforbindelser finder vi i husinstallationen samt når vi benytter et voltmeter til at måle spænding med.



Kombinerede forbindelser

Kombinerede forbindelser er forbindelser, der består både af parallelforbindelser og serieforbindelser.



Ved beregning af spænding, strøm og modstand skal man beregne de enkelte forbindelser hver for sig.

Eksempel

Beregning af parallelforbindelsens modstand:

$$\frac{1}{R'} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \quad \text{eller} \quad \frac{R_3 \times R_4}{R_3 + R_4}$$

Beregning af serieforbindelsens modstand:

$$R_s = R_1 + R_2$$

Samlet modstand:

$$R = R_s + R$$