

El-lære

VVS-UDDANNELSENS HOVEDFORLØB

El-lære

Varighed

37 lektioner.

Mål med modulet

Når du har gennemført dette modul kan du gøre rede el-nettets opbygning, el-installationer i bygninger, lovgivning ved arbejde med el-tekniske symboler og diagrammer.

Herudover kan du foretage el-tekniske beregninger og udføre parallel- og serieforbindelser.

Desuden kan du tilslutte og forbinde komponenter parallelt og i serie.

Bedømmelseskriterier

For at praktikopgaven er udført tilfredsstillende skal komponenterne være rigtigt forbundet og målingerne skal være udført korrekt.

75 % af de teoretiske opgaver skal være korrekt besvaret.

Henvisninger

- www.vvs-uddannelse.dk
- <http://asp.vvsu.dk/vvspuls/>
- Undervisningsmateriale til VVS-branchens efteruddannelseskurser

Love, regler og bestemmelser

Installation, drift, service og reparationer på et varmeanlæg berører i reglen mindst to fagområder, nemlig VVS- og elområdet. 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, Elinstallatørloven 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 samfundsøkonomisk 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.

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.

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.

Elinstallatørloven

- § 1. Denne lov omfatter følgende arbejder ved elektriske brugerinstallationer for stærkstrøm:
1. Tilkobling til og frakobling fra elforsyningsanlæg.
 2. Udførelse, ændring, udskiftning og reparation af faste installationer med ledninger, tilslutningssteder og andre fast installationsmaterialer.
 3. Installation, ændring, og reparation af ikke stærkstrømsmæssige styrings- og reguleringsystemer, som anvendes til styring af stærkstrømsfunktioner.
 4. Fast tilslutning og frakobling af elektriske maskiner, brugsgenstande og hjælpeapparater.
 5. Eftersyn, justering og reparation af elektriske maskiner og brugsgenstande, der er tilsluttet fast installation under arbejdets udførelse.

§ 2

- Stk. 1. De i § 1 nr. 1 - 2 nævnte arbejder må kun udføres under ansvar af personer, der har opnået autorisation som elinstallatører.
- Stk. 2. De i § 1 nr. 3 - 5 nævnte arbejder må foruden af autoriserede elinstallatører udføres af personer, eller virksomheder, der erhvervsmæssigt producerer, reparerer eller vedligeholder styrings- og reguleringsystemer, maskiner og brugsgenstande, når den der udfører arbejdet er i besiddelse af fornøden fagkundskab.
- Stk. 3. Uanset bestemmelsen i stk. 2 kan enhver, der har fornøden kundskab til arbejdets udførelse, foretage udskiftning af normaltætte afbrydere og stikkontakter uden jord for højst 250 V, samt opsætning og nedtagning af belysningsamaturer i private boliger, forudsat at det ikke sker erhvervsmæssigt.
- Stk. 4. Trafikministeren fastsætter bestemmelser om oplysningspligt for forhandlere af elektrisk materiel med hensyn til materiel, der kun må installeres af autoriserede elinstallatører, jf. § 1 nr. 2 samt med hensyn til forbrugervejledning om montering af elektrisk materiel.

Bemærkninger til § 2

Med bestemmelsen i stk. 2 gives der nu mulighed for at installation, ændring, og reparation af en lang række elektriske apparater kan udføres uden autorisation f.eks. TV- og radioapparater, oliefyr, gasfyr, husholdningsapparater mm.

Der er tale om en lovliggørelse af en praksis, der har eksisteret længe, idet det ikke er praktisk muligt at foretage fejlfinding og justering, uden at der er strøm på apparatet.

Den nævnte praksis har ikke givet anledning til ulykker og der er derfor ikke grund til at opstille eksamenskrav for de pågældende reparatører mv. - det er et krav at vedkommende har fornøden sagkundskab.

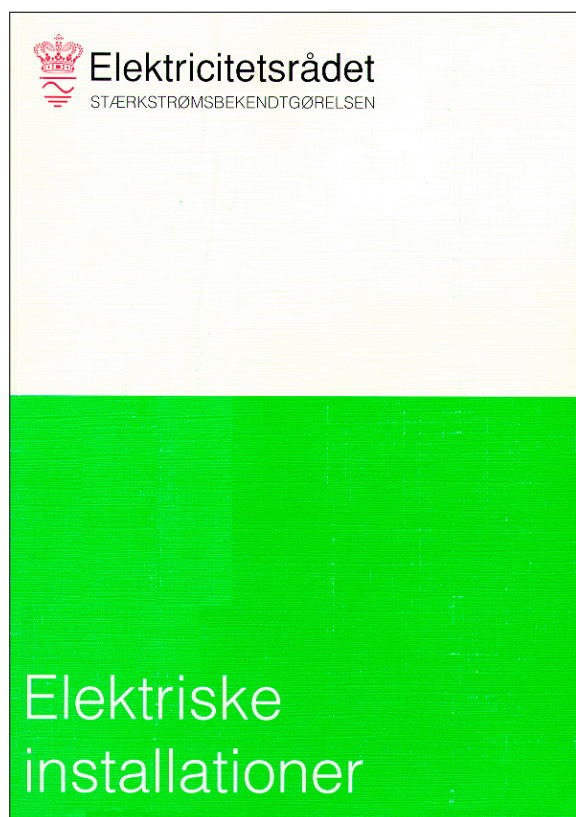
Bestemmelsen i stk. 3 er ligeledes en lovliggørelse af en udbredt praksis, som ikke har givet anledning til ulykker.

Adgangen til at udføre disse arbejder uden autorisation er begrænset til privat bolig, men ikke nødvendigvis til egen bolig og må ikke ske erhvervsmæssigt.

Bestemmelsen i stk. 4 skal ses på baggrund af, at der i detailhandlen (f.eks. i byggemarkeder) kan købes elektriske kabler og andet materiale til fast installation, hvilket kan foranledige køberen til at tro, at man selv har lov til at installere det.

Der findes ikke, i den foreliggende ulykkestatistik, belæg for indførelse af et egentligt forbud mod detailhandel af den slags materialer.

Stærkstrømsbekendtgørelsen



Kap. 11 - Gyldighedsområde

110 Almindeligt

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

- Boliger.
- Erhvervsjendomme.
- Offentlige ejendomme.
- Industrijendomme.
- Landbrugsejendomme og gartnerier.
- Præfabrikerede huse.
- Campingvogne, campingpladser o.l.
- Byggepladser, udstillinger, markeder, og andre midlertidige installationer.
- Marinaer og lystfartøjer.

110.2 Bestemmelserne gælder for:

- Strømkredse, der forsynes ved nominelle spændinger til og med 1000 V eller 1500 V.
- Fast installation for telekommunikation, signalering, styring e.l. (undtaget indre ledninger i apparater).

Undtagelse:

For telefoninstallationer og installationer for datatransmission, som opfylder bestemmelserne for beskyttelse ved lav spænding, SELV eller PELV, i 411.1 gælder kun:

- bestemmelserne for nærføring til andre elektriske installationer, se 528.1.2 og
- bestemmelserne for eksplosionsfarlige områder, se kapitel 704

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

110.3 Bestemmelserne gælder ikke for:

- Udstyr for elektriske baner o. l.
- Automobilers elektriske udstyr.
- Installationer på skibe.
- Installationer i flyvemaskiner.
- Radiostøjdæmpningsudstyr undtagen i den udstrækning, det har indflydelse på installationens sikkerhed
- Lynbeskyttelse af bygninger.

110.4 Bestemmelserne gælder kun for valget og anvendelsen af det elektriske materiel i installationen.

Dette gælder også for kombinationer af materiel, der er i overensstemmelse med de pågældende materielbestemmelser.

Kap. 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.

131.2 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.

131.3 Beskyttelse mod indirekte berøring.

Personer og husdyr skal beskyttes mod de farer, der kan opstå ved berøring af udsatte dele, som er blevet spændingsførende på grund af en 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, 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.

Kap. 41 - Beskyttelse mod elektrisk chok

410.1 Almindeligt.

Beskyttelse mod elektrisk chok skal udføres ved anvendelse af de metoder, er angivet i 411 til 413, og i det omfang, det fremgår af bestemmelserne i 471.

412 Beskyttelse mod direkte berøring.

412.5 Supplerende beskyttelse med HFI- eller HPFI-afbrydere.

412.5.1 HFI- eller HPFI-afbrydere (fejlstrømsafbrydere med en mærkeudløsestrøm, der ikke overstiger 30 mA) kan anvendes som supplerende beskyttelse mod direkte berøring i tilfælde af svigt af andre beskyttelsesmetoder eller manglende agtpågivenhed hos brugerne.

412.5.2 HFI- eller HPFI-afbrydere må ikke anvendes som det eneste middel 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 strømskreds 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 50 V eller 120 V, i så lang tid, at det medføre risiko for

skadelige fysiologiske virkninger i en person (eller husdyr), der er i berøring med samtidige tilgængelige ledende dele.

Kap. 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 Ved valg af beskyttelsesmetoder gælder eventuelle særlige bestemmelser i del 7.

471 Beskyttelse mod elektrisk chok.

471.1 Beskyttelse mod direkte berøring

471.1.1. 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 Elektrisk materiel skal være omfattet af en af de beskyttelsesmetoder mod indirekte berøring, som er angivet i 411 og 413.

474 Overbelastningsbeskyttelse af motorer

474.1 Motorer, der starter eller er i drift uden tilsyn, skal være overbelastningsbeskyttet. Motorer i brandfarlige eller eksplosionsfarlige område og i sprængstofrum skal overbelastningsbeskyttes efter reglerne herom i del 7.

474.2 Hvis overbelastningsbeskyttelse af en motor er krævet, skal den være udført på en af nedennævnte måder:

1. Motoren skal være således konstrueret, at motorviklingernes temperatur ved overbelastning ikke overstiger de i afsnit 134.1, § 19.6 angivne værdier.
2. Motoren skal være forsynet med termofølere (temperaturfølsomme afbrydere eller temperaturfølere), der direkte eller gennem forbindelse med en kontaktor bevirker, at motorstrømmen afbrydes ved overbelastning, således at motorviklingernes temperatur ikke overstiger de i afsnit 134.1, § 19.6 angivne værdier.
3. Motoren skal strømforsynes gennem en i den pågældende brugsgenstand indbygget overstrømsafbryder.
4. Motoren skal strømforsynes gennem et motorværn justeret efter motorens fuldlaststrøm.

474.3 Der kræves ikke overbelastningsbeskyttelse af motorer, der har en sådan sikkerhedsmæssig funktion, at strømafbrydelse kan medføre en fare.

Eksempel:

Motorer til brandslukning.

Motorer til hurtiglukkeventiler i fjernvarmeanlæg.

Kap. 51 - Fælles bestemmelser

510 Almindeligt

510.1 Materiellet skal vælges og installeres således:

- at Stærkstrømsbekendtgørelsens bestemmelser er opfyldt,
- at materiellet kan modstå de påvirkninger og ydre forhold, det kan blive udsat for og
- at installationen kan fungere som tilsigtet.

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

511 Konstruktionsbestemmelser

511.1 Materiellet skal være i overensstemmelse med bestemmelserne i afdeling C for konstruktion af materiel af den pågældende art.

511.2 Bestemmelserne i afdeling C skal i den udstrækning, hvori de kan finde anvendelse, desuden overholdes for materiel, for hvilket der ikke foreligger særlige bestemmelser.

514.3.1 Beskyttelsesledere (PE)

514.3.1.1 Beskyttelseslederen skal være let genkendelige ved deres form, ved deres placering, ved deres farve eller mærkning.

514.3.1.2 Ved farvemærkning skal farvekombinationen grøn/gul anvendes.

Farvekombinationen grøn/gul må kun anvendes til beskyttelsesleder.

514.3.2 Nulledere (N)

Farven lyseblå bør anvendes til isolerede nulledere.

Kap. 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 ny anvendelse eller beskaffenhed.

Skifter et område anvendelse eller beskaffenhed i forbindelse med tilslutning af en brugsgenstand, må tilslutningen 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.

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 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 maskiner og apparater hyppigt afvaskes eller hvor spuling foretages (f.eks. i levedsmiddelbranchen), 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 Smeltesikringer, 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 eventuelle fejl fjernes, og ny sikringsudskiftning eller genindkobling må ikke foretages, før isolationsmodstanden er målt til en forskriftsmæssig værdi.

Undtagelser:

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

Isolationsmålingen 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.

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

1. med højst 1/2 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 el-installatører) 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 (herunder isolations) fejl eller mangler 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.

623.2 Afbrydelse af forsyningen

Bliver elleverandøren bekendt med en fejl ved en installation og skønner, at fejlen medfører væsentlig fare, er han berettiget til at afbryde forsyningen til installationen eller til den fejlbehæftede del af installationen, såfremt fejlen ikke er afhjulpet inden for en af elleverandøren fastsat rimelig tid.

Kap. 63 - Arbejde på eller i nærheden af installationer

630 Almindeligt

630.1 Under udførelsen af arbejde i nærheden af elektriske installationer skal der udvises påpasselighed for at afværge, at disse udsættes for overlast.

630.2 Når en installation eller en del af denne gøres spændingsløs før arbejde på eller i nærheden af installationen, skal der udvises agtpågivenhed og omtanke for at sikre, at afbrydningen foretages således, at installationen ikke kommer under spænding ved arbejdets udførelse.

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

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.

El-fremstilling AC – DC

Stoffernes opbygning

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

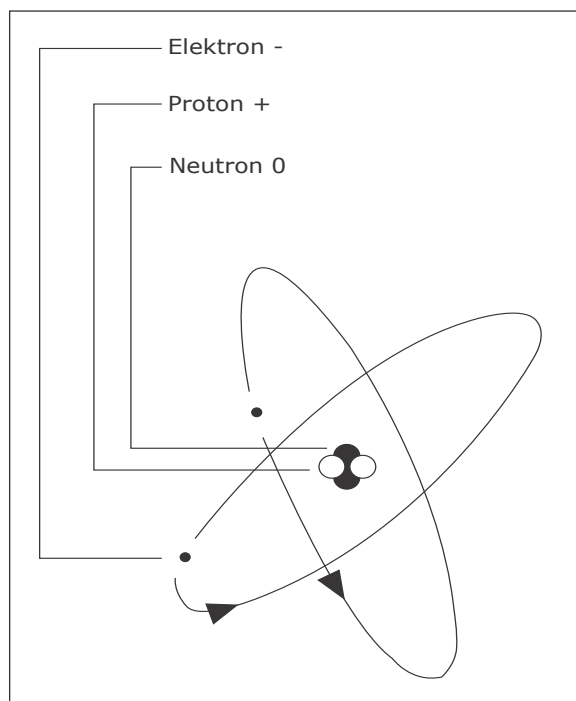
Der findes over 100 grundstoffer, som er opstillet i et system der kaldes »det periodiske system«. Stoffernes tilstandsform kan være luftformige, flydende eller faste.

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.

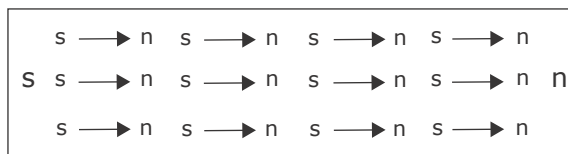
En atomkerne består af et antal protoner og neutroner. Det er antallet af disse der bestemmer grundstoffets art.



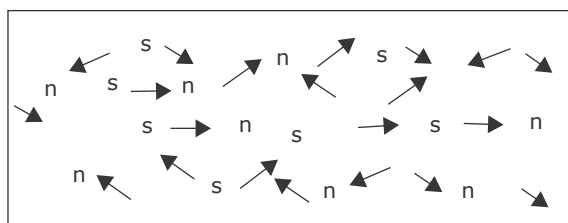
Et atom er ikke-elektrisk udadtil, fordi kernens positive og elektronernes negative ladning er lige store, men når atomets ligevægt forstyrres ved at tilføre eller fjerne elektroner opstår der en spænding - også kaldet en spændingsforskel.

Magnetisme

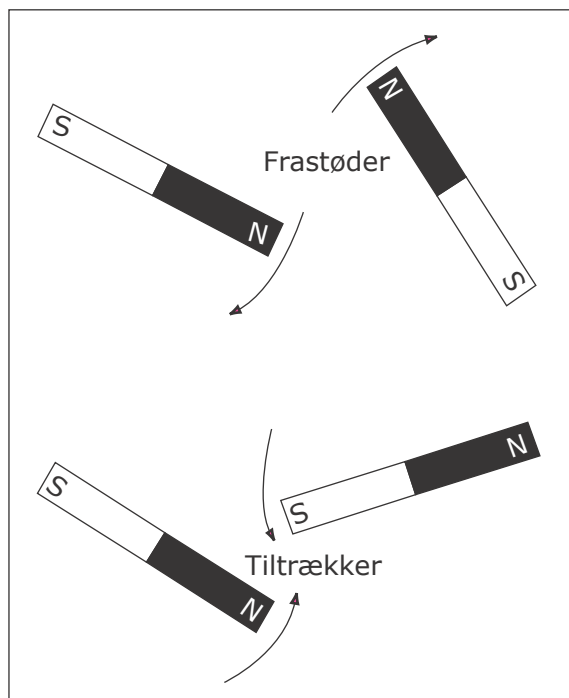
Magnetisme er en naturkraft der findes i nogle materialer og defineres som en syd- og en nordpol.



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-lære

El-fremstilling

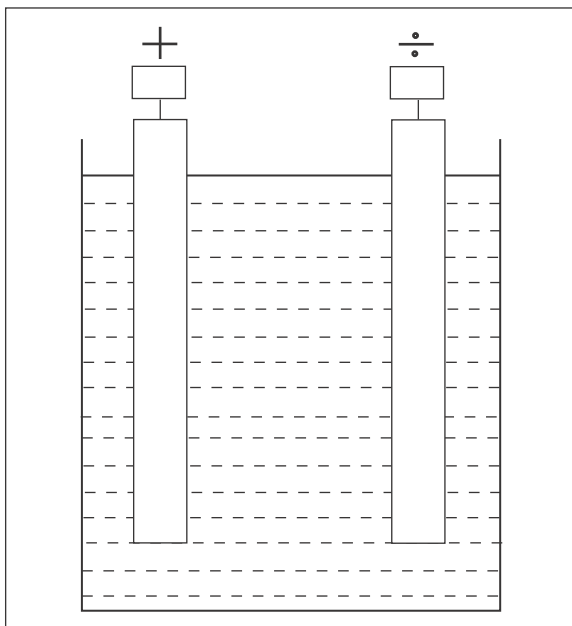
Frembringelse af elektricitet kan gøres på mange forskellige måder:

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

Jævnspænding

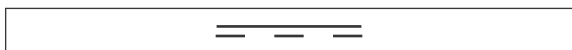
Ved at nedsænke en kobberplade og en zinkplade i fortyndet svovlsyre, kan der mellem de to plader måles en spændingsforskel.

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.

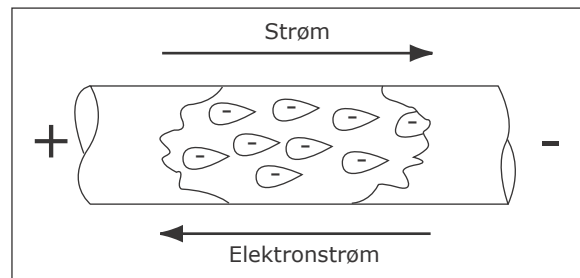
For at angive, at en spænding eller en strøm er jævn, anvendes forkortelsen DC (direct current).



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.



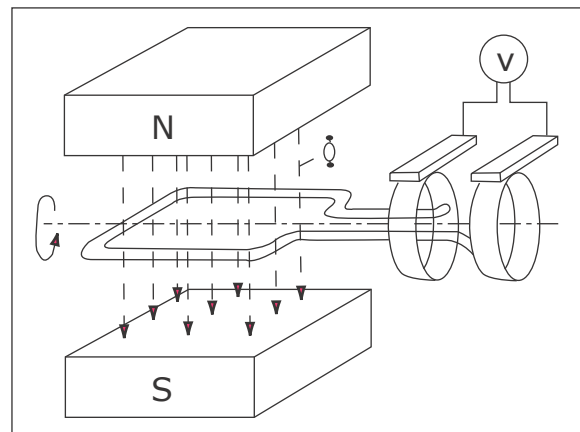
Elektronstrømmen er altså modsat rettet det, vi normalt opfatter som den elektriske strøm.

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 spolen rundt i et magnetfelt med stor hastighed indukeres strømmen i spolen.



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.

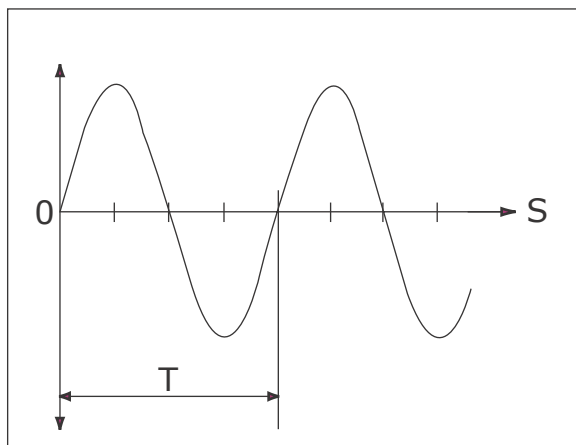
Den vil på denne måde »trække og skubbe« elektronerne gennem ledningen.

- Dette princip kender vi fra cykeldynamoen.

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

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.



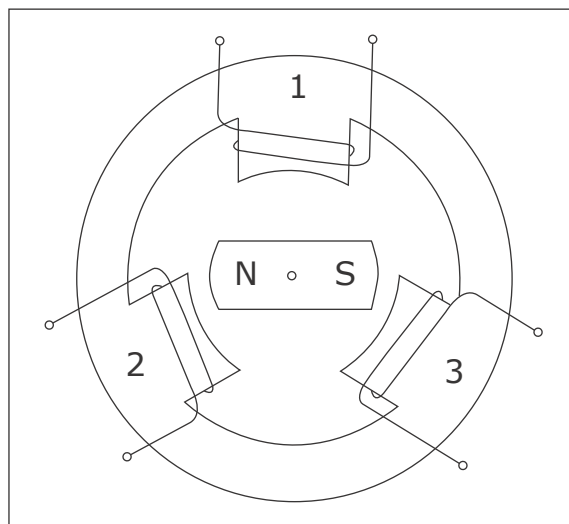
For at angive at en spænding, eller en strøm, hele tiden skifter retning, anvendes forkortelsen AC (Alternating Current - skiftende strøm).



Symbol for AC

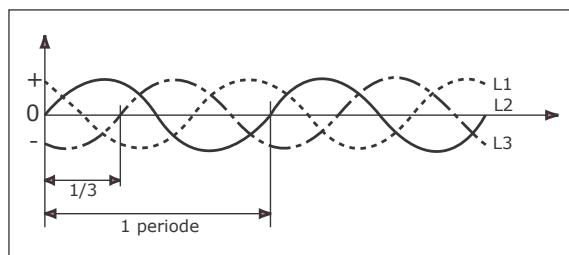
Den trefasede vekselstrømsgenerator kan i princippet være opbygget som vist i nedenstående figur. Her frembringes den elektriske energi ved magnetisk induktion.

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



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

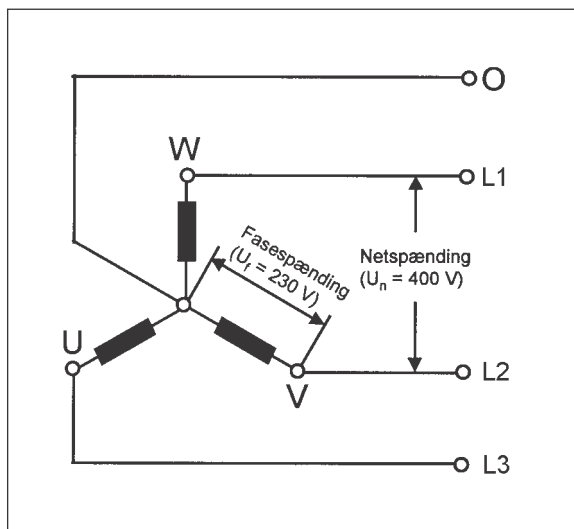
Det trefasede vekselspændingssystem har et »udseende«, som vist på skitsen herunder.



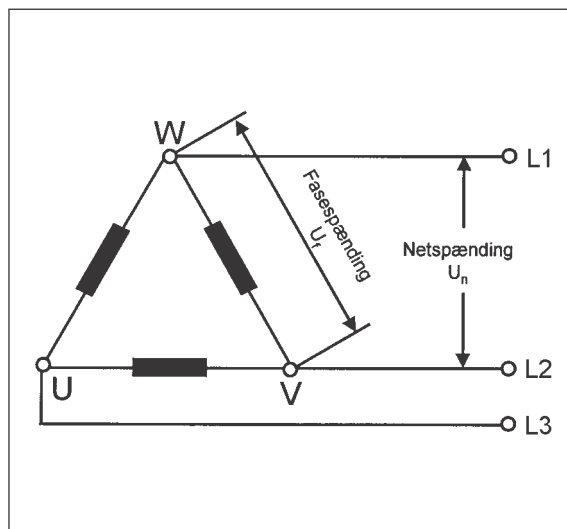
Vi kan her se at faserne er forskudt 1/3 periode efter hinanden, hvilket betyder at spændingen mellem to faser bliver 400 V.

El-lære

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

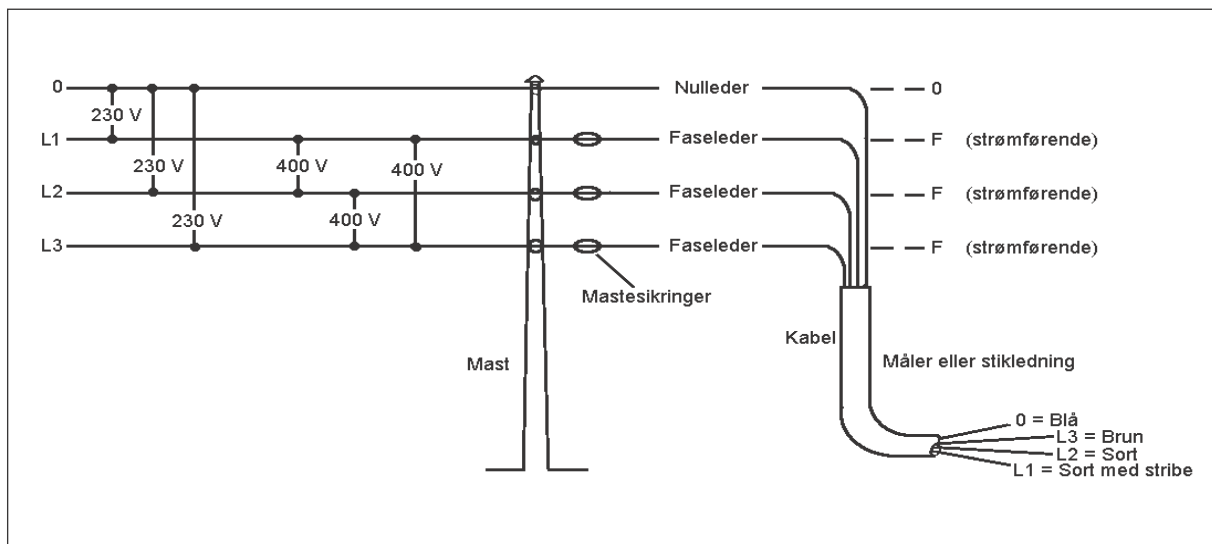


eller forbindes i trekant som herunder.



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.

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 elektronen 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 strøm-rens 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 besværliggøres hvis modstanden er stor.

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

$1\ \Omega$ 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 energi-enhed, bruger man ofte enheden kilo-Watt-timer [kWh] i stedet for. Når man afregner sit strømforbrug, betales der pr. kWh.

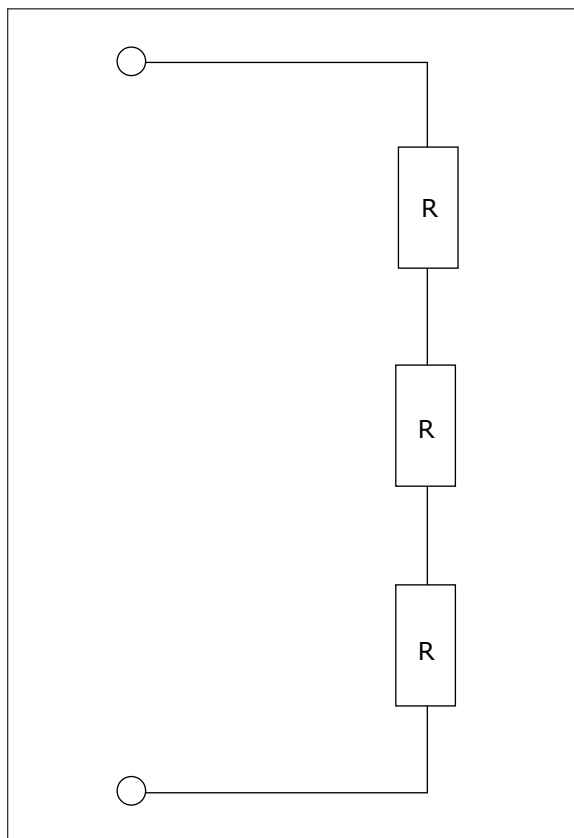
Omsætningen mellem kWh og Joule er som følger:

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

Serieforbindelser

Serieforbindelse betyder at komponenterne er forbundet i forlængelse af hinanden.

Hvis en af komponenterne afbrydes er alt i kredsen afbrudt.

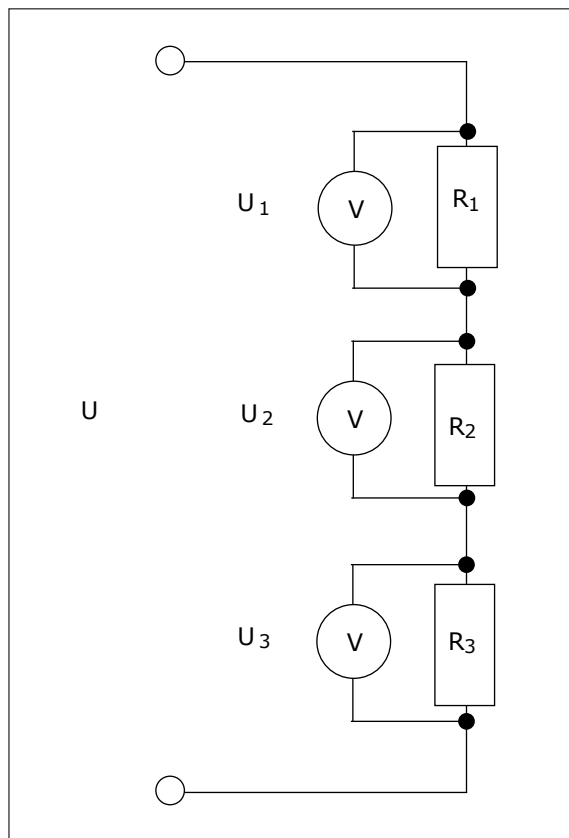


Spændingsforhold

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 : $U = U_1 + U_2 + U_3$.



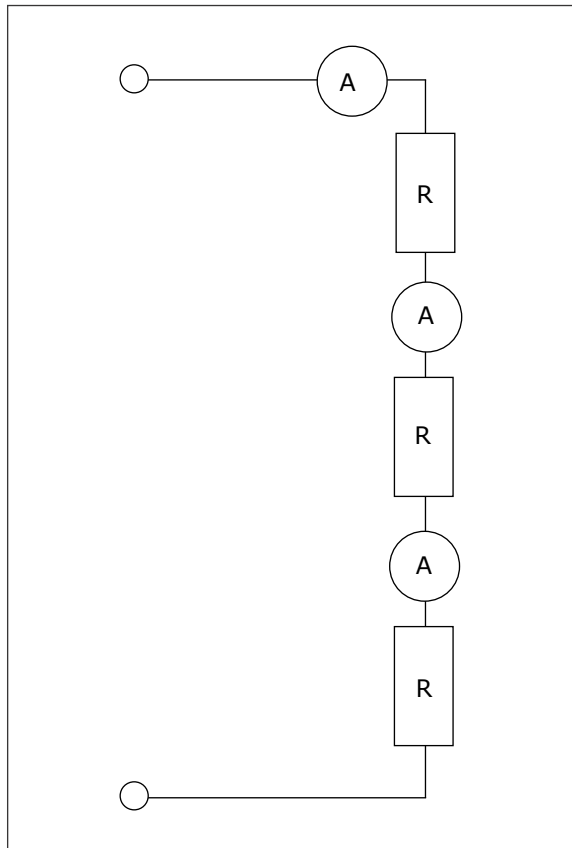
Modstandsforhold

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

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

Strømforhold

Komponenterne i en serieforbindelse gennemløbes af en lige stor strøm.



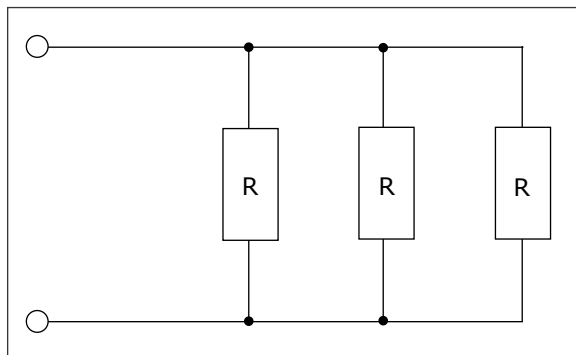
Et amperemeter vil vise samme udslag, ligegyldigt hvor i kredsen det sættes ind.

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

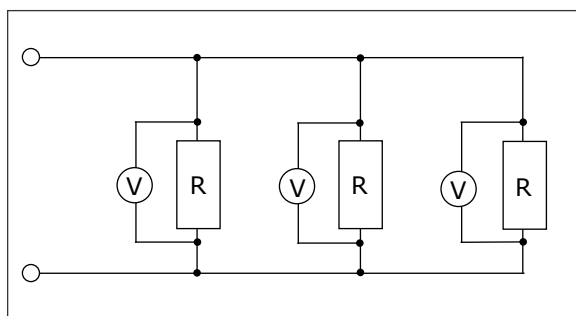
Parallelforbindelse betyder, at alle komponenterne er tilsluttet samme spænding.

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



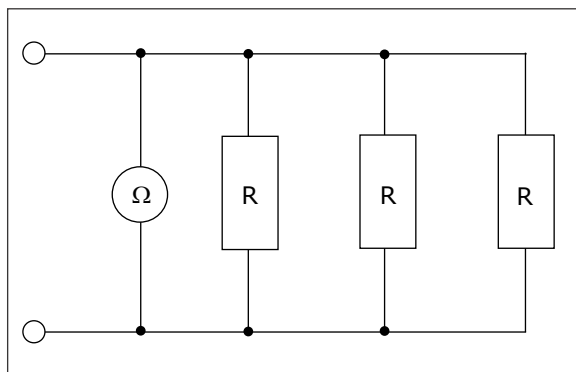
Spændingsforhold

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



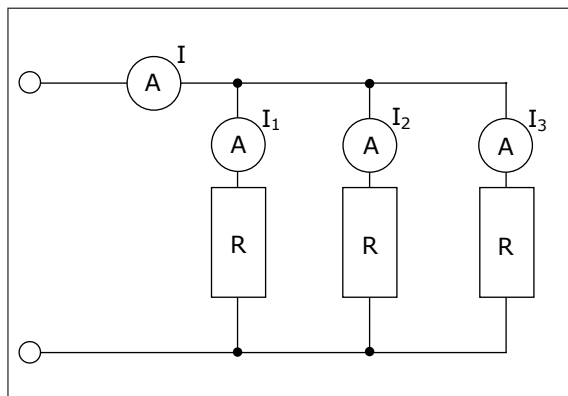
Modstandsforhold

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.

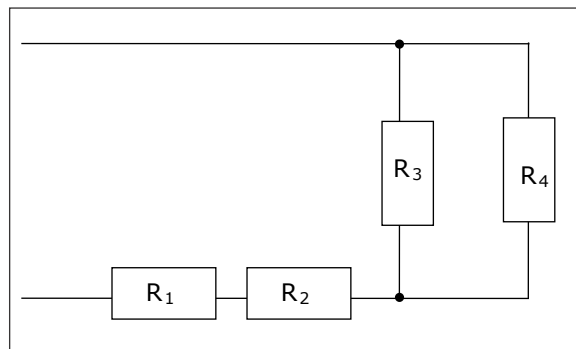


$$\text{Formel: } I = I_1 + I_2 + I_3$$

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:

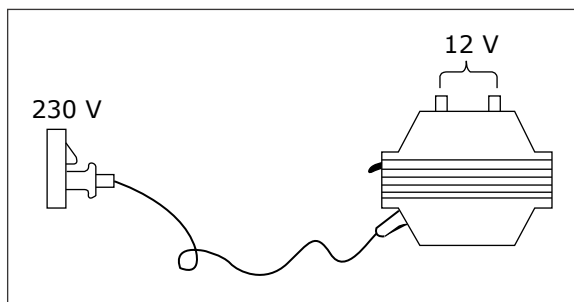
$$R_s = R_1 + R_2$$

Samlet modstand:

$$R = R_s + R$$

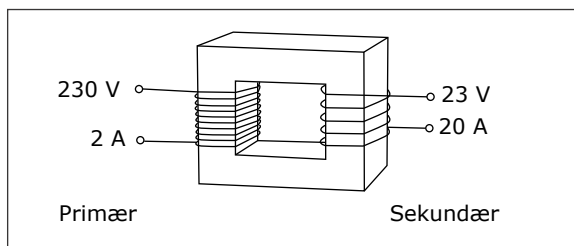
Transformator

En af fordelene ved at anvende vekselspænding frem for jævnspænding er, at vekselspændingen kan transformeres op eller ned til enhver ønsket størrelse.



Har man således brug for en spænding på f.eks. 12 V, kan man ved hjælp af en transformator f.eks. nedtransformere lysnettets 230 V.

Transformatoren består af to spoler, der er viklet om en jernkerne. Den kan f.eks. være udformet, som vist på skitsen herunder.



De to spoler benævnes henholdsvis primær- og sekundærsiden. Sekundærsiden er altid tilsluttet brugsgenstanden.

Spolernes vindingstal er bestemmende for transformatorens omsætningsforhold.

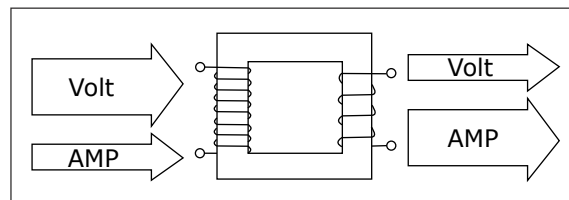
Er antallet af vindinger på primærsiden f.eks. 500 og på sekundærsiden 50, får vi et omsætningsforhold på:

$$\frac{50}{500} = \frac{1}{10}$$

Tilslutter vi primærsiden til 230 V, vil vi på sekundærsiden få en spænding på $230 \times$ omsætningsforholdet, det vil sige:

$$230 \text{ V} \times \frac{1}{10} = 23 \text{ V}$$

Den strøm, vi får på sekundærsiden, vil i dette tilfælde være 10 gange større end strømmen på primærsiden.



Vores almindeligste lysinstallation er normalt 230 V.

Det vil sige, at vi til dette formål bruger spændingen mellem en vilkårlig fase og nul.

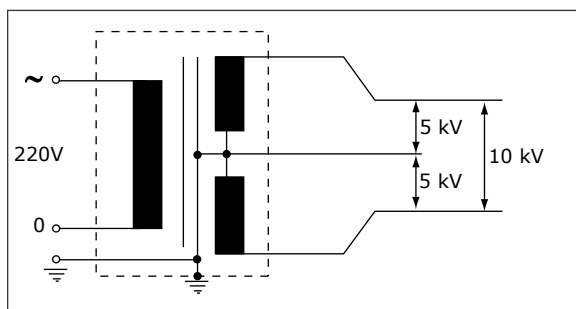
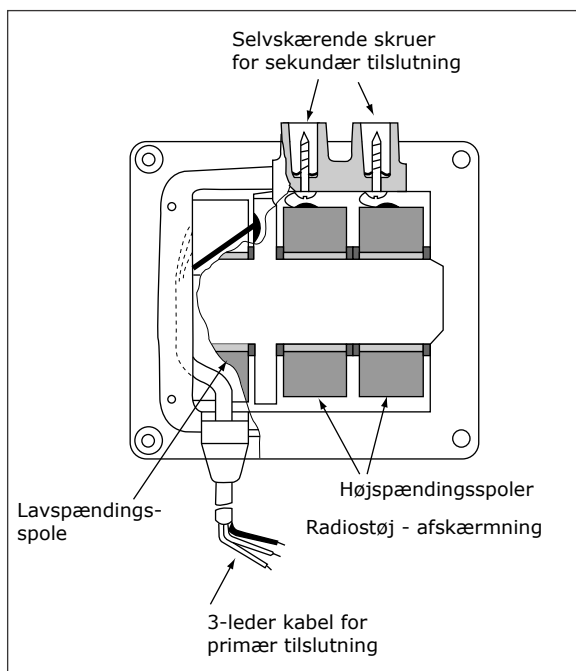
Større motorer, varmelegemer, vaskemaskiner og lignende tilsluttes derimod to eller tre faser, hvorved de får en spænding på 400 V.

Tændtransformator

En tændtransformator skal levere en meget høj spænding, for at sikre gnistens start mellem elektroderne til at antænde brændstoffet.



Man taler normalt om spændinger, der er omkring 10.000 - 12.000 V.



På moderne brændere behøver tændingen kun at være indkoblet i kort tid. Ved at udnytte det har man kunnet reducere størrelsen på transformeren.

Disse transformere må kun være indkoblet en bestemt del af tiden f.eks. angivet således: 33 % ED i 3 min.

Dette skal læses således; at for hver 3. minut må transformeren kun være indkoblet sammenlagt 1 minut, man taler her om transformatorer for intermitterende drift (afbrudt tænding).

Elektronisk tændenhed

En elektronisk tændenhed har den samme opgave som en traditionel transformator.

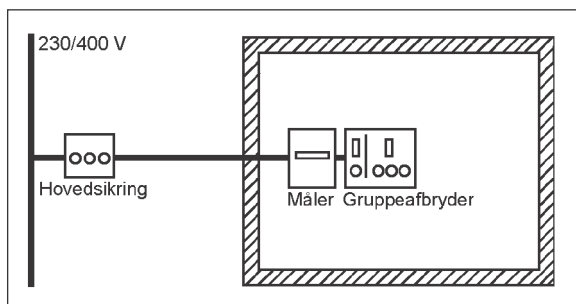
Opbygningen af en sådan elektronisk tændenhed er dog væsentlig anderledes end den traditionelle transformator.



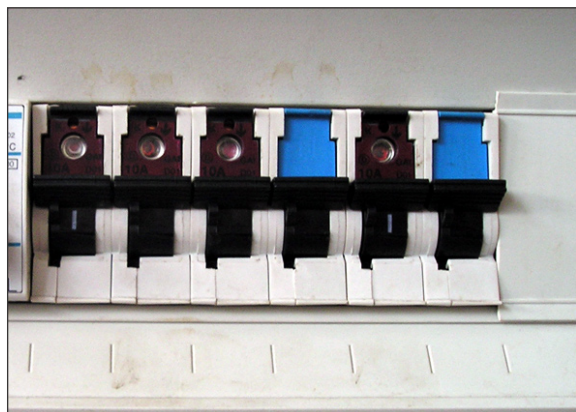
Forskellen ligger i; at 50 Hz netfrekvens omformes til ca. 20 kHz.

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 sikringens 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. Diazet-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.

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

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
Sort.....	13 A
Grå.....	16 A
Blå.....	20 A
Gul.....	25 A
Sort.....	35 A
Kobber.....	63 A



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

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

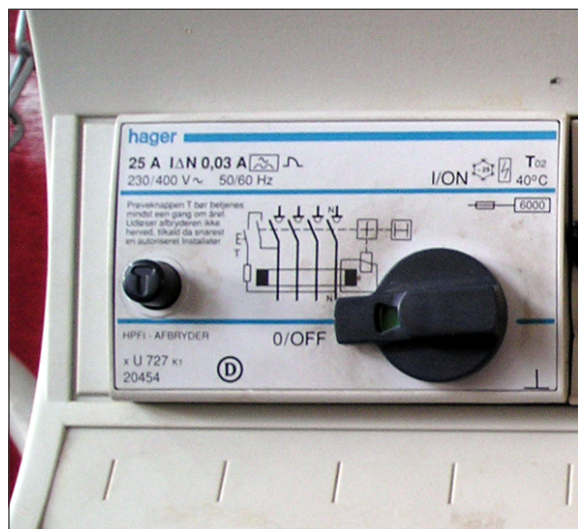
Mange brande er opstået ved brug af sådanne erstatninger - og det må i øvrigt tilføjes at forsikringselskaberne nedskriver erstatningssummen ved brandskader opstået på denne måde.

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:

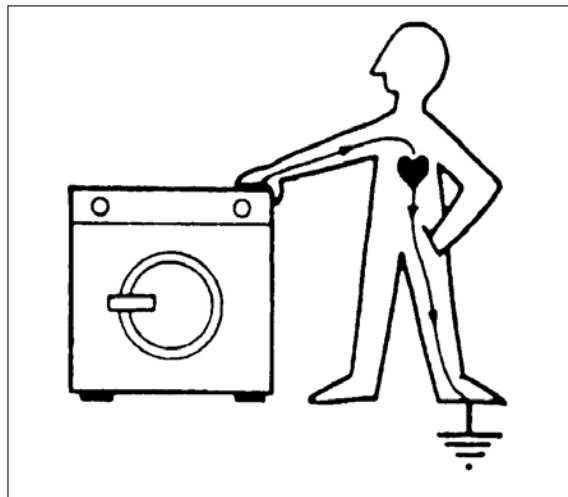
1. Ekstra isolering
2. Isolationsled
3. Sekundær strømkredse
4. Fejlstrømsafbryder
5. Fejlspændings afbryder
6. Nulling
7. Jording

Her gælder Ohms lov: $U = I \times R$

Eksempel:

Hvis modstander fra hånd til fod er ca. 1000Ω 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.

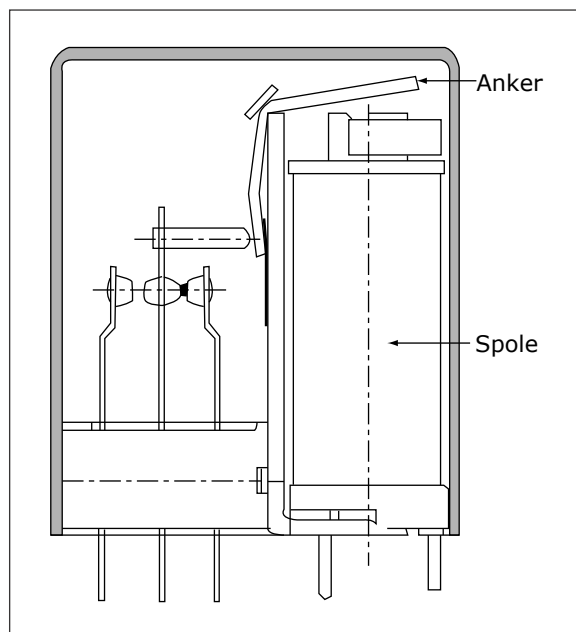


Ekstrabeskyttelse foretages for, at beskytte det menneskelige legeme mod at blive passeret af farlige elektriske strømme.

Relæer, kontakter og motorværn

Relæer

Grundprincippet i relæer og kontakter er, at en spole med jernkerne påtrykkes en spænding, hvorefter de elektromagnetiske kræfter påvirker et kontaktsystem.



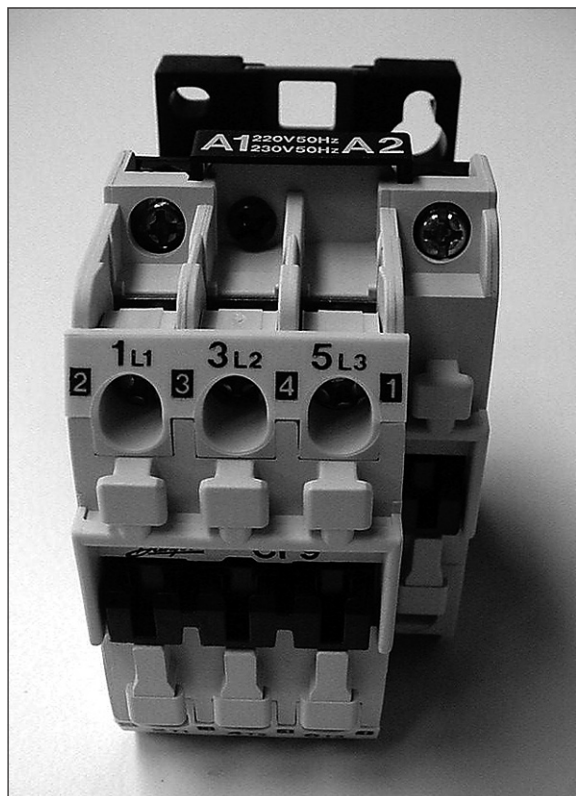
Relæ med skiftekontakt

Et relæ anvendes ofte som hjælperelæ mellem en føler og en kontakt.

Ved tilslutning af spænding til spolen vil ankeret blive tiltrukket af kernen og kontaktsættet aktiveres.

Kontaktor

Kontaktoren er i princippet opbygget som relæet.

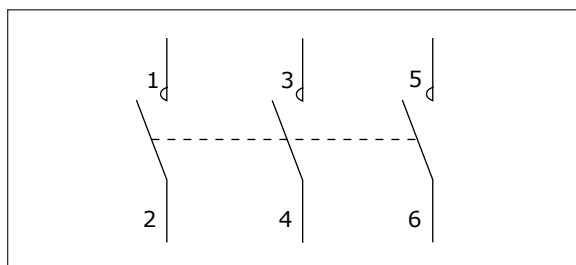


Den anvendes til styring af store elektriske brugsgenstande f.eks. motorer, varmelegemer osv.

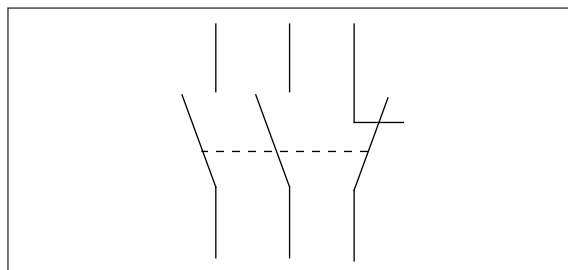
Kontaktoren indeholder et antal hjælpe- og hovedkontakter, hovedkontakterne er de kontakter der slutter og bryder belastningsstrømmen (hovedstrømmen) de skal derfor være dimensioneret til den pågældende strømstyrke.

Hjælpekontakterne er kontakter der ind går i styrestrømskredsen.

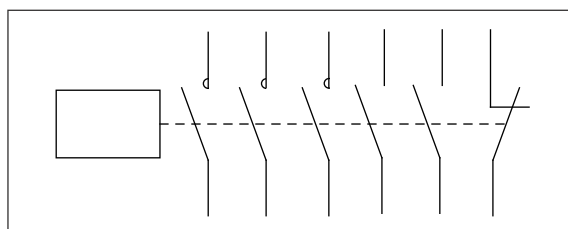
Kontaktorens hovedkontakter vil være mærket, som vist herunder og være benævnt med disse talkombinationer.



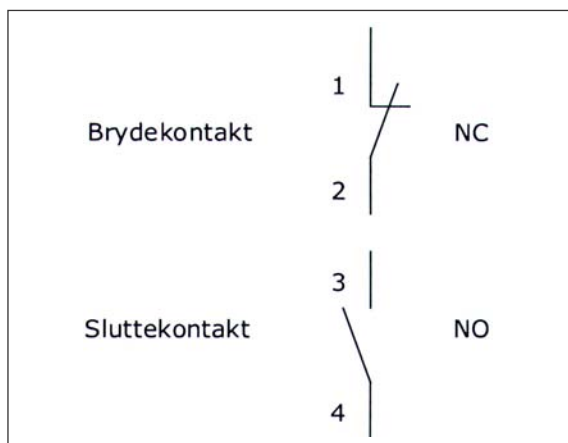
Hjælpekontakter vil være vist som tegningen herunder.



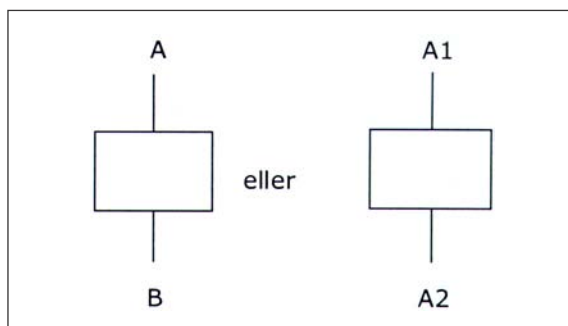
Når de to typer kontakter sættes sammen med spolen vil det være vist som på næste tegning.



Hjælpekontakterne er mærket efter følgende regler.



Spolen kan være mærket med følgende bogstaver.



Motorværn

Motorværnet har den sikringsmæssige funktion, at det automatisk afbryder for motoren hvis der opstår høje strømme, der er skadelige for motorens viklinger.

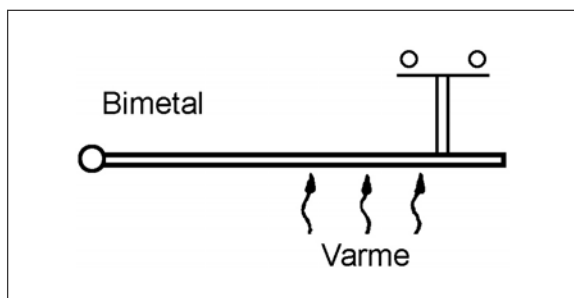
Motorværnets udløsermekanisme skal indstilles, så det netop passer til den tilsluttede motors højst tilladte strøm, også kaldet motorens fuldlaststrøm.

Motorværnet monteres lige før motoren og skal være indrettet således at det skal indkobles manuelt efter en udkobling.

Det kan også laves som et magnetbetjent motorværn hvor det er en kontakt der afbryder strømmen til spolen og af denne vej afbryder for motoren.

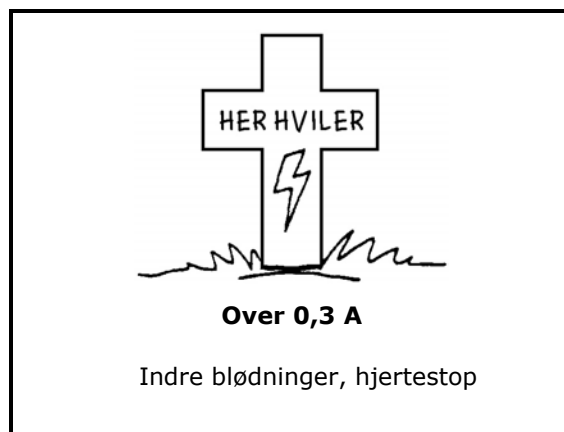
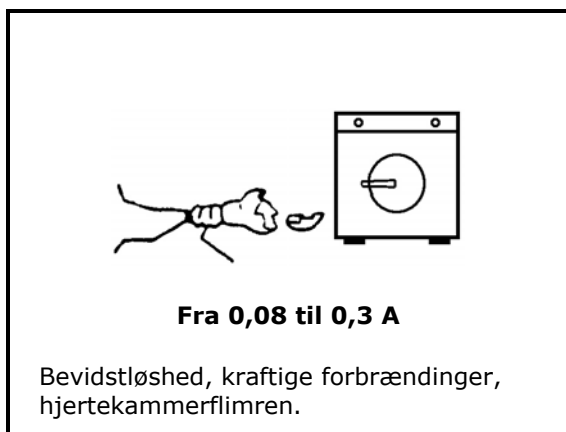
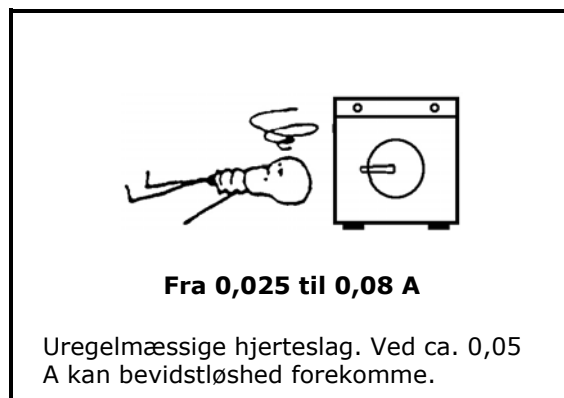
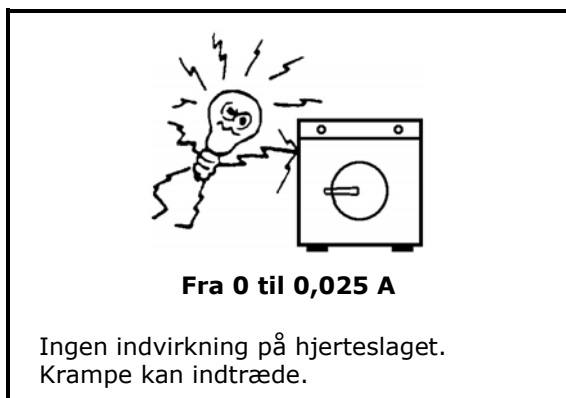


Motorværnet er lavet på en sådan måde, at hvis motorens ledninger overophedes f.eks. ved overbelastning, vil et bimetal, der består af to metalstykker med forskellig udvidelseskoefficient, bøje sig og afbryde strømmen til motoren.



Motorværn kan laves på to forskellige måder, som håndbetjent hvor til er en mekanisk funktion, der slår strømmen fra.

Strømmens indvirkning på kroppen



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.

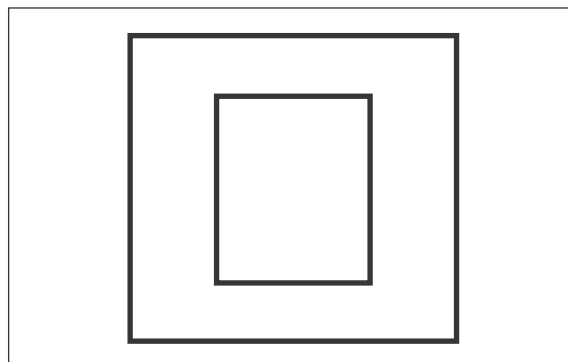
Den menneskelige krop yder en vis elektrisk modstand. Denne modstand kan variere stærkt fra person til person.

Ekstra isolation

Ved ekstra isolation forstås dobbelt eller forstærket isolation.

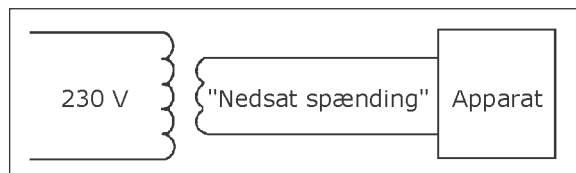
Det vil sige at apparaterne overalt har dobbelt isolering - og er uden forbindelse til jord.

Apparatet skal være mærket med følgende mærke for at være godkendt.



Sekundære strømkredse

Ved sekundære strømkredse forstår man forsyning fra en transformer med adskilte viklinger

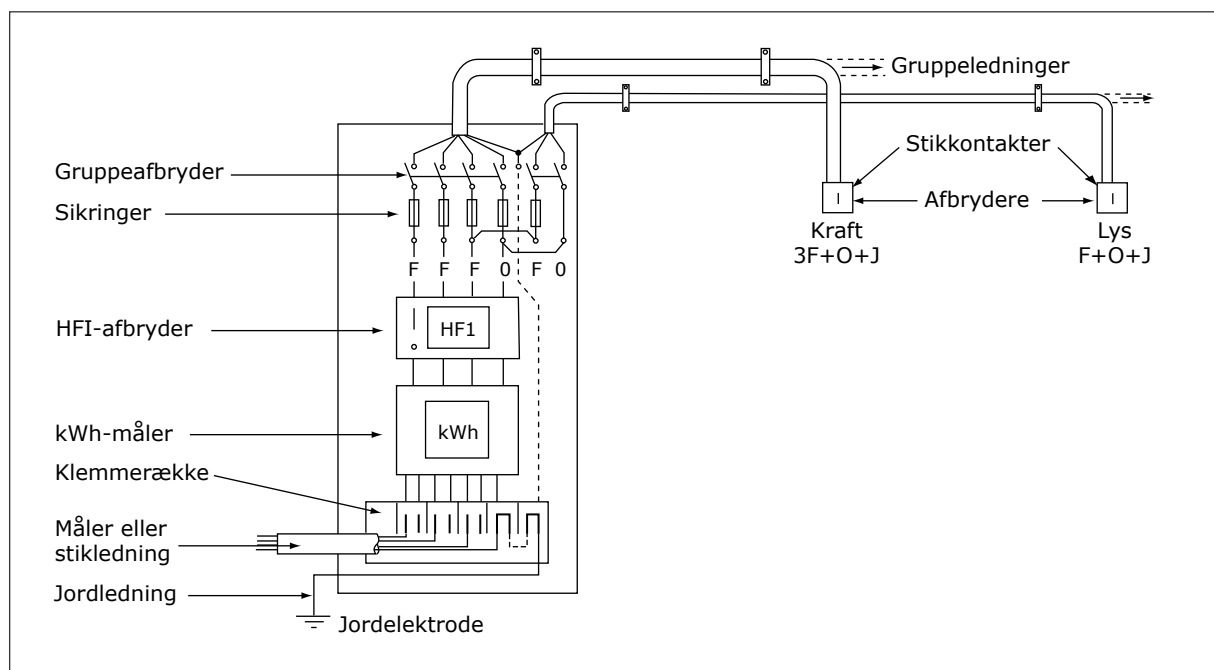


Eksempel på sekundær strømkredse:
Halogenbelysning, shaverstik på toilet

Fejlstrømsafbryder

Fejlstrømsafbrydere findes i flere udgaver, men fælles for dem alle er at de afbryder strømtilførslen, når der opstår en afledning til jord.

Disse relæer anbringes almindeligvis før gruppeafbryderen i installationen og kan tage flere grupper samtidig.

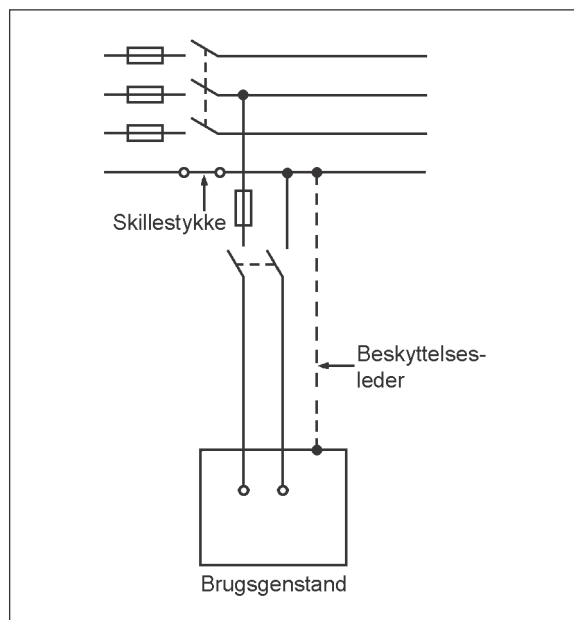


I dag bruges normalt to typer af fejlstrømsafbrydere i husinstallationer: HPFI-afbryder, der afbryder ved en fejlstrøm på max. 30 mA - og FI-afbryder, der afbryder ved en fejlstrøm på 500 mA.

Brugsgenstandene skal endvidere, i de fleste tilfælde, jordforbindes.

Nulling

Nulling må kun benyttes som ekstra beskyttelse hvor og hvis el-leverandøren har givet tilladelse.

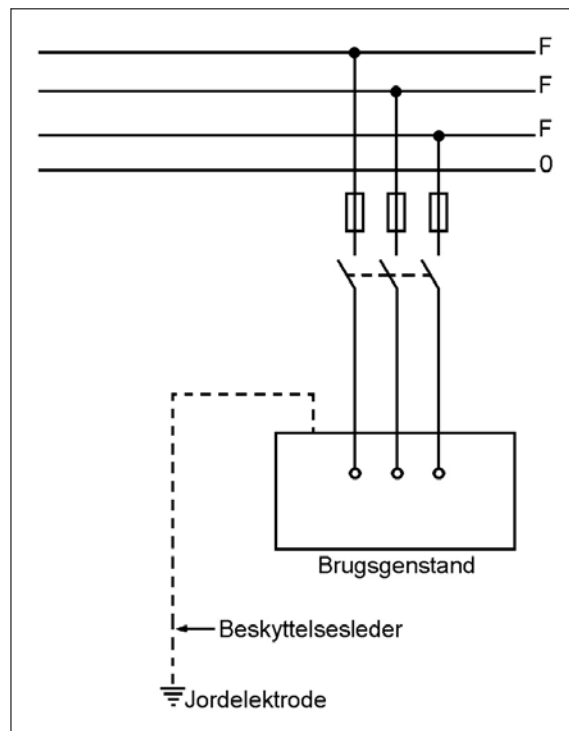


Ved nulling forstås man et el-anlæg, hvor man bruger 0-lederen til beskyttelsesleder - og hvor el-leverandøren har sørget for at 0-lederen er forsvarlig udført.

Ved nullingen er det vigtigt at beskyttelseslederen ikke afbrydes i kontakter og lignende.

Jording

Ved jording forstås man et el-anlæg, hvor de ydre steldele på brugsgenstandene er forbundet med en jordelektrode.



Modstanden mellem jord og stel må - ifølge Stærkstrømsbekendtgørelsen - ikke overstige 2Ω .

Lovmæssige krav om ekstrabeskyttelse

I stærkstrømsbekendtgørelsen er anført de lovmæssige krav om ekstrabeskyttelse i såvel områder som til brugsgenstande og installationer.

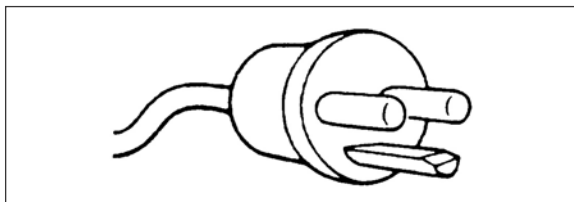
I denne bekendtgørelse kan man læse, at olie/gasfyringsanlæg med tilhørende installationer skal ekstrabeskyttes.

Det er derfor vigtigt at kontrollere, om ekstrabeskyttelsen stadig er intakt efter reparation på anlægget.

Stikpropper med jord

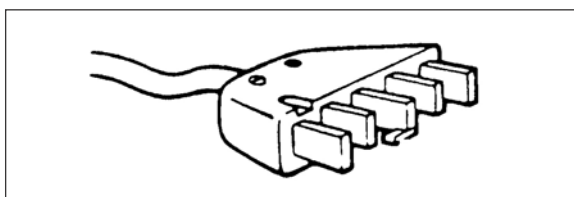
Jordforbindelsen føres ofte frem til brugsgenstanden gennem en stikprop.

En stikprop til 230 V med jord kan se ud som nedenstående figur.



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 midterste ben, der er jordforbindelsen.



For de nyere CEE-stikpropper er det det store ben der er jordforbindelsen.



Farvemærkning

Stærkstrømsbekendtgørelsen stiller nogle krav til mærkninger af ledninger:

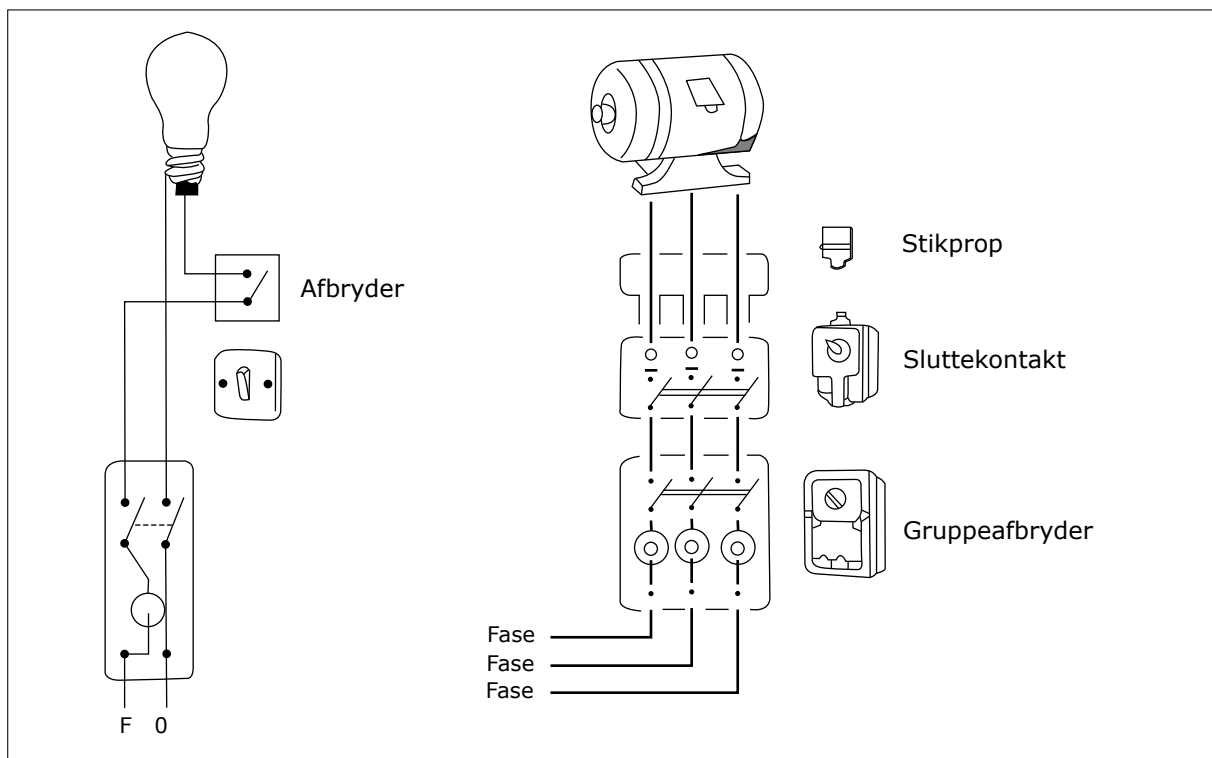
- Ledninger med gul/grøn farvemærkning må kun anvendes som beskyttelsesleder (jordledning).
- 0-lederen bør være lyseblå.

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.

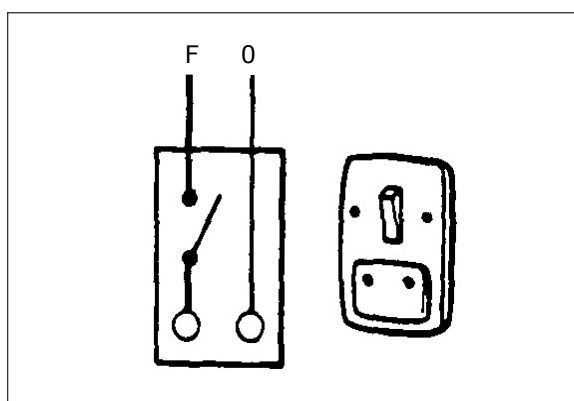
Nullen føres direkte til brugsgenstanden. Brugsgenstanden vil være spændingsløs, når der slukkes på afbryderen.



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.



Modstande

Der findes flere typer af modstande til forskellige formål.

Alle modstande kan placeres i en af de tre følgende hovedgrupper:

- Faste modstande.
- Variable modstande.
- Specielle modstande.

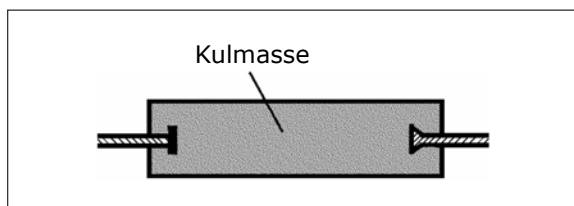
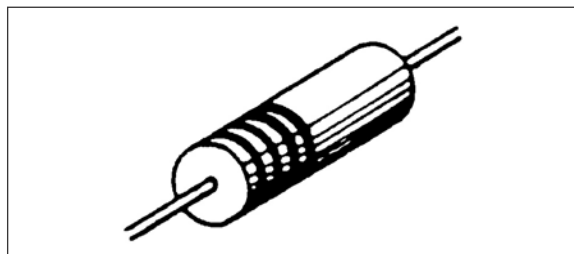
Ved faste modstande skelnes mellem kulmodstande, kul-, metalfilm og tråd vikledede modstande.

Variable modstande inddeles i kul- og trådpotentiometre.

Specialmodstande omfatter modstande, der ændrer modstandsværdi ved forskellige påvirkninger f.eks. lys, temperatur mm.

Faste modstande

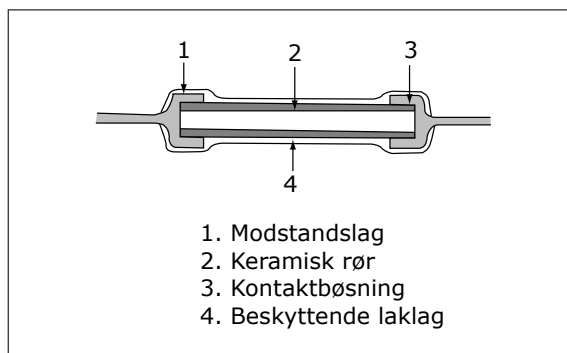
Kulmodstande er sammensat af kul og et harpiksbindemiddel og de fremstilles både som isolerede og uisolerede.



Uisoleret type

De uisolerede modstandes opbygning giver forholdsvis god varmeafledning, derfor er de ofte mindre end de isolerede typer

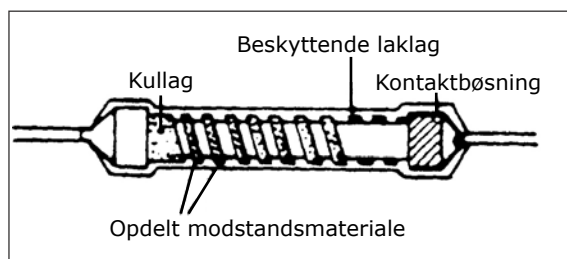
Kulfilmmodstande fremstilles af et keramisk rør, der trækkes gennem et flydende kulmateriale, som lægger sig i et jævnt lag (film) på ydersiden af røret og danner selve modstanden.



Metalfilmmodstande fremstilles principielt som kulfilmmodstande, men laget er her et metaloxydlag, normalt tin, som lægges på en glaskerne eller en keramisk kerne.

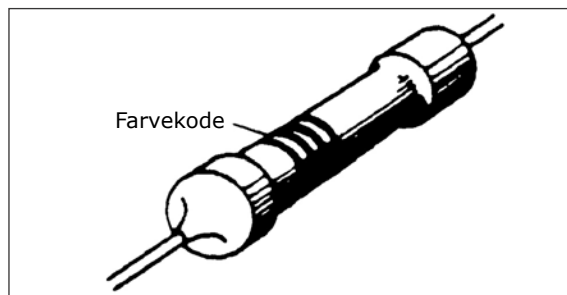
Metalfilmmodstande er meget stabile, tåler høje arbejdstemperaturer og de fremstilles både til store og små effekter.

Trådvikledede modstande er normalt viklet på en kerne af keramik, men fremstilles også med en tråd støbt ind i et keramikhylster.



De typer, som er viklet som en spole, er uegnet til højfrekvens, da modstanden har en vis selvinduktion.

Trådvikledede modstande er præcisionsmodstande og kan have tolerancer helt ned til +/- 10 %. De kan også tåle høje spændinger og effekter.

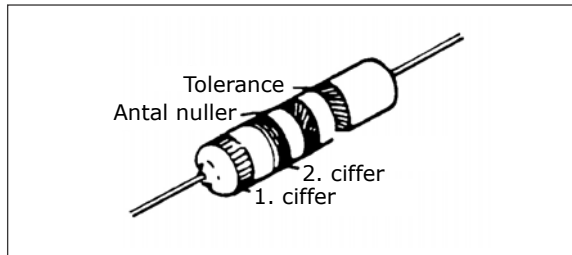


Normalt fremstilles faste modstande efter de internationale standart serier E-12 og E-24, som refererer til tolerancer +/- 10 % og +/- 5 %

El-lære

De faste modstande angives med farvekode, hvori der indgår 3 - 4 kulørte ringe på modstanden.

Modstandsværdier og tolerancer angives både med farvekode eller påstemplet værdi.



Farve	Tal	Multiplikator
Sort	0	1
Brun	1	10
Rød	2	100
Orange	3	1000
Gul	4	10000
Grøn	5	100000
Blå	6	1000000
Violet	7	10000000
Grå	8	100000000
Hvid	9	1000000000

Tolerancer : Guld +/- 5 %
 Sølv +/- 10 %
 Ingen ring +/- 20 %

Eksempel på brug af farvekode

En modstand med 4 farveringe, rød - violet - brun - sølv.

Første ring, der er rød giver 1. tal nemlig 2.

Anden ring, der er violet giver 2. tal nemlig 7, tilsammen giver det 27.

Tredje ring, der er brun giver antal nuller (multiplikator) nemlig 10.

Tallet 27 ganges med multiplikatoren 10 hvilket giver 270, altså har modstanden en værdi på 270 Ω.

Fjerde ring er sølv og giver en tolerance på +/- 10 %.

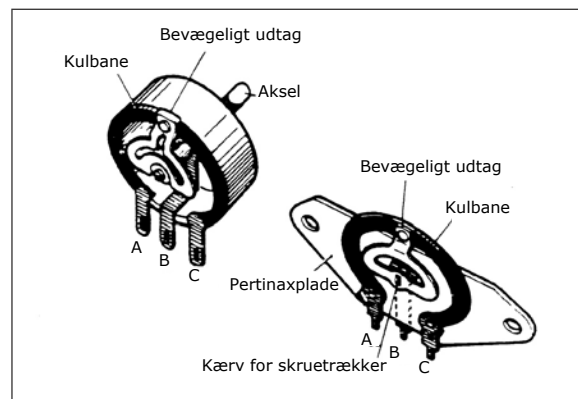
Variable modstande

Potentiometre og faste modstande med variabelt udtag danner gruppen variable modstande.

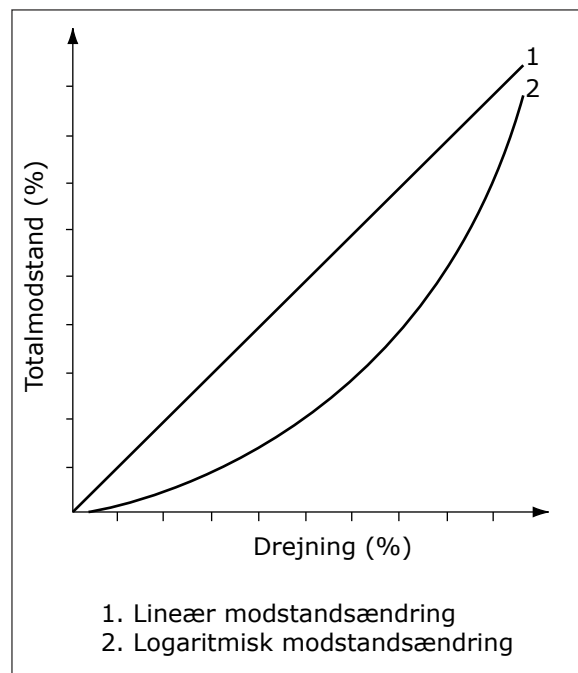
Potentiometre udføres som et cirkulært modstandselement, som en bevægelig arm bevæger sig over. Armen kan drejes af en akse eller justeres med en skruestrækker.

Kulpotentiometre

Kulpotentiometrene har et kullag som modstandselement.



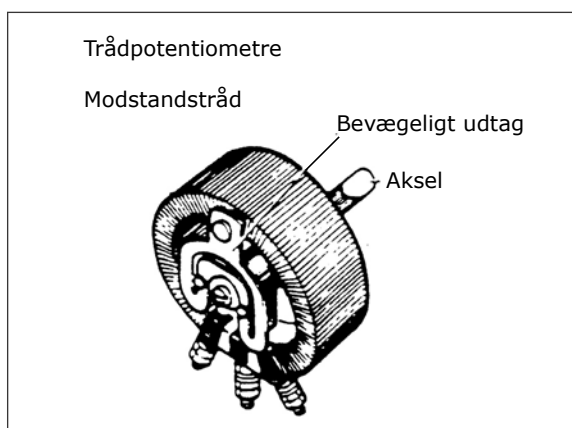
Ved drejning kan modstanden forandres lineært eller logaritmisk. Modstandsændringen ved drejning af et lineært og et logaritmisk potentiometer er vist i koordinatsystemet nedenfor:



Kulpotentiometre findes i størrelser fra ca. 50Ω op til ca. $2 M\Omega$.

Den maksimale effekt ved en arbejdstemperatur på ca. $70^\circ C$ er fra $0,025$ til $0,5$ watt og kulpotentiometret kan derfor kun anvendes i opstillinger med små spændinger og strømme.

Trådpotentiometret anvendes hvor der kræves større strøm og/eller større effekter.



Modstandsstørrelserne er fra 1Ω til ca. $50 K\Omega$, med en belastning fra 1 til 200 watt med lineær modstandsændring.

Specialmodstande

Specialmodstande hører egentlig ind under variable modstande, men da de har andre egenskaber end dem man i daglig tale kalder variable modstande, behandles de derfor separat.

Her omtales modstande, hvor modstandsværdien er stærk afhængig af temperatur, eller af lysstyrken.

Af andre specialmodstande kan nævnes modstande, hvor værdien ændres af tryk og vibrationer.

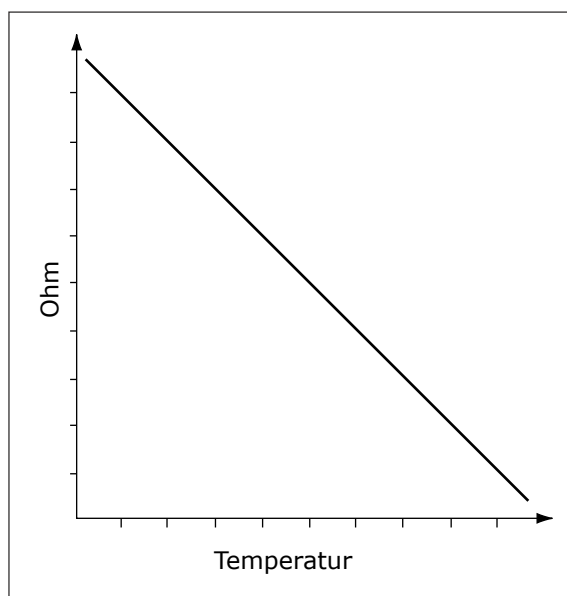
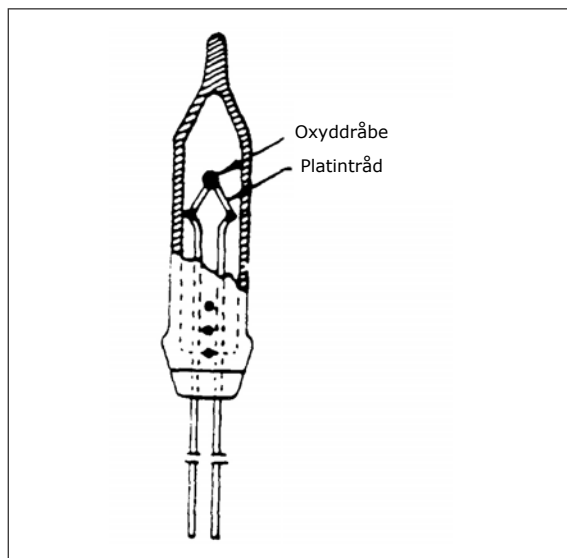
Modstandene har alle tilfælles, at modstandsmaterialet er et halvledermateriale.

NTC-modstande

Negativ Temperatur Coefficient modstande, som også kaldes termistorer har en negativ temperaturkoefficient

Koefficienten angives i procent pr. grad celsius ved rumtemperatur. Normalt er temperaturkoefficienten mellem -3 og $-5 \%/^{\circ}C$, hvilket

vil sige, at hvis modstanden opvarmes med $1^\circ C$ falder modstandsværdien med 3 til 5 %. Tolerancen er oftest $\pm 20 \%$.



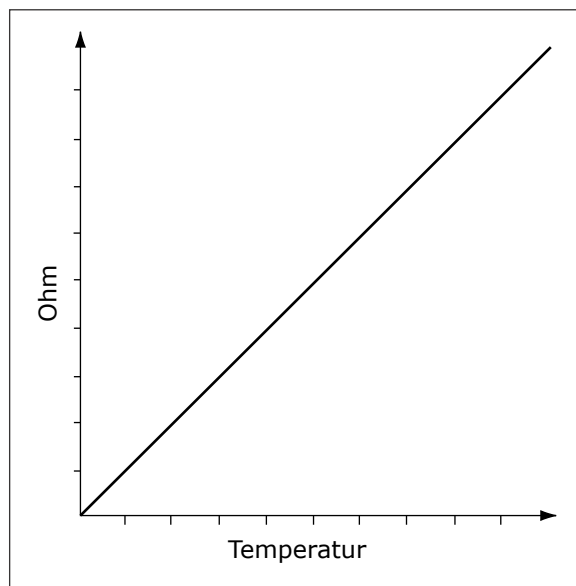
Modstands-temperaturkarakteristikken for en NTC-modstand

NTC-modstande opvarmes direkte eller indirekte. Ved direkte opvarmning kan modstanden opvarmes af strømmen (selvopvarmning) eller af omgivelsestemperaturen (fremmedopvarmning).

Indirekte opvarmning foregår ved hjælp af en varmespiral, der er viklet rundt om selve modstandsmaterialet.

PTC-modstande

Positiv Temperatur Coefficientmodstande er modstande med en positiv temperaturkoefficient.



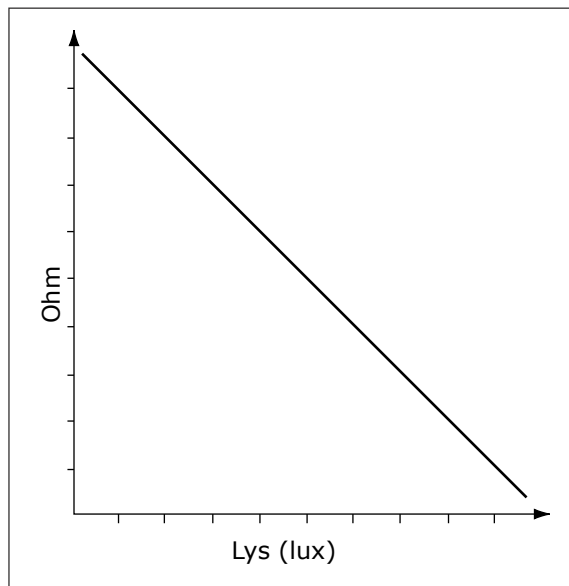
Modstands-temperaturkarakteristikken for en PTC-modstand

PTC-modstandene er på mange måder modstykke til NTC-modstandene.

Tolerancen er mellem 20 og 30 %.

LDR-modstande

Light Dependent Resistors er modstande, hvor modstandsværdien varieres af lys med bølglængder inden for bestemte områder.



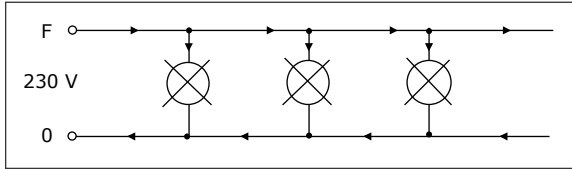
Modstands-temperaturkarakteristikken for en LDR-modstand

Modstandsværdien i mørke er sædvanligvis meget stor - og ved lyspåvirkning af modstanden falder modstandsværdien i LDR-modstanden.

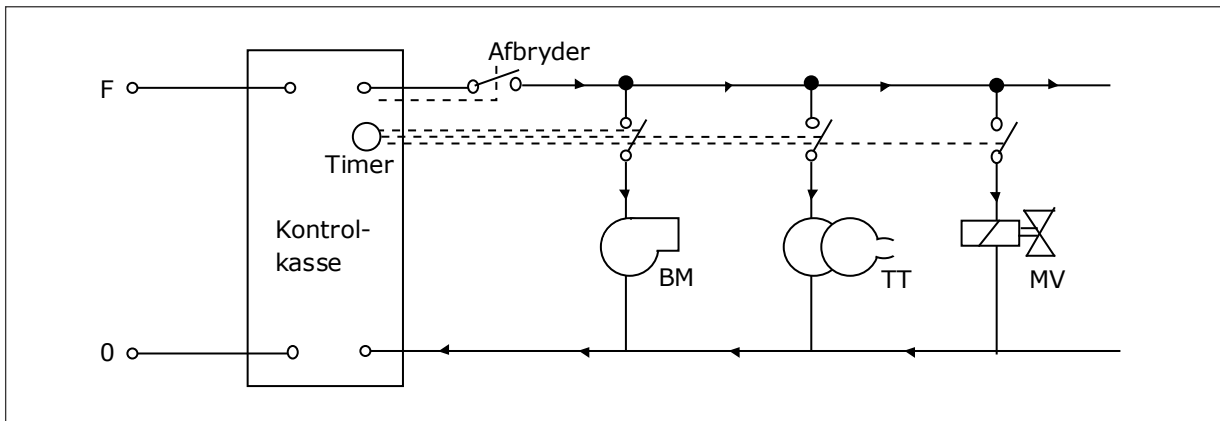
De maksimale arbejds-spændinger varierer fra 1 til 600 V.

Parallelforbindelse

De aktive komponenter, som skal udføre et arbejde, skal normalt parallelforbindes over fase og nul.

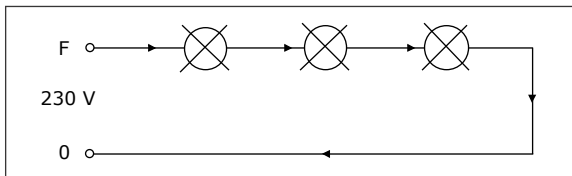


Eksempel



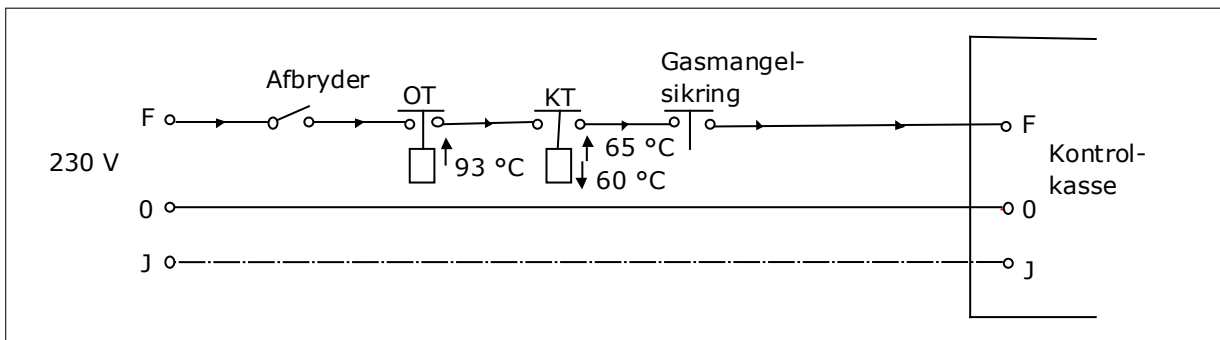
Serieforbindelse

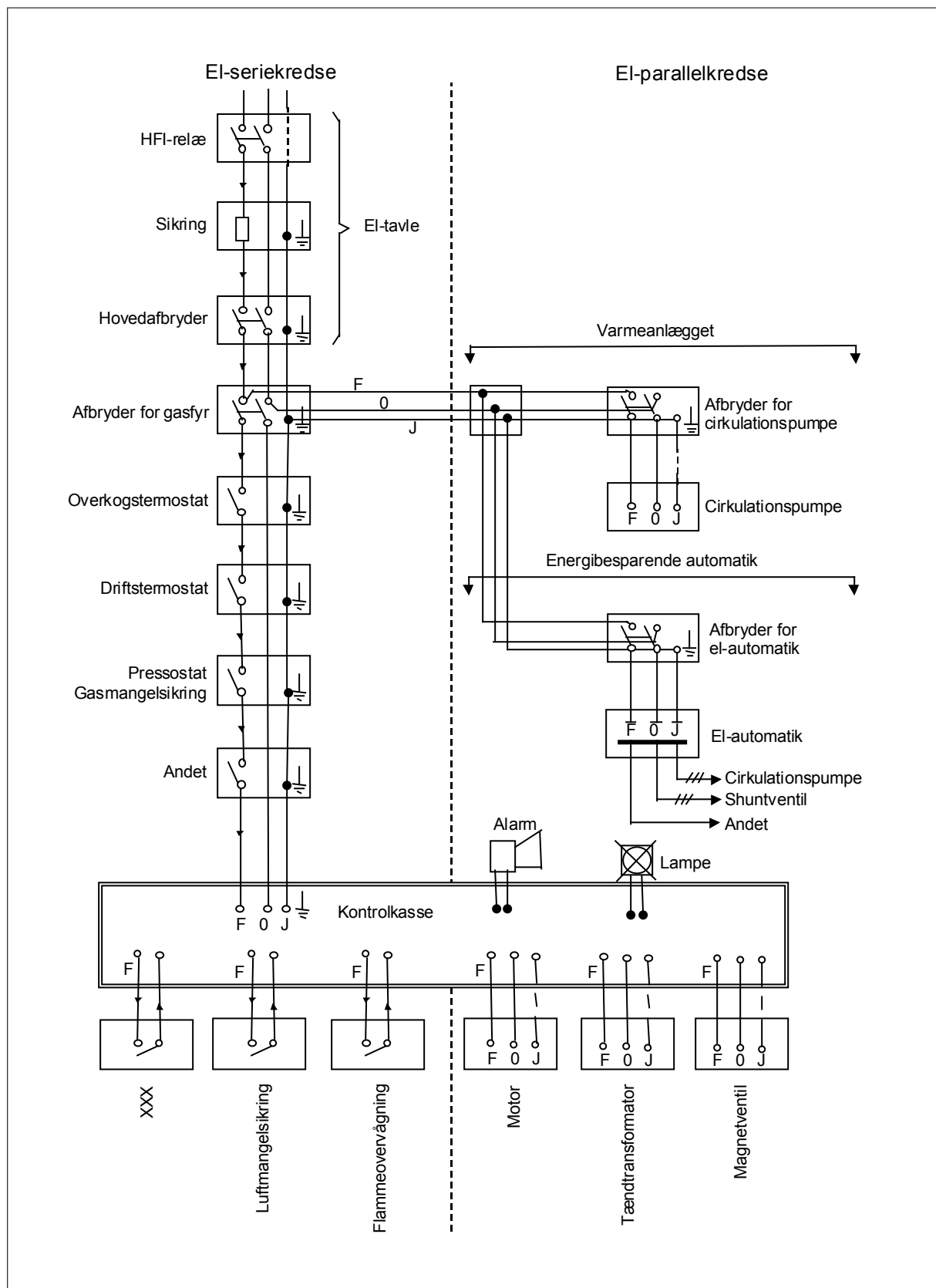
De passive komponenter skal normalt serieforbindes.



I principdiagrammet på næste side kan man se, hvordan de enkelte komponenter normalt forbindes.

Eksempel



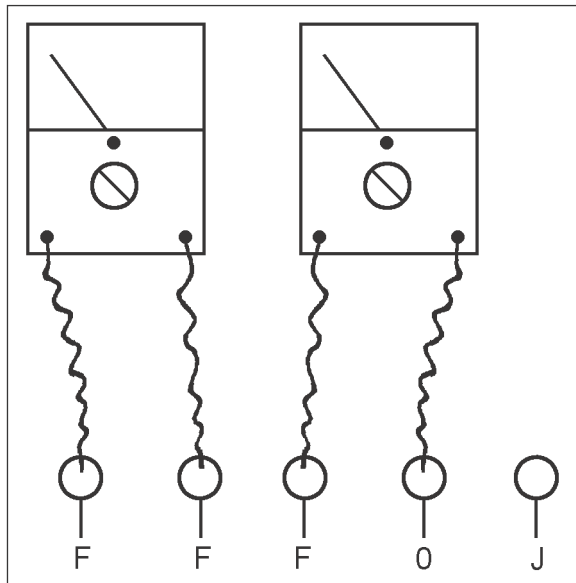


Måleteknik

Spændingsmåling

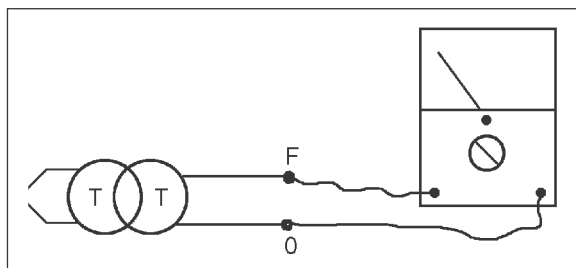
Spændingsmålinger skal udføres ved hjælp af en »parallelmåling«.

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



Modstandsmåling

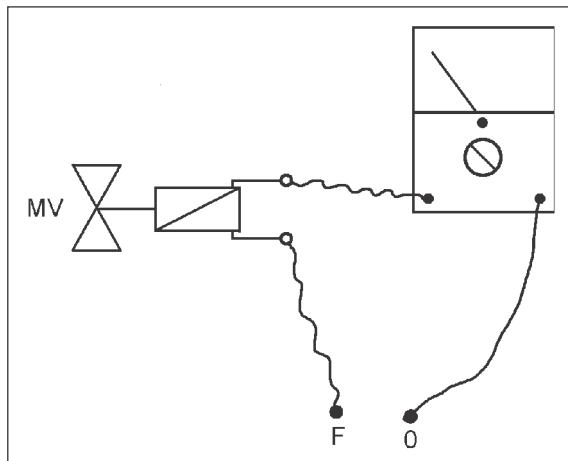
Modstandsmålinger på komponenter udføres også - som ved spændingsmåling - som »parallelmåling« - men når man måler modstand må der ikke være spænding på komponenten.



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.



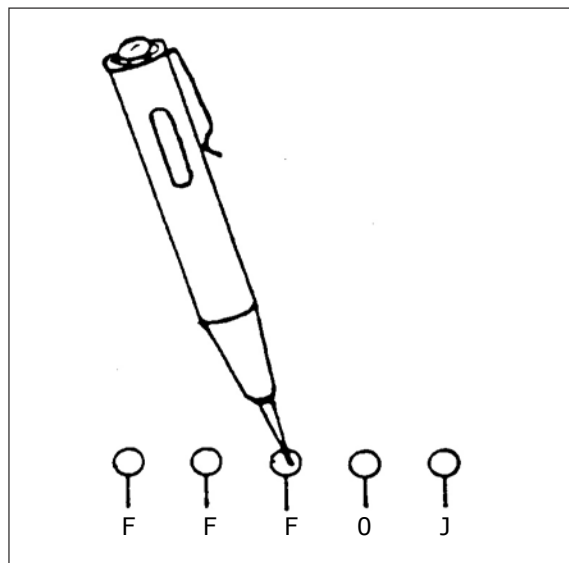
Viserinstrumentet kan være vanskeligere at aflæse, da der er mange skalaer, som ligger ved siden af hinanden.

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

Polsøger

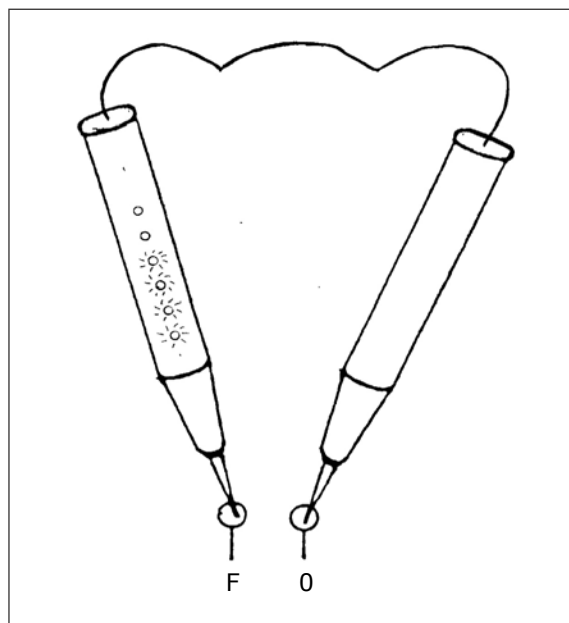
En polsøger påviser om der er en spænding til stede, men den viser ikke hvor stor spændingen er. Polsøgerens virkeområde er typisk mellem 50 og 500 V.

Man skal være opmærksom på at nogle polsøgere kan vise induktionsspænding fra andre samlemuffer, hvis de er anbragt tæt sammen.



Duspol

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



Symboler og diagrammer

Ved tegning af elektriske anlæg benyttes en række standardsymboler, som er nogenlunde ens verden over.

Hvert symbol repræsenterer en »byggesten« eller en komponent, f.eks. et relæ, en stikkontakt, en modstand, osv.

Ved korrekt anvendelse af symboler er man i stand til, at give udtryk for et el-anlægs omfang og karakter.

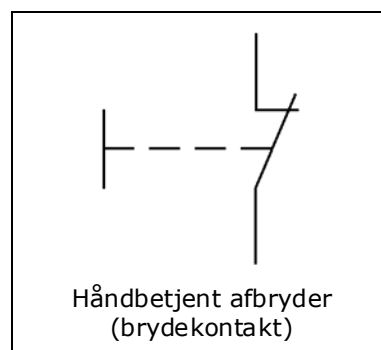
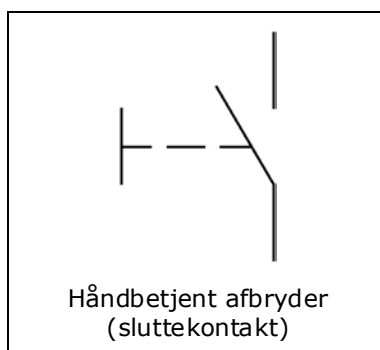
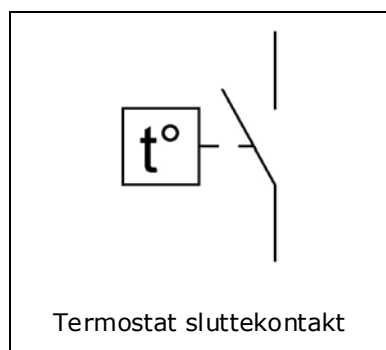
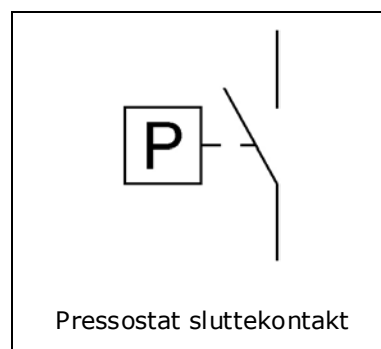
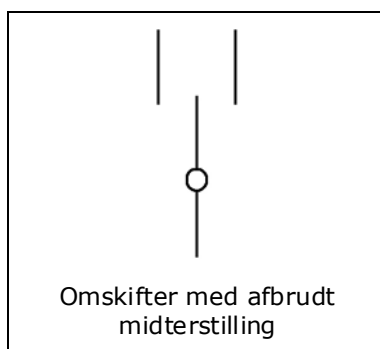
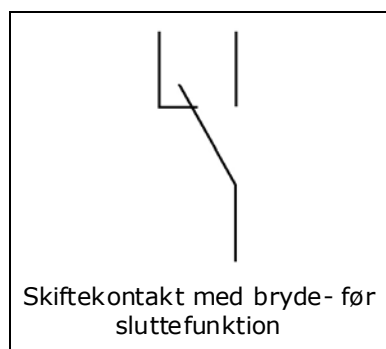
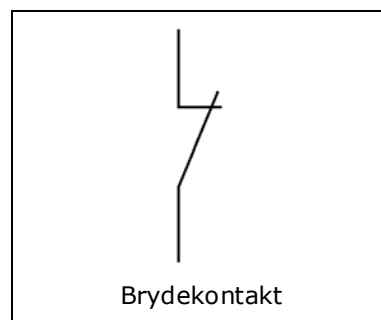
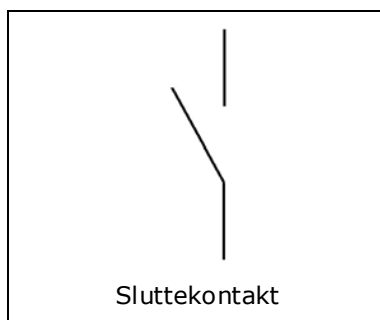
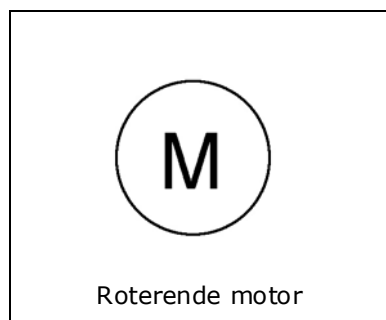
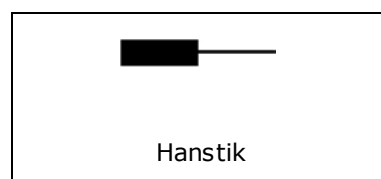
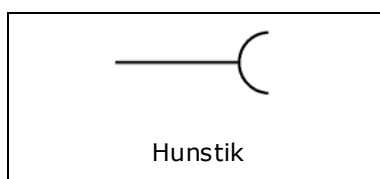
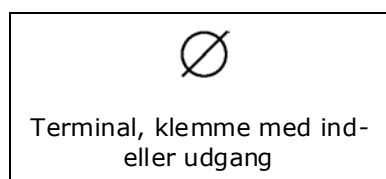
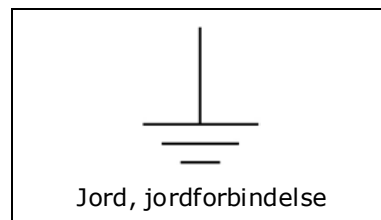
Symbolerne vises altid, så vidt muligt, uaktiveret og i spændingsløs tilstand.

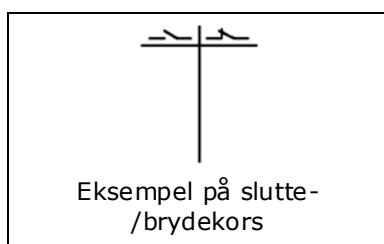
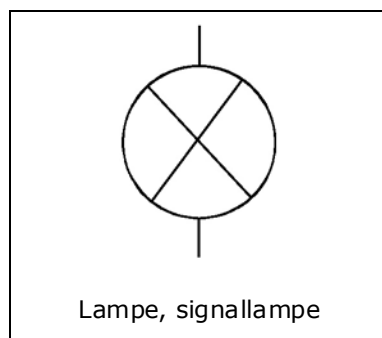
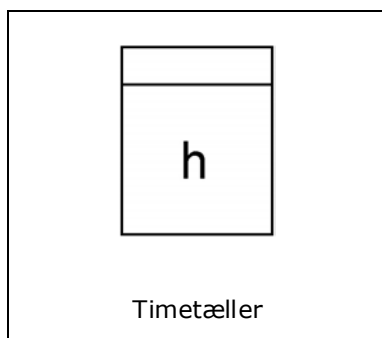
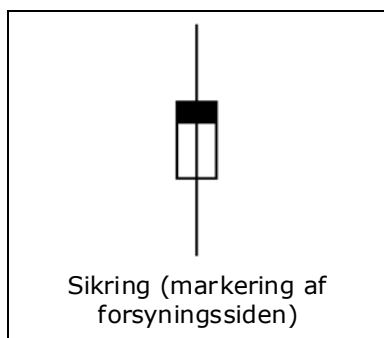
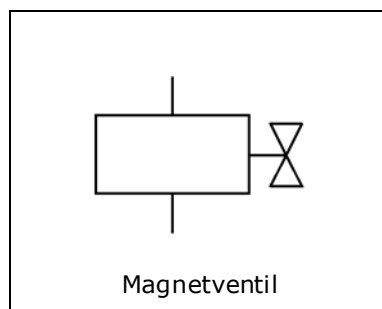
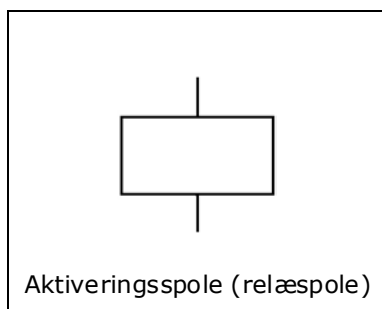
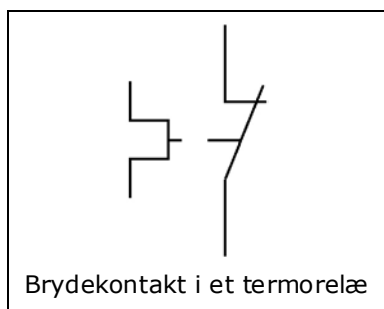
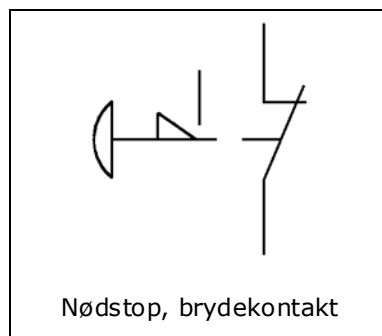
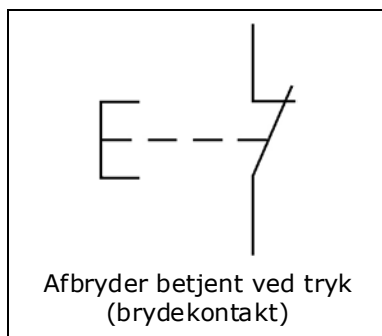
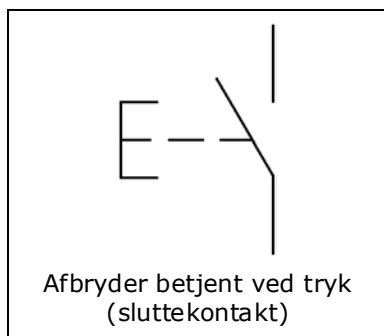
For yderligere at sikre mod fejl skal det bemærkes, at kontakter ved en aktivering bevæges »med uret« (venstre mod højre).

De efterfølgende tegninger viser nogle eksempler på anvendelse af symboler i forskellige former af diagrammer.

Symbolfortegnelse over de vigtigste symboler








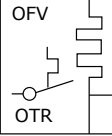

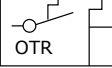
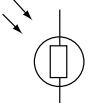
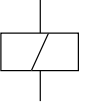



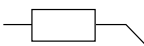

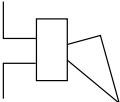

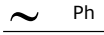

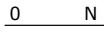

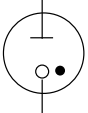

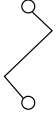

Yderligere symboler kan findes i f.eks. EIC norm EIC 617/EIC 750 og andre normer.





El-lære

Herunder er vist de mest anvendte symboler indenfor brænderautomatikker:

	TR	Kedeltermostat		AL	Ekstern alarm
	TB	Overkogssikring		L	Faseledning
	TT	Tændenhed		N	Nullledning
	BM	Brændermotor		OFV	Olieforvarmer
	v	Magnetventil		OTR	Olieforvermer- termostat
	(LD)	Fotounit		FR	Relæ
	GDW	Gasmangelsikring		v2	Gasventil 2
	LW	Luftmangelsikring			Flammeelektrode
	TR	Kedeltermostat			Ekstern alarm
	TB	Overkogssikring		Ph	Faseledning
		Sikring		N	Nullledning
	TT	Tændenhed			Glimlampe
	BM	Brændermotor		S	Varmelegeme for sikkerhedsudløser
	v1	Gasventil 1			

Elektriske og magnetiske SI-enheder

Størrelser	Strømsymbol	SI-enhed	SI-symbol	Kan tillades
Elektrisk strøm	I	ampere	A	
Elektrisk spænding	V	volt	V	
Elektromotorisk kraft	E			
Elektrisk modstand	R	ohm	Ω	
Elektrisk arbejde	A	joule	J	
Arbejde (mekanisk)	A	joule	J	
Energi	E			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	1
	Millivolt	mV	1 : 1.000 = 10^{-3}
	Microvolt	μ V	1 : 1.000.000 = 10^{-6}
Elektrisk strøm	Ampere	A	1
	Milliampere	mA	1 : 1.000 = 10^{-3}
	Microampere	μ A	1 : 1.000.000 = 10^{-6}
Elektrisk modstand	Megaohm	M ohm	1.000.000 = 10^6
	Kiloohm	k ohm	1.000 = 10^3
	Ohm	ohm	1
	Milliohm	m ohm	1 : 1.000 = 10^{-3}
	Microhm	μ ohm	1 : 1.000.000 = 10^{-6}
Elektrisk kapacitet kondensator	Microfarad	μ 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}

Opgaver til el-lære

Opgave 1

1. Du skal beskrive med egne ord hvad du forstår ved elektrisk spænding:

2. Hvad måles spænding i?

3. Forklar hvordan du måler spænding?

4. Hvilken forkortelse bruges for spænding?

5. Hvilket formelbogstav bruges for spænding?

6. Der anvendes normalt to forskellige spændinger, jævnspænding og vekselspænding, forklar forskellen på dem?

7. Giv nogle eksempler på hvor vekselspænding anvendes?

8. Giv nogle eksempler på hvor jævnspænding anvendes?

9. Tegn symbolerne for jævn - og vekselspænding?

10. Du skal med egne ord beskrive hvad du forstår ved elektrisk strøm?

Opgaver til el-lære

11. Hvad måles strøm i?

12. Forklar hvordan du vil måle strøm?

13. Hvilken forkortelse bruges for strøm?

14. Hvilket formelbogstav bruges for strøm?

15. Der anvendes normalt to former for strøm, jævnstrøm og vekselstrøm, forklar forskellen på dem?

16. Du skal med egne ord forklare hvad du forstår ved en elektrisk modstand?

17. Hvad måles elektrisk modstand i?

18. Forklar hvordan du vil måle modstand?

19. Hvilken forkortelse bruges for modstand?

20. Hvilket formelbogstav bruges for modstand?

21. Du skal med egne ord beskrive hvad du forstår ved elektrisk effekt?

22. Hvad måles effekt i?

23. Hvilken forkortelse bruges for effekt?

24. Hvilket formelbogstav bruges for effekt?

Opgaver til el-lære

Opgave 2

Du skal besvare spørgsmålene og skrive, hvor du fandt svaret.

1. Må du skifte en cirkulationspumpe på et varmeanlæg?

Hvor står svaret:

2. Er der nogle ting, du skal være opmærksom på, hvis du må skifte en cirkulationspumpe?

Hvor står svaret:

3. Må du lave fast el-installation hjemme hos dig selv (f.eks. lave en ekstra stikkontakt)?

Hvor står svaret:

4. Må du udskifte en stikkontakt med jord for din nabo?

Hvor står svaret:

5. Må du skifte en stikkontakt uden jord hjemme hos dig selv?

Hvor står svaret:

6. Hvis en kunde beder dig om at skifte ledningen til hendes vaskemaskine - må du det?

Hvor står svaret:

7. Er en vaskemaskine et høj- eller lavspændingsanlæg?

Hvor står svaret:

8. Er der regler for hvilke farver ledningerne skal have i en el-installation?

Hvor står svaret:

Opgaver til el-lære

9. Hvilken lov beskriver hvem der må arbejde på el-installationer?

Hvor står svaret:

10. Er der nogle installationer, der ikke er omfattet af Stærkstrømsbekendtgørelsen?

Hvor står svaret:

Opgaver til el-lære

Opgave 3

1. M (mega) angiver en _____ gange større enhed
k (kilo) ngiver en _____ gange større enhed
m (milli) angiver en _____ gange mindre enhed
 μ (mikro) angiver en _____ gange mindre enhed

2. Omregn følgende enheder:

10 kV = _____ V	7 A = _____ mA
300 mV = _____ V	14 mA = _____ A
230 V = _____ kV	0,05 A = _____ mA
170.000 mV = _____ V	180.000 μ A = _____ A
1,5 V = _____ mV	800 μ A = _____ mA
0,07 kV = _____ V	0,0045 A = _____ mA

3. Find summen af følgende spændinger:

127 V = _____	117,6 V = _____
1200 mV = _____	0,04 kV = _____
0,45 kV = _____	2400 mV = _____
4,5 V = _____	700.000 μ V = _____
Total = _____ V	Total = _____ V

4. I et værelse er der tændt tre lamper, der hver bruger 0,18 A og en lampe, der bruger 0,25 A.

Hvor stort er det samlede strømforbrug _____ A = _____ mA.

Opgave 4

Beregning af Ohms lov

1. $U = 20 \text{ V}$ $R = 12 \ \Omega$ $I =$ _____

2. $U = 1,5 \text{ V}$ $R = 3,9 \ \Omega$ $I =$ _____

3. $I = 0,35 \text{ A}$ $R = 820 \ \Omega$ $U =$ _____

4. $I = 16 \text{ A}$ $R = 560 \ \Omega$ $U =$ _____

5. $U = 18 \text{ V}$ $I = 0,2 \text{ A}$ $R =$ _____

6. $U = 45 \text{ V}$ $I = 80 \text{ A}$ $R =$ _____

7. $R = 0,39 \ \Omega$ $I = 30 \text{ A}$ $U =$ _____

8. $R = 82 \ \Omega$ $U = 18 \text{ V}$ $I =$ _____

9. $I = 15 \text{ A}$ $U = 2,7 \text{ V}$ $R =$ _____

10. $U = 4 \text{ kV}$ $I = 50 \text{ A}$ $R =$ _____

11. $U = 25 \text{ V}$ $R = 2,5 \text{ k}\Omega$ $I =$ _____

12. $R = 0,5 \ \Omega$ $I = 5 \text{ kA}$ $U =$ _____

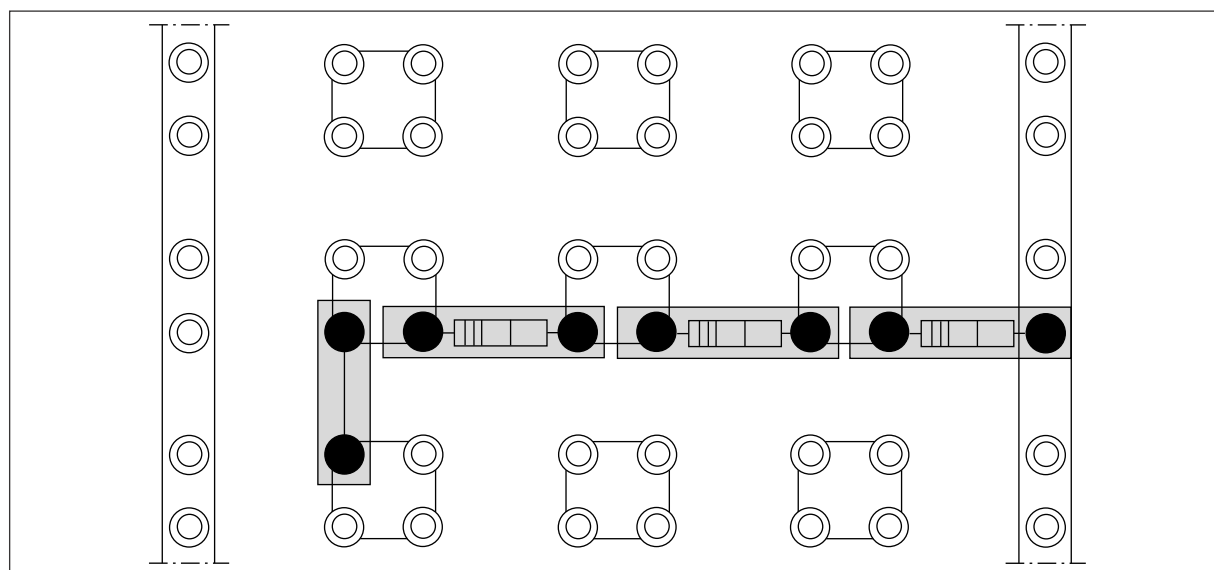
Introduktion til opgave 5 til 17

Måling af spænding, strøm og modstand, beregning af Ohms lov

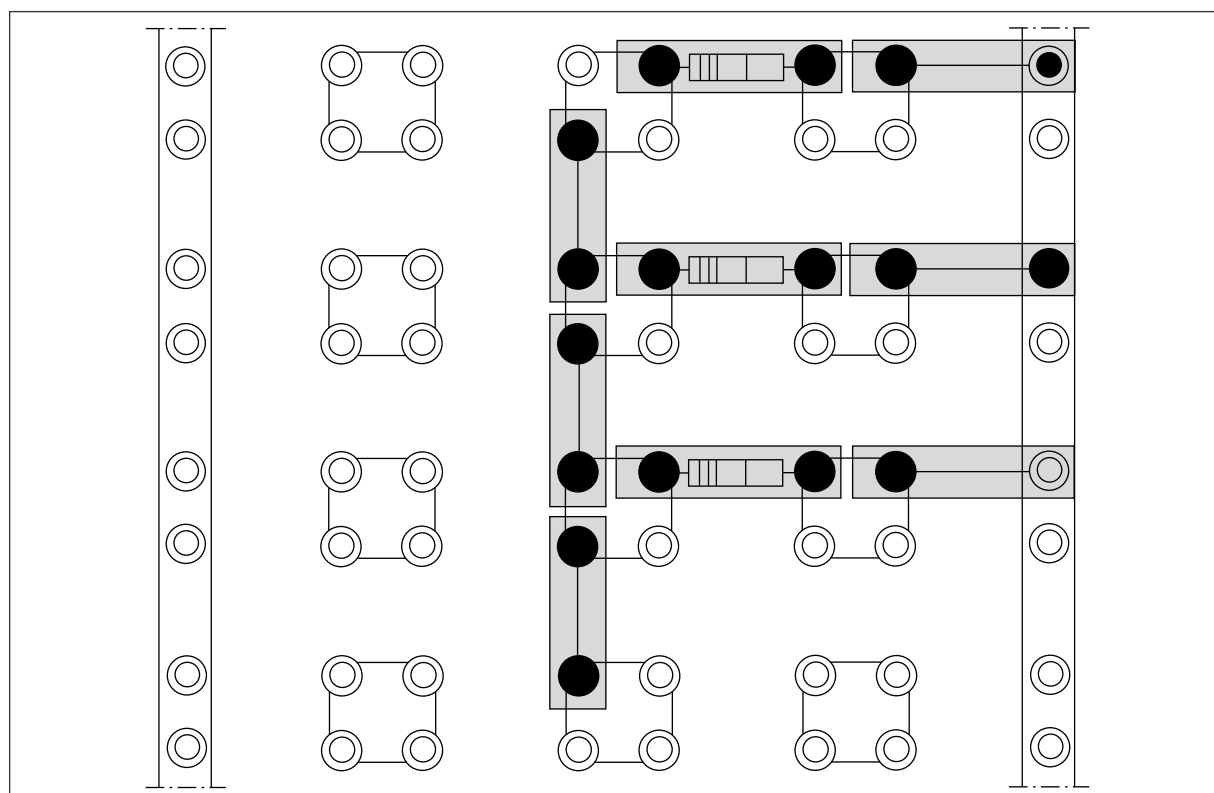
Du kan på denne tegning se, hvordan du kan forbinde dine modstande på dit øvelsesbrædt.

Der er vist nogle bøjler uden modstande - de kan erstattes med ledninger.

Serieforbindelser



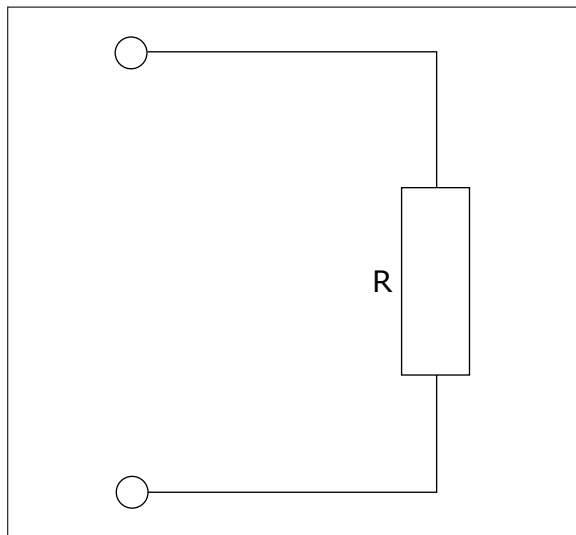
Parallelforbindelse



Opgaver til el-lære

Opgave 5

Opbyg den viste opstilling på øvelsesbrættet:



$R = 10 \text{ k}\Omega$

Forbind modstanden med spændingsforsynin-
gens 12 V udtag.

Mål spændingen på modstanden

$U =$ _____

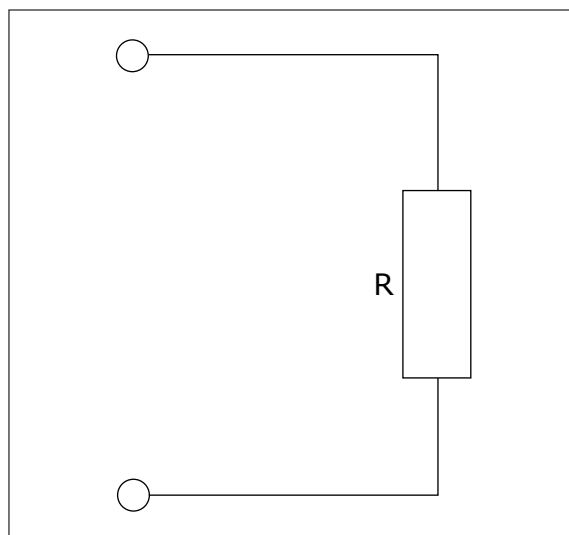
Mål strømmen gennem modstanden

$I =$ _____

Beregn om dine målinger er korrekte.

Opgave 6

Opbyg den viste opstilling på øvelsesbrættet:



$R = 1 \text{ k}\Omega$

Forbind modstanden med spændingsforsynin-
gens 12 V udtag.

Mål spændingen på modstanden

$U =$ _____

Mål strømmen gennem modstanden

$I =$ _____

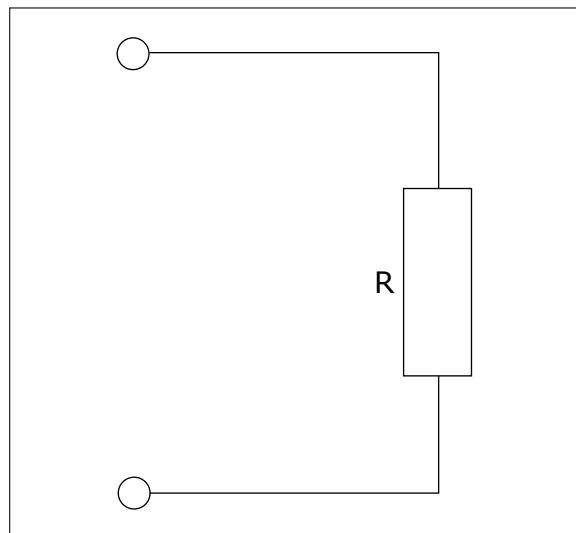
Beregn om dine målinger er korrekte.

Du skal nu sammenholde opgave 5 og 6 - og
forklare hvad der er sket?

Opgaver til el-lære

Opgave 7

Opbyg den viste opstilling på øvelsesbrættet:



$$R = 1,8 \text{ k}\Omega$$

Forbind modstanden med spændingsforsynin-
gens 24 V udtag.

Mål spændingen på modstanden

$$U = \underline{\hspace{10em}}$$

Mål strømmen gennem modstanden

$$I = \underline{\hspace{10em}}$$

Beregn om dine målinger er korrekte.

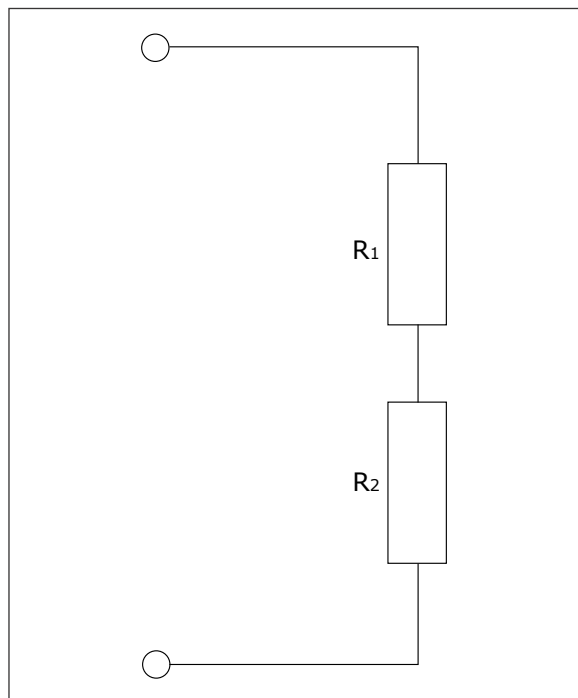
Hvor stor bliver effekten i modstanden:

$$= \underline{\hspace{10em}}$$

Opgaver til el-lære

Opgave 8

Opbyg den viste opstilling på øvelsesbrættet:



$$R_1 = 2,2 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 4,7 \text{ k}\Omega$$

Forbind modstanden med spændingsforsynin-
gens 24 V udtag.

Mål spændingen på modstanden

$$U_1 = \underline{\hspace{4cm}}$$

Mål spændingen på modstanden

$$U_2 = \underline{\hspace{4cm}}$$

Mål strømmen gennem modstandene

$$I = \underline{\hspace{4cm}}$$

Beregn om dine målinger er korrekte.

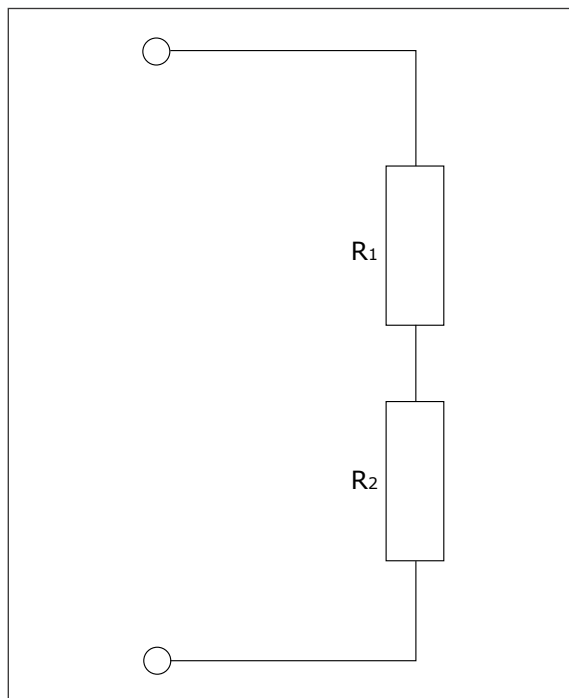
Hvor stor er den samlede modstand i kredsen

$$= \underline{\hspace{4cm}}$$

Beregn effekten i kredsen.

Opgave 9

Opbyg den viste opstilling på øvelsesbrættet:



$$R_1 = 22 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 47 \text{ k}\Omega$$

Forbind modstanden med spændingsforsynin-
gens 24 V udtag.

Mål spændingen på modstanden

$$U_1 = \underline{\hspace{4cm}}$$

Mål spændingen på modstanden

$$U_2 = \underline{\hspace{4cm}}$$

Mål strømmen gennem modstandene

$$I = \underline{\hspace{4cm}}$$

Beregn om dine målinger er korrekte.

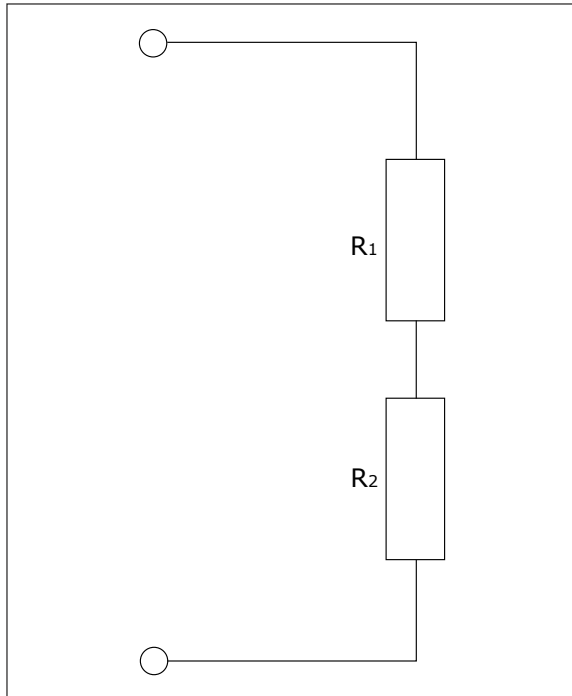
Hvor stor er den samlede modstand i kredsen

$$= \underline{\hspace{4cm}}$$

Beregn effekten i kredsen.

Opgave 10

Opbyg den viste opstilling på øvelsesbrættet:



$$R_1 = 3,3 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 1 \text{ k}\Omega$$

Forbind modstanden med spændingsforsynin-
gens 24 V udtag.

Mål spændingen på modstanden

$$U_1 = \underline{\hspace{10cm}}$$

Mål spændingen på modstanden

$$U_2 = \underline{\hspace{10cm}}$$

Mål strømmen gennem modstandene

$$I = \underline{\hspace{10cm}}$$

Beregn om dine målinger er korrekte.

Hvor stor er den samlede modstand i kredsen

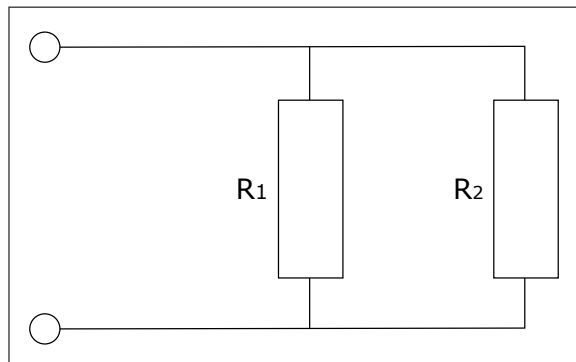
$$= \underline{\hspace{10cm}}$$

Beregn effekten i kredsen.

Opgaver til el-lære

Opgave 11

Opbyg den viste opstilling på øvelsesbrættet:



$$R1 = 10 \text{ k}\Omega$$

$$R2 = 22 \text{ k}\Omega$$

Forbind modstandene med spændingsforsyningens 12 v udtag

Mål spændingen på modstandene

$$U = \underline{\hspace{4cm}}$$

Mål strømmen gennem modstandene

$$I1 = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$I2 = \underline{\hspace{4cm}}$$

Mål den samlede strøm gennem modstandene

$$S I = \underline{\hspace{4cm}}$$

Udregn i hvilken modstand der afsættes den største effekt

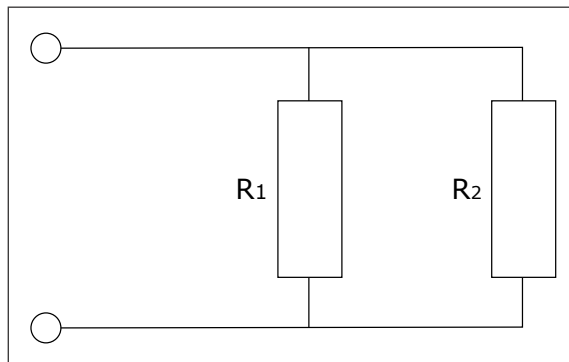
$$P1 = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$P2 = \underline{\hspace{4cm}}$$

Beregn om dine måleresultater er korrekte.

Opgave 12

Opbyg den viste opstilling på øvelsesbrættet:



$$R1 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R2 = 2,2 \text{ k}\Omega$$

Forbind modstandene med spændingsforsyningens 12 v udtag

Mål spændingen på modstandene

$$U = \underline{\hspace{4cm}}$$

Mål strømmen gennem modstandene

$$I1 = \underline{\hspace{4cm}}$$

$$I2 = \underline{\hspace{4cm}}$$

Mål den samlede strøm gennem modstandene

$$S I = \underline{\hspace{4cm}}$$

Udregn i hvilken modstand der afsættes den største effekt

$$P1 = \underline{\hspace{4cm}}$$

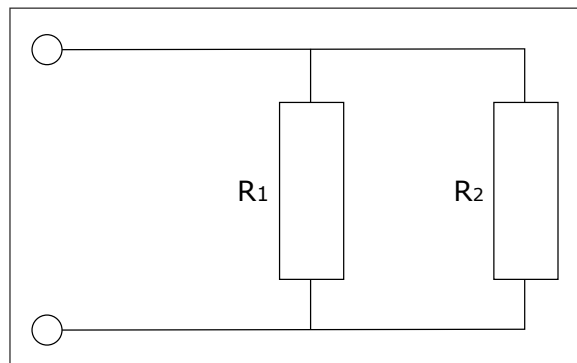
$$P2 = \underline{\hspace{4cm}}$$

Beregn om dine måleresultater er korrekte.

Opgaver til el-lære

Opgave 13

Opbyg den viste opstilling på øvelsesbrættet:



$$R1 = 2,7 \text{ k}\Omega$$

$$R2 = 3,3 \text{ k}\Omega$$

Forbind modstandene med spændingsforsyningens 12 V udtag

Mål spændingen på modstandene

$$U = \underline{\hspace{10em}}$$

Mål strømmen gennem modstandene

$$I1 = \underline{\hspace{10em}}$$

$$I2 = \underline{\hspace{10em}}$$

Mål den samlede strøm gennem modstandene

$$S I = \underline{\hspace{10em}}$$

Udregn i hvilken modstand der afsættes den største effekt

$$P1 = \underline{\hspace{10em}}$$

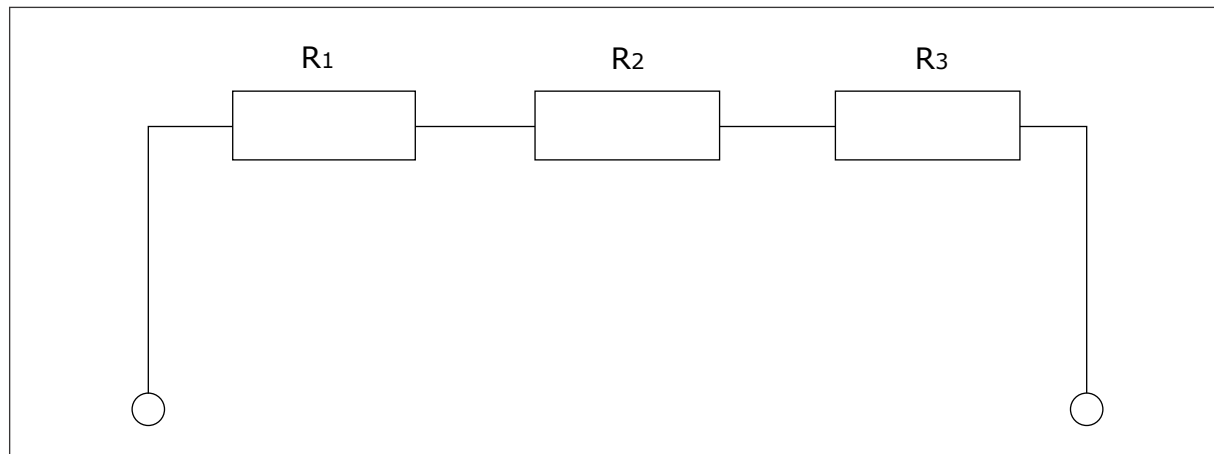
$$P2 = \underline{\hspace{10em}}$$

Beregn om dine måleresultater er korrekte.

Opgaver til el-lære

Opgave 14

Opbyg den viste opstilling på øvelsesbrættet:



$$R1 = 1 \text{ k}\Omega$$

$$R2 = 2,2 \text{ k}\Omega$$

$$R3 = 4,7 \text{ k}\Omega$$

Forbind modstandene til spændingsforsynin-
gens 24 V udtag.

Mål spændingen på modstandene

$$U1 = \underline{\hspace{10em}}$$

$$U2 = \underline{\hspace{10em}}$$

$$U3 = \underline{\hspace{10em}}$$

Mål strømmen gennem modstandene

$$I = \underline{\hspace{10em}}$$

Hvor stor er den samlede modstand i kredsen

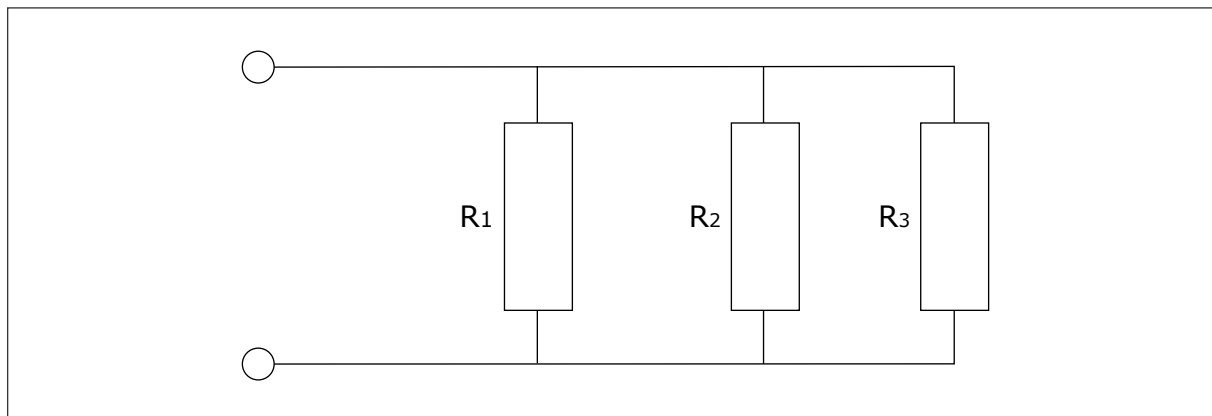
$$= \underline{\hspace{10em}}$$

Beregn effekten i kredsen.

Opgaver til el-lære

Opgave 16

Opbyg den viste opstilling på øvelsesbrættet:



$$R_1 = 47 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 22 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 10 \text{ k}\Omega$$

Forbind modstandene til spændingsforsynin-
gens 12 V udtag.

Mål strøm gennem modstandene

$$I_1 = \underline{\hspace{10em}}$$

$$I_2 = \underline{\hspace{10em}}$$

$$I_3 = \underline{\hspace{10em}}$$

Mål den samlede strøm gennem modstandene

$$S I = \underline{\hspace{10em}}$$

Mål spænding på modstandene

$$U = \underline{\hspace{10em}}$$

Mål den samlede modstand

$$R = \underline{\hspace{10em}}$$

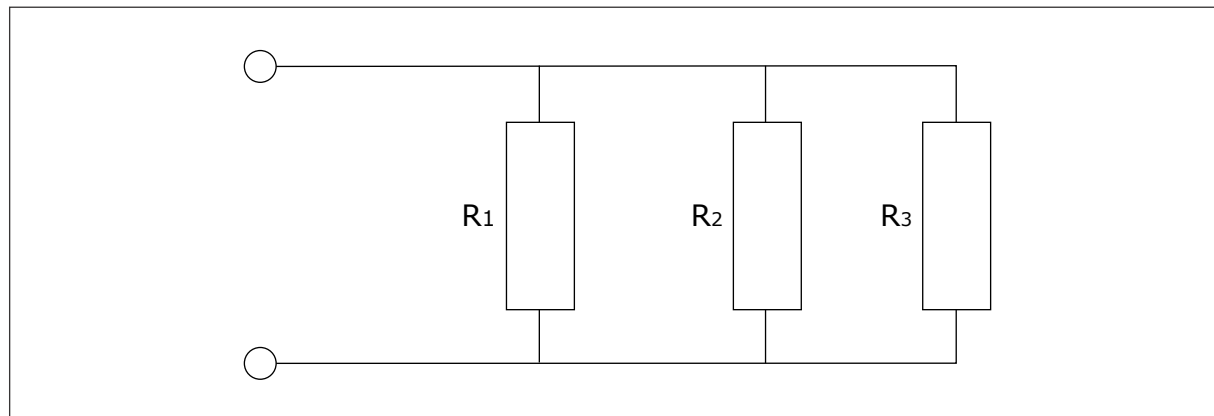
Beregn i hvilken modstand der afsættes den
største effekt.

Beregn den samlede effekt.

Opgaver til el-lære

Opgave 17

Opbyg den viste opstilling på øvelsesbrættet:



$$R_1 = 4,7 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 2,2 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 1 \text{ k}\Omega$$

Forbind modstandene til spændingsforsynin-
gens 12 V udtag.

Mål strøm gennem modstandene

$$I_1 = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$I_2 = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$I_3 = \underline{\hspace{10cm}}$$

Mål den samlede strøm gennem modstandene

$$S I = \underline{\hspace{10cm}}$$

Mål spænding på modstandene

$$U = \underline{\hspace{10cm}}$$

Mål den samlede modstand

$$R = \underline{\hspace{10cm}}$$

Beregn i hvilke modstand der afsættes den
største effekt.

Beregn den samlede effekt.

Opgaver til el-lære

Opgave 18

Skriv navnet ud for de enkelte symboler:

1.	The symbol consists of a rectangle with a diagonal line from the top-left to the bottom-right, followed by a valve symbol (two triangles meeting at a point) and the letter 'V'.	
2.	The symbol is a rectangle with a diagonal line from the top-left to the bottom-right, and a short line extending from the top-right corner.	
3.	The symbol shows two overlapping circles with a horizontal line passing through the center, and the letters 'TT' to the right.	
4.	The symbol is a circle with a vertical line through the center, a diagonal line from the top-left to the bottom-right, and the letters 'TR' to the right.	
5.	The symbol is a circle with a vertical line through the center, a diagonal line from the top-left to the bottom-right, and the letters 'GDW' to the right.	
6.	The symbol is a circle with a vertical line through the center, a diagonal line from the top-left to the bottom-right, and the letters '(LD)' to the right.	
7.	The symbol is a circle with a vertical line through the center, a diagonal line from the top-left to the bottom-right, and the letters 'OTR' to the right.	
8.	The symbol is a circle with a horizontal line through the center, a diagonal line from the top-left to the bottom-right, and the letters 'LW' below it.	
9.	The symbol is a rectangle with a diagonal line from the top-left to the bottom-right, and a triangle pointing to the right.	
10.	The symbol is a circle with a vertical line through the center, a diagonal line from the top-left to the bottom-right, and the letters 'TB' to the right.	
11.	The symbol is a circle with the letters 'BM' inside, and a horizontal line extending from the right side.	
12.	The symbol is a zigzag line with the letters 'OFV' to the right.	

Opgaver til el-lære

Opgave 19

Følermåling

Introduktion til opgaven

Du skal på de følgende sider notere værdier du kan måle på simuleringerne af følerne, der er på tavlerne eller i kasserne.

Du skal udfra datablade og din viden om følere besvare følgende spørgsmål.

Mål Min. og Max. værdierne på simuleringerne og noter dem på »bjælken« (se eksempel herunder).

Kik i databladene og omsæt disse værdier til temperaturen.

Beskriv hvilke type føler det er og hvad den kan anvendes til.

Indstil potentiometret til den modstandsværdi der svare til 20 °C

Bemærk

Nogle af simuleringerne kan være lidt over eller under simuleret i forhold til databladet.

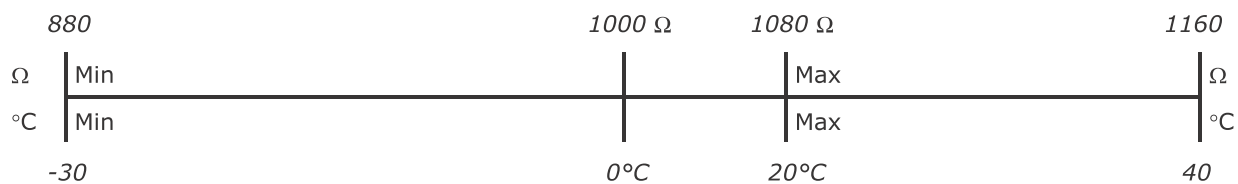
Eksempel

Hvilke følertype er simuleret her:

PTC _____

Hvad kan den anvendes til:

Udeføler _____

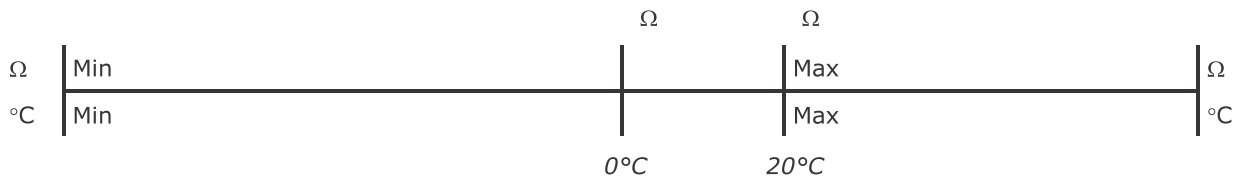


Noter modstandsværdien ved de to temperaturer.

Opgaver til el-lære

1. Hvilken føler type er simuleret her:

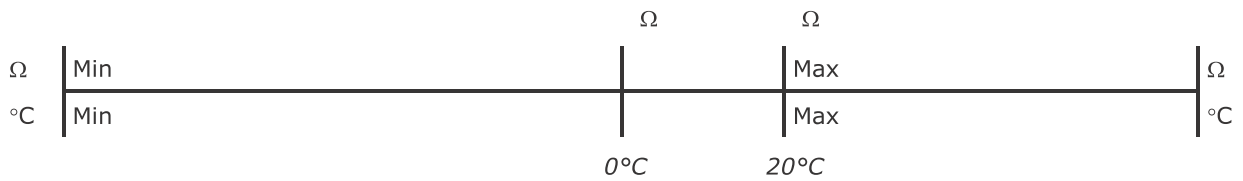
Hvad kan den anvendes til:



Noter modstandsværdien ved de to temperaturer.

2. Hvilken føler type er simuleret her:

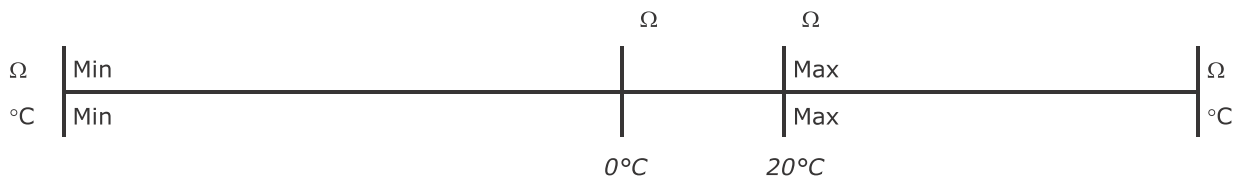
Hvad kan den anvendes til:



Noter modstandsværdien ved de to temperaturer.

3. Hvilken føler type er simuleret her:

Hvad kan den anvendes til:



Noter modstandsværdien ved de to temperaturer.