

Poul Erik Eriksen

EL-SIKKERHED I LABORATORIET



Institut for Fysik og Astronomi
Aarhus Universitet
April 2002

Indholdsfortegnelse:

Indledning.....	3
Definitioner	3
Svagstrøm	3
Stærkstrøm.....	3
Højspænding	3
Hvor farligt er det.....	4
Sikkerhedsforanstaltninger	5
Jordledning	5
Sikringer.....	5
HFI relæ.....	6
El-materiel	6
Stikprop.....	6
Fordelerdåser	7
Prøveledninger	7
Coaxialkabler	8
Arbejde med el-materiel	8
Hvad må jeg ?.....	8
Ansvar.....	9
Love og regler	9
Direktiver:.....	9
Standarder:	9

Indledning

Hvert år sker der dødsulykker pga. elektricitet i Danmark, ligesom mange brande kan henføres til de elektriske installationer. Årsagen er oftest ulovlige eller dårligt vedligeholdte installationer, ikke sjældent fordi ukyndige har forsøgt sig som installatører.

Vi ønsker ikke el-ulykker i laboratorierne. Denne vejledning skal medvirke hertil ved at fremhæve lovlig el-praksis.

Definitioner

Svagstrøm

Vekselspænding mindre end 25 V og jævnspænding mindre end 60 V betegnes som svagstrøm og er ikke omfattet af stærkstrømsbekendtgørelsen og anses som ganske ufarlig ved almindelig hudkontakt.

Vekselspændingen bruges typisk i en lysnetadapter, der virker som ekstern strømforsyning til f.eks. walkman.



Jævnspændingen møder man hovedsagelig i batterier, men også mange netadapters afgiver jævnspænding. Her er spændingen så lav, at det er ufarlig.

Akkumulatorer



Ved brug af akkumulatorer skal man være opmærksom på den maximale strøm, der må trækkes. En gel akkumulator kan f.eks. eksplodere hvis max strøm overskrides, hvorved en gel med bestanddele af akkumulatorsyre sprøjtes over hele området. En metode til at undgå dette er at indføre en sikring på det antal ampere, der angives som max strøm.

Stærkstrøm

Spændinger over 25 V vekselspænding og 60 V jævnspænding betegnes stærkstrøm.

Spændingsområdet op til 1000 V vekselspænding og 1500 V jævnspænding er omfattet af det europæiske lavspændingsdirektiv. For dette område gælder en række sikkerhedsforanstaltninger.

Højspænding

Anvendes på IFA/ISA til acceleratorer og som bias til detektorer i spændingsområdet 500 V til 60 kV jævnspænding.

Tilgængelige højspændingskabler er udført som coaxialkabler med jordet kappe.

Fritliggende højspændingsdele er omgivet af trådhegn med sikkerhedsafbryder i adgangsvejene.

Hvor farligt er det

Den elektriske strøm kan direkte påvirke det menneskelige legeme. Er legemet intakt og sundt skal kortvarige strømme overstige 30 mA for at være livstruende (HFI relæ kobler normalt fra, hvis fejlstrømmen overstiger 30 mA).

Den **elektriske strøm** kan direkte påvirke det menneskelige legeme på tre måder:

1. **Stimulation** - En vekselstrøm kan stimulere muskler og nerver. Stimulationens effekt varierer fra en svag kilden til voldsomme kramper. Det kan være livsfarligt, hvis strømmen passerer brystet. Der kan da dels opstå hjertekammerflimren (utilstrækkelig hjertefunktion), som kan fortsætte, efter at strømmen er afbrudt, dels kan der indtræde en lammelse af åndedrætsmuskulaturen.
2. **Forbrænding** - En jævn- eller vekselstrøm kan, afhængig af strømmens størrelse, frekvens og varighed, give forbrænding af forskellig grad.
3. **Galvanisk påvirkning** - Jævnstrøm kan give galvanisk påvirkning. Eksempelvis kan selv en lille jævnstrøm gennem en overfladeelektrode (EKG-elektrode) give elektrokemisk ætsning af huden.

Strømmens påvirkning

Tabellen viser forskellige strømniveauer virkning på legemet (intakt hudoverflade): Gælder for en rask voksen person over 50 kg og 50 Hz vekselstrøm!

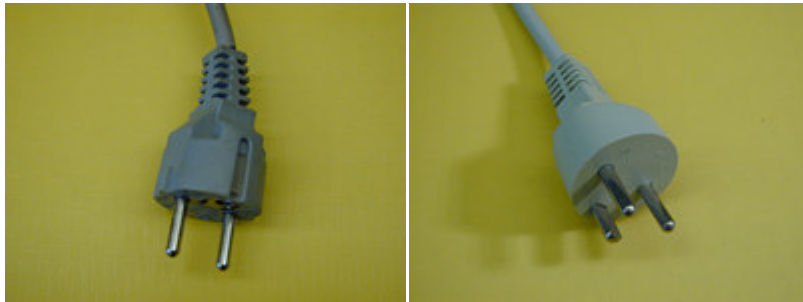
100 μ A	Der føles en kilden på tungen (lav modstand i slimhinden), men ikke fra hånd til hånd.
1 mA	Der føles en kilden fra hånd til hånd.
2 - 10 mA	Ubehagelig smerte, muskelkontraktioner.
16 mA	Evnen til at slippe en leder ophører.
25 - 100 mA	Smerte, besvimelse, respirationsstop.
100 mA - 3A	Ventrikkelflimmer, varmeskader.
over 3A	Vedvarende myokardiekontraktioner afløst af normal rytme (bruges ved defibrillering). Vævsskader på grund af opvarmning.

Sikkerhedsforanstaltninger

Jordledning

Elektrisk udstyr, der har en indkapsling af et ledende materiale, kan ved fejl i apparatet sende strøm fra indkapslingen (kabinettet) og gennem en person, der berører den ledende overflade. For at lede denne lækstrøm væk, **jordforbindes den ledende del**.

Disse apparater sælges ofte med et påbud (**skal forskriftmæssigt jordforbindes**). Imidlertid leveres de tit med en stikprop uden forbindelse til det Danske elnets jordforbindelse.



Forkert

Rigtig

Mange apparater anvender sikkerhedskondensatorer fra lysnet til jordforbindelsen for at beskytte apparatet mod støjimpulser fra lysnettet. Da en kondensator leder vekselspænding, vil der være 110 V på stel på et apparat, hvor jordforbindelsen mangler.

Det er ikke farligt, da strømmen er begrænset til < 10 mA, men iflg. tabellen giver det ubehagelig smerte og muskelkontraktioner. Dette kan medføre farlige situationer.

Sikringer

Anbringes for at beskytte mod for stor varmeudvikling i den faste installation ($W = I^2 \cdot R$), eller som sikring af apparater.

Skift aldrig sikringen til større antal ampere end foreskrevet. (Der er altid en årsag til at en sikring springer).



HFI relæ

En HFI afbryderen anbringes normalt før de almindelige sikringer. Dens formål er at afbryde for strømmen hvis mere end 30 mA af den strøm, der sendes ud finder andre returveje (f.eks. gennem et menneske til jord). Jordforbindes den ledende overflade af et apparat til jord gennem jordbenet i stikkontakten, vil en eventuel fejlstrøm straks aktivere HFI afbryderen.

Husk, at et HFI relæ skal "motioneres" mindst én gang om året ved at trykke på prøveknappen, der kunstigt fører en strøm på 30 mA udenom relæet. Afbryder det ikke, skal en autoriseret el-installatør tilkaldes.



El-materiel

Stikprop

Apparater sælges ofte med et påbud (**skal forskriftmæssigt jordforbindes**). Imidlertid leveres de tit med en stikprop uden forbindelse til det danske elnets jordforbindelse (2 ben).

Hvis det kræves, at et apparat skal jordforbindes, **skal** denne type stikprop (3 ben) være monteret.

Er det monteret med en stikprop med kun to ben, **skal den udskiftes** på elektroniklaboratoriet. Det kan under visse omstændigheder være farligt at anvende apparatet!

Når en stikprop udtages af stikkontakten skal man trække i stikproppen - ikke i ledningen.

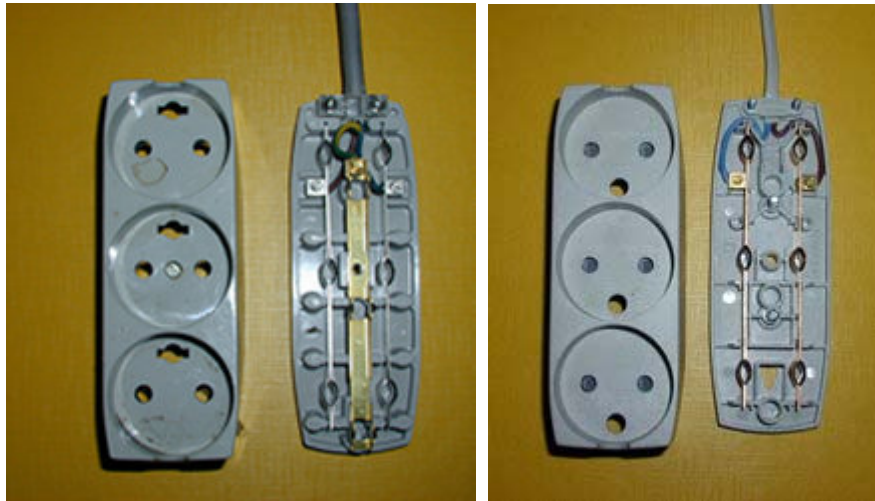
Er skaden sket, **skal** stikproppen repareres på elektroniklaboratoriet.



Fordelerdåser

For at afhjælpe manglen på stikkontakter anvendes ofte fordelerdåser (tre stik). Vær opmærksom på, at der findes **fordelerdåser uden jordforbindelse**.

Fordelerdåser uden jordforbindelse, hvor stikpropper med jordforbindelse kan isættes, må ikke anvendes.



Fordelerdåse med jord

Fordelerdåse uden jord

Prøveledninger

Brug kun prøveledninger, hvor stikbenene ikke kan berøres.

Sikkerhedsstik med fast kappe skal fortrinsvist benyttes. Disse stik kan kun isættes en tilsvarende sikkerhedsbøsning.



Stik med fast kappe



Sikkerhedsbøsning

Da disse bøsninger endnu ikke er monteret på alt apparatur, kan det i en overgangsfase være nødvendigt at anvende sikkerhedsstik med forskydelig kappe.



Stik med forskydelig kappe



Bananstik

Prøveledninger med blanke bananstik må ikke anvendes!

Coaxialkabler

Coaxialkabler med spændinger op til 25 V vekselspænding og 60 V jævnspænding må monteres med standard BNC stik eller lignende, hvor stikbenene kan berøres.



BNC stik



SHV stik

Coaxialkabler til højspændingsbrug **skal** være monteret med SHV-stik, der er berøringssikre og har en arbejdsspænding på max 7000 V.

Arbejde med el-materiel

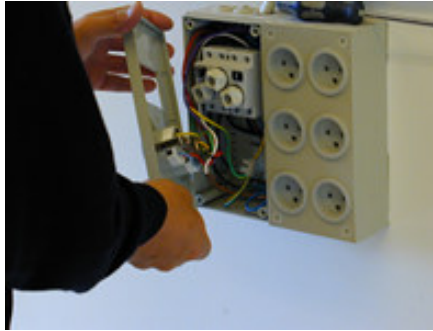
Hvad må jeg ?

Du må kun arbejde med og reparere på de ting, der kommer efter stikkontakten, d.v.s. alle tilslutninger.

Alt hvad der har med den faste installation at gøre, må som hovedregel kun installeres og repareres af en autoriseret el-installatør.



Må



Må ikke!

Ansvar

Forsyning og sikkerhed frem til forbrugeren: Elselskabet.

Ledningssystemet og de videre installationer herfra: Forbrugeren (dig selv).

Alt efter stikkontakten - eget ansvar

Love og regler

Direktiver:

73/23/EØF

Rådets Direktiv af 19. februar 1973 om tilnærmelse af medlemsstaternes lovgivning om elektrisk materiel bestemt til anvendelse inden for visse spændingsgrænser.

Lavspændingsdirektivet. Dansk retsgrundlag: Boligministeriets bekendtgørelse nr. 797 af 30. august 1994.

Standarder:

EN 61010-1

Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use.

Harmoniseret EU standard under lavspændingsdirektivet.

IEC 364-4-41

Electrical installations of buildings, Protection for safety, Protection against electrical shock.

Definition af svagstrømskredsløb. Svarer til Stærkstrømsbekendtgørelsens afsnit 41.

EN 60742

Sikkerhedstransformere.

Indeholder isolations- og afstandskrav for svagstrømskredsløb.

Elektricitetsrådet

Stærkstrømsbekendtgørelsen, Elektriske installationer.

Indeholder gældende danske installationsregler.

Rektorkollegiet

Vejledning om el-sikkerhed i laboratorier.

Praktisk anvisning på overholdelse af stærkstrømsbekendtgørelsens krav i øvelseslaboratorier.