

# EL-SIKKERHED I LABORATORIET



---

Institut for Fysik og Astronomi  
Aarhus Universitet  
Juni 2021 / Claus Grosen

## Indholdsfortegnelse:

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

## 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. Denne vejlednings formål er at forhindre el-ulykker.

Vejledningen kan i sagens natur ikke omfatte alle aspekter af el-sikkerhed, derfor:

**Har du tvivl eller usikkerhed angående el-sikkerhed så henvend dig i elektronikafdelingen.  
Elektronikafdelingen er der for at hjælpe dig!**

## 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 f.eks. i en lysnetadapter, der virker som oplader til en mobiltelefon.



### Stærkstrøm

Spændinger over 25 VAC vekselspænding og 60 VDC jævnspænding betegnes stærkstrøm.

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

### Højspænding

Højspænding anvendes f.eks. på IFA/ISA til acceleratorer og som bias til detektorer i spændingsområdet 500 VDC til 60 kVDC 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 (HPFI relæ kobler normalt fra, hvis fejlstrømmen overstiger 30 mA).

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

*Et chok kan forårsage muskelspasmer* - En vekselstrøm kan stimulere muskler og nerver. Effekten af stimuleringen varierer fra en svag kilden til voldelige anfald og kan være livsfarligt, hvis strømmen passerer gennem brystet. Et elektrisk stød kan forårsage en vedvarende sammentrækning af musklerne. Offeret er muligvis ikke i stand til at give slip på kilden til strømmen, hvilket gør kontaktens varighed længere og øger sværhedsgraden af chokket.

*Et chok kan forårsage hjertestop* - Hvis en strøm udefra i kroppen passerer gennem hjertet, kan den maskere naturlige elektriske impulser og forstyrre hjerterytmen. Denne uregelmæssige hjerterytme kaldes arytmie og kan endda manifestere sig som en total desorganisering af rytmen, kendt som ventrikelflimmer. Når der opstår ventrikelflimmer, holder hjertet op med at pumpe, og blodet holder op med at cirkulere. Offeret mister hurtigt bevidstheden og dør, hvis et sundt hjerterytme ikke gendannes med en enhed kaldet en defibrillator. Arytmie kan forekomme på tidspunktet for chokket eller i timerne efter det elektriske stød.

*Et chok kan forårsage forbrændinger i væv og organer* - En direkte eller vekselstrøm kan, afhængigt af strømmens størrelse, hyppighed og varighed, forårsage forbrændinger i varierende grad. Når en strøm over 100 mA passerer gennem kroppen, efterlader den mærker ved kontaktpunkterne med huden. Elektriske forbrændinger påvirker ofte indre organer. De er forårsaget af varmen, der genereres fra kroppens modstand mod strømmen, der passerer gennem den. Indvendige skader kan være meget mere alvorlige end de eksterne skader antyder.

## 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 $\mu$ 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	Ventrikelflimmer, varmeskader.
over 3A	Vedvarende myokardiekontraktioner afløst af normal rytme (bruges ved defibrillering). Vævsskader på grund af opvarmning.

Se også Wikipedia side "Electrical injury" - [https://en.wikipedia.org/wiki/Electrical\\_injury](https://en.wikipedia.org/wiki/Electrical_injury)

## 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.**

Mange apparater anvender sikkerhedskondensatorer fra lysnet til jordforbindelsen for at beskytte apparatet mod støjimpulser fra lysnettet. Da en kondensator leder vekselspænding, vil der være 115 VAC på stel på et apparat, hvor jordforbindelsen mangler.

Det er ikke umiddelbart farligt, da strømmen er begrænset til under 10 mA, men kan det give ubehagelig smerte og muskelkontraktioner. Dette kan medføre farlige situationer.

### Sikringer

Sikringer anbringes for at beskytte mod for stor varmeudvikling i den faste installation, eller som sikring af apparater.

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



### HPFI relæ

En HPFI relæ anbringes normalt før de almindelige sikringer. Dets 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 HPFI afbryderen.

Husk, at et HPFI 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 elektronikafdelingen kontaktes.

## 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** af elektronikafdelingen. Det kan under visse omstændigheder være farligt at anvende apparatet!



### Stikpaneler

For at have tilstrækkeligt med 230VAC udtag anvendes der ofte stikpaneler i laboratorierne.

Stikpaneler uden jordforbindelse gennem trebenede stik må ikke anvendes.

I IFAs laboratorier foretrækker vi denne model, som kan fås ved henvendelse i elektronikafdelingen.

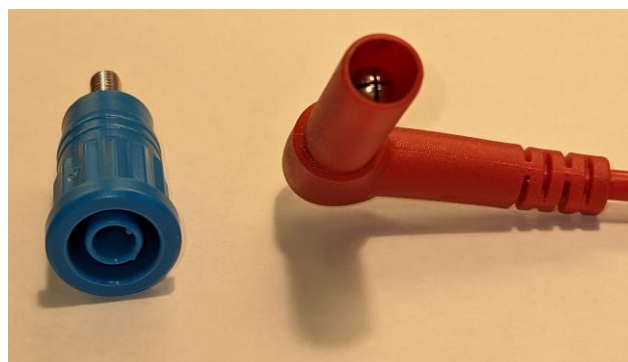


Stikpanel til brug i laboratorier på IFA

### Prøveledninger

**Brug kun prøveledninger, hvor stikbenene ikke kan berøres.**

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

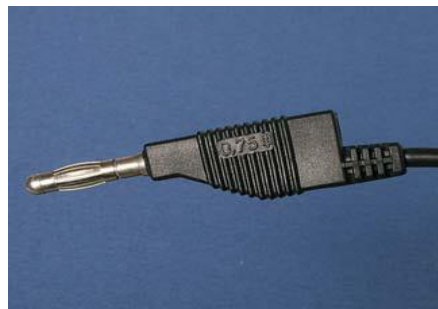


Sikkerhedsbøsning og stik med fast kappe

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 VAC vekselspænding og 60 VDC jævnspænding må monteres med standard BNC stik eller lignende, hvor stikbenene kan berøres.



BNC stik



SHV stik

Coaxialkabler til højspændingsbrug **skal** være monteret med stik beregnet til højspænding. Kontakt elektronikafdelingen angående anskaffelse, montage og brug af højspændingsstik.

### 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.

#### 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:

#### **2014/35-EØF**

Rådets Direktiv af 26. februar 2014 om tilnærmelse af medlemsstaternes lovgivning om elektrisk materiel bestemt til anvendelse inden for visse spændingsgrænser. [<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/TXT/?uri=CELEX%3A32014L0035>]

*Lavspændingsdirektivet. Dansk retsgrundlag: Boligministeriets bekendtgørelse nr. 311 af 30. marts 2016. [<https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2016/311>]*

### 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.*