

SIKKERHETSPROBLEMER I FORBINDELSE MED OPPBYGGING OG DRIFT AV RADIOAMATØRSTASJONER

INNHold

- I. Innledning.
- II. Sikkerhetsproblemets natur.
- III. Strømmens fysiologiske virkninger.
- IV. Beregning av strømstyrke og berøringsspenning.
- V. Typiske faresituasjoner.
- VI. Faresituasjoner for barn, syke og pasienter i sykehus.
- VII. Lavspenningsnettet. Jordfeil og jording.
- VIII. Andre faresituasjoner.
- IX. Gode råd for økt sikkerhet.
- X. Behandling ved ulykker.

*

I. Innledning.

For å være sikret at radioamatørstasjoner opprettes og drives under tilfredsstillende og sikkerhetsmessige forhold, har man funnet det nødvendig å utarbeide følgende informasjon om de sikkerhetsproblemer som kan oppstå i slike anlegg. Informasjonen er ment å dekke det minimum av kunnskaper om sikkerhetsproblemer som må fordres av personell som skal anlegge og drive telekommunikasjonsanlegg, og den vil inngå som pensum ved fremtidige prøver til radioamatørlisens.

Da forskriftene om radioamatørlisens også stiller krav om kunnskaper i behandling av ulykker, har vi funnet det naturlig å behandle dette emnet samtidig.

Vedlagte informasjon distribueres til samtlige norske radioamatører samt Norsk Radio Relæ Liga. Vi ber om at adressatene gjør seg godt kjent med innholdet.

II. Sikkerhetsproblemets natur.

Ved oppbygging og drift av radioamatørstasjoner vil en ofte komme bort i problemer av sikkerhetsmessig art. Sannsynligvis ville mange av ulykkene i forbindelse med elektrisitet vært unngått hvis de impliserte på forhånd hadde vært i stand til å vurdere hvilke farer de utsatte seg for. Det er derfor svært viktig å ha god kjennskap til hva det er som gjør elektrisiteten farlig og hvilke fysiske lover som beskriver dens natur. Med en slik bakgrunn står en godt rustet til å behandle elektrisiteten med den respekt den har krav på. Husk at du som amatør ikke bare har ansvar for deg og dine, men også overfor tredjemann som kan påføres skade ved at dine installasjoner ikke er i overensstemmelse med forskrifter og vanlig sikkerhetsmessig praksis.

Studer derfor denne informasjonen så godt at du er i stand til å avdekke de eventuelle sikkerhetsmessige mangler i ditt eget anlegg.

III. Strømmens fysiologiske virkninger.

Alle muskelfunksjoner i menneskekroppen styres av elektriske impulser som forplanter langs nervebanene. Hvis disse impulsene blir utsatt for forstyrrelser, som f.eks. ved at det utenfra sendes en strøm inn i kroppen, vil det lett kunne oppstå utilsiktede muskelreaksjoner. Disse muskelreaksjonene kan være svært voldsomme og bevirke skade både på omgivelser (f.eks. man river med seg utstyr som igjen faller i gulvet), og seg selv (f.eks. ved fall). Ved enda kraftigere strømmer kan muskelkontrollen totalt mistes slik at man blir lammet og kan bli "hengende fast" i ledningen mot sin vilje.

Hjertet er den største muskelen i kroppen og er p.g.a. sin plassering særlig utsatt for påvirkning ved strømgjennomgang fra hånd til hånd eller fra hånd til fot. Strømmer forbi hjertets nervebaner vil lett kunne føre til blokkering av hjertefunksjonen og hjertet går i stå. Det kan også oppstå såkalt hjerteflimmer, som består i at hjertet blitt stående i en slags skjelvende rytme og ikke er i stand til å pumpe blod rundt i kroppen. Denne tilstanden er særlig farlig fordi den vedvarer etter at strømmen er brakt til opphør. Hjernecellene tar fort skade hvis de ikke får tilført friskt blod, og ubotelig skade kan skje i løpet av noen få minutter. Ved hjerteflimmer må derfor hjertekompresjon igangsettes umiddelbart. (Se avsnittet om behandling ved ulykker). Blokkering av nerveimpulser kan også føre til stopp i åndedrettet.

Den andre hovedårsaken til skader skyldes den varme som oppstår ved strømgjennomgang i kroppen. P.g.a. de ohmske tapene i vev og kroppsvæsker vil det utvikles varme som kan føre til indre brannskader. Brannskader i berøringspunktene er også svært vanlig og er gjerne en medvirkende årsak til å gjøre skadene større p.g.a. nedsatt overgangsimpedans.

Forsøk har vist at det er strømstyrken gjennom kroppen som er den avgjørende faktor i spørsmålet om skadens art og størrelse. Strømmens bane i kroppen har selvfølgelig også stor betydning. Mens strømgjennomgang fra hånd til hånd eller hånd til fot lett kan føre til hjeratestopp eller hjerteflimmer, vil strømgjennomgang fra en finger til en annen på samme hånd vanligvis bare kunne føre til forbrenninger og skader i hånden. Selv "ufarlig" strømgjennomgang kan imidlertid føre til refleksbevegelser, slik at det oppstår sekundære skader ved fall fra tak, stiger e.l.

Vi kan sette opp følgende grove oversikt over strømmens virkning på friske voksne mennesker ved strømgjennomgang fra hånd til hånd eller hånd til fot.

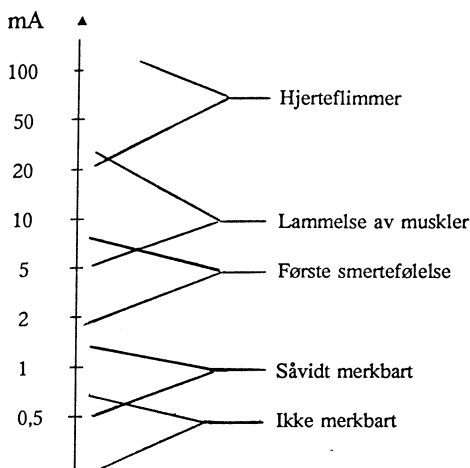


Fig. 1. Strømmens virkning.

Selv om den individuelle toleransevariasjon kan være stor, slik at disse tall må brukes med omtanke, kan oversikten være til nytte når en skal gjøre overslag over hvor farlig en situasjon kan bli.

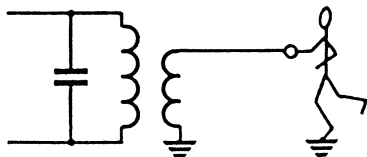
Strømmens virkning vil også være avhengig av frekvensen. Det viser seg at 50 Hz ligger i det farligste frekvensområdet, mens en for frekvenser over ca. 1000 Hz og under ca. 10 Hz vil tåle noe mer av elektrisk strøm før en faresituasjon inntreffer.

For likestrøm er forholdet annerledes, idet vi bare får muskelreaksjon når strømmen brått starter og når den brått slutter. Sålenge strømmen er noenlunde konstant fåes bare en elektrolytisk effekt og en varmeeffekt.

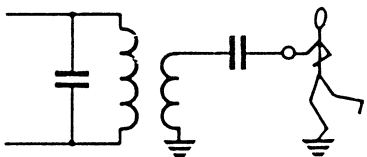
En enkelt kondensatorutladning av en høyspenningskondensator av slike typer

som kan finnes i PA-trinn i sendere kan være meget farlige hvis de passerer hjerteregionen. Det er en meget bestemt fase i hjerteslagsyklusen som er farlig å treffe, varigheten av denne er ca. 0,05 sek. Hvis det er 1 sek. mellom hvert hjerteslag, er det derfor 5 % sjanse for å treffe denne kritiske fasen.

Når det gjelder HF i MHz-området har disse frekvensene i seg selv ingen mulighet for å eksitere musklene lenger, og det er bare tale om en ren varme-effekt (brannskår). Imidlertid kan det oppstå kraftige likerettervirkninger i forbindelse med lysbuer og andre ulineære elementer, slik at kondensatorer i størrelsesorden 1000 pF i serie med spoler er nødvendig for å hindre likerettet lavfrekvent eller DC-strøm i å sirkulere. (Se fig. 2).



I dette tilfellet fås muskeleksitasjon p.g.a. likerettervirkning.



P.g.a. kondensatoren fås ikke sirkulerende likerettete strømmer.

Fig. 2.

Skadene som oppstår ved at organismen utsettes for elektrisk strøm er også sterkt avhengig av eksponeringstiden.

For hjerteflimmer har dette bl.a. sammenheng med at hjertet bare er følsomt for strøm under en del av sin arbeidssyklus, nærmere bestemt i utpumpningsfasen. Vernekoplinger bør ha en utkoplingstid som ligger vesentlig under 200 ms.

IV. Beregning av strømstyrke og berøringsspenning.

Strømstyrken i et ulykkestilfelle kan beregnes vha. Ohms lov, og er avhengig av:

1. Spenningskildens EMK (E)
2. Spenningskildens indre motstand (R_i)
3. Overgangsmotstanden i berøringspunktet (R_o)
4. Kroppens indre motstand (R_k)

Disse størrelsene er forsøkt illustrert i fig. 3.

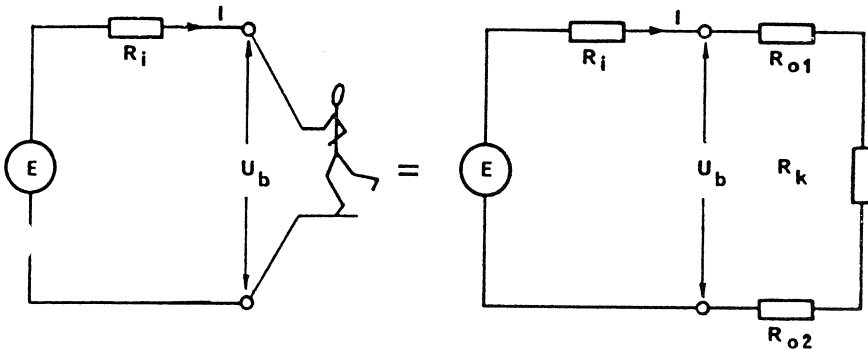


Fig. 3.

Vi er også interessert i å se hvilken spenning vi kan få mellom berøringspunktene, og kaller denne berøringsspenningen U_b .

Fig. 3 og Ohms lov gir:

$$I = \frac{E}{R_i + R_o + R_k}$$

$$R_o = R_{o1} + R_{o2}$$

$$U_b = \frac{E (R_o + R_k)}{R_i + R_o + R_k}$$

Spenningskildens EMK og indre motstand vil variere avhengig av hvilken kilde vi kommer i berøring med. For nettspenningen kan vi regne $E = 220 \text{ V}$ og $R_i = 0 \text{ Ohm}$. For oppladde kondensatorer i likeretteranlegg vil E tilsvare spissverdien av vekselspenningen ($E = \sqrt{2} \cdot U_{\text{eff}}$), og den indre motstanden kan settes lik null. Som et eksempel på en kilde med høy indre motstand kan vi nevne tenningsanlegget i bil hvor $E = 30 \text{ kV}$ og $R_i = 2 \text{ Mohm}$. (Typiske verdier).

Kroppens indre motstand R_k kan regnes konstant lik 500 ohm .

Overgangsmotstanden R_{o1} og R_{o2} er avhengige av flere faktorer. For det første vil overgangsmotstanden variere meget med berøringspunktets fuktighet; størrelse og trykk. Videre vil en ved berøringsspenninger over ca. 75 V raskt få gjennomslag i hudens ytterste lag, hvorefter overgangsmotstanden avtar og strømstyrken øker.

Ved alvorlige forbrenninger er overgangsmotstanden redusert til null, og den totale motstand i den ytre kretsen blir lik kroppens indre motstand $R_k = 500 \text{ ohm}$.

Overgangsmotstanden er en ulineær funksjon av berøringsspenningen. Fig. 4 viser typiske verdier ved 50 Hz for sammenhengen mellom berøringsspenning og den totale overgangsmotstand R_o ved strømgjennomgang fra hånd til fot ved vanlig tørre hudflater. Vi kan regne omtrent samme verdier for strømgjennomgang fra hånd til hånd.

Ved fuktige hudflater vil overgangsmotstanden lett kunne reduseres til en tiendedel av det som er antydnet i fig. 4.

Prøver vi å måle overgangsmotstanden vha. vanlig ohm-meter vil vi lett bli lurt. Slike instrumenter måler motstander ved lave spenninger (noen få volt) og vil derfor gi mye høyere verdier enn hva vi kan vente ved høye spenninger. Slike verdier må derfor IKKE brukes ved overslagsberegninger.

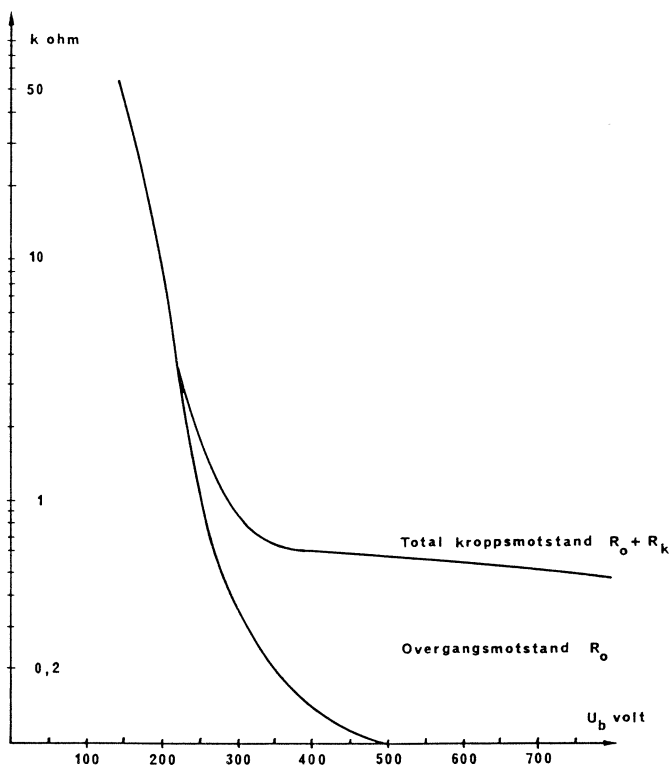


Fig. 4. Overgangsmotstand og total kroppsmotstand som funksjon av berøringsspenningen.

V. Typiske faresituasjoner.

Kapitel III viste at muskelkrampe kan forekomme ved strømstyrker under 10 mA. For voksne friske mennesker må vi derfor regne med en direkte faresituasjon hvis strømstyrken gjennom kroppen kan overstige 10 mA. Vil en direkte berøring etter dette være en faresituasjon? Vi regner vanlig strømgjennomgang fra hånd til hånd og vanlig tørre hender. Fig. 4 gir overgangsmotstanden $R_0 = 3000$ ohm ved 220 V. Strømstyrken gjennom kroppen blir da:

$$I = \frac{220}{0 + 3,0 + 0,5} = \frac{220}{3,5} = 62,9 \text{) : mA}$$

som representerer en opplagt faresituasjon. Da den indre motstand i dette tilfelle er null, blir berøringsspenningen $U_b = 220$ V.

Ved inngrep i sendere, mottakere og kraftforsyning vil en lett kunne utsette seg for likespenninger av betraktelig nivå. I PA-trinn er det ikke uvanlig med spenninger opp i 800 V. Regner vi vekselstrøm for å være dobbelt så farlig som likestrøm, har vi ved samme forutsetninger som tidligere:

$$I = \frac{800}{0 + 0 + 0,5} = 1600 \text{) : mA}$$

Dette overskrider langt de 20 mA vi må regne som direkte farlig ved likestrøm. (Legg merke til at en her må bruke 800 V for å finne overgangsmotstanden i fig. 4. Det er spenningsens absolutte nivå som bestemmer i hvilken grad gjennomslagseffekten vil spille inn. Ved 800 V vil vi imidlertid i dette tilfelle helt sikkert få brannskader, og setter derfor $R_0 = 0$). I forbindelse med dette tilfelle er det nødvendig å understreke at hvis avladningsmotstandene er defekte vil det stå spenning på glattekondensatorene lenge etter at apparatet er slått av.

La oss se på et tilfelle hvor selv lave spenninger kan føre til faresituasjoner. Hvis vi er fuktige på hendene, kan overgangsmotstanden reduseres helt ned til noen hundre ohm. Vi regner 500 ohm og får en ytre motstand på 1 ohm.

Hvilken spenning tilsvarer nå farestrømmen 10 mA?

Ohms lov gir:

$$U_b = R I = 1 \text{ kohm} \times 10 \text{ mA} = 10 \text{ V}$$

Spenninger helt ned i 10 volt kan m.a.o. være farlige hvis miljøforholdene ligger til rette for det. Dette er bakgrunnen for at en må være særlig forsiktig med elektriske apparater i våte rom som bad, vaskerom o.s.v.

Men hva er så årsaken til at relativt høye spenninger ikke alltid trenger å være farlige? Tenningsanlegg i bil har jo $E = 30 \text{ kV}$, men regnes for å være forholdsvis ufarlig. Årsaken ligger her i spenningskildens høye indre motstand. Ved berøring vil denne begrense meget, og vi har ingen direkte faresituasjon uten at det foreligger helt uvanlige forhold. I tillegg er tenningsystemets spenningspulser svært korte (størrelsesorden 1 ms) og vil derfor være mindre farlig for organismen enn likespenning eller 50 Hz vekselspenning.

Vi må imidlertid tenke på at "ufarlig" men følbare strøm også kan føre til indirekte faremomenter. Den forskrekkelse som en får ved et uventet "støt" kan føre til utilsiktede bevegelser og farlige situasjoner. En person kan på grunn av forskrekelsen foreta raske bevegelser, som kan føre til fallskade eller berøring av farlige elektriske anleggsdeler i nærheten.

VI. Faresituasjoner for barn, syke og pasienter i sykehus.

De faremomenter som er nevnt foran er med utgangspunkt i friske voksne mennesker. Det er kjent at kroppsvekten (eller kanskje størrelsen) har betydning for strømmens skadelige virkninger på mennesker. Barn vil således tåle lavere strøm enn voksne.

Syke mennesker er mer utsatt og tåler mindre enn friske mennesker. En person med hjertefeil kan få hjertestans eller flimmer selv om vedkommende bare utsettes for et "ufarlig støt".

Ved undersøkelse og behandling av pasienter på sykehus opptrer ytterligere faremomenter. Bevisstløse personer eller pasienter på operasjonsbord e.l. har ingen mulighet for å fjerne kroppsdelene fra spenningsførende deler. Varigheten av strømgjennomgangen kan derfor bli vesentlig lenger enn normalt, slik at ihvertfall alle strømmer som kan gi lammelser må regnes som farlige. Pasienter med elektroder festet til kroppen er vanligvis lokalt behandlet, slik at huden under elektroden er godt ledende. Overgangsmotstanden er da tilnærmet lik null, slik at den totale kroppsmotstand blir ca. 500 ohm. Det samme gjelder når elektrisk ledende gjenstander (katetre med saltvann, blod e.l.) er ført inn under huden. Ved elektroder, katetre e.l. inn i eller nær hjertet vil selv strømmer i størrelsesorden 10 mA kunne føre til hjertekammerflimmer. Med kroppsmotstand på 500 ohm gir dette farlig spenning:

$$10 \mu\text{A} \cdot 500 \text{ ohm} = 5 \text{ mV}$$

Dette er så lav strøm og spenning at vanlig jording og/eller isolasjon ikke gir beskyttelse under alle forhold.

Nå brukes ikke radiosendere normalt på steder der det foretas inngrep på pasien-

ter, eller der kateter o.l. føres inn i blodårer. Slike steder er da heller ikke egnet på for bruk av annet elektrisk utstyr enn det som er strengt nødvendig. Derimot kan det tenkes bruk av radioutstyr i pasientrom. En må da utvise stor forsiktighet i nærheten av pasienter som har utvendig "pacemaker", eller som har andre elektroder festet til huden eller ført inn i kroppen. Har en mistanke om slike forhold bør en rådføre seg med sykehusets leger.

Som hovedregel må sykehusets leger alltid forespørres før det tas i bruk elektrisk utstyr som ikke er normalt på sykehus. Større sykehus har vanligvis egne elektroteknisk sakkyndige eller har faste avtaler med konsulenter. Av disse vil en kunne få gode råd om tilkopling og plassering av radioutstyr, antenner m.v., slik at radioutstyret ikke fører til faremomenter eller ulemper (forstyrrelser) for pasienter og sykehus og slik at radioutstyret forstyrres minst mulig av sykehusets utstyr (f.eks. av diatermiapparater).

VII. Lavspenningsnettet. Jordfeil og jording.

De fleste beboelseshus i Norge tilføres i dag tre faser hvoretter fasene belastes så symmetrisk som mulig. Se fig. 5. Her er R, S og T de forskjellige fasene, L representerer linjestrekket fra fordelingstransformator (T) frem til huset, og R_1 , R_2 , og R_3 representerer forskjellige forbruksapparater.

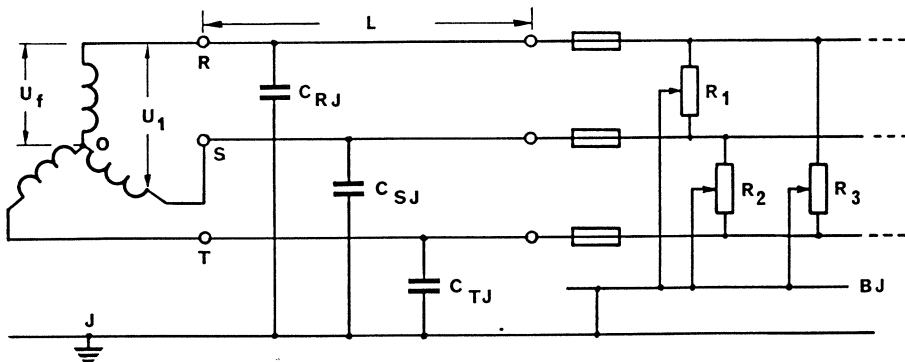


Fig. 5.

Linje J representerer virkelig jord, og vi tenker oss foreløpig at dette er en ideell leder mellom fordelingstransformatoren og huset. (I praksis vil det være en viss jordmotstand som er avhengig av jordsmonnets beskaffenhet og fuktigheten i jorda).

Forbindelsespunktet merket BJ kalles beskyttelsesjord. Dette er jordtilkobling i jordingstikkontakter som gir en galvanisk forbindelse mellom alle forbruksapparater som er jordet. Beskyttelsesjord er koblet til en jordklemme eller jordskinne i et sikringsskap eller lignende. Herfra skjer kobling til virkelig jord via en jordelektrode og vannledningsnettet. Fargekombinasjonen gul/grønn skal nå brukes for alle jordledere. I eldre anlegg er jordledere vanligvis gule.

Spenningen mellom to og to faser - linjespenningen U_1 - er ennå de fleste steder i Norge 230 V. Vi har m.a.o. $U_{RS} = U_{RT} = U_{ST} = 230$ V. Spenningen fra nullpunktet 0 til hver fase kalles fasespenning og er gitt ved

$$U_f = \frac{U_1}{\sqrt{3}} = 133 \text{ V}$$

Slike anlegg kalles lavspenningsanlegg.

I praksis vil en også få en viss kapasitet fra linje mot jord. Denne er merket C_f og kan komme opp i størrelsesorden 10 nF pr. km. avhengig av linjens konstruksjon. Kapasiteten fra to faser til jord vil danne en spenningsdeler med midtpunktet til jord som antydnet i fig. 6.

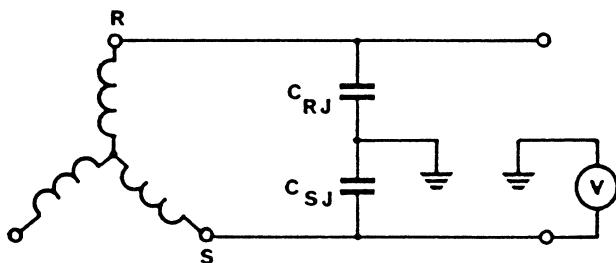


Fig. 6

Hvis $C_{RJ} = C_{SJ}$ vil spenningen mellom fase og jord bli $U_1/2 = 115$ V. Som oftest vil det imidlertid være usymmetri i impedansen mellom fase og jord, og vi kan her få spenninger fra 0 til 230 V. En kan altså koble 115 V utstyr mellom fase og jord.

Lavspenningsnettet i Norge skiller seg noe fra det som nyttes i andre land. Andre systemer bruker ofte usymmetriske nett, dvs. at den ene fasen ligger på omtrent samme potensiale som jord. En må derfor være varsom med å kopiere kretstekniske løsninger for bruk i lavspenningsnettet fra utenlandske publikasjoner.

Stadig flere steder i landet benyttes linjespenningen 400 V, og fasespenningen således 230 V. I slike 400/230 V-anlegg for forsyning av boliger o.l. er nullpunktet på transformatoren direkte jordnet. Fra nullpunktet føres en fjerde leder - nullelederen - og femte leder - jordlederen - frem til abonnentene. I mange tilfeller er disse to ledere kombinert i en leder - en kombinert jord- og nulleder i fordelingsnettet. Fra sikringskap er de likevel ført adskilt. I slike mellomspenningsanlegg kan 220 V tas ut mellom en fase og nullelederen. Jordlederen skal alltid brukes for jording. Separat jordelektrode som ikke er tilkoblet innkommende

jordleder er ikke tillatt.

I det følgende behandles bare lavspenningsanlegg.

Den vanligste feil i nettet er at en fase ligger til jord. Feilen er så vanlig at vi faktisk må regne med at den er til stede. Overgangsmotstanden fra feilstedet til jord, R_j , kan variere meget. Ofte brukes $R_j = 500$ ohm ved overslagsberegninger.

Fig. 7 viser et apparat tilkoblet et nett med jordfeil.

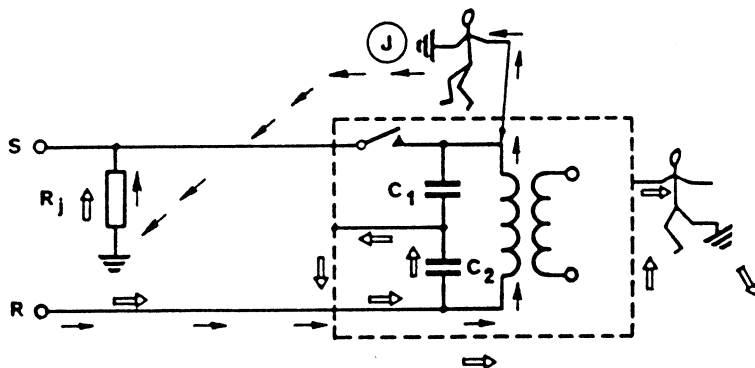


Fig. 7.

Arbeid i dette apparatet mens det er tilkoblet nettet, representerer fare ved at en lett kan få sluttet en strømbane fra den ene fasen (R) via et ytre jordpunkt (J) som antydnet i figuren ($\rightarrow$). Om det samtidig er jordfeil i apparatet, f.eks. ved at det er kortslutning i støydempingskondensatoren C_2 , vil chassiset bli berøringsfarlig i forhold til jord selv om apparatet er slått av. (Hvis det brukes enpolet bryter). ($\rightarrow$)

VED Å BRUKE SKILLETRAFO BRYTER EN STRØMBANER SOM SKYLDES JORDFEIL I NETTET.

Skilletrafo bør derfor alltid nyttes når en skal arbeide med spenning på apparatet. Se fig. 8. En skal også bruke topolte brytere i spenningstilførselen for å hindre strømmer p.g.a. jordfeil i apparatet når dette ikke er i bruk.

For å oppnå ytterligere beskyttelse, må utstyret jordes når det brukes på steder der en samtidig kan komme i berøring med jord eller jordete anleggsdeler. Jording legger utsatte anleggsdeler på jordpotensial og sikrer oss derved mot støt ved samtidig berøring med andre jordforbundne deler. Jording kan imidlertid øke brannfaren da en kan få jordstrømmer gjennom R_j med tilhørende effekt og varmeutvikling.

For at jording skal gi effektiv beskyttelse, må jordingsmotstanden R_{jj} gjøres så lav som mulig. Se fig. 9.

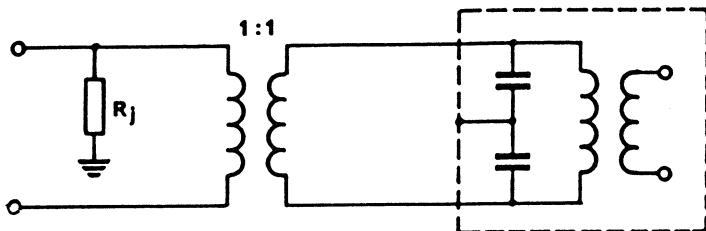


Fig. 8. Bruk av skilletrafo.

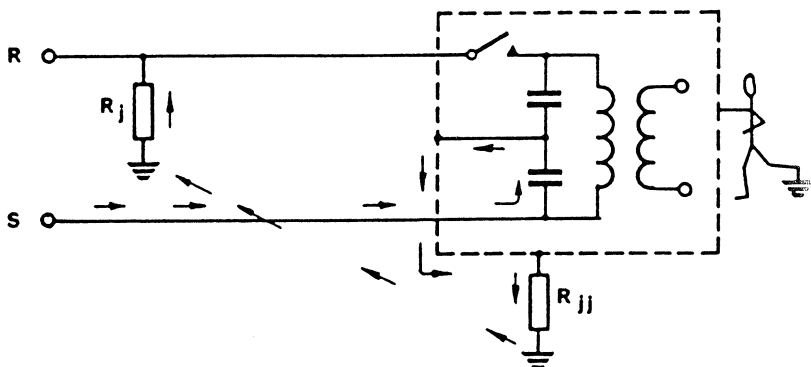


Fig. 9.

En må unngå at spenningsfallet over denne, som egentlig ligger mellom chassis og jord, når opp i farespenning.

Ved samtidig drift av flere apparater vil jordfeil i to apparater som ikke er jordet kunne føre til at en får farlig berøringsspenning mellom chassisene. Se fig. 10.

En må også unngå å blande jordete/ujordede apparater og anleggsdeler da dette kan gi strømbaner som vist i fig. 11. (Egentlig samme årsak som fig. 7).

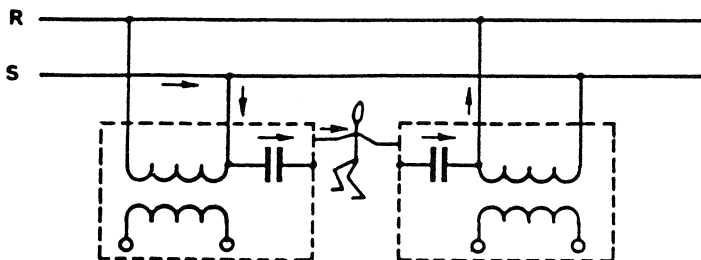


Fig. 10.

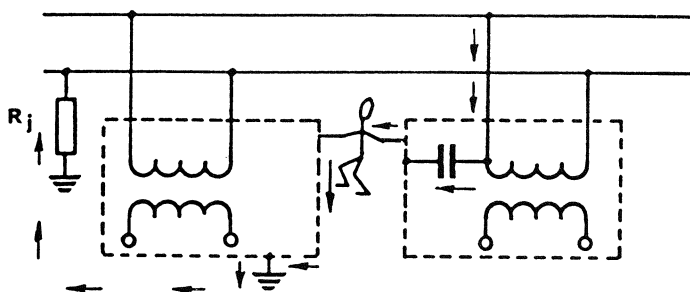


Fig. 11.

En forstår etter dette at eventuelle støykondensatorer eller filter på nettsiden må tilfredsstille strenge krav til sikkerhet for at en skal unngå jordfeil i apparatene. Bruk derfor bare godkjente sikkerhetskondensatorer til dette formålet. Kontroller jordlederen av og til. Brudd på jordlederen kan gi farlige berøringsspenninger mellom apparater som tilsynelatende er jordet.

Det må også settes en viss grense for kapasitetsverdien som tillates fra fase til jord. I følge NEMKO's forskrifter for elektroniske apparater skal maksimal strøm som skal kunne trekkes fra berøringsfarlig del være 0.7 mA. Dette gir en maksimal tillatt kapasitet fra fase til jord på 7.2 nF. I praksis begrenser vi oss til 5000 pF.

Ved bruk av amatørutstyr i sykehusmiljø vil det kunne oppstå spesielle problemer med jording. Hvis sengen har forbindelse til jord, vil en ved jordfeil i apparatet kunne få en strømbane som antydnet i fig. 12. En må i dette tilfelle ikke legge sengen og utstyret på samme potensial ved hjelp av ekvipotensialforbindelse da dette kan føre til at sykehuspersonalet blir utsatt for farespenninger. Den beste løsningen i dette tilfelle er en skilletrafo eller å tilkoble jordet radioutstyr til jordingstikkontakt. (Se også avsnitt VI).

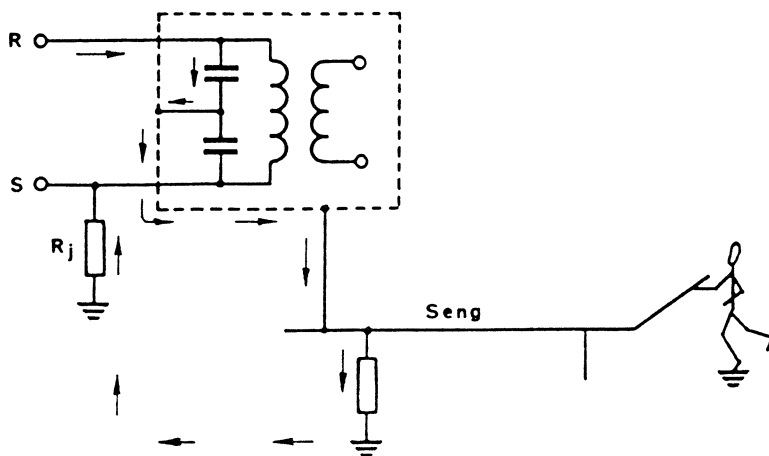


Fig. 12.

Hvis sengeliggende pasienter ønsker å bruke radioutstyr, må hele jordingsopplegget rundt sengen vurderes med henblikk på elektrisk sikkerhet. Senderutstyr må ikke brukes innenfor sykehusområdet uten tillatelse fra sykehusets tekniske avdeling.

VIII. Andre faresituasjoner.

I omgangen med amatørutstyr må en være klar over at det kan oppstå andre faresituasjoner enn de som skyldes direkte berøring med spenningsførende deler. Feil i elektriske anlegg, og ikke minst feil eller uforsiktig bruk av elektrisk utstyr, er en hyppig årsak til brann, og tiltak må treffes for å unngå denne typen ulykker.

Noen enkle forsiktighetsregler kan redusere brannfaren vesentlig:

- Ved nytt utstyr sjekk at utstyret er beregnet for (innstilt på) den driftsspenning det skal tilknyttes. E-verkene i Norge benytter i dag en nominell spenning på 230 V, men med en tillatt variasjon på $\pm 10\%$. Nær E-verkets fordelingstransformator kan spenningen altså i verste fall komme opp i $230 + 23 = 253$ V. Dersom utstyret er stemplet for 220 V, vil 33 V eller 15% overspenning kunne gi både økt brannfare og redusert levetid.
- Sjekk at nytt utstyr er beregnet på aktuell nettfrekvens 50 Hz. Flere land (f.eks. USA) benytter 60 Hz, og dersom utstyr derfra er beregnet bare på denne frekvens, vil spesielt transformatorer og motorer være utsatt for varmgang og brannfare.
- Utstyret må plasseres slik at tapsvarmen på naturlig måte kan avgis til omgivelsene. Ventilasjonsåpninger må derfor ikke tildekkes, og de varme deler må ha betryggende avstand til brennbare bygningsdeler/innredning/-

gjenstander.

- d) Branntilløp skjer oftest når anlegg blir stående under spenning uten at sakkyndig betjening er tilstede. Stasjonen må være avslått og ikke kunne opereres av uvedkommende når lisensinneholderen selv ikke er tilstede.
- e) Bli ikke så ivrig opptatt med hobbyen at annet varmeutviklende utstyr (loddebolt, kokeplate e.l.) blir stående på uten tilsyn.

Som oftest vil branntilløp skje når deler av anlegg blir stående under spenning når det ikke er sakkyndig betjening tilstede. En må derfor forsikre seg om at stasjonen er uten spenning, og at den ikke kan opereres av uvedkommende når en selv ikke er til stede.

En er også kjent med at kraftige elektromagnetiske felter kan forårsake feiloperasjoner i elektronikk utstyrt med halvledere. En kan derfor tenke seg faresituasjoner der mennesker med pacemakere (elektronisk hjertestimulator) og følsomme måleinstrumenter på sykehus vil bli påvirket av HF-felter. Dette vil sannsynligvis bare kunne forekomme nært inntil kraftige stasjoner. Ser du imidlertid noen få vanskeligheter med hjerte eller åndedrett mens du sender, så avbryt sendingen umiddelbart. Annet utstyr som kan forstyrres er kuvøser og respiratorer.

Av samme årsak skal en være forsiktig med å bruke radiosendere i umiddelbar nærhet av sykehusområder. Er du i tvil om hvordan din sender kan virke, så ta kontakt med sykehusets tekniske avdeling for å få avklart om du vil forstyrre noe av utstyret på sykehuset. Før radiosendere tas i bruk i sykehus, må legene forespørres.

Undersøkelser har videre vist at kraftige HF-felter påvirker den menneskelige organisme på flere måter. Arbeidere som har vært utsatt for kraftig eksponering har klaget over kvalme, hodepine og psykiske plager. Disse problemene er lite utforsket ennå, men det er mulig at langtidsvirkningen av relativt svake felter er større enn det vi i dag har oversikt over. Det anbefales derfor ikke å kjøre sendere mens skjermdeksler o.l. er fjernet. PA-trinn bør av samme årsak ikke være plassert for nær opptil operatørplassen.

En må ikke bruke sendere i områder der det foregår anleggsarbeider. En kjenner flere tilfeller hvor ukontrollerte sprengninger sannsynligvis skyldes HF-effekt fra radiosendere.

En har også ansvar for sikkerhet i forbindelse med stasjonens antenneutstyr. Antennen må ikke kunne føre høye spenninger fra PA-trinnet. Dette kan unngås ved å koble PA-trinnet kapasitivt til antennen. Som ekstra forholdsregel bør en også jorde antennen via en drossel.

Hva angår antennens plassering skal denne ikke krysse eller plasseres nær høy-, lavspennings- eller telefonlinjer. Kryssing av vei eller offentlig plass må bare

skje etter godkjenning fra veimyndigheter. For øvrig henvises til de kommunale regler for oppsetting av antenner. Hvis slike ikke finnes, kan en ta utgangspunkt i regler utarbeidet for Oslo kommune.

IX. Gode råd for økt sikkerhet.

1. Før stasjonens spenningstilførsel via en topolt bryter som lett kan nås og skiller seg tydelig ut som hovedbryter. Bruk en rød lampe for å identifisere bryteren. Informer familien om bryterens funksjon.
2. Forbind alle apparater i stasjonene med egen stasjonsjord, som må tilknyttes bygningens jordingsanlegg hvis det er jordete anleggsdeler, rør e.l. innen rekkevidde.
3. Skaff deg en skilletransformator (helst av klasse II (ekstraisolert)) til bruk ved reparasjoner og eksperimenter.
4. Undersøk apparatene for jordfeil med jevne mellomrom. Undersøk også annet elektrisk utstyr som loddebolt, lamper m.m.
5. Unngå å ha metallgjenstander og lamper slik at du kommer i berøring med dem under arbeidet.
6. Ved inngrep i apparatet bør du ha den ene hånden i lommen, slik at du ikke kan få en strømkrets gjennom kroppen.
7. Ta av hodetelefoner når du arbeider i apparatet.
8. Jord senderantennen via drossel. Installer lynbeskyttelse.
9. Jord morsenøkkelen. Bruk nøklingsrelé hvis du nøkler i kretser med høy spenning.
10. Arbeid ikke med anlegg hvis du ikke føler deg opplagt.
11. Anvend riktige sikringer. Tyvsikring er invitasjon til brann og andre faremomenter. Sikringer må ha tilstrekkelig bryteevne så en ikke får lysbue ved sikringsbrudd.
12. Kontroller bleedermotstandene.
13. Utlad eventuelle kondensatorer før du begynner å arbeide.
14. I tordenvær bør antennen frakobles stasjonen.

X. Behandling ved ulykker.

Ved ulykker i forbindelse med elektrisk strøm, kan det oppstå alvorlige indre forbrenninger som ikke gir symptomer før det har gått en tid. Personer som har vært utsatt for elektrisk strøm skal derfor alltid bringes til kontroll hos lege i løpet av kort tid.

Bevisstløse personer må ikke gis noe å drikke. Ved bevisstløshet er hosterefleksen opphevet og en risikerer å kvele den forulykkede ved å tvinge væske i vedkommende.