

## **LEDNINGSDRAGNING OCH ELEKTRISK FÖRBINDNING (LÖDNING)** 9.

### **Ledarföreskrifter** 9.1

Ledaren skall ha en sådan area att strömbelastning och spänningsfall inte blir för stora. 9.1.1

För att underlätta inlödning bör ledaren vara förtent. 9.1.2

Mångtrådiga ledare bör användas. En sådan är nämligen på grund av sin större böjlighet motståndskraftig mot vibrationer och utmattas inte i samma grad som en massiv ledare. Vid lödning fordras emellertid aktsamhet, så att lödtennet inte vandrar in i ledaren och gör denna ömtålig för påkänningar. 9.1.3

### **Böjlig förbindning** 9.1.4

Böjlig förbindning är antingen en elektrisk förbindning till en anordning som vid sin funktion åstadkommer mekanisk rörelse, eller en elektrisk förbindning mellan enheter som under handhavande och vid funktionskontroll är rörliga i förhållande till varandra. Exempel på det sistnämnda slaget av förbindning utgör apparatstommar och paneler, försedda med gångled, utdragbara enheter.

Vid böjlig förbindning bör extra mångtrådig lina användas (tråddiameter 0,085 mm). 9.1.5

Fjäärmanövreringsledningar utgörs normalt av fältkabel (ställlina). 9.1.6

Antennlinor bör lämpligen bestå av bronslina med isolerande hölje, som köldprovas vid  $-40^{\circ}$  C. 9.1.7

Apparatkablar, kopplingstråd, koaxialledningar skall väljas ur förteckning som tillhandahålls av beställaren. 9.1.8

Kopplingstråd skall vara isolerad. Undantag härifrån är i vissa fall stomförbindningar och ledningar för nollpotential i apparater. 9.1.9

9.1.10 Ledningens isolering skall i hela sin längd vara i god kontakt med ledaren för att fukt inte skall tränga in mellan isoleringen och ledaren. Ledare med påträtt rör (systoflex, PVC-rör o d) godtas icke.

#### 9.1.11 **Märkhylsor**

Märkhylsor på ledningsavslutning skall ha säkert kvarsittande märktext. Endast av beställaren godkända typer bör användas. Märkhylsor med tejpfastsättning godkännes icke. Erfarenheten har visat att klistret med tiden torkar, varvid märkhylsorna lossnar.

## 9.2 **Tryckta ledningar**

9.2.1 Grundläggande mått på isolerskivornas tjocklek, metallfoliens tjocklek och monteringshålens placering är angivna i SEN 430133, Tryckta ledningar.

9.2.2 Laminatets mekaniska och elektriska egenskaper bör kontrolleras, likaså kopparfoliets häftning vid laminatet. Vidhäftningen kontrolleras enligt RETMA-metoden på särskild testplatta. Metallfoliernas bredd är 3 mm och avståndet mellan dem 10 mm. Testplattan placeras med kopparsidan mot badet med tennlod (60 % tenn, 40 % bly) i en tenngryta med en temperatur av 230° C (+ 5° C) under en tid av 10 sek. Vidhäftningen skall efter provet vara utan anmärkning.

9.2.3 Bredden (eller tjockleken) på foliet och avståndet mellan ledningarna skall avpassas efter ström och spänning. Ledningens minsta bredd skall vara 1,5 mm och minsta fria avstånd 1,5 mm.

9.2.4 Lödpunkter skall ha god hålpassung till komponenten ifråga. Innerdiametern hos hålet bör vara högst 0,3 mm större än ytterdiametern hos den del som skall insättas i hålet.

9.2.5 Ledningstråden bör vid lödningen sticka ut ca 12 mm utanför hålet.

9.2.6 Användning av öljetter i samband med lödpunkter är förbjuden, då erfarenheten visat att kontaktövergången blir dålig.

- Anslutningskontakter skall vara godkända av beställaren. Direkt kontaktövergång från foliet har icke visat sig tillfredsställande. 9.2.7
- Kontroll skall göras av att frättningsproceduren och den efterföljande tvättning (neutraliseringen) ger tillfredsställande belägg för laminatets isolationssegenskaper. 9.2.8
- Kretsen skall vara konstruerad för den använda lödmetoden. 9.2.9
- Vid monteringen i apparaten skall plattan vara väl styrd efter kanterna. Plattan skall vara så monterad att yttre påkänningar icke överförs till plattan. 9.2.10
- Detaljer med stor massa får icke monteras på plattan. Kontroll härav sker genom skakprovning (skakprov 1, se 3.7.1). 9.2.11
- Färdigmonterad platta skall undergå fuktprovning (fuktprov 3, 72 h, 55° C, 100 % relativ fuktighet, se 3.5.). Normalt skall plattan beläggas med tillfredsställande impregnering mot fukt. 9.2.12
- Beträffande *lödning*, se 9.8. 9.2.13

## Utförande av kabelstammar

9.3

Förläggning av kabelstammar, se 9.5.3.

Ledningsdragning skall företrädesvis utföras i form av kabelstammar. Uppdelning i flera kabelstammar görs om stammen blir för grov. 9.3.1

Uppmärksamhet ägnas kablar med ledningar som för pulsspänningar, då störande koppling kan uppstå. 9.3.2

För att underlätta service bör man eftersträva att uppbygga stammen med olikfärgade ledningar. 9.3.3

Kabelstammen skall byggas i den form som den skall ha i apparaten. 9.3.4

Kabelstammar skall sys på sådant sätt att trådisolationen inte skadas. Plasbehandlat bindgarn skall därför sys med lös åtdragning. Vaxat bindgarn skall icke användas. (Bindgarn av textil tar åt sig fukt och stramas därvid åt, vilket kan skada isolationen på de ytterst liggande ledarna). PV-band eller PV-rör av dimension som anpassas till stammens tjocklek rekommenderas. 9.3.5



Bild 9.3.6-1. Kabelstammens syning

- 9.3.6 Kabelstammar sys lämpligen på sätt som bild 9.3.6-1 visar.
- 9.3.7 Kabelstammens anslutningsändar skall avisoleras före monteringen av kabeln.
- 9.3.8 I stället för syning kan ledningarna inläggas i ett plaströr av lämplig dimension. Plaströret skall därvid vara utfört med hål runt omkretsen för att vattenfickor inte skall bildas.

#### 9.4 Stomförbindningar (jordning)

- 9.4.1 Som allmän rekommendation gäller att stommen (chassiet) icke bör utgöra någon del i strömbanan. Man undviker därmed vagabonderande strömmar i stommen, vilka kan ge anledning till störningar och instabilitet.

Anslutning till stommen bör om möjligt därför ske i en enda punkt (se även 9.5.2).

- 9.4.2 Man får icke ordna jordningsförbindelser till skärm eller annan mekanisk del (undantag stommen) för att sluta den elektriska kretsen, utan endast för att bringa någon del av kretsen på jordpotential. Om funktionen kräver jordning till skärmburk (mellanfrekvenskretsar) skall dock jordningspunkten dessutom tas ut till ett kopplingsstift.
- 9.4.3 Frontpanelen får icke ingå i en ledningsförbindelse.
- 9.4.4 Apparatstommen får icke användas som återledning för glödströmsledningen (dock är detta i vissa fall tillåtet beträffande likströmsmatade glödtrådar i indirekt upphettade rör).

Jordning skall icke åstadkommas genom skruvförbindningar som måste lossas vid service. 9.4.5

Det är tillåtet att ansluta ledningar till stomplåt genom till denna punktsvetsade lödstjärter eller genom till i plåten utstansade lödtabbar. Dessa skall emellertid vara förtenta dessförinnan. Lödning direkt till plåten är icke tillåten på grund av att någon mekanisk låsning av ledaren inte erhålles. 9.4.6

Det är tillåtet att ansluta ledningar till stomplåt medelst lödstjært och tandad bricka (även kombinerad), som är fastskruvad vid stommen. Målningen skall därvid vara avlägsnad för att säker kontakt skall erhållas. 9.4.7

Hos aluminiumstommar har man att räkna med dålig kontakt på grund av en med tiden uppkommande korrosion i kontaktpunkterna. Ytan skall rengöras väl och bestrykas med petrolatum eller lämpligt korrosionsskydd före monteringen.

### Lödning på aluminium

9.4.7.1

För jordning till aluminiumstomme medelst lödning rekommenderas följande metod.

Platsen för lödstället rengörs från oxid genom slipning med sandpapper (finhet 0 eller 00). En sista slipning görs med sandpapper indränkt med symaskinsolja eller med några droppar symaskinsolja på slipstället. Lödstället förtenns sedan med vanligt hartsflusmedel, varvid effekten hos lödkolven skall vara något större än vid lödning mot mässing. Det är viktigt att aluminiumytan skrapas något med kolven under förtenningsproceduren genom små, cirklande eller fram- och återgående rörelser. Efter förtennningen kan lödstjärter och ledningar ditlödås på vanligt sätt.

Metoden tarvar möjligen en förklaring över funktionssättet. Tennlödning mot oxidfri aluminiumyta kan göras utan svårighet. Slipning med sandpapper avser att avlägsna oxiden. Denna återbildas snabbt vid närvaro av luft och förhindrar lödningen. Genom slip-

ning med symaskinsolja beläggs ytan med en tunn oljefilm, som hindrar denna oxidation. Vid beröring med den varma kolven förbränns oljan och avgår delvis i form av rök. Förbränningsprodukterna bildar dock ett skyddande lager, som vid lödningen genombryts genom de små kolvrörelserna, varvid tennet flyter ut blankt och jämnt i god förening med underlaget.

Vid tillverkning bör lämpligen roterande verktyg för slipning och lödning användas.

- 9.4.8 Anslutning till stomplåt genom lödstjart som nitats fast är förbjuden.
- 9.4.9 Minuspolen skall normalt vara ansluten till stommen.
- 9.4.10 Jordförbindning mellan olika apparatstommar i stativ skall ske över separat ledning i anslutningskontakten.
- 9.4.11 Skyddsjordning, se 2.7.1.6.

#### 9.4.12 Skärmade ledningar

- 9.4.12.1 Vid användning av skärmade ledningar får metallstrumpan användas som ledning om den är effektivt ansluten.
- 9.4.12.2 Lödning direkt på skärmen är icke tillåten.
- 9.4.12.3 Vid stomanslutning genom *lödning* friläggs skärmstrumpan från isolationen genom att erforderlig längd utkammats åt sidan, varefter parterna vrids ihop vid sidan av kabeln och ansluts genom lödning. Samtliga trådar skall därvid inlödvas. Kabelns ände skall dessutom fästas genom klamring.
- 9.4.12.4 Vid stomanslutning genom *klamring* inskjuts mellan skärmen och isoleringen en cylindrisk hylsa av lämplig dimension, varvid hylsan jämväl inskjuts under kabelns ytterhölje. Fastsättning sker därefter med en dubbelklammer, varvid dess ena del omsluter skärmen och dess andra del kabelns ytterhölje. Lödning till skärmen skall därvid icke göras.

<b>Ledningsdragning</b>	9.5
<b>Allmänna föreskrifter</b>	9.5.1
Uppmärksamhet skall ägnas ledningsförläggningen, så att inte vattenfickor uppstår i <i>skyddsslangar</i> . Dylika slangar skall hålas på lämpliga avstånd.	9.5.1.1
<i>Glödströmsledningar</i> skall dras fram till rörhållarna. Stommen får dock användas som återledning för likströmsmatade glödtrådar vid indirekt upphettade rör.	9.5.1.2
Glödströmsledningar skall utföras tvinnade och vara mångtrådiga.	9.5.1.3
Ledningar skall icke vridas om varandra, om inte detta erfordras från elektrisk synpunkt.	9.5.1.4
<i>Lågfrekventa</i> ledningar på låg spänningsnivå utförs tvinnade eller, om så är nödvändigt, i skärmad ledning.	9.5.1.5
Ledningar till <i>högfrekventa</i> kretsar skall fixeras i förhållande till omgivningingen för att ledningsdragningen inte skall förändras vid vibrationer.	9.5.1.6
Ledningar som för radiofrekvens skall vid dragning genom hål i skärmsplåtar förses med genomföring med keramisk eller därmed likvärdig isolering.	9.5.1.7
Ledningar som för pulsspänningar skall icke förläggas tillsammans med andra ledningar, t ex i kabelstam; därigenom minskas störningar.	9.5.1.8
Kopplingstråd och kabling skall dras så att de induktiva och de kapacitiva effekterna (om de inte utnyttjas i konstruktionen) blir så små som möjligt.	9.5.1.9
Koaxialkablar med yttre skydd samt ledningar i övrigt skall vid dragning genom hål i plåt skyddas med gummi (neopren) eller plast.	9.5.1.10
En mångtrådig ledare som löts till lödstjært skall fästas så, att vibrationer inte åstadkommer böjningar i det område där de enskilda trådarna löts samman.	9.5.1.11

- 9.5.1.12 Böjliga ledningar förses med bukt för att utbyte av ansluten komponent skall underlättas. Bukten skall möjliggöra minst två utbyten.
- 9.5.1.13 Om massiv ledare erfordras skall denna dras så, att en bukt erhålls, som förhindrar brott i samband med vibrationer.
- 9.5.1.14 Ledningar skall förhindras att komma i kontakt med skarpkantade detaljer och ej heller ges för små bockningsradier. Ledningarna skall på lämpligt sätt fixeras i sitt läge i förhållande till stommen eller annat stöd.
- 9.5.1.15 Ledare får icke lödas ihop utan mekaniskt stöd i hopkopplingspunkten (kopplingsstöd). Sålunda får skarvning av ledare icke ske med endast en isoleringshylsa trädd över skarven.
- 9.5.1.16 Ledningar skall placeras så, att de inte skadas vid trimning av apparaten eller vid utbyte av detaljer. Hänsyn skall även tas till att skruvmejseln kan slinta.
- 9.5.1.17 Intern ledningsdragnings skall om möjligt sammanföras till en eller flera kabelstammar.
- 9.5.1.18 Vid förläggning av ledningar i *kabelrännor* tillses att ledningarna klamras i rännan på effektivt sätt, så att de inte kommer i rörelse vid vibration.
- 9.5.1.19 Föreskrifter beträffande *färgkod* för förbindningstråd (FSD A4700: 2) skall i tillämpliga delar följas.
- 9.5.1.20 Oisolerade ledare skall färgmärkas genom färgklickar eller påträdde plasthylsor intill anslutningspunkterna.
- 9.5.1.21 Tillse att föreskriven metod för ledningsmärkning följes.



## Störningsreducerande ledningsdragning i apparater

9.5.2

### Störningsorsaker

9.5.2.1

Vid utförandet av ledningsdragningen i en apparat skall bl a tillses att elektrisk stabilitet erhålls och att funktionen inte påverkas av inre och yttre störningar.

De olika strömkretsarna i en apparat bildar tillsammans med ledningsdragningen slutna ledningsbanor mellan vilka ömsesidig koppling kan uppträda. Kopplingen ökar i samma mån som arean hos strömbanorna blir större och avståndet mellan dem minskar. En strömdräng i någon av banorna inducerar därvid en störspänning i de andra banorna.

Utöver denna induktiva strömkoppling måste man räkna med en kapacitiv spänningskoppling mellan vissa delar i apparaten.

Den tredje och icke minst väsentliga orsaken till störningar är den koppling som uppstår då gemensam impedans ingår i kretsarna. Denna impedans (resistans) kan ofta inte undvikas vid stomanslutning av de olika kretsarna, *jordning*. Som exempel på ledningar med sådan impedans kan nämnas anodspänningsledningar, anslutningsledningen till ackumulator (nät) och anslutning av kretsar till olika punkter på stommen. Eftersom spännings- och strömförhållanden mellan olika delar i elektroniska apparater ofta är mycket stora (100–120 dB) är det av största vikt att icke önskvärda kopplingar reduceras i minst motsvarande grad. Härvid bortses från erforderliga motkopplingsanordningar, vilkas utförande och verkan skall vara väl definierade.

### 9.5.2.2 Störningsreducerande metoder

Vid projektering av en elektronisk apparat eller ett apparatsystem skall i första hand jordningssystemet klarläggas eftersom övriga åtgärder är beroende av detta systems egenskaper. Av största betydelse härvid är att ömsesidig impedanskoppling förhindras genom att stomsjordning sker i en enda punkt, till vilken samtliga kretsars jordledningar ansluts separat. Därmed måste man emellertid se till att det inte uppstår någon induktiv koppling mellan ledningarna.

I praktiken kan emellertid en sådan idealisk lösning inte komma till stånd då de olika kretsarnas utbredning inom apparaten skulle medföra att alltför långa ledningar behövdes för kretsarnas jordning.

En viss utbredning av jordningsstället kan dock tillåtas om jordningsplanet är lågohmigt, exempelvis genom att jordningsstället utgörs av en eller flera kopparremсор av tillräcklig bredd och tjocklek som förenats i en mittpunkt, till vilken även stommen är ansluten.

I ett apparatsystem med flera apparatenheter är det vanligen svårt att åstadkomma en gemensam och effektiv jordningspunkt för hela systemet. I sådana fall kan det bli nödvändigt att åtskilja in- och utgångar med transformatorlindningar som uppvisar minsta möjliga kapacitiva koppling mellan lindningarna. Jordningspunkterna hos de olika apparatenheterna kan då förenas med en separat ledning, som genom att in- och utgångarna är åtskilda endast för en mycket liten ström och därför praktiskt taget ger de olika apparatjordningarna samma jordpotential (bild 9.5.2-1).

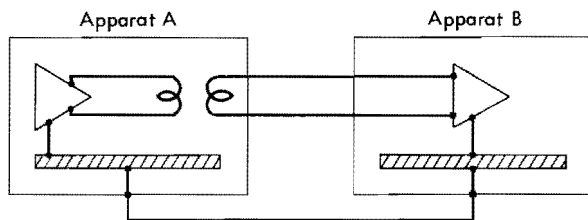


Bild 9.5.2-1. Jordning av apparatsystem

Inom en apparat är det lämpligt att göra en uppdelning av jordningspunkterna. Principen härför bör vara att förbindelsen mellan primärjordningen (referensjord) och sekundärjordningarna leder en mycket svag ström eller har låg impedans, så att spänningsfallet till primärjordningen blir obetydligt. I vissa fall kan det vara nödvändigt att isolera sekundärjordningarna i förhållande till apparatstommen för att undvika vagabonderande strömmar som kan ta olämpliga vägar. För varje sekundärjordning bör den anslutna strömkretsen vara sluten och anordnad på sådant sätt att den induktiva kopplingen till omgivningen är liten (bild 9.5.2-2).

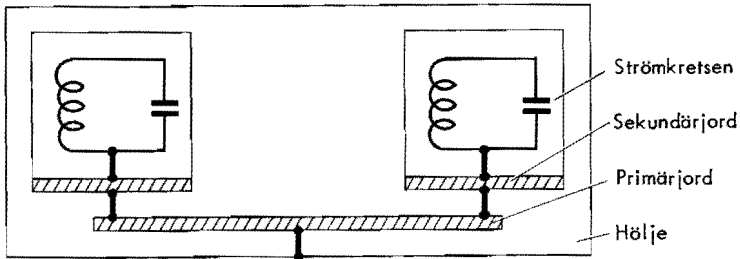


Bild 9.5.2-2. Kretsjordning

Ledningarna inom en kretsenhet som tillhör en sekundär- eller primärjordning bör vara tvinnade för att reducera den induktiva kopplingen till andra kretsar och ledningsknippen.

För att reducera den kapacitiva kopplingen förser man ledningarna med en omgivande skärm eller, då detta inte är möjligt, med en plåtavskärmning. Jordningen av skärmen måste därvid ske i endast *en* punkt. Ledningsdragning direkt mellan punkter skall undvikas eftersom kopplingslingor kan bildas vid ett sådant utförande.

In- och utgångar på en förstärkare, bild 9.5.2-3, skall anslutas till skilda sekundärjordningar så att strömkoppling dem emellan förhindras. En eventuell kapacitiv (spännings-) koppling mellan ut- och ingång förhindras genom skärmning av tilledningarna. Vanligtvis ansluts skärmningen enpoligt till primärjordningen, men

den kan eventuellt anslutas även till en sekundärjordning, om denna har samma potential som primärjordningen. Ett sådant förfarande blir ofta nödvändigt för att inte jordningsledningarna för skärmen skall bli för långa.

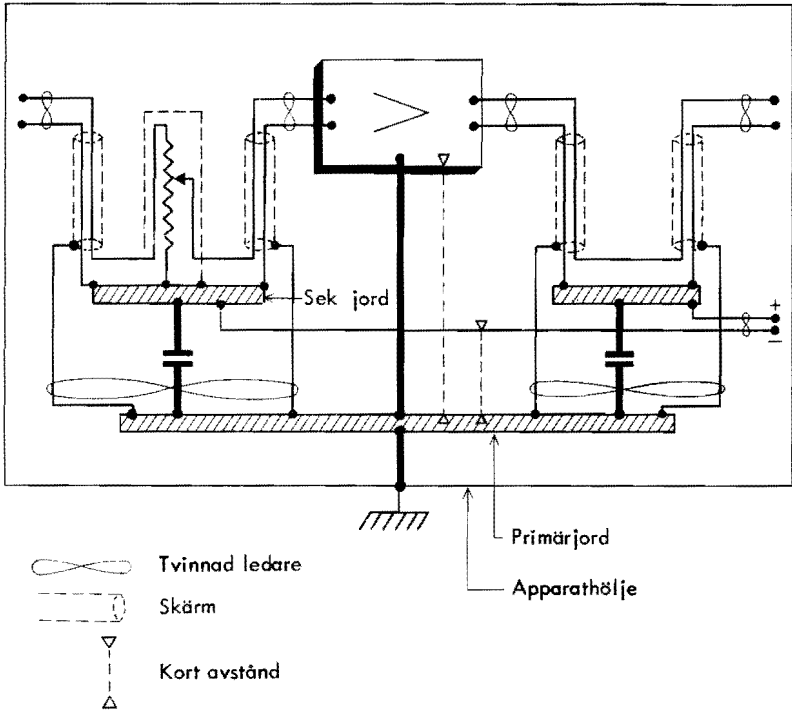


Bild 9.5.2-3

Enligt det ovan sagda gäller det *alltså*:

att åstadkomma en definierad primärjordning i apparaten

att bestämma antalet erforderliga sekundärjordningar för de ingående kretsarna och att jorda dessa till primärjordningen i endast *en* punkt

att se till att ingen direkt punkt-till-punktförbindelse finns

att ledningarna uppdelas på tvinnade tvåledare som förbinder endast *en* strömkrets

att förhindra kapacitiv koppling mellan kretsarna genom att skärma av dessa och de tvinnade ledarna samt att jorda skärmen för varje krets i endast *en* punkt

### **Förläggning av kabelstammar**

9.5.3

Alltför tjocka kabelstammar bör uppdelas i flera.

9.5.3.1

Om möjligt bör i kabelstammen inläggas reservledningar för användning vid modifiering eller vid fel.

9.5.3.2

Beträffande utförandet av kabelstam, se 9.3.

9.5.3.3

Kabelstammen skall på lämpliga punkter fixeras i sitt läge för att stammen inte skall komma i rörelse vid vibrationer.

9.5.3.4

Kabelstammen förläggs så att den inte utsätts för skarpa brytningar eller kommer i kontakt med skarpa hörn och kanter som kan skada isolationen.

9.5.3.5

Kabelstammen sätts fast med klammer, som skall ha rundade kanter. Stammen skyddas under klammern med en uppskuren pv-slang. Klammern får icke dras åt så hårt att isoleringen skadas eller hoptryckes. Kabelstammen får icke sträckas för hårt mellan klammerna.

9.5.3.6

En pv-isolerad ledning får icke ligga an mot en cellulosalackerad yta.

9.5.3.7

Vid övergång från fast till rörlig stomdel bör kabelstammen icke utsättas för böjning utan huvudsakligen för vridning. En sådan kabelstam skall icke sys utan sammanhållas av en textilstrumpa (ev hålät plaströr), som jämte kabeln klamras i båda ändar. Klammerna skall ha väl rundade kanter, och kabelstammen skall skyddas med ett uppskuret plaströr under klammerna. Mittdelen av kabelstammen bör i förekommande fall skyddas mot vibrationer (eventuellt genom en ögla i vilken stammen kan fritt röra sig).

9.5.3.8

För att utbyte skall gå lätt förses ett dylikt knippe med kopplingsplintar i båda ändar, i vissa fall lämpligen med anslutningsdon.

9.5.2.9 Vid anslutning av en kabelstam till kopplingsplintar, instrument och övriga detaljer tillses att ledarna erhåller tillräckligt fri bukt, dels för att vibrationer inte skall överföras till kabelstammen, dels för att detaljer lätt skall kunna bytas. I vissa fall skall bukten göras så stor att den tillåter att en ansluten detalj tas loss från sin plats utan losslödning. Härvid tillses att klamring utförs så att vibrationer inte skadar området omkring lödstället.

#### 9.5.4 **Förläggning av skärmade ledningar**

9.5.4.1 En skärmad ledning som inte har yttre isolering skall mekaniskt fästas vid stommen, så att skärmstrumpan inte kommer i kontakt med andra anslutningspunkter eller komponenter.

9.5.4.2 Skarpa bockningar måste undvikas. Krökningsradien bör vara minst 5 gånger kabelns ytterdiameter.

9.5.4.3 Den metalliska skärmningen skall sluta på betryggande avstånd från den blottade ledaren, så att tillfredsställande isolationsavstånd erhålles.

9.5.4.4 Skärmstrumpan skall avkapas så att inga lösa trådar blir kvarsittande vid kabeln.

9.5.4.5 Kabelns ändrar skall liksom kabeln i övrigt vara klamrade vid stommen eller den detalj till vilken anslutningen sker.

#### 9.5.5 **Förläggning av högspänningsledningar (> 1000 V)**

9.5.5.1 Högspänningsledningar skall ges tillräckligt utrymme eller vara väl isolerade för att genomslag och glimning med säkerhet skall kunna förhindras.

9.5.5.2 För spänningar över 5000 V skall högspänningskabeln understödjas av isolatorer på sådant sätt att ledningen går fri från stomdelar och komponenter. Ledningen skall icke placeras i närheten av skarpa hörn och ej heller läggas i för skarpa krökar, detta för att glimning skall förhindras.

- Förläggning av apparatkablar** 9.5.6
- Apparatkablar skall förläggas så att de inte bryts eller skaver mot skarpa kanter, och så att de inte utsätts för trampning eller utnyttjas som bärhandtag. 9.5.6.1
- Apparatkablar skall vara lätt åtkomliga för utbyte. Kabeln skall i de fall den ansluts inuti apparaten förses med en anslutningsplint i närheten av genomföringsstället eller på lättåtkomlig plats. 9.5.6.2
- Kabeln skall innanför genomföringsstället vara dragavlastad genom klammer.
- När enheter dras ut ur stativ skall de kunna dras till yttersta läget utan att den elektriska förbindelsen bryts. Kabeln skall därvid ha tillräcklig längd och kabelföringen vara sådan att kabeln automatiskt placeras på sin plats när enheten skjuts in. 9.5.6.3
- I de fall då enheten måste tas ut ur stativet skall den elektriska funktionen kunna kontrolleras med användning av skarvkablar. 9.5.6.4

## Lödning 9.6

### Allmänt 9.6.1

I de flesta elektroniska utrustningar förekommer hundratals, kanske tusentals lödpunkter. Då varje sådan lödpunkt är av vital betydelse för driftsäker funktion är det av vikt att lödningen utförs med den största omsorg och kunnighet. Den personal som skall sysselsättas med lödningsarbete bör skolas härför och undergå särskilda prov innan den insätts i produktionen.

### Felaktigheter som kan uppstå vid lödning 9.6.2

1. *Icke lödd*, överhoppad lödpunkt
2. *Kalllödning*
3. *Överskott av lod*. Som tumregel gäller att den största mängd lödtenn som erfordras för att åstadkomma god lödning utgör ca  $1/3$  av tråddiametern. Omkretsen av tråden skall därför till större delen vara synlig.

4. *Lödning till jord.* Därmed avses det fall då lodet antingen droppar eller bildar spetsar i sådant läge att en icke avsedd jordförbindelse bildas.
5. *Otillräcklig lödning* är det fall då mängden lod är otillräcklig för att bilda en säker elektrisk förbindelse, speciellt i samband med mekaniska påkänningar, såsom vibrationer.
6. *Delvis lödning* innebär att lödningen tagit på någon eller några parter hos kopplingstråden.
7. *Flusslödning* betecknar det fall då lödstället är isolerat av ett skikt flussmedel, även om tillräcklig mängd lod är pålagd. Dylig lödning ger upphov till glappkontakt, ofta svår att upptäcka.
8. *Kortslutningslödning* uppstår då två eller flera lödställen hopkopplas genom ovarsam lödning.
9. *Lod- och flussflytning* till kontaktpunkter och mångtrådiga ledare. Lod- och flussmedel har flutit in i omkopplarkontakter, avslutningsdon, mångtrådiga ledare och kablar.
10. *Lodet har icke flutit ut jämnt*
11. *Lodspetsar* som vid höga spänningar orsakar glimning.
12. *Anslutning till fel lödpunkt*
13. *Tråden skadad med back*, exempelvis vid avisoleringen.
14. *Mekanisk fästning* av tråden före lödning olämpligt utförd.
15. *Lösa trådändar* kvarliggande i apparaten.
16. *Ledarisolation bränd*, fransad eller trasig, beroende på lång lödtid eller otillräcklig lödkolvstemperatur.
17. *Brutna parter* i mångtrådiga ledare.
18. *Loddroppar*, »lödloppor», lösa eller tillfälligt fastsittande på stomme, ledningar eller komponenter.
19. *För stor avisolering* av ledaren. Vid service eller andra tillfällen kan därvid oavsiktligt kontakt ske mellan ledare eller lödpunkter.



- Flussmedel** 9.6.3
- Endast harts av godkänd kvalitet (kolofonium) får användas som flussmedel. Kontroll bör göras att rörtenn med kärna av flussmedel innehåller godkänt harts. 9.6.3.1
- »Lödsalva», »syra» och salmiak är absolut förbjudna vid ledningsförbindning. 9.6.3.2
- Erfarenheten har visat att om dylika medel använts, beroende på okunnighet eller misstag blir följden kassation av ledningar, kopplingsplintar och komponenter. Av den anledningen bör sådana flussmedel icke förvaras i lokal där lödning förekommer. Arbetsbefälet skall tillse att denna bestämmelse iakttas.
- Grundning av lödkolvspetsar får endast utföras med godkänt harts som flussmedel. 9.6.3.3
- Minsta möjliga kvantitet flussmedel skall användas vid lödningen. Överskott av flussmedel vid lödningen skall på lämpligt sätt avlägsnas, eftersom damm och fukt med tiden åstadkommer en beläggning, som tillsammans med flussmedlet försämrar isolationen. Överskottet kan tas bort med en tyglapp fastsatt på en pinne och fuktad med lösningsmedel, t ex etylalkohol eller lika delar toluen, alkohol eller acetone. 9.6.3.4
- Lod** 9.6.4
- Lödtenn skall innehålla minst 40 % tenn och resten bly; normalt användes 50 % tenn och 50 % bly. För lodets renhet gäller särskilda föreskrifter. 9.6.4.1
- Lödning till *silverbeläggning* på keramik och glas måste utföras med speciell försiktighet, eftersom vanligt lödtenn kan absorbera silver. Användning av lödtenn med liten silvertillsats, 1,5—2 %, rekommenderas. Denna tillsats motverkar nämnda tendens, och samtidigt erhåller lodet lägre smältpunkt. 9.6.4.2
- Lödning av *smältsäkringar* utförs med följande legeringar: 9.6.4.3
- Eutektiskt lödtenn, 63 % Sn, 37 % Pb, smält- och fryspunkt 183°C
- Newtons metall, 32 % Pb, 50 % Sn, 18 % Cd, smältpunkt 145°C

Roses metall, 25 % Pb, 25 % Sn, 50 % Bi, smältpunkt 94° C

Lipkowitz metall, 26,7 % Pb, 13,3 % Sn, 50 % Bi, 10,0 % Cd, smältpunkt 70° C

Woods metall, 25 % Pb, 13 % Sn, 50 % Bi, 12 % Cd, smältpunkt 61° C

I normala fall används Roses metall. Vid lödning av dessa metaller skall lödkolvspetsen vara rengjord från vanligt lödtenn.

### 9.6.5 **Lödkolv**

Lödkolven skall ha passande storlek, spetsutförande och termisk kapacitet, så att lödningen kan ske på tillfredsställande sätt. Spets-temperaturen bör vara ca 60° C högre än lodets smältpunkt.

### 9.6.6 **Lödningens utförande**

9.6.6.1 Lödning skall utföras omsorgsfullt och enligt bästa verkstadspraxis.

9.6.6.2 Lödningen skall flyta ut blankt utan märkbar övergång till underlaget. Härmed har man största säkerhet för att lödningen tagit.

9.6.6.3 Skarpa spetsar eller råa ytor, härrörande från överhettning eller otillräcklig uppvärmning, godkännes icke.

9.6.6.4 Minsta möjliga mängd lod skall eftersträvas utan att lödstället försvagas.

Vid inlödning av en mångtrådig ledare bör man förhindra att lodet flyter tillbaka in i ledaren, vilket medför en mekanisk försvagning av ledaren.

9.6.6.5 Lödningen skall utföras med tillräckligt varm spets och så snabbt att isolermaterial och komponenter inte skadligt upphettas.

9.6.6.6 Lödstället får under det ögonblick då lodet stelnar icke rubbas, varav lätt följer att lodet får en gråaktig yta, »kristallisering». Tråden skall därför fästas mekaniskt före lödningen. Metoden att hålla tråden på plats på annat sätt, t ex med en tång, bör undvikas, då handen lätt kan darra och därvid orsaka dylik rubbning.

Följande *regel* för lödningens utförande bör iakttas: Rörtennet med flussmedlet placeras intill föreningspunkten mellan flatan på lödkolvspetsen och den punkt där lödningen skall ske. I allmänhet blir metallen oxiderad vid upphettningen, vilket tenderar att hindra tillflödet av värmen. Flussmedlet skall förhindra denna oxidation genom att täcka lödstället, så att lodet kan fästa och förbättra värmeövergången till metallen. 9.6.6.7

Om lodet i stället läggs an mot den heta lödkolvspetsen, som därefter förs mot metallen, förångas eller förbrännes flussmedlet så att lödningen blir ofullständig. Om utrymmet inte tillåter rätt förfarande är det lämpligt att droppa flussmedel på lödstället före uppvärmningen, lägga an lodet mot kolvspetsens flatsida och därefter föra lödspetsen mot lödstället.

### Lödningskontroll

9.6.7

Lödningens kvalitet bör kontrolleras även av annan person än den som utfört lödningen. Att lödningen tagit kontrolleras vanligen genom dragning i ledningen. 9.6.7.1

*Kontrollmärkning* av lödställe med färgklick är tillåten, dock skall dylikt lack godkännas av beställaren. Lacket skall vara transparent och skall icke försvåra omlödning vid service. Lackfilmen skall vara hård, icke korroderande, icke hygroskopisk, ha goda isolerande egenskaper och icke underlätta mögelbildning. Lacket skall endast placeras på lödstället. 9.6.7.2

Lämplig lack utgörs av 16 % ren harts i metylalkohol med tillsatt färgämne.

### Lödningsföreskrifter

9.7

#### Allmänt

9.7.1

Ledningar skall ha säker mekanisk och elektrisk anslutning. Vid varje anslutningspunkt skall ledningen ha säkert mekaniskt fäste, innan lödning utförs. Lödning såsom enbart mekaniskt fäste godtas icke.

- 9.7.2 Vid anslutning till kopplingsstöd, -stift där instickshål inte finns skall tråden förtennas, därefter bockas runt anslutningspunkten 180°, klämmas åt och därefter lödas.
- 9.7.3 Vid anslutning till lödstjært eller annan anslutningspunkt där hål finns förtenns tråden, bockas i rät vinkel (L-form) sticks in i hålet och lödes. Tråden skall därvid icke bockas ytterligare, varigenom losslödning vid service underlättas.
- 9.7.4 Om inte strökapacitanser eller andra besvärande effekter uppstår, eller om det inte visar sig opraktiskt från andra synpunkter bör vid inlödning en trådända på ca 1,5 mm lämnas fri för att vid behov underlätta losslödning.
- 9.7.5 Högst tre ledare får anslutas till samma lödställe. Ledarna skall anslutas individuellt och får sålunda icke vridas om varandra.
- 9.7.6 Skarvning av kopplingstråd utan användning av kopplingsstöd är icke tillåten.
- 9.7.7 Icke förtent ledare skall förtennas före lödningen.
- 9.7.8 Vid lödning av ledning till hylsa (stift med ändhål) skall hålet vara fyllt med lod, varefter tråden sticks in i samband med lödningen.
- 9.7.9 Lödning av ledare *direkt till plåt* får endast göras om ledningen därvid är så fixerad att påkänning inte uppstår på lödstället.
- 9.7.10 Användning av *lödspiräl* är tillåten under förutsättning att ledningen är mekaniskt låst före lödningen.
- 9.7.11 *Anskalning* av isolering på ledare skall utföras så att de individuella parterna inte skadas. *Bockning* av ledaren får ej heller ske så, att trådparter bryts av.

Som mindre fel bedöms om högst 20 % av parterna är avbrutna. På en 7-trådig ledning får härvid högst två trådar vara brutna. Hack i tråden bedöms som brott.

*Bränning* med glödtråd för avisolering kan godtas om metoden visar sig lämplig för ledningsisolationen ifråga. Bränning med glödspiräl har visat sig vara en lämplig metod för avisolering av emaljerad litztråd. Efter bränningen doppas ledningen i alkohol.

- Fria lödstjärter i rörhållare eller andra komponenter skall icke utnyttjas som kopplingsstöd annat än för kondensatorer eller motstånd som i övrigt är anslutna till rörhållaren etc. 9.7.12
- Inlödning av *kabelstammar*, se 9.5. Observera att ledningslängden invid lödstället skall vara tilltagen så, att minst två omlödningar (efter bortklippning) skall kunna göras. 9.7.13
- Vid inlödning av motstånd, kondensatorer etc skall lödstjärten vara belägen på *samma* sida av kopplingsplinten som komponenterna, för att dessa snabbt skall kunna utbytas. 9.7.14
- Komponenterna skall vid inlödningen placeras så att påstämplat värde lätt kan avläsas.
- Komponenter som väger över 5 gram skall klamras fast. 9.7.15
- Komponenter som väger högst 5 gram kan enbart fästas i anslutningsledningarna, varvid dock iaktas att anslutningsträdens längd mellan kropp och lödställe icke får överstiga 12 mm. 9.7.16
- Anslutningsträdens längd mellan komponentkropp och lödställe får icke understiga 6 mm (allmän fordran från komponentfabrikanterna). Anslutningstråden får icke bockas intill komponentkroppen. Vid bockning av axiella tråduttag hos miniatyrkomponenter (motstånd, kondensatorer, elektronrör etc, speciellt för tryckt ledningsdragning) bör förfarandet vara sådant att infästningsstället inte utsätts för påkänningar. I samband med bockningen bör trådinfästningarna sålunda icke utsättas för vridningspåkänningar. Efter bockningen skall avståndet mellan trådcentrum och komponentkroppen vara minst 5 gånger tråddiametern. Jfr 8.7.1.3.15. 9.7.17
- Lödning på rörhållare får icke utföras med isittande rör. 9.7.18
- Vid inlödning på kontaktfjädrar, som för sin funktion skall vara rörliga, måste tillses att funktionen inte äventyras. Hoplödning av lödstjärter med kort massiv tråd, som förhindrar den individuella fjädringen, är därför förbjuden. Detsamma är förhållandet vid en del anslutningsdon. 9.7.19

- 9.7.20 Vid inlödning av komponenter och enheter som vid vibrations- och stötpåkänningar rör sig i förhållande till omgivande enheter tillses *dels* att anslutningsledningarnas längd och förläggning tillåter detta, *dels* att påkänningar inte överförs till lödställena.
- 9.7.21 Vid lödning på tättsittande hylsor, t ex i anslutningsdon, skjuts isolerrör av passande dimension på lödstället.
- 9.7.22 Vid inlödning av temperaturkänsliga komponenter, t ex germaniumdioder, -transistorer, föreskrivs att *värmeshunt* används som skydd. Värmeshunten placeras mellan lödstället och komponenten. Shunten kan utgöras av en tång eller *bättre* av två 2 mm tjocka kopparplåtar, fastsatta vid en krokodilklämma och vardera med en area på  $6 \times 25$  mm.
- Värmeshunten skall kvarhållas minst 10 sek efter det att lödkolven tagits bort från lödstället.
- 9.7.23 Vid inlödning av *transistorer* tillses att skadliga elektriska spänningar inte överförs till transistorn från lödkolven. Lödkolvspetsen bör därför jordas till apparatstommen eller motsvarande skydd. Använd en 6 V lödkolv eller en isolationstransformator med normal kolv. Jfr 8.7.13.22.

## 9.8 Lödning av tryckta ledningar

### 9.8.1 Rengöring

Laminatets isolationsegenskaper försämras om plattan inte är rengjord från järnkloridetsningen, fingeravtryck, damm, silvermigring och flussmedel. Galvaniska element och korrosion kan därjämte uppstå med tiden. Tvättning (i vissa fall med neutraliserande egenskaper hos tvättmedlet) bör därför ske.

Isolationsegenskaperna kontrolleras genom fuktprov ( $+ 55^\circ \text{C}$ , 48 h, 100 % rel fukthalt), varvid isolationsresistansen skall ha uppnått tillfredsställande värden.

- Flussmedel** 9.8.2
- Vid dopplödning skall ren harts (kolofonium) löst i alkohol användas. 9.8.2.1
- För att underlätta lödningsförfarandet förekommer på marknaden s k *aktiverat* hartsflussmedel, dels som harts med organisk tillsats, dels som harts med hydrazintillsats. Vid användning av sådant flussmedel avgår vid lödningen gaser, som avsevärt försämrar isolationen. Flussmedlet tränger in i plattorna vid hål och kanter. Användningen av aktiverad harts skall godkännas av beställaren.
- Flussmedlet skall påläggas i tunnaste möjliga skikt utan att lödbarheten eftersättes. Maskering av andra delar än lödpunkterna rekommenderas. 9.8.2.2
- Överskott av flussmedel skall effektivt avlägsnas efter lödningen. 9.8.2.3
- Lod** 9.8.3
- Lodets sammansättning bör så nära som möjligt ansluta sig till eutektiskt tenns. Inblandning av silver skall undvikas eftersom silvret i viss grad även vill fastna på icke metalliska ytor. 9.8.3.1
- Temperaturen på lodbadet skall vara noga kontrollerad, och badet skall ha sådan termisk kapacitet att temperaturen inte påverkas av värmeavgången vid lödningen. 9.8.3.2
- Lödningskontroll** 9.8.4
- Lödstillt skall vara blankt och lodet väl utflutet. Droppbildning på lödstället godkänns icke. Den tryckta ledningen och lödstället skall väl fästa vid laminatet. Överhettning av laminat och komponenter godtas icke.
- Impregnering** 9.8.5
- I kretsar där hög isolation erfordras bör den tryckta ledningen impregneras mot fuktangrepp. Dylig impregnering, som kontrolleras genom fuktprov, skall godkännas av beställaren.

## 9.9 Elektrisk skruvförbindning

- 9.9.1 Massiv, rund tråd skall icke klämmas fast mellan två plana ytor. Åtminstone den ena ytan bör vara räfflad, varjämte skruvåtdragningen skall vara fjäderbelastad för att glappkontakt med tiden inte skall uppträda.
- 9.9.2 Mångtrådiga ledare skall före insättning i skruvförband icke hoplödask, för att förbindningen med tiden inte skall orsaka glappkontakt. Den förtening som vid tillverkningen ges de enskilda trådarna är tillåten och behöver icke avlägsnas.
- 9.9.3 Vid skruvförbindning får skruven icke ligga an direkt mot tråden.
- 9.9.4 Vid skruvförbindning får något isolermaterial (undantag keramik) icke uppta åtdragningstrycket för att förhindra framtida glappkontakt.

### 9.9.5 Kabelskor

Kabelskor skall vara styrda mot vridningspåkänningar, och de skall vara utformade så att omklämning kan ske av ledarens isolering.

- 9.9.6 Vid skruvförbindning bör ledarna klamras, för att brott inte skall inträffa vid vibrationspåkänningar.

## 9.10 Kontaktpressning

### 9.10.1 Allmänt

Lödfria metoder för elektrisk kontaktpressning skall vara godkända av beställaren. Ett villkor för godkännande är att tillverkaren använder godkända verktyg och klämhylsor. Verktyg skall vara så konstruerade att slutläge vid pressningen intas tvångsmässigt. Ett villkor är också att tillverkaren vidtar åtgärder som garanterar att verktyg och klämhylsa i rätt förhållande till kopplingstrådens area användes.



## Materialet i klämhylsan

9.10.2

Materialet i klämhylsan skall för den strömförande delen utgöras av lämplig kopparlegering. Denna skall ha tillfredsställande ledningsförmåga och styrka för avsett ändamål. Metalldelen skall vara förtent över hela inre och yttre ytan. Hylsdelen skall bilda ett rör utan skarv med trattformad öppning för att kopplingstråden lätt skall kunna stickas in. Hylsan skall vid pressningen med effektivt grepp även omsluta ledningsisoleringen.

Om hylsan är utförd med *kabelsko* skall denna vara gjord så, att den medger låsning mot vridning. *Isolerade klämhylsor* skall förses med isoleringshylsa, som även efter pressningen sitter fast stadigt och väl omsluter metalldelen och ledningsisoleringen.

## Märkning

9.10.3

Såväl pressverktyget (insatsen) som klämhylsan skall vara märkta med ledningens kvadratmillimetermått eller enligt annan metod som klart och tydligt anger den rätta användningen.

## Provningsföreskrifter

9.10.4

Klämhylsor skall kontrolleras beträffande material, konstruktion, dimensioner, ytbehandling, märkning och lämplighet för sitt ändamål. Vid pressningen får hylsan icke svälla mer än 3 mm jämfört med före provet. Metallhylsan och isoleringshylsan får icke uppvisa några sprickor eller flisor.

Kontaktpressningens effektivitet kontrolleras enligt följande tabell.

Ledningsarea mm <sup>2</sup>	Dragkraft kp	Ström A	Maximalt spänningsfall i millivolt	
			Före dragprov	Efter dragprov
0,3	6	9	8	12
0,5	9	11	7	11
0,75	13	15	6	9
1,0	16	18,5	6	9
1,5	22	25	6	9
2,5	32	36	6	9
4,0	45	45	6	9
6,0	56	60	6	9

Ledningen utgörs av en mångtrådig ledare. Spänningsfallet skall mätas vid den angivna strömmen, och efter det att temperaturen på tråden har stabiliserats. Spänningsfallet skall icke överskrida i tabellen angivna värden. Spänningsfallet mäts med ena anslutningen omedelbart intill övergången till hylsan och med den andra anslutningen 6 mm från metallhylsan, varvid ledningsisoleringen genomstickes. Vid isolerade skarvhylsor punkteras isoleringen mitt på.

Vid dragprovet insätts provet lämpligen i dragprovmaskin. Dragprovet skall göras med en hastighet av 12 mm per minut.

Den mekaniska föreningen mellan ledning och kontakt skall vid angivna värden icke uppvisa brott eller sådana förändringar att förbindningen efter provet anses oanvändbar för sitt ändamål.

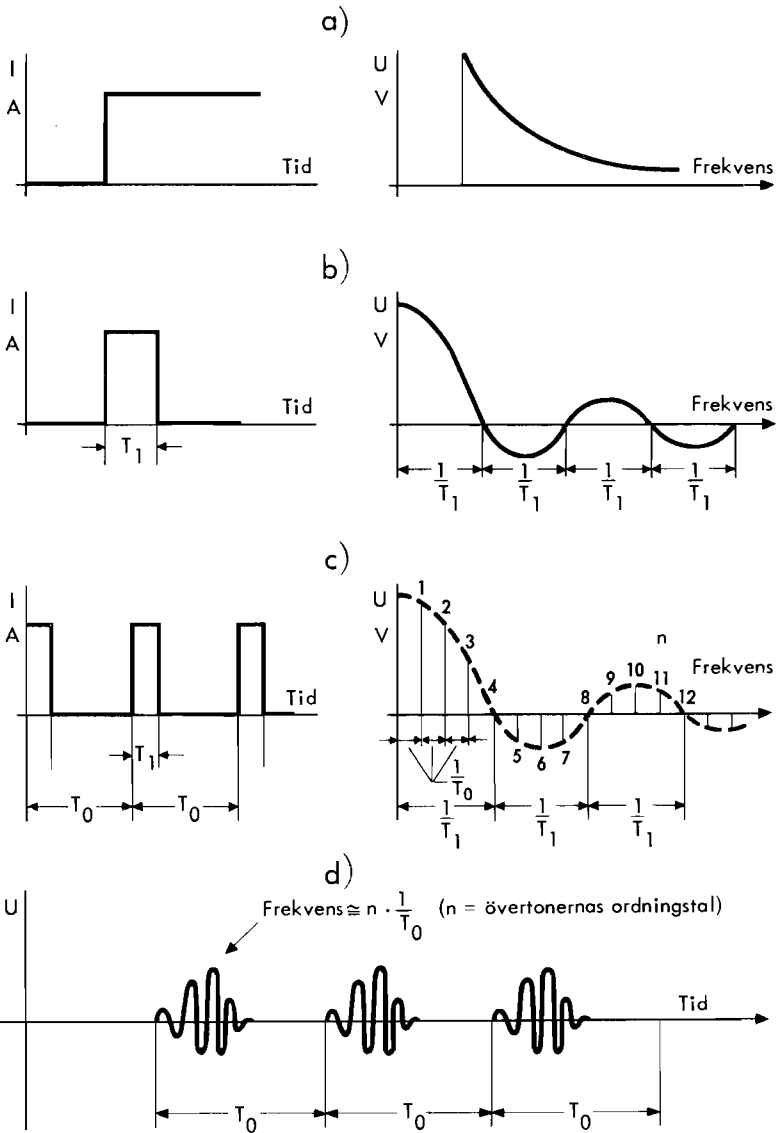
Pressning skall kunna utföras med verktyg och kontakt nedkylda till  $-25^{\circ}$  C. Provet får därefter anta rumstemperatur, varvid dragprov utförs.

#### 9.10.5 **Kontrollföreskrifter**

1. Kontrollera att intrycket överensstämmer med fabrikantens föreskrifter.
2. Kontrollera förbindningen genom dragprov enligt tabellen.
3. Kontrollera den elektriska resistansen hos förbindningen enligt tabellen.
4. Kontrollera klämhylsans dimension och märkning i förhållande till ledningsarean.
5. Kontrollera att verktyget fungerar på avsett sätt.
6. Kontrollera skador på metalldelar och isolering.
7. Lämpligt avpassad avisolering av ledningen. Isoleringen skall effektivt hållas fast av fattningen på klämhylsan.
8. Kontrollera att ledningstråden skjutits in ordentligt (inspektionshål).

9. Kontrollera att inga trådar skadats eller brutits bort vid avisoleringen. Om 20 % av parterna är brutna eller inte deltar i omklämningen underkänns utförandet. På en 7-trådig lina får högst två parter vara brutna. Dylika fel får endast uppträda sporadiskt för att partiet skall kunna godkännas.

Kopplingstråd som används vid kontaktpressning skall vara tennpläterad. 9.10.6



Strömförlopp och frekvensspektrum för  
 a) enkelt tillslag av ström  
 b) enkelpuls  
 c) periodiskt upprepade pulser  
 d) exempel på störpulsens utseende

Bild 10.1-1 a--d