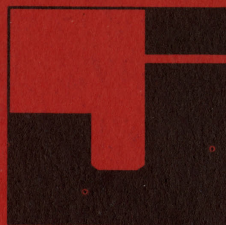


JERNINDUSTRIENS FORLAG



**Lodde- og
montageteknik**
Svagstrømsteknisk
værkstedskursus/skole

1985

Instruktioner

Jern- og Metalindustrien

Forord

I forbindelse med kursusplaner for svagstrømsteknisk værkstedskursus/skole udgives følgende lærebøger:

Lodde- og montageteknik - Instruktioner
Analogteknik - Instruktioner
Impulsteknik - Instruktioner
Microcomputerteknik - Instruktioner
Analog- og impulsteknik - Øvelser og opgaver

Lærebøgerne er udarbejdet på foranledning af faglærerne ved Håndværkerskolen i Sønderborg og Frederiksberg tekniske Skole i samarbejde med Jernindustriens Forlag.

Lærebøgerne vil være anvendelige til undervisning i elektronik ved HTX-uddannelsen.

Teoriinstruktioner

Teoriinstruktionerne er elevernes værktøj til at arbejde selvstændigt med stoffet. Instruktionerne tilgodeser lærerens pædagogiske frihed.

Der er en så fyldestgørende dækning af stoffet, at nogle emner på grund af tidsnød ikke kan dækkes af klasseundervisning, specielt på det halvårslige værkstedskursus.

Teoriinstruktionerne kan anvendes som opslagsværk af eleven i praktikperioden.

Øvelser

Øvelserne giver eleven mulighed for at arbejde med praktisk elektronik, herunder at udvikle færdigheder i måleteknik.

Øvelserne angiver hensigt og resultater, men overlader fremgangsmåden til lærer og elever.

Da det anvendte materiel afviger fra skole til skole, er øvelser, som er knyttet til bestemte apparater, ikke medtaget.

I microcomputerundervisningen er der dog anvendt Intels 8080/85 processor for at udnytte det hardware- og softwareudstyr, som elektronikmekanikeruddannelsen allerede anvender.

Teoriopgaver/øvelser

Teoriopgaver/øvelser afvikles således, at eleven først bearbejder stoffet teoretisk, hvorefter beregningerne bekræftes gennem tilhørende praktiske måleøvelser.

Opgaver

Opgaver giver eleven og læreren mulighed for at kontrollere indlæringen.

Opgaverne kan udføres som hjemmearbejde, idet de ikke kræver måleudstyr.

Øvelses- og opgavesamlingen må ikke anses for fyldestgørende, men kan suppleres af den enkelte skole og lærer i overensstemmelse med kursuspå planen.

Forlaget modtager gerne forslag til ændringer og rettelser fra lærere, elever og andre interesserede.

© Copyright JERNINDUSTRIENS FORLAG,
København.

Enhver mangfoldiggørelse af tekst eller illustrationer er forbudt.

Forbudet gælder alle former for mangfoldiggørelse ved trykning og fotografering.

København, maj 1985

JERNINDUSTRIENS FORLAG





Side:

Elementær lodning	1
Loddeværktøj	5
Loddefejl	9
Loddevurderingsskema	13
Lodning af trådgitter (Praktikopgave)	15
Printmontage	17
Afisolering	23
Fortinning uden og med varmeshunt	27
Montage på terminaler	29
Multiledet tilslutning	35
Udskiftning af komponenter	39
Tinsugeværktøj	43
Reparation af print	45
Viklet terminering. Princip og værktøj	47
Viklet terminering. Arbejdsmetoder	51
Presset terminering	55
Orientering om kabelforme	59
Fremstilling af kabelform	60
Udlægning af kabelbrædt, syning kabelform	61
Knob for binding af kabelform	65
Printudlægning	69
Printudlægning checkliste	78
Mekanisk montage	79
Montering af effektkomponenter	81
Printfremstilling	83
Printfremstilling arbejdsinstruktion	87





DISPOSITION

1. Elementær lodning

1. ELEMENTÆR LODNING

1.1 Loddeprocessen

Lodning ved temperatur under 450°C kaldes blødlodning, ved højere temperaturer kaldes det hårdlodning, slaglodning eller svejsning.

Da loddeprocessen bevirker en metallisk opløsning og sammenbinding mellem loddeemnerne, kan man bedre karakterisere den som en kemisk - fremfor en fysisk proces.

Selve loddeprocessen består af en række reaktioner, der er stærkt afhængige, dels af hinanden og dels af temperaturen.

Loddekolben holdes mod emnet på den ene side og loddetråden på den anden.

Harpiksen smelter, flyder ud, renses og lægger sig som en tynd hinde over emnerne.

Ved 190° smelter tinnets, flyder ud og trænger gennem harpiksen.

Der finder nu en diffusion sted mellem emner og tin. Ved denne skabes en effektiv binding mellem emnerne.

Diffusionen kan kun finde sted ved temperaturer omkring 250 til 300° , den varer ca. fem sekunder ved den laveste temperatur. De fem sekunder er således den minimale loddetid ved loddespidstemperaturen 250° .

1.2 Intermetallisk forbindelse

Når det flydende loddetin kommer i forbindelse med kobber, sker der en kemisk opløsning af kobberets overflade.

Så længe tinnets er flydende, foregår der en opløsning af kobberet, således at overfladen genembrydes.

Molekylerne fra de to metaller blandes og sammensmelter, hvorved der dannes en ny legering, der består af kobber og tin.

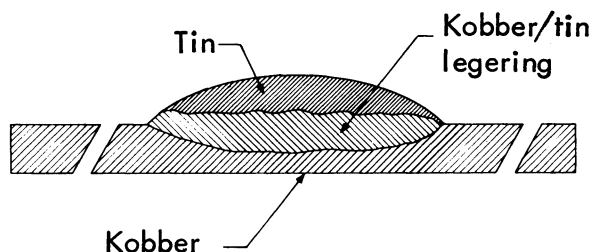
Dette nye metal er meget hårdt og skørt, i modsætning til både tin og kobber. Dette lag er en betingelse for effektiv lodning, men på grund af dets dårlige egenskaber skal tykkelsen være mindst mulig.

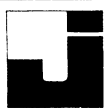
Tykkelsen af det intermetalliske lag bestemmes af den tid, tinnets er flydende, og det tyndeste lag vil derfor opstå, hvis der kun lige netop anvendes den krævede varmemængde.

Der er altså tale om en proces, der kan opnås ved den rigtige kombination af varme og tid.

Massen af loddeemnerne vil være bestemmende for, hvor stor loddespidsten skal være for hurtigt at tilføre den rigtige temperatur til loddestedet.

Det er umuligt at fastsætte opvarmningstiden eller den nøjagtige temperatur for at udføre den rigtige kvalitetslodning, idet man er henvist til at stole på, at den person, der udfører arbejdet, har den nødvendige færdighed og arbejder samvittighedsfuldt.





1.3 Lodningen

Loddetinnet må aldrig holdes direkte på loddespiden. Tinet skal smeltes af varmen fra emnerne.

Hvis dette ikke overholdes, har man ingen mulighed for at kontrollere, om emnerne bliver tilstrækkeligt opvarmede, og endvidere vil harpiksen forkulle ved berøring med loddespiden og derved miste de primære egenskaber - renssevnen og evnen til at beskytte emnerne mod oxydering.

Et oxyderet emne vil aldrig med sikkerhed kunne loddet korrekt uden væsentlig risiko for beskadigelse af komponenterne.

Når tinnet er flydt ud, fjernes loddetin og loddekolbe, og afkølingen begynder, hvorunder harpiksen skal udskilles.

Når lodningen er afkølet, bør harpiksen ligge som en tynd hinde over tinnet.

På den færdige lodning må der ikke være nogen mærkbar overgang mellem loddetin og emner.

Når tinnet er størknet, skal dets overflade under harpikslaget være blank og glat; den må ikke være grynet.

Mængden af loddetin må ikke være så stor, at emnerne dækkes helt.

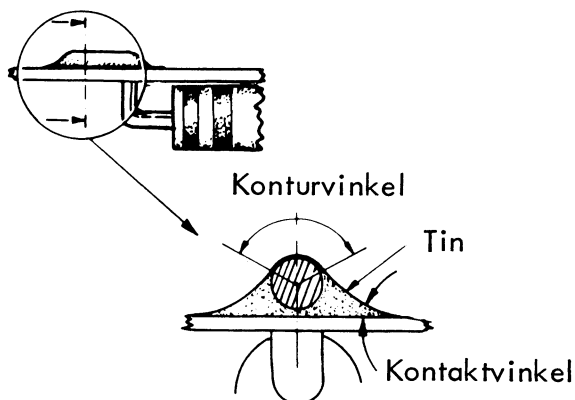
Emnernes konturer skal kunne anes, og tinnet må ikke have kugleform eller bue opad.

Ledninger og komponenter må ikke belastes (rystes), før loddetinnet er størknet. Eventuel afklipping af ledningsendeme skal altid foretages før lodningen.

1.4 Konturvinkel/kontaktvinkel

På den færdige lodning skal de sammensmeltede emner være dækket af tin, men trådkonturer skal være synlige.

Konturvinklen skal være mellem 90° og 180° .



Overgangen mellem tin og emne kaldes kontaktvinkel; den mindst mulige er 10° .

Kontaktvinklen må ikke være over 45° .

1.5 Kontrol

Enhver lodning skal kontrolleres straks efter, at tinnet er afkølet.

Kontrollen bør fortrinsvis udføres ved en grundig visuel undersøgelse, evt. med forstørrelsesglas.

Der skal lægges vægt på, at tinnet er flydt jævnt ud, at tinnets overflade er blank og jævn, at tinmængden er passende, at varmebeskadigelser ikke er opstået på komponenter og isoleringsmaterialer, og endelig at tinnet ikke er flydt langt ud over det egentlige loddested.

Bemærk: Såfremt et af disse krav ikke er opfyldt, må lodningen laves om.



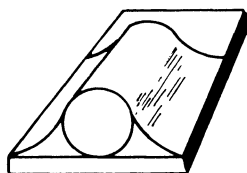
Eksempler på korrekt lodning,
der kan godkendes:

Tinnet er flydt godt ud.

Overgangen mellem emner og tin
er ikke synlig.

Der er ingen porehuller.

Overfladen er jævn og blank.



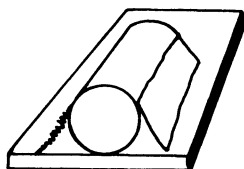
Eksempler på dårlige lodninger,
der ikke kan godkendes:

A. Tinnet er kun flydt delvis ud.

Der er en tydelig overgang mel-
lem tin og emner.

Tinnets overflade er ujævn og
grynet.

Årsag: Rystelser før lodningen
er afkølet.

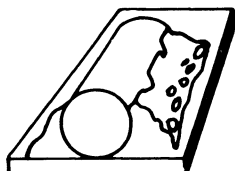


B. Tinnet er flydt dårligt ud.

Der er en meget tydelig, ujævn
overgang mellem emner og lod-
detin.

Overfladen er stærkt ujævn og
hullet.

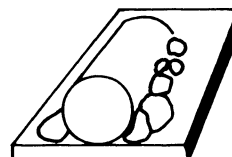
Årsag: Snavsede (oxyderede)
emner.



C. Tinnet er ikke flydt ud, men
samlet i kugler.

Der er ingen forbindelse mellem
loddetin og emner.

Årsag: For kraftig opvarmning.
(Flusmidlet er øde-
lagt).



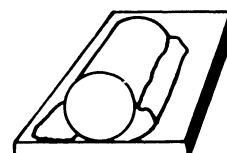
D. Tinnet er ikke flydt ud, men
samlet i klumper.

Emnerne er tydeligt oxyderede.

Der er en brat overgang mellem
emner og tin.

Tinklumperne kan brækkes af.

Årsag: For lav loddetempera-
tur. (Flusmidlet har
ikke kunnet virke).

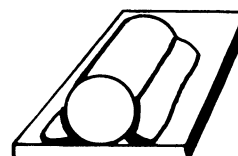


E. Tinnet er ikke flydt ud, men
samlet i klumper.

Flusmidlet er ikke udskilt, men
ligger mellem loddetin og emner.

Der er i værste fald ingen elek-
trisk kontakt mellem emnerne.

Årsag: Lav, kortvarig opvarm-
ning.



1.6 Kassationsgrunde af en lodning

1. Flusmiddel eller tinklatter i tilstødende område til loddepunktet.
2. Tinspidser på loddestedet.
3. Fordybninger, ar eller huller i lodningen.
4. For meget tin på loddestedet.
5. Opsugning af tin under/i isoleringsmaterialet på isolerede ledere.
6. Beskadigelse, forkulning eller forbrænding af isolation på isolerede ledere.
7. Løse ledninger eller ledere.
8. Kolde lodninger, evt. matkornet udseende.
9. Flusmiddel ikke udskilt fra loddetin.
10. Beskadiget terminal.
11. Snavset loddested.
12. Utilstrækkelig vedhæftning af tin.
13. For lidt tin på loddested.
14. For lille konturvinkel.
15. For stor kontaktvinkel.

Sikkerhed under udførelse af lodning.

1. Pas på brandsår. De er ikke farlige, men gør ondt.
2. Pas på tinklatter fra loddestedet. Ledninger, loddeflige og andet kan måske svirpe tinnene ud, hvorefter øjnene kan beskadiges.
3. Slå aldrig kolben fri for tinrester, ved at slynge dem ud i rummet. Personer i nærheden kunne blive ramt i øjnene eller på tynd hud. Husk, at svidende ting kan udløse kædereaktioner, således at farlige situationer kan opstå.



DISPOSITION

1. Loddemetode
2. Loddekolbe

1. LODDEMETODE

Loddeværktøjet har til formål at producere varme til opvarmning af de emner, der skal sammenloddet, samt til opvarmning af loddetinnet.

Emnerne skal opvarmes til et punkt over loddetinnets smeltepunkt, og temperaturen skal opretholdes, indtil loddetinnets befugtning og udfyldning er tilstrækkelig.

Normalt dækker udtrykket loddeværktøj en elektrisk opvarmet loddekolbe, imidlertid findes der andre loddemetoder.

1.1 Lodning med bolt

Opvarmes normalt elektrisk.

Et element af modstandstråd opvarmer spidsen, som overfører varmen til loddepunktet.

1.2 Modstands lodning

Plier-type irons. (engelsk).

Med to elektroder leder man strøm gennem forbindelsen og opvarmer denne.

Egnet til vanskeligt tilgængelige loddesteder.

Mikrolodning og loddepistoler er inkluderet i denne metode.

1.3 Induktions lodning

Kaldes også højfrekvens lodning.

Bruges i serieproduktion til lodning af specielle forbindelser.

1.4 Flammelodning

Bruges kun lidt til blødlodning og kræver et stabilt flusmiddel - dvs. uorganisk.

1.5 Varmeskabs lodning

Mange dele kan loddet samtidigt.

Egnet til loddebarhedsprøver, hvor alle prøver skal opvarmes ensartet.

1.6 Varmluft lodning

Gas (luft) under tryk opvarmes, når den passerer ud i fri luft.

De emner, der skal loddet, placeres i den varme gasstrøm, efter anbringelse af flusmiddel og loddetin.

1.7 Optisk lodning

Fokuseret lys.

Kan benyttes på vanskeligt tilgængelige loddesteder.

Lodningen kan udføres gennem glasvæge.

1.8 Laser lodning

Lodning med koherent lys. Speciel mikroloddemetode.

1.9 Infrarød lodning

Strålingen fra en varm genstand samles i en reflektor og rettes mod loddepunktet.

Lodningen udføres uden kontakt med materialet og ved konstant temperatur fra varmekilden.

Operatøren må bruge mørke briller.

1.10 Ultralyd lodning

Ultralydeffekten benyttes i stedet for flusmiddel til fjernelse af oxider.

Varmen til smeltning af loddetinnet må tilføres med andre hjælpemidler.

1.11 Dyppelodning og maskin lodning

Benytter (på forhånd) smeltet loddetin.

2. LODDEKOLBE

Loddekolbe og loddespids skal vælges under hensyntagen til loddearbejdets art og loddestedets størrelse.

Loddekolben skal have tilstrækkelig effekt og varmekapacitet til hurtigt at kunne opvarme loddestedet til ca. 60° over loddetinnets smeltepunkt.

2.1 Loddekolbens effekt

Loddekolbens effektforbrug er intet mål for dens anvendelighed og kvalitet.

Til bedømmelse af loddekolben indgår, udover effektforbrug, følgende forhold:

1. Spidstemperatur ved lodningens påbegyndelse.
2. Afstand fra varmelegeme til loddespids.
3. Varmeledningsevne i loddespidsen.
4. Varmekapacitet i loddespids.

Som en grov inddeling efter effektforbrug, regnes imidlertid loddekolber mellem:

10 til 25 W,
anvendelige til mikrokredsløb, miniaturestik i f.eks. høreapparater.

25 til 35 W,
anvendelige til mikrokredsløb, printkort med tynde baner og komponenttråde.

35 til 45 W,
anvendelige til alle printkort med varierende trådtykkelse og til mindre terminaler.

45 til 60 W,
anvendelige til næsten alle terminaler, bør ikke anvendes på print med tynde ledere og komponenttråde.

60 til 100 W,
anvendelige til store terminaler, stelforbindelser og lignende, bør ikke anvendes på printkort og små terminaler.

100 W -,
anvendelige til sammenlodning af metaldele og lodning på tykke kabler.

2.2 Loddespidser

Kravene til det materiale, loddespidserne er fremstillet af, er følgende:

Stor varmeledningsevne.

Stor varmekapacitet.

At spidsen let fugtes af loddetin. Kobber opfylder disse krav, men imidlertid "slides" en ren kobberspids hurtigt, fordi kobber opløses i loddetin under lodningen.

Jern har en større varmekapacitet, men dårligere varmeledningsevne end kobber.

"Long life" spidser fremstilles af kobber elektrolytisk belagt med jern i tykkelse mellem 75 og 200 µ.

Ofte lægges guld, krom, nikkel eller sølv uden på jernlaget, f.eks. 1-2 µ krom; disse spidser oxyderer ikke.

2.3 Loddespidsens temperatur

Temperaturen på loddekolbens spids ved lodningens begyndelse er afgørende for et vellykket resultat.

En lav temperatur på spidsen giver en lang loddetid og stor opvarmning på områderne omkring loddestedet, fordi varmen får tid til at brede sig. Det bliver let en "kold" lodning, fordi tilstrækkelig opvarmning af begge emner vanskeliggøres, da det skal undgås, at komponenterne varmes for meget.



En høj spidstemperatur opvarmer loddepunktet hurtigt, og lodningen kan udføres og afsluttes, før varmen får tid til at brede sig. Loddetiden bliver kort, og resultatet vellykket.

En temperatur på 400 til 450°C er ikke skadelig for flusmiddel og loddetin, når opvarmningen ikke overdrives.

En for høj spidstemperatur nedbryder flusmidlets evne til at fjerne oxyddannelser.

For at opfylde kravene til en kvalitetslodning behøves stor varmekapacitet og en stor spidstemperatur, der dog ikke må overstige 400 til 450°C.

For at opfylde disse krav skal der bruges termostatstyrede loddekolber.

Disse fås med udskiftelige spidser med forskellig spidstemperatur:

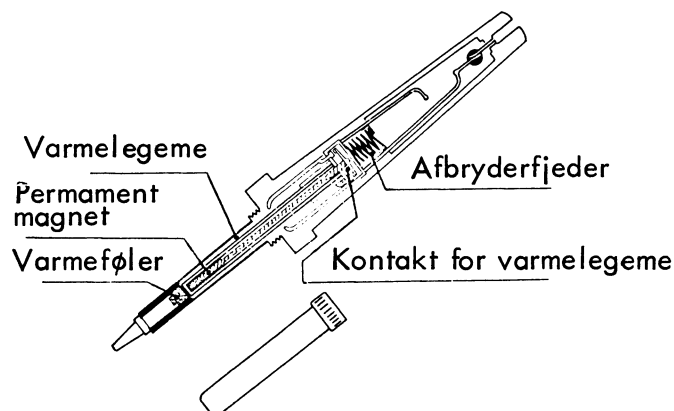
260°, 310°, 370° og 400°C.

2.4 Termostatloddekolber

Når loddespiden er kold, vil permanent magneten være tiltrukket af varmekøleren, hvorved kontakten slutes for strøm til varmelegemet.

Når temperaturen er nået, mister varmekøleren sin magnetiske egenskab, og en fjeder vil trække kontakten fra.

Når temperaturen er dalet nogle få grader, bliver varmekøleren atter magnetisk osv.



2.5 Spidsens udformning

Spidsen på termostatloddekolben er af "long life" type.

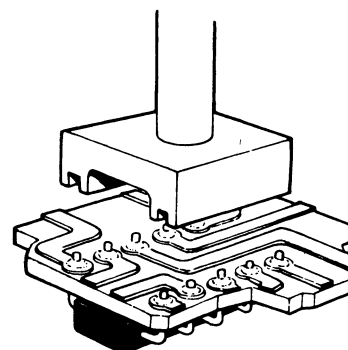
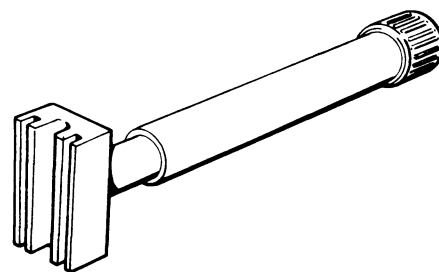
Disse spidser må ikke files, hvorfor der findes forskelligt udformede spidser, der let kan udskiftes.

De mest anvendte former er:

Mejsel- eller skruetrækkerform med to loddeflader.

Skråt afskåret spids med kun en loddeflade.

Der findes også specielt udformede spidser til udlodning af IC'er.





2.6 Vedligeholdelse af loddekolben

Loddekolben er et præcisionsværktøj, der skal behandles fagligt korrekt.

Bank den aldrig mod en kant for at slå tinnets af.

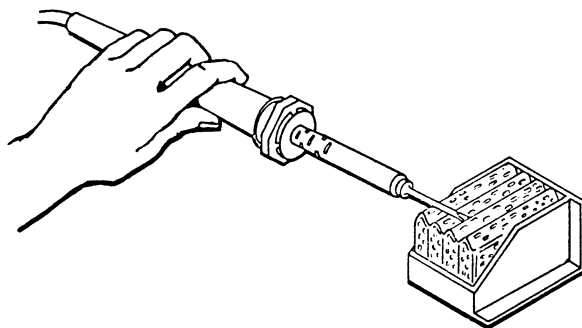
"Long life" spidser må ikke files, men skal renses i kold tilstand med en klud eller en stiv børste, hvilket også gælder for den ende, der går op i varmelegemet.

Det anbefales at bruge en spiralholder, da termostatstyringen forstyrres, hvis man lægger loddekolben på jern.

Udskiftning af loddespidser sker ved at skrue beskyttelsesrøret af; det må kun fingerspændes.

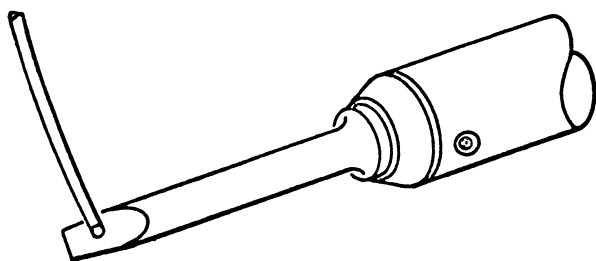
For at opnå en god varmekontakt skal loddespidsen være "fugtet" med tin. Denne fortinning bør udføres under opvarmningen.

Mellem lodninger skal overskydende tin fjernes, hvilket gøres ved at aftørre loddespidsen mod en fugtet viskosesvamp og derefter foretage en ny fortinning.



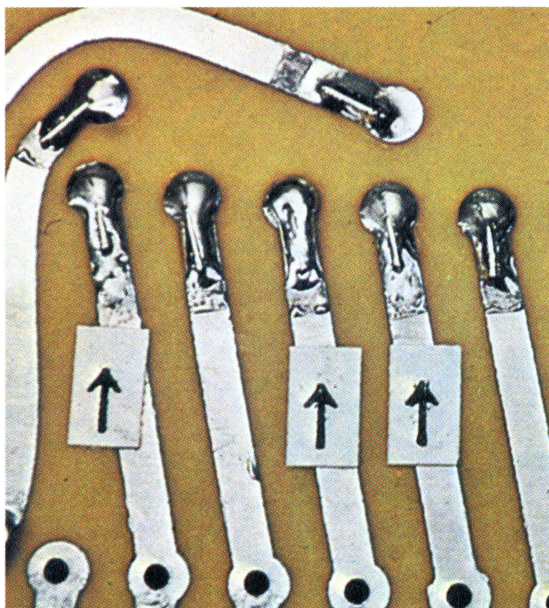
Rene kobberspidser skal, på grund af kobbersvind under lodningen, files til den ønskede spidsform.

Det må i øvrigt anbefales at bruge loddetin med f.eks. 1,5% kobber ved lodning med en ren kobberspids, hvilket nedsætter sliddet på den rene kobberspids.

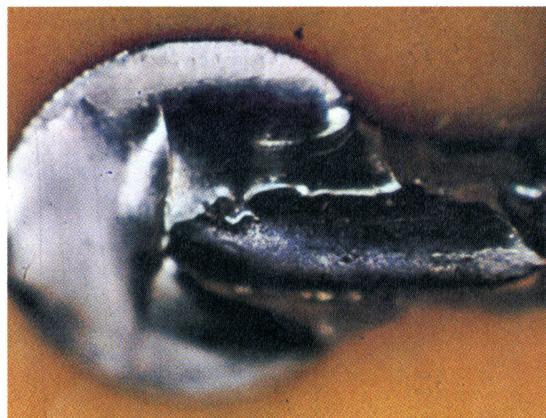




1. Ufuldstændig vædning



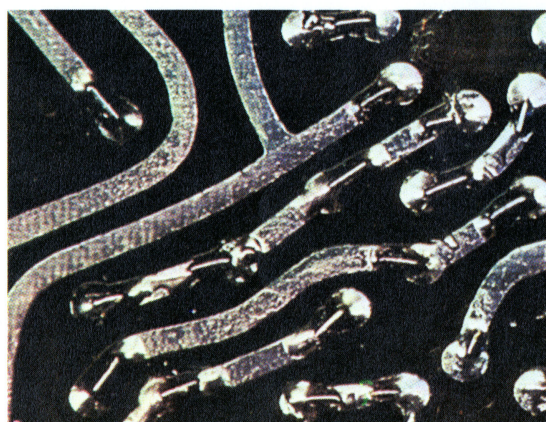
3. Koldlodning



2. Tinmængde

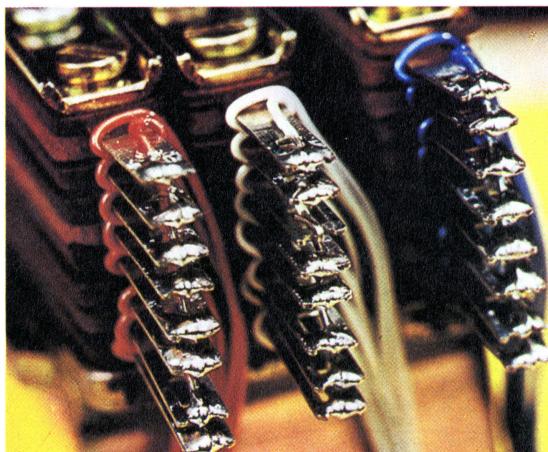
For meget
tinPassende
tinmængdeFor lidt
tin

4. Loddestæk

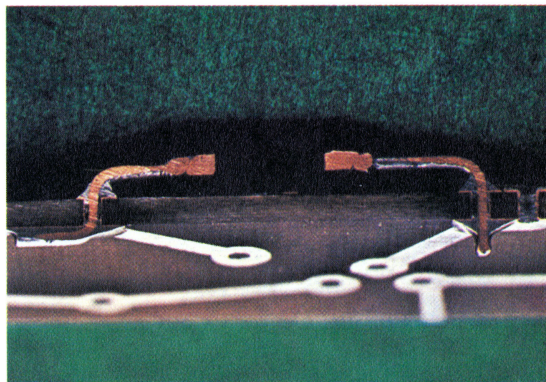




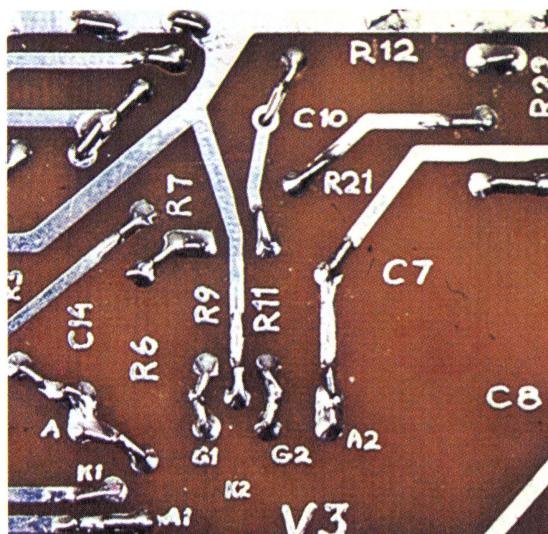
5. Ikke loddet terminal



8. Porer i lodning



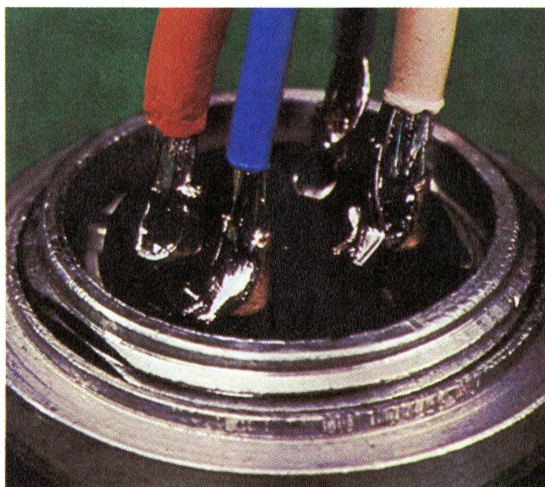
6. Manglende lodning



9. Varmeskade på print



7. Spredte trådender



10. Overophedet tin





Pointskala	Bedømmelsesgrundlag
5	Gives, når lodningen er anmærkningsfri med hensyn til samtlige bedømmelsepunkter.
4	Små ujævnheder, blærer eller huller. Mindre anmærkninger m.h.t. efterfølgende rengøring.
3	Ujævnheder (spidser) blærer eller huller. Mindre anmærkninger m.h.t. ikke udflydning. Mindre varmeskader, let gråt tin. Tin flydt uden for det egentlige loddested. Uhensigtsmæssigt monterede ledninger og komponenter. Mindre fejl i lednings- og afisoleringslængder. Mindre værktøjs- og skrabeskader på tråd. Mindre overskud af tin.
2	Varmeskader, skader på grund af forkert afisolering. Overhedning af loddestedet, grynet tin. Tinet er ikke flydt godt ud på loddestedet. Overskud af tin, store ujævnheder, blærer eller huller. Tin flydt langt ud over loddestedet. Loddestedet efterbearbejdet, spidser, revner. Forkert monteret ledninger og komponenter (krybeafstand). Forkert lednings- og afisoleringslængder. Rengøring ikke udført efter lodning, tinrester. Værktøjsskader. Fejlmonteringer.
1	Kraftige varmeskader. Kraftige skader på grund af forkert afisolering. Kraftig overhedning af loddested, kraftigt grynet tin. Tin ikke flydt ud på loddestedet. Meget overskud af tin.
0	Koldlodning.





DISPOSITION

1. Montage på lodderamme
2. Lodning af trådgitter

UDSTYR

Værktøjssæt, lodderamme

MATERIALE

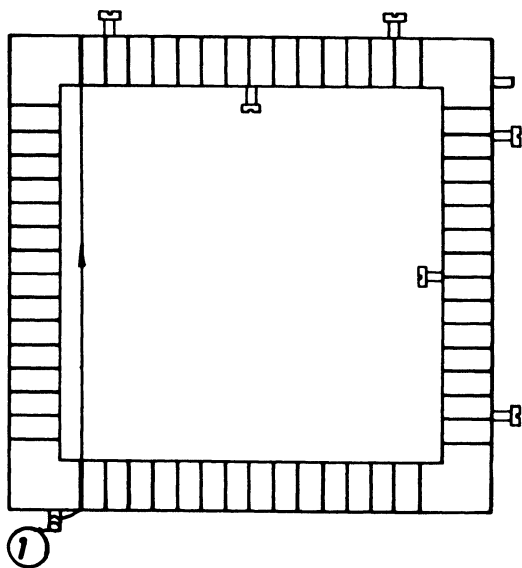
Monteringstråd 0,6 mm eller 0,3 mm

Papir 120 x 120 mm

Loddetin

1. MONTAGE PÅ LODDERAMME

- 1.1 Fastgør monteringsstråd
 - med 2-3 stramme omsnoninger på tap mrk. 1
- 1.2 Træk tråd til modsat side
 - tråd i rille og helt i bund
 - tråd skal ligge parallelt med ramme
 - hold tråden stramt

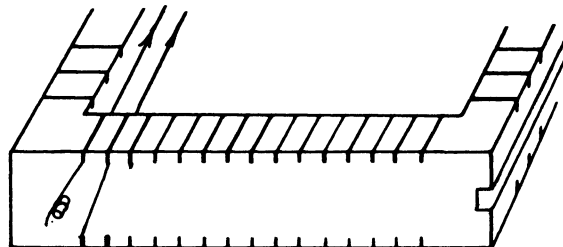


- 1.3 Vend ramme med modsatte side opad

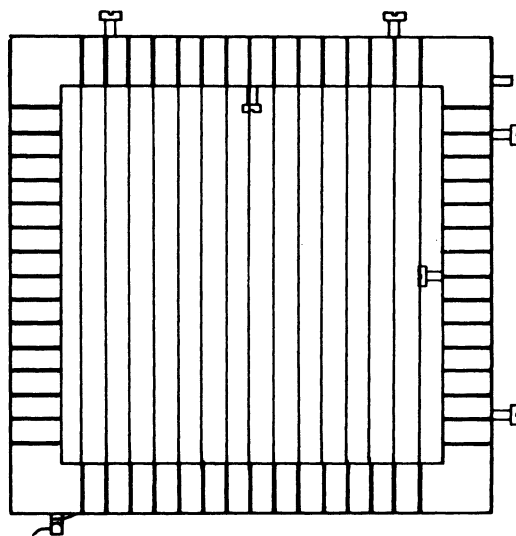
- 1.4 Træk tråd til begyndelsespunkt
 - tråd i rille og helt i bund
 - hold tråden stramt

- 1.5 Vend ramme igen

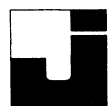
- 1.6 Før tråden over i næste rille



- 1.7 Træk gitteret op på denne måde
 - tråden helt i bund af rillerne
 - hold tråden stramt

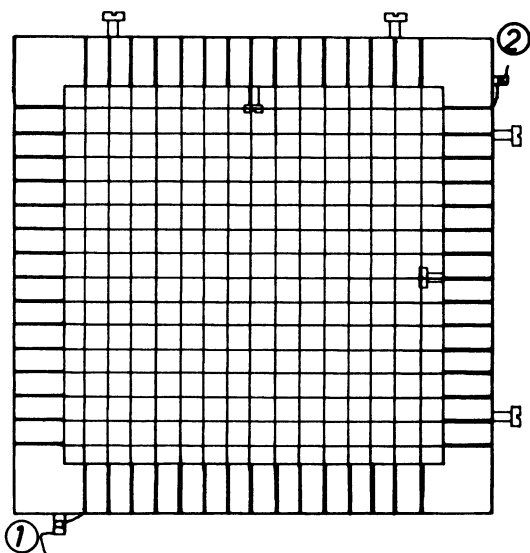
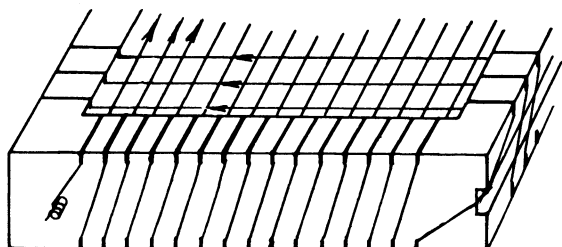


- 1.8 Anbring papir mellem gitrene
 - papir 120 x 120 mm



1.9 Drej ramme og gentag trækningen

- så der dannes vinkelrette kryds
- tråden helt i bund af rillerne
- hold tråden stramt



1.10 Afslut trækningen

- med 2-3 stramme omsnoninger på tap mrk. 2
- afklip tråd

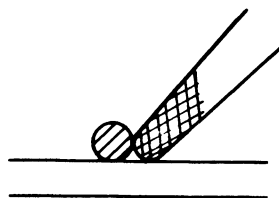
1.11 Stram trådgitter op

- skrue på de to sider skrues i urets retning

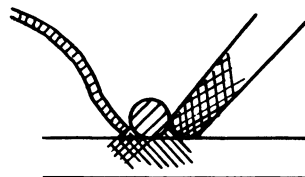
2. LODNING AF TRÅDGITTER

2.1 Lod gitteret sammen i hvert kryds

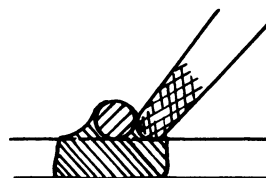
- først varme



- derefter tin

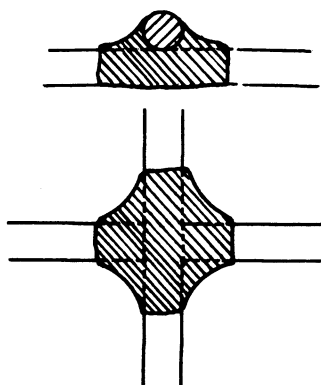


- sluttelig eftervarme



2.2 Kontroller lodningerne

- ved eftersyn



2.3 Klip det færdigloddede gitter ud af rammen

- med bidetang

2.4 Kontroller lodningerne

- både overside og underside

DISPOSITION

1. Forarbejde og montage
2. Lodning på print

1. FORARBEJDE OG MONTAGE

1.1 Boring af print

Ved boring af print skal der tages hensyn til basismaterialerne, da nogle af dem meget let lagdeles, hvorfor der skal anvendes skarpe bor og højt omdrejningstal.

Der tilstræbes normalt en fyldningsgrad på 60% ved komponentmontering og ved mekaniske komponenter (spyd), at disse sidder mekanisk fast i hullerne af hensyn til aflastning. Ud fra disse krav vælges borstørrelse.

1.2 Bukning af komponentender før montering

Liggende montage er den mest anvendte montageform for modstande, kondensatorer, dioder og lignende.

Ved liggende montage bør komponentemnet ligge fast mod printpladen.

Inden komponenterne kan anbringes i printet, skal komponentenderne bukes.

Ved bukning af komponenttilledninger skal der tages hensyn til de mekaniske krav, der er stillet til det færdige apparat, dvs. om det bliver udsat for rystelser, store temperaturforskelle eller andre store ydre påvirkninger som f.eks. g-påvirkninger.

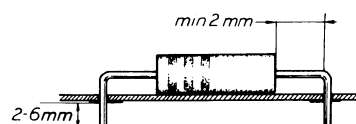
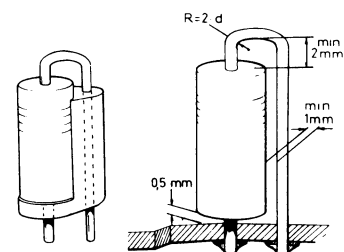
Komponenttilledningerne skal bukes, således at en eventuel komponentkodning vender bort fra printet, og således at koden kan aflæses efter montering.

Komponenttilledningerne tilpasses ved hjælp af en lære eller andet passende værktøj.

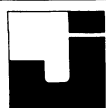
Der må ikke anvendes værktøj, der ridser, skraber eller på anden måde sårer ledningerne.

Alle bøjninger skal ske med en radius af mindst to gange trådens diameter og mindst 2 mm fra komponentens ender.

Hvis komponentledninger er svejsede, skal bøjningen ligge mindst 2 mm fra svejsningerne.



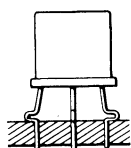
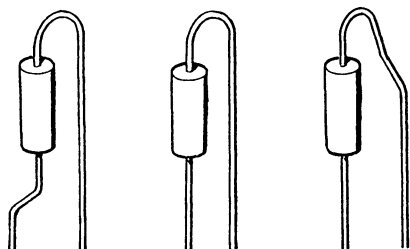
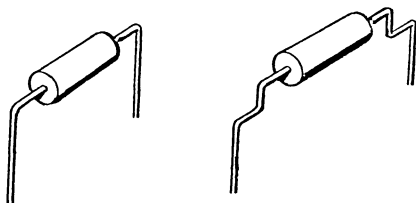
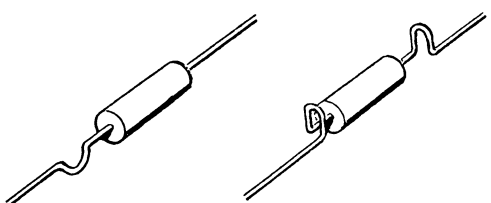
Ved bukning af tilledninger med tang skal tangen altid holdes mellem komponentlegeme og bukning.



1.3 Aflastning

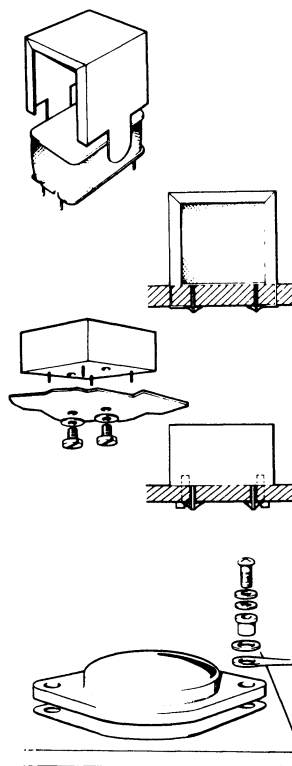
For at aflaste komponenten mod træk i tilledningerne bør disse formes med ekspansionsbøjninger.

Eksempler:



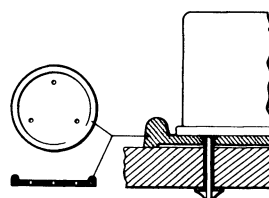
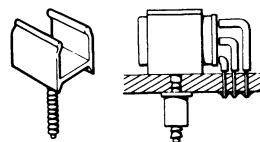
1.4 Aflastning af tunge komponenter

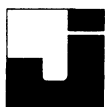
Tunge komponenter, der skal monteres i et print, skal fastgøres mekanisk.



En lodning må ikke belastes med mere end 10 gram.

I elektronisk apparatur, der udsættes for rystelser, g-påvirkninger eller lignende, skal også lettere komponenter, der ikke ligger an mod printpladen, aflastes mekanisk (pottes) limes på pladen.



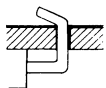


1.5 Bukning af komponenttilledninger efter montage

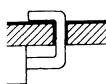
Tilledningen kan være lige, hvilket giver en dårlig mekanisk aflastning og ingen elektrisk forbindelse mellem tilledning og kobberbaner.



Tilledning bukket 45° giver en acceptabel mekanisk aflastning og elektrisk forbindelse mellem tilledninger og kobberbaner



Tilledninger bukket 90° giver en god mekanisk og elektrisk forbindelse.



1.6 Afklipping

Efter montering afklippes overskydende tilledninger inden for de givne tolerancer inden for øens areal, hvilket altid gøres inden lodning.

Husk ! Ved følsomme aktive komponenter, der leveres med kortslutningsbøjle over tilledningerne, må bøjlen først fjernes, efter komponenten er iloddet.

2. LODNING PÅ PRINT

I det efterfølgende behandles kredsløb baseret på lamineret fiberglas.

Kobberfoliet, som danner kredsløbet, kan være beskyttet af lak, fortinning eller forgyldning.

Før lodning må ethvert spor af beskyttelsesmateriale, der hindrer høj kvalitetslodning, fjernes fra loddeperne.

Selvom guld regnes for let loddebart, udviser loddetin betænkelige egenskaber, når man f. eks. lodder på en forgyldt kobberstrømbane. Når loddetin smelter ud over en guldflade, vandrer en del guldatomer ind i det smeltede loddetin, hvorved der dannes en tin-bly-guld legering, og tinnet flyder da dårligere, således at der dannes en skarpt markeret kant. Loddetinnet deler sig ofte, hvorved der opstår åbninger og huller i lodningen. Fjerner man herefter det brugte loddetin fra strømbanen og gentager lodningen, viser den fortinne guldflade sig vel egnet til lodning. Guld regnes - trods dette fænomen - for let loddebar.

Efter lodning, rensning, inspektion og funktionsprøve kan begge sider af kredsløbet beskyttes med en godkendt klar epoxy- eller polyurethanelak.

2.1 Rensning af loddested

Efter at alt beskyttelsesmateriale eller oxydering er fjernet, renses loddestedet med ethyl- eller propylalkohol.

Husk ! Alkohol = Brandfare.

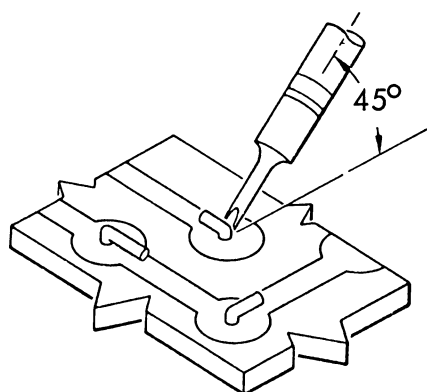
2.2 Lodning

Med en korrekt opvarmet og for-
tinet loddekolbe loddet forbind-
elsen.

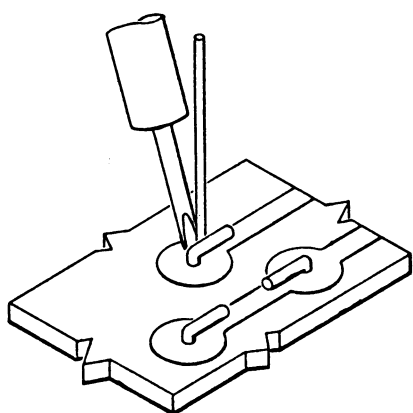
Tryk ikke loddespidsen hårdt mod
loddeøen, da dette kan løsne be-
lægningen fra pladen.

OBS !

Før lodning aftørres loddetinnet
med en renseserviet fugtet med
isopropylalkohol.

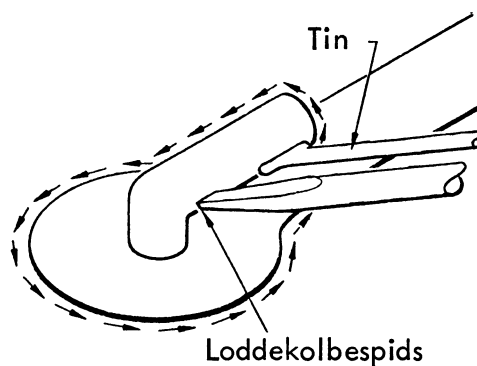


Anbring en varmebro fra lodde-
spids til ledning ved at smelte
lidt loddetin ned mellem punkter-
ne.



Når loddeøen har opnået lodde-
temperatur, tilføres loddetin rundt
ledningen og rundt loddeøen, ind-
til korrekt fyldning er opnået.

Fjern loddekolbe og tin samtidig.

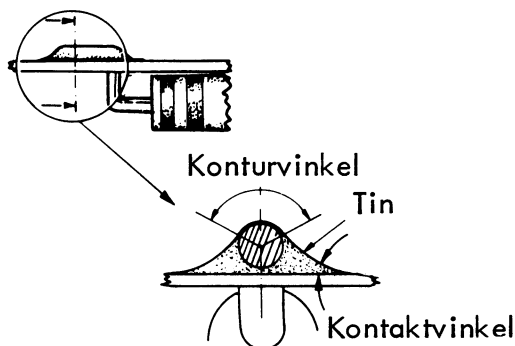


Loddestedet renses for flusmiddel-
rester og andre urenheder med en
pensel og ethyl- eller isopropylal-
kohol, og derefter aftørres lodde-
stedet med en renseserviet.

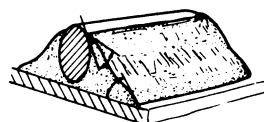
2.3 Kontrol af lodning

Ser en lodning rigtig ud, skal
vinklen ved overgang fra tin til
terminal eller tilledning være
spids, dvs. at tinnet skal "krybe"
ud af tilledningen.

Denne vinkel kaldes kontaktvin-
kel og må højst være 45° .



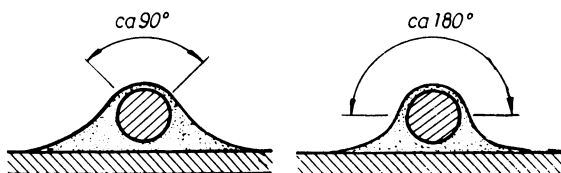
Kontaktvinkel ca. 45°





Konturvinklen er den vinkel, hvor trådkonturen er synlig.

Konturvinklen skal være 90° til 180° .



Ved den dårlige lodning er overgangsvinklen stump, og konturen af tilledningen kan ikke ses.

Retningsgivende hovedregel:
En lodnings kvalitet er omvendt proportional med tinmængden.

På enkelte virksomheder udøves kontrollen stadig som en mekanisk operation, hvor man med en pincet prøver, om komponenttilledningen sidder fast.

Denne metode er direkte ødelæggende, idet den mekaniske belastning i de fleste tilfælde ødelægger en ellers god lodning, fordi tinnet får en krystallinsk struktur, og metallegeringen mellem tin og kobber nedbrydes.

Det er vigtigt, at tinoverfladen er blank og uden huller. En mat overflade kan være tegn på en svampet struktur af tinperlen med deraf følgende forøgelse af kontaktmodstanden.

Den nemmeste måde, man kan fastslå denne fejl på, er at lægge et slib gennem lodningen og undersøge fladen i et mikroskop.

Hvis lodningen er i orden, skal overfladen være helt homogen og uden huller.

Årsagen til, at der kan fremkomme en svampet struktur, er, at flusmidlet ikke har skilt sig ud af tinperlen, inden temperaturen er faldet til under 220°C .

En for lav loddetemperatur kan dog også give tilsvarende uheldige lodninger, men så skal spidstemperaturen ned under 300°C , hvilket kun sker sjældent.

Ved for lille opvarmning af blot en af delene, der skal loddes sammen, fås en "kold" lodning, som ikke har nogen metallisk forbindelse, men evt. kun er sammenhæftet af ufordampet flusmiddel.

2.4 Bedømmelsesgrundlag

Følgende årsager til kassation af arbejdet kan nævnes:

1. Flusmiddel eller tinklatter i tilstødende område
2. Tinspidser på loddested
3. Fordybninger, ar eller huller i lodningen
4. For meget tin på loddested
5. Kold lodning
6. Flusmiddel i lodning
7. Snavset loddested
8. Utilstrækkelig vedhæftning af tin
9. For lidt tin på loddested





DISPOSITION

1. Afisoleringsværktøjer
2. Afisoleringslængde
3. Kontrol

1. AFISOLERINGSVÆRKTØJER

Ved afisolering af ledning anvendes flere forskellige værktøjer.

Valget af værktøj og afisoleringsmetode afgøres af ledningstypen og dens anvendelse.

Afisoleringsmetode og værktøj kan f.eks. afhænge af:

Ledningstype, ledningens areal, ledningens kvalitet, antal ledninger, der skal afisoleres, hvor ledningen skal anvendes og af ledningens isolation, PVC, teflon, nylon osv.

Afisoleringsværktøj kan opdeles i to grupper:

- 1) Skærende
- 2) Varmeafisolerende

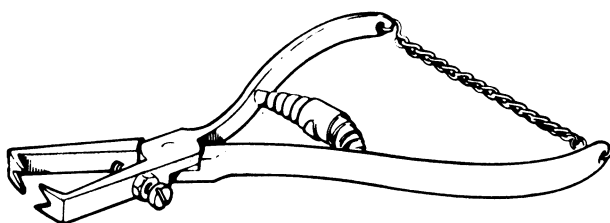
1.1 Afisoleringstang

Tangen er kontinuerligt justerbar ved hjælp af en stilleskrue.

Der er risiko for skader på lederen, hvis stilleskruen er forkert justeret.

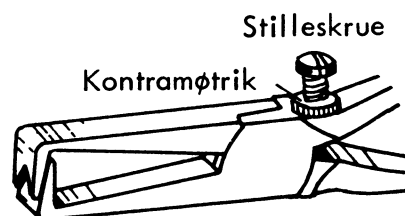
Værktøjer er bedst egnede til ledninger med PVC-isolering.

Tangen anvendes mest ved service, hvor man ikke afisolere større antal ledninger

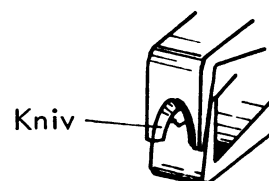


1.2 Brug af afisoleringstang

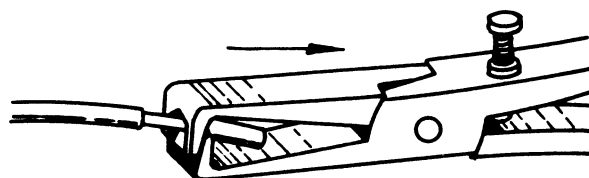
Stilleskrue og kontramøtrik justeres, således at skæredybden passer til lederens diameter.



Kniven skal gennemske PVC-kappen, men lederen må ikke på nogen måde beskadiges.



Efter gennemsækning af isolation trækkes den af lederen.





1.3 Halvautomatisk afisoleringstang

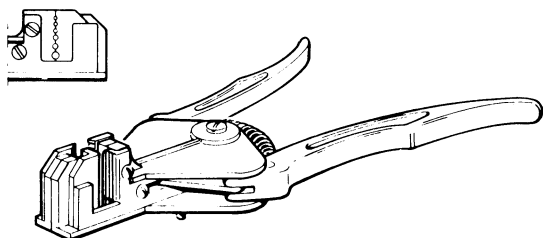
Anvendes både til enstyks- og seriefremstilling.

Tangen bør anvendes med nogen forsigtighed, på grund af risiko for trådskeer, hvis lederen ikke ligger helt symmetrisk i isolationen.

Værktøjet har udskiftelige skær for forskellige ledningsdiametre.

Under afisoleringen klemmer tangen omkring ledningen, således at selv meget korte ledningsender kan afisoleres.

Tangen passer bedst til ledning med PVC eller lignende isolering.



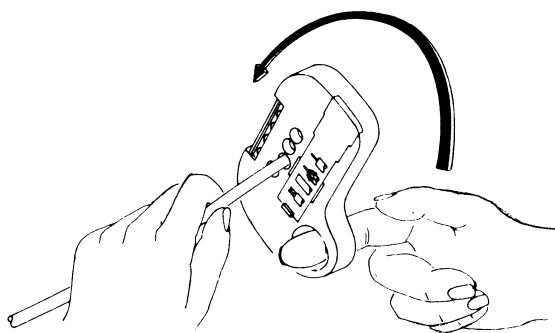
1.4 Afisolering med kniv

Knive bør normalt ikke anvendes til afisolering af ledninger; hvis de alligevel anvendes, skal der udvises en ekstra stor påpasselighed, for ikke at beskadige ledningskorerne.

Til afisolering af meget tykke kabler med bly- eller PVC-isolering findes der specielt udformede knive med indstillelig skæredybde.

Til afisolering af coax-kabler findes en specielt udformet kniv til manuel afisolering af yder- og inderisolation.

For at virke efter hensigten, skal denne kniv indstilles meget præcist, og klingen skal være skarp og uden hakker.



1.5 Thermal stripper

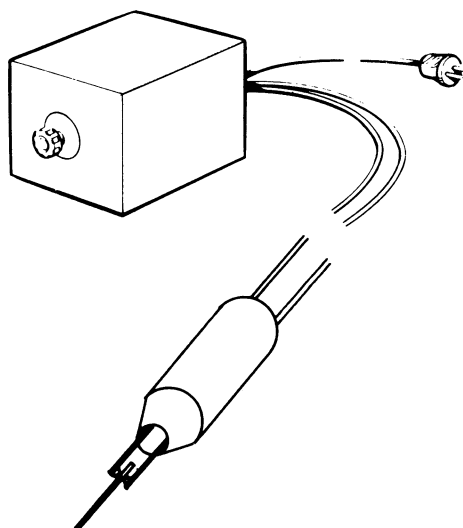
Ved termo-afisolering overskæres isolationen af to elektrisk opvarmede tråde.

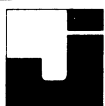
Varmetrådene skal have korrekt temperatur til overskæring af isolationsmaterialet, således at der opnås et rent snit uden deformation eller forkullede kanter.

Ved opvarmning bliver varmetrådene skøre og skal behandles med forsigtighed.

Thermal-stripperen må ikke bruges til at trække isolationen af en leder efter overskæring, dette gøres med neglene.

ADVARSEL: Ved overskæring af teflon isolation med thermal-stripper afgives meget giftige luftarter, som ikke må indåndes.





1.6 Vedligeholdelse af thermal-stripper

Når stripperen har været i brug et stykke tid, aflejres der oxydering og slagter fra isoleringen på varmetrådene.

Varmetråden udtages forsigtigt, og monteringshullerne renses for urenheder.

Varmetråden renses med en ru-skindsbørste eller fint smergellærred.

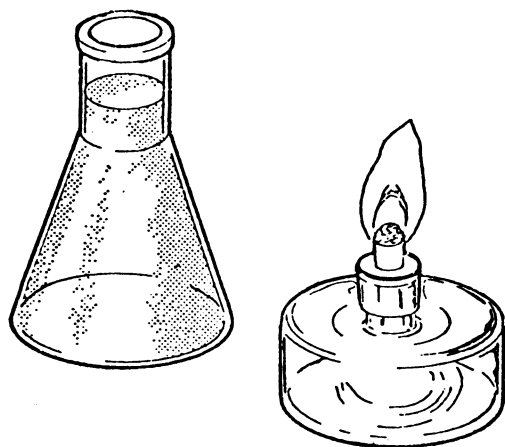
Efter rensning monteres varmetråden igen, således at trådene er parallelle.

1.7 Afisolering med spritflamme

Litzetråd, som er opbygget af et antal meget tynde lakisolerede ledere, afisoleres med en flamme, hvis lakisoleringen ikke er loddebar.

Tråden opvarmes til svag glødning og dyppes hurtigt i sprit, medens de endnu gløder.

Opvarmes tråden for kraftigt, risikeres det, at enkelte tråde brænder over; i så fald skal der begyndes forfra.



2. AFISOLERINGSLÆNGDE

2.1 Afisoleringslængde til terminal

Afstanden fra terminal til isolation udregnes normalt på følgende måde:

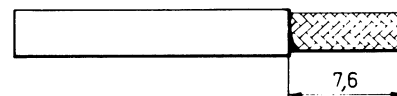
Udvendig diameter	Afstand
1 mm eller større	min: 2 mm max: udvendig diameter + 1 mm
Under 1 mm	min: udvendig diameter max: 1,5 mm

2.2 Afisoleringslængde til BNC-stik UG 88

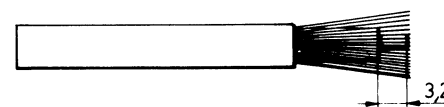
Til loddeterminering af coaxialstik afhænger afisoleringsmålene af type og fabrikant, derfor skal fabriksanvisninger altid følges.

Afisoleringsmålene for BNC/UG 88/v kan være:

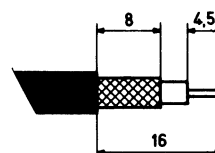
Yderisolation 7,6 mm



Inderisolation 3,2 mm



Til presset terminering af BNC-stik, er afisoleringsmålene som vist (SUHRNER)





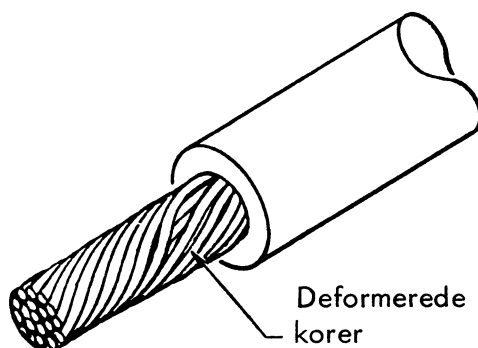
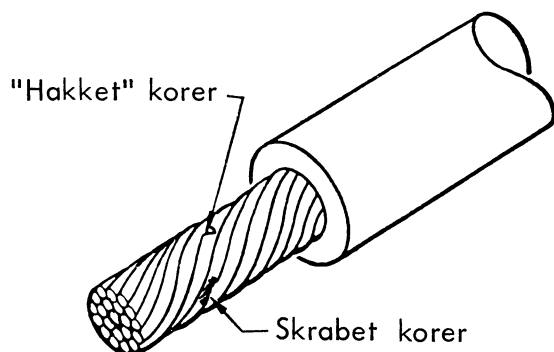
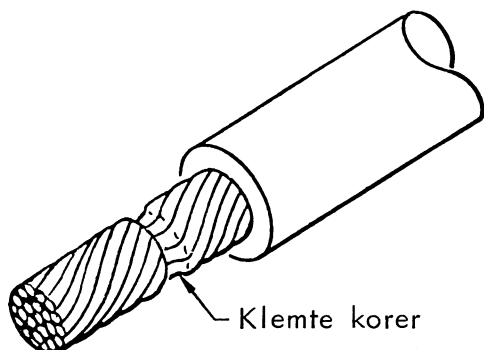
3. KONTROL

Efter afisolering skal lederen inspiceres for skader på lederen med en lup (x 5).

Skaderne kan deles i to grupper, alt efter om afisoleringen er foretaget med skærende eller varmeafisolerende værktøj.

3.1 Skader fra skærende værktøj

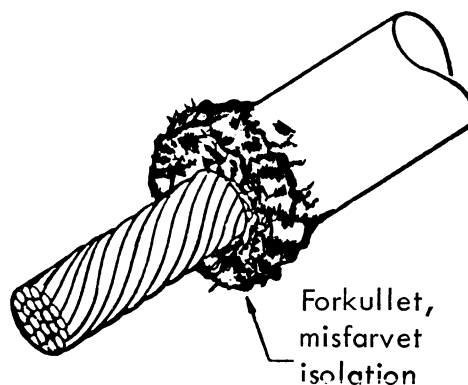
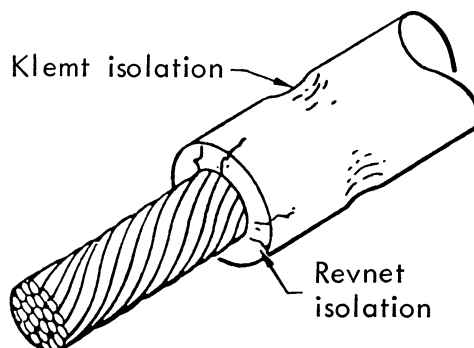
De viste skader medfører kassation af afisoleringen.



De viste skader er også kassationsgrund, hvis de optræder på skærmen af coax-kabler.

3.2 Skader fra varmeafgivende værktøj

De viste skader medfører kassation af afisoleringen.



Skaderne på isolationen er også kassationsgrund, hvis de tilføjes under lodning af ledningen på terminalen.



DISPOSITION

1. Fortinning

1. FORTINNING

Fortinning er en forberedelse til lodning, der er meget vigtig og altid benyttes ved høj kvalitetslodning.

Ved hjælp af en loddekolbe fortinnes ledningsender, loddeflige og flader, der skal loddess. Selvom loddeflige er fortinnet fra fabrikanten, er det nyttigt at fortinne igen inden brug, hvis de har ligget på lager i længere tid.

Fortinning må ikke finde sted:

1. Hvor en flerkoret ledning skal benyttes til skrueforbindelse. Tinet "flyder", når det udsættes for konstant tryk, og ledningen vil efter nogen tid ligge løst i forbindelsen.
2. Hvor en flerkoret ledning skal loddetermineres til et loddetårn eller flig. Ledningen bliver stiv ved fortinningen, og brudskader opstår let under fastgørelsen.

1.1 Tinopsugning

Tinopsugning er et produkt af hårkarvirkning.

Når en flerkoret ledning bliver fortinnet, flyder tinnet ind imellem korerne og dækker samtlige korer.

Hvis tinstrømmen ikke begrænses, vil den fortsætte op under isolationen og gøre ledningen stiv.

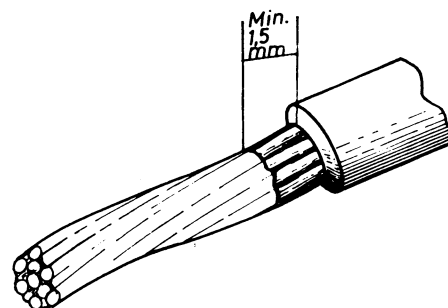
Varmen vil evt. beskadige isolationen.

Tinopsugningen kan stoppes ved at begrænse varme og tintilførsel. Dette kræver stor øvelse og dygtighed.

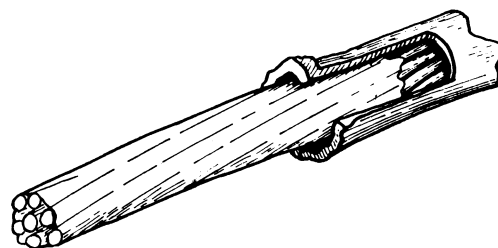
Det er nemmere og mere praktisk at benytte varmeshunt eller loddepincet til at begrænse tinnets opsugning i ledningen.

Tinopsugningen skal stoppe min. 1,5 mm før isolationen.

Korrekt fortinning



Forkert fortinning

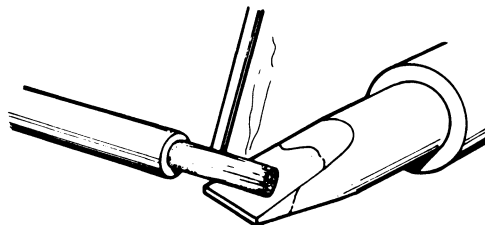


1.2 Udførelse uden varmeshunt

Trådenden eller loddefliggen, der skal fortinnes, skal være ren, fri for fedt, slagger og lak.

Til fortinning anvendes en loddekolbe med rengjort og fortinnet spids, hvor overflødigt tin er "slået" af.

Trådenden placeres på loddesspidsssen, og loddettinnet bringes i berøring med tråden; om nødvendigt bevæges loddekolbe og tin på tråden, således at hele trådenden bliver fortinnet.



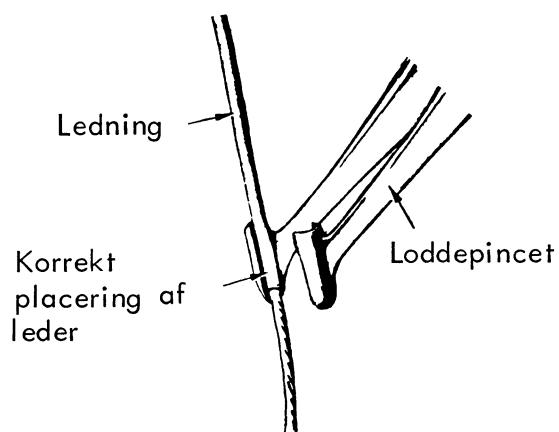


1.3 Udførelse med varmeshunt

Ledningsende skal være ren, og loddekolbens spids skal være for-
tinneth.

Loddepincetten anbringes omkring lederen, således at der er metal-
lisk forbindelse mellem korer og pincet.

Lederen holdes lodret med det af-
isolerede stykke nedad.

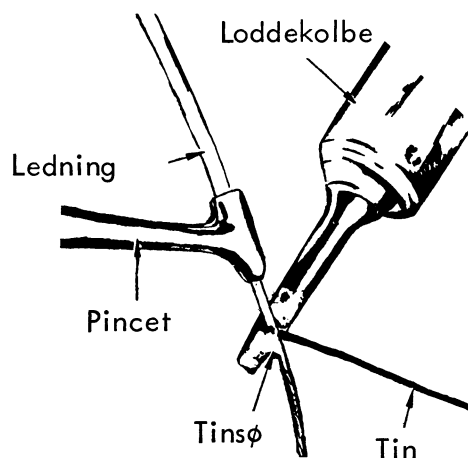


En korrekt opvarmet loddekolbe anbringes på midten af det afiso-
lerede stykke og vædes med
lidt tin.

Loddekolbe og tin føres derefter,
på hver sin side af lederen, op
mod varmeshunten, hvor der hol-
des ca. 1 sek. for at kompensere
for varmetabet ved shunten.

Derefter føres loddekolbe og tin
nedad lederen, indtil hele led-
ningsenden er fortinneth.

Tintilførsel afpasses efter tinop-
sugning og ledertykkelse.



Tin og loddekolben fjernes fra
tråden, som renses med godkendt
rensemiddel.

Til slut inspiceres ledningen for
defekter med en lup (x 5).



DISPOSITION

1. Terminaltyper
2. Klargøring af ledning til montage
3. Lodning på terminal
4. Aflastning for træk, tryk og vibrationer

1. TERMINALTYPEN

Hvor en forbindelse skal etableres mellem et print, omskifter, stik eller lignende, sker termineringen ved hjælp af en kontaktterminal.

1.1 Terminaltyper

Samme terminaltype anvendes ofte både på print, stik, fatninger eller omskiftere. De mest anvendte terminaltyper er:

Loddetårn



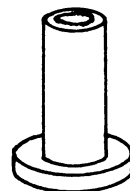
Åbent loddeøre



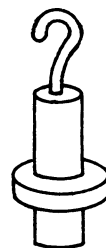
Loddeøre



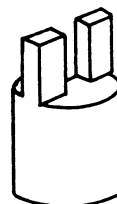
Loddepotte



Krogterminal



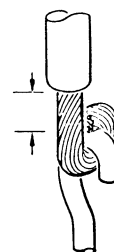
Gaffelterminal



2. KLARGØRING AF LEDNING TIL MONTAGE

2.1 Afisoleringslængde

Ledningen, der skal forbindes til terminalen, skal afisoleres på et sådant stykke, at afstanden mellem isolationen og terminalen ved normale trådtykkelser er fra 1 til 3 mm.



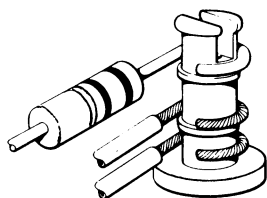
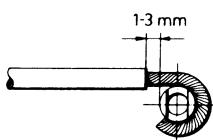
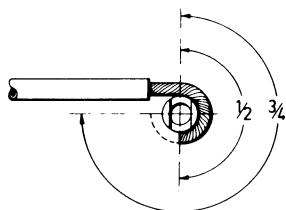
2.2 Formning af leder

Inden lederen loddes fast på terminalen, skal terminalen inspiceres for hak, revner, korrosion eller andre deformiteter.

Den fortinnede ledning anbringes i en loddepincet.

Anbring loddepincetten ved terminalens base, således at afstanden mellem isolation og base minimum er lig med isolationens diameter og maksimum lig med isolationsdiameter +1 mm

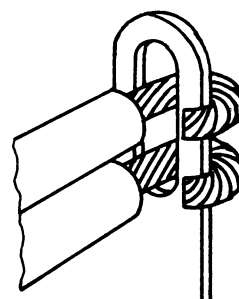
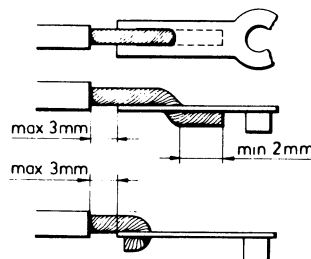
Bøj ledningen forsigtigt omkring terminalen med en fladtang, ledningen skal omslutte terminalen fra 180 til 270°.



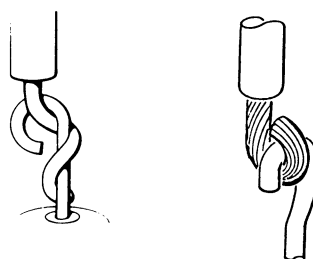
Når ledningen er formet, tages den forsigtigt af terminalen og afklippes i korrekt længde.

2.3 Eksempler på formning og afklipping af leder til terminal

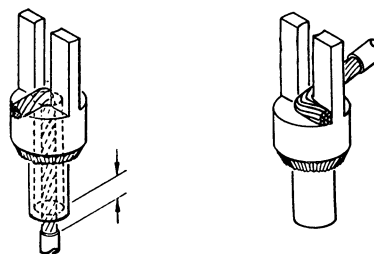
Til loddeøre



Til krogterminal



Til gaffelterminal



Til loddepotte





2.4 Rensning af terminal og leder

Inden den formede leder anbringes på terminalen, skal både leder og terminal renses med isopropylalkohol.

3. LODNING PÅ TERMINAL

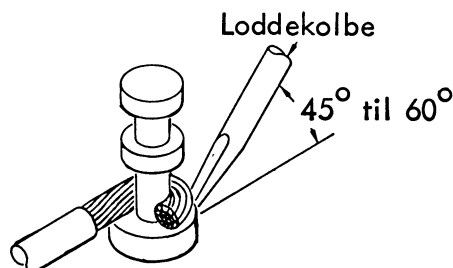
3.1 Lodning på tårnterminal

Den formede leder anbringes omkring tårnterminalen.

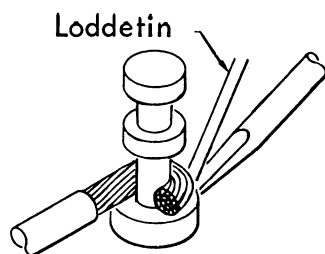
Loddetinnet renses med en renseserviet, der er fugtet med isopropylalkohol.

Anbring en varmeshunt mellem ledningens isolation og terminalen.

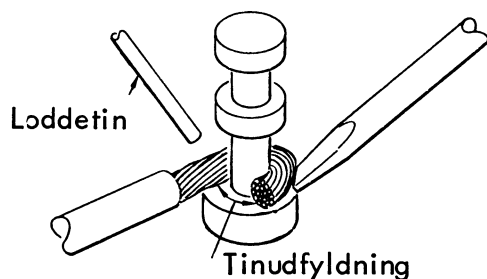
Anbring en korrekt opvarmet loddekolbe som vist på illustrationen.



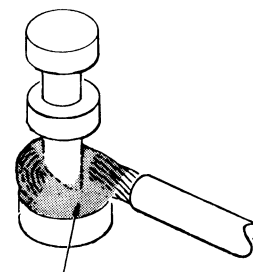
Anbring en lille dråbe 60/40 loddetin som varmebro mellem loddekolbe og ledninger.



Når terminalen har opnået loddetemperatur, påføres tin til ledningen.



Når en korrekt tinfyldning er nået, skal loddekolbe og tin fjernes samtidigt.



Tinfyldning

Loddekolbe løftes lige op fra terminalen for at undgå, at der løber tin ned langs den udvendige side af terminalen.

Derefter fjernes varmeshunten.

Loddestedet skal renses for rester af flusmiddel; hertil bruges en stiv pensel og ethyl- eller isopropylalkohol.

Rester af rensmiddel og flus aftørres med en renseserviet.

3.2 Inspektion af lodning

Lodningen skal inspiceres for defekter.

Følgende bevirker kassation af arbejdet:

1. Forkulning eller forbrænding af isolation
2. Flusmiddel eller tinklatter i tilstødende område
3. Tinspidser på loddestedet
4. Fordybninger, ar eller huller i lodningen
5. For meget tin på loddestedet, opslugning af tin under isolation
6. Løs ledning
7. Kold lodning
8. Flusmiddel lodning
9. Beskadiget terminal eller ledning
10. Snavset loddested
11. Utilstrækkelig vedhæftning af tin
12. For lidt tin på loddested
13. Tinspild udvendigt på terminal



3.3 Lodning på øvrige terminaler

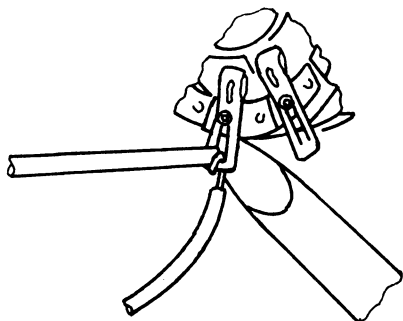
Fremgangsmåden ved lodning på de øvrige terminaler er med små afvigelser den samme som ved lodning på tårnterminal.

Ved lodning på terminaler på tryk- og drejeomskifter skal der dog udvises ekstra stor påpasselighed, og rigtig loddeteknik skal anvendes.

Ved kraftig og hurtig opvarmning af trådformet loddetin med flus i kanaler kan det forekomme, at flusmidlet sprøjter.

Dette er specielt uønsket ved åbne omskiftere.

Placeres loddekolbens spids på den ene side af loddeflignen og loddetinnet på den anden, opnås en gradvis opvarmning af loddetinnet.



Flusmidlet får herved tid til at flyde ud af tinnet uden at sprøjte.

Tinnet må ikke flyde længere op på terminalen end til nitten, idet fjedervirkningen i kontaktflignene ellers bliver ødelagt.

Man bør ikke bortvaske flusrester fra mikroafbrydere og kapslede omskiftere, idet man herved risikerer, at opløst harpiks flyder ind og lægger sig som et isolerende lag på kontaktfladerne.

4. AFLASTNING FOR TRÆK, TRYK OG VIBRATIONER

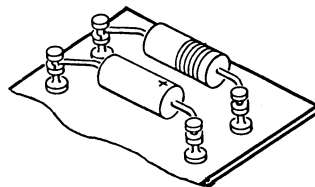
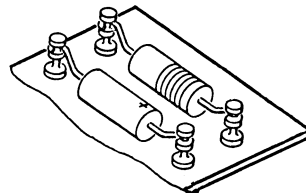
4.1 Aflastning af komponenter

Komponenter må ikke hænge frit i så lange tråde, at der opstår materialetræthed og brud på grund af vibrationer og lign.

Normalt skal komponenter ligge an mod et underlag, således at man udnytter den støtte, der her ved opnås.

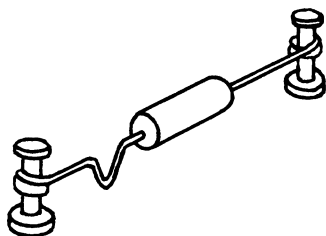
Modstande og andre komponenter med stærke komponenttråde kan hænge frit mellem terminalerne, når komponenten vejer mindre end 15 gr., og de to komponenttrådes længde totalt ikke overstiger 25 mm. Denne længde kan dog forøges til 40 mm for modstande på 0,5 W eller mindre, samt for komponenter af lignende størrelse (dioder og kondensatorer) med relativt stærke tråde.

Komponenter må ikke monteres stramt mellem to stive terminaler, idet mindst den ene tråd må forsynes med en ekspansionsbøjning. På denne måde undgår man, at udvidelser og sammentrækninger i komponentbrættet under vekslende temperatur- og fugtighedsforhold resulterer i træk og tryk på komponenttråden, der kan medføre beskadigelser af forbindelserne inde i komponenten.



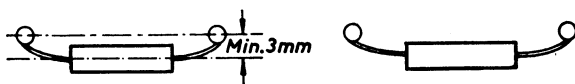


En ekspansionsbøjning skal udformes således, at bøjningen ikke bliver for skarp, og man må undgå afskrapning og anden skade på komponenttråden. Endvidere må man forhindre træk i tråden, således at der ikke opstår skader inden i komponenten.



Komponenttrådene bør ikke bøjes nærmere end 1,5 mm fra komponentlegemet - nominelt regnes med 3 mm som vist.

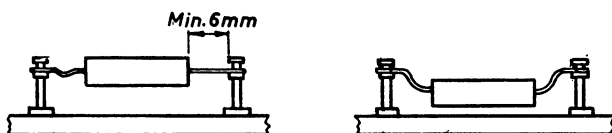
Bøjningen udføres manuelt med en rundtang eller i specielle bukkesmaskiner, hvoraf der findes flere typer på markedet.



Effektmodstande, som afgiver mere end 1 W, bør ikke ligge an mod komponentbrættet. I stedet kan de understøttes af en varmeafleder, monteres i bøjle, eller de kan hænge frit.

Når effektmodstande monteres frithængende, må de ikke veje over 15 gr., og komponenttrådenes samlede længde må ikke overstige 25 mm.

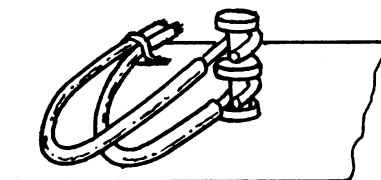
Komponenttrådenes længde fra komponentlegeme til terminal må ikke være mindre end 6 mm.



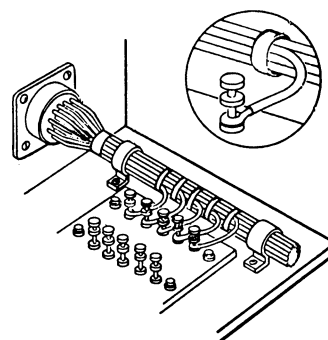
4.2 Aflastning af ledninger

Ledninger, der føres bort fra terminalen, må ikke udøve et træk i terminalen.

Det er derimod hensigtsmæssigt, at der på ledningen er en mindre "sløjfe" mellem kabelbundet og terminal af hensyn til senere servicearbejde.



Flere ledninger samles i kabelbundter, der fastgøres med bøjler til chassis, således at kabelbundets vægt ikke hænger i den enkelte lodning på terminalerne.





4.3 Beskyttelse af lodning

I visse tilfælde foreskrives der beskyttelse med plastic tubing.

Dette gøres lettest ved at tilpasse og montere plastic tubing inden pålodning af komponenten.

Vinylplastic sleeving anvendes i områder med temperaturer mellem -32° og 70° C.

Teflon sleeving anvendes i områder med høje temperaturer, eller hvor der ønskes isolation for HF.

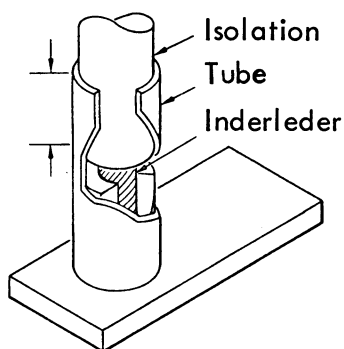
Krympe tubing anvendes, hvor der ønskes en meget tætsluttende isolation.

ADVARSEL

Teflon afgiver ved opvarmning til ca. 200° C eller mere små mængder giftige luftarter. Sørg for god ventilation, hvis stærk opvarmning af teflon forekommer.

Eksempel:

Tube skal dække loddeterminale og mindst dække ledningens isolation på et stykke, der svarer til ledningens diameter.





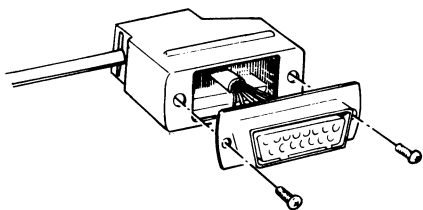
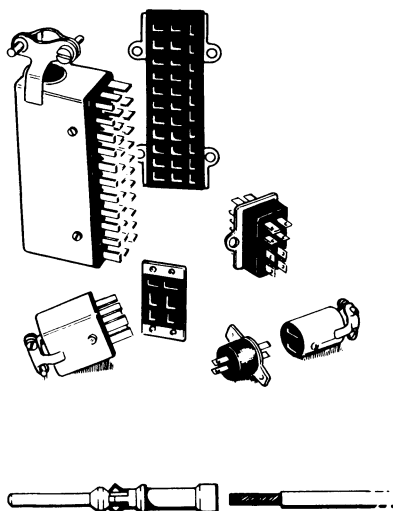
DISPOSITION

1. Multiledet tilslutning

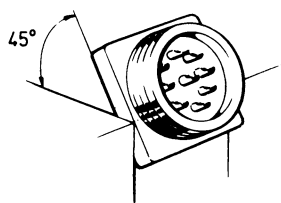
1. MULTILEDET TILSLUTNING

Multistik eller -fatninger kan have fast monterede terminaler eller terminaler, der kan udtages fra stikket eller fatningen.

I de stik og fatninger, hvor terminalerne kan demonteres, iloddes ledningerne i terminalerne med stikket adskilt, hvorefter terminalerne monteres i stikket.



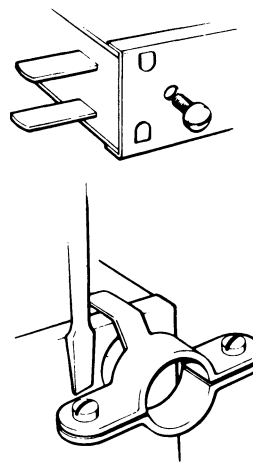
I stik eller fatninger, hvor terminalerne er fast monterede, anbringes kontaktleget i en holder, således at en bekvem arbejdsstilling opnås.



1.1 Tilpasning af ledninger

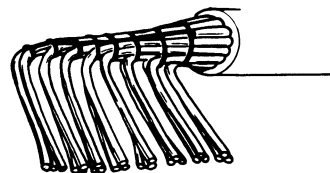
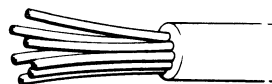
Stikket, der skal tilsluttes, demonteres.

Eventuel yderkappe trækkes over kabelbundtet af hensyn til den senere samling af stikket.



Hvis kabelbundtet skal aflastes med krympeflex, trækkes flex'en hen over kabelbundtet.

De enkelte ledninger tilpasses i længde til det pågældende stik.



1.2 Afisolering og fortinning

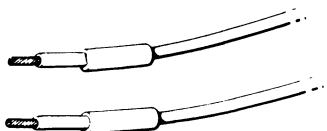
De enkelte ledninger afisoleres og fortinnes, under hensyntagen til den pågældende terminaltype.



1.3 Aflastning af loddested

Der vil ofte være krav om, at loddestedet aflastes, hvilket kan gøres med f. eks. krympeflex eller silikonegummityller.

Flex'en trækkes op over ledningens isolation.



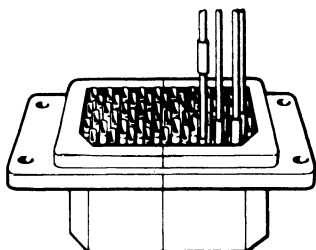
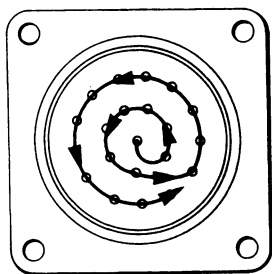
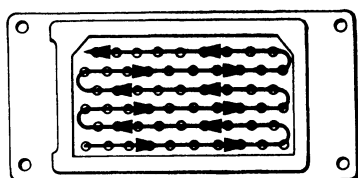
1.4 Mærkning af ledninger

Hvis ledningerne i kabelbundtet ikke er farvekodede, er det hensigtsmæssigt at mærke dem.

Der findes i handelen plastictyller med kodning A til Z og 0 til 99; disse tyller trækkes op over ledningen.

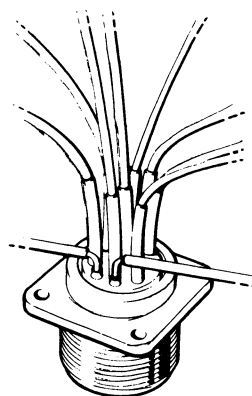
1.5 Monteringsrækkefølge

Ledningerne iloddes terminalerne i den viste rækkefølge.



De enkelte lodninger renses efterhånden, som ledningerne iloddes.

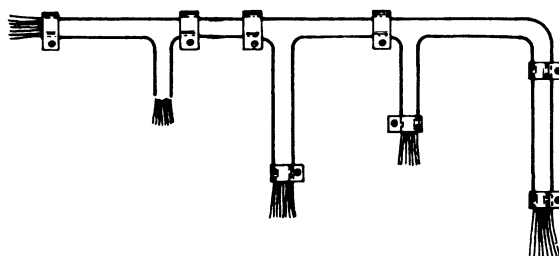
Flex'en trækkes til slut ned over loddested og terminal.



1.6 Samling

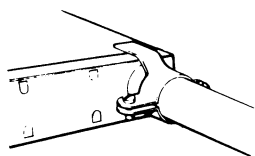
Det er af afgørende betydning, at kabelbundtet aflastes mekanisk, således at træk eller vibrationer ikke belaster den enkelte lodning i stikket.

1. Kabelbundtet kan sys og monteres fast til chassis med bøjler.

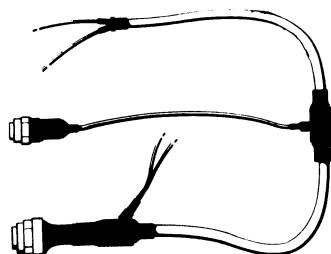




2. Kabelbundtet aflastes mekanisk af bøjler på stikkets yderkappe.



3. Kabelbundtet aflastes med krympeflex og fastgøres evt. til chassis med bøjler.



SIKKERHED VED MONTERING AF NETLEDNINGER.

1. Pas på ved afisolering, ingen blanke ledninger ved bøjler el. lign.
2. Pas på løse ledningskorer, som kan komme til at stikke udenfor isolation ved samlingen.
3. Sørg for at trækafloadningen er ordentlig.
4. Vælg den rigtige godkendte ledningstype, aldrig P.V.C. til termiske apparater.





DISPOSITION

1. Udskiftning af diskrete komponenter
2. Udskiftning af integrerede kredsløb

1. UDSKIFTNING AF DISKRETE KOMPONENTER

Udskiftning af komponenter kan deles i udskiftning af defekte komponenter og udtagning af komponenter for kontrol.

1.1 Udskiftning/udtagning af komponent

Ved udskiftning af defekte dele kan det normalt betale sig at klippe tilledninger ved komponentkrop og rette dem. Udlodning kan herefter finde sted med minimum risiko for beskadigelse af print. Derefter renses loddested, og montering af ny komponent foretages.

Ved udtagning af dele for kontrol vanskeliggøres arbejdet, idet det må forlanges, at emnerne er intakte efter udtagning, således at kontrol kan foretages, og emnerne kan monteres igen.

Ved udtagning af dele skal man først fjerne lodning, hvilket kræver varmeshunt og tinsugeværktøj. Derefter rettes tilledning uden at beskadige emner, hvorefter udtagning skal finde sted uden anvendelse af vold.

1.2 Reparation af lodning

Ved reparation af kasseret lodning må det være et primært krav, at man ikke forårsager andre skader, der eventuelt medfører kassation af hele det trykte kredsløb.

Et stykke flerkoret ledning afisoleres på en længde af ca. 20 mm og dyppes i flydende syrefrit flusmiddel.

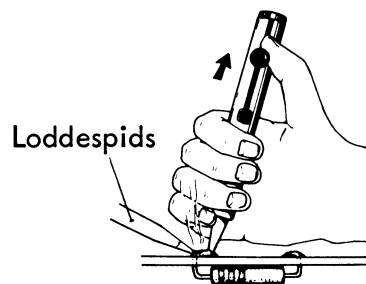
Anbring ledningen i kontakt med loddestedet og varm op med loddekolben.

Anvend nu ledningen som væge, og lad den suge tinnet bort fra loddestedet. Rens loddestedet i nødvendigt omfang, og udfør en ny lodning.

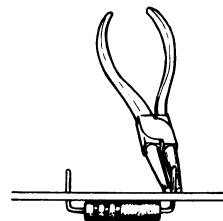
1.3 Udtagning af komponent

Loddekolbens spids sættes mod lodningen og om nødvendigt tilføres en dråbe tin som varmebro.

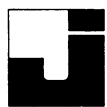
Loddetinnet suges væk med en tinsuger eller et stykke skærmstrømpe dyppet i flydende syrefrit flusmiddel.



Komponentens trådender rettes forsigtigt ud og udtages uden at beskadige printbane.



Den udtagne komponent kan kontrolleres og igen iloddes eller en ny iloddes, hvis den udtagne er defekt.

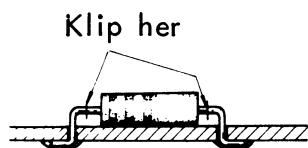


1.4 Udskiftning af komponent

Den defekte komponents trånder afklippes ved komponentkroppen med en skævbider.

Lodningen i printet skal beskytte mod mekanisk chok under klipningen af trånderen.

Dette gøres ved at holde en spidstang mellem afklipningssted og print under afklipningen.



Trådenderne rettes forsigtigt ud.

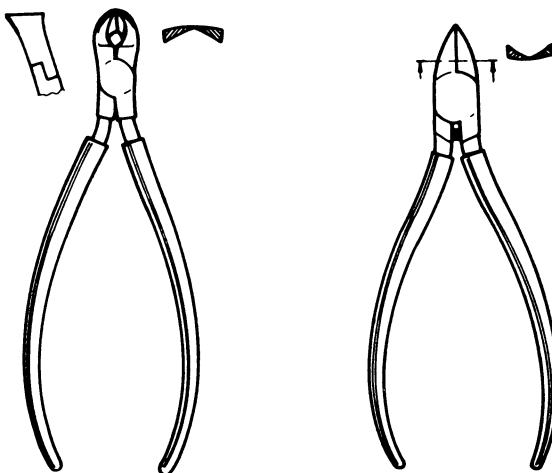
Den nye komponent monteres mellem de to trånder, ved at tilslutningstrådene på den nye komponent vikles $3/4$ omgang rundt om trådenderne.



Trådenderne afklippes ca. 1 mm fra viklingen.

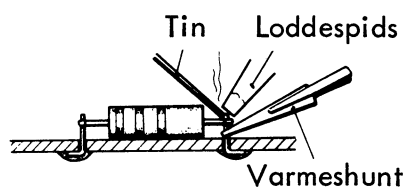


Til afklipningen skal anvendes en skævbider, der giver en lige snitflade på de tilbageværende trånder.



Lodningen i printet skal beskyttes mod mekanisk chok under afklipningen.

Komponenten iloddes; der skal anvendes varmeshunt til beskyttelse af printlodningen.





2. UDSKIFTNING AF INTEGREREDE

KREDSLØB

Til udskiftning af integrerede kredsløb kan anvendes forskellige metoder; her beskrives fire metoder.

2.1 Metode 1

Varm loddested op. lagtag forsigtighed, så printbanerne ikke beskadiges.

Fjern loddetinnerne med tinpumpe, og gå således videre til de næste loddesteder.

Tag forsigtigt IC'en op af print.

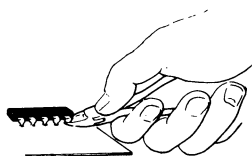
Rens eventuelt loddeperle for tin og monter en ny IC.

En ulempe ved tinpumpen er, at rekylet kan forårsage skader på printet. Den kan ridse baner, og ved for megen varme kan den suge øen fra.

Metode 3 og 4 bør foretrækkes ved udskiftning af IC'er.

2.2 Metode 2

Klip IC'ens tilslutninger med skævbider. Klip så tæt på komponentkroppen som muligt, og pas på ikke at beskadige printbanerne ved vridning af benene.



Varm loddestederne op, og fjern benresterne forsigtigt med tinpumpe eller tinsugeledning.

Rengør loddestederne med tinpumpe eller tinsugeledning, og monter en ny IC.

Denne metode er ikke anvendelig, når IC'en skal bruges igen.

2.3 Metode 3

Denne metode svarer faktisk til metode 1, men i stedet for tinpumpe bruges der tinsugeledning til al fjernelse af tin.

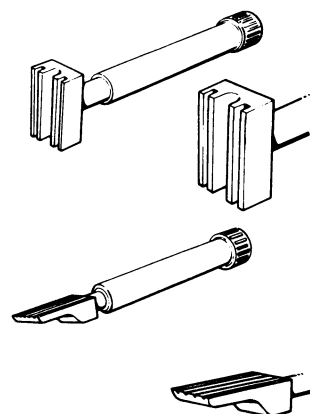
Anbring tinsugeledningen (loddestrømpen) på loddestedet og varm tinsugeledningen op med loddekolben.

Ved denne metode tilføres der ikke mere varme til loddestedet end højst nødvendigt.

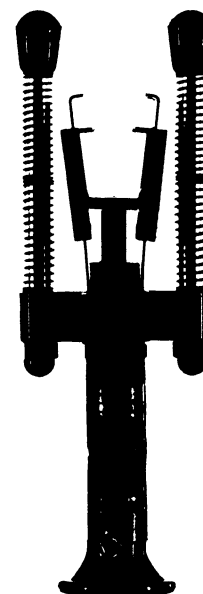
2.4 Metode 4

Ved denne metode opvarmes alle loddesteder på én gang.

Udskift til den nødvendige loddekolbespids for det pågældende IC.



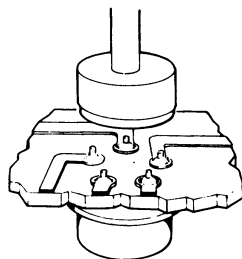
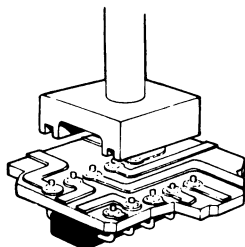
Anbring udtrækkerværktøjet over IC'en.





Opvarm loddestederne.

Udtrækkerværktøjet sørger nu for, at IC'en fjernes, når alle loddesteder er varmet op.



Rens loddestederne med tinpumpe eller tinsugeledning.



DISPOSITION

1. Formål
2. Værktøj

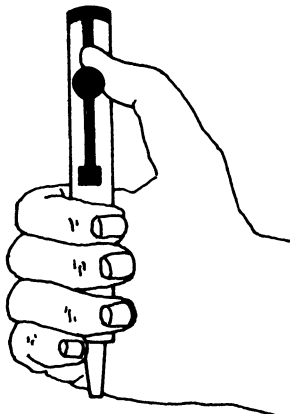
1. FORMÅL

Tinsugeværktøj anvendes i forbindelse med udskiftning af komponenter monteret på print eller terminaler.

Tinsugerværktøjet må ikke kunne beskadige komponenter eller print.

2. VÆRKTØJ

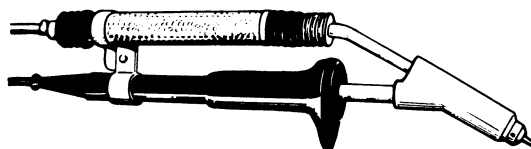
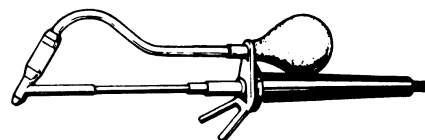
2.1 Tinsuger



Tinsugeren skal anvendes med forsigtighed, idet printet kan beskadiges på grund af pumpens rekyle.

Teflonspidsen må ikke røres med loddespidsen, idet teflon afgiver giftige dampe ved kraftig opvarmning.

2.2 Loddekolbe med sugeanordning

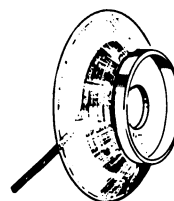


2.3 Tinsugetråd

Tinsugetråd er en kobberstrømpe, der er vædet med flusmiddel.

Tinnet suges op i strømmen af kapillarvirkningen.

Tinsugetråd fås færdigt på ruller, eller man kan selv fremstille det ved hjælp af skærmen fra et coax-kabel og flusmiddel.







DISPOSITION

1. Reparation af print

1. REPARATION AF PRINT

Når en beskadiget printbane ikke kan godkendes uden reparation, kan enheden normalt ikke anvendes.

Reparation efter fastlagte metoder kan dog tillades, hvis produktet ikke skal tilfredsstille store kvalitetskrav.

Der tillades ikke mere end to reparationer pr. printbane eller fem reparationer pr. kredskort, print.

1.1 Tinbro

Når en beskadiget printbane ikke kan godkendes, kan en rift repareres med en tinbro under forudsætning af følgende:

- At riften ikke er dybere end en $\frac{1}{3}$ af printbanens tykkelse når printbanens bredde ikke er reduceret på samme sted.
- At riften ikke er dybere end en $\frac{1}{4}$ af printbanens tykkelse, når printbanens bredde er reduceret med højst en $\frac{1}{4}$ på samme sted.

1.2 Reparation af løs printbane

Stedet, hvor kobberfolien er løsnet, rengøres med pensel og rensevæske. Pas på, at rensevæsken ikke skader komponenter på printet.

Det løsne kobberfolie limes fast med en epoxylim.

1.3 Strapning

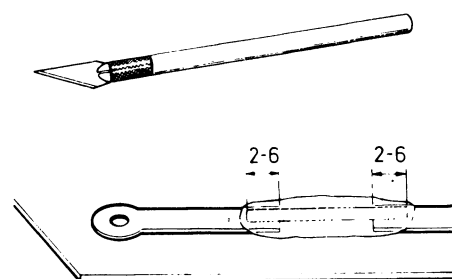
Ved brud på printbanen kan den repareres med en strapning, en overkobling. Fremgangsmåden er følgende:

Metode 1

Bortskær løs kobberfolie med en kniv.

Tilpas en kobbertråd med en diameter på min. 0,5 mm.

Lod den på, så kobbertråden overlapper 2 til 6 mm.



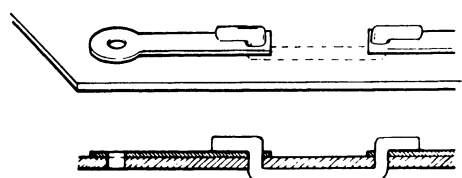
Rengør området omkring skaden med rensevæske og pensel.

Lim det skadede sted med epoxylim. Strapningen skal være dækket af lim.

Metode 2

Bortskær løs kobberfolie med en kniv.

Bor to 0,7 mm huller gennem kobberfolie og basismateriale. De to huller skal sidde ca. 2,5 mm fra enden af hver foliekant.



Tilpas en kobbertråd og monter den gennem de to huller.

Buk de to trådender og afklip, så tråden overlapper folien 2 til 6 mm.

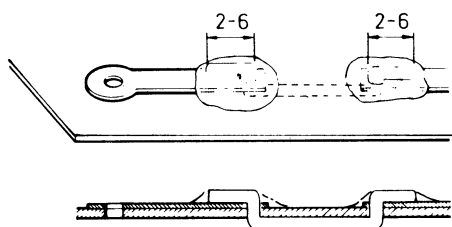


Lod tråd og folie.

Rengør området omkring skaden med rene væske og pensel.

Lim det skadede sted med epoxy-lim.

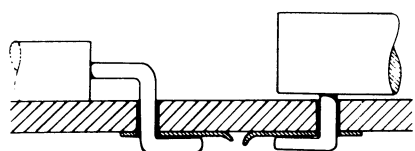
Strapningens trådender og kobberfolie skal være dækket af lim.



Metode 3

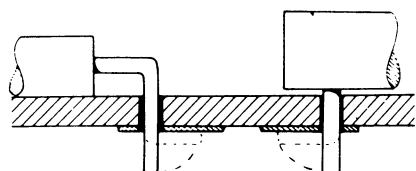
Ved denne metode skal tilslutningsstederne være mindre end 50 mm fra hinanden.

Bortskær løs kobberfolie med en kniv.



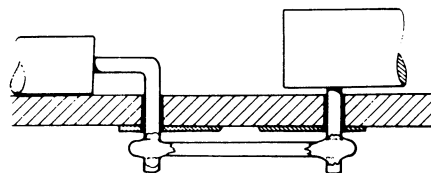
Fjern loddetinnet fra de loddepunkter, der skal forbindes.

Ret forsigtigt komponenttilslutningerne ud.



Tilpas en tråd, bøj enderne og fastgør den mellem komponenttilslutningerne. Tråden skal have en diameter på min. 0,5 mm. Hvis det kræves, at tråden skal være isoleret, anvend da flex.

Lod tilslutningerne.



1.4 Strapning ved loddeø

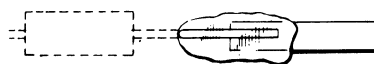
Bortskær løs kobberfolie med kniv.

Isæt komponent og ombuk komponenttilslutningen.

Afklip tråddenden, så komponenttilslutningen overlapper kobberfolien 2 til 6 mm.



Lod printbane og kobberfolie.



Rengør området omkring det skadede sted.

Lim det skadede sted. Strapningen skal være dækket af lim.



DISPOSITION

1. Generelt
2. Værktøj

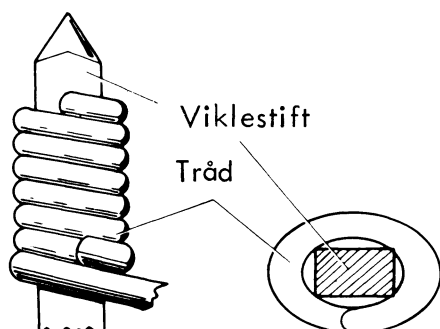
1. GENERELT

1.1 Viklet terminering

Viklet terminering er en tilslutning ved vikling af en forbindelsestråd omkring en skarpkantet stiv stift.

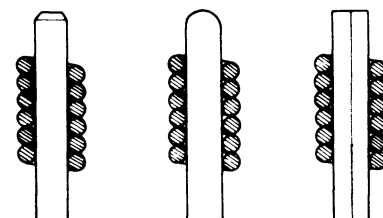
Viklet terminering kan anvendes med enkorede ledere mellem 0,18 og 1,6 mm.

Mångekorede ledere kan også vikles omkring stiften, hvis de også loddes.

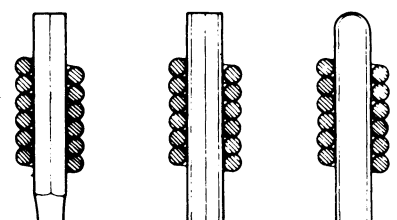


1.2 Stiften

Udformningen af stiften kan være forskellig, men fælles for alle udformninger er, at tråden trækkes om mere end et skarpt hjørne.



Kvadratisk tværsnit Rektangulær tværsnit Delt rektangulær tværsnit



Rombisk tværsnit V-formet tværsnit U-formet tværsnit



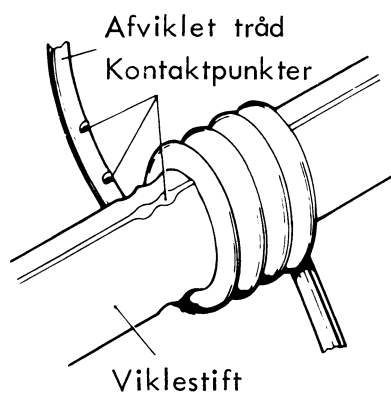
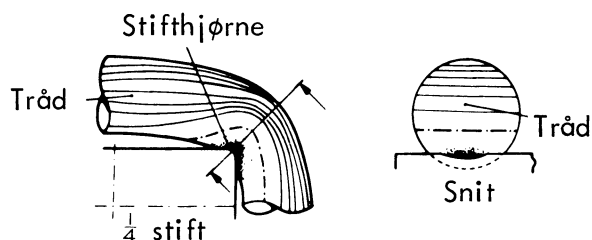
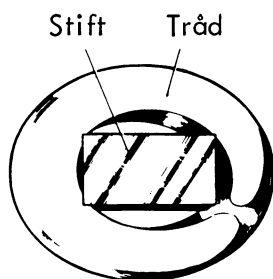


1.3 Kontakten mellem tråd og stift

Tråden trækkes under viklingen så hårdt, at stiftens hjørne presses ind i tråden.

Oxidlageret på tråd og stift skræbes af, og kontaktstederne er metallisk rene.

Ved sammenpresningen mellem tråd og stift sker en koldsvejsning og dermed en sikker mekanisk og elektrisk kontakt.



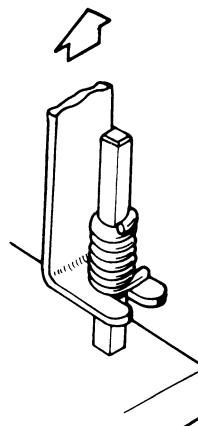
1.4 Aftrækningskraft

Vedstående tabel viser størrelsen af den kraft, der minimum skal anvendes for at aftrække en viklet terminering.

“STRIP” FORCE CHART

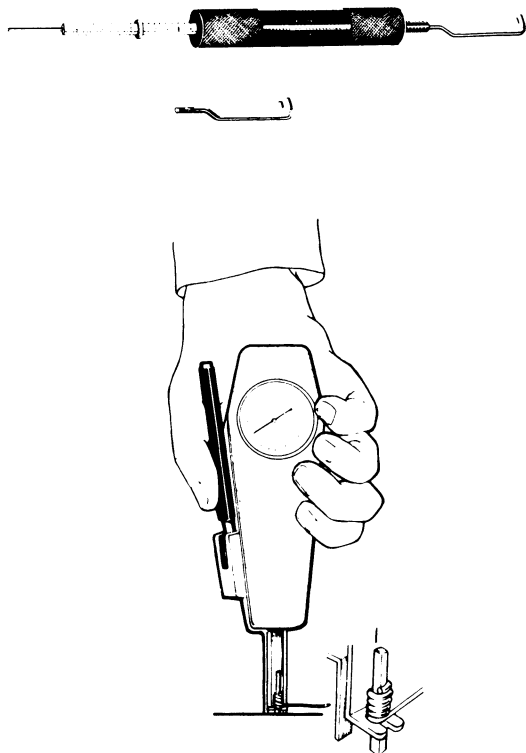
WIRE SIZE			min. num- ber of turns (Bare Wire)	min. strip force	
AWG	diam. inches	diam. mm		lbs.	gms
16	.051	1.30	4	15	6800
18	.0403	1.022	4	15	6800
20	.032	.813	4	8	3600
22	.0253	.643	5	8	3600
24	.0201	.51	5	7	3200
26	.0159	.404	6	6	2700
28	.0126	.32	6	4	1800
30	.0100	.254	7	3	1350

Aftrækningskraft



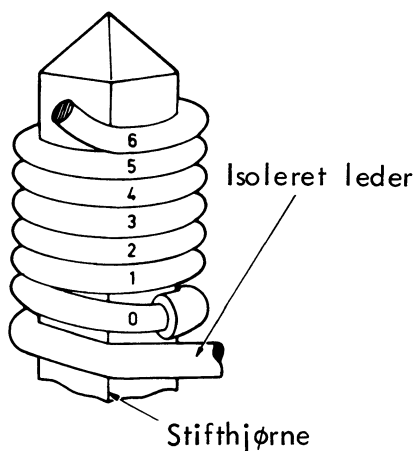


Aftrækningskraften måles med en fjedervægt.

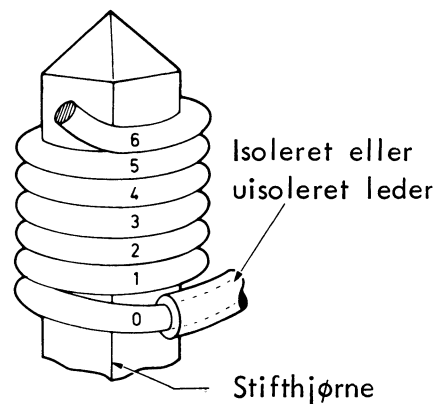


1.5 Viklede termineringstyper

Viklet terminering kl. A er en vikling, hvor den isolerede del af ledningen omfatter mindst tre hjørner.



Viklet terminering kl. B er en vikling, hvor samtlige viklinger er uisolerede.

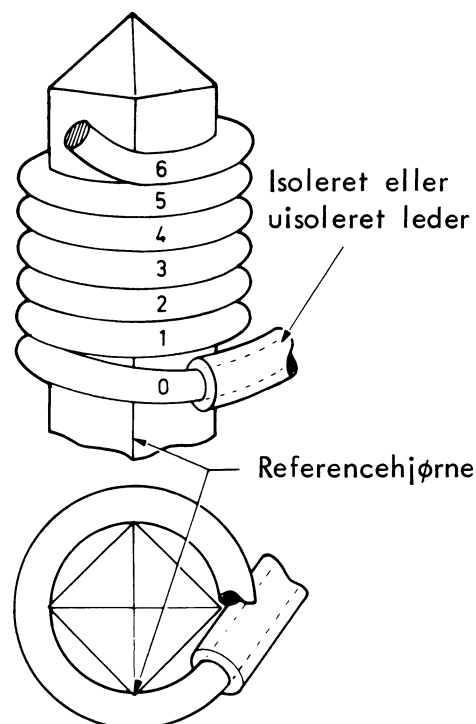


Kl. A viklingen er betydeligt mere mekanisk stabil overfor vibrationer end kl. B viklingen.

1.6 Viklingen

Viklingen starter, hvor en uisoleret del af tråden har kontakt med et hjørne på stiften.

Dette hjørne kaldes referencehjørnet, og herfra tælles antallet af viklinger.



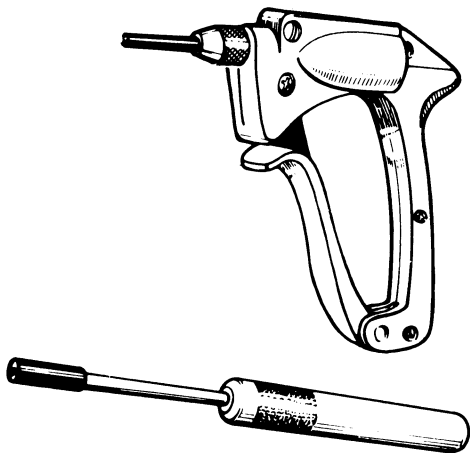


2. VÆRKTØJ

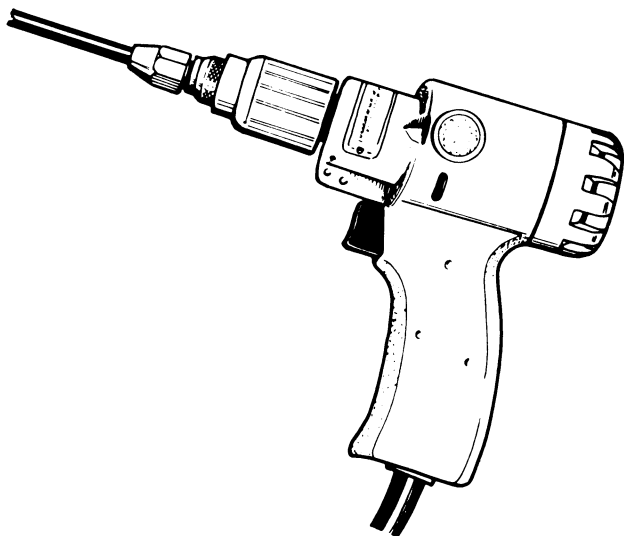
2.1 Vikleværktøj

Vikleværktøjet kan være hånd-drevet, el-drevet eller pneuma-tisk drevet.

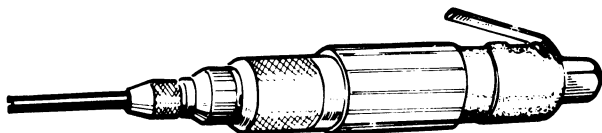
Hånddrevet



El-drevet

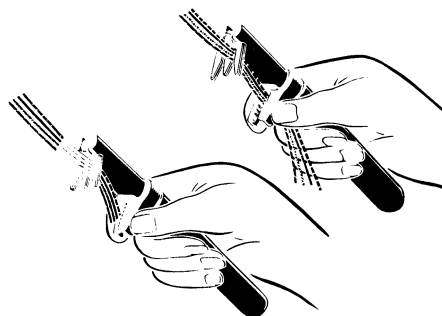
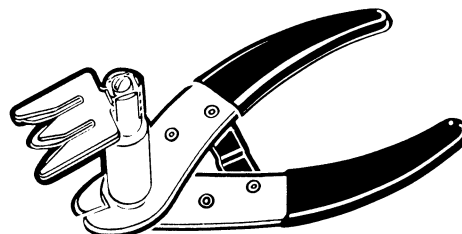


Pneumatisk drevet



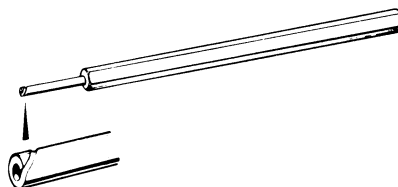
2.2 Afisoleringsværktøj

Hånddrevne



2.3 Afviklingsværktøj

Hånddrevet





DISPOSITION

1. Forberedelser
2. Vikling
3. Flere viklinger på samme stift

1. FORBEREDELSE

1.1 Generelt

En betingelse for at kunne udføre en korrekt viklet terminering er, at vikleindsatsen i vikleapparatet passer til den anvendte stift og tråd.

Oplysninger om indsatsen findes i instruktionen for det pågældende vikleapparat.

Inden viklingen skal det kontrolleres, om stiften er uskadt, hvis den er bøjet, skal den forsigtigt rettes ud eller udskiftes.

1.2 Afisolering af tråd

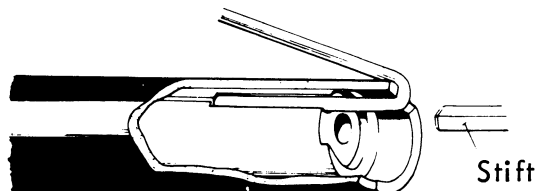
Tråden skal afisoleres på et sådant stykke, at det giver tilstrækkeligt antal viklinger.

Pas på ikke at skade ledere.

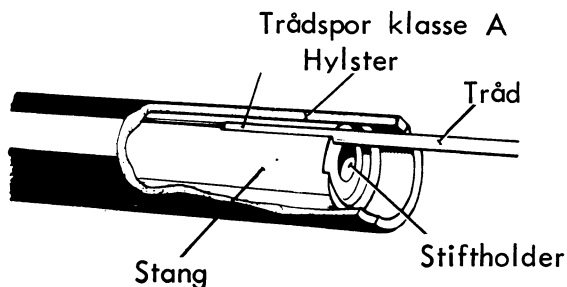
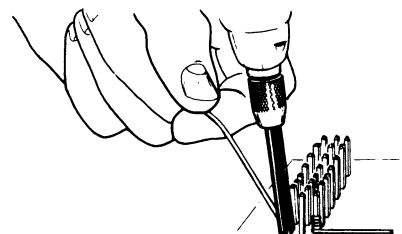
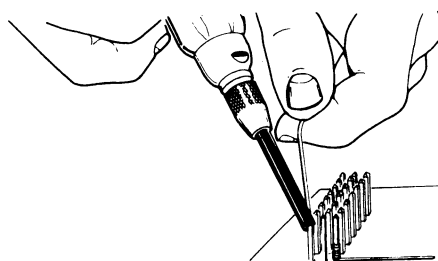
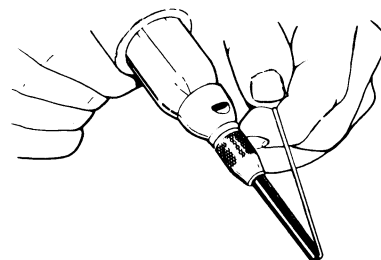
1.3 Indføring af ledning

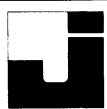
Den afisolerede del af tråden føres ind i trådsporet til stop.

Tråden lægges i hylsterets udtag og bøjes bagud langs hylsteret.



Værktøjet føres ned over stiften, til det sted på stiften, hvor den viklede terminering skal udføres.





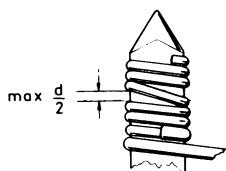
2. VIKLING

2.1 Udførelse

Værktøjet presses let i stiftens retning, og viklingen udføres.

Det lette pres skal forhindre, at der kommer for stor afstand mellem viklingerne.

Med undtagelse af første og sidste vikling må afstanden mellem viklingerne ikke overstige trådens halve diameter.



For stort pres på værktøjet bevirker overvikling af tråden.



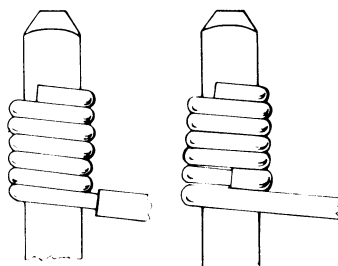
Inden for den del af viklingen, der svarer til minimum antal viklinger, må overvikling ikke findes.

Viklingen skal da kasseres og afvikles.

2.2 Kontrol

Når viklingen er afsluttet, løftes værktøjet bort, og kontrol af viklingen foretages.

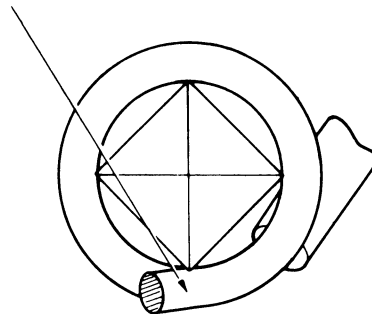
Isoleringen på tråden skal gå frem til stiftens for at nedsætte risikoen for kortslutning.



På en kl. A vikling skal isolationen gå rundt om mindst tre hjørner.

Enden på viklingen må ikke stikke ud af hensyn til kortslutningsfare.

Trådende



Aftrækningskraften kontrolleres også på enkelte viklete termineringer ved hjælp af en fjeder-vægt.



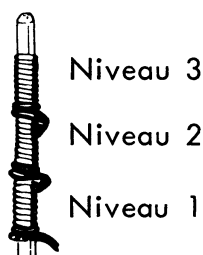
3. FLERE VIKLINGER PÅ SAMME

STIFT

3.1 Niveauer

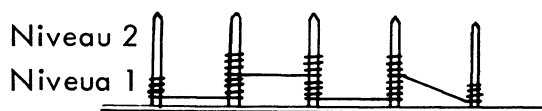
Hvor to eller flere ledninger tilsluttes samme stift, placeres viklingerne ovenover hinanden.

De forskellige viklingslag benævnes niveauer og nummereres fra bunden af stiften.



For lettere at kunne udskifte en ledning vikles begge ender på samme niveau.

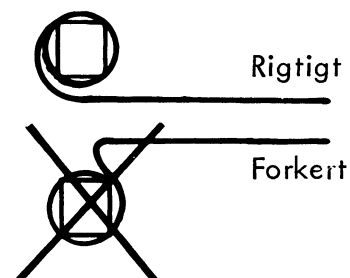
Først vikles alle stifter på niveau 1, derefter på niveau 2 osv.



3.2 Ledningstrækning

Ledningslængden skal tilpasses, således at ledningen ikke ligger i spænd mod de skarpe hjørner på andre stifter.

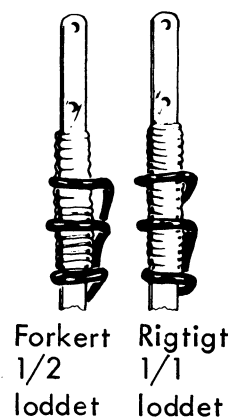
Ledningerne skal føres således, at den underste vikling ikke opvikles.



3.3 Vikling og lodning

Hvis der loddet på en stift, hvor der allerede findes viklinger, skal samtlige viklede termineringer loddet.

Det er tilstrækkeligt, at to vindinger i hvert niveau er loddet.

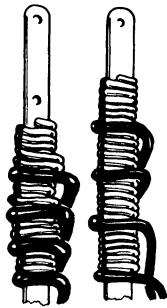




3.4 Overvikling af niveauer

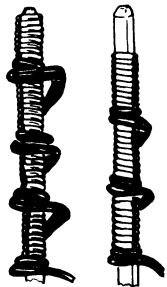
Overvikling af viklinger mellem forskellige niveauer må ikke forekomme.

Den isolerede del af en kl. A vikling må overvikles underliggende vikling.



Forkert Rigtigt

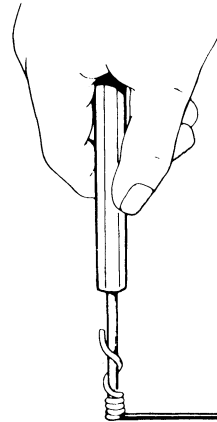
Det højeste niveau må ikke nå op på stiftens tilspidsning.



Forkert Rigtigt

3.5 Fjernelse af vikling

Viklingen kan fjernes fra stiften med specielt værktøj.





DISPOSITION

1. Presning
2. Presset terminering af koaksialstik

1. PRESNING

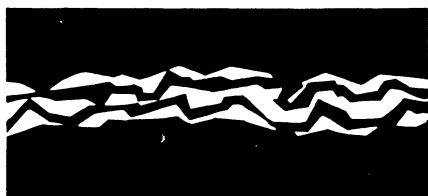
1.1 Presning af kontakter.

Presset terminering er en termineringsteknik, hvor leder og kontaktflade ved et defineret tryk bliver forbundet med hinanden.

Den tilførte kraft skal også efter presningen påvirke kontaktdelene, hvilket er tilfældet, idet de oprindeligt bløde kontaktdeler hærdes under presningen og herved forbliver deformerede.

Den opnåede forbindelse er en koldsvejsning.

Billedet viser overfladerne på to oxyderede metaloverflader før presning.



Billedet viser de samme overflader efter presning.

Oxydlagene er revet op, og der er opnået metallisk forbindelse, koldsvejsning, mellem fladerne.



For at opnå den bedste koldsvejsning kræves:

- a. Størst mulig deformering af materialerne.
- b. Anvendelse af bløde materialer.
- c. Rene, oxyd- og fedtfri overflader.

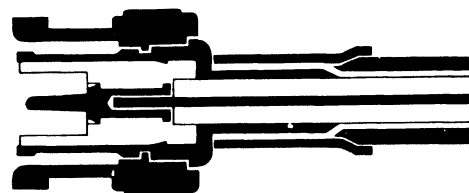
2. PRESSET TERMINERING AF KOAKSIALSTIK

Presset terminering af koaksialstik har flere fordele fremfor lodning.

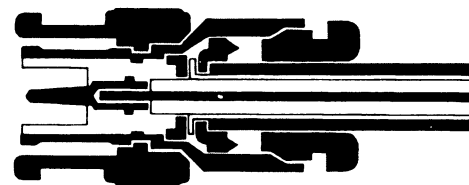
Ved lodning af koaksialstik beskadiges inderisolationen nemt af for meget varme, således at inderlederen forskydes excentrisk i kablet. Dette giver refleksioner i kablet ved høje frekvenser.

Et koaksialstik til presset terminering består af færre enkeltdele, end koaksialstik til lodning.

Presset terminering



Loddet terminering



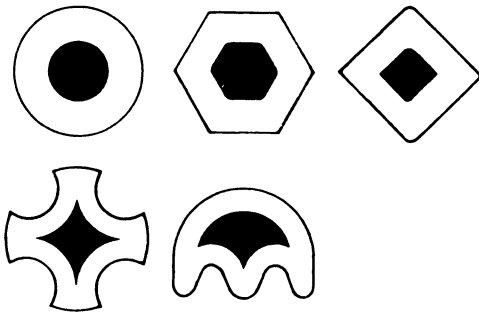
Fordelene ved presset terminering er:

- a. Lettere montage, kortere montageid.
- b. Ingen varmpåvirkning.
- c. Det kræver ingen særlig øvelse at anvende krympværktøj.



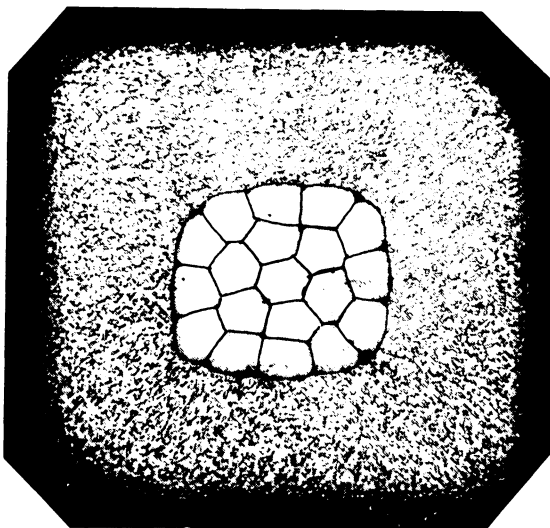
2.1 Presseprofiler på koaksialstik

Til presset terminering anvendes flere forskellige presseprofiler.

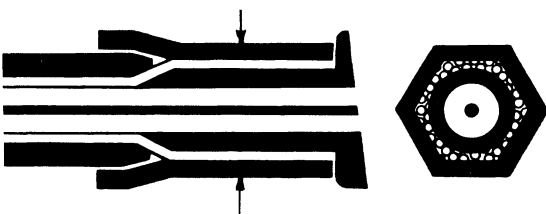


Ved inderlederen anvendes ofte firkantprofilen.

Billedet herunder viser en forstørrelse af en presset inderleder.



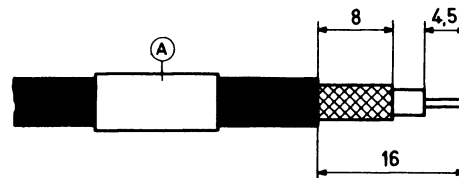
Til presning af skærmen til koaksialstik anvendes sekskantprofil.



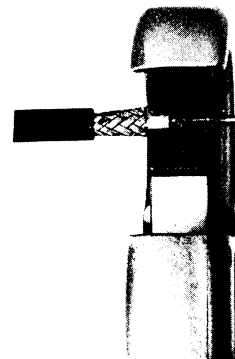
2.3 Arbejdsgang ved presset terminering af koaksialstik

Koaksialstikket består af tre dele: Stift, hus og hylster.

Inden afisolering trækkes hylsteret A ned over kablet.

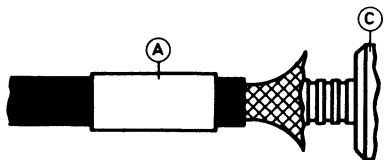


Kablet afisoleres til de viste mål. Stiften B skubbes ned over inderlederen og presses.

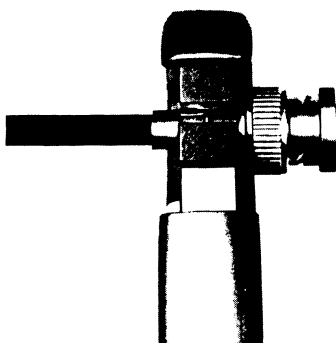




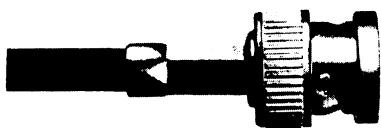
Huset C skubbes ned over inderisolationen, således at skærmen ligger udvendigt på husets hals.



Hylsteret A skubbes hen over skærmen og presses.



Færdigt resultat.



2.4 Presning af stik på oscilloskop prober

Inderlederen i kabler til oscilloskop prober er ofte en ganske tynd hårdmetalstråd. Når denne tråd skal presses i koaksialstikkets stift, bruges et stykke blankt kobbertråd $\varnothing 0,8$ mm som fyldestof.





DISPOSITION

1. Udformning, anvendelse og formål

1. UDFORMNING, ANVENDELSE OG FORMÅL

1.1 Udformning

- en kabelform består af et antal isolerede ledninger, der er lagt sammen i et bundt og bundet sammen med bindegarn
- kabelforme fremstilles fra meget små til store størrelser

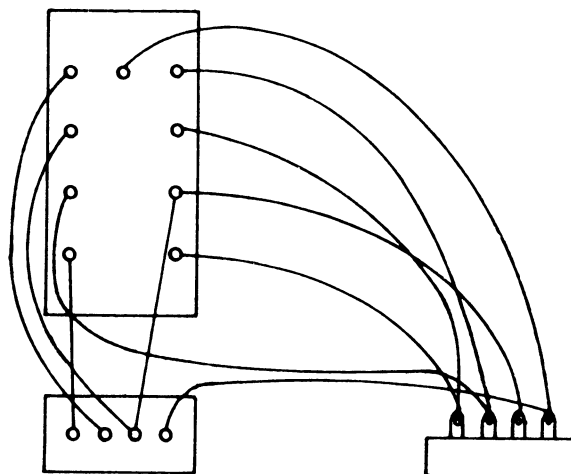
1.2 Anvendelse

- kabelforme anvendes hovedsageligt ved seriefremstilling
- ledningerne i en kabelform monteres mellem de elektriske komponenter

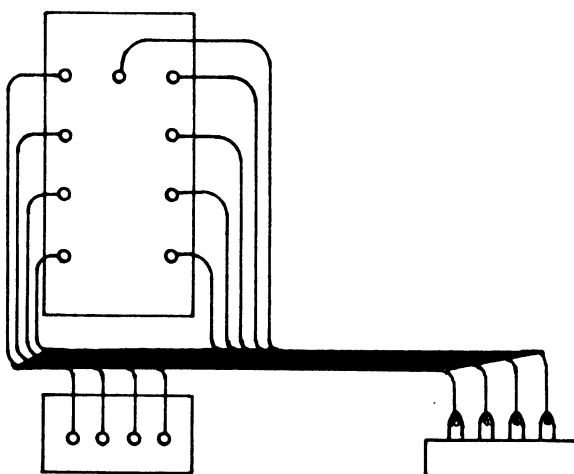
1.3 Formål

- kabelform giver hurtig, nøjagtig, ensartet og pæn montage

Montering uden kabelform



Montering med kabelform





DISPOSITION

1. Kabelbræt
2. Løbeliste

1. KABELBRÆT

1.1 Signaturer

- ① angiver kabelformens hovedstamme
- ② to tværstreger angiver startsted med startknob
- ③ enkelt streg angiver mellemknob
- ④ tre tværstreger angiver slutknob
- ⑤ angiver udløbere fra hovedstammen
- ⑥ angiver positionsnummer på kabelbræt fra løbelisten
- ⑦ angiver split eller spiral til fastklemning af ledning
- ⑧ angiver afklipningssted efter binding

2. LØBELISTE

2.1 Oplysninger

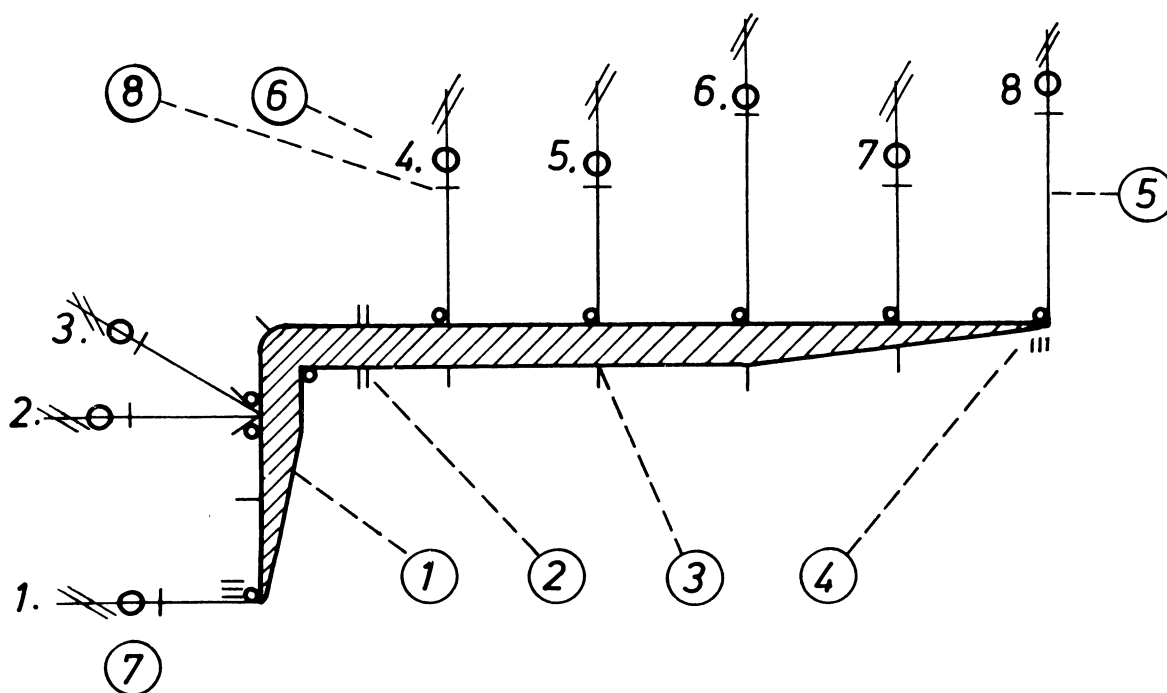
- løbelisten angiver ledningsfarve og -type samt trækningssækkefølgen

2.2 Eksempel på løbeliste

Ledningstyper	Ledningsfarve og nr.	Positionsnummer på kabelbræt
	1. Brun	1-4 // 2-7 //
	2. Rød	3-5 //
	3. Orange	4-6 // 5-7-8 //
	o.s.v.	

2.3 Trækning af ledninger

- ledningerne trækkes efter positionsnumrene f.eks. mellem 1-4
- ledningsenderne fastklemmes
- afklippes ved //
- fortsæt med 2-7
- ledningerne må ikke strammes for hårdt ved hjørnene





DISPOSITION

1. Udlægning af kabelbræt
2. Syning af kabelform
3. Andre metoder
4. Kontrol

Yderligere skal tegningen vise, hvor ledningerne skal afklippes, samt placering af bøjninger og afgreninger, og hvor hvert enkelt søm i kabelbrættet skal placeres.

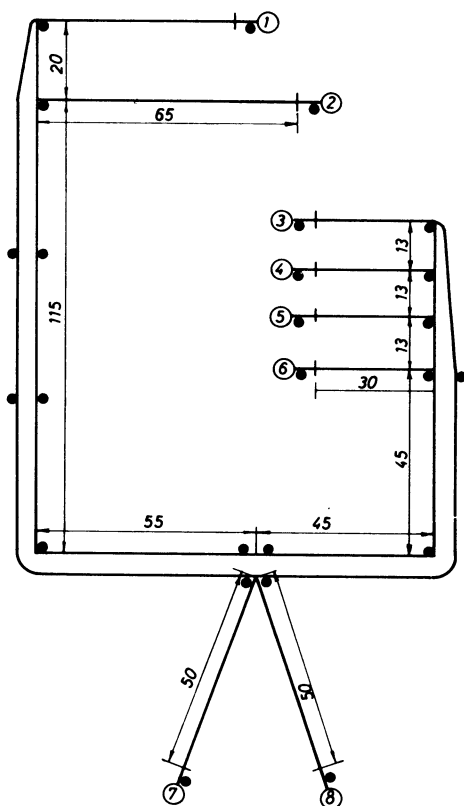
Tegningen kan også vise syninger og ledningstyper.

1. UDLÆGNING AF KABELBRÆT

Til udlægning af en kabelform fremstilles en tegning over kabelformen og den løbeliste, der i listeform angiver, hvor hver enkelt ledning løber fra og til.

1.1 Tegning af kabelform

Tegningen af kabelformen udføres i 1:1, og den skal vise placeringen af alle termineringer.



Ved større kabelforme mærkes kabelformens grene med bogstaver

Hver enkelt lednings udsyningspunkt mærkes altid med et tal.

1.2 Løbelistens indhold

Løbelisten skal oplyse om lednings type, farve og dimension, samt hvorfra og hvortil ledningen skal føres.

Løbelisten kan også indeholde oplysninger om eventuel snoning påsætning af stik og oplysninger, der ikke er påført tegningen.

1.3 Kabelbræt

Den færdige tegning tapes fast på et passende bræt og derefter slås søm i samtlige sømafmærkninger, som tegningen viser.

2. SYNING AF KABELFORM

2.1 Lægning af ledninger

De tykkeste ledninger, herunder skærnkabel, lægges først. Har alle ledninger samme dimension, lægger man normalt de længste ledninger først.

Ovenstående skal der tages hensyn til ved udarbejdelsen af løbelisten, således at den ledning, der står først på listen, lægges først.

Ledningen fastgøres til start sømmet, føres gennem "sømporten", der begrænser kabelformens stamme, frem til slutsømmet, hvor den fæstes og afklippes, medmindre den skal føres videre.

Når lægningen af ledningerne er fuldført, påbegyndes syningen.



2.2 Bindetråd

Bindetråden, der benyttes til syningen, skal være stærk og skal afpasses efter kabelbundtets tykkelse.

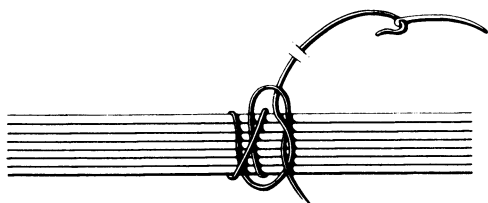
Bindetråden bør være flad for ikke at skære sig ind i isolationen.

Der anvendes tre dimensioner flad tråd:

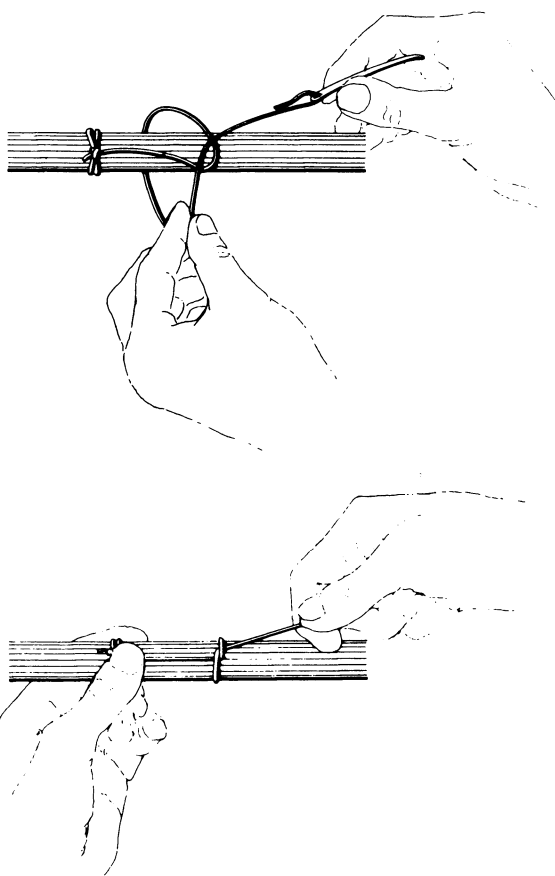
- 0,8 mm bred, anvendes på kabelforme indtil 10 mm tykke.
- 1,6 mm bred, anvendes på kabelforme mellem 10 og 25 mm tykke.
- 3,2 mm bred, anvendes på kabelforme over 25 mm tykke.

2.3 Syknob

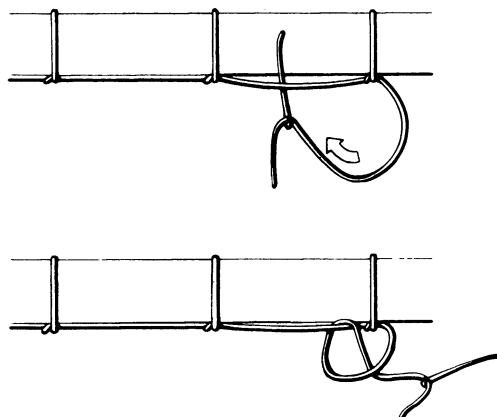
Syningen begynder med en startknude.



På kabelformen bruges låsestik.



Hver afgrening af kabelformen afsluttes med en sikringsknude.

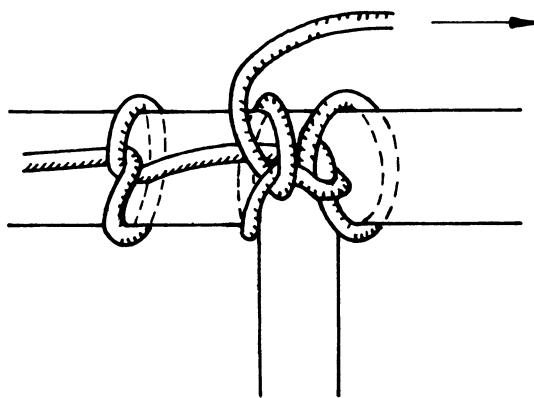


Alle knuder og stik skal strammes omhyggeligt til for at få en fast og stabil kabelform.



2.4 Afgrening

Ved afgrening af en enkelt ledning knyttes et krydsknob.



Ved afgrening af flere ledninger knyttes et krydsknob på hver side af afgreningen.

Ved start af en ny syning på en afgrening bør tråden fastgøres til stammen, da startknuden ellers let glider, hvorved hele syningen løsnes.

2.5 Forlængelse af bindetråd

Under syningen må bindetråden hyppigt forlænges. Dette kan ske ved at knytte tråden sammen med den nye tråd med et låst dobbelt-halvstik.

2.6 Stingafstand

For at få en stabil kabelform må afstanden mellem hvert enkelt sting ikke være for stor.

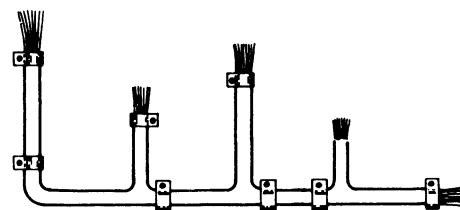
Den maksimale afstand mellem hver sting er:

- 20 mm - kabelformens diameter mindre end 20 mm
- 30 mm - kabelformens diameter større end 20 mm

2.7 Fastgørelse af kabelform

Kabelformen fæstnes til apparatets chassis ved hjælp af kabelbøjler.

Fastgørelsen skal udføres, således at kabelformen ligger fast og stabilt i apparatet.



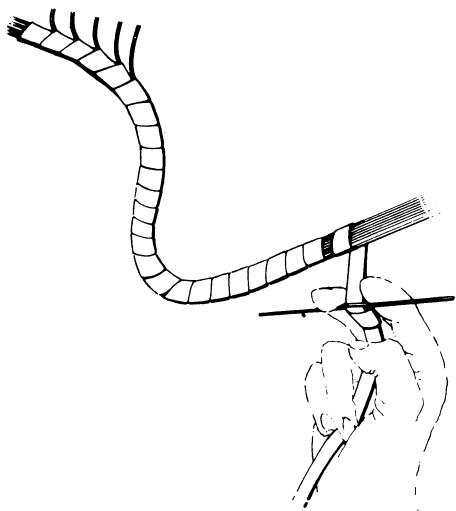
Kabelbøjlen skal have den rette størrelse, idet en for lille bøjle kan skære sig ind i isolationen, og en for stor bøjle ikke kan fastholde kabelbundtet.

Kabelformen skal beskyttes mod skarpe kanter på chassiet.

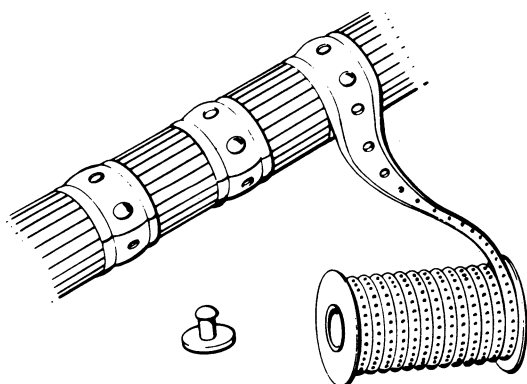
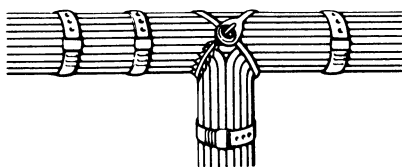
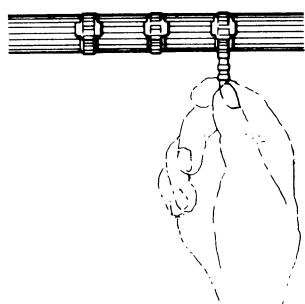


3. ANDRE METODER

Til binding af kabelformen kan også anvendes f.eks. spiralflex



eller ledningsbånd af plastic i forskellige udførelser.



4. KONTROL

På den færdige kabelform bør det kontrolleres:

- at kabelformen er syet korrekt og fast
- at korrekt dimension på bindetråd er anvendt
- at knuderne er korrekte
- at der bruges korrekt ledningstype, -farve og -dimension
- at ledningerne føres til de rigtige adresser
- at kabelsko, mærkeringe, fortinning m.m. er udført ifølge tegning og løbeliste
- at ledningerne ikke er beskadiget ved syning, fortinning eller lodning
- at ledningerne er afklippet i den korrekte længde

Til kontrol af, at ledningerne føres til de rigtige adresser, anvendes ofte et ringeapparat. Man kobler ringeapparatet ind i ledningssenderen ved adresserne, hvorved apparatet aktiveres, såfremt forbindelsen er korrekt.

DISPOSITION

1. Startknob
2. Mellemknob
3. Krydsknob
4. Slutknob

UDSTYR

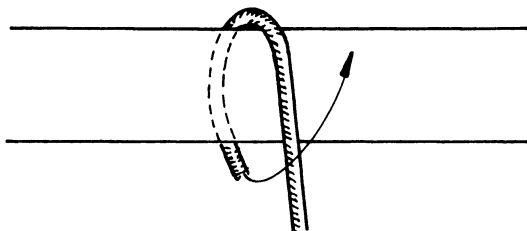
Sygalge, krumnål

MATERIALE

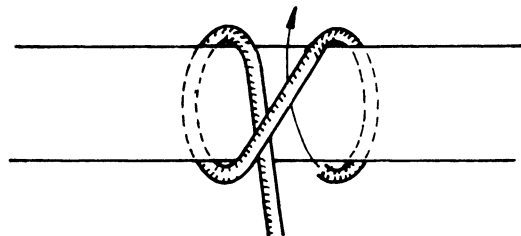
Bindegarn

1. STARTKNOB1.1 Hæng over

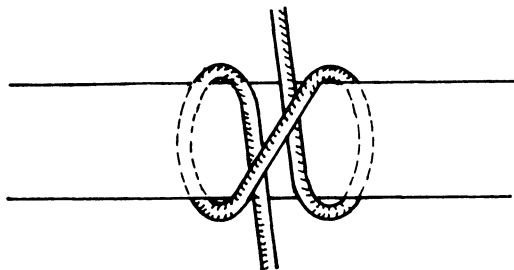
- venstre tommelfinger holder ved bindestedet

1.2 Slyng rundt

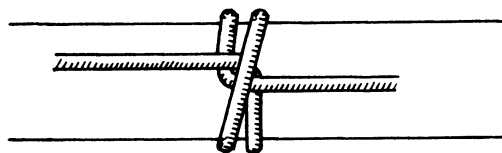
- venstre tommelfinger holder stadig
- højre hånd griber bageste snor
- slyng venstre om og under som vist

1.3 Stik igennem

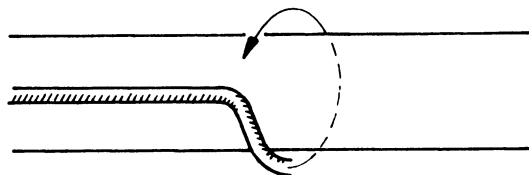
- støt bindegarn med venstre langfinger bag kabelform

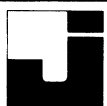
1.4 Stram til

- træk i begge ender
- først vinkelret på kabelform
- derefter i kabelformens længderetning

2. MELLEMKNOB2.1 Læg bindegarn til foran og langs ledningsbundt

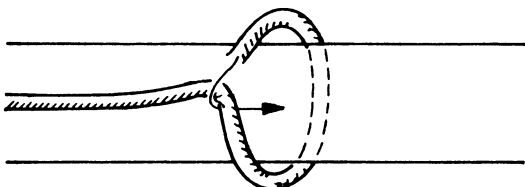
- venstre tommelfinger holder bindested





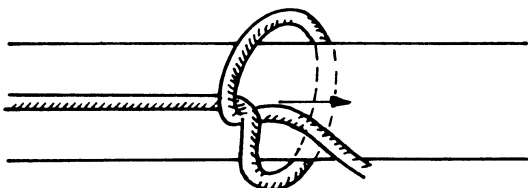
2.2 Slyng bindegarn løst om bundt

- tommelfinger holder stadig
- slyng nedenom og rundt



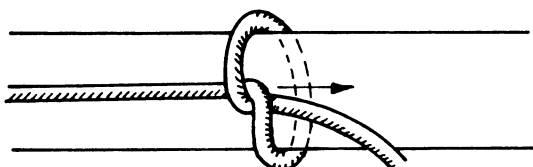
2.3 Stik bindegarn igennem

- støt garn med venstre langfinger bag bundtet
- stik over og igennem fra venstre
- tommelfinger holder stadig



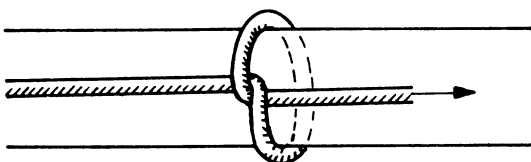
2.4 Træk bindegarn an

- så knob rettes op og er lige rundt om ledningsbundt

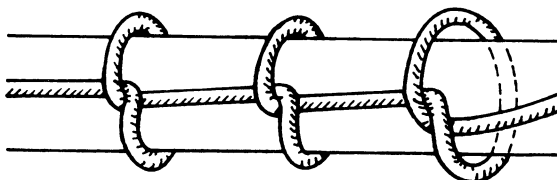


2.5 Stram til

- tommelfinger holder stadig
- træk vinkelret på ledningsbundt og stram ved vrikning



- lav mellemknobene med ensartethed og i samme afstand 1,5-3 cm og til samme side hele tiden
- bindegarnet mellem knobene må ikke dreje rundt om bundtet



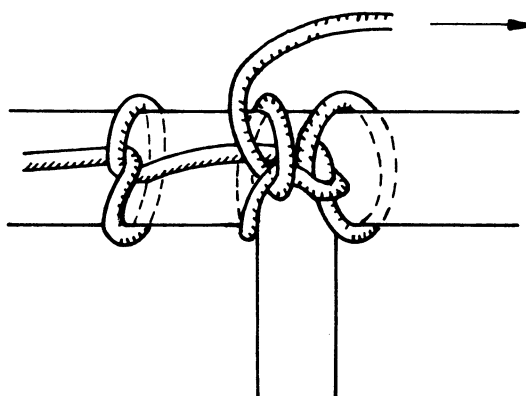
3. KRYDSKNOB

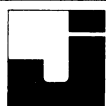
3.1 Lav mellemknob på højre side af udsyning

- træk mod venstre

3.2 Lav mellemknob på venstre side af udsyning

- træk til højre





DISPOSITION

1. Printmateriale
2. Printfremstillingsmetoder
3. Udlægningsregler
4. Printbaners føring
5. Checkliste

1. PRINTMATERIALE

1.1 Opbygning

Printpladen er et kobberklædt laminat af papir eller glasfiber som basismateriale.

Bindemidlet er normalt fenol eller epoxy. Af andre bindemidler kan nævnes polyester, silicone og teflon.

Laminatet er beklædt med kobberfolie på den ene side eller på begge sider. Kobberfolien har standardiserede tykkelser.

Egenskaberne ved det færdige print afhænger af kombinationen: Basismateriale, bindemiddel, basismaterialets tykkelse og kobberfoliens tykkelse.

1.2 Typer

Fenolpapir eller pertinax er et laminat af papir med fenol som bindemiddel. Farven er brun, og materialet er uigennemsigtigt.

Epoxyypapir er et laminat af papir med epoxy som bindemiddel. Farven er normalt lysegul og er for tynde pladers vedkommende gennemskinneligt.

Epoxyglasfiber er et laminat af glasfiber med epoxy som bindemiddel. Farven er normalt grøn, og materialet er delvis gennemskinneligt.

1.3 Anvendelse og egenskaber

Af følgende grunde er epoxyglasfiber, modsat papirlaminaterne, det mest anvendte laminat i professionelt udstyr:

1. Epoxyglasfibers termiske udvidelseskoefficient er kun 3 gange større end kobberets, hvorimod papirlaminaternes udvidelseskoefficient er 6 til 12 gange større.
2. Epoxyglasfibers stivhed eller bøjningsstyrke er ca. 4 gange større end fenolpapirs stivhed, hvilket har betydning, når printet skal bære tunge komponenter uden risiko for beskadigelse.
3. Epoxyglasfibers slagstyrke er ca. 15 gange større end fenolpapirs slagstyrke.
4. Den maksimale drifttemperatur for de tre typer er:

Fenolpapir	110° til 120°C
Epoxyypapir	110° til 120°C
Epoxyglasfiber	130° til 150°C

1.4 Laminatets dimensioner

Laminat findes i standardtykkelser, der er specificeret i DIN-normerne.

DIN-normerne foreskriver følgende standardtykkelser:
0,5 - 0,8 - 1,0 - 1,2 - 1,5 - 2,0 og 2,4 mm.

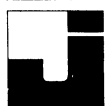
1.5 Kobberfolie

Kobberfolien, der beklæder laminatet, er rent elektrolytisk kobber.

Kobberfolien pålægges laminatet i følgende standardtykkelser:
17,5 μ , 35 μ og 70 μ .

1 μ = 0,001 mm.

Amerikanske fabrikanten anvender enheden ounce pr. square foot, oz/sq.ft., til at angive tykkelsen af kobberfolien. En oz/sq.ft. svarer til en tykkelse på 35 μ .



1.6 Loddeforhold

Printpladens maksimale driftstemperatur på 110° til 150°C overstiges under lodning, hvor temperaturen kan komme op på mere end 250°C . Lodningen må derfor foregå inden for et kort tidsrum.

Laminaterne skal ved en loddetemperatur på 260°C kunne tåle følgende loddetider:

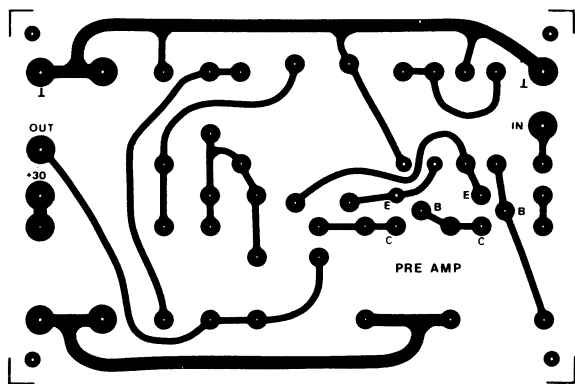
Fenolpapir	5 sek.
Epoxyglasfiber	10 sek.
Epoxyglasfiber	20 sek.

2. PRINTFREMSTILLINGSMETODER

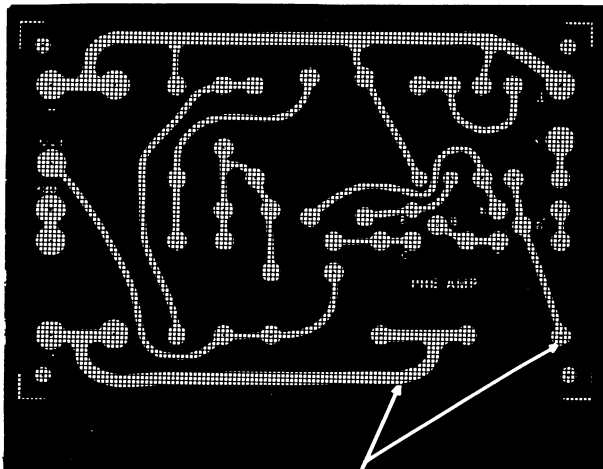
2.1 Silketryksmetode

Printmønstret overføres til en fintmasket dug, der er påført fotografisk emulsion.

Ved hjælp af en positiv film overføres printmønstret til silken.



Dugen lukker de steder, hvor kobberet skal ætzes væk, hvorefter maskerne forbliver åbne de steder, hvor kobberet skal danne printmønstret.



Åbne masker

Den rå printplade placeres under dugen, en lak hældes på og føres med en skraber henover dugen. Herved presses lakken ned på kobberfolien de steder, hvor dugens masker er åbne.

Dugen løftes op, og printet lægges til tørring.

Når printet er tørt, kan det ætzes.

Silketryk anvendes ikke, når printbaner er under ca. 0,5 mm.

Silketryk anvendes med fordel, når styktallet er over 15 til 20 stk.



2.2 Fotoresistmetode

En fotoresist består af et lysfølsomt organisk materiale, der påføres kobberfolien i et tyndt lag.

Den mest almindelige fotoresist er negativt virkende, dvs. at den hærder de steder, hvor den belyses med en ultraviolet lampe.

Den resistbelagte printplade anbringes sammen med et fotografisk negativ i størrelse 1:1 i en vakuumramme og belyses.

Efter belysningen fremkaldes printpladen, og fotoresisten forsvinder på alle de uønskede områder, der ætzes væk.

Fotoresistmetoden er økonomisk ved små styktal.

Ved print med meget små lederbredder og fine detaljer er fotoresistmetoden næsten helt enerådende.

Printplade med positivt virkende resist er meget anvendelig ved fremstilling af prototyper, idet tape udlagt på en klar mylarfilm direkte kan bruges som positiv film ved belysningen i vakuumrammen.

3. UDLÆGNINGSREGLER

Den almindeligste måde at udlægge et print på er ved at fremstille en tegning og derefter foretage en optapening af printudlægningen.

3.1 Modulpapir

Målfast modulpapir er velegnet som basismateriale for optapeningen.

Modulpapir fås med påtrykte raster i modulerne 1/10 tommer eller 2,5 mm.

Af hensyn til integrerede kredsløb, som er fremstillet i tommemål, bør anvendes papir med 1/10 tomme modul.

Printbaner og loddeføer klæbes på modulpapiret, og det færdige udlæg affotograferes på "lith" film. Den fremstillede film, der er en negativ film, skal anvendes sammen med negativt virkende resist. Ved denne metode skal udlægget foretages set fra kobberside.

En anden mulig løsning er at lægge et stykke klar plastfolie over modulpapiret og foretage optapeningen på dette. Når udlægget er 1:1, kan den optapede plastfilm anvendes som positiv film og skal anvendes sammen med positivt virkende resist. Ved denne metode skal udlægget foretages set fra komponentside.

Plastfolie med indtegnet modulnet kan anvendes i stedet for at lægge en klar plastfolie oven på modulpapiret.

3.2 Udlægningmateriale

Til printudlægning anvendes selvklæbende ledere og loddeføer, der fremstilles i et stort udvalg af flere firmaer.

Foruden tape fra 0,38 mm til 50 mm bredde, og føer fra 1,25 mm til 38 mm udvendig diameter, findes der standardsokler til transistorer og IC'er i størrelsesforhold 1:1, 2:1 og 4:1.

Tape-materialerne har den fordel, at de kan flyttes i tilfælde af fejl eller omplacering.

Som underlag anvendes målfast modulpapir eller klar plastfolie med eller uden modulnet.



3.3 Størrelsesforhold

Printudlægget optages normalt i størrelsesforhold 2:1 eller 4:1, således at eventuelle målunøjagtigheder formindskes, og eventuelt rystede kanter næsten helt forsvinder ved nedfotografering til 1:1.

Udlæg, der skal anvendes til prototypeformål kan med fordel udlægges i 1:1 på gennemsigtig film. Hvis udlægget bruges sammen med en positiv printresist, overspringes den fotografiske proces.

3.4 Mekaniske forhold

Inden et egentligt udlægningsarbejde kan påbegyndes, må der skaffes oplysninger om alle mekaniske dimensioner på de komponenter, der skal sidde på printet, selve printets størrelse og afstande fra printet til øvrige apparatdele. Printet skal kunne isættes og udtages af apparatet.

Connectorer og terminaler skal anbringes sådan, at den korteste ledningsføring i det øvrige apparat opnås.

Justerbare komponenter skal anbringes således i printet, at de er tilgængelige for justering med det rette værktøj.

Alle komponenter skal anbringes således, at de hver for sig kan udloddes uden først at skulle udlodde andre komponenter.

Komponenterne må ikke sidde så tæt sammen, at de rører ved hinanden.

Det er hensigtsmæssigt at give så megen plads til IC'er, at en testprobe kan anbringes over den. Faste testpunkter kan udføres ved hjælp af printspyd.

For optimal udnyttelse af pladsen på printet skal der sørges for at få samme komponenttæthed over hele printet. Den største tæthed opnås, når komponenterne placeres parallelt med den ene eller den anden kant.

Temperaturfølsomme komponenter må ikke anbringes nær varmeafgivende komponenter. Køleplader skal anbringes således, at de kan afgive deres varme; i øvrigt skal de almindelige regler om køling iagttages.

Ved placering af tunge komponenter på printet skal dette evt. aflastes yderligere ved opspænding. De tunge komponenter skal mekanisk fastspændes i printet.

En lodning må højst belastes med 10 gram ved enkeltidet print.

3.5 Elektriske forhold

Når komponenterne er grovplaceret under hensyntagen til de mekaniske forhold, skal den egentlige lederføring fastlægges.

For at kunne tage hensyn til de elektriske forhold ved fastlæggelse af printbanerne findes der et sæt almindelige regler:

Printet skal være servicevenligt og overskueligt, hvorfor sammenhørende komponenter bør placeres nær hinanden.

Kredsløb, der har forbindelse ud af printet, bør placeres så nær printets connector som muligt, dog må indgange og udgange ikke placeres så tæt sammen, at der sker kobling fra udgang til indgang.

Ledere, der fører stor strøm, skal dimensioneres således, at egenopvarmning undgås.

Ledere i strømforsyninger skal dimensioneres således, at de kan tåle en eventuel kortslutning.



3.6 Loddeøens størrelse







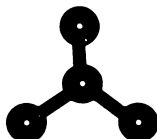
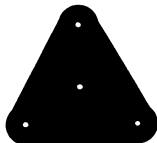
Loddeøen skal opfylde to krav, idet der skal kunne fastloddet en trådende til loddeøen, og samtidig skal loddeøen blive siddende på printet.

Af lodde- og montagemæssige grunde skal fyldningsgraden i loddehullet være 60%, dvs. at huldiametern normalt skal være 0,2 til 0,4 mm større end trådens diameter.

Ringene omkring hullet skal være mindst 1 mm ved enkltsidet print. Hvis dette ikke kan lade sig gøre f.eks. ved IC-sokler, skal loddeøen udformes således, at kobberarealet er mindst 5 mm².

3.7 Loddestedets udformning

Skemaet viser rigtige og forkerte løsninger, når en leder løber sammen med en loddeø.

Rigtigt	Forkert
 Kobberet rundt et hul bør være to til tre gange huldiameteren	 Denne figur giver usymmetrisk loddeklat
 Lederbredden er 1/3 til 2/3 af loddeøen	 Loddetinnet vil flyde fra terminalen
 Således opnås symmetrisk loddeklat omkring terminalen	 Usymmetrisk loddeklat
 Loddetinnet vil holdes inden for loddeøen	 Lodning af midterste terminal vil trække loddetin fra de øvrige lodninger



3.8 Printbaners bredde

Printbanerne kan opdeles i signalførende og strømførende printbaner.

I de signalførende printbaner er strømmene normalt meget små, hvorfor det ikke er nødvendigt at tage særlige hensyn til printbanernes ohmske modstand; dette gælder ikke frekvenser over 30 MHz, hvor strømfortrængning får betydning.

Minimumsbredden af printbanen sættes i praksis til 0,4 mm.

Strømførende printbaner fører betydeligt større strømme end signalførende. Strømmen, der løber gennem en leder, vil afsætte effekt i den og dermed opvarme den.

Sættes den maximale temperaturstigning i printbanen til 30°C , viser nedenstående skema sammenhængen mellem max.strøm og lederbredde.

Tallene i skemaet er retningsgivende og gælder for kobbertykkelser på $35\ \mu$.

Bredde mm	Max. strøm amp.
0,8	3
1,5	5
3	9
6	15
12	23

Stelveje og strømforsyningsveje bør også af en anden grund gøres tilstrækkeligt brede, idet de store strømme i disse printbaner kan skabe et spændingsfald i en stelvej og derved indføre et falsk signal.



3.9 Minimumsafstand

Minimumsafstanden øges ved stigende spændingsforskel mellem to ledere på printet.

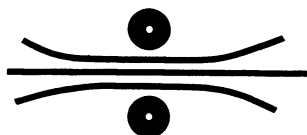
Anbefalede minimumsafstande:

Spændingsforskel	Ubeskyttet kobber	Lakeret kobber
under 50 V	0,5 mm	0,3 mm
50 - 150 V	0,75 mm	0,5 mm
150 - 300 V	1,25 mm	0,75 mm
300 - 500 V	2,5 mm	1,5 mm
over 500 V	0,005 mm/volt	0,003 mm/volt

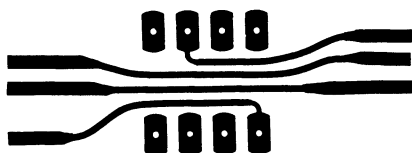
4. PRINTBANERS FØRING

4.1 Flere printbaner i snæver passage

Når flere printbaner skal føres igennem en passage f.eks. imellem to loddeøer, skal printbanerne føres vinkelret på forbindelseslinien imellem de to øer.



Når passagen er for snæver til et ønsket antal ledere, kan ledernes bredde formindskes gennem passagen.




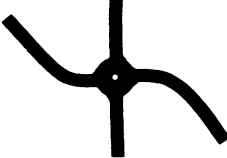
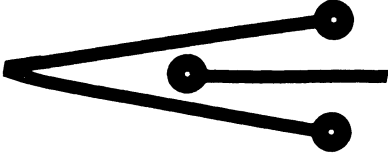
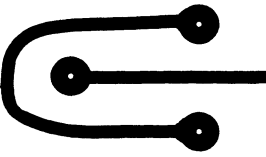
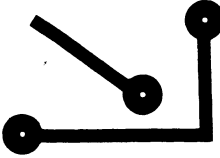
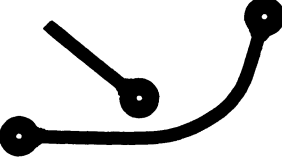
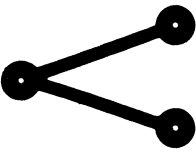
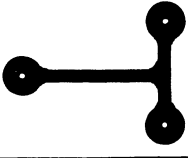
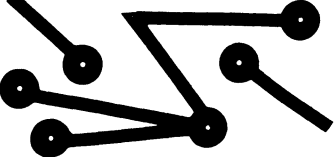
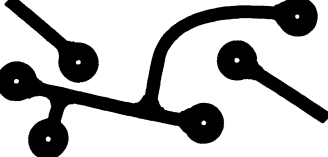


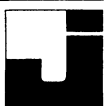
4.2 Printbaner imellem loddeføjer

Printbanerne skal føres mellem loddeføjer således, at spidse vinkler undgås. Hvor to printbaner føres sammen, skal det tilstræbes, at de står vinkelret på hinanden. Hjørnerne i samlingen skal afrundes, således at bratte overgange undgås.

Det skal tilstræbes, at der føres så få ledere som muligt til en loddefø.

Skemaet viser eksempler på forkert og rigtig føring af printbaner.

Forkert	Rigtigt
	
	
	
	
	
	



Som supplement vises en fabrikantanvisning vedr. udlæg.

Artwork Pattern Configurations

RECOMMENDED

NOT RECOMMENDED

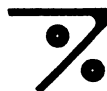
Avoid sharp external angles which can cause foil delamination.



Good

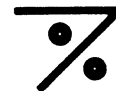


Good

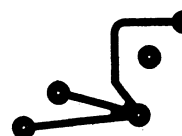
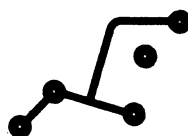
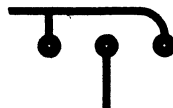


OK

Avoid acute internal angles.



Always use the shortest practical circuit routing.



Maintain equal spacing where conductors pass between terminal areas.



Avoid large multiple hole terminal areas which may cause thermal soldering problems and non-symmetrical solder fillets.



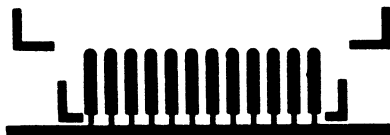
Maintain uniform pattern around hole to produce symmetrical solder fillets.

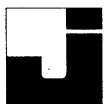


Avoid using conductors the same size as terminals which will cause solder to flow away from terminal.



Plating bar should extend out from & beyond board edge to facilitate fabrication.





5. CHECKLISTE

1. Er printmaterialet egnet til opgaven ?
2. Kan printet monteres i apparatet ?
3. Er tunge komponenter mekanisk fastspændt ?
4. Er connector og terminaler hensigtsmæssigt anbragt ?
5. Er justerbare komponenter anbragt tilgængelige ?
6. Kan alle komponenter udloddes enkeltvis ?
7. Er temperaturfølsomme komponenter anbragt hensigtsmæssigt ?
8. Er almindelige regler om køling af varmeafgivende komponenter opfyldt ?
9. Er minimumsafstande mellem ledere overholdt ?
10. Har printbanerne en tilstrækkelig lederbredde ?
11. Er loddeøerne store nok ?
12. Er spidse vinkler ved sammenløbende printbaner undgået ?
13. Er der ført minimum antal ledere til hver loddeø ?



DISPOSITION

1. Løsbare sammenføjningsmidler
2. Krav til mekanisk montage

1. LØSBARE SAMMENFØJNINGSMIDLER

1.1 Typer

Til mekanisk montage anvendes normalt løsbare sammenføjningsmidler med tilhørende værktøj.

Af løsbare sammenføjningsmidler kan bl.a. nævnes: Skruer, møtrikker, afstandsstykker, gevindstykker, isolationsskiver, spændeskiver, låseskiver og bøjler.

1.2 Pladeskruer

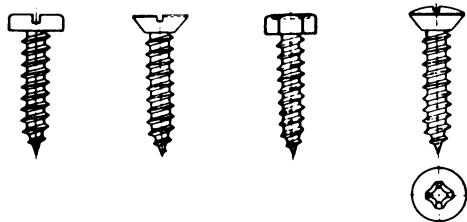
Ud over skruer med maskingevind anvendes også selvskærende skruer ved pladearbejde.

Skruerne kræver ingen møtrik.

Ved anvendelse af pladeskruer i tyndplade kræves kun et hul med diameter lig med skruens største kerner diameter.

Skruerne bruges også ved tyk plade, hvis der kræves hurtig montering, og kravet til styrke er lille.

Ved tyk plade bores et frihul, og der anvendes en clips af tynd plade som møtrik.



1.3 Værktøj

Skrutrækkere og faste nøgler er de almindeligst forekommende værktøjer ved mekanisk montage.

2. KRAV TIL MEKANISK

MONTAGE

2.1 Mekaniske hensyn

Ved mekanisk montage er der krav til mekanisk styrke og udseende.

I samlingen er der ofte krav til varme- og elektrisk modstand.

Yderligere skal der tages hensyn til termospændinger og galvanisk tæring.

Ud fra disse krav skal følgende vælges:

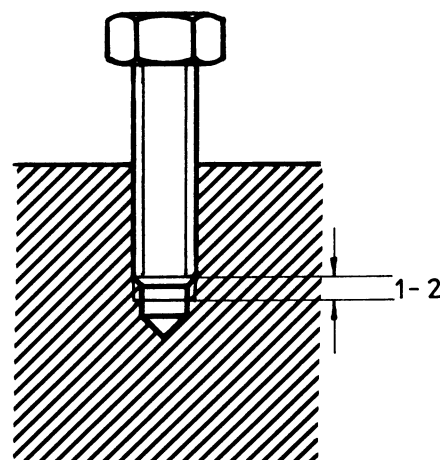
1. Skruetype
 - hoved, gevindtykkelse, materiale og længde

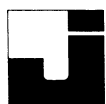
2. Skive
 - type og materiale

3. Møtrik

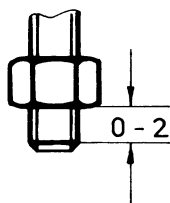
2.2 Skruelængde

I bundhul må skruen kun mangle 1 til 2 mm i at nå bund i gevindhul.





Ved skrue med møtrik skal skruen nå helt igennem møtrik, dog højst 2 mm uden for denne.



2.3 Skive og møtrik

Ved valg af skive og møtrik skal der under hensyn til huller og materiale vurderes om, der skal anvendes spændeskive.

Låseskiver bør altid anvendes, hvis der ikke bruges specielle låse- eller kontramøtrikker.

2.4 Specielle krav

Mekanisk montage er ikke kun et spørgsmål om fastspænding, idet der ofte vil være specielle krav, f.eks. skal der anvendes heatsink compound ved montage af effektkomponenter.



DISPOSITION

1. Forskrifter for montering
2. Montering på køleplade
3. Monteringsanvisninger

1. FORSKRIFTER FOR MONTERING

Ved montering af effektkomponenter skal man følge monteringsanvisningen for den pågældende komponent.

Det vil sige, at man skal anvende det anbefalede monterings sæt og det rette moment ved tilspænding.

Monteringsanvisning kan fås hos komponentleverandørerne.

2. MONTERING PÅ KØLEPLADE

2.1 Valg af isolering

Ved montering på køleplade skal der tages stilling til, hvilken isolering der skal anvendes. Kan isolering udelades, øges varmeafgivelsen betydeligt.

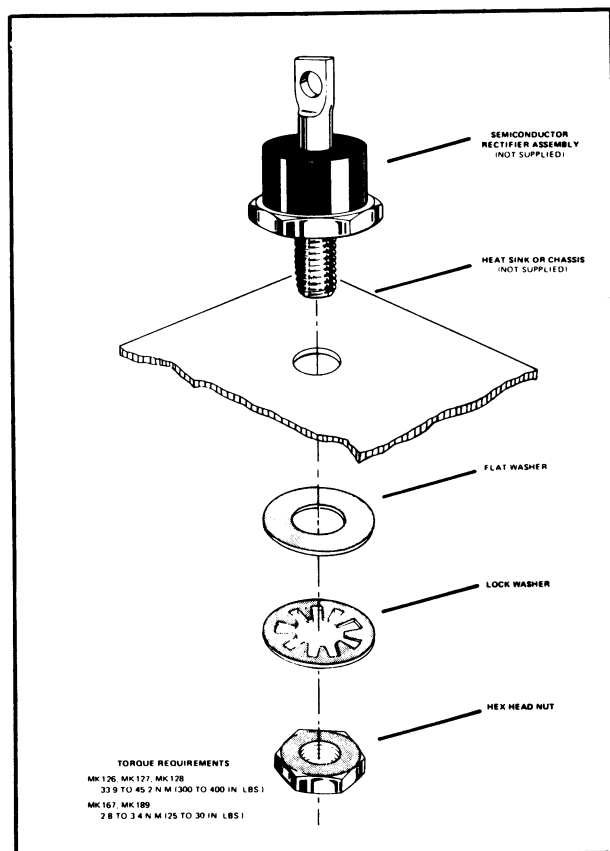
Isolation	Typisk termisk modstand ($^{\circ}\text{C}/\text{W}$)	
	Tør	Med compound
Ingen	0,2	0,1
Mica	0,8	0,4
Teflon	1,5	0,8

Ved at anvende heatsink compound, nedsættes den termiske modstand til ca. det halve (se tabel).

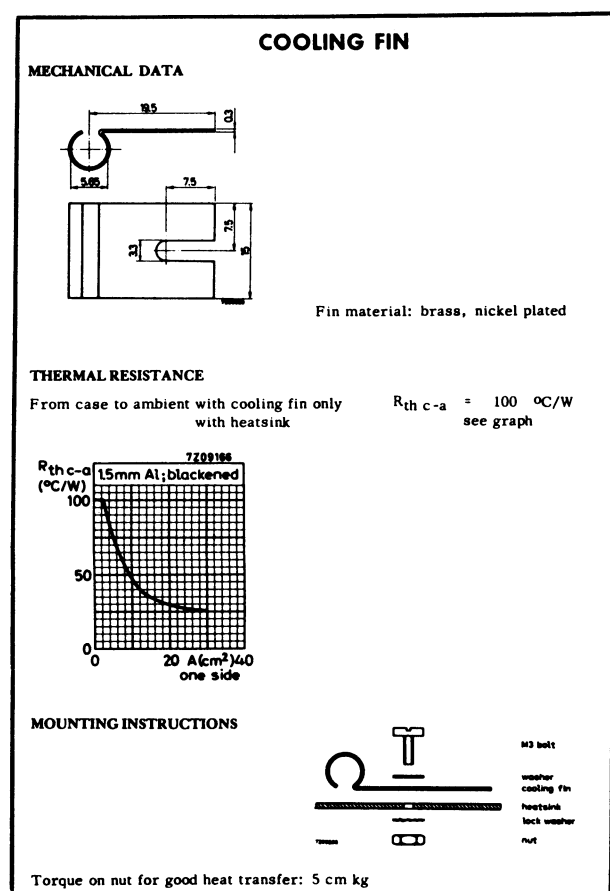
3. MONTERINGSANVISNINGER

De følgende eksempler viser monteringsanvisninger, som de fås fra komponentleverandører og databøger.

3.1 Diode



3.2 Kølefinne





Generel brugsanvisning for DYCO-plader

A.1. Udskæring af plader.

Standardstørrelsen af råpladen er ca. 53 x 57 cm, hvoraf de yderste 5 mm dog så vidt muligt ikke bør anvendes. Af råpladen udskæres stykker af størrelser svarende til de ønskede kredsløbskort. Den sorte beskyttelseshinde bør ikke fjernes før udskæringen.

Udskæringen kan f. eks. foretages med følgende midler:

- A.1.1. Skæreskive, d.v.s. en ganske tynd slibeskive.
- A.1.2. Rundsav, eventuelt forsynet med hårdmetal-tænder, da den ellers slides meget hurtigt. Den bør være fintandet. Let flossede kanter må forventes.
- A.1.3. Maskin- eller pladesaks. Plader af fenolpapir (Pertinax) må af hensyn til faren for revnedannelse helst opvarmes til ca. 45°C. Noget flossede kanter må forventes.
- A.1.4. Fintandet håndsav af nedstrygertypen. Ujævne kanter må forventes.
- A.1.5. Bemærk at det ved noget større produktion kan svare sig at fremstille flere print samtidigt på ét pladestykke. Dettets størrelse afhænger da af de til rådighed stående hjælpemidler (fremkalderskåle, ætsekuvetter, belysningskilder m.v.). Renskæring foretages da først efter ætsning, afrensning og evt. boring.

A.2. Belysning.

Umiddelbart før belysningen trækkes den sorte beskyttelseshinde af. Hinden skal fjernes fuldstændigt, så der ikke sidder rester tilbage. Herefter er pladen lysfølsom, og bør ikke udsættes for almindeligt dagslys i mere end ca. 5 minutter sammenlagt, og slet ikke for direkte sol. Belysningen kan enten foregå i et specielt kopiapparat (vor type 1K1 f.eks.) eller man kan benytte en separat belysningskilde. Som sådan kan f. eks. benyttes en højtryksviksøvlampe (f. eks. Philips HPR 125) eller et eller flere lysstofrør (f. eks. Philips farve 05 eller Osram farve 70) med bølglængde omkring ca. 350 nm. (Nanometer: 1 mm = 1 million nm.).

Belysningstiden afhænger meget stærkt af den anvendte opstilling. Man bør derfor benytte nøjagtig samme opstilling fra gang til gang, så man kan bruge en fast belysningstid fundet én gang for alle ved forsøg med små pladestykker.

Som retningslinje kan oplyses, at belysningstiden i 1K1 er 3-4 minutter. Belysningstiden kan afhænge lidt af den film man benytter, idet dennes basismateriale kan dæmpe det ultraviolette lys mere eller mindre. Bemærk at et godt resultat forudsætter en god original (film), og at denne ligger helt tæt op til DYCO-pladen, hinde mod hinde.

Ved dobbeltsidede print kan det volde vanskeligheder at få de to sider til at ligge helt korrekt i forhold til hinanden. En anbefalelsesværdig fremgangsmåde er da følgende: De to film påklæbes på hver sin side af en ramme, der nøje passer til printet, såvel i tykkelse som størrelse. Een gang fremstillet vil en sådan ramme sikre, at printets to sider hver gang bliver korrekt placerede i forhold til hinanden.

A.3. Fremkaldelse.

Fremkaldertypen afhænger af den anvendte pladetype, jvfr. de tilsvarende beskrivelser. Til fremkaldelsen kan f. eks. en fremkalderkuvette anvendes. Disse er forsynede med luftindblæsning, og fremkaldelsen tager ca. 90 sekunder. I fremkalderkuvetter kan dobbeltsidede print uden videre fremkaldes.

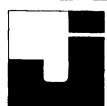
Man kan imidlertid også fremkalde i en flad skål. Denne skal i så fald være fremstillet af metal, glas eller et plastic, der er stabilt overfor fremkalderen, som f. eks. lavtrykspolyethylen, der kendes fra fryseskåle m.v. Et enkelt-sidede print lægges på bunden, og der hældes fremkalder i, så den står ca. 2 mm over printet. Man skvulper så med fremkalderen og fortsætter hermed, til kobberet er helt rent på de steder, hvor det skal ætzes væk. Ved dobbeltsidede print kan den samme procedure anvendes, blot må man sørge for, at printets underste side ikke berører bunden, f. eks. ved at montere nogle små afstandsstykker på det.

A.4. Ætsning.

Til ætsningen kan anvendes flere forskellige kemikalier. Skal der ikke ætzes i større målestok, anbefaler vi ferriklorid, eftersom man herved opnår følgende fordele:

- a) Der opstår ikke farlige dampe eller stoffer ved ætsningen.
- b) Ætseprocessen foregår i et passende tempo, således at en sikker kontrol er let gennemførlig.
- c) Ferriklorid er billigt.
- d) En vandig opløsning af ferriklorid er stabil og mister ikke sin kraft ved opbevaring i ætsekarret. Denne fordel er særlig betydningsfuld, når ætsning kun foretages lejlighedsvis.
- e) Ferriklorid er ikke så farligt for tøjet, og pletter fjernes relativt let (f. eks. med »Magica«).

Ferrikloriden benyttes bedst med en styrke svarende til en vægtfylde på 1.26 (30° Bé). Denne kan f. eks. fås ved at opløse 900 gram krystallinsk ferriklorid i 1 liter vand, hvilket giver ca. 1.5 liter ætsevæske. Med denne væske kan opløses ca. 50 gram kobber pr. liter, svarende til ca.



0.17 m² 0.035 mm tykt kobberfolie, eller knap 3 cm² kobberfolie pr. gram krystallinsk ferriklorid.

Det er en fordel yderligere at tilsætte ca. 2 % almindelig husholdningssaltsyre til ætsevæsken, idet ætseprocessen herved forløber noget hurtigere og renere. Den største forbedring opnås ved at holde ætsevæskens pH-værdi (surhedsgrad) konstant på 2.5 ved at tilsætte saltsyre i takt med forbruget af ferriklorid. Ætsevæsken må dog fremdeles udskiftes, når der er opløst ca. 50 gram kobber pr. liter.

Ved ætsning i ætsetank under lufttilførsel bør yderligere tilsættes antiskummiddel 1V01. Ved ætsning i skål eller maskine er dette ikke nødvendigt.

Ved ætsning i skål bør man foretage en såkaldt anætsning, idet den fremkaldte og fikserede plade overstryges med en tot helt rent vat vædet i ferriklorid. Når pladen er jævnt anættet over det hele, hvilket tydeligt ses af farven, lægges den forsigtigt på ferrikloridens overflade med kobberfolien nedad, således at den holder sig flydende. Man må sikre sig, at der ikke ligger luftblærer under pladen, f.eks. ved at skubbe den lidt frem og tilbage. Derefter kan den overlades til sig selv indtil ætsningen er færdig.

Ætsningen kan fremskyndes ved at opvarme ferrikloriden. Sættes ætsetiden ved 10° C til 100, er den 65 ved 21° C og 35 ved 40° C. Højere temperatur bør af hensyn til basismaterialet ikke vælges.

Når ætsningen er tilendebragt, skal pladen skylles meget omhyggeligt, idet kredsløbet ellers let korroderer.

At ferrikloriden er opbrugt ses af, at ætseprocessen forløber langsomt og urent. Også farven af ætsevæsken kan benyttes som rettesnor: Fortynd en udtagen prøve med ca. 10 gange vand. En frisk ætsevæske er da ravgylden, en udsidt stærkt grøn. Bedst er det dog at holde kontrol med mængden af opløst kobber, og kassere ætsevæsken i god tid, d.v.s. når indholdet af kobber er kommet op til ca. 50 gram pr. liter.

Den kasserede ætsevæske bør, inden den ledes ud i kloaksystemet, neutraliseres med jernfilspåner eller lignende og læsket kalk. Derefter filtreres. Filtratet kan behandles som normalt affald.

A.5. Renskæring.

Efter skylningen skæres kredsløbskortet til i de rigtige mål.

A.6. Fjernelse af filmhinden.

Man behøver ikke at fjerne filmhinden, idet der kan loddes oven på denne. Lodningen går dog nemmere, og risikoen for fejl reduceres stærkt, hvis filmhinden fjernes. Dette foretages mest hensigtsmæssigt på dette stadium. Se de specielle beskrivelser.

A.7. Korrosionsbeskyttelse.

For at undgå, at kredsløbet korroderer, bør det straks — altså inden montagen, og inden det eventuelt lægges på lager — lakeres med en egnet loddebar korrosionsbeskyttelseslak, som f.eks. vor 1LS eller 2L1.

Brugsanvisning for plader med negativ filmhinde

B.1.

Ved plader med negativ filmhinde vil kobberet på de ubelyste partier blive fjernet ved ætsningen.

B.2.

Der henvises til den generelle brugsanvisning for DYCO-plader, til hvilken dette punkt er et supplement.

B.2.1. Belysning (ad A.2).

Som en rettesnor for, at belysningstiden ikke er for kort, kan benyttes, at filmhinden efter belysning og fremkaldelse skal virke glat, ikke ru. Overbelysning kan principielt ikke finde sted. Alligevel bør man ikke overdrive, dels af tidsmæssige grunde, dels fordi der vil være en risiko for, at eventuelle ikke helt tætte steder på negativfilmen bliver gennemlyst. I så fald vil pladen være vanskelig at fremkalde.

B.2.2. Fremkaldelse (ad A.3).

Som fremkalder benyttes ELVAGTA's specialfremkalder, type 1F1 eller 1F5. Da denne indeholder opløsningsmidler, må man sørge for god ventilation, og under ingen opstændigheder bruge åben ild (tobak).

Når fremkaldelsen er afsluttet (1-2 minutter), skal kredsløbskortet skylles med vand. Det sker ved at holde det

skråt ind under en brusér. Man begynder afskyllningen fra neden.

Når printet er skyllet helt rent for fremkalder, er det klart til ætsning. Ønsker man ikke at foretage ætsningen umiddelbart efter skylningen, bør printet aftørres nænsomt, f.eks. med trykluft. I alle tilfælde må man omhyggeligt passe på ikke at ridse printet.

1 liter fremkalder kan fremkalde ca. 5 m² print. Fremkalderen er holdbar i mere end 1 år.

B.2.3. Fjernelse af filmhinde (ad A.6).

Man kan lodde direkte på filmhinden, men lodning går dog langt lettere og korrosionsbeskyttelsen bliver bedre, hvis filmhinden fjernes og kredsløbet lakeres. For at fjerne filmhinden kan benyttes f.eks. Trikloretylet, hvori printet nedlægges og børstes med en ikke for blød børste. Derefter tørres.

Når der anvendes Trikloretylet må der ikke ryges, og man må sørge for god udluftning.

B.3. Lagerholdbarhed.

Under gode opbevaringsforhold (tørt, køligt og mørkt) kan ubelyste negative plader forventes at være brugbare i over ét år.

**B.4. Specialfremkalder type 1F1 og 1F5.**

Ved brugen af specialfremkalderen bør man af miljømæssige grunde notere sig følgende egenskaber:

B.4.1. HGV: 75 ppm = ca. 330 ml/m³.

Hvis luftens indhold af fremkalderdampe er mindre end eller lig denne værdi, kan man opholde sig i den et helt såkaldt arbejdesliv uden at der opstår påviselige skader. Større koncentrationer kan kun tillades i kortere perioder. Brug derfor i givet fald kunstig ventilation.

Kontrol af HGV kan foretages med et XYLEN-prøverør. Prøven må højst udvise 70 ppm.

B.4.2. Oral LD50: 8 ml/kg legemsvægt.

Hvis man drikker denne mængde, d.v.s. ca. 0.5 liter, er risikoen for at dø ca. 50%.

B.4.3. Hudkontakt: Herfor findes ingen tal.

Risikoen for skader er ringe, men af hensyn til udtørring af huden og på grund af risikoen for at fremkalderen optages gennem huden, bør hudkontakt undgås. I givet fald afvaskes med sæbe og vand.

B.4.4. Flammepunkt: ca. 30° C.

Fremkalderen er brandfarlig, men den er ikke nem at antænde ved stuetemperatur.

Brugsanvisning for plader med positiv filmhinde

C.1.

Ved plader med positiv filmhinde vil kobberet på de belyste partier blive fjernet ved ætsningen.

C.2.

Der henvises til den generelle brugsanvisning for DYCO-plader, til hvilken dette punkt er et supplement.

C.2.1. Belysning (ad A.2).

Ved rigtig belysning vil de ubelyste streger (kobberledere m.v.) efter fremkaldelse stå med en kraftig farve, og dække kobberet tæt og solidt med en glat hinde.

Overbelysning kan principielt ikke finde sted, men af hensyn til eventuelle ikke helt tætte negativer bør man dog ikke overdrive, idet en gennemlysning her vil bevirke, at filmhinden på kobberlederne m.v. under fremkaldelsen svækkes og derfor ikke kan modstå ætsningen. Underbelysning vil vanskeliggøre fremkaldelsen, idet filmhinden da kun vanskeligt kan fjernes fra de belyste steder.

C.2.2. Fremkaldelse (ad A.3).

Som fremkalder benyttes en opløsning bestående af ca. 7 gram natriumhydroxyd pr. liter vand. Efter fremkaldelsen skylles i vand.

C.2.3. Fjernelse af filmhinde (ad A.6).

Efter ætsningen og eventuel tilskæring kan filmhinden fjernes i en rensevæske bestående af ca. 50 gram natriumhydroxyd pr. liter vand. Proceduren er i øvrigt den samme som under fremkaldelse.

Efter afrensningen må skylles omhyggeligt.

C.3. Lagerholdbarhed.

Under gode opbevaringsforhold (tørt, køligt og mørkt) kan positive plader forventes at være brugbare i 3 måneder.

Fremstilling af negativfilm

Ved anvendelse af plader med negativ filmhinde skal der bruges en film, hvor de partier, hvorfra kobberet skal fjernes ved ætsningen, er sorte. Man kan ganske vist tegne tegningen således, at dette krav umiddelbart er opfyldt, men dette anses af de fleste for meget besværligt. Man foretrækker derfor som regel at tegne tegningen på normal måde (d.v.s. med kobberlederne som sorte streger), og så kopiere denne over på en negativ film. Er der tale om et kredsløb med meget fine detaljer, tegnes tegningen som regel i overstørrelse (2:1, 4:1 eller 10:1 o.s.v.), og der må altså ved fremstillingen af filmen foretages en tilsvarende nedfotografering. Denne operation kan kun foretages med specialudstyr, og man

må derfor som regel lade dette arbejde udføre hos et specialfirma.

Er det ønskede kredsløb derimod egnet for tegning i 1:1, kan man selv fremstille negativfilmen. Man kan ofte klare sig med et kopiapparat af den type, der sædvanligvis anvendes til kontorbrug. Leverandøren af kopiapparatet kan oplyse, om det egner sig til formålet. Man må gøre sig klart, at den færdige film skal anvendes ved ultraviolet lys (bølglængde ca. 350 nm.) De svættede (dækkede) partier skal dæmpe dette lys mindst 100 gange så meget som de klare partier.

Man kan også anvende ELVAGTA's specialfilm, type 1N120.



Dette har den fordel, at man med sikkerhed får en film, der er velegnet til formålet, samtidig med at man undgår det sædvanlige krav om brug af mørkekammer.

Man skal foruden filmen bruge en filmfremkalder. Denne leveres som afvejet pulver, type 8FP og 9FP. Pulverne opløses i hver sin liter vand, og opbevares mørkt og køligt. Endelig skal bruges et såkaldt surt fikserbad, som kan fås hos enhver fotohandler. Man kan også selv fremstille det ved at opløse 250 gram fiksersalt og 25 gram kallumpyrosulfit i 1 liter vand. Af hensyn til holdbarheden helst destilleret vand.

Fremgangsmåden er følgende:

Et stykke film i det ønskede format klippes til i et ikke for lyst lokale. Det forudsættes, at man med fremstillingen af kredsløbskort har fundet frem til en standardbelysningstid på T sekunder. Med det samme belysningsudstyr belyses filmen gennem den brune bagside i 2T sekunder. Filmen er nu aktiveret, og bør herefter kun udsættes for dagslys i meget beskædet omfang.

Filmen vendes, så den grå side vender mod lyskilden, og originaltegningen, der skal være udført med tætte sorte streger på kalkepapir eller — bedre — tegnefilm, placeres mellem film og lyskilde, helt tæt op til filmen. Der belyses i ca. 0.06T sekunder. Derefter fremkalderes, fikseres og skylles.

Fremkaldelsen foretages i en blanding af 1 del 8FP-opløsning, 1 del 9FP-opløsning og 1 del vand. Temperatur ca. 20°C. Fremkaldelsesprocessen skal lagttages, så fremkaldelsen kan afbrydes, når de mørke partier er ble-

vet sorte, og inden der sker en farvning af de partier af filmen, der skal forblive klare. Dette kan enten ske ved at skylle i vand, eller — bedre — ved hjælp af et såkaldt stoppebad, bestående af en ca. 5% opløsning af 32% eddikesyre.

Fikseringen foregår i et surt fikserbad, og fortsættes indtil de klare partier i filmen er blevet helt klare, og til den brune farve på bagsiden er helt forsvundet. Til slut skylles omhyggeligt og tørres.

En særlig hurtig tørring opnås på følgende måde: Alt overskydende vand fjernes fra filmen med en lille gum-miskraber eller lignende. Derpå lægges filmen i blød i almindelig sprit i ca. 1 minut. Den tages op, og overskydende sprit fjernes, hvorpå filmen hænges til tørre. Den er tør i løbet af 3-4 minutter. Man bør aldrig bruge varme.

Når filmen er tør, undersøges den for fejl.

Først lægges den på et stykke hvidt papir, og man sikrer sig, at de klare partier ikke er gule. Er dette tilfældet, må man forsøge at lægge filmen i fikserbad igen. Hjælper dette ikke, er filmen antagelig overbelyst og/eller overfremkaldt. I så fald må man begynde forfra. Er filmen i orden i denne henseende, kontrolleres for pletter eller streger i de klare partier (fejl i originaltegningen). Sådanne fejl kan fjernes ved hjælp af en raderkniv. Endelig holdes filmen op i lyset og kontrolleres for utilsigtede klare partier (huller) i de sværtede partier. Disse kan dækkes ved hjælp af dækfarve, tusch eller lignende.

Filmen er herefter klar til brug.



DISPOSITION

1. Belysning
2. Fremkaldelse
3. Korrektur

UDSTYR

Belysningskasse, skalpel

MATERIALE

Negativ film af print 1:1, fremkalder 1 F5, asfaltlak, print med negativt virkende resist (f.eks. 1 G 15)

1. BELYSNING

- 1.1 Kontroller belysningskasse
 - åben låg på belysningskasse
 - kontroller, om glaspladen er ren og fri for støv
 - kontroller, om U/V rørene lyser
 - se ikke direkte med i lyset, da det kan skade øjnene
- 1.2 Ilæg film og printplade
 - den ubelyste filmhinde på printpladen tåler højest 5 minutters belysning af normal lysstofrørsbelysning uden at tage skade
 - læg negativfilmen midt på glaspladen, så den oven fra ses spejlvendt, filmemulsionen skal nu vende opad
 - fjern den sorte beskyttelsesfilm fra den resistbelagte printplade
 - læg printpladen oven på filmen med resisten mod filmen, filmemulsionen ligger nu mod resisten
 - luk låget og låsene
 - pump luften ud af vakuumrammen, til vakuummeteret viser 300 mm Hg

- 1.3 Drej tidsindstillingen til den ønskede tid
 - $2\frac{1}{2}$ min. for 1 G 15
 - aktiver minuturet; uret slukker lyset, når den indstillede tid er forløbet

- 1.4 Løsne låsene og udtag printpladen
 - pas på ikke at røre resisten

2. FREMKALDELSE

- 2.1 Hæld fremkalder 1 F5 op i et kar, så bunden lige er dækket
 - der må under ingen omstændigheder komme vand i fremkalderen
- 2.2 Læg den belyste printplade i fremkalderen
 - pladen skal være helt dækket af fremkalderen i 1 til 2 minutter
- 2.3 Lad printet tørre i ca. 20 sek. efter fremkaldelsen
- 2.4 Skyl printet forsigtigt i rindende koldt vand i ca. $\frac{1}{2}$ minut

3. KORREKTUR

- 3.1 Kontroller og ret fejl i resist
 - skrab overflødige resistrester af med skalpel
 - dæk huller i resisten med asfaltlak
- 3.2 Kontroller fejl i belysning
 - overbelysning opdages ved, at ikke helt tætte partier på filmen bliver gennemlyst
 - underbelysning opdages ved, at overfladen på det eksponerede resist virker ru



DISPOSITION

1. Belysning
2. Fremkaldelse
3. Korrektur

UDSTYR

Belysningskasse, skalpel

MATERIALER

Positiv film af print 1:1, fremkalder
1% natriumhydroxid, asfaltlak, print
med positivt virkende resist (f.eks.
11 G 15)

1. BELYSNING

- 1.1 Kontroller belysningskasse
 - åben låg på belysningskasse
 - kontroller, om glaspladen er ren og fri for støv
 - kontroller, om U/V rørene lyser; se ikke direkte ned i lyset, da det kan skade øjnene
- 1.2 Læg film og printplade
 - den ubelyste filmhinde på printpladen tåler højest 5 minutters belysning af normal lysstofrørsbelysning uden at tage skade
 - læg positivfilmen midt på glaspladen; filmemulsionen eller tapen skal vende opad
 - fjern den sorte beskyttelsesfilm fra den resistbelagte printplade
 - læg printpladen oven på filmen med resisten mod filmen; filmemulsionen ligger nu mod resisten
 - luk låget og låsene
 - pump luften ud af vakuumrammen, til vakuummeteret viser 300 mm Hg

- 1.3 Drej tidsindstillingen til den ønskede tid
 - $2\frac{1}{2}$ min. for 11 G 15
 - aktiver minuturet; uret slukker lyset, når den indstillede tid er forløbet

- 1.4 Løsne låsene og udtag printpladen
 - pas på ikke at røre resisten

2. FREMKALDELSE

- 2.1 Hæld fremkalder, 1% natriumhydroxid, op i et kar, så bunden lige er dækket
- 2.2 Læg den belyste printplade i fremkalderen
 - pladen skal være helt dækket af fremkalderen i 1 til 2 minutter
- 2.3 Skyl printet forsigtigt i rindende koldt vand i ca. $\frac{1}{2}$ minut

3. KORREKTUR

- 3.1 Kontroller og ret fejl i resist
 - skrab overflødige resistrester af med skalpel
 - dæk huller i resisten med asfaltlak



DISPOSITION

1. Ætsning af printplade
2. Kontrol af ætsning
3. Mekanisk bearbejdning

UDSTYR

Ætsekasse: TRANSACO DL 1d

MATERIALER

Fremkaldt printplade, fremkalder
1 F5, printlak SK 10, denatureret
sprit

1. ÆTSNING AF PRINTPLADE

- 1.1 Klargør ætsekasse
 - tænd for varmelegeme
 - stil termostaten til 60°C
 - isæt printplade i holder
 - sænk holder ned i væsken
 - tænd pumpe
- 1.2 Æts print
 - ætsetiden er max. 4 minutter for 35 µM Cu og max. 8 minutter for 70 µM Cu
 - udtag printplade efter endt ætsetid
- 1.3 Skyl print
 - skyl printet omhyggeligt i rindende koldt vand
 - aftør printet med sugende papir

2. KONTROL AF ÆTSNING

- 2.1 Kontroller ætsning
 - hvis pladen skal have stærkt forøget ætsetid, er fremkaldelsen ikke i orden
 - hvis ætsetiden overstiges generelt, skal ætsevæsken skiftes

3. MEKANISK BEARBEJDNING

- 3.1 Bor og tilskær printplade
- 3.2 Fjern negativt virkende resist
 - læg printpladen i fremkalder 1 F5 i ca. 5 minutter
 - aftør den opløste resist
 - lad printet tørre $\frac{1}{2}$ time
- 3.3 Fjern positivt virkende resist
 - aftør resisten med denatureret sprit
 - lad printet tørre 5 minutter
- 3.4 Kontroller print
 - kassationsgrunde:
 1. Løsnede øer og ledere
 2. Blærer i ledermønsteret
 3. Adskillelse af lagene i basismaterialet
 4. Pletter eller korrosion, der ikke kan fjernes ved let rensning af ledermaterialet
 5. Huller eller ridser, der reducerer ledernes areal mere end 20%
- 3.5 Sprøjt printlak på det godkendte print

