

# **System Elektronik** **Praktisk Elektronik**

Gyldendal

**Ryan Holm**



**System Elektronik**  
**Praktisk Elektronik**

**Gyldendal**

**Ryan Holm**



# Forord

## Til læreren

Denne bog indgår i serien „*System elektronik*“, der nøje følger intentionerne i „Folkeskolens Læseplansudvalgs udkast til undervisningsvejledning for valgfaget elektronik“ – udsendt 1974.

„*System elektronik*“ vil komme til at bestå af syv bøger med tilhørende elevøvelsess hæfter. De syv bøger er:

### Basis elektronik

### Praktisk elektronik

### Forstærkning med elektronik

### Digital elektronik

### Kommunikation med elektronik

### Styring med elektronik

### Måling med elektronik

De to førstnævnte bøger er udkommet, medens de øvrige er under udarbejdelse.

**Basis elektronik** er en selvstændig lærebog i den grundlæggende elektronik. De komponenter, der indgår i elektronikken, beskrives, og deres funktion i elektroniske kredsløb undersøges. Med gennemarbejdelsen af denne bog har man et grundlag at arbejde på. Parallelt med arbejdet med *Basis elektronik* vil det være rimeligt at arbejde med *Praktisk elektronik* samt én eller flere af de øvrige bøger.

**Praktisk elektronik** gennemgår opbygningen af konstruktioner og giver praktiske anvisninger på fremstilling af „trykte kredsløb“, loddeteknik osv. Herudover er der en række konstruktioner, der dækker emner, der er blevet behandlet i de andre bøger i serien. Arbejdes der f.eks. med *Digital elektronik*, kan man i *Praktisk elektronik* finde alle typer multivibratorer i færdige konstruktioner med diagram, printtegning og komponentplaceringstegning.

### Forstærkning med elektronik

I *Basis elektronik* arbejdes med transistorens funktion som forstærker af elektroniske signaler. I denne bog udvides begreberne.

LF forstærkerens opbygning gennemgås, og på en simpel forstærker gennemføres målinger af de vigtigste af de specifikationer, fabrikanterne giver om deres forstærkere. Det er de oplysninger, man får hos sin

radioforhandler, når man skal købe et nyt stereoanlæg. Det kan være begreber som signal/støj forhold, frekvensgang, ind- og udgangsimpedans, dynamik, følsomhed, etc. Oplysninger som disse efterprøves ved målinger på en forstærker.

Desuden ses der på højttalere – på delefiltre og højttalersystemer.

### Digital elektronik

Datamaskiner er opbygget af en række simple elektroniske kredsløb. Nogle af disse kredsløb – digitale kredsløb – arbejdes der med i denne bog, og det kan give en forståelse af principperne i datamaskinens funktion. En simpel regnemaskine opbygges med meget få, enkle komponenter.

### Kommunikation med elektronik

I denne bog behandles principperne for kommunikation ved hjælp af elektronikken. De grundlæggende funktioner af lavfrekvens- og højfrekvensoscillatorer belyses, og principperne i radio-modtagere og -sendere gennemgås.

### Styring med elektronik

Kredsløb kan styres af lys, lyd og temperatur m.v. Dette område af elektronikken er meget omfattende, og flere og flere maskiner i hjemmet og på fabrikken eller værkstedet kontrolleres og styres af elektronik.

**Måling med elektronik** eller måling på elektronik. Måling af spændingsforskel, strømstyrke og resistans og andre målinger af elektriske størrelser med gennemgang af forskellige måleinstrumenter, deres opbygning og anvendelse. Måling af ikke elektriske størrelser som lyd og lys.

Den foreliggende bog *Praktisk elektronik* bringer som nævnt en række konstruktioner, hvis teori behandles i de øvrige bøger i serien, og det er da helt naturligt at anvende den parallelt med disse.

Den astabile multivibrator, den gode begynderkonstruktion, vises i en række forskellige udgaver, og dette kan måske inspirere eleverne til at bygge den eller de øvrige konstruktioner i andre udgaver.

Det er meget vigtigt at gennemarbejde afsnittene om fremstilling af trykt kredsløb og loddeteknik grun-



digt. Et dårligt print eller kolde lodninger kan volde mange vanskeligheder senere, så det vil være fornuftigt at bruge ekstra tid på disse to områder.

Ryan Holm

## **Til eleven**

Denne bog er en del af *System elektronik*, der består af syv bøger og nogle hæfter med opgaver.

De syv bøger er:

**Basis elektronik**

**Praktisk elektronik**

**Forstærkning med elektronik**

**Digital elektronik**

**Kommunikation med elektronik**

**Styring med elektronik**

**Måling med elektronik**

For at arbejde med elektronik er det nødvendigt at have en vis viden om grundbegreberne i faget, og denne viden kan man tilegne sig gennem bogen *Basis elektronik*. Man kan godt, uden at vide ret meget om elektronik bygge alle konstruktionerne i *Praktisk elektronik*, og konstruktionerne vil sikkert virke første gang, der tilsluttes spænding. Mange arbejder med elektronik på denne måde og får lavet store konstruktioner. Først når noget ikke virker, får man brug for en viden for at finde frem til fejlen. Gør man ikke det, er pengene spildt. Derfor bør man først tilegne sig en grundlæggende viden om emnet.

Har man gennemarbejdet *System elektronik*, har man fået en hel del viden om elektronik, og dette vil være værdifuldt, uanset hvilket erhverv man har eller vil uddanne sig i. Elektronikken får større og større indflydelse på vor hverdag, og den, der kan „tænke elektronisk“, er godt rustet.

Elektronik er ikke kun nyttigt erhvervsmæssigt, men det er en god hobby at have. Denne hobby dækker et stort område. Man bygger måske selv sit HI-FI stereoanlæg og interesserer sig for denne side, eller man bliver radioamatør og skaffer sig venner over hele verden via mikrofonen.

Har man en helt anden hobby: fisk, kaniner eller duer, vil man også inden for denne hobby finde områder, hvor man med fordel kan udnytte sin elektronikviden.

Der er mange muligheder, og det kan også være et mål, at man når frem til at gøre sin hobby til sit erhverv.

Ryan Holm



## Eksperimentopstilling

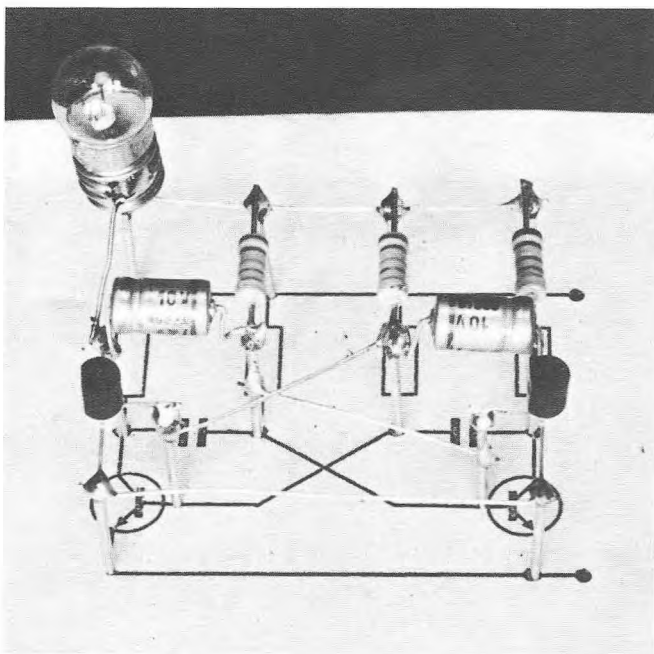
Når man arbejder med nye transistoropstillinger, skal man gerne eksperimentere sig frem og tilbage, til det hele er kombineret rigtigt sammen.

Hvis man ser sig omkring i udviklingslaboratorier på elektronikvirksomheder, på skoler eller højere læreanstalter eller kigger ind til den elektronikerinteresserede, der eksperimenterer ved køkkenbordet, vil man se, at der kan eksperimenteres på mange forskellige måder. Vi skal her vise nogle veje, man kan gå, hvis man vil bygge opstillingerne, der er vist i denne bog.

### „Fugleredeopstillingen“

Den mindst overskuelige er „fugleredeopstillingen“. Man følger diagrammet og lodder alle komponenter sammen som vist deri – det hele frit svævende i luften.

Det er en udmærket måde, hvis man i en fart skal afprøve et og andet, og det er en udbredt metode. Det er dog ikke manden ved køkkenbordet, der arbejder på denne måde. Han skal nemlig selv betale de komponenter, han svider af. Nej, så må man hellere bruge „sømbæret-metoden“.



Sømbæret

## Sømbæret

Med sømbæret-metoden kan man hurtigt lave en forsøgsopstilling, der både er overskuelig og billig.

Metoden forklares lettest ved et eksempel.

Vi vælger at lave en astabil multivibrator efter viste diagram (fig. 1).

Tegningen anbringes på en møbelplade, og overalt, hvor der i diagrammet er loddesteder, bankes messingsøm ind. Når alle samlingspunkter er forsynet med messingsøm, afpudses hovedet på sømmet let med sandpapir og forfinnes. Komponenter og ledningsforbindelser loddes så på messingsømmene, og der er fuld overensstemmelse mellem diagram og opstilling.

Det er let at måle på opstillingen – det er let at udskifte komponenter.

Spændingsforsyning og større enheder som lamper, relæer og måleinstrumenter kan tilsluttes sømmene ved hjælp af ledninger forsynet med krokodillenæb.

Når man er færdig med at eksperimentere, kan alle komponenter loddes af. De har ingen skade taget og kan gemmes til næste sømbæretopstilling. Også messingsømmene kan bruges igen. Det er kun en fordel, at hovedet er forfinnet.

### Opbygningsplade

Man kan også bruge en opbygningsplade af det ene eller andet fabrikat.

Den består, som det fremgår af billedet, af en isolerende plade, hvorpå der er fire rækker med 6 fjederbelastede klemmer i hver.

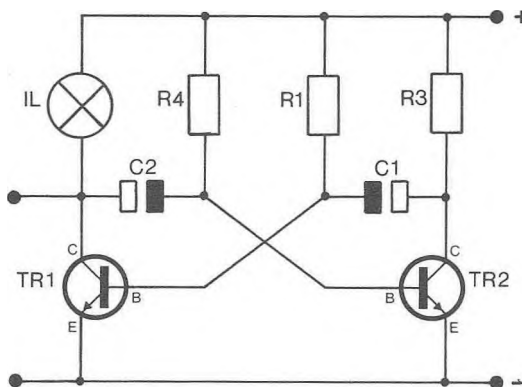
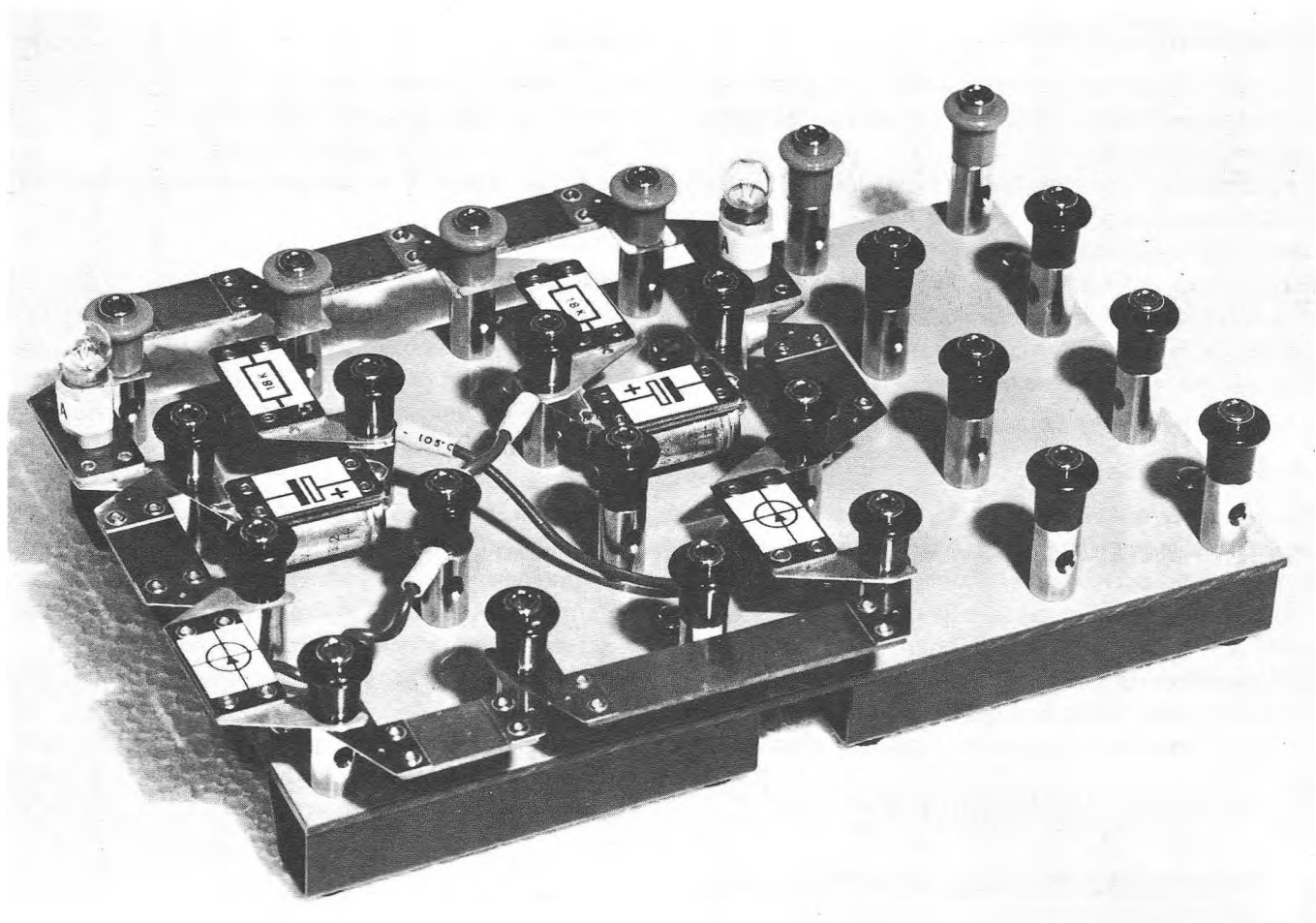


Fig. 1



Opbygningsplade

Opbygningspladen minder noget om sømbrættet. Her loddes komponenterne dog ikke sammen. I stedet anbringes de på klemmer.

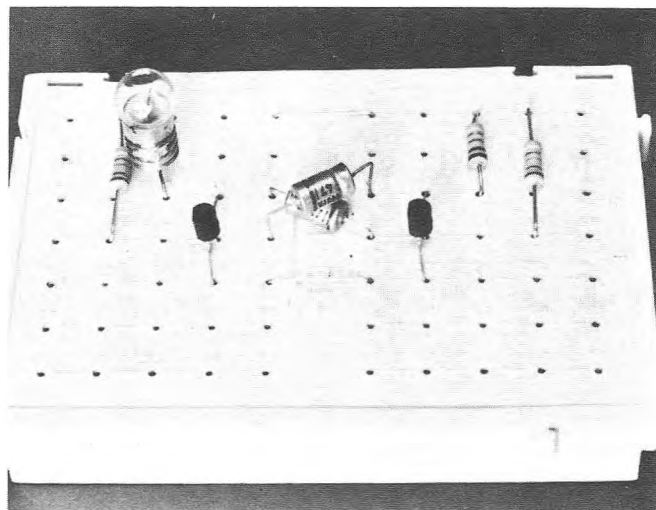
Komponentholdere fås i „løs vægt“, og man kan så selv lave et lager af standardværdier. Diagramsymbojerne på komponentholderne fås selvklæbende i ark.

Til undervisningsbrug kan man til opbygningspladen få et færdigt sæt af modstande, kondensatorer, transistorer o.l.

### S-DeC

En anden type opbygningsplade er en engelsk fremstillet enhed, der kaldes S-DeC.

Med S-DeC kan man lave sine opstillinger med almindelige komponenter uden at skulle klippe tilledninger af og uden at skulle finde loddekolben frem.



S-DeC



S-DeC er en plasticæske, der er forsynet med 70 huller, delt op i 14 grupper med 5 i hver. Under hullerne sidder en række kraftige kontaktfjedre, der holder komponenterne fast og forbinder dem elektrisk inden for samme gruppe.

Flere S-DeC's kan kobles sammen, så systemet kan udvides til større opstillinger.

Til sættet hører også en forplade, der kan sættes fast på enheden. På forpladen kan der monteres drejekondensator, potentiometer, signallampe m.m.

DeC familien består foruden S-DeC også af T-DeC og  $\mu$ -DeC.

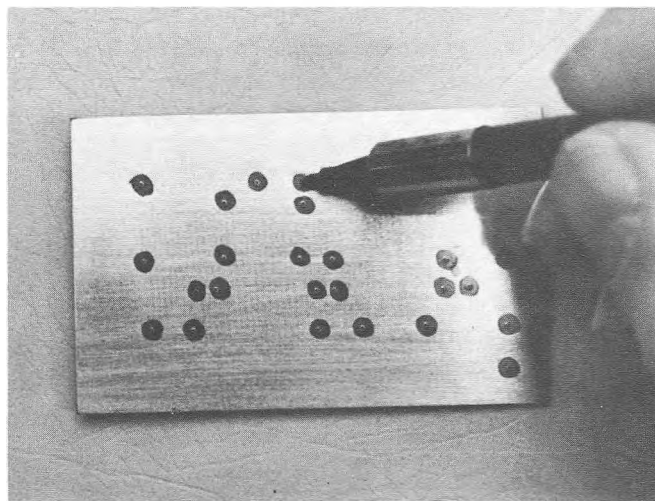
T-DeC har flere kontakthuller end S-DeC, nemlig 38 rækker med 208 huller.

$\mu$ -DeC er forsynet med en fatning til en integreret kreds.

## Trykt kredsløb

Skal man i gang med en endelig konstruktion, er der mange måder at gribe sagen an på. Her skal vi kun beskæftige os med den mest udbredte monteringsform: *Trykt kredsløb*. Det lyder måske lidt professionelt, men viser sig i praksis at være den nemmeste og mest solide metode til opbygning af et stykke elektronik.

Kredsløbsplader anvendes i alle transistorradioer, i fjernsyn, i båndoptagere osv., men også, hvor det drejer sig om kun at fremstille et enkelt eksemplar af en konstruktion, kan det betale sig at anvende trykt kredsløb.



Der tegnes „boller“ om alle prikker

Til fremstilling af trykt kredsløb anvendes en kredsløbsplade, også kaldet en printplade („print“ = forkortelse af engelsk „printed circuit board“). Den består af en 1,5 mm tyk pertinaxplade. På den ene side af pladen er der fastlimet en meget tynd kobberfolie.

En del af denne kobberbelægning skal udgøre ledningsforbindelserne i vor konstruktion. Det overflødige kobber skal ætsets bort.

I industrien anvendes glasfiberplader, og disse er at foretrække, selv om de er væsentlig dyrere. Kobberlaget sidder bedre fast på glasfiber og kan tåle, at man lodder på det flere gange. Glasfiber er desuden gennemsigtigt, så man kan se kobberforbindelserne fra glasfibersiden.

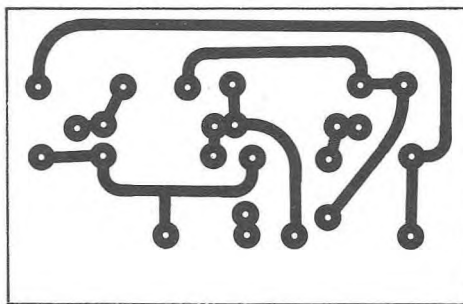
Det er let selv at fremstille en kredsløbsplade til en konstruktion. Ved at undersøge den opstilling, man ønsker at lave, finder man ud af, hvor de forskellige ledninger skal gå.

Vi fremstiller en printtegning.

Til de fleste konstruktioner i denne bog er der en printtegning, så man uden ret megen kendskab til elektronik hurtigt kan komme i gang med arbejdet.

I elektronikbladene, der bringer mange morsomme og nyttige konstruktioner, er printtegningen også tit aftrykt.

Hvis man laver sin egen printtegning, kan det være en hurtig blyanttegning. Ofte gemmer man sin printtegning. Det kunne jo være, at andre kunne få glæde af den, og så ser tegningen pænere ud, hvis den er tegnet med tusch. – Der er dog lettere måder at gøre det på, og så får det endda et helt professionelt udseende. Her er en printtegning udført med ALFAC ELEKTRO. Det er færdige „øer“, „streger“ og „hjørner“ beregnet til fremstilling af printtegninger. Det er legende let at arbejde med. De forskellige tegn sidder på et stykke plastfolie. Det anbringes over den tegning, man er ved at lave – der gnides med en blyant – og så er „tegnet“ overført til vor tegning.



Den viste printtegning er til en astabil multivibrator (diagram fig. 1).

Fig. 2

Vi har nu en hjemmelavet eller „lånt“ printtegning, og den skal overføres på kobberet. Først overføres tegningen på et stykke pergamentpapir, eller man bruger en fotokopi af tegningen. Den letteste måde at overføre en tegning til en printplade på er først at afmærke de sorte boller på pladen.

Det gør man på følgende måde:

Kobbersiden af printpladen renses først forsigtigt med fint ståluld eller skurepulver. Man lægger så printpladen ind under printtegningen med kobbersiden opad. Sørg for, at den ligger urokkelig fast. Med en syl eller passerspids afmærkes bollernes nøjagtige placering på printpladen gennem papiret. Papiret fjernes. Med en sort lynskriver med spritfarve (med filtspids) tegnes bollerne op. Filtspidsen kan spidnes med et barberblad. Bedre end lynskrивeren er en dyrere printpen, der specielt er beregnet til formålet. Bollerne skal være et par mm i diameter. Dernæst

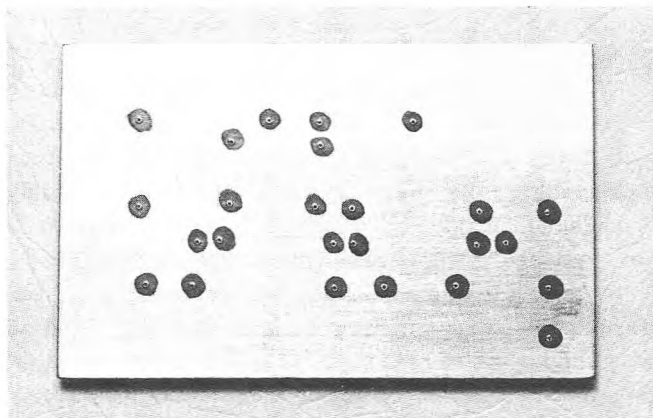
forbindes bollerne som vist på printtegningen, og man må passe på, at ingen streger rører ved hinanden eller krydser hinanden, hvis de ikke skal have forbindelse i kredsløbet.

Når tegningen er færdig, er ledningsførelsen overført med lak på printpladen, idet spritfarven er en spritlak.

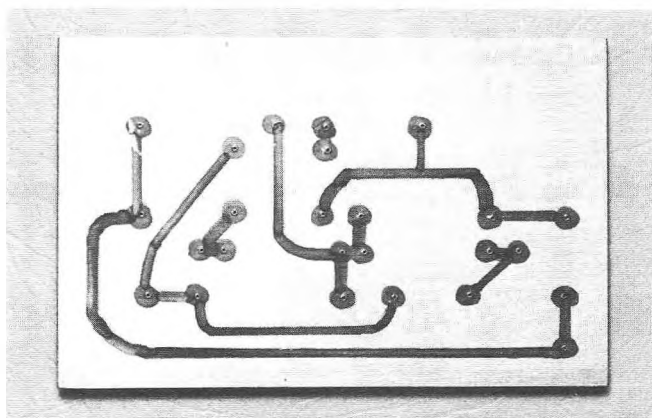
Printet skal så ætzes. Det lægges i en 50% ferriklorid-opløsning. Den fås færdigblandet hos en materialist eller i en hobbyforretning. Man må passe på ikke at få ferriklorid på tøjet eller spilde det på bordet, da der kommer grimme rustpletter.

Ferrikloridet ætser nu kobberet bort de steder, hvor vi ikke har brugt lynskrивeren. Hvor vi har tegnet, beskytter lakken kobberet under ætsningen. Det er derfor vigtigt, at man har påført et tykt lag lak ved at tegne printet over flere gange. Med den specielle printpen er det kun nødvendigt at tegne én gang.

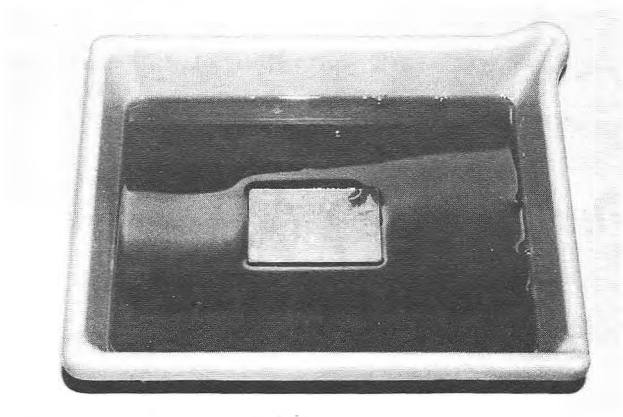
Ætsningen tager 20-30 minutter. Ætsetiden kan frem-



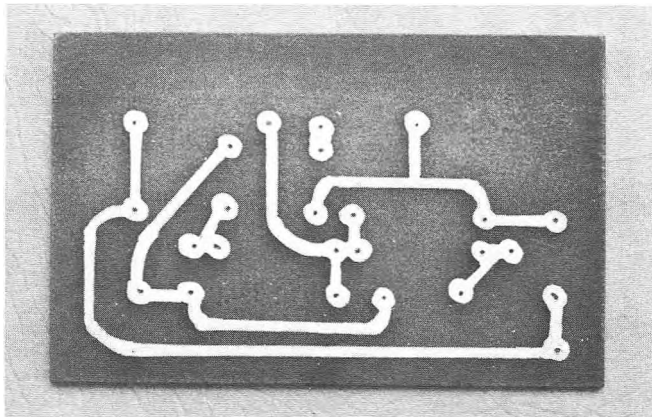
Bollerne tegnet på kobberet



Forbindelserne mellem bollerne tegnet



Når lakken er tør, ætzes pladen i ferriklorid



Printpladen færdigætsset

skyndes, hvis ferrikloriden i forvejen er varmet lidt op i vandbad.

Ætsetiden kan også fremskyndes, hvis printpladen flyder på væskeoverfladen med kobbersiden nedad. Hvis der ætses flere print ad gangen, risikerer man så heller ikke, at pladerne ridser hinanden. En rids i lakken betyder måske en afbrydelse i en kobberforbindelse.

Efter ætsningen skylles pladen omhyggeligt i vand, og man kan fjerne lynskrivelakken med sprit eller cellulosefortynder. Har man brugt en printpen, kan man lade lakken blive siddende. Den er loddebar og beskytter kobberet mod iltning.

Tilbage på kredsløbspladen står nu den oprindelige tegning fint i kobber. Vi har ledningerne til vor konstruktion og mangler blot at sætte de nødvendige komponenter på pladen.

Når printpladen er rensat, skal der bores huller til de forskellige komponenter. Med et 1 mm bor bores der huller midt gennem alle boller. Komponenterne kan nu sættes på fra pertinaxsiden. Tilledningerne skal loddes fast på kobbersiden. Til printspyd, beregnet til ledningstilslutninger til printet, bores 1,3 mm huller. Printspydene kan så lige klemmes i hullet, inden de loddes fast.

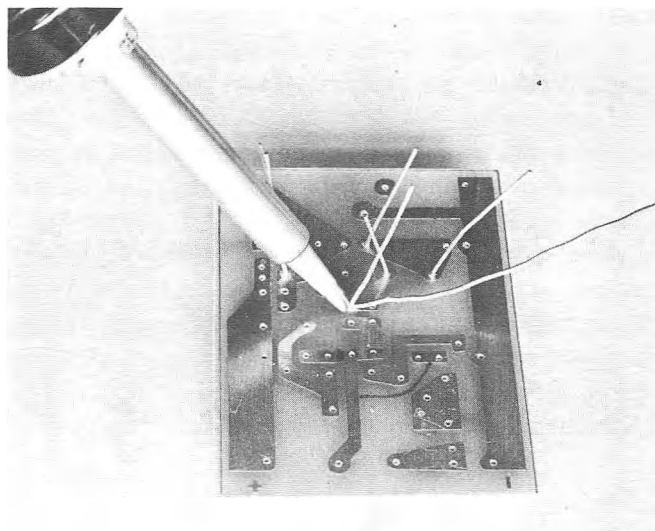
Hvis man vil beskytte sin kredsløbsplade mod iltning fra luften, kan den sprøjtes med en loddebar lak, der fås på spray-flaske.

## Lodning

Lodningen er et af de vigtigste arbejder ved elektronik-konstruktioner. Den skal udføres meget omhyggeligt for at vi kan være sikre på, at lodningen er helt i orden. Hovedparten af de fejl, der forekommer i elektronisk udstyr, skyldes dårlige lodninger.

I forskellige elektroniske byggesæt samles komponenterne med fjedre, eller de skrues sammen. Når man skal lave en permanent opstilling, må man lodde komponenterne sammen. De er da også alle udformet på den måde, at lodning er den eneste samlingsmetode. En tinlodning, der er korrekt udført, er overordentlig holdbar og pålidelig, men én eneste dårligt udført lodning kan være skyld i, at opstillingen ikke virker. Det er dog ikke svært at lodde rigtigt, hvis man blot ved, hvordan man skal bære sig ad.

Man skal vælge det rigtige loddetin. Blikkenslageren anvender loddetin i stangform, når han skal lodde en tagrende. Det er absolut uanvendeligt til vort formål. Vi skal bruge en letsmeltelig legering af tin og bly. Det fås i tråd-



Lodning

form med en diameter på 1 mm. I det er „indbygget“ et flusmiddel, der har flere funktioner. Det består af harpiks og en svag syre. Flusmidlet ligger i fem strenge i loddetinnet.

Syren renser loddestedet, og harpiksen skal beskytte det flydende loddetin mod iltning fra luften, til loddetinnet størkner.

Loddevand og loddefedt må aldrig anvendes! Det er kun til blikkenslagerarbejder!

Blikkenslagerens loddekolbe, der skal opvarmes over gasblus, er også uanvendelig. I stedet anvendes en lille elektrisk loddekolbe på 15–30 W med en fin spids på et par mm i diameter. Loddekolbens spids skal under arbejdet holdes ren med en fin stål- eller messingbørste. Da loddetinnet „æder“ kobberet af spidsen, skal den af og til files, så den hele tiden har mejselform.

Loddekolben kan også være forsynet med „long life“ spids. Det gør den dyrere, men pengene kan hurtigt tjenes ind. En „long life“ angribes ikke som en kobberspids af loddetinnet, men holder sig fin og pæn. Det er godt at tørre den ren på en våd svamp efter hver lodning. Så holder den i lang tid og giver pæne lodninger. En „long life“ spids må aldrig bearbejdes med en fil eller renses med en stålborste! Den må kun tørres af i en våd svamp.

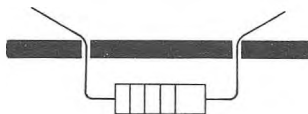


Fig. 3



Lad os lodde en modstand på en printplade.

Tilledningerne på modstanden bøjes, og den anbringes fra pertinaxsiden på printpladen. Den må godt ligge helt ned mod pladen. Hvis den løftes lidt op fra pladen, giver det en bedre afkøling, men i de fleste tilfælde er modstandene overdimensioneret effektmæssigt, så de ikke varmer (fig. 3).

Vi begynder først at lodde, når mange komponenter er anbragt på pladen. For at komponenterne ikke skal falde af, bøjes tilliedningerne ud til siden, så komponenten sidder fast. Med en bidetang klippes nu tilliedningerne af, så der kun er ca. 5 mm tilbage.

Loddekolben anbringes som vist på fig. 4.

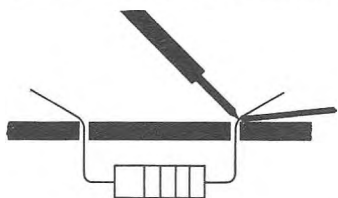


Fig. 4

Vi ser, at loddekolben danner god kontakt med både kobberfolie og ledning, der opvarmes et øjeblik. Så sættes tinnet hen mod loddestedet.

Først smelter flusmidlet og løber ned og renser loddestedet. Derefter smelter loddetinet og fordeler sig over det opvarmede område. Loddekolben fjernes, og loddetinet skal have tid til at størkne. Det er vigtigt, at det ikke rystes, før tinnet er størknet helt. Loddetinet vil ellers krystallisere og give en dårlig lodning.

Man kan se på en lodning, om den er korrekt udført. Hvis den er grå og grynet i overfladen, er det ikke en god lodning. Den må så loddess om. Loddestedet skal være blankt.

Der skal ikke bruges for meget loddetin. Man skal tydeligt kunne se konturerne af alle ledninger. Hvis der er store loddeklatter, gør de mere skade end gavn. På et eller andet tidspunkt falder de helt af.

Loddetinet må heller ikke ligge som en kugle på kobberet. Så hæfter det ikke ordentligt.

Fig. 5 viser en god og en dårlig lodning.

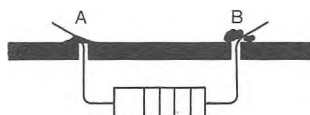


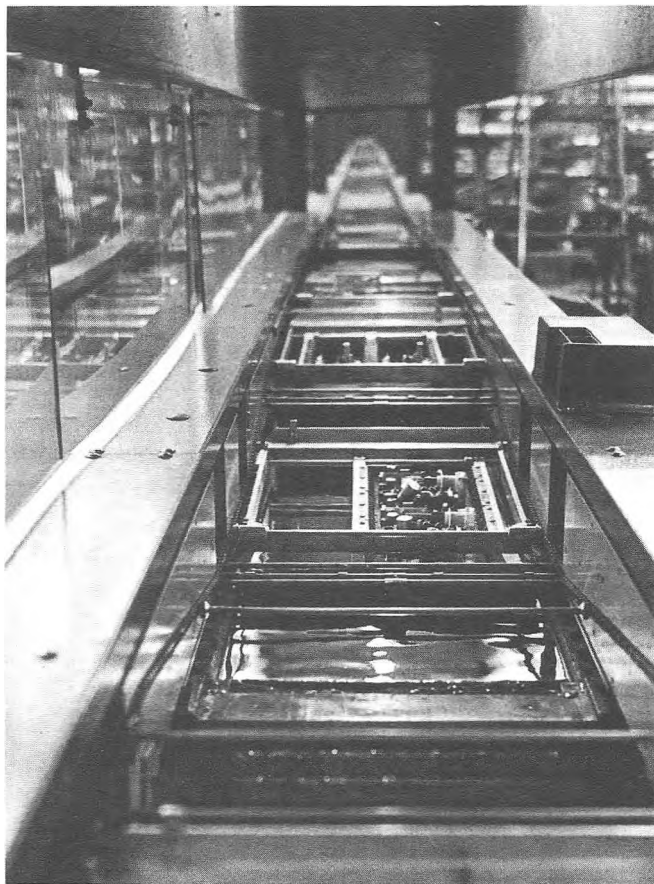
Fig. 5

a) er en korrekt udført lodning. b) er en „kold lodning“. Tinnet hæfter slet ikke på kobberet.

Hvis en lodning er dårligt udført, kan den reddes, idet man varmer den igennem igen. Bedst er det helt at fjerne det gamle loddetin. Det gør man med en tinsuger, der, efter at tinnet er varmet op med en loddekolbe, suger det til sig. En sådan tinsuger er uundværlig, når komponenter på et print skal udskiftes.

Hvis man varmer for meget på en printplade, kan kobberet løsne sig fra printpladen.

Da transistoren begyndte at vinde frem, blev man gang på gang advaret mod at varme for meget på en transistor. Den kunne tage skade. Det var nu nok overdrevet, meget overdrevet. Man hører sjældent om en transistor, der har taget skade af for megen varme ved lodningen. Se blot på dette billede fra en radiofabrik. Her foretages alle lodninger på én gang på en loddemaskine. Printpladen kører hen over et bad af flydende loddetin.



Loddemaskine



## Astabil multivibrator

En af de bedste begynderkonstruktioner er den stabile multivibrator. Den er enkel i sin opbygning, kan ændres til mange funktioner, og den virker hver gang.

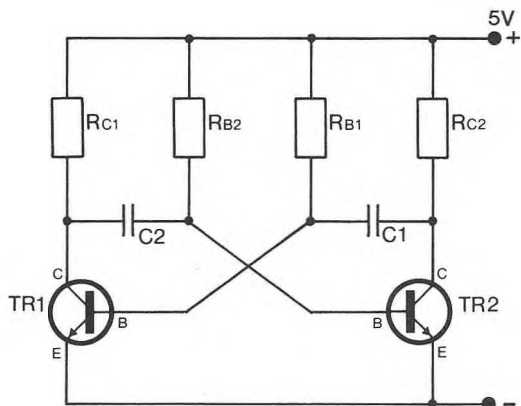


Fig. 6

Hvis kondensatorværdierne er små, er det en tonegenerator. Tonens frekvens er afhængig af kondensator- og modstandsværdierne, jo mindre kondensator eller modstand, jo højere tone.

Der kan indsættes en omskifter, så der skiftes mellem forskellige kondensatorer, og der skiftes tone.

Basismodstandene kan gøres variable, og dermed kan der varieres på tonehøjden.

Tonegeneratoren er nyttig, når man arbejder med lavfrekvensforstærkere. Tonegeneratoren tilsluttes indgangen af forstærkeren. Hvis der ikke lyder en tone fra højttaleren, er forstærkeren ikke i orden. Tonegeneratoren tilsluttes derefter basis på den anden transistor i forstærkeren. Hvis der nu lyder en tone fra højttaleren, ved vi, at det er første trin af forstærkeren, det er galt med. Hvis der stadig ikke er lyd i højttaleren, fortsættes til transistor nr. tre.

I forbindelse med en morsenøgle og en højohmshøjttaler (150 ohm) eller et par hovedtelefoner, kan tonegeneratoren bruges som morsetræner.

Hvis kondensatorerne i den stabile multivibrator har en stor værdi, f.eks. 100  $\mu$ F, og én eller begge kollektormodstandene erstattes med baglygtepærer, har vi en blinker med ét eller to blinklys.

For alle de nævnte konstruktioner gælder det, at det er stabile multivibratorer. Diagrammet er det samme, print-

tegningen er den samme. Der er blot forskellige komponentværdier.

Printtegningen kan se således ud:

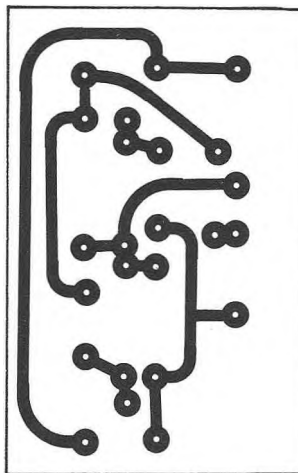


Fig. 7

Vi ser, at det er den printtegning, der blev anvendt, da vi lærte om trykt kredsløb (fig. 2.).

Den kan bruges til:

- a) tonegenerator
- b) morsetræner
- c) blinklys med 1 lampe
- d) blinklys med 2 lamper

Efter printtegningen fremstilles en kredsløbsplade.

Den tegnes, ætzes, og midt gennem „bollerne“ bores huller med 1 mm bor. Boremaskinen skal køre med stor hastighed. Der gælder reglen: Lille bor – stor hastighed. Stort bor – lille hastighed.

Boret skal ikke presses gennem pladen. Så flosser pladen op på den anden side.

Når alle hullerne er boret, anbringes komponenterne på pladen fra pertinaxsiden. Det er praktisk først at montere modstandene og derpå lodde dem fast. Dernæst kondensatorerne. Til sidst sættes transistorerne på og loddet. De skal vende som vist på printtegningen, ellers „brænder“ de måske af. Det er ligegyldigt, hvordan modstandene vendes. Det samme for kondensatorer med den undtagelse, at elektrolytkondensatorer skal vende korrekt, ellers tager de skade. På en elektrolytkondensator er plus den ende, hvor bægeret er lukket. Det er angivet med ++++. Den anden tilledning er forbundet til selve bægeret og skal til minus. Det er angivet på elektrolytkondensatoren med en streg.

Konstruktionen skal nu tilsluttes en strømkilde. Der lod-  
des en sort ledning til minus og en rød til plus, og disse  
ledninger kan forsynes med handskelåse, så de kan til-  
sluttes et batteri.

Hvis konstruktionen er en morsetræner, skal der også  
loddess ledninger i tilslutning af højttaler.

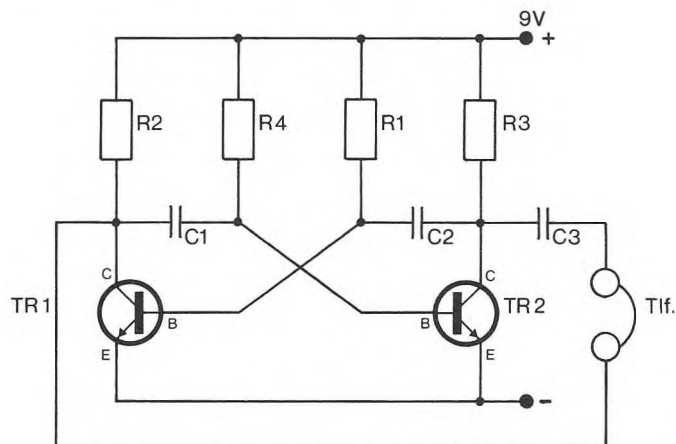


Fig. 8. Tonegenerator

$$R_2 = R_3 = 1K$$

$$R_1 = R_4 = 18K$$

$$C_1 = C_2 = 39 nF$$

$$C_3 = 0,1 \mu F$$

$$TR_1 = TR_2 = BC547 \text{ e.l.}$$

Tlf.: Højohmshovedtelefon eller 150  $\Omega$  højttaler

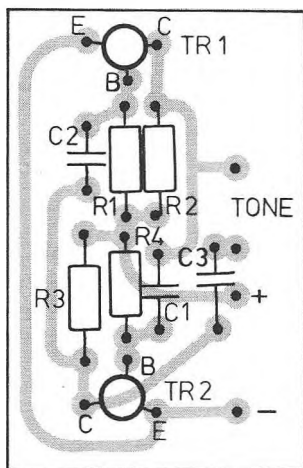


Fig. 9

Komponentplacering  
til tonegenerator

### Astabil multivibrator med PNP transistorer.

Vi har til denne konstruktion brugt en NPN transistor, men  
har man PNP transistorer liggende, kan de lige så godt  
bruges. Der skal intet forandres i opstillingen eller på  
printet. Den eneste forskel vil være, at der skal byttes om  
på tilledningerne til batteriet. Plus skal tilsluttes, hvor vi

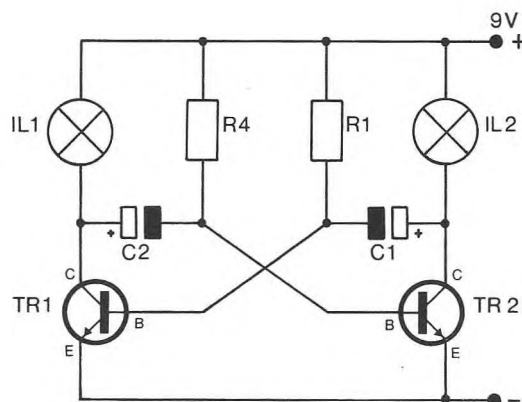


Fig. 10. Blinker med to lamper

$$R_1 = R_4 = 18K$$

$$IL_1 = IL_2 = 6 V - 0,05 A \text{ lampe}$$

$$C_1 = C_2 = 100 \mu F/10V$$

$$TR_1 = TR_2 = BC547 \text{ e.l.}$$

før havde minus, og minus skal tilsluttes, hvor vi før havde  
plus. Desuden skal elektrolytkondensatorerne monteres  
omvendt, så plus kommer til basis.

Er man i tvivl om spændingstilslutningen for en transistor-  
opstilling, kan man ved at se på diagrammet hurtigt afgøre,  
hvor plus og minus skal tilsluttes. Pilen i transistorsymbolet  
angiver strømmens retning, den vej strømmen skal gå  
gennem transistoren. Strømmen går fra plus til minus.

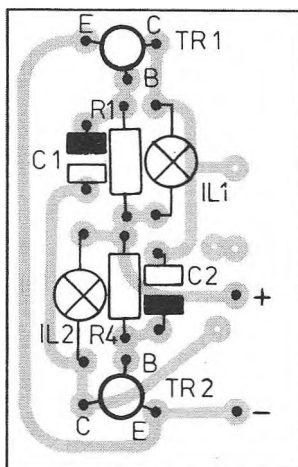


Fig. 11

Komponentplacering til blinker

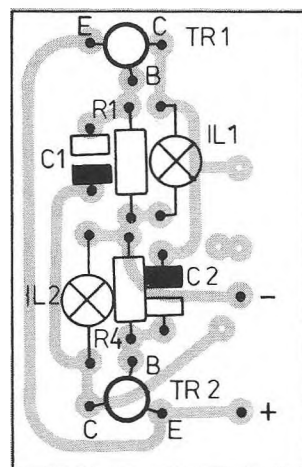


Fig. 12

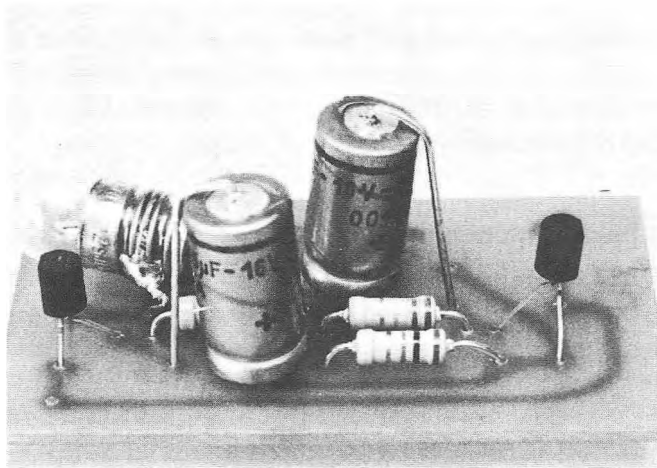
Komponentplacering til blinker  
med PNP transistor

$$R_1 = R_4 = 18K$$

$$IL_1 = IL_2 = 6 V - 0,05 A \text{ lampe}$$

$$TR_1 = TR_2 = AC128 \text{ e.l.}$$

$$C_1 = C_2 = 100 \mu F/10 V$$



Blinker med én glødelampe

### Tonegenerator med variabel frekvens

Diagrammet viser en „normal“ astabil multivibrator, blot er basismodstandene ikke lagt til plus – multivibratoren „kører“ ikke.

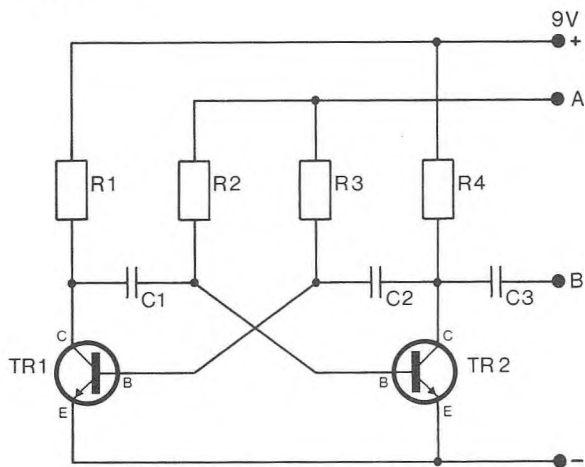


Fig. 13. Tonegenerator med variabel frekvens

$R_1 = R_4 = 4K7$   $C_1 = C_2 = 10nF$   
 $R_2 = R_3 = 39K$   $C_3 = 0,1 \mu F$   
 $TR_1 = TR_2 = BC547$  e.l.

Hvis punktet A lægges til plus, får vi positiv spænding på basis af transistorerne, og hvis vi ved B og minus tilslutter en hovedtelefon, en højohms højttaler eller en forstærker, hører vi, at multivibratoren svinger. Frekvensen er ca. 1750 Hz.

Ledningen fra A til plus afbrydes nu, og i stedet tilsluttes A og minus til en anden spændingskilde, f.eks. et batteri på 4,5 V.

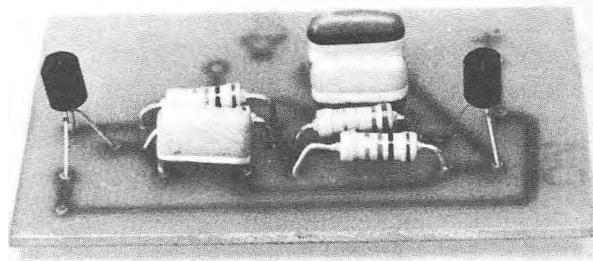
Vi får nu en dybere tone ud.

Hvis vi tilslutter A og minus en højere spænding end 9 V, f.eks. 12 V, bliver tonen højere end den oprindelige.

Der kan indsættes et potentiometer (evt. trimmepotentiometer) fra plus til minus. Midterbenet af potentiometeret forbindes til A. Tonehøjden kan nu reguleres med potentiometeret, og den astabile multivibrator kan anvendes som elektronisk musikinstrument.

Ved at benytte en variabel spændingskilde til at „forsyne“ A, kan spændingen over A og minus varieres. Prøv blot at sætte spændingen op til 30–40 V. Det viser sig at tonegeneratoren er lineær over et meget stort område. Det vil sige, at hvis spændingen på A bliver 1 V større, bliver tonen måske 150 Hz højere. 2 V højere spænding, giver så en tone, der er 300 Hz højere.

Har man en frekvenstæller til sin rådighed, kan denne astabile multivibrator bruges som voltmeter. Den spænding, man ønsker at måle, sættes ind på A og minus. Resultatet (i form af en tone – en frekvens) kan aflæses på frekvenstælleren. Dette er princippet i et digital-voltmeter. Opstillingen kan bruges til mange formål. Til kontrol af spændinger, voltmeter til blinde etc.



Tonegenerator

### Regulering af frekvensen med potentiometer

Tonegeneratoren kan også reguleres med et potentiometer fra A til plus. Et potentiometer (eller trimmepotentiometer) på 100K er passende til opstillingen. Det giver en god regulering af tonehøjden.

### Regulering af frekvensen pr. „håndkraft“ – eller en løgnedetektor.

Føres et par ledninger fra A og plus ud, kan man få tonegeneratoren til at sige noget ved at kortslutte disse to ledninger.

Tager man en ledning i hver hånd, virker man selv som basismodstand (ufarligt). Der er stor modstand, derfor dyb tone.

Har man fugtige hænder, bliver modstanden mindre og tonen højere.

Tonegeneratoren kan således virke som løgnedetektor. Den „anklagede“ holder en ledning i hver hånd. Når han får stillet et spørgsmål, han svarer usandt på, begynder han ubevidst at svede lidt i hænderne, og det regulerer på tonehøjden.

På samme måde kan vi bruge opstillingen til fugtighedskontrol.

### Regulering af frekvensen med lys

Hvis der mellem A og plus anbringes en LDR modstand (lysafhængig modstand), kan vi regulere tonehøjden med lys.

Når LDR-modstanden bliver belyst, er resistansen i den meget lille, så lille, at det svarer til, at A er lagt til plus.

Blot en hånd foran lysgiveren giver en dybere tone. Bedst er det at indbygge LDR modstanden i et mørkt plastrør eller paprør. Hvis man lukker helt af for lyset til den, bliver modstanden i den meget stor – tonen bliver meget dyb.

Til de viste opstillinger kan printet til den astabile multivibrator på side 13 bruges. Den ende af basismodstandene,

der går til plus, skal blot ikke loddess på printet. De to ender loddess sammen og denne sammenlodning er punkt A.

Mellem A og de to huller på printet beregnet til basismodstandene (plus) kan så potentiometret eller LDR-modstanden indsættes.

### En astabil multivibrator styrer en anden multivibrator – Sirene

Spændingen til A kan også tages fra en anden astabil multivibrator. Den nye multivibrator, vi har sat foran, arbejder på en lav frekvens.

Spændingen over den anden transistors kollektor varierer i takt med frekvensen. Kondensatoren C lades således op hele tiden og aflades af den anden multivibrator. Den anden multivibrator vil køre op og ned i frekvens i takt med den førstes frekvens. Vi har konstrueret en sirene.

I den første astabile multivibrator er der anvendt kondensatorer på 4,7  $\mu\text{F}$ . Ved at ændre disse værdier, kan sirenen køre mere eller mindre „hidsigt“, alt efter ens temperament. Ændringer (med potmeter) af  $R_2$  eller  $R_3$  vil også ændre på sirenen. Endelig betyder opladningskondensatorens (C) størrelse også noget.

Hvis man mener, at naboen også skal have glæde af sirenen, kan der over B og minus kobles en forstærker på. Den forbindes til gramfon eller mikrofonindgangen.

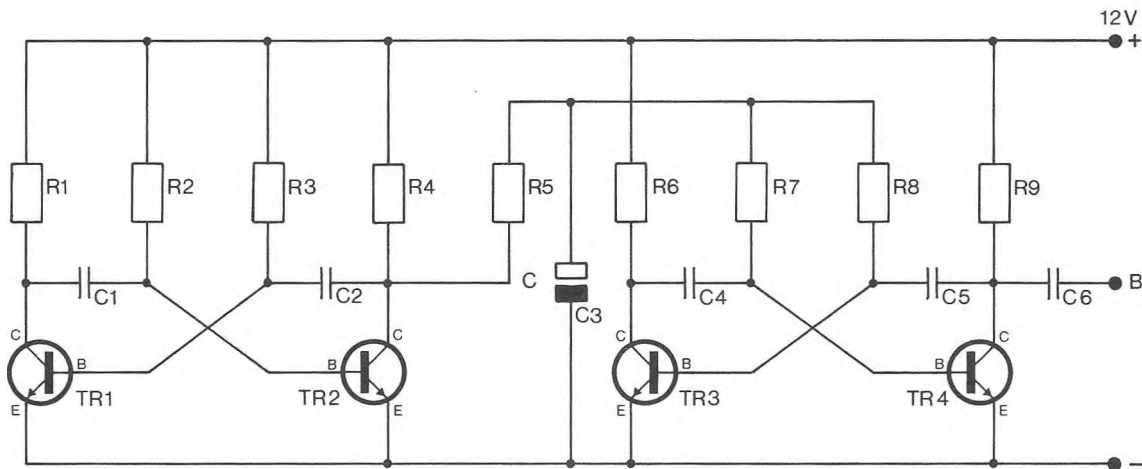
Ellers kan man klare sig med en højhøjshøjttaler.

### Astabil multivibrator, der styrer lampedrivertrin.

Kondensatorerne og basismodstandene i den astabile multivibrator bestemmer, hvor hurtigt den skal skifte og dermed dens anvendelse.

Fig. 14. Sirene

$R_1 = 4K7$   
 $R_2 = 680K$   
 $R_3 = 820K$   
 $R_4 = 4K7$   
 $R_5 = 4K7$   
 $R_6 = 4K7$   
 $R_7 = 39K$   
 $R_8 = 39K$   
 $R_9 = 4K7$   
 $C_1 = 4,7 \mu\text{F}$   
 $C_2 = 4,7 \mu\text{F}$   
 $C_3 = 100 \mu\text{F}$   
 $C_4 = 10nF$   
 $C_5 = 10nF$   
 $C_6 = 0,1 \mu\text{F}$   
 $TR_1 - TR_2 - TR_3 - TR_4 =$   
BC547 e.l.





Til en blinker kræves større kondensatorer.

$t_1$  er tiden, hvor  $IL_1$  er tændt,  $t_2$  den tid, den er slukket.  $t_1$  og  $t_2$  kan beregnes efter formelen:

$$t = 0,7 \cdot R_1 \cdot C_2$$

$t$  er tiden i sekunder,  $R$  er basismodstanden målt i ohm, og  $C$  er kondensatoren i farad.

Hvis  $R = 18\text{ K}$  og  $C = 100\text{ }\mu\text{F}$  får vi:

$$t = 0,7 \cdot 18000 \cdot 0,0001 = 1,26\text{ sek.}$$

Hvis basismodstandene er lige store, og hvis kondensatorerne er lige store, bliver  $t_1 = t_2$ . Det vil sige  $IL_1$  lyser i ca. 1,3 sek. og er slukket i ca. 1,3 sek.

Når der skrives ca. skyldes det, at teori og praksis sjældent passer sammen. Det skyldes, at den opgivne resistans kan variere  $\pm 10\%$ . Tolerancen på elektrolytkondensatorer er fra  $-10\%$  til  $+100\%$ . Når der på kondensatoren står trykt  $100\text{ }\mu\text{F}$ , kan den være på  $90\text{ }\mu\text{F}$ , men den kan også være på  $200\text{ }\mu\text{F}$ !

I stedet for at bruge store kondensatorer er det billigere at bruge små kondensatorer og store basismodstande. Hvis vi i det oprindelige diagram i stedet for  $18\text{ K}$  bruger  $100\text{ K}$ , og kondensatorerne i stedet for  $100\text{ }\mu\text{F}$  bliver på  $10\text{ }\mu\text{F}$ , får vi:

$$t = 0,7 \cdot 100000 \cdot 0,00001 = 0,7\text{ sek.}$$

En basismodstand på  $100\text{ K}$  er imidlertid så stor, at kollektorstrømmen bliver for lille til, at pæren kan lyse. På grundlag af disse erfaringer laver vi et nyt diagram.

Diagrammet viser en astabil multivibrator, hvor glødelampen er erstattet af faste modstande.

Til kollektor af den ene transistor er koblet et såkaldt lampedrivertrin bestående af en BC547. I emitter er en glødelampe,  $6\text{ V} - 0,05\text{ A}$ . Kollektor er lagt direkte til plus.

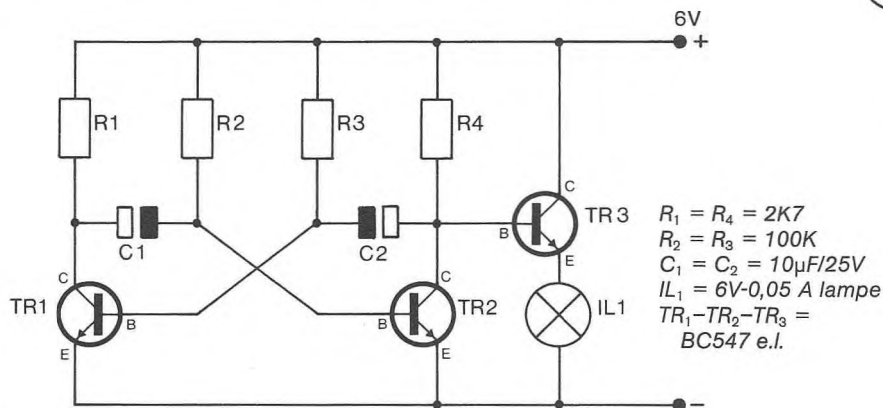
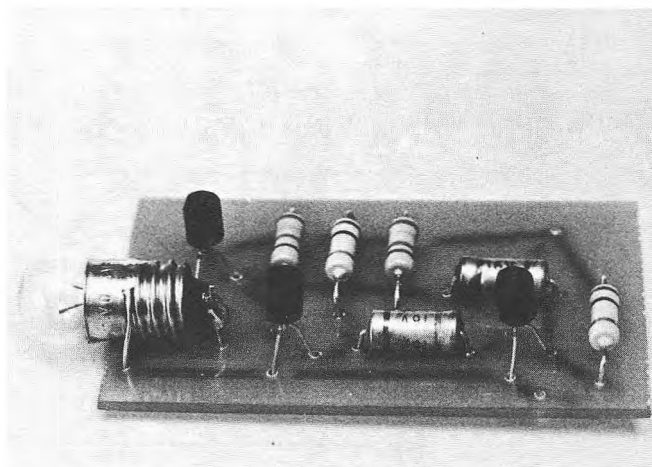


Fig. 15. Blinker med lampedrivertrin



Lampedrivertrin, der styres af en astabil multivibrator

Basis er forbundet til kollektor på en af transistorerne i den astabile multivibrator. Når spændingen her er høj, og det er den, når transistoren er OFF, bliver basis på lampedrivertrinnet høj, og glødelampen lyser.

På samme måde kan et lampedrivertrin kobles til den anden transistor, og vi har et „Toronto lys“, som det man benytter ved fodgængerfelter.

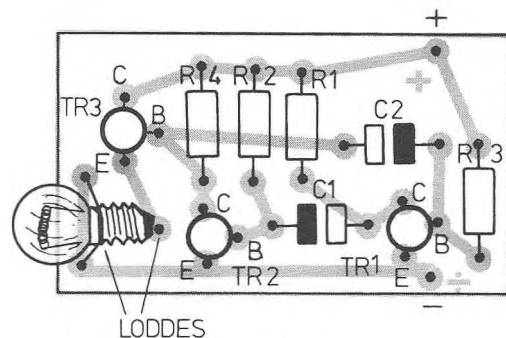


Fig. 16. Komponentplacering

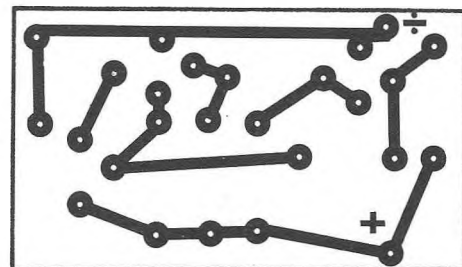


Fig. 17. Printtegnning til blinker

Fig. 18. Treblinker

$R_1, R_2, R_3 = 10K$   
 $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6 = 22\mu F$   
 $IL_1, IL_2, IL_3 = 6V-0,05 A$  lampe  
 $TR_1, TR_2, TR_3 = BC547$  e.l.

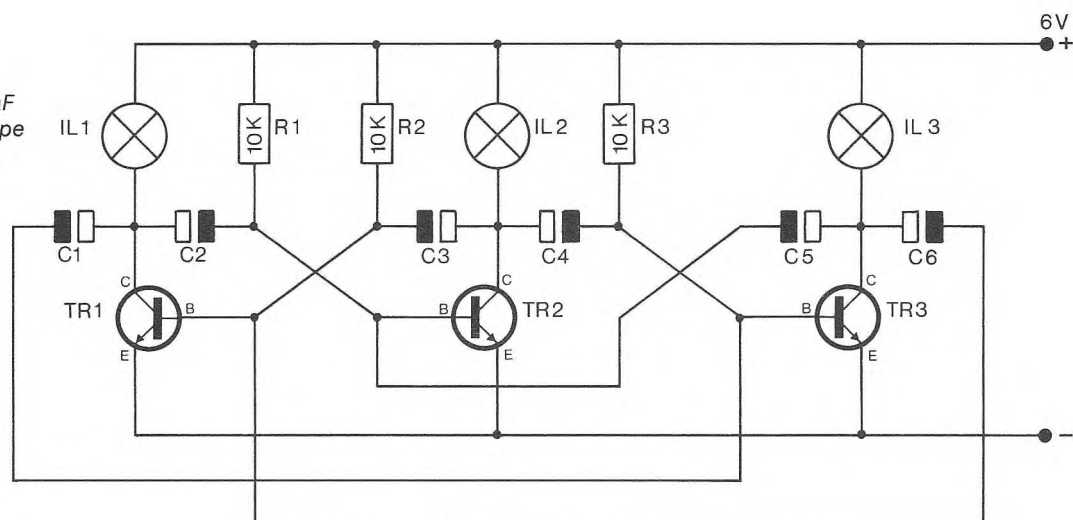


Fig. 19. Printtegning til treblinker

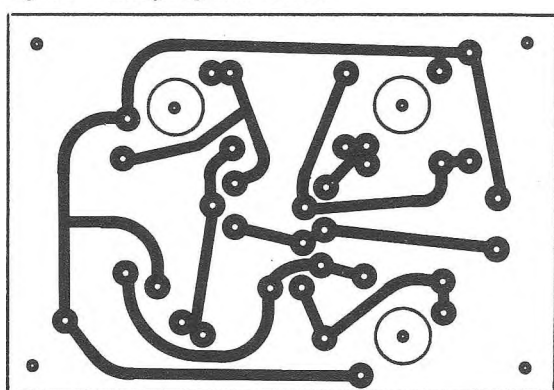
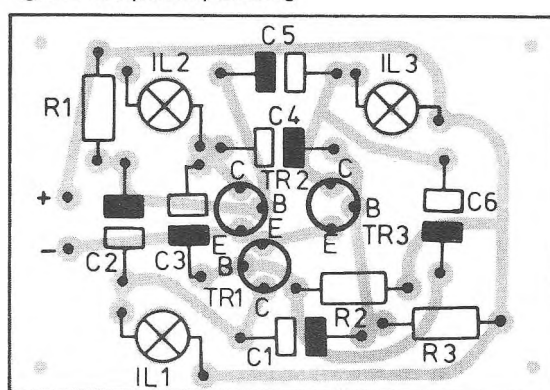


Fig. 20. Komponentplacering



## Treblinker

Hvis der på passende måde kobles endnu en transistor til den astabile multivibrator, kan man få en „treblinker“.

## Multivibratorer

Vi har set på forskellige opstillinger med den astabile multivibrator. Den er et af medlemmerne i familien multivibratorer. Der findes også en monostabil multivibrator, en bistabil multivibrator, og nært beslægtet med den sidste er Schmitt-triggenen.

Teorien bag funktionen af disse multivibratorer bliver behandlet i en anden bog i denne serie, „Digital Elektronik“. Her skal vi kun beskæftige os med den praktiske anvendelse.

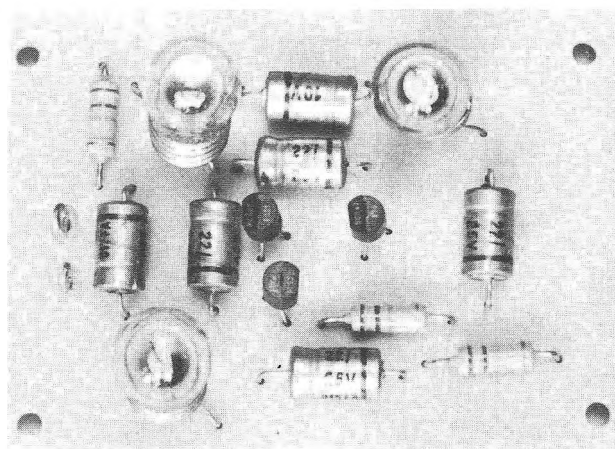
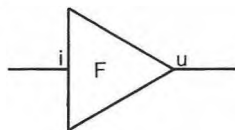


Fig. 18. Treblinker

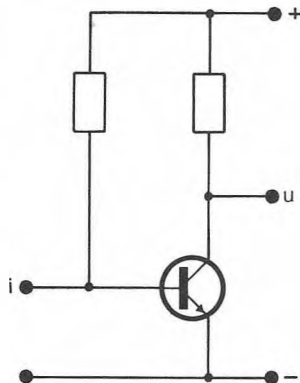
Lad os se på funktionen af dem. De består alle af to transistorer koblet som forstærkere. Lad dette være et symbol for et forstærkertrin:

Fig. 21



Et forstærkertrin kan i al sin simpelhed være en transistor med kollektor- og basismodstande.

Fig. 22. Forstærkertrin



### Astabil multivibrator

Kobles to forstærkertrin,  $F_1$  og  $F_2$ , sammen, idet udgang fra  $F_1$  gennem en kondensator forbindes med indgang på  $F_2$ , og udgang fra  $F_2$  gennem en kondensator forbindes med indgang på  $F_1$ , har vi en astabil multivibrator.

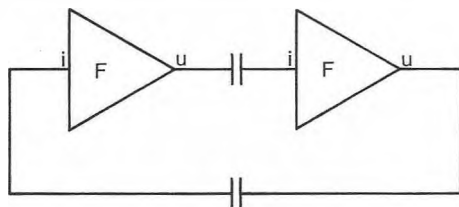


Fig. 23

Den er ustabil og svinger hele tiden. Snart er  $TR_1$  ON og  $TR_2$  OFF og snart omvendt.

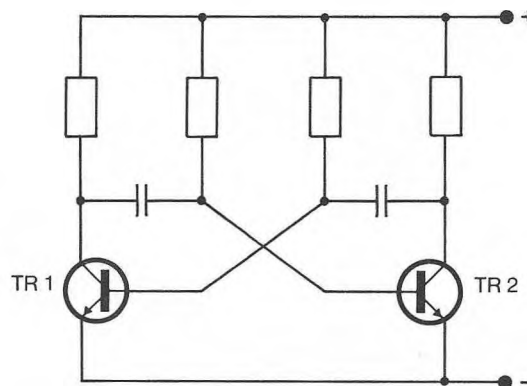


Fig. 24. Astabil multivibrator

### Monostabil multivibrator

To forstærkertrin kan også kobles sammen, så udgangen fra  $F_2$  direkte (gennem en modstand) forbindes til indgangen på  $F_1$ . Det er en monostabil multivibrator.

$TR_2$  er hele tiden ON,  $TR_1$  er OFF. Hvis basis på  $TR_2$  tilføres en positiv puls (den gøres positiv et øjeblik), bliver  $TR_1$  ON og  $TR_2$  bliver OFF. Vi siger, at vi „trigger“ den. Denne tilstand er ikke stabil, men afhænger af værdierne på  $C_2$  og  $R_{B2}$ . Når kondensatoren er afladet, skiftes der tilbage til den oprindelige udgangsstilling, hvor  $TR_2$  var ON.

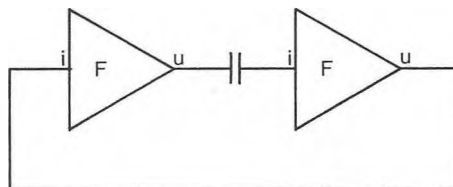


Fig. 25

En monostabil multivibrator kan således „trigges“ og skifter så. Efter kortere eller længere tid vender den tilbage til sin udgangsstilling.

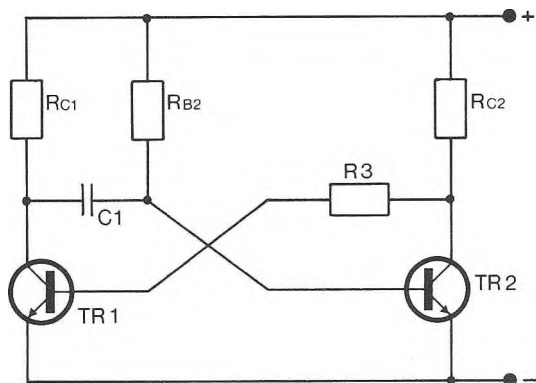
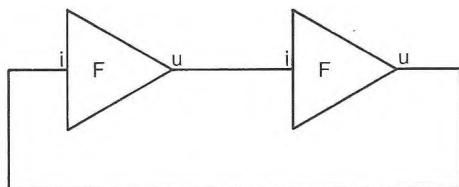


Fig. 26. Monostabil multivibrator

### Bistabil multivibrator

Det må nu være nærliggende at koble begge ud- og indgange på de to forstærkertrin direkte sammen.

Fig. 27



Det er en bistabil multivibrator.

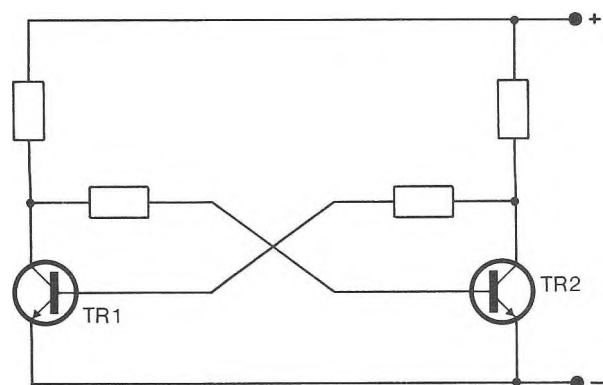


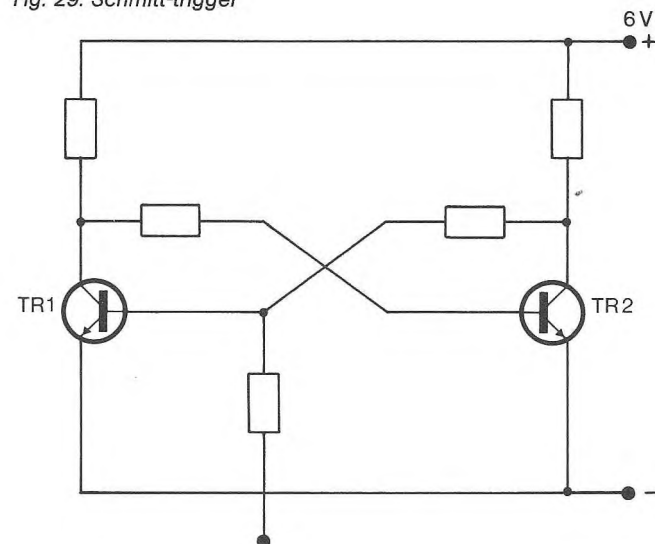
Fig. 28. Bistabil multivibrator

Her kan  $TR_1$  være ON, dvs. den leder.  $TR_2$  er så OFF. Hvis basis på  $TR_1$  et øjeblik lægges til minus, bliver  $TR_1$  OFF og  $TR_2$  bliver ON. Denne tilstand bliver opstillingen i, til der igen foretages „indgreb“ udefra.

### Schmitt-triggeren

Schmitt-triggeren er en bistabil multivibrator udført på en anden måde. Der er forbundet en modstand fra basis på  $TR_1$  og ud.

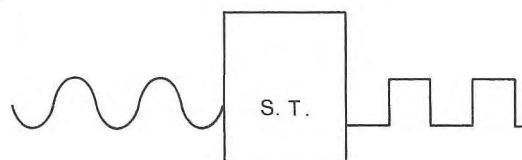
Fig. 29. Schmitt-trigger



Hvis vi sender en sinusformet vekselspænding ind her, vil  $TR_1$  være ON, når basisspændingen når op over 0,7 V, og OFF, når spændingen igen falder til under 0,7 V. Spændingen på udgangen af  $TR_2$  ( $U_{CE}$ ) varierer i takt med den sinusformede spænding, der sendes ind, men spændingen på udgangen er en firkantspænding.

Schmitt-triggerens funktion er, at den omdanner sinusformede spændingsvariationer til firkantspændinger. Den kan også gøre firkantspændinger „pænere“. Den kaldes derfor også en pulsformer („puls shaper“).

Fig. 30





## Monostabil multivibrator

Den astabile multivibrator kører hele tiden. Den er ustabil. Svenskerne kalder multivibratorer for vipper, og det er et godt navn. Vi kan så sige, at den vipper hele tiden.

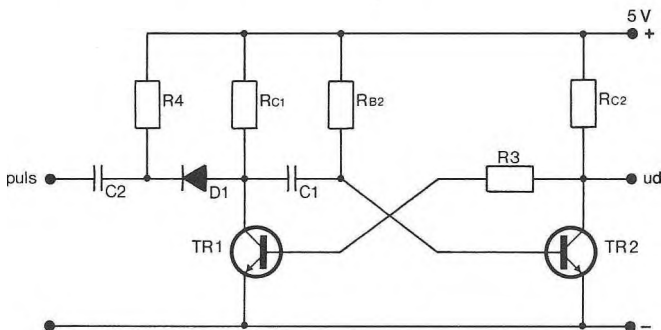


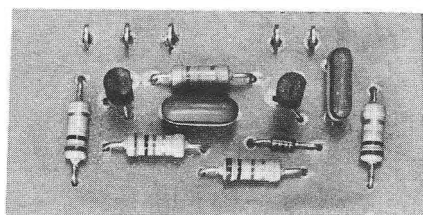
Fig. 31. Monostabil multivibrator

$R_{C1} = 1K$        $R_4 = 10K$        $D_1 = 1N4148$   
 $R_{B2} = 100K$        $C_1 = 0,1 \mu F$   
 $R_{C2} = 1K$        $C_2 = 10 nF$   
 $R_3 = 47K$        $TR_1, TR_2 = BC547 \text{ e.l.}$

Ved den monostabile multivibrator er vippen i én stilling hele tiden, udgangsstillingen. Først når kredsen får tilført en impuls, skifter den. Efter et stykke tid vipper den tilbage til udgangsstillingen.

Den positive eller negative puls, vi skal trigge med, kan blot være et batteri tilsluttet et øjeblik mellem indgang og minus. Det giver en impuls. Man kan også med en ledning kort lægge indgangen til plus. Det giver også en puls.

En astabil multivibrator er en udmærket pulsgenerator.



Monostabil multivibrator

Pulstiden,  $t_p$ , den tid, den monostabile multivibrator er i sin ustabile tilstand, er afhængig af  $R_{B2}$  og  $C_1$ . Den beregnes efter formelen:

$$t_p = 0,7 \cdot R \cdot C$$

hvor  $R$  er resistansen i ohm, og  $C$  er kapacitansen i farad.

| $R_{B2}$ | $C_1$        | $t_p$     |
|----------|--------------|-----------|
| 100K     | 0,1 $\mu F$  | 0,01 sek. |
| 100K     | 1 $\mu F$    | 0,1 sek.  |
| 100K     | 10 $\mu F$   | 1 sek.    |
| 100K     | 100 $\mu F$  | 10 sek.   |
| 100K     | 1000 $\mu F$ | 100 sek.  |

I skemaet angives nogle beregnede pulstider fra 0,01 sek. (10 millisek.) til 100 sek. Hvis man ved praktiske forsøg ikke når til de samme resultater, skyldes det, at modstande, der anvendes, ofte har en tolerance på 10%, elektrolyt-kondensatorer en tolerance på 50–100%.

Modstanden  $R_{B2}$  kan erstattes af en fast modstand på 10K og et potentiometer på f.eks. 100K. Man kan med potentiometret variere pulstiden. Med en kondensator på 100  $\mu F$  kan pulstiden med potentiometret varieres fra 1 sek. til 11 sek. Den faste modstand på 10K skal forhindre, at basis på transistoren lægges direkte til plus, hvorved transistoren ville „brænde af“.

Et lampedrivertrin kan forbindes til udgangen af en monostabil multivibrator. En impuls på indgangen vil få lampen til at lyse fra 1 til 11 sek. med de her anvendte komponenter.

Den monostabile multivibrator bruges til at styre andre elektroniske enheder med. Den kan „lukke op“ i et ønsket tidsrum og er meget anvendt i digitale kredsløb som „timer“. Den kan også styre belysningen på en trappeopgang, så det kun er tændt i f.eks. 2 minutter. Den kan styre et forstørrelsesapparat etc.

Fig. 32

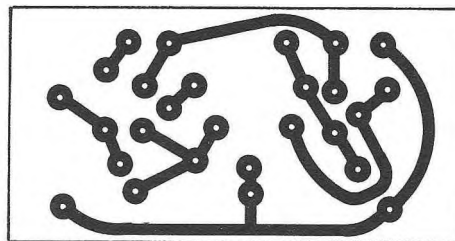
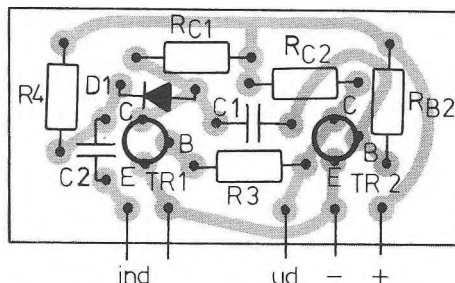


Fig. 33

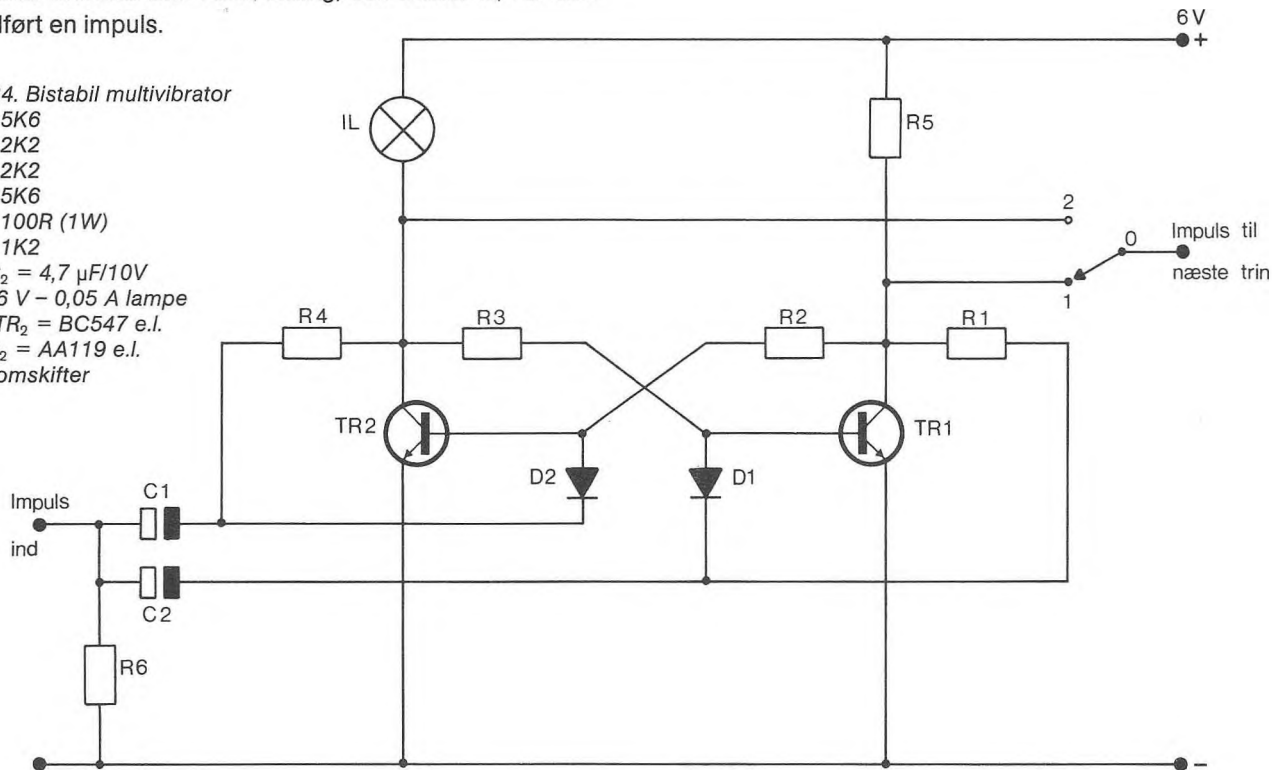


## Bistabil multivibrator – binær tæller

I modsætning til den monostabile multivibrator bliver den bistabile multivibrator i den stilling, den skifter til, når den får tilført en impuls.

Fig. 34. Bistabil multivibrator

$R_1 = 5K6$   
 $R_2 = 2K2$   
 $R_3 = 2K2$   
 $R_4 = 5K6$   
 $R_5 = 100R (1W)$   
 $R_6 = 1K2$   
 $C_1, C_2 = 4,7 \mu F/10V$   
 $IL = 6V - 0,05A$  lampe  
 $TR_1, TR_2 = BC547$  e.l.  
 $D_1, D_2 = AA119$  e.l.  
 $O = omskifter$



Diagrammet viser en bistabil multivibrator, hvor der i  $TR_2$  er anbragt en glødelampe. Når enheden tilsluttes spændingskilden er  $TR_2$  OFF og  $TR_1$  ON. Derfor lyser pæren

ikke. En impuls på indgangen får systemet til at skifte, så  $TR_2$  bliver ON, og lampen lyser. Næste impuls vil slukke lampen, næste igen tænde den osv.

Fig. 35.

Printtegning til Flip-Flop

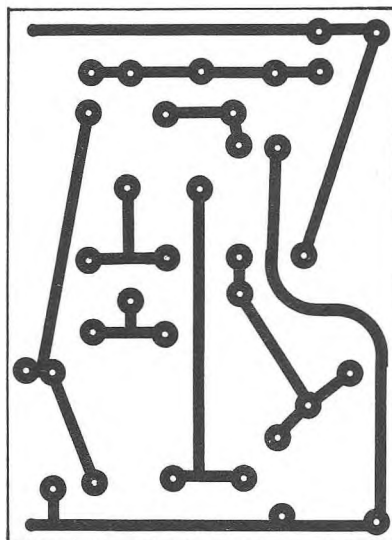
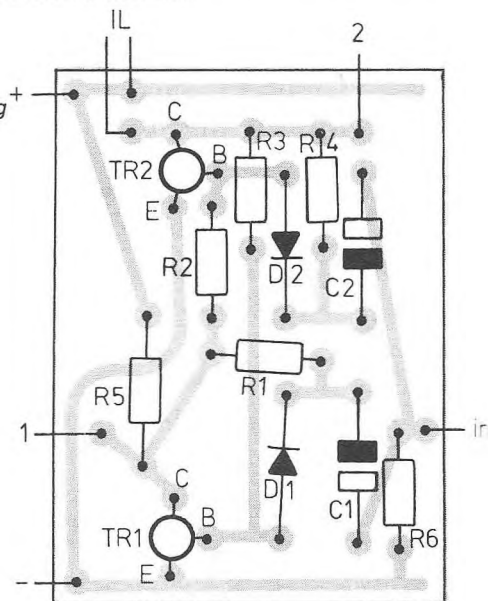
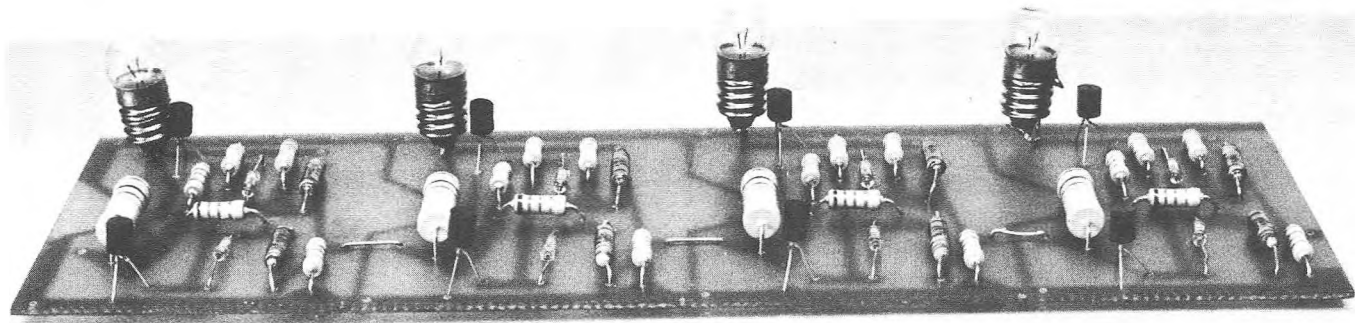


Fig. 36.

Komponentplacering





Binær tæller med fire flip-flops

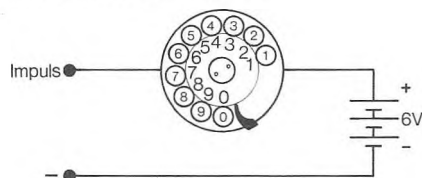
En bistabil multivibrator kaldes også en „Flip-Flop“. Hvis fire Flip-Flops kobles sammen, så UD 1 på den første FF forbindes til indgangen på den næste, og UD 2 på den næste føres til indgangen på den tredje osv., får vi en elektronisk tæller, der kan registrere antallet af tilførte impulser og vise antallet binært.

Med fire FF kan der tælles op til 15 impulser. Kobles endnu én FF på, tælles op til 31 impulser osv.

Hvis man i stedet forbinder UD<sub>2</sub> fra de forskellige FF med den næste i rækken, trækker den fra. Den starter med 0. Derefter viser den 15, 14, 13, 12 ...

Med et omskifterarrangement kan man lave sin binære tæller, så den enten adderer – lægger sammen, eller subtraherer – trækker fra.

Fig. 37. Drejeskiveenhed.



En telefondrejeskive i serieforbindelse med et tørelement laver den binære tæller til en regnemaskine. Når der f.eks. drejes 8 på drejeskiven, afbryder den under tilbageløbet spændingen 8 gange. Der kommer 8 impulser. De tal, der „drejes ind“, kan adderes eller subtraheres. Det er en elektronregnemaskine. Den nulstilles ved at afbryde spændingsforsyningen til enheden. Det kaldes „reset“.

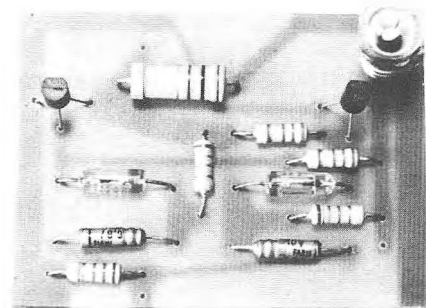
Ved at erstatte drejeskiveenheden med en anden, kan tælleren blive til et elektronisk ur. Enheden består af en transformator med en primær til 220 V og en 6 V sekundær.

Hvis vekselspænding enkeltensrettes, kommer der 50 impulser pr. sek. Med en brokoblet ensretter får vi 100 impulser pr. sek.

Hvis disse impulser tilføres tælleren, har vi et ur eller en tidsmåler, der kan måle  $\frac{1}{50}$  eller  $\frac{1}{100}$  sek.

Hvor langt, den skal kunne tælle til, er afhængigt af, hvor mange FF der er koblet efter hinanden.

Bistabil multivibrator



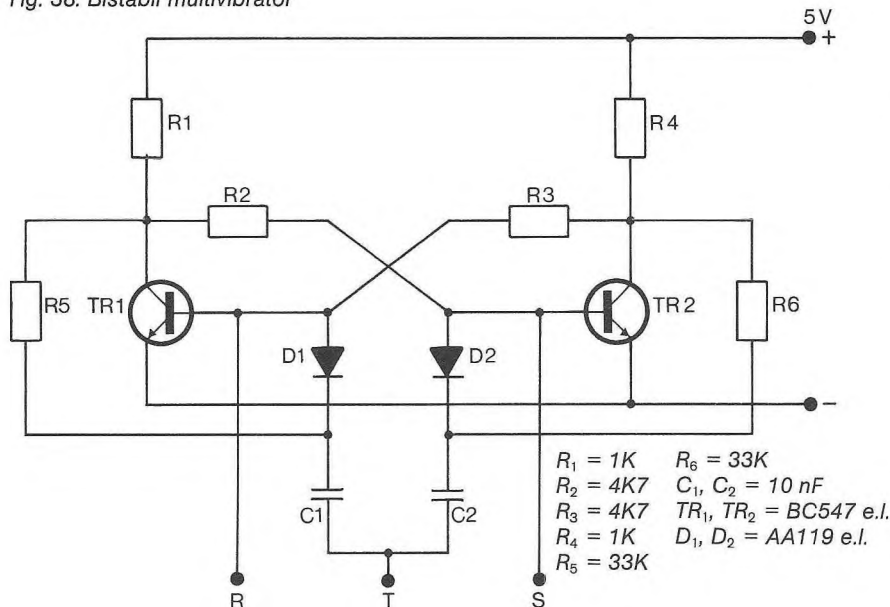
## Flip-Flop med PNP transistorer

Den beskrevne FF kan også bygges med PNP transistorer. Det kan f.eks. være AC128. Det samme print kan bruges. Transistorer og modstande monteres som før. Elektrolytkondensatorer og dioder vendes. Plus og minus-tilslutningen til batteri byttes om. PNP og NPN transistorer er modsat polariserede.

## Flip-Flop uden lampeudlæsning

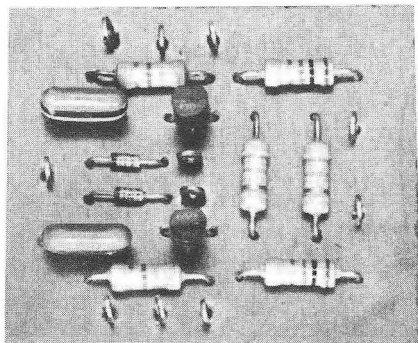
Den beskrevne FF med lampeudlæsning kan arbejde på frekvenser op til et par hundrede Hz. Så kan den ikke følge med længere. Den er ret langsom, så vi skal her se en, der kan arbejde meget hurtigere.

Fig. 38. Bistabil multivibrator



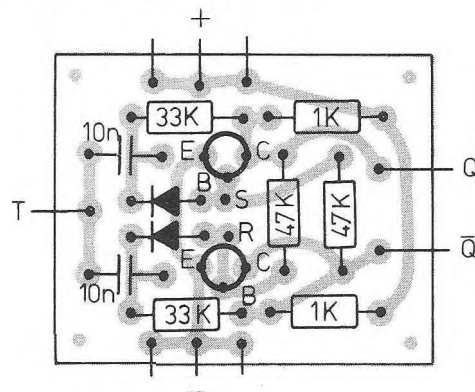
Der er ingen lamper, der indikerer, i hvilken stilling FF'en står. Det kan kontrolleres med et lampedrivertrin eller et voltmeter.

Sættes fire FF's sammen til en tæller, kan udlæsningen foretages med fire lampedrivertrin, og der kan tælles til 15 (binært).



Bistabil multivibrator

Fig. 39. Komponentplacering



Ønsker vi udlæsning i ti-talsystemet, må der konstrueres et antal AND-GATES.

|   | a |           | b |           | c |           | d |           |
|---|---|-----------|---|-----------|---|-----------|---|-----------|
|   | Q | $\bar{Q}$ | Q | $\bar{Q}$ | Q | $\bar{Q}$ | Q | $\bar{Q}$ |
| 0 | 0 | 1         | 0 | 1         | 0 | 1         | 0 | 1         |
| 1 | 1 | 0         | 0 | 1         | 0 | 1         | 0 | 1         |
| 2 | 0 | 1         | 1 | 0         | 0 | 1         | 0 | 1         |
| 3 | 1 | 0         | 1 | 0         | 0 | 1         | 0 | 1         |
| 4 | 0 | 1         | 0 | 1         | 1 | 0         | 0 | 1         |
| 5 | 1 | 0         | 0 | 1         | 1 | 0         | 0 | 1         |
| 6 | 0 | 1         | 1 | 0         | 1 | 0         | 0 | 1         |
| 7 | 1 | 0         | 1 | 0         | 1 | 0         | 0 | 1         |
| 8 | 0 | 1         | 0 | 1         | 0 | 1         | 1 | 0         |
| 9 | 1 | 0         | 0 | 1         | 0 | 1         | 1 | 0         |

osv.

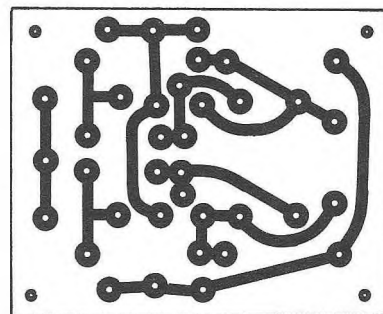


Fig. 40. Printtegning til bistabil multivibrator

## AND-gate

Udgangen på en AND-gate er høj, hvis alle indgange er høje.

Fig. 41. AND-gate

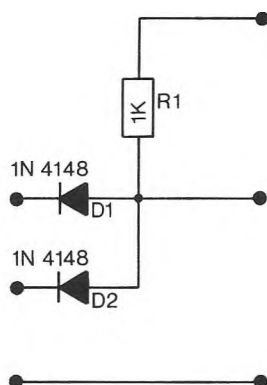


Fig. 42. Fire-indgang-AND-gate med lampedrivertrin

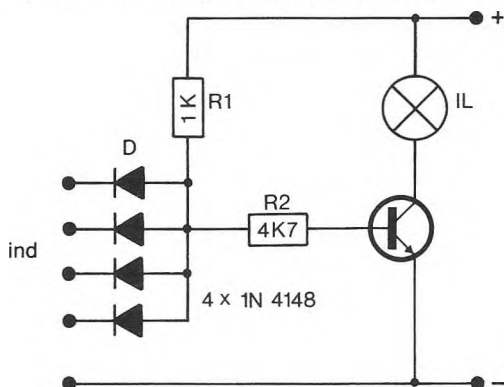


Fig. 43. Komponentplacering

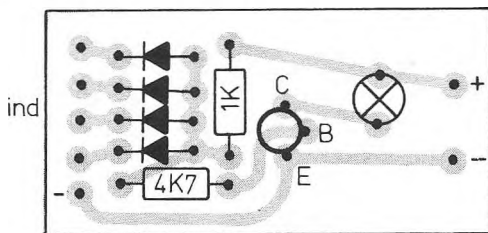
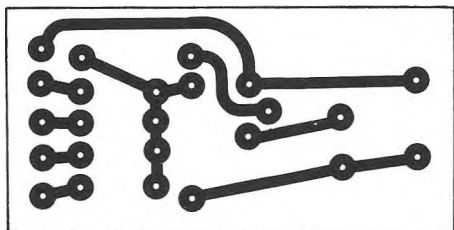


Fig. 44. Printtegning til AND-gate med lampedrivertrin



Sættes et lampedrivertrin efter en AND-gate, vil lampen lyse, hvis alle indgange på gaten er HØJE.

## Flip-Flop med udlæsning i ti-talsystemet

Måler vi på de to udgange ( $Q$  og  $\bar{Q}$ ) på de fire FF's, kan vi i en tabel angive, om indgangen er HØJ = 1 eller LAV = 0. ( $\bar{Q}$  læses  $Q$  inverteret = det modsatte af  $Q$ ). Hvis  $Q$  er HØJ er  $\bar{Q}$  LAV.

En lampe skal nu lyse ved 0. Vi ser i tabellen og finder, at alle  $\bar{Q}$  er høje. En gate med en indgang på  $\bar{Q}$  ved a, b, c, og d vil få et lampedrivertrin til at lyse.

Skal en lampe lyse efter seks impulser, må gateindgangene gå på a  $\bar{Q}$ , b  $Q$ , c  $Q$  og d  $\bar{Q}$ .

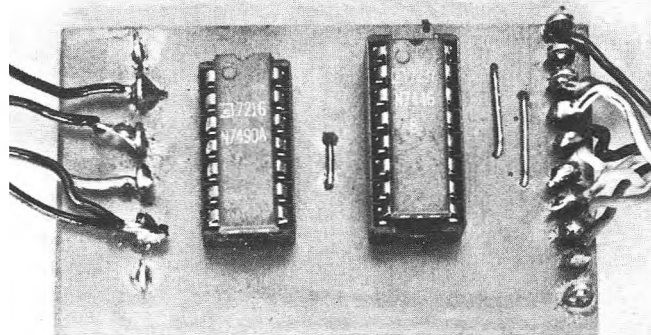
15 gates med lampedrivertrin, og vi kan tælle til 15 i titalsystemet.

Fire FF kan kodes til at standse ved 9 og begynde forfra. Vi kalder den en dekadetæller. Den kan købes færdig som IC (integreret kreds) og hedder 7490.

## Tæller med integrerede kredse og syvsegmentudlæsning

Den integrerede kreds 7490 indeholder fire flip-flops, der er koblet således, at de efter at have nået 9, starter forfra igen. Udlæsningen er i binær form.

Via en dekode (7447) kan et display vise tallet i titalsystemet.





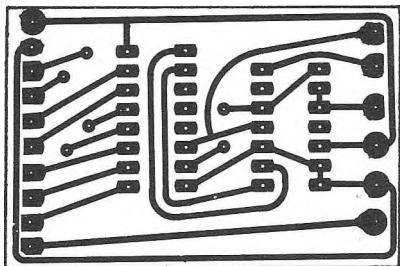


Fig. 45. Printtegnung til tæller

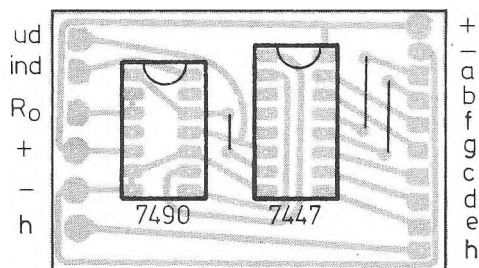


Fig. 46. Komponentplacering

Ud: Herfra kan signal sendes videre til næste tællerkreds.  
Ind: Signalingang, Ro: forbindes til minus. Hvis forbindelsen afbrydes, nulstilles tælleren (reset). +: +5V. h: komma.

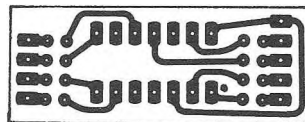


Fig. 48. Printtegnung til CQY81

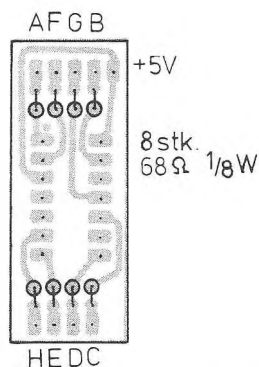


Fig. 49. Komponentplacering

Displayet kan være med syv glødetråde, der viser tallet i stiliseret form. Det kan f.eks. være 3015F (Minitron).

I stedet for display med glødetråde fremstilles nu også syv-segment displays, hvor elementerne er lysdioder. Et eksempel herpå er CQY81 (Philips).

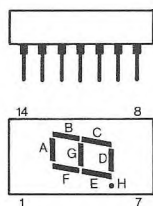


Fig. 47. Anode: 3,7. Katode: A=1, B=13, C=10, D=8, E=7, F=2, G=11, H(komma)=6

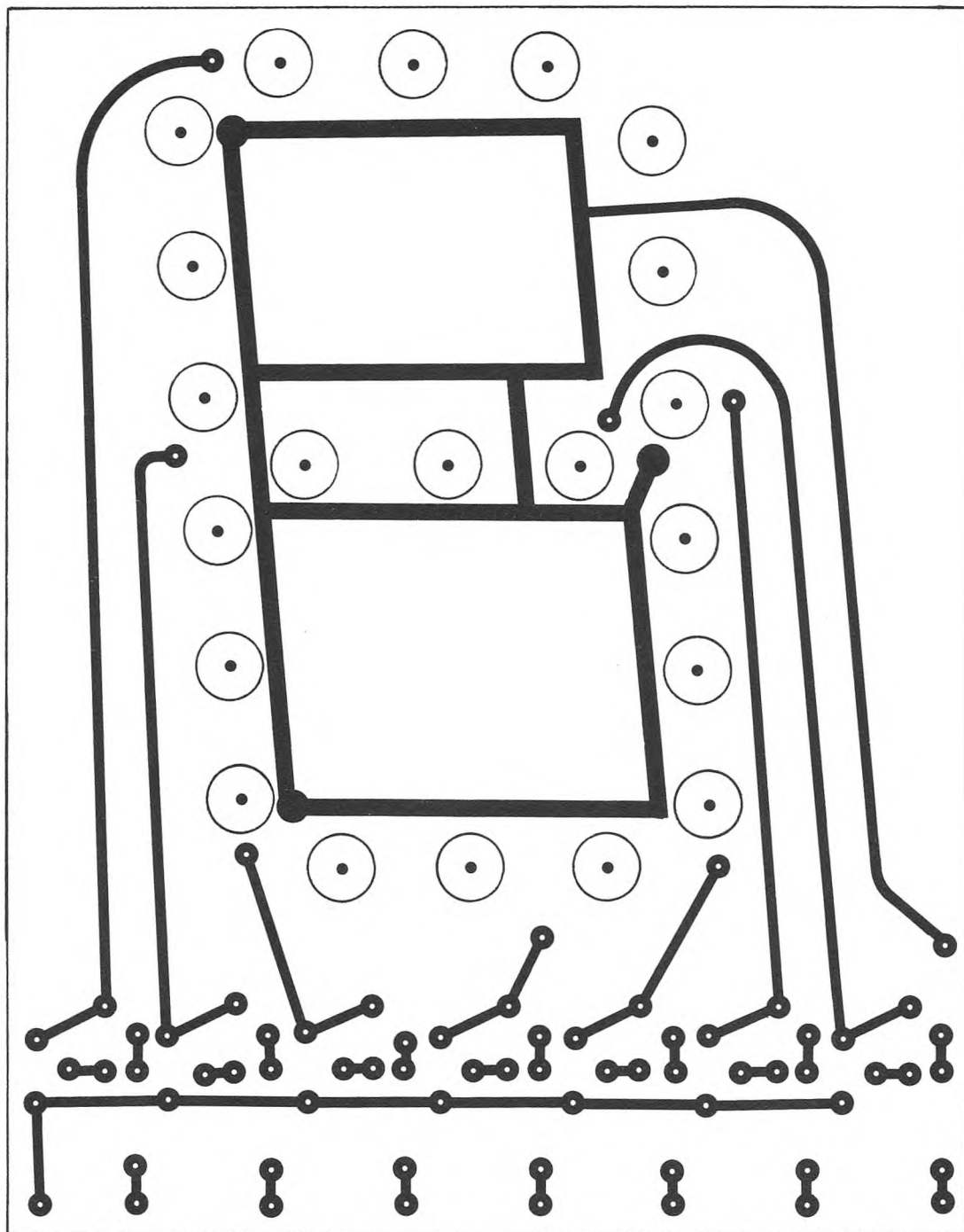
En elektronisk tæller kan konstrueres med en tællekreds (7490), en dekoder (7447) og et display.

Vil man kunne tælle længere end til 9, bruges ekstra enheder for hvert ciffer, man ønsker at udvide med. Sidste udgang på 7490 kobles blot på indgang på næste ciffer.

### Display med glødelamper

De displays, der har været omtalt, er af meget små dimensioner. Skal man kunne aflæse et display på lang afstand, kan de ikke bruges.

Fig. 50



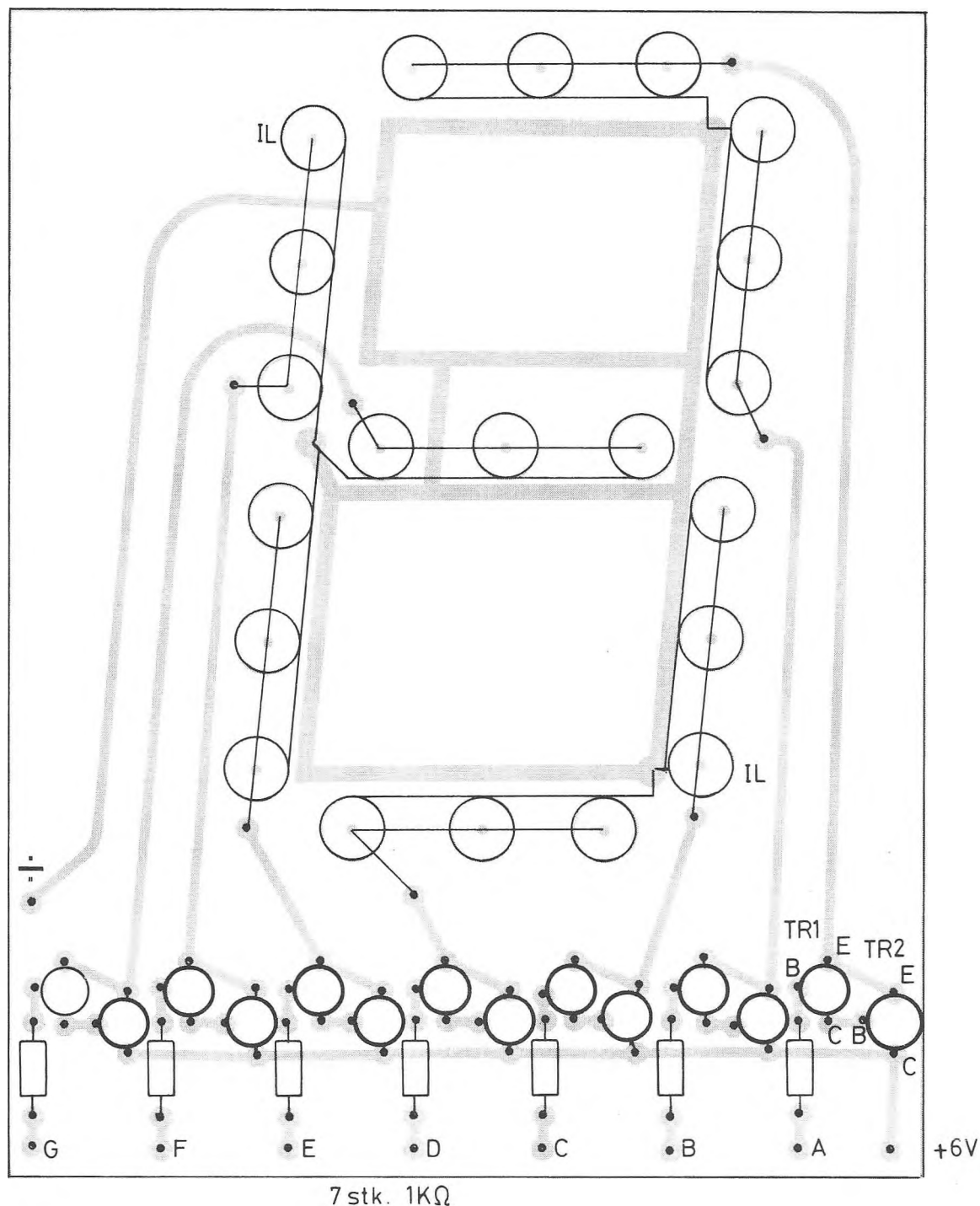


Fig. 51.

IL = Glødelamper 6 V – 0,05 A. De kan monteres direkte uden fatning i et 9 mm hul. Gevindet på alle glødelamper forbindes med uisoleret ledning til fælles minus. „Bunden“ af glødelamperne forbindes sektionsvis som vist på monterings tegning. Man kan i stedet for at lodde direkte på glødelamperne montere fatninger på printet.

TR<sub>1</sub> = BC557 eller AC127, TR<sub>2</sub> = AC128. Alle modstande 1K. A–F forbindes med tilsvarende bogstaver på dekoderen 7447 (fig. 46).

Her er vist et display i stor størrelse. Hvert segment består af tre glødelamper i parallelforbindelse. De drives af et lampedrivertrin med Darlingtonkoblede transistorer. Det er konstrueret således, at når indgangen lægges til 0, lyser pærerne (fig. 51).

Transistorerne kan godt klare fem glødelamper i hvert segment. Man kan så få et større og måske lettere aflæseligt display.

### Display med lysdioder (LEDs)

Her er endnu et eksempel på et display. De enkelte segmenter i dette syv-segment display udgøres af 4 lysdioder – LEDs – af typen CQY24 (Philips). Fig. 52 viser, hvordan de fire dioder i hvert segment forbindes.

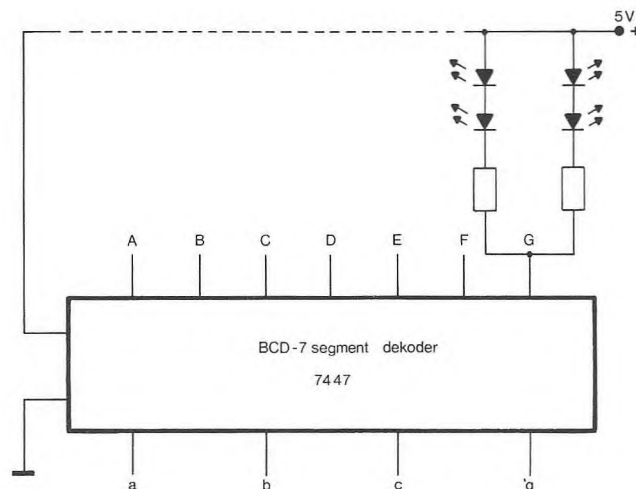
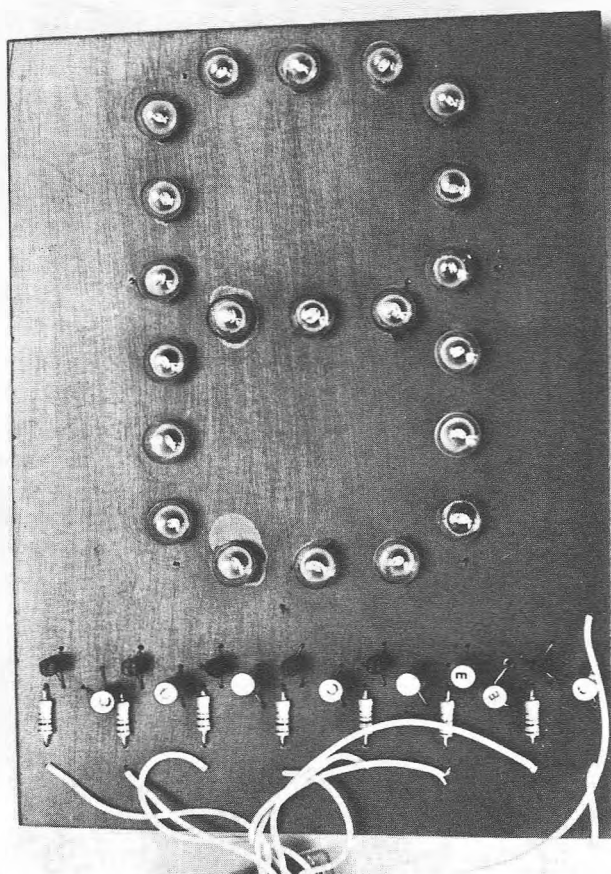
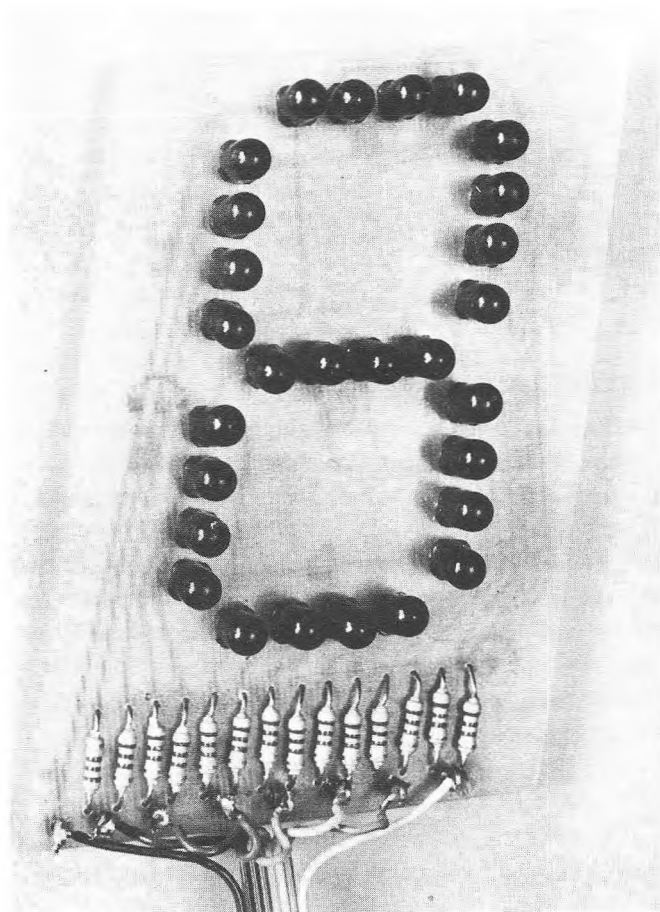


Fig. 52



Syvsegment display med glødelamper



Syvsegment display med lysdioder

Til at drive denne syvsegment bruges 7447A, der igen styres af 7490. Det betyder, at konstruktionen med disse to IC'er fra fig. 45-46 også kan bruges her.

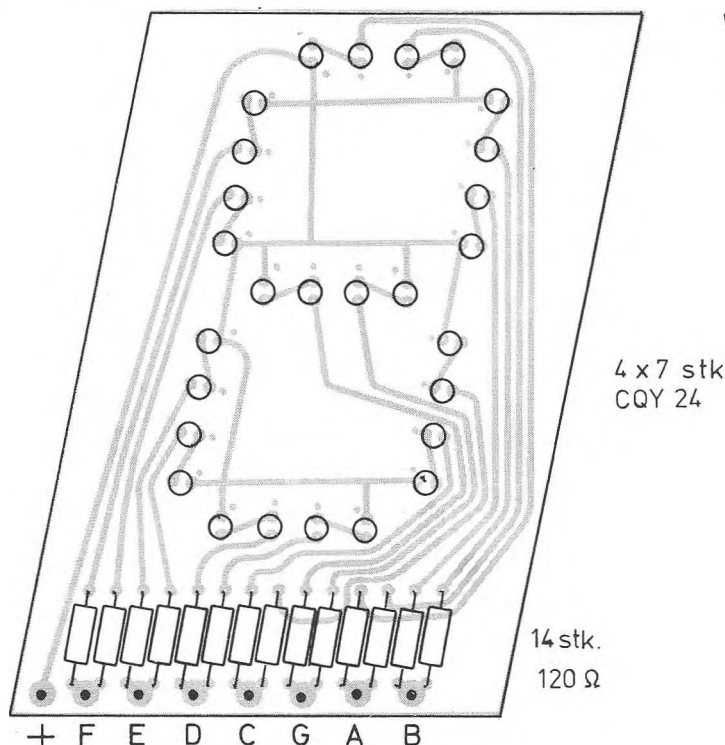


Fig. 53. Komponentplacering til display med LEDs.

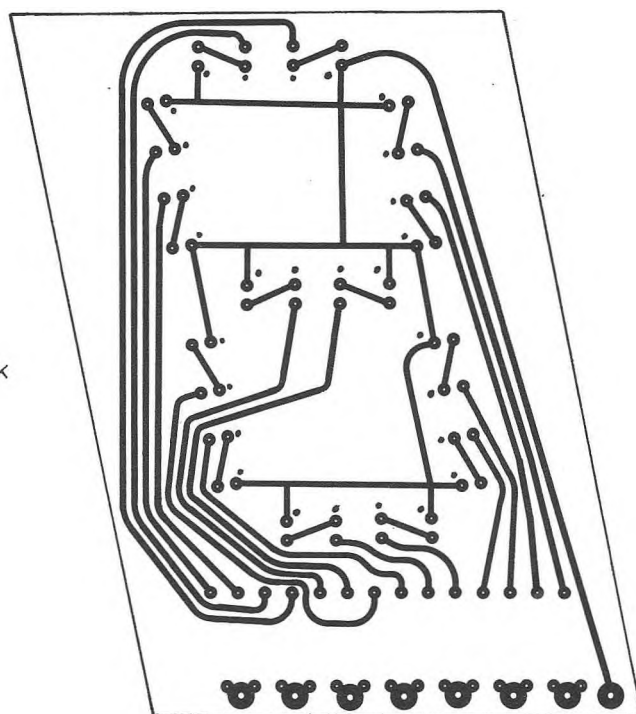
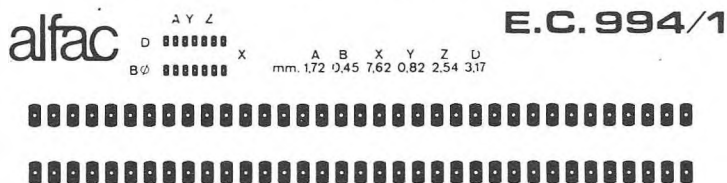


Fig. 54. Printtegning til display med LEDs. Prikkerne angiver anoden på lysdioden CQY24.

### Printtegninger til integrerede kredse

Det kan være svært at håndtegne print til integrerede kredse. Afstanden mellem tilledningerne er 2,54 mm. For at kunne montere en IC eller IC fatning, må hullerne være nøjagtigt afsat.

Her er det til stor hjælp at bruge transfers, f.eks. ALFAC. Der fås selvklæbende streger, øer o.l., der kan gnides direkte på kobberet på printpladen. Lakken, de er trykt med, er vand- og syrefast og hæfter godt på pladen i ferrikloridbadet. „Tegner“ man sit print med ALFAC symboler, bliver resultatet meget professionelt.



### Schmitt-trigger

Diagrammet viser en universelt anvendelig Schmitt-trigger. Med trimmepotentiometret (10K) kan triggepunktet og dermed mark-spaceforholdet ved de resulterende firkanter indstilles. Det foretages med en sinusgenerator på indgangen og et oscilloskop på udgangen.

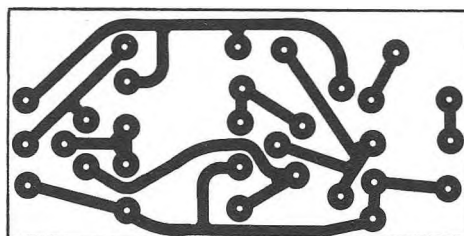


Fig. 56. Printtegning til Schmitt-trigger



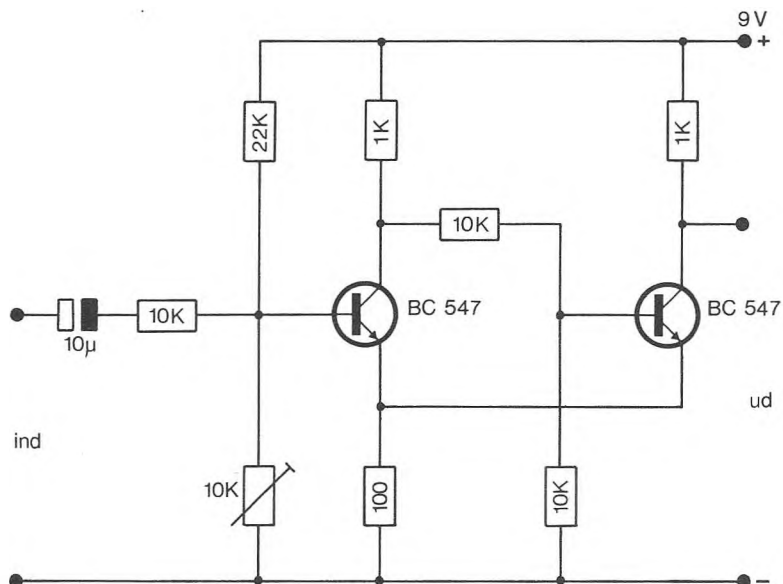


Fig. 55. Schmitt-trigger

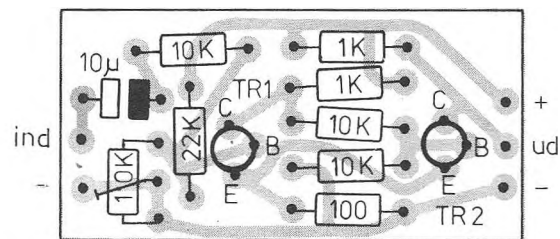
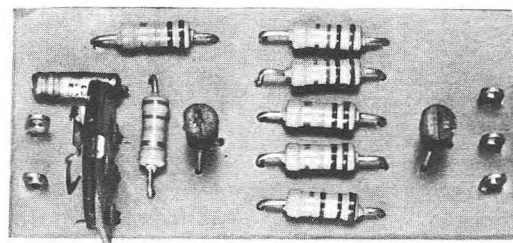


Fig. 57. Komponentplacering



Schmitt-trigger

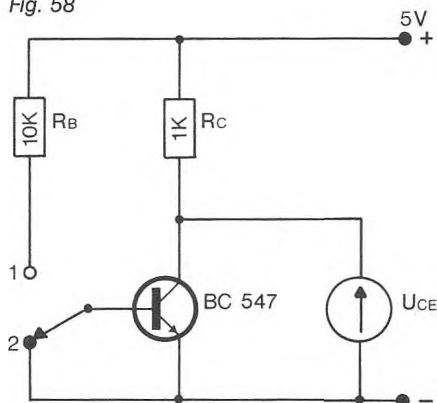
## Transistoren som switch

I de konstruktioner, vi har set med den astabile multivibrator, har transistorfunktionen været, at transistoren har kunnet lukke op, den er ON, der går strøm i kollektor. Transistoren kunne også være OFF, der går ikke strøm i kollektor.

Vi siger, at transistoren arbejder som switch.

Det er nyttigt at lave denne lille opstilling på sømbræt og måle på transistoren. Det fortæller meget om transistorfunktionen.

Fig. 58



Transistoren kan f.eks. være en BC547, basismodstand 10K, kollektormodstand 1K. Hvis basis lægges til 1, er der positiv spænding på basis, der går strøm gennem transistoren.

$U_{CE}$  (spændingen over kollektor og emitter) måles med et voltmeter til at være (næsten) 0 V (0,15 V).

Hvis omskifteren lægges til 2, lægges basis til minus. Transistoren lukker i, der går ingen strøm i kollektor.  $U_{CE}$  stiger til den fulde batterispænding. Transistoren er OFF.

Transistoren kan altså være ON,  $U_{CE} = 0$  V, eller OFF,  $U_{CE} =$  fulde batterispænding.

Disse spændinger kan måles med et voltmeter, men da vi ikke altid har brug for at kende den nøjagtige spænding, men blot vide, om den er HØJ eller LAV, om transistoren er OFF eller ON, kan målingerne foretages med dette simple lampedrivertrin.

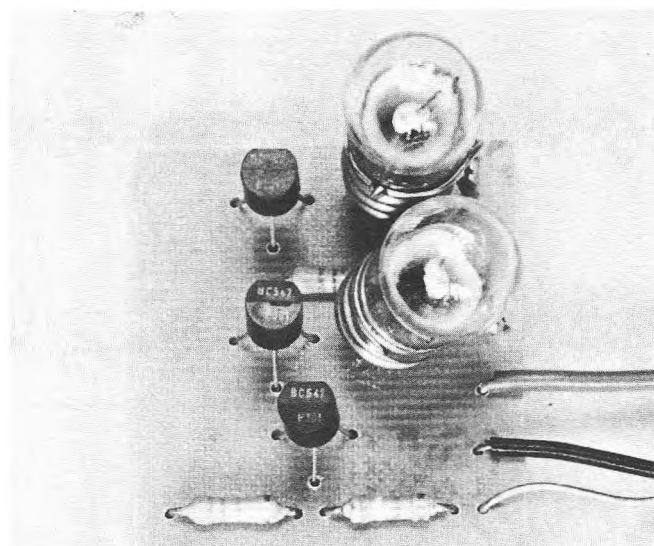
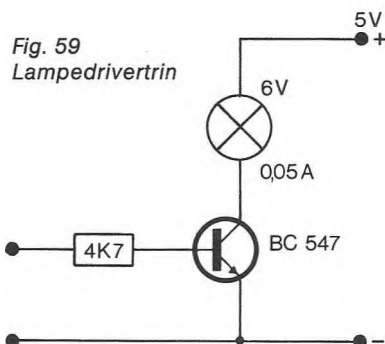
## Lampedrivertrin

Lampedrivertrinet består af en NPN LF transistor, type underordnet. I kollektor er der en glødelampe, 6 V – 0,05 A. Fra basis svæver en modstand på 4K7. Batterispændingen har ikke så stor betydning. Den kan være mellem 4,5 V og 9 V.

Hvis der (over 1 og 2) lægges en høj spænding på indgangen (mere end 2 V), lyser pæren.

Vi kan se om spændingen er HØJ, ellers er den LAV.

Med dette lampedrivertrin kan vi måle på en transistor, om den er ON eller OFF.



ON/OFF tester

## Lampedrivertrin med 2 transistorer

Funktionen af dette lampedrivertrin er som ved den første opstilling. Vi har blot brugt to transistorer.

Vi opnår herved at belaste det, vi måler på, mindre end ved det første kredsløb. Der går mindre strøm i R.

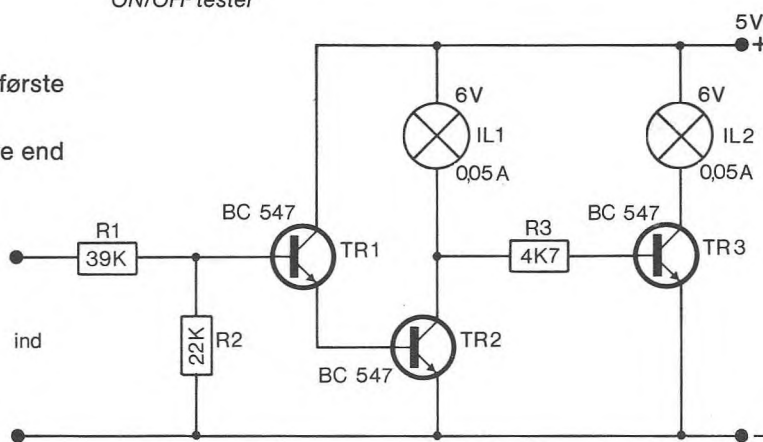
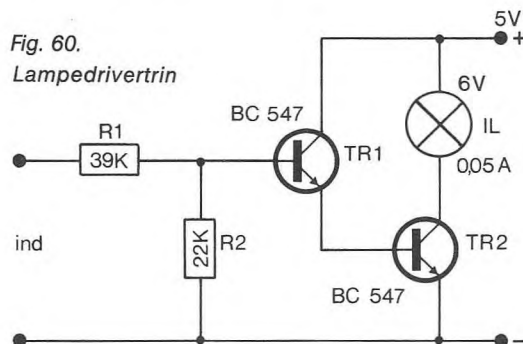


Fig. 61. ON/OFF tester

## Lampedrivertrin, der kan vise ON og OFF

Hvis vi sætter det første lampedrivertrin efter lampedrivertrinnet med 2 transistorer, har vi et trin, der viser, om det målte er HØJ eller LAV.

Hvis der er LAV spænding på indgangen, lyser IL<sub>2</sub>. (Det gør den også, hvis der ingen spænding er).

Hvis der er HØJ spænding, lyser IL<sub>1</sub>.

Denne HØJ/LAV måler eller ON/OFF måler kan være nyttig at have til måling på digitale kredse o.l. Derfor bringes her printtegning og komponentplacering.

Den kan også bruges som Torontolys i forbindelse med en astabil multivibrator.

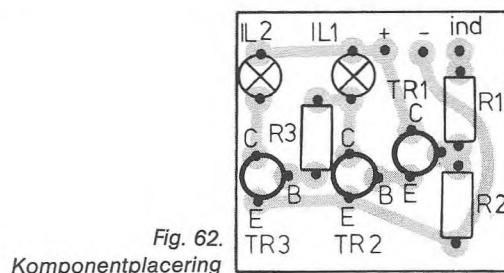


Fig. 62. Komponentplacering

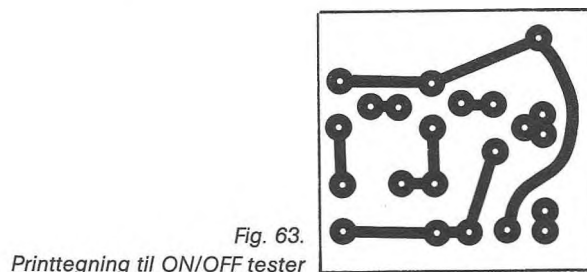


Fig. 63. Printtegning til ON/OFF tester

## Zenervoltmeter

Hvis der sættes en zenerdiode foran et lampedrivertrin, har vi en måde at indikere, om en spænding er konstant.

Zenerdioden kan være BZX79-C9V1. Det betyder, at den begynder at trække strøm, når spændingen er over 9,1 V. Når spændingen på indgangen kommer over  $9,1 \text{ V} + 0,7 \text{ V}$  (basisspænding) = 9,8 V, begynder transistoren at trække strøm. Lampen i kollektor lyser. Vi kan indikere, at spændingen er ca. 10 V.

Zenerdioder fås i alle værdier fra 1 V og opefter. To kan serieforbindes, og zenerspændingen bliver summen af de to zenerspændinger.

## Lysfølsomt relæ

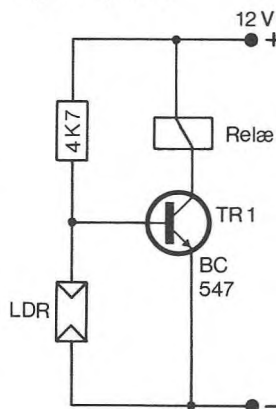
I denne opstilling danner en LDR sammen med en fast modstand, en transistor og et relæ et lysfølsomt relæ. Relæet er forbundet til kollektor, R er en fast modstand på 4K7, og modstandssymbolet med de to pile er symbolet for en LDR. Den danner sammen med den faste modstand en spændingsdeler, der sørger for basisspændingen til transistoren (BC547 e.l.). Belyst er modstanden i en LDR meget lille, og det giver en lille basisspænding, så lille, at transistoren ikke trækker strøm. Ved mindre belysning bliver modstanden større, og det betyder, at basisspændingen stiger, og når den når op over 0,7 V, begynder transistoren at trække strøm, og relæet skifter. Det anvendte relæ (VARLEY 12 V) kan klare 220 V AC eller 5 A – maksimalt 100 W.

Hvad opstillingen kan anvendes til, overlades til læsernes fantasi.

Transistoren kan være BC547 e.l. (BC107, BC147). AC127 kan også anvendes.

Basismodstanden  $R = 4\text{K}7$ , relæ VARLEY 12 V. LDR = alm. LDR eller RPY58.

Fig. 64. Lysrelæ



### Valg af relæ

Her må man blot tage hensyn til, at BC547 ikke tåler for stor kollektorstrøm, og der må ikke afsættes højere effekt end 0,5 W i transistoren. Vælg derfor et relæ, der skifter ved en strøm på 30–50 mA.

Et relæ, der skifter ved 12 V – 50 mA, går fint i opstillingen ved 9 V batterispænding. Også af hensyn til batteriøkonomien bør brugsstrømmen være lille.

## Lysfølsomt relæ uden relæ

Har man ikke et relæ, men gerne vil lave netop viste opstilling, kan relæet erstattes af en glødelampe 6 V – 0,05 A. Pas blot på, at pæren og LDR modstanden ikke monteres for tæt på hinanden. Hvis de gør det ... nå, ja, prøv selv.

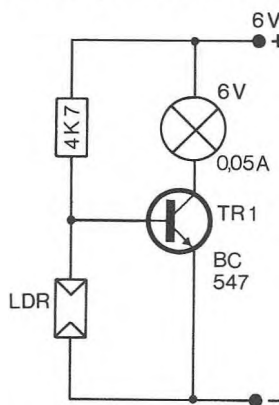


Fig. 65

Konstruktionen med LDR modstand og en pære er enkel og sjov. Når lyset slukkes, tændes lampen. Vi kunne også kalde det nødbelysning, parkeringsbelysning etc.

## 1 W LF forstærker

BC328/BC338 er et transistorpar, der uden kølefiner kan tåle en afsat effekt på 625 mW. Hvis kobberarealet på printet, hvor kollektor loddes på, er større end  $1 \text{ cm}^2$ , kan transistorerne tåle at afgive 800 mW.

Her er beskrevet en lavfrekvensforstærker anvendelig til mange formål, udviklet i Philips laboratorium.

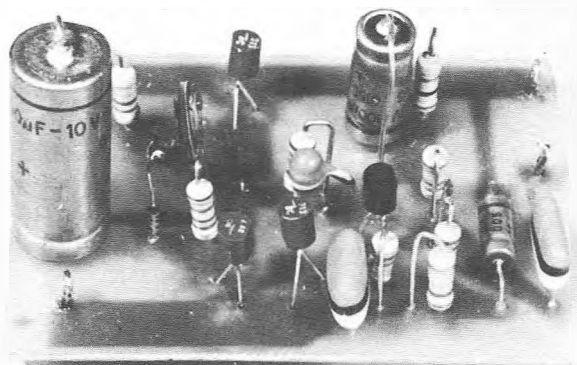
Den har transistorerne BC328/BC338 i komplementært udgangstrin. Ved en spænding på 9 V afgiver forstærkeren ca. 1 W i en 8 ohms højttaler.

Forstærkeren kan anvendes til gramfonforstærker, med radioforsats, med en enkel forforstærker til samtaleanlæg o.l. Der er ofte brug for en lille, god LF forstærker.

Udgangstrinnet er „stabistor“ stabiliseret med 2 siliciumdioder (1N4148) i serieforbindelse. Når der går strøm gennem dem, vil der over dem altid være et spændingsfald på 1,4 V. Med R8 reguleres, så „cross over“ forvrængningen er så lille som mulig.

I stedet for de to dioder, kan en stabistor, BZX75-C1V4, bruges. Funktionen er den samme.

Hvis forstærkeren skal bruges til batteridrift, kan man med fordel anvende transistorstabilisering som vist på fig. 67. Med denne form for stabilisering er forstærkeren mindre afhængig af spændingsvariation. Printtegningen for forstærkeren er med stabistor-stabilisering.



1 W LF forstærker

|   |                |
|---|----------------|
| Forsyningsspænding                              | 9 V            |
| Midtpunktsspænding                              | 4,5 V          |
| Udgangstrinnets tomgangsstrøm                   | 1 mA           |
| TR <sub>2</sub> tomgangsstrøm                   | 12 mA          |
| Forforstærkerens (BC548) tomgangsstrøm          | 0,2 mA         |
| Samlet tomgangsstrøm                            | 13,5 mA        |
| Indgangs følsomhed (ved $P_0 = 50 \text{ mW}$ ) | 9 mV           |
| Indgangs følsomhed (ved fuld udstyring)         | 43 mV          |
| Indgangsimpedans                                | 100 K $\Omega$ |
| Signal/støjforhold (ved $P_0 = 50 \text{ mW}$ ) | 65 dB          |
| Frekvensgang                                    | 70–20000 Hz    |

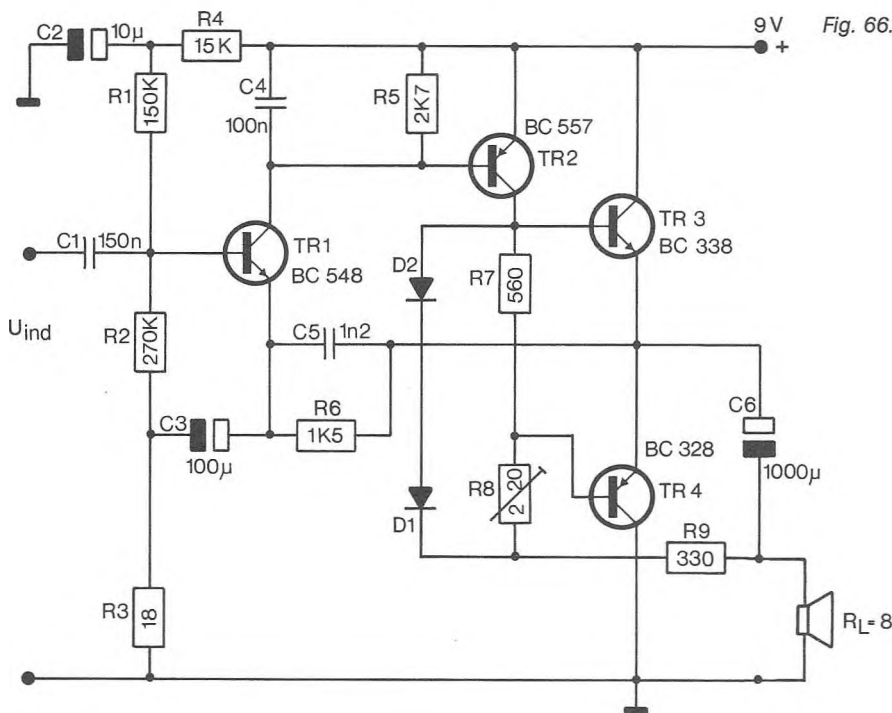


Fig. 66. 1 watt forstærker

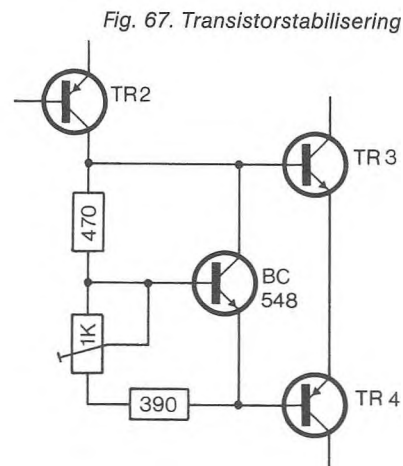


Fig. 67. Transistorstabilisering

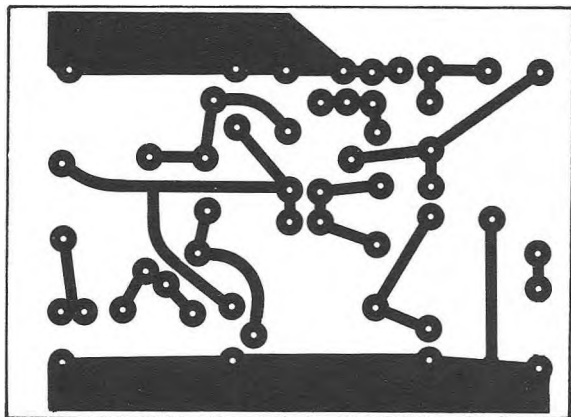


Fig. 68. Printtegning til 1 watt forstærker

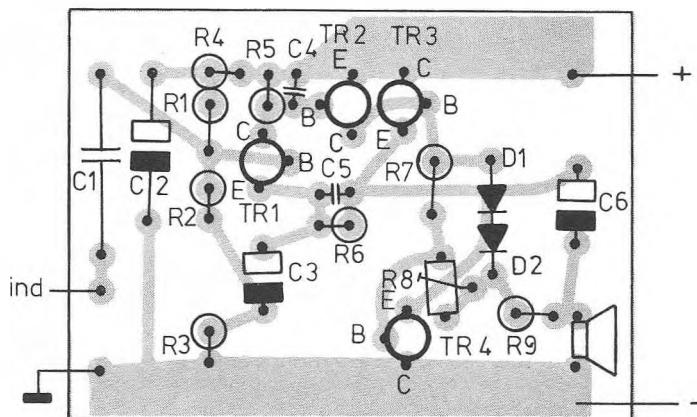
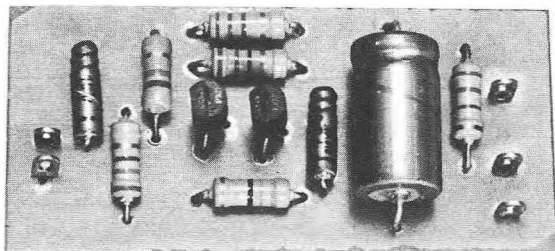


Fig. 69. Komponentplacering

## Forforstærker til lavfrekvensforstærker

Med en forforstærker kan en eksisterende lavfrekvensforstærkers følsomhed sættes op.

Med denne forforstærker kan 1 W lavfrekvensforstærkeren bruges til samtaleanlæg, til forstærker for en diodemodtager o.l.



Forforstærker

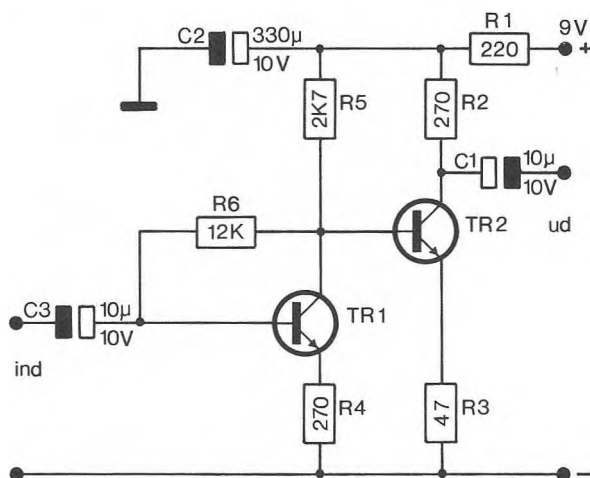


Fig. 71. Forforstærker

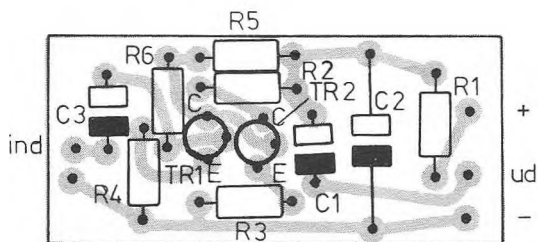


Fig. 70. Komponentplacering

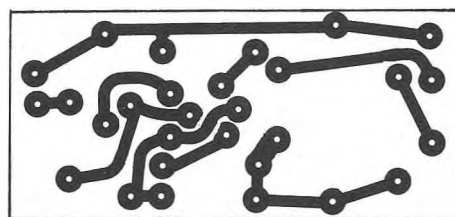


Fig. 72. Printtegning til forforstærker

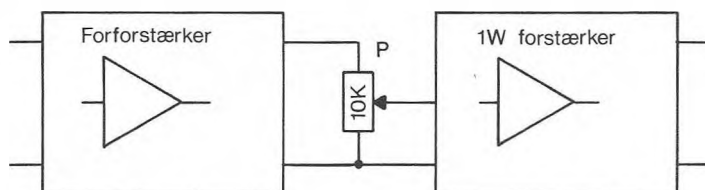


Fig. 73. Forstærker koblet til 1 watt forstærker

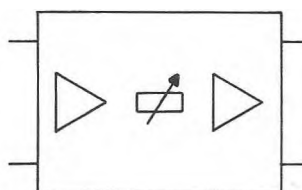


Fig. 74. Symbol anvendt for forforstærker + forstærker



## Samtaleanlæg

En forforstærker, en 1 W forstærker, en omskifter og to 8 ohms højttalere udgør et enkelt samtaleanlæg.

Basisstationen består af forstærkere, omskifter og én højttaler. Understationen (eller flere) er en 8 ohms højttaler.

Når trykomskifteren er ude, virker understationens højttaler (B) som mikrofon. Højttaler A (på basisstationen) virker som højttaler.

Ved at trykke på omskifteren byttes om på A's og B's funktion. Det er således basisstationen, der „styrrer“ samtalen.

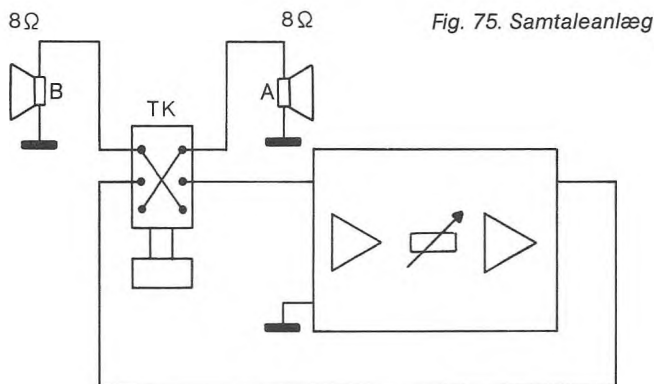


Fig. 75. Samtaleanlæg

## Diodemodtager

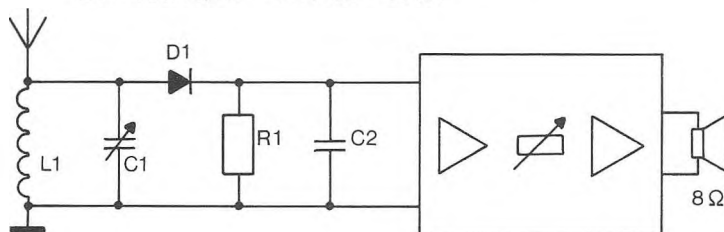
De fleste vil gerne selv fremstille en radiomodtager. Det er imidlertid en af de vanskeligste opgaver at gå i gang med.

En diodemodtager er derimod meget enkel, og kvaliteten er forbavsende god.

Stationsindstillingen bestemmes af drejekondensatoren  $C_1$ , og spolen  $L$ .

Spolen er viklet med isoleret tråd på en ferritstav. Antallet af vindinger er afhængig af drejekondensatorens størrelse, så det må man eksperimentere sig frem til. Prøv

Fig. 76.  $L$  = spolen,  $C_1 = 150$  pF drejekondensator,  $D1 = AA119$ ,  $R1 = 18K$ ,  $C2 = 10$  nF.



at vikle 30 vindinger på ferritstaven og undersøg, hvor modtageren arbejder. Ud fra dette kan man bestemme, om den skal dække mellem- eller langbølge. (Husk at mellembølgeområdet er næsten „dødt“ i dagtimerne).

En betingelse for, at der kommer nogle stationer ind, er, at modtageren er forsynet med en god udvendig antenne. Mange har prøvet at lave en diodemodtager, men opgivet at få den til at fungere. Den har sikkert fungeret. Signalet har måske blot været for lille. Derfor: Forsyn den med en udvendig antenne (10 m tråd ud ad vinduet på 1. sal kan bruges) og god jordforbindelse (radiator), og forbind den til en følsom forstærker. Resultatet er overvældende.

## 2 Watt stereo-forstærker

Data for hver kanal:

|   |                            |
|---|----------------------------|
| Effekt                                  | 2 watt i 8 ohms højttalere |
| Følsomhed (1000 Hz) ved $P_0 = 2$ watt: |                            |
| Pick-up                                 | 320 mV                     |
| Radio                                   | 70 mV                      |
| Indgangsimpedans                        | 130 K                      |
| Frekvensgang                            | 85–25000 HZ                |
| Forvrængning ved $P_0 = 2$ W            | 2 %                        |
| Arbejdsspænding                         | 9–15 V                     |
| Maksimal strøm ved fuld udstyring       | 230 mA                     |

Denne stereoforstærker er beregnet på den, der uden forudsætninger problemløst vil lave sit eget stereoanlæg. Effekten på 2 watt lyder måske beskedent, men med de rigtige højttalere er der mere end tilstrækkelig effekt til at spille et værelse op. Den opfylder heller ikke DIN-normerne, men alt taget i betragtning vil den være en god løsning for mange.

Som fotografiet viser, er hele konstruktionen på én printplade. Der skal kun bruges to tilledninger, nemlig til spændingsforsyningen.

Volumen, bas, diskant og balancepotentiometrene er loddet på printet, og de holder kølepladen for transistorerne. På kølepladen sidder også DIN-stik for gramfon- og radioindgang og til højttalerudgange. Her er kølepladen fastgjort til printpladen med et par vinkler.

Trimmepotentiometret er til finjustering af kanalbalancen. Med den udvendige balancekontrol i midterposition justeres med trimmepotentiometret til balance.

Forstærkeren er med fysiologisk volumenkontrol, og der anvendes et specialpotentiometer på 47K med udtag ved



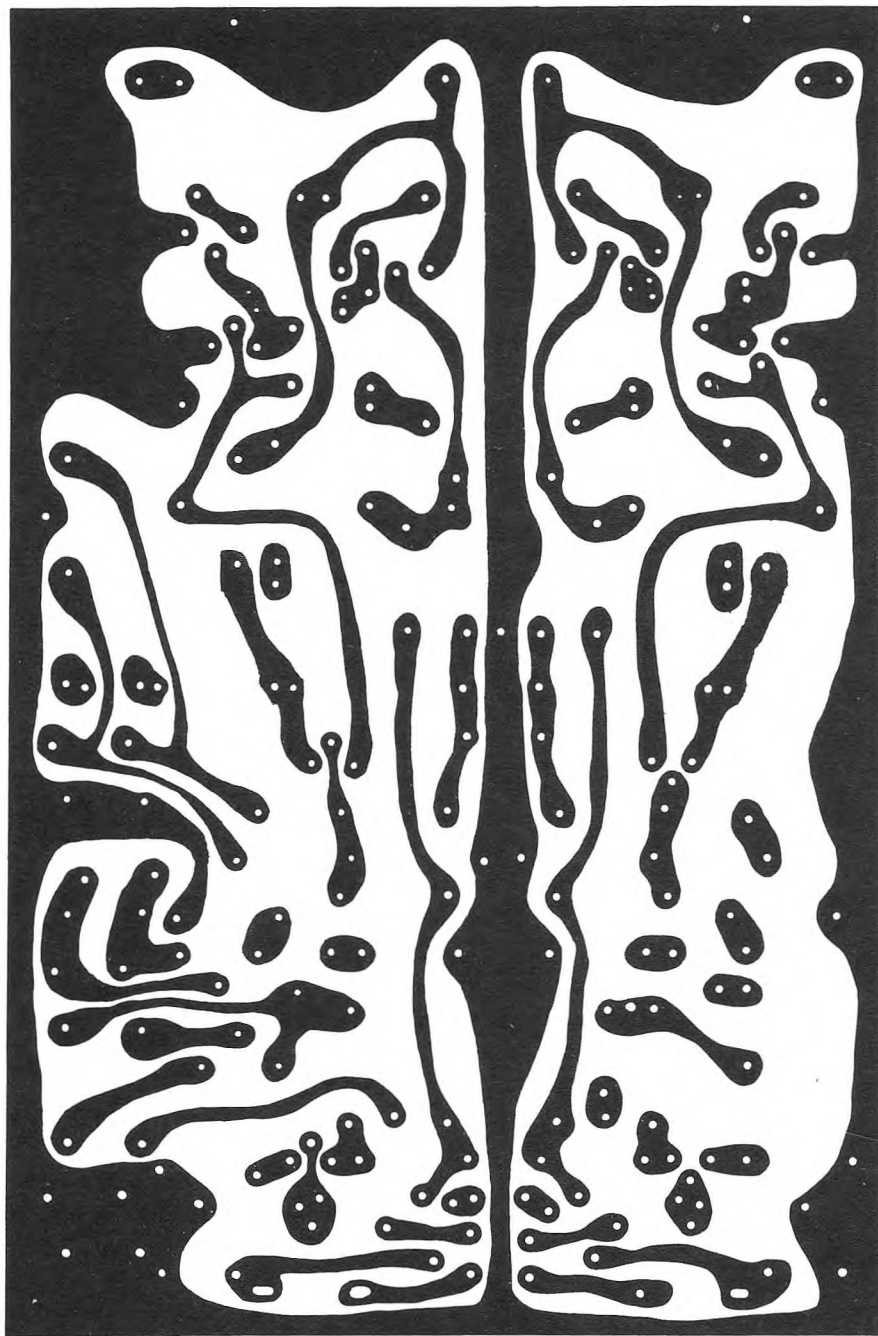
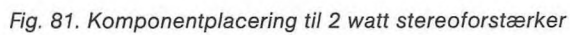
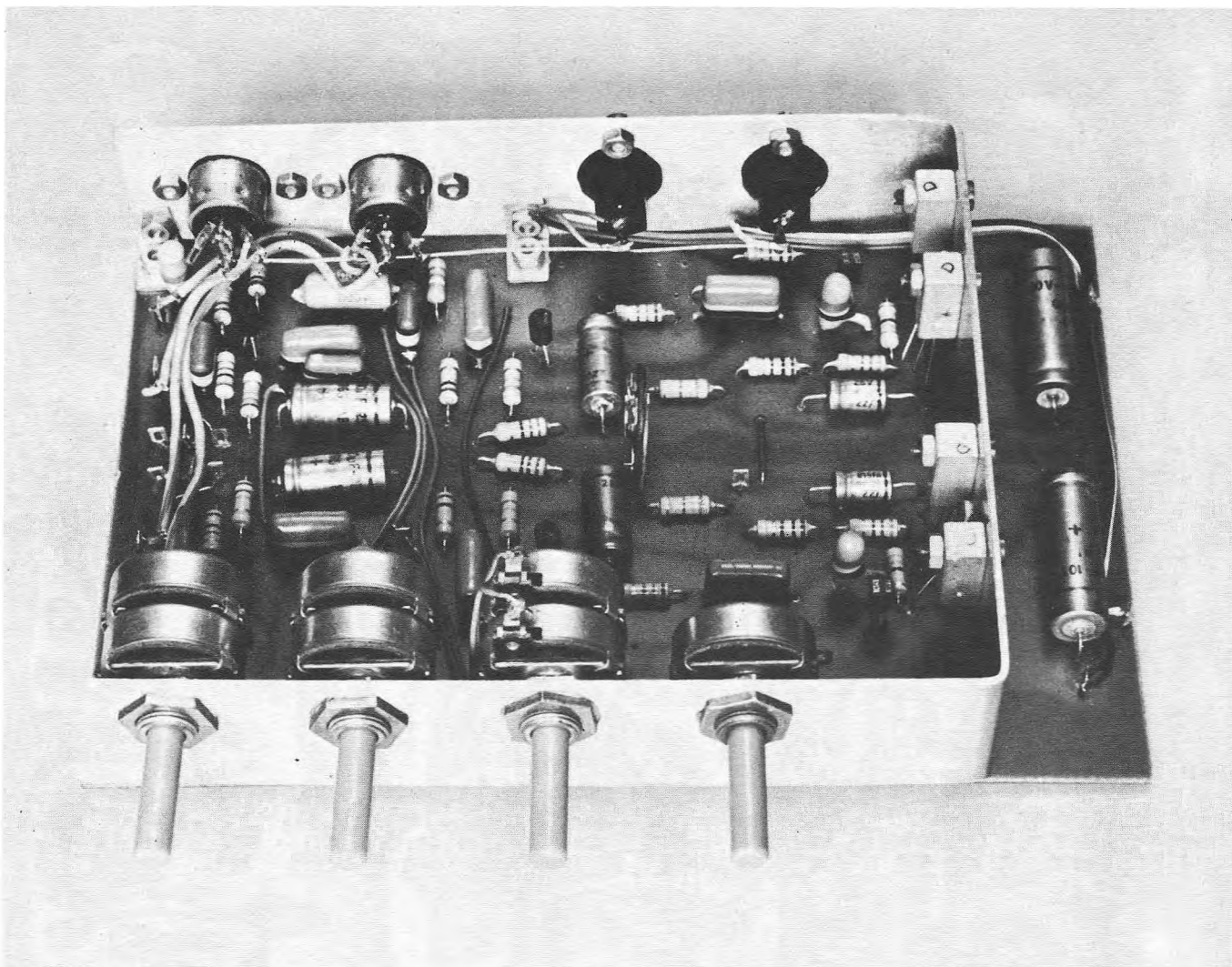
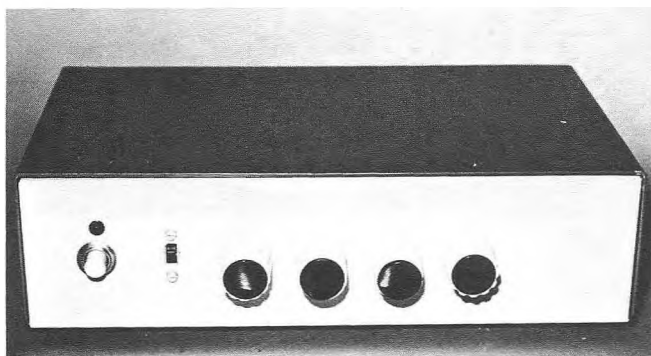


Fig. 80. Printtegning til 2 watt stereoforstærker





2 W stereoforstærker



Stereoforstærkeren i kabinet

10K. Udtagene forbindes med ledning til punkterne A og B på printpladen. (B forbindes til potentiometerhalvdel nærmest kølepladen).

Hvis der benyttes et almindeligt 47K stereopotentiometer til volumenkontrol, undlader man at montere de to ledninger til A og B. Modstanden på 3K9 og kondensatoren på 0,1  $\mu$ F er nu ikke nødvendige (se diagrammet).

Ledningerne fra radio- og grammofonstikkene skal være skærmede ledninger for at undgå, der på dette sted opsamles brum. Skærmen forbindes til 2 på DIN-stikket.

En omskifter mellem radio- og grammofonindgang kan loddess direkte på printpladen. Det er måske mest praktisk at montere en omskifter på frontpladen af kabinettet og (med skærmede ledninger) forbinde den til printpladen. Skærmen forbindes til minus på printpladen. Ellers skærmer den ikke (elektrisk) mod støj.

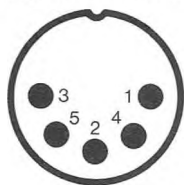
En passende spændingsforsyning skal give 15 V – 0,5 A. Forstærkeren arbejder også udmærket på batterier.



## DIN-stik forbindelser

Grammofon- og radioindgang forbindes således:

Fig. 82. DIN-stik forbindelser



- 2. Skærm
- 3. Venstre kanal
- 5. Højre kanal

„2“ forbindes på de to DIN-stik med en kort ledning. Fra det ene stik forbindes en ledning til minus på printpladen. Til „2“ loddess også skærmen fra de skærmede ledninger. Tegningen viser DIN-stikket set bagfra (fra loddessiden).

## Laboratoriespændingsforsyning – 24 V – 1 A

En kortslutningssikret laboratoriespændingsforsyning er nødvendig for den, der arbejder med elektronik. Her er en udgave med diskrete komponenter.

En nettrafo, 24 V – 1 A kan være strømkilde.

Mange skoler har vekselspænding i elevbordene. Hvis man der fast har 24 V vekselspænding, kan en lavvoltage loddekolbe tilsluttes her. Spændingsforsyningen, både den her viste og den efterfølgende med IC, kan også tilsluttes de 24 V~, idet man så undlader nettrafoen. Så undgår man også problemerne med 220 V~.

Krafttransistoren 2N3055 monteres på en køleplade bag på kabinettet. Hvis kabinettet er af metal, er en køleplade ikke nødvendig. Transistoren må så, med et monterings-sæt, elektrisk isoleres fra kabinettet. (Om montering se tegningen). Transistorhuset er kollektor, så det skal forbindes til K på printpladen. E og B forbindes med ledninger til E og B på printpladen. Ledningerne skal være så svære, at de kan bære en strøm på 1 A.

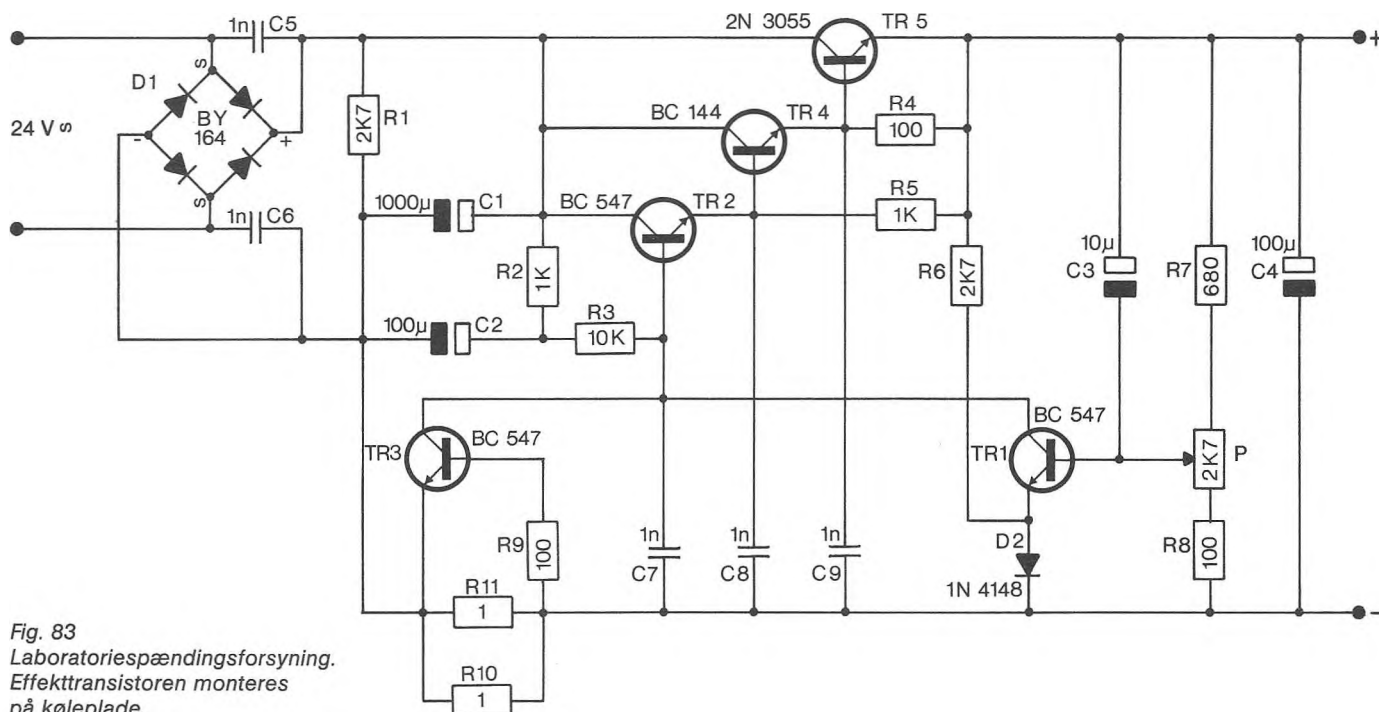


Fig. 83  
Laboratoriespændingsforsyning.  
Effekttransistoren monteres  
på køleplade.

|              |              |                         |                                     |
|--------------|--------------|-------------------------|-------------------------------------|
| $R_1 = 2K7$  | $R_5 = 1K$   | $R_9 = 100R$            | $C_2 = 100 \mu F/35 V$              |
| $R_2 = 1K$   | $R_6 = 2K7$  | $R_{10} = 1R5$          | $C_3 = 10 \mu F/35 V$               |
| $R_3 = 10K$  | $R_7 = 680R$ | $R_{11} = 1R5$          | $C_4 = 100 \mu F/35 V$              |
| $R_4 = 100R$ | $R_8 = 100R$ | $C_1 = 1000 \mu F/35 V$ | $C_5, C_6, C_7, C_8, C_9 = 1 \mu F$ |

$P = 2K7$  potentiometer.  $TR_1, TR_2, TR_3 = BC547$  e.l.  
 $TR_4 = BC144$  e.l.  $TR_5 = 2N3055$   
 $D_1 = 1N4148$ , trafo = 24 V – 1 A (0,5 A)  
 Monteringssæt til 2N3055

Regulering af spændingen sker med potentiometret P. Det styrer basisspændingen på TR<sub>1</sub>. Denne transistor kan lukke op eller i for Darlingtongkredsløbet, der består af transistorerne TR<sub>2</sub>, TR<sub>4</sub> og TR<sub>5</sub>.

TR<sub>3</sub> er kortslutningssikring og strømbegrænser.

R<sub>10</sub> og R<sub>11</sub> er parallelforbundne, og den resulterende resistans bliver 0,75 Ω. Når spændingsfaldet over modstanden bliver større end 0,77 V, sørger TR<sub>3</sub> for at lukke for Darlingtongkredsløbet. Det sker, når strømmen bliver større end 935 mA. Monteres R<sub>11</sub> ikke, lukker strømbegrænseren ved ca. 470 mA.

Fig. 85. Komponentplacering

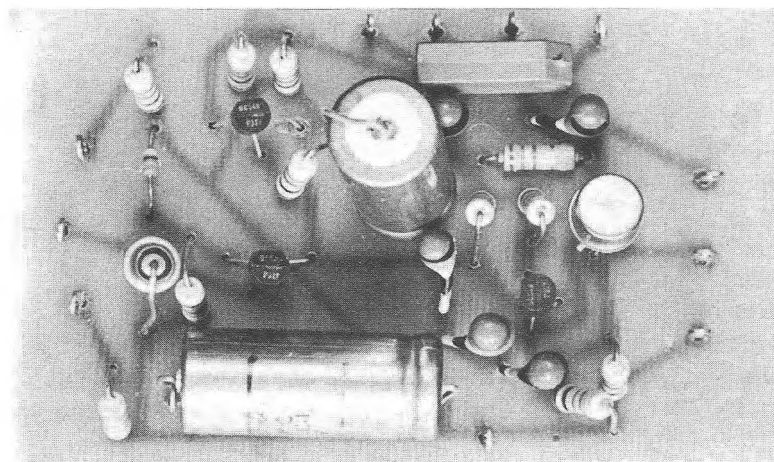
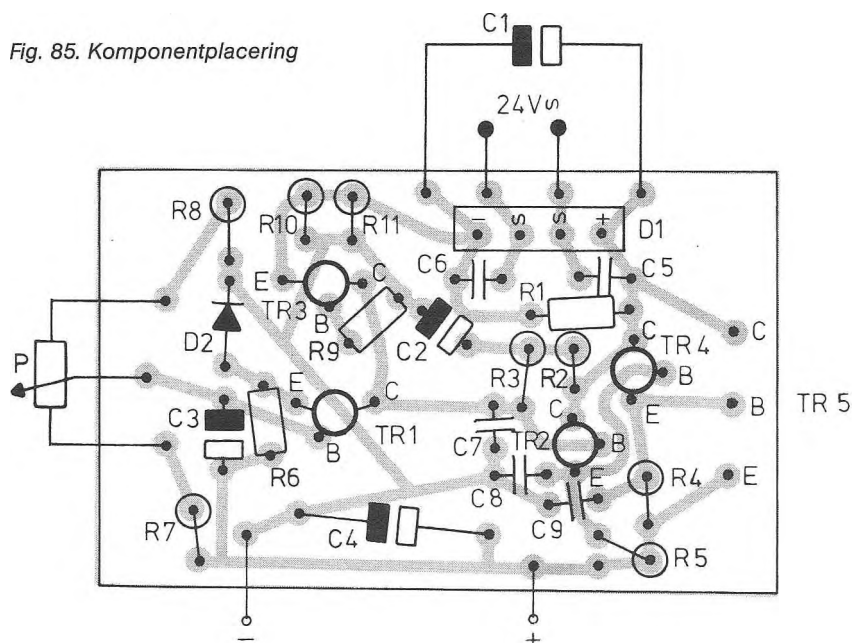


Fig. 84. Printtegning til laboratoriespændingsforsyning

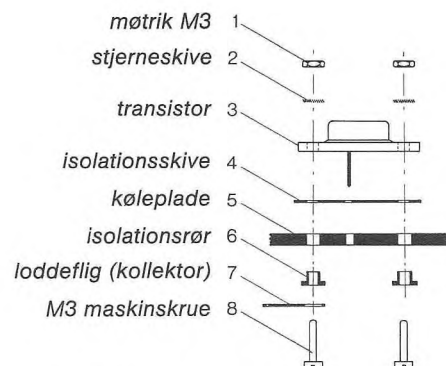
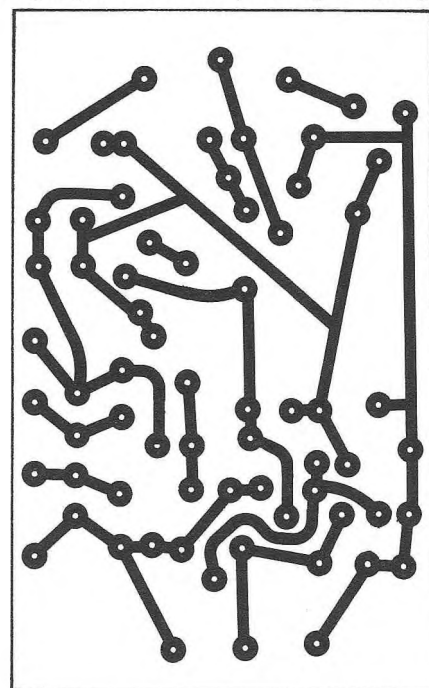


Fig. 86. Montering af krafttransistor

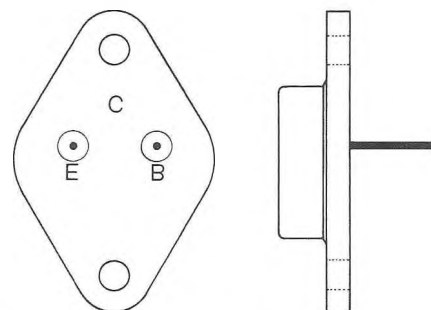


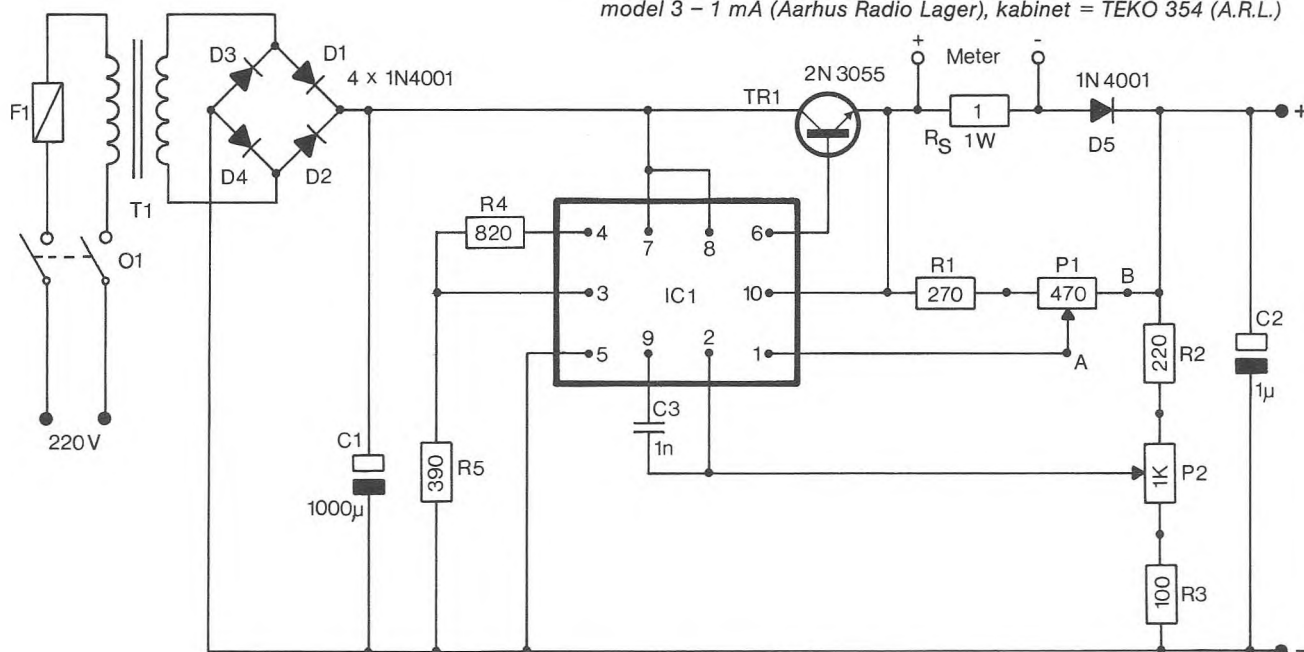
Fig. 87. Krafttransistor 2N3055

## Kortslutningssikret spændingsforsyning med IC

Denne spændingsforsyning kan bruges til en laboratoriestrømforsyning. Den er også særdeles anvendelig som fast spændingsforsyning til en færdig konstruktion.

Fig. 88. Spændingsforsyning med IC

$R_1 = 270R$   
 $R_2 = 220R$   
 $R_3 = 100R$   
 $R_4 = 820R$   
 $R_5 = 390R$   
 $R_6 = 47R$   
 $R_7 = 820R$   
 $R_8 = 15K$   
 $C_1 = 1000 \mu F/25 V$   
 $O_1 = \text{Dobbelt netafbryder}$ ,  $O_2 = \text{Ringtryk}$   
 $O_3 = 2 \times 3 \text{ (eller } 4 \times 3) \text{ stillings, 1 dæk, meter = Monacor model 3 - 1 mA (Aarhus Radio Lager), kabinet = TEKO 354 (A.R.L.)}$   
 $C_2 = 1 \mu F/25 V$   
 $C_3 = 1 nF$   
 $D_1 - D_5 = 1N4001$   
 $P_1 = 470R \text{ potm.}$   
 $P_2 = 1K \text{ potm.}$   
 $TR_1 = 2N3055 \text{ (Philips)}$   
 $IC_1 = TBA281/\mu A723CL$   
 $Trafo = 12,6 V - 1 A$   
 $Køleplade = K42 \text{ (med hul)}$



Spændingsforsyning med IC

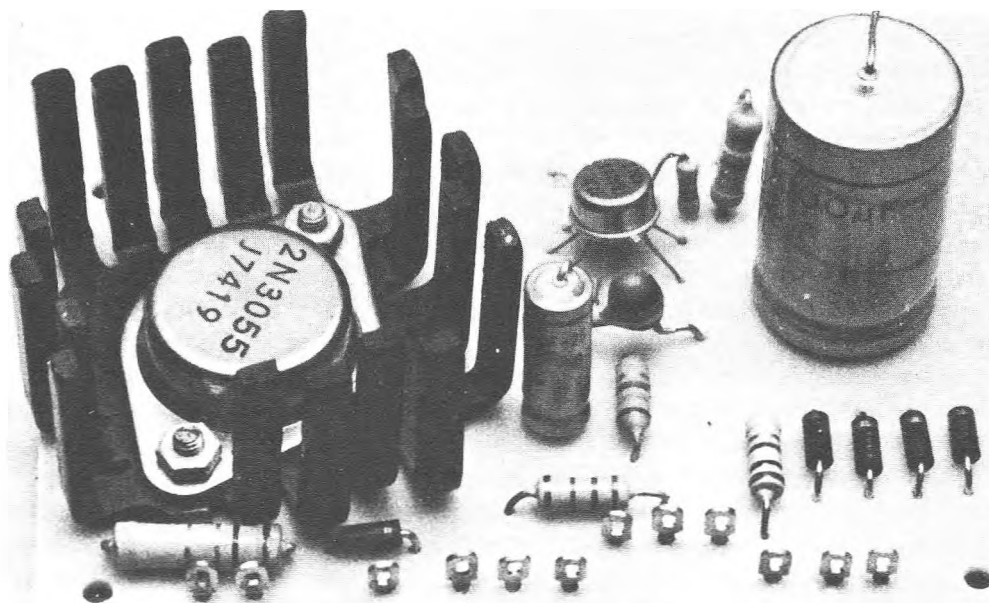




Fig. 89. Printtegning til spændingsforsyning med IC

### Laboratoriespændingsforsyning 2,5 V – 14 V

Fra en nettransformator fås en vekselspænding på 12,6 V. Vekselspændingen ensrettes af en brokoblet ensretter, der efterfølges af en stor elektrolytkondensator.

Selve reguleringskredsløbet udgøres af en IC, TBA281 (Philips). Ved at anvende en IC spares en mængde komponenter. Selve IC'en kan tåle en afsat effekt på 0,8 W. Det er derfor nødvendigt at lade den styre en krafttransistor, 2N3055. Den kan uden køleplade tåle ca. 15 W og med den anvendte køleplade ca. 40 W.

Alle komponenterne, med undtagelse af transformeren, er anbragt på printpladen.

Med et måleinstrument kan der måles strøm eller spænding. Hvis der kun benyttes ét måleinstrument, kan der med en omskifter ( $O_3$ ) vælges mellem strømområder, så instrumentet viser fuldt udslag ved 0,2 A eller 1 A, og måling af udgangsspændingen med fuldt instrumentudslag ved 15 V.  $P_2$  er et potentiometer, der kan regulere udgangsspændingen mellem 2,5 og ca. 14 V.

$P_1$  er et potentiometer, hvor maksimal strøm kan bestemmes. Strømbegrænsningen kan indstilles mellem 10 mA og 800 mA.

Trykkes der på  $O_2$ , kortsluttes udgangen, og med  $P_1$  kan der indstilles til den maksimale strøm, der ønskes aftaget.

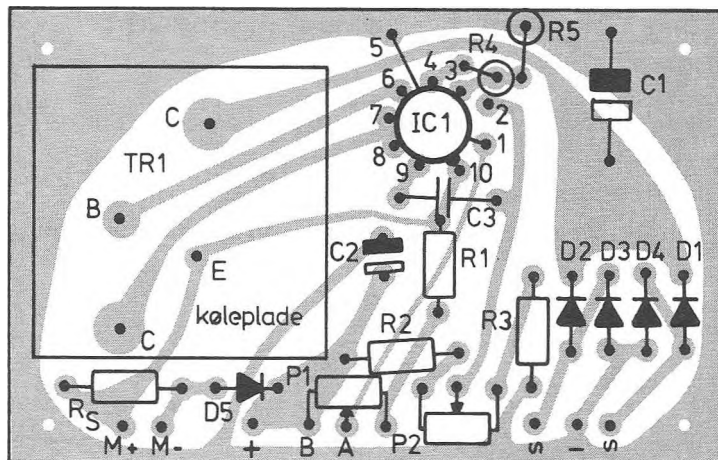


Fig. 90. Komponentplacering

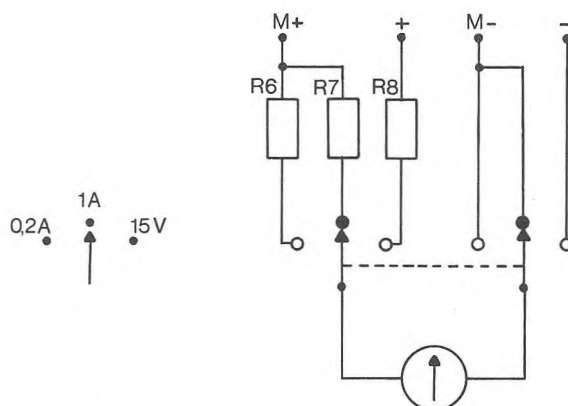


Fig. 91. Omskifterarrangement med ét måleinstrument

### Færdig konstruktion

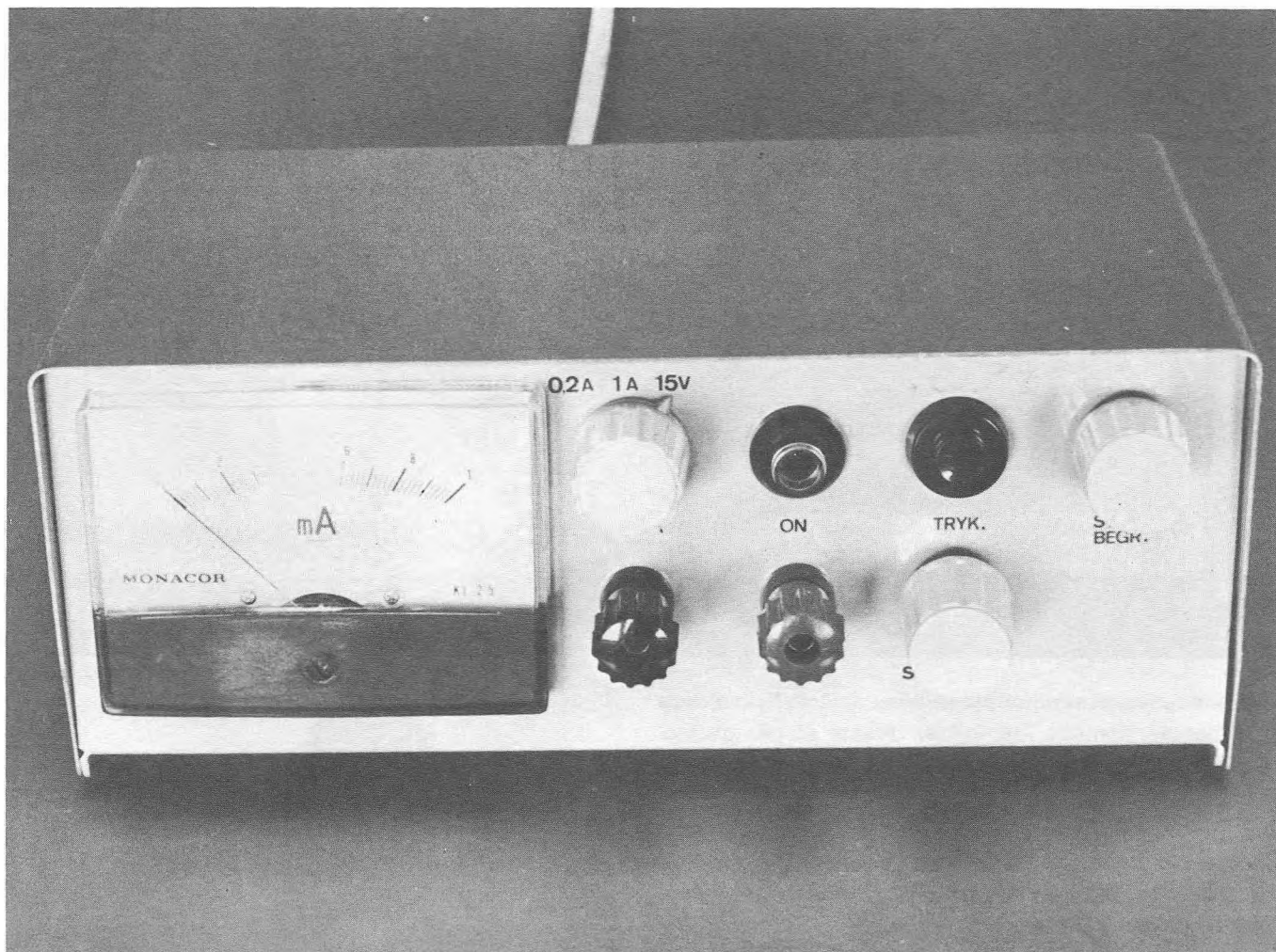
Når konstruktionen er afprøvet, kan den anbringes i et kabinet. Her er valgt et TEK0 type 354 aluminiumskabinet.

$O_1$  er en dobbelt netafbryder. Den skal være D-mærket. Man kan ikke klare sig med en enkelt-afbryder! Netledningen, der går til netafbryderen, skal være forsynet med aflastningsbøjle.

Transformatoren skal give 12 – 15 V, 1 A. Typenummeret for den her benyttede er NT-10207 (METRIC-NORTRA).

Dioderne i den brokoblede ensretter er 1N4001. BY127 kan også bruges. De skal monteres med den hvide ring som vist på tegningen.  $C_1$  (elektrolytkondensator) skal vendes rigtigt. IC'en, TBA281 vendes med flangen som vist på komponentplaceringen. Pas på ved monteringen af ben 5, at det kommer helt gennem printpladen, og lodningen her bliver god.





Spændingsforsyning i kabinet

Krafttransistoren (2N3055) kan monteres med en køleplade. Den kan købes færdig, men man kan også selv let fremstille en af et stykke 1,5 mm aluminium. Ved monteringen må det påses, at benene B og E ikke kan røre ved kølepladen. Selve transistorhuset er forbundet med kollektor, og der er derfor altid fuld spænding på huset og kølepladen. Transistoren monteres med 3 mm maskinskruer, og der skal bruges stjernesliver mellem møtrikker og printplade, så der her kan opnås en god elektrisk forbindelse. Først når transistoren er monteret, skal benene loddet fast på printet.

Potentiometrene monteres på frontpladen og forbindes med ledninger til printpladen.

Modstandene  $R_6$ ,  $R_7$  og  $R_8$  loddet direkte på instrumentomskifteren ( $O_3$ ) og forbindes til printpladen som vist på

fig. 91. Omskifteren forbindes til måleinstrumentet. De angivne modstandsværdier gælder kun, hvis det angivne måleinstrument anvendes.

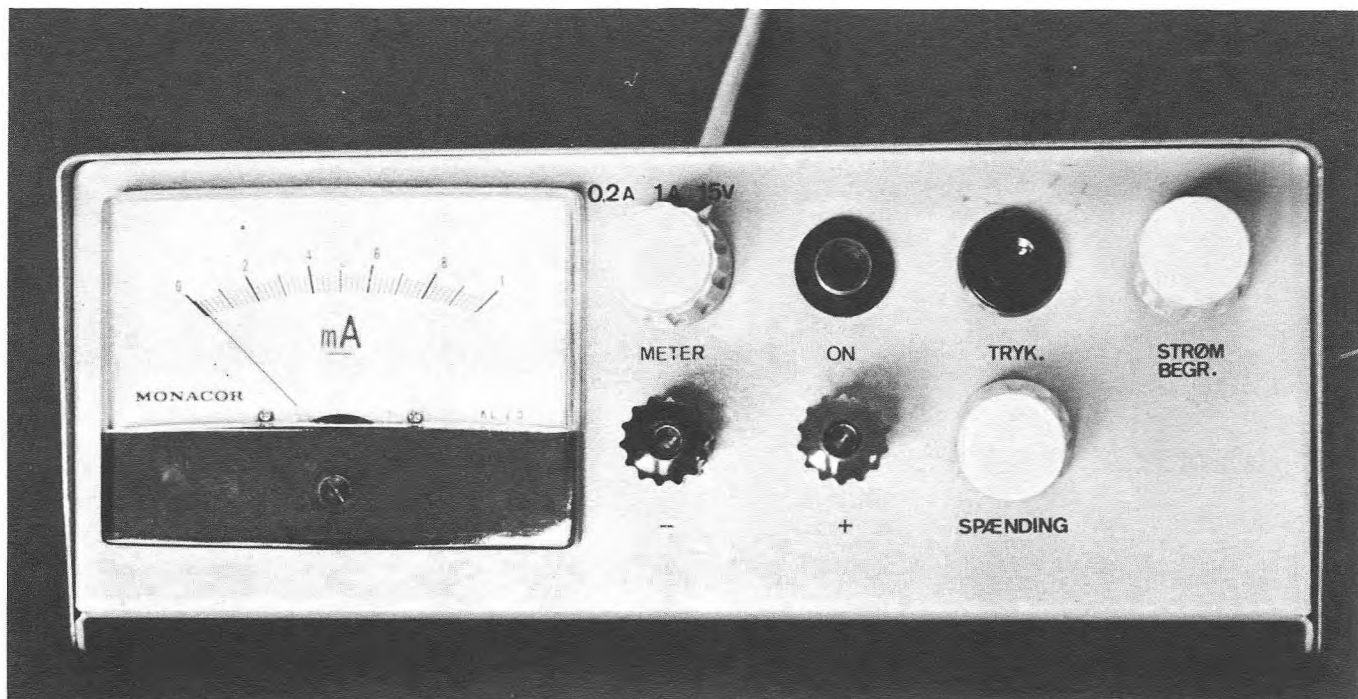
$O_2$  forbindes direkte over udgangen.

### Fast spændingsforsyning med IC

Der er ofte brug for en spændingsforsyning, der kan give 6, 9 eller 12 V til en konstruktion. Det kan være en spændingsforsyning til den beskrevne 2 W stereoforstærker vist andetsteds i denne bog. Denne forstærker arbejder med 15 V spændingsforsyning.

Til sådanne formål er den netop viste spændingsforsyning med IC særdeles anvendelig.



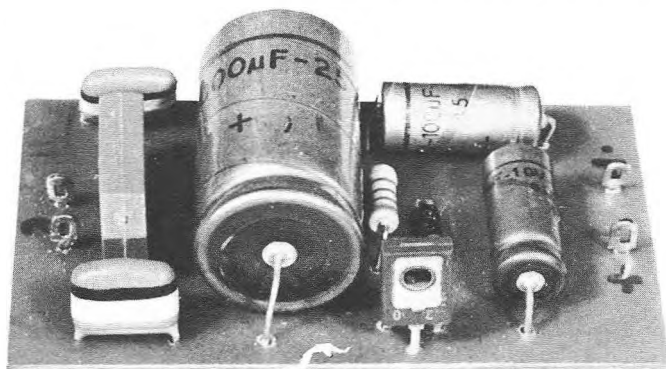


Frontpladen på spændingsforsyningen

Printtegningen er udformet således, at  $P_1$  og  $P_2$  kan være trimmepotentiometre, der loddes direkte på printpladen. Der kan så indstilles til den ønskede spænding og maksimale strøm.

$R_s$  skal blot beregnes, så der ved den ønskede strøm sker et spændingsfald over den på 0,7 V. Den skal også kunne tåle den effekt, der bliver afsat i den.

| maksimal strøm | $R_s$                 |
|----------------|-----------------------|
| 250 mA         | $2,8 R/\frac{1}{4} W$ |
| 500 mA         | $1,4 R/\frac{1}{2} W$ |
| 1 A            | $0,7 R/1 W$           |



Fast spændingsforsyning

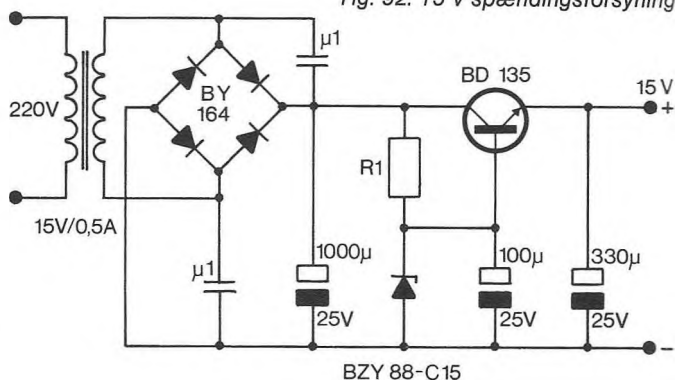
## Fast spændingsforsyning

Denne spændingsforsyning er beregnet til 2 watt stereo-forstærkeren i denne bog. Spændingsforsyningen er konstrueret så enkelt som muligt. Den er ikke kortslutnings-sikret!

BD135 kræver køleplade. Det kan være et stykke 2 mm aluminium, eller transistoren kan monteres på bagsiden af kabinettet. Med et monteringssæt skal transistoren isoleres fra kabinettet.

Ved ilodning af BD135 skal kollektorbenet forsigtigt bøjes med en spidstang, så det passer i printet.

Fig. 92. 15 V spændingsforsyning



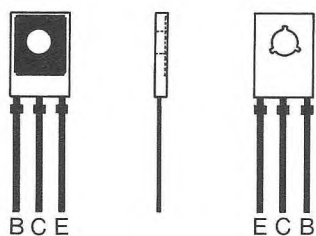
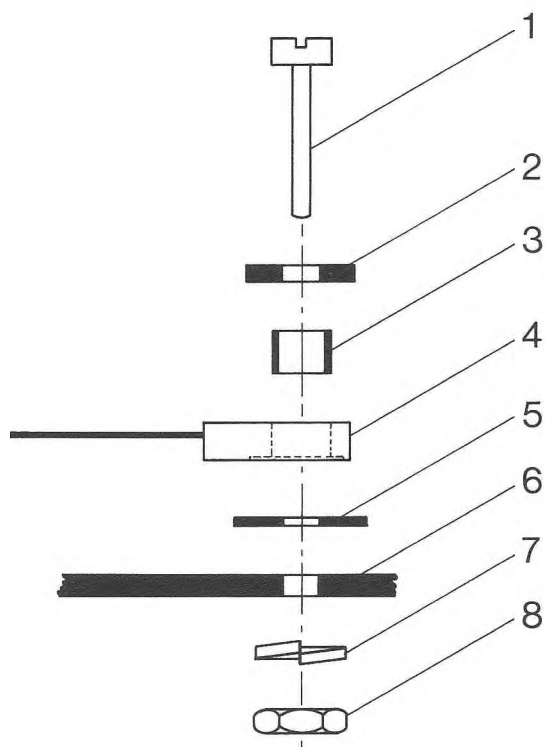


Fig. 94. BD135

Fig. 93. Montering af BD135

1. 2,5 mm maskinskrue
2. spændeskive
3. isolationsrør
4. BD135
5. isolationsskive
6. køleplade (Chassis)
7. stjerneske
8. møtrik

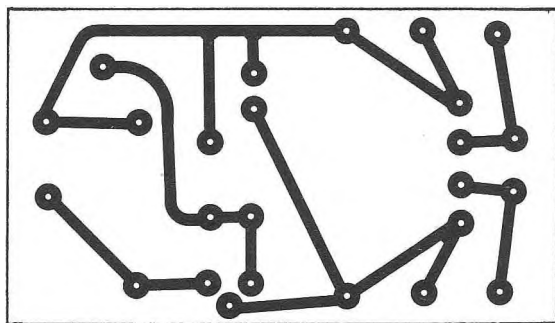


Fig. 95. Printtegning til spændingsforsyning.  
Transformatoren skal give 15 V vekselspænding. Zenerdioden bestemmer udgangsspændingen. BZX79-C15 giver 15 V ud, BZX79-C12 giver 12 V ud og BZX79-C9V1 giver 9 V ud.  
R1s resistans afhænger af valgte zenerdiode og skal ved 15 V være 360R og ved 12V og 9 V 560R.

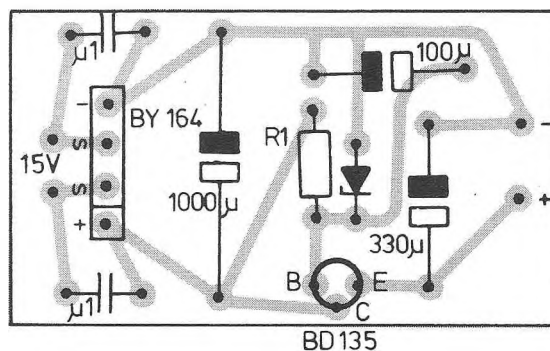


Fig. 96. Komponentplacering





**System Elektronik**  
er planlagt med følgende udgivelser:

**Basis Elektronik**  
**Praktisk Elektronik**  
**Forstærkning med Elektronik**  
**Digital Elektronik**  
**Styring med Elektronik**  
**Måling med Elektronik**  
**Kommunikation med Elektronik**

**ISBN 87 01 23511**