



System Elektronik

Start Elektronik

Et begynderforløb med System Elektronik

Gyldendahl

Ryan Holm

System Elektronik

Start Elektronik

Et begynderforløb med System Elektronik

Gyldendal

Ryan Holm

System elektronik: Start elektronik

© 1979 by Gyldendalske Boghandel,

Nordisk Forlag A.S. Copenhagen.

Illustrationer af P. W. H. Dam

Fotografier af forfatteren.

Fotografisk, mekanisk eller anden gengivelse

eller mangfoldiggørelse af denne bog eller

dele heraf er ikke tilladt ifølge gældende

dansk lov om ophavsret.

Bogen er sat med Akzidenz-Grotesk

(Diatronic)

og trykt hos Th. Laursens Bogtrykkeri a-s,

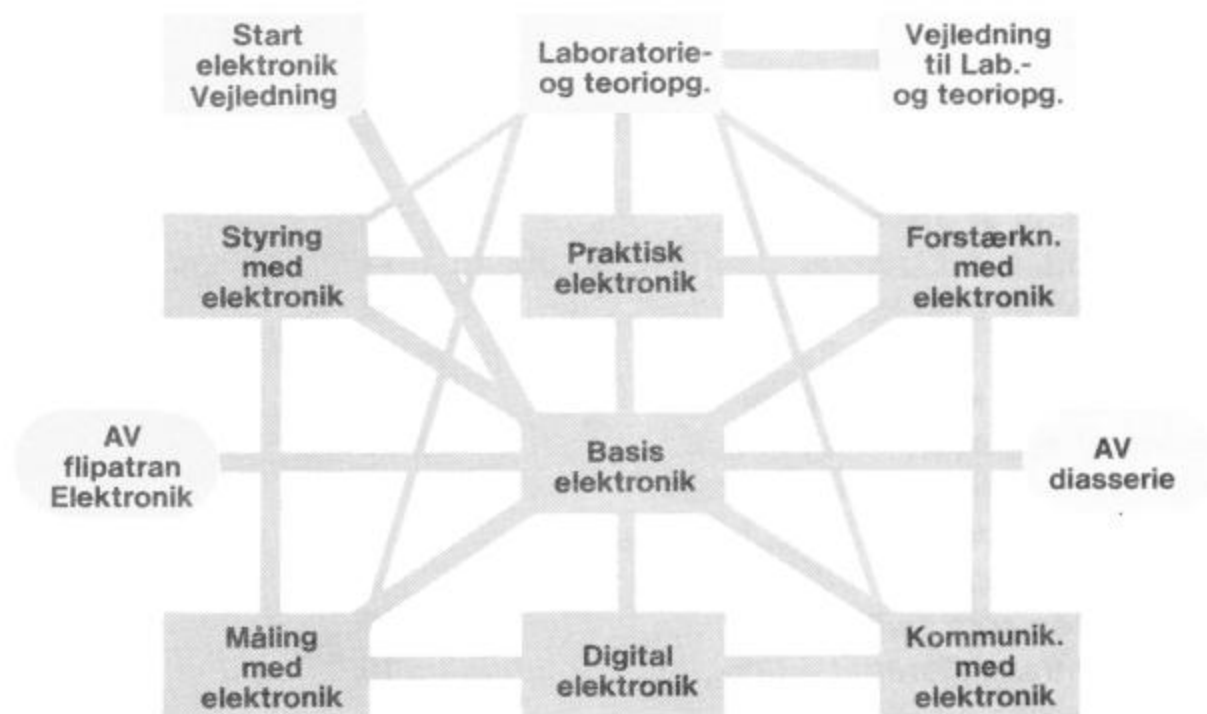
Tønder.

Printed in Denmark 1979

ISBN 87-01-82292-6

Indhold

Forord	5
Start på elektronik	9
Præsentation af diagram	10
Styreenhed	11
Fremstilling af trykt kredsløb	14
Farvekode	14
Farvekode for kondensatorer	15
Styring af el-motor	15
Elektronisk styring af en el-motors omdrejningsretning	17
Styring med lyd	18
Transistoren som switch	19
NPN-PNP transistorer	19
NPN transistor og PNP transistor koblet sammen	21
Løbelys	21
Løbelys styret af sig selv	22
Styret løbelys	22
Astabil multivibrator	23
Øvelser med astabil multivibrator på sømbræt .	24
Styret astabil	25
Tonegenerator	26
Astabil styret af astabil	26
Sirene eller McCloud horn	27
Sømbrættegninger til styreenhed	29
Sømbrættegninger til løbelys	31
Sømbrættegninger til astabil multivibrator	32
Printtegning til løbelys	34
Printtegning til astabil multivibrator	35
Printtegning til sirene	36



Forord

Denne bog er en vejledning i, hvordan man kan starte med elektronik. Bogen vil kunne anvendes af:

- a) den, der selvstændigt vil i gang med at arbejde med elektronik,
- b) den lærer, der skal i gang med en begynderundervisning i 8. klasse i folkeskolen,
- c) den lærer, der skal undervise i ungdomsskolen, på ungdoms- og efterskoler,
- d) den lærer, der skal undervise på elektronik-kursus for voksne i aftenskolen.

Herudover vil bogen kunne være til støtte for enhver underviser, der skal i gang med et begynderforløb i elektronik.

Man kunne vælge at lave én elektronikbog, der var skrevet til at kunne bruges til undervisning i 8. klasse, én til 9. klasse og én til 10. klasse. Jeg har valgt at lave *System elektronik*, så det følger de emner, der er angivet i „*Undervisningsvejledning for folkeskolen nr. 27*“, „*Elektronik*“, der er udsendt af undervisningsministeriet i 1976. Dette giver større frihed for læreren til at tilrettelægge arbejdet, så det passer til hans eget tempo, til elevmaterialet og til de lokale forhold i det hele taget.

Det kan være svært at starte med en 8. klasse i elektronik, et begynderhold i ungdomsskolen eller selv at gå i gang med at lære elektronik. Denne bog er derfor beregnet som en hjælp til den første indkøring i faget. Jeg vil ikke sige, at sådan *skal* det gøres, men giver forslag til, hvordan man *kan* gøre. På denne måde har jeg selv prøvet at starte flere hold.

Når den første indlæring er sket, kan der arbejdes mere individuelt.

Den, der arbejder med faget som selvstudium, kan tage det emne op, der interesserer eller har betydning for ham.

I undervisningen kan der arbejdes i grupper dannet efter interesser. Min erfaring er, at eleverne efter et års undervisning kan arbejde meget selvstændigt og individuelt med faget elektronik. Gennem selvstændigt arbejde gøres faget også mere kreativt.

Til begynderforløbet anvendes følgende bøger fra *System elektronik*:

Basis elektronik

Laboratorie- og teoriopgaver til Basis elektronik

Styring med elektronik

Digital elektronik

Praktisk elektronik

Herudover kan der anvendes AV-materialer udarbejdet til *System elektronik*:

Til overheadprojektoren:

Flipatranbogen *Elektronik*.

Til diasprojektoren:

Diasserien: *Sådan fremstiller du et trykt kredsløb*.

Til elever i folkeskolen kan *Basis elektronik* og *Laboratorie- og teoriopgaver til Basis elektronik* udleveres som „taskebog“. Disse to bøger har man til stadighed brug for under hele undervisningsforløbet i 8. – 10. skoleår. *Laboratorie- og teoriopgaver til Basis elektronik* er en éngangsbog og bør benyttes som sådan, således at den overgår til ejendom efter brugen. Det vil være en fordel, at den altid er ved hånden, for opstår der nogle problemer med et emne, kan man meget hurtigt tage en laboratorieopgave op, og i løbet af kort tid arbejde den igennem på en opbygningsplade for derefter at løse de tilhørende teoriopgaver. Det kan tænkes, at man tidligere har set på transistoren som switch, men under arbejdet med elektroniske tællere i *Digital elektronik* fik brug for kort at se på emnet. Man kan så se på opgaven, se på de tidligere målte resultater og prøve at løse teoriopgaverne igen. Det skal her bemærkes, at der til læreren er udarbejdet en „*Vejledning til Laboratorie- og teoriopgaver til Basis elektronik*“. Heri er angivet måleresultater for laboratorieopgaverne og løsninger på teoriopgaverne.

Basis elektronik

Basis elektronik er en grundlæggende lærebog i elektronik. I bogen beskrives de komponenter, der indgår i elektronikken, og deres funktion i elektroniske kredsløb undersøges.

Bogen vil, når den er gennemarbejdet, være en

god ballast for det videre arbejde med elektronik. Som det fremgår af denne bog, forestiller jeg mig ikke, at man slavisk gennemarbejder *Basis elektronik* fra ende til anden, men det er en bog, man til stadighed kan vende tilbage til.

Laboratorie- og teoriopgaver til Basis elektronik

De 20 opgaver i dette hæfte er beregnet til at skulle bruges i forbindelse med *Basis elektronik* fra serien „System elektronik“.

System elektronik kan med stort udbytte bruges i undervisningen i valgfaget elektronik i folkeskolen, men det er også særdeles anvendeligt af private og i erhvervslivet for den, der vil tilegne sig og har brug for en grundlæggende viden i elektronik. *Basis elektronik* kan gennemarbejdes på forskellig måde, men det vil være værdifuldt at løse nogle eller alle opgaver i dette hæfte i forbindelse med gennemarbejdelsen af *Basis elektronik*. Man vil så have tilegnet sig en basisviden, man kan bygge videre på. Til støtte for læreren eller for den, der arbejder med dette hæfte som selvstudium, er der udarbejdet et hæfte:

Vejledning til Laboratorie- og teoriopgaver til Basis elektronik.

Her bringes løsninger på alle opgaver, altså en slags facitliste, men der fortælles også, hvorfor Deres resultat af opgaven måske ikke svarer til „facit“.

I vejledningen fortælles også, hvordan man med eksisterende elevøvelsessæt kan bruge dette opgavehæfte. Hvis De allerede har et elevøvelsessæt af et eller andet fabrikat, kan det sikkert udmærket bruges. Se i vejledningen hvordan.

Har man ikke noget udstyr i forvejen, kan to metoder anbefales. Enten arbejder man efter „søembræt-metoden“, eller også fremstiller man selv sit elevøvelsessæt.

Styring med elektronik

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

I denne bog startes med en lille opstilling, hvormed man kan demonstrere forskellige måder at styre på. Enheden kan styres af lys, varme og lyd og kan f.eks. kontrollere fugtighed og væskehøjde.

Opstillingen er særdeles velegnet for den, der

første gang skal prøve at lave et stykke elektronik, da man ved gennemarbejdelsen af de forskellige områder, den kan arbejde med, får en forståelse for funktionen af forskellige komponenter som modstande, herunder specielle typer som NTC og LDR, og kondensatorer.

Spændingsforsyningers opbygning er også behandlet. Der vises elektronisk regulering af spænding og strøm, og hvordan en spændingsforsyning kan kortslutningssikres.

I elektronisk styring anvendes forskellige specielle halvledere. Det er unijunctiontransistoren (UJT), thyristoren, TRIAC og DIAC. Disse halvlederes funktion gennemgås i teori og praktiske eksempler.

Digital elektronik

Digital elektronikken er den del af elektronikken, der er i den største udvikling. Den er grundlaget for elektroniske regnemaskiner fra den største datamat til den mindste lommeregner. Alle former for styring med og af elektronik er baseret på digital elektronik. I 1975 udgjorde digital elektronikken ca. 38 % af det totale elektronikmarked. Det skønnes, at i 1985 vil 80-90 % af alle elektroniske funktioner blive udført i digital teknik. Disse tal stammer fra Elektronikcentralen, der selv siger, at tallene ikke er optimistiske. Tværtimod.

Der må derfor lægges vægt på, at man forstår og kender de grundlæggende funktioner for digital elektronik, og det er formålet med denne bog.

I den digitale elektronik arbejdes der ikke med analoge signaler, men med digitale signaler. At et signal er analogt vil sige, at det er trinvist variabelt. Det kan f.eks. være et sinusformet signal. Et digitalt signal har kun to niveauer, 0 eller 1, LAV eller Høj.

Optræder der sinusformede signaler, kan de med en schmitt-trigger omdannes til en firkantspænding. Det analoge signal bliver til et digitalt signal.

Det er spændende og sjovt at arbejde med digital elektronik. Jeg har som eksempel taget den astabile multivibrator og med den vist nogle af dens mange muligheder. Dette kan der bygges videre på, lige som alle andre elektroniske byggeklodser kan sammensættes på forskellige måder. Elektronik er et meget kreativt fag.

Vil man arbejde med digital elektronik, må man før eller siden beskæftige sig med integrerede kredse. I *Digital elektronik* præsenteres enkelte integrerede kredse. De bruges bl.a. til forskellige former for displays.

I det sidste kapitel i bogen præsenteres familien af logiske elementer med anvisninger på nogle anvendelser af disse elementer.

Den digitale elektronik er et forsømt område i den danske litteratur. *Digital elektronik* forsøger at råde bod på dette, og denne bog er ikke kun skrevet for at blive anvendt i folkeskolens 8.-10. skoleår, men, som det også gælder de øvrige bøger i *System elektronik*, vil den kunne finde anvendelse på seminariet og i gymnasiet. Den er, sammen med andre bøger i *System elektronik*, velegnet til den, der i sin hobby eller i sit erhverv har brug for en grundlæggende viden om elektronik.

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.

Flipatranbogen: Elektronik

En flipatranbog er en bog med transparenter til overheadprojektoren.

Bogen starter med opbygning af et diagram. På den første transparent vises en glødelampe tilsluttet et batteri. Ved at lægge flere blade oven på det første følges opbygningen af et diagram. På samme måde er de øvrige emner i bogen opbygget.

Bogen indeholder følgende:

Diagramopbygning 4 blade

Diagramsymboler 2 blade

Farvekode for modstande 2 blade

Modstandsrekken 2 blade

Farvekode for kondensatorer 1 blad

Kondensatorer og modstande

i serie- og parallelforbindelse 3 blade

RC-led og LC-led 2 blade

Ensretning af vekselstrøm 3 blade

Dobbeltensretning 2 blade

Multivibrator 2 blade

Forstærkning 3 blade

Transistorens karakteristikker 6 blade

Diasserien: Sådan fremstiller du et trykt kredsløb

Denne diasserie er udarbejdet som en hjælp for alle, der ønsker at gå i gang med elektronik, og den fortæller om det meget væsentlige elektronikarbejde – at fremstille et trykt kredsløb. Den fortæller også om, hvordan en korrekt lodning udføres.

Start på elektronik

Når man skal i gang med at arbejde med elektronik, må man først kende nogle af de symboler, der bruges i diagrammer over elektroniske opstillinger. Symbolerne sammensættes til et diagram. Diagrammet udbygges, idet der indsættes måleinstrumenter, der måler strøm og spænding.

Man går så over til den praktiske anvendelse af måleinstrumenterne. Måleinstrumentet vil ofte være et universalinstrument. Et sådant instrument er ved første præsentation næsten umulig at overskue. Det kræver en del indlæring at lære det at kende.

Hvis det er i undervisningen, man skal i gang med at demonstrere et universalinstrument, kan det være nyttigt at have fremstillet en transparent til overheadprojektoren. Der kan også laves en plakat, der til stadighed kan hænge i undervisningslokalet. Transparenten eller plakaten viser det anvendte universalinstrument i stor størrelse. Skalaen er tegnet med de samme farver, der er anvendt på instrumentet.

Med nogle simple øvelser indlæres instrumentets brug. Som måleøvelser kan der startes med opgave L 1 i *Laboratorie- og teoriopgaver*. Denne opgave giver øvelse i brug af måleinstrumenter. Opgaven kan løses med voltmeter og amperemeter fra fysiksamlingen. Man kan også bruge voltmetret fra samlingen og som amperemeter bruge universalinstrumentet. Endelig kan universalinstrumentet bruges både ved måling af spænding og strøm.

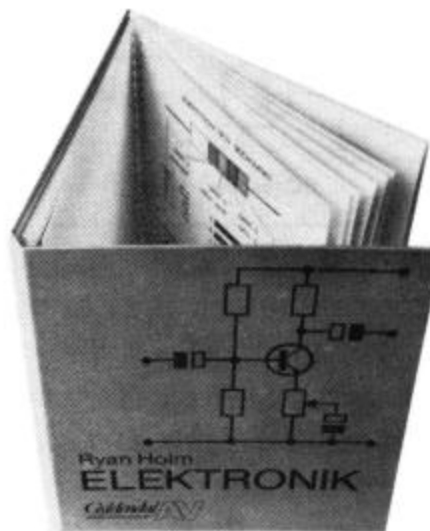
Herefter kan man gå over til at se på modstand-resistans, se på forskellen mellem de to udtryk og fastslå, at når der tales om komponenten, er det en modstand. Er der tale om de elektriske egenskaber, betyder det, at en modstand yder en resistans over for den elektriske strøm.

Ohms lov gennemarbejdes, og teoriopgaverne T 1.1 – T 1.2 i tilknytning til L 1 kan så løses.

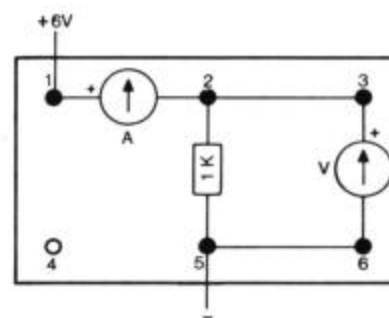
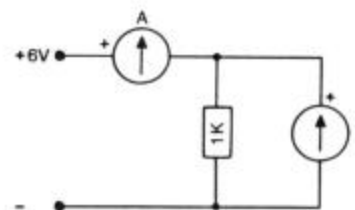
Vi har set på farvekodning af modstande. Denne farvekode gennemarbejdes i *Basis elektronik* og/eller *flipatranbogen* eller en tavle med modstandsfarvekoden.

Der øves teoretisk i farvekoden, og det er nyttigt med praktiske opgaver i form af udsortering af modstande.

Flipatranbogen Elektronik, transp. 1 og 2 og/eller *Basis elektronik* side 6 og 7

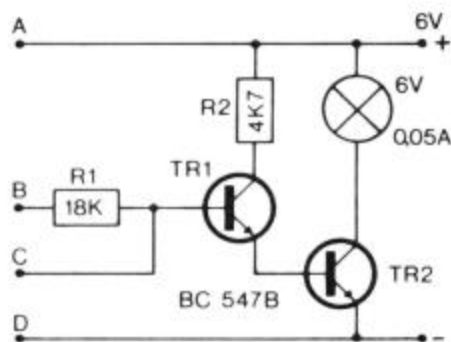


Laboratorie- og teoriopgaver til Basis elektronik: L 1

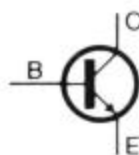


Basis elektronik side 12. *Flipatran: Elektronik* 3 og 4

Præsentation af diagram



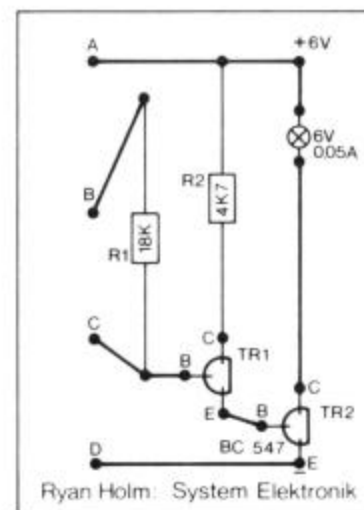
Dette diagram præsenteres. Det er et diagram over en praktisk elektronkopstilling. Af kendte symboler er der modstand, glødelampe og ledningsforbindelser. Nyt symbol er symbolet for en transistor. Det her anvendte transistorsymbol er dansk standard og international standard. Det vil være urimeligt i undervisningen at arbejde med et andet symbol for transistoren, selv om man ser andre anvendt.



NPN

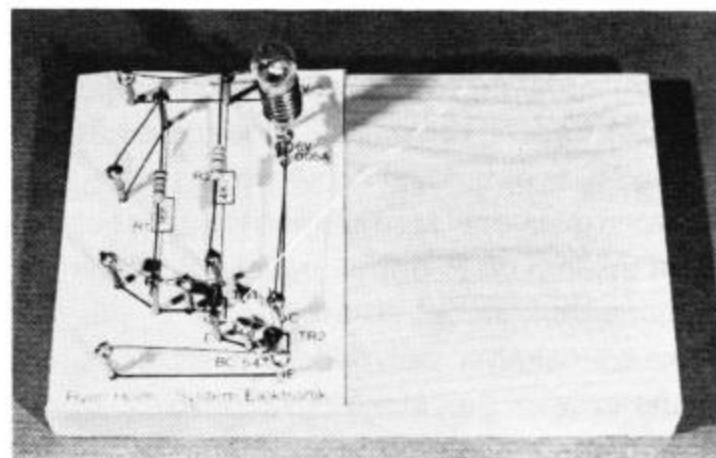
Den praktiske opgave er nu at finde ud af, hvilken farvekode de to modstande på diagrammet skal have og dernæst i komponentsamlingen at finde frem til modstandene. Herefter ses på transistoren, og man finder ud af, hvilket ben er emitter, hvilket basis og hvilket er kollektor.

Diagrammet lægges på et stykke møbelplade, og i alle knudepunkter, der er samlingspunkt for komponenterne, bankes messingsøm i. Når alle sømmene er på plads, slibes sømhovederne med et stykke sandpapir, hvorefter de fortinnes med loddekolbe og loddetin. Opbygning af sømbrætkonstruktion og brug af loddekolbe er omtalt i *Praktisk elektronik*.



Sømbrættudgave af diagrammet findes på side 29

Symbol for en NPN transistor



Styreenhed på sømbræt

Praktisk elektronik side 7 og 11

Styreenhed

Med konstruktionen fig. 1 i *Styring med elektronik* kan der udføres en række øvelser. De er gennemarbejdet i bogen. På simpel måde bruges opstillingen til en række forskellige ting, der alle kan anvendes til et eller flere praktiske formål. Efter hver øvelse overvejes, hvad den netop gennemførte udførelse af opstillingen kan bruges til.

Ud over at finde frem til en række anvendelser får man, ved at arbejde øvelserne igennem, stiftet bekendtskab med en række forskellige komponenter og når frem til en forståelse af deres funktion i et elektrisk kredsløb. Det er transistoren, modstanden, potentiometret, LDR modstanden, NTC modstanden og kondensatoren. Gennemføres nogle målinger samtidig eller efter disse øvelser som angivet i *Laboratorie- og teoriopgaver til Basis elektronik*, opnås en endnu bedre forståelse for disse komponenters funktion, og man får en vis rutine i anvendelsen af universalmåleinstrumentet.

Vi kan se på nogle af de nævnte øvelser fra *Styring med elektronik*. De vil i det følgende blive benævnt øvelse 1, 2, 3 osv. Øvelser eller opgaver fra *Laboratorie- og teoriopgaver til Basis elektronik* vil blive benævnt L 1, L 2, L3 osv.

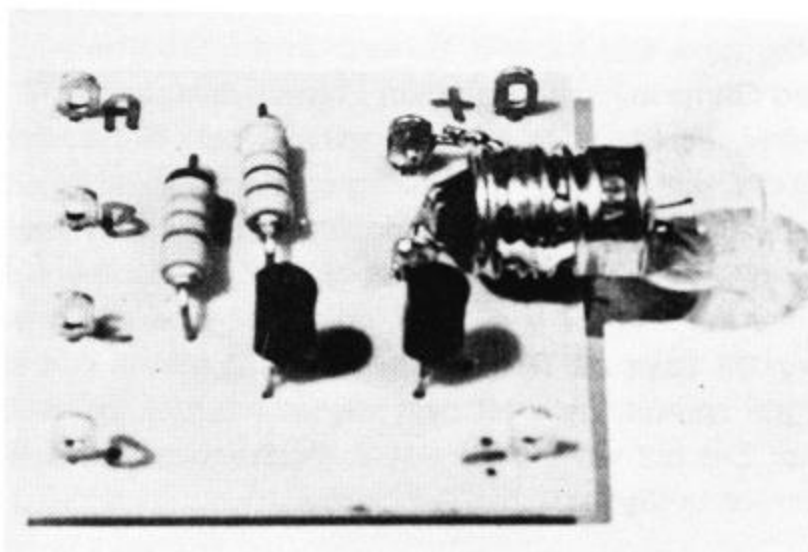
I øvelse 1 forbindes A med B, og lampen lyser. Det betyder, at der går strøm gennem transistorerne, de lukker op. Vi kunne prøve at forbinde B til D og ser, at transistorerne ikke lukker op. Heraf kan vi konkludere, at transistorerne skal have en positiv spænding på basis for at lukke op. I øvelse 4 prøves det samme ved en spænding på 1,5 V, og endelig kan vi se, at spændingen over et hjemmelavet galvanisk element bestående af en kobberplade (en kobberfemøre) og en zinkplade (en gammel zinktøre), hvorimellem der er anbragt et stykke kaffefilter dypet i en elektrolyt (saltvand), er høj nok til at lukke transistorerne op.

I øvelse 2 er ledningen fra A til B bibeholdt, og en ledning forbindes fra C til D. Herved forbindes basis på TR1 direkte til minus. Transistorerne lukker i, men når forbindelsen fjernes, lukker de op igen. Transistoren tager således ikke skade af, at basis tilsluttes direkte til minus. På den anden side må basis på transistoren (og dermed C) aldrig sluttes direkte til plus på spændingskilden. Så „brænder transistoren af“.

I øvelse 3 røres med en finger ved B, og det er nok til at åbne transistoren. Man kan også prøve med en finger på indgangen af et oscilloskop og se, hvor meget 50 Hz,

Styring med elektronik side 7

Laboratorie- og teoriopgaver til Basis elektronik



Styreenhed opbygget på trykt kredsløb. Styring med elektronik side 7

man samler op fra lysnettet. Man kan også høre det, hvis man med en finger rører ved indgangen på en LF-forstærker. Det er 50 Hz brum, man hører.

Hvis vi rører ved A og B, lyser lampen helt op. Det menneskelige legeme virker som en ledning med stor resistans. Man kan prøve at måle resistansen med et ohmmeter. Universalmåleinstrumentet kan også bruges som ohmmeter. Prøv at måle resistansen ved at holde en ledning i hver hånd. Prøv derefter at fugte fingrene og mål så igen resistansen.

Øvelse 5 og 6 giver et indtryk af, at resistansen mellem A og B kan være meget stor. En smule fugt, og der er forbindelse.

Man kan her prøve at sætte forskellige modstande fra A til B og finde frem til, hvor stor resistans, der må være mellem A og B, for at der stadig lukkes op for transistorerne. Forsøget afhænger af de anvendte transistorer.

Lad os antage, at lampen lyser helt op (50 mA) med en modstand (dannet af en række serieforbundne modstande) på 4 MΩ fra A til B. 4MΩ er 4.000.000 ohm.

Med Ohms lov kan strømmen i basisledningen på TR1 nu beregnes. For at en siliciumtransistor som BC547 kan være ON, skal der mellem basis og emitter være en spænding på 0,6 V – 0,7 V. Er spændingen mindre, er transistoren OFF. –Den er ikke lukket op.

Vi har her $2 \times 0,7 \text{ V} = 1,4 \text{ V}$, og det vil sige, at spændingen fra basis på TR1 til minus er ca. 1,4 V. Vi kan så beregne spændingsfaldet over modstanden(e) fra basis til plus. Det må være $6 \text{ V} - 1,4 \text{ V} = 4,6 \text{ V}$. Nu kan basisstrømmen beregnes.

$$I = \frac{U}{R} = \frac{4,6 \text{ V}}{4\,000\,000 \, \Omega} = 0,00115 \text{ mA}$$

En strøm på 0,00115 mA (1,15 μA) i basis på Tr1 medfører, at der i kollektor på TR2 går en strøm på 50 mA (glødelampen 6 V – 0,05 A lyser helt op). Det betyder, at kredsløbet har en meget stor strømforstærkning. Strømforstærkning betegnes med h_{FE} .

$$h_{FE} = \frac{50 \text{ mA}}{0,00115 \text{ mA}} = 43478 \text{ gange}$$

En strømforstærkning på ca. 40000 gange betyder, at hver transistor har en strømforstærkning på ca. 200 gange.

Transistoren kan være en BC547B. B'et fortæller noget om, hvor stor strømforstærkning transistoren har.

BC547A: strømforstærkning 110 - 220,
typisk 180 gange

BC547B: strømforstærkning 200 - 450,
typisk 290 gange

BC547C: strømforstærkning 420 - 800,
typisk 450 gange

Køber man 100 stk. BC547B skal man ikke tro, at man har fået 100 ens transistorer. Som det ses kan strømforstærkningen variere fra 200 til 450 gange. Det betyder nu ikke så meget i praksis, men ved denne øvelse vil 5 elevhold måske komme til 5 forskellige resultater.

En blyantstreg på et stykke papir udgør en stor resistans. Tegn en tyk streg på et stykke papir og prøv med ledninger fra A og B at køre hen over strengen. Hermed kan man variere på lyset i glødelampen.

I øvelse 7 stifter vi bekendtskab med en ny komponent – en LDR modstand. Inden denne øvelse eller efter kan man se på *Laboratorie- og teoriopgaver L 3: Modstanden som spændingsdeler*.

Efter at have arbejdet med øvelserne 6 og 7 kan man prøve at måle på LDR modstanden. Resistansen i sollys og i mørke kan findes med et ohmmeter, og i *Laboratorie- og teoriopgaver L 4: LDR modstanden arbejdes der* også med denne komponent.

Øvelse 9 og 10 minder om de to foregående øvelser, men denne gang er komponenten en temperaturafhængig modstand, en NTC modstand. Dens resistans afhænger af den omgivende temperatur.

Efter øvelsen kan man med ohmmeter måle på NTC modstanden. Med et par fingre varmes modstanden op, og det iagttages, hvad der sker med resistansen. Efter afkøling kommer resistansen op på samme værdi som før.

Som demonstration kan man også forsigtigt varme modstanden op med en loddekolbe eller en brændende tændstik.

Øvelserne 11, 12 og 13 viser noget om kondensatorens funktion. Efter disse øvelser kan man yderligere lære noget om funktionen i *Laboratorie- og teoriopgaver L 5: Op- og afladning af kondensator*, og *L 6: Kondensatorer i serie- og parallelforbindelse*.

I øvelse 15 reguleres enheden med et potentiometer. Her kan man se på forskellige potentiometertyper: drejepotentiometer, skydepotentiometer og trimmepotentiometer.

LDR modstand: *Basis elektronik* side 17
Laboratorie- og teoriopgaver L 3 side 12

L 4 side 13

NTC modstand: *Basis elektronik* side 17

Laboratorie- og teoriopgaver L 5 side 4

Basis elektronik: Variable modstande side 15

Fremstilling af trykt kredsløb

Tiden er nu inde til at lære en ny teknik: fremstilling af trykt kredsløb. Konstruktionen på sømbræt er gennemarbejdet, og komponenterne kan overføres til et trykt kredsløb.

Det er hensigtsmæssigt at starte med håndtegnet print. Senere kan man med vanskeligere printtegninger gå over til at lave printene efter fotometoden. Til de første opgaver bør man også levere en færdig printtegning. En sådan findes i *Styring med elektronik*.

Til støtte for den første indlæring i fremstilling af trykt kredsløb er der udarbejdet en *diasserie*, der i alle detaljer viser, hvordan et trykt kredsløb tegnes.

Denne diasserie er udarbejdet som en hjælp for alle, der ønsker at gå i gang med elektronik, og den fortæller om det meget væsentlige elektronikarbejde – at fremstille et trykt kredsløb. Den fortæller også om, hvordan en korrekt lodning udføres.

Læreren kan bruge serien som en introduktion til emnet. En række dias kan bedre end lærerens demonstration vise forløbet i fremstillingsprocessen, og man kender straks slutmålet for det arbejde, man går i gang med.

Hvis man underviser i folkeskolen eller ungdomsskolen i elektronik, kommer man ofte ud for, at der på et fortsætterhold i elektronik kommer en del begyndere til. Det er svært at starte med to niveauer, og man kan derfor lade begynderne instruere sig selv med diasserier, medens de øvrige sættes i gang.

På samme måde kan diasserien bruges af den, der selv ønsker at sætte sig ind i processen med at fremstille et trykt kredsløb. Mange har lettere ved selvstændigt at lære en arbejdsproces på denne måde.

Fremstilling af trykt kredsløb og loddeteknik er også behandlet i *Praktisk elektronik*.

Farvekode

Vi har indtil nu kun set på modstande med resistansen 4,7 k Ω og 18 k Ω . Ved den første præsentation kan man blot konstatere, at modstandene er mærket gul-violet-rød og brun-grå-orange. Nu skal vi imidlertid til at arbejde med flere forskellige modstande, og farvekoden for modstande kan så arbejdes igennem. Farvekodens opbygning er behandlet i *Basis elektronik* og i *flipatranbogen: Elektronik*.

Farvekoden skal i starten ikke læres udenad, men indlæres gennem længere tids arbejde med elektronik.

Printtegning til styreenhed: *Styring med elektronik* side 11

Diasserie: *Sådan fremstiller du et trykt kredsløb*

Fremstilling af trykt kredsløb: *Praktisk elektronik* side 9
Lodning: *Praktisk elektronik* side 11

Farvekode for modstande: *Basis elektronik* side 23
Flipatran: Elektronik 3 og 4

Under praktisk arbejde kan *flipatranbogen* sættes på overheadprojektoren, og farvekoden for de forskellige modstande hurtigt bestemmes.

At udsortere modstande efter farvekoden er også en god øvelse, og hertil kan man have et fast sæt „sorteringsmodstande“ stående.

Har man et hold elever, der skal i gang med en konstruktion, kan alle modstandene på forhånd findes frem af læreren. Modstande af mange forskellige værdier lægges i en æske, og eleverne henter de modstande, de mener, de skal bruge til konstruktionen.

Farvekode for kondensatorer

Den farvekode, der bruges til mærkning af modstande, bruges også til mærkning af polyesterkondensatorer og keramiske kondensatorer.

Farvekode for kondensatorer: *Basis elektronik* side 23
Flipatran: Elektronik 5

Styring af el-motor

Den styreenhed, vi har arbejdet med, kan med et relæ styre elektriske maskiner som f.eks. en el-motor.

Har man en el-motor, hvor strømmen ved belastning ikke overstiger 100 mA, kan den sættes ind mellem kollektor og plus ved TR2 i stedet for glødelampen. Parallelt med motoren skal man huske en diode i spærre retningen. Den vil sende induktionsstrømmen fra el-motoren uden om transistoren og beskytte transistoren. Dioden kan være 1N4001, BY127 eller lignende.

De fleste småmotorer kan ikke tilpasses kravet om belastningsstrøm under 100 mA. Mange legetøjsmotorer har en tomgangsstrøm på 200 mA. Den anvendte transistor, BC547, tåler en kollektorstrøm på maksimalt 100 mA og en afsat effekt, P_{tot} , på 0,5 W. Vi må derfor bruge en effekttransistor, og af dem er der stort udvalg. Vi kan vælge en billig plasttype, BD135. Til øvelsen kan BD135 bruges uden køleplade.

Opstillingen med BD135 er i princippet som den første styrekonstruktion. Diagrammet er fig. 28 i *Styring med elektronik*. Der er kun valgt tre indgange, A, B og D, da C indgangen ikke er nødvendig til de anviste øvelser. Alligevel er bogstaverne A, B og D bibeholdt. Af hensyn til den senere udbygning af konstruktionen er bogstaverne suppleret med numre, A1, B1 osv.

Modstanden i kollektor på TR1 er nu kun på 470 Ω , og i kollektor på TR2 er der en modstand på 22 Ω . Man

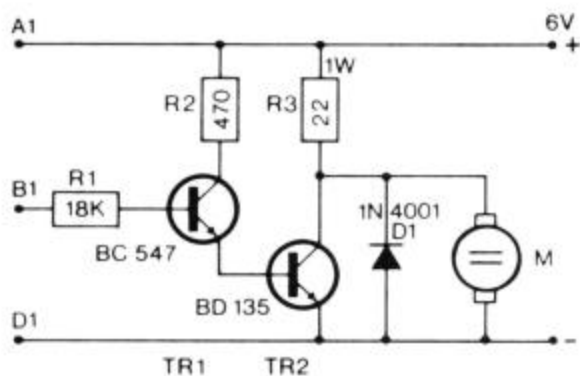
Relætrin: *Styring med elektronik* side 12

BC547
 I_C maks. 100 mA
 P_{tot} maks 0,5 W

Styring med elektronik side 14

BD135



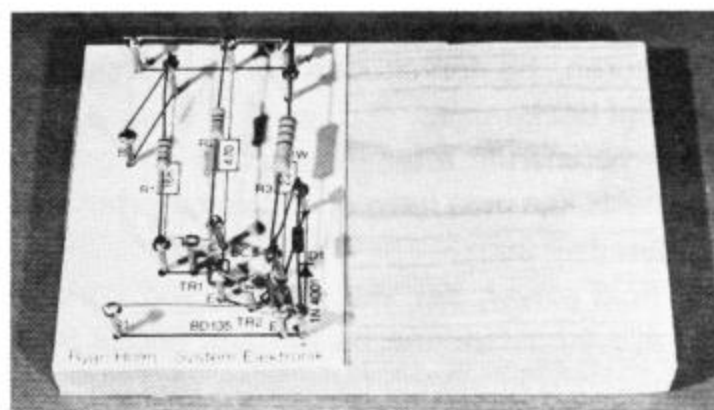


kunne anbringe motoren direkte mellem kollektor og plus, men ved at tilslutte motoren mellem kollektor og minus kommer vi lettere frem til en udvidelse af konstruktionen.

R3 på 22 Ω /1 W afhænger af den valgte el-motor. Den danner sammen med motoren en spændingsdeler, der fastsætter spændingen over motoren. En billig motor med lille indre resistans (og stort strømforbrug) vil ikke få så høj spænding over sig som en motor med høj indre resistans.

I første omgang bygges opstillingen bedst på sømbræt. Der gøres plads på sømbrættet, så konstruktionen kan udbygges som vist i fig. 31 i *Styring med elektronik*.

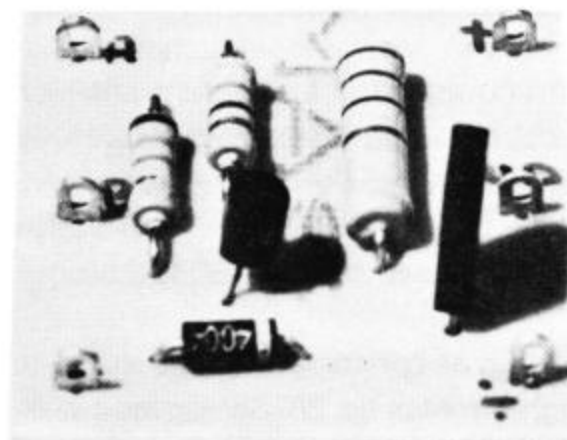
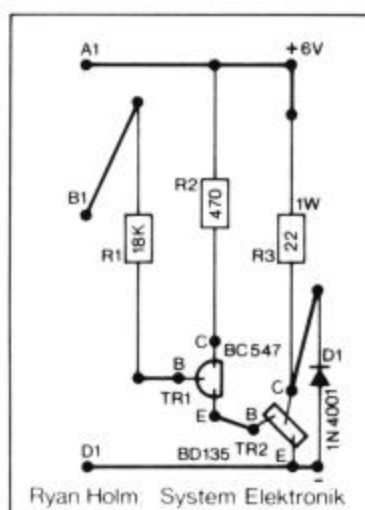
Man kan arbejde konstruktionen igennem med de samme styremetoder som ved den første styreenhed. Der kan styres ved berøring, med potentiometer, lys eller varme. Motorens omdrejningsretning kan ændres med en omskifter.



Motorstyreenhed på sømbræt

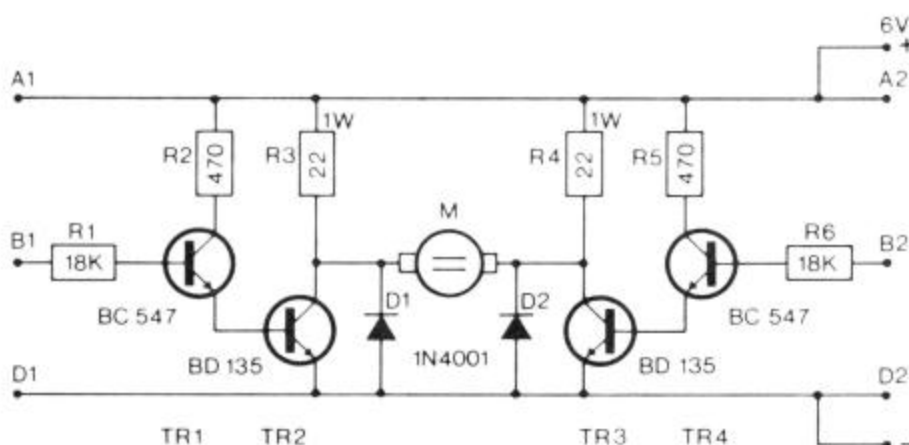
Sømbrættegning til denne konstruktion findes i denne bog side 29

Styring med elektronik side 15



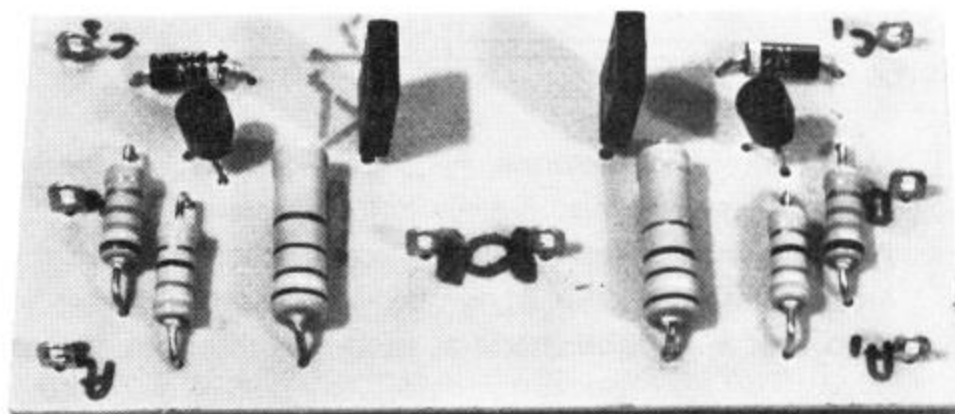
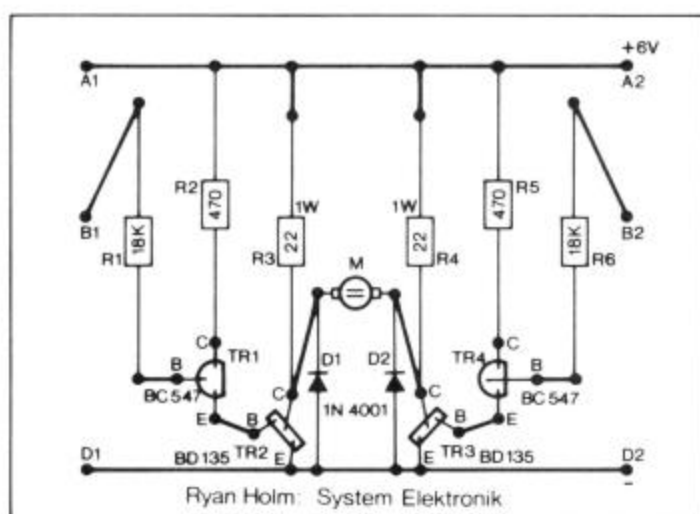
Motorstyreenhed på trykt kredsløb. *Styring med elektronik* side 15

Elektronisk styring af en el-motors omdrejningsretning



Styreopstillingen udbygges nu på sømbrættet som vist i fig. 31 i *Styring med elektronik*. Motoren tilsluttes mellem kollektor på TR2 og TR3.

Sømbrættegning findes side 30

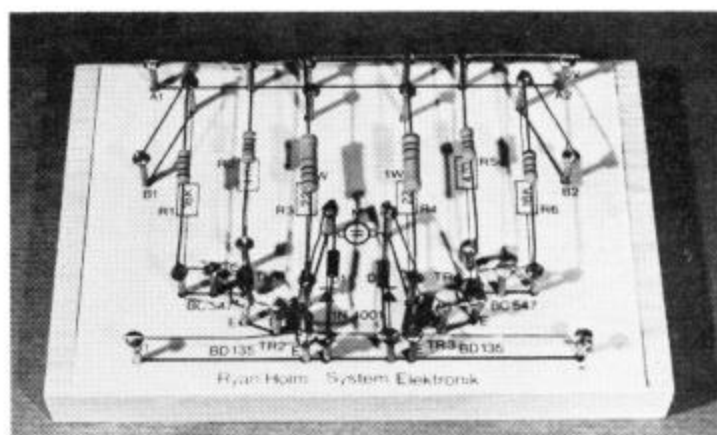


Motorstyreenhed på trykt kredsløb. Styring med elektronik side 17

Uden tilslutning til B1 og B2 vil motoren holde stille, og blot en berøring af B1 eller B2 vil få motoren til at køre enten i den ene eller den anden retning.

Motorens omdrejningsretning og hastighed kan også bestemmes med to potentiometre eller et stereopotentiometer. På samme måde som før kan der også reguleres med varme eller lys.

Opstillingen med to LDR modstande kan bruges til forskellige formål. Tænker man sig opstillingen anbragt på en plade, der drejes af den styrede motor, vil motoren køre, og pladen derved dreje, når de to LDR modstande udsættes for uens belysning. Den ene LDR kan være monteret frit på pladen, over den anden kan sættes et mørkt rør.



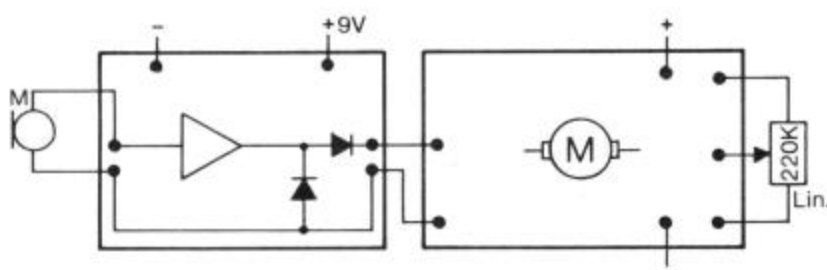
Motorstyreenhed på sømbræt

Hvis denne opstilling anbringes udendørs, vil pladen dreje, til den vender mod solen. Når solens stråler gennem røret rammer den anden LDR, vil pladen holde stille. Når solen så flytter sig så meget, at der igen falder skygge på LDR'en i røret, vil pladen dreje efter solen. Pladen vil således hele tiden følge solens vandring over himlen.

Tænker man sig to opstillinger, der trækker hver sin motor, kan den ene motor få pladen til at dreje i vandret plan, den anden pladen til at dreje i lodret plan. Opstillingen vil så hele tiden følge en lysgiver.

Når man er færdig med at eksperimentere med opstillingen på sømbræt, kan en permanent opstilling laves på trykt kredsløb.

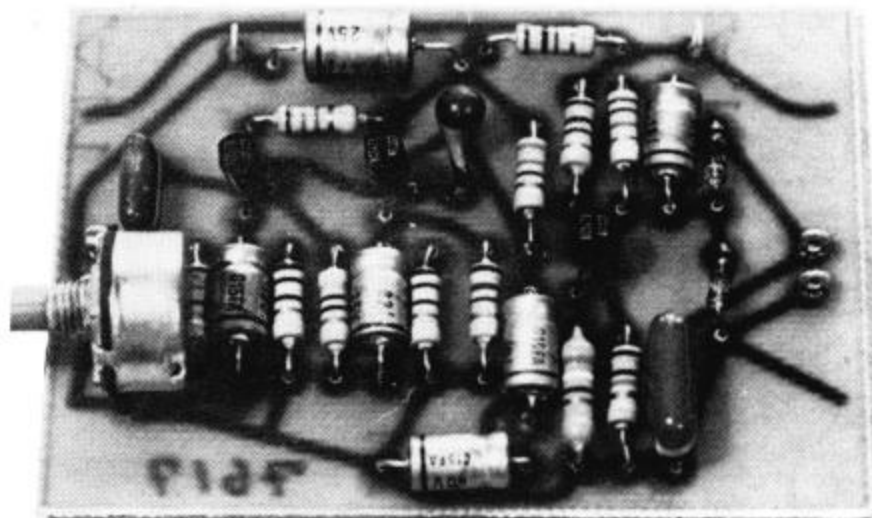
Styring med lyd



Vi har styret med varme, lys m.m. Forskellige enheder kan også styres med lyd. Emnet er behandlet i *Styring med elektronik*. Heri findes en konstruktion med en mikrofonforstærker, der styrer de opstillinger, vi arbejder med. Det er en god måde at runde afsnittet om styring af på.

Man kan også gå videre og arbejde med ultralyd eller blot demonstrere emnet.

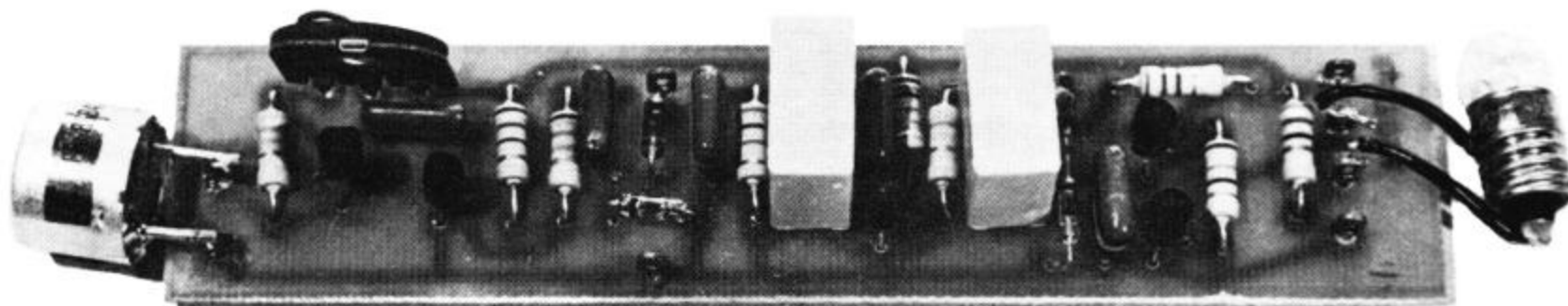
Printtegning til motorstyreenhed: *Styring med elektronik* side 17



Mikrofonforstærker med ensretter. *Styring med elektronik* side 19

Lydstyring: *Styring med elektronik* side 18

Ultralyd: *Styring med elektronik* side 20



Tyverialarm med ultralyd. *Styring med elektronik* side 26

Transistoren som switch

Det, vi i det foregående har arbejdet med, er transistorens funktion som switch – som afbryder. Denne simple funktion kan udnyttes til mange gode og interessante opstillinger. Forståelsen af princippet er let. Enten er basis på transistoren gennem en modstand forbundet til +. Så er transistoren ON. Eller den er forbundet til minus, og så er transistoren OFF.

Denne ON/OFF funktion vil vi beskæftige os lidt mere med.

I *Laboratorie- og teoriopgaver til Basis elektronik* er L 18 om transistoren. Det er en simpel opstilling med en NPN transistor, der her gennemarbejdes, og der sluttes med 8 teoriopgaver, T 18.1 – T 18.8.

I det første afsnit af L 19, *Transistoren som switch*, gøres der rede for ON/OFF funktionen.

Transistoren er også behandlet i *Basis elektronik*. Transistorens virkemåde bør gemmes til en senere lejlighed. Emnet kan tages op, når nogen spørger om, hvordan en transistor egentlig virker.

Transistoren som switch behandles også i *Basis elektronik*.

Switch funktionen bør man gøre meget ud af. Forståelsen af denne funktion vil være en god hjælp ved al fremtidigt arbejde med transistoren.

Transistoren: *Laboratorie- og teoriopgaver til B.e.* L 18
T 18.1 – T 18.8

L 19 Transistoren som switch

Transistoren: *Basis elektronik* side 48

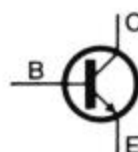
Transistoren som switch: *Basis elektronik* side 52

NPN – PNP transistorer

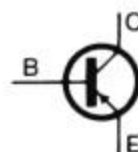
Den transistortype, vi har arbejdet med indtil nu, har været af NPN typen. Vi kan nu se nærmere på forskellen mellem NPN og PNP transistorer.

Den første forskel ser vi ved at betragte symbolerne for de to typer. Symbolerne fortæller også om forskellen på de to typer. I NPN transistoren peger pilen i symbolet (emitter) bort fra basis. I PNP transistoren peger pilen mod basis. Denne pil fortæller, hvilken vej strømmen går gennem transistoren.

NPN transistoren må således skulle have emitter sluttet til minus. PNP transistoren skal have emitter sluttet til plus.

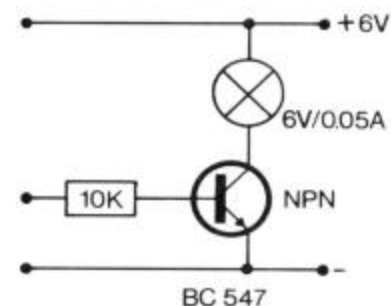


NPN

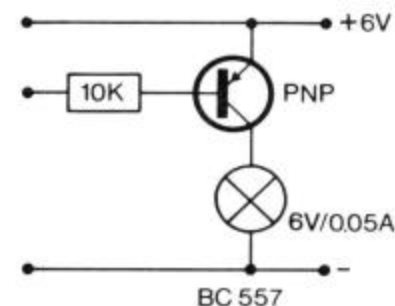


PNP

Her er en simpel opstilling med en NPN transistor. Hvis basis sluttes til plus (HØJ spænding), er transistoren ON – lampen lyser. Med basis til minus er transistoren OFF – lampen lyser ikke.



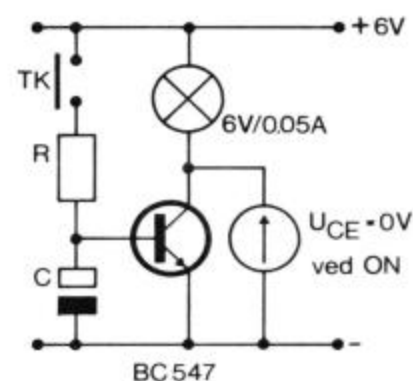
Med en PNP transistor vil opstillingen se således ud. Hvis basis på denne opstilling sluttes til plus (HØJ spænding), vil opstillingen være OFF. For at transistoren skal blive ON, skal basismodstanden til minus (LAV spænding).



Hvis der ved en NPN transistor tilsluttes en kondensator mellem basis og minus, vil lampen ikke lyse, straks basismodstanden tilsluttes plus. På tegningen ses en sådan opstilling. TK er en tryknap, der slutter basismodstanden til plus.

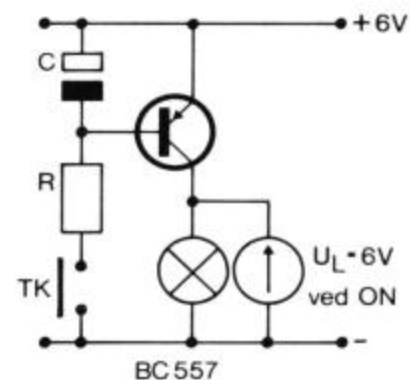
Når TK sluttes, begynder kondensatoren at lade op, og når U_{BE} (basis- emitterspændingen) er nået op på ca. 0,7 V, bliver TR ON. Forsinkelsen – opladetiden – afhænger af R og C.

Til gengæld for forsinkelsen vedbliver transistoren at være ON, efter at vi har sluppet TK. Lampen vil lyse, til C er afladet.



En tilsvarende opstilling for en PNP transistor vil se således ud.

Denne gang måler vi ikke U_{CE} . U_L = spændingsfaldet over lampen. Når transistoren er ON, vil der være HØJ spænding (6 V) over glødelampen.

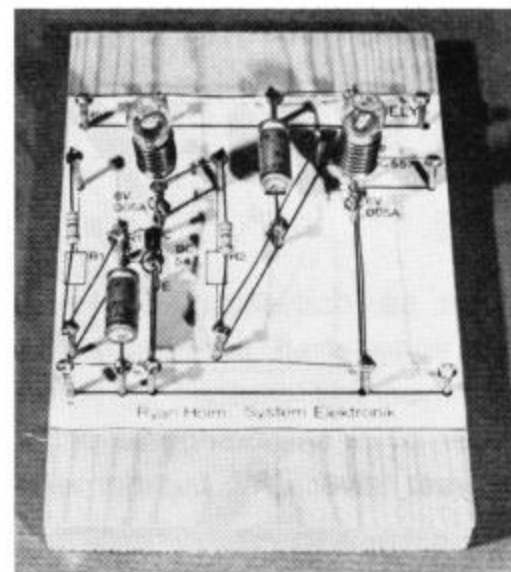
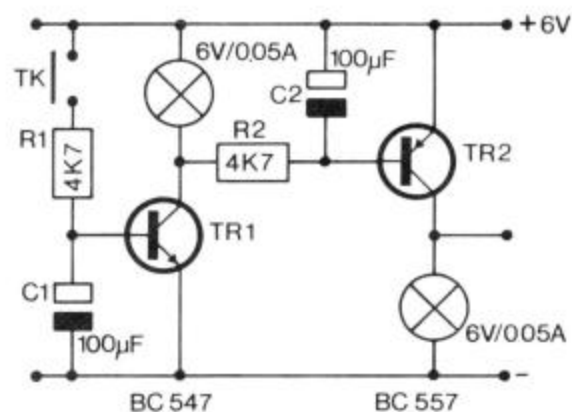


NPN transistor og PNP transistor koblet sammen

Vi kan prøve at koble en NPN og en PNP transistor sammen.

Når der trykkes på TK, lades C op, og efter et stykke tid bliver TR1 ON. Herved bliver basis LAV på TR2, og C2 begynder at lade op, og efter et stykke tid bliver TR2 ON.

Når der slippes ved TK, vil lampen ved TR1 slukkes efter et stykke tid. Herefter går der endnu lidt tid, før lampen ved TR2 slukkes.



Løbelys på sømbræt

Sømbrættegning i denne bog side 31

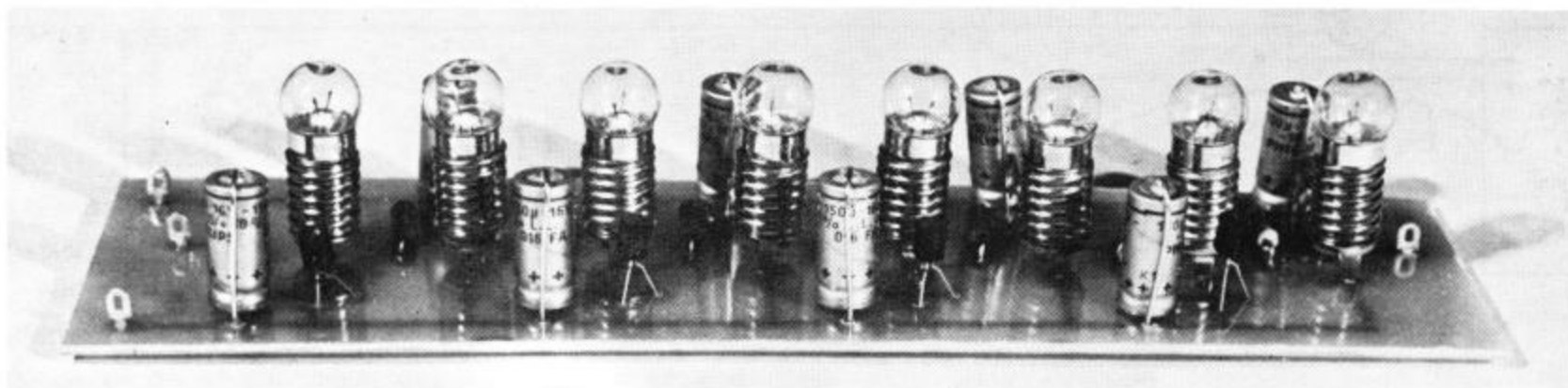
Printtegning i denne bog side 34

Løbelys

Flere transistorer kan kobles efter hinanden, skiftevis NPN og PNP, og vi har et såkaldt *løbelys*. Når TK sluttes, begynder lamperne én efter én at lyse, til hele rækken lyser. Når TK afbrydes, slukkes lamperne efter tur. Hastigheden for lysbølgen bestemmes af R og C.

Konstruktionen kan laves på sømbræt, og bag i denne bog er der en sømbrættegning til en NPN/PNP enhed. Flere enheder kan så kobles sammen.

Bag i bogen bringes også en printtegning med tilhørende komponentplaceringstegning, som kan bruges, hvis man ønsker at lave en permanent konstruktion.



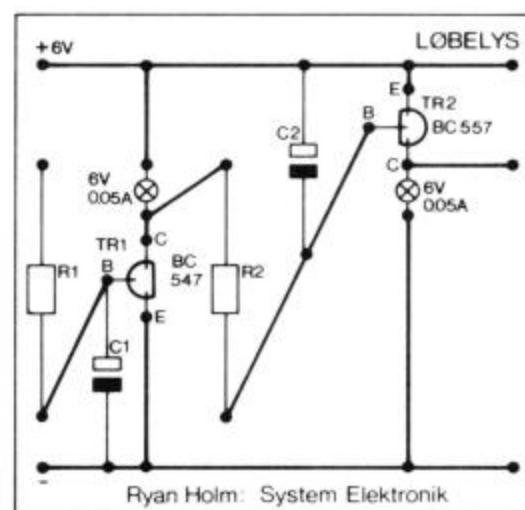
Løbelys med glødelamper på trykt kredsløb

Løbelys styret af sig selv

Man kan få denne opstilling til at „bide sig selv i halen“ ved at slutte kollektor på den sidste NPN transistor i rækken til indgangen på den første transistor. Vi får så en serie løbelys, der kører hele tiden.

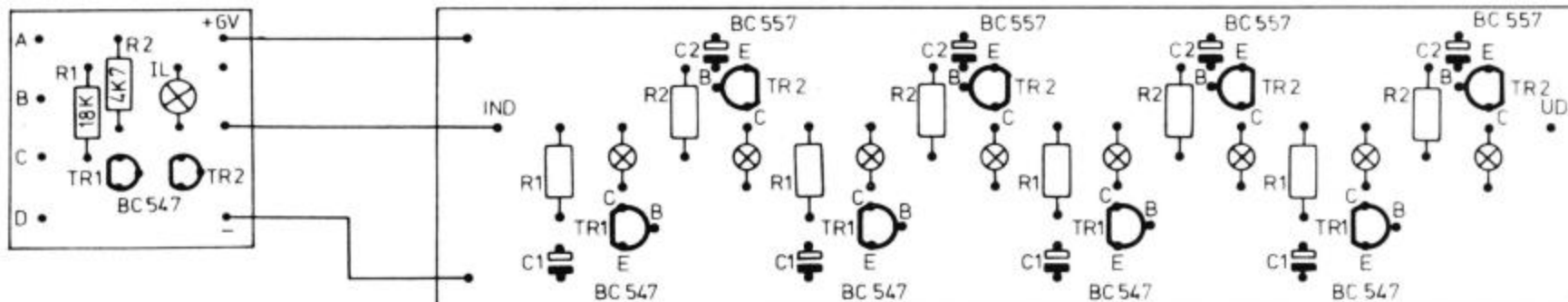
Har man en række med 14 lamper, kan man prøve at føre en ledning fra transistor nr. 7 (NPN transistor) tilbage til indgangen på den første transistor. Løbelyset kører så i to serier.

Sluttes mikrofonforstærkeren med ensretter til indgangen på løbelyset, vil lysbølgen styres af lyd. Når man siger noget, kører lyset.

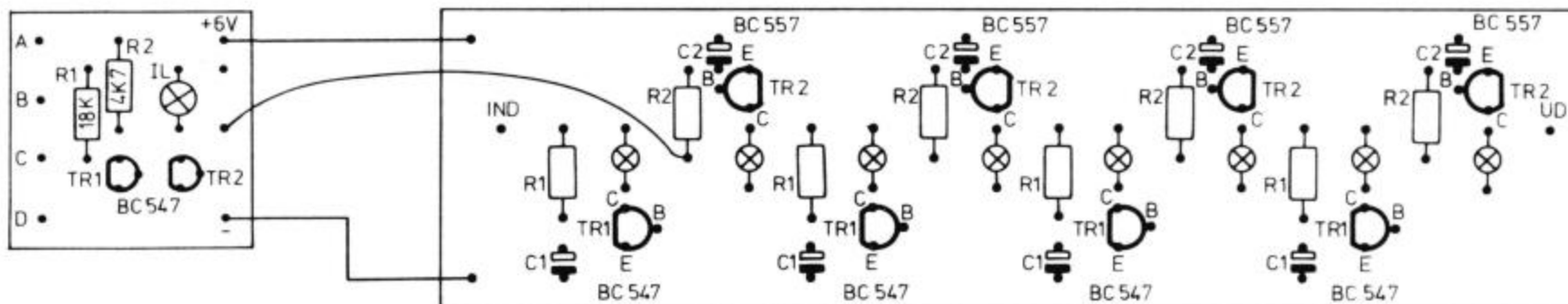


Styret løbelys

Løbelyset kan styres på forskellig måde. Hvis løbelyset forbindes til en lille styreenhed, som tegningen viser, vil lamperne i løbelyset lyse, når lampen i styreenheden ikke lyser. Når denne lyser, bliver spændingen over TR2 LAV, og indgangen til løbelyset bliver LAV. Lamperne i løbelyset slukker.



Hvis udgangen på styreenheden forbindes til indgangen på den første PNP transistor, vil løbelyset være slukket, når lampen i styreenheden er slukket – og tændt, når lampen i styreenheden er tændt.



Anbringer man en PNP transistor mellem styreenhed og løbelys, kan man med denne transistor styre løbelyset.

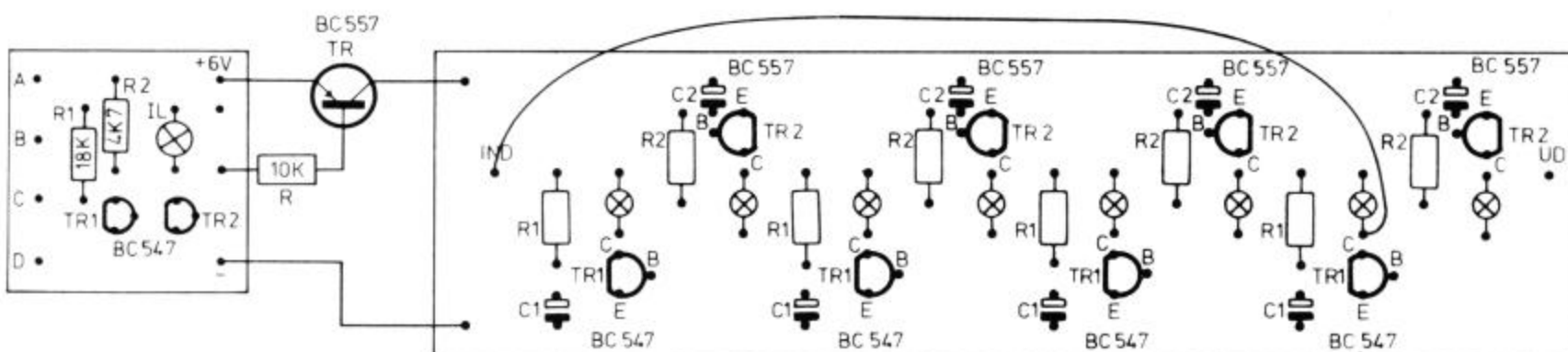
Løbelyset tilsluttes spændingskilden gennem PNP transistoren. Transistoren bliver ON, når indgangsspændingen (basisspændingen) på den bliver LAV. Vi kan forbinde basismodstanden til minus. Der går strøm gennem PNP styretransistoren, og løbelyset kan starte.

Vi kan nu lade styreenheden lukke PNP transistoren op. Løbelyset kan være tilsluttet som på tegningen. Resultatet er, at løbelyset kører, når styreenheden bliver ON.

I andre situationer har man måske brug for, at løbelyset starter ved en HØJ spænding. Man kan da mellem styreenheden og løbelyset bruge en NPN transistor i stedet for en PNP transistor. NPN transistoren bliver jo ON ved HØJ spænding på basis.

PNP transistoren skal kunne klare den strøm, der går ved fuldt lys i løbelyset, og man vælger transistor efter den opstilling, man arbejder med. Denne funktion af transistoren, hvor den kan lukke op eller i for noget, er behandlet i *Styring med elektronik*. Funktionen bruges i spændingsforsyninger som strømbegrænsning.

Styring med elektronik side 29



Astabil multivibrator

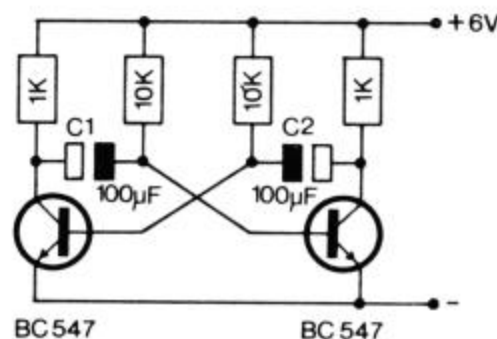
Efter at have set hvordan en NPN transistor i et løbelys kan styre en PNP transistor og omvendt, er det naturligt at gå over til at lade en NPN transistor styre en anden NPN transistor.

Emnet arbejdes igennem med *Laboratorie- og teoriopgaver L 19*.

Hele forløbet er også beskrevet i *Digital elektronik*, hvor man fra at se, hvordan en transistor kan styres af en kondensator og af en anden transistor, går over til at lade to transistorer styre hinanden.

Laboratorie- og teoriopgaver L 19

Digital elektronik side 9



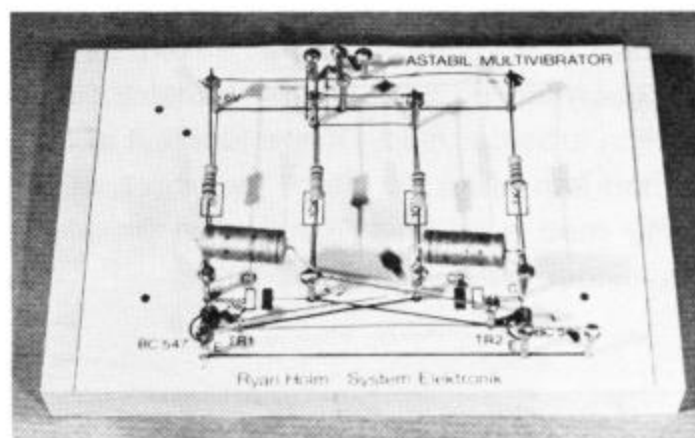
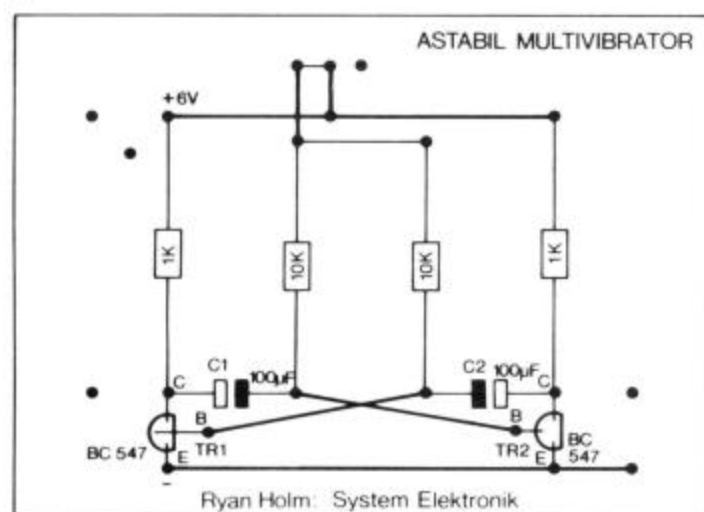
Den astabile multivibrator er en anden god begynderkonstruktion, og der kan laves mange variationer over emnet. I *Digital elektronik* beskrives, hvordan den astabile multivibrator enten arbejder som blinker eller som tonegenerator, og hvordan blinkfrekvensen eller tonehøjden kan ændres.

Digital elektronik side 12

I *Praktisk elektronik* findes printtegninger til en astabil multivibrator. Samme printtegning kan bruges, enten man vil lave en blinker med én eller to lamper, eller man vil lave en tonegenerator.

Praktisk elektronik side 13

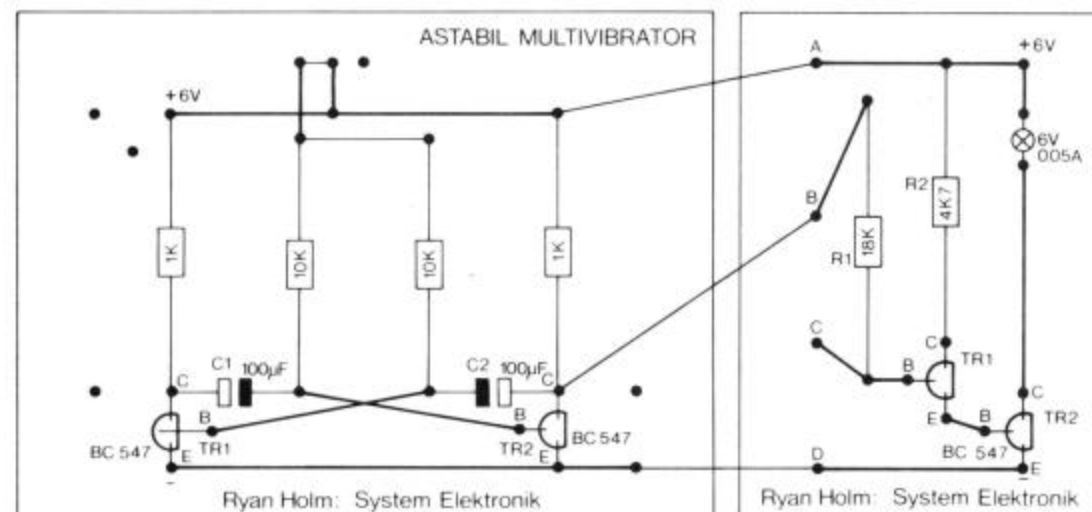
Øvelser med astabil multivibrator på sømbræt



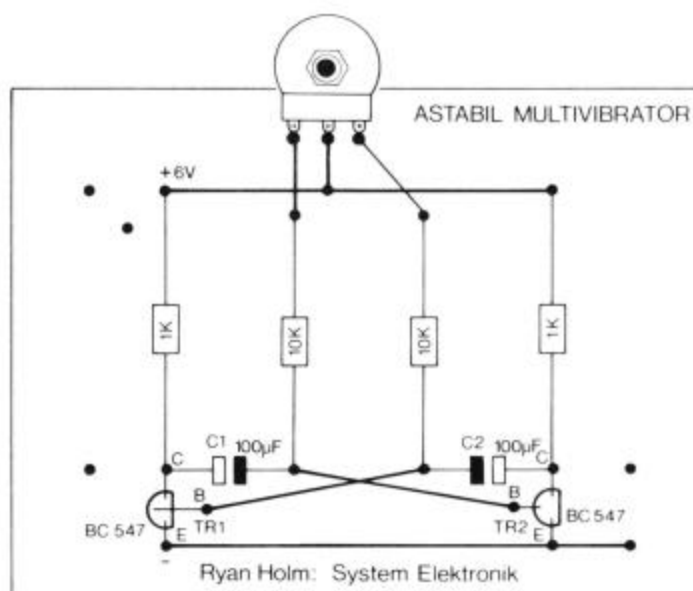
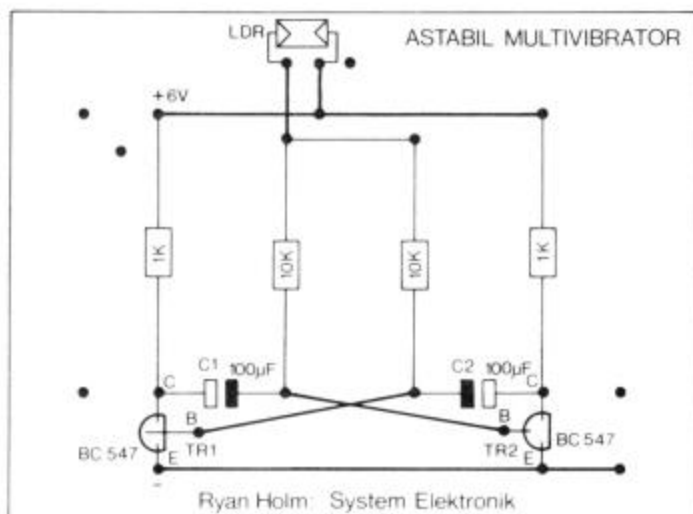
Sømbrættegningen vises i fuld størrelse på side 32

Der kan arbejdes med den astabile multivibrator på forskellige måder. Man kan starte med at lave en opstilling på sømbræt. C1 og C2 vælges til 100 µF. Denne astabile multivibrator arbejder med en lav frekvens, og til kollektor af TR1 eller TR2 kobles den lille styreenhed, der tidligere er arbejdet med. Her er den vist i sømbrætdgaven.

Der kan også kobles en styreenhed på kollektor af både TR1 og TR2.

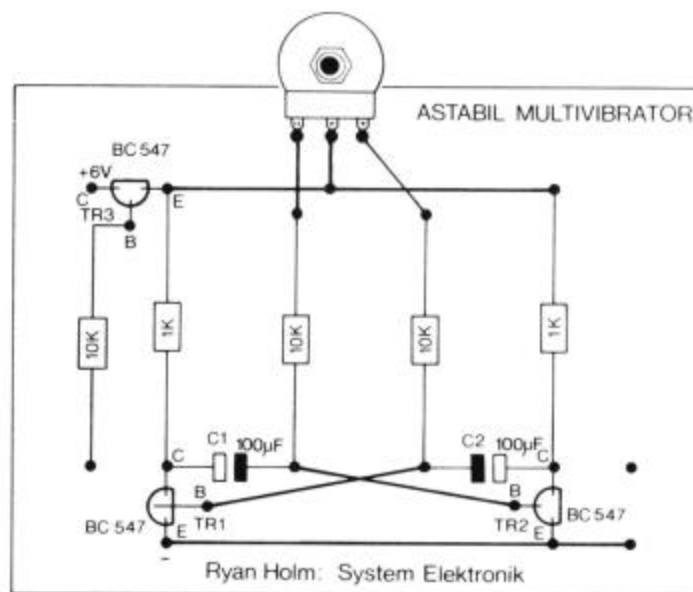
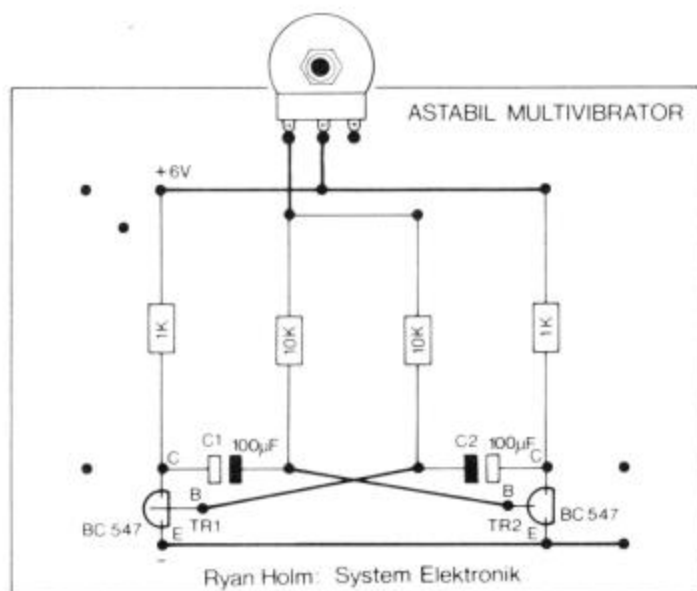


En LDR kan som vist på tegningen styre blinkfrekvensen.



Frekvensen kan også styres af et potentiometer, f.eks. 47K lin., og tegningerne viser to måder at koble potentiometret på. Ved forsøg kan man finde frem til resultatet af de to koblingsmåder.

På denne måde ændres blinkfrekvensen. Der kan tælles/måles frem til blinkfrekvensen med potentiometret drejet i den ene eller den anden yderstilling.



Styret astabil

Der kan loddess en transistor mere på sømbrættet som vist på tegningen. Styreenheden er koblet på som før (ikke vist). Spændingen tilsluttes som vist.

Lampen i styreenheden blinker ikke. TR3 spærrer for strøm til opstillingen. TR3 lukker først op, når dens basismodstand lægges til HØJ spænding, f.eks. plus. Gennem denne modstand kan blinkeren således styres.

TR3's styrefunktion bruges også i spændingsforsyninger. Her virker transistoren som kortslutningssikring. Denne funktion er omtalt i *Styring med elektronik* side 29.

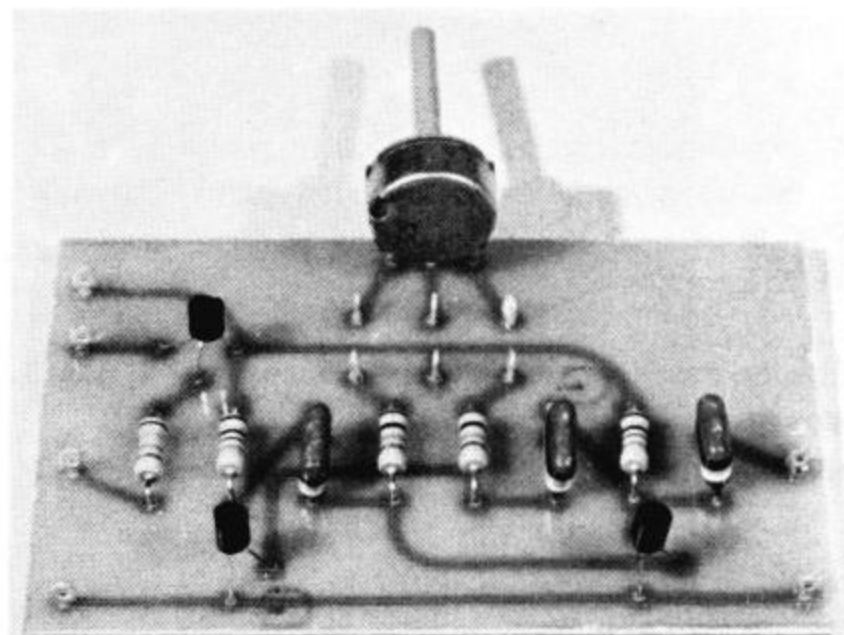
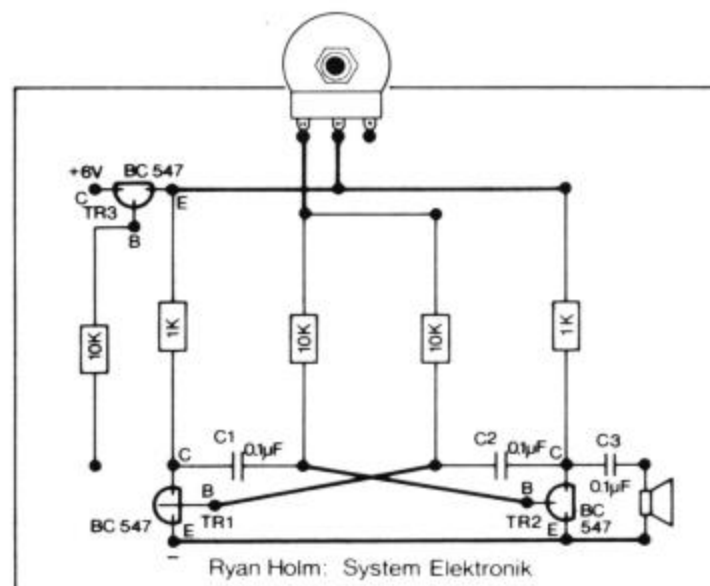
Denne måde at koble potentiometret på vil give samme blinkfrekvens, hvad enten potentiometret er drejet til den ene eller anden yderstilling. Det, der her ændres, er mark-space forholdet. Dvs., at vi med potentiometret kan bestemme, hvor stort forholdet skal være mellem den tid, glødelampen lyser, og den tid, den er slukket.

Tonegenerator

C1 og C2 loddess af opstillingen og erstattes af to kondensatorer på $0,1 \mu\text{F}$. C3, også $0,1 \mu\text{F}$, loddess i, og en højohmshøjttaler (150Ω) tilsluttes som vist. Opstillingen er en tonegenerator, og tonehøjden kan reguleres med potentiometret.

Denne tonegenerator kan styres af styreenheden. Basisindgangen ved TR3 sluttes til udgangen på styreenheden på samme måde, som løbelyset blev tilsluttet, og nu kan tonegeneratoren styres som tidligere gennemprøvet. Opstillingen virker blot således, at når lampen i styreenheden lyser, arbejder tonegeneratoren ikke. Når lampen ikke lyser, begynder tonegeneratoren at fungere.

Ønsker man den modsatte virkning, kan TR3, der er en NPN transistor, erstattes af en PNP transistor, BC557. Der skal så byttes om på C og E. Denne udformning af styretrinnet er brugt ved printudgaven af den astabile multivibrator vist bag i denne bog.

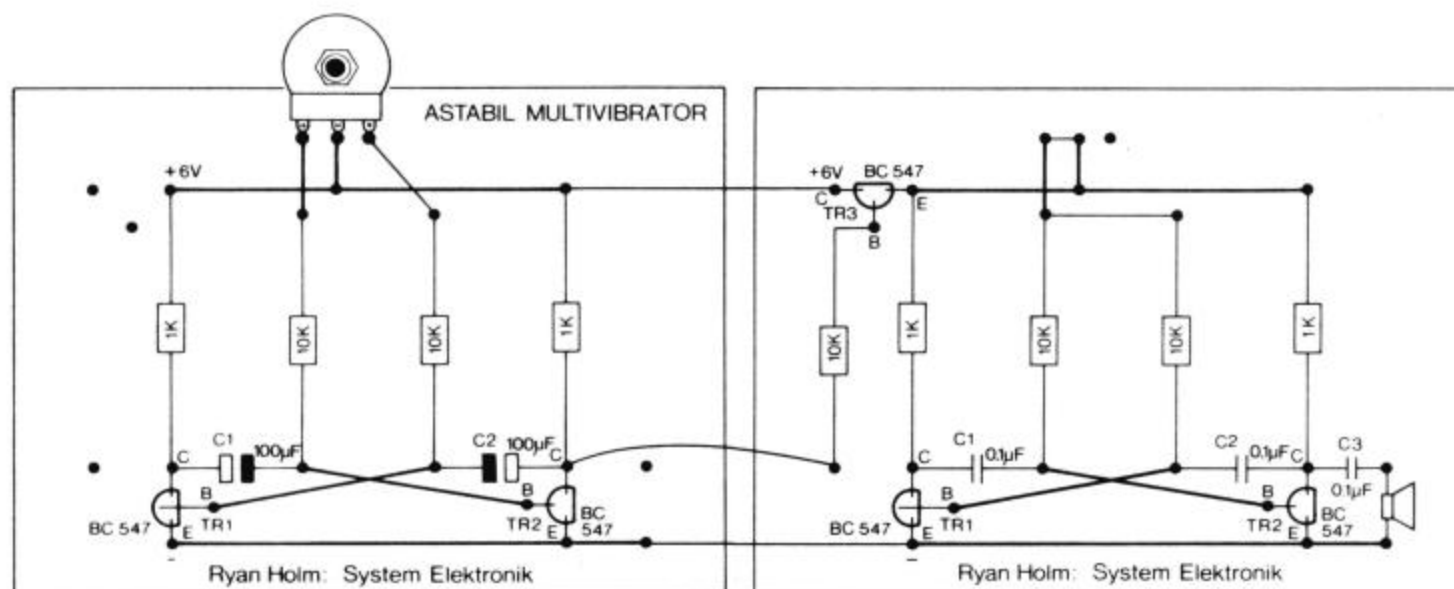


Printtegning til astabil multivibrator findes side 35

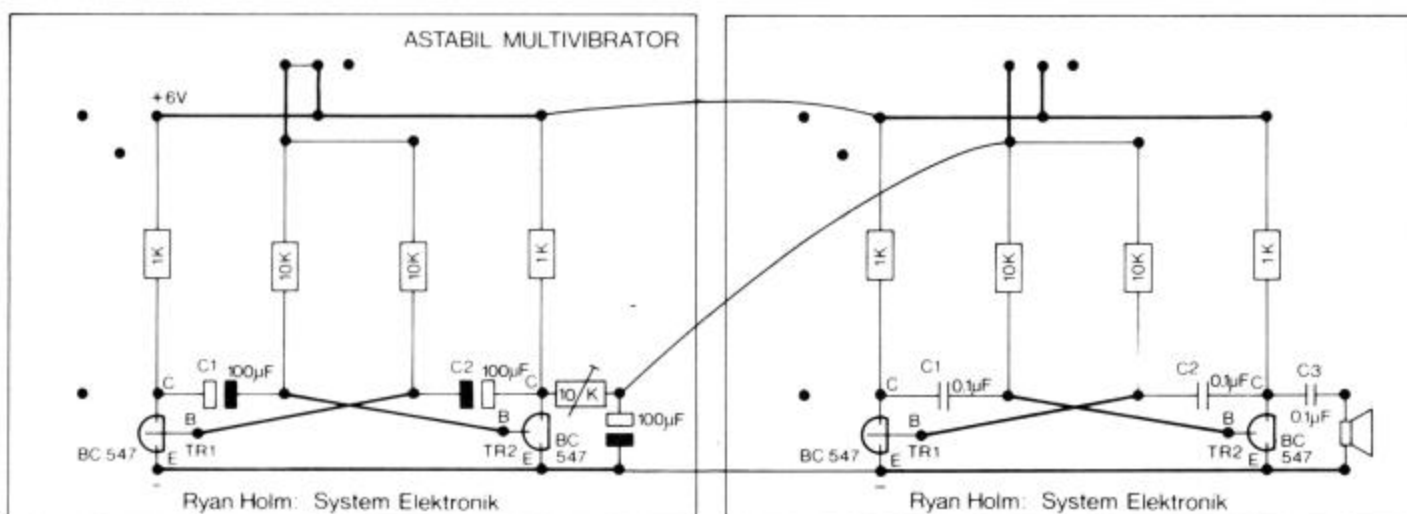
Astabil styret af astabil

Tonegeneratoren kan også styres af en langsom astabil multivibrator.

Denne opstilling svarer til opstillingen med lampetrinnet. Hvor der før kom et lysglimt, kommer der nu en tone.



De to astabile kan også kobles på denne måde. Nu har vi fået en sirene ud af det.

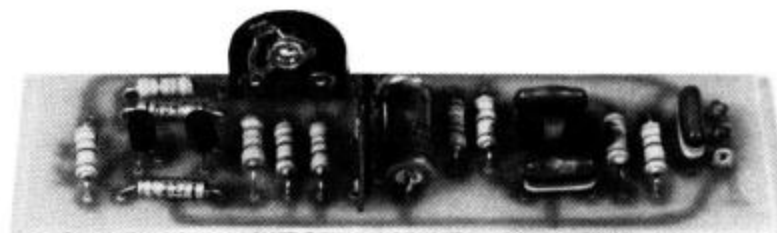


Sirene eller McCloud horn

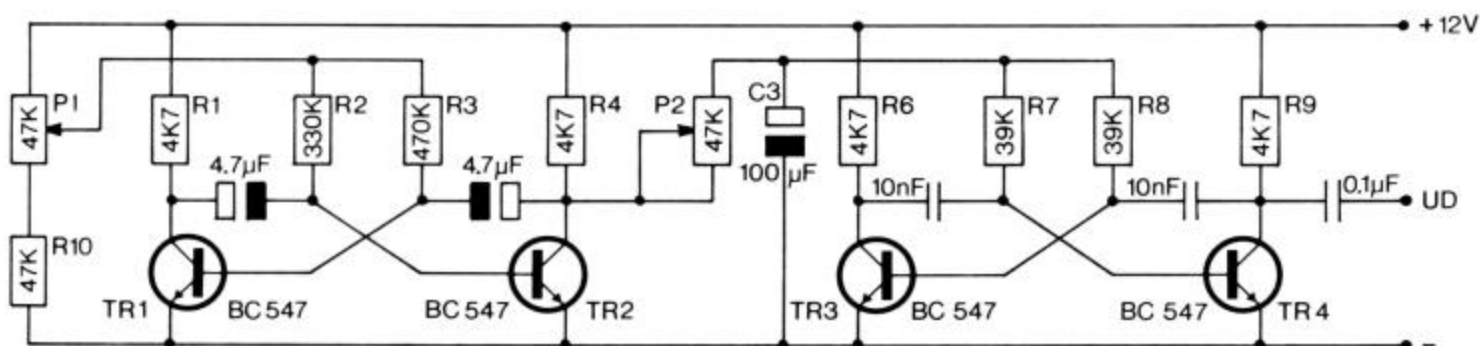
Lader man to astabile multivibratorer styre hinanden, fås en sjov virkning. En astabil multivibrator med en lav frekvens på ca. 1 Hz kan styre en astabil multivibrator med en frekvens på ca. 2000 Hz. Resultatet er en sirene, og en sådan er beskrevet i *Digital elektronik*.

En sirene er en populær konstruktion, og her bringes et diagram til en anden udgave. Diagrammet viser de to astabile multivibratorer koblet sammen. TR1 og TR2 danner den første a.m. Hastigheden kan reguleres med P1. P2 er også et potentiometer, men det kan erstattes af en fast modstand.

Den anden a.m. er lavet som tonegenerator og giver en tone på 1800 Hz. Den styres imidlertid af den første a.m., så tonen, der kommer fra den, vibrerer i takt med den første frekvens. Det er en sirene. Den kaldes også for et McCloud horn.

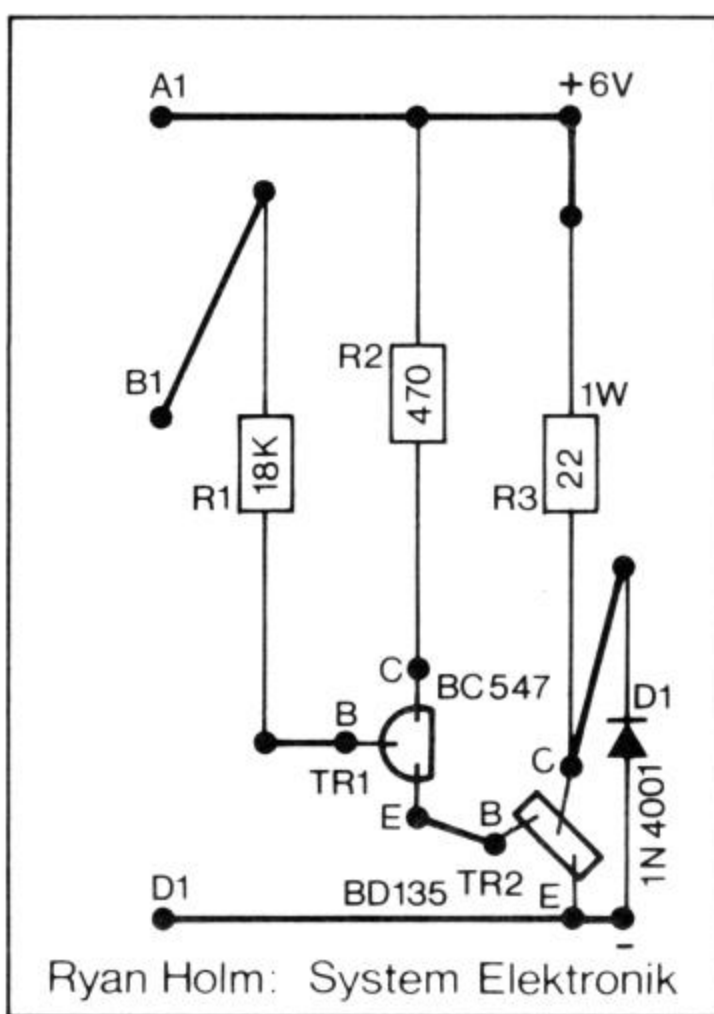
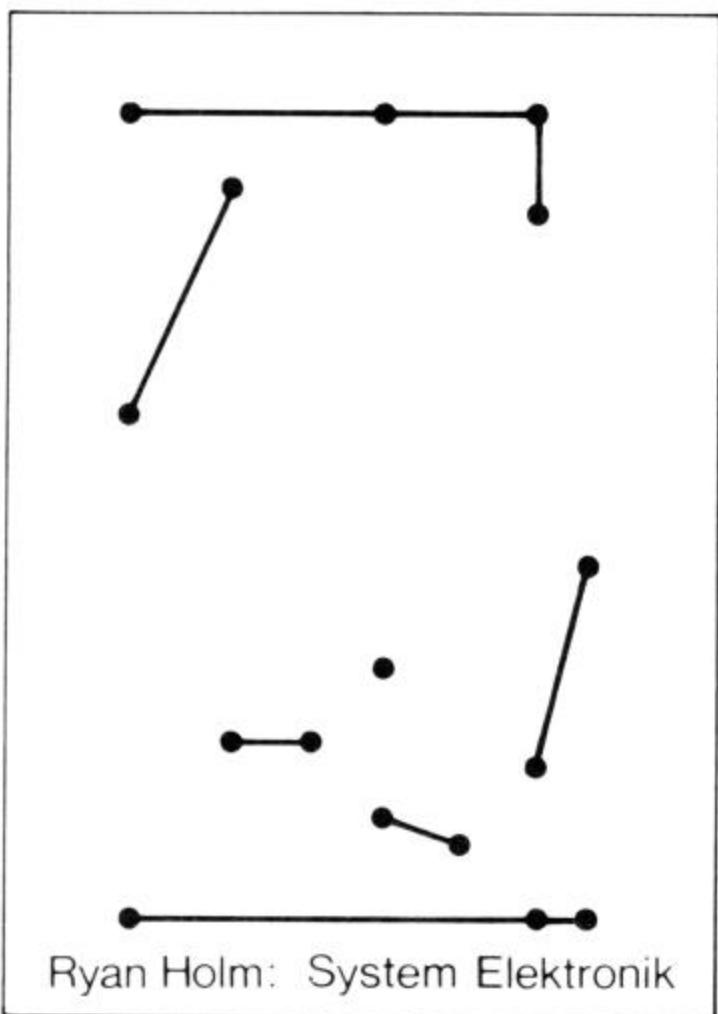
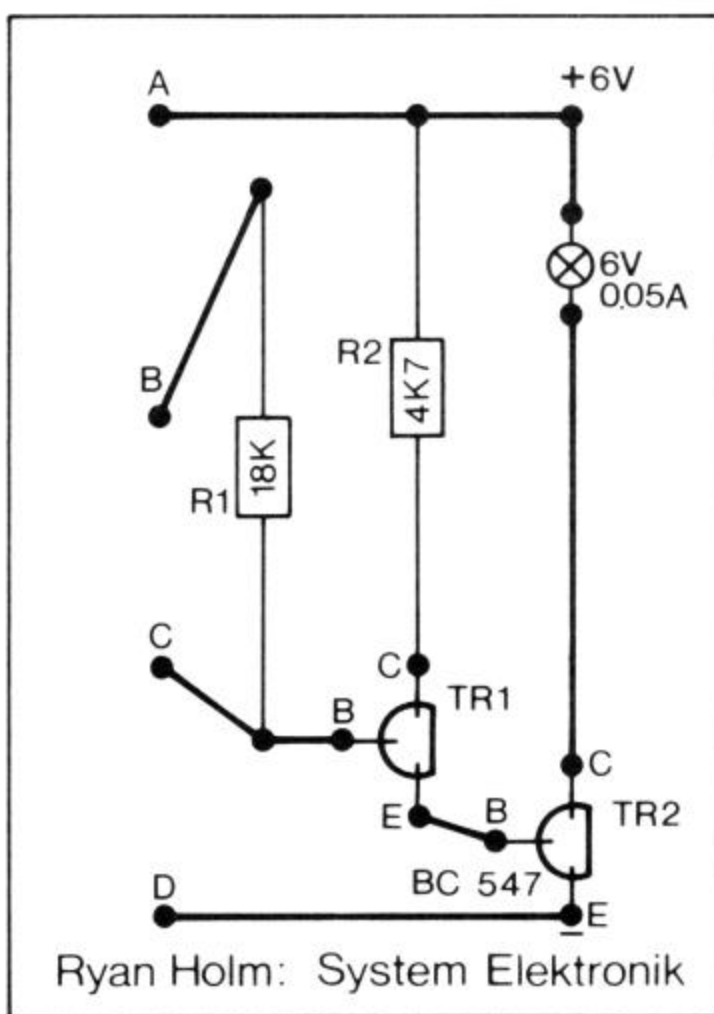
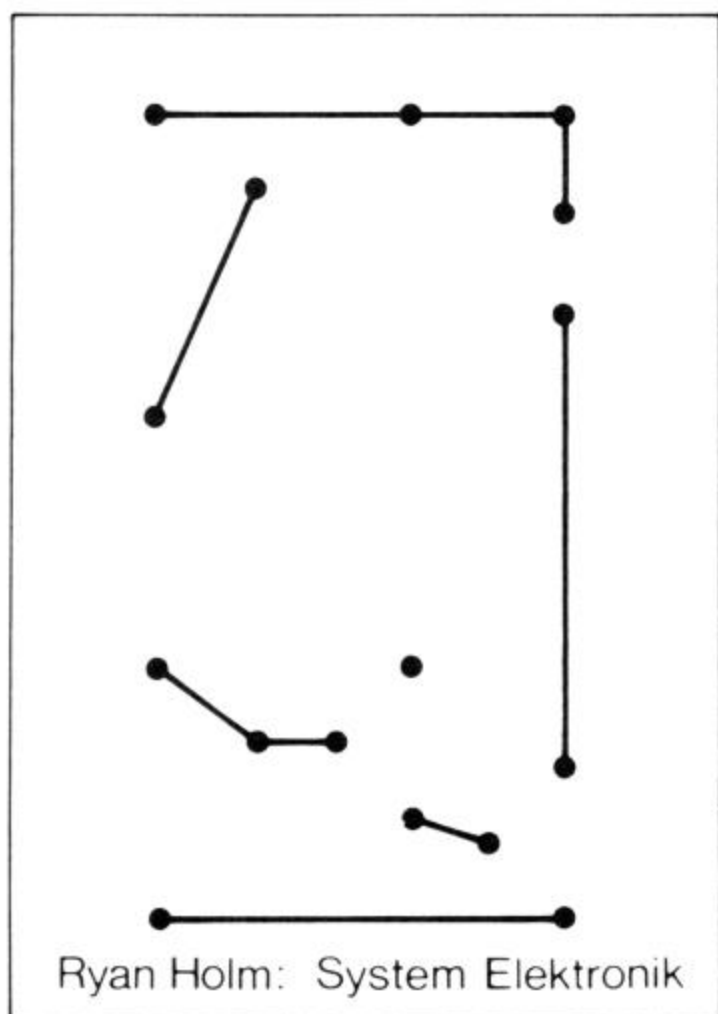


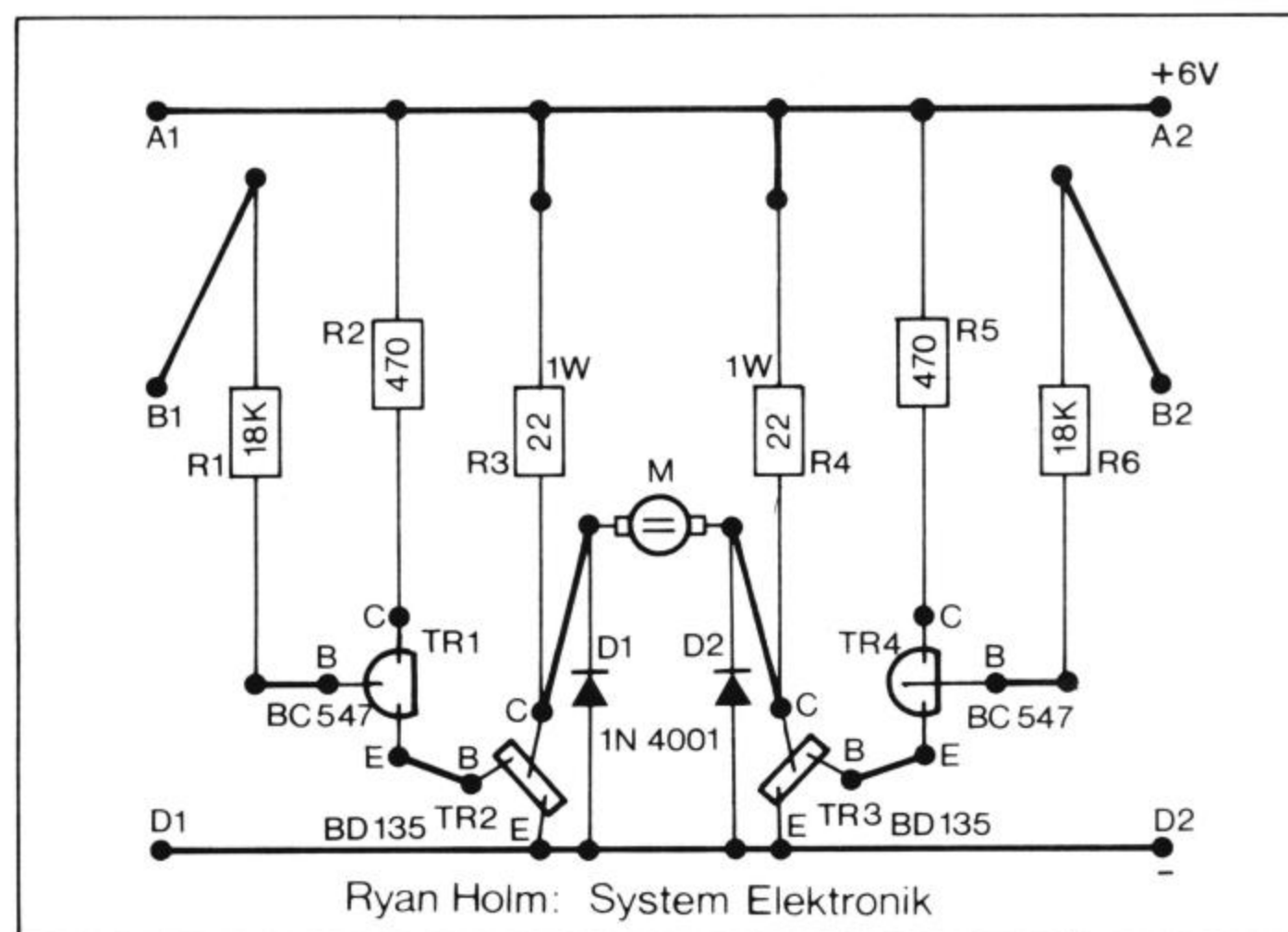
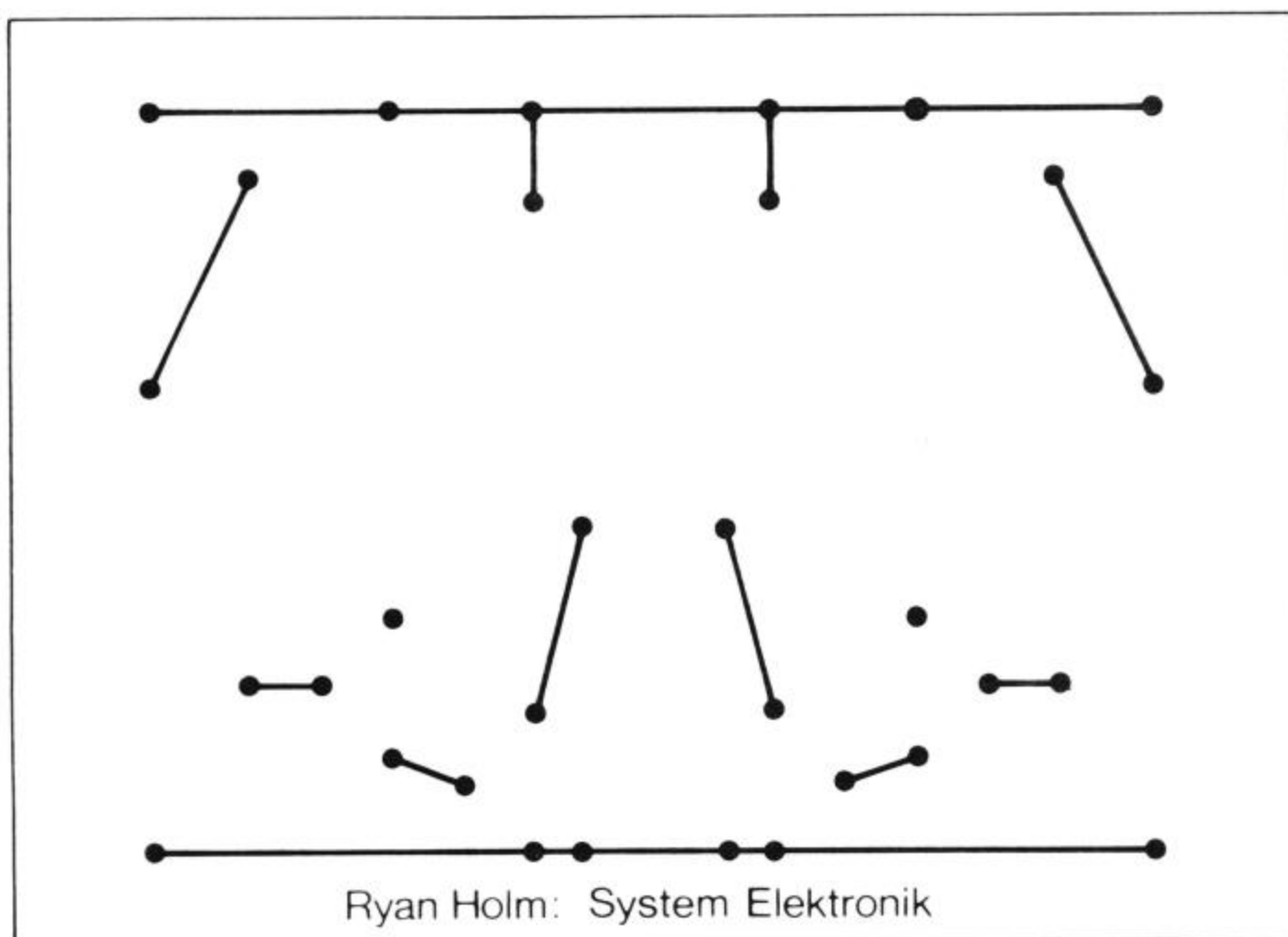
Sirene på trykt kredsløb. Printtegning findes side 36



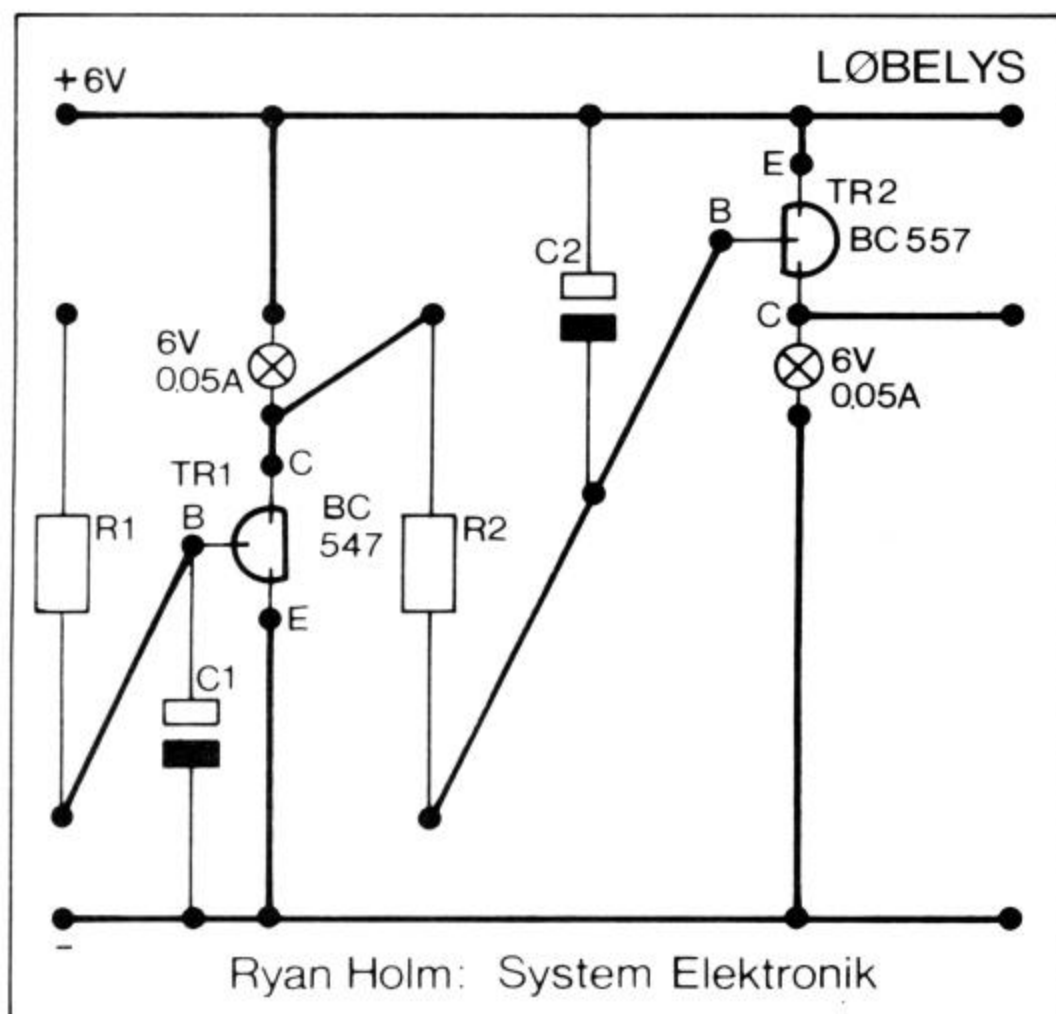
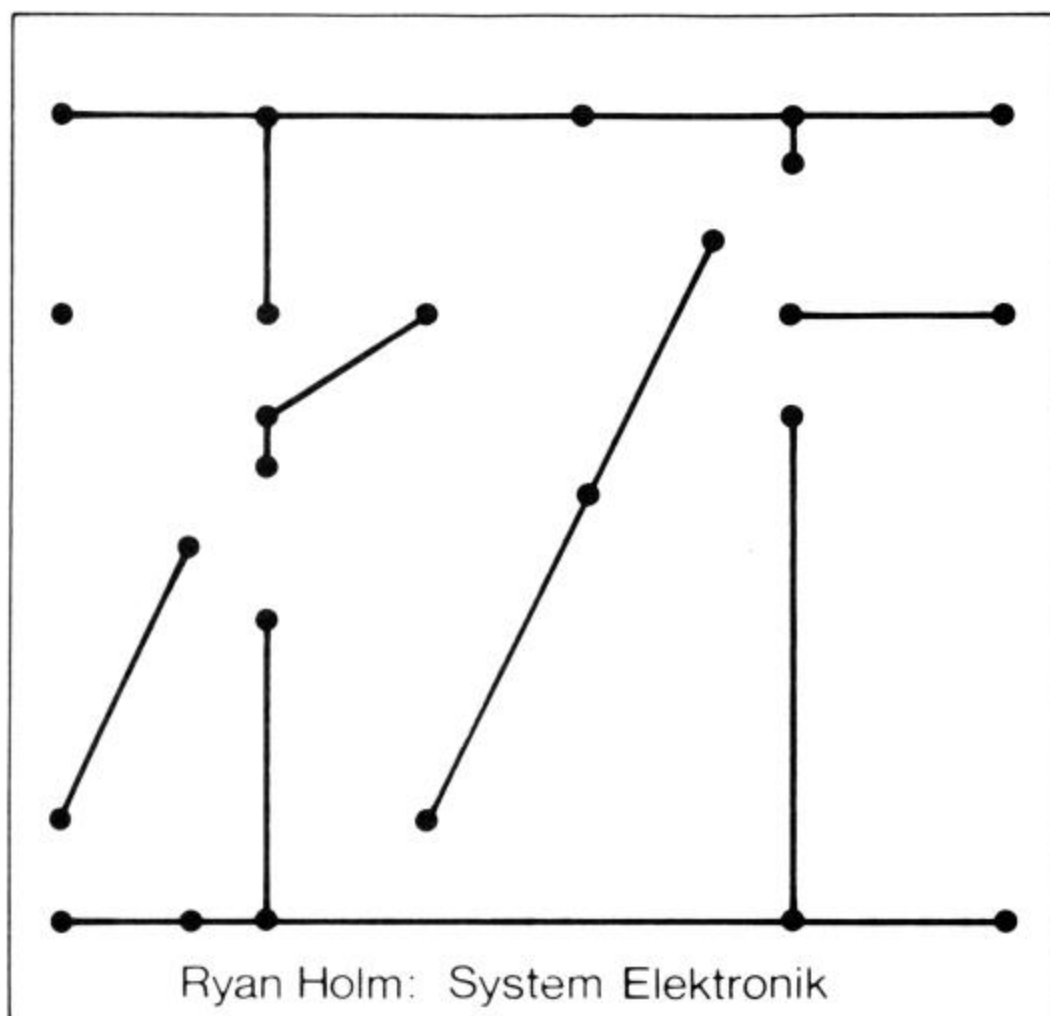
Printtegningen i denne bog kan bruges til den sirene-udgave, man ønsker at lave. Opgaven kan løses ved, at to af de astabile multivibratorer, der er lavet på sømbræt, bygges om til en langsom og en hurtig astabil multivibrator. Ved eksperimenter når man frem til den lyd, man synes om. Komponenterne kan så tages af sømbræt og sættes på print.

Sømbrettegninger til styreenhed

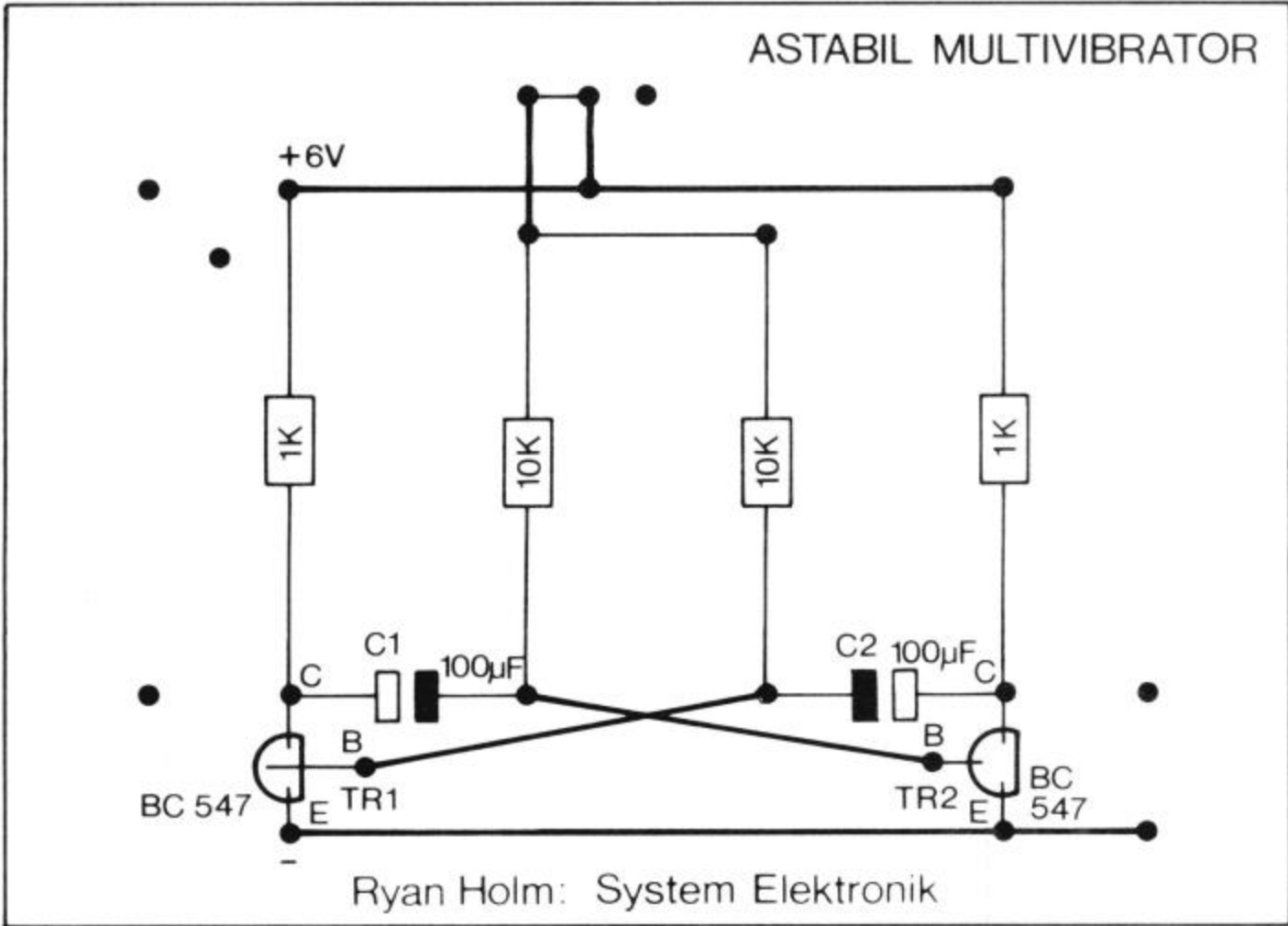
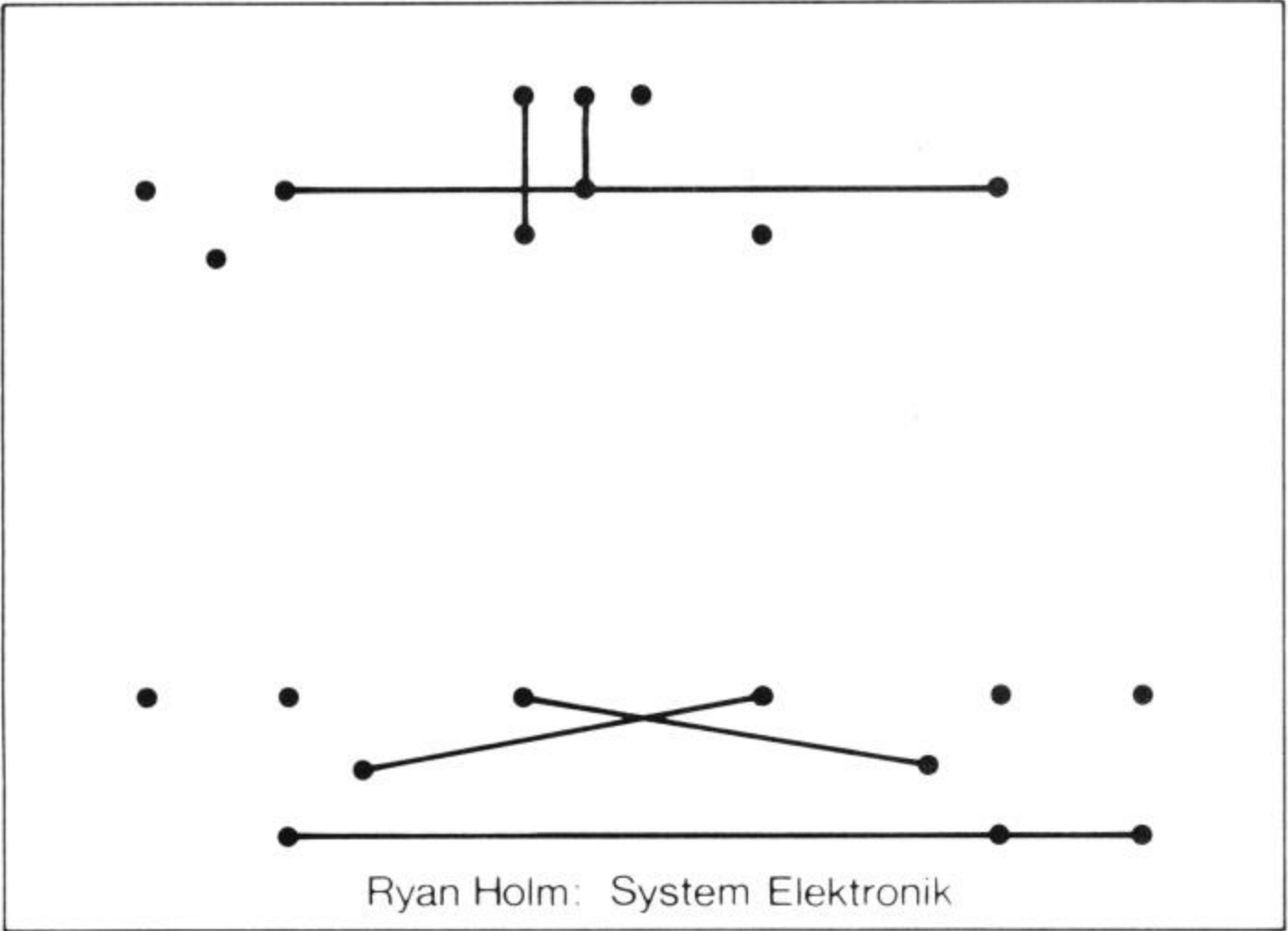


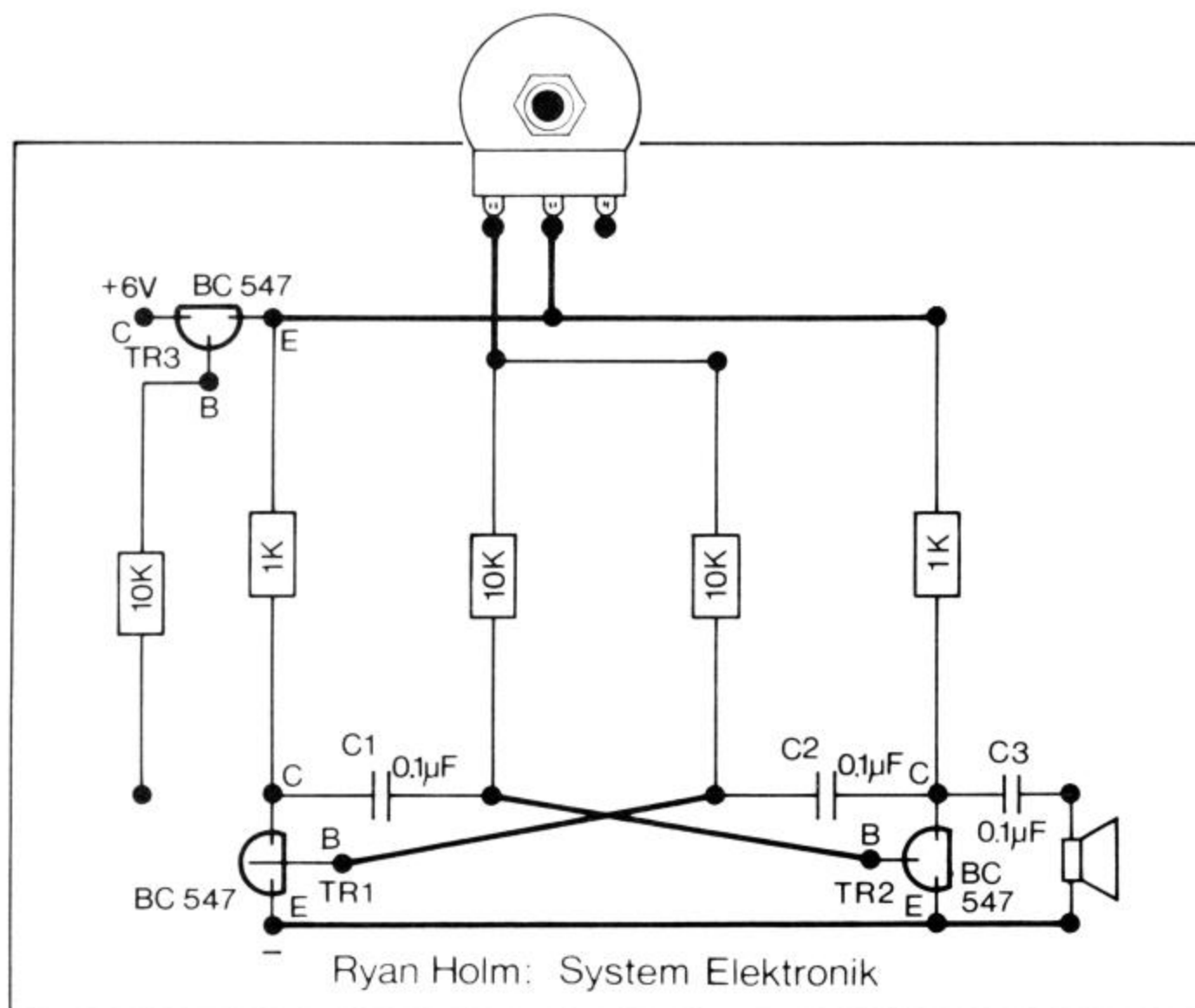


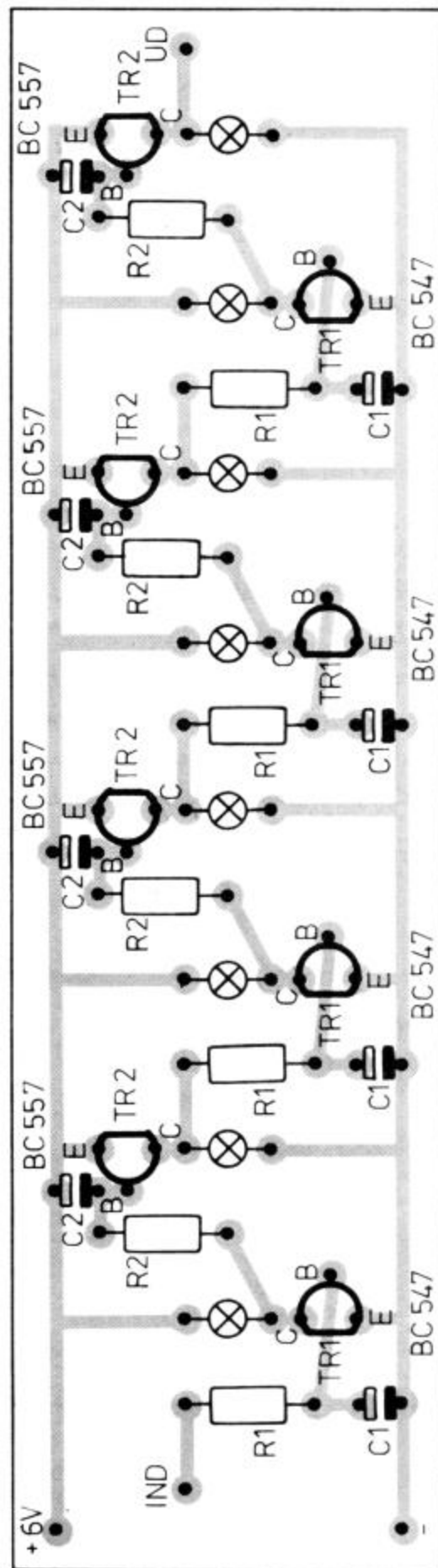
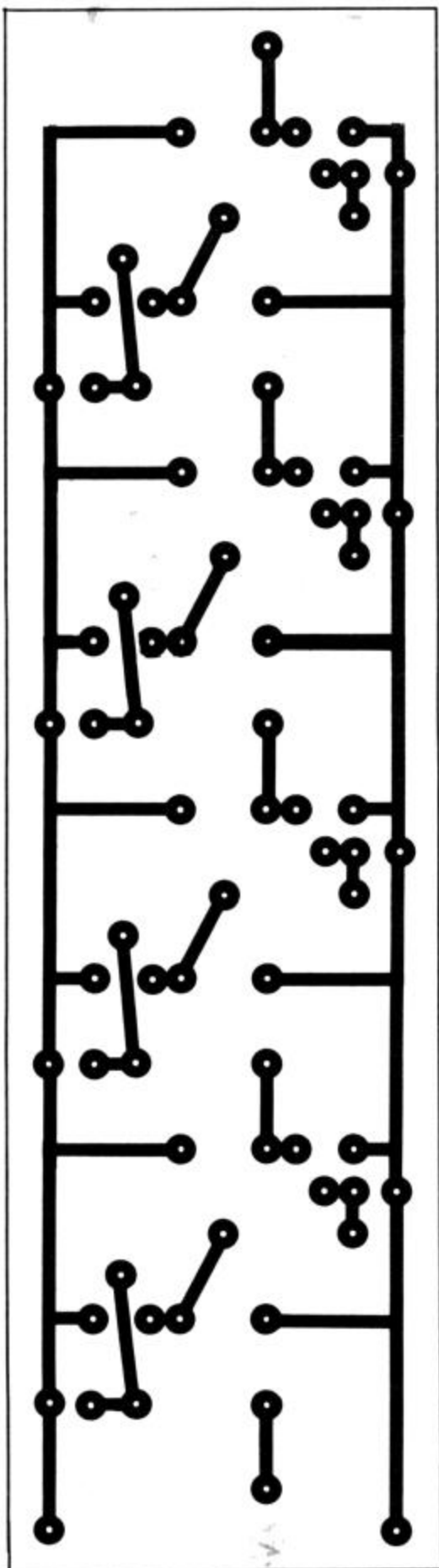
Sømbættegninger til løbelys



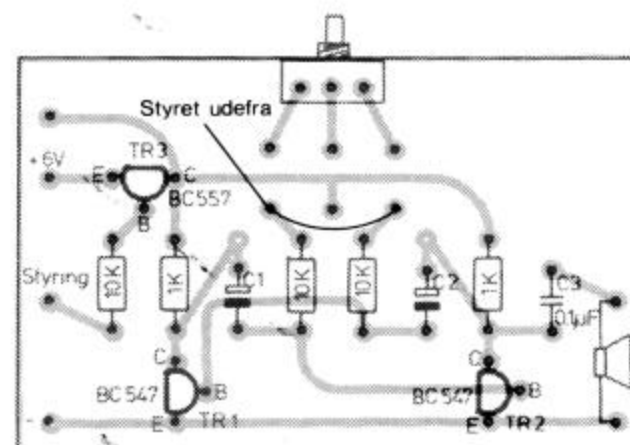
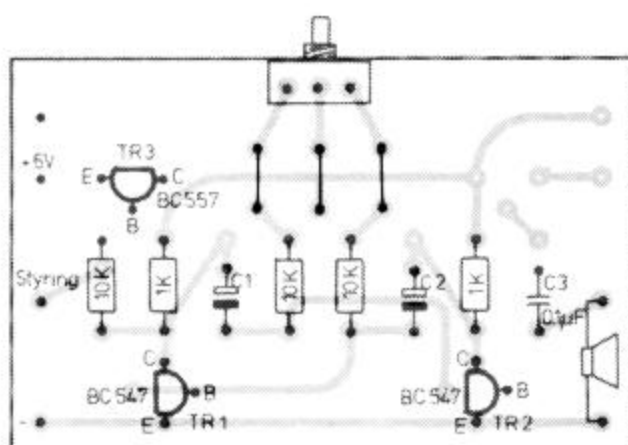
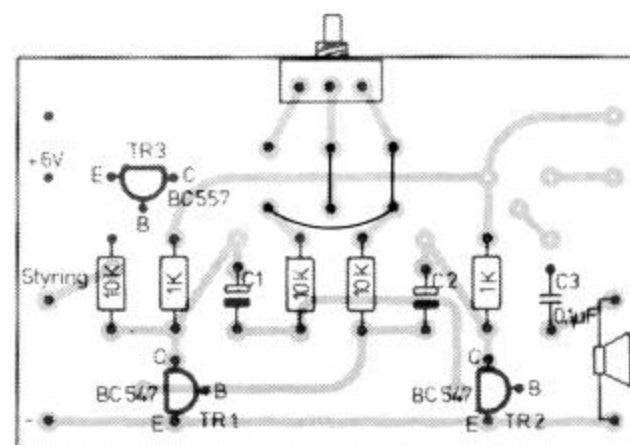
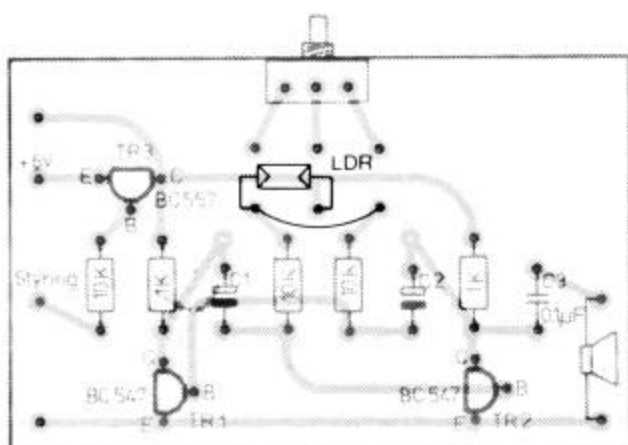
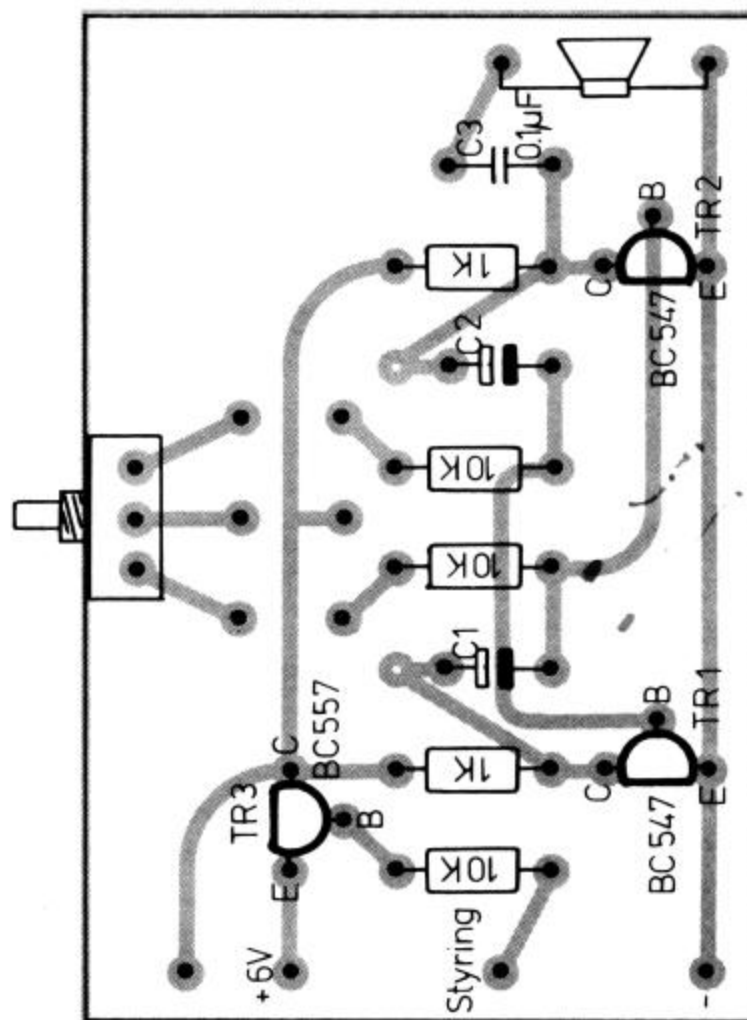
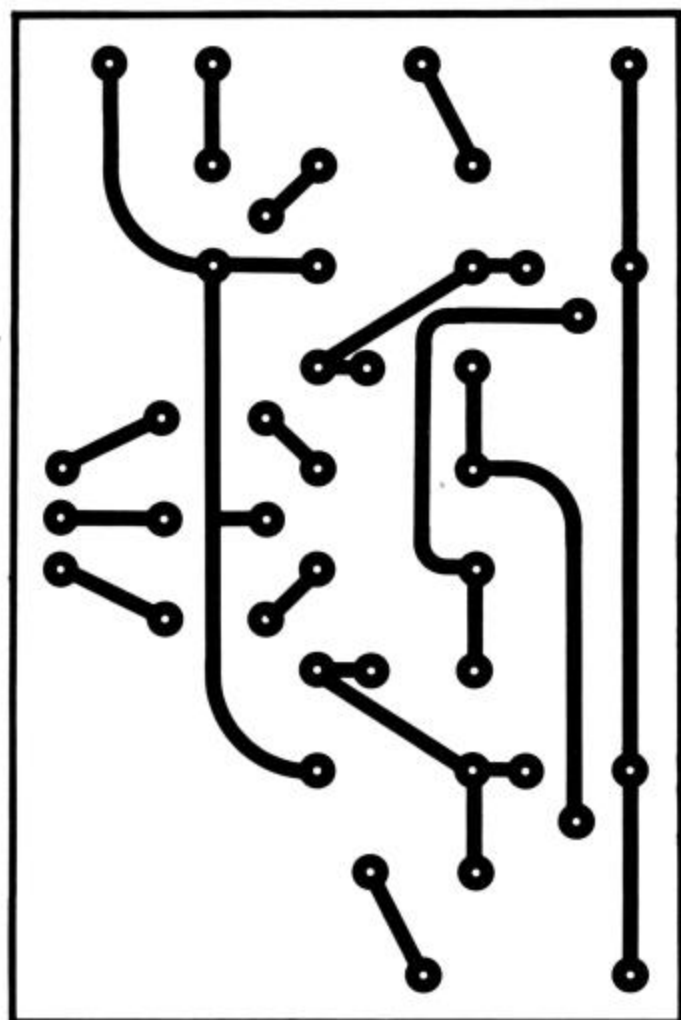
Sømbrettegninger til astabil multivibrator



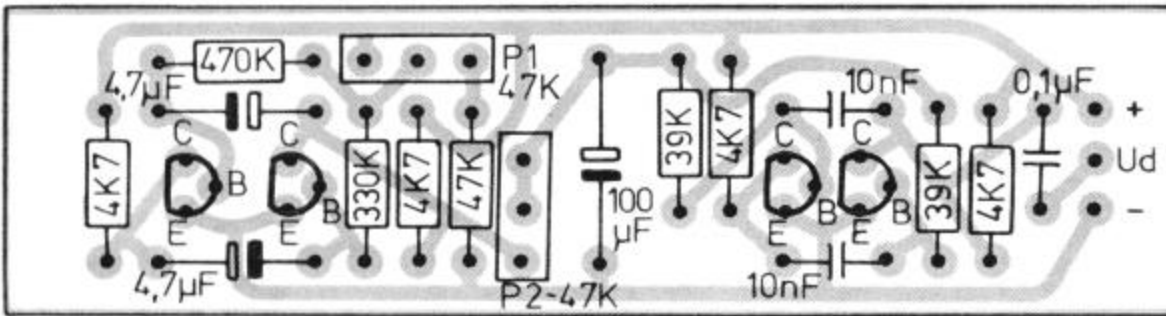
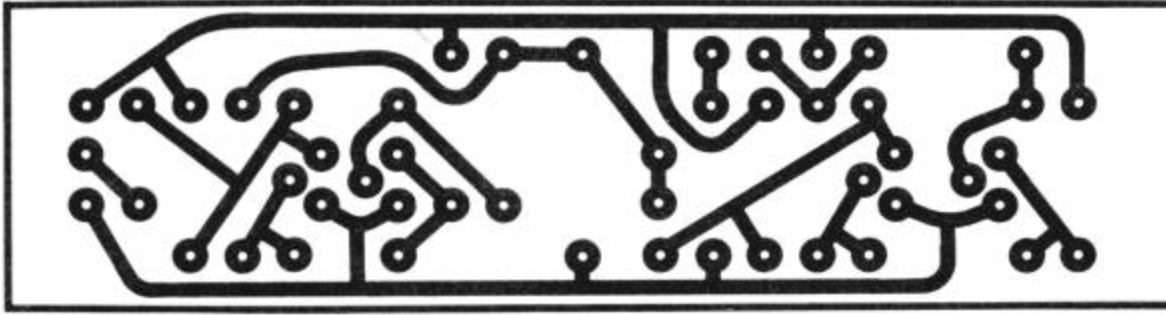




Printtegning til astabil multivibrator



Printtegning til sirene





**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 87-01-82292-6