

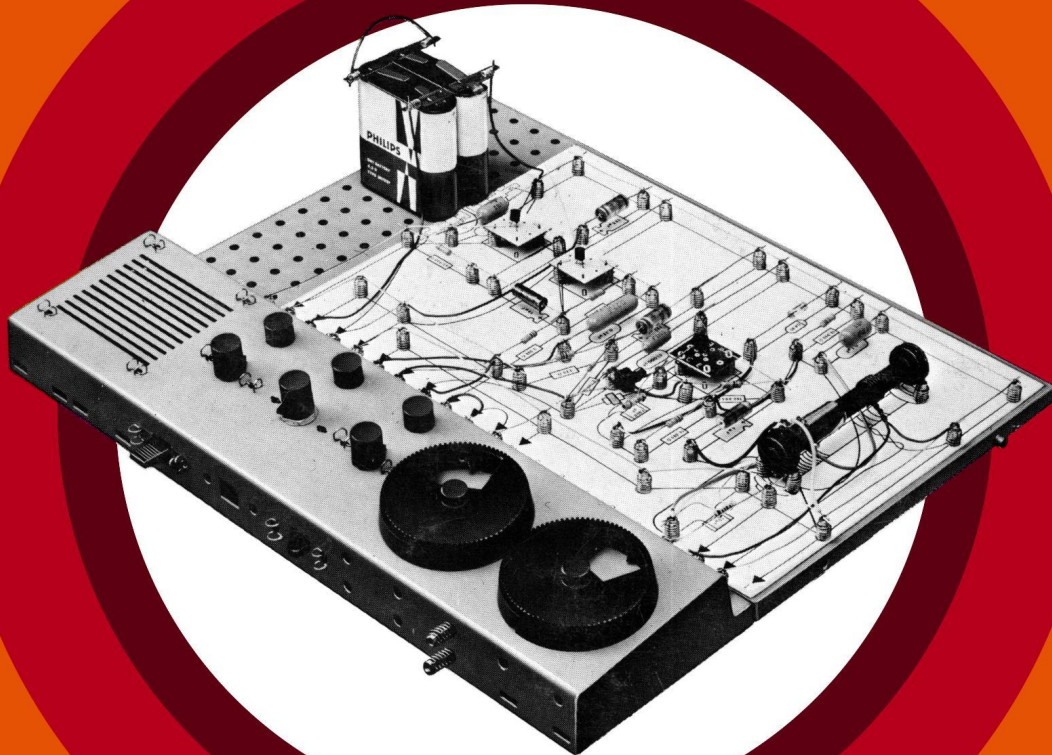
# PHILIPS



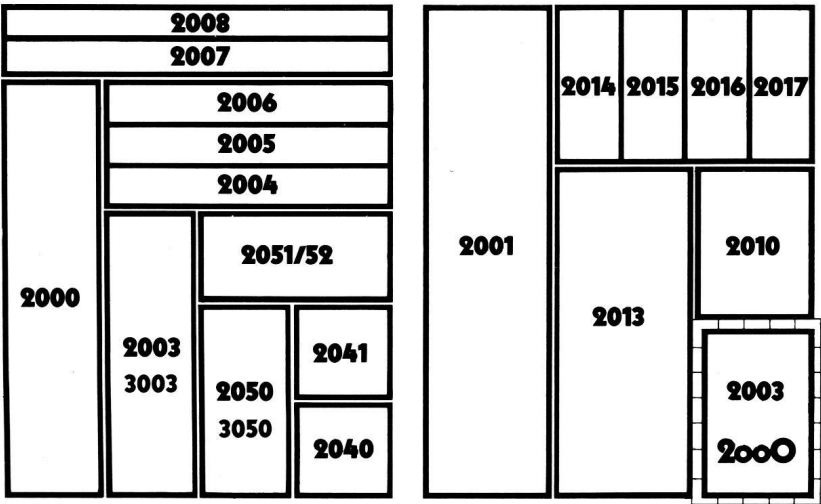
# N

# Innføring i elektronikk

**Veiledning  
til eksperimentsettene  
EE 2003/41/50/51/52**



Elektronik-Serie 2000/2001



© Philips GmbH, Bereich Hobby-Technik, Hamburg

Alle rettigheter forbeholdes. Ettertrykk eller fotomekanisk gjengivelse tillates ikke.

Tekniske endringer forbeholdes.



## **Innføring i elektronikk**

### **Veiledning til eksperimentsettene**

**EE 2003**

**EE 2050, EE 2051, EE 2052**

**EE 2041**

Enedistributør for Norge:  
Ragnar Haga A/S  
Stanseveien 25  
Oslo 9  
Telefon (02) 16 10 90

## INNHOLD

	Side
<b>Bilder av komponentene i eksperimenteskena og innholdsfortegnelse</b>	6
<b>1. Generell byggeveiledning</b>	9
<b>2. Innføring i elektronikk</b>	16
2.1. Strømkretsen	16
	Kopling 1, enkel strømkrets 17
	Kopling 2, strømkrets med strømbryter 18
	Kopling 3, spenning 20
	Kopling 4, parallellkopling 21
2.2. Ledere og isolatorer	Kopling 5, ledere og isolatorer 22
2.3. Motstander	Kopling 6, strømkrets med motstand 23
	Kopling 7, seriekopling av motstand 27
	Kopling 8, parallellkopling av motstand 28
	Kopling 9, spenningsdeler 29
	Kopling 10, potensiometer som variabel motstand 30
	Kopling 11, potensiometer som spenningsdeler 31
	Kopling 12, fotomotstand i strømkrets 31
2.4. Vekselstrøm	32
2.5. Spolen	36
2.6. Dioden	Kopling 13, dioden i en strømkrets 38
2.7. Transistoren	Undersøkelse av strømretningene i en npn-transistor 41
	Kopling 14, basis-emitterovergangen i lederretning 41
	Kopling 15, basis-emitterovergangen i sperreretning 42
	Kopling 16, basis-kollektorovergangen i lederretning 42
	Kopling 17, basis-kollektorovergangen i sperreretning 43
	Kopling 18, kollektor-emitterovergangen i strømkretsen 43
	Kopling 19, kollektor-emitterovergangen i strømkretsen 44
	Kopling 20, kollektorstrømkretsen 44
	Kopling 21, basisstrømkretsen 45
	Undersøkelse av strømretningene i en pnp-transistor
	Kopling 22, basis-emitterovergangen i sperreretning 47
	Kopling 23, basis-emitterovergangen i lederretning 47
	Kopling 24, basis-kollektorovergangen i sperreretning 47
	Kopling 25, basis-kollektorovergangen i lederretning 48
	Kopling 26, kollektor-emitterovergangen i strømkretsen 48
	Kopling 27, kollektor-emitterovergangen i strømkretsen 48
	Kopling 28, pnp-transistoren i strømkretsen 49
2.8. Transistoren som strømbryter	Kopling 29, npn-transistoren som strømbryter 50
2.9. Transistoren som forsterker	Kopling 30, npn-transistoren som forsterker 50
	Kopling 31, arbeidspunktinnstilling vha. basisformotstand 51
	Kopling 32, motkopling 52
	Kopling 33, motkopling 53
	Kopling 34, arbeidspunktinnstilling vha. NTC 53
	Kopling 35, emitterkopling 54
	Kopling 36, kollektorkopling 56
	Kopling 37, sammenlikning mellom emitter- og kollektorkoplingen 57
	Kopling 38, basiskopling 58
2.10. Kondensatorer	Kopling 39, kondensator i likestrømskrets 58
	Kopling 40, opp- og utladning av kondensatorer 62
	Kopling 41, kondensator i vekselstrømskrets 62
2.11. Svingekretser	63
<b>3. Elektronikkens undergrupper</b>	
3.1. Elektroakustikk	65
	Kopling 42, elektrisk energi – lydenergi 66
3.2. Sambandsteknikk	Kopling 43, RC-oscillator 67
	Kopling 44, LC-oscillator 68
3.3. Elektroniske signalapparater	Kopling 45, Schmitt-trigger 69
	Kopling 46, flip-flop 70
	Kopling 47, astabile multivibratorer 71
	Kopling 48, monostabile multivibratorer 72
3.4. Måle- og regulerings-teknikk	Kopling 49, reguleringskrets 73
3.5. Radioteknikk	Kopling 50, diodemottakeren 75

		<b>Side</b>
<b>4. Elektroniske apparater</b>		<b>77</b>
1.01. Forsterker for platespiller og båndspiller	□	78
1.02. To-trinns platespillerforsterker	△	80
1.03. Push-pull forsterker	○	82
1.04. For-forsterker med korreksjon	△	84
2.01. Øvelsesapparat for morse	□	86
2.02. Øvelsesapparat for morse, med høyttaler	△	88
2.03. Telefonforsterker	○	90
2.04. Tretrinns telefonforsterker	○	92
2.05. Svarsignalgenerator	△	94
2.06. Svarsignalgenerator med signallampe	△	96
3.01. Lyskontrollanlegg	□	98
3.02. Blinklys og tyverialarm	□	100
3.03. Blinklys med regulerbar blink-hastighet	□	102
3.04. Regulerbart lynlys	□	104
3.05. Lys- og lydstyrkemåler	○	106
3.06. Akustisk relé	□	108
3.07. Tyverialarm med varsellampe	□	110
3.08. Optisk og akustisk tyverialarm	○	112
3.09. Signalanlegg med skumringsbryter	△	114
3.10. Retningsviser med to transistorer	△	116
3.11. Varsellampe	□	118
3.12. Driftsvarsel med lys- og lydsignal	△	120
3.13. Sirene	△	122
3.14. Tonehorn	△	124
3.15. Trappelys	△	126
3.16. Lysdemper	□	128
3.17. Innkoplingsforsinkelse	□	130
3.18. Utkoplingsforsinkelse	□	132
4.01. Automatisk nattlys eller parkeringslys	□	134
4.02. Enkel fuktighetsindikator	□	136
4.03. Fuktighetsindikator med lyssignal	△	140
4.04. Fuktighetsindikator med lydsignal	△	142
4.05. Tidsstrømbryter	□	144
4.06. Langtidsstrømbryter med lysindikator	△	146
4.07. Tidsstrømbryter med lyssignal	○	148
4.08. Lysmåler	□	150
4.09. Følsom lysmåler	○	152
4.10. Lysmåler med lydsignal	□	154
4.11. Målebro for resistans, induktans og kapasitans	○	156
4.12. Regulerbar tonefrekvensgenerator	○	160
4.13. Væsknivåindikator	○	162
4.14. Lysfølsom lyskopling	○	164
4.15. Lysfølsom mørkekopling	□	166
4.16. Transistortester	□	168
5.01. Diodemottaker og høyttaler	○	170
5.02. Mellombølgemottaker med tre transistorer	○	172
5.03. Kortbølgemottaker	○	176
5.04. FM-mottaker	○	178
<b>Skjemasympboler</b>		<b>182</b>
<b>Koplingsplansympboler</b>		<b>184</b>
<b>Ordforklaring Kodelabell</b>		<b>190</b>

Apparatene kan bygges med følgende elektronikkbyggesett:

- EE 2003 eller EE 2050                      eller EE 2040, 2041  
 △ EE 2003 eller EE 2050, 2051              eller EE 2040, 2041, 2051  
 ○ EE 2003 eller EE 2050, 2051, 2052 eller EE 2040, 2041, 2051, 2052

Gratulerer med ditt nye Philips Elektronikk-eksperimentsett. Du vil sikkert tilbringe mange interessante og lærerike timer med settet. For at gleden og utbyttet skal bli størst mulig, vil vi gi deg noen tips om hvordan du skal benytte denne boken. Les først gjennom **Generell Byggeveiledning**, der alt det forberedende arbeidet forklares. Når dette er gjort, kan du straks sette i gang å bygge det apparatet som interesserer deg mest. Dersom elektronikk er et helt nytt felt for deg, bør du også først lese avsnittet **Innføring i elektronikk** og sette opp de beskrevne grunnkoplingene. Forklaringene til disse vil gjøre deg fortrolig med grunnreglene, slik at du siden bedre forstår koplingsbeskrivelsene.

Ta godt vare på denne boken! Den gjelder som generell veiledning også for de kompletterende eksperimentsettene. Dersom du er eier av eksperimentsettet EE2050, er det spesielt viktig at du tar vare på boken. I boken finnes nemlig beskrivelsen av de apparatene du kan bygge med kompletteringssettene EE2051 og EE2052. Av innholdsfortegnelsen vil det fremgå hvilke apparater du kan bygge vha. de forskjellige settene.

Skulle du behøve å erstatte deler, kan disse bestilles direkte hos oss.

Vår adresse er:

Ragnar Haga A/S, Stanseveien 25, Oslo 9.

## Forord

Unge mennesker har alltid hatt en sikker følelse for hva som tilhører den egne generasjon – og hva som er av viktighet for egen fremtid. Mange foreldre undrer seg over at en 10–12 åring er vesentlig bedre orientert om romfart, biler, elektronikk, båndopptakere eller fargefjernsyn – enn de selv er.

For 50 år siden var den eldre generasjon opptatt av hva som befant seg inne i en vekkeklokke – hvorfor den tikket. Dagens unge har den samme vitetrang. De vil skaffe seg rede på hvilke hemmeligheter som skjuler seg inne i f. eks. moderne teknisk leketøy. Det er dette som er grunnen til at bruk av byggesett fremdeles hører til de mest foretrukne beskjeftigelser for unge. Det er utvilsomt mer spennende å bygge noe selv, enn å få et ferdig leketøy i hånden.

Philips GmbH har satset målbevisst på denne kjensgjerning – og har lansert en rekke elektroniske byggesett. Det som i første rekke imponerer ved disse settene, er at man gjør bruk av de mest aktuelle koplinger innen dagens elektronikk. En ung «elektronisk byggmester» av i dag som arbeider ut fra et slikt byggesett, bruker faktisk de samme komponenter som ingeniører, verden over, benytter. Dioder, transistorer, polyester- og elektrolytt-kondensatorer, potensiometre og montasje-utstyr. Det nytter ikke å avspise en ungdom av i dag med et radiorør!

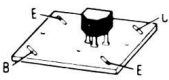
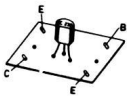





For dagens unge mennesker er det en selvfølge at man kan løse enhver praktisk oppgave innenfor automasjon vha. elektronikk. Fuktighetssonder, tidsbrytere, tyverialarm, VHF/UHF radioer, telefonforsterkere, lyskontroll osv. osv. Slikt utstyr kan faktisk bygges med Philips eksperimentsett. Det skulle være innlysende at enhver praktisk interessert gutt eller pike vil finne langt mer glede ved selv å bygge disse moderne konstruksjonene – og å få dem til å virke – enn ved å kjøpe dem for den mangedobbelte pris. Med Philips eksperimentsett har Philips GmbH for alvor gjort elektronikken tilgjengelig for unge selvbyggere.



PROFESSOR DR. HEINZ HABER











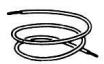
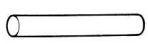

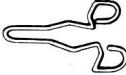




# INNHOOLD I EKSPERIMENTSETTENE

	Best. nr.	Betegnelse	Finnes i settene				
			2003	2050	2051	2052	2041
	349.1001	Transistor BF 194 ★ rød	1	1	—	—	1
	1212	Transistor BC 238 ★ hvit	2	1	1	—	—
	1003	Diode OA 95 ★	1	—	—	1	—
	1004	Motstand ★					
		10 Ohm	1	—	1	—	—
		47 Ohm	1	1	—	—	1
		100 Ohm	1	—	1	—	—
		220 Ohm	1	1	—	—	1
		470 Ohm	1	—	1	—	—
		1 000 Ohm	1	1	—	—	1
		1 500 Ohm	1	—	1	—	—
		2 200 Ohm	1	1	—	—	1
		3 300 Ohm	1	1	—	—	1
		4 700 Ohm	2	1	1	—	—
		10 000 Ohm	2	1	1	—	—
		15 000 Ohm	1	—	1	—	—
		22 000 Ohm	2	—	2	—	—
		47 000 Ohm	2	1	1	—	—
		100 000 Ohm	1	—	1	—	—
		220 000 Ohm	1	1	—	—	—
		470 000 Ohm	1	1	—	—	1
	1011	Potensiometer med strøm- bryter og mutter, 10 000 Ohm					
	1010	Fotomotstand (LDR) 10 000 lux = 12 Ohm 1 000 lux = 110 Ohm 100 lux = 900 Ohm 10 lux = 9 000 Ohm mørke = ca. 10 MOhm	1	1	—	—	1
	1005	Polyesterkondensator ★					
		0,022 μF	1	—	1	—	—
		0,047 μF	1	1	—	—	1
		0,1 μF	2	2	—	—	1
		0,22 μF	1	—	1	—	—
	1006	Elektrolytkondensator ★					
		4 μF	1	—	1	—	—
		10 μF	1	1	—	—	1
		125 μF	2	1	1	—	—
	1007	Keramisk kondensator ★					
		10 pF	2	—	—	2	—
		22 pF	1	—	—	1	—
		47 pF	1	—	—	1	—
		1 000 pF	1	—	—	1	—
		10 000 pF	1	—	1	—	—


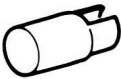

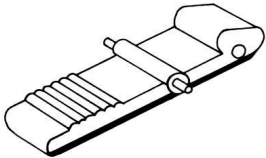





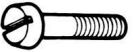
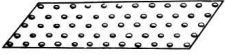
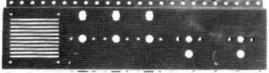
★

I settene kan finnes komponenter med avvikende verdier (sammenlign med den generelle byggeveiledningen og kodetabellen).

# INNHold I EKSPERIMENTSETTENE

	Best. nr.	Betegnelse	Finnes i settene				
			2003	2050	2051	2052	2041
	349.1155	Dreiekondensator 5–180 pF	1	–	–	1	–
	1008	Drossel (L) 9,5 mH 740 tårn	1	–	–	1	–
	1009	Mellombølgeantennespole 400 $\mu$ H 1–2 = 70 tårn 3–4 = 6 tårn 3 = grønn 4 = 6 1 = rød 2 = gul 3 = grønn 4 = grå	1	–	–	1	–
	1041	Øretelefon Impedans ca. 1 000 Ohm	–	1	–	–	1
	1013	Høytaler 150 Ohm 1 W	1	–	1	–	–
	1014	Lampe 6 V 0,05 A	1	1	–	–	1
	1133	Batteriklemme	4	4	–	–	4
	1016	Uisolert ledning	4 m	4 m	–	–	–
	1017	Isolert ledning	8 m	4 m	4 m	4 m	4 m
	1018	Ferritstav	1	–	–	1	–
	1019	Stor gumming	2	–	–	2	–
	1020	Hårnålsfjær	75	50	25	25	25
	1021	Klemmfjærer	75	50	25	25	25
	1022	Spiralfjærer	20	20	–	–	–
	1023	Skalaknapp	1	–	–	1	–
	1025	Knapp	1	1	–	–	1

INNHold I EKSPERIMENTSETTENE

	Best. nr.	Betegnelse	Finnes i settene				
			2003	2050	2051	2052	2041
	349.1026	Lampeholder	1	1	–	–	–
	1027	Lampedeksel	1	1	–	–	1
	1028	Strikk	2	2	–	–	–
	1029	Trykkkontakt	1	1	–	–	1
	1030	Kontaktstift for trykkkontakt	1	1	–	–	1
	1031	Holder for trykkkontakt	2	2	–	–	2
	1032	Stoppskrue (M3)	1	1	–	–	1
	1033	Firkantmutter (M3)	9	9	–	–	9
	1034	Potensiometerskive	1	1	–	–	1
	1036	Skrue (M3)	4	4	–	–	4
	2521	Byggeplate	2	2	–	–	1
	2522	Koplingspult	1	1	–	–	1
	2523	Deksel					
	1154	Stansepinne	1	1	–	–	1
	1091	Veiledning	1	1	–	–	1
	1094	Koplingsplaner	48	24	24	–	24

# 1. Generell byggeveiledning

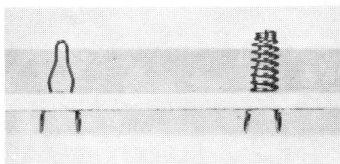


fig. 1a

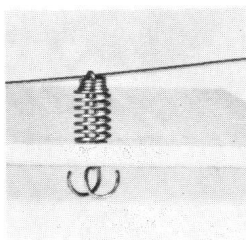


fig. 1b

All oppkopling gjøres på byggeplatene, mens kontrollene er plassert på en koplingspult.

Ingenting behøver å loddas. Alle forbindelser komponentene imellom, gjøres vha. **fjærklemmer**.

Systemet er faktisk så anvendelig og sikrer så god kontakt at du kan gjøre bruk av det – selv til de mest avanserte byggesettene: EE 2007 og EE 2008.

Klemmene settes sammen vha. en hårnålsfjær og en klemfjær – slik det er vist på fig. 1. Fra undersiden av byggeplaten stikker du en hårnålsfjær gjennom et hull. Press hårnålsfjæren sammen og tre en klemfjær over den, fra oversiden, slik at den sitter fast. Et slikt par, bestående av en hårnålsfjær og en klemfjær, kaller vi for: en klemme. Når klemfjæren trykkes ned, kommer øyet på hårnålsfjæren frem. Gjennom dette øyet trer du ledningsenden. – Slipp fjæren – og ledningen sitter fast.

## 1.1. Plassering av betjeningselementene på koplingspulten

Kontrollene i koplingspulten bygges inn én gang for alle. Du behøver derfor ikke å forandre noe på koplingspulten – når du bygger nye apparater.

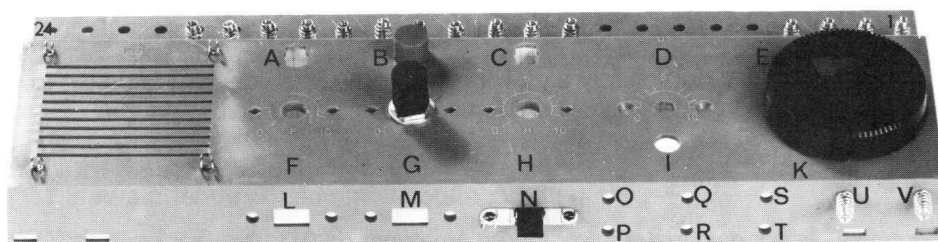


fig. 2

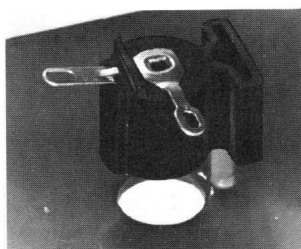


fig. 3

## Plassering av lampeholderen

Trykk fast lampeholderen (1026) på undersiden av koplingspulten, (1153), på den stiftene som sitter like ved siden av hull B (fig. 3) og skru lyspæren (1014) på plass i holderen, fra oversiden. Lampedekselet (1027) kan du nå plassere over pæren, fra oversiden, i hull B.

## Montering av trykkbryteren

Vi skal så sette sammen trykkbryteren. Ta først begge holderene for trykkbryteren (1031). Stikk disse, fra innsiden, gjennom hull N i koplingspulten. Fra utsiden stikker du en hårnålsfjær (1020) gjennom hvert av de to mindre hullene ved siden av.

Klargjør deretter selve trykk-kontakten (1029) ved å stikke kontaktstiften (1030) inn i hullet (fig. 4). Denne enheten klemmer du nå fast fra innsiden, i holderen, slik at den riflete siden vender opp. Trykk holderene fra hverandre og press inn kontakten så langt at plasttappene kommer inn i de små hullene i holderne. Pass på at den bøyde delen sitter på rett plass i hullet. Tilslutt trer du fra innsiden en klemfjær (1021) over de to hårnålsfjærene, slik at du fester det hele (fig. 5).

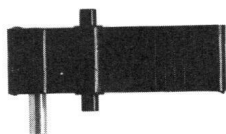


fig. 4

Når du trykker ned kontakten, må begge sidene av kontaktstiften være i kontakt med holderne. Dersom så er tilfelle også når den ikke trykkes ned, må metallfliken på den siden der kontaktstiften er tykkest, trykkes noe sammen – slik at kontakten får mindre slackerom.

Når kontakten trykkes ned, virker den som en trykk-kontakt, dvs. at den gir kontakt bare når du holder den nede. Når kontakten løftes, blir den stående og gir fast kontakt.

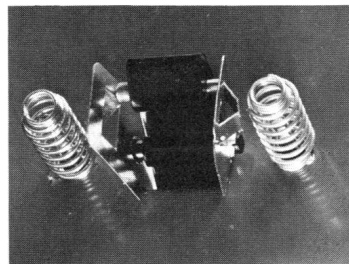


fig. 5

### Montering av høyttaleren 1013

Stikk fra utsiden en hårnålsfjær gjennom hvert av de fire hullene i hjørnet av firkanten med lydgitret, på venstre siden av koplingspulten. Så presser du høyttaleren (1013) mot disse og trer klemmefjærer over alle hårnålsfjærene.

For å låse klemmene, kan du tre en ledningsbit i hver av dem. (Du kan også bruke fire 3 mm skruer med muttere til å feste høyttaleren, istedenfor klemmene.)

### Montering av potensiometer med strømbryter (1011)

Fra undersiden av koplingspulten stikker du potensiometeret med akselen først gjennom hullet G – og vrir potensiometeret slik at tappen ligger an mot en av forhøyningene.

Fra oversiden plasserer du så potensiometerskiven (1034) over akselen – og fester potensiometeret med den tilhørende mutteren (fig. 6).

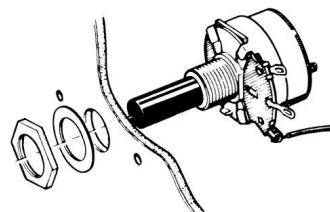


fig. 6

### Montering av dreiekondensatoren 1155

Stikk dreiekondensatoren gjennom hull E, fra undersiden, og fest så på samme måte som for potensiometeret, med skive og mutter.

### Klemmer for ytre tilkoplinger

Gjennom hullene U og V til høyre på koplingspultens fremside, stikker du inn to hårnålsfjærer, fra innsiden, og trer en klemfjær over hver av dem.

## 1.2. Tilkopling av kontrollene

Kontrollene skal forbindes med tilkoplingene på koplingspultens bakside. Når man så siden bygger apparatene, kan man bare kople dem til disse punktene. Fest klemfjærer i hullene 1 til 4 og 10 til 20. For EE2050 behøves inntil videre ikke klemmer i 3 og 4.

### Glødelampe (tilkopling 10 og 11)

Ta to biter isolert koplingstråd (1017) så lange at de rekker fra tilkoplingene 10 og 11, frem til koplingspunktene på lampeholderen. Fjern isolasjonen fra ledningene med en kniv eller tang, i en lengde av ca. 1 cm. Dette kalles for avisolering.

Fest den ene tråden i klemme 10 og den andre i klemme 11. Før ledningene gjennom hullene i pultens bakside, frem til lampeholderen. Tre en spiralfjær (1022) over hver av tilkoplingene på lampeholderen og trykk dem ned så langt at ledningen kan trengs gjennom hullet.

### Trykkbryter (tilkopling 12 og 13)

Fra tilkoplingene 12 og 13 strekker du to isolerte ledninger – husk å avisolere endene! – frem til de fjærklemmene som fester trykkbryterens metallholder til pultens fremside. Ved å trykke ned klemfjærene, kan du feste ledningene.



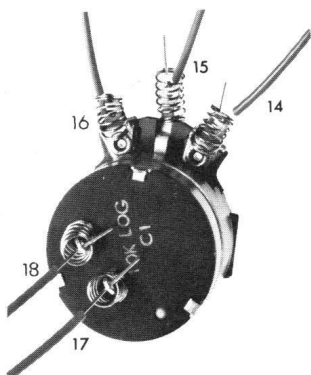


fig. 7

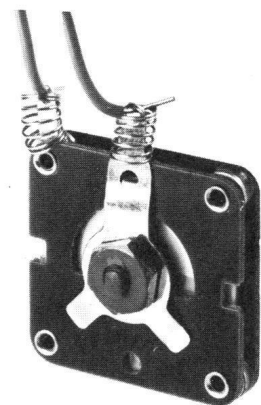


fig. 8

### Høytaler (tilkopling 19 og 20)

Fra tilkoplingene 19 og 20 strekker du to ledninger til høyttaleren, gjennom ett av hullene på baksiden av koplingspulten. Putt en spiralfjær over hvert av tilkoplingspunktene, og fest ledningene ved å trykke ned fjærene – og stikk ledningene gjennom hullene.

Dersom du har en høyttaler med tre tilkoplingspunkter, skal du bare benytte de to ytterste. Med EE 2050 koples istedenfor høyttaleren: en øretelefon (1041) direkte til tilkoplingene 19 og 20. Du kan også lodde ledningene direkte på høyttalerens tilkoblingspunkter.

### Potensiometer med strømbryter (tilkoplinger 14 til 18)

Med potensiometerbryteren koples batteriet inn og ut. Selve spenningen regulerer du med potensiometeret. Fra tilkoplingene 17 og 18 strekker du ledninger til potensiometerets to tilkoplinger på undersiden. Fest ledningene med spiralfjærer. Fra punkt 16 strekker du en ledning til det venstre av de tre tilkoplingene på siden av potensiometeret og fester på samme måte med en spiralfjær (fig. 7). Tilkopling 15 forbinder du med det midterste punktet – og tilkopling 14 med det høyre punktet. Pass godt på så du ikke forveksler punktene. Du kan også lodde ledningene direkte på potensiometerets tilkoblingspunkter.

### Dreiekondensator (tilkopling 3 og 4)

Strekk ledninger fra tilkoplingspunktene 3 og 4, frem til dreiekondensatoren og fest dem til hvert sitt tilkoplingspunkt, med spiralfjærer (fig. 8). Du kan også lodde ledningene direkte på dreiekondensatorens tilkoblingspunkter.

### Tilkoplingspunkter for ytre tilkoplinger (1 og 2)

Strekk en ledning fra punkt 1 til fjærklemmen i hull V – og én fra punkt 2 til klemmen i hull U. Stikk ledningene gjennom hullene V og U, fra innsiden, (altså der hvor klemmen sitter) og trykk ned klemmfjærene slik at du kan feste ledningene i øyet på hårnålsfjæren.

## 1.3. Avsluttende arbeide med koplingspulten

Tilslutt må knappen (1025) monteres på potensiometeraksen, og skalaknappen (1023) på dreiekondensatorens akse (fig. 9, 10). Ta en stoppskrue (1032) og skru den noen få omdreininger inn i en firkantmutter (1033). Lag en slik kombinasjon for hver knapp. Plasser disse delene i det firkantede hullet på knappen, og plasser knappene på de riktige aksene. Skru så til stoppskruen med en liten skrutrekker. Når knappen er dreiet helt mot venstre, skal markeringene på knappen stå mot 0 på skalaen.

Hvis dette ikke stemmer, må du løsne litt på stoppskruen og dreie knappen i riktig stilling. Når du vrir potensiometeret helt til venstre, brytes potensiometerbryteren (du hører et klikk).

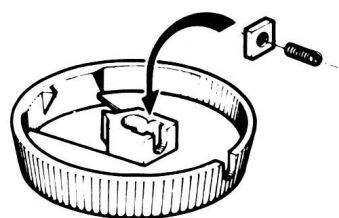


fig. 9

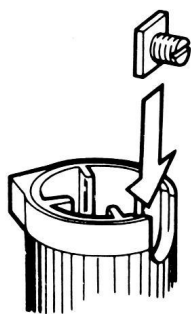


fig. 10

**Kutt alltid ut batteristrømmen når du bygger et nytt apparat eller foretar en kopling.**

Nå er koplingspulten ferdigmontert. De tomme hullene i pulten er ikke overflødige, og du har ikke glemt noe. Koplingspulten din kan nemlig benyttes til alle de apparatene som kan bygges med Philips elektronikk-eksperimentsett – ja, endog en komplett fjernsynsmottaker. For hver ny eksperimentereske bygges det til nye kontroller – slik at pulten til sist er fullstendig utstyrt. Du ser altså at Philips elektronikk-eksperimentsett er laget med tanke på fremtiden!

Det kan også medfølge potensiometer med avflatet akse. På denne skal knappen settes på fra oversiden.

#### 1.4. Sammenkopling av grunnplatene (1130)

Begge grunnplatene plasseres med langsidene mot hverandre – slik at tappene passer i hullene. De skrues så sammen, med to skruer (1036) og to muttere (1033).

#### 1.5. Tilrettelegging av koplingsplanene

I elektronikk eksperiment-esken din finner du en koplingsplan for hvert apparat. Planene er nummerert i overensstemmelse med veiledningene i boka. Koplingsplan 1.01 tilhører altså apparat 1.01. Til koplिंगene i kapitlet: **Den første kontakt med elektronikken** – finnes det forminskede koplingsplaner trykt i denne boka.

Legg koplingsplanen til det apparatet du ønsker å bygge, inn i – eller under den gjennomslåtte beskyttelsesmappen (1717). Ringene på planen må stemme overens med hullene i mappen.

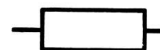
Legg nå begge disse på grunnplaten – slik at fire hullrekker på høyresiden av grunnplaten er frie. Mappens hull må ligge nøyaktig over hullene på grunnplaten. Trykk først ut fire ringer med stansestiften (1154) – lengst mulig ut i hjørnene og plasser fjærklemmer i disse hullene. På denne måten forhindrer du at koplingsplanen sklir. Videre trykker du ut hull på alle de andre stedene der det er markert med en ring – og du monterer så klemmer i hullene.

#### 1.6. Motering av komponenter på grunnplaten

Komponentene festes eller tres i de klemmene du har montert ifølge monteringsplanen. Så skal vi forklare hvilke tegn eller symboler på koplingsplanen som tilsvarer hvilke komponenter, og hva som spesielt må legges merke til – når disse monteres.

##### Motstand (1004)

Motstanden tegnes på koplingsplanen som en firkant, der motstandens verdi er angitt i Ohm, f. eks. 27 000  $\Omega$ . På selve motstanden finnes verdien angitt vha. en fargekode. Hva de forskjellige fargeringene betyr, kan du finne i kodetabellen i slutten av boka, på side 190.



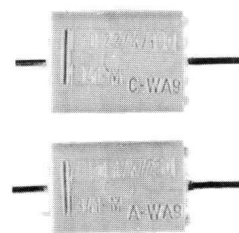
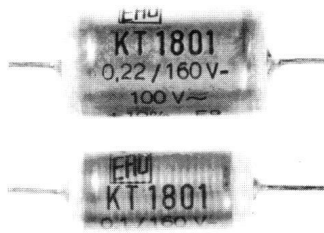
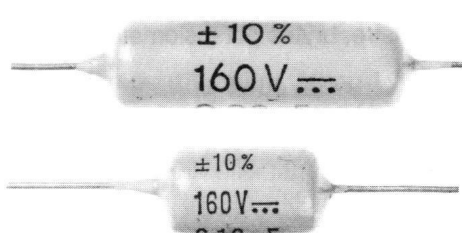
##### Fotomotstand – LDR (1010)

Fotomotstanden er avbildet på koplingsplanen. Siden med strekene er den som er lysfølsom.



##### Polyesterkondensator (1005)

Polyesterkondensatoren avbildes på koplingsplanen som en firkant med avrundede kortsider. Verdien angis i symbolet. Det kan hende at verdimerkingen på kondensatoren er angitt på en annen måte (en annen enhet) enn på koplingsplanen. En tabell som viser omregningen, finner du i slutten av boka, på side 192.



##### Elektrolyttkondensatorer (1006)

Elektrolyttkondensatorer er tegnet på koplingsplanen med sine konturlinjer. Verdien er skrevet i symbolet. Det er spesielt viktig at elektrolyttkondensatoren tilkoples riktig. Dersom den koples «den gale veien», kan både elektrolyttkondensatoren og kanskje andre komponenter ødelegges. Ved den positive polen finnes det en rille rundt kondensatoren. Kontroller alltid til hvilken klemme denne skal forbindes.



### Keramiske kondensatorer (1007)

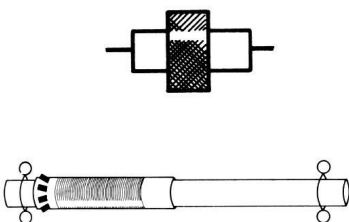
Disse er tegnet på koplingsplanen som firkanter der ledningene er forbundet til den ene langsiden. Verdien er angitt i symbolet. Slike kondensatorer kan også ha fargekoding. Finn verdien i kodetabellen i slutten av boka. Se side 191.



### Drossel (spole) 1008

Drosselen tegnes på koplingsplanen med en firkant der spoletråden angis med et skravert felt. Spoletråden er dekket med et beskyttende lag av voks.

Spolen ser nå ut som en motstand. De tekniske verdier er som beskrevet. Spoletråden er viklet om en ferritkjerne og er overtrukket med grå lakk.



### Antennespole for mellombølge

Antennespolen (1009) trer du over ferritstaven (1018) – og deretter en gummiring (1019) på hver side. Ta så to 8 cm lange isolerte ledninger. Stikk disse gjennom hårnålsfjærene der hvor antennestaven skal festes – og fest dem i sporet rundt gummiringen (fig. 11). Endene skal ikke avisoleres. Tilkoplingsstrådene til antennespolen har følgende farger:

1 = rød, 2 = gul, 3 = grønn, 4 = grå

På tegningen ser du hvordan oppbygningen skal se ut på koplingsplanen.

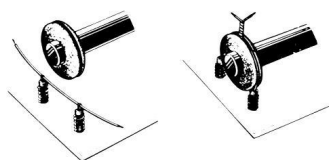
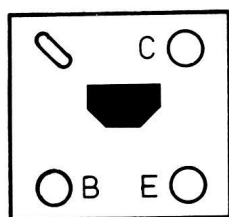
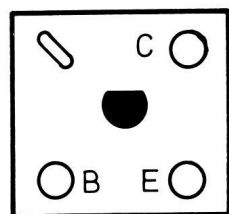


Abb. 11



B 194  
rot



BC 238  
weiß

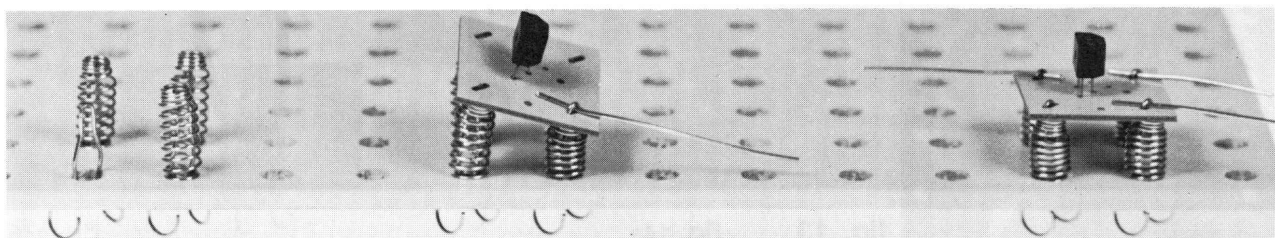
### Transistorer (1001, 1212)

Transistorene er loddet fast på hver sin lille plate, med trykt ledningsføring. Du må være spesielt på vakt slik at du ikke forveksler de to transistorene – og videre at du ikke bytter om tilkoplingene. På transistorene finner du bokstavene B – første bokstav i Basis, E – første bokstav i Emitter og C – første bokstav i Collector (på norsk: kollektor).

På noen av transistorene finner du bokstavene trykt bare på undersiden. I slike tilfelle vil det være lurt om du med en tusjpenn skriver bokstavene også på oversiden. Da slipper du å snu transistoren, hele tiden. Transistor BC 238 sitter på en hvit plate, mens BF 194 sitter på en tilsvarende rød plate. Det kan også tenkes at det sitter transistorer med andre betegnelser, på platen. Du kan da regne med at disse gjør samme nytten.

Transistorene monteres med fjærklemmene, gjennom grunnplaten. Før de monteres – må du imidlertid vri fjærklemmene slik at de passer til hullene i transistorplatene. Når du trykker platene ned, kommer øyet på fjærklemmen opp, og du stikker så ledningene inn i dette, slik at du låser fast platen (fig. 12).

fig. 12



### Diode (1003)

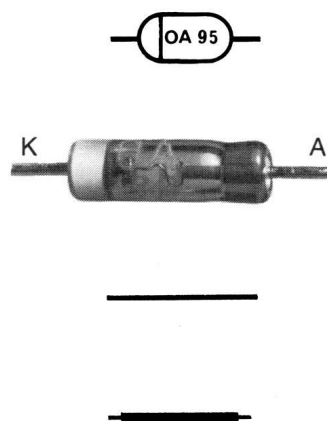
Dioden markeres på koplingsplanen med konturlinjene – og med typenummeret OA95. (Du kan også her finne andre typenummer som erstatning). Dioden må monteres i riktig retning. Legg derfor merke til den røde fargeringen på dioden. Den tilsvarer den svarte streken på symbolet.

### Ledninger

Ledningsforbindelsene er på koplingsplanen markert som svarte streker. Tynne streker betyr: uisolert ledning. Tykke streker betyr: isolert ledning (rød).

Husk at den isolerte ledningen må avisoleres i endene. Ledninger som på koplingsplanen avsluttes med en pil, skal senere forbindes med tilkoplingene på koplingspulten, tilsvarende nummeret over pilen.

Det er best om du lager de lange gjennomgående forbindelsene med én hel ledning.



## 1.7. Sammenbygging av koplingspult og grunnplate

Sett sammen grunnplaten og koplingspulten slik at tapper og hull passer i hverandre.

Koplingsplanens pilspisser må peke mot koplingspultens tilkoplinger slik at nummerene passer overens. Skru sammen koplingspulten og grunnplaten i de ytterste hullene.

## 1.8. Tilkopling av batteriene

### Advarsel!

Lek aldri med vekselstrøm fra stikkontakter. Dette kan være livsfarlig! Du må bare bruke batterier som strømkilde til apparatene i denne esken.

Til apparatene og koplingene trenger du to 4,5 V lommelyktbatterier som må sammenkoples. Plasser slik det er vist på fig. 13, en tilkoplingsklemme (1133) på alle de fire batteripolene. Forbind den lengste batteripolen (minuspole), på det første batteriet, med den korte polen (plusspolen) på det andre batteriet vha. en isolert ledning som du fester med en spiralfjær. Plasser videre batteriene på grunnplaten slik at den frie plusspolen (korte) vender mot koplingspulten – slik koplingsplanen viser. Som feste for batteriene trer du en strikk (1028) gjennom et hull like ved, og fester en hårnålsklemme i strikken på undersiden (fig. 14). Sett batteriene tilside et øyeblikk, og fest strikken på samme måte på den andre siden. Strekk så strikken ut, og plasser batteriene under den.

Til sist tilkople du den frie plus- og minuspole slik koplingsplanen viser det.

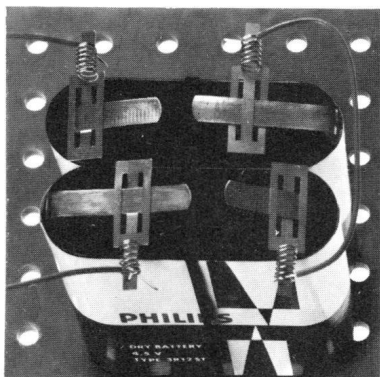
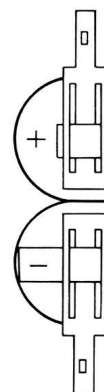


fig. 13

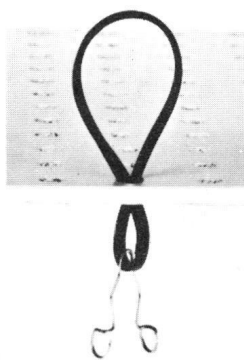


fig. 14a

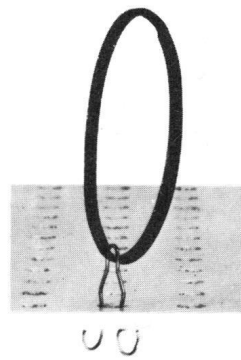


fig. 14b

### 1.9. Siste kontroll

Når du har gjort alt det som står i byggeveiledningen og i apparatbyggeveiledningen, så skulle apparatet være ferdig. Undersøk imidlertid først ennå en gang, for å se at du ikke har uteglemt noe – eller gjort noen feil.

- Er komponentene montert på riktig plass?
- Er noe glemt?
- Er det noen av ledningene som berører hverandre som ikke skal det?
- Er alle elektrolyttkondensatorene montert riktig, med den positive siden (rillen i kannen) tilkoplek slik som det er vist i koplingsplanen?
- Er transistorene og diodene koplek riktig?
- Er batteripolene riktig koplek?

Nå kan du starte apparatet.

### 1.10. Feilsøking

Dersom apparatet ikke virker, må du straks kople fra batteriene.

Kontroller deretter nøye – trinn for trinn!

Kanskje har du glemt en ledning – eller du har glemt en komponent – eller du har ikke koplek den riktig.

Undersøk ledningene! Sammenlikn dem med koplingsskjemaet eller byggeplanen.

Se etter at du ikke har glemt noen ledning eller komponent.

Kontroller at ledningene har god kontakt i klemmene, og at de ikke berører hverandre der de ikke skal.

Se etter at transistorene er riktig tilkoplek og har kontakt.

Undersøk dioden. Står den den riktige veien?

Undersøk om elektrolyttkondensatorene er koplek riktig vei. Husk rillen i kannen skal stå slik det er vist i koplingsplanen.

Har du benyttet riktig motstand? Kontroller med fargekoden.

Er lamper skikkelig tilskrudd?

Skru lampen ut og undersøk om den lyser direkte mot batteripolene.

Kontroller om batteriene er utladet.

Er pluss og minuspolene riktig tilkoplek?

### 1.11. Nedmontering

Slå av apparatet og fjern batteritilkoplingene.

Skru grunnplaten fra koplingsplaten.

Resten av nedmonteringen må du selv ta hånd om.

Gjør det forsiktig! Unngå unødvendig bøying av komponentenes tilkoplingsledninger. Komponentene sorterer du og legger dem tilbake i esken på riktig plass slik at det er lett å finne dem igjen.

Kast ingen ledninger! De kan du bruke om igjen, neste gang.



## 2. Innføring i elektronikk

Begrepet elektronikk har i våre dager blitt et fast begrep i vårt daglige liv. Tross dette er det forbausende mange som ikke vet hvilke teorier som danner bakgrunn for den teknologi som har muliggjort hverdagens elektroniske apparatur.

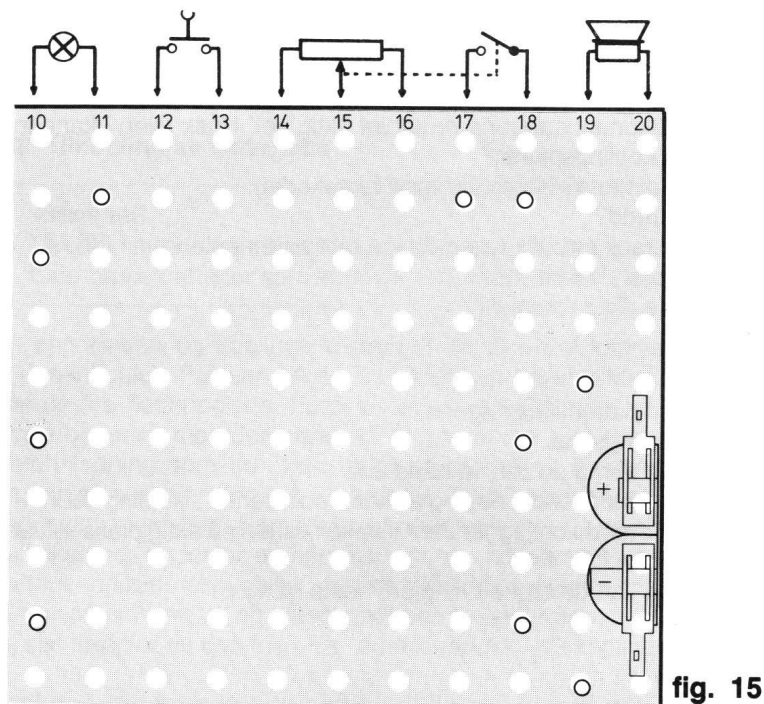
Det er enkelt nok for oss å styre ting som elektrofoner, reiseradioer, stereoanlegg og fjernsynsapparater, men få mennesker skjenker den tekniske «innmaten» noen nærmere tanke.

Philips Elektronikk eksperimentsett vil hjelpe deg til å trenge inn i elektronikkens hemmeligheter – slik at du bedre kan forstå denne fantastiske teknologien.

En forutsetning for dette er imidlertid at du først studerer strømmens virkemåte generelt – og lærer deg noe om hvordan den fungerer vha. noen enkle koplinger.

### 2.1. Strømkretsen

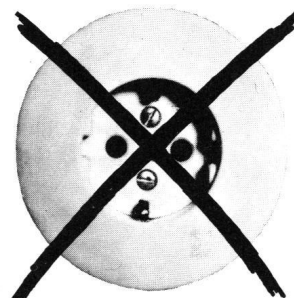
For de første koplingene monterer du grunnplaten sammen med betjeningspulten, og siden setter du fjærklemmer i de hullene som er avmerket på fig. 15. For å slippe en fullstendig ombygging for hver ny oppkopling, setter vi like gjerne inn flere fjærklemmer – med en gang.



Deretter trenger du en «strømleverandør» – en såkalt **strømkilde**. Til dette bruker du to flate 4,5 V lommelyktbatterier. Det er disse som benyttes til **alle** koplingene. og – husk!

Du må ikke bruke noen annen strømkilde enn lommelyktbatteriene (2×4,5 V) til dette eksperimentsettet!

**Ta for all del ikke strøm fra en vanlig stikk-kontakt!** Det ville i så fall rett og slett være **livsfarlig!**



## Kopling 1

Flate lommelyktbatterier er alltid utstyrt med en kort og en lang metalltunge, og strømmen tas fra disse. De kalles for **poler**.

Batteriene koples sammen slik det er vist på fig. 13. Fest en ledning til **plusspolen** – det er den korte frittstående metalltungen. Strekk ledningen via klemmene til koplingspunkt 11 på koplingspulten, slik det er vist i byggeplanen – fig. 17. Derfra går det en forbindelse til lampen. Fra koplingspunkt 10 – den andre siden av lampen, strekker du en ledning tilbake via klemmene – til batteriets **minuspol** (den lange metalltungen).

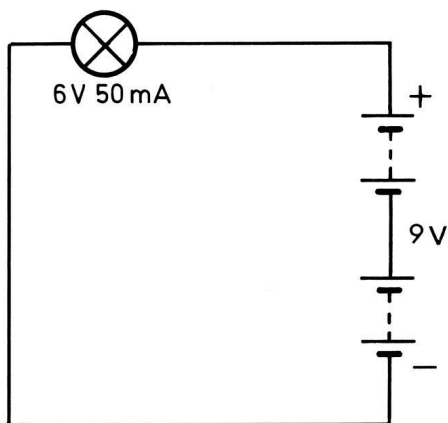


fig. 16

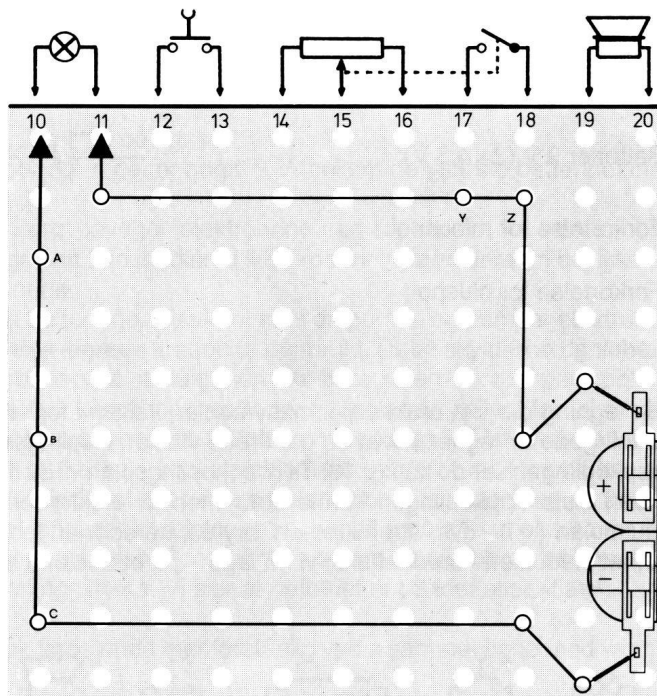


fig. 17

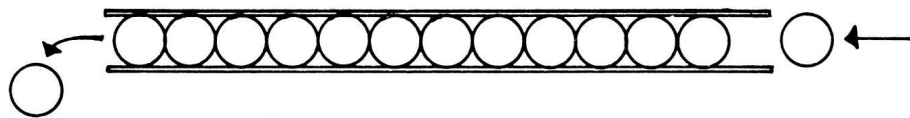
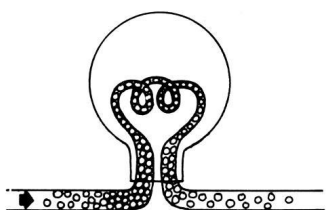
Dersom du nå har koplet riktig, så skal lampen lyse. Dersom den ikke lyser, må du undersøke alt, én gang til.

Du vet sikkert fra før at en lampe vil lyse når den forbindes med polene på et batteri – men har du noen gang tenkt på hva som egentlig skjer?

For å kunne forstå dette, må du ikke se på den elektriske strømmen som noe ubegripelig. Den består av noen uendelige små partikler. Disse små partiklene kaller vi for **elektroner** – og vi finner dem i batteriet og i ledningen. På den siden av batteriet hvor den lange metalltungen er, finnes det spesielt mange elektroner. Den lange metalltungen er – som du husker, batteriets minuspol.

Det går en ledning fra batteriets minuspol, via lampen – og tilbake til den korte metalltungen – plusspolen. Overskuddet av elektroner, ved batteriets minuspol, trenger seg inn i denne ledningen og skyver de elektronene som finnes der, foran seg. På den måten beveger alle elektronene seg samtidig og med samme hastighet.

I den andre enden av ledningen, ved batteriets plusspol, presses elektronene tilbake, inn i batteriet.



De elektronene som på denne måten presses gjennom lampens glødetråd, får denne til å lyse.

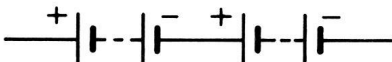
Ettersom elektronene hele tiden beveger seg i en krets – fra minuspol til plusspol, kaller vi denne for en **strømkrets**.

Nå kan du løse ledningene et eller annet sted. Lampen slukner. Elektronenes vei brytes. Vi har ikke lenger noen hel (sluttet) strømkrets. For å slippe å lage en omfattende tegning for hvert apparat, noe som ville bli tidkrevende for de mer kompliserte apparatene, har teknikerne funnet på å forenkle tegningene, for å gjøre det hele mer forståelig. Disse forenklede tegningene kalles for **skjemasymboler**. Delene som ble bruk i den første koplingen, har følgende symboler:

Lampe:



Batterier 9 V (2×4,5 V):



Forkortelse for minuspol:

–

Forkortelse for pluspol:

+

Ledning:



En tegning der det brukes skjemasymboler, kaller vi for et **koplingsskjema**. Alle ledningene er tegnet slik at de går i rette vinkler. Koplingsskjemaet for den første oppkoplingen ser du på fig. 16. Til hver koplingsplan vil du finne et koplingsskjema. I den siste oppkoplingen kunne strømmen av elektroner fra minuspolen (–) til pluspolen (+) – dvs. strømkretsen, brytes, dersom en ledning ble løsnet et eller annet sted. Dette bruddet skal vi nå lage – på et bestemt sted.

## Kopling 2

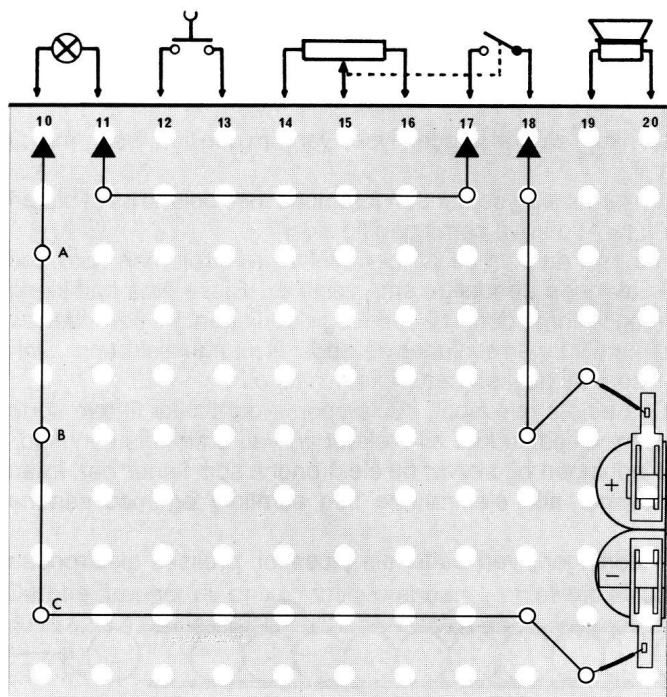


fig. 18

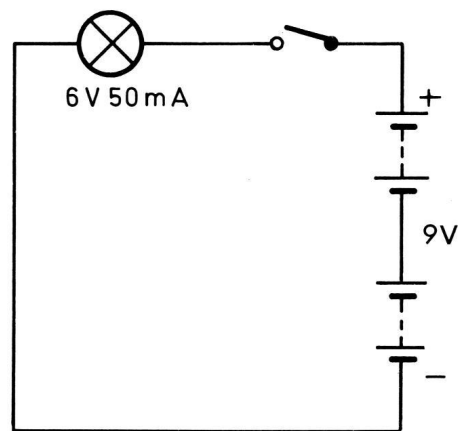
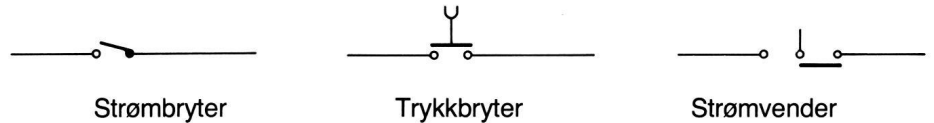


fig. 19

Du begynner med å bryte forbindelsen mellom klemmene Y og Z. Ledningene fra disse klemmene kopler du til 17 og 18 på koplingspulten. Disse to punktene er forbundet med potensiometerbryteren. Når du vrir potensiometeret til høyre, hører du et klikk – og lampen lyser opp (fig. 18).

Det er nå klart at elektronene bare har ledningene å bevege seg i. Dersom strømbryteren ikke er sluttet (ikke «på»), er det altså en «åpning» i strømkretsen – og denne åpningen kan ikke elektronene komme over. Nedenfor ser du skjemasymboler for noen forskjellige brytere:



Skjema for oppkopling 2 ser du på fig. 19.

På koplingsskjemaet ser du at det er angitt 9 V mellom de ytterste batteripolene. Hva betyr nå dette?

Som du allerede har lært, beveger elektronene seg i en krets, fra minuspol til plusspol. Denne bevegelsen kan imidlertid ikke komme i stand dersom det ikke er noe som driver elektronene.

Drivkraften kommer fra batteriene. De virker som en pumpe og pumper elektroner ut i ledningen – helt til den lagrede kraften er oppbrukt. Dette skyldes at det finnes spesielt mange elektroner ved minuspolen og bare noen få ved plusspolen. Forskjellen mellom antall elektroner ved de to polene, kalles for elektrisk **spenning**. Denne spenningen måles i **Volt** som forkortes **V** etter italieneren Alessandro Volta. Når det altså i koplingsskjemaet står 9 V mellom pluss- og minuspolen, så betyr det derfor at det mellom polene finnes en spenning på 9 volt. Når et batteri benyttes i lengere tid, mister det evnen til å pumpe ut elektroner fra minuspolen og tilbake til plusspolen. Spenningen mellom polene blir da mindre – og til sist er det ingen spenning tilbake. Vi sier at batteriet er utladet eller «flatt».

Spenningen er 0 V.

Begrepet spenning kan gjøres enda mer forståelig ved å sammenligne med vann.

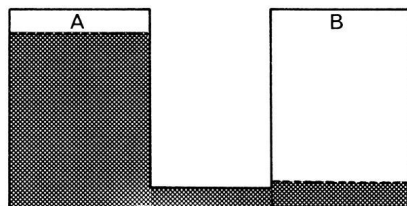


fig. 20 a

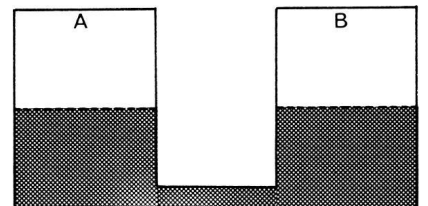


fig. 20 b

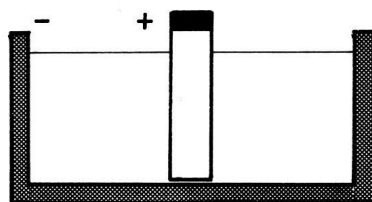


fig. 21 a

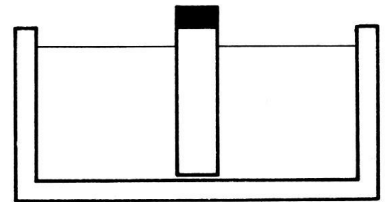


fig. 21 b

To vannbeholdere (A og B) forbindes med hverandre, slik det er vist på fig. 20, og beholderen A fylles med vann. I A finnes det nå et overskudd av vann som presser seg frem gjennom forbindelsesrøret, inn i beholderen B. Vanntrykket kan man sammenligne med elektrisk spenning. Elektronene strømmer fra minuspolen til plusspolen, på samme måte som vannet strømmer fra beholder A til beholder B. Når begge beholderne inneholder like mye vann, er trykket utjevnet (= 0) – og det renner ikke lenger noe vann. Når batteripolene, på samme måten, er utjevnet, finnes det ikke lenger noen spenning mellom dem, og batteriet leverer ikke noen strøm.

Spenningsene i elektriske strømkretser kan være svært forskjellig. Innenfor elektronikken forekommer det selvsagt spenninger som er meget høyere enn 9 V, men det forekommer også lavere spenninger, f. eks. 1 volt (1 V). Legg merke til at vi skriver: volt (med liten v) som forkortes: V (stor v). Et billedrør i et fargefjernsynsapparat arbeider ved en spenning på ca. 25 000 V. Når vi angir så høye spenninger, skriver vi i stedet for 1000 V = 1 kv, der bokstaven k betyr kilo (1000 på gresk) og er en forkortelse for 1000 (1000 V = 1 kV). I stedet for 25 000 V kan vi altså skrive: 25 kV.

Ved svært lave spenninger, benevnes en tusendels volt som 1 millivolt, forkortet: 1 mV. En milliontedels volt kalles for en mikrovolt og forkortes:  $\mu$ V.  $\mu$  er den greske bokstaven my – som i en slik forbindelse uttales: **mikro**(volt) (gresk for liten).

$$\begin{aligned} 1 \text{ kV} &= 1000 \text{ V} \\ 1 \text{ V} &= 1000 \text{ mV} = 1\,000\,000 \mu\text{V} \\ 1 \text{ mV} &= 1000 \mu\text{V} \end{aligned}$$

Samtlige oppkoblinger i ditt Philips eksperimentsett drives med en spenning på 9 V. Ingen av apparatene vil arbeide noe bedre ved høyere spenning enn 9 V. Derimot kan du lett risikere å ødelegge noen av komponentene!

Sjalt nå inn strømbryteren i kopling 2 og legg merke til lampens lysstyrke. Ta så vekk det ene batteriet og kople ledningene til polene på det andre batteriet. Sjalt bryteren inn, på nytt.

### Kopling 3

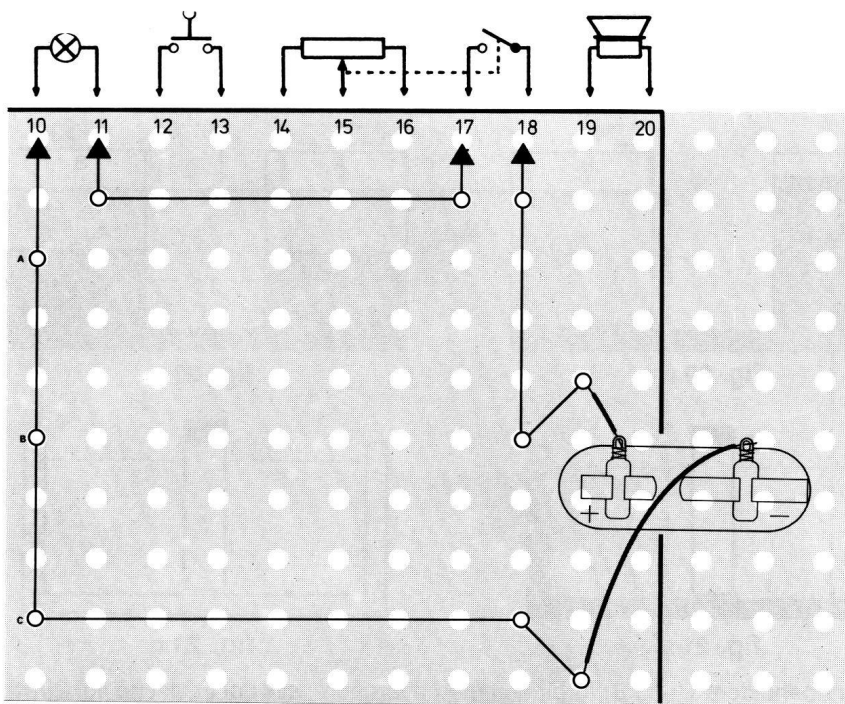


fig. 22

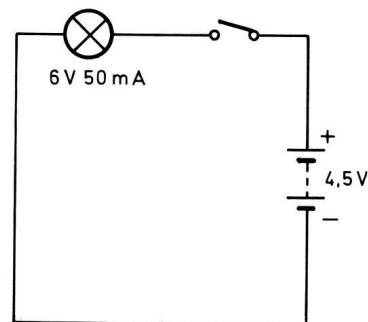


fig. 23

Lampen lyser ikke lenger så sterkt, fordi **ett** batteri bare har en spenning på 4,5 V (fig. 22, 23).

I kopling 2 var begge batteriene sammenkople – slik at det ene batteriets plusspol var kople til det andre batteriets minuspol. På denne måten fordobles elektronpåtrykket, dvs. spenningen, og lampen lyser sterkere ( $4,5 \text{ V} + 4,5 \text{ V} = 9 \text{ V}$ ).

Når batterier eller andre komponenter monteres inn i en strømkrets, på denne måten, sier vi et de er **seriekoplet**.



## Kopling 4

La oss prøve å kople inn batteriene i strømkretsen på en annen måte. Kopl sammen begge batterienes plusspoler – og videre, begge batterienes minuspoler. Så kopler du en ledning til plusspolene og en annen til minuspole og forbinder dem inn i kretsen, slik det er vist på fig. 24, 25. Sjalt deretter inn strømbryteren (ved å vri potensiometerknappen mot høyre) og legg merke til hvor sterkt lampen lyser. Den lyser nå ikke noe sterkere enn når bare ett batteri er innkople i strømkretsen. En slik kopling kaller vi for: **parallellkopling**.

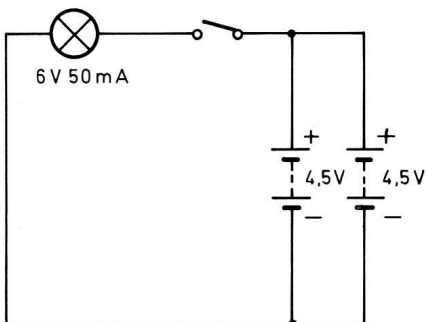


fig. 24

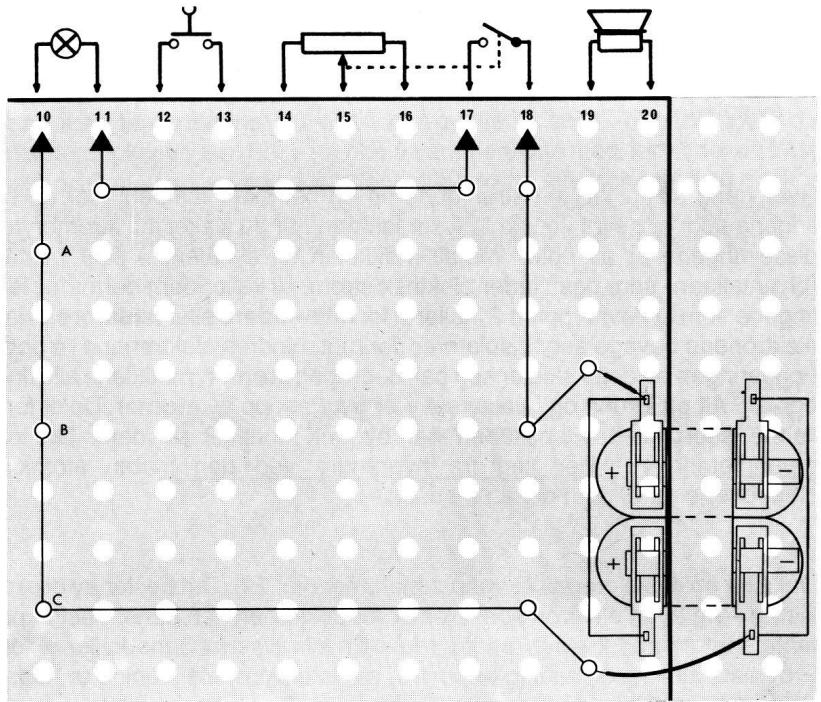


fig. 25

I denne koplingen øker ikke spenningen – eller elektrontrykket. Derimot oppnår vi at flere elektroner kan passere samtidig gjennom ledningene. Med parallellkopling kan vi derfor kople inn flere lamper i strømkretsen – uten at disse får redusert lysstyrke.

Mengden av elektroner som beveger seg i løpet av et sekund, kalles for **strømstyrke**. Måleenheten for strømstyrke er **ampère** som på samme måte som for volt, forkortes: **A**. Enheten har fått navn etter den franske fysikeren André Maria Ampère.

Enheten 1 ampere (1 A) angir et ufattelig stort antall elektroner, faktisk flere enn 6 trillioner som passerer gjennom ledningen i løpet av bare ett eneste sekund.

Det er, f. eks., en slik strømstyrke som vil gå gjennom en lampe på 200 W, dersom vi kople denne inn i en krets ved en spenning på 200 V. (Senere skal vi også lære om enheten watt som forkortes: W.)

Slike store og enda større strømmer går det gjennom ledningene i huset der du bor. Men i det vi skal betegne som: elektronikk er det gjerne mer sparsomt med elektroner. I elektroniske koplinger går det som regel strømmer som er bare tusenedeler eller milliontedeler av en ampere. For enkelt å kunne snakke om disse svake strømmene, kaller vi en tusenedels ampère for en milliampère som forkortes: 1 mA. En milliontedels ampère kaller vi for: mikroampère, som forkortes: 1  $\mu$ A på samme måte som for 1  $\mu$ V.

$$\begin{aligned} 1 \text{ A} &= 1000 \text{ mA} = 1000\,000 \mu\text{A} \\ 1 \text{ mA} &= 1000 \mu\text{A} \end{aligned}$$

## 2.2 Ledene og isolatorer

Du har altså nå lært at strøm gjennom elektriske ledninger består av elektroner. La oss videre undersøke ledningsevnen i de forskjellige stoffer.

På byggeplanen, fig. 18, finner du tre klemmer med betegnelsen A, B og C. Fjern ledningen mellom klemmene B og C. Mellom disse klemmene kan du nå holde én og én av de nedenfor nevnte tingene:

1. en nøkkel, en blyantspiss, en synål
2. en bit sytråd, en strikk, en trekloss og til slutt en ledning som du ikke har avisolert.

Hver gang sjalter du inn strømbryteren og betrakter lampen. Når du bruker de tingene som er nevnt i punkt 1, lyser lampen når du sjalter inn strømbryteren. Alle disse tingene er av enten metall (nøkkelen og synålen) – eller består av kull (blyantspissen) som også leder elektrisk strøm. Vi kaller dem derfor for **ledere**. De tingene som er nevnt i punkt 2, kaller vi for **ikke-ledere** eller **isolatorer**. I ledere kan elektronene bevege seg. I isolatorer derimot, hindres elektronene i å bevege seg. Forklaringen på dette skjuler seg bak begrepet: **atomer**, partiklene alle ting er bygd opp av. Alt på jorden og i universet – er bygget opp av **atomer**. De er for små til å kunne sees, men vitenskapen har bygget modeller av dem. De forskjellige grunnmaterialer skiller seg fra hverandre ved den måten atomkjerner og elektronene rundt dem er sammensatt.

Det aller enkleste atomet er vannstoffatomet (fig. 29). Det består av et **proton** som kjerne – og av et elektron som kretser rundt kjernen i en bane, nesten på samme måte som månen kretser rundt jorden. En slik elektronbane kaller vi for et skall. Protonets elektriske ladning er positiv, mens elektronets ladning er negativ.

Når et atom har flere enn to elektroner, beveger disse seg ikke i bare én bane (skall), men i to eller flere. Et kobberatom (fig. 27) har f. eks. 29 elektroner som kretser rundt kjernen. Disse elektronene er fordelt på fire skall, slik at det ytterste skallet bare har ett elektron.

Det ensomme elektronet i det ytterste skallet kan under bestemte forhold løsrive seg fra atomet og begi seg på «vandring» fra atom til atom. Slike vandrere kaller vi for: frie elektroner. En liten bit kobberledning, f. eks., består av milliarder av atomer. Der finnes det også milliarder av frie elektroner.

De frie elektronene beveger seg hit og dit uten å følge noe bestemt system. Først når det legges en spenning over kobberledningen, beveger de seg gjennom denne. Elektronene som kommer fra strømkilden, presser de frie elektronene foran seg gjennom ledningen og beveger samtidig seg selv gjennom ledningen.

Elektrisk strøm består altså av elektroner som beveger seg i et kretsløp, fra en strømkildes minuspol og til plusspolen.

Men – dette fenomenet forekommer bare i metaller og kull som leder strøm. Ingen andre materialer leder strøm. De representerer derimot en nesten uendelig stor motstand mot strømmen. Det går ingen strøm gjennom dem når de koples til en strømkilde.

Mens isolatorenes motstand er så stor at det ikke går noen strøm gjennom i det hele tatt, møter elektronene også i ledende materialer en viss motstand som skyldes den friksjonen som oppstår under elektronvandringen.

## Kopling 5

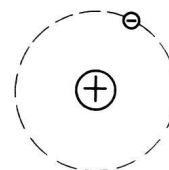


fig. 26

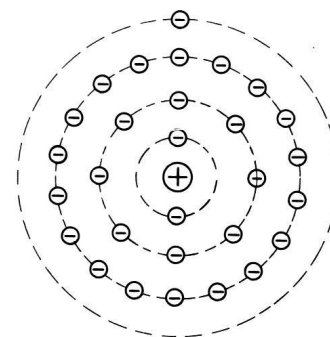


fig. 27

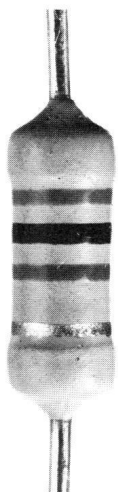


fig. 28

Denne motstanden kalles for **elektrisk motstand** eller **resistans**. Ikke bare elektriske ledninger har slik motstand. I elektroniske koplinger er det ofte nødvendig å hindre elektronstrømmen på kunstig måte. Derfor er det utviklet komponenter av bestemte materialer som vi vanligvis kaller for: **motstander**.

### 2.3. Motstander

I dette eksperimentsettet benyttes kullmotstander. En kullmotstand består av et lite keramisk rør som er belagt med et tynt lag kull. Et slikt kullsjikt har langt større motstand enn en kobbertråd.

Tykkelsen på kullsjiktet, lengden og kullpartiklenes finhetsgrad, bestemmer resistansens størrelse.

Fig. 28 viser en slik motstand. For å finne ut hvordan den virker, kan du finne frem en motstand med fargeringene: gul-lilla-svart-gull (eller sølv). Til prøven kan du bruke den siste oppkoplingen. For å ha noe å sammenligne med, forbinder du først klemmene B og C med en ledning. Deretter sjalter du inn strømbryteren og merker deg hvor sterkt lampen lyser. Ta så bort ledningen mellom B og C og sett inn motstanden med de angitte fargeringene (fig. 30). Sjalt på nytt in strømmen.

#### Kopling 6

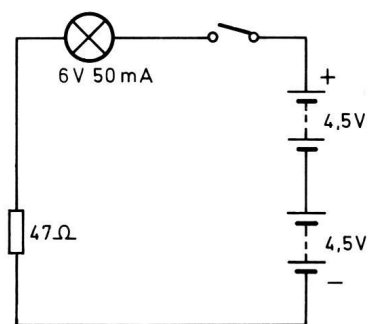


fig. 29

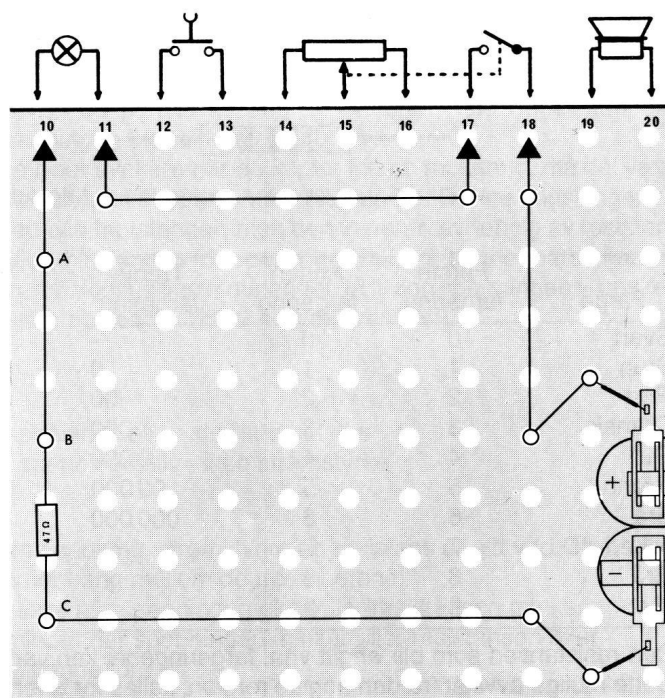


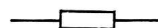
fig. 30

Du ser nå at lampen ikke lyser så sterkt, lenger.

Av dette forstår du at det må gå en svakere strøm gjennom lampen når motstanden er innkoplet i strømkretsen.

Motstanden virker som en innsnevring i ledningen der elektronene har vanskeligheter med å ta seg fram. Som følge av dette kommer det færre elektroner fram til lampen. Strømstyrken er altså blitt mindre.

Skjemasymbolet for en motstand er:



I fig. 29 ser du koplingskjemaet for en strømkrets med en motstand. Du har nå undersøkt **en** motstand, men det finnes mange forskjellige som alle hindrer elektronenes vandring i forskjellig grad.

Den tyske videnskapsmannen Georg Simon Ohm har studert nærmere motstandens virkning i den elektriske strømkretsen. Derfor angir vi en motstands verdi (resistans) i **ohm** og bruker tegnet  $\Omega$  (uttales ohm). Tegnet er den greske bokstaven omega.

Større motstand oppgis bl. a. i kilohm (tusen ohm), forkortet  $k\Omega$  eller megaohm (million ohm), forkortet  $M\Omega$ .

$$1\text{ k}\Omega = 1000\ \Omega$$

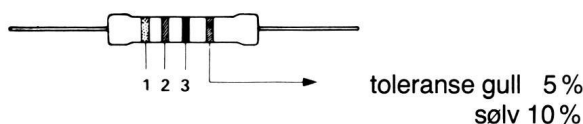
$$1\text{ M}\Omega = 1000\text{ k}\Omega = 1\,000\,000\ \Omega$$

På slike små komponenter er det vanskelig å få plass til å trykke tall. Derfor benyttes det istedenfor: fargeringer, som viser motstandens resistans. Når du skal bestemme (finne ut) resistansen, holder du motstanden horisontalt og passer på at gullringen alltid vender mot høyre. Gullringen betyr ikke noe spesielt for bestemmelsen av verdien. (Mange ganger vil du forresten også finne en sølvring i stedet for en gullring.) Hver farge betyr et bestemt tall.

Fargeringen lengst til venstre (når du holder motstanden slik vi nettopp sa) – viser det første siffer. Den andre ringen viser det neste sifferet, og den tredje fargeringen viser hvor mange nuller som skal settes etter de to sifrene. Tallet du på denne måten får, angir resistansen.

I tabellen nedenfor kan du se hvilke tall som tilsvarer de forskjellige fargene.

### Fargekode for motstand



Farge	Første fargering	Annen fargering	Tredje fargering
Svart	0	0	–
Brun	1	1	0
Rød	2	2	00
Oransje	3	3	000
Gul	4	4	0 000
Grønn	5	5	00 000
Brå	6	6	000 000
Lilla	7	7	
Grå	8	8	
Hvit	9	9	

Den resistansen som blir angitt vha. fargeringene, kan variere noe i nøyaktighet. Dette mulige avviket fra den angitte verdien, kalles for **toleranse**. – Den markeres med gull- eller sølvringer. En gullring betyr 5 % toleranse, mens en sølvring betyr 10 % toleranse.

La oss nå bestemme verdien på den motstanden du brukte i koplingen. Legg motstanden foran deg slik at gullringen (eller sølvringen) vender mot høyre. Fra venstre til høyre ser du nå følgende fargeringer: gul-lilla-svart-(gull eller sølv).

Fra tabellen kan du	første fargering: gul	= 4
nå avlese:	annen fargering: lilla	= 7
	tredje fargering: svart	= ingen nuller
	Resultatet blir da	= 47 ohm

Gullringen –  $\pm 5\%$  – betyr at denne motstanden kan variere i verdi mellom  $44,65\ \Omega$  og  $49,35\ \Omega$ .

La oss så undersøke en annen motstand. Finn fram en som har fargeringene rød-rød-rød-(gull eller sølv). Du kan kanskje allerede si verdien? Husk gull- eller sølvringen alltid til høyre!

første fargering: rød	= 2
annen fargering: rød	= 2
tredje fargering: rød	= 00 (to nuller)
Resultatet blir da	2200 ohm

Denne verdien på resistansen kan også skrives 2,2 kΩ. I kopleingsskjemaet finner du også 2k2. (En fullstendig beskrivelse av fargekoden = verdiangivelsen finner du bak i boka, på side 190.)

Dersom du tar denne siste motstanden, kopler den inn i kretsen og sjalter inn strømbryteren, hindres elektronene så mye i sin bevegelse at det ikke lenger er nok av dem til å få lampen til å lyse. Om du kopler en ledningsbit tvers over motstanden (mellom klemmene B og C) så lyser lampen sterkt igjen. Elektronene velger den letteste vegen, gjennom ledningen, utenom motstanden.

Av alt dette har vi lært at ved én og samme spenning er strømstyrken avhengig av resistansen på motstanden.

liten resistans = stor strøm  
stor resistans = liten strøm

Da du undersøkte serie- og parallellkopling av batterier, fant du at lampens lysstyrke avtok når spenningen ble mindre.

Ettersom lampen også lyser svakere når du kopler inn en motstand, må det være slik at motstanden er årsaken til at spenningen blir mindre. Denne minskingen av spenningen opptrer ved alle motstander, men den varierer, avhengig av resistans og strømstyrke. Vi kaller minskingen for **spenningsfall**. På denne måten kan vi i elektroniske koplinger, vha. forskjellige motstander, få til den spenningen vi ønsker, fra f. eks. en 9 V batterikombinasjon. (Husk – ikke over 9 V!).

Generelt gjelder:

liten resistans = lite spenningsfall = stor strømstyrke  
stor resistans = stort spenningsfall = liten strømstyrke

Dette forholder mellom spenning, strømstyrke og resistans er gitt ved **Ohms lov**. Den gir følgende sammenheng mellom de tre enhetene:

1. strømstyrken blir større når spenningen øker eller resistansen minker.
  2. strømstyrken blir mindre når spenningen minker eller resistansen øker.
- Av dette kan vi lage følgende formel:

$$\text{strømstyrke} = \frac{\text{spenning}}{\text{resistans}}$$

Denne formelen er litt for omstendelig til praktisk bruk. Derfor bruker vi forkortelser og skriver:

strømstyrke = I  
spenning = U  
resistans = R

Bruker vi nå disse forkortelsene, så får formelen følgende utseende:

$$I = \frac{U}{R}$$

Fra matematikk-timen husker vi at vi ved å vri på likningen også kan finne et uttrykk for U, spenningen:

$$U = I \cdot R$$

Ønsker vi resistansen uttrykt i spenning og strømstyrke får vi

$$R = \frac{U}{I}$$

Når vi bruker Ohms lov skal vi legge merke til at U (spenningen) måles i volt, I (strømstyrken) i ampère og R (resistansen) i ohm. Om vi har verdiene gitt i andre enheter – f. eks. volt og kiloohm – må vi regne om.

Tabellen nedenfor viser ennå en gang de enhetene du har for spenning, strømstyrke og resistans

spenning	1 V = 1000 mV	1 mV = 0,001 V
strømstyrke	1 A = 1000 mA	1 mA = 0,001 A
resistans	1 $\Omega$ = 0,001 k $\Omega$	1 k $\Omega$ = 1000 $\Omega$
		1 M $\Omega$ = 1000 k $\Omega$

Her følger to eksempler på hvordan vi bruker Ohms lov:

1. Strømstyrken skal bestemmes når vi har en spenning på 9 V og en motstand på 47  $\Omega$ , koplet inn i en strømkrets.

$$I = \frac{U}{R} \quad I = \frac{9 \text{ V}}{47 \text{ } \Omega} \quad I = 9 : 47 \approx 0,2 \text{ A}$$

2. Hvor stor resistans skal en motstand ha for at det skal gå en strøm på 0,5 ampère gjennom en krets koplet til et batteri på 4,5 V?

$$R = \frac{U}{I} \quad R = \frac{4,5 \text{ V}}{0,5 \text{ A}} \quad R = 45 : 5 = 9 \text{ } \Omega$$

Motstanden skal være på 9  $\Omega$ .

Nå kan du ta motstanden på 47  $\Omega$  mellom tommelen og pekefingeren og holde tilledningene direkte mot batteripolene. Du vil kjenne at den blir ganske varm. Når det går strøm gjennom en motstand, utvikles det alltid varme. Varmen oppstår på grunn av friksjonen mellom elektronene. Vi snakker derfor om en **effektmotstand**.

Alle elektriske apparater kan betraktes som en motstand. Varmen i en kokeplate, et strykejern etc. kommer fra motstanden i hetespiralene. I disse tilfellene utfører strømmen et arbeide. Det arbeidet som utføres i en bestemt tid, kalles for den elektriske strøms **effekt**, og det måles i **watt**, etter engelskmannes James Watt. Effekt, som betegnes med bokstaven P, er også en funksjon av spenning U (i volt) og strømstyrken I (i ampère) etter følgende formel:

$$P = U \cdot I$$

Som du ser: jo større strømstyrke og spenning – desto større effekt.



## Kopling 7

I elektroniske koplinger bør vi forsøke å unngå at en motstand blir oppvarmet, slik som i forrige forsøk. For det første kan du risikere at komponenter ødelegges ved for sterk oppvarming – og for det andre belastes spenningskilden (batteriet) unødvendig.

I de foregående oppkoplingene har du lært hvordan en motstand fungerer i en strømkrets. I elektroniske koplinger settes det imidlertid inn en mengde motstander med ulike resistanser, for å tilføre de forskjellige komponentene den riktige spenning.

Mellom klemmene A og B setter du en motstand på  $220\ \Omega$  og mellom B og C motstanden på  $47\ \Omega$  (fig. 31, 32). Sjalt inn strømbryteren og se på lampen. Den lyser bare svakt. Dersom du kopler en ledningsbit tvers over (parallelt) med en av motstandene vil lampen straks lyse sterkere.

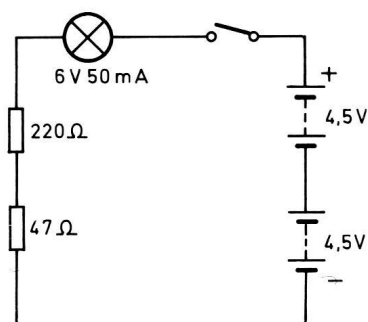


fig. 31

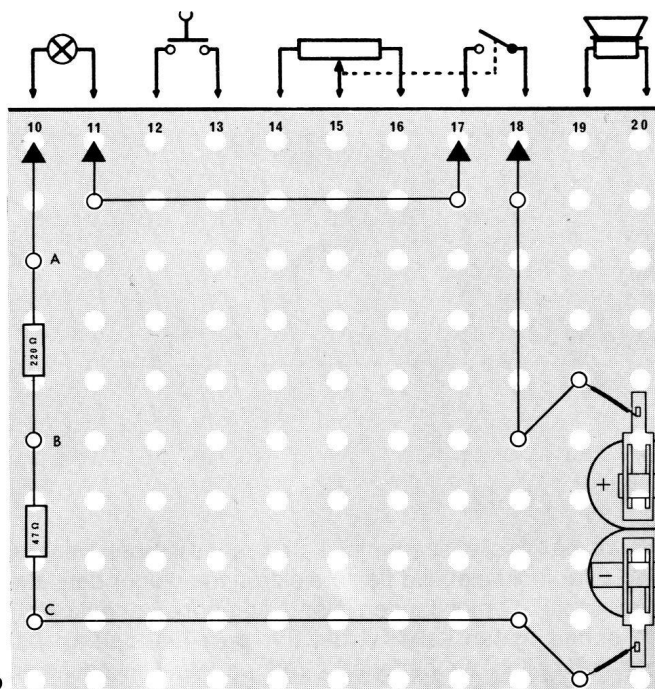


fig. 32

Når to motstander koples inn i en strømkrets, etter hverandre, så virker de som **en større motstand**, fordi elektronene på veien fra minuspole til plusspole først må massere motstanden på  $47\ \Omega$  og deretter motstanden på  $220\ \Omega$ . Begge motstandene hindrer elektronene og øker på denne måten motstanden.

Den **sammenlagte motstanden** (forkortet  $R_G$ ) kan betraktes på følgende måte:

$$R_G = R_1 + R_2$$

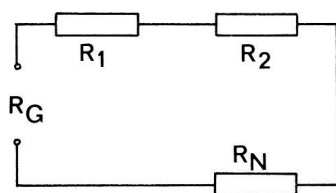
For de motstandene som er brukt i forsøket blir resultatet

$$\begin{aligned} R_G &= 220\ \Omega + 47\ \Omega \\ R_G &= 267\ \Omega \end{aligned}$$

På denne måten kan vi naturligvis beregne den sammenlagte motstanden for flere motstander som er koplet etter hverandre. Da blir det:

$$R_G = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Når to eller flere motstander er koplet etter hverandre i en krets, sier vi at de er **seriekoplet**. Vi sier om elle slags komponenter som er koplet etter hverandre i en strømkrets at de er seriekoplet. Du husker sikkert uttrykket fra da vi snakket om seriekoplete batterier.



Løsne 47  $\Omega$  motstanden og kople den ved siden av motstanden på 220  $\Omega$ , ved å plassere også denne i klemmene A og B. Sett igjen inn en ledning mellom B og C (fig. 33, 34).

## Kopling 8

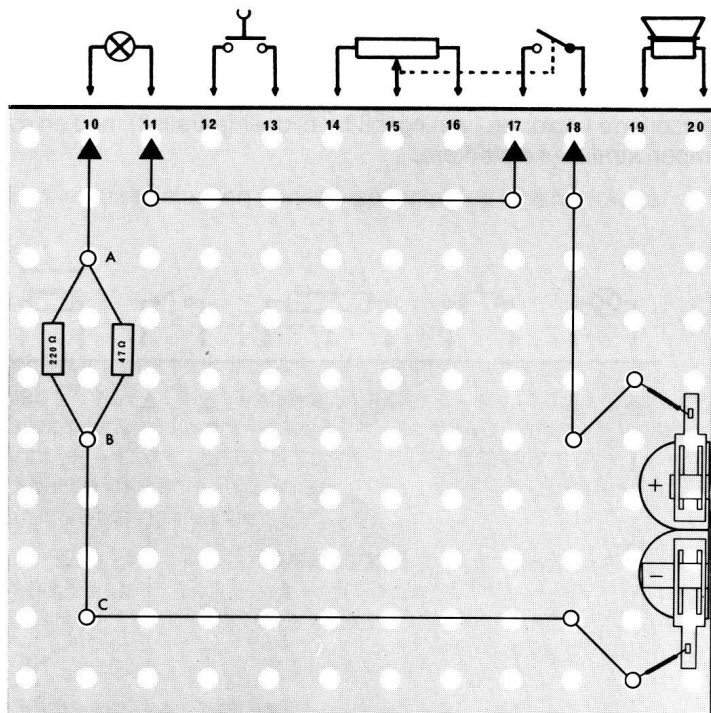


fig. 33

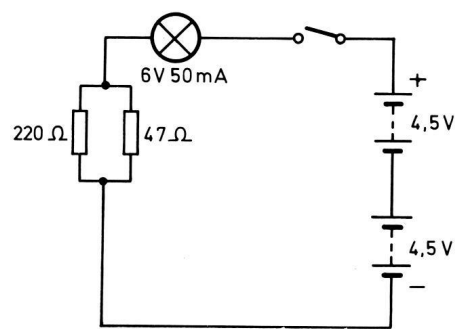


fig. 34

Når du nå tilkopleer strømmen, kan du se at lampen lyser like sterkt som da bare de 47  $\Omega$  var innkoplet. De fleste elektronene velger den letteste veien og går derfor gjennom 47  $\Omega$  motstanden. Når to komponenter er koplet ved siden av hverandre på denne måten kaller vi det for: **parallellkopling** (på samme måte som for parallellkopling av batterier). Ved en parallellkopling skulle man tro at alle elektronene ville gå gjennom motstanden med den laveste resistansen. At så ikke er tilfelle, kan du lett bevise.

Løsne 220  $\Omega$  motstanden ved klemme B. Kople til strømmen og legg merke til lampens lysstyrke. Hold så 220  $\Omega$  motstandens frie ende mot klemme B. Gjør dette noen ganger og legg merke til lampen.

Hver gang du berører klemme B med 220  $\Omega$  motstandens frie ende så lyser lampen litt sterkere. Av dette forstår du at ikke alle elektronene går gjennom 47  $\Omega$  motstanden, men et noen «kjemper» seg gjennom den større motstanden. Ved parallellkopling av motstander er dessuten den sammenlagte motstanden mindre enn den minste motstanden – i dette tilfellet 47  $\Omega$  motstanden.

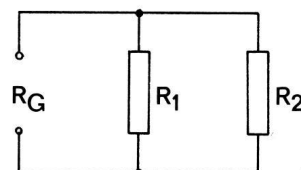
Beregningen av den sammenlagte motstanden skjer etter denne formelen:

$$R_G = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

For denne koplingen gjelder:

$$R_G = \frac{220 \cdot 47}{220 + 47} = \frac{10340}{267} = 38,7 \Omega \approx 39 \Omega$$

Som du ser: den minste motstanden i parallellkoplingen er 47  $\Omega$  – og den sammenlagte motstanden er 39  $\Omega$ .





Motstandene har en meget viktig oppgave i elektronisk kopling.

Ved å bruke to seriekoblede batterier er driftspenningen for alle oppkoplingene i Philips eksperimentsett bestemt til 9 V. Men – det er ikke alle komponenter som kan tåle denne spenningen. Da kan vi senke den ved å kople inn en motstand foran den komponenten det er snakk om. På denne måten forhindrer vi at komponenten (f. eks. transistoren) blir ødelagt. En slik motstand kaller vi en **formotstand**.

I den neste oppkoplingen skal du få lære om en annen viktig oppgave som motstandene har. (Hvis mulig, bør du i dette forsøket ha friske batterier). Bygg en strømkrets der du har koplet inn motstandene på 220 Ω og 47 Ω i serie, mellom klemmene A–B og B–C. Fra klemme A strekker du en ledning til klemme E, og fra klemme C én til klemme G. Lampens tilkoblinger 10 og 11 på koplingspulten, forbindes med klemme B og F (fig. 36). Kople så en ledningsbit mellom klemmene E og C. Sjalt inn strømmen- og se på lampen.

## Kopling 9

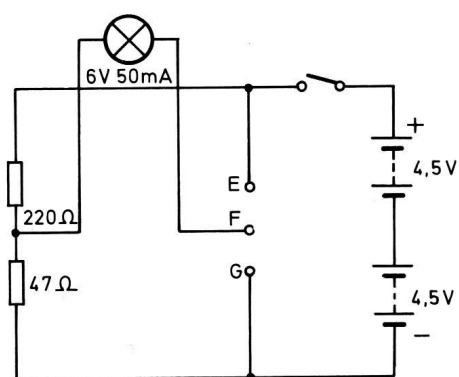


fig. 35

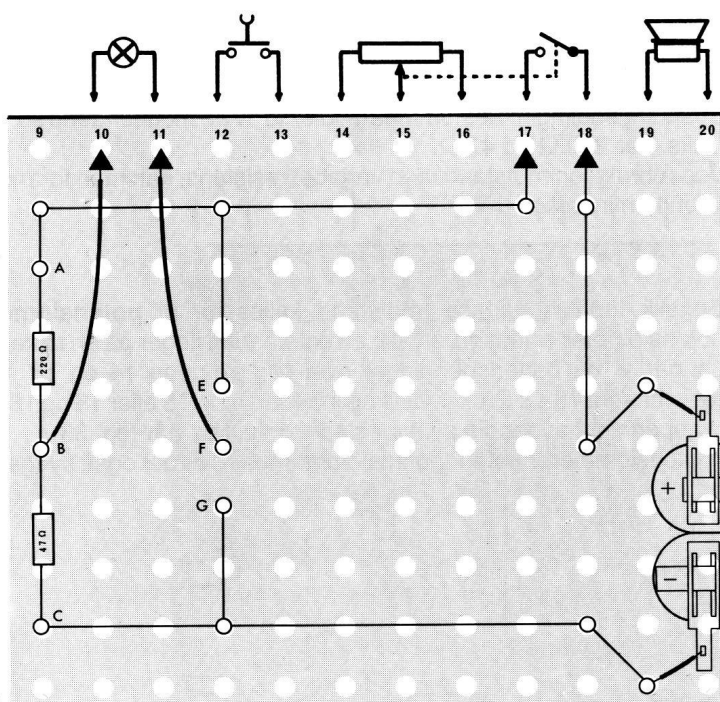


fig. 36

Løsne nå forbindelsen mellom E og F, og kople i stedet sammen F og G. Skru på strømbryteren og se på lampen. (Du må se veldig godt, kanskje må du sogar ha det mørkt i rommet). I det første tilfellet lyser lampen sterkt. Når du forbinder E og F, koples lampen i serie med motstanden R2 (47 Ω) og samtidig parallellt med R1 (220 Ω). I det andre tilfellet lyser lampen meget svakt, fordi forbindelsen F og G er seriekoplet med motstanden R1 og parallellkoplet mit R2.

Ved hjelp av Ohms lov skal vi forklare hva som skjer.

Formelen  $I = \frac{U}{R}$  gir strømmen gjennom motstanden.

Batterispenningen er 9 V og den sammenlagte motstanden  $220 + 47 = 267 \Omega$ .

Altså er:

$$I = \frac{9}{267}$$

$$I \approx 0,0337 \text{ A}$$

For R1:  $U_1 = 220 \cdot 0,0337 = 7,42 \text{ V}$   
 $U_1 \approx 7,5 \text{ V}$

For R2:  $U_2 = 47 \cdot 0,0337 = 1,58 \text{ V}$   
 $U_2 \approx 1,5 \text{ V}$

I denne seriekoplingen er forholdet mellom motstandene  $220 \Omega$  og  $47 \Omega$  omtrent  $5 : 1$ . Beregningen med Ohms lov viser at også spenningen over hver av motstandene forholder seg som  $5 : 1$ . Nemlig  $7,5 \text{ V} : 1,5 \text{ V}$ .

Lampen får altså i serie med motstanden R2 ( $47 \Omega$ ) en spenning på  $7,5 \text{ V}$  – fordi spenningsfallet over R2 bare blir  $1,5 \text{ V}$  ( $9 \text{ V} - 1,5 \text{ V} = 7,5 \text{ V}$ ). Derfor lyser lampen sterkt. I serie med motstanden R1 ( $220 \Omega$ ) får lampen bare en spenning på  $1,5 \text{ V}$  – fordi spenningsfallet over R1 er  $7,5 \text{ V}$  ( $9 \text{ V} - 7,5 \text{ V} = 1,5 \text{ V}$ ). Det er derfor lampen lyser så svakt. De beregnede verdiene stemmer ikke helt – fordi lampen selv også er en motstand, og når denne er parallellkoplet med R1 eller R2, forandrer den sammenlagte motstanden seg.

Spenningen over hver enkelt motstand i en seriekopling forholder seg altså som de tilsvarende resistanser. En slik kopling med to eller flere motstander i serie, kaller vi for en **spenningsdeler**. Den brukes for å gi bestemte komponenter spenninger av forskjellig størrelse.

Spenningsdelingen bestemmes imidlertid av de motstandene som inngår i deleren, f. eks. her  $220 \Omega$  og  $47 \Omega$ .

Ved å bruke en motstand med variabel resistans, kan man forandre spenningsdeleren kontinuerlig.

En slik trinnløs variabel motstand kalles for et **potensiometer** (fig. 37). Et potensiometer er konstruert slik at motstanden ligger på en sirkelformet kullbane. Legger vi nå batterispenninger over tilkoplingene 14 og 16, tar vi i bruk hele resistansen:  $10 \Omega$ . Bruker vi tilkoplingene 14 og 15 eller 15 og 16, får vi en høy eller lav spenning, avhengig av hvor slepekontakten står (fig. 38).

I potensiometerenheten (potensiometerhuset) er det også bygget inn en strømbry-

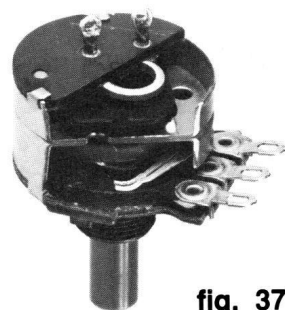


fig. 37

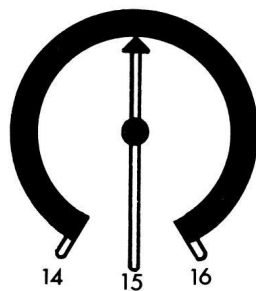


fig. 38

## Kopling 10

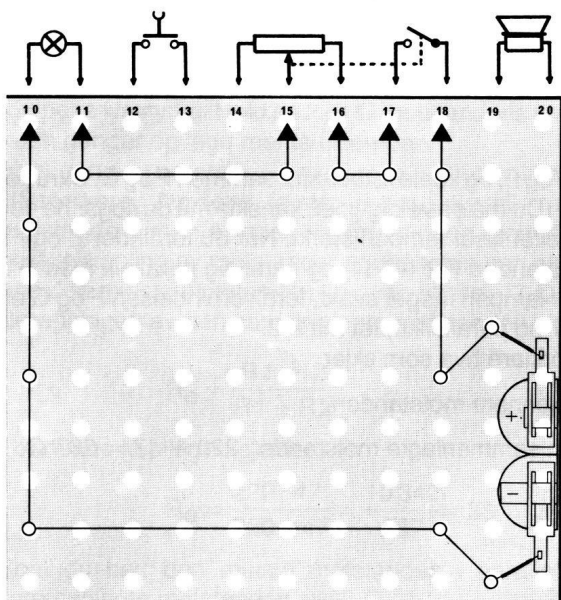


fig. 39

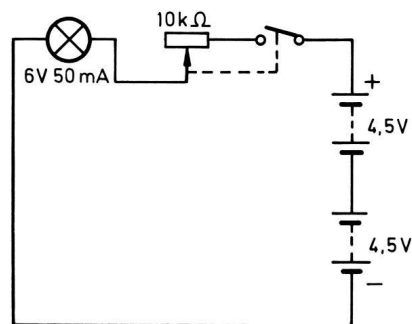
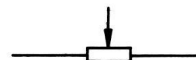


fig. 40

ter. Strekk en ledning fra batteriets plusspol til strømbryteren, tilkopling 18. Fra tilkopling 17 til potensiometerets ene side, tilkopling 16.

(Denne koplingen kan også gjøres med trimmepotensiometeret fra EE2004). Nå kan du kople tilkopling 15 (slepekontakten) sammen med lampens tilkopling 11. Fra punkt 10 strekker du en ledning tilbake til batteriets minuspol (fig. 39, 40).

Skjemasymbolet for et potensiometer ser slik ut:



Sjalt nå inn strømmen og skru knappen på potensiometeret langsomt mot høyre. Lampen lyser først sterkt, men jo lenger mot høyre du vrir knappen, desto svakere lyser lampen, ettersom resistansen øker.

Til sist slukker lampen helt, fordi motstanden blir så stor at spenningen ikke lenger er høy nok til å få lampen til å lyse. Når du har skrudd knappen helt mot høyre, er resistansen  $10\,000\ \Omega$  ( $10\text{ k}\Omega$ ).

Dersom potensiometeret skal virke som spenningsdeler, legger vi batterispenningen tvers over tilkoplingene 14 og 16. Fra slepekontakten 15 kan vi så ta ut den ønskede del-spenningen (fig. 41, 42).

## Kopling 11

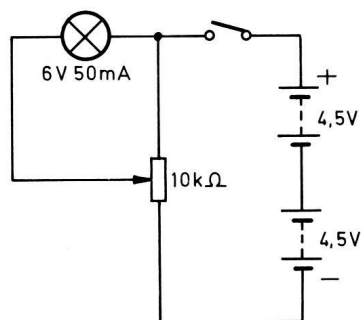


fig. 41

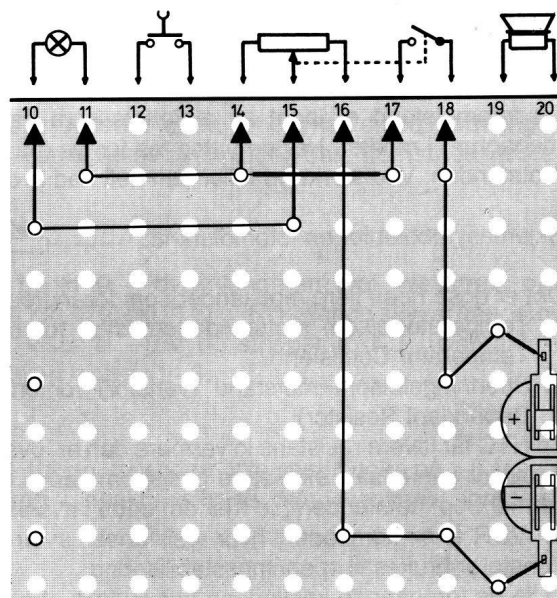


fig. 42

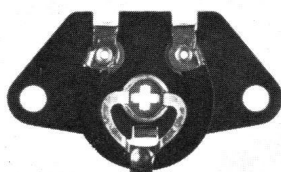


fig. 43

## Kopling 12

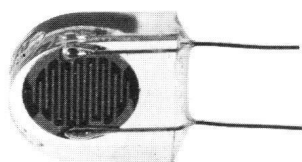


fig. 44

På tilsvarende måte virker også en annen komponent: **Trimmepotensiometeret** (fig. 43). Forskjellen er bare den at på et trimmepotensiometer stiller vi inn den ønskede spenningsdelingen én gang (vi har trimmet den), og det er ikke meningen at innstillingen skal forandres etter at trimmepotensiometeret er innbygd i apparatet. Det trimmepotensiometeret du har i settet – har en samlet resistans på  $47\,000\ \Omega$  ( $47\text{ k}\Omega$ ).

Så skal vi se på ytterligere en spesiell motstand som i sin konstruksjon er meget forskjellig fra dem vi hittil har snakket om.

Hvordan den virker skal du få se, når vi nå skal bruke **fotomotstanden** (fig. 44). Det er vanlig å skrive forkortelsen LDR (på engelsk **Light Dependent Resistor**).

Bygg opp en enkel strømkrets med bare én lampe. Bryt denne kretsen mellom klemmene A og B og sett fotomotstanden inn der. La så en lysstråle, f. eks. fra en lommelykt, lyse på fotomotstandens riflete side. Når det faller tilstrekkelig meget lys på fotomotstanden, lyser lampen (fig. 45, 46).

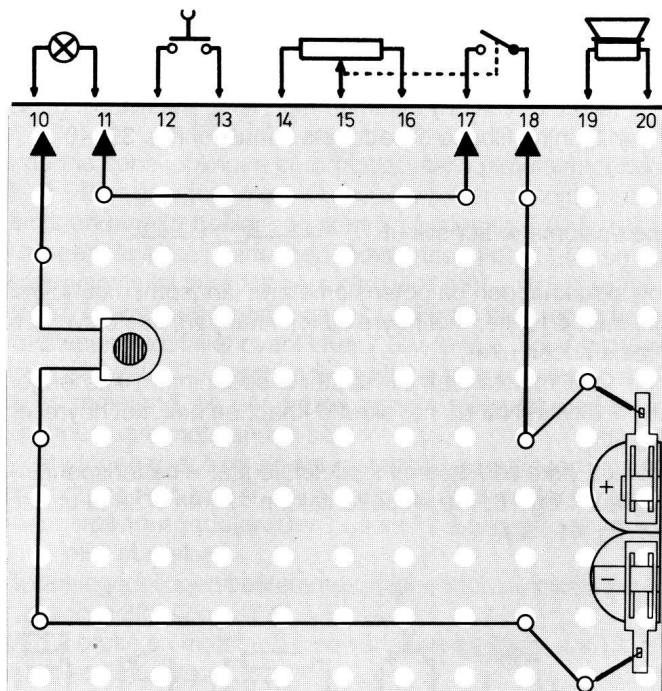


fig. 45

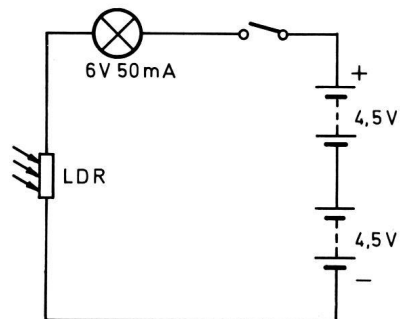


fig. 46

En fotomotstand er laget av materiale som har meget høy resistans (ca. 10 megaohm) i mørket. Når den utsettes for lys (på den lysfølsome siden), minskes motstanden. Ved sterkt lys faller den helt ned til ca. 20  $\Omega$ .

Skjemasymboliet for en fotomotstand:

Det er også noen flere motstander som forandres ved ytre påvirkning.

1. Temperaturfølsom motstand (termistor) forkortet **NTC** (på engelsk: **N**egativ **T**emperatur **C**oeffisient).
2. Spenningsfølsom motstand (varistor) forkortet **VDR** (på engelsk: **V**oltage **D**ependent **R**esistor).

En NTC får lavere resistans jo varmere den er, dvs. spenningsfallet blir mindre. En termistor kan altså f. eks. styre basistrømmen til en transistor ved at transistoren varmer opp motstanden (se mer om dette i avsnittet om transistorer).

En VDR er en komponent hvor resistansen avtar ved en viss, bestemt spenning. Varistorer brukes til spenningsstabilisering.

I alle de foregående koplingene har du lært at elektrisk strøm er en vandring av elektroner fra batteriets minuspol til plusspolen.

Denne type strøm kalles for **likestrøm**.

## 2.4. Vekselstrøm

Også en annen form for elektronbevegelse er mulig. Da beveger elektronene seg frem og tilbake i en sluttet krets. Vi skal se på et eksempel:

I fig. 47 ligger det noen kuler på en rekke. Når den høyre kula settes i bevegelse og slår mot de andre, så stopper disse straks opp, mens kula ytterst til venstre frigjøres fra rekken i samme øyeblikk og fortsetter alene. Når kula så pendler tilbake og igjen treffer kulerekken, skjer det samme i den andre retningen. Kula ytterst til høyre frigjøres fra kulerekken (fig. 48), på samme måte som for kula ytterst til venstre.

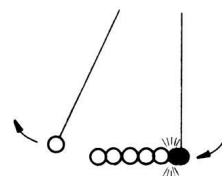


fig. 47

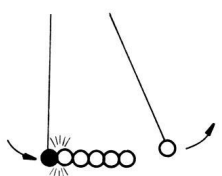


fig. 48

Elektronene i en ledning er utsatt for en liknende prosess.

Dette kan du kontrollere, ganske enkelt. Ta bort fotomotstanden fra forrige oppkopling og lag en hel strømkrets med en ledning. Hold deretter batteriledningens ene ende inn mot batteriets plusspol – og den andre mot minuspolen. Lampen lyser fordi elektronbevegelsen straks settes i gang. Skift nå ledningene, slik at du holder dem inn mot de motsatte polene. Lampen lyser fremdeles. Nå går elektronene i den andre retningen. Dersom du skifter mellom batteripolene, flere ganger i rask rekkefølge skifter elektronene retning hver gang. Allikevel – på tross av skiftningen frem og tilbake, lyser lampen. I prinsippet har du nå laget en vekselspenning – selv om den er noe uregelmessig.

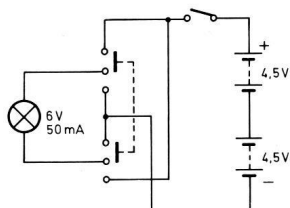


fig. 49

Elektronene i lysnettet skifter retning mye raskere. De går bare  $\frac{1}{100}$  sekund i den ene retningen og deretter  $\frac{1}{100}$  sekund i den andre, osv. Det finnes en grei måte å lage vekselspenning på:

Du monterer skyvevenderen (fra EE2004) inn i kretsen (fig. 49). Både i høyre og venstre stilling lyser lampen.

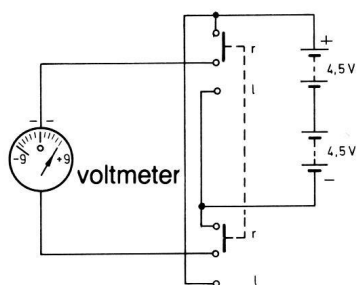


fig. 50

Med en spenningsmåler (voltmeter) i stedet for en lampe, kan du se at retningen skifter. På denne måten kan imidlertid vekselspenningen bare fremstilles «teoretisk». Se fig. 50, 51.

Når spenningen sjaltes inn i punkt 0 – dvs. venderen mot «venstre», gjør voltmetret et utslag til +9 V (fra pkt. 0 til pkt. 1 i fig. 51). Når du skyver venderen mot «høyre», slår voltmetrets viser til -9 V og stopper (pkt. 3 i diagrammet). Retningsforandringen tilsvarer linjen mellom 2–3.

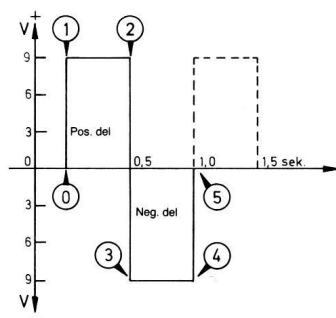


fig. 51

Så lenge venderen står i denne stilling, forandrer ikke spenningen på -9 V seg. (linjen 3–4). Først når venderen i punkt 4 skyves mot «venstre», forandrer spenningen retning igjen.

Når spenningen når 0 (punkt 5) er den første svingningen fullført, og den neste begynner.

**Svingningens** største høyde, altså fra punkt 0 til 1 og fra 4 til 5, kalles for **amplitude**. I dette tilfelle er amplituden 9 V.

Får å få en regelmessig kurve må venderen stå til «høyre» og så til «venstre», nøyaktig like lenge, f. eks. et  $\frac{1}{2}$  sekund. Tidsinndelingen kan du avlese på den vannrette linjen (nullinjen). Antall svingninger fra punkt 0 til punkt 5 som vekselspenningen gjør på et sekund, kaller vi for **frekvens** (forkortes f). Den måles i **Hertz**, etter den tyske fysikeren Heinrich Hertz. Da én fullstendig svingling i dette eksemplet tok et sekund, sier vi at frekvensen er 1 Hertz. Dette er en veldig lav frekvens. Vekselstrømmen i lysnettet er vanligvis 50 Hertz som vi kan forkorte til 50 Hz. Strømmen snur altså 50 ganger på ett sekund.

$$\text{frekvens } 1 \text{ Hz} = \frac{1 \text{ svingning}}{1 \text{ sekund}}$$

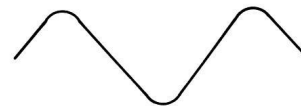


fig. 52

Når vi forandrer retningen på spenningen vha. en vender, får vi en såkalt **firkantsvingning**. Spenningen blir stående på samme nivå ved én bestemt venderstilling. Vekselstrømmen på lysnettet «flyter» i en meget «mykere» kurve (fig. 52). En slik kurve kaller vi for en **sinuskurve** eller sinussvingning.

For kommunikasjons- og radioteknikk er det denne type svingning som er den grunnleggende. Det vi kaller for tale, musikk eller enkelttoner er **lydbølger** som svinger med forskjellige frekvens. Den laveste tonen vi kan høre med øret, har en frekvens på rundt 16 Hz – altså 16 svingninger i sekundet – mens den øvre grensen for det hørbare varierer mellom 16 000 og 20 000 Hz. Lydbølger kan forandres til elektriske svingninger.

Fra en sender sendes svingningene ut i form av en «bærebølge». På denne bærebølgen blir tale, musikk eller bilder så å si «transportert» til mottageren. (Mer om dette i kapittel 5).

Ved høyere frekvenser bruker vi betegnelsen 1 kHz (kilohertz) for 1000 Hz, og i stedet for 1000 kHz sier vi 1 MHz (megahertz).

$$\begin{aligned} 1000 \text{ Hz} &= 1 \text{ kHz} \\ 1\,000\,000 \text{ Hz} &= 1000 \text{ kHz} = 1 \text{ MHz} \end{aligned}$$

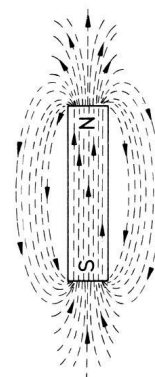


fig. 53

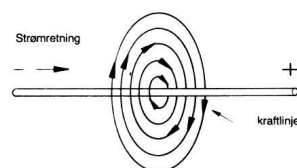


fig. 54

I elektronikken spiller også magnetisme en viktig rolle. Du har sikkert en eller annen gang holdt en magnet i hånden og kjent den fantastiske kraften et slikt stykke jern har. Gjenstander av jern tiltrekkes av magneten, og de kan også bli magnetisert av den, slik at de selv virker som magneter. Dessverre er vi ikke istand til helt å oppfatte magnetismen, med vår forstand. Vi trenger et hjelpe-middel for å anskueliggjøre den.

Dersom du har tilgjengelig en stavmagnet og noe jernfilspen, kan du selv gjøre den magnetiske kraften synlig. Legg et stykke papir over stavmagneten og dryss noe jernfilspen på papiret. Først vil sponene legge seg i hauger, uten noe system, ved endene av magneten – henholdsvis nord- og sydpolen. Når du nå forsiktig knipser på papiret, ordner jernfilspenene seg i tydelige linjer som løper fra pol til pol. Vi kaller dem for **magnetiske kraftlinjer**, og de er virksomme i en viss omkrets rundt magneten. Denne omkretsen som altså er fylt med magnetisk kraft, kaller vi for et **magnetisk kraftfelt** eller bare **magnetisk felt** (fig. 53).

Selv strøm virker magnetisk.

Fra en ledning der det går strøm, får vi på samme måte som fra magneten: en magnetisk virkning. Rundt lederen skapes det et magnetisk felt der kraftlinjene går i sirkel (fig. 54).

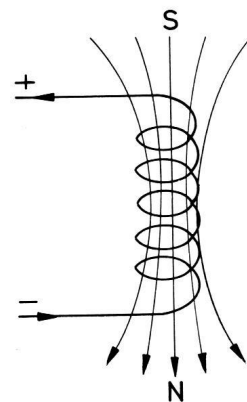


fig. 55

Dersom vi vikler et antall tårn (viklinger) isolert tråd, får vi en **spole**. Når vi sender en strøm gjennom denne spolen, bygges det opp et magnetisk felt rundt den. Magnetfeltet er imidlertid sterkere enn det var rundt en enkelt leder. Fordi viklingene ligger ved siden av hverandre, virker alle viklingens magnetfelt sammen, og virkningen øker med økende antall viklinger, til en viss grense.

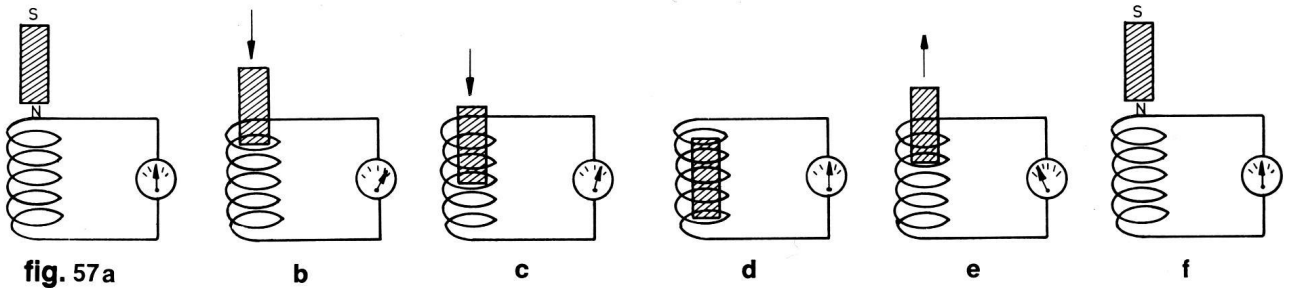
Magnetfeltet inne i spolen har på samme måte som for stavmagneten, også en nord- og en sydpole (fig. 55). Vi kan forsterke dette magnetfeltet dersom vi slik det er vist på fig. 56, plasserer en jernkjerne (jernstav) inne i spolen.



fig. 56



Spolens jernkjede blir selv magnetisk så lenge det går strøm gjennom spolen. En strømførende spole med jernkerne kalles for en **elektromagnet**. Elektrisk strøm kan altså også frembringe magnetisme.



At også det motsatte er tilfelle, kan vi forklare vha. figurene nedenfor (fig. 57a–f). På den første figuren ser du en spole der det er tilkople et måleinstrument. Instrumentet skal vise eventuell strøm og strømmens retning. Magneten er i det første tilfelle (fig. 57a) i ro utenfor spolen. Den påvirker ikke spolen og derfor gjør heller ikke måleinstrumentet noe utslag. På fig. 57b og c føres magneten inn i spolen, og instrumentet gjør et tydelig utslag mot høyre. Det må altså være oppstått en spenning i spolen. På fig. 57d er magneten stille inne i spolen. Måleinstrumentet gjør ikke noe utslag. Det finnes ikke lenger noen spenning. Men dersom magneten beveger seg i motsatt retning, (fig. 57e) ut av spolen, viser instrumentet igjen en spenning, men denne gangen slår viseren til venstre.

På fig. 57f er magneten igjen utenfor spolen. Instrumentet gjør ikke noe utslag, og det finnes altså ikke lenger noen spenning.

Vi ser altså at bare når magneten beveger seg, oppstår det en spenning. Når den beveger seg frem og tilbake, skjærer de magnetiske kraftlinjene spolens trådviklinger, og vi får en spenning. Dersom magneten, i rask rekkefølge, beveges ut og inn i spolen, oppstår det en vekselspenning. Frekvensen er avhengig av hvor raskt magneten føres ut og inn i spolen. Den spenningen vi får på denne måten, kaller vi for en **induksjonsspenning**.

Når elektrisitet lages ved hjelp av et magnetfelt, kaller vi fenomenet for **elektromagnetisk induksjon**.

Ved slik induksjon «skjærer» magnetens kraftlinjer spolens trådviklinger og derved oppstår det en spenning. Da det imidlertid også oppstår et magnetfelt rundt en strømførende ledning, kan vi vha. den strømførende spoles magnetfelt få indusert en spenning (slik som fig. 55). Dersom denne spenningen skal oppstå i en annen spole, må spolen føres gjennom den strømførende spoles magnetfelt. Da oppstår det på akkurat samme måte som vi lærte for en magnet, en spenning i den andre spolen – som følge av induksjon.

En induksjon i den andre spolen oppstår imidlertid bare dersom den plasseres i nærheten av den første spolen, altså i dennes kraftfelt (fig. 58) – og videre at kraftfeltet rundt den første spolen til stadighet slås på og av.

Den første strømførende spolen kalles for **primærspole** og den andre for **sekundærspole**. Da det i elektroniske koplinger er vanskelig både å bevege sekundærspolen ad mekanisk vei – og dessuten til stadighet å bryte og å slutte strømmen til primærspolen, har man lett etter en enklere løsning.

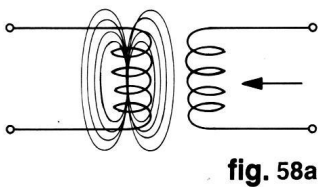


fig. 58a

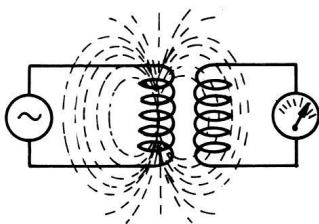


fig. 58b



Dersom primærspolen tilføres en vekselspenning, forandrer strømmen hele tiden retning (sammelikn med vekselstrømmen fig. 51). Derved skifter også polene i primærspolens magnetfelt polaritet, i samme takt.

På denne måten kan man unngå at spolene må beveges. Vekselstrømmen i primærspolen induserer en vekselspenning i sekundærspolen, fordi spolene er koplet til hverandre via kraftlinjene. Ved hjelp av en jernkjerne kan virkningen forsterkes. Fig. 59 viser en slik kopling.

Dersom to spoler monteres fast på en lukket jernkjerne, få vi en transformator. Den kan bare arbeide ved vekselstrøm.

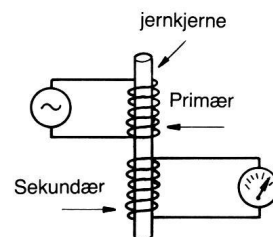


fig. 59

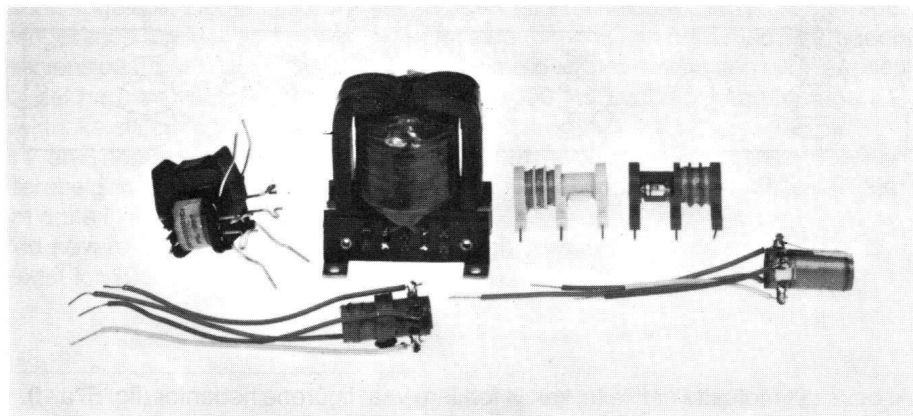


fig. 60

På fig. 60 er det vist forskjellige typer transformatorer til forskjellige formål. Med en transformator kan bl. a. lave spenninger «transformeres» opp til høyere spenninger.

Dette avhenger av det antall viklinger som er brukt i spolene.

Her er et eksempel:

Primærspole = 300 viklinger (tørn)

Sekundærspole = 600 viklinger (tørn)

Dersom vi nå legger en vekselspenning på 25 V over primærspolen – vil spenningen i sekundærspolen øke til 50 V. Men – strømmen som flyter, blir imidlertid bare halvparten så stor!

Antall viklinger i spolene forholder seg som 1:2. Spenningene står i samme forhold, mens for strømstyrken er det motsatt (2:1).

Av dette ser du at antall viklinger i en spole er meget viktig. Dessuten har du også lært at en jernkjerne forsterker virkningen. Vanligvis snakker vi om en **spolekjerne**.

## 2.5. Spoler

Antall viklinger og spolekjernens dimensjoner er bestemmende for spolens **elektromagnetiske egenskaper**. Den kaller vi for induktans.

For å bestemme en spoles induktans, har man fastlagt som måleenhet: **Henry** – etter den amerikanske fysikeren Joseph Henry. Induktans benevner vi med L.

En spoles induktans sies å være én Henry når en forandring av strømstyrken på 1 Ampère i ett sekund, i spolen, gir en induksjonsspenning på 1 V.

Henry er en ganske stor enhet. I praksis anvendes det derfor betydelig mindre enheter med benevnelse som millihenry, forkortet til mH, for en tusendedels Henry og mikrohenry, forkortet  $\mu\text{H}$ , for en milliontedels Henry.

$$\begin{aligned} 1 \text{ H} &= 1000 \text{ mH} = 1\,000\,000 \mu\text{H} \\ 1 \text{ mH} &= 1000 \mu\text{H} \end{aligned}$$

En annen viktig funksjon hos en spole er at den i visse tilfelle kan benyttes som en motstand.

For å forstå hvordan en vekselsstrømskrets virker, må du vite følgende:

Rundt alle spoler danner det seg et magnetfelt når det flyter strøm gjennom den. Ved hver forandring av magnetfeltet får man en induksjonsspenning som er motsatt rettet – virker mot den foreliggende elektromagnetiske tilstanden, slik at strømmen gjennom spolen svekkes.

Fordi magnetfeltet rundt en spole hele tiden bygges opp og forsvinner, ettersom det legges en vekselspenning over den – så bygges det gjennom induksjonen opp en kontinuerlig motstand mot strømmen. Denne motstanden kaller vi for **vekselstrømsmotstand** eller **induktiv motstand** (reaktans).

Dette er ikke samme slags motstand som du kjenner fra Ohms lov og som kalles **ohmsk motstand** (resistans) eller **likestrømsmotstand**. Det finnes selvsagt også en ohmsk motstand i spolens viklinger, men denne motstanden er avhengig av spoletrådens lengde og diameter.

Den induktive motstanden (reaktansen) måles også i Ohm, men betegnes da med bokstaven  $X_L$ .

Den sammenlagte motstanden i en spole ved en gitt vekselsstrømsfrekvens, dvs. summen av spolens resistans og reaktans, ved frekvensen, kalles for spolens **impedans**. En spoles reaktans øker – jo raskere magnetfeltet forandrer seg. Dette gjør at reaktansen øker ved økende frekvens på vekselsstrømmen – og blir mindre om frekvensen avtar.

Ved likestrøm får vi ingen reaktans.

Høy vekselsstrømsfrekvens = stor reaktans

Lav vekselsstrømsfrekvens = liten reaktans

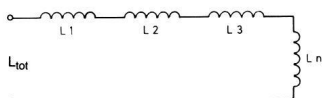
Dette fenomen kan brukes til f. eks. å skille to vekselsstrømmer med ulik frekvens – eller til å skille en likestrøm og en vekselsstrøm. Vi snakker da om en **drosseleffekt** i vekselsstrømsspolen og kaller denne for en **drossel**.

Drosselen i Philips eksperimenteresker består av kobbertråd som er viklet rundt en ferritkjerne. Som beskyttelse er den dekket med et vokslag.

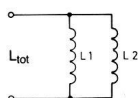
I elektroniske koplinger brukes slike drossler til f. eks. å filtrere bort uønskede signaler i radio- og TV-apparater.

Dersom spoler koples i serie, øker induktansen ( $L$ ) etter følgende formel:

$$L_{\text{tot}} = L_1 + L_2 + L_3 + \dots + L_n$$



Parallellkoplete spoler gir alltid – slik som for vanlige motstander – en mindre samlet induktans enn den minste spolens induktans. Den samlede induktansen beregnes etter følgende formel:



$$L_{\text{tot}} = \frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2}$$

## 2.6. Dioden

Av koplingene foran har du lært at elektron-strømmen består av frie elektroner som beveger seg i metall.

Når en spenningskilde tilkoples en metalleder (f. eks. en kobbertråd) beveger de negative elektronene seg alltid fra den negative og til den positive polen. For ca. 60 år siden ble det oppdaget at elektronene under visse forutsetninger kunne bevege seg i vakuum (lufttomt rom). For å få til et vakuum, pumpet man all luften ut av et glassrør der det på forhånd var montert to elektriske poler i form av små metallplater. Disse polene kalles for **anode** og **katode**, og det ferdige røret kaller vi for et **elektronrør**.

Dersom vi nå forbinder anoden med plusspolen på en strømkilde, og katoden med minuspole, samtidig som vi varmer opp katoden (vha. en innbygd glødetråd) – så frigjøres det ved en viss temperatur elektroner fra katoden, og disse begir seg ut i røret. Elektronene vil trekkes mot anoden som er forbundet med plusspolen. Vi har da fått en sluttet strømkrets der det flyter en strøm (fig. 61). Røret er blitt et elektronrør.

Fordi dette elektronrøret har **to** elektriske poler (anode, katode) kalles det for en **diode** (di = to) eller en vakuum-diode. Anoden og katoden har også et fellesnavn: **elektroder**.

Dersom vi nå bytter polaritet, dvs. anoden forbindes med minuspole, og dessuten varmer opp katoden, så løsriveres ganske riktig elektronene, men nå danner de bare en «sky» rundt katoden og kommer ikke videre. Elektronstrømmen kommer ikke igang fordi dioden sperrer for strømmen (fig. 62).

I omtrent 25 år hadde man ikke annet enn elektronrør i radio og kommunikasjonsteknikk. Da det senere ble oppdaget at de såkalte **halvlederene** kunne benyttes til samme formål, forandret dette elektronikken på avgjørende måte.

Halvledere er materialer med en ledningsevne som ligger mellom isolatorene og de gode lederne (f. eks. kobber). (Se avsnittet om ledere og isolatorer). De mest brukte halvledermaterialene i dag, er **germanium** og **silisium**. En diode som er laget av et av disse materialene, kalles for en halvlederdiode. Beskrivelsen av vakuumdioden lærte deg at den elektriske strømmen bare kan gå i én retning.

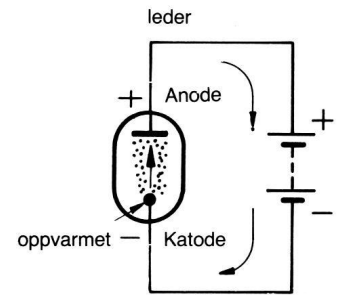


fig. 61

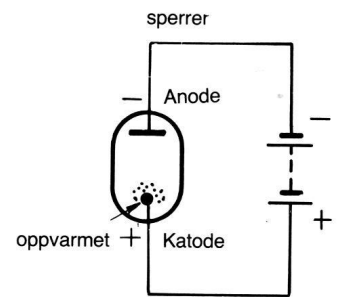


fig. 62

## Kopling 13

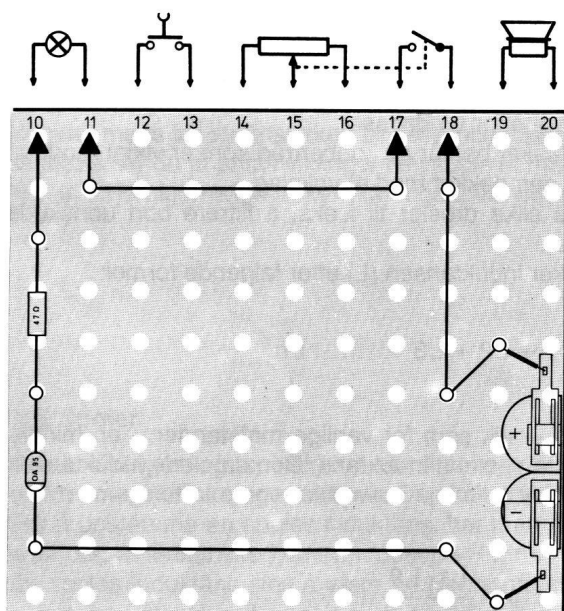


fig. 63

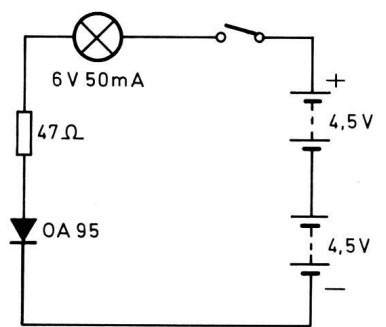


fig. 64



fig. 65

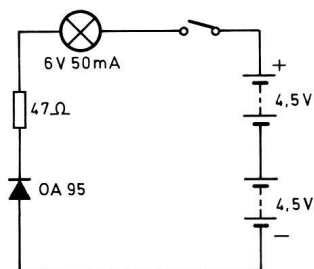


fig. 66

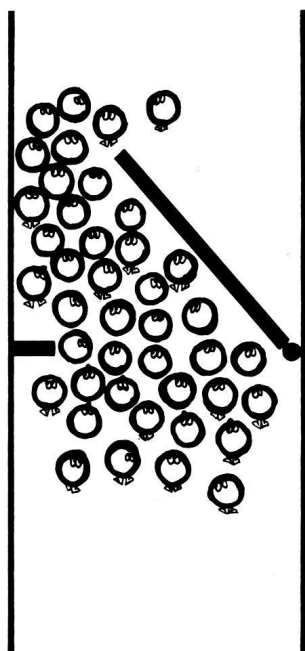


fig. 67

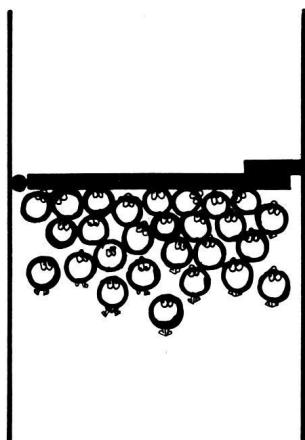


fig. 68

For å undersøke om det samme er tilfelle med den halvlederdiode du har i ditt Philips eksperimentsett, (fig. 65) skal du nå kople opp en strømkrets (fig. 63, 64) og plassere dioden mellom klemmene B og C – slik at den katode av dioden peker mot batteriets minuspol. Glem ikke motstanden! Når du kople til strømmen, lyser lampen.

Shu så dioden i strømkretsen, slik at den katode peker mot batteriets plusspol. Når du nå kople til strømmen, lyser ikke lampen (fig. 66). Du ser altså at også en halvlederdiode bare slipper strømmen gjennom i den ene retningen.

Fra de eksemplene som følger, skal du nå lære hvordan en diode virker. Først må du tenke deg at dioden har en innbygd svingdør som bare kan åpnes den ene veien. Når den katode vender mot batteriets minuspol, strømmer elektronene mot svingdøren. Den åpner seg og slipper elektronene gjennom (fig. 67). Vi sier nå at dioden står i **lederetning** (Døren er åpen) (fig. 64).

Skjemasymbolet for en diode:



Når dioden koples inn i motsatt retning, strømmer elektronene mot døren fra den andre siden og presser den mot «dørkarmen» (fig. 68). Vi sier at dioden nå står i **sperreretning**. Hverken figur 67 eller 68 gir det virkelige bildet av hva som skjer. Selve forløpet er nok betydelig mer komplisert.

Det er igjen nødvendig at vi går tilbake og ser på atomenes oppbygging. Av fig. 27 kunne du se at ledningsevnen i kobber var avhengig av det frie elektronet i det ytterste elektronskallet. Det er bevegelsen av disse frie elektronene i en bestemt retning, fra atom til atom, vi kaller for elektrisk strøm. I ikke-ledere (isolatorer) finnes det **ingen** frie elektroner. Et sted mellom ledere og ikke-ledere finner vi så halvledere, f. eks. germanium og silisium.

Disse materialene har fire meget fast forankrede elektroner i det ytterste elektronskallet. Ved en temperatur på  $-273^{\circ}\text{C}$  (det vi kaller for det absolutte nullpunkt) flytter disse elektronene seg ikke et grann. Materialet har altså da overhodet ingen ledningsevne. Ved romtemperatur er der en viss ledningsevne. Enkelte elektroner kan nå bevege seg gjennom materialet. Den vesentlige forskjellen, sammenlignet med for ledere, er at atomets fire ytterste elektroner forener seg med neste atoms frie ytterste elektroner, slik at to eller flere atomer «deler» et ytterskall med seks eller åtte elektroner (fig. 69). Dersom et elektron nå på grunn av oppvarming eller ved at en spenning legges over halvlederen, løsgrjøres fra denne forbindelsen, oppstår det et tomrom der elektronet tidligere befant seg. Dette tomrommet kalles for et **hull**. Det frigjorte elektronet fyller på sin side et tilsvarende hull i en nabo-atomforbindelse.

Ved et slikt gjentatt dobbelt forløp:

- et elektron frigjør seg fra bindingen og
- et annet elektron fyller igjen hullet

oppstår for det første en bevegelse av elektroner mot batteriets plusspol, og for det annet kan vi forestille oss en vandring av hull mot batteriets minuspol. Denne

effekten: at hullene vandrer fra atom til atom, mot minuspolen, kaller vi for **hullstrøm**.

Strømmen i en halvleder består altså av både elektron- og hullstrøm.

Halvlederens svake **egenledning** er imidlertid ikke tilstrekkelig til å gjøre den praktisk brukbar. Derfor tilsettes det meget små mengder av andre grunnstoffer som i sitt ytterste atomskall har enten fem eller tre elektroner. Dette kalles for **doping**.

Når vi doper et germaniumkrystall med et materiale som har **fem** valenselektroner, f. eks. antimon, virker dette som et ekstra elektronreservoar. Et slikt materiale kaller vi for en **donator**. Legger vi en spenning over den dopede halvlederen, vandrer de frie elektronene fra minuspolen til plusspolen. Skiftes batteri-tilkoplingene, snur elektronene og går i motsatt retning, hele tiden fra minus- til plusspol. Halvleder-materialet oppfører seg som i en vanlig leder. Det «forurensede» krystallet har et **elektronoverskudd** og sies å være **n-ledende**. ( $n = \text{negativ}$ ). (fig. 70).

Omvendt kan vi også dope halvlederkrystaller med et materiale som har **tre** valenselektroner, f. eks. indium. På denne måten oppstår et underskudd av elektroner. Det mangler et elektron i bindingen til naboatomet, og det oppstår altså et såkalt hull. Et forurensningsmateriale som fremkaller huller, kalles for en **akseptor**.

Dersom vi nå legger en spenning over halvlederen, vil det også fremkomme bevegelse av elektroner, men bare over korte strekninger og bare så langt at de fyller et hull. På denne måten oppstår det et nytt hull der elektronet tidligere befant seg. Dette gjentar seg hele tiden, slik at det til stadighet oppstår nye hull. Ved denne formen for doping oppstår det et **elektronunderskudd**, og krystallet sies derfor å være **p-ledende** ( $p = \text{positiv}$ ) fig. 71.

Bevegelsen av de elektronene som hele tiden fyller igjen de nye hullene, skjer som vanlig, mot plusspolen. Samtidig kan vi da si at hullene beveger seg i motsatt retning i forhold til minuspolen. Vi kan anse hullene som hadde de positiv ladning, og at de av denne grunn blir trukket mot minuspolen.

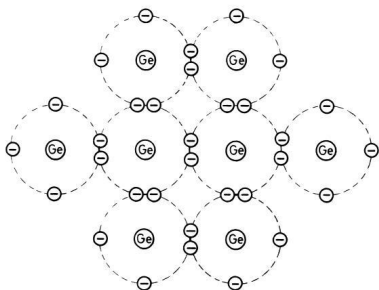


fig. 69

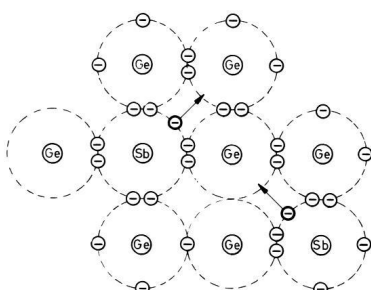


fig. 70

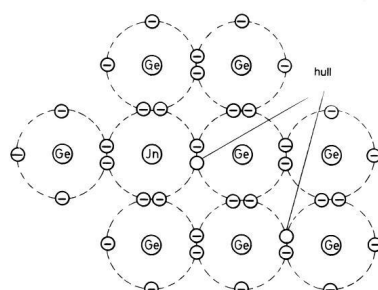


fig. 71

Den dioden du brukte i den siste koplingen, er laget slik at den på den ene siden har et overskudd av hull ( $p$ ), og på den andre siden et overskudd av elektroner ( $n$ ). I midten blir det så en sone der begge typer halvledere grenser mot hverandre. Denne sonen kalles for en **pn-overgang**. På grunn av den svake egenledningen vandrer i pn-overgangen elektroner fra  $n$ -materialet over til  $p$ -materialet, der de fyller hull, samtidig som det motsatte også skjer. På denne måten oppstår det et tynt nøytralt sjikt, et såkalt **sperresjikt**, der det ikke kan komme flere elektroner igjennom.

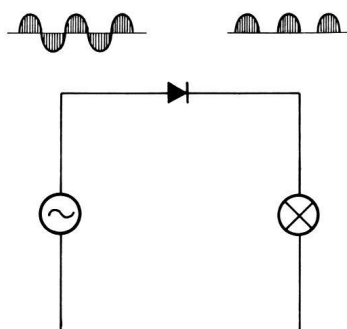


fig. 72

Nå dioden i kopling 13 koples inn i strømkretsen slik at den siden som har overskudd av elektroner (diodens røde ende) forbindes med minuspolen, presses hullene på den ene siden og elektroner på den andre siden gjennom sperresjiktet, på grunn av spenningen. Sperresjiktets resistans blir nå så liten at den slipper strøm gjennom. Dioden er forspent i lederetning (sammenlikn med kopling 13).

Skifter vi nå batterikoplingene, ligger plusspolen mot den siden der det er elektronoverskudd, og minuspolen mot den siden der det er overskudd av huller. Nå trekkes både elektroner og hull vekk fra sperresjiktet som på den måten utvider seg. Derfor går det heller ingen strøm. Halvlederen sperrer for strømmen. Dioden er forspent i sperreretning (se kopling 13).

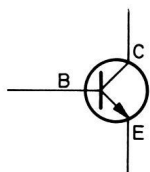
I en vekselstrømkrets skifter polene hele tiden. Dioden lar det slippe gjennom strøm den ene veien, mens den sperrer i den andre. Vekslingen skjer imidlertid så raskt at vi ikke ser at halvparten faller bort – om vi setter en glødelampe inn i kretsen. Det ser ut som om lampen lyser kontinuerlig, bare litt svakere. Av vekselspenningen er det nå blitt en pulserende likespenning (fig. 72). I elektronikken kaller vi dette for **likeretning**, og om dioden sier vi at den virker som en **likeretter**.

## 2.7. Transistoren

Neppe noen enkeltkomponent har forandret elektronikken så totalt som transistoren har gjort det. De små bærbare radioapparatene ville være utenkelige, uten den. Det samme gjelder for datamaskiner og måneferder. Ennå er det ikke mere enn omkring 30 år siden amerikanske forskere under eksperimenter med dioder, ved en ren tilfeldighet, oppdaget transistorens spesielle egenskaper. Ordet transistor kommer av **transfer resistor** som kort og godt betyr «overføringsmotstand». Hvordan denne komponenten fikk navnet sitt, og hvilke egenskaper den har, skal vi nå se nærmere på vha. de følgende koplingene.

Først skal vi bruke transistoren BC 238 (montert på hvit plate). Bygg koplingen på fig. 73–74. Etter at du har kontrollert koplingen, sjalter du inn strømmen og ser på lampen.

### skjemasympoler NPN-transistor



### Kopling 14

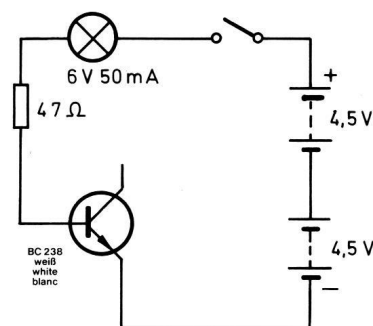


fig. 73

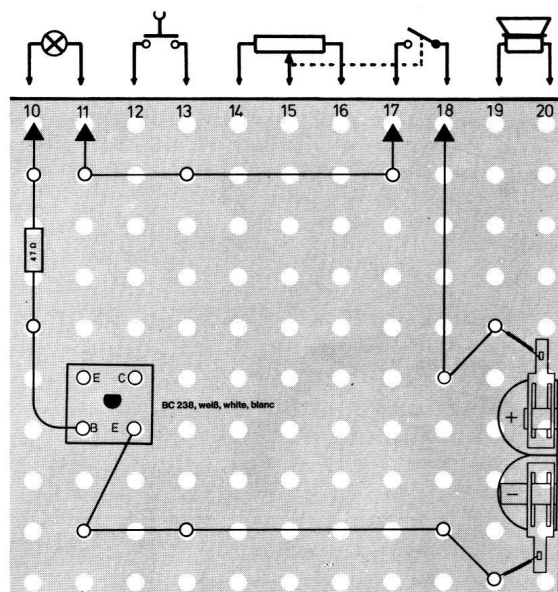


fig. 74



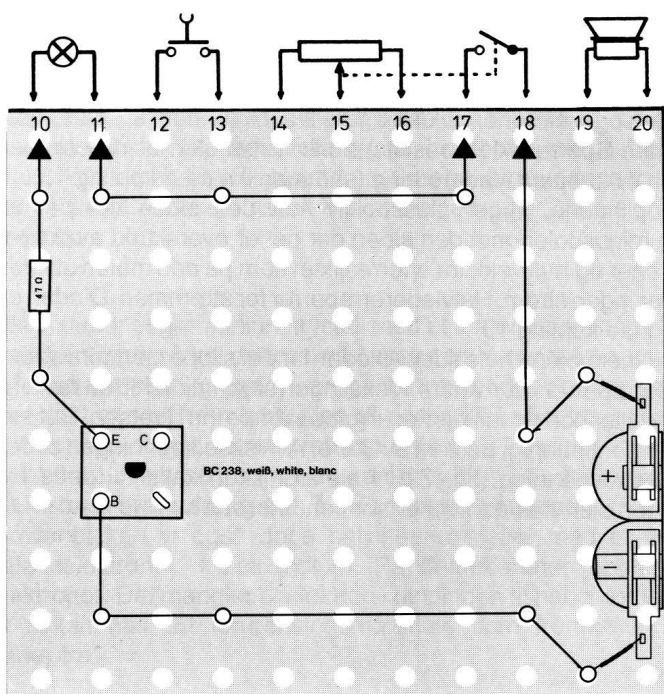


fig. 75

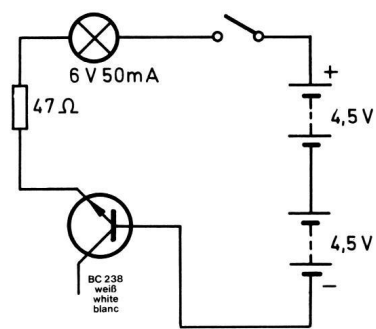


fig. 76

#### Kopling 15

Deretter kan du forandre koplingen – slik at du forbinder transistorens kontakt B – **basis** – med batteriets minuspol og kontakten E – **emitter** – med motstanden på  $47\ \Omega$  (fig. 75–76). Kopl inn strømmen igjen.

I det første tilfellet, da basis var forbundet til batteriets plusspol via motstanden, lyste lampen. Derimot lyser den ikke når emitter er koplet til plusspolen.

Denne måten å virke på, når bare B og E er tilkople, tilsvarer nøyaktig virkemåten for en diode. Det går strøm gjennom transistoren BC 238 bare når basis er koplet til strømkildens plusspol og emitter til minuspolen. I det motsatte tilfelle sperrer «døren», og lampen er mørk.

Hvordan oppfører så transistoren seg når bare B og C tilkoples?

Bygg koplingen slik som på fig. 77–78. Undersøk om lampen lyser når strømmen koples inn.

#### Kopling 16

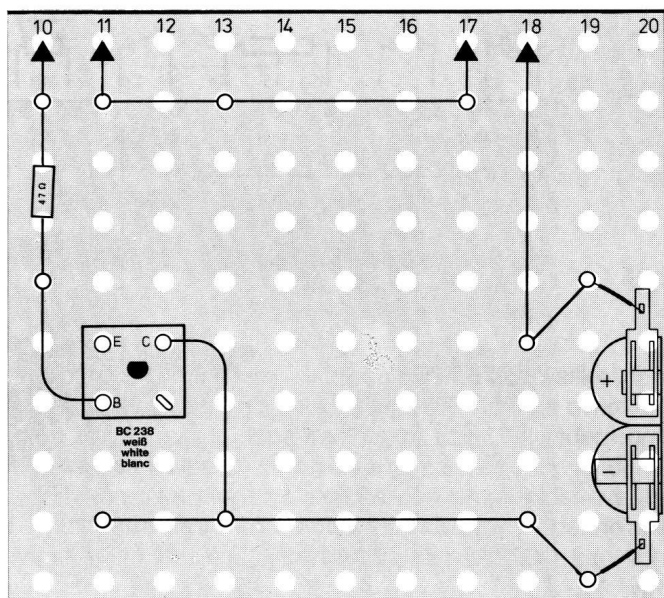


fig. 77

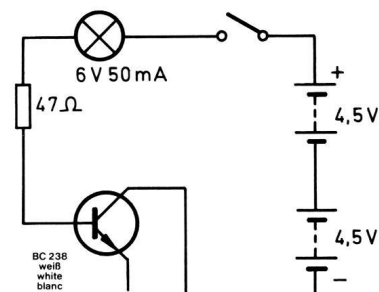
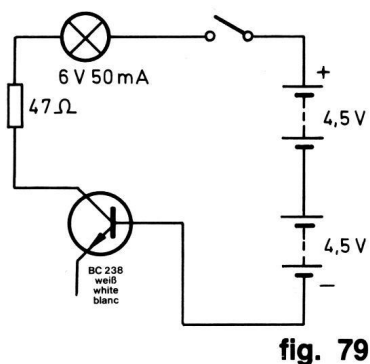


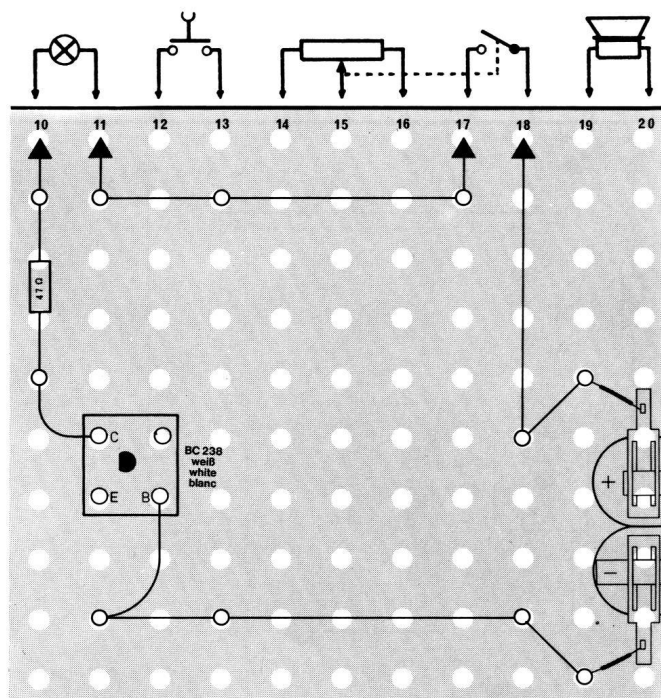
fig. 78





Kopling 17

fig. 80



Så kan du endre oppbyggingen som på fig. 79, 80 – slik at kollektor (c) forbindes med plusspolen via motstanden, lampen og strømbryteren – og at basis (B) forbindes direkte til batteriets minuspol. Lyser lampen nå også?

Lampen lyser bare i første tilfelle, når basis er koplet til batteriets plusspol. Det spiller forresten ingen rolle om motstanden, lampen og strømbryteren er koplet mellom basis og polen. Basis er likevel koplet til plusspolen.

Selv når basis og kollektor er innkoplet, oppfører transistoren seg som en diode. La oss så undersøke hva som skjer om vi kopler inn emitter og kollektor på tilsvarende måte.

Bygg koplingen på fig. 81, 82. Lyser lampen?

Kopling 18

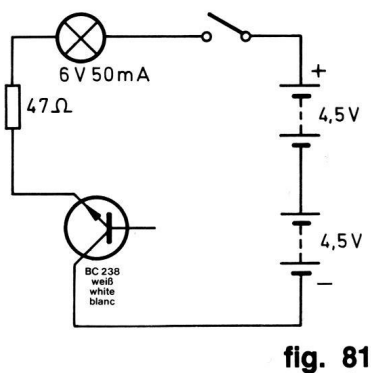
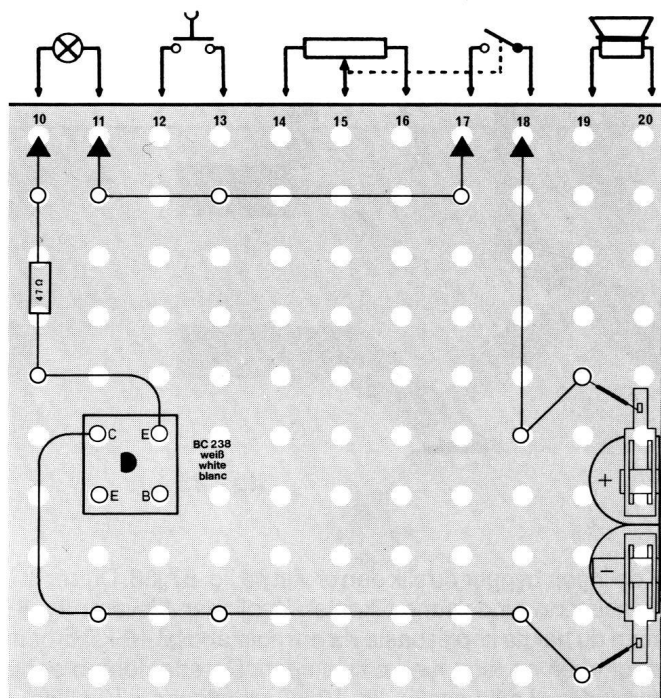
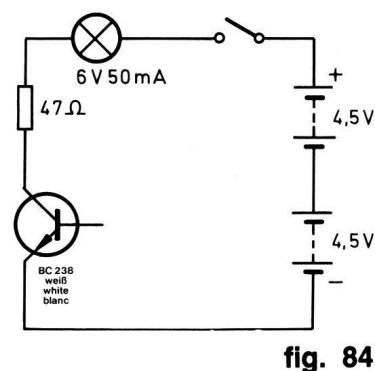
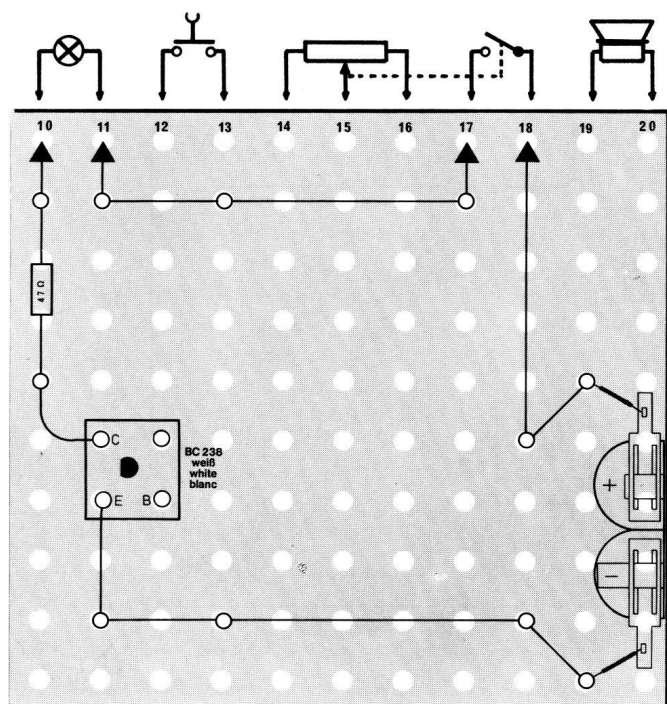


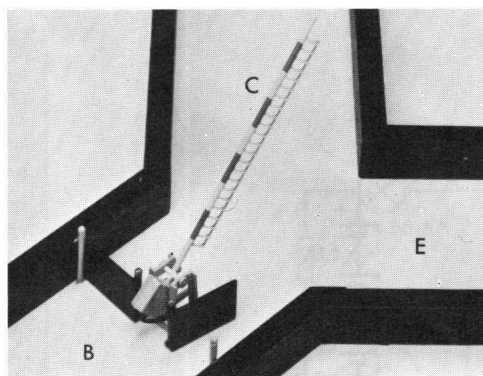
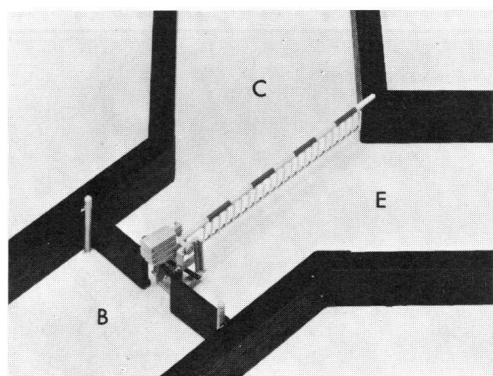
fig. 82





Skift igjen tilkoplingen og sjalt inn strømmen (fig. 83, 84). Lampen lyser ikke i noen av tilfellene. Det går altså ingen strøm gjennom transistoren når bare emitter og kollektor er tilkopleet batteriet. For at du enklere skal forstå det som skjer, skal vi først ta for oss et eksempel.

Tenk deg at det finnes dører mellom B og E, og tilsvarende mellom B og C – og at disse dørene bare kan åpnes den ene veien. Dette tilsvarer koplingene 14–17. Du må også tenke deg at det finnes en «bom» mellom E og C, en slik som finnes på jernbane-overganger, og at bommen ikke kan åpnes til siden. «Bommen» kan bare løftes vha. en spesiell kopling, slik at det kan gå strøm gjennom (fig. 85–86).



Koplingen bygger du slik den er vist på fig. 87, 88. Du ser at denne gangen er alle tre transistorforbindelsene tilkople. Koplingen tilsvarer fig. 83, da lampen ikke lyste, men du har nå koplet basis via en motstand på 10 k $\Omega$  til batteriets plusspol. Kopl inn strømmen og legg merke til lampen. Deretter forandrer du koplingen slik at basis forbindes til minuspola via 10 k $\Omega$  motstanden. Kopl inn strømmen igjen.

## Kopling 19

## Kopling 20

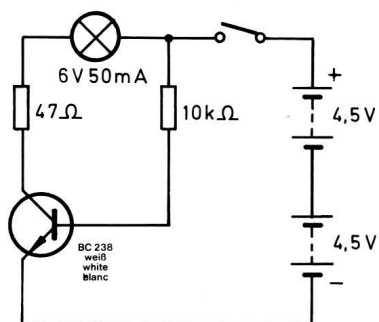


fig. 87

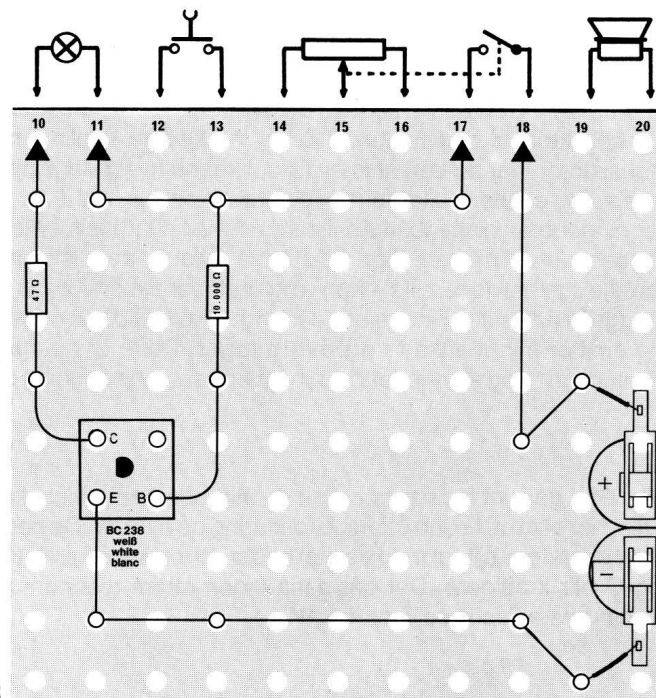


fig. 88

## Kopling 21

I det første tilfelle lyser lampen. Gjennom motstanden på 10 kΩ går det en relativt liten strøm til basis og videre til plusspolen. Denne strømmen er imidlertid stor nok til å løfte «bommen» – slik at det går en stor strøm mellom B og C – og videre slik at lampen lyser. Er imidlertid basis koplet til minuspolen, lyser ikke lampen. Det er enkelt å vise at det bare går en meget svak strøm gjennom **basiskretsen** – strømkretsen fra emitter til basis – ved å kople lampen inn i basistrømkretsen (fig. 89–90). Nå lyser ikke lampen, selv om kretsen er nesten uforandret – og vi vet at det går en strøm fra emitter til kollektor i **kollektorstrømkretsen**. Strømmen i basis er så svak at lampen ikke lyser.

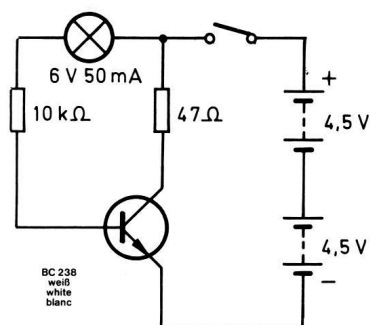


fig. 89

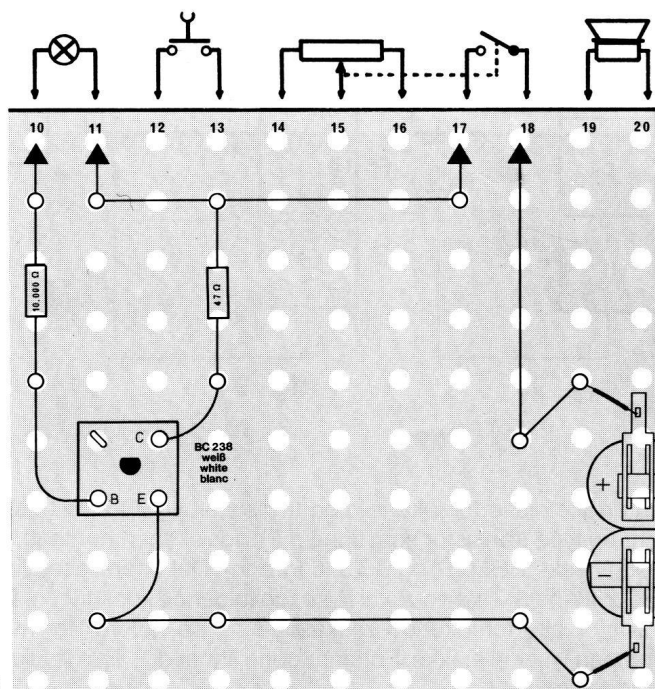


fig. 90

Det eksemplet vi først brukte – for å forklare hva som skjer i en transistor – må vi nå se nærmere på. Du vil sikkert forstå det hele lettere dersom du husker på at en svak strøm fra batteriets minuspole, gjennom emitter og basis til plusspolen, kan løfte «bommen». Derved kan det gå en sterkere strøm fra minuspolen gjennom emitter og kollektor, til plusspolen. Fra de forskjellige koplingene du har foretatt med transistorer, har du lært at to av tilkoplingene hver gang opptrer som dioder – enten basis og emitter, eller basis og kollektor (se fig. 91). Vi kan sette sammen tegningene av disse to «transistordiodene». Da basis er felles for begge diodene, legges den i midten (fig. 92). Altså består transistoren BC 238 (hvit) av tre forskjellige halvledersjikt – npn – og derfor snakker vi også om en **npn-transistor**. Begge de ytterste sjiktene er n-ledende. Mellom basis og kollektor og mellom basis og emitter har vi altså to **pn-overganger**. Dette er betegnelsen på grensesjiktet mellom en p- og en n-ledende sone. Legger vi en spenning over emitter og kollektor

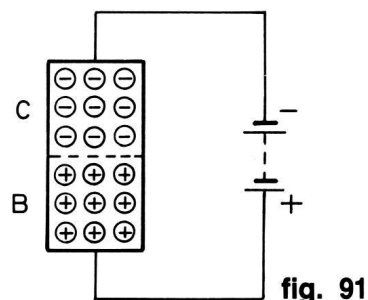


fig. 91

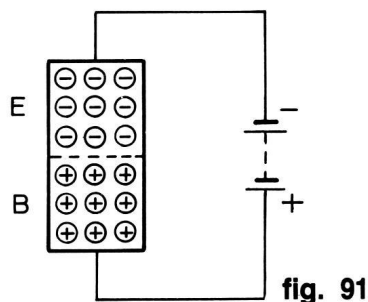


fig. 91

(fig. 93), går det ingen strøm slik du allerede har bevist i koplingene 18 og 19. Og – her skal du få den utførlige forklaring på hvorfor. De negative ladningsbærerne i det øverste n-sjiktet trekkes mot batteriets plusspol, slik at **sperresjiktet** mellom B og C blir kraftigere. Det går altså ingen strøm gjennom transistoren fordi dette forhindres av sperresjiktet (fig. 94).

Slik du har lært det fra våre tidligere koplinger, må derfor basis være tilkoplek batteriets plusspol via en formotstand – for at det skal kunne gå en strøm mellom emitter og kollektor. Du ser en skematisk fremstilling av dette på fig. 95. Ved å kople den p-ledende basis til spenningskildens plusspol, forhindres det øverste sperresjiktet i å bre seg ut. Dessuten går det en ganske svak strøm fra emitter til basis. Samtidig som veien er frigjort for den meget sterkere strøm fra emitter til kollektor. Dette er vist skematisk på fig. 96.

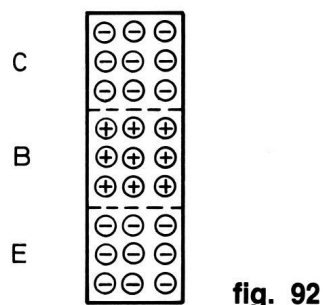


fig. 92

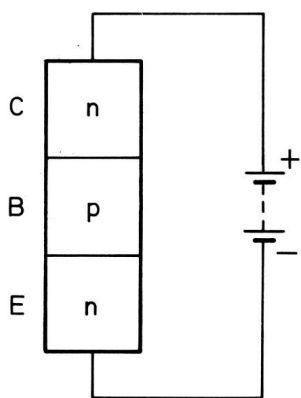


fig. 93

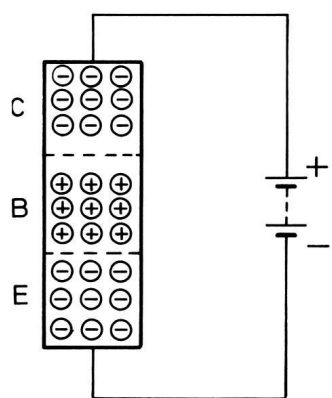


fig. 94

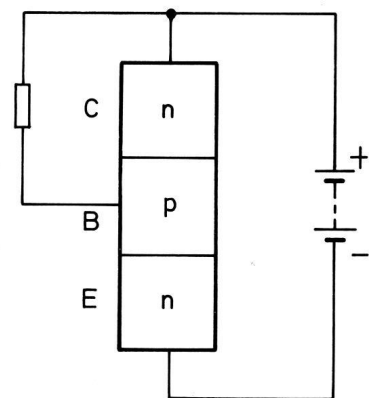


fig. 95

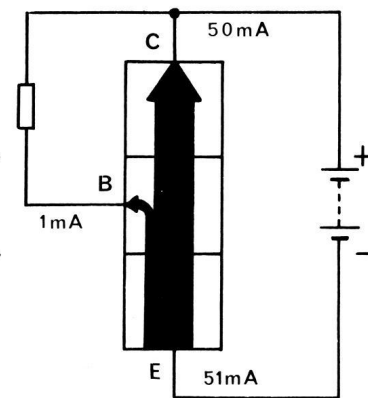
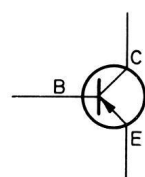


fig. 96

Etter alle disse forsøkene med transistor BC 238 (hvit), skal du nå undersøke en annen type transistor som finnes i Philips eksperimentsett. Det er transistor BC 158 (blå) i eske EE 2007 og BC 328 (grønn). Det er en vesentlig forskjell på disse to og BC 238 (hvit) – som du skal få se i de følgende koplingene. Det enkleste vil være om du gjør alle forsøkene i rekkefølge og så noterer for hvert koplingsskjema om lampen lyser eller ikke. Forklaringene finner du i direkte tilknytning til de påfølgende byggeplanene.

#### Transistor PNP





Kopling 22

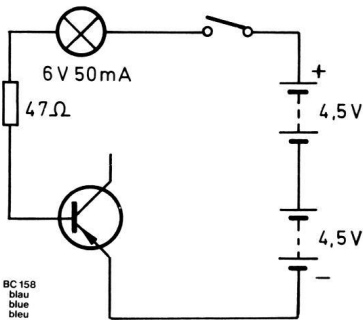


fig. 97

Kopling 23

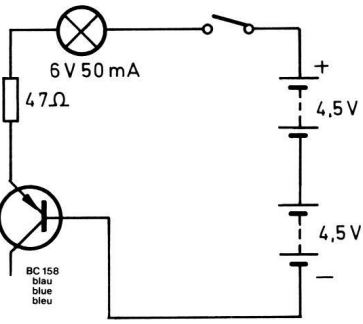


fig. 99

Kopling 24

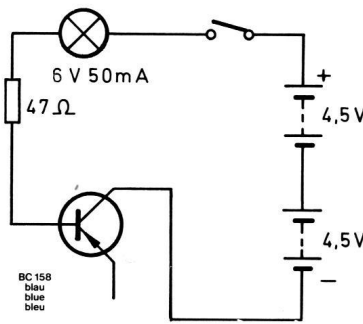


fig. 101

fig. 98

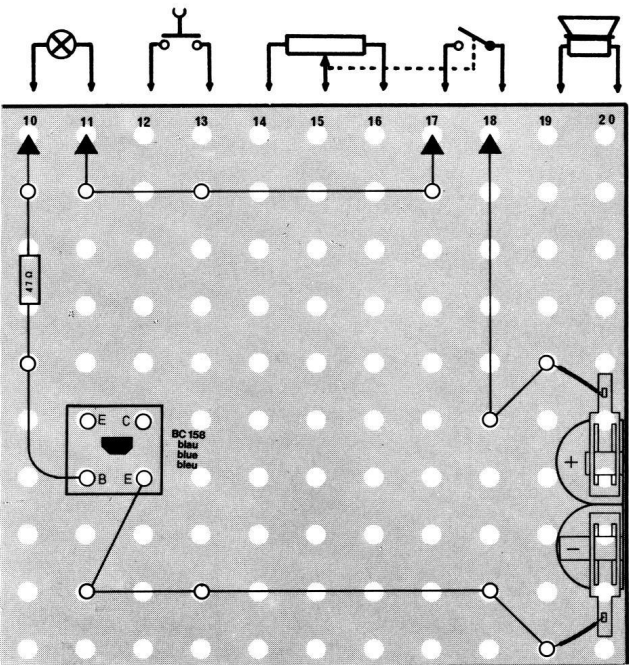


fig. 100

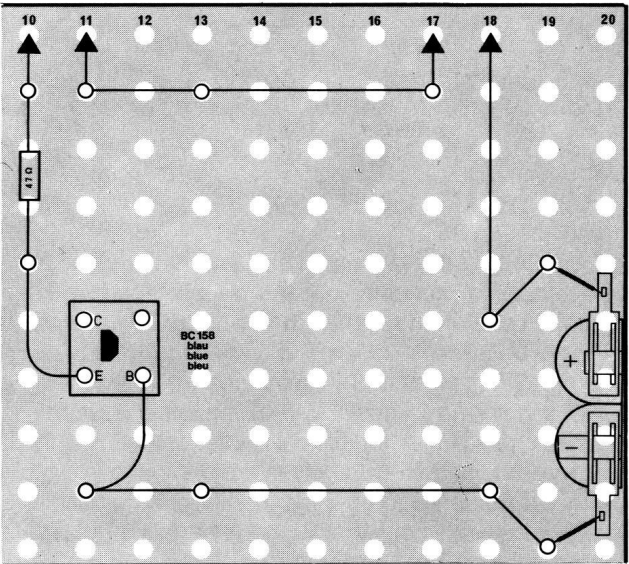
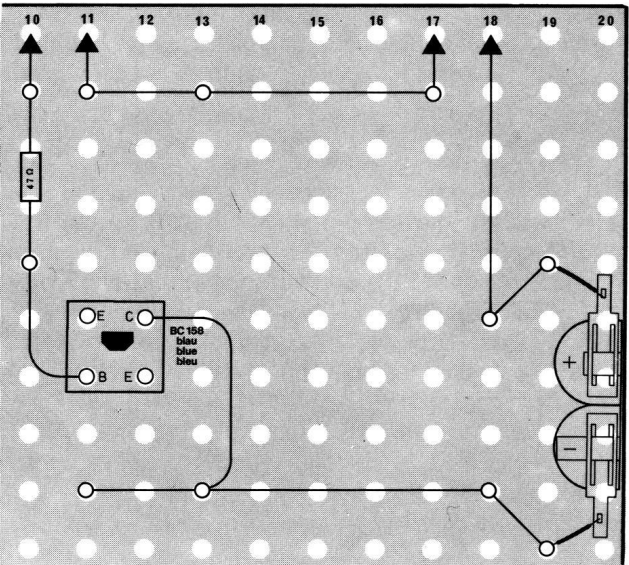


fig. 102



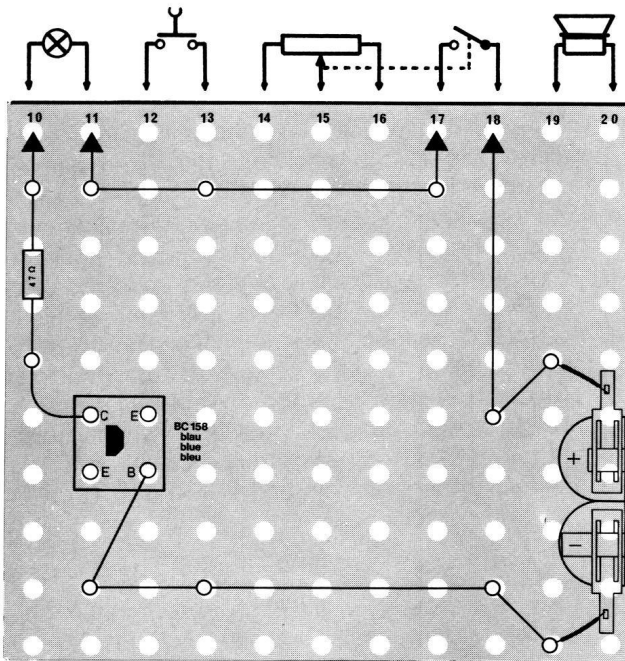


fig. 103

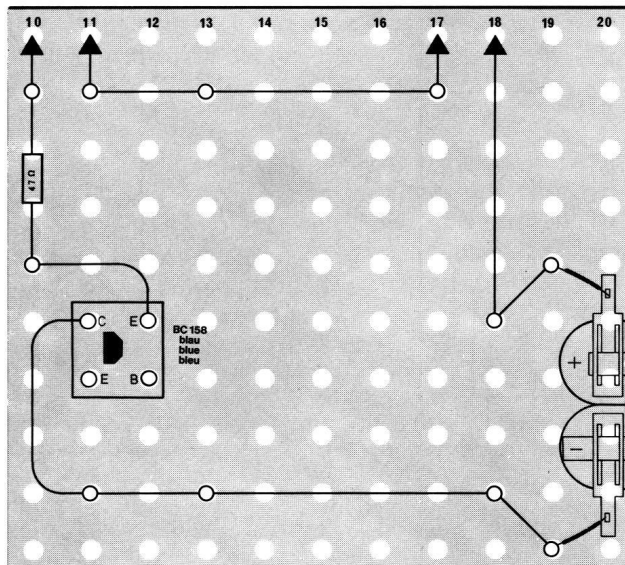


fig. 105

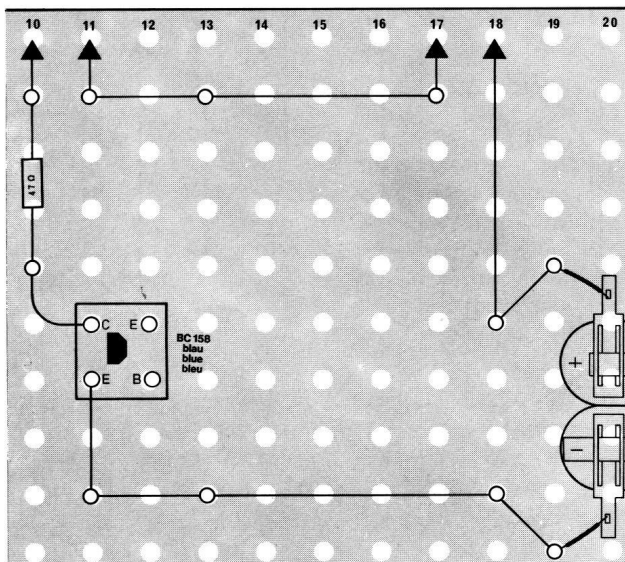


fig. 107

## Kopling 25

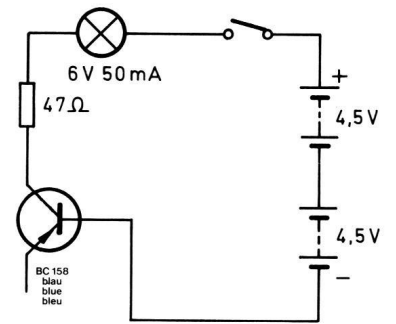


fig. 104

## Kopling 26

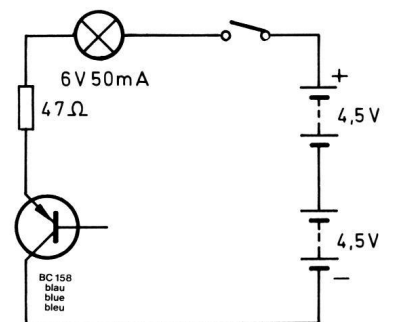


fig. 106

## Kopling 27

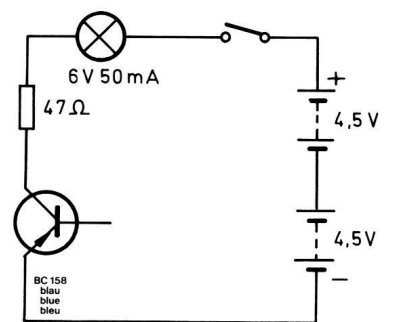
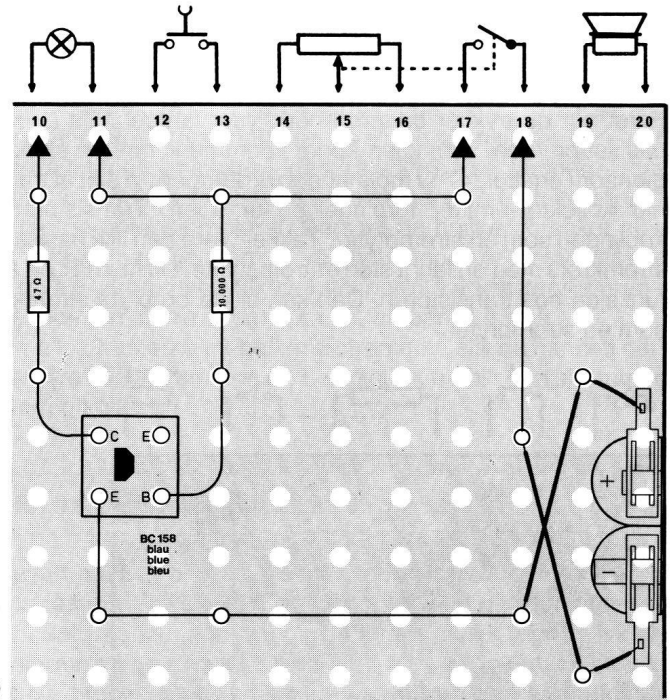
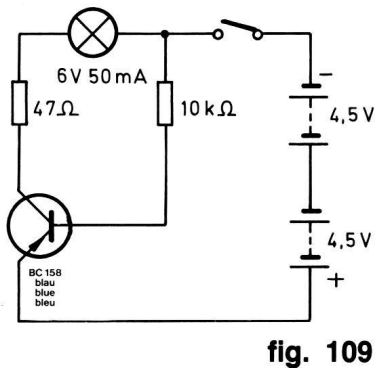


fig. 108

## Kopling 28



Dersom du nå har koplet riktig – så vil lampen lyse i koplingene på fig. 99, 104 og 109. Du har kanskje allerede lagt merke til at når lampen lyser, så er basis på transistoren BC 158 (blå), eventuelt BC 328 (grønn) tilkopledd batteriets minuspol. «Bommen» var altså åpen slik at strømmen fra C til E kunne slippe gjennom. Den store forskjellen mellom BC 238 (hvit) og denne siste transistoren BC 158, er at de tre halvledersjiktene er ordnet i rekkefølge p-n-p. Denne transistoren kalles derfor en **pn-p transistor**. Det kan bare gå strøm fra emitter til kollektor, gjennom begge sperresjiktene, når basis – som inneholder negative ladningsbærere – er koplet til den negative polen på spenningskilden. Npn- og pnp-transistorene kan stort sett utføre de samme funksjonene, men vi må alltid passe på at de respektive tilkoplingene er koplet til riktig pol – overensstemmende med transistortypen. Dersom du vil interessere deg mer inngående for transistorer – vil det være av viktighet å vite hva typebetegnelsen egentlig forteller. Den første bokstaven forteller hvilket materiale transistoren er laget av

A = Germanium

B = Silisium

Den andre bokstaven forteller deg om anvendelsesområdet.

C i BC 158, BC 238 og BC 328 forteller at det dreier seg om **lavfrekvens-transistorer**, forkortet **LF-transistorer** som brukes i lavfrekvenskretser. De brukes for eksempel i vanlige forsterkere. Er den andre bokstaven «F» (BF 194), forteller dette at det dreier seg om en **høyfrekvenstransistor**, forkortet **HF-transistor**. Den brukes f.eks. i inngangstrinnet på en radiomottaker. Dersom vi skal bygge en forsterker med litt større utgangseffekt (10 W eller mer), bruker vi en **effekttransistor**. Annen bokstav er her en «D», (f. eks. BD 139).

Tallene etter bokstavene (158, 238 etc.) brukes til å skille transistorer av samme type fra hverandre. Så langt foreløpig, om typebetegnelser.

Det er nå på tide at du bygger flere koplinger, slik at du riktig kan forstå hvordan transistorene virker i apparatene. I de følgende koplingene skal du hele tiden bruke den hvite transistoren, BC 238.



## 2.8. Transistorer som strømbryter

Bygg koplingen på fig. 111, 112. Når du ser på skjemaet, vil du sikkert legge merke til at trykkbryteren bare sjalter basisstrømmen.

Først når du trykker bryteren ned, lyser lampen. Da åpnes veien for den svake basisstrømmen, som igjen åpner «bommen» for den sterkere strømmen som går gjennom emitter,  $47\ \Omega$  motstanden og lampen. Vi sier at transistoren «blir ledende» når kollektor-emitter forbindelsen er åpen. Transistoren virker altså i denne koplingen som en strømbryter. Takket være den lille basisstrømmen, sluttes det en strømkrets med en langt større strømstyrke. Du har nå lært å kjenne en meget viktig funksjon hos transistoren. Den kan slutte og bryte strømkretser på samme måte som en strømbryter.

Kopling 29

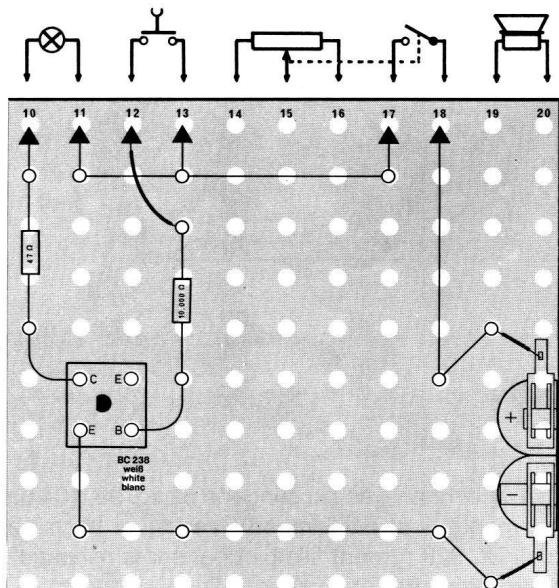


fig. 111

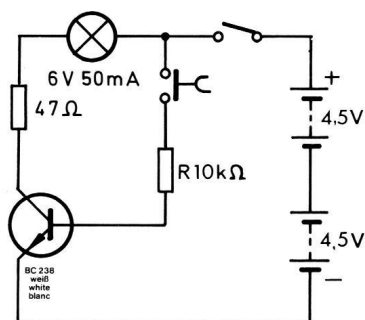


fig. 112

## 2.9. Transistoren som forsterker

Det er en annen og meget viktig oppgave for transistoren du skal lære om, i de følgende koplingene. Du bygger dem slik de er vist på fig. 113, 114. Skru først potensiometeret helt til venstre – og deretter langsomt til høyre. Legg merke til hva som skjer med lampen.

Kopling 30

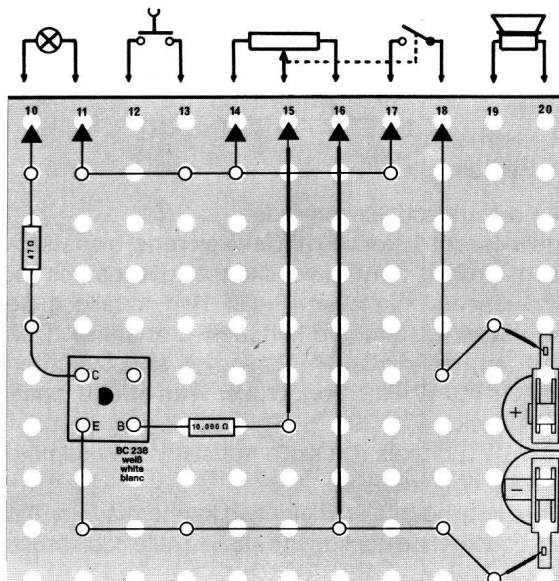


fig. 113

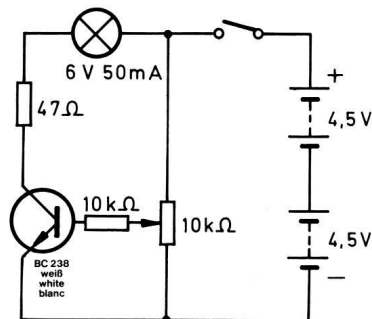


fig. 114

Når knappen er omtrent i midtstilling, begynner lampen å lyse svakt – og når du vrir knappen videre mot høyre, lyser lampen stadig sterkere.

Så lenge lampen ikke lyser, ligger det en negativ spenning over basis på transistoren. Først når slepekontakten på potensiometeret passerer midtstillingen, får basis en liten positiv spenning. Da lyser lampen. Jo større spenningen blir – den øker fordi potensiometermotstanden minskes – desto sterkere lyser lampen. Tross dette er basisstrømmen ganske liten fordi  $10\text{ k}\Omega$  motstanden fortsatt er koplet i serie med slepekontakten på potensiometeret. Dersom du husker forsøket med motstanden, så vet du at strømmen gjennom  $10\text{ k}\Omega$  motstanden er for svak til å få lampen til å lyse. Denne svake strømmen er likevel stor nok til å **styre** transistoren – slik at denne slipper gjennom en større strøm som får lampen til å lyse.

Med en transistor kan vi altså forsterke meget små strømmer, slik du har sett det i denne koplingen. Jo sterkere basisstrømmen er, desto sterkere blir den strømmen som går gjennom emitter og kollektor.

### En transistor kan forsterke strøm

Du har kanskje allerede lurt på hvorfor vi alltid setter en **formotstand** foran basis. Uten denne ville vi jo ha fått en sterkere basisstrøm og derved også en sterkere emitter-, kollektor-strøm. Selv motstanden mellom batteriets plusspol og kollektor-tilkoplingen reduserer strømmen gjennom transistoren. Men begge motstandene er nødvendige for at transistoren ikke skal bli ødelagt, og for at den skal bli utnyttet på optimal måte.

Med disse motstandene innstiller vi transistorens **arbeidspunkt** – hvilket igjen vil si: de forhold som får transistoren til å arbeide mest effektivt. For å innstille transistorens arbeidspunkt kan du gjøre følgende forsøk. Bygg koplingen på fig. 115, 116. Legg merke til hvor sterkt lampen lyser. Bytt så for et øyeblikk ut formotstanden på  $10\text{ k}\Omega$  med en motstand på  $2,2\text{ k}\Omega$ . Forandres lampens lysstyrke nå?

#### Kopling 31

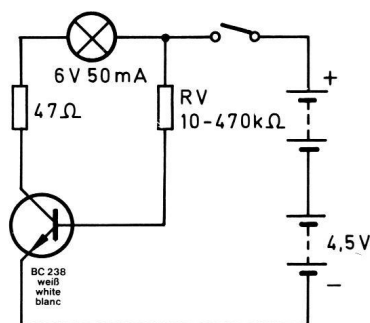


fig. 115

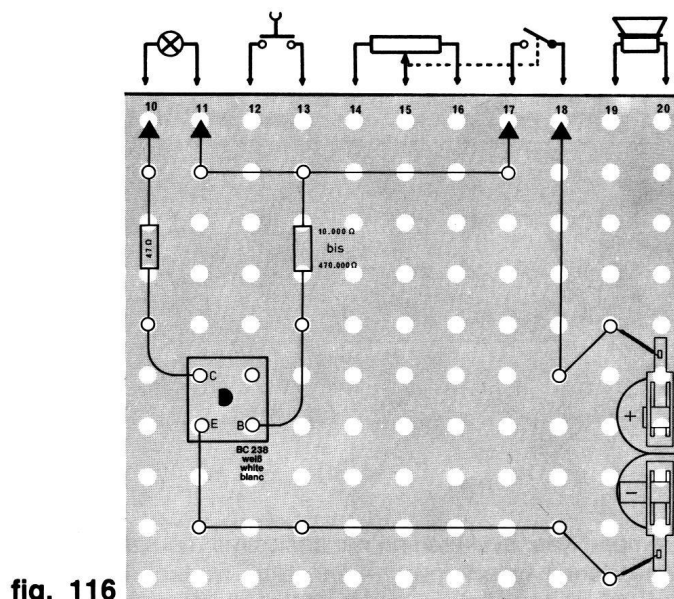


fig. 116

Selv om det går en betydelig sterkere strøm gjennom motstanden på  $2,2\text{ k}\Omega$ , forandres ikke lampens lysstyrke. Den sterkere strømmen bidrar altså ikke til større emitter-, kollektorstrøm, men belaster bare transistoren mere.

Strømmen gjennom kollektor og emitter begrenses nemlig av motstanden på  $47\ \Omega$ , den såkalte **arbeidsmotstanden**. Strømmen kan ikke bli sterkere enn når hele batterispenningen faller over arbeidsmotstanden og lampen. Over transistorens emitter og kollektor får vi derfor ikke lenger noe spenningsfall. Bytt så til slutt formotstanden med følgende motstander etter tur,  $47\ \text{k}\Omega$ ,  $100\ \text{k}\Omega$ ,  $220\ \text{k}\Omega$  og  $470\ \text{k}\Omega$ . Legg merke til lysstyrken på lampen. Ved  $47\ \text{k}\Omega$  lyser lampen ennå ganske svakt, og ved  $100\ \text{k}\Omega$  kan du såvidt se at den gløder. Ved  $220\ \text{k}\Omega$  og  $470\ \text{k}\Omega$  gløder den ikke i det hele tatt.

Vha. formotstanden minsker vi batterispenningen på  $9\ \text{V}$ . For transistoren BC 238 må den minskes så meget at den bare blir omtrent  $620\ \text{mV}$ . Dette oppnår vi ved motstanden på  $10\ \text{k}\Omega$ . Vha. denne motstanden går det nå nøyaktig den riktige basisstrømmen. I stedet for en formotstand kan vi også bruke en spenningsdeler for innstilling av arbeidspunktet.

Dette var nettopp det du gjorde i kopling 30 der du prøvde transistorens forsterkningsegenskaper.

En riktig formotstand for transistoren er imidlertid ikke tilstrekkelig for de fleste koplinger. Ved lenger drift oppvarmes transistoren ofte, og strømmen vil øke. Vi får da en forskyvning av transistorens arbeidspunkt og må foreta oss bestemte ting for å **stabilisere** denne. En slik stabilisering er vist på fig. 117, 118.

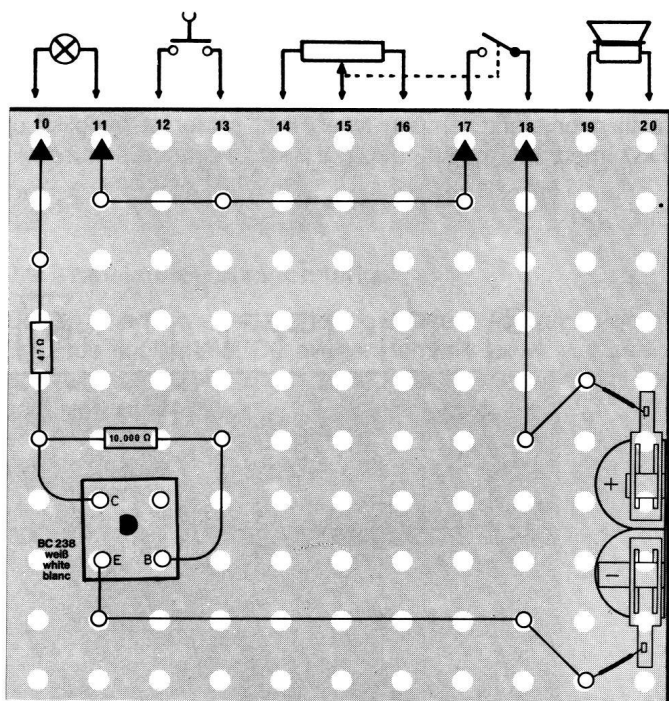


fig. 117

Kopling 32

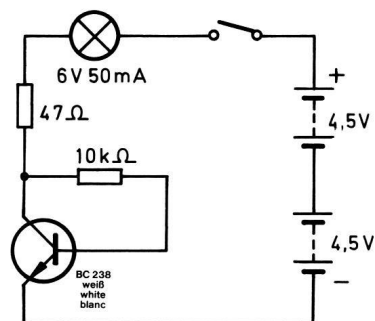


fig. 118

Lampen lyser svakere enn når basisstrømmen tas direkte fra batteriets plusspol. Ved denne type kopling – en såkalt **motkopling** – stabiliseres transistorens arbeidspunkt på følgende måte. Når kollektorstrømmen øker, avtar kollektorspenningen. Vi får da et større spenningsfall over lampen og motstanden på  $47\ \Omega$ . Dette spenningsfallet minsker også basispenningen slik at transistorens utstyring blir mindre. Dette gjør at kollektorstrømmen avtar, og litt etter litt normaliseres forholdene i transistoren.

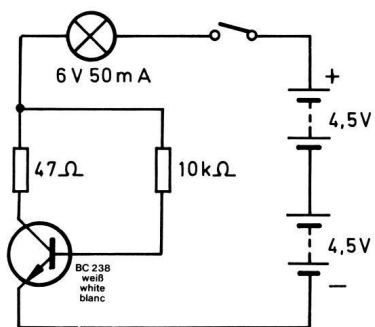


fig. 119

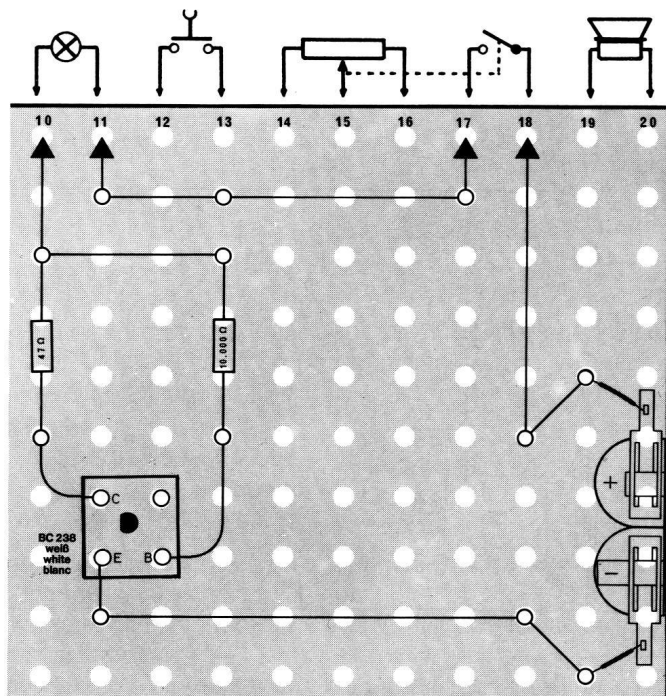


fig. 120

### Kopling 33

Tilkoples derimot basismotstanden mellom lampen og 47 Ω motstanden, lyser lampen sterkere (fig. 119, 120). Motkoplingen blir i dette tilfellet mindre.

Vi kunne også bruke en NTC-motstand (temperaturfølsom motstand eller **termistor**) til å stabilisere arbeidspunktet. Termistoren koples like ved transistoren. Når temperaturen øker, avtar termistorens resistans. På denne måten blir også spenningsfallet over termistoren mindre og derfor minsker igjen den positive basisspenningen (fig. 121, 122). Basisstrømmen blir mindre. Dette medfører at kollektorstrømmen avtar og at transistoren igjen avkjøles.

### Kopling 34

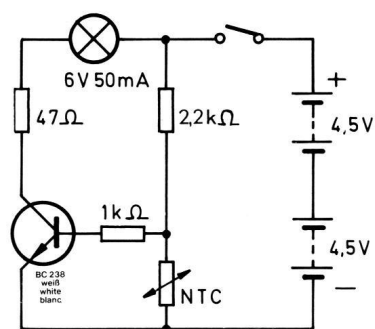


fig. 121

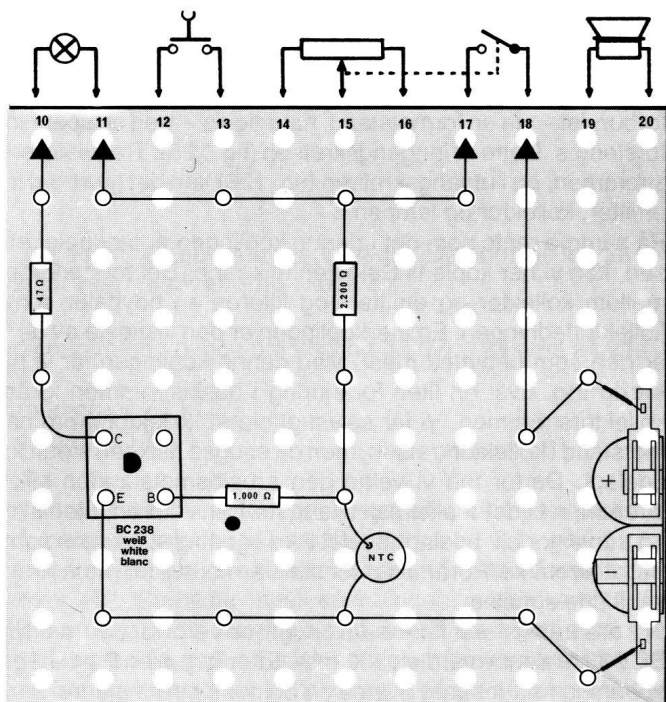


fig. 122

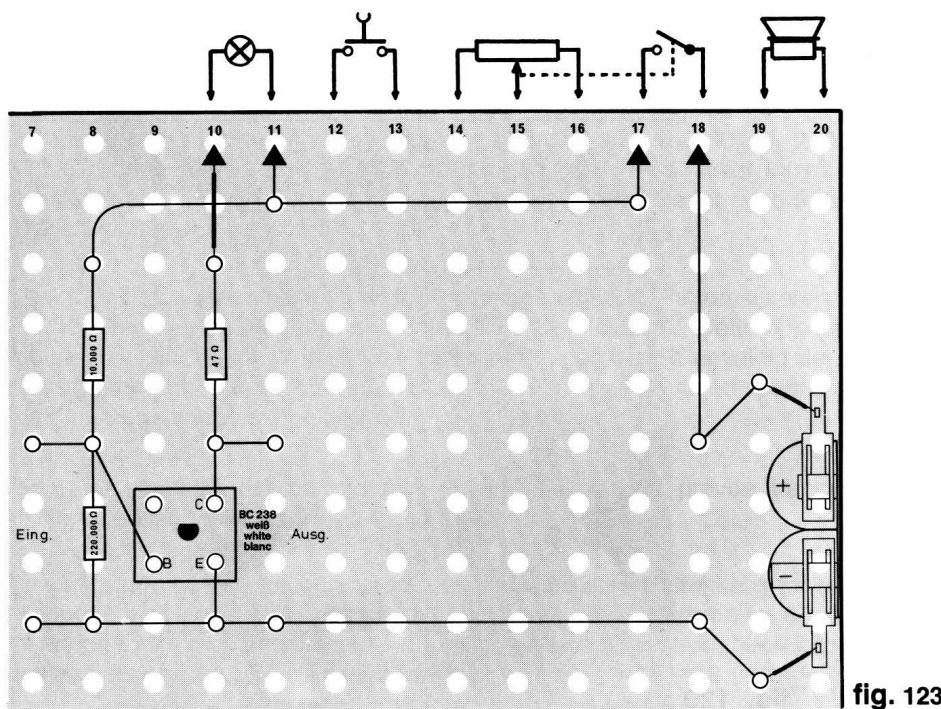


fig. 123

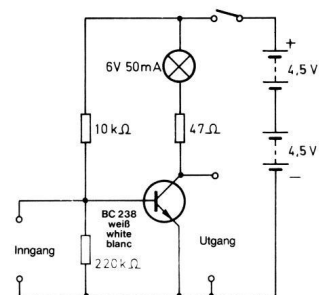


fig. 124

Transistoren kan arbeide på forskjellig måte i en apparatkopling. Ved siden av skille etter anvendelse: bryter – eller forsterkerkopling – skiller vi mellom tre forskjellige grunnkoplinger: **basiskopling**, **emitterkopling** og **kollektorkopling**. Den siste kalles ofte for **emitterfølger**. Man snakker også om **felles basis-kopling**, **felles emitter-kopling** og **felles kollektorkopling**.

Navnene kommer av at den aktuelle transistortilkoplingen er koplet både til inngangs- og utgangskretsen. I det følgende skal du stifte nærmere bekjentskap med disse grunnkoplingene – og lære å kjenne de fordeler og ulemper som har betydning for koplingsteknikken. Den første av koplingene kan du bygge slik den er vist på fig. 123, 124 (**emitterkoplingen**). I denne koplingen er basis og emitter forbundet – via en formotstand, naturligvis – med en spenningskilde hvis strøm skal forsterkes. Dette er inngangskretsen (fig. 125). Transistoren styres av denne svake strømmen, og i utgangskretsen (fig. 126) kan det gå strøm fra minuspoleen gjennom emitter, kollektor og lampen.

På samme måte som det i denne koplingen er innkoplet et batteri i inngangskretsen, kan vi her kople til f. eks. en mikrofon. Det forsterkede signalet kan da tas ut mellom kollektor og emitter- og tilføres en høyttaler som i praksis koples inn i kollektorledningen. Emitterkoplingen er den viktigste av de tre grunnkoplingene og er den som benyttes mest. Med denne koplingen får vi nemlig størst **strømforsterkning**, dvs. en liten forandring i basisstrømmen forårsaker stor forandring i kollektorstrømmen. Vi får selvsagt størst kollektorstrøm når det ikke finnes noen motstand i kollektorkretsen, men da er også risikoen størst for at transistoren kan bli ødelagt. Derfor må vi velge den arbeidsmotstanden slik at den kan begrense strømmen til det maksimalt tillatte for transistoren, uten at denne skades. Dersom en transistor blir ødelagt, er det ikke egentlig strømmen som forårsaker dette, men det at strømmen forårsaker for stor varmeutvikling inne i transistoren. Varmen fører så til ødeleggelse.

For alle transistorer finnes det oppgitt en verdi for den maksimale taps-effekten. For BC 238 er denne verdien 200 mW. Etter formelen  $P = U \cdot i$  betyr dette at ved en viss spenning må det bare tillates en bestemt strøm gjennom transistoren.

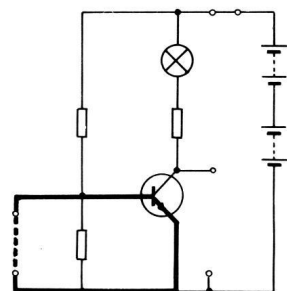


fig. 125

### Kopling 35

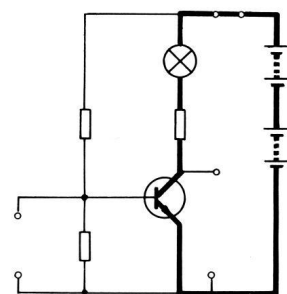


fig. 126



Eksempel: Mellom kollektor og emitter ligger en driftspenning på 3 V. La oss regne ut den høyest tillatte strøm:

$$I = \frac{P}{U}, \text{ altså}$$

$$I = \frac{0,2}{3}$$

$$I = 0,066 \text{ A} = 66 \text{ mA}$$

Tenk deg nå at det oppstår en kortslutning i koplingen og at hele batterispenningen på 9 V blir liggende over transistoren. Med basismotstanden har vi bestemt strømstyrken til 66 mA. Da blir effekten

$$\begin{aligned} 9 \text{ V} \cdot 0,066 \text{ A} &= 0,594 \text{ W} \\ &= 594 \text{ mW} \end{aligned}$$

En så høy tapseffekt fører altså til at transistoren ødelegges. Også for strømstyrken finnes det en grense. Den må ikke overstige 100 mA.

I en emitterkopling kan strømforsterkningen – forkortet  $V_I$  – ligge mellom 20 og 100 ganger, avhengig av transistortypen.

Eksempel: En basisstrøm på 0,02 mA gir en kollektorstrøm på 80 mA. Når kollektorstrømmen er 400 ganger større enn basisstrømmen, er altså strømforsterkningen  $V_I = 400$ .

Med en emitterkopling kan vi også få høy **spenningsforsterkning**,  $V_U$ . For å oppnå dette må vi kople en motstand inn i kollektorkretsen, slik at det kan oppstå et spenningsfall over motstanden. I avsnittet om motstand lærte du at vi får et stort spenningsfall dersom vi har en motstand med høy resistans. Velger vi derimot en altfor stor motstand, minskes strømforsterkningen. Motstanden må være så liten som mulig for å få høy strømforsterkning. Vi må altså regne oss frem til en motstand som gir den optimale virkningen. På den måten kan vi oppnå en spenningsforsterkning,  $V_U$ , på mellom 100 og 1000 ganger. Dette betyr at en forandring av basisspenningen på 0,01 V – kan forandre kollektorspenningen med 1–10 V. Dersom emitterkoplingen er gjort slik at vi samtidig har både strøm- og spenningsforsterkning, snakker vi om **effektforsterkning**. Effektforsterkningen kan vi regne ut vha. formelen

$$V_P = V_U \cdot V_I$$

Emitterkoplingen har dessuten et spesielt kjennetegn. Dersom vi legger en vekselstrøm over basis, får vi en **fasevending** i kollektor.

For å forklare fasevendingen må du bygge om kopling 35 (fig. 123) ved å bytte ut

motstanden på 10 k $\Omega$  med en på 47 k $\Omega$ .  
Koplingsskjemaet ser du på fig. 127.

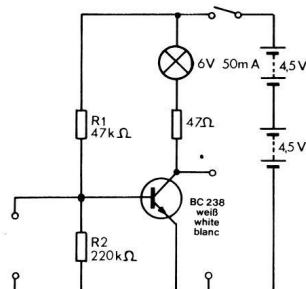


fig. 127

Vha. spenningsdeleren R1, R2 stiller vi inn forspenningen slik at lampen lyser med middels styrke. Ved å parallellkople 10 k $\Omega$ -motstanden med R1, går det en sterkere strøm gjennom basis: lampen lyser klarere. På denne måten får vi et større positivt spenningsfall over R2. Samtidig avtar spenningen mellom emitter og kollektor. Dersom vi nå kople 10 k $\Omega$ -motstanden parallelt med R2, avtar den positive basisspenningen og blir negativ. Strømmen gjennom transistoren blir svakere. Spenningen mellom emitter og kollektor øker, og lampen lyser svakere.





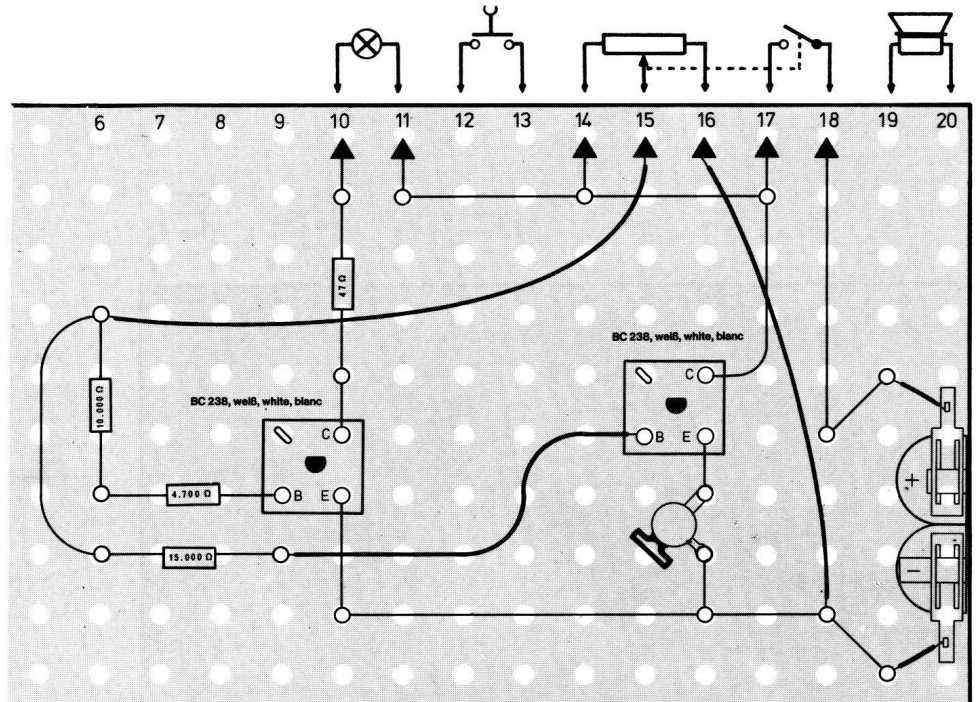


fig. 130

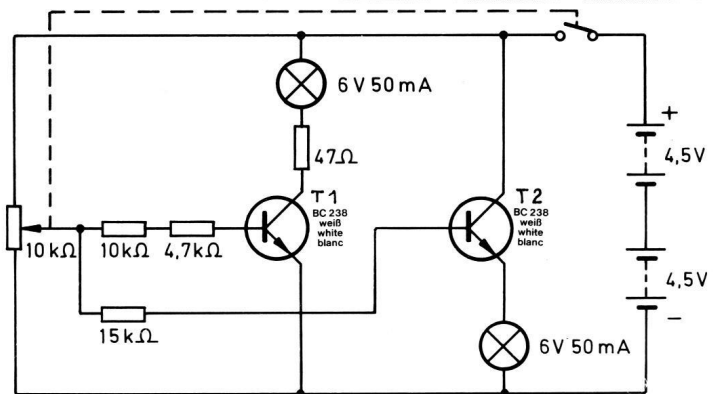


fig. 131

### Kopling 37

Hvor forskjellig spenningsforsterkningen i emitterkoplingen (transistor T1) er – sammenlignet med kollektorkoplingen (transistor T2), kan du se av koplingen i fig. 130, 131.

Kople først lampen inn i den første transistorens (T1) kollektorkrets. Sjalt inn potensiometeret og se på lampen. Allerede ved en meget liten basisspenning – når knappen står omtrent i midtstilling – begynner lampen å lyse, og når knappen er skrudd helt til høyre, lyser lampen for fullt. Små forandringer med potensiometeret – som medfører små forandringer i basisspenningen – gir stor forskjell i lampens lysstyrke – altså høye kollektorspenninger.

Så kan du kople lampen inn i den andre transistorens (T2) emitterkrets og du vrir igjen på potensiometerknappen. Først når knappen er dreiet nesten helt til høyre, begynner lampen å lyse – og til slutt lyser den fremdeles bare svakt. Her har du altså beviset for at kollektorkoplingens spenningsforsterkning er meget liten. Forandringen i basisspenningen gir bare små forandringer i emitterkretsen.

Basiskoplingen (fig. 132, 133) brukes mest i HF- (høyfrekvens-) forsterkertrinn. Basis er den felles tilkoplingen for både inngang og utgangstrinn. Ved basiskoplingen er strømforsterkningen mindre enn 1, og spenningsforsterkningen ligger mellom 100 og 1000. Effektforsterkningen kan altså høyest ligge mellom 100 og 1000.

## Kopling 38

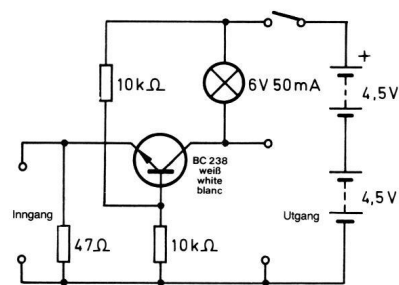
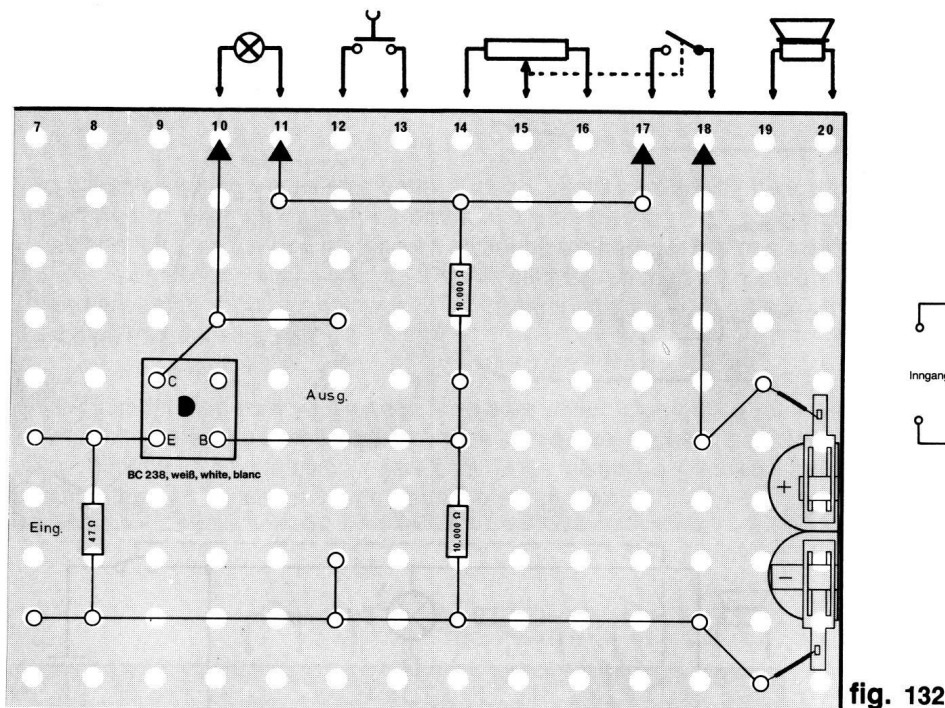


fig. 133

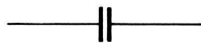
fig. 132

## 2.10. Kondensator

Den siste komponenten du skal lære om i denne innføringen i elektronikk, er **kondensatoren**. Avhengig av hva den er laget av, snakker vi om ulike kondensatortyper som alle har sine spesielle anvendelsesområder.

Vi har keramiske kondensatorer, polyesterkondensatorer, elektrolyttkondensatorer og dreiekondensatorer. De forskjellige typene har følgende skjemasymboler

Keramisk kondensator og polyesterkondensator



Elektrolyttkondensator



Dreiekondensator



I dette avsnittet kommer du til å lære om hva alle disse typene har felles. Bygg igjen en enkel strømkrets med en lampe og en strømbryter (fig. 134, 135). Mellom klemmene A og B kopler du først inn den polyesterkondensatoren som har påtrykt verdien 0,047  $\mu\text{F}$  og deretter den med 0,1  $\mu\text{F}$ . Sjalt inn strømmen, ved hvert forsøk, og legg merke til lampen. Snu også kondensatoren.

Lampen lyser ikke i noen av tilfellene. Det er det samme hvilke kondensatorer du bruker. En kondensator **sperrer** altså for likestrøm.

## Kopling 39

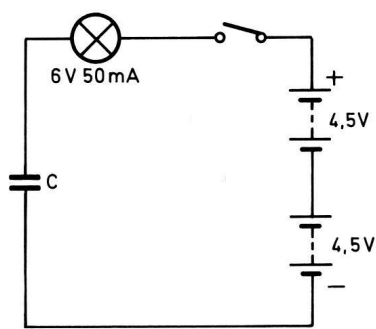


fig. 134

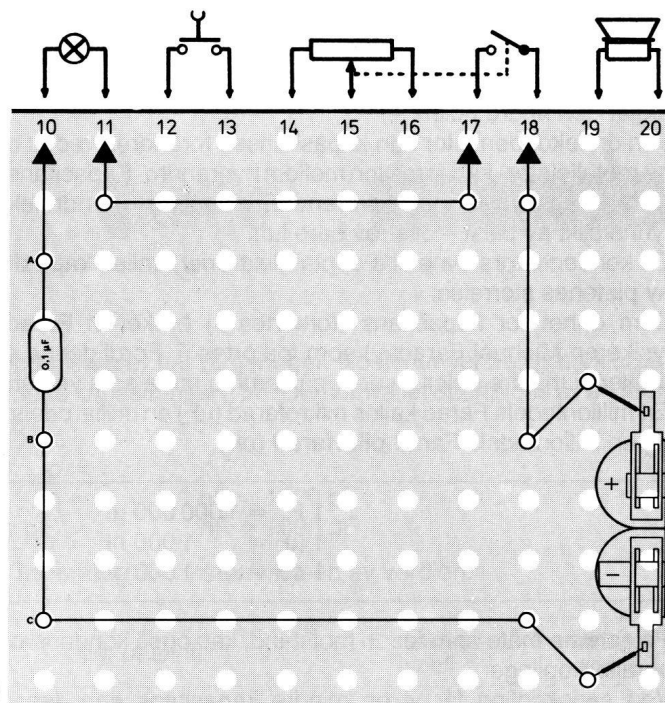


fig. 135

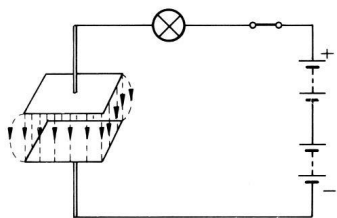


fig. 136

I prinsippet består alle disse kondensatorene av to plater som er plassert mot hverandre uten at de berører hverandre. Ja, de er til og med skilt fra hverandre vha. en isolator. Det kan derfor ikke gå noen strøm gjennom dem.

Allikevel skjer det meget viktige ting inne i en kondensator, selv om dette er usynlig for deg. Når du kopler inn strømmen, forbindes kondensatorens ene tilkopling til batteriets minuspol – og den andre til plusspolen. Fra minuspolen går det en strøm av elektroner til den ene «platen» – slik at det oppstår et elektronoverskudd. Den blir altså negativt ladet. Fra den andre platen bare går de frie elektronene som finnes der, seg mot plusspolen. Det oppstår følgelig et elektronunderskudd på platen som altså blir positivt ladet.

Mellom begge platene som har motsatt ladning, bygges det opp et **elektrisk felt** som vist skjematisk på fig. 136. På samme måte som for et magnetisk felt, er også det elektriske felt usynlig. Det er bare gjennom visse effekter vi vet at det er der. Et sterkt elektrisk felt – frembragt av høye spenninger – trekker til seg støvpartikler. På fronten av en fjernsynsskjerm samles det alltid støvpartikler – fordi den høye spenningen, på 15 000 V eller mer, gir et meget kraftig elektrisk felt.

Når du nå slår av strømmen i den siste koplingen, forblir forskjellen i antall elektroner de to platene imellom – uforandret. Det samme gjelder også for det elektriske felt. En kondensator kan følgelig opplades. Vi sier også at den kan lagre elektroner – og derved også spenning.

I en keramisk kondensator består det isolerende materiale (som kalles et **dielektrikum**) av en keramisk substans. Kondensatoren fremstilles ved at det brennes fast to tynne metallsjikt på denne substansen. De keramiske kondensatorene som brukes i byggesettet, er beskyttet mot fuktighet og mekanisk påvirkning av en spesiallakk.

Polyester er et plastmateriale som egner seg spesielt godt til fremstilling av kondensatorer. En folie av polyester brukes som isolator. Folien er belagt med et metallsjikt (sølv) på den ene siden. Dersom en legger to biter av en slik folie mot hverandre og ruller disse hardt sammen, får vi en kondensator. Den blir beskyttet vha. et gult belegg som forhindrer at fuktighet trenger seg inn.

Elektrolyttkondensatorer brukes overalt der vi vil ha høy kapasitans og små dimensjoner. Dette oppnås ved at den ene polen – en metallfolie – belegges med et meget tynt oksydsjikt, som isolator. En elektrisk ledende væske – elektrolytten – utgjør den andre polen.

I en dreiekondensator kan kapasitansen forandres ved at begge polene (grupper av metallplater) kan føres inn mellom hverandre. Kapasitansen øker jo større del av platene som overlapper hverandre. Isolatoren i en dreiekondensator består av tynne sjikt av plast – eller av bare luft.

En kondensators evne til å oppta elektroner, kalles **kapasitans**. Den er avhengig av platenes størrelse.

Som enhet for kapasitans (forkortes **C**) bruker vi **Farad** (etter den engelske fysikeren Michael Faraday) som forkortes F. Fordi denne enheten er meget stor, bruker vi mindre deler av den, på samme måte som ved strømstyrke.

En milliontedels Farad kalles mikrofarad ( $\mu\text{F}$ ) en milliarddels Farad **nanofarad** (nF) og en billiontedels Farad **pikofarad** (pF).

1 F	=	1 000 000 $\mu\text{F}$
1 $\mu\text{F}$	=	1 000 nF
1 nF	=	1 000 pF

På samme måte som for en motstand, kan også kondensatoren brukes i serie- og parallellkoplinger.

Ved seriekopling får vi en mindre kapasitans enn den minste av de enkelte kondensatorenes kapasitans. Den samlede kapasitansen utregnes vha. følgende formel:

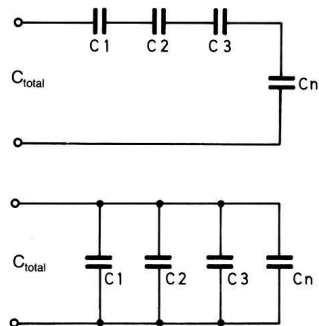
$$\frac{1}{C_{\text{total}}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

Ved parallellkopling øker kapasitansen. Den beregnes etter følgende formel:

$$C_{\text{total}} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

For å bestemme verdien på de keramiske kondensatorene, brukes samme fargekodesystem som for motstandene. Kondensatorene har imidlertid ingen fjerde gull- eller sølv-ring. Fargen på selve kondensatoren har heller ingen betydning. I stedet har de en fjerde og femte ring som angir hvor høy temperatur og hvor høy spenning kondensatoren tåler.

En keramisk kondensator har to tilkoplingstråder. Dersom du ser etter, så vil du se at disse trådene ikke sitter like langt fra kondensatorendene. Den ene tråden er festet nærmere enden enn den andre. Denne enden skal alltid vende mot venstre når du skal bestemme kondensatorens verdi. Verdien angis som nevnt, av de tre fargeringene, på samme måte som for en motstand (fig. 137a–d).



#### a) Tre fargeringer

som angir kapasitansen i pF i henhold til tabellen.

#### b) Fire fargeringer

De tre første ringene angir kapasitansen i pF i henhold til tabellen. Den fjerde fargeringen behøver du ikke bry deg om.

#### c) Fem fargeringer

Begge de ytterste fargeringene bryr du deg ikke om, de tre i midten angir kapasitansen i henhold til tabellen.

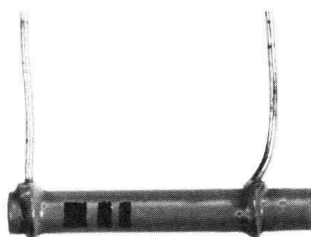
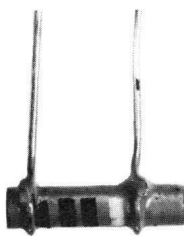
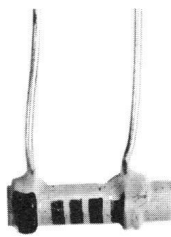


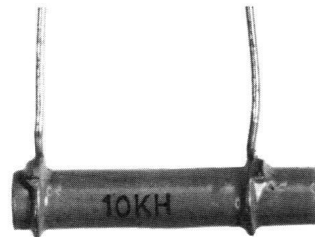
fig. 137.a



b



c



d

#### d) Trykt verdi

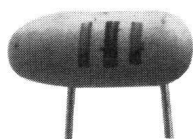
Ikke alle keramiske kondensatorer har fargeringer. Noen har verdien påtrykt. Står det et enkelt tall, angir dette kapasitansen i pF. Dersom tallet etterfølges av en **liten** bokstav, gjelder enheten.

p =	pF
n =	nF = 1000 pF
k (kilo pF) =	nF = 1000 pF

**Store** bokstaver betyr **ingenting** for bestemmelsen av verdien.

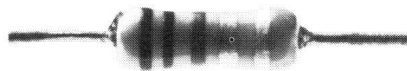
Verdi	Fargekode	eller påskrift				Erstatnings-verdi	Erstatnings-verdi
10 pF	brun svart, brun	10	10 p			—	11 pF
47 pF	gul lilla svart	47	47 p			43 pF	51 pF
1.000 pF	brun svart rød	1.000	1.000 p	1 k	1 n	820 pF	1.200 pF
10.000 pF	brun svart orange	10.000	10.000 p	10 k	10 n	8.200 pF	12.000 pF

#### Aksiale keramiske kondensatorer.



Dette sett inneholder keramiske kondensatorer i forskjellige utførelser. Ved siden av de avbildede rørkondensatorer nr. 349.1007 i boken kan det også følge med keramiske kondensatorer av nyeste utførelse. Trådene står aksialt (i hver ende) og de adskiller seg fra motstandene gjennom en annen fargekode.

Disse kondensatorene har en lysegrønn eller rosa grunnfarge og alltid fem fargeringer. De tre første angir kapasitet i pF (se fargekode ovenfor).



Den 4. fargering angir toleranse

5 % gull	20 % svart
10 % sølv	30 % grå

Den 5. fargering gjelder kondensatorens materiale. Den har for bestemmelse av verdien ingen betydning.

Polyesterkondensatorene har verdien påtrykt. Den er angitt i pF, nF eller  $\mu$ F. Omregningen finner du i tabellen nedenfor:

22 000 pF =	22 nF =	0,022 $\mu$ F
47 000 pF =	47 nF =	0,047 $\mu$ F
100 000 pF =	100 nF =	0,1 $\mu$ F
220 000 pF =	220 nF =	0,22 $\mu$ F

Elektrolyttkondensatoren har også verdien påtrykt.

4,7 $\mu$ F	10 $\mu$ F	100 $\mu$ F	680 $\mu$ F
-------------	------------	-------------	-------------



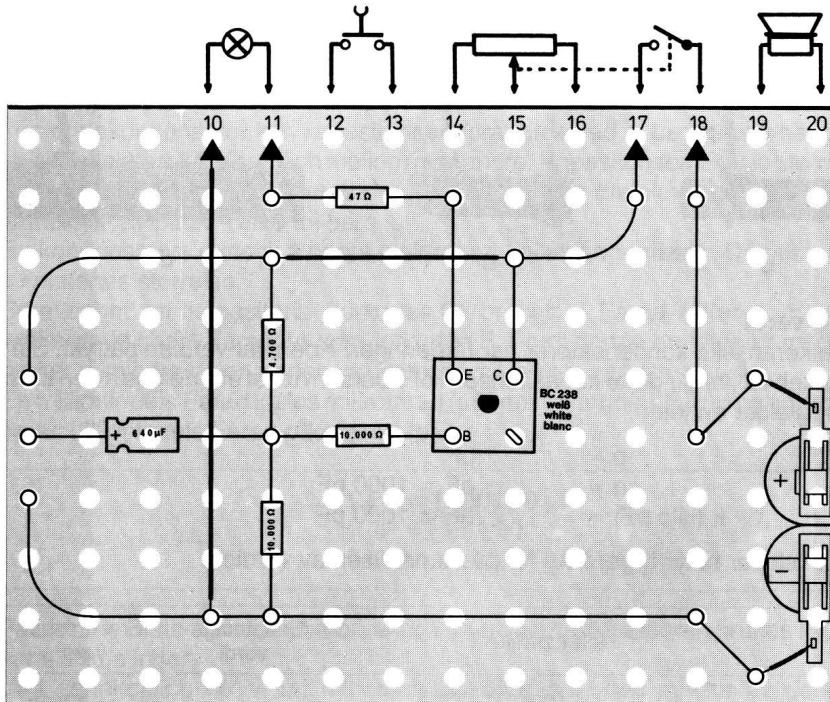


fig. 138

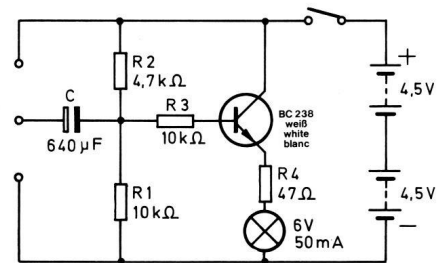


fig. 139

Vha. en transistor-forsterkerkopling kan du undersøke **opplading** og **utlading** av en kondensator. Du kopler opp som vist på fig. 138, 139. Transistorens arbeidspunkt bestemmes av spenningsdeleren R1/R2 – slik at det bare går en mellomstor strøm gjennom transistoren – og lampen lyser middels sterkt. Dersom du nå tilkopleer elektrolyttkondensatorens frie ende til batteriets plusspol, lyser lampen sterkt, men dempes raskt. På grunn av kondensatorens **utlading** får vi en kort stund: sterkere basisstrøm, slik at også kollektorstrømmen øker, og lampen lyser opp.

#### Kopling 40

Når du nå kopler elektrolyttkondensatorens frie ende til batteriets minuspol, slukker lampen et øyeblikk for så å lyse opp igjen. Mens kondensatoren **opplades**, skjer det et elektronbytte mellom platene, over R1. Helt til kondensatoren er fullt oppladet er basisstrømmen brutt og transistoren sperret. Lampen lyser ikke. Kondensatoren blir nå motsatt ladet – og jo mer oppladet den blir, jo svakere blir ladestrømmen – og jo sterkere blir igjen basisstrømmen. Og lampen lyser sterkere igjen.

**Enda en viktig påminnelse:** Det er bare i dette forsøket at du kan kople elektrolyttkondensatorens frie ende valgfritt til enten pluss- eller minuspolen på batteriet. I alle andre koplinger der du bruker en elektrolyttkondensator, må du se nøye etter hvordan den skal bygges inn. Ellers virker ikke koplingen – og det kan også hende at elektrolyttkondensatoren blir ødelagt. Se alltid etter rillen rundt kondensatoren, ved den positive enden!

De foregående koplingene med kondensatorer ble alle gjort ved likestrøm. Det du har lært, er at en kondensator er en **sperre for likestrøm**.

Hva skjer nå i en vekselstrømkrets der strømmen hele tiden forandrer retning? Det kan du finne ut av ved å bygge koplingen på fig. 140, 141. Kople om venderen (fra EE 2004).

#### Kopling 41

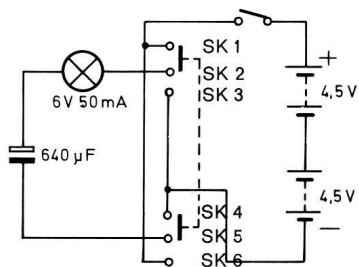


fig. 140

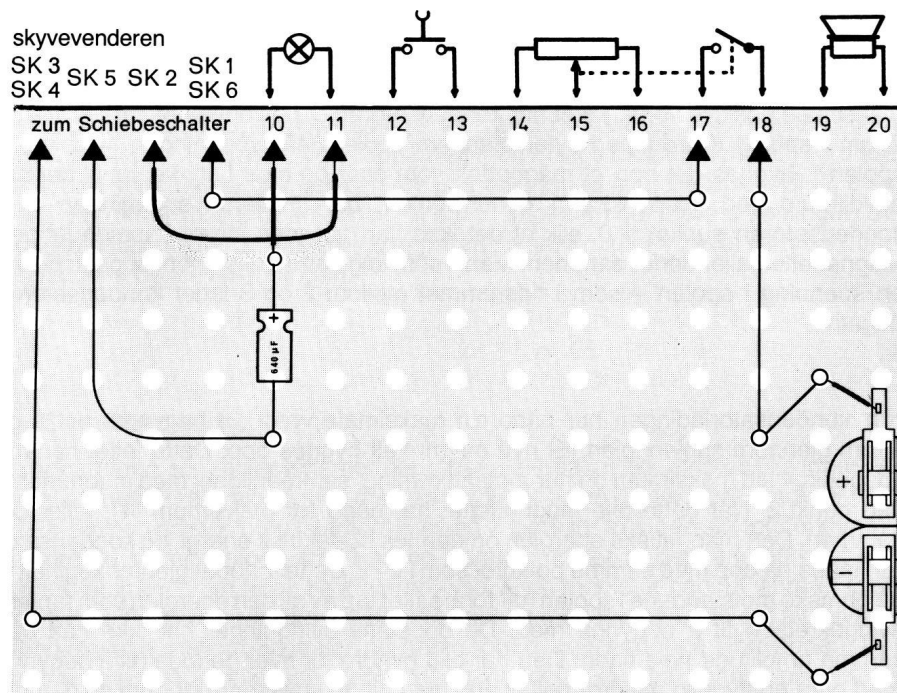


fig. 141

Dersom du nå fører venderen langsomt frem og tilbake, lyser lampen opp, gang på gang. Men – jo raskere du sjalter – desto mer sammenhengende lyser lampen. Når det gjelder vekselspenning – og det er jo det du lager ved å føre venderen frem og tilbake – så virker det som om strømmen flyter gjennom kondensatoren. Men – strømmen flyter ikke **gjennom** platene. Platene blir oppladet og utladet i ett sett. Og – det går følgelig bare en lade- og utlade-strøm. Men takket være den, så lyser lampen. En kondensator er altså ingen sperre for vekselspenning. Den virker bare som en motstand. Vi snakker da om **kondensatorens reaktans** – sammenlignet med spolens **induktive reaktans** – og den benevnes med  $X_C$ . Kondensatorens reaktans blir mindre jo høyere frekvens vekselstrømmen har og jo høyere kapasitans kondensatoren har.

høy frekvens og stor kapasitans = liten reaktans.

Lav frekvens og liten kapasitans = stor reaktans.

## 2.11. Svingekretsen

Parallell-kopler vi en kondensator med en spole, får vi en kombinasjon som har stor betydning for og er meget brukt i elektronikken. En slik kombinasjon kalles for en **svingekrets**.

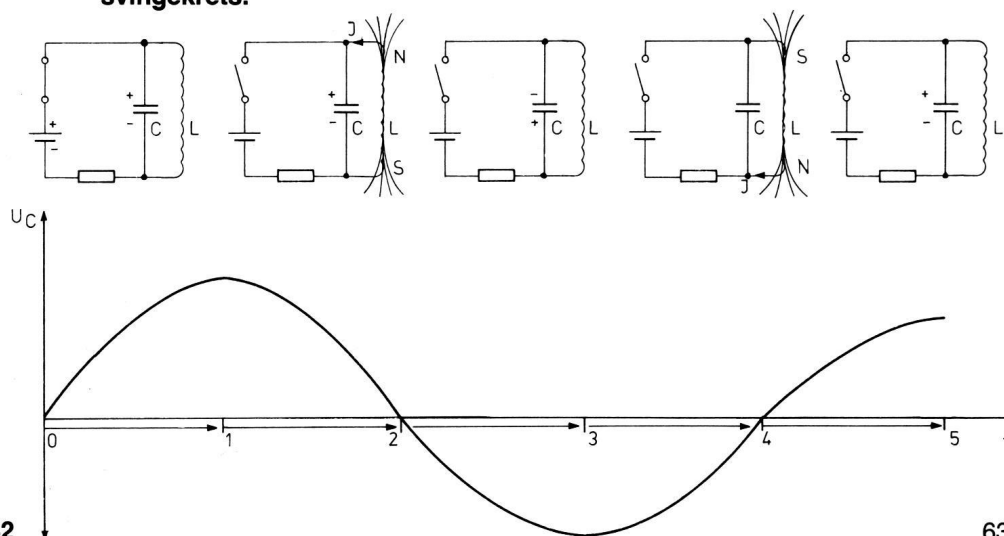
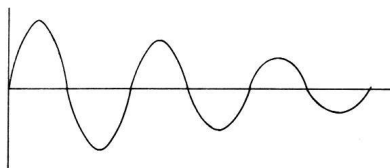


fig. 142

Hva dette begrepet innebærer og hva som skjer i en svingekrets, skal vi forklare nedenfor. Se på fig. 142, på foregående side. Bare mellom punkt 0 og 1 på tidsaksen er svingekretsen koplet til et batteri som lader opp kondensatoren til dens maksimale positive verdi. Først når kondensatoren er helt oppladet, tar det til å gå strøm i spolen. (Strømmen flyter gjennom spolen, når spenningen tilkoples). I spolen  $L$  bygges det opp et magnetfelt som øker og øker i styrke, inntil det når maksimum ved tidspunkt 2. I dette punktet har imidlertid spenningen over kondensatoren sunket til 0, slik at det ikke kan gå noen strøm i spolen lenger. Magnetfeltet faller derfor sammen. Men – som følge av induksjonen, oppstår det nå en spenning i spolen – som i tidsrommet mellom 2 og 3 lader kondensatoren negativt.

Når kondensatorladingen har nådd sin maksimale verdi (3) begynner det å gå strøm gjennom spolen igjen. Et nytt magnetfelt bygges opp. Dette feltet når ved tidspunkt 4 sitt maksimum og har motsatt retning, sammenlignet med magnetfeltet ved punkt 2. Når dette nye magnetfeltet har nådd sitt maksimum (4), faller det sammen. Den magnetiske energien omdannes til elektrisk energi, og kondensatoren lades nå opp med samme polaritet som i 0–1. Dette forløpet gjentar seg helt til de ohmske motstandene i spolen har forårsaket tap av all den energien som fantes i svingekretsen til å begynne med. De oppståtte svingninger har ikke hatt den samme amplitude hele tiden. Den har blitt mindre for hver periode (til å begynne med bare ubetydelig mindre) helt til den ble null. Vi snakker derfor om en dempet svingning (fig. 143). Det er derfor ikke nok at vi én gang setter «fart» på svingekretsen. Vi må stadig passe på at vi i det rette øyeblikket (0–1, 4–5 osv.) tilfører kretsen ny energi. Bare på denne måten erstatter vi energitapet i svingekretsen – og kan si at «kretsen svinger».



**fig. 143**

### 3. Elektronikkens undergrupper

Du kjenner nå de viktigste elektroniske komponentene og vet hvordan disse virker. Vi skal derfor i dette kapitlet gjennomgå noen av de undergruppene i elektronikken som er aktuelle når du skal bygge apparater med Philips Eksperimentsett. På disse områdene kommer du til å lære en del grunnleggende ting. Dessuten vil du etter hvert, der det er mulig, få anledning til å undersøke en del enklere koplinger. De tekniske detaljene for de forskjellige apparatene finner du beskrevet sammen med den aktuelle byggeveiledningen.

#### 3.1. Elektroakustikk

De apparatene som faller innenfor begrepet elektroakustikk, brukes til å forsterke tale eller musikk, slik at vi f. eks. med en høyttaler – kan dekke store områder med lyd – til og med en stor fotballstadion. Hva må vi gjøre for å få til en slik forsterkning? Dersom du setter radioen sterkt på og deretter holder et papirark lett i det ene hjørnet, omtrent 5 cm foran høyttaleren – så vil du merke at papiret vibrerer i takt med lyden. Fordi papiret ikke er i direkte kontakt med radioen, må det altså være luftmolekylene mellom høyttaler og papir som overfører denne vibrasjonen. Det samme fenomen, om ikke så kraftig, vil du merke om du snakker mot papiret, på meget kort avstand. Når vi snakker, settes nemlig luftmolekylene rundt oss i bevegelse. Det oppstår **lydbølger** som brer seg i rommet. Lydbølgenes frekvens varierer med tonehøyden. Høy tone = høy frekvens, lav tone = lav frekvens – mens svingningenes amplitude avgjør lydstyrken. Ettersom vi frembringer lyd av både varierende frekvens og styrke når vi snakker, så forandres også lydbølgene i takt med disse vibrasjonene.

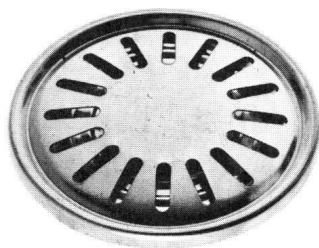


fig. 144

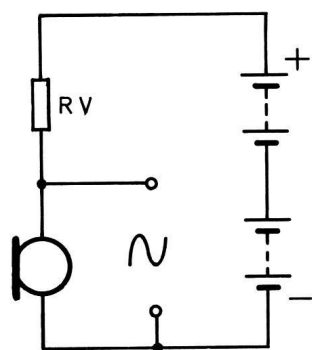


fig. 145



fig. 146

Lydbølgene må imidlertid omformes slik at det lar seg gjøre å forsterke dem. Til dette trengs det en **mikrofon**. Vi skal nå forklare hvordan denne omformingen skjer i en **kulkorns-mikrofon** (fig. 144). I mikrofonkapselen finnes det kullpulver (små korn av kull) under et ganske tynt **membran**. Via to tilkoplinger, én på hver side, kan det gå strøm gjennom kulkornene. Kornene ligger så løst pakket at det bare kan gå en ganske svak strøm gjennom dem.

Hvis nå en lydbølge treffer membranet, bøyer dette unna og presser kulkornene tettere sammen. På denne måten blir **overgangsmotstanden** mellom partiklene mindre, slik at det kan passere en sterkere strøm.

Når membranet deretter fjærer tilbake, lettes igjen trykket på kulkornene – slik at resistansen igjen øker – og strømmen minsker. Overgangsmotstanden forandrer seg hele tiden i takt med lydbølgene som setter membranet i svingninger. På denne måten får vi en varierende strøm gjennom mikrofonen. Vi kan også si at vi får et varierende spenningsfall over mikrofonen. Vi kaller den for **talevekselspenning** (fig. 145, 146). Bare når det ligger en spenning over mikrofonen, går det en strøm gjennom den.

Den talevekselspenningen vi nå har fått, føres til basis på den første forsterkertransistoren via en kondensator. Mikrofonen kan f. eks. koples mellom basis og emitter. Kondensatoren er helt nødvendig for å hindre at basisstrømmen tar veien gjennom mikrofonen.

I avsnittet om transistorer har du lært at basis alltid er forspent. Nå undrer du deg kanskje over at også talevekselspenningen tilføres basis.

Er ikke talevekselspenningen selv stor nok til å styre transistoren? Teoretisk er det nok mulig, men kvaliteten av det forsterkede signalet ville sikkert ikke tilfredsstille dine forventninger. Det er lett å forstå hvorfor. Basis på en npn-transistor, f. eks., må hele tiden være tilkople en positiv spenningskilde, ellers sperrer transistoren. Når nå talevekselspenningen tilføres basis, så blir dette både positive og negative halvbølger. Men-transistoren forsterker bare de positive halvbølgene (npn-transistor). De negative bølgene sperrer den for (fig. 147). Dette fenomen kjenner du igjen fra diodens likerettereffekt. Ved en slik forsterkning får vi gjengitt et forvrengt signal.

Den positive likespenningen over basis (fig. 148) forhindrer denne forvrengningen. Talevekselspenningen (fig. 147) overlages på likespenningen (fig. 149) slik at basis hele tiden får et positivt signal som forandrer seg i takt med talen.

Vi må imidlertid stille én betingelse til likespenningen: Den må være større enn den høyeste amplituden på talevekselspenningen – slik at de «dypeste» bølgedalene ikke går ned i det negative området.

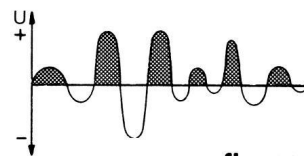


fig. 147

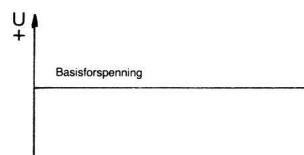


fig. 148

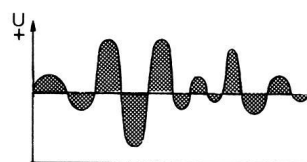


fig. 149

Elektroniske forsterkere er ikke i stand til å forsterke talevekselspenning slik at vi får lyd ut av en høyttaler i ett enkelt trinn (med én transistor). Det forsterkede signalet fra den første transistoren tilføres basis på den neste transistoren og forsterkes videre. I tilfelle hvor dette gjøres tre ganger, kaller vi det for en **tretrinns-forsterker**. Hvert enkelt transistortrinn sammenkoples med en kondensator for å forhindre at f. eks. kollektorspenningen på 7 V – som ligger over utgangen på det første trinnet, går direkte inn på basis til den neste transistoren. Kondensatoren skiller de enkelte trinnene likespenningsmessig.

Innledningsvis om forsterkning var det hele tiden snakk om å forsterke et mikrofonsignal. Men det samme gjelder selvsagt også for signalene fra en platespiller eller en båndspiller.

Hvordan vi videre skal få omdannet vekselspanningen til lyd, skal vi se på i neste forsøk (fig. 150–151). Kople høyttaleren (fra EE 2051) direkte til batteriet slik at den

## Kopling 42

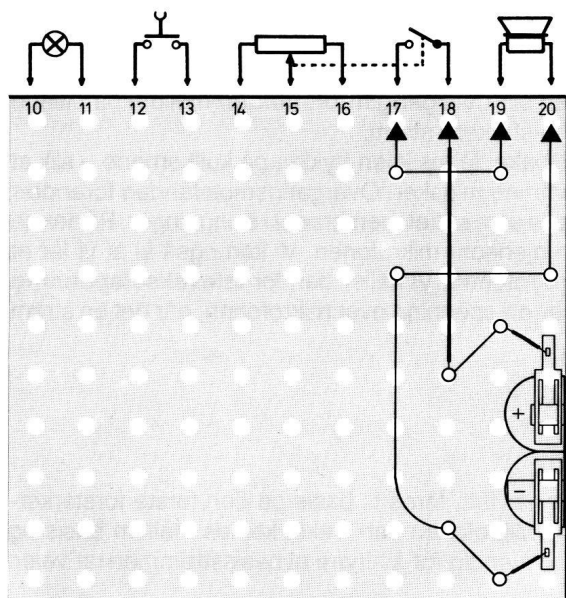


fig. 150

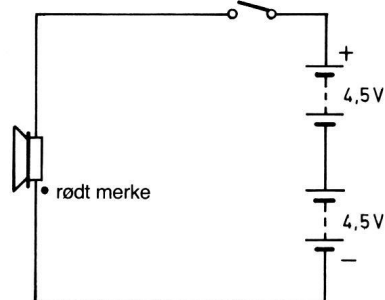


fig. 151

tilkoplingen som er merket med et rødt punkt, er koplet til minuspole. Legg merke til høyttalerens membran. Skift så polaritet (bytt om polene). Når tilkoplingen med rødt merke er koplet til minuspole, trykkes høyttalerkonen (membranet) ut, omvendt trekkes den innover.

Inne i høyttaleren finnes det en spole. Når den forsterkede talevekselspenningen legges over denne, får vi et magnetisk felt som hele tiden forandrer styrke og retning. Høyttalerkonen beveger seg i samme takt, slik at bevegelsen overføres til luftmolekylene rundt den.

Disse svingningene oppfatter vårt øre som lyd.

### 3.2. Sambandsteknikk

I dette avsnittet skal du få lære om apparater som har betydning for samband. En del av disse apparatene inneholder koplinger som kan produsere toner. Disse koplingene kaller vi for **oscillatorer** eller generatorer. Grunnkoplingen i disse oscillatorene (svingekretsene) og deres funksjon skal vi ta opp i de følgende eksemplene. Fig. 152, 153 viser en **RC-oscillator**. Navnet kommer av at kretsen er bygget opp av bl. a. **R** (motstander) og **C** (kondensatorer).

#### Kopling 43

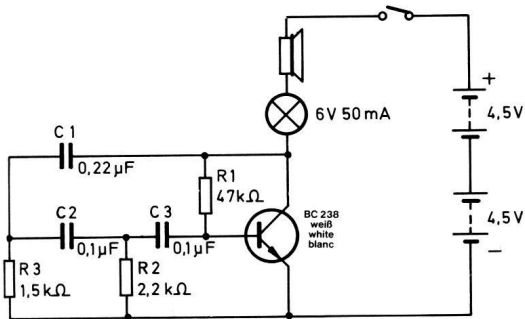


fig. 152

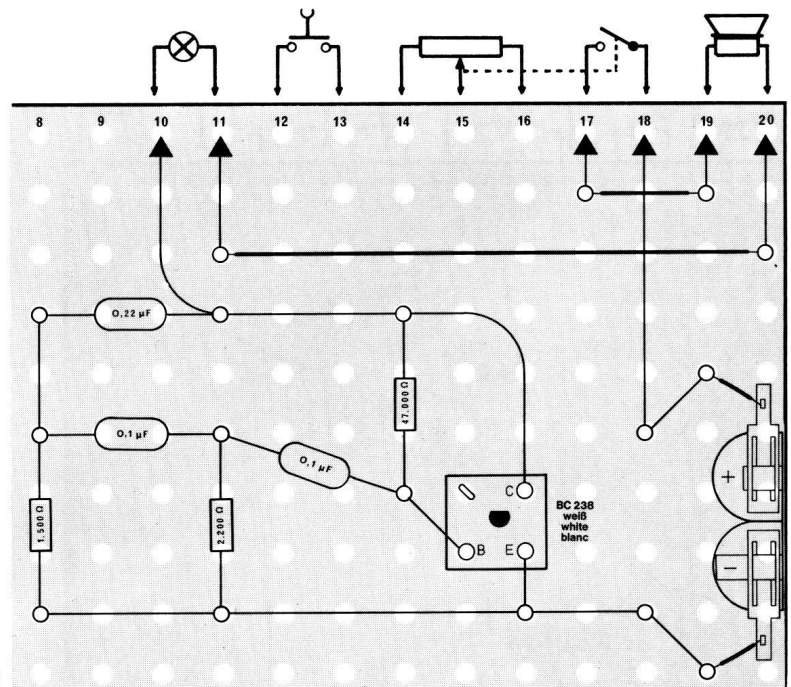


fig. 153

Når du sjalter inn strømbryteren, hører du en dyp tone, og lampen lyser bare så mye at du såvidt kan se det. Etter at strømmen er sjaltet inn, øker kollektorstrømmen langsomt – fordi bare en meget liten basisstrøm kan gå gjennom den relativt store motstanden  $R1 = 47 \text{ k}\Omega$ . Ettersom kollektorstrømmen øker, synker kollektorspenningen. Den går over kondensatorene C1, C2 og C3 og motstandene R3 og R2 tilbake til basis. Disse komponentene forårsaker en fasevending ved en bestemt frekvens. Dette betyr at den synkende kollektorspenningen fører til en økning av den positive basis-forspenningen.



På denne måten forsterkes kollektorstrømmen helt til den – avhengig av lampens og høyttalerens resistanser – ikke lenger kan øke. Nå får vi ikke lenger noen vekselspenningsforandring ved kollektoren.

Dette gjør at basisspenningen synker og dermed også basisstrømmen. Som en følge av dette blir kollektorstrømmen svakere, og kollektorspenningen øker igjen. Som følge av fasevendingen påvirker den tilbakekoplete spenningen basisstrømmen så mye at kollektorstrømmen blir nesten 0. Nå forandres ikke lenger spenningen. Basisstrømmen begynner igjen å øke, og forløpet starter på nytt. Da forløpet fortsetter kontinuerlig, får vi en vekselspenning ved høyttaleren som gir fra seg en tone.

Denne tonens frekvens bestemmes som du allerede har fått vite, av kondensatorene C1, C2 og C3 og motstandene R3 og R2. Jo mindre disse komponentverdiene er, desto høyere blir frekvensen. Helst må motstandene ha samme verdi. Det samme gjelder også for kondensatorene. En **LC-oscillator** er vist i fig. 155 (fra EE 2052). Her bestemmes frekvensen av **L** (spolen) og **C** (kondensatorene) C1 og C2. Derav kommer navnet.

Byggeplaner for en LC-oscillator finner du på fig. 154. Når du sjalter inn bryteren, gir høyttaleren en tone med ganske høy frekvens (>10 kHz).

#### Kopling 44

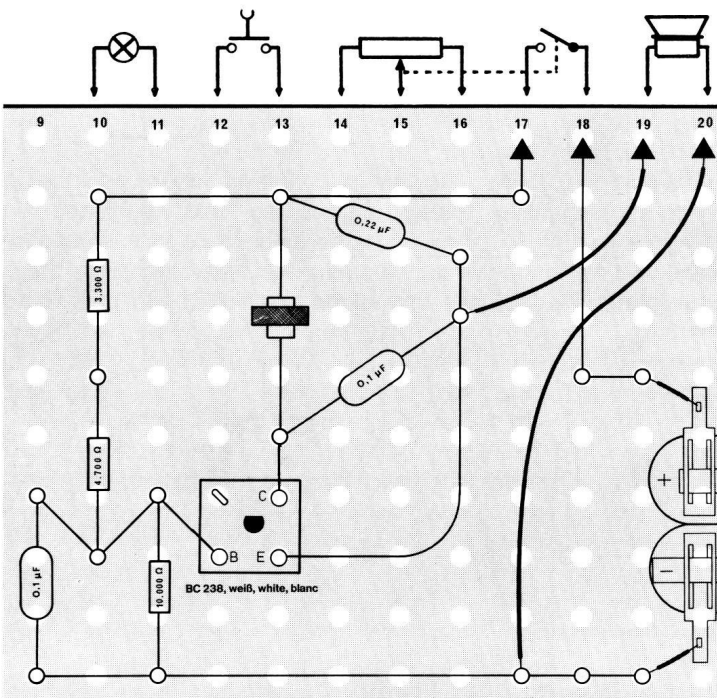


fig. 154

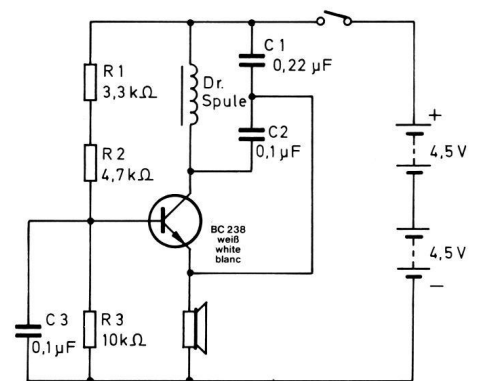


fig. 155

Når strømmen koples til, lades begge kondensatorene C1 og C2 opp av kollektorstrømmen, og vi får en såkalt **kapasitiv spenningsdeler**. Svingekretsen settes derved i bevegelse og begynner å svinge. For å kompensere for spenningsstapene i spolen og for å forhindre at svingningene avtar, føres noe av spolespenningen tilbake til emitter. På denne måten får vi en udempet svingning som vi tar ut over høyttaleren i form av en tone.

### 3.3. Elektroniske signalapparater

Til nå har vi for det meste omtalt transistorenes forsterkningsegenskaper. Nå skal vi se på deres funksjon som strømbrytere (eller «switch» som vi ofte sier – etter det engelske ordet for bryter). Ved forsterkning forårsaket en forandring i basisstrømmen også en forandring i kollektorstrømmen. Vi snakker derfor ofte om en lineær – eller analog forsterker. I dette avsnittet skal vi se på en annen funksjon, transistorene har. De fungerer her som strømbrytere med funksjonene på – av. Transistorene er altså enten ledende og slipper strømmen gjennom – eller de er sperret slik at det ikke går noen strøm. Når transistoren leder og slipper strømmen gjennom, ligger det nesten ingen spenning over den. Motstatt, når den er sperret (ingen strøm), kan vi måle en spenning over den.

Av denne forklaringen fremgår det at transistoren arbeider som en helt vanlig strømbryter. Kopler vi et batteri, en glødelampe og en vanlig strømbryter i serie – får vi samme virkning. Straks bryteren sjaltes inn, går det en strøm gjennom den, og strømstyrken bestemmes av lampen og batterispenningen. Når bryteren er slått av, er spenningen over den helt identisk med batterispenningen. Slike koplinger som vi her har beskrevet, brukes praktisk i elektroniske regnemaskiner og i datamaskiner. De består normalt av to transistorer, hvor den ene står i «på»-stilling og den andre i «av»-stilling. Den transistoren som er «på», holder den andre «av» – og motsatt. Det finnes et stort antall varianter av disse såkalte **vippene**.

På fig. 156 finner du byggeplaner til en såkalt **Schmitt-trigger** (terskelverdibryter), og det tilhørende koplingsskjemaet finner du på fig. 157.

Kopling 45

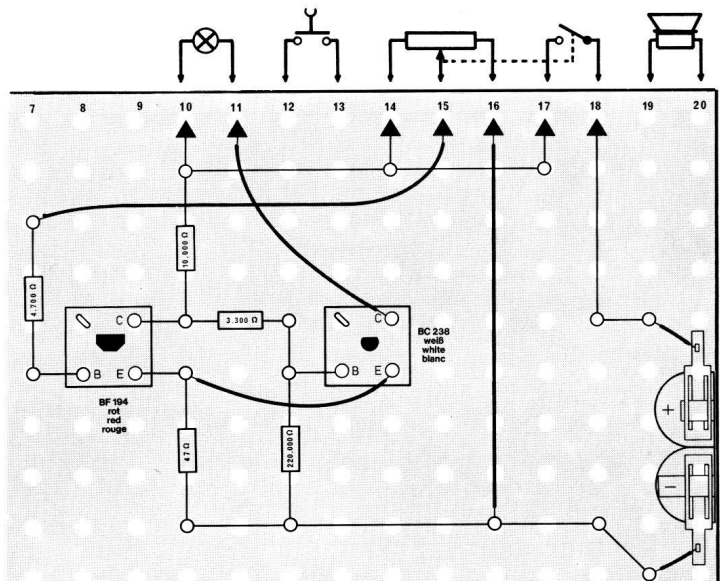


fig. 156

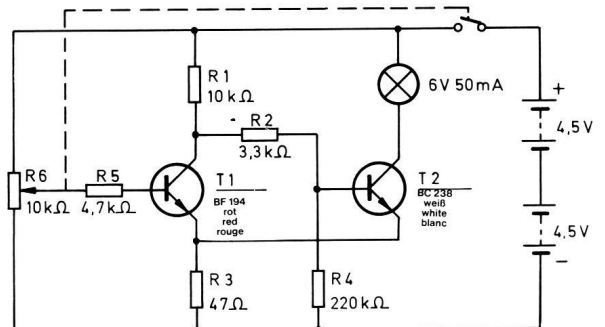


fig. 157

Når du dreier på et potensiometer, endres ikke lysstyrken på lampen før i en bestemt stilling – **terskelverdien**. Da slås den plutselig på – eller av.

Når det legges en negativ basisforspenning over transistoren, fra potensiometeret, sperres kollektor – emitter-gjennomgangen i denne npn-transistoren. Over kollektormotstanden får vi således ikke noe spenningsfall, og spenningen føres i stedet via R2 til basis på T2. Denne transistoren leder derfor – og lampen lyser.

Når vi ved å dreie på potensiometeret forandrer spenningsdeleren slik at T1 får positiv basisspenning, så åpnes kollektor-emitter-gjennomgangen slik at strømmen slipper gjennom. Derved øker spenningsfallet over kollektormotstanden, og basisspenningen på T2 over R2 avtar samtidig med at emitterspenningen fra R3 øker. på denne måten blir basis på T2 negativ i forhold til emitter. Altså sperrer T2 og lampen slukker.

Dersom du igjen endrer basisspenningen til T1 vha. potensiometeret, tennes lampen på nytt.

En annen vippe er den som kalles for en **flip-flop** eller en **bistabil multivibrator**. Multivibrator betyr «noe som svinger mange ganger» («bi» betyr to og «stabil» fast). Vi kan si at denne koplingen har to faste stillinger. Hva dette innebærer, skal vi forklare etter at du har bygget vippen på fig. 58.

Når du sjalter inn spenningen, lyser ikke lampen, men om du med en ledningsstump lukker kontakten K1, tennes lampen og den fortsetter å lyse selv etter at du bryter kontakten K1. Hvis du et øyeblikk lukker kontakten K2, slukker lampen og forblir videre slukket.

## Kopling 46

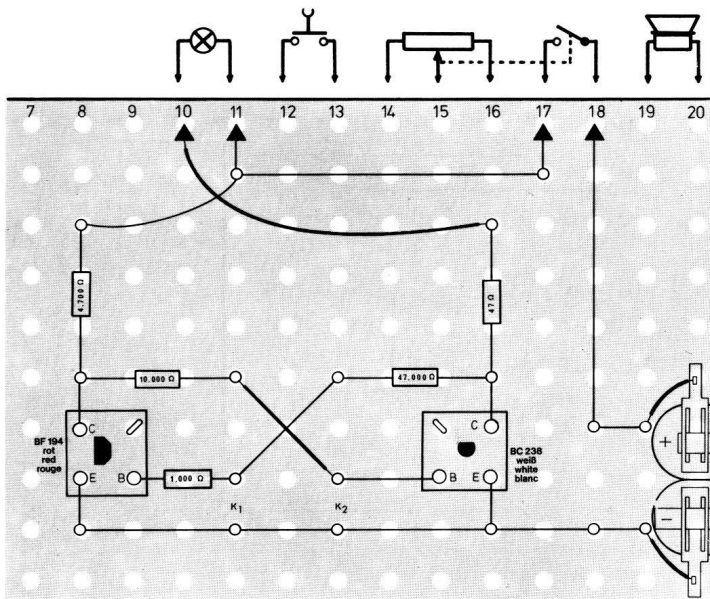


fig. 158

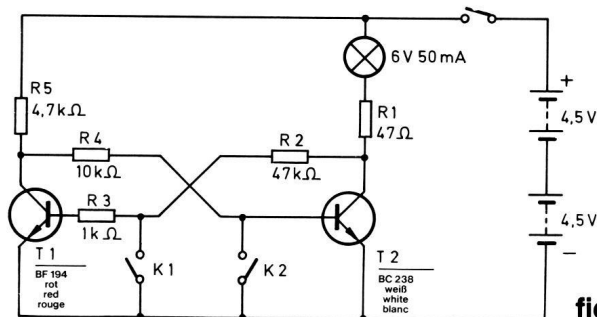


fig. 159

## Kopling 47

Hvis du nå ser på koplingsskjemaet (fig. 159), ser du at når kontaktene er åpne, får basis på T1 en positiv basisspenning over R1, R2 og R3. T1 leder altså, og basis på T2 legges mot den negative batteripolen, over T1's emitter – kollektor og R4. T2 sperrer altså og lampen lyser derfor ikke. Når K1 sluttet, legges basis på T1 mot den negative polen, slik at kollektor-emitter-gjennomgangen sperrer. På denne måten vil nå basis på T2 bli forbundet med den positive polen, over R5 og R4. T2 vil således lede – og lampen tenner.

Den vil fortsette å lyse etter at K1 er åpnet – fordi den positive spenningen over R5 og R4 opprettholdes. Dette er den ene av de stabile tilstandene vi snakket om. Når nå K2 lukkes, legges basis på T2 til den negative polen, og T2 sperrer. Lampen lyser ikke. På denne måten får vi den andre stabile tilstanden.

Neste vippe vi skal se på, er den **astabile multivibratoren** (fig. 160). Straks driftspenningen på 9 V legges over den astabile multivibratoren, høres det en tone fra høyttaleren, og lampen lyser. Erstatt motstanden R1 = 47 k $\Omega$  – først med en motstand på 22 k $\Omega$  og deretter med den på 15 k $\Omega$ . Jo mindre resistansen R1 er, desto høyere blir tonen. Bytt deretter ut C1 eller C2 med kondensatoren på 10 000 pF. Tonens frekvens øker igjen. Jo mindre kondensatoren er, desto høyere blir frekvensen. Hvis du imidlertid erstatter C1 med elektrolytt-kondensatoren på 125  $\mu$ F og C2 med den på 4  $\mu$ F, blinker lampen med konstant hastighet mens det bare høres en knitring i høyttaleren. Husk at plusspolen på kondensatoren må peke mot kollektoren.

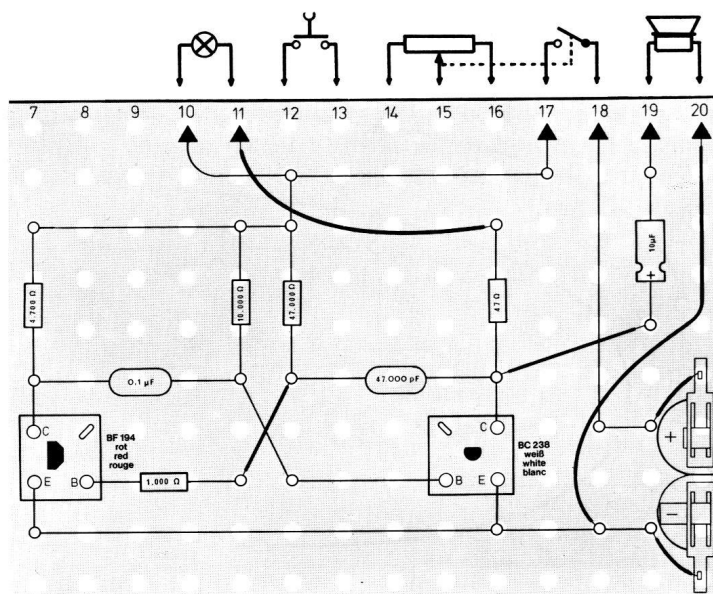


fig. 160

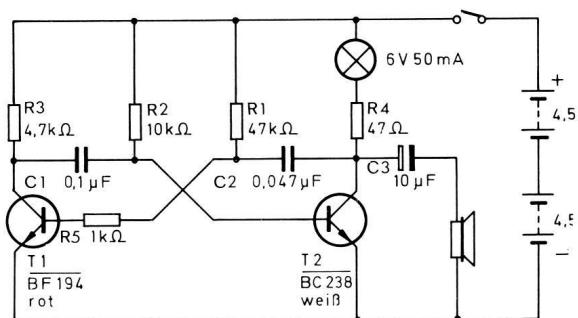


fig. 161

Den astabile multivibratoren har ingen stabil tilstand. Den ligger: «på» og «av», regelmessig.

Når T1 leder, sperrer T2 (fig. 161). Ved å tilbakekople utgangssignalet fra kollektoren til den andre transistorens basis, sperrer nå T1 og derved leder T2. Dette skjer automatisk i en takt som bestemmes av kondensatorene C1 og C2 og motstandene R1 og R2.

Den siste vippen vi skal lære om, er den **monostabile multivibratoren**. Den har bare én stabil tilstand. Byggeplanen og kopleingsskjemaet finner du på fig. 162, 163. Sett først inn elektrolyttkondensatoren C1 på 125  $\mu\text{F}$ . Lampen tennes. Når du for et øyeblikk presser ned trykkbryteren, slukker lampen, men den begynner straks å lyse igjen.

Når du sjalter inn spenningen, får T2 en positiv basisspenning over R1 som åpner kollektor-emitter-gjennomgangen. Nå lades C1 opp fra den negative polen, og basis på T2 mister den positive forspenning. T2 sperrer. C1 lades imidlertid til sist positivt opp over R1, og basis på T2 får igjen en positiv forspenning gjennom R1. Lampen lyser på nytt.

Jo større C1 er, desto lenger forblir lampen slukket, fordi omladningsforløpet tar lenger tid.

## Kopling 48

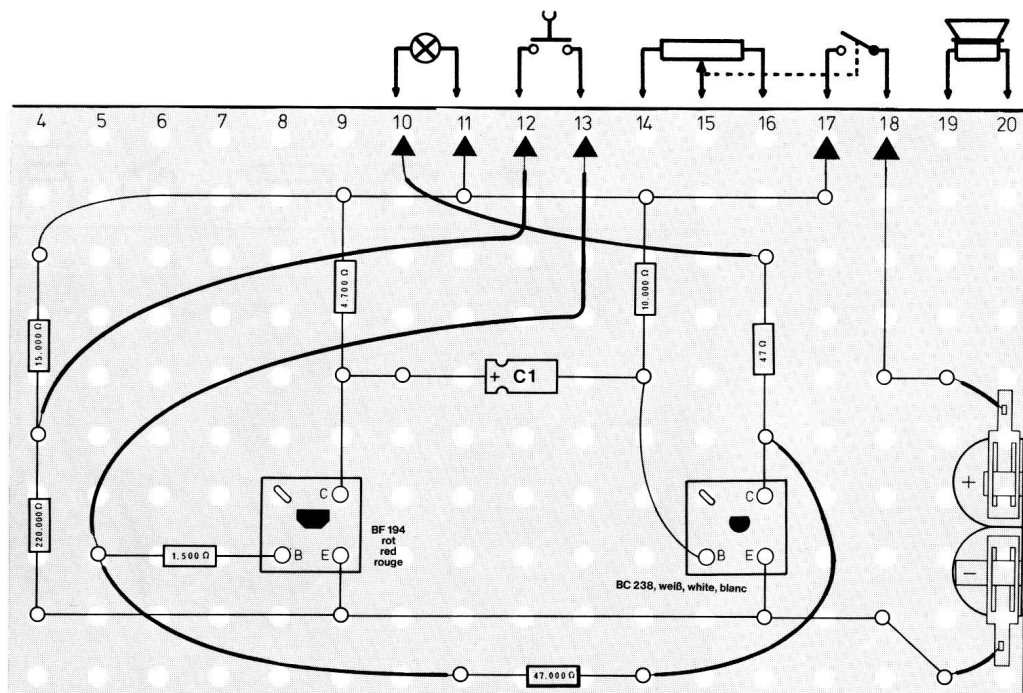


fig. 162

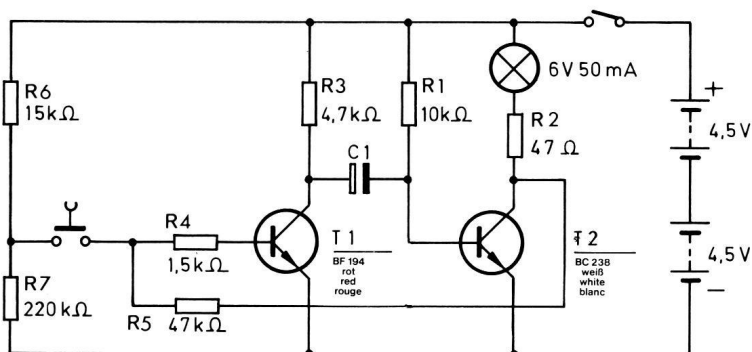


fig. 163

### 3.4. Måle- og reguleringssteknikk

Å måle vil si å bestemme mengder, størrelser og andre enheter. Vi måler f. eks. avstander vha. et målebånd, og tyngde med en vekt. Mange målinger utføres ved å omforme ukjente størrelser til nye enheter. En fjærvekt, f. eks., overfører vekten ved hjelp av en fjær, til en skala. I et termometer angis temperaturen av volumet av en bestemt mengde kvikksølv. Stiger temperaturen, øker volumet. Innen den elektroniske måleteknikken forandres alle slags mengder og størrelser til elektriske strømmer og spenninger som kan behandles i elektroniske koplingskretser – for til sist å gjøres synlige ved hjelp av visere eller andre indikatorer. I disse systemene bruker vi imidlertid ikke bare de elektriske spenningene og strømmene til å angi måleresultatet, men også til å påvirke kontrollenheten som sammenligner måleresultatet – med en ønsket normalverdi.

På dette grunnlag er det konstruert en maskin for automatisk fremstilling av kullmotstander.

Et tynt kullsjikt legges på et lite rør av isolerende materiale. Motstandens resistans måles. Den overføres til en spenning som føres til en kontrollenhet som sammenligner resultatet med en normalverdi (ønsket verdi) av spenningen.

Forskjellen mellom de to spenningene avgjør om det skal påføres mer eller mindre kull på det isolerte røret. Forandres normalverdien, så vil maskinen fremstille en motstand med en annen resistans.

I alle kontrollsystemer, eller som vi sier «måle- og reguleringskretser», føres informasjonen om resultatet i en prosess tilbake til et punkt der resultatet kan påvirkes. En prosesskontroll er derfor alltid en sluttet krets – der en strøm av informasjon og en strøm av resultater er koplet sammen. Slutten av prosessen kan derfor påvirke starten av prosessen gjennom en måleinnretning (M), en forsterker (A) og en kontrollenhet (C) (fig. 164). Vi kan bygge et enkelt eksempel på en slik

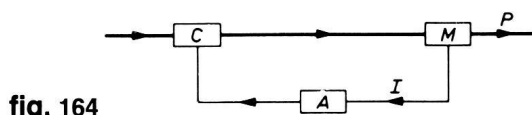


fig. 164

#### Kopling 49

sluttet reguleringskrets (eller som den også blir kaldt: et cybernetisk system) med dette eksperimentsettet.

Målet er å få en lampe til å lyse med en bestemt lysstyrke, uavhengig av batterispenning eller andre omstendigheter. Koplingen kan du se på fig. 165, 166. Lyset fra lampen faller på fotomotstanden, og vi må passe på at ikke noe annet lys treffer motstanden slik at koplingen påvirkes. Derfor plasseres motstanden i et mørkt, skjermende rør.

Når lampens lysstyrke avtar, blir fotomotstandens resistans større. På denne måten blir basisspenningen og derved også kollektorstrømmen gjennom T1, mindre. T3 får nå en øket basisstrøm slik at kollektorstrømmen gjennom den øker – og lampens lysstyrke får igjen den ønskede verdien. Denne verdien kan vi stille inn ved å vri på potensiometeret R3. Når vi kopler inn +9 V, stiller vi inn potensiometeret slik at lampen bare lyser svakt.



Reduserer vi nå batterispenningen til 4,5 V eller kopler inn en motstand på 10 eller 47  $\Omega$ , foran lampen, forandres ikke lysstyrken. Den forblir konstant. Regulerings-systemet holder lysstyrken på den tidligere innstilte verdien. For å kontrollere dette kan vi bryte reguleringskretsen ved å skjerme fotomotstanden fra lampen. Hvis vi nå enda en gang instiller lampen til å lyse svakt ved hjelp av potensiometeret, og så reduserer batterispenningen, vil lysstyrken forandres.

Dette kontrollforsøket er ikke helt enkelt å utføre. Det er vanskelig vha. potensiometeret å innstille nøyaktig den lysmengden som faller på fotomotstan-den. Det er derfor langt mer praktisk å erstatte fotomotstanden med en motstand på 47 k $\Omega$ . Dette er nemlig den resistansen som fotomotstanden har, når den belyses svakt av lampen.

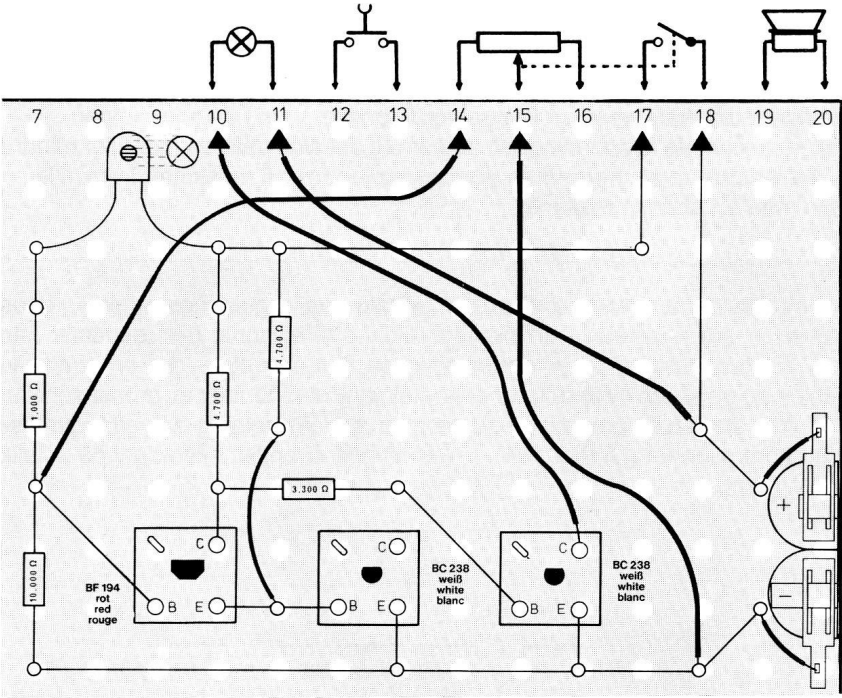


fig. 165

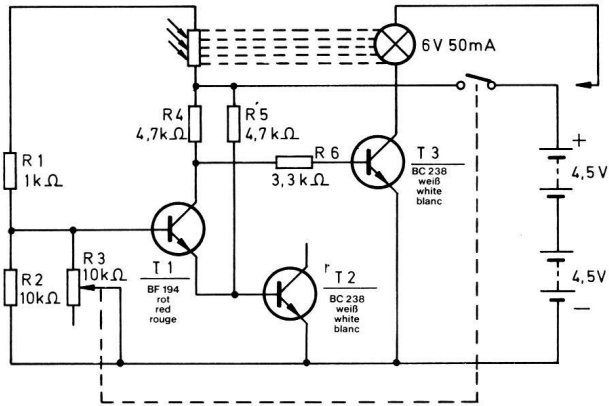


fig. 166

### 3.5. Radioteknikk

I radioteknikkens barndom ble det benyttet utstyr av en slik størrelse og uhåndterlighet at vi i dag blir forbauset. Hvor meget behageligere kan ikke alt gjøres i våre dager når en radiosending kan mottas med en liten transistorradio.

Tross dette er ikke prinsippene i dag forskjellige fra tidligere, men metodene har blitt tilpasset, i takt med teknikkens utvikling.

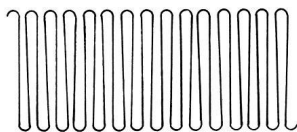


fig. 167



fig. 168

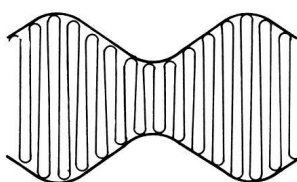


fig. 169

Ved radiosending av tale eller musikk må LF-signalet (Lavfrekvens = tale, musikk) bearbejdes slik at det lar seg gjøre å sende det over lange avstander. En direkte overføring er ikke mulig. Det må genereres en **bærebølge** som når frem til mottageren – og så å si «bærer» talen eller musikken. Denne bærebølgen er et høyfrekvenssignal (HF) og hver radiosender har sin spesielle bølgelengde som den arbeider på (arbeidsfrekvens).

Langbølge	(LB)	150	–	435	kHz	=	2000	–	690	m
Mellombølge	(MB)	510	–	1605	kHz	=	590	–	190	m
Kortbølge	(KB)	5,95	–	17,9	MHz	=	50	–	17	m
FM-båndet	(FM)	87,5	–	100	MHz	=	3,4	–	3,0	m

I en mellombølgesenders svingekretser genereres f.eks. en svingning med en frekvens på 1000 kHz (fig. 167). På denne bærebølgen legges LF-signalet (fig. 168). Vi kaller dette for **modulasjon**, og fordi det er amplituden som hele tiden endrer seg ved denne formen for modulasjon, kaller vi den for **amplitudemodulasjon (AM)**.

#### Kopling 50

Den enkleste form for en radiomottaker er **diodemottakeren**. På fig. 170 ser du en prinsippkopling for en slik. Svingekretsene i mottakeren avstemmes til den samme frekvens som senderens arbeidsfrekvens. Førres dette signalet til en diode, filtreres den ene halvbølgen bort som følge av diodens likerettervirkning. Vi kaller det for **demodulasjon**.

Det demodulerte signalet kan føres videre til en hodetelefon – slik at vi kan høre talen eller musikken.

Demodulasjon er nødvendig for at ikke de negativt og positivt modulerte halvbølgene skal oppheve hverandre.

Den enkle diodelikeretteren har imidlertid også visse ulemper, bl. a. det at vi ikke kan kople en høyttaler direkte til. Den svake vekselspenningen må forsterkes. De forskjellige forsterkerkoplingene har du imidlertid lært om i avsnittet 3.1.

I stedet for den mikrofonen du brukte for å fange opp lyd kan du nå bare kople inn diodelikeretteren som spenningskilde, på inngangen.

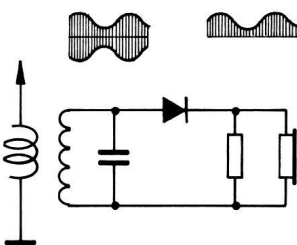


fig. 170

Ytterligere en ulempe er det at en diodelikeretter bare kan arbeide innen et spenningsområde på ca. 0,1–10 V. Hvis det tilførte HF-signalets bærebølgespenning er for lite, avtar likeretterens virkningsgrad, dvs. mottakerfølsomheten blir mindre – og distorsjonen (forvrengningen av lyden) blir større. Det siste skjer også ved for store inngangsspenninger. Ved å kople et HF-forsterkertrinn foran likeretteren, kan vi øke mottakerens følsomhet. Mottakeren på fig. 5.02 arbeider f. eks. etter dette prinsipp. Når det oppfangede signal føres direkte til likeretteren via flere HF-forsterkertrinn, kaller vi dette for en **rett-mottaker**. Har vi flere enn to trinn av denne typen koplet etter hverandre, så vil det oppstå store elektriske og konstruksjonstekniske vansker. Rettmottakere bygges derfor bare med ett eller to trinn.

For å lage radioapparater med større følsomhet og effekt, blir **overlagingsprinsippet** benyttet. Ved denne metoden blir signalet fra senderen som antennen oppfanger, blandet med andre signaler som genereres i mottakeren. Uavhengig av avstemming og bølgelengdeområde vil en da kunne få en bestemt frekvens som er den samme, hele tiden. Denne frekvensen – den såkalte **mellomfrekvensen (MF)** kan vi nå lett forsterke opp i flere trinn og til sist demodulere i likeretteren (fig. 171). En slik type mottaker kalles for en superheterodynemottaker. Vi kan oversette dette til overlagingsmottaker – eller vi sier: en **super**.

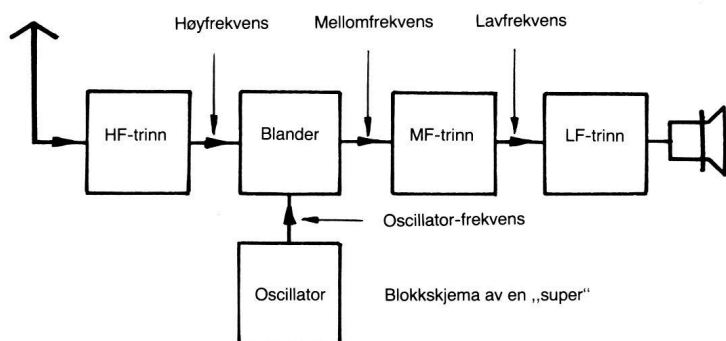


fig. 171

Sendere in FM-båndet benytter imidlertid ikke prinsippet med amplitudemodulasjon, men **frekvensmodulasjon (FM)**. Ved denne metoden endrer ikke LF-signalet amplitude. Bærebølgens frekvens forandrer seg i takt med talen eller musikken. (fig. 172). Når et slikt HF-signal skal demoduleres, må det benyttes en helt spesiell likeretterkopling hvor det benyttes frekvensavhengige motstander. I enkleste tilfelle kan dette være en spole hvis reaktans varierer med frekvensen. På grunn av reaktansforandringene forandres også spenningsfallet over spolen, slik at dette blir større eller mindre. Disse spenningsforandringene kan videre forsterkes. Mottakingskvaliteten blir imidlertid ikke særlig god ved denne enkle metoden.

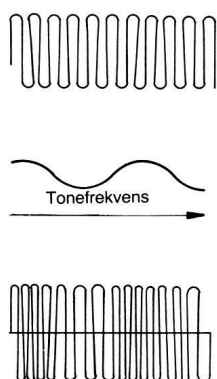


fig. 172

## 4. Elektroniske Apparater

Før du tar til å bygge disse elektroniske apparatene er det helt nødvendig at du leser den generelle byggebeskrivelsen meget nøye.

En viss kjennskap til elektronikk er en forutsetning for å kunne forstå koplingsbeskrivelsene. Hvis du tidligere allerede har beskjeftiget deg med elektronikk, vil du forstå beskrivelsen for de enkelte apparater like bra som den som inngående har lest kapitlet «Innføring i Elektronikk».

Vi har ordnet de forskjellige apparatene i undergrupper, slik det er vanlig i industrien:

1. Elektroakustikk
2. Sambands-teknikk
3. Elektroniske signalanlegg
4. Måle- og reguleringsteknikk
5. Radioteknikk
6. Digitalteknikk
7. Trådløs overføring

Av det første sifferet på apparatnummeret kan du se hvilken undergruppe det tilhører.

Grunnleggende opplysninger om de forskjellige undergrupper finner du i kapitel 3.

## 1.01. Forsterker for platespiller og båndspiller

De første platespillerne gjenga musikk på en helt mekanisk måte. Det var nødvendig med en tung tonearm og en stor lydtrakt som gjorde apparatene ganske uhåndterlige. Dessuten var lydkvaliteten meget dårlig. Først da lyden ble forsterket elektronisk og man lot den stråle ut fra en høyttaler, lot det seg gjøre å bedre lyd kvaliteten i vesentlig grad. Du kan nå bygge en slik forsterker, om du vil.

Forbered byggingen slik det er gjort rede for i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene blir **riktig innkoplet** (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplinger.

**Spesielt arbeid:** Har du EE 2050, kopler du øretelefonen direkte til tilkoplingene 19 og 20. Platespilleren eller båndspilleren kopler du til de ytre tilkoplingsklemmene. Pass på følgende: Apparatene gjør bruk av skjermet ledning (fig. 174). Kople skjermen (a) til klemme V og den ene eller eventuelt begge ledningene (b) til U. Deretter tilkoples batteriene. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet. Skru potensiometeret til høyre og sett på platespilleren eller båndspilleren. Du skal nå høre musikk i øretelefonen. Lydstyrken kan du regulere med potensiometeret. Når du dreier dette helt til høyre, får du den sterkeste lydstyrken. Hvis du har tilkopledd signalkilden (plate- eller båndspilleren) riktig og ikke hører noe, må du straks slå av og lete etter feilen.

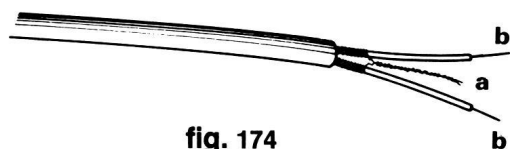
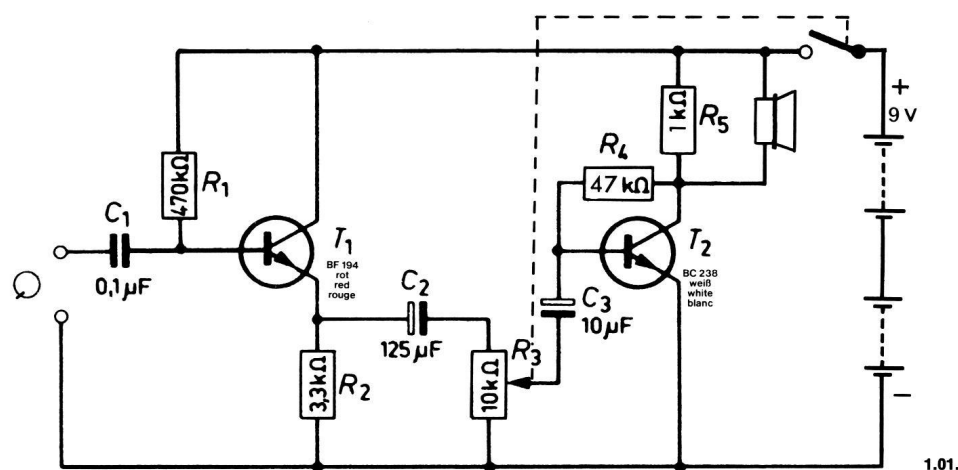


fig. 174

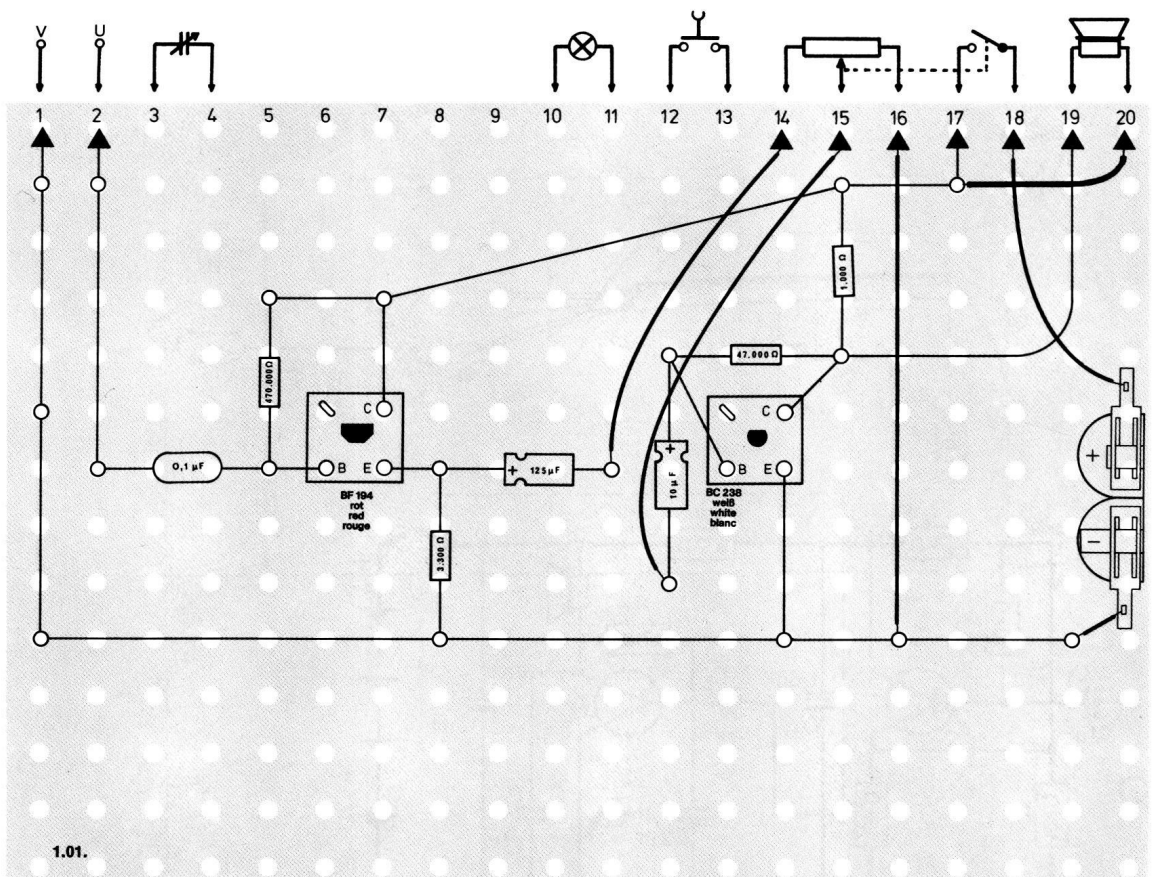


### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Det apparatet du nå har bygget, brukes til å forsterke vekselspenning fra grammofonpick-up. Platespiller-kabelens indre leder koples til kondensatoren C 1 og skjermen til batteriets minuspol.

Transistoren T1 arbeider som emitterfølger. Koplingen har den fordel at dens høye inngangsimpedans ikke belaster den tilkoblede vekselspenningskilden (pick-up'en). Samtidig omformes den høye inngangsimpedansen til en lav utgangsimpedans. Vekselspenningen vi tilfører T1, går videre over lydstyrkekontrollen R 3 (potensiometeret) og til koplingskondensatoren C 2 – og så til T2.

Den forsterkede spenningen kan vi høre i en øretelefon eller i en høyttaler som er koplet i parallell med motstanden R 5.





## 1.02. To trinns platespillerforsterker

En taler må kunne høres helt ned til den bakerste benkeraden, i store saler. For å hjelpe på stemmen bruker han et høyttaleranlegg. Taleren snakker i en mikrofon som forandrer stemmen til elektroniske svingninger. Disse meget svake svingningene må forsterkes slik at de kan høres i en høyttaler. Til dette brukes en forsterker slik du nå kan bygge. Til mikrofon kan du bruke en øretelefon – men du kan også kople til en platespiller eller båndspiller.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplestrådene slik det er angitt i kopleplansplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplepulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

**Spesielt arbeide:** Kople en øretelefon til de ytre tilkoplingsklemmene. Den virker som mikrofon. Snakker du i den, hører du din egen stemme i høyttaleren (inngår ikke i 2003). Vil du tilkople en plate – eller båndspiller, må du passe på følgende: Apparatene gjør bruk av skjermede ledninger (se fig. 175). Kople skjermen (a) til klemme V og den ene, eventuelt begge ledningene (b) til U.

Deretter tilkoples batteriene: **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplepulten og start apparatet. Skru potensiometeret til høyre. Med dette regulerer du lydstyrken. Når du dreier det lengst mot høyre, får du den sterkeste lydstyrken. Har du nå tilkople øretelefonen, platespilleren eller båndspilleren riktig og ikke hører noe, må du straks slå av og lete etter feilen.

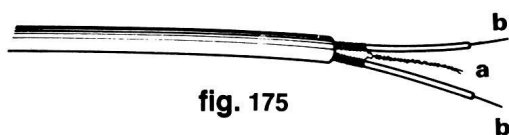
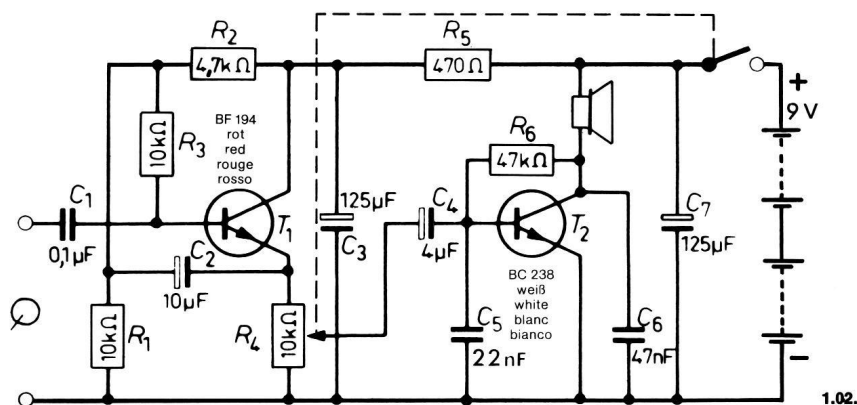


fig. 175

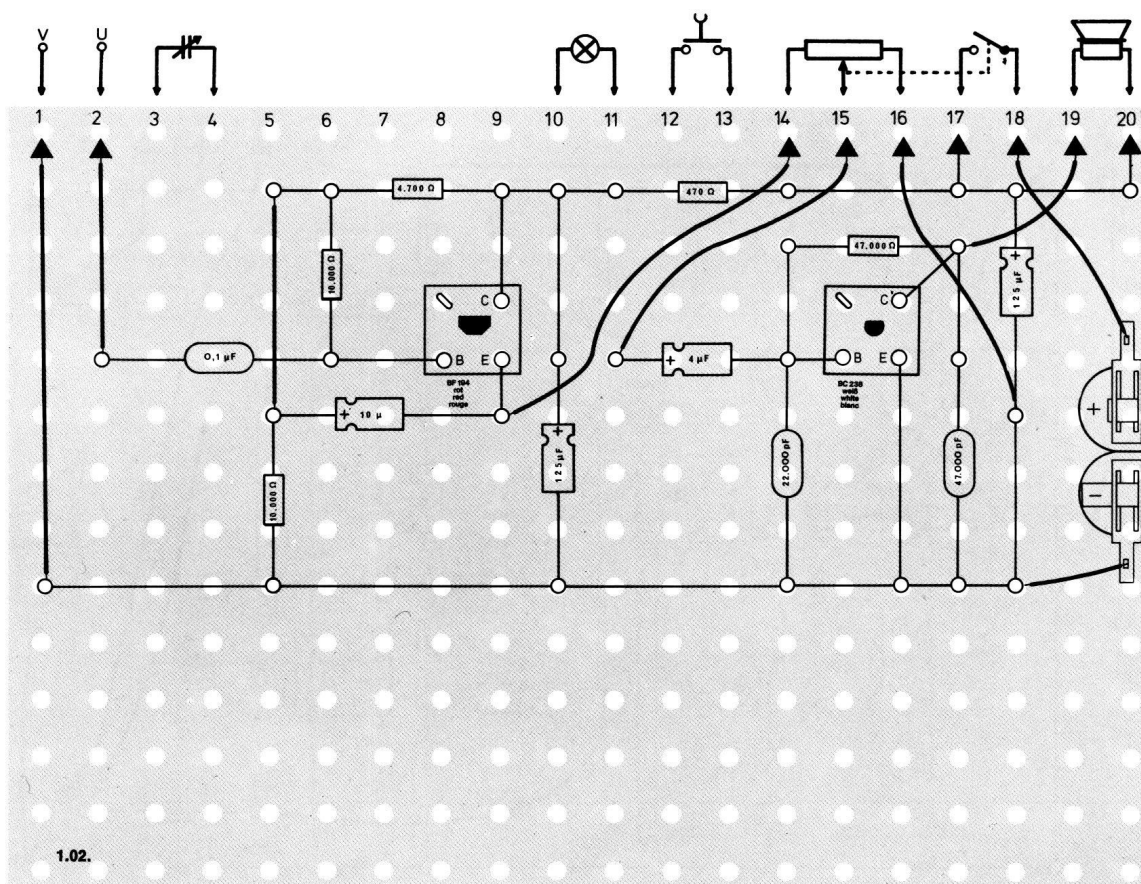


1.02.

## Koplingsbeskrivelse for den avanserte

I denne forsterkeren arbeider den første transistoren som en såkalt emitterfølger, dvs. den er kollektorkoplet. Signalet som tilføres over C 1 tas ut ved emitter og føres via motstanden R 4 til den andre transistoren, sluttforsterkeren. Emitterfølgeren T 1 har høy inngangsimpedans og belaster den tilkoblede signalkilden meget lite. På denne måten føres signalet fra en krystall pick-up usvekket og uforvrengt til transistoren T 1. En ytterligere egenskap hos emitterfølgeren er at den virker som en impedansomformer og omformer den høye inngangsimpedansen til en lav utgangsimpedans. Den brukes derfor innen transistortechnik for tilpasningsformål, slik som her.

Potensiometeret R 4 har en resistans på 10 k $\Omega$  og brukes til å regulere lydstyrken. Sluttrinnet er emitterkoplet og emitteren er derfor koplet til minuspolen, mens arbeidsmotstanden (høytaleren) ligger i transistorens kollektorkrets. Elektrolyttkondensatorene C 7 og C 3 brukes til å filtrere og glatte driftspenningen fra batteriet.



### 1.03. Push-pull-forsterker

Med dette apparatet får du mer lydstyrke og fyldigere klang ved gjengivelsen. Du kan kople en øretelefon til inngangen som mikrofon og forsterke din egen stemme. Du kan også bruke en platespiller eller båndspiller som signalkilde om du har lyst. Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

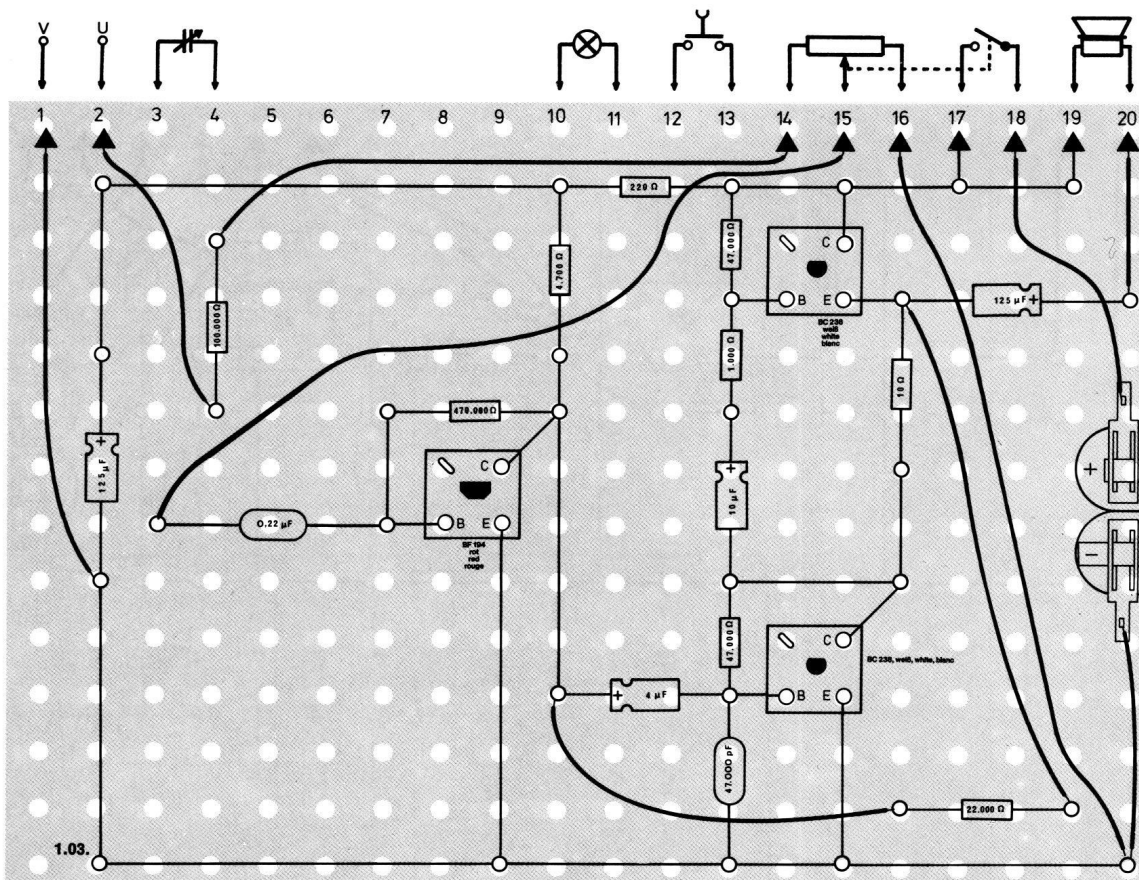
**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkopleet (riktig polaritet).

Skru fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplinger.

**Spesielt arbeide:** Kople en øretelefon (finnes ikke i EE2003) til de ytre tilkoplingsklemmene. Den virker som mikrofon. Snakker du i den, hører du din egen stemme i høyttaleren. Vil du tilkople en plate- eller båndspiller må du ta hensyn til følgende: Apparatene gjør bruk av skjermede ledninger (se fig. 175). Kople skjermen (a) til klemme V og den ene eller eventuelt begge ledningene (b) til U.

Deretter tilkoples batteriene. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingene og start apparatet. Skru potensiometeret til høyre. Med dette regulerer du lydstyrken. Når du dreier det lengst mot høyre, får du den sterkeste lydstyrken. Har du koplet øretelefonen, platespilleren eller båndspilleren riktig og ikke hører noe, må du straks slå av og finne feilen. Du kan bruke hvilke som helst øretelefoner, f. eks. en øretelefon med bestillingsnummer 349.1041.

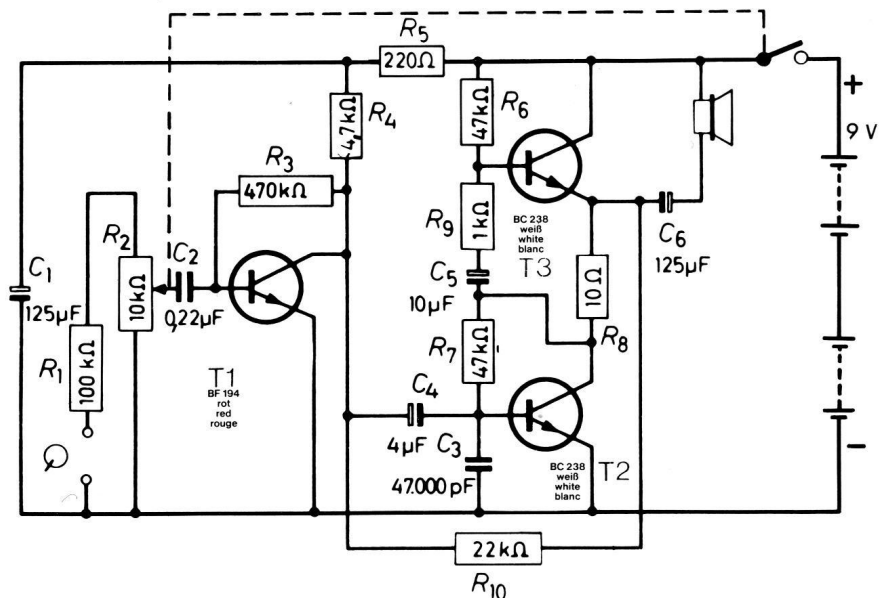


### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Volumkontrollen (lydstyrkeregulatoren, i dette tilfellet potensiometeret) ligger foran transistorene. For å tilpasse den høyohmige signalkilden (spenningskilden) til den lavohmige transistorinngangen har vi koplet en motstand ( $R_1 = 100\text{ k}\Omega$ ) foran volumkontrollen. Motkoplingen (eller tilbakekoplingen) fra høyttaleren over  $R_{10}$  til kollektor på T1, stabiliserer koplingen.

Som du ser av koplingsskjemaet, skiller denne forsterkerens sluttrinn seg fra forsterkeren i 1.02. Vi har et enkelt **push-pull-sluttrinn** som består av transistorene T2 og T3. De er koplet i serie, dvs. hver transistor arbeider med halve driftsspenningen. Når den nederste transistoren T2 drives i emitterkopling, arbeider den øverste transistoren T3 i kollektorkopling. Likestrømmen går altså gjennom T2 via motstanden  $R_8$  og gjennom T3 til koplingens plusspol. Basisspenningen tilføres over motstandene  $R_6$  og  $R_7$ .

Vekselspenningen fra for-forsterkeren T1 føres til basis på T2 via elektrolyttkondensatoren  $C_4$ . Det forsterkede signalet gir i kollektorkretsen til T2 – opphav til et større eller mindre spenningsfall over  $R_8$  – avhengig av transistorens utstyring. Vekselspenningen over  $R_8$  styrer via elektrolyttkondensatoren  $C_5$  og motstanden  $R_9$  – emitterfølgerens T3 basis. T3 gir sammen med T2 signal til høyttaleren som er koplet likestrømsfritt til sluttrinnet over  $C_6$ . Spenningen som vi får ved denne push-pull-koplingen, er altså avhengig av polariteten til den påførte vekselspenningen. Når for eksempel spenningen over T2 (kollektor-emitter) stiger, minker den over transistor T3.



#### 1.04. For-forsterker med korleksjon

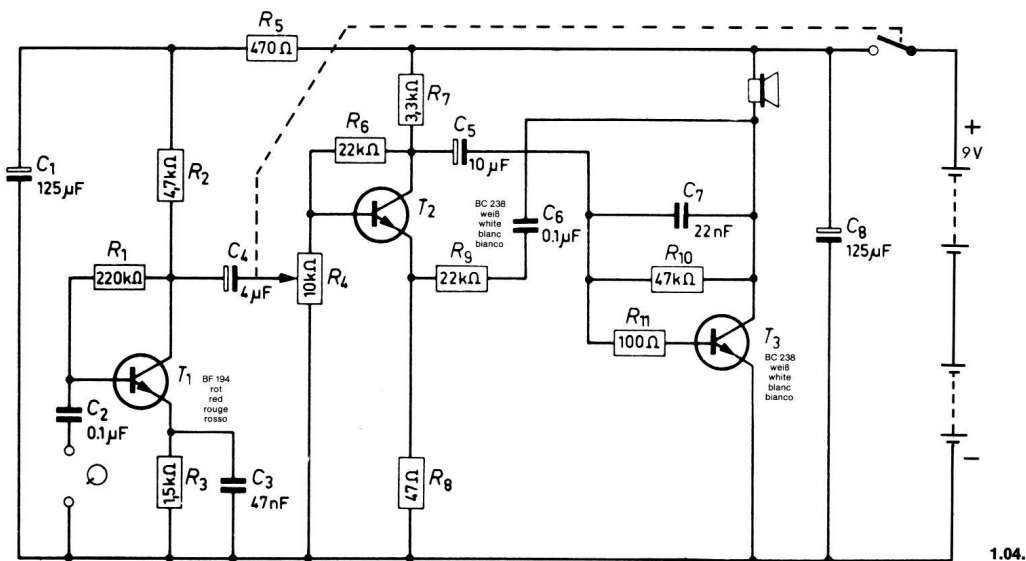
En pick-up gjengir ikke alle toner med samme styrke. De elektriske svingningene vi får ved høye og lave toner, er mye svakere enn signalene fra de mellomliggende frekvensene. Du kan tenke deg at klangbildet vil bli unaturlig når diskanten og bassen blir gjengitt svakere. Klangbildet forvrenges. Dette kan vi imidlertid korrigere med elektronikk. Vi trenger da en forsterker som forsterker de høye og lave tonene mer enn tonene i mellomregisteret.

Vi får til denne korleksjonen ved at mellomtoneregisteret, takket være motkopling, forsterkes mindre enn diskanten og bassen. Klangbildet blir på denne måten igjen naturlig og uforvrengt.

**Spesielt arbeide:** Kople en øretelefon til begge de ytterste tilkopplingsklemmene – som mikrofon. Snakker du i den, høres din egen stemme i høyttaleren. Har du lyst til å kople til en plate- eller båndspiller må du huske på følgende: Apparatene gjør bruk av skjermede ledninger (fig. 175). Kople skjermen (a) til klemme V og den ene eller begge ledningene til U.

Deretter tilkoples batteriene. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingene og start apparatet. Skru potensiometeret til høyre og still inn den ønskede lydstyrken (volumet). Når potensiometeret er skrudd lengst mot høyre, er lydstyrken sterkest. Har du koplet til en øretelefon, platespiller eller båndspiller riktig og ikke hører noe, må du straks slå av og finne feilen. Du kan bruke en hvilken som helst øretelefon, f. eks. en med bestillingsnummer 349.1041.

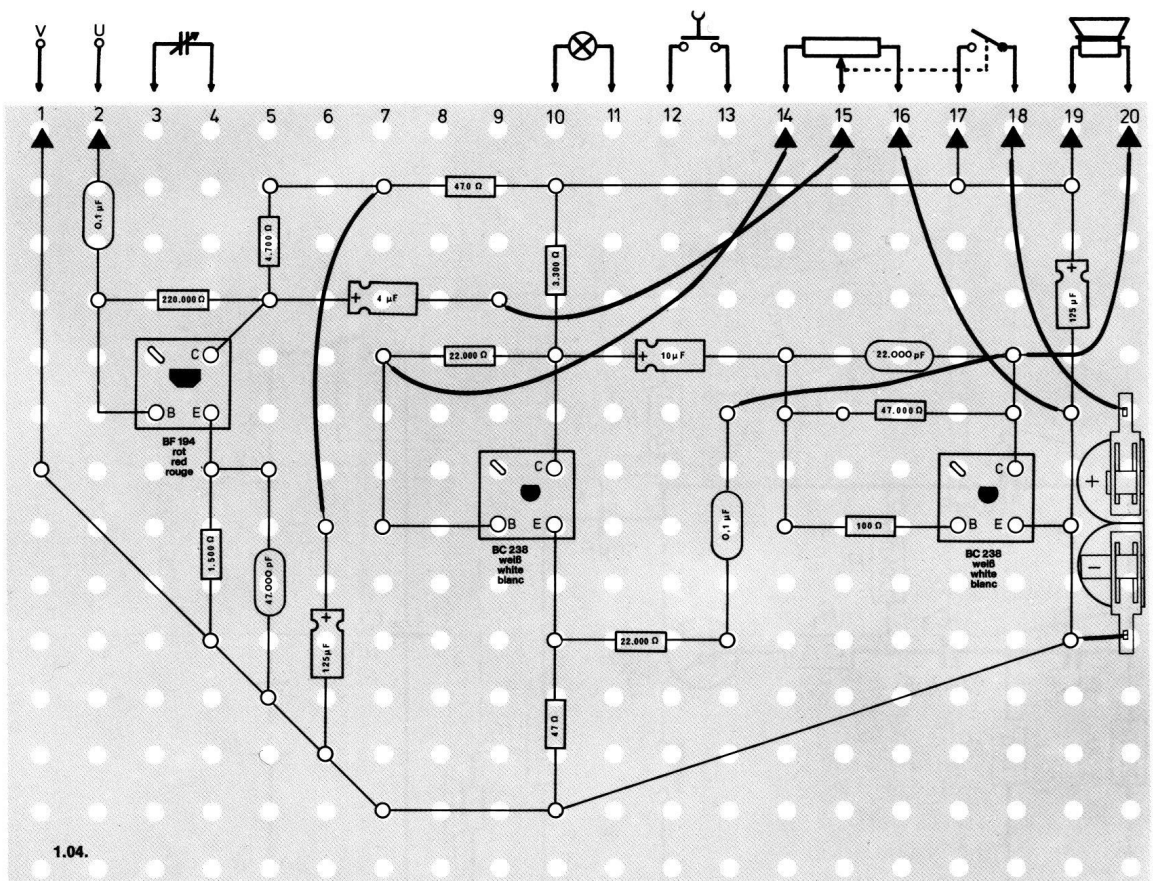


## Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Alle de tre transistorene arbeider i emitterkopling og belastningsmotstandene (arbeidsmotstandene) R2, R7 og høyttaleren ligger derfor i kollektorkretsen. Vekselspenningen som skal forsterkes, tilføres basis på T1 over kondensatoren C2 og går videre via C4 til volumkontrollen som her ligger etter det første trinnet. Det andre og tredje trinnet er koplet sammen over C5. R3 og R8 har som funksjon å stabilisere hvert av de to første transistortrinnene.

Med en motkopling (negativ tilbakekopling) føres en liten del av utgangsspenningen tilbake til inngangen hvor den tilbakeførte spenningen ligger i motfase med inngangsspenningen. På denne måten motvirkes forsterkningen. Samme type motkopling kan brukes på ett eller flere forsterkertrinn. De forbedrer forsterkerens egenskaper ved at de minsker forvrengningen, i vesentlig grad. Det tapet vi får i forsterkning, kan i første omgang virke som en ulempe, men det lar seg imidlertid lett kompensere for, ved å gjøre en tilsvarende utvidelse av antall trinn i forsterkeren.

I koplingsskjemaet finnes det to motkopplingskretser. De går fra høyttaleren via C6 og R9 til emitter på transistor T2, og fra kollektor på transistor T3 via C7 til basiskretsen. I det første tilfellet har vi altså en to-trinns motkoppling, fordi den tilbakeførte spenningen påvirker transistorene T2 og T3. Kondensatoren C7 er derimot enkelttrinns motkoplet, nemlig mellom kollektor og basis på T3.





## 2.01. Øvelsesapparat for morse

Ved samband med båt eller fly benyttes ofte morse. Med dette apparatet kan du selv prøve å sende morsesignaler.

Hvis du presser trykkbryteren raskt ned og slipper den like raskt, hører du en kort tone. Den kalles for en «prikk». Dersom du holder trykkbryteren nede lenger, får du en tone som kalles for en «strek». For lenge siden ble det enighet om en kode bestående av prikker og streker for hver bokstav i hele alfabetet – og dessuten for tall og tegn. Denne morsekoden brukes over hele verden. Du har sikkert hørt på radio hvordan telegrafistene sender morse, på kortbølgebåndet. Hvis du lærer deg morsealfabetet utenat og øver deg godt, vil du kunne forstå dette telegrafistspråket. Du kommer sikkert til å oppdage at mange morsesendinger er altfor raske for deg. Dessuten er de ikke alltid på norsk. Dette kan du selvfølgelig ikke gjøre noe med, men hvis du samarbeider med en kamerat, kan dere øve av hjertens lyst og sende meldinger til hverandre.

Du finner morsealfabetet på side 138.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

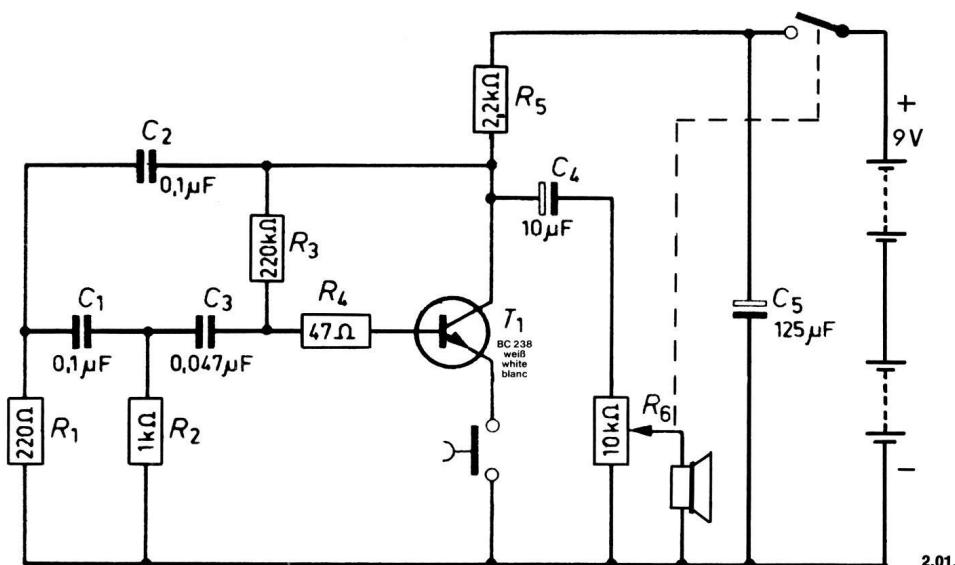
**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

**Spesielt arbeide:** Har du EE 2050, kopler du øretelefonen til tilkoplingene 19 og 20.

Deretter tilkoples batteriene. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet. Skru potensiometeret mot høyre. Når du presser ned trykkbryteren, høres en tone i øretelefonen eller høyttaleren. Styrken på tonen kan du regulere med potensiometeret. Skrudd helt til høyre, gir sterkest tone. Hører du ikke noe, må du straks slå av og lete etter feilen.



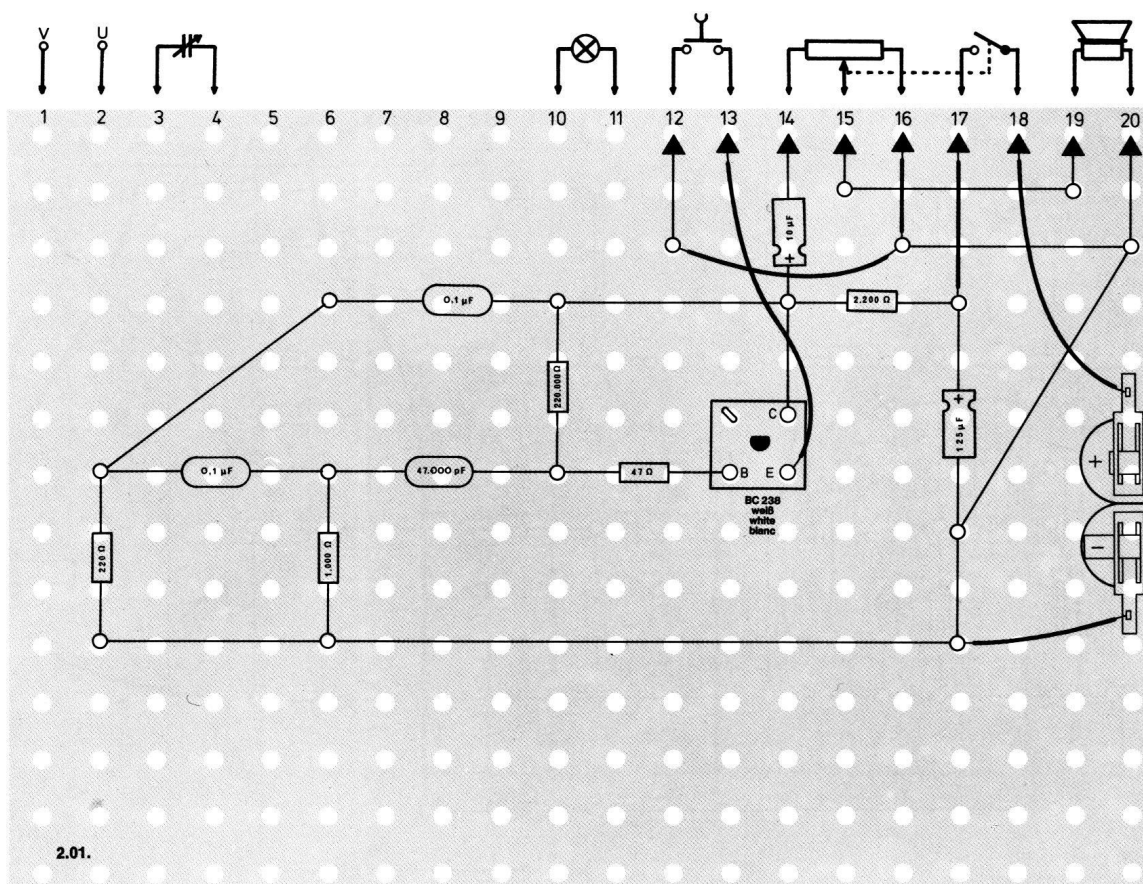
## Koplingsbeskrivelse for den avanserte

I denne transistorkoplingen genereres en tone som sendes ut gjennom høyttaleren når trykkbryteren presses ned. Koplingen kalles for en RC-oscillator. Som i alle oscillatorer må tilbakekoplingsbetingelsene oppfylles – så også i denne koplingen. Slik foregår det: Hvis du tilfører basis på T1 en positiv halvbølge, så får vi ved kollektoren et forsterket, men negativt gående signal. Hvis vi via C2 fører dette signalet direkte tilbake til basis på transistoren, får vi en motkopling. Men først må vi forvandle motfasen til medfase. Her utnytter vi det faktum at strømmen i en kondensator går foran den pålagte spenningen. Forestill deg at en kondensator lades opp fra en spenningskilde. Når du kopler til kontakten, går det først en oppladningsstrøm til kondensatoren, men det finnes ennå ingen spenningsforskjell mellom platene. Ettersom ladningsstrømmen avtar, øker spenningen fordi platene nå er ulikt ladet. Vi kan ta spenningen ut over en motstand, koplet etter.

På denne måten forsinkes signalet. Vi kaller det for fasedreining. Koplingen benytter flere RC trinn (C2/R1 og C1/R2) for å få en større fasedreining, slik at man ved en gitt frekvens kan gjøre motfase om til medfase.

Ved **fasedreiningen** tilbakekoples det negative kollektorsignalet, samtidig som det vendes så mye at basissignalet opprettholdes. Oscillatoren svinger.

I dette øvingsapparatet for morse arbeider oscillatoren bare når kontakten er nedtrykket – altså når vi vil ha et morsetegn. Med potensiometeret R6 kan vi regulere volumet.



2.01.

## 2.02. Øvelsesapparat for morse med høyttaler

Trykker du ned kontakten på dette apparatet, hører du en sterk pipetone i høyttaleren.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensator.

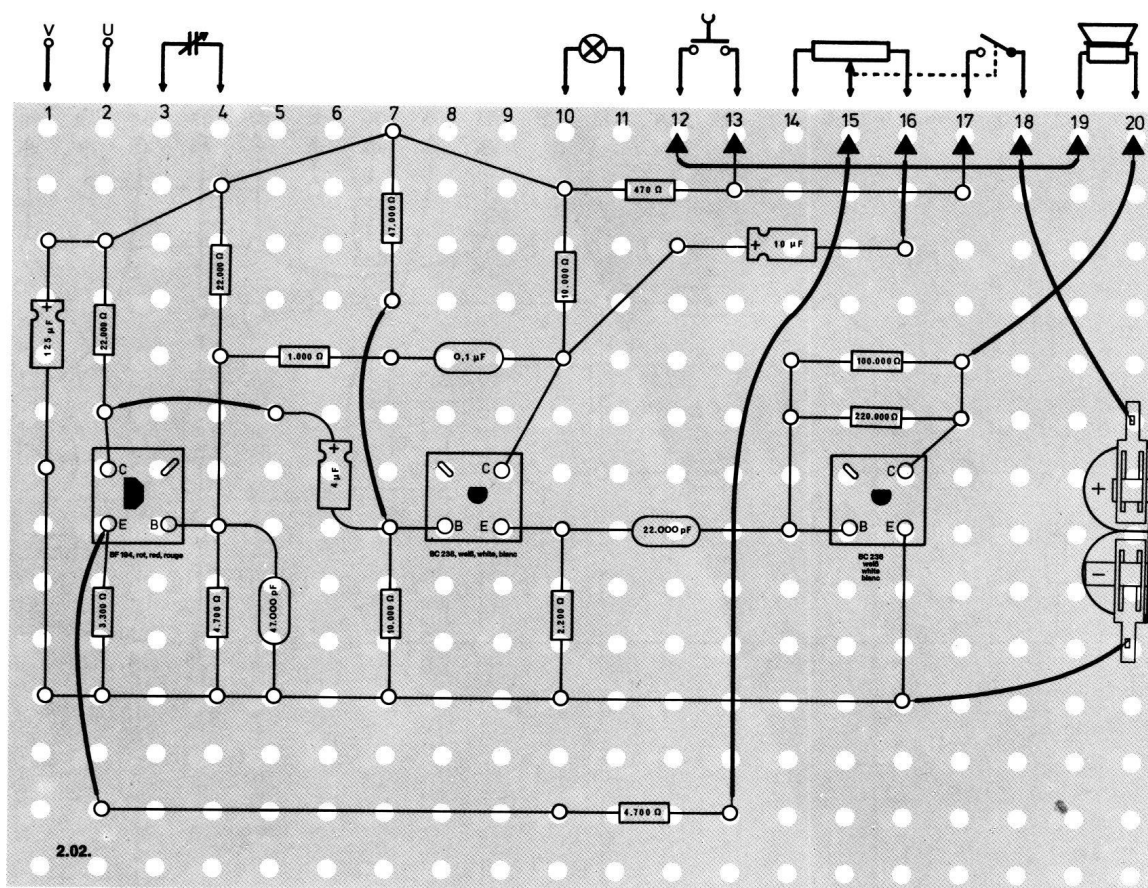
**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skru fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

**Spesielt arbeid:** Du kan løsne høyttaleren fra selve apparatet og eventuelt plassere den i et annet rom. Der kan du la en kamerat ta imot morsesendingen.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet. Skru potensiometeret helt mot høyre. Med potensiometeret kan du stille inn en tone som du synes låter behagelig, når du trykker ned kontakten og lager det første morsetegnet. Hører du ikke noe, må du straks slå av og finne feilen.



### Kopplingsbeskrivelse for den avanserte

Denne koplingen består av to deler. Den ene delen er oscillatoren med transistorene T1 og T2, og den andre er et etterkoplet forsterkertrinn med transistoren T3. Dette trinnet har til oppgave å forsterke det genererte signalet så mye at det kan drive høyttaleren. Dette trinnet er koplet til oscillatoren over kondensatoren C6. For bedre å forstå hvordan en RC-oscillator arbeider, har vi tegnet inn grunnkoplingen på fig. 176. Det dreier seg her om en såkalt: **Wienbro** som leverer en meget konstant vekselspenning. Frekvensen er avhengig av RC-deleren R4/C2 og R5/C3. Tilbakekoplingen skjer via en fasevending i begge transistorene.

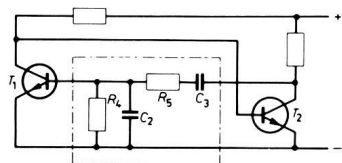
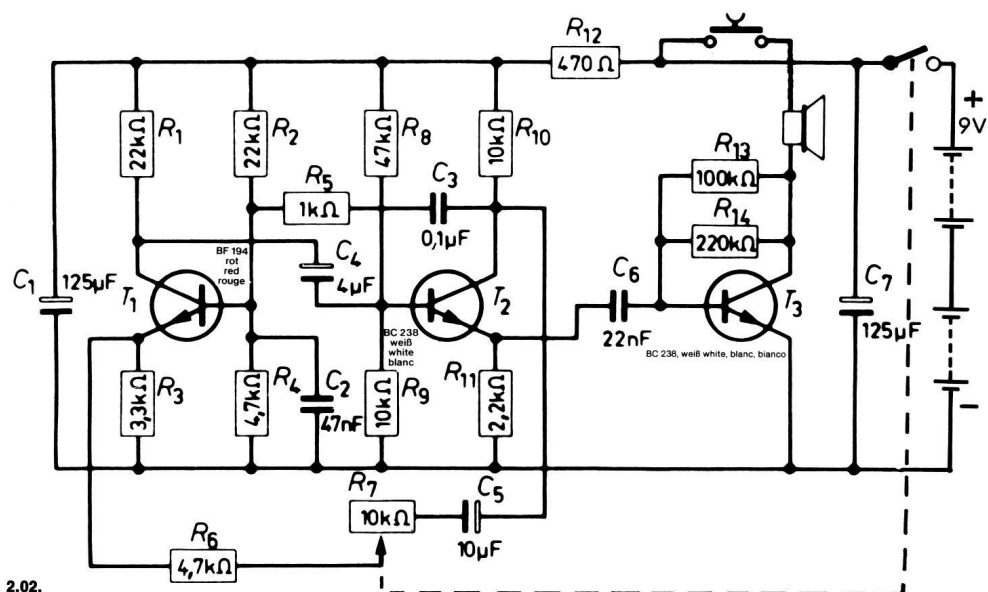


fig. 176

Tilfører vi, f.eks., basis på T1 en positiv halvbølge, får vi over motstanden i kollektorkretsen: en negativ halvbølge som også ligger over basis på T2. I denne kollektorkretsen får vi en forsterket positiv halvbølge. Via den inntegnede RC-deleren føres denne til basis på T1, slik at tilbakekopplingsbetingelsene er oppfylt, og tilbakekoplingen er i medfase. RC-oscillatorens forsterkning er imidlertid større enn det som er nødvendig for å generere selve svingningen. På grunn av den store tilbakekoplingen får signalet derfor en helt forvrengt kurveform. Det blir nødvendig å bygge inn ytterligere en motkopling for å få en så god sinusform som mulig på det genererte signalet. Motkoplingen går fra kollektorkretsen til transistor T2 – over C5, R7 og R6 til emitter på T1. Med potensiometeret kan vi stille inn graden av motkopling. Men høyttaleren må være koplet inn fordi vi på den måten tydelig kan høre forvrengningen som oppstår, når motkoplingen minskes. «Nøkkelen» som er nødvendig til morsesignaliseringen, er lagt til ledningen mellom høyttaleren og batteriet. Høyttaleren gjengir altså den tonen som RC-oscillatoren har generert, når trykkbryteren er lukket.



2.02.

### 2.03. Telefonforsterker

Telefonen er et elektrisk apparat. Alt som sies i den, forvandles til en vekselstrøm som går gjennom telefonapparatets spoler. Strømmen lager et magnetfelt rundt spolen som går gjennom din mottakerspole (drossel). Disse magnetfeltene lager i sin tur små spenninger i mottakerspolen, og disse kan siden forsterkes ytterligere i ditt anlegg.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

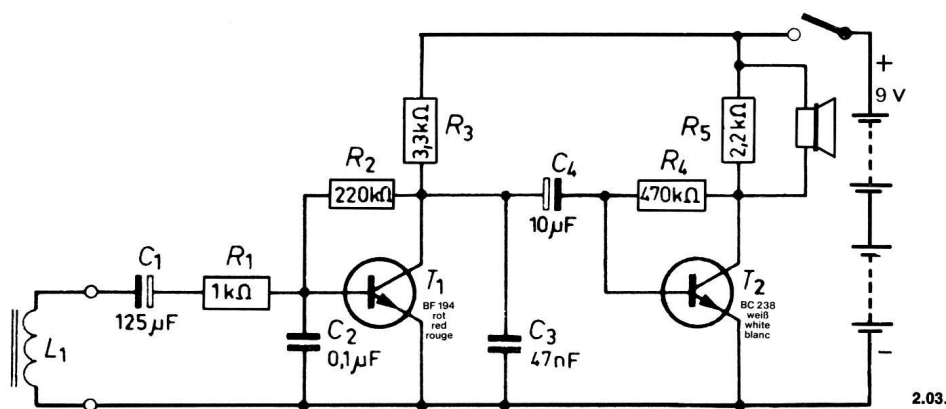
**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

**Spesielt arbeide:** Kople to ledninger (maksimalt én meter) til de ytterste klemmene U og V, og forbind den med drosselen.

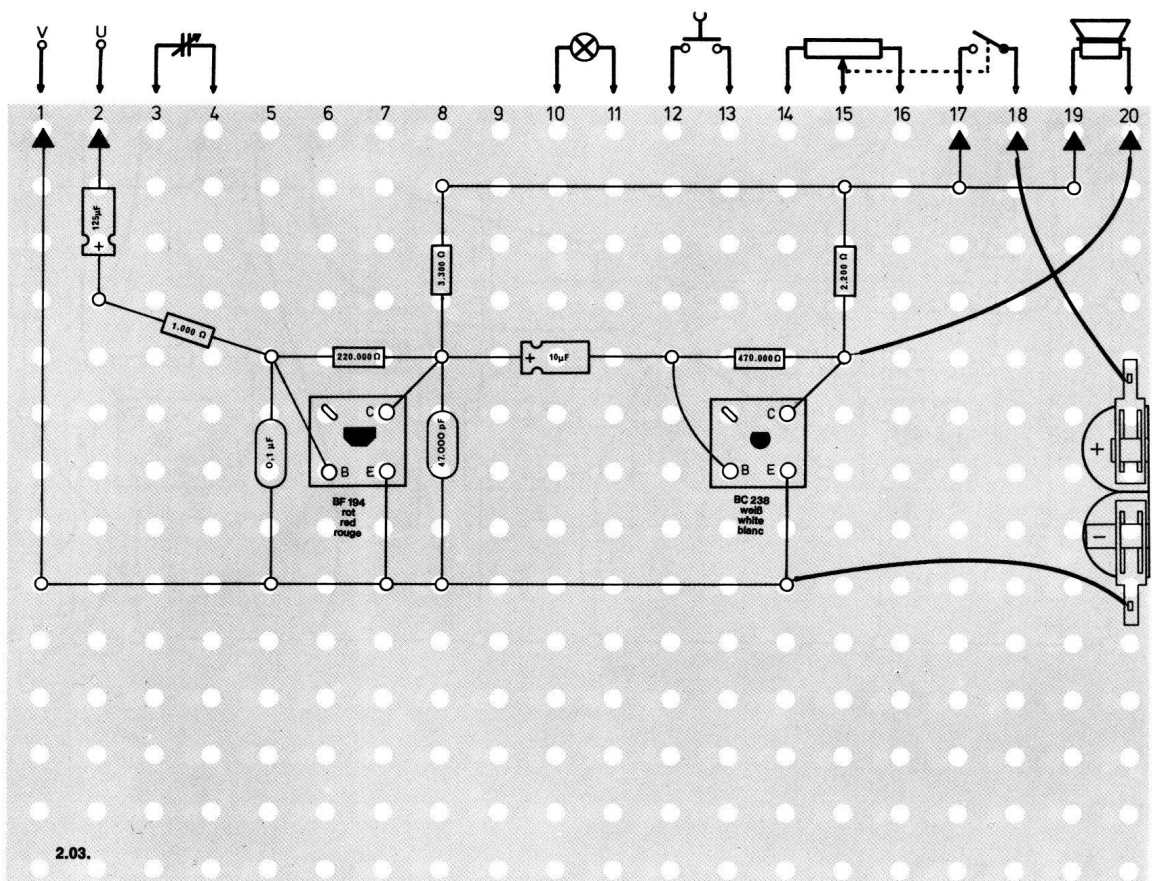
Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingene og start apparatet. Skru potensiometeret til høyre. Legg drosselen helt inntil telefonen og løft av telefonrøret. Finn ut, ved å gjøre flere forsøk, hvor ved telefonen det er best å plassere drosselen. Nå kan du lytte med, ved alle samtaler. Hører du ikke noe, må du straks slå av apparatet og finne feilen.



### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Denne koplingen er en totrinnsforsterker der T1 og T2 er emitterkoplet. Signalet som drosselen fanger opp fra det lavfrekvente magnetfeltet, skal forsterkes opp slik at det kan høres i høyttaleren. I stedet for å bruke en volumkontroll får du heller prøve deg fram til den beste innstillingen, ved å flytte på drosselen.





## 2.04. Tretrinns telefonforsterker

Dette apparatet er faktisk helt fantastisk! Når du snakker i telefonen med en kamerat, kan du høre både hva du og kameraten din sier i høyttaleren. For å få dette til, må du legge den tilkoblede drosselen helt inntil telefonapparatet.

Du får prøve deg fram ved forsøk for å finne den beste plasseringen for drosselen. Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

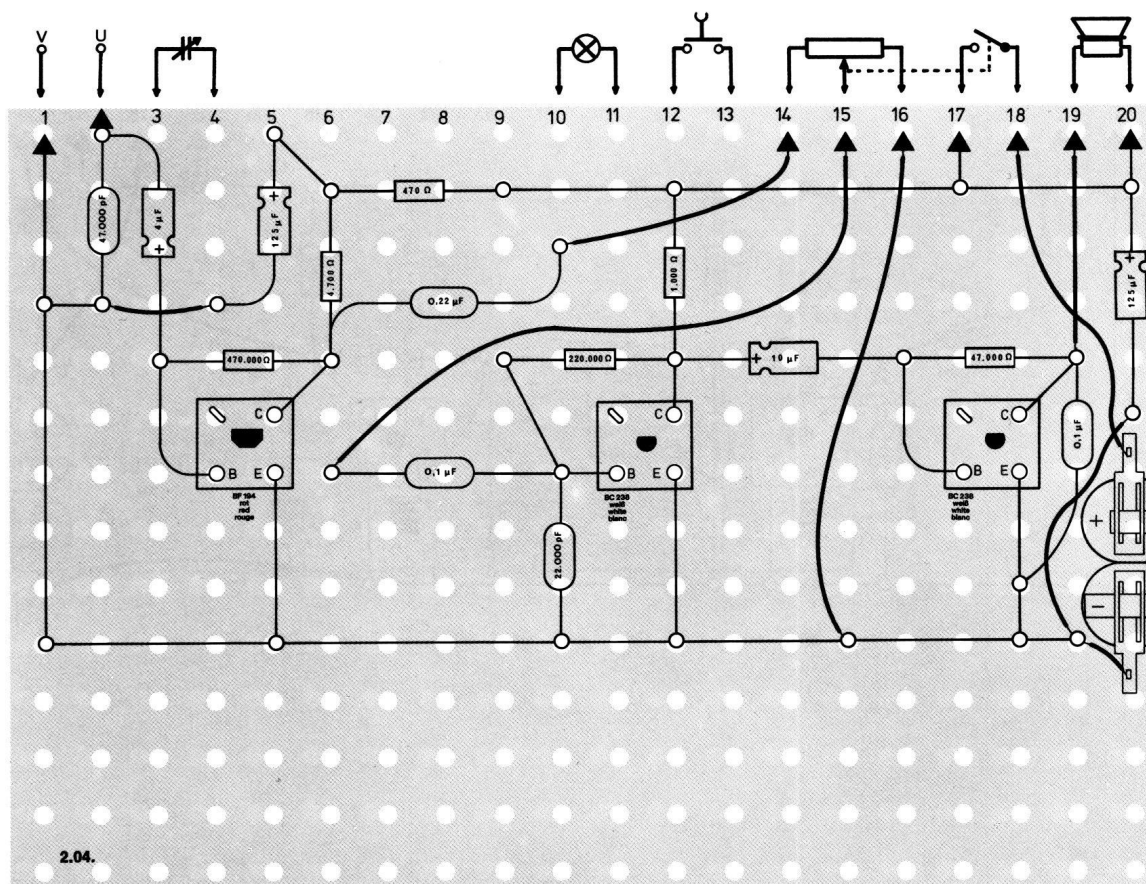
**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

**Spesielt arbeid:** Kople to ledninger (maksimalt 1 meter) til de ytre klemmene U og V. Forbind disse til drosselen.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

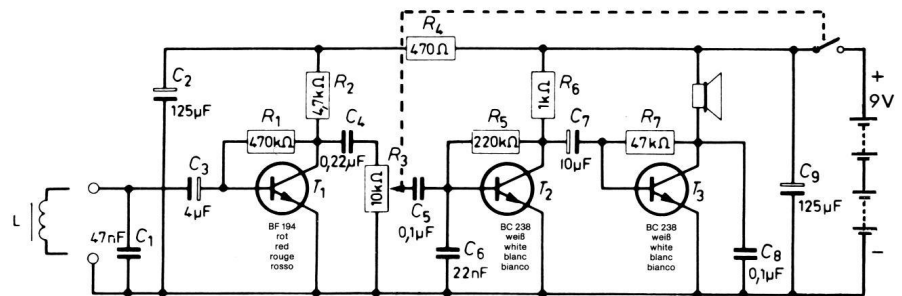
Kontroller til sist koplingene, og start apparatet. Skru potensiometeret mot høyre. Når det står lengst mot høyre, er volumet størst. Legg drosselen helt inntil telefonen og løft av telefonrøret. Nå skal du tydelig høre summetonen i høyttaleren. Hører du ikke noe, må du straks slå av og finne feilen.



### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Denne tretrinnsforsterkeren arbeider i emitterkopling og skal forsterke signalet som drosselen har fanget opp fra det lavfrekvente magnetfeltet. Koplingen har høy forsterkningsfaktor slik at selv meget små inngangsspenninger blir godt gjengitt. Det bygges opp et magnetfelt rundt telefonen. Når vi plasserer drosselen i dette feltet fanger den opp signal som inneholder all informasjon som finnes i magnetfeltet. Fordi dette signalet er meget svakt, kan det føres rett til det første transistortrinnet – uten at du behøver å være redd for at transistoren skal overstyres. Volumkontrollen er plassert mellom det første og det andre trinnet.

For å forhindre brum, på grunn av den store forsterkningsfaktoren, er koplingen gjort slik at bare talefrekvensene slipper gjennom. Dette skjer ved hjelp av kondensatoren C1 (parallellkoplet med inngangen) som kortslutter ved høye frekvenser, samt vha. C4 og C5 som på grunn av kapasitansen sperrer for de lave frekvensene. Og, til sist ved hjelp av C6 som også undertrykker de høye frekvensene. Vi kan også – som en prøve – uten vanskelighet gjøre denne tretrinnsforsterkeren om til en oscillator, hvis vi plasserer drosselen i nærheten av høyttaleren og skrur opp volumkontrollen. Det oppstår da en tilbakekopling eller «rundgang» som lager svingninger i forsterkeren. Vi kan lett høre dette ved at vi får en ubehagelig, skrikende tone i høyttaleren. Vi ser altså at vi må passe på å skille inngangen og utgangen fra hverandre – eller «separere» dem som det kalles på fagspråket.



2.04.

## 2.05. Svarsignalgenerator

Dette apparatet genererer en tone lik den du hører i telefonen når du ringer til noen. Du kan variere tiden mellom de enkelte tonene, ved å skru på potensiometeret. Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og kablingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen. Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

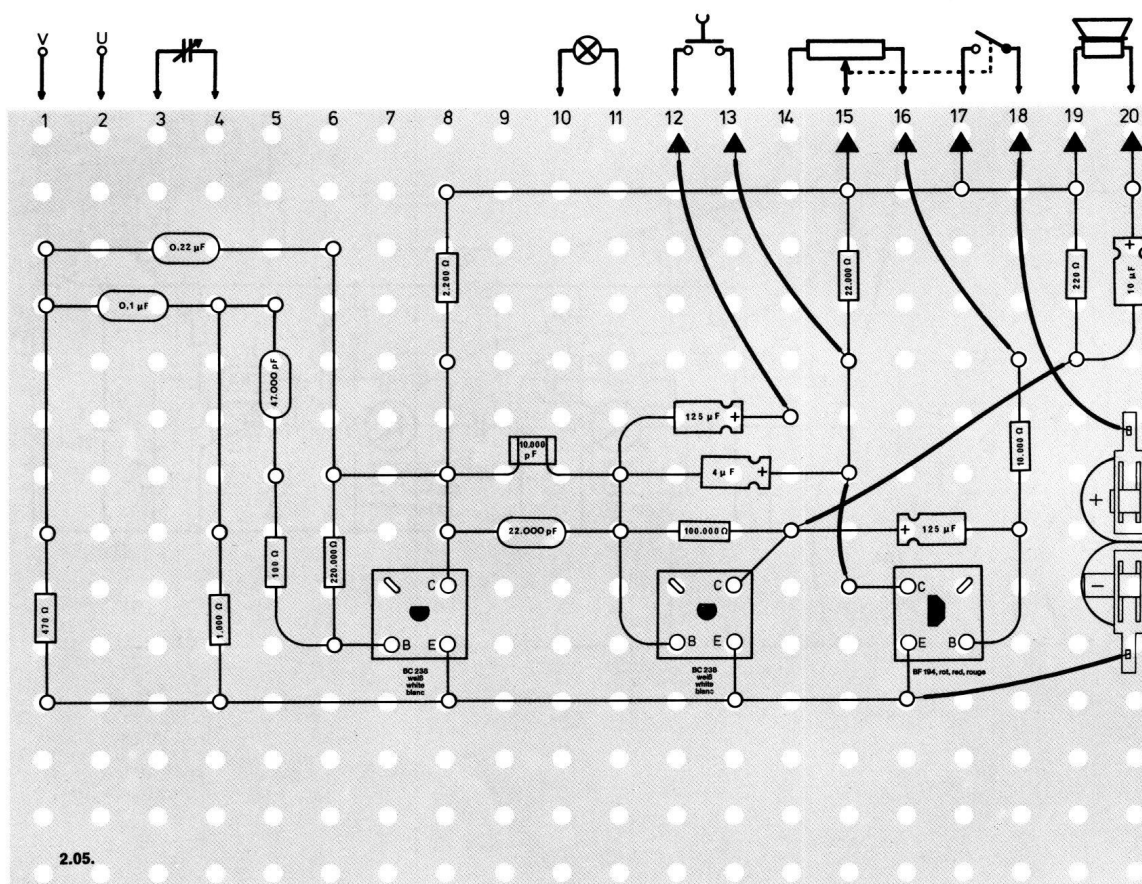
**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkople (riktig polaritet).

Skru fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

Ingen spesielle arbeider.

Batterienerne tilkoples. **Kontroller polariteten!**

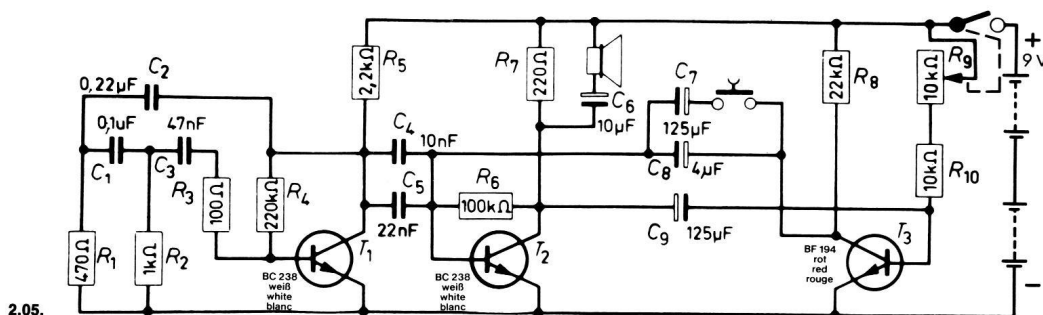
Kontroller til sist koplingen og start apparatet. Skru potensiometeret mot høyre. Nå vil du høre et opptatt-signal – slik du kjenner det fra telefonen. Presser du ned trykkkontakten, hører du det vanlige svarsignalet. Du kan variere hurtigheten på signalet vha. potensiometeret. Hører du ikke noe signal, må du straks slå av og finne feilen.



### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

I denne koplingen benytter vi igjen en RC-oscillator. Den består nå imidlertid av bare én transistor, T1. Tilbakekopplingsbetingelsene oppfylles på følgende måte: når vi tilfører basis på T1 en positiv halvbølge, får vi et negativt signal i kollektorkretsen. Hvis vi tilbakefører dette til transistorens basis, skulle vi få en motkopling. Vi må altså forsøke å snu motfasen til medfase. Da vi ikke kan oppnå fasevendingen vha. en annen transistor, bruker vi et såkalt faseforsinkelsesledd som består av C1/C2/C3 og R1/R2. I denne kjedekoplingen forsinkes fasen på signalet, ved en gitt frekvens, så mye at vi får en tilbakekoplet spenning i fase med basis på T1, slik at trinnet svinger.

Den genererte tonen som høres ut som signalet i telefonen, føres nå over C4 og C5 til et annet trinn. Dette trinnet består av en multivibrator med transistorene T2 og T3. Tonen som genereres i T1, blir på denne måten ikke kontinuerlig. Den kommer bare frem til høyttaleren når strømbryteren (transistor 2) er åpen. Vi kan minske multivibratorens kopplingshastighet vha. trykkontakten som er koplet i serie med C7. Pulslengden kan ytterligere påvirkes vha. potensiometeret R9.



## 2.06. Svarsignalgenerator med signallampe

Også dette apparatet genererer en tone lik den som brukes som opptatt- og svarsignal i telefonen. Dessuten lyser signallampen i pausen mellom hvert av de enkelte signalene.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de tilhørende tilkoplingene.

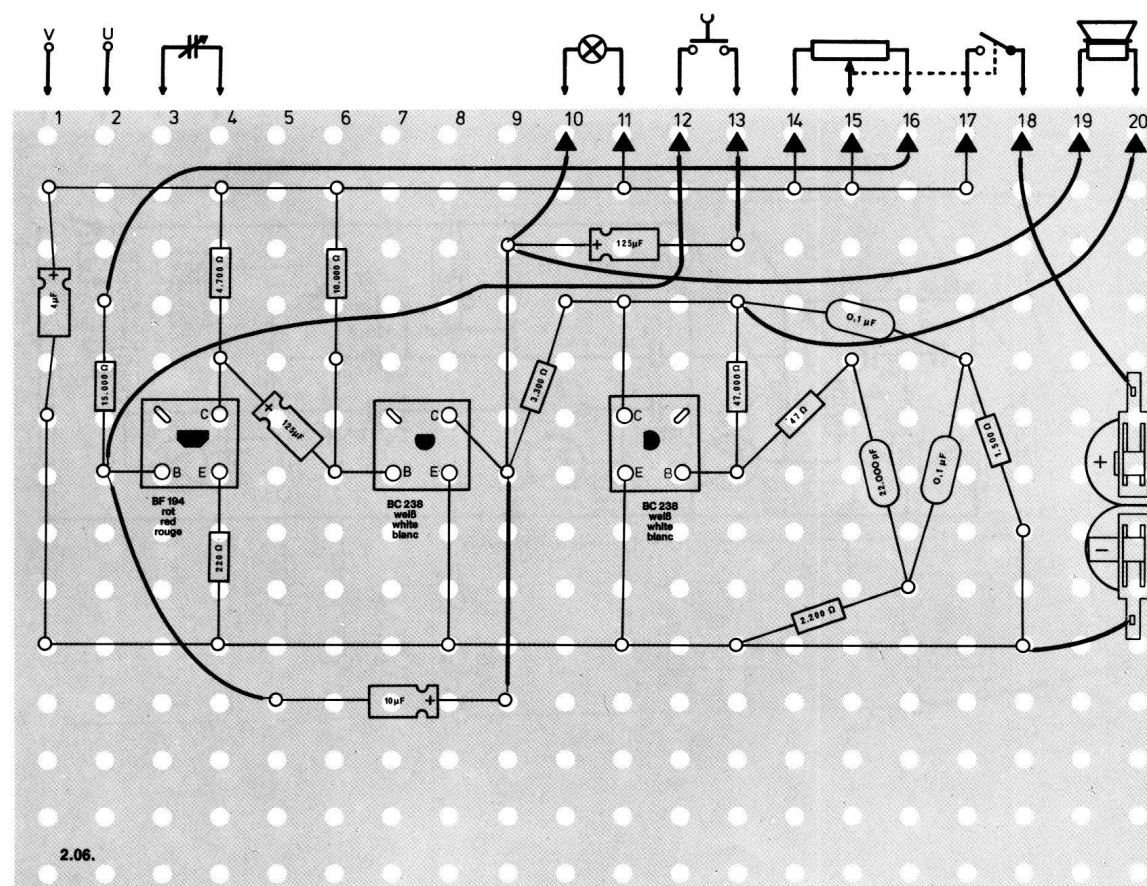
Ingen spesielle arbeider.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingene og start apparatet.

Skrus potensiometeret mot høyre. Lampen blinker, og i høyttaleren hører du en opptatt-tone – slik som den i telefonen.

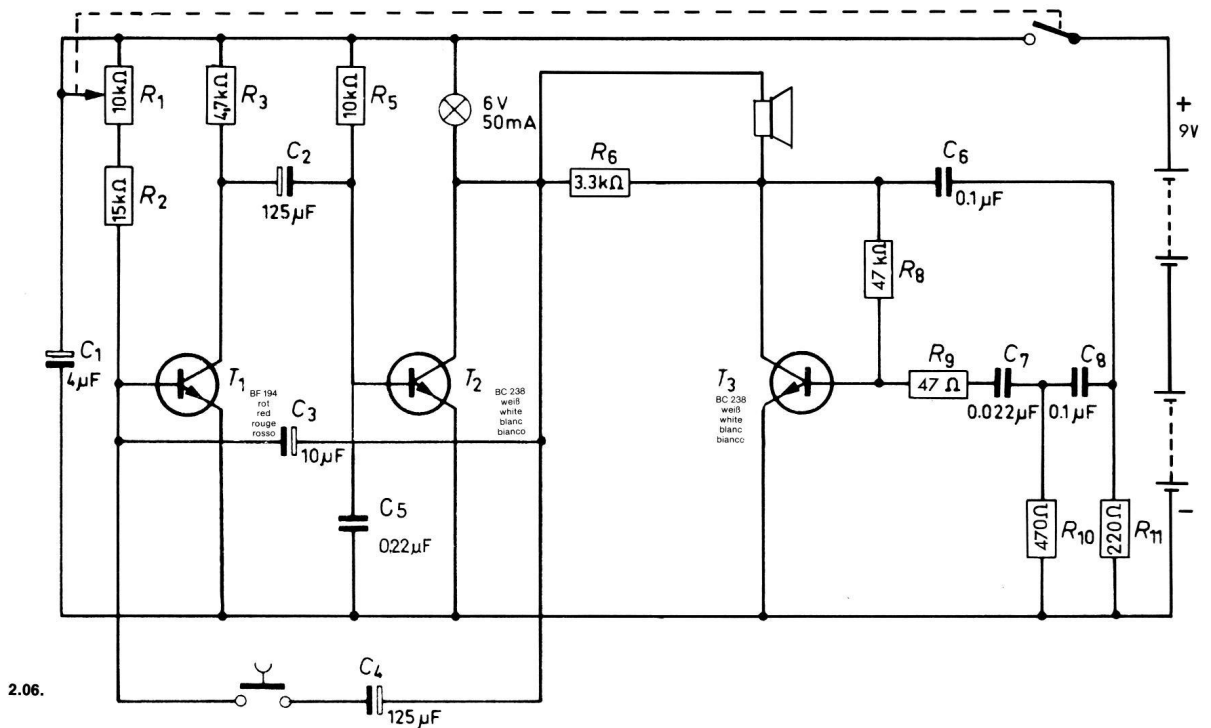
Med potensiometeret kan du endre signalets hastighet. Det går langsommere jo lenger mot høyre du skrur potensiometeret. Når du presser ned trykkkontakten, hører du svarsignalene. Blinker ikke lampen, må du straks slå av og finne feilen.



### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Koplingen består av to deler, RC-generatoren T3 og multivibratoren T1/T2. Multivibratoren svinger først i en takt som tilsvarer et opptattsignal. Trykker du ned trykkontakten, parallellkoples kondensatorene C3 og C4. På denne måten økes den samlede kapasitet, og multivibratoren svinger langsommere (svarsignal). Det viser lampen. Så lenge lampen lyser, er RC-generatoren forbundet med batteriets minuspol. Da genereres det ingen tone. Sperrer derimot T2, forbindes RC-generatoren med den positive batteripolen. Nå genereres det en tone som høres i høyttaleren.

I denne koplingen virker altså multivibratoren bare som av- og påkople for RC-generatoren.





### 3.01. Lyskontrollanlegg

Dette apparatet forteller om lyset i et rom er tent – når det egentlig skulle vært slukket. Dette kan være av viktighet, f. eks. i et fotolaboratorium. Straks det kommer lys inn i det rommet hvor dette apparatet er plassert, så lyser kontrollampen i lyskontrollanlegget.

Selv om lampen i rommet straks slukkes, fortsetter kontrollampen å lyse, til du trykker på tilbakestillingsknappen i apparatet. På denne måten kan du fastslå om noen har tent lyset i rommet – og siden slukket det igjen.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

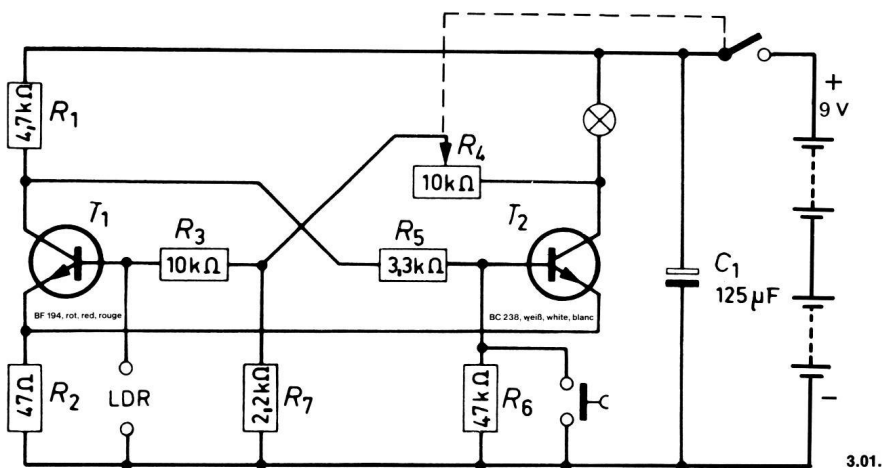
Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

**Spesielt arbeide.** Tilkople fotomotstanden (LDR) til de ytterste klemmene U og V. Du kan kople inn fotomotstanden vha. to lange ledninger og plassere den et sted i rommet der den ikke er synlig.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

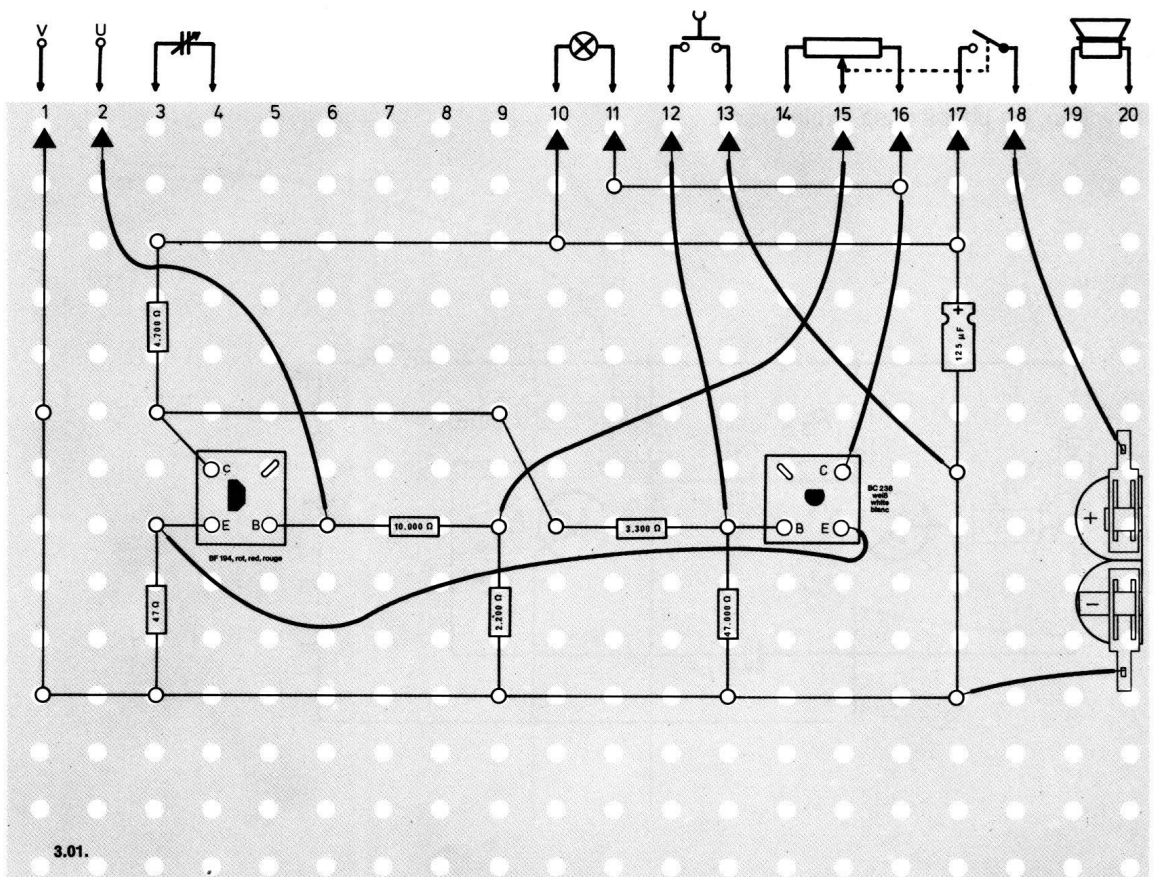
Skrus potensiometeret mot høyre. Ved å skru på potensiometeret kan du bestemme deg for hvilken lysstyrke som skal få lampen til å tenne. Skrudd helt til høyre er apparatet mest følsomt. Lyser ikke kontrollampen, må du straks slå av og finne feilen.



### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Denne flip-floppen slås av og på ved å forandre resistansen i fotomotstanden. Når lyset faller på fotomotstanden, er basis på T1 koplet til batteriets negative pol – fordi fotomotstanden da har meget liten motstand. Det går ikke lenger noen strøm gjennom T1. Den høye kollektorspenningen ved R1 føres over R5 til basis på T2 og kopler inn denne transistoren slik at lampen lyser.

Når det ikke lenger faller lys på fotomotstanden, kopler ikke flip-floppen om, men lampen fortsetter å lyse. Den lave kollektorspenningen over T2 sørger for dette. Først når du presser ned trykkontakten (tilbakestillingen) blir basis på T2 lagt til den negative batteripolen slik at T2 sperrer. Lampen slukker. Basisspenningen på T1 øker igjen – og gjør at transistoren koples inn. Med potensiometeret R4 bestemmer du ved hvilken lysstyrke omkoplingen skal skje.



3.01.

### 3.02. Blinklys og tyverialarm

Blinklys brukes innen alle teknikkens områder. Tenk bare på slike ting som trafikklys, retningslys på biler, flyfyrr, henvisning og varselskilt eller varsellamper. Tidligere ble det for det meste brukt reléer til å kople varsellamper av og på. I dag er blinkende lys for det meste transistorstyrt. Transistorene har ikke noen bevegelige deler som trenger ettersyn – og ingen kontakter som kan tilsmusses. Slike blinklys får på denne måten lengre levetid, og de er praktisk talt vedlikeholdsfrie. Dette apparatet er et elektronisk blinklys.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

Ingen spesielle arbeider.

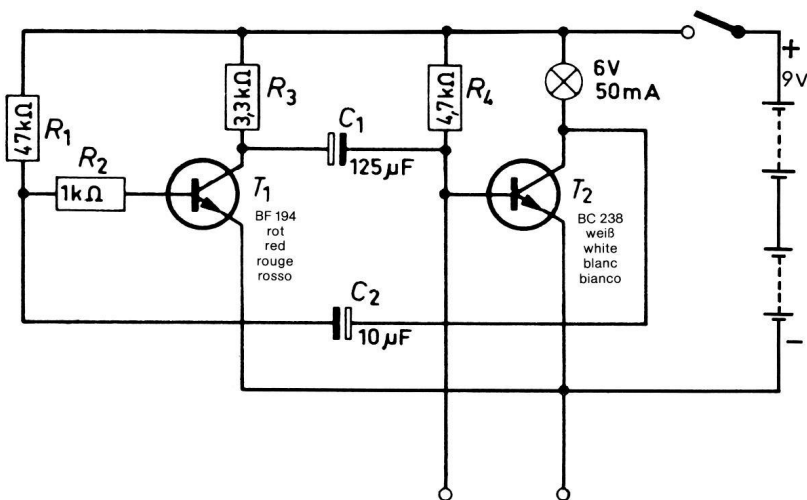
Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

Skrus potensiometeret mot høyre. Apparatet blinker. Lyser ikke lampen, må du straks slå av og finne feilen.

Blinkhastigheten er ikke stor. Du kan øke hastigheten hvis du bytter ut motstanden på R1 – 47 k $\Omega$ , med en på 10 k $\Omega$ .

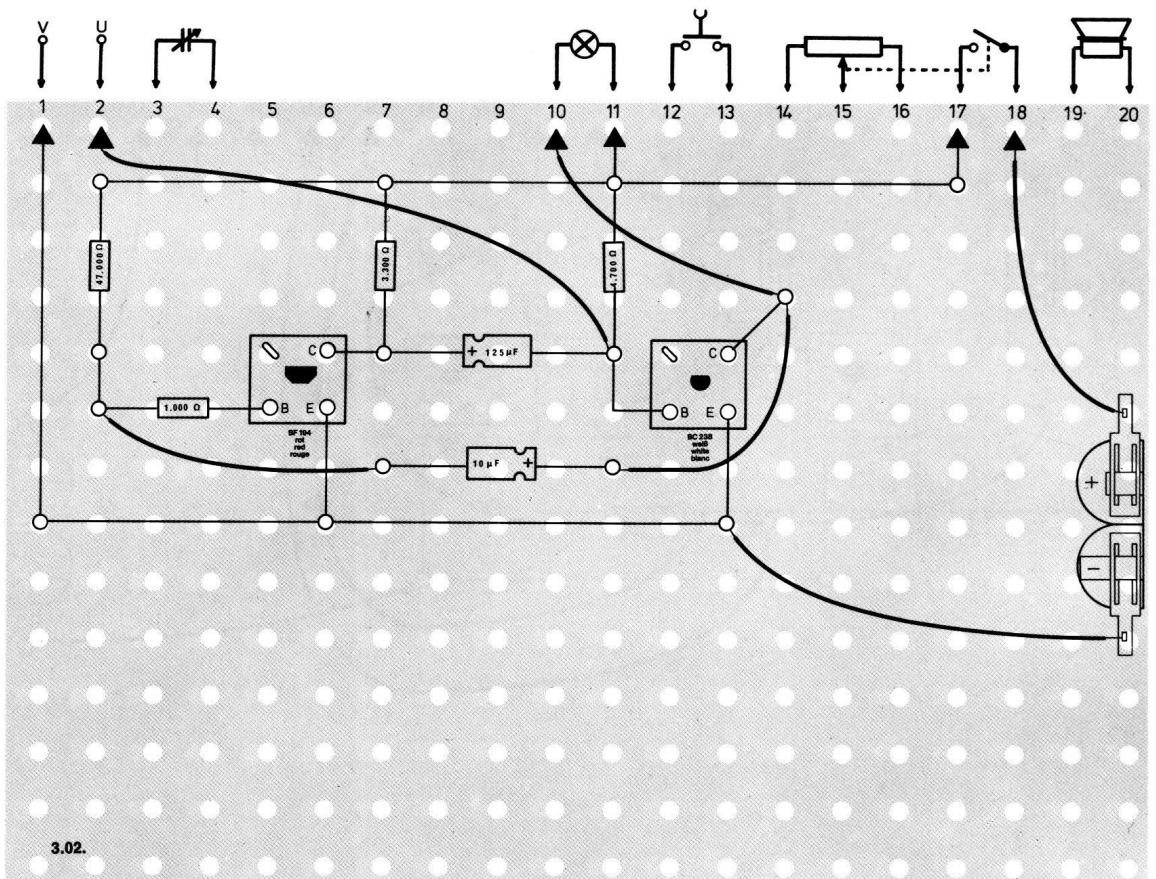
Det er også mulig å bygge dette apparatet videre ut til en tyverialarm. Spør dine foreldre om du kan få lov til å gjøre følgende arbeide: Kople to isolerte ledninger til de ytterste klemmene på U og V. Disse trådene fester du med to blanke tegnestifter – tett ved siden av hverandre, i en vinduskarm (eller en dørkarm). På selve vinduet (eller døra) fester du så videre, i samme høyde som tegnestiften, en folieremse, f. eks. en slik folie som du finner i en sigarettpakke – eller en bit aluminiumfolie. Når vinduet (døra) er lukket, skal folien berøre tegnestiften. Hvis noen nå – f. eks. en tyv – åpner vinduet eller døra, brytes forbindelsen mellom tegnestiftene – og apparatet gir alarm. Det samme vil skje dersom tyven tror han er lur og forsøker å klippe av ledningen. Da brytes også forbindelsen.



3.02.

### Koplingsskjema for den avanserte

Denne koplingen er en multivibrator med meget lav frekvens. Dette fordi begge koplingskondensatorene C1 og C2 med henholdsvis 125  $\mu\text{F}$  og 10  $\mu\text{F}$  har meget høy kapasitet. På denne måten får vi en forholdsvis langsom forandring av basisspenningen, slik at omkoplingen skjer langsomt. Glødelampen i kollektorkretsen på T2 lyser når transistoren leder. Hvis vi erstatter motstanden R1 (46 k $\Omega$ ) med en på 10 k $\Omega$ , øker blinkfrekvensen. Det er allerede nevnt i byggeveiledningen at apparatet kan brukes som tyverialarm. Tilkoplingen for de to ledningene som går ut, er basis på T2 og batteriets minuspol. I koplingsskjemaet er disse tegnet slik at de går rett ned.



### 3.03. Blinklys med regulerbar blink-hastighet

Dette apparatet er et eksempel på slikt lyssignal som brukes ved farlige fotgjengeroverganger – og ved jernbaneoverganger. Det er her snakk om moderne elektronisk styring.

Sammenliknet med apparat 3.02. har dette blinklyset en ekstra kontrollmulighet. Blink-hastigheten kan nemlig reguleres trinnløst.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplestrådene slik det er angitt i kopleplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

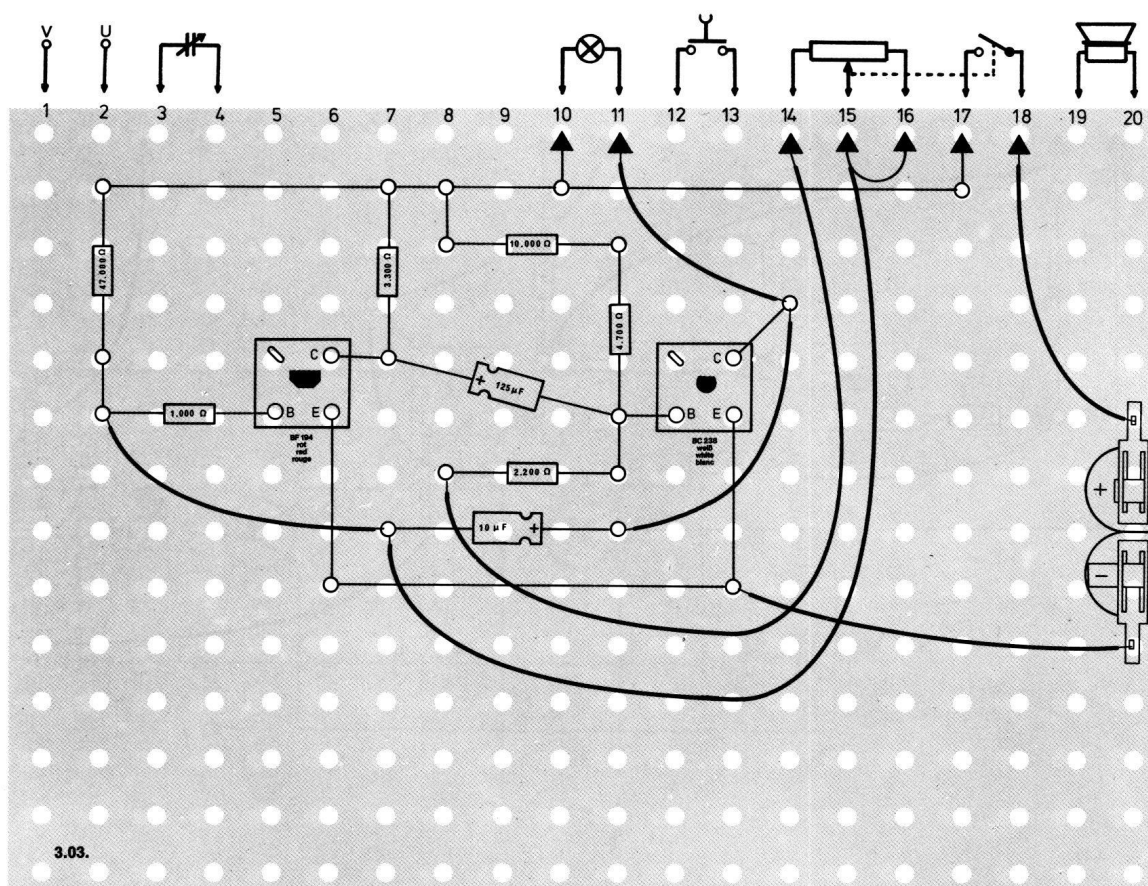
**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplepulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

Ingen spesielle arbeider.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

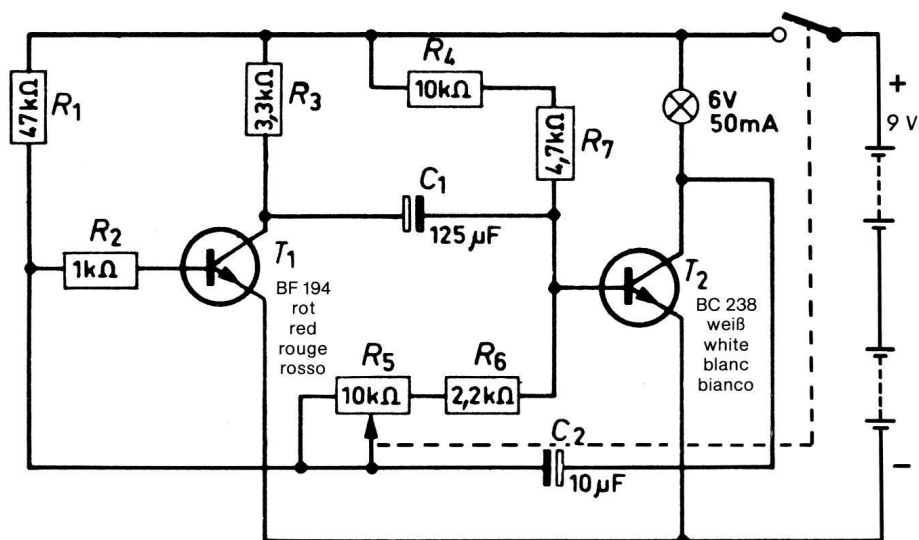
Kontroller til sist koplingen og start apparatet. Skru potensiometeret mot høyre. Lampen tar til å blinke. Med potensiometeret kan du regulere blink-hastigheten over et stort område. Når potensiometeret står mot venstre, er blink-hastigheten liten, men når du skruer det mot høyre, øker den. Lyser ikke lampen, må du straks slå av og finne feilen.



### Koplingsbeskrivelse for den avenserte

Dette koplingsskjemaet viser en multivibrator. Transistorene T1 og T2 danner elektroniske brytere (eller **switcher** som fagfolk ofte sier) som vekselvis slås på og av. Koplingshastigheten avgjøres av motstander og kondensatorer, og av disse er C1 og C2 samt R1 og R4 til R7 de viktigste. Med potensiometeret R5 kan vi også forandre multivibratorens koplingshastighet.

Fordi kondensatorene C1 og C2 har høy kapasitet, blir blink-hastigheten ganske lav. I kollektor på T2 er det en lampe som koples på og av, med multivibratoren. Lampen lyser når transistoren T2 leder strøm, dvs. når basis er positiv, og den slukker når T2 ikke leder strøm, altså når transistoren er sperret ved basis.



3.03.



### 3.04. Regulerbart lynlys

Denne koplingen tilsvarer apparat 3.03. Men lampen gir bare et meget kort lysglimt (et lynlys eller et flash), mens den tiden lampen ikke lyser, er vesentlig lengre. Dette apparatet brukes til varsellys og trekker meget lite strøm. Dette er spesielt viktig når et varsellys, f. eks. på en arbeidsplass ute på landeveien, drives med batterier.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

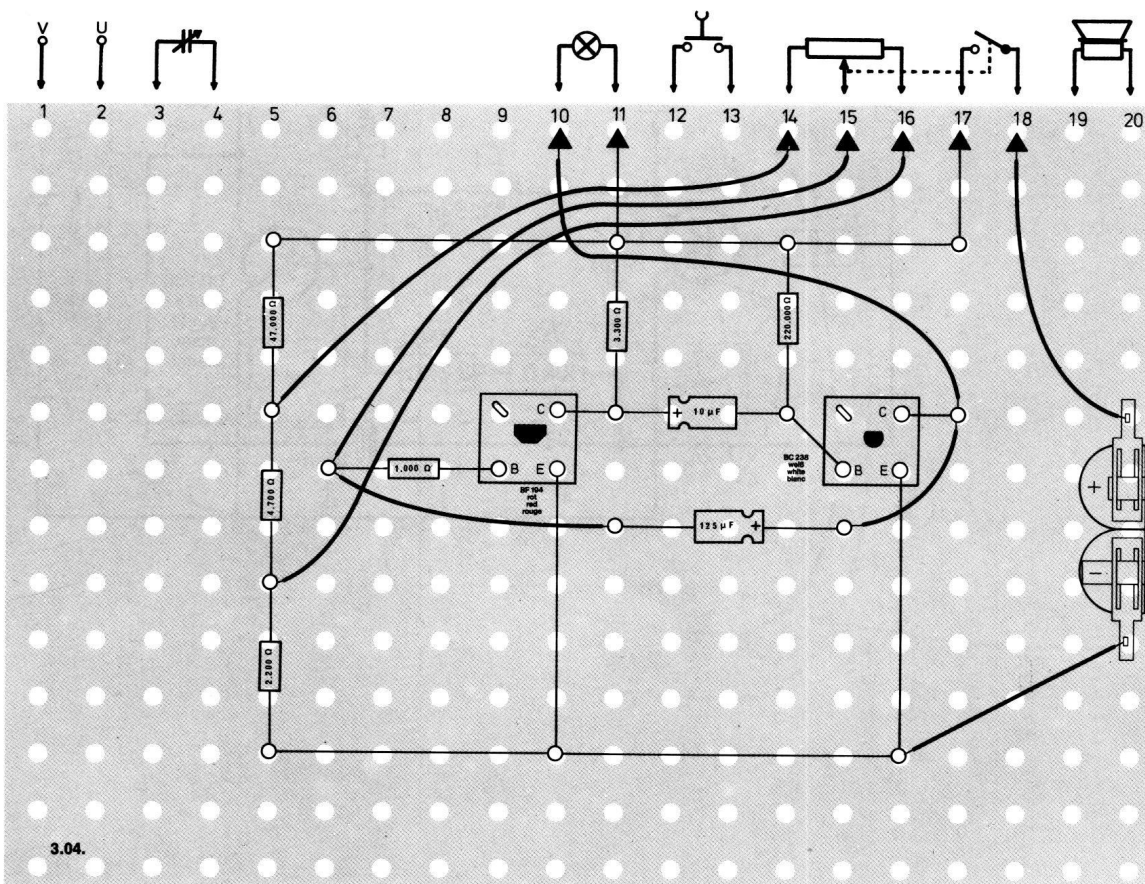
Skrue fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

Ingen spesielle arbeider.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

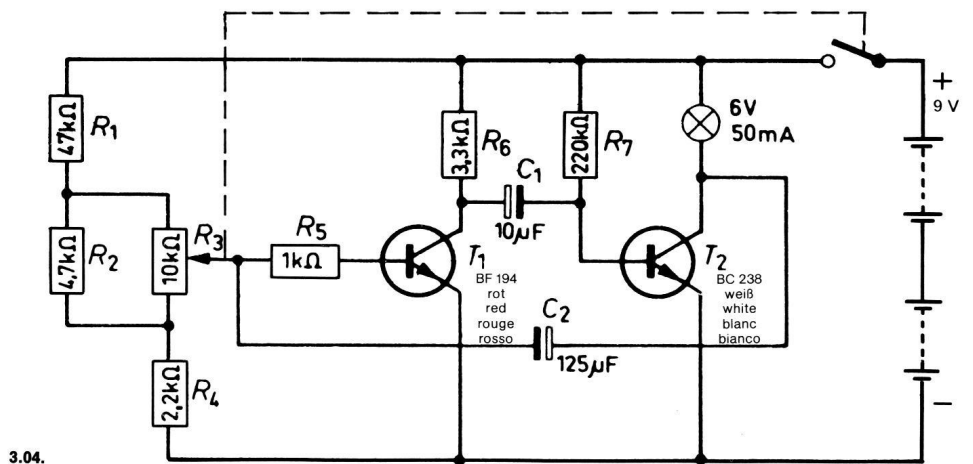
Kontroller til sist koplingen og start apparatet. Skru potensiometeret mot høyre.

Lampen gir et lynlys. Med potensiometeret kan du stille in i hvilken takt du vil at lyset skal blinke. Når du skruer mot høyre, får du en lang, mørk periode – og mot venstre, en kortere. Lyser ikke lampen, må du straks slå av og finne feilen.



### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Også denne koplingen er en multivibrator. I motsetning til forrige kopling blinker imidlertid lampen bare et meget kort øyeblikk (den avgir et lynlys) – mens mørkeperioden er vesentlig lenger. RC-komponentene i transistorenes basiskretser spiller også her en vesentlig rolle. Ettersom transistoren T2 bare leder strøm i en meget kort periode, ser vi bare et kort blink i lampen. Basisspenningen på T2 bestemmes av motstanden R7 som har meget høy resistans. Motsatt er T1 sperret bare en kort tid, og der er det små motstander som bestemmer basismotstanden. Med potensiometeret R3 kan mørkeperioden innstilles mens «lynperioden» derimot ikke kan forandres.



### 3.05. Lys- og lydstyrkemåler

Dette apparatet er en elektronisk switch (strømbryter) som tenner en lampe straks den registrerer en lyd eller noe støy. Følsomheten kan varieres. Den kan brukes som lyddetektor og kan stilles til å reagere på selv meget svak lyd.

Switchen kan imidlertid brukes også som lydstyrkemåler. I dette tilfellet lyser lampen først når lyden overstiger en bestemt styrke. Apparatet kan f. eks. brukes som «barnevakt». Når barnet bare småpludrer, lyser ikke lampen. Men straks barnet begynner å skrike, tennes lampen og forblir tent inntil tilbakestillingsknappen trykkes ned.

Apparatet virker som lysmåler på følgende måte. Er rommet tilstrekkelig belyst, lyser ikke lampen. Bli rommet mørkt, begynner den å lyse.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og kablingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

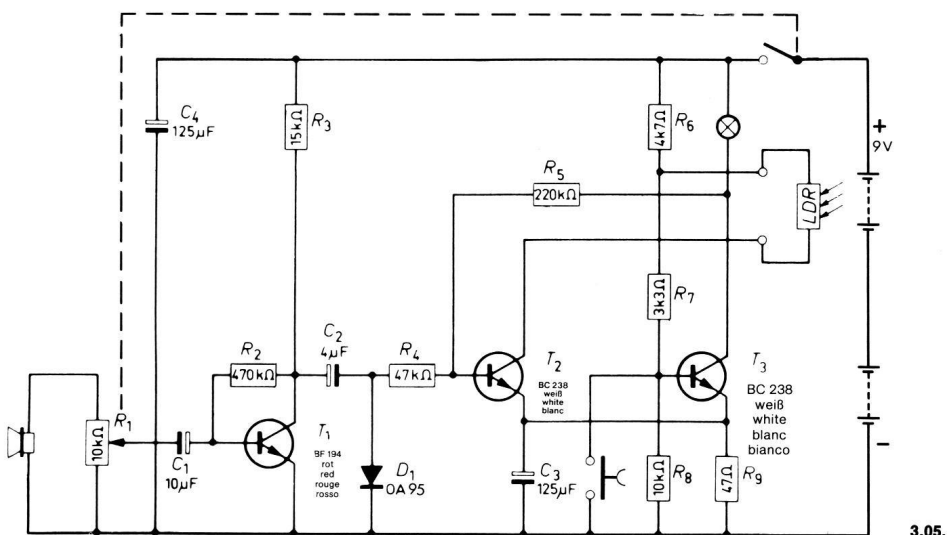
**Spesielle arbeider:** Kople fotomotstanden (LDR) til de ytterste tilkoplingsklemmene U og V.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller tilsist koplingen og start apparatet. Skru potensiometeret mot høyre (størst følsomhet).

Klapp så i hendene. Den røde lampen skal nå lyse. Hvis den ikke gjør det, må du straks slå av og finne feilen.

Hvis lampen lyser helt fra starten av, kan det være for mørkt i rommet. Plasser da apparatet nærmere vinduet. Om kvelden kan det være lurt å plassere en bit uisolert ledning mellom klemmene U og V, i stedet for fotomotstanden. Da kan du selvsagt ikke gjøre noen lysmålinger, men lydstyrkemåleren virker fortsatt som vanlig.



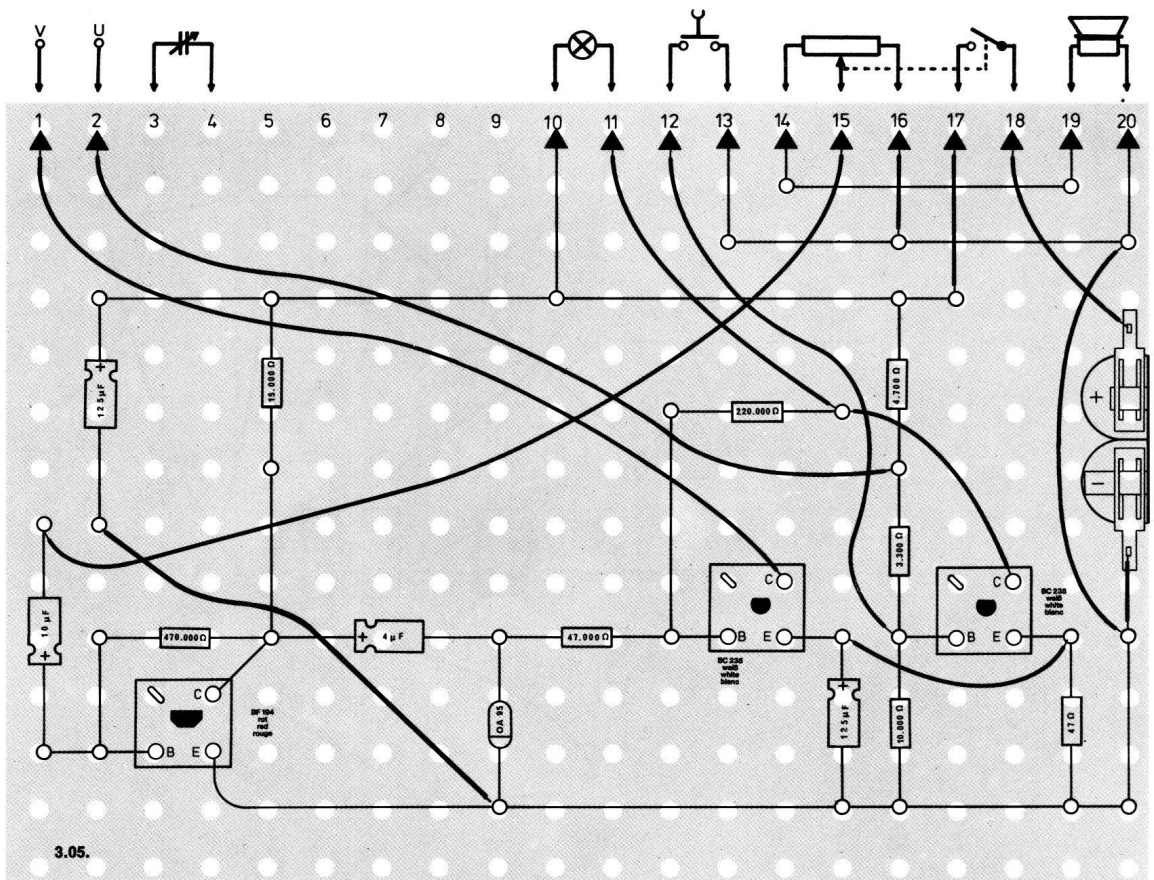
### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Lysmåleren: I lysdetektorkoplingen fungerer begge transistorene T2 og T3 som en flip-flop, med tilhørende koplingsmotstander R5 og fotomotstanden R7. Når fotomotstanden belyses, er resistansen for denne lav, og det går strøm gjennom T2. Transistoren T3 sperrer på grunn av den lave basisspenningen. Den begynner å lede først når fotomotstandens resistans øker på grunn av minsket belysning, slik at basis på T3 blir positiv. Lampen tennes, samtidig som R5 hjelper til ved omkoplingen, ved å tilbakeføre den fasevendte (nå negative) kollektorspenningen til basis på T2.

Lydstyrkemåler: Glødelampen tennes også når basis på T2 legges mot den negative batteripolen. Dette skjer via likeretterkoplingen C2 og dioden D som får signalet fra T1. Dioden har en slik polaritet at den leder for positive signaler, men sperrer for negative.

Ved negative signaler sperrer også T2. Derfor kan et lydsignal som oppfanges av høyttaleren, kople inn lampen. Ved å trykke ned tilbakestillingsknappen (trykkontakten), koples kretsen tilbake til utgangsstillingen.

I denne koplingen fungerer høyttaleren som en mikrofon. De lydbølgene som treffer høyttaleren, setter membranet i svingning. Membranet er koplet til en spole, og når denne beveger seg i høyttalermagnetens magnetfelt, induseres en vekselspenning som føres til basis på T1 over C1.



### 3.06. Akustisk relé

Hvis støy overstiger visse grenser, kan de være helsefarlig. Derfor finnes det i fabrikker, på gater og på flyplasser: støymålere. Dette apparatet er en slik støymåler – som viser når en bestemt grenseverdi er overskredet.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

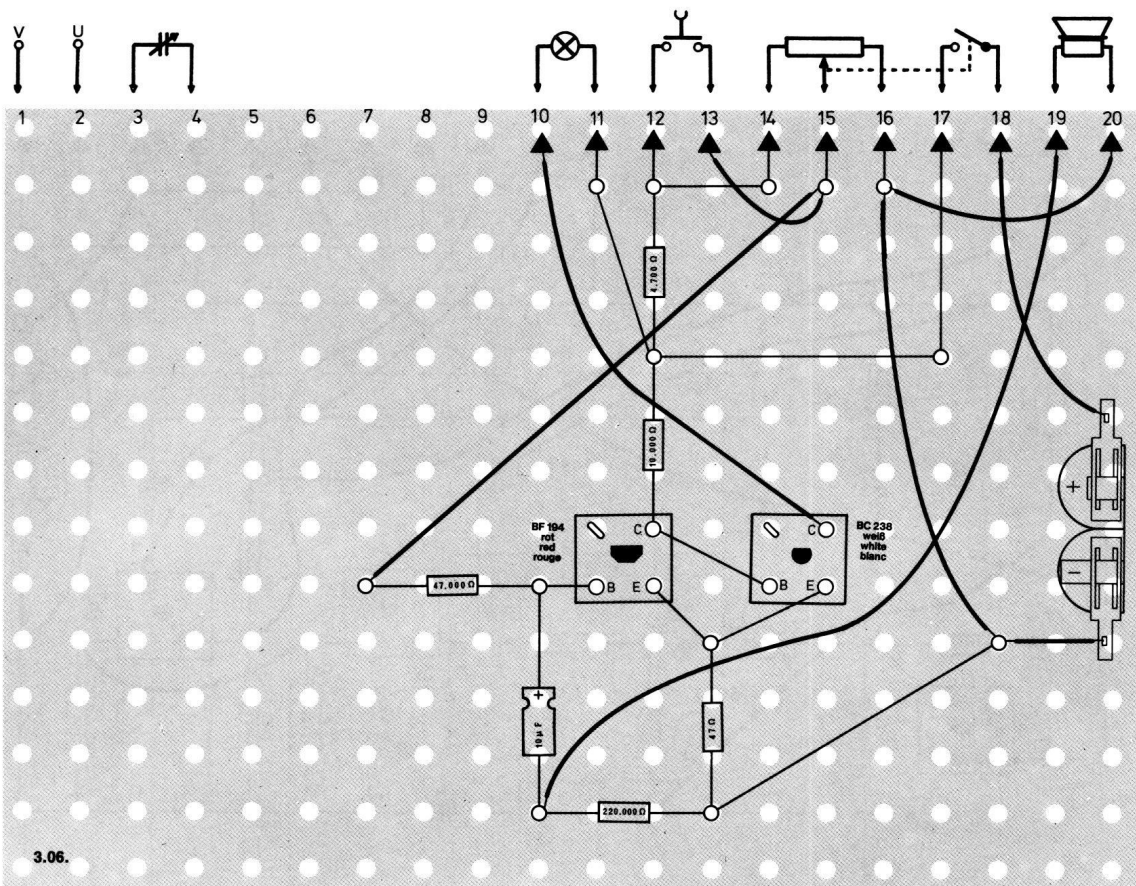
**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkopleet (riktig polaritet).

Skru fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

**Spesielt arbeide:** Dersom du har EE 2050, kopler du øretelefonen til tilkoplingene 19 og 20.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist hele koplingen og start apparatet. Skru potensiometerknappen mot høyre. Hvis øretelefonen eller høyttaleren som her er innkoplet som mikrofon, registrerer støy, tennes den røde varsellampen. Med potensiometeret kan du stille inn apparatets følsomhet. Med knappen skrudd helt mot høyre er følsomheten størst. Lampen slukker først når du presser ned trykkkontakten (tilbakestill). Tennes ikke lampen når du har skrudd potensiometer – knappen helt til høyre og du har laget noe bråk (f. eks. klappet i hendene), så må du straks slå av og finne feilen.

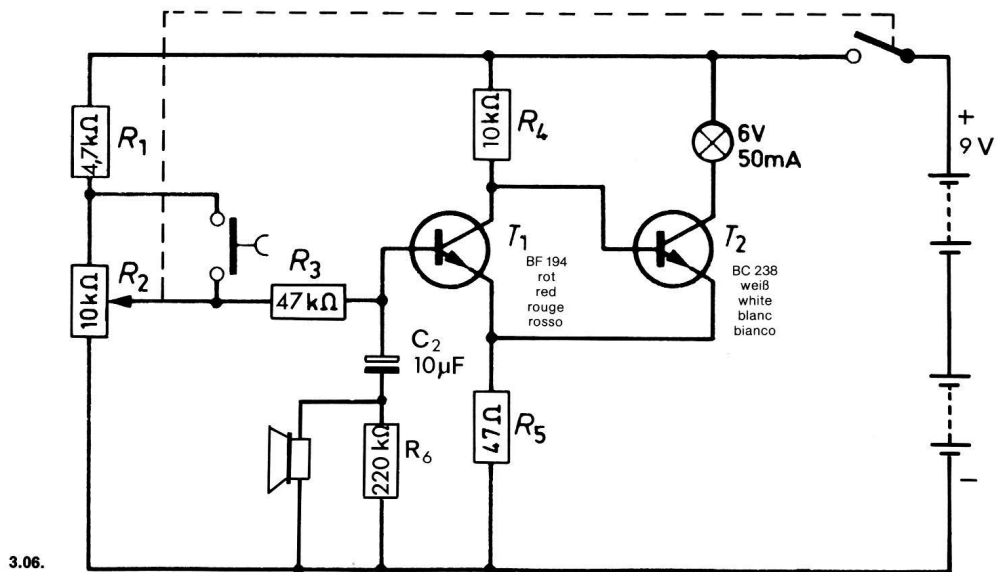


### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

I denne koplingen må vi bruke en detektor som kan omforme lydbølger til elektriske signaler. Dette skjer ved at du kopler inn en øretelefon eller en høyttaler som virker som mikrofon. Lampen skal tenne når lyd treffer mikrofonen, og den skal fortsette å lyse selv etter at lyden er opphørt.

I hvilestilling går det en positiv basisstrøm gjennom  $R_1$ ,  $R_2$  og  $R_3$ , og transistor  $T_1$  leder. På denne måten forbindes basis på  $T_2$  med batteriets minuspol. Transistoren er sperret, og lampen lyser ikke. Når lyden overstiger et bestemt nivå, blir basisspenningen negativ, og  $T_1$  sperrer. Det går nå en positiv strøm gjennom  $R_4$  til basis på  $T_2$  som begynner å lede, og lampen tenner.

Nå er kollektorspenningen på  $T_2$  meget liten og takket være den positive spenningen over  $R_5$ , sperrer transistoren  $T_1$  også fullstendig. Denne stabile tilstanden opprettholdes selv etter at lydbølgene frem til lyddetektoren er opphørt. Forholdet forandrer seg først når du presser ned trykkontakten slik at det blir en spenningsforandring på basis på  $T_1$ . Du kan stille inn følsomheten på apparatet vha. potensiometeret  $R_2$ .





### 3.07. Tyverialarm med varsellampe

En tyv leter gjennom et mørkt varelager i skinnet fra sin lommelykt. Han har tatt seg forbi alle sikkerhetsanordninger, og allikevel dukker politiet plutselig opp, omringer huset og arresterer tyven. Hvordan er dette mulig? Tyven visste ikke at det var installert fotoceller som utløste alarm hos Vakselskapet straks lyset fra lommelykten falt på dem.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

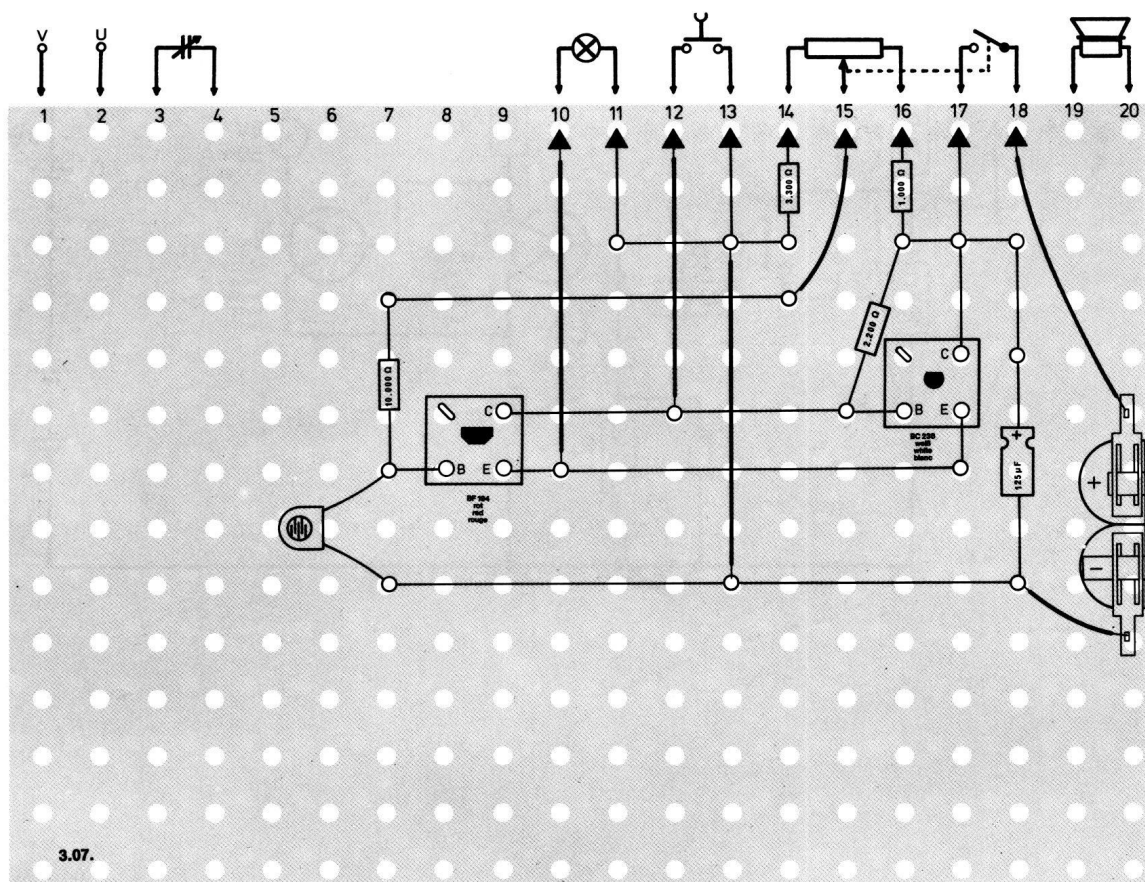
Skrue fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

**Spesielt arbeide:** Kople inn fotomotstanden (LDR) med den riflede siden opp.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet. Skru potensiometeret mot høyre.

Med potensiometeret kan du innstille den belysningsstyrke som du vil skal utløse alarmen. Mørklegg rommet og still potensiometeret slik at lampen ikke lyser. Når nå en lysstråle treffer fotomotstanden, tennes den røde varsellampen. Selv ikke når det igjen blir mørkt, slukker lampen. Den slukker først når du trykker på tilbakestillingsknappen. Tenner ikke lampen, må du straks slå av og finne feilen.

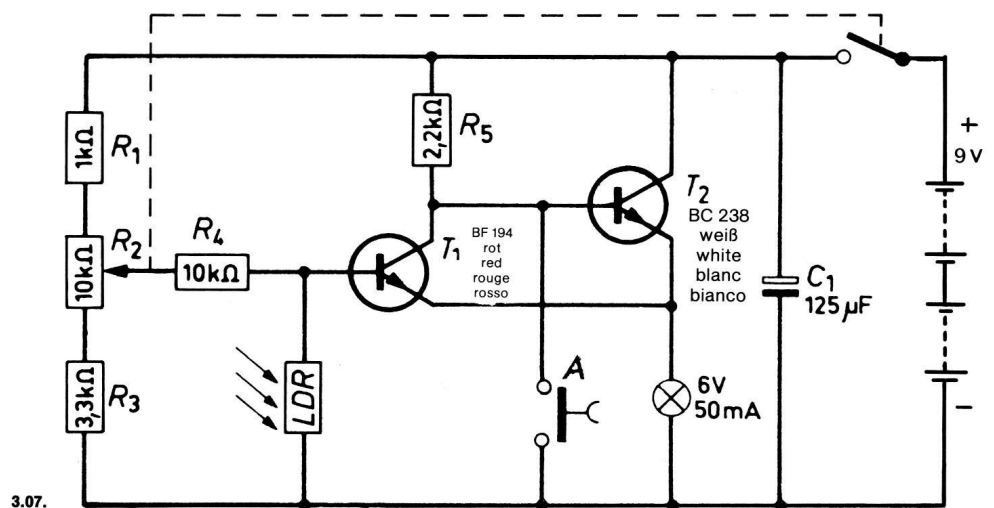


### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Denne koplingen arbeider med en lysfølsom motstand som detektor og en lampe som indikator. Det spesielle med dette alarmanlegget er at vi alltid kan vite om noen på noe tidspunkt har tent et lys i et mørklagt rom, selv om det bare var for et øyeblikk. Lampen tennes altså straks det kommer lys i rommet, og den slukker ikke. Den kan bare slås av ved at du trykker på trykkkontakten som er koplet foran basis på T2.

Den lysfølsomme motstanden ligger mellom basis på T1 og minuspolen. Den danner sammen med motstandene R2 til R4 en spenningsdeler som bestemmer basisspenningen til T1. Hvis fotomotstanden ikke er blitt belyst, har den en høy resistans. I denne tilstanden kan vi stille inn koplingen med potensiometeret R2 slik at lampen akkurat er slukket. Hvis nå fotomotstandens resistans avtar fordi den påvirkes av lys, så synker basisspenningen på T1 og transistoren sperrer. På denne måten blir spenningen mellom kollektor på T1 og basis på T2 kraftig positiv – slik at T2 leder og lampen tennes.

Lampen fortsetter å lyse, selv om fotomotstanden i basiskretsen på T1 ikke lenger er belyst. I dette tilfelle ligger hele driftsspenningen over lampen. Når fotomotstanden ikke er belyst, blir resistansen igjen høy. Nå burde T1 begynne å lede, etter som basisspenningen stiger. Men fordi emitter er koplet til den positive siden av lampen, er ikke basisspenningen tilstrekkelig stor til at transistoren skal kunne lede. Først når kontakten trykkes ned, forbindes basis på T2 med minuspolen. T2 sperrer, og lampen slukker. Når du slipper kontakten, blir T1 igjen ledende fordi emitter nå er koplet til minuspolen. Basisspenningen på T1 blir så igjen positiv i forhold til emitterspenningen, og transistoren leder. Nå overtar T1's negative kollektorspenning arbeidet med å sperre transistor T2. Lampen forblir altså slukket. Først når lys treffer fotomotstanden, starter forløpet på nytt.



### 3.08. Optisk og akustisk tyverialarm

Dette alarmanlegget gir signal når det faller lys på fotomotstanden (LDR) – eller når vinduet åpnes. Høytaleren gir fra seg en tutende tone og kontrolllampen tennes, selv etter at vinduet stenges eller lyset slukkes. Dette optiske og akustiske signalet koples først ut når trykkkontakten presses ned.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skru fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

**Spesielt arbeide:** Det er flere alternative måter å bruke dette alarmanlegget på.

**1.** Hvis du forbinder tilkoplingene 8 og 9 direkte med hverandre med en ledning (du kortslutter dem), da arbeider anlegget bare med en fotomotstand som du kople mellom de ytterste klemmene U og V.

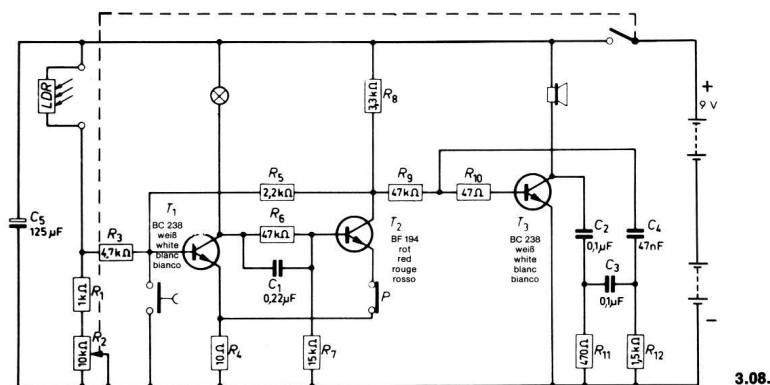
**2.** Vil du bruke apparatet som kontaktalarm, må du kople ut fotomotstanden. Ta derfor vekk tråden mellom tilkoplingene 8 og 9, og kople i stedet inn to lange isolerte ledninger til disse punktene. Den andre enden av disse ledningene strekker du bort til det vinduet du vil bevokte. Husk å be foreldrene dine om lov! I vinduskarmen (eller i dørkarmen hvis det er en dør du vil bevolkte), fester du to blanke tegnestifter, tett ved siden av hverandre og fester ledningene til disse. Etter dette fester du en remse metallfolie, f. eks. en slik du finner i en sigarettpakke, på selve vinduet eller døren, i høyde med tegnestiftene, slik at metallfoliet berører begge tegnestiftene når vinduet (døren) er stengt.

Hvis en tyv nå åpner vinduet eller døren, brytes forbindelsen mellom tegnestiftene, og alarmanlegget gir signal. Det samme hender om tyven forsøker å være lur og først klipper over ledningene, for da brytes også forbindelsen.

**3.** Naturligvis kan du kombinere begge mulighetene. Kople derfor igjen inn fotomotstanden til de ytterste tilkoplingene U og V. Apparatet kan nå bare virke i et mørkt rom der vinduet (døren) er lukket.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Skru potensiometeret mot høyre. Helt til venstre er lysfølsomheten på varslingsanlegget størst. Hvis ikke anlegget gir alarm slik det skal, må du straks slå av og finne feilen.



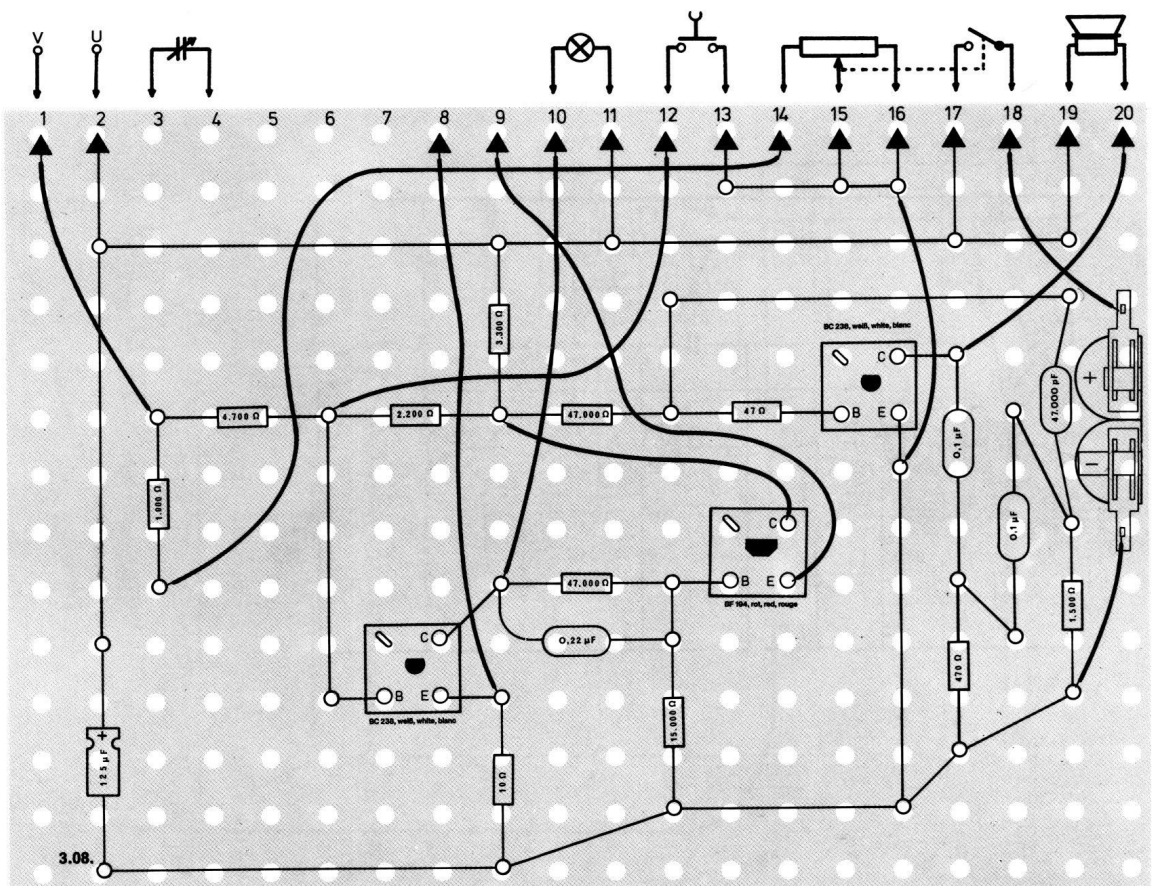
## Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Når innfallende lys gjør fotomotstandens resistans mindre, kopler den bistabile multivibratoren med transistorene T1 og T2 om. Fotomotstanden lager sammen med R1 og potensiometeret R2 en spenningsdeler for basis på T1. Med potensiometeret stiller du inn den lysstyrken som skal få anlegget til å kople seg inn. I mørket har fotomotstanden høy resistans og T1 sperrer. Lampen i kollektorledningen lyser ikke. Transistoren T2 leder, fordi basis på denne får en positiv spenning fra kollektor på T1.

Når det faller lys på fotomotstanden, kopler multivibratoren inn og T1 leder, slik at lampen tenner. Hvis vinduskontakten P i emitterledningen på T2 brytes, kopler også anlegget inn, fordi basis på T1 nå blir forbundet med den positive batteripolen over R8/R5.

Transistor T3 utgjør sammen med anliggende komponenter en RC-oscillator. Den starter å svinge straks kollektorspenningen på T2 har fått en tilstrekkelig høy verdi, slik at det kan gå en basisstrøm gjennom R9 og R10. Dette er tilfellet når flip-floppen har koplet om, og T2 sperrer. Den genererte tonen høres i høyttaleren.

Alarmanlegget kan tilbakestilles til utgangsstillingen (ikke lys, ikke tone) ved å bryte basisstrømmen til T1 med trykkkontakten.



### 3.09. Signalanlegg med skumringsbryter

I storbyene koples gatebelysningen, og mange ganger lyset i utstillingsvinduer og utstillingsmontere, automatisk på om kveldene og av, om morgene. I dette apparatet er det innebygget en skumringsbryter slik at en kontrollampe tennes og et varselsignal lyder, når lyset underskider en viss styrke. Lampen og høyttaleren fortsetter å varsle helt til du trykker ned tilbakestillingsknappen.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

**Spesielt arbeide:** Kople fotomotstanden (LDR) til de ytterste tilkoplingene U og V.

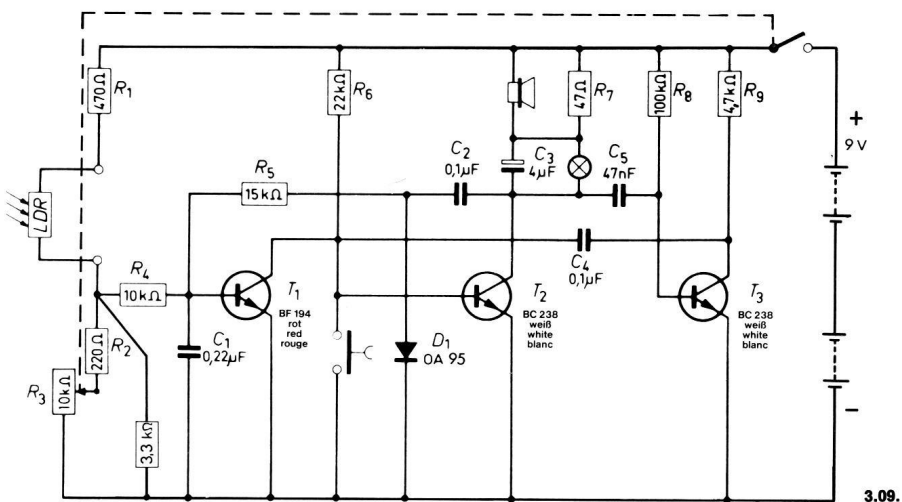
Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

Skrus potensiometeret helt til høyre. For å stille inn apparatet til rommets lysstyrke, presser du ned trykkkontakten og skrus langsomt potensiometeret mot venstre.

Når lampen slukker, er apparatet riktig innstilt. Når du slukker lyset i rommet eller skjermer for fotomotstanden med hånden, så tennes lampen og fra høyttaleren høres en tutende lyd. Alarmsignalet avbrytes først når du trykker ned kontakten og det dessuten også er blitt tilstrekkelig lyst i rommet.

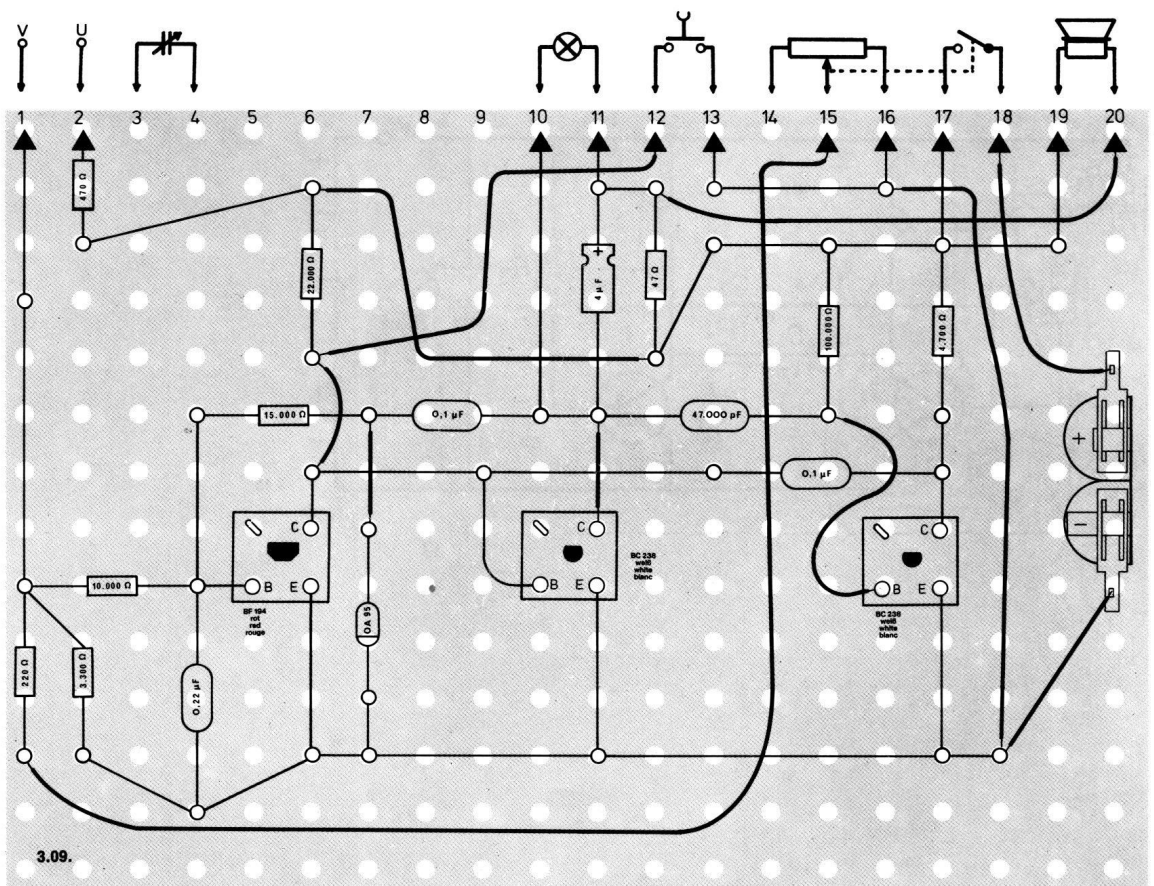
Lyser ikke lampen, må du straks slå av og finne feilen.





### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

I motsetning til apparat 3.08. gir dette apparatet alarm når fotomotstanden ikke lenger oppfatter noe lys, og det altså begynner å bli mørkt. Koplingen inneholder en multivibrator med transistorene T2 og T3 som imidlertid i første omgang ikke kan arbeide fordi transistoren T1 leder (denne transistoren kortslutter basis på T2 til batteriets minuspol). Denne tilstanden vedvarer så lenge T1 får tilstrekkelig basisstrøm via den høye positive spenningen (fotomotstanden har liten resistans). Slukker lyset, øker fotomotstandens resistans slik at T1 ikke lenger får tilstrekkelig basisstrøm. Derved sperrer ikke lenger T1 basis på T2, og multivibratoren tar til å svinge. Den genererte vekselspenningen føres over C2 til en likeretter, som liksom i koplingen 3.05. gir en negativ spenning til basis på T1 over R5. På denne måten fortsetter T1 å sperre, også når det faller lys på fotomotstanden. Alarmsignalet avbrytes først når kontakten trykkes ned slik at apparatet settes tilbake i utgangsposisjonen.





### 3.10. Retningsviser med to transistorer

Alle biler har retningsvisere. Når de brukes, lyser en kontrollampe på instrumentpanelet, og det høres en taktfast knepping. Kneppet kommer fra releet som arbeider mekanisk. I dette apparatet genereres imidlertid blinkingen og kneppingen på elektronisk måte.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og kopleingstrådene slik det er angitt i kopleingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistoren og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

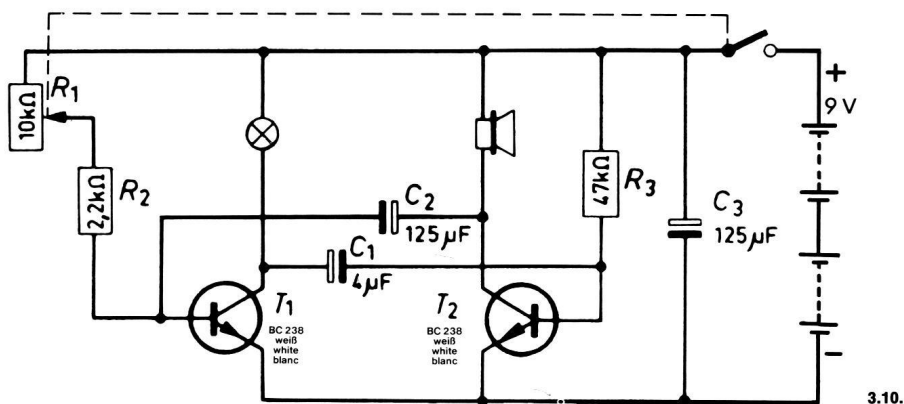
Skrus fast grunnplaten til kopleingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkopleingene.

Ingen spesielle arbeider.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten.**

Kontroller til sist kopleingen og start apparatet.

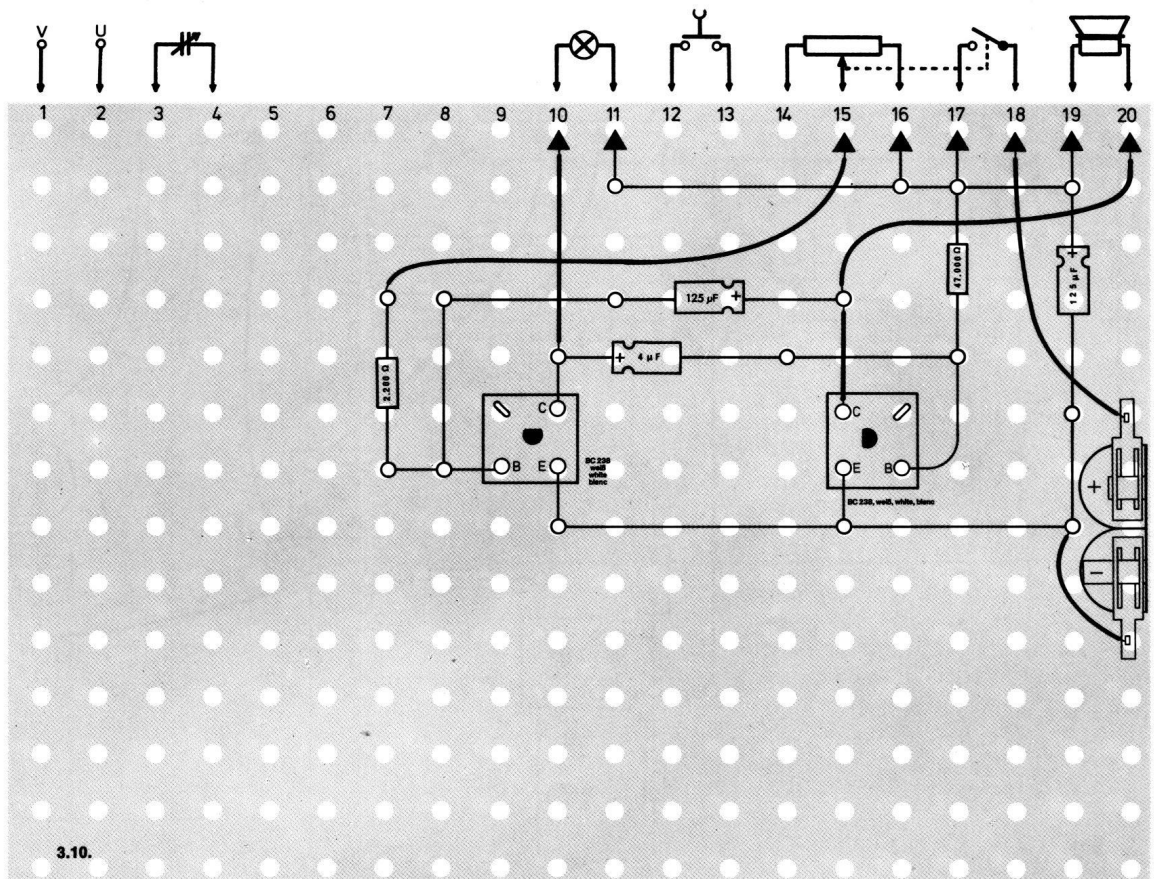
Skrus potensiometeret mot høyre. Skrudd helt til høyre gir langsomst blinking. Lyser ikke lampen, må du straks slå av og finne feilen.



3.10.

### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Denne koplingen virker som en multivibrator. Multivibratorens kollektormotstander er her erstattet av lampen og høyttaleren. Høyttaleren er kollektormotstand for T2 slik at når kollektorstrømmen slås av og på, høres knepping i høyttaleren. T1's kollektorstrøm oppfatter vi når lampen lyser. Koplingshastigheten stilles inn ved å forandre basistrømmen til T1 ved hjelp av potensiometeret R1.



3.10.

### 3.11. Varsellampe

Mange varsellamper tennes først om kvelden for å vise hvor det finnes hindringer. Dette apparatet arbeider helautomatisk. Når det blir mørkt, begynner det å lyse. Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet. (riktig polaritet).

Skru fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsen til de respektive tilkoplingene.

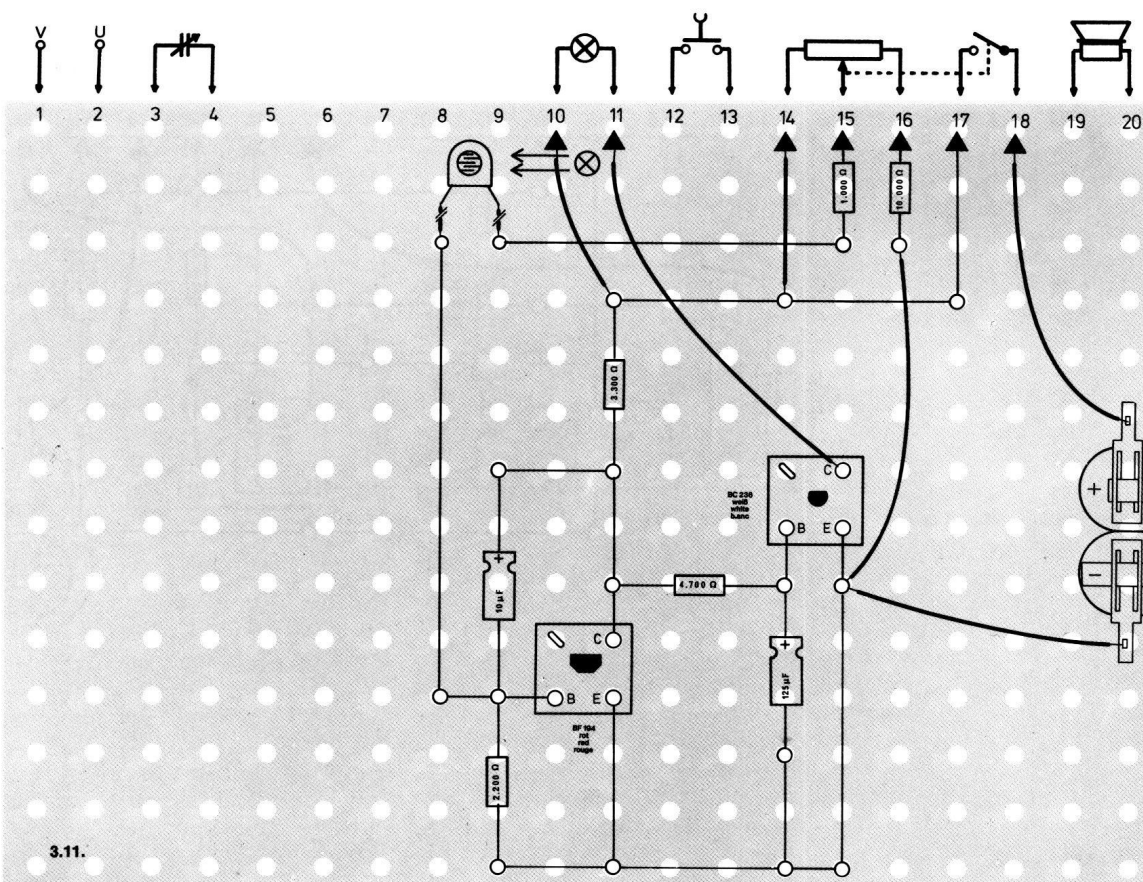
**Spesielle arbeider:** Legg fotomotstanden over den røde lampen med den riflede siden ned. Forbind fotomotstanden med de anviste tilkoplingene, med røde isolerte ledninger.

Batterienerne tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

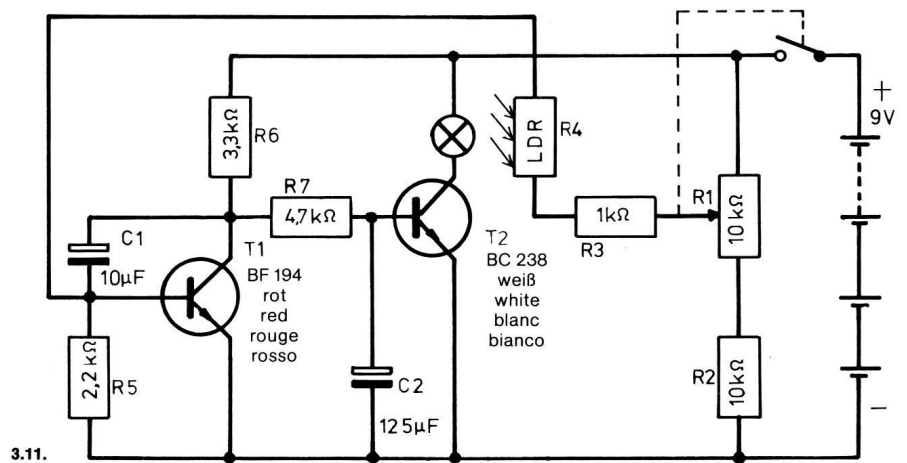
Skru potensiometerknappen mot høyre. Jo lenger till høyre – jo mer følsomt blir apparatet.

Når det er mørkt nok i rommet, tennes lampen. Nå får fotomotstanden så mye lys fra lampen at varselsignalet koples ut på elektronisk måte. Forløpet starter nå på nytt. Slukkes ikke lampen igjen, har du ikke plassert fotomotstanden rett over lampen. Er det for lyst i rommet, tenner ikke lampen. Da må du dekke over fotomotstanden med hendene eller vha. en papirbit. Blinker varsellampen fortsatt ikke, må du straks slå av og finne feilen.



### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Dette blinklyset begynner automatisk å arbeide når dagslyset som faller på den lysfølsomme motstanden R4, underskrider en viss lysverdi. Når belysningen blir svakere, øker fotomotstandens resistans og basisspenningen på T1 som er avhengig av denne, blir mindre positiv. (R4 danner sammen med R5 en spenningsdeler). Den avtagende spenningen har ført til at strømmen gjennom T1 avtar – og til sist opphører. Da sperrer T1. Kollektorspenningen har nå et høyt positivt nivå. Motstanden R7 forbinder kollektor på T1 med basis på T2, og den positive spenningen åpner transistor T2 slik at strømmen passerer. Lampen i kollektorkretsen på T2 tenner. Ettersom fotomotstanden ligger over lampen, får fotomotstanden på grunn av det sterke lyset nå en liten resistans. Basisspenningen på T1 blir derfor igjen positiv, slik at transistoren leder. Kollektorspenningen går så negativ og sperrer via R7 strømmen gjennom transistor T2. Lampen slukker. Dette forløpet starter på nytt når fotomotstandens resistans øker, på grunn av den svake belysningen rundt. Dette har igjen ført til at basisspenningen på T1, minskes. Kondensatoren C2's store kapasitet magasinerer i en viss tid den aktuelle basisspenningen til T2, slik at omkopplingsforløpet får en forsinkelse.



### 3.12. Driftsvarsel med lys og lydsignal

I vitenskapslaboratoriene finnes det eksperimentanlegg som arbeider med meget høye spenninger. Det medfører fare å oppholde seg i nærheten av disse når de er i drift. Derfor er visse områder sperret og bevoktet med optiske og akustiske varslere. Denne elektroniske koplingen kan brukes til et slikt driftsvarsel.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

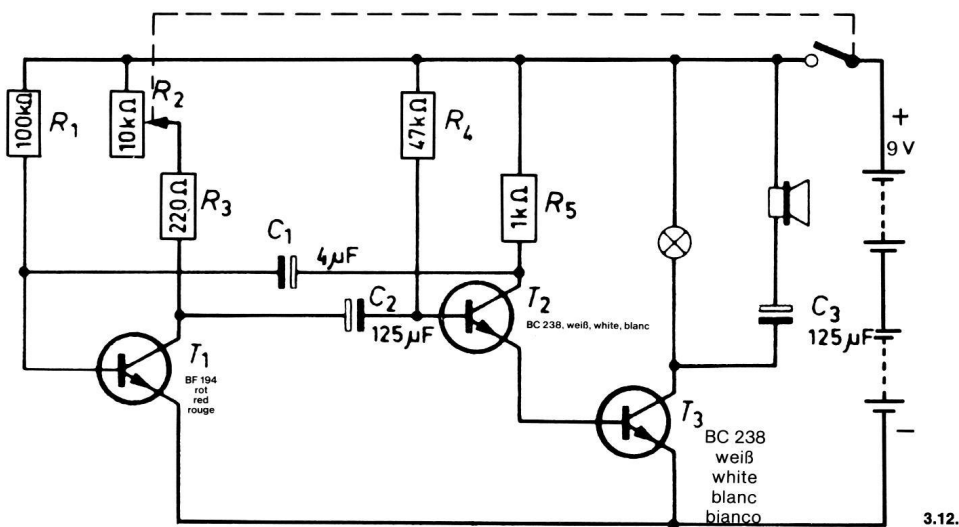
Ingen spesielle arbeider.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

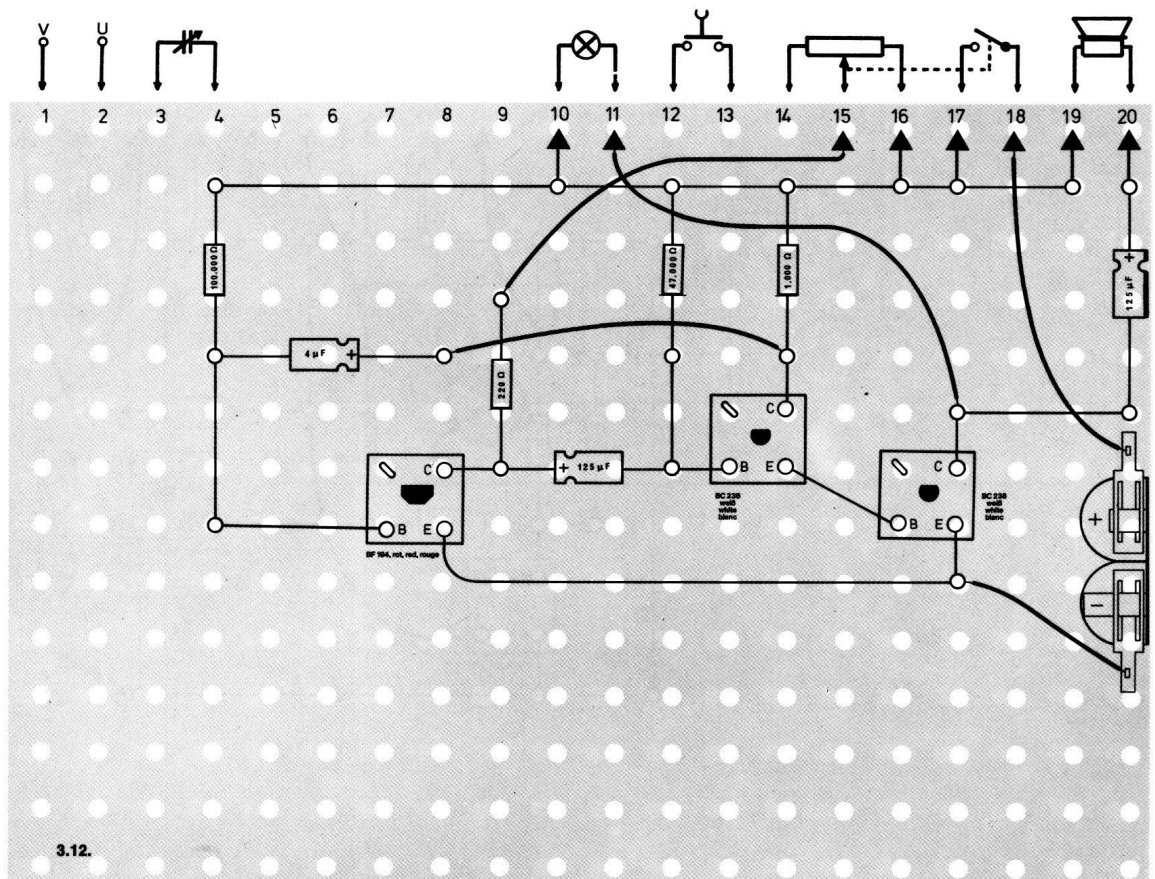
Skrus potensiometerknappen helt mot høyre. Ved fullt utslag til høyre blinker apparatet langsomt. Lyser ikke lampen, må du straks slå av og finne feilen.

Omkoplingstakten i apparatet kan ikke bare kontrolleres med potensiometeret men også med fotomotstanden (LDR). For å få dette til løser du den isolerte ledningen som fører fra motstanden på  $220\ \Omega$  til koplingspunkt 15. Forbind nå i stedet tilkopling 15 til punkt 2, med en rød isolert ledning. Dessuten forbinder du punkt 1 med den frie klemmen ved motstanden på  $220\ \Omega$ . Nå kan du kople fotomotstanden til de ytre koplingspunktene U og V.



### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Denne koplingen virker på liknende måte som 3.10. Multivibratoren med transistorene T1 og T2 er imidlertid ikke direkte forbundet med høyttaleren og lampen, men disse er koplet til brytertransistoren T3. Denne koplingen skjer uten kondensator ved at emitter på T2 forbindes direkte med basis på T3. På denne måten seriekoples begge transistorene slik at basisstrømmen til transistor T3 kopler om i samme takt som multivibratoren svinger. Optisk ser vi dette i lampen, og akustisk hører vi det i høyttaleren.



3.12.



### 3.13. Sirene

I blandt må brannvesenet og andre utrykningskjøretøyer, ambulanser f. eks. bryte de vanlige trafikkreglene for å komme fortere frem til ulykkesstedet. For å varsle andre trafikanter under utrykningen, bruker disse kjøretøyene sine sirener sammen med blått roterende lys. Et slikt totonesignal kan imidlertid også du lage, med dette apparatet.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

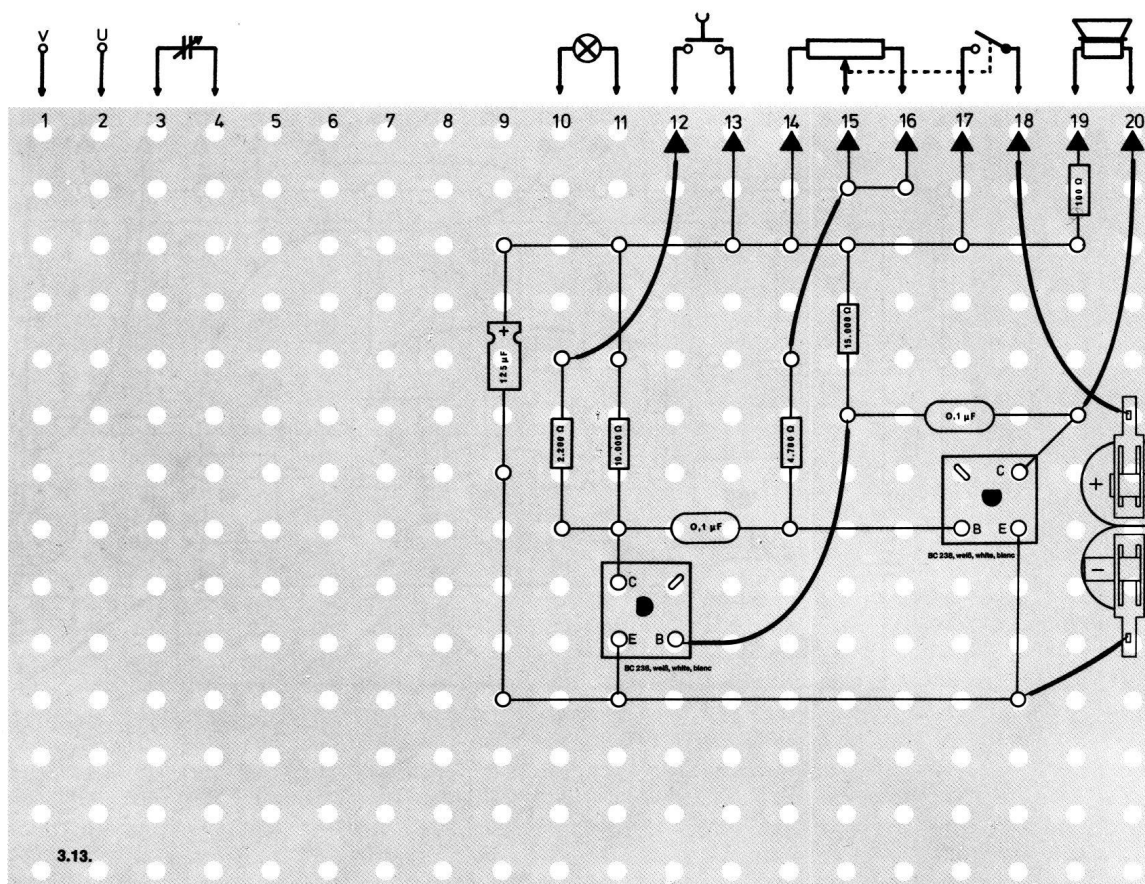
**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsen til de respektive tilkoplingene.

Ingen spesielle arbeider.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

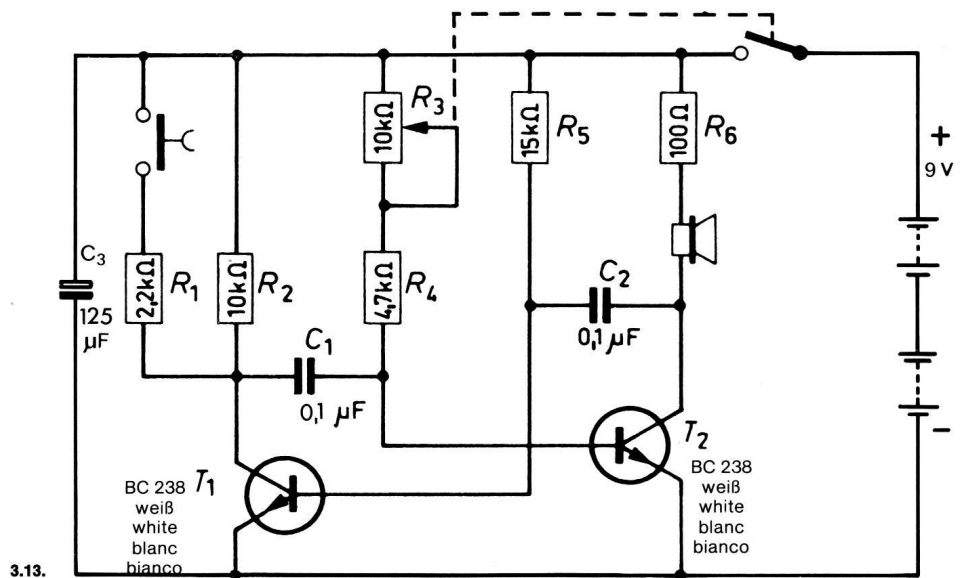
Kontroller til sist koplingen og start apparatet. Skru potensiometerknappen mot høyre. Du hører en tone som du kan variere med potensiometeret. Skrudd helt til høyre er den sterkeste. Dette er den ene tonen. Den andre får du når du trykker ned trykkkontakten. Hører du ingen tone, må du straks slå av og finne feilen.



3.13.

### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Grunnkoplingen i dette apparatet består av en multivibrator. Tilbakekoplingen fra kollektor på transistor T2 til basis på T1 skjer over kondensatoren C2. Tonehøyden kan reguleres med R3 som er koplet i serie med motstanden R4. Når trykkkontakten trykkes ned, parallellkoples motstandene R1 og R2. På denne måten oppstår en plutselig forandring av frekvensen til den genererte tonen. Ved å trykke ned og å slippe opp kontakten, kan vi altså få to toner som sammen låter som en sirene.



### 3.14. Tonehorn

En sirene der omkoplingen skjer automatisk mellom de to tonene, kan du også bygge med dette apparatet.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

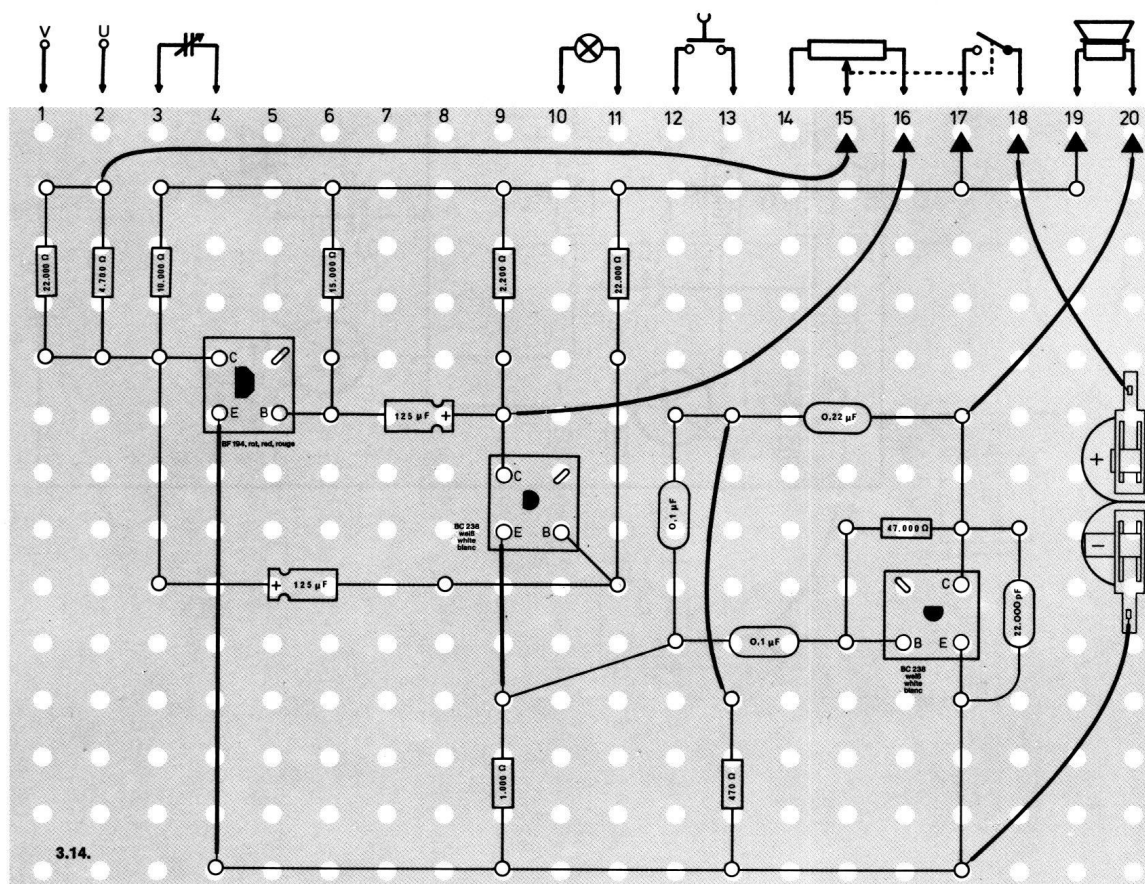
**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

Ingen spesielle arbeider.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

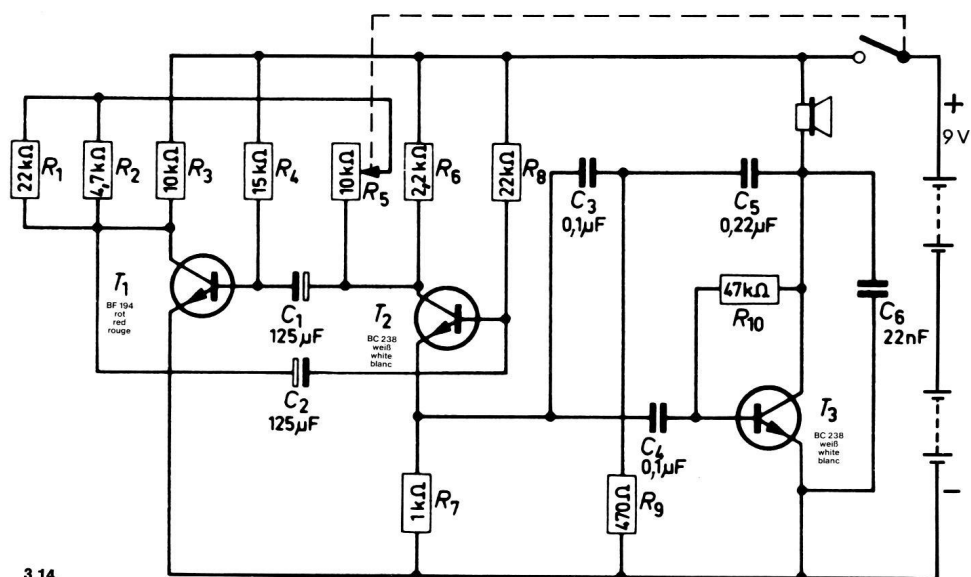
Kontroller til sist koplingen og start apparatet. Skru potensiometerknappen helt mot høyre. Da går vekslingen mellom tonene langsomt. Hører du ikke noe, må du straks slå av og finne feilen.



### Koplingsbeskrivelse for den avenserte

Denne koplingen genererer vekselvis en tone med høy frekvens og en med lav frekvens. Transistor T3 i RC-oscillatoren virker som en tonegenerator. Transistorene T1 og T2 utgjør en multivibrator som påvirker RC-oscillatoren. Multivibratoren er koplet til RC-oscillatoren over motstanden R7.

Når T2 leder, få vi én tone. Når multivibratoren kopler om, forandres frekvensen på tonen som generes av RC-oscillatoren, ettersom T1 nå leder, mens T2 er sperret. RC-oscillatoren påvirkes nå ikke av multivibratoren. Tonehøyden for de svingninger som går ut gjennom høyttaleren, veksler altså i takt med sjaltingen i multivibratoren. Takten kan stilles inn med potensiometeret R5.



3.14.

### 3.15 Trappelys

I større bolighus slås ofte trappebelysningen av automatisk etter en kort tid, for å gjøre belysningen mer økonomisk.

Når vi trykker på lyskontakten settes en klokke i gang som lar lyset stå på i ca. 3 minutter. En mer moderne måte er naturligvis å ordne dette elektronisk.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsen til de respektive tilkoplingene.

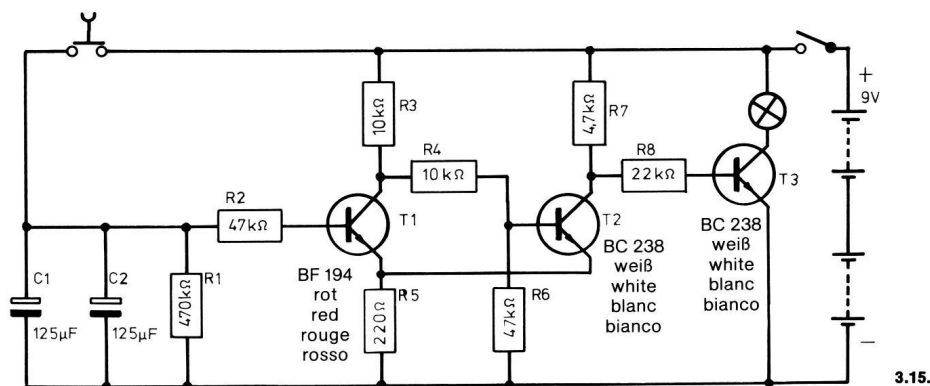
Ingen spesielle arbeider.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

Skrus potensiometeret mot høyre. Når du trykker ned trykkkontakten, tennes lampen.

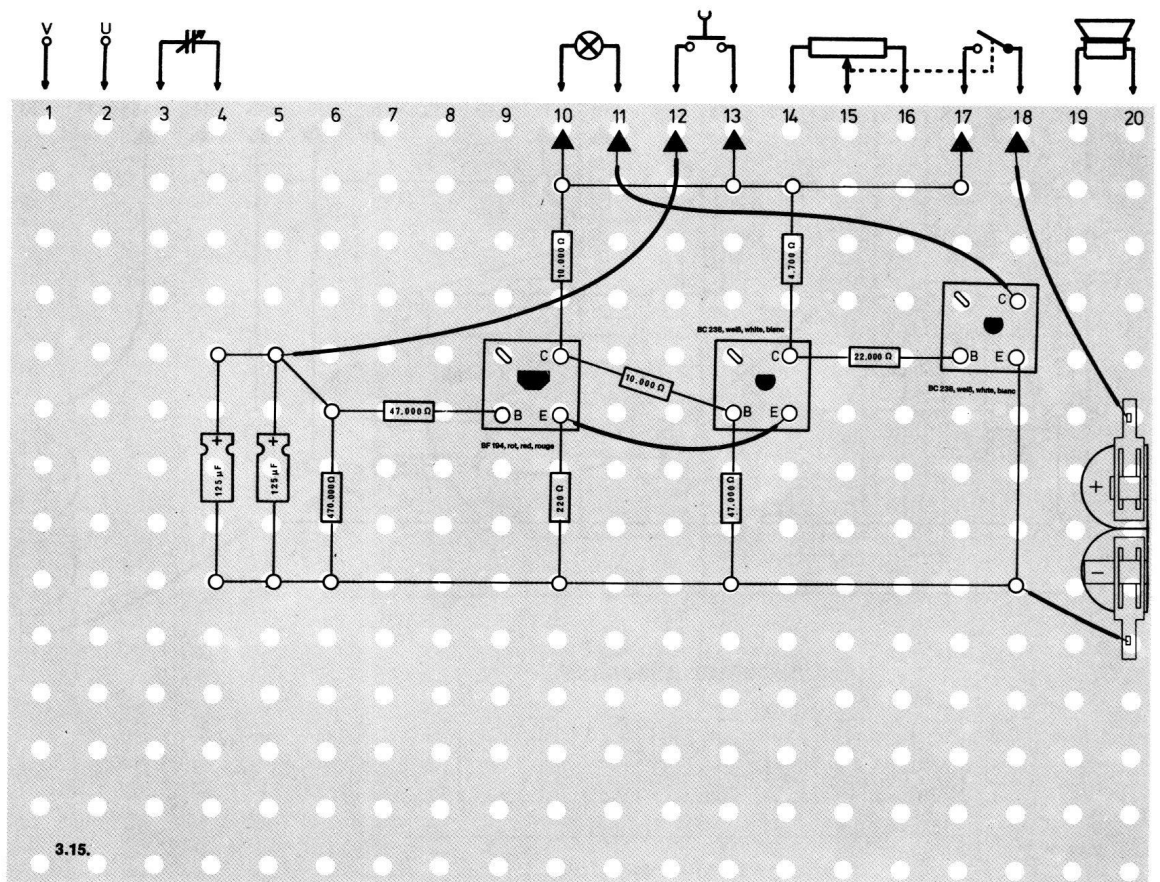
Etter en stund slukker den. Tennes ikke lampen, må du straks slå av og finne feilen.



### Koplingskjema for den avanserte

Når trykkkontakten presses ned en kort stund, lades kondensatorene C1 og C2 opp til den positive batterispenningen. Transistoren T1 i Schmitt-triggeren blir ledende, mens T2 sperrer. Nå går det en positiv strøm til basis på T3 gjennom motstandene R7 og R8. Transistoren blir ledende og lampen tennes. Kondensatorene C1 og C2 lades langsomt ut gjennom motstanden R1. Når spenningen faller under Schmitt-triggerens terskelspenning, sperrer T1 og vi får straks en positiv basisstrøm over motstandene R3 og R4, slik at T2 leder. Ettersom kollektoren på transistoren nå går negativ, så går det ikke lenger noen strøm til basis på T3 over R8, slik at også denne transistoren sperrer.

Kondensatorene C1 og C2 samt motstanden R1 avgjør hvor lang tid lampen forblir tent. Jo større kapasiteten og resistansen er, desto lenger lyser lampen. I denne koplingen er tiden rundt 30 sekunder.





### 3.16 Lysdemper

I teatre og på kinoer slukkes ikke lyset plutselig, foran en forestilling. Lyset dempes langsomt. I moderne anlegg styres denne dempingen av lyset, elektronisk – slik som i dette apparatet.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle beskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

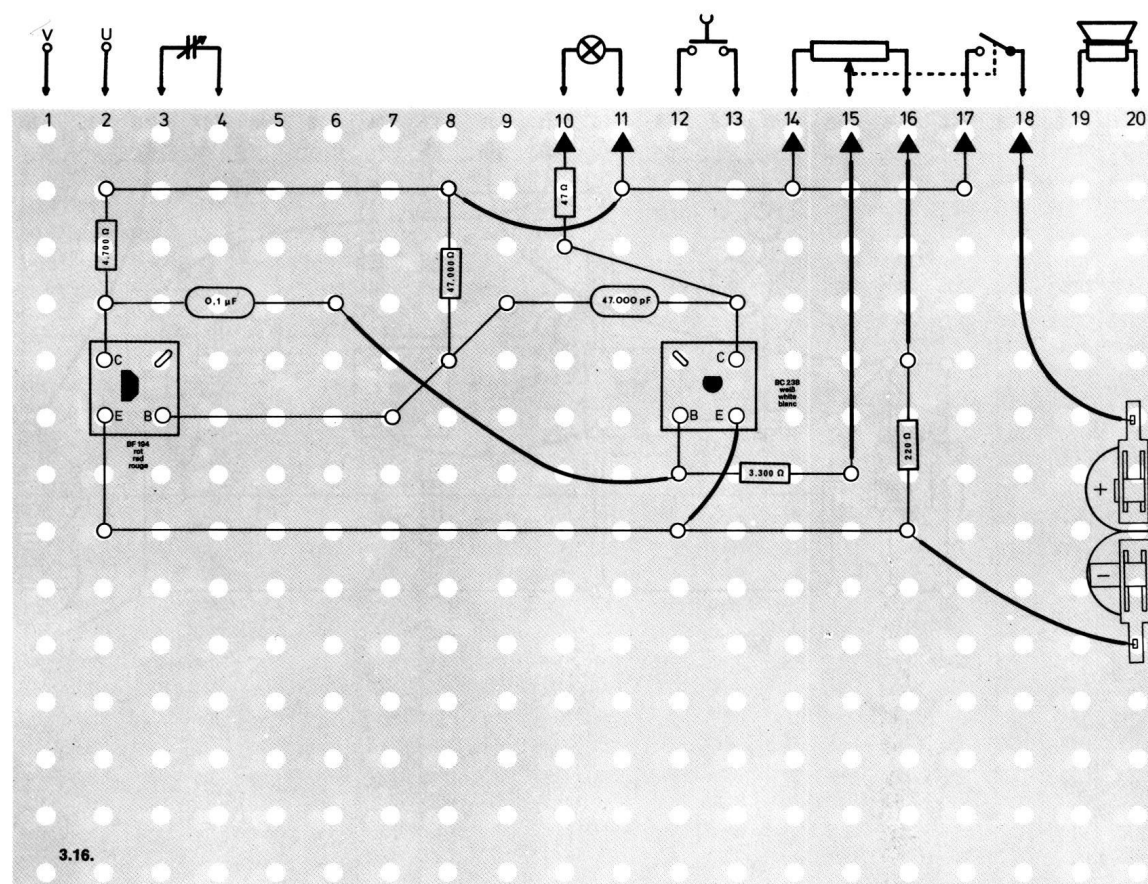
Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

Ingen spesielle arbeider.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten.**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

Skrus potensiometerknappen mot høyre. Ved fullt utslag til høyre er lysstyrken størst. Tenner ikke lampen, må du straks slå av og finne feilen.

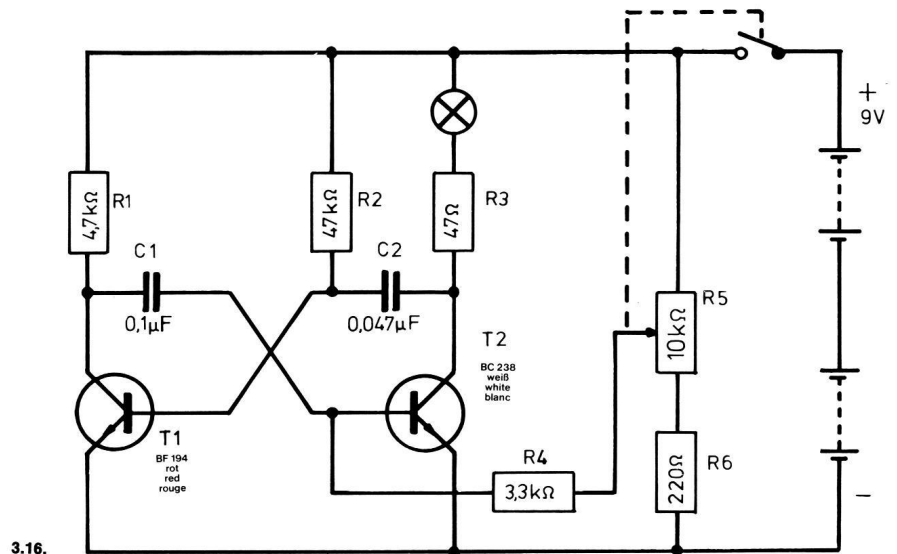


### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

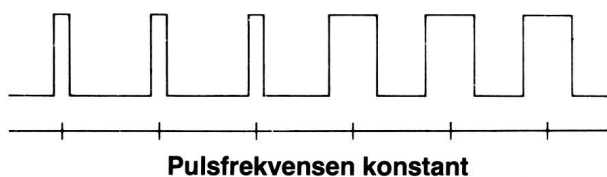
Vi kan regulere lysstyrken på en glødelampe ved å endre batterispenningen. Enda en mulighet er å holde spenningen konstant, og videre stadig å bryte strømmen ved å slå den av og på. Koplingshastigheten må være høy, slik at lampen ikke flimrer. Som du allerede vet, kan vi la en transistor besørge denne av- og på-koplingen av strømmen. Når en transistor arbeider som strømbryter, er tapseffekten mellom emitter og kollektor ganske liten, fordi transistoren enten er av eller på. I på-tilstanden er spenningsfallet over motstanden ganske lite, slik at effekten  $P = U \cdot I$  (spenningen over transistoren  $\times$  strømmen gjennom den) som kan varme den opp, ikke er stor. På denne måten kan vi styre relativt store effekter med forholdsvis små transistorer hvis pulsbredden (= tiden, når transistoren er på) reguleres.

Transistorene T1 og T2 er koplet som en selvsvingende multivibrator (astabil multivibrator). De komponentene som bestemmer pulsfrekvensen, er C1/R4 og C2/R2. Pulsbredden kan reguleres med spenningsdeleren R5/C6. Hvis f. eks. potensiometerets slepekontakt, R5, står nærmest motstanden R6, går det ingen basistrøm til transistor T2. Denne sperrer altså slik at multivibratoren ikke svinger. I denne posisjonen lyser ikke lampen. Først når vi med R3 stiller inn en større positiv spenning, tar lampen til å lyse svakt.

Den tiden transistor T2 er innkoplet er imidlertid meget kort i forhold til den tiden den er frakoplet. Først når potensiometeret er skrudd helt mot batteriets plusspol, lyser lampen klart. Da er tiden som T2 leder, lang i forhold til den tiden den er avslått.



Variabel pulsbredde



### 3.17. Innkopplingsforsinkelse

Mange maskiner er beskyttet mot utilsiktet igangsettelse. Enten er det bygget inn to startknapper som må trykkes inn samtidig, eller så kan det brukes en innkopplingsforsinker. Det skjer ikke noe med maskinen hvis startknappen trykkes inn for et kort øyeblikk, slik det kan skje ved et feilgrep. Man må bevisst holde knappen inntrykket en god stund for at maskinen skal starte.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

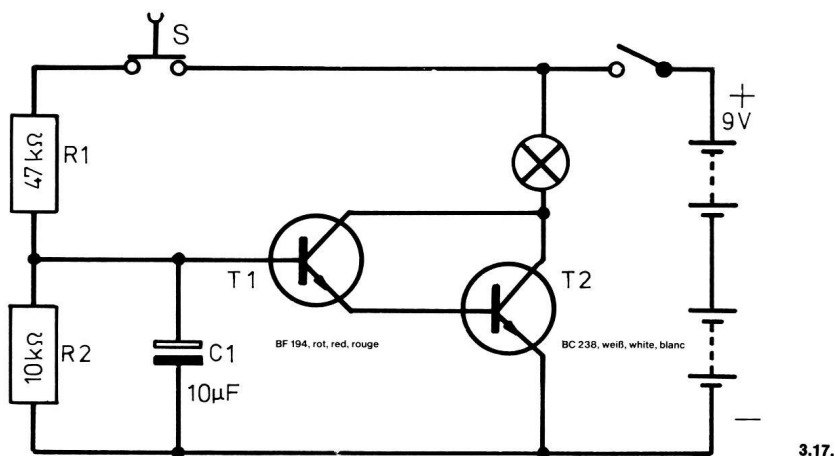
Skrue fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

Ingen spesielle arbeider.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

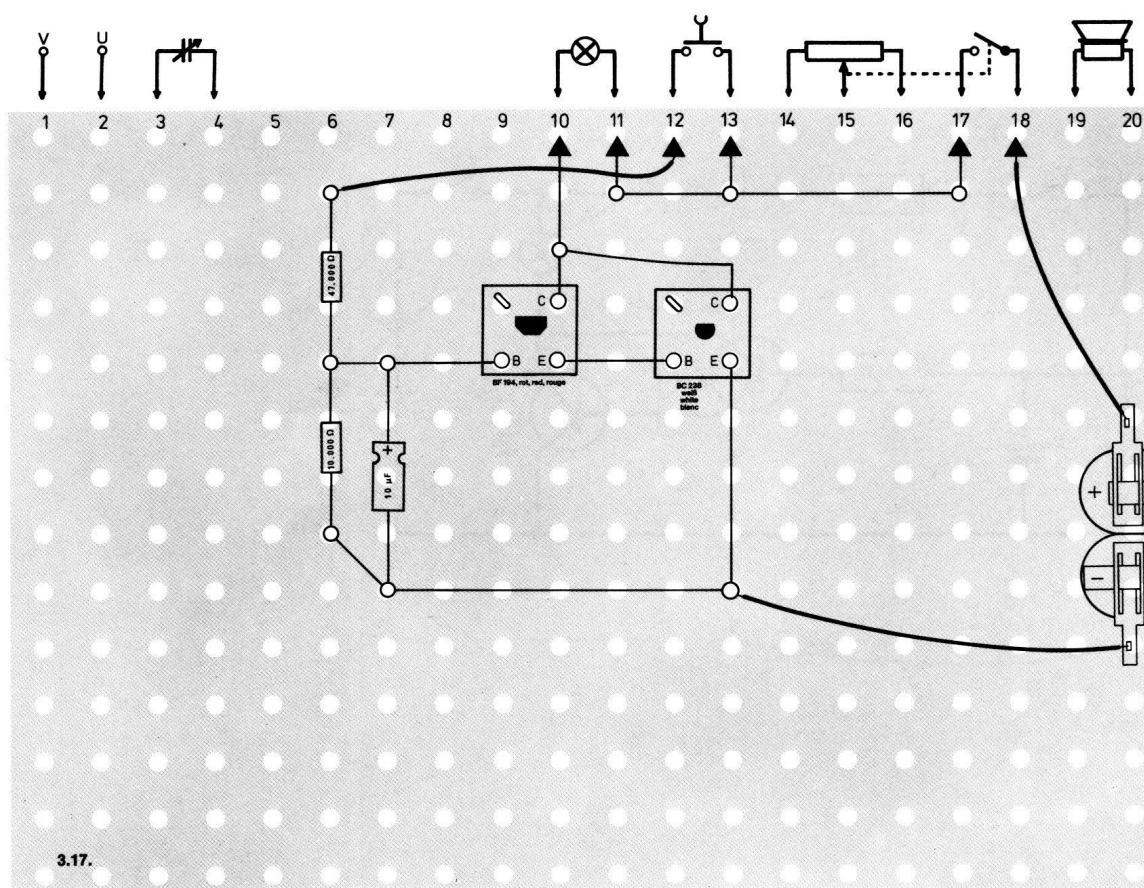
Skrue potensiometerknappen mot høyre og trykk ned trykkkontakten. Etter en forsinkelse skal lampen tennes. Tennes ikke lampen, må du straks slå av og finne feilen.



### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Elektronisk, bygger vi opp en på- eller avkoplingsforsinker ved hjelp av kondensatorer og motstander. Når trykkontakten S sluttes, lades kondensatoren C1 opp gjennom motstanden R1. Kondensatoren får imidlertid først etter en viss tid tilstrekkelig høy spenning til å gi basisstrøm til T1. Når denne spenningen er nådd, blir transistorene T1 og T2 ledende og lampen tenner. Fra apparatet ble slått på og til lampen tenner – går det ca. 2 sekunder. Når kontakten slippes – slukker lampen fordi kondensatoren raskt lader seg ut over R2.

Hvis C1 byttes ut med andre kondensatorer kan innkoplingsforsinkelsen forandres.



3.17.

### 3.18. Utkoplingsforsinkelse

Store kompliserte maskiner som utfører store kompliserte arbeidsoppgaver, f. eks. innen den kjemiske industrien, kan ikke slås av bare ved å stoppe motoren. Man må følge et bestemt skjema når en slik maskin skal stanses. Den drives ofte av mange motorer. For å unngå feil i avstengingssekvensen, styres avstengingen automatisk. I dag skjer dette for det meste med elektroniske koplinger som arbeider med utkoplingsforsinkelse.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatoren.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

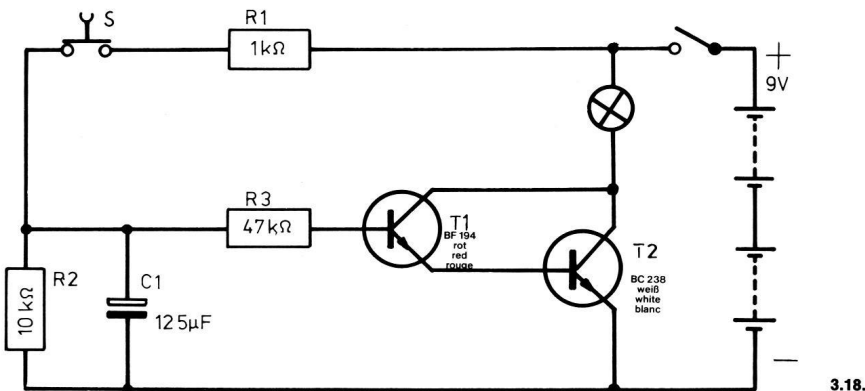
Skru fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

Ingen spesielle arbeider.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

Skru potensiometerknappen mot høyre og trykk ned trykkkontakten. Lampen tennes straks. Når du slipper kontakten, skal lampen først slukke etter en viss forsinkelse. Tennes ikke lampen, må du straks slå av og finne feilen.

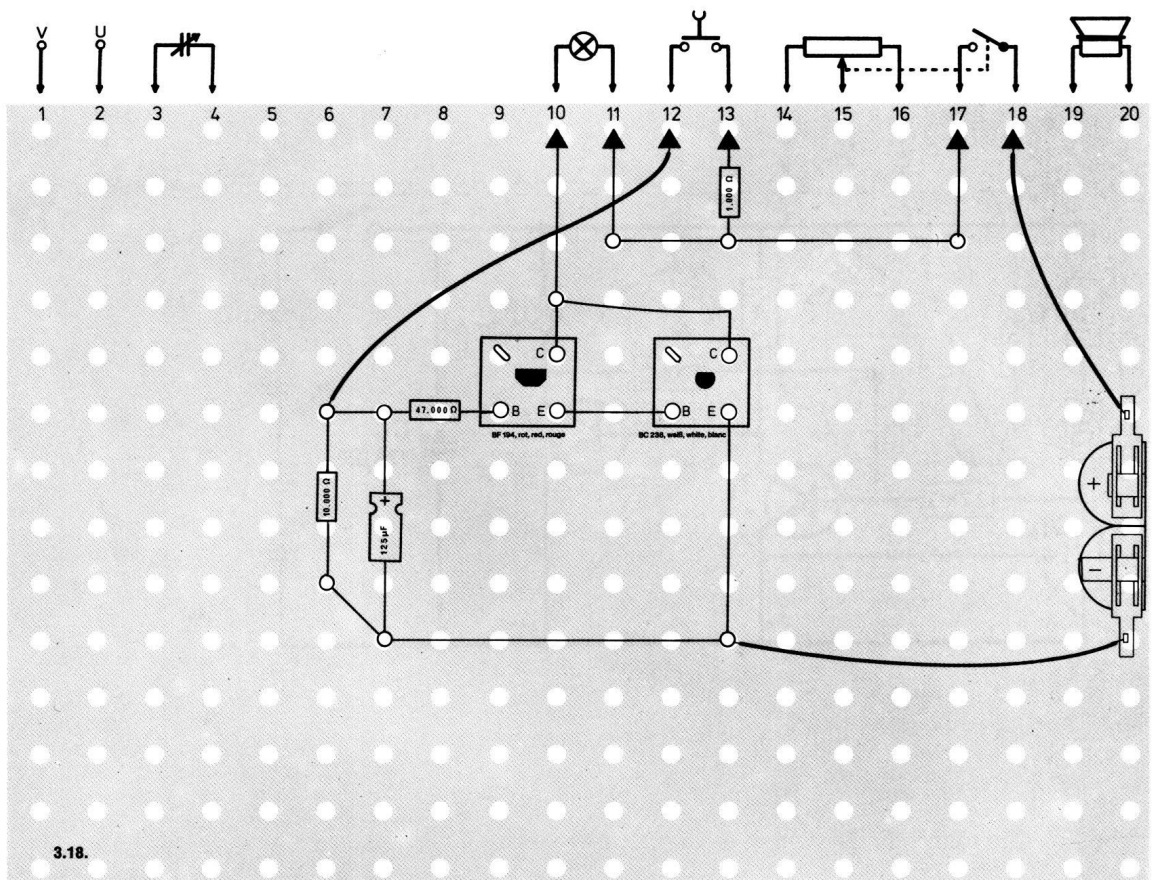


### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Sluttes trykkontakten S (hvilket tilsvarer at maskinen er i gang) tennes lampen straks. Det går en basisstrøm gjennom motstanden R1 og R3 slik at transistorene T1 og T2 leder strøm.

Du får samme virkning som ved avstenging av en maskin, når du slipper kontakten. I dette øyeblikket har kondensatoren C1 en positiv ladning som opprettholder basisstrømmen slik at transistoren leder. Kondensatoren lader seg ut gjennom motstanden R2. Når spenningen på kondensatoren blir for lav, går det ikke lenger noen basisstrøm gjennom motstanden R3 og lampen slukker.

Ved å bytte ut kondensatoren C1 med andre kondensatorer, kan utkoplingsforsinkelsen forandres.





#### 4.01. Automatisk nattlys eller parkeringslys

Du har sikkert lagt merke til at gatebelysningen tennes midt på dagen hvis det blir sterkt overskyet. Lyset tennes nemlig ikke av en mann på Elektrisitetsverket. Det tennes automatisk når dagslyset forsvinner, styrt av lysfølsomme celler (fotoceller). Dette apparatet er en slik skumringsstrømbryter. Lampen tennes alltid når lyset underskrider en på forhånd innstilt lysstyrke. Den slukker når lyset igjen kommer over denne verdien.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

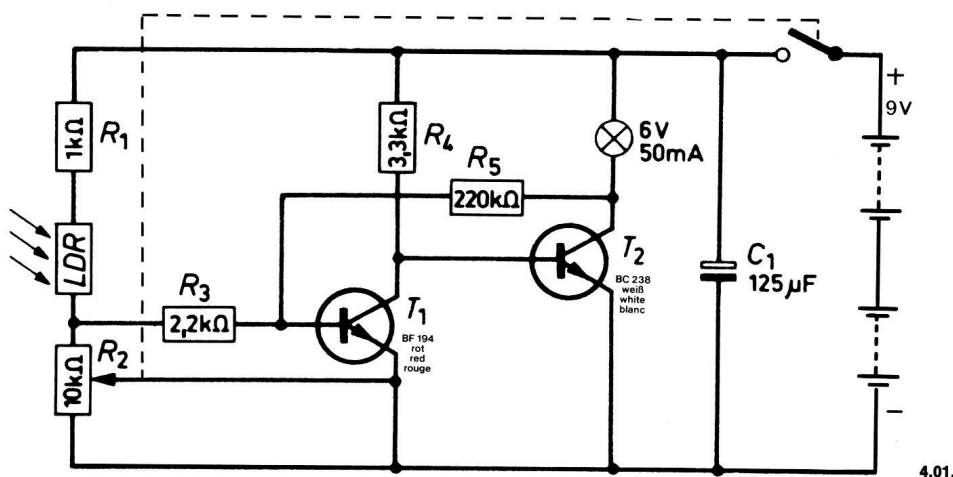
Skrue fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

**Spesielle arbeider:** Kople fotomotstanden (LDR) til de ytterste tilkoplingsklemmene U og V. Den riflede siden skal vende opp.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

Skrue potensiometerknappen mot høyre. Mørklegg nå rommet – eller dekk over fotomotstanden med hånden. Du kan stille inn den lysstyrken som skal få lampen til å tenne, ved hjelp av potensiometeret. Ved fullt utslag til høyre er apparatet mest følsomt. Tennes ikke lampen, må du straks slå av og finne feilen.

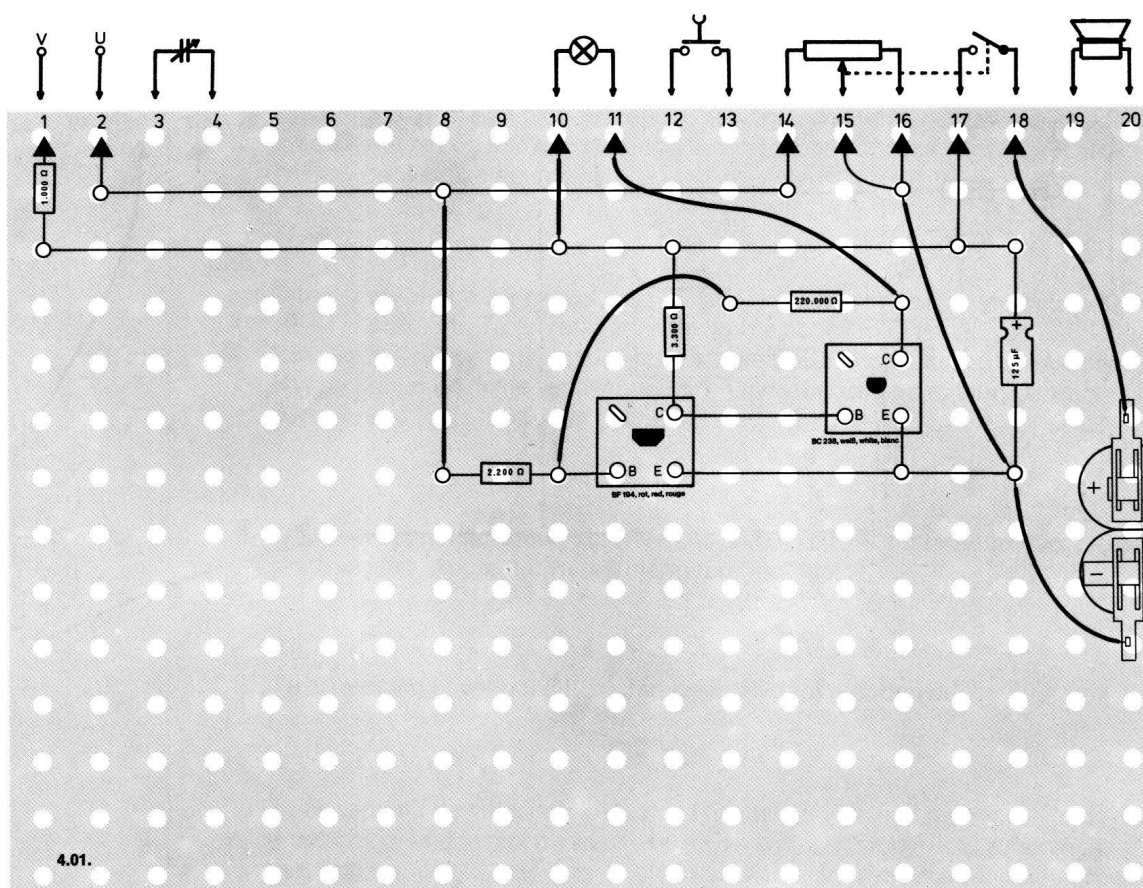


### Koplingsskjema for den avanserte

Denne koplingen har til oppgave, automatisk å tenne en lampe når belysningsstyrken kommer under en viss verdi. Derfor trenges det i denne koplingen et «måleorgan» som kan registrere lysstyrken. Til dette bruker vi en fotomotstand. Den utgjør sammen med R1 og potensiometeret R2 en spenningsdeler for driftsspenningen på 9 V. Basis på transistor T1 er koplet til spenningsdeleren over motstanden R3. Når det ikke faller noe lys på fotomotstanden, har denne en meget høy resistans. Over R2 ligger det derfor bare en liten spenning som ikke er stor nok til å levere tilstrekkelig basisstrøm til T1. Transistoren sperrer derfor. Det går altså ingen kollektorstrøm over emitter-kollektor og heller ikke gjennom motstanden R4. Kollektor på T1 og dermed basis på T2 har derfor en høy positiv spenning. På denne måten leder transistor T2, og lampen lyser.

Når det faller lys på fotomotstanden, avtar resistansen i denne slik at vi, avhengig av slepekontaktens posisjon, får et stort spenningsfall over R2. Nå kan det gå basisstrøm gjennom R3 slik at T1 leder. Kollektorspenningen på T1, og dermed også basispenningen på T2, går negativ slik at transistor T2 sperrer og lampen slukker.

Vi kan forandre basisstrømmen til T1 ved hjelp av potensiometeret R2 og på denne måten stille inn den lysstyrken som vi vil automatisk skal kople lampen av og på.



#### 4.02. Enkel fuktighetsindikator

Dette apparatet varsler hvis fuktigheten blir for høy. Det tenes et lyssignal. Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og kablingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen. Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

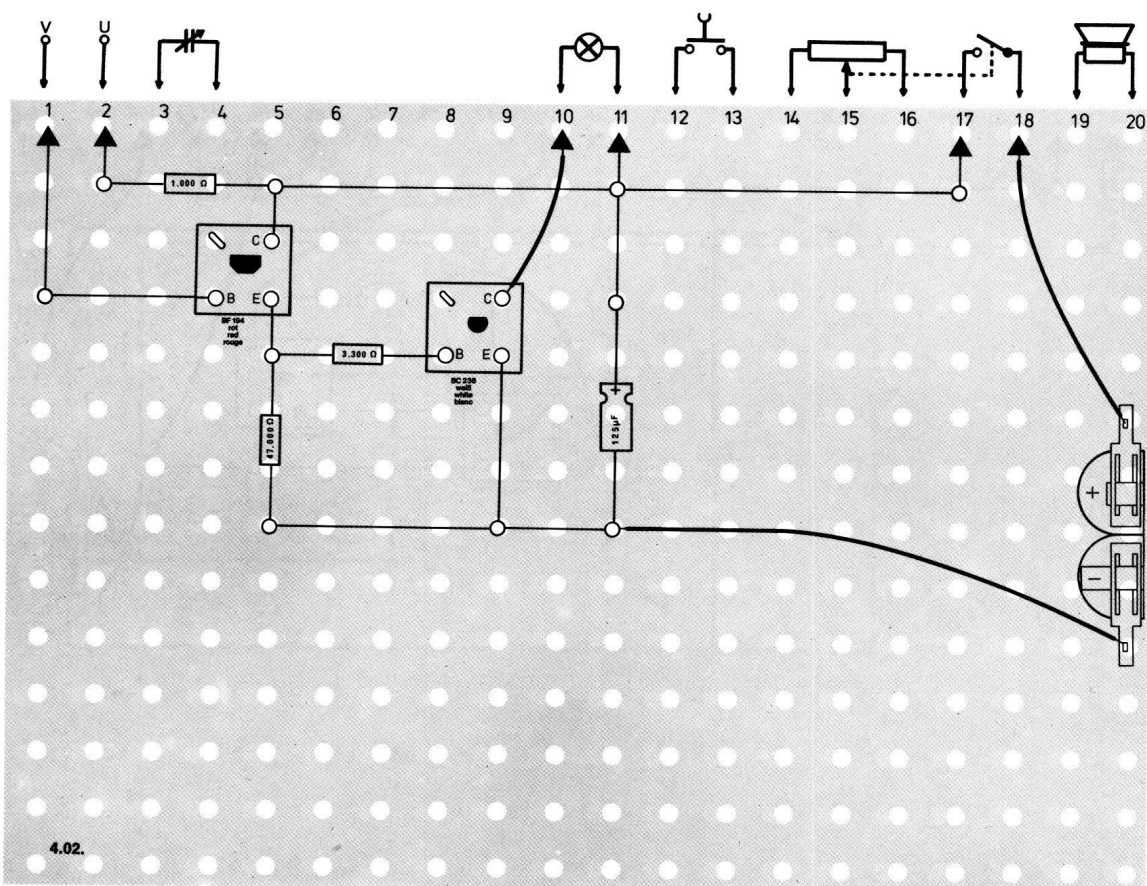
Skru fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

**Spesielle arbeider.** Fest to lange isolerte ledninger, hvor du har avisolert endene, til de ytterste tilkoplingspunktene U og V.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

Skru potensiometerknappen mot høyre. Prøv apparatet ved å holde de lange avisolerte ledningene mot hverandre. Lampen skal nå lyse. Gjør den ikke det, må du straks slå av og finne feilen.



### Anvendelsesmuligheter

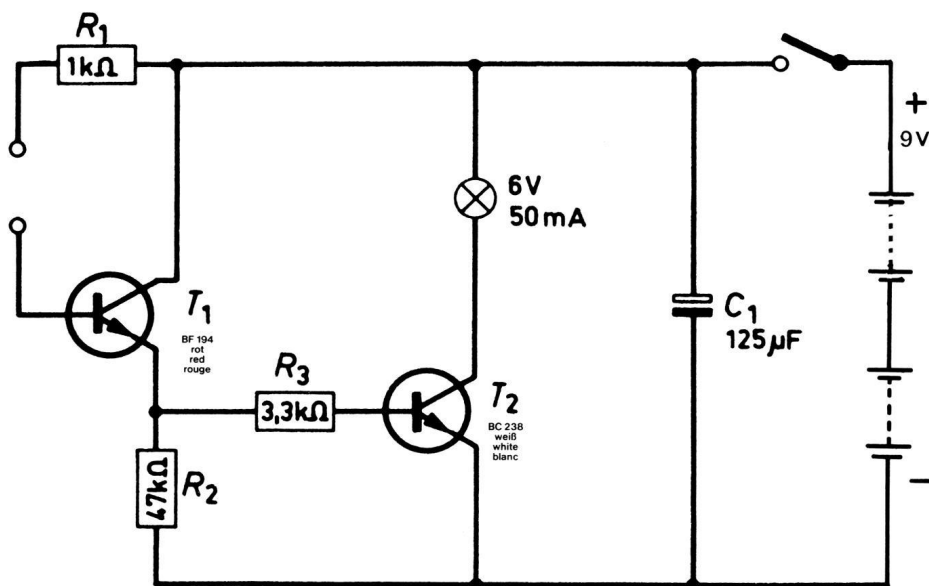
- a) Ta en bit avisapir og hold den mot ledningsendene. Ikke noe skjer. Drypp nå litt vann på avisapiret og hold ledningsendene mot det fuktige stedet. Lampen tenner. Altså er fuktig papir leder for elektrisk strøm.
- b) Ta nå et stykke trekkpapir. Stikk begge ledningsendene i papiret, litt fra hverandre, og drypp vann på papiret. Etter noen drypp tar lampen til å lyse.
- c) Stikk begge ledningsendene, med litt avstand, ned i en blomsterpote. Hvis jorden i potten er tørr lyser ikke lampen, men straks den er tilstrekkelig fuktig, lyser lampen.
- d) Kople en ledning til en metallskål og hold den andre ledningen ned i skålen, uten å berøre denne. Hvis du nå heller vann i skålen, tenner lampen straks vannflaten når opp til den ledningsenden du holder ned i skålen. Dette virker bare hvis du har en væske som leder, f. eks. vann fra springen-men ikke, hvis du bruker olje eller destillert vann.
- e) På liknende måte kan du f. eks. kontrollere at badevannet ikke flommer over badekaret.
- f) Du kan også feste en bit trekkpapir til et plagg som henger til tørk. Fest papiret med klesklyper og kople ledningene til det. Lampen slukker når plagget er tørt. Du kan også bruke en stoffbit.
- g) Dersom du har en vannpistol, kan du lage en skyteskive som automatisk viser når du har truffet. Ta en rund treskive og bor et hull med ca. 2,5 cm diameter. Bak dette hullet fester du et fuktighetsfølsomt materiale, f. eks. en bit trekkpapir. Når du får inn en fulltreffer blir papiret ledende, og lampen tenner. Deretter må papiret naturligvis tørke eller byttes ut.
- h) Stikk ledningsendene med 1 cm avstand ned i en bit trakkpapir som ligger ute på vindusbrettet. Apparatet varsler når det regner ute!
- i) Ta en ledning i hver hånd. Lampen lyser! Hvorfor gjør den det?
- k) Ta et papirark og trekk opp en kraftig blyantstrek vha. en bløt blyant. Hold den ene ledningsenden mot blyantstrekens ene ende, og før den andre ledningsenden langs streken. Lampen lyser sterkest når ledningsendene er i nærheten av hverandre. Grafitt leder altså elektrisk strøm!

### Koplingsbeskrivelse for den avenserte

Denne fuktighetsindikatoren består av en totrinns forsterker som tenner og slukker lampen i kollektorkretsen til den andre transistoren. Basis på transistor T1 er ikke forbundet med batteriets pluss- eller minuspol. Derfor sperrer transistor T1 som er koplet som emitterfølger. Det ligger ingen positiv spenning over arbeidsmotstanden R2 slik at også T2 som er tilkoplet over R3 er sperret. Lampen lyser ikke.

Hvis vi imidlertid kopler en ledning mellom motstanden R1 og basis på T1 så åpnes transistoren, og vi får en positiv spenning over motstanden R2. Denne spenningen åpner transistor T2 og strømmen som går, får lampen i kollektorkretsen til å lyse.

For at vi skal få til en fuktighetsindikator, stikker vi to ledninger med avisolerte ender i en papirbit, med litt avstand mellom ledningene, og fester de andre endene av ledningene til inngangsklemmene. Når papiret er tørt, skjer ingen ting. Lampen er slukket fordi det ikke går noen strøm. Fukter vi imidlertid papiret med vann, går det en strøm gjennom R1 til basis på T1. Begge transistorene blir ledende og lampen lyser.



4.02.

## Tekniske Data

Transistorer	1BF194 rød	BC238 hvit
Maksimal basisstrøm	10 mA	100 mA
Maksimal kollektorstrøm	25 mA	100 mA
Maksimalt effekttap	200 mW	200 mW
Maksimal kollektor-emitter-spennning	15 V	15 V
Strømforsterkningsfaktor	50–150	100–900
Bruksområde	HF- OLF og like-spenningsforsterkning	LF- og Like-spenningsforsterkning

Dioden	OA 95
Maksimal spenning i sperreretning	50 V
Maksimal strøm i lederretning	50 mA
Spennning i lederretning ved strømstyrke på 10 mA	1 V

Spoler	Tilkoplinger	Viklinger	Induktans
Drossel		740	9,5 mH
MB-antennespole (ferritantenne)	1–2 3–4	70 6	400 $\mu$ H

### Morsealfabetet

A · —	K — —	U · · —
B — · · ·	L · — · ·	V · · · —
C — · · ·	M — —	W · — —
D — · ·	N — ·	X — · · —
E ·	O — — —	Y — · — —
F · · — ·	P · — · ·	Z — — · ·
G — — ·	Q — — — ·	Æ · — · ·
H · · · ·	R · — ·	Ø — — — ·
I · ·	S · · ·	Å · — — · ·
J · — — —	T —	

1 · — — — —	6 — · · · ·	Sending starter — · · · —
2 · · — — —	7 — — · · ·	Sending slutter · · · — —
3 · · · — —	8 — — — · ·	Bindestrek — · · · ·
4 · · · · —	9 — — — — ·	Punktum · · — · · —
5 · · · · ·	0 — — — — —	Slut på melding · · — · ·
		Vent/jeg venter · — · · ·
		Feilsending · · · · · · ·
		SOS · · — — — · ·
		(sendt slik: sos sos sos)



### 4.03. Fuktighetsindikator med lyssignal

Denne fuktighetsindikatoren er mer følsom enn det foregående apparatet. Den er også teknisk sett mer avansert.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

**Spesielle arbeider:** Fest to lange isolerte ledninger til de ytterste tilkoplingsklemmene U og V. Endene må være avisolert fordi ledningene senere skal brukes til måling.

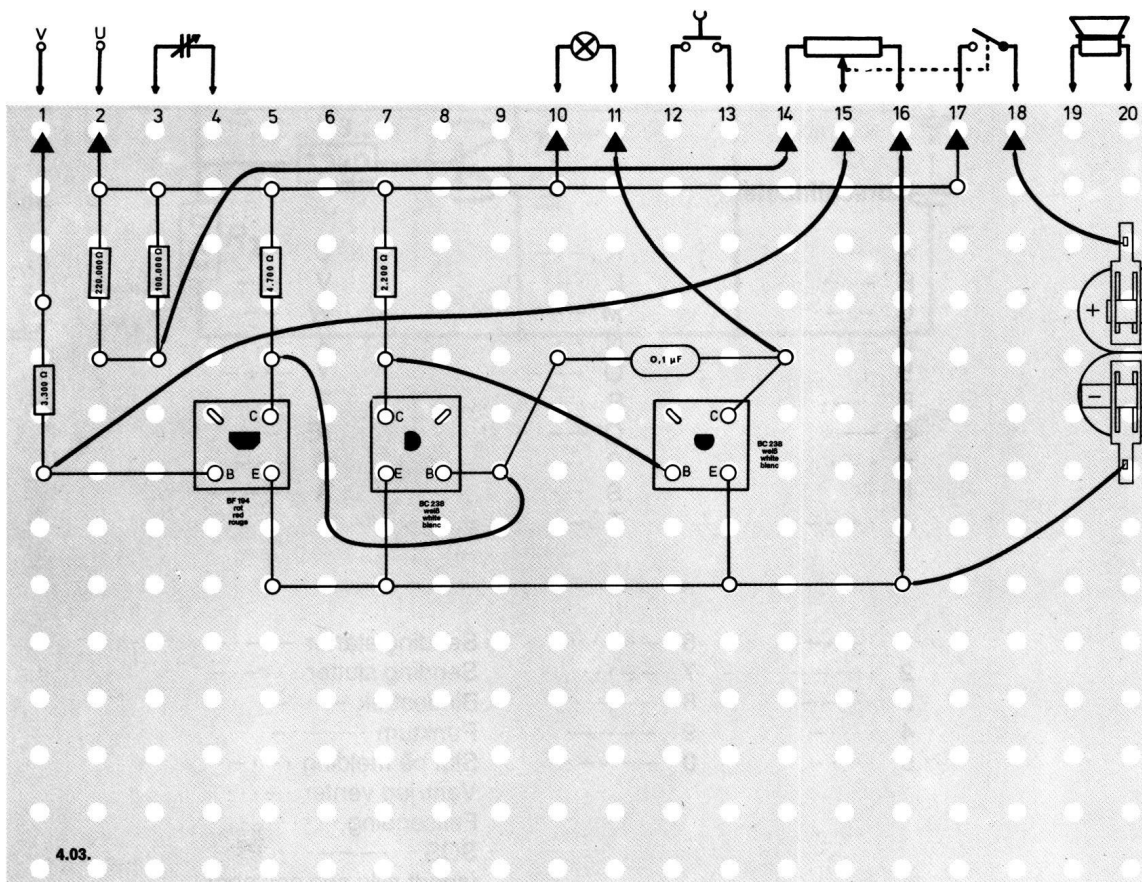
Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

Skrus potensiometerknappen helt mot høyre. Lampen lyser. Skru knappen tilbake så langt at lampen slukker.

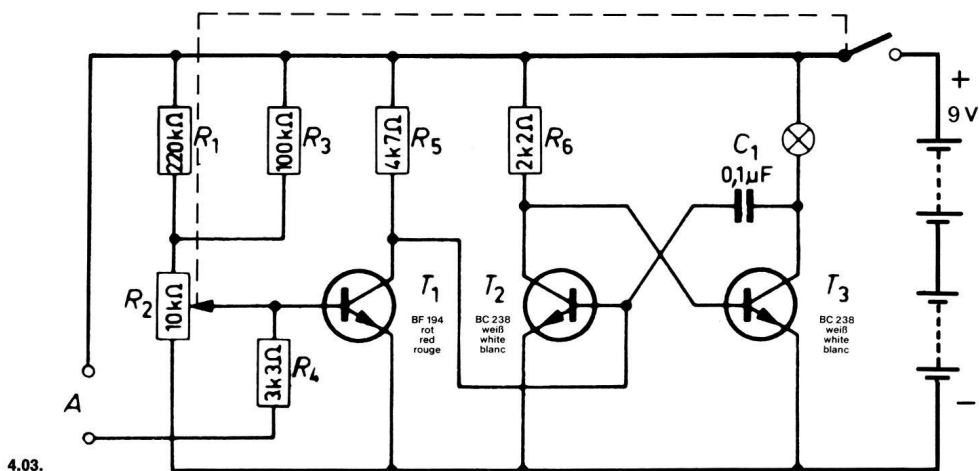
Prøv apparatet ved å holde de to lange ledningenes avisolerte ender mot hverandre. Nå skal lampen lyse igjen. Gjør den ikke det, må du straks slå av og finne feilen.

Bruksmulighetene finner du beskrevet under avsnitt 4.02.



### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Denne koplingen består av en tretrinns likestrømsforsterker. Selv meget små strømmer ( $1\text{ }\mu\text{A}$ ) til basis på T1 er tilstrekkelig til at den siste transistoren T3 vil slippe gjennom nok strøm – slik at lampen lyser. Spenningsdelen ved basis på T1 består av motstandene fra R1 til R4 og en motstand som ligger utenfor koplingen og er forbundet med inngangen A. Denne sistnevnte motstanden er det fuktighetsfølsomme elementet. Under 4.02. kan du lese om hvordan du lager et slikt element. Når elementet er tørt har det meget høy resistans og basisstrømmen bestemmes helt av R1, R2 og R3. Med R2 stilles den inn slik at lampen ikke lyser. Når følerelementet blir fuktig, vil det flyte en basisstrøm. Dette fører til at T1 blir ledende, mens T2 sperrer. Slutt-transistoren blir ledende og tenner glødelampen.



#### 4.04. Fuktighetsindikator med lydsignal

Dette apparatet skiller seg fra de foregående ved at det varsler fuktighet med et lydsignal.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

**Spesielle arbeider:** Fest to lange isolerte ledninger som er avisolert i endene til de ytterste tilkoplingsklemmene U og V.

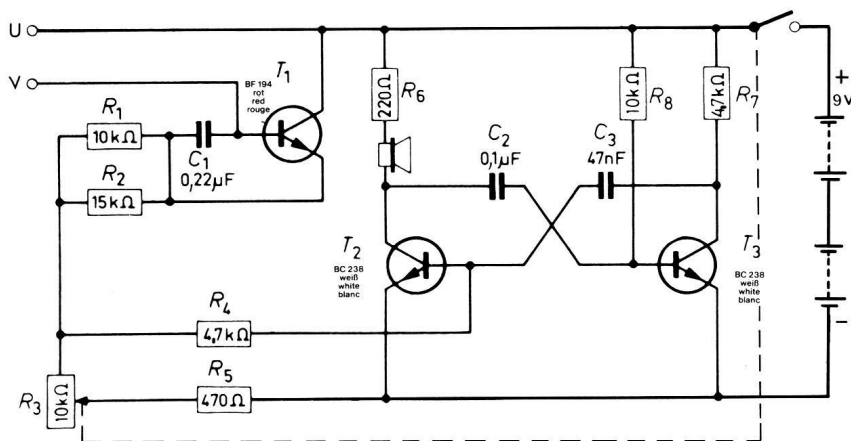
Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

Skrus potensiometerknappen helt mot høyre. Prøv apparatet ved å holde de avisolerte endene på de lange ledningene – mot hverandre. Nå skal du høre en varseltone. Hvis du ikke gjør det, må du straks slå av og finne feilen.

Med potensiometeret kan du regulere til den fuktighetsgrad apparatet skal varsle, med en tone. Ved fullt utslag til høyre, er følsomheten størst.

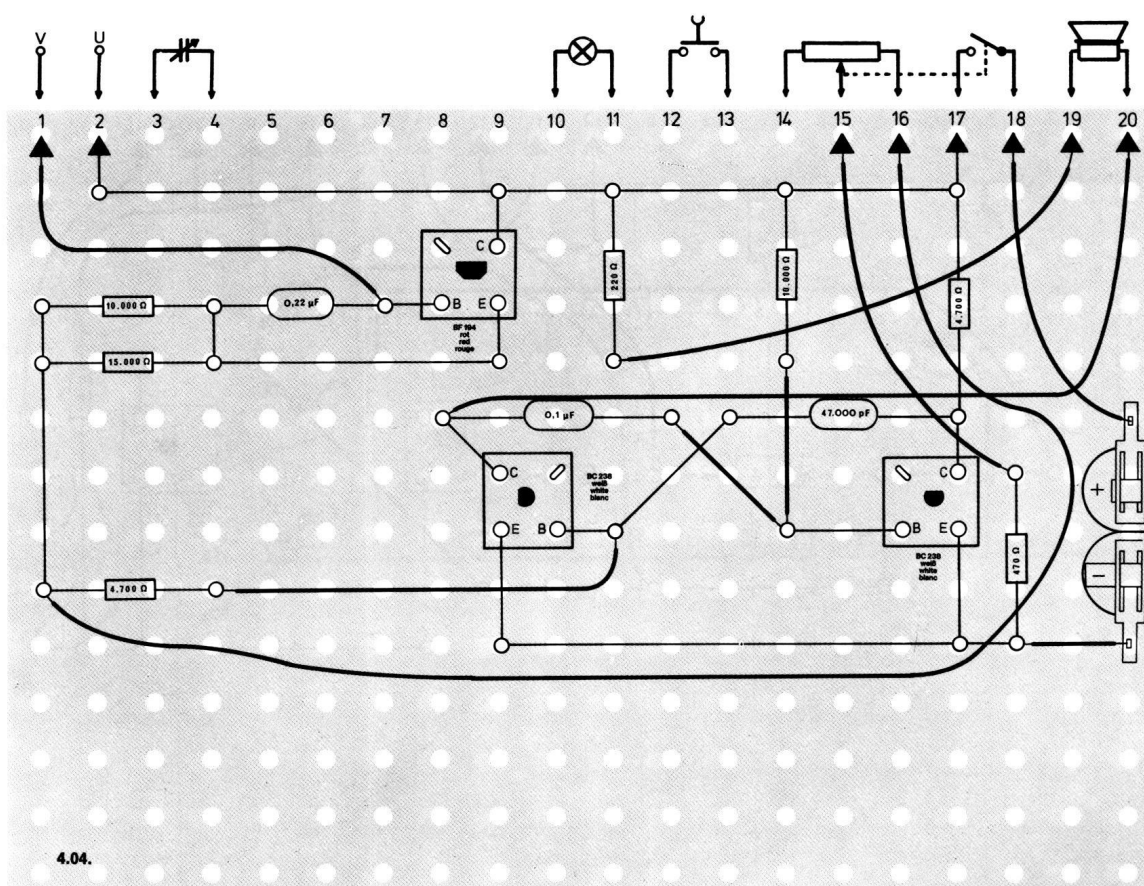
Bruksmulighetene finner du beskrevet under avsnitt 4.02.



4.04.

### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Transistorene T2 og T3 er koplet som en multivibrator. Tonen høres ut av en høyttaler. Multivibratoren svinger ikke så lenge de ytre tilkoplingene ikke er kortsluttet. Først når U og V forbindes med hverandre, leder transistor T1, og gjennom R4 kan det da flyte en basisstrøm til transistor T2. Styrken på denne basisstrømmen er avhengig av, for det første: fuktighetsføleren som er koplet til inngangen, for det andre: innstillingen av potensiometeret R3. Er basisstrømmen til T2 sterk nok tar multivibratoren til å svinge slik at det genereres en tone som du kan høre i høyttaleren.



4.04.

#### 4.05. Tidsstrømbryter

I fabrikker finnes det nå ofte maskiner som arbeider automatisk og som må stoppes til bestemte tider. En slik tidsmåler som gir signal når en tidligere innstilt tid er utløpt, kan du bygge med dette apparatet.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

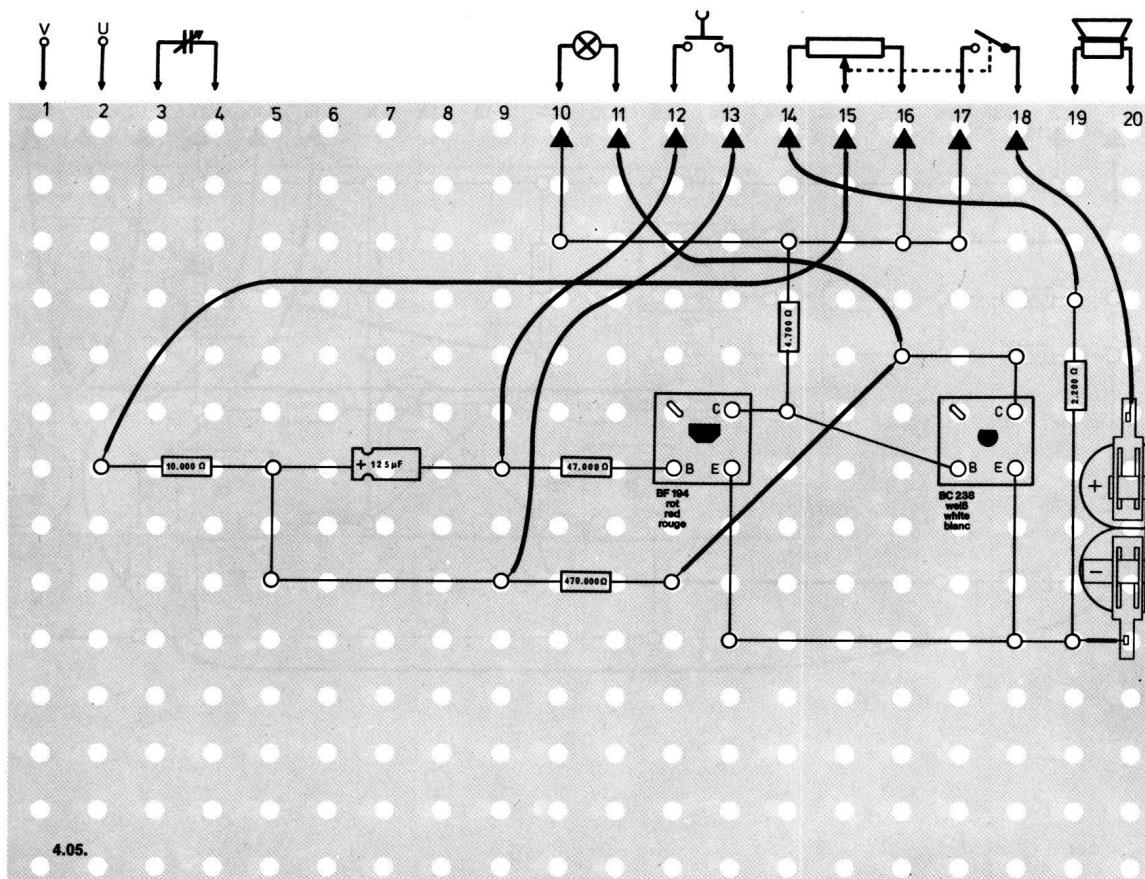
Ingen spesielle arbeider.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

Skrus potensiometerknappen mot høyre. Med potensiometeret kan du stille inn hvor lenge lampen skal lyse. Mot venstre vil den lyse lenger – og mot høyre i kortere tid.

Hvis du raskt trykker ned trykkkontakten, slukker lampen og tenner først igjen etter den tiden du har stilt inn. Lyser ikke lampen, må du straks slå av og finne feilen.

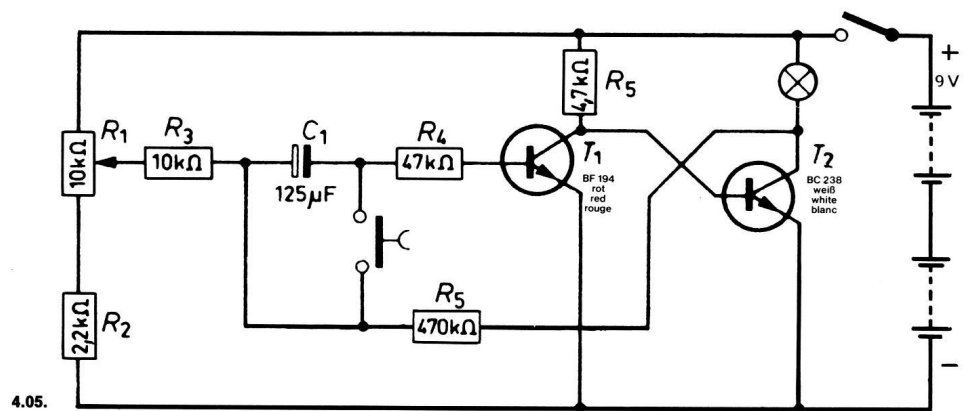


### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Dette apparatet tenner en lampe etter en bestemt tid. Tiden fra apparatet startes og til lampen tenner, bestemmes av kapasiteten på kondensatoren C1 og for hvilken spenning potensiometeret R1 er innstilt. Jo høyere spenningen er valgt, desto lenger tid går det til lampen tenner. Tidsstrømbryteren startes ved å presse ned trykkkontakten. Lampen slukker også samtidig.

Når lampen lyser, leder transistor T2 og samtidig sperrer transistor T1. Fordi denne transistorens basismotstand R4, hverken er koplet til pluss- eller minuspolen, går det ingen strøm gjennom transistor T1. Denne tilstanden forandres imidlertid når kontakten trykkes ned. R3 forbindes da med R4. Basis på T1 tilføres en positiv spenning slik at transistor T1 leder. Etterhvert som kollektorspenningen nå faller, minsker også basisspenningen ved T2. Denne transistoren sperrer og lampen slukker.

Kondensatoren C1 er utladet fordi den ble kortsluttet av trykkkontakten. Når kontakten slippes, brytes forbindelsen mellom motstandene R3 og R4. Kondensatoren C1 lader seg opp igjen til den spenningen som er stilt inn med potensiometeret. Det går en ladestrøm gjennom R4 og gjennom basis-emittergjennomgangen på T1 slik at transistoren åpnes igjen. Først når ladeforløpet på det nærmeste er slutt, sperrer T1 slik at kollektorspenningen øker. Dette gjør at transistor T2 tar til å lede, og lampen tenner. Motstand R6 hjelper til med omkoplingen ved at den nå negative kollektorspenningen ved T2 tilbakekoples til basis på T1 over kondensatoren C1.





#### 4.06. Langtidsstrømbryter med lysindikator

Dette apparatet er teknisk sett forskjellig fra den foregående tidsstrømbryter. Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrue fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

Ingen spesielle arbeider.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

Skru potensiometerknappen mot høyre. Med denne kan du stille inn den tiden du vil at det skal gå før lampen tennes igjen. Fig. 177 viser hvor lang tid det tar til lampen tenner, ved forskjellige innstillinger av knappen.

Når du presser ned trykkkontakten, slukker lampen. Etter den innstilte tiden tenner den igjen. Lyser den ikke straks, må du slå av og finne feilen.

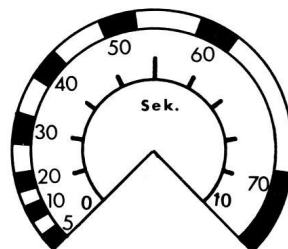
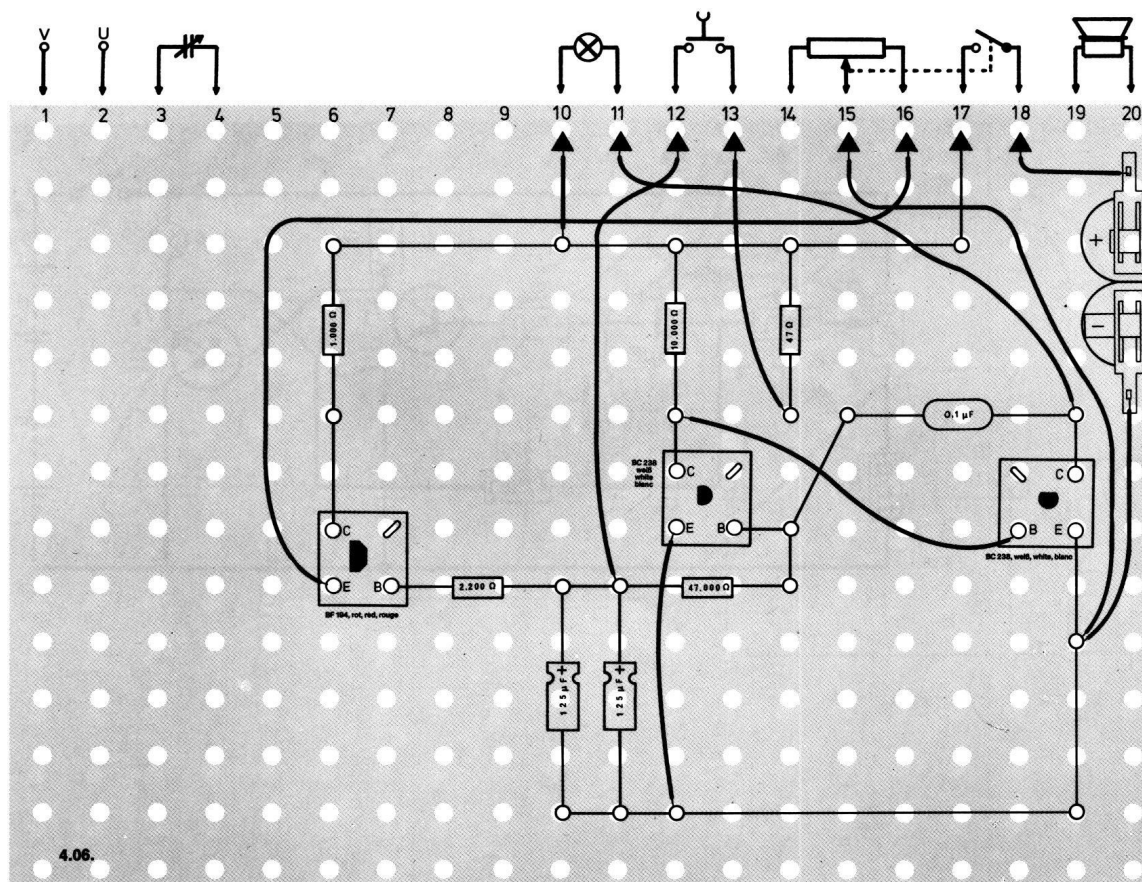


fig. 177



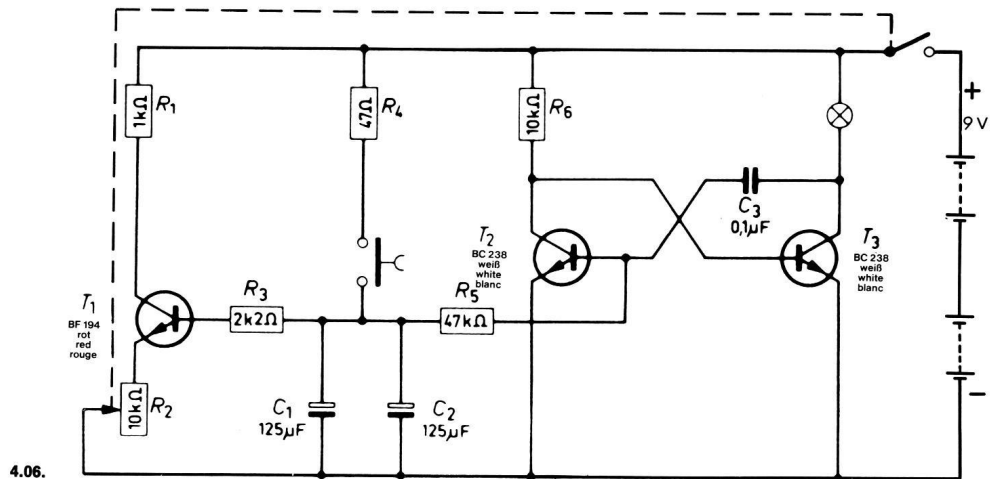
### Koplingsskjema for den avanserte

Inngangsstrømmen til likestrømförsterkeren T2/T3 kommer fra elektrolyttkondensatorene C1 og C2. Strømmen går gjennom motstanden R5 og basis-emitter-overgangen på T2 til minuspolen. Den er utladestrømmen fra disse kondensatorene. Kondensatorene er tidligere blitt oppladet fra batterispenningen gjennom R4 ved at trykkkontakten har vært trykket ned. Så lenge utladestrømmen flyter, er T2 ledende og T3 sperret slik at lampen ikke lyser.

Når kondensatorene er nesten utladet, tar T2 til å sperre og T3 til å lede. Omkoplingen får hjelp fra kondensatoren C3 – slik at den kan skje omgående, og lampen lyser straks klart.

Kondensatorenes utladningstid er avhengig av hvor raskt strømmen kan ledes bort. Dessuten har vi bygget inn en annen regulerbar utladningskrets – for ytterligere å kunne påvirke utladningstiden. Det går altså en konstant utladningsstrøm over basis-emitter-overgangen på T2 – foruten en regulerbar strøm over basis-emitter-overgangen på T1. Utladetiden over den siste kretsen kan stilles inn vha. potensiometeret R2 som er koplet som emittermotstand for T1. Potensiometeret er forøvrig ikke tilstrekkelig til alene å utgjøre den regulerbare utladekretsen. Potensiometerets resistans på 10 kΩ er for liten, og vi ville ikke kunne få en tilstrekkelig lang utladningstid. Derfor finner vi motstanden R3 innkoplet.

Tidsstrømbryteren tar til å arbeide når vi raskt trykker ned trykkkontakten. Elektrolyttkondensatorene lades da helt.



#### 4.07. Tidsstrømbryter med lydsignal

Dette apparatet avgir et akustisk signal når den tiden du har stilt inn er utløpt. Du kan gjøre denne tiden lenger ved hjelp av potensiometeret.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og kopplingsstrådene slik det er angitt i kopplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til kopplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

Ingen spesielle arbeider.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

Skrus potensiometerknappen mot høyre. Med denne stiller du inn den tiden som skal gå før tonen skal lyde.

Fig. 178 viser hvor lang tid det tar før tonen høres ved forskjellige innstillinger av knappen.

Når du trykker ned trykkkontakten, tar tidsstrømbryteren til å arbeide. Etter at den tiden du har stilt inn er utløpt, høres signalet. Hører du ikke noe signal, må du straks slå av og finne feilen.

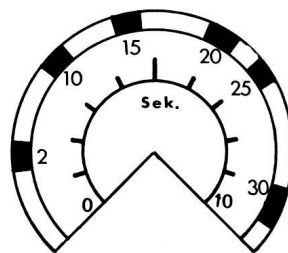
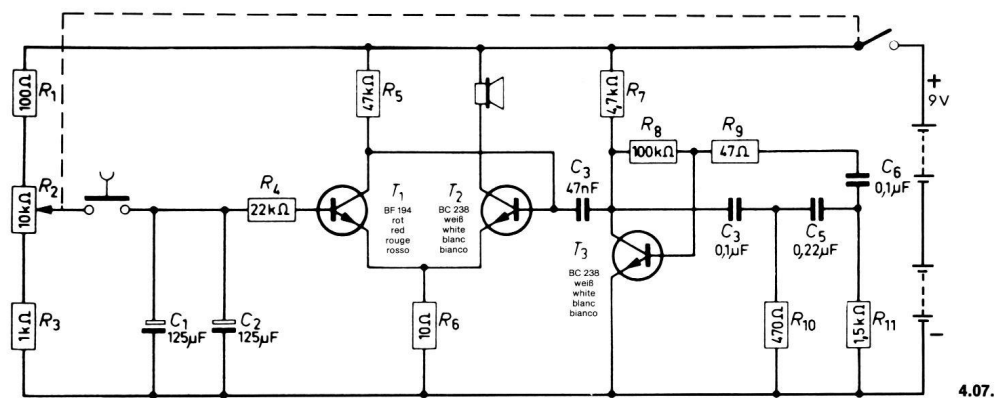


fig. 178



Også i denne koplingen er det utladrøstrømmen fra to elektrolyttkondensatorer som bestemmer hvor lang tid det tar før signalet koples inn. Forskjellen fra 4.06. er imidlertid at vi ikke kan korte ned utladetiden ved å øke utladrøstrømmen. Vi lar elektrolyttkondensatorene lade seg opp til en spenning som bestemmes av potensiometeret R2, og hvor vi altså ikke legger hele batterispenningen over dem. Utladrøstrømmen fra kondensatorene C1 og C2 går gjennom R4 og basis-emittergjennomgangen på T1. Så lenge denne transistoren leder, forblir T2 sperret. Når kondensatorene er nesten utladet sperrer T1 og T2 blir ledende. Transistor T3 utgjør en RC-generator. Signalet føres til basis på T2 over C3. Når nå T2 åpner kan vi høre en tone i høytaleren. Den genereres i T3 og forsterkes av T2.



#### 4.08. Lysmåler

Under film- og TV-innspillinger er belysningen i studio av største betydning. Like viktig er det imidlertid å ha ordentlig belysning på arbeidsplassen. Spares det på lyset, synker effektiviteten ganske raskt. Lysforholdene undersøkes vha. en lysmåler eller et lux-meter.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og kablingstrådene slik det er angitt i kodingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

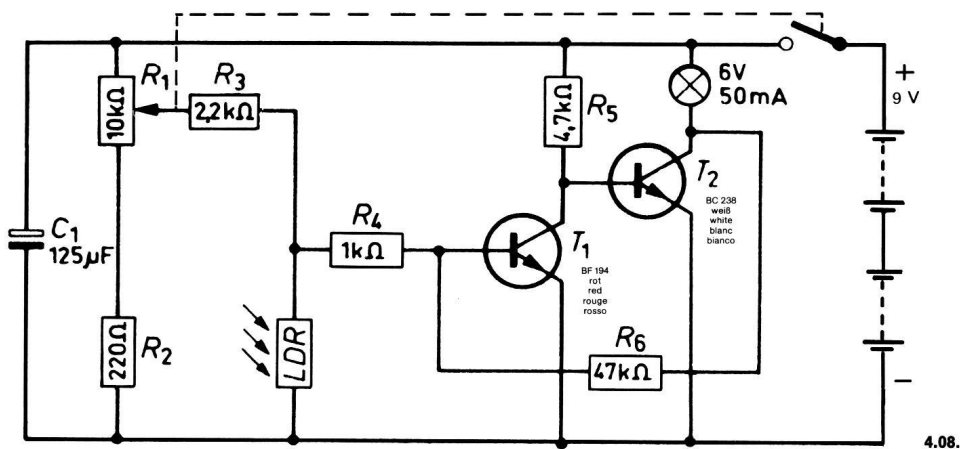
Skrus fast grunnplaten til kodingspulten og kople forbindelsen til de respektive tilkoplingene.

Spesielle arbeider: Kople fotomotstanden (LDR) til de ytterste tilkoplingspunktene U og V. Den riflete siden skal vende utover.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

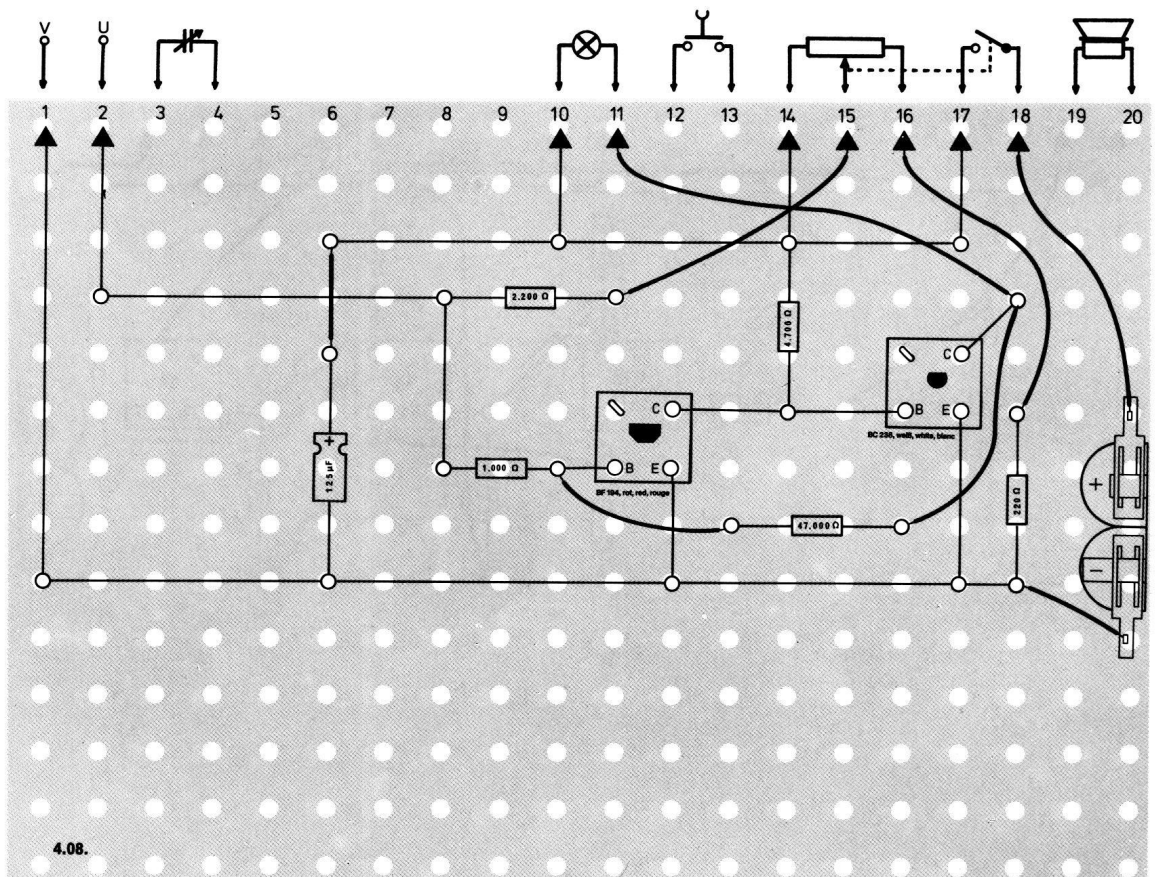
Kontroller til sist kodingen og start apparatet.

Skrus potensiometerknappen helt mot høyre. Skrus knappen frem og tilbake. Når den er i en bestemt posisjon, tennes eller slukker indikatorlampen. Jo lysere det er, jo lenger til høyre ligger dette punktet. Legg merke til følgende. Er det altfor lyst, slukker ikke lampen, og er lyset for svakt, tenner den ikke. Ved å sammenlikne potensiometerknappens ulike stillinger, kan du skille mellom forskjellige lysstyrker. Virker ikke apparatet, må du straks slå av og finne feilen.



### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Denne koplingen kan brukes for å bestemme ulike lysstyrker. Lampen virker som indikator og fotomotstanden (LDR) er målepunkt. Basisstrømmen føres til transistor T1 fra et nettverk bestående av motstandene R1 til R4 samt fotomotstanden. Dette nettverket er en spenningsdeler med to variable motstander, nemlig R1 og fotomotstanden. Når fotomotstanden først er mørk, har den høy resistans. Hvis slepekontakten på R1 samtidig er innstilt slik at det går en sterk positiv basisstrøm, leder T1. På denne måten forbindes basis på T2 med minuspolen, og lampen er slukket. Hvis potensiometeret dreies slik at basis på T1 får en meget liten spenning, så tenner lampen fordi T1 da sperrer, mens T2 leder. Når fotomotstandens resistans blir mindre ved at det faller lys på den, skjer det ikke noe, og lampen forblir tent. Hvis vi imidlertid skrur slepekontakten på potensiometeret R1 tilbake, kommer vi til et punkt der lampen slukker. Dette punktet forandrer seg etter lysstyrken i rommet og kan altså brukes som et mål for lysstyrken.





#### 4.09. Følsom lysmåler

Også dette apparatet kan brukes til lysmåler. Sammenliknet med 4.08., er det langt mer følsomt.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og kablingstrådene slik det er angitt i kablingsskjemaet.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig.** Kontroller at transistoren og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til kablingsskjemaet og koble forbindelsene til de respektive kablingsskjemaene.

**Spesielle arbeider:** Koble fotomotstanden (LDR) til de ytterste kablingsskjemaene U og V.

Batteriene tilkobles. **Kontroller polariteten.**

Kontroller til sist kablingen og start apparatet.

Skrus potensiometerknappen mot høyre. Lampen tenner umiddelbart. Lyser den ikke, må du straks slå av og finne feilen.

Skrus nå knappen langsomt mot høyre, til lampen slukker.

På fig. 179 kan du se hvilken lysstyrke (i lux) som tilsvarer en viss dreining av potensiometeret.

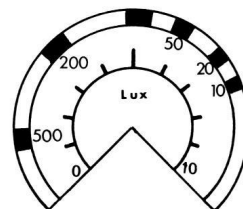
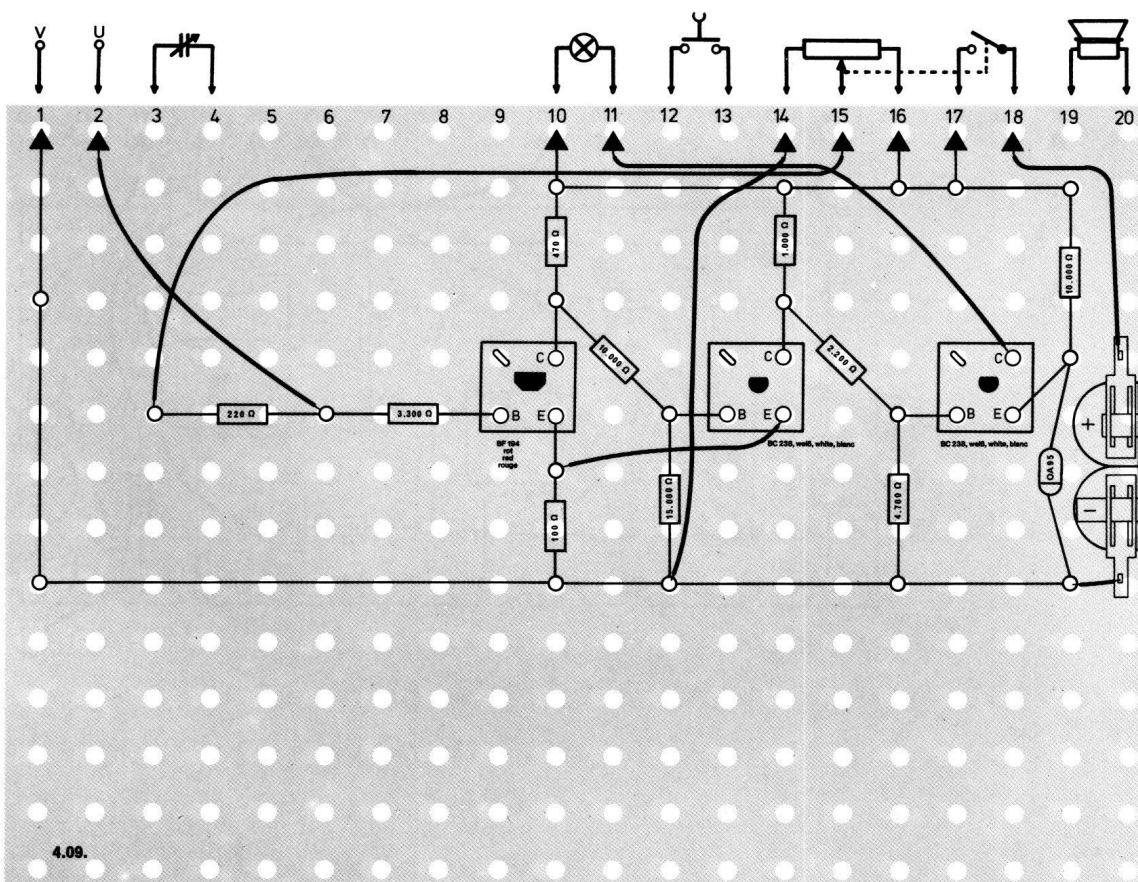


fig. 179

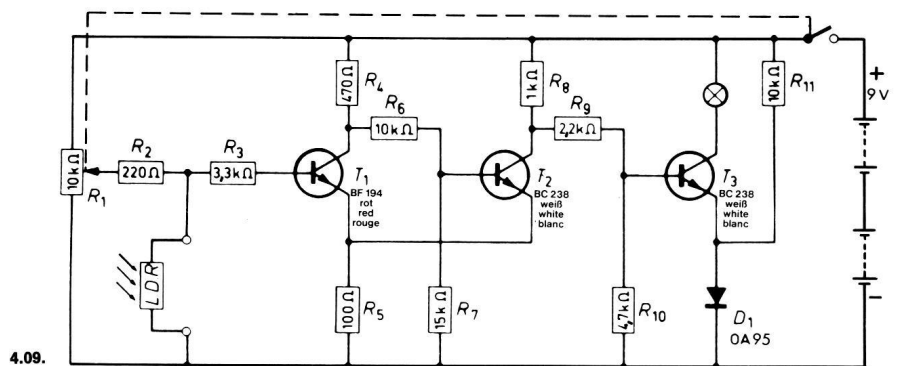


### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

I dette apparatet er transistorene T1 og T2 koplet som en Schmitt-trigger. Basisspenningen til T1 stilles inn med R1 som også bestemmer terskelverdien der triggeren kopler om. Hvilken potensiometerinnstilling som gjør at Schmitt-triggeren kopler ut, er også avhengig av hvor mye lys som treffer fotomotstanden. Omkoplingen indikeres av glødelampen som slukker når fotomotstandens resistans avtar, ved at lyset faller på den.

Vi finner en særegenhet ved transistortrinnet T3. Hvis emitter på T3 hadde vært direkte forbundet med minuspolen, ville transistoren alltid ha ledet. Seriekoplingen av dioden D1 og motstanden R11 gir imidlertid opphavet til en spenning over dioden. Denne spenningen er avhengig av diodens indre resistans og ligger på omtrent 0,5 V. Spenningen virker som en sperre for emitteren, og transistor T3 forblir sperret slik at lampen ikke lyser når T2 leder. Dersom Schmitt-triggeren kopler om (når basisspenningen på T1 blir positiv), sperrer T2. I og med at kollektorspenningen da øker, øker også basisspenningen på T3 via R9. T3 vil da også lede.

Nå oppheves emitterspenningen på T3, og lampen lyser. Når lyset faller på fotomotstanden, kan vi skru på potensiometeret R1 til indikatorlampen slukker. Potensiometerknappens stilling på skalaen viser den målte lysstyrken.



#### 4.10. Lysmåler med lydsignal

Dette apparatet omformer lysstyrke til lyd. Tonehøyden (frekvensen) forandrer seg med lysstyrken. Apparater i radiosendere, raketter og satellitter kan foreta slike målinger og sende måleresultatene tilbake til jorda. Denne måten å kommunisere måleresultater på, over store avstander, kalles for **telemetri**.

Telemetrien brukes også til å foreta målinger der det er umulig for mennesker å foreta disse, f. eks. på steder der det er meget varmt, der trykket er for høyt eller der det er fare p. g. av radioaktiv stråling.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

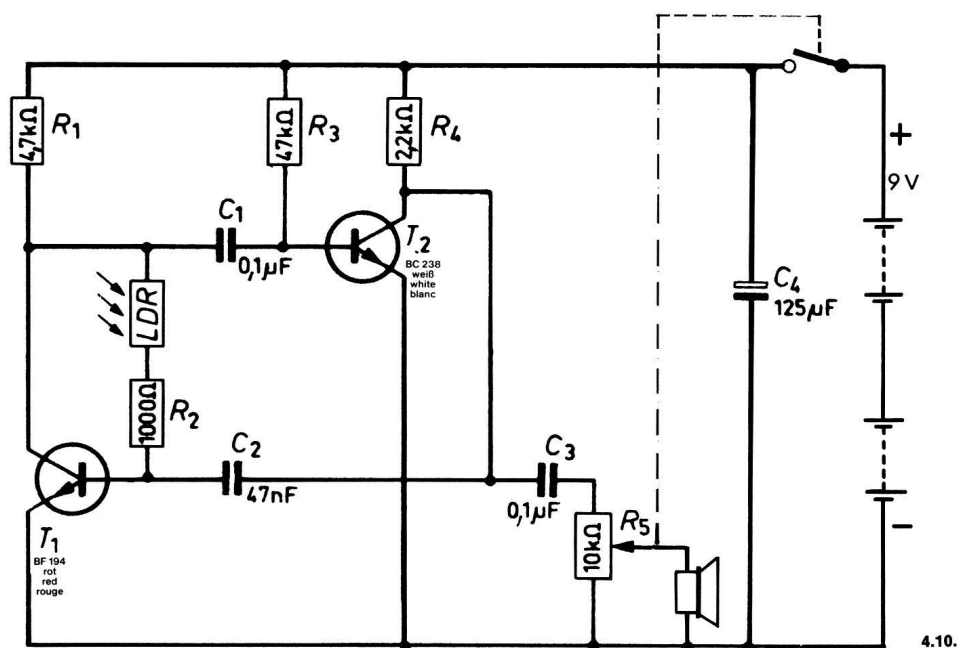
**Spesielt arbeide:** Har du EE 2050, fester du en øretelefon til tilkoplingene 19 og 20.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

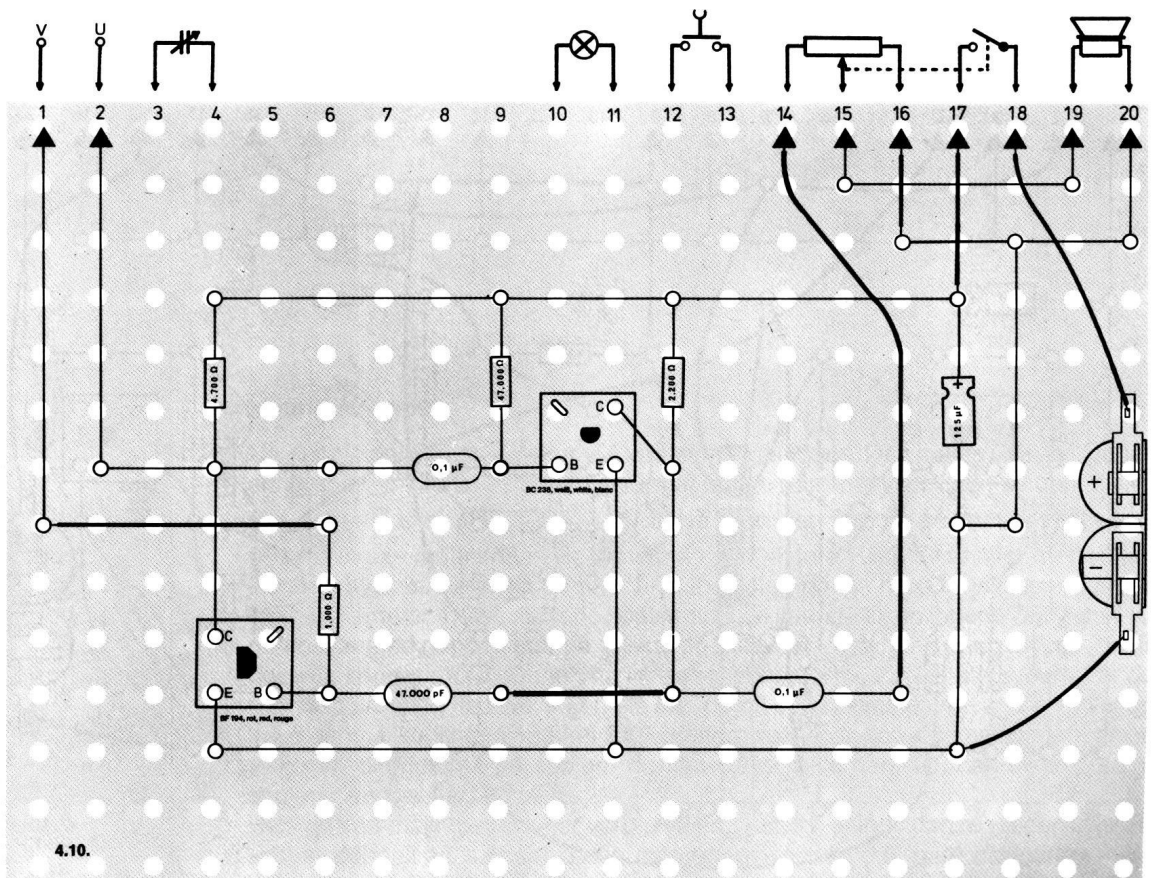
Skrus potensiometeret mot høyre. Lydstyrken reguleres med potensiometeret.

Kommer det ingen tone, må du straks slå av og finne feilen.



### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Også i denne koplingen benyttes en multivibrator som tonegenerator. Den genererte tonen høres i øretelefonen eller i høyttaleren som er koplet til kollektor på transistor T2, over C3 og volumkontrollen R5. En fotomotstand er koplet inn i basiskretsen på T1. Gjennom denne og motstand R2 går det en basisstrøm. Når det ikke faller lys på fotomotstanden – resistansen er høy – utgjør denne sammen med R2 og kondensatoren C2 et RC-ledd med en bestemt tidskonstant. Denne konstanten angir hvilken tid det tar for en kondensator å bli oppladet eller utladet over en motstand, ved en viss spenning. Når fotomotstandens resistans avtar på grunn av at det faller lys på den, endres denne tidskonstanten (produktet  $R \cdot C$  blir mindre) slik at multivibratorens frekvens blir høyere. Tonehøyden (frekvensen) på det genererte signalet styres altså direkte av lysstyrken.



#### 4.11. Målebro for resistans, induktans og kapasitans

Ved fremstillingen av motstander, spoler og kondensatorer må det hele tiden kontrolleres at de påstemplede verdier for resistans i motstanden, induktans i spolene og kapasitans (kapasiteten) i kondensatorene stemmer. Derfor gjennomføres det stadig elektroniske målinger av verdiene. Slike målinger kan også du gjennomføre med dette apparatet. Skulle du engang komme over en komponent uten angitt verdi, kan du så selv finne ut verdien.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og kablingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skru fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

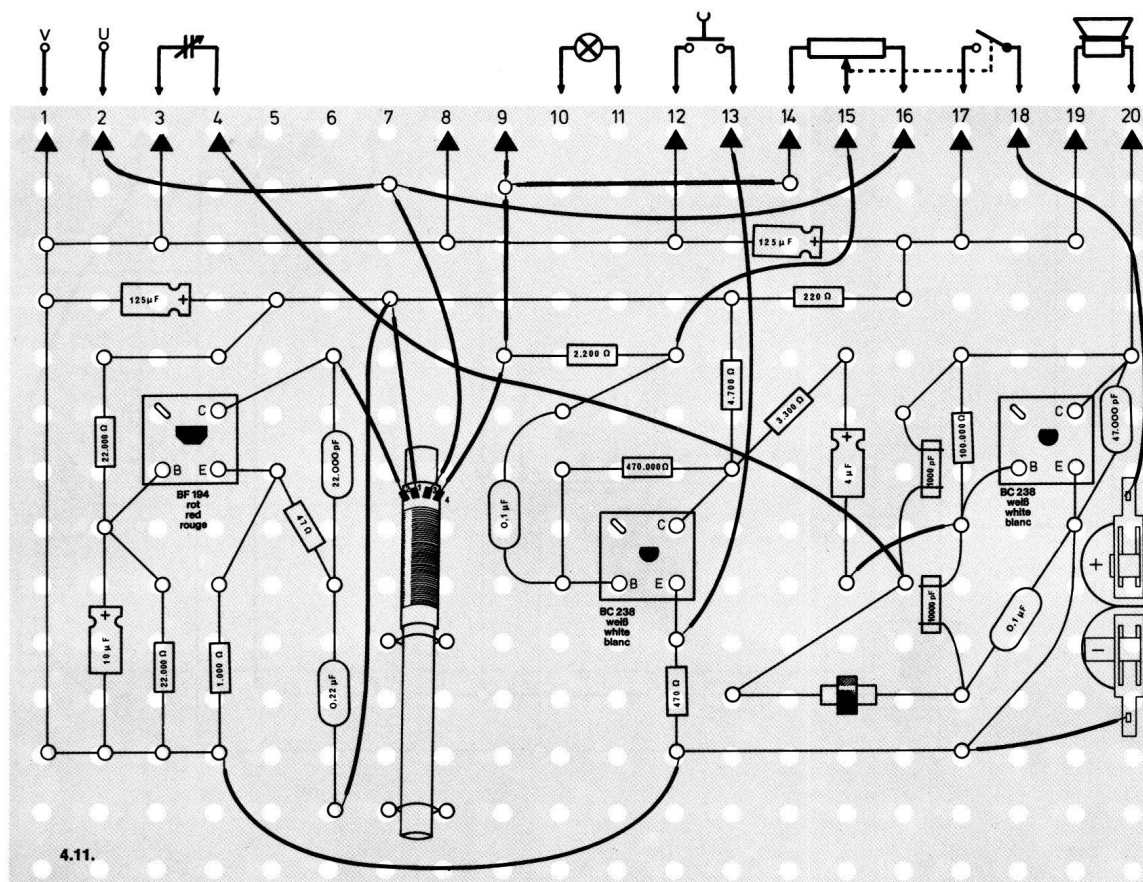
Spesielle arbeider: I hullene Q og S på fremsiden av koplingspulten plasserer du to klemmer. Forbind Q med tilkopling 8 og S med tilkopling 9. I denne målebroen kalles alltid de ytterste tilkoplingene U/V Zx, og QS alltid Zs.

Fest nå en motstand mellom de ytre punktene Zs og Zx.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

Drei potensiometerknappen mot høyre. Når du skruer på den store skalaknappen, skal du høre en plystretone. Du kan regulere tonehøyden med dreiekondensatoren. Høres ingen tone, må du straks slå av og finne feilen.



Det er bare når du måler to komponenter av  **samme type**  (f. eks.  **motstand**  i Zs og  **motstand**  i Zx) at du får korrekt verdi. Når du måler komponenter av  **forskjellig slag**  (f. eks. kondensator i Zs og spole i Zx) kan du ikke bestemme verdien. I det følgende avsnittet skal du lære om hvordan målingene gjennomføres.

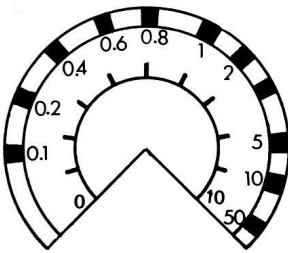


fig. 180

### Måling av motstand

Målingen går ut på å sammenlikne en motstand med kjent resistans, med en som har ukjent resistans. Skalaen på fig. 180 viser hvor mye større – eller mindre den ukjente resistansen er i forhold til den kjente. Hvis du nå har tilkopleet en motstand med kjent resistans til Zs og en motstand som du vil måle, til Zx, dreier du på potensiometerknappen til du har funnet den stillingen hvor plystringens styrke er lavest. Da presser du ned trykkkontakten. På den måten øker følsomheten slik at du kan stille inn den laveste lydstyrken, nøyaktig. Les deretter av resultatet på skalaen. Et eksempel: Du fester en motstand på 1500  $\Omega$  i Zs. I Zx har du festet en motstand med ukjent resistans. Du skrur på skalaknappen, trykker på kontakten og finner at knappen står på tallet 10 på skalaen. Den ukjente motstandens resistans er i dette tilfelle  $10 \cdot 1500 \Omega$ , d. v. s. 15 000  $\Omega$ .

I et annet eksempel stopper skalaknappen på 0.1. Dette forteller at den ukjente motstanden er  $\frac{1}{10}$  av 1500  $\Omega$ , d. v. s. 150  $\Omega$ . En motstand på 1000  $\Omega$  egner seg godt som sammenlikningsmotstand.

### Måling av spoler

Nå det gjelder spoler, ønsker vi å vite deres induktans. Den måles i Henry. Denne enheten er imidlertid så stor at vi for det meste bare benytter deler av den, f. eks.  $mH = \frac{1}{1000} H$  eller  $\mu H = \frac{1}{1000000} H$ . Selve målingen foregår på samme måte som ved måling av motstander. Spolene må du lage selv. Klipp av to biter med isolert ledning, hver på nøyaktig 57 cm. Vikle to spoler, begge med 10 viklinger og med 16 mm diameter. Disse spolene kopler du til de ytterste tilkoplingene Zs og Zx. Når potensiometerknappen står på 1, skal du få lavest lydstyrke. Tonen er forholdsvis høy. Du kan forandre denne vha. dreiekondensatoren. Tonen blir dypere når du måler spoler med flere viklinger. Nå kan du på samme måte vikle andre spoler og måle dem i tilkoplingen, merket Zx. Forandre vekselvis på ledningslengden, antall viklinger, diameteren på spolen (du kan f. eks. vikle den rundt en blyant), samt spolens lengde. Lag en tabell.

Hvis du ved målingen avleser verdien 2 på skalaen, er induktansen til den ukjente spolen dobbelt så høy som – og hvis du får verdien 0,5, bare halvparten – av normalspolens induktans i Zs.



## Måling av kondensatorer

Vi kan ikke måle kapasitansen direkte i Farad. Vi må i stedet sammenlikne impedansen ( $Z$ ) hos to forskjellige kondensatorer. Impedansen er alltid mindre, jo større kapasitans den ukjente kondensatoren har i forhold til den kjente.

Selve målingen foregår på samme måte som for motstander. Du kopler en kjent kondensator, på f. eks.  $10\ \mu\text{F}$ , til de ytterste klemmene  $Z_s$  og den kondensatoren du skal bestemme verdien på, til klemmene  $Z_x$ . Deretter stiller du inn til lavest lydstyrke. Men så må du være påpasselig! Her må du nemlig regne med inverse verdier.

2 betyr altså halvparten ( $1/2$ ) av  $10\ \mu\text{F} = 5\ \mu\text{F}$  og 5 betyr en femtedel ( $1/5$ ) av  $10\ \mu\text{F} = 2\ \mu\text{F}$ . På samme måte må du regne når skalaen viser 0,5 eller 0,8.

0,5 vil si  $\frac{10}{5} \cdot 10\ \mu\text{F} = 20\ \mu\text{F}$  og 0,8 vil si  $\frac{10}{8} \cdot 10\ \mu\text{F} = 12,5\ \mu\text{F}$ .

Omregningstabell for kondensatorer til fig. 180.

0,1	=	100
0,2	=	50
0,4	=	25
0,6	=	17
0,8	=	13
1	=	10
2	=	5
5	=	2
10	=	1
50	=	0,2

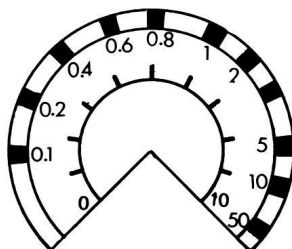
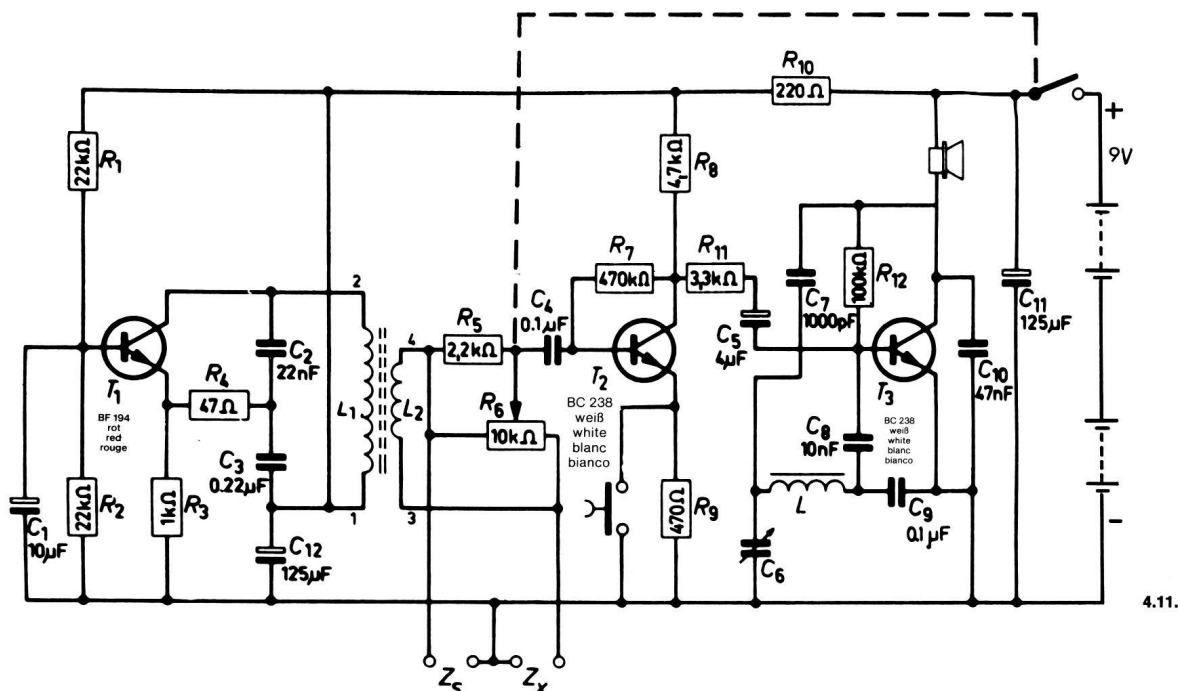


fig. 180



### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

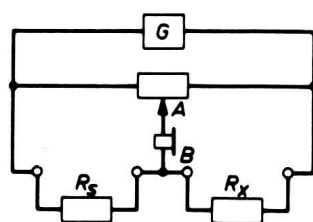


fig. 181

Med hjelp av en målebro kan vi sammenlikne en ukjent motstand, en ukjent spole eller en kondensator – med en kjent komponent av samme slags og finne frem til verdien på den ukjente komponenten. Til dette benyttes en brukopling som består av to parallellkoblede spenningsdelere (fig. 181). Den ene spenningsdeleren utgjøres av potensiometeret A, og den andre utgjøres av f. eks. to motstander – der vi kjenner resistansen til den ene ( $R_s$ ) mens den andre ( $R_x$ ) skal måles. Tonegeneratoren G er tilkoplest dette nettverket av motstander. Begge delingspunktene (potensiometerets slepekontakt og motstandens fellespunkt B) er forbundet med hverandre over en spenningsindikator – i dette tilfelle høytaleren. Hvis spenningen ved A er forskjellig fra spenningen ved B, indikerer høytaleren dette ved å avgi en tone. Hvis vi nå skrur på potensiometerknappen, kan vi stille inn en spenning ved A slik at denne blir lik spenningen ved B. Tonen skal da forsvinne. I denne stillingen er forholdene mellom motstandene som inngår i begge spenningsdelene, like – og du kan lese av delingsforholdet på potensiometerskalaen. På denne måten finner du frem til forholdene mellom resistansene  $R_s$  og  $R_x$ , og når du kjenner resistansen  $R_s$ , kan du greit regne ut resistansen  $R_x$ .

På samme måte gjør du det også for to kondensatorer – eller to spoler, men det går ikke for to ulike slags komponenter.

Koplingen inneholder en oscillator med transistor T1 som leverer målefrekvensen til brukoplingen. LC-generatoren arbeider på en frekvens rundt 50 kHz. Potensiometeret R6 er koplet parallelt med spolen  $Z_s$  og  $Z_x$ . Spenningsdifferansen i brukoplingen forsterkes av transistor T2 og føres videre til slutt-trinnet T3.

Det forsterkede signalet kan imidlertid ikke gjengis direkte i høytaleren, da frekvensen 50 kHz ikke er hørbar. Derfor arbeider T3 dessuten som oscillator og generer en frekvens som ligger noe under den som generes av den første oscillatoren. Det differansesignalet som oppstår ved at begge frekvensene blandes i T3, kan vi uten vanskelighet høre i høytaleren. Frekvensen på den andre oscillatoren kan reguleres vha. dreiekondensatoren X6 slik at også differansen kan reguleres. Forsterkereffekten på T2 øker når vi presser ned trykkkontakten, fordi emittermotstanden R9 da kortsluttes.

## 4.12. Regulerbar tonefrekvensgenerator

Gode forsterkere skal kunne gjengi alle tonene like godt – fra bass til diskant, for at klangbildet ikke skal bli forvrengt. Dette kontrolleres ved hjelp av «glidende tonefrekvens». Du har muligens hørt det i radioen når det har vært pauser i sendingen. Teknikerne kontrollerer nemlig regelmessig at senderne virker som de skal. Apparat av denne typen brukes gjerne av teknikerne, fordi de vha. dette kan generere frekvenser over et bredt spekter bare ved å skru på en knapp.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

**Ingen spesielle arbeider.**

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

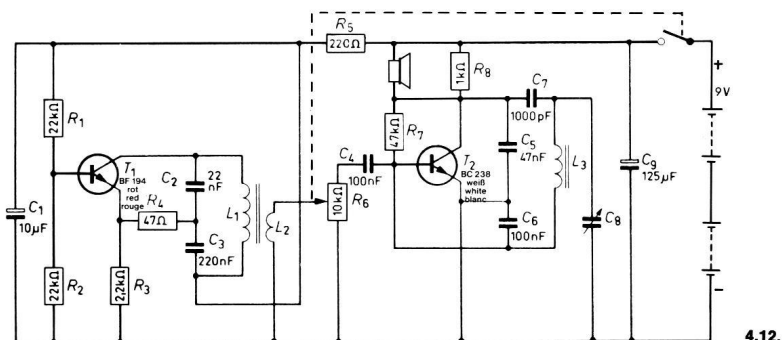
Skrus potensiometerknappen mot høyre. Du regulerer volumet vha. potensiometeret. Ved fullt utslag til høyre er volumet størst. Hører du ikke noe, må du straks slå av og finne feilen.

Når apparatet så virker, må det avstemmes. Dette betyr at apparatet skal stilles inn slik at det virker best mulig – etter hensikten.

Avstemming:

1. Skru dreiekondensatoren helt til venstre.
2. Skru nå potensiometeret så langt mot høyre at du akkurat hører en tone (du må kanskje flytte antennespolen noe).
3. Skyv antennespolen så langt at du hører en meget lav tone. Når du skruer dreiekondensatoren til høyre, blir tonen høyere.
4. Pass på at du ikke skruer potensiometeret for langt til høyre. Da avbrytes nemlig tonen, plutselig.

For å stille inn generatoren riktig, må du stemme den av nøyaktig og kontrollere den flere ganger.



Koplingen inneholder to oscillatorer med transistorene T1 og T2. LC-generatoren arbeider ved en frekvens på ca. 50 kHz. Begge de genererte frekvensene er så høye at vi ikke kan høre dem. Det er først når vi blander dem i T2 at vi får en differansfrekvens som ligger innenfor det hørbare området. Denne tonen går ut i høyttaleren. Trinnet med T1 oscillerer på en konstant frekvens, mens T2 arbeider, som oscillator, på en frekvens som ligger noe under den første oscillator-frekvensen. Differansfrekvensen som vi får ved å blande de to opprinnelige frekvensene T2, kan nå høres i høyttaleren. Ved hjelp av dreiekondensatoren C8 kan vi endre svingefrekvensen til den andre oscillatoren – og på den måten forandres også differansfrekvensen.



#### 4.13. Væsknivåindikator

I forbindelse med koplingene 4.03. og 4.04. har du fått tips om hvordan du kan bruke dette apparatet. Her er koplingen så forenklet at prinsippet bakom den fremgår klarere.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

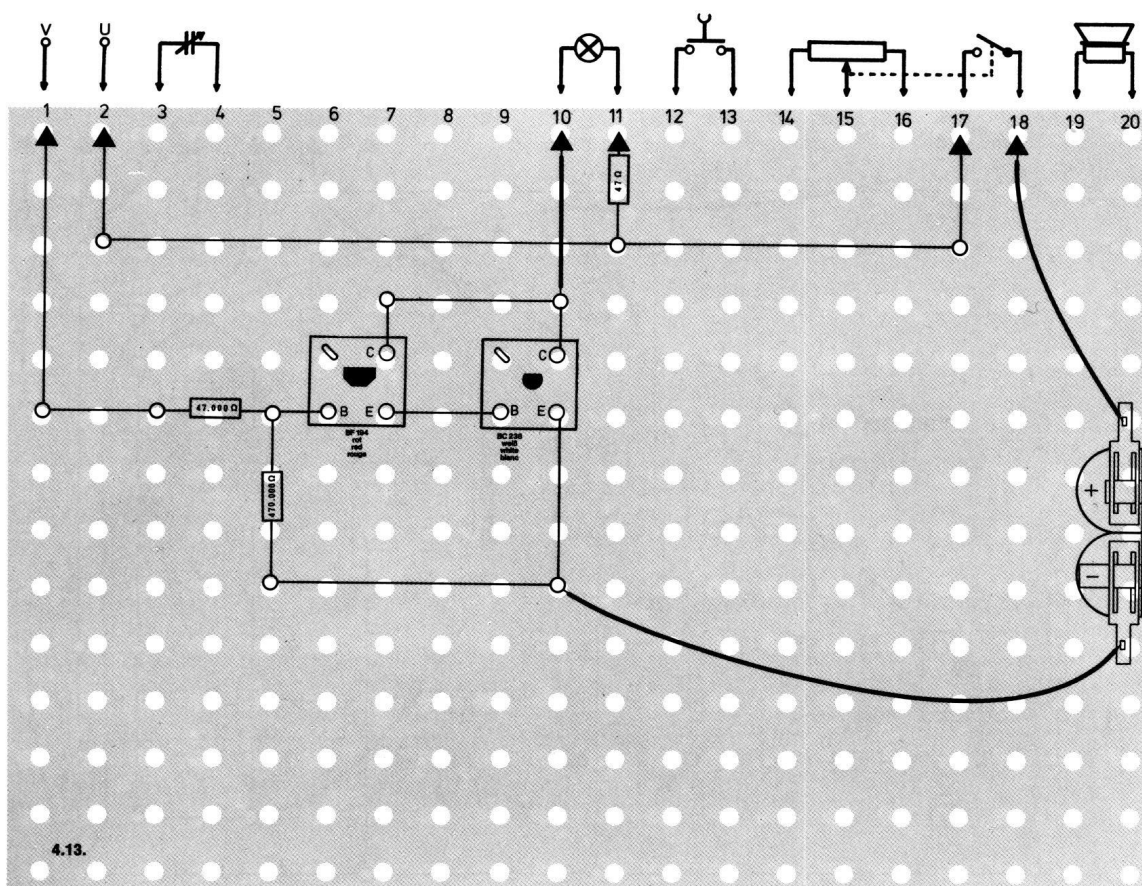
Skru fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

**Spesielle arbeider:** Fest to lange isolerte ledninger til de ytterste tilkoplingsklemmene U og V. Du må avisolere ledningenes ender, ettersom de siden skal brukes som følerelement.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

Skru potensiometeret mot høyre. Prøv apparatet ved å holde endene på de to ledningene mot hverandre. Lampen skal tenne. Gjør den ikke det, må du straks slå av og finne feilen.

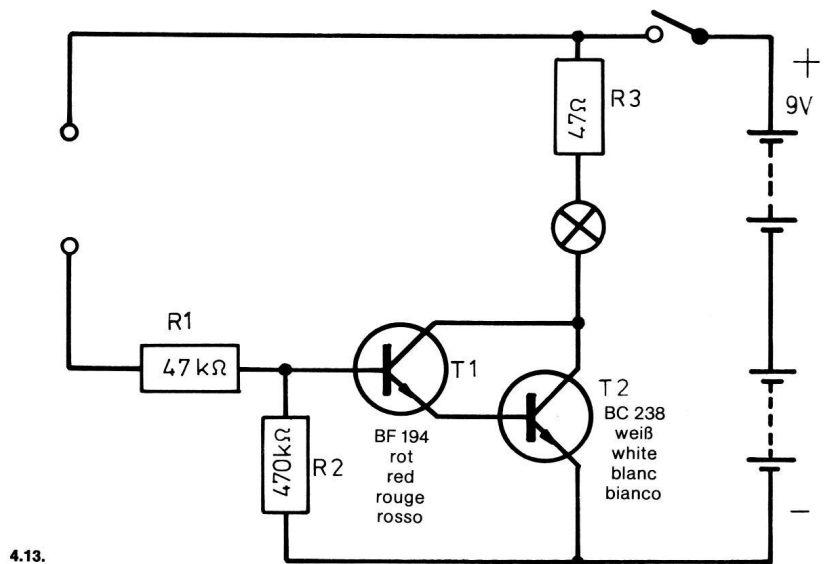


### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Prinsippet bak dette apparatet er at inngangen på en likespenningskoplet forsterker tilføres en positiv strøm gjennom R1 – ved at følerelementet stikkes ned i en ledende væske. Basisstrømmen til transistor T1 forårsaker en sterk emitterstrøm som samtidig er basisstrømmen til T2.

Ettersom begge transistorene har en strømforsterkningsfaktor på rundt 100, er det tilstrekkelig med en meget svak inngangsstrøm for at lampen i kollektorkretsen på T2 skal lyse.

Hele forsterkerens strømforsterkningsfaktor er omtrent  $100 \cdot 100 = 10\,000$  ganger. Dette betyr at for at lampen (6 V 50 mA) skal lyse, trenges det bare en inngangsstrøm på  $\frac{50}{10\,000} = 0,005 \text{ mA}$  – altså 5  $\mu\text{A}$ .



4.13.



#### 4.14. Lysfølsom lyskopling

Innen flere områder der vi benytter oss av elektronikk, bruker vi lysfølsomme koplinger som gir et varselsignal når lyset tennes i et bekmørkt rom – eller når det faller lys inn i et mørklagt rom.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

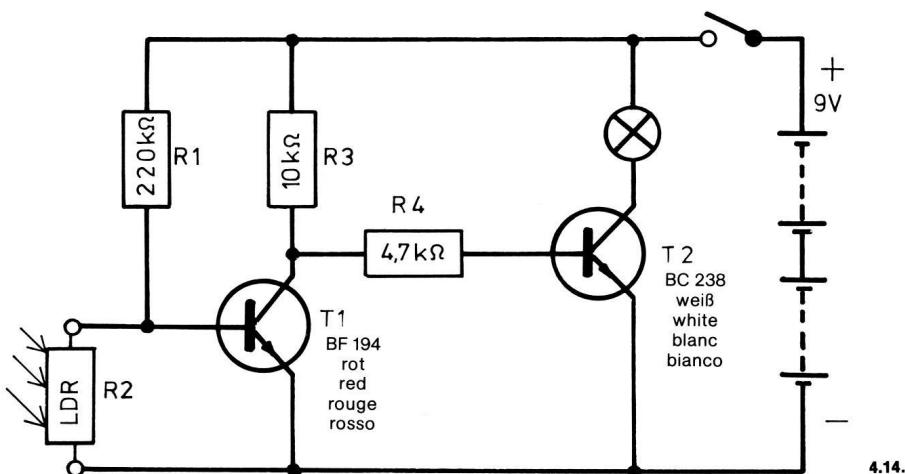
Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

**Spesielle arbeider:** Kople fotomotstanden (LDR) til de ytterste klemmene U og V.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

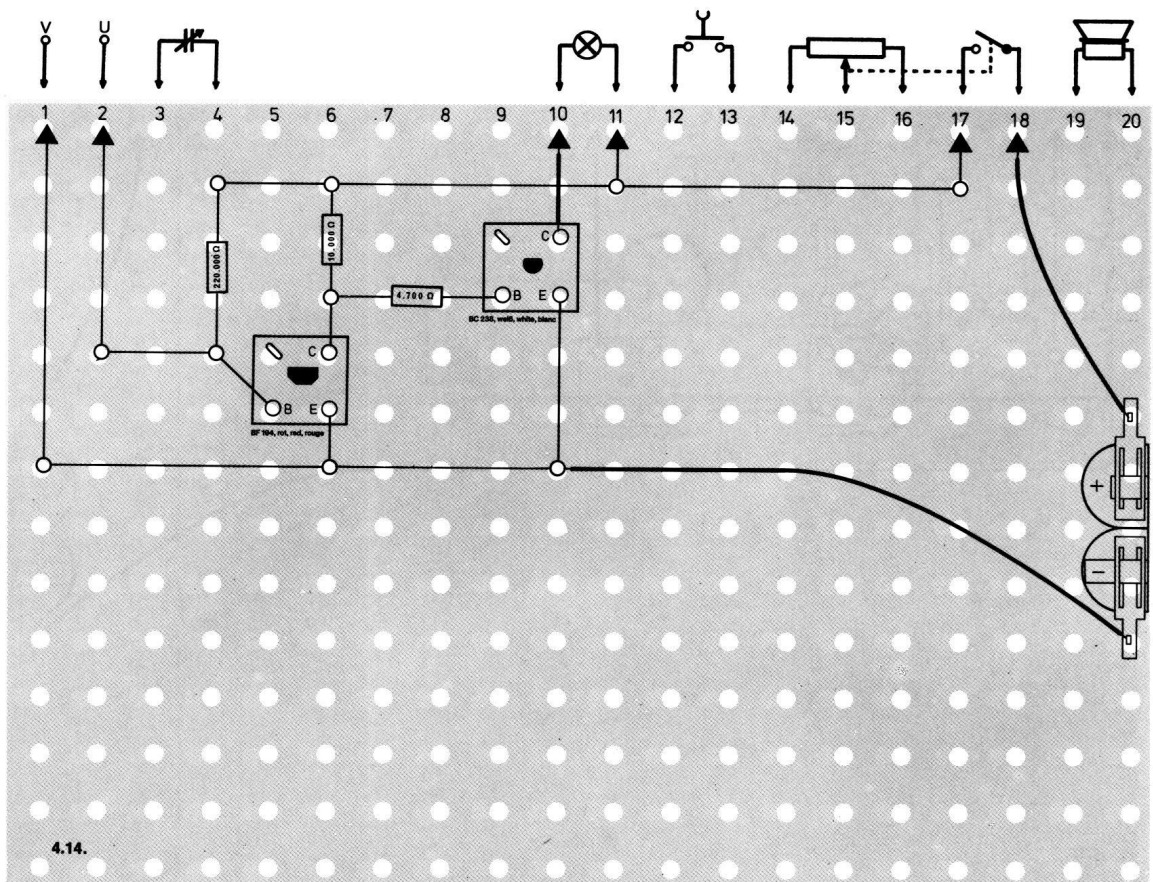
Skrus potensiometerknappen mot høre. Når det faller lys på fotomotstanden, skal lampen tenne. Gjør den ikke det, må du straks slå av og finne feilen.



### Koplingsskjema for den avanserte

I denne koplingen avgis det et varselssignal når lys faller på fotomotstanden. Da minsker resistansen, og det går ikke lenger noen positiv basisstrøm til transistoren T1.

Den sperrer altså. Som en følge av dette går det en positiv basisstrøm til transistor T2 gjennom motstandene R3 og R4. Transistoren leder, og lampen tenner. Når det ikke faller lys på fotomotstanden, er resistansen så høy at det går en strøm gjennom R1 til transistor T1 som da leder. Det går da ingen basisstrøm til T2 gjennom motstanden R4. T2 sperrer altså, og lampen slukker.



#### 4.15. Lysfølsom mørkekopling

Hvis vi vil kontrollere lyset i et rom slik at vi får et varselssignal når det slukkes, så bruker vi en mørkekopling. F-ORBERED BYGGINGEN SLIK DET ER FORTALT I DE GENERELLE BYGGEBESKRIVELSENE. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

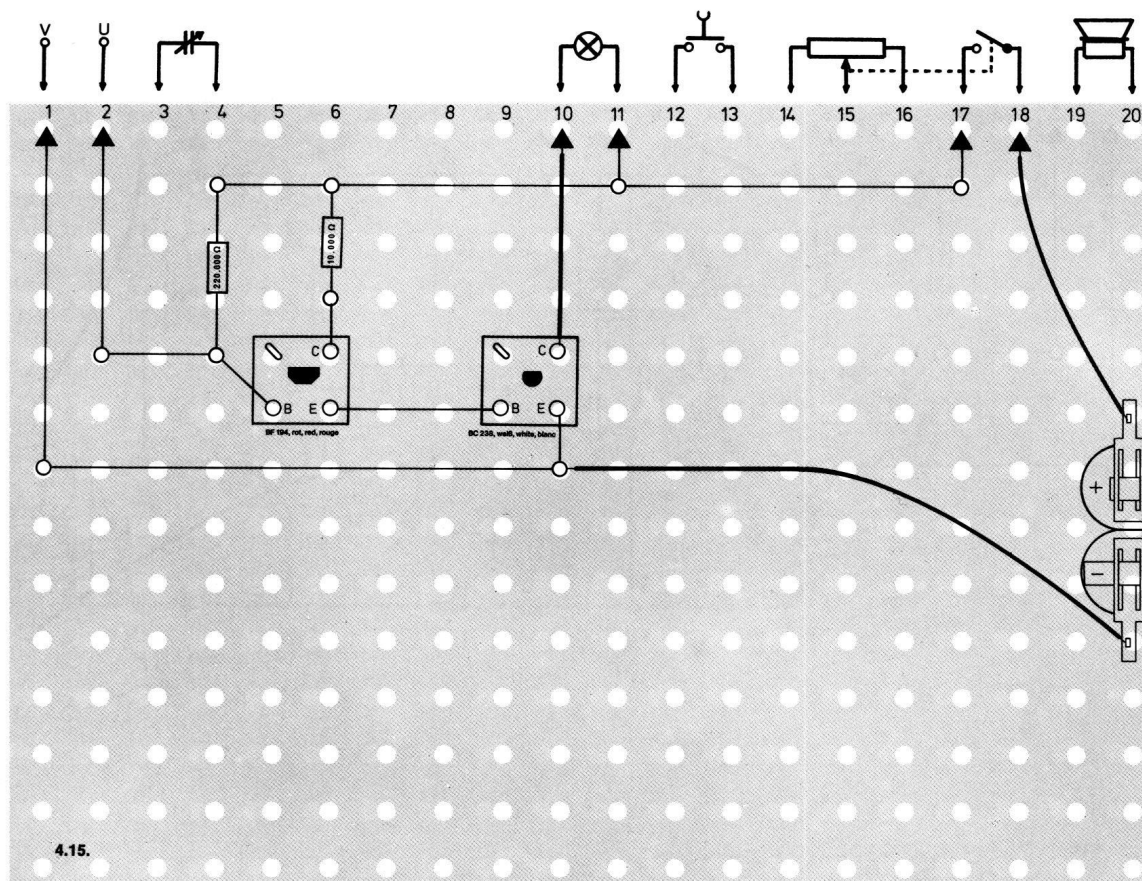
Skru fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

**Spesielle arbeider:** Tilkople fotomotstanden (LDR) til de ytterste tilkoplingsklemmene U og V.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

Skru potensiometerknappen mot høyre. Hvis du nå skjermer for fotomotstanden, skal lampen tenne. Tenner den ikke, må du straks slå av og finne feilen.

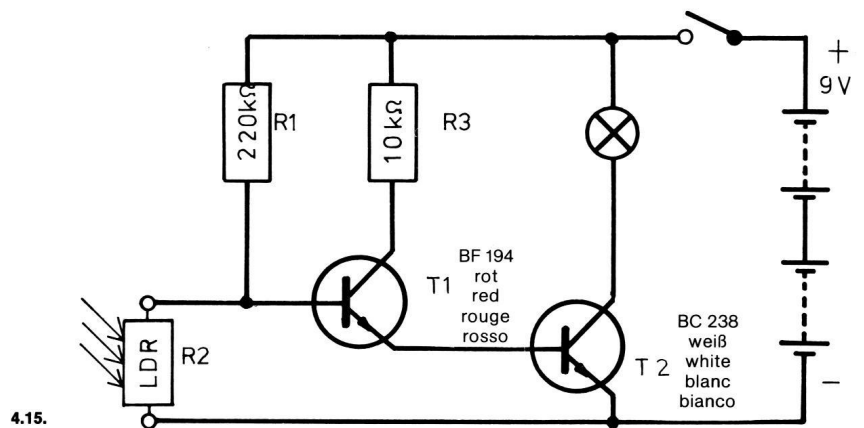


### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Når fotomotstanden ikke belyses, er dens resistans meget høy. Da kan det gå en basisstrøm til T1 gjennom R1 slik at T1 leder. Ettersom emitter på T1 er koplet til basis på T2, går emitterstrømmen gjennom basis på T2. T2 leder, og lampen lyser.

Når fotomotstandens resistans avtar – dvs. når lyset faller på den – kan det ikke lenger gå noen basisstrøm til T1, og begge transistorene sperrer.

I denne koplingen begrenses emitterstrømmen av en stor kollektormotstand på 10 kΩ, for at basisstrømmen til T2 ikke skal bli for stor. Ellers kunne transistor T2 bli ødelagt.



#### 4.16. Transistortester

Hvis en gang et apparat ikke skulle virke, selv etter at du har kontrollert alle koplingene og funnet at alt er riktig gjort, kan du teste transistorene med dette apparatet. Det er nødvendig med forskjellige koplinger for pnp- og npn-transistorer. Forbered **byggingen** slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skru fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplinger.

**Ingen spesielle arbeider.**

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

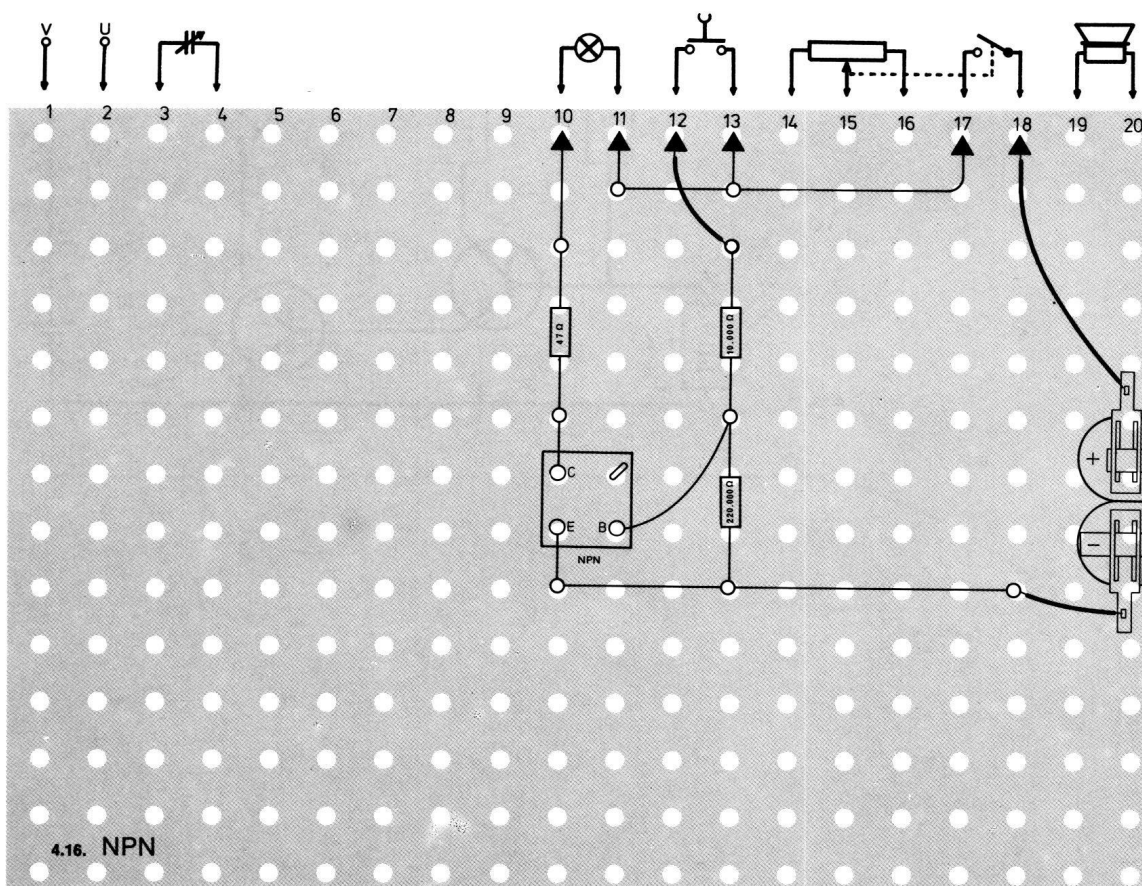
#### Transistortester for npn-transistorer (BC 238/BF 194).

Lampen skal bare lyse når du presser ned trykkkontakten.

I denne koplingen tilføres transistoren en positiv batterispennning over motstanden på 10 k $\Omega$ . Når basisstrømmen flyter, åpnes kollektor-emittergjennomgangen, og det går kollektorstrøm slik at lampen lyser.

Lyser lampen før du har trykket ned kontakten, er transistoren defekt (ødelagt).

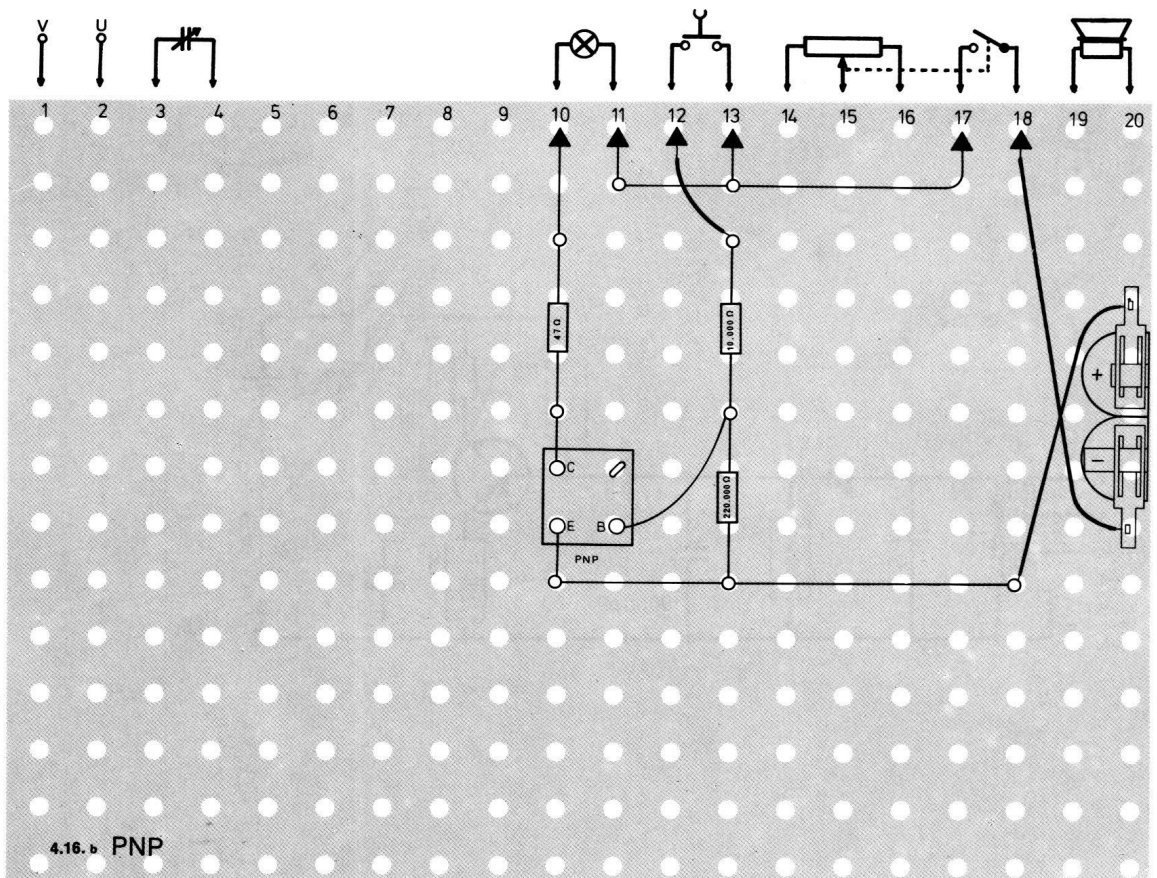
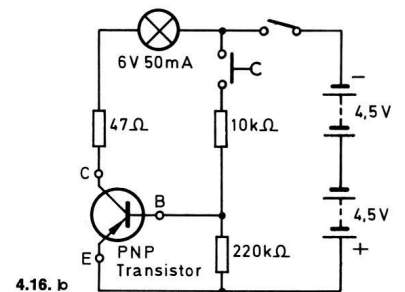
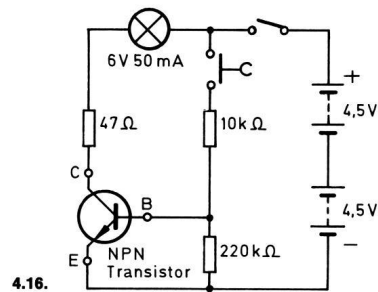
Likeså, hvis lampen ikke lyser når du presser ned trykkkontakten.



### Transistortester for pnp-transistorer (BC 158/BC328)

Ved testing av pnp-transistorer bruker du koplingsplan 4.16. Skift imidlertid batteripolene slik som i fig. 4.16.b.

I denne koplingen lyser lampen bare når basis tilføres en negativ basisspenning, ved at du presser ned trykkontakten. Det er nemlig bare da at det går en basisstrøm, slik at kollektor-emitter-gjennomgangen åpnes – og det går strøm gjennom transistoren. Hvis lampen ikke lyser, er transistoren defekt (ødelagt). Likeledes er den defekt hvis lampen lyser når trykkontakten ikke er trykket ned.





### 5.01. Diodemottaker med høyttaler

Vha. dette apparatet kan du lære den enkleste kopling for en radiomottaker å kjenne. Vi kaller den for en diodemottaker. Men siden koplingen er så enkel, kan du bare vente å høre noen ting, dersom du befinner deg i nærheten av en mellombølgesender.

Forbered **byggingen** slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

**Spesielle arbeider:** Til dette apparatet må du bygge en antennespole, selv. Legg et stykke papir rundt ferritstaven ved siden av mellombølge-antennespolen (du bruker bare MB-spolens tilkoplinger, rød 1 og gul 2). Rundt ferritstaven og papiret vikler du nå 5 omganger med isolert ledning.

Nå må du fjerne en liten bit av isolasjonen på ledningen og vikle på ytterligere 5 omganger, igjen fjerne litt isolasjon og vikle nye 5 omganger. Nå har du en spole med 15 omganger og med tilkoplingene E for jord og A 3 (spolens andre ende) samt tappingene A1 og A2 (de avisolerte stedene).

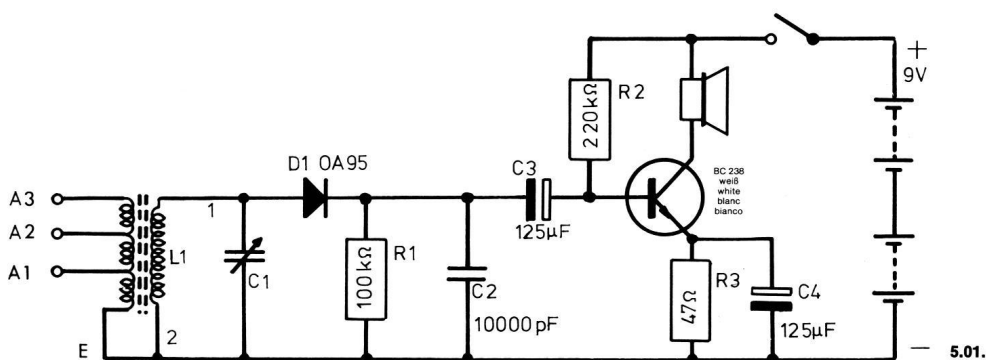
Finn ut ved hvilken tilkopling A1, A2 eller A3 du har best mottaking (se 5.02. utendørs antenne og jord).

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

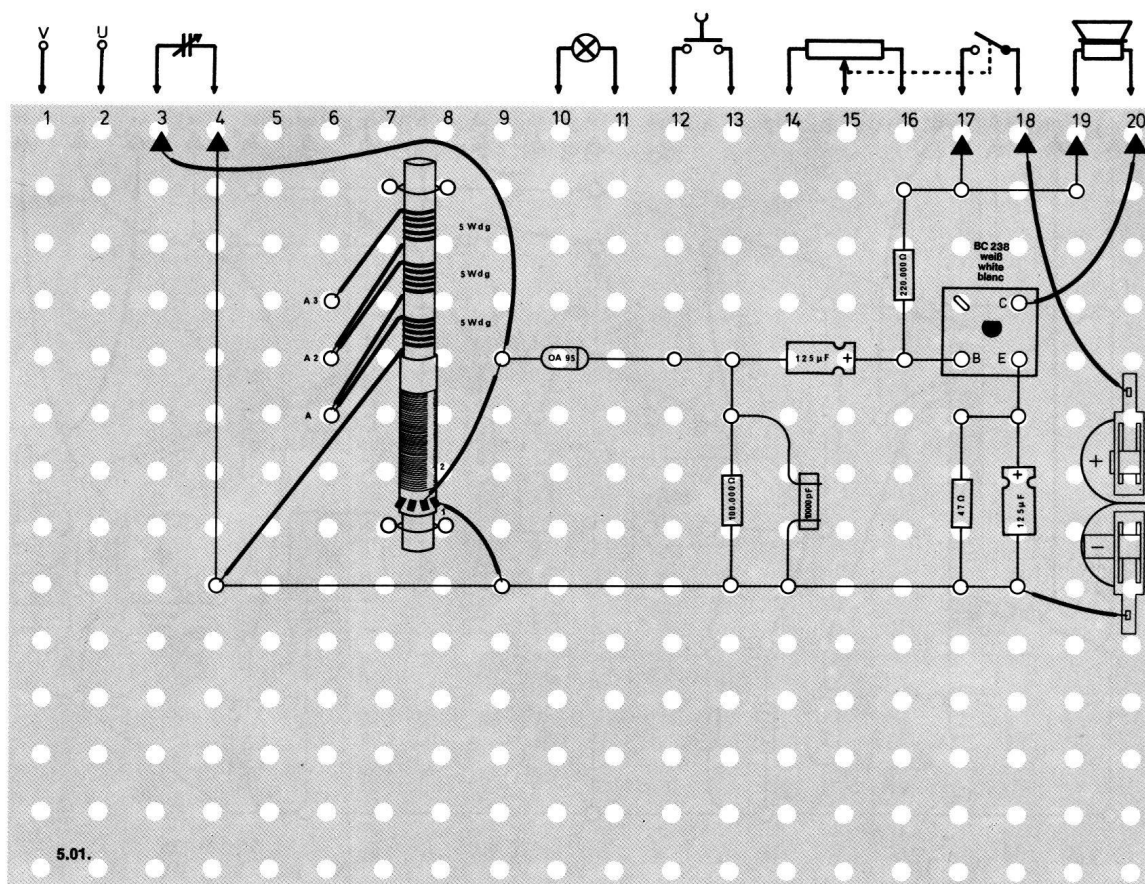
Skrus potensiometerknappen mot høyre. Still in det høyeste volumet vha. dreiekondensatoren. Hører du ikke noe, må du straks slå av og finne feilen.

Hvis du er sikker på at apparatet er riktig bygget og du fremdeles ikke hører noe, kan det komme av at du befinner deg for langt unna en mellombølgesender.



### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Den høyfrekvente energien som stråler ut fra senderen, oppfanges av antennen og transformeres via antennespolen L3 til spolen L1. Denne spolen danner, sammen med dreiekondensatoren C1, en svingekrets som kan avstemmes til frekvensen for en tilstrekkelig sterk sender i mellombølgebåndet. Den mottatte, modulerte høyfrekvensen som induseres i svingekretsen, likerettes av dioden slik at vi får lavfrekvens over arbeidsmotstanden R1. Kondensatoren C2 filtrerer bort resten av høyfrekvenssignalet – fra LF-signalet. For å gjøre den lave LF-spenningen hørbar, føres dette signalet via kondensatoren C3 til en forsterker som består av T1. C3 holder den positive, likerettete spenningen borte fra basis på transistoren, for ellers ville dennes arbeidspunkt forandres med senderens styrke. Motstanden R2 fastsetter transistorens arbeidspunkt, og R3 stabiliserer arbeidspunktet. Det ligger en vekselspenning over R3 som motvirker styrespenningen. Av denne grunn må kondensatoren C4 være med i koplingen. Den kortslutter vekselspenningen over R3. Ettersom heller ikke de lave frekvensene skal motvirke inngangsspenningen, må C4 ha en ganske høy kapasitans. Høytaleren ligger i kollektorkretsen.



## 5.02. Mellombølgemottaker med tre transistorer

Med denne radiomottakeren kan du ta imot sender fra stasjoner som sender i mellombølgebåndet. Du bør imidlertid ikke begynne med dette apparatet. Vent heller til du har bygget noen av de andre apparatene.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistorene, diode og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet (riktig polaritet).

Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsene til de respektive tilkoplingene.

**Spesielle arbeider:** Du må vikle en ekstra spole på 5 omganger med isolert ledning rundt ferritstaven og kople denne til tilkoplingene 1 og 2.

Jordledningen kopler du til den ytre tilkoplingsklemmen U – og antennen til klemme V.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

Skrus potensiometerknappen mot høyre. Ved fullt utslag til høyre er gjengivelsesvolumet høyest.

Ved hjelp av den store skalaknappen kan du nå søke etter en senderstasjon. Fig. 182 viser hvilke frekvenser som tilsvarer skalaknappens graderinger. Hører du ikke noe, må du straks slå av og finne feilen.

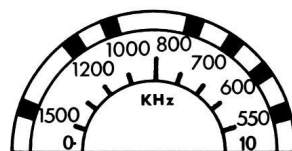
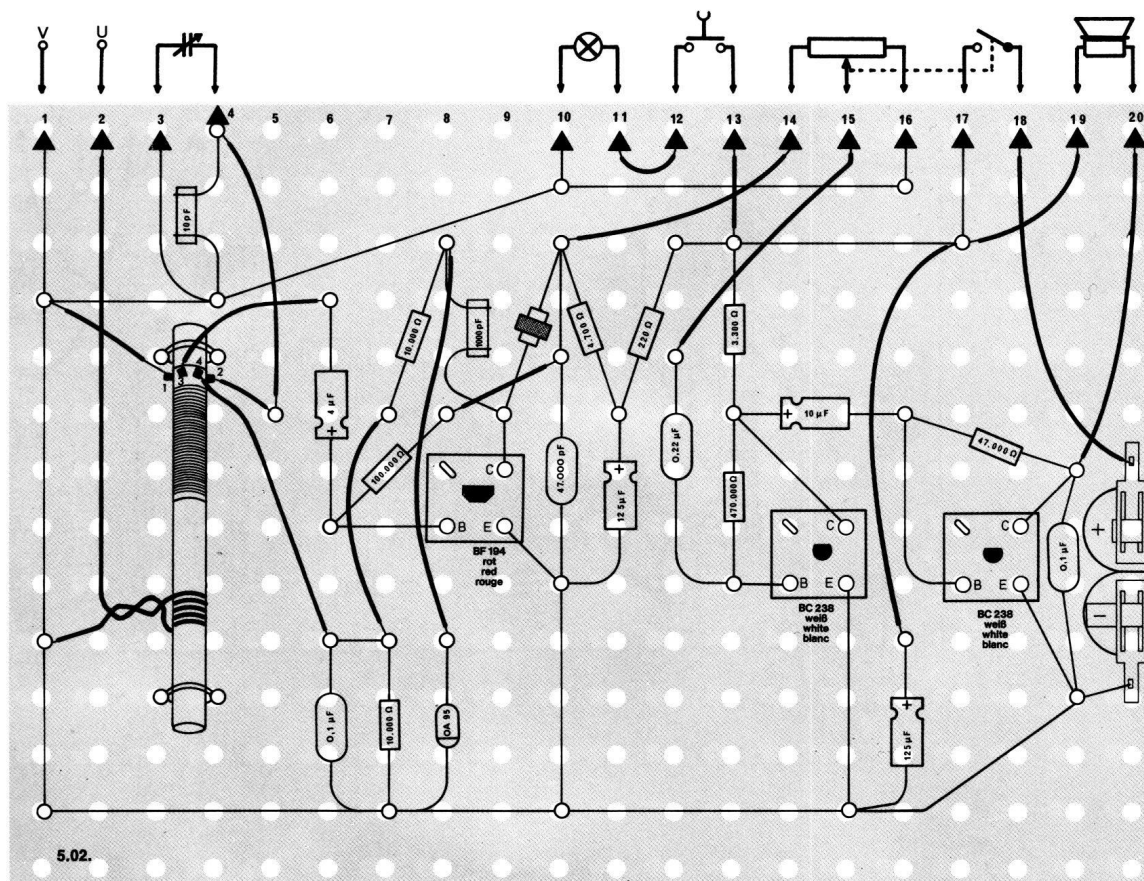


fig. 182



### Utendørs antenne og jord

Fra senderens antenne stråler det ut radiobølger som kan oppfanges av antennen i din radio. En utendørs antenne består ofte av én enkelt, isolert eller uisolert ledning som er spent mellom to høye punkter og koplet til radioen. En god ute-antenne kan oppfange langt mere enn en innbygd ferritantenne. Det er imidlertid ikke alltid så enkelt å få hengt opp en ute-antenne. Det enkleste vil kanskje være om du kan strekke en ledning fra vinduet ditt til et tre – eller noe annet i nærheten. Men lag ingen hull eller liknende i vinduskarmen hvis du ikke først har spurt om lov til det. Vanligvis får du også et brukbart resultat om du strekker en ledning tvers over rommet.

Når du monterer antennen, må du huske på to ting. Antennen må ikke komme i direkte kontakt med vegger, trær eller noe annet. Den må være isolert fra disse. Det finnes spesielle isolatorer for dette formålet. Dessuten bør du lodde fast forbindelsene til antennen. Det aller beste er om du bruker én gjennomgående ledning der det ikke finnes loddepunkter.

Hvis du bruker en ute-antenne, er det imidlertid nødvendig at du også kopler inn en jordledning. Med jord menes naturligvis ikke jorden i en blomsterpotte. Et vannrør, f. eks., er en meget god jordledning. Den går lange strekninger under jorden og har god kontakt til denne. Det er altså bra om du kopler jordledningen til en vannledning. Ledningen må være av metall, og du må skrape bort rust og maling fra det stedet der du tilkople jordledningen.

Finnes det en fellesantenne i huset hvor du bor, kan du også bruke denne. Du finner ofte to tegn på uttaket – ett for antennen, og ett for jord.

Men – det forekommer også at jord og antenneledningen er felles i ett uttak. Da kopler du jordledningen til den ytterste kontakten – og antennen til den indre.

### Skalabelysning

Hvis du bruker radioapparatet ditt mye om kveldene, kan du lage skalabelysning. Da flytter du lampen fra hull B til hull K.

Antennespole for mellombølge

1 = rød	2 = gul
3 = grønn	4 = grå

## Kortbølgemottaker

Med det apparatet du nettop har bygget, kan du ta imot sendinger fra stasjoner som sender i mellombølgebåndet (MB), dvs. på en frekvens som ligger mellom 510 og 1605 kHz. Det finnes imidlertid også en rekke interessante sendere i området mellom 1700 og 5100 kHz. For å kunne ta imot disse, må du lage en ekstra spole. Ta derfor bort antennespolen for MB fra ferritstaven. Vikle deretter 28 omganger med isolert tråd, tett rundt staven. Like ved siden av denne spolen vikler du enda en spole, med 2 omganger. Tallene som markerer tilkoplingene på fig. 183, tilsvarer de tallene som markerer MB-spolens tilkoplinger på koplingsplan 5.02. Kople den nye spolens til de samme klemmene som du tidligere brukte til MB-spolen. Dersom det høres en pipetone, må du bytte om ledningene 3 og 4. Hvis du ikke tilfeldigvis bor ved kysten, vil det være nødvendig med en ute-antenne. Glem ikke å vikle spolen rundt ferritstaven. Hvis alt er klart, kan du nå ved hjelp av den store skalaknappen, langsomt og forsiktig, lete frem en sender. Med en god antenne kan du faktisk ta inn mange stasjoner med denne mottakeren.

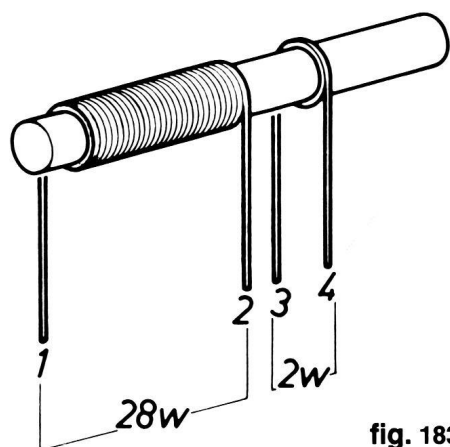


fig. 183

## Radioen som vekkerklokke

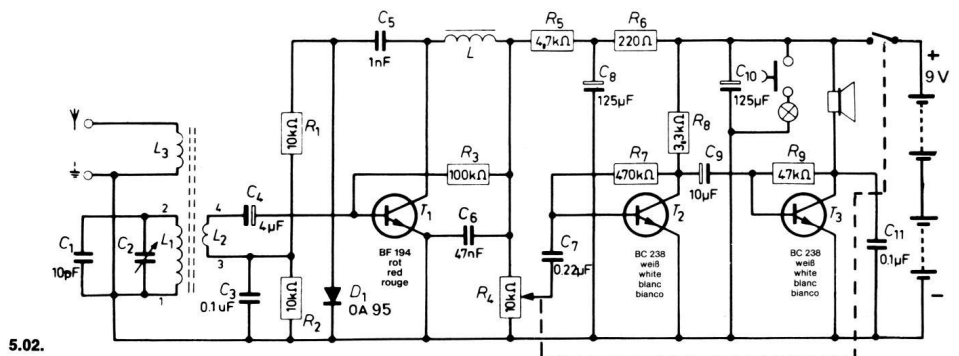
Hva ville du si om du hadde en vekkerklokke som ga signal bare når det var pent vær – og var aldeles stille når regnet øste ned? Du kan faktisk bygge noe tilsvarende. Du begynner med å løsne den ledningen som går fra basis på den mellomste transistoren til den klemmen hvor polyesterkondensatoren på  $0,22\ \mu\text{F}$  og motstanden på  $47\ 000\ \Omega$  er tilkopleet. I stedet for ledningen kopler du inn fotomotstanden (LDR). Dersom du nå har gjort dette riktig, virker mottakeren som vanlig. Slukk så lyset i rommet. Lyden blir mye svakere eller helt uhørbar. Dette kommer av at fotomotstanden, når den ikke er belyst, har så høy resistans at det ikke lenger kan gå noen basisstrøm til transistoren. På denne måten kan du bruke radioen som vekkerklokke. Når solen står opp om morgenen tar radioen til å spille. Hvis himmelen er overskyet er det mørkt, lenger. Radioen starter ikke, og du kan sove videre.

## Koplingsbeskrivelse for den avanserte

I denne koplingen har transistor T1 en dobbelt funksjon (reflekskopling) ved at den forsterker såvel høyfrekvens- som lavfrekvenssignaler. Naturligvis må avstanden mellom disse frekvensene være så stor at man kan få en tilfredsstillende separasjon av signalene, uten at svingningene avtar. (Direkte koplet mottaker). Vi velger høyfrekvens fra 500 kHz og oppover. Lavfrekvensen velger vi mindre enn 15 kHz. Dette skulle gi en tilfredsstillende sikkerhetsavstand. Refleksforsterkertrinnet T1's basis mottar et HF-signal fra senderen.

Spole L2 som er koplet til svingekretsen L1/C1/C2 «plukker opp» signalet. L2 er høyfrekvensjordnet over C3 og kondensatoren C4. Drosselen L i kollektorkretsen på T1 utgjør videre en motstand for høyfrekvensen. Det nå forsterkede sendersignalet kan derfor tas ut der og føres til diodelikeretteren D1 over C5. Motstandene R1 og R2 virker som arbeidsmotstand for -likeretteren, samtidig som de sammen med C3 danner et filter som filtrerer bort restene av høyfrekvensen. Over motstanden R2 får vi derfor bare en lavfrekvent vekselspanning som går til basis på T1 over L2 og C4. C4 forhindrer dessuten at basis på T1 påvirkes av den negative likespenningen som oppstår i dioden D1, når sendersignalet likerettes. Også lavfrekvensen forsterkes i transistor T1 og kan tas ut i kollektorkretsen. Drosselen L sperrer ikke for lavfrekvent vekselspanning og lar signalet uhindret nå frem til volumkontrollen R4. På den annen side utgjør kondensatoren C5, på grunn av kapasiteten, en stor kapazitiv motstand for lavfrekvente svingninger og hindrer at disse føres tilbake til basis på T1. Rester blir også avkoplet til minuspole over C3. Koplingsspole L3 består av 5 omganger, viklet rundt ferritstaven og den kan brukes for tilkopling til en ute-antenne. Hvis det siden dessuten tilkoples en jordledning, kan du kanskje oppfange fjerntliggende sendere. Som følge av den begrensede muligheten til å skille stasjonene fra hverandre, kan vi imidlertid ikke klare å skille ut svake stasjoner som ligger nær opp til en sterk stasjon.

En to-trinns LF-forsterker med transistorene T2 og T3 vil ikke være vesentlig forskjellig fra den nettopp beskrevne LF-forsterkeren. Driftspenningen til det første trinnet filtreres i filterdelen R6/C8.





### 5.03. Kortbølgemottaker av superregenerativ type

Nesten all radiotrafikk over store avstander skjer på kortbølge (KB-båndet). Denne mottakeren som er av superregenerativ type, arbeider på dette bølgelengdeområdet.

Forbered byggingen slik det er fortalt i de generelle byggebeskrivelsene. Fest komponentene og kopleingstrådene slik det er angitt i kopleingsplanen.

Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.

**Viktig:** Kontroller at transistoren og elektrolyttkondensatorene er riktig innkople (riktig polaritet).

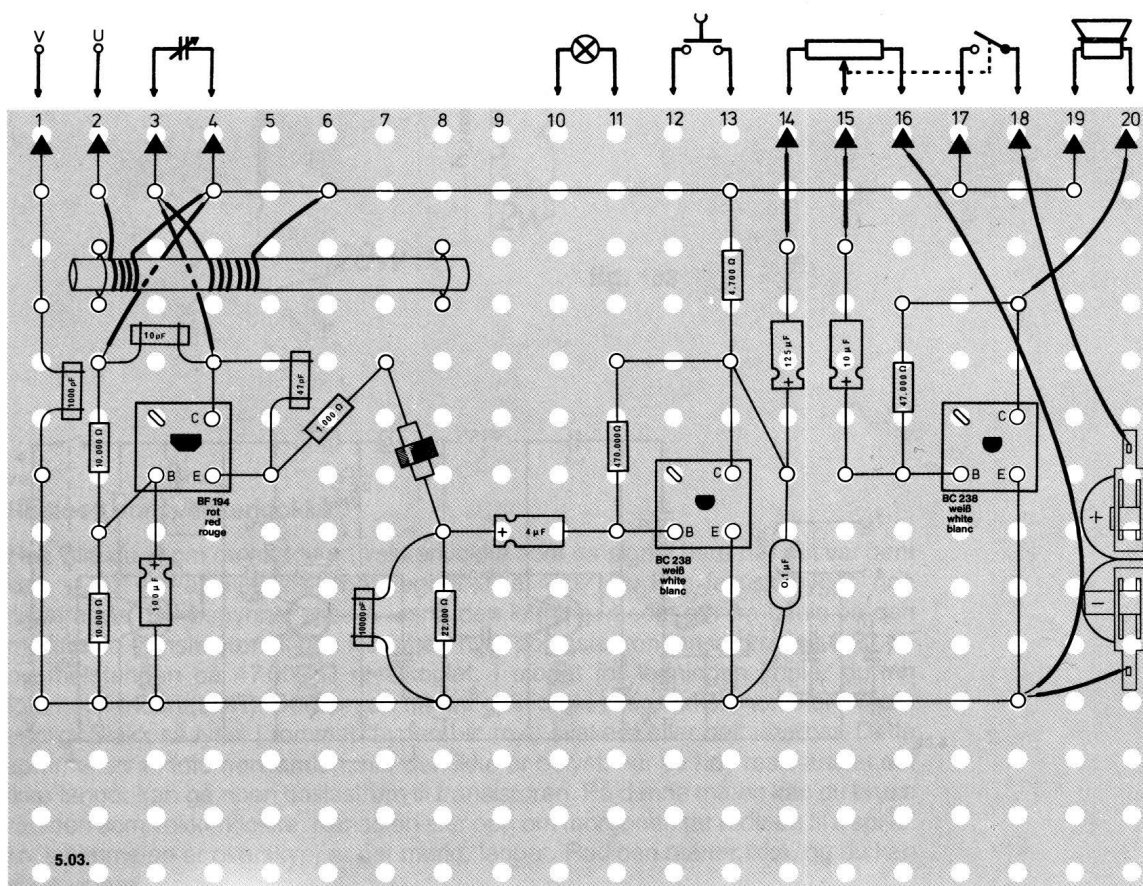
Skru fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsen til de respektive tilkoplingene.

**Spesielle arbeider:** Spolene til denne kortbølgemottakeren må du vikle selv. Vikle derfor en spole med 4 omganger og én på 8 omganger, med rød isolert ledning rundt ferritstaven. Ledningsendene tilkoples de tilhørende klemmene.

Batterienerne tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet.

Skru potensiometerknappen mot høyre. Du regulerer volumet med potensiometeret. Ved fullt utslag til høyre er volumet størst. Høres ikke noe, må du straks slå av og finne feilen.

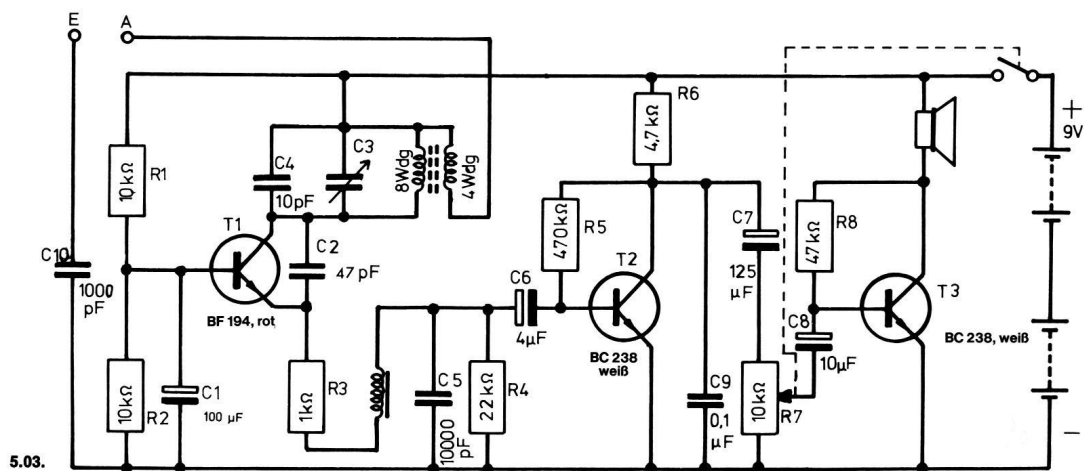


### Koplingsskjema for den avanserte

Dersom et forsterkertrinn settes i sving og dette svinget blir stoppet straks det er kommet i gang – for så omgående å settes i sving igjen – på nytt stoppes osv. – så snakker vi om et trinn av **superregenerativ type**. Denne type kopling har høy forsterkningsfaktor og egner seg godt til følsomme mottakere.

Koplingsskjemaet viser en mottaker som med de angitte komponentverdier arbeider i kortbølgeområdet – fra 5 MHz til 10 MHz. Transistor T1 utgjør den superregenerative delen der mottakerspolen ligger i kollektorkretsen og tilbakekoplingen skjer over kondensatoren C2. Motstanden R4 og kondensatoren C5 bestemmer den superregenerative svingningens frekvens, dvs. hvor mange ganger svingningen avbrytes og settes i gang igjen pr. tidsenhet. Dessuten kan vi ved R4 ta ut tonefrekvensspenningen fra den innstilte stasjonen. Dette signalet går over kondensatoren C6 til det første LF-forsterkertrippet T2.

Ved hjelp av volumkontrollen R7 kan vi regulere utstyringen og derigjennom også volumet på det signalet som tas ut fra slutttrinnet T3.



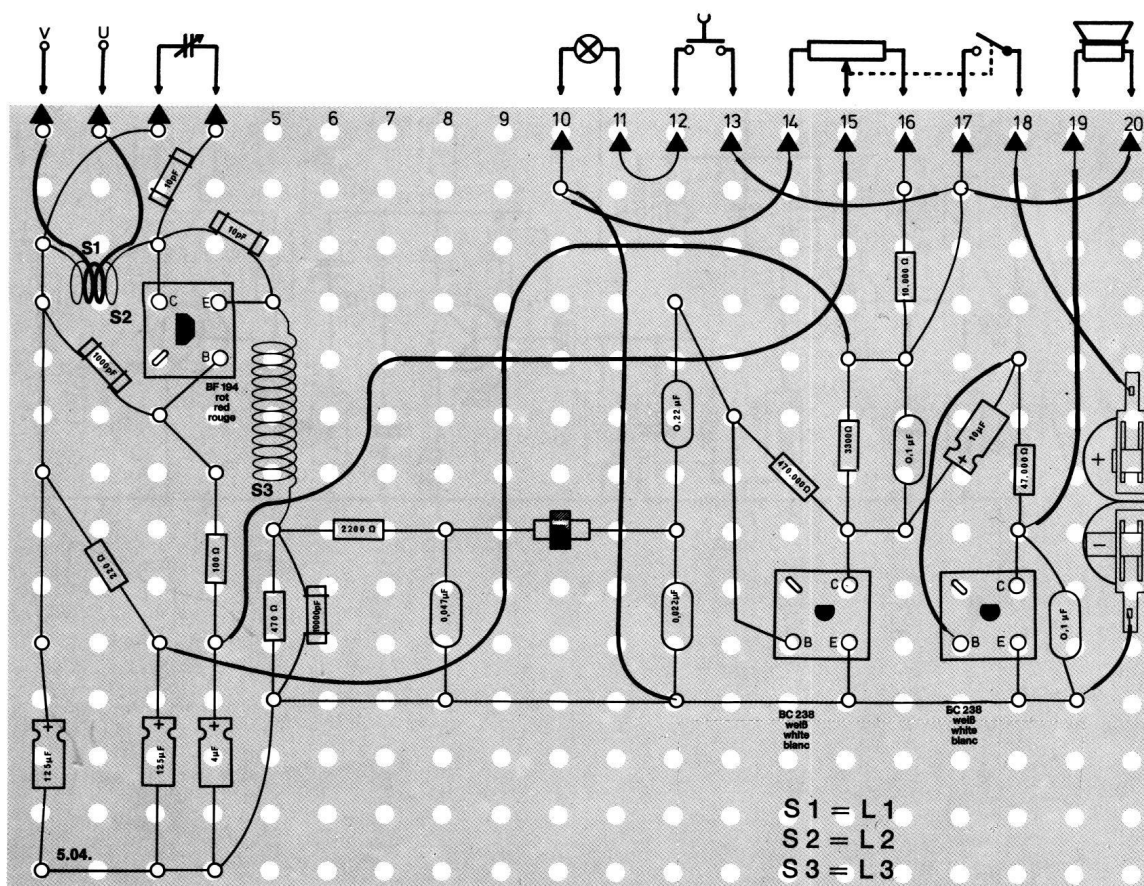
## 5.04. FM-mottaker

Med dette apparatet kan du ta imot sendinger som foregår i VHF-båndet – dvs. i den delen av båndet som populært kalles: FM-båndet. Ellers i VHF-båndet finner du f. eks. fjernsynsenerne. UHF (Ultra High frequencies) begynner på 300 MHz (opp til 3 GHz). Dette båndet er ikke benyttet til kringkasting i Norge. Sverige benytter det for sitt program 2 på TV.

TV, kanal 1-4	41	- 68 MHz (VHF)
FM-båndet	86,5-108	MHz (VHF)
TV, kanal 5-11	174	-223 MHz (VHF)
TV, kanal 21-68	470	-885 MHz (UHF)

Denne mottakeren må bygges- og avstemmes, med største nøyaktighet, for at du skal få inn sendinger på VHF. Ikke under noen omstendighet bør du begynne med å bygge denne mottakeren som det første apparatet. Vent til du har fått litt erfaring! Forbered byggingen slik det er fortalt i den generelle byggebeskrivelsen. Før du plasserer fjærklemmene, må du bøye ut hårnålsklemmene noe, slik at du får god kontakt når du monterer komponenter og koplingstråder. Fest komponentene og koplingstrådene slik det er angitt i koplingsplanen.

Ledningen fra den ene 125  $\mu$ F-kondensatoren til kopling 3 på koplingspulten, må absolutt bestå av én **hel** ledningslengde, for å forhindre forstyrrelser under mottakingen. Også minusledningen, til de tre elektrolytter, bør være hel ledning. Bruk kodetabellen for motstander og kondensatorer.



**Viktig:** Kontroller at transistorene og elektrolyttkondensatorene er riktig innkoplet. Riktig polaritet!

Skrus fast grunnplaten til koplingspulten og kople forbindelsen til de respektive tilkoplingene.

**Spesielle arbeider.** Du må selv vikler spolene L 1, L 2 og L 3 til denne mottakeren. Vær nøyaktig når du vikler spolene – ellers vil du ikke greie å få inn noen sendere.

**Spole L 1:** Du vikler to tårn isolert ledning rundt ferritstaven – slik at tårnene ligger omtrent 0,5 cm fra hverandre. Tilkoplingen tilpasser du før du kople til spolen, slik at disse akkurat når frem til 1 og 2 på koplingspulten. For å holde spolen på plass, fester du først tilkopplingsledningen (isolert) til klemmen som ligger midt foran tilkoplingen 1 og 2.

**Spole L 2:** Vikle fire tårn uisolert ledning rundt ferritstaven. Når du tilkople spolen, drar du tårnene fra hverandre slik at det blir 1 cm mellom dem. Deretter trer du spole L 2 litt inn i L 1. Også for L 2 gjelder det at du lager tilkopplingsledningene så korte som mulig.

**Spole L 3:** For å lage denne spolen, vikler du 28 tårn isolert ledning tett sammen, rundt ferritstaven. Også her skal tilkopplingsledningene til klemmene være korte.

**Obs!** Ferritstaven skal bare brukes til å vikler spolene rundt! Selve staven skal ikke brukes i koplingen.

Du skal kople en FM-antenne til de ytterste tilkoplingene U og V. Nedenfor er det beskrevet hvordan du selv kan lage en slik antenne.

Batteriene tilkoples. **Kontroller polariteten!**

Kontroller til sist koplingen og start apparatet. Skru potensiometeret mot høyre, så langt at apparatet akkurat suser. Skru for langt stopper susingen, og du kan ikke lenger få inn noen stasjon. Ved å skru på den store skalaknappen bør du kunne finne en FM-sender. Hører du absolutt ikke noe, må du straks slå av og finne feilen.



fig. 184

### FM-antenne

For å ta imot VHF-sendere brukes antenner som er avstemt til mottakerfrekvensen. Du har sikkert sett slike antenner på hustakene. De kalles for dipol-antenner og er retningsfølsomme – dvs. bred-siden må være rettet mot senderen. En dipolantenne består av to like lange staver. Fra midten går det ledninger eller en skjermledning som fører det mottatte signalet ned til mottakeren.

Du kan lage en enkel dipol selv, vha. to ledninger med lik lengde. Du trenger omtrent 4 m dobbelt ledning med isolasjon (altså en vanlig lampettledning). Du fjerner isolasjonen i en lengde av 75 cm. De to avisolerte ledningene utgjør nå din dipol, og resten av ledningen er nedføringen til mottakeren. Avisoler tilkopplingsledningene og kople dem til de ytterste tilkoplingene U og V. Med en slik dipol kan du få god mottaking fra en sterk lokalsender. Hvis du ønsker å ta imot stasjoner som ligger lengre unna, må du plassere dipolen din så høyt som mulig, kanskje t. o. m. oppe på loftet. Som tilkopling til mottakeren, bør du da bruke en 240 Ohms høyfrekvenskabel. En slik kan du kjøpe i radioforretningene. La ikke denne kabelen ligge direkte på veggen, men bruk isolator.

Ytterligere bølgeområder

Med dette apparatet kan du foruten FM-båndet som vi har omtalt (fra 86,5 til 108 MHz) – også ta imot f. eks. PR-båndet (27 MHz). Du må da bytte ut spolene L2 – av uisolert ledning – med andre spoler. Det samme gjelder for kondensatoren C4 som er koplet parallelt med den røde transistoren T1's emitter og kollektor. Nedenfor vil du finne de nye verdiene for disse to komponentene. En spole med 16 mm diameter vikler du lettest – slik som før – rundt ferittstaven (fig. 185 a–c). Husk også på at lengden på dipolen må være avstemt til den bølgelengden som skal mottas. Den avisolerte delens lengde skal være litt mindre enn halve bølgelengden. Den riktige lengden på en dipol, for bølgeområdet 26–31 MHz, er omtrent 5,5 m. Det te blir naturligvis for langt for en innendørsantenne. Det er derfor bedre å bruke det gamle systemet med jordledning, når det gjelder dette området – og til antenne spenne opp en ledning på en fjerdedel av bølgelengden, dvs. 2,75 m.

Frekvens	bølge- lengde i m	dia- meter på spole L2 i mm	antall tørn	spolens lengde i mm	kera- misk konden- sator C4	dipo- lens lengde i m
26–31 MHz	11,5–10	16	10	20	47 pF	2×2,75

\* Spolen på 1 tørn vikler du slik som i fig. 186.

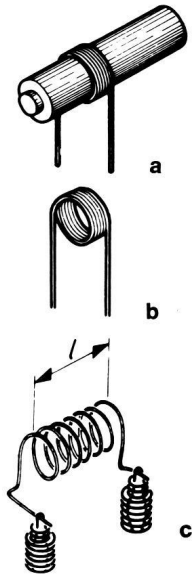
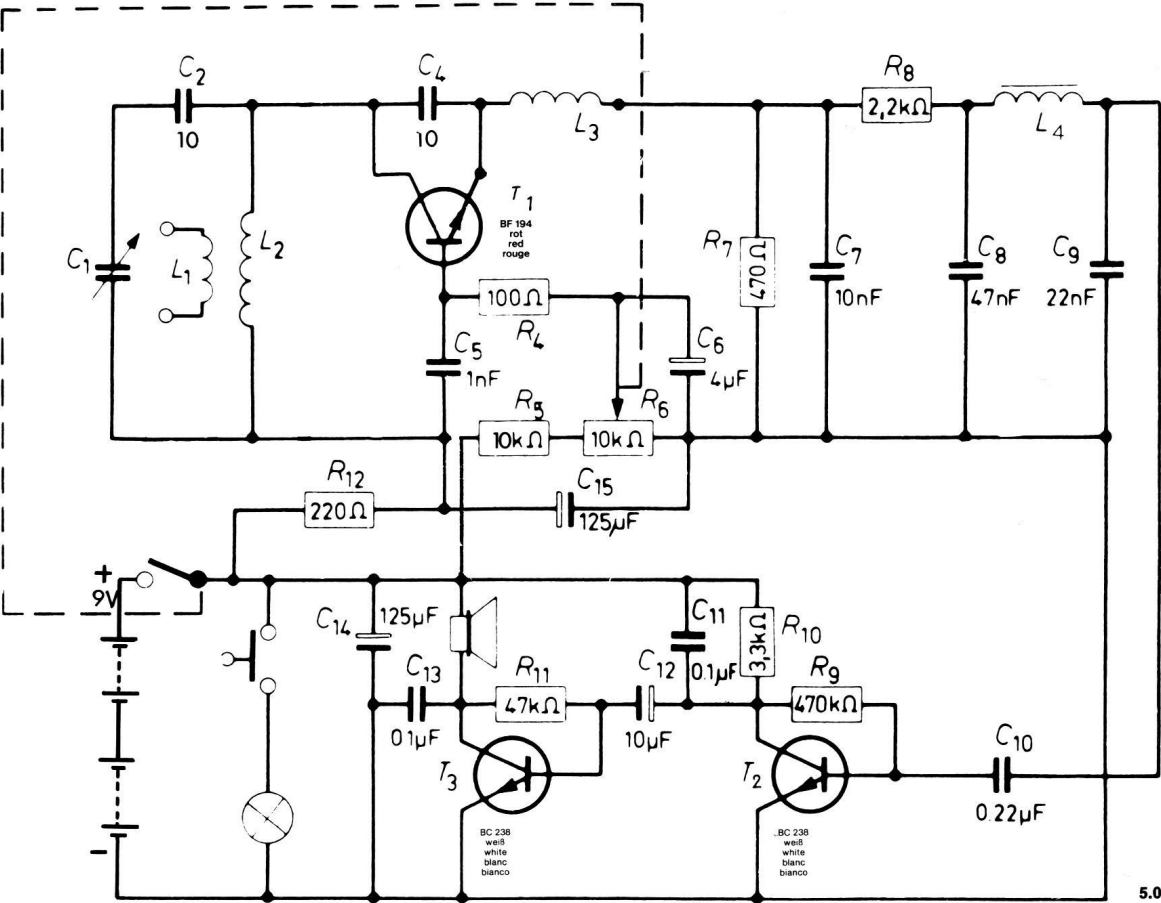


fig. 185 a–c



fig. 186



5.04.

### Koplingsbeskrivelse for den avanserte

Vha. avstemningskretsen som består av spolene L 1 og L 2, samt av kondensatorene C 1 og C 2, stilles mottakeren inn på sendersignalets frekvens. Det er bare dreiekondensatoren C 1 som er variabel. Alle de andre komponentene har akkurat den verdien som er riktig for denne koplingen.

Sendersignalet ikke bare oppfanges og avstemmes i høyfrekvenstrinnet- med transistor T 1 og tilhørende komponenter. Det blir også demodulert i det samme trinnet som er av supersperregenerativ type, med meget kraftig tilbakekopling. Ved hjelp av en spesiell slags kopling avbrytes imidlertid denne tilbakekoplingen, med hurtige, jevne mellomrom.

For å greie dette, brukes det en hjelpefrekvens som også genereres i transistor T 1. Denne frekvensen ligger i dette tilfelle på ca 50 kHz og altså langt over det hørbare. Den er i vesentlig grad bestemt av C 5.

Hjelpefrekvensens raske svingninger starter og stopper det tilbakekoplete HF-signalet (over C 4) fra transistor T 1. For at ikke hjelpefrekvensen skal nå frem til den påfølgende LF-forsterkeren, ledes den til minuspolen over filteret R 8, L 4 og C 9. De høyfrekvente svingningene som genereres ved tilbakekoplingen, sperres allerede av drosselen L 3.

For å likere det mottatte sendersignalet, må først det frekvensmodulerte signalet som antennen har oppfanget, avstemmes vha. svingekretsen C 1, C 2/L 2. Senderen må ligge til høyre eller til venstre for det egentlige resonansmaksimum (der mottakeren blir svak eller forvrenger) – altså på flankene av resonanskurven (se fig. 187). Hvis dette er tilfelle, overføres bæreølens frekvensvariasjoner til de svingningene som genereres i den supergenerative delen. Dette innebærer at den supergenerative delen påvirkes av det frekvensmodulerte signalet fra senderen – slik at strømmen gjennom transistor T 1 forandres. Denne strømvariasjonen tilsvarer derved sendersignalets modulasjonsfrekvens og gir opphavet til et lavfrekvenssignal over motstanden R 7. Dette LF-signalet går gjennom filteret og videre til LF-forsterkeren via C 10.

Med potensiometeret R 6 kan du innstille følsomhet og selektivitet. Optimal innstilling finner du ved å dreie potensiometeret til et punkt like før susingen avbrytes. Etter innstilling av en stasjon på høyre eller venstre side av resonanskurven, kan styrken i noen grad reguleres vha. potensiometeret.

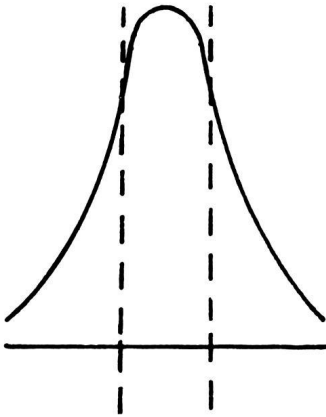


fig. 187






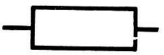
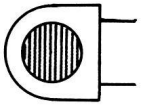

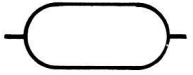

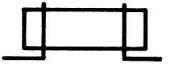
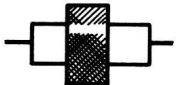
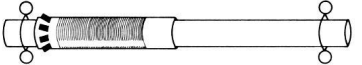
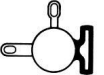

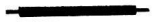

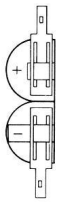
## Skjemasymboler

	PNP-transistor
	Diode
	Motstand
	Kondensator
	Elektrolyttkondensator
	Drossel
	Høytaler
	Mikrofon
	Lampe
	Batteri
	Strømbryter
	Ledning
	Kryssende ledninger uten forbindelse
	Ytre tilkoplinger
	Forbindelse mellom forskjellige deler som arbeider samtidig (f. eks. potensiometer med strømbryter eller dobbelt dreiekondensator)
	Antenne

## Skjemasymboler

	NPN-transistor
	Potensiometer
	Trinnløs regulerbar dreiekondensator
	Antennespole med ferritstav
	Øretelefon
	Tonehode eller pickup
	Fotomotstand – LDR
	Strømvender
	Trykkbryter
	Kryssende ledninger med forbindelse
	Jord

## Koplingsplan-symboler

	Transistor
	Transistor
	Diode
	Motstand
	Fotomotstand – LDR
	Temperaturavhengig motstand (termistor) – NTC
	Polyesterkondensator
	Elektrolyttkondensator
	Keramisk kondensator
	Drossel
	Mellombølge antennespole på ferritstav
	Lampeholder med lampe
	Uisolert koplingstråd (ledning)
	Isolert koplingstråd (ledning) med avisolerte ender
	Ledningstilkopling til koplingspulten
	Batteri

# Ordforklaringer

	Side
<b>A</b>	
<b>Acceptor</b> – forurensingsmateriale med tre valenselektroner	40
<b>Ampère</b> – enhet for strømstyrke	21
<b>Amplitude</b> – høyden på svingningene i en vekselspenning	33
<b>Amplitudemodulasjon</b> (forkortet AM) – Modulasjonsmetode hvor de høyfrekvente svingningenes amplitude forandres i takt med lavfrekvente svingninger	75
<b>Anode</b> – positiv pol i f. eks. elektronrør eller diode	38
<b>Arbeidsmotstand</b> – (belastningsmotstand)	52
<b>Arbeidspunkt</b> – den innstillingen ved hvilke en transistor forsterker best	51
<b>Atom</b> – grunnmaterialenes byggestener	22
<b>B</b>	
<b>Basis</b> – et av halvledersjiktene i en transistor, en av transistorens tilkoplinger	42
<b>Basiskopling</b> (GB-kopling) – måte å kople en transistor, hvor basis er felles for inngangs- og utgangskrets	54
<b>Basisstrømkrets</b> – strømkretsen mellom basis og emitter i en transistor	45
<b>D</b>	
<b>Defektelektron</b> – positiv ledningsbærer i halvleder	39
<b>Demodulasjon</b> – metode til å tilbakevinne lavfrekvenssignalet fra et modulert høyfrekvenssignal	75
<b>Dielektrikum</b> – isolerende materiale mellom platen i en kondensator	59
<b>Diode</b> – to-polig elektronrør, halvlederkomponent med likeretteregenskaper	38
<b>Donator</b> – forurensingsmateriale med fem valenselektroner	40
<b>Doping</b> – forurensing av germanium – eller silisiumkrystaller med et forurensingsmateriale for å øke krystallenes ledningsevne	40
<b>Drossel</b> – spole som har høy vekselstrømsmotstand for vekselstrøm av en viss frekvens	37
<b>Drosselvirkning</b>	37
<b>E</b>	
<b>Effekt</b> – produktet av spenning og strømstyrke	26
<b>Effektforsterkning</b> – samtidig forsterkning av spenning og strømstyrke	55
<b>Effekt transistor</b> – Transistor laget for effektforsterkning	49
<b>Elektrisk felt</b> – mengden av elektroner i et dielektrikum. Positiv elektrisk ladning betyr: underskudd på elektroner – negativ ladning: overskudd på elektroner	59
<b>Elektroakustikk</b>	65
<b>Elektrode</b> – anode eller katode (se disse)	38
<b>Elektromagnet</b> – magnet som får sin magnetvirkning ved strømpåvirkning	35
<b>Elektromagnetisk induksjon</b> – generering av strøm i en spole, ved påvirkning av et magnetfelt	35
<b>Elektron</b> – negativ ledningsbærer	17
<b>Elektronisk signalanlegg</b>	69
<b>Emitter</b> – et av halvledersjiktene i en transistor, en av transistorens tilkoplinger	42
<b>Emitterfølger</b> – annen betegnelse på kollektorkopling (se dette)	54
<b>Emitterkopling</b> – måte å kople en transistor på – hvor emitter er felles for inngangs- og utgangskretsen	54
<b>F</b>	
<b>Farad</b> – enheten for kondensatorens kapasitans (kapasitet)	60
<b>Flip-flop</b> – annen betegnelse på bistabil multivibrator	70
<b>Fotomotstand</b> – lysfølsom motstand (LDR)	31
<b>Frekvens</b> – antall svingninger pr tidsenhet	33
<b>Frekvensmodulasjon (forkortet FM)</b> – høyfrekvente svingninger der grunnfrekvensen forandrer seg i takt med et lavfrekvenssignal	76
<b>Firkantbølge</b> – signal eller grafisk fremstilling av et signal der vekselspenningen stiger og faller sprangvis	34
<b>Formotstand</b> – motstand som brukes til å stille inn basisstrømmen til en transistor	29
<b>G</b>	
<b>Germanium</b> – Grunnmateriale, halvleder	38

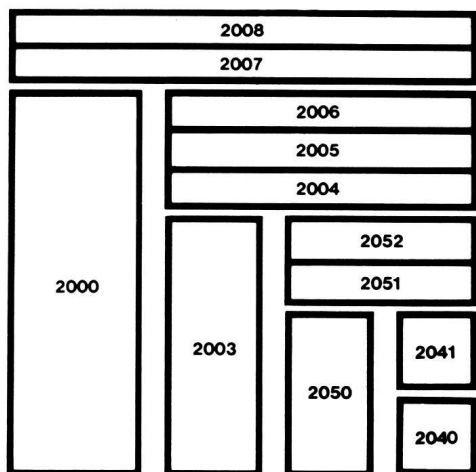
<b>H</b>	<b>Halvleder</b> – materiale hvor ledningsevnen ligger mellom en leder og en isolator	38
	<b>Henry</b> – enheten for induktans (induktivitet)	36
	<b>Hertz</b> – enheten for frekvens	33
	<b>HF</b> – forkortelse for høyfrekvens	49
	<b>Hull</b> – se defektelektron	39
	<b>Hullstrøm</b> – strøm av positive ladningsbærere (motsatt av elektronstrøm)	40
<b>I</b>	<b>Impedans</b> – summen av den Ohmske motstanden og reaktansen ved en viss frekvens (måles i Ohm)	37
	<b>Impedansomformer</b> – kopling hvis formål er med minst mulig tap, å tilpasse to ulike impedanser til hverandre	56
	<b>Induksjonsspenning</b> – spenning som oppstår gjennom elektromagnetisk induksjon	35
	<b>Induktans (induktivitet)</b> – en spoles elektromagnetiske egenskaper	36
	<b>Inngangskrets</b> – strømkretsen hvor det signalet som skal forsterkes, påføres transistoren	54
	<b>Inngangsimpedans</b> – inngangskretsens impedans i et elektronrør eller en transistor	56
	<b>Isolator</b> – materiale som ikke leder strøm	22
<b>K</b>	<b>Kapasitans (kapasitet)</b> – kondensatorplatenes evne til å oppta elektroner	60
	<b>Kapasitiv spenningsdeler</b> – spenningsdeler av kondensatorer	68
	<b>Kapasitiv motstand</b> – kondensatorens reaktans (se Reaktans)	63
	<b>Katode</b> – negativ pol i f. eks. et elektronrør eller en diode	38
	<b>Kollektor</b> – et av halvledersjiktene i en transistor, en av transistorens tilkoplinger	43
	<b>Kollektorkopling</b> – en måte å kople en transistor på, hvor kollektoren er felles for både inngangs- og utgangskrets. Kalles også emitterfølger	54
	<b>Kollektorstrømkrets</b> – strømkretsen gjennom emitter og kollektor i en transistor	43
	<b>Kommunikasjonsteknikk</b>	65
	<b>Kondensator</b> – elektrisk komponent som kan lagre elektrisk ladning	58
	<b>Koplingsskjema</b> – teknisk fremstilling av koplingens oppbygging ved hjelp av skjemasymboler	18
	<b>Kullmikrofon</b>	67
<b>L</b>	<b>LC-oscillator</b>	68
	<b>LDR</b> – se fotomotstand	31
	<b>Leder</b> – materiale, f. eks. metall som leder strøm	22
	<b>Lederetning</b> (fremretning) – den retningen som strømmen kan gå, gjennom en elektronisk komponent, f. eks. en diode	39
	<b>Likeretning</b> – omforming av vekselstrøm til likestrøm	41
	<b>Likestrømsmotstand (Ohmsk motstand)</b> – resistans	37
	<b>Lydbølge</b> – svingninger i f. eks. luft som forårsakes av en lydkilde	34
<b>M</b>	<b>Magnetisk felt</b> – kraftfeltet rundt en magnet	34
	<b>Magnetisk kraftkilde</b> – linjer som det magnetiske kraftfeltet er sammensatt av	34
	<b>Membran</b> – elastisk hinne i en høyttaler eller mikrofon	65
	<b>MF</b> – forkortelse for mellomfrekvens	76
	<b>Mikrofarad</b> – forkortes $\mu\text{F}$ , enhet for kondensatorens kapasitans	20
	<b>Mikrofon</b> – lydfanger som omformer lydenergi til elektrisk energi	65
	<b>Minuspol</b> – den polen der elektronene strømmer ut, fra en strømkilde	17
	<b>Modulasjon</b> – forandring av høyfrekvente svingninger i takt med den overførte informasjonen	75
	<b>Motkopling (negativ tilbakekopling)</b> – tilbakeføring av en del av en forsterkers utgangssignal, slik at utgangssignalet reduseres	52
	<b>Motstand</b> – elektronisk komponent som bevirker et spenningsfall	23
	<b>Multivibrator</b>	
	<b>astabil</b> – generatorkopling som leverer regelmessige firkantpulser	71
	<b>bistabil</b> – tilbakekoplet transistorkopling med to stabile utgangstilstander. Bare inngangspulser kan forårsake forandringer av utgangstilstanden	70
	<b>monostabil</b> – kopling med én stabil tilstand	72
	<b>Måle- og reguleringsteknikk</b>	73

<b>N</b>	<b>Nanofarad (nF)</b> – enhet for kondensatorens kapasitans	60
	<b>N-ledningsevne</b> – ledningsevne hos en halvleder, oppstått som følge av overskudd på elektroner (negativ)	40
	<b>NPN-transistor</b> – halvlederkomponent med forsterkeregenskaper, der kollektor- og basisspenningen må være positive i forhold til emitter, for at det skal kunne gå kollektiv strøm. Sjøktene ligger ordnet N-P-N (negativ-positiv-negativ)	32
	<b>NTC</b> – temperaturavhengig motstand (termistor)	24
<b>O</b>	<b>Ohm</b> – enhet for resistans, reaktans og impedans	24
	<b>Ohms lov</b> – matematisk lov som uttrykker forholdet mellom spenning, strømstyrke og resistans i en strømkrets	25
	<b>Oppladning</b> – lagring av elektroner på platene til en kondensator når det legges en spenning over kondensatoren	59
	<b>Oscillator</b> – forsterkerkopling som med en tilbakekopling i fase med utgangsspenningen – til koplingens inngang, forsterker seg selv og forårsaker en vekselspenning	67
	<b>Overgangsmotstand</b> – motstanden som oppstår når elektroner går fra et medium til et annet	65
	<b>Overlagringsprinsippet</b> – de avstembare inngangsfrekvensene blandes i et spesielt blandetrinn – med en variabel oscillatorfrekvens. Denne ligger i en bestemt avstand fra – og varieres sammen med, inngangsfrekvensen.	
	Derved omdannes disse til én mellomfrekvens.	76
<b>P</b>	<b>Parallellkopling</b> – betegnelse for komponenter som er koplet ved av hverandre	21
	<b>Parallellkopling</b> av motstand	28
	<b>Pikofarad (pF)</b> – enhet for kondensatorens kapasitans	60
	<b>P-ledningsevne</b> – ledningsevne hos halvledere, oppstått som følge av underskudd på elektroner (positiv)	40
	<b>PNP-transistor</b> – halvlederkomponent med forsterkeregenskaper, der kollektor- og basisspenningen må være negative i forhold til emitter, for at det skal oppstå en kollektorstrøm. Sjøktene ligger ordnet P-N-P (positiv-negativ-positiv)	49
	<b>Potensiometer</b> – trinnløs regulerbar motstand som også kan benyttes som spenningsdeler	30
	<b>Primærspole</b> – inngangsspølen i en transformator	35
	<b>Proton</b> – positive ladningsbærere i atomkjernen. Elementærpartikkel	22
<b>R</b>	<b>Radiomottaker</b> – apparat for mottaking av høyfrekvente signaler fra en radiosender, for omforming av dem til lavfrekvenssignaler	170
	<b>RC-oscillator</b> – se Oscillator	67
	<b>Reaktans</b> – motstand som bare virker for vekselstrøm	37
	<b>Resistans (Ohmsk motstand)</b> – motstand mot likestrøm	37
	<b>Rett-mottaker</b> – mottaker der det forsterkede signalet føres direkte til en likeretter	75
	<b>Rør (elektronrør)</b> – elektronisk komponent bl. a. for forsterkere. Nå, for det meste erstattet av halvlederkomponenter	38
<b>S</b>	<b>Schmitt-trigger</b> (terskelverdbryter) – Overskrider inngangsspenningen en viss verdi (terskelverdien), forandres utgangsspenningen plutselig	69
	<b>Sekundærspole</b> – utgangsspølen i en transformator	35
	<b>Seriekopling</b> – betegnelse for at komponenter er koplet etter hverandre	20
	<b>Seriekopling</b> av motstand	27
	<b>Silisium</b> – grunnmateriale, halvleder	38
	<b>Sinuskurve</b> – grafisk fremstilling av en vekselspenning som stiger og faller mykt	34
	<b>Skjemasympoler</b> – internasjonalt brukte tegn for elektroniske komponenter	182
	<b>Spenning</b> – forskjellen i ladning mellom en strømkildes poler	19
	<b>Spenningsdeler</b> – seriekoblede motstander hvor det kan tas ut forskjellige spenninger	30

	<b>Spenningsfall</b> – spenningsforskjellen over en motstand	25
	<b>Spenningsforsterkning</b> – omforming av en lav inngangsimpedans til en høy utgangsimpedans i f. eks. en transistor	55
	<b>Sperreretning</b> – den retningen det ikke kan gå strøm gjennom en elektronisk komponent, f. eks. en diode	39
	<b>Spole</b> – viklinger av ledning som er isolert fra hverandre	34
	<b>Spolekjerne</b> – jernkjerne plassert i en spole for å øke virkningsgraden	36
	<b>Stabilisere</b> – å holde bestemte, viktige verdier konstante	52
	<b>Strømforsterkning</b> – omforming av en svak inngangsstrøm til en sterk utgangsstrøm, f. eks. i en transistor	54
	<b>Strømkrets</b> – en sluttet leder, fra pluss til minuspol	17
	<b>Strømkilde</b> – f. eks. et batteri, akkumulator etc.	16
	<b>Strømstyrke</b> – mengden av elektroner som passerer gjennom en leder pr. tidsenhet	21
	<b>Super</b> – forkortelse for superhetrodynmottaker. Radiomottaker som arbeider etter overlageringsprinsippet	76
	<b>Supergenerativ mottaker</b> – kortbølgemottaker, hvor et HF forsterkertrinn settes i sving. Svinget stoppes, settes i sving igjen, stoppes osv.	177
	<b>Svingekrets</b> – elektrisk strømkrets som består av en kondensator og en spole som holder hverandre i sving	63
	<b>Svingning</b> – oppstår bl. a. når en vekselspanning stiger og faller. Svingninger oppstår også når vi snakker, spiller osv.	33
<b>T</b>	<b>Talevekselspenning</b> – vekselspanning som oppstår når lydbølger påvirker en mikrofon	34
	<b>Tapseffekt</b> – produktet av spenning og maksimalt tillatt strøm osv. – gjennom en transistor	55
	<b>Telemetri</b> – overføring av måleresultater over store avstander	154
	<b>Terskelverdi</b> – verdi som må overskrides av et inngangssignal for at det skal skje en forandring med signalet	69
	<b>Toleranse</b> – tillatt avvik fra en bestemt verdi	24
	<b>Total resistans</b> – resistansen av flere sammenkoblede motstander, koplet i serie eller parallell	27
	<b>Transformator</b> – anordning som består av minst to spoler som er koplet til hverandre vha. en spolekjerne. Den tjener til å overføre eller transformere vekselspanninger	36
	<b>Transistor</b> – halvlederkomponent med forsterkeregenskaper (se <b>NPN</b> -transistor og <b>PNP</b> -transistor)	41
	<b>Tretrinnsforsterker</b> – apparat hvor vi kan forsterke små signaler i tre transistortrinn koplet etter hverandre	66
	<b>Trimmpotensiometer</b> – se potensiometer	30
<b>U</b>	<b>Utgangsimpedans</b> – impedansen f. eks. i en transistors utgangskrets	56
	<b>Utgangskrets</b> – strømkrets med f. eks. en transistor, hvor det forsterkede signalet tas ut	54
	<b>Utladning</b> – forløpet når elektronene strømmer fra kondensatorens plater	62
<b>V</b>	<b>Valenselektron</b> – elektron i et atoms ytterste elektronskall	39
	<b>VDR</b> – Spenningsavhengig motstand (varistor)	32
	<b>Vekselstrøm</b> – strøm hvor retning og styrke stadig endres	32
	<b>Vekselstrømsmotstand</b> – se Reaktans	37
	<b>Volt</b> – enheten for elektrisk spenning	19
<b>W</b>	<b>Watt</b> – enhet for elektrisk effekt	26
	<b>Wienbro</b> – kopling som gir meget konstant vekselspanning	89



Neste trinn er eget oscilloskop. Det kan bygges vha. EE 2007. Dermed er vi inne på fagområder som radar-, digital- og oscilloskopeteknikk (selges for tiden ikke i Norge). I dag fører Philips Elektronikkserie 2000 helt fram til et egenhendig bygd TV-apparat (EE 2008) – og serien utvikles stadig videre. (EE 2008 selges for tiden ikke i Norge).



# Philips har det

# store Programm

**Kjemi:** Eksperimentér selvstendig, ufarlig og lærerikt. – Spesielle byggesett for plastmaterialer og miljøvern.

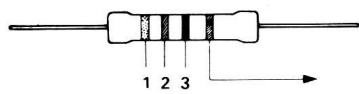
**Fysikk:** Befordre logisk tenkning og teknisk ferdighet. Settett gir bl. a. mulighet til å bygge opp et telefonanlegg med to apparater.

**Mineralogi:** Settene er foreløpig kun tilgjengelig med lærebok på tysk.





Kodetabell



Toleranse, Gull 5 %  
Sølv 10 %

Farge:	1. farge- ring	2. farge- ring	3. farge- ring
Svart	0	0	–
brun	1	1	0
rød	2	2	00
oransje	3	3	000
gul	4	4	0 000
grønn	5	5	00 000
blå	6	6	000 000
lilla	7	7	
grå	8	8	
hvit	9	9	

Motstand

På motstandene finnes det fire fargeringer. Én av disse ringene er sølv eller gull. Når vi leser fargekoden, skal sølv- eller gullringen vende mot høyre. Da angir fargen på den første ringen (fra venstre mot høyre): det første sifferet. Den andre ringen angir: det andre sifferet – mens den tredje ringens farge angir antall nuller etter det tallet som kan leses vha. de to første ringene. En gullring forteller at motstandens resistans har en toleranse på  $\pm 5\%$ , og en sølvring at toleransen er  $\pm 10\%$ . (En vanlig toleranse er  $10\%$ . Dette er forklaringen på at resistansen har slike merkelige verdier. Verdiene er 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33 osv. En  $10\ \Omega$  motstand kan altså være på  $10\ \Omega + 10\%$ . En  $12\ \Omega$  motstand kan være  $10\%$  mindre, altså  $12\ \Omega - 10\% = 10,8\ \Omega$ ).

Plasser nå en motstand foran deg – slik at gull- eller sølvringen ligger til høyre. La oss si at motstanden har fargene gul, lilla, rød (gull). Du leser da fra venstre mot høyre:

Eksempler

Første fargering: gul	= 4	Første fargering: brun	= 1
Andre fargering: lilla	= 7	Andre fargering: rød	= 2
Tredje fargering: rød	= 00	Tredje fargering: svart	= – (ingen nuller)
Resultat	4700 $\Omega$	Resultat	12 $\Omega$

Motstand ( $\Omega$ )	Fargeringer	Motstand ( $\Omega$ )	Fargering
10 $\Omega$	brun svart svart	3 300 $\Omega$	oransje oransje rød
47 $\Omega$	gul lilla svart	4 700 $\Omega$	gul lilla rød
100 $\Omega$	brun svart brun	10 000 $\Omega$	brun svart oransje
150 $\Omega$	brun grønn brun	15 000 $\Omega$	brun grønn oransje
220 $\Omega$	rød rød brun	22 000 $\Omega$	rød oransje rød
470 $\Omega$	gul lilla brun	47 000 $\Omega$	gul lilla oransje
1 000 $\Omega$	brun svart rød	100 000 $\Omega$	brun svart gul
1 500 $\Omega$	brun grønn rød	220 000 $\Omega$	rød rød gul
2 200 $\Omega$	rød rød rød	470 000 $\Omega$	gul lilla gul

Motstandene som er angitt i innholdsfortegnelsen, kan erstattes av motstander med følgende verdier:

Motstand $\Omega$	Erstatnings- motstand	Erstatnings- motstand
10 Ohm	–	11 Ohm
47 Ohm	43 Ohm	51 Ohm
100 Ohm	91 Ohm	110 Ohm
220 Ohm	200 Ohm	240 Ohm
470 Ohm	430 Ohm	510 Ohm
1 000 Ohm	910 Ohm	1 100 Ohm
1 500 Ohm	1 300 Ohm	1 600 Ohm
2 200 Ohm	2 000 Ohm	2 400 Ohm
3 300 Ohm	3 000 Ohm	3 600 Ohm
4 700 Ohm	4 300 Ohm	5 100 Ohm
10 000 Ohm	9 100 Ohm	11 000 Ohm
15 000 Ohm	13 000 Ohm	16 000 Ohm
22 000 Ohm	20 000 Ohm	24 000 Ohm
47 000 Ohm	43 000 Ohm	51 000 Ohm
100 000 Ohm	91 000 Ohm	110 000 Ohm
220 000 Ohm	200 000 Ohm	240 000 Ohm
470 000 Ohm	430 000 Ohm	510 000 Ohm

### Keramiske kondensatorer

Når verdien skal bestemmes på keramiske kondensatorer, gjelder samme tabell som for motstander. Kondensatorene har imidlertid ikke sølv eller gull som fjerde (og for oss uten betydning) farge. Grunnfargen på kondensatorene betyr heller ingen ting. Derimot kan kondensatorer ha en fjerde og en femte ring som angir hvilken temperatur og hvilken spenning vi kan belaste den med. En keramisk kondensator har to ledningsender. Hvis du ser godt etter, så ser du at den ene ledningen er festet nærmere kondensatorenden enn den andre. Den siden der ledningen er festet nærmest enden, skal alltid ligge mot venstre. Nå kan du lese av verdien på de to fargeringene – på samme måte som for motstander:

#### a) Tre fargeringer

Disse angir kapasitansen i pF, ifølge tabellen.

#### b) Fire fargeringer

De første tre ringene angir kapasitansen i pF, ifølge tabellen. Den fjerde ringen betyr ingenting.

#### c) Fem fargeringer

De ytterste ringene skal du ikke bry deg om. De tre i midten angir kapasitansen i pF, ifølge tabellen.

#### d) Påtrykt verdi

Ikke alle keramiske kondensatorer har fargeringer. Noen kondensatorer har verdiene påtrykt. Står det et tall alene, angir dette kapasitansen i pF. Hvis tallet etterfølges av en **liten** bokstav, gjelder følgende:

$$\begin{array}{ll}
 p = & \text{pF} \\
 n = & \text{nF} = 1000 \text{ pF} \\
 k \text{ (kilo pF)} = & \text{nF} = 1000 \text{ pF}
 \end{array}$$

**Store** bokstaver betyr **ingenting** for bestemmelse av verdien.

Verdi	Fargekode	eller påskrift				Erstatnings-verdi	Erstatnings-verdi
10 pF	brun svart, brun	10	10 p			—	11 pF
47 pF	gul lilla svart	47	47 p			43 pF	51 pF
1.000 pF	brun svart rød	1.000	1.000 p	1 k	1 n	820 pF	1.200 pF
10.000 pF	brun svart orange	10.000	10.000 p	10 k	10 n	8.200 pF	12.000 pF

### Aksiale keramiske kondensatorer.

Dette sett inneholder keramiske kondensatorer i forskjellige utførelser. Ved siden av de avbildede rørkondensatorer nr. 349.1007 i boken kan det også følge med keramiske kondensatorer av nyeste utførelse. Trådene står aksialt (i hver ende) og de adskiller seg fra motstandene gjennom en annen fargekode.

Disse kondensatorene har en lysegrønn eller rosa grunnfarge og alltid fem fargeringer. De tre første angir kapasitet i pF (se fargekode ovenfor).

Den 4. fargering angir toleranse

5 % gull	20 % svart
10 % sølv	30 % grå

Den 5. fargering gjelder kondensatorens materiale. Den har for bestemmelse av verdien ingen betydning.

### Polyesterkondensatorer

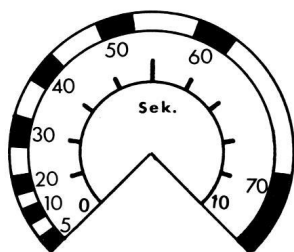
På polyesterkondensatorer er verdien påtrykt enten i pF, nF eller  $\mu$ F. I tabellen kan du se omregningen.

Påtrykt	Erstatning	Erstatning
22 000 pF = 22 nF = 0,022 $\mu$ F	0,018 $\mu$ F	0,027 $\mu$ F
47 000 pF = 47 nF = 0,047 $\mu$ F	0,039 $\mu$ F	0,056 $\mu$ F
100 000 pF = 100 nF = 0,1 $\mu$ F	0,082 $\mu$ F	0,12 $\mu$ F
220 000 pF = 220 nF = 0,22 $\mu$ F	0,18 $\mu$ F	0,27 $\mu$ F

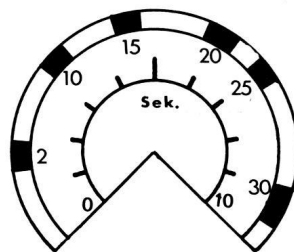
### Elektrolyttkondensatorer

På elektrolyttkondensatorene er verdien trykt i  $\mu$ F. Den kan også være trykt som to siffer med/mellom. Det siste sifferet eller streken har ingen betydning for angivelse av verdien. Sifferet som etterfølges av  $^{\circ}$ C betyr heller ingenting.

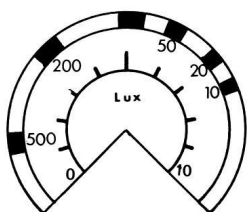
Påtrykt	Erstatning	Erstatning
4 $\mu$ F = 4/ ..	3,3 $\mu$ F	4,7 $\mu$ F
10 $\mu$ F = 10/ ..	6,8 $\mu$ F	15 $\mu$ F
100 $\mu$ F = 100/ ..	125 $\mu$ F	150 $\mu$ F



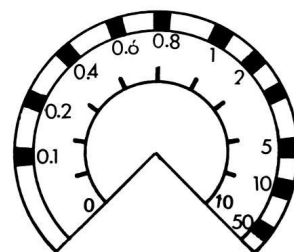
**fig. 177**



**fig. 178**



**fig. 179**



**fig. 180**



**fig. 182**

Enedistributør for Norge:  
 Ragnar Haga A/S  
 Stanseveien 25  
 Oslo 9  
 Telefon (02) 16 10 90



**N**