

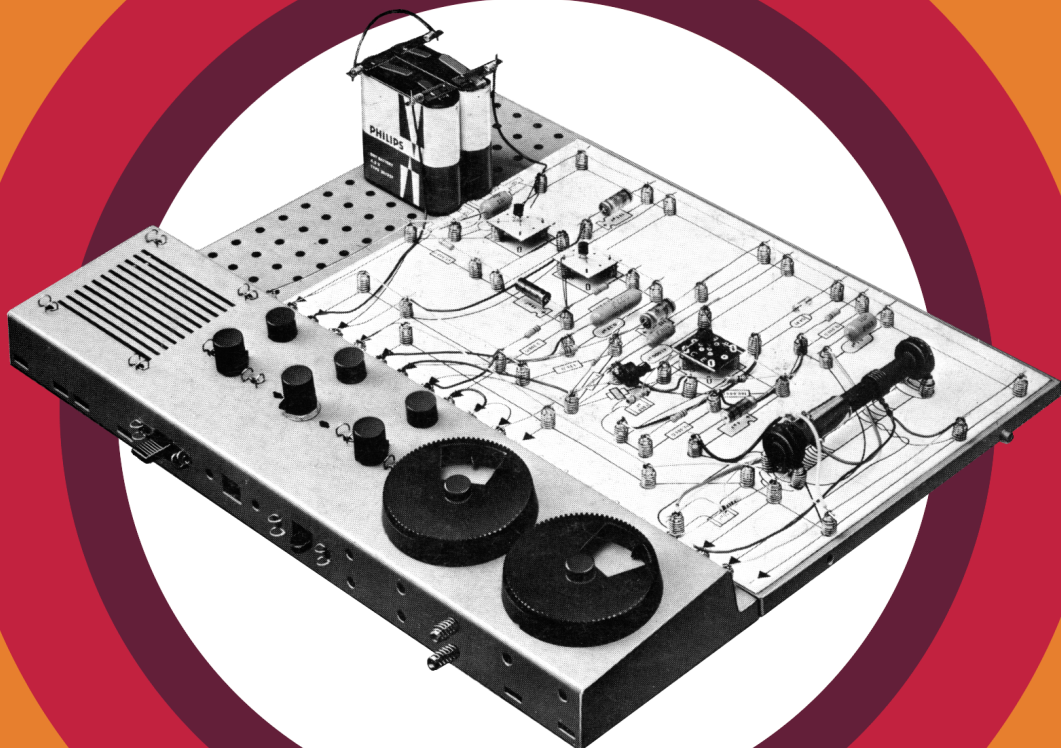
PHILIPS

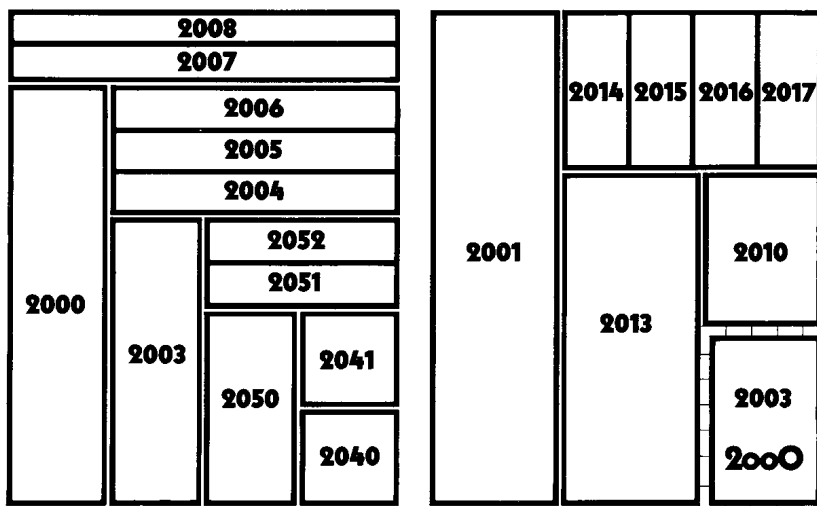


Elektronikens Grunder

S

**Handledning
för experimentlådorna
EE 2003/41/50/51/52**





© Philips GmbH, Bereich Hobby-Technik, Hamburg

Alla rättigheter förbehållna. Eftertryck och fotomekanisk återgivning ej tillåten.
Tekniska ändringar förbehålles.

ELEKTRONIKENS GRUNDER

**Handledning för
experimentlådorna**

EE 2003

EE 2050, EE 2051, EE 2052

EE 2041

Herausgeber: Philips GmbH
Bereich Hobby-Technik, Mönckebergstraße 7, 2000 Hamburg 1

Innehåll

	Bilder av komponenterna i bygglådorna och innehållsförteckning	Sida	6
1.	Allmän Bygghandledning		9
2.	Elektronikens grunder		16
2.1.	Strömkretsen		16
	Koppling 1, enkel strömkrets		17
	Koppling 2, strömkrets med strömbrytare		18
	Koppling 3, spänning		20
	Koppling 4, parallellkoppling		21
2.2.	Ledare och isolatorer	Koppling 5, ledare och isolatorer	22
2.3.	Motstånd	Koppling 6, strömkrets med motstånd	23
		Koppling 7, seriekoppling av motstånd	27
		Koppling 8, parallellkoppling av motstånd	28
		Koppling 9, spänningsdelare	29
		Koppling 10, potentiometer som variabelt motstånd	30
		Koppling 11, potentiometer som spänningsdelare	31
		Koppling 12, fotomotstånd i strömkrets	31
2.4.	Växelström		32
2.5.	Spolen		36
2.6.	Dioden	Koppling 13, dioden i en strömkrets	38
2.7.	Transistorn	Undersökning av banorna i en npn-transistor	41
		Koppling 14, bas-emittersträckan i genomloppsriktningen	41
		Koppling 15, bas-emittersträckan i spärriktningen	42
		Koppling 16, bas-kollektorsträckan i genomloppsriktningen	42
		Koppling 17, bas-kollektorsträckan i spärriktningen	43
		Koppling 18, kollektor-emittersträckan i strömkretsen	43
		Koppling 19, kollektor-emittersträckan i strömkretsen	44
		Koppling 20, kollektorströmkretsen	44
		Koppling 21, basströmkretsen	45
		Undersökning av banorna i en pnp-transistor	
		Koppling 22, bas-emittersträckan i spärriktningen	47
		Koppling 23, bas-emittersträckan i genomloppsriktningen	47
		Koppling 24, bas-kollektorsträckan i spärriktningen	47
		Koppling 25, bas-kollektorsträckan i genomloppsriktningen	48
		Koppling 26, kollektor-emittersträckan i strömkretsen	48
		Koppling 27, kollektor-emittersträckan i strömkretsen	48
		Koppling 28, pnp-transistorn i strömkretsen	49
2.8.	Transistorn som strömbrytare	Koppling 29, npn-transistor som strömbrytare	50
2.9.	Transistorn som förstärkare	Koppling 30, npn-transistor som förstärkare	50
		Koppling 31, arbetspunkt genom basförkopplingsmotstånd	51
		Koppling 32, motkoppling	52
		Koppling 33, motkoppling	53
		Koppling 34, arbetspunkt genom NTC	53
		Koppling 35, emitterkoppling	54
		Koppling 36, kollektorkoppling	56
		Koppling 37, jämförelse mellan emitter- och kollektorkoppling	57
		Koppling 38, baskoppling	58
2.10.	Kondensatorer	Koppling 39, kondensator i likströmkrets	58
		Koppling 40, upp- och urladdning av kondensatorer	62
		Koppling 41, kondensator i växelströmkrets	62
2.11.	Svängningskretsen		63
3.	Underavdelningar inom elektroniken		65
3.1.	Elektroakustik		65
		Koppling 42, elektrisk energi – ljudenergie	66
3.2.	Kommunikationsteknik	Koppling 43, RC-oscillator	67
		Koppling 44, LC-oscillator	68
3.3.	Elektroniska signalanläggningar	Koppling 45, Schmitt-trigger	69
		Koppling 46, flip-flop	70
		Koppling 47, astabil multivibrator	71
		Koppling 48, monostabil multivibrator	72
3.4.	Mät- och reglerteknik	Koppling 49, reglerkrets	73
3.5.	Radioteknik	Koppling 50, diodmottagare	75

4. Elektroniska apparater		77
1.01. Förstärkare för skivspelare och bandspelare	□	78
1.02. Tvåstegs skivspelarförstärkare	△	80
1.03. Push-pull-förstärkare	○	82
1.04. Förstärkare med korrektion	△	84
2.01. Övningsapparat för morse	□	86
2.02. Övningsapparat för morse med högtalare	△	88
2.03. Telefonförstärkare	○	90
2.04. Trestegs telefonförstärkare	○	92
2.05. Svarssignalgenerator	△	94
2.06. Svarssignalgenerator med signallampa	△	96
3.01. Ljuskontrollanläggning	□	98
3.02. Blinkljus och tjuvlarm	□	100
3.03. Blinkljus med reglerbar blinkhastighet	□	102
3.04. Reglerbart blixtljus	□	104
3.05. Ljus- och ljudstyrkemätare	○	106
3.06. Akustiskt relä	□	108
3.07. Tjuvlarm med varningslampa	□	110
3.08. Optiskt och akustiskt tjuvlarm	○	112
3.09. Signalanläggning med skymningsomkopplare	○	114
3.10. Riktningvisare med två transistorer	△	116
3.11. Varningslampa	□	118
3.12. Driftsvernare med ljus- och ljudsignal	△	120
3.13. Siren	△	122
3.14. Tvåtonshorn	△	124
3.15. Trappljus	△	126
3.16. Ljustonare	□	128
3.17. Inkopplingsfördröjare	□	130
3.18. Urkopplingsfördröjare	□	132
4.01. Automatiskt nattljus eller parkeringsljus	□	134
4.02. Enkel fuktighetsindikator	□	136
4.03. Fuktighetsindikator med ljussignal	△	140
4.04. Fuktighetsindikator med ljudsignal	△	142
4.05. Tidsströmbrytare	□	144
4.06. Långtidsströmbrytare med ljusindikator	△	146
4.07. Tidsströmbrytare med ljudsignal	○	148
4.08. Ljusköretare	□	150
4.09. Känsligare ljusköretare	○	152
4.10. Ljusköretare med ljudsignal	□	154
4.11. Mätbrygga för resistans, induktans och kapacitans	○	156
4.12. Reglerbar tonfrekvensgenerator	○	160
4.13. Vätskeståndindikator	□	162
4.14. Ljuskänslig ljuskoppling	□	164
4.15. Ljuskänslig mörkerkoppling	□	166
4.16. Transistorprovare	□	168
5.01. Diodmottagare med högtalare	○	170
5.02. Mellanvägsmottagare med tre transistorer	○	172
5.03. Kortvägsmottagare av superregenerativ typ	○	176
5.04. Ultrakortvägsmottagare	○	178
Schemasymboler		182
Kopplingsplansymboler		184
Ordförklaringar Kodtabell		190

Apparaterna kan byggas från följande elektronikbygglådor:

- 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

Hjärtliga lyckönskningar till din nya Philips Elektronikexperimentlåda. Du kommer nu säkert att tillbringa många intressanta och lärorika timmar »lekande» med din experimentlåda. För att glädjen med den ska räcka länge skulle vi vilja ge dig några tips om hur du ska använda denna handledning.

Läs först den **Allmänna bygghandledningen**, i vilken de förberedande arbetena förklaras. Efter det klarar du av att genast bygga den apparat som intresserar dig mest.

Om elektronik är ett alldeles nytt område för dig kan du också först läsa **Elektronikens grunder** och bygga upp de däri beskrivna grundkopplingarna. Förklaringarna till dem gör dig förtrogen med grunderna, och sedan förstår du lätt kopplingsbeskrivningarna.

Tag noga vara på den här boken, eftersom de allmänna anvisningarna gäller för alla kompletterande experimentlådor. Om du äger en elektronikexperimentlåda EE 2050 är det särskilt viktigt att du tar vara på boken, för i den finns också beskrivna de apparater du kan bygga med kompletteringslådorna EE 2051 och EE 2052. I innehållsförteckningen finns det angivet efter varje apparat från vilken experimentlåda den kan byggas.

Skulle du någon gång behöva ersätta delar kan du antingen köpa dem hos din leksakshandlare eller direkt från oss.

Om du är speciellt nöjd med någonting eller har kommit på någon ny koppling, så var snäll och skriv till oss.

Vår adress är:

i Sverige

BRIO SCANDITROY
283 00 OSBY

Förord

Unga människor har alltid haft säker känsla för vad som är viktigt i deras egen generation och framför allt vad som är viktigt i framtiden. Många föräldrar förundras över att deras knappt 10- eller 12-åriga barn vet mera än de själva om rymdfart, bilar, elektronik, bandspelare och färg-TV. Den äldre generationen plockade för 50 år sedan sönder väckarklockan för den ville veta varför den tickade. På samma sätt vill dagens barn ta isär sina tekniskt avancerade leksaker för att lösa gåtorna med deras mekaniska och elektroniska hemligheter. Detta är anledningen till att bygglådor alltid har räknats bland de mest älskade leksakerna. Att själv bygga något är tyllt av en större glädje än att få något färdigt i handen.

Inom denna viktiga sektor har det lyckats tyska Philips att ta ett stort steg. Företaget har släppt ut ett flertal elektroniska bygglådor på marknaden. I dessa bygglådor imponerar mest av allt att man har använt den moderna elektronikens komponenter i originalform. En elektronikers unge byggmästare som arbetar med en sådan låda använder därvid samma komponenter som ingenjörer över hela världen utnyttjar för att fullborda sina förbluffande underverk. Dioder, transistorer, polyester- och elektrolytkondensatorer, potentiometrar och kopplingselement från den moderna elektroniska masframställningen.

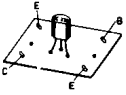


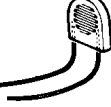
Detta är naturligtvis det rätta sättet; för man kan inte längre komma med ett elektronrör till en ung människa för vilken en radio i fickformat är en vardaglighet.

För unga människor är det i dag en självklarhet att man med elektroniska hjälpmedel egentligen kan lösa varje praktisk uppgift på automatikens område. Fuktdetektorer och tidskopplare för väckarur, tjuvlarm och varningsanläggningar med ljud och ljus, FM-radioapparater och teleförförstärkare, ljusvarnare och akustiska reläer. Sådana apparater kan man med de enklaste medel bygga med hjälp av Philips elektronikexperimentlådor. Det är klart att det bereder varje pojke och flicka en mycket större glädje att själv bygga dessa raffinerade produkter av den moderna elektroniken än att köpa dem färdiga till många gånger högre pris. Tyska Philips har med dessa experimentlådor förstått att göra den moderna elektroniken tillgänglig för unga amatörbyggare.




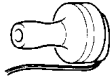





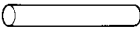




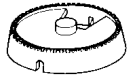




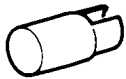

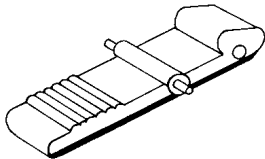

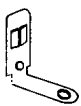



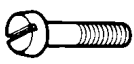
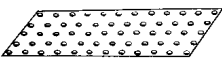
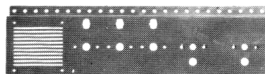
PROFESSOR DR. HEINZ HABER

Innehåll I Experimentlådorna

	Best.-nr.	Beteckning	Finns i lådorna				
			2003	2050	2051	2052	2041
	349.1001	Transistor BF 194* Igenkänningsfärg, röd	1	1	-	-	1
	1212	Transistor BC 238* Igenkänningsfärg, vit	2	1	1	-	-
	1003	Diod OA 95*	1	-	-	1	-
	1004	Motstånd* 1/4 Watt					
		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	Potentiometer med ström- brytare och mutter, 10 000 Ohm	1	1	-	-	1
	1010	Fotomotstånd (LDR) 10 000 lux = 12 Ohm 1 000 lux = 110 Ohm 100 lux = 900 Ohm 10 lux = 9 000 Ohm mörker = 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	Elektrolytkondensatorer*					
		4 µF	1	-	1	-	-
		10 µF	1	1	-	-	1
		100 µF	2	1	1	-	-
	1007	Keramisk kondensator*					
		10 pF	2	-	-	2	-
		47 pF	1	-	-	1	-
		1 000 pF	1	-	-	1	-
		10 000 pF	1	-	1	-	-

* I lådorna kan finnas komponenter med avvikande värden (jämför med den allmänna bygghandledningen och kodtabellen)

	Best.-nr.	Beteckning	Finns i lådorna				
			2003	2050	2051	2052	2041
	349.1155	Vridkondensator 5–180 pF	1	–	–	1	–
	1008	Drossel (L) 9,5 mH 740 varv	1	–	–	1	–
	1009	Mellansvågantennspole 400 µH 1–2 = 70 varv 3–4 = 6 varv 3 = grön 4 6 1 = röd 2 = gul 3 = grön 4 = grå	1	–	–	1	–
	1041	Örtelefon Impedans ca. 1 000 Ohm	–	1	–	–	1
	1013	Högtalare 150 Ohm 1 W	1	–	1	–	–
	1014	Lampa 6 V 0,05 A	1	1	–	–	1
	1133	Batteriklämma	4	4	–	–	4
	1016	Oisolerad tråd	4 m	4 m	–	–	–
	1017	Isolerad tråd	8 m	4 m	4 m	4 m	4 m
	1018	Ferritstav	1	–	–	1	–
	1019	Stor gummiring	2	–	–	2	–
	1020	Hårnålsfjäder	75	50	25	25	25
	1021	Klämmfjäder	75	50	25	25	25
	1022	Spiralfjäder	20	20	–	–	–
	1023	Skalratt	1	–	–	1	–
	1025	Ratt	1	1	–	–	1

	Best.-nr.	Beteckning	Finns i lådorna				
			2003	2050	2051	2052	2041
	349.1026	Lamphållare	1	1	-	-	-
	1027	Lampskydd	1	1	-	-	1
	1028	Gummiband	2	2	-	-	-
	1029	Tryckkontakt	1	1	-	-	1
	1030	Kontaktstift för tryckkontakt	1	1	-	-	1
	1031	Hållare för tryckkontakt	2	2	-	-	2
	1032	Stoppskruv (M 3)	2	2	-	-	2
	1033	Fyrkantsmutter (M 3)	10	10	-	-	10
	1034	Potentiometerbricka	1	1	-	-	1
	1036	Skruv (M 3)	8	8	-	-	8
	1130	Grundplatta	2	2	-	-	1
	1153	Kopplingspult	1	1	-	-	1
	1154	Stansstift	1	1	-	-	1
	1091	Handledning	1	1	-	-	1
	1094	Kopplingsplaner	48	24	24	-	24

1. Allmän Bygghandledning

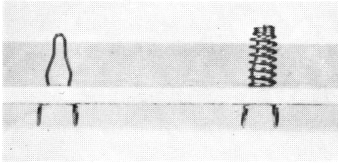


bild 1a

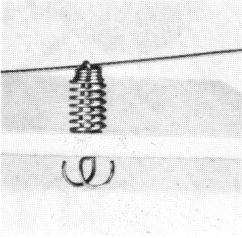


bild 1b

Alla apparater och kopplingar byggs upp på grundplattan, medan serviceelementen är placerade på kopplingspulten.

Vid uppbyggnaden behöver ingenting lödas, utan adekvata förbindelser mellan komponenterna ordnas med hjälp av **fjäderklämmor**.

Detta system är så mångsidigt och kontaktsäkert att man med det kan bygga samtliga apparater ända till TV-mottagare EE 2007, EE 2008.

Fjäderklämmorna sätter man samman av hårnåls- och klämmfjädrar på det sätt som framgår av fig 1: Underifrån sticker man hårnålsfjäders (1020), sammantryckt, genom ett hål i grundplattan (1130); över hårnålsfjäders trår man sedan en klämmfjäder så att den sitter stadigt. När man sedan trycker ner klämmfjäders bildar hårnålsfjäders spets en ögla. Genom denna trår man den eller de aktuella kopplingstrådarna och släpper sedan klämmfjäders: därvid kläms trådarna fast.

1.1. Inbyggnad av serviceelementen i kopplingspulten

Serviceelementen i kopplingspulten bygger man in en gång för alla. Du behöver alltså inte ändra något på kopplingspulten när du bygger nya apparater.

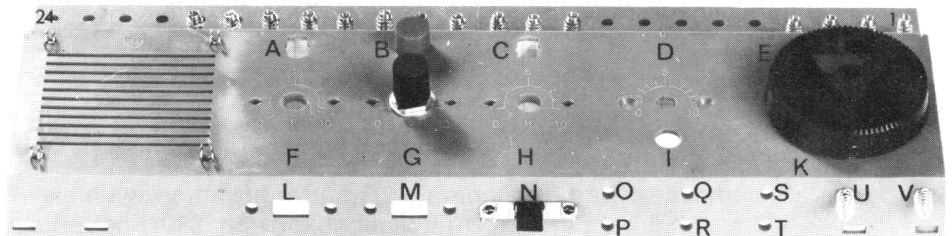


bild 2

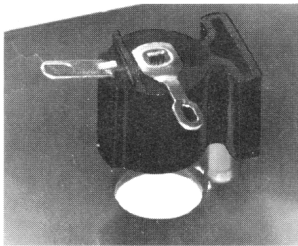


bild 3

Inbyggnad av lamphållaren

Tryck fast lamphållaren (1026) på undersidan av kopplingspulten (1153), över det stift som sticker ut bredvid hål B (fig 3) och skruva fast glödlampan (1014) i hållaren från ovansidan. Lampskyddet (1027) kan nu i alla fall placeras över lamphållaren genom hål B.

Inbyggnad av tryckomkopplaren

Vi sätter nu samman denna omkopplare. Stick först inifrån de båda hållarna för tryckomkopplaren (1031) genom hål N i kopplingspultens framsida. Utifrån sticker du en hårnålsfjäder (1020) genom vardera hålet vid sidan om. Gör sedan i ordning själva tryckkontakten (1029) genom att skjuta in kontaktstiftet (1030) i sitt hål (fig. 4). Denna enhet klämmer du nu fast inifrån i hållarna med den refflade sidan uppåt. Tryck hållarna från varandra och för in kontakten så långt att plasttapparna vilar i de små hålen i hållarna. Se emellertid till att hållarnas böjda del sitter stadigt fast i kopplingspultens hål. Stick slutligen inifrån en klämmfjäder (1021) över vardera hårnålsfjäders (fig 5).

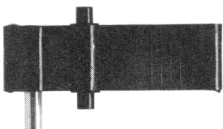


bild 4

När du nu trycker ner kontakten måste kontaktstiftets båda ändar vidröra hållarna. Om detta är fallet redan i viloläget måste de utskjutande metallflikarna tryckas samman något på den sida där kontaktstiftet är tjockast. På så sätt får kontakten mindre spel.

När kontakten trycks ner fungerar den som en tryckomkopplare, dvs kontakten är sluten bara så länge som kontakten hålls nertryckt. När kontakten lyfts uppåt fastnar den i läge och ger fast kontakt.

Inbyggnad av högtalaren (1013)

Stick utifrån en hårnålsfjäder genom vardera av de fyra hålen i hörnen av fyrkanten med ljudspringor – till vänster på kopplingspulten. Underifrån trycker du sedan högtalaren (1013) över hårnålsfjädrarna och trär sedan en klämmfjäder över var och en. För säkra konstruktionen trär du en trådbit i vardera klämmfjäders och klämmer fast den. (I stället för fjäderklämmor kan du använda fyra 3 mm skruvar med muttrar.)

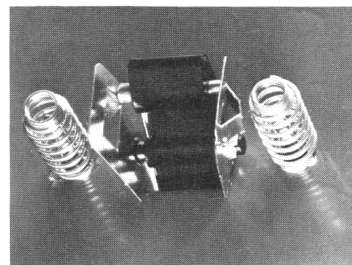


bild 5

Inbyggnad av potentiometer med strömbrytare (1011)

Från kopplingspultens undersida sticker du potentiometern med axeln först genom hål G och vrider den så mycket att potentiometerhöljets tappar ligger an mot ett av stegen.

Ovanifrån placerar du sedan potentiometerbrickan (1034) över axeln och fäster potentiometern med den tillhörande muttern (fig. 6).

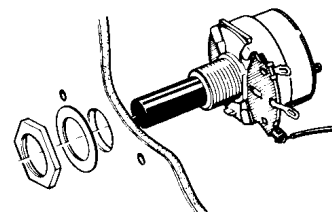


bild 6

Inbyggnad av vridkondensator (1155)

Stick vridkondensatorn underifrån genom hål E och fäst den som potentiometern med bricka och mutter.

Klämmor för yttre anslutning

Genom hålen U och V till höger på kopplingspultens framsida sticker du inifrån två hårnålsfjädrar och trär varsin klämmfjäder över dem.

1.2. Inkoppling av serviceelementen

Serviceelementen ska förbindas med anslutningar på kopplingspultens baksida. När man sedan bygger upp apparaterna behöver man bara koppla dem till dessa anslutningar.

Fäst fjäderklämmor i hålen 1 till 4 och 10 till 20. För EE 2050 behövs tills vidare inte klämmorna 3 och 4.

Glödlampa (anslutning 10 och 11)

Tag två bitar isolerad kopplingstråd (1017), så långa att de räcker från anslutningarna 10 och 11 till lamphållarens öglor. I trådarnas ändar måste man avlägsna ungefär 1 cm isolering (använd en kniv eller en tång). Detta kallas att avisolera tråden. Kläm fast den ena tråden i anslutning 10 och den andra i anslutning 11 och drag dem genom en av springorna i pultens baksida till lamphållaren. Trä en spiralfjäder (1022) över vardera av hållarens öglor och tryck ner dem så långt att tråden kan stickas genom öglorna.

Tryckomkopplare (anslutning 12 och 13)

Från anslutningarna 12 och 13 drar du två isolerade trådar – glöm inte att avisolera dem – till de fjäderklämmor som fäster tryckomkopplarens metallhållare på pultens framsida. Genom att trycka ner klämmfjädrarna kan du klämma fast ledningstrådarna.

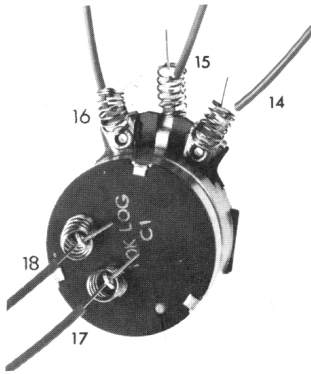


bild 7

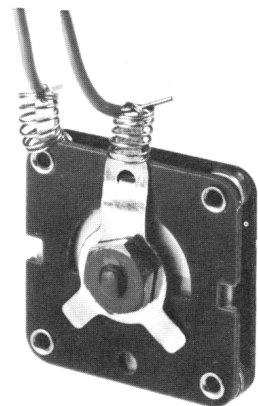


bild 8

Högtalare (anslutning 19 och 20)

Från anslutningarna 19 och 20 drar du två ledningar till högtalaren genom en av springorna bakpå kopplingspulten. Trä en spiralfjäder över vardera öglan och fäst ledningarna genom att trycka ner fjädrarna och trä trådarna genom öglorna.

Om det är en högtalare med tre öglor använder du bara de yttersta. Med EE 2050 ansluts i stället för en högtalare en örtelefon (1041) direkt till anslutningarna 19 och 20.

Potentiometer med strömbrytare (anslutningar 14 till 18)

Med potentiometern kopplas batteriet in och ur, och dessutom regleras spänningen med den. Drag från anslutningarna 17 och 18 ledningar till potentiometerens undersida (två öglor). Fäst ledningarna vid dessa öglor med hjälp av spiralfjädrar. Från anslutning 16 drar du en ledning till den vänstra av de tre öglorna på sidan (fig 7) och fäster den där med en spiralfjäder. Anslutning 15 förbinder du med den mellersta och anslutning 14 med den högra öglan. Se noga till att du inte förväxlar dem.

Vridkondensator (anslutning 3 och 4)

Drag en tråd vardera från anslutningarna 3 och 4 till vridkondensatorn och fäst dem där i varsin ögla med en spiralfjäder (fig 8).

Klämmor för yttre anslutning (anslutning 1 och 2)

Drag en ledning från anslutning 1 till fjäderklämman i hål V och en från anslutning 2 till klämman i hål U. Stick trådarna inifrån hålen U och V (där alltså klämmorna sitter) och tryck ner klämmfjädrarna så att du kan fästa ledningarna i hårnålsfjädrarnas öglor.

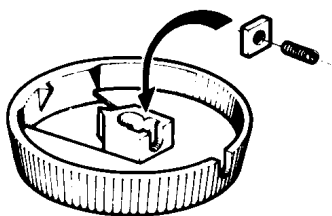


bild 9

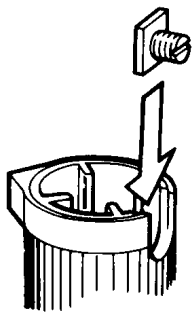


bild 10

1. 3. Avslutande arbeten på kopplingspulten

Avslutningsvis måste ratten (1025) monteras på potentiometerens axel och skalratten (1023) på vridkondensatorns axel (fig 9, 10).

För att göra detta tar du en stoppskruv (1032) och skruvar in den några varv i en fyrkantig mutter (1033), en sådan kombination för varje ratt. Placera de här delarna i de fyrkantiga urtagen i rattarna, och placera rattarna själva på respektive axlar. Så drar du åt stoppskruven med en liten skruvmejsel.

Vid fullt utslag åt vänster måste båda rattarnas nålar stå på 0 på skalen. Är inte detta fallet måste du lossa stoppskruven och rikta in rattarna så att de står rätt.

När du nu vrider potentiometeraxeln helt till vänster kopplas potentiometern ur.

Koppla alltid ur innan du bygger upp en ny apparat eller koppling!

Nu är kopplingspulten »färdiginredd». De tomta hålen i pulten är inte överflödiga, och det är heller inte så att du har glömt att bygga in något där: med denna kopplingspult kan man bygga alla apparater från Philips elektronikexperimentlådor, ända upp till kompletta TV-mottagare. För varje kompletteringslåda bygger man på ytterligare serviceelement, så att kopplingspulten till slut är fullständigt utrustad. Så du ser att Philips elektronikexperimentlådor är byggda för framtiden!

Det är också möjligt att bifoga en potentiometer med tillplattad axel, på vilken ratten endast sticks ner ovanifrån.

1. 4. Hopmontering av grundplattorna (1130)

De båda grundplattorna placeras med långsidorna mot varandra så att tapparna passar in i motsvarande hål. De skruvas sedan samman med två skruvar (1036) och muttrar (1033).

1. 5. Preparation av kopplingsplaner

I din elektronikexperimentlåda finns en kopplingsplan för varje apparat, och dessa planers nummer stämmer överens med numren i handledningen. Kopplingsplan 1.01. hör alltså till apparat 1.01.

För kopplingarna i kapitlet **Elektronikens grunder** finns det förminskade byggplaner i den här handledningen.

Lägg kopplingsplanen till den apparat du vill bygga på grundplattan så att fyra hålraderna till höger lämnas fria. Tryck nu först med stansstiftet (1154) ut fyra ringar som ligger så långt som möjligt från varandra och placera fjäderklämmor i hålen. På så sätt förhindrar man kopplingsplanen från att glida. Stansa sedan ut hål på alla andra ställen där det är markerat med en ring och placera klämmor där.

med stansstiftet (1154) ut fyra ringar som ligger så långt som möjligt från varandra och placera fjäderklämmor i hålen. På så sätt förhindrar man kopplingsplanen från att glida. Stansa sedan ut hål på alla andra ställen där det är markerat med en ring och placera klämmor där.

1. 6. Montering av komponenterna på grundplattan

Komponenterna fästs i de klämmor som du har placerat in enligt kopplingsplanen. Nu ska vi förklara vilka tecken på kopplingsplanen som motsvarar vilka komponenter, och vad man särskilt bör lägga märke till när man monterar dem.

Kolmotstånd (1004)

Kolmotstånden markeras på kopplingsplanen med rektanglar i vilka motståndets värde finns angivet i Ohm, t ex 27 000 Ω . På själva motståndet finns detta värde angivet med hjälp av en färgkod. Vad de olika färgringarna betyder kan du se i kodtabellen i slutet av den här handledningen.



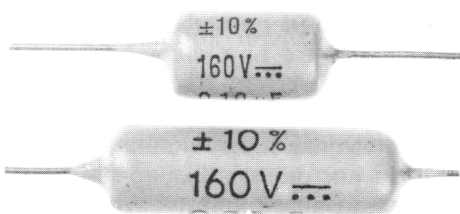
Fotomotstånd – LDR (1010)

På kopplingsplanen avbildas fotomotståndet. Den streckade sidan är den ljuskänsliga.

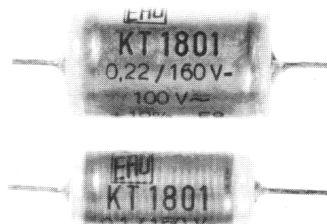


Polyesterkondensatorer (1005)

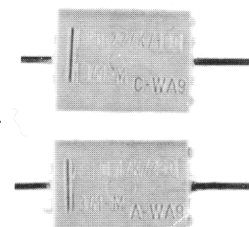
Polyesterkondensatorer avbildas på kopplingsplanen med fyrkanter med avrundade kortsidor. Deras värden finns angivna inne i symbolen. Det kan hända att värdet är angivet på kondensatorn i en annan enhet än på kopplingsplanen. Anvisningar för omräkningen finner du i kodtabellen i slutet av boken.



eller



eller



Elektrolytkondensatorer (1006)

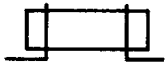
Elektrolytkondensatorer är markerade på kopplingsplanen med sina konturlinjer. Värdet finns tryckt på dem.

Det är speciellt viktigt att elektrolytkondensatorer ansluts riktigt. Om de kopplas in så att strömmen går i fel riktning kan de och andra komponenter förstöras. Vid den positiva polen finns en ränna runt om kondensatorn. Kontrollera alltid noga vilken klämma den ska förbindas med.



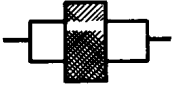
Keramiska kondensatorer (1007)

Dessa är markerade på kopplingsplanen med rektanglar till vars ena långsida ledningarna för. Värdet är angivet. Eftersom många dessutom har färgringar måste du leta fram värdet med hjälp av kodtabellen i slutet av boken.



Drossel (1008)

Drosseln markeras på kopplingsplanen med en rektangel i vilken spoltråden anges med ett skuggat fält. Spoltråden är överdragen med ett skyddande vaxhölje.



Antennspole för mellanvåg

Skjut antennspolen (1009) över ferritstaven (1018), och därtill en gummiring (1019) på vardera sidan. Tag två ungefär 8 cm långa isolerade ledningstrådar, stick dem genom hårnålsfjädrarna vid vilka antennstaven ska fästas, och fäst dem i skåran runt gummiringarna (fig 11). Ändarna får inte avisoleras.

Anslutningstrådarna till antennspolen har följande färger:

1 = röd 2 = gul 3 = grön 4 = grå

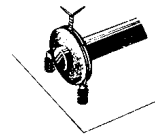
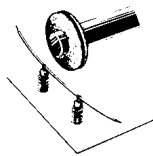
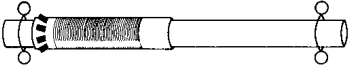
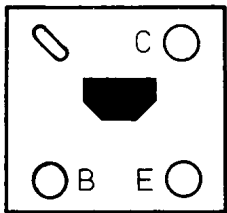
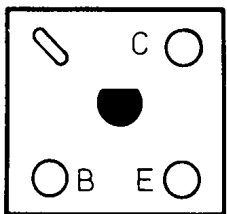


bild 11

På teckningen ser du hur uppbyggnaden ter sig på kopplingsplanen.



BF 194
röd



BC 238
vit

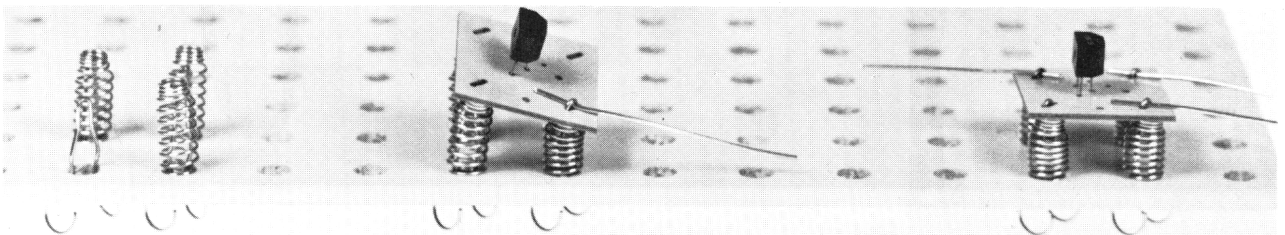
Transistorer (1001, 1212)

Transistorerna är fastlödda på varsin liten platta – en tryckt koppling.

Du måste särskilt noga ge akt på att du inte förväxlar dem och inte kastar om anslutningarna.

Det kan hända att transistorn BF 194 inte finns i din experimentlåda, utan en annan, som emellertid fyller samma uppgifter. Också den sitter på en röd platta, och det betyder att du kan använda den i stället för BF 194. På samma sätt kan det hända att en annan transistor än BC 238 sitter fastlödd på den vita plattan. Transistorerna monteras vid redan insatta klämmfjädrar. Innan de monteras måste du emellertid vrida hårnålsfjädrarna så att de passar in i plattans avlånga hål. När du nu trycker ner plattan kommer hårnålsfjädrarnas spetsar att sticka upp och i dem klämmer du sedan fast ledningarna (fig 12).

bild 12



Diod (1003)

Dioden markeras på kopplingsplanen med sin konturlinje och med typnumret OA 95 (i stället för denna kan det finnas i lådan en motsvarande diod som ersättning) Eftersom också denna måste monteras rätt vad gäller riktning så är den röda färggring som markerar ena änden på själva dioden markerad som ett motsvarande svart streck på kopplingsplanen.

Ledningstrådar

Ledningsförbindelserna är markerade på kopplingsplanen med svarta streck. Tunna streck betyder oisolerad tråd, och tjocka streck röd, isolerad tråd. Tänk på att när du har den röda tråden måste du avisolera ändarna.

På kopplingsplanen markerade ledningar som slutar i en pil ska senare anslutas till den anslutning på kopplingspulten vars nummer står över pilen.

Det är bäst om du kan göra de långa, genomgående förbindelserna med ett enda stycke tråd.

1.7. Sammanbyggnad av kopplingspult och grundplatta

Sätt samman grundplattan och kopplingspulten så att tappar och hål passar i varandra. Kopplingsplanernas pilspetsar måste peka mot kopplingspultens anslutningar så att numren stämmer överens. Skruva samman kopplingspulten och grundplattan vid de yttre hålen.

1.8. Anslutning av batterierna

Varning

Lek aldrig med växelströmmen från väggkontakten! Det kan medföra olycksfall med dödlig utgång!

Av den anledningen används bara batterier som strömkälla för apparaterna i denna låda.

För apparaterna och kopplingarna behöver du två 4,5 V ficklampsbatterier. De måste dessutom kopplas samman. Placera som i fig 13 en anslutningsklämma (1133) över vardera av de fyra batteripolerna. Förbind det första batteriets långa polbleck (minuspol) med det andra batteriets korta polbleck (pluspol) med en isolerad tråd som du fäster med spiralfjädrar. Placera sedan batterierna på grundplattan så att den fria pluspolen för att fästa dem trär du ett gummiband (1028) genom ett hål alldeles bredvid och hakar fast en hårnålsfjäder underifrån genom det (fig 14). Ställ batterierna åt sidan för ett ögonblick och fäst gummibandet på liknande sätt på andra sidan. Spänn sedan gummibandet och placera batterierna under det. Till sist ansluter du den fria plus- och den fria minuspolen så som kopplingsplanen visar.

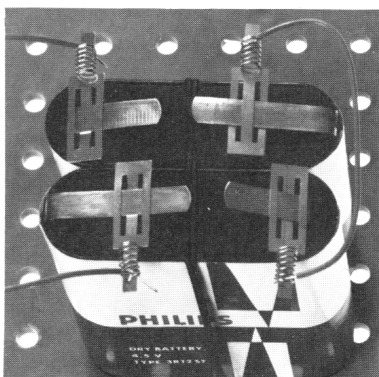


bild 13

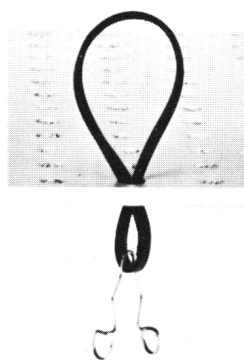


bild 14a

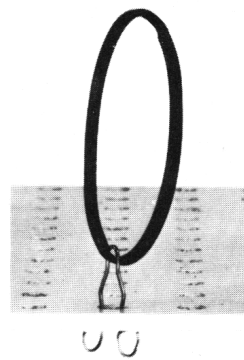
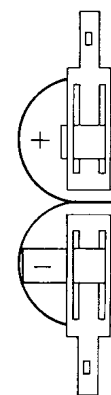
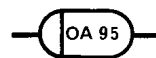


bild 14b



1. 9. Sista kontrollen

När du nu har gjort allt som står i den allmänna bygghandledningen och i apparatbygghandledningen så är apparaten klar. Undersök emellertid först än en gång för att se att du inte har missat något och kopplat något fel!

Är komponenterna monterade på rätt plats?

Ingenting glömt?

Rör trådar vid varandra som inte får göra det?

Är alla elektrolytkondensatorerna rätt monterade och deras positiva ändar (skåra i höljet) anslutna enligt anvisningarna?

Är transistorerna och dioden rätt inbyggda och anslutna?

Är batteripolerna rätt kopplade?

Sedan kan du slå på apparaten.

1. 10. Felsökning

Om apparaten inte genast fungerar så slå omedelbart ifrån!

Kontrollera noggrant steg för steg!

Troligen har du glömt någon ledning, eller glömt att montera in någon komponent eller inte anslutit den rätt.

Undersök ledningarna. Jämför dem med kopplingsplanen eller byggplanen.

Se efter att du inte har glömt någon förbindelse eller komponent.

Kontrollera att ledningstrådarna har god kontakt i klämmorna och ingens stans berör varandra.

Se efter att transistorerna är rätt anslutna och har kontakt.

Undersök om dioden är vänd åt rätt håll.

Undersök om elektrolytkondensatorerna är inkopplade i föreskriven riktning, dvs med skåran åt det håll som är markerat på kopplingsplanen.

Är motstånden som svarar mot kodtabellens färgnyckel monterade på rätt ställe?

Är lampan ordentligt iskruvad?

Skruva ur lampan och undersök direkt mot batteripolerna om den lyser.

Kontrollera om batterierna kanske är slut.

Har du anslutit plus- och minusledningarna rätt?

1. 11. Nedmontering

Slå av apparaten och plocka loss batterianslutningarna.

Montera isär grundplattan och kopplingspulten.

Resten av nedmonteringen får du själv ta hand om. Den måste emellertid göras med omsorg. Undvik onödiga tillstukningar av komponenternas kopplingsändar. Komponenterna ska sorteras och läggas i rätt fack i experimentlådan så att du sedan genast kan hitta dem igen. Släng inga trådar!

De kan användas igen när du ska bygga nästa apparat.

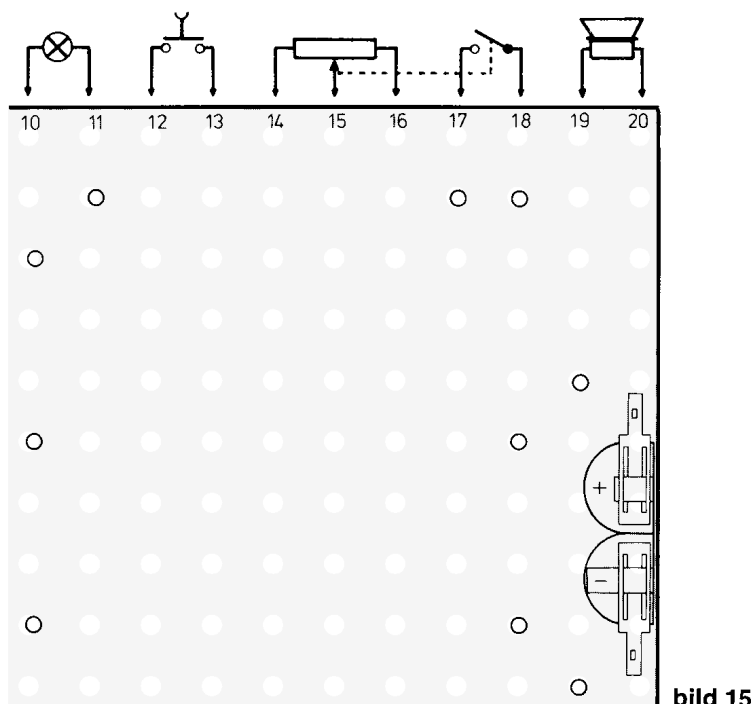
2. Elektronikens Grunder

Begreppet elektronik har i våra dagar blivit ett fast begrepp i våra liv. Trots det är det säkert många som inte vet vilka teorier som ligger bakom den teknologi som har möjliggjort fungerande elektronisk apparatur. Det är lätt för oss att sköta och använda grammofoner, bärbara radioapparater, stereoanläggningar och TV-apparater, men få människor tänker tänker närmre på det tekniska »innanmätet».

Philips Elektronikexperimentlåda ska hjälpa dig att tränga in i elektronikens hemligheter, så att du kan förstå mer av denna storartade teknologi. En grundförutsättning för detta är emellertid att utforska strömmens allmänna verkningar och lära sig något om hur den fungerar i enklare och mera komplicerade kopplingar.

2. 1. Strömkretsen

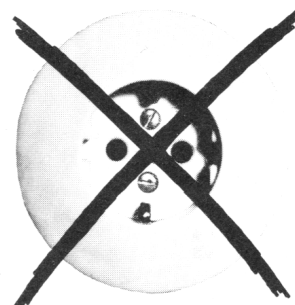
För de följande kopplingarna sätter du fjäderklämmor i de av den med kopplingspulten hopmonterade grundplattans hål som är markerade i fig 15. För att det inte ska bli nödvändigt med fullständiga nyuppbyggningar vid varje ny koppling sätter vi redan från början in flera klämmor än som kan verka nödvändigt.



Därefter behöver du en »strömleverantör», eller som man säger, en **strömkälla**. Som sådan tjänar två 4,5 Volts-batterier, som används vid **alla** kopplingar.

En mycket viktig sak att komma ihåg:

Använd alltid bara de föreskrivna 4,5 V ficklampsbatterierna vid alla kopplingar med denna Philips experimentlåda. **Under inga som helst förhållanden** får du ta ström från en **väggkontakt**.
Det är livsfarligt!



Koppling 1

Ficklampsbatterier är alla försedda med ett kort och ett långt metallbleck från vilka strömmen tas. De kallas **poler**. Koppla ihop batterierna som i fig 13. Fäst sedan en ledning vid **pluspolen**, det är det korta, fria metallblecket, ock drag den över de i byggplanen (fig 17) markerade klämmorna till anslutning 11 på kopplingspulten. Därifrån går en förbindelse till glödlampan. Från anslutning 10 – den andra förbindelsen med glödlampan – drar du en ledning över klämmorna tillbaka till det andra batteriets **minuspol** (det långa metallblecket).

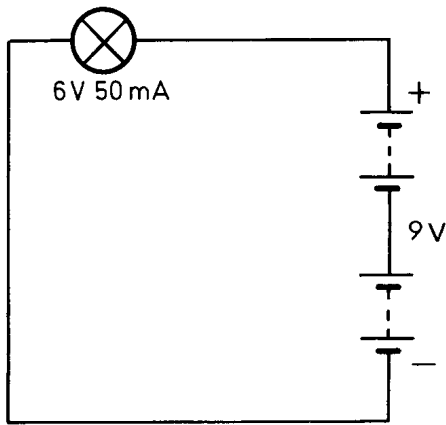


bild 17

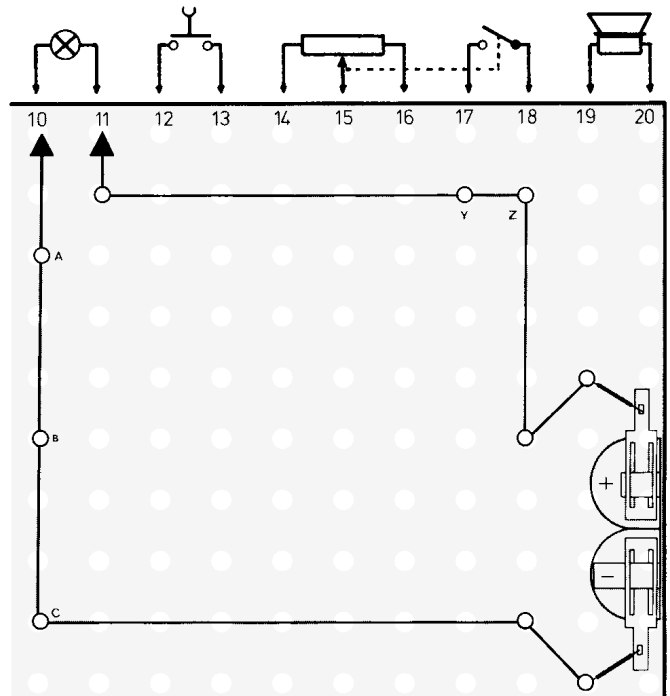
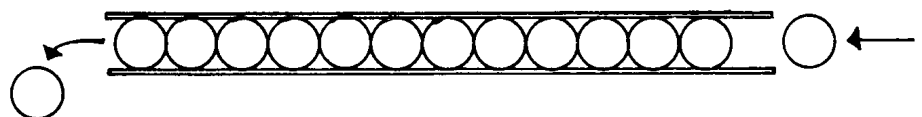
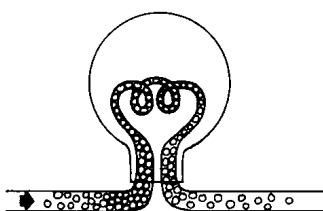


bild 16

Om du nu har gjort rätt så lyser glödlampan, annars måste du undersöka allting noga en gång till.

Du vet säkert redan om att en glödlampa lyser när den förbinds med ett batteris poler, men har du någonsin tänkt efter hur det kommer sig? För att förstå vad som händer måste du veta att den elektriska strömmen inte är något ogripbart, utan består av oändligt små delar. Dessa delar kallas **elektroner**. Dessa elektroner finns i batterierna och i ledningarna. Vid den sida av ett batteri där det långa metallblecket sitter finns det speciellt många elektroner. Detta långa metallbleck kallas minuspol.

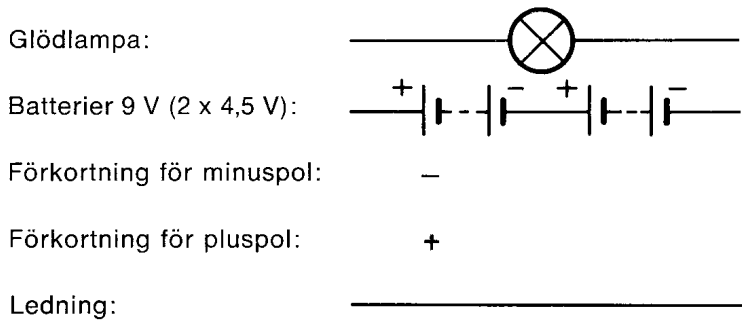
När en ledning går från batteriets minuspol över lampan till polen med det korta metallblecket – pluspolen – så tränger de överflödiga elektronerna vid minuspolen in i ledningstråden och skjuter de elektroner som finns där framför sig. På så sätt rör sig alla elektronerna samtidigt och med samma hastighet. I andra änden av ledningen pressas elektronerna åter tillbaka in i batteriet över pluspolen.



De elektroner som därvid pressas genom lampans glödtråd får denna att lysa. Eftersom elektronerna hela tiden rör sig i en krets från minuspolen till pluspolen talar man om en **strömkrets**.

Lossa nu ledningstråden någonstans. Glödlampan slocknar. Elektronernas vandring bryts, eftersom det inte längre finns någon sluten strömkrets.

För att man inte ska behöva göra i ordning en stor ritning till varje apparat, som ju genom sina komplicerade kopplingar brukar bli lite svåröverskådlig, har teknikerna hittat på förkortningar för att kunna göra sig bättre förstådda. Dessa förkortningar kallas **schemasymboler**. De i den första kopplingen använda delarna har följande symboler:



En ritning där det förekommer schemasymboler kallas ett **kopplingschema**. Alla ledningar är ritade så att de går i räta vinklar. Den första kopplingens kopplingschema ser du i fig 16. Till varje byggplan finns det alltid ett kopplingschema.

I föregående koppling kunde strömmen av elektroner från minuspolen (-) till pluspolen (+) – dvs strömkretsen – bara brytas om en ledning lossades någonstans. Detta avbrott ska vi nu bygga in på ett bestämt ställe.

Koppling 2

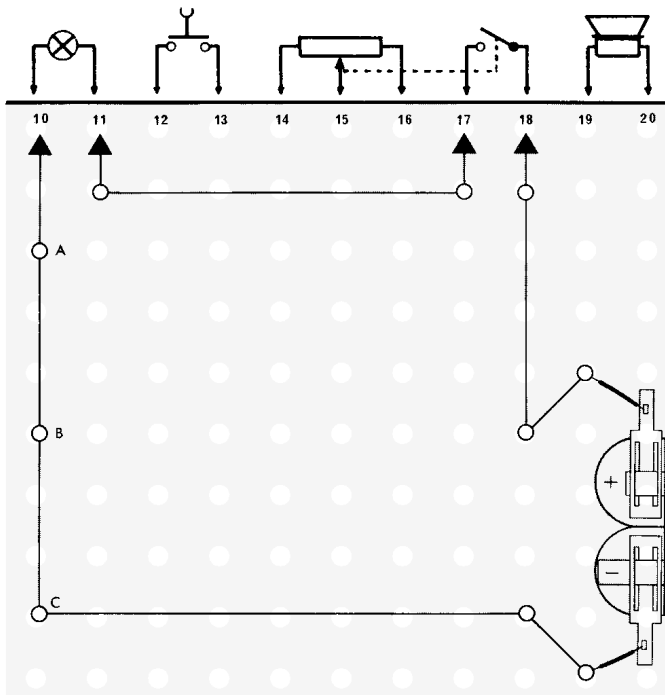


bild 18

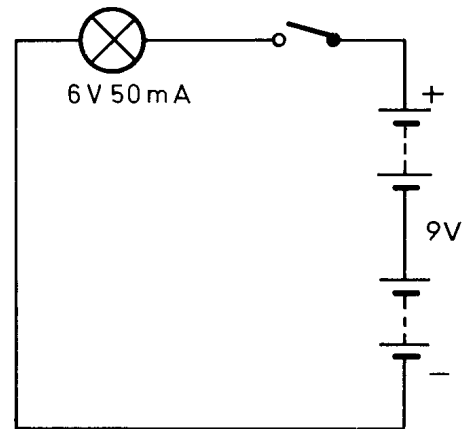
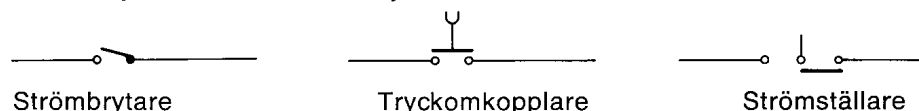


bild 19

För att göra detta bryter du förbindelsen mellan klämmorna Y och Z och drar ledningar från dem till anslutningarna 17 och 18 på kopplingspulten. Dessa anslutningar går till potentiometern. När du vrider potentiometer-ratten åt höger hörs en knäppning och glödlampan lyser upp (fig 18).

Det är av detta klart att elektronerna bara kan röra sig i ledningstråden. Om inte strömbrytaren är påslagen uppstår en »lucka» i strömkretsen, och denna lucka kan elektronerna inte ta sig över.

SchemasyMBOLERNA för olika brytare ser ut så här:



Schemat för koppling 2 hittar du i fig 19.

I kopplingsschemat ser du beteckningen 9 V mellan de båda yttersta batteripolerna. Vad innebär nu detta?

Som du redan har lärt dig rör sig elektronerna i en krets från minuspolen till pluspolen. Denna rörelse kan emellertid inte försiggå om det inte finns något som driver elektronerna.

Denna drivkraft kommer från batterierna, som verkar som en pump och pumpar ut elektroner i ledningarna ända tills deras magasinerade kraft är uttömd. Detta beror på att det finns speciellt många elektroner vid minuspolen medan det bara finns få vid pluspolen. Skillnaden mellan antalet elektroner vid de två polerna kallas elektrisk **spänning**. Den mäts i **Volt**, förkortat **V**, efter italienaren Alessandro Volta.

Om det alltså i kopplingsschemat står 9 V mellan plus- och minuspolen så innebär det att mellan dem ligger en spänning på 9 Volt. Använder man ett batteri länge förlorar det förmågan att pumpa ut elektroner från minuspolen, genom ledningen och tillbaka till pluspolen. Spänningen mellan de båda polerna blir allt mindre, och till slut finns ingen spänning alls kvar. Man säger då att batteriet är tomt eller slut. Spänningen är 0 V.

Begreppet elektrisk spänning kan göras ännu tydligare genom en jämförelse med vatten.

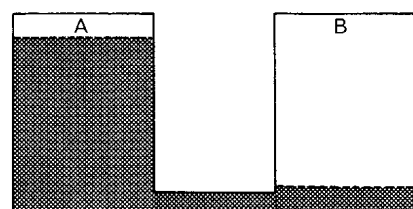
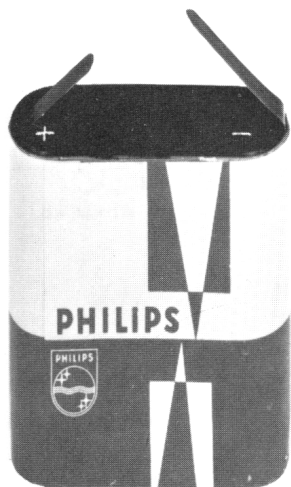


bild 20 a

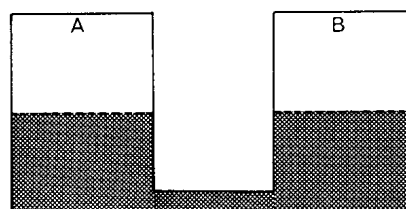


bild 20 b

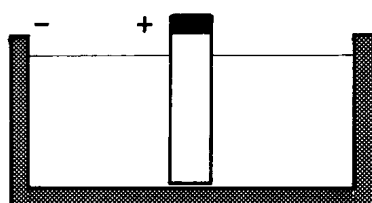


bild 21 a

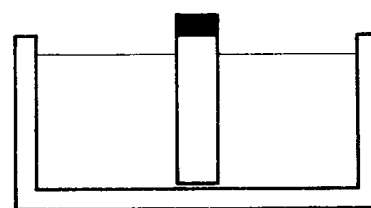


bild 21 b

Två vattenbehållare (A och B) förbinds med varandra som i fig 20 och behållare A fylls med vatten. I A finns nu ett »överskott» av vatten, som tränger igenom förbindelseröret och in i behållare B. Trycket som därvid verkar kan man likna vid elektrisk spänning, för elektronerna strömmar från minuspolen till pluspolen på samma sätt som vattnet strömmar från behållare A till behållare B. När båda behållarna innehåller lika mycket vatten är trycket utjämnat (= 0) och det rinner inte längre något vatten. När skillnaden i antalet elektroner vid batteripolerna på samma sätt har utjämnats finns det inte längre någon spänning mellan dem, och batteriet ger inte längre någon ström.

Spänningen i elektriska strömkretsar kan vara mycket olika. Inom elektroniken förekommer spänningar som är mycket större än 9 V, men också mycket mindre, t ex 1 Volt (1 V). Ett bildrör i en TV-apparat arbetar med spänningar på ungefär 15 000 V. När man har så höga spänningar använder man för 1 000 V skrivsättet 1 kV, där bokstaven k betyder kilo (ursprungligen 1 000 på grekiska) och alltså är en förkortning för 1 000 (1 000 V = 1 kV).

I stället för 15 000 V kan man kortare skriva 15 kV.

Vid mycket små spänningar betecknas en tusendels Volt som millivolt, förkortat mV. En milliondels Volt kallas en mikrovolt och förkortas μ V. μ är den grekiska bokstaven my, och uttalas i detta sammanhang som **mikro** (grekiska för liten).

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

Samtliga kopplingar i Philips experimentlådor drivs av en spänning på 9 V. Ingen apparat fungerar bättre om en högre spänning än 9 V läggs på den. I stället kan man på så sätt förstöra komponenter i apparaten.

Slå än en gång till strömbrytaren i koppling 2 och lägg märke till glödlampans ljusstyrka. Plocka nu bort det ena batteriet och anslut ledningarna till det andra batteriets poler. Slå på strömbrytaren igen.

Koppling 3

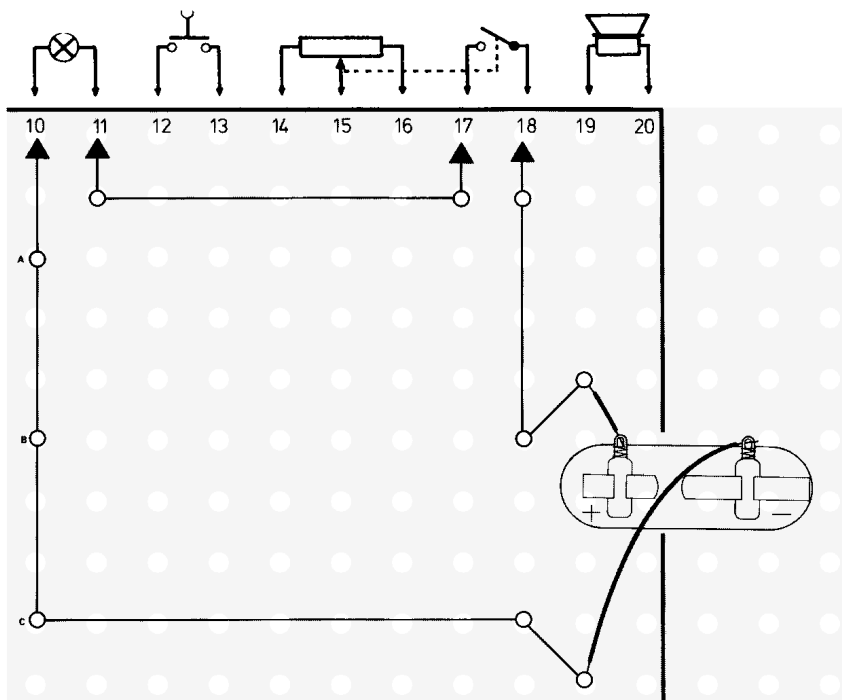


bild 22

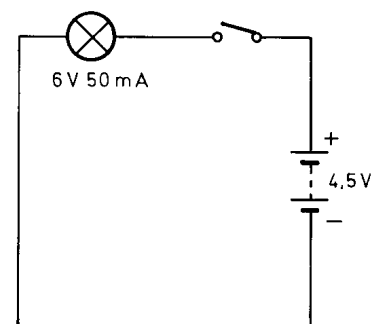


bild 23

Lampan lyser inte längre så klart, eftersom **ett** batteri bara ger en spänning på 4,5 V (fig 22, 23).

I koppling 2 var de båda batterierna hopkopplade så att det ena batteriets pluspol var förbunden med det andra batteriets minuspol. Därigenom fördubblades elektrontrycket, dvs spänningen, och lampan lyste klarare (4,5 V + 4,5 V = 9 V).

När batterier eller andra komponenter monteras in i en strömkrets på detta sätt säger man att de är **seriekopplade**.

Koppling 4

Nu kan du pröva ett annat sätt att koppla in batterierna i strömkretsen. Koppla ihop de båda batterierna plus- och minuspoler med varandra. Anslut nu ledningarna till det ena batteriets pluspol och det andra batteriets minuspol (fig 24, 25). Slå sedan på strömbrytaren (genom att vrida potentiometerratten åt höger) och lägg märke till glödlampans ljusstyrka. Lampan lyser nu inte klarare än om bara ett batteri hade varit inkopplat i strömkretsen. Denna slags koppling kallar man **parallellkoppling**.

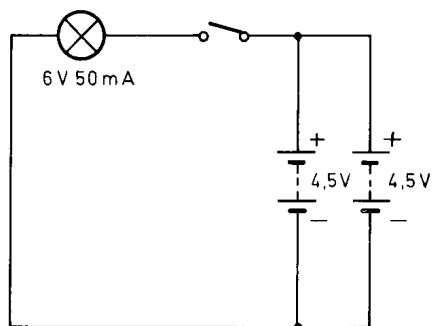


bild 24

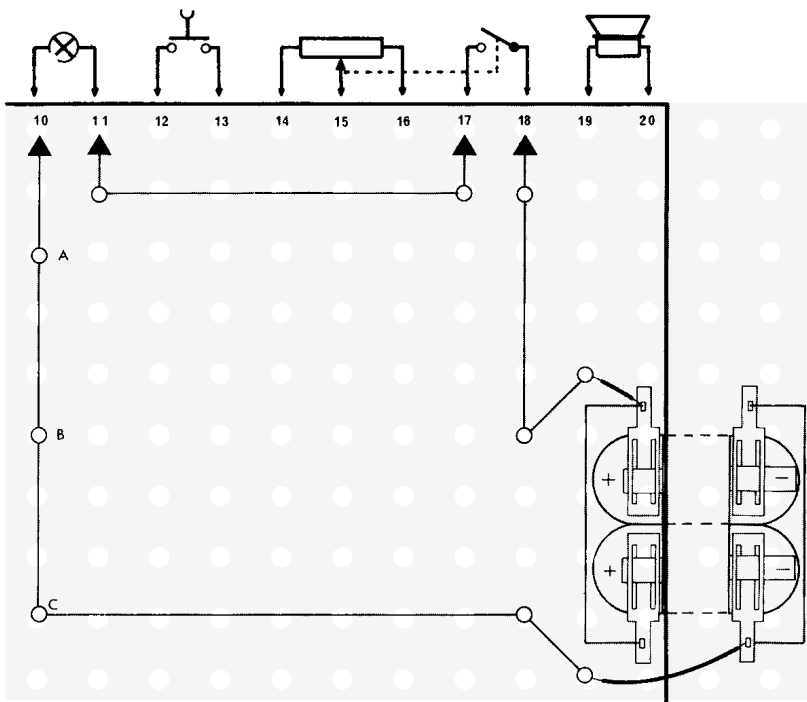


bild 25

I det här fallet ökar inte spänningen, alltså elektrontrycket. Däremot uppnår man att fler elektroner under samma tid kan gå igenom ledningarna. Med en parallellkoppling kan man koppla in fler glödlampor i strömkretsen utan att dessa förlorar i ljusstyrka.

Mängden elektroner som på en sekund rör sig genom en ledning kallas **strömstyrka**. För att ange strömstyrka använder man måttenheten **Ampère**, som förkortas **A** och har fått namn efter den franske fysikern André Maria Ampère.

Enheten 1 Ampère (1 A) betecknar ett ofattbart stort antal elektroner, nämligen mer än 6 trillioner, som på en sekund passerar ledningen. Denna strömstyrka föreligger när man t ex kopplar in en 200 W glödlampa i en krets med 200 V spänning (så småningom får du också lära dig mera om enheten Watt, förkortad W).

Så starka och starkare strömmar går i hushållsnätet, men inom elektroniken är man i allmänhet sparsammare med elektronerna. I elektroniska kopplingar går för det mesta strömmar som är tusendelar eller milliondelar mindre än en Ampère. För att på ett enkelt sätt kunna tala om dessa svaga strömstyrkor kallar man en tusendels Ampère för milliampère, som förkortas 1 mA. En milliondels Ampère kallar man en mikroampère, och den förkortas 1 μ A (jämför med μ V).

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

2.2. Ledare och isolatorer

Nu när du har lärt dig att ström i elektriska ledningar består av elektroner ska vi undersöka ledningsförmågan hos olika ämnen.

På byggplanen i fig 18 finns tre klämmor betecknade med A, B och C. Tag bort ledningstråden mellan klämmorna B och C. Håll sedan mellan dessa båda klämmor, efter vartannat

1. en nyckel, ett blyertsstift, en synål;
2. en bit tråd, ett gummiband, en träbit, ledningstråd som du **inte** har aviserat.

För varje föremål slår du på strömbrytaren och observerar glödlampan. När du använder föremålen under 1. lyser glödlampan när du slår på strömbrytaren. Dessa föremål består av metall (nyckel, synål) eller kol (blyertsstift) och leder elektrisk ström. De kallas därför **ledare**. Andra ämnen, som sytråd, gummi, trä eller trådisolering, leder inte ström och kallas därför **icke-ledare** eller **isolatorer**. I ledare kan elektronerna röra sig. Isolatorer, däremot, förhindrar elektronernas rörelse. Detta hänger samman med atomerna, byggstenarna för alla ämnen. Allting på jorden och i universum är uppbyggt av **atomer**. Man kan visserligen inte se atomer men vetenskapen har utvecklat en modell för dem. Olika grundämnen skiljer sig åt genom atomkärnans sammansättning och de till kärnan hörande elektronerna.

Den enklaste atomen är väteatomen (fig 26). Den består av en **proton** som kärna och en elektron som kretsar runt kärnan i en bana, på nästan samma sätt som månen kretsar runt jorden. En sådan elektronbana kallar man ett skal. Protonens elektriska laddning är positiv, medan elektronens laddning är negativ.

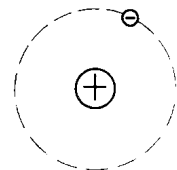


bild 26

När en atom har fler än två elektroner rör de sig inte alla i samma bana (skal) runt kärnan, utan i två eller flera. En kopparatom (fig 27) har t ex 29 elektroner som kretsar runt kärnan. Dessa elektroner är fördelade på fyra skal så att det yttre skalet bara har en elektron.

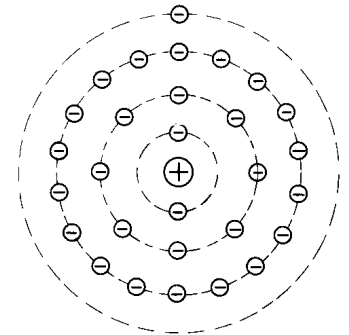


bild 27

Den ensamma elektronen i det yttre skalet kan under bestämda förutsättningar lösgöra sig från atomen och bege sig ut på »vandring» från atom till atom. Dessa små vandrare kallas fria elektroner. Eftersom en liten bit koppartråd består av miljarderna atomer finns där också miljarderna fria elektroner. De fria elektronernas vandring är mycket oordnad. De kan röra sig genom koppartråden först när en spänning läggs på den. Elektronerna som kommer från strömkällan föser de fria elektronerna framför sig genom tråden och rör sig samtidigt själva genom tråden. Elektrisk ström består alltså av sådana elektroner som rör sig i ett kretslopp från en strömkällas minuspol till dess pluspol.

Detta fenomen förekommer bara hos metaller och kol. Därför leder också bara metaller och kol ström. Alla andra ämnen leder inte ström. De sätter upp ett närmast oöverkomligt motstånd mot strömmen. Det går ingen ström genom dem när man ansluter dem till en strömkälla. Medan isolatorernas motstånd är så högt att ingen ström alls kan gå genom dem, råkar också elektronerna i ledande ämnen ut för ett visst motstånd som

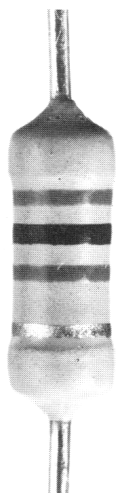


bild 28

beror på friktionen som uppstår vid elektronvandringen. Detta kallas för **elektriskt motstånd** eller **resistans**. Men inte bara elektriska ledningar har ett motstånd. I elektroniska kopplingar är det ofta nödvändigt att hämma elektronflödet på konstlad väg. Därför har man utvecklat komponenter av bestämda ämnen, vilka allmänt kallas **motstånd**.

2. 3. Motståndet

I denna experiementlåda används kolmotstånd. Ett sådant består av ett litet keramiskt rör, över vilket man har lagt ett tunnt kollager. Ett sådant kolskikt har mycket större resistans än en koppartråd. Tjockleken på kolskiktet, dess längd och kolpartiklarnas finhetsgrad avgör resistansens storlek.

Fig 28 visar ett sådant motstånd. För att undersöka hur dessa komponenter fungerar så letar du reda på ett motstånd med färgringarna gul – lila – svart – guld (eller silver). Du kan använda den senaste kopplingen. För att ha något att jämföra med förbinder du först klämmorna B och C med en tråd igen, slår på strömbrytaren och noterar glödlampans ljusstyrka. Tag sedan bort tråden mellan B och C och sätt i stället in motståndet med de angivna färgringarna (fig 30). Slå sedan på strömmen.

Koppling 6

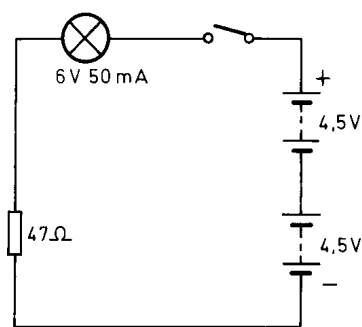


bild 29

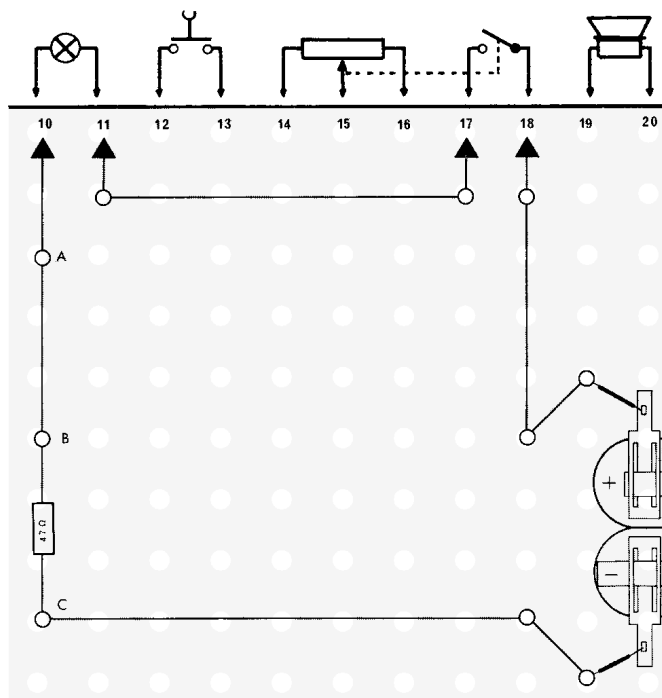


bild 30

Du märker att lampan inte längre lyser så klart. Av detta förstår du att en svagare ström kommer fram till lampan när motståndet är inkopplat i strömkretsen.

Motståndet verkar som en trång passage i ledningen, genom vilken elektronerna har svårt att ta sig. Av den anledningen kommer ett färre antal elektroner fram till lampan på en bestämd tid. Strömstyrkan är alltså mindre.

Schemasymbolen för ett motstånd är: 

I fig 29 ser du kopplingsschemat för en strömkrets med motstånd. Du har nu undersökt **ett** motstånd; det finns många olika, som hindrar elektronernas vandring olika mycket.

Den tyske vetenskapsmannen Georg Simon Ohm har närmre undersökt och mätt motståndet i den elektriska strömkretsen. Därför anger man ett motstånd värde (resistans) i **Ohm** och använder tecknet Ω (uttalas Ohm). Det är den grekiska bokstaven omega.

Stora motstånd anges i kiloohm (tusen Ohm), förkortat $k\Omega$, eller megaohm (million Ohm), förkortat $M\Omega$.

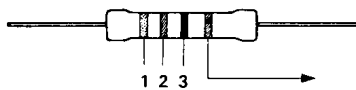
$1\ k\Omega = 1\ 000\ \Omega$
$1\ M\Omega = 1\ 000\ k\Omega = 1\ 000\ 000\ \Omega$

Då det är svårt att trycka siffror på små komponenter använder man färgringar ur vilka man kan utläsa ett motstånds resistans. Varje färg motsvarar ett bestämt tal, och dessutom måste man tänka på var, räknat från vänster till höger, färgeringen är placerad (guld- eller silverringen måste alltid ligga till höger).

Den första färgeringen motsvarar den första siffran i ett tal, den andra färgeringen den andra siffran i ett tal. Den tredje färgeringen talar om hur många nollor som ska placeras efter de två första siffrorna.

I den följande tabellen kan du avläsa talvärden för de enskilda färgerna.

Färgkod för motstånd



Tolerans guld 5 %
silver 10 %

Färg	första färgeringen	andra färgeringen	tredje färgeringen
svart	0	0	—
brun	1	1	0
röd	2	2	00
orange	3	3	000
gul	4	4	0 000
grön	5	5	00 000
blå	6	6	000 000
lila	7	7	
grå	8	8	
vit	9	9	

Den av färgringarna angivna resistansen kan emellertid variera något i precision. Den möjliga avvikelser från det angivna värdet — det man kallar **tolerans** — markeras av guld- och silverringarna. En guldring visar att ett motstånd har en tolerans om $\pm 5\%$, och en silverring att det har en tolerans på $\pm 10\%$.

Du kan nu själv avläsa värdet på det motstånd du använde i kopplingen. Lägg motståndet framför dig så att guldringen (eller silverringen) är till höger. Från vänster till höger ser du i ordning färgringarna gul — lila — svart — (guld eller silver).

Du kan nu avläsa: Första färgeringen: gul = 4
 Andra färgeringen: lila = 7
 Tredje färgeringen: svart = ingen nolla
 Resultat: 47 Ohm

Guldringen — $\pm 5\%$ tolerans — betyder att detta motstånds värde kan variera mellan $44,65\ \Omega$ och $49,35\ \Omega$.

För att undersöka ytterligare ett motstånd ska du nu leta reda på ett som har färgringarna röd – röd – röd – (guld eller silver). Kan du kanske redan själv bestämma värdet? Guld- eller silverringen ska nu som alltid ligga åt höger!

$$\begin{array}{rcl} \text{Första färgringen: röd} & = & 2 \\ \text{Andra färgringen: röd} & = & 2 \\ \text{Tredje färgringen: röd} & = & 00 \text{ (2 nollor)} \\ \hline \text{Resultat:} & & 2200 \text{ Ohm} \end{array}$$

Detta värde på resistansen kan också skrivas som 2,2 kΩ. I kopplings-schemata finner man också beteckningen 2k2. (Ytterligare skrivsätt hittar du i kodtabellen i slutet av den här boken.)

Om du kopplar in detta motstånd i kretsen och slår på strömbrytaren, hämmas elektronerna så kraftigt i sin rörelse att inte längre tillräckligt många av dem når fram till lampan för att få den att lysa. Om du kopplar förbi motståndet med en bit ledningstråd som du håller mot klämmorna B och C så lyser lampan klart. Elektronerna tar den lätta vägen genom ledningen förbi motståndet.

Av detta kan vi dra slutsatsen att vid en och samma spänning beror strömstyrkan på resistansen hos motståndet.

$$\begin{array}{l} \text{liten resistans} = \text{stark ström} \\ \text{stor resistans} = \text{svag ström} \end{array}$$

När du undersökte serie- och parallellkopplade batterier fann du att glödlampans ljusstyrka avtog när spänningen minskade.

Eftersom glödlampan lyser svagare också när du kopplar in ett motstånd måste det vara så att motståndet på samma sätt orsakar en spänningsminskning.

Denna spänningsminskning uppträder vid varje motstånd, men den varierar beroende på resistans och strömstyrka. Man kallar den spänningsminskning som ett motstånd ger upphov till för **spänningsfall**. På så sätt kan man i elektroniska kopplingar med hjälp av olika motstånd få vilken godtycklig lägre spänning som helst ur t ex en 9 V batterikombination.

Allmänt gäller:

$$\begin{array}{l} \text{Liten resistans} = \text{litet spänningsfall} = \text{stor strömstyrka, och} \\ \text{stor resistans} = \text{stort spänningsfall} = \text{liten strömstyrka.} \end{array}$$

Detta samband mellan spänning, strömstyrka och resistans är fastställt i **Ohms lag**. Det finns följande samband mellan de tre storheterna:

1. Strömstyrkan blir större när spänningen ökar eller resistansen minskar.
2. Strömstyrkan blir mindre när spänningen minskar eller resistansen ökar.

Av detta får vi följande formel för sambandet:

$$\text{strömstyrka} = \frac{\text{spänning}}{\text{resistans}}$$

Denna formel är lite omständlig för praktiskt bruk, därför använder man förkortningar och skriver

$$\begin{array}{l} \text{strömstyrka} = I \\ \text{spänning} = U \\ \text{resistans} = R \end{array}$$

Med dessa förkortningar får Ohms lag följande utseende:

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

Ur denna formel får vi också ett uttryck för den pålagda spänningen.

$$U = I \cdot R$$

Vill vi ha resistansen uttryckt i strömstyrka och spänning får vi denna formel:

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

När man använder Ohms lag ska man lägga märke till att U (spänningen) mäts i Volt, I (strömstyrkan) i Ampère och R (resistansen) i Ohm. Om man har värdena på de olika storheterna i olika enheter – t ex Volt och kilo-ohm – måste man räkna om dem.

Denna tabell visar än en gång de enheter som förekommer för spänning, strömstyrka och resistans:

Spänning:	1 V = 1 000 mV	1 mV = 0,001 V
Strömstyrka:	1 A = 1 000 mA	1 mA = 0,001 A
Resistans:	1 Ω = 0,001 kΩ	1 kΩ = 1 000 Ω
		1 MΩ = 1 000 kΩ

Här är två exempel på hur man använder Ohms lag:

1. Strömstyrkan ska bestämmas när vi har en spänning på 9 V och ett motstånd på 47 Ω är inkopplat i strömkretsen.

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

2. Hur stor resistans ska ett motstånd ha för att det ska gå en ström på 0,5 Ampère genom en krets kopplad till ett batteri på 4,5 V?

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

Motståndet ska vara på 9 Ω.

Tag nu 47 – Ω-motståndet mellan tummen och pekfingeret och håll de båda anslutningsändarna ett ögonblick direkt mot batteripolerna. Du kommer att märka att motståndet blir mycket varmt.

När det går ström genom motstånd av den här typen utvecklas alltid värme. Värmen uppkommer på grund av friktionen mellan elektronerna i ledaren. Därför talar man om **effektmotstånd**.

Alla elektriska apparater kan i vid bemärkelse betraktas som motstånd. Värmen i kokplattor, strykjärn, etc, kommer från motståndsverkan i värmeledning inuti dem.

Här utför strömmen arbete. Det under en viss tid uträttade arbetet kallas den elektriska strömmens **effekt** och mäts i **Watt**, efter engelsmannen James Watt.

Effekten betecknas med bokstaven P. Den är också en funktion av spänningen U (i Volt) och strömstyrkan I (i Ampère), enligt följande formel:

$$P = U \cdot I$$

Ju större strömstyrka och spänning, desto större effekt.

I elektroniska kopplingar bör man försöka undvika att motstånd, som i föregående försök, blir så uppvärmt att man kan känna det. För det första kan komponenter förstöras av alltför stark uppvärmning, för det andra belastas spänningskällan (batteriet) onödigt mycket. I de föregående kopplingarna har du lärt dig hur ett motstånd fungerar i en strömkrets. I elektroniska kopplingar sätter man emellertid in en mängd motstånd med olika resistans för att förse de olika komponenterna med rätt spänning.

Koppling 7

De följande kopplingarna kommer att visa dig vilka verkningar man kan uppnå genom att sätta in flera motstånd. För detta kan du fortfarande använda uppbyggnaden från de föregående kopplingarna.

Mellan klämmorna A och B sätter du motståndet på $220\ \Omega$ och mellan B och C motståndet på $47\ \Omega$ (fig 31, 32). Vrid strömbrytaren och ge akt på glödlampan. Den glimmar bara svagt. Om du emellertid kopplar förbi ett motstånd med en bit ledningstråd så lyser den klarare.

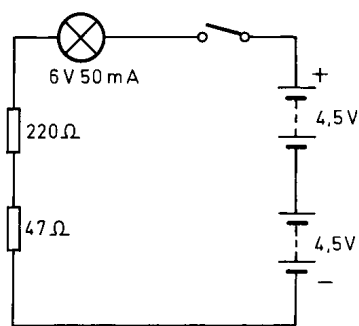


bild 31

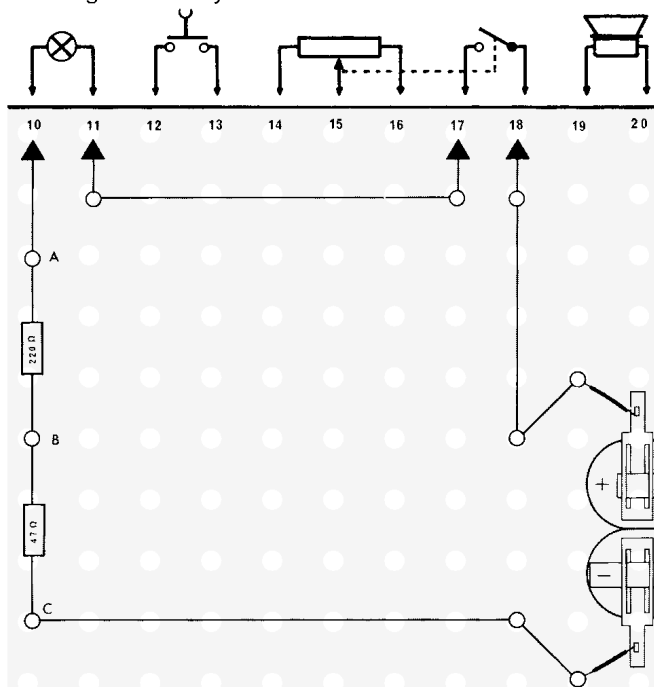


bild 32

Om två motstånd kopplas in i en strömkrets efter varandra så fungerar de som **ett större** motstånd, eftersom elektronerna på sin väg från minus till pluspolen först måste passera motståndet på $47\ \Omega$ och dessutom motståndet på $220\ \Omega$. Båda motstånden hämmar elektronerna, och på så sätt adderas motståndsverkan.

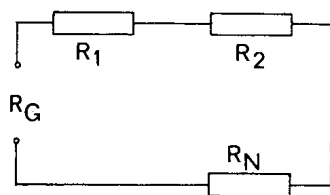
Det **sammanlagda motståndet** (förkortat R_G) kan beräknas på följande sätt:

$$R_G = R_1 + R_2$$

För de i försöket använda motstånden gäller sålunda:

$$R_G = 220\ \Omega + 47\ \Omega$$

$$R_G = 267\ \Omega$$



Naturligtvis kan man på detta sätt beräkna det sammanlagda motståndet hos flera efter varandra kopplade motstånd. Då gäller:

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

När två eller flera motstånd är kopplade efter varandra i en krets säger man att de är **seriekopplade**. Man säger om alla slags komponenter att de är seriekopplade om de på detta sätt är inkopplade efter varandra i en strömkrets. Du har redan träffat på uttrycket när vi talade om att batterierna var seriekopplade.

Tag nu loss $47\ \Omega$ -motståndet och koppla in det **jämte** det på $220\ \Omega$, genom att sätta in också det mellan klämmorna A och B. Koppla åter en ledning mellan B och C (fig 33, 34).

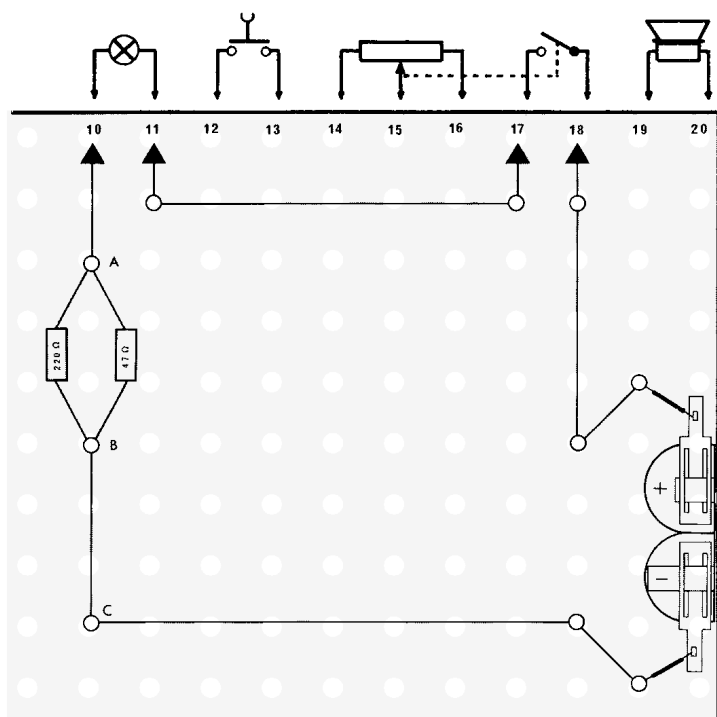


bild 33

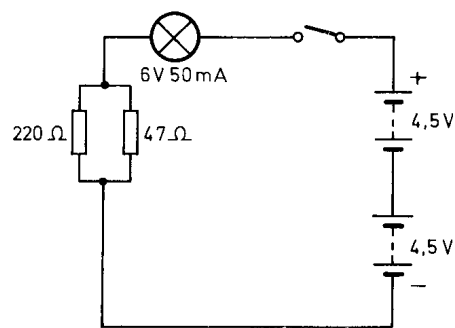


bild 34

När du slår på strömmen kan du se att lampan nu lyser lika klart som om bara motståndet på $47\ \Omega$ hade varit inkopplat. De flesta elektronerna tar den lättaste vägen och går därför genom $47\ \Omega$ -motståndet. När två komponenter på detta sätt är inkopplade jämte varandra i en strömkrets kallar vi det **parallellkoppling** (jämför med parallellkoppling av batterier). Vid den parallellkoppling vi har här skulle man kunna tro att alla elektronerna väljer vägen genom motståndet med den minsta resistansen.

Att så emellertid inte är fallet kan du lätt fastslå. Lossa $220\ \Omega$ -motståndet vid klämma B. Slå på strömmen och lägg märke till lampans ljusstyrka. Håll sedan $220\ \Omega$ -motståndets anslutningsända ett ögonblick mot klämma B. Gör om det flera gånger och lägg märke till glödlampan.

Varje gång du rör vid klämma B med $220\ \Omega$ -motståndets fria ända lyser glödlampan lite klarare. Alla elektronerna tar nämligen inte den lätta vägen genom $47\ \Omega$ -motståndet, utan några »kämpar» sig dessutom genom det större motståndet. Vid parallellkoppling av motstånd är dessutom det sammanlagda motståndet alltid mindre än det minsta enskilda motståndet – i detta fall $47\ \Omega$ -motståndet.

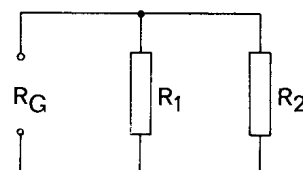
Beräkningen av det sammanlagda motståndet sker enligt denna formel:

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

För denna koppling gäller:

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

Medan det minsta motståndet i parallellkopplingen är på $47\ \Omega$ är det sammanlagda motståndet på bara $39\ \Omega$.



Som komponenter i en elektronisk koppling har motstånd en viktig uppgift att fylla:

Genom att använda två seriekopplade batterier är driftspänningen för alla kopplingar i Philips experimentlådor bestämd till 9 V. Då inte alla komponenter klarar av denna spänning, kan man sänka spänningen genom att man kopplar in ett motstånd före komponenten i fråga. På så sätt förhindrar man att komponenten (t ex en transistor) förstörs. Ett sådant motstånd kallas **förkopplingsmotstånd**.

Koppling 9

En annan viktig uppgift som motstånd har kommer du att lära känna i följande koppling. (Om möjligt bör du i den använda färska – fulladdade – batterier.) Bygg upp en strömkrets i vilken du har kopplat motstånden på $220\ \Omega$ och $47\ \Omega$ i serie mellan klämmorna A–B och B–C. Från klämma A drar du en ledning till klämma E och från klämma C en till klämma G. Glödlampans anslutningar 10 och 11 på kopplingspulten förbinds med klämmorna B och F (fig 36). Förbind sedan klämmorna E och F med en bit ledningstråd, slå på strömmen och ge akt på glödlampan.

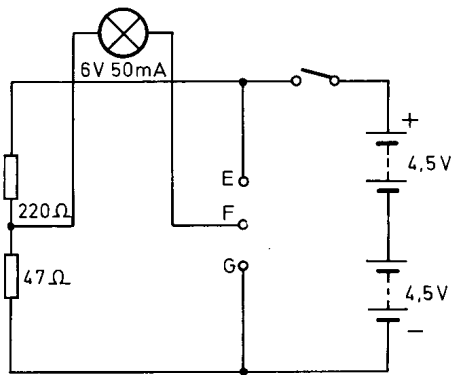


bild 35

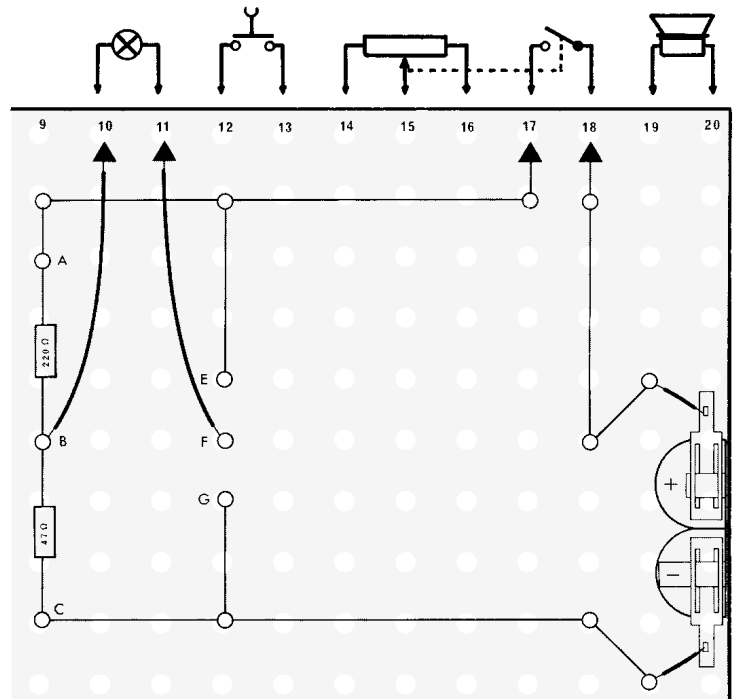


bild 36

Lossa nu förbindelsen mellan E och F och förbind i stället F och G. vrid strömbrytaren och ge akt på glödlampan. (Du måste nu se efter mycket noga och eventuellt mörklägga rummet något.) I det första fallet lyser lampan klart. Genom att förbinda E och F kopplas lampan i serie med motståndet R_2 ($47\ \Omega$) och samtidigt parallellt med R_1 ($220\ \Omega$). I det andra fallet lyser lampan ytterst svagt, för genom förbindelsen mellan F och G är den seriekopplad med motståndet R_1 och parallellkopplad med R_2 . Med hjälp av Ohms lag kan vi förklara vad som händer.

Formel $I = \frac{U}{R}$ ger strömmen genom motstånden. Batterispänningen är

9 V och det sammanlagda motståndet $220 + 47 = 267\ \Omega$.

Alltså är:

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

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

För R_1 : $U_1 = 220 \cdot 0,0337 = 7,42 \text{ V}$
 $U_1 \approx 7,5 \text{ V}$

För R_2 : $U_2 = 47 \cdot 0,0337 = 1,58 \text{ V}$
 $U_2 \approx 1,5 \text{ V}$

I denna seriekoppling förhåller sig motstånden på 220Ω och 47Ω till varandra ungefär som 5 : 1. Beräkningarna genom Ohms lag ger att också delspänningarna över motstånden förhåller sig som 5 : 1 ungefär, nämligen $7,5 \text{ V} : 1,5 \text{ V}$.

Glödlampan får alltså i serie med motståndet R_2 (47Ω) en spänning på $7,5 \text{ V}$, eftersom spänningsfallet över R_2 bara blir $1,5 \text{ V}$ ($9 \text{ V} - 1,5 \text{ V} = 7,5 \text{ V}$). Därför lyser lampan klart. I serie med motståndet R_1 (220Ω) får den emellertid bara en spänning på $1,5 \text{ V}$, eftersom spänningsfallet över R_1 är $7,5 \text{ V}$ ($9 \text{ V} - 7,5 \text{ V} = 1,5 \text{ V}$). Därför lyser lampan bara svagt.

De beräknade värdena stämmer inte exakt eftersom glödlampan har ett eget motstånd och därför i parallellkoppling med R_1 eller R_2 förändrar det sammanlagda motståndet.

Spänningen över de enskilda motstånden i en seriekoppling förhåller sig alltså som de motsvarande resistanserna. En sådan anordning med två eller flera seriekopplade motstånd kallas en **spänningsdelare**. Den sätts in för att förse bestämda komponenter i kopplingen med olika höga spänningar.

Spänningsdelningen bestäms emellertid av de i delaren ingående motståndens resistanser – t ex 220Ω och 47Ω .

Genom att använda ett motstånd med variabel resistans kan också spänningsdelningen förändras godtyckligt. Ett sådant steglöst varierbart motstånd kallas **potentiometer** (fig 37). En potentiometer är konstruerad så att motståndet ligger i en ringformad kolbana. Om man lägger batterispänningen över anslutningarna 14 och 16 får vi hela resistansen på $10 \text{ k}\Omega$. Använder man anslutningarna 14 och 15 eller 15 och 16 får vi beroende på släpkontaktens ställning ut en högre eller lägre spänning (fig 38).

I potentiometerhöljet är dessutom en strömbrytare inbyggd.

Drag en ledning från batteriets pluspol till strömbrytaren (anslutningarna 17 och 18), anslutning 18, från anslutning 17 till 16 (potentiometerns ena

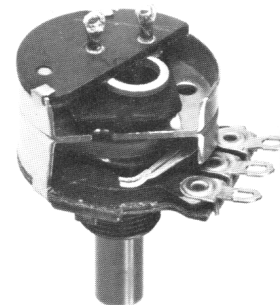


bild 37

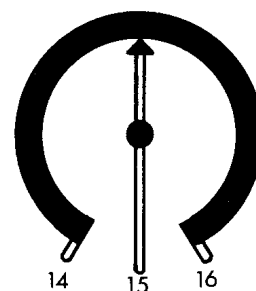


bild 38

Koppling 10

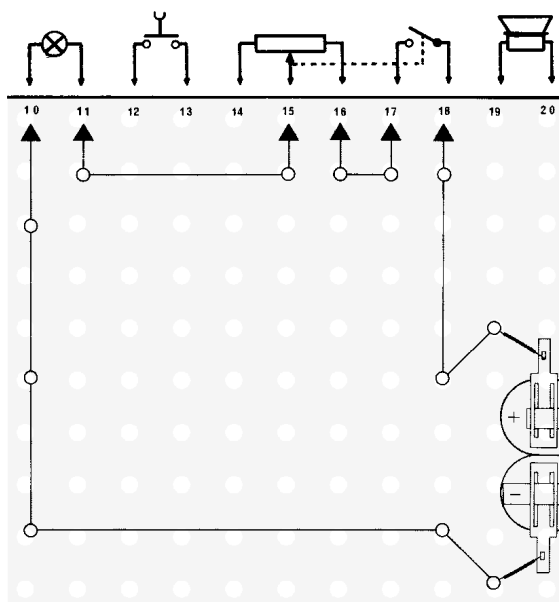


bild 39

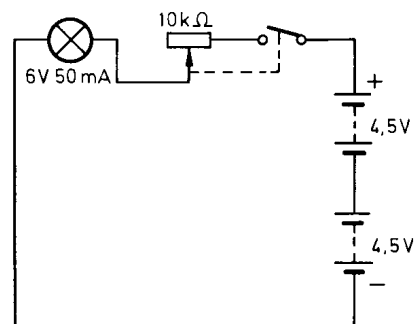
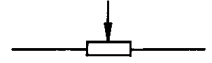


bild 40

anslutning). (Denna koppling kan också göras med trimpotentiometern från EE 2004.) Förbind sedan anslutning 15 (släpkontakten) med glödlampans anslutning 11. Från anslutning 10 drar du en ledning tillbaka till batteriets minuspol (fig 39, 40).

Schemasymbolen för en potentiometer ser ut så här:



Slå nu på strömmen och vrid ratten till potentiometerns släpkontakt långsamt vidare åt höger.

Glödlampen lyser först klart, men ju längre åt höger du vrider ratten desto svagare lyser lampan, eftersom resistansen blir allt större. Slutligen slocknar den helt eftersom motståndet blir så stort att spänningen inte längre räcker till för att få lampan att lysa. När du har vridit ratten helt åt höger är resistansen $10\,000\ \Omega$ ($10\ \text{k}\Omega$).

Om potentiometern ska verka som spänningsdelare lägger man batterispänningen över anslutningarna 14 och 16. Från släpkontakten 15 kan man sedan ta ut den önskade delspänningen (fig 41, 42).

Koppling 11

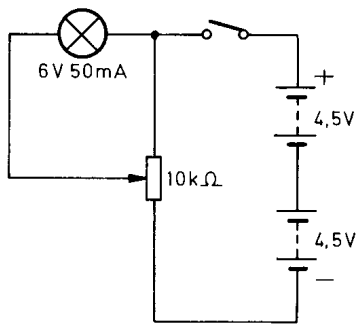


bild 41

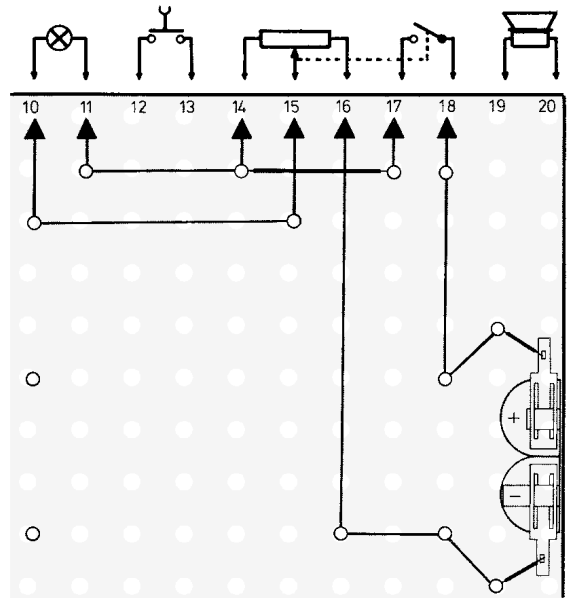


bild 42

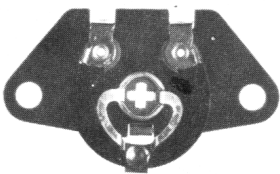


bild 43

På samma sätt arbetar en annan komponent, **trimpotentiometern** (fig 43). Skillnaden ligger bara i det att när man har en trimpotentiometer har man ställt in den önskade spänningsdelningen (man har trimmat den), och den kan inte längre ändras när man har byggt in trimpotentiometern. Trimpotentiometerns totala resistans i det här fallet är $47\,000\ \Omega$ ($47\ \text{k}\Omega$).

Koppling 12

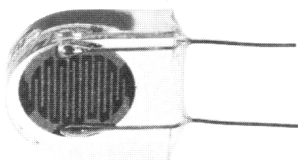


bild 44

Nu ska vi tala om ännu ett speciellt motstånd, som till sin konstruktion skiljer sig avsevärt från de föregående. Hur det fungerar ska du få se nu när vi ska använda **fotomotståndet** (fig 44). Det förkortas **LDR** (engelska: **L**ight **D**ependent **R**esistor).

Bygg upp en enkel strömkrets med bara en glödlampa. Bryt denna krets mellan klämmorna A och B och sätt i stället in fotomotståndet där. Låt sedan en ljusstråle – om möjligt från en ficklampa – falla på fotomotståndets räfflade sida. Så länge tillräckligt mycket ljus faller på fotomotståndet lyser glödlampen (fig 45, 46).

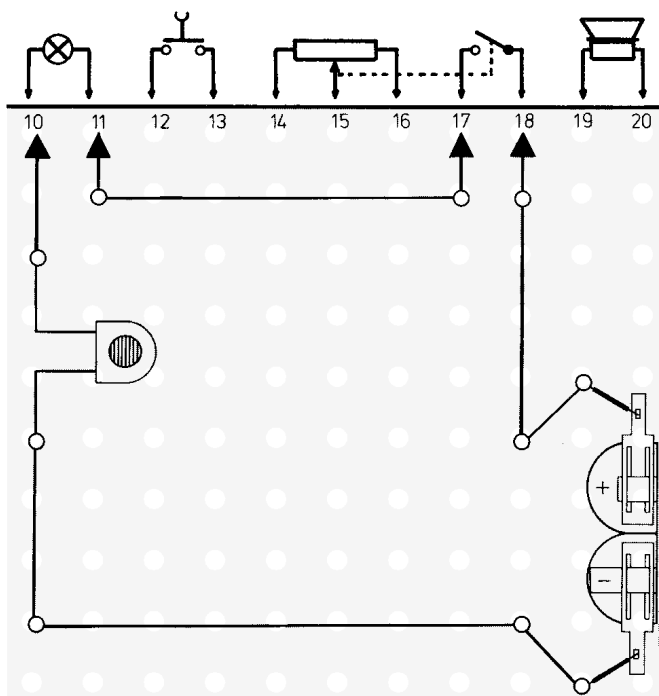


bild 45

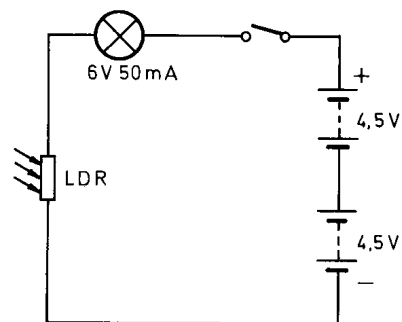



bild 46

Vid konstruktionen av ett fotomotstånd använder man ett ämne som i mörker har mycket hög resistans (ca 10 megaohm). När ljus faller på detta ämne (den räflade sidan) avtar resistansen, och vid mycket starkt ljus blir den så låg som ca 20 Ω .

SchemasyMBOL för fotomotstånd: 

Här är ytterligare två motstånd vilkas resistanser förändras på grund av yttre faktors inflytande:

1. Temperaturberoende motstånd (termistor), förkortat **NTC** (engelska: **N**egative **T**emperature **C**oefficient)
2. Spänningsberoende motstånd (varistor), förkortat **VDR** (engelska: **V**oltage **D**ependent **R**esistor)

Ett NTC har lägre resistans ju varmare det är, dvs spänningsfallet blir mindre. En termistor kan sättas in för att t ex styra basströmmen till en transistor, genom att transistorn värmer upp motståndet (se vidare i avdelningen om transistorer).

Ett VDR är en komponent vars resistans blir mindre vid en viss, bestämd spänning. Varistorer används för att åstadkomma en spänningsstabilisering.

I alla föregående kopplingar har du fått lära dig att elektrisk ström är en ständig vandring av elektroner från batteriets minuspol till dess pluspol. Sådan ström kallas **likström**.

2.4. Växelström

En annan form av elektronrörelse är möjlig, varvid elektronerna då rör sig fram och tillbaka i den anslutna ledningen. Sådan ström kallas **växelström**. Vi ska ge ett exempel som visar dig hur sådan ström är möjlig.

I fig 47 ligger några kulor i rad efter varandra. När den högra kulan sätts i rörelse och slår mot de andra stannar de genast, men den yttersta kulan till vänster lösgör sig i samma ögonblick ur raden och ger sig iväg ensam. När den sedan på sin sida studsar tillbaka mot kulraden sker samma sak i andra riktningen, och den yttersta kulan till höger lösgör sig från kulraden (fig 48).

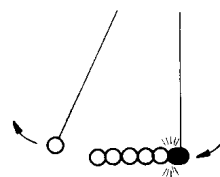


bild 47

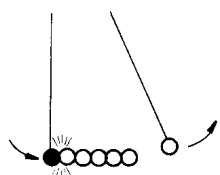


bild 48

En liknande process försiggår bland elektronerna i ledningen.

Detta kan du lätt kontrollera. Tag bort fotomotståndet ur föregående koppling och slut den enkla strömkretsen med en ledning. Håll sedan batteriledningarnas ena ände mot batteriets pluspol och den andra mot minuspolen. Lampan lyser eftersom elektronvandringen från minus- till pluspol genast kommer igång. Skifta nu ledningsändarna så att du håller dem mot motsatta poler. Lampan lyser fortfarande, men nu går elektronerna i andra riktningen. Om du växlar mellan batteripolerna flera gånger i snabb följd skiftar också elektronerna varje gång riktning, men får trots ändringarna fram och tillbaka lampan att lysa. I princip har du på detta sätt satt upp en växelspanning – om än i mycket oregelbunden form.

Elektronerna i hushållsnätet växlar t ex riktning mycket snabbare. De går bara $\frac{1}{100}$ sekund i ena riktningen och sedan $\frac{1}{100}$ sekund i andra. osv.

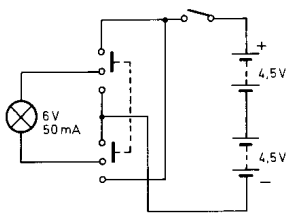


bild 49

Det finns ett elegant sätt att få växelspanning om du monterar in skjutomkopplaren (från EE 2004) i kretsen (fig 49).

Såväl i höger som vänster omkopplarställning lyser glödlampan.

Med en spänningsmätare (Voltmeter) i stället för glödlampan kan du se riktningändringen. Så här kan emellertid växelspanning bara konstrueras teoretiskt. En framställning ges i fig 50, 51.

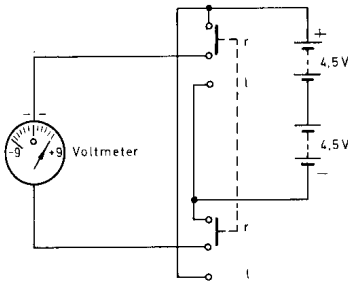


bild 50

Om spänningen slås på i punkt 0 (fig 51) – omkopplarställning »vänster» – gör voltmeter utslag för +9 V. Det motsvarar punkt 1 i diagrammet. Linjen 0–1 visar hur spänningen stiger när du slår på strömmen. Vid denna omkopplarställning ändrar sig inte spänningen. Den förblir på nivån +9 V, vilket motsvaras av den vågräta linjen 1–2.

När omkopplaren ställs på »höger» skiftar batterianslutningarna pol och spänningen ändrar riktning. När du kopplar om slår voltmeterens visare över till -9 V och stannar där (punkt 3 i diagrammet). Riktningändringen motsvaras av linjen 2–3. Så länge omkopplaren står i denna ställning ändrar sig heller inte spänningen på -9 V (linjen 3–4). Först när omkopplaren i punkt 4 åter ställs på »vänster» ändrar spänningen riktning på nytt.

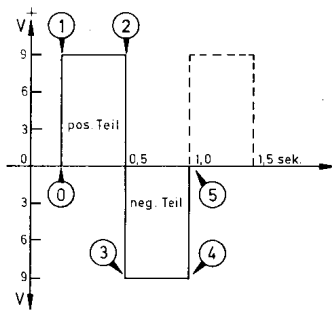


bild 51

När spänningen når 0 (punkt 5) har den första svängningen fullbordats och den andra börjar.

Svängningens högsta höjd, alltså från punkt 0 till 1 och från 4 till 5 kallas **amplitud**. I detta exempel är amplituden 9 V.

För att vi ska få en regelbunden kurva måste omkopplaren stå på »höger» och »vänster» precis lika lång tid – t ex 0,5 sekunder. Tidsindelningen kan man avläsa på den vågräta axeln (nollinjen). Antalet svängningar från punkt 0 till punkt 5 som växelströmmen gör på en sekund kallar man **frekvens** (förkortas f) och mäter i **Hertz**, efter den tyske fysikern Heinrich Hertz. Eftersom en hel svängning i exemplet tog en sekund har vi här frekvensen 1 Hertz. Det är en mycket låg frekvens. Växelströmmen i hushållsnätet har en frekvens på 50 Hertz, vilket man förkortar 50 Hz. Detta betyder att strömmen svänger 50 gånger på en sekund.

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



bild 52

När man ändrar riktning på spänningen med hjälp av en omkopplare får man en så kallad **fyrkantsvåg**, eftersom spänningen förblir på en viss nivå vid en viss omkopplarställning.

Växelströmmen i ledningsnätet flyter i en mycket »mjukare» kurva (fig 52). Denna kurva kallas **sinuskurva** eller sinussvängning.

För kommunikations- och radioteknik är svängningar av detta slag grundläggande, eftersom allt som vi kallar tal, musik eller buller är **ljudvågor** som svänger med olika frekvens. Den lägsta hörbara tonen har en frekvens på ungefär 16 Hz – alltså 16 svängningar i sekunden – medan den övre gränsen för vad vi kan höra varierar mellan 16 000 och 20 000 Hz.

Ljudvågorna kan man förvandla till elektriska vågor. Från en sändare sänds svängningar ut i form av en »bärvåg» på vilken tal, musik och bilder kan »transporteras» till mottagaren (jämför med kapitel 5). Vid mycket höga frekvenser använder man beteckningen 1 kHz (kilohertz) för 1 000 Hz, och i stället för 1000 kHz skriver man också 1 MHz (megahertz).

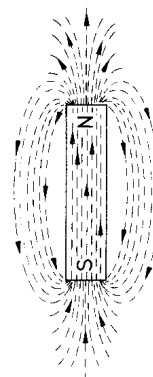


bild 53

$$1\ 000 \text{ Hz} = 1 \text{ kHz}$$

$$1\ 000\ 000 \text{ Hz} = 1\ 000 \text{ kHz} = 1 \text{ MHz}$$

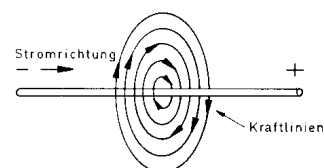


bild 54

Inom elektroniken spelar också magnetismen stor roll. Du har säkert någon gång kommit i kontakt med en magnet och därvid lagt märke till vilken fantastisk kraft ett sådant oansenligt stycke järn har: föremål av järn dras till magneten och kan också magnetiseras av den så att de själva fungerar som magneter. Tyvärr är vi inte i stånd att direkt uppfatta magnetismen med våra sinnen utan vi behöver hjälpmedel för att kunna åskådliggöra den.

Om du kan skaffa en stavmagnet och järnfilspån kan du också göra den magnetiska kraften synlig. Lägg ett pappersark över stavmagnetens och strö järnfilspån på papperet. De samlar sig först tämligen så ordnat vid magnetens ändar – nord- och sydpol, respektive. När du försiktigt knackar på papperet ordnar sig emellertid järnfilspånen i klart urskiljbara linjer som löper från pol till pol. Dessa kallas **magnetiska kraftlinjer** och är verksamma i en bestämd omgivning kring magneten. Denna omgivning, som är fylld av magnetisk kraft, kallas **magnetiskt kraftfält** eller kortare **magnetiskt fält** (fig 53).

Även elektrisk ström verkar magnetiskt.

Från en strömgenomfluten ledare får vi liksom från magneten magnetisk verkan. Runt om ledaren bildas ett magnetiskt fält vars kraftlinjer löper i cirklar runt ledaren (fig 54). Om man lindar upp en isolerad tråd får man en **spole**. Om man sedan låter ström gå genom en spole bildas det också runt den ett magnetiskt fält. Magnetismen är nu emellertid starkare än runt en enkel ledningstråd. Eftersom lindningarna ligger jämförelsevis nära varandra verkar de enskilda lindningarnas magnetfält tillsammans. Verkningskraften tilltar med antalet lindningar upp till en viss gräns. Magnetfältet innuti en spole har – liksom stavmagnetens – en nord- och en sydpol (fig 55). Magnetfältet kan ytterligare förstärkas om man som i fig 56

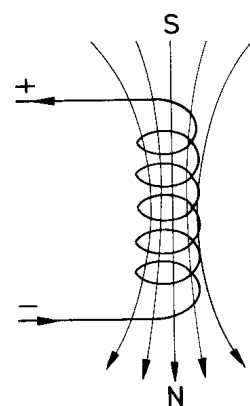


bild 55

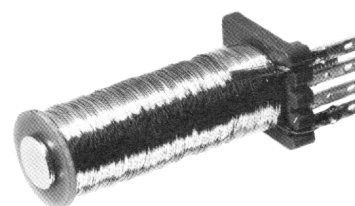
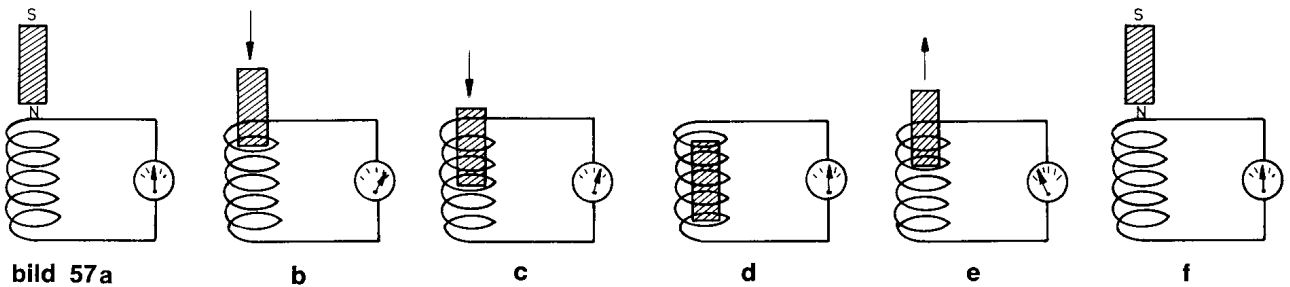


bild 56

placeras en järnkärna (järnstav) inuti den strömgenomflutna spolen. Spolens järnkärna blir själv magnetisk så länge det går ström genom spolen. En strömförande spole med järnkärna kallas en **elektromagnet**. Elektrisk ström kan alltså ge upphov till magnetism. Att det omvända också gäller kommer att förklaras av den följande bildserien (fig 57 a–f).



På första bilden ser du en spole, till vilken ett måtinstrument är anslutet. Det ska indikera eventuell ström och strömmens riktning. Magneten befinner sig i fig 57a i vila utanför spolen. Den påverkar inte spolen, och därför gör måtinstrumentet heller inget utslag. I fig 57b och c rör sig magneten in i spolen, varvid måtinstrumentet gör tydligt utslag till höger. Det måste alltså ha uppstått en spänning i spolen. I fig 57d är magneten stilla inuti spolen. Måtinstrumentet gör inget utslag – det finns inte längre någon spänning. Om magneten emellertid rör sig i motsatt riktning (fig 57e) ut ur spolen visar måtinstrumentet åter spänning, men denna gången slår visaren åt vänster. I fig 57f är magneten åter utanför spolen, måtinstrumentet gör inget utslag, och vi har ingen spänning mer. Detta innebär att när magneten rör sig uppstår en spänning. När den rörs fram och tillbaka skär de magnetiska kraftlinjerna spolens trådlindningar, varvid vi får en spänning. Om magneten i snabb följd rör sig ut och in i spolen uppstår en växelspänning. Frekvens beror på hur snabbt magneten förs ut och in i spolen. Den på dessa sätt uppkomna spänningen kallas **induktionsspänning**. Hela förloppet att framställa elektricitet med hjälp av ett magnetfält kallas **elektromagnetisk induktion**.

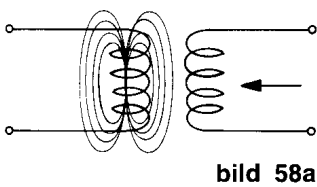


bild 58a

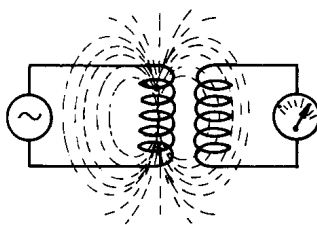


bild 58b

Vid induktionen skär magnetens kraftlinjer spolens trådlindningar och ger upphov till en spänning. Eftersom det också bildas ett magnetfält runt en strömförande ledning kan man med hjälp av en strömförande spoles magnetfält genom induktion få spänning (jämför med fig 55). Om denna spänning ska uppstå i en andra spole måste denna föras genom en strömförande spoles magnetfält. Då uppstår, precis som när man har en magnet, spänning i den andra spolen genom induktion.

Induktionen i den andra spolen kommer emellertid bara till stånd om den placeras nära den första spolen, alltså i dess kraftfält (fig 58), och kraftfältet kring den första spolen ständigt slås av och på. Den första strömförande spolen kallas **primärspole** och den andra **sekundärspole**.

Eftersom det i elektroniska kopplingar vare sig är möjligt att hålla sekundärspolen i rörelse på mekanisk väg eller att ständigt bryta och sluta strömmen till primärspolen har man letat efter en bättre lösning.

Om primärspolen försörjs med växelspänning ändrar strömmen hela tiden riktning (jämför med växelström, fig 51). Därigenom skiftar också polerna

i primärspolens magnetfält i samma takt. På så sätt behöver inte spolarna ändra läge eftersom primärspolen hursomhelst inducerar en växelspanning i sekundärspolen då de båda spolarna är sammankopplade genom kraftlinjerna. Med hjälp av en järnkärna kan denna effekt förstärkas. Fig 59 visar en sådan anordning.

Om nu två spolar monteras fast på en sluten järnkärna får vi en **transformator**, som bara fungerar på växelström.

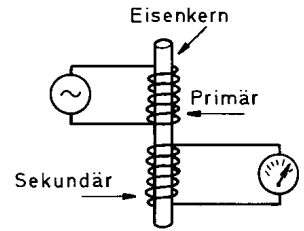


bild 59

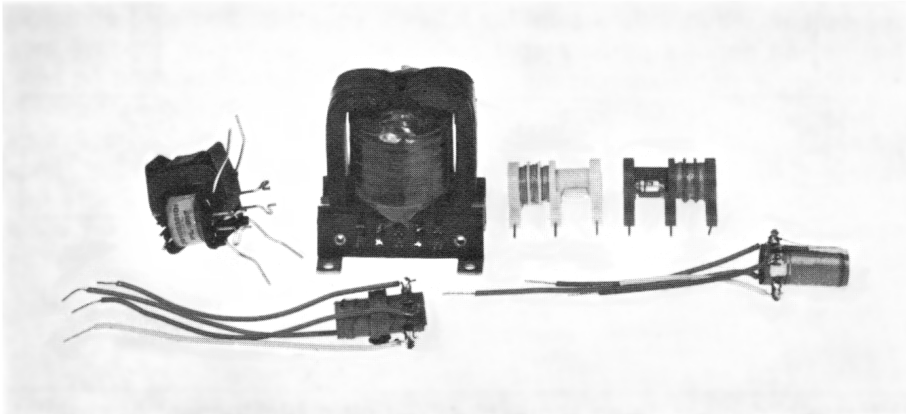


bild 60

I fig 60 ser du olika transformatorer som skiljer sig åt i fråga om utförande och använt material.

Med en transformator kan bli låga spänningar »transformeras» upp till högre spänningar. Detta beror på antalet lindningar i de båda använda spolarna.

Här är ett exempel:

Primärspole = 300 lindningar (varv)
 Sekundärspole = 600 lindningar (varv)

Om vi lägger en växelspanning på 25 V över primärspolen så ökas spänningen i sekundärspolen till ca 50 V. Strömstyrkan blir emellertid bara hälften så stor. Antalet varv i spolarna förhåller sig som 1 : 2; spänningarna står i samma förhållande, medan strömstyrkan står i det motsatta (2 : 1). Av detta framgår att antalet varv i en spole är betydelsefullt. Dessutom har du lärt dig att en järnkärna förstärker spolens verkning. Allmänt talar man då om en **spolkärna**.

2.5. Spolen

Antalet lindade varv och spolkärnans dimensioner bestämmer spolens **elektromagnetiska egenskaper**, och dessa sammanfattar man under begreppet **induktans**.

För att kunna bestämma en spoles induktans har man definierat enheten **Henry**, så kallad efter den amerikanske fysikern Joseph Henry. Induktansen betecknas med L.

En spoles induktans säges vara en Henry om en ändring i strömstyrkan av 1 Ampère i sekunden ger upphov till en induktionsström på 1 V i spolen.

Eftersom en Henry är en ganska stor enhet – i praktiken mäter man upp betydligt mindre värden än 1 Henry – så använder man beteckningarna millihenry, förkortat mH, för en tusendels Henry och mikrohenry, förkortat μH för en milliondels Henry.

$$1 \text{ H} = 1\,000 \text{ mH} = 1\,000\,000 \mu\text{H}$$

$$1 \text{ mH} = 1\,000 \mu\text{H}$$

En annan viktig funktion hos en spole är att den under vissa förutsättningar kan användas som motstånd.

För att förstå hur en växelströmskrets fungerar behöver du också känna till följande:

Kring varje spole bildas ett magnetfält när ström flyter igenom den. Vid varje ändring av magnetfältet uppkommer en induktionsspänning, som verkar emot det föreliggande elektromagnetiska tillståndet, dvs strömmen genom spolen försvagas.

Eftersom magnetfältet runt en spole hela tiden bildas och försvinner när man lägger en växelspanning över den så bildas genom induktion ett kontinuerligt motstånd mot strömmen. Detta slags motstånd kallas **växelströmsmotstånd** eller **reaktans** (induktiv reaktans). Det handlar alltså här inte om de slags motstånd du redan känner från Ohms lag och som kallas **ohmskt motstånd** eller **resistans**, dvs inte om motståndet i spolens lindningar, vilket beror på trådens längd och diameter och kan mätas när en likspänning läggs över tråden. Reaktansen mäts emellertid också i Ohm; den betecknas med bokstaven X_L .

Det sammanlagda motståndet i en spole vid en given växelströmsfrekvens, dvs summan av spolens resistans och reaktans vid frekvensen, kallas spolens **impedans**.

En spoles reaktans blir större ju snabbare ändringarna i magnetfältet sker. Detta innebär att vi får större reaktans i spolen ju högre frekvens växelströmmen har, och mindre ju lägre frekvens den har. Har vi likström får vi ingen reaktans.

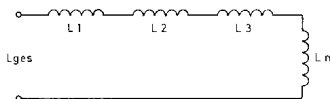
hög växelströmsfrekvens = stor reaktans
låg växelströmsfrekvens = liten reaktans

Detta fenomen kan man använda, exempelvis, till att skilja två växelströmmar med olika frekvens åt, eller till att skilja lik- och växelström åt. Man talar då om en **drosseleffekt** hos växelströmspolen, och kallar också denna för **drossel**.

Drosseln i Philips elektronikexperimentlådor består av koppartråd som har lindats runt en ferritkärna. För att skydda den har den överdragits med ett vaxlager.

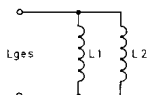
I elektroniska kopplingar används sådana drosslar t ex för att filtrera bort störande signaler i radio- och TV-apparater.

Om spolar kopplas i serie ökar den verksamma induktansen (L) enligt följande formel:



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

Parallellkopplade spolar ger alltid – liksom vanliga motstånd – upphov till en mindre total induktans än den minsta spolens induktans. Den totala induktansen beräknas enligt följande formel:



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

2.6. Dioden

Av föregående kopplingar har du lärt dig att elektrisk ström består av fria elektroner som rör sig i metall. När en spänningskälla ansluts till en metalledare (t ex koppartråd) rör sig de negativa elektronerna alltid från den negativa polen till den positiva.

För ungefär 50 år sedan upptäckte man att elektroner under vissa förutsättningar också kunde röra sig i vakuum (lufttomma utrymmen). För att få ett vakuum pumpar man ut all luft ur ett glasrör, i vilket man tidigare har smält in två elektriska poler i form av metallplattor. Dessa poler kallas **anod** och **katod**, och hela anordningen kallas för **elektronrör**.

Om man nu förbinder anoden med en strömkällas pluspol och katoden med minuspolen och man dessutom värmer upp katoden (med en speciellt inbyggd glödtråd), så lösgör sig vid en viss temperatur elektroner från katoden och beger sig ut i röret. De dras då till den med pluspolen förbundna anoden. På så sätt sluts strömkretsen och vi får ström genom den (fig 61).

Eftersom detta elektronrör har två elektriska poler (anod, katod) kallas det **diod** (di = två) eller **vakuumdiod**.

Anoden och katoden kallas dessutom med ett sammanfattande namn **elektroder**.

Om man nu skiftar poler, dvs anoden förbinds med minuspolen, stöts de från den uppvärmda katoden lösgjorda elektronerna bort. De bildar ett moln runt katoden och kan inte ta sig därifrån. Strömmen av elektroner bryts genom att dioden spärrar strömmen (fig 62).

I ungefär 25 år användes enbart elektronrör inom radio- och kommunikationstekniken. Genom att man sedan upptäckte att man kunde använda så kallade **halvledare** för samma ändamål förändrades elektronikens utveckling på ett avgörande sätt.

Halvledare är ämnen vilkas ledningsförmåga ligger mellan isolatorernas (icke- ledarnas) och de goda ledarnas (t ex koppar). (Jämför med avdelningen om ledare och isolatorer.) De nuförtiden mest använda halvledarämnena är **germanium** och **silikon** eller **kisel**.

En diod som är tillverkad av något av dessa ämnen kallas halvledardiod. Beskrivningen av vakuumdioden visade att den elektriska ledningsförmågan bara går i en riktning.

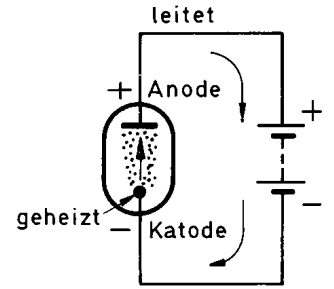


bild 61

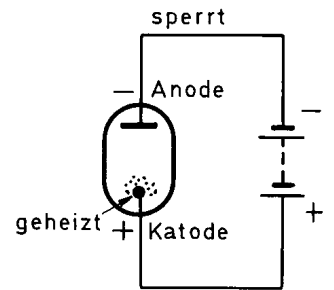


bild 62

Koppling 13

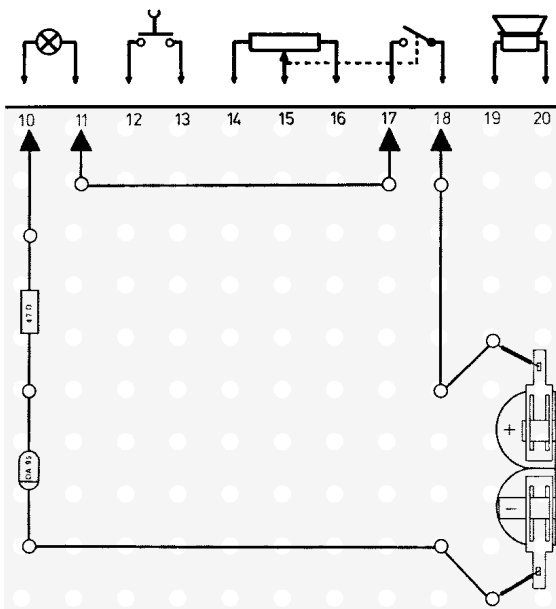


bild 63

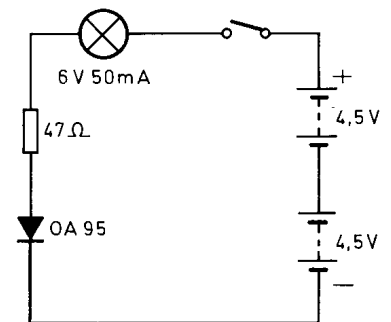


bild 64



bild 65

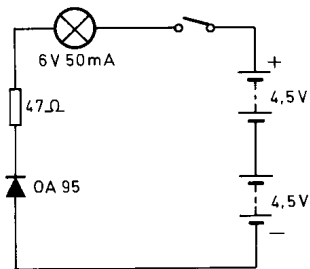


bild 66

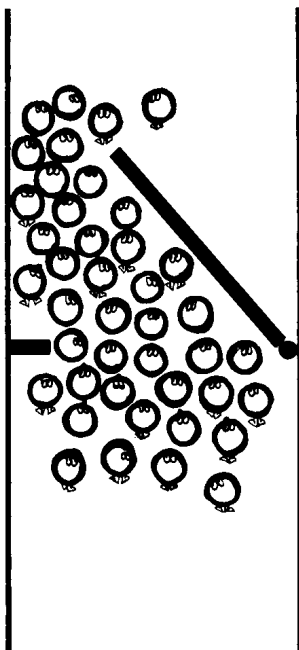


bild 67

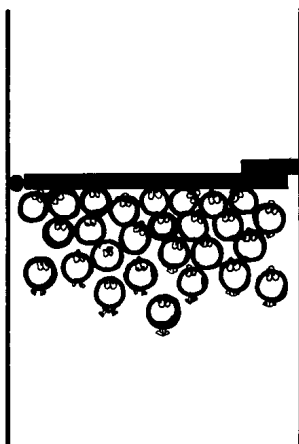


bild 68

För att undersöka om fallet är detsamma med halvledardioden från din Philips elektronikexperimentlåda (fig 65) bygger du nu upp en strömkrets och placerar in dioden mellan klämmorna B och C med den röda änden mot batteriets minuspol. Glöm inte motståndet (fig 63, 64).

När du slår på strömmen lyser lampan.

Vänd nu dioden om i strömkretsen så att den röda änden pekar mot batteriets pluspol. När du nu slår på strömmen lyser inte lampan (fig 66). Tydligt är att också en halvledardiode bara tillåter strömmen att gå igenom i en riktning.

Av de följande exemplen får du lära dig hur en diod fungerar.

För detta får du tänka dig att dioden har en inbyggd svängdörr, som bara går att öppna i en riktning!

Är den röda änden riktad mot batteriets minuspol strömmar elektronerna mot denna svängdörr, den öppnar sig och elektronerna kan komma igenom (fig 67).

Man säger nu att dioden är **förspänd i framriktningen** (dörren är öppen) (fig 64).

Schemasymbolen för en diod:



När dioden kopplas in i kretsen i motsatt riktning strömmar elektronerna mot dörren från andra sidan och trycker den mot »dörrposterna» (fig 68). Dioden sägs vara **förspänd i backriktningen**.

De båda figurerna 67 och 68 ger nu visserligen inte en så god förklaring till hur en diod fungerar, eftersom förloppet i själva verket är betydligt mera komplicerat.

Det är därför nödvändigt att vi än en gång talar om atomens byggnad. I fig 27 kunde du se att koppars ledningsförmåga berodde på valenselektronen (den fria elektronen) i det yttersta elektronskalet, eftersom rörelsen av dessa elektroner i en viss riktning från atom till atom är vad vi kallar elektrisk ström.

I isolatorer finns det **inga** fria elektroner.

Mellan ledarna och isolatorerna har vi halvledarna, t ex germanium och kisel.

I dessa ämnens yttersta elektronskal finns fyra mycket fasta elektroner. Vid en temperatur på -273°C (detta kallas den absoluta nollpunkten) rör sig dessa elektroner över huvudet taget inte. Ämnet har då heller ingen som helst elektrisk ledningsförmåga.

Vid rumstemperatur uppträder en viss ledningsförmåga då enstaka elektroner kan röra sig genom ämnet.

Den avgörande skillnaden i jämförelse med ledarna är att en atoms fyra yttersta elektroner förenar sig med nästa atoms fyra yttersta elektroner så att två eller flera atomer »delar» på **ett** ytterskal med sex eller åtta elektroner (fig 69).

Om en elektron nu på grund av uppvärmning eller att en spänning läggs över halvledaren lösgör sig från den här förbindelsen uppstår ett tomt utrymme där den tidigare fanns. Detta tomrum där det saknas en elektron kallas ett **hål**.

Den lösgjorda elektronen å sin sida fyller igen ett hål i en annan atomförbindelse.

Genom detta tvåfaldiga förlopp,

att en elektron lösgör sig från bindningen och
att en elektron fyller igen ett hål,

uppstår å ena sidan en rörelse av elektroner mot batteriets pluspol, och å andra sidan tycks det uppstå en vandring av hål mot batteriets minuspol. Denna effekt att hål tycks vandra från atom till atom mot minuspolen

brukar man kalla **hålström**. Strömmen i en halvledare består alltså av elektron- och hålström.

Halvledarens svaga **egenledning** är emellertid inte tillräcklig för att göra den praktiskt användbar. Därför brukar man tillsätta mycket små mängder (spår) av andra grundämnen, som i det yttersta skalet har antingen fem eller tre elektroner. Detta kallas **dopning**.

Om man dopar en germaniumkristall med ett ämne som har **fem** valenselektroner, t ex antimon, fungerar det som en extra elektronreservoir. Ett sådant ämne kallas **donator**. När man lägger en spänning över den dopade halvledaren vandrar de fria elektronerna från minuspolen till pluspolen. Skiftar man batterianslutningar vänder elektronerna och går i motsatt riktning, hela tiden från minus- till pluspol. Halvledarkristallen uppför sig som en vanlig ledare. Den med tillsatta s k **störatomer** »förorenade» kristallen har alltså ett **elektronöverskott** och säges vara **n-ledande** (n = negativ) (fig 70).

Omvänt kan man dopa halvledarkristallen med ett ämne som har **tre** valenselektroner, t ex indium. Därvid uppstår brist på elektroner, eftersom det saknas en elektron i bindningen med grannatomen. Det uppstår alltså ett s k hål. Ett **störämne** som ger upphov till hål kallas **acceptor**.

Om man nu lägger en spänning över halvledaren rör sig visserligen också elektroner, men endast korta sträckor och bara så långt att de fyller ett hål. Därvid uppstår ett nytt hål där elektronen tidigare befann sig. Detta upprepas hela tiden så att nya hål var gång uppstår. Vid denna form av dopning råder **elektronbrist** och kristallen sägs därför vara **p-ledande** (p = positiv) (fig 71).

Rörelsen hos de elektroner som hela tiden fyller igen de nya hålen sker som vanligt mot pluspolen. Samtidigt rör sig de därvid uppkomna hålen i motsatt riktning mot minuspolen.

Man kan se hålen som om de hade positiv laddning och av den anledningen dras mot minuspolen.

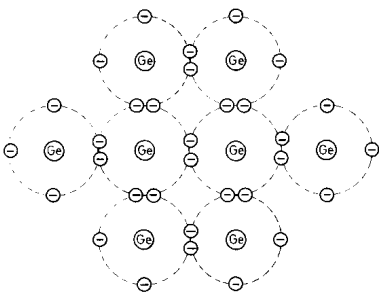


bild 69

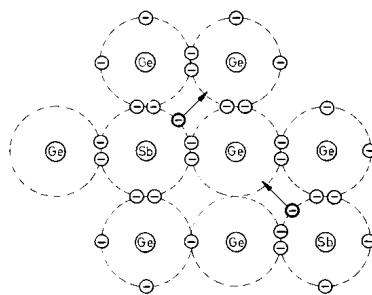


bild 70

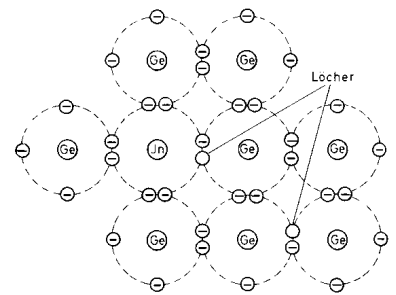


bild 71

Den diod du använde i den senaste kopplingen är konstruerad så att den på ena sidan har ett överskott på hål (p) och på den andra ett överskott på elektroner (n). I mitten bildas en zon där de båda typerna av halvledare gränsar till varandra. Denna zon kallas **pn-övergång**. I pn-övergången vandrar på grund av den svaga egenledningen elektroner över från n-materialet till p-materialet där de fyller hål, samtidigt som naturligtvis det omvända sker. Därigenom uppstår ett tunnt neutralt skikt, ett s k **spärrskikt**, genom vilket inte fler elektroner eller hål kan tränga.

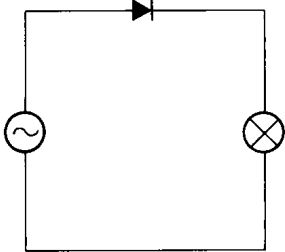


bild 72

När dioden som i koppling 13 kopplas in i strömkretsen så att den sida där det finns överskott på elektroner (diodens röda sida) förbinds med minuspolen pressas hål på ena sidan och elektroner på andra genom spärrskiktet på grund av spänningen. Spärrskiktets resistens blir så liten att det nu släpper igenom ström. Dioden är förspänd i framriktningen (jämför med koppling 13).

När man skiftar batterianslutning ligger pluspolen mot den sida där det finns elektronöverskott och minuspolen mot den sida där det finns hålöverskott. Nu dras både elektroner och hål från spärrskiktet, som därvid breder ut sig, varför det inte kan flyta någon ström igenom. Halvledaren spärrar strömmen. Dioden är förspänd i bakriktningen (jämför med koppling 13).

I en växelströmskrets skiftar polerna hela tiden. Det innebär att dioden låter ström gå igenom i ena riktningen men spärrar den andra. Då växlingarna emellertid sker så fort märks inte att en del av dem faller bort, så en i kretsen inkopplad glödlampa lyser kontinuerligt om än inte så klart. Av växelspänningen har det blivit pulserande likspänning (fig 72). Detta kallas inom elektroniken **likriktning**, och dioden fungerar här som **likriktare**.

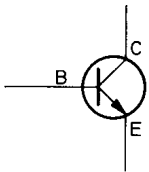
2.7. Transistorn

Knappast någon enskild komponent har förändrat elektroniken på ett så grundläggande sätt som transistorn har. Små portabla radioapparater vore otänkbara utan dem, lika väl som månresor och datamaskiner – eller datorer som de nu ofta kallas. Och ändå är det ännu inte ens 30 år sedan amerikanska forskare vid undersökningar av dioder av en tillfällighet kom på de egenskaper som är speciella för transistorn. Ordet transistor kommer för övrigt från **transfer resistor**, vilket ungefär betyder »överföringsmotstånd».

Hur denna komponent fick sitt namn och vilka egenskaper den har ska vi nu förklara med hjälp av följande kopplingar.

Vi ska först använda transistorn BC 238 (monterad på den vita plattan). Bygg upp kopplingen i fig 73, 74. När du har kontrollerat kopplingen slår du på strömmen och ger akt på glödlampen. Ändra sedan kopplingen

Schemasymbol för npn-transistor



Koppling 14

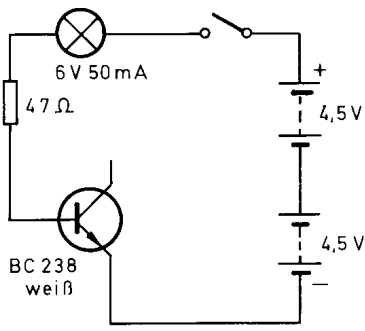


bild 73

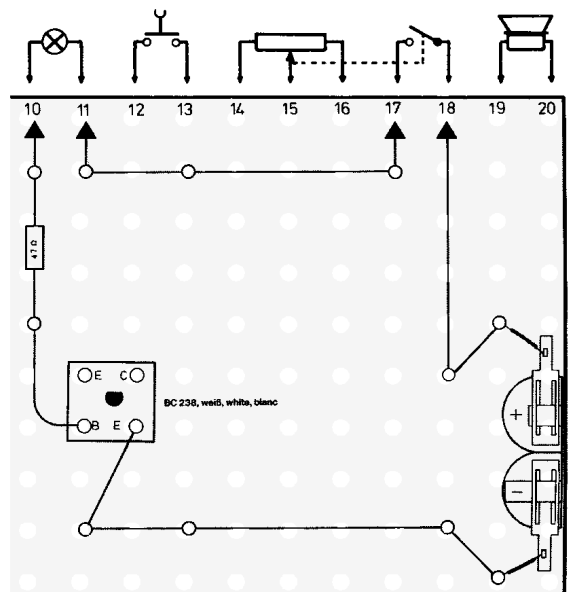


bild 74

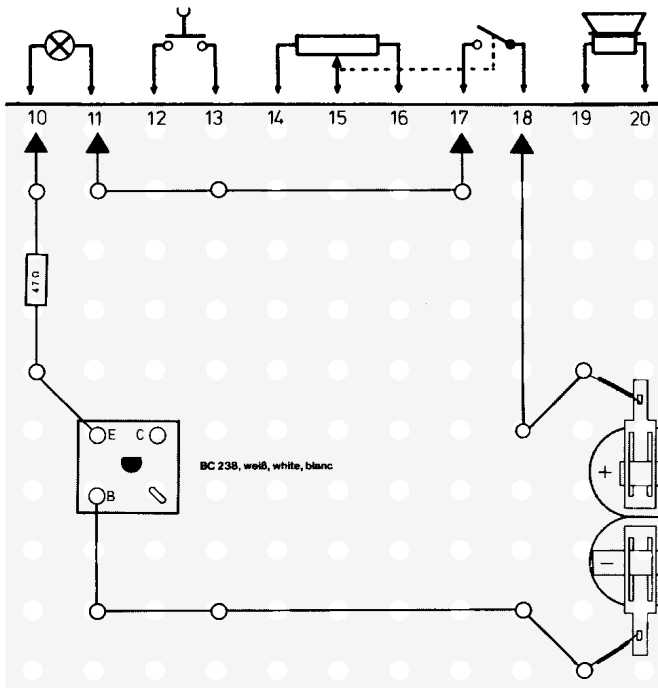


bild 75

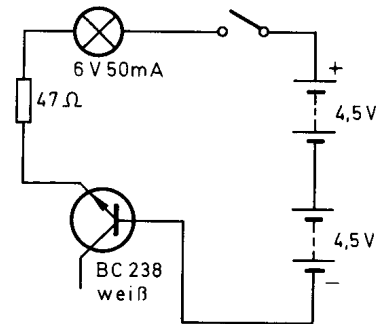


bild 76

så att du förbinder transistorns kontakt B – **bas** – med batteriets minuspol och kontakt E – **emitter** – med motståndet på $47\ \Omega$ (fig 75, 76). Slå sedan på strömmen igen.

När kontakt B är förbunden med batteriets pluspol över motståndet och glödlampan lyser lampan. Den lyser däremot inte när kontakt E är kopplad till pluspolen.

Detta uppförande hos transistorn när bara kontakterna B och E är anslutna motsvarar precis diodens. Det går bara ström genom transistorn BC 238 när basen är kopplad till strömkällans pluspol och emittern till minuspolen. Annars spärras »dörren», och lampan lyser inte.

Hur uppför sig transistorn när kontakterna B och C ansluts?

Bygg upp kopplingen enligt fig 77, 78. Undersök om lampan lyser när du slår på strömmen.

Koppling 15

Koppling 16

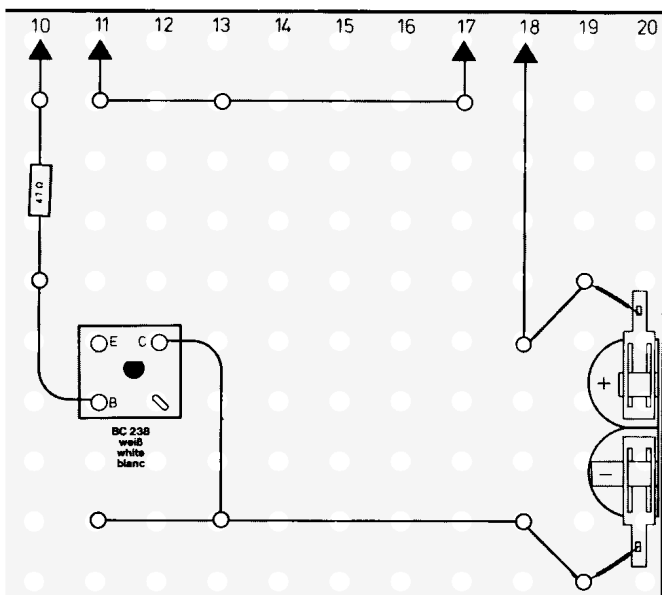


bild 77

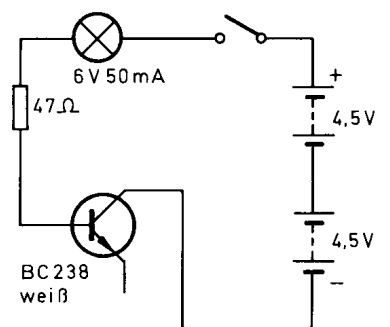


bild 78

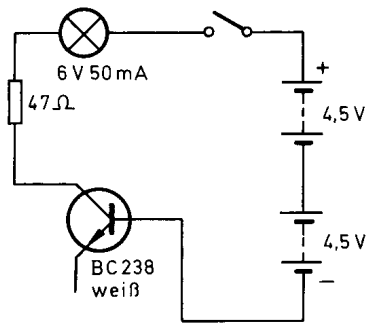


bild 79

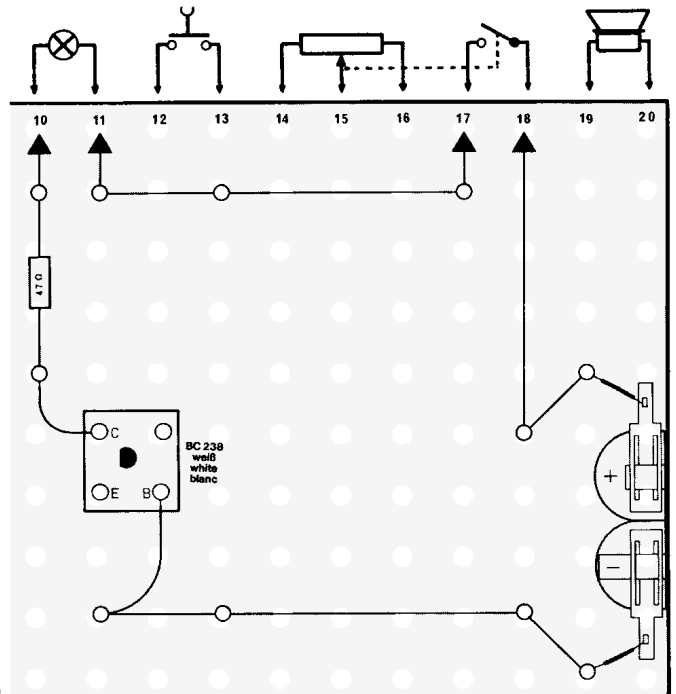


bild 80

Koppling 17

Ändra sedan på uppbyggnaden enligt fig 79, 80, så att kollektorn (C) förbinds med pluspolen över motståndet, lampan och strömbrytaren, och basen (B) förbinds direkt med batteriets minuspol. Lyser lampan nu också?

Lampan lyser bara när basen är kopplad till batteriets pluspol, och här är det likgiltigt om motståndet, lampan och strömbrytaren ligger mellan basen och polen; den är ändå kopplad till pluspolen.

Även när bas och kollektor är inkopplade uppför sig transistorn som en diod.

Nu ska vi undersöka vad som händer när vi kopplar in emitter och kollektor samtidigt.

Koppling 18

Bygg upp kopplingen i fig 81, 82. Lyser lampan?

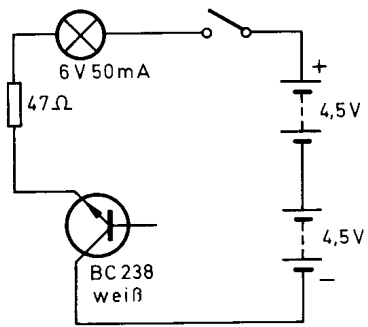


bild 81

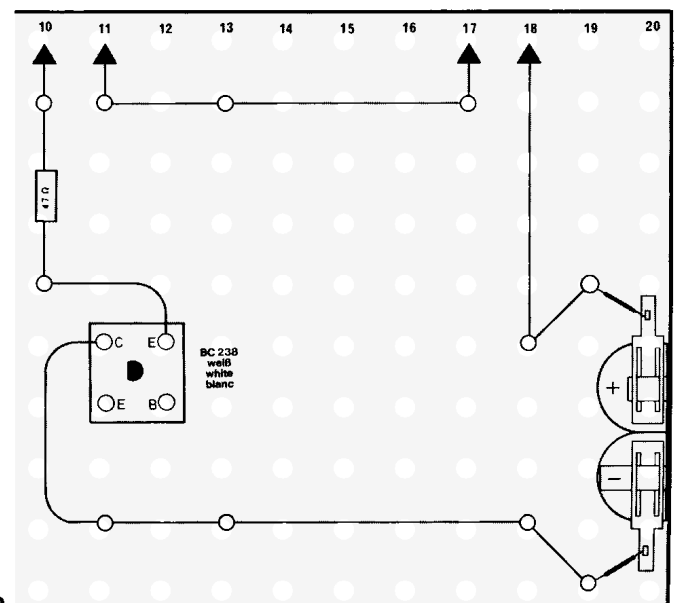


bild 82

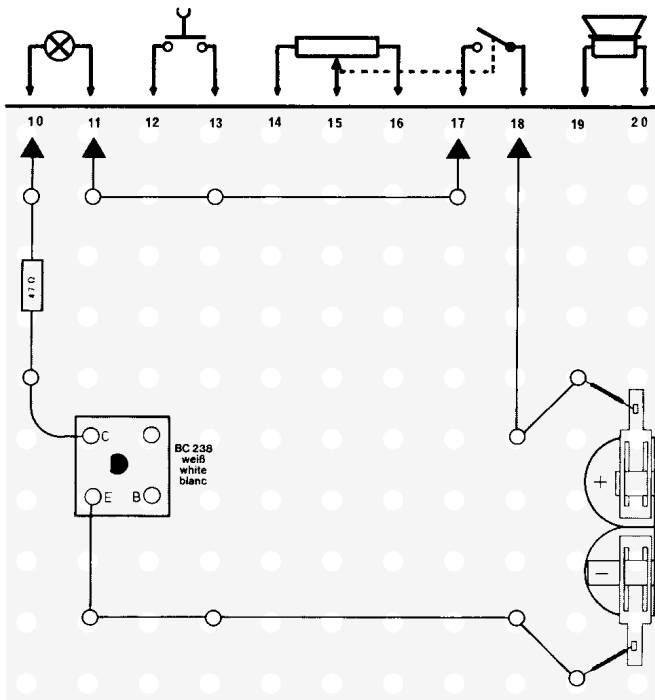


bild 83

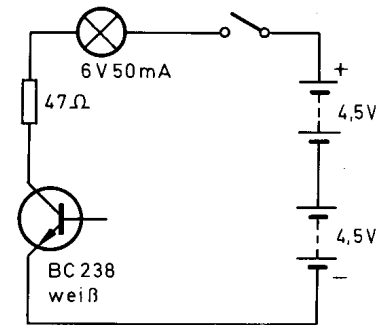


bild 84

Skifta åter anslutningar och slå på strömmen (fig 83, 84).

Lampan lyser inte vid någondera kopplingen. Det går alltså ingen ström genom transistorn när bara de båda kontaktarna emitter och kollektor är anslutna.

För att du ska ha lättare att förstå en utförlig förklaring av vad som händer i transistorn ska vi först ta ett exempel:

Tänk dig att det finns grindar mellan B och E och mellan B och C, och att dessa grindar bara går att öppna åt ett håll. Det här motsvarar vad som händer i kopplingarna 14–17. Sedan får du också tänka dig att det finns en »bom» mellan anslutningarna E och C, en sådan som finns vid järnvägsövergångar, och att denna inte går att föra åt sidan. Denna »bom» i transistorn kan bara lyftas genom ett kopplingstrick, så att ström kan flyta igenom (fig 85, 86).

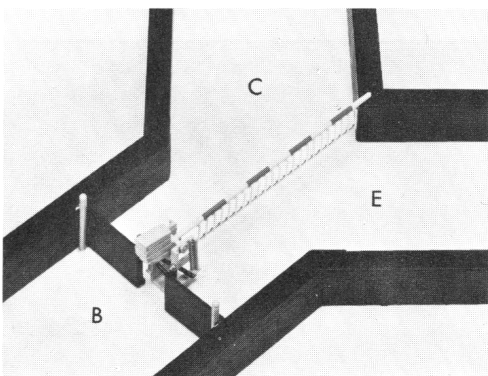


bild 85

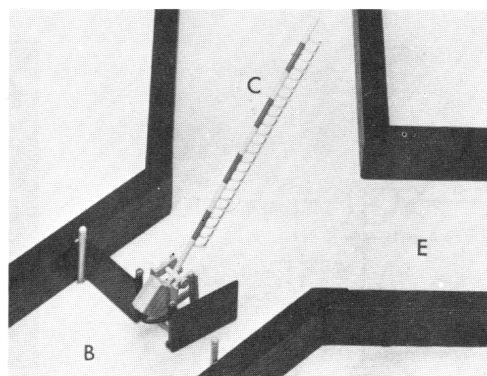


bild 86

Kopplingen bygger du upp enligt fig 87, 88. Du lägger säkert märke till att denna gång är alla tre transistorkontaktarna anslutna. Uppbyggnaden motsvarar den i fig 83, då lampan inte lyste, fast nu har du dessutom förbundet basen med batteriets pluspol över ett motstånd på 10 kΩ. Slå på strömmen och lägg märke till lampan. Ändra sedan kopplingen så att basen nu är förbunden med minuspolen över 10 kΩ – motståndet Slå på strömmen igen.

Koppling 20

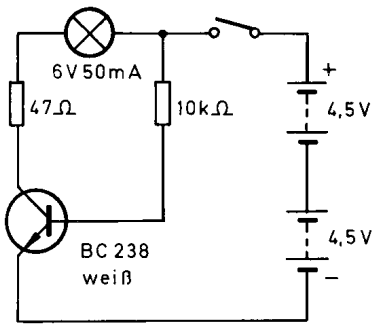


bild 87

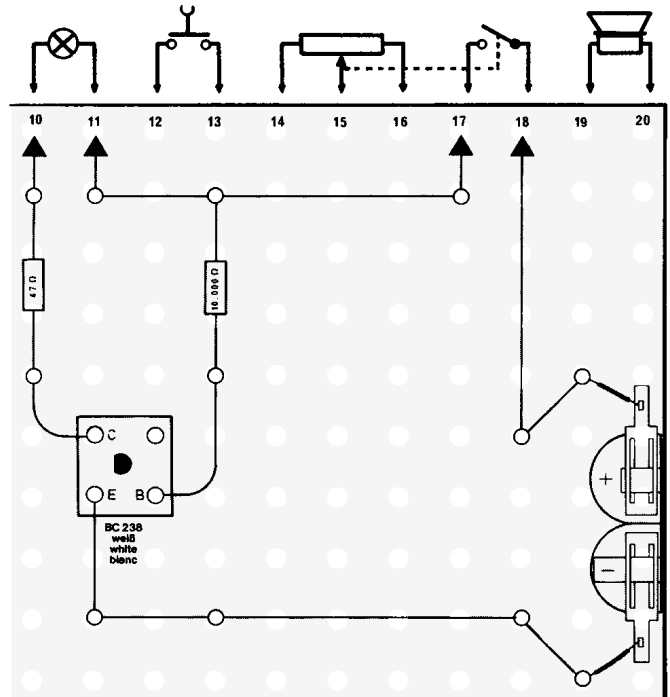


bild 88

I det första fallet lyser lampan. Över motståndet på 10 kΩ går en relativt svag ström genom emittern och basen till pluspolen. Denna ström räcker emellertid till att lyfta »bommen» så att det går en stark ström mellan E och C, varvid lampan lyser. Ligger basen däremot mot minuspolen lyser inte lampan.

Koppling 21

Det går fort att visa att det verkligen bara går en mycket svag ström genom **basströmkretsen** – strömkretsen från emittern till basen – genom att koppla in glödlampan i basströmkretsen (fig 89, 90). Nu lyser inte lampan trots att försöksupbyggnaden är i det närmaste oförändrad, och det alltså dessutom går en ström från emittern till kollektorn i **kollektorströmkretsen**. Strömmen genom basen är emellertid för svag för att få lampan att lysa.

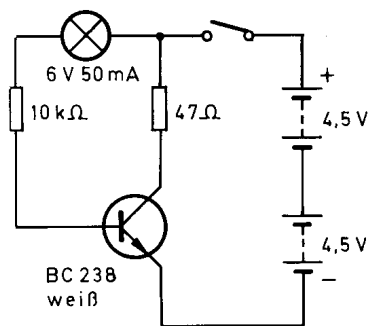


bild 89

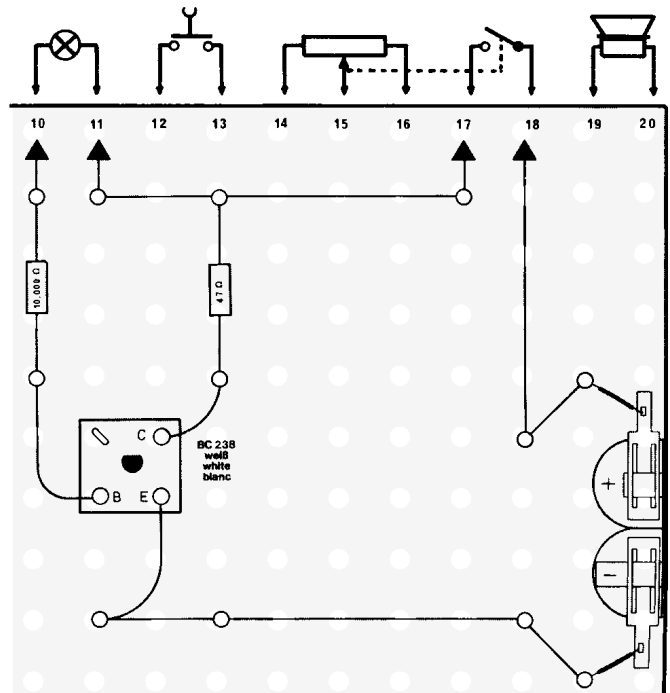


bild 90

Exemplet vi använde tidigare för att förklara vad som händer i en transistor måste vi nu utvidga. Du kommer säkert att förstå det lättare om du kommer ihåg att en svag ström från batteriets minuspol över emittern och basen till pluspolen lyfter »bommen» så att en starkare ström kan gå från minuspolen över emittern och kollektorn till pluspolen.

Vid de olika kopplingar du har gjort med transistorn har du lärt dig att två kopplingar med bara två anslutningar får transistorn att uppföra sig som en diod, och att dessa kopplingar är bas-emitter resp bas-kollektor (fig 91). Dessa båda bilder av »transistordioden» kan vi nu sätta samman, eftersom basen är gemensam för de båda, så att basen ligger i mitten (fig 92). Alltså består transistorn BC 238 (vit) av tre olika halvledarskikt i ordningen n-p-n, och därför talar man om en **n-p-n-transistor**. De båda yttersta skikten är n-ledande, medan det mittersta är p-ledande. Mellan basen och kollektorn och mellan basen och emittern har vi alltså två **pn-övergångar**. Så kallar man gränsskiktet mellan ett p- och ett n-ledande skikt. Läger man en spänning över emittern och kollektorn (fig 93) går ingen ström igenom som du redan har sett av kopplingarna 18 och 19. Och här kommer den utförligare förklaringen till detta. De negativa laddningsbärarna i det översta n-skiktet dras mot batteriets pluspol, så att **spärrskiktet** mellan B och C blir kraftigare. Det går alltså ingen ström genom transistorn eftersom spärrskiktet hindrar den (fig 94). Efter vad de tidigare kopplingarna har visat måste basen förbindas med batteriets pluspol över ett förkopplingsmotstånd för att det ska kunna gå ström mellan emittern och kollektorn. Du hittar en schematisk framställning av detta i fig 95. Genom att ansluta den p-ledande basen till spänningskällans pluspol hindras det övre spärrskiktet från att breda ut sig. Därvid går en mycket svag ström från emittern till basen samtidigt som vägen blir fri för en mycket starkare ström från emittern till kollektorn. Schematiskt ser detta ut som i fig 96.

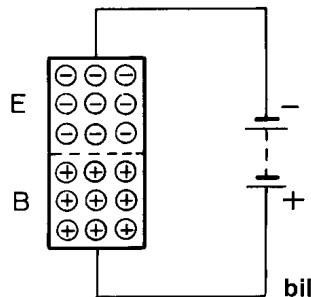
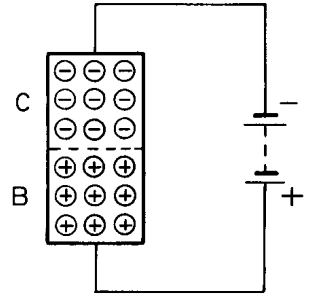


bild 91

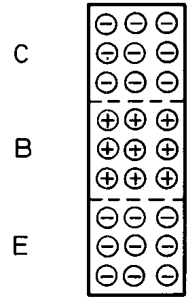


bild 92

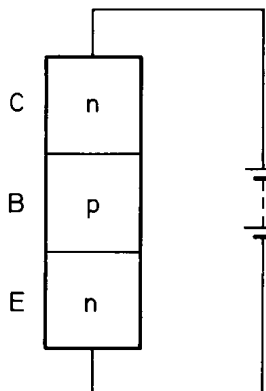


bild 93

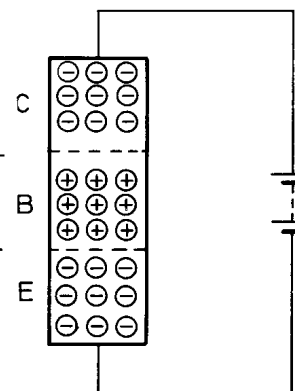


bild 94

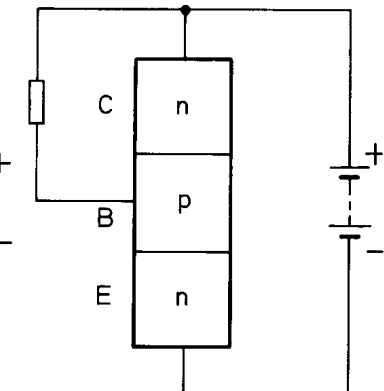


bild 95

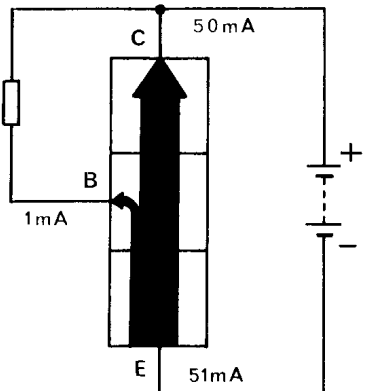
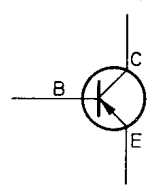


bild 96

Efter dessa första kopplingar för att undersöka hur transistor BC 238 (vit) fungerar (14–21) kan du nu undersöka en transistor av annan typ, som också finns i Philips elektronikexperimentlådor. Det är transistor BC 158 (blå) från EE 2007/2040 och BC 328 (grön). Det finns en avgörande skillnad mellan dessa båda och BC 238 (vit), vilken kommer fram i följande kopplingar. Det enklaste är om du genomför hela raden av försök i en följd och hela tiden under kopplingsschemat i handledningen noterar om lampan lyser eller inte vid motsvarande koppling. Förklaringen till de olika kopplingarna finner du direkt efter de följande byggplanerna.

Schemasymbol för pnp-transistor



Koppling 22

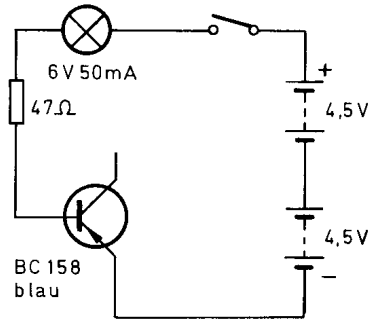


bild 97

Koppling 23

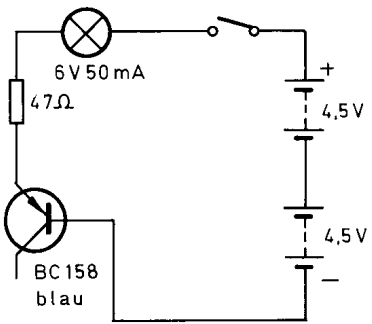


bild 99

Koppling 24

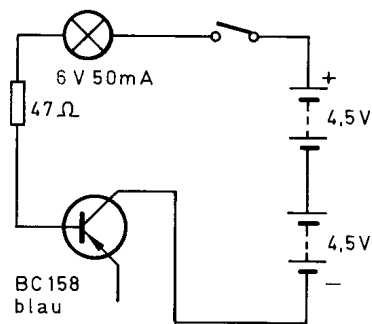


bild 101

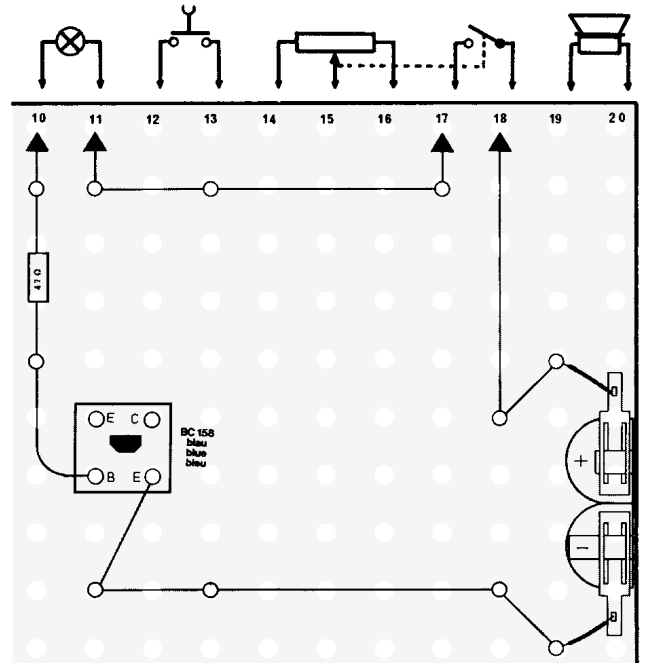


bild 98

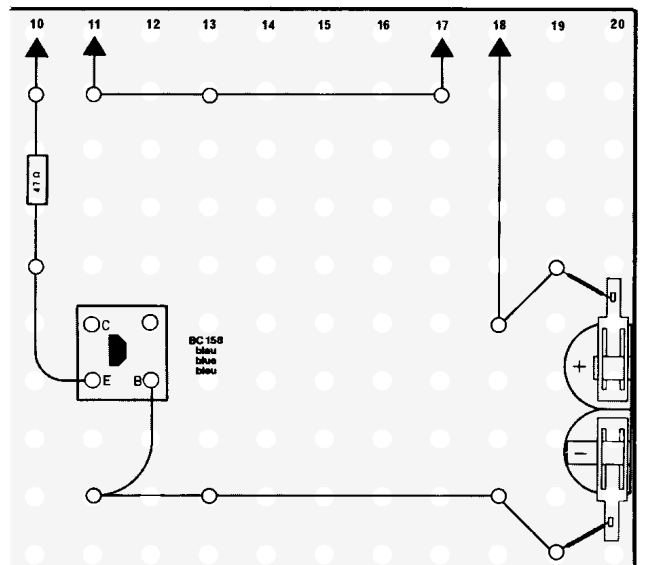


bild 100

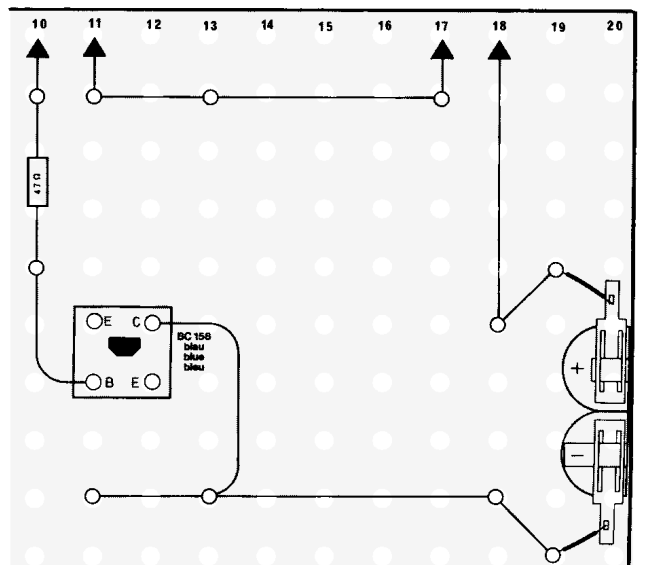


bild 102

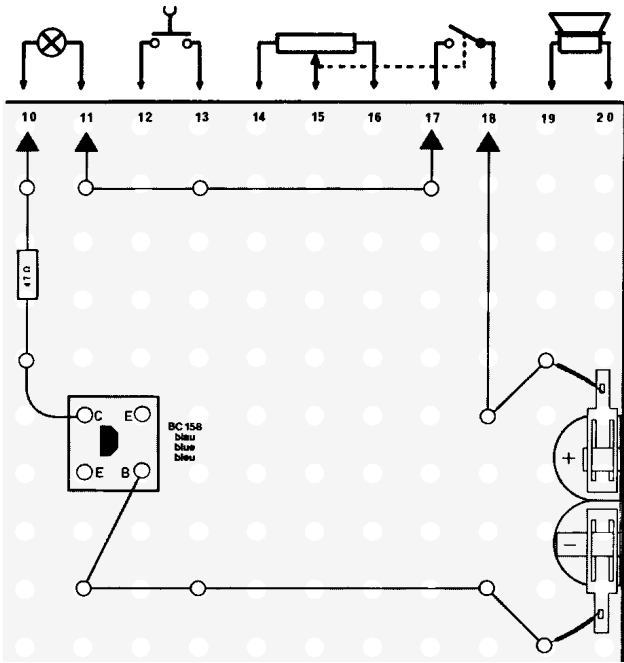


bild 103

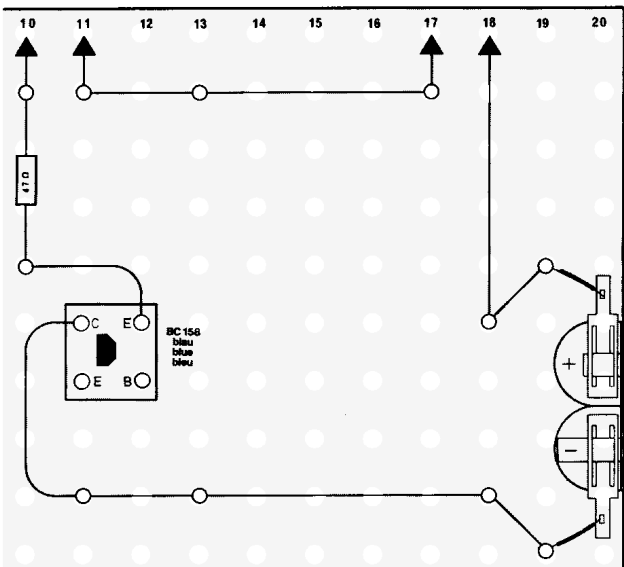


bild 105

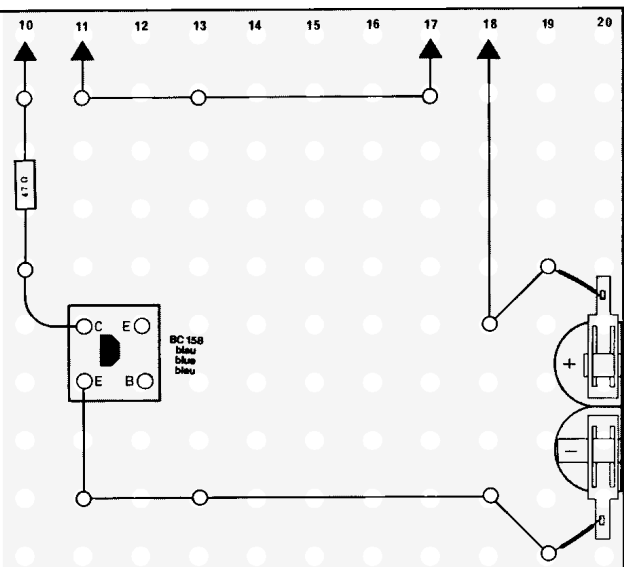


bild 107

Kopplung 25

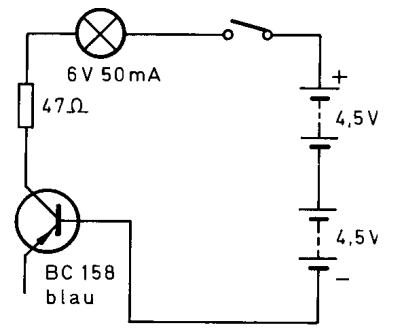


bild 104

Kopplung 26

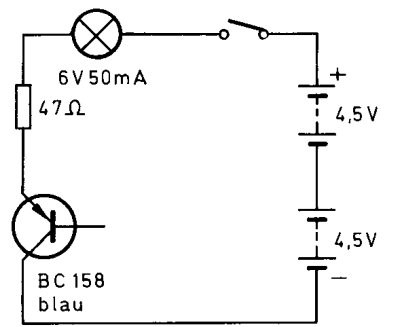


bild 106

Kopplung 27

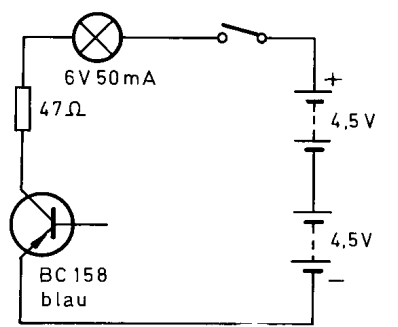


bild 108

Koppling 28

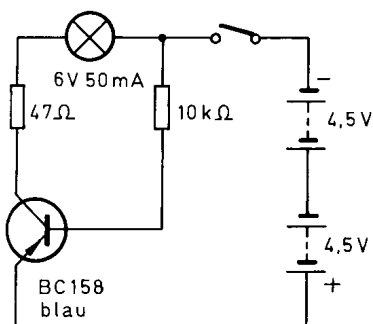


bild 109

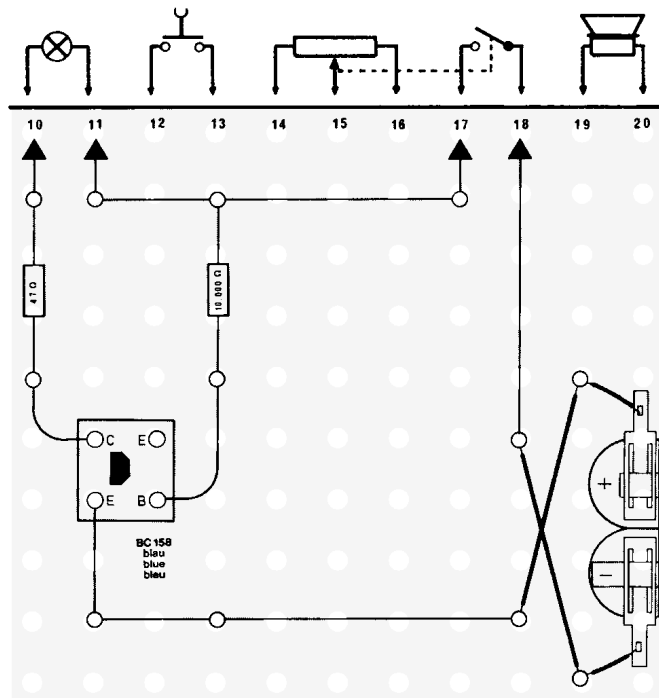


bild 110

Om du byggde upp kopplingarna riktigt så lyste lampan vid kopplingarna enligt fig 99, 104 och 109. Du kanske redan har lagt märke till att när lampan lyste var basen i transistor BC 158 (blå), alternativt BC 328 (grön), alltid ansluten till batteriets minuspol. »Bommen» mot strömmen genom C och E var då upplyft.

Den stora skillnaden i förhållande till BC 238 (vit) ligger i att i BC 158 ligger de tre halvledarskikten i ordningen p–n–p. Den kallas därför **pnp-transistor**. Det kan bara gå ström från emittern till kollektorn genom de båda spärrskikten när basen – som innehåller negativa laddningsbärare – är ansluten till spänningskällans negativa pol. Npn- och pnp-transistorer kan generellt utföra samma uppgifter, men man måste se till att de respektive anslutningarna kopplas till rätt pol, beroende på transistor-typen.

Om du ska syssla mera ingående med transistorer är det av intresse att veta vad typbeteckningen innebär.

Den första bokstaven talar om av vilken halvledare transistorn är gjord.

- A = germanium
- B = kisel (silikon)

Den andra bokstaven talar om användningsområdet. »C» i BC 158, BC 238 och BC 328 anger att dessa är **lågfrekvenstransistorer** eller **LF-transistorer** och används i lågfrekvensdelar. T ex används de när man bygger förstärkare. Ett »F» som andra bokstav (BF 194) anger att det här är fråga om en **högfrekvenstransistor** eller **HF-transistor**, som används t ex i en radiomottagares ingångssteg. Vill man bygga en förstärkare med stor utgångseffekt (10 Watt eller mera) använder man **effekttransistorer**, vilkas typbeteckning har »D» som andra bokstav (t ex AD 161).

Siffrorna efter de båda bokstäverna (158, 238 etc) tjänar bara till att skilja de olika transistorerna av samma typ. Så långt denna lilla utflykt bland transistorernas typbeteckningar.

Nu är det emellertid dags för dig att bygga flera transistorkopplingar så att du riktigt förstår hur de fungerar i apparaterna. I de följande kopplingarna använder du hela tiden transistorn BC 238 (vit).

2.8. Transistorn som strömbrytare

Bygg upp kopplingen i fig 111, 112. När du betraktar kopplings-schemat ser du säkert att tryckkomkopplaren bara påverkar basströmmen.

För när du trycker ner tryckkomkopplaren lyser lampan, för då blir vägen fri för den svaga basströmmen. När denna går igenom öppnas »bommen» för den starka strömmen som går över emittern, 47 Ω -motståndet och glödlampan. Man säger då också att transistorn blir ledande när kollektor-emitter-förbindelsen blir fri. Transistorn verkar i denna koppling som en strömbrytare: tack vare den mycket svaga basströmmen sluts en strömkrets med mycket högre strömstyrka. Nu har du lärt en viktig funktion hos transistorn. Den kan sluta och bryta strömkretsar som en strömbrytare.

Koppling 29

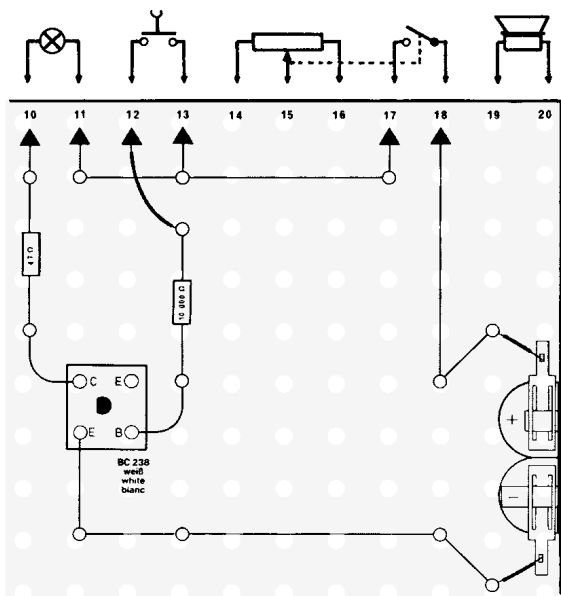


bild 111

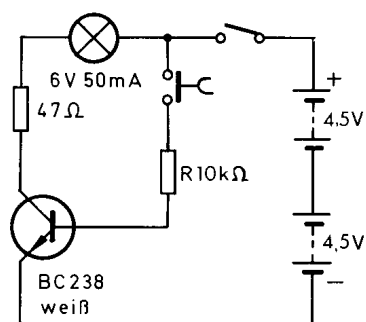


bild 112

2.9. Transistorn som förstärkare

Ytterligare en viktig uppgift för transistorn blir du bekant med genom följande koppling, som du bygger upp enligt fig 113, 114. Vrid först potentiometerratten helt åt vänster och sedan långsamt åt höger. Lagg märke till vad som då händer med lampan.

Koppling 30

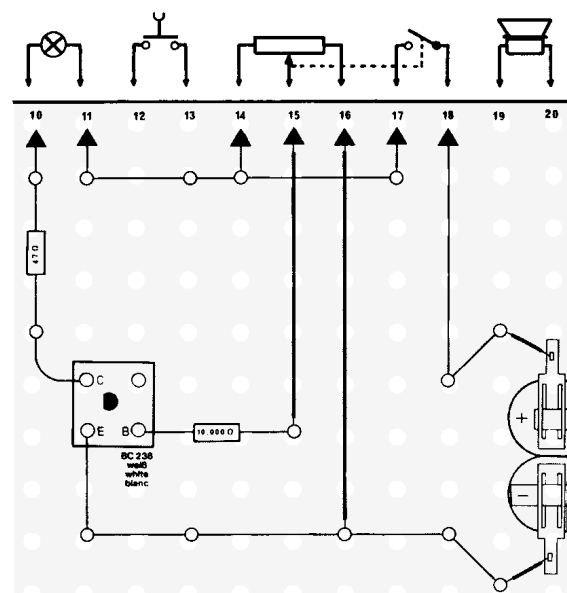


bild 113

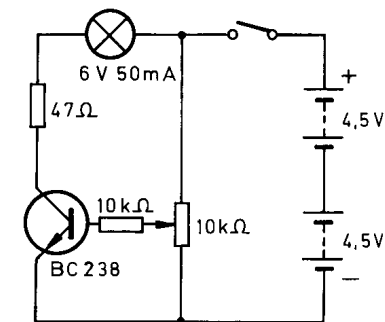


bild 114

När ratten är ungefär i mittläge börjar lampan lysa svagt, och när du vrider ratten vidare åt höger lyser lampan allt klarare.

Så länge lampan inte lyser ligger en negativ spänning över transistorens bas. Först när potentiometerens släpkontakt går över mittläget får basen en liten positiv spänning. Då lyser lampan. Ju större denna spänning blir – den ökar tack vare att potentiometerens motstånd blir allt mindre – desto klarare lyser lampan. Trots det är basströmmen fortfarande mycket svag eftersom $10\text{ k}\Omega$ -motståndet fortfarande är kopplat i serie med potentiometerens mittanslutning. Om du kommer ihåg försöken med motstånden så vet du att genom $10\text{ k}\Omega$ -motståndet går en så svag ström att den inte får lampan att lysa. Denna svaga basström räcker emellertid till att **styra** transistoren så att den släpper igenom en stark emitter-kollektor-ström som får lampan att lysa.

Med en transistor kan man alltså förstärka mycket svaga strömmar, som du har sett av denna koppling. Ju starkare basströmmen är desto starkare blir också strömmen genom emittorn och kollektorn.

En transistor kan förstärka ström

Du har kanske redan undrat varför man alltid sätter in ett **förkopplingsmotstånd** före basen. Utan detta skulle vi ju få en starkare basström och därmed också en bättre förstärkning. Även motståndet mellan batteriets pluspol och kollektoranslutningen har som enda uppgift att minska strömmen genom transistoren. Men bägge motstånden är nödvändiga för att transistoren inte ska bli förstörd och för att den ska kunna utnyttjas på bästa sätt. Med hjälp av dessa båda motstånd ställer man in transistorens **arbetspunkt**, dvs de betingelser under vilka transistoren arbetar effektivast. För att ställa in arbetspunkten kan du göra följande försök. Bygg upp kopplingen i fig 115, 116. Lägga märke till lampans ljusstyrka. Ersätt sedan för ett ögonblick förkopplingsmotståndet på $10\text{ k}\Omega$ med ett på $2,2\text{ k}\Omega$. Ändras lampans ljusstyrka?

Koppling 31

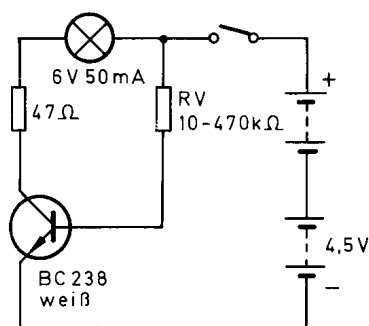


bild 115

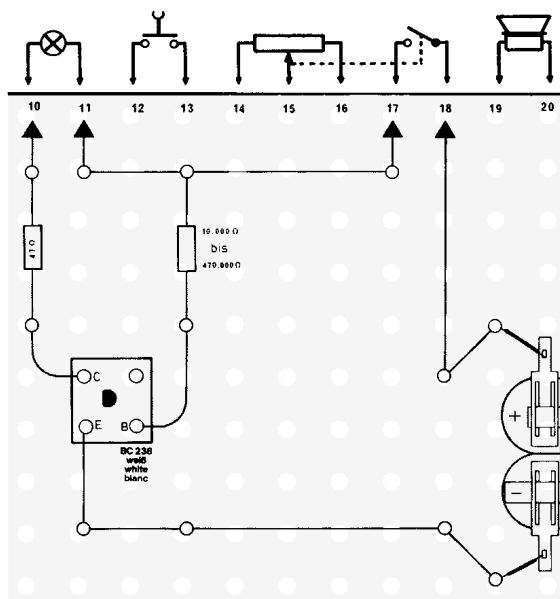


bild 116

Fastän det går en mycket starkare ström genom $2,2\text{ k}\Omega$ -motståndet ändras inte lampans ljusstyrka. Den starkare basströmmen ger alltså inte bättre förstärkning, men belastar i gengäld transistoren mycket. Strömmen genom

kollektorn och emittern begränsas nämligen av $47\ \Omega$ -motståndet, det s k **arbetsmotståndet**. Strömmen kan inte bli starkare än när hela batterispänningen faller över arbetsmotståndet och glödlampan. Vid transistor – mellan kollektorn och emittern – får vi då inte längre något spänningsfall.

Ersätt till sist förkopplingsmotståndet med motstånd som i ordning har värdena $47\ k\Omega$, $100\ k\Omega$, $220\ k\Omega$ och $470\ k\Omega$. Lagg märke till lampans ljusstyrka.

Vid $47\ k\Omega$ lyser lampan ännu svagt, och vid $100\ k\Omega$ glimmar den lite. Vid $220\ k\Omega$ och $470\ k\Omega$ lyser den inte alls.

Genom förkopplingsmotståndet minskas batterispänningen på $9\ V$. För transistor BC 238 måste den minskas så mycket att den bara ligger på ungefär $620\ mV$. Detta åstadkoms av $10\ k\Omega$ -motståndet. Genom detta motstånd går i det här exemplet precis den rätta basströmmen.

I stället för ett förkopplingsmotstånd kan man använda en spänningsdelare för att ställa in arbetspunkten. Detta var vad du gjorde i koppling 30 när du visade transistor förstärkaregenskaper.

Ett rätt valt förkopplingsmotstånd för en transistor är emellertid inte tillräckligt i de flesta kopplingar. Vid längre drift värms transistor ofta upp, varvid en starkare ström går igenom den och vi får en förskjutning av arbetspunkten. Vi måste vidtaga vissa åtgärder för att **stabilisera** transistor. En stabiliserande koppling visas i fig 117, 118.

Koppling 32

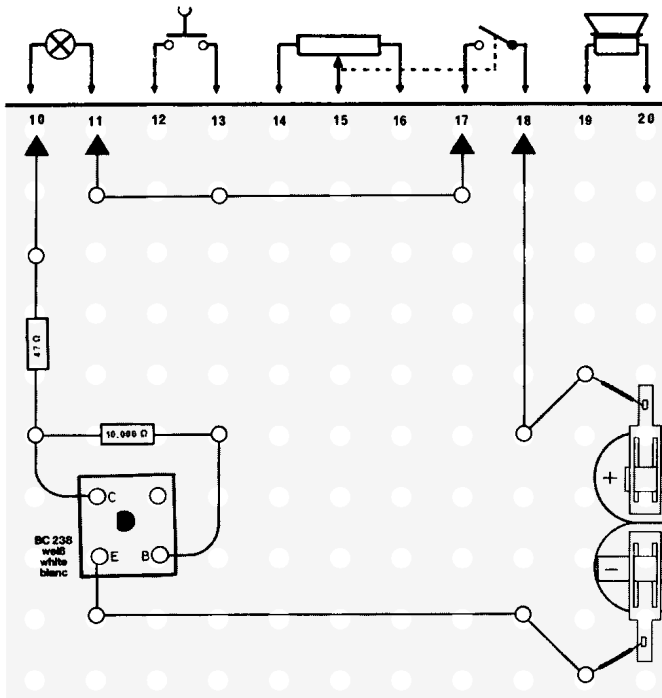


bild 117

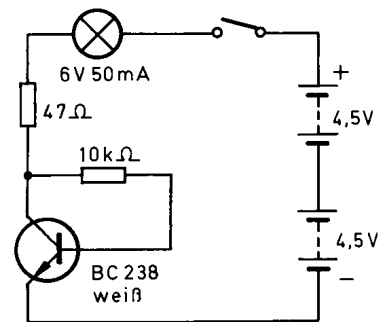


bild 118

Lampan lyser svagare än när basförspänningen tas direkt från batteriets pluspol.

Vid denna sorts koppling – s k **motkoppling** – stabiliseras transistorens arbetspunkt på följande sätt. När kollektorströmmen ökar minskar kollektorspänningen. Därvid får vi ett större spänningsfall över glödlampan och motståndet på $47\ \Omega$. Detta spänningsfall minskar också basspänningen, så att transistorens utstyrning blir mindre. Detta medför vidare att kollektorströmmen avtar och så småningom normaliseras förhållandena i transistor.

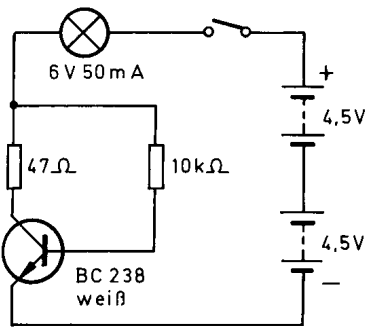


bild 119

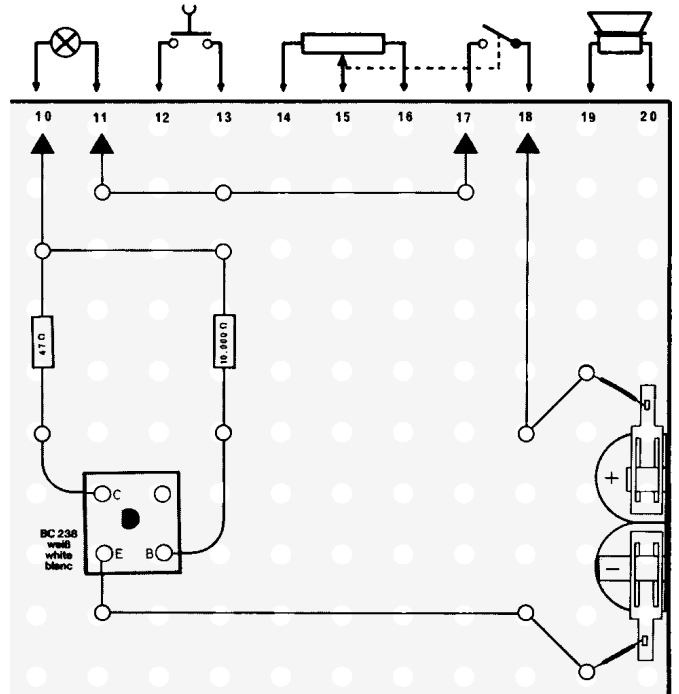


bild 120

Koppling 33

Ansluts däremot basmotståndet mellan lampan och 47 Ω-motståndet lyser lampan klarare (fig 119, 120). Motkopplingen blir i detta fall mindre.

Man kan också använda NTC-motstånd (temperaturkänsliga motstånd eller **termistorer**) för att stabilisera arbetspunkten.

Termistorn kopplas in nära transistorn. När temperaturen vid transistorn stiger minskar termistorns resistens. Därvid blir spänningsfallet över termistorn mindre vilket också minskar den positiva basspänningen (fig 121, 122). Basströmmen blir mindre och medför att kollektorströmmen också minskar, varvid transistorn svalnar igen.

Koppling 34

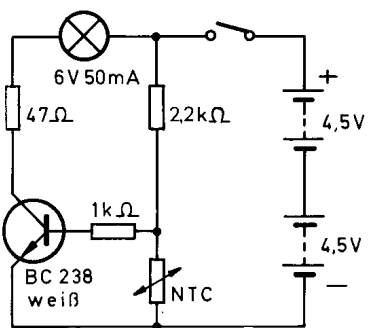


bild 121

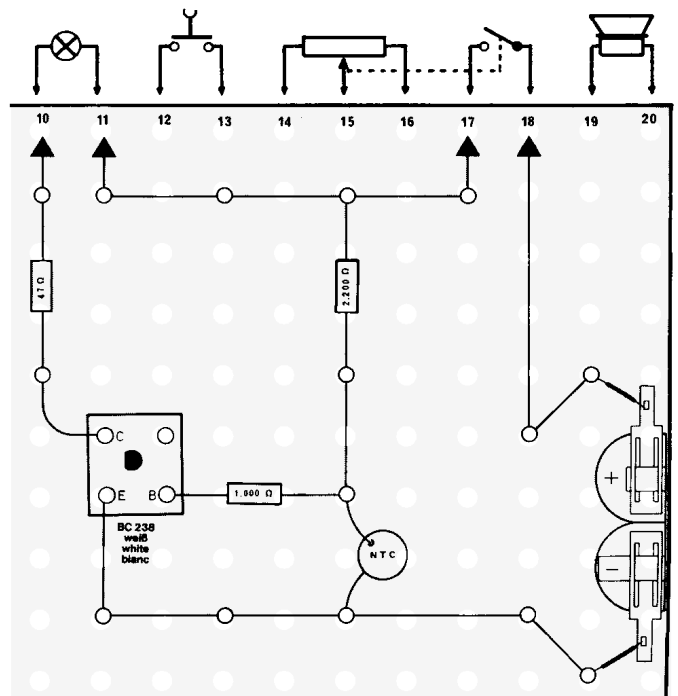


bild 122

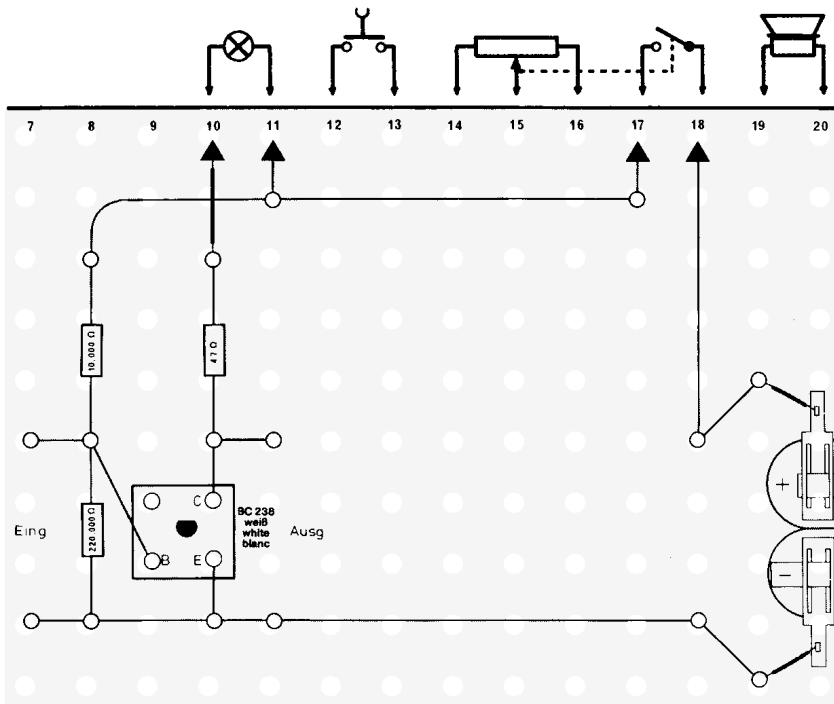


bild 123

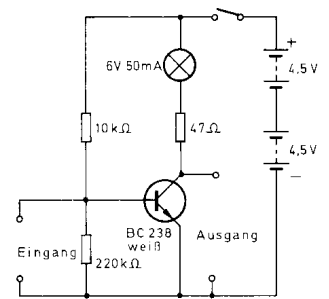


bild 124

Transistorer kan arbeta på olika sätt i en apparat. Man skiljer därvid (förutom användningen som t ex strömbrytare eller förstärkare) på tre grundkopplingar: **baskoppling**, **emitterkoppling** och **kollektorkoppling** – många gånger kallad **emitterföljare**. De kallas också **GB-koppling**, **GE-koppling** och **GK-koppling**. Namnen kommer sig därav att den aktuella transistoranslutningen är kopplad både till en **ingångs-** och en **utgångskrets**. Nu närmast ska du få lära känna dessa grundkopplingar och deras för- och nackdelar inom kopplingstekniken.

Den första grundkopplingen, som du bygger enligt fig 123, 124, är **emitterkopplingen**. I denna koppling är basen och emittorn förbundna – över förkopplingsmotstånd naturligtvis – med en spänningskälla vars ström ska förstärkas. Detta är ingångskretsen (fig 125). Transistorn styrs av denna svaga ström, och i utgångskretsen (fig 126) kan det gå ström från minuspolen över emittorn, kollektorn och glödlampan.

På samma sätt som det i detta försök ligger ett batteri i ingångskretsen kan man i stället ansluta t ex en mikrofon till den. Den förstärkta signalen tas upp mellan kollektorn och emittorn och leds till en högtalare som i praktiken är inkopplad på kollektorledningen. Emitterkopplingen är den viktigaste av de tre grundkopplingarna och används mest. Med denna koppling får man nämligen en kraftig **strömförstärkning**, dvs en liten ändring av basströmmen medför en stor ändring i kollektorströmmen.

Vi får naturligtvis starkast kollektorström när det inte finns något motstånd i kollektorkretsen. Fast då är det risk att transistoren förstörs. Därför måste man välja arbetsmotstånd så att starkast möjliga ström kan gå genom strömkretsen utan att transistoren skadas. Om en transistor förstörs beror det emellertid inte direkt på att den har fått för stark ström, utan det att strömmen ger upphov till värmeutveckling i transistoren, och värmen leder till att transistoren förstörs.

För varje transistor finns angivet värdet på den maximala förlust-effekten. För BC 238 är detta värde 200 mW. Enligt formeln $P = U \cdot I$ innebär det att vid en viss spänning får det bara gå en högsta tillåten ström genom

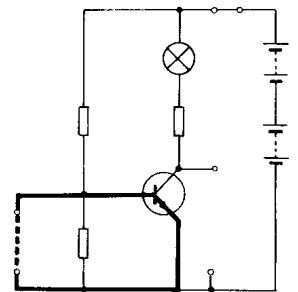


bild 125

Koppling 35

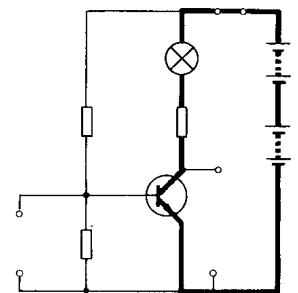


bild 126

transistorn. Ett exempel: mellan kollektorn och emittorn ligger en driftspänning på 3 V. Vi kan räkna ut den högsta tillåtna strömmen enligt

$$I = \frac{P}{U}, \text{ alltså}$$

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

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

Tänk dig nu att det uppstår en kortslutning i kopplingen och hela batterispänningen på 9 V läggs över transistorn. Med hjälp av basmotståndet har vi bestämt strömstyrkan till 66 mA. Då blir effekten

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

En så hög **förlusteffekt** leder till att transistorn förstörs. Också för strömstyrkan finns en begränsning. Den får vara högst 100 mA.

Vid emitterkoppling kan strömförstärkningen – förkortad V_I – ligga mellan 20 och 1000 gånger beroende på transistortypen. Som exempel kan vi ta att en basström på 0,02 mA medför en kollektorström på 8 mA. Eftersom kollektorströmmen alltså är 400 gånger starkare än basströmmen är strömförstärkningen – V_I – 400.

Med en emitterkoppling kan man också få en hög **spänningsförstärkning**, V_U . För detta måste man koppla in ett motstånd i kollektorkretsen, över vilket det kan uppstå ett spänningsfall. I avsnittet om motstånd fick du lära dig att man får ett stort spänningsfall om man har ett motstånd med hög resistans. Väljer man emellertid ett alltför stort motstånd minskar strömförstärkningen, eftersom motståndet ska vara så litet som möjligt för strömförstärkning. Man måste alltså räkna fram ett motstånd som har optimal verkan. Då kan man få en spänningsförstärkning, V_U , på mellan 100 och 1000 gånger. Detta innebär att en ändring i basspänningen på 0,01 V kan förändra kollektorspänningen med 1–10 V. Om emitterkopplingen är gjord så att man samtidigt får både ström- och spänningsförstärkning talar man om **effektförstärkning**. Effektförstärkningen V_P kan man beräkna med hjälp av formeln

$$V_P = V_U \cdot V_I$$

Dessutom har emitterkopplingen en speciell egenhet. Om man lägger växelström över basen får man en **fasvändning** vid kollektorn.

För att få en förklaring på denna fasvändning bygger du om koppling 35 (fig 123) genom att byta ut motståndet på 10 000 Ω mot ett på 47 000 Ω .

Kopplingschemat ser du i fig 127.

Med hjälp av spänningsdelaren R_1 , R_2 ställer vi in lampan så att den lyser med medelmåttig styrka. Genom att parallellkoppla 10 k Ω -motståndet med R_1 går en starkare ström genom basen; lampan lyser klarare. Därigenom får vi ett större positivt spänningsfall över R_2 . Samtidigt minskar spänningen mellan emittorn och kollektorn. Om vi nu kopplar 10 k Ω -motståndet parallellt med R_2 minskar den positiva basspänningen och blir negativ. Strömmen genom transistorn blir svagare, spänningen mellan emittorn och kollektorn ökar och lampan lyser mindre klart.

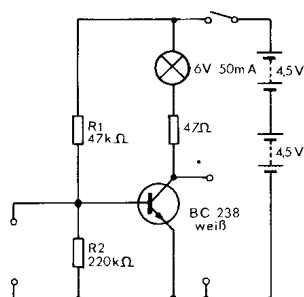


bild 127

	Bas	Lampa	Kollektor-emitter
1.	620 mV	4,5 V	4,5 V
2.	640 mV	8 V	1 V
3.	600 mV	1 V	8 V

Av denna tabell kan du se följande:

När basspänningen är positiv (620 mV till 640 mV) är spänningen mellan kollektor och emitter negativ (4,5 V till 1 V).

Omvänt gäller samma sak.

Vid växelspänning innebär detta:

Basen påförs en positiv halv våg. I en npn-transistor ökar då kollektorströmmen. Detta medför en minskning av spänningen vid kollektorn, och där uppstår en negativ halv våg. När basen påförs växelspänningens negativa halv våg minskar kollektorströmmen i och med att basströmmen minskar och spänningen stiger vid kollektorn. Till följd av detta får vi i utgångskretsen en positiv halv våg.

Denna fasvändning uppträder bara vid emitterkoppling, inte vid kollektor- och baskoppling.

I kollektorkopplingen, som du kan bygga enligt fig 128, 129, används transistorns kollektoranslutning som gemensam anslutning för ingång och utgång. Lampan ligger i emitterkretsen i denna koppling.

Koppling 36

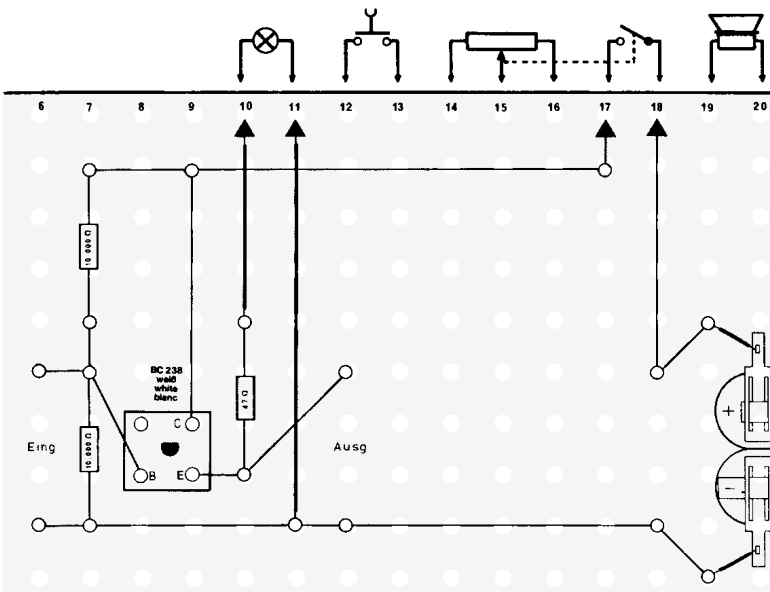


bild 128

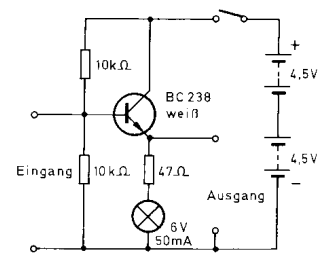


bild 129

Med kollektorkopplingen kan vi bara få en spänningsförstärkning som är mindre än 1. Denna koppling används alltså aldrig för spänningsförstärkning. Däremot kan man få en strömförstärkning på mellan 10 och 100 gånger. Med formeln $V_P = V_U \cdot V_I$ kan du lätt räkna ut att effektförstärkningen vid kollektorkoppling högst kan bli mellan 10 och 100 gånger. Trots detta har kollektorkopplingen sina användningsområden, och då bli som **impedansomvandlare** (impedans betyder **skenbart motstånd**). Kollektorkopplingen har nämligen en ganska hög **ingångsimpedans** (ca 200–500 kΩ) och en låg **utgångsimpedans** (100–500 Ω). Därför kan man med hjälp av en kollektorkoppling anpassa ett förstärkarsteg med hög utgångsimpedans till ett med låg ingångsimpedans. Tidigare använde man transformator till detta.

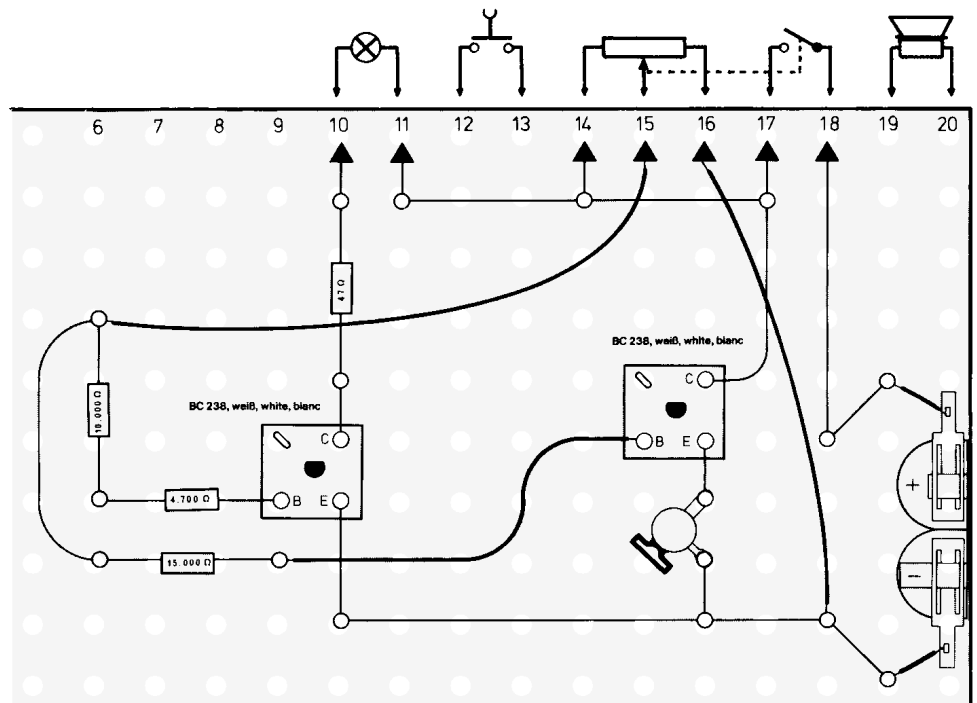


bild 130

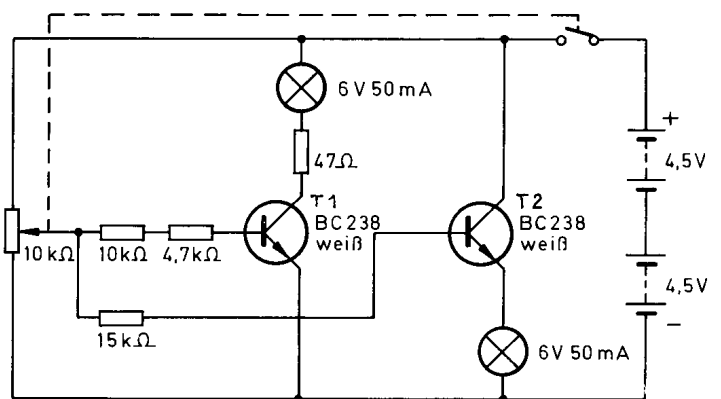


bild 131

Koppling 37

Hur olika spänningsförstärkningen är vid emitterkoppling (transistor T_1) och kollektorkoppling (transistor T_2) kan du se av kopplingen i fig 130, 131. Koppla först in lampan i den första transistorns, T_1 , kollektorkrets.

Slå på potentiometern och lägg därvid märke till glödlampan.

Redan vid en mycket liten positiv basspänning – när ratten står ungefär i mittläge – börjar lampan lysa, och när ratten är vriden helt till höger lyser lampan fullt. Små förändringar vid potentiometern – vilka medför små ändringar i basspänningen – gör stor skillnad i lampans ljusstyrka, alltså höga kollektorspänningar.

Koppla nu in lampan i den andra transistorns, T_2 , emitterkrets och vrid åter potentiometerratten.

Först när ratten nästan tar emot till höger börjar lampan lysa, och i ändpunkten lyser den bara svagt. Här har du beviset på att kollektorkopplingens spänningsförstärkning är mycket liten. Ändringar i basspänningen ger bara upphov till små ändringar i emitterkretsen.

Baskopplingen (fig 132, 133) används övervägande i HF-(högrekvens-) förstärkarsteg. Basen är gemensam anslutning för ingångs- och utgångs-signalerna.

Vid baskoppling blir strömförstärkningen mindre än 1, och spänningsförstärkningen ligger mellan 100 och 1 000. Effektförstärkningen kan alltså högst ligga mellan 100 och 1 000.

Koppling 38

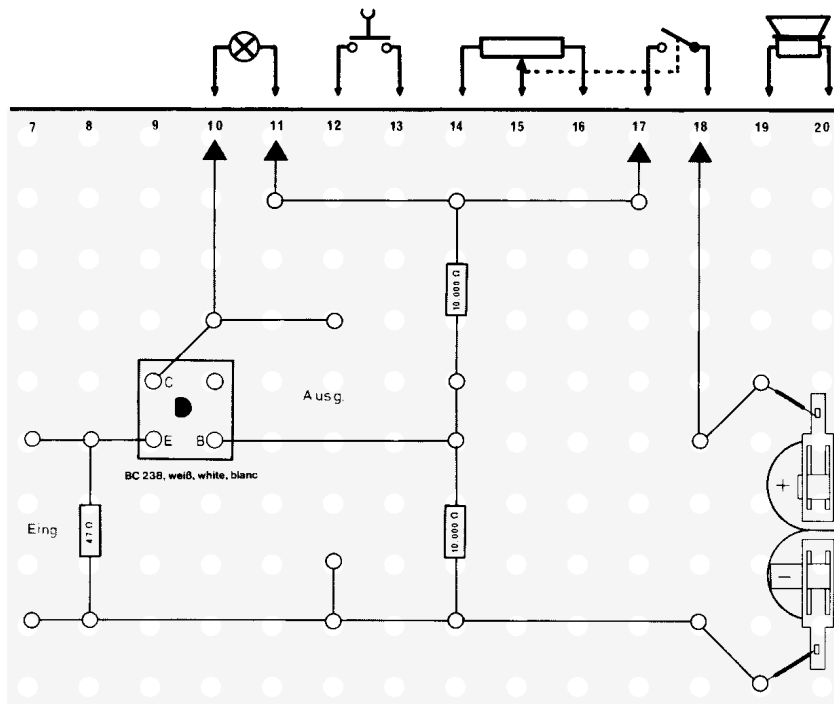


bild 132

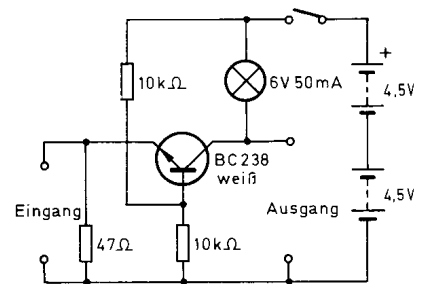


bild 133

2.10. Kondensatorer

Den sista komponenten du nu ska få lära känna i **Elektronikens grunder** är kondensatorn. Alltefter vad för material de är gjorda av talar vi om olika kondensatortyper, vilka var och en används inom ett speciellt område. Sålunda har vi keramiska kondensatorer, polyesterkondensatorer, elektrolytkondensatorer och vridkondensatorer. De har följande schemasymboler.

Keramisk kondensator och polyesterkondensator:

Elektrolytkondensator:

Vridkondensator:

I detta avsnitt kommer du att få lära dig vad dessa typer har gemensamt. Bygg åter upp en enkel strömkrets med en glödlampa och en strömbrytare (fig 134, 135). Mellan klämmorna A och B kopplar du först in polyesterkondensatorn med påskriften 0,047 μ F, och sedan den med påskriften 0,1 μ F. Slå på strömbrytaren vid varje försök och lägg märke till lampan. Vänd också kondensatorerna om.

Lampan lyser inte någon gång, vilken av kondensatorerna du än använder. En kondensator måste alltså vara en spärr för likström.

Koppling 39

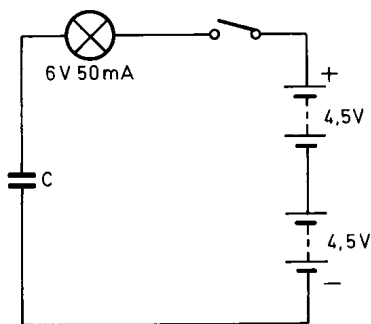


bild 134

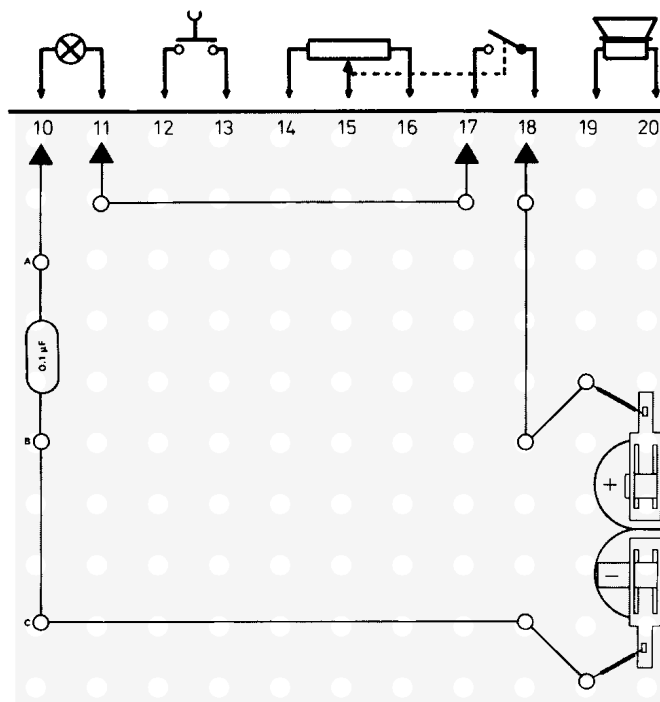


bild 135

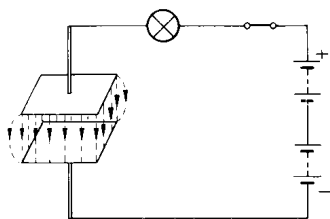


bild 136

I princip består alla dessa kondensatorer av två mot varandra placerade plattor som inte rör vid varandra, ja, de är till och med skilda åt av en isolator. Det kan därför inte gå någon ström genom dem. Trots detta sker inuti dem ett för dig osynligt men mycket viktigt förlopp. När du slår på strömmen förbinds kondensatorns ena anslutning till batteriets minuspol och den andra till pluspolen. Från minuspolen går en ström av elektroner till den ena »plattan», så att där uppstår ett elektronöverskott; den blir alltså negativt laddad. Från den andra plattan rör sig de fria elektroner som finns där mot pluspolen. Där uppstår elektronbrist och plattan blir positivt laddad

Mellan de båda motsatt laddade plattorna bildas ett **elektriskt fält**, vilket visas schematiskt i fig 136. I likhet med det magnetiska fältet är det elektriska fältet osynligt. Det är bara vissa effekter som gör att vi vet att det finns där. Ett starkt elektriskt fält – framställt med hjälp av höga spänningar – drar till sig dammpartiklar. På en TV-mottagares bildrör samlas t ex alltid damm eftersom den höga spänningen på ca 15 000 V ger upphov till ett mycket kraftigt elektriskt fält.

När du åter slår av strömmen i den sista kopplingen består skillnaden i antalet elektroner mellan de båda plattorna och därmed också det elektriska fältet. En kondensator kan också **urladdas**. Man kan också säga att den kan magasinera elektroner och därmed spänningar.

I en keramisk kondensator består det isolerande materialet (ett sådant kallas **dielektrikum**) av en keramisk substans. Kondensatorn framställs genom att man bränner fast två tunna metallskikt på denna substans. De keramiska kondensatorer som används i bygglådan är skyddade mot fukt och mekanisk påverkan av ett speciallack.

Polyester är en plast som lämpar sig mycket väl för framställning av kondensatorer. Den används därvid som isolator. Den ena sidan av denna plast beläggs med ett metallskikt (silver), varvid man får en folie. Om man lägger två bitar av sådan folie mot varandra och rullar ihop dem hårt får man en kondensator. Ett gult skikt skyddar den och hindrar fukt från att tränga in.

Elektrolytkondensatorer använder man överallt där man vill ha hög kapacitans och små dimensioner. Detta uppnår man genom att en pol – en metallfolie – förses med ett ytterst tunt oxidskikt som isolator. En elektriskt ledande vätska – elektrolyten – utgör den andra polen.

I en vridkondensator kan kapacitansen förändras genom att de båda polerna (grupper av metallplattor) kan röras mot och in i varandra. Kapacitansen blir större ju mera plattorna överlappar varandra. Isolatorn i en vridkondensator består av tunna skikt av plast.

En kondensators förmåga att hålla elektroner kallas för **kapacitans**. Den beror på plattornas storlek.

Som enhet för kapacitans (förkortat **C**) använder man **Farad** (efter den engelske fysikern Michael Faraday), som förkortas F. Eftersom denna enhet emellertid är mycket stor använder man mindre delar av den, precis som t ex vid strömstyrka. En milliondels Farad kallas mikروفarad (μF), en milliarddels Farad **nanofarad** (nF) och en billiarddels Farad **pikofarad** (pF).

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

Liksom motstånd kan kondensatorer användas i serie- och parallellkopplingar.

Vid seriekoppling får man en mindre kapacitans än den minsta enskilda kondensatorns kapacitans. Den totala kapacitansen räknas ut enligt följande formel:

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

Vid parallellkoppling ökar kapacitansen och den kan beräknas enligt följande formel:

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

För bestämning av keramiska kondensatorers värde gäller samma färgtabell som för motstånd. De har emellertid ingen fjärde – och för oss betydelslös – ring i guld eller silver. Färgen på själva kondensatorn har heller ingen betydelse. I stället kan de ha en fjärde och femte ring som talar om hur hög temperatur resp spänning de tål.

En keramisk kondensator har två trådanslutningar. Om du ser efter så märker du att dessa trådar inte sitter på samma avstånd från sina respektive kondensatorändar. Den ena tråden ligger närmre sin ände än den andra. Den ska alltid vara vänd åt vänster när du ska bestämma kondensatorns värde. Sedan avläser du värdet som anges av de tre färgringarna på samma sätt som ett motstånd (fig 137a–d).

a) Tre färgringar

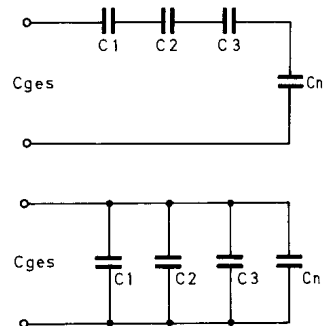
De ger kapacitansen i pF enligt tabellen.

b) Fyra färgringar

De tre första ringarna ger kapacitansen i pF enligt tabellen, den fjärde färgringen behöver du inte bry dig om.

c) Fem färgringar

De båda yttre färgringarna bryr du dig inte om, de tre mellersta ger kapacitansen i pF enligt tabellen.



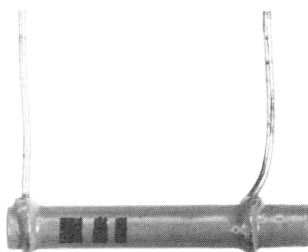
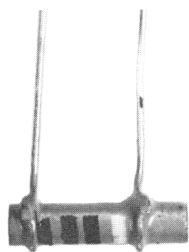
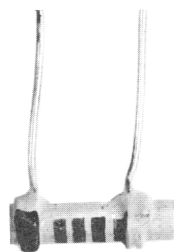


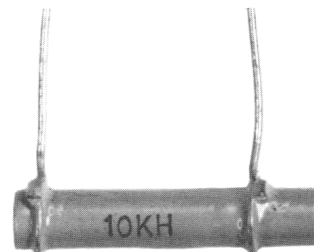
bild 137.a



b



c



d

d) Tryckta värden

Inte alla keramiska kondensatorer har färgringar, utan på en del finns värdet tryckt. Står där ett ensamt tal anger det kapacitansen i pF. Om talet åtföljs av en **liten** bokstav gäller enheten:

$$\begin{aligned} p &= \text{pF} \\ n &= \text{nF} = 1\,000 \text{ pF} \\ k (\text{kilo pF}) &= \text{nF} = 1\,000 \text{ pF} \end{aligned}$$

Stora bokstäver betyder **ingenting** vid bestämning av värdet.

Värde	Färgkod	eller utskrivet			
10 pF	brun svart svart	10	10 p		
22 pF	röd röd svart	22	22 p		
47 pF	gul lila svart	47	47 p		
68 pF	blå grå svart	68	68 p		
100 pF	brun svart brun	100	100 p		
180 pF	brun grå brun	180	180 p		
220 pF	röd röd brun	220	220 p		
330 pF	orange orange brun	330	330 p		
470 pF	gul lila brun	470	470 p		
1 000 pF	brun svart röd	1 000	1 000 p	1 k	1 n
2 700 pF	röd lila röd	2 700	2 700 p	2,7 k	2,7 n
4 700 pF	gul lila röd	4 700	4 700 p	4,7 k	4,7 n
10 000 pF	brun svart orange	10 000	10 000 p	10 k	10 n

På polyesterkondensatorerna är värdena tryckta och anges i pF, nF eller μF . Omräkningen sker enligt följande tabell:

$$\begin{aligned} 22\,000 \text{ pF} &= 22 \text{ nF} = 0,022 \mu\text{F} \\ 47\,000 \text{ pF} &= 47 \text{ nF} = 0,047 \mu\text{F} \\ 100\,000 \text{ pF} &= 100 \text{ nF} = 0,1 \mu\text{F} \\ 220\,000 \text{ pF} &= 220 \text{ nF} = 0,22 \mu\text{F} \end{aligned}$$

På elektrolytkondensatorerna är värdet tryckt:

$$\begin{aligned} &4,7 \mu\text{F} \\ &10 \mu\text{F} \\ &100 \mu\text{F} \\ &680 \mu\text{F} \end{aligned}$$

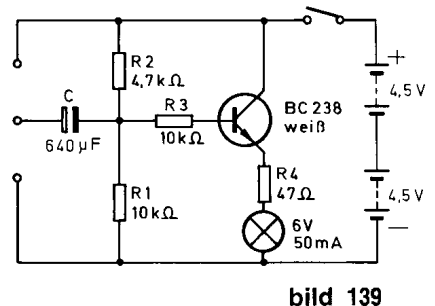
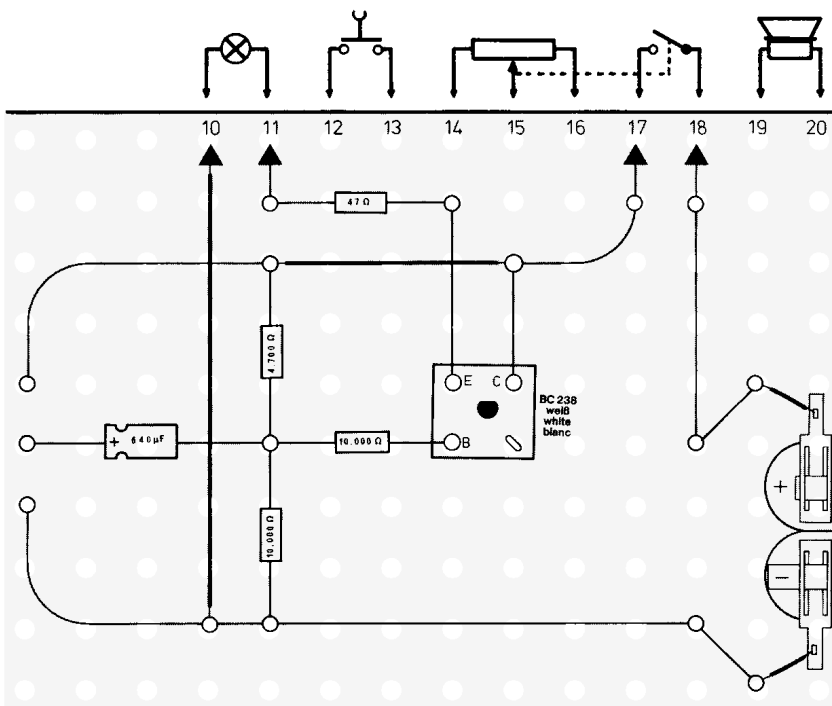


bild 138

bild 139

Med hjälp av en transistorförstärkarkoppling kan du undersöka **uppladdningen** och **urladdningen** av en kondensator. Du bygger alltså upp koppling i figur 138, 139. Transistorns arbetspunkt bestäms så av spänningsdelaren R_1/R_2 att bara en mellanstark ström går igenom transistorn, varvid lampan lyser med mellanstyrka. Om du nu ansluter elektrolytkondensatorns fria ände till batteriets pluspol lyser lampan upp klart men blir så småningom åter mindre ljusstark. Genom kondensatorns **urladdning** får vi under en kort stund en starkare basström, och därvid ökar också kollektorströmmen; lampan lyser klarare.

När du sedan kopplar elektrolytkondensatorns fria anslutning till batteriets minuspol slocknar lampan först men börjar snart åter lysa. Under kondensatorns **uppladdning** sker ett elektronutbyte mellan plattorna över R_1 . Ända tills kondensatorn är fullt uppladdad är basströmmen bruten och transistorn därigenom spärrad. Lampan lyser inte. Kondensatorn blir nu motsatt laddad, och ju mera uppladdad den blir desto svagare blir laddningsströmmen och desto starkare blir åter basströmmen. Och alltefter som lyser lampan klarare.

Ännu en viktig påminnelse: Det är bara i detta försök som du får ansluta elektrolytkondensatorns fria ände omväxlande till batteriets plus- och minuspoler. I alla kopplingar där du använder en elektrolytkondensator måste du noga ge akt på hur den ska byggas in. I annat fall fungerar inte kopplingen, och bl a kan elektrolytkondensatorn rent av förstöras. Tänk alltid på skåran som finns vid den positiva anslutningen!

De föregående kopplingarna med kondensatorer gjordes alla med likström. Resultatet blev att en kondensator utgör en **spärr för likström**.

Hur är nu fallet i en växelströmskrets, dvs när strömmen hela tiden ändrar riktning? Det kan du undersöka om du bygger upp kopplingen i fig 140, 141. Slå på omkopplaren (från EE 2004).

Koppling 40

Koppling 41

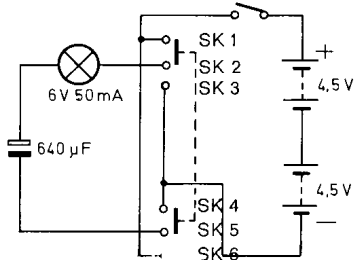


bild 140

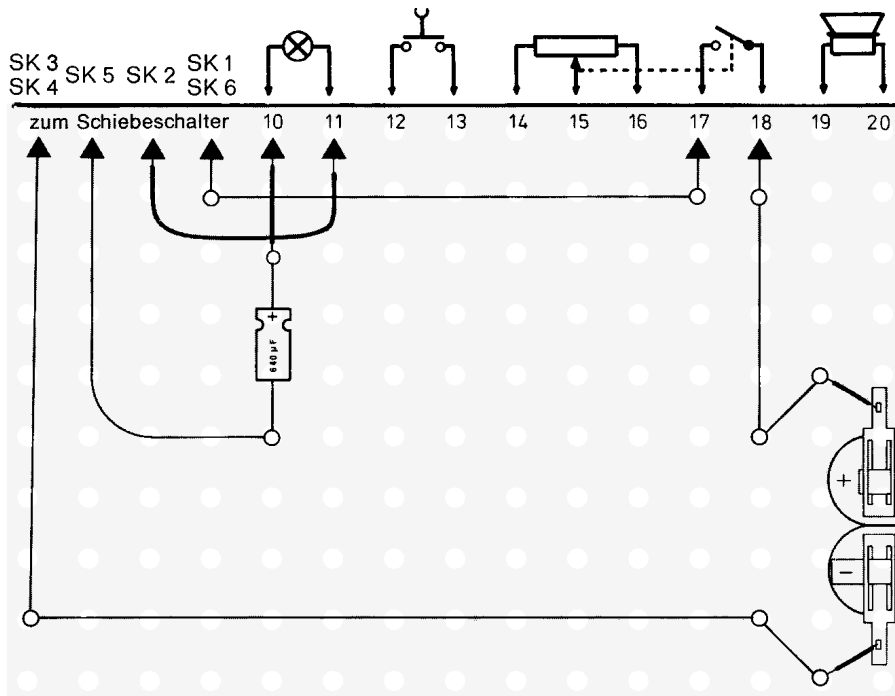


bild 141

När du långsamt för omkopplaren fram och tillbaka lyser lampan hela tiden upp gång på gång, men ju snabbare du kopplar om desto stadigare lyser lampan.

Har du en växelspanning – det får du genom att ständigt ändra strömriktning med omkopplaren – så tycks strömmen flyta genom kondensatorn. Strömmen flyter emellertid inte igenom utan plattorna uppladdas och urladdas ständigt. Det går alltså bara laddnings- och urladdningsström. Men tack vare den lyser ändå lampan. En kondensator är ingen spärr för växelspanning, utan bara ett motstånd. Man talar då om **kondensatorns reaktans** – jämför med en spoles **induktiva reaktans** – och den betecknas med X_C . Kondensatorns reaktans blir mindre ju högre frekvens växelströmmen har och ju högre kapacitans kondensatorn har.

Hög frekvens och stor kapacitans = liten reaktans.

Låg frekvens och liten kapacitans = stor reaktans.

2.11. Svängningskretsen

Parallellkopplar man en kondensator med en spole får man en kombination som har stor betydelse inom elektroniken. En sådan kombination kallas **svängningskrets**.

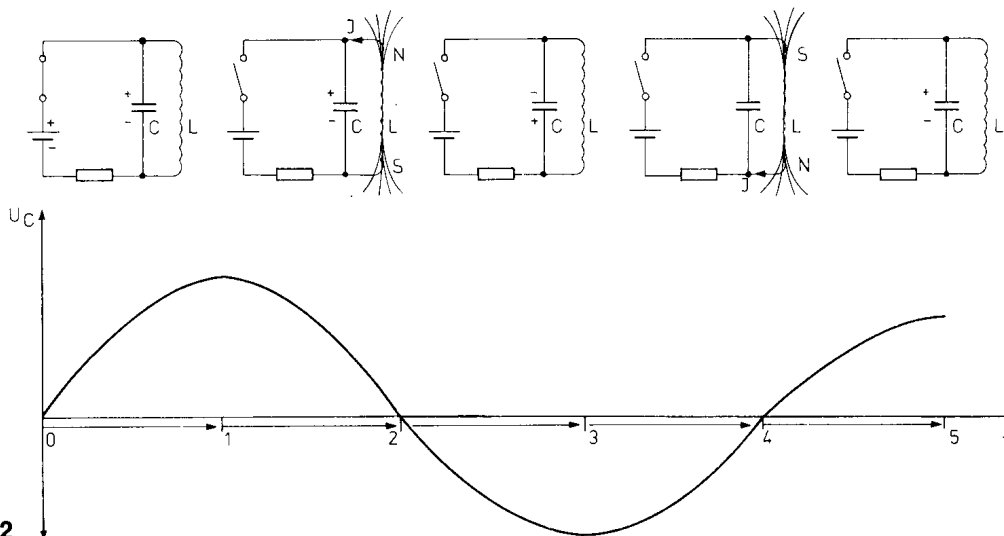


bild 142

Vad detta begrepp innebär och vad som händer i en sådan svängningskrets ska förklaras i detta avsnitt i anslutning till fig 142.

Bara under tiden från 0 till 1 är svängningskretsen kopplad till ett batteri, varvid kondensatorn laddar upp sig till sitt maximala positiva värde. Först när kondensatorn är helt uppladdad börjar det gå ström genom spolen. (Strömmen skyndar sig igenom spolen efter den pålagda spänningen.) I spolen L byggs ett magnetfält upp, som blir allt kraftigare tills det uppnår sitt maximala värde vid tidpunkten 2. Vid denna punkt har emellertid kondensatorspänningen blivit 0, varför det inte längre kan gå någon ström genom spolen och magnetfältet bryts ner. Genom induktion uppstår nu en spänning i spolen, och under tiden 2 till 3 laddar denna spänning upp kondensatorn negativt.

När kondensatorladdningen har uppnått sitt maximala värde (3) börjar det åter gå ström genom spolen. Ett nytt magnetfält byggs upp som vid tidpunkten 4 har motsatt riktning mot magnetfält vid tidpunkten 2. När detta nya magnetfält är som starkast (4) bryts det ner. Den magnetiska energin omvandlas åter i elektrisk energi och kondensatorn laddas nu upp med samma polaritet som i 0–1. Detta förlopp upprepas ända tills de ohmska motståndet i spolen har orsakat en förlust av all den energi som en gång fanns i hela svängningskretsen. Den uppkomna svängningen har alltså inte samma amplitud hela tiden, utan den blir allt mindre för varje period (till att börja med bara obetydligt mindre), ända tills den har blivit lika med noll. Man talar därför om en dämpad svängning (fig 143). Av denna anledning räcker det inte att en enda gång sätta fart på svängningskretsen, utan i rätt ögonblick (0–1, 4–5, osv) måste man hela tiden tillföra den ny energi. På så vis täcker man energiförlusterna i svängningskretsen, och man kan tala om kopplingens »svängning».

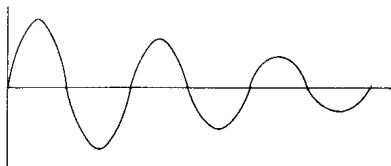


bild 143

3. Underavdelningar Inom Elektroniken

Nu när du känner till de viktigaste elektroniska komponenterna och vet hur de fungerar ska vi i följande kapitel gå igenom några underavdelningar av elektroniken, i vilka apparaterna du kan bygga med Philips elektronikexperimentlåda kan inordnas. Inom dessa områden kommer du först att få lära dig en del grundläggande saker och så småningom, där det är möjligt, få undersöka några enkla kopplingar. De enskilda apparaternas tekniska egenheter hittar du i anslutning till den aktuella bygghandledningen.

3.1. Elektroakustik

De apparater som faller inom elektroakustiken tjänar till att förstärka tal och musik, så att man t ex med hjälp av en högtalare kan fylla stora utrymmen, t o m en stor fotbollsstadion, med ljud. Hur ska man nu göra med tal eller musik för att få en sådan förstärkning?

Om du sätter på radion mycket högt och sedan håller ett pappersark lätt i ena hörnet ungefär 5 cm framför högtalaren så kan du märka att papperet vibrerar i takt med ljudet. Eftersom papperet inte rör vid radion är det bara luftmolekylerna mellan högtalaren och papperet som kan överföra denna vibration. Samma fenomen, om än inte så kraftigt, uppträder om du talar mot papperet på mycket nära håll. När vi talar sätts nämligen luftmolekylerna i vår omgivning i rörelse så att det uppstår **ljudvågor**, vilka breder ut sig i rummet. Dessa ljudvågors frekvens varierar med tonhöjden – hög ton = hög frekvens, låg ton = låg frekvens – medan svängningarnas amplitud avgör ljudstyrkan. Eftersom man frambringar ljud av varierande frekvens och styrka när man talar så ändras också ljudvågorna i takt med dessa variationer.

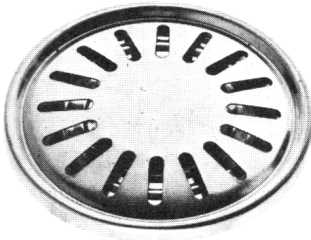


bild 144

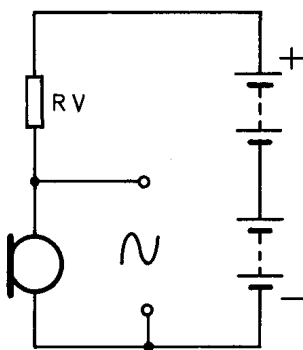


bild 145

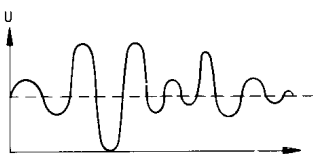


bild 146

Dessa vågor måste omvandlas så att de går att förstärka. För detta behövs en **mikrofon**. Vi ska förklara hur denna omvandling går till i en **kolmikrofon** (fig 144). I mikrofonhöljet finns det kolpulver (små korn av kol) under ett mycket tunt **membran**. Över två motsatt placerade anslutningar kan det gå ström genom kolpulvret. Eftersom kolkornen ligger så löst packade är motståndet så stort att bara en mycket svag ström kan gå igenom. Om nu en ljudvåg träffar membranet bågner detta och pressar samman kolpartiklarna fastare. Därigenom blir **övergångsresistansen** mellan partiklarna mindre och en starkare ström passerar.

När sedan membranet fjädrar tillbaka lättar trycket på kolpulvret, varvid resistansen åter ökar och strömmen minskar. Övergångsmotståndet ändrar sig hela tiden i takt med ljudvågorna som sätter membranet i svängning. På så vis uppstår en varierande ström genom mikrofonen. Man kan också säga att man får ett varierande spänningsfall över mikrofonen; den kallas **talväxelspänning** (fig 145, 146). Ström går ju bara genom mikrofonen när det ligger en spänning över denna.

Denna talväxelspänning påförs den första förstärkartransistorns bas över en kondensator, genom att mikrofonen t ex kopplas mellan basen och emittern. Kondensatorn är absolut nödvändig för att hindra basströmmen från att gå över mikrofonen.

Eftersom du i avsnittet om transistorer har lärt dig att basen alltid är förspänd undrar du kanske nu när du vet att talväxelspänningen dessutom

påförs basen. Räcker inte talväxelspänningen själv till att styra transistoren? Detta är teoretiskt tänkbart, men kvaliteten på den förstärkta signalen skulle säkert inte tillfredsställa dina anspråk. Det är lätt att förstå varför. En npn-transistor t ex måste hela tiden ha basen ansluten till spänningskällans pluspol, annars spärrar transistoren. Med talväxelspänningen påförs basen både positiva och negativa halvvågor. Transistorn förstärker alltså bara de positiva halvvågorna (npn-transistor), men spärrar de negativa (fig 147). Detta fenomen känner du till från diodens likriktareffekt. Vid en sådan förstärkning återges en förvrängd signal.

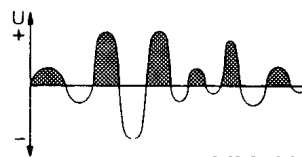


bild 147

Den positiva likspänningen över basen (fig 148) förhindrar denna förvrängning. Talväxelspänningen (fig 147) överlagras på likspänningen (fig 149), varvid basen hela tiden får en positiv signal som ändå ändrar sig i takt med talet.



bild 148

Vi måste emellertid ställa ett villkor på likspänningen: Den måste vara högre än talväxelspänningens största amplitud så att inga djupa »våg-dalar» går ner i det negativa området.

Elektroniska förstärkare är inte i stånd att förstärka talväxelspänning i ett enda steg (med en transistor) så mycket att det ger ljud i en högtalare. Den förstärkta signalen från den första transistoren påförs den andra transistorens bas och förstärks där ytterligare. Om denna process sker t ex tre gånger talar vi om en **tre-stegsförstärkare**.

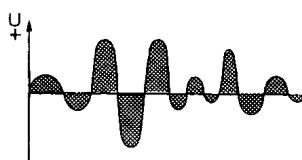


bild 149

De enskilda transistorstegen kopplas med en kondensator för att förhindra att t ex kollektorspänningen på 7 V – som ligger vid första stegets utgång – går direkt till nästa transistors bas. Kondensatorn håller de enskilda stegens likspänningar åtskilda.

När vi diskuterade förstärkning var det hela tiden fråga om att förstärka en mikrofonsignal. Men samma diskussion gäller också för skivspelare och bandspelare.

Hur man sedan ur växelspänningen får ljud igen är lätt att visa med ett försök (fig 150, 151). Koppla högtalaren (från EE 2051) direkt till batteriet

Koppling 42

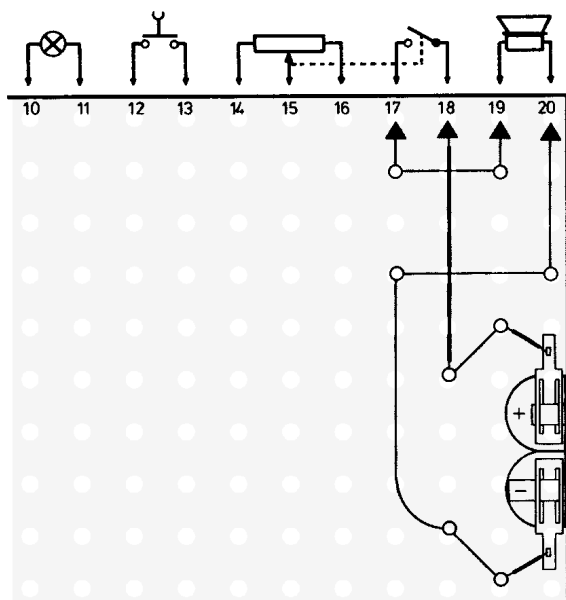


bild 150

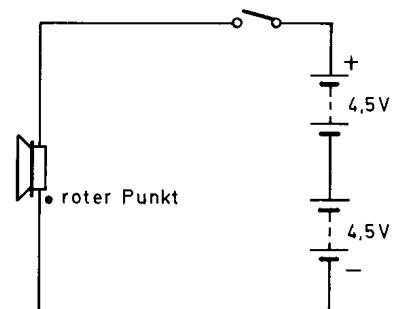


bild 151

så att den anslutning som är markerad med en röd punkt är förbunden med minuspolen. Lagg märke till högtalarens membran. Skifta sedan polaritet (vänd polerna om). När den med rött markerade anslutningen är förbunden med minuspolen trycks högtalarkonen (membranet) utåt, omvänd dras den inåt.

Inuti högtalaren finns en spole. När den förstärkta talväxelspänningen läggs över denna uppstår ett magnetiskt fält som hela tiden ändrar styrka och riktning. I samma takt försätts då konen i svängning, och denna svängning överförs till luftmolekylerna i omgivningen. Dessa svängningar i luften uppfattar våra öron som ljud.

3.2. Kommunikationsteknik

I detta avsnitt kommer du att få lära dig något om apparater som är av betydelse för informationsöverföring.

En del av dessa apparater innehåller kopplingar som kan producera toner. Dessa byggelement kallas **oscillatorer** eller generatorer. Grundkopplingarna till dessa oscillatorer (svängningsproducenter) och deras funktion kommer du att få lära dig något om i de följande kopplingarna.

Fig 152, 153 visar en **RC-oscillator**. Namnet kommer av att denna svängningsproducent byggs upp av bl a **R** (motstånd) och **C** (kondensatorer).

Koppling 43

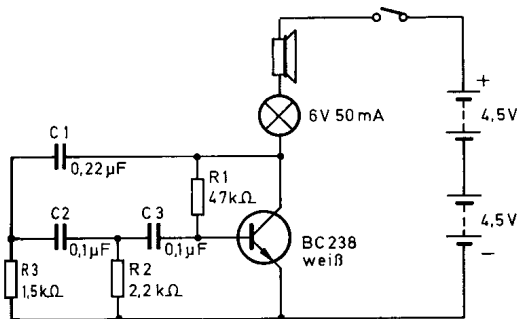


bild 152

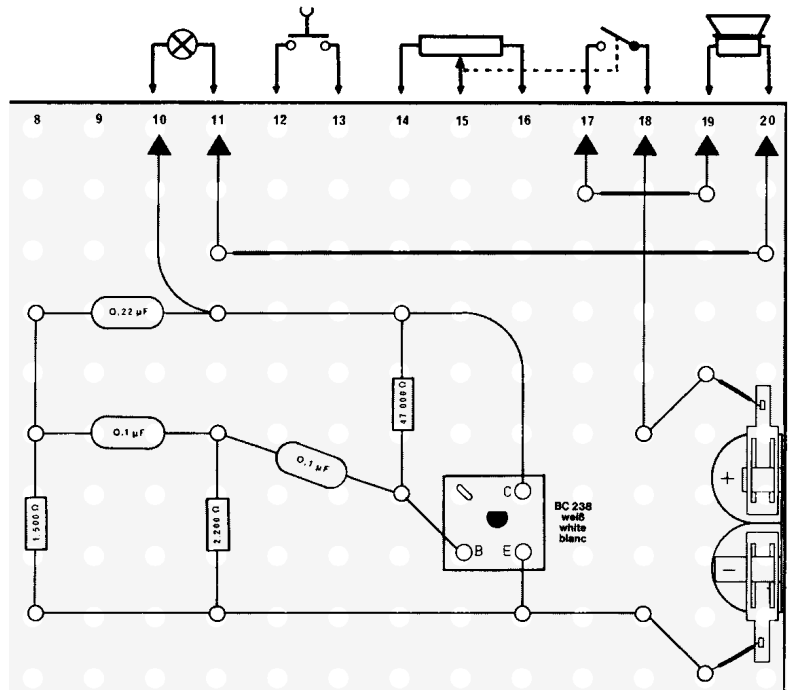


bild 153

När du slår på strömbrytaren hör du en dov ton, och lampan glimmar bara så mycket att det precis går att se. När strömmen kommer på ökar kollektorströmmen långsamt eftersom bara en mycket svag basström kan passera genom det relativt stora motståndet $R_1 = 47 \text{ k}\Omega$. Allteftersom kollektorströmmen ökar sjunker kollektorspänningen. Den går över kondensatorerna C_1 , C_2 och C_3 och motstånden R_3 och R_2 tillbaka till basen. Detta element åstadkommer en fasvändning vid en bestämd frekvens. Det innebär, att den sjunkande kollektorspänningen medför en ökning av den positiva basförspänningen. Därigenom förstärks kollektorströmmen ända tills den – beroende på lampans och högtalarens resistanser – inte längre kan öka. Nu får vi inte längre någon spänningsförändring vid kol-

lektorn, vilket ger upphov till sänkt basspanning och svagare basström. Som en följd därav blir kollektorströmmen svagare, varvid kollektorspanningen åter ökar. På grund av fasvändningen minskar den återkopplade spanningen basströmmen så mycket att kollektorströmmen blir nästan 0. Nu ändras inte spanningen längre. Basströmmen ökar åter, och förloppet börjar om från början.

Då detta förlopp ständigt upprepas får vi en växelspänning vid högtalaren, som ger ifrån sig en ton.

Denna tons frekvens bestäms, som du redan fått veta, av kondensatorerna C_1 , C_2 och C_3 och motstånden R_3 och R_2 . Ju mindre dessa komponenters värden är desto högre blir frekvensen. Visserligen måste motstånden om möjligt vara lika stora, och samma med kondensatorerna. En **LC-oscillator** visas i fig 155 (från EE 2052). Denna kopplings frekvens bestäms av **L** (spole) och **C** (kondensatorerna) C_1 och C_2 . Därav kommer också namnet.

Byggplanen för en LC-oscillator hittar du i fig 154. När du slår på kontakten ger högtalaren ifrån sig en ton av mycket hög frekvens (> 10 kHz).

Koppling 44

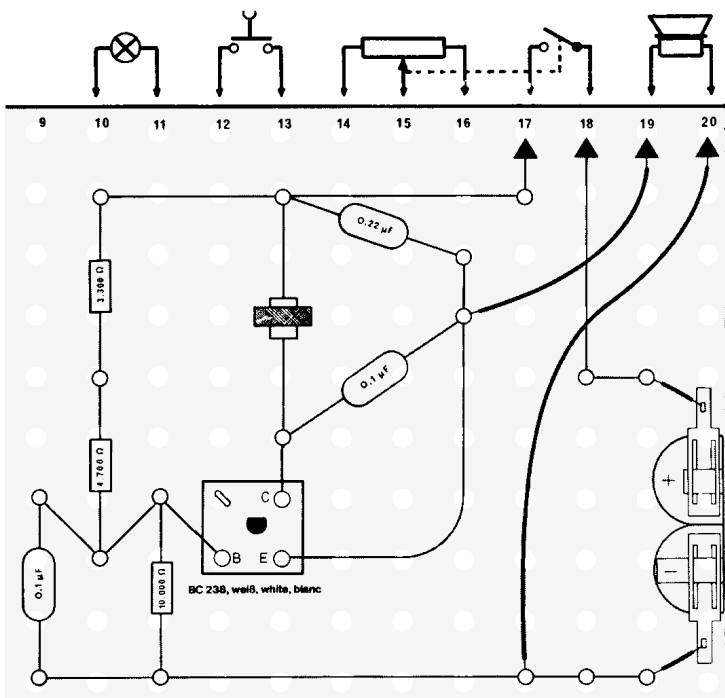


bild 154

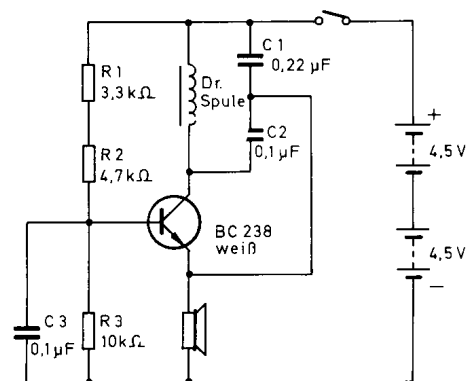


bild 155

När strömmen slås på laddas de båda kondensatorerna C_1 och C_2 upp av kollektorströmmen, och vi får en s k **kapacitiv spänningsdelare**. Svängningskretsen sätts därvid i rörelse och börjar svänga. För att kompensera energiförluster i spolen och förhindra att svängningen avtar förs en del av spolspanningen tillbaka till emitttern. På så sätt får vi en odämpad svängning som vi tar ut från högtalaren i form av en ton.

3.3. Elektroniska signalanläggningar

Hittills har vi i huvudsak talat om transistorns förstärkaregenskaper, men nu ska vi tala om dess funktion som strömbrytare (eller »switch» som man ofta säger, efter det engelska ordet för just strömbrytare). Vid förstärkning medförde en ändring av basströmmen också en ändring av kollektorströmmen. Man talar därför också om en linjär (linjär) förstärkare. I detta avsnitts kopplingar fungerar emellertid transistorerna enligt en annan princip. De fungerar här som strömbrytare med funktionerna på – av. Därvid är transistorerna antingen ledande eller spärrade, dvs det går ström igenom dem, eller också går det ingen ström alls. När transistoren är ledande och släpper igenom ström ligger nästan ingen spänning alls över den. När den är spärrad (ingen ström) kan vi mäta en spänning över den.

Av denna beskrivning framgår att transistoren arbetar som en helt vanlig strömbrytare. Kopplar man ett batteri, en glödlampa och en vanlig strömbrytare i serie får man samma effekt. Så snart strömbrytaren slås på går en ström igenom den, och strömmens styrka bestäms av glödlampan och batterispänningen. När strömbrytaren är frånslagen motsvarar spänningen över den precis batterispänningen. Kopplingskretsar som de här beskrivna används praktiskt i elektroniska räknemaskiner och i datamaskiner. Kopplingskretsarna har i normala fall två transistorer, av vilka den ena står i »på»-ställning och den andra i »av»-ställning. Den transistor som är »på» håller den andra »av» och tvärt om.

Det finns ett flertal varianter av dessa så kallade **vippor**.

I fig 156 hittar du en byggplan till en **Schmitt-trigger** (tröskelvärdebrytare), och det tillhörande kopplingschema hittar du i fig 157.

Koppling 45

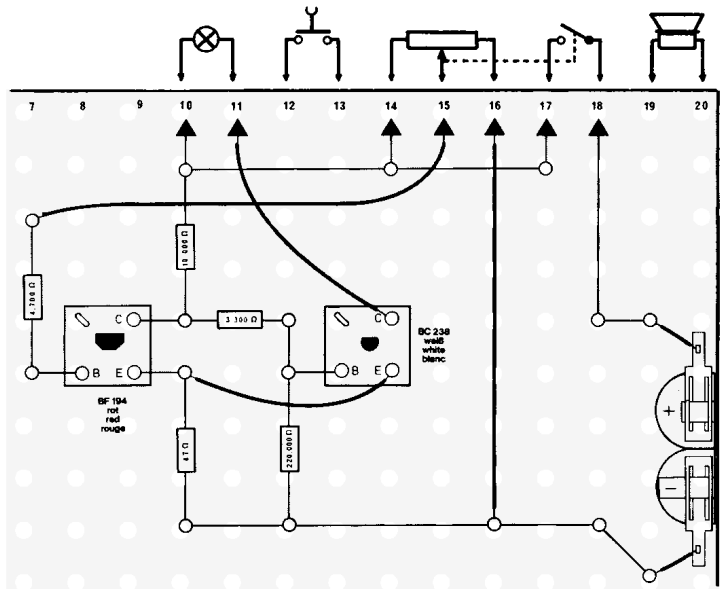


bild 156

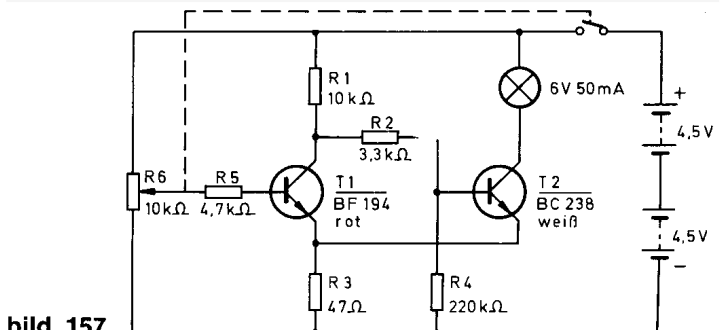


bild 157

När du vrider på potentiometerratten ändrar sig inte glödlampans ljusstyrka, utan vid ett bestämt läge – **tröskelvärdet** – slås den plötsligt på eller av.

När en negativ basförspänning läggs på transistorn över potentiometern så spärras kollektor-emittersträckan i denna npn-transistor. Över kollektormotståndet får vi ett spänningsfall, och spänningen förs i stället över R_2 till transistorns, T_2 , bas. Denna transistor leder därför och glödlampen lyser.

Om vi genom att vrida på potentiometerratten förändrar spänningsdelningen så att T_1 plötsligt får en positiv basspänning så frigörs kollektor-emittersträckan, och ström kan passera. Därvid minskar i ett slag spänningsfallet över kollektormotståndet, och T_2 's bas erhåller över R_3 , emitttern och R_2 en negativ spänning. Alltså spärrar T_2 och lampan slocknar.

Ändrar du med potentiometern åter basspänningen till T_2 tänds lampan igen.

Ytterligare en vippa är den som kallas **flip-flop** eller **bistabil multivibrator**. Multivibrator betyder ungefär »något som svänger många gånger» (»bi» betyder två och »stabil» fast, säker). Man kan säga att denna koppling har två fasta lägen. Vad detta innebär ska vi förklara när du har byggt upp vippan i fig 158.

När du först påför en driftspänning lyser lampan inte. Men om du med en bit ledningstråd sluter kontakten K_1 tänds lampan och fortsätter att lysa även efter att du åter har brutit strömkretsen vid K_1 . Om du ett ögonblick sluter kontakten K_2 slocknar lampan och förblir sedan också släckt.

Koppling 46

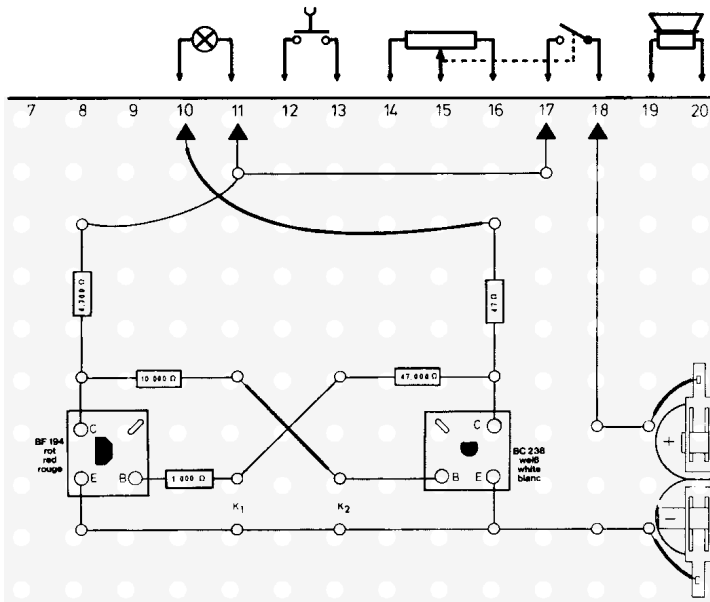


bild 158

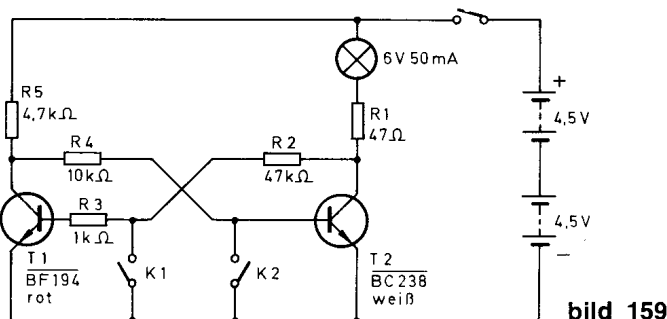


bild 159

Koppling 47

Om du betraktar kopplingsschemat (fig 159) ser du att när kontakterna är öppna får T_1 :s bas en positiv basspänning över R_1 , R_2 och R_3 . T_1 leder alltså, och T_2 :s bas erhåller över T_1 :s emitter-kollektor och R_4 en negativ basspänning. T_2 spärrar alltså och lampan lyser inte. När du nu sluter K_1 får T_1 :s bas en negativ spänning, och kollektor-emittersträckan spärras. På grund av spänningsfallet över R_5 får T_2 :s bas nu över R_4 en positiv förspänning, så att T_2 leder. Lampan tänds. Den fortsätter att lysa efter att K_1 har brutits eftersom spänningsfallet över R_5 (som ger basspänningen till T_2) består. Detta är ett av de stabila tillstånd vi talade om.

När nu K_2 sluts får T_2 :s bas en negativ spänning, och T_2 spärrar. Nu får T_1 :s bas åter en positiv spänning och T_2 förblir spärrad. Lampan lyser alltså inte. Därvid har vi uppnått det andra stabila tillståndet.

Nästa vippa du ska få lära dig något om är den **astabila multivibratorn** (fig 160). Så snart driftspänningen på 9 V läggs över den astabila multivibratorn hörs en ton från högtalaren och lampan lyser. Ersätt motståndet $R_1 = 47 \text{ k}\Omega$ först med $22 \text{ k}\Omega$ -motståndet och sedan med $15 \text{ k}\Omega$ -motståndet. Ju mindre resistansen R_1 är desto högre blir tonen.

Byt sedan ut C_1 eller C_2 mot kondensatorn på $10\,000 \text{ pF}$. Tonens frekvens ökar igen. Ju mindre kondensatorerna är desto större blir frekvensen.

Om du emellertid ersätter C_1 med elektrolytkondensatorn på $125 \mu\text{F}$ och C_2 med den på $4 \mu\text{F}$ blinkar lampan med konstant variation och i högtalaren hörs bara knackningar. Pluspolen måste peka mot kollektorn.

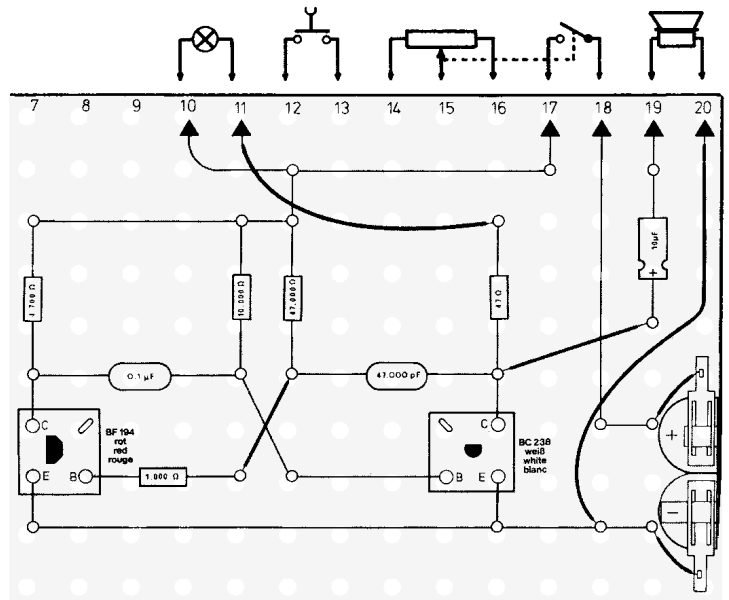


bild 160

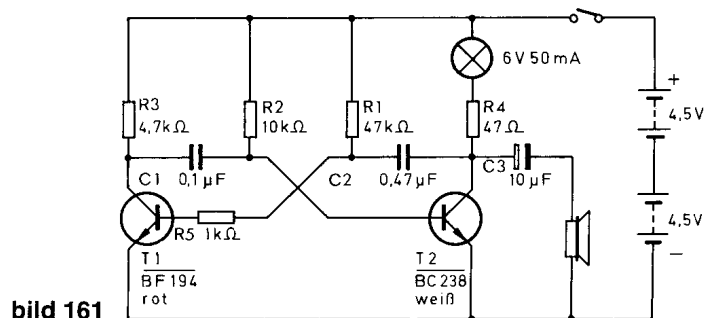


bild 161

Den astabila multivibratören har inte längre några stabila tillstånd, utan lägena »på» och »av» ändras regelbundet.

När T_1 leder spärrar T_2 (fig 161). Genom att återkoppla utgångssignalen från kollektorn till den andra transistorns bas spärrar nu T_1 och därmed leder T_2 . Detta sker automatiskt i en takt som bestäms av kondensatorerna C_1 och C_2 och motstånden R_1 och R_2 .

Den sista vippan du ska få lära känna är den **monostabila multivibratören**. Den har bara ett stabilt tillstånd. Byggplan och kopplingschema hittar du i fig 162, 163.

Sätt först in elektrolytkondensatorn 125 μ F på C_1 . Lampan tänds. När man en kort stund trycker ner tryckomkopplaren slocknar lampan, men börjar snart lysa igen.

När man lägger på driftspänningen erhåller T_2 en positiv basspänning över R_1 , varvid kollektor-emittersträckan blir fri. Nu laddas C_1 upp negativt, och T_2 's bas får ingen positiv förspänning. Därigenom spärrar T_2 . C_1 laddas emellertid slutligen upp positivt igen över R_1 , och T_2 's bas får åter en positiv förspänning. Alltså lyser lampan på nytt.

Ju större C_1 är desto längre förblir lampan släckt eftersom omladdningsförloppet då varar längre.

Koppling 48

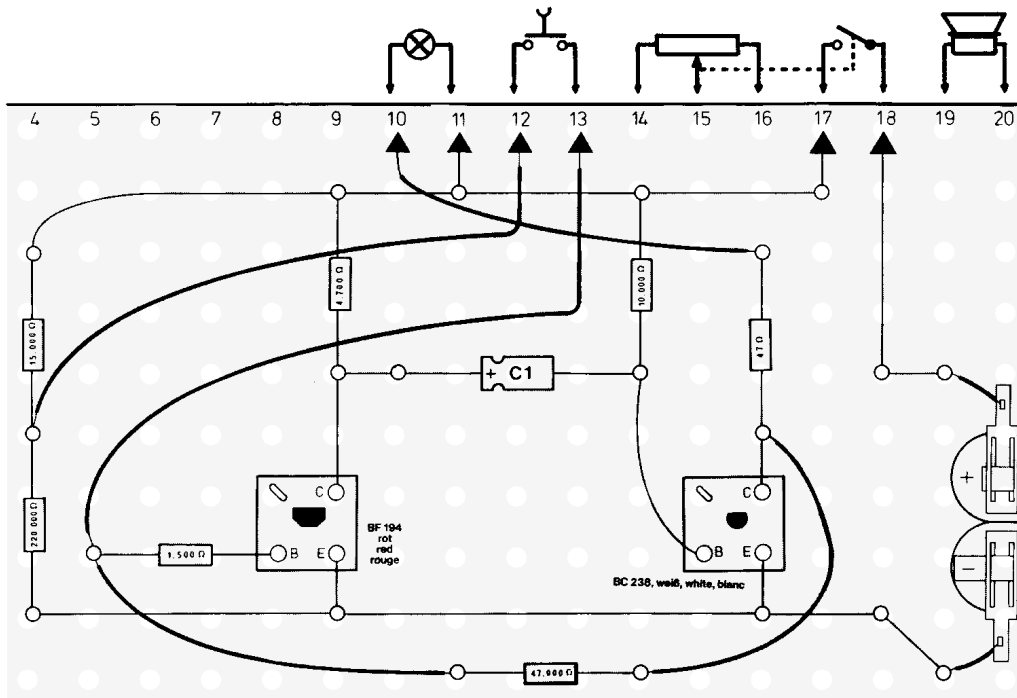


bild 162

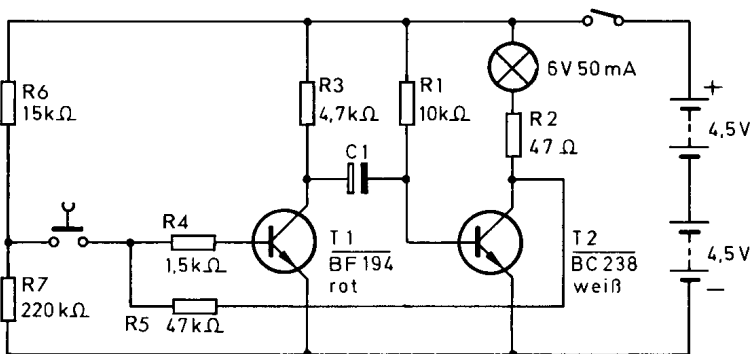


bild 163

3.4. Mät- och reglerteknik

Att mäta är att bestämma mängder, storlekar och andra enheter. Sålunda mäter vi avstånd med linjal och vikter med våg. Dessa mätningar innebär en jämförelse med en känd längd eller en känd vikt. Många mätningar utförs dock genom att man förvandlar okända mått och mängder till andra enheter. Fjädevågar t ex överför vikten med hjälp av en fjäder till en skala. I en termometer ges temperaturen av volymen av en bestämd mängd kvicksilver. Stiger temperaturen ökar volymen. Inom den elektriska mättekniken förvandlas alla slags mängder mått, osv till elektriska strömmar och spänningar, som sedan behandlas i elektroniska kopplingskretsar och sedan görs synliga med hjälp av visare och indikatorer. I dessa system använder man emellertid inte bara de elektriska spänningarna och strömmarna för att ange mätresultat, utan de påverkar också kontrollenheten som jämför det uppmätta värdet med ett önskat normalvärde.

Man har sålunda konstruerat en maskin som automatiskt tillverkar kolmotstånd. Ett tunt kolskikt dras då över ett litet rör av isolerande material, varvid resistansen mäts automatiskt. Den uppmätta resistansen överförs till en spänning, som man leder vidare till en kontrollenhet där den jämförs med ett normalvärde (börvärde) på spänning. Skillnaden mellan de båda spänningarna avgör om mer eller mindre kol ska dras över det isolerade röret. Ändrar man på normalvärdet så framställer maskinen motstånd med en annan resistans.

I alla kontrollsysten, eller som man säger »mät- och reglerkretsar», förs informationen om resultatet av en process tillbaka till en punkt där resultatet kan påverkas. Därför äger processkontroll alltid rum i en sluten reglerkrets där en ström av information och en ström av resultat är kopplade så att slutet av en process kan påverka processens början genom en mätanläggning (M), en förstärkare (A) och en kontrollenhet (C) (fig 164). Man kan bygga ett enkelt exempel på en sluten reglerkrets (eller som den också kallas, ett cybernetiskt system) med denna experimentlåda.

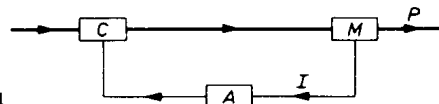


bild 164

Koppling 49

Målet är att låta en glödlampa lysa med bestämd ljusstyrka, oberoende av batterispänning och andra omständigheter. Kopplingen kan du se i fig 165, 166. Ljuset från glödlampan faller på fotomotståndet, varvid man måste se till att inget annat ljus når detta och kan påverka kopplingen. Därför placerar man fotomotståndet i ett svart, skärmande rör.

När lampans ljusstyrka avtar blir fotomotståndets resistans större. Därigenom blir basspänningen vid och kollektorströmmen genom T_1 mindre. T_3 får nu en starkare basström så att kollektorströmmen genom den ökar och lampans ljusstyrka åter uppnår det önskade värdet. Detta värde kan man ställa in genom att vrida på potentiometerratten vid R_3 . När man kopplar in +9 V ställer man in potentiometern så att lampan bara lyser svagt.

Minskas nu batterispänningen till 4,5 V, eller kopplas ett motstånd på 10 eller 47 Ω in före glödlampan, ändras inte ljusstyrkan utan förblir konstant. Reglersystemet håller ljusintensiteten på det tidigare inställda värdet. För att visa detta kan man bryta reglerkretsen och avlägsna fotomotståndet från lampan. Om man nu med hjälp av potentiometern än en gång ställer in lampan så att den lyser svagt och sedan lägger på en lägre spänning så ändras ljusstyrkan.

Detta kontrollförsök är inte helt lätt att utföra, eftersom det är svårt att med potentiometern precis ställa in den ljusmängd som faller på fotomotståndet. Det är därför mycket mera praktiskt att ersätta fotomotståndet med ett 47 k Ω -motstånd helt enkelt. Detta är nämligen den resistans fotomotståndet har då det belyses av svagt ljus från lampan.

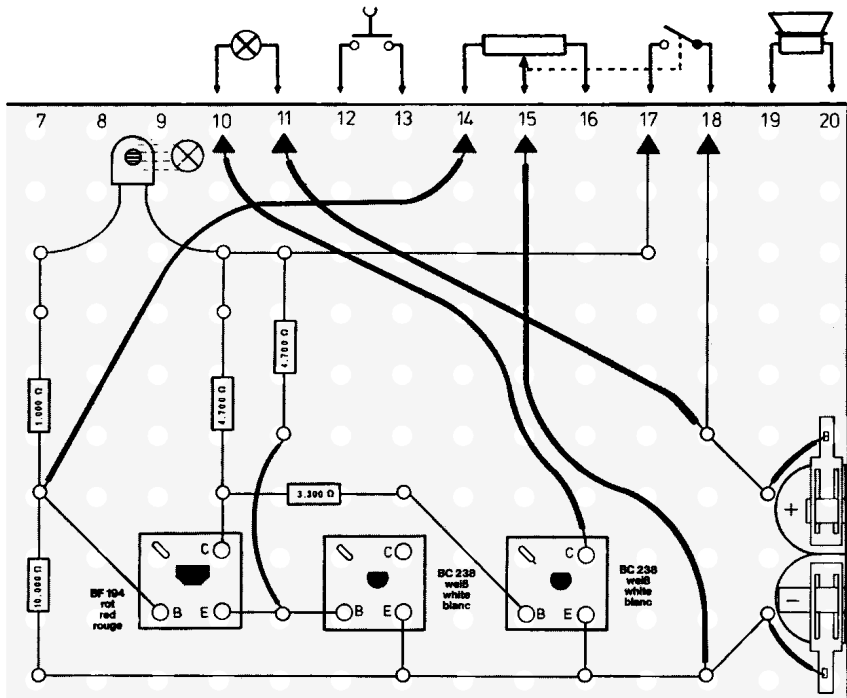


bild 165

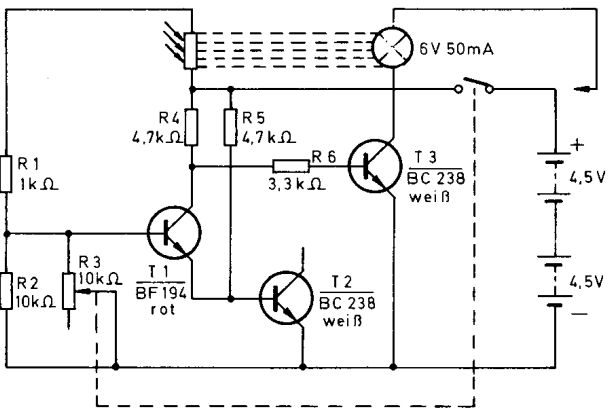


bild 166

3.5. Radioteknik

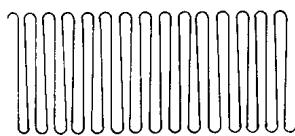


bild 167



bild 168

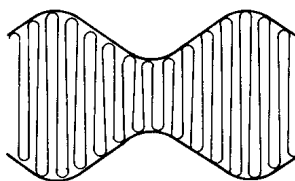


bild 169

I radioteknikens begynnelse använde man utrustning av sådan storlek och ohanterlighet att man i dag bara blir förvånad. Hur mycket lättare kan man inte nu för tiden ta emot radiosändningar med en liten transistorradio.

Trots detta är inte principen annorlunda nu än den var då, men metoderna har anpassat sig efter teknikens utveckling.

Vid radiosändningar måste LF-signalen (lågfrekvens = tal, musik) bearbetas så att den går att sända över långa avstånd. En direkt överföring är inte möjlig, utan man genererar en **bärvåg** som når mottagaren tillsammans med talet eller musiken. Denna bärvåg är en högfrekvenssignal (HF), som för varje radiosändare ligger fast i det våglängdsområde inom vilket sändaren arbetar.

Långvåg	(LV)	150	–	435 kHz	=	2 000	–	690 m
Mellanvåg	(MV)	510	–	1 605 kHz	=	590	–	190 m
Kortvåg	(KV)	5,95	–	17,9 MHz	=	50	–	17 m
Ultrakortvåg	(UKV)	86,5	–	108 MHz	=	3,6	–	2,9 m

I en mellanvågssändares svängningskretsar genereras t ex en svängning med en frekvens på 1 000 kHz (fig 167). Över denna bärvåg läggs LF-signalen (fig 168). Man talar då om **modulation**, och eftersom det är amplituden som ändras vid det här slaget av modulation så kallas förfarandet **amplitudmodulation (AM)**.

Koppling 50

Den enklaste radiomottagaren är **diodmottagaren**. I fig 170 ser du en principkoppling för en sådan. Frekvensen hos mottagarens svängningskretsar stäms av efter sändarens svängningar så att dessa förlöper med samma frekvens. Leder man denna signal till en diod så filtreras ena halv vågen bort av diodens likriktarverkan. Detta kallas **demodulation**. Denna demodulerade signal kan sedan eventuellt ledas till en hörlur, i vilken vi kan höra talet eller musiken.

Demodulationen är nödvändig eftersom positivt och negativt modulerade halv vågor utsläcker varandra.

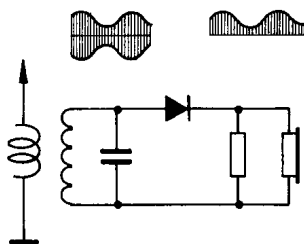


bild 170

Den enkla diodlikriktaren har emellertid också vissa nackdelar, och till dem hör att man inte direkt kan ansluta en högtalare till den. Den svaga växelspanningen måste förstärkas. De olika förstärkarkopplingarna har du redan lärt känna i avsnitt 3.1. I stället för den mikrofon du där använde för att fånga upp ljud kan du nu bara koppla in diodlikriktaren som spänningskälla på ingången.

Man kan se det som en ytterligare nackdel att en diodlikriktare bara kan arbeta inom ett spänningsområde på ca 0,1–10 V. Om den tillförda HF-signalens bärvågsspänning är för liten minskar likriktarens verkningsgrad, dvs mottagningskänsligheten blir mindre och distortionen (förvrängningen av ljudet) blir större. Det senare händer också vid för höga ingångsspänningar. Genom att koppla ett HF-förstärkarsteg före likriktaren kan man höja mottagarens känslighet. Mottagaren i 5.02. arbetar t ex efter denna princip. När den uppfångade signalen förs direkt till likriktaren över flera HF-förstärkarsteg talar man om en **rak mottagare**. Har man fler än två efter varandra kopplade steg i denna typ av mottagare står man inför så stora elektriska och konstruktionstekniska svårigheter att raka mottagare bara byggs som **en-** eller **tvåstegsmottagare**.

För att få radioapparater med större känslighet och effekt använder man sig av **överlagringsprincipen**. Härvid blandar man den signal från sändaren som har fångats upp av antennen med en andra signal som har genererats i mottagaren, så att man oberoende av avstämning och våglängdsområde alltid får en bestämd frekvens som inte ändrar sig. Denna s k **mellanfrekvens** (MF) kan man nu lätt förstärka i flera steg och till sist demodulera i likriktaren (fig 171). Detta förfarande har gett oss namnet superheterodyn-mottagare, vilket betyder överlagringsmottagare (av »super» = »över» + »heteros» = »olika» + »dynamis» = »kraft»). Helt kort talar man om en **super**.

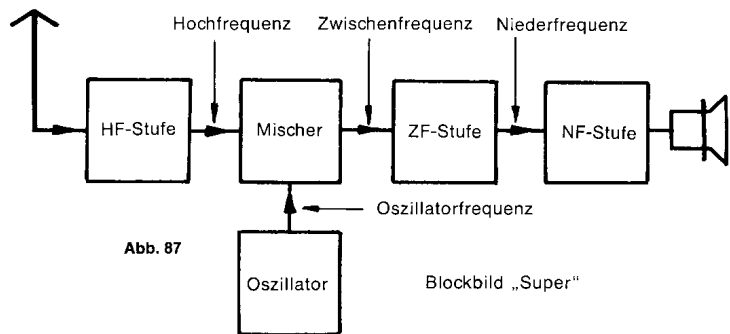


bild 171

Sändare i UKV-området använder emellertid inte amplitudmodulation, utan **frekvensmodulation (FM)**. Vid detta förfarande ändrar inte LF-signalen amplituden, utan i takt med talet eller musiken ändras bärvågens frekvens (fig 172). Vid demodulation av denna HF-signal måste man använda sig av speciella likriktarkopplingar i vilka man gör bruk av frekvensberoende motstånd. I det enklaste fallet kan det vara en spole vars reaktans ändras med frekvensen. På grund av reaktansförändringarna ändras också spänningsfallet över spolen, så att det blir större eller mindre. Dessa spänningsförändringar kan sedan förstärkas. Hursomhelst, vid detta förfarande blir inte mottagningskvalitén särskilt god, och inte heller den förstärkta signalen.

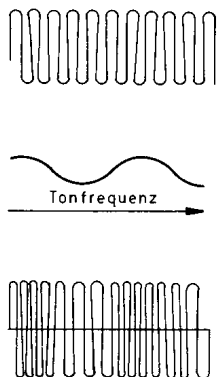


bild 172

4. Elektroniska Apparater

Innan du börjar bygga dessa elektroniska apparater är det absolut nödvändigt att du läser den Allmänna bygghandledningen mycket noga.

En viss kunskap om elektronik är en förutsättning för att förstå kopplingsbeskrivningarna. Om du redan tidigare har sysslat närmre med elektronik kommer du att förstå beskrivningen av de enskilda apparaterna lika väl som om du tidigare ingående hade arbetat igenom kapitlet Elektronikens grunder.

Vi har ordnat de olika apparaterna i underavdelningar på det sätt som är vanligt i industrin:

1. Elektroakustik
2. Kommunikationsteknik
3. Elektroniska signalanläggningen
4. Mät- och reglerteknik.
5. Radioteknik
6. Digitalteknik
7. Trådlös överföring

Du kan se av första siffran i de följande apparatnumren, till vilken underavdelning apparaten hör.

Grundläggande upplysningar om underavdelningarna hittar du i kapitel 3.

1.01. Förstärkare för skivspelare och bandspelare

De första skivspelarna återgav musik på ett helt mekaniskt sätt. Det var nödvändigt med tunga tonarmar och stora ljudtrattar, vilket gjorde apparaterna ohanterliga. Dessutom var återgivningskvaliteten mycket dålig. Det var först när man kom på att förstärka ljudet elektroniskt och låta det stråla ut från en högtalare som man kunde bättra på kvalitén i betydande grad. Du kan bygga en sådan förstärkare.

Förbered byggandet enligt den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorerna och elektrolytkondensatorerna är inkopplade mot rätt pol (har rätt polaritet).

Skruva fast grundplattan vid kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Har du EE 2050 ansluter du örtelefonen direkt till anslutningarna 19 och 20. Skivspelaren eller bandspelaren ansluter du till de yttre anslutningsklämmorna. Ge därvid akt på följande: Dessa apparater har skärmad ledning (fig 174). Koppla skärmen (a) till klämma V och den ena eller eventuellt båda trådarna (b) till U.

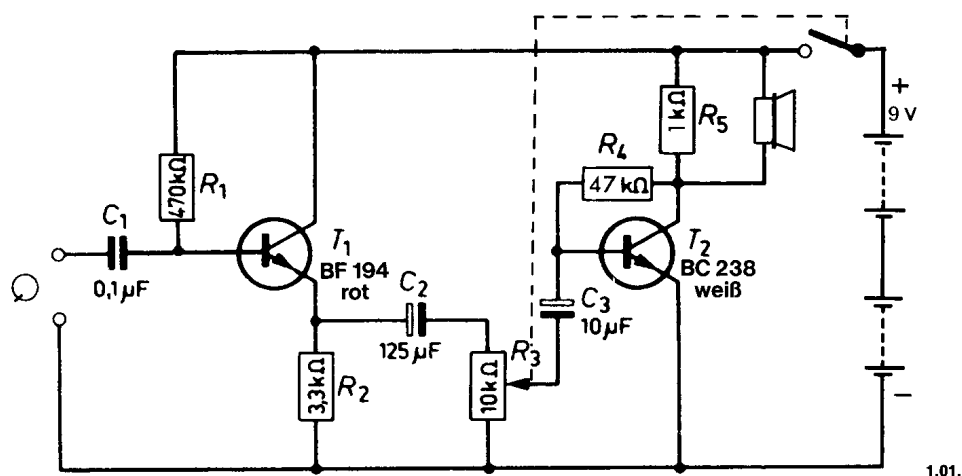
Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger och sätt på skivspelaren eller bandspelaren. Du hör musiken i örtelefonen. Du reglerar ljudstyrkan med potentiometerratten. När du vrider den helt åt höger får du den högsta ljudstyrkan. Om du har anslutit programkällan (skiv- eller bandspelare) riktigt och ändå inte hör något ska du genast slå av och leta reda på felet.



bild 174

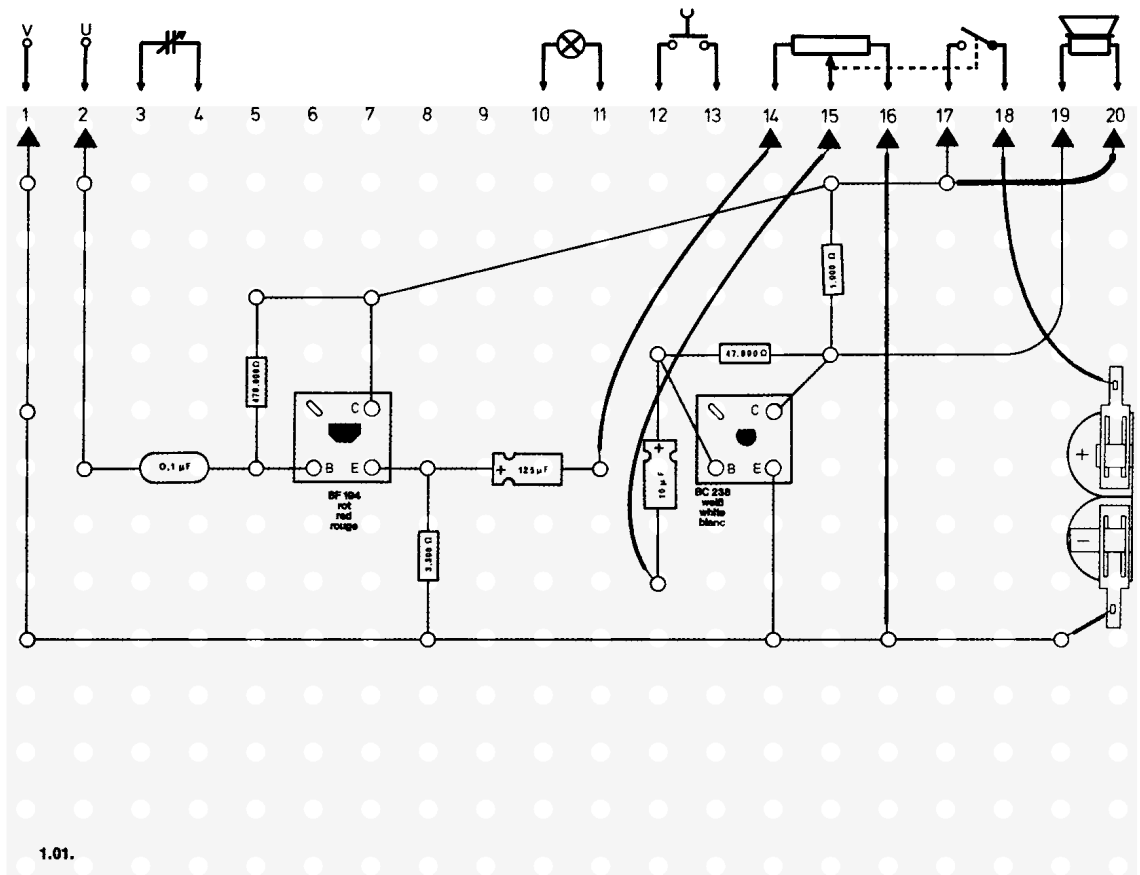


1.01.

Kopplingsbeskrivning för avancerade

Den uppbyggda kopplingen används för att förstärka växelspanningen från en grammofonpickup. Skivspelarkabelns inre ledning kopplas till kondensatorn C 1 och skärmen till batteriets minuspol.

Transistorn T 1 arbetar som emitterföljare. Kopplingen har den fördelen att dess höga ingångsimpedans inte belastar den anslutna växelspanningskällan (pickupen). Samtidigt förvandlas den höga ingångsimpedansen till låg utgångsimpedans. Den till transistorn T 1 påförda växelspanningen går över ljudstyrkereglaget R 3 och kopplingskondensatorn C 2 till slutsteget T 2. Den förstärkta spänningen kan vi höra i en örtefon eller högtalare som har kopplats in parallellt med motståndet R 5.



1.02. Tvåstegs skivspelarförstärkare

Talare måste kunna göra sig hörda ända ner till sista raden i stora salar. För att hjälpa rösten använder man högtalaranläggningar. Talaren talar i en mikrofon; detta förvandlar talet till elektroniska svängningar. Dessa mycket svaga svängningar måste förstärkas så mycket att de går att höra väl i en högtalare. För detta använder man en förstärkare, sådan som den du här kan bygga. Som mikrofon använder du en örtelefon. Du kan också ansluta en skivspelare eller en bandspelare.

Förbered byggandet enligt den allmänna bygghandledningen. Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen. Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorerna och elektrolytkondensatorerna är inkopplade mot rätt pol (har rätt polaritet). Skruva fast grundplattan vid kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Koppla en örtelefon till de yttre anslutningsklämmorna. Den fungerar som mikrofon. Talar du i den hör du din egen röst från högtalaren (ingår inte i EE 2003). Vill du ansluta en skiv- eller bandspelare måste du tänka på följande: De har skärmade ledningar (se fig 175). Koppla skärmen (a) till klämma V och den ena eller eventuellt båda trådarna (b) till U.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten. Vrid potentiometern åt höger. Med den reglerar du ljudstyrkan. När den står längst till höger får du störst ljudstyrka. Har du anslutit en örtelefon, skivspelare eller bandspelare riktigt och ändå inte hör något ska du genast slå av och leta reda på felet.

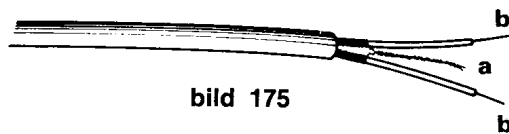
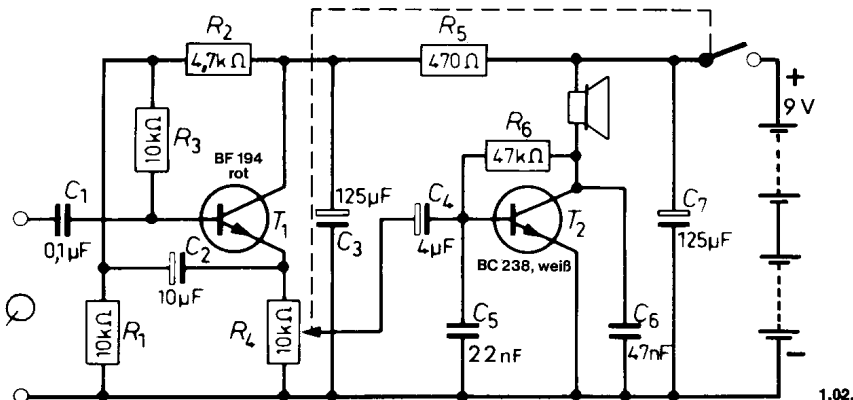


bild 175

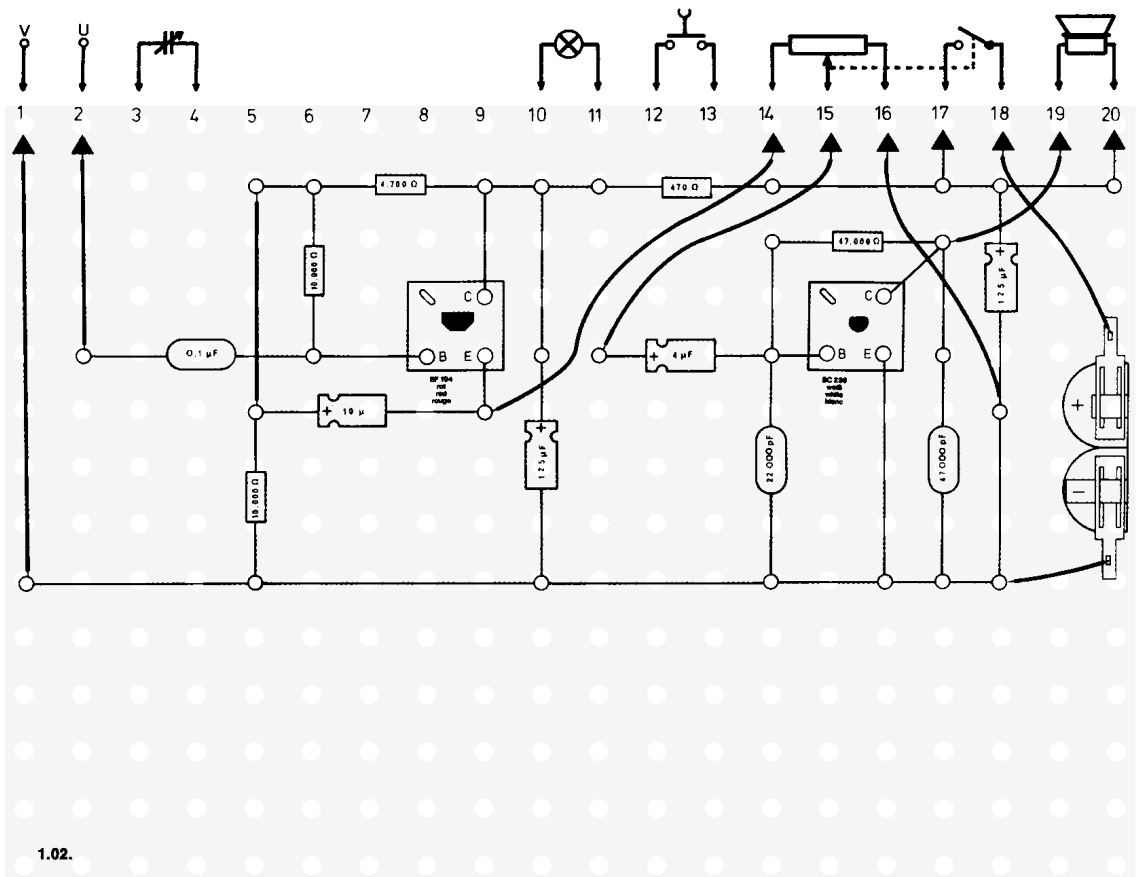


1.02.

Kopplingsbeskrivning för avancerade

I denna förstärkare arbetar den första transistorn som så kallad emitterföljare, dvs den är kollektorkopplad. Den över kondensatorn C 1 påförda signalen tas ut vid emittern och leds över motståndet R 4 till den andra transistorn, slutförstärkaren. Emitterföljaren T 1 har hög ingångsimpedans och belastar bara lite en ansluten spänningskälla. På så sätt leds signalen från en kristallpickup oförsvagad och oförvrängd till transistorn T 1. En ytterligare egenskap hos emitterföljaren är att den fungerar som impedansomvandlare och förvandlar den höga ingångsimpedansen till en låg utgångsimpedans. Den används därför inom transistortekniken för anpassningsändamål av det slag vi har här.

Potentiometern R 4 har en resistans på $10\text{ k}\Omega$ och används för att reglera ljudstyrkan. Slutsteget är emitterkopplat, varvid emittern är ansluten till minuspolen och arbetsmotståndet (högtalaren) ligger i transistorns kollektorkrets. Elektrolytkondensatorerna C 7 och C 3 är till för att filtrera och glätta driftspänningen från batteriet.



1.03. Push-pull-förstärkare

Med denna apparat får du större ljudstyrka och fylligare klang vid återgivningen. Du kan koppla en örtelefon till ingången som mikrofon och förstärka din egen röst. Du kan emellertid också använda den som skiv- eller bandspelarförstärkare.

Förbered byggandet enligt den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorerna och elektrolytkondensatorerna har rätt polaritet.

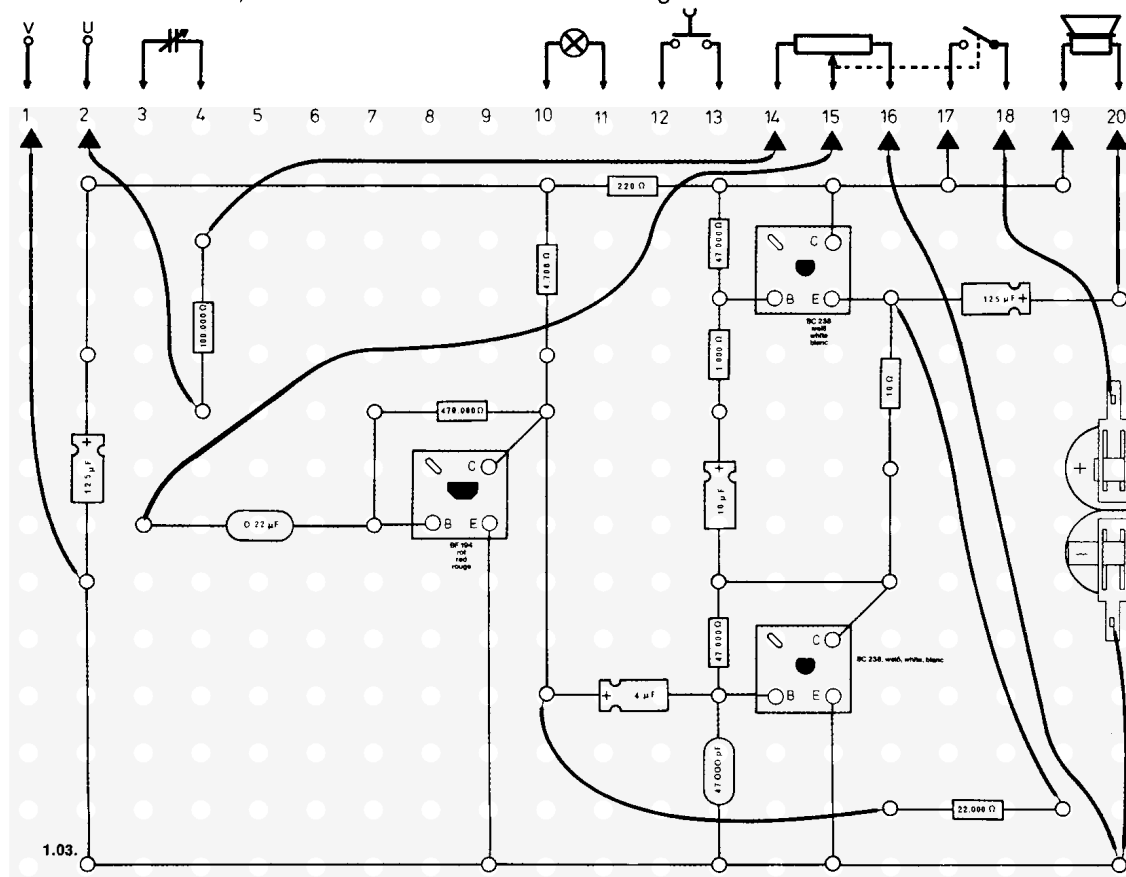
Skruva fast grundplattan vid kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Koppla en örtelefon (finns inte i EE 2003) till de yttre anslutningsklämmorna. Den fungerar som mikrofon. Talar du i den hör du din egen röst ur högtalaren. Vill du ansluta en skiv- eller bandspelare måste du tänka på följande: De har skärmade ledningar (se fig 175). Koppla skärmen (a) till klämma V och den ena eller eventuellt båda trådarna (b) till U.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. Med den reglerar du ljudstyrkan. När den vrids längst åt höger får du största ljudstyrkan. Har du anslutit en örtelefon, skivspelare eller bandspelare riktigt och ändå inte hör något ska du genast slå av och leta reda på felet. Du kan använda vilken kristall-örtelefon som helst, t ex örtelefonen med beställningsnummer 349.1041.



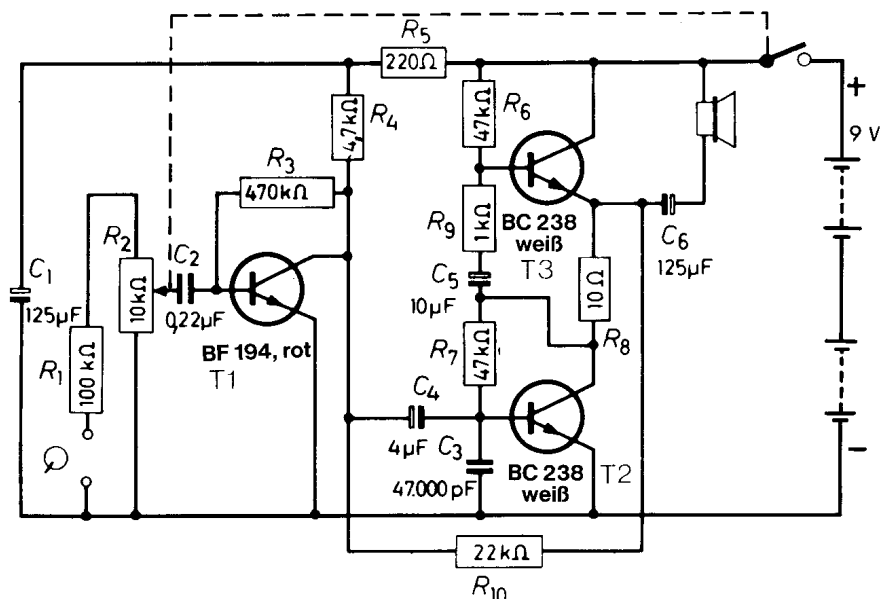
Kopplingsbeskrivning för avancerade

Volymkontrollen (ljudstyrkereglaget, i detta fall potentiometern) ligger före transistorerna. För att anpassa den höghögiga programkällan (spänningskällan) till den låghögiga transistorringången har vi kopplat ett motstånd ($R_1 = 100\text{ k}\Omega$) framför volymkontrollen. Motkopplingen av högtalaren över R_{10} till T_1 's kollektor stabiliserar kopplingen.

Som syns på kopplingschemat skiljer sig denna förstärkares slutsteg från det i förstärkaren 1.02. Vi har här ett enkelt **push-pull-slutsteg**, som består av transistorerna T_2 och T_3 . De är seriekopplade, dvs varje transistor arbetar på halva driftspänningen. Medan den undre transistoren T_2 drivs i emitterkoppling arbetar den övre transistoren T_3 i kollektor-koppling. Likströmmen går alltså igenom T_2 , över motståndet R_8 och genom T_3 till kopplingens pluspol. Basspänningen påförs över motståndet R_6 resp R_7 .

Växelspänningen från förförstärkaren T_1 påförs T_2 's bas över elektrolytkondensatorn C_4 . Den förstärkta signalen ger i T_2 's kollektorkrets upphov till ett större eller mindre spänningsfall över R_8 , vilket är beroende av transistorens styrning av positiva och negativa signaler. Växelspänningen vid R_8 styr, över elektrolytkondensatorn C_5 och motståndet R_9 , emitterföljarens, T_3 , bas; T_3 ger tillsammans med T_2 signalen till högtalaren, vilken är likströmsfritt kopplad till slutsteget över C_6 .

Den spänning man får vid denna push-pull-koppling beror alltså på den påförda växelspänningens polaritet. När till exempel spänningen över transistor T_2 (kollektor-emitter) stiger minskar den över transistor T_3 .



1.03.

1.04. Förstärkare med korrektion

En pickup återger inte alla toner med samma styrka. De elektriska svängningar vi får av höga och låga toner är mycket svagare än signalerna från de mellanliggande frekvenserna. Du kan tänka dig att klangbilden blir onaturlig när diskanten och basen saknas vid ljudåtergivningen. Klängen förvrängs. Detta kan man emellertid avhjälpa på elektronisk väg. Man behöver då en förstärkare som förstärker de höga och de låga tonerna mera än tonerna i mellanregistret.

Man uppnår denna korrektion genom att mellanregistret tack vare motkopplingen förstärks mindre än diskanten och basen. Klangbilden blir åter naturlig och oförvrängd.

Förbered byggandet enligt den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorerna och elektrolytkondensatorerna har rätt polaritet.

Skruva ihop grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Koppla en örtefon till de båda yttre anslutningsklämmorna som mikrofon. Talar du i den hör du din egen röst ur högtalaren.

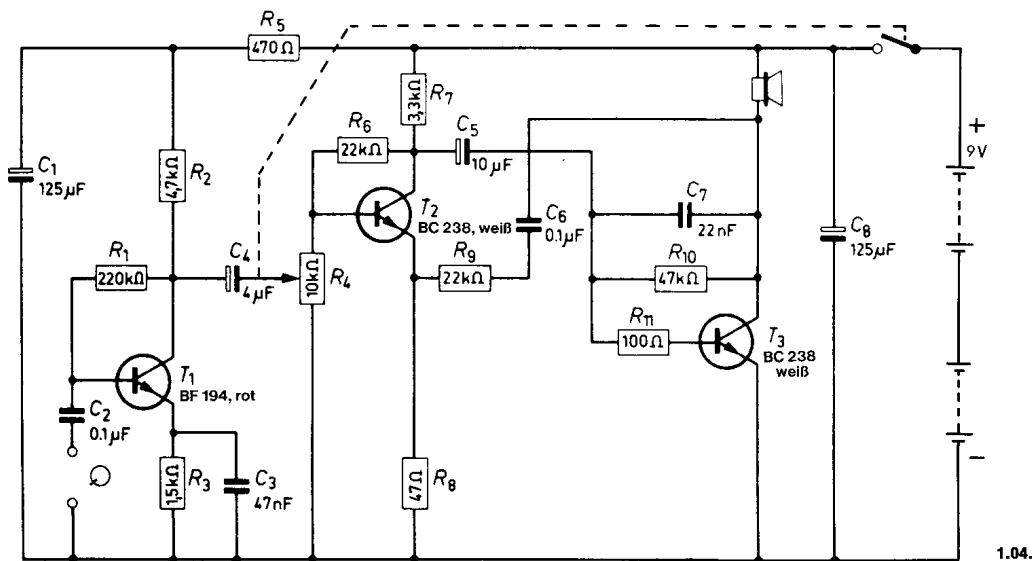
Vill du ansluta en skiv- eller bandspelare måste du tänka på följande: De har skärmade ledningar (fig 175). Koppla skärmen (a) till klämma V och den ena eller båda trådarna (b) till U.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger och ställ in den önskade volymen (ljudstyrkan). Vid fullt utslag åt höger är ljudstyrkan högst. Har du anslutit en örtefon, skivspelare eller bandspelare riktigt och ändå inte hör något ska du genast slå av och leta reda på felet.

Du kan använda vilken kristallörtefon som helst, t ex örtefonen med beställningsnummer 349.1041.

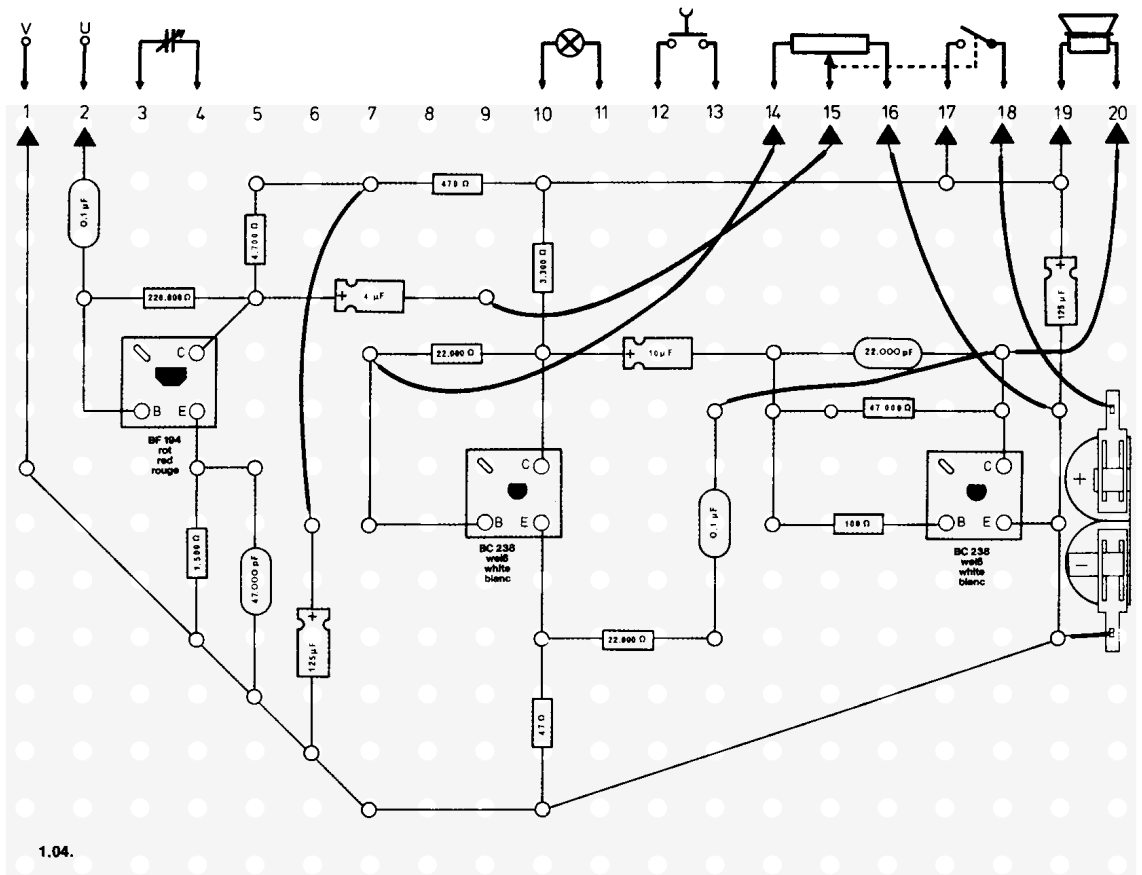


Kopplingsbeskrivning för avancerade

Alla tre transistorerna arbetar i emitterkoppling, och deras belastningsmotstånd (arbetsmotstånd) R 2, R 7 och högtalaren ligger därför i kollektorkretsen. Växelspänningen som ska förstärkas påförs T 1:s bas över kondensatorn C 2 och når därefter över C 4 volymkontrollen som här ligger efter första steget. De andra och tredje stegen är kopplade med varandra över C 5. R 3 och R 8 är till för att stabilisera de båda första transistorstegen.

Genom motkoppling (negativ återkoppling) leds en del av utgångsspänningen tillbaka till ingången, varvid den återförda spänningen ligger i motfas mot ingångsspänningen. Därigenom motverkas förstärkningen. Samma slags motkoppling kan man använda på ett eller flera förstärkarsteg. De förbättrar förstärkarens egenskaper genom att de minskar de uppträdande förvrängningarna i betydande grad. Den därvid uppkomna förlusten av förstärkningsförmågan verkar vara en nackdel. Man kan emellertid lätt kompensera den genom att göra en motsvarande kopplingsutvidgning i förstärkaren.

I kopplingsschemat finns två motkopplingskretsar. De går från högtalaren över C 6 och R 9 till transistor T 2:s emitter, och från transistor T 3:s kollektor över C 7 till baskretsen. I det första fallet har vi en tvåstegs motkoppling, eftersom den återförda spänningen påverkar transistorerna T 2 och T 3, medan kondensatorn C 7 är enstegs motkopplad, nämligen mellan T 3:s kollektor och bas.



2.01. Övningsapparat för morse

Vid kommunikation med fartyg och flygplan använder man ofta morse-tecken. Med denna apparat kan du själv morsesignalera. Om du trycker ner tryckkontakten snabbt hör du en kort ton, som kallas »punkt». Om du håller kontakten nedtryckt längre kallas tonen »streck». För länge sedan kom man överens om en kod bestående av punkter och streck för varje bokstav i alfabetet och varje siffra. Denna morsekod används i hela världen. Du har säkert hört på radio hur telegrafister sänder morse på kortvågsbandet. Om du lär dig morsealfabetet utantill och övar dig ordentligt kommer du att kunna förstå detta telegrafistspråk. Du kommer emellertid att märka att många morsesändningar är alldeles för snabba för dig, och dessutom inte alla gånger på svenska. Det går naturligtvis inte att göra något åt det, men om du samarbetar med en kamrat kan ni öva av hjärtans lust och sända meddelanden till varandra.

Du hittar morsealfabetet på sid 139.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

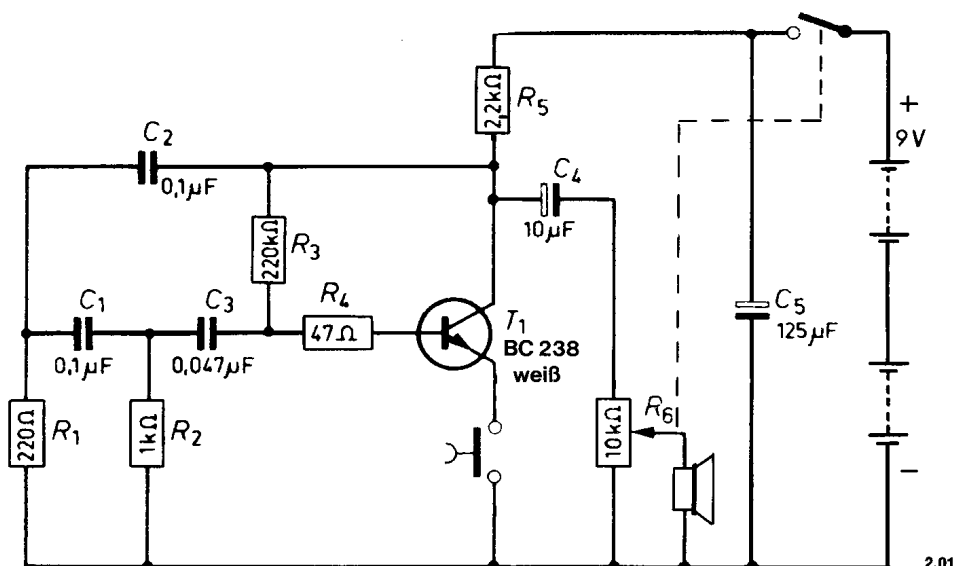
Skruva ihop grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Har du EE 2050 kopplar du örtelefonen till anslutningarna 19 och 20.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. När du trycker ner tryckkontakten hörs en ton i örtelefonen eller högtalaren. Denna tons volym kan du reglera med potentiometern. Vid fullt utslag åt höger blir tonen som starkast. Hör du inget ska du genast slå av och leta reda på felet.



2.01.

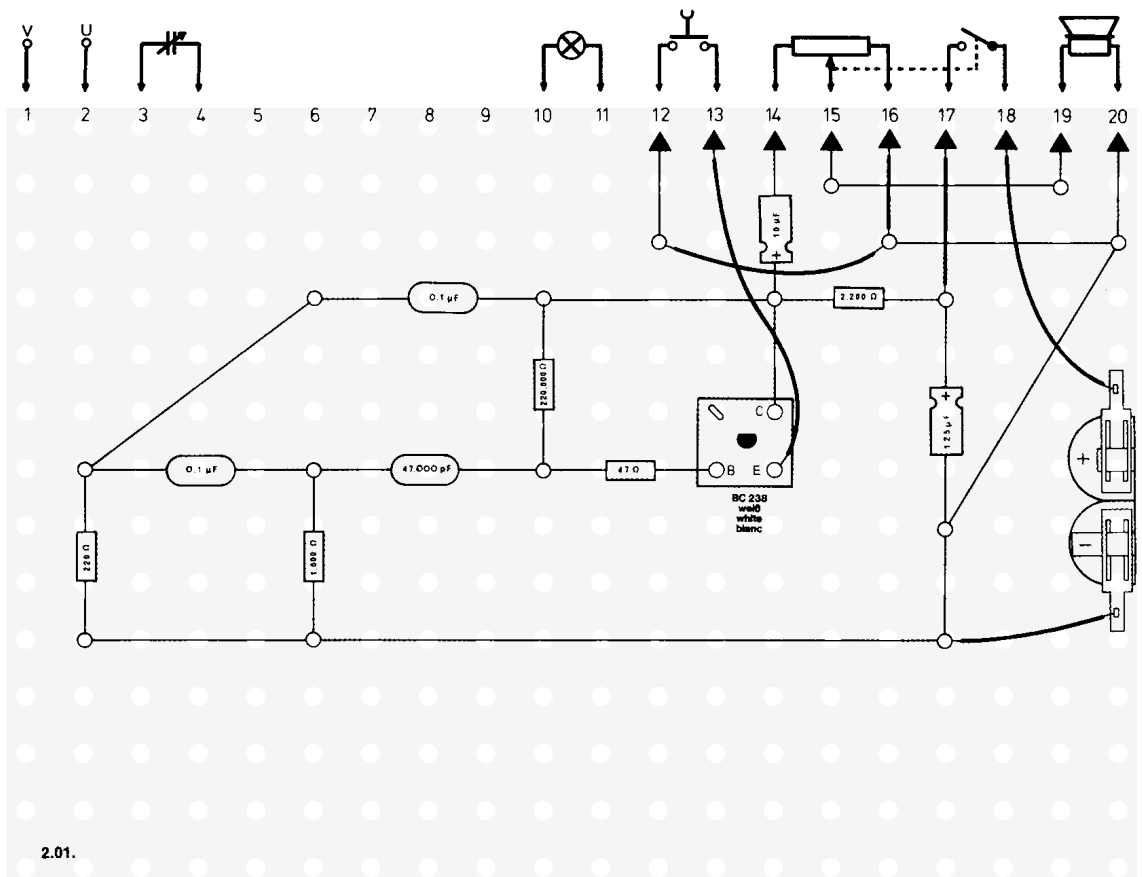
Kopplingsbeskrivning för avancerade

I denna transistorkoppling genereras en ton som går ut i högtalaren när man trycker ner tryckkontakten. Denna koppling kallas RC-oscillator. Som med alla oscillatorer måste återkopplingsbetingelserna uppfyllas också i denna koppling. Det går här till på följande sätt: Om man påför T1:s bas en positiv halv våg så får vi vid kollektorn en förstärkt men negativt riktad signal. Om man över C2 för denna direkt tillbaka till transistorns bas så får man en motkoppling. Men för detta måste motfasen omvandlas i medfas. Här utnyttjar man det faktum att strömmen i en kondensator går före den pålagda spänningen. Föreställ dig att en kondensator laddas upp av en spänningskälla. När du slår på kontakten går det först en laddningsström till kondensatorn, men det finns ännu ingen spänningsskillnad mellan plattorna. Allteftersom laddningsströmmen avtar ökar spänningen, eftersom plattorna nu är olika laddade. Vi kan ta ut spänningen över ett efterkopplat motstånd.

Därigenom fördröjs signalen. Man kallar detta fasförskjutning. I denna koppling används flera RC-delar (C2/R1 och C1/R2) för att få en större fasförskjutning och på så sätt vid en bestämd frekvens göra om motfasen till medfas.

Genom **fasförskjutningen** återkopplas den negativa kollektorsignalen samtidigt som den vänds så mycket att en positiv bassignal understöder transistorn. Oscillatorn svänger.

I denna övningsapparat för morse arbetar oscillatorn bara när kontakten är nedtryckt; och det är när man vill avge ett morsetecken. Med potentiometern R6 kan man reglera volymen.



2.02. Övningsapparat för morse med högtalare

Trycker du ner sändarnyckeln (kontakten) på denna apparat hör du en hög, gäll ton i högtalaren.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kottabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

Skruva ihop grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

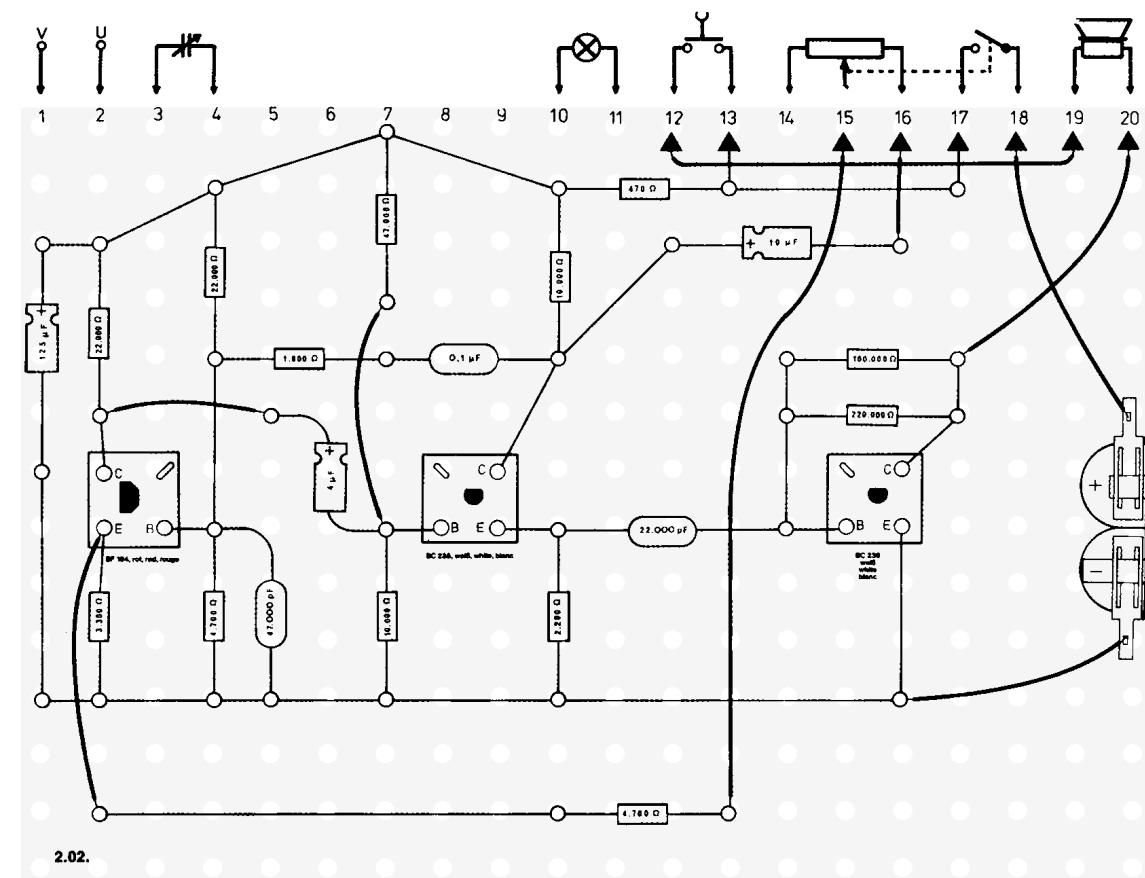
Speciella arbeten: Du kan ta loss högtalaren från själva apparaten och placera den i ett annat rum. Där kan din kamrat höra dina morsesändningar.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten helt åt höger. Med potentiometern kan du ställa in en ton som du tycker låter behaglig när du trycker ner kontakten och ger det första morsetecknet. Hör du inget ska du genast slå av och leta reda på felet.

Du hittar morsealfabetet på sid 139.



Kopplingsbeskrivning för avancerade

Denna koppling består av två delar, dels oscillatoren med transistorerna T 1 och T 2, dels ett efterkopplat förstärkarsteg med transistorn T 3. Detta steg har till uppgift att förstärka den genererade signalen så mycket att den kan driva en högtalare. Det är kopplat till oscillatoren över kondensatorn C 6. För att bättre förstå hur en RC-oscillator arbetar har vi ritat upp grundkopplingen för sig i fig 176. Det rör sig här om en så kallad **Wienbrygga**, vilken ger en mycket konstant växelspanning vars frekvens beror på RC-delarna R 4 / C 2 och R 5 / C 3. Återkopplingen sker genom en fasvändning i de båda transistorerna.

Påför man till exempel T 1:s bas en positiv halv våg får man vid motståndet i kollektorkretsen en negativ halv våg, som också ligger vid T 2:s bas. I denna kollektorkrets får man åter en förstärkt positiv halv våg, som över de inritade RC-delarna leds till T 1:s bas, så att återkopplingsbetingelserna är uppfyllda och återkopplingen är i medfas.

RC-oscillatorns förstärkning är emellertid större än vad som är nödvändigt för att generera själva svängningen, så på grund av för stor återkoppling får signalen en fullständig förvrängd kurvform. Därför måste vi bygga in ytterligare en motkoppling, för att få en så god sinusform som möjligt på den genererade signalen. Motkopplingen går från transistor T 2:s kollektorkrets över C 5, R 7 och R 6 till transistor T 1:s emitter. Med potentiometern kan man ställa in graden av motkoppling. Därvid måste högtalaren vara inkopplad, eftersom man i den tydligt kan höra den distorsion som uppstår när motkopplingen minskas. Den för morsesignalering nödvändiga nyckeln ligger på ledningen från högtalaren till batteriet. Högtalaren återger alltså bara den i RC-oscillatorn genererade tonen när tryckkontakten är sluten.

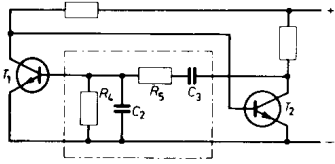
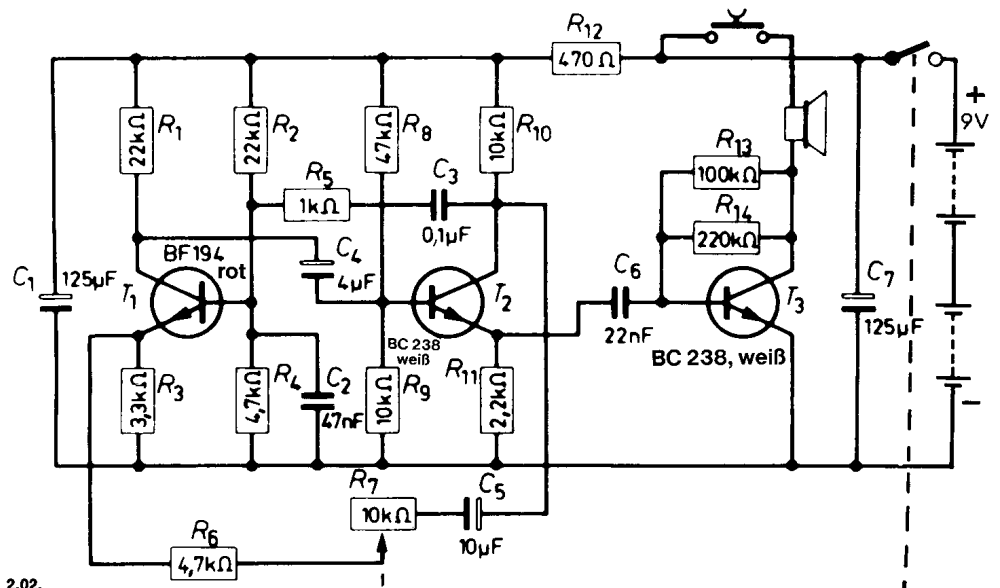


bild 176



2.02.

2.03. Telefonförstärkare

Telefonen är en elektrisk apparat. Allt som sägs i den ger upphov till växelström som går genom telefonapparatens spolar. Denna ström ger upphov till ett magnetfält runt spolarna, vilket går igenom din mottagar-spole (drossel). Dessa magnetfält ger i sin tur upphov till små spänningar i mottagarspolen, och dessa spänningar kan sedan förstärkas ytterligare i din anläggning.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

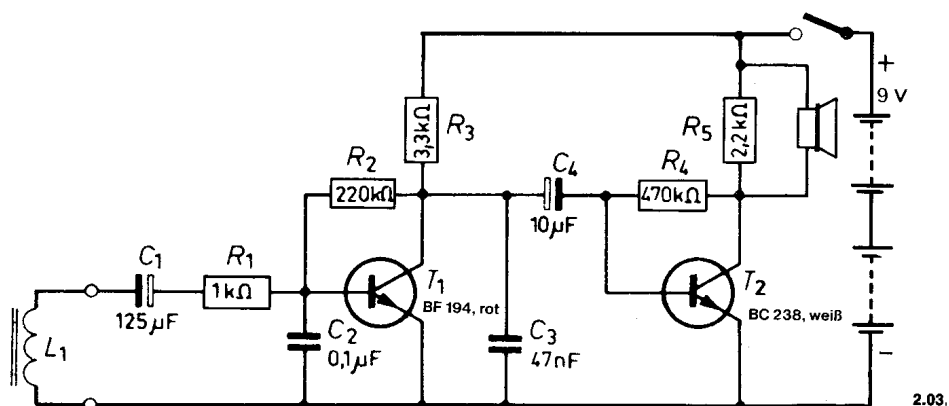
Skruva ihop grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Koppla två ledningstrådar (längst en meter) till de yttre klämmorna U och V. Förbind dem med drosseln.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

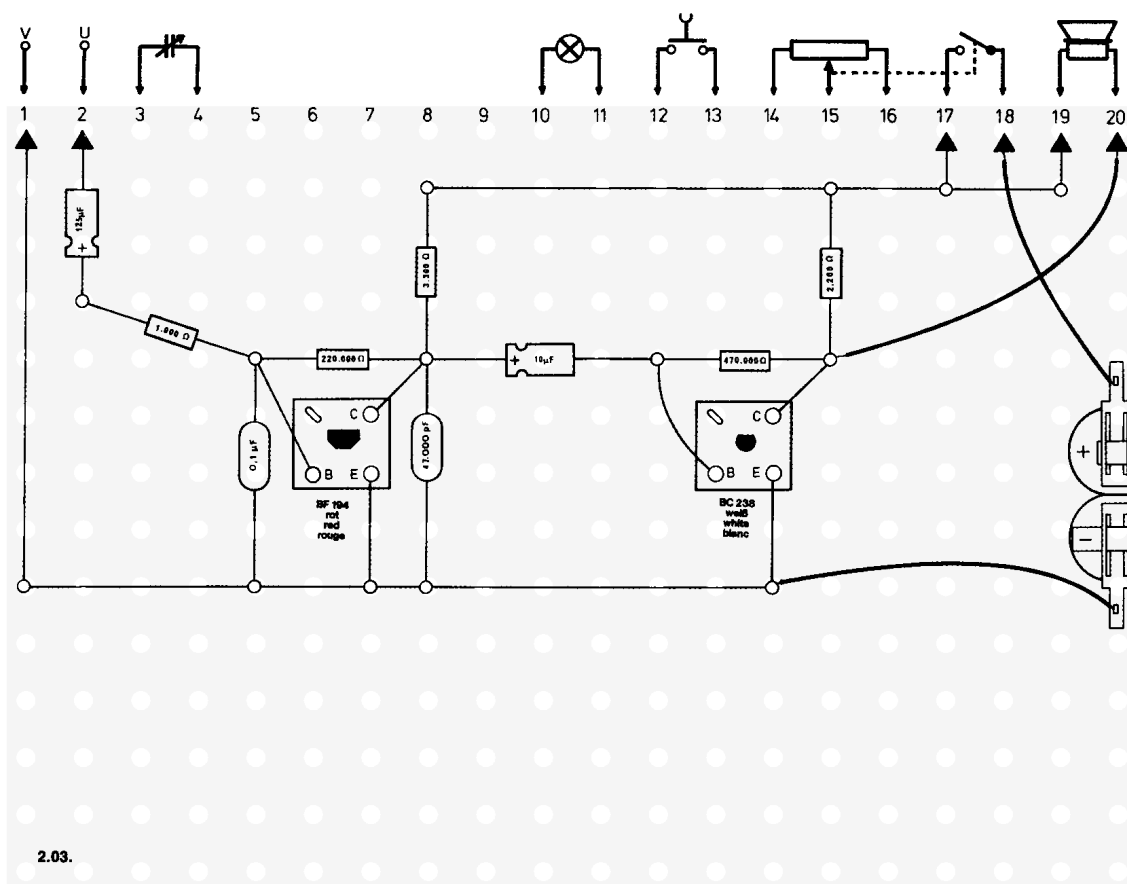
Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. Läg drosseln alldeles bredvid telefonen och lyft på luren. Undersök genom att göra flera försök var vid telefonen det är bäst att placera drosseln. Nu kan du lyssna med vid varje samtal. Hör du inget ska du genast slå av och leta reda på felet.



Kopplingsbeskrivning för avancerade

Denna koppling är en tvåstegsförstärkare, där T 1 och T 2 är emitterkopp-
lade. Den ska förstärka den signal drosseln har fångat upp från ett låg-
frekvent magnetfält så att den kan höras i en högtalare. I stället för att
använda en volymkontroll får man här prova sig fram till den bästa inställ-
ningen genom att flytta på drosseln.



2.04. Trestegs telefonförstärkare

Denna apparat är faktiskt helt fantastisk. När du talar i telefon med din kamrat kan du i högtalaren höra vad du säger och vad din kamrat svarar. För att det ska gå lägger du drosseln du anslutit till din apparat bredvid telefonen.

Du får prova dig fram med olika försök för att hitta den bästa placeringen av drosseln.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

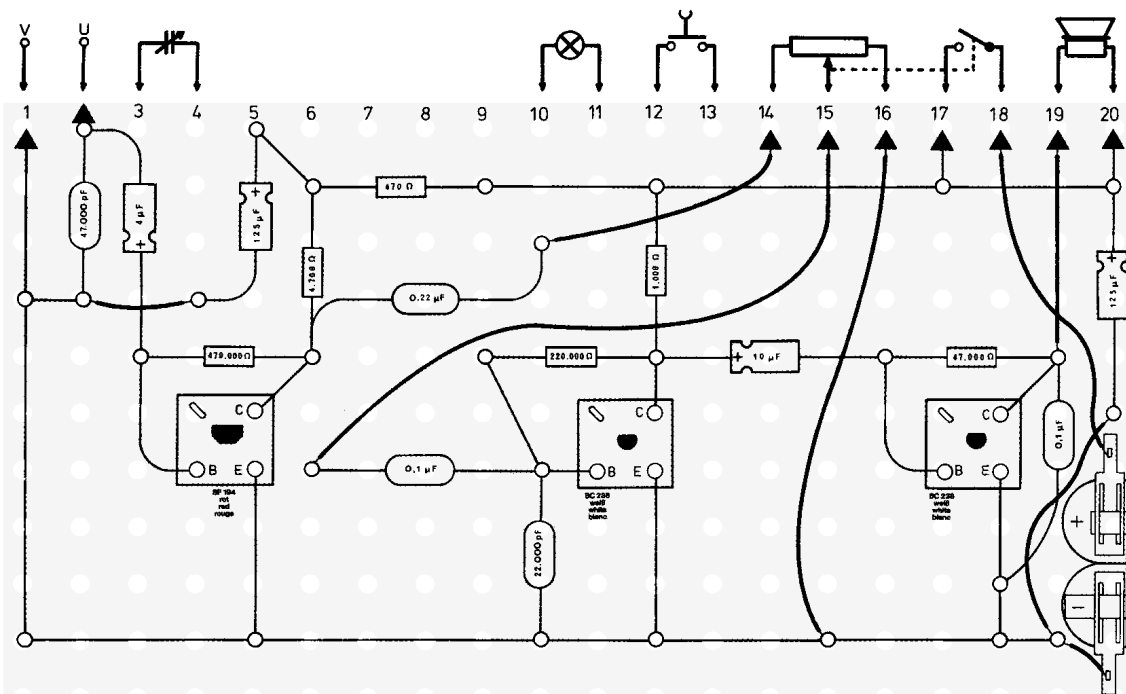
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Koppla två ledningstrådar (längst 1 meter) till de yttre klämmorna U och V. Förbind dem med drosseln.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. När den står längst till höger är volymen störst. Lägg drosseln alldeles bredvid telefonen och lyft på luren. Nu ska du tydligt kunna höra kopplingstonen i högtalaren. Hör du inget ska du genast slå av och leta reda på felet.



2.04.

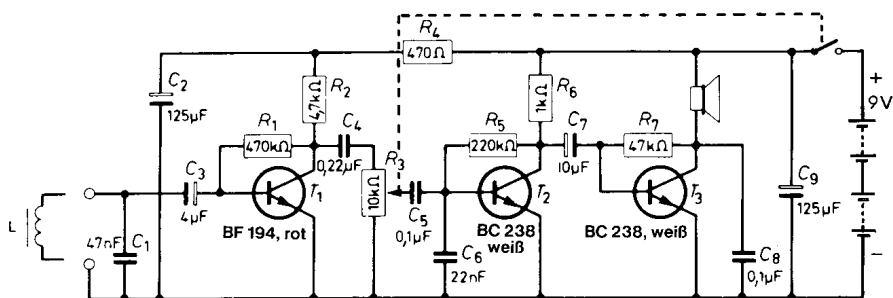
Kopplingsbeskrivning för avancerade

Denna trestegsförstärkare arbetar i emitterkoppling och skall förstärka den signal drosseln har fångat upp från ett lågfrekvent magnetfält. Kopplingen har en hög förstärkningsfaktor, så att även mycket små ingångsspänningar kan återges väl.

Det bildas ett magnetfält runt telefonen. När man placerar drosseln i detta magnetfält fångar den upp en signal som innehåller all information som finns i magnetfältet. Eftersom denna signal emellertid är mycket svag kan man leda den till det första transistorsteget utan att vara rädd för att transistorn ska bli överstyrd. Volymkontrollen ligger först mellan det första och andra steget.

För att förhindra brum som beror på den stora förstärkningsfaktorn har man utvecklat kopplingen så att bara talfrekvenserna släpps igenom. Detta sker med hjälp av kondensatorn C 1 (parallellkopplad med ingången) som kortsluter vid höga frekvenser, samt med hjälp av C 4 och C 5 som på grund av sitt kapacitansvärde spärrar de låga frekvenserna, och slutligen med hjälp av C 6, som också undertrycker de höga frekvenserna.

Man kan också – på försök – utan svårighet göra denna trestegsförstärkare till en oscillator om man placerar drosseln nära högtalaren och vrider på volymkontrollen. Det uppstår då en återkoppling eller »rundgång», som ger upphov till svängningar i förstärkaren. Man kan höra det av att man får en obehaglig, tjutande ton i högtalaren. Man måste alltså skilja en förstärkares ingång och utgång väl från varandra, eller »separera» dem som man säger på fackspråk.



2.04.

2.05. Svarssignalgenerator

Denna apparat genererar en ton som den du hör i telefonen när du ringer till någon. Du kan variera tiden mellan de enstaka tonerna genom att vrida på potentiometern.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

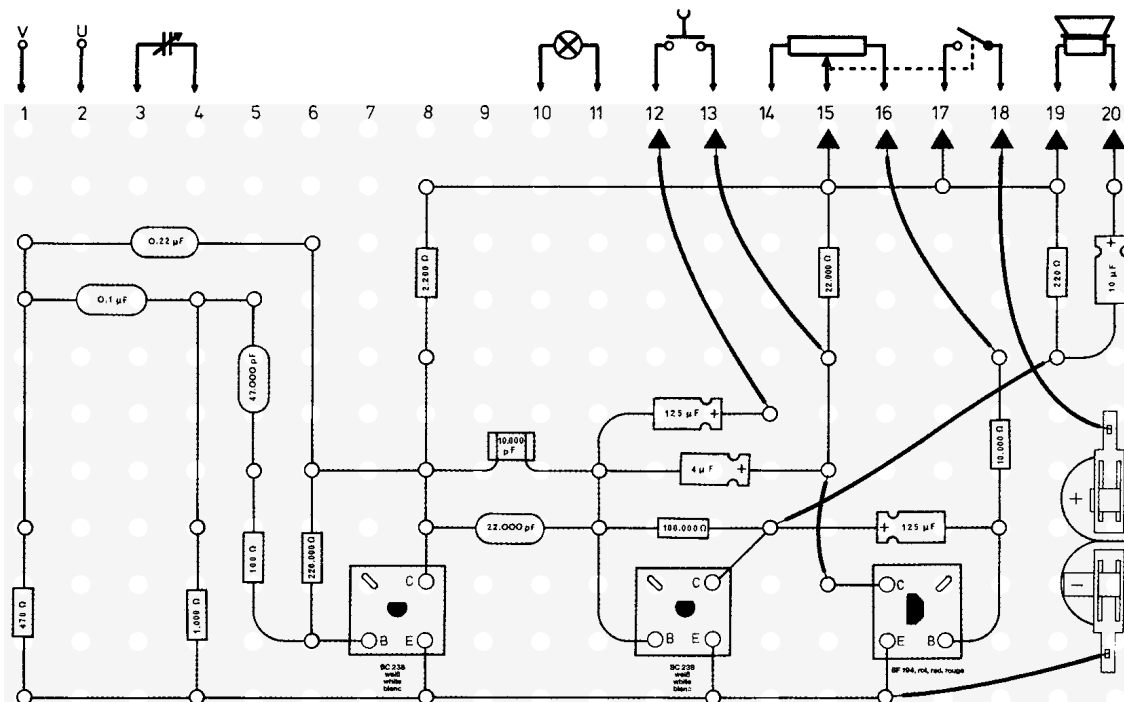
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Inga speciella arbeten.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. Nu hör du i högtalaren upptagetsignalen du känner igen från telefonen. Trycker du ner tryckkontakten hör du den vanliga svarssignalen. Du kan variera signalernas snabbhet med potentiometern. Hör du inget ska du genast slå av och leta reda på felet.

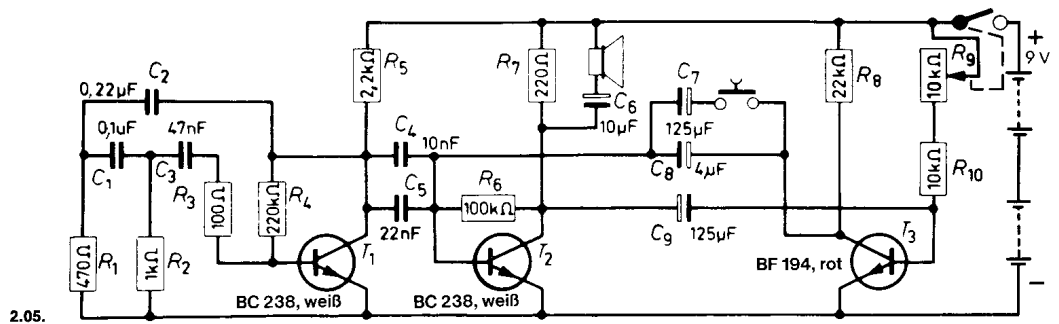


2.05.

Kopplingsbeskrivning för avancerade

I denna koppling använder vi återigen en RC-oscillator. Den består emellertid bara av en enda transistor T1. Återkopplingsbetingelserna uppfylls på följande sätt: När vi påför T1:s bas en positiv halv våg får vi en negativ signal i kollektorkretsen. Om man återförde denna till transistorens bas skulle vi få en motkoppling. Vi måste alltså försöka vända motfasen till medfas. Då vi inte kan åstadkomma fasvändningen med en andra transistor använder vi en så kallad fasfördröjare som består av C1/C2/C3 och R1/R2. I denna kedjekoppling förskjuts signalens fas vid en viss frekvens så långt att vi får en återkopplad spänning i medfas vid T1:s bas, så att steget kan svänga.

Den genererade tonen, som låter som en signal i telefon, leds nu över C4 och C5 till ett andra steg, som består av en multivibrator med transistorerna T2 och T3. Den i T1 genererade tonen blir nu inte kontinuerlig, utan leds bara till högtalaren när strömbrytaren (transistor T2) är öppen. Man kan minska multivibrators omkopplingshastighet med tryckkontakten, som är kopplad i serie med C7. Man kan ytterligare påverka pulslängden med hjälp av potentiometern R9.



2.06. Svarssignalgenerator med signallampa

Också denna apparat genererar en ton, sådan som den som används som upptaget- och svarssignal i telefonen. Dessutom lyser signallampan i pausen mellan de enskilda signalerna.

Förbered bygghandlet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

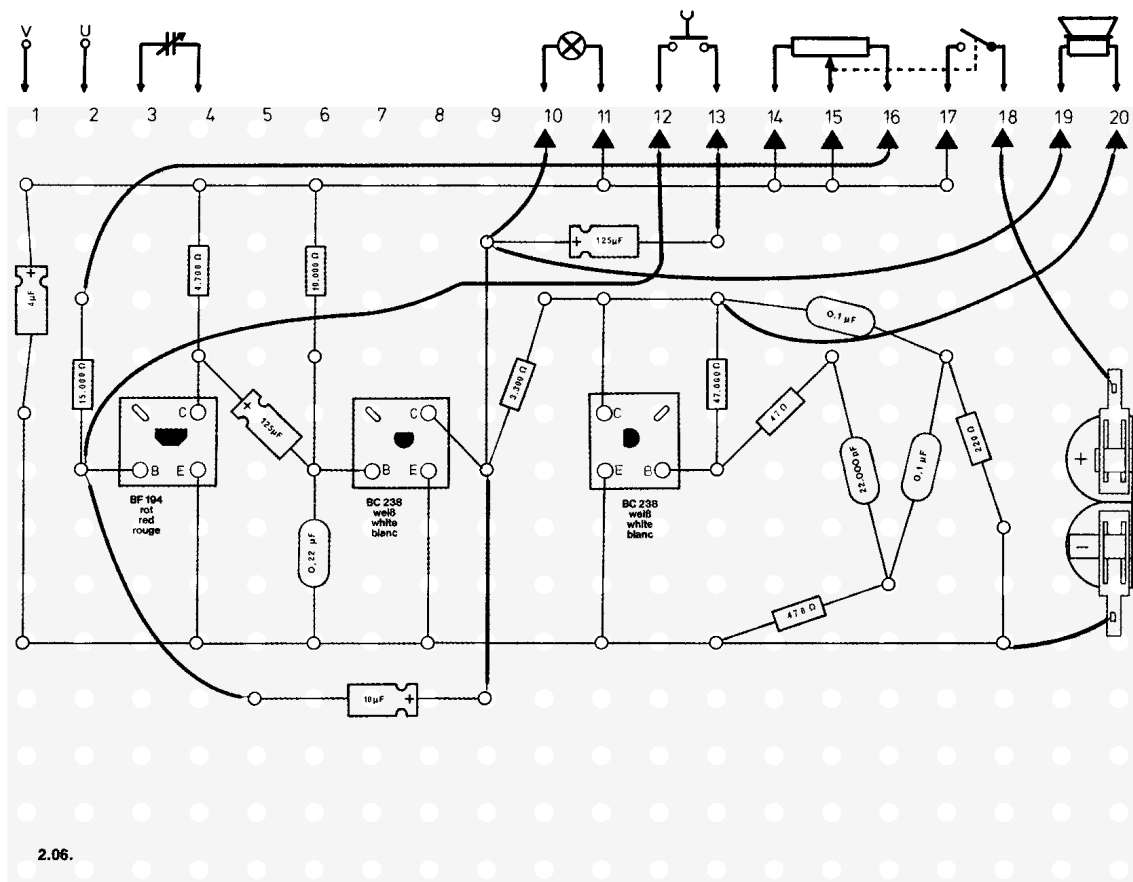
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Inga speciella arbeten.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. Lampan blinkar och i högtalaren hör du en upptagetton som den i telefonen. Med potentiometern kan du ändra signalernas hastighet. Det går långsammare ju längre åt höger du vrider. När du trycker ner tryckkontakten hör du svarssignaler. Blinkar inte lampan ska du genast slå av och leta reda på felet.

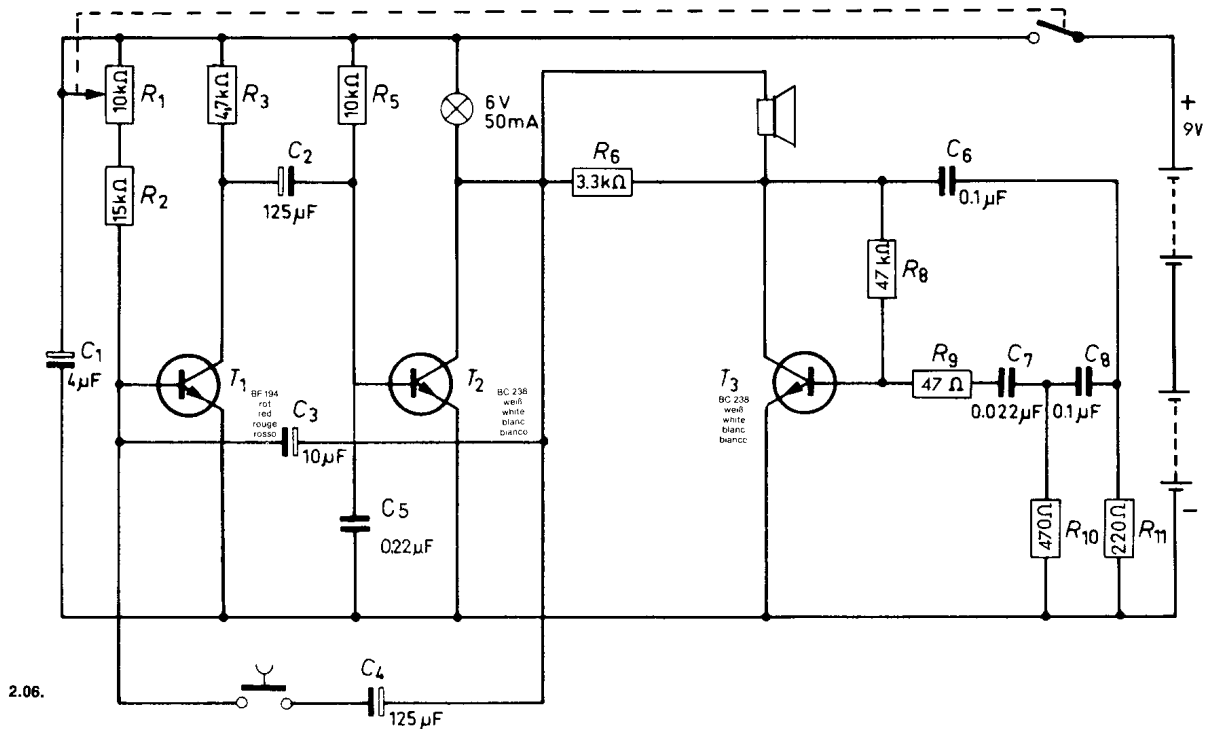


Kopplingsbeskrivning för avancerade

Kopplingen består av två delar, RC-generatoren T 3 och multivibratoren T 1 / T 2.

Multivibratoren svänger först i en takt som motsvarar en upptagetsignal. Trycker du ner tryckkontakten parallellkopplas kondensatorerna C 3 och C 4. Därigenom ökas deras sammanlagda kapacitans och multivibratoren svänger långsammare (svarssignal). Det visar lampan. Så länge lampan lyser är RC-generatoren förbunden med batteriets minuspol. De genererar ingen ton. Spärrar däremot T 2 förbinds RC-generatoren med den positiva batteripolen. Nu avger den en ton som hörs i högtalaren.

I denna koppling fungerar alltså multivibratoren bara som av- och påkopplare för RC-generatoren.



3.01. Ljuskontrollanläggning

Denna apparat signalerar om ljuset skulle tändas i ett rum där det egentligen skall vara släckt. Detta kan vara viktigt i t ex ett fotolaboratorium. Så snart det kommer ljus in i det rum där du har placerat denna apparat lyser kontrolllampan i din ljuskontrollanläggning. Även om lampan i rummet omedelbart släcks fortsätter kontrolllampan att lysa ända tills du trycker ner återställningskontakten på apparaten. På detta sätt kan du se om någon har tänd ljuset i rummet och sedan släckt igen.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

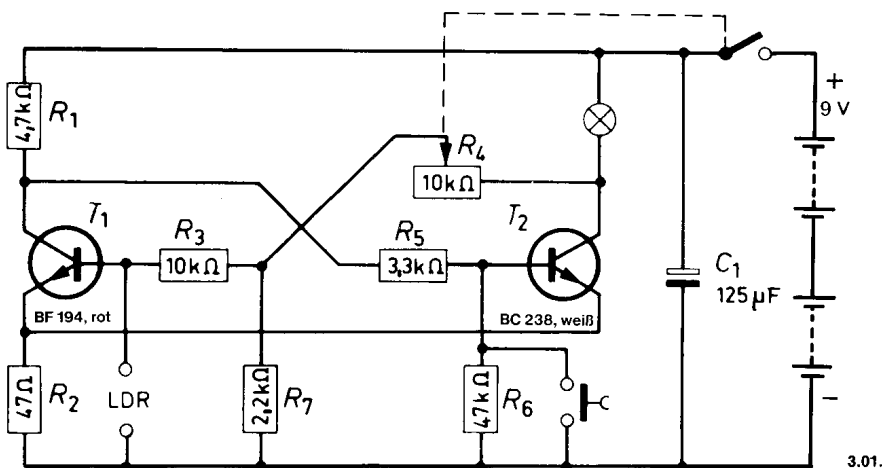
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Anslut fotomotståndet (LDR) till de yttre klämmorna U och V. Du kan koppla in fotomotståndet med två långa ledningar och placera det i ett angränsande rum utan att det syns.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

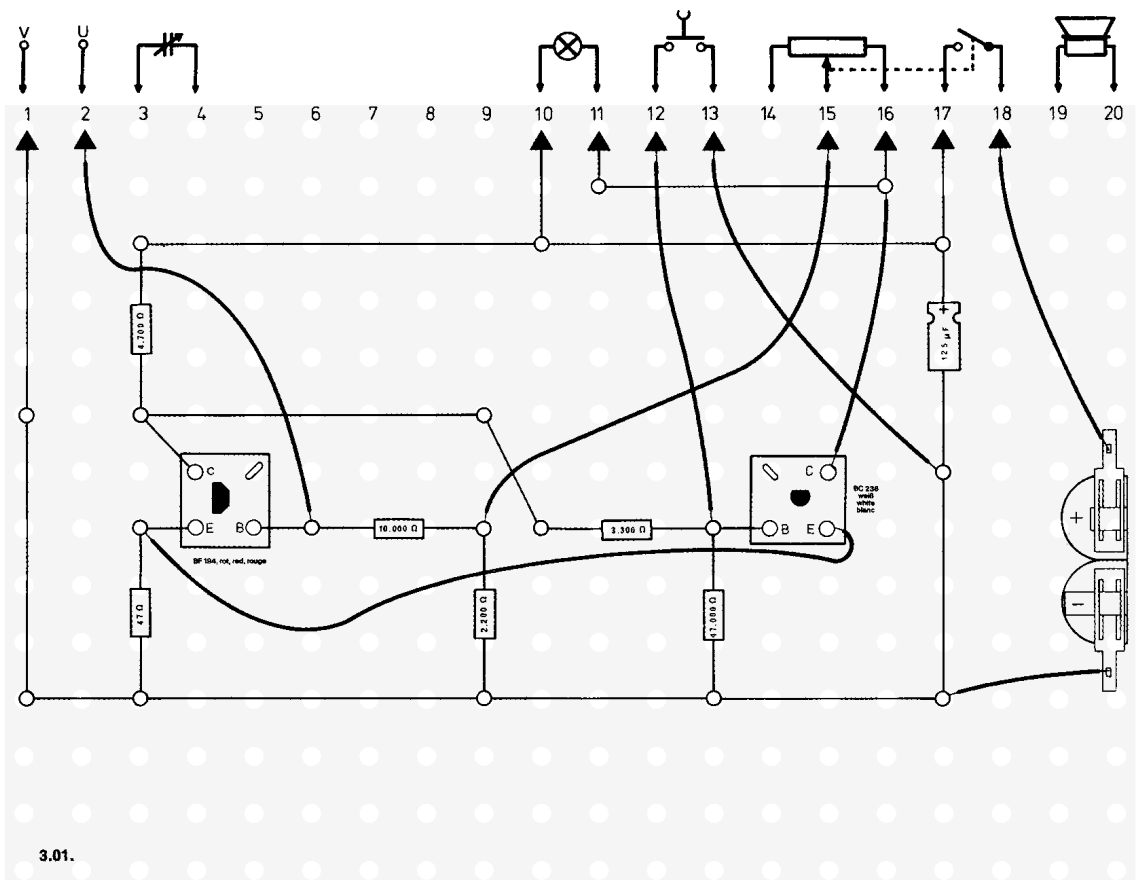
Vrid potentiometerratten åt höger. Genom att vrida på potentiometern kan du avgöra vid vilken ljusstyrka lampan ska lysa. Vid fullt utslag åt höger är apparaten som känsligast. Lyser inte kontrolllampan ska du genast slå av och leta reda på felet.



Kopplingsbeskrivning för avancerade

Denna flip-flop kopplas om av den förändrade resistansen i fotomotståndet. När ljus faller på fotomotståndet är basspänningen vid transistor T 1 negativ, eftersom fotomotståndet då har mycket liten resistans. Det går inte längre någon ström genom T 1. Den höga kollektorspänningen vid R 1 leds över R 5 till T 2:s bas och kopplar in denna transistor, varvid lampan lyser.

När det inte längre faller något ljus på fotomotståndet slår inte flip-floppen om, utan lampan fortsätter att lysa. Det ser den låga kollektorspänningen över T 2 till. Först när du trycker ner tryckkontakten (återställning) blir T 2:s bas negativ och T 2 spärrar. Lampan slocknar. Basspänningen vid T 1 ökar åter, vilket är följden av att denna transistor har kopplats in. Med potentiometern R 4 bestämmer du vid vilken ljusstyrka omkopplingen ska ske.



3.02. Blinkljus och tjuvalarm

Blinkljus används inom alla teknikens områden. Tänk bara på sådana saker som trafikljus, körriktningsskyltar i bilar, flygfyrar, hänvisnings- och varningsskyltar eller varningslampor. Tidigare använde man för det mesta reläer för att koppla av och på varningslampor. I dag är blinkande ljus för det mesta transistorstyrda, eftersom transistorer inte har några rörliga delar, som behöver passas på, och inga kontakter, som kan täppas igen. Sådana blinkljus har därigenom längre livslängd och är praktiskt taget underhållsfria. Denna apparat är ett elektroniskt blinkljus.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Inga speciella arbeten.

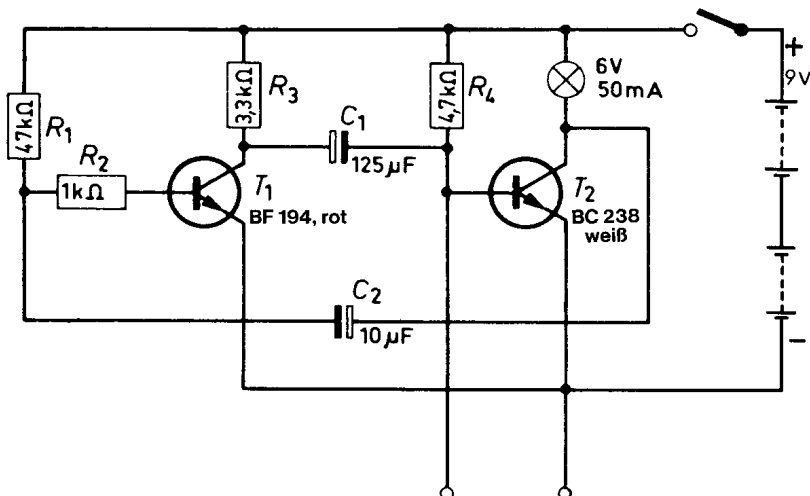
Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. Apparaten blinkar. Lyser inte lampan ska du genast slå av och leta reda på felet.

Blinkhastigheten är inte stor. Du kan öka den om du byter ut motstånd R 1 på 47 000 Ohm mot ett på 10 000 Ohm.

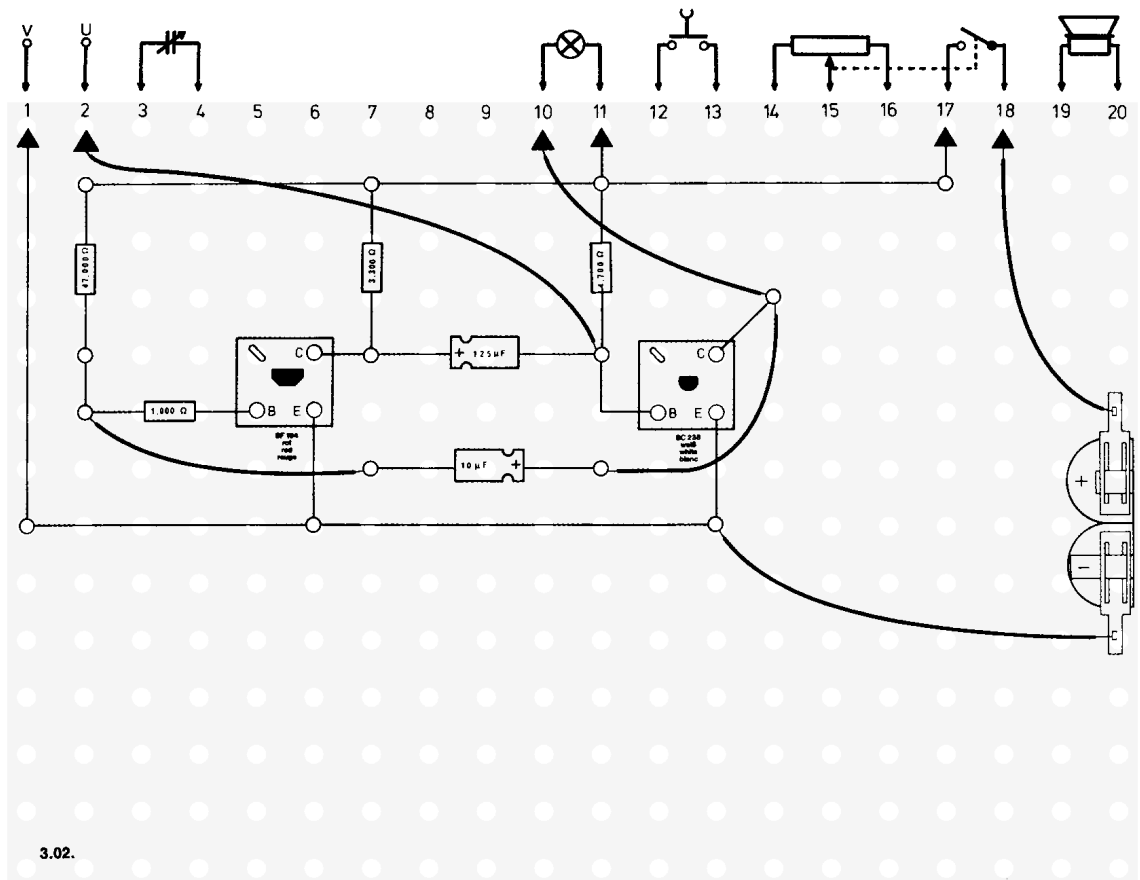
Det finns också möjlighet att bygga ut denna apparat. Du kan utvidga den till ett tjuvalarm. Be dina föräldrar om lov att göra följande arbete. Koppla två isolerade trådar till de yttre klämmorna U och V. Dessa trådar fäster du vid två blanka häftstift, som du har tryckt in bredvid varandra i en fönsterkarm (eller en dörrpost). På själva fönstret (eller dörren) klistrar du sedan på samma höjd som häftstiften en folieremsa, t ex från ett cigarettpaket. När fönstret (dörren) är stängt ska folien beröra båda häftstiften. Skulle någon – en tjuv t ex – öppna fönstret eller dörren bryts förbindelsen mellan häftstiften, och apparaten ger alarm. Detta händer också om tjuven skulle försöka vara listig och klippa av ledningarna, för då bryts förbindelsen också.



3.02.

Kopplingsbeskrivning för avancerade

Denna koppling är en multivibrator med mycket låg frekvens. Detta framgår av de båda kopplingskondensatorerna C 1 och C 2, som med 125 resp 10 μF har mycket stor kapacitans. Därigenom får man förhållandevis länge pågående ändringar i basspänningen, så att omkopplingen sker mycket långsamt. Glödlampan i T 2:s kollektorkrets lyser när transistorn leder. Om man ersätter motståndet R 1 (47 k Ω) med ett på 10 k Ω blir blinkfrekvensen större. Det har redan nämnts i bygghandledningen att denna apparat också kan användas som tjuvlarm. Anslutningarna för de utgående ledningarna är transistor T 2:s bas och batteriets minuspol. I kopplingsschemat har de ritats så att de går ut nedåt.



3.03. Blinkljus med reglerbar blinkhastighet

Denna apparat är ett exempel på den sorts blinkljus som används vid farliga korsningar och järnvägsövergångar. Det handlar här om modern elektronisk signalstyrning.

I jämförelse med apparat 3.02. har detta blinkljus en extra kontrollmöjlighet. Blinkhastigheten kan nämligen regleras steglöst.

Förbered bygget efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

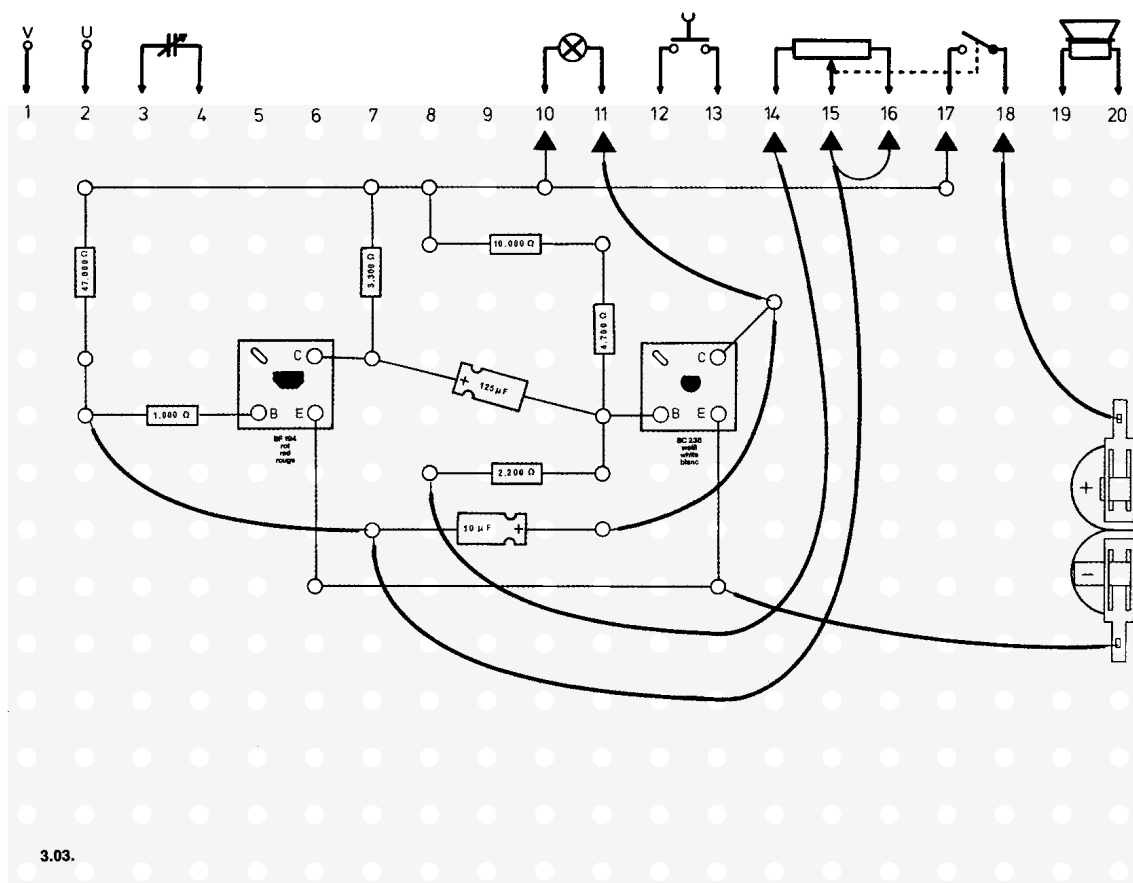
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Inga speciella arbeten.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

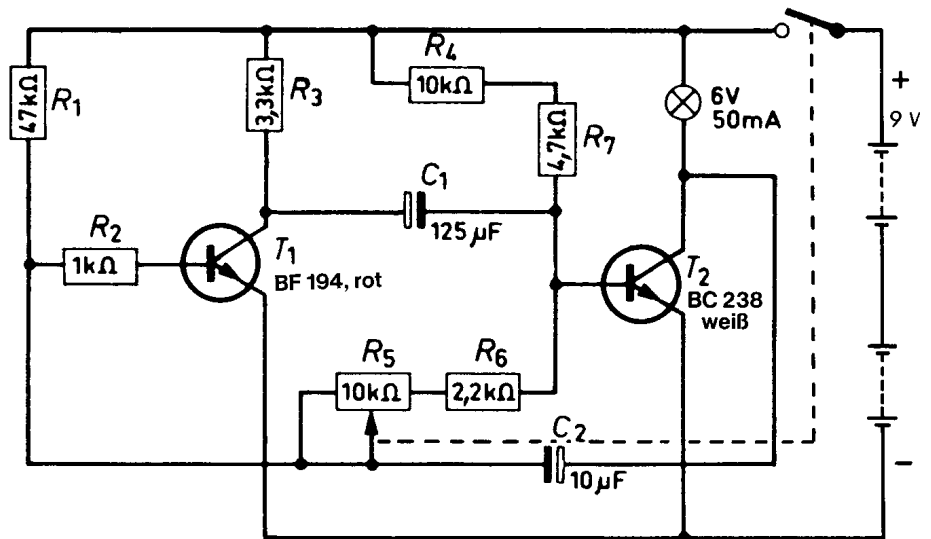
Vrid potentiometerratten åt höger. Lampan börjar blinka. Med potentiometern kan du reglera blinkhastigheten inom ett brett område. När potentiometern slår åt vänster är blinkhastigheten liten, men när du vrider ratten åt höger ökar den. Lyser lampan inte ska du genast slå av och leta reda på felet.



Kopplingsbeskrivning för avancerade

Detta kopplingschema visar en multivibrator. Transistorerna T 1 och T 2 bildar elektroniska strömbrytare (eller **switchar** som fackmän ibland säger), som omväxlande slås på och av. Omkopplingshastigheten bestäms av motstånden och kondensatorerna, och av dessa är C 1 och C 2 såväl som R 1 och R 4 till R 7 de viktigaste. Med potentiometern R 5 kan man också ändra multivibratorens omkopplingshastighet.

Eftersom kondensatorerna C 1 och C 2 har hög kapacitans blir blinkfrekvensen ganska låg. I transistorn T 2:s kollektorkrets ligger en glödlampa som kopplas på och av av multivibratoren. Lampan lyser när transistorn T 2 leder ström, dvs när basen är positiv, och slocknar när T 2 inte leder ström, alltså när transistorn är spärrad vid basen.



3.03.

3.04. Reglerbart blyttljus

Denna koppling motsvarar apparat 3.03. Ändå blinkar glödlampen bara till mycket kort (den avger en blytt) medan den tid då den inte lyser är mycket längre. Denna apparat används som varningsljus och drar bara mycket lite ström. Detta är speciellt viktigt när varningsljus på t ex arbetsplatser ute på landsvägarna drivs med batterier.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

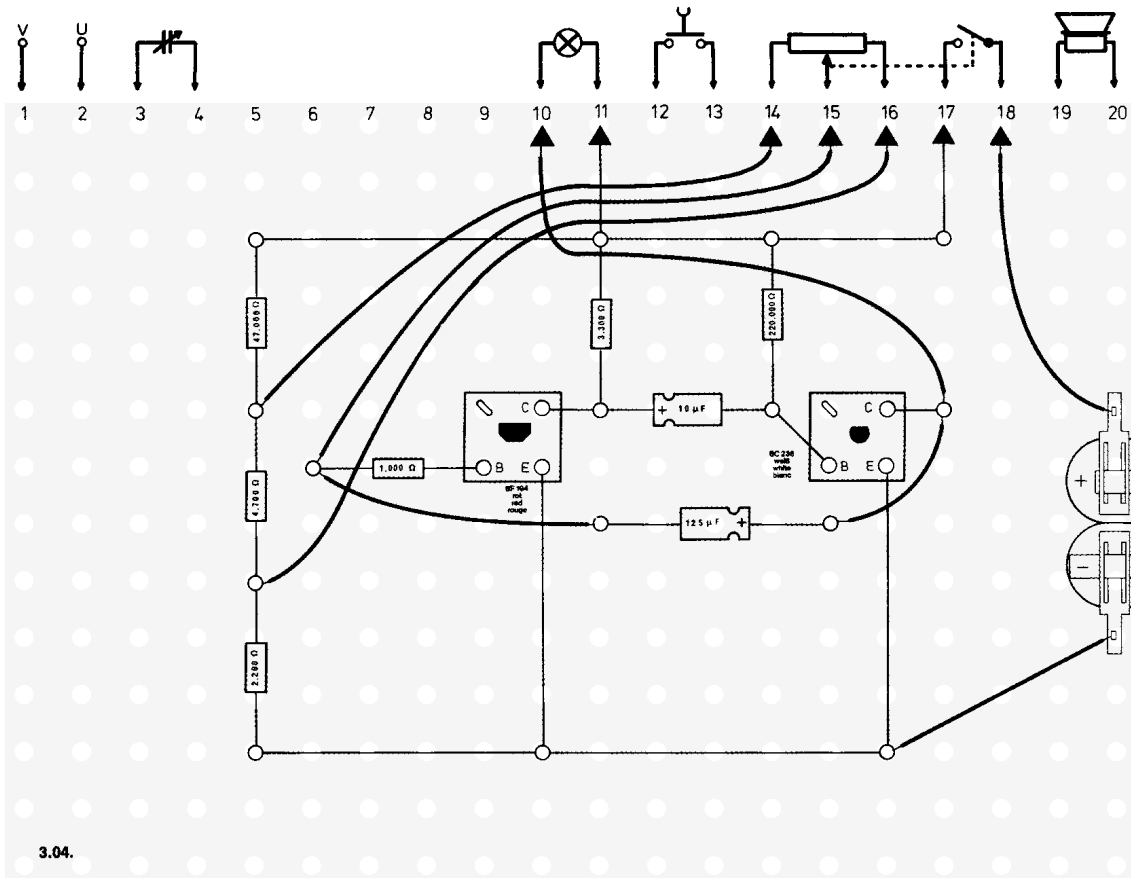
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Inga speciella arbeten.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

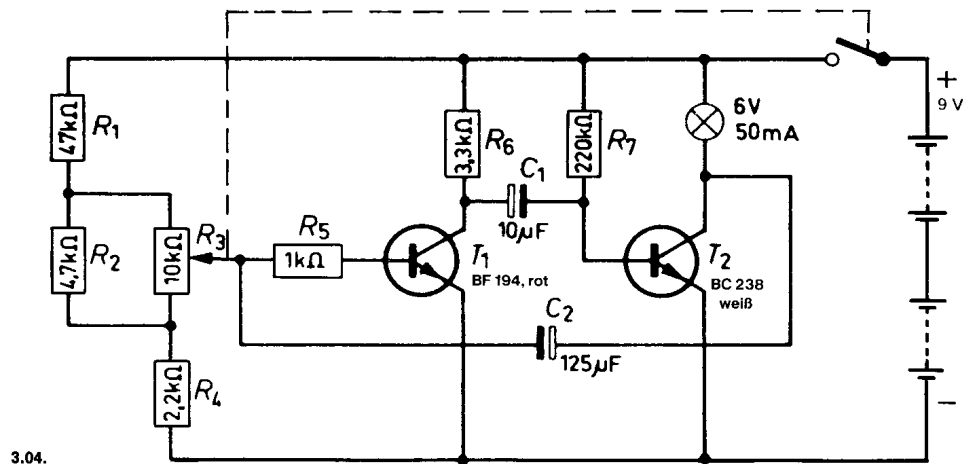
Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. Lampan blytttrar till. Med potentiometern ställer du in i vilken takt den ska blytttra. När du vrider åt höger får du en lång mörk period, och åt vänster en kort. Lyser inte lampan ska du genast slå av och leta reda på felet.



Kopplingsbeskrivning för avancerade

Även denna koppling är en multivibrator. I motsats till föregående kopplingar blixtrar emellertid glödlampan bara till ett ögonblick, medan mörkerperioden är avsevärt längre. Också här spelar RC-delarna i transistorernas baskretsar en avgörande roll. Eftersom transistorn T 2 bara leder ström under mycket korta perioder blixtrar glödlampan bara till. T 2:s bas-spänning bestäms av motståndet R 7, som har mycket hög resistans. Det är tvärtom med T 1, som bara är spärrad under korta perioder, och där små motstånd bestämmer basspänningen. Med potentiometern R 3 kan man ställa in mörkperioden, men blixtp perioden kan man däremot inte ändra på.



3.05. Ljus- och ljudstyrkemätare

Denna apparat är en elektrisk switch (strömbrytare) som tändes så snart den registrerar buller. Känsligheten är variabel. Den kan därför användas som ljuddetektor och kan ställas in för att reagera även på mycket svaga ljud.

Switchen kan emellertid också användas som ljudstyrkemätare. I detta fall lyser lampan först när ljudet når över en bestämd styrka. Den kan t ex användas som »barnvakt». När barnet bara småpratar med sig själv och »sjunger» lyser inte lampan. Men så snart barnet börjar skrika tänds lampan och förblir tänd tills dess återställningskontakten trycks ner.

Apparaten fungerar som ljusmätare på följande sätt. Är rummet tillräckligt ljust lyser inte kontrolllampan. Blir rummet emellertid tillräckligt mörkt börjar den dock lysa.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kottabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer, diod och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

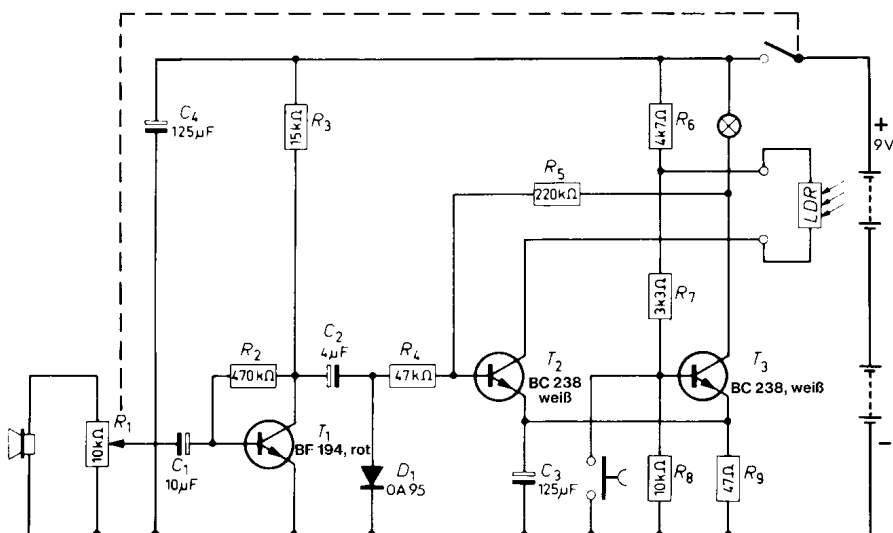
Speciella arbeten: Anslut fotomotståndet (LDR) till de yttre anslutningsklämmorna U och V.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometern åt höger (störst känslighet). Klappa nu i händerna. Den röda lampan ska lysa. Gör den inte det ska du genast slå av och leta reda på felet.

Lyser lampan från början kan det vara för mörkt i rummet. Placera då apparaten närmre fönstret. Om kvällarna kan det vara idé att placera en bit oisolerad ledningstråd mellan klämmorna U och V i stället för fotomotståndet. Då kan du naturligtvis inte göra några ljusmätningar, men ljudstyrkemätaren fungerar ändå som vanligt.



3.05.

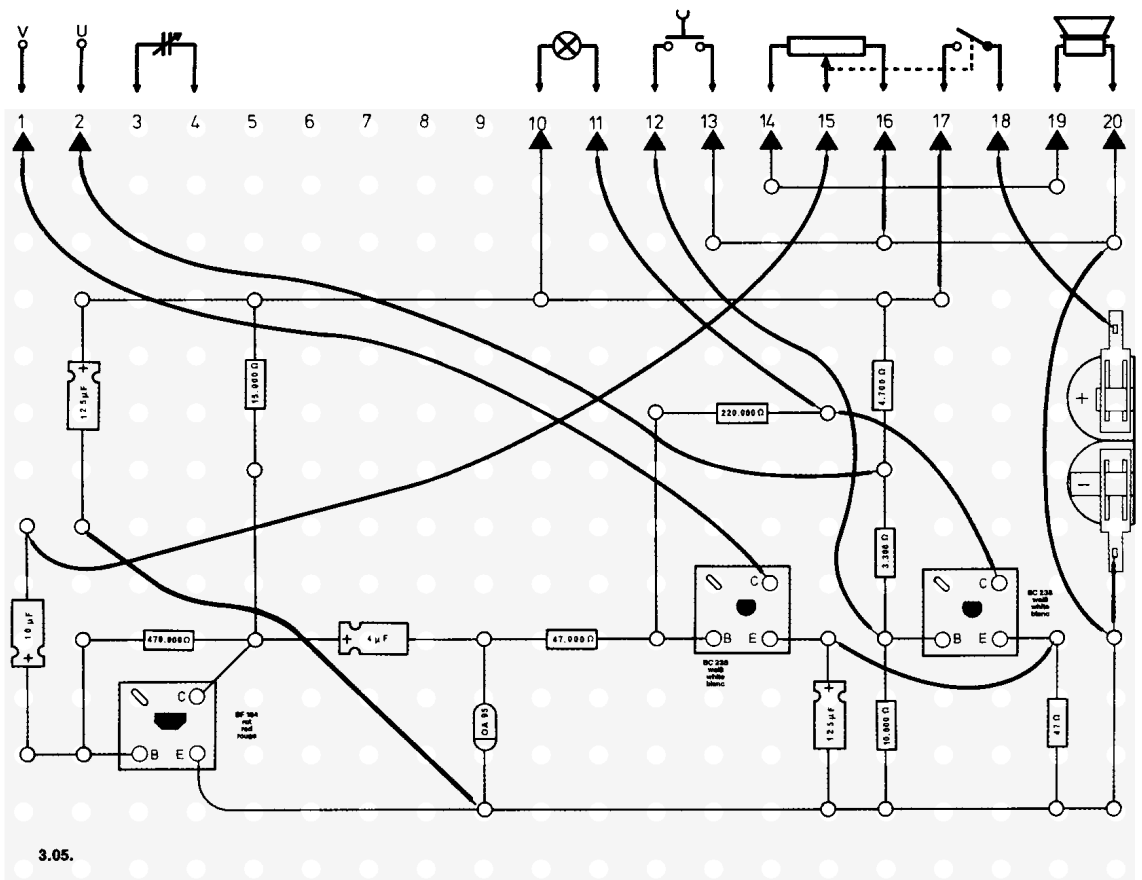
Kopplingsbeskrivning för avancerade

Ljusbildare: I ljusdetektorkopplingen fungerar de båda transistorerna T2 och T3 som flip-flop, vars kopplingsdelar är R5 och fotomotståndet med R7. När fotomotståndet belyses är dess resistans låg, och det går ström genom T2. Transistorn T3 spärrar på grund av den låga basspänningen. Den börjar leda först när fotomotståndets resistans ökar på grund av minskad belysning, så att T3:s basspänning blir positiv. Glödlampan tänds, samtidigt som R5 hjälper till med omkopplingen genom att återföra den fasvända (nu negativa) kollektorspänningen till T2:s bas.

Ljudstyrkemätare: Glödlampan tänds också när en negativ spänning påförs T2:s bas. Denna negativa spänning kommer från likriktarkopplingen C2 och dioden D1, vilken man har påfört utgångssignalen från T1. Dioden har sådan polaritet att den leder positiva signaler men spärrar negativa.

Vid negativa signaler spärrar också T2. Därför kan ett ljud som fångas upp av högtalaren kopplas på glödlampan. Genom att man trycker på återställningskontakten (tryckkontakten) kopplas kretsen tillbaka till utgångsläget.

I denna koppling fungerar högtalaren som mikrofon. De ljudvågor som når högtalaren försätter membranet i svängning. Detta är kopplat till en spole, och när denna sedan rör sig i högtalarmagnetens magnetfält induceras en växelspanning, som leds till ingången.



3.06. Akustiskt relä

Om buller överstiger vissa gränser kan det vara hälsovådligt. Därför finns det i fabriker, på gator och på flygplatser bullerkontroller; denna apparat är en sådan som visar när ett bestämt gränsvärde har överskridits.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

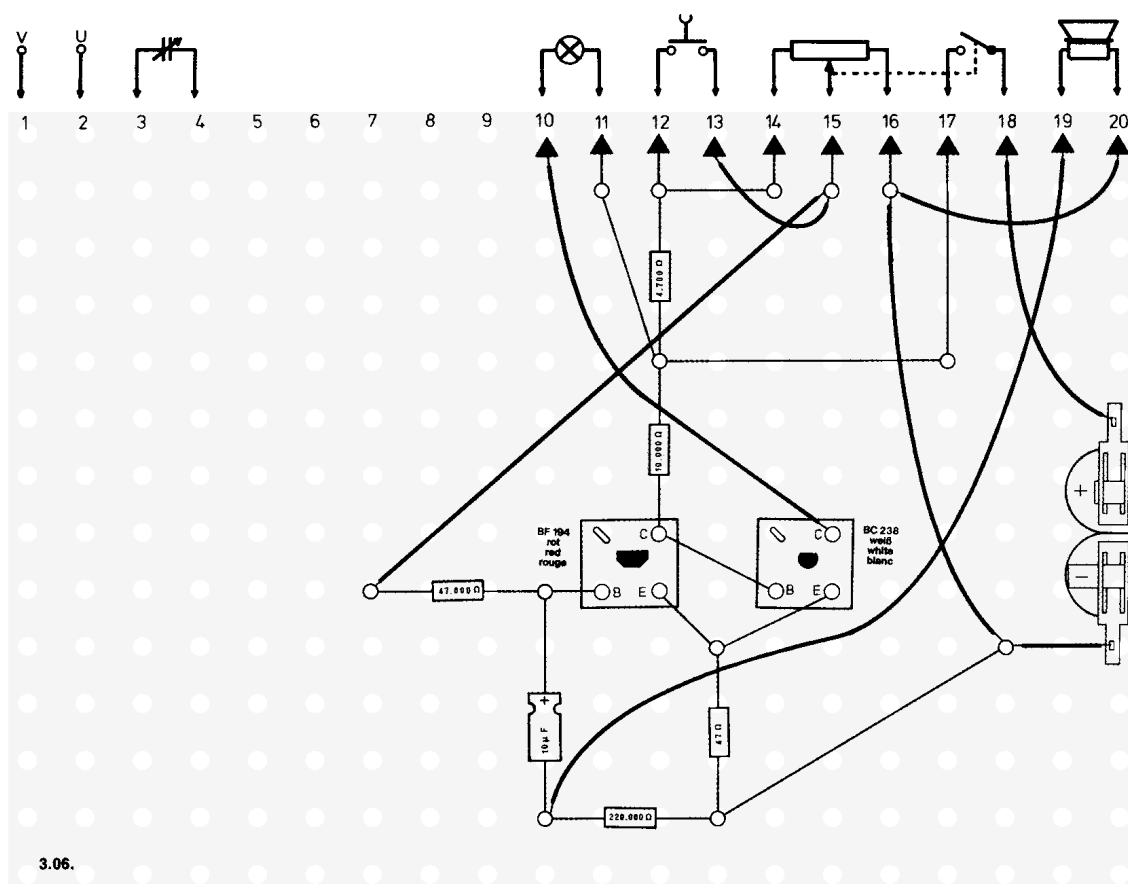
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Har du EE 2050 förbinder du örtelefonen med anslutningarna 19 och 20.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. Uppfattar örtelefonen eller högtalaren, som här är inkopplad som mikrofon, buller så tänds den röda varningslampan. Med potentiometern kan du ställa in apparatens känslighet. Vid fullt utslag åt höger är känsligheten störst. Lampan slocknar först när du trycker ner tryckkontakten (återställning). Tänds inte lampan ens när du har vridit potentiometern så långt åt höger som det går och för lite väsen (klappar i händerna t ex) så ska du genast slå av och leta reda på felet.

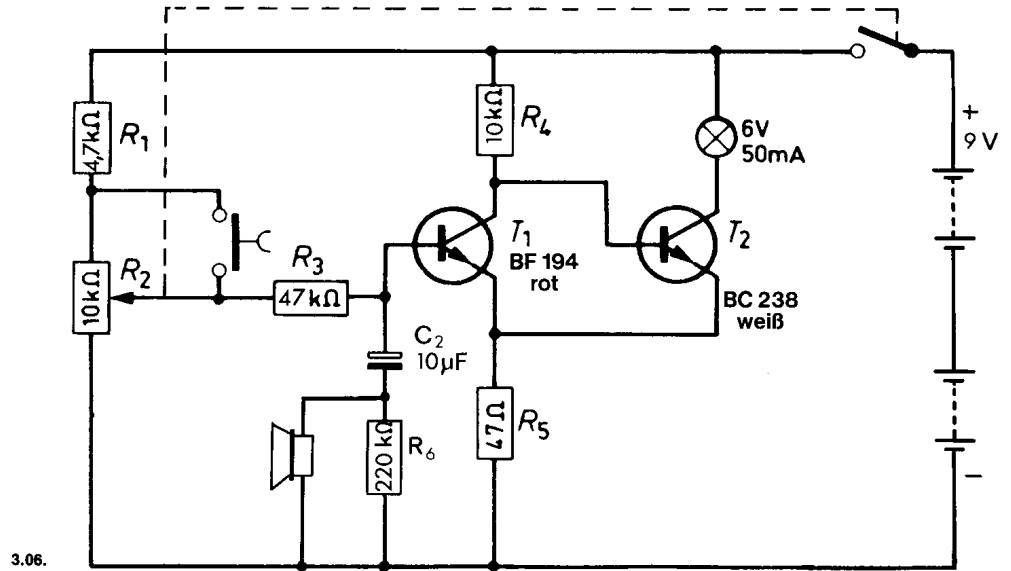


Kopplingsbeskrivning för avancerade

I denna koppling måste vi använda en detektor som kan omvandla ljudvågor till elektriska signaler. Detta går till så att du kopplar in en örtefon eller högtalare, som här fungerar som mikrofon. Lampan ska tändas när ljud träffar mikrofonen och fortsätta att lysa även efter att ljudet har dött ut.

I viloläget går en positiv basström över R_1 , R_2 och R_3 , och transistorn T_1 leder. Därigenom förbinds T_2 's bas med batteriets minuspol. Transistorn spärrar, och glödlampan lyser inte. När ljudet överstiger ett bestämt värde blir basförspänningen negativ och T_1 spärrar. Det går nu en positiv ström över R_4 till T_2 's bas, varvid transistorn börjar leda, och lampan tänds.

Nu har T_2 's kollektorspänning sitt lägsta värde, och tack vare den positiva spänningen över R_5 spärrar transistorn T_1 också fullständigt. Detta stabila tillstånd består även när inga ljudvågor längre når ljuddetektorn. Det ändras först när du trycker ner tryckkontakten, så att det blir en spänningsändring vid T_1 's bas. Du kan ställa in apparatens känslighet med potentiometern R_2 .



3.07. Tjuvlarm med varningslampa

En tjuv letar igenom ett mörkt varulager i skenet av sin ficklampa. Han har skickligt tagit sig förbi alla säkerhetsanordningar. Och ändå dyker polisen plötsligt upp, omringar huset och tar fast honom. Hur är detta möjligt? Han visste inte om att man hade installerat fotoceller, som utlöste larm i polisstationen så fort ljuset från ficklampan föll på dem.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

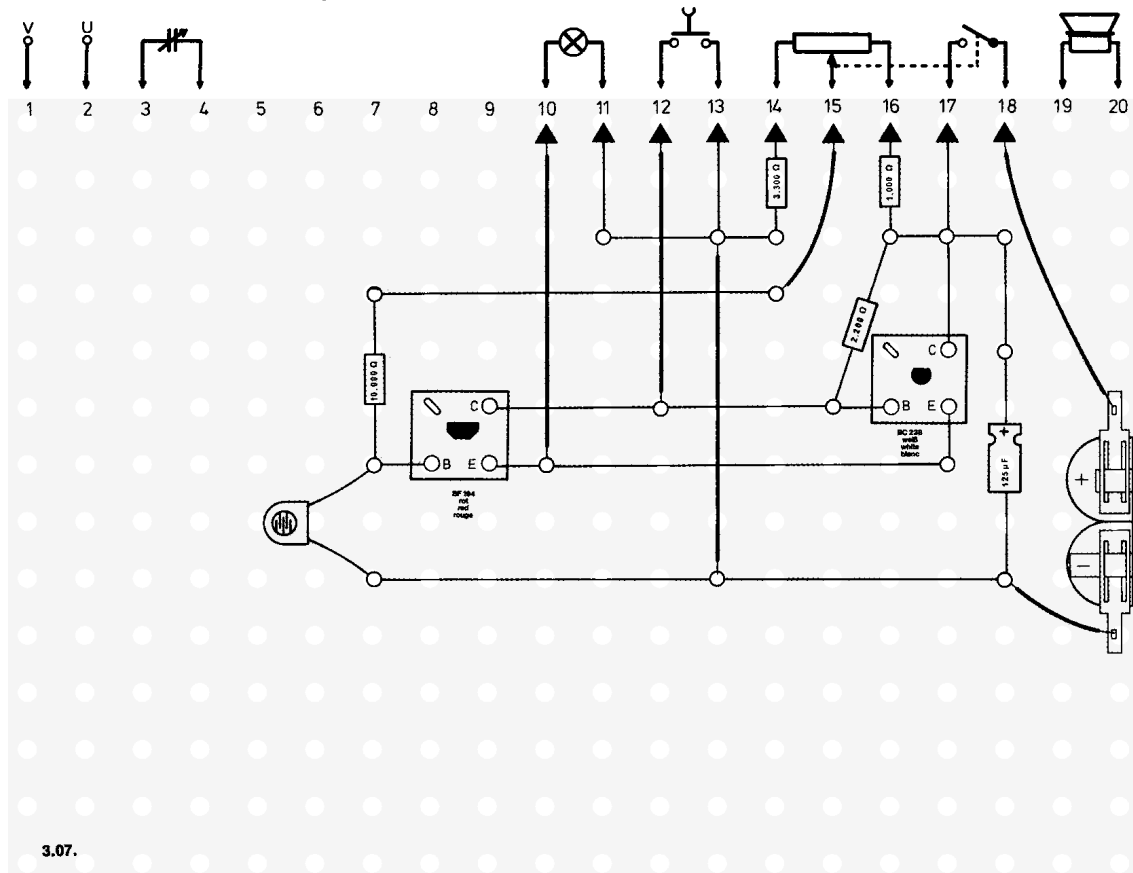
Speciella arbeten: Koppla in fotomotståndet (LDR), med den refflade sidan uppåt.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger.

Du kan med potentiometern reglera vid vilken belysningsstyrka larmet ska utlösas. När du vrider åt höger blir apparaten känsligare. Mörklägg rummet och ställ in potentiometern så att lampan inte lyser. När nu en ljusstråle träffar fotomotståndet tänds den röda varningslampan. Inte ens när det på nytt blir mörkt slocknar lampan, utan först när du har tryckt på återställningskontakten. Då är apparaten åter beredd att ge larm. Tänds inte lampan ska du genast slå av och leta reda på felet.

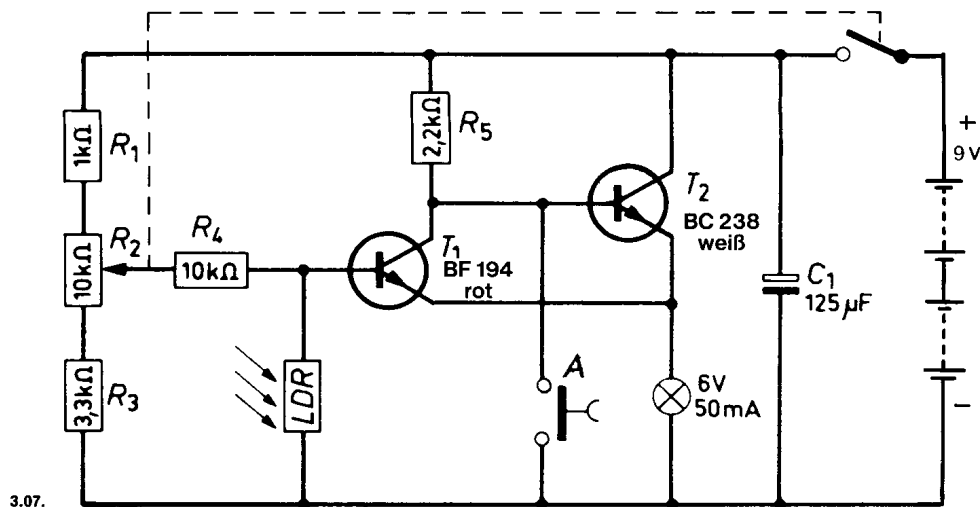


Kopplingsbeskrivning för avancerade

Denna koppling arbetar med ett ljuskänsligt motstånd som detektor och en glödlampa som indikator. Det speciella med denna larmanläggning är att man alltid kan veta om någon vid någon tidpunkt har tänt ljus i ett mörklagt rum, även om det så bara var för ett ögonblick. Glödlampan tänds alltså så snart det kommer ljus in i rummet och slocknar därefter inte. Den kan bara kopplas av genom att man trycker på tryckkontakten som är kopplad före T 2:s bas.

Det ljuskänsliga motståndet ligger mellan transistorns T 1 bas och minuspolen. Det bildar tillsammans med motstånderna R 2 till R 4 en spänningsdelare, på vilken transistorn T 1:s basspänning beror. Om fotomotståndet inte belyses har det hög resistans. I detta läge kan man ställa in kopplingen så med potentiometern R 2 att lampan precis är släckt. Om sedan fotomotståndets resistans minskar tack vare att det påverkas av ljus sjunker basspänningen till T 1, och transistorn spärnar. Därigenom blir spänningen mellan T 1:s kollektor och T 2:s bas kraftigt positiv så att T 2 leder och glödlampan tänds.

Lampan fortsätter att lysa, även när inget ljus mera faller på fotomotståndet i T 1:s baskrets. I detta fall ligger hela driftspänningen över glödlampan. När fotomotståndet inte längre är belyst blir dess resistans åter hög. Nu borde T 1 börja leda eftersom basspänningen stiger. Men eftersom emittern är ansluten till den positiva sidan av lampan räcker inte basspänningen till för att den åter ska kunna leda. Först när kontakten trycks ner förbinds T 2:s bas med minuspolen. T 2 spärnar och glödlampan slocknar. När du släpper kontakten blir transistorn T 1 åter ledande, eftersom emittern nu är ansluten till minuspolen. Därigenom blir basspänningen vid T 1 åter positiv i förhållande till emitterspänningen, och transistorn leder. Nu övertar T 1:s negativa kollektorspänning arbetet att spärna transistorn T 2. Glödlampan förblir alltså fränkopplad. Först när ljus faller på fotomotståndet igen börjar förloppet om.



3.07.

3.08. Optiskt och akustiskt tjuv larm

Denna larmanläggning ger signal när ljus faller på fotomotståndet (LDR) eller när ett fönster öppnas. Högtalaren ger ifrån sig en tjutande ton och en kontrollampa tänds, även när fönstret åter stängs eller ljuset släcks. Denna optiska och akustiska signal kopplas av först när tryckkontakten trycks ner.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Det finns flera alternativa sätt att använda denna larmanläggning.

1. Om du förbinder anslutningarna 8 och 9 direkt med varandra med en ledningstråd (du kortsluter dem) så arbetar anläggningen bara med fotomotståndet, som du då kopplar till de yttre klämmorna U och V.

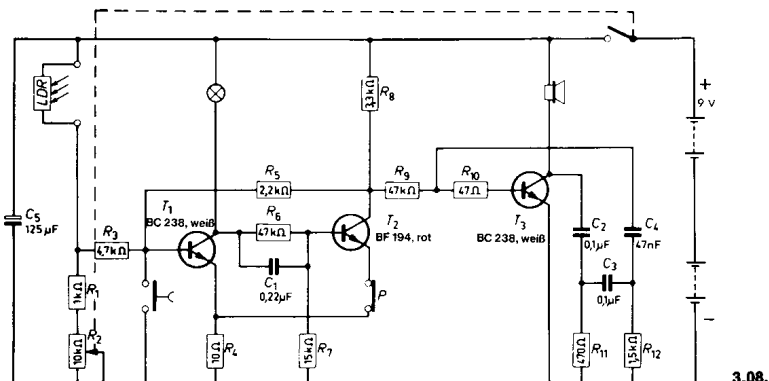
2. Vill du använda apparaten som kontaktlarm måste du koppla ur fotomotståndet. Avlägsna därför tråden mellan anslutningarna 8 och 9, och koppla i stället två långa isolerade trådar till dem. Dessa trådars andra ändar drar du till det fönster som ska bevakas. Be dina föräldrar om lov för detta arbete. I fönsterkarmen (eller i dörrposten om det är en dörr som ska bevakas) trycker du fast två blanka häftstift bredvid varandra och fäster ledningstrådarna i dem. Därefter klistrar du en remsa metallfolie, från t ex ett cigarettpaket, på själva fönstret (eller dörren) i höjd med häftstiften, så att metallremsan rör vid båda häftstiften när fönstret (dörren) är stängt. Om en tjuv nu öppnar fönstret eller dörren bryts förbindelsen mellan häftstiften, varvid larmanläggningen ger signal. Detta händer också om tjuven försöker vara listig och först klipper av ledningarna, för då bryts också förbindelsen.

3. Naturligtvis kan du kombinera båda möjligheterna. Koppla därför åter fotomotståndet till de yttre anslutningarna U och V. Apparaten kan nu emellertid bara fungera i ett mörkt rum där fönstret (eller dörren) är stängt.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. Alldeles åt vänster är varningsanläggningens ljuskänslighet som störst. Om inte anläggningen ger larm som den ska måste du genast slå av den och leta reda på felet.



Kopplingsbeskrivning för avancerade

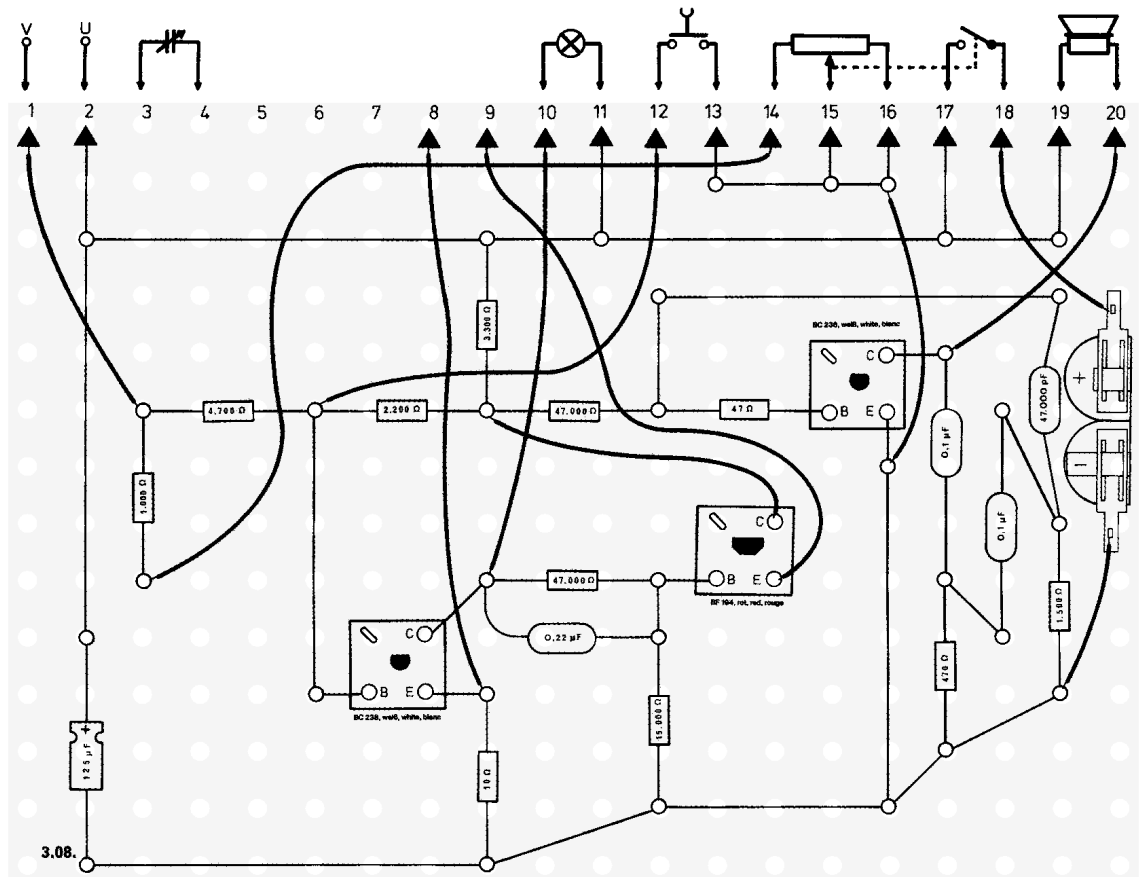
När det infallande ljuset gör fotomotståndets resistans mindre kopplar den bistabila multivibratorn med transistorerna T 1 och T 2 om. Fotomotståndet bildar tillsammans med R 1 och potentiometern R 2 en spänningsdelare för T 1:s bas. Med potentiometern ställer man in den ljusstyrka vid vilken anläggningen ska koppla om.

I mörker har fotomotståndet hög resistans, och T 1 spärrar. Glödlampan i kollektorledningen lyser inte. Transistorn T 2 leder eftersom dess bas påförs den positiva kollektorspänningen från T 1.

När ljus faller på fotomotståndet kopplar multivibratorn om, och T 1 leder, varvid glödlampan tänds. Om fönsterkontakten P i T 2:s emitterledning bryts kopplar anläggningen också om, eftersom T 1:s bas nu förbinds med den positiva batteripolen över R 8/R 5.

Transistorn T 3 utgör tillsammans med sina kopplingsdelar en RC-oscillator. Den börjar svänga så snart T 2:s kollektorspänning har uppnått ett tillräckligt högt värde för att en basström ska kunna gå över R 9 och R 10. Detta är fallet när flip-floppen har kopplat om och T 2 spärrar. Den genererade tonen hörs i högtalaren.

Larmanläggningen kan återställas till utgångsläget (inget ljus, ingen ton) genom att man med tryckkontakten bryter T 1:s basström.



3.09. Signalanläggning med skymningsomkopplare

I storstäder kopplas gatubelysningen, och många gånger också skyltfönster och skyltskåp, på automatiskt om kvällarna och sedan av om morgnarna. I denna apparat finns en skymningsomkopplare inbyggd så att en kontrollampa tänds och en varningssignal ljuder när ljuset underskrider en viss styrka; lampan och högtalaren fortsätter att ge sin varning tills dess du trycker ner återställningskontakten.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer, diod och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Koppla fotomotståndet (LDR) till de yttre anslutningarna U och V.

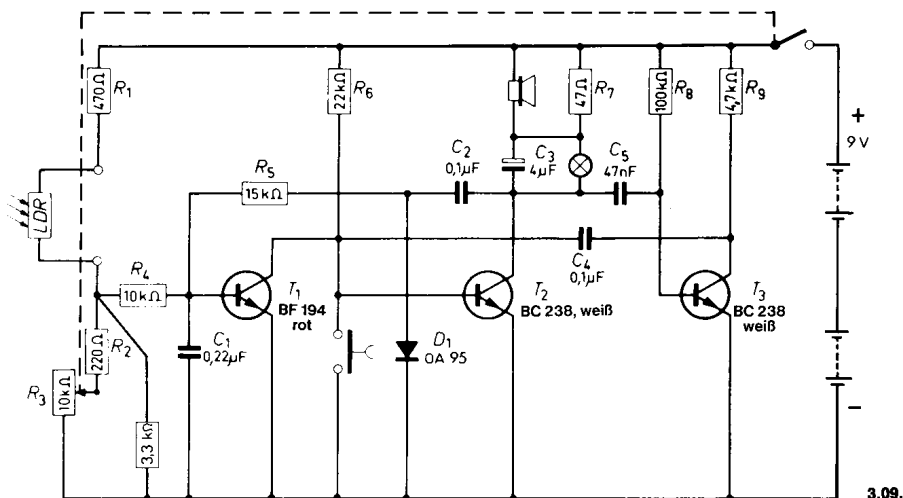
Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten helt åt höger. För att ställa in apparaten på rummets ljusstyrka trycker du ner tryckkontakten och vrider långsamt potentiometerratten tillbaka åt vänster.

När lampan slocknar är apparaten rätt inställd. När du nu släcker ljuset i rummet eller skärmar av fotomotståndet med handen tänds lampan och från högtalaren hörs en tjutande ton. Larmsignalen avbryts först när du trycker ner kontakten och det dessförinnan också har blivit ljust i rummet igen.

Lyser inte lampan ska du genast slå av och leta reda på felet.



3.10. Riktningvisare med två transistorer

Alla bilar har körriktningvisare. När den slås på lyser en kontrollampa på instrumentbrädan, och det hörs ett rytmiskt knäppande. Detta härrör från reläet, som arbetar mekaniskt. I denna apparat genereras emellertid blinkandet och knäppandet på elektronisk väg.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

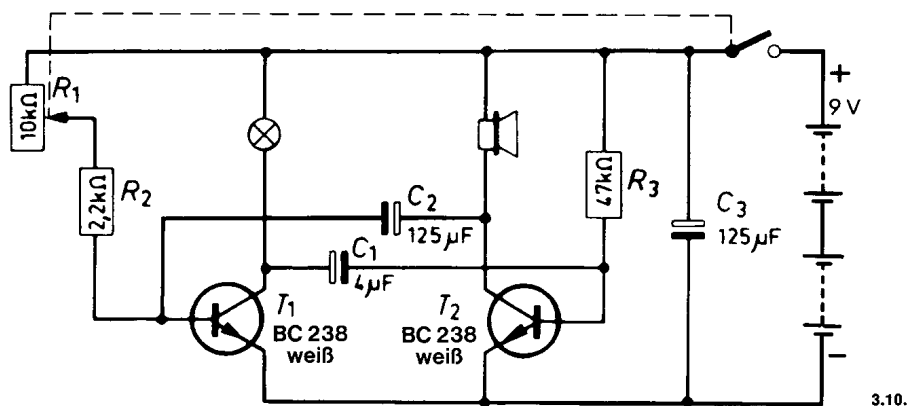
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Inga speciella arbeten.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

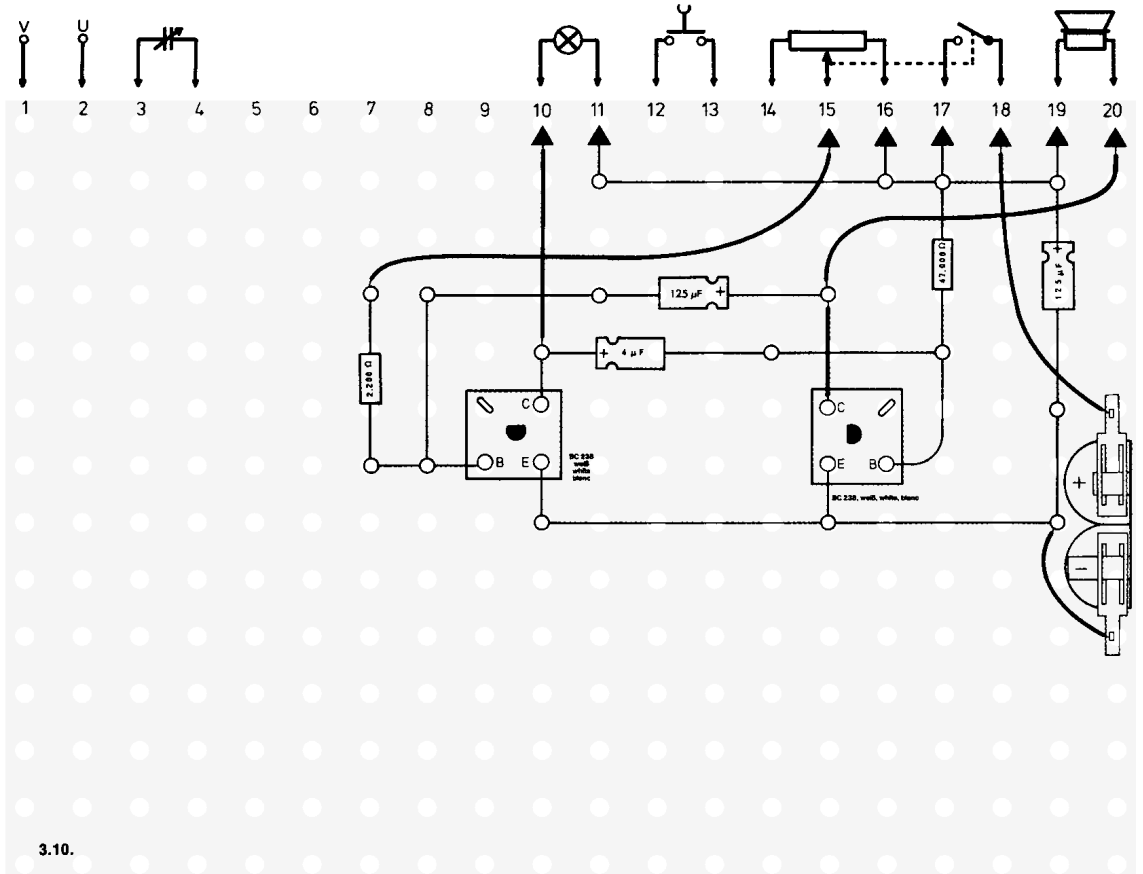
Vrid potentiometerratten åt höger. Vid fullt utslag åt höger går blinkningarna långsammast. Lyser inte lampan ska du genast slå av och leta reda på felet.



Kopplingsbeskrivning för avancerade

Denna koppling fungerar som multivibrator.

Denna multivibrators kollektormotstånd ersätts här av glödlampen och högtalaren. Högtalaren är kollektormotstånd för T2 så att när kollektorströmmen slås på kan man höra den som ett knäppande i högtalaren. T1:s kollektorström kan vi uppfatta när lampan lyser. Man ställer in kopplingshastigheten genom att ändra basströmmen till T1 med hjälp av potentiometern R1.



3.11. Varningslampa

Många varningslampor kopplas på först om kvällarna för att visa var hinder finns. Denna apparat arbetar till och med helautomatiskt. När det blir mörkt börjar den lysa.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kottabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

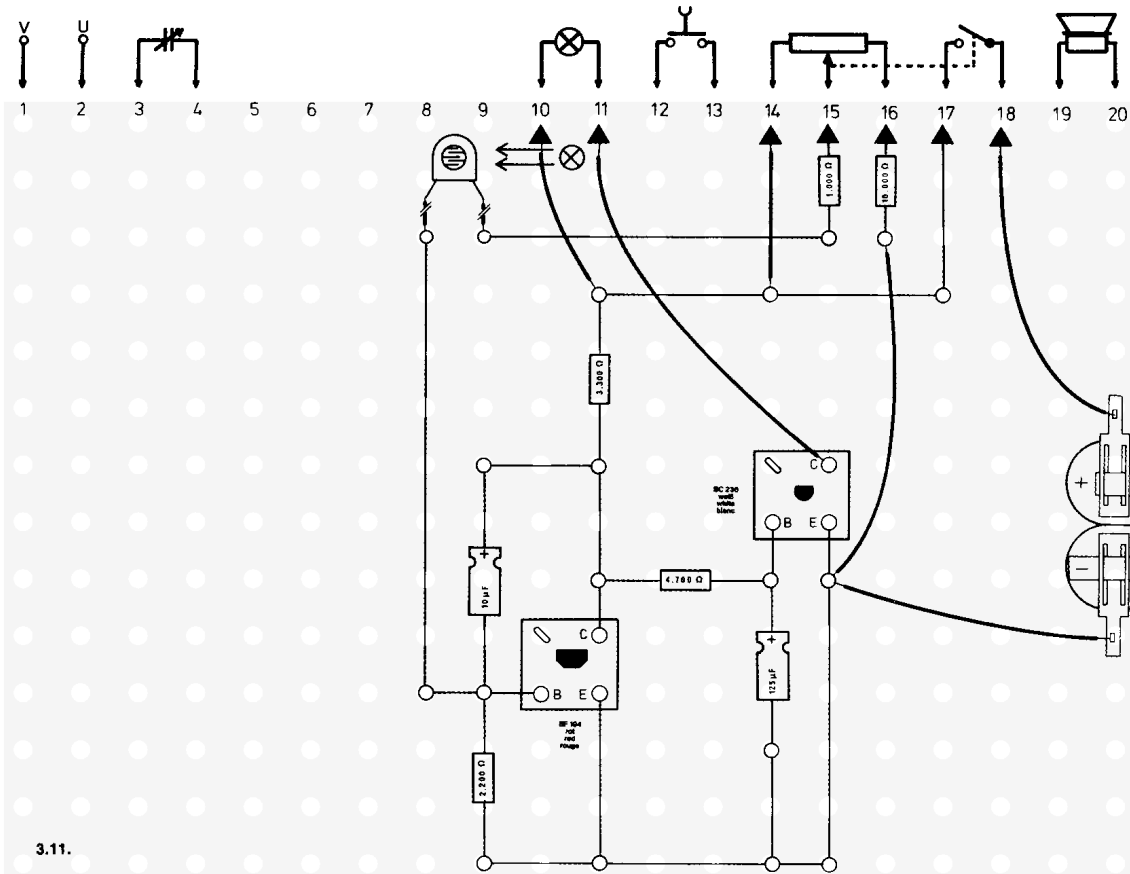
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Lägg fotomotståndet (LDR) över den röda lampan med den refflade sidan neråt. Förbind det med de anvisade anslutningarna med hjälp av röda, isolerade trådar.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

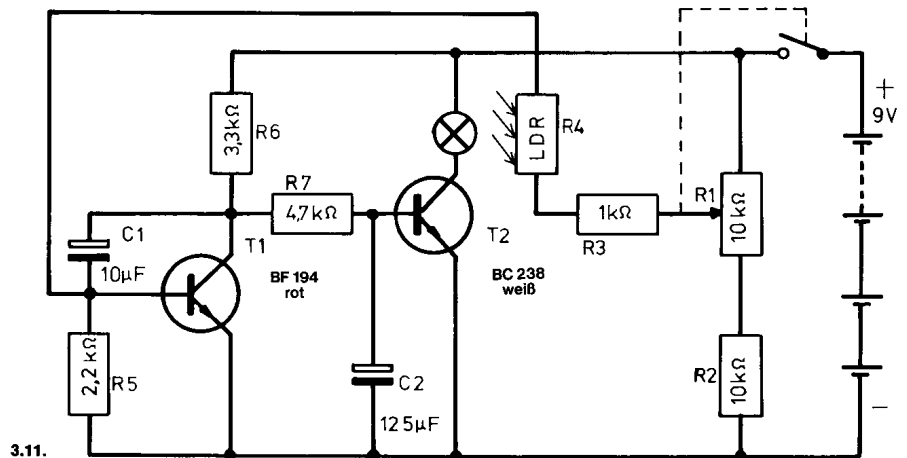
Vrid potentiometerratten åt höger. Ju längre åt höger du vrider desto känsligare blir apparaten. När det är mörkt nog i ditt rum tänds lampan. Nu får fotomotståndet tillräckligt mycket ljus från lampan för att varningsanläggningen ska kopplas ur på elektronisk väg. Nu börjar förloppet om från början. Släcks inte lampan igen har du inte placerat fotomotståndet rätt över lampan. Är det för ljust i rummet tänds inte lampan. Då måste du täcka över fotomotståndet med handen eller en bit papper. Blinkar varningslampan ändå inte ska du genast slå av och leta reda på felet.



Kopplingsbeskrivning för avancerade

Detta blinkljus börjar arbeta automatiskt när dagsljuset som faller på det ljuskänsliga motståndet R 4 underskrider ett visst ljusvärde. När belysningen blir svagare ökar fotomotståndets resistans, varvid basspänningen till T 1, som beror på detta, blir negativ (R 4 bildar tillsammans med R 5 en spänningsdelare). Den minskande spänningen har till följd att strömmen genom transistorn T 1 blir mindre och till slut helt upphör. Då spärrar transistorn T 1. Kollektorspänningen har nu ett högt positivt värde. Motståndet R 7 förbinder T 1:s kollektor med T 2:s bas, och den positiva spänningen öppnar transistorn T 2 så att ström passerar. Glödlampan i T 2:s kollektorledning tänds. Eftersom fotomotståndet ligger över lampan får fotomotståndet på grund av den starka belysningen nu liten resistans. Basspänningen till T 1 blir därför åter positiv, och transistorn leder. Kollektorspänningen blir härigenom negativ och spärrar därför över R 7 strömmen genom transistorn T 2. Lampan slocknar.

Detta förlopp börjar om från början när fotomotståndets resistans ökar på grund av den svaga belysningen runt om, vilket har till följd att basspänningen till T 1 minskas. Kondensatorn C 2:s stora kapacitans magasineras under en viss tid den aktuella basspänningen till T 2, så att omkopplingsförloppet förlöper under för dröjning.



3.12. Driftsvarnare med ljus- och ljudsignal

I vetenskapslaboratorier finns det experimentanläggningar som arbetar med mycket höga spänningar. Det är farligt att uppehålla sig nära dessa anläggningar när de är igång. Därför är vissa utrymmen avspärrade och försedda med optiska och akustiska driftsvarnare. Denna elektroniska koppling kan man använda som en sådan driftsvarnare.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

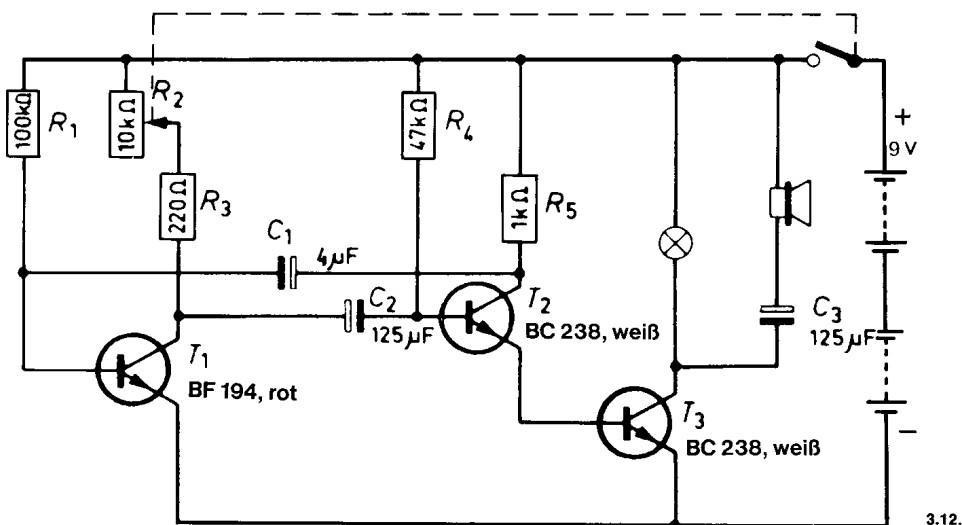
Inga speciella arbeten.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

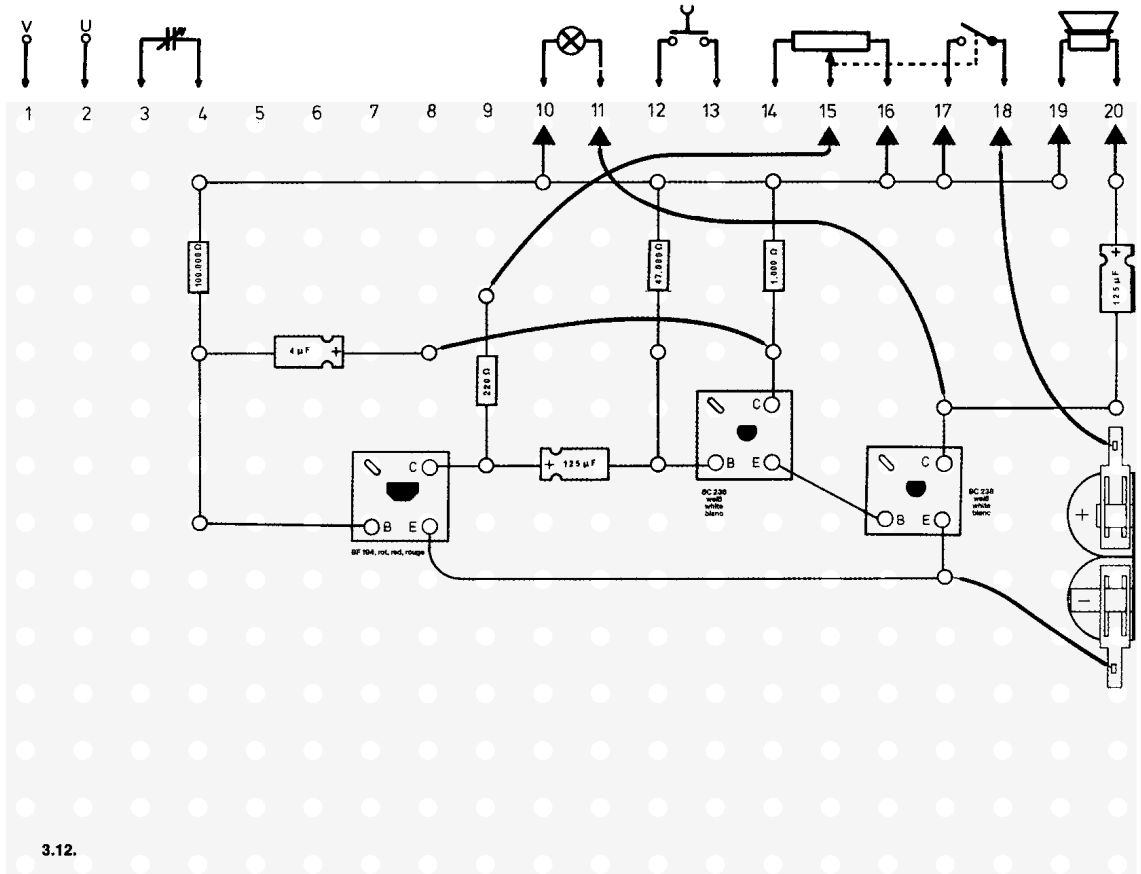
Vrid potentiometerratten åt höger. Vid fullt utslag åt höger blinkar apparaten långsammast. Lyser inte lampan ska du genast slå av och leta reda på felet.

Omkopplingstakten i apparaten kan du inte bara kontrollera med potentiometern, utan också med fotomotståndet (LDR). För att göra detta lossar du den isolerade tråd som för från motståndet på 220 Ohm till anslutning 15. Förbind nu i stället anslutning 15 med anslutning 2, med röd isolerad tråd, och anslutning 1 förbinder du med den fria klämman vid motståndet på 220 Ohm. Nu kan du koppla fotomotståndet till de yttre anslutningsklämmorna U och V.



Kopplingsbeskrivning för avancerade

Denna koppling fungerar på liknande sätt som 3.10. Multivibratoren med transistorerna T1 och T2 är emellertid inte direkt förbundna med högtalaren och glödlampan, utan dessa är kopplade till brytartransistorn T3. Denna koppling sker utan kondensator genom att T2:s emitter förbinds direkt med T3:s bas. Därigenom seriekopplas de båda transistorerna så att basströmmen till transistor T3 kopplar om i samma takt som multivibratoren svänger. Optiskt ser vi detta i glödlampan, och akustiskt hör vi det i högtalaren.



3.12.

3.13. Siren

Ibland måste brandkår och andra utryckningsfordon, ambulans t ex, bryta mot de vanliga trafikreglerna för att komma fortare fram till olycksplatsen. För att varna andra trafikanter vid utryckning slår dessa fordon på sina sirener tillsammans med de blå roterande ljusen. Den här sortens tvåtonssignal kan du framställa elektroniskt med denna apparat.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

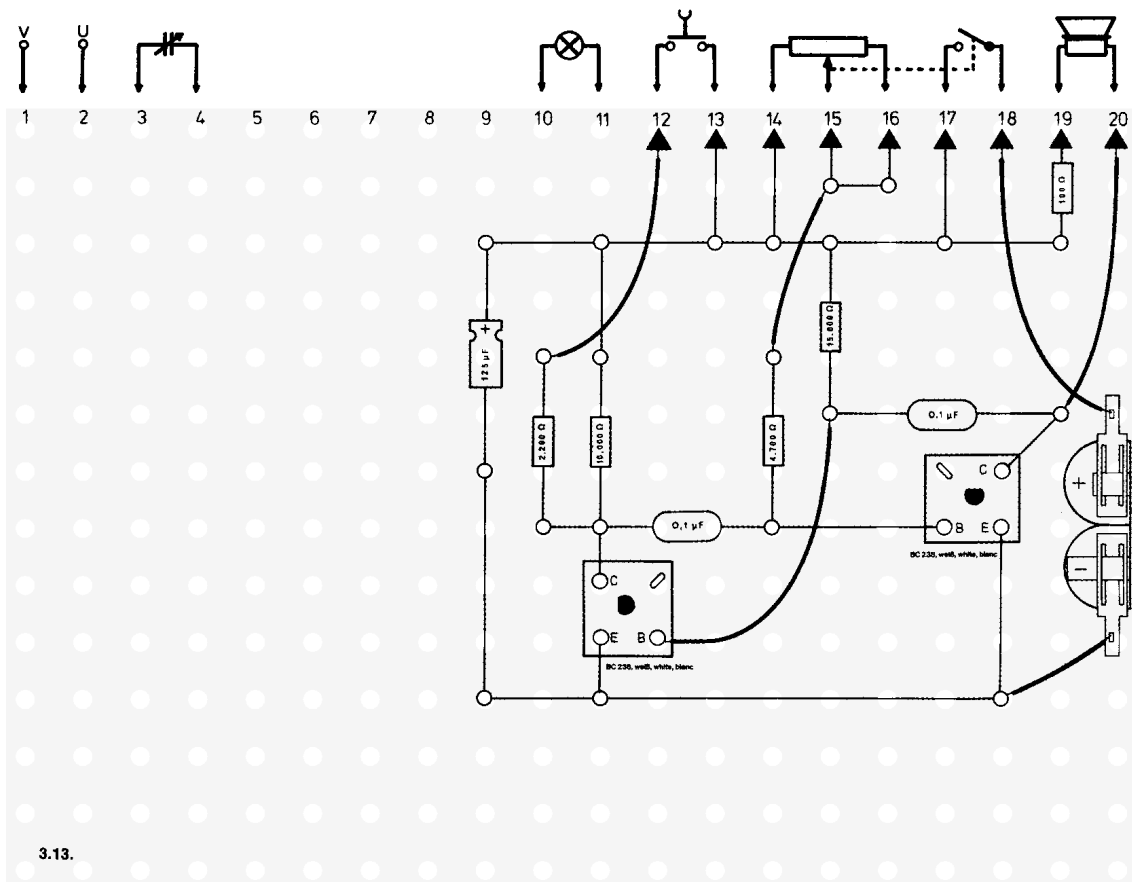
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Inga speciella arbeten.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

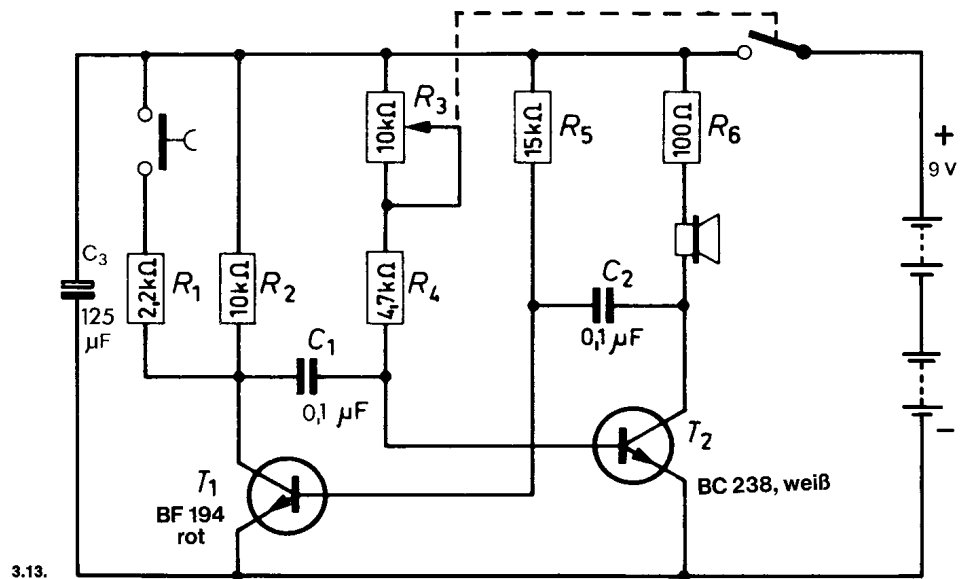
Vrid potentiometerratten åt höger. Du hör en ton vars höjd du kan variera med hjälp av potentiometern. Vid fullt utslag åt höger är den högst. Detta är den ena tonen. Den andra tonen får du när du trycker ner tryckkontakten. Hör du inget ska du genast slå av och leta reda på felet.



3.13.

Kopplingsbeskrivning för avancerade

Grundkopplingen i denna apparat består av en multivibrator. Återkopplingen från transistorn T 2:s kollektor till T 1:s bas sker med kondensatorn C 2. Kondensatorn C 1 förbinder T 1:s kollektor med T 2:s bas. Tonhöjden kan regleras med potentiometern R 3, som är kopplad i serie med motståndet R 4. När tryckkontakten trycks ner parallellkopplas motståndet R 1 och R 2. Därigenom uppstår en plötslig ändring i den genererade tonens frekvens. Genom att man trycker ner och släpper upp kontakten kan man alltså få två toner som låter som en siren.



3.13.

3.14. Tvåtonshorn

En siren där omkoppling mellan de båda tonerna sker automatiskt kan man bygga med denna apparat.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

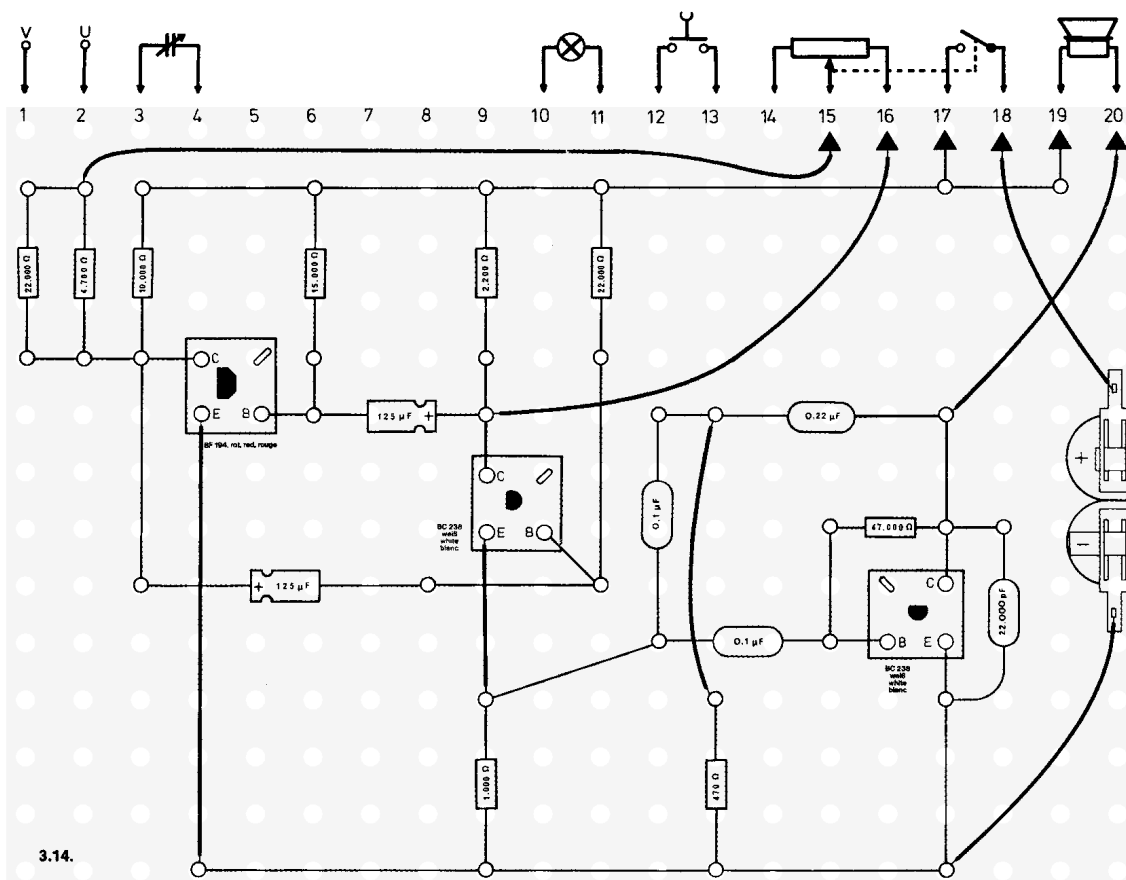
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Inga speciella arbeten.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

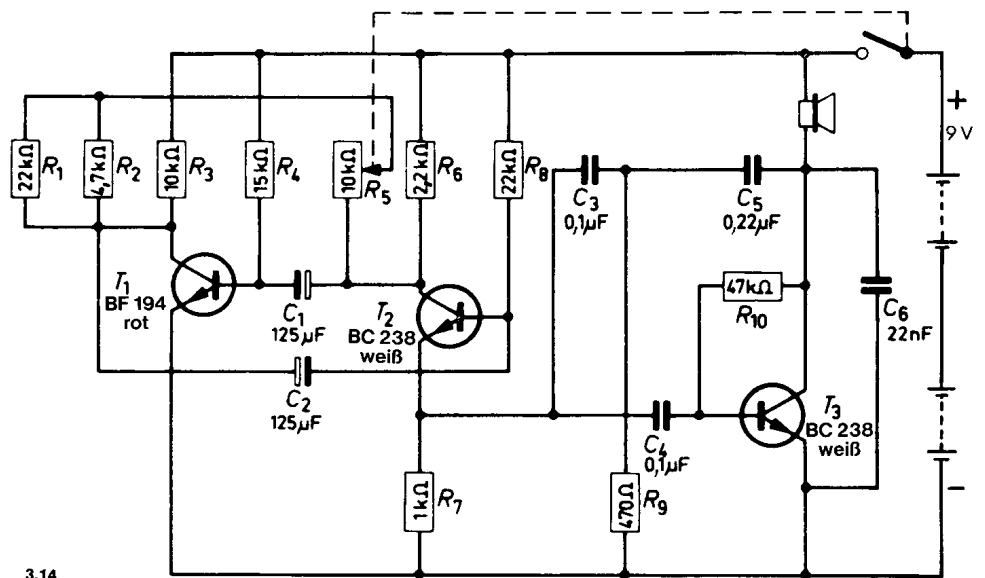
Vrid potentiometerratten åt höger. Vid fullt utslag åt höger går växlingen mellan tonerna långsammast. Hör du inget ska du genast slå av och leta reda på felet.



Kopplingsbeskrivning för avancerade

Denna koppling genererar omväxlande en ton med hög frekvens och en med låg frekvens. Transistorn T3 i RC-oscillatorkopplingen fungerar som tongenerator. Transistorerna T1 och T2 utgör en multivibrator, som påverkar RC-oscillatorn, då denna är kopplad till multivibratorn över motståndet R7.

När T2 leder får vi en viss tonhöjd. När multivibratorn kopplar om ändras frekvensen på den ton som genereras av RC-oscillatorn, eftersom T1 nu leder medan T2 spärrar. RC-oscillatorn påverkas nu inte av multivibratorn. Frekvensen på den ton som går ut genom högtalaren växlar alltså i takt med multivibratorns svängningar. Denna takt kan ställas in med potentiometern R5.



3.14.

3.15. Trappljus

I större bostadshus stängs trappbelysningen av av sig själv efter en kort stund, vilket gör belysningen mera ekonomisk. När man trycker på ljuskontakten sätts ett ur igång, vilket låter ljuset brinna i ca 3 minuter. Ett modernare sätt är naturligtvis att åstadkomma detta på elektronisk väg.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

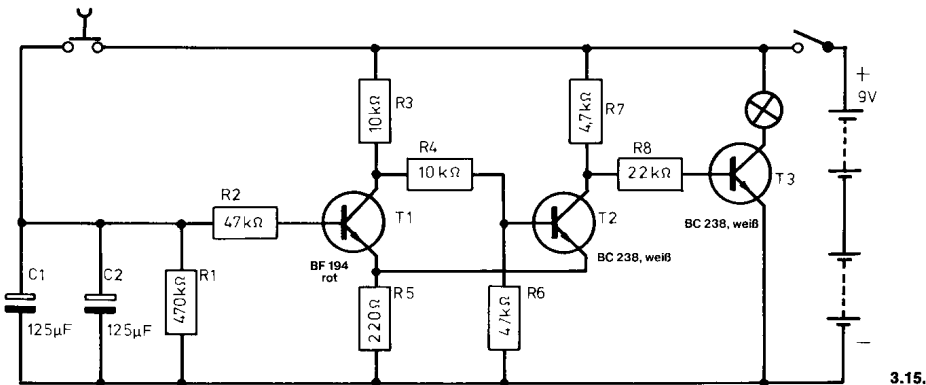
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Inga speciella arbeten.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

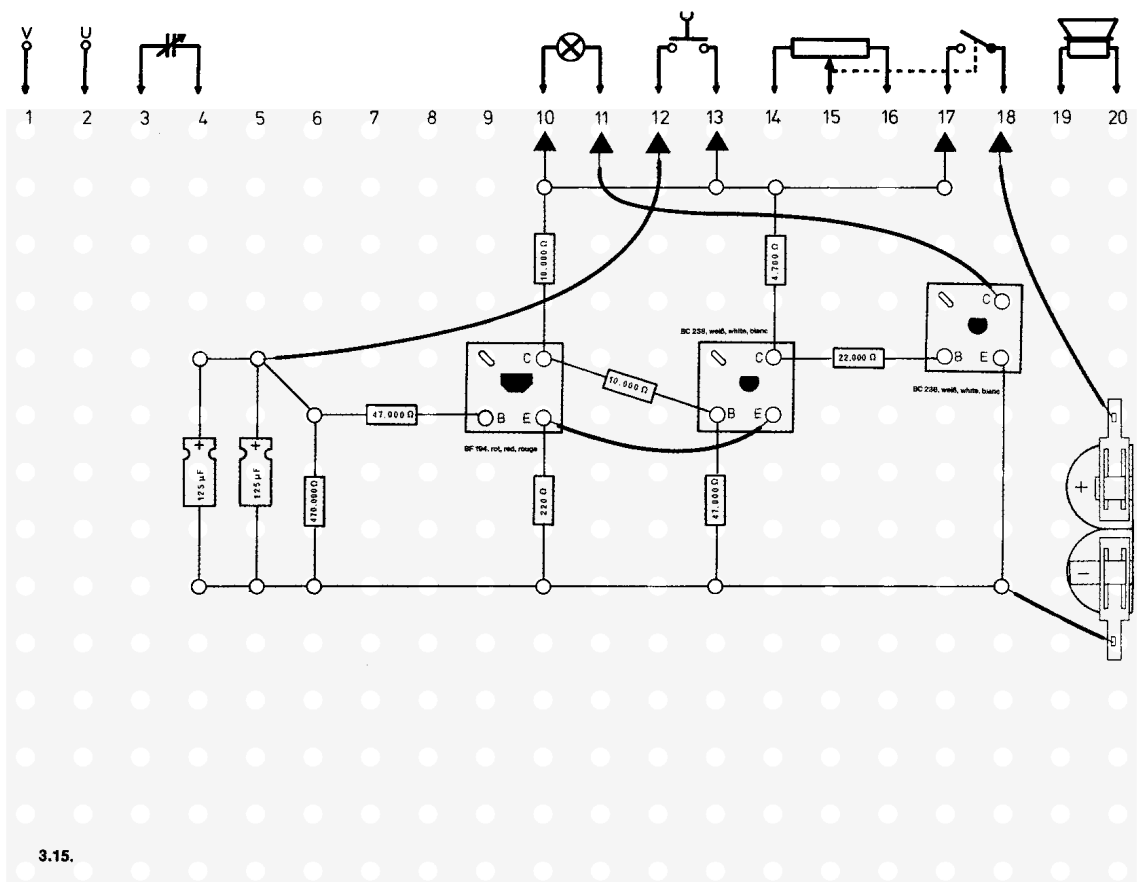
Vrid potentiometerratten åt höger. När du trycker ner tryckkontakten tänds lampan. Efter en stund slocknar den. Tänds inte lampan ska du genast slå av och leta reda på felet.



Kopplingsbeskrivning för avancerade

När tryckkontakten trycks ner kortvarigt laddar kondensatorerna C 1 och C 2 upp sig på hela den positiva driftsspänningen. Transistorn T 1 i Schmitt-triggern blir ledande, medan T 2 spärrar. Nu går en positiv ström till T 3:s bas över motstånden R 7 och R 8. Denna blir ledande varvid lampan tänds. Kondensatorerna C 1 och C 2 laddar långsamt ur sig över motståndet R 1. När Schmitt-triggern tröskelspänning underskrids spärrar T 1. Vi får genast en positiv basström över motståndet R 3 och R 4, och T 2 leder. Eftersom denna transistors kollektor har blivit negativ kan det inte längre gå någon ström till T 3:s bas över motståndet R 8, varför också denna transistor spärrar.

Kondensatorerna C 1 och C 2 samt motståndet R 1 avgör hur länge lampan förblir tänd. Ju större kapacitanserna och resistansen är, desto längre lyser lampan. I denna koppling är tiden ungefär 30 sekunder.



3.15.

3.16. Ljustonare

I teatrar och på biografen släcks inte ljuset i salongen med ens före en föreställning, utan det blir långsamt mörkare. I moderna anläggningar styrs denna nedtoning av ljuset elektroniskt, som i denna apparat.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

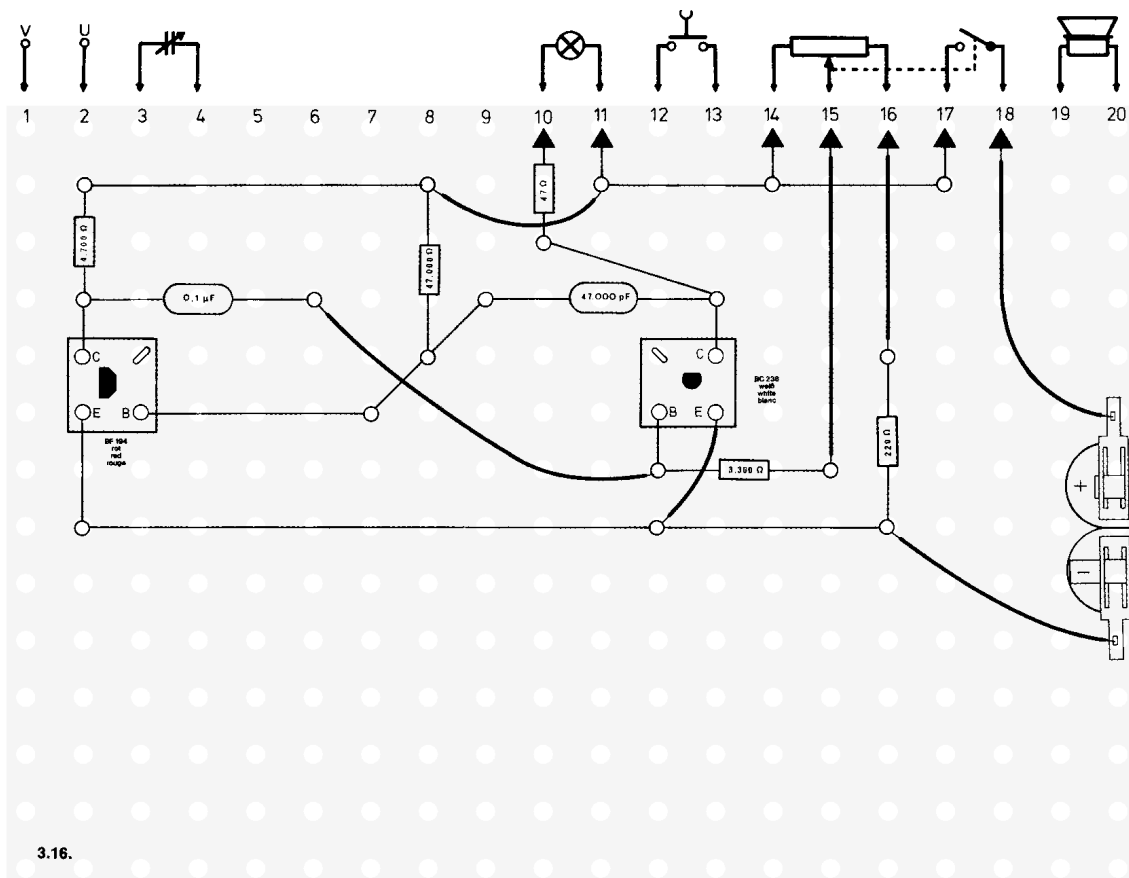
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Inga speciella arbeten.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. Vid fullt utslag åt höger är ljusstyrkan störst. Tänds inte lampan ska du genast slå av och leta reda på felet.



Kopplingsbeskrivning för avancerade

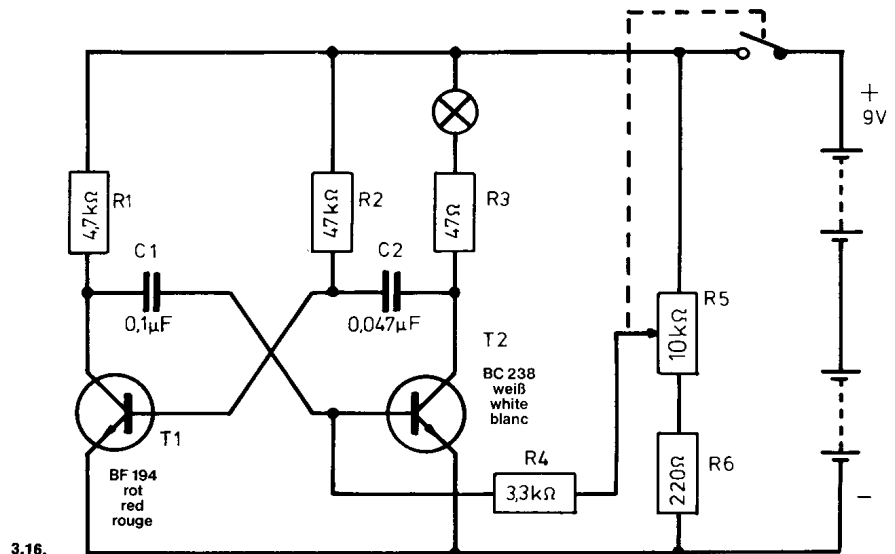
Man kan reglera en glödlampas ljusstyrka genom att ändra på batterispänningen. Ytterligare en möjlighet är att hålla spänningen konstant, och sedan ständigt bryta strömmen genom att slå den av och på. Därvid måste omkopplingsfrekvensen vara så hög att lampan inte flämtar.

Som du redan vet kan man låta en transistor sköta om strömomkoppling. När en transistor arbetar som strömbrytare är förlusteffekten mellan emittorn och kollektorn liten, eftersom transistorn antingen är av eller påkopplad. I på-läget är spänningsfallet över transistorn bara litet, varför effekten $P = U \cdot I$ (spänningen över transistorn x strömmen genom den) som kan värma upp den inte är stor. Av denna anledning kan man styra stora effekter med jämförelsevis små transistorer om pulsbredden (tiden när transistorn är på) är reglerad.

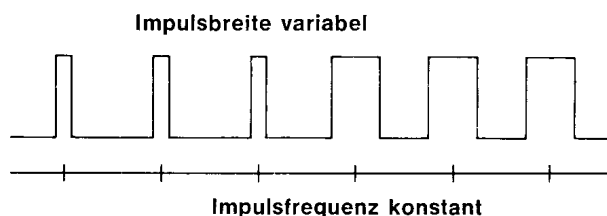
Transistorerna T1 och T2 är kopplade som en självsvängande multivibrator (astabil multivibrator). De komponenter som bestämmer puls-frekvensen är C1/R4 och C2/R2. Pulsbredden kan regleras med hjälp av spänningsdelaren R5/R6.

Om t ex potentiometerns, R5, släpkontakt står så långt mot motståndet R6 som möjligt går det ingen basström till transistorn T2, som alltså spärrar, varför multivibratoren inte svänger. I denna position lyser inte lampan. Först när man med R5 ställer in en större positiv spänning börjar lampan att lysa svagt.

Den tid då transistorn T2 är påkopplad är emellett mycket kort i förhållande till tiden när den är avkopplad. Först när potentiometern är vriden helt mot batteriets pluspol lyser lampan klart, för då är tiden när T2 är på lång i förhållande till tiden när den är av.



3.16.



3.17. Inkopplingsfördröjare

Många maskiner är skyddade mot oavsiktligt igångsättande. Antingen har man då byggt in två startknappar, som man måste trycka in samtidigt, eller också använder man en inkopplingsfördröjare. Då händer inget med maskinen om startknappen trycks in ett kort ögonblick, vilket ju kan hända av misstag, utan man måste medvetet hålla knappen intryckt under en längre tid för att maskinen ska starta.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

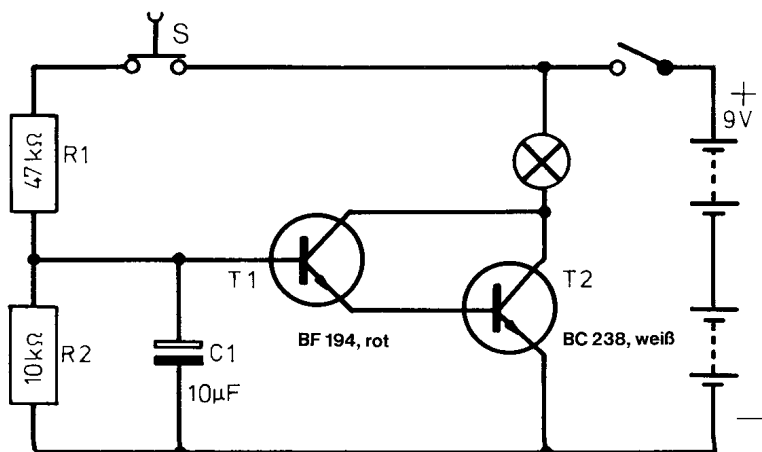
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Inga speciella arbeten.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger och tryck ner tryckkontakten. Efter en viss fördröjning ska lampan tändas. Tänds inte lampan ska du genast slå av och leta reda på felet.

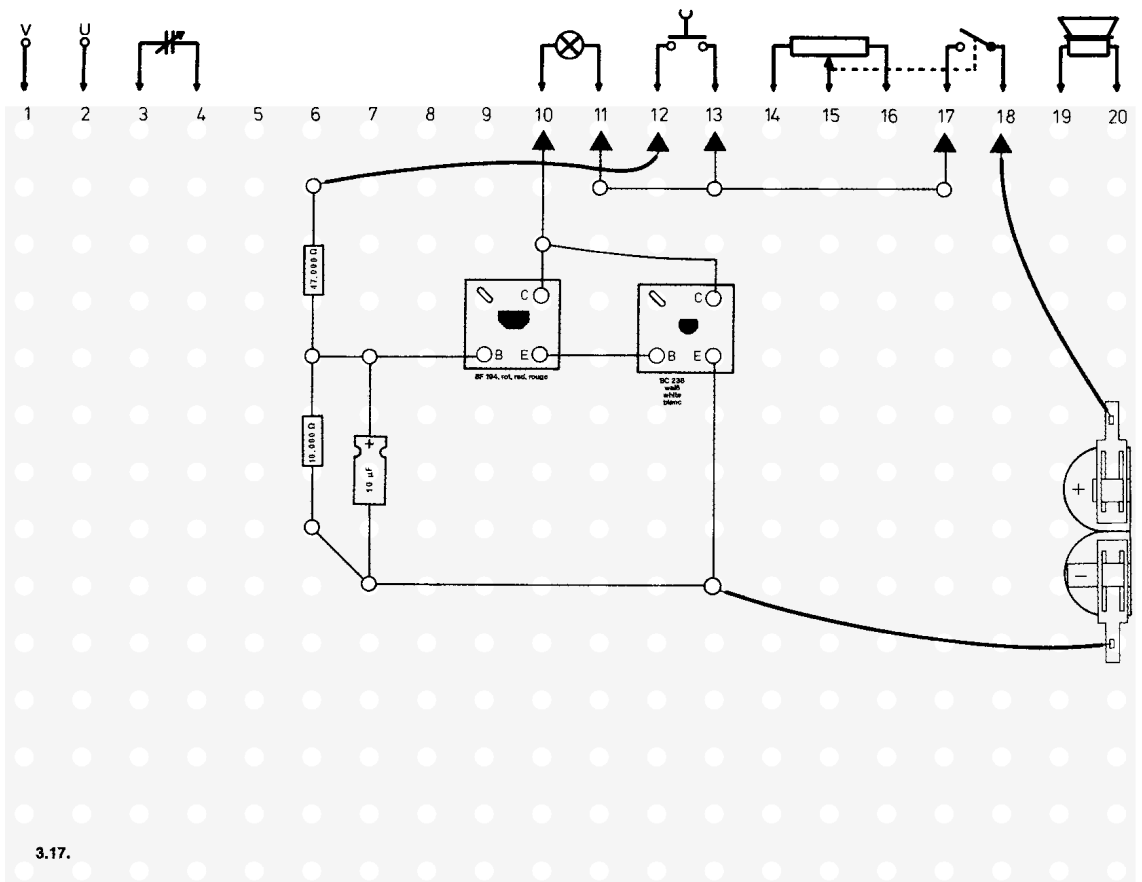


3.17.

Kopplingsbeskrivning för avancerade

Elektroniskt bygger man upp en på- eller avkopplingsfördröjning med hjälp av kondensatorer och motstånd. När tryckkontakten S sluts laddar kondensatorn C 1 upp sig över motståndet R 1. Kondensatorn får emellertid först efter en viss tid en tillräckligt hög spänning för att det ska kunna gå en basström till T 1. Men när denna spänning är uppnådd blir transistorerna T 1 och T 2 ledande, och lampan tänds. Mellan det att apparaten slogs på och lampan tändes har det gått ca 2 sekunder. När kontakten släpps slocknar lampan eftersom kondensatorn C 1 snabbt laddar ur sig över motståndet R 2.

Om man byter ut C 1 mot andra kondensatorer kan man ändra inkopplingsfördröjningen.



3.17.

3.18. Urkopplingsfördröjare

Stora komplicerade maskiner som uträttar flera arbetsmoment inom t ex den kemiska industrin kan inte slå av bara genom att stänga motorn. Man måste i själva verket följa ett bestämt schema för att stänga av en sådan maskin, eftersom den ofta drivs av ett flertal motorer. För att undvika fel i avstängningsmönstret styrs avstängningen automatiskt. I dag sker detta alltid med elektroniska kopplingar som arbetar med urkopplingsfördröjare.

Förbered byggandet enligt den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

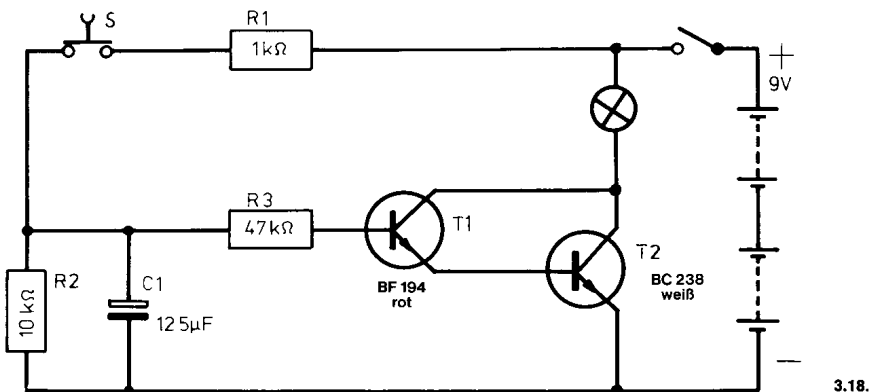
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Inga speciella arbeten.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger och tryck ned tryckkontakten. Lampan tänds genast. När du släpper kontakten ska lampan slockna först efter en viss fördröjning. Tänds inte lampan ska du genast slå av och leta reda på felet.



4.01. Automatiskt nattljus eller parkeringsljus

Du har nog någon gång lagt märke till att gatubelysningen tänds mitt på dagen om det skulle mulna till mycket kraftigt. De tänds nämligen inte av någon på elverket, utan slås på automatiskt när skymningen faller tack vare ljuskänsliga celler. Denna apparat är en sådan skymningsströmbrytare. Lampan tänds alltid när ljuset runt om underskrider en i förväg inställd styrka. Den slocknar när belysningsstyrkan åter stiger över detta värde.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

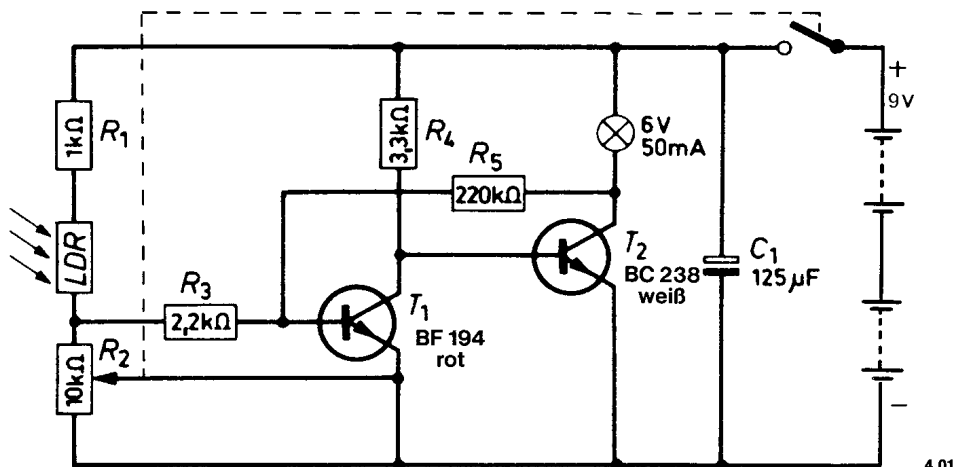
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Anslut fotomotståndet (LDR) till de yttre anslutningsklämmorna U och V. Den refflade sidan ska vara uppåt.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. Mörklägg nu rummet eller täck över fotomotståndet med handen. Du kan ställa in den ljusstyrka vid vilken lampan tänds med hjälp av potentiometern. Vid fullt utslag åt höger är apparaten känsligast. Tänds inte lampan ska du genast slå av och leta reda på felet.

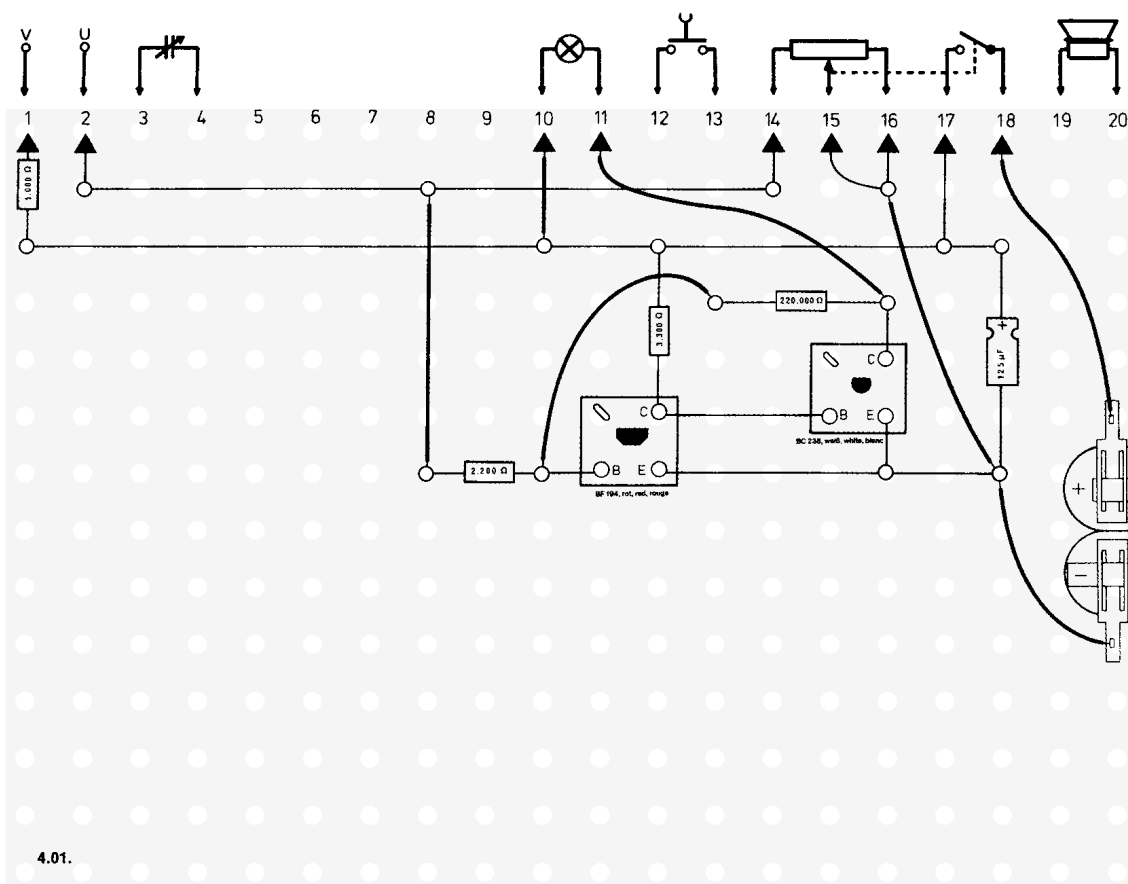


Kopplingsbeskrivning för avancerade

Denna koppling har till uppgift att automatiskt slå på en glödlampa när belysningsstyrkan underskrider ett visst värde. Därför behövs i denna koppling ett »mätorgan» som kan registrera ljusstyrkan. Till detta använder man fotomotståndet. Det bildar tillsammans med R 1 och potentiometern R 2 en spänningsdelare för driftspänningen på 9 V. Transistorn T 1:s bas är kopplad till spänningsdelaren över motståndet R 3. När det inte faller något ljus på fotomotståndet har detta en mycket hög resistans. Över R 2 ligger det därför bara en liten spänning, som inte räcker till att låta en basström gå genom R 3. Transistorn T 1 spärrar därför. Det går alltså ingen kollektorström över emitterkollektorsträckan och då ej heller över motståndet R 4. T 1:s kollektor och därmed också T 2:s bas har därför en hög positiv spänning. På så sätt leder transistorn T 2, och lampan lyser.

När ljus faller på fotomotståndet avtar dess resistans så att vi, beroende på släpkontaktens position får ett stort positivt spänningsfall över R 2. Nu kan det gå en basström genom R 3, och T 1 leder. T 1:s kollektorspänning, och därmed också T 2:s basspänning, är då negativ, varför transistorn T 2 spärrar och lampan slocknar.

Man kan ändra basströmmen till T 1 med hjälp av potentiometern R 2, och på så sätt ställa in den ljusstyrka vid vilken denna koppling automatiskt slår på eller stänger av lampan.



4.02. Enkel fuktighetsindikator

Denna apparat talar om ifall fuktigheten någonstans blir för hög genom att en ljussignal tänds. Du kan använda den i ett flertal intressanta experiment, som beskrivs i avdelningen »Användningsmöjligheter». Då kommer du att märka att namnet »fuktighetsindikator» är alldeles för blygsamt.

Förbered byggandet enligt den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingsstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motvarande anslutningar.

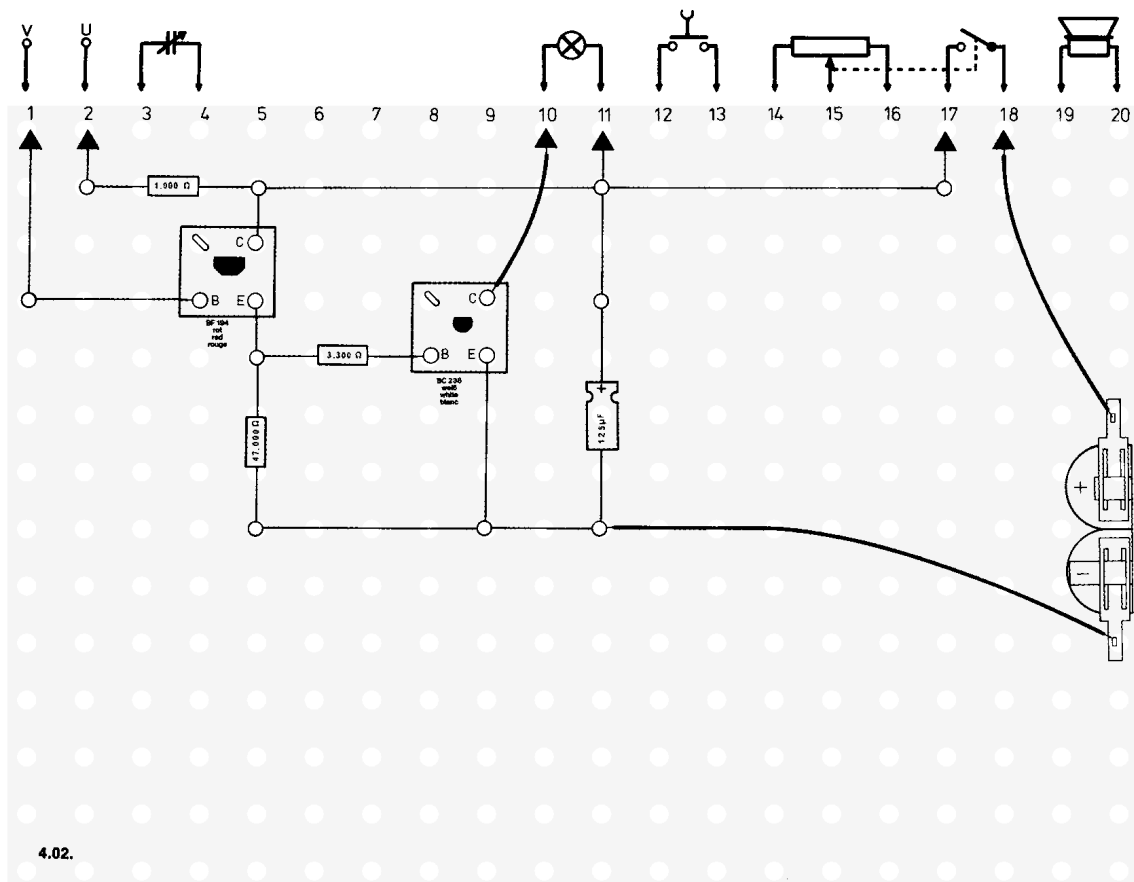
Speciella arbeten: Fäst två långa isolerade trådar, vilkas ändrar du har avisolerat, vid de yttre anslutningsklämmorna U och V.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. Prova apparaten genom att hålla de långa trådarnas avisolerade ändrar mot varandra. Lampan ska nu lysa.

Gör den inte det ska du genast slå av och leta reda på felet.



Användningsmöjligheter

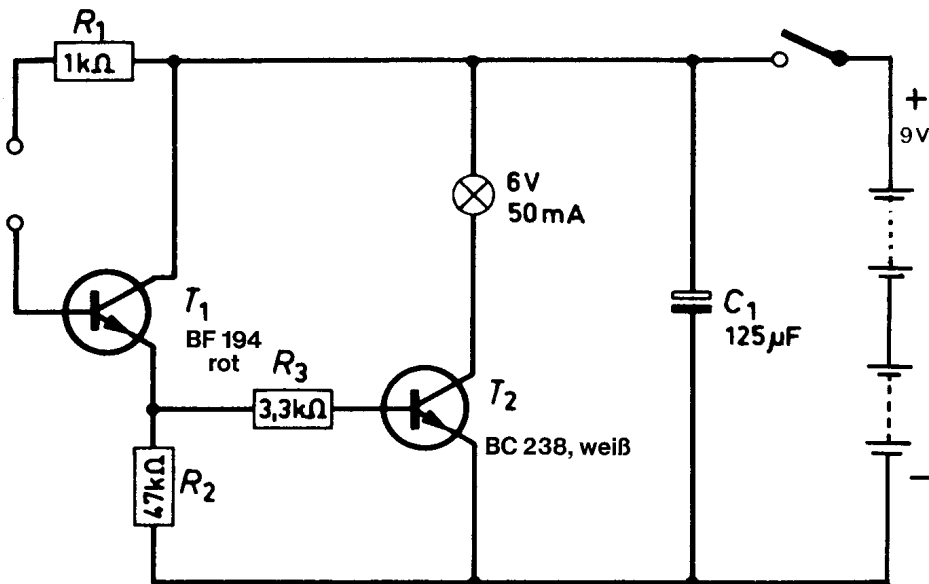
- a) Tag en bit tidningspapper och håll de båda trådändarna mot den. Inget händer. Droppa nu lite vatten på tidningspapperet och håll trådändarna mot det fuktiga stället. Lampan tänds. Alltså leder fuktigt papper elektrisk ström.
- b) Tag nu en bit läskpapper. Stick de båda trådändarna i papparet på något avstånd från varandra och droppa vatten på papperet. Efter några droppar börjar lampan lysa.
- c) Stick de båda trådändarna i en blomkruka på något avstånd från varandra. Om jorden i kukan är torr lyser inte lampan, men så snart den har blivit tillräckligt fuktig tänds lampan.
- d) Koppla en tråd till en metallskål, och håll den andra tråden inuti skålen utan att emellertid röra vid den. Om du nu håller vatten i skålen tänds lampan så snart vattenytan når upp till den trådända du håller ner i skålen. Detta fungerar emellertid bara om man har en ledande vätska som t ex ledningsvatten – men inte om du använder olja eller destillerat vatten.
- e) På liknande sätt kan du t ex kontrollera att ert badvatten inte svämmar över.
- f) Du kan också fästa en bit läskpapper vid ett plagg som hänger till tork. Fäst papparet med tvättklämmor och koppla trådarna till det. Lampan slocknar när plagget är torrt. I stället för läskpapper kan du använda en bit tyg.
- g) Har du en vattenpistol kan du bygga en måltavla som automatiskt visar när du får en fullträff. Tag en rund träskiva och borra ett hål med ca 2,5 cm diameter mitt i den. Bakom detta hål placerar du något fuktkänsligt material, t ex en bit tunnt läskpapper. När du får en fullträff blir papperet ledande, och lampan tänds. Därefter måste naturligtvis papperet torka eller bytas ut.
- h) Stick trådändarna i en bit läskpapper på 1 cm avstånd från varandra och lägg papperet på fönsterbrädet. Apparaten talar nu om för dig när det regnar ute.
- i) Tag de båda trådändarna i varsin hand. Lampan lyser! Varför nu detta?
- k) Tag ett pappersark och drag ett kraftigt blyertsstreck på det med en mjuk blyertspenna. Håll den ena trådänden mot blyertsstreckets ena ände och för den andra trådänden längs strecket. Lampan lyser klarast när de båda trådändarna är nära varandra. Grafit leder elektrisk ström.

Kopplingsbeskrivning för avancerade

Denna fuktighetsindikator består av en tvåstegs förstärkare med hjälp av vilken glödlampan i den andra transistorens kollektorkrets slås på och av. Transistorn T 1:s bas är inte förbunden med batteriets plus- eller minuspol. Därför spärrar den som emitterföljare kopplade transistorn T 1. Det ligger ingen positiv spänning över dess arbetsmotstånd R 2, så att också den över R 3 anslutna transistorn T 2 spärrar. Glödlampan lyser inte.

Om man emellertid förbinder motståndet R 1 med T 1:s bas med en ledning så öppnas transistorn, och vi får en positiv spänning över motståndet R 2. Denna spänning öppnar transistorn T 2, och strömmen som nu flyter får glödlampan på T 2:s kollektorledning att lysa.

För att vi ska få en fuktighetsindikator sticker vi två trådar med avisolerade ändrar i en bit papper på ett visst avstånd från varandra och fäster trådarnas andra ändrar vid ingångsklämmorna. När papperet är torrt händer ingenting. Lampan förblir släckt eftersom det inte flyter någon ström. Fuktar man emellertid papperet med vatten leder det ström över R 1 till T 1:s bas. Nu blir båda transistorerna ledande, och lampan lyser.



4.02.

Tekniska data

Transistorer	BF 194 röd	BC 238 vit
Maximal basström	10 mA	100 mA
Maximal kollektorström	25 mA	100 mA
Maximal effektförlust	200 mW	200 mW
Maximal kollektoremitterspänning	15 V	15 V
Strömförstärkningsfaktor	50–150	100–900
Användningsområde	HF-LF- och likspän- ningsför- stärkning	LF- och lik- spännings- förstärk- ning

Dioder	OA 95
Spänning i backriktningen	50 V
Ström i framriktningen	50 mA
Spänning i framriktningen vid en strömstyrka av 10 mA	1 V

Spolar	Anslutningar	Lindningar	Induktans
Drossel		740	9,5 mH
MV-antennspole (ferritantenn)	1–2 3–4	70 6	400 μ H

Morsealfabetet

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

1 ·····	6 ·····	Sändning börjar ·····
2 ·····	7 ·····	Sändning slutar ·····
3 ·····	8 ·····	Åtskillnad ·····
4 ·····	9 ·····	Bindestrek ·····
5 ·····	0 ·····	Uppehåll (punkt) ·····
		Slut på meddelande ·····
		Uppmaning att vänta ·····
		Felsändning ·····
		SOS ·····

4.03. Fuktighetsindikator med ljussignal

Denna fuktighetsindikator är känsligare än föregående apparat. Den är också konstruerad på ett tekniskt mera påkostat sätt.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Fäst två långa isolerade trådar vid de yttre anslutningsklämmorna U och V. Deras ändar ska vara avisolerade eftersom de senare ska tjänstgöra som mätorgan.

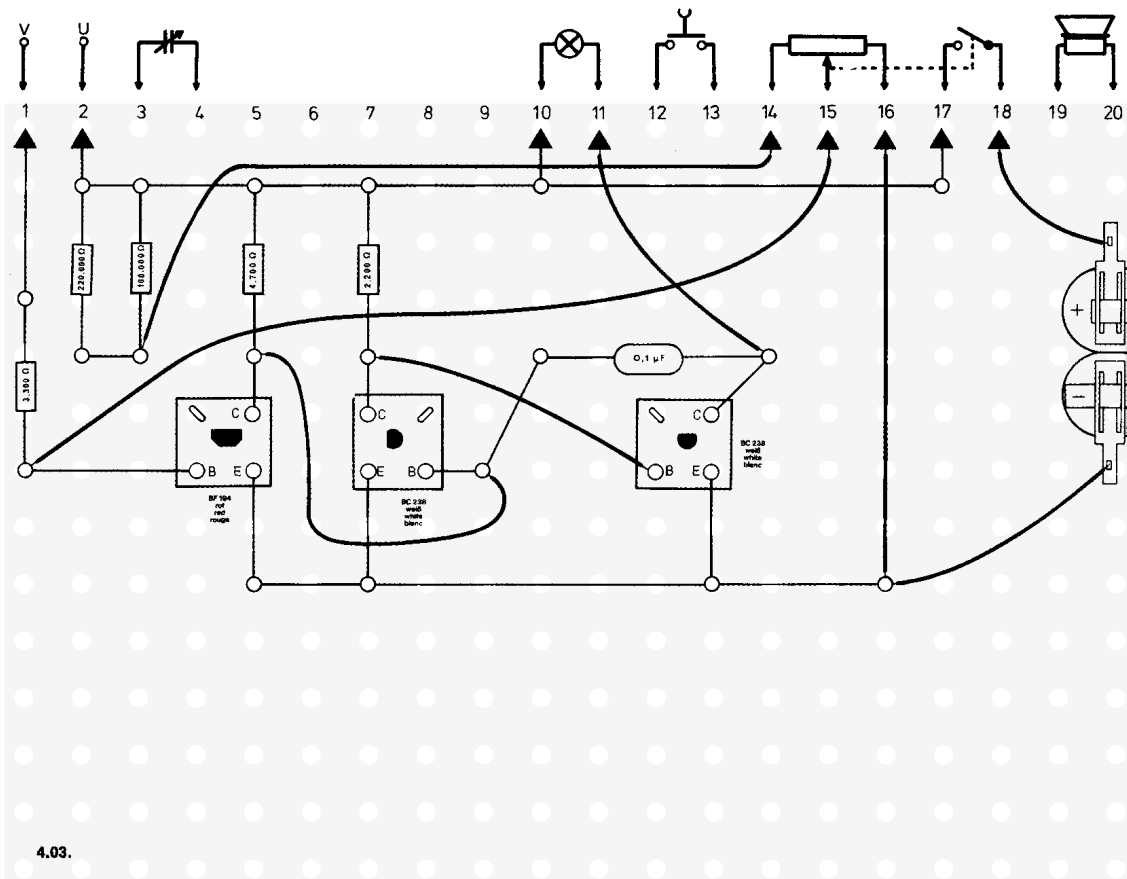
Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten helt åt höger. Lampan lyser. Vrid tillbaka ratten så långt att lampan slocknar.

Prova apparaten genom att hålla de långa trådarnas avisolerade ändar mot varandra. Nu ska lampan tändas på nytt. Gör den inte det ska du genast slå av och leta reda på felet.

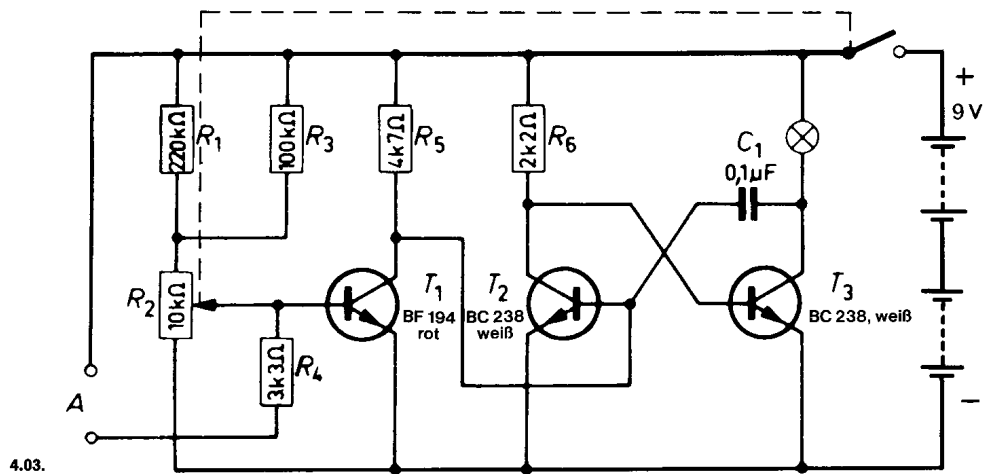
Användningsmöjligheterna hittar du i samband med apparat 4.02.



Kopplingsbeskrivning för avancerade

Denna koppling består av en trestegs likströmsförstärkare. Redan mycket små strömmar (1 A) till transistorn T1:s bas räcker för att vi i den sista transistorn T3 ska få tillräckligt mycket ström för att glödlampan ska lysa. Spänningsdelaren vid T1:s bas består av motstånden R1 till R4 och ett motstånd som ligger utanför kopplingen och är förbundet med ingången A. Detta yttre motstånd är det fukt känsliga elementet. I 4.02. kan du läsa hur man framställer det.

När detta element är torrt har det mycket hög resistans, och basströmmen bestäms helt av R1 till R3. Den ställs in så med R2 att lampan inte lyser. När känselementet blir fuktigt får vi en basström. Därigenom blir T1 ledande, medan T2 spärrar. Sluttransistorn T3 blir likaså ledande och slår på glödlampan.



4.04. Fuktighetsindikator med ljudsignal

Denna apparat skiljer sig från föregående genom att den ger utslag för fuktighet med en ljudsignal.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

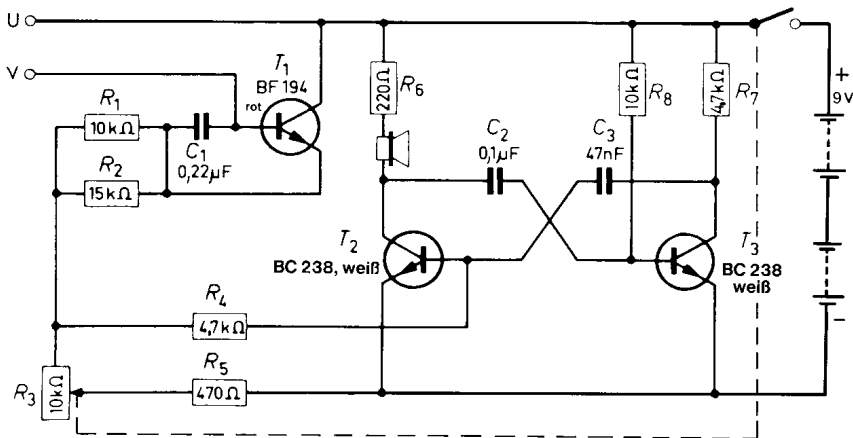
Speciella arbeten: Fäst två långa isolerade trådar, vilkas ändar du har avisolerat, vid de yttre anslutningsklämmorna U och V.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten helt åt höger. Prova apparaten genom att hålla de långa trådarnas avisolerade ändar mot varandra. Nu ska du höra en varningston. Om du inte gör det ska du genast slå av och leta reda på felet. Med potentiometern kan du reglera vid vilken fuktighetsgrad apparaten ska ge utslag med sin varningston. Vid fullt utslag åt höger är känsligheten störst.

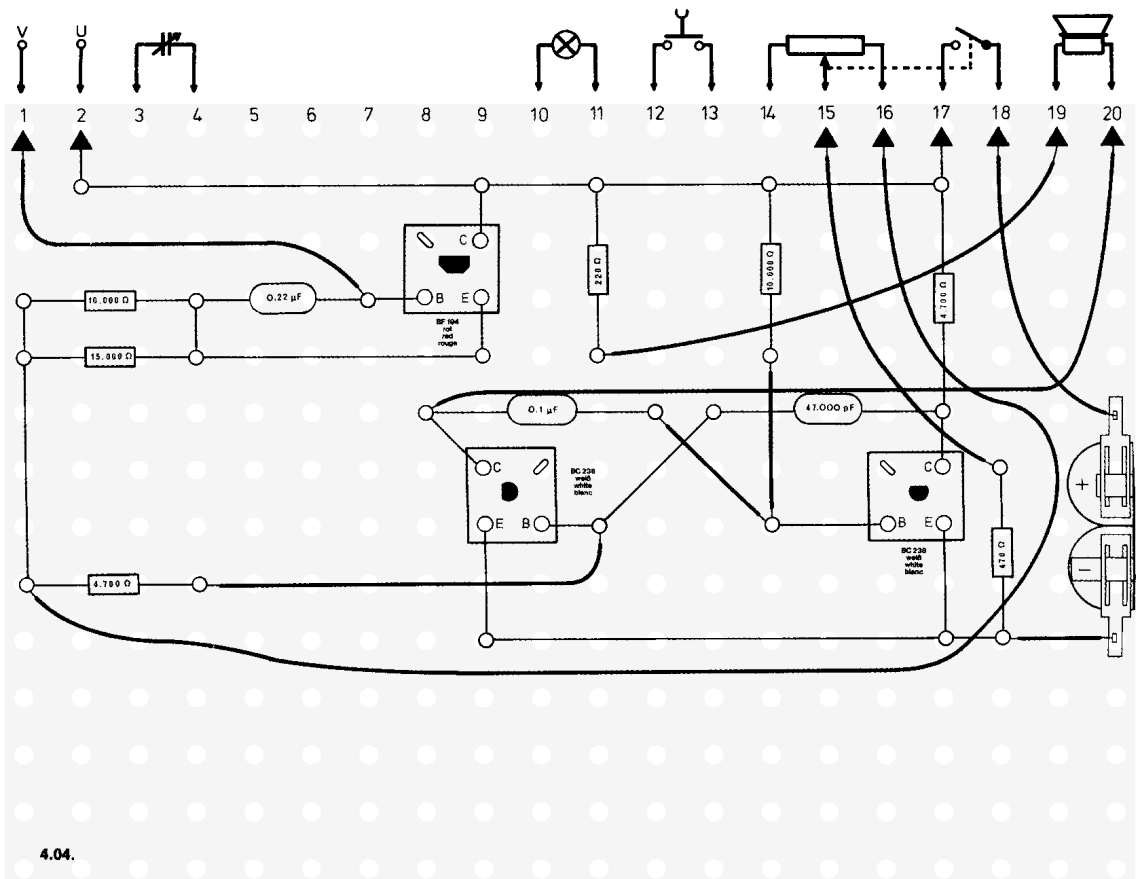
Användningsmöjligheterna hittar du i samband med apparat 4.02.



4.04.

Kopplingsbeskrivning för avancerade

Transistorerna T 2 och T 3 är kopplade som multivibrator. Tonen hörs ur en högtalare. Multivibratoren svänger inte så länge de yttre anslutningarna är separerade. Först när U och V förbinds med varandra leder transistor T 1, och över R 4 kan det då flyta en basström till transistor T 2. Styrkan på denna basström beror för det första på det fuktkänsliga element som är kopplat till ingången och för det andra på inställningen av potentiometern R 3. Är basströmmen till T 2 stark nog börjar multivibratoren att svänga, varvid den ton genereras som du kan höra i högtalaren.



4.05. Tidsströmbrytare

I fabriker har man numera allt fler maskiner som arbetar automatiskt och som måste stängas av efter en noga uppmätt tid. En sådan tidmätare som signalerar när en tidigare inställd tidrymd är ute kan du bygga med följande apparat.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

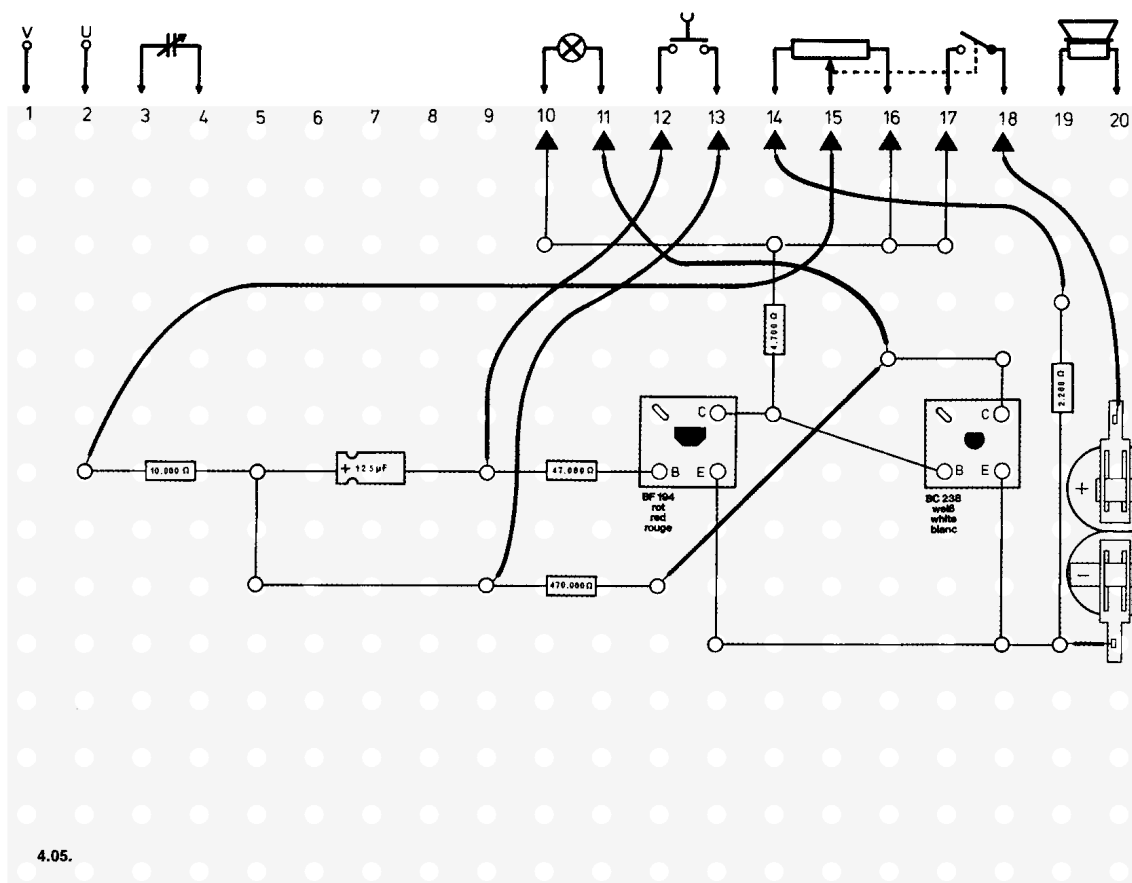
Inga speciella arbeten.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. Med potentiometern kan man ställa in hur lång tid lampan ska lysa. Åt vänster lyser den längre, och åt höger kortare tid.

Om du snabbt trycker ner tryckkontakten slocknar lampan och tänds först igen efter den av dig inställda tiden. Lyser inte lampan ska du genast slå av och leta reda på felet.

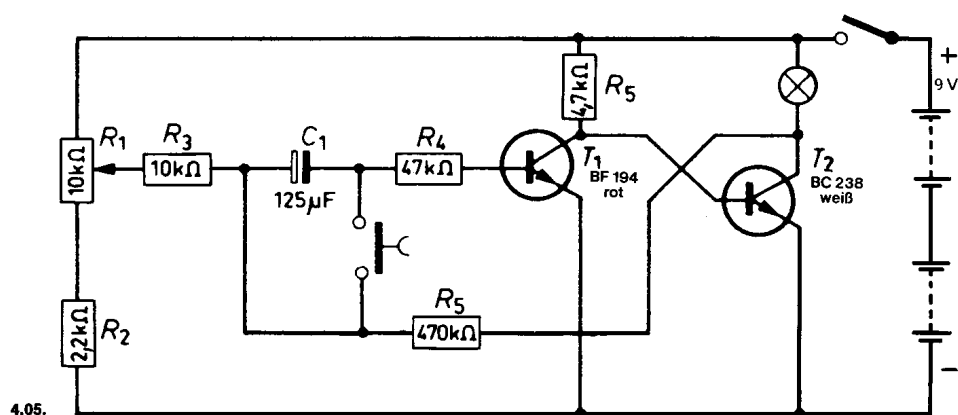


Kopplingsbeskrivning för avancerade

Denna apparat slår på en glödlampa efter en bestämd tid. Tiden från det att apparaten slås på och till det att lampan tänds beror på kondensatorn C 1:s kapacitans och på den spänning man har ställt in med potentiometern R 1. Ju högre denna spänning är desto längre är tiden tills dess lampan tänds. Tidsströmbrytaren startas genom att man trycker ner tryckkontakten, varvid lampan samtidigt slocknar.

När lampan lyser leder transistorn T 2, och samtidigt spärrar transistorn T 1. Eftersom denna transistors basmotstånd R 4 varken är anslutet till plus- eller minuspolen går det ingen ström genom transistorn T 1. Detta tillstånd ändras emellertid när kontakten trycks ner. R 3 förbinds då med R 4, T 1:s bas påförs en positiv spänning, och transistorn T 1 leder. Eftersom kollektorspänningen nu faller minskar också basspänningen vid T 2. Denna transistor spärrar och lampan slocknar.

Kondensatorn C 1 är urladdad eftersom den kortsluts av tryckkontakten. När kontakten släpps bryts förbindelsen mellan de båda motstånden R 3 och R 4. Kondensatorn C 1 börjar nu ladda upp sig till den spänning som är inställd med potentiometern. Det går en laddningsström genom R 4 och över T 1:s bas-emittersträcka, så att transistorn åter öppnas. Först när uppladdningsförloppet är i det närmaste slut spärrar T 1, så att kollektorspänningen ökar. Detta gör att transistorn T 2 börjar leda, och glödlampan tänds. Motståndet R 6 understöder omkopplingen genom att den nu negativa kollektorspänningen vid T 2 återkopplas till T 1:s bas över kondensatorn C 1.



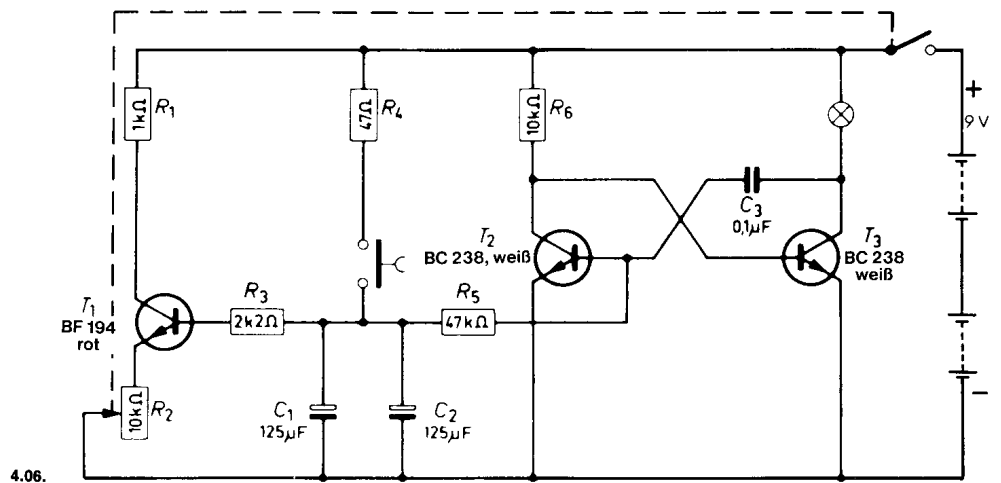
Kopplingsbeskrivning för avancerade

Ingångsströmmen till likströmsförstärkaren T 2 / T 3 kommer från elektrolytkondensatorerna C 1 och C 2. Den går över motståndet R 5 och T 2:s bas-emittersträcka till minuspolen och är urladdningsströmmen från dessa kondensatorer. De har tidigare genom att kontakten trycktes ner laddats upp av batterispänningen över R 4. Så länge denna urladdningsström flyter är T 2 ledande och T 3 spärrad, varför lampan inte lyser.

När kondensatorerna är nästan urladdade börjar T 2 att spärra och T 3 att leda. Omkopplingen understöds av kondensatorn C 3, så att den sker med ett slag och lampan genast lyser klart.

Kondensatorernas urladdningstid beror på hur snabbt strömmen kan ledas bort. Dessutom har man byggt in en andra, reglerbar urladdningssträcka för att ytterligare kunna påverka urladdningstiden. Det går alltså en konstant urladdningsström över T 2:s bas-emittersträcka, och därjämte en reglerbar över T 1:s bas-emittersträcka. Urladdningstiden över den senare sträckan ställs in med potentiometern R 2, som är kopplad som emittermotstånd för T 1. Potentiometern räcker för övrigt inte till att ensam utgöra den reglerbara urladdningssträckan eftersom dess resistans på 10 k Ω är för liten, varför vi inte skulle kunna få en tillräckligt lång urladdningstid. Därför finns motståndet R 3 inkopplat.

Tidsströmbrytaren börjar arbeta när man kort trycker ner tryckkontakten. Elektrolytkondensatorerna laddas då upp helt.



4.07. Tidsströmbrytare med ljudsignal

Denna apparat avger en akustisk signal efter den tid som du har ställt in. Du kan göra denna tid längre eller kortare med hjälp av potentiometern.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingsstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Inga speciella arbeten.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. Du ställer med hjälp av den in den tid efter vilken du vill att tonen ska ljuda.

Fig 178 visar hur lång tid det tar innan tonen hörs vid olika inställningar av ratten.

När du trycker ner tryckkontakten börjar tidsströmbrytaren att arbeta. När den tidigare inställda tiden har gått hörs signalen. Hör du inget ska du genast slå av och leta reda på felet.

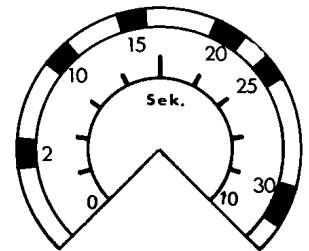
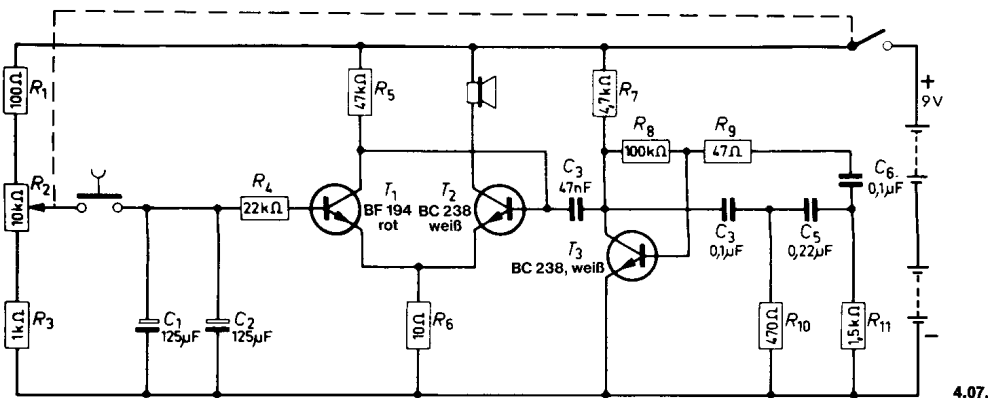


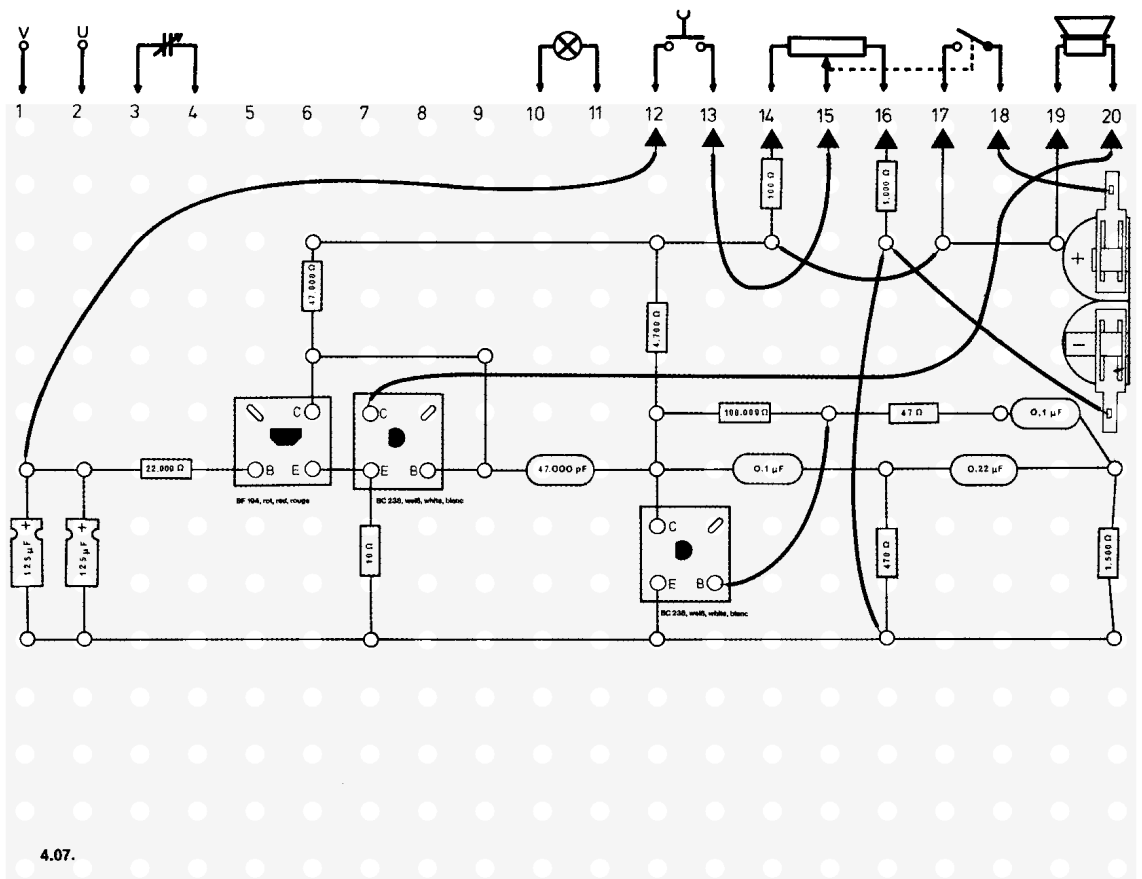
bild 178



Kopplingsbeskrivning för avancerade

Också i denna koppling är det två elektrolytkondensatorers urladdningsförlopp som avgör hur lång tid det tar innan signalen kopplas på. Skillnaden mot 4.06. ligger emellertid däri att man inte kan förkorta urladdningstiden genom att öka urladdningsströmmen, utan att man låter elektrolytkondensatorerna ladda upp sig till en spänning som bestäms av potentiometern R 2, varvid man alltså inte lägger hela batterispänningen direkt över dem.

Urladdningsströmmen från kondensatorerna C 1 och C 2 går över R 4 och T 1:s bas-emittersträcka. Så länge denna transistor leder förblir T 2 spärрад. När kondensatorerna är nästan urladdade spärrar T 1 och T 2 blir ledande. Transistorn T 3 utgör en RC-generator vars signal förs till T 2:s bas över C 3. När nu T 2 öppnas kan man i högtalaren höra den ton som genereras av T 3 och förstärks av T 2.



4.08. Ljasmätare

Vid film- och TV-inspelningar är belysning i studion av stor betydelse. Lika viktigt är det emellertid att ha ordentlig belysning på arbetsplatser. Snålar man på ljuset här sjunker effektiviteten mycket snabbt. Man undersöker ljusförhållandena med hjälp av ljus- eller lux-mätare.

Lux är enheten för ljusstyrka. Med denna apparat kan du mäta ljusstyrka.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

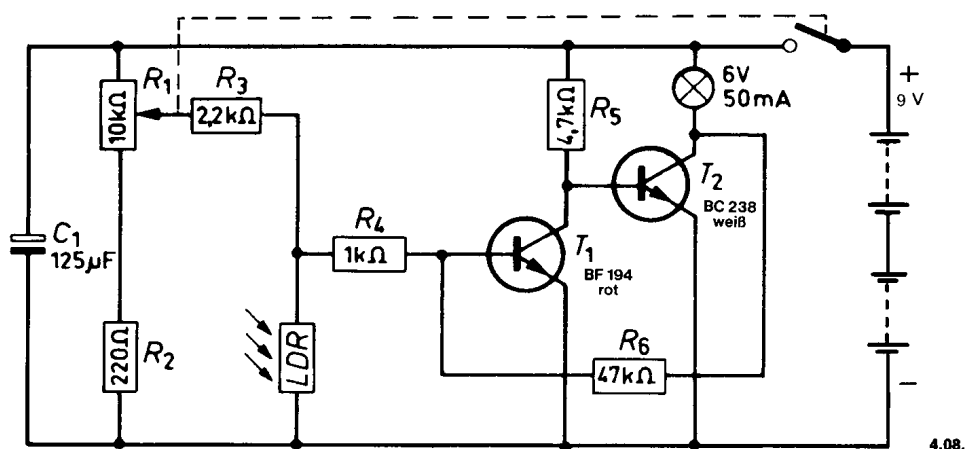
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Koppla fotomotståndet (LDR) till de yttre anslutningsklämmorna U och V. Den refflade sidan ska vara utåt.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. Vrid ratten fram och tillbaka. När den är i en viss position tänds eller släcks indikatorlampan. Ju ljusare det är desto längre åt höger ligger denna position. Lägga märke till följande: Är det alltför ljust slocknar inte lampan, och är ljuset alltför svagt tänds den inte. Genom att jämföra potentiometerrattens olika ställningar kan du skilja på olika ljusstyrkor. Fungerar inte apparaten ska du genast slå av och leta reda på felet.



4.09. Känsligare ljusmätare

Även denna apparat tjänstgör som ljusmätare, men är i motsats till 4.08. betydligt känsligare.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer, diod och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Koppla fotomotståndet (LDR) till de yttre anslutningsklämmorna U och V.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. Lampan tänds omedelbart. Lyser den inte ska du genast slå av och leta reda på felet.

Vrid nu ratten långsamt åt höger tills lampan slocknar.

I fig 179 kan du se vilken ljusstyrka (i lux) en viss ställning på potentiometerratten motsvarar.

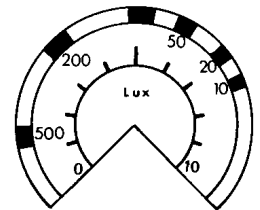
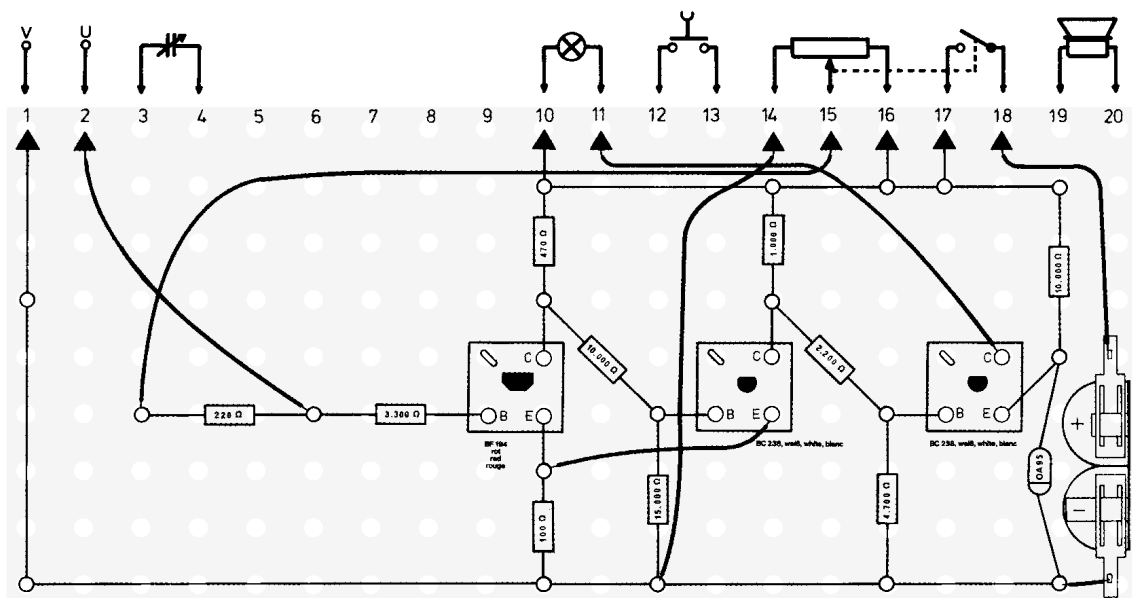


bild 179



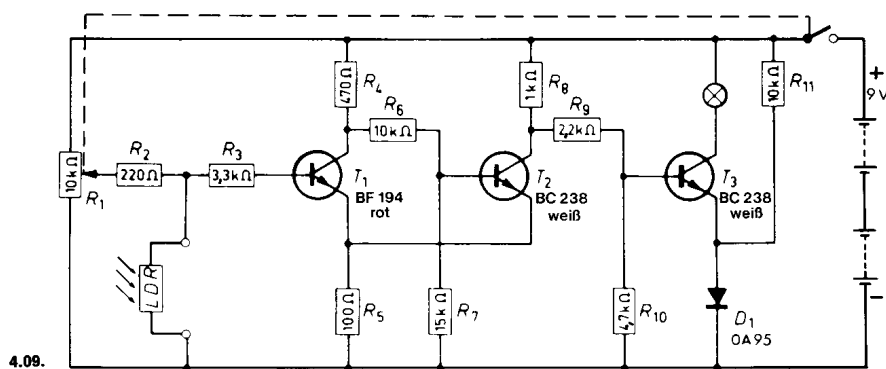
4.09.

Kopplingsbeskrivning för avancerade

I denna apparat är transistorerna T1 och T2 kopplade som Schmitt-trigger. Basspänningen till T1 ställs in med potentiometern R1, varvid man samtidigt bestämmer tröskelvärdet vid vilket triggern kopplar om. Vid vilken potentiometerställning Schmitt-triggern slår om beror dessutom på hur mycket ljus som faller på fotomotståndet. Omkopplingen indikeras av glödlampan, som slocknar när fotomotståndets resistans minskar på grund av att ljus faller på det.

Man hittar en egenhet i transistorsteget T3. Om T3:s emitter vore direkt förbunden med minuspolen skulle transistorn alltid leda. Seriekopplingen av dioden D1 och motståndet R11 ger emellertid upphov till en spänning över dioden. Denna spänning beror på diodens inre resistans och ligger på ungefär 0,5 V. Denna spänning utgör en spärr för emittern, så att transistorn T3 förblir spärrad och glödlampan inte lyser när T2 leder. När Schmitt-triggern kopplar om (när basspänningen till T1 blir positiv) spärrar T2. I och med att kollektorspänningen då ökar, ökar också över R9 basspänningen till T3, som då leder.

Nu upphävs T3:s emitterspärrens spänning, och lampan lyser. När ljus faller på fotomotståndet kan man vrida på potentiometern R1 tills indikatorlampan slocknar. Potentiometerställningen visar på skalan den uppmätta ljusstyrkan.



4.10. Ljusbmätare med ljudsignal

Denna apparat omvandlar ljusstyrka till ljud. Tonhöjden ändras sig efter ljusstyrkan. Apparater i radiosonder, raketer och satelliter kan företa sådana mätningar och sända mätresultaten till jorden. Detta sätt att kommunicera mätresultat över stora avstånd kallas **telemetri**.

Telemetrien används också för att göra mätningar där det är omöjligt för människor att göra dem, t ex där det är mycket varmt, där trycket är för högt eller där det finns farlig radioaktiv strålning.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

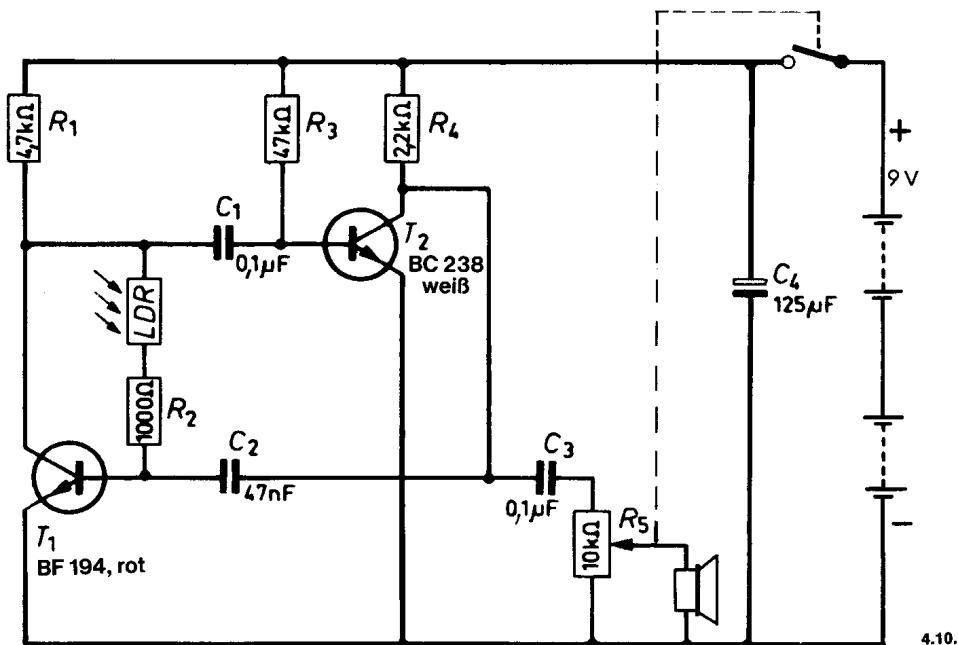
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Har du EE 2050 fäster du örtefonen vid anslutningarna 19 och 20.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

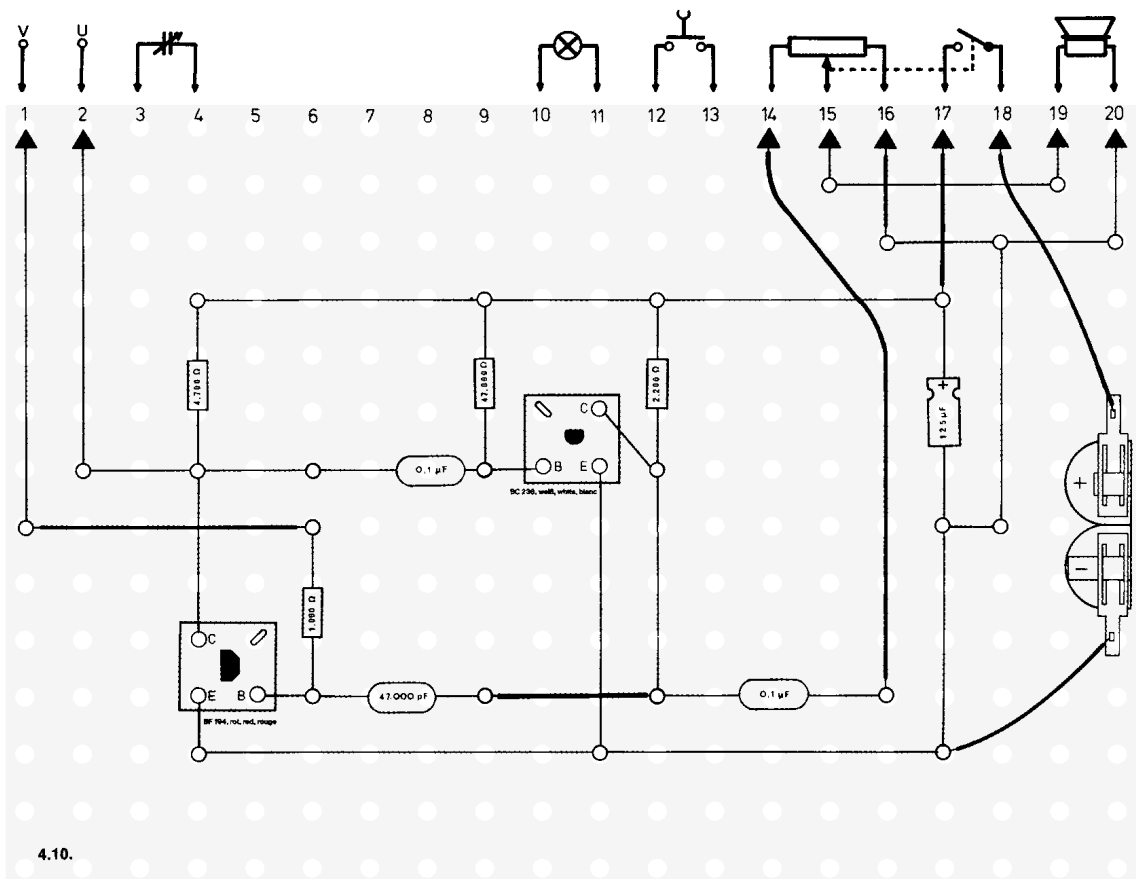
Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. Ljudstyrkan regleras med potentiometern. Kommer det ingen ton ska du genast slå av och leta reda på felet.



Kopplingsbeskrivning för avancerade

Också i denna koppling används en multivibrator som svängningsgenerator. Den genererade tonen hörs i örtelefonen eller högtalaren som är kopplad till transistorn T 2:s kollektor över C 3 och volymkontrollen R 5. Ett fotomotstånd är inkopplat i T 1:s baskrets. Genom detta och motståndet R 2 flyter en basström. När inget ljus faller på fotomotståndet – dess resistans är hög – utgör det tillsammans med R 2 och kondensatorn C 2 en RC-del med en bestämd tidkonstant. Denna konstant anger vilken tid det tar för en kondensator att vid en viss spänning ladda upp sig eller ur sig över ett motstånd. När fotomotståndets resistans minskar på grund av att ljus faller på det ändras denna tidkonstant (produkten $R \times C$ blir mindre), varvid multivibrators frekvens blir högre. Den genererade tons tonhöjd (frekvens) styrs alltså direkt av ljusstyrkan.



4.11. Mätbrygga för resistans, induktans och kapacitans

Vid framställningen av motstånd, spolar och kondensatorer måste man hela tiden kontrollera att de påtryckta värdena för resistans hos motstånden, induktans hos spolarna och kapacitans hos kondensatorerna stämmer. Därför genomför man elektroniska mätningar av dessa värden. Sådana mätningar kan du också genomföra med denna apparat. Skulle du någon gång få fatt i en komponent utan angivet värde kan du själv bestämma det.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motvarande anslutningar.

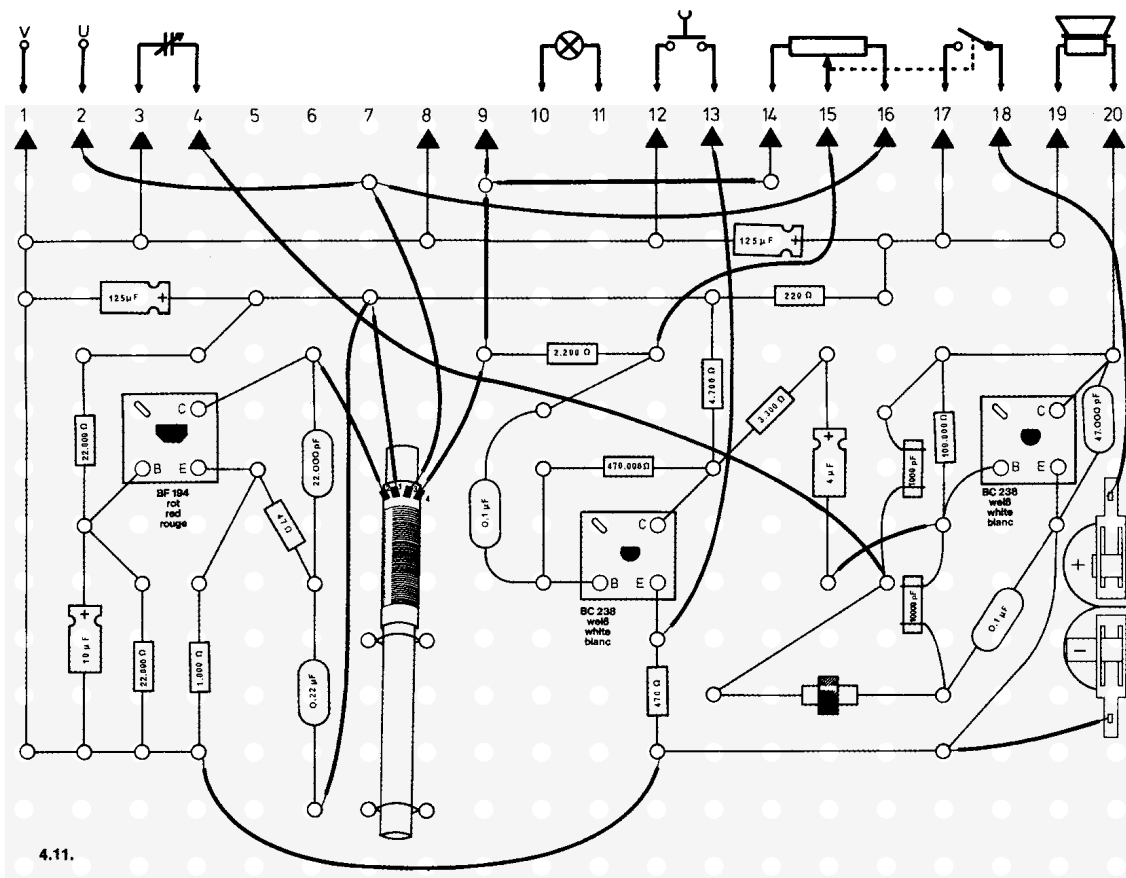
Speciella arbeten: I hålen Q och S på kopplingspultens framsida placerar du två klämmor. Förbind Q med anslutning 8 och S med anslutning 9. I denna mätbrygga kallas alltid de yttre anslutningarna U/V Zx, och Q/S alltid Zs.

Anslut nu ett motstånd till vardera av de yttre anslutningarna Zs och Zx.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. När du vrider på den stora skalratten ska du höra en visselton. Du kan reglera tonhöjden med vridkondensatorn. Hörs ingenting ska du genast slå av och leta reda på felet.



Det är bara när du mäter två komponenter av **samma slag** (t ex **motstånd** i Zs och **motstånd** i Zx) som du får korrekta värden. När du försöker mäta komponenter av **skilda slag** (t ex **kondensator** i Zs och **spole** i Zx) kan du inte bestämma värdet.

I de följande avsnitten får du lära dig hur man genomför mätningarna.

Mätning av motstånd

Mätningen går ut på att jämföra ett motstånd med känd resistans med ett vars resistans inte är känd. Skalan i fig 180 visar hur mycket större eller mindre den okända resistansen är i förhållande till den kända. Om du nu har anslutit ett motstånd med känd resistans till Zs och ett vars resistans du vill mäta till Zx, vrider du på potentiometerratten tills du har hittat den ställning vid vilken visseltonens styrka är lägst. Då trycker du ner tryckkontakten. Därigenom ökar känsligheten och du kan ställa in den lägsta ljudstyrkan alldeles exakt. Läs sedan av resultatet på skalan.

Ett exempel: Du fäster ett motstånd på 1 500 Ohm i Zs. I Zx har du fäst ett motstånd med obekant resistans. Du vrider på skalratten, trycker på kontakten och finner att ratten står på talet 10 på skalan. Det obekanta motståndets resistans är i detta fall 10 x 1 500 Ohm, dvs 15 000 Ohm.

I ett annat exempel stannar skalratten på 0,1. Det innebär att det obekanta motståndets resistans är $\frac{1}{10}$ av 1 500 Ohm, dvs 150 Ohm. Ett motstånd på 1 000 Ohm lämpar sig bäst som jämförelsemotstånd.

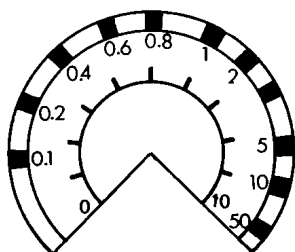


bild 180

Mätning av spolar

När det gäller spolar vill man veta deras induktans, som mäts i Henry. Denna enhet är emellertid så stor att man för det mesta bara använder delar av den, t ex

$$\text{mH} = \frac{1}{1\,000} \text{ H} \text{ eller } \quad \mu\text{H} = \frac{1}{1\,000\,000} \text{ H}$$

Själva mätningen går till på samma sätt som mätningen av motstånd. Spolarna måste du själv framställa. Klipp av två bitar isolerad tråd på precis 57 cm vardera. Linda två spolar på 10 varv vardera och med 16 mm diameter. Dessa spolar kopplar du till de yttre anslutningarna Zs och Zx. När potentiometerratten står på 1 måste du nu ha den minsta ljudstyrkan. Tonen är jämförelsevis hög. Du kan ändra på den med vridkondensatorn. Den blir djupare när du har spolar med fler varv.

Nu kan du på samma sätt linda andra spolar och mäta dem i anslutningen Zx. Ändra därvid omväxlande på trådlängden, antalet varv, och diametern på spolen (du kan linda den kring en blyertspenna), samt spolens längd. Gör en tabell.

Om du vid mätningen avläser värdet 2 på skalan är den okända spolens induktans dubbelt så hög som den förstas, och om du får värdet 0,5 hälften av normalspolens i Zs induktans.

Mätning av kondensatorer

Man kan inte direkt mäta kapacitansen i Farad. Man får i stället jämföra impedansen (Z) hos två olika komponenter med varandra. Impedansen är alltid mindre ju större kapacitans den obekanta kondensatorn har i förhållande till den kända.

Själva mätningen går till på samma sätt som med motstånd. Du kopplar en känd kondensator på t ex $10 \mu\text{F}$ till de yttre klämmorna Z_s och den kondensator du vill bestämma värdet på till klämmorna Z_x . Sedan ställer du in den minsta ljudstyrkan. Men därefter måste du se upp! Här måste du nämligen räkna med inverterade värden.

2 betyder alltså $\frac{1}{2}$ av $10 \mu\text{F} = 5 \mu\text{F}$, och 5 betyder $\frac{1}{5}$ av $10 \mu\text{F} = 2 \mu\text{F}$; på samma sätt får du räkna när skalan visar 0,5 eller 0,8.

0,5 innebär $\frac{10}{5} \times 10 \mu\text{F} = 20 \mu\text{F}$; 0,8 innebär $\frac{10}{8} \times 10 \mu\text{F} = 12,5 \mu\text{F}$.

Omräkningstabell för kondensatorer till fig 180:

0,1	=	100
0,2	=	50
0,4	=	25
0,6	=	17
0,8	=	13
1	=	1
2	=	0,5
5	=	0,2
10	=	0,1
50	=	0,02

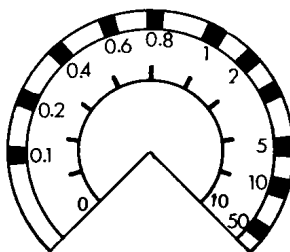
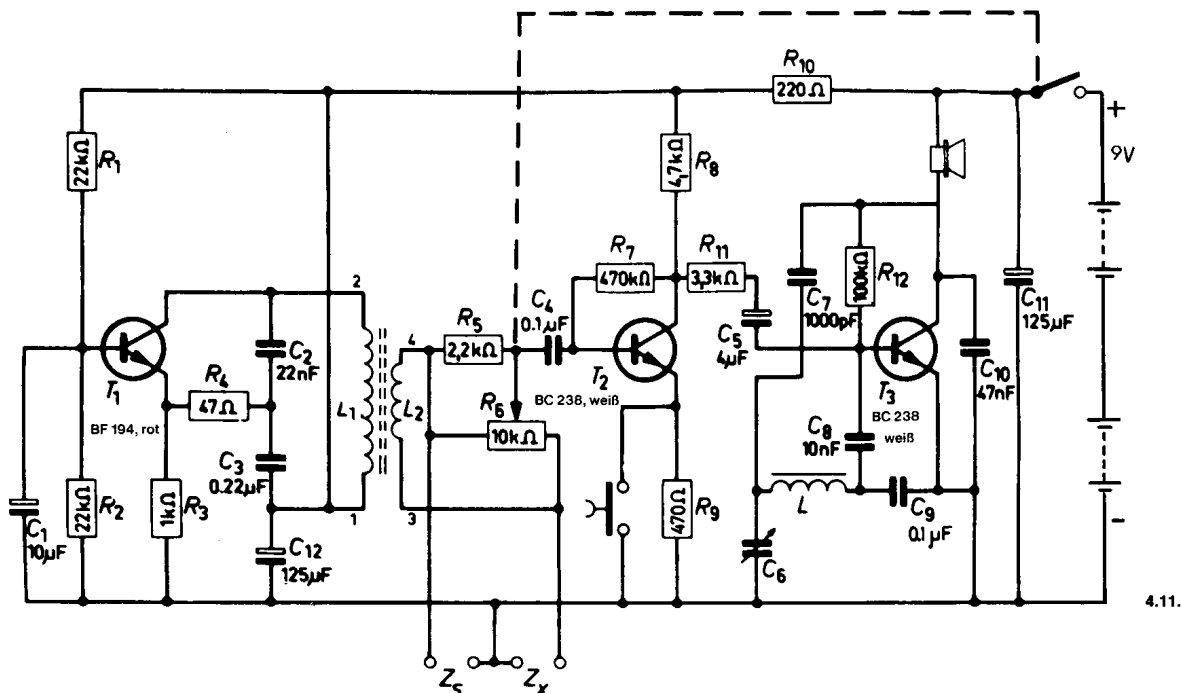


bild 180



Kopplingsbeskrivning för avancerade

Med hjälp av en mätbrygga kan man jämföra ett obekant motstånd, en obekant spole eller kondensator med en bekant komponent av samma slag och på så sätt få fram den obekanta komponentens värde. För detta använder man en bryggkoppling som består av två parallellkopplade spänningsdelare (fig 181). Den ena spänningsdelaren utgörs av potentiometern A, och den andra utgörs t ex av två motstånd, av vilka vi känner den enas resistans (R_s) medan den andras (R_x) ska mätas. Tongeneratoren G är ansluten till detta nätverk av motstånd. De båda delningspunkterna (potentiometerns släpkontakt och motståndens förbindelsepunkt B) är förbundna med varandra med en spänningsindikator – i detta fall högtalaren. Om spänningen vid A skiljer sig från spänningen vid B visar högtalaren detta genom att avge en ton. Om man nu vrider på potentiometer-ratten kan man ställa in spänningen vid A så att den överensstämmer med spänningen vid B. Tonen ska då försvinna. I detta läge är förhållandena mellan motstånden som ingår i de båda spänningsdelarna lika, och på potentiometerskalan kan du avläsa delningsförhållandet. På så sätt får du reda på förhållandet mellan resistanserna R_s och R_x , och eftersom du känner R_s 's resistans kan du också räkna ut resistansen R_x .

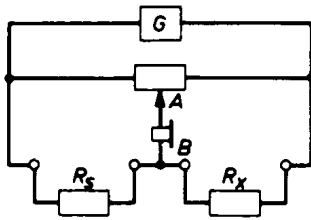


bild 181

Samma sak gäller för två kondensatorer eller två spolar, men inte för två komponenter av olika slag.

Kopplingen innehåller en oscillator med transistor T 1 som levererar mätfrekvensen till bryggkopplingen. LC-generatorn arbetar på en frekvens på ca 50 kHz. Potentiometern R 6 är kopplad parallellt med spolen L 2 och anslutningarna för de uppmätta impedanserna Z_s och Z_x . Spänningsdifferensen i bryggkopplingen förstärks av transistor T 2 och leds vidare till slutsteget T 3.

Den förstärkta signalen kan emellertid inte återges direkt i högtalaren eftersom frekvensen 50 kHz är ohörbar. Därför arbetar T 3 dessutom som oscillator och genereras en frekvens om ligger något under den som genereras av den första oscillatorn. Den differensfrekvens man får genom att de båda frekvenserna blandas i T 3 kan man nu utan svårighet höra i högtalaren. Den andra oscillatorns frekvens kan man reglera med vridkondensatorn C 6, så att differensfrekvensen samtidigt regleras. T 2:s förstärkareffekt blir större när man trycker ner tryckkontakten, eftersom emittermotståndet R 9 då kortsluts.

4.12. Reglerbar tonfrekvensgenerator

Bra förstärkare ska kunna återge alla toner lika bra, från bas till diskant, för att klangspektrat inte ska bli förvrängt. Man undersöker detta med hjälp av »glidande tonfrekvenser». Du har kanske någon gång hört det i radion när det har varit sändningsuppehåll. Teknikerna kontrollerar nämligen regelbundet att sändaren fungerar som den ska. Denna sorts apparat används gärna av teknikerna, eftersom man kan generera ett brett band av skilda tonfrekvenser bara genom att vrida på en ratt.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kottabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Inga speciella arbeten.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

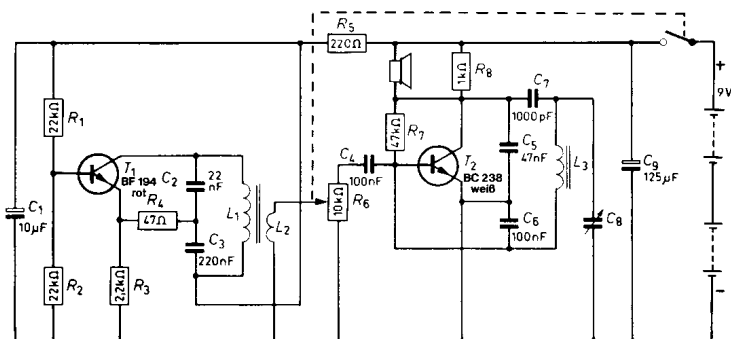
Vrid potentiometerratten åt höger. Du reglerar volymen med potentiometern. Vid fullt utslag åt höger är volymen störst. Hörs ingenting ska du genast slå av och leta reda på felet.

När apparaten fungerar ska den också avstämmas. Detta innebär att man ställer in apparaten så att den ger den bästa effekten.

Avstämning:

1. Vrid vridkondensatorn helt åt vänster.
2. Vrid potentiometern så långt att du precis hör en ton. (Du måste kanske flytta antennspolen något.)
3. Skjut på antennspolen så långt att du hör en mycket låg ton. När du vrider vridkondensatorn åt höger blir tonen högre.
4. Se till att du inte vrider potentiometern för långt åt höger, för då avbryts tonen plötsligt.

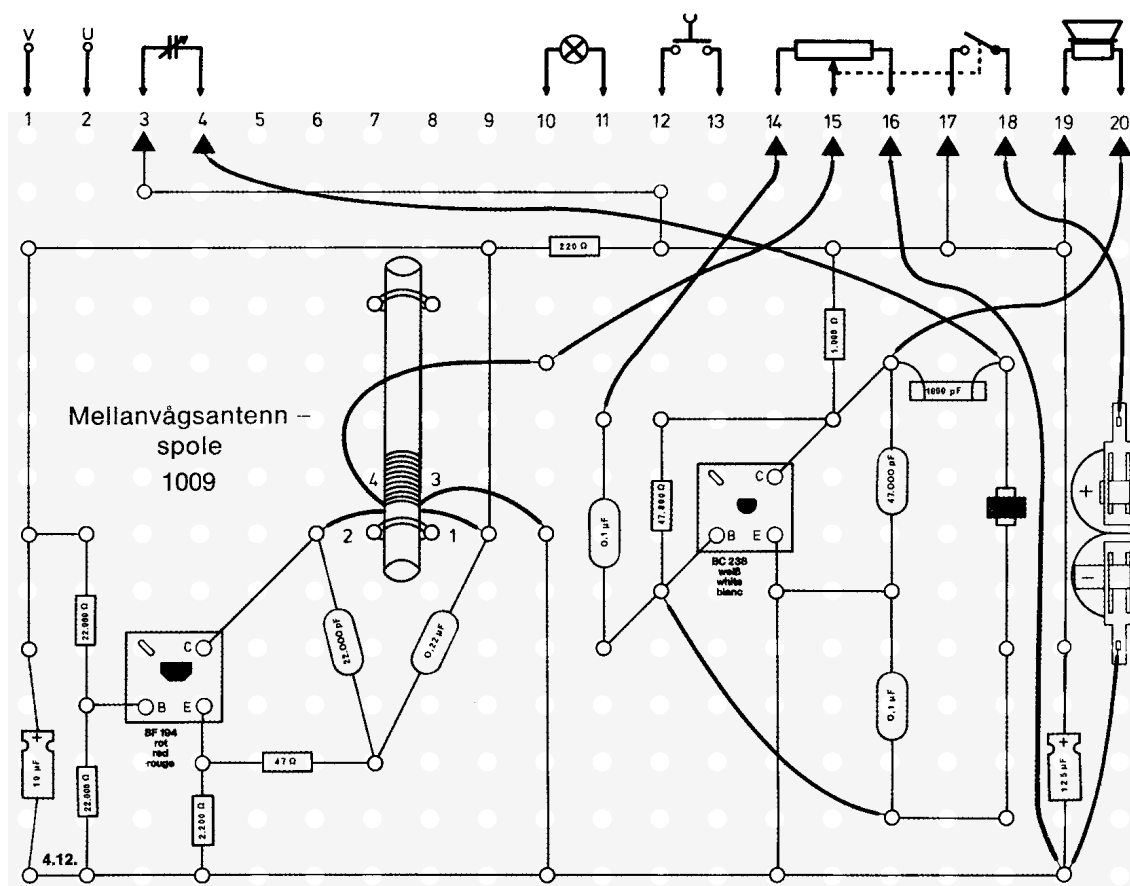
För att ställa in generatoren riktigt måste du stämma av den noggrant och kontrollera den flera gånger.



4.12.

Kopplingsbeskrivning för avancerade

Kopplingen innehåller två oscillatorer med transistorerna T1 och T2. LC-generatorerna arbetar vid en frekvens på ca 50 kHz. Båda de genererade frekvenserna är så höga att man inte kan höra dem. Det är först när man blandar dem i T2 som man får en differensfrekvens som ligger inom det hörbara området. Denna går ut i högtalaren. Medan steget T1 genererar en konstant frekvens arbetar T2 som oscillator vid en frekvens som ligger något under den första oscillatorns. Differensfrekvensen man får genom att blanda de ursprungliga frekvenserna i T2 kan nu höras i högtalaren. Med hjälp av vridkondensatorn C8 kan man ändra på den andra oscillatorns frekvens, och på så sätt kan också differensfrekvensen varieras.



4.13. Vätskeståndsindikator

I samband med kopplingarna 4.03. och 4.04. har du fått tips om hur du kan använda denna apparat. Här är kopplingen så förenklad att principen bakom den framgår klarare.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

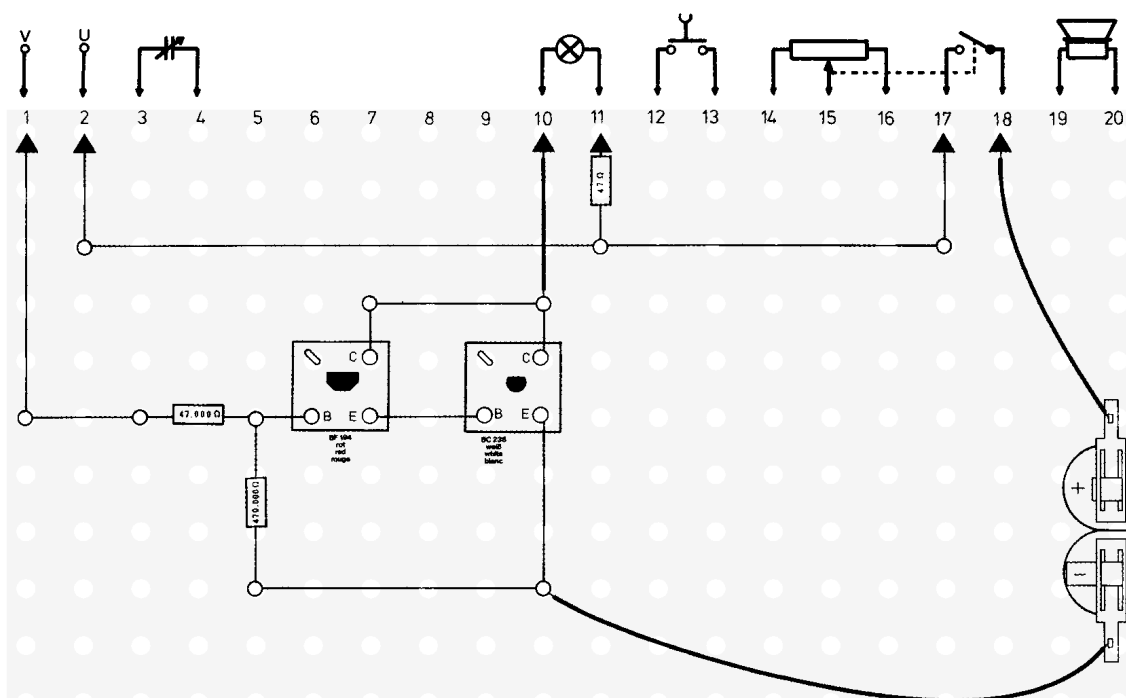
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Fäst två långa isolerade trådar vid de yttre anslutningsklämmorna U och V. Du måste avisolera trådarnas ändar eftersom de senare ska användas som känselement.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. Prova apparaten genom att hålla de båda isolerade trådarnas ändar mot varandra. Lampan ska tändas. Gör den inte det ska du genast slå av och leta reda på felet.



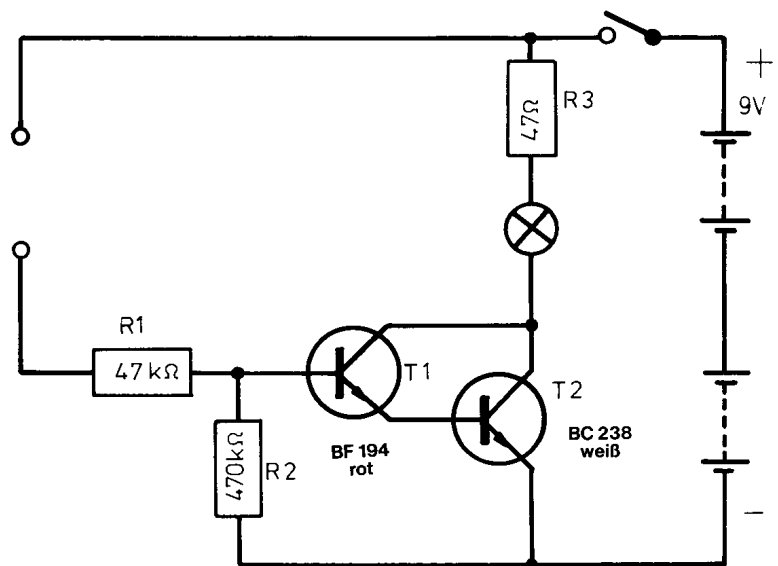
4.13.

Kopplingsbeskrivning för avancerade

Principen bakom denna apparat är att en likspänningskopplad förstärkares ingång påförs en positiv ström över R 1 genom att känselementen sticks ner i en ledande vätska. Basströmmen till transistorn T 1 ger upphov till en stark emitterström som samtidigt är basström till T 2.

Eftersom vardera transistorn har en strömförstärkningsfaktor på 100 räcker det med en mycket svag ingångsström för att lampan i T 2:s kollektorkrets ska lysa.

Hela denna förstärkares strömförstärkningsfaktor är ungefär $100 \times 100 = 10\,000$ gånger. Detta innebär att för att lampan (6 V, 50 mA) ska börja lysa behövs en ingångsström på $\frac{50}{10\,000} = 0,005$ mA, alltså $5\ \mu\text{A}$.



4.13.

4.14. Ljuskänslig ljuskoppling

Inom flera områden där man benyttjar sig av elektronik använder man ljuskänsliga kopplingar som ger en varningssignal när ljuset tänds i det bevakade rummet, eller när det faller ljus in i ett mörklagt rum.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

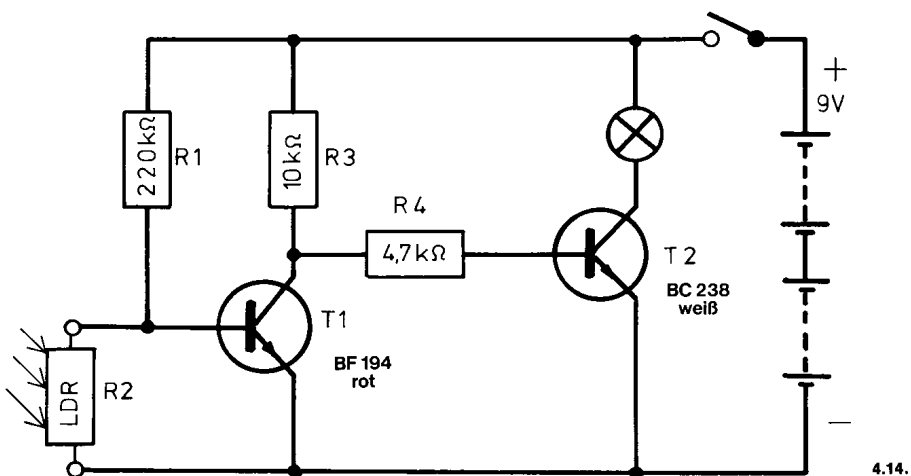
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Koppla fotomotståndet (LDR) till de yttre klämmorna U och V.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

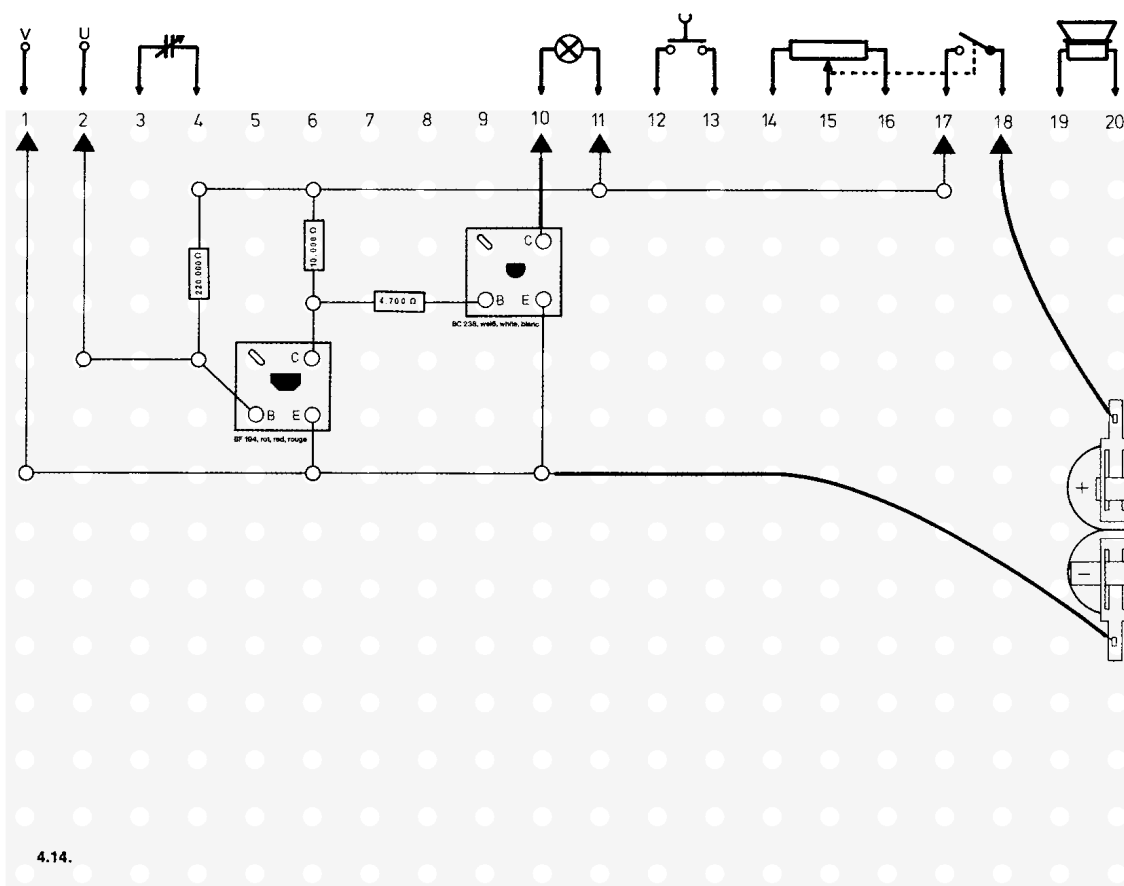
Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. När ljus faller på fotomotståndet ska lampan tändas. Gör den inte det ska du genast slå av och leta reda på felet.



Kopplingsbeskrivning för avancerade

I denna koppling avges en varningssignal när ljus faller på fotomotståndet. Då minskar dess resistans, och det kan inte gå någon positiv basström till transistorn T1. Denna spärrar alltså. Av denna anledning går det över motstånden R3 och R4 en positiv basström till transistorn T2. Den leder och lampan tänds. När inget ljus faller på fotomotståndet är dess resistans så stor att det går ström över R1 till transistorn T1, som då leder. Därför går det heller ingen basström till transistorn T2 över motståndet R4. T2 spärrar alltså, och lampan slocknar.



4.14.

4.15. Ljuskänslig mörkerkoppling

Om man vill kontrollera ljuset i ett rum så att man får en varningssignal när det släcks så använder man en mörkerkoppling.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kottabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

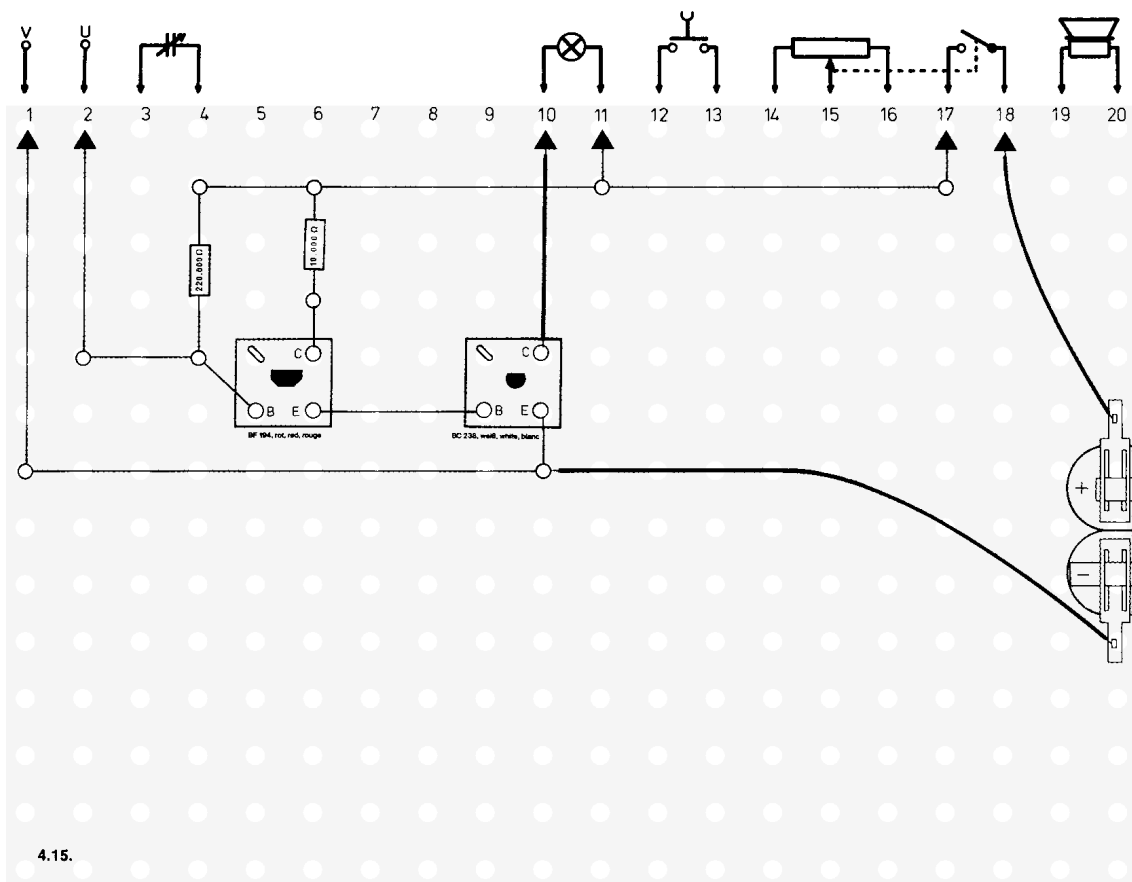
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Anslut fotomotståndet (LDR) till de yttre anslutningsklämmorna U och V.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. Om du nu skärmar av fotomotståndet ska lampan tändas. Tänds den inte ska du genast slå av och leta reda på felet.

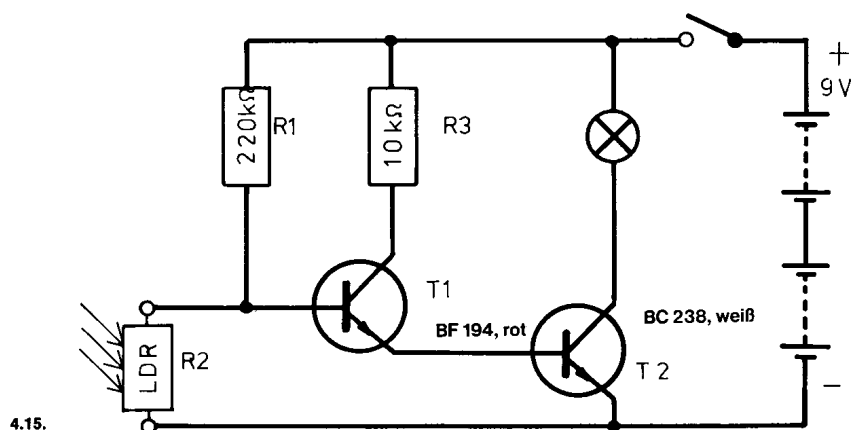


Kopplingsbeskrivning för avancerade

När fotomotståndet inte belyses är dess resistans mycket hög. Då kan det gå en basström till transistorn T1 över R1, varvid T1 leder. Eftersom T1:s emitter är kopplad till transistorn T2:s bas går emitterströmmen över T2:s bas. T2 leder och lampan lyser.

När fotomotståndets resistans minskar – dvs när ljus faller på det – kan det inte gå någon basström till T1, och båda transistorerna spärrar.

I denna koppling begränsas emitterströmmen av ett mycket stort kollektortmotstånd på 10 kOhm, för att basströmmen till T2 inte ska bli för stark. Annars skulle transistorn T2 kunna förstöras.



4.16. Transistorprovare

Om någon gång en apparat fortfarande inte skulle fungera efter att du har kontrollerat alla kopplingar och funnit att de är rätt gjorda, så kan du kontrollera transistorerna med denna apparat. Det är nödvändigt med särskilda kopplingar för npn- och pnp-transistorer.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorerna har rätt polaritet.

Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Inga speciella arbeten.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

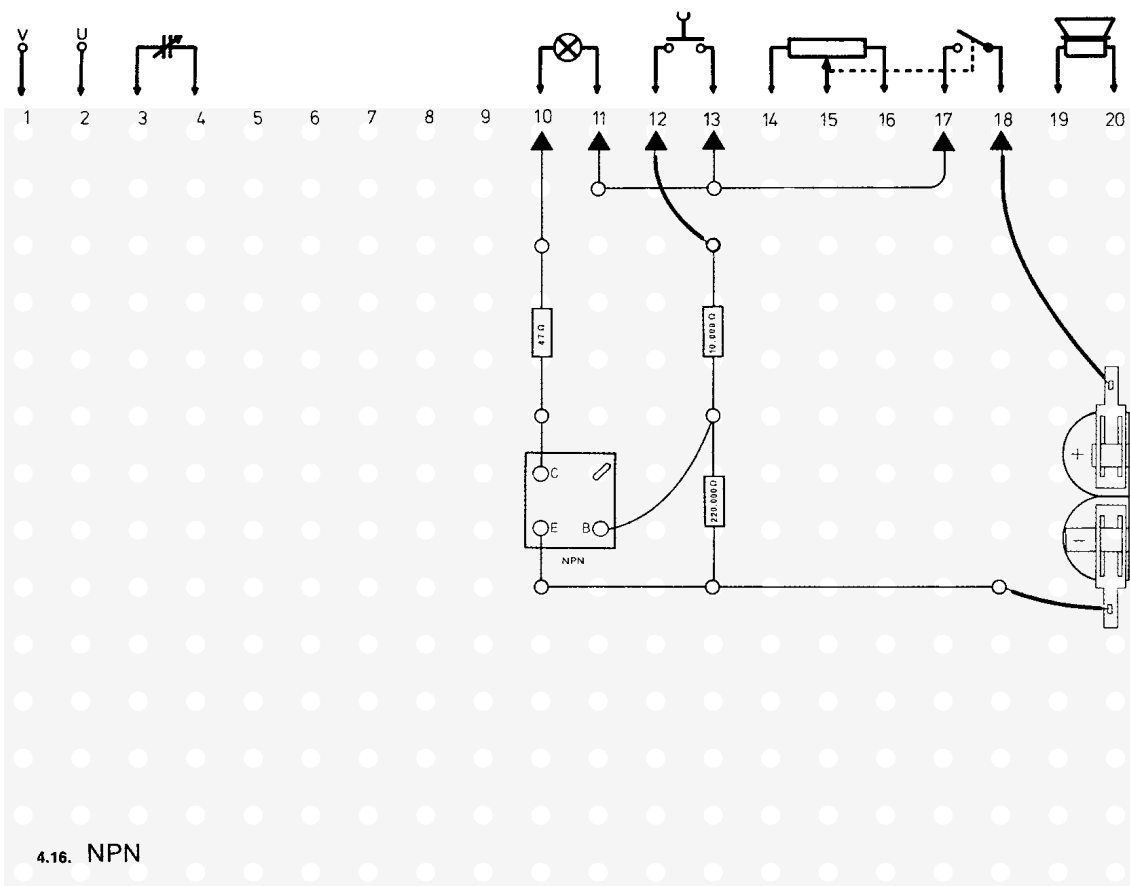
Transistorprovare för npn-transistorer (BC 238/BF 194)

Lampan får bara lysa när du trycker ner tryckkontakten.

I denna koppling påförs transistorn en positiv basförspänning över motståndet på 10 k Ω . När basströmmen flyter öppnas kollektoremittersträcken, och vi får en kollektorström, varvid lampan lyser.

Lyser lampan innan du har tryckt ner kontakten är transistorn defekt.

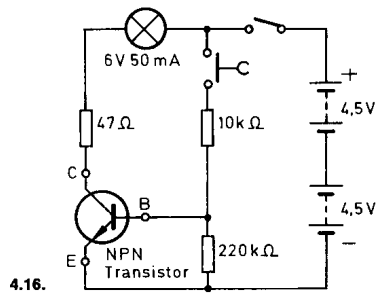
Likasa om lampan inte alls lyser.



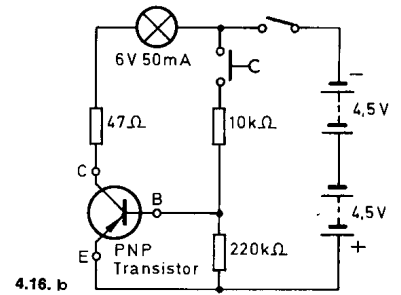
Transistorprovare för pnp-transistorer (BC 158/BC 328)

Vid provning av pnp-transistorer använder du kopplingsplanen 4.16. Skifta emellertid batteripoler som i fig 4.16.b.

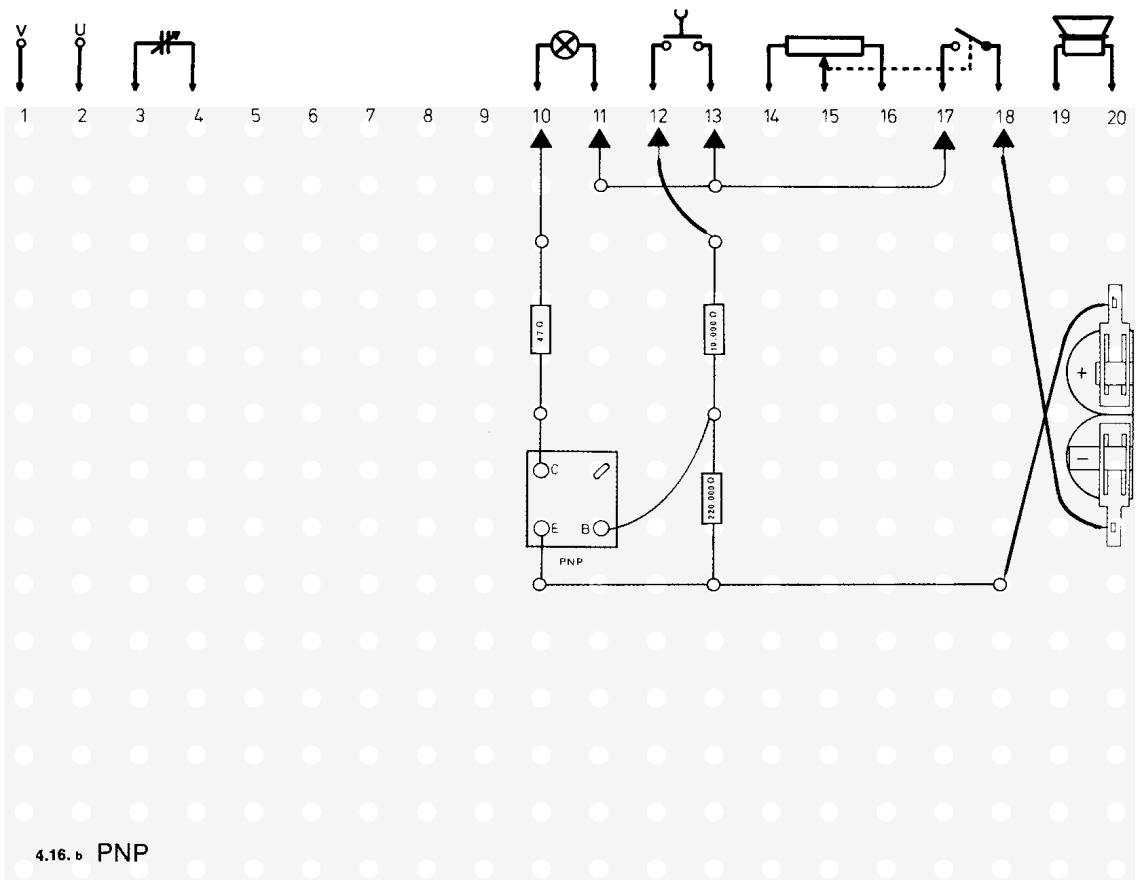
I denna koppling får lampan bara lysa när transistorns bas påförs en negativ basförspänning genom att du trycker ner tryckkontakten. Det är nämligen bara då som det går en basström så att kollektor-emitterströmmen öppnas, varvid det kan gå ström genom transistorn. Lyser lampan inte någon gång är transistorn defekt. Likaså om lampan alltid lyser.



4.16.



4.16. b



4.16. b PNP

5.01. Diodmottagare med högtalare

Med denna apparat får du lära känna den enklaste kopplingen för en radiomottagare. Det är en diodmottagare.

Eftersom kopplingen är så enkel kan du emellertid bara ta emot radio-program om du befinner dig i närheten av en mellanvågssändare.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistor, diod och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: För denna apparat måste du själv bygga en antennspole. Lägg ett stycke papper runt ferritstaven jämte mellanvågsantennspolen (du använder bara MV-spolens anslutningar röd 1 och gul 2). Runt ferritstaven och papperet lindar du nu 5 varv med isolerad tråd.

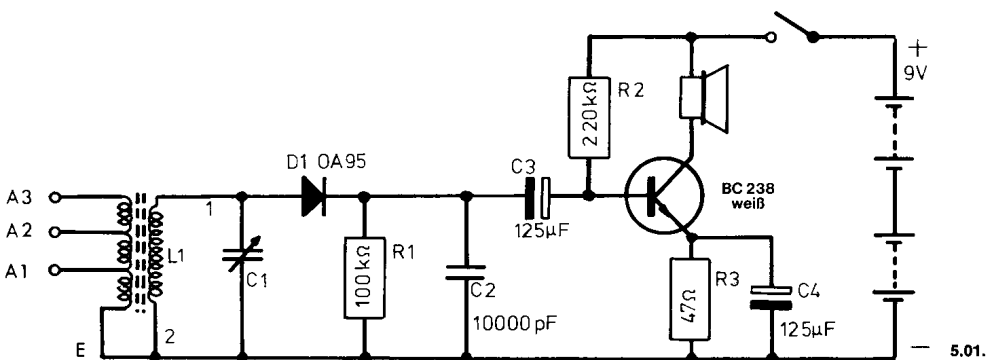
Nu måste du avlägsna en bit av isoleringen på tråden och sedan linda ytterligare 5 varv, åter avlägsna lite isolering och linda 5 varv till. Nu har du en spole med 15 varv och med anslutningarna E för jord och A 3 (spolens andra ända), samt tappställena A 1 och A 2 (de avisolerade bitarna). Undersök vid vilken anslutning – A 1, A 2 eller A 3 – du har den bästa mottagningen (se 5.02. Yttre antenn och jord).

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. Ställ in den största volymen med vridkondensatorn. Hör du inget ska du genast slå av och leta reda på felet.

Om du är säker på att apparaten är rätt uppbyggd och du ändå inte hör något kan det bero på att du befinner dig för långt från en mellanvågssändare.



Yttre antenn och jord

Från sändarens antenn strålar det ut radiovågor som åter uppfångas av antennen i din radio. En yttre antenn består av en enkel isolerad eller oisolerad tråd, som är spänd mellan två höga punkter och ansluten till radion. En bra yttre antenn kan fånga upp mera än en inbyggd ferrit-antenn. Det är emellertid inte så enkelt att anbringa en yttre antenn. Det enklaste är nog om du kan dra en tråd från ditt fönster till ett träd i närheten. Men borra inga hål eller liknande i fönsterkarmen om du inte har fått lov till det. Vanligen räcker det också om du drar en lång tråd genom ditt rum.

När du monterar antennen måste du komma ihåg två saker. Antennen får inte komma i direkt kontakt med rummets väggar eller med trädet, utan måste vara isolerad från dessa. Det finns speciella isolatorer för detta ändamål. Därtill bör man löda fast varje förbindelse med antennen. Det allra bästa är om man har en genomgående tråd där det inte alls finns några lödställen.

Om du använder en yttre antenn är det nödvändigt att du också kopplar in en jordledning. Med jord menas naturligtvis här inte jorden i en blomkruka. En vattenledning är en mycket god jordledning. Den löper långa sträckor under jord och har god kontakt med denna. Det räcker alltså om du ansluter din jordledning till en vattenledning. Ledningen måste emellertid vara av metall, och du måste skrapa bort rost och färg från stället där du ansluter jordledningen.

Finns det centralantenn i er lägenhet kan du också använda den. Vid vägguttaget hittar du två tecken vid två anslutningar, Υ för antenn, och \perp för jord.

Ibland är jord- och antennledning kombinerade i ett enda uttag. Då ansluter du jordledningen till den yttre kontakten och antennen till den inre.

Skalbelysning

Om du använder din radioapparat mycket om kvällarna kan du ordna med skalbelysning. Då monterar du bort lampan från hål B och placerar in den i hål K.

Mellanvågsantennspole

1 = röd 2 = gul
3 = grön 4 = grå

Kortvågsmottagare

Med den apparat du nu har byggt kan du ta emot sändningar från stationer som sänder på mellanvågsbandet (MV), dvs på en frekvens som ligger mellan 510 och 1605 kHz. Det finns emellertid en rad intressanta sändare i området mellan 1700 och 5100 kHz. För att kunna ta emot dem behöver du en extra spole. Tag därför bort antennspolen för MV från ferritstaven. Linda sedan 28 varv med isolerad tråd tätt runt staven. Bredvid denna KV-spole lindar du ytterligare en med 2 varv. De siffror som markerar anslutningarna i fig 183 motsvarar de siffror som markerar MV-spolens anslutningar i kopplingsplanen 5.02. Anslut de nya spolarnas trådar till samma klämmor som du tidigare hade anslutit MV-spolen till. Om det hörs en visselton ska du skifta om trådarna 3 och 4. Om du inte bor alldeles vid kusten är det nödvändigt med en yttre antenn. Glöm inte att linda spolen runt ferritstaven. Om allt är klart kan du nu med hjälp av den stora skalratten långsamt och försiktigt leta reda på en sändare. Har du en bra antenn kan du höra ett flertal stationer med denna mottagare.

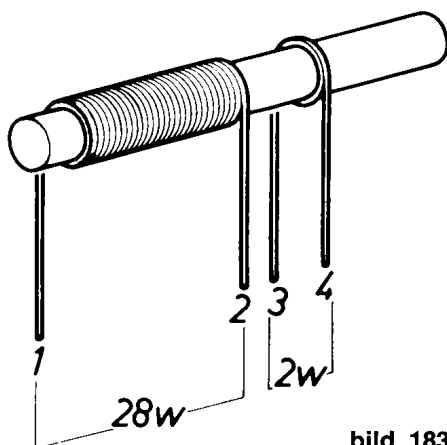


bild 183

Radion som väckarklocka

Vad skulle du säga om en väckarklocka som bara gav signal när det var vackert väder men höll alldeles tyst när regnet öste ned? Du kan faktiskt bygga något liknande.

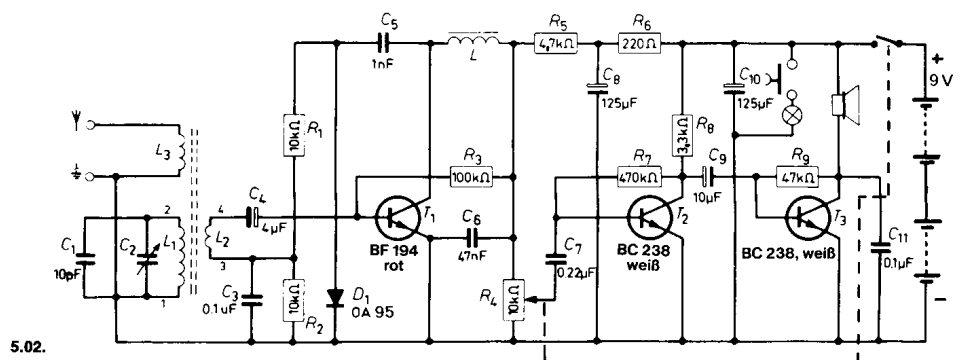
För detta avlägsnar du den ledningstråd som går från den mellersta transistorens bas till den klämma till vilken polyesterkondensatorn på $0,22 \mu\text{F}$ och motståndet på $470\,000 \text{ Ohm}$ är anslutna. I trådens ställe kopplar du i stället in fotomotståndet (LDR). Om du nu har gjort det riktigt fungerar mottagaren som vanligt. Släck nu ljuset i rummet. Ljudet blir mycket svagt, eller helt ohörbart. Detta kommer sig av att fotomotståndet har så hög resistans när det inte belyses att det inte längre kan gå någon basström till transistoren. På detta sätt kan du använda din radio som väckarklocka. När solen går upp om morgonen börjar radion spela. Om himlen är molnig så det är mörkt längre, kopplas inte radion på, och du kan sova vidare.

Kopplingsbeskrivning för avancerade

I denna koppling har transistorn T1 dubbel funktion (reflexkoppling) genom att den förstärker såväl högfrequens- som lågfrekvenssignaler. Naturligtvis måste dessa frekvenser skilja sig så mycket från varandra att vi kan få en tillfredsställande separation av dem och förhindra att svängningarna avtar. I detta fall använder man en högfrequens på 500 kHz och en lågfrekvens på mindre än 15 kHz, vilket ger ett tillfredsställande säkerhetsavstånd. Reflexförstärkarsteget T1:s bas påförs HF-signalen från sändaren. För detta används spolen L2, som är kopplad till svängningskretsen L1/C1/C2 och högfrequensjordad över C3, samt kondensatorn C4. Drosseln L1 i T1:s kollektorkrets utgör ett motstånd för högfrequensen, så att den förstärkta sändarsignalen där kan tas ut och föras till diodlikriktaren D1 över C5. Motstånden R1 och R2 fungerar som arbetsmotstånd för likriktaren, samtidigt som de tillsammans med C3 bildar ett filter som filtrerar bort rester av högfrequensen. Vid motståndet R2 får vi därför bara lågfrekvent växelspanning som går till T1:s bas över L2 och C4. C4 förhindrar dessutom att T1:s bas påverkas av den negativa likspänning som uppstår i dioden D1 då sändarsignalen likriktas.

Lågfrekvensen förstärks nu också i transistorn T1 och går ut i kollektorkretsen. Drosseln L är inget hinder för lågfrekvent växelspanning och låter signalen obehindrat nå fram till volymkontrollen R4. Å andra sidan utgör kondensatorn C5 på grund av sin kapacitans ett stort kapacitivt motstånd för lågfrekventa svängningar och förhindrar att de leds tillbaka till transistorn T1:s bas. Rester avleds också åter över C3 till minuspolen. Kopplingsspolen L3 består av fem varv, lindade runt ferritstaven, och den kan användas för att ansluta en yttre antenn till. Om man sedan dessutom ansluter en jordledning kan man också uppfatta avlägsna sändare. På grund av den svaga förmågan att skilja stationer åt kan man emellertid med denna apparat inte tillfredsställande ställa in svaga sändare som ligger nära mycket starka sändare.

Den tvåstegs LF-förstärkaren med transistorerna T2 och T3 uppvisar inga grundläggande skillnader med den redan omtalade LF-förstärkaren. Driftspänningen för första steget filteras i filterdelen R6 / C8.



5.02.

5.03. Kortvågsmottagare av superregenerativ typ

Nästan all radiotrafik över stora avstånd sker på kortvågs (KV-)bandet. Denna mottagare av superregenerativ typ arbetar på detta våglängdsområde.

Förbered byggandet efter den allmänna bygghandledningen.

Fäst komponenterna och kopplingstrådarna så som det är angivet på kopplingsplanen.

Använd kodtabellen för motstånd och kondensatorer.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

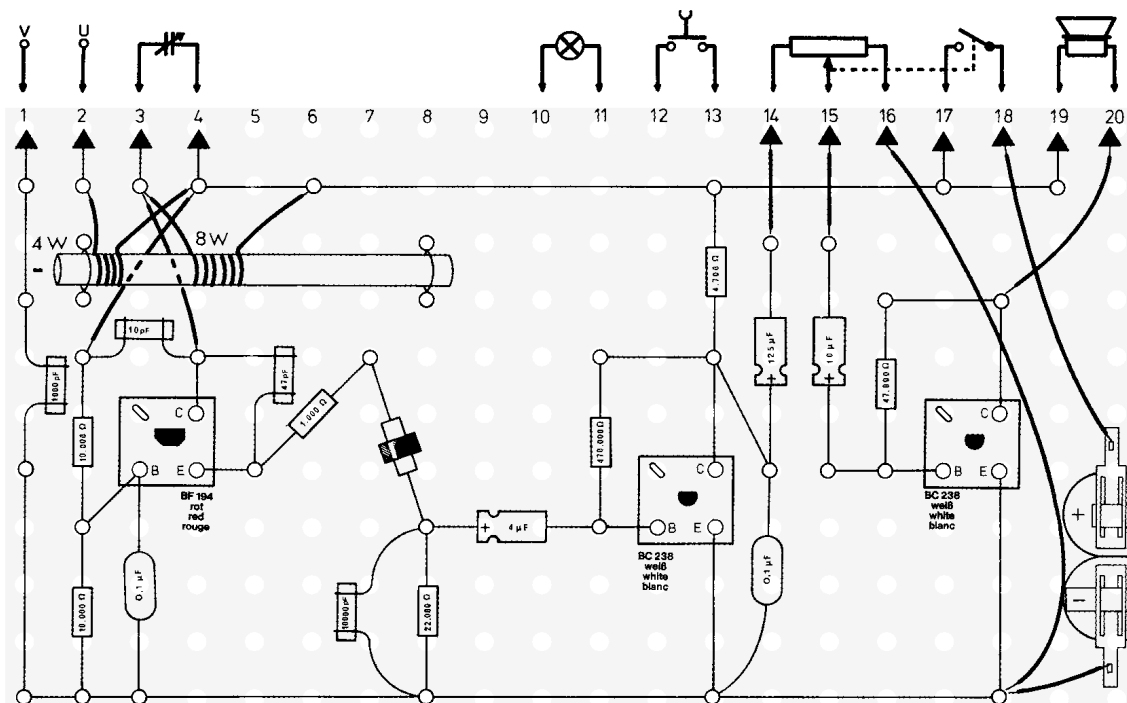
Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Spolarna till denna kortvågsmottagare måste du linda själv. Linda därför en spole på fyra varv och en på åtta varv röd isolerad tråd runt ferritstaven och anslut trådändarna till motsvarande klämmor.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger. Du reglerar volymen med potentiometern. Vid fullt utslag åt höger är volymen störst. Hörs inget ska du genast slå av och leta reda på felet.



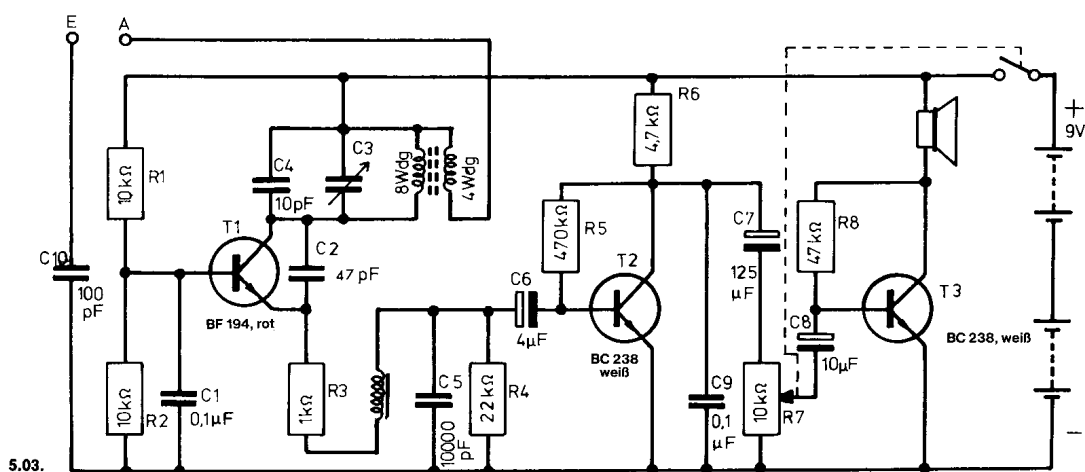
5.03.

Kopplingsbeskrivning för avancerade

Om ett förstärkarsteg sätts i svängning och svängningen sedan avbryts så snart den kommit igång varefter steget sätts i svängning igen, avbryts, osv, så talar man om ett steg av **superregenerativ typ**. Detta slags koppling har en hög förstärkningsfaktor och lämpar sig därför för känsliga mottagare.

Kopplings-schemat visar en mottagare som med just de angivna komponenterna arbetar i kortvågsområdet från 5 MHz till 10 MHz. Transistorn T 1 utgör den superregenerativa delen där mottagarspolen ligger i kollektorkretsen och återkopplingen sker över kondensatorn C 2. Motståndet R 4 och kondensatorn C 5 avgör den superregenerativa svängningens frekvens, dvs hur många gånger svängningen avbryts och sätts igång igen per tidsenhet. Dessutom kan man vid R 4 ta ut tonfrekvensspänningen från den inställda stationen. Denna signal går över kondensatorn C 6 till det första LF-förstärkarsteget T 2.

Med hjälp av volymkontrollen R 7 kan man reglera utstyrningen och därmed volymen på den signal som tas ut från slutsteget T 3.



5.03.

Viktigt: Kontrollera att transistorer och elektrolytkondensatorer har rätt polaritet.

Skruva samman grundplattan med kopplingspulten och koppla in förbindelserna med motsvarande anslutningar.

Speciella arbeten: Du måste själv linda spolarna L 1, L 2 och L 3 till denna apparat. Var noggrann när du lindar dem annars kommer du bli inte att kunna ta in någon sändare.

Spole L 1: Du lindar två varv isolerad tråd runt ferritstaven så att varven ligger på ungefär 0,5 cm avstånd från varandra. Anslutningstrådarna mäter du av så innan du ansluter spolen att de når precis till anslutningarna 1 och 2 på kopplingspulten. För att hålla spolen på plats fäster du först anslutningstrådarna (isolerade) i klämmorna som ligger mitt för anslutningarna 1 och 2.

Spole L 2: Linda fyra varv oisolerad tråd runt ferritstaven. När du ansluter spolen drar du varven från varandra så det är 1 cm mellan dem. Sedan skjuter du spolen L 2 lite in i spolen L 1. Också med L 2 gäller det att du ser till att anslutningsledningarna till klämmorna blir så korta som möjligt.

Spole L 3: För att göra den här spolen lindar du 28 varv isolerad tråd tätt intill varandra runt ferritstaven. Även här ska anslutningarna till klämmorna vara korta.

Obs: Du använder bara ferritstaven att linda spolarna kring. Staven själv ingår inte i kopplingen.

Du kopplar en FM-antenn till de yttre anslutningsklämmorna U och V. I anslutning till denna bygghandledning beskrivs hur du själv gör en sådan antenn.

Anslut batterierna; **kontrollera polariteten.**

Kontrollera slutligen kopplingarna och slå på apparaten.

Vrid potentiometerratten åt höger så långt att apparaten precis susar. Vrider du för långt avstannar bruset och du kan inte längre ta emot någon sändning. Genom att vrida på den stora skalratten kan du leta reda på en sändare. Hörs inget ska du genast slå av och leta reda på felet.

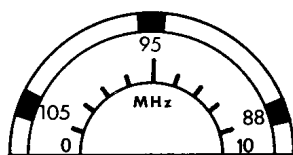


bild 184

FM-antenn

För att ta emot VHF-sändare använder man antenner som är avstämda på mottagarfrekvensen. Du har säkert sett sådana antenner på hustaken. De kallas dipolantenner och är riktningskänsliga, dvs den breda sidan måste vara riktad mot sändaren. En dipolantenn består av två stavar av samma längd. Mitt mellan dem går ledningen som för den uppfångade signalen till mottagaren.

Du kan själv åstadkomma en enkel dipol med hjälp av två trådar av samma längd. Du behöver ungefär 4 m dubbel elledning med plastisolerering (alltså vanlig sladd). Du avlägsnar isoleringen från 75 cm av tråden. De båda avisolerade trådarna utgör nu din dipol och resten av ledningen är anslutningen till din mottagare. Avisolera anslutningens ändar och koppla dem till de yttre anslutningsklämmorna U och V. Med en sådan dipol kan du få bra mottagning av starka lokalsändare. Vill du också kunna ta emot mera avlägsna stationer måste du placera din dipol så högt som möjligt, kanske t o m uppe på vinden. För anslutningen till din mottagare bör du då använda en 240 Ohms högfrequensbandkabel. En sådan kan du köpa i varjer radioaffär. Placera inte denna kabel direkt mot väggen, utan använd isolatorer.

Ytterligare våglängdsområden

Med denna apparat kan du förutom det här omtalade FM-bandet på 86,5 till 108 MHz också ta emot andra våglängder. Du måste då ersätta spolen L 2 – av isolerad tråd – med andra spolar, och likaså kondensatorn C 4 som är kopplad parallellt med den röda transistorn T 1:s emitter och kollektor. I tabellen nedan kan du se vilka nya värden dessa båda komponenter ska ha. En spole med 16 mm genomskäring lindar du lättast – och som förr – kring ferritstaven (fig 185 a–c).

Tänk också på att dipolens längd måste överensstämma med våglängden som ska tas emot. Den aviserade delens längd ska vara lite mindre än halva våglängden. Sålunda är den bästa längden på en dipol för våglängdsområdet 26–31 MHz ungefär 5,5 m. Det är naturligtvis för långt för en rumsantenn. Det är därför bättre att använda det gamla systemet med en jordledning när det gäller detta område, och som antenn spänna upp en tråd på en fjärdedel av våglängden, dvs 2,75 m.

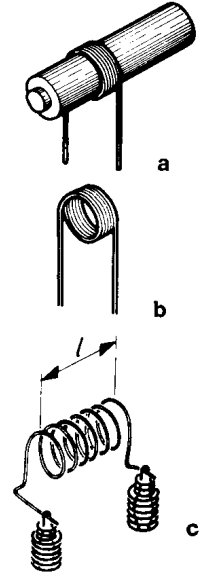


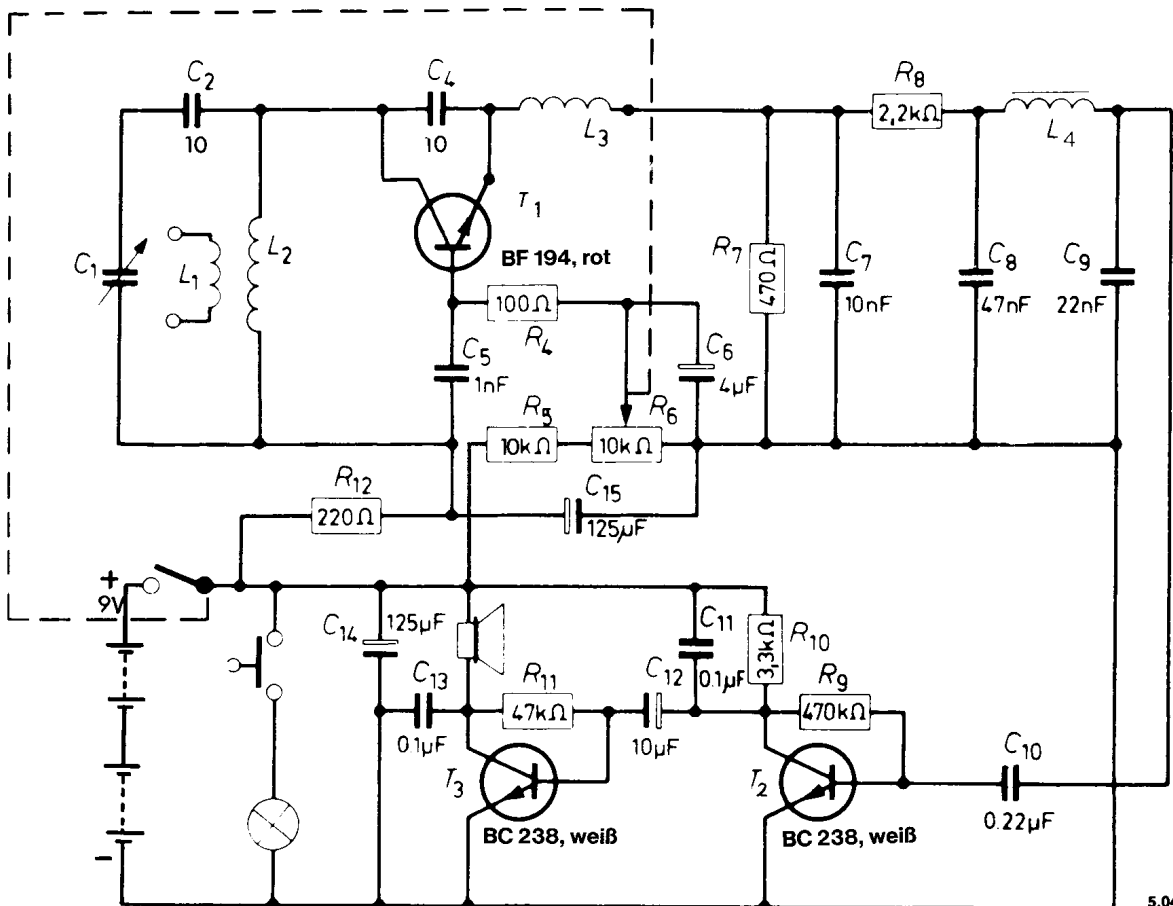
bild 185 a–c

frekvens	våglängd i m	genom- skärning av spole L 2 i mm	antal varv	spolens längd i mm	kera- misk konden- sator C 4	dipolens längd i m
26–31 MHz	11,5–10	16	10	20	47 pF	2 x 2,75

* Spolen på 1 varv lindar du som i fig 186.



bild 186



5.04.

Kopplingsbeskrivning för avancerade

Med avstämningsskretsen som består av spolarna L 1 och L 2 samt av kondensatorerna C 1 och C 2 ställs mottagaren in på sändarsignalens frekvens. Det är bara vridkondensatorn C 1 som är variabel, alla andra komponenter har just de värden som behövs i denna koppling.

Sändarsignalen fångas inte bara upp och avstäms i högfrekvenssteget med transistorn T 1 och de tillhöriga komponenterna, utan den blir samtidigt också demodulerad där.

Detta högfrekvenssteg är av superregenerativ typ med mycket kraftig återkoppling. Med hjälp av en speciell sorts koppling avbryts emellertid denna återkoppling med jämna mellanrum.

För att åstadkomma detta använder man en hjälpfrekvens, som också den genereras i transistorn T 1. Denna frekvens ligger i detta fall på ca 50 kHz, alltså mycket över det hörbara, och den bestäms i huvudsak av C 5.

Hjälpfrekvensens snabba svängningar slår på och av den över C 4 återkopplade HF-signalen från transistorn T 1. För att inte hjälpfrekvensen ska nå fram till den därefter liggande LF-förstärkaren leds den till minuspolen över filtret R 8, L 4 och C 9. De högfrekventa svängningar som genereras genom återkopplingen spärras redan av drosseln L 3.

För att likrikta den mottagna sändarsignalen måste först den av antennen uppfångade frekvensmodulerade signalen avstämmas med svängningskretsen C 1, C 2/L 2, och så att sändaren ligger till höger eller vänster om det egentliga resonansmaximat (där mottagningen blir svag eller förvrängd), på de sluttande sidorna av resonanskurvan (se fig 187). Om detta är fallet överförs bärvågans frekvensvariationer på de svängningar som genereras i den superregenerativa delen. Detta innebär att den superregenerativa delen påverkas så av den frekvensmodulerade signalen från sändaren att strömmen genom transistorn T 1 ändras. Denna strömändring motsvarar därvid sändarsignalens modulationsfrekvenser och ger upphov till en lågfrekvenssignal vid motståndet R 7. Denna LF-signal går genom filtret och når över C 10 LF-förstärkaren.

Med potentiometern R 6 kan man ställa in känsligheten och separationsförmågan hos den superregenerativa delen. Dessa är störst när man vrider potentiometern så långt att den ligger alldeles innan den punkt då bruset upphör. Har man ställt in en sändare på höger eller vänster sida av resonanskurvan kan man också med potentiometern i ringa mån påverka volymen.

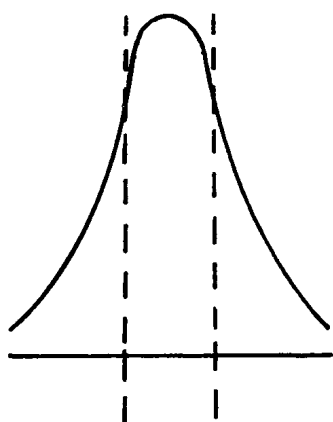
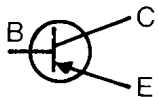
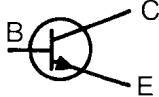

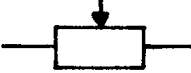
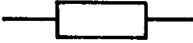
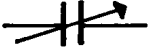

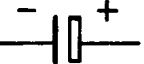







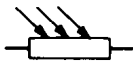
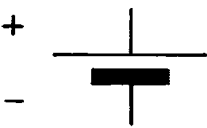







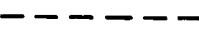










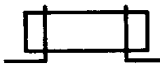

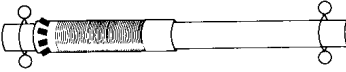




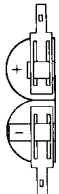


bild 187

Schemasymboler

	PNP-transistor		NPN-transistor
	Diod		Potentiometer
	Motstånd		Steglöst reglerbar vridkondensator
	Kondensator		Elektrolytkondensator
	Drossel		Antennspole med ferritstav
	Högtalare		Örtelefon
	Mikrofon		Tonhuvud eller pickup
	Lampa		Fotomotstånd (LDR)
	Batteri		Strömställare
	Strömbrytare		Tryckomkopplare
	Ledning		Korsande ledning utan förbindelse
	Korsande ledningar med förbindelse		
	Yttre anslutningar		
	Förbindelse mellan två enstaka delar som arbetar samtidigt (t ex potentiometer med strömbrytare dubbel vridkondensator)		
	Antenn		Jord

Kopplingsplansymboler

	Transistor
	Transistor
	Diod
	Motstånd
	Fotomotstånd – LDR
	Temperaturberoende motstånd (termistor) – NTC
	Polyesterkondensator
	Elektrolytkondensator
	Keramisk kondensator
	Drossel
	Mellanvågs antennspole på ferritstav
	Lamphållare med lampa
	Oisolerad kopplingstråd
	Isolerad kopplingstråd (med avisolerade ändar)
	Trådanslutning till kopplingspulten
	Batteri

Ordförklaringar

A	Sida
Acceptor – störämne med tre valenselektroner.	40
Ampère – enheten för strömstyrka.	21
Amplitud – höjden på svängningarna vid en växelspanningssignal.	33
Amplitudmodulation (förkortat AM) – metod varvid högfrekventa svängningars amplitud förändras i takt med lågfrekventa svängningar.	75
Anod – positiv pol i t ex ett elektronrör eller en diod.	38
Arbetsmotstånd (belastningsmotstånd).	52
Arbetspunkt – den inställning vid vilken en transistor förstärker bäst.	51
Atom – materiens byggstenar.	22
B	
Bas – ett av halvledarskikten i en transistor, en av transistorns anslutningar.	42
Baskoppling (GB-koppling) – sätt att koppla en transistor, varvid basen är gemensam för ingångs- och utgångskretsen.	54
Basströmkrets – strömkretsen mellan basen och emittern i en transistor.	45
D	
Defektelektron – positiv laddningsbärare i halvledare.	39
Demodulation – metod att återvinna den i en modulerad högfrekvenssignal innehållna lågfrekvenssignalen.	75
Dielektrikum – isolerande material mellan en kondensators båda plattor.	59
Diod – tvåpoligt elektronrör, halvledarkomponent med likriktaregenskaper.	38
Donator – störämne med fem valenselektroner.	40
Dopning – förorening av germanium- eller kiselkristaller med ett störämne (se Störämne) för att öka kristallernas ledningsförmåga.	40
Drossel – spole som har högt växelströmsmotstånd mot växelström av viss frekvens.	37
Drosselverkan.	37
E	
Effekt – produkten av spänning och strömstyrka.	26
Effektförstärkning – samtidig förstärkning av spänning och strömstyrka.	55
Effekttransistor – transistor avsedd för effektförstärkning.	49
Elektriskt fält – mängden av elektroner i ett dielektrikum. Positiv elektriskt laddning innebär brist på elektroner, negativ laddning överskott på elektroner.	59
Elektroakustik.	65
Elektrod – anod eller katod (se dessa).	38
Elektromagnet – magnet som får sin magnetverkan genom strömpåverkan.	35
Elektromagnetisk induktion – genererandet av ström i en spole genom påverkan av ett magnetfält.	35
Elektron – negativ laddningsbärare, elementarpartikel.	17
Elektroniska signalanläggningar.	69
Emitter – ett av halvledarskikten i en transistor, en av transistorns anslutningar.	42
Emitterföljare – annan beteckning på kollektorkoppling.	54

Emitterkoppling – sätt att koppla en transistor, varvid emittern är gemensam för ingångs- och utgångskretsen.	54
F	
Farad – enheten för kondensatorers kapacitans.	60
Flip-flop – annan beteckning på bistabil multivibrator.	70
Fotomotstånd – ljuskänsligt motstånd (LDR).	31
Frekvens – antalet svängningar per tidsenhet.	33
Frekvensmodulation (förkortat FM) – högfrekventa svängningar vars grundfrekvens ändrar sig i takt med den i FM-signalen innehållna informationen.	76
Fyrkantsvåg – signal eller grafisk framställning av sådan signal, där växelspänningen stiger och faller språngevis.	34
Förkopplingsmotstånd – motstånd med hjälp av vilket man ställer in basströmmen till en transistor.	29
Förlusteffekt – produkten av den maximala tillåtna strömmen och spänningen genom resp över en transistor.	55
G	
Germanium – grundämne, halvledare.	38
Genomloppsriktning (framriktning) – den riktning i vilken ström kan gå genom en elektronisk komponent, t ex en diod.	39
H	
Halvledare – ämne vars ledningsförmåga ligger mellan ledarens och isolatorns.	38
Henry – enheten för induktans.	36
Hertz – enheten för frekvens.	33
HF – förkortning för högfrekvens.	49
Hål – se Defektelektron.	39
Hålström – ström av positiva laddningsbärare (motsaten är elektronström).	40
I	
Impedans – summan av det Ohmska motståndet och reaktansen vid en viss frekvens (mäts i Ohm).	37
Impedansomvandlare – koppling avsedd att med minsta möjliga förlust anpassa två olika impedanser till varandra.	56
Induktionsspänning – spänning som uppstår genom elektromagnetisk induktion.	35
Induktans – en spoles elektromagnetiska egenskaper.	36
Ingångskrets – strömkrets över vilken den signal som ska förstärkas påförs transistorn.	54
Ingångsimpedans – ingångskretsens impedans i ett elektronrör eller en transistor.	56
Isolator (även icke-ledare) – ämne som inte leder ström.	22
K	
Kapacitans – kondensatorplattornas förmåga att ta upp elektroner.	60
Kapacitiv spänningsdelare – spänningsdelare av kondensatorer.	68
Kapacitivt motstånd – kondensatorns reaktans (se Reaktans).	63
Katod – negativ pol i t ex ett elektronrör eller en diod.	38
Kisel (silicon) – grundämne, halvledare.	38
Kollektor – ett av halvledarskikten i en transistor, en av transistorens anslutningar.	43
Kollektorkoppling – sätt att koppla en transistor, varvid kollektorn är gemensam för ingångs- och utgångskretsen.	54

Kollektorströmkrets – strömkretsen genom emittern och kollektorn i en transistor.	45
Kolmikrofon.	65
Kommunikationsteknik.	67
Kondensator – elektronisk komponent som kan lagra elektrisk laddning.	58
Kopplingschema – teknisk framställning av kopplingens uppbyggnad med hjälp av schemasymboler.	18

L

LC-oscillator – se Oscillator.	68
LDR – se Fotomotstånd.	31
Ledare – material, t ex metall, som leder ström.	22
Likriktning – omvandling av växelström till likström.	41
Likströmsmotstånd (Ohmskt motstånd) – resistans.	37
Ljudvågor – svängningar i t ex luft, vilka åstadkoms av en ljudkälla.	34

M

Magnetiskt fält – kraftfältet runt en magnet.	34
Magnetiskt kraftfält – se Magnetiskt fält (magnetfält).	34
Magnetiska kraftlinjer – linjer av vilka det magnetiska kraftfältet är sammansatt.	34
Membran – tunn hinna i högtalare eller mikrofon.	65
MF – förkortning för mellanfrekvens.	76
Mikrofarad – förkortad μF , enhet för kondensatorers kapacitans.	20
Mikrofon – anordning som omvandlar ljudenergi till elektrisk energi.	65
Minuspol – den pol hos en strömkälla där elektroner strömmar ut.	17
Modulation – ändring av högfrekventa svängningar i takt med den överförda informationen.	75
Motkoppling (negativ återkoppling) – återföring av en del av en förstärkares utgångssignal så att utgångssignalen reduceras.	52
Motstånd – elektronisk komponent över vilken man får ett spänningsfall.	23
Multivibrator	
astabil – generatorkoppling som ger upphov till ständiga fyrkantspulser.	71
bistabil – återkopplad transistorkoppling med två stabila utgångslägen. Bara ingångsimpulser kan ge upphov till förändringar av utgångslägena.	70
monostabil – koppling med ett stabilt tillstånd.	72
Mät- och reglerteknik.	73

N

Nanofarad (nF) – enhet för kondensatorers kapacitans.	60
N-ledningsförmåga – ledningsförmåga hos halvledare, vilken har uppstått på grund av överskott av elektroner (negativ).	40
NPN-transistor – halvledarkomponent med förstärkaregenskaper, där kollektor- och basspänningen måste vara positiv i förhållande till emittern för att det ska uppstå en kollektorström.	
Skikten ligger i ordningen N–P–N (negativ–positiv–negativ).	46
NTC – temperaturberoende motstånd (termistor).	32

O

Ohm – enheten för resistans, reaktans och impedans.	24
Ohms lag – matematisk lag som uttrycker förhållandet mellan spänning, strömstyrka och resistans i en strömkrets.	25
Oscillator – förstärkarkoppling som vid återkopplingen i rätt fas av utgångsspänningen till kopplingens ingång förstärkar sig själv och ger upphov till växelsvängningar.	67

P

Parallellkoppling – beteckning för att komponenter är inkopplade jämte varandra.	21
Parallellkoppling av motstånd.	28
Pikofarad (pF) – enhet för kondensatorers kapacitans.	60
P-ledningsförmåga – ledningsförmåga hos halvledare, vilken har uppstått på grund av underskott av elektroner (positiv).	40
PNP-transistor – halvledarkomponent med förstärkaregenskaper, där kollektor- och basspänningen måste vara negativ i förhållande till emittern för att det ska uppstå en kollektorström. Skikten ligger i ordningen P–N–P (positiv–negativ–positiv).	49
Potentiometer – steglöst reglerbart motstånd som också kan användas som spänningsdelare.	30
Primärspole – en transformators ingångsspole.	35
Proton – positiv laddningsbärare i atomkärnan, elementarpartikel.	22

R

Radiomottagare – apparat för mottagande av högfrequenssignaler från radiosändare och omvandling av dem till lågfrequenssignaler.	170
Rak mottagare – mottagare där den förstärkta signalen förs direkt till en likriktare.	75
RC-oscillator – se Oscillator.	67
Reaktans – motstånd som bara verkar mot växelström.	37
Resistans (ohmskt motstånd) – motstånd mot likström.	37
Rör (elektronrör) – elektronisk komponent för bl a förstärkare, numera till största delen ersatt av halvledarkomponenter.	38

S

Schemasymboler – internationellt gångbara tecken för elektroniska komponenter.	182
Schmitt-trigger (tröskelvärdebrytare) – överskrider ingångsspänningen ett visst värde (tröskelvärdet) ändras utgångsspänningen med ett slag.	69
Sekundärspole – utgångsspolen i en transformator.	35
Seriekoppling – beteckning för att komponenter är inkopplade efter varandra. av motstånd.	20 27
Sinuskurva – grafisk framställning av en växelspänning som stiger och faller mjukt.	34
Spole – från varandra isolerade trådlindningar	34
Spolkärna – i spole placerad järnkärna avsedd att höja spolens verkan.	36
Spänning – skillnaden i laddning mellan en strömkällas poler.	19
Spänningsdelare – seriekopplade motstånd över vilka man kan ta ut olika höga spänningar.	30
Spänningsfall – skillnaden i spänning över ett motstånd.	25
Spänningsförstärkning – omvandlingen av en låg ingångsspänning till en hög utgångsspänning i t ex en transistor.	55
Spärriktning (backriktning) – den riktning i vilken ström inte kan gå genom en elektronisk komponent, t ex en diod.	39
Stabilisera – att hålla vissa för driften viktiga värden konstanta.	52
Strömförstärkning – omvandling av en svag ingångsström till en stark utgångsström i t ex en transistor.	54
Strömkrets – en sluten ledare från plus- till minuspol.	17
Strömkälla – t ex batteri, ackumulator, etc.	16
Strömstyrka – mängden av elektroner som passerar genom en ledare per tidsenhet.	21
Super – förkortning för superheterodynmottagare, radiomottagare som arbetar enligt överlagringsprincipen.	76

Superregenerativ mottagare – kortvågsmottagare i vilket ett förstärkar steg hela tiden sätts i svängning, varefter svängningen avbryts, steget sätts i svängning igen, osv.	177
Svängning – uppstår bl a när en växelspanning stiger och faller. Uppstår också vid tal, etc.	33
Svängningskrets – elektrisk strömkrets som består av en kondensator och en spole, vilka kan hålla varandra i svängning.	63

T

Talväxelspanning – växelspanning som uppstår då ljudvågor påverkar en mikrofon.	65
Telemetri – överföring av mätresultat över stora avstånd.	154
Tolerans – tillåten avvikelse från ett bestämt värde.	24
Total resistans – resistansen hos flera motstånd tillsammans, serie- eller parallellkopplade.	27
Transformator – anordning som består av minst två spolar som är kopplade till varandra på en spoljärna. Den tjänar till att överföra eller transformera växelspanningar.	36
Transistor – halvledarkomponent med förstärkaregenskaper (se NPN -transistor och PNP -transistor).	41
Trestegsförstärkare – apparat i vilken man kan förstärka små signaler i tre efter varandra kopplade transistorsteg.	66
Trimpotentiometer – se Potentiometer.	31
Tröskelvärde – värde som måste överskridas av en ingångssignal för att utgångssignalen ska kunna ändras.	70

U

Uppladdning – lagring av elektroner på en kondensators plattor när en spänning läggs på kondensatorn.	59
Urladdning – förloppet då elektronerna strömmar från kondensatorns plattor.	62
Utgångsimpedans – impedansen i t ex en transistors utgångskrets.	56
Utgångskrets – strömkrets, t ex vid en transistor, i vilken den förstärkta signalen tas ut.	54

V

Valenselektron – elektron i en atoms yttersta elektronskal.	39
VDR – spänningsberoende motstånd (varistor).	32
Vippa – koppling med hjälp av vilken man kan generera växelström.	69
Volt – enheten för elektrisk spänning.	19
Växelström – ström vars riktning och styrka ständigt ändras.	32
Växelströmsmotstånd – se Reaktans.	37

W

Watt – enheten för elektrisk effekt.	26
Wienbrygga – koppling som ger en mycket konstant växelspanning.	89

Ö

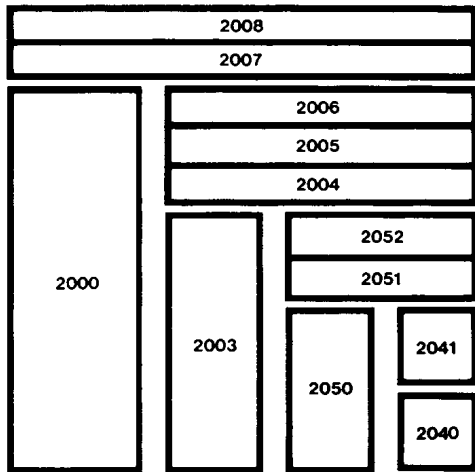
Övergångsmotstånd – motstånd som uppträder då elektroner går över från ett medium till ett annat.	65
Överlagringsprincipen – alla avstämbara ingångsfrekvenser blandas i ett speciellt blandningssteg med en variabel oscillatorfrekvens, som ligger på ett bestämt avstånd från den tidigare inställda ingångsfrekvensen, varvid dessa omvandlas till en mellanfrekvens.	76

Genom denna instruktionsbok och genom bygglådan har du redan fått viktig kunskap i det högaktuella naturvetenskapliga ämnet Elektronik. En riktigt intresserad hobbyelektroniker nöjer sig inte med detta. Han skulle vilja utvidga sitt teoretiska vetande och utöka sina byggmöjligheter. Philips Elektronikserie 2000 är inriktad på detta. Byggsats-schemat visar dig hur du steg för steg kan arbeta dig in i ämnet. De följande bygglådorna – EE2004 och EE2005 – omfattar t ex speciellt hög- och lågfrekvensteknik. Bygglåda EE2006 visar dig sen hur man jobbar självständigt efter ett kopplingschema.

Nästa steg är en egen oscillograf byggd med hjälp av EE2007. Därmed är man inne på fackområden som radar-, digital- och oscillografteknik.

(Säljs ej för närvarande i Sverige.)

Idag sträcker sig Philips Elektronikserie 2000 till en egenhändigt bygg tv-apparat (EE2008) men serien utvecklas vidare. (Säljs ej för närvarande i Sverige.)



Philips har det

stora programmet

För varje betydande naturvetenskapligt område finns olika sammanställda bygglådeserier:

Kemi: experimentera självständigt, ofarligt och lärorikt – speciella lådor för plastmaterial och miljöskydd.

Fysik: fordrar logiskt tänkande och teknisk färdighet – god utrustning för att bygga apparater med högt lekvärde, t ex telefonanläggning med 2 apparater.



Kodtabell



Tolerans guld 5 %
silver 10 %

färg	första färgringen	andra färgringen	tredje färgringen
svart	0	0	—
brun	1	1	0
röd	2	2	00
orange	3	3	000
gul	4	4	0 000
grön	5	5	00 000
lila	6	6	000 000
lila	7	7	
grå	8	8	
vit	9	9	

Motstånd

På motstånden finns fyra färgringar. En av dessa ringar är silver eller guld. När man läser av färgkoden ska silver- eller guldringen ligga åt höger. Då anger den första ringens färg (från vänster till höger) den första siffran, den andra ringen den andra siffran, medan den tredje ringens färg anger antalet nollor efter det tal man kunnat läsa ur de två första ringarna.

En guldring säger att motståndets resistans har en tolerans på $\pm 5\%$, och en silvring att toleransen är $\pm 10\%$.

(Det vanliga toleransvärdet är 10% . Här är förklaringen till att resistansen har lite »märkliga» värden. Den ligger på 10, 12, 15, 18, 27, 33, osv. Ett 10-Ohmsmotstånd kan alltså som mest vara $10 \text{ Ohm} + 10\% = 11 \text{ Ohm}$. Ett 12-Ohmsmotstånd kan vara 10% mindre: $12 \text{ Ohm} - 10\% = 10,8 \text{ Ohm}$. Om ett motstånd avviker mer än 10% från det angivna värdet får det automatiskt ett annat värde och färgmarkeras också på motsvarande sätt.) Placera nu ett motstånd framför dig så att guld- eller silvringen ligger åt höger. Låt oss säga att motståndet har färgerna gul, lila, röd (guld). Du avläser från vänster till höger:

Ett exempel till:

Första färgringen: gul = 4

Andra färgringen: lila = 7

Tredje färgringen: röd = 00

Resultat: 4700 Ohm

Första färgringen: brun = 1

Andra färgringen: röd = 2

Tredje färgringen: svart = —

Resultat: 12 Ohm

Motstånd (Ω)	Färgringar	Motstånd Ω	Färgringar
10 Ohm	brun svart svart	3 300 Ohm	orange orange röd
47 Ohm	gul lila svart	4 700 Ohm	gul lila röd
100 Ohm	brun svart brun	10 000 Ohm	brun svart orange
150 Ohm	brun grön brun	15 000 Ohm	brun grön orange
220 Ohm	röd röd brun	22 000 Ohm	röd röd orange
470 Ohm	gul lila brun	47 000 Ohm	gul lila orange
1 000 Ohm	brun svart röd	100 000 Ohm	brun svart gul
1 500 Ohm	brun grön röd	220 000 Ohm	röd röd gul
2 200 Ohm	röd röd röd	470 000 Ohm	gul lila gul

De i innehållsförteckningen angivna motstånd kan ersättas av motstånd med följande värden:

Motstånd (Ω)	Ersättningsmotstånd	Ersättningsmotstånd
10 Ohm	— Ohm	11 Ohm
47 Ohm	43 Ohm	51 Ohm
100 Ohm	91 Ohm	110 Ohm
150 Ohm	130 Ohm	160 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

Keramiska kondensatorer

När man ska bestämma keramiska kondensatorers värde gäller samma tabell som för motstånd. Kondensatorerna har dock inte silver eller guld som fjärde (och för oss betydelselös) färg. Grundfärgen på kondensatorn betyder heller ingenting. Däremot kan kondensatorer ha en fjärde och femte ring som anger vilken temperatur och spänning man kan belasta dem med.

En keramisk kondensator har två trådslutningar. Om du ser efter så finner du att dessa båda trådar inte sitter på samma avstånd från sina respektive kondensatorändar. Vid ena sidan är avståndet mellan tråden och kondensatorändan kortare. Den ändan ska alltid ligga åt vänster. Sedan kan du avläsa värdet ur de tre färgringarna på samma sätt som med motstånd:

a) Tre färgringar

De anger kapacitansen i pF enligt tabellen.

b) Fyra färgringar

De första tre ringarna anger kapacitansen i pF enligt tabellen. Den fjärde ringen betyder ingenting.

c) Fem färgringar

De båda yttersta ringarna bryr du dig inte om, de tre mellersta ger sedan kapacitansen i pF enligt tabellen.

d) Tryckta värden

Inte alla keramiska kondensatorer har färgringar, utan på en del finns värdet tryckt. Står där ett ensamt tal anger det kapacitansen i pF. Om talet åtföljs av en **liten** bokstav gäller enheten:

$$\begin{aligned}
 p &= \text{pF} \\
 n &= \text{nF} = 1\,000 \text{ pF} \\
 k \text{ (kilo pF)} &= \text{nF} = 1\,000 \text{ pF}
 \end{aligned}$$

Stora bokstäver betyder **ingenting** vid bestämning av värdet.

Värde	Färgkod	eller utskrivet				
10 pF	brun svart svart	10	10 p			
22 pF	röd röd svart	22	22 p			
47 pF	gul lila svart	47	47 p			
68 pF	blå grå svart	68	68 p			
100 pF	brun svart brun	100	100 p			
180 pF	brun grå brun	180	180 p			
220 pF	röd röd brun	220	220 p			
330 pF	orange orange brun	330	330 p			
470 pF	gul lila brun	470	470 p			
1 000 pF	brun svart röd	1 000	1 000 p	1 k		1 n
2 700 pF	röd lila röd	2 700	2 700 p	2,7 k	2 k 7	2,7 n 2 n 7
4 700 pF	gul lila röd	4 700	4 700 p	4,7 k	4 k 7	4,7 n 4 n 7
10 000 pF	brun svart orange	10 000	10 000 p	10 k		10 n

De i innehållsförteckningen angivna kondensatorerna kan ersättas av kondensatorer med följande värden:

Värde	Ersättningskondensator	Ersättningskondensator
10 pF	—	11 pF
22 pF	20 pF	24 pF
47 pF	43 pF	51 pF
1 000 pF	820 pF	1 200 pF
10 000 pF	8 200 pF	12 000 pF

Polyesterkondensatorer

På polyesterkondensatorer finns värdet tryckt i pF, nF eller μ F. Du kan se omräkningen i följande tabell:

Utskrivet	Ersätt.	Ersätt.
22 000 pF = 22 nF = 0,022 μ F	0,018 μ F	0,027 μ F
47 000 pF = 47 nF = 0,047 μ F	0,039 μ F	0,056 μ F
100 000 pF = 100 nF = 0,1 μ F	0,082 μ F	0,12 μ F
220 000 pF = 220 nF = 0,22 μ F	0,18 μ F	0,27 μ F

Elektrolytkondensatorer

På elektrolytkondensatorer finns värdet tryckt i μ F. Det kan också vara tryckt i formen siffra/siffra. Siffran bakom tvärestrecket har då ingen betydelse för bestämningen av värdet. Siffror som följs av $^{\circ}$ C har heller ingen betydelse.

Utskrivet	Ersätt.	Ersätt.
4 μ F = 4/. .	3,3 μ F	4,7 μ F
10 μ F = 10/. .	6,8 μ F	15 μ F
100 μ F = 100/. .	125 μ F	150 μ F

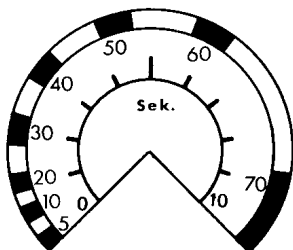


bild 177

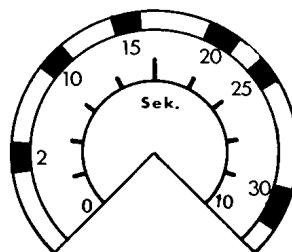


bild 178

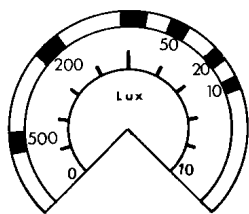


bild 179

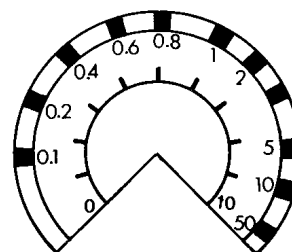


bild 180

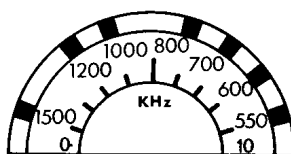


bild 182

Vår adress är:

i Sverige

BRIO SCANDITTOY
283 00 OSBY

EE 2003

S

