

System Elektronik

Laboratorie - og teorioppgaver til

Basis Elektronik

Gyldendahl

Ryan Holm

System Elektronik

Laboratorie-og teoriopgaver til

Basis Elektronik

Gyldendal

Ryan Holm

*System elektronik: Laboratorie- og teoriopgaver
til Basis Elektronik*

© 1976 by Gyldendalske Boghandel,

Nordisk Forlag A. S. Copenhagen.

Illustrationer af P. W. H. Dam

Fotografisk, mekanisk eller anden gengivelse eller
mangfoldiggørelse af denne bog eller dele heraf er
ikke tilladt ifølge gældende dansk lov om ophavsret.

Omslag: art/Grafik

Bogen er sat med Akzidenz-Grotesk (Diatronic),
og trykt hos Th. Laursens Bogtrykkeri a-s, Tønder.

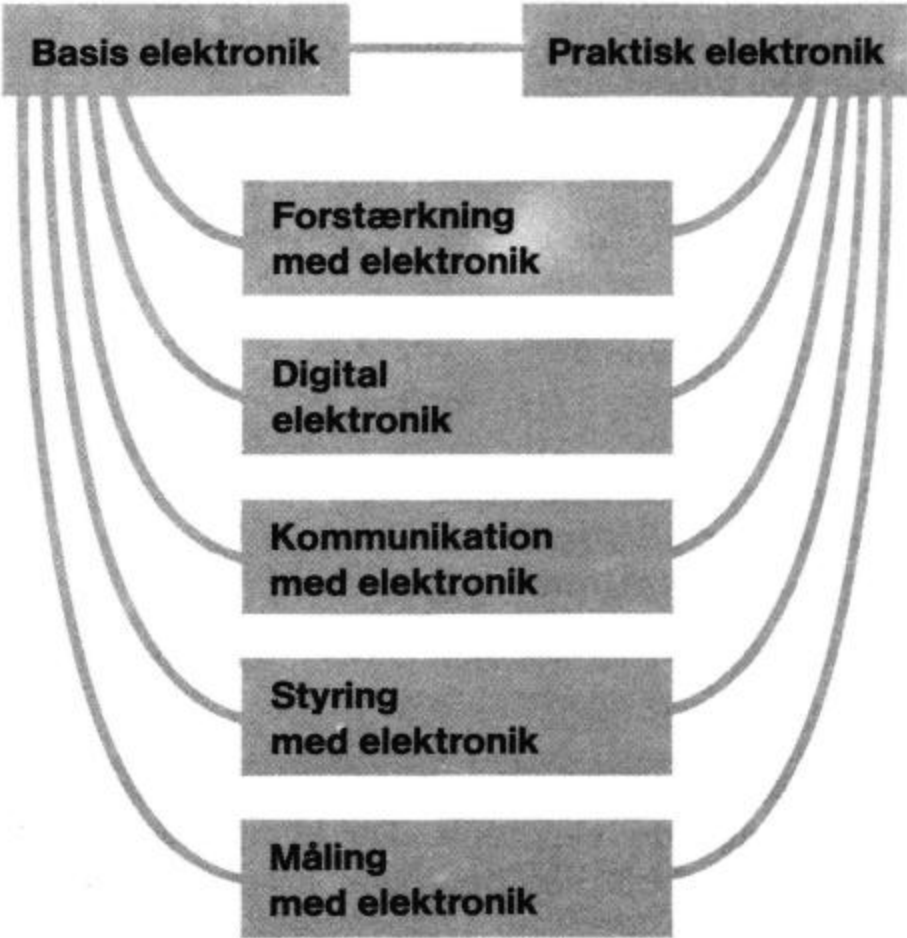
Printed in Denmark 1976

ISBN 87-01-32791-7

Laboratorie- og teoriopgaver
til Basis Elektronik

Indhold

System elektronik	4
Laboratorie- og teoriopgaver til Basis Elektronik . .	5
Sømbretmetoden	5
Opbygningsplade	5
Måleinstrumenter	6
Materialeliste	7
L 1 Beregning af resistans ved hjælp af Ohms lov .	8
L 2 Modstande i serie og parallelforbindelse . .	10
L 3 Modstande som spændingsdeler	12
L 4 LDR modstand	13
L 5 Op- og afladning af kondensator	14
L 6 Kondensator i serie- og parallelforbindelse . .	16
L 7 Kondensatoren ved vekselspænding	18
L 8 Kondensatoren ved forskellige frekvenser . .	20
L 9 Dioden	22
L 10 Diodefunktionen undersøgt med oscilloskop .	24
L 11 Brokoblet ensretter	26
L 12 Diodens karakteristik	27
L 13 Zenerdioden	29
L 14 Thyristoren	30
L 15 RC led	32
L 16 LC led	36
L 17 Svingningskredse	38
L 18 Transistoren	40
L 19 Transisoren som switch	45
L 20 Transistoren som forstærker	48



System elektronik

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

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

Basis elektronik

Praktisk elektronik

Forstærkning med elektronik

Digital elektronik

Kommunikation med elektronik

Styring med elektronik

Måling med elektronik

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

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

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

Forstærkning med elektronik

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

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

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

Desuden ses der på højttalere – på delefiltre og højttalersystemer.

Digital elektronik

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

Kommunikation med elektronik

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

Styring med elektronik

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

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

Laboratorie- og teoriopgaver til Basis Elektronik

De 20 opgaver i dette hæfte er beregnet til at skulle bruges i forbindelse med Basis Elektronik fra serien »System Elektronik«.

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

Til støtte for læreren eller for den, der arbejder med dette hæfte som selvstudium, er der udarbejdet et hæfte: Vejledning til Laboratorie- og teoriopgaver til Basis Elektronik.

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

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

Har man ikke noget udstyr i forvejen, kan to metoder anbefales. Enten arbejder man efter »sømbæretmetoden«, eller også fremstiller man selv sit elevøvelsessæt.

Sømbæretmetoden

Til alle opgaver i hæftet er der et diagram af opstillingen og et monteringsdiagram. Til sømbæretmetoden bruges i de fleste tilfælde det almindelige diagram. Det tegnes over på et stykke kvadreret papir, og tegningen anbringes på et stykke møbelplade. Overalt i diagrammet, hvor to komponenter skal i forbindelse med hinanden, bankes et messingsøm i. Når alle samlingspunkter er forsynet med messingsøm, afpudses hovedet på sømmet let med sandpapir og forfinnes. Komponenter og ledningsforbindelser loddes så på messingsømmene, og der er fuld overensstemmelse mellem diagram og opstilling.

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

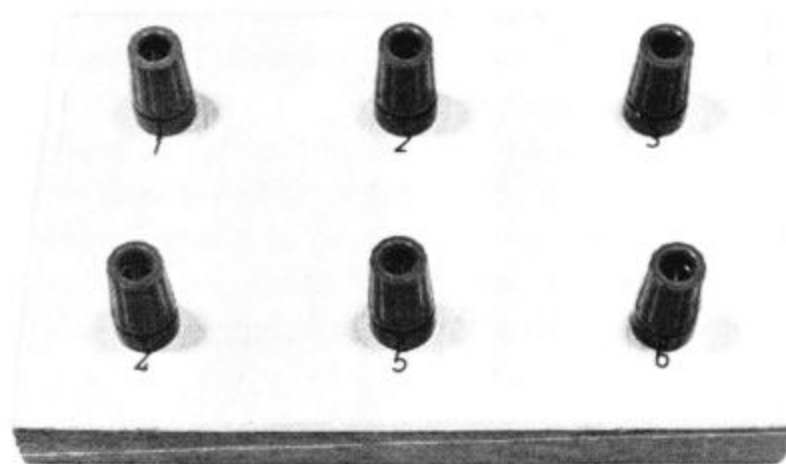
Spændingsforsyning og større enheder som lamper og måleinstrumenter kan tilsluttes sømmene ved hjælp af ledninger forsynet med krokodillenæb.

Når man har løst opgaven, kan alle komponenter loddes

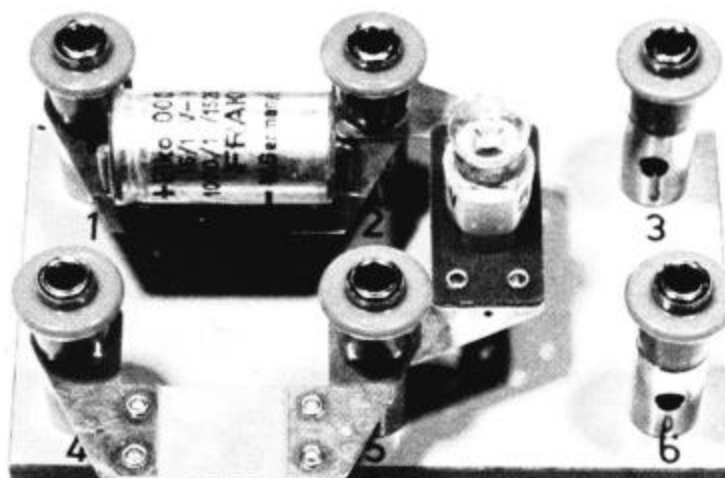
af. De har ingen skade taget og kan gemmes til næste sømbæretopstilling. Også messingsømmene kan bruges igen. Det er kun en fordel, at sømhovedet er forfinnet.

Når man tegner diagrammet og banker sømmene i, må man tage hensyn til komponenternes fysiske længde. Afstanden mellem sømmene skal være så stor, at der ikke skal klippes af til ledningerne til komponenterne.

Opbygningsplade



Hvis man vil arbejde med opbygningsplade og komponentholdere, kan der arbejdes med de eksisterende fabrikater af opbygningsplader, men man kan også selv på en billig måde fremstille sin egen opbygningsplade. Den ses på billedet. Hvordan dette elevøvelsessæt fremstilles er nærmere angivet i »Vejledning til Laboratorie- og teoriopgaver til Basis Elektronik«.



Måleinstrumenter

Skal alle opgaver i dette hæfte løses, er det nødvendigt at råde over forskellige måleinstrumenter.

Oscilloskop

Et oscilloskop er et meget anvendt måleinstrument i elektronikken. Det indebærer mange muligheder. I nogle opgaver kan man i stedet for oscilloskopet bruge et vekselstrømvoltmeter. Da oscilloskopet er et forholdsvis dyrt instrument, er det nok ikke et instrument, man mange steder anskaffer i classesæt. Det ideelle vil være et oscilloskop til hver arbejdsgruppe.

Råder man til undervisningsbrug kun over ét oscilloskop, kan læreren eller en elev gennemarbejde opgaven som demonstrationsopgave, og resten af klassen noterer sig måleresultaterne. Herefter kan man i grupper eller individuelt løse de til hver laboratorieopgave hørende teoriopgaver.

Sinusgenerator

De samme betragtninger, som gælder for oscilloskopet, gælder delvis også for sinusgeneratoren. I en kommende bog i System Elektronik: Måling med Elektronik, gennemgås sinusgeneratoren, og der gives anvisning på, hvordan man selv bygger en sinusgenerator.

Til opgaverne kan man bruge de måleinstrumenter, der allerede findes i fysiksamlingen.

Hvert hold kan også udstyres med et multimeter, der både er voltmeter, amperemeter og ohmmeter.

Her må man ikke købe markedets billigste instrument, men købe hos et firma, man ved yder god service på instrumentet.

Spændingsforsyning

Man kan klare sig langt med batterier. Måske er fysiklokalets spændingsforsyning også så god, at den kan bruges. Ellers kan man selv fremstille en stabiliseret laboratorie-spændingsforsyning. I Praktisk Elektronik gives der opskrift på forskellige spændingsforsyninger, ligesom der i vejledningen er en spændingsforsyning, der er tilpasset laboratorieopgaverne.

Materialieliste

Modstande: 470R – 1 stk.
1K – 3 stk.
10K – 1 stk.
220K – 1 stk.

Potentiometer: 1K – 1 stk.

Lysfølsom modstand: LDR – 1 stk.

Kondensatorer: 0,47 μ F polyester 250 V – 1 stk.
1 μ F polyester 250 V – 1 stk.
10 μ F bipolar – 1 stk.
100 μ F/10 V elektrolytkondensator – 1 stk.
1000 μ F/10 V elektrolytkondensator – 2 stk.

Spoler: 5 mH (eller anden værdi)

Dioder: AA119 (eller lignende germaniumdiode) – 1 stk.
1N4148 e.l. – 1 stk.
1N4001 (BY 127) – 4 stk.
BZX79-B4V7 4,7V zenerdiode – 1 stk.
2N4441 thyristor e.l. – 1 stk.

Transistor: BC547B – 1 stk.

Glødelamper: 6 V – 0,05 A – 1 stk.
6 V – 1 A – 1 stk.

Højttaler: 150 Ω

L 1: Beregning af resistans ved hjælp af Ohms lov

Materialer: amperemeter (20 mA), voltmeter (10 V), 1K modstand, ledningsforbindelser.

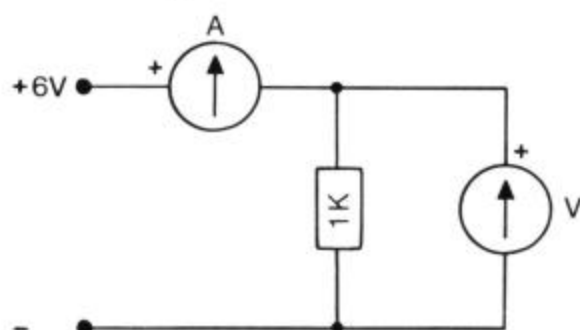


Fig. 1.1

Opbyg opstillingen efter monteringsdiagrammet og mål med amperemetret, hvor stor strømmen er i kredsløbet.

$I =$ mA = A

Hvor stor er spændingsfaldet over modstanden?

$U =$ V

T 1.1

Da vi kender spændingsforskellen over modstanden og strømstyrken gennem den, kan vi ved hjælp af Ohms lov beregne resistansen.

R er resistansen i ohm, U er spændingsforskellen i volt, og I er strømstyrken i ampere.

$$R = \frac{U}{I} = \text{---} = \text{---} \Omega$$

Svarer resultatet til det, farvekoden på modstanden viser?

Hvis der kun er lille forskel på den opgivne resistans og dit resultat, har du sikkert målt rigtigt.

Farvekoden viser måske:

Brun – Sort – Rød – Sølv

Resistansen er så $1000 \text{ ohm} \pm 10 \%$. Det vil sige resistansen kan ligge mellem 900Ω og 1100Ω .

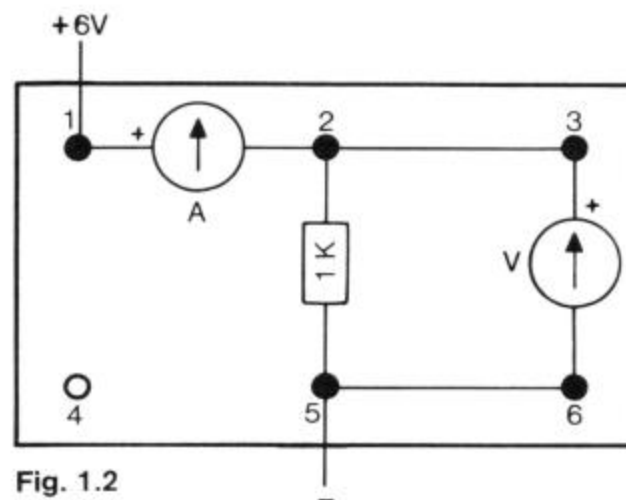


Fig. 1.2

Endelig er dit måleinstrument ikke helt nøjagtigt. Der er måske en tolerance på 5 – 10 %.

Kan der være andre årsager til, at resultatet ikke stemmer helt med det forventede?

T 1.2

Vi tænker os nu L 1 gennemført med en modstand på 100Ω i stedet for som anvendt $1K\Omega$.

Beregn, hvor stor strømmen i kredsløbet bliver.

$I =$ mA = A

T 1.3

Beregning af afsat effekt. Med de fundne værdier kan vi nu beregne den effekt, der er afsat i modstanden efter formelen:

$$P = U \cdot I$$

hvor P er effekten i watt, U spændingsforskellen i volt, og I er strømstyrken i ampere.

$P =$ = W

T 1.4

Hvilken type modstand ville du vælge, hvis den skulle kunne tåle den afsatte effekt?

$$\frac{1}{8} W - \frac{1}{4} W - \frac{1}{2} W - 1 W - 2 W$$

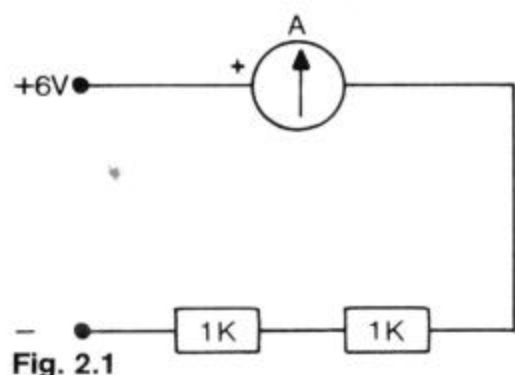
T 1.5

Hvilke krav ville du stille til måleinstrumenterne?

Ohms lov: Basis Elektronik side 10.

L 2: Modstande i serieforbindelse og parallelforbindelse

Materialer: amperemeter (20 mA), 2 stk. 1K modstande, ledningsforbindelser.



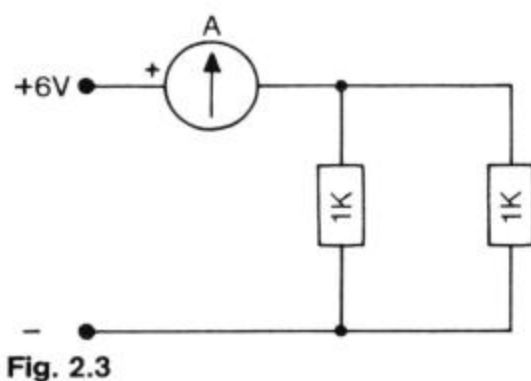
Serieforbindelse:

Vi vil nu undersøge resistansen af to serieforbundne 1K modstande og kan her bruge grundopstillingen fra L 1. Opstillingen opbygges efter monteringsdiagrammet, og med amperemetret måles strømmen gennem modstanden (fig. 2.2).

$I =$ mA = A

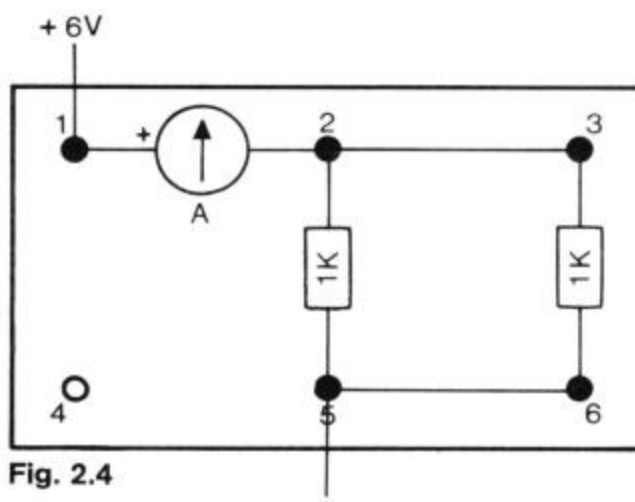
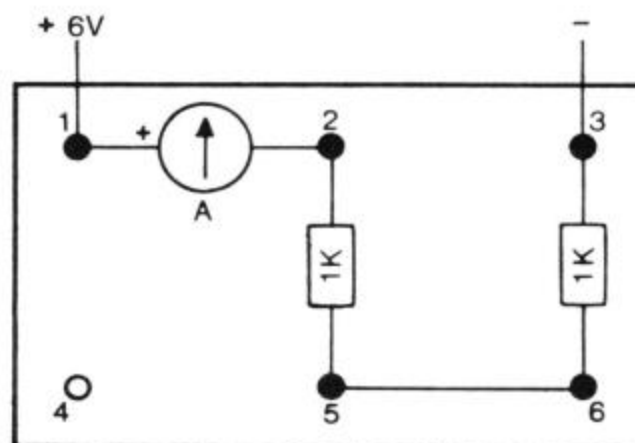
Parallelforbindelse:

Opstillingen fra før bevares, og med et par ændrede ledningsforbindelser er de to modstande parallelforbundne (fig. 2.4).



Som før måles strømmen i kredsløbet.

$I =$ mA = A



T 2.1

I fig. 2.1 var $I =$ A og $U =$ V

Beregn ved hjælp af Ohms lov den samlede resistans af de to modstande.

$R =$ Ω

T 2.2

Hvad fortæller opgaven om den samlede resistans af to ens modstande i serieforbindelse?

T 2.3

I fig. 2.3 var $I =$ A og $U =$ V.

Beregn ved hjælp af Ohms lov den samlede resistans af de to modstande.

$R =$ Ω

T 2.4

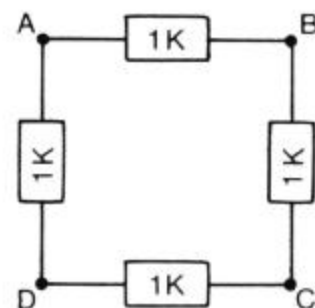
Hvad fortæller opgaven om den samlede resistans af to ens modstande i parallelforbindelse?

T 2.5

Hvor stor er den samlede resistans af fire 10K modstande i serieforbindelse? I parallelforbindelse?

S: Ω , P: Ω

T 2.6



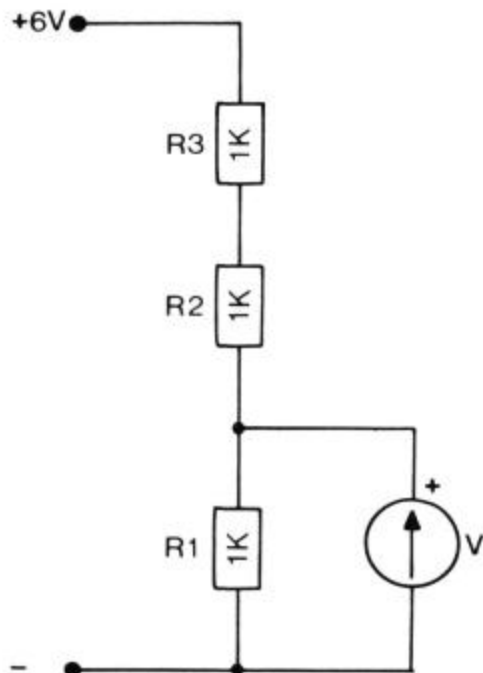
Hvor stor er resistansen mellem punkterne:

- a) A – B ?
- b) A – C ?
- c) A – D ?

Modstande i serie- og parallelforbindelse: Basis Elektronik side 19.

L 3: Modstande som spændingsdeler

Materialer: voltmeter (10 V), 3 1K modstande, ledningsforbindelser.



Med voltmetret kontrolleres først, at klemspændingen er 6 V.

Mål herefter spændingsforskellen over hver enkelt modstand.

$$U_{R1} = \quad \text{V}, U_{R2} = \quad \text{V}, U_{R3} = \quad \text{V}$$

Hvor stor er spændingsfaldet over to modstande?

$$U_{R1 + R2} = \quad \text{V}$$

T 3.1

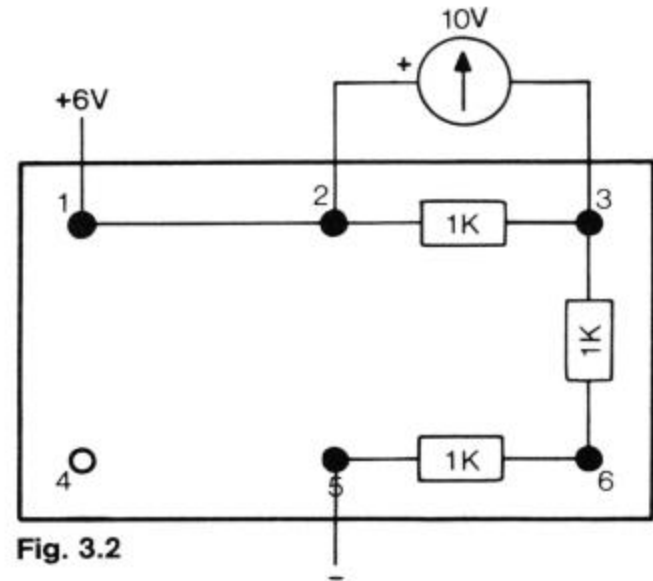
I L 3 erstattes R1, R2 og R3 med modstande på 2K2.

Hvor stor bliver U_{R1} ? $U_{R1 + R2}$?

$$U_{R1} = \quad \text{V}, U_{R2} = \quad \text{V}, U_{R3 + R2} = \quad \text{V}$$

T 3.2

Med to modstande, R1 og R2, laves en spændingsdeler, der tilsluttes 9 V. Over R1, der er på 1K, skal der være et



spændingsfald på 1,5 V. Hvor stor skal R2 være?

$$R2 = \quad \Omega$$

T 3.3

Hvad kan man opnå ved at erstatte de tre modstande i L 3 med et 5K potentiometer?

T 3.4

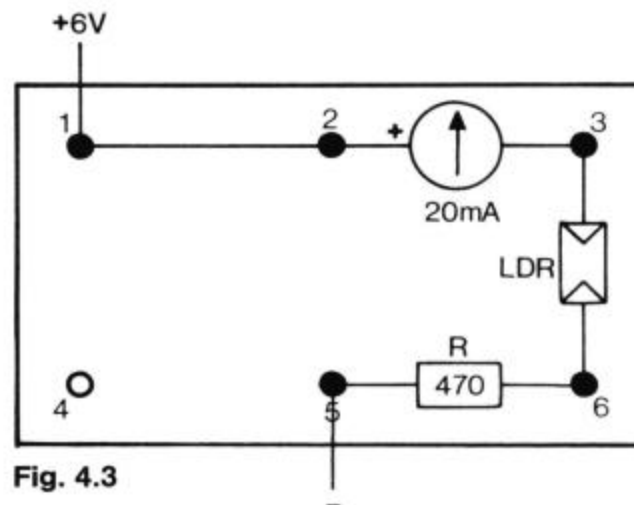
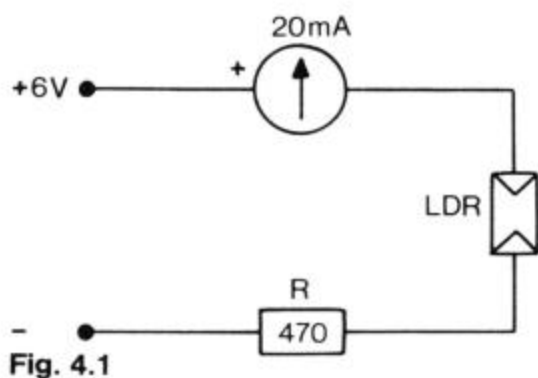
Beregn strømstyrken i kredsløbet i fig. 3.1

$$I = \quad \text{mA}$$

Modstande som spændingsdeler: Basis Elektronik side 16.

L 4: LDR modstand

Materialer: amperemeter (20 mA), LDR modstand, 470R modstand, ledningsforbindelser.



Afgør ved aflæsning på amperemetret, om resistansen i en LDR er størst i lys eller mørke.

Resistansen i en LDR er størst/mindst, når den belyses.

Mål strømstyrken ved fuld belysning.

$I =$ mA

Dæk LDR modstanden helt til og mål igen strømstyrken.

$I =$ mA

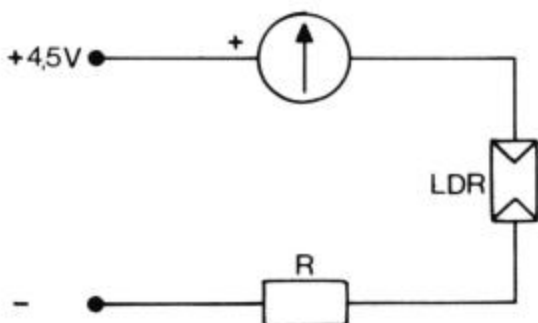
T 4.1

Ved hjælp af Ohms lov beregnes, hvor stor resistansen i LDR modstanden er ved fuld belysning og i mørke.

Ved fuld belysning er resistansen Ω

I mørke er resistansen Ω

T 4.2



En belysningsmåler er opbygget af en LDR modstand serieforbundet med et måleinstrument og en fast modstand (fig. 4.4).

Hvilket instrument vælges, og hvor stor skal R være, når LDR modstanden maksimalt tåler en strøm på 30 mA?

$R =$ Ω

T 4.3

En NTC modstand, f.eks. NTC130, kan bruges til automatisk stop af et modeljernbanetog.

På to skinner saves den midterste strømskinne igennem med en nedstryger, og vi får herved en strækning, hvor strømskinnen er isoleret fra. Over det ene brud loddes en NTC130.

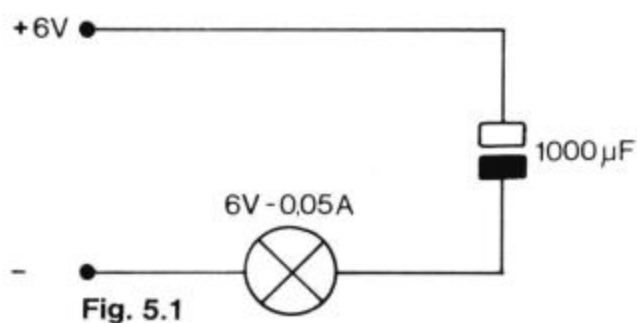
Når toget kører ind på denne strækning, holder det et øjeblik og kører så videre igen. Hvorfor?

Hvordan kan holdetiden gøres variabel?

LDR og NTC modstande: Basis Elektronik side 17.

L 5: Op- og afladning af kondensator

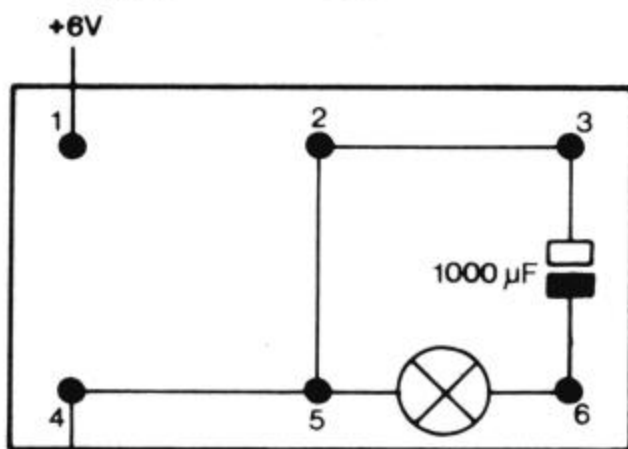
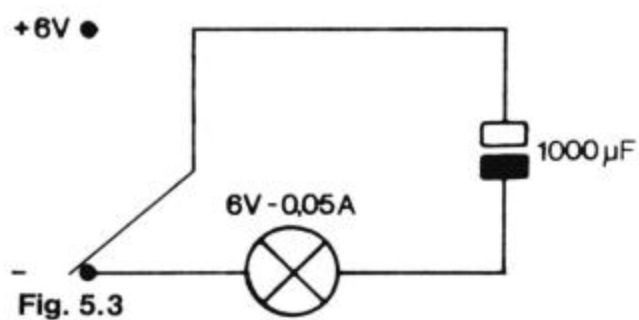
Materialer: glødelampe (med fatning) 6 V – 0,05 A, elektrolytkondensatorer på 10 μF , 100 μF og 1000 μF , amperemeter (20 mA), ledningsforbindelser.



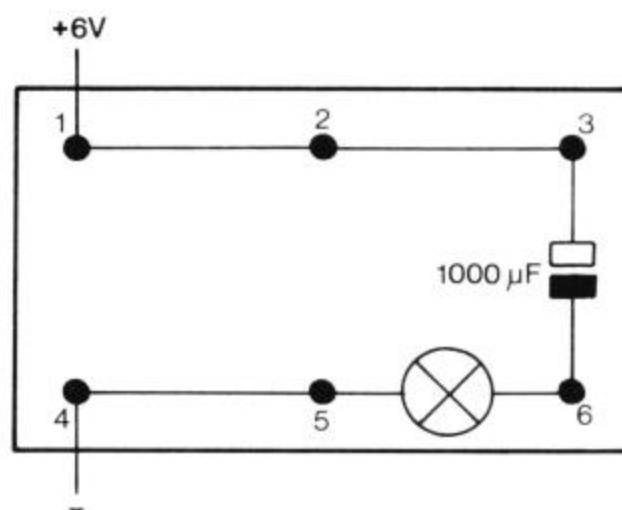
Opbyg opstillingen med glødelampen (6 V – 0,05 A) og kondensatoren (1000 μF) og tilslut opstillingen spændingskilden (6 V).

Går der strøm i kredsløbet?

Ledningen fra 1 (+) afbrydes og forbindes til 5.

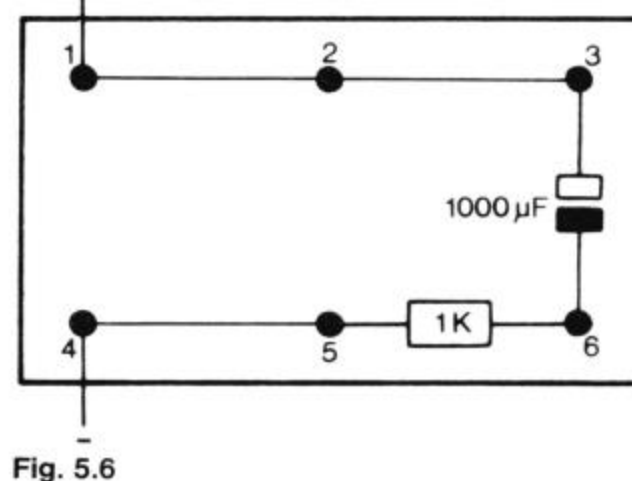
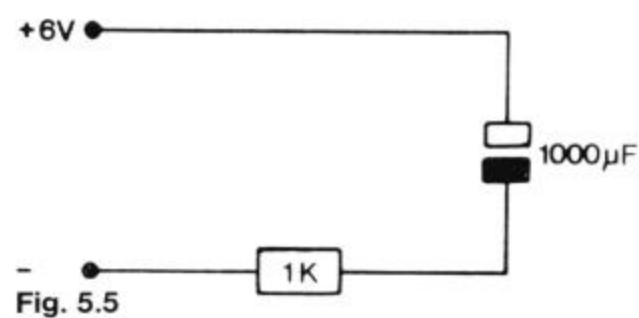


Hvad ser man?



Nu erstattes glødelampen med en modstand på 1K, og opstillingen tilsluttes igen spændingskilden.

Lad opstillingen være tilsluttet ca. $\frac{1}{2}$ minut. Vi regner så med, at kondensatoren er opladet.



Nu fjernes ledningen fra (5) til (-) (4).

Et amperemeter (20 mA) forbindes over 2 og 5. (+ på instrumentet til 2).

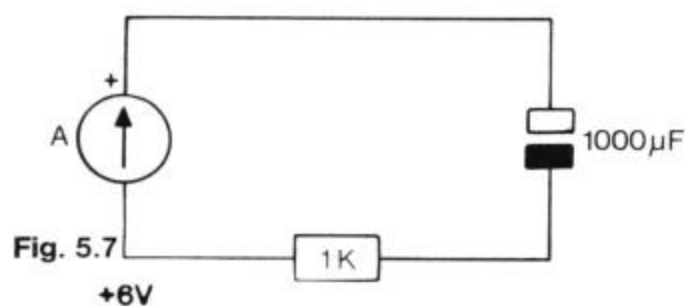


Fig. 5.7

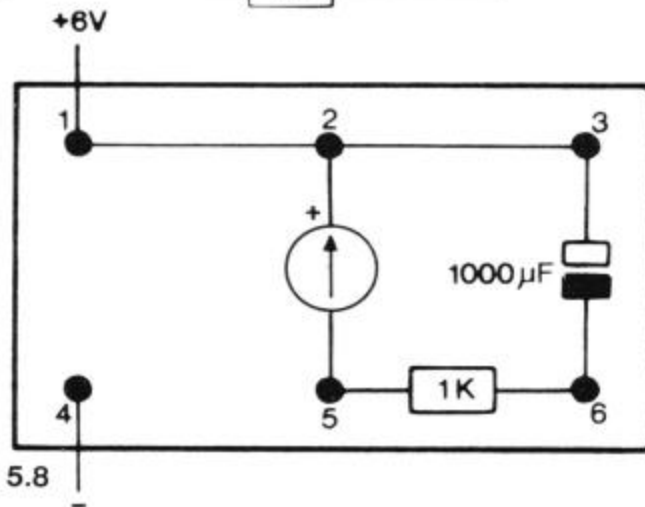


Fig. 5.8

Hvor lang tid går der, inden kondensatoren er (næsten) afladet?

Gentag forsøget og noter afladningstiden i skemaet.

C	afladningstid
1000 μ F	sek.
100 μ F	sek.
10 μ F	sek.

1000 μ F kondensatoren udskiftes med en 100 μ F kondensator. Gentag forsøget fra før og noter afladningstiden i skemaet.

Samme forsøg med 10 μ F.

NB: Husk at fjerne ledningen fra 4 til - inden instrumentet forbindes!

T 5.1

Kan en kondensator lede jævnstrøm?

T 5.2

Hvad fortæller de to første opgaver i L 5 dig om kondensatoren?

T 5.3

Hvad kan man ud fra skemaet sige om betydningen af kondensatorens kapacitans?

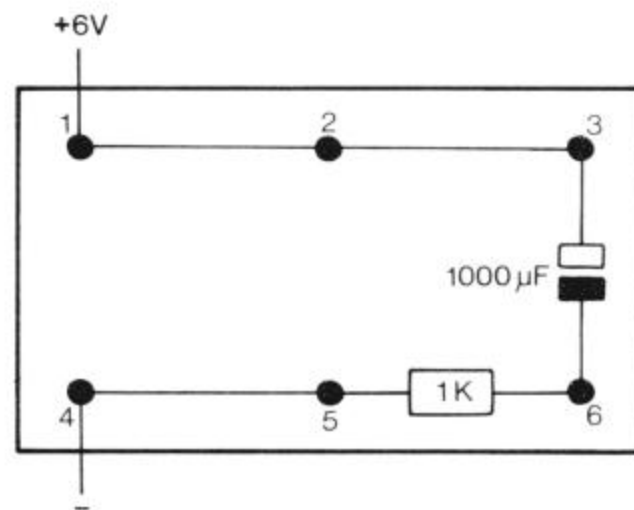
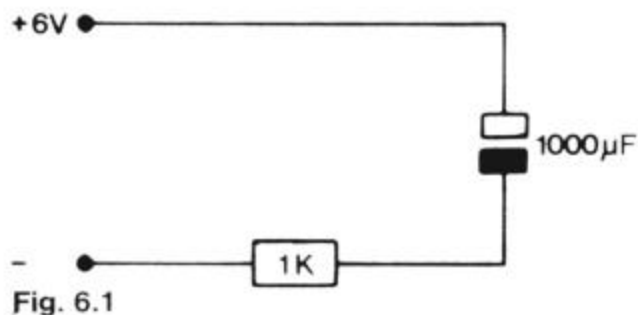
T 5.4

Lad os sætte afladningstiden for en 1000 μ F kondensator til 10 sek.

Hvor stor kapacitans skal en kondensator have for i samme opstilling at have en afladningstid på 20 sek.?

L 6: Kondensatorer i serie- og parallelforbindelse

Materialer: amperemeter (20 mA), modstand 1K, 2 1000 μF elektrolytkondensatorer, ledningsforbindelser.

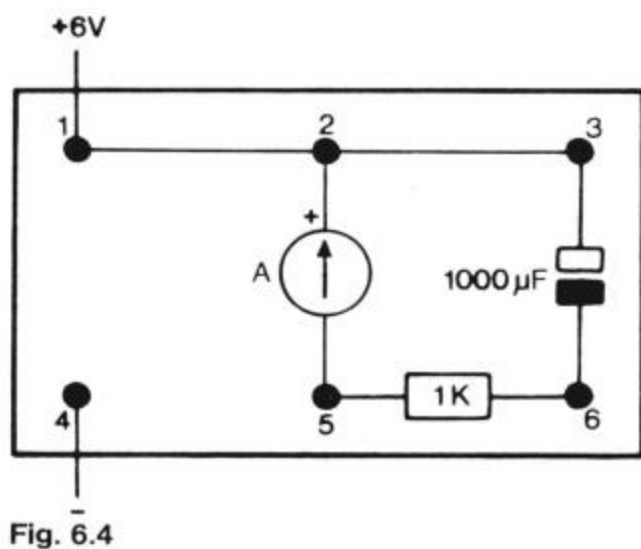
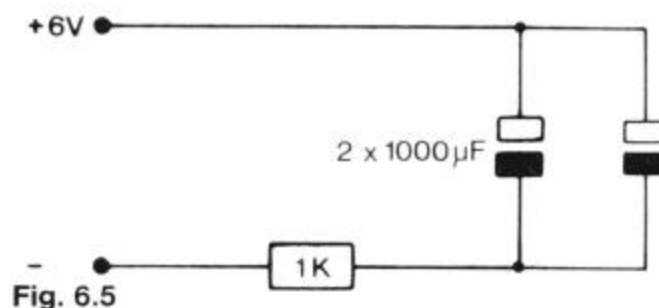
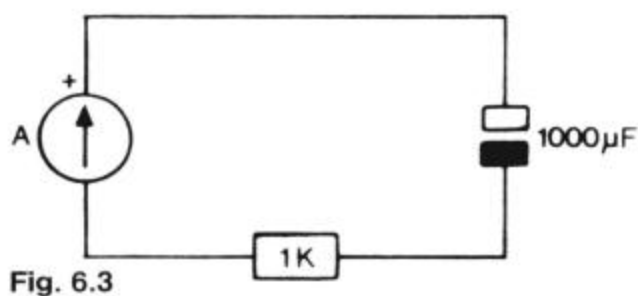


Første del af denne øvelse er en gentagelse af L 5.

Tilslut opstillingen spændingskilden og lad den være tilsluttet ca. $\frac{1}{2}$ minut. Vi regner så med, at kondensatoren er opladet.

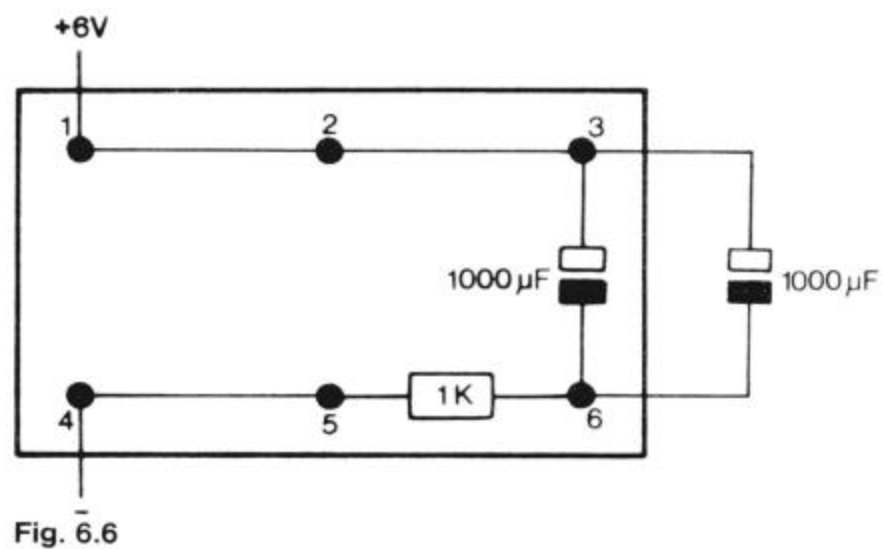
Nu fjernes ledningen fra 5 til - (4).

Et amperemeter (20 mA) forbindes over 2 og 5 (+ på instrumentet til 2).



Hvor lang tid går der, inden kondensatoren er (næsten) afladet?

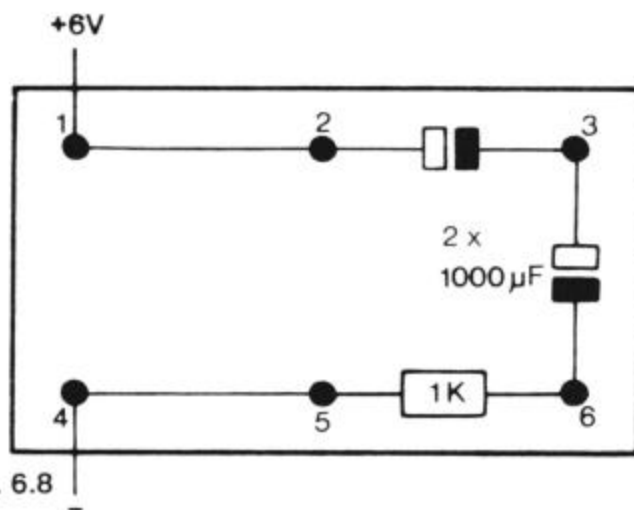
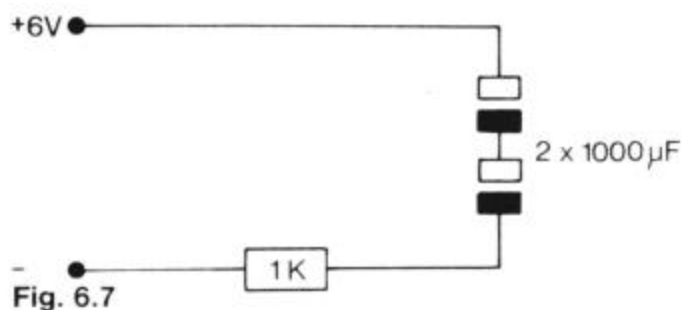
Afladningstiden for kondensatoren er _____ sek.



Afladningstiden for to kondensatorer i parallelforbindelse:

_____ sek.

Nu serieforbindes de to kondensatorer, og forsøget gentages.



Afladningstiden for to kondensatorer i serieforbindelse:

_____ sek.

T 6.1

Ved parallelforbindelse bliver den samlede kapacitans af to kondensatorer større/mindre end kapacitansen af én kondensator.

Hvor stor bliver den samlede kapacitans ca? _____ μF .

T 6.2

Ved serieforbindelse bliver den samlede kapacitans af to kondensatorer større/mindre end kapacitansen af én kondensator.

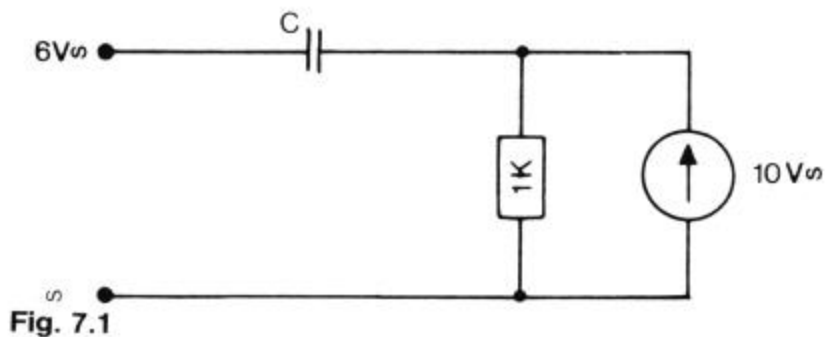
Hvor stor bliver den samlede kapacitans ca? _____ μF .

T 6.3

Med tre kondensatorer hver på $100 \mu\text{F}$ kan der ved serie- og parallelforbindelse dannes mange værdier. Hvor mange? Skitser forbindelserne og angiv kapacitansen i de enkelte tilfælde.

L 7: Kondensatoren ved vekselspænding

Materiale: Voltmeter (10 V~), kondensatorer 0,47 μF , 1 μF , 10 μF (bipolar; der må ikke bruges almindelige elektrolyt-kondensatorer!) modstand 1K, ledningsforbindelser.



Opstillingen opbygges med $C = 0,47 \mu\text{F}$ og tilsluttes 6 V~. Hvor stort er spændingsfaldet over modstanden?

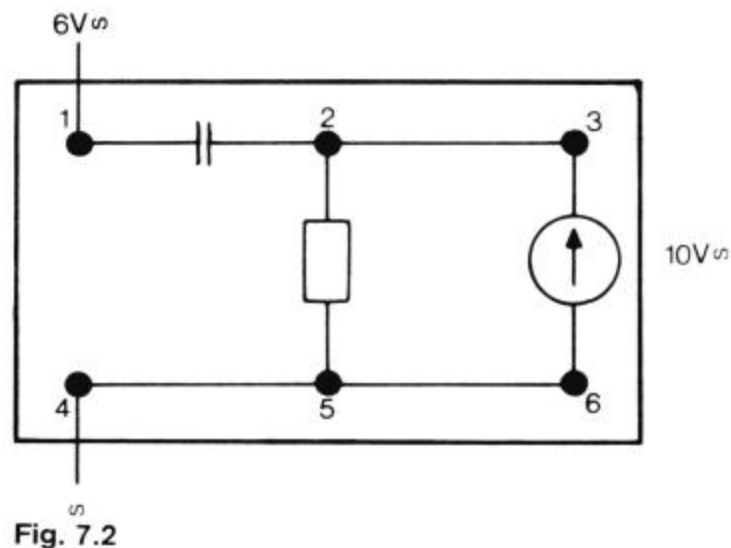
$$U_R = \text{_____ V}$$

Gentag forsøget med $C = 1 \mu\text{F}$.

$$U_R = \text{_____ V}$$

Gentag forsøget med $C = 10 \mu\text{F}$

$$U_R = \text{_____ V}$$



T 7.1

$C = 0,47 \mu\text{F}$. Hvor stor er U_R ? Beregn (med Ohms lov) strømmen i kredsløbet.

$$U_R = \text{_____ V}, I_R = \text{_____ mA}$$

T 7.2

$C = 1 \mu\text{F}$. Samme spørgsmål som i T 7.1.

$$U_R = \text{_____ V}, I_R = \text{_____ mA}$$

T 7.3

$C = 10 \mu\text{F}$. Samme spørgsmål som i T 7.1.

$$U_R = \text{_____ V}, I_R = \text{_____ mA}$$

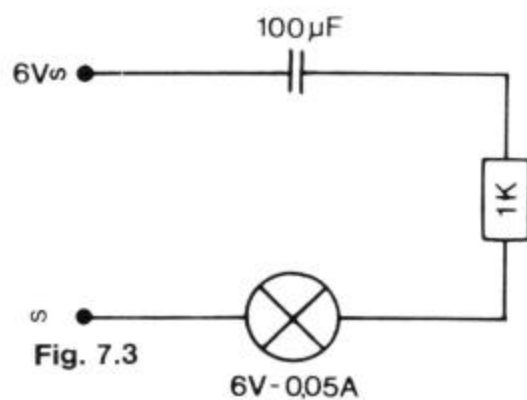
Resultaterne fra T 7.1, T 7.2 og T 7.3 indsættes i skemaet:

C	U_R (V)	I_R (mA)
0,47 μF	V	mA
1 μF	V	mA
10 μF	V	mA

T 7.4

Hvor stor kunne U_R forventes at være, hvis vi havde valgt $C = 1000 \mu\text{F}$?

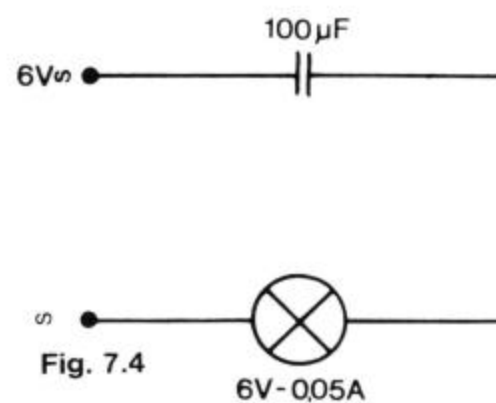
T 7.5



Vil en glødelampe (6 V – 0,05 A) i dette kredsløb kunne lyse (fig. 7.3)? Begrund svaret:

T 7.6

Vil glødelampen i dette kredsløb lyse (fig. 7.4)?



L 8: Kondensatoren ved forskellige frekvenser

Materialer: voltmeter (10 V~), kondensator 0,47 μ F (ikke elektrolyt), modstand 1K, sinusgenerator.

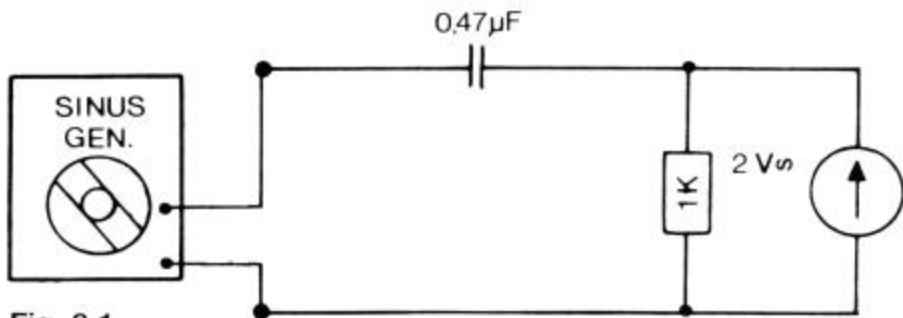


Fig. 8.1

De fleste sinusgeneratorer kan give en spænding på 2 V_{eff}. Sinusgeneratoren indstilles på 50 Hz og med voltmetret (vekselspændingsv.) måles udgangsspændingen. Denne justeres til 2 V_{eff}. Der kontrolleres, at spændingen er konstant 2 V_{eff} ved de i skemaet angivne frekvenser.

Sinusgeneratoren tilsluttes opstillingen indstillet på 50 Hz, og med voltmetret måles spændingsfaldet over modstanden. Resultatet noteres i skemaet.

Frekvens Hz	U V
50	
100	
150	
200	
300	
500	
1000	
1500	
2000	

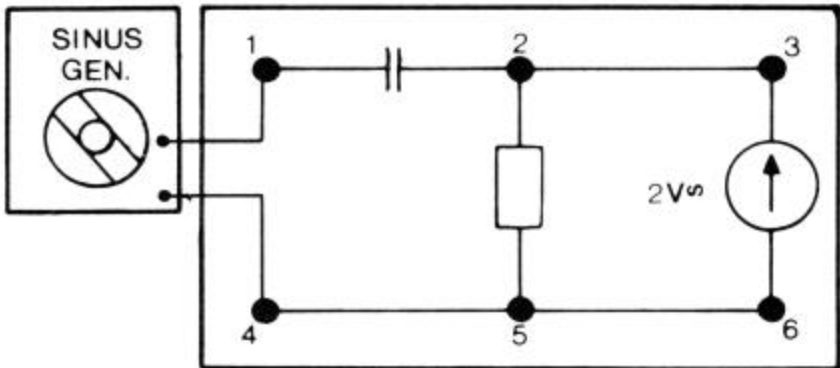


Fig. 8.2

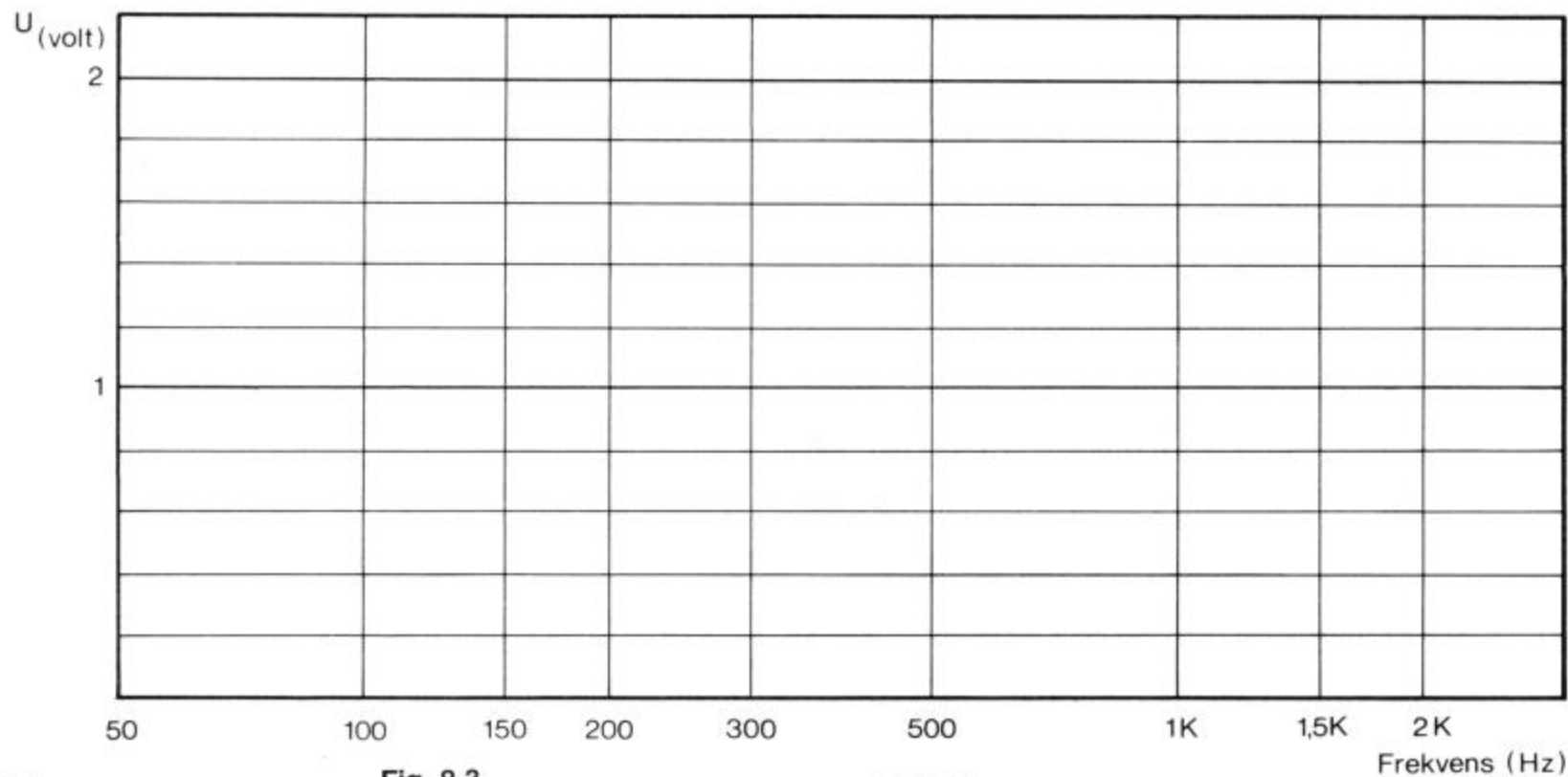
Forsøget gentages ved frekvenserne 100 Hz, 150 Hz, 200 Hz osv., og alle resultaterne noteres i skemaet.

T 8.1

I skemaet har du noteret spændingen over 1K modstanden ved forskellige frekvenser. Beregn ved hjælp af Ohms lov, hvor stor strøm der går i kredsløbet ved de forskellige frekvenser, og noter det i nedenstående skema:

Frekvens Hz	U V	I mA
50		
100		
150		
200		
300		
500		
1000		
1500		
2000		

Der kan nu tegnes en kurve over frekvensgangen.



T 8.2

Hvor stor er den maksimale strøm, der kan gå i kredsløbet?

T 8.3

Hvad er kondensatorens impedans (vekselstrømsmodstand) afhængig af?

T 8.4

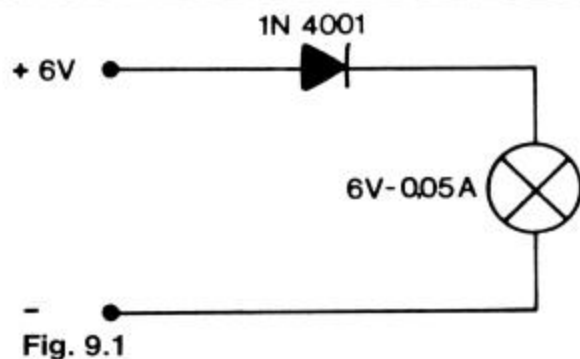
Hvilken betydning vil det have, hvis man i højttalerledningen til en forstærker indsætter en kondensator på 0,47 µF?

T 8.5

Hvor kan det tænkes, at man kunne udnytte kondensatorens virkning?

L 9: Dioden

Materialer: diode (1N4001 eller BY127), glødelampe 6 V – 0,05 A, ledningsforbindelser.

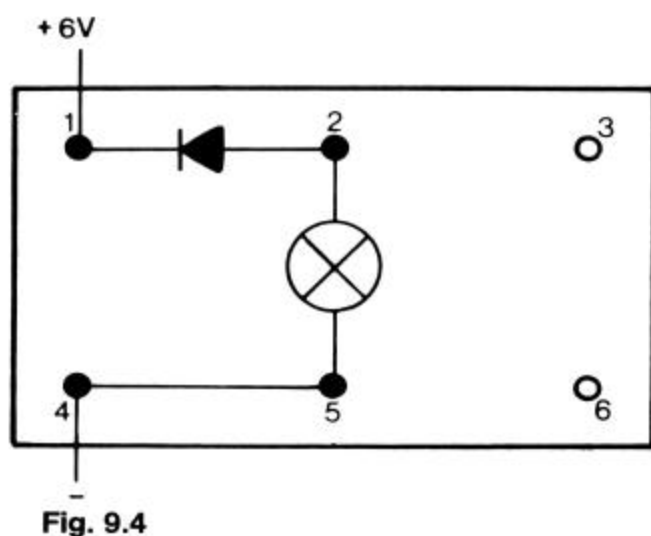
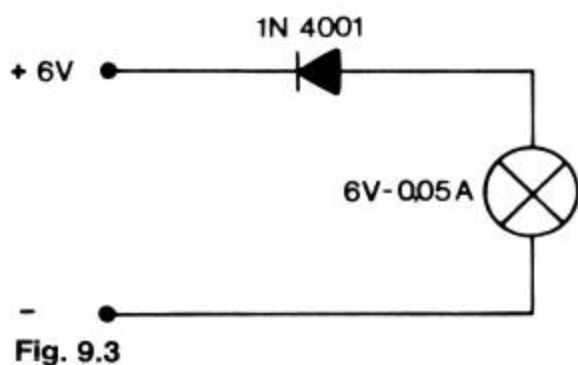


Opbyg opstillingen efter monteringsdiagrammet og tilslut opstillingen en 6 V jævnspændingskilde.

Glødelampen lyser/lyser ikke.

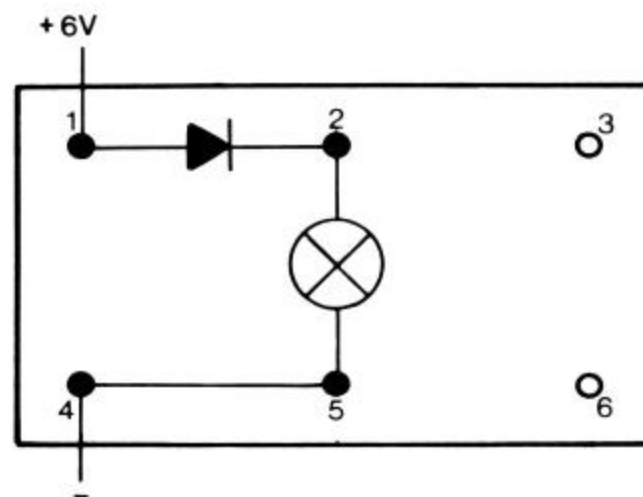
Dioden leder/leder ikke den elektriske strøm.

Nu vendes dioden.

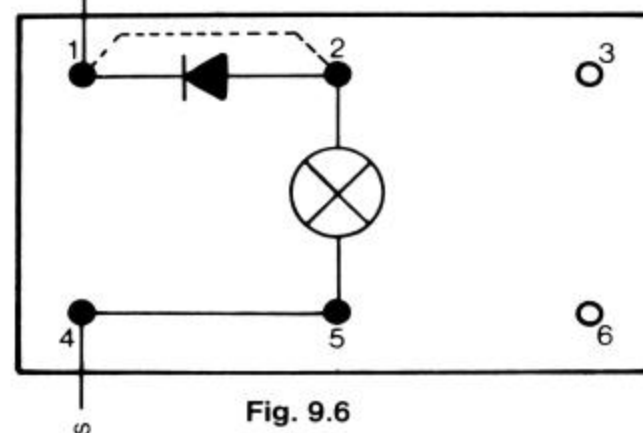
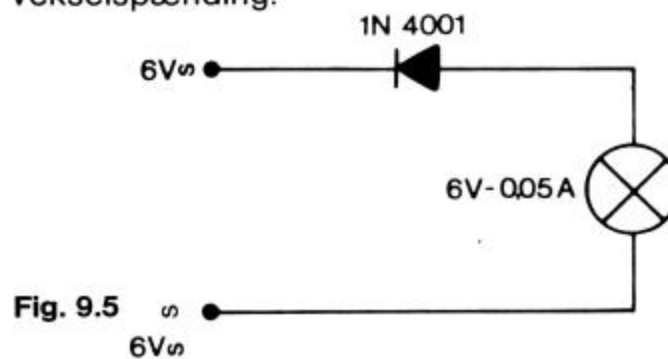


Glødelampen lyser/lyser ikke

Dioden leder/leder ikke den elektriske strøm.



Opstillingen fra det sidste forsøg bevares, og der tilsluttes 6 V vekselspænding.



Glødelampen lyser/lyser ikke

Dioden leder/leder ikke den elektriske strøm.

Samme forsøg gentages, men ledningerne til spændingskilden byttes om.

Glødelampen lyser/lyser ikke.

Dioden leder/leder ikke.

En løs ledning forbindes over dioden (den kortsluttes og er ikke i funktion).

Hvilken betydning har dette?

T 9.1

Hvad kan man efter de to første øvelser sige om diodens funktion?

Hvorfor kalder man også dioden en »ventil«?

T 9.2

Hvordan skal opstillingen tilsluttes vekselspænding, for at

glødelampen lyser?

T 9.3

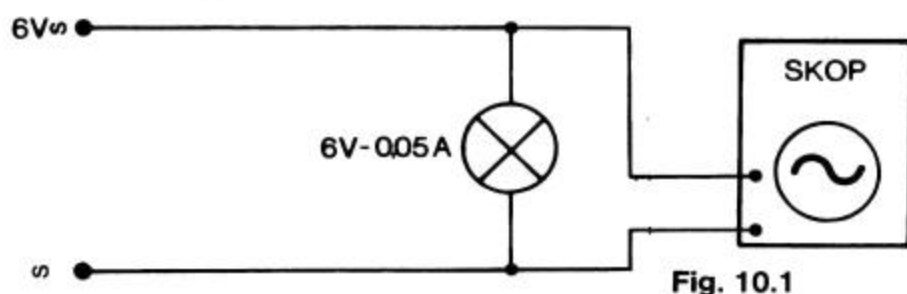
Hvad sker der, når dioden i sidste øvelse kortsluttes med

en ledning?

Hvorfor?

L 10: Diodefunktionen undersøgt med oscilloskop

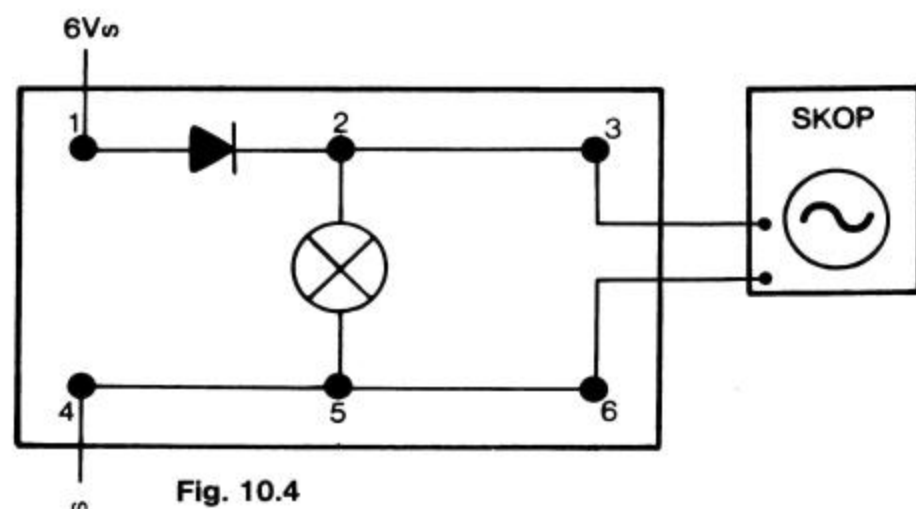
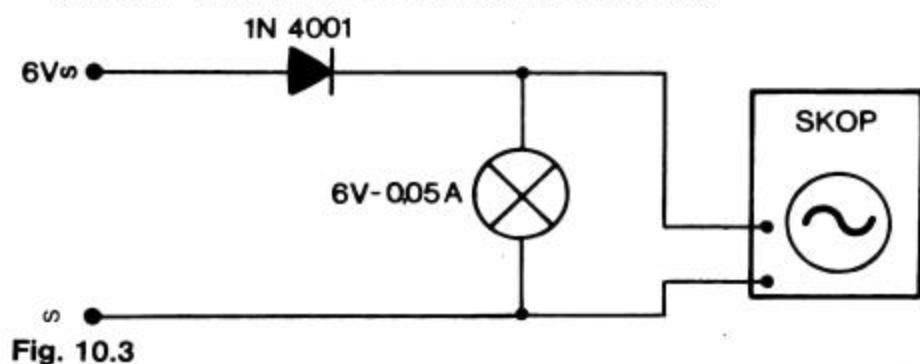
Materialer: diode (1N4001 eller BY127), glødelampe 6 V – 0,05 A, elektrolytkondensator 1000 μF /10 V, oscilloskop, ledningsforbindelser.



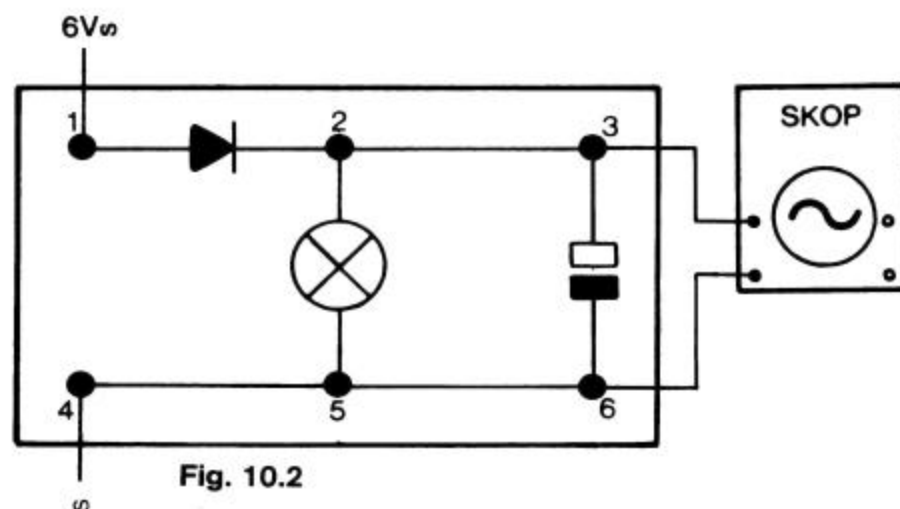
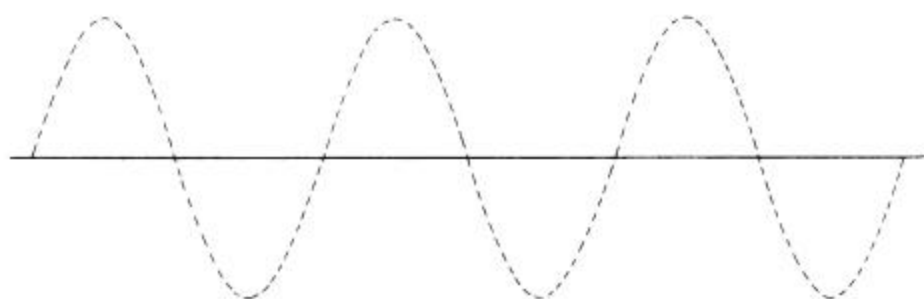
Vi vil med denne øvelse undersøge, hvorfor glødelampen i L 9 ved vekselspænding kun lyste med halv styrke.

Først betragtes sinuskurven på oscilloskopet, idet opstillingen bygges efter monteringsdiagrammet.

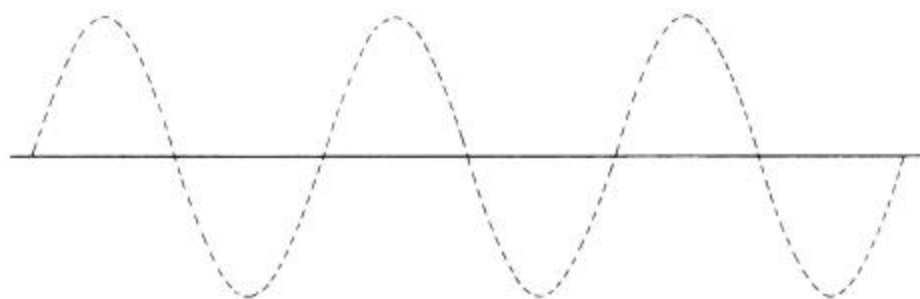
Derefter monteres en diode i kredsløbet.



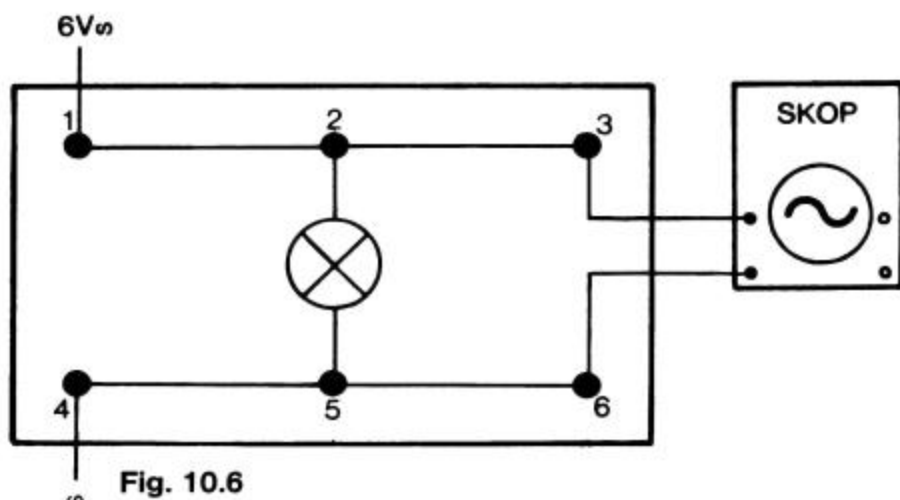
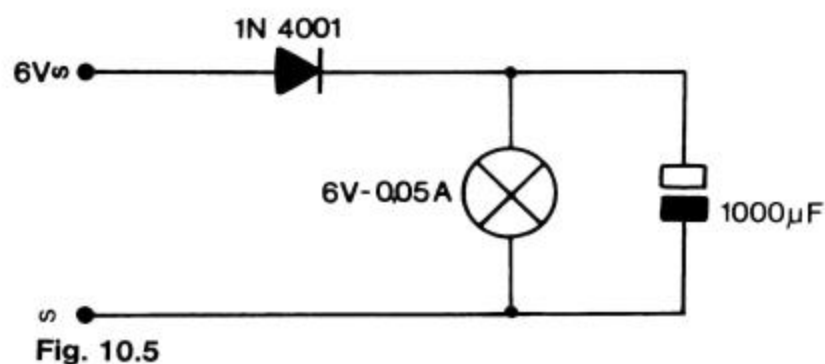
Tegn oscilloskopbilledet:



Dioden vendes. Tegn igen oscilloskopbilledet:

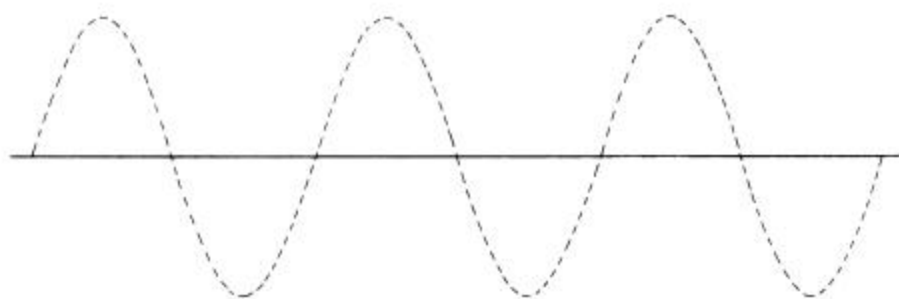


Der monteres en elektrolytkondensator parallelt med glødelampen (kondensatoren skal polariseres rigtigt).



Hvilken indvirkning har kondensatoren på glødelampens lysstyrke:

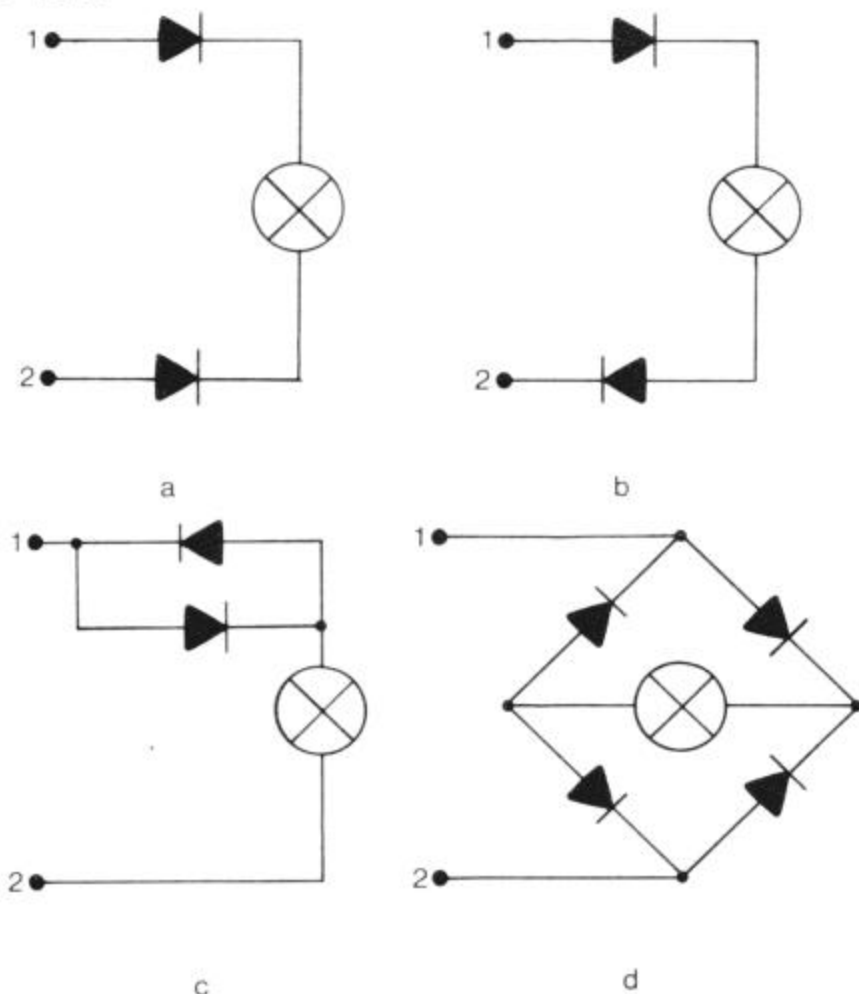
Tegn oscilloskopbilledet:



T 10.1

Kan du ved at se på tegningen af oscilloskopbillederne sige, hvorfor glødelampen kun lyste med halv styrke?

T 10.2



Vil lampen lyse, hvis der tilsluttes

jævnspænding, plus til 1

jævnspænding, plus til 2

vekselspænding

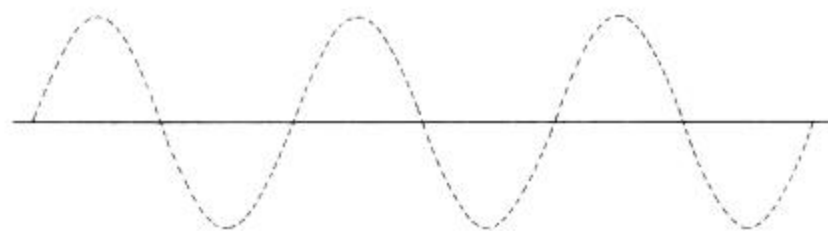
a	b	c	d

T 10.3

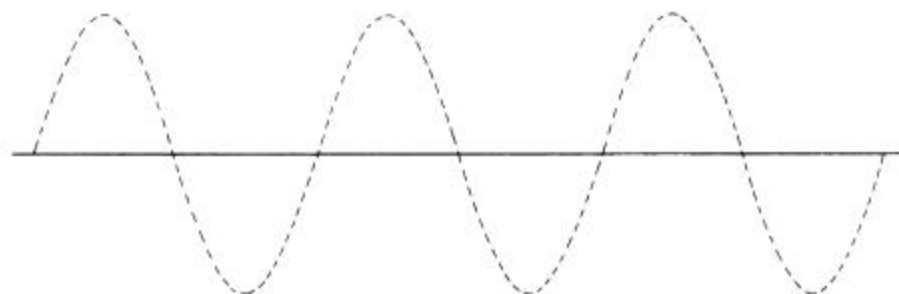
Forklarer det sidste oscilloskopbillede, hvorfor monteringen af kondensatoren forøgede lysstyrken i glødelampen?

T 10.4

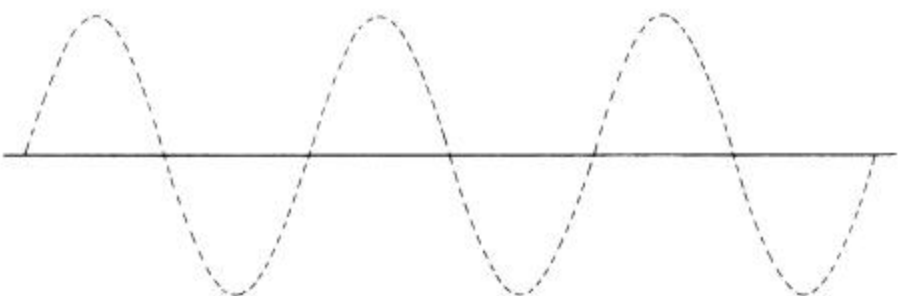
På denne tegning opridses oscilloskopbilledet fra sidste øvelse, hvor der var monteret en kondensator på 1000 μF parallelt med glødelampen:



Tegn oscilloskopbilledet, som du mener, det vil se ud med en kondensator på 10 μF :



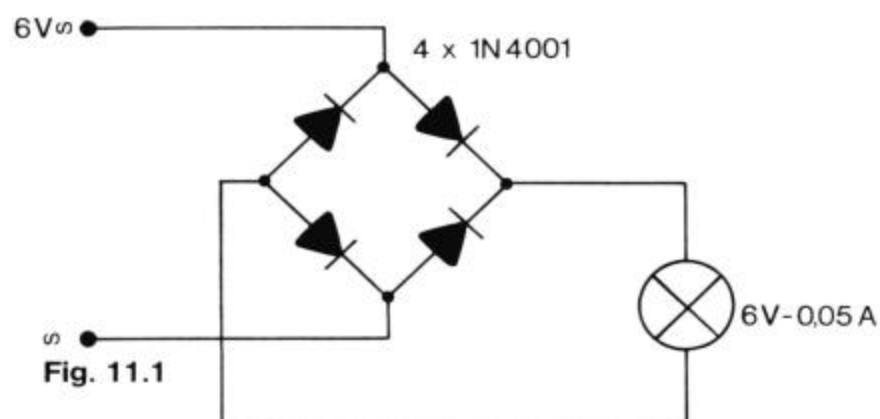
Tegn oscilloskopbilledet, som du mener, det vil se ud med en kondensator på 10000 μF :



Ensretning af vekselstrøm: Basis Elektronik side 37.

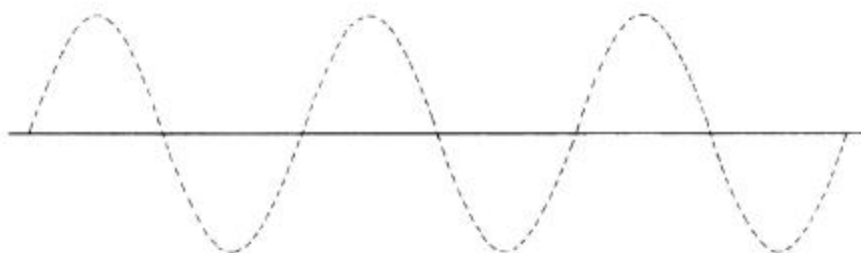
L 11: Brokoblet ensretter

Materialer: fire dioder (1N4001 eller BY127), glødelampe 6 V – 0,05 A, glødelampe 6 V – 1 A, elektrolytkondensator 1000 μ F/10 V, oscilloskop, ledningsforbindelser.



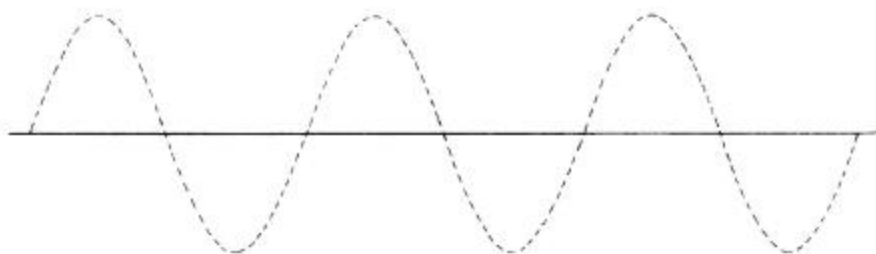
Opbyg opstillingen med fire dioder i brokobling og med glødelampen 6 V – 0,05 A og tilslut 6 V vekselspænding. Over glødelampen tilsluttes (som i L 10) et oscilloskop.

Tegn oscilloskopbilledet (fig. 11.3):



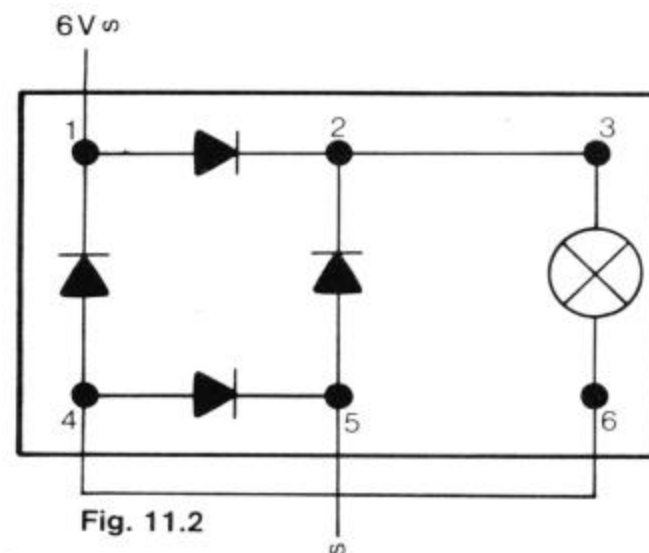
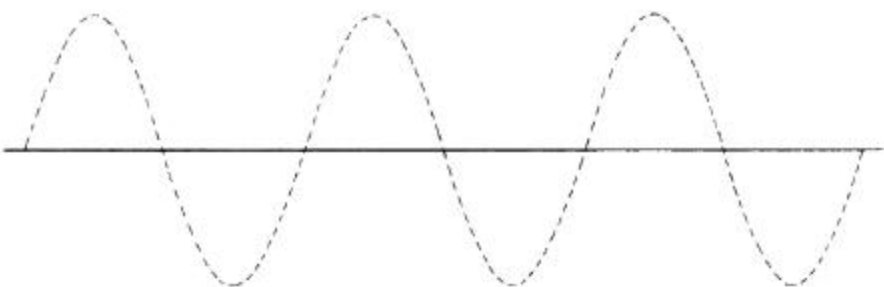
Monter en kondensator på 1000 μ F parallelt med glødelampen.

Tegn oscilloskopbilledet (fig. 11.4).



Udskift glødelampen 6 V – 0,05 A med en glødelampe 6 V – 1 A.

Tegn oscilloskopbilledet (fig. 11.5):



T 11.1

Hvilken forskel er der at se på oscilloskopet, når der ensrettes med en diode og med fire dioder i brokobling?

T 11.2

Hvorfor lyser glødelampen mere op, når der monteres en kondensator tværs over den?

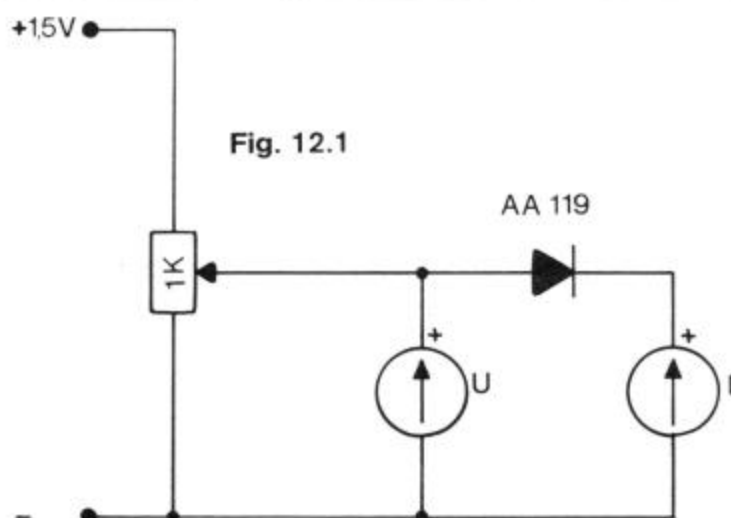
T 11.3

Hvorfor er der forskel på oscilloskopbilledet med glødelampen 6 V – 0,05 A og glødelampen 6 V – 1 A?

Fig. 11.5

L 12: Diodens karakteristik

Materialer: potentiometer 1K, diode AA119, diode 1N4148, voltmeter (2 V), amperemeter (100 mA og 1/0,1 mA), ledningsforbindelser.



Diodens karakteristik er en kurve, der viser strømmens afhængighed af spændingen over dioden.

Opstillingen opbygges efter diagrammet med en germaniumdiode (AA119).

Med et potentiometer varieres spændingen. Spændingen reguleres først til 0,2 V. Amperemetret aflæses, og resultatet indsættes i skemaet. Spændingen reguleres herefter til 0,4 V, 0,6 V osv. Ved de forskellige spændinger aflæses amperemetret, og de aflæste værdier indsættes i skemaet.

U (V)	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
I_F (mA)						

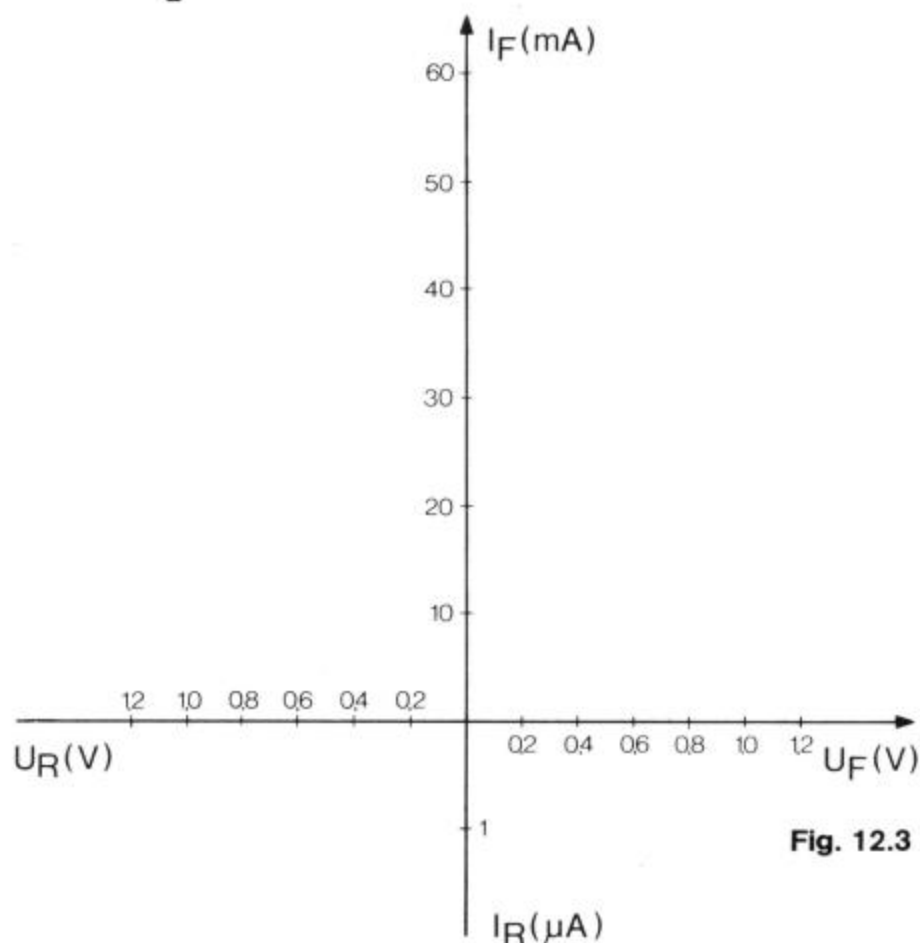
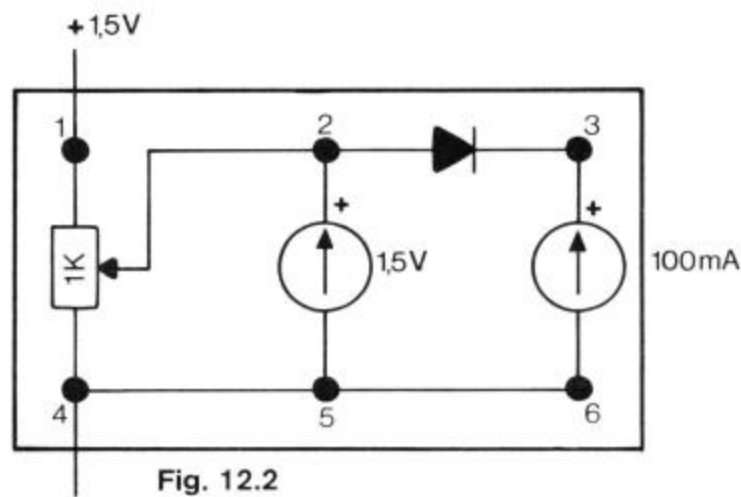
Det var I_F . F står for »forward«, engelsk = fremad. Det er strømmen i lederetningen.

I koordinatsystemet (fig. 12.3) tegnes i 1. kvadrant en kurve over sammenhørende værdier af spænding og strøm.

Nu vendes dioden, og samme målinger gennemføres. Hvis der ikke kan registreres strøm i spærreretningen på amperemetret, må et amperemeter med en bedre følsomhed anvendes (1 mA eller 0,1 mA).

Værdierne for I_R indsættes i skemaet. R er engelsk for »reverse« = modsat. Det er strømmen i spærreretningen.

I koordinatsystemet (fig. 12.3) tegnes i 3. kvadrant en kurve over sammenhørende værdier af spænding og strøm i spærreretningen.



U (V)	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
I_R (μA)						

De samme to øvelser gennemføres nu med en siliciumdiode (1N4148).

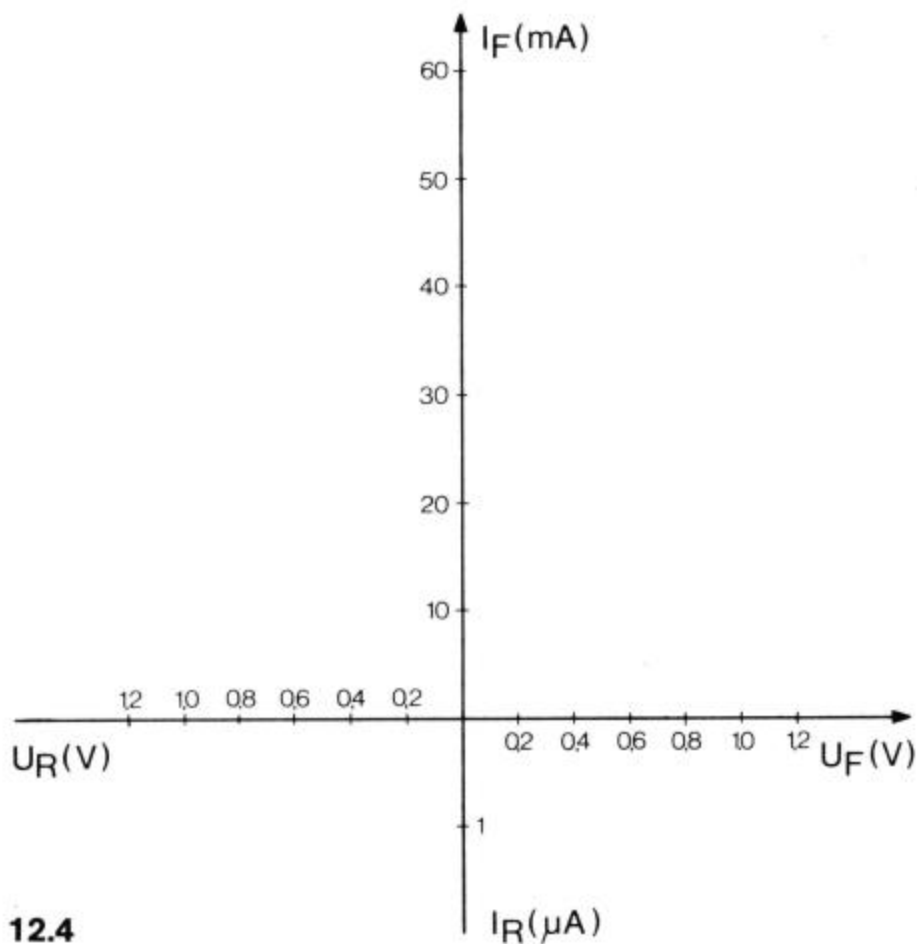
Værdierne i lede- og spærreretningen indsættes i skemaerne og i fig. 12.4 tegnes to kurver.

Skema 1

U (V)	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
I_F (mA)						

Skema 2

U (V)	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2
I_R (μ A)						



12.4

T 12.1

Hvor stor skal spændingen over dioden være, før der begynder at gå strøm

a) ved germaniumdioden: _____ V

b) ved siliciumdioden: _____ V

T 12.2

Hos hvilken type dioder er strømmen i spærreretningen mindst?

Strømmen i spærreretningen er mindst ved germaniumdioden/siliciumdioden.

T 12.3

I_F , strømmen i lederetningen var ved spændingen 1,2 V for

a) germaniumdioden: _____ mA

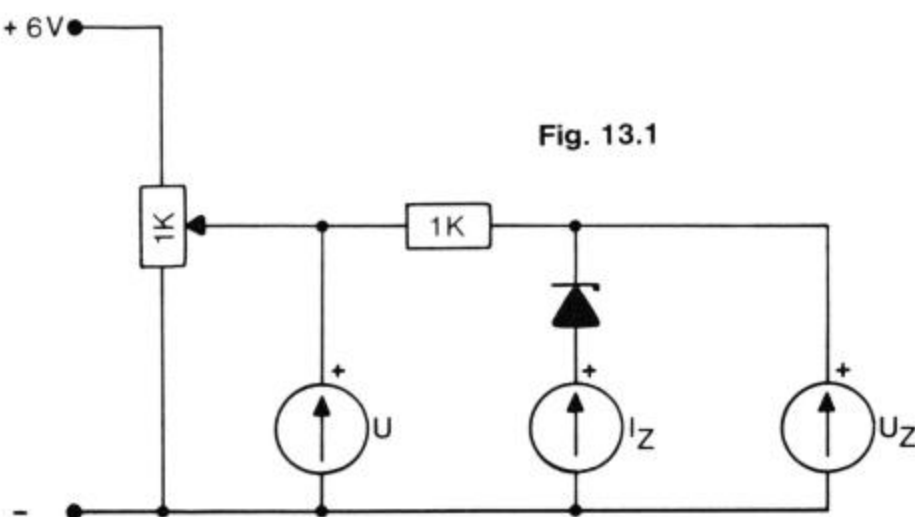
b) siliciumdioden: _____ mA

T 12.4

Hvad fortæller svarene i 12.2 og 12.3 om egenskaberne for germaniumdioder og siliciumdioder?

L 13: Zenerdioden

Materialer: potentiometer 1K, zenerdiode (BZX79 – B4V7), to voltmetre 10 V, amperemeter 100 mA, modstand 1K, ledningsforbindelser.



Opbyg opstillingen efter monteringsdiagrammet. Med potentiometeret 1K kan spændingen varieres fra 0 – 6 V. Dette aflæses på U.

Udgangsspændingen kan aflæses på Uz, og strømmen gennem zenerdioden kan aflæses på Iz.

Reguler U til 1 V. Aflæs Uz og Iz og indsæt resultatet i skemaet. Herefter reguleres U til 2 V, 3 V osv., og de tilsvarende værdier for Uz og Iz aflæses og indsættes i skemaet.

U (V)	1	2	3	4	5	6
Uz (V)						
Iz (mA)						

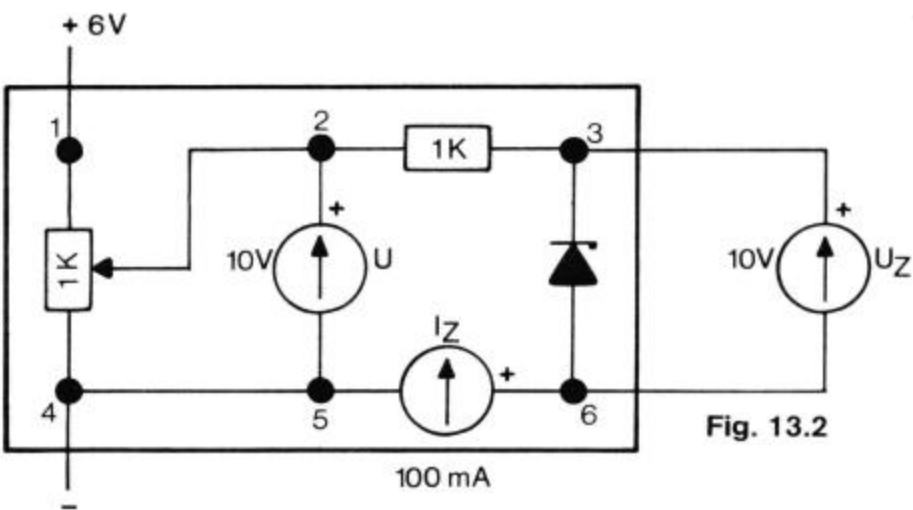
T 13.1

Når U varierer fra 0 – 6 V varierer Uz fra 0 – _____ V.

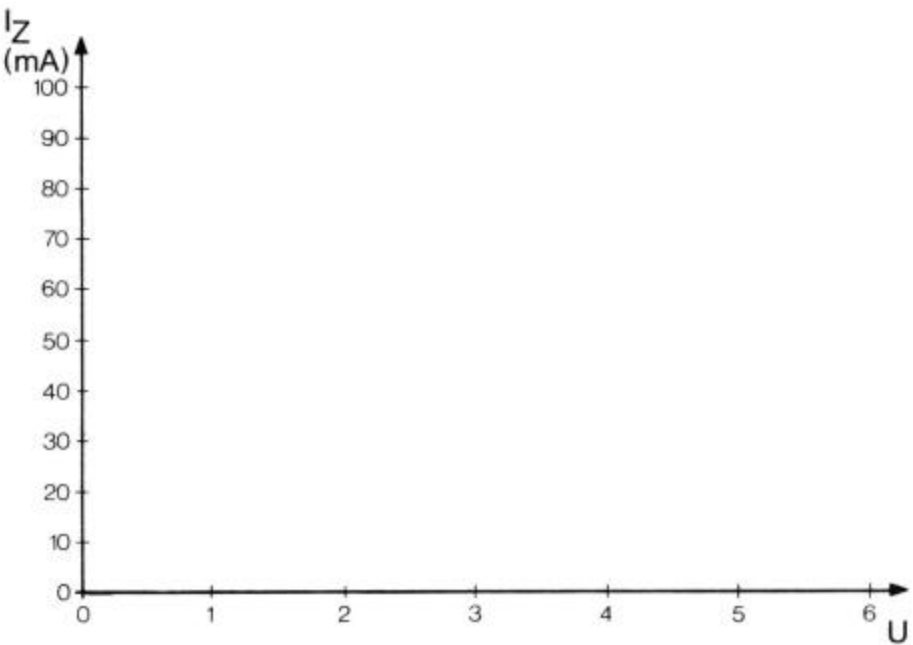
T 13.2

Hvor høj skal U være, før der går strøm gennem zenerdioden (Iz)?

U = _____ V.



Der kan nu tegnes en karakteristik over zenerdioden. Den viser Iz's afhængighed af U.



T 13.3

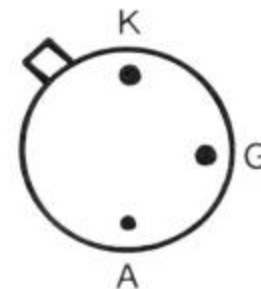
Hvad kan man bruge en zenerdiode til?

L 14: Thyristoren

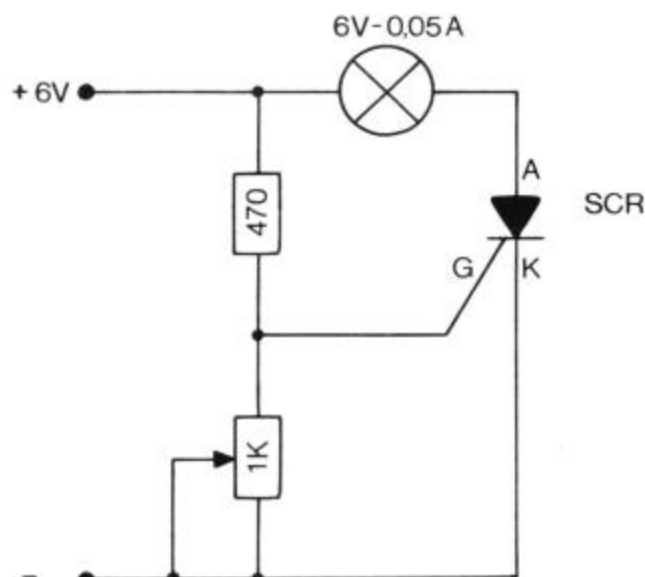
Materialer: voltmeter (10 V eller 1 V), thyristor (2N4441 e.l.), modstande 470R, LDR, modstand 1K, potentiometer 1K, glødelampe 6 V – 0,05 A, ledningsforbindelser.



2N 4441



BTX 18-100



Opstillingen opbygges efter diagrammet (fig. 14.3–14.4). Der tilsluttes ikke spænding. Potentiometret drejes således, at resistansen i det er nul ohm.

Hvis glødelampen lyser nu, er potentiometret drejet den forkerte vej. Drej det modsat vej, afbryd spændingen til opstillingen, og tilslut et øjeblik efter igen.

Nu lyser lampen ikke. Potentiometret drejes nu, til glødelampen begynder at lyse.

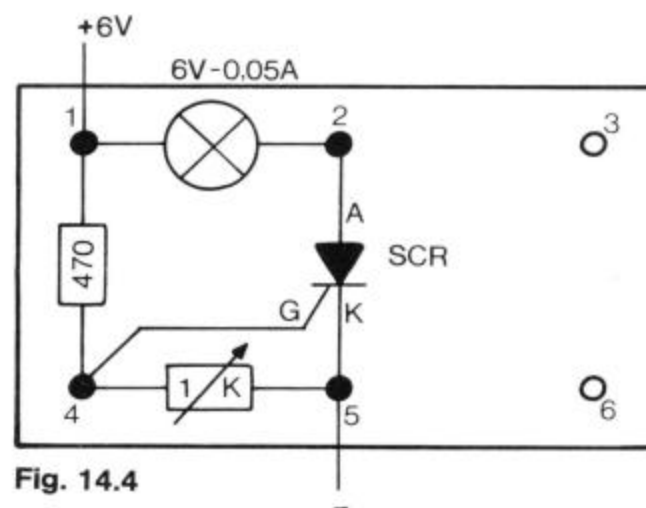
Drej nu potentiometret tilbage til udgangsstillingen.

Glødelampen lyser/lyser ikke.

Spændingen til opstillingen afbrydes.

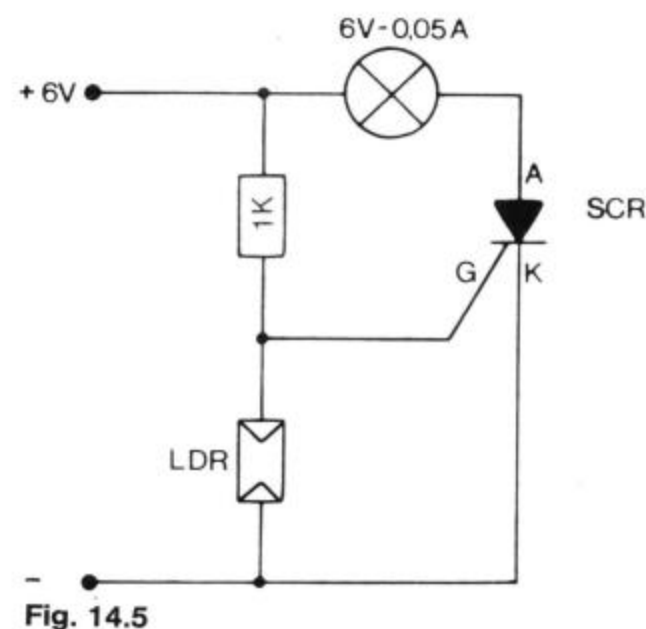
Et voltmeter forbindes over 1K potentiometret. Der tilsluttes spænding, og potentiometret drejes, til lampen lyser. Samtidig iagttages voltmeteret.

Når spændingen på gate (G) når op på _____ V, begynder lampen at lyse.



Potentiometret erstattes nu med en LDR. 470R modstanden erstattes af en 1K modstand (fig. 14.5). Der tilsluttes spænding.

Hvis lampen lyser, er belysningen i lokalet for svag. Tænd mere lys.



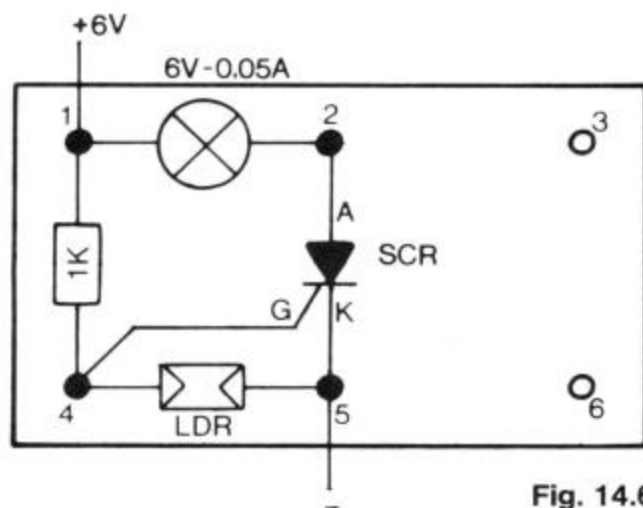


Fig. 14.6

Afbryd spændingen (evt. ved blot at skrue glødelampen løs og skrue den fast igen), og tilslut spændingen igen.

Glødelampen lyser/lyser ikke.

Hvis lampen ikke lyser, skygges med hånden over LDR.

Glødelampen lyser/lyser ikke.

Gentag forsøget.

Der byttes om på 1K modstanden og LDR.

Find ud af, hvordan opstillingen nu fungerer.

T 14.1

Hvordan adskiller thyristoren sig fra almindelige dioder?

T 14.2

Hvordan får man strøm gennem thyristoren?

T 14.3

Går der stadig strøm gennem en thyristor, når gatespændingen afbrydes?

T 14.4

Hvordan kan man afbryde for strøm gennem en thyristor?

T 14.5

Hvilke anvendelser kan man have af en thyristoropstilling med en LDR?

L 15: RC-led

Materialer: kondensator $0,47 \mu\text{F}$, modstand 1K , sinusgenerator, oscilloskop, ledningsforbindelser.

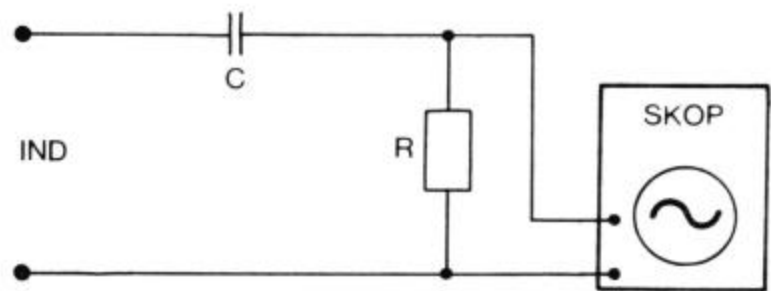


Fig. 15.1

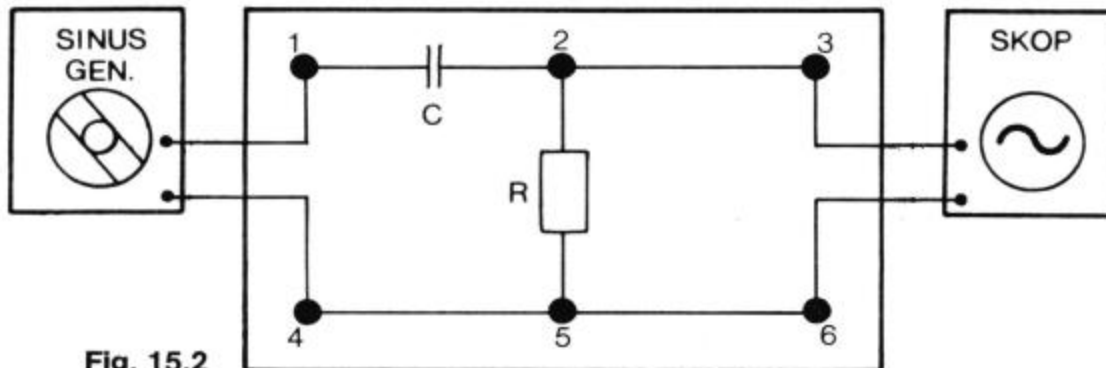


Fig. 15.2

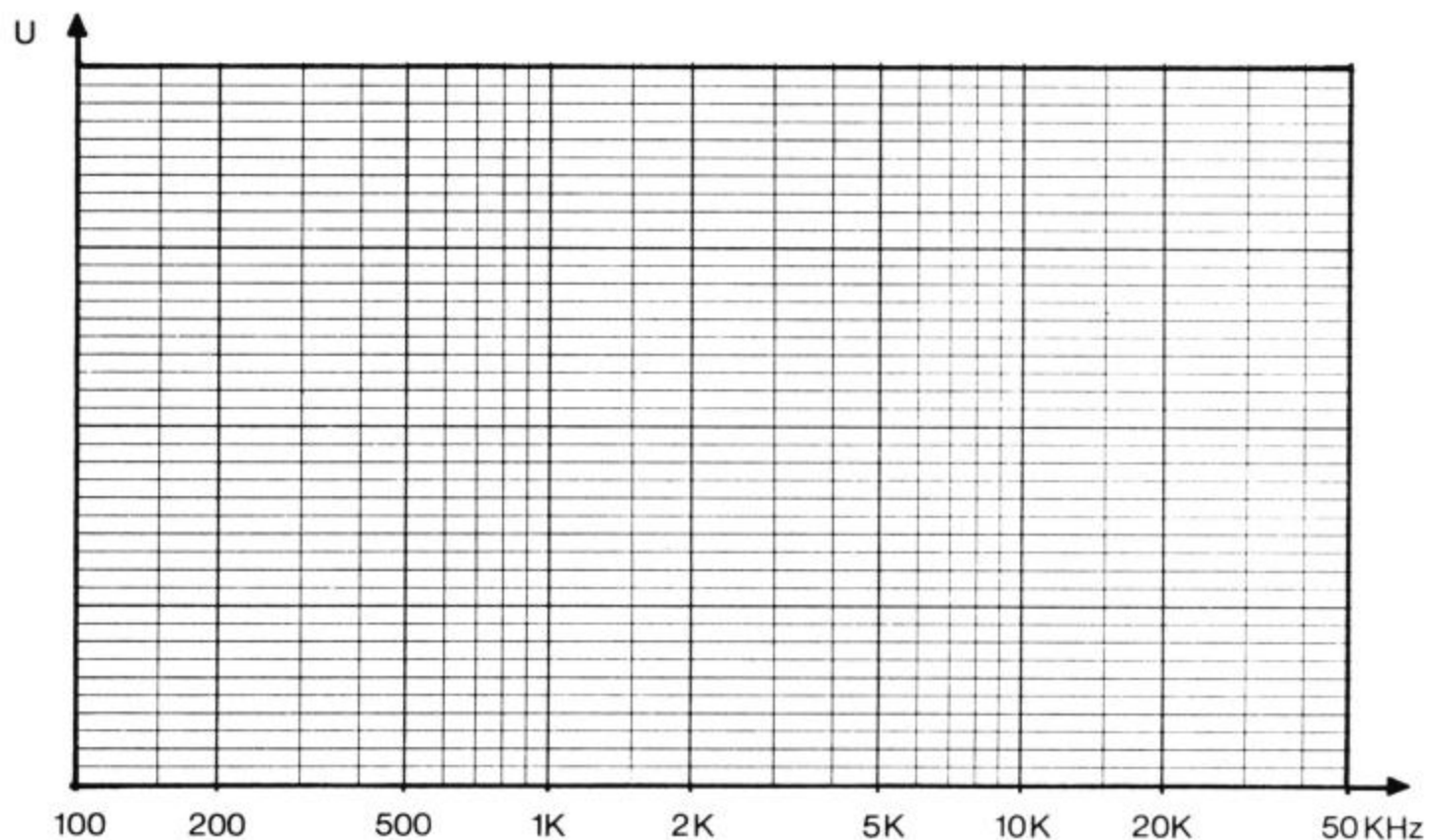
Sammensæt en modstand (R) og en kondensator (C) til et RC-led som vist på fig. 15.1. Sinusgeneratoren forbindes til indgangen, og over modstanden måles spændingsforskellen med et oscilloskop. Med et oscilloskop måles V_{ss} (spids-spids spænding). (Se Basis Elektronik side 27).

Der skal nu måles udgangsspændinger ved forskellige frekvenser. Der startes ved 100 Hz . Den aflæste spændingsværdi noteres i skemaet.

Derefter gentages målingen ved 200 Hz , og spændingsværdien noteres i skemaet. Samme ved de øvrige frekvenser.

Der kan nu tegnes en kurve over frekvensgangen for RC-leddet, dvs. en kurve, der viser, hvor stor en del af signalet, der får lov at passere ved de forskellige frekvenser.

Frekvens Hz	U V
100	
200	
500	
1K	
2K	
5K	
10K	
20K	
50K	



Der byttes nu om på R og C, og de samme målinger gennemføres. De aflæste værdier indsættes i skemaet, og der tegnes en kurve over sammenhørende værdier.

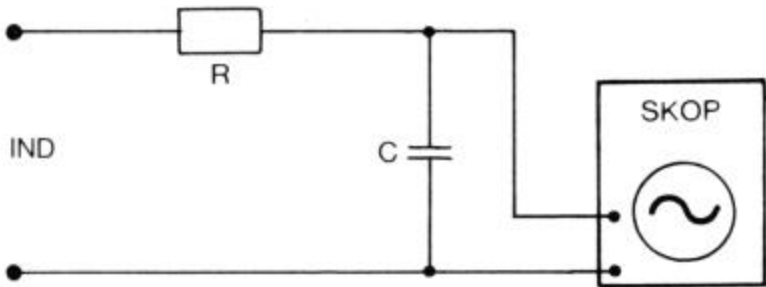


Fig. 15.4

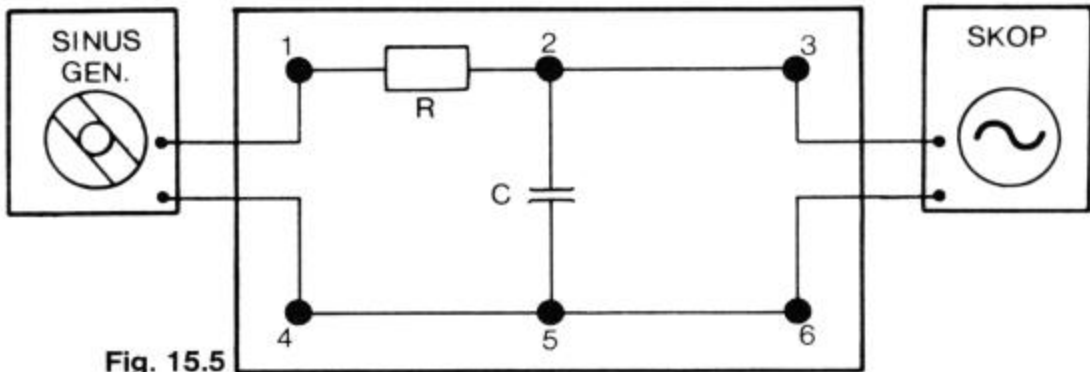
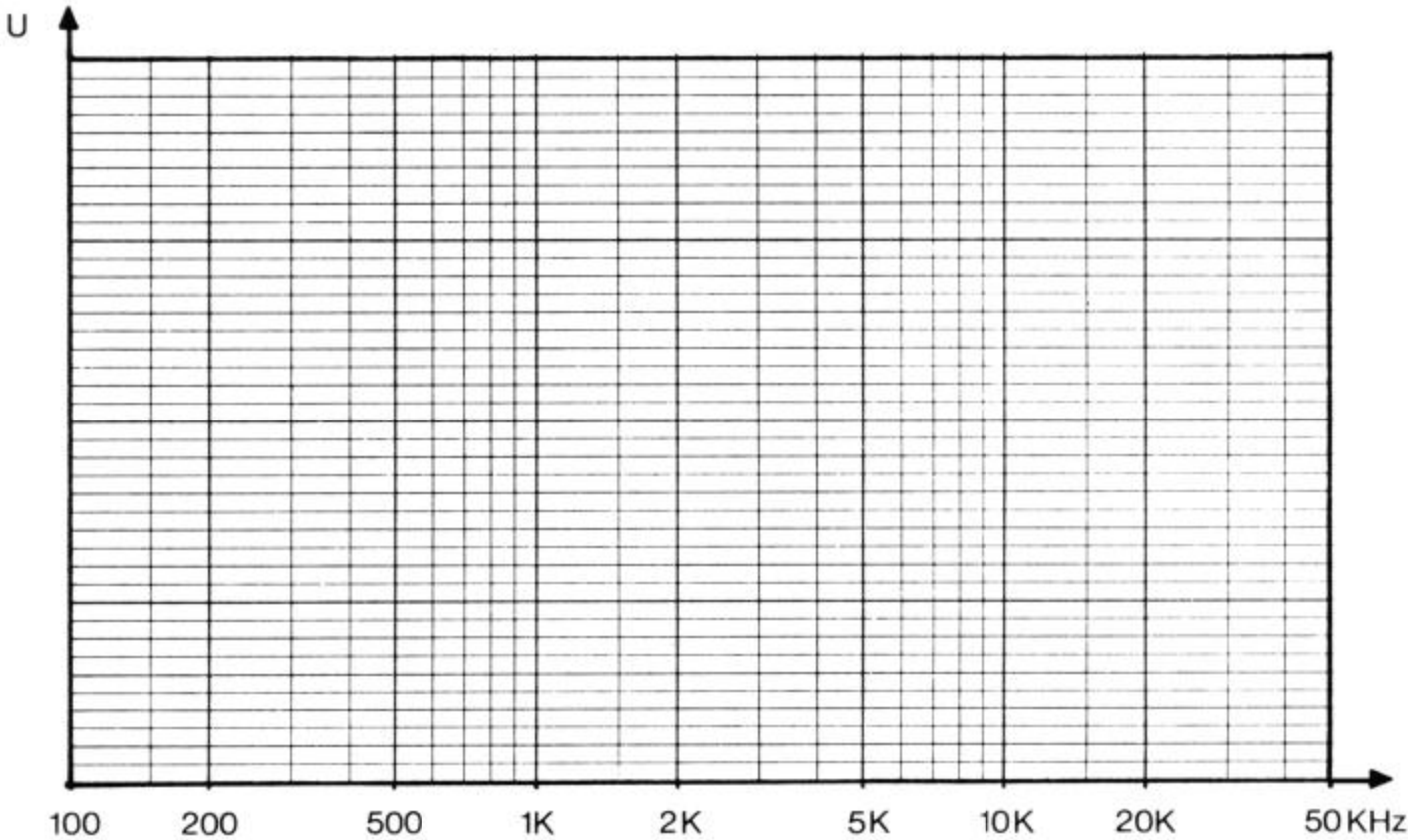


Fig. 15.5

Frekvens Hz	U V
100	
200	
500	
1K	
2K	
5K	
10K	
20K	
50K	



Nu kobles to RC-led sammen som vist på fig. 15.7.
 På dette udvidede RC-led gennemføres de samme målinger som tidligere, aflæste værdier indsættes i skemaet, og der tegnes en kurve.

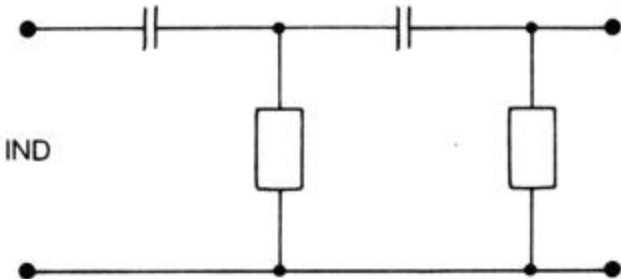
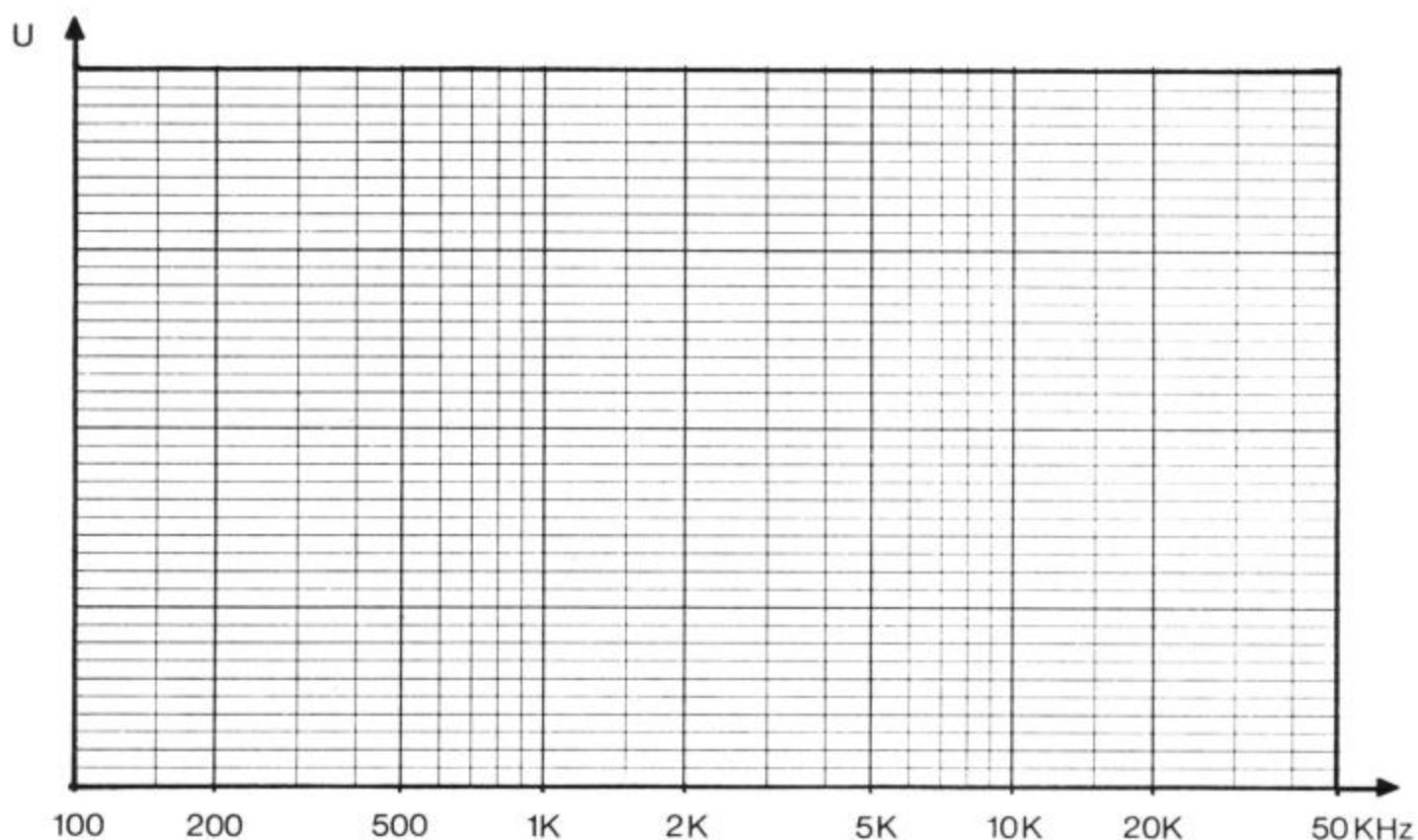


Fig. 15.7

Frekvens Hz	U V
100	
200	
500	
1K	
2K	
5K	
10K	
20K	
50K	



To modsat opbyggede RC-led sammenkobles (fig. 15.9). Der gennemføres de samme målinger som tidligere, aflæste værdier indsættes i skemaet, og der tegnes en kurve.

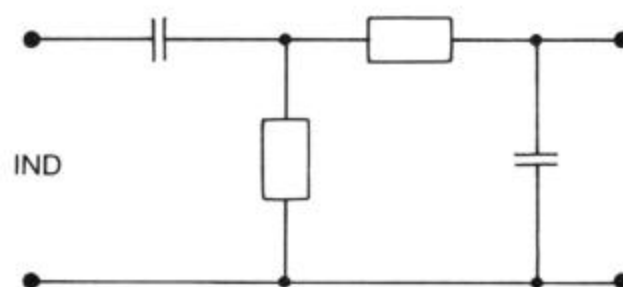
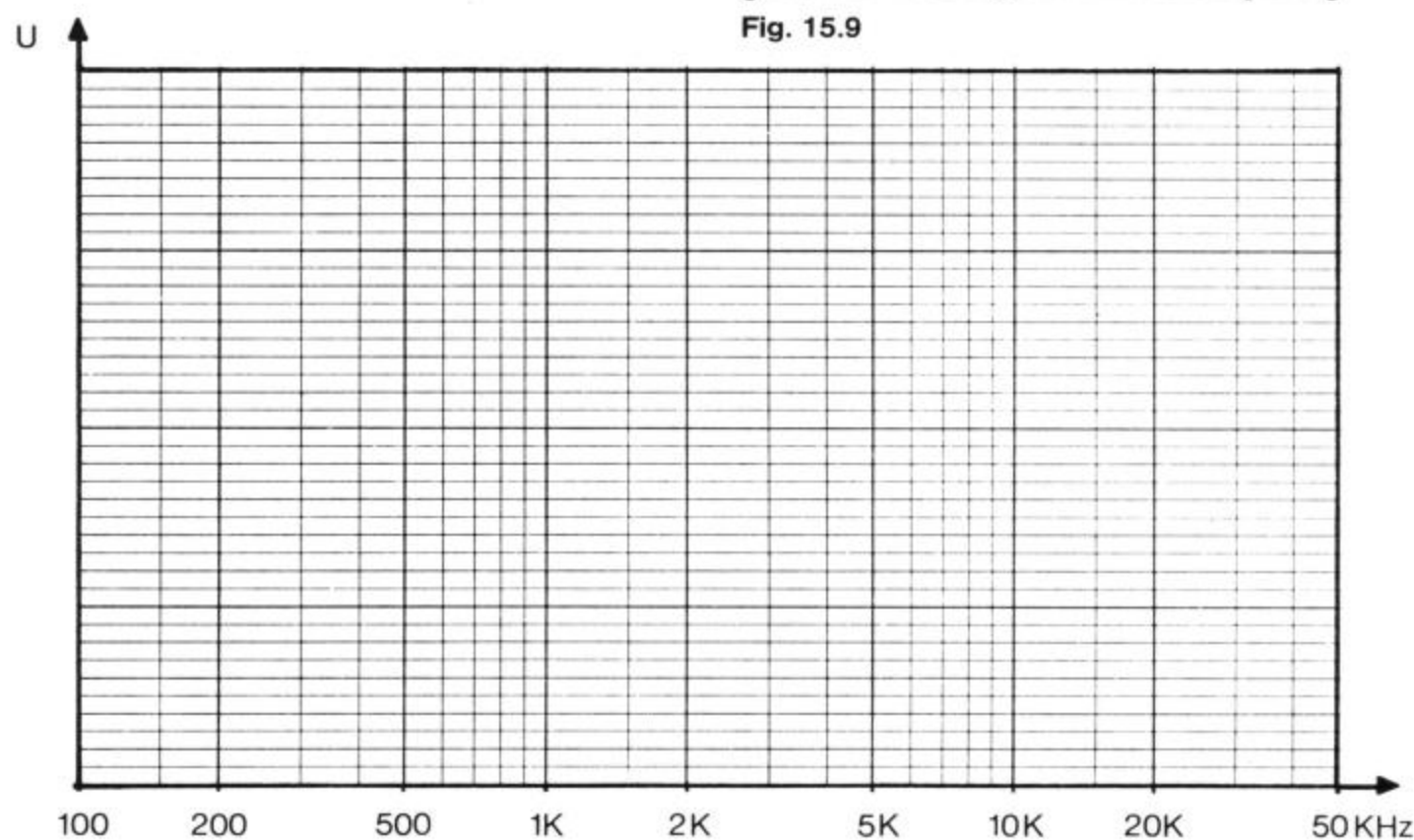


Fig. 15.9

Frekvens Hz	U V
100	
200	
500	
1K	
2K	
5K	
10K	
20K	
50K	



T 15.1

Hvorfor kaldes denne udførelse af RC-leddet i fig. 15.1 for et højpasfilter?

T 15.2

Ved hvilken frekvens er udgangsspændingen faldet til $\frac{1}{10}$ af indgangsspændingen?

$f_0 =$ _____ Hz

T 15.3

Hvorfor kaldes RC-leddet i fig. 15.3 for et lavpasfilter?

T 15.4

Ved hvilken frekvens er udgangsspændingen $\frac{1}{10}$ af indgangsspændingen?

$f_0 =$ _____ Hz

T 15.5

Sammenlign frekvenskurverne fra opstillingen i fig. 15.3 og fig. 15.4.

Hvilken indflydelse har det på kurven over frekvensgangen, at der er koblet to RC-led efter hinanden?

T 15.6

Hvilket resultat får man af at koble et højpas- og et lavpasfilter sammen (fig. 15.9)?

T 15.7

Hvad kan denne sammenkobling bruges til?

L 16: LC-led

Materialer: kondensator 0,47 μF , spole 5 mH, modstand 10K, sinusgenerator, vekselstrømvoltmeter (eller oscilloskop), ledningsforbindelser.

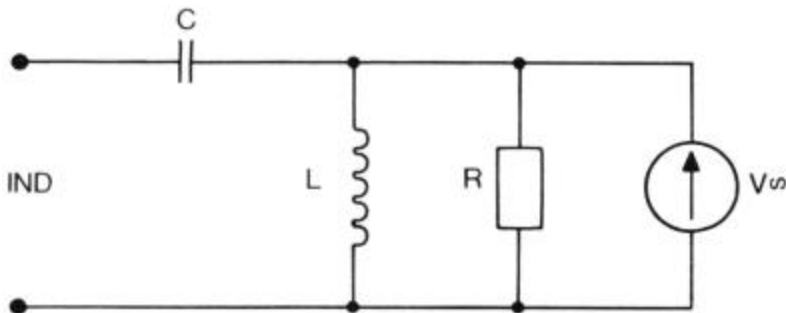


Fig. 16.1

Øvelserne i denne opgave svarer til øvelserne i L 15. Blot er modstanden erstattet af en spole (L). Det er et LC-led.

Sammensæt en spole (L) og en kondensator (C) til et LC-led som vist på fig. 16.1. Sinusgeneratoren forbindes til indgangen, og over spolen måles spændingen ved et voltmeter eller et oscilloskop.

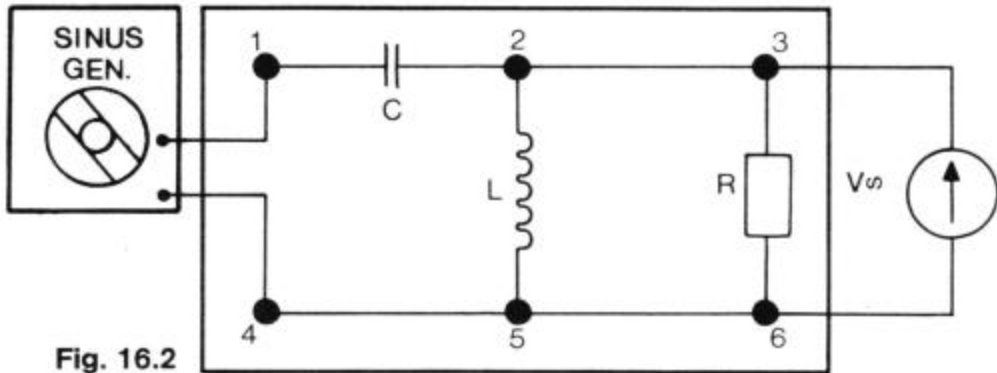
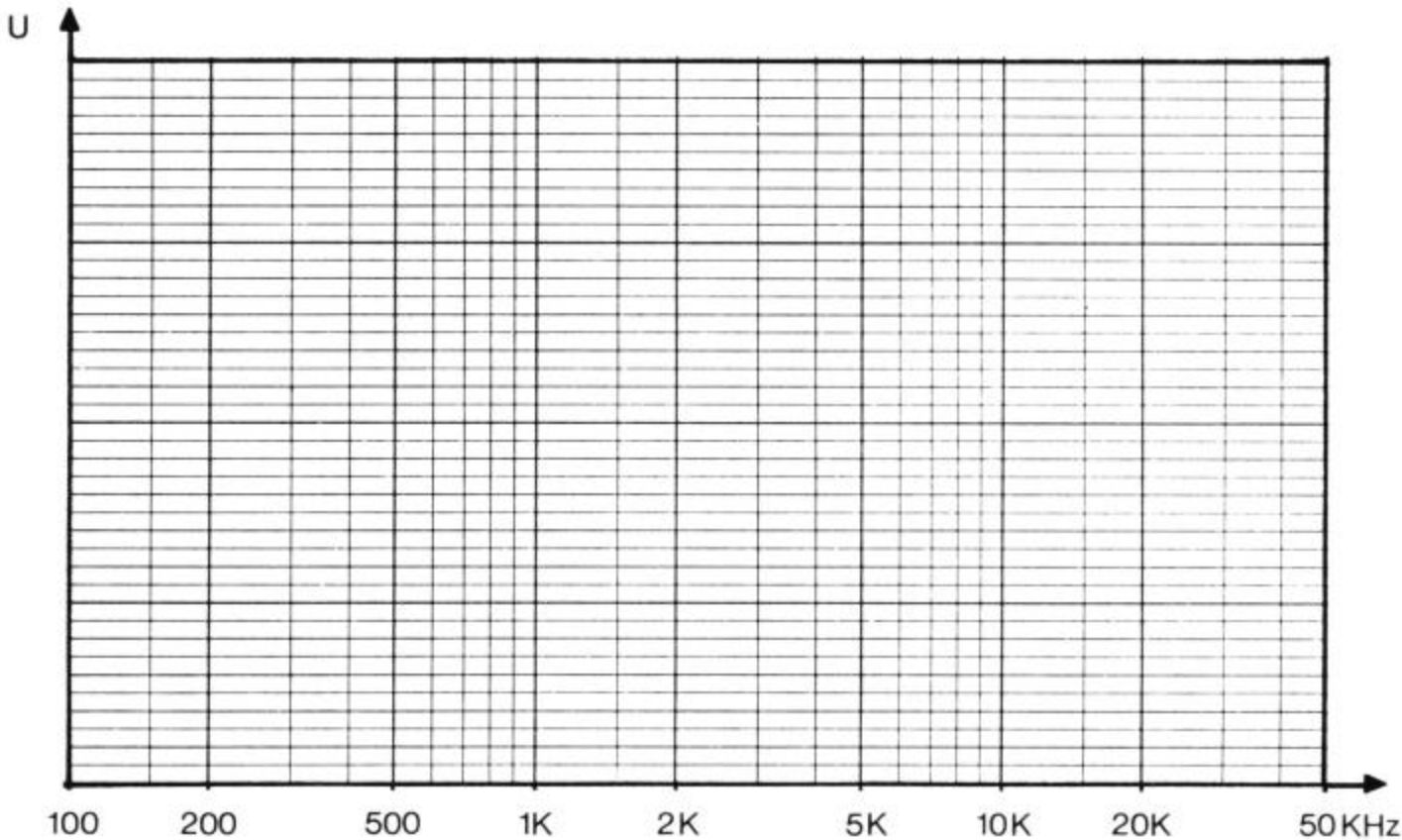


Fig. 16.2

Der skal måles udgangsspændinger ved forskellige frekvenser. Der startes ved 100 Hz. Den aflæste spændingsværdi noteres i skemaet.

Derefter gentages målingen ved 200 Hz, og spændingsværdien noteres i skemaet. Samme ved de øvrige frekvenser.

Frekvens Hz	U V
100	
200	
500	
1K	
2K	
5K	
10K	
20K	
50K	



Der byttes nu om på L og C og de samme målinger gennemføres. De aflæste værdier indsættes i skemaet, og der tegnes en kurve over sammenhørende værdier.

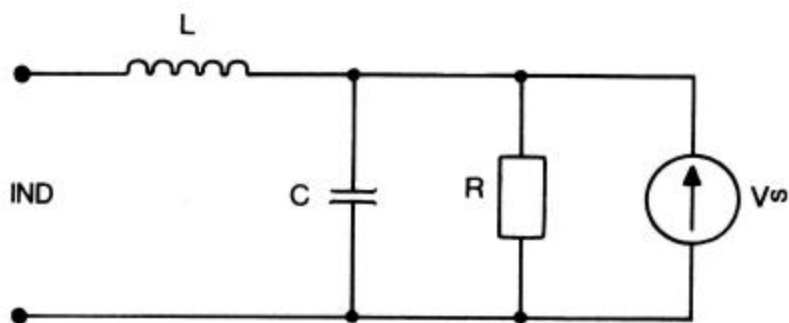


Fig. 16.4

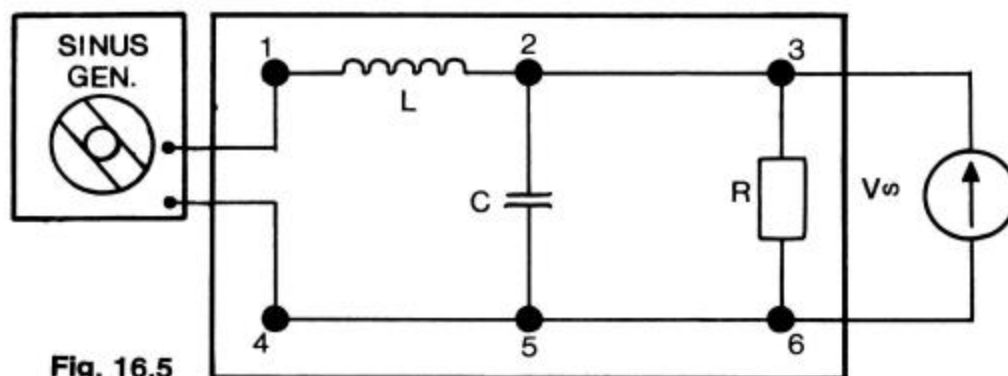


Fig. 16.5

Frekvens Hz	U V
100	
200	
500	
1K	
2K	
5K	
10K	
20K	
50K	

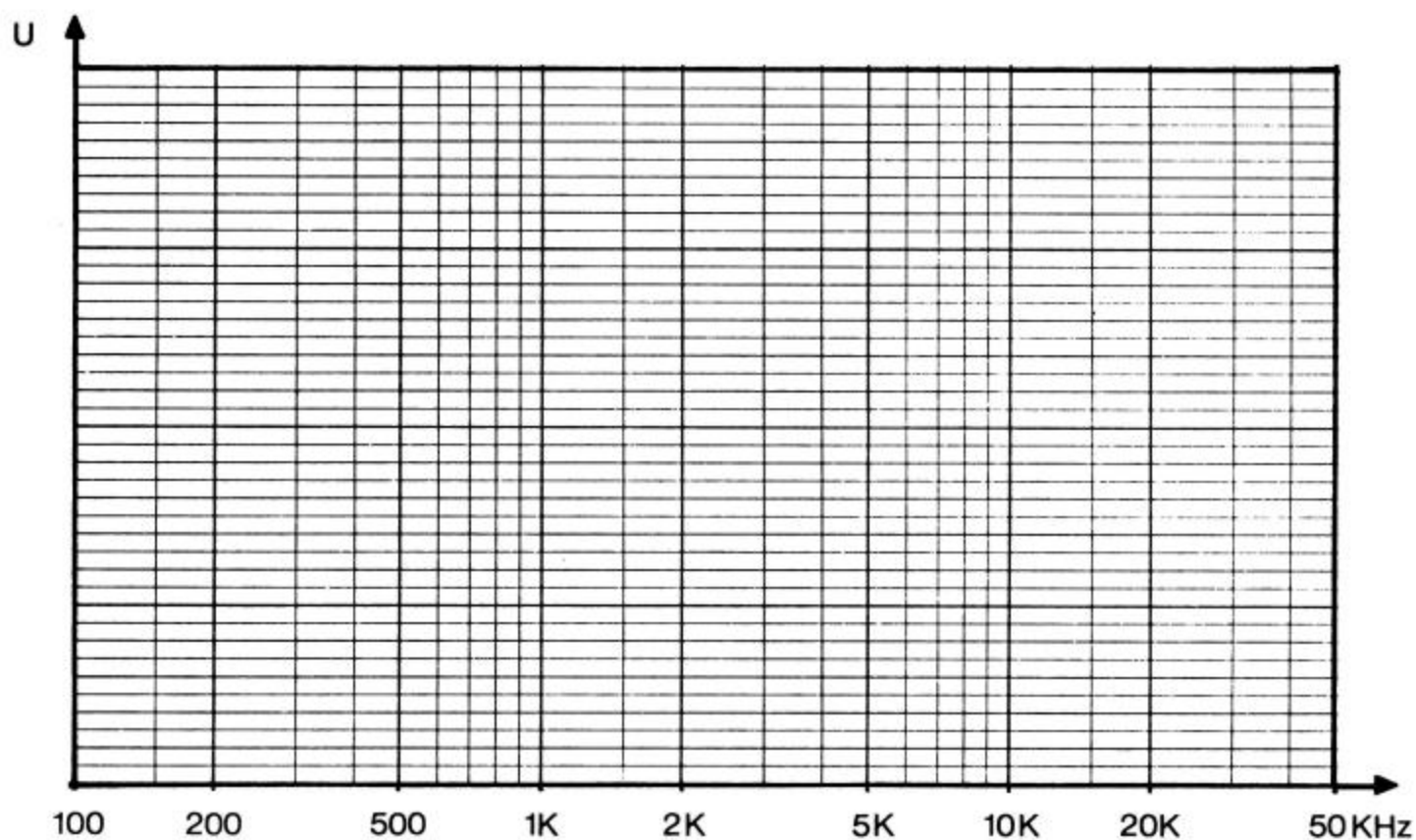


Fig. 16.6

T 16.1

Sammenlign kurven over et RC højpasfilter (L 15 fig. 15.3) med kurven over et LC højpasfilter (L 16.3).

Hvilken forskel er der på de to filtre?

T 16.2

Sammenlign RC lavpasfilter med et LC lavpasfilter. Hvilken forskel er der på de to filtre?

L 17: Svingningskredse

Materialer: spole 5 mH, kondensator 0,47 μF , modstand 1K, sinusgenerator, vekselstrømvoltmeter (eller oscilloskop).

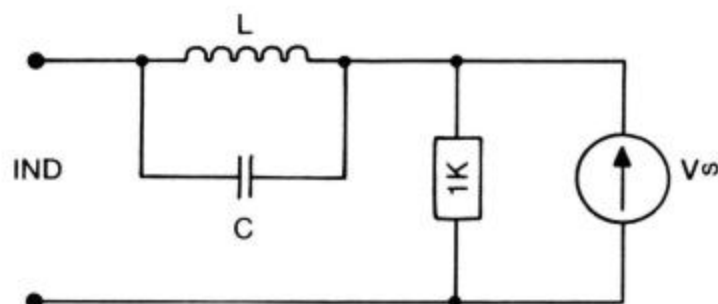


Fig. 17.1

En spole og en kondensator kan parallelforbindes eller serieforbindes til svingningskredse.

Vi undersøger først parallelsvingningskredsen fig. 17.1.

Spolen og kondensatoren forbindes efter 17.2. Sinusgeneratoren forbindes til indgangen, og over modstanden måles spændingen med et voltmeter eller et oscilloskop.

Der måles udgangsspænding ved forskellige frekvenser.

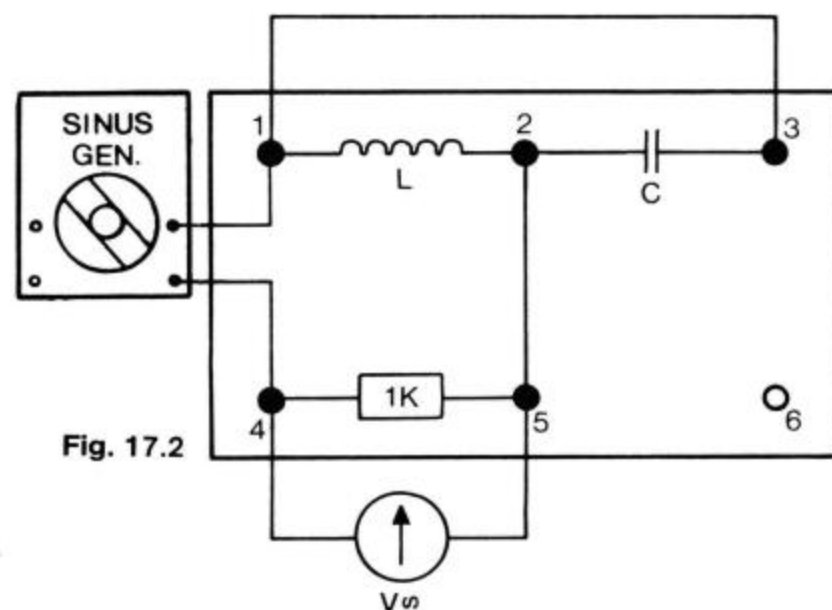
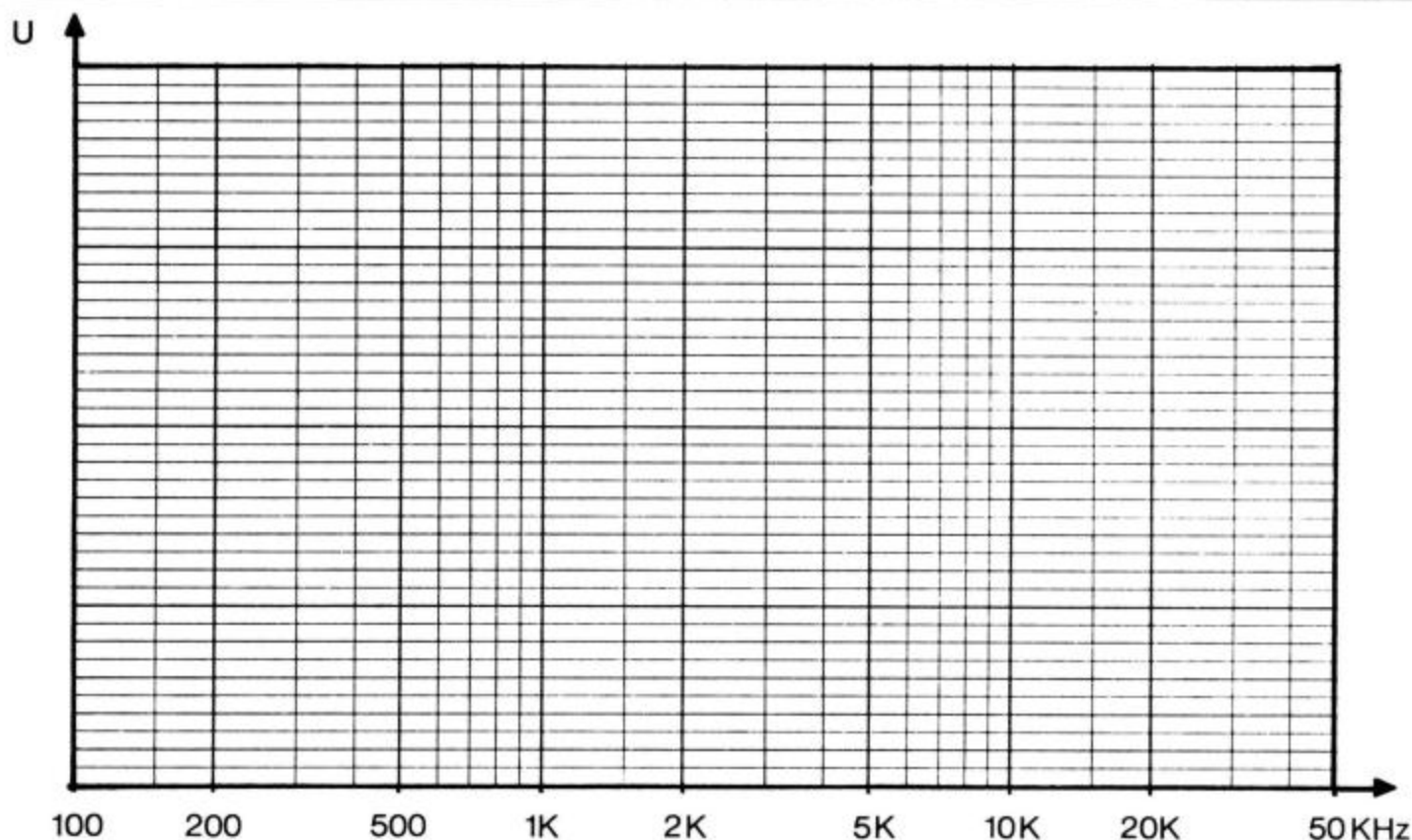


Fig. 17.2

Der startes ved 100 Hz. Den aflæste spændingsværdi noteres i skemaet.

Derefter gentages målingen ved 200 Hz, og spændingsværdien noteres i skemaet. Samme ved de øvrige frekvenser. Der tegnes en kurve over sammenhørende værdier.

Frekvens Hz	U V
100	
200	
500	
1K	
2K	
5K	
10K	
20K	
50K	



L og C serieforbindes nu som vist på fig. 17.4 og 17.5 og de samme målinger gennemføres. De aflæste værdier indsættes i skemaet, og der tegnes en kurve over sammenhørende værdier.

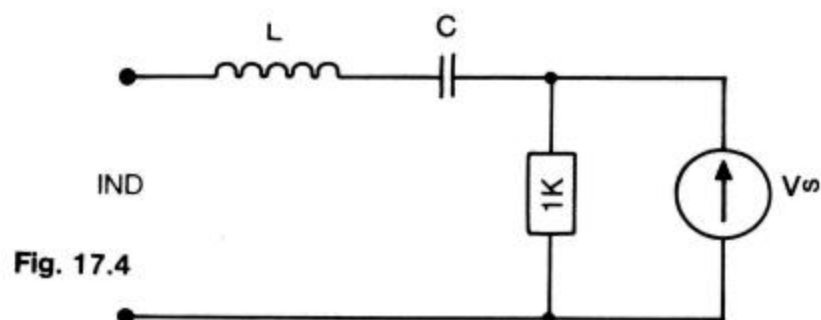


Fig. 17.4

Frekvens Hz	U V
100	
200	
500	
1K	
2K	
5K	
10K	
20K	
50K	

T 17.1

Spolen og kondensatoren yder modstand over for vekselstrøm. Det kaldes impedansen. Er impedansen lige stor ved alle frekvenser? _____

T 17.2

Ved hvilken frekvens har parallelkredsen størst impedans?

$f =$ _____ Hz

T 17.3

Ved hvilke(n) frekvens(er) har parallelkredsen mindst impedans?

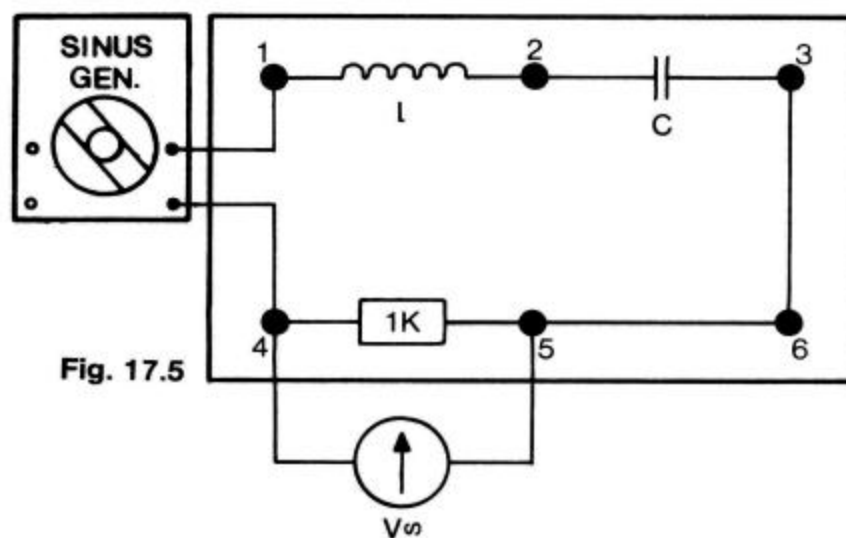


Fig. 17.5

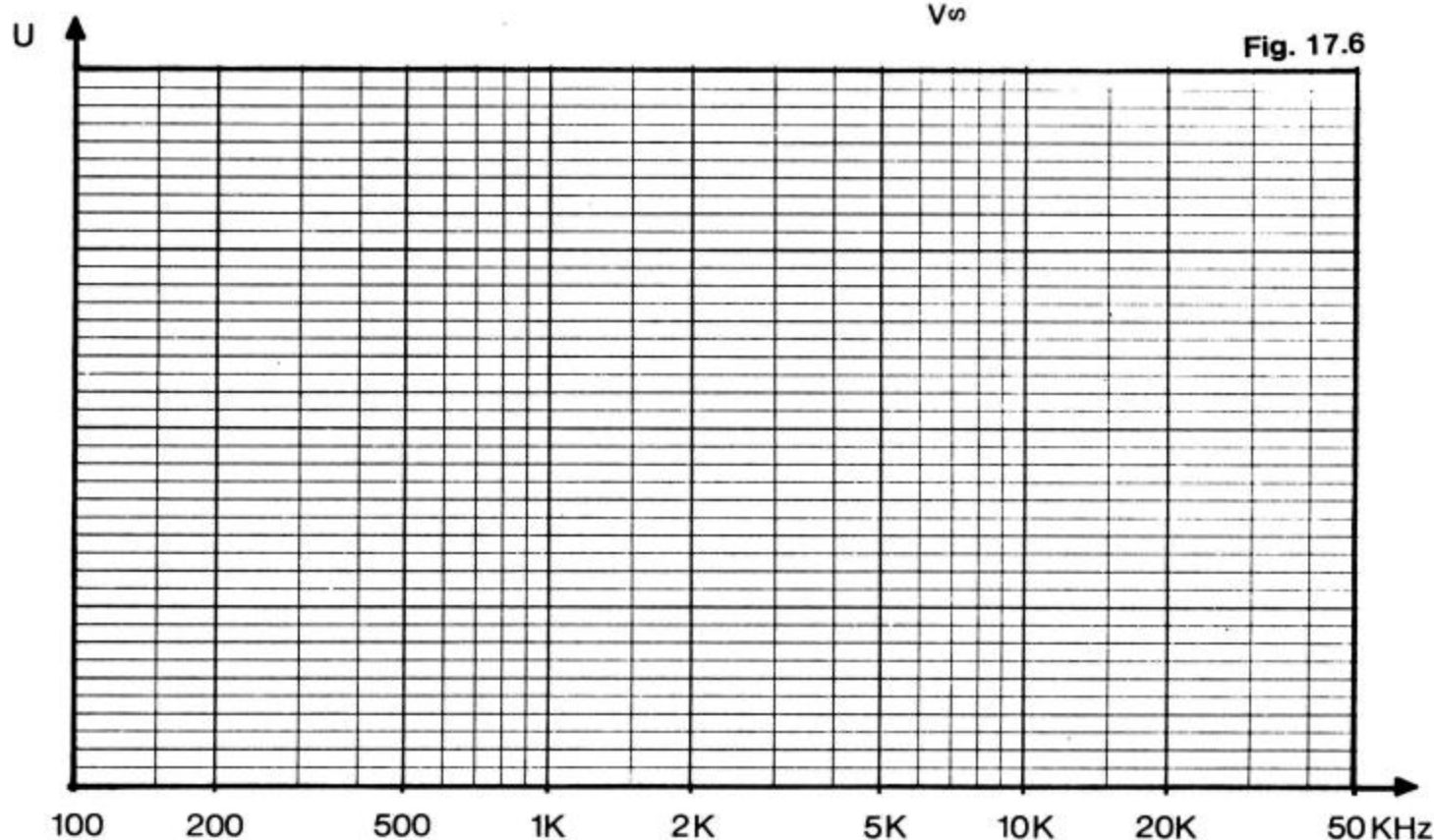


Fig. 17.6

T 17.4

Ved hvilken frekvens har seriekredsen størst impedans?

T 17.5

Ved hvilken frekvens har seriekredsen mindst impedans?

T 17.6

Hvorfor kaldes en parallelkreds for en spærrekreds og en seriekreds for en sugerkreds?

Svingningskredse: Basis Elektronik side 33.

L 18: Transistoren

Materialer: transistor BC547, glødelampe 6 V - 0,05 A, modstand 10K, voltmeter 10 V (og evt. 1 V) eller oscilloskop, ledningsforbindelser.

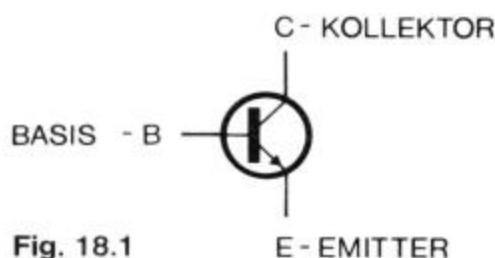


Fig. 18.1

Til en transistor er der tre tilledninger. De benævnes *emitter*, *basis* og *kollektor*: Vi skriver E, B og C (kollektor hedder på engelsk Collector).

Vi vil i det følgende arbejde med transistoren BC547 af NPN typen. BC547 er af siliciumtypen. Symbolet for NPN transistoren er vist på fig. 18.1.

Vi kan ikke undersøge, hvordan transistoren er bygget op, men gennem nogle øvelser må vi prøve at finde ud af, hvordan den fungerer.

De tre tilledninger er placeret således (fig. 18.2):



Fig. 18.2

Når man på en tegning viser placeringen af E, B og C, er det altid set fra »bunden« af transistoren, der hvor tilledningerne kommer ud.

Man skal være omhyggelig med at tilslutte plus og minus korrekt til en transistor. En forkert forbundet transistor betyder ofte en »afbrændt« transistor.

Eksperimenter aldrig med spænding på. Efter hvert forsøg afbrydes spændingen, der laves ny opstilling, og spændingen tilsluttes igen.

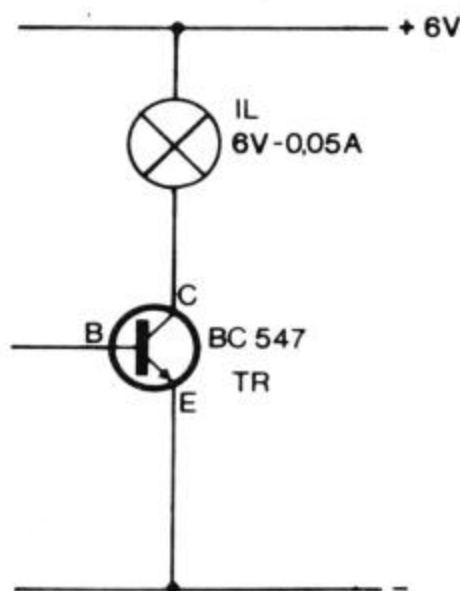


Fig. 18.3

1. Kan der gå strøm gennem en transistor?

Vi tilslutter transistoren med kollektor forbundet gennem en glødelampe til plus og emitter direkte til minus. Glødelampen vil vise, om der går strøm gennem transistoren (så lyser glødelampen). Vi er i denne opstilling gået ud fra, at pilen i symbolet viser, hvilken vej strømmen i en tran-

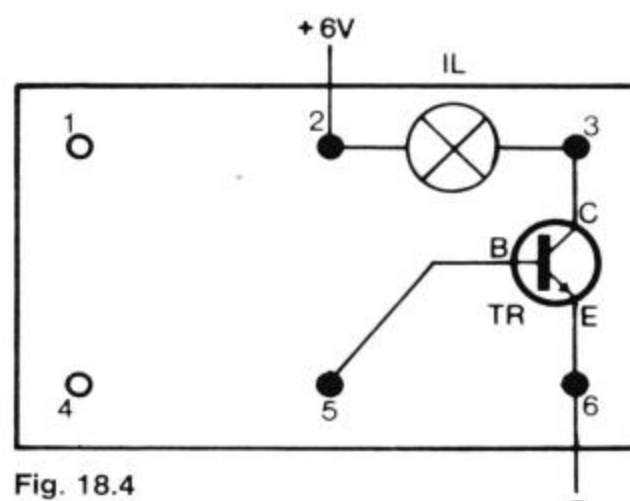


Fig. 18.4

sistor skal gå. (Fig. 18.3 og fig. 18.4).

Glødelampen lyser/lyser ikke.

Der går strøm/ikke strøm gennem transistoren.

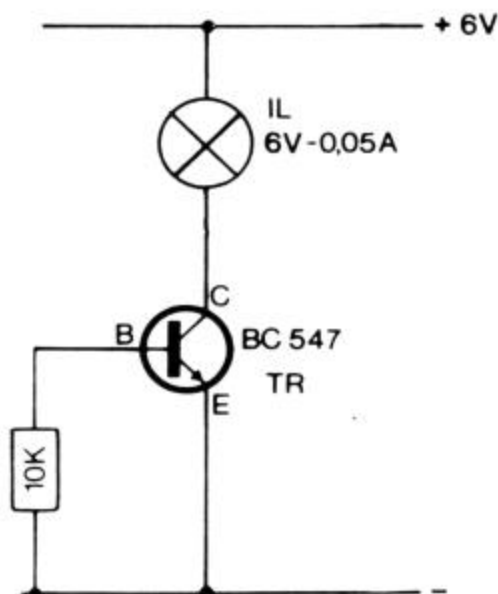


Fig. 18.5

2. Basisspænding

Vi har endnu ikke tilsluttet basisledningen.

Basis forbindes først gennem en modstand på 10K til minus (fig. 18.5). Sæt streg under det rigtige:

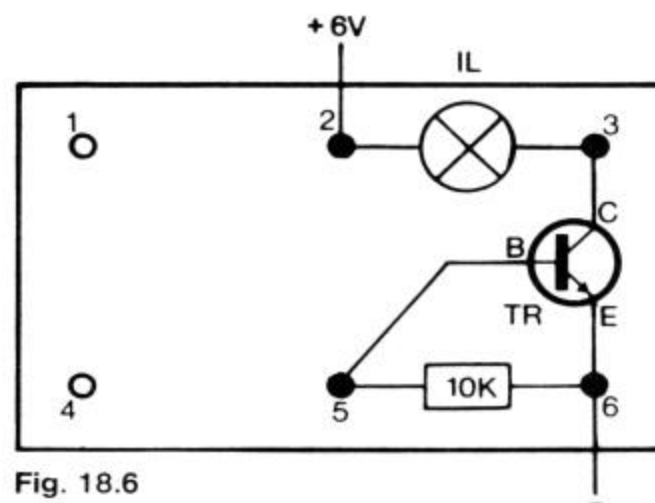


Fig. 18.6

Glødelampen lyser/lyser ikke.

Der går strøm/går ikke strøm gennem transistoren.

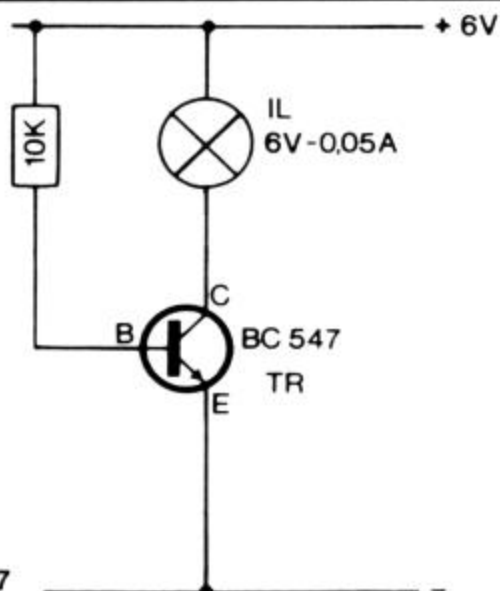


Fig. 18.7

Herefter forbindes basis gennem en modstand på 10K til plus (fig. 18.7).

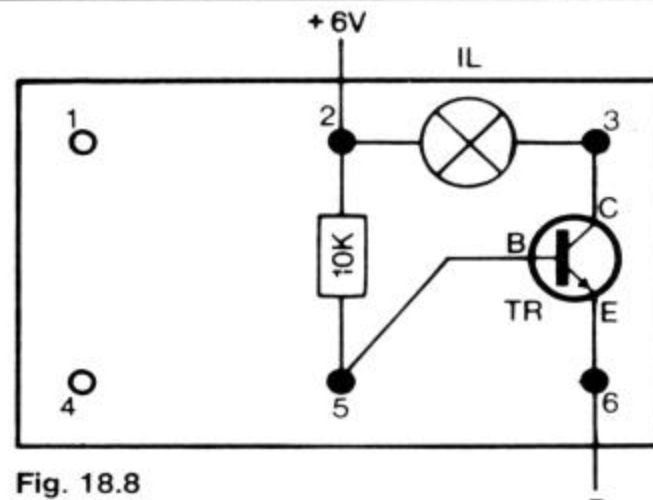


Fig. 18.8

Glødelampen lyser/lyser ikke.

Der går strøm/ikke strøm gennem transistoren.

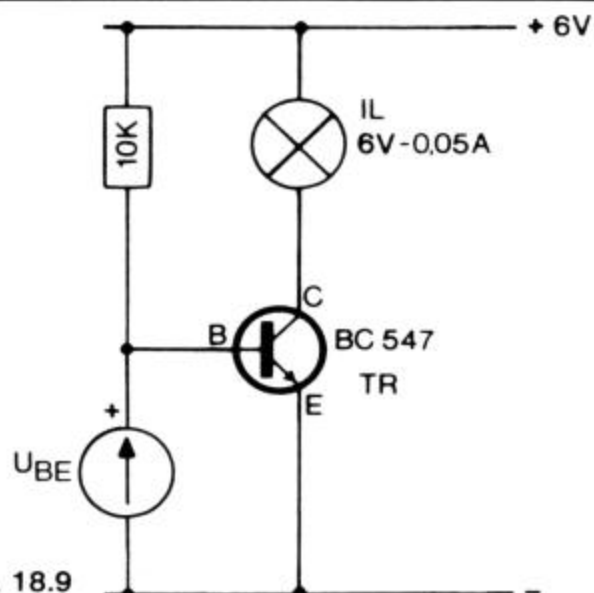


Fig. 18.9

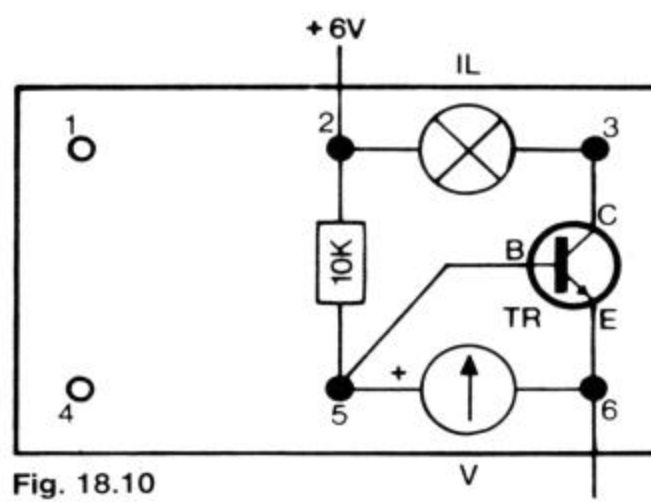


Fig. 18.10

Hvor høj er basisspændingen?

Vi så før, at glødelampen lyste, hvis basis gennem en modstand blev forbundet til plus (fig. 18.7).

Med spænding på opstillingen afbrydes et øjeblik basis-modstanden fra plus.

Glødelampen lyser/lyser ikke.

Med et voltmeter (10 V eller 1 V) måles spændingen over basis-emitter strækningen (fig. 18.9).

$U_{BE} =$ V

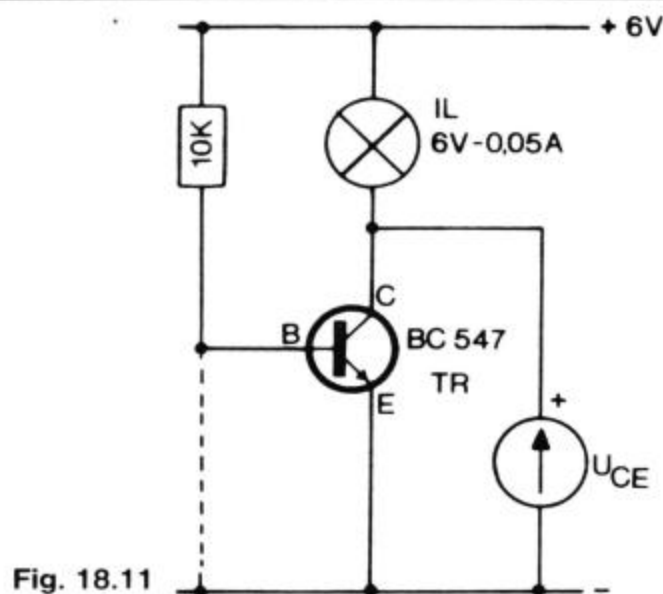


Fig. 18.11

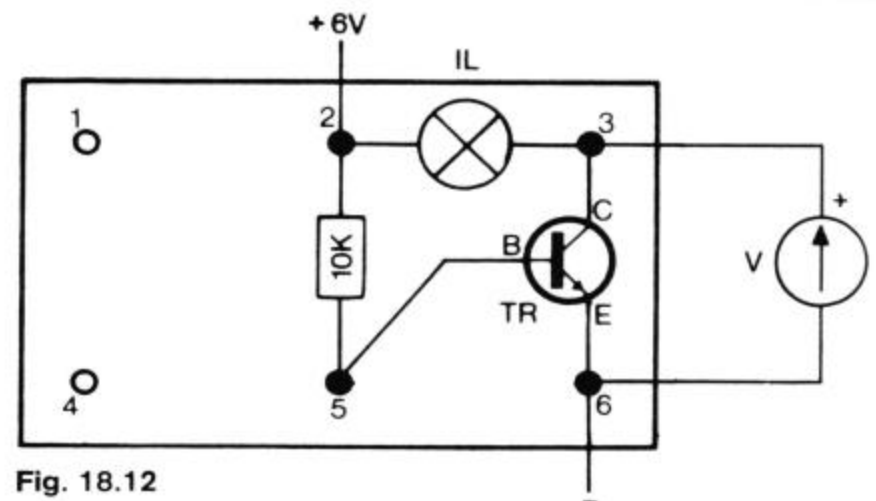


Fig. 18.12

Med et voltmeter (10 V) måles spændingen over kollektor-emitter strækningen (fig. 18.11).

$U_{CE} =$ V

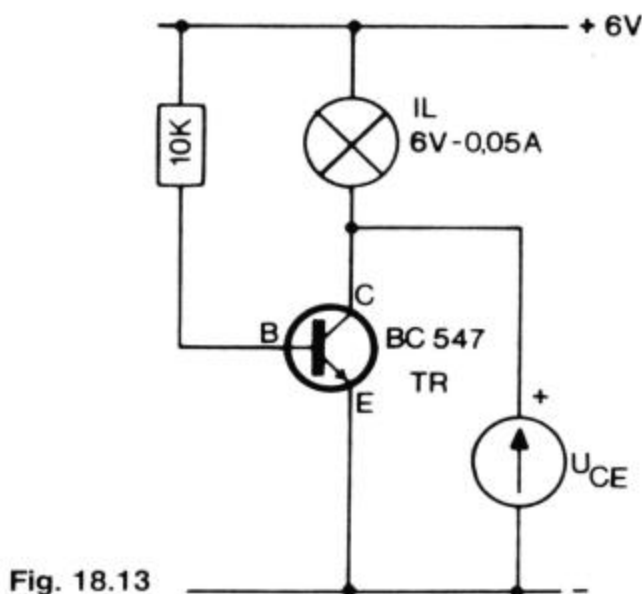


Fig. 18.13

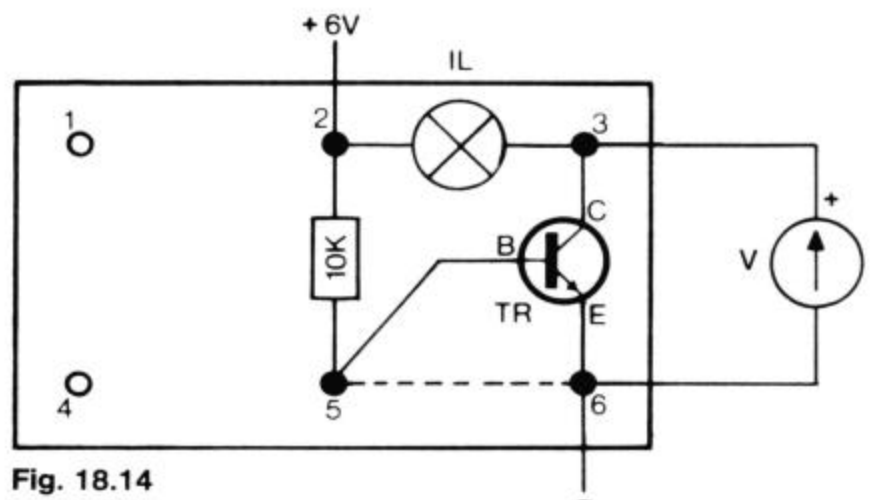


Fig. 18.14

Lad voltmetret være anbragt over kollektor-emitter.

Med en ledning forbindes basis til minus (fig. 18.13).

Glødelampen lyser/lyser ikke.

$U_{CE} =$ V

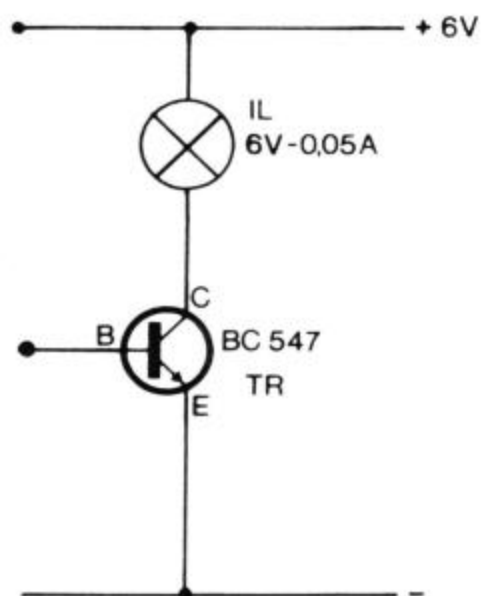


Fig. 18.15

3.

Med BC547 vil vi prøve dette forsøg (fig. 18.15).

Sæt en finger på plus og en finger på basis. Fingrene skal være tørre.

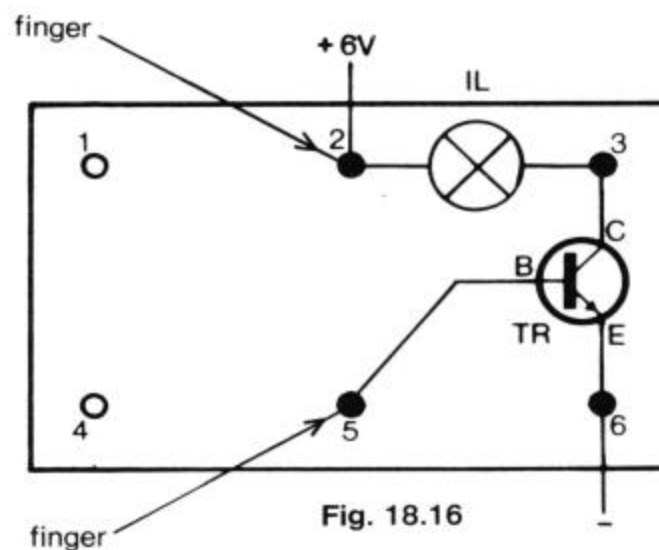


Fig. 18.16

Glødelampen lyser/lyser ikke.

Fugt fingrene og prøv igen.

Glødelampen lyser/lyser ikke.

T 18.1

En NPN transistor skal have kollektor til plus og emitter til minus. Skal basis forbindes til plus eller minus?

Basis til plus ☐

Basis til minus ☐

T 18.2

Ja, for at en NPN transistor skal fungere, kræves der, at basis bliver positiv. Skal basis til stadighed være positiv, eller skal der som ved thyristoren blot en kortvarig triggespænding til »at få den i gang«?

Transistoren bringes til at fungere, hvis der kortvarigt kommer en positiv spænding på basis ☐

For at transistoren skal fungere, skal der hele tiden være en positiv spænding på basis. ☐

T 18.3

Hvordan ville opstillingen i fig. 18.3 fungere med en vekselspænding på basis?

T 18.4

Hvor stor er U_{BE} , når transistoren fungerer?

$U_{BE} =$ V

T 18.5

Hvor stor er U_{CE} , når transistoren fungerer?

$U_{CE} =$ V

T 18.6

Hvad sker der, når basis forbindes til minus?

T 18.7

Hvorfor gik der strøm gennem transistoren, da du med fingrene berørte basis og plus?

T 18.8

Hvilken betydning har det, om fingrene er tørre eller fugtige?

Transistoren: Basis Elektronik side 48.

L 19: Transistoren som switch

Materialer: transistor BC547, glødelampe 6 V – 0,05 A, modstand 10K, kondensator 100 μ F, ledningsforbindelser.

I opgaven om transistoren så vi, at der for transistoren var to ydergrænser: Enten lyste glødelampen i kollektor helt op, eller også lyste glødelampen ikke. Fig. 19.1 viser den opstilling, hvor glødelampen i kollektorledningen lyste. Vi siger, at transistoren her er ON (ON er engelsk for »i funktion«). U_{CE} (spændingen over kollektor-emitter strækningen) er da næsten 0 V.

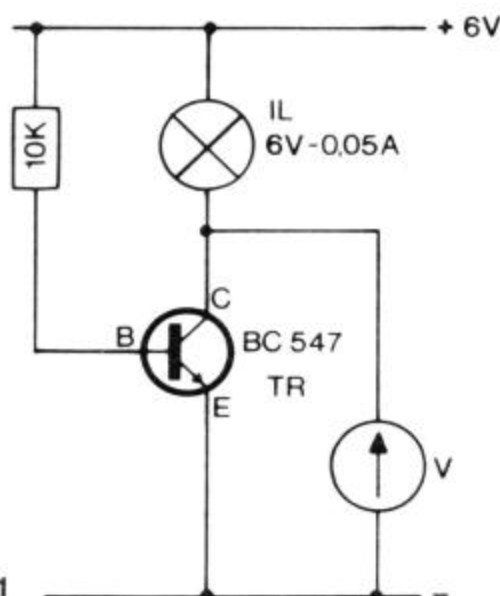


Fig. 19.1

Til denne opgave kan to hold arbejde sammen eller hvert hold skal have 2 sæt af de komponenter, der er nævnt i materialelisten.

I fig. 19.2 er basis forbundet til minus. Glødelampen i kollektorledningen lyser ikke mere, der går ikke strøm gennem transistoren. Vi siger, at transistoren er OFF (engelsk for »ikke i funktion«). Nu stiger U_{CE} til den fulde batterispænding.

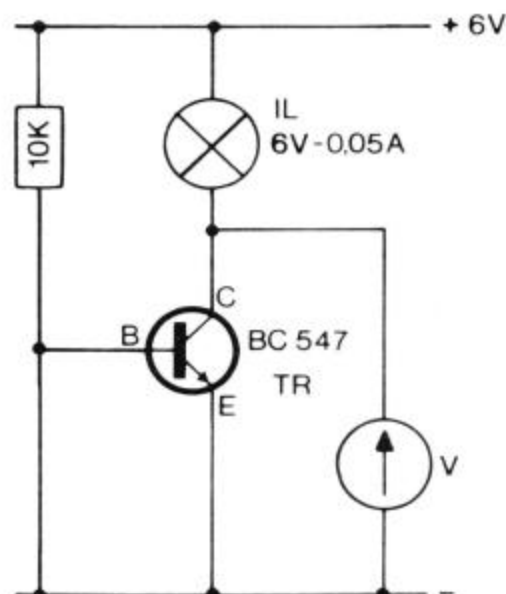


Fig. 19.2

Vi skal nu undersøge, hvad der sker, når to transistorer kobles efter hinanden.

I fig. 19.3 er TR1 en transistor i den almindelige opstilling. TR2's basismodstand forbindes ikke til plus, men til kollektor på TR1. Tilslut spænding.

IL1 lyser/lyser ikke

IL2 lyser/lyser ikke.

Herefter forbindes basis på TR1 til minus.

IL1 lyser/lyser ikke

IL2 lyser/lyser ikke.

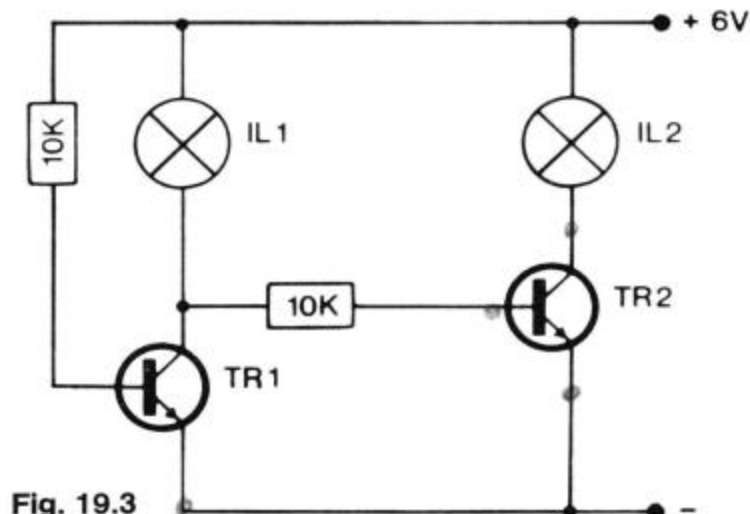


Fig. 19.3

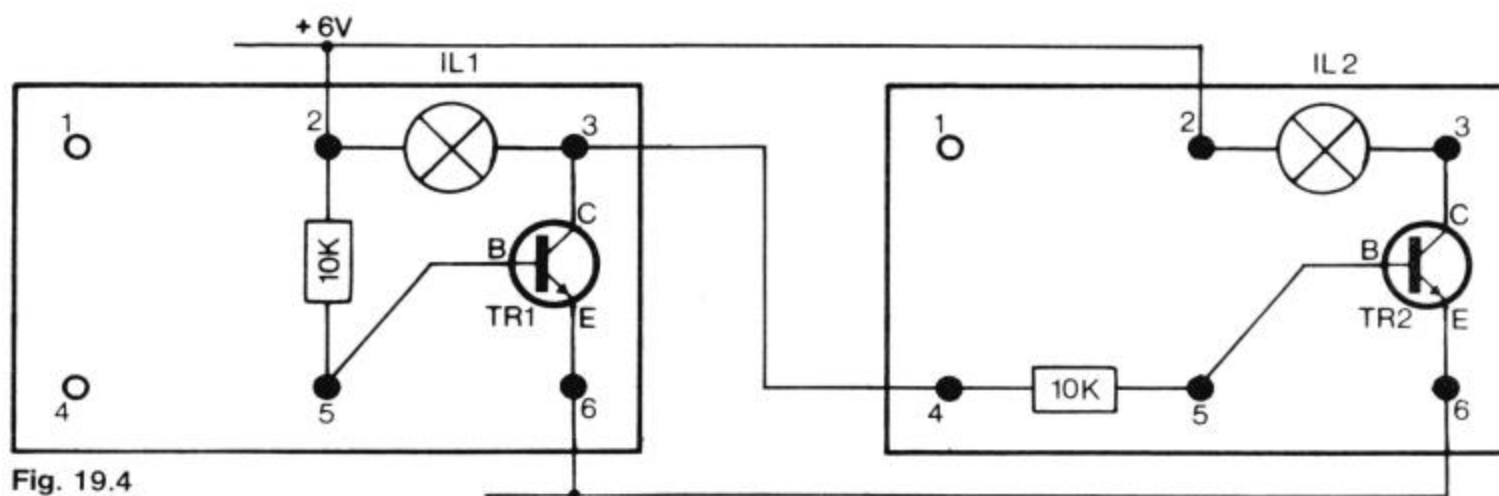


Fig. 19.4

Der dannes nu en ny opstilling med to transistorer i almindelig opstilling. Kollektor på TR1 forbindes gennem en kondensator på 100 μ F til basis på TR2 (minus på elektrolytkondensatoren forbindes til basis på TR2).

IL1 lyser/lyser ikke
IL2 lyser/lyser ikke.

Nu forbindes basis på TR1 til minus.

IL1 lyser/lyser ikke
IL2 lyser/lyser ikke.

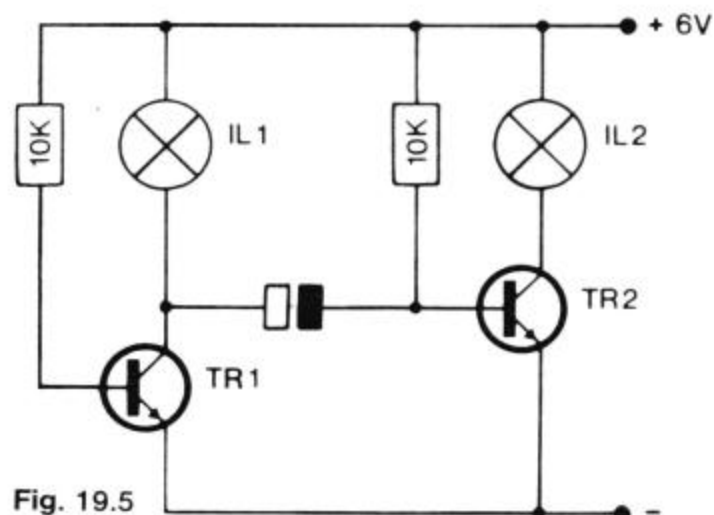


Fig. 19.5

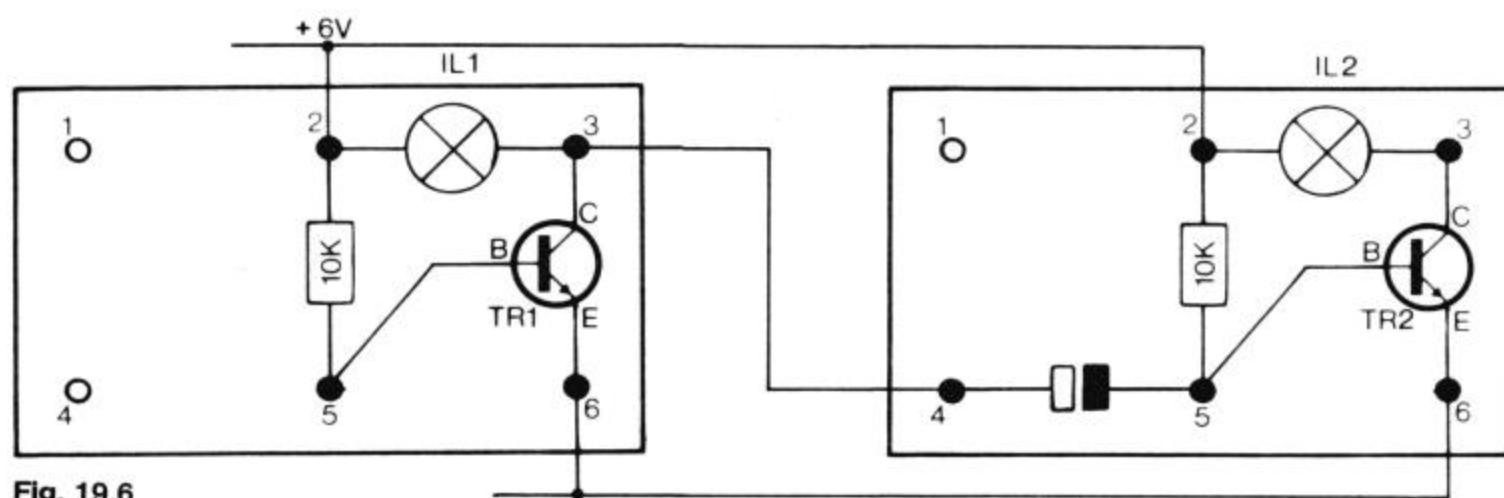


Fig. 19.6

Ledningsforbindelsen på TR1 fra basis til minus fjernes. Hvad sker der nu?:

Vi skifter nu kondensatoren på 100 μ F ud med en anden kondensator på 1000 μ F.

Hvad sker der nu?:

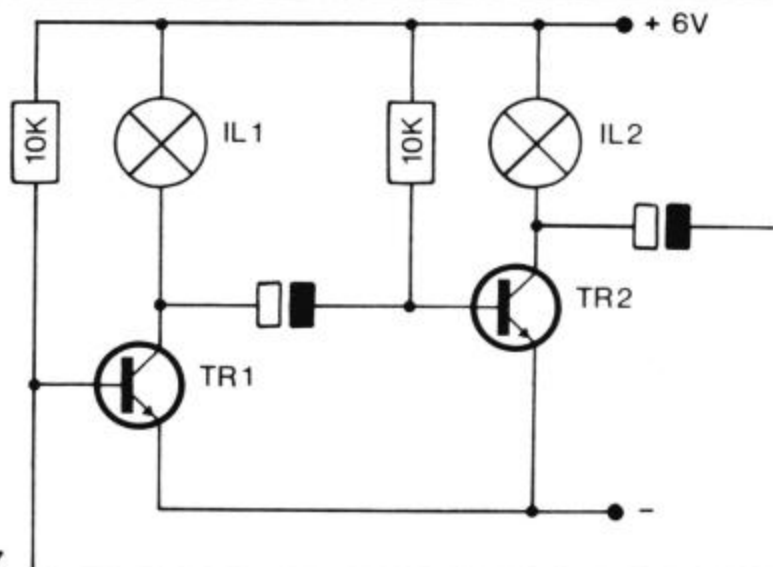


Fig. 19.7

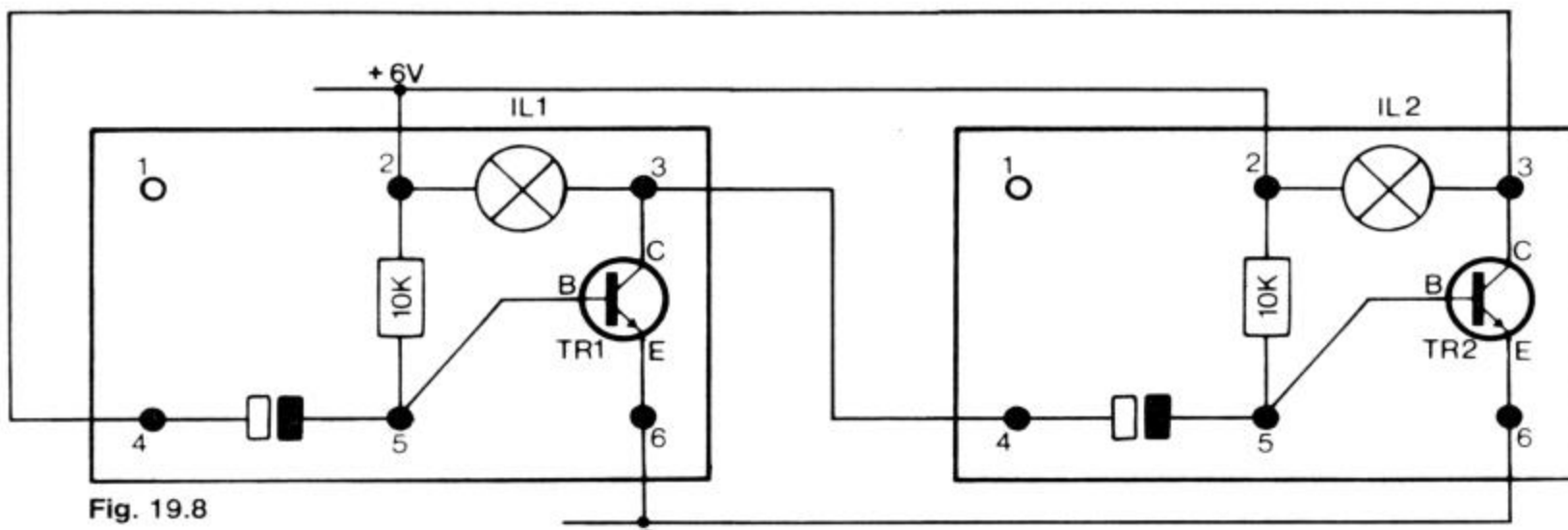


Fig. 19.8

Fig. 19.8

Kollektor på TR2 forbindes nu gennem en kondensator på $1000\ \mu\text{F}$ med basis på TR1 (minus på kondensatoren forbindes til basis).

Hvad sker der nu?:

Kondensatorerne på $1000\ \mu\text{F}$ skiftes ud med kondensatorer på $100\ \mu\text{F}$.

Hvad sker der nu?:

T 19.1

Hvordan kan man med et voltmeter afgøre, om en transistor er ON eller OFF?

T 19.2

Når IL1 lyser, lyser IL2 ikke (fig. 19.3). Hvorfor gør den ikke det?

T 19.3

Når IL1 ikke lyser, lyser IL2 (fig. 19.3). Hvorfor gør den det?

T 19.4

Fig. 19.5. Hvilken indflydelse har kondensatorens kapacitans på, hvor lang tid IL2 lyser?

T 19.5

Hvordan kan man få en blinker til at blinke hurtigere?

Denne opstilling kaldes en astabil multivibrator og den behandles nærmere i »Digital Elektronik«. I »Praktisk Elektronik« er der en række sjove udgaver af den astabile multivibrator.

L 20: Transistoren som forstærker

Materialer: transistor BC547, modstande 470R og 220K, kondensator 0,47 μ F og 1 μ F, højohmshøjttaler (150 Ω) med kondensator, voltmeter (10V), sinusgenerator, oscilloskop, ledningsforbindelser.

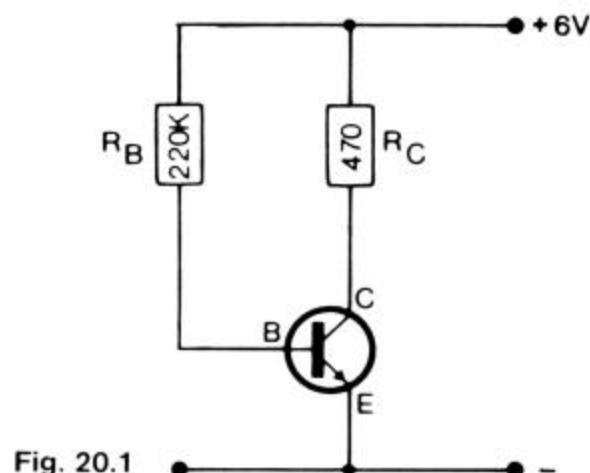


Fig. 20.1

Opbyg efter diagrammet (fig. 20.1 eller 20.2) et forstærkertrin med 1 transistor.

Der skal nu måles spændinger på forstærkertrinnet. Fig. 20.3 viser, hvor de forskellige spændinger måles.

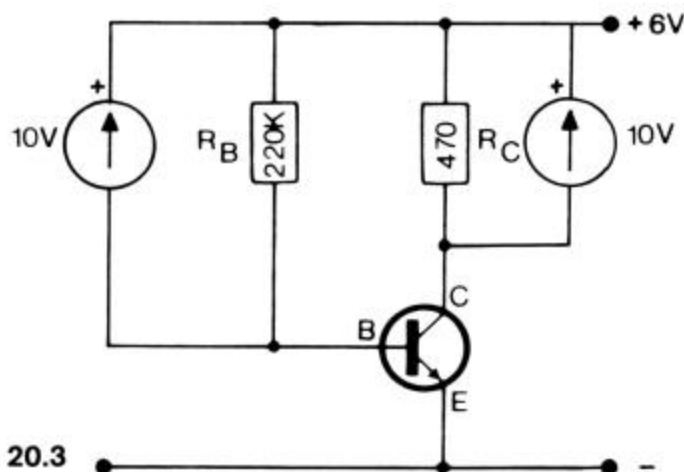


Fig. 20.3

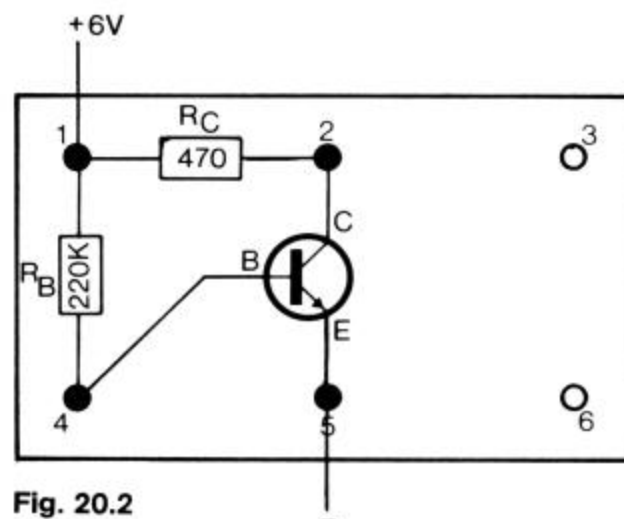


Fig. 20.2

U = forsyningsspændingen = 6 V.

U_{RC} = spændingen over kollektormodstanden = V

U_{RB} = spændingen over basismodstanden = V.

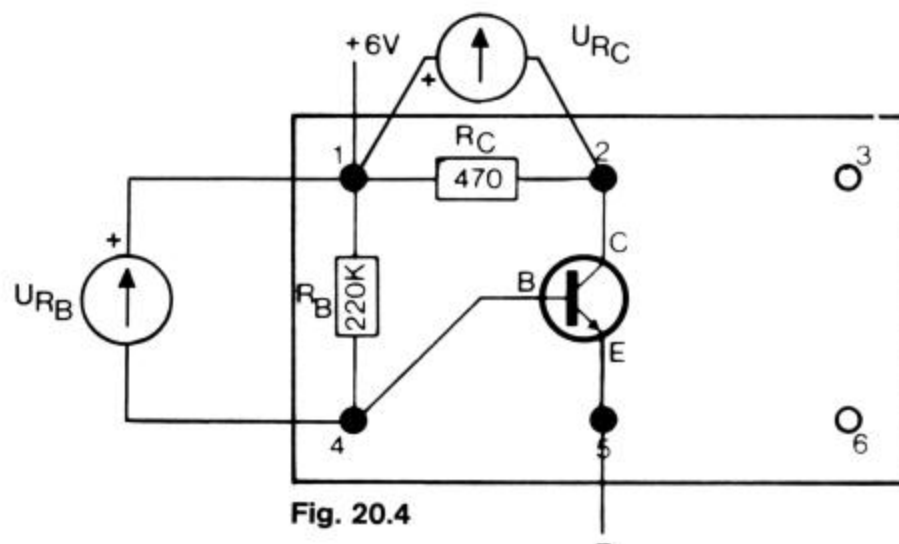


Fig. 20.4

Til kollektor sluttes en kondensator på 1 μ F, til basis en kondensator på 0,47 μ F. Den sidste kan ikke være på monteringspladen, så den må svæve udenfor kun fastspændt ved 4 (fig. 20.6).

Til indgangen på forstærkeren sluttes en sinusgenerator. Frekvens 1000 Hz. En højttaler tilsluttes over - og B. Der drejes op for udgangen på sinusgeneratoren, til der høres en tone i højttaleren.

Det er udgangssignalet fra forstærkeren, vi hører.

Ved at flytte ledningen fra B til A kan vi høre det signal, der sendes ind i forstærkeren.

Hvad kan der siges om signalerne ved A og B?

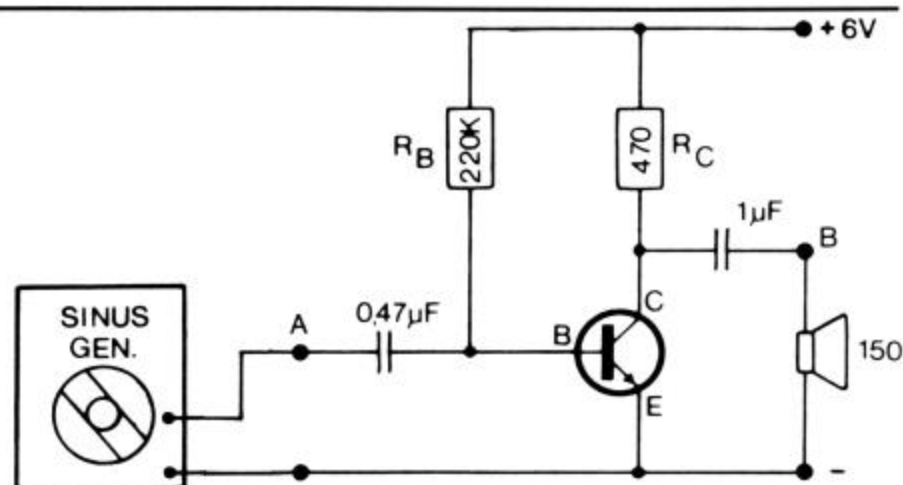
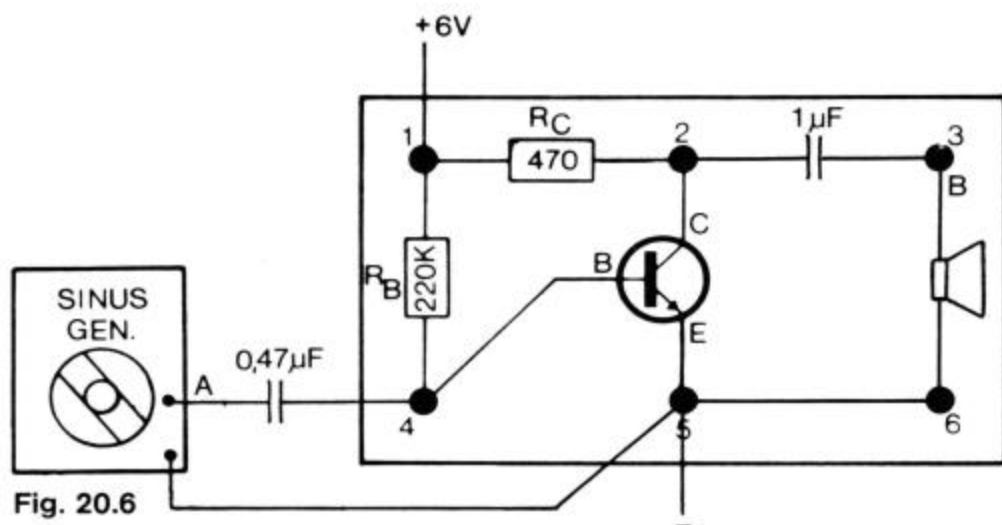


Fig. 20.5



Et oscilloskop forbindes mellem – og B.

Der drejes op for sinusgeneratoren, så det sinusformede signal ikke længere er sinusformet.

Hvordan ser signalet ud:

Der drejes ned for sinusgeneratoren, så udgangssignalet fra forstærkeren igen er sinusformet.

Hvor stort er udgangssignalet?

$$U_{UD} = \quad V_{SS}$$

Flyt oscilloskopledningen fra B til A og mål her indgangssignalet til forstærkeren:

$$U_{IND} = \quad V_{SS}$$

Drej nu så langt ned for sinusgeneratoren som muligt og mål igen U_{IND} og U_{UD} :

$$U_{IND} = \quad V_{SS}$$

$$U_{UD} = \quad V_{SS}$$

Vi skal nu måle forstærkerens frekvensgang. Højtaleren erstattes af en modstand på 1K Ω .

Til forstærkerens indgang sluttes sinusgeneratoren og oscilloskopet forbindes til udgangen.

Vi skal nu måle forstærkningen ved forskellige frekvenser.

Resultatet af målingerne indsættes i skemaet:

NB. Hvis forstærkeren med mindst muligt signal fra sinusgeneratoren stadig overstyres, kan man med to modstande lave en spændingsdelers. Se vejledningen.

Frekvens – Hz	100	200	500	1K	2K	5K	10K	20K	50K
U_{IND} V_{SS}									
U_{UD} V_{SS}									
Forstærkning Antal gange									

T 20.1

Ud fra de målte spændinger på forstærkertrinet kan strømstyrken i kollektor- og basismodstandene beregnes efter Ohms lov.

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

$$I_C = \frac{U_{RC}}{R_C} = \frac{V}{\Omega} = \quad A = \quad mA$$

$$I_B = \frac{U_{RB}}{R_B} = \frac{V}{\Omega} = \quad A = \quad mA$$

T 20.2

Forholdet mellem kollektorstrøm (I_C) og basisstrøm (I_B) betegnes som transistorens strømforstærkning. En lille basisstrøm resulterer i en stor kollektorstrøm.

$$\text{Strømforstærkningen} = \frac{I_C}{I_B} = \frac{mA}{mA} = \quad \text{gange}$$

T 20.3

Hvor stor er U_{CE} (spændingen over kollektor-emitter)?

$$U_{CE} = \quad V$$

Hvor stor er U_{BE} (spændingen over basis-emitter)?

$$U_{BE} = \quad V$$

T 20.4

Hvor stort signal uden forvrængning kan forstærkeren afgive?

$$U_{UD} = \quad V_{SS}$$

Hvor stort var indgangssignalet?

$$U_{IND} = \quad V_{SS}$$

T 20.5

Forholdet mellem U_{UD} og U_{IND} kaldes forstærkerens spændingsforstærkning.

$$\text{Spændingsforstærkningen} = \frac{U_{UD}}{U_{IND}} = \frac{V_{SS}}{V_{SS}} = \quad \text{gange}$$

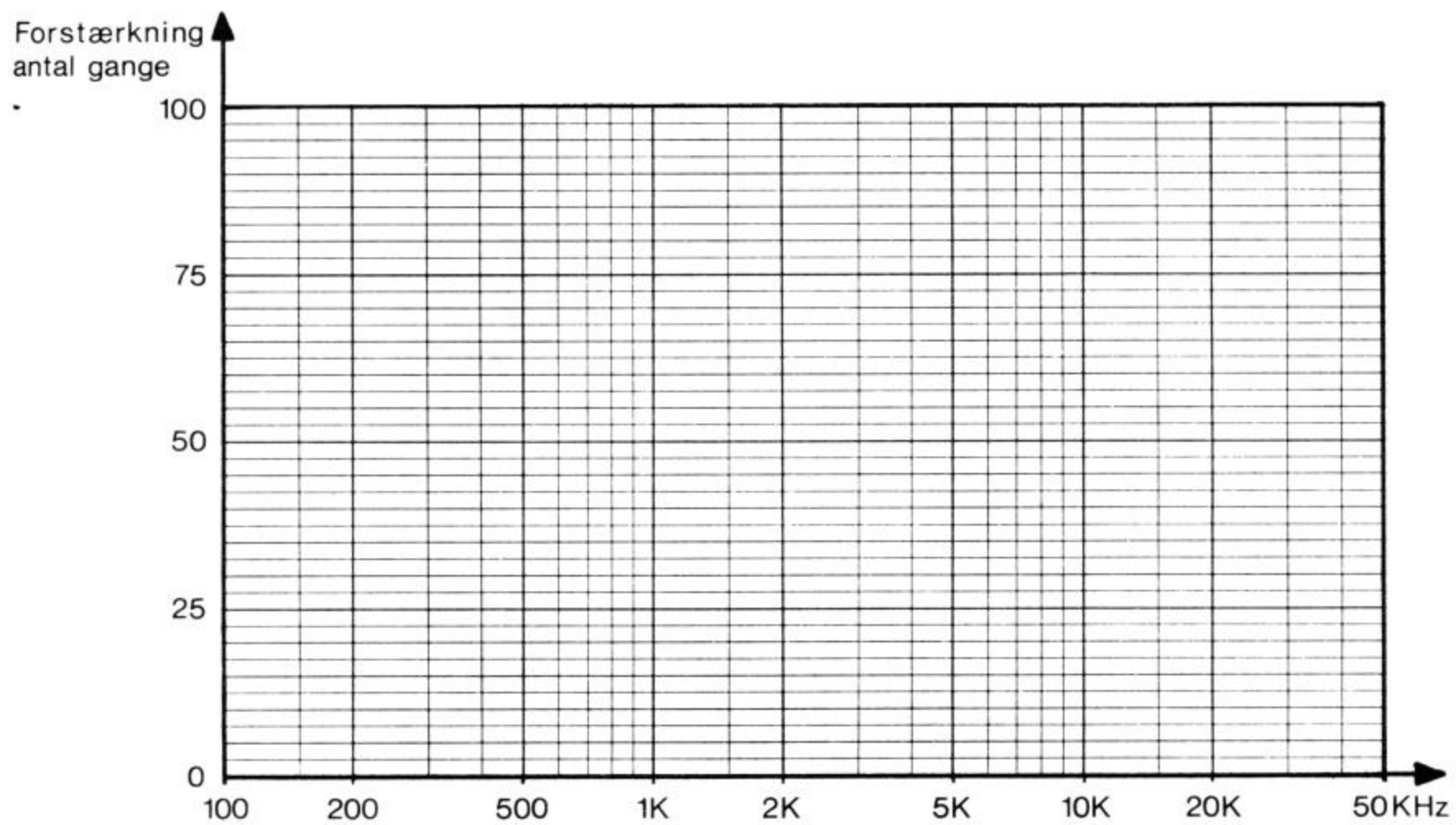
T 20.6

Hvor stor var spændingsforstærkningen, da der kom minimum signal fra sinusgeneratoren?

$$\text{Spændingsforstærkningen} = \frac{U_{UD}}{U_{IND}} = \frac{V_{SS}}{V_{SS}} = \quad \text{gange}$$

T 20.7

Ud fra de målte resultater i skemaet tegnes en kurve over forstærkerens frekvensgang.



ISBN 87-01-32791-7