

JERNINDUSTRIENS FORLAG



# LF og DC teknik

1979

Opgaver

Jern- og Metalindustrien



## Forord

I tilslutning til de ajourførte kursusplaner for elektronikmekanikerlærlinges og EFG-elevs undervisning på teknisk skole blev lærebøgerne Elektronik – Apparatopbygning og Elektronik, der omfattede fem bind, udgivet i 1976 og 1977.

Lærebøgerne blev udarbejdet på Metalindustriens Lærlingeudvalgs foranledning af faglærere fra de tekniske skoler i samarbejde med Jernindustriens Forlag.

På grundlag af de erfaringer, der er gjort siden udgivelsen af 1. udgaverne, er der foretaget en omfattende revision af såvel instruktioner som øvelser og opgaver.

Endvidere har man fundet det hensigtsmæssigt at emneopdele lærebøgerne samt at undlade det apparatcentrerede materiale. Dette indebærer, at undervisningens modulopbygning kan ændres uden at ændre lærebøgerne, samt at bøgerne er uafhængig af apparatskift i undervisningen.

Lærebogsseriens 2. udgave udgives derfor i følgende opdeling:

Elektronik – Apparatopbygning

LF og DC teknik

Impulsteknik

HF teknik

Elektronik – Symboler, formler, ordlister, regulativer.

Denne lærebog – LF og DC teknik – er opdelt i to bind, indeholdende henholdsvis instruktioner og opgaver.

Teoriinstruktionerne omfatter instrumentbetjening, elektriske grundbegreber, spændingsforsyning, forstærkertrin – grundkoblinger, relæer, transducere, forstærkere, LF oscillator og oscilloskop.

Arbejdsinstruktionerne omfatter alene instrumentbetjening.

Teoriøvelserne omfatter teori og målinger, samt spørgsmål som eleverne besvarer skriftligt, og teoriopgaverne omfatter spørgsmålsblade, som besvares skriftligt af eleverne.

Bladene, der er perforeret og forsynet med huller, kan rives ud og indsættes i et ringbind, efterhånden som de anvendes.

Instruktions- og opgavenummereringen er placeret øverst på siderne.

Til brug ved undervisningen er lærebogen endvidere forsynet med fortløbende side-nummerering, der er placeret nederst på siderne.

Kursusplanen, der ligger til grund for undervisningen, rekvireres i Direktoratet for erhvervsuddannelserne.

Forlaget vil være taknemmelig for at modtage eventuelle forslag til ændringer og rettelser fra såvel lærere og elever som andre interesserede.

Metalindustriens Lærlingeudvalg og forlaget vil gerne takke de tekniske skoler og faglærerne for værdifuld medvirken og vejledning ved udarbejdelsen af denne 2. udgave.

København, januar 1979

JERNINDUSTRIENS FORLAG



Nr.	TEORIØVELSER	SIDE
2.	<u>Elektriske grundbegreber</u>	
2.1	Ohms lov - Strømmåling	1
2.2	Ohms lov - Spændingsmåling	5
2.3	Ohms lov - Modstandsmåling	7
2.4	Ohms lov	9
2.5	Spændingspolaritet	11
2.6	Effektmåling	15
2.7	Serie- og parallelforbundne modstande	17
2.8	Spændingsformer	21
2.9	Spole	23
2.10	Kondensator	27
2.11	Serie- og parallelforbindelse af modstand og reaktans	31
2.12	Hi og Lo pasfiltre	35
3.	<u>Spændingsforsyning</u>	
3.1	Transformator	39
3.2	Ensrettere	45
3.3	Strøm- og spændingsgenerator	53
3.4	Stabiliseret spændingsforsyning	57
3.5	Reguleret spændingsforsyning med strømbegrænser	63
4.	<u>Forstærkertrin - Grundkoblinger</u>	
4.1	Karakteristikoptagelse - Transistor	69
4.2	Transistortrin	77
4.3	Fejlfinding på transistortrin	83
4.4	Karakteristikoptagelse, FET	85
4.5	FET forstærkertrin	89
4.6	Fejlfinding på FET trin	91
4.7	Måling på rørforstærker med katodekompleks	93
4.8	Måling på rørforstærker med stor gitterafleder	97
4.9	Modkobling	101
4.10	Boot-strap kobling	107
4.11	Komplementært udgangstrin	111
4.12	Differentialforstærker	121
4.13	Bias og offset	127
4.14	Open loop gain	129
4.15	Inverterende forstærker	131
4.16	Ikke inverterende forstærker	135
4.17	Integrator	137
4.18	Summationskobling - Additionskobling	141
4.19	Subtraktionskobling - Differensforstærker	143
4.20	Aktivt filter med operationsforstærker	147
4.21	Konstantstrømsgenerator	151
4.22	Måling på pentode og forstærker med pentode	153
5.	<u>Relæer</u>	
5.1	Relæ	157

Nr.	TEORIØVELSER	SIDE
-----	--------------	------

7.	<u>Forstærkere</u>	
7.1	AC småsignalforstærker - Linieforstærker	161
7.2	Bas- og diskantregulering	165
7.3	Modkobling - AC effektforstærker	169
7.4	AC effektforstærker - DIN normer	173
7.5	DC forstærker - Y forstærker	179
8.	<u>LF oscillator</u>	
8.1	Faseskiftoscillator	181
8.2	Wienbro oscillator	185

Nr.	TEORIOPGAVER	SIDE
-----	--------------	------

1.	<u>Instrumentbetjening</u>	
1.1	Aflæsning af Unigor 3 p	189
1.2	Universalinstrument	191
1.3	Universalinstrument 2	193
2.	<u>Elektriske grundbegreber</u>	
2.1	Overslagsregning	195
2.2	Præfikser	197
2.3	Ohms lov 1	199
2.4	Ohms lov 2	201
2.5	Ohms lov 3 - Serieforbundne modstande	203
2.6	Ohms lov 4 - Parallelforbundne modstande	205
2.7	Ohms lov 5 - Serie- og parallelforbundne modstande	207
2.8	Ohms lov 6 - Spændingsdelere og effektberegning	209
2.9	Serie- og parallelforbundne modstande	213
2.10	Selvinduktion	215
2.11	Kapacitet	217
2.12	Forstærkning og dB	219
2.13	Vektorer 1	221
2.14	Impedans	223
2.15	Impedans og spændingsforhold i RC led	225
2.16	Vektorer 2	227
2.17	Attenuator	231
2.18	Ohms lov 7	233
2.19	dB	239
2.20	Impedans 2	241
2.21	Impedans 3	245
2.22	Hi og Lo pasfiltre	249
2.23	Tonekorrektion 1	253
2.24	Tonekorrektion 2	255
2.25	Overslagsregning	257
2.26	Potenser	263
2.27	Ohms lov 8	267
2.28	dB - Decibel	275
2.29	AC	277





Nr.	TEORIOPGAVER	SIDE
2.	<u>Elektriske grundbegreber</u>	
2.30	RC og RL led	281
2.31	Magnetisme	285
2.32	Høj- og lavpasfiltre	287
3.	<u>Spændingsforsyning</u>	
3.1	Enkeltensretter	293
3.2	Dobbeltensretter	295
3.3	Ensretter generelt	297
3.4	Zenerdiode	301
3.5	Stabiliseret spændingsforsyning	303
3.6	Transformator	305
4.	<u>Forstærkertrin - Grundkoblinger</u>	
4.1	Transistorens grundkoblinger	307
4.2	Modkobling	309
4.3	Boot-strap	313
4.4	Kaskodekobling	317
4.5	Darlington	319
4.6	Differentialforstærker	323
4.7	Operationsforstærker	331
4.8	Transistor	339
4.9	Transistoren som forstærker	347
4.10	Fejlfinding på transistor	351
4.11	Field Effect Transistor	353
4.12	Fejlfinding på FET trin	359
4.13	Rør	361
4.14	Fejlfinding på rørtrin	365
5.	<u>Relæer</u>	
5.1	Relæer	369
6.	<u>Transducere</u>	
6.1	Akustik	371
7.	<u>Forstærkere</u>	
7.1	AC småsignalforstærker 1	373
7.2	AC småsignalforstærker 2	375
7.3	Y forstærker	377
7.4	AC effektforstærker	379
7.5	Køling	381
7.6	Linieforstærker LA681 - Diagramanalyse	383
7.7	Teoretisk fejlfinding på to DC-koblede trin	385
7.8	Fejlfinding på DC-koblede trin	387
8.	<u>LF oscillator</u>	
8.1	Faseskifteoscillatoren	389
8.2	Wienbro oscillatoren	391

DISPOSITION

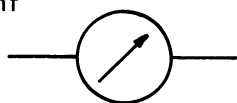
1. Elektrisk strøm
2. Måling af strøm
3. Sammenligningsmåling på modstand
4. Konklusioner

UDSTYR

- 1 stk. universalinstrument
- 1 stk. lampe 6 V / 50 mA
- 1 stk. spændingsforsyning
- 1 stk. modstand 120  $\Omega$

DIAGRAMSYMBOLER

Instrument



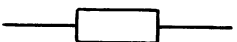
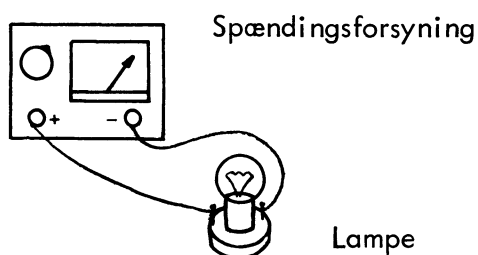
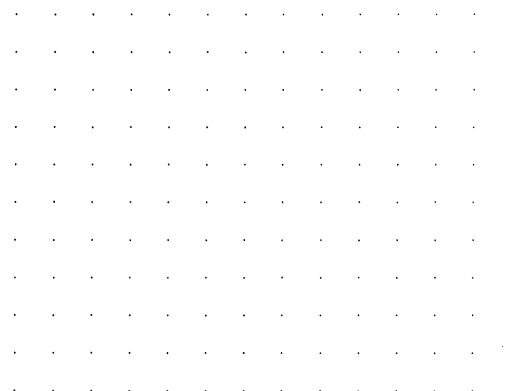
Lampe



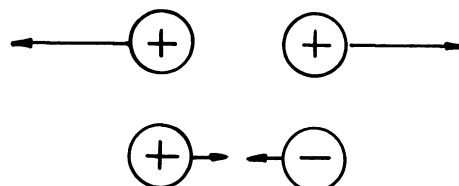
Spændingsforsyning



Modstand

1. ELEKTRISK STRØM1.1 Opbyg den viste opstilling1.2 Tegn et diagram over kredsløbet  
- anvend ovenstående diagram-symboler1.3 Indstil spændingsforsyningen til 6 V1.4 Strøm

- forbinder man en lampe til en spændingskilde, vil lampen lyse som tegn på, at der flyder en elektrisk strøm fra spændingskildens ene pol til den anden
- en elektrisk strøm er altid en transport af elektriske ladninger
- i metallisk ledere er disse ladninger altid elektroner
- elektronerne er negative elementarladninger, dvs. en elektron indeholder den mindste elektriske ladning, som findes
- der findes positive og negative ladninger
- to ladninger med samme polaritet frastøder hinanden
- to ladninger med modsat polaritet tiltrækker hinanden





### 1.5 Varme

- mærk på lampen med fingrene
- strøm kan altså frembringe varme
- frembringelse af varme kan sammenlignes med, at strømmen møder gnidningsmodstand, når den løber igennem den tynde tråd inde i glødelampen

### 1.6 Afbryd kredsløbet et eller flere steder

- hvad sker der med lyset i lampen og dermed strømmen?

---



---



---



---

Kredsløbet skal være sluttet, eller sagt på en anden måde, der skal være forbindelse fra spændingskildens ene pol til den anden pol.

## 2. MÅLING AF STRØM

### 2.1 Indstil universalinstrumentet

- funktionsomskifter i stilling jævnstrøm
- følsomhedsomskifter til det mest ufølsomme område

### 2.2 Afbryd strømkredsløbet og indsæt instrumentet

- således at strømmen løber gennem dette
- instrumentet er nu koblet i serie med kredsløbet

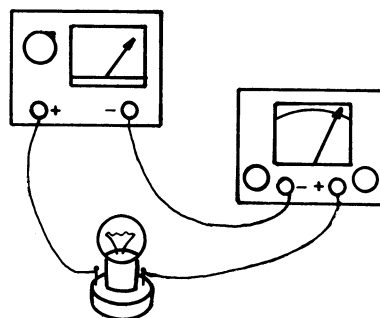
### 2.3 Indstil områdeomskifteren

- således at strømmen kan aflæses
- hvor stor er strømmen?

---



---



### 2.4 Tegn et diagram af opstillingen

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

### 2.5 Tilslut amperemetret

- mellem den anden side af lampen og spændingskildens anden pol

### 2.6 Aflæs instrumentet

- hvor stor er strømmen nu?

---



---

Strømmen i et sådan enstrenget kredsløb er overalt den samme.



- 

---

---

---

---

---

---

- 

- varmer modstanden?

- © 2006 The Authors  
Journal compilation © 2006 Blackwell Publishing Ltd

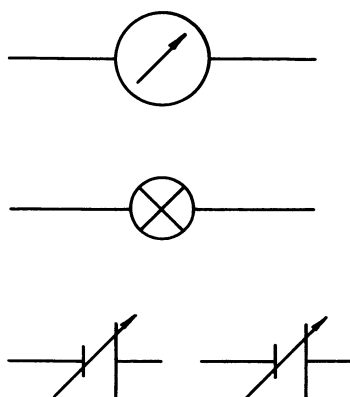


DISPOSITION

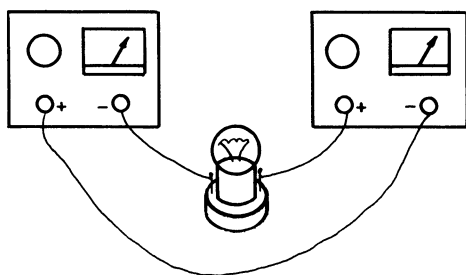
## 1. Spændingsmåling

UDSTYR

- 1 stk. universalinstrument
- 1 stk. lampe 6 V / 50 mA
- 2 stk. spændingsforsyninger

DIAGRAMSYMBOLER1. SPÆNDINGSMÅLING

## 1.1 Opbyg den viste opstilling



1.2 Tegn diagram over kredsløbet

- anvend ovenstående diagramssymboler



1.3 Indstil begge spændingsforsyninger til 3 V.

- lyser lampen?

---



---

1.4 Mål spændingen over lampen med universalinstrument

1.5 Tegn diagram over måleopstillingen



- hvor stor er spændingen over lampen?

---



---

1.6 Angiv, hvordan spændingen over lampen kan regnes ud

- når spændingsforsyningernes spænding kaldes  $U_1$  og  $U_2$

---



---





DISPOSITION

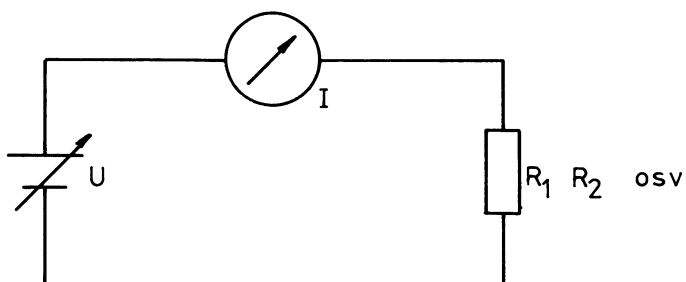
1. Strømmåling
2. Modstandsmåling

UDSTYR

- 1 stk. universalinstrument
- 1 stk. spændingsforsyning
- 5 stk. modstande med forskellig modstandsværdi

1. STRØMMÅLING

- 1.1 Opbyg kredsløbet, som vist på diagrammet



- 1.2 Indstil spændingsforsyningen til 10 V

- 1.3 Mål strømmen, som løber i kredsløbet
  - de forskellige modstande skal monteres en efter en

R	$R_1 =$	$R_2 =$	$R_3 =$	$R_4 =$	$R_5 =$
I					

- hvad sker der med strømmen med stigende modstandsværdi?

---



---

2. MODSTANDSMÅLING

- 2.1 Find ud af, hvordan ohmmetret kan anvendes til måling af modstandsværdierne

- hvordan skal funktionsomskifteren stå?

---



---

- hvordan skal områdeomskifteren stå?

---



---

- hvorledes nuljusteres ohmmetret?

---



---

DISPOSITION

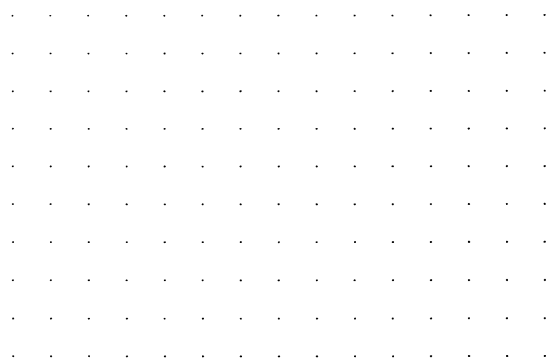
1. Spændingsændring
2. Modstandsændring
3. Konklusion

UDSTYR

- 2 stk. universalinstrumenter
- 1 stk. modstand  $1 \text{ k}\Omega$
- 1 stk. modstand  $2 \text{ k}\Omega$
- 1 stk. spændingsforsyning

1. SPÆNDINGSÆNDRING

- 1.1 Tilslut  $1 \text{ k}\Omega$  modstanden til spændingsforsyningen
  - tilslut via et amperemeter
- 1.2 Mål spændingen over modstanden
  - anvend det andet universalmeter koblet som voltmeter
- 1.3 Tegn diagram af opstillingen



- 1.4 Indstil spændingen og aflæs strøm
  - indstil, til der er  $2 \text{ V}$  over modstanden

$$I = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 1.5 Ændre spænding over modstanden og aflæs strøm
  - ændre spændingen til dobbelte, nemlig  $4 \text{ V}$

$$I = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 1.6 Ændre spænding og aflæs strøm
  - spændingen fordobles til  $8 \text{ V}$

$$I = \underline{\hspace{2cm}}$$

2. MODSTANDSÆNDRING

- 2.1 Udskift modstanden
  - udskift  $1 \text{ k}\Omega$  til  $2 \text{ k}\Omega$
- 2.2 Indstil spænding og aflæs strøm,  $2 \text{ V}$  over modstanden
 
$$I = \underline{\hspace{2cm}}$$
- 2.3 Indstil spænding og aflæs strøm,  $4 \text{ V}$  over modstanden
 
$$I = \underline{\hspace{2cm}}$$
- 2.4 Indstil spænding og aflæs strøm,  $8 \text{ V}$  over modstanden
 
$$I = \underline{\hspace{2cm}}$$

3. KONKLUSION

- hvad sker der med strømmen, dersom spændingen stiger?

---



---

- hvad sker der med strømmen, dersom modstanden stiger?

---



---





## DISPOSITION

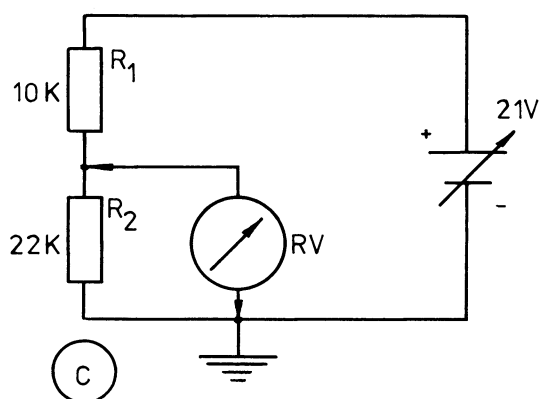
1. Positive spændinger
2. Positive og negative spændinger

## UDSTYR

- 1 stk. universalrørvoltmeter
- 2 stk. modstande  $10\text{ k}\Omega$
- 2 stk. modstande  $22\text{ k}\Omega$
- 1 stk. stabiliseret spændingsforsyning

## 1. POSITIVE SPÆNDINGER

- 1.1 Opbyg opstillingen
  - som vist i diagrammet



- 1.2 Mål spændingsfaldet over  $R_2$ 
  - mål med rørvoltmetrets stelledning forbundet til punktet C
  - noter den målte værdi på diagrammet
  - var det en positiv spænding eller en negativ spænding, der målttes?

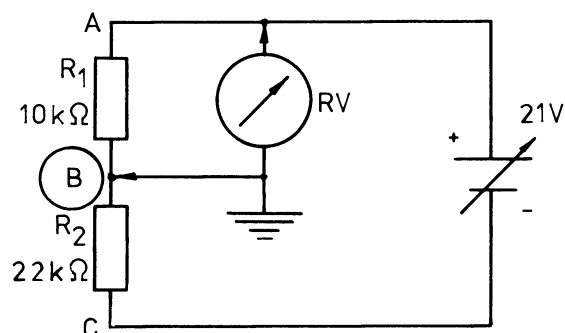
---



---

- læg mærke til, at rørvoltmetret angiver polariteten set ud fra dens stelledning. Man kan også sige, at den refererer til sin stelledning og i dette tilfælde også til punktet C

- 1.3 Mål spændingsfaldet over  $R_1$ 
  - mål med rørvoltmetrets stelledning forbundet til punktet B



- noter resultatet på diagrammet
- var spændingen positiv eller negativ ?

---



---

- rørvoltmetret refererer stadig til sin stelledning og dermed til punktet B

- 1.4 Angiv polariteterne over  $R_1$ 
  - på diagrammet
  - hvilken polaritet har A i forhold til B?

---

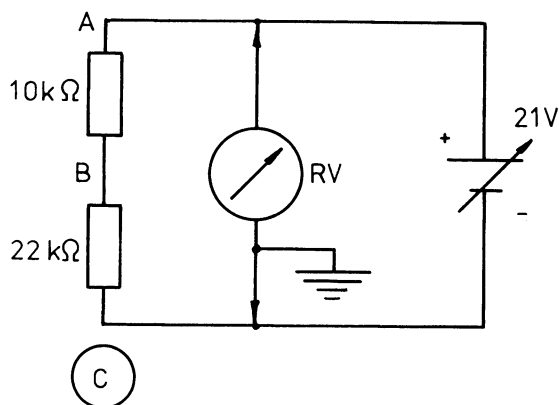


---



## 1.5 Mål spænding og polaritet

- i dette eksempel er der nu indtegnet symbolet for stel for at angive, at nu refereres til dette punkt (pkt. C)
- mål i pkt. A og noter det på diagrammet



- hvilken polaritet har A i forhold til C?

---



---

- hvor mange volt er pkt. A mere positiv i forhold til C?

---

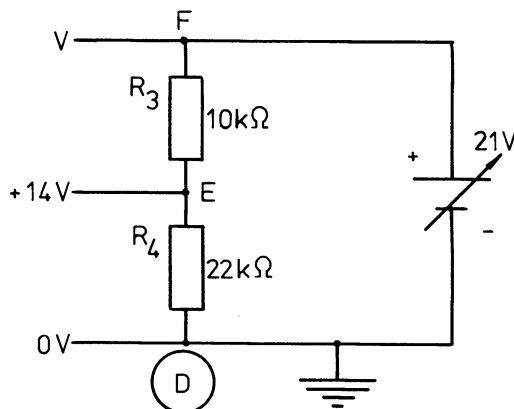


---

- forbindelsen til C kaldes også for opstillingens nul

## 1.6 Angiv spænding og polaritet

- her haves en anden spændingsdeler magen til den første, blot er punkterne benævnt D, E og F



- i punktet D måles 0 volt i forhold til stel
- i punktet E måles +14 volt i forhold til stel eller punktet D
- hvad måles i punktet F i forhold til D ?

---



---

- hvilket punkt er mest positivt i forhold til stel ?

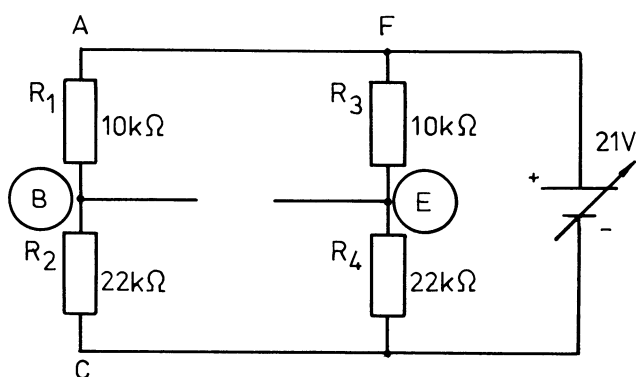
---



---



## 1.7 Opbyg den viste opstilling



- nu er pkt. B referencepunkt
- hvor stor spænding måles fra B til A?

---



---

- hvilken polaritet har pkt. A i forhold til B?

---



---

## 1.8 Mål spændingsforskellen mellem punkterne B og E

- hvor stor er spændingsforskellen?

---



---

- hvilket punkt er mest positiv (højeste spændingsniveau)?

A eller E? \_\_\_\_\_

C eller A? \_\_\_\_\_

B eller C? \_\_\_\_\_

## 2.2 Mål spænding i pkt. C

- stadig med rørvoltmetrets stelledning i pkt. B
- hvor stor spænding måles der fra B til C?

---



---

- hvilken polaritet har C i forhold til B?

---



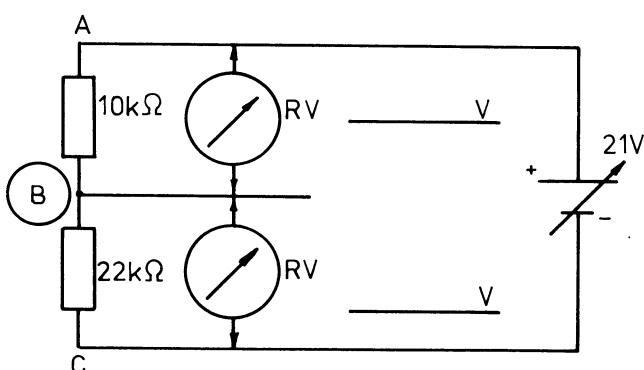
---

## 2. POSITIVE OG NEGATIVE

SPÆNDINGER

## 2.1 Forbind rørvoltmetrets stelledning

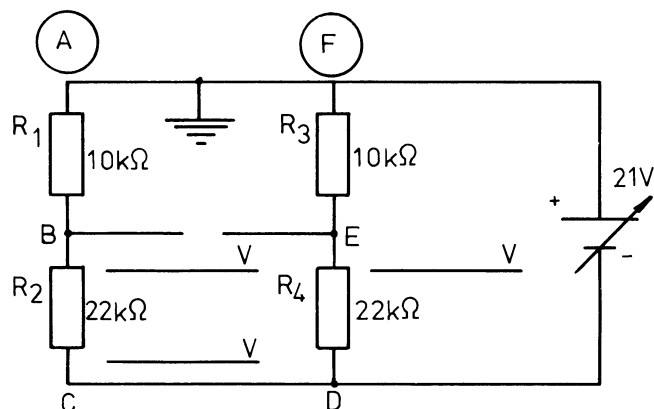
- forbind til pkt. B, som vist i diagrammet





## 2.3 Mål spænding fra A til B

- referencepunktet (stel) er nu flyttet igen, dvs. rørvoltmetrets stelledning flyttes nu op i punkterne A og F



- hvor stor spænding måles fra A til B?

---

---

- hvilken polaritet?

---

---

## 2.4 Mål spænding fra F til E

- hvor stor spænding måles fra F til E?

---

---

- hvilken polaritet?

---

---

## 2.5 Mål spænding fra A til C

- hvor stor spænding måles fra A til C?

---

---

- hvilken polaritet?

---

---

- det skal bemærkes, at der skrives ikke +15 V på diagrammet, men kun 15 V, dvs. plustegnet er underforstået
- derimod tages minustegnet med ved spændinger, hvis ikke det ikke er angivet under diagrammet, at alle de viste spændinger er målt negative i forhold til stel



## DISPOSITION

### 1. Effektmåling

## UDSTYR

Spændingsforsyning

2 stk. universalinstrumenter

## MATERIALE

1 stk. modstand  $33\Omega$  / 0,5 W

1 stk. modstand  $68\Omega$  / 0,5 W

## 1. EFFEKTMÅLING

1.1 Opvarm modstandene en efter en og mål samtidig strøm og spænding

- opvarm ved hjælp af strøm og spænding, til man ikke kan holde på dem med fingrene
- skriv de målte strømme og spændinger ind i skemaet og beregn den tilførte effekt

	Strøm	Spænding	Effekt
33 $\Omega$			
68 $\Omega$			









## 3.6 Konklusion

- er den totale modstand i en parallelforbindelse større eller mindre end de enkelte komponenter?

---

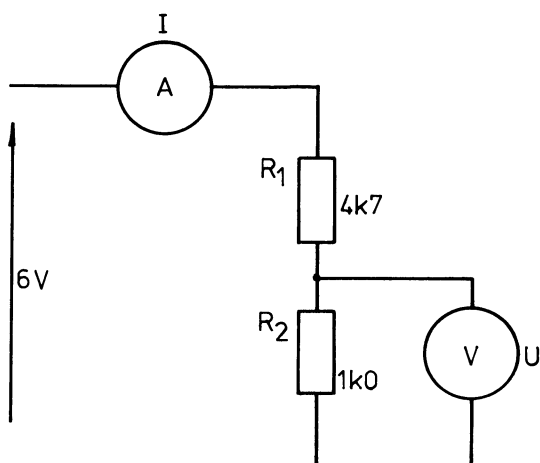


---

## 4. DEFEKTE KREDSLØB

## 4.1 Opbyg kredsløb 1

- som vist i diagrammet



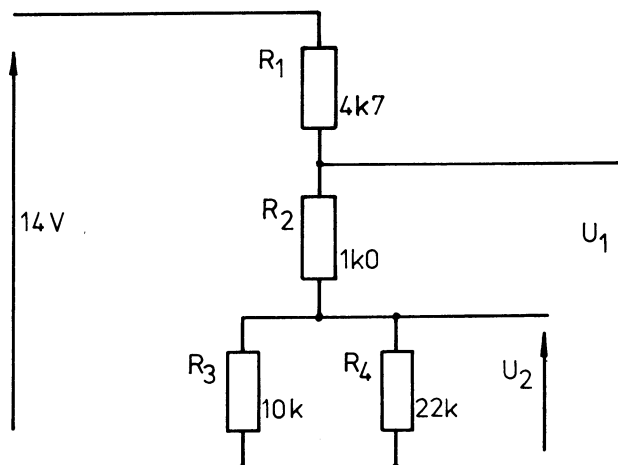
## 4.2 Mål strøm og spænding

- mål med opstillingen OK og med en komponent defekt af gangen, som angivet i skemaet

	U	I
Opstilling OK		
R <sub>1</sub> afbrudt		
R <sub>2</sub> afbrudt		
R <sub>1</sub> kortsluttet		
R <sub>2</sub> kortsluttet		

## 4.3 Opbyg kredsløb 2

- som vist i diagrammet



## 4.4 Mål spændingen i opstillingen

- mål med og uden fejl i opstillingen, som angivet i skemaet

	U <sub>1</sub>	U <sub>2</sub>
Opstilling OK		
R <sub>1</sub> afbrudt		
R <sub>2</sub> afbrudt		
R <sub>3</sub> afbrudt		
R <sub>4</sub> afbrudt		
R <sub>1</sub> kortsluttet		
R <sub>2</sub> kortsluttet		
R <sub>3</sub> kortsluttet		
R <sub>4</sub> kortsluttet		



## DISPOSITION

1. Tonegenerator
2. Frekvenser og spændinger

## UDSTYR

Tonegenerator

Oscilloskop

## 1. TONEGENERATOR

### 1.1 Tilslut oscilloskop til tonegenerator

- placer tonegenerator, så eleven, som skal aflæse, ikke kan se tonegeneratorens indstilling

### 1.2 Indstil og aflæs forskellige frekvenser og spændinger

- den ene elev skal indstille tonegeneratoren
- den anden elev skal aflæse  $U_{pp}$  og periodetid på oscilloskopet og derefter angive  $U_p$ ,  $U_{eff}$  og frekvens

### 1.3 Indstil og aflæs frekvenser og spændinger

- eleven ved oscilloskopet lægger teoriøvelsen væk og aflæser
- eleven ved tonegeneratoren indstiller efter listen på side 2
- alle frekvenser og spændinger skal aflæses rigtigt, før øvelsen fortsætter

### 1.4 Byt plads og gentag øvelsen

- indstil igen frekvenser og spændinger, men i en anden rækkefølge

2. FREKVENSER OG SPÆNDINGER

1.	1.000 Hz	1 V	$U_{pp}$	=	2,8 V
			$U_p$	=	1,4 V
			$U_{eff}$	=	1 V
			Per. tid	=	1 m/s
			Frekvens	=	1.000 Hz
2.	100 Hz	0,7 V	$U_{pp}$	=	2,0 V
			$U_p$	=	1,0 V
			$U_{eff}$	=	0,7 V
			Per. tid	=	10 m/s
			Frekvens	=	100 Hz
3.	50 Hz	0,1 V	$U_{pp}$	=	0,28 V
			$U_p$	=	0,14 V
			$U_{eff}$	=	0,1 V
			Per. tid	=	20 m/s
			Frekvens	=	50 Hz
4.	50 Hz	2,5 V	$U_{pp}$	=	7,0 V
			$U_p$	=	3,5 V
			$U_{eff}$	=	2,5 V
			Per. tid	=	20 m/s
			Frekvens	=	50 Hz
5.	100 kHz	0,1 V	$U_{pp}$	=	0,28 V
			$U_p$	=	0,14 V
			$U_{eff}$	=	0,1 V
			Per. tid	=	10 $\mu$ sek.
			Frekvens	=	100 kHz
6.	20 kHz	2 V	$U_{pp}$	=	5,6 V
			$U_p$	=	2,8 V
			$U_{eff}$	=	2 V
			Per. tid	=	50 $\mu$ sek.
			Frekvens	=	20 kHz
7.	200 Hz	0,5 V	$U_{pp}$	=	1,4 V
			$U_p$	=	0,7 V
			$U_{eff}$	=	0,5 V
			Per. tid	=	5 m/s
			Frekvens	=	200 Hz



DISPOSITION

1. Jævnstrømsmodstand og selvinduktion
2. Impedans
3. Konklusion

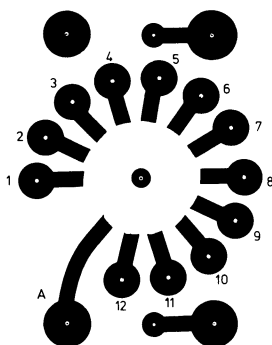
UDSTYR

- 1 stk. universalinstrument
- 1 stk. forstærkervoltmeter
- 1 stk. tonegenerator
- 1 stk. modstand 1 k $\Omega$
- 1 stk. spole Storno nr. 61.0840-00
- 1 stk. RLC-målebro

Ved "lille spole" anvendes ben A og 5.

Ved "stor spole" anvendes ben A og 1.

Spole set fra printsiden



## 1. JÆVNSTRØMSMODSTAND OG SELVINDUKTION

- 1.1 Mål jævnstrømsmodstanden i den lille spole  
 $R = \quad \Omega$
- 1.2 Mål jævnstrømsmodstanden i den store spole  
 $R = \quad \Omega$

- hvilken spole har den største modstand?

---



---

- hvilken spole har de fleste vindinger?

---



---

1.3 Mål selvinduktionen i den lille spole

$$L = \quad H$$

1.4 Mål selvinduktionen i den store spole

$$L = \quad H$$

- hvilken spole har den mindste selvinduktion?

---



---

- hvilken spole har de færreste vindinger?

---



---

2. IMPEDANS

2.1 Mål impedansen af den lille spole ved 1 kHz

$$Z_L = \quad \Omega$$

2.2 Mål impedansen af den store spole ved 1 kHz

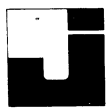
$$Z_L = \quad \Omega$$

- hvilken spole har den mindste impedans?

---



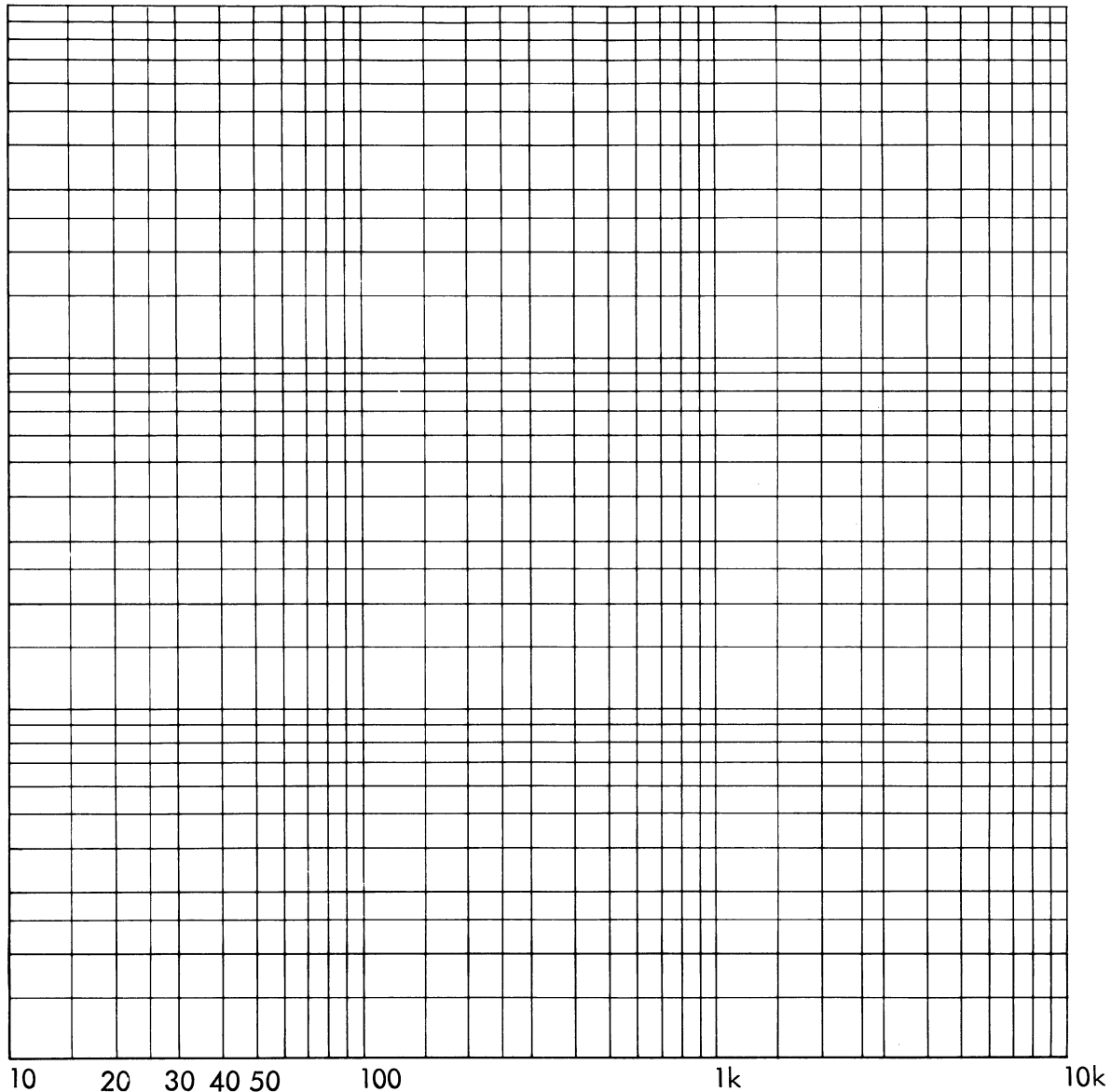
---



### 2.3 Mål impedansen af den lille spole

- ved 2,3,4 kHz og op til 10 kHz, og derefter ved 900,800, 700 og ned til 10 Hz

### 2.4 Indtegn værdierne i koordinatsystemet



### 2.5 Gentag målingerne for den store spole

- hvilken spole har den største impedans?

### 2.6 Indtegn værdierne i koordinatsystemet

- stiger eller falder impedansen af en spole ved stigende frekvens?

---

---



### 3. KONKLUSION

Kurven, som er optaget, er ikke ret.  
Kurven i nomogrammet er ret.

- hvad er den lille spoles mindste impedans?

$$Z = \quad \Omega$$

- hvor stor er den lille spoles jævnstrømsmodstand?

$$R = \quad \Omega$$

- hvad er den store spoles mindste impedans?

$$Z = \quad \Omega$$

- hvor stor er den store spoles jævnstrømsmodstand?

$$R = \quad \Omega$$

- er impedansen  $Z_L$  med eller uden tabsmodstand?

---



---

- er reaktansen  $X_L$  med eller uden tabsmodstand ?

---



---

- har tabsmodstanden i en spole nogen indflydelse i praksis?

---



---

- kender man frekvens og selvinduktion af en spole, kan reaktansen beregnes:

$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$$

- kender man reaktansen og jævnstrømsmodstanden for en spole, kan impedansen beregnes:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

DISPOSITION

1. Jævnstrømsmodstand og kapacitet
2. Impedans
3. Konklusion

UDSTYR

- 1 stk. universalinstrument
- 1 stk. forstærkervoltmeter
- 1 stk. tonegenerator
- 1 stk. modstand 1 k $\Omega$
- 1 stk. kondensator "lille"
- 1 stk. kondensator "stor"
- 1 stk. RLC-målebro

1. JÆVNSTRØMSMODSTAND OG KAPACITET

- 1.1 Mål jævnstrømsmodstanden i den lille kondensator

$$R = \quad \Omega$$

- 1.2 Mål jævnstrømsmodstanden i den store kondensator

$$R = \quad \Omega$$

- leder eller spærrer en kondensator for jævnstrøm?

---

---

- 1.3 Mål kapaciteten i den lille kondensator

$$C = \quad F$$

- 1.4 Mål kapaciteten i den store kondensator

$$C = \quad F$$

- hvilken af de målte kondensatorer har den største kapacitet?

---

---

2. IMPEDANS

- 2.1 Mål impedansen af den lille kondensator ved 1 kHz

$$Z_c = \quad \Omega$$

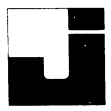
- 2.2 Mål impedansen af den store kondensator ved 1 kHz

$$Z_c = \quad \Omega$$

- hvilken kondensator har den mindste impedans?

---

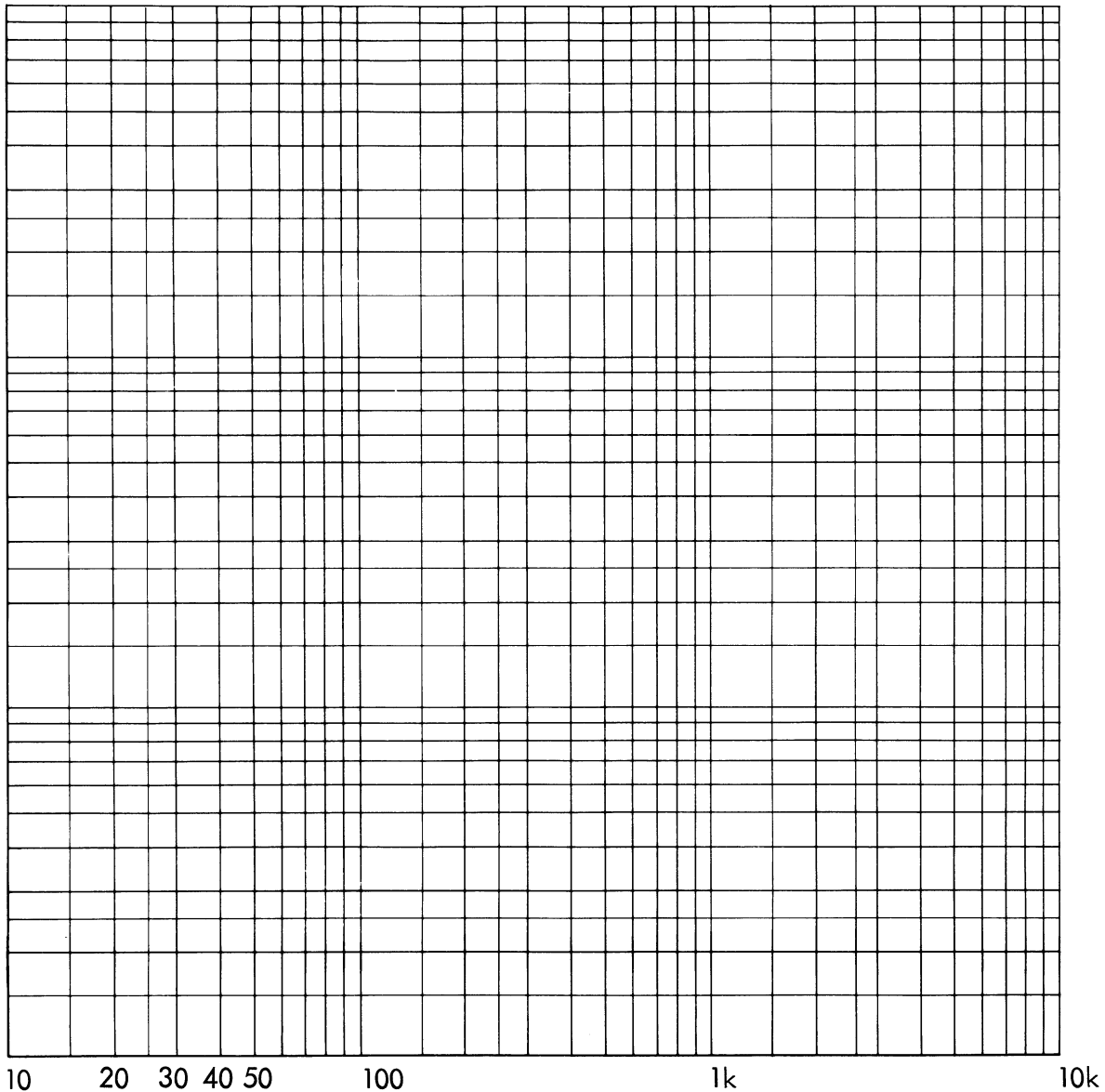
---



2.3 Mål impedansen af den lille kondensator

- ved 2,3,4 kHz og op til 10 kHz og derefter ved 900,800, 700 og ned til 10 Hz

2.4 Indtegn værdierne i koordinatsystemet



2.5 Gentag målingerne for den store kondensator

2.6 Indtegn værdierne i koordinatsystemet

- stiger eller falder impedansen af en kondensator ved stigende frekvens?

---

---





### 3. KONKLUSION

Kurven, som er optaget, er ret.

Kurven i nomogrammet er ret.

- er impedansen af kondensatoren  $Z_C$  med eller uden tabsmodstand?

---

---

- er reaktansen af kondensatoren  $X_C$  med eller uden tabsmodstand?

---

---

- har tabsmodstanden i kondensatoren nogen indflydelse i praksis?

---

---

- kender man frekvens og kapacitet for en kondensator, kan reaktansen udregnes:

$$X_c = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$$

DISPOSITION

1. R og C
2. Optagelse af Z og  $\varphi$
3. Overgangsfrekvens
4. Konklusion for serieimpedans
5. Måling på parallelforbindelse af R og C
6. Konklusion for parallelimpedans
7. Kurveblad

UDSTYR

- 1 stk. vekselspændingsmåleinstrument (oscilloskop med probesæt)
- 1 stk. normalmodstand 1,0 k $\Omega$
- 1 stk. modstand 1,5 k $\Omega$  (R)
- 1 stk. kondensator 0,1  $\mu$ F (C)
- 1 stk. tonegenerator (10 Hz---1 MHz)

1. R OG C

- 1.1 Serieforbind R og C

2. OPTAGELSE AF Z OG  $\varphi$ 

- 2.1 Optag Z = f(f) og fasevinklen mellem strøm og spænding som funktion af frekvensen
- 2.2 Indtegn på kurveblad side 3

3. OVERGANGSFREKVENNS

- 3.1 Find frekvensen, hvor impedansen har ændret sig 3 dB i forhold til impedansens stationære værdi  
- denne frekvens kaldes  $f_o$  eller overgangsfrekvensen

- 3.2 Find, hvor stor fasevinklen mellem strøm og spænding er ved  $f_o$

$$f_o = \underline{\hspace{2cm}} \quad \varphi_o = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 3.3 Beregn  $X_c$  ved  $f_o$

$$X_c = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 3.4 Sammenlign  $X_c$  ved  $f_o$  og modstandsværdien (R)

$$X_c = \underline{\hspace{2cm}} \quad R = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 3.5 Beregn forholdet mellem  $X_c$  og R ved  $f_o$

$$\frac{X_c}{R} = \underline{\hspace{2cm}}$$

4. KONKLUSION FOR SERIEIMPE-  
DANS

- hvor mange dB/oktav hælder kurven med ved frekvenser lavere end  $1/5 \cdot f_o$ ?

- hvor stor er denne hældning pr. dekade?

- hvad er den største fasevinkel, og ved hvilken frekvens opstår denne?

$$\varphi_{\text{maks.}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ ved } f = \underline{\hspace{2cm}}$$

- hvad er den mindste fasevinkel, og ved hvilken frekvens opstår denne?

$$\varphi_{\text{min}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ ved } f = \underline{\hspace{2cm}}$$

5. MÅLING PÅ PARALLELFORBINDELSE AF R OG C

5.1 Forbind R og C i parallel og gentag pkt. 2 og 3

$$f_o = \underline{\hspace{2cm}} \quad \varphi_o = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$X_{co} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\frac{X_c}{R} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- hvad er den største fasevinkel, og ved hvilken frekvens opstår denne?

$$\varphi_{maks.} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ ved } f = \underline{\hspace{2cm}}$$

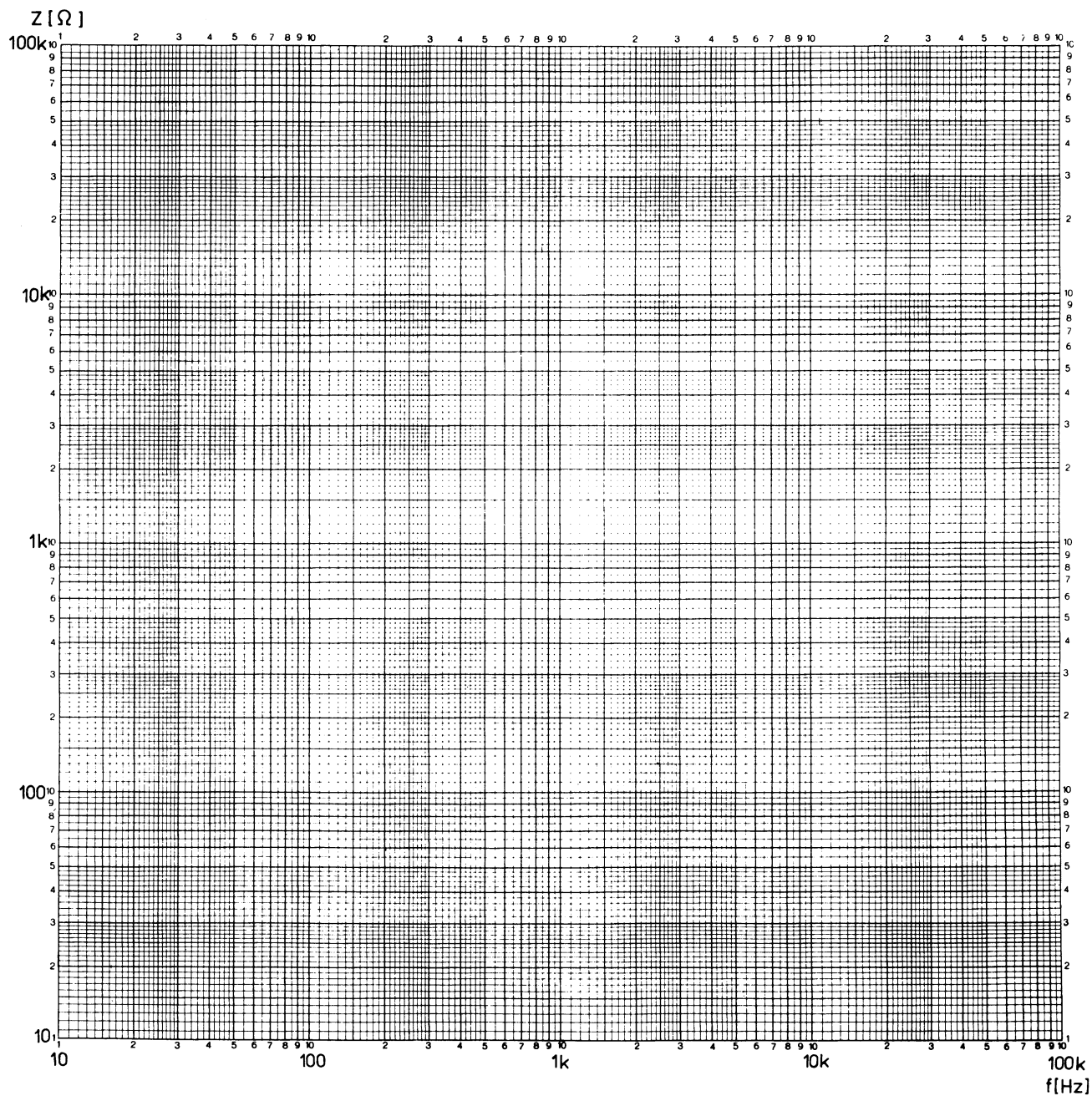
- hvad er den mindste fasevinkel, og ved hvilken frekvens opstår denne?

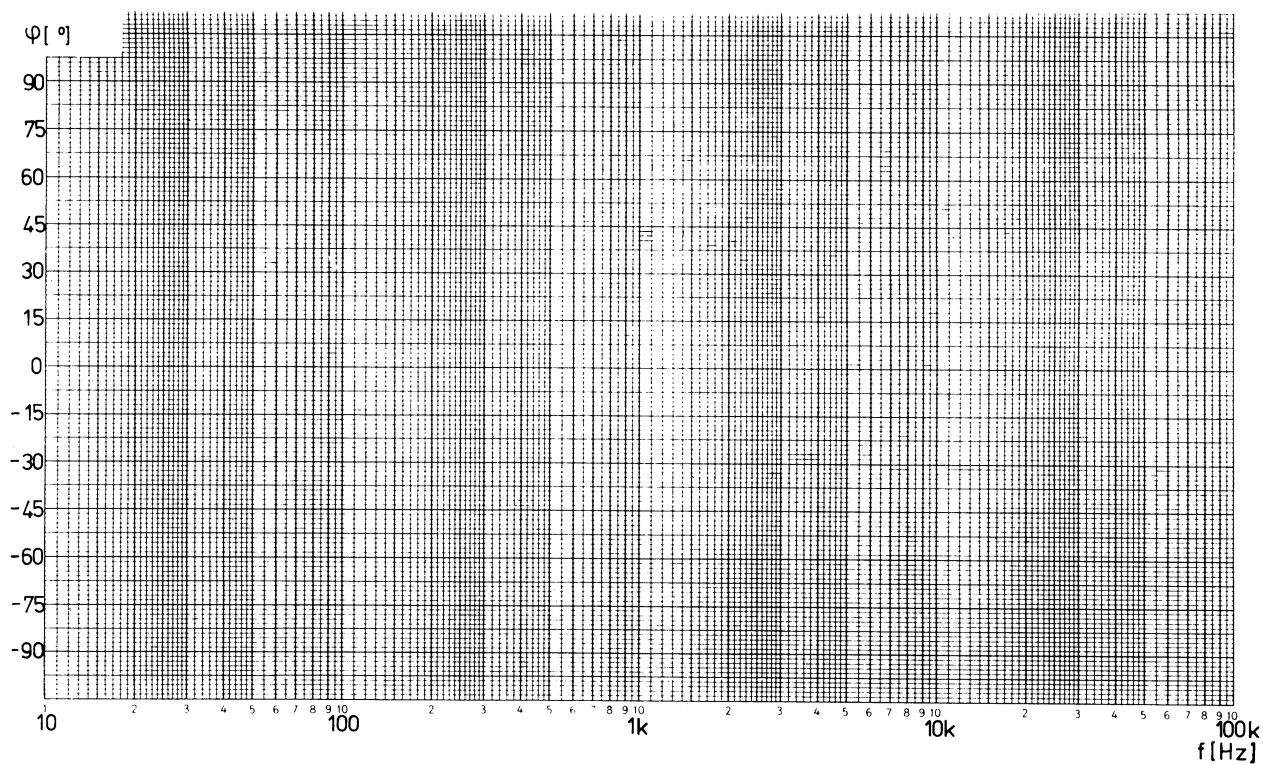
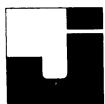
$$\varphi_{min} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ ved } f = \underline{\hspace{2cm}}$$

6. KONKLUSION AF PARALLELIMPEDANS

- hvor mange dB/oktav hælder kurven med ved frekvenser højere end  $5 f_o$ ?

- hvor stor er denne hældning pr. dekade?

7. KURVEBLAD



DISPOSITION

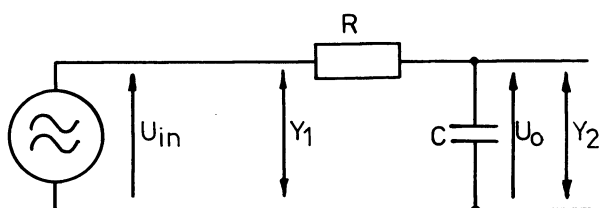
1. RC filter
2. RL filter
3. Kurveblad

UDSTYR

- 1 stk. tonegenerator, 10 Hz til 1 MHz
- 1 stk. oscilloskop med prober, dobbelt
- 1 stk. modstand 1 k $\Omega$
- 1 stk. kondensator 0,15  $\mu$ F
- 1 stk. forstærkervoltmeter

1. RC FILTER

1.1 Tilslut opstillingen som vist



1.2 Optag frekvenskarakteristikker

- optag, en som viser :

$$\frac{U_o}{U_{in}} \text{ (dB)} = f(f)$$

- optag en, som viser fasen af  $U_o$  sammenlignet med  $U_{in}$

1.3 Indtegn på kurveblad side 3

- inddel selv kurvebladet

1.4 Find den frekvens, hvor  $U_o$  har ændret sig 3 dB i forhold til  $U_{in}$

- aflæs frekvensen og fasen
- denne frekvens kaldes  $f_o$  eller overgangsfrekvensen

$$f_o = \quad \varphi_o = \quad$$

---



---



---

1.5 Hvor stor er den største fasedrejning mellem  $U_{in}$  og  $U_o$  ?

$$\varphi \text{ maks.} = \quad$$

---



---



---

1.6 Find den frekvens, hvor fasedrejningen er 10% under  $\varphi$  maks.

$$f = \quad$$

---



---



---

1.7 Hvor lille er den mindste fasedrejning mellem  $U_{in}$  og  $U_o$  ?

$$\varphi \text{ min.} = \quad$$

---



---



---

1.8 Find den frekvens, hvor fasedrejningen er 10% af  $\varphi$  maks.

$$f = \quad$$

---



---



---

1.9 Hvor stor er hældningen på kurven målt i dB/okt. ?

---



---



---





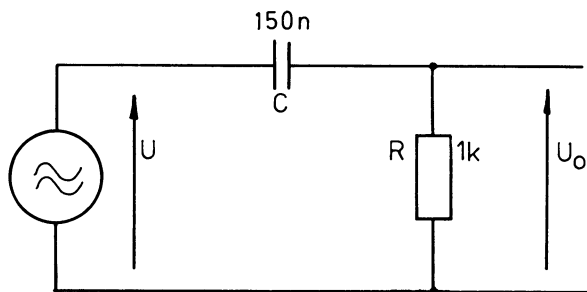
1.10 Er filteret et høj- eller lavpas-filter?

---



---

1.11 Beregn overgangsfrekvensen for det viste kredsløb




---



---



---

1.12 Tegn, uden at måle, hvorledes man kan forvente, at:

$$\frac{U_o}{U_{in}} \text{ dB} = f(f) \text{ og } \varphi = f(f)$$

kommer til at se ud

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

1.13 Foretag nogle praktiske kontrolmålinger på opstillingen til kontrol af kurven

---



---



---



---

## 2. RL FILTER

2.1 Tegn et filter med en spole og en modstand

- overgangsfrekvensen skal være 1,5 kHz, og modstanden er 10 kΩ
- filteret skal dæmpe de høje frekvenser
- tegn kurverne

$$\frac{U_o}{U_{in}} \text{ (dB)} = f(f) \text{ og } \varphi = f(f)$$

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



---



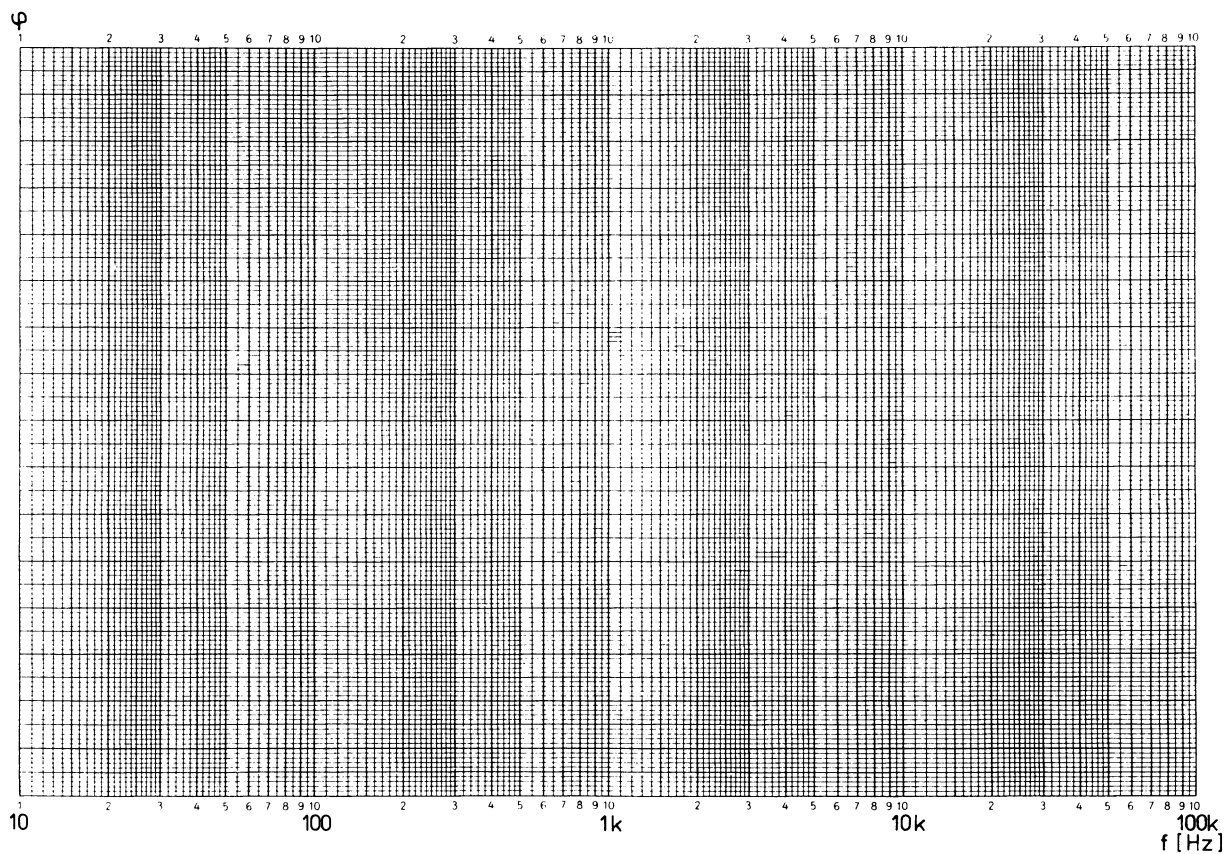
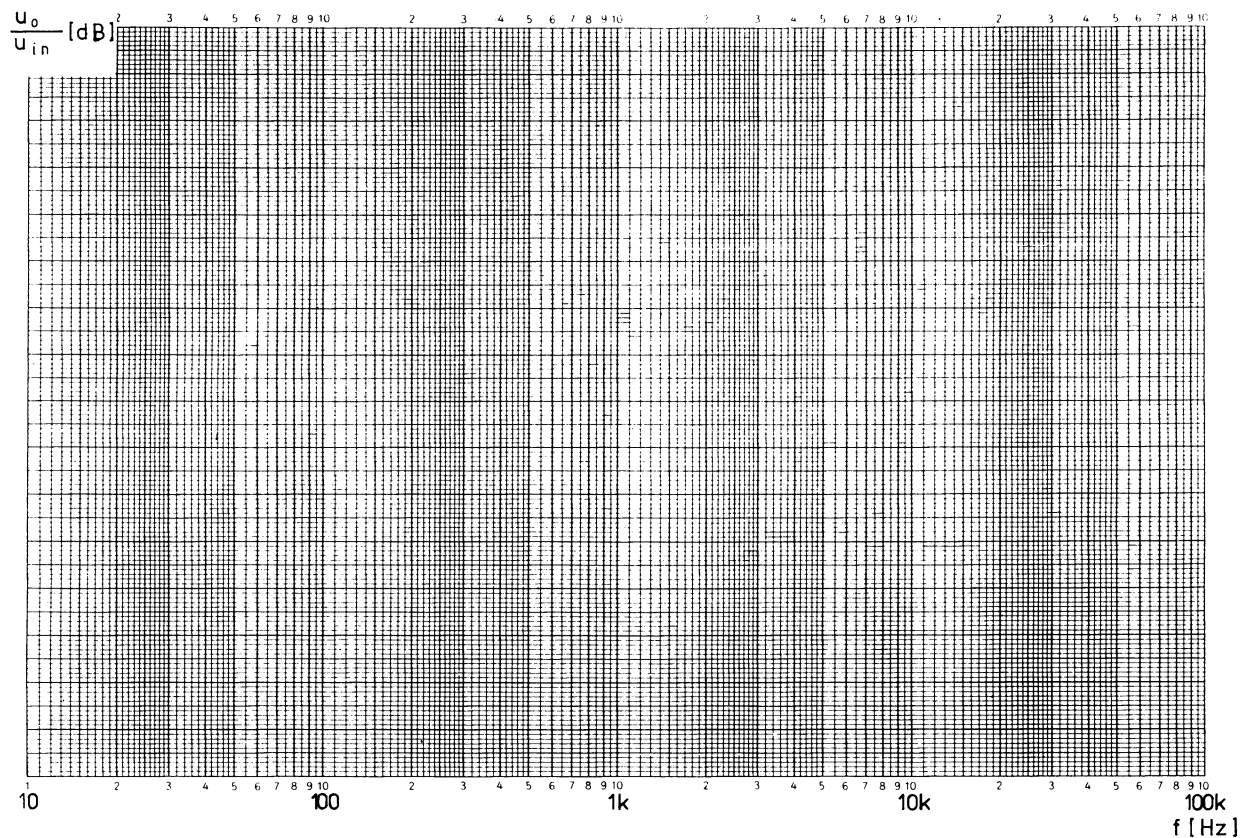
---



---



### 3. KURVEBLAD



DISPOSITION

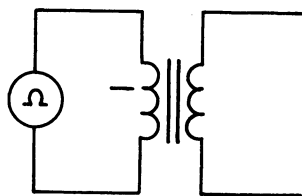
1. Jævnstrømsmodstand
2. Spændingsomsætning
3. Strømsomsætning
4. Impedansomsætning
5. Frekvenskarakteristik
6. Konklusioner

UDSTYR

- 1 stk. transformator JS8477/2,  
nr. 60.5098/00
- 1 stk. forstærkervoltmeter
- 1 stk. tonegenerator
- 1 stk. modstand  $10\text{ k}\Omega/1\%$
- 1 stk. modstand  $10\Omega/1\%$
- 1 stk. ohmmeter

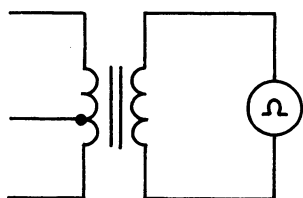
1. JÆVNSTRØMSMODSTAND

- 1.1 Mål jævnstrømsmodstanden i primærviklingen



$$R_p = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 1.2 Mål jævnstrømsmodstanden i sekundærviklingen



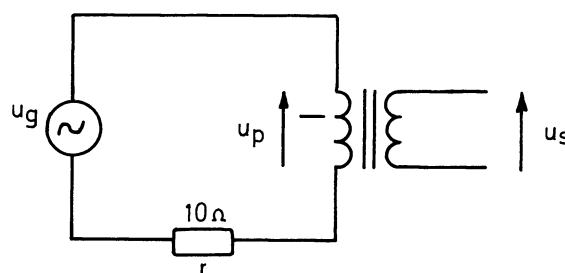
$$R_s = \underline{\hspace{2cm}}$$

2. SPÆNDINGSOMSÆTNING

Forholdet mellem primærspændingen og sekundærspændingen kaldes spændingsomsætningen.

Spændingsomsætningen er lig med forholdet mellem antal viklinger på primær og sekundær, dette forhold kaldes  $M$ .

$$M = \frac{u_p}{u_s}$$

2.1 Opbyg kredsløbet

- juster  $u_p$  til 1 V/1 kHz
- mål  $u_s$

$$u_s = \underline{\hspace{2cm}}$$

2.2 Beregn spændingsomsætningen

$$M = \frac{u_p}{u_s} = \underline{\hspace{2cm}} =$$

$$M = \underline{\hspace{2cm}}$$

2.3 Tomgangsstrøm

- mål  $u_r$

$$u_r = \underline{\hspace{2cm}}$$

- find  $i_p$

$$i_p = \frac{u_r}{r} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$i_p = \underline{\hspace{2cm}}$$



### 3. STRØMOMSÆTNING

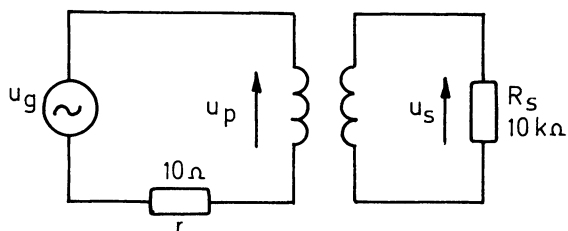
Strømsætningen er forholdet mellem primærstrøm og sekundærstrøm.

Strømsætningen er reciprok-værdien af omsætningsforholdet,  $M$ .

$$\text{Strømsætning} = \frac{i_p}{i_s} = \frac{1}{M}$$

$$M = \frac{i_s}{i_p}$$

#### 3.1 Opbyg kredsløbet



- juster  $u_p$  til 1 V/1 kHz
- mål  $u_r$

$$u_r = \underline{\hspace{2cm}}$$

- find  $i_p$

$$i_p = \frac{u_r}{r} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$i_p = \underline{\hspace{2cm}}$$

- mål  $u_s$

$$u_s = \underline{\hspace{2cm}}$$

- find  $i_s$

$$i_s = \frac{u_s}{R_s} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$i_s = \underline{\hspace{2cm}}$$

#### 3.2 Beregn strømsætningen

$$\frac{i_p}{i_s} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- find reciprok-værdien af strømsætningen

$$M = \frac{i_s}{i_p} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$M = \underline{\hspace{2cm}}$$

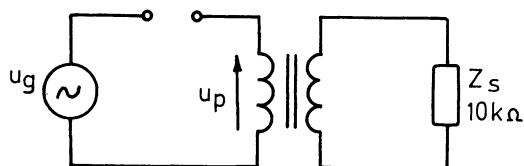
- er der overensstemmelse mellem reciprok-værdien af strømsætningen og spændingsomsætningen i pkt. 2.2

Ja ☐Nej ☐

### 4. IMPEDANSOMSÆTNING

Forholdet mellem den impedans, der belaster generatoren og den impedans, der belaster transformator, kaldes impedansomsætningen.

#### 4.1 Opbyg kredsløbet



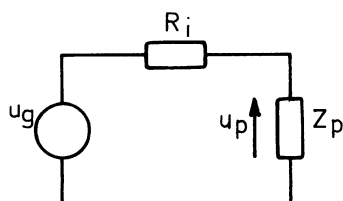
- juster den ubelastede generator til 1 V/1 kHz
- forbind generator til primær



## 4.2 Mål primærspænding

$$u_p = \underline{\hspace{2cm}}$$

- ved hjælp af generatorens tomgangsspænding og den målte primærspænding kan spændingsfaldet over generatorens indre modstand findes



- find  $u_{ri}$

$$u_{ri} = u_g - u_p$$

$$U_{ri} = \underline{\hspace{2cm}}$$

4.3 Beregning af  $i_p$ 

$$i_p = \frac{u_{ri}}{R_i}$$

$$R_i = \underline{\hspace{1cm}} \text{ (findes i apparatmanual)}$$

$$i_p = \underline{\hspace{1cm}} = \underline{\hspace{1cm}}$$

4.4 Beregning af  $Z_s$ 

$$Z_p = \frac{u_p}{i_p}$$

$$Z_p = \underline{\hspace{1cm}} = \underline{\hspace{1cm}}$$

## 4.5 Beregning af impedansomsætningen

Impedansen, der belaster transformatoren, er modstanden  $Z_s$  på  $10 \text{ k}\Omega$ .

Impedansen, der belaster generatoren, er modstanden  $Z_p$  på  $\underline{\hspace{1cm}}$  ohm.

$$\frac{Z_p}{Z_s} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$\frac{Z_p}{Z_s} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Kvadratroden af impedansomsætningen er lig med spændingsomsætningen.

$$M = \sqrt{\frac{Z_p}{Z_s}} = \sqrt{\hspace{2cm}}$$

$$M = \underline{\hspace{2cm}}$$

## 4.6 Sammenligning

Sammenlign spændingsomsætningen i pkt. 2.2 med kvadratroden af impedansomsætningen i pkt. 4.5.

Er der overensstemmelse mellem de to værdier?

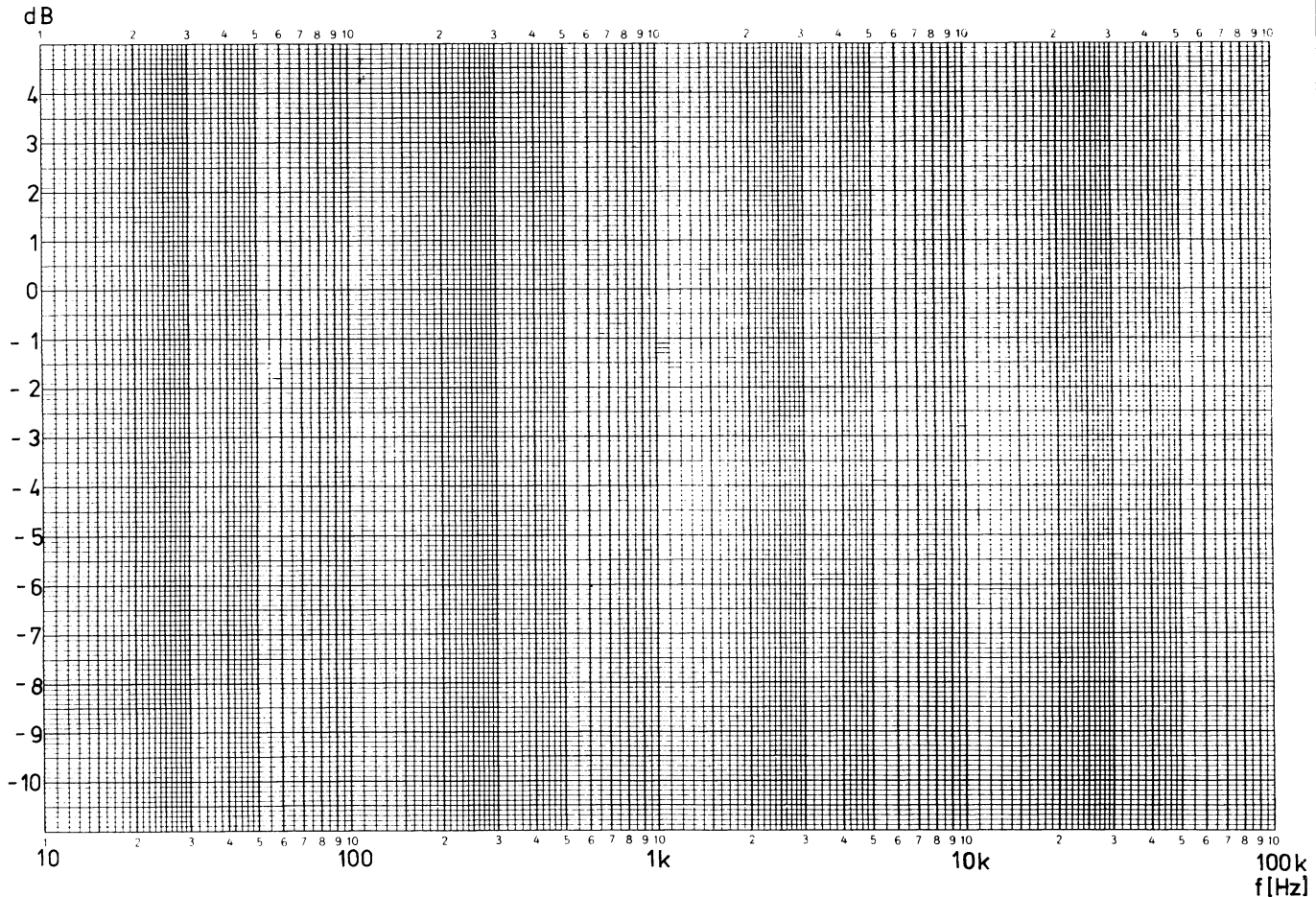
Ja ☐

Nej ☐



## 5. FREKVENSKARAKTERISTIK

- 5.1 Optag en frekvenskarakteristik med  $u_p = 1\text{ V}$  og  $Z_s = 10\text{ k}\Omega$
- indfør målingerne på kurvebladet



## 6. KONKLUSIONER

### 6.1 Transformatorformel

Sammenlignes spændingsomsætningen, strømsomsætningen og impedansomsætningen, fås:

$$M = \frac{u_p}{u_s} = \frac{i_s}{i_p} = \sqrt{\frac{Z_p}{Z_s}}$$

- 6.2 Hvor meget vil transformatoren belaste en given generator med, hvis  $Z_s = 2,5\text{ k}\Omega$ ?

$$Z_p = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 6.3 Vil tomgangsstrømmen i pkt. 2.3 stige eller falde, dersom en vinding i sekundæren kortsletter?

Stige ☐  
Falde ☐

- 6.4 Er der i det målte nogen sammenhæng mellem transformatorens DC modstand i primær/sekundær og den belastning, der sker af tilsluttet generator?

Ja ☐  
Nej ☐

- 6.5 Hvad er transformatorens øvre og nedre grænsefrekvens?

$$f_\phi = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$f_n = \underline{\hspace{2cm}}$$



6.6 Er transformatoren egnet til at overføre LF ?

Ja ☐

Nej ☐

6.7 I en given transformator er spændingsomsætningen 10 gange

Hvor stor er sekundærstrømmen i forhold til primærstrømmen ?

---

---

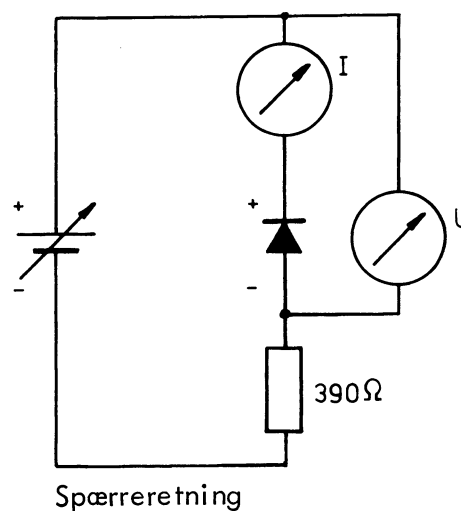


## DISPOSITION

1. Dioden
2. Halvbølgeensretter
3. Helbølgeensretter
4. Dobbeltensretter
5. Brumspænding

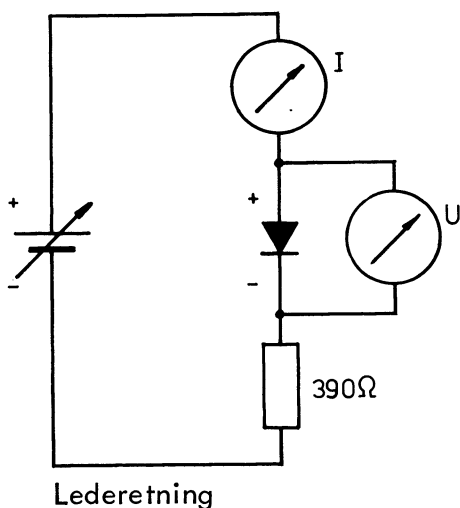
## UDSTYR

- 1 stk. stabiliseret spændingsforsyning
- 1 stk. variaskilletransformator
- 1 stk. elektrovoltmeter
- 1 stk. oscilloskop
- 1 stk. universalinstrument
- 1 stk. diode (germanium)
- 4 stk. dioder (silicium)
- 1 stk. modstand  $100\text{ k}\Omega$
- 1 stk. modstand  $390\Omega$
- 1 stk. modstand  $10\text{ k}\Omega$
- 1 stk. modstand  $680\Omega$
- 1 stk. elektrolyt  $100\text{ }\mu\text{F}$
- 1 stk. elektrolyt  $50\text{ }\mu\text{F}$
- 1 stk. elektrolyt  $25\text{ }\mu\text{F}$
- 1 stk. trafo med midtpunktsudtag

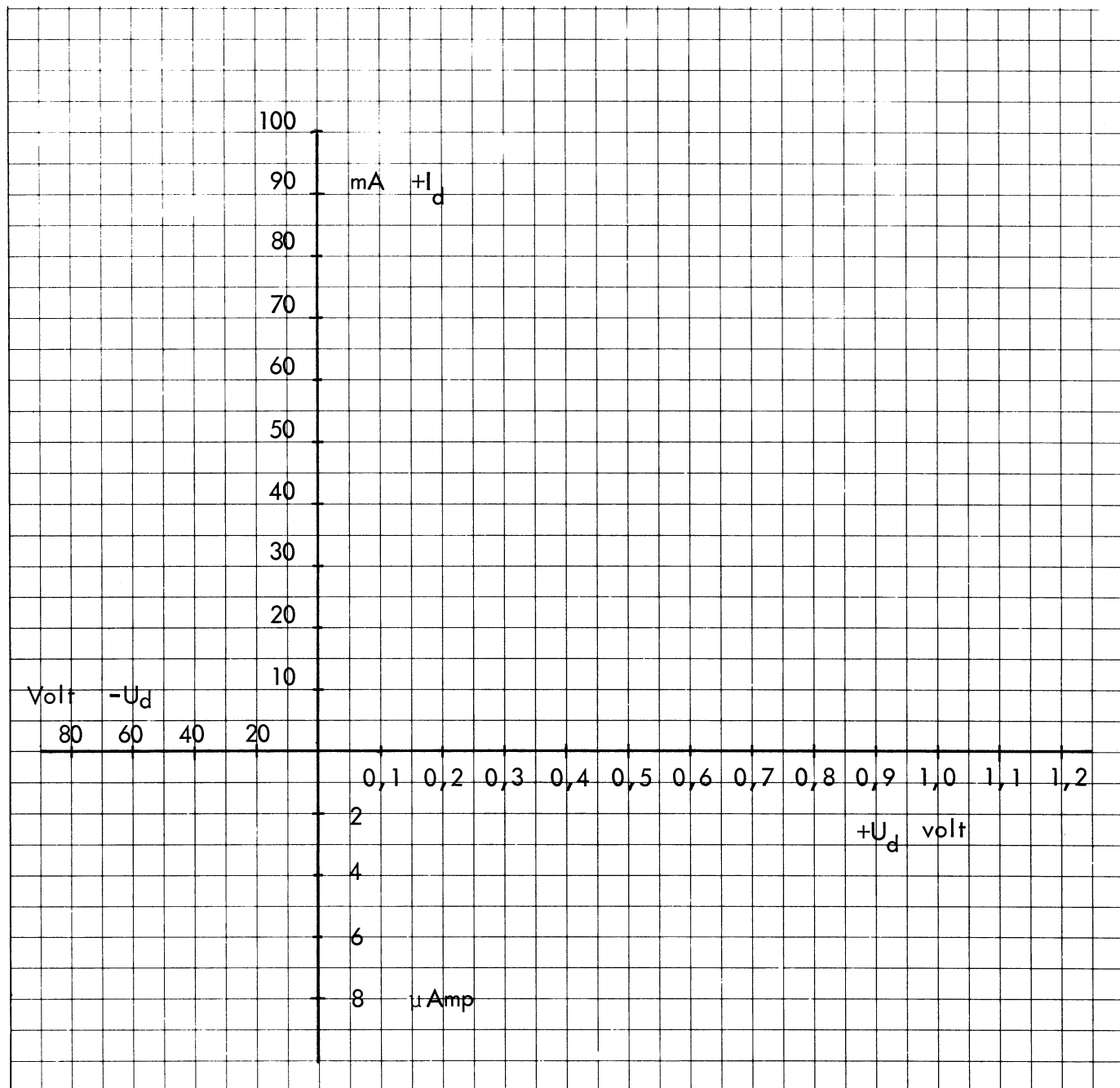


## 1. DIODEN

- 1.1 Optag diodekarakteristikken for en silicium- og en germaniumdiode









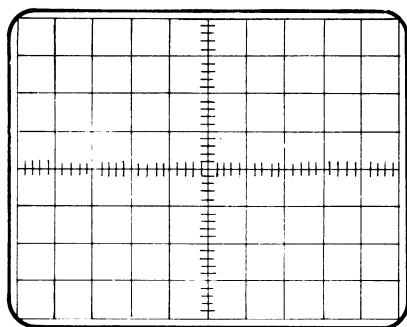
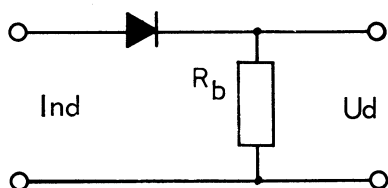
## 2. HALVBØLGEENSRETTER

### 2.1 Mål udgangssignal

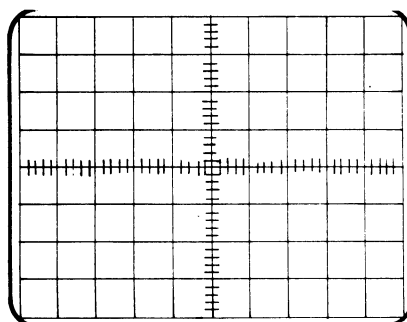
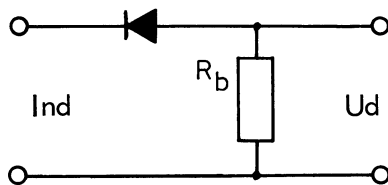
- med variaskilletrafoen indstillet til 10 V
- tilslut denne vekselspænding til indgangen af de viste opstillinger og mål udgangssignalet over belastningsmodstanden på 100 k $\Omega$  med oscilloskopet

### 2.2 Tegn de målte spændinger med angivelse af spændingsværdi

- der skal tages hensyn til 0 V linie

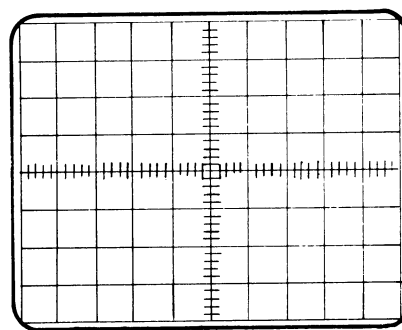
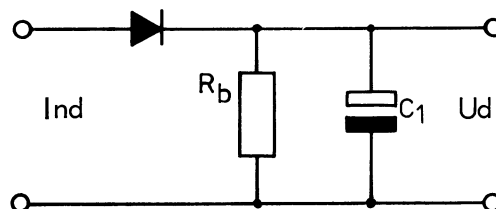


### 2.3 Vend dioden og gentag målingen

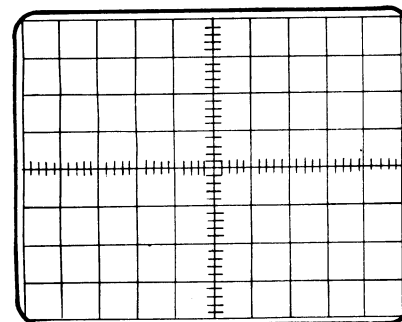
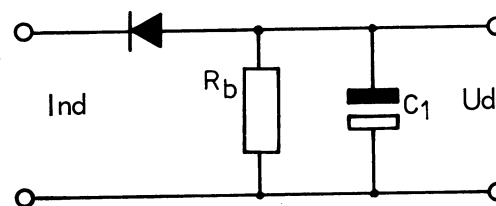


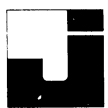
### 2.4 Mål udgangsspænding og tegn

- tilslut en ladecondensator  $C_1$  på udgangen af ensretteren
- $C_1$  skal være 100  $\mu$ F
- mål spændingen med oscilloskop



### 2.5 Vend diode og elektrolyt og gentag målingen





2.6 Angiv, hvor mange gange  $U_u$  (DC) er større end  $u_{eff}$

$$U_u = \quad \cdot u_{eff}$$

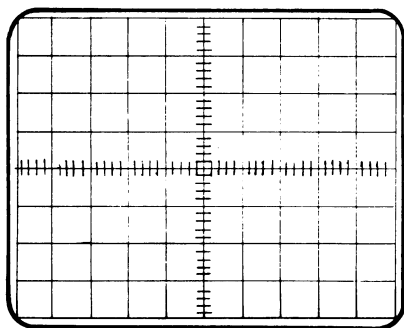
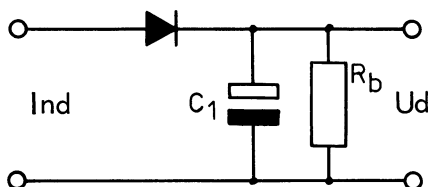
- strømmen gennem  $R_b$  på 100 k $\Omega$  er her meget lille, og ensretteren kan betragtes som ubelastet

2.7 Mål udgangsspænding og tegn udseendet

- vælg belastningsmodstanden, så belastningsstrømmen bliver 20 mA
- ved tegningen skal der tages hensyn til 0 volt linien

$$U_u = \quad V$$

$$u_{brum} = \quad V_{ss}$$

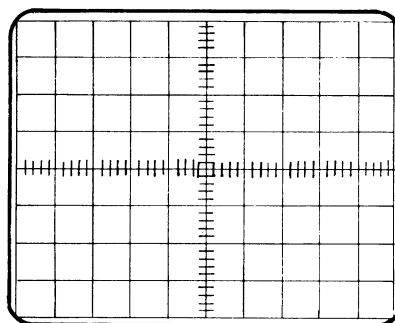
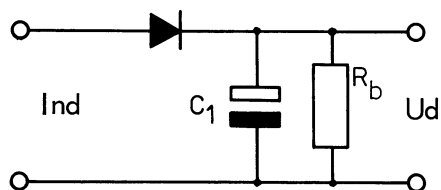


2.8 Mål udgangsspænding og tegn udseende

- vælg  $R_b$ , så belastningsstrømmen bliver 40 mA

$$U_u = \quad V$$

$$u_{brum} = \quad V_{ss}$$

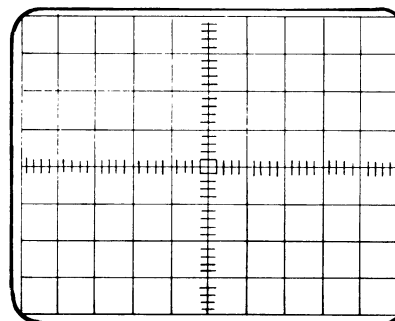
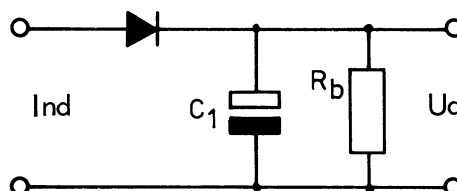


2.9 Mål spænding og tegn udseende

- vælg  $R_b$ , så belastningsstrømmen bliver 60 mA

$$U_u = \quad V$$

$$u_{brum} = \quad V_{ss}$$





2.10 Angiv, hvad sker der med udgangsspændingen og brumspændingen ved stigende belastningsstrøm

---



---



---



---

2.11 Mål  $U_u$  og  $u_{brum}$  og tegn udseendet

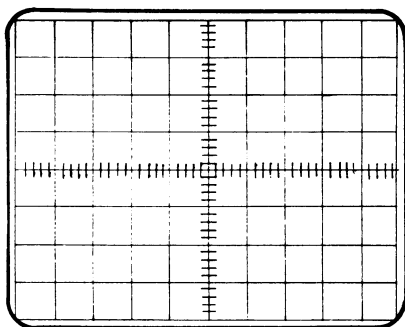
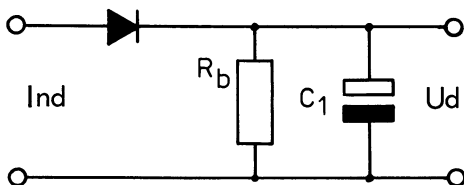
- ved denne del af øvelsen fastholdes belastningsstrømmen, men ladekondensatorens kapacitet ændres

$$I_{bel} = 20 \text{ mA}$$

$$C_{lade} = 100 \text{ } \mu\text{F}$$

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

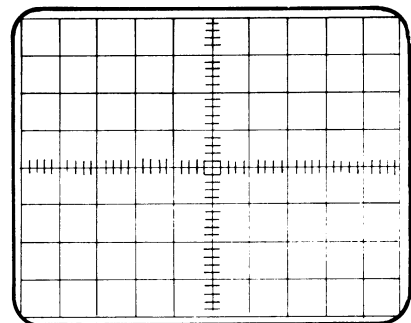
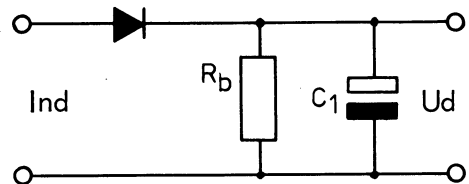
$$u_{brum} = \text{_____} \text{ V}_{ss}$$



2.12 Mål udgangsspændingen og tegn udseendet  
- med ladekondensatoren ændret til  $50 \text{ } \mu\text{F}$

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

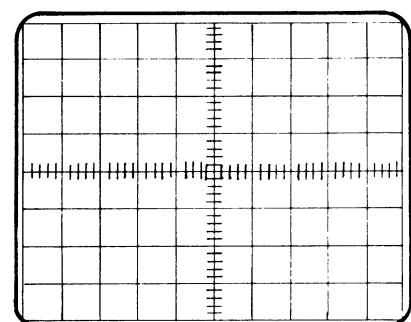
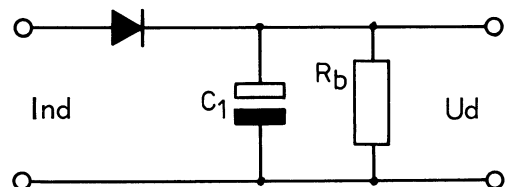
$$u_{brum} = \text{_____} \text{ V}_{ss}$$



2.13 Mål udgangsspændingen og tegn udseendet  
- med ladekondensatoren ændret til  $25 \text{ } \mu\text{F}$

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

$$u_{brum} = \text{_____} \text{ V}_{ss}$$





## 2.14 Besvar spørgsmål

- bliver udgangsspændingen større eller mindre, når  $C_1$  gøres mindre?

---

---

- bliver brumspændingen større eller mindre, når  $C_1$  gøres mindre?

---

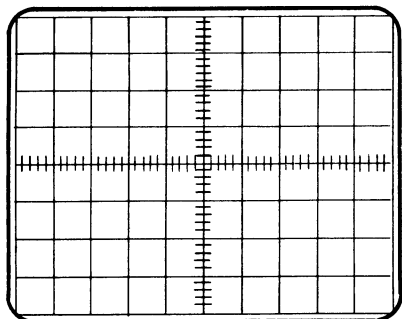
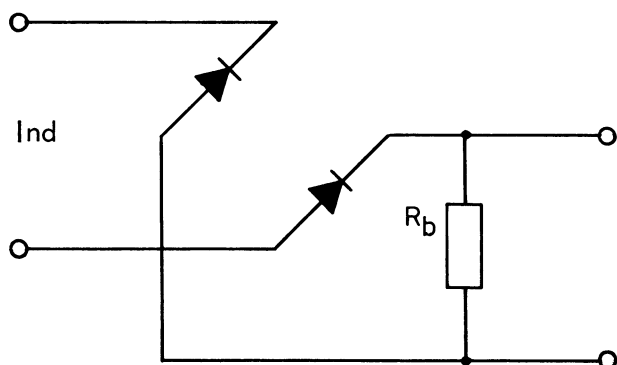
---

## 3. HELBØLGEENSRETTER

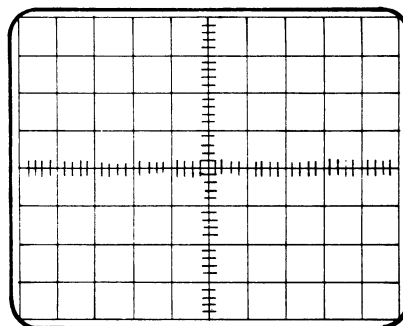
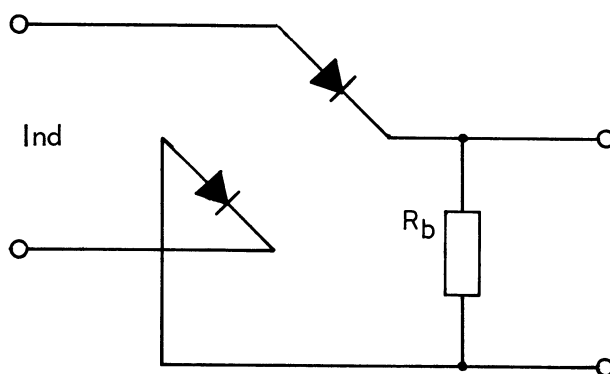
## 3.1 Mål og tegn udgangssignal

- med variaskilletrafoen indstillet til 10 V
- tilslut denne vekselspænding til indgangene på de tre opstillinger
- mål med oscilloskop udgangssignalet over belastningsmodstanden på 10 k $\Omega$
- tegn udgangssignalet ud for opstillingen

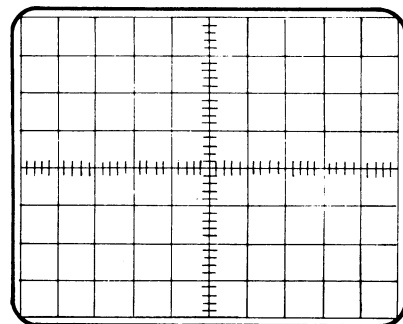
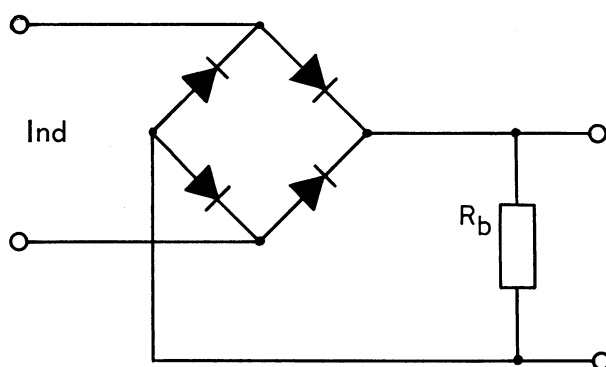
Opstilling 1

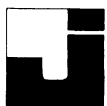


Opstilling 2



Opstilling 3

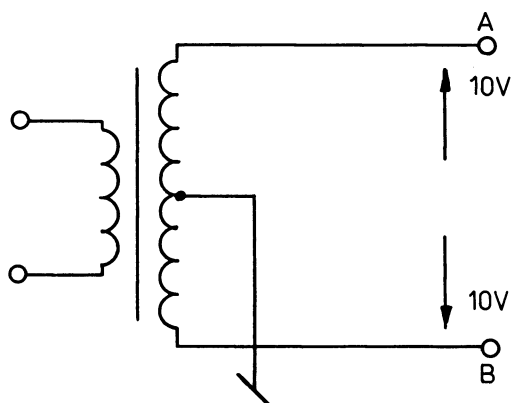




#### 4. DOBBELTENSRETTER

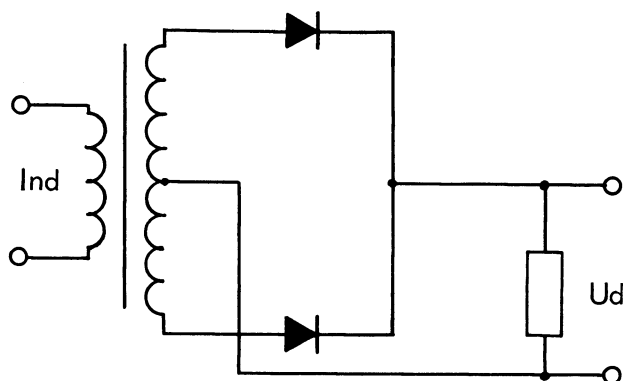
4.1 Mål faseforskellen mellem A og B i forhold til stel

- med varioskilletrafoen indstillet til nettrafoen afgiver  $2 \cdot 10 \text{ V}$

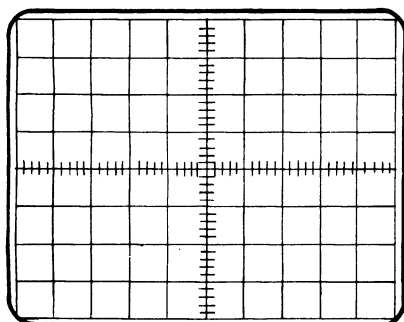


- fasen mellem A og B er \_\_\_\_\_ grader

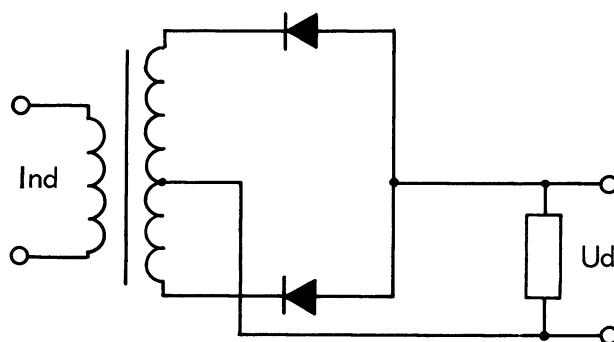
4.2 Opbyg diagram og mål  $U_u$  og frekvens



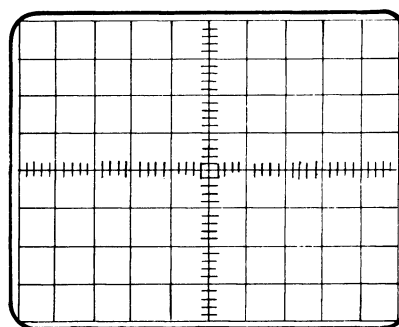
4.3 Tegn udgangssignalet



4.4 Opbyg diagram og mål  $U_u$



4.5 Tegn udgangssignalet



#### 5. BRUMSPÆNDING

- brumspændingens sammenhæng med  $C_{lade}$  og  $I_{forbrug}$  kan beskrives i udtrykket:

Enkeltensretter

$$u_{brum} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Dobbeltensretter:

$$u_{brum} = \underline{\hspace{2cm}}$$



## DISPOSITION

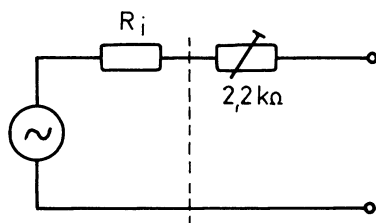
1. Konstant spændingsgenerator
2. Konstant strømgenerator
3. Impedanstilpasning
4. Målinger og kurveblad

## UDSTYR

- 1 stk. generator
- 1 stk. AC millivoltmeter
- 1 stk. ohmmeter
- 1 stk. variabel modstand  $100\text{ k}\Omega$ , 10 turn
- 1 stk. variabel modstand  $2,2\text{ k}\Omega$
- 1 stk. variabel modstand  $1\text{ k}\Omega$ , 10 turn

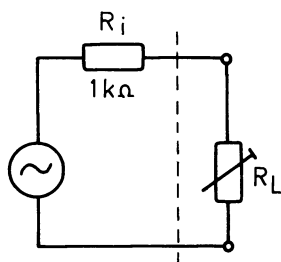
## 1. KONSTANT SPÆNDINGSGENERATOR

### 1.1 Opbyg måleopstillingen



- juster generatoren til  $1\text{ V}/100\text{ Hz}$  ubelastet
- juster trimmepotentiometret til generatorens indre modstand sammen med trimmepotentiometret  $1\text{ k}\Omega$

### 1.2 Tilslut en variabel modstand til måleopstillingen



- optag en karakteristik, der viser spændingen over belastningsmodstanden som funktion af belastningsmodstandens størrelse
- spændingen over  $R_L$  måles med AC millivoltmeter
- $R_L$  måles med ohmmeter
- sammenhørende værdier af  $R_L$  og  $U_{RL}$  indføres i skemaet i pkt. 4.1
- ved modstandsværdier under  $1\text{ k}\Omega$  anvendes  $1\text{ k}\Omega$  trimmepotentiometer, ved modstandsværdier over  $1\text{ k}\Omega$  anvendes  $100\text{ k}\Omega$  trimmepotentiometer

- 1.3 Indfør de målte værdier fra skemaet i pkt. 4.1 til kurveblad i pkt. 4.2
- mærk karakteristikken  $U_{RL}$

- 1.4 Skal  $R_L$  være større eller mindre end generatormodstanden for, at generatoren afgiver en konstant spænding?

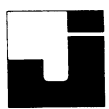
Større ☐  
Mindre ☐

## 2. KONSTANT STRØMGENERATOR

- 2.1 Beregn ved hjælp af de målte værdier for  $U_{RL}$  og  $R_L$  strømmen i belastningsmodstanden
- indfør resultaterne i skemaet i pkt. 4.1
  - indfør værdierne for strømmen fra skemaet i pkt. 4.1 til kurvebladet i pkt. 4.2
  - mærk kurven  $i_{RL}$

- 2.2 Skal  $R_L$  være større eller mindre end generatormodstanden for, at generatoren afgiver en konstant strøm?

Større ☐  
Mindre ☐



### 3. IMPEDANSTILPASNING

3.1 Ved at sammenholde kurveme for strøm og spænding i pkt. 4.1 ses det, at når strømmen i belastningen er stor, er spændingen over belastningen lille. Endvidere, når spændingen over belastningen er stor, er strømmen i belastningen lille.

Effekten, der afsættes i  $R_L$ , er lig med:

$$P = i_{RL} \cdot u_{RL}$$

Effekten, der afsættes i belastningen, går imod nul, hvis strøm eller spænding går mod nul.

$$P \rightarrow 0, \text{ hvis } i \rightarrow 0$$

og

$$P \rightarrow 0, \text{ hvis } u \rightarrow 0$$

3.2 Beregn den afsatte effekt i  $R_L$  ud fra sammenhørende værdier for strøm og spænding

- indfør resultaterne i skemaet i pkt. 4.1
- tegn kurven for den afsatte effekt i belastningsmodstanden i kurvebladet i pkt. 4.2
- mærk kurven  $P_{RL}$

3.3 Hvilken størrelse skal  $R_L$  have for at optage størst mulig effekt fra generatoren?

$$R_L = \underline{\hspace{2cm}}$$

3.4 Hvilket forhold skal der være mellem belastningsmodstanden og generatorens indre modstand for at få afsat størst mulig effekt i belastningsmodstanden?

---

---

---

---

---

---







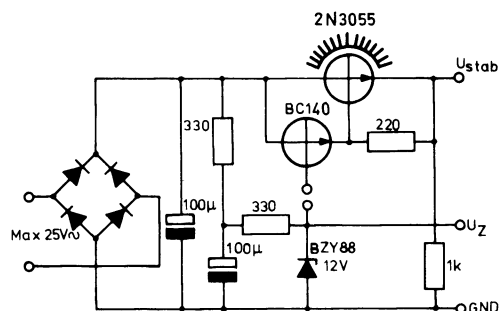
## DISPOSITION

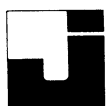
1. Parallelstabilisering med zenerdiode
2. Seriestabilisering med fast reference

## UDSTYR

Målepanel, variotrafo, elektrovoltmeter, oscilloskop, AC-forstærkervoltmeter, universalinstrument, stabiliseret spændingsforsyning, variabel belastning

## MÅLEPANEL



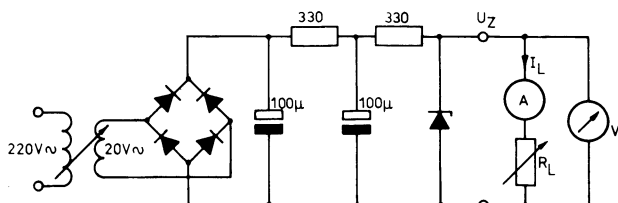


## 1. PARALLELSTABILISERING MED

### ZENERDIODE

#### 1.1 Optag kurven $U_Z = f(I_L)$

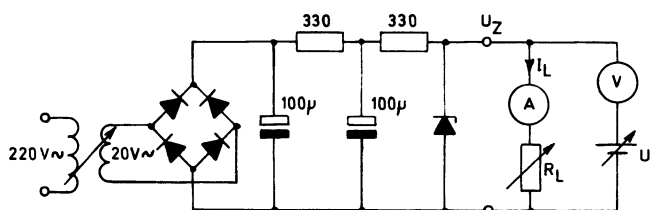
- måleopstilling:



- mål  $U_Z$  med  $I_L = 0$

$$U_Z =$$

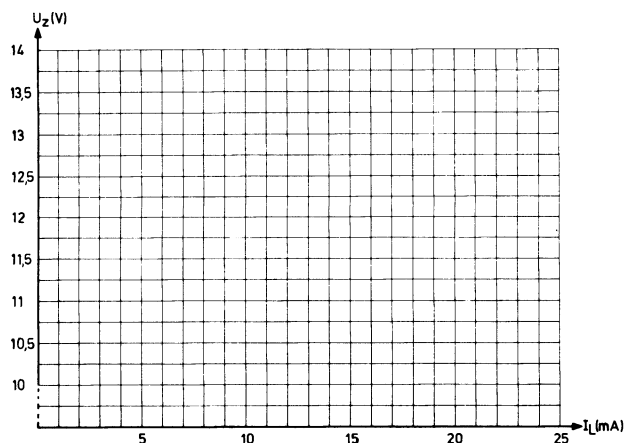
- ændringen i  $U_Z$  som funktion af  $I_L$  er vanskelig at aflæse, når voltmeteret står i et stort måleområde i forhold til spændingsændringen
- optag derfor  $U_Z = f(I_L)$  ved hjælp af kompensationsmålemetode



- indstil  $U$  til voltmeteret viser

$$U_Z - 10 \text{ V} = -10 = \text{ V}$$

- optag nu  $U_Z = f(I_L)$  og indtegn i kurvebladet, husk at  $U_Z$  er 10 V større, end det voltmeteret viser



#### 1.2 Find den indre modstand i kredsløbet i pkt. 1.1

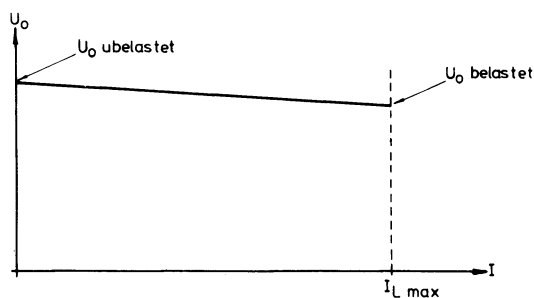
- ved hjælp af den optagne kurve

$$R_i = \frac{\Delta U_Z}{\Delta I_L} = \frac{\quad}{\quad} =$$

- sammenlign med zenerdiodens  $r_Z$  fra datablad

#### 1.3 Stabilitetsprocent

- variationer i jævnspændingen kan normalt ikke tolereres, selv om belastningen ændres
- stabilitetsprocenten er som regel under 1%
- den kurve, som viser udgangsspændingen  $U_o$  som funktion af belastningsstrømmen  $I_L$ , kan bruges til beregning af stabilitetsprocenten



- stabilitetsprocenten =

$$\frac{U_o \text{ ubelastet} - U_o \text{ belastet}}{U_o \text{ ubelastet}} \cdot 100$$

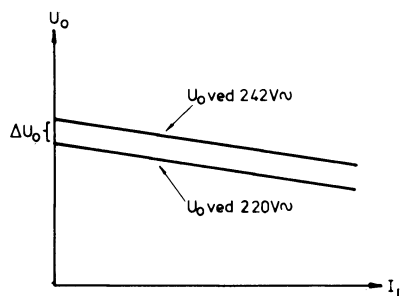


1.4 Find stabilitetsprocenten for kredsløbet i pkt. 1.1

- ved hjælp af den optagne kurve
- $I_L$  maks. = 10 mA
- stabilitetsprocent =  
\_\_\_\_\_ · 100 =  
\_\_\_\_\_ %

1.5 Stabilitet over for ændring af forsyningsspænding

- ændringer i forsyningsspændingen, 220 V~, må ikke ændre  $U_o$  i en stabiliseret spændingsforsyning
- kredsløbets stabilitet udtrykkes som en procentvis ændring af udgangsspænding ved en ændring af netspændingen på 10%
- forsyningsspændingsstabilitet =



$$\frac{\Delta U_o}{U_o} \cdot 100 \%$$

1.6 Ændre spændingen til kredsløbet fra 20 V~ til 22 V~

- dette svarer til en netspændingsændring på 10%

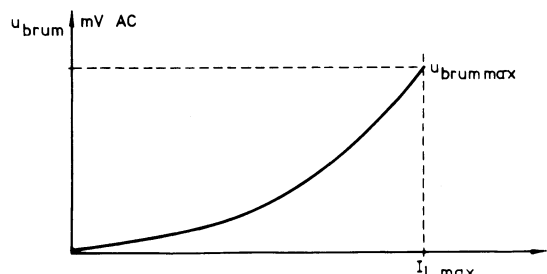
1.7 Find forsyningsspændingsstabiliteten ved  $I_L = 10$  mA

$$\frac{\Delta U_Z}{U_Z} \cdot 100 =$$

$$\text{_____} \cdot 100 = \text{_____} \%$$

1.8 Brumprocent

- det kræves normalt, at brumprocenten ved fuld belastning er under 0,1%
- kurven, som viser brumspændingen  $u_{\text{brum}}$  som funktion af belastningsstrømmen, kan være udgangspunkt for beregningen af brumprocenten



brumprocent =

$$\frac{u_{\text{brum maks.}}}{U_o \text{ belastet}} \cdot 100$$

1.9 Find brumprocenten for kredsløbet i pkt. 1.1

- $I_L$  maks. 10 mA

brumprocent =

$$\text{_____} \cdot 100 = \text{_____} \%$$

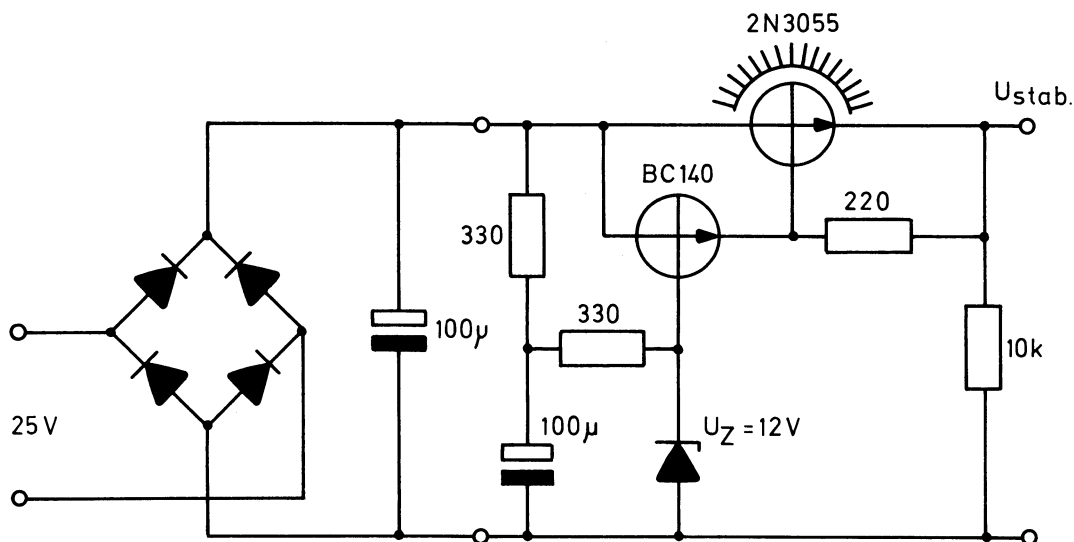


## 2. SERIESTABILISERING MED FAST

### REFERENCE

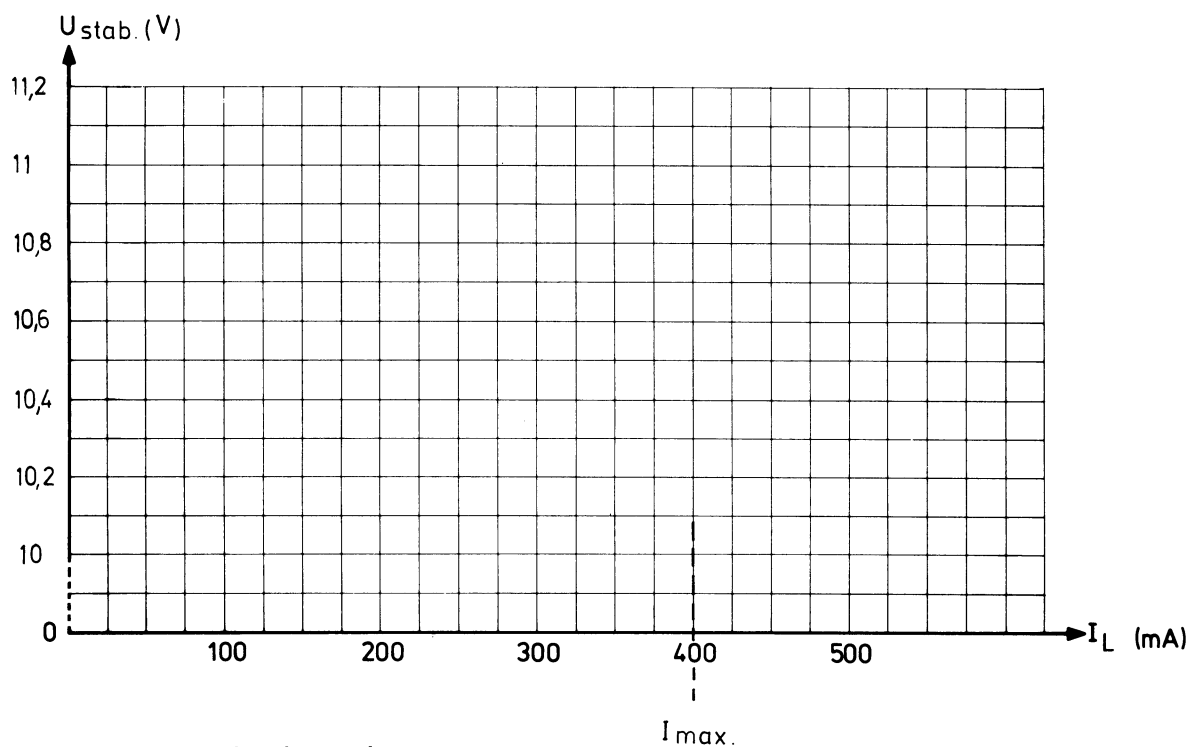
#### 2.1 Måleopstilling

- kortslut katode på zenerdiode med base på BC109



#### 2.2 Optag kurven $U_{stab} = f(I_L)$

- $I_L$  må ikke overstige 400 mA
- brug kompensationsmåling



- beregn ved hjælp af kurven stabilitetsprocenten og den indre modstand

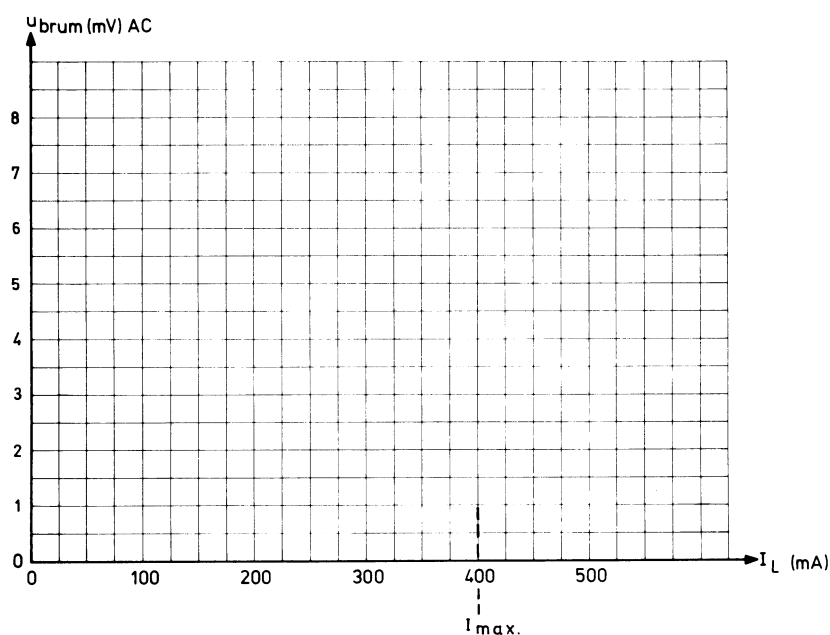
Stabilitetsprocenten =

Indre modstand =



### 2.3 Optag kurven over brumspændingen

- således at brumprocenten kan beregnes
- $I_L$  må ikke overstige 400 mA

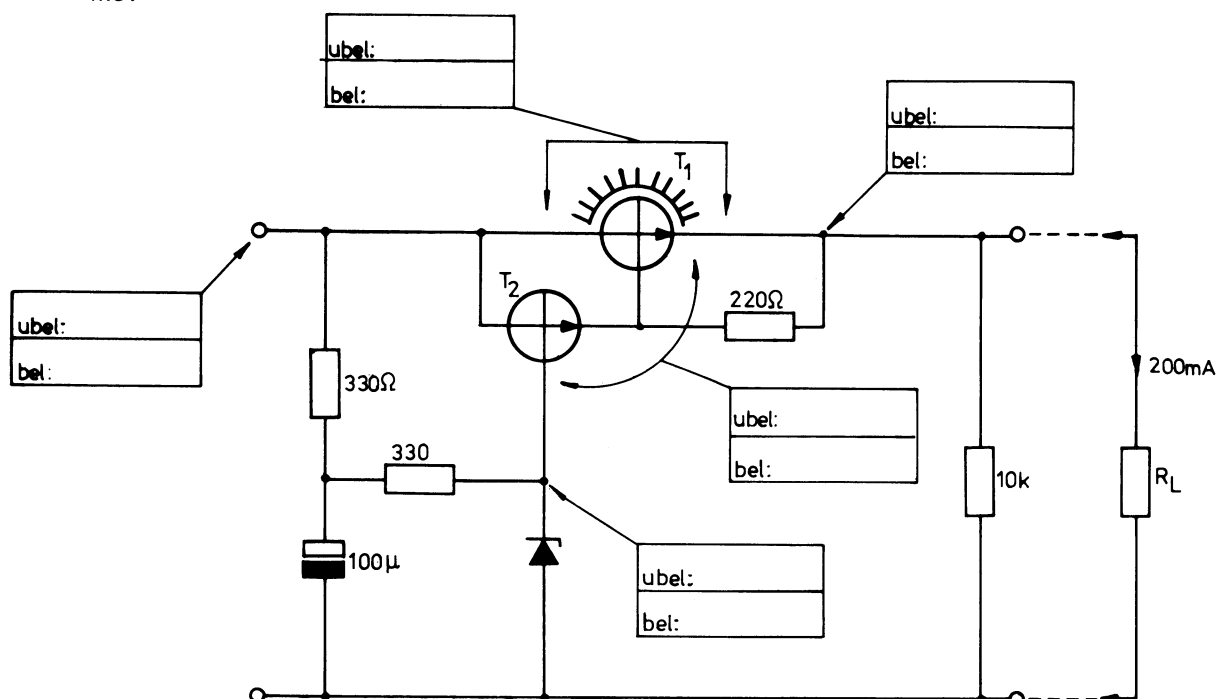


Beregn brumprocenten ved  $I_L = 300$  mA

Brumprocenten =

### 2.4 Mål alle spændingerne

- som er nødvendige for at forklare den regulerede spændingsforsynings virkemåde
- noter spændingerne på diagrammet





## 2.5 Konklusioner

- understreg det rigtige
  1. Jo større belastningsmodstand jo større/mindre udgangsspænding
  2. Ved stigende forbrug falder/stiger udgangsspændingen
  3. Den afsatte effekt i  $T_1$  er størst ved belastning/tomgang
  4. Den afsatte effekt i  $T_2$  er størst ved belastning/tomgang
  5. Ved stigende belastning går  $T_1$  mere mod ON/OFF
  6. Ved stigende belastning går  $T_2$  mere mod ON/OFF
  7. Ved stigende belastning falder/stiger zenerspændingen
  8. Ved stigende belastning falder/stiger den u-regulerede spænding
  9.  $U_{BE}$  på  $T_1$  er størst ved belastning/ i tomgang
  10.  $U_{BE}$  på  $T_2$  er størst ved belastning/ i tomgang
  11. Ved stigende forbrug falder/stiger brumspændingen









## 1.3 Mål den indre modstand

- med potentiometerarm R i top

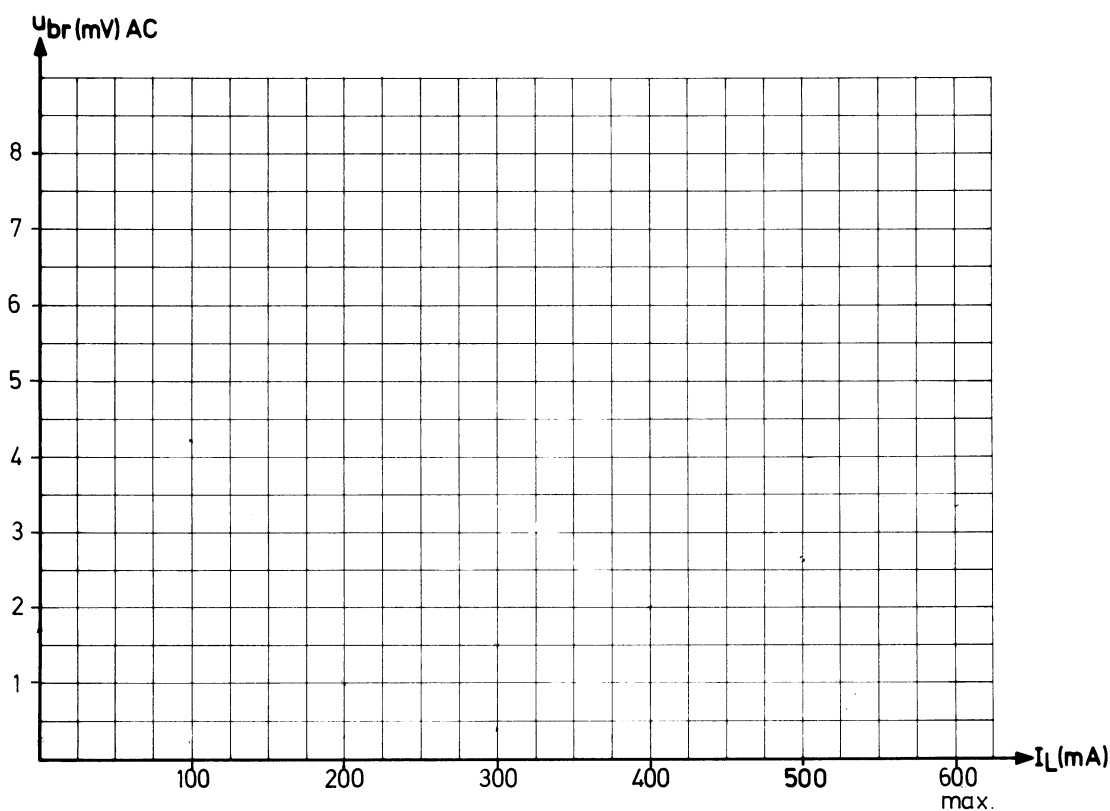
$$R_i = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$$

- med potentiometerarm R i bund

$$R_i = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$$

## 1.4 Optag kurverne over brumspændingen

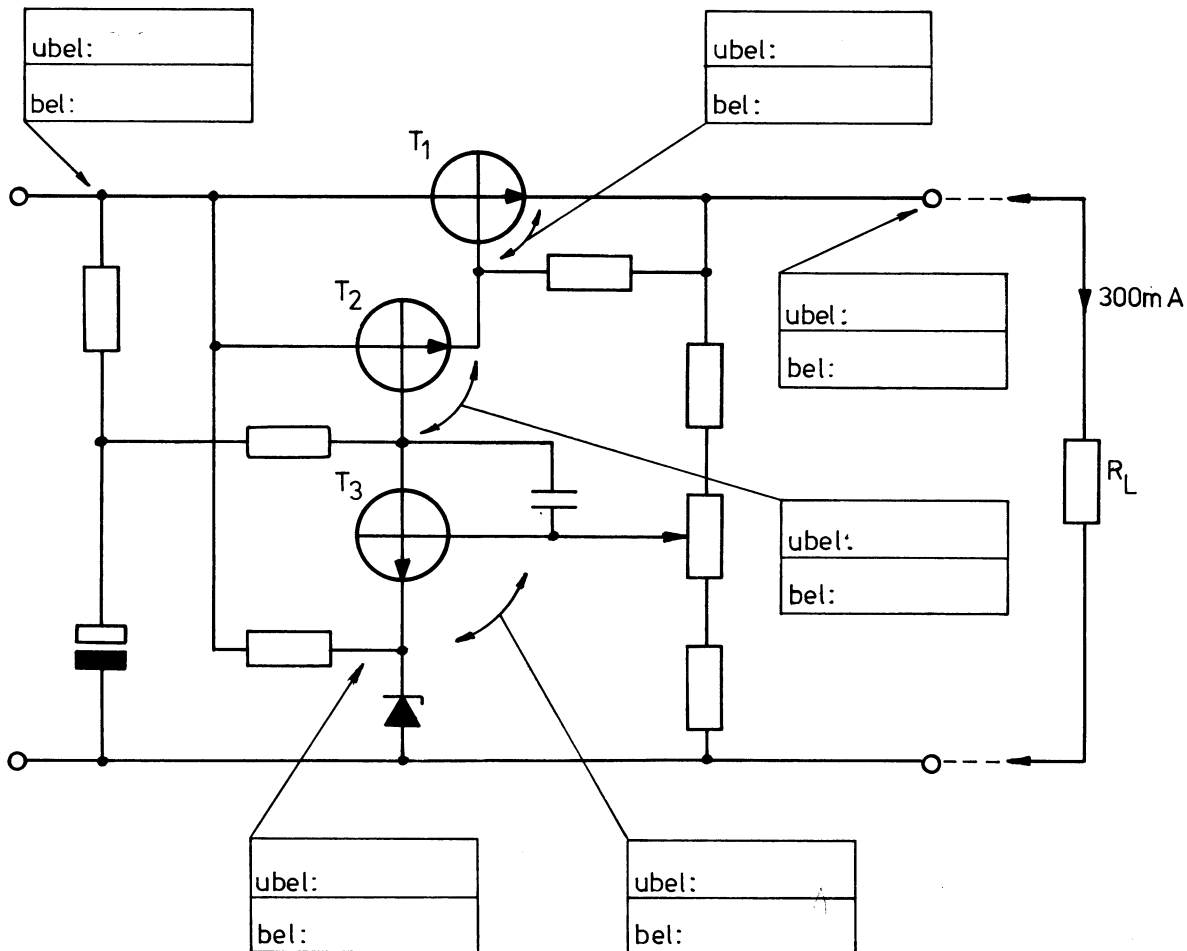
- med potentiometerarm R i top  
og i bund
- $I_L$  må ikke overstige 600 mA





### 1.5 Stil potentiometer til $U_o = 15\text{ V}$ ubelastet

- mål alle spændingerne, som er nødvendige for at forklare regulatorens virkemåde
- noter spændingerne ned på diagrammet



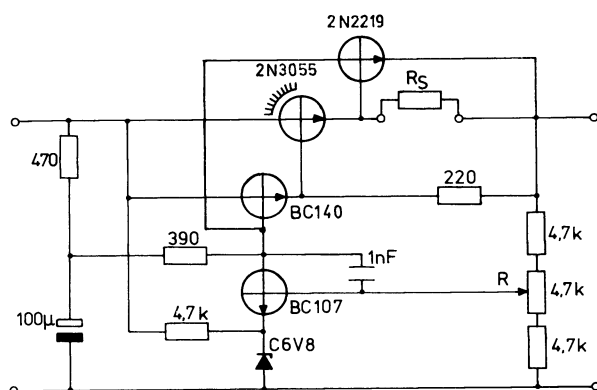
### 1.6 Konklusioner

1. Ved stigende belastning går  $T_1$  mere mod ON/OFF
2. Ved stigende belastning går  $T_2$  mere mod ON/OFF
3. Ved stigende belastning går  $T_3$  mere mod ON/OFF
4. Der afsættes størst effekt i  $T_1$  ved belastning/ i tomgang
5. Zenerspændingen er størst i tomgang/ ved belastning
6. Ved belastning er  $U_{BE}$  på  $T_1$  størst/ mindst
7. Ved belastning er  $U_{BE}$  på  $T_2$  størst/ mindst
8. Ved belastning er  $U_{BE}$  på  $T_3$  størst/ mindst
9. Ved stigende belastning falder/ stiger den u-regulerede spænding
10. Ved stigende belastning falder/ stiger den regulerede spænding
11. Bevæges potentiometerarmen opad, dvs. større bundmodstand i spændingsdeleren, bliver  $U_o$  større/mindre
12. Der afsættes mest effekt i  $T_1$  ved den største/mindste  $U_o$ , for en given  $I_L$



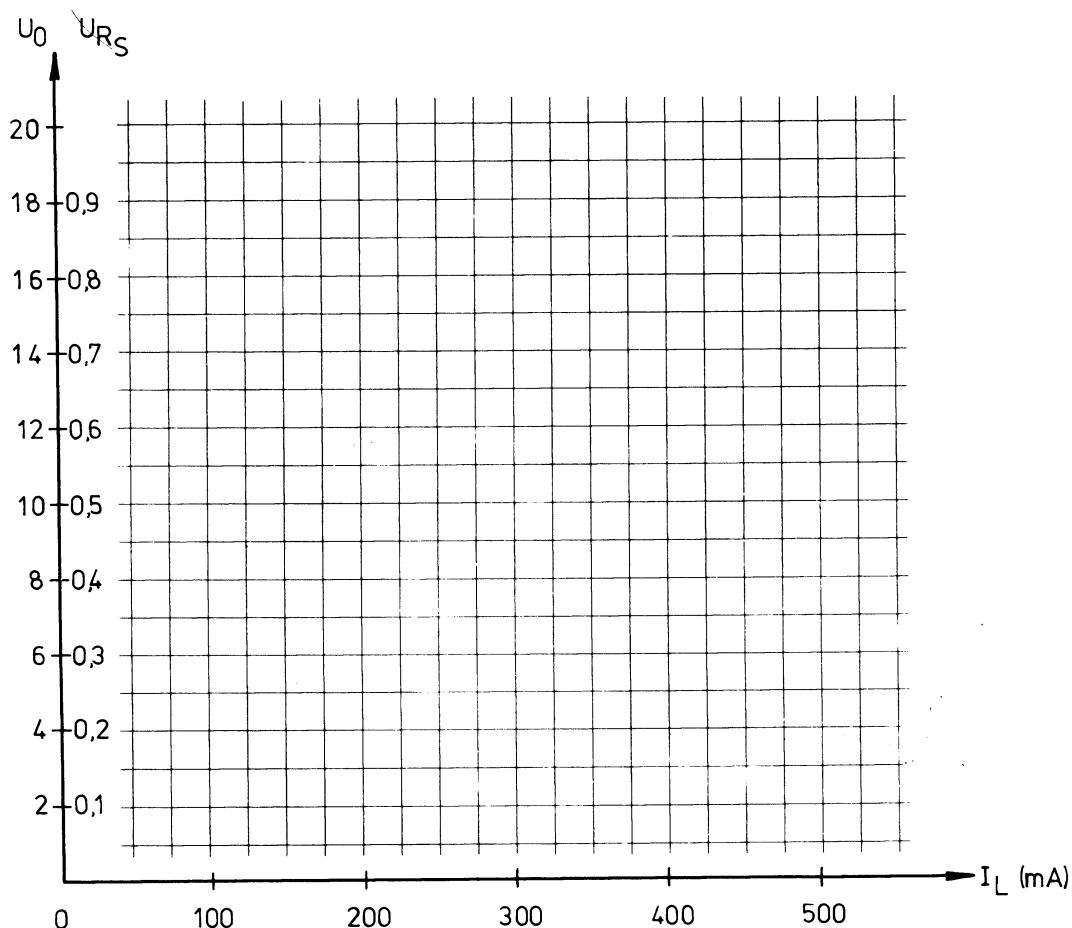
## 2. STRØMBEGRÆNSNING

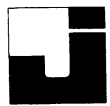
### 2.1 Måleopstilling



### 2.2 Indstil $U_0$ til 20 V ubelastet

- isæt henholdsvis  $2\ \Omega$  og  $4\ \Omega$  i  $R_S$  og optag de to kurver for  $U_0 = f(I_L)$
- optag kurverne for  $U_{RS} = f(I_L)$





## 2.3 Konklusioner

Hvor stor skal spændingen være over  $R_s$  for, at 2N2219 begynder at trække strøm?

---

---

---

---

Hvad sker der med kollektorspændingen på BC107, når 2N2219 begynder at trække strøm?

---

---

---

---

Hvad sker der med  $U_o$ , når kollektorspændingen på BC107 falder?

---

---

---

---

DISPOSITION

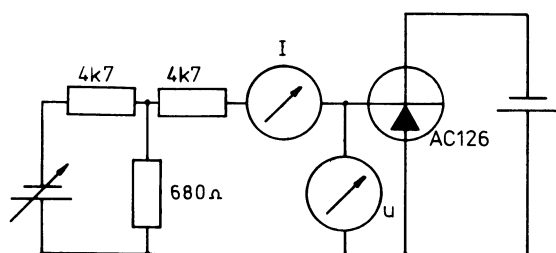
1. Germaniumtransistor
2. Siliciumtransistor
3. Spørgsmål og konklusioner

UDSTYR

- 2 stk. universalinstrumenter
- 1 stk. FET voltmeter
- 2 stk. modstande 4,7 k $\Omega$
- 1 stk. modstand 680 $\Omega$
- 1 stk. modstand 100 k $\Omega$
- 2 stk. spændingsforsyning, 0  $\rightarrow$  30 V
- 1 stk. germaniumtransistor AC126
- 1 stk. siliciumtransistor BC107B

1. GERMANIUMTRANSISTOR1.1 Optag kurven  $U_{BE}$  som funktion af  $I_B$ 

- mål størrelsen af  $U_{BE}$  ved de opgivne værdier af  $I_B$
- indfør de målte værdier af  $U_{BE}$  i skemaet i pkt. 1.2
- $U_{CE}$  holdes konstant på -2 V



- indtegn de målte værdier i tredje kvadrant af karakteristikkfeltet for AC126 i pkt. 1.11

1.2 Måleskema

$I_B$ ( $\mu A$ )	$U_{BE}$ (V)
0	
10	
20	
40	
100	
200	
400	
600	

- 1.3 Find  $h_{ie}$  ved ændring af  $I_B$  fra 10  $\mu A \rightarrow$  20  $\mu A$  (a) og fra 100  $\mu A \rightarrow$  200  $\mu A$  (b)

$$h_{ie} = \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta I_B}$$

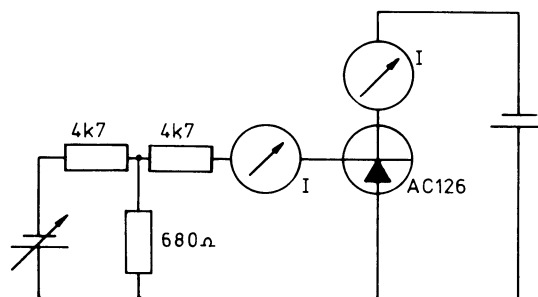
$$a. h_{ie} = \frac{-}{10 \mu} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$b. h_{ie} = \frac{-}{100 \mu} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Hvilken sammenhæng er der mellem strømmen i basen og  $h_{ie}$ ?

1.4 Optag  $I_C$  som funktion af  $I_B$ 

- mål størrelsen af  $I_C$  ved de opgivne værdier af  $I_B$
- indfør de målte værdier af  $I_C$  i skemaet i pkt. 1.5
- $U_{CE}$  holdes konstant på -2 V



- indtegn de målte værdier i andet kvadrant af karakteristikkfeltet for AC126 i pkt. 1.11

1.5 Måleskema

$I_B$ ( $\mu A$ )	$I_C$ (mA)
0	
10	
20	
40	
100	
200	
400	
600	



- 1.6 Find  $h_{fe}$  ved en ændring af  $I_B$   
 fra  $0 \rightarrow 10 \mu A$  (a),  $10$  til  $20 \mu A$   
 (b) samt fra  $400 \rightarrow 600 \mu A$  (c)

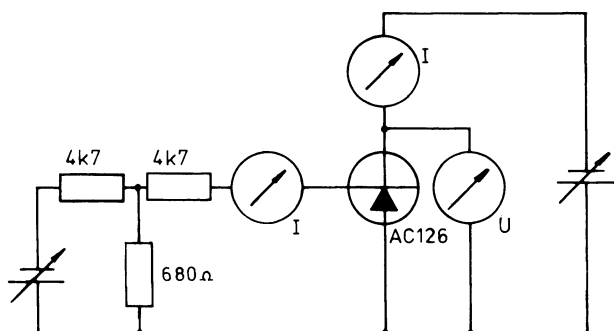
$$h_{fe} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$$

a.  $h_{fe} = \frac{\quad}{10 \mu} = \quad$

b.  $h_{fe} = \frac{\quad}{10 \mu} = \quad$

c.  $h_{fe} = \frac{\quad}{200 \mu} = \quad$

- 1.7 Optag  $I_C$  som funktion af  $U_{CE}$ ,  
 $I_B$  holdes konstant på  $50 \mu A$ ,  
 $100 \mu A$ ,  $150 \mu A$ ,  $200 \mu A$  og  
 $250 \mu A$   
 -  $I_C$  må ikke overstige  $100 \text{ mA}$   
 - den afsatte effekt i transistoren,  
 $I_C \cdot U_{CE}$ , må ikke overstige  
 $400 \text{ mW}$



- indfør de målte værdier i skemaet pkt. 1.8
- indtegn de målte værdier i første kvadrant af karakteristikken for AC126 i pkt. 1.11

### 1.8 Måleskema

$U_{CE} \text{ (V)}$	$I_C \text{ (mA)}$				
	$I_B = 50 \mu A$	$I_B = 100 \mu A$	$I_B = 150 \mu A$	$I_B = 200 \mu A$	$I_B = 250 \mu A$
0,5					
1					
2					
3					
4					
5					



1.9 Find  $h_{oe}$  ved en ændring af  $U_{CE}$  fra 2 → 3 V

$$h_{oe} = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{CE}}$$

$h_{oe}$  ved  $I_B = 50 \mu A$

$h_{oe} = \text{_____} = \text{_____}$

$h_{oe}$  ved  $I_B = 150 \mu A$

$h_{oe} = \text{_____} = \text{_____}$

$h_{oe}$  ved  $I_B = 250 \mu A$

$h_{oe} = \text{_____}$

1.10 Hvilken sammenhæng er der mellem transistorens udgangsmodstand og strømmen i kollektoren?

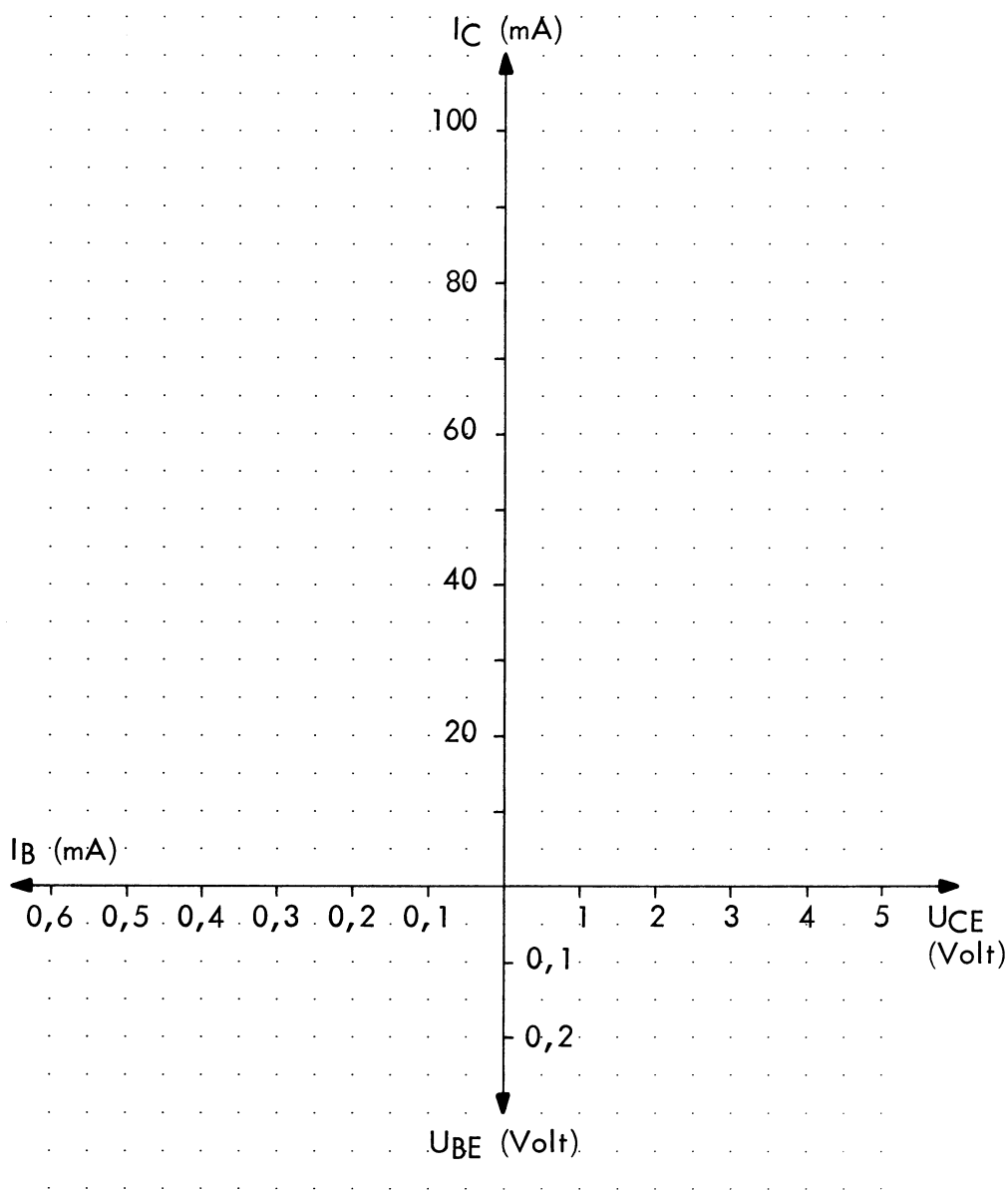
---

---

---

---

1.11 Karakteristik for AC126



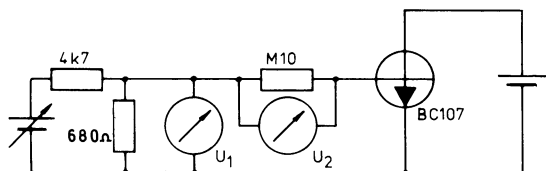




## 2. SILICIUMTRANSISTOR

### 2.1 Optag kurven $U_{BE}$ som funktion af $I_B$

- find værdien af  $U_{BE}$  ved de opgivne værdier af  $I_B$
- indfør de målte værdier i skemaet pkt. 2.2
- $U_{CE}$  holdes konstant på 2 V



- tegn kurven for  $U_{BE} = f(I_B)$  i tredje kvadrant af karakteristikfeltet for BC107B i pkt. 2.11

### 2.2 Måleskema

$$I_B = \frac{U_2}{100k}$$

$$U_{BE} = U_1 - U_2$$

$I_B$ ( $\mu A$ )	$U_2$ (volt)	$U_1$	$U_{BE}$
0	0		
0,5	0,05		
1	0,1		
2	0,2		
4	0,4		
8	0,8		
16	1,6		

### 2.3 Find $h_{ie}$ ved ændring af $I_B$ fra 0,5 $\rightarrow$ 1 $\mu A$ (a) og fra 4 $\rightarrow$ 8 $\mu A$ (b)

$$h_{ie} = \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta I_B}$$

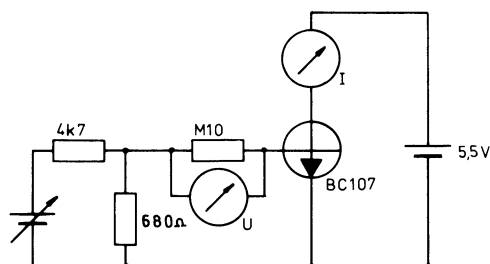
$$a. h_{ie} = \frac{\Delta U_{BE}}{0,5 \mu} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$b. h_{ie} = \frac{\Delta U_{BE}}{4 \mu} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Hvilken sammenhæng er der mellem strømmen i basen og  $h_{ie}$ ?

### 2.4 Optag $I_C$ som funktion af $I_B$

- mål størrelsen af  $I_C$  ved de opgivne værdier af  $I_B$
- indfør de målte værdier af  $I_C$  i skemaet i pkt. 2.5
- $U_{CE}$  holdes konstant på 2 V



- indtegn de målte værdier i andet kvadrant af karakteristikken for BC107B i pkt. 2.11

### 2.5 Måleskema

$I_B$ ( $\mu A$ )	$I_C$ (mA)
0	
0,5	
1	
2	
4	
8	
16	

### 2.6 Find $h_{fe}$ ved en ændring af $I_B$ fra 0,5 $\rightarrow$ 1 $\mu A$ (a), 2 $\rightarrow$ 4 $\mu A$ (b) samt fra 8 til 16 $\mu A$

$$h_{fe} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$$

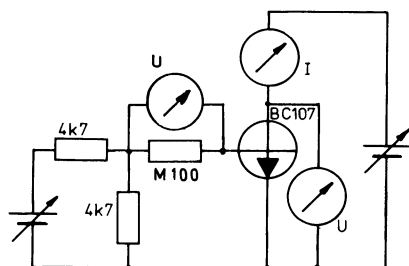
$$a. h_{fe} = \frac{\Delta I_C}{0,5 \mu} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$b. h_{fe} = \frac{\Delta I_C}{2 \mu} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$c. h_{fe} = \frac{\Delta I_C}{8 \mu} = \underline{\hspace{2cm}}$$



2.7 Optag  $I_C$  som funktion af  $U_{CE}$ ,  
 $I_B$  holdes konstant på  $5 \mu A$ ,  
 $10 \mu A$  og  $15 \mu A$



- indfør de målte værdier i skemaet pkt. 2.8
- indtegn de målte værdier i første kvadrant af karakteristikken for BC107B i pkt. 2.11

2.10 Hvilken sammenhæng er der mellem transistorens udgangsmodstand og strømmen i transistoren?

---



---



---



---

2.8 Måleskema

$U_{CE}$ (volt)	$I_C$ (mA)		
	$I_B = 5 \mu$	$I_B = 10 \mu$	$I_B = 15 \mu$
0			
0,25			
0,50			
1			
2			
10			

2.9 Find  $h_{oe}$  ved en ændring af  $U_{CE}$   
 fra  $1 \rightarrow 2 V$

$$h_{oe} = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{CE}}$$

$h_{oe}$  ved  $I_B = 5 \mu A$

$$h_{oe} = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{CE}} = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{CE}}$$

$h_{oe}$  ved  $I_B = 10 \mu A$

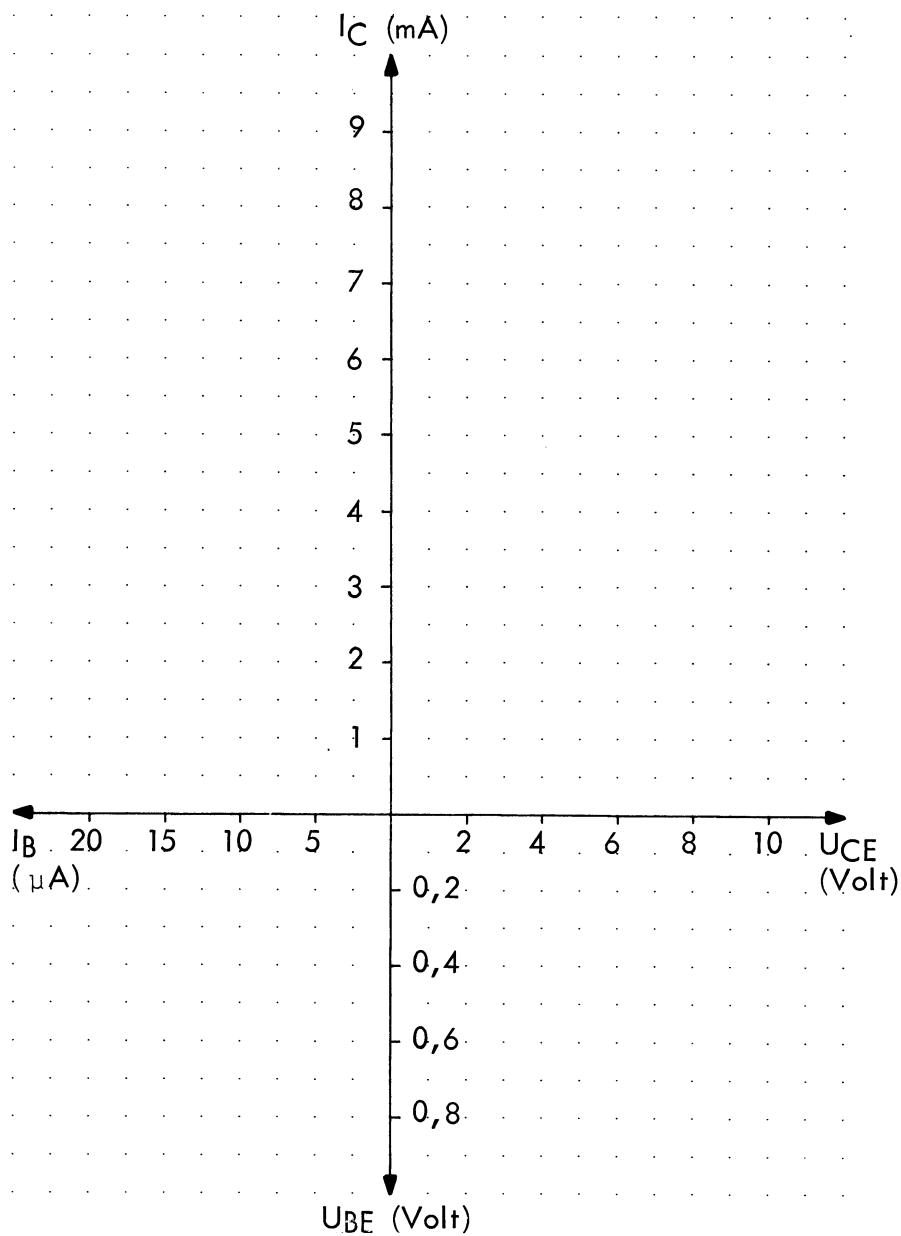
$$h_{oe} = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{CE}} = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{CE}}$$

$h_{oe}$  ved  $I_B = 15 \mu A$

$$h_{oe} = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{CE}} = \frac{\Delta I_C}{\Delta U_{CE}}$$



## 2.11 Karakteristik for BC107B





### 3. SPØRGSMÅL OG KONKLUSIONER

3.1 Dersom  $U_{BE}$  forøges på en transistor, hvad sker der så med kollektorstrømmen?

Bliver større ☐

Bliver mindre ☐

3.2 Dersom kollektorstrømmen forøges i en transistor, hvad sker der så med indgangsmodstanden  $h_{ie}$ ?

Bliver større ☐

Bliver mindre ☐

3.3 Dersom  $U_{BE}$  forøges i en transistor, hvad sker der da med transistorens strømforstærkning?

---

---

---

---

---

3.4 Hvad sker der med transistorens udgangsmodstand, hvis kollektorstrømmen forøges?

Bliver større ☐

Bliver mindre ☐

DISPOSITION

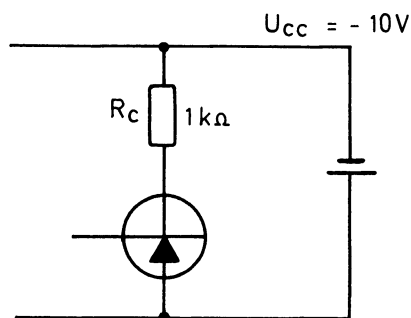
1. DC målinger på transistor
2. Emitterjordet forstærker
3. Basisjordet forstærker
4. Kollektorjordet forstærker
5. Spørgsmål og konklusioner

UDSTYR

- 1 stk. oscilloskop, dobbeltstrålet med 10:1 probe
- 1 stk. FET voltmeter
- 1 stk. tonegenerator
- 2 stk. spændingsforsyning
- 3 stk. forstærkertrin, JE, JB, JC
- 1 stk. AC126
- 1 stk. BC107B
- 2 stk. modstande 100 k $\Omega$

1. DC MÅLINGER PÅ TRANSISTOR

## 1.1 Tilslut AC126 som vist



- indstil  $U_{CC}$  til 10 V

## 1.2 Hvor stor er kollektorstrømmen i transistoren med åben base?

$$I_C = \underline{\hspace{2cm}}$$

## 1.3 Kortslut basen til emitteren. Hvor stor er kollektorstrømmen?

$$I_C = \underline{\hspace{2cm}}$$

## 1.4 Hvad kaldes de to strømme i pkt. 1.2 og 1.3?

---



---

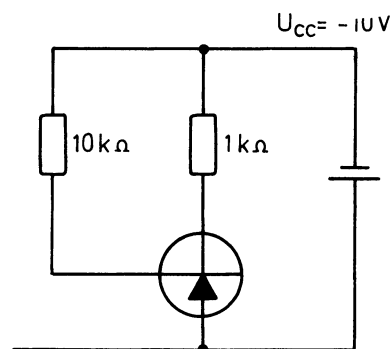
## 1.5 Med basen kortslettet til emitteren opvarmes transistoren med fingrene. Hvad sker der med kollektorstrømmen?

---



---

## 1.6 Tilslut AC126 som vist



## 1.7 Er transistoren ON eller OFF?

ON ☐OFF ☐1.8 Hvor stor er  $U_{CE}$ ?

$$U_{CE} = \underline{\hspace{2cm}}$$

## 1.9 Ohm-diodestrækningerne på AC126

- diodestrækningen base-kollektor måles i spærreretningen
- diodestrækningen base-emitter måles i lederetningen

$$R_{CB} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$R_{BE} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- ohm-strækningen kollektor-emitter

$$R_{CE} = \underline{\hspace{2cm}}$$

1.10 Ohm-diodestrækningerne på BC107B

- diodestrækningen base-kollektor måles i spærreretningen
- diodestrækningen base-emitter måles i lederetningen

$R_{CB} =$  \_\_\_\_\_

$R_{BE} =$  \_\_\_\_\_

- ohm-strækningen kollektor-emitter

$R_{CE} =$  \_\_\_\_\_

1.11 Sammenlign de målte værdier i pkt. 1.9 og 1.10. Hvilken forskel er der på de målte værdier for en germaniumtransistor og en siliciumtransistor?

---



---



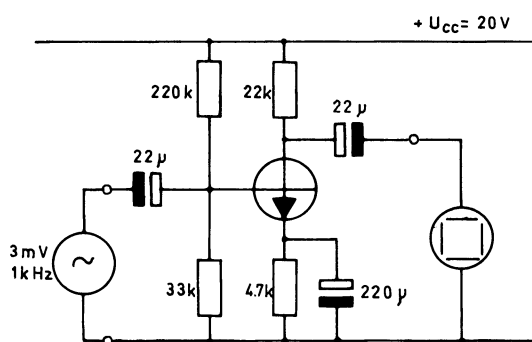
---



---

2. EMITTERJORDET FORSTÆRKER

2.1 Tilslut kredsløbet som vist



2.2 Mål DC spændingerne  $U_C$ ,  $U_B$ ,  $U_E$

$U_C =$  \_\_\_\_\_

$U_B =$  \_\_\_\_\_

$U_E =$  \_\_\_\_\_

2.3 Beregn  $U_{BE}$ ,  $I_E$  og  $U_{CE}$

$U_{BE} =$  \_\_\_\_\_

$I_E =$  \_\_\_\_\_

$U_{CE} =$  \_\_\_\_\_

2.4 Mål  $A_U$  ved 1 kHz

$A_U =$  \_\_\_\_\_ gg

$A_U =$  \_\_\_\_\_ dB

2.5 Beregn den teoretiske spændingsforstærkning

$A_U =$  \_\_\_\_\_

2.6 Hvor meget kan forstærkeren maksimalt udstyres med?

$U_{in}$  (maks.) = \_\_\_\_\_

2.7 Mål den øvre grænsefrekvens  
- mål, hvor  $A_U$  er faldet 3 dB i forhold til den målte værdi ved 1 kHz

$f_\phi =$  \_\_\_\_\_

2.8 Hvilken indflydelse har måleinstrumenterne på den målte  $f_\phi$ ?

---



---



---



---

2.9 Mål  $Z_{in}$  og  $Z_U$

$Z_{in} =$  \_\_\_\_\_

$Z_U =$  \_\_\_\_\_

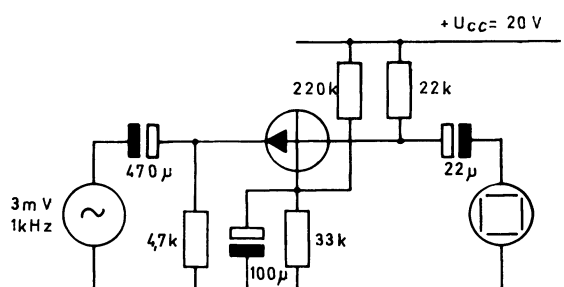
2.10 Hvordan er fasen af udgangssignalet i forhold til indgangssignalet?

---



### 3. BASISJORDET FORSTÆRKER

#### 3.1 Tilslut kredsløbet som vist



#### 3.2 Mål DC spændingerne $U_C$ , $U_B$ , $U_E$

 $U_C =$  \_\_\_\_\_ $U_B =$  \_\_\_\_\_ $U_E =$  \_\_\_\_\_

#### 3.3 Beregn $U_{BE}$ , $I_E$ og $U_{CE}$

 $U_{BE} =$  \_\_\_\_\_ $I_E =$  \_\_\_\_\_ $U_{CE} =$  \_\_\_\_\_

#### 3.4 Mål $A_U$ ved 1 kHz

 $A_U =$  \_\_\_\_\_ gg $A_U =$  \_\_\_\_\_ dB

#### 3.5 Beregn den teoretiske spændingsforstærkning

 $A_U =$  \_\_\_\_\_

#### 3.6 Hvor meget kan forstærkeren maksimalt udstyres med?

 $U_{in} \text{ (maks.)} =$  \_\_\_\_\_

#### 3.7 Mål den øvre grænsefrekvens - mål, hvor $A_U$ er faldet 3 dB i forhold til den målte værdi ved 1 kHz

 $f_\phi =$  \_\_\_\_\_

#### 3.8 Hvilken indflydelse har måleinstrumenterne på den målte $f_\phi$ ?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### 3.9 Mål $Z_{in}$ og $Z_U$

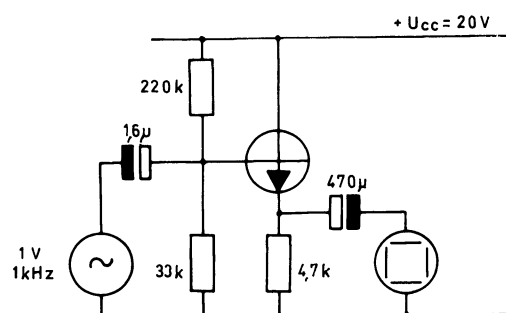
 $Z_{in} =$  \_\_\_\_\_ $Z_U =$  \_\_\_\_\_

#### 3.10 Hvordan er fasen af udgangssignalet i forhold til indgangssignalet?

\_\_\_\_\_

### 4. KOLLEKTORJORDET FORSTÆRKER

#### 4.1 Tilslut kredsløbet som vist



#### 4.2 Mål DC spændingerne $U_C$ , $U_B$ , $U_E$

 $U_C =$  \_\_\_\_\_ $U_B =$  \_\_\_\_\_ $U_E =$  \_\_\_\_\_

#### 4.3 Beregn $U_{BE}$ , $I_E$ og $U_{CE}$

 $U_{BE} =$  \_\_\_\_\_ $I_E =$  \_\_\_\_\_ $U_{CE} =$  \_\_\_\_\_

#### 4.4 Mål $A_U$ ved 1 kHz

 $A_U =$  \_\_\_\_\_ gg $A_U =$  \_\_\_\_\_ dB

#### 4.5 Beregn den teoretiske spændingsforstærkning

 $A_U =$  \_\_\_\_\_

#### 4.6 Hvor meget kan forstærkeren maksimalt udstyres med?

 $U_{in} \text{ (maks.)} =$  \_\_\_\_\_



- 4.7 Mål den øvre grænsefrekvens  
- mål, hvor  $A_U$  er faldet 3 dB i  
forhold til den målte værdi ved  
1 kHz

$$f_\phi = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 4.8 Hvilken indflydelse har målein-  
strumenterne på den målte  $f_\phi$ ?

---

---

---

---

- 4.9 Mål  $Z_{in}$  og  $Z_U$

$$Z_{in} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$Z_U = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 4.10 Hvordan er fasen af udgangssig-  
nalet i forhold til indgangssigna-  
let?

---





## 5. SPØRGSMÅL OG KONKLUSIO- NER

### 5.1 Sammenligning mellem grundkob- lingerne

Indfør de målte værdier i skema-  
et.

	$A_U$	$Z_{in}$	$Z_U$	$f_\phi$	$\varphi$	$U_{in}$ (maks.)
JE						
JB						
JC						

### 5.2 Besvar spørgsmål

- hvilken forstærker har den  
højeste  $A$  ?

---

- hvilken forstærker har den  
mindste  $A$  ?

---

- hvilken forstærker har den stør-  
ste  $Z_{in}$  ?

---

- hvilken forstærker har den  
mindste  $Z_{in}$  ?

---

- hvilken forstærker har den stør-  
ste  $Z_U$  ?

---

- hvilken forstærker har den  
mindste  $Z_U$  ?

---

- hvilken forstærker fasevender  
signalet ?

---

### 5.3 Afhænger de målte værdier for $A$ , $Z_{in}$ og $Z_U$ mest af transisto- ren eller af værdierne på de om- givende komponenter ?

---

---

---

---

---

---

DISPOSITION

## 1. Fejlfinding

1. FEJLFINDING

## 1.1 Mål spændinger

- angiv spændinger og defekte komponenter

Print nr.	1	2	3	4	5	6
Målte spændinger						
$U_C$						
$U_B$						
$U_E$						
Defekte komponenter						

DISPOSITION

## 1. Fejlfinding

1. FEJLFINDING

## 1.1 Mål signaler og spændinger

- angiv signaler og spændinger
- angiv defekte komponenter

		Print nr.					
		1	2	3	4	5	6
Målte AC signaler	$u_d$						
	$u_s$						
	$u_g$						
Målte DC spæn- dinger	$U_D$						
	$U_S$						
	$U_g$						
Defekte komponenter							



## DISPOSITION

1. Klargøring
2. DC måling
3. Gitterforspænding
4. Anode-/katodestrøm
5. AC måling
6. Spændingsforstærkning

## UDSTYR

Oscilloskop \_\_\_\_\_

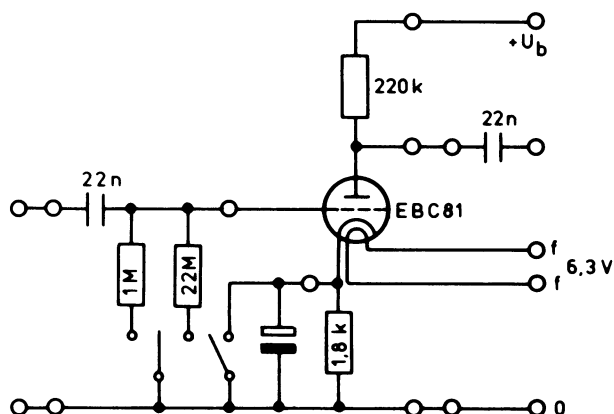
Rørvoltmeter \_\_\_\_\_

Tonegenerator \_\_\_\_\_

Stab. strømforsyning \_\_\_\_\_

Rørforst. målepanel \_\_\_\_\_

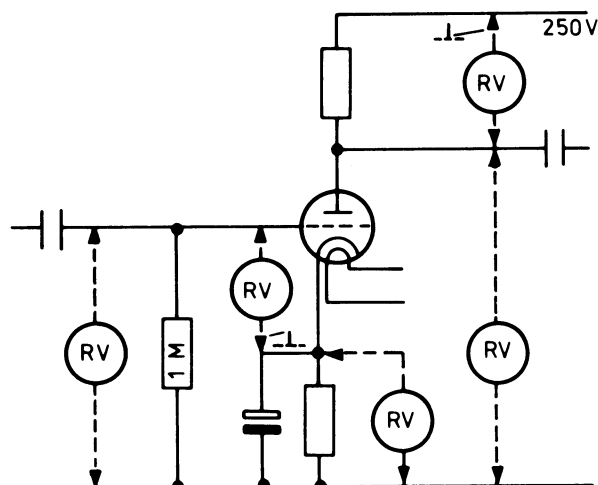
## MÅLEPANEL



### 1. KLARGØRING

- 1.1 Klargør målepanelet
  - som vist på diagram
- 1.2 Tilslut panelet til strømforsyningen i den angivne rækkefølge
  - 1. glødetråden " f f 6,3 V", mellem 0 og 6,3 V på strømforsyning
  - 2. anodeforsyningen " 0, + Ub" mellem 0 og + på strømforsyning
- 1.3 Indstil strømforsyningens spænding til ca. 250 V

## 2. DC MÅLING



### 2.1 Mål de angivne spændinger med rørvoltmeter

- spændingen over katodemodstanden ( $U_k$ )

\_\_\_\_\_ V

- spændingen mellem anode og stel ( $U_a$ )

\_\_\_\_\_ V

- spændingen tværs over anodemodstanden ( $U_{Ra}$ ), med rørvoltmetrets stelbøsning (—) forbundet til plusspændingen

\_\_\_\_\_ V

- spændingen mellem styregitter og stel

\_\_\_\_\_ V

- spændingen mellem styregitter og katode med rørvoltmetrets stelbøsning til katode

\_\_\_\_\_ V



### 3. GITTERFORSPÆNDING

3.1 Gitterspændingen kan frembringes over en katodemodstand i stedet for at tilføre den som en selvstændig spænding udefra

3.2 Et rørs gitterforspænding er spændingsforskellen mellem styregitter og katode

- gitteret er \_\_\_\_\_ i forhold til katoden

### 4. ANODE-/KATODESTRØM

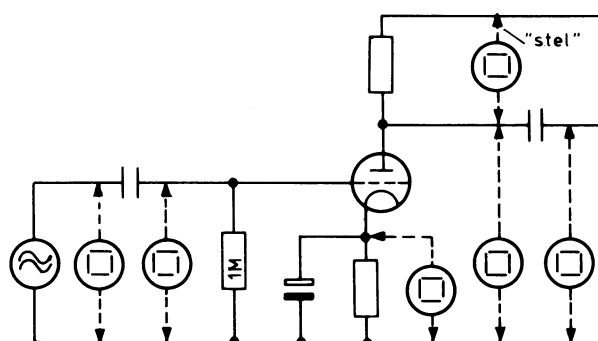
4.1 Beregn de neden for anførte strømme ud fra spændingsmålingerne og de angivne modstandsværdier

$$- I_a = \frac{U_{Ra}}{R_a} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ A}$$

$$- I_k = \frac{U_k}{R_k} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ A}$$

- ved trioden er anode- og katodestrøm ens, eventuelle afvigelser mellem de to beregninger skyldes begrænset målenøjagtighed og komponenttolerancer
- passer den beregnede anodestrøm med angivelsen i rørta-bellen? \_\_\_\_\_

### 5. AC MÅLING



5.1 Indstil oscilloskopet i stilling "DC"

- indstil lysstrålen midt på skærmen

5.2 Tilslut tonegeneratoren og oscilloskopet til forstærkerens indgang

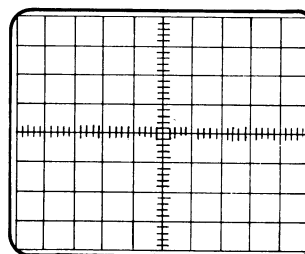
5.3 Indstil tonegenerator

- indstil frekvens til 1.000 Hz
- indstil signalstyrke, så oscilloskopet viser 0,5 V<sub>ss</sub>

5.4 Aflæs tonegeneratorens spænding  
u<sub>gen</sub> = \_\_\_\_\_

5.5 Tilslut oscilloskopet de angivne steder, tegn oscilloskopbilleder og angiv V<sub>ss</sub>

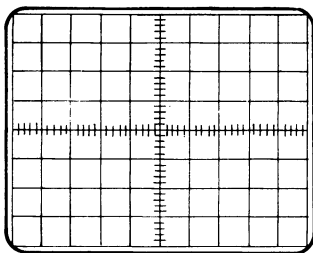
- a. Direkte over tonegenerator



\_\_\_\_\_ V<sub>ss</sub>



- b. Over gitteraflederen, efter overføringskondensatoren

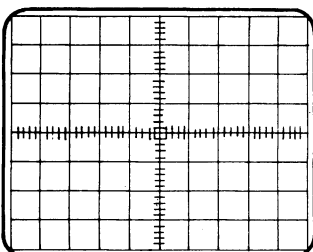


\_\_\_\_\_  $V_{ss}$

- signalerne i a og b er

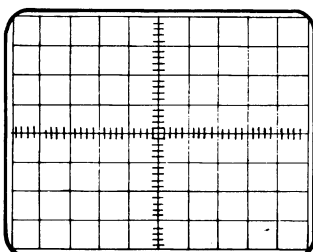
Overføringskondensatoren er ingen hindring for LF signalet

- c. Indstil lysstrålen nederst på skærmen og mål mellem anode og stel



\_\_\_\_\_  $V_{ss}$

- d. Efter overføringskondensatoren

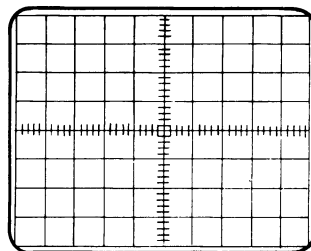


\_\_\_\_\_  $V_{ss}$

- signalerne c og d er

Overføringskondensatoren \_\_\_\_\_ for jævnspænding, og lader LF signalet passere uhindret

- e. Indstil lysstrålen øverst på skærmen og mål over anodemodstanden med "stel" til +



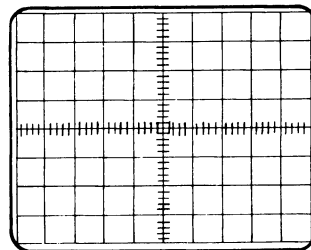
\_\_\_\_\_  $V_{ss}$

Vekselspændingen har samme størrelse som i måling c og d

- f. LF signalet på katoden

Afkoblingskondensatoren over katodemodstanden skal forhindre, at katodespændingen varierer i takt med LF signalet.

Hvor meget er der tilbage af LF signalet på katoden?



\_\_\_\_\_  $V_{ss}$



## 6. SPÆNDINGSFORSTÆRKNING

Rørets forstærkning er afgangssignalet divideret med indgangssignal

- i dette tilfælde \_\_\_\_\_ =

\_\_\_\_\_ gange

- passer det tal nogenlunde med angivelsen i rørtabellen ?

\_\_\_\_\_

- passer det også med den tidligere beregnede forstærkning ?

\_\_\_\_\_

DISPOSITION

1. Klargøring
2. Anløbsstrøm
3. DC-måling
4. Anodestrøm
5. DC/AC-måling og spændingsfor-  
stærkning
6. AC-måling og spændingsforstærk-  
ning

UDSTYR

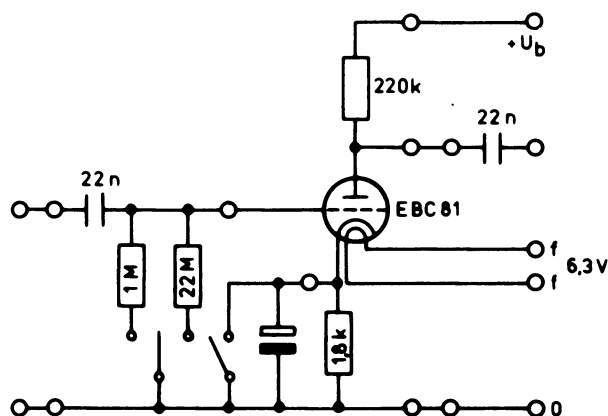
Oscilloskop \_\_\_\_\_

Rørvoltmeter \_\_\_\_\_

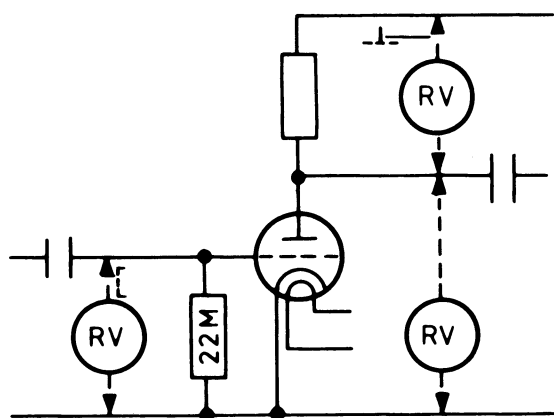
Tonegenerator \_\_\_\_\_

Stab. strømforsyning \_\_\_\_\_

Rørforst. målepanel \_\_\_\_\_

MÅLEPANEL1. KLARGØRING

- 1.1 Klargør målepanel  
- som vist på diagram



- 1.2 Tilslut rørvoltmetret over gitter-  
aflederen

- 1.3 Tilslut glødetråden " f f 6,3 V"  
til 0 og 6,3 V på strømforsynin-  
gen

2. ANLØBSSTRØM

- 2.1 lagttag rørvoltmetret under rørets  
opvarmning

- læg mærke til, at der lang-  
samt kommer en spænding på  
styregitteret
- aflæs spændingen efter opvarm-  
ning

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

- den frembragte spænding skyl-  
des anløbsstrøm til gitteret
- fænomenet er i reglen uønsket
- metoden bliver kun anvendt i  
forbindelse med forstærkning af  
meget små LF-signaler

3. DC-MÅLING

- 3.1 Tilslut "0, + Ub" til strømforsy-  
ningens 0 og +

- 3.2 Indstil strømforsyningens spænding  
til ca. 250 V

- 3.3 Mål spændingen mellem anode og  
stel

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

- 3.4 Mål spændingen over anodemod-  
standen

$$U_{Ra} = \text{_____} V$$





#### 4. ANODESTRØM

##### 4.1 Beregn anodestrømmen

- anodestrømmen kan beregnes ud fra spændingsmålingen over anodemodstanden og dennes angivne værdi

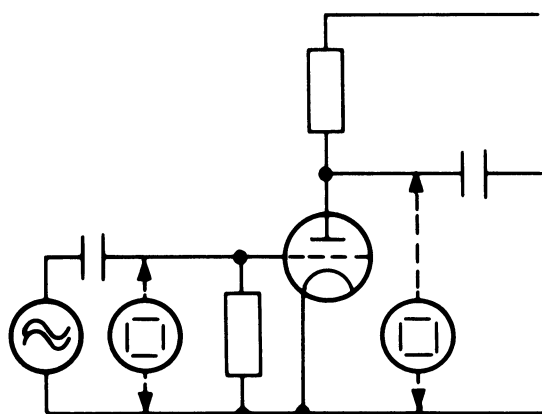
$$I_a = \frac{U_{Ra}}{R_a} = \underline{\hspace{2cm}} =$$

                     A

- rørtabellen angiver anodestrømmen for den viste kobling
- passer den beregnede værdi nogenlunde med rørtabellens

#### 5. AC/DC-MÅLING OG SPÆNDINGSFORSTÆRKNING



5.1 Indstil oscilloskopet til "DC" og tilslut det over gitteraflederen

##### 5.2 Mål gitterspændingen

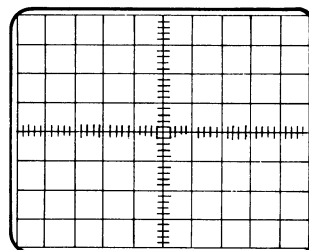
$$U_g = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}$$

- denne værdi er            end det, der blev målt ved rørvoltmetret, fordi oscilloskopet har meget mindre indgangsmodstand

5.3 Tilslut tonegeneratoren (f: ca. 1 kHz) og indstil signalet til oscilloskopet viser 100 mV<sub>ss</sub>

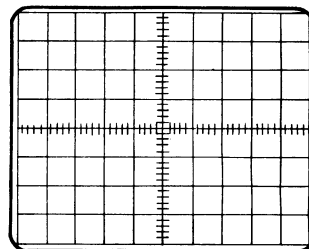
5.4 Mål kurverne a og b  
- som angivet

##### a. Over gitteraflederen



                     V<sub>ss</sub>

b. Indstil lysstrålen nederst på skærmen, og mål signalet fra anode til stel



                     V<sub>ss</sub>

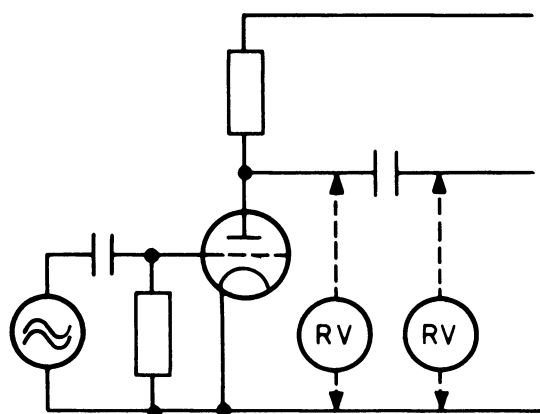
##### 5.5 Beregn trinets forstærkning

$$A = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ gange}$$

- passer det nogenlunde med rørtabellens angivelse



## 6. AC-MÅLING OG SPÆNDINGS- FORSTÆRKNING



6.1 Indstil tonegeneratorens signal til 100 mV

6.2 Mål vekselspændingen mellem anode og stel med rørvoltmetret - rørvoltmetret viser \_\_\_\_\_ V

6.3 Beregn trinets forstærkning

$$A = \frac{\text{_____}}{\text{_____}} = \frac{\text{_____}}{\text{_____}} = \text{_____} \text{ gange}$$

6.4 Angiv, om den beregnede værdi er rimelig i forhold til de tidligere målte \_\_\_\_\_

6.5 Mål vekselspændingen efter overføringskondensatoren:

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

- hvordan er signalstørrelsen i forhold til den, der målttes på anoden?

De to signaler er \_\_\_\_\_

DISPOSITION

1. Umodkoblet forstærker
2. Modkoblet forstærker

UDSTYR

Forstærkerpanel til modkobling, spændingsforsyning 0 til 30 V, forvrængningsmåler, AC-forstærkervoltmeter, tonegenerator, oscilloskop

MATERIALE

1 stk. modstand  $15\text{ k}\Omega$

## 1.5 Beregn forstærkningen

$$A = \underline{\hspace{2cm}}$$

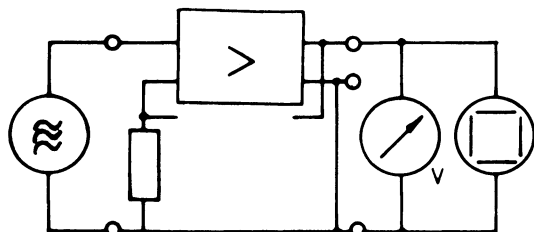
i dB

$$A_{\text{dB}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

1. UMODKOBLET FORSTÆRKER

## 1.1 Tilslut forstærkeren

- som vist på diagrammet
- forsyningsspændingen er 22 V



## 1.2 Indstil tonegeneratoren til 1 kHz

- indstil tonegeneratorens spænding, til der ikke kan ses forvrængning på oscilloskopet
- dæmp tonegeneratoren 20 dB; tonegeneratorens udgangsspænding må herefter ikke ændres

## 1.3 Aflæs tonegeneratorens spænding

$$U_G = \underline{\hspace{2cm}}$$

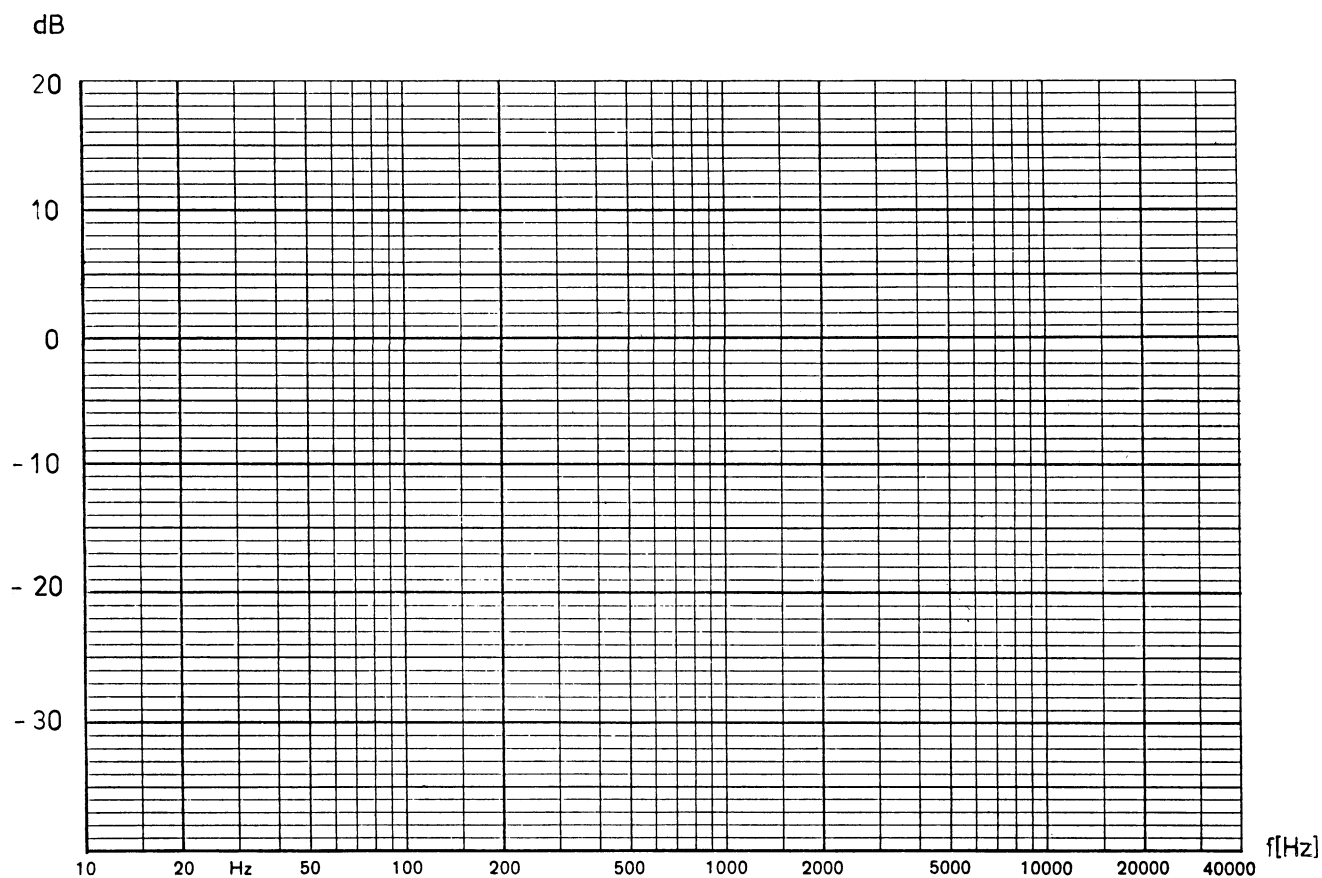
## 1.4 Aflæs forstærkerens udgangsspænding

$$U_O = \underline{\hspace{2cm}}$$



1.6 Optag en frekvenskarakteristik over forstærkeren uden modkobling

- forstærkerens udgangsspænding måles og afsættes i koordinatsystemet
- brug dB



1.7 Mål  $Z_{in}$  ved 1 kHz

$$Z_{in} = \underline{\hspace{2cm}}$$

1.8 Mål  $Z_o$  ved 1 kHz

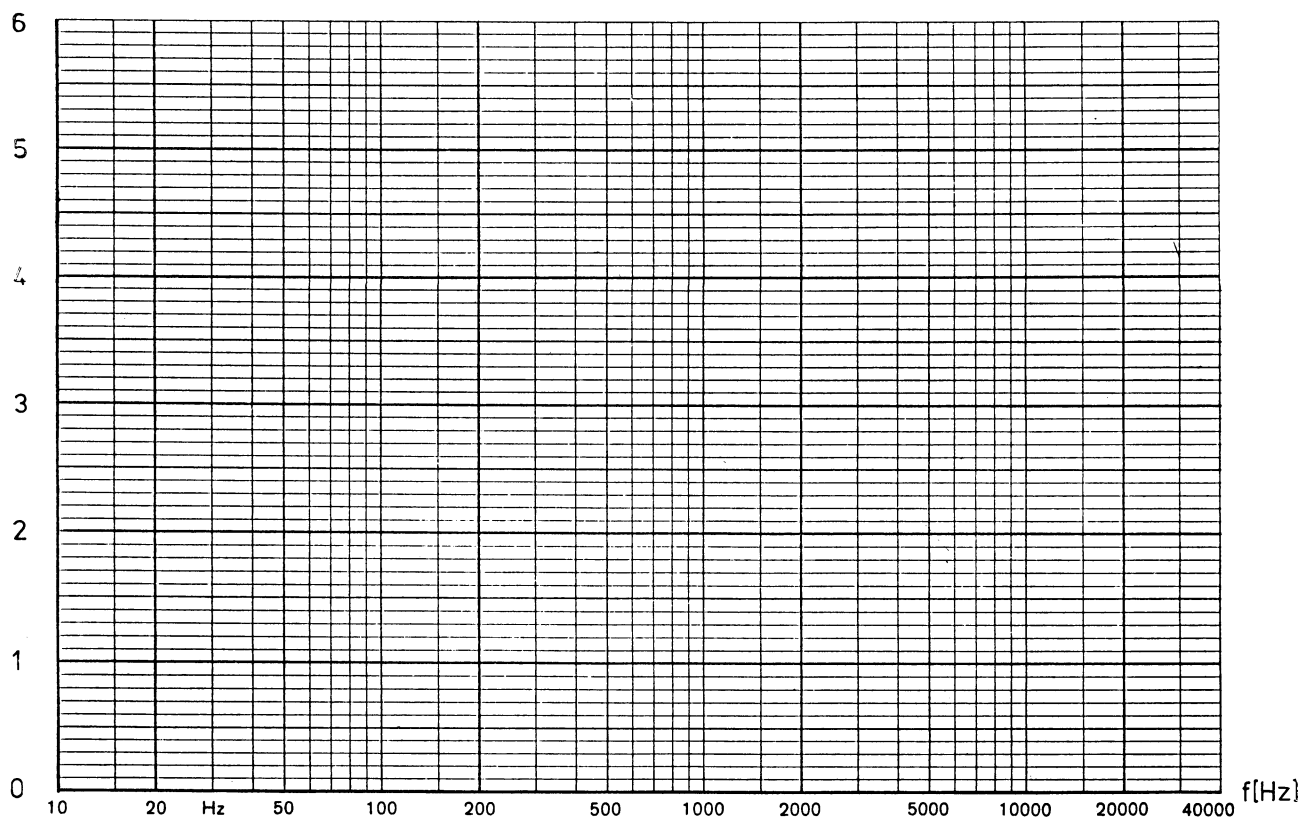
$$Z_o = \underline{\hspace{2cm}}$$



1.9 Mål forvrængningen som funktion af frekvensen, og indtegn målingerne i koordinatsystemet

- der måles med konstant spænding ud af forstærkeren
- udgangsspænding som i pkt. 1.4

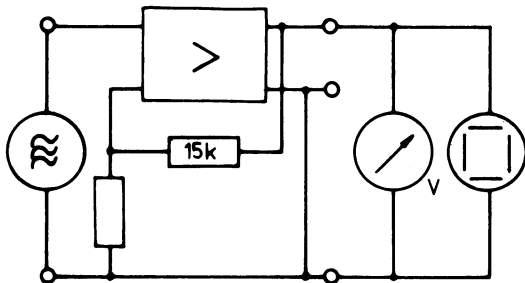
$d[\%]$





## 2. MODKOBLET FORSTÆRKER

- 2.1 Tilslut forstærkeren med modkobling  
- som vist på diagram



- 2.2 Indstil tonegeneratoren til samme spænding som under pkt. 1.3
- 2.3 Aflæs forstærkerens udgangsspænding

$$u_o = \underline{\hspace{2cm}}$$

- 2.4 Beregn forstærkningen

$$A = \underline{\hspace{2cm}}$$

i dB

$$A_{dB} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- sammenlign med pkt. 1.5
- hvad sker der med forstærkningen, når der foretages modkobling?

---

---

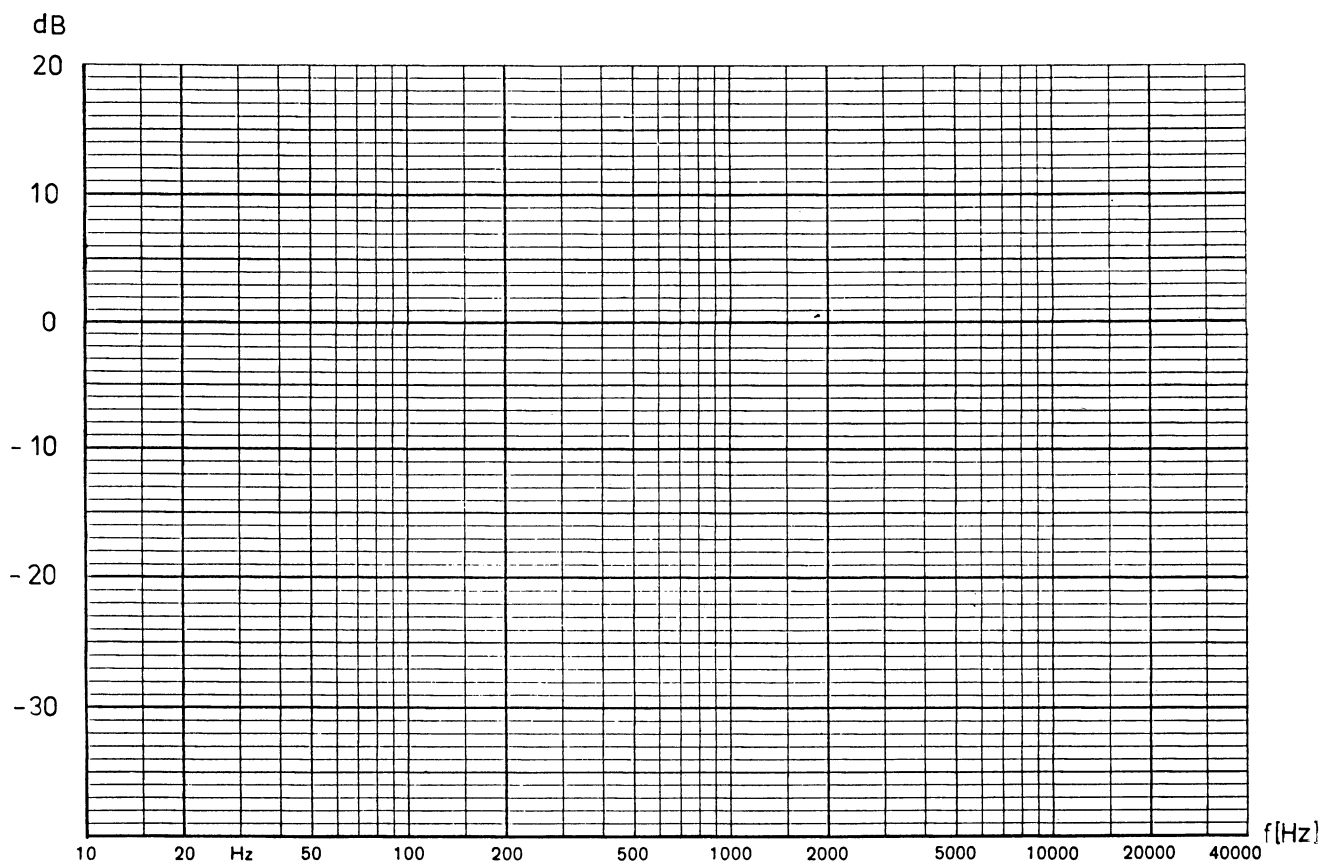
---

---



## 2.5 Optag en frekvenskarakteristik over forstærkeren med modkobling

- som under pkt. 1.6



- sammenlign med pkt. 1.6
- hvad sker der med  $f_\phi$  og  $f_n$ , når forstærkeren modkobles?

---

---

---

---

## 2.6 Mål $Z_{in}$ ved 1 kHz

$$Z_{in} = \underline{\hspace{2cm}}$$

## 2.7 Mål $Z_o$ ved 1 kHz

$$Z_o = \underline{\hspace{2cm}}$$

- hvad sker der med  $Z_{in}$  og  $Z_{out}$ , når forstærkeren modkobles?

---

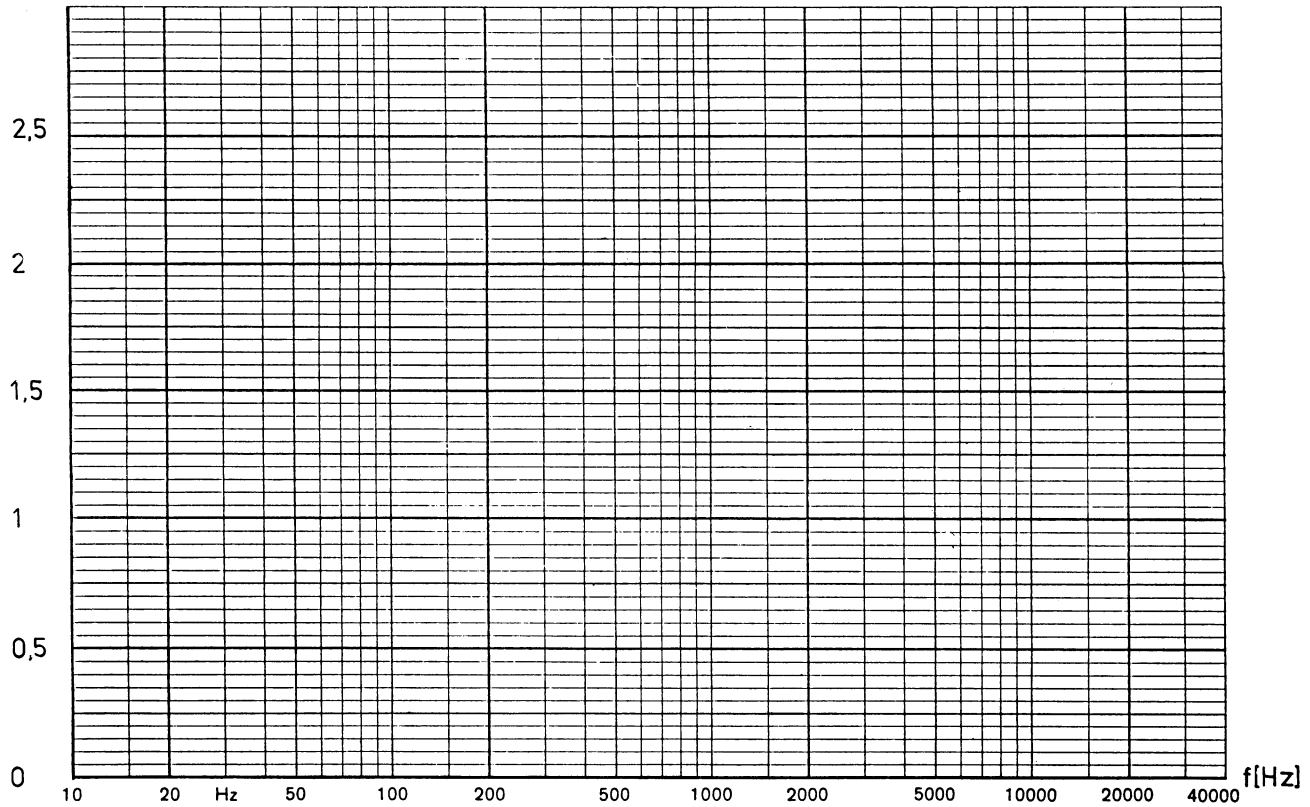
---

---

---



- 2.8 Mål forvrængningen som funktion af frekvensen  
- som under pkt. 1.9

 $d[\%]$ 

- hvad sker der med forvrængningen, når der modkobles?

---

---

---

---

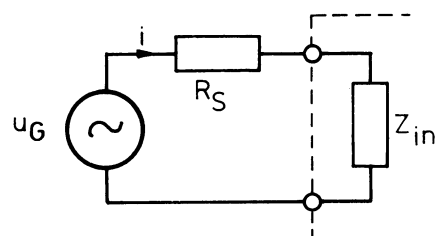
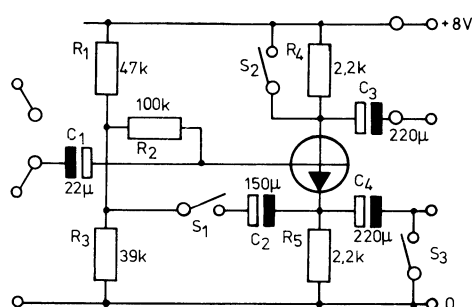


DISPOSITION

## 1. Måling af indgangsimpedans

UDSTYR

- 1 stk. tonegenerator
- 1 stk. stabiliseret spændingsforsyning
- 1 stk. millivoltmeter
- 1 stk. modstand 10 kΩ
- 1 stk. modstand 1 kΩ

MÅLEPANEL

$$i = \frac{u_{RS}}{R_S} = \frac{u_{Zin}}{Z_{in}}$$

$$Z_{in} = \frac{u_{Zin}}{u_{RS}} \cdot R_S$$

$$Z_{in} = \frac{u_G - u_{RS}}{u_{RS}} \cdot R_S$$

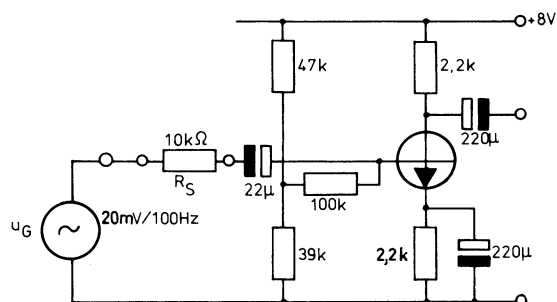
$$Z_{in} = \text{_____} \cdot 10 \text{ k}\Omega$$

$$Z_{in} = \text{_____}$$

### 1. MÅLING AF INDGANGS- IMPEDANS

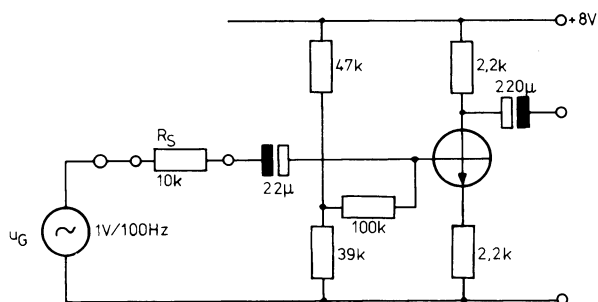
1.1 Mål  $Z_{in}$ 

- uden boot-strap ( $S_1$  åben)
- med  $R_E$  afkoblet til stel ved hjælp af  $C_4$  ( $S_3$  lukket)
- tilslut en målemodstand på 10 kΩ i serie med indgangen
- tilslut 20 mV/100 Hz

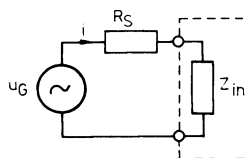


1.2 Mål  $Z_{in}$  uden boot-strap ( $S_1$  åben)

- med uafkoblet emitter ( $S_3$  åben)
- tilslut en målemodstand på  $10\text{ k}\Omega$  i serie med indgangen
- tilslut  $1\text{ V}/100\text{ Hz}$  til målemodstanden



- mål generatorspændingen,  
 $u_G = \underline{\hspace{2cm}}$
- mål spændingen over  $R_S$ ,  
 $u_{RS} = \underline{\hspace{2cm}}$
- find ved hjælp af ohms lov  
 $Z_{in}$

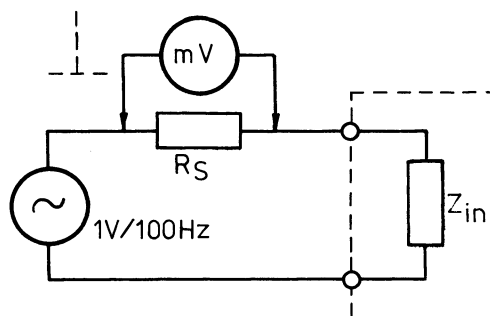
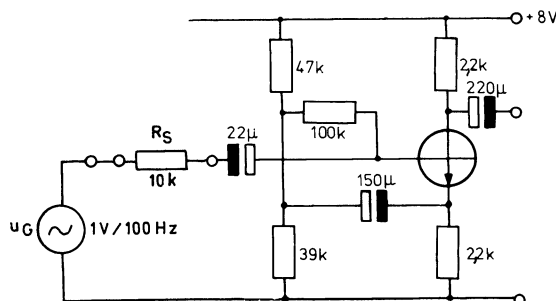


$$Z_{in} = \underline{\hspace{2cm}} \cdot 10\text{ k}\Omega$$

$$Z_{in} = \underline{\hspace{2cm}}$$

1.3 Mål  $Z_{in}$  med boot-strap ( $S_1$  lukket)

- tilslut en målemodstand på  $10\text{ k}\Omega$  i serie med indgangen
- tilslut  $1\text{ V}/100\text{ Hz}$  til kredsløbet



- aflæs spændingen på millivoltmetret

$$u_{RS} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- mål generatorspændingen  $u_G$
- $Z_{in}$  ved hjælp af ohms lov

$$Z_{in} = \underline{\hspace{2cm}} \cdot 10\text{ k}\Omega$$

$$Z_{in} = \underline{\hspace{2cm}}$$



## 1.4 Sammenlign målingerne

- a.  $Z_{in}$  (målt i 1.1) = \_\_\_\_\_  
b.  $Z_{in}$  (målt i 1.2) = \_\_\_\_\_  
c.  $Z_{in}$  (målt i 1.3) = \_\_\_\_\_

- d. Hvad sker der med indgangs-  
impedansen, når emittermod-  
standen ikke afkobles?

---

---

---

- e. Hvorfor stiger indgangsimpe-  
dansen, når der kobles et sig-  
nal tilbage fra emitteren og  
til knudepunktet mellem  $R_1$ ,  
 $R_2$  og  $R_3$ ?

---

---

---



## DISPOSITION

1. Arbejds punkt og virkemåde
2. Cross-over forvrængning
3. Udgangseffekt
4. Udgangsimpedans
5. Forstærkning og følsomhed
6. Strømforbrug og virkningsgrad

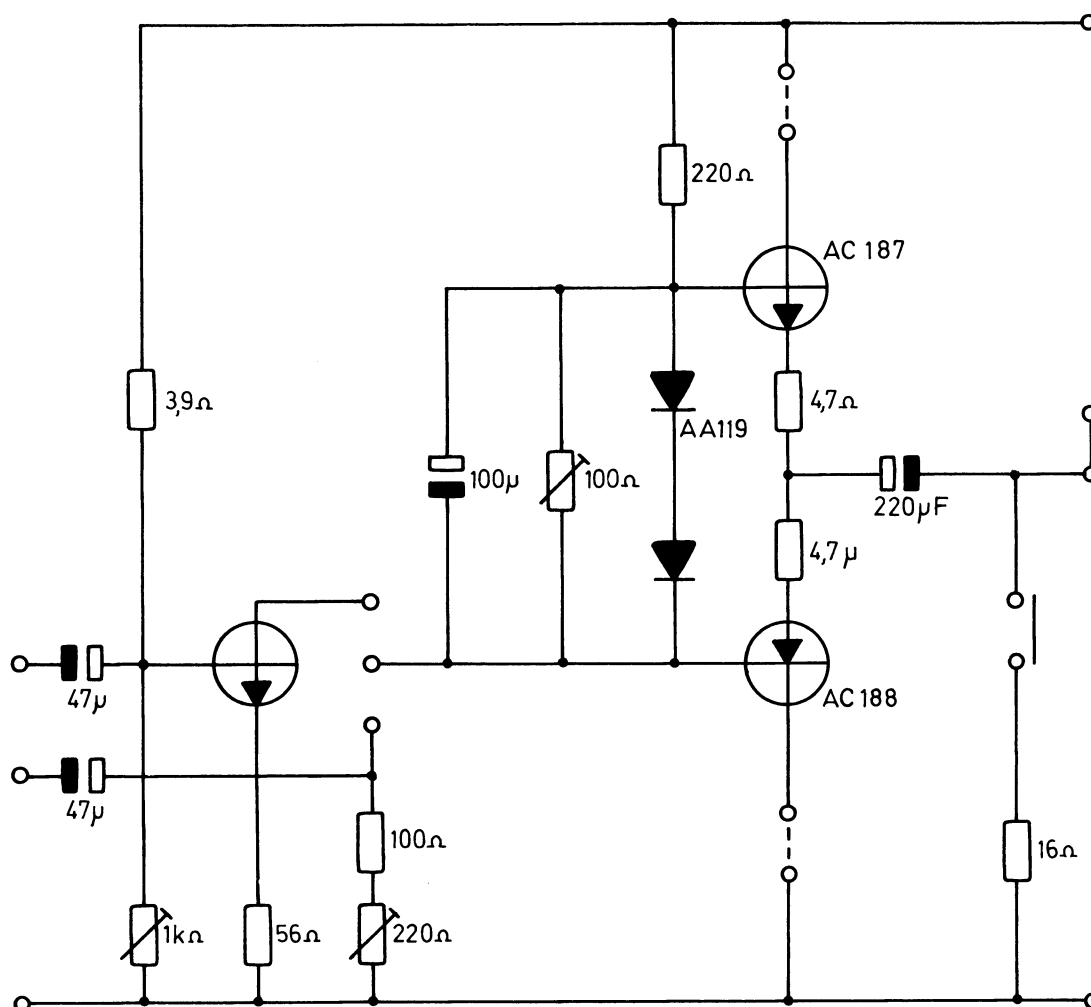
## UDSTYR

Udgangstrin, oscilloskop, tonegenerator, spændingsforsyning, universalinstrument, elektrovoltmeter, forvrængningsmåler BKF6

## MATERIALE

2 stk. modstand  $1\ \Omega$

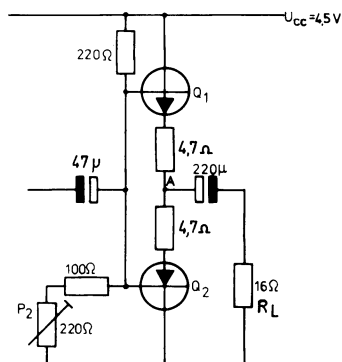
## MÅLEPANEL



## 1. ARBEJDSPUNKT OG VIRKEMÅDE

### 1.1 Opbyg opstillingen

- som vist på diagrammet



### 1.2 Tilslut $U_{CC}$ og juster $P_2$

- juster således, at der i punktet A måles  $\frac{1}{2} U_{CC}$

### 1.3 Mål $I_C$

$I_C$  hvile = \_\_\_\_\_

### 1.4 Mål DC spændinger

Q 1:  $U_B$  = \_\_\_\_\_

$U_E$  = \_\_\_\_\_

Q 2:  $U_B$  = \_\_\_\_\_

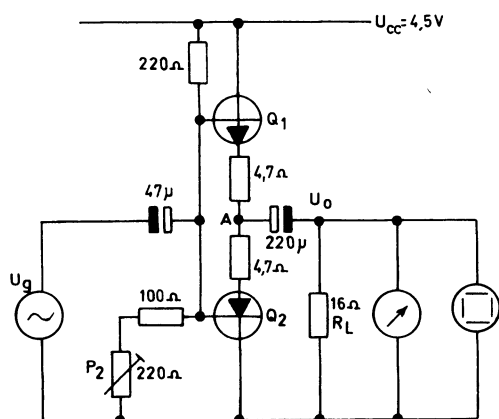
$U_E$  = \_\_\_\_\_

- er transistorerne ON eller OFF?

### 1.5 Tilslut BKF6 (koblet som millivoltmeter) og oscilloskop over $R_L$

### 1.6 Tilslut tonegenerator

- $f_g = 1.000$  Hz
- $u_g = 0$  V



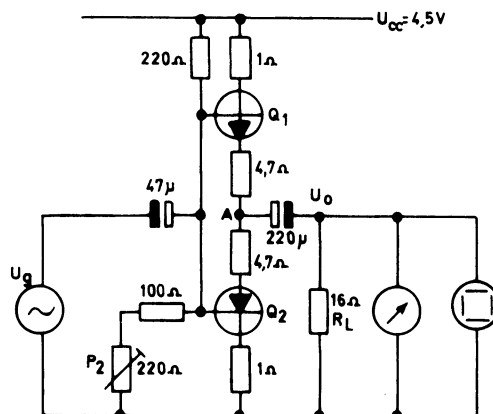
### 1.7 Forøg $U_g$

- indtil klipning af  $U_o$  indtræder

### 1.8 Undersøg, hvad der sker med $U_o$ ved justering af $P_2$

- indstil  $P_2$  til symmetrisk klipning

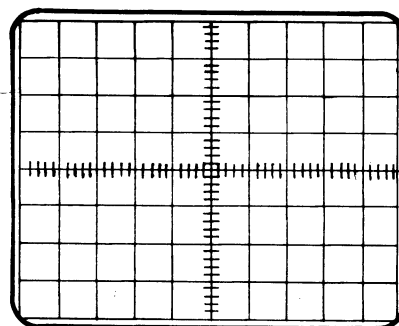
### 1.9 Indskyd $1\Omega$ 's modstande i kollektorerne



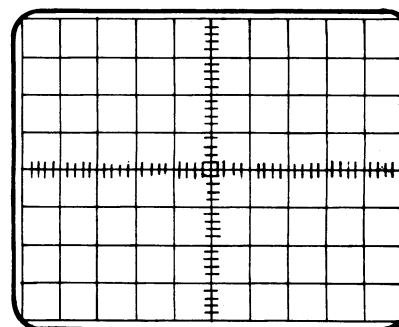
### 1.10 Tegn strømmene i $Q_1$ og $Q_2$

- mål med oscilloskop, der trigges på tonegeneratorens signal
- mål på kollektoren af  $Q_1$  og  $Q_2$  samt udgangsspændingen
- tegn oscilloskopbillederne korrekt under hinanden

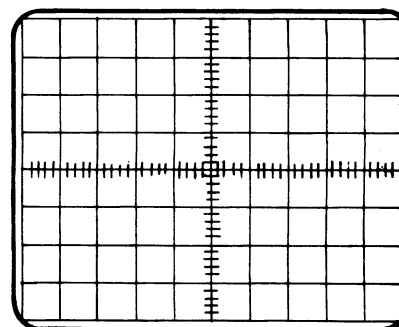
$I_{C1}$



$I_{C2}$



$U_o$





1.11 Hvor stor en del af en periode trækker  $Q_1$  strøm?

---

---

---

1.12 Hvor trækker  $Q_2$  strøm fra, når der ikke løber strøm i  $Q_1$ ?

---

---

---

1.13 Hvornår tilføres der energi til overføringskondensatoren  $220 \mu F$ , og hvornår fjernes der energi fra kondensatoren?

---

---

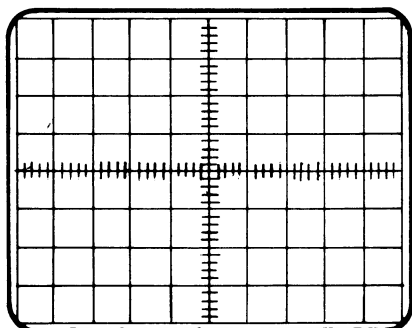
---

1.14 Fjern  $1 \Omega$ 's modstandene og isæt kortslutningsbøjler

## 2. CROSS-OVER FORVRÆNGNING

2.1 Udstyr forstærkeren fuldt  
- ikke klipning

2.2 Undersøg signalets udseende ved nul-gennemgang  
- det er cross-over forvrængning  
- tegn oscilloskopbilledet



2.3 Hvor stor er forstærkningen, når transistorerne ikke trækker strøm?

---

---

---

2.4 Hvor meget strøm trækker transistorerne i nulgennemgangen?

---

---

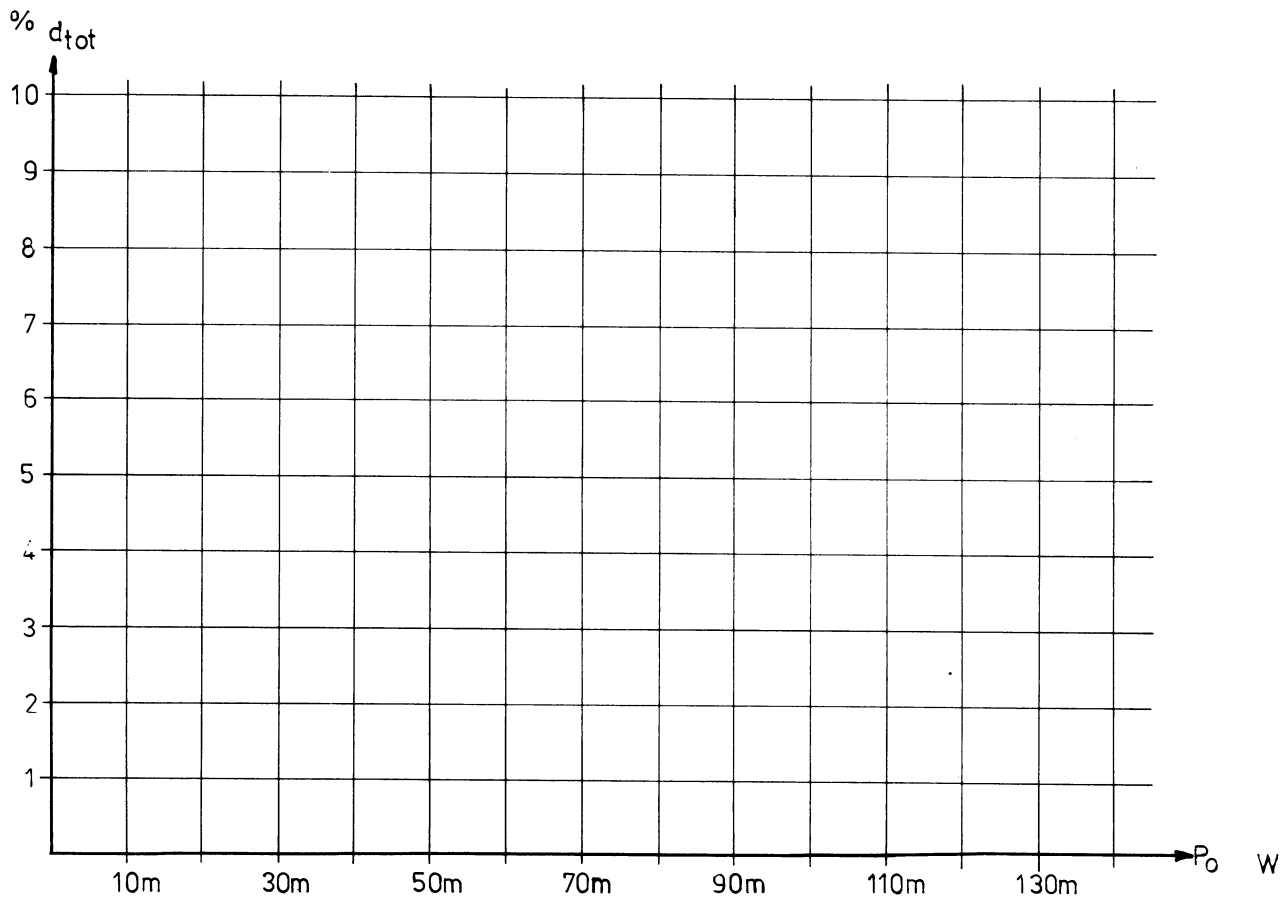
---

2.5 Hvorfor har denne opstilling cross-over forvrængning?

---

---

---

2.6 Optag  $d_{\text{tot}} = f(P_o)$ 

## 2.7 Hvor er årsag til forvrængningen ved lille udgangseffekt?

---

---

---

og ved stor udgangseffekt?

---

---

---

## 2.8 Juster

 $P_2$  til symmetrisk klipning. $P_1$  til cross-over forvrængningen netop er væk.Strømmen  $I_C$  uden udstyring må dog ikke overstige 12 mA.

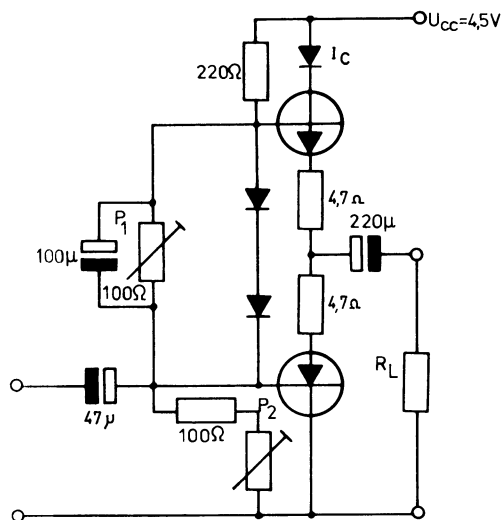


## 2.9 Mål strømme og spændinger uden udstyring

$$I_C \text{ hvile} =$$

$$Q_1 : U_{BE} =$$

$$Q_2 : U_{BE} =$$



## 3. UD GANGSEFFEKT

3.1 Mål den største  $u_{eff}$  før klipning

$$u_{eff} =$$

$$3.2 \text{ Beregn } P_O \text{ maks.} = \frac{u_{eff}^2}{R_L} =$$

W

## 3.3 Beregn den teoretisk maksimale effekt

$$P_O \text{ maks.} = \frac{U_{CC}^2}{8 R_L} =$$

## 3.4 Beskriv, hvorfor den målte udgangseffekt er mindre end den teoretisk beregnede

---



---



---



---

## 4. UD GANGSIMPEDANS

## 4.1 Skriv, i hvilken grundkobling Q 1 og Q 2 arbejder

---

- bliver  $Z_O$  derved stor eller lille?

---

4.2 Mål  $Z_O$ 

- angiv målemetode og diagram

---

$$Z_O =$$

---

## 4.3 Er der impedanstilpasning?

---

- begrund svaret

---



---



---



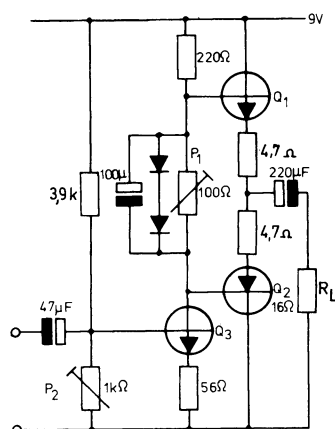
---



## 5. FORSTÆRKNING OG FØLSOM-

### HED

#### 5.1 Udvid opstillingen med en driver-transistor



#### 5.2 Juster

$P_2$  til symmetrisk klipning

$P_1$  til cross-over forvrængning  
netop er væk

#### 5.3 Mål strømme og spændinger uden udstyring

$I_C$  hvile =                      mA

$Q_1$  :  $U_{BE}$  =                      V

$Q_2$  :  $U_{BE}$  =                      V

#### 5.4 I hvilken klasse arbejder forstærkeren?

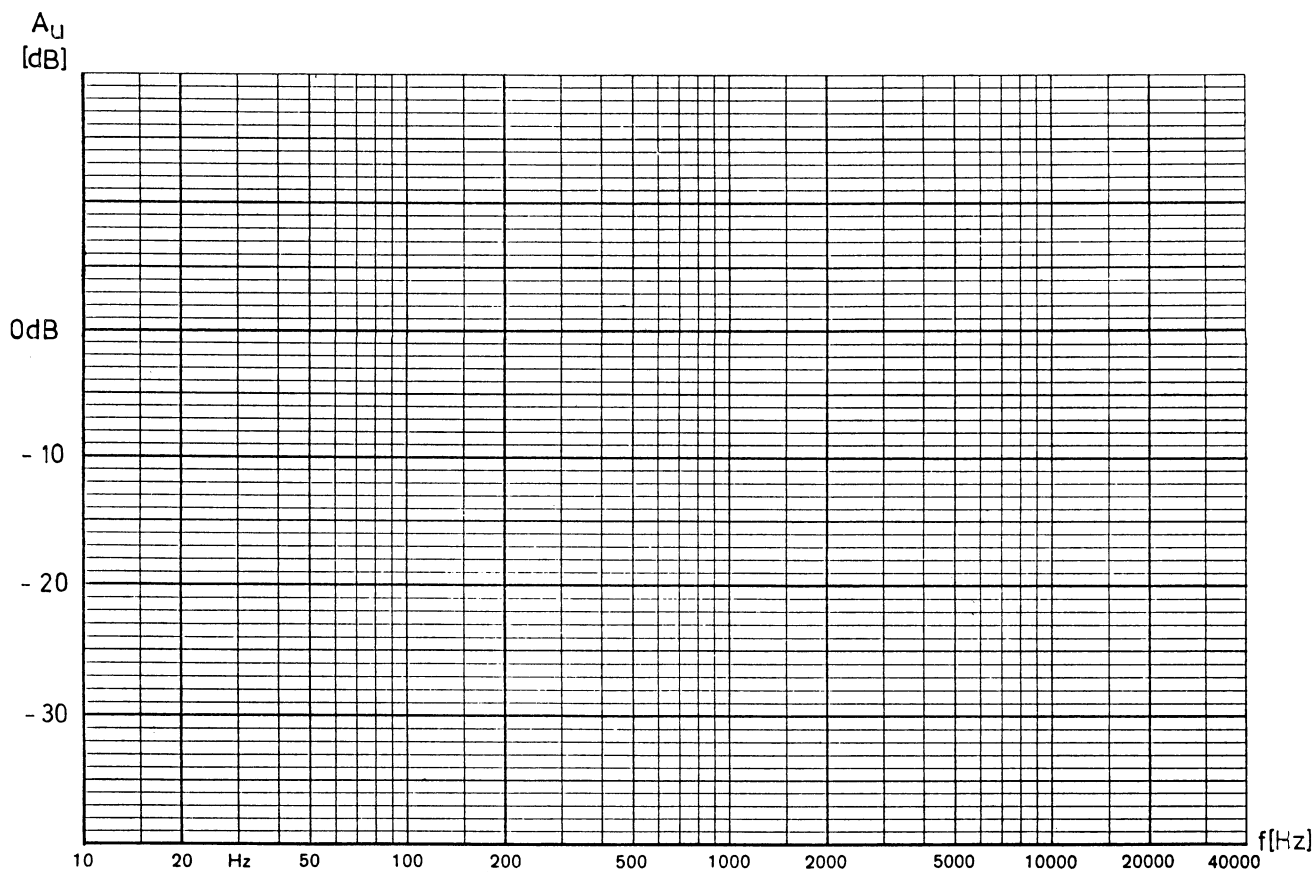
---

#### 5.5 Hvor stor er spændingsforstærkningen?

---

#### 5.6 Angiv følsomheden for fuldt $P_{out}$

---

5.7 Optag frekvenskurven  $A = f(f)$ 0 dB refererer til  $A_U$  ved 1 kHz

- angiv  $f_n$

$f_n =$

- hvad bestemmer  $f_n$ ?

---

---

---

---

- hvad bestemmer  $f_\phi$ ?

---

---

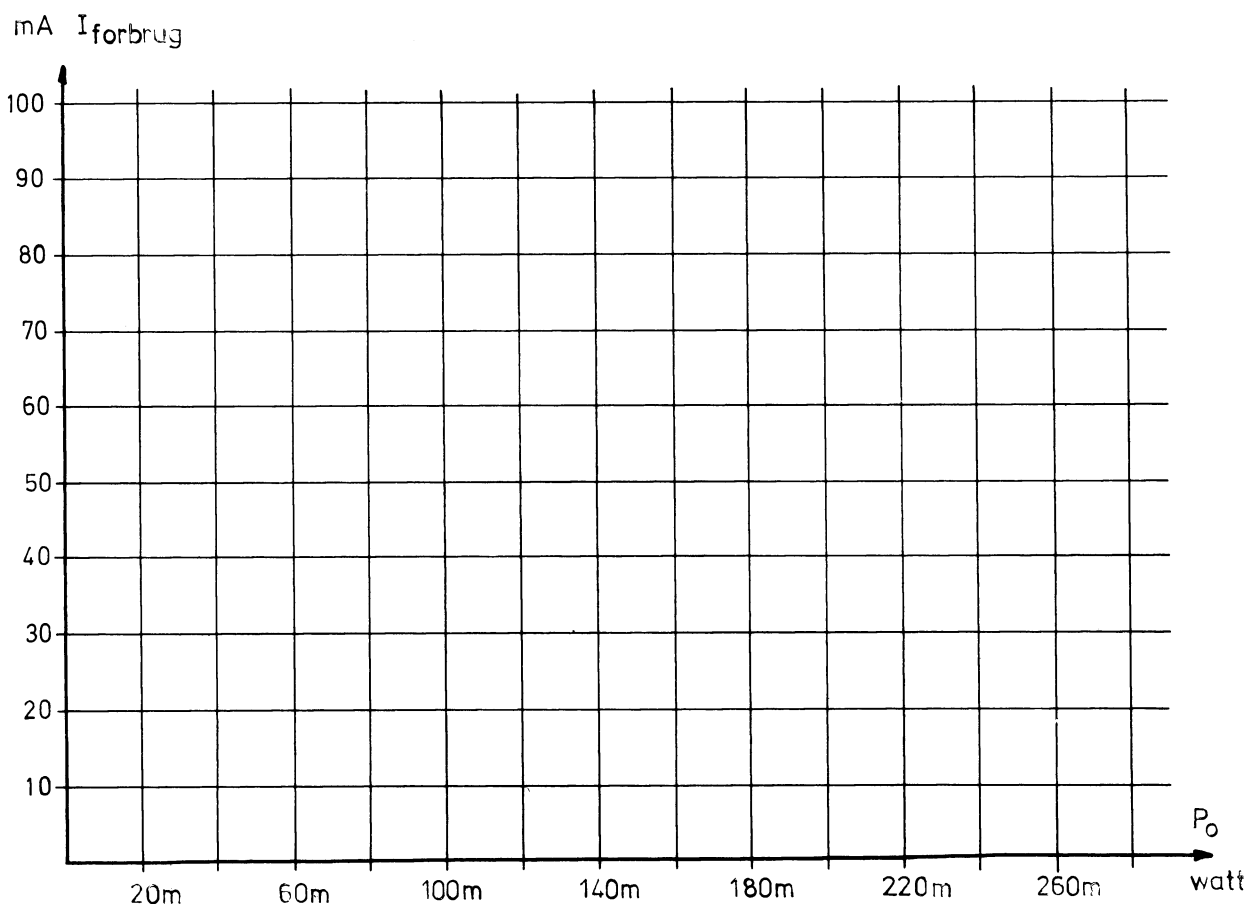
---

---



## 6. STRØMFORBRUG OG VIRKNINGSGRAD

6.1 Optegn strømforbrug =  $f(P_o)$



6.2 Hvilken klasse arbejder forstærkeren i?

---

6.3 Skriv, om opstillingen er velegnet i batteridrevne apparater

---

og hvorfor

---

---

6.4 Hvordan defineres virkningsgraden?

---

---



6.5 Mål den tilførte effekt ved  $P_O$  maks.

- $P_O$  maks. er blevet målt i pkt. 3.2
- tegn måleopstilling

$$P_{in} = \underline{\hspace{2cm}}$$

6.6 Beregn virkningsgraden ud fra målingerne

$$\eta = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

- den teoretiske virkningsgrad er = 78,5%

6.7 Beskriv, hvorfor den teoretiske virkningsgrad ikke opnås

---



---



---

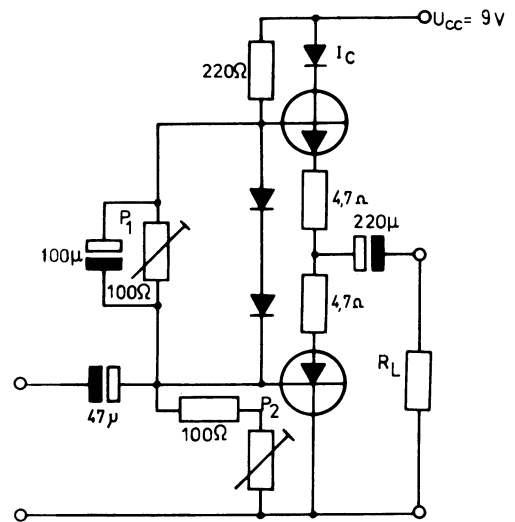


---



---

6.8 Mål og beregn virkningsgraden på opstillingen uden driver




---



---



---



---



## DISPOSITION

1. DC forhold
2. Tilslutning og udtagning af signal
3. Ad, differentialforstærkning
4. Acm, common mode forstærkning
5. CMRR, common mode rejektion ratio
6. Differentialforstærker med strømgenerator

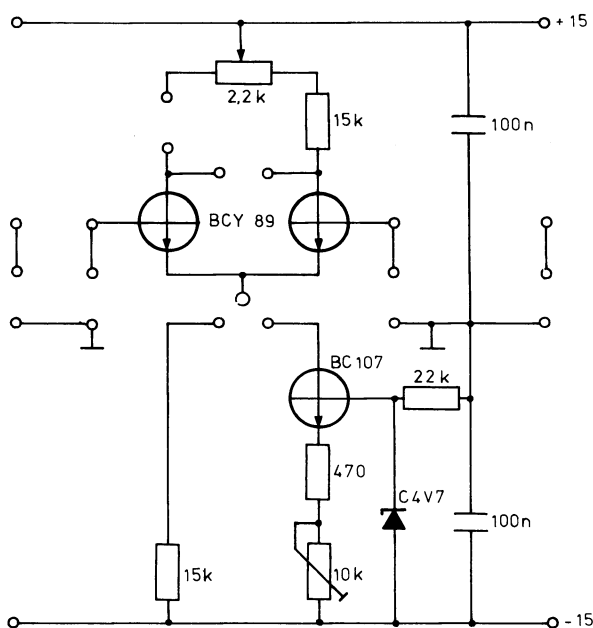
## UDSTYR

Oscilloskop, tonegenerator, balanceret spændingsforsyning, universalinstrument, AC-forstærkervoltmeter, målepanel

## MATERIALE

- 1 stk. modstand  $15\text{ k}\Omega$   
2 stk. modstand  $1\text{ k}\Omega$

## MÅLEPANEL



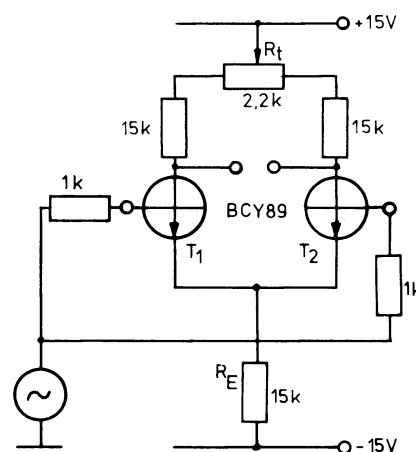
## 1. DC FORHOLD

BCY89 er en dual transistor, dvs. to transistorer på samme chip

- hvorved opnås, at begge transistorer har samme temperatur, og at driftsproblemer, der følger med temperaturændringer, reduceres kraftigt

### 1.1 Forbind opstillingen

- efter diagrammet



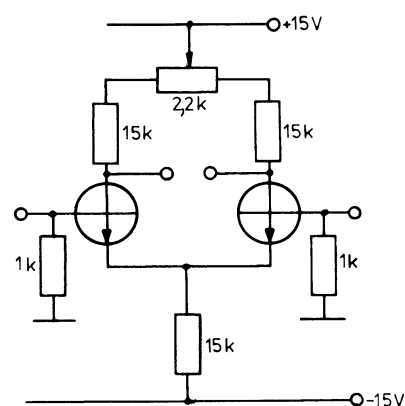
- tilslut  $U_{CC} = \pm 15\text{ V}$
- tilslut  $u_G = 1\text{ V}/1\text{ kHz}$

### 1.2 Juster $R_t$ til minimum $u_O$

- justeringen vil udbalancere eventuelle forskelle mellem transistorer eller modstande

### 1.3 Fjern tonegeneratoren og forbind kredsløbet

- efter diagrammet





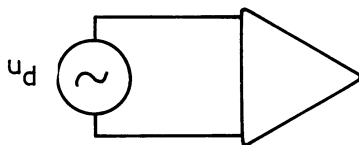
#### 1.4 Anslå nedenstående spændinger og foretag kontrolmåling

Anslået	Målt
$U_{B_1}$	
$U_{B_2}$	
$U_E$	
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>	
$I_E$	
$U_{C_1}$	
$U_{C_2}$	

## 2. TILSLUTNING OG UDTAGNING AF SIGNAL

### 2.1 Differential tilslutning

- signalet til en differentialforstærker kan tilsluttes mellem de to indgange, hvilket vil sige, at det er spændingsforskellen mellem indgangsterminalerne, der bliver forstærket
- et sådant signal kaldes et differens-signal  $u_d$

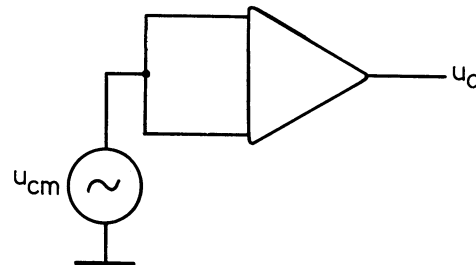


- den tilsvarende forstærkning kaldes  $A_d$   
 $A_d$  er differentialforstærkningen eller forstærkningen af det signal, der påtrykkes mellem de to indgangsterminaler i forhold til udgangssignalet

### 2.2 Common mode tilslutning

- signalet til differentialforstærkeren kan tilsluttes som et common mode signal  $u_{cm}$

$u_{cm}$  er en spænding, der tilsluttes mellem stel og begge indgange



- forstærkningen af signalet kaldes common mode forstærkningen  $A_{cm}$

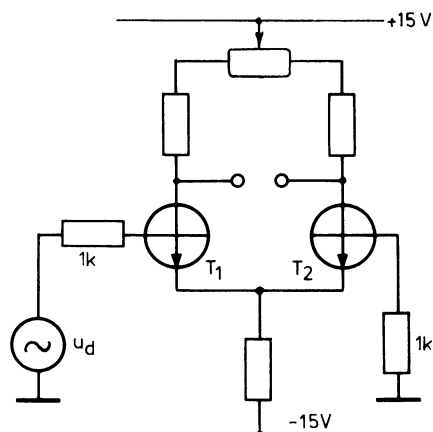
### 2.3 Common mode signaler

- af signaltyper kan nævnes:  
Brumsignaler  
Ændringer i forsyningspænding  
Ændringer i omgivelsestemperatur
- det kan ses af formlerne for henholdsvis  $A_d$  og  $A_{cm}$ , at common mode signaler vil blive forstærket meget mindre end differenssignaler
- dette gør differentialkoblingen overlegen i forhold til andre forstærkerkoblinger med to transistorer



## 2.4 Mål faseforskelle

- tilslut differentialforstærkeren efter diagram og mål med oscilloskop



- mål faseforskellen mellem  $u_{C1}$  og  $u_{C2}$

$$\varphi = \underline{\hspace{2cm}}$$

- mål faseforskellen mellem  $u_d$  og  $u_{C1}$

$$\varphi = \underline{\hspace{2cm}}$$

- mål faseforskellen mellem  $u_d$  og  $u_{C2}$

$$\varphi = \underline{\hspace{2cm}}$$

Begrund fasemålingerne

---



---



---



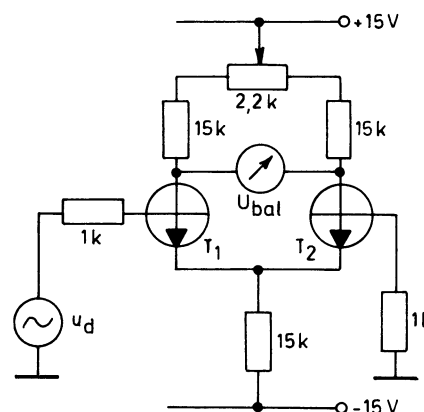
---



---



---

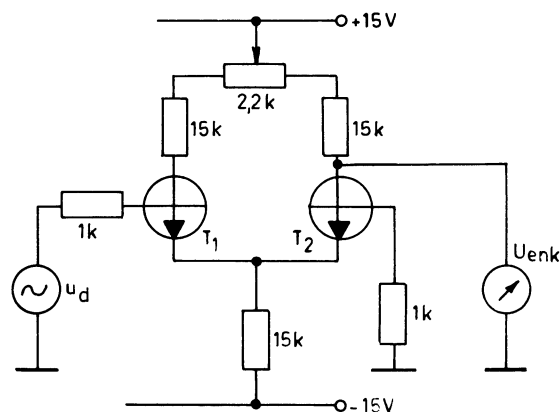
3. Ad-DIFFERENTIALFORSTÆRK-  
NING3.1 Mål forstærkningen med balance-  
ret udgang

$u_o$  tages mellem de to kollektorer

$A_d$  med bal udgang:

$$A_d = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$A_d = \underline{\hspace{2cm}} \text{ dB}$$

3.2 Mål forstærkningen med enkelt  
udgang

$u_o$  tages mellem en kollektor og stel

$A_d$  med enkelt udgang:

$$A_d = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$A_d = \underline{\hspace{2cm}} \text{ dB}$$



### 3.3 Differentialforstærkning med balanceret udgang

- fra en almindelig transistor er det kendt, at

$$A = \frac{u_o}{u_G} = 40 \cdot I_E \cdot R_C$$

- for en differentialforstærker med balanceret udgang gælder:

Signalspændingen fordeles sig over to base-emitterstrækninger, således at hver transistor kun forstærker det halve signal. Da der er to forstærkende led, bliver den samlede forstærkning i differentialforstærkeren lig med forstærkningen i én transistor, der har samme emitterstrøm som de to transistorer i differentialforstærkerkoblingen tilsammen, eller

$$A_d = 40 \cdot I_E \cdot R_C$$

(bal udgang)

### 3.4 Indsæt værdierne for måleopstillingen med balanceret udgang og beregn

$$A_d = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$A_d = \underline{\hspace{2cm}} \text{ dB}$$

- stemmer målingen overens med det målte under pkt. 3.1

Ja ☐

Nej ☐

### 3.5 Differentialforstærker med enkelt udgang

- forstærkningen med enkelt udgang må være det halve, da der kun er et forstærkende led

$$A_d = 0,5 \cdot 40 \cdot I_E \cdot R_C$$

( enkelt udgang )

### 3.6 Indsæt værdierne fra måleopstillingen med enkelt udgang og beregn

$$A_d = \underline{\hspace{2cm}} \text{ (enkelt udgang)}$$

- stemmer målingen overens med det målte under pkt. 3.2

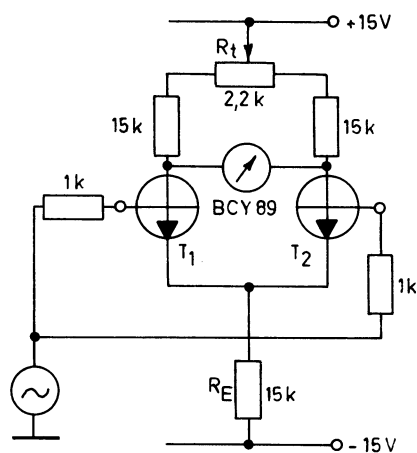
Ja ☐

Nej ☐

## 4. Acm-COMMON MODE FORSTÆRKNING

### 4.1 Mål $A_{cm}$ med enkelt og balanceret udgang

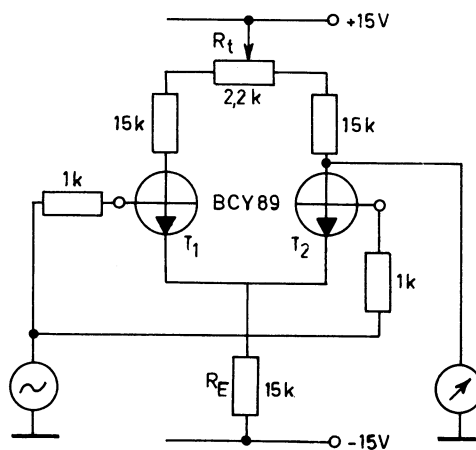
$A_{cm}$  med bal udgang:



$$A_{cm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ (bal udgang)}$$

$$A_{cm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ dB (bal udgang)}$$

$A_{cm}$  med enkelt udgang:



$$A_{cm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ (enkelt udgang)}$$

$$A_{cm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ dB (enkelt udgang)}$$





4.2 Beskriv kort, hvorfor der er forskel på de to målte  $A_{cm}$  værdier

---



---



---



---

- 4.3  $A_{cm}$ , med balanceret udgang
- hvis transistorerne er ens, og alle modstande er parvis ens, er  $A_{cm}$  med bal. udgang 0, idet  $R_{C1} = R_{C2}$  og  $I_{C1} = I_{C2}$ , derfor er  $u_{C1} = u_{C2}$
  - når de to kollektorspændinger er ens, er  $u_o = 0$

$$A_{cm} = \frac{0}{u_{cm}} = 0$$

- 4.4  $A_{cm}$ , enkelt udgang
- ved enkelt udgang ses, at  $u_E = u_{cm}$
  - $u_C = i_C \cdot R_C = 0,5 \cdot i_{RE} \cdot R_C$
  - $u_{cm} = u_E = i_{RE} \cdot R_E$
  - $A_{cm} = \frac{u_C}{u_{cm}} = \frac{0,5 \cdot i_{RE} \cdot R_C}{i_{RE} \cdot R_E}$
  - $A_{cm} = 0,5 \cdot \frac{R_C}{R_E}$

- stemmer de to målte resultater med de beregnede?

Ja ☐  
Nej ☐

	Beregnet	Målt
$A_{cm}$ (bal) =		
$A_{cm}$ (enkelt) =		

## 5. CMRR-COMMON MODE REJECTION RATIO

### 5.1 Definition

CMRR er en forstærkers evne til at undertrykke et common mode signal i forhold til et differentielt signal eller forstærkningen  $A_d$  i forhold til  $A_{cm}$

### 5.2 Formel

$$CMRR = \frac{A_d}{A_{cm}} \quad \text{de to forstærkninger målt ved samme } U_c$$

$$CMRR = A_d \text{ dB} - A_{cm} \text{ dB}$$

### 5.3 Skriv størrelsen for CMRR

- med bal udgang i måleopstillingen

$$CMRR = \underline{\hspace{2cm}}$$

- med enkelt udgang i måleopstillingen

$$CMRR = \underline{\hspace{2cm}}$$

### 5.4 Afkryds, hvordan CMRR kan forbedres uden af ændre på $I_C$

- når  $CMRR = \frac{A_d}{A_{cm}}$  og  $A_d = 0,5 \cdot 40 \cdot I_E \cdot R_C$  } enkelt udgang
- $A_{cm} = 0,5 \cdot \frac{R_C}{R_E}$  }
- ved at gøre

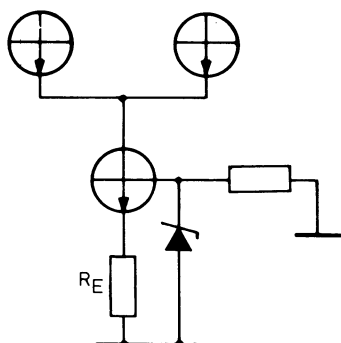
$R_C$  større ☐  
 $R_E$  større ☐

## 5.5 Løsning

CMRR kan gøres bedre ved at gøre  $R_E$  større og dermed  $A_{cm}$  mindre

$R_E$  kan gøres større ved at erstatte  $R_E$  med en strømgenerator, hvis indre modstand er uendelig stor

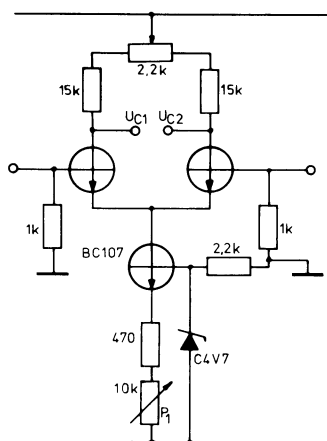
I praksis kan kredsløbet udføres som diagram



## 6. DIFFERENTIALFORSTÆRKER MED STRØMGENERATOR

## 6.1 Opbyg kredsløb

- after diagram



## 6.2 Indstil P<sub>1</sub>

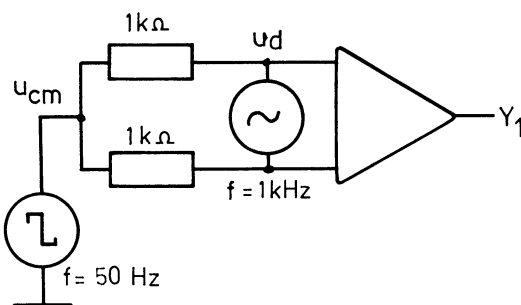
$U_{C_1}$  og  $U_{C_2}$  skal have samme størrelse som under pkt. 1.4

### 6.3 Mål $A_{cm}$ med enkelt og balance- ret udgang

$A_{cm} =$  \_\_\_\_\_ enkelt

$A_{cm} = \underline{\hspace{2cm}}$  balanceret

- det ses, at  $A_{CM}$  for enkelt eller balanceret udgang nu er tæt på hinanden, og at det næsten er ligegyldigt, om der bruges enkelt eller balanceret udgang
- til belysning af  $A_d$  og  $A_{CM}$  tilsluttes to generatorer efter diagrammet

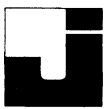


- bemærkninger til forsøget:

---

---

---

DISPOSITION

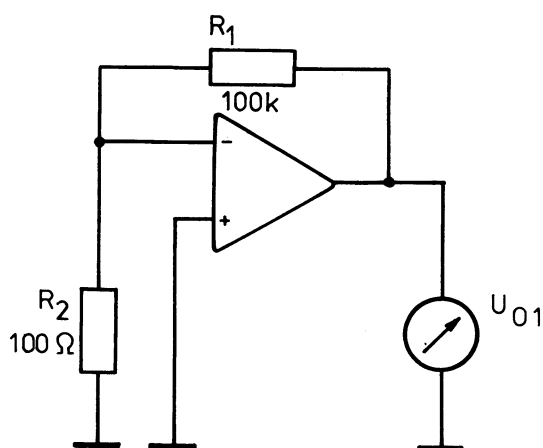
1. Offsetspænding
2. Bias- og offsetstrømme

UDSTYR

Spændingsforsyning  $\pm 15$  V, målepånel, elektrovoltmeter

1. OFFSETSPÆNDING

## 1.1 Måleopstilling

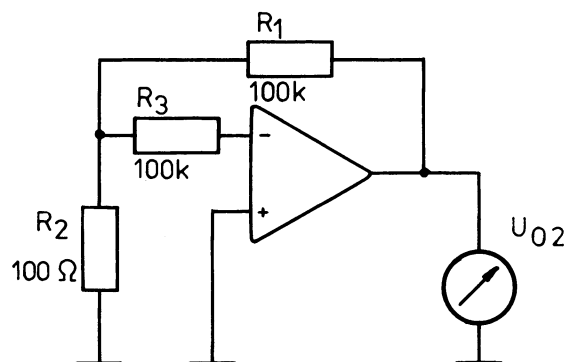
1.2 Mål  $U_{O1}$ 

$$U_{O1} = \underline{\hspace{2cm}}$$

1.3 Beregn  $E_{os}$ 

$$E_{os} = \frac{U_{O1}}{\frac{R_1}{R_2} + 1} = \underline{\hspace{2cm}}$$

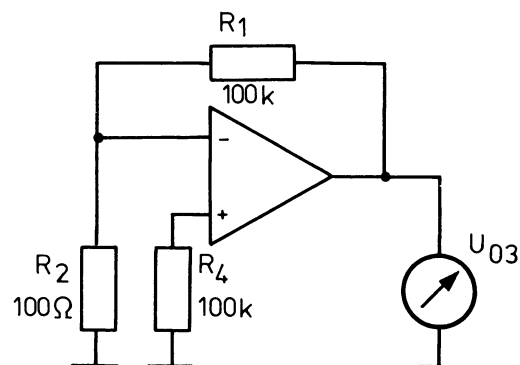
$$E_{os} = \underline{\hspace{2cm}}$$

2. BIAS- OG OFFSETSTRØMME2.1 Måleopstilling til måling af  $-I_B$ 2.2 Mål  $U_{O2}$ 

$$U_{O2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

2.3 Beregn  $-I_B$ 

$$-I_B = \frac{U_{O1} - U_{O2}}{\left(\frac{R_1}{R_2} + 1\right) R_3} =$$

2.4 Måleopstilling til måling af  $I_{B+}$ 2.5 Mål  $U_{O3}$ 

$$U_{O3} = \underline{\hspace{2cm}}$$

2.6 Beregn  $I_{B+}$ 

$$I_{B+} = \frac{U_{O1} - U_{O3}}{\left(\frac{R_1}{R_2} + 1\right) R_4} =$$

2.7 Beregn  $I_{os}$ 

$$I_{os} = I_{B+} - I_{B-}$$

DISPOSITION

## 1. Måling af open loop gain

UDSTYR

Spændingsforsyning  $\pm 15$  V, oscilloskop, målepanel med op.amp.

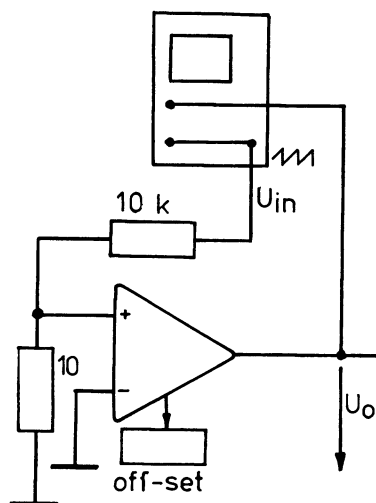
MATERIALE

1 stk. modstand  $10\text{ k}\Omega$

1 stk. modstand  $10\Omega$

1. MÅLING AF OPEN LOOP GAIN

## 1.1 Måleopstilling

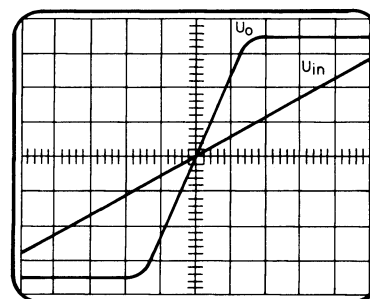


## 1.2 Indstil oscilloskopet

-  $20\text{ m/s/div.} \cdot 5$

## 1.3 Juster offset

- til der på oscilloskopet ses et spændingsspring



$$A_o = \frac{\Delta u_o}{\Delta u_{in}} \cdot 1.000$$

-  $u_{in}$  bliver delt 1:1.000

- spændingsændringen på indgang og udgang skal måles i samme tidsrum

## 1.4 Mål forstærkningen

- på den rette del af spændingsspringet  $U_o$

$$A_o = \underline{\hspace{2cm}}$$

DISPOSITION

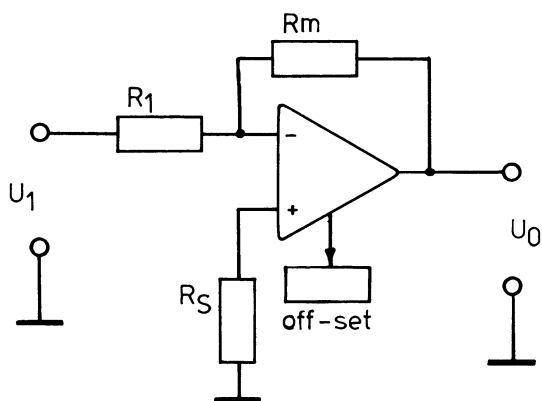
1. Inverterende forstærker
2. Frekvenskarakteristik
3. Ind- og udgangsimpedans
4. Potentiometrisk modkobling

UDSTYR

Spændingsforsyning  $\pm 15$  V, spændingsforsyning 0 til 30 V, målepanel med op. amp., 2 stk. universalinstrument, 1 stk. tonegenerator, 1 stk. oscilloskop

MATERIALE

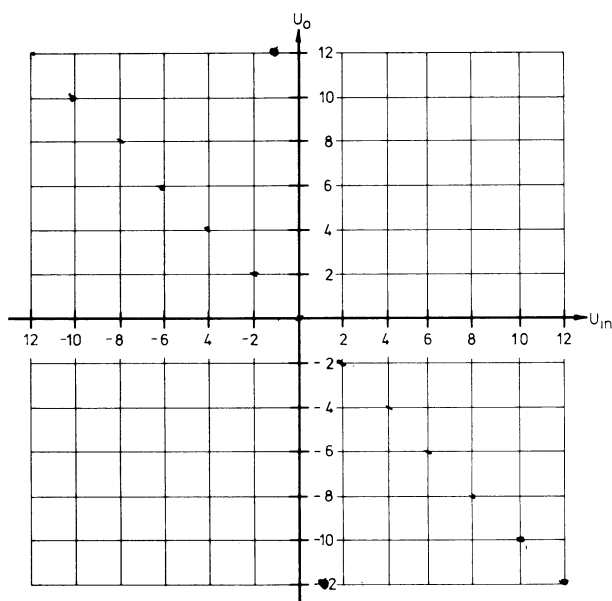
- 2 stk. modstand  $1\text{ k}\Omega$
- 1 stk. modstand  $4,7\text{ k}\Omega$
- 3 stk. modstand  $10\text{ k}\Omega$
- 1 stk. modstand  $100\text{ k}\Omega$

1. INVERTERENDE FORSTÆRKER1.1 Måleopstilling1.2 Beregn de manglende modstandsværdier i tabellen

Kredsl.	A'	$R_1$	$R_m$	$R_s$
a.	-1	$10\text{ k}\Omega$		
b.	-10	$1\text{ k}\Omega$		

1.3 Opbyg kredsløb a og juster off-set

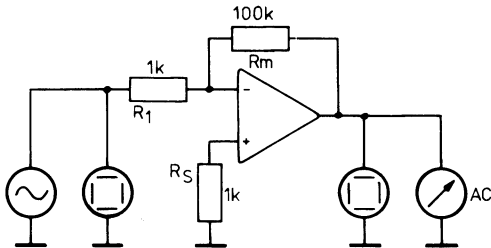
- 1.4 Opret en karakteristik for  $U_o = f(U_i)$   
 - udgangsspændingen bringes til at variere fra  $-12\text{ V}$  til  $+12\text{ V}$

1.5 Gentag pkt. 1.3 og 1.4 for kredsløb b



## 2. FREKVENSKARAKTERISTIK

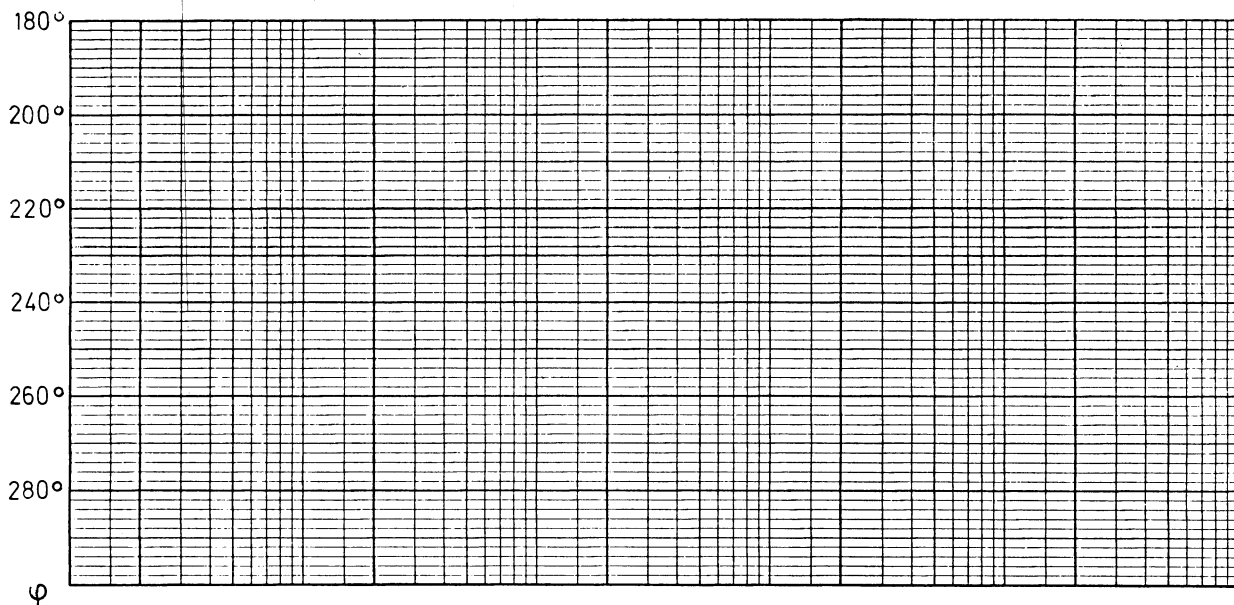
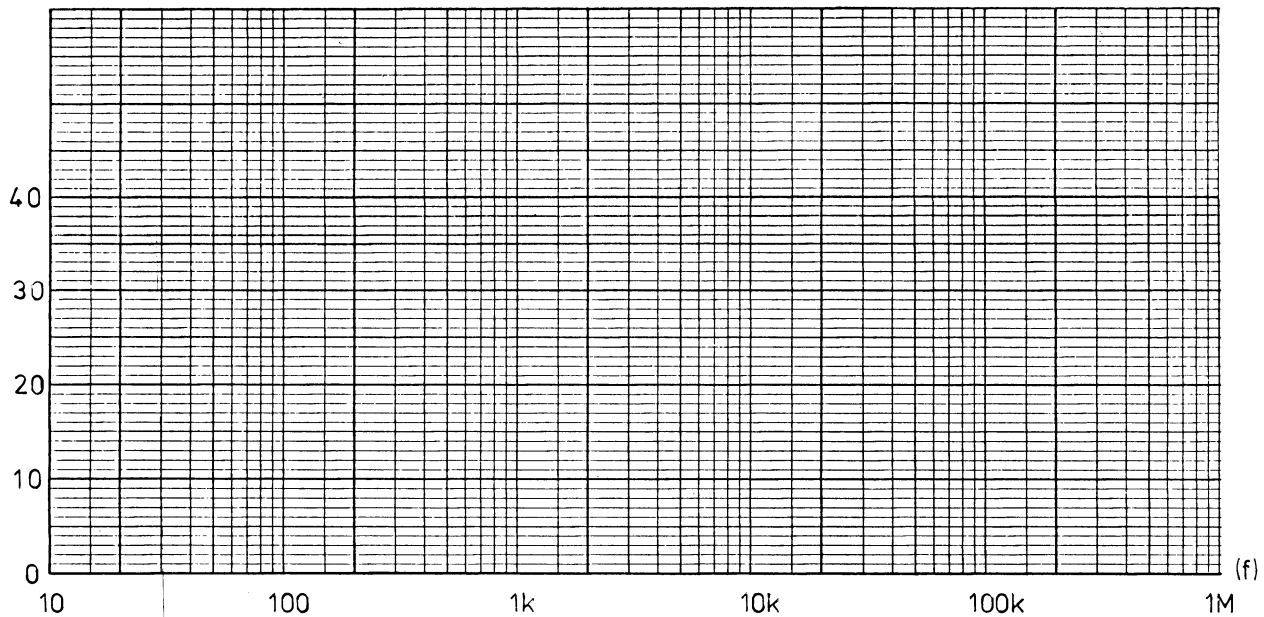
### 2.1 Måleopstilling



### 2.2 Optag $A'_{dB} = f(f)$ og $\varphi = f(f)$

- kontroller ved lavfrekvensen, at udgangsspændingen ikke er forvrænget
- tonegeneratoren indstilles ved lav frekvens, således at forstærkeren afgiver ca. 10 V<sub>pp</sub>
- indtegn på kurvebladet

(dB)





2.3 Gentag pkt. 2.2 med en forstærkning på - 10 gg

$$R_m = 100 \text{ k}\Omega$$

beregn  $R_1 =$

2.4 Dæmp indgangssignalet 20 dB og gentag pkt. 2.2

2.5 Beskriv, hvad der sker med  $f_\phi$

---



---



---

### 3. IND- OG UD GANGSIMPEDANS

3.1 Mål  $Z_{in}$  og  $Z_U$  på forstærkeren fra pkt. 2.3  
- målefrekvens 50 Hz

$$Z_{in} =$$

$$Z_U =$$

3.2 Gentag pkt. 3.1 på forstærkeren fra pkt. 2.1

$$Z_{in} =$$

$$Z_U =$$

3.3 Beskriv, hvor stor  $Z_{in}$  er i forhold til  $R_1$

---



---



---

3.4 Beskriv, hvad der har indflydelse på  $Z_U$

---



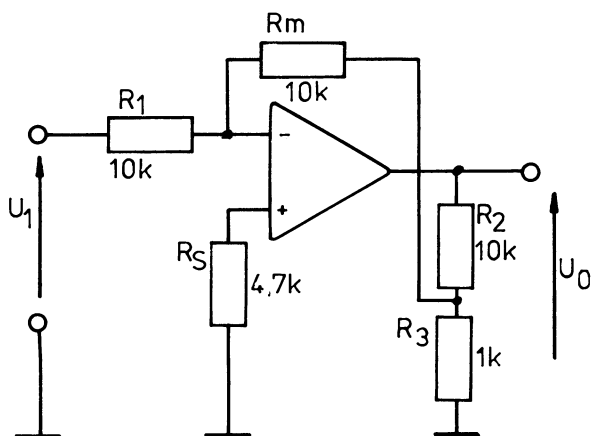
---



---

### 4. POTENTIOMETRISK MODKOB- LING

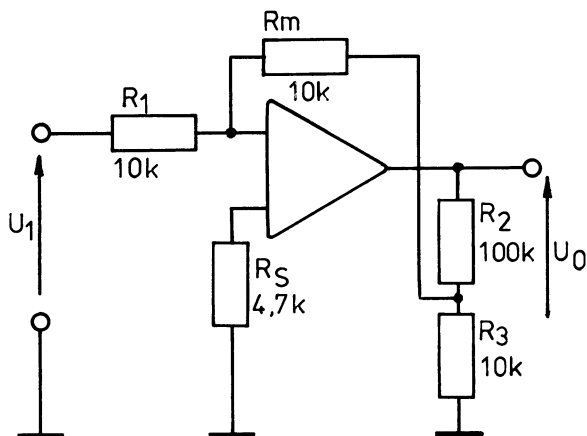
#### 4.1 Måleopstilling



4.2 Mål  $A_U$   
- målefrekvens 50 Hz

$$A_U =$$

4.3 Udskift  $R_2$  og  $R_3$  med to modstande, der er 10 gange større



4.4 Mål  $A_U$   
- målefrekvens 50 Hz

$$A_U =$$

4.5 Beskriv, hvorfor  $A_U$  ændrer sig, selvom forholdet mellem  $R_2$  og  $R_3$  stadig er det samme

---



---

DISPOSITION

1. Spændingsfølger
2. Ikke inverterende forstærker

UDSTYR

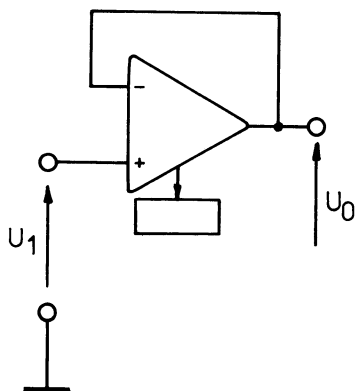
Spændingsforsyning  $\pm 15$  V, spændingsforsyning 0 til 30 V, elektrovoltmeter, universalinstrument, målepanel med op. amp.

MATERIALE

- 2 stk. modstand  $100 \Omega$
- 1 stk. modstand  $1 \text{ k}\Omega$
- 2 stk. modstand  $10 \text{ k}\Omega$
- 1 stk. modstand  $22 \text{ M}\Omega$

1. SPÆNDINGSFØLGER

## 1.1 Måleopstilling



## 1.2 Juster offset

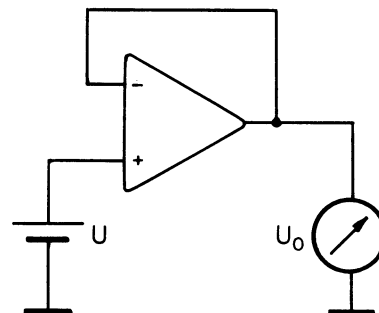
- 1.3 Tilslut en jævnspænding på +5 V på indgangen og mål udgangsspændingen  $U_0$
- husk polaritet

$$U_0 =$$

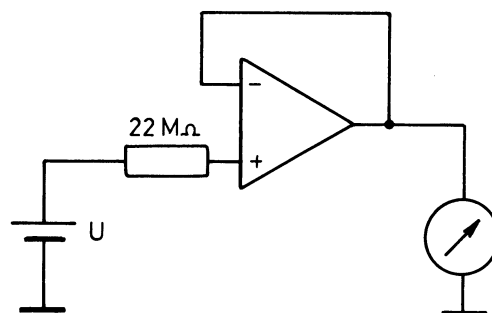
1.4 Beregn forstærkningen  $A_U$ 

$$A_U =$$

- 1.5 Mål og beregn, i hvilken størrelsesorden indgangsmodstanden er
- tilslut som vist



- indstil U, indtil  $U_0$  er 10 V
- serieforbind indgangen med  $22 \text{ M}\Omega$  og mål  $U_0$

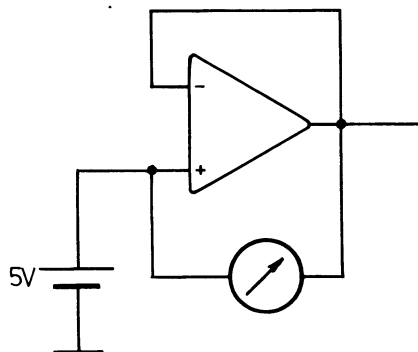


- beregn  $R_{in}$
- $$R_{in} =$$





- 1.6 Mål og angiv, om udgangsmodstanden er stor eller lille  
- mål som vist



- belast udgangen med  $1\text{ k}\Omega$  og mål ændringen i udgangsspændingen

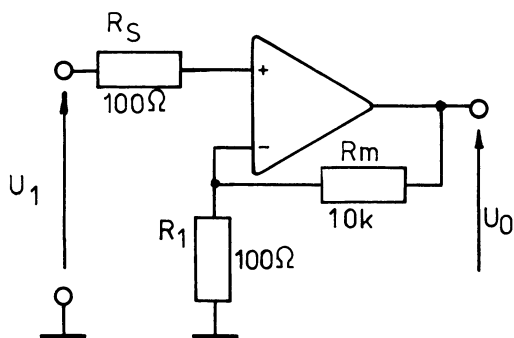
$$\Delta U =$$

- med denne ændring i udgangsspændingen er udgangsmodstanden så

stor eller ☐  
lille ☐

## 2. IKKE INVERTERENDE FORSTÆRKER

### 2.1 Måleopstilling



### 2.2 Juster offset

### 2.3 Beregn jævnspændingsforstærkningen $A_U$

$$A_U =$$

### 2.4 Mål jævnspændingsforstærkningen

$$A_U$$

$$A_U =$$

### 2.5 Mål $R_{in}$ og $R_{ud}$ og tegn måleopstilling

$$R_{in} =$$

$$R_U =$$

### 2.6 Hvilken data angiver den største indgangsmodstand, en ikke inverterende forstærkerkobling kan få?

---

---

---

### 2.7 Beskriv, hvilken type modkobling en ikke inverterende forstærkerkobling arbejder med

---

---

---



## DISPOSITION

1. Strømme i modkoblingsimpedansen
2. Integrator

## UDSTYR

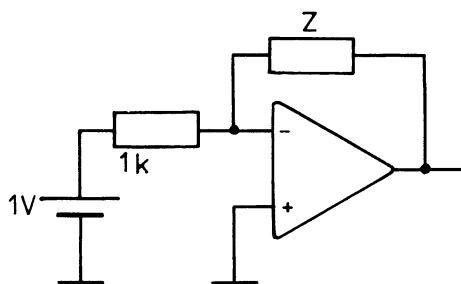
Målepanel med op. amp., spændingsforsyning  $\pm 15$  V, firkantgenerator, oscilloskop

## MATERIALE

- 1 stk. modstand  $100 \text{ k}\Omega$
- 1 stk. kondensator  $0,1 \text{ }\mu\text{F}$
- 1 stk. kondensator  $1,5 \text{ }\mu\text{F}$
- 3 stk. modstand  $10 \text{ k}\Omega$

### 1. STRØMME I MODKOBLINGS-IMPEDANSEN

- 1.1 Find strømmen gennem Z ved forskellige værdier af Z



$$I_Z (100 \text{ }\Omega) =$$

$$I_Z (1 \text{ k}\Omega) =$$

$$I_Z (10 \text{ k}\Omega) =$$

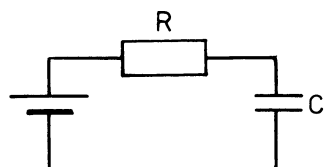
- 1.2 Er strømmen i de tre tilfælde ens?

Ja ☐

Nej ☐

### 1.3 Kurve A

- oplades en kondensator gennem en modstand, vil spændingen over kondensatoren i starten stige kraftigt for derefter af flade ud, kurve A



### 1.5 Kurve C

- oplades en kondensator med en konstant strøm, vil spændingen stige lineært pr. tidsenhed, kurve C

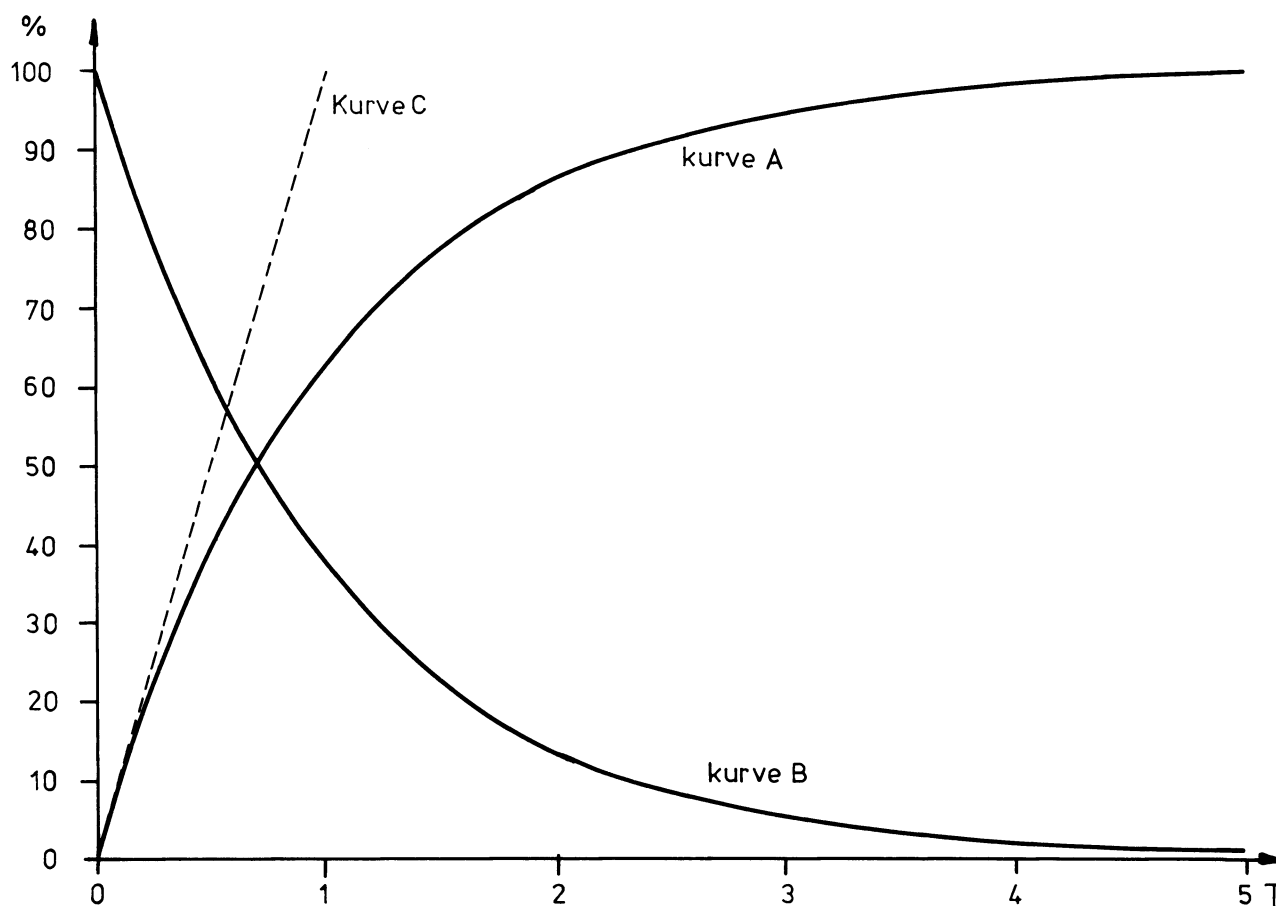
### 1.6 Beregning

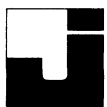
- spændingstilvæksten på kondensatoren kan beregnes efter formlen

$$U_C = \frac{I \cdot t}{C}$$

### 1.4 Kurve B

- strømmen til kondensatoren falder kraftigt i starten og flader ud, kurve B

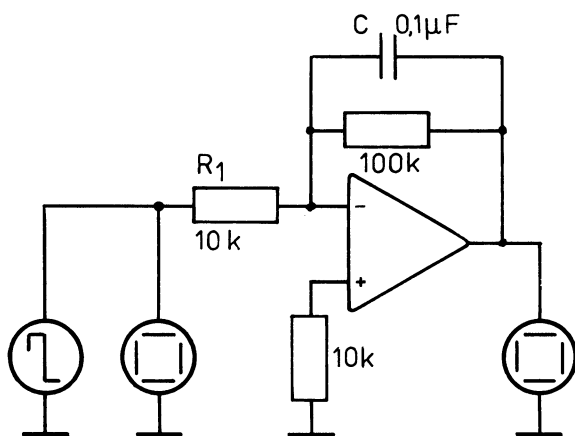




## 2. INTEGRATOR

- i pkt. 1.1 blev  $Z$  gennemløbet af en konstant strøm uanset værdien af  $Z$
- indsættes en kondensator som  $Z$ , vil den gennemløbes af en konstant ladestrøm, indtil forstærkerens udgangsspænding begrænses

### 2.1 Måleopstilling



2.2 Indstil generatoren til 500 Hz og 2 V<sub>pp</sub>

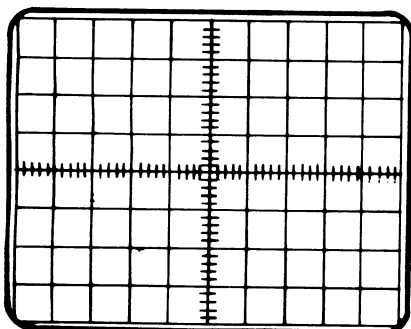
2.3 Beregn strømmen i  $R_1$

$$I_{R_1} =$$

2.4 Beregn  $\Delta U_C$  pr. msek.

$$\Delta U_C =$$

2.5 Mål  $U_o$ ,  $U_{in}$  og tegn oscilloskopbilledet



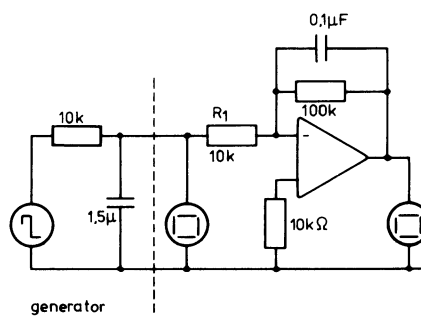
2.6 Skriv størrelsen af den målte  $\Delta U_C$  i 1 msek.

$$\Delta U_C =$$

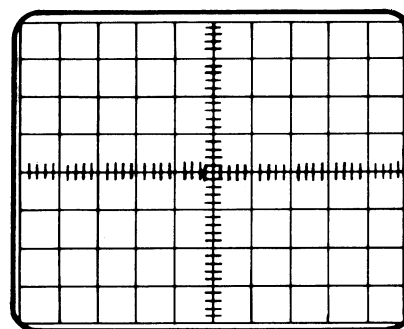
2.7 Beskriv, hvorfor  $U_o$  går i negativ retning, når  $U_{gen}$  går i positiv retning

2.8 Kredsløbet integrerer  $U_{gen}$

2.9 Slut en rampespænding til indgangen



2.10 Mål og tegn  $U_{in}$  og  $U_o$



DISPOSITION

## 1. Summationskobling

UDSTYR

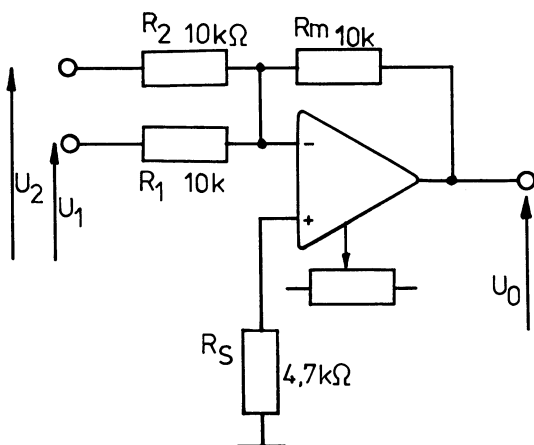
Spændingsforsyning  $\pm 15$  V, spændingsforsyning 0 til 30 V, spændingsdeler, målepanel med op. amp., elektrovoltmeter

MATERIALE

3 stk. modstand  $10\text{ k}\Omega$   
1 stk. modstand  $4,7\text{ k}\Omega$

1. SUMMATIONSKOBLING

## 1.1 Måleopstilling



## 1.2 Juster offset

1.3 Angiv udtrykket for  $U_o$  som funktion af  $U_1$  og  $U_2$ 

$$U_o = \underline{\hspace{2cm}}$$

1.4 Tilfør indgangene de spændinger, der er angivet i tabellen, og mål  $U_o$ 

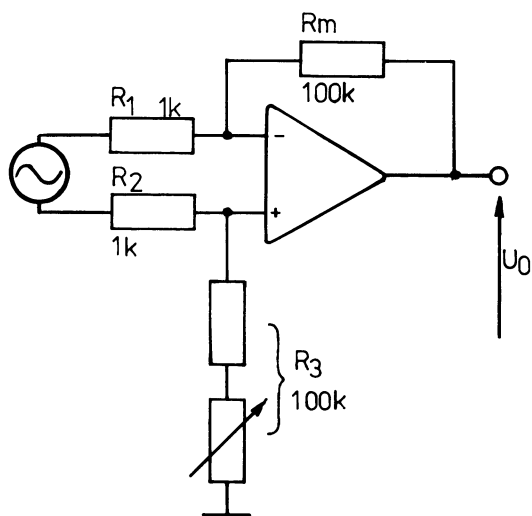
$U_1$	$U_2$	$U_o$
0 V	0 V	
0 V	1 V	
1 V	1 V	
3 V	2 V	
-3 V	+2 V	



## 2. DIFFERENS-MODE FORSTÆRK- NING

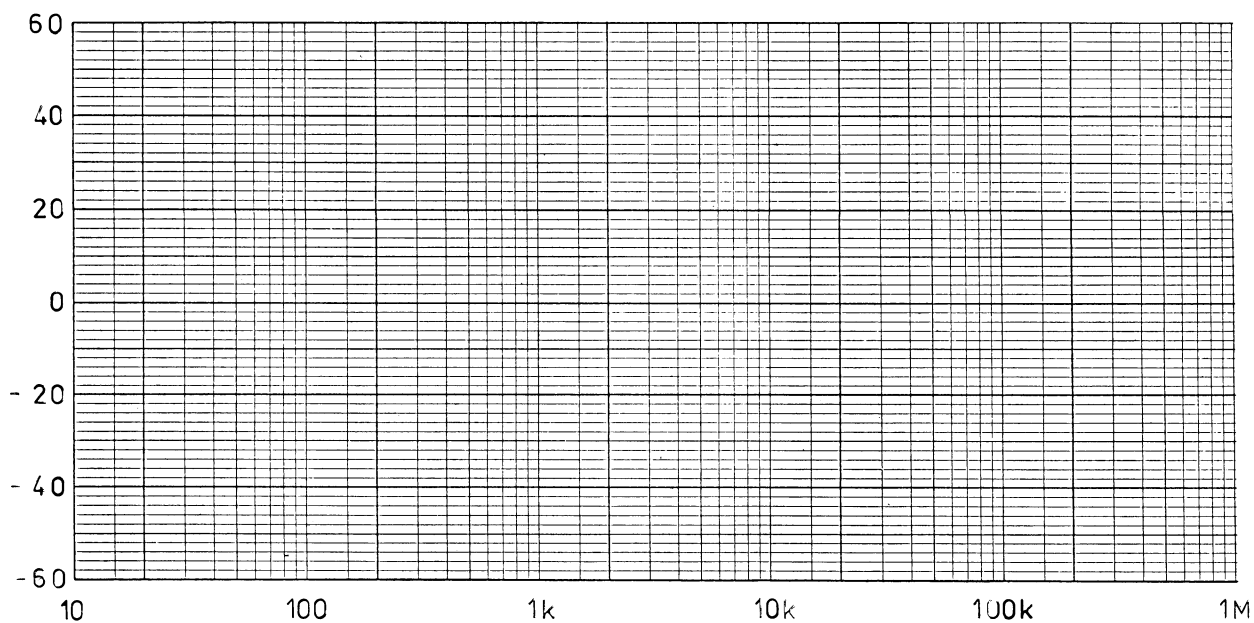
### NING

#### 2.1 Måleopstilling



#### 2.2 Optag $A_{DM} = f(f)$

#### 2.3 Indtegn i kurvebladet



#### 2.4 Angiv forstærkning og øvre grænsefrekvens

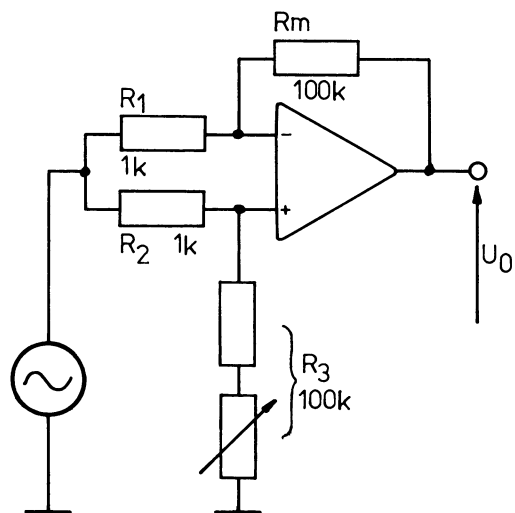
$A_{DM} =$  \_\_\_\_\_

$f_{\phi} =$  \_\_\_\_\_



### 3. COMMON-MODE FORSTÆR- NING

#### 3.1 Måleopstilling

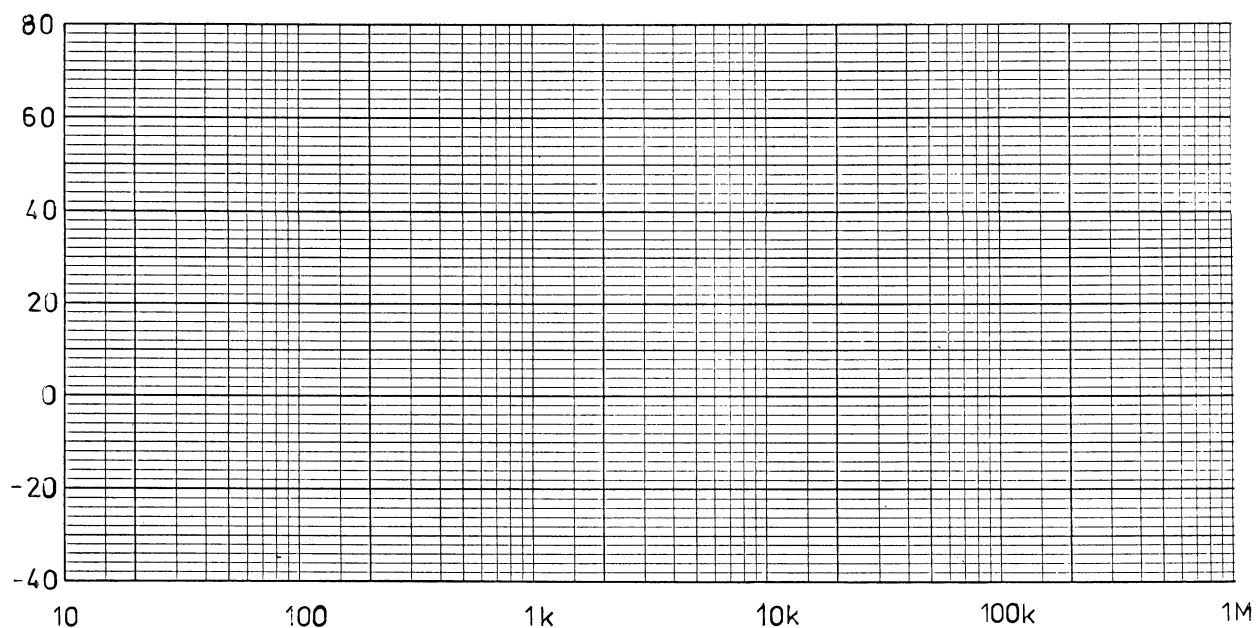


3.2 Optag kurven  $A_{CM} = f(f)$

3.3 Indtegn i kurvebladet pkt. 2.3

3.4 Beregn og tegn kurven for  $CMRR = f(f)$

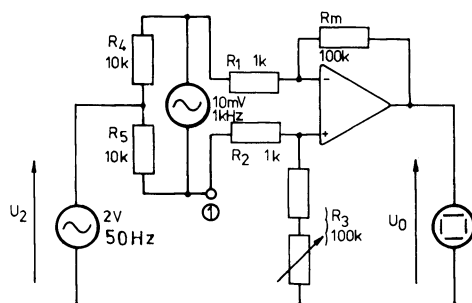
$$CMRR = A_{DM} \text{ (dB)} - A_{CM} \text{ (dB)}$$





## 4. PRAKTISK EKSEMPEL

### 4.1 Måleopstilling



- opstillingen er en balanceret forstærker, hvor  $U_2$  forestiller brum

### 4.2 Betragt $U_0$

Bemærkninger:

---

---

### 4.3 Kortslut ① til stel

- nu er det en ubalanceret forstærker

### 4.4 Betragt $U_0$

Bemærkninger:

---

---

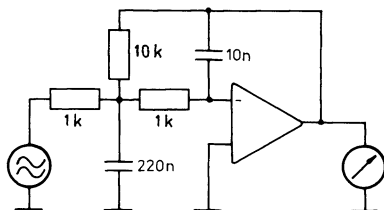


DISPOSITION

1. Filter med negativ tilbagekobling
2. Filter med positiv tilbagekobling

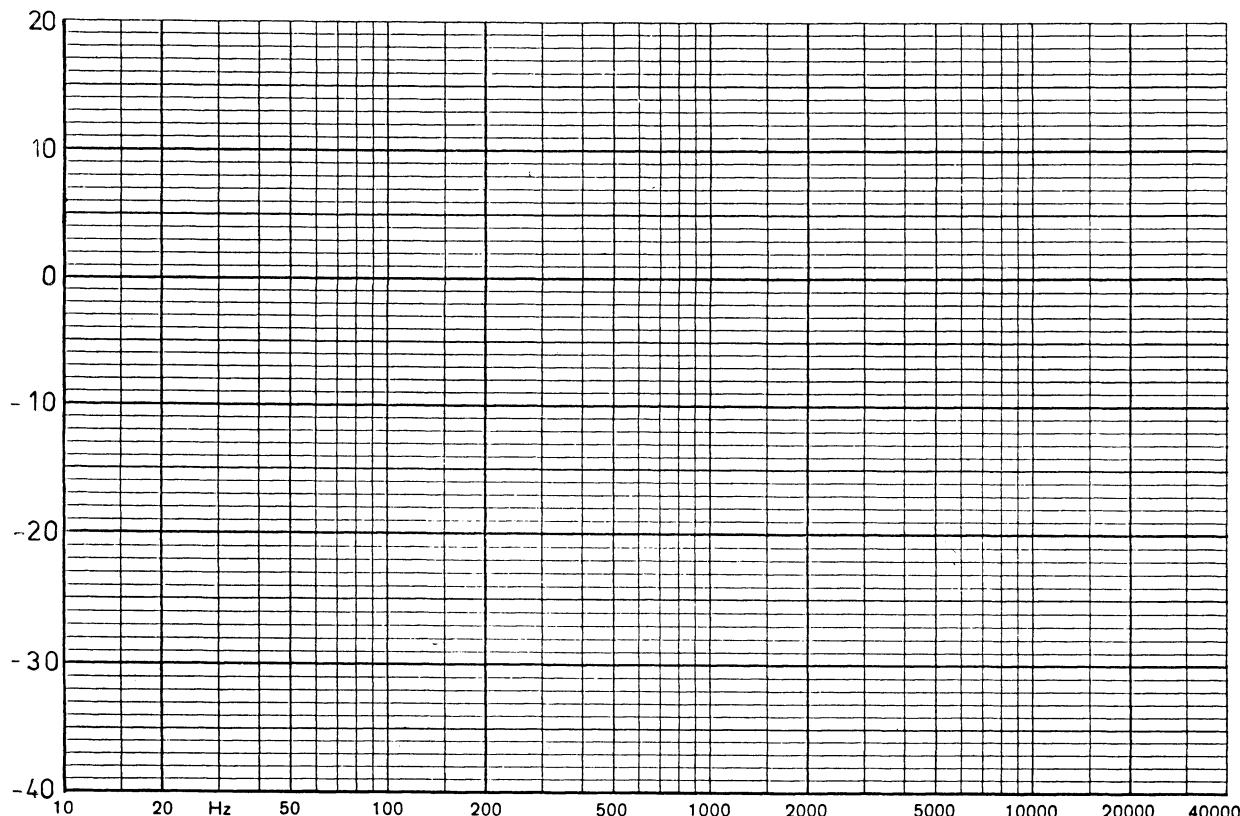
UDSTYR

Spændingsforsyning  $\pm 15$  V, tonegenerator, forstærkervoltmeter, målepanel med aktivt filter

1. FILTER MED NEGATIV TILBAGEKOBLING1.1 Måleopstilling

- 1.2 Optag kurven  $A = f(f)$
- $U_{in}$  holdes konstant på 100 mV
  - indtegn i kurvebladet
  - mærk kurven "1.2"

A  
[dB]



f [Hz]



- 1.6 Beskriv, hvad kendetegner et 1., 2. og 3. ordens led med hensyn til komponenter:

---

---

---

---

Med hensyn til hældning på kurven:

---

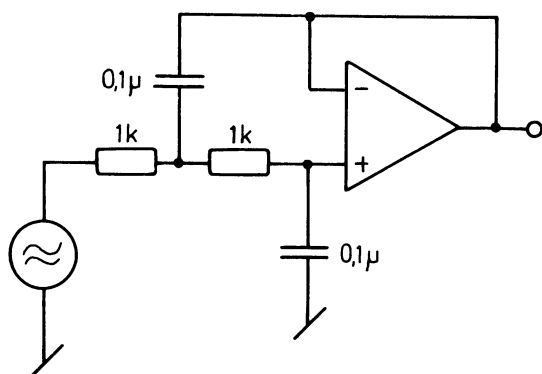
---

---

---

## 2. FILTER MED POSITIV TILBAGEKOBLING

### 2.1 Måleopstilling

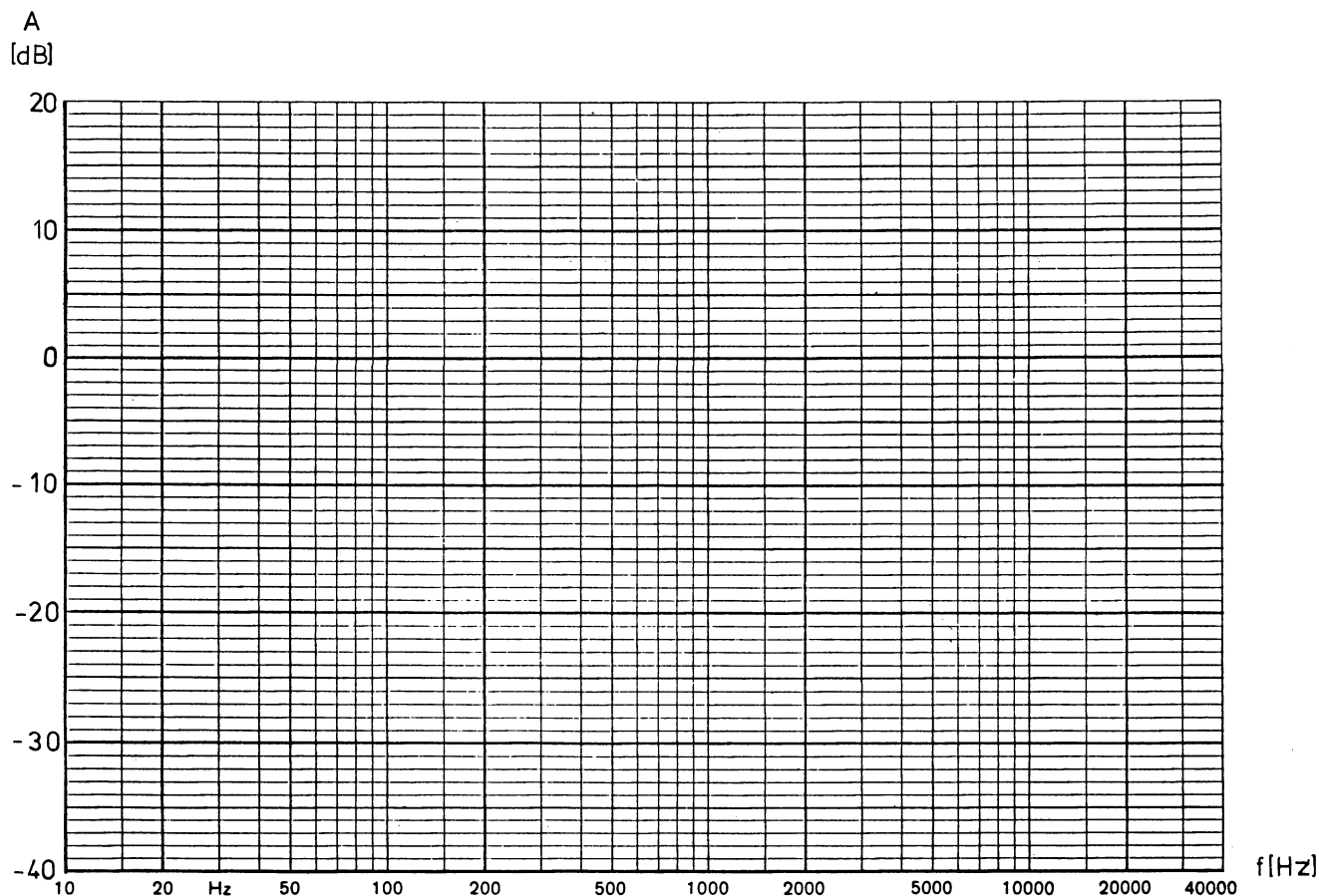


### 2.2 Optag kurven $A = f(f)$

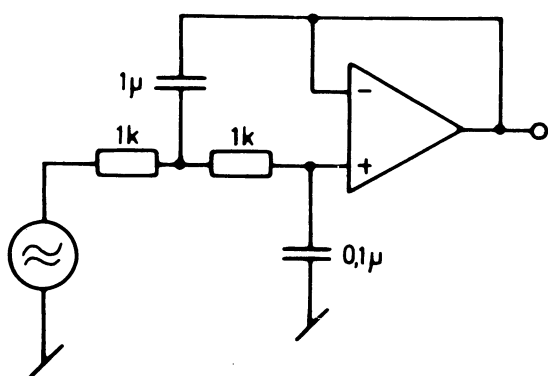
- $U_{in}$  holdes konstant på 100 mV
- indtegn i kurvebladet pkt. 2.3
  - mærk kurven "2.1"



## 2.3 Kurveblad



2.4 Udskift kondensatorerne, så kredsløbet ser således ud:



2.5 Optag kurven  $A = f(f)$

$U_{in}$  holdes konstant på 100 mV

- indtegn i kurvebladet pkt. 2.3
- mærk kurven "2.5"



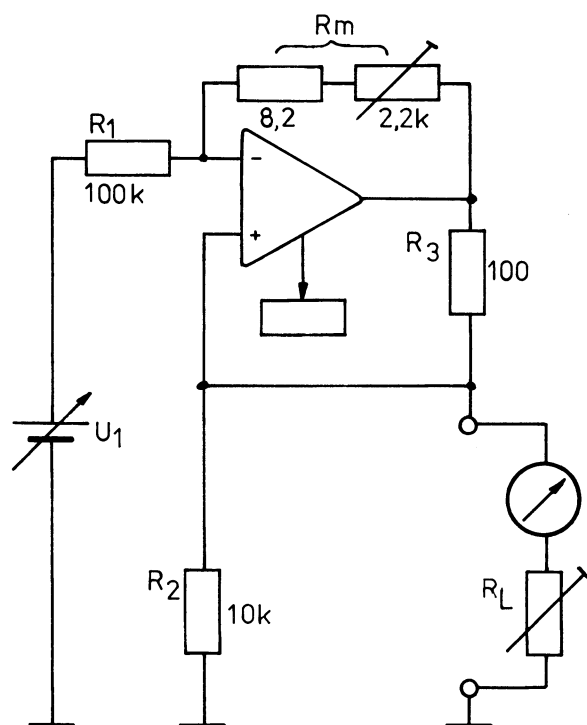
## DISPOSITION

1. Klargøring
2.  $R_i$

## UDSTYR

Spændingsforsyning  $\pm 15$  V, spændingsforsyning 0 til 30 V, strømgenerator med IC, variabel modstand 0 til 10 k $\Omega$ , universalinstrument, elektrovoltmeter

## MÅLEPANEL

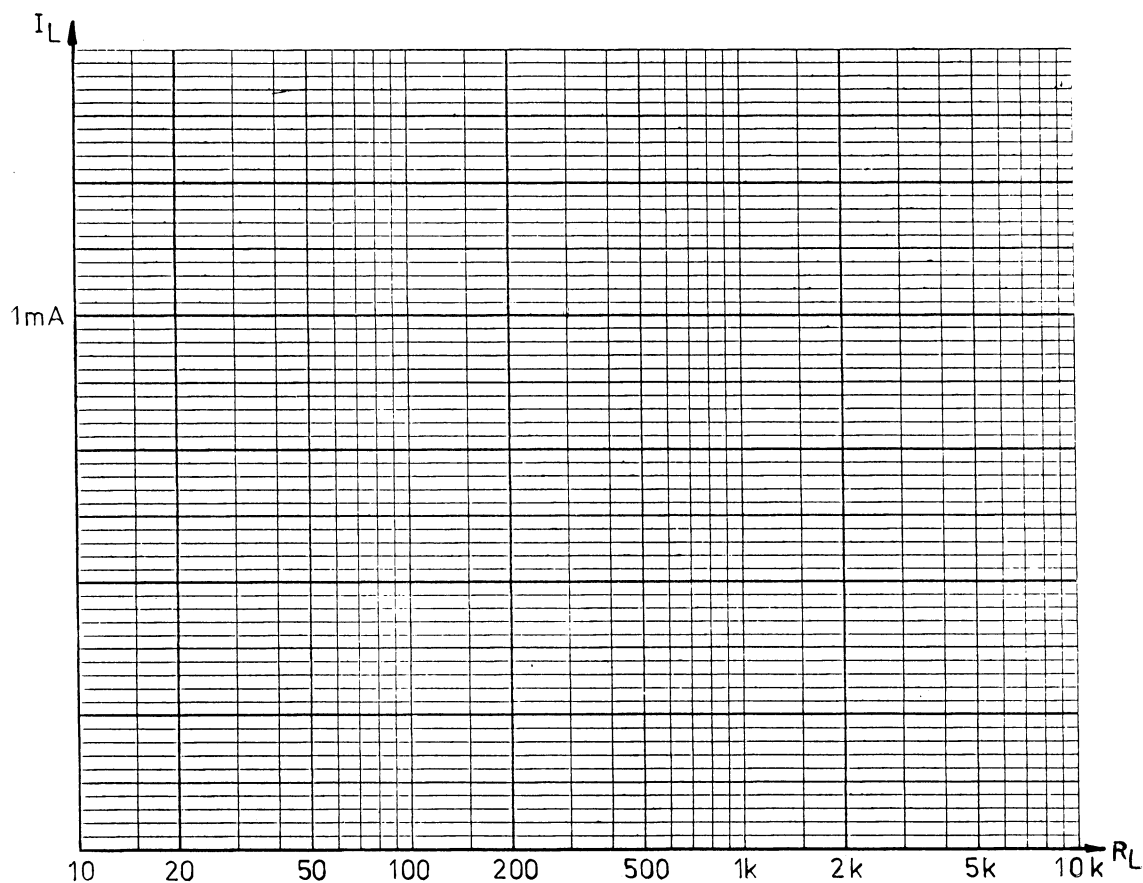


### 1. KLARGØRING

- 1.1 Indstil  $U_1$  til 0 V
- 1.2 Juster offset, til der ingen strøm løber i  $R_L$
- 1.3 Indstil  $U_1$  til 10 V
- 1.4 Juster  $R_m$ , til strømmen igennem  $R_L$  er konstant, medens  $R_L$  ændres mellem minimum og maksimum værdi

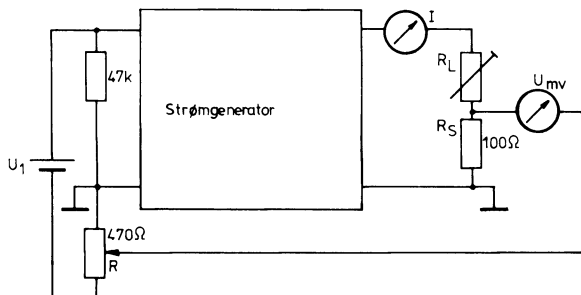
## 2. $R_i$

### 2.1 Optag kurven $I_L = f(R_L)$



### 2.2 Mål $\Delta I_L$

- da  $\Delta I_L$  er meget lille, er det nødvendigt at anvende en speciel opstilling til måling af  $\Delta I_L$



### 2.3 Indstil $R_L$ til min. værdi

### 2.4 Juster R til 0 V på millivoltmeters mest følsomme område

### 2.5 Indstil $R_L$ til maks. værdi og aflæs $U_{mv}$

$$U_{mv} =$$

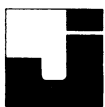
### 2.6 Beregn $\Delta I_L$

$$\Delta I_L = \frac{U_{mv}}{R_S} =$$

### 2.7 Beregn $R_i$

$$R_i = \frac{I_L \cdot \Delta R_L}{\Delta I_L}$$

$$R_i =$$

DISPOSITION

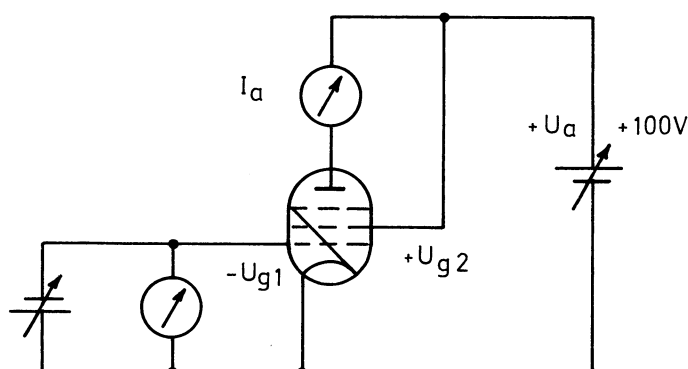
1. Pentode
2. Forstærker
3. Fejl

UDSTYR

- 2 stk. spændingsforsyning
- 1 stk. universalvoltmeter
- 1 stk. tonegenerator
- 1 stk. målepanel med EF86
- 1 stk. oscilloskop

1. PENTODE

## 1.1 Opbyg opstillingen som vist

1.2 Indstil  $U_{g1}$  til -1 V

1.3 Aflæs anodestrømmen

$$I_a = \underline{\hspace{2cm}}$$

1.4 Indstil  $U_{g1}$  til -2 V

1.5 Aflæs anodestrømmen

$$I_a = \underline{\hspace{2cm}}$$

1.6 Giver større gitterforspænding en større eller mindre anodestrøm?

Større ☐Mindre ☐

1.7 Den anodestrømsændring,  $\Delta I_a$ , som er resultatet af en gitterspændingsændring,  $\Delta U_g$ , på 1 V, er udtryk for rørets evne til at forstærke

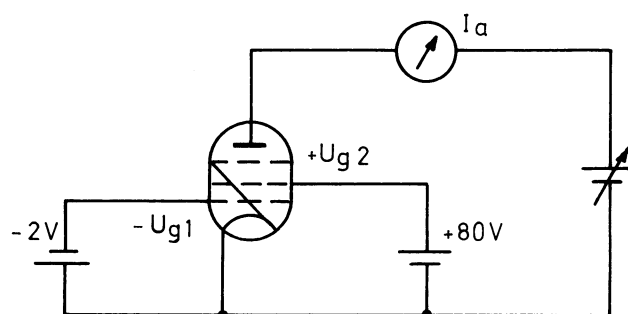
$$\text{Stejlheden} = \frac{\text{Anodestrømsændring}}{\text{Gitterspændingsændring}} =$$

$$\frac{\Delta I_a}{\Delta U_g} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Det målte rør har en stejlhed på:

$$S = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mA/V}$$

## 1.8 Opbyg viste opstilling

1.9 Mål  $I_a$  ved  $U_a = 80 \text{ V}$ 

$$I_a = \underline{\hspace{2cm}}$$

1.10 Mål  $I_a$  ved  $U_a = 160 \text{ V}$ 

$$I_a = \underline{\hspace{2cm}}$$

1.11 Giver større anodespænding en større eller mindre anodestrøm?

Større ☐Mindre ☐

1.12 Den anodestrømsændring,  $\Delta I_a$ , som er resultatet af en anodespændingsændring,  $\Delta U_a$ , kan omregnes til en modstandsværdi, rørets indre modstand,

$$R_i = \frac{\Delta U_a}{\Delta I_a} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ k}\Omega$$

1.13 Hvorledes er pentodens  $R_i$  i forhold til  $R_i$  for en triode?

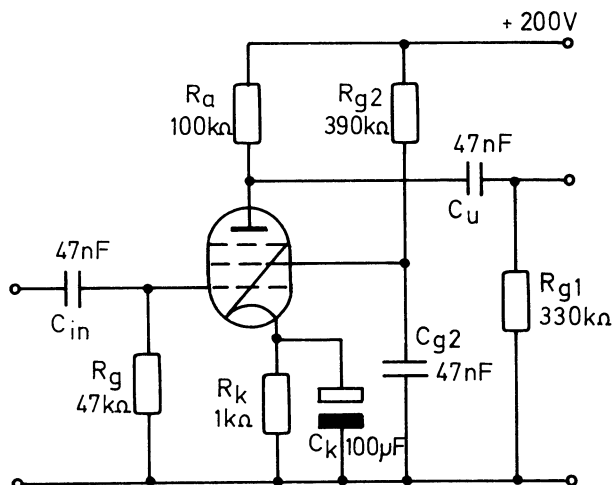
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



## 2. FORSTÆRKER

### 2.1 Opbyg forstærkeren



Monter forstærkeren med de op-  
givne komponenter eller værdier i  
nærheden.

Tilslut de nødvendige spændinger.

Undersøg, om forstærkeren virker.

### 2.2 Mål jævnspændingerne og udfyld skemaet

$U_a$	$U_{g_2}$	$U_k$	$U_{R_g}$	$U_{g_k}$

$$I_k = \text{_____} = \text{_____} = \text{_____ mA}$$

$$I_{g_2} = \text{_____} = \text{_____} = \text{_____ mA}$$

$$I_a = \text{_____} = \text{_____} = \text{_____ mA}$$

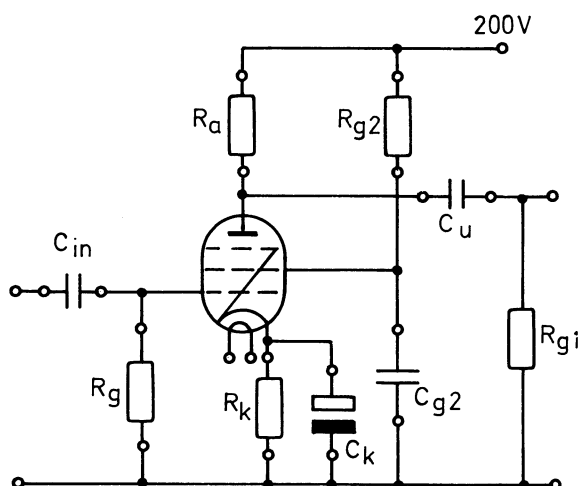
### 2.3 Tilslut 250 mV 1.000 Hz til ind- gangen af forstærkeren

### 2.4 Mål og beregn forstærkningen

$$A_u = \frac{U_u}{U_{in}} = \text{_____} = \text{_____ gg}$$

## 3. FEJL

### 3.1 Opbyg forstærkeren



$$R_a = 100 \text{ k}\Omega$$

$$R_{g_2} = 390 \text{ k}\Omega$$

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

$$R_g = 47 \text{ k}\Omega$$

$$C_{in} = C_u = 47 \text{ nF}$$

$$C_k = 100 \text{ }\mu\text{F}$$

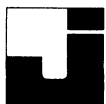
$$C_{g_2} = 47 \text{ nF}$$

$$R_{gi} = 330 \text{ k}\Omega$$

Monter forstærkeren med de op-  
givne komponenter.

Tilslut de nødvendige spændinger.

Undersøg, om forstærkeren virker.



3.2 Mål alle jævnspændinger med de angivne fejl og udfyld skemaet.

	$U_a$	$U_g$	$U_{g2}$	$U_k$
Forstærkeren uden fejl				
Anodemodstand afbrudt				
Katodekondensator afbrudt				
Gittermodstand afbrudt				
Ingen strøm i røret				
Gitter 1 kortsluttet til stel				
$G_2$ afkobling kortsluttet				
$G_2$ modstand afbrudt				
Katodemodstand afbrudt				
Katodekondensator kortsluttet				
Anode kortsluttet til $G_2$				
$G_2$ kortsluttet til $G_1$				





## DISPOSITION

1. Opstilling 1
2. Opstilling 2
3. Opstilling 3

## UDSTYR

- 1 stk. manuel brydekontakt
- 1 stk. manuel sluttekontakt
- 1 stk. 24 V relæ med to sluttekon-  
takter og en brydekontakt
- 2 stk. lamper 24 V
- 1 stk. sikring 1A
- 1 stk. spændingsforsyning 24 V

## 1. OPSTILLING 1

### 1.1 Funktionsbeskrivelse

- lampe  $h_1$  skal lyse, og lampe  $h_2$  skal slukke, når der trykkes på  $b_1$

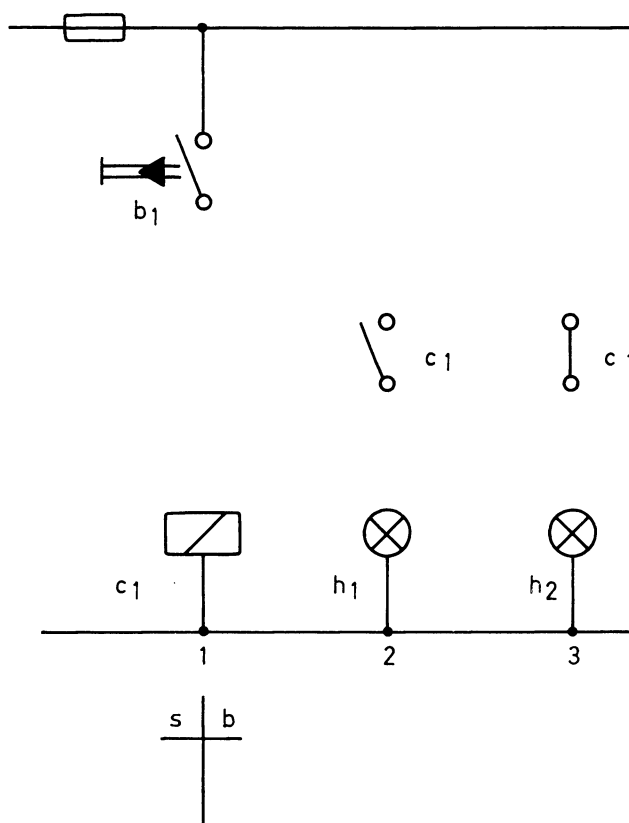
### 1.2 Færdigtegn nøgleskema

### 1.3 Monter opstilling

- efter nøgleskema

### 1.4 Afprøv opstilling med 24 V

### 1.5 Nøgleskema





## 2. OPSTILLING 2

### 2.1 Funktionsbeskrivelse

- tryk på  $b_1$  skal tænde lampe  $h_1$ , og den skal forblive tændt medens lampe  $h_2$  slukkes

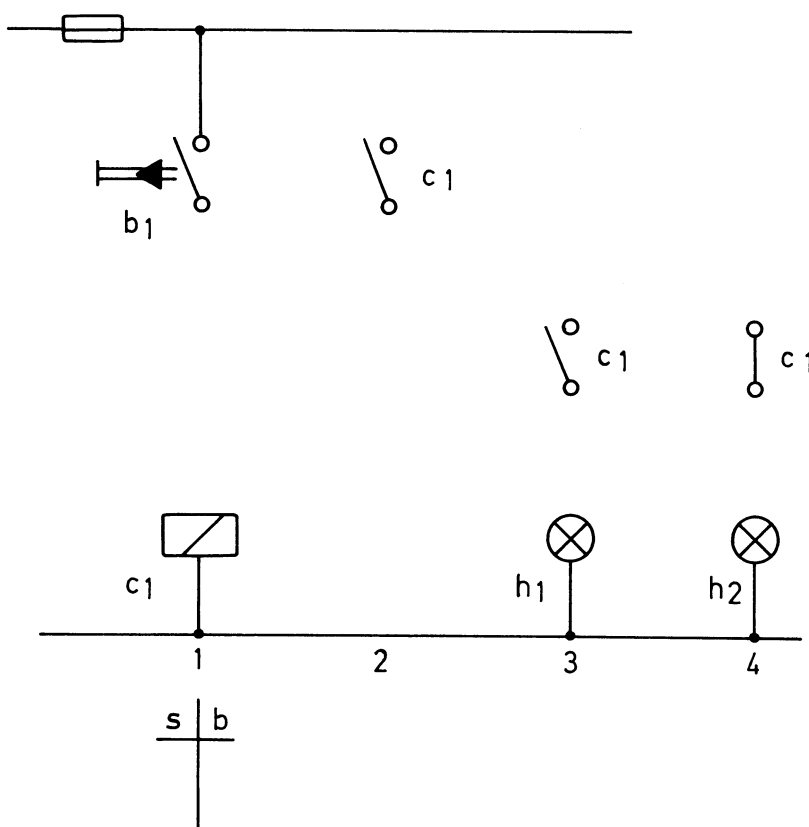
### 2.2 Færdigtegn nøgleskema

### 2.3 Monter opstilling

- efter nøgleskema

### 2.4 Afprøv opstilling ved 24 V

### 2.5 Nøgleskema





### 3. OPSTILLING 3

#### 3.1 Funktionsbeskrivelse

- lamperne  $h_1$  og  $h_2$  skal tænde og slukke med startkontakt  $b_2$  og stopkontakt  $b_1$

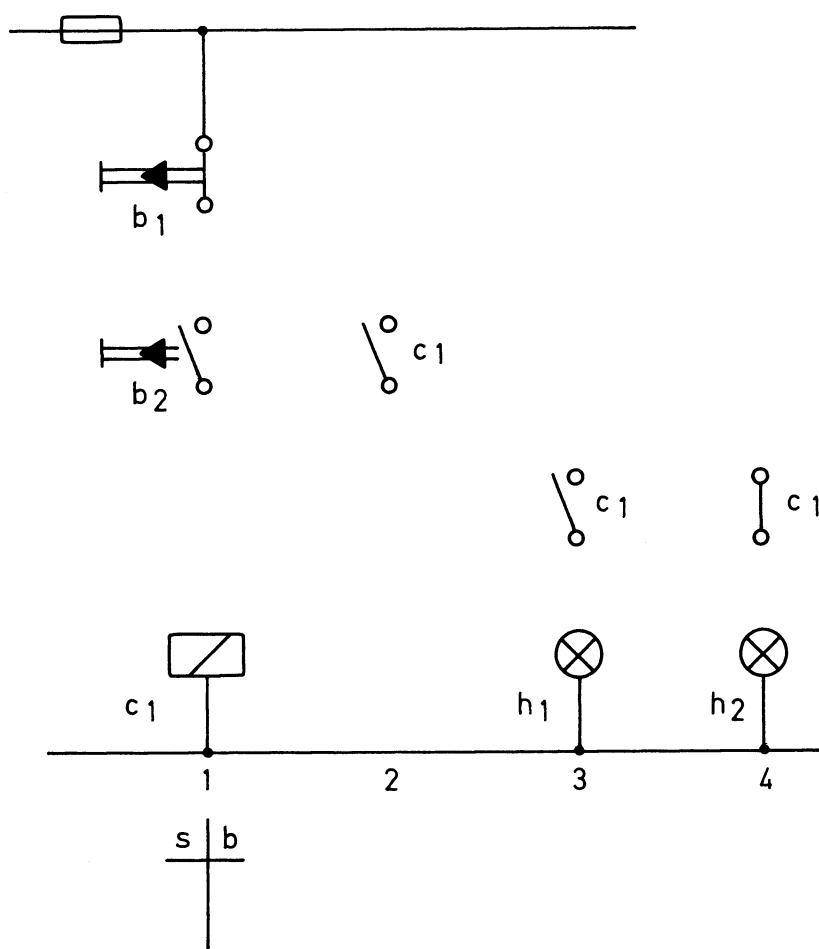
#### 3.2 Færdigtegn nøgleskema

#### 3.3 Monter opstilling

- efter nøgleskema

#### 3.4 Afprøv opstilling

#### 3.5 Nøgleskema





## DISPOSITION

1. Ind- og udgangsimpedans
2. Frekvensgang

## UDSTYR

Spændingsforsyning 24 V, tonegenerator, linieforstærker LA681 (Stomo), forstærkervoltmeter, oscilloskop

## MATERIALE

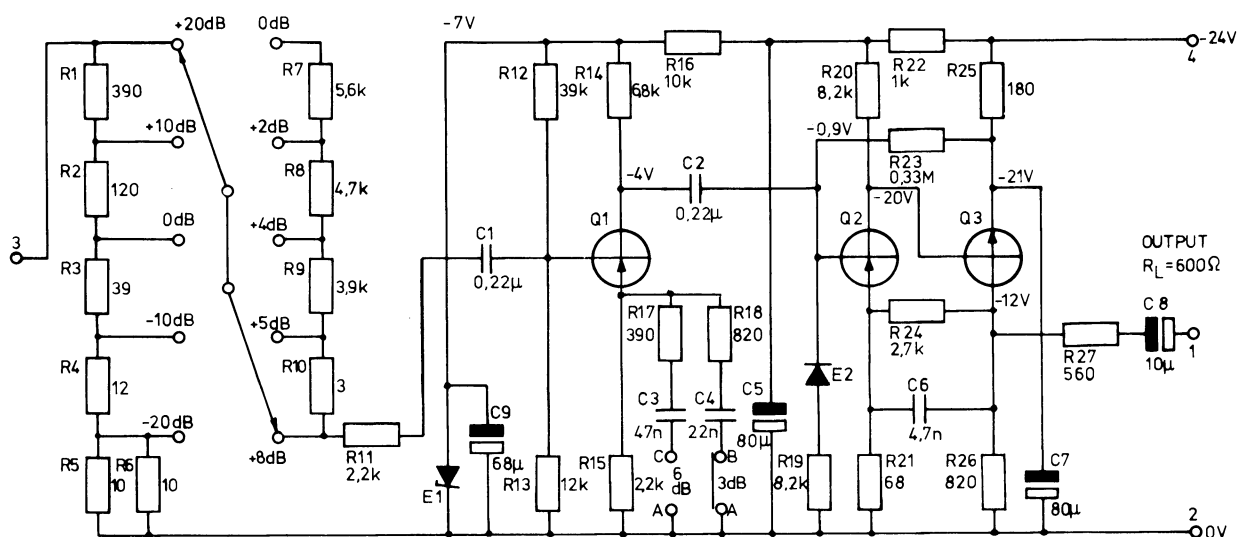
2 stk. modstand 560  $\Omega$

## 1. IND- OG UDGANGSIMPEDANS

### 1.1 Tilpasning

- en linieforstærker har til opgave at forstærke eller frekvenskorrigere et signal på en transmissionslinie
- for at der ikke skal opstå stående bølger eller refleksioner på transmissionslinien, er det vigtigt, at der er impedanstilpasning mellem forstærkeren og transmissionslinien
- inden for toneudstyr arbejdes ofte med 600  $\Omega$ 's kabelimpedans

### 1.2 Måleopstilling

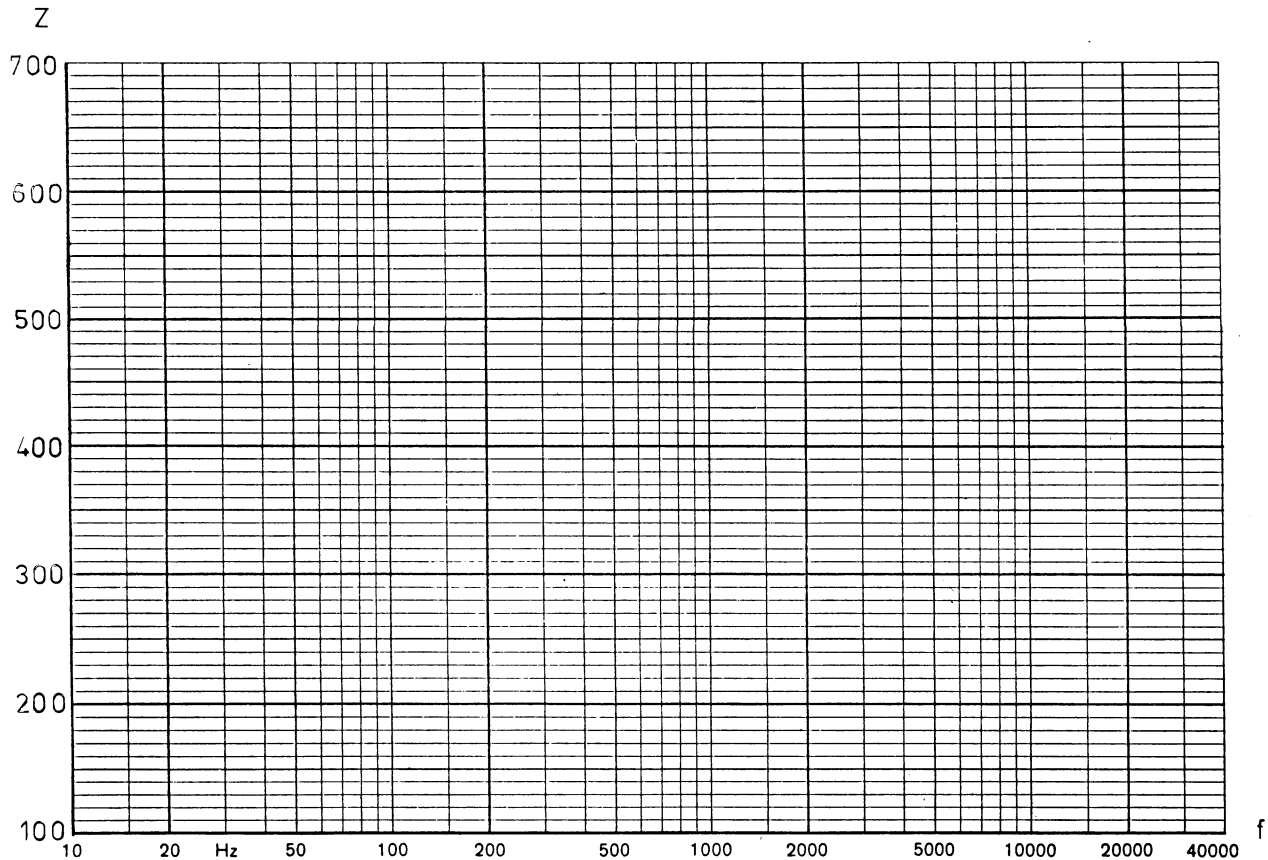




1.3 Mål  $Z_{in} = f(f)$

- forstærkeren må ikke overstyres

1.4 Tegn karakteristikken og mærk den " $Z_{in}$ "



1.5 Mål  $Z_o = f(f)$

- forstærkeren må ikke overstyres

1.6 Angiv  $Z_{in}$  ved 1 kHz

$$Z_{in} =$$

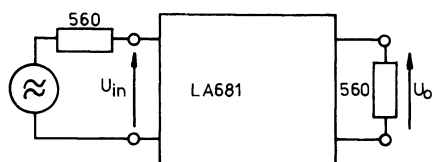
1.7 Angiv  $Z_o$  ved 1 kHz

$$Z_o =$$



## 2. FREKVENSGANG

### 2.1 Måleopstilling

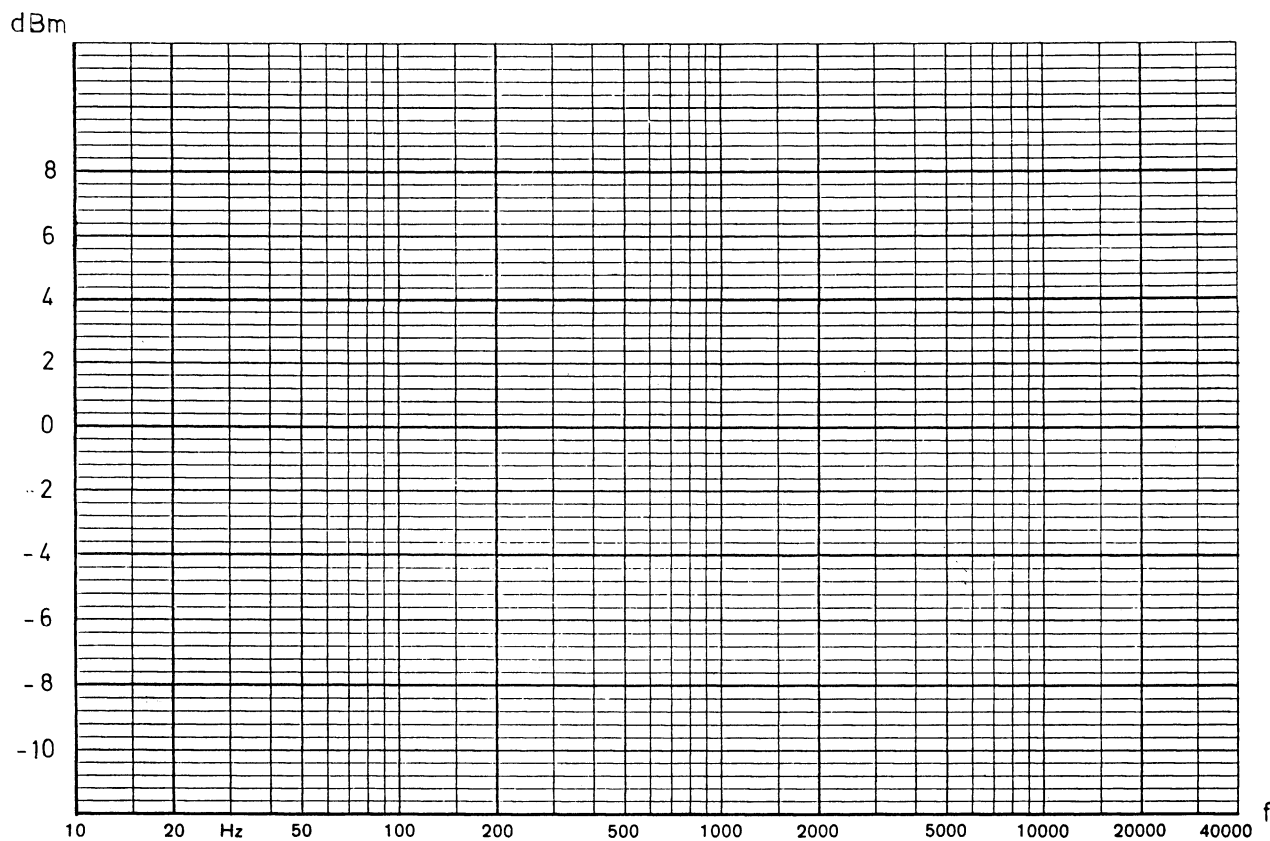


### 2.2 Optag $A = f(f)$

$U_{in}$  holdes konstant på 30 mV

### 2.3 Tegn karakteristikken

- karakteristikken afsættes i dBm, dvs. 0 dB svarer til 1 mW i  $600 \Omega$  eller en spænding på 0,775 V





## DISPOSITION

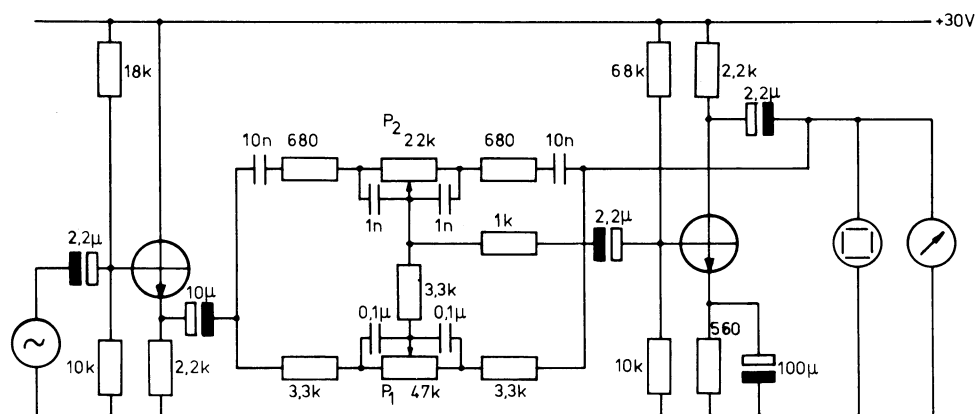
1. Frekvensgang
2. Diskantregulering
3. Basregulering

## UDSTYR

Spændingsforsyning, målepanel med toneregulering, tonegenerator, AC millivoltmeter, oscilloskop

## 1. FREKVENSGANG

### 1.1 Måleopstilling



- for alle måleopstillinger gælder, at  $P_1$  og  $P_2$  skal være i mekanisk midterstilling, hvor andet ikke er opgivet

### 1.2 Indstil tonegeneratorens attenuator

- således at spændingen ud af forstærkeren netop ikke er forvrænget i frekvensområdet 20 til 20 kHz
- dæmp tonegeneratoren 30 dB
- herefter må tonegeneratorens attenuator ikke ændres

### 1.3 Aflæs tonegeneratorens spænding

$$U_g = \underline{\hspace{2cm}}$$

### 1.4 Mål forstærkerens udgangsspænding ved 1 kHz

$$U_o = \underline{\hspace{2cm}}$$

### 1.5 Anvend udgangsspændingen ved 1 kHz som referencespænding i koordinatsystemet (0 dB)

### 1.6 Optag kurven $u_o = f(f)$

### 1.7 Tegn kurven i koordinatsystemet



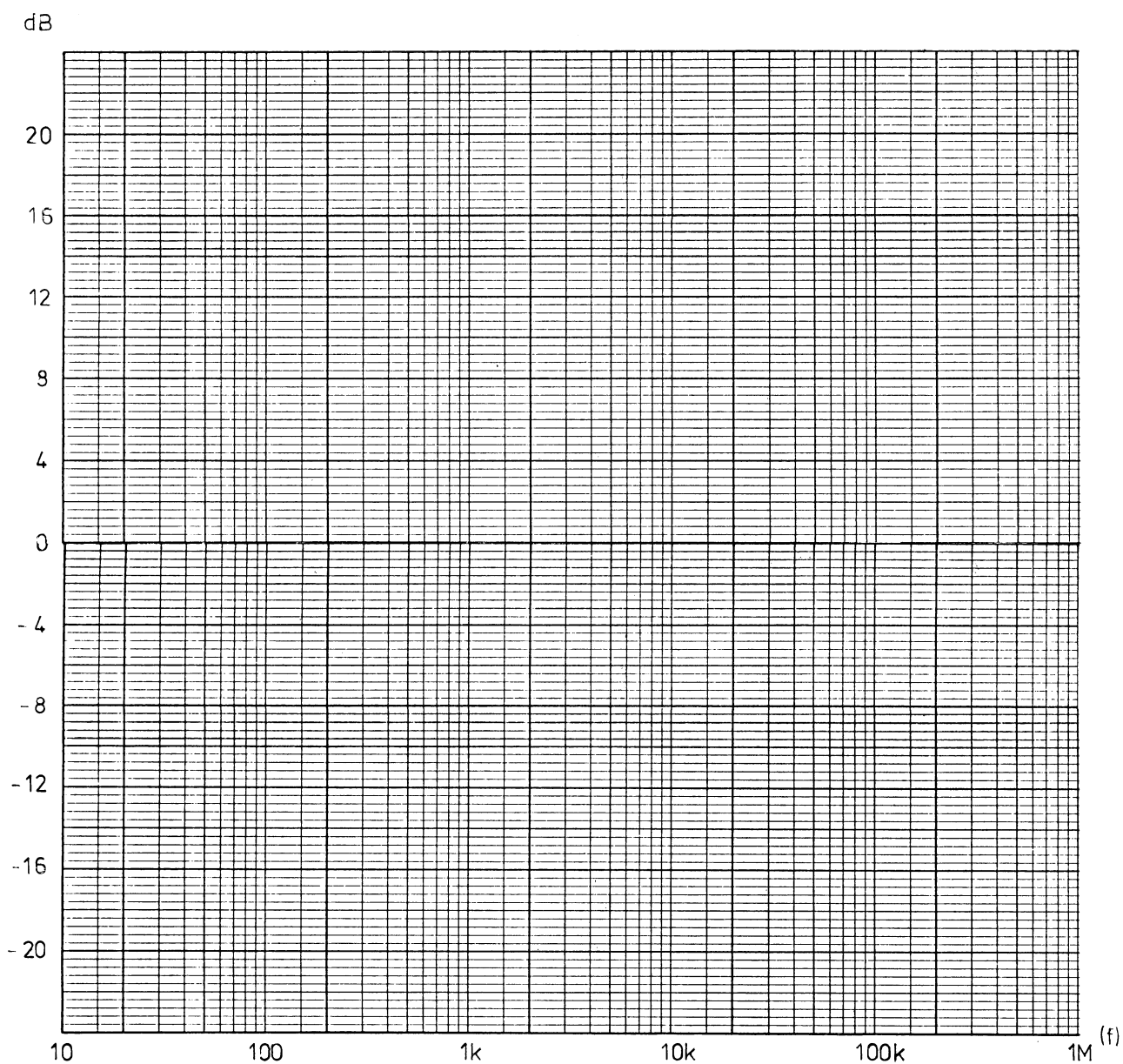
## 2. DISKANTREGULERING

2.1 Drej  $P_2$  i højre yderstilling, CW

2.2 Optag kurven  $u_o = f(f)$

- 0 dB svarer til spændingen fra  
pkt. 1.4

2.3 Tegn kurven i koordinatsystemet  
og mærk kurven  $P_{2h}$







2.4 Drej  $P_2$  i venstre yderstilling, CCW

2.5 Optag kurven  $u_o = f(f)$   
- 0 dB svarer til spændingen fra  
pkt. 1.4

2.6 Tegn kurven og mærk den med  
 $P_{2V}$

2.7 Hvor mange dB kan diskanten  
næves ?

---

2.8 Hvor mange dB kan diskanten  
dæmpes?

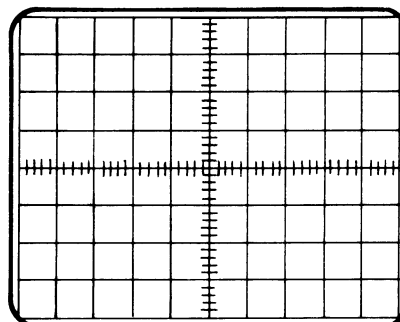
---

2.9 Lad tonegeneratoren afgive 1 kHz  
firkant

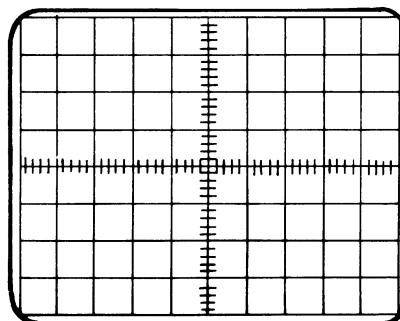
2.10 Mål med oscilloskop signalet på  
udgangen med  $P_2$  i venstre, mid-  
ter og højre stilling

2.11 Tegn oscilloskopbillederne

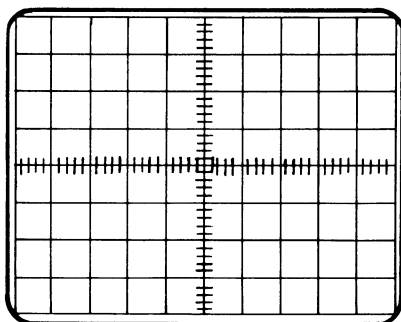
Midter



Højre



Venstre



### 3. BASREGULERING

3.1 Drej  $P_1$  i højre yderstilling, CCW

3.2 Optag kurven  $u_o = f(f)$

3.3 Drej  $P_1$  i venstre yderstilling, CW

3.4 Drej  $P_1$  i venstre yderstilling

3.5 Optag kurven  $u_o = f(f)$

3.6 Tegn og mærk kurven  $P_1 \vee$

3.7 Hvor mange dB kan bassen hæves?

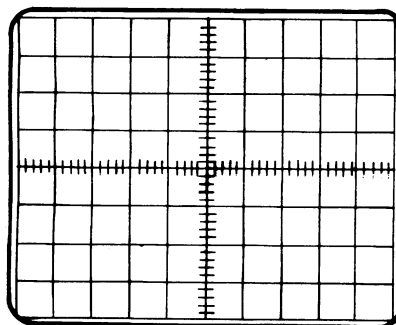
3.8 Hvor mange dB kan bassen dæmpes?

3.9 Lad tonegeneratoren afgive 1 kHz firkant

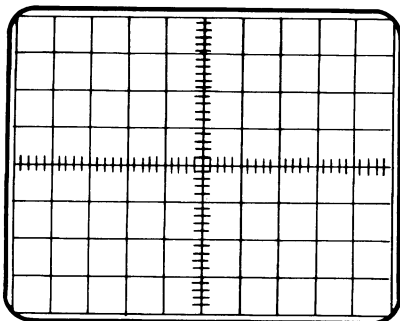
3.10 Mål med oscilloskop signalet på udgangen med  $P_1$  i venstre, midter og højre stilling

3.11 Tegn oscilloskopbillederne

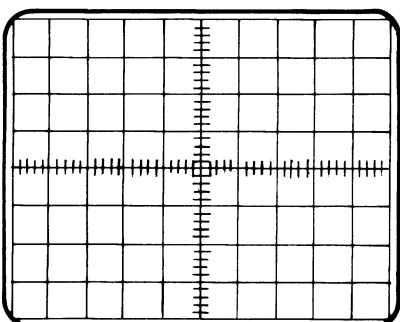
Højre



Venstre



Midter





## DISPOSITION

1. Klargøring
2. Forstærkning
3. Frekvensgang
4. Ind- og udgangsimpedans
5. Spredning og ældning
6. Forvrængning

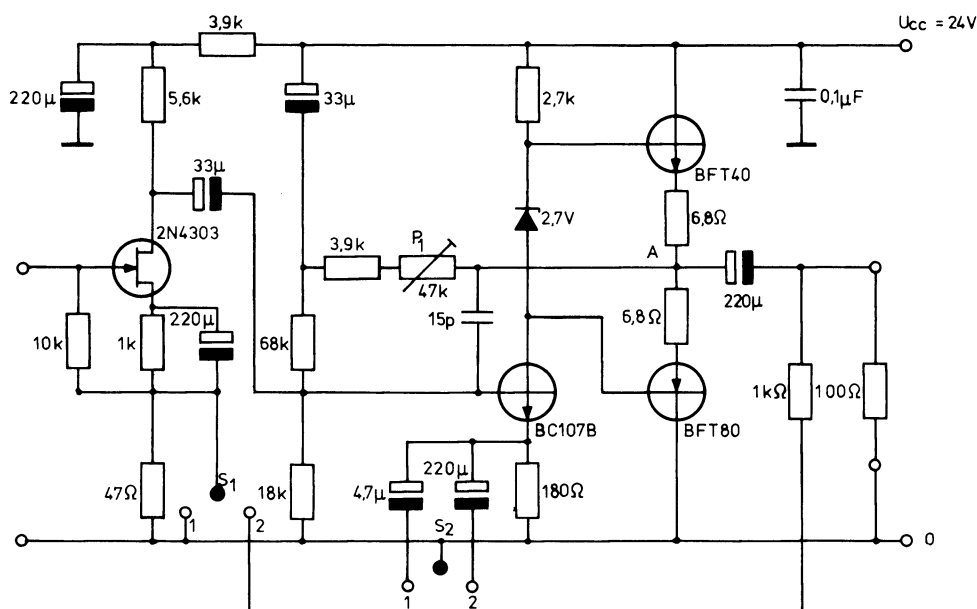
## UDSTYR

Spændingsforsyning 24 V, tonegenerator, distortionsmeter, oscilloskop, forstærkerpanel 1/4 W

## MATERIALE

- 1 stk. modstand  $100\ \Omega$  /  $0,5\ \text{W}$   
1 stk. modstand  $10\ \text{k}\ \Omega$

## MÅLEPANEL



## 1. KLARGØRING

### 1.1 Juster $P_1$

- indstil  $S_1$  i stilling 1 og  $S_2$  i stilling 2
- tilfør indgangen så meget signal, at opstillingen klipper
- juster  $P_1$  til symmetrisk klipping



## 2. FORSTÆRKNING

2.1 Er forstærkeren modkoblet med  $S_1$  i stilling 1?

\_\_\_\_\_

2.2 Mål forstærkningen ved 1 kHz og  $u_o = 5$  V

$$A_U = \text{_____} \text{ gg}$$

$$A_U = \text{_____} \text{ dB}$$

2.3 Skift  $S_1$  til stilling 2 og mål  $A_U$  ved 1 kHz og  $u_o = 5$  V

$$A'_U = \text{_____} \text{ gg}$$

$$A'_U = \text{_____} \text{ dB}$$

2.4 Er forstærkeren modkoblet med  $S_1$  i stilling 2?

\_\_\_\_\_

2.5 Beregn, hvor mange dB forstærkningen ændrer sig

$$A_{\text{udB}} - A'_{\text{udB}} = \text{_____} \text{ dB}$$

## 3. FREKVENSGANG

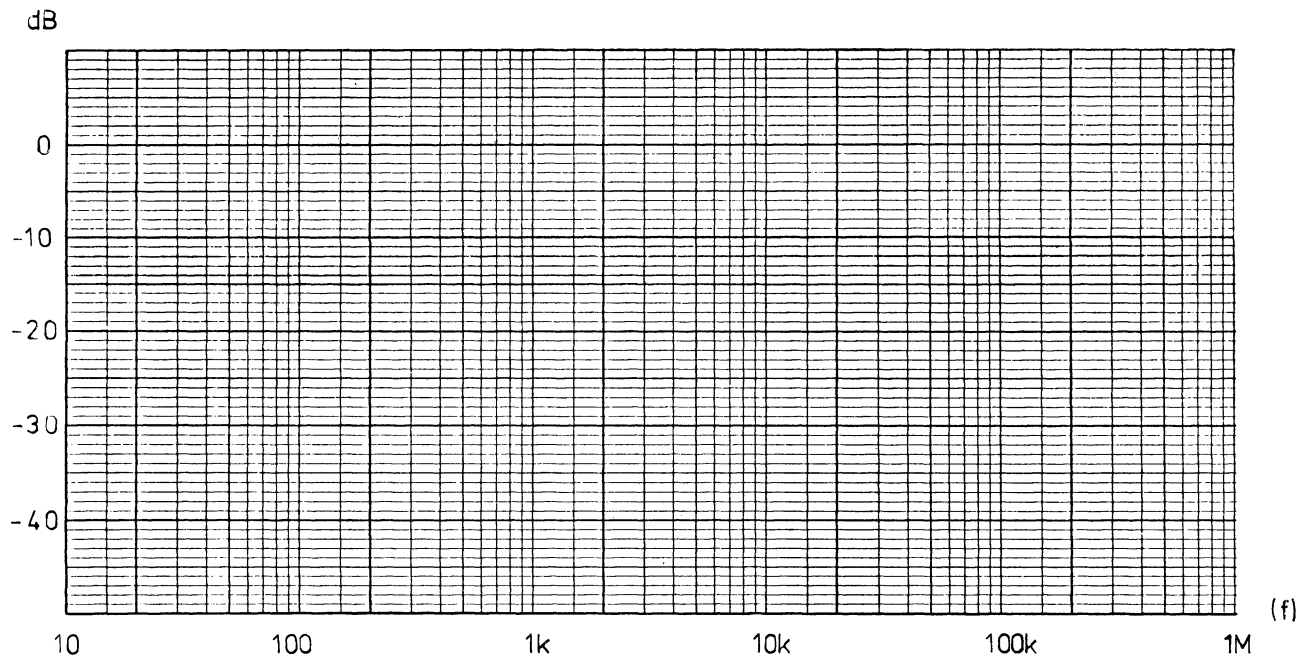
3.1 Optag en frekvenskarakteristik af forstærkeren uden modkobling ( $S_1 = 1$ )

-  $u_o$  ved 1 kHz = 5 V svarer til 0 dB

- mål  $u_g$  og hold den konstant

$$u_g = \text{_____}$$

3.2 Indtegn i karakteristikkeltet



3.3 Mål  $f_\phi$  og  $f_n$ 

$$f_\phi = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$f_n = \underline{\hspace{2cm}}$$

3.4 Optag en frekvenskarakteristik af forstærkeren med modkobling ( $S_1 - 2$ )

$u_g$  holdes på samme værdi som under pkt. 3.1

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## 3.5 Indtegn i karakteristikfeltet i pkt. 3.2

3.6 Mål  $f'_\phi$  og  $f'_n$  på den modkoblede forstærker

$$f'_\phi = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$f'_n = \underline{\hspace{2cm}}$$

3.7 Beregn, hvor mange gange  $f_\phi$  er flyttet

$$\frac{f'_\phi}{f_\phi} = \underline{\hspace{2cm}}$$

3.8 Beregn, hvor mange gange  $f_n$  er flyttet

$$\frac{f_n}{f'_n} = \underline{\hspace{2cm}}$$

## 4. IND- OG UDGANGSIMPEDANS

4.1 Mål  $Z_{in}$  og  $Z_u$  ved 1 kHz på den umodkoblede forstærker ( $S_1 - 1$ )

$$Z_{in} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$Z_u = \underline{\hspace{2cm}}$$

4.2 Mål  $Z'_{in}$  og  $Z'_u$  ved 1 kHz på den modkoblede forstærker ( $S_1 - 2$ )

$$Z'_{in} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$Z'_u = \underline{\hspace{2cm}}$$

- angiv ud fra de målte værdier, hvilken type modkobling der her er tale om

## 5. SPREDNING OG ÆLDNING

- alle elektriske komponenter er der spredning på
- en del komponenter ændrer også data med tiden

5.1 Indstil  $S_2$  i stilling 1

- for at illustrere ældning af en elektrolyt

## 5.2 Optag en frekvenskarakteristik som under pkt. 3.1, 3.2, 3.4 og 3.5

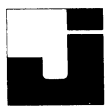
- indtegn i karakteristikfeltet i pkt. 3.2

## 5.3 Sammenlign med kurverne fra pkt. 3.1, 3.2, 3.4 og 3.5

5.4 Hvad sker der med  $f_n$ , med og uden modkobling

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

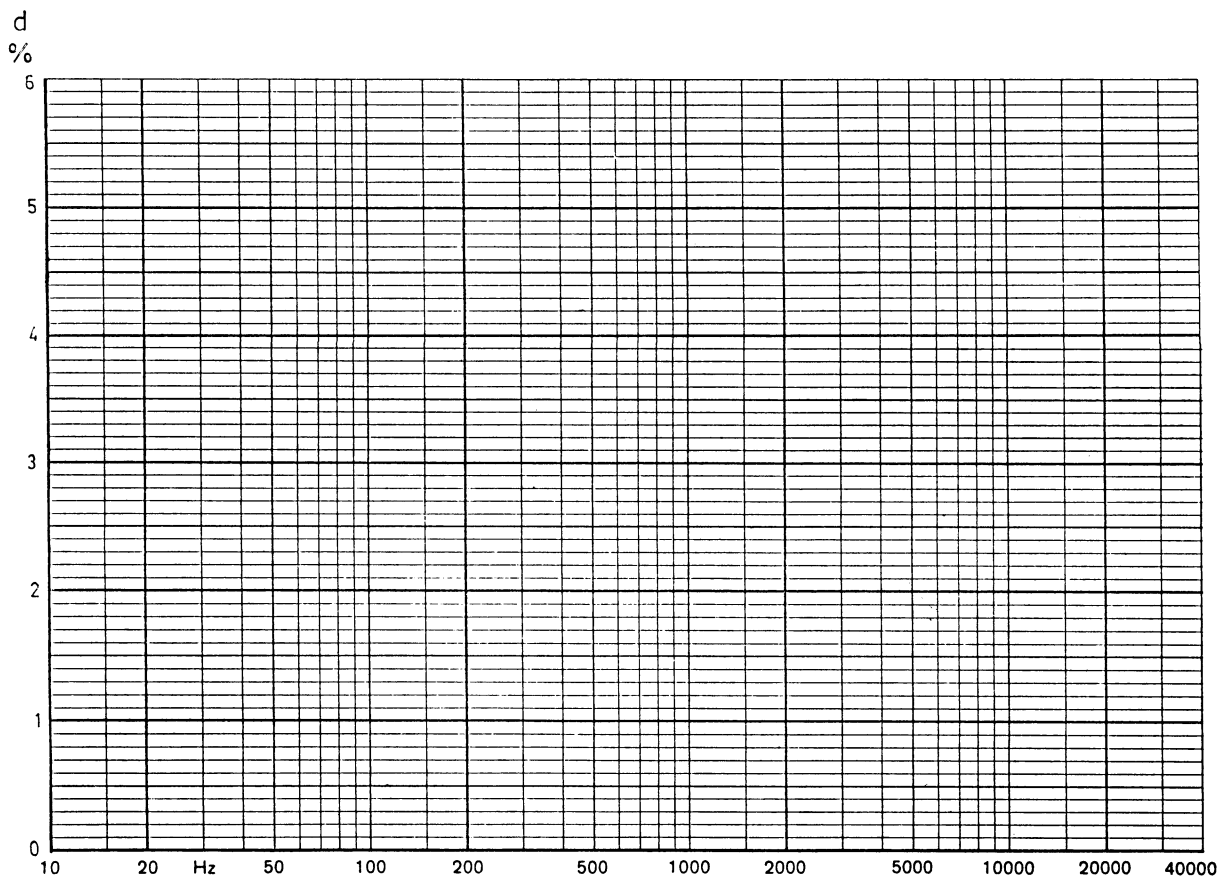


## 6. FORVRÆNGNING

6.1 Indstil  $S_2$  i stilling 2 og  $S_1$  i stilling 1

6.2 Optag kurven  $d = f(f)$  med  $u_o = 5 \text{ V}$

6.3 Tegn kurven i karakteristikkfeltet



6.4 Optag kurven  $d = f(f)$  med  $u_o = 5 \text{ V}$  og med modkobling ( $S_1 = 2$ )

6.5 Indtegn i karakteristikkfeltet

6.6 Hvad sker der med forvrængningen ved modkobling?

---

---



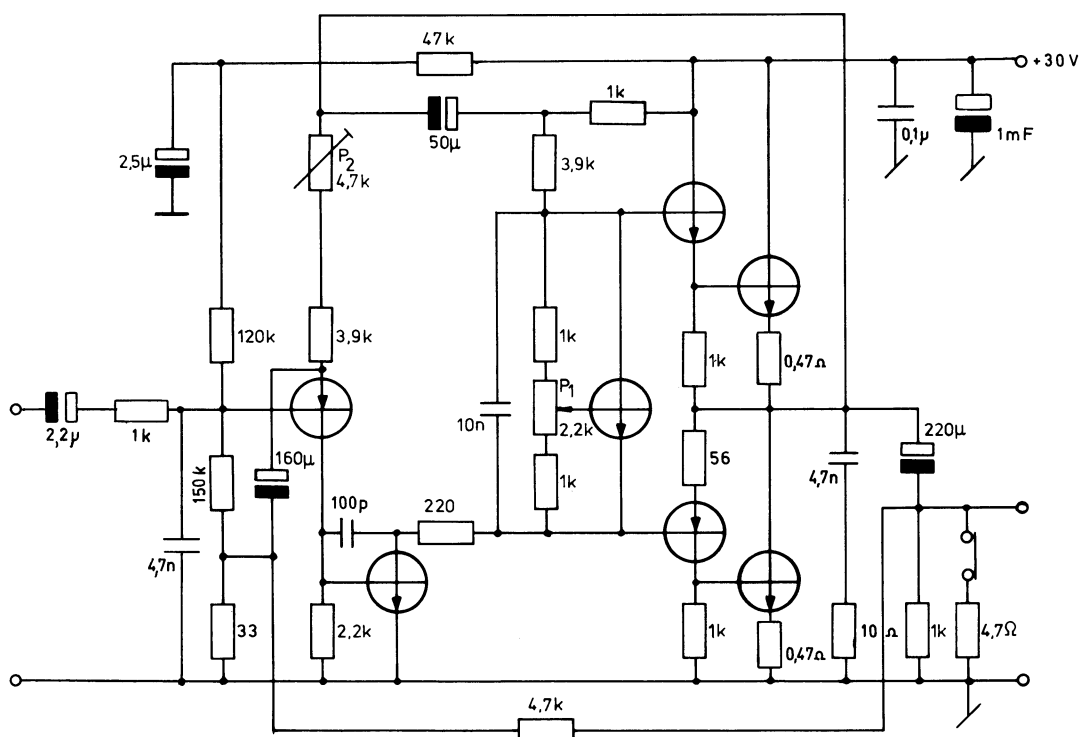
## DISPOSITION

1. Klargøring
2. Nominel udgangseffekt - Sinus
3. Frekvensgang
4. Harmonisk forvrængning og effektbåndbredde
5. Dæmpningsfaktor og indgangsimpedans

## UDSTYR

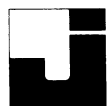
Spændingsforsyning, oscilloskop, tonegenerator, klirmåler BKF 6, effektforstærker

## MÅLEPANEL



## 1. KLARGØRING

- 1.1 Tilslut tonegenerator på indgangen og oscilloskop på udgangen
- 1.2 Juster  $P_1$  til minimum cross-over forvrængning
- 1.3 Juster  $P_2$  til symmetrisk klipning



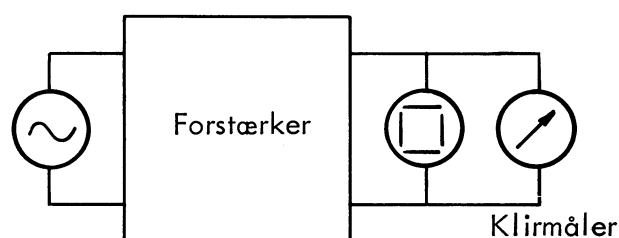
## 2. NOMINEL UD GANGSEFFEKT -

### SINUS

#### 2.1 Krav

- for effekt- og "fuldforstærkere" mono: min. 10 W sinus
- for effekt- og "fuldforstærkere" stereo: min. 2 x 6 W sinus
- den nominelle udgangseffekt skal kunne afgives i mindst 10 min. ved omgivelsestemperaturer fra 15 til 35°C med en 1.000 Hz sinus

#### 2.2 Måleopstilling



#### 2.3 Indstil tonegeneratorens frekvens til 1 kHz

- skru op for generatorens udgangsspænding, således at forstærkerens udgangssignal netop ikke klippes

#### 2.4 Mål $u_o$

$$u_o =$$

#### 2.5 Beregn udgangseffekten

$$P_o =$$

#### 2.6 Aflæs indgangsspændingens størrelse

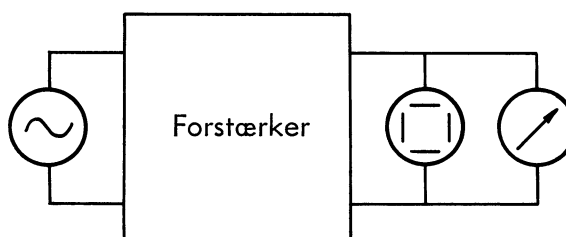
$$u_{in} =$$

## 3. FREKVENSGANG

#### 3.1 Krav

- i frekvensområdet 40 til 16.000 Hz må forstærkningen fra en lineær indgang maksimalt variere  $\pm 1,5$  dB i forhold til den forstærkning, som forstærkeren er beregnet til ved 1.000 Hz
- for en ulineær indgang må afvigelsen maksimalt være  $\pm 2$  dB, fra den opgivne karakteristik
- målingen skal udføres med indgangssignal, der er 10 dB under nominel indgangssignal

#### 3.2 Måleopstilling



#### 3.3 Indstil tonegeneratoren som under pkt. 2.3

#### 3.4 Nedsæt $U_{in}$ 10 dB

#### 3.5 Mål $u_o$ over udgangen

$$u_o =$$

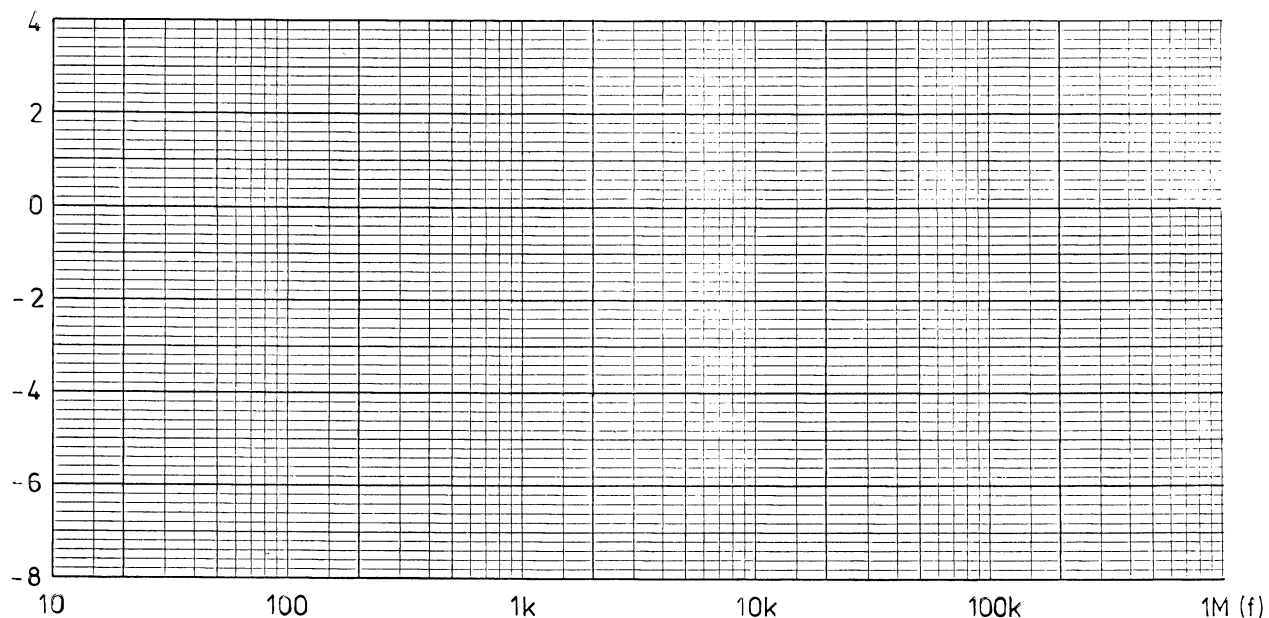
- denne  $u_o$  fastsættes til 0 dB





3.6 Optag kurven  $u_o = f(f)$  og indtegn i kurvebladet

$U_o$  (dB)



3.7 Indtegn de maksimalt tilladelige normer i følge DIN



#### 4. HARMONISK FORVRÆNGNING

##### OG EFFETBÅNDBREDDE

##### 4.1 Krav

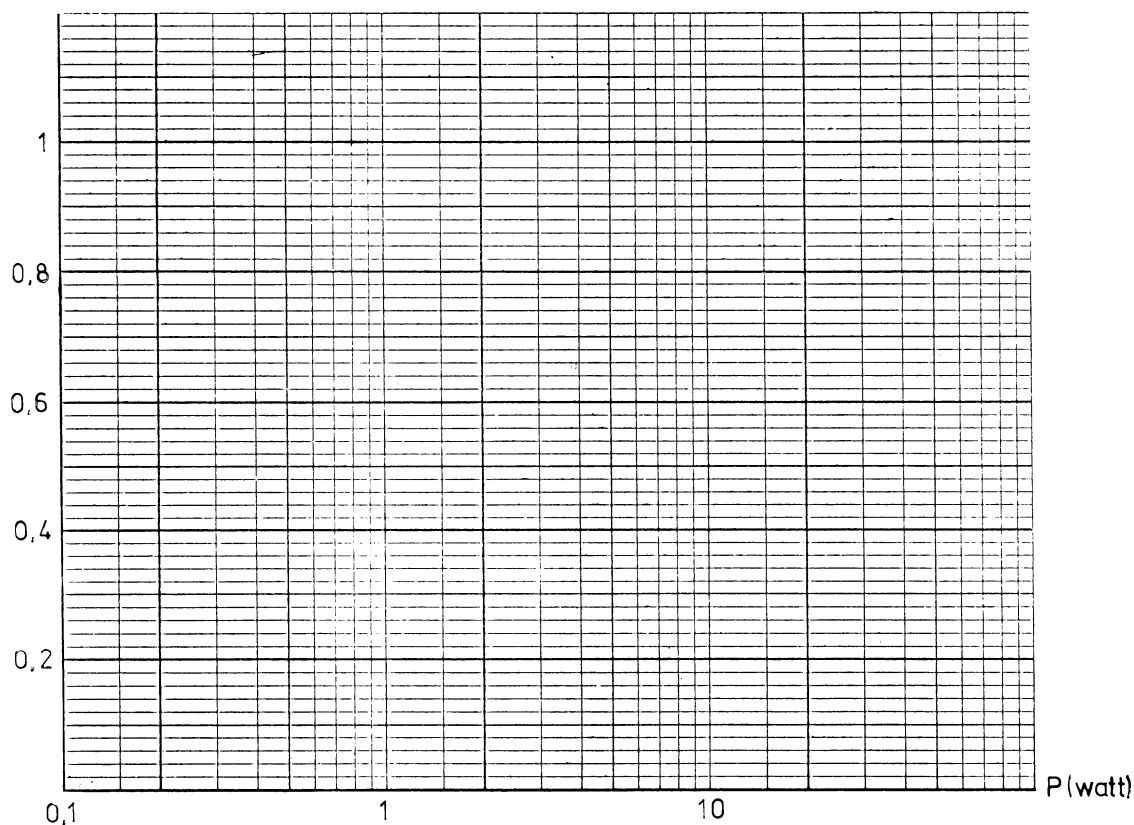
- maksimal harmonisk forvrængning 0,7% med en effektbåndbredde (Power-Bandwidth) på mindst 40 til 12.500 Hz
- med en udstyring fra norminel udgangseffekt og ned til 26 dB under denne
- dog ikke under 100 mW (mono) eller 2 x 50 mW (stereo)

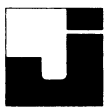
##### 4.2 Måleopstilling

- som pkt. 3.2

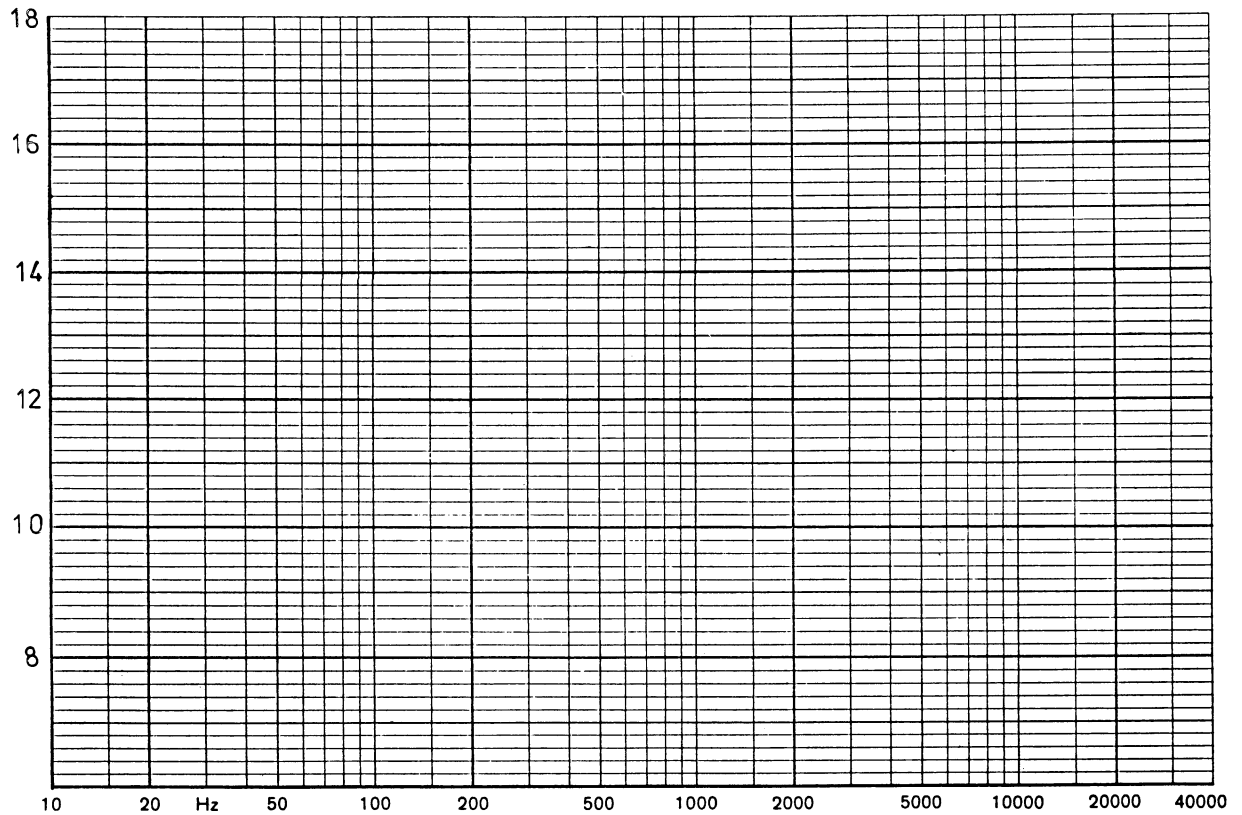
##### 4.3 Optag kurven $d = f(P)$ ved 1 kHz, 40 Hz, 12.500 Hz

$d(\%)$





#### 4.4 Optag kurven $P = f(f)$ ved 1% klir

 $P(w)$ 

#### 4.5 Indtegn kravene fra pkt. 4.1 i karakteristikkene pkt. 4.3 og 4.4

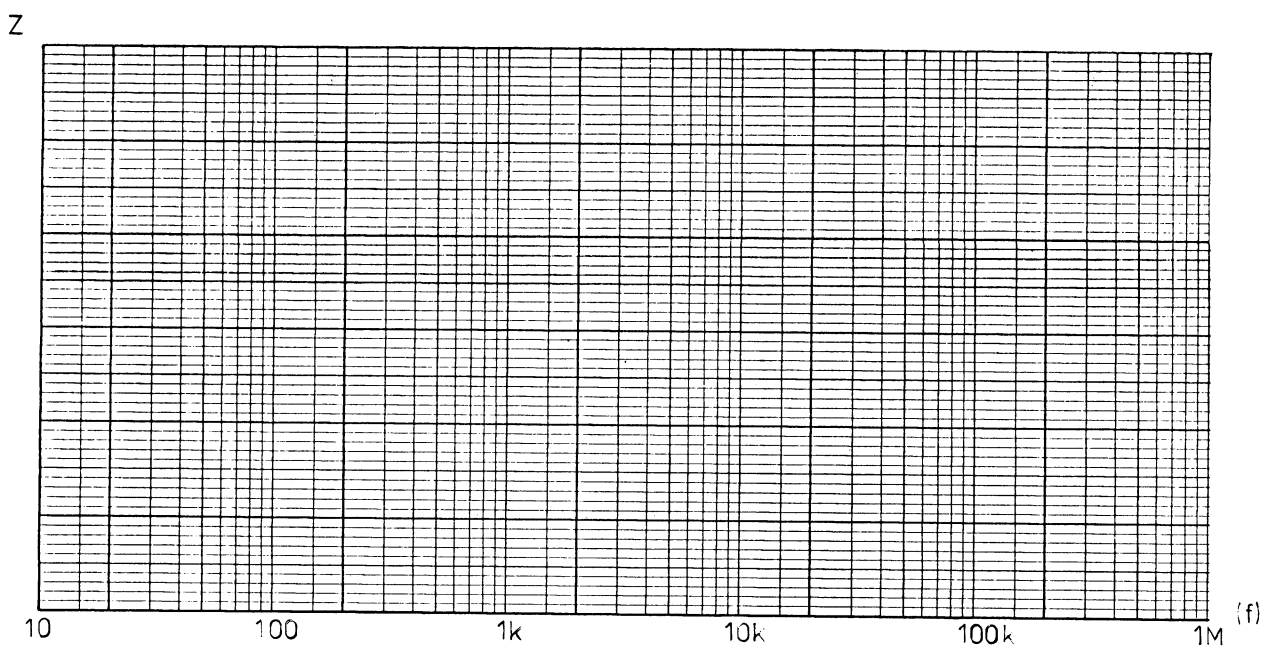


## 5. DÆMPNINGSFAKTOR OG IND- GANGSIMPEDANS

### 5.1 Krav

- dæmpningsfaktoren skal mindst være 3 i frekvensområde 40 til 12.500 Hz, dvs. forstærkerens udgangsmodstand må højst være  $1/3$  af belastningsmodstanden

### 5.2 Mål $Z_U = f(f)$ ved en udgangs- effekt, der er 10 dB under $P_o$ maks



### 5.3 Indtegn kravet fra pkt. 5.1

### 5.4 Mål $Z_{in}$

$$Z_{in} =$$



## DISPOSITION

1. DC justering
2. Stigetid og forstærkning

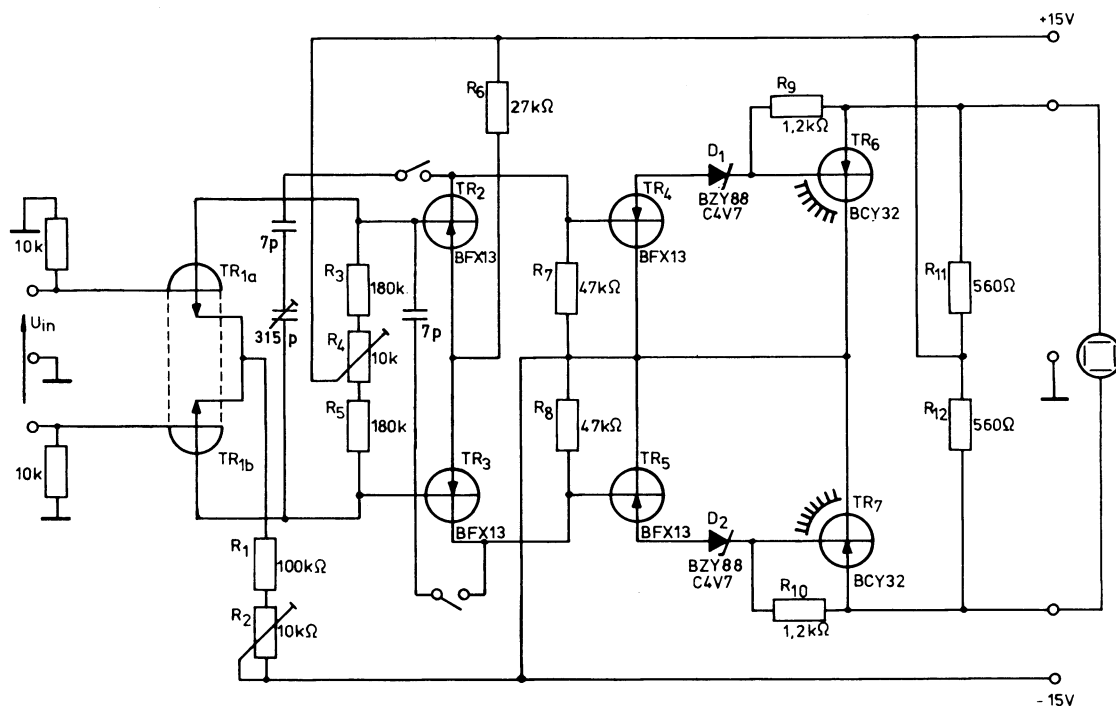
## UDSTYR

Spændingsforsyning  $\pm 15$  V, oscilloskop, elektrovoltmeter, DC forstærker, tonegenerator

## MATERIALE

2 stk. modstand  $10\text{ k}\Omega$

## MÅLEPANEL



### 1. DC JUSTERING

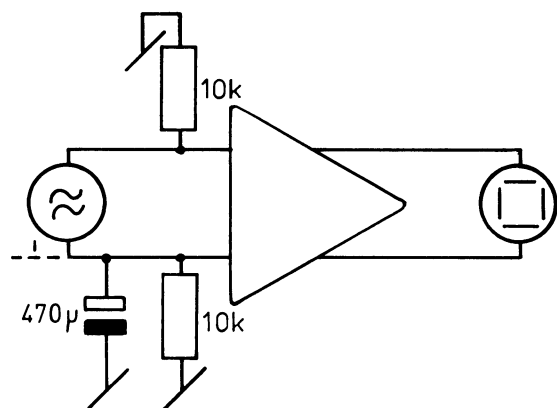
- 1.1 Kortslut de to indgange til stel
  - afbryd  $S_1$  og  $S_2$
- 1.2 Juster  $R_4$ 
  - indstil oscilloskop til måling af "DIFF" på udgangen
  - juster  $R_4$  til 0 V
- 1.3 Juster  $R_2$ 
  - indstil oscilloskop til måling af "SUM" på udgangen
  - juster  $R_2$  til 0 V

- 1.4 Gentag pkt. 1.2 og 1.3
  - gentag, indtil der er 0 V i begge stillinger
- 1.5 Mål DC spændingerne
  - på base, emitter og kollektor transistorerne
  - skriv spændingerne på diagrammet for målepanel



## 2. STIGETID OG FORSTÆRKNING

### 2.1 Tilslut tonegeneratoren på indgangen



### 2.2 Indstil frekvensen til 1 kHz og amplituden, så forstærkeren ikke forvrænger

### 2.3 Skift til firkant og mål forstærkerens stigetid

$$t_r =$$

### 2.4 Slut S<sub>1</sub> og S<sub>2</sub>

### 2.5 Juster C<sub>1</sub> til maksimal kapacitet

### 2.6 Beskriv, hvad der sker

---



---

### 2.7 Juster C<sub>1</sub> til maksimal stigetid uden "overhoot"

- varier indgangsamplituden
- kontroller, at forstærkeren ikke oscillerer

### 2.8 Mål stigetiden

$$t_r =$$

### 2.9 Beregn $f_\phi$ med og uden kompensering

$$f_\phi \text{ uden kompensering} =$$

$$\frac{0,35}{t_r} =$$

$$f_\phi \text{ med kompensering} =$$

$$\frac{0,35}{t_r} =$$

### 2.10 Mål $A_d$ ved 500 Hz sinus

$$A_d = \text{gg}$$

$$A_d = \text{dB}$$

### 2.11 Mål common mode forstærkningen

$$A_C$$

- kortslut indgangene og forbind tonegeneratoren mellem indgangene og stel
- mål differentielt på udgangen

$$A_{cm} = \text{gg}$$

$$A_{cm} = \text{dB}$$

### 2.12 Beregn CMRR

$$\text{CMRR} = \text{dB}$$



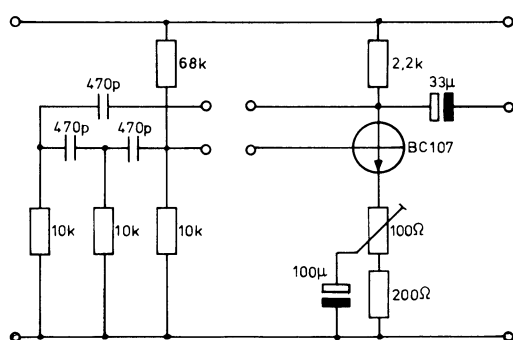
## DISPOSITION

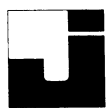
1. Måling af fasedrejning og dæmpning i fasedrejningsnetværk
2. Måling af oscillatorfrekvens og klir
3. Konklusioner og spørgsmål

## UDSTYR

AC forstærkervoltmeter, oscilloskop, tonegenerator, stabiliseret spændingsforsyning, målepanel

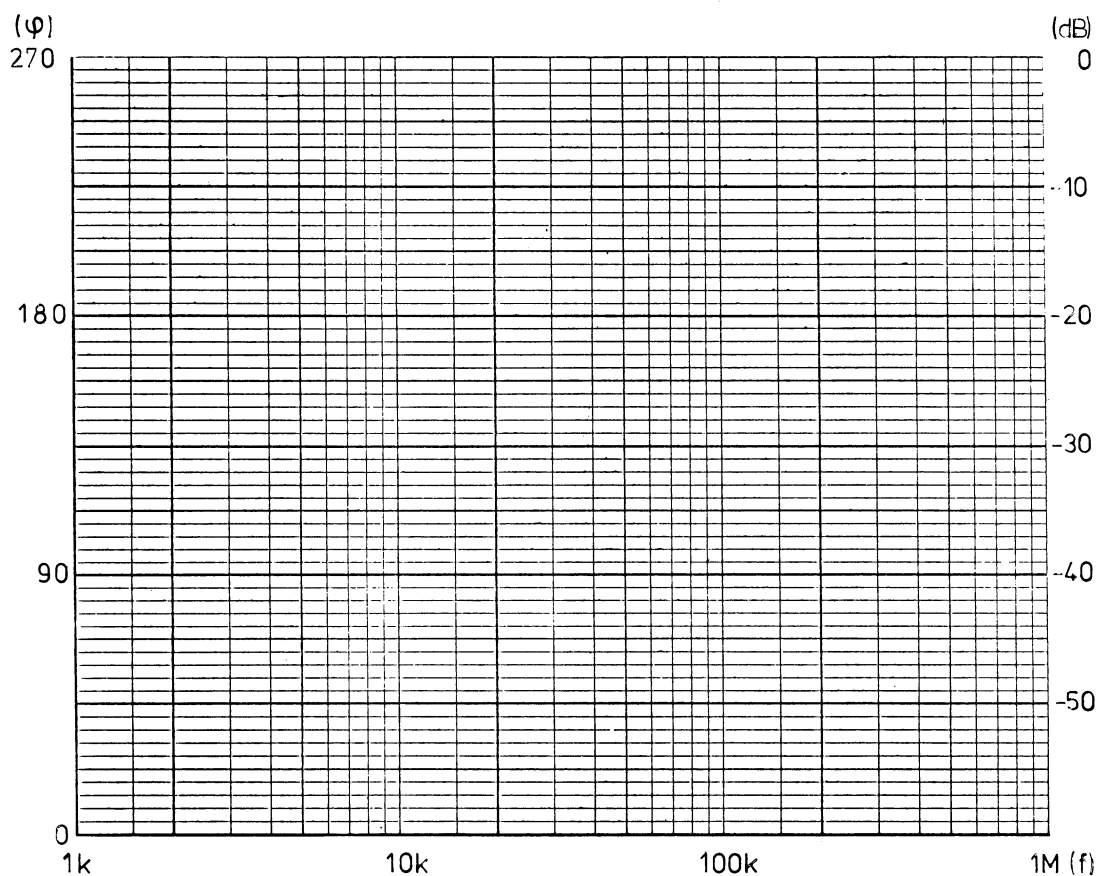
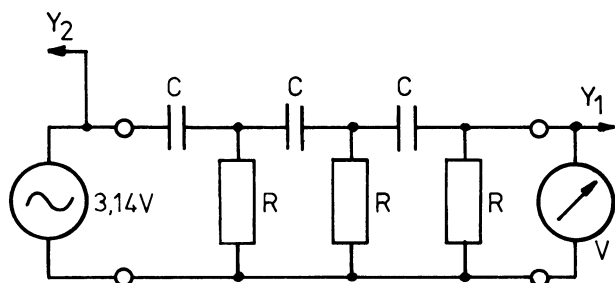
## MÅLEPANEL





# 1. MÅLING AF FASEDREJNING OG DÆMPNING I FASEDREJ- NINGSNETVÆRK

## 1.1 Måleopstilling og kurveblad



- 1.2 Mål  $\varphi = f$  (f)  
- indfør målingerne på kurvepa-piret
- 1.3 Mål  $A = f$  (f)  
- indfør målingerne på kurvepa-piret

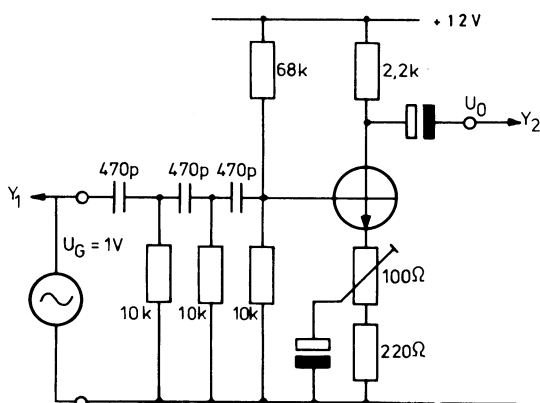
- 1.4 Find frekvensen  
- hvor fasedrejningen er  $180^\circ$   
 $f =$  \_\_\_\_\_
- 1.5 Find dæmpningen i RC fasedrej-ningsleddet  
- ved frekvensen, hvor  $\varphi = 180^\circ$   
 $A =$  \_\_\_\_\_ dB





## 2. MÅLING AF OSCILLATORFRE- KVENS OG KLIR

### 2.1 Forbind måleopstillingen



### 2.2 Indstil tonegeneratoren - til frekvensen i pkt. 1.4

### 2.3 Sammenlign fasen af $u_G$ og $u_O$ - indstil eventuel generatorfre- kvens til $u_O$ fasedrejning mellem $u_G$ og $u_O$

### 2.4 Juster trimmepotentiometret til $u_O = u_G$

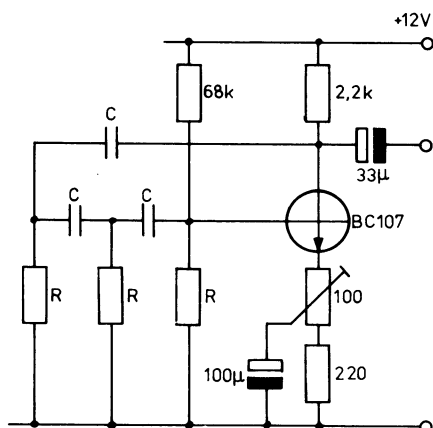
### 2.5 Skriv størrelsen for transistorens forstærkning

$$A = \text{_____ dB}$$

### 2.6 Skriv, hvor meget RC leddet dæmper

$$A = \text{_____ dB}$$

### 2.7 Forbind oscillatoren



### 2.8 Tilslut oscilloskop og klirmålebro til oscillatorens udgang

### 2.9 Juster trimmepotentiometret, til os- cillatoren svinger med minimum klir

### 2.10 Beskriv, hvorfor det var nødven- digt at gøre transistortrinnets mod- kobling mindre i pkt. 2.9

---



---



---

### 2.11 Er transistortrinnets forstærkning

- Steget ☐  
Uændret ☐  
Mindre ☐

### 2.12 Aflæs oscillatorfrekvens

$$f_o = \text{_____}$$

### 2.13 Aflæs klir

$$k = \text{_____ \%}$$

### 2.14 Aflæs $u_O$

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

### 2.15 Indsæt værdierne for R og C i formlen

$$f = \frac{1}{2 \pi RC \sqrt{6}} = \text{_____}$$

$$f = \text{_____}$$

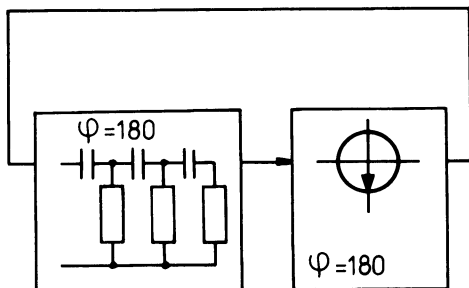
### 2.16 Passer den beregnede oscillator- frekvens med den målte i pkt. 2.12

- Ja ☐  
Nej ☐



### 3. KONKLUSIONER OG SPØRGS- MÅL

3.1 Hvor stor er loop gain i kredsløbet?



A = \_\_\_\_\_ dB

A = \_\_\_\_\_ dB

3.5 Noter svingningsbetingelserne for en oscillator

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3.2 Tilbagekoblingen er en medkobling/modkobling

3.3 Er transistorens forstærkning lig med RC leddets dæmpning ?

Ja ☐

Nej ☐

3.4 Er svingningsbetingelserne for en oscillator opfyldt ?

Ja ☐

Nej ☐



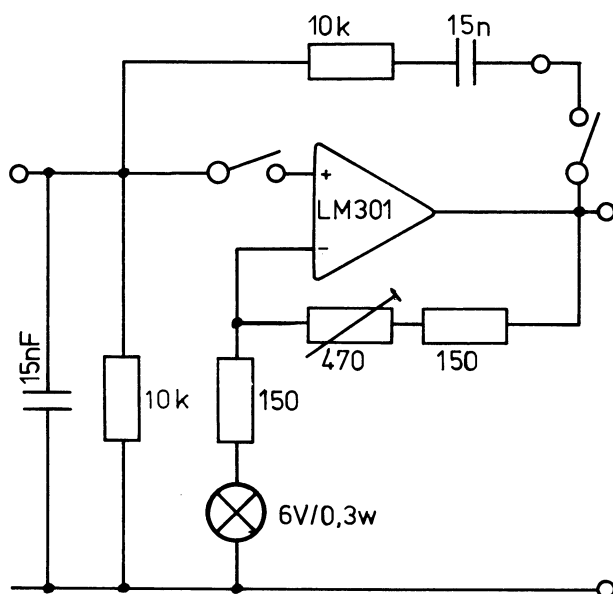
### DISPOSITION

1. Måling af fasedrejning og dæmpning i wienbro kredsløb
2. Måling af oscillatorfrekvens og klir
3. Konklusioner og spørgsmål

### UDSTYR

AC forstærkervoltmeter, oscilloskop, tonegenerator, stabiliseret spændingsforsyning, målepanel

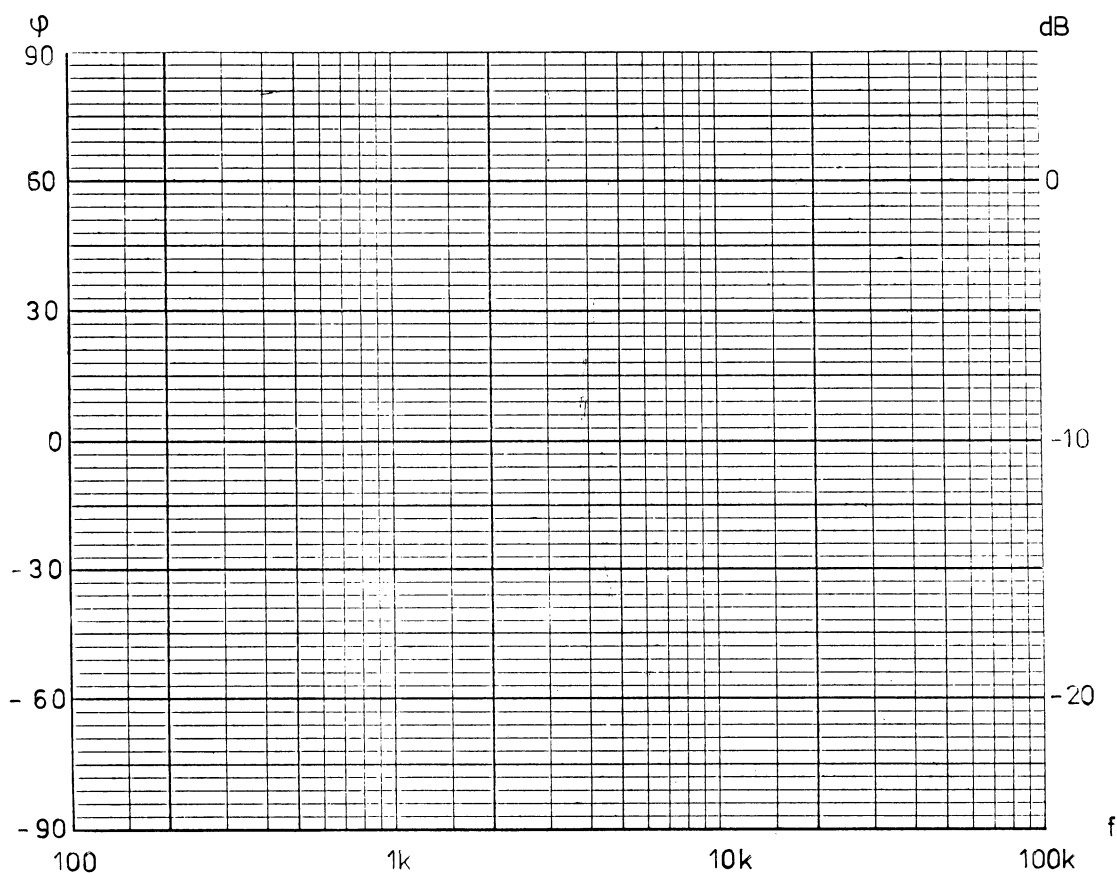
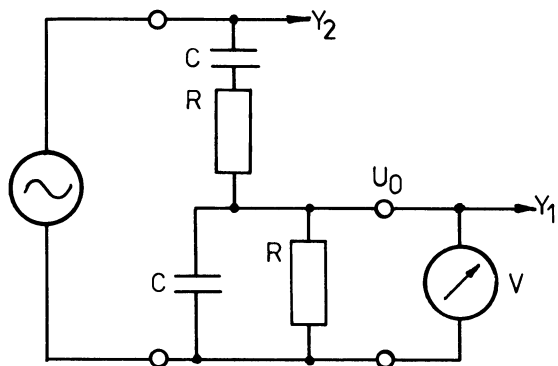
### MÅLEPANEL





# 1. MÅLING AF FASEDREJNING OG DÆMPNING I WIENBRO KREDSLØB

## 1.1 Måleopstilling og kurveblad



1.2 Optag kurven  $\varphi = f(f)$

1.3 Optag kurven  $A = f(f)$

1.4 Find frekvensen, hvor fasedrejningen er  $0^\circ$

$f = \underline{\hspace{2cm}}$  Hz

1.5 Find dæmpningen i wienbro kredsløbet

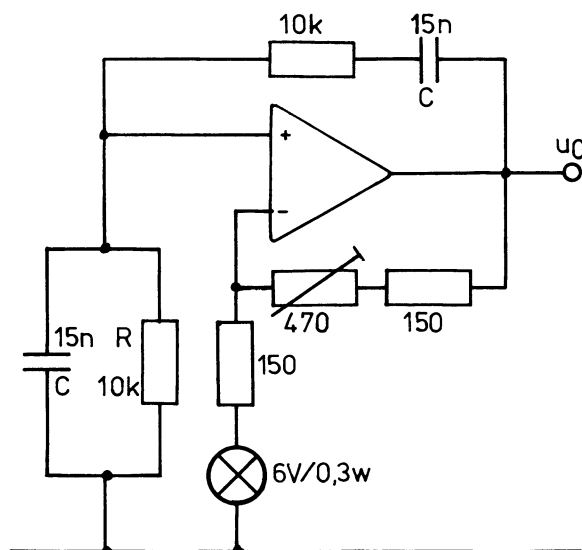
- ved frekvensen, hvor  $\varphi = 0^\circ$

$A = \underline{\hspace{2cm}}$  dB



## 2. MÅLING AF OSCILLATOR-FREKVENNS OG KLIR

### 2.1 Forbind oscillatoren



2.2 Juster trimmepotentiometret til  $u_O = 5 \text{ V}$

2.3 Mål klir

thd = \_\_\_\_\_ %

2.4 Mål oscillatorfrekvens

$f_o = \text{_____ Hz}$

2.4 Indsæt værdierne for R og C i formelen

$$f_o = \frac{1}{2 \pi RC}$$

$f = \text{_____} = \text{_____ Hz}$

2.6 Angiv, om den målte frekvens stemmer overens med den beregnede

Ja ☐

Nej ☐

## 3. KONKLUSIONER OG SPØRGSMÅL

3.1 Hvor stor skal forstærkningen være for at opveje dæmpningen i wienbro leddet ved en fasedrejning på  $0^\circ$ ?

A = \_\_\_\_\_

3.2 Hvis forstærkningen og modkoblingen etableres, er svingningsbetingelserne for en oscillator da opfyldt?

Ja ☐

Nej ☐

3.3 Beskriv svingningsbetingelserne for en oscillator

---



---



---



---



---



---

3.4 Når en glødelampe bliver varmere, stiger/falder dens modstand

3.5 En glødelampe er en:

PTC modstand ☐

NTC modstand ☐

3.6 Hvis oscillatorens  $U_O$  stiger, vil glødelampens modstand

stiger ☐

falder ☐

3.7 Når glødelampens modstand stiger, vil forstærkningen stige/falde

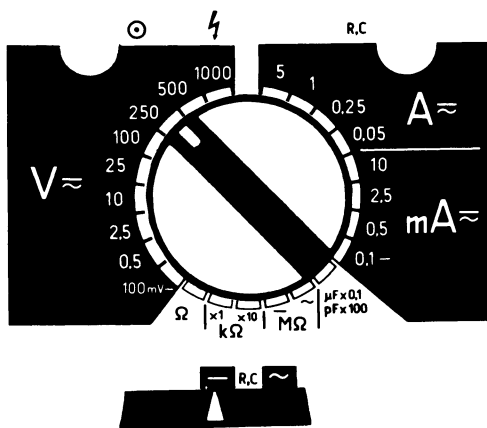
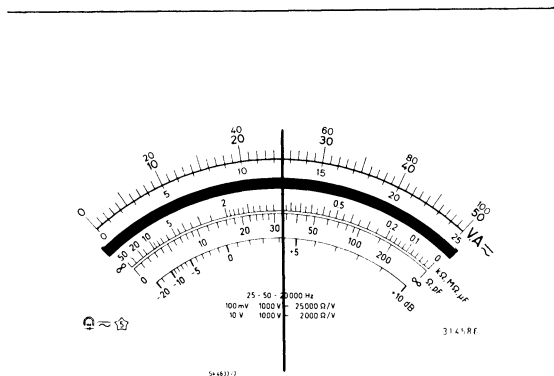
3.8 Modkoblingen virker herved som en

stabilisering af forstærkningen ☐

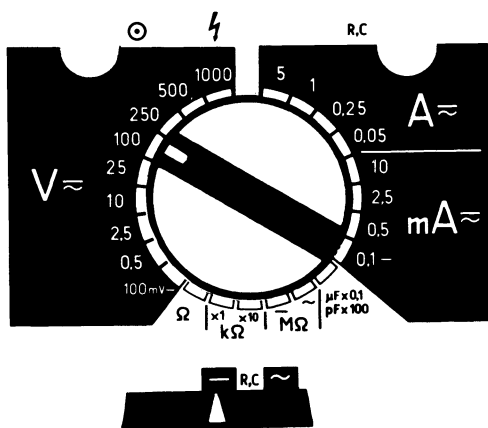
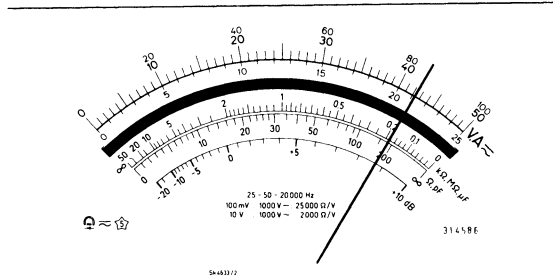
stabilisering af temperaturen ☐



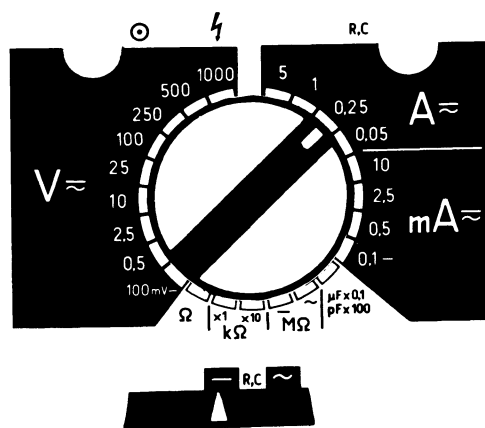
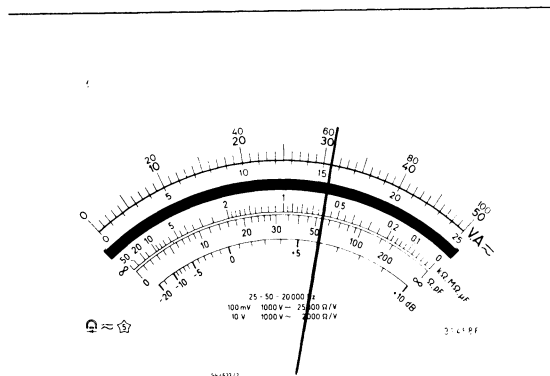
1. Aflæs den målte værdi.



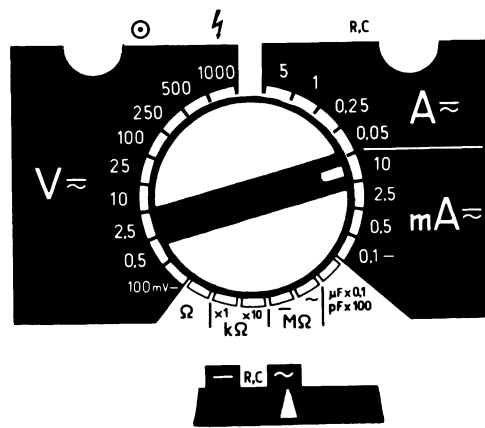
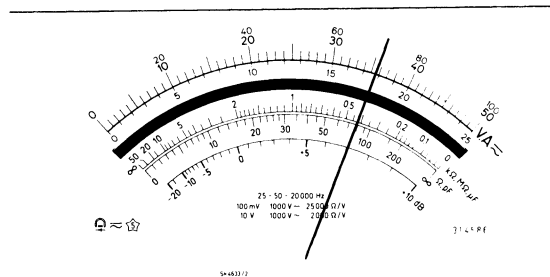
2. Aflæs den målte værdi.



3. Aflæs den målte værdi.



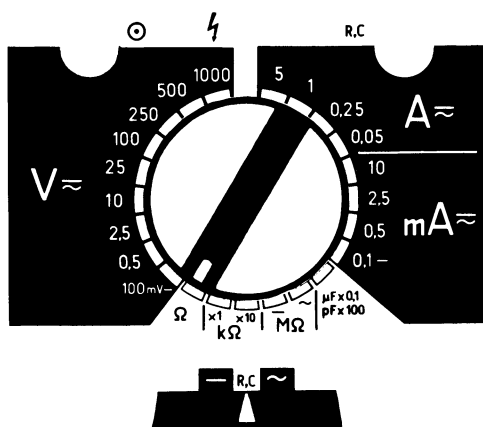
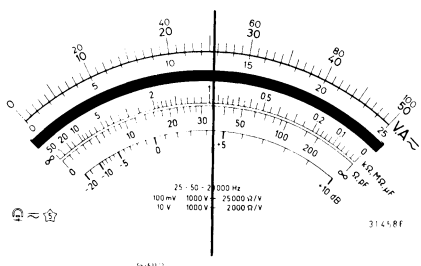
4. Aflæs den målte værdi.



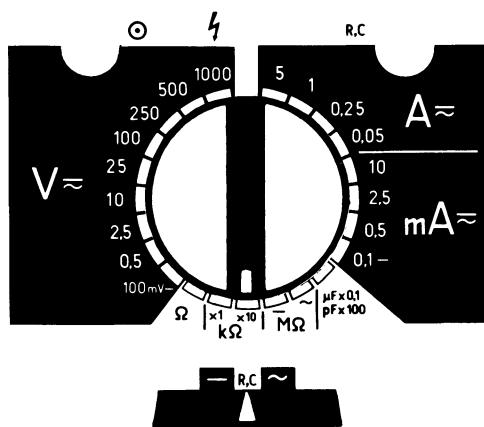
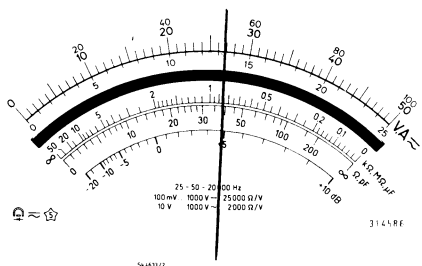
Navn: \_\_\_\_\_ Trin: \_\_\_\_\_ Dato: / 19 Godk.: \_\_\_\_\_ 189



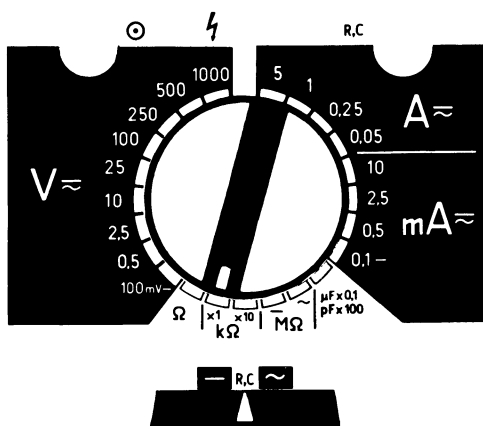
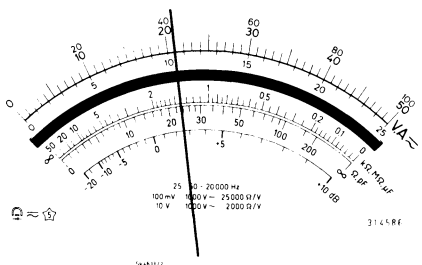
5. Aflæs den målte værdi .



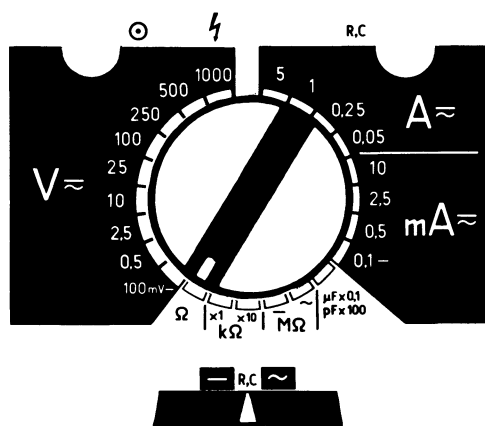
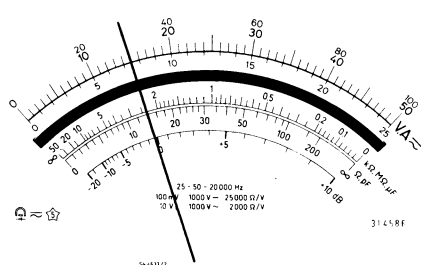
7. Aflæs den målte værdi .



6. Aflæs den målte værdi .



8. Aflæs den målte værdi .



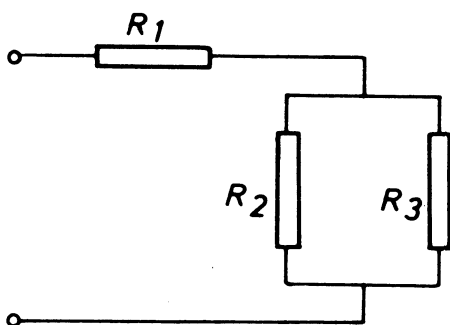


## DISPOSITION

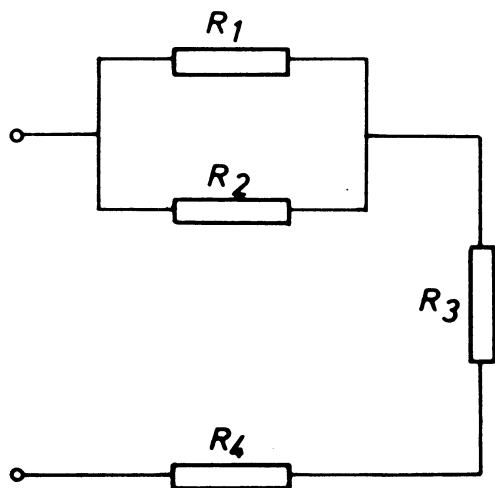
1. Instrumentforbindelser
2. Beregninger

### 1. INSTRUMENTFORBINDELSER

- 1.1 Indtegn voltmetre for måling af  $U_{R_1}$ ,  $U_{R_2}$  og  $U_{R_3}$



- 1.2 Indtegn amperemetre for måling af  $I_{R_1}$ ,  $I_{R_2}$ ,  $I_{R_3}$  og  $I_{R_4}$







## 2. BEREGNINGER

- 2.1 Beregn formodstanden til et volt-meter med måleområdet 0 til 250 V.

Instrumentværdierne er 500 mV og 10 mA.

- 2.2 Beregn formodstandene til et volt-meter med måleområderne 0 til 50 V, 0 til 250 V, 0 til 500 V

Instrumentværdierne er 500 mV og 100 mA.

- 2.3 Beregn shunten til et 10 A amperemeter.

Instrumentværdierne er 500 mV og 100 mA.

- 2.4 Beregn shuntene til et amperemeter med måleområderne 1 A, 5 A og 10 A.

Instrumentværdierne er 200 mV og 100 mA.

Tegn et diagram af instrumentet med shunte og omskifter mellem måleområderne.



1. Et drejespoleinstrument har fuldt udslag ved  $33 \mu\text{A}$ .

Angiv instrumentets følsomhed i  $\text{k}\Omega/\text{V}$ .

\_\_\_\_\_

2. Et drejespoleinstrument har en følsomhed på  $10 \text{ k}\Omega/\text{V}$  og en indre modstand på  $500 \Omega$ .

Hvor stor spænding ligger der over instrumentet ved fuldt udslag?

$U =$  \_\_\_\_\_

3. Et voltmeter med et instrument  $20 \text{ k}\Omega/\text{V}$  står i  $100 \text{ mV}$  området.

Hvor stor er metrets indre modstand?

$R_i =$  \_\_\_\_\_

4. Et drejespoleinstrument  $0,1 \text{ mA}/100 \text{ mV}$  indgår i et voltmeter.

Hvor stor er formodstanden i  $100 \text{ V}$  området?

$R =$  \_\_\_\_\_

5. Samme instrument som i opgave 4,  $0,1 \text{ mA}/100 \text{ mV}$ , indgår i et amperemeter.

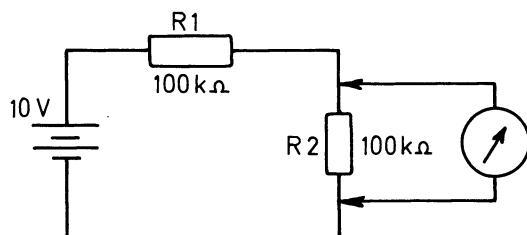
Hvor stor er shuntmodstanden i  $100 \text{ mA}$  området?

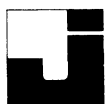
$R =$  \_\_\_\_\_

6. Spændingen over  $R_2$  måles med et voltmeter i  $10 \text{ V}$  området. Instrumentet i voltmeteret har fuldt udslag ved  $50 \mu\text{A}$ .

Hvor mange volt viser metret?

$U =$  \_\_\_\_\_





7. Hvor meget vil instrumentet i opgave 6 vise, hvis det stilles i 3 V området?

$U =$  \_\_\_\_\_

8. Et universalinstrument,  $20 \text{ k}\Omega/\text{V}$ , anvendes i 10 V området som måleinstrument i opgave 6.

Hvor stor en spænding viser instrumentet?

$U =$  \_\_\_\_\_

9. Hvor stor en strøm skal der løbe i et universalinstrument,  $20 \text{ k}\Omega/\text{V}$ , for at give fuldt udslag i stilling 3 V?

$I =$  \_\_\_\_\_

DISPOSITION<sup>1</sup>

1. Multiplikation
2. Division

1. MULTIPLIKATION

			Ca.værdi	Beregning med lomme- regner eller regnestok
1.	2,45	·	3,68	
2.	1,37	·	6,89	
3.	0,43	·	2,53	
4.	16,8	·	3,42	
5.	0,35	·	18,4	
6.	9,88	·	2,05	
7.	13,6	·	8,96	
8.	25,4	·	1,35	
9.	13,4	·	12,85	
10.	6,83	·	9,76	
11.	0,045	·	1,39	
12.	0,45	·	0,24	
13.	87	·	93	
14.	14,5	·	3,25	
15.	0,0036	·	0,0638	

2. DIVISION

1.	8,45	:	3,23	
2.	3,46	:	6,58	
3.	0,45	:	2,58	
4.	26,4	:	1,35	
5.	26,8	:	56,4	
6.	0,45	:	0,38	
7.	3,45	:	21,6	
8.	9,35	:	76,3	
9.	1,03	:	25,3	
10.	0,042	:	0,083	

Navn: \_\_\_\_\_ Trin: \_\_\_\_\_ Dato: / 19 Godk.: \_\_\_\_\_

1. REGNEØVELSE MED  $M, k, m, \mu, n, p$ 

1.  $m \cdot k = 1$  fordi  $m \cdot k = 10^{-3} \cdot 10^3 = 10^0 = 1$
2.  $\mu \cdot M =$  fordi  $\mu \cdot M =$  = =
3.  $m \cdot M =$  fordi  $m \cdot M =$  = =
4.  $k \cdot \mu =$  fordi  $k \cdot \mu =$  = =
5.  $m \cdot m =$  fordi  $m \cdot m =$  = =
6.  $k \cdot k =$  fordi  $k \cdot k =$  = =
7.  $m \cdot \mu =$  fordi  $m \cdot \mu =$  = =
8.  $\mu \cdot \mu =$  fordi  $\mu \cdot \mu =$  = =
9.  $k \cdot n =$  fordi  $k \cdot n =$  = =
10.  $M \cdot p =$  fordi  $M \cdot p =$  = =
11.  $k \cdot p =$  fordi  $k \cdot p =$  = =
12.  $M \cdot n =$  fordi  $M \cdot n =$  = =
13.  $\frac{1}{m}$  = fordi  $\frac{1}{m}$  = = =
14.  $\frac{1}{M}$  = fordi  $\frac{1}{M}$  = = =
15.  $\frac{1}{\mu}$  = fordi  $\frac{1}{\mu}$  = = =
16.  $\frac{1}{k}$  = fordi  $\frac{1}{k}$  = = =
17.  $\frac{1}{n}$  = fordi  $\frac{1}{n}$  = = =
18.  $\frac{1}{p}$  = fordi  $\frac{1}{p}$  = = =
19.  $\frac{m}{m} =$  = fordi  $\frac{m}{m}$  =  $\frac{m}{m}$  = = =
20.  $\frac{k}{M} =$  = fordi  $\frac{k}{M}$  =  $\frac{k}{M}$  = = =
21.  $\frac{m}{k} =$  = fordi  $\frac{m}{k}$  =  $\frac{m}{k}$  = = =
22.  $\frac{M}{M} =$  = fordi  $\frac{M}{M}$  =  $\frac{M}{M}$  = = =
23.  $\frac{k}{m} =$  = fordi  $\frac{k}{m}$  =  $\frac{k}{m}$  = = =
24.  $\frac{m}{\mu} =$  = fordi  $\frac{m}{\mu}$  =  $\frac{m}{\mu}$  = = =

25.

$\frac{k}{k}$ 
=

=

fordi

$\frac{k}{k}$ 
=

\_\_\_\_\_

=

=

=
26.

$\frac{M}{k}$ 
=

=

fordi

$\frac{M}{k}$ 
=

\_\_\_\_\_

=

=

=
27.

$\frac{m}{n}$ 
=

=

fordi

$\frac{m}{n}$ 
=

\_\_\_\_\_

=

=

=
28.

$\frac{n}{k}$ 
=

=

fordi

$\frac{n}{k}$ 
=

\_\_\_\_\_

=

=

=
29.

$\frac{\mu}{\mu}$ 
=

=

fordi

$\frac{\mu}{\mu}$ 
=

\_\_\_\_\_

=

=

=
30.

$\frac{\mu}{p}$ 
=

=

fordi

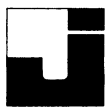
$\frac{\mu}{p}$ 
=

\_\_\_\_\_

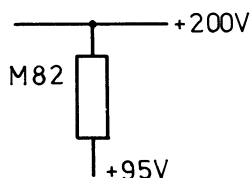
=

=

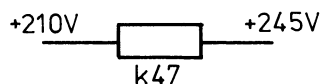
=



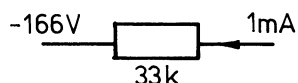
1. En lommelygtepære bruger 0,3 A.  
Lygtens batterispænding ses at  
være 3 V.  
Hvad er pærens modstand under  
drift ?
2. En modstand lægges over en spæn-  
ding på 200 V. Modstanden har  
en størrelse på 100 K.  
Hvad bliver strømmen gennem  
modstanden ?
3. Gennem en katodemodstand på  
150  $\Omega$  går der en strøm på 60 mA.  
Hvor stor bliver spændingsfaldet  
over katodemodstanden ?
4. Før og efter en modstand måles  
de angivne spændinger.  
Hvor stor er spændingen over mod-  
standen ?



5. Før og efter en modstand måles  
de angivne spændinger.  
Hvor stor er strømmen gennem  
modstanden ?



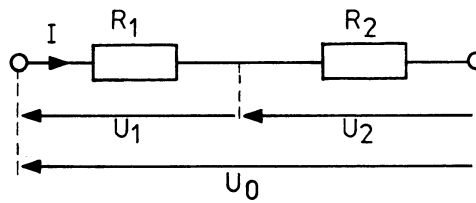
6. Gennem en filtermodstand går  
strømmen i den angivne retning.  
Hvilken spændingsstørrelse vil der  
være på modstandens højre tilled-  
ning ?





- [illegible]





Beregn følgende, når:

1.  $R_1 = 12 \text{ k}\Omega$

$R_2 = 22 \text{ k}\Omega$

$U_1 = 7,2 \text{ V}$

$R_{\text{tot}} =$

$U_2 =$

$U_0 =$

$I =$

2.  $R_{\text{tot}} = 33 \text{ k}\Omega$

$I = 660 \text{ }\mu\text{A}$

$U_2 = 9,9 \text{ V}$

$R_1 =$

$R_2 =$

$U_1 =$

$U_0 =$

3.  $U_2 = 5,4 \text{ V}$

$I = 2 \text{ mA}$

$R_{\text{tot}} = 6 \text{ k}\Omega$

$U_1 =$

$U_0 =$

$R_1 =$

$R_2 =$

4.  $U_0 = 78 \text{ V}$

$U_1 = 24 \text{ V}$

$R_2 = 270 \text{ k}\Omega$

$U_2 =$

$R_{\text{tot}} =$

$R_1 =$

$I =$

5.  $R_1 = 1,2 \text{ M}\Omega$

$R_{\text{tot}} = 2,02 \text{ M}\Omega$

$I = 10 \text{ }\mu\text{A}$

$R_2 =$

$U_1 =$

$U_2 =$

$U_0 =$

Navn: \_\_\_\_\_ Trin: \_\_\_\_\_ Dato: / 19 Godk.: \_\_\_\_\_



6.  $U_1 = 10,34 \text{ V}$   
 $U_2 = 12,32 \text{ V}$   
 $R_{\text{tot}} = 10,3 \text{ k}\Omega$

$$U_o =$$

$$R_1 =$$

$$R_2 =$$

$$I =$$

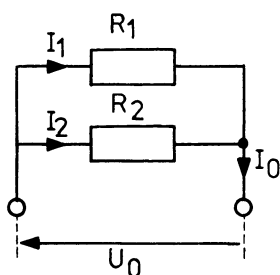
7.  $R_1 = 5,6 \text{ k}\Omega$   
 $R_2 = 2,7 \text{ k}\Omega$   
 $U_o = 27 \text{ V}$

$$U_1 =$$

$$U_2 =$$

$$R_{\text{tot}} =$$

$$I =$$



Beregn følgende, når:

1.  $U_0 = 10 \text{ V}$   
 $I_1 = 1 \text{ mA}$   
 $R_2 = 5,6 \text{ k}\Omega$

$I_2 =$   
 $R_1 =$   
 $I_0 =$   
 $R_{\text{tot}} =$

2.  $I_1 = 2 \text{ mA}$   
 $I_2 = 3 \text{ mA}$   
 $R_{\text{tot}} = 6 \text{ k}\Omega$

$R_1 =$   
 $R_2 =$   
 $U_0 =$   
 $I_0 =$

3.  $R_1 = 18 \text{ k}\Omega$   
 $R_2 = 33 \text{ k}\Omega$   
 $U_0 = 28 \text{ V}$

$I_1 =$   
 $I_2 =$   
 $I_0 =$   
 $R_{\text{tot}} =$

4.  $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$   
 $R_{\text{tot}} = 69 \text{ k}\Omega$   
 $I_0 = 22 \text{ }\mu\text{A}$

$R_2 =$   
 $I_1 =$   
 $I_2 =$   
 $U_0 =$



5.  $I_o = 2,8 \text{ mA}$   
 $I_2 = 1,4 \text{ mA}$   
 $U_o = 14 \text{ V}$

$R_1 =$   
 $R_2 =$   
 $R_{\text{tot}} =$   
 $I_1 =$

6.  $I_1 = 83 \text{ mA}$   
 $R_2 = 150 \Omega$   
 $U_o = 5,7 \text{ V}$

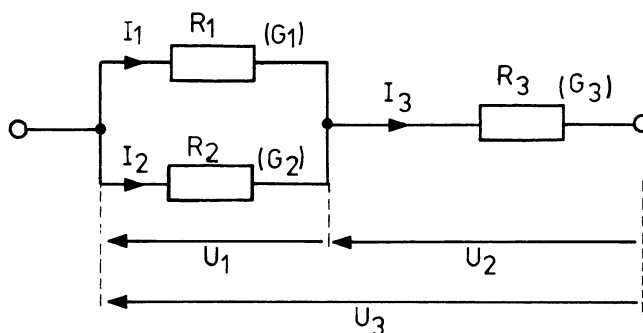
$R_1 =$   
 $R_{\text{tot}} =$   
 $I_2 =$   
 $I_o =$

7.  $I_o = 3,2 \text{ mA}$   
 $R_{\text{tot}} = 1,03 \text{ k}\Omega$   
 $R_1 = 1,5 \text{ k}\Omega$

$I_1 =$   
 $I_2 =$   
 $R_2 =$   
 $U_o =$

8.  $I_2 = 402 \text{ mA}$   
 $R_1 = 150 \Omega$   
 $I_1 = 220 \text{ mA}$

$I_o =$   
 $U_o =$   
 $R_2 =$   
 $R_{\text{tot}} =$



Beregn følgende, når:

1.  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$

$R_3 = 5,6 \text{ k}\Omega$

$U_1 = 25 \text{ V}$

$R_{\text{tot}} = 10,6 \text{ k}\Omega$

$I_1 =$

$I_2 =$

$I_3 =$

$U_2 =$

$U_3 =$

$R_2 =$

2.  $R_3 = 18 \text{ k}\Omega$

$U_1 = 18,25 \text{ V}$

$I_1 = 1,52 \text{ mA}$

$R_{\text{tot}} = 26,3 \text{ k}\Omega$

$I_2 =$

$I_3 =$

$R_1 =$

$R_2 =$

$U_2 =$

$U_3 =$

3.  $G_1 = 3,03 \text{ }\mu\text{S}$

$R_3 = 120 \text{ k}\Omega$

$U_2 = 15 \text{ V}$

$U_3 = 46 \text{ V}$

$I_1 =$

$I_2 =$

$I_3 =$

$U_1 =$

$R_2 =$

$R_{\text{tot}} =$

Navn: \_\_\_\_\_ Trin: \_\_\_\_\_ Dato: / 19 Godk.: \_\_\_\_\_ 207



4.  $U_3 = 20,7 \text{ V}$   
 $G_3 = 8,33 \text{ mS}$   
 $R_{\text{tot}} = 155,8 \Omega$   
 $I_2 = 47,4 \text{ mA}$

$I_1 =$

$I_3 =$

$G_1 =$

$U_1 =$

$U_2 =$

$G_2 =$

5.  $I_1 = 157 \mu\text{A}$   
 $I_2 = 483 \mu\text{A}$   
 $G_3 = 83,3 \mu\text{S}$   
 $U_3 = 26,5 \text{ V}$

$I_3 =$

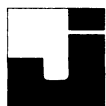
$R_1 =$

$R_2 =$

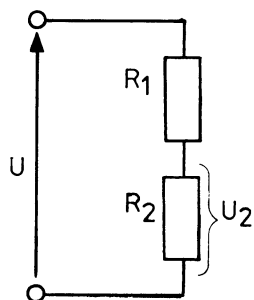
$R_{\text{tot}} =$

$U_1 =$

$U_2 =$



For opgave 1 til 5 gælder dette kredsløb.



1.  $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 5 \text{ k}\Omega$ ,  
 $U = 100 \text{ V}$ .

$U_2 =$  50 V  
20 V  
66 V  
33 V  
74 V

☐  
☐  
☐  
☐  
☐

2.  $R_1 = 250 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 750 \text{ k}\Omega$ ,  
 $U = 100 \text{ V}$ .

$U_2 =$  75 V  
50 V  
25 V  
15 V  
90 V

☐  
☐  
☐  
☐  
☐

3.  $R_1 = 50 \Omega$ ,  $R_2 = 450 \Omega$ ,  
 $U = 100 \text{ V}$ .

$U_2 =$  99 V  
90 V  
11 V  
35 V  
81 V

☐  
☐  
☐  
☐  
☐

4.  $R_1 = 1,5 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 500 \Omega$ ,  
 $U_2 = 25 \text{ V}$ .

$U =$  50 V  
75 V  
100 V  
125 V  
150 V

☐  
☐  
☐  
☐  
☐

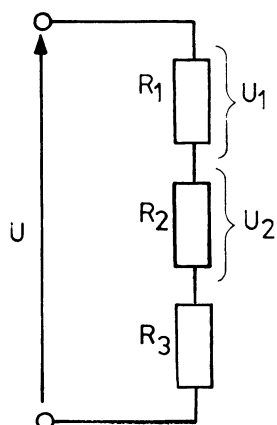
5.  $R_1 = 32 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 4 \text{ k}\Omega$ ,  
 $U_2 = 10 \text{ mV}$ .

$U =$  80 mV  
90 mV  
0,1 V  
0,8 V  
0,9 V

☐  
☐  
☐  
☐  
☐



For opgave 6 og 7 gælder dette kredsløb .



6.  $R_1 = 6 \text{ k}\Omega$  ,  $R_2 = 12 \text{ k}\Omega$  ,  
 $R_3 = 22 \text{ k}\Omega$  ,  $U = 160 \text{ V}$  .

- $U_1 =$       12 V      ☐  
                  24 V      ☐  
                  30 V      ☐  
                  48 V      ☐  
                  105 V      ☐

7.  $R_1 = 200 \text{ }\Omega$  ,  $R_2 = 50 \text{ }\Omega$  ,  
 $R_3 = 500 \text{ }\Omega$  ,  $U = 1,5 \text{ V}$  .

- $U_2 =$       50 mV      ☐  
                  100 mV      ☐  
                  107 mV      ☐  
                  400 mV      ☐  
                  1 V      ☐

8. Prisen for 1 kWh er 16 øre.

Hvad koster det at have en 65 W loddekolbe tilsluttet i 8 timer?

9. Et TV apparat koster 7,2 øre for 3 timers drift.

Pris pr. kWh er 16 øre.

Beregn apparatets effekt.

10. En varmeovn på 1.200 W er tændt i 24 timer.

Hvor meget koster det, når 1 kWh koster 16 øre?





11. I et hus tændes 3 lamper á 25 W, 6 lamper á 60 W og 2 lamper á 75 W.

1 kWh koster 16 øre.

Beregn minimum netsikring.

Hvad koster det at have lyset tændt i 4 timer?

12. En 18 V/80 mA skalalampe tilsluttes 24 V gennem en seriemodstand.

Hvor stor effekt afsættes i lampen?

Hvor stor effekt afsættes i seriemodstanden?

13. Over en højtaler  $5\ \Omega$  måles en spænding på 1 V.

Hvor stor effekt afsættes i højtaleren?

14. Der skal afsættes 200 mW i en  $3,5\ \Omega$  højtaler.

Hvor stor er strømmen i højtaleren?

Hvor stor er spændingen over højtaleren?

15. En forstærker afgiver 20 W til en  $8\ \Omega$  højtaler.

Hvor stor er strømmen i højtaleren?

Hvor stor er spændingen over højtaleren?



1. Hvad bliver den resulterende modstandsværdi af en serieforbindelse altid ?

---

---

2. En spændingsdeler består f.eks. af modstandsværdierne  $470 \Omega$  og  $330 \Omega$ .  
Hvad bliver totalmodstanden ?

---

---

---

3. En spændingsdeler består af to modstande på henholdsvis  $82 \Omega$  og  $27 \Omega$ . Over den ene modstand på  $27 \Omega$  måles en spænding  $2,7 \text{ V}$ .  
Hvad er den påtrykte spænding over spændingsdeleren ?

---

---

---

---

4. Instrumentet, man bruger til spændingsmåling på en spændingsdeler, vil indføre nogen belastning.  
Hvilken instrumenttype skal man anvende for at kunne se bort fra denne belastning ?

---

---

---

---

---

5. Spændingen over de enkelte modstande i en spændingsdeler er henholdsvis  $4 \text{ V}$  og  $1 \text{ V}$ .  
Kan modstandsværdierne være:

- A.  $5 \Omega$  og  $4 \Omega$  ?  
B.  $2 \Omega$  og  $1 \Omega$  ?  
C.  $400 \Omega$  og  $100 \Omega$  ?

---

---

---

6. Hvad bliver den resulterende modstand altid, når man forbinder to modstande i parallel, og hver modstand har samme værdi ?

---

---

---

---

7. Hvad bliver den endelige modstand altid, når man forbinder to eller flere modstande i parallelkobling ?

---

---

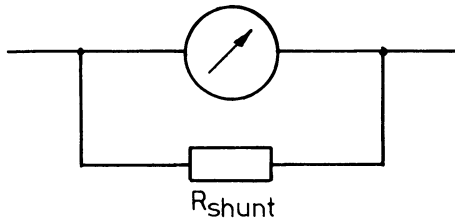
---

---

---



8. Hvor mange  $\Omega$  fås, når  $470 \Omega$  forbindes parallelt med  $1.000 \Omega$  ?
9. Hvor mange  $\Omega$  fås, når  $1 M\Omega$  parallelforbindes med  $10 k\Omega$  ?
10. Et drejespoleinstrument har fuldt udslag for  $100 \mu A$  og  $0,1 V$ . Der skal beregnes en shunt-modstand, således at der kan måles  $1 A$  med fuldt udslag.



Modstanden  $R_{shunt}$  skal da være ?



- |  |  |
|--|--|
| 1. Med lavere frekvens bliver spolens reaktans                             | Større <input type="checkbox"/>            |
|  | Mindre <input type="checkbox"/>            |
| 2. Med større selvinduktion bliver reaktansen                              | Større <input type="checkbox"/>            |
|  | Mindre <input type="checkbox"/>            |
| 3. Reaktansen stiger, når frekvensen bliver                                | Større <input type="checkbox"/>            |
|  | Mindre <input type="checkbox"/>            |
| 4. Reaktansen falder, når selvinduktionen bliver                           | Større <input type="checkbox"/>            |
|  | Mindre <input type="checkbox"/>            |
| 5. Når $f = 10 \text{ kHz}$ og $L = 200 \text{ mH}$ , er $X_L =$           | 126 ohm <input type="checkbox"/>           |
|  | 628 ohm <input type="checkbox"/>           |
|  | 6,28 kohm <input type="checkbox"/>         |
|  | 12,6 kohm <input type="checkbox"/>         |
|  | 20,0 kohm <input type="checkbox"/>         |
| 6. Når $f = 50 \text{ Hz}$ og $L = 10 \text{ H}$ , er $X_L =$              | 314 ohm <input type="checkbox"/>           |
|  | 3,14 kohm <input type="checkbox"/>         |
|  | 6,28 kohm <input type="checkbox"/>         |
|  | 12,6 kohm <input type="checkbox"/>         |
|  | 31,4 kohm <input type="checkbox"/>         |
| 7. Når $f = 10,7 \text{ MHz}$ og $L = 10 \text{ }\mu\text{H}$ , er $X_L =$ | 67 ohm <input type="checkbox"/>            |
|  | 335 ohm <input type="checkbox"/>           |
|  | 670 ohm <input type="checkbox"/>           |
|  | 3,35 kohm <input type="checkbox"/>         |
|  | 33,5 kohm <input type="checkbox"/>         |
| 8. Når $X_L = 100 \text{ kohm}$ og $f = 30 \text{ MHz}$ , er $L =$         | 532 $\mu\text{H}$ <input type="checkbox"/> |
|  | 1,06 mH <input type="checkbox"/>           |
|  | 3,84 mH <input type="checkbox"/>           |
|  | 9,40 mH <input type="checkbox"/>           |
|  | 10,6 mH <input type="checkbox"/>           |
| 9. Når $X_L = 440 \text{ ohm}$ og $f = 5 \text{ kHz}$ , er $L =$           | 7 mH <input type="checkbox"/>              |
|  | 14 mH <input type="checkbox"/>             |
|  | 138 mH <input type="checkbox"/>            |
|  | 714 mH <input type="checkbox"/>            |
|  | 1,38 H <input type="checkbox"/>            |



10. Når  $X_L = 6 \text{ kohm}$  og  $L = 19 \text{ H}$ , er  $f =$

- 4,9 Hz ☐
- 23 Hz ☐
- 50 Hz ☐
- 100 Hz ☐
- 198 Hz ☐

11. Når  $L = 1 \text{ H}$  og  $X_L = 20 \text{ kohm}$ , er  $f =$

- 1,59 kHz ☐
- 3,18 kHz ☐
- 6,28 kHz ☐
- 31,4 kHz ☐
- 628 kHz ☐

12. Når  $f = 90 \text{ MHz}$  og  $L = 30 \text{ }\mu\text{H}$ , er  $X_L =$

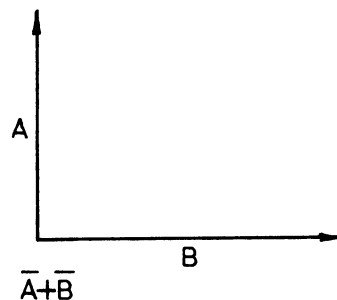
- 300 ohm ☐
- 760 ohm ☐
- 1,48 kohm ☐
- 6,28 kohm ☐
- 17 kohm ☐



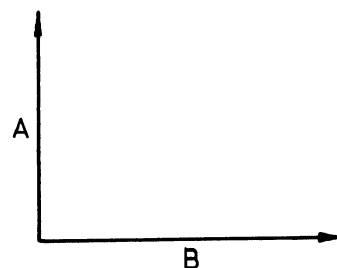
1. Når frekvensen stiger, bliver  $X_C$   
Større ☐  
Mindre ☐
2. Når kapaciteten er stor, er  $X_C$  relativ  
Stor ☐  
Lille ☐
3. Når frekvensen er høj, er  $X_C$  relativ  
Stor ☐  
Lille ☐
4. Hvis kapaciteten stiger, bliver  $X_C$   
Større ☐  
Mindre ☐
5. Med  $C = 0,1 \mu\text{F}$  og  $f = 2 \text{ kHz}$ , er  $X_C$   
10 kohm ☐  
8 kohm ☐  
1 kohm ☐  
800 ohm ☐  
100 ohm ☐
6. Med  $C = 0,2 \mu\text{F}$  og  $f = 2 \text{ kHz}$ , er  $X_C$   
200 ohm ☐  
400 ohm ☐  
2 kohm ☐  
4 kohm ☐  
20 kohm ☐
7. Med  $f = 30 \text{ Hz}$  og  $X_C = 1 \text{ kohm}$ , må  $C$  være  
0,26  $\mu\text{F}$  ☐  
0,53  $\mu\text{F}$  ☐  
1,6  $\mu\text{F}$  ☐  
5,3  $\mu\text{F}$  ☐  
16  $\mu\text{F}$  ☐
8. Med  $C = 47 \text{ pF}$  og  $X_C = 3,2 \text{ Mohm}$ , er  $f$   
106 Hz ☐  
1060 Hz ☐  
9,4 kHz ☐  
94 kHz ☐  
106 kHz ☐
9. Med  $u = 150 \text{ mV}$ ,  $f = 100 \text{ Hz}$  og  $C = 32 \mu\text{F}$ ,  
må  $i_C$  være  
0,45 A ☐  
0,3 A ☐  
45 mA ☐  
4,5 mA ☐  
3 mA ☐



1. Tegn summen af  $\vec{A} + \vec{B}$ .



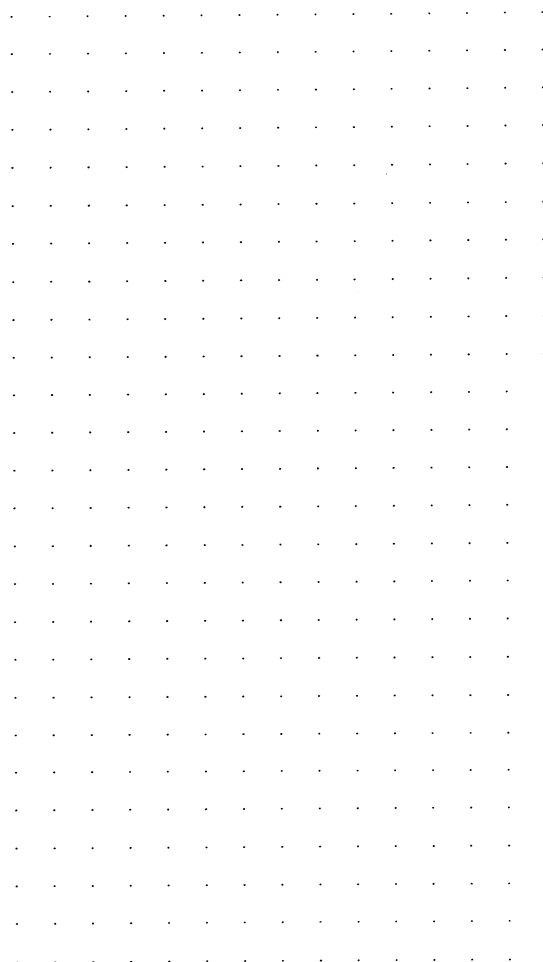
2. Tegn differensen af  $\vec{A} - \vec{B}$ .

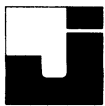


3. Beregn summen  $\vec{A} + \vec{B}$ .  
-  $A = 10 \text{ kg}$ ,  $B = 15 \text{ kg}$   
- vinklen mellem  $A$  og  $B$  er på  $90^\circ$   
- målforshold  $1 \text{ kg} = 1 \text{ cm}$

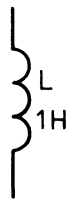
4. Beregn differensen  $\vec{A} - \vec{B}$ .  
-  $A = 220 \text{ V}$ ,  $B = 220 \text{ V}$   
- vinklen mellem  $A$  og  $B$  er på  $90^\circ$   
- målforshold  $10 \text{ V} = 5 \text{ mm}$

5. Beregn summen  $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$ .  
-  $A = 5 \text{ cm}$ ,  $B = 7 \text{ cm}$ ,  $C = 10 \text{ cm}$   
- vinkel  $AB = 90^\circ$   
- vinkel  $BC = 180^\circ$   
- målforshold 1:1

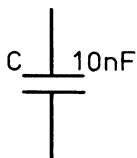
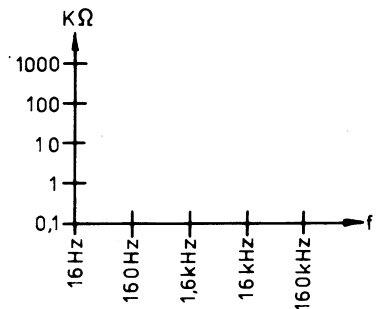




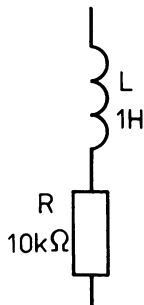
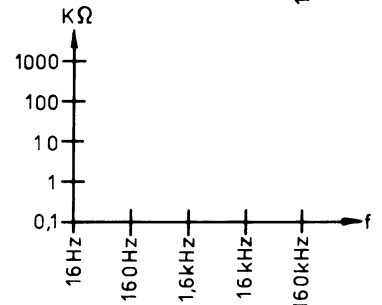
Fuldfør vektordiagrammerne for de viste kombinationer af R, C og L. Beregn  $X_L$  og  $X_C$  ved de angivne frekvenser. Skitser impedansforløbet med angivelse af  $f_0$ .


 $i_L$ 

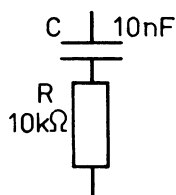
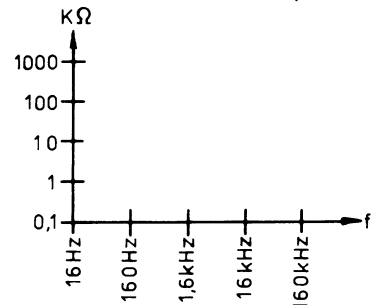
$X_L$  ved 16 Hz = \_\_\_\_\_  
 $X_L$  ved 160 Hz = \_\_\_\_\_  
 $X_L$  ved 1,6 kHz = \_\_\_\_\_  
 $X_L$  ved 16 kHz = \_\_\_\_\_  
 $X_L$  ved 160 kHz = \_\_\_\_\_


 $i_C$ 

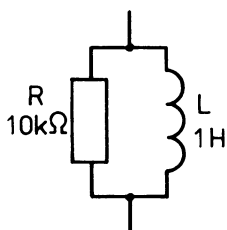
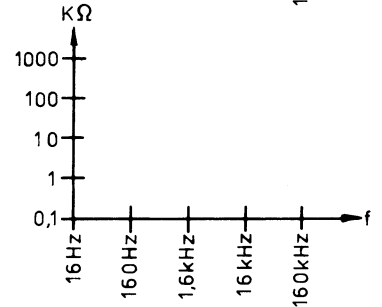
$X_C$  ved 16 Hz = \_\_\_\_\_  
 $X_C$  ved 160 Hz = \_\_\_\_\_  
 $X_C$  ved 1,6 kHz = \_\_\_\_\_  
 $X_C$  ved 16 kHz = \_\_\_\_\_  
 $X_C$  ved 160 kHz = \_\_\_\_\_


 $i_{Lr}$ 

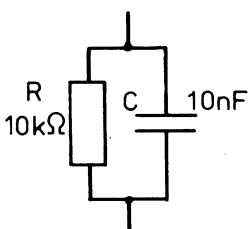
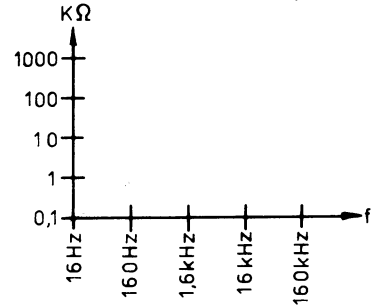
$Z$  ved 16 Hz = \_\_\_\_\_  
 $Z$  ved 160 Hz = \_\_\_\_\_  
 $Z$  ved 1,6 kHz = \_\_\_\_\_  
 $Z$  ved 16 kHz = \_\_\_\_\_  
 $Z$  ved 160 kHz = \_\_\_\_\_


 $i_{Cr}$ 

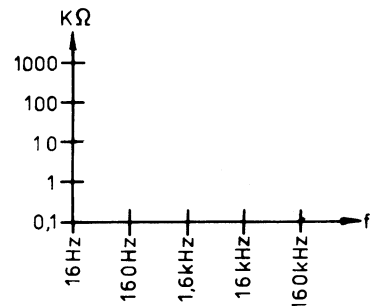
$Z$  ved 16 Hz = \_\_\_\_\_  
 $Z$  ved 160 Hz = \_\_\_\_\_  
 $Z$  ved 1,6 kHz = \_\_\_\_\_  
 $Z$  ved 16 kHz = \_\_\_\_\_  
 $Z$  ved 160 kHz = \_\_\_\_\_


 $u_{Lr}$ 

$Z$  ved 16 Hz = \_\_\_\_\_  
 $Z$  ved 160 Hz = \_\_\_\_\_  
 $Z$  ved 1,6 kHz = \_\_\_\_\_  
 $Z$  ved 16 kHz = \_\_\_\_\_  
 $Z$  ved 160 kHz = \_\_\_\_\_


 $u_{Cr}$ 

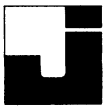
$Z$  ved 16 Hz = \_\_\_\_\_  
 $Z$  ved 160 Hz = \_\_\_\_\_  
 $Z$  ved 1,6 kHz = \_\_\_\_\_  
 $Z$  ved 16 kHz = \_\_\_\_\_  
 $Z$  ved 160 kHz = \_\_\_\_\_



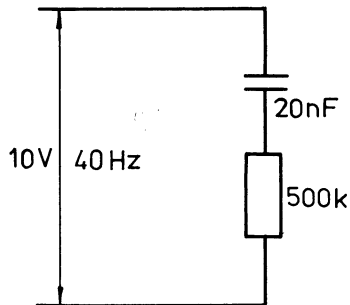
Navn: \_\_\_\_\_ Trin: \_\_\_\_\_ Dato: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ 19

Godk. \_\_\_\_\_ 223





Med de givne oplysninger for kredsløbene beregnes følgende:



Spændingen over modstanden

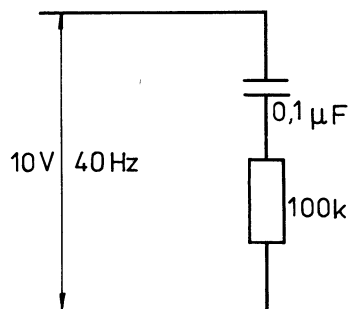
Spændingen over kondensatoren

Resulterende impedans af RC

Strømmen i modstanden

Effekten i modstanden

Effekten fra spændingskilden



Spændingen over modstanden

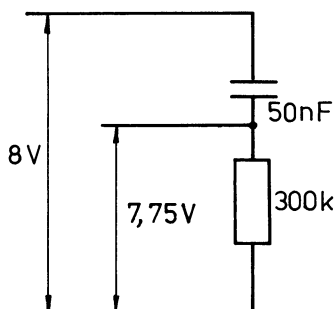
Spændingen over kondensatoren

Resulterende impedans af RC

Strømmen i modstanden

Effekten i modstanden

Effekten fra spændingskilden



Den benyttede frekvens

Spændingen over kondensatoren

Strømmen i kondensatoren

Strømmen gennem modstanden

Effekten i modstanden

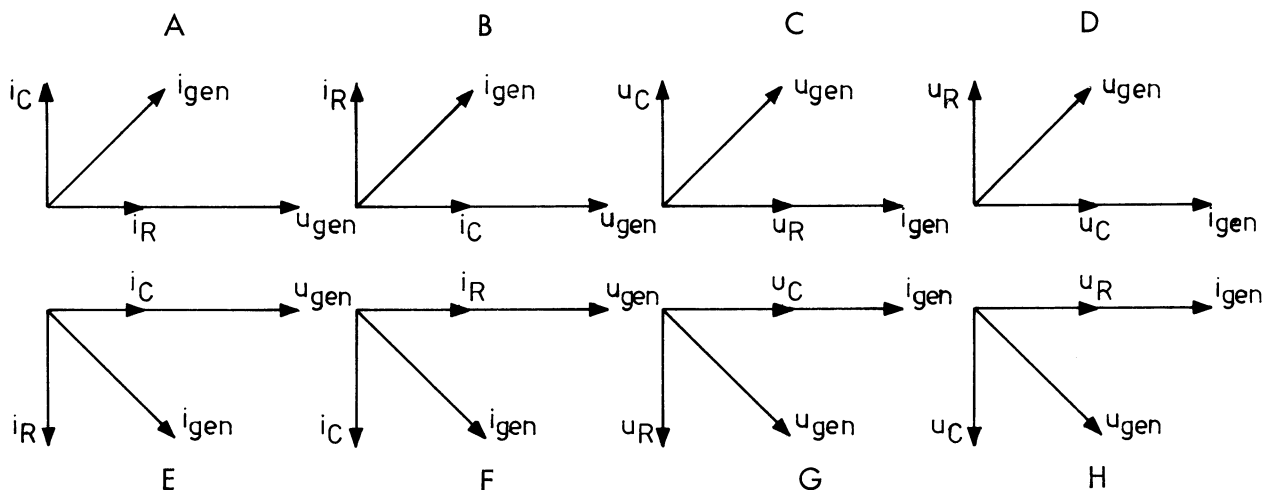
Effekten fra spændingskilden

Navn: \_\_\_\_\_ Trin: \_\_\_\_\_ Dato: / 19 Godk.: \_\_\_\_\_ 225

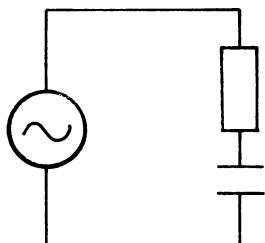


Hvilke af de 8 viste vektordiagrammer tilhører de efterfølgende 6 kredsløb.

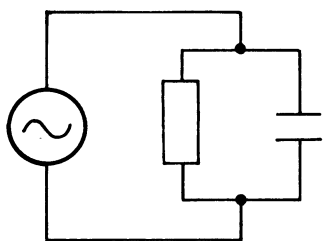
Angiv det tilhørende vektordiagramms bogstav med kryds i svarfirkant.



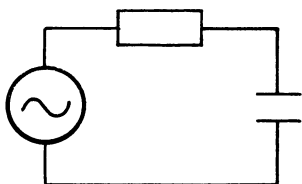
1.



2.



3.



A ☐  
B ☐  
C ☐  
D ☐  
E ☐  
F ☐  
G ☐  
H ☐

A ☐  
B ☐  
C ☐  
D ☐  
E ☐  
F ☐  
G ☐  
H ☐

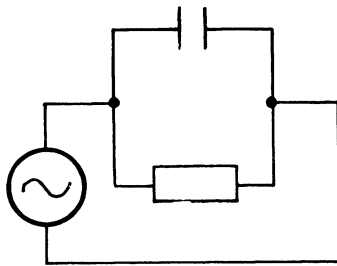
A ☐  
B ☐  
C ☐  
D ☐  
E ☐  
F ☐  
G ☐  
H ☐

Navn: \_\_\_\_\_ Trin: \_\_\_\_\_ Dato: / 19

Godk.: \_\_\_\_\_ 227

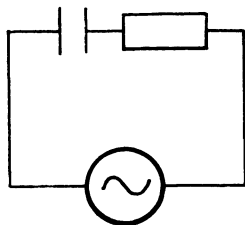


4.



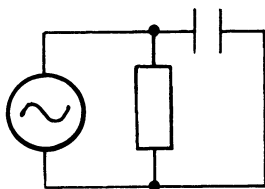
- A ☐
- B ☐
- C ☐
- D ☐
- E ☐
- F ☐
- G ☐
- H ☐

5.



- A ☐
- B ☐
- C ☐
- D ☐
- E ☐
- F ☐
- G ☐
- H ☐

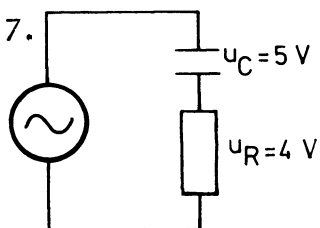
6.



- A ☐
- B ☐
- C ☐
- D ☐
- E ☐
- F ☐
- G ☐
- H ☐

Tegn vektordiagram for de efterfølgende kredsløb og beregn den manglende størrelse.

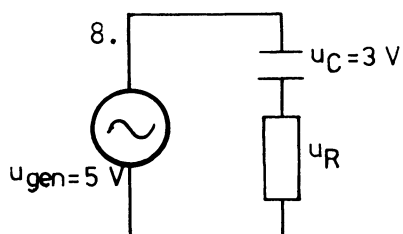
7.



+

- $U_{\text{gen}} = 3 \text{ V}$  ☐
- 5,6 V ☐
- 6,4 V ☐
- 9,0 V ☐
- 16,6 V ☐

8.

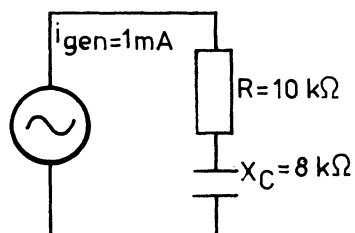


+

- $U_R = 2 \text{ V}$  ☐
- 3,2 V ☐
- 4,0 V ☐
- 5,8 V ☐
- 6,4 V ☐



9.



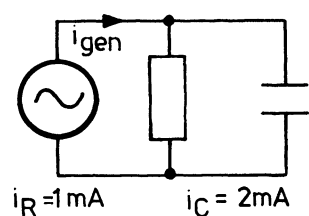
+

- $U_{XC} = 0,8 \text{ V}$  ☐  
 $1,0 \text{ V}$  ☐  
 $1,6 \text{ V}$  ☐  
 $6,4 \text{ V}$  ☐  
 $8,0 \text{ V}$  ☐

- $U_R = 1,0 \text{ V}$  ☐  
 $3,1 \text{ V}$  ☐  
 $6,2 \text{ V}$  ☐  
 $8,0 \text{ V}$  ☐  
 $10,0 \text{ V}$  ☐

- $U_{gen} = 4,05 \text{ V}$  ☐  
 $6 \text{ V}$  ☐  
 $8 \text{ V}$  ☐  
 $12,8 \text{ V}$  ☐  
 $18 \text{ V}$  ☐

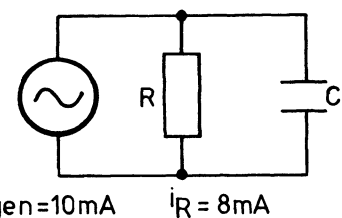
10.



+

- $i_{gen} = 1,64 \text{ mA}$  ☐  
 $2,24 \text{ mA}$  ☐  
 $3,00 \text{ mA}$  ☐  
 $4,14 \text{ mA}$  ☐  
 $5,00 \text{ mA}$  ☐

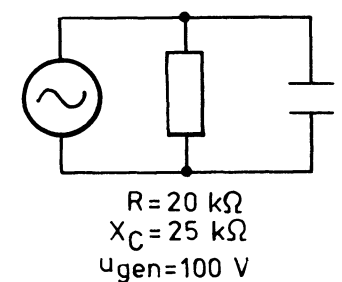
11.



+

- $i_C = 2 \text{ mA}$  ☐  
 $3 \text{ mA}$  ☐  
 $4 \text{ mA}$  ☐  
 $5 \text{ mA}$  ☐  
 $6 \text{ mA}$  ☐

12.



+

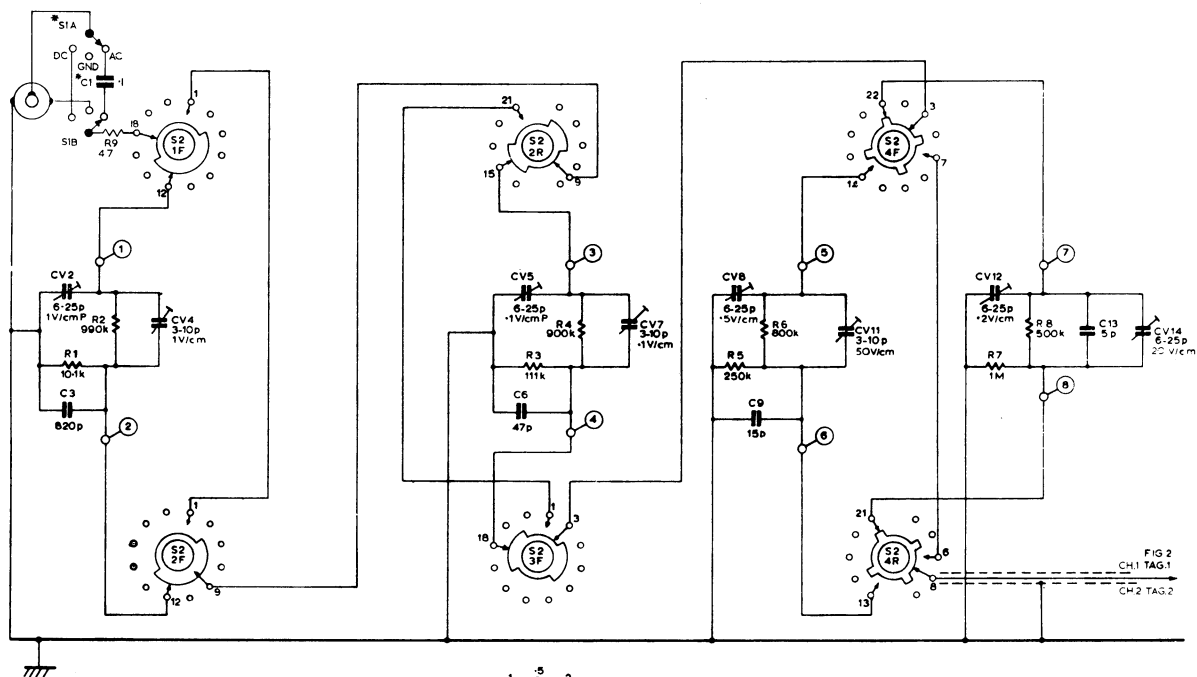
- $i_R = 5 \text{ mA}$  ☐  
 $10 \text{ mA}$  ☐  
 $20 \text{ mA}$  ☐  
 $40 \text{ mA}$  ☐  
 $50 \text{ mA}$  ☐

- $i_C = 2 \text{ mA}$  ☐  
 $4 \text{ mA}$  ☐  
 $8 \text{ mA}$  ☐  
 $16 \text{ mA}$  ☐  
 $25 \text{ mA}$  ☐

- $i_{gen} = 3,5 \text{ mA}$  ☐  
 $4,1 \text{ mA}$  ☐  
 $5,2 \text{ mA}$  ☐  
 $6,4 \text{ mA}$  ☐  
 $9,0 \text{ mA}$  ☐



1. Indtegn signalvejen på diagrammet, når attenuatoren er i stilling 50 mV/cm.

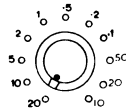


## NOTES:-

1. (N) DENOTES TAG NOS. ON PC.73

2. SWITCHES SHOWN IN FULLY ANTI-CLOCKWISE POSITION

3. ■ DENOTES COMPONENTS NOT MOUNTED ON PC.73



S2 (VOLTS/CM) SWITCH POSITIONS

ATTENUATOR CIRCUIT

2. Angiv værdien af den resulterende top- og resulterende bundmodstand i stilling 100 mV/cm.

---



---

3. Angiv, hvilke kapaciteter der indgår i den kapacitive kompenstation i stilling 20 mV/cm.

---



---



---



---



---



---



---



---



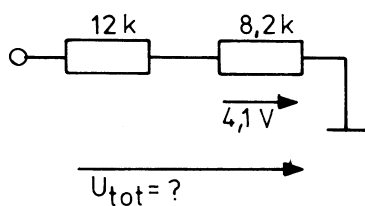
---



---

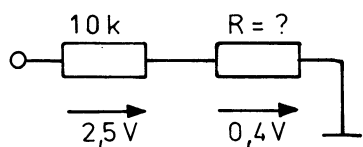


1.



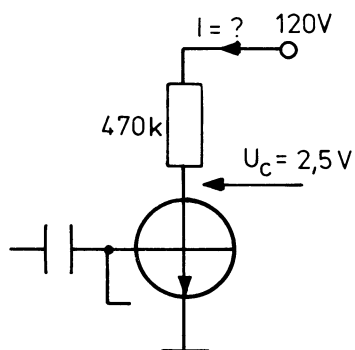
- 6 V ☐  
10,1 V ☐  
0,5 V ☐  
8,1 V ☐  
11 V ☐

2.

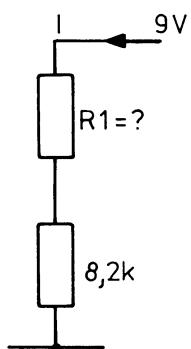


- 16 kΩ ☐  
100 kΩ ☐  
1 kΩ ☐  
1,6 kΩ ☒  
2 kΩ ☐

3.



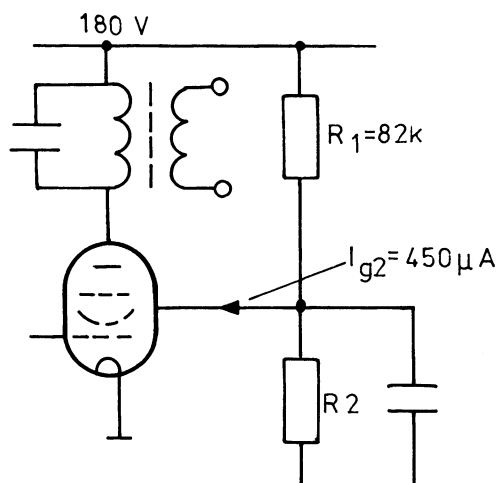
- 20 mA ☐  
20 μA ☐  
2 mA ☐  
1 mA ☐  
200 μA ☐

4. Bestem  $R_1$  for  $I = 0,3$  mA

- 30 kΩ ☐  
22,8 kΩ ☐  
218 kΩ ☐  
3 kΩ ☐  
21,8 kΩ ☐

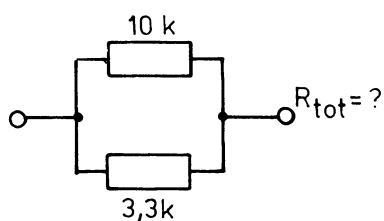


5. Bestem  $R_2$  for  $U_{g_2} = 35 \text{ V}$



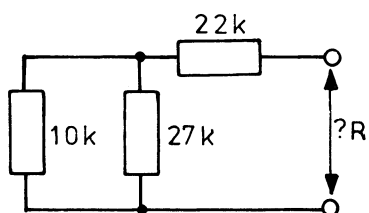
- ca.  $27 \text{ k}\Omega$  ☐  
ca.  $78 \text{ k}\Omega$  ☐  
ca.  $39 \text{ k}\Omega$  ☐  
ca.  $20 \text{ k}\Omega$  ☐  
ca.  $100 \text{ k}\Omega$  ☐

6.



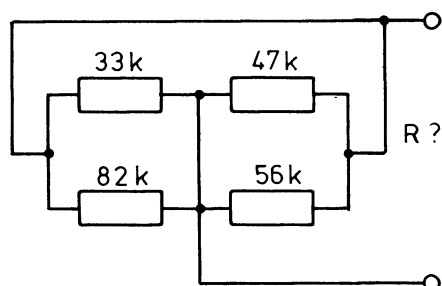
- $13,3 \text{ k}\Omega$  ☐  
 $2,48 \text{ k}\Omega$  ☐  
 $4 \text{ k}\Omega$  ☐  
 $1,6 \text{ k}\Omega$  ☐  
 $24,8 \text{ k}\Omega$  ☐

7.



- $32 \text{ k}\Omega$  ☐  
 $73 \text{ k}\Omega$  ☐  
 $29,8 \text{ k}\Omega$  ☐  
 $29,3 \text{ k}\Omega$  ☐  
 $7,3 \text{ k}\Omega$  ☐

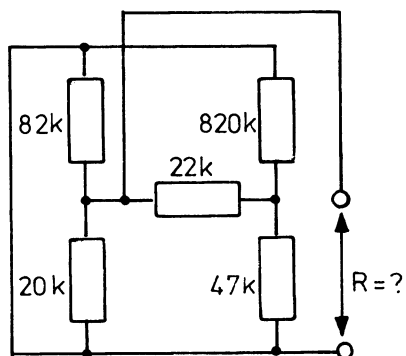
8.



- $7,9 \text{ k}\Omega$  ☐  
 $8,83 \text{ k}\Omega$  ☐  
 $6,67 \text{ k}\Omega$  ☐  
 $10,2 \text{ k}\Omega$  ☐  
 $12,26 \text{ k}\Omega$  ☐

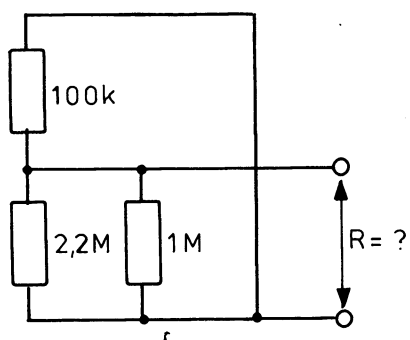


9.



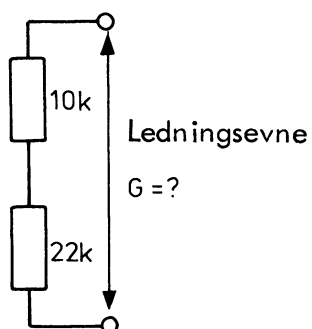
- 12,9 k $\Omega$  ☐
- 66,4 k $\Omega$  ☐
- 16 k $\Omega$  ☐
- 89 k $\Omega$  ☐
- 78,8 k $\Omega$  ☐

10.



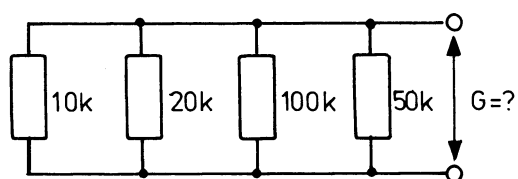
- 97 k $\Omega$  ☐
- 870 k $\Omega$  ☐
- 87 k $\Omega$  ☐
- 970 k $\Omega$  ☐
- 82 k $\Omega$  ☐

11.



- 31,2  $\mu$ S ☐
- 32,1  $\mu$ S ☐
- 31,2 mS ☐
- 310  $\mu$ S ☐
- 3,1 mS ☐

12.

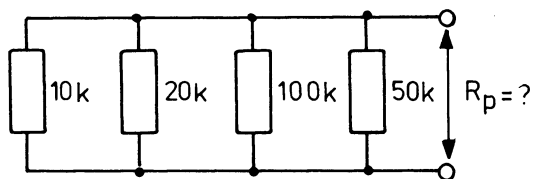


- 5,5 k $\Omega$  ☐
- 5,5  $\mu$ S ☐
- 55 mS ☐
- 180  $\mu$ S ☐
- 18  $\mu$ S ☐



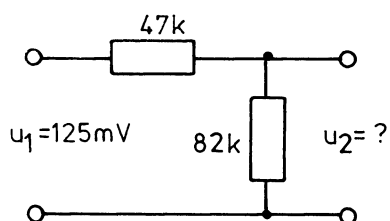


13.



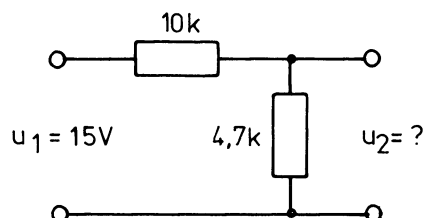
- 180  $\mu S$  ☐
- 0,18 mS ☐
- 8,8 k $\Omega$  ☐
- 5,9 k $\Omega$  ☐
- 5,55 k $\Omega$  ☐

14.



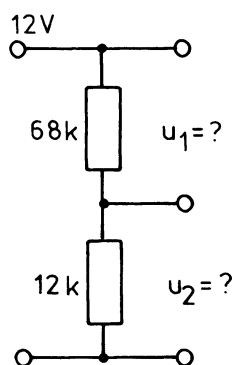
- 125 mV ☐
- 98 mV ☐
- 62,5 mV ☐
- 80 mV ☐
- 115 mV ☐

15.



- 10,2 V ☐
- 16 V ☐
- 4,7 V ☐
- 10 V ☐
- 4,8 V ☐

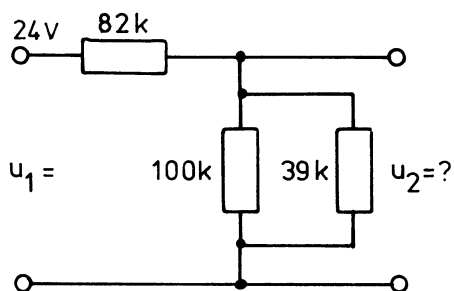
16.



- | $u_1$  | $u_2$  |                          |
|--------|--------|--------------------------|
| 10,2 V | 1,8 V  | <input type="checkbox"/> |
| 1,8    | 10,2 V | <input type="checkbox"/> |
| 9,8 V  | 2,2 V  | <input type="checkbox"/> |
| 2,2 V  | 9,8 V  | <input type="checkbox"/> |
| 2,4 V  | 9,6 V  | <input type="checkbox"/> |

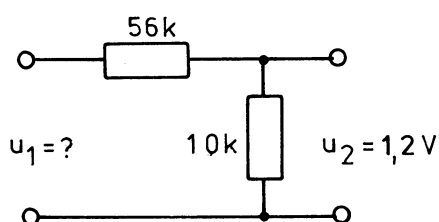


17.



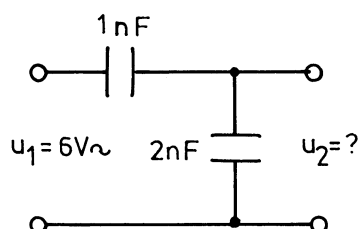
- 7,86 V ☐
- 5,6 V ☐
- 1,6 V ☐
- 6,1 V ☐
- 9,2 V ☐

18.



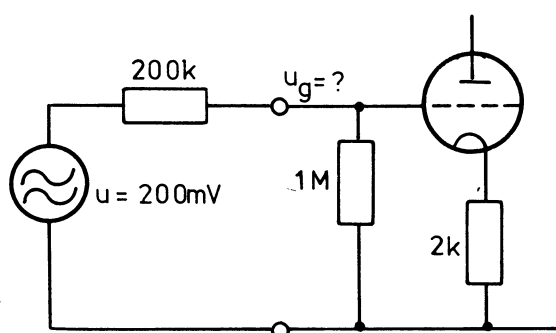
- 9 V ☐
- 12 V ☐
- 7,2 V ☐
- 7,9 V ☐
- 6,8 V ☐

19.

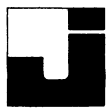


- 4 V ☐
- 2 V ☒
- 1,5 V ☐
- 3 V ☐
- 5 V ☐

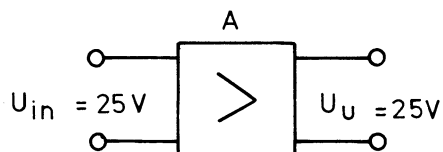
20.



- 200 mV ☐
- 167 mV ☐
- 185 mV ☐
- 100 mV ☐
- 20 mV ☐



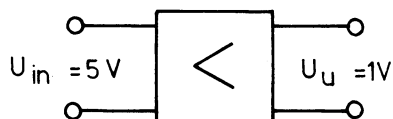
1.



Hvor mange dB udgør forstærkningen A?

A = \_\_\_\_\_

2.



Hvor mange dB udgør dæmpningen?

dB = \_\_\_\_\_

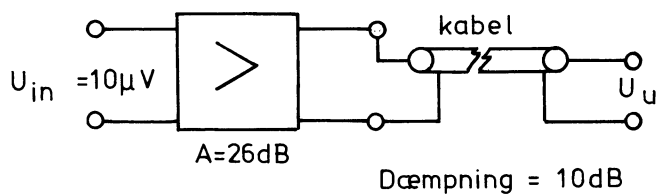
3.

Strømförstærkningen i en forstærker opgives til 50 gange.

Hvor mange dB udgør forstærkningen?

dB = \_\_\_\_\_

4.

 $U_u =$  \_\_\_\_\_

Hvor mange volt udgør  $U_u$ ?

5.

Om en forstærker ved man, at den forstærker 0 dB.

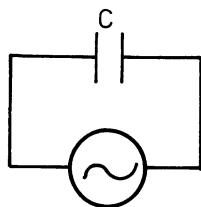
Beregn udgangsspændingen  $U_u$  ved indgangsspænding  $U_{in} = 1$  V.



1.

$$f = 2 \text{ kHz}$$

$$C = 10 \text{ nF}$$

Find  $X_c$ 

$12 \text{ k}\Omega$

☐

$1,2 \text{ k}\Omega$

☐

$800 \Omega$

☐

$8 \text{ k}\Omega$

☐

$3 \text{ k}\Omega$

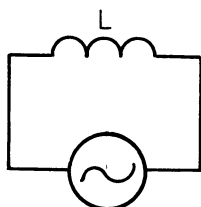
☐

2.

$$L = 8 \text{ mH}$$

$$X_L = 3,3 \text{ k}\Omega$$

Find frekvensen.



$33 \text{ kHz}$

☐

$48 \text{ kHz}$

☐

$59 \text{ kHz}$

☐

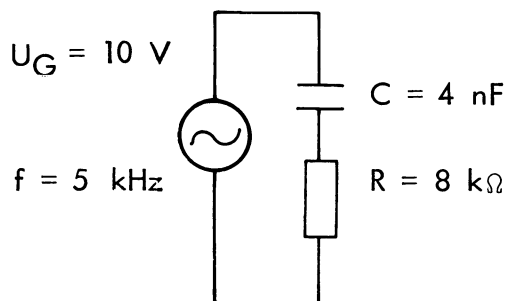
$70 \text{ kHz}$

☐

$65 \text{ kHz}$

☐

3.

Find impedansen  $Z$ .

$1,1 \text{ k}\Omega$

☐

$11 \text{ k}\Omega$

☐

$111 \text{ k}\Omega$

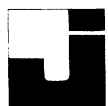
☐

$8 \text{ k}\Omega$

☐

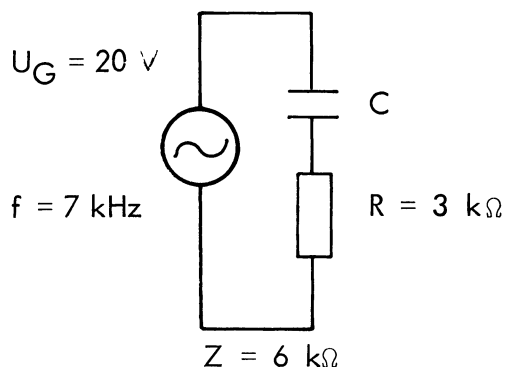
$80 \text{ k}\Omega$

☐



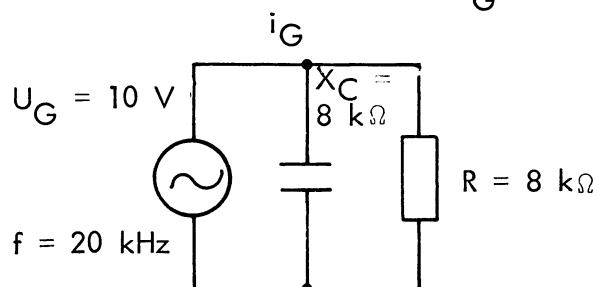
4.

Find kondensatoren C's størrelse.



- 2,2 nF ☐
- 22 nF ☐
- 0,44 nF ☐
- 4,4 nF ☐
- 44 nF ☐

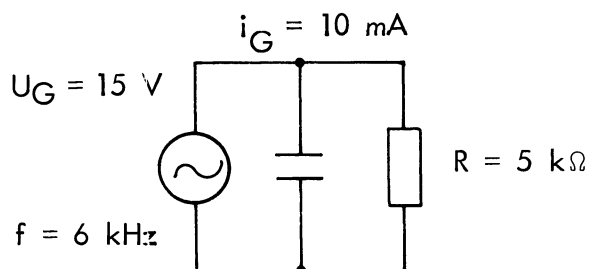
5.

Find generatorstrømmen  $i_G$ .

- 1,25 mA ☐
- 1,7 mA ☐
- 12,5 mA ☐
- 25 mA ☐
- 0,9 mA ☐

6.

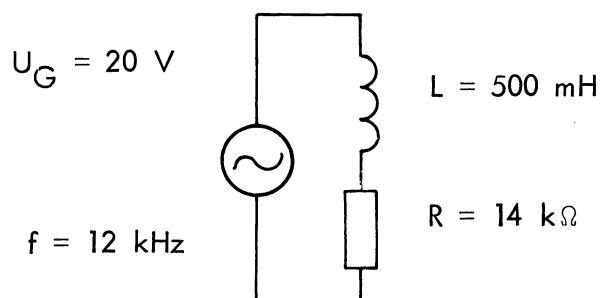
Find kondensatoren C's størrelse.



- 8 nF ☐
- 11 nF ☐
- 14,5 nF ☐
- 16,5 nF ☐
- 21 nF ☐

7.

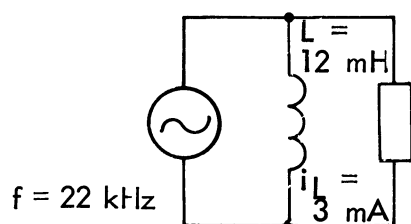
Find impedansen Z.



- 40 kΩ ☐
- 5,1 kΩ ☐
- 51 kΩ ☐
- 20 kΩ ☐
- 10 kΩ ☐



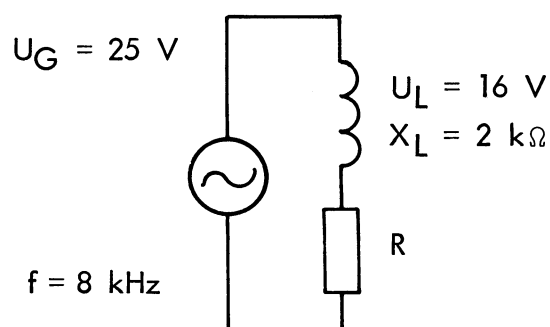
8.

Find generatorspændingen  $u_G$ .

- 3,2 V ☐
- 4,8 V ☐
- 48 V ☐
- 32 V ☐
- 0,32 V ☐

9.

Find modstanden R.



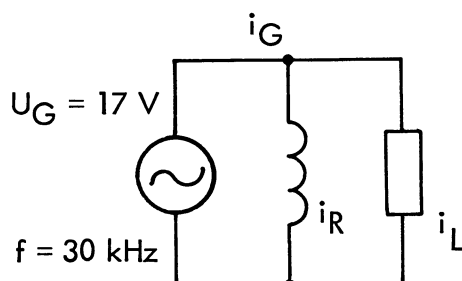
- 1,1 k $\Omega$  ☐
- 11 k $\Omega$  ☐
- 2,4 k $\Omega$  ☐
- 24 k $\Omega$  ☐
- 240 k $\Omega$  ☐

10.

Find generatorstrømmen  $i_G$ .

$$i_L = 12 \text{ mA}$$

$$i_R = 17 \text{ mA}$$



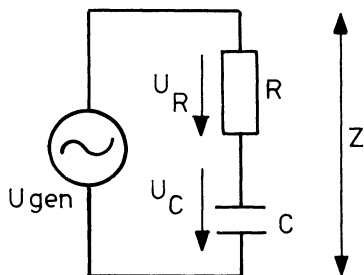
- 29 mA ☐
- 3 mA ☐
- 21 mA ☐
- 14,5 mA ☐
- 12 mA ☐

DISPOSITION

1. Serieled
2. Paralleled
3. Probe

1. SERIELED

- 1.1 Tegn spændingsvektorerne for serieledet

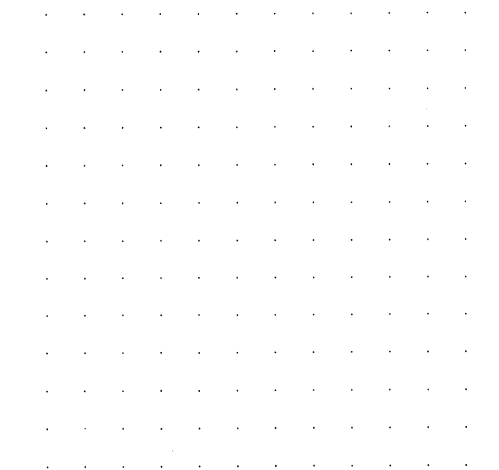


$$R = 20 \text{ k}\Omega$$

og

$$X_C = 15 \text{ k}\Omega$$

- 1.2 Beregn serieledets impedans



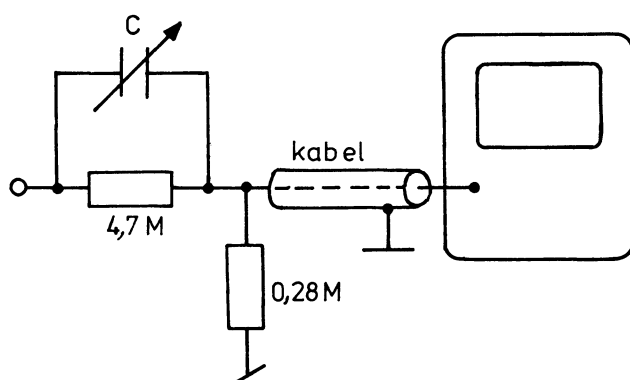
---

---

---





3. PROBE

Kabelkapaciteten er 100 pF.

Oscilloskopets indgangsimpedans er  $2M\Omega // 10\text{ pF}$ .

- 3.1 Hvor meget dæmper proben?  
3.2 Hvor stor skal C være for korrekt kompensering?  
3.3 Angiv probens indgangsimpedans

---

---

---

---

---

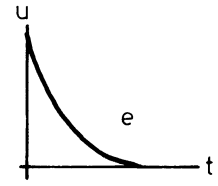
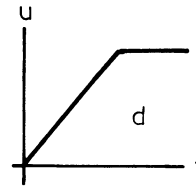
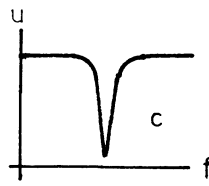
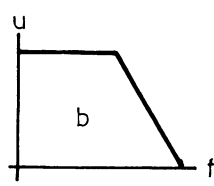
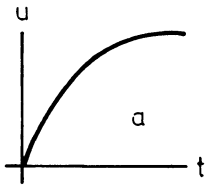
---

---

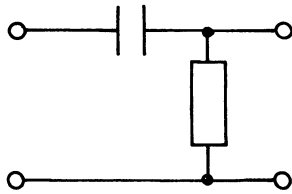
---



1. Hvilke af de viste kurver passer til de efterfølgende fire filtre?  
- angiv den tilhørende kurves bogstav med kryds i svarfirkant

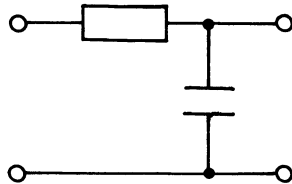


Filter 1.



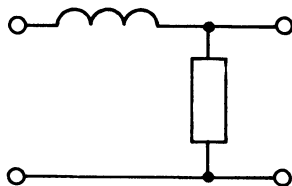
- |   |                          |
|---|--------------------------|
| a | <input type="checkbox"/> |
| b | <input type="checkbox"/> |
| c | <input type="checkbox"/> |
| d | <input type="checkbox"/> |
| e | <input type="checkbox"/> |

Filter 2.



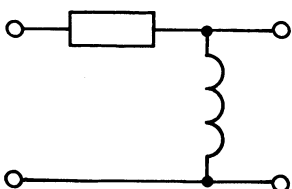
- |   |                          |
|---|--------------------------|
| a | <input type="checkbox"/> |
| b | <input type="checkbox"/> |
| c | <input type="checkbox"/> |
| d | <input type="checkbox"/> |
| e | <input type="checkbox"/> |

Filter 3.



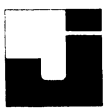
- |   |                          |
|---|--------------------------|
| a | <input type="checkbox"/> |
| b | <input type="checkbox"/> |
| c | <input type="checkbox"/> |
| d | <input type="checkbox"/> |
| e | <input type="checkbox"/> |

Filter 4.

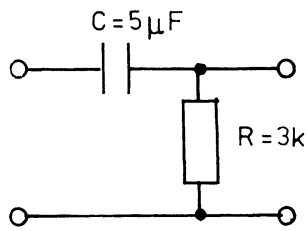


- |   |                          |
|---|--------------------------|
| a | <input type="checkbox"/> |
| b | <input type="checkbox"/> |
| c | <input type="checkbox"/> |
| d | <input type="checkbox"/> |
| e | <input type="checkbox"/> |

Navn: \_\_\_\_\_ Trin: \_\_\_\_\_ Dato: / 19 Godk.: \_\_\_\_\_



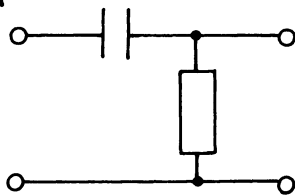
2. Find overgangsfrekvensen  $f_o$ .



- 6,3 Hz ☐  
16,6 Hz ☐  
26,4 Hz ☐  
10,6 Hz ☐  
66 Hz ☐

3. Med hvor mange dB/oktav hælder kurven på fig. 1 ?

Fig. 1



- 24 dB ☐  
18 dB ☐  
12 dB ☐  
6 dB ☐  
3 dB ☐

4. Hvad er fasedrejningen ved overgangsfrekvensen  $f_o$ ? Se fig. 1.

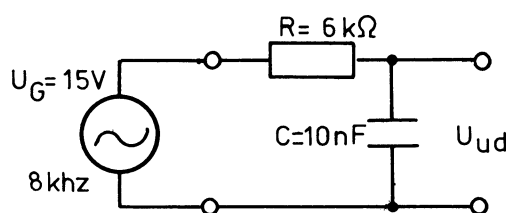
- $0^\circ$  ☐  
 $45^\circ$  ☐  
 $90^\circ$  ☐  
 $180^\circ$  ☐  
 $-90^\circ$  ☐

5. Hvad er fasedrejningen ved en meget høj frekvens? Se fig. 1.

- $0^\circ$  ☐  
 $45^\circ$  ☐  
 $65^\circ$  ☐  
 $90^\circ$  ☐  
 $180^\circ$  ☐

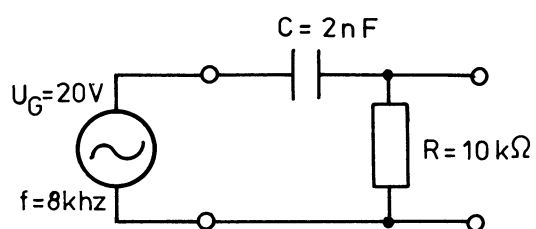


6. Find udgangsspændingen  $u_{ud}$ .

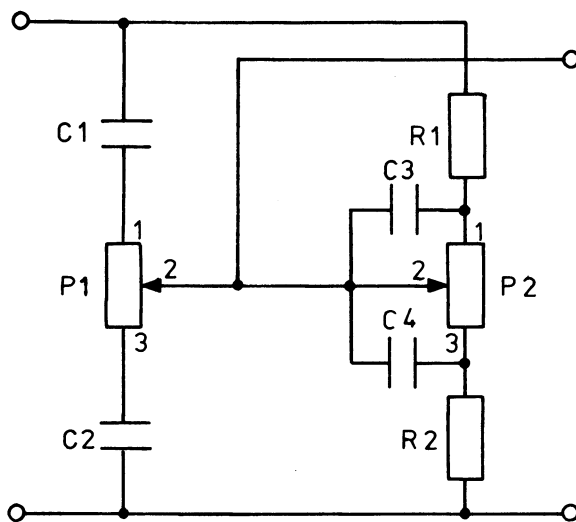
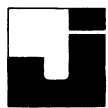


- 15 V ☐
- 10 V ☐
- 7,5 V ☐
- 6,3 V ☐
- 4,8 V ☐

7. Hvad er rigtigt?



- | Fasedrejning |     |         |                          |
|--------------|-----|---------|--------------------------|
| -            | 0°  | 14 V ud | <input type="checkbox"/> |
| -            | 60° | 10 V ud | <input type="checkbox"/> |
| -            | 45° | 14 V ud | <input type="checkbox"/> |
| -            | 90° | 10 V ud | <input type="checkbox"/> |
| -            | 45° | 10 V ud | <input type="checkbox"/> |



1.  $C_1$  indgår for at give

- Bashævning ☐  
Bassækning ☐  
Diskanthævning ☐  
Diskantsækning ☐

2.  $C_4$  indgår for at give

- Bashævning ☐  
Bassækning ☐  
Diskanthævning ☐  
Diskantsækning ☐

3.  $C_2$  indgår for at give

- Bashævning ☐  
Bassækning ☐  
Diskanthævning ☐  
Diskantsækning ☐

4.  $C_3$  indgår for at give

- Bashævning ☐  
Bassækning ☐  
Diskanthævning ☐  
Diskantsækning ☐

5.  $P_1$  i yderstilling 1 giver

- Bashævning ☐  
Bassækning ☐  
Diskanthævning ☐  
Diskantsækning ☐

6.  $P_2$  i yderstilling 1 giver

- Bashævning ☐  
Bassækning ☐  
Diskanthævning ☐  
Diskantsækning ☐

7.  $P_1$  i yderstilling 3 giver

- Bashævning ☐  
Bassækning ☐  
Diskanthævning ☐  
Diskantsækning ☐

8.  $P_2$  i yderstilling 3 giver

- Bashævning ☐  
Bassækning ☐  
Diskanthævning ☐  
Diskantsækning ☐

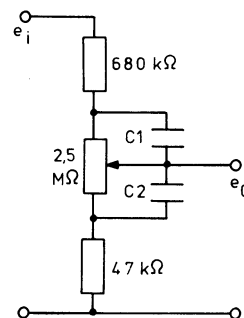
Navn: \_\_\_\_\_ Trin: \_\_\_\_\_ Dato: \_\_\_\_\_ / 19 \_\_\_\_\_ Godk.: \_\_\_\_\_ 253



1.

Beregn følgende for det viste korrektionsled:

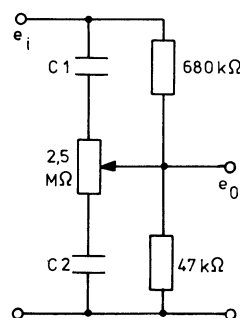
- Størrelsen for kondensatoren  $C_1$  med  $f_0 = 400$  Hz?
- Størrelsen for kondensatoren  $C_2$  med  $f_0 = 400$  Hz?
- Hvilken del af toneområdet vil det viste korrektionsled korrigere?



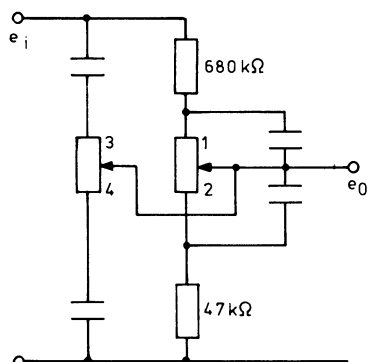
2.

Beregn følgende for det viste korrektionsled:

- Størrelsen for kondensatoren  $C_1$  med  $f_0 = 2$  kHz?
  - Størrelsen for kondensatoren  $C_2$  med  $f_0 = 2$  kHz?
  - Hvilken del af toneområdet vil det viste korrektionsled korrigere?
3. Tegn i koordinatsystemet de tilnærmede kurver for  $e_0$  med de to potentiometre i henholdsvis stilling 1, 2, 3 og 4.



Komponenterne er de samme som for de to første korrektionsled.





# 1. POTENSOPLØFTNING OG RODUDDRAGNING

$$1.1 \quad 36^2 = 36 \cdot 36 = 40 \cdot 30 = 1200$$

$$1.2 \quad 830^2 =$$

$$1.3 \quad 0,46^2 =$$

$$1.4 \quad 0,2^2 =$$

$$1.5 \quad 8563^2 =$$

$$1.6 \quad 0,16^2 =$$

$$1.7 \quad (32 \text{ k})^2 =$$

$$1.8 \quad (0,86 \text{ k})^2 =$$

$$1.9 \quad (0,48 \mu)^2 =$$

$$1.10 \quad (560 \text{ n})^2 =$$

$$1.11 \quad (36 \text{ m})^2 =$$

$$1.12 \quad (64 \text{ p})^2 =$$

$$1.13 \quad \sqrt{40} =$$

$$1.14 \quad \sqrt{220} =$$

$$1.15 \quad \sqrt{0,4} =$$

$$1.16 \quad \sqrt{0,06} =$$

$$1.17 \quad \sqrt{1256} =$$

$$1.18 \quad \sqrt{0,0008} =$$

$$1.19 \quad \sqrt{32 \text{ k}} =$$

$$1.20 \quad \sqrt{400 \text{ m}} =$$

$$1.21 \quad \sqrt{2,5 \text{ k}} =$$

$$1.22 \quad \sqrt{680 \mu} =$$

$$1.23 \quad \sqrt{1 \text{ k}} =$$

$$1.24 \quad \sqrt{270 \text{ n}} =$$

Navn: \_\_\_\_\_ Trin: \_\_\_\_\_ Dato: / 19 Godk.: \_\_\_\_\_ 257

2. EFFEKTBEREGNING

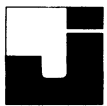
2.1	$I = 115 \text{ mA}$ $R = 125 \Omega$	$P = I^2 \cdot R = 115 \text{ m} \cdot 115 \text{ m} \cdot 125 =$ $1,15 \cdot 1,15 \cdot 1,25 = 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 1,5 \text{ W}$
2.2	$I = 45 \text{ mA}$ $R = 150 \Omega$	$P =$
2.3	$I = 0,8 \text{ mA}$ $R = 220 \text{ k}\Omega$	$P =$
2.4	$I = 6,5 \text{ mA}$ $R = 8,2 \text{ k}\Omega$	$P =$
2.5	$I = 0,0025 \text{ A}$ $R = 52 \text{ k}\Omega$	$P =$
2.6	$I = 0,186 \text{ A}$ $R = 75 \Omega$	$P =$
2.7	$I = 185 \mu\text{A}$ $R = 47 \text{ k}\Omega$	$P =$
2.8	$I = 0,5 \text{ mA}$ $R = 480 \text{ k}\Omega$	$P =$
2.9	$I = 78 \text{ mA}$ $R = 265 \Omega$	$P =$
2.10	$I = 0,0055 \text{ A}$ $R = 470 \Omega$	$P =$





### 3. PARALLELFORBUNDNE MOD- STANDE

3.1	$R_1 = 150 \Omega$ $R_2 = 170 \Omega$	$R_p = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{150 \cdot 170}{150 + 170} = \frac{150 \cdot 170}{320} = \frac{1 \cdot 170}{2} = 85 \Omega$
3.2	$R_1 = 350 \Omega$ $R_2 = 600 \Omega$	$R_p =$
3.3	$R_1 = 2,5 M\Omega$ $R_2 = 150 k\Omega$	$R_p =$
3.4	$R_1 = 10 k\Omega$ $R_2 = 220 k\Omega$	$R_p =$
3.5	$R_1 = 220 k\Omega$ $R_2 = 680 k\Omega$	$R_p =$
3.6	$R_1 = 560 \Omega$ $R_p = 150 \Omega$	$R_2 = \frac{R_1 \cdot R_p}{R_1 - R_p} = \frac{560 \cdot 150}{560 - 150} = \frac{560 \cdot 150}{410} = \frac{8 \cdot 25}{1} = 200 \Omega$
3.7	$R_1 = 3,3 k\Omega$ $R_p = 1,2 k\Omega$	$R_2 =$
3.8	$R_2 = 820 \Omega$ $R_p = 700 \Omega$	$R_1 =$
3.9	$R_2 = 2,2 M\Omega$ $R_p = 0,82 M\Omega$	$R_1 =$
3.10	$R_2 = 3,3 \Omega$ $R_p = 1 \Omega$	$R_1 =$



1.  $a^2 a^3 a^7 a^4$

---

2.  $(2 : 5)^{-2}$

---

3.  $a^4 a^7 a^{-3} a^{-2}$

---

4.  $(3 : 7)^2$

---

5.  $a^7 a^3 : a^5$

---

6.  $(a^3)^4$

---

7.  $a^4 a^{20} : a^{-8}$

---

8.  $(a^{-2})^5$

---

9.  $(abc)^3$

---

10.  $\frac{2^2 3^6 5^{-1} 2^8 25}{3^2 9^2 8^3}$

---

11. Omskriv hvert af følgende tal til en potens af 10.

100, 1.000, 10.000.000, 0,1, 0,0001, 0,00001.

---

---

---

---

---

---

Navn: \_\_\_\_\_ Trin: \_\_\_\_\_ Dato: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ 19 \_\_\_\_\_ Godk.: \_\_\_\_\_



12. Omskriv hvert af følgende tal til et tal mellem 1 og 10 multipliseret med en potens af 10.  
10, 35, 4785, 0,385, 0,00057, 0,001057.

---

---

---

---

---

---

---

13. Omskriv hvert af følgende tal til decimaltal:  
 $75 \cdot 10^4$ ,  $1,35 \cdot 10^{-3}$ ,  
 $1,045 \cdot 10^{-1}$ ,  $9,995 \cdot 10^6$ ,  
 $5,324 \cdot 10^2$ .

---

---

---

---

---

---

---

14.  $0,002 \cdot 4000 \cdot 20 \cdot 0,0002 : 0,0004$ .

---

---

---

15. Omskriv hvert af følgende tal til et tal mellem 1 og 10 multipliseret med en potens af 10.  
17, 3475, 190, 0,1347, 0,01014, 0,0000679.

---

---

---

---

---

---

---

16. Omskriv hvert af følgende tal til et tal mellem 1 og 10 multipliseret med en potens af 10.  
0,01547, 346, 67839, 524874, 0,00583.

---

---

---

---

---

---

---

17. Omskriv hvert af følgende tal til et tal mellem 1 og 10 multipliseret med en potens af 10.  
5522785, 0,00624, 0,4277, 181, 335726.

---

---

---

---

---

---

---



18. Omskriv hvert af følgende tal til et tal mellem 1 og 10 multipliseret med en potens af 10.  
0,00532, 0,0000662, 6345981, 227469, 0,000467.

---

---

---

---

---

---

19. Omskriv hvert af følgende tal til decimaltal :  
 $3,8 \cdot 10^{-3}$ ,  $473 \cdot 10^{-5}$ ,  
 $6,2 \cdot 10^2$ ,  $0,00341 \cdot 10^{-2}$ .

---

---

---

---

---

---

20. Omskriv hvert af følgende tal til decimaltal :  
 $390, 16 \cdot 10^{-6}$ ,  $42,001 \cdot 10^2$ ,  
 $5,81 \cdot 10^{-4}$ ,  $43,942 \cdot 10^5$ .

---

---

---

---

21. Omskriv hvert af følgende tal til decimaltal :

$$43,91 \cdot 10^{-9}, 1,78 \cdot 10^{-6},$$
$$653,1 \cdot 10^9, 0,0000324 \cdot 10^6.$$

---

---

---

---

22. Omskriv hvert af følgende tal til decimaltal :

$$3,586 \cdot 10^{-4}, 3,846 \cdot 10^4,$$
$$3,776 \cdot 10^6, 3,554 \cdot 10^{-6}.$$

---

---

---

---

23. Omskriv hvert af følgende tal til decimaltal :

$$5,88 \cdot 10^6, 5,227 \cdot 10^{-5},$$
$$4,889 \cdot 10^3, 0,000043 \cdot 10^2.$$

---

---

---

---



24. Omskriv hvert af følgende tal til decimaltal:

$$0,000678 \cdot 10^{-2}, 0,0001431 \cdot 10^7$$
$$0,118 \cdot 10^4, 0,1122 \cdot 10^6.$$

---

---

---

---

25. Omskriv hvert af følgende tal til decimaltal:

$$1,164 \cdot 10^4, 1,175 \cdot 10^{-3},$$
$$1,187 \cdot 10^{-6}, 0,00432 \cdot 10^6$$

---

---

---

---

26. 
$$\frac{0,0004 \cdot 400 \cdot 3000 \cdot 0,6}{40000 \cdot 0,009}$$

---

---

---

27. 
$$\frac{0,0018 \cdot 0,00002 \cdot 4000 \cdot 300}{6000 \cdot 0,004 \cdot 9000 \cdot 0,002}$$

---

---

28. 
$$\frac{1600 \cdot 400 \cdot 0,0006 \cdot 0,00002}{0,4 \cdot 3200 \cdot 0,002 \cdot 40}$$

---

---

29. 
$$\frac{12 \cdot 24000 \cdot 0,0003 \cdot 0,06 \cdot 10}{0,0003 \cdot 40000 \cdot 600 \cdot 0,003}$$

---

---

30. 
$$\frac{0,0004 \cdot 0,00003 \cdot 0,000007 \cdot 6000}{0,400 \cdot 0,3 \cdot 60000 \cdot 21000}$$

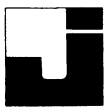
---

---

31. 
$$\frac{0,03 \cdot 120000 \cdot 0,004 \cdot 60 \cdot 8000}{4000 \cdot 0,00032 \cdot 180}$$

---

---



1.	$U = 10,5 \text{ V}$	$R = 35 \Omega$	$I =$
2.	$U = 25 \text{ V}$	$R = 6,25 \text{ k}\Omega$	$I =$
3.	$U = 300 \text{ mV}$	$R = 1,5 \text{ M}\Omega$	$I =$
4.	$U = 110 \text{ V}$	$R = 75 \Omega$	$I =$
5.	$U = 750 \text{ V}$	$R = 50 \text{ k}\Omega$	$I =$
6.	$U = 4,5 \text{ V}$	$I = 3 \text{ A}$	$R =$
7.	$U = 110 \text{ V}$	$I = 25 \text{ mA}$	$R =$
8.	$U = 2,5 \text{ kV}$	$I = 625 \mu\text{A}$	$R =$
9.	$U = 220 \text{ V}$	$I = 1,6 \text{ A}$	$R =$
10.	$U = 630 \text{ V}$	$I = 12 \text{ mA}$	$R =$
11.	$R = 15 \Omega$	$I = 2,5 \text{ A}$	$U =$
12.	$R = 18 \text{ k}\Omega$	$I = 21 \text{ mA}$	$U =$
13.	$R = 50 \Omega$	$I = 35 \text{ mA}$	$U =$
14.	$R = 1,02 \text{ k}\Omega$	$I = 5 \text{ A}$	$U =$

15. Gennem en modstand går 2 A, når den tilsluttes 220 V.

Hvor stor er modstanden ?

$R =$

16. En modstand på  $44 \Omega$  tilsluttes 220 V.

Hvor stor er strømmen ?

$I =$

17. Gennem en  $5 \text{ k}\Omega$  modstand sendes en strøm på 6 mA.

Hvor stort er spændingsfaldet over modstanden ?

$U =$

18. Gennem en modstand på  $5 \Omega$  sendes en strøm på 4 A.

Hvor stort er spændingsfaldet over modstanden ?

$U =$

19. Over en  $25 \text{ k}\Omega$  modstand måles et spændingsfald på 50 V.

Hvor stor er strømmen gennem modstanden ?

$I =$

Navn: \_\_\_\_\_ Trin: \_\_\_\_\_ Dato: / 19 Godk.: \_\_\_\_\_ 267

20. Over en modstand, der gennemløbes af en strøm på 5 mA, måles et spændingsfald på 300 V.

Hvor stor er modstanden ?

$$R =$$

21. Spændingsfaldet over en 15 k $\Omega$  modstand er 300 V.

Hvor stor er strømmen gennem den ?

$$I =$$

22. En modstand på 20 k $\Omega$  forbindes tværs over en spændingskilde på 220 V.

Hvor stor bliver strømmen ?

$$I =$$

23. Strømmen gennem en modstand er 80 mA, og spændingen over den er 20 V.

Find modstanden.

$$R =$$

24. Strømmen gennem en modstand er 5 mA.

Hvor stor er modstanden, når spændingsfaldet over den er 150 V ?

$$R =$$

25. Gennem en modstand på 310  $\Omega$  går en strøm på 8 mA.

Find spændingsfaldet.

$$U =$$

26. Et seriekredsløb påtrykkes en spænding på 250 V. Strømmen gennem det er 14 mA.

Hvor er den samlede modstand i kredsen ?

$$R =$$

27. En modstand på 305  $\Omega$  anbringes tværs over et batteri på 6 V.

Hvor stor bliver strømmen gennem modstanden ?

$$I =$$

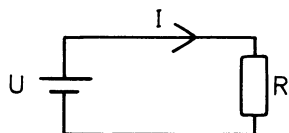


28. Tværs over et batteri anbringes en  $255\Omega$  modstand. Strømmen gennem den er  $47\text{ mA}$ .

Find batterispændingen.

$U =$  \_\_\_\_\_

Til efterfølgende opgaver bruges nedenstående kredsløb.



29.	$U =$	$125\text{ V}$	$I =$	$35\text{ mA}$	$P =$		
30.	$U =$	$7,5\text{ V}$	$I =$	$0,4\text{ A}$	$P =$		
31.	$U =$	$2,1\text{ V}$	$I =$	$3,2\text{ A}$	$P =$		
32.	$U =$	$15\text{ V}$	$R =$	$7,5\text{ k}\Omega$	$P =$		
33.	$U =$	$220\text{ V}$	$R =$	$1\text{ k}\Omega$	$P =$		
34.	$U =$	$100\text{ V}$	$I =$	$0,2\text{ mA}$	$P =$		
35.	$R =$	$1,2\text{ M}\Omega$	$I =$	$0,2\text{ mA}$	$P =$		
36.	$R =$	$250\Omega$	$I =$	$10\text{ mA}$	$P =$		
37.	$R =$	$10\text{ k}\Omega$	$I =$	$3,2\text{ mA}$	$P =$		
38.	$E =$	$15\text{ V}$	$P =$	$1\text{ W}$	$R =$		$I =$
39.	$R =$	$25\text{ k}\Omega$	$P =$	$4\text{ mW}$	$U =$		$I =$
40.	$I =$	$3\text{ mA}$	$P =$	$60\text{ mW}$	$U =$		$R =$

41. I en modstand på  $80\Omega$  afsættes  $720\text{ }\mu\text{W}$ .

Beregn strømmen.

$I =$  \_\_\_\_\_

42. I en modstand afsættes  $10\text{ mW}$  ved en spænding på  $5\text{ V}$ .

Find modstanden.

$R =$  \_\_\_\_\_





43. Spændingsfaldet over en modstand er  $3,5 \text{ V}$ , og strømmen gennem den er  $8,6 \text{ mA}$ .

Find den effekt, der afsættes i modstanden.

$$P = \underline{\hspace{10cm}}$$

44. Hvor stor effekt afsættes i en  $3 \text{ k}\Omega$  modstand, hvor over der er et spændingsfald på  $180 \text{ V}$ ?

$$P = \underline{\hspace{10cm}}$$

45. Hvor stor effekt afsættes i en modstand på  $50 \text{ k}\Omega$ , når spændingsfaldet over den er  $250 \text{ V}$ ?

$$P = \underline{\hspace{10cm}}$$

46. I en  $220 \text{ V}$  loddekolbe,  $66 \text{ W}$ , findes to lige store varmelegemer i serie. Loddekolben skal nu bruges til  $110 \text{ V}$ , og varmelegemerne anbringes i parallel.

Hvor mange ampere vil den da trække fra lysnettet?

$$I = \underline{\hspace{10cm}}$$

47. Hvor stor effekt afsættes der i en  $50 \text{ k}\Omega$  modstand, når strømmen gennem den er  $6 \text{ mA}$ ?

$$P = \underline{\hspace{10cm}}$$

48. Hvor stor effekt afsættes i en  $250 \Omega$  modstand, når strømmen gennem den er  $25 \text{ mA}$ .

$$P = \underline{\hspace{10cm}}$$

49. En  $115 \text{ W}$ ,  $220 \text{ V}$  loddekolbe bruges i fire dage fra 0800 til 1600.

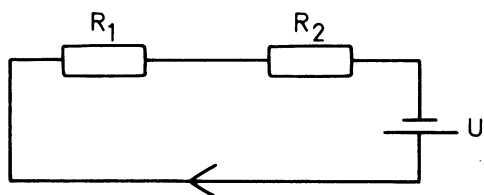
Hvor stor strøm trækker den fra lysnettet?

$$I = \underline{\hspace{10cm}}$$

Hvor meget vil det koste at have den brændende de fire dage, når el-prisen er  $15 \text{ øre/kWh}$ ?

$$\underline{\hspace{10cm}}$$

Til efterfølgende opgaver anvendes viste kredsløb.





$$50. \quad U = 25 \text{ V} \quad R_1 = 15 \Omega \quad R_2 = 35 \Omega$$

$$I =$$

$$51. \quad U = 220 \text{ V} \quad R_1 = 22 \text{ k}\Omega \quad R_2 = 17 \text{ k}\Omega$$

$$I =$$

$$52. \quad U = 115 \text{ V} \quad R_1 = 82 \text{ k}\Omega \quad R_2 = 47 \text{ k}\Omega$$

$$I =$$

$$53. \quad I = 3,5 \text{ mA} \quad R_1 = 330 \Omega \quad R_2 = 470 \Omega$$

$$U =$$

$$54. \quad I = 28 \text{ mA} \quad R_1 = 82 \text{ k}\Omega \quad R_2 = 3,3 \text{ k}\Omega$$

$$U =$$

$$55. \quad I = 12 \mu\text{A} \quad R_1 = 1,2 \text{ M}\Omega \quad R_2 = 560 \text{ k}\Omega$$

$$U =$$

$$56. \quad U = 430 \text{ V} \quad R_1 = 150 \Omega \quad I = 2 \text{ A}$$

$$R_2 =$$

$$57. \quad U = 150 \text{ V} \quad R_1 = 3,5 \text{ k}\Omega \quad I = 22 \text{ mA}$$

$$R_2 =$$

$$58. \quad U = 4,5 \text{ V} \quad R_1 = 50 \text{ k}\Omega \quad I = 54 \mu\text{A}$$

$$R_2 =$$

$$59. \quad U = 35 \text{ V} \quad R_1 = 50 \Omega \quad P_1 = 12,5 \text{ W}$$

$$I =$$

$$P_2 =$$

$$60. \quad U = 250 \text{ V} \quad R_1 = 220 \text{ k}\Omega \quad P_1 = 220 \text{ mW}$$

$$I =$$

$$P_2 =$$

$$61. \quad U = 28 \text{ V} \quad R_1 = 10 \Omega \quad P_1 = 40 \text{ mW}$$

$$I =$$

$$P_2 =$$

$$62. \quad U = 4,5 \text{ V} \quad U_1 = 1,5 \text{ V} \quad P_1 = 0,75 \text{ W}$$

$$R_1 =$$

$$P_2 =$$

$$63. \quad U = 280 \text{ V} \quad U_1 = 235 \text{ V} \quad P_1 = 9,4 \text{ W}$$

$$R_1 =$$

$$P_2 =$$



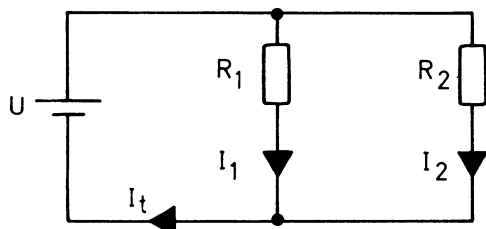
$$64. \quad U = 6,3 \text{ V} \quad U_1 = 4,2 \text{ V} \quad P_1 = 27,3 \text{ W}$$

$$R_1 = \quad P_2 =$$

$$65. \quad U = 27 \text{ V} \quad U_1 = 14 \text{ V} \quad P_1 = 520 \text{ W}$$

$$I = \quad P_t =$$

Til efterfølgende opgaver anvendes viste kredsløb.



$$66. \quad U = 25 \text{ V} \quad R_1 = 10 \Omega \quad R_2 = 15 \Omega$$

$$I_t =$$

$$67. \quad U = 375 \text{ V} \quad R_2 = 47 \text{ k}\Omega \quad R_2 = 68 \text{ k}\Omega$$

$$I_t =$$

$$68. \quad U = 220 \text{ V} \quad R_1 = 2,2 \text{ M}\Omega \quad R_2 = 620 \text{ k}\Omega$$

$$I_t =$$

$$69. \quad U = 12,5 \text{ V} \quad R_1 = 50 \Omega \quad I_t = 300 \text{ mA}$$

$$R_2 = \quad P_t =$$

$$70. \quad U = 220 \text{ V} \quad R_1 = 4,7 \text{ k}\Omega \quad I_t = 55 \text{ mA}$$

$$R_2 = \quad P_t =$$

$$71. \quad U = 5 \text{ V} \quad R_1 = 120 \Omega \quad I_t = 80 \text{ mA}$$

$$R_2 = \quad P_t =$$

$$72. \quad R_1 = 100 \Omega \quad R_2 = 25 \Omega \quad I_t = 350 \text{ mA}$$

$$U = \quad I_1 =$$

$$73. \quad R_1 = 10 \text{ k}\Omega \quad R_2 = 15 \text{ k}\Omega \quad I_t = 5 \text{ mA}$$

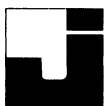
$$U = \quad I_1 =$$

$$74. \quad R_1 = 14 \text{ k}\Omega \quad R_2 = 42 \text{ k}\Omega \quad I_t = 12 \text{ mA}$$

$$U = \quad I_1 =$$

$$75. \quad U = 10 \text{ V} \quad I_t = 5 \text{ mA} \quad P_1 = 33,33 \text{ mW}$$

$$R_1 = \quad R_2 =$$



$$76. \quad U = 28 \text{ V} \quad I_t = 4 \text{ A} \quad P_1 = 14 \text{ W}$$

$$R_1 = \quad R_2 =$$

$$77. \quad U = 325 \text{ V} \quad I_t = 13 \text{ mA} \quad P_1 = 10,55 \text{ mW}$$

$$R_1 = \quad R_2 =$$

$$78. \quad U = 35 \text{ V} \quad P_1 = 70 \text{ mW} \quad P_2 = 192,5 \text{ mW}$$

$$I_t =$$

$$79. \quad U = 270 \text{ V} \quad P_1 = 40,5 \text{ mW} \quad P_2 = 67,5 \text{ mW}$$

$$I_t =$$

$$80. \quad U = 0,175 \text{ kV} \quad P_1 = 720 \text{ mW} \quad P_2 = 41,25 \text{ mW}$$

$$I_t =$$

$$81. \quad P_1 = 45 \text{ W} \quad I_1 = 3 \text{ A} \quad I_2 = 5 \text{ A}$$

$$R_1 = \quad R_2 =$$

$$82. \quad P_1 = 12,5 \text{ mW} \quad I_1 = 25 \text{ mA} \quad I_2 = 75 \text{ mA}$$

$$R_1 = \quad R_2 =$$

$$83. \quad P_1 = 49 \text{ } \mu\text{W} \quad I_1 = 70 \text{ mA} \quad I_2 = 1,25 \text{ mA}$$

$$R_1 = \quad R_2 =$$

$$84. \quad P_1 = 10 \text{ W} \quad R_1 = 1 \Omega \quad P_2 = 2 \text{ W}$$

$$U = \quad R_2 =$$

$$85. \quad E = 10 \text{ V} \quad R_1 = 20 \Omega \quad I_2 = 2 \text{ A}$$

$$R_2 =$$

86. Hvad er den samlede modstand af en parallelkreds, der udgøres af to modstande med farverne orange, orange, orange og grøn grå, gul?

$$R =$$

87.  $310 \Omega$  og  $1420 \Omega$  parallelforbindes.

Find totalmodstanden.

$$R =$$

88. En modstand parallelforbindes med  $21 \text{ k}\Omega$ .

Find modstanden, når totalmodstanden er  $14,2 \text{ k}\Omega$ .

$$R =$$



89.  $145\Omega$  parallelforbindes med en modstand.

Find modstanden, når den samlede modstand er  $120\Omega$ .

$$R = \underline{\hspace{2cm}}$$

90.  $61\text{ k}\Omega$  og  $91\text{ k}\Omega$  parallelforbindes.

Find den samlede modstand.

$$R = \underline{\hspace{2cm}}$$

91.  $750\Omega$  og  $21,25\text{ k}\Omega$  parallelforbindes.

Find den samlede modstand.

$$R = \underline{\hspace{2cm}}$$

92.  $230\Omega$  og  $820\Omega$  parallelforbindes.

Find den samlede modstand.

$$R = \underline{\hspace{2cm}}$$

93. Et parallelkredsløb bestående af to lige store modstande og en tredje halvt så stor som en af de andre har en samlet modstand på  $200\Omega$ .

Hvor stor vil den samlede modstand være for de samme modstande serieforbundet?

$$R = \underline{\hspace{2cm}}$$

94. Otte ens modstande er anbragt i parallel. Den samlede modstand er  $2\text{ k}\Omega$ .

Find den enkelte modstands størrelse.

$$R = \underline{\hspace{2cm}}$$



1. Angiv formelen for effektforstærkning i dB.

$$A_p \text{ (dB)} =$$

2. Angiv formelen for strømforstærkningen i dB.

$$A_i \text{ (dB)} =$$

3. Angiv formelen for spændingsforstærkningen i dB.

$$A_u \text{ (dB)} =$$

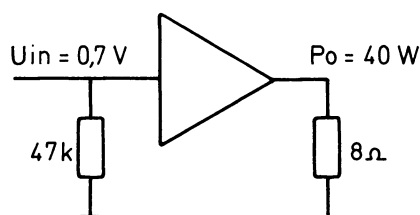
4. På en forstærker med en indgangsmodstand på  $47 \text{ k}\Omega$  tilføres  $0,7 \text{ V}$ . I belastningsmodstanden på  $8 \Omega$  afsættes  $40 \text{ W}$ .

Hvor stor er spændingsforstærkningen, strømforstærkningen og effektforstærkningen i dB?

$$A_u \text{ (dB)} =$$

$$A_i \text{ (dB)} =$$

$$A_p \text{ (dB)} =$$



5. En attenuator med en dæmpning på  $50 \text{ dB}$  er koblet til en forstærker med  $100$  ganges forstærkning.

Hvor stor er den samlede forstærkning i dB?

$$A_u \text{ (dB)} =$$

6. Til en forstærker med en indgangsmodstand på  $1 \text{ k}\Omega$  tilføres en effekt på  $1 \text{ mW}$ . På udgangen afsættes der  $100 \text{ W}$  i en belastningsmodstand på  $50 \Omega$ .

Find spændingsforstærkning, strømforstærkning og effektforstærkning i dB.

$$A_u \text{ (dB)} =$$

$$A_i \text{ (dB)} =$$

$$A_p \text{ (dB)} =$$

7. Til en forstærker med en indgangsmodstand på  $50 \Omega$  tilføres en effekt på  $100 \text{ mW}$ . På udgangen afsættes der  $1 \text{ W}$  i en belastningsmodstand på  $50 \Omega$ .

Find spændingsforstærkning, strømforstærkning og effektforstærkning i dB.

$$A_u \text{ (dB)} =$$

$$A_i \text{ (dB)} =$$

$$A_p \text{ (dB)} =$$



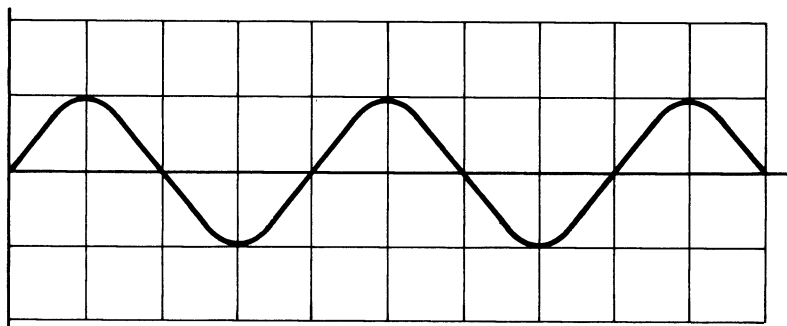
1. AC-definitionen for frekvens kan angives således :

Antal svingninger pr. min. ☐  
Antallet af svingninger, som forekommer inden for en time. ☐  
Det antal gange, en vekselspænding gennemløber, både en positiv og negativ værdi pr. sek. ☐

2. En periode haves,

når en vekselspænding har gennemløbet både en positiv og en negativ værdi. ☐  
når en vekselspænding har gennemløbet en halvbølge. ☐  
når man tæller antallet af svingninger inden for et vis tidsrum, f.eks. et min. ☐

3. 1 cm svarer til 5 m/s



Periodetiden for overførte vekselspænding er

5 m/s ☐  
10 m/s ☐  
15 m/s ☐  
20 m/s ☐  
25 m/s ☐

4. Hvor stor er effektivværdien af den i opgave 3 viste vekselspænding, når 1 cm svarer til 15 V ?

15 V ☐  
30 V ☐  
11 V ☒  
21 V ☐  
7 V ☐

5. Hvor stor er spids-spidsværdien af den i opgave 3 viste vekselspænding, når 1 cm svarer til 15 V ?

15 V ☐  
30 V ☐  
11 V ☐  
21 V ☐  
7 V ☐



6. Hvilken frekvens har den vekselspænding, som er vist i opgave 3, når 1 cm svarer til 5 m/s ?
- 100 Hz ☐  
50 Hz ☐  
20 Hz ☐  
10 Hz ☐  
5 Hz ☐
7. En vekselstrøm har en frekvens på 15625 Hz.  
Hvor lang er periodetiden ?
- 15625 s ☐  
64 s ☐  
64 m/s ☐  
64  $\mu$ s ☐  
1/15625 m/s ☐
8. En vekselspænding har en spids-spidsværdi på 684 V.  
Hvor stor er effektivværdien ?
- 47,9 V ☐  
142 V ☐  
242 V ☐  
342 V ☐  
479 V ☐
9. Spidsværdien af en vekselstrøm er 0,7 mA.  
Hvor stor er effektivværdien ?
- 1,4 mA ☐  
0,5 mA ☐  
0,35 mA ☐  
9,87 mA ☐
10. Effektivværdien af en vekselspænding er 380 V.  
Hvor stor er spændingens spidsværdi ?
- 1072 V ☐  
536 V ☐  
266 V ☐  
190 V ☐
11. Effektivværdien af en vekselstrøm er på 355 mA.  
Hvor stor er strømmens spids-spidsværdi ?
- 100 mA ☐  
250 mA ☐  
500 mA ☐  
1 A ☐





12. Spids-spidsværdien af en vekselspænding er 200 V.

Hvor stor er spændingens spidsværdi og effektivværdi ?

- 100 V<sub>s</sub> og 71 V<sub>eff</sub> ☐  
71 V<sub>s</sub> og 100 V<sub>eff</sub> ☐  
142 V<sub>s</sub> og 100 V<sub>eff</sub> ☐  
100 V<sub>s</sub> og 142 V<sub>eff</sub> ☐

13. En vekselspændings periodetid er 0,2 μ sek.

Hvilket svarer til en frekvens på

- 100 kHz ☐  
500 kHz ☐  
5 MHz ☐  
10 MHz ☐

14. En vekselstrøm har en spidsværdi på 1,1 A.

Hvor stor er vekselstrømmens spids-spidsværdi og dens effektivværdi ?

- 550 mA<sub>ss</sub> og 385 mA<sub>eff</sub> ☐  
2,2 A<sub>ss</sub> og 1,68 A<sub>eff</sub> ☐  
2,2 A<sub>ss</sub> og 0,84 A<sub>eff</sub> ☐  
2,2 A<sub>ss</sub> og 781 mA<sub>eff</sub> ☐  
550 mA<sub>ss</sub> og 781 mA<sub>eff</sub> ☐

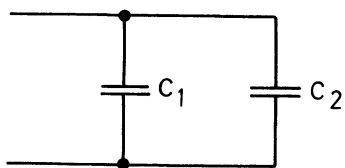
15. En vekselspændings frekvens er 800 Hz.

Hvor lang er dens periodetid ?

- 1,25 μs ☐  
1,25 m/s ☐  
1,25 s ☐  
1/800 m/s ☐  
1/800 μs ☐



1. Find den totale kapacitet.

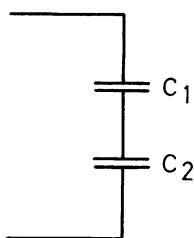


$$C_1 = 4,2 \text{ nF}$$

$$C_2 = 560 \text{ pF}$$

$$C_t =$$

2. Find den totale kapacitet.

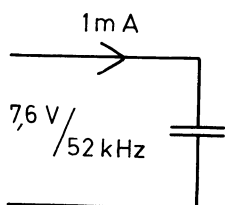


$$C_1 = 320 \text{ pF}$$

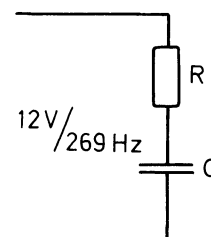
$$C_2 = 0,42 \text{ }\mu\text{F}$$

$$C_t =$$

3. Find C.

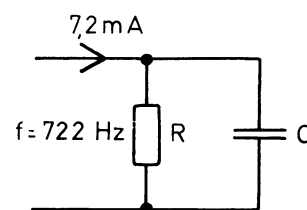


$$C =$$

4. Find Z,  $u_R$  og  $u_C$ .

$$R = 820 \text{ k}\Omega$$

$$C = 720 \text{ pF}$$

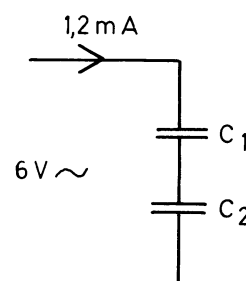
5. Find Z og  $u_Z$ .

$$R = 2,2 \text{ k}\Omega$$

$$C = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$$

$$Z =$$

$$u_Z =$$

6. Find  $C_2$  og frekvens.

$$C_1 = 15 \text{ nF}$$

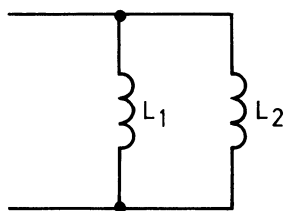
$$u_{C1} = 2,2 \text{ V}$$

$$C_2 =$$

$$f =$$



7. Find den totale induktans.

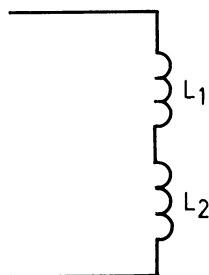


$$L_1 = 120 \mu\text{H}$$

$$L_2 = 240 \mu\text{H}$$

$$L_t =$$

8. Find den totale induktans.

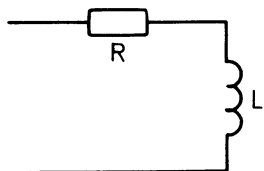


$$L_1 = 120 \mu\text{H}$$

$$L_2 = 240 \mu\text{H}$$

$$L_t =$$

9. Find Z.



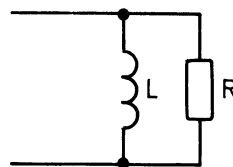
$$f = 30 \text{ kHz}$$

$$R = 560 \Omega$$

$$L = 1 \text{ mH}$$

$$Z =$$

10. Find Z.



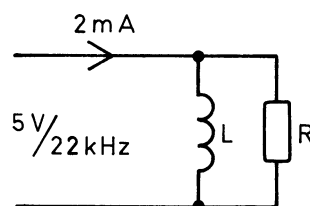
$$R = 220 \Omega$$

$$L = 1 \text{ H}$$

$$f = 35 \text{ Hz}$$

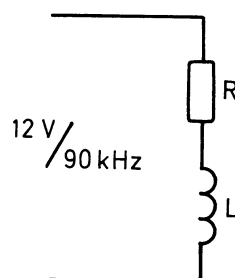
$$Z =$$

11. Find L.



$$R = 4,2 \text{ k}\Omega$$

$$L =$$

12. Find  $u_R$  og  $u_L$ 

$$R = 100 \Omega$$

$$L = 120 \mu\text{H}$$



13. Et oscilloskop med et målekabel har en indgangskapacitet på 100 pF, indgangsmodstanden er 1 MΩ.

Ved hvilken frekvens er indgangs-impedansen 700 kΩ?

f =

Ved hvilken frekvens er indgangs-impedansen 1 kΩ?

f =

14. Et oscilloskop med en 10:1 probe har en indgangskapacitet på 10 pF, indgangsmodstanden er 10 MΩ.

Ved hvilken frekvens er indgangsmodstanden 7 MΩ?

f =

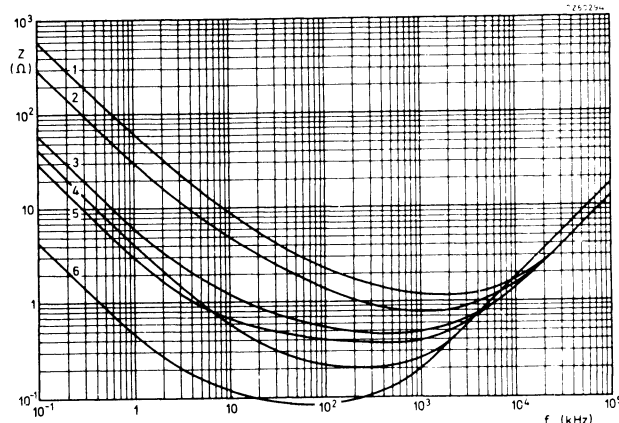
Ved hvilken frekvens er indgangsmodstanden 700 kΩ?

f =

Ved hvilken frekvens er indgangsmodstanden 1 kΩ?

f =

15. Kurven viser impedansforløbet som funktion af frekvensen for en elektrolytkondensator.



Kurve 1 = 2,2 μF, 40 V

Kurve 2 = 4,7 μF, 40 V

Kurve 3 = 22 μF, 6,3 V

Kurve 4 = 47 μF, 40 V

Kurve 5 = 47 μF, 6,3 V

Kurve 6 = 330 μF, 6,3 V

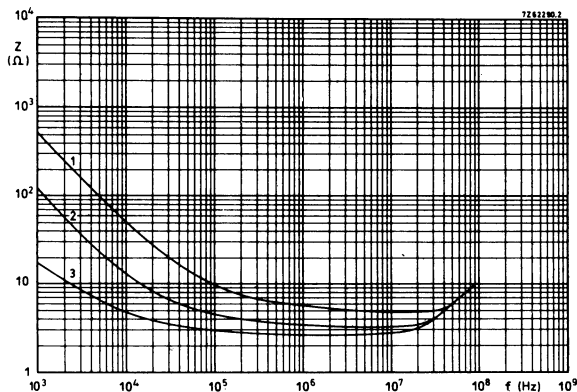
I hvilket frekvensområde fungerer en 47 μF/40 V elektrolyskondensator som kondensator?

I hvilket frekvensområde fungerer en 47 μF/40 V elektrolyskondensator som modstand?

Fra hvilken frekvens fungerer en 47 μF/40 V elektrolytkondensator som spole?



16. Kurven viser impedansforløbet som funktion af frekvensen for en tantal-elektrolytkondensator.



Kurve 1 =  $0,33 \mu\text{F}$ , 40 V  
 Kurve 2 =  $1,5 \mu\text{F}$ , 10 V  
 Kurve 3 =  $10 \mu\text{F}$ , 1,6 V

I hvilket frekvensområde fungerer en  $10 \mu\text{F}/1,6 \text{ V}$  tantalkondensator som kondensator?

I hvilket frekvensområde fungerer en  $10 \mu\text{F}/1,6 \text{ V}$  tantalkondensator som modstand?

Fra hvilken frekvens fungerer en  $10 \mu\text{F}/1,6 \text{ V}$  tantalkondensator som spole?

17. Skemaet øverst i næste spalte viser:

Forholdet mellem impedansen og den nominelle værdi for en kul-filmsmodstand med 12,5 mm til-  
ledninger ved 250 MHz.

Fasedrejningen mellem strøm og spænding ved 250 MHz.

$R_{\text{nom}} (\Omega)$	CR16	
	$\frac{ Z }{R_{\text{nom}}}$	$\varphi^\circ$
10	3.47	70
22	1.72	52
56	1.11	31
100	1.03	23
220	0.99	10
560	0.98	0
1000	0.96	-9
2200	0.84	-32
5600	0.50	-60

Ved hvilke modstandsværdier er impedansen kapacitiv?

Hvilken modstandsværdi er rent ohmsk ved de 250 MHz?

Ved hvilke modstandsværdier er impedansen induktiv?

Hvor stor en spole skal der serieforbindes med en  $56 \Omega$  modstand, for at fasedrejningen mellem strøm og spænding bliver  $30^\circ$  ved 250 MHz?

L =

Hvor stor en kondensator skal der parallelforbindes med en  $5600 \Omega$  modstand, for at fasedrejningen mellem strøm og spænding bliver  $-60^\circ$  ved 250 MHz?

L =

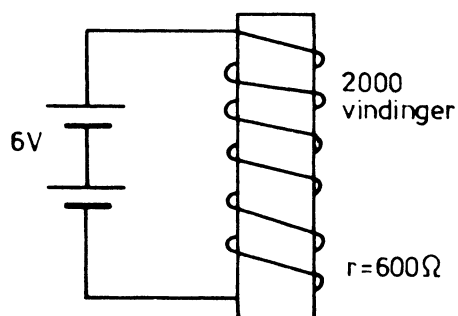


- [illegible]



7. Tegningen viser en elektromagnet tilsluttet et batteri

a. Vis strømretningen og angiv magnetens poler på tegningen.



b. Beregn magnetfeltets styrke i amperevindinger.

8. Hvad forstås ved permeabilitet?

---

---

---

---

---

---

---

9. Hvad forstås ved koercitivkraft?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

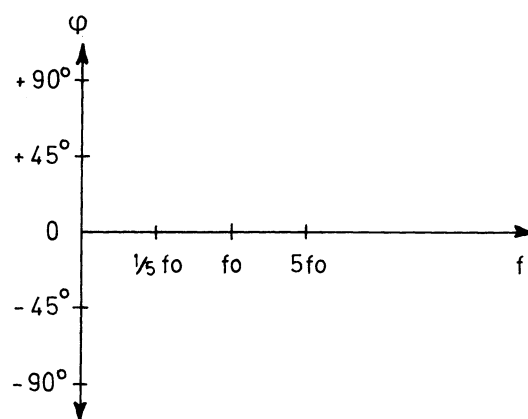
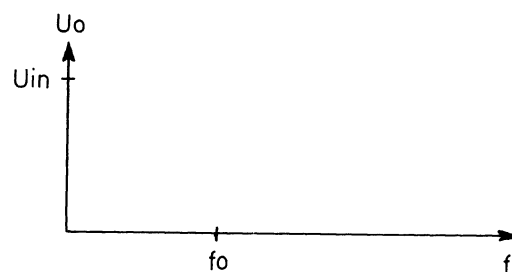
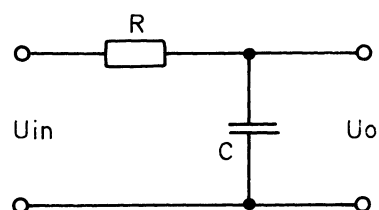
---

---

---



1. Tegn frekvens- og fasekarakteristik for viste RC led.



2. Filteret i opgave 1 er:

Et lavpasfilter ☐

Et højpasfilter ☐

3. Hvor stor er fasedrejningen ved  $f_0$  i opgave 1?

$0^\circ$  ☐  
 $-45^\circ$  ☐  
 $+45^\circ$  ☐  
 $-90^\circ$  ☐  
 $+90^\circ$  ☐

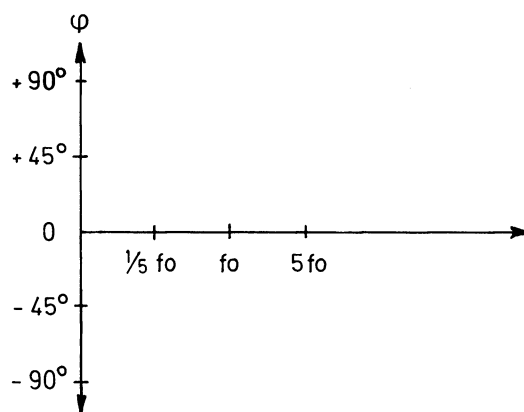
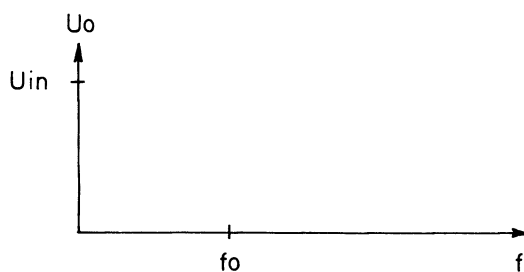
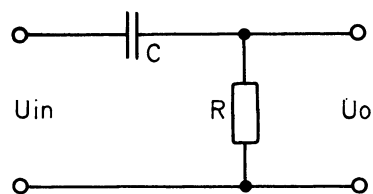
Navn: \_\_\_\_\_ Trin: \_\_\_\_\_ Dato: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Godk.: \_\_\_\_\_





4. Tegn frekvens- og fasekarakteristik for viste RC led.



5. Filteret i opgave 4 er :

Et lavpasfilter ☐

Et højpasfilter ☐

6. Hvor stor er fasedrejningen ved  $1/5 f_o$  i opgave 4 ?

$+10^\circ$  ☐

$-10^\circ$  ☐

$+80^\circ$  ☐

$-80^\circ$  ☐

7. Hvor stor er fasedrejningen ved  $5 f_o$  i opgave 4 ?

$+10^\circ$  ☐

$-10^\circ$  ☐

$+80^\circ$  ☐

$-80^\circ$  ☐

8. Et højpasfilter afskærer lave frekvenser med :

- 3 dB pr. oktav ☐

- 6 dB pr. oktav ☐

-20 dB pr. oktav ☐

- 3 dB pr. dekade ☐

- 6 dB pr. dekade ☐

-20 dB pr. dekade ☐



9. Hvor mange dB pr. dekade afskærer et lavpasfilter, høje frekvenser?
10. I et RC led kan overgangsfrekvensen,  $f_o$ , beregnes efter
11. Hvor meget er udgangsspændingen i et høj- eller lavpasfilter faldet til ved overgangsfrekvensen?
12. Tegn frekvens- og fasekarakteristik for viste RL led.

$$f_o = \frac{1}{2\pi \cdot RC} \quad \square$$

$$f_o = \frac{R}{2\pi \cdot C} \quad \square$$

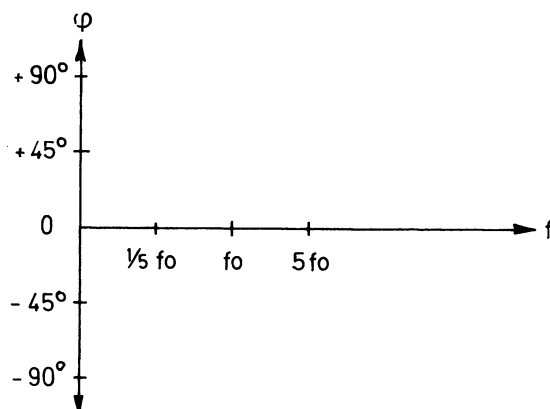
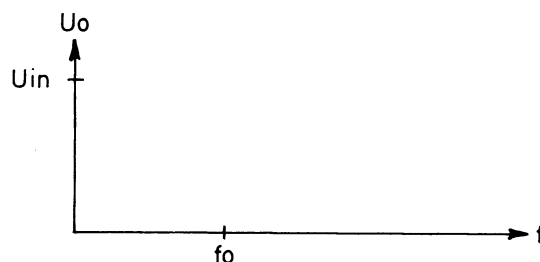
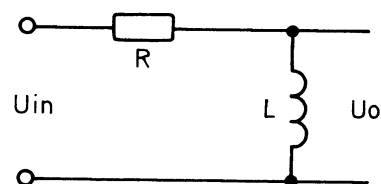
$$f_o = \frac{RC}{2\pi} \quad \square$$

$$1,4 \cdot U_{in} \quad \square$$

$$0,7 \cdot U_{in} \quad \square$$

$$0,5 \cdot U_{in} \quad \square$$

$$0,3 \cdot U_{in} \quad \square$$



13. Filteret i opgave 12 er:

Et lavpasfilter ☐

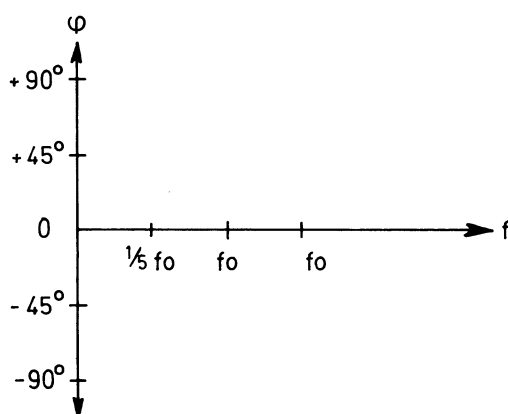
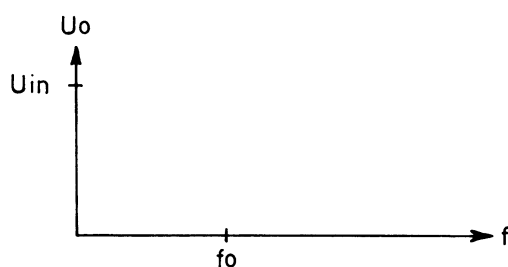
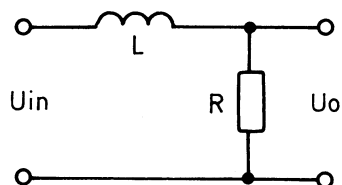
Et højpasfilter ☐



14. Hvor stor er fasedrejningen ved  $f_0$  i opgave 12?

$0^\circ$  ☐  
 $+45^\circ$  ☐  
 $-45^\circ$  ☐  
 $+90^\circ$  ☐  
 $-90^\circ$  ☐

15. Tegn frekvens- og fasekarakteristik for viste RL led.



16. Et RL lavpasfilter afskærer høje frekvenser med:

- 3 dB pr. oktav ☐  
- 6 dB pr. oktav ☐  
- 20 dB pr. oktav ☐  
- 3 dB pr. dekade ☐  
- 6 dB pr. dekade ☐  
- 20 dB pr. dekade ☐

17. Hvor mange dB er udgangsspændingen faldet ved overgangsfrekvensen i et høj- eller lavpasfilter?

- 3 dB ☐  
- 6 dB ☐  
- 10 dB ☐  
- 20 dB ☐



18. I et RL led kan overgangsfrekvensen findes ved:

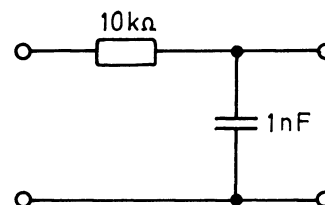
$$f_o = \frac{1}{2\pi \cdot RL} \quad \square$$

$$f_o = \frac{R}{2\pi \cdot L} \quad \square$$

$$f_o = \frac{RL}{2\pi} \quad \square$$

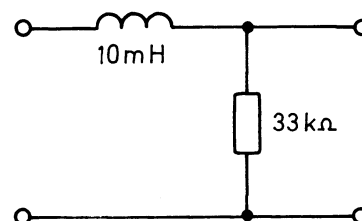
19. Beregn overgangsfrekvensen.

$$f_o =$$



20. Beregn overgangsfrekvensen.

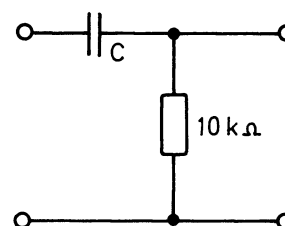
$$f_o =$$



21. Beregn C.

$$f_o = 100 \text{ kHz}$$

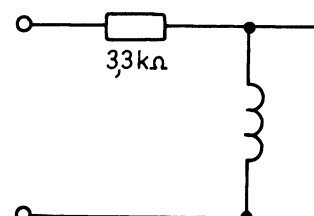
$$C =$$



22. Beregn L.

$$f_o = 10 \text{ kHz}$$

$$L =$$





1. Hvad er formålet med lade-konden-satoren i en enkeltensretter?

---

---

---

---

2. En enkeltensretter er tilsluttet 220 V 50 Hz.

Hvor stor er ensretterens afgivne jævnspænding, hvis ladekondensatoren er afbrudt?

---

---

---

---

3. Til en ubelastet enkeltensretter med ladekondensator tilføjes en vekselspænding, som er 220 V, målt med et universalinstrument.

Hvor stor vil ensretterens afgivne spænding være målt med samme instrument?

---

---

---

---

4. Hvilke faktorer har indflydelse på brumspændingens størrelse?

---

---

---

5. Hvad er formålet med beskyttelsesmodstanden?

---

---

6. Hvad er formålet med sikringen?

---

---

---

7. En enkeltensretter leverer en jævnstrøm på 150 mA.

Hvor stor effekt afsættes i beskyttelsesmodstanden, når denne er på 100  $\Omega$ ?

---

---

---

8. Hvor stor strøm skal sikringen kunne bære, når den aftagne jævnstrøm er 100 mA?

---

---

---

---



9. En enkeltensretter med en ladekondensator på  $100 \mu\text{F}$  belastes med en strøm på  $80 \text{ mA}$ .

Beregn brumspændingen over ladekondensatoren.

---

---

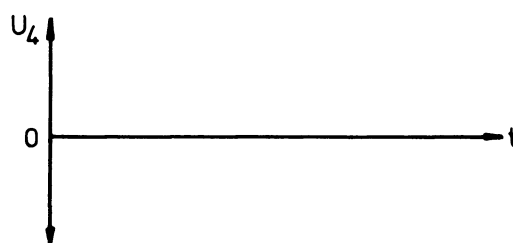
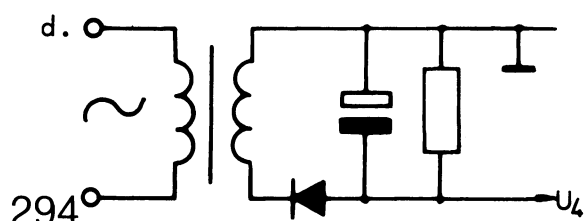
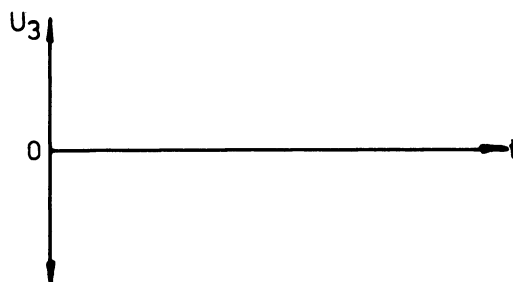
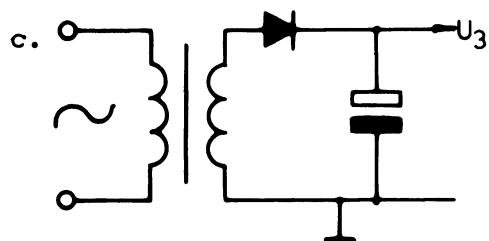
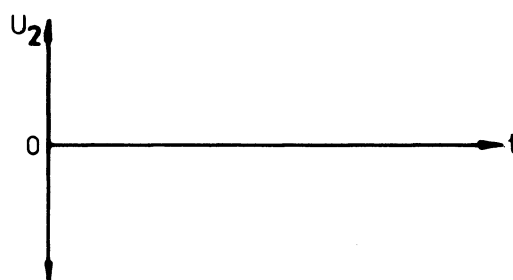
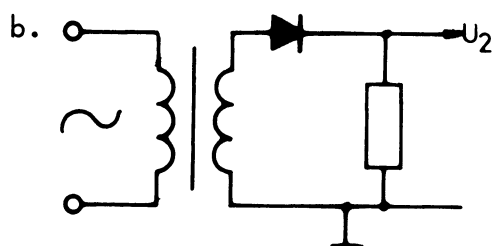
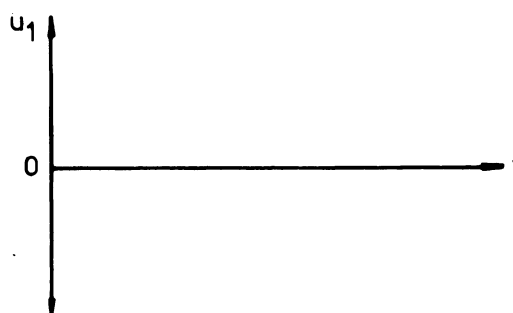
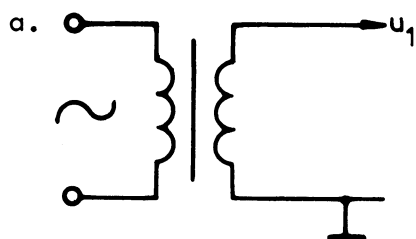
---

---

---

---

10. Vis, hvordan nedenstående spændinger ser ud målt med et oscilloskop i DC-stilling





- 

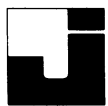
- 

---

- 

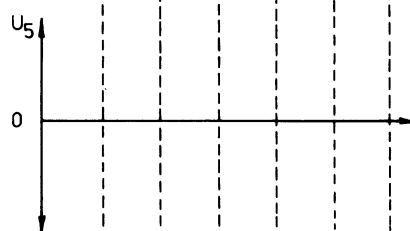
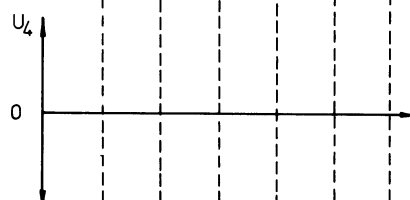
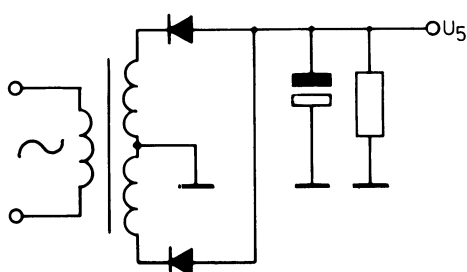
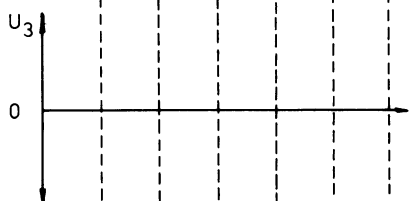
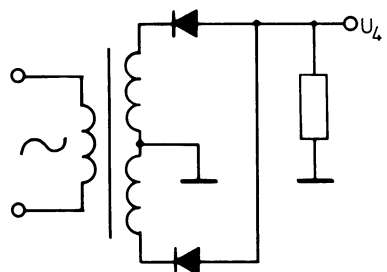
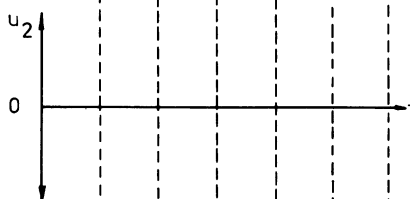
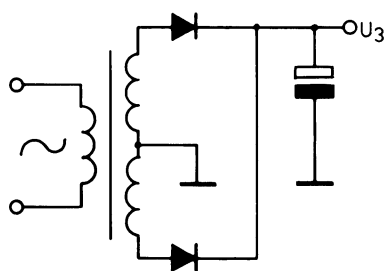
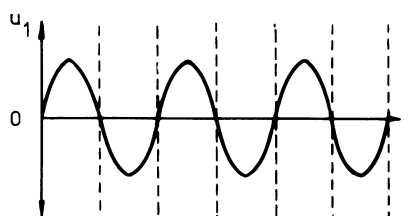
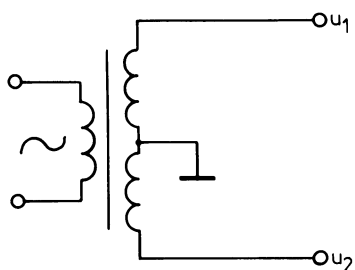
---

- Indtegn strømvej gennem dioder  
og beskriv ensretterens virkemåde.



5. Indtegn i nedenstående koordinatsystemer, hvad et oscilloskop i DC-stilling viser ved måling af nedenstående spændinger  $U_2$  til  $U_5$ .

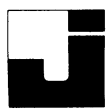
$u_1$  er allerede indtegnet. De øvrige spændingers faser indtegnes i overensstemmelse med  $u_1$ 's fase.







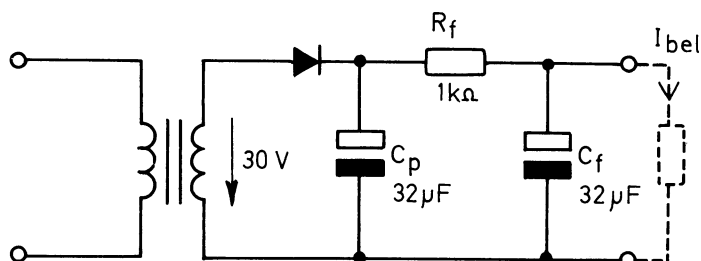
1. Hvad er frekvensen af rippel-spændingen ved enkeltensretning?
2. Hvad er frekvensen af rippel-spændingen ved dobbeltensretning ?
3. Gør rede for outputspændingens polaritet afhængig af, hvorledes dioden/dioderne vendes.
4. Gør rede for rippelspændingens amplitude afhængig af kondensatorens størrelse.
5. Gør rede for rippelspændingens amplitude afhængig af belastningsmodstandens størrelse.
6. Gør rede for DC spændingens størrelse afhængig af belastningsmodstandens størrelse .
7. Skitser, hvorledes man med nogle få passive komponenter i et efterfølgende led kan opnå en betydelig reduktion af rippelspændingen mod en mindre reduktion for DC-spændingen.



8. Find  $I_{bel}$  og  $U_{brum}$  før og efter filter.

$$U_{DC} = 42 \text{ V}$$

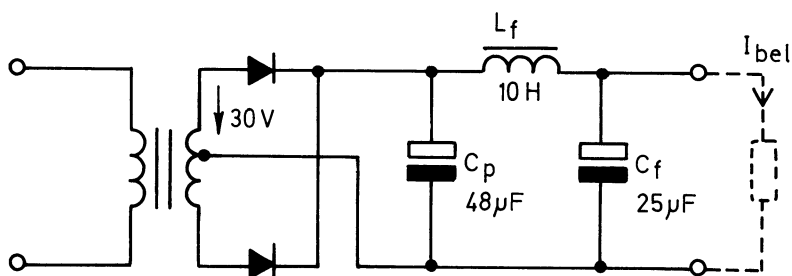
$$U_{DC} = 32 \text{ V}$$



9. Find  $U_{brum}$  på udgangen af filteret.

$$U_{fil} = 2 \text{ V}$$

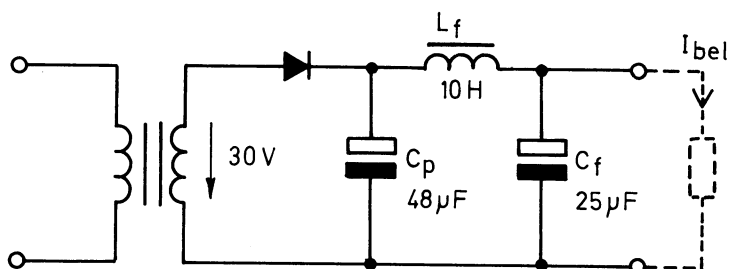
$$U_{DC} = 42 \text{ V}$$



10. Find  $U_{brum}$  efter filteret.

$$U_{AC} = 4 \text{ V}$$

$$U_{DC} = 42 \text{ V}$$



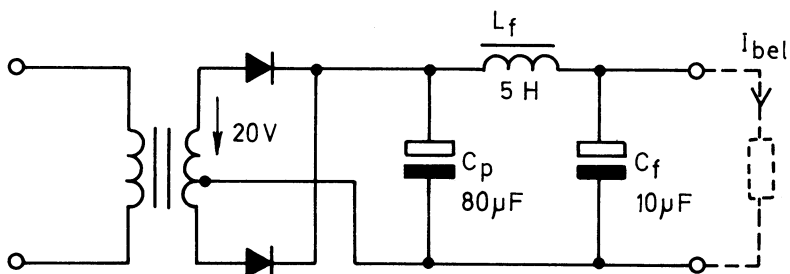
11. Find den defekte komponent.

$$U_{AC} = 1 \text{ V}$$

$$U_{AC} = 1 \text{ V}$$

$$U_{DC} = 27 \text{ V}$$

$$U_{DC} = 26 \text{ V}$$





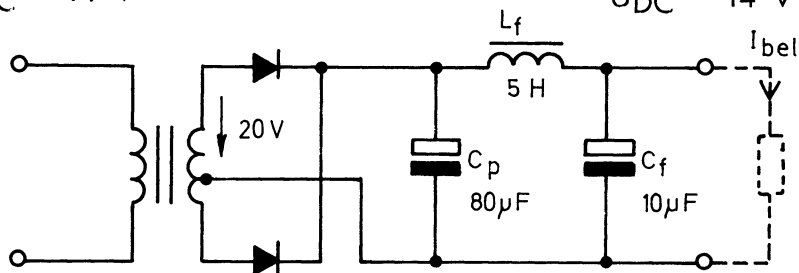
12. Find den defekte komponent.

$$U_{AC} = 5 \text{ V}$$

$$U_{DC} = 14 \text{ V}$$

$$U_{AC} = 0,25 \text{ V}$$

$$U_{DC} = 14 \text{ V}$$



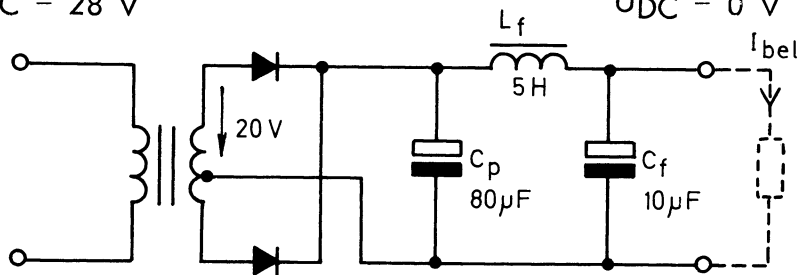
13. Find den defekte komponent.

$$U_{AC} = 0 \text{ V}$$

$$U_{DC} = 28 \text{ V}$$

$$U_{AC} = 0 \text{ V}$$

$$U_{DC} = 0 \text{ V}$$



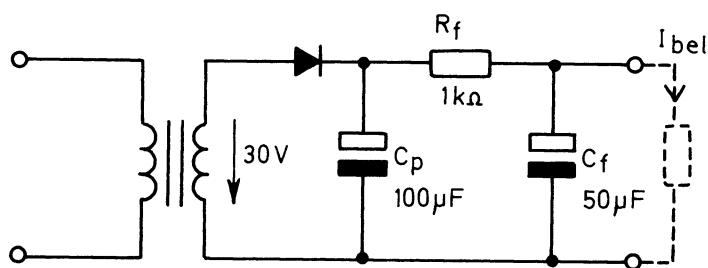
14. Find den defekte komponent.

$$U_{AC} = 0,5 \text{ V}$$

$$U_{DC} = 42 \text{ V}$$

$$U_{AC} = 0,1 \text{ V}$$

$$U_{DC} = 32 \text{ V}$$





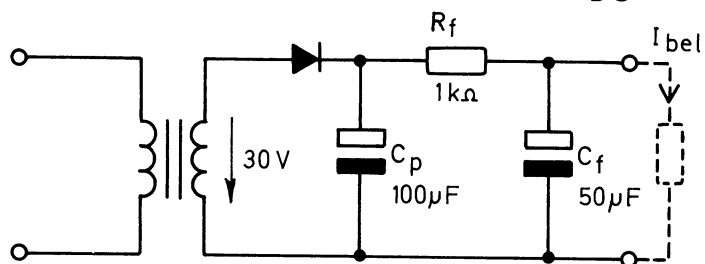
15. Find den defekte komponent.

$$U_{AC} = 3,2 \text{ V}$$

$$U_{DC} = 42 \text{ V}$$

$$U_{AC} = 0,02 \text{ V}$$

$$U_{DC} = 32 \text{ V}$$



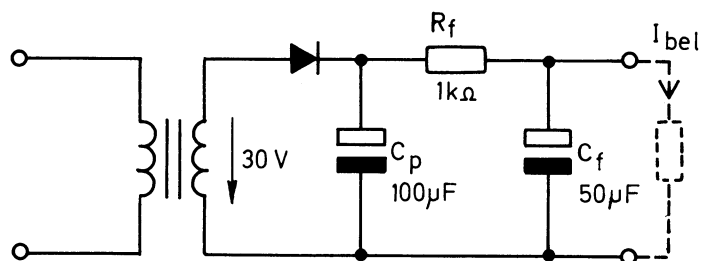
16. Find den defekte komponent.

$$U_{AC} = 0,5 \text{ V}$$

$$U_{DC} = 42 \text{ V}$$

$$U_{AC} = 0,5 \text{ V}$$

$$U_{DC} = 32 \text{ V}$$





1. Opgiv samhørende værdier for  $U_Z$  og  $I_Z$  for BZY88 - C5V1 med udgangspunkt i nedenstående dato-blad.

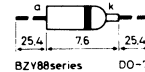
- 2 mA/5,1 V ☐  
 5 mA/7,5 V ☐  
 12 mA/5,1 V ☐  
 5 mA/5,1 V ☐  
 5 mA/4,3 V ☐

BZY88-	C3V3	C3V6	C3V9	C4V3	C4V7	C5V1	C5V6	C6V2	C6V8	C7V5	C8V2	C9V1
at $I_Z$ (mA)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
$V_Z$ (V)	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1
$S_Z$ (mV/°C)	-2.3	-2.0	-2.05	-1.8	-1.55	-1.2	-0.2	+2.0	+3.2	+4.2	+5.0	+6.0
$r_{diff}$ (Ω)	83.5	76	76	70	62	46	22	7.0	3.0	3.0	3.5	4.75

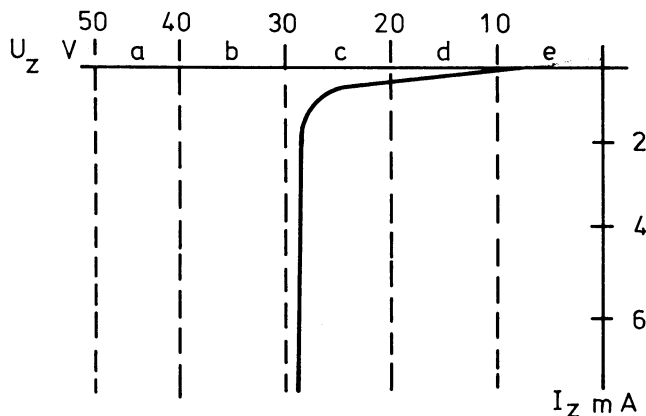
  

BZY88-	C10	C11	C12	C13	C15	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30
at $I_Z$ (mA)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
$V_Z$ (V)	10	11	12	13	15	16	18	20	22	24	27	30
$S_Z$ (mV/°C)	+7.0	+8.7	+9.0	+10.5	+12.5	+13	+15	+17	+19	+21	+23.5	+26
$r_{diff}$ (Ω)	5.0	7.0	8.0	10	15	20	25	30	35	40	50	60

Ratings  $I_{FRM}=250$  mA;  $I_{ZRM}=250$  mA;  $P_{tot}=0.4$  W;  $P_{ZSM}=15$  W;  $T_J=175^\circ\text{C}$ ;  $T_{Htg}=+175^\circ\text{C}$   
 Characteristics  $R_{thj-a}=310^\circ\text{C/W}$ ;  $V_F<0.9$  V at  $I_F=10$  mA; tolerance of  $V_Z:5\%$



2. Afkryds, inden for hvilken kolonne zenerdioden BZX79 - C27 skal arbejde, når dioden skal benyttes som spændingsreference.



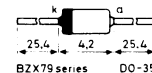
- a ☐  
 b ☐  
 c ☐  
 d ☐  
 e ☐

BZX79-	C4V7	C5V1	C5V6	C6V2	C6V8	C7V5	C8V2	C9V1	C10	C11	C12	C13	C15	C16	C18
at $I_Z$ (mA)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
$V_Z$ (V)	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1	10	11	12	13	15	16	18
$S_Z$ (mV/°C)	-1.4	-0.8	+1.2	+2.3	+3.0	+4.0	+5.0	+6.0	+7.0	+8.0	+9.0	+10.5	+12.5	+13.0	+15.0
$r_{diff}$ (Ω)	80	60	40	10	15	15	15	15	20	20	25	30	30	40	45
$C_d$ (pF)*	130	110	95	90	85	80	75	70	70	65	65	60	55	52	47

BZX79-	C20	C22	C24	C27	C30	C33	C36	C39	C43	C47	C51	C56	C62	C68	C75
at $I_Z$ (mA)	5	5	5	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
$V_Z$ (V)	20	22	24	27	30	33	36	39	43	47	51	56	62	68	75
$S_Z$ (mV/°C)	+17.0	+19.0	+21.0	+23.5	+26	+29	+31	+34	+37	+40	+44	+47	+51	+56	+60
$r_{diff}$ (Ω)	55	55	70	80	80	80	90	130	150	170	180	200	215	240	255
$C_d$ (pF)*	36	34	33	30	27	25	23	21	21	19	19	18	17	17	16.5

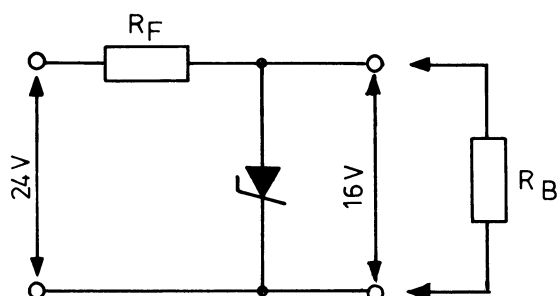
\*) at  $V_R=0$   
 Ratings  $I_{F(AV)}=250$  mA;  $I_{FRM}=250$  mA;  $P_{tot}=0.4$  W;  $T_J=200^\circ\text{C}$ ;  $T_{Htg}=+200^\circ\text{C}$   
 Characteristics  $R_{thj-a}=0.38^\circ\text{C/mW}$ ;  $V_F<0.9$  V at  $I_F=10$  mA; tolerance of  $V_Z:5\%$



Navn : \_\_\_\_\_ Trin : \_\_\_\_\_ Dato : / 19 Godk.: \_\_\_\_\_ 301



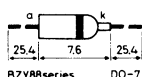
3. Den viste parallelregulator tænkes udført med BZY88 - C16.



1,8k  
18k  
8k  
1k  
10k

☐  
☐  
☐  
☐  
☐

Bestem  $R_F$ , når  $I_{RB} = 3 \text{ mA}$ .



BZY88-	C3V3	C3V6	C3V9	C4V3	C4V7	C5V1	C5V6	C6V2	C6V8	C7V5	C8V2	C9V1
at $I_Z \text{ (mA)}$	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
$V_Z \text{ (V)}$	3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	6.8	7.5	8.2	9.1
$S_Z \text{ (mV/}^\circ\text{C)}$	-2.3	-2.0	-2.05	-1.8	-1.55	-1.2	-0.2	+2.0	+3.2	+4.2	+5.0	+6.0
$r_{diff} \text{ (}\Omega\text{)}$	83.5	76	76	70	62	46	22	7.0	3.0	3.0	3.5	4.75

BZY88-	C10	C11	C12	C13	C15	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30
at $I_Z \text{ (mA)}$	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
$V_Z \text{ (V)}$	10	11	12	13	15	16	18	20	22	24	27	30
$S_Z \text{ (mV/}^\circ\text{C)}$	+7.0	+8.7	+9.0	+10.5	+12.5	+13	+15	+17	+19	+21	+23.5	+26
$r_{diff} \text{ (}\Omega\text{)}$	5.0	7.0	8.0	10	15	20	25	30	35	40	50	60

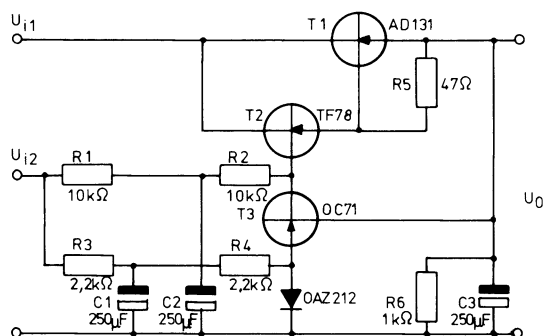
**Ratings**  
 $I_{FRM} = 250 \text{ mA}$ ;  $I_{ZRM} = 250 \text{ mA}$ ;  $P_{tot} = 0.4 \text{ W}$ ;  $P_{ZSM} = 15 \text{ W}$ ;  $T_j = 175^\circ\text{C}$ ;  $T_{sig} = +175^\circ\text{C}$

**Characteristics**  
 $R_{thj-a} = 310^\circ\text{C/W}$ ;  $V_F < 0.9 \text{ V}$  at  $I_F = 10 \text{ mA}$ ; tolerance of  $V_Z: 5\%$

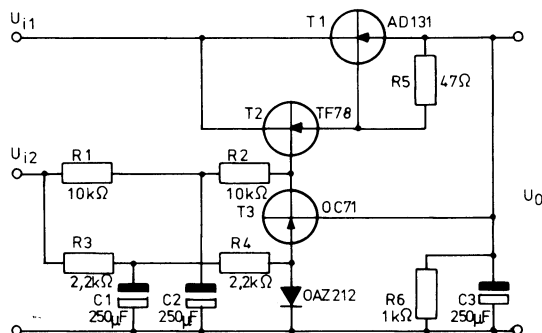
4. Hvad sker der, hvis belastningen stiger til  $I_{RB} = 10 \text{ mA}$  i opgave 3?

Udgangsspændingen er uændret  
 Udgangsspændingen stiger  
 Udgangsspændingen falder  
 Zenerdioden kortsletter  
 Zenerdioden afbrydes

☐  
☐  
☐  
☐  
☐  
☐



1. Den viste regulator er en:
- Serieregulator, konstant spænding ☐
  - Serieregulator, konstant strøm ☐
  - Parallelregulator, konstant spænding ☐
  - Parallelregulator, konstant strøm ☐
2.  $T_3$  har funktion som:
- Føler ☐
  - Reference ☐
  - Driver ☐
  - Serieregulator ☐
3. Ved stigende belastning vil:
- $T_3$  trække mere strøm ☐
  - $T_3$  trække mindre strøm ☐
  - $T_2$  trække mindre strøm ☐
  - $T_1$  trække mindre strøm ☐



4. Ved stigende belastning vil:
- $T_1$  trække mindre strøm ☐
  - $T_2$  trække mindre strøm ☐
  - $T_3$  trække mere strøm ☐
  - $T_2$  trække mere strøm ☐
5.  $T_2$  har funktion som:
- Føler ☐
  - Reference ☐
  - Driver ☐
  - Serieregulator ☐



## 6. Tegn:

- a. Blokdiagram af en serieregulator.
- b. Blokdiagram af en parallelregulator.

For begge regulatorer navngives den enkelte blok.

Serieregulator:

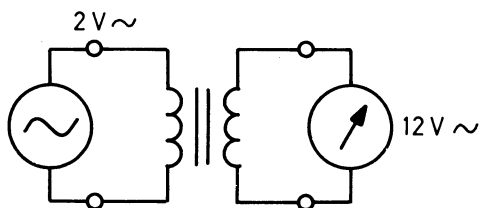
Parallelregulator:





1. Hvor stort er omsætningsforholdet  $N$ ?

$N =$  \_\_\_\_\_



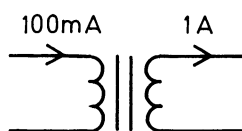
2. Hvor stort er omsætningsforholdet  $N$ ?

$N =$  \_\_\_\_\_



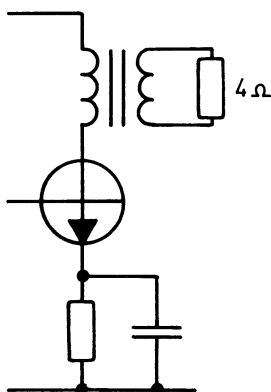
3. Hvor stort er omsætningsforholdet  $N$ ?

$N =$  \_\_\_\_\_



4. Hvor stor en AC-modstand belastes transistoren med?

$N = 25$



5. Hvorfor anvendes der lamellere-  
de kerner i en transformator?

---

---

---

---

6. Hvilken forskel er der på en  
ringkerne og en E-kerne?

---

---

---

---

7. Hvor stor er virkningsgraden for  
en nettransformator?

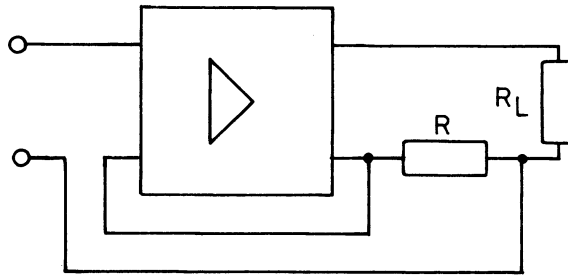
$\eta =$  

---



1. Tegn principdiagram for transistorens tre grundkoblinger og angiv koblingens egenskaber med stor, lille eller middel.

Princip- diagram			
Indgangs- impedans			
Udgangs- impedans			
Strømfor- stærkning			
Spændings- forstærkning			



1. Er tilbagekoblingen:

- Spænding - seriemodkobling ☐  
 Strøm - parallelmodkobling ☐  
 Spænding - parallelmodkobling ☐  
 Strøm - seriemodkobling ☐

2. Samme opstilling.

- $Z_U$  større -  $Z_i$  større ☐  
 $Z_U$  mindre -  $Z_i$  større ☐  
 $Z_U$  mindre -  $Z_i$  mindre ☐  
 $Z_U$  større -  $Z_i$  mindre ☐

3. Hvilke af følgende påstande er korrekt:

Ved indkobling af modkobling opnår man større forstærkning. ☐

Modkobling kan forbedre et tilført forvrænget signal. ☐

Modkobling kan kun anvendes med lille forstærkning. ☐

Modkobling giver mindre forstærkning og undertrykker egen forvrængning. ☐

Man anvender modkobling for at beskytte forstærkeren mod overbelastning. ☐

4. Hvilke af følgende påstande er korrekt:

En modkoblet forstærker giver ikke dæmpning af egenstøj. ☐

Man kan ikke modkoble et enkelt forstærkertrin. ☐

Man kan øge indgangsimpedansen på en forstærker ved at indføre modkobling. ☐

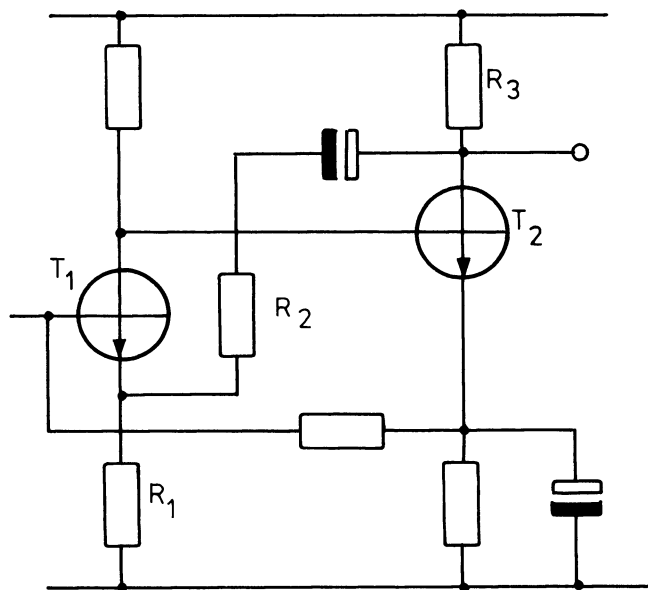
Levetiden øges på en forstærker, der er modkoblet. ☐

Man indfører modkobling for at nedsætte strømforbruget på en forstærker. ☐

Navn: \_\_\_\_\_ Trin: \_\_\_\_\_ Dato: / 19 Godk.: \_\_\_\_\_ 309



5. Hvad er korrekt for det viste diagram?



Der modkobles i parallel, AC-mæssigt. ☐

$$\beta = \frac{R_1}{R_1 + R_3}$$

☐

Der modkobles i serie, AC-mæssigt. ☐

Forstærkningen i forstærkeren er under 1. ☐

Fasedrejningen er  $180^\circ$  mellem  $T_1$ 's base og emitter. ☐



6. Hvilke af opstillingerne er AC-modkoblet, og hvilken type modkobling anvendes?

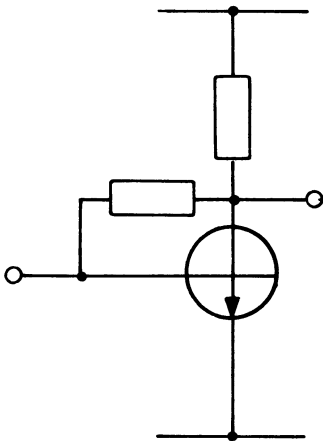
---

---

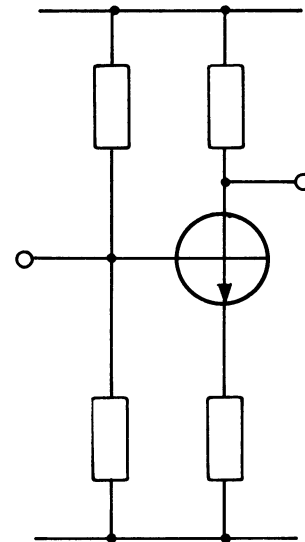
---

---

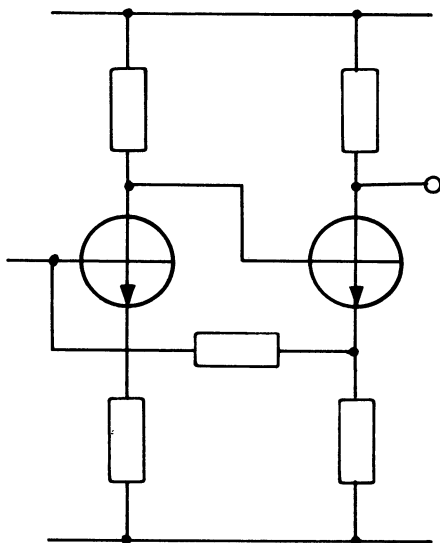
Opstilling 1



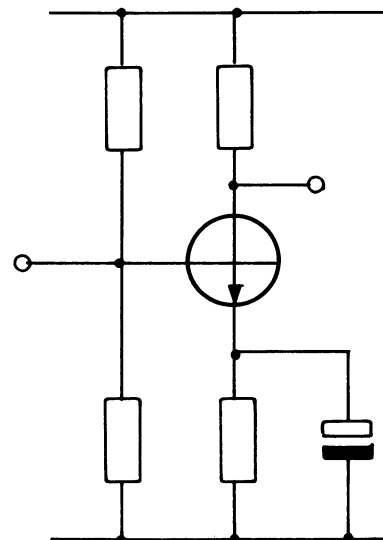
Opstilling 2



Opstilling 3

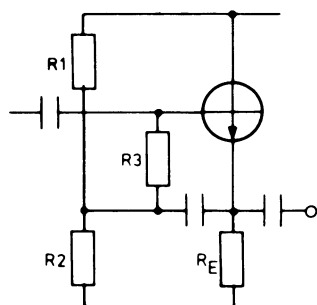


Opstilling 4





1.

 $R'_3$  er:ca.  $50 \Omega$  $R_1 // R_2 + R_3$  $R_1 // R_2$  $R_E \times h_{fe}$  $\frac{R_3}{1 - A_u}$ 2. For en "boot-strap"-følger gælder, at forstærkningen  $A_u$  er:

Under 1

Over 50 gg

3 gg

20 gg

6 gg

3. Hvilket er korrekt for en "boot-strap"-følger?

Serie-strøm modkobling

Ingen modkobling

Serie-spænding modkobling

Parallel-strøm modkobling

Parallel-spænding modkobling

4. Hvilke diagrammer indeholder "boot-strap"?

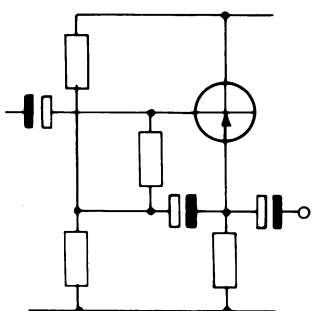
A.

B.

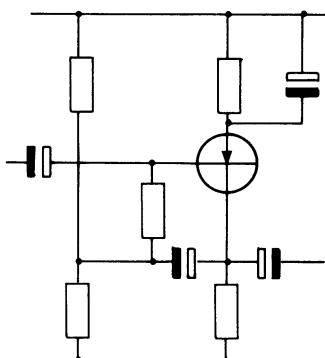
C.

D.

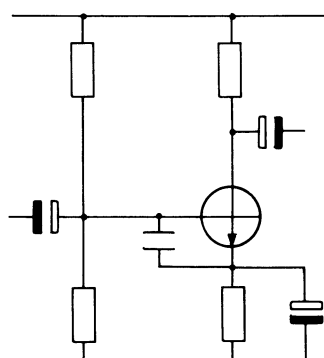
A.



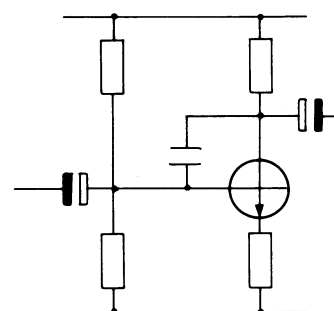
B.

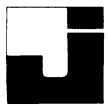


C.



D.



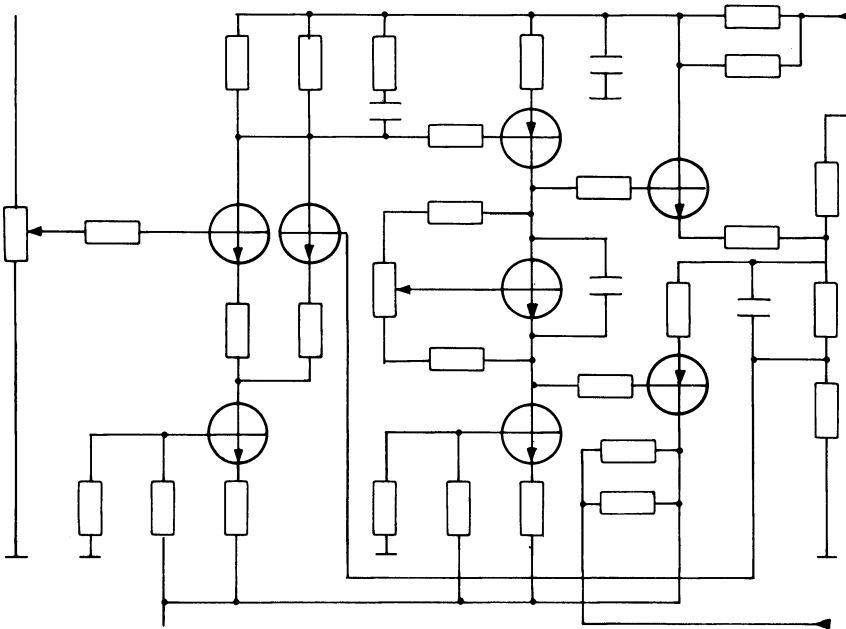


5. Hvilket diagram indeholder  
"boot-strap"?

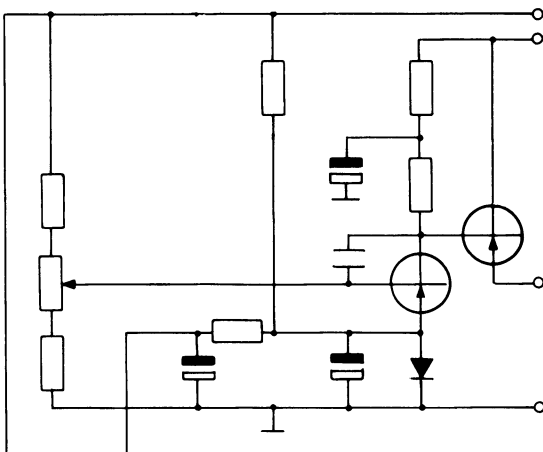
A.  
B.  
C.  
D.  
E.

☐  
☐  
☐  
☐  
☐

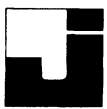
A.



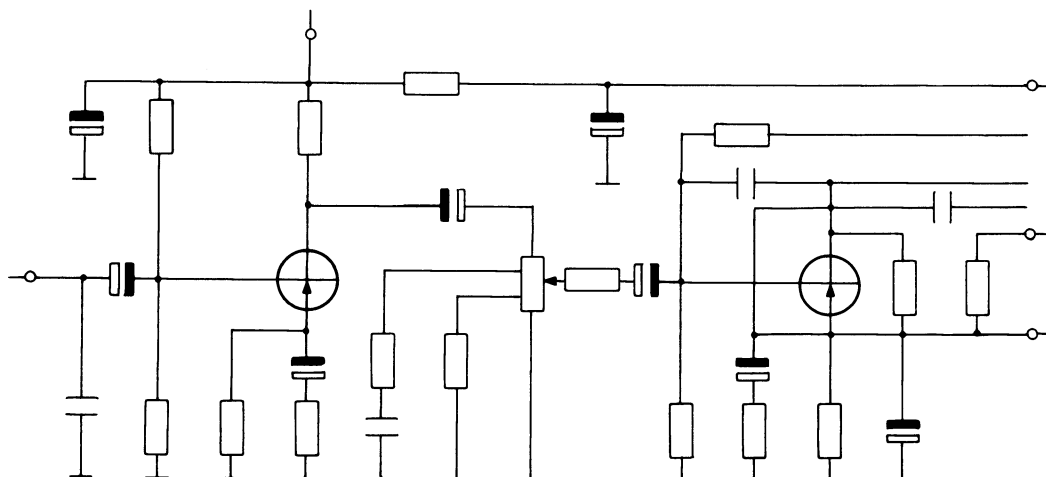
B.



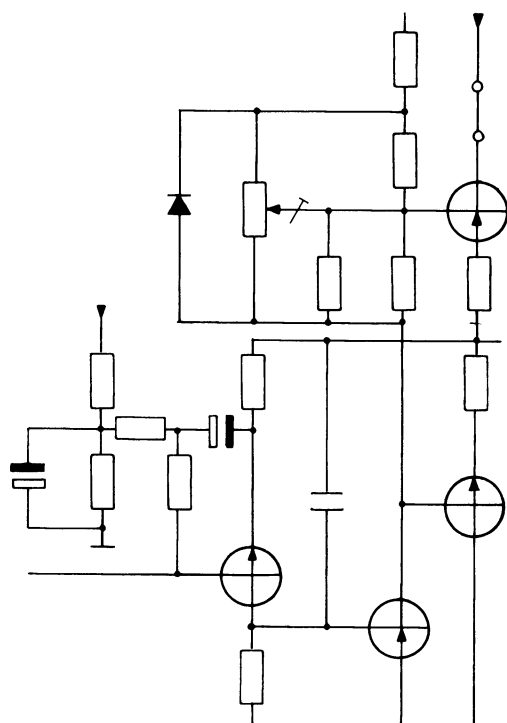




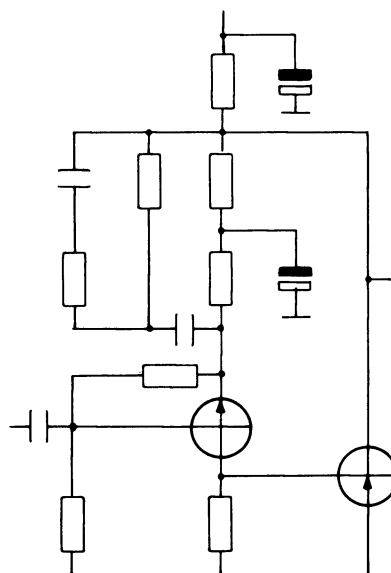
C.



D.



E.





1. Hvilket er korrekt for en kaskodekobling?

Millereffekten er lille på grund af første trins store  $A_U$ .

☐

Andet trin er koblet, så  $A_i$  er stor.

☐

Trinnet er velegnet til HF.

☐

Signal/støjforholdet er dårligt, millereffekten lille.

☐

Signal/støjforholdet er godt, oscillatorudstrålingen stor.

☐

2. Hvilket er korrekt for en kaskodekobling?

På grund af den lille kollektorimpedans i første trin bliver  $A_U$  i trinnet lille, hvorved millereffekten også bliver lille.

☐

Trinnet er koblet som jordet kollektor/jordet base.

☐

Forstærkningen  $A_U$  i hele trinnet er lille.

☐

$Z_{in}$  er  $R_1 // R_2 // h_{ie}$  og  $Z_o$  er ca  $50 \Omega$ .

☐

Trinnet er modkoblet, hvilket giver lille millereffekt.

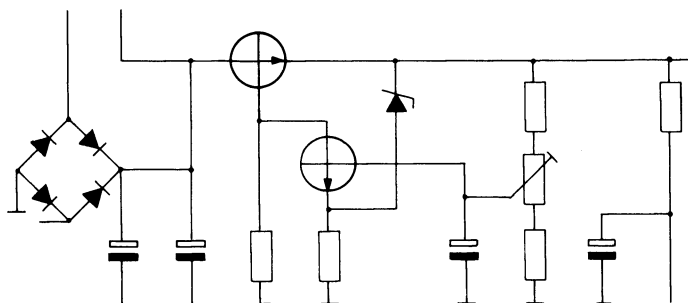
☐



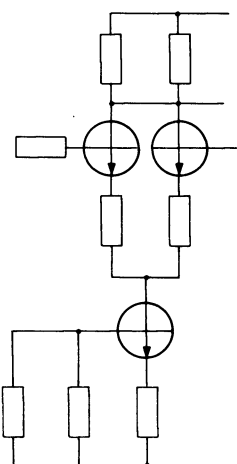
3. Hvilken opstilling indeholder kaskodekobling?

- A ☐  
B ☐  
C ☐  
D ☐  
E ☐

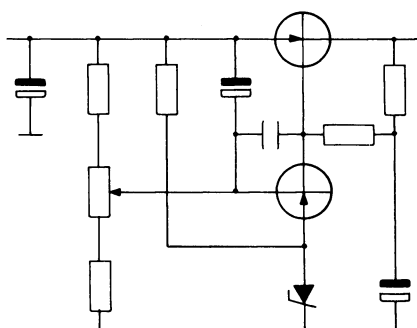
A.



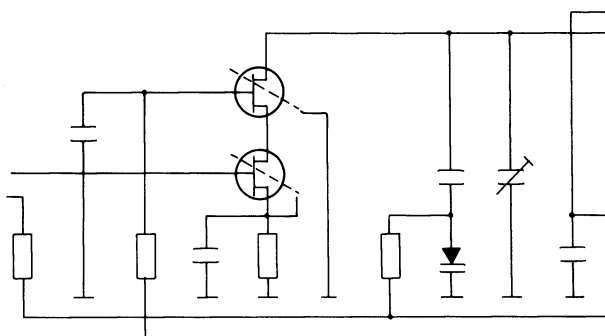
B.



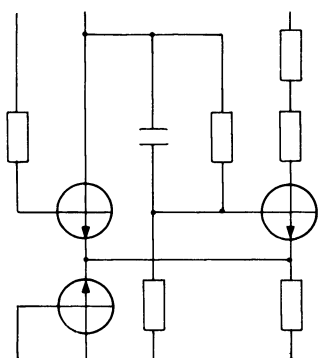
C.



D.



E.



4. Hvilket er korrekt?

Fasedrejning fra indgang til udgang er  $180^\circ$ . ☐

Fasedrejning fra indgang til udgang er  $0^\circ$ . ☐

Fasedrejning fra indgang til udgang er  $90^\circ$ . ☐

Signal/støjforholdet er lavt på grund af  $T_1$ 's store  $A_U$ . ☐

Signal/støjforholdet er lavt på grund af  $T_1$ 's lille  $A_U$ . ☐



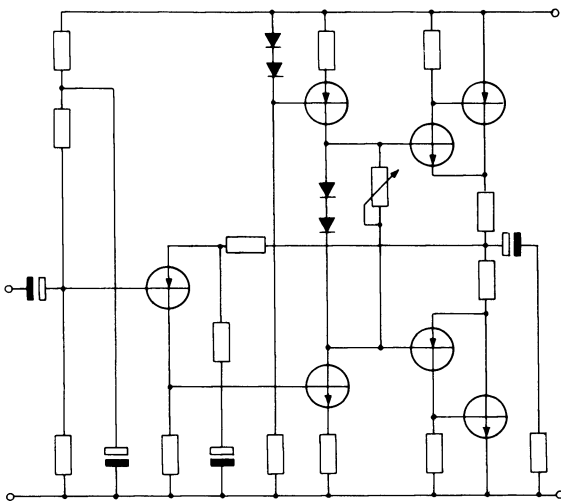


3.

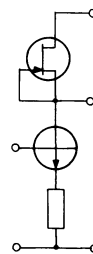
Hvilket diagram indeholder en Darlington-opstilling?

- A ☐  
 B ☐  
 C ☐  
 D ☐  
 E ☐

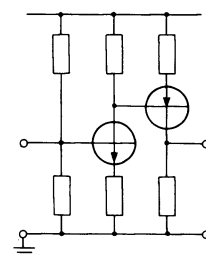
A.



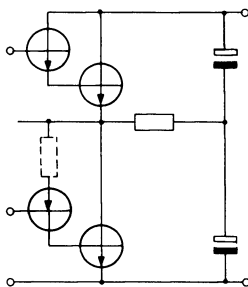
B.



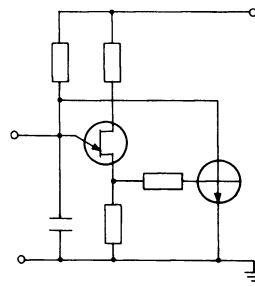
C.



D.



E.



4.

Strømførstærkningen for Darlington er:

$h_{fe}$  ☐

Under 1 ☐

$2 \cdot h_{fe}$  ☐

$\frac{h_{fe}}{2}$  ☐

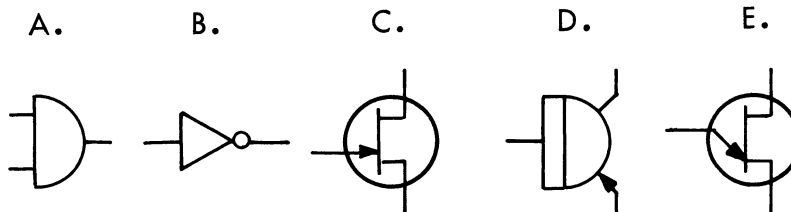
$h_{fe1} \cdot h_{fe2}$  ☐



5.

Hvilket symbol gælder for Darlington-  
ton ?

- A ☐  
B ☐  
C ☐  
D ☐  
E ☐

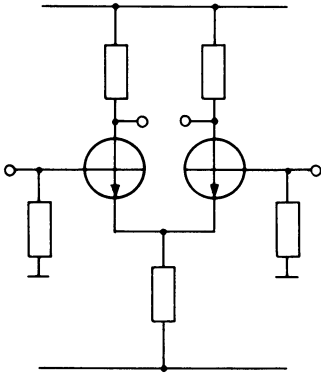




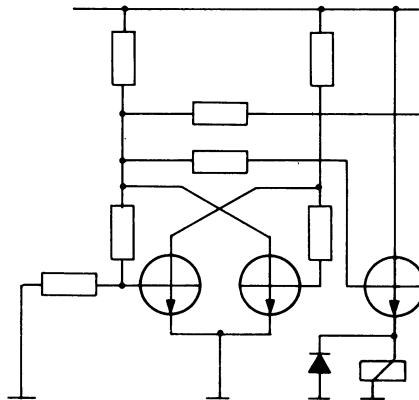
1. Hvilke af nedenstående forstærkere er differentialforstærkere?

- 3 + 4 ☐  
1 + 5 ☐  
1 + 2 ☐  
5 + 6 ☐

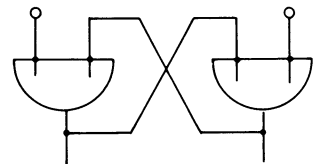
1.



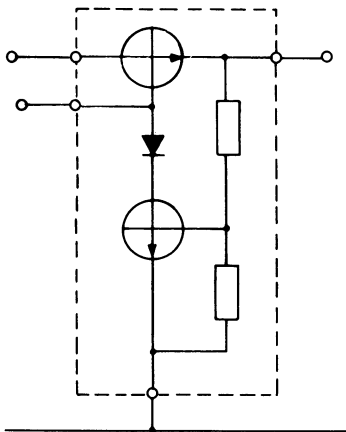
2.



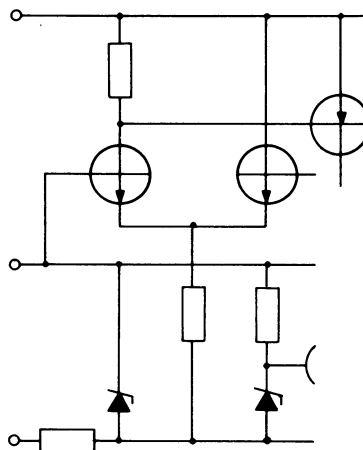
3.



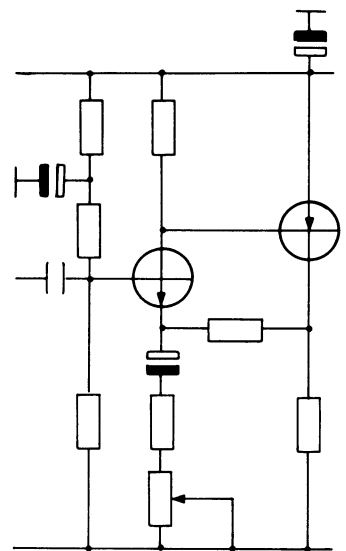
4.



5.



6.





2. Hvilke af nedenstående forstærkere er differentialforstærkere?

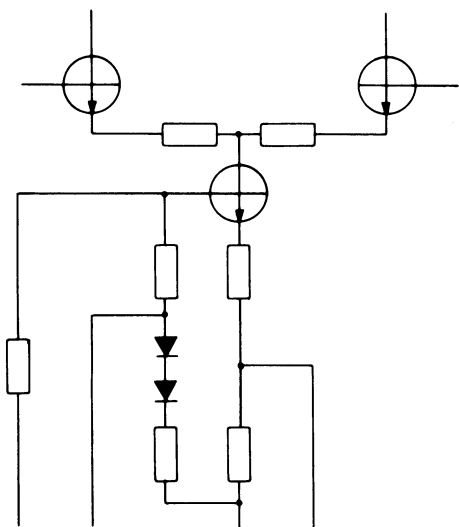
1 + 5 ☐

2 + 3 ☐

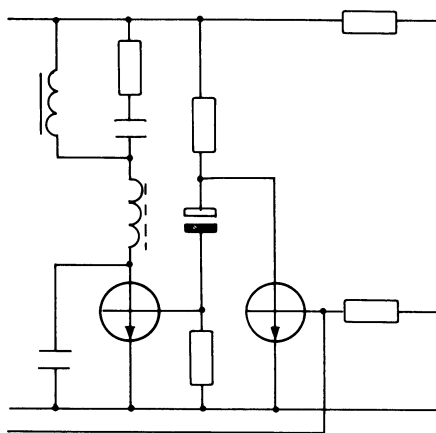
3 + 5 ☐

1 + 6 ☐

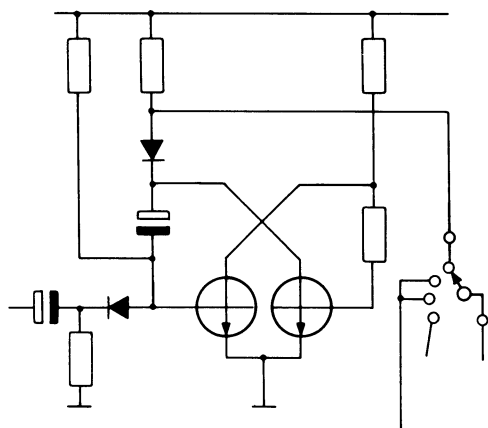
1.



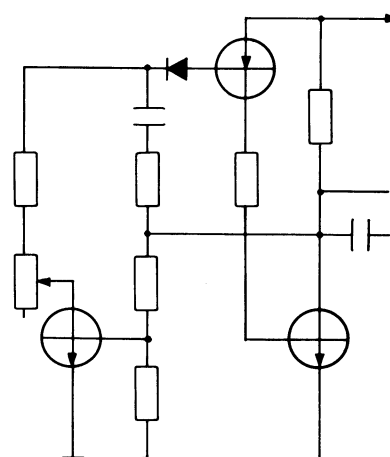
2.



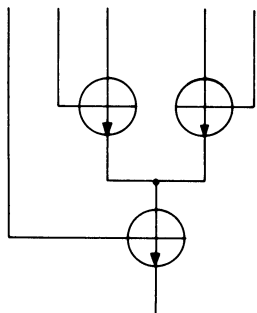
3.



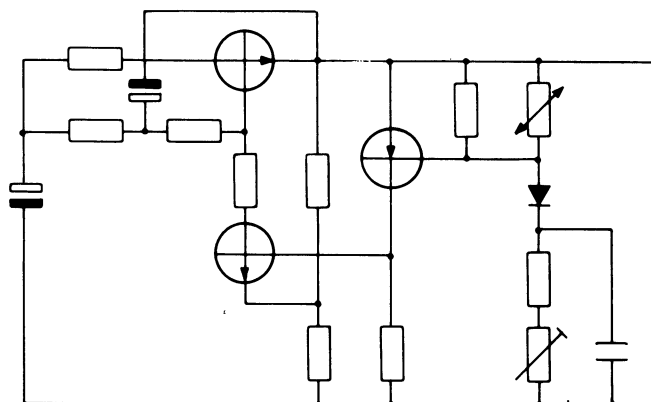
4.



5.



6.

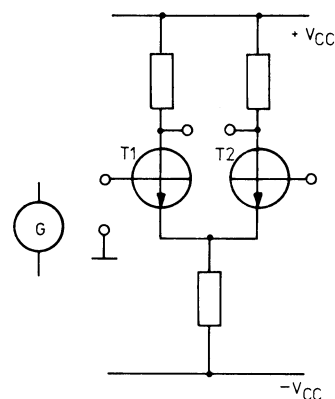






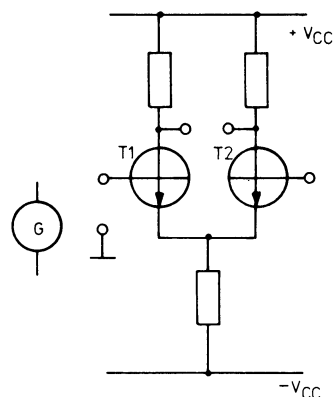
3. Tilslut generatoren til differenti-  
alforstærkeren, således at signalet  
tilføres som balanceret signal til  
differentialforstærkeren.

Tegn løsningen.



4. Tilslut generatoren til differential-  
forstærkeren, således at signalet  
tilføres som ubalanceret signal til  
differentialforstærkeren.

Tegn løsningen.



5. Det balancerede signal kendeteg-  
nes af:

1. Det forstærkes mere end uba-  
lancerede signaler.
2. Det forstærkes mindre end uba-  
lancerede signaler.
3. Signalet tilføres i samme fase  
og amplitude til  $T_1$  og  $T_2$ .
4. Signalet tilføres i modsat fase  
og med samme amplitude til  $T_1$   
og  $T_2$ .

- 2 + 3 ☐  
1 + 3 ☐  
2 + 4 ☐  
1 + 4 ☐

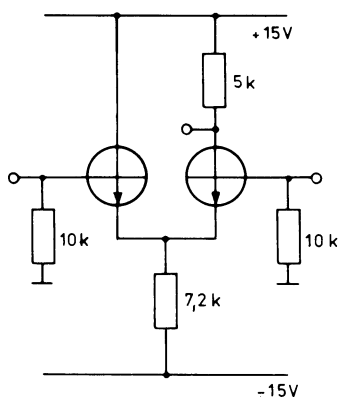


6. Det ubalancerede signal kendetegnes af:

1. Det forstærkes mere end balancerede signaler.
2. Det forstærkes mindre end balancerede signaler.
3. Signalet tilføres i samme fase og amplitude til  $T_1$  og  $T_2$ .
4. Signalet tilføres ikke i samme fase og amplitude til  $T_1$  og  $T_2$ .

2 + 3 ☐1 + 3 ☐2 + 4 ☐1 + 4 ☐

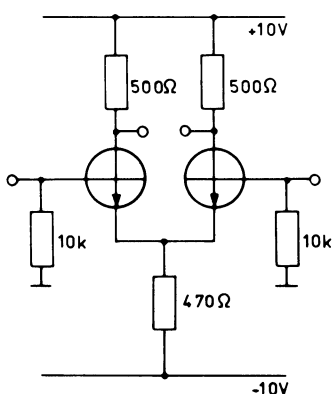
7. Find  $A_D$  for viste differentialforstærker.

400 ☐100 ☐800 ☐200 ☐

8. Find  $A_{CM}$  for differentialforstærkeren i opgave 7.

0,25 ☐0,35 ☐0,53 ☐0,70 ☐

9. Find  $A_D$  for viste differentialforstærker.

400 ☐100 ☐800 ☐200 ☐



10. Find  $A_{CM}$  for differentialforstærkeren i opgave 9, koblet med enkelt udgang.

0 ☐  
 0,35 ☐  
 0,53 ☐  
 0,70 ☐

11. For en differentialforstærker oplyses følgende:

$$A_d = 200,$$

$$A_{CM} = 0,5$$

400 ☐  
 100 ☐  
 800 ☐  
 200 ☐

Find CMRR.

12. For en differentialforstærker oplyses følgende:

$$A_d = 100,$$

$$A_{CM} = 0,01$$

1 ☐  
 100 ☐  
 1000 ☐  
 10000 ☐

Find CMRR.

13. Sammenhængen mellem CMRR,  $A_d$ ,  $A_{CM}$  ved samme  $U_o$  fra differentialforstærkeren kan udtrykkes i dB ved:

$$CMRR = \frac{A_d \text{ (dB)}}{A_{CM} \text{ (dB)}} \quad \input{checkbox}$$

$$CMRR = A_d \text{ (dB)} \cdot A_{CM} \text{ (dB)} \quad \input{checkbox}$$

$$CMRR = \frac{A_{CM} \text{ (dB)}}{A_d \text{ (dB)}} \quad \input{checkbox}$$

$$CMRR = A_d \text{ (dB)} - A_{CM} \text{ (dB)} \quad \input{checkbox}$$

14. Følgende vil forbedre CMRR for en given differentialforstærker: (IE forudsættes holdt på samme værdi)

Gøre  $R_e$  mindre ☐

Gøre  $R_e$  større ☐

Gøre  $R_c$  mindre ☐

Gøre  $R_c$  større ☐



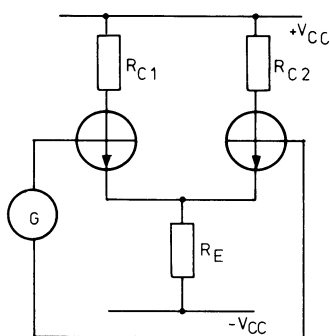
15. Følgende vil formindske CMRR for en given differentialforstærker:  $I_C$  konstant.

- Gøre  $R_E$  mindre ☐
- Gøre  $R_E$  større ☐
- Gøre  $R_C$  mindre ☐
- Gøre  $R_C$  større ☐

16. Følgende vil forbedre CMRR for en given differentialforstærker:

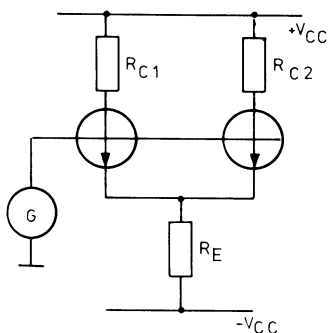
- Udskifte transistorerne til nogle med mindre  $h_{fe}$  ☐
- Udskifte emittermodstanden med en strømgenerator ☐
- Udskifte den ene transistor med en anden type ☐
- Gøre den ene base mere negativ end den anden for at nedsætte  $A_{CM}$  ☐

17.  $Z_{in}$  for viste differentialforstærker med balanceret indgang er:

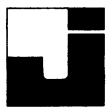


- $Z_{in} = h_{ie}$  ☐
- $Z_{in} = 2h_{ie}$  ☐
- $Z_{in} = h_{ie} + R_E \cdot h_{fe}$  ☐
- $Z_{in} = h_{ie} + 2R_E \cdot h_{fe}$  ☐

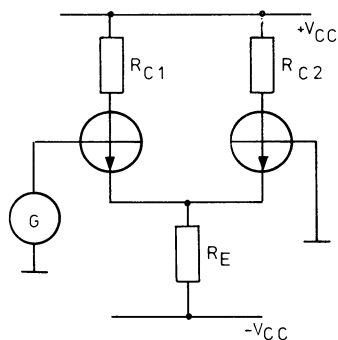
18.  $Z_{in}$  for viste differentialforstærker med ubalanceret indgangssignaler:



- $Z_{in} = h_{ie}$  ☐
- $Z_{in} = 2 h_{ie}$  ☐
- $Z_{in} = \frac{1}{2} h_{ie} + R_E \cdot h_{fe}$  ☐
- $Z_{in} = h_{ie} + 2R_E \cdot h_{fe}$  ☐



19.  $Z_{in}$  for viste differentialforstærker med enkelt indgang er:



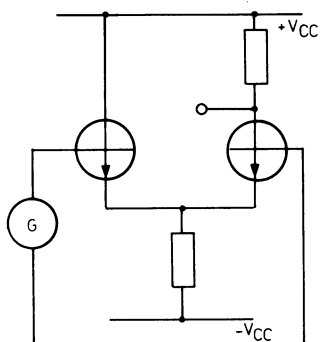
$$Z_{in} = h_{ie} \quad \square$$

$$Z_{in} = 2 h_{ie} \quad \square$$

$$Z_{in} = \frac{1}{2} h_{ie} + R_E \cdot h_{fe} \quad \square$$

$$Z_{in} = h_{ie} + 2R_E \cdot h_{fe} \quad \square$$

20.  $Z_{in}$  for viste differentialforstærker med balanceret indgang og enkelt udgang er:



$$Z_{in} = h_{ie} \quad \square$$

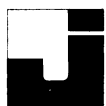
$$Z_{in} = 2h_{ie} \quad \square$$

$$Z_{in} = \frac{1}{2} h_{ie} + R_E \cdot h_{fe} \quad \square$$

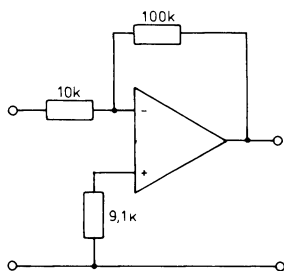
$$Z_{in} = h_{ie} + 2R_E \cdot h_{fe} \quad \square$$



- © JERNINDUSTRIENS FORLAG

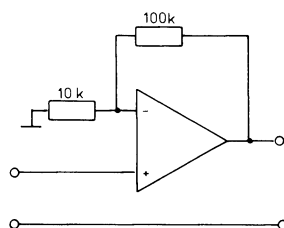


7. Find  $A'$  for viste inv.forstærker  
 $A_O = 100$  dB.



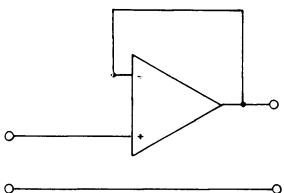
$$A' = \underline{\hspace{10cm}}$$

8. Find  $A'$  for viste non-inv.forstærker  
 $A_O = 100$  dB.



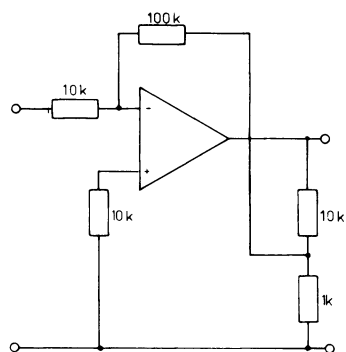
$$A'_{z} = \underline{\hspace{10cm}}$$

9. Find  $A'$  for viste forstærker  $A_O = 100$  dB.



$$A' = \underline{\hspace{10cm}}$$

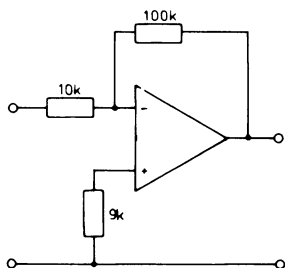
10. Find  $A'$  for viste forstærker.



$$A'_{z} = \underline{\hspace{10cm}}$$

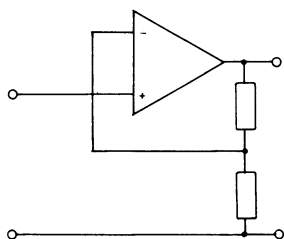


11. Find  $Z_{in}'$  for viste forstærker.



$$Z_{in}' = \underline{\hspace{2cm}}$$

12. Find  $Z_{in}'$  for viste forstærker.



$$Z_{in}' = \underline{\hspace{2cm}}$$

Givet:

$$A_o = 100 \text{ dB}$$

$$A' = 40 \text{ dB}$$

$$A's = 60 \text{ dB}$$

$$Z_d = 0,2 \text{ M}\Omega$$

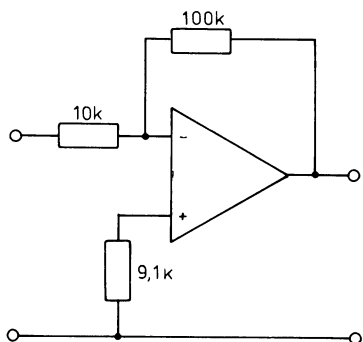
$$Z_{cm} = 40 \text{ M}\Omega$$

$$Z_{in}' = \frac{Z_d' \cdot Z_{cm}}{Z_d' + Z_{cm}}$$





13. Find  $Z_o'$  for viste forstærker.



$$Z_o' = \underline{\hspace{5cm}}$$

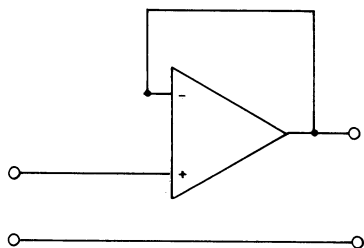
Givet:

$$A_o = 100 \text{ dB}$$

$$Z_o = 5 \text{ k}\Omega$$

$$Z_o' = \frac{Z_o}{A_s}$$

14. Find  $Z_o'$  for viste forstærker.



$$Z_o' = \underline{\hspace{5cm}}$$

$$\text{Givet: } Z_o' = \frac{Z_o}{A_s}$$

$$Z_o = 5 \text{ k}\Omega$$

$$A_o = 100 \text{ dB}$$

15. For en op-amp. opgives  $SR = 2,5 \text{ V}/\mu\text{S}$ .

Find  $U_o$  maks. ved 50 kHz, givet:  
 $SR = U_o \text{ maks.} \cdot 2\pi \cdot f$ .

$$U_o \text{ maks.} = \underline{\hspace{5cm}}$$

16. For en op-amp. opgives  $SR = 1,4 \text{ V}/\mu\text{S}$ .

Find frekvensen, hvor SR indtræder ved  $U_o \text{ maks.} = 5 \text{ V}$ .

$$\underline{\hspace{5cm}}$$



17. Der skal vælges erstatningstyper for en SN72741.

Hvilken type bør vælges under hensyntagen til SR, input-output beskyttelse, internal compensate-ring?

Series 72

TYPE	SN72702	SN72709	SN72741	SN72747	SN72748	SN72770	SN72771	SN72558	SN72301A	SN72307	UNIT
FEATURES	Wide BW, General Purpose	General Purpose	Internally Compensated, Gen. Pur.	Dual SN72741	Extended BW, Gen. Pur.	Super $\beta$	Super $\beta$	Dual 741 in 8-pin Package	Precision Op Amp	Internally Compensated	
Input Offset Voltage, Max	5	7.5	6	6	6	10	10	6	7.5	7.5	mV
Input Offset Current, Max	500	500	200	200	200	10	10	200	50	50	nA
Temperature Coefficient of Input Offset Voltage, Typ	5	6	7	7	7	10	10	7	6	6	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current, Max	15,000	1500	500	500	500	30	30	500	250	250	nA
Voltage Amplification, Min	1	15	20	20	20	35	35	20	25	25	V/mV
Slew Rate at Unity Gain, Typ	1.7	0.3	0.5	0.5	0.5	2.5	2.5	0.5	0.5	0.5	V/ $\mu\text{s}$
Unity-Gain Bandwidth, Typ	30	5	1	1	1	1.3	1.3	1	1	1	MHz
Min Supply Voltage	+6, -3	$\pm 9$	$\pm 5$	$\pm 5$	$\pm 5$	$\pm 3$	$\pm 3$	$\pm 5$	$\pm 3$	$\pm 3$	V
Max Supply Voltage	+14, -7	$\pm 18$	$\pm 18$	$\pm 18$	$\pm 18$	$\pm 18$	$\pm 18$	$\pm 18$	$\pm 18$	$\pm 18$	V
Input Voltage Range, Min	0.5 to -4	$\pm 8$	$\pm 12$	$\pm 12$	$\pm 12$	$\pm 11$	$\pm 11$	$\pm 12$	$\pm 12$	$\pm 12$	V
Differential Input Voltage Rating	$\pm 5$	$\pm 5$	$\pm 30$	$\pm 30$	$\pm 30$	$\pm 30$	$\pm 30$	$\pm 30$	$\pm 30$	$\pm 30$	V
Internal Compensation	No	No	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	No	Yes	
Offset Adjust	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	
Input Protection	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	
Output Protection	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	

SN72702 ☐  
SN72709 ☐  
SN72748 ☐  
SN72307 ☐

18. For en operationsforstærker koblet som differensforstærker oplyses, at  $A^1 = 40$  dB og  $\text{CMRR} = 86$  dB.

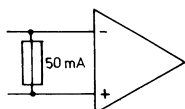
Hvor stort et ubalanceret signal (common-mode-signal) skal der tilføres indgangen af differensforstærkeren for at få et common mode signal på udgangen på 50 mV?

19. En differensforstærker med  $A^1 = 60$  dB og  $\text{CMRR} = 86$  dB har et common mode signal på indgangen på 1 volt, hvor stort er det på udgangen?

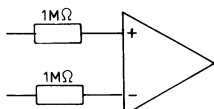
20. En op-amp. uden beskyttelse på indgangen ønskes beskyttet, den beskyttelse udføres bedst som:

A ☐  
B ☐  
C ☐  
D ☐

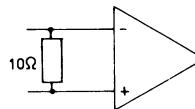
A.



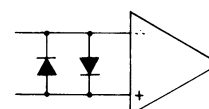
B.

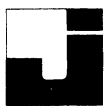


C.



D.





21. Hvilke af nævnte operationsforstærkere er ikke beskyttet på ind- og udgang?

Series 72

SN72709 ☐  
SN72748 ☐  
SN72558 ☐  
SN72307 ☐

TYPE	SN72702	SN72709	SN72741	SN72747	SN72748	SN72770	SN72771	SN72558	SN72301A	SN72307	
FEATURES	Wide BW, General Purpose	General Purpose	Internally Compensated, Gen. Pur.	Dual SN72741	Extended BW, Gen. Pur.	Super $\beta$	Super $\beta$	Dual 741 in 8-pin Package	Precision Op Amp	Internally Compensated	UNIT

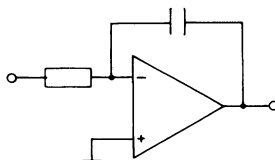
Input Offset Voltage, Max	5	7.5	6	6	6	10	10	6	7.5	7.5	mV
Input Offset Current, Max	500	500	200	200	200	10	10	200	50	50	nA
Temperature Coefficient of Input Offset Voltage, Typ	5	6	7	7	7	10	10	7	6	6	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current, Max	15,000	1500	500	500	500	30	30	500	250	250	nA
Voltage Amplification, Min	1	15	20	20	20	35	35	20	25	25	V/mV
Slew Rate at Unity Gain, Typ	1.7	0.3	0.5	0.5	0.5	2.5	2.5	0.5	0.5	0.5	V/ $\mu\text{s}$
Unity-Gain Bandwidth, Typ	30	5	1	1	1	1.3	1.3	1	1	1	MHz

Min Supply Voltage	+6, -3	$\pm 9$	$\pm 5$	$\pm 5$	$\pm 5$	$\pm 3$	$\pm 3$	$\pm 5$	$\pm 3$	$\pm 3$	V
Max Supply Voltage	+14, -7	$\pm 18$	$\pm 18$	$\pm 18$	$\pm 18$	$\pm 18$	$\pm 18$	$\pm 18$	$\pm 18$	$\pm 18$	V
Input Voltage Range, Min	0.5 to -4	$\pm 8$	$\pm 12$	$\pm 12$	$\pm 12$	$\pm 11$	$\pm 11$	$\pm 12$	$\pm 12$	$\pm 12$	V
Differential Input Voltage Rating	$\pm 5$	$\pm 5$	$\pm 30$	$\pm 30$	$\pm 30$	$\pm 30$	$\pm 30$	$\pm 30$	$\pm 30$	$\pm 30$	V

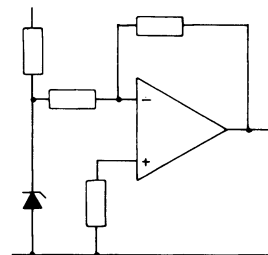
Internal Compensation	No	No	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes	No	Yes	
Offset Adjust	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	
Input Protection	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	
Output Protection	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	

De viste illustrationer hører til opgaverne 22 til 29.

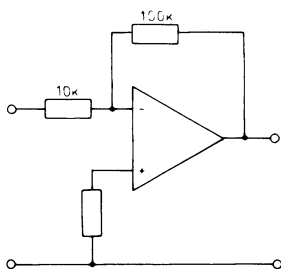
A



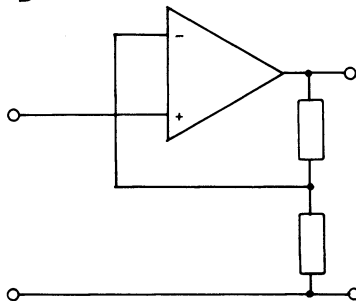
B



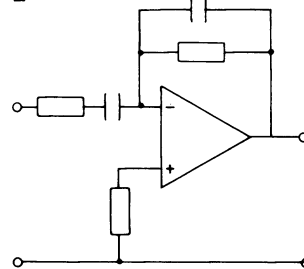
C



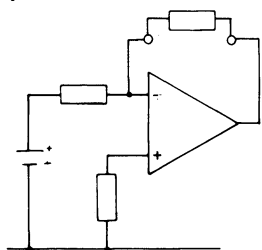
D



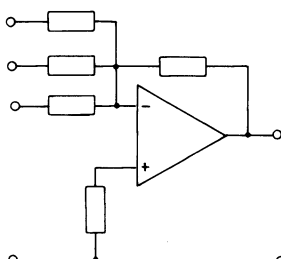
E



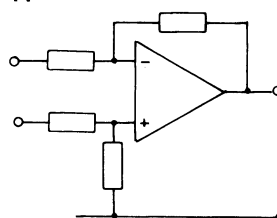
F



G



H





22. Hvilke af viste kredsløb er en konstantspændingsgenerator?

- A ☐
- B ☐
- C ☐
- D ☐
- E ☐
- F ☐
- G ☐
- H ☐

23. Hvilke af viste kredsløb er en differensforstærker (subtraktionskobling)?

- A ☐
- B ☐
- C ☐
- D ☐
- E ☐
- F ☐
- G ☐
- H ☐

24. Hvilke af viste kredsløb er en integrator?

- A ☐
- B ☐
- C ☐
- D ☐
- E ☐
- F ☐
- G ☐
- H ☐

25. Hvilke af viste kredsløb er en konstantstrømsgenerator?

- A ☐
- B ☐
- C ☐
- D ☐
- E ☐
- F ☐
- G ☐
- H ☐

26. Hvilke af viste kredsløb er et aktivt filter?

- A ☐
- B ☐
- C ☐
- D ☐
- E ☐
- F ☐
- G ☐
- H ☐

27. Hvilke af viste kredsløb er en non-inv.forstærker?

- A ☐
- B ☐
- C ☐
- D ☐
- E ☐
- F ☐
- G ☐
- H ☐



28. Hvilke af viste kredsløb er en summationskobling (additions-kredsløb)?

- A ☐
- B ☐
- C ☐
- D ☐
- E ☐
- F ☐
- G ☐
- H ☐

29. Hvilke af viste kredsløb er en inv.forstærker?

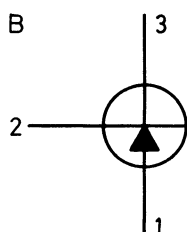
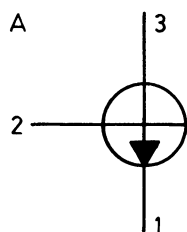
- A ☐
- B ☐
- C ☐
- D ☐
- E ☐
- F ☐
- G ☐
- H ☐



Hjælpemiddel: Philips "General Catalogue"

1. Hvilke transistortyper viser de to symboler?

Hvorledes benævnes de tre terminaler?



A. \_\_\_\_\_

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

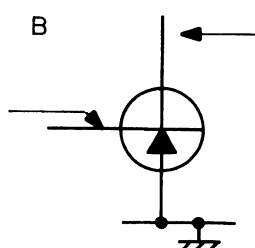
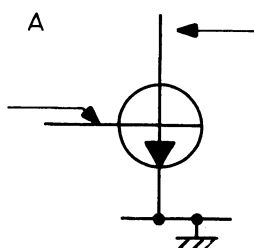
B. \_\_\_\_\_

1. \_\_\_\_\_

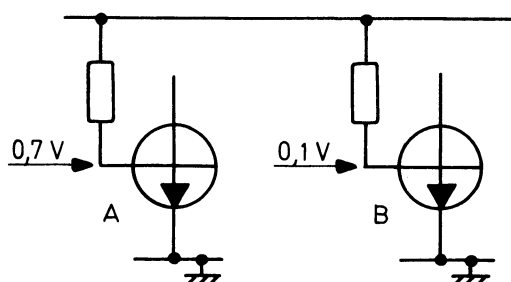
2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

2. Angiv polariteter i forhold til stel.



3. Hvad er forskellen på de to transistorer?



\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



4. Hvorledes skal basis-emitterstrækningen forspændes, for at transistoren kan trække kollektorstrøm?

---

---

---

---

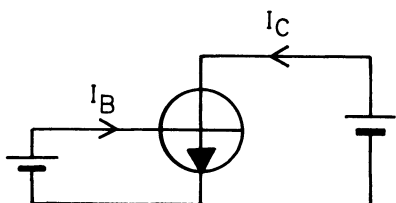
5. Er  $I_B$  større eller mindre end  $I_C$ ?  
Hvad kaldes forholdet mellem  $I_B$  og  $I_C$ ?

---

---

---

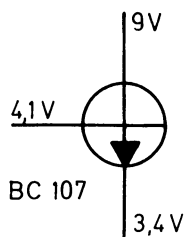
---



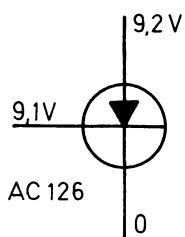
6. Hvilke transistorer er ledende, og hvilke er spærrende?

Overstreg de spærrede transistorer.

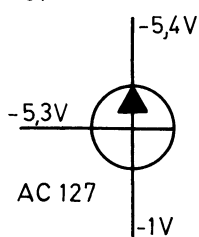
1.



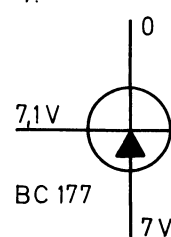
2.



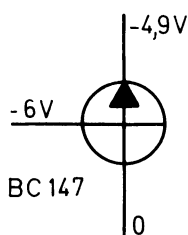
3.



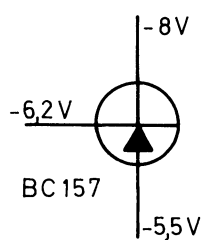
4.



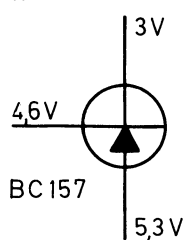
5.



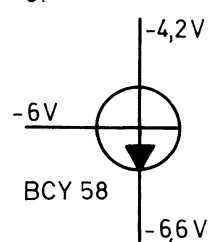
6.



7.

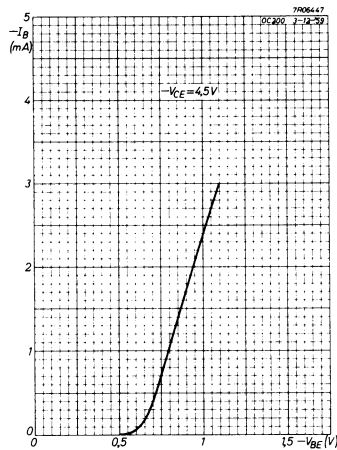


8.

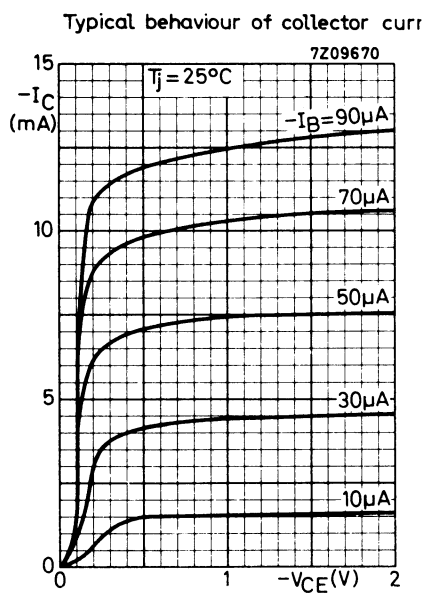




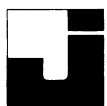
7. Hvilken h-parameter kan findes ved hjælp af nedenstående karakteristik?



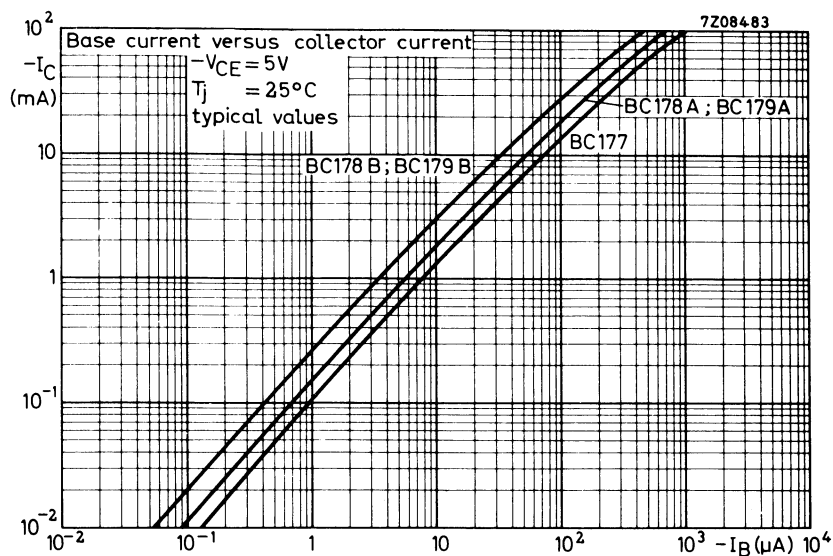
8. Hvilken h-parameter kan findes ved hjælp af nedenstående karakteristik?



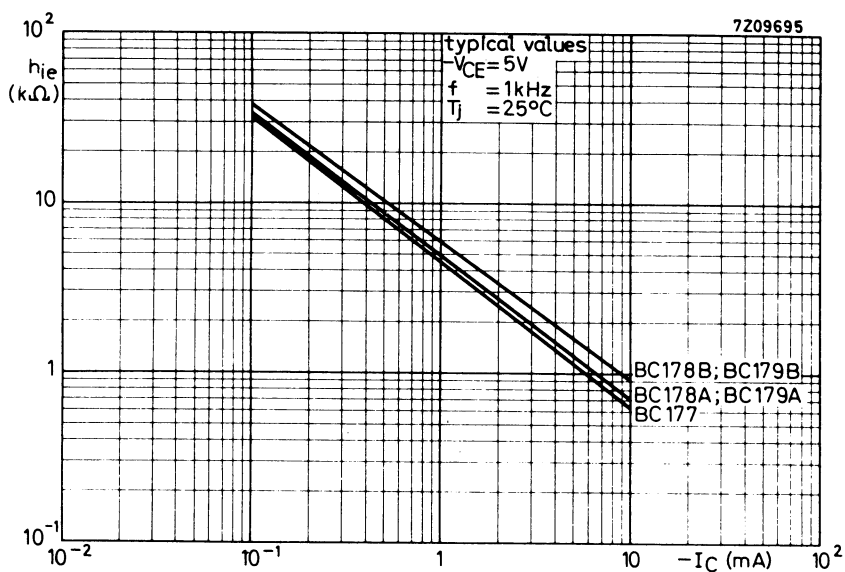




9. Hvilken h-parameter kan findes ved hjælp af nedenstående karakteristik?



10. Hvorledes afhænger  $h_{ie}$  af kollektorstrømmen?



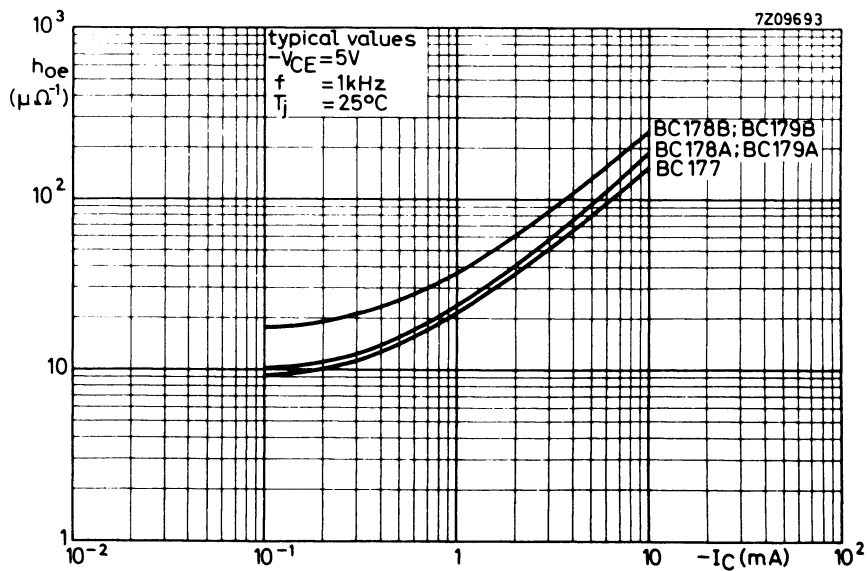


11. Hvorledes afhænger  $h_{oe}$  af kollektorstrømmen?

---

---

---

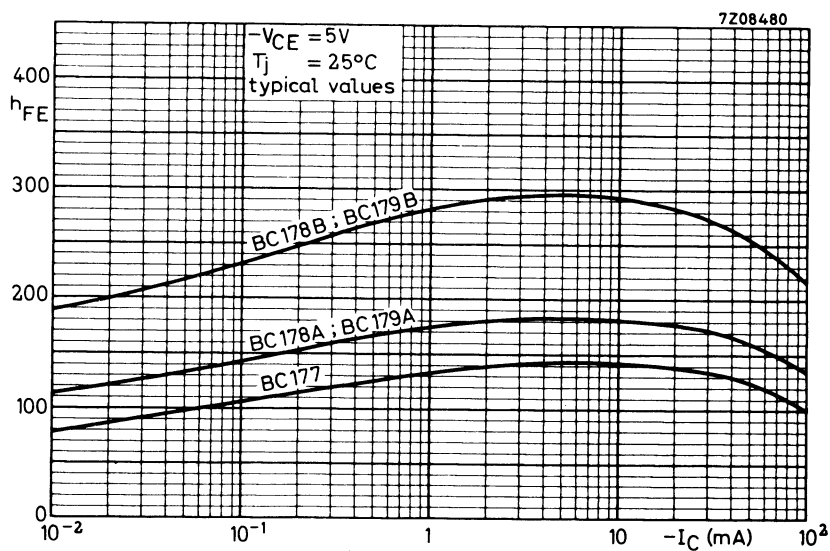


12. Hvorledes afhænger  $h_{FE}$  af kollektorstrømmen?

---

---

---





Til efterfølgende opgaver anvendes Philips "General Catalogue".

13. Hvad betyder følgende forkortelser ?

$V_{CBO}$

---

---

$V_{CEO}$

---

---

$V_{CER}$

---

---

$h_{fe}$

---

---

$h_{FE}$

---

---

$C_{re}$

---

---

$T_j$

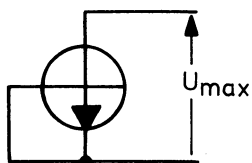
---

---

14. Hvor stor spænding kan BC327 holde til i den viste kobling, og hvorledes benævnes den ?

---

---



15. Hvor stor en  $h_{FE}$  kan der forventes for en BC149C ved  $I_C = 2 \text{ mA}$  ?

$h_{FE}$  \_\_\_\_\_

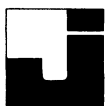


16. Hvor stor en  $h_{fe}$  kan der forventes for transistoren i spørgsmål 15?

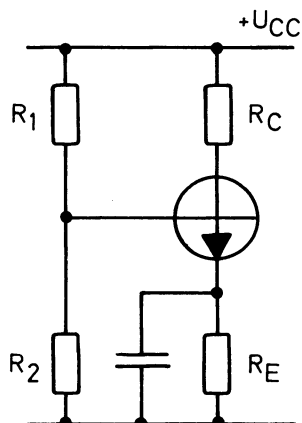
hfe

17. Tegn benforbindelserne til BC328.

18. Tegn benforbindelserne til BC434.



1. Beregn  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_C$  og  $R_E$ , når trinnet skal dimensioneres til symmetrisk klipning.



Givet:

$$\begin{aligned} +U_{CC} &= 18 \text{ V} \\ U_E &= 1/6 \text{ af } U_{CC} \\ I_C &= 10 \text{ mA} \\ U_{BE} &= 0,7 \text{ V} \\ h_{FE} &= 200 \\ I_{R_2} &= 10 I_B \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_1 &= \\ R_2 &= \\ R_C &= \\ R_E &= \end{aligned}$$

2. Når  $A_U = \frac{h_{fe}}{h_{ie}} \cdot R_L = 40 \cdot I_E \cdot R_L$

eller

$$\frac{h_{fe}}{h_{ie}} = 40 \cdot I_E$$

hvor stor er  $h_{ie}$  udtrykt ved  $I_E$  og  $h_{fe}$ ?

$$h_{ie} =$$

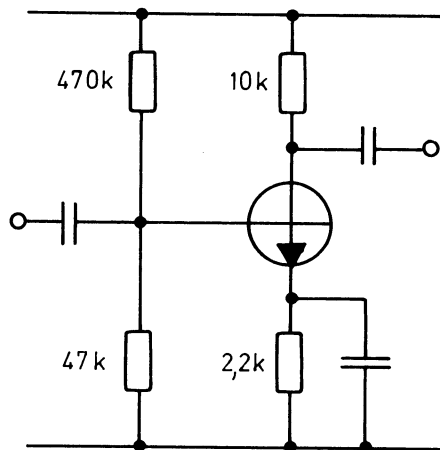
3. Når  $h_{ib} = \frac{h_{ie}}{h_{fe}}$

hvor stor er  $h_{ib}$  udtrykt ved  $I_E$ ?

$$h_{ib} =$$



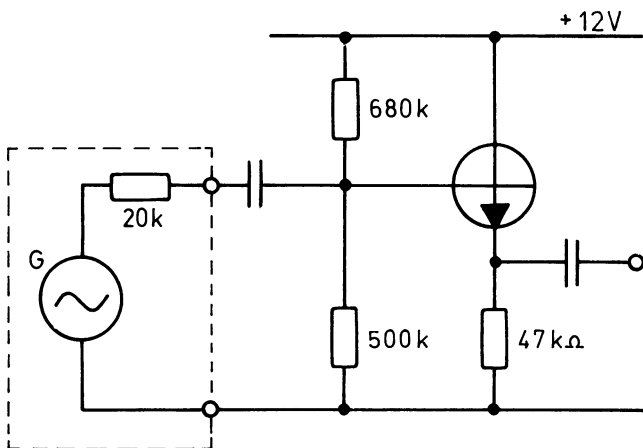
4. Beregn  $A_u$ ,  $h_{ie}$ ,  $Z_{in}$  og  $Z_o$ .



Givet :

$$\begin{aligned} I_E &= 1 \text{ mA} \\ h_{fe} &= 250 \\ h_{oe} &= 20 \text{ } \mu\text{mho} \end{aligned}$$

5. Beregn  $Z_{in}$ ,  $h_{ie}$ ,  $Z_o$  og  $A_u$



Givet :

$$\begin{aligned} I_C &= 0,1 \text{ mA} \\ h_{fe} &= 200 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z_{in} &= \\ h_{ie} &= \\ Z_o &= \\ A_u &= \end{aligned}$$

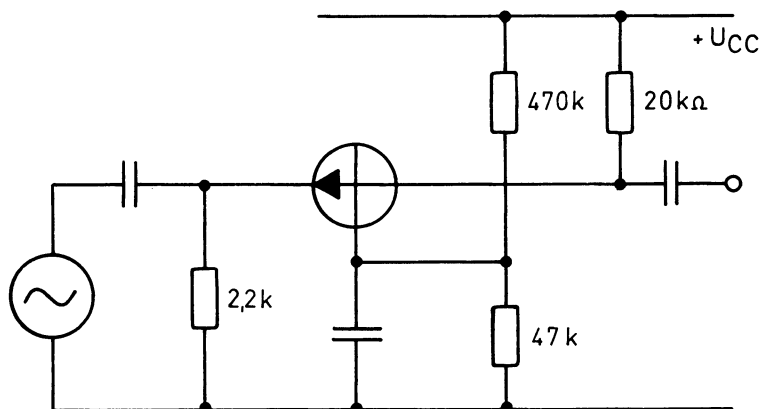


6. Beregn  $Z_{in}$ ,  $h_{ib}$ ,  $A_u$  og  $Z_o$

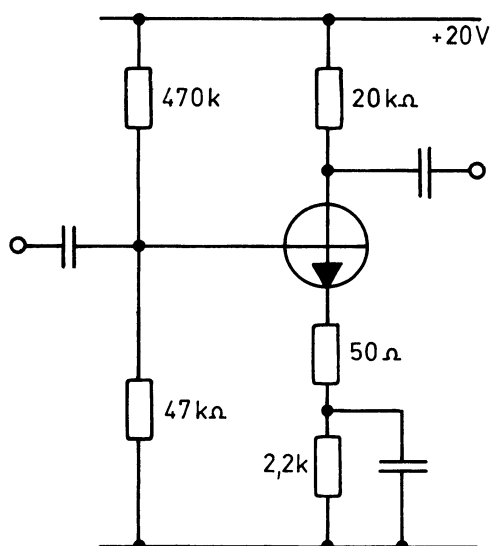
Givet:

$$U_E = 1,1 \text{ V}$$

$$U_{CC} = 20 \text{ V}$$



7. Beregn  $A_u$ ,  $A_{in}$  og  $Z_o$



Givet:

$$U_E = 1,1 \text{ V}$$

$$U_{CC} = 20 \text{ V}$$

$$h_{fe} = 200$$

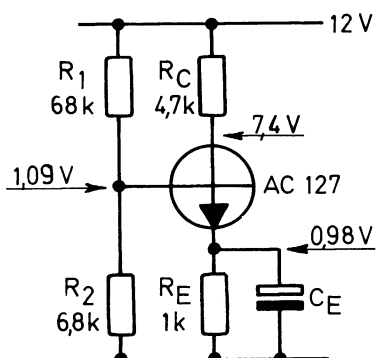
$$A_u =$$

$$Z_{in} =$$

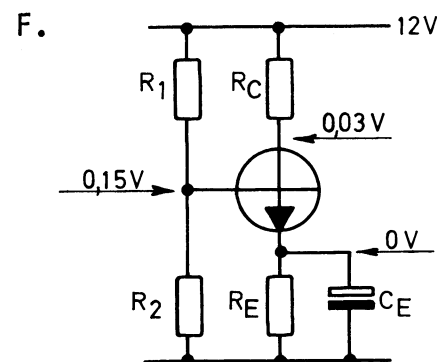
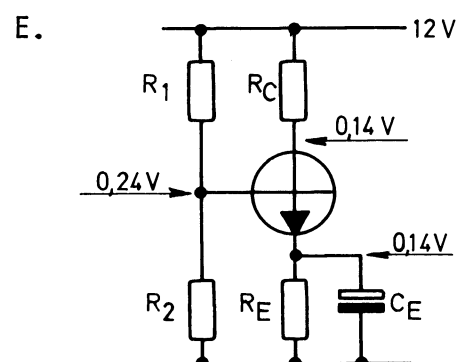
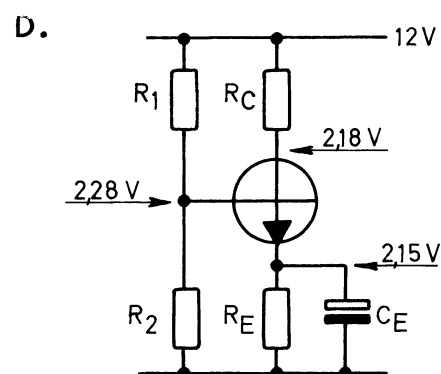
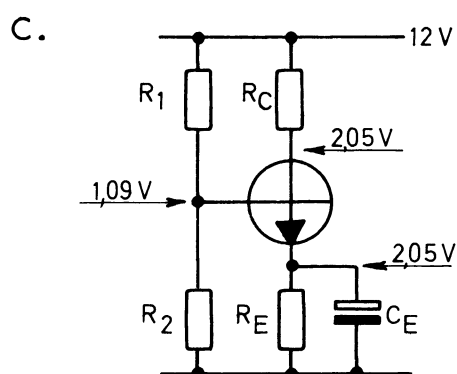
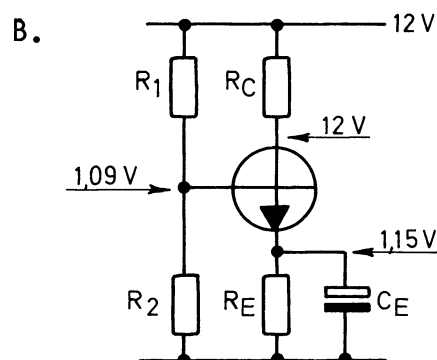
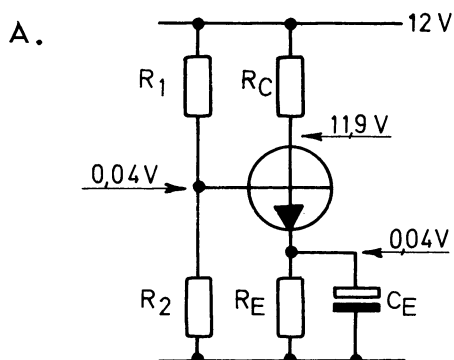
$$Z_o =$$



1. Herunder ses et trin med påførte spændinger, målt når trinnet er i orden.

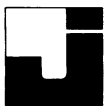


Find og marker fejlene på nedenstående seks trin.



Navn: \_\_\_\_\_ Trin: \_\_\_\_\_ Dato: \_\_\_\_\_ / 19 \_\_\_\_\_ Godk.: \_\_\_\_\_

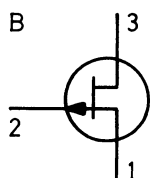
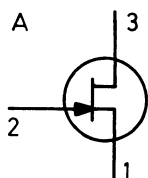




Hjælpemiddel: Philips "General Catalogue".

1. Hvilke transistortyper viser de to symboler?

Hvorledes benævnes de tre terminaler?



A.

1.

2.

3.

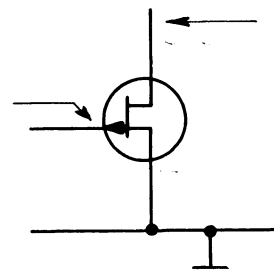
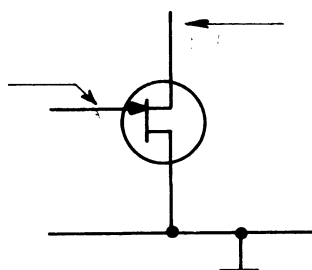
B.

1.

2.

3.

2. Angiv polariteter i forhold til stel?



3. Hvad betyder følgende forkortelser?

$I_{DSS}$

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

$V_{DS}$

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

$Y_{fs}$

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

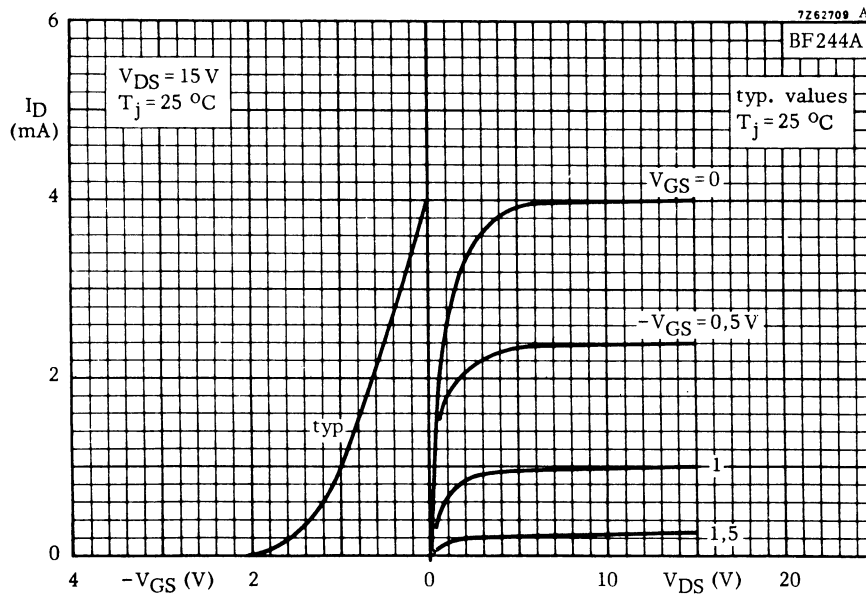
$C_{rs}$

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



4. Hvilke Y-parametre kan aflæses af nedenstående karakteristik?



5. Hvad sker der med  $I_D$ , dersom  $-U_{GS}$  gøres mindre?

$I_D$  bliver større ☐  
 $I_D$  bliver mindre ☐

6. Hvad sker der med  $Y_{fs}$ , dersom  $-U_{GS}$  gøres større?

$Y_{fs}$  bliver større ☐  
 $Y_{fs}$  bliver mindre ☐

7. For en FET opgives, at  $g_{os}$  er  $25\text{ }\mu\text{A/V}$ .

Hvor stor er transistorens udgangsmodstand?

8. Hvad hedder den værdi af  $U_{DS}$ , hvor  $I_D$  ikke ændres, selvom  $U_{DS}$  gøres større?

$U_{GS} = 0$

9. I hvilket område af karakteristikken virker en FET som en variabel modstand?



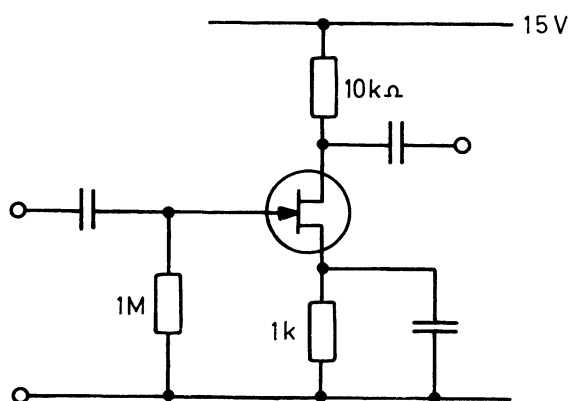
10. I hvilket område af karakteristikken virker en FET som en variabel strømgenerator?

---



---

11. Hvor stor er forstærkning, indgangsimpedans og udgangsmodstanden i viste trin?



$$Y_{fs} = 5 \text{ mA/V}$$

$$Y_{os} = 10 \text{ } \mu\text{A/V}$$

$$A_U =$$

$$Z_{in} =$$

$$Z_o =$$

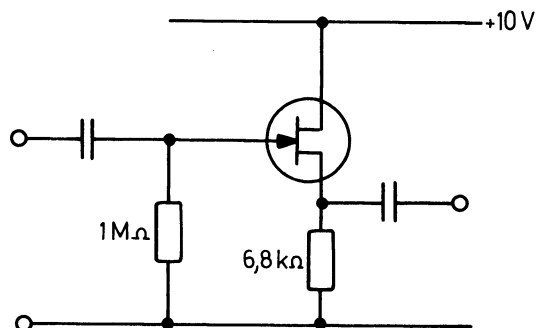
12. Hvilke DC-spændinger kan der forventes målt på gate, source og drain i forstærkeren i opgave 11?

$$U_G =$$

$$U_S =$$

$$U_D =$$

13. Hvor stor er forstærkning, indgangsimpedans og udgangsimpedans i viste trin?



$$Y_{fs} = 1,25 \text{ mA/V}$$

$$A_U =$$

$$Z_{in} =$$

$$Z_o =$$

14. Hvilke DC-spændinger kan der forventes målt på gate, source og drain i forstærkeren i opgave 13?

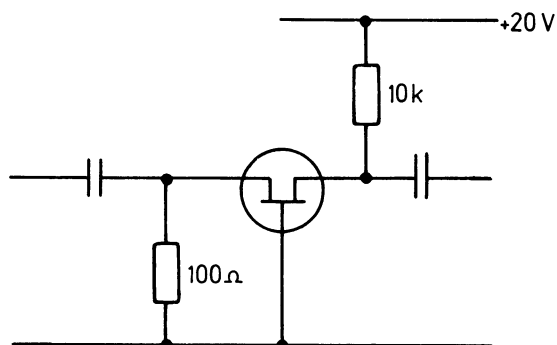
$$U_G =$$

$$U_S =$$

$$U_D =$$



15. Hvor stor er forstærkning, indgangsimpedans og udgangsimpedans i viste trin?



$$Y_{fs} = 4,5 \text{ mA/V}$$

$$A_U =$$

$$Z_{in} =$$

$$Z_o =$$

16. Hvilke DC-spændinger kan der forventes målt på gate, source og drain i forstærkeren i opgave 15?

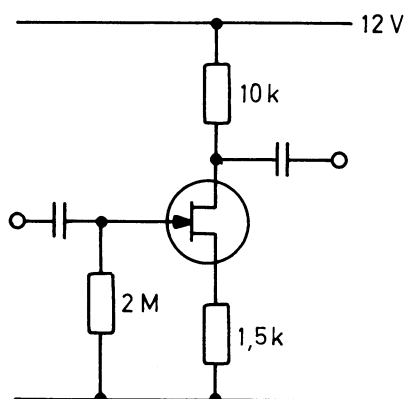
$$U_G =$$

$$U_S =$$

$$U_D =$$

17. På forstærkeren måles cirkaværdier.

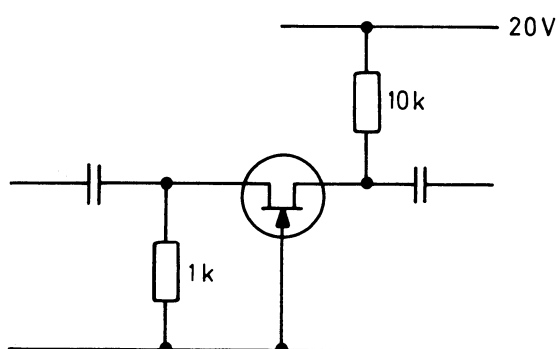
Afkryds det rigtige svar.



	$U_G$	$U_D$	$U_S$
	+0,75	-7	-0,75
	-0,75	+7	+0,75
	0 V	+7	+0,75
	0 V	-7	-0,75

18. På forstærkeren måles cirkaværdier.

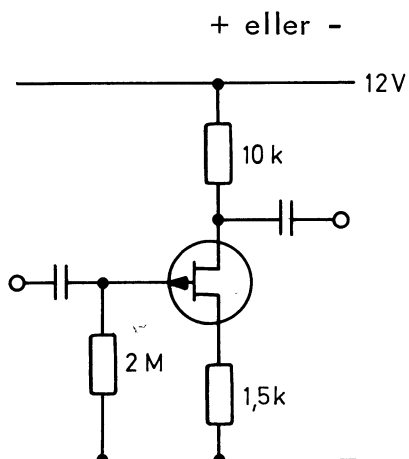
Afkryds det rigtige svar.



	$U_G$	$U_D$	$U_S$
	0 V	+10	+1 V
	0 V	-10	-1 V
	0 V	+14	-1 V
	0 V	-14	-1 V



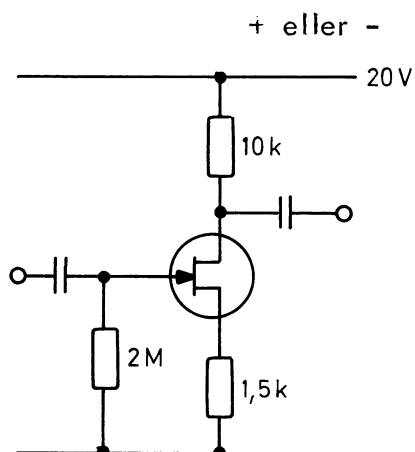
19. På forstærkeren måles cirkaværdier.



Afkryds det rigtige svar.

	$U_G$	$U_D$	$U_S$
	+0,75 V	-7	-0,75
	-0,75	+7	+0,75
	0 V	+7 V	+0,75
	0 V	-7 V	-0,75

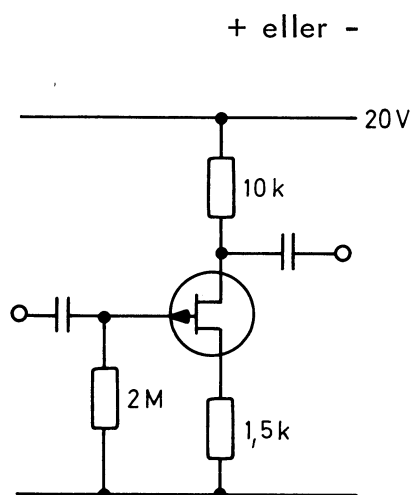
20. På forstærkeren måles cirkaværdier.



Afkryds det rigtige svar.

	$U_G$	$U_D$	$U_S$
	-0,7 V	-15 V	-1,4 V
	-0,7 V	+15 V	0 V
	0 V	+15 V	+0,7 V
	0 V	-15 V	-0,7 V

21. På forstærkeren måles cirkaværdier.

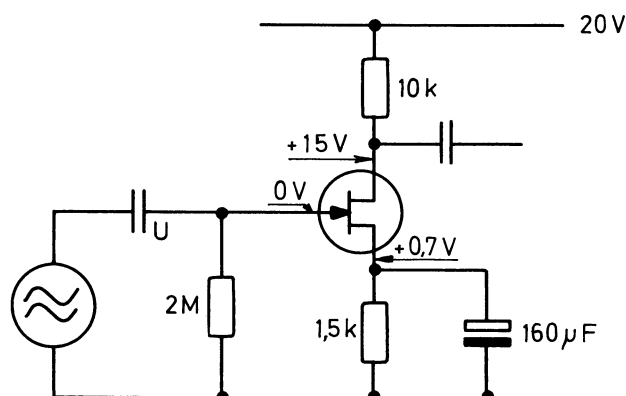


Afkryds det rigtige svar.

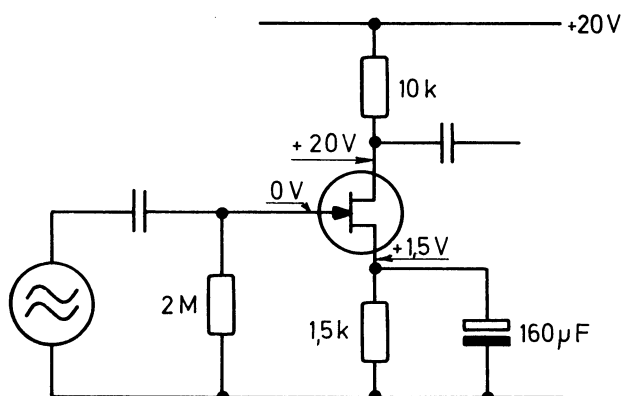
	$U_G$	$U_D$	$U_S$
	-0,7 V	-15 V	-1,4 V
	-0,7 V	+15 V	0 V
	0 V	+15 V	+0,7 V
	0 V	-15 V	-0,7 V



Trinnet uden fejl.

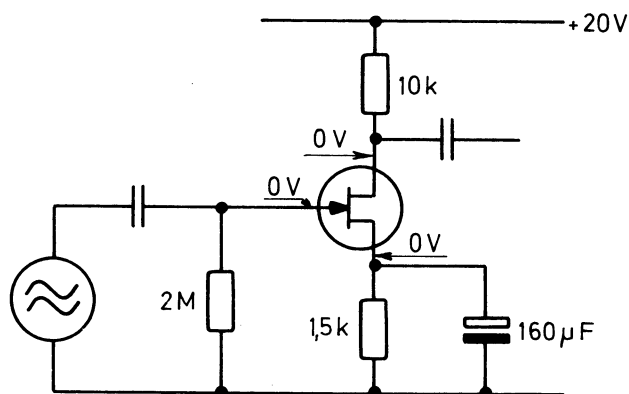


1. Hvilken fejl er mulig i det viste trin ?



- $R_D$  afbrudt ☐
- FET afbrudt ☐
- $R_S$  afbrudt ☐
- $C_S$  afbrudt ☐
- $C_S$  kortsluttet ☐

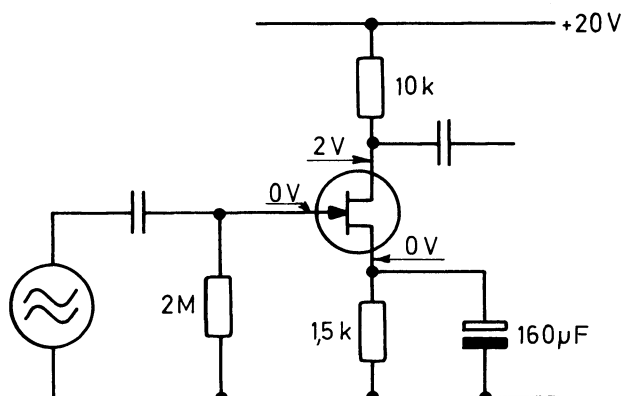
2. Hvilken fejl er mulig i det viste trin ?



- $R_D$  afbrudt ☐
- FET afbrudt ☐
- FET kortsluttet ☐
- $R_S$  afbrudt ☐
- $C_S$  kortsluttet ☐

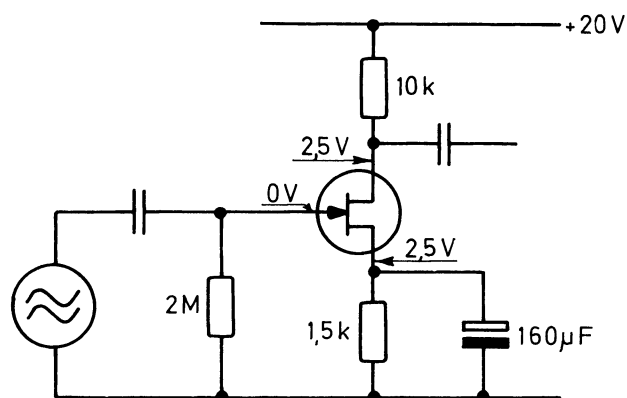


3. Hvilken fejl er mulig i det viste trin ?

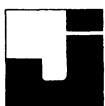


- FET kortsluttet ☐
- $R_D$  afbrudt ☐
- $R_G$  kortsluttet ☐
- $C_S$  kortsluttet ☐
- $R_S$  afbrudt ☐

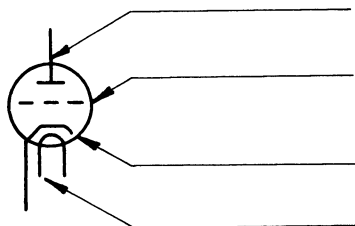
4. Hvilken fejl er mulig i det viste trin ?



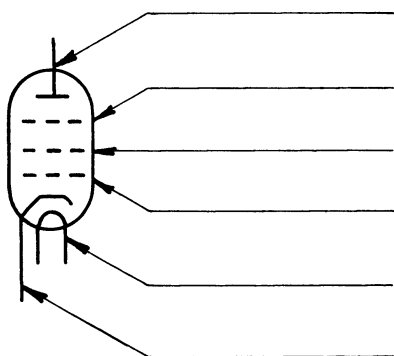
- FET kortsluttet ☐
- FET afbrudt ☐
- $R_G$  afbrudt ☐
- $R_S$  afbrudt ☐
- $R_D$  afbrudt ☐



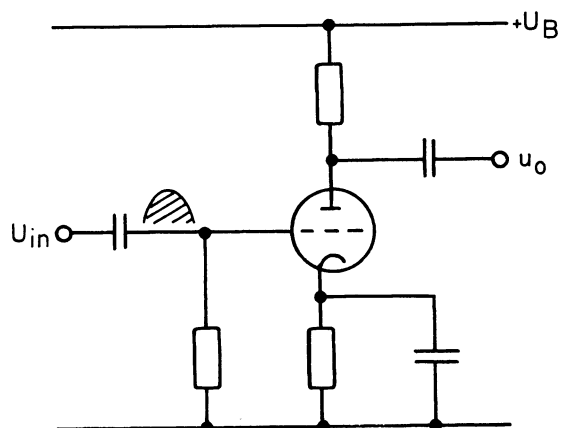
1. Hvad hedder viste rør?  
Sæt navn på elektroderne.



2. Hvad hedder viste rør?  
Sæt navn på elektroderne.



3. Hvad sker der med  $I_A$  og  $U_A$  på viste trin, dersom gitteret tilføres en positiv halvperiode af en sinus?



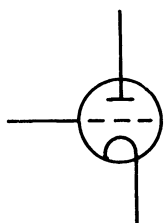
- $I_A$  falder ☐  
 $I_A$  stiger ☐  
 $U_A$  falder ☐  
 $U_A$  stiger ☐



4. Hvor stor forskel er der mellem faserne af  $U_{in}$  og  $U_o$  i opgave 3?

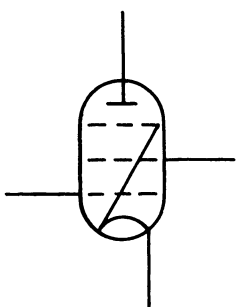
$0^\circ$  ☐  
 $90^\circ$  ☐  
 $180^\circ$  ☐  
 $270^\circ$  ☐

5. Røret trækker en strøm på 1 mA. Strømmen ønskes sat op til 2 mA, derfor skal:



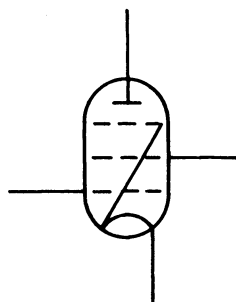
Gitteret gøres mere negativt. ☐  
 Gitteret gøres mindre negativt. ☐  
 Anoden gøres mindre positiv. ☐  
 Katoden gøres mere positiv. ☐

6. Røret trækker en strøm på 1 mA. Strømmen ønskes sat op til 2 mA, derfor skal:



Gitter 1 gøres mere negativt. ☐  
 Gitter 1 gøres mindre negativt. ☐  
 Anoden gøres mindre positiv. ☐  
 Katoden gøres mere positiv. ☐

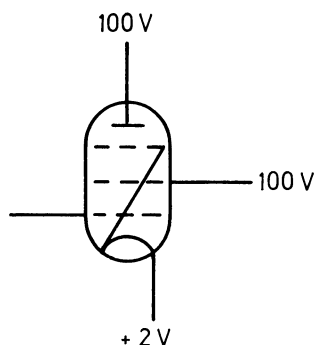
7. Røret trækker en strøm på 1 mA. Strømmen ønskes sat op til 2 mA, derfor skal:



Anoden gøres mere negativ. ☐  
 Anoden gøres mere positiv. ☐  
 Gitter 2 gøres mere negativ. ☐  
 Gitter 2 gøres mere positiv. ☐

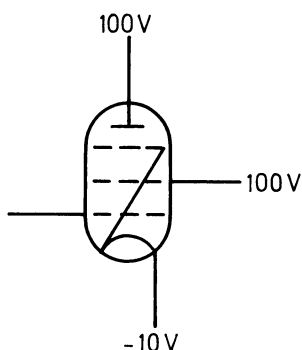


8. Røret skal arbejde som forstærker.  
Om spændingen på gitter 1 kan siges:



- Den er negativ i forhold til stel. ☐  
 Den er negativ i forhold til katoden. ☐  
 Den er positiv i forhold til stel. ☐  
 Den er positiv i forhold til katoden. ☐

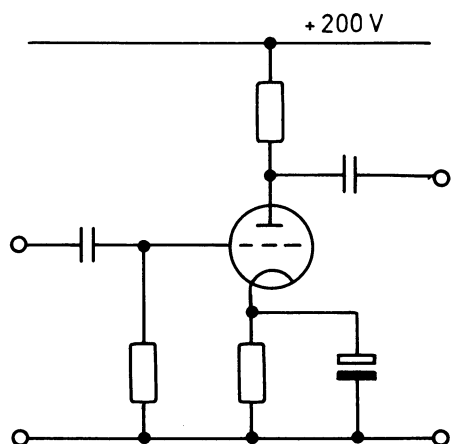
9. Røret skal arbejde som forstærker.  
Spændingen på gitter vil cirka være:



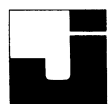
- +10 V ☐  
 + 5 V ☐  
 -10 V ☐  
 -15 V ☐

10. På forstærkeren måles cirkaværdier.

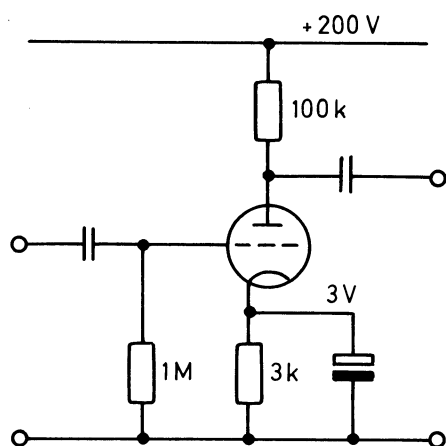
Afkryds det rigtige svar.



	$U_a$	$U_k$	$U_g$
	+125	0	-2
	+100	-2	0
	+ 75	+2	0
	+100	-2	-2



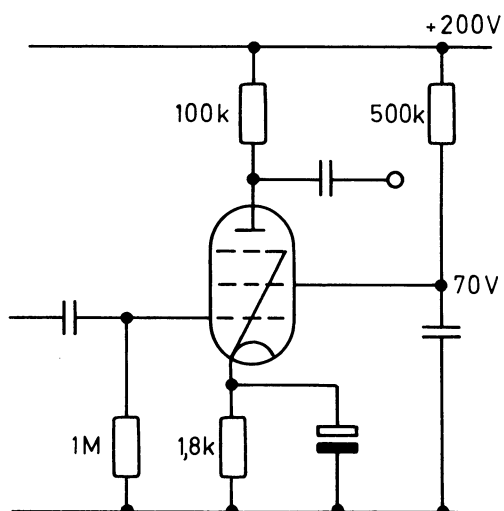
11. På forstærkeren måles cirkaværdier.



Afkryds det rigtige svar.

	$U_a$	$U_k$	$U_g$
<input type="checkbox"/>	+150	-3	-3
<input type="checkbox"/>	+ 50	+3	0
<input type="checkbox"/>	+100	+3	0
<input type="checkbox"/>	+150	+3	0

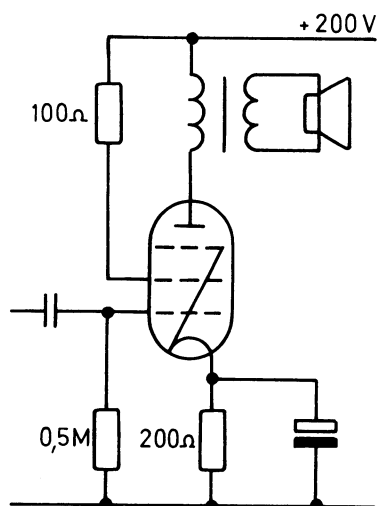
12. På forstærkeren måles cirkaværdier.



Afkryds det rigtige svar.

	$U_a$	$U_{g2}$	$U_{g1}$	$U_k$
<input type="checkbox"/>	+100	+70 V	-2	+2
<input type="checkbox"/>	+100	+70 V	0	+2
<input type="checkbox"/>	+100	-70 V	0	0
<input type="checkbox"/>	+100	-70 V	-2	-2

13. På forstærkeren måles cirkaspændinger.

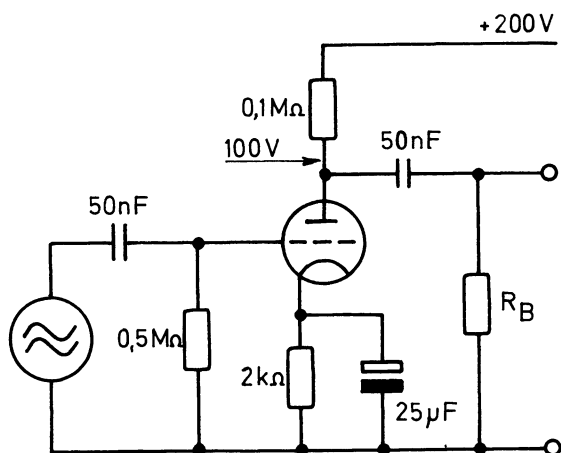


Afkryds det rigtige svar.

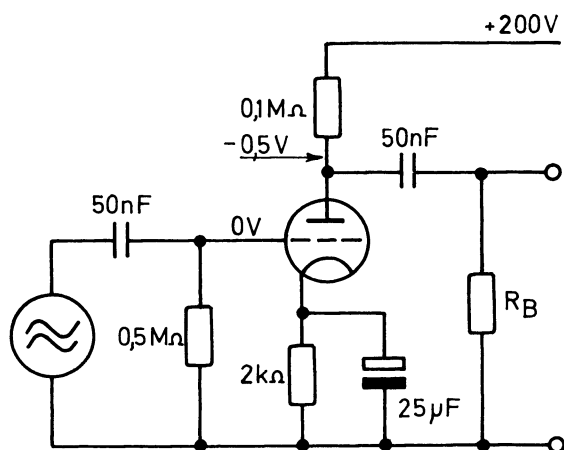
	$U_a$	$U_{g2}$	$U_{g1}$	$U_k$
<input type="checkbox"/>	+100	+ 70	0	+2
<input type="checkbox"/>	+200	+100	+8	+8
<input type="checkbox"/>	+100	+100	0	+8
<input type="checkbox"/>	+200	+200	0	+8



Triodetrin uden fejl.

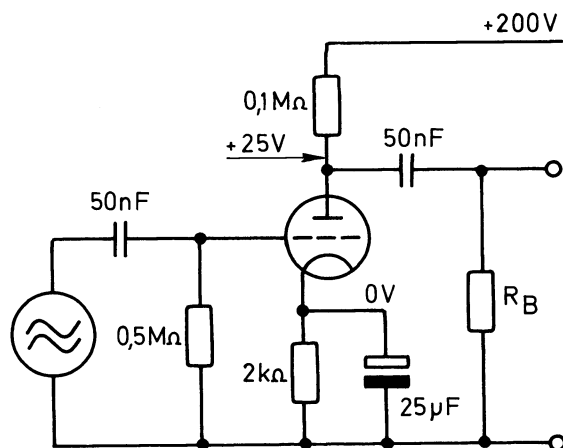


1. Hvilken fejl er muligt i det viste trin ?



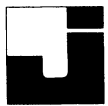
2. Hvilken fejl er mulig i det viste trin ?

- $R_a$  afbrudt. ☐
- $R_{g2}$  afbrudt. ☐
- $C_{g2}$  afbrudt. ☐
- $R_k$  afbrudt. ☐
- $C_k$  afbrudt. ☐

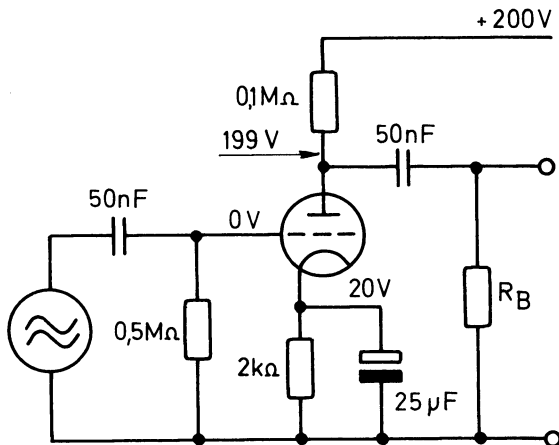


- $R_a$  afbrudt. ☐
- $R_k$  afbrudt. ☐
- $C_k$  afbrudt. ☐
- $C_k$  kortsluttet. ☐
- Ingen emission i røret. ☐

Navn: \_\_\_\_\_ Trin: \_\_\_\_\_ Dato: \_\_\_\_\_ / 19 \_\_\_\_\_ Godk.: \_\_\_\_\_



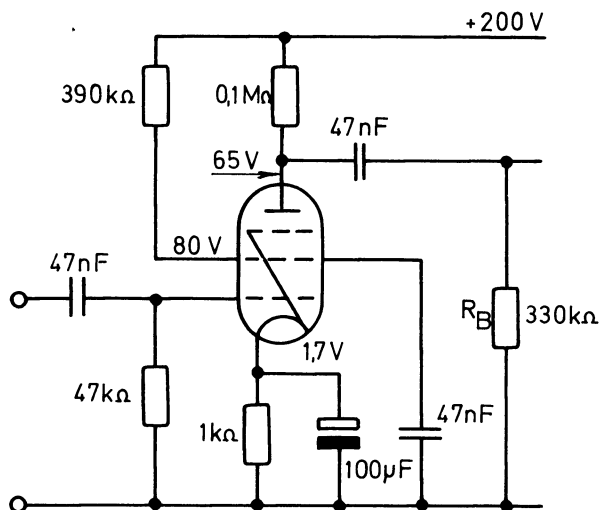
3. Hvilken fejl er mulig i det viste trin ?



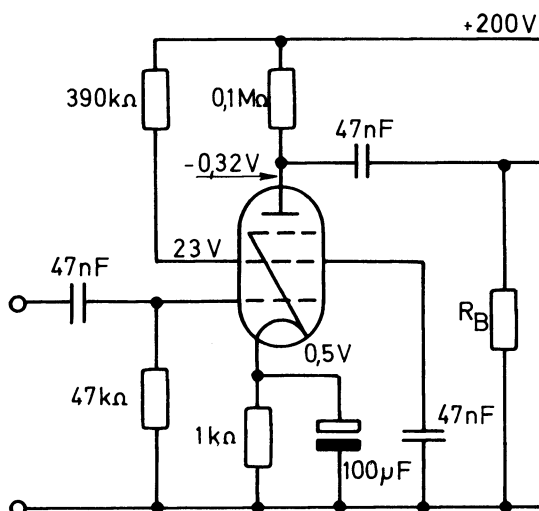
- $R_a$  afbrudt. ☐  
 $R_k$  afbrudt. ☐  
 $C_k$  afbrudt. ☐  
 $C_k$  kortsluttet. ☐  
 Ingen fejl. ☐

Pentodetrin uden fejl.

Spændinger målt med FET voltmeter  $R_i = 10 \text{ M}\Omega$ .



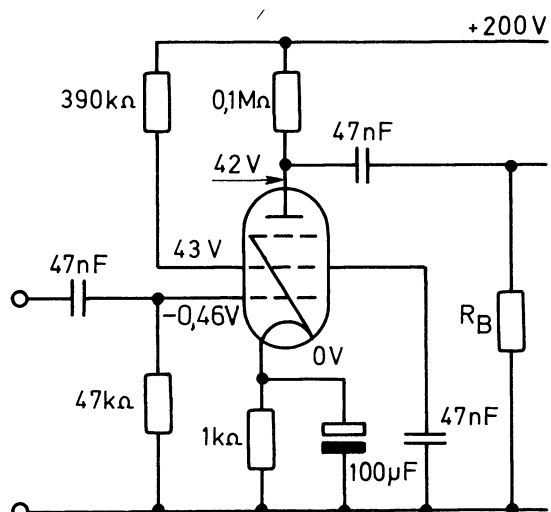
4. Hvilken fejl er mulig i det viste trin ?



- $R_a$  afbrudt. ☐  
 $R_k$  afbrudt. ☐  
 $R_{g2}$  for stor. ☐  
 $C_k$  kortsluttet. ☐  
 $R_{g2}$  afbrudt. ☐

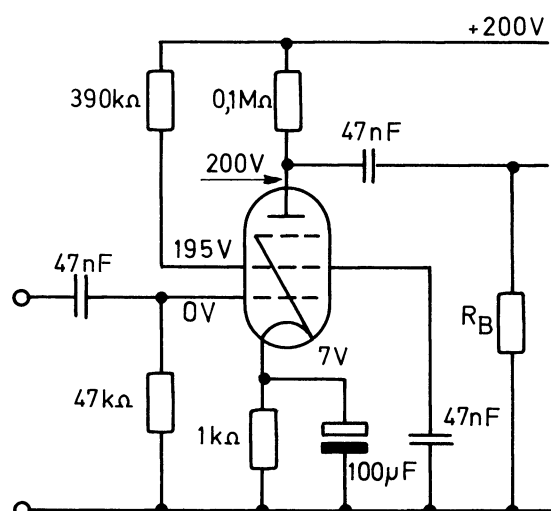


5. Hvilken fejl er mulig i det viste trin ?

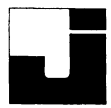


- $R_a$  for stor. ☐
- $R_{g2}$  for stor. ☐
- Både  $R_a$  og  $R_{g2}$  for stor. ☐
- $C_k$  kortslettet. ☐
- $R_g$  afbrudt. ☐

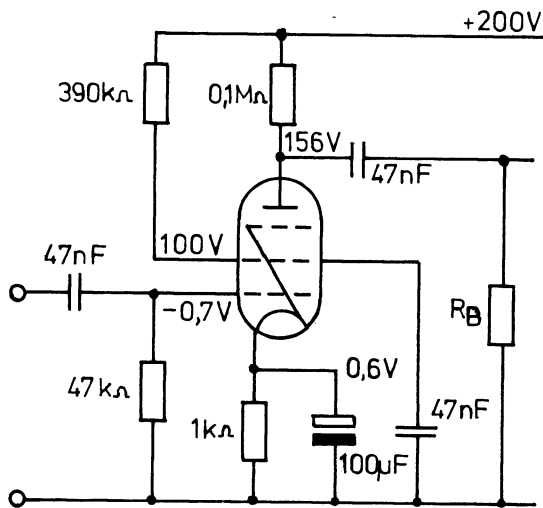
6. Hvilken fejl er mulig i det viste trin ?



- $R_a$  kortslettet. ☐
- $R_{g2}$  kortslettet. ☐
- $R_g$  kortslettet. ☐
- $R_k$  afbrudt. ☐
- $C_k$  afbrudt. ☐

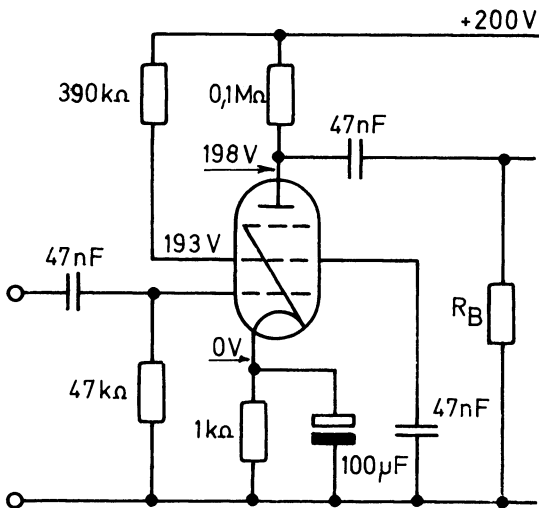


7. Hvilken fejl er mulig i det viste trin ?



- $R_a$  for stor. ☐
- $R_{g2}$  for stor. ☐
- $C_k$  kortsluttet. ☐
- $R_g$  afbrudt. ☐
- $C_{g2}$  afbrudt. ☐

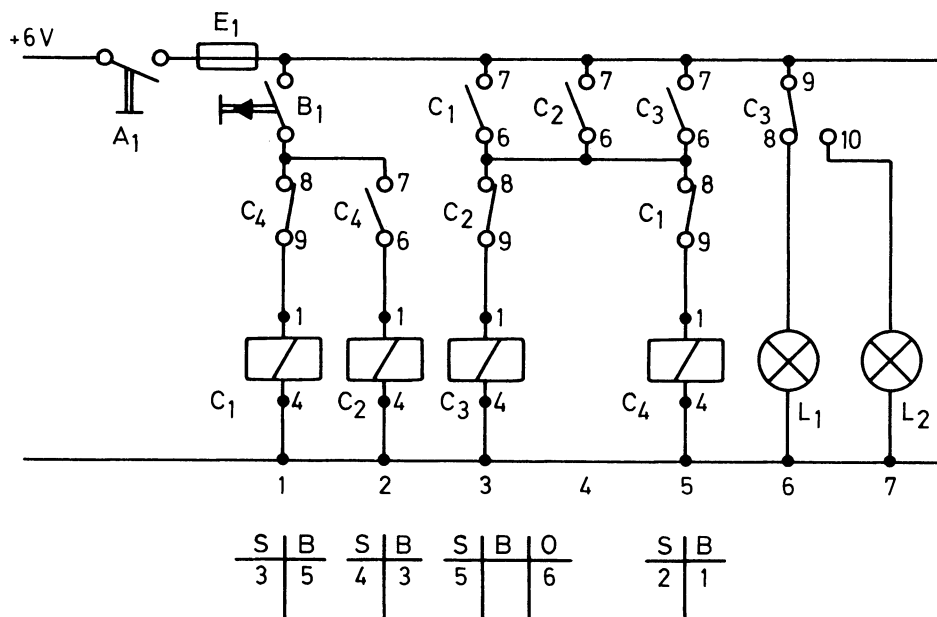
8. Hvilken fejl er mulig i det viste trin ?



- $R_a$  for stor. ☐
- $R_{g2}$  for stor. ☐
- $C_k$  kortsluttet. ☐
- Glødetråd afbrudt. ☐
- $R_g$  afbrudt. ☐



1. Hvilke relæer er nødvendige at have trukket, for at lampen L<sub>2</sub> kan lyse?



- C<sub>1</sub> - C<sub>2</sub> ☐  
 C<sub>2</sub> - C<sub>4</sub> ☐  
 C<sub>3</sub> - C<sub>4</sub> ☐  
 C<sub>3</sub> ☐  
 C<sub>2</sub> - C<sub>3</sub> ☐

2. Ved afprøvning af ovenstående kredsløb findes, at under aktivering af B<sub>1</sub>, slukkes L<sub>1</sub>, og L<sub>2</sub> lyser, men når aktiveringen af B<sub>1</sub> ophører, slukkes L<sub>2</sub>, og L<sub>1</sub> lyser igen.

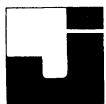
Hvad kan fejlen skyldes?

- C<sub>1</sub>'s trækspole afbrudt. ☐  
 C<sub>3</sub>'s kontakt i strømvej 5 slutter ikke. ☐  
 C<sub>4</sub>'s kontakt i strømvej 1 slutter ikke. ☐  
 C<sub>2</sub> i trækspole afbrudt. ☐  
 C<sub>2</sub>'s kontakt i strømvej 3 slutter ikke. ☐





1. Hvor stor er udbredelseshastigheden af lydbølger ved  $20^{\circ}\text{C}$ ? \_\_\_\_\_
2. Hvilken bølgelængde har en lydbølge ved 1.000 Hz? \_\_\_\_\_
3. Hvad måles lydtryk i? \_\_\_\_\_
4. Hvilket lydtryksniveau har
  - a. høretærsklen? a. \_\_\_\_\_
  - b. smertegrænsen? b. \_\_\_\_\_
5. Hvad opgives en mikrofons følsomhed i? \_\_\_\_\_
6. Hvor stor er følsomheden på en dynamisk mikrofon? \_\_\_\_\_
7. Hvor stor er følsomheden på en kondensatormikrofon? \_\_\_\_\_
8. Hvad forstås der ved en mikrofons retningskarakteristik? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
9. Hvilke impedanser er standard for en lavohms dynamisk højttaler? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



10. Nævn tre typer kabinetter til  
højtalere.

---

---

---

11. Hvilket formål har et delefilter i  
et højtalersystem?

---

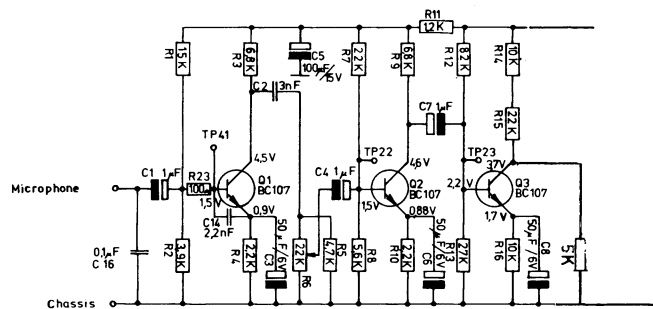
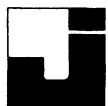
---

---

---

---

---



1. Hvor stor strøm går der i  $Q_1$  ?
2. Hvor stor strøm går der i  $Q_2$  ?
3. Hvorfor kører  $Q_1$  med så lille en strøm?
4. Hvilken virkning vil  $C_{16}$  have på frekvensgangen?
5. Hvilken funktion har  $R_{23}$  (basis på  $Q_1$ )?

6. Hvilken funktion har  $C_5$  ?

7. Beregn  $f_n$  for emitterkomplekset ved  $Q_2$ , når den resulterende emitterimpedans sættes til  $0,1 \cdot R_E$

$f_n = \quad = \quad \text{Hz}$

8. Hvor stor er den samlede forstærkning set fra indgang til udgang udtrykt i dB, når følgende forstærkninger haves pr. trin?

$$Q_1 = 26 \cdot$$

$$Q_2 = 30 \cdot$$

$$Q_3 = 90 \cdot$$

Den samlede spændingsforstærkning udtrykt i dB =

dB

9. Hvor stor er følsomheden på indgangen med et udgangssignal på  $Q_3$ 's kollektor  $U_o = 2$  volt.

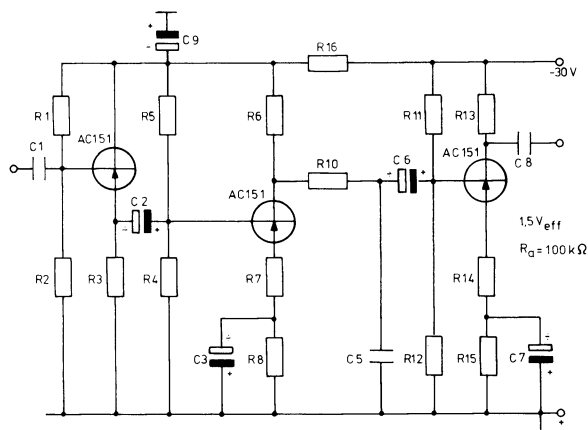
Følsomheden =

V

Navn: \_\_\_\_\_ Trin: \_\_\_\_\_ Dato: \_\_\_\_\_ / 19 \_\_\_\_\_ Godk.: \_\_\_\_\_ 373



Fra nedenstående diagram noteres de kondensatorer, som har indflydelse på forstærkerens frekvensgang, og der skal angives, om det er øvre- eller nedre grænsefrekvens, som påvirkes.



---

---

---

---

---

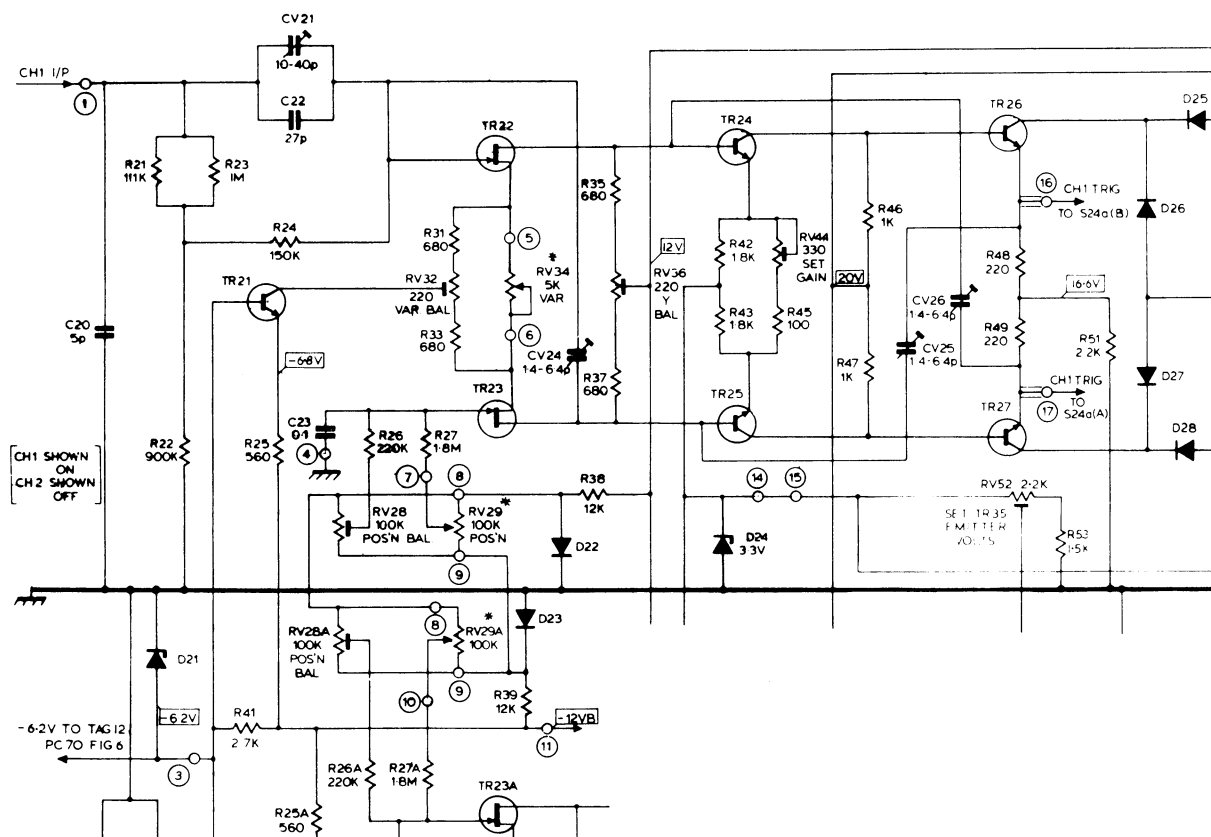
---

---

---



1. Indtegn ved hjælp af pilespidser signalvejen på diagrammet af Y indgangsforstærker.



2. TR21's funktion er:

At forhindre en varierende netspænding i at få indflydelse på afbøjningen. ☐

Som konstant strømgenerator at holde strømmen konstant under alle forhold. ☐

Sammen med TR22 og TR23 at dele  $U_{CC}$  således, at maks. tilladelig  $U_{DS}$  ikke overskrides. ☐

At give ekstra stor forstærkning i første trin. ☐



3. Ved at variere armen på RV29 opnås en spændingsvariation mellem en positiv og en negativ værdi på G af TR23. Derved opnår man:

At strålens position ændres i horisontal retning. ☐

At TR22 kan udskiftes med både N og P kanal FET, bare polariteten valgt med RV29 er rigtig. ☐

At strålens vertikale position ændres. ☐

En forstærkningsændring på TR22 således, at TR22 og TR23 bringes til at køre nøjagtig ens. ☐

4. CV24-25-26's funktion er:

At føre et signal tilbage i modfase således, at den derved opnåede modkobling giver et større frekvensområde. ☐

At føre et signal tilbage i medfase til forøgelse af det allerede bestående signal for derved at modvirke forstærkerens naturlige fald ved de høje frekvenser. ☐

At forhindre forstærkeren i at gå i sving på en høj frekvens. ☐

At give hvert trin en indgangskapacitet på ca. 40 pF. ☐

5. D25-26-27-28's opgave er:

At detektere signalerne i MHz området og føre dem videre på LF basis. ☐

At forhindre negative spændinger i at nå frem til B på TR28-29, som er en NPN transistor. ☐

At virke som en gate, der afhængig af "Channel Switching MV's" stilling spærrer eller leder signalet fra Y-forstærkeren. ☐

At ensrette signalerne fra "Channel Switching MV" til DC forsyningsspænding til TR26-27. ☐





8. Hvor stor spændingsforstærkning yder denne forstærker? gange
- Hvilket svarer til: ca. dB
9. Hvilken spændingsværdi vil der måles i punktet M, hvis elektrolytten på  $5 \mu\text{F}$  kortslutter? ca. volt
10. Giv en kort beskrivelse af, hvilke funktioner de fire dioder (4 · BA103) har.





- Hvor stort skal kølepladens areal være?

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.



1. Hvilke komponenter bestemmer indgangsimpedansen ?

---

---

---

---

2. Beregn indgangsimpedansen

$Z_{in} =$

3. Hvilke komponenter bestemmer nedre grænsefrekvens for første forstærkertrin ?

---

---

---

---

4. Beregn nedre grænsefrekvens for første forstærkertrin ?

$f_n =$

5. Hvilken indflydelse vil en forbindelse mellem C og A eller B og A have på frekvensgangen ?

---

---

---

---

6. Hvad er formålet med E2 ?

---

---

---

---

7. Hvad er nedre grænsefrekvens for Q2 ?

$f_n =$

---

---

---

---



8. Hvilken form for tilbagekobling er anvendt i forstærkerens Q2 og Q3?

---

---

---

---

9. Hvilken indflydelse vil tilbagekoblingen have på forstærkning,  $Z_{in}$ ,  $Z_o$  og frekvensgang?

---

---

---

---

---

---

---

---

10. Hvilke komponenter bestemmer  $Z_o$ ?

---

---

---

---

11. Hvorfor er C8 større end  $C_1$  og  $C_2$ ?

---

---

---

---

12. Hvad er formålet med R16 og R22?

---

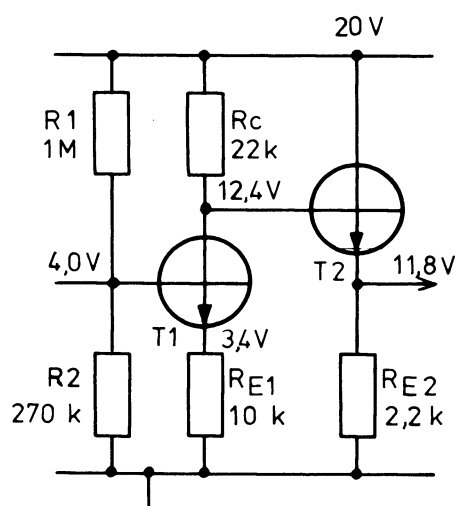
---

---

---



Diagram



Målte spændinger

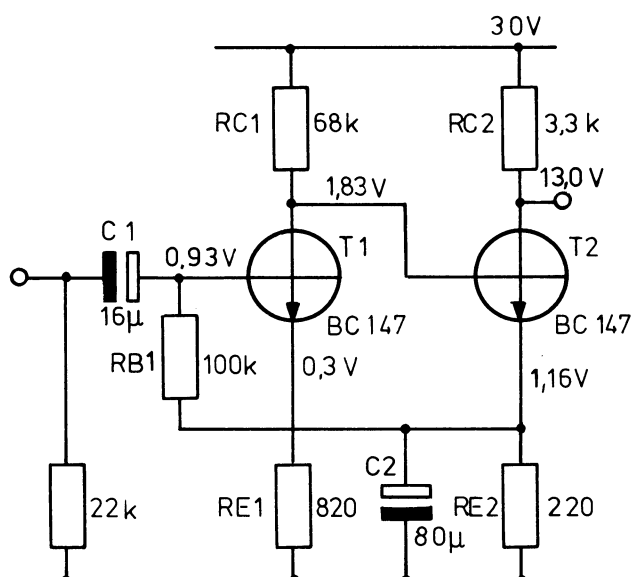
Fejl	T <sub>1</sub>			T <sub>2</sub>	
	U <sub>E</sub>	U <sub>B</sub>	U <sub>C</sub>	U <sub>E</sub>	U <sub>B</sub>
1	0,16	0,74	19,3	18,6	
2	0	0	19,3	18,6	
3	6,2	6,86	6,31	5,65	
4	0	4,2	19,3	18,6	
5	3,84	4,2	19,3	18,6	
6	3,4	3,95	12,4	0	
7	3,4	3,95	12,4	11,9	
8	3,4	3,95	20,0	19,3	
9	1,47	2,08	1,54	1,54	
10	5,87	6,5	6,51	5,86	
11	6,15	4,2	6,15	5,5	
12	0,18	0,2	19,3	18,6	
13	0	3,96	19,3	18,6	
14	1,97	2,68	2,05	1,37	
15	3,41	3,96	12,44	0	
16	0,16	0,74	0,17	0	

De angivne spændinger er målt uden fejl.

Angiv ved X i nedenstående skema sammenhørende fejlnumre og fejl.

Fejl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
T <sub>1</sub> kortsluttet C-E																
T <sub>2</sub> kortsluttet C-B																
T <sub>1</sub> kortsluttet B-E																
T <sub>1</sub> afbrudt C																
T <sub>1</sub> afbrudt B																
T <sub>1</sub> afbrudt E				X												
T <sub>2</sub> kortsluttet C-B																
T <sub>2</sub> kortsluttet B-E																
T <sub>2</sub> afbrudt C																
T <sub>2</sub> afbrudt B																
T <sub>2</sub> afbrudt E						X										
R <sub>1</sub> afbrudt																
R <sub>2</sub> afbrudt																
R <sub>C</sub> afbrudt																
RE <sub>1</sub> afbrudt																
RE <sub>2</sub> afbrudt																

Navn: \_\_\_\_\_ Trin: \_\_\_\_\_ Dato: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ 19 \_\_\_\_\_ Godk.: \_\_\_\_\_



De angivne spændinger på diagrammet er målt uden fejl.

Angiv ved x i nedenstående skema sammenhørende måleresultater og fejl.

Målte spændinger med fejl.

Fejl	T <sub>1</sub>			T <sub>2</sub>	
	U <sub>E</sub>	U <sub>B</sub>	U <sub>C</sub>	U <sub>E</sub>	U <sub>C</sub>
1	0,35	0,98	0,45	1,9	1,9
2	0	0	0,74	0	85m
3	0,35	0	0,35	0	30
4	16m	16m	2,72	1,98	2,06
5	0	0,36	2,72	1,98	2,06
6	0	80m	80m	80m	30
7	0	0	0	0	30
8	0	0	29,8	0	30
9	1,55	1,96	2,72	1,98	2,06
10	0	1,96	2,71	1,97	2,06
11	0	92m	0,78	93m	0,10
12	0,32	0,99	1,68	1,18	30
13	12m	0,58	2,71	1,97	2,06
14	0	92m	0,77	92m	30
15	0,34	0,98	0,98	0,33	25,2
16	0,68	1,33	2,48	1,78	2,48

Fejl	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
T <sub>1</sub> kortsluttet C-E																
T <sub>1</sub> kortsluttet B-C																
T <sub>1</sub> kortsluttet B-E																
T <sub>1</sub> afbrudt B																
T <sub>1</sub> afbrudt C																
T <sub>2</sub> kortsluttet C-E																
T <sub>2</sub> kortsluttet B-E																
T <sub>2</sub> kortsluttet B-C																
T <sub>2</sub> afbrudt B																
T <sub>2</sub> afbrudt C																
C <sub>1</sub> kortsluttet																
C <sub>2</sub> kortsluttet																
RC <sub>1</sub> afbrudt																
RC <sub>2</sub> afbrudt																
RE <sub>1</sub> afbrudt																
RE <sub>2</sub> afbrudt																

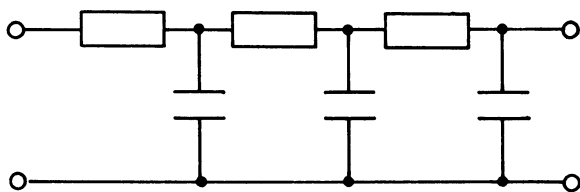
Navn: \_\_\_\_\_ Trin: \_\_\_\_\_ Dato: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ 19 \_\_\_\_\_ Godk.: \_\_\_\_\_ 387



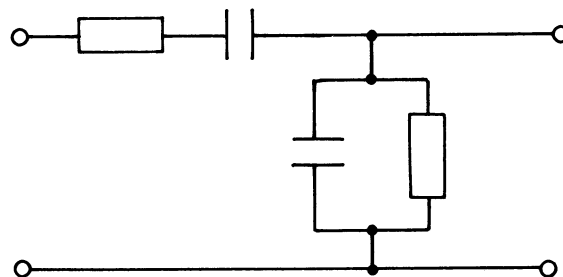
1. Angiv på baggrund af nedenstående frekvensafhængige netværk, hvilket der benyttes i faseskiftoscillatoren.

- A ☐  
B ☐  
C ☐  
D ☐  
E ☐

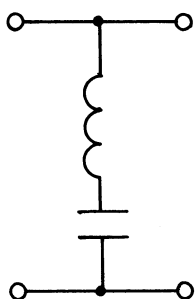
A.



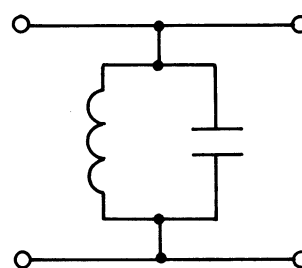
B.



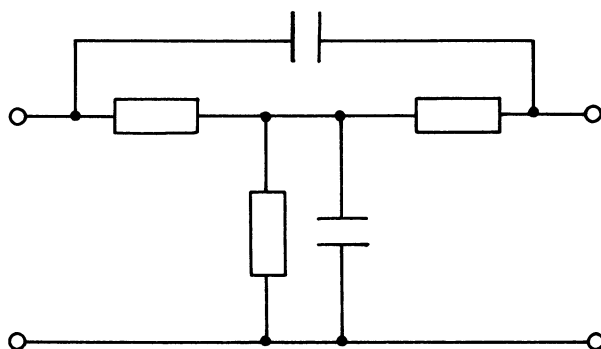
C.



D.



E.





2. Hvor stor er fasedrejningen mellem indgang og udgang for fase-skiftnetværket ved  $f_0$ .

$0^\circ$  ☐  
 $360^\circ$  ☐  
 $270^\circ$  ☐  
 $90^\circ$  ☐  
 $180^\circ$  ☐

3. Hvor stor er dæmpningen i fase-skiftnetværket?

3 gange ☐  
5 gange ☐  
29 gange ☐  
40 gange ☐  
15 gange ☐

4. Hvor stor fasedrejning kræves der af den tilhørende forstærker for, at trinnet kan oscillere?

$0^\circ$  ☐  
 $360^\circ$  ☐  
 $270^\circ$  ☐  
 $90^\circ$  ☐  
 $180^\circ$  ☐

5. Hvor stor en forstærkning er nødvendig for, at trinnet kan oscillere?

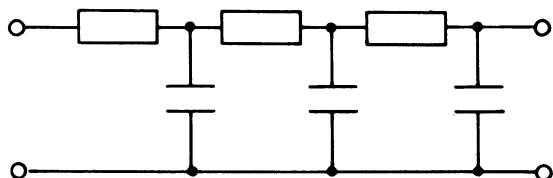
1 ☐  
3 ☐  
25 ☐  
29 ☐  
30 ☐



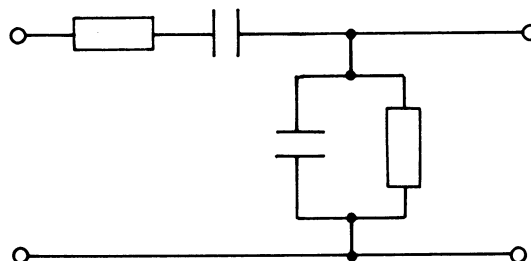
1. Angiv på baggrund af nedenstående frekvensafhængige netværk, hvilket der benyttes i tilbagekoblingen i en wienbro oscillator.

A ☐  
B ☐  
C ☐  
D ☐  
E ☐

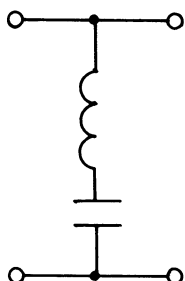
A.



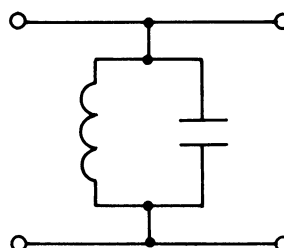
B.



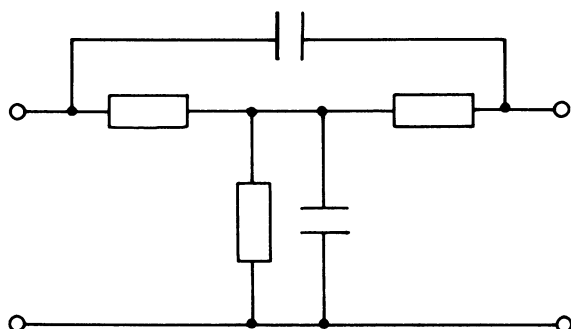
C.



D.



E.



Navn: \_\_\_\_\_ Trin: \_\_\_\_\_ Dato: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ 19 Godk.: \_\_\_\_\_ 391



2. Hvor stor er fasedrejningen mellem indgang og udgang for wienbro netværket ved  $f_0$ .

$0^\circ$	<input type="checkbox"/>
$360^\circ$	<input type="checkbox"/>
$270^\circ$	<input type="checkbox"/>
$180^\circ$	<input type="checkbox"/>
$90^\circ$	<input type="checkbox"/>

3. Hvor stor er dæmpningen i wienbro netværket ved  $f_0$ .

3 gange	<input type="checkbox"/>
5 gange	<input type="checkbox"/>
29 gange	<input type="checkbox"/>
40 gange	<input type="checkbox"/>
15 gange	<input type="checkbox"/>

4. Hvor stor fasedrejning kræves der af den tilhørende forstærker for, at trinnet kan oscillere?

$0^\circ$	<input type="checkbox"/>
$360^\circ$	<input type="checkbox"/>
$270^\circ$	<input type="checkbox"/>
$90^\circ$	<input type="checkbox"/>
$180^\circ$	<input type="checkbox"/>

5. Hvor stor en forstærkning er nødvendig for, at trinnet kan oscillere?

1	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>
25	<input type="checkbox"/>
29	<input type="checkbox"/>
90	<input type="checkbox"/>