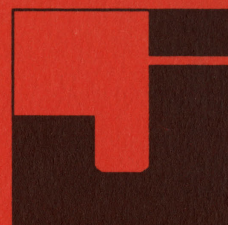


JERNINDUSTRIENS FORLAG



HF teknik

1985

Opgaver

Jern- og Metalindustrien

Forord

I tilslutning til de ajourførte kursusplaner for elektronikmekaniklærlinges 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 blev derfor udgivet i følgende opdeling:

Elektronik-Apparatopbygning
LF og DC teknik
Impulsteknik
HF teknik
Elektronik-Appendiks

Denne lærebog - HF teknik der nu foreligger i en 3. udgave - er opdelt i to bind, indeholdende henholdsvis instruktioner og opgaver.

Teoriinstruktionerne omfatter komponenter, selektive kredse, transmissionssystemer, HF grundkoblinger, transmission af højfrekvens, frekvenssyntese og måleudstyr.

Teoriøvelserne omfatter selektive kredse, HF grundkoblinger, transmission af højfrekvens og frekvenssyntese. Teoriopgaverne omfatter komponenter, selektive kredse, transmissionssystemer, HF grundkoblinger og transmission af højfrekvens.

Bladene er forsynet med huller og kan sættes ind i ringbind, efterhånden som de anvendes.

Instruktion- og opgavenummereringen er placeret øverst på siderne.

Til brug ved undervisningen har lærebogen fortløbende sidenumre nederst på siderne.

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

Forlaget modtager gerne forslag til ændringer og rettelser fra lærere, elever og andre interesserede.

© Copyright JERNINDUSTRIENS FORLAG ,
København.

Enhver mangfoldiggørelse af tekst eller illustrationer er forbudt.

Forbudet gælder alle former for mangfoldiggørelse ved trykning og fotografering.

København, august 1985

JERNINDUSTRIENS FORLAG



Indholdsfortegnelse

Nr.	Teoriøvelser	Sidenr.	Nr.	Teoriopgaver	Sidenr.
2.	Selektive kredse		1.	Komponenter	
2.1	LC kredse	1	1.1	Selvinduktion	43
2.2	Serie- og paralleltab i svingningskredse	5	1.2	Induktiv reaktans	45
2.3	L led	7	1.3	Serie- og parallelforbindelse af spoler	47
2.4	n led	11	1.4	Spole med tab	49
2.5	Båndfilter	15	1.5	Spoler	51
			1.6	Kapacitet	53
4.	HF grundkoblinger		1.7	Kapacitiv reaktans	55
4.1	Selektiv forstærker	17	1.8	Serie- og parallelforbindelse af kondensatorer	57
4.2	Trepunktsoscillatorer	19	1.9	Kondensatorer	59
4.3	Blandertrin	21	1.10	Kapacitetsdioder	63
4.4	Frekvensmultiplikator	23	1.11	Dual gate MOS-FET	65
			2.	Selektive kredse	
5.	Transmission af højfrekvens		2.1	Resonanskredsløb 1	67
5.1	Kabeldata	25	2.2	Resonanskredsløb 2	73
5.2	Standing Wave Ratio	27	2.3	Impedanstransformering	79
5.3	$\lambda/4$ -transformator	29	2.4	Koblede kredse	83
			3.	Transmissionssystemer	
6.	Frekvenssyntese		3.1	AM radiofoni	87
6.1	Phase Locked Loop	31	3.2	FM radiofoni	89
			4.	HF grundkoblinger	
			4.1	Ringmodulator	91
			5.	Transmission af højfrekvens	
			5.1	Bølgelængde/frekvens	93
			5.2	Afstemte antenner	95
			5.3	Transmissionslinier	97
			5.4	Antennekabler	101









UDSTYR

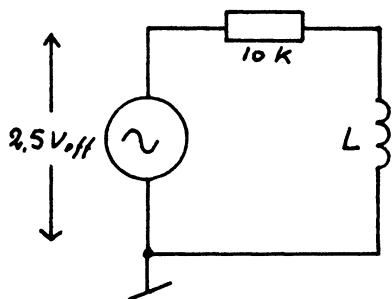
Tonegenerator, AC-millivoltmeter
frekvenstæller, RCL målebros,
FET voltmeter, universalpanel
med komponenter.

1. SPOLE

1.1 Mål spolens selvinduktion med RCL
målebros og dens ohmske modstand
med FET voltmeter.

$$L = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mH} \quad r = \underline{\hspace{2cm}} \Omega$$

1.2 Opbyg viste opstilling



1.3 Optag kurven $u_L = f(f)$ fra 4 kHz
til 15 kHz og indtegn resultatet i
punkt 5.

2. KONDENSATOR

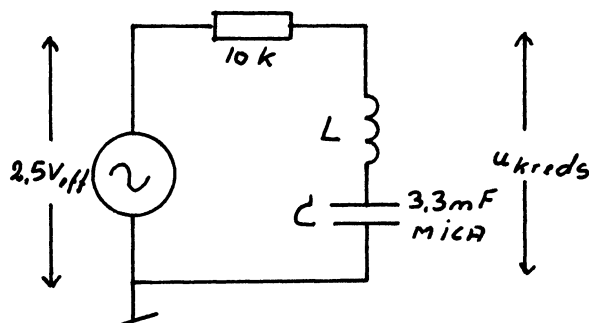
2.1 Kontroller kapaciteten i en 3.3 nF
Mica kondensator med RCL målebros
 $C = \underline{\hspace{2cm}} \text{ nF}$

2.2 Udskift spolen i opstillingen i pkt. 1.2
med kondensatoren og optag kurven
 $u_C = f(f)$ fra 4 kHz til 15 kHz og ind-
tegn resultatet i pkt. 5.

2.3 Angiv, ved hvilken frekvens konden-
satoren har samme reaktans som
spolen.

3. SERIEKREDS

3.1 Opbyg viste opstilling.



3.2 Optag kurven $u_{\text{kreds}} = f(f)$ fra 4 kHz
til 15 kHz og indtegn resultatet i pkt. 5

3.3 Find generatorens frekvens, hvor
 u_{kreds} er mindst.

$$f_{\text{res}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

3.4 Angiv spændingen over kredsen ved
denne frekvens

$$u_{\text{kreds}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

3.5 Beregn X_L og X_C ved f_{res} . Anvend
de målte værdier af L og C til
beregningen.

$$X_L = \underline{\hspace{2cm}} \quad X_C = \underline{\hspace{2cm}}$$

3.6 Mål u_L og u_C ved resonansfrekvensen

$$u_L = \underline{\hspace{2cm}} \quad u_C = \underline{\hspace{2cm}}$$

3.7 Beregn strømmen i X_C ved f_{res}

$$i_{\text{kreds}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

3.8 Angiv, hvor stor strømmen er i spolen
ved samme frekvens

3.9 Beregn kredsmodstanden ved f_{res}

$$r = \frac{u_{\text{kreds}}}{i_{\text{kreds}}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

3.10 Sammenhold r i pkt. 3.9 med r i
pkt. 1.1.



3.11 Resonansfrekvensen

$$f_{\text{res}} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{LC}}$$

indsæt de målte værdier for L og C og kontroller, at de passer for den fundne resonansfrekvens.

$$f_{\text{res}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

3.12 Beregn godheden ud fra X_C i pkt. 3.5 og r i pkt. 3.9.

$$Q = \frac{X_C}{r} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Beregn dernæst godheden ud fra u_C i pkt. 3.6 og u_{kreds} i pkt. 3.4.

$$Q = \frac{u_C}{u_{\text{kreds}}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

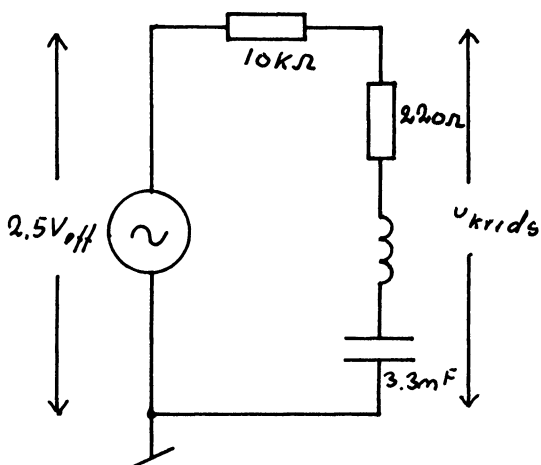
3.13 Beregn båndbredden ud fra f_{res} i pkt. 3.3 og Q i pkt. 3.12.

$$b = \frac{f_{\text{res}}}{Q} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

3.14 Mål båndbredden med frekvenstæller ved en 3dB stigning af u_{kreds} , på hver side af u_{minimum} .

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

3.15 Opbyg viste kredsløb. Der indføres en 220Ω 's modstand i serie med spølsens egen tabsmodstand for at se, hvorledes kredsen vil opføre sig, når tabsmodstanden r bliver større.



3.16 Mål resonansfrekvensen

$$f_{\text{res}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

3.17 Mål u_C og u_{kreds} ved f_{res}

$$u_{\text{kreds}} = \underline{\hspace{2cm}} \quad u_C = \underline{\hspace{2cm}}$$

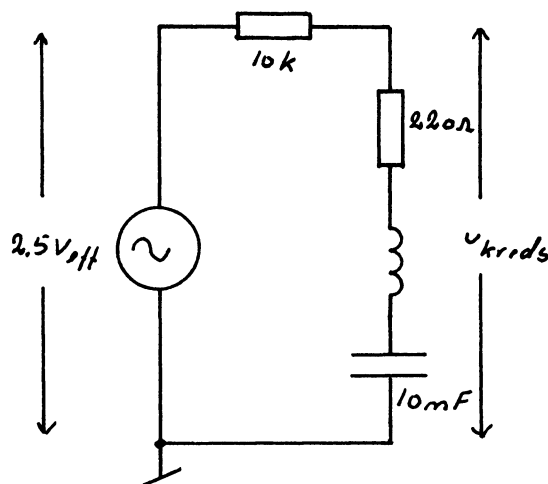
3.18 Beregn Q og b ud fra målingerne i pkt. 3.16 og 3.17

$$Q = \underline{\hspace{2cm}} \quad b = \underline{\hspace{2cm}}$$

3.19 Mål båndbredden som i pkt. 3.14.

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

3.20 Udskift 3.3 nF med 10 nF

3.21 Mål f_{res}

$$f_{\text{res}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

3.22 Angiv, hvad der sker med resonansfrekvensen, når C gøres større.

3.23 Mål u_C og u_{kreds} og beregn Q og b.

$$Q = \underline{\hspace{2cm}} \quad b = \underline{\hspace{2cm}}$$

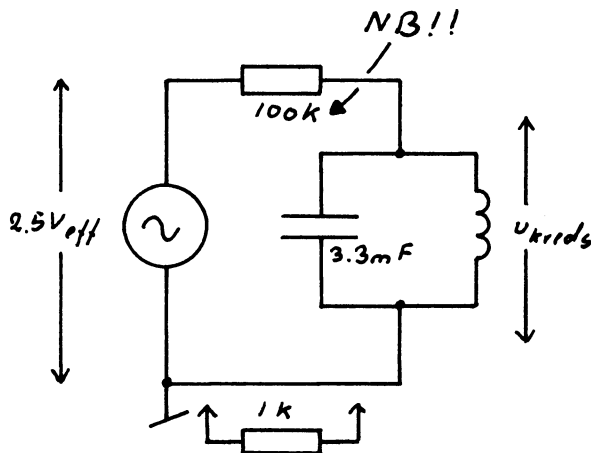
3.24 Mål båndbredden

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

3.25 Sammenhold resultaterne i pkt. 3.19 og 3.24.

4. PARALLELKREDS

4.1 Opbyg den viste opstilling

1 k Ω anvendes kun i pkt. 4. 7.4.2 Optag kurven $u_{\text{kreds}} = f(f)$ fra 4 kHz til 15 kHz og indtegn i pkt. 5.4.3 Find generatorkredsen, hvor u_{kreds} er størst.

$$f_{\text{res}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

4.4 Mål spændingen over kredsen ved

$$f_{\text{res}}: \\ u_{\text{kreds}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

4.5 Bestem X_L og X_C ved f_{res} . Anvend de målte komponentstørrelser.

$$X_L = \underline{\hspace{2cm}} \quad X_C = \underline{\hspace{2cm}}$$

4.6 Beregn i_L og i_C ved f_{res} .

$$i_L = \underline{\hspace{2cm}} \quad i_C = \underline{\hspace{2cm}}$$

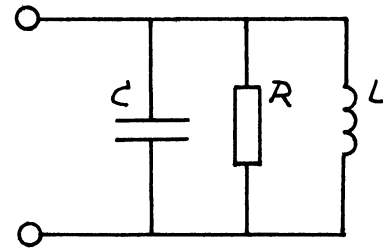
4.7 Beregn generatorstrømmen i_G ud fra spændingsfald over 1 k Ω . (se pkt. 4. 1)

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

4.8 Beregn godheden ud fra i_C i pkt. 4. 6 og i_G fra pkt. 4. 7

$$Q = \frac{i_C}{i_G} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

4.9 Paralleltabsmodstanden R repræsenterer alt tabet i kredsen.



4.10 Angiv, hvor stor strømmen er i tabsmodstanden R.

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

4.11 Beregn R ved at anvende u_{kreds} fra pkt. 4. 4 og i_G fra pkt. 4. 7

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

4.12 Beregn godheden ud fra X_C i pkt. 4. 5 og R i pkt. 4. 11.

$$Q = \frac{R}{X_C} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

4.13 Beregn r ud fra R i pkt. 4. 11 og Q i pkt. 4. 12 og formlen $R = r(Q^2 + 1)$

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

4.14 Sammenhold med resultatet i pkt. 3. 9

4.15 Mål båndbredden via en 10 : 1 probe direkte over kredsen

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

4.16 Beregn Q ud fra b i pkt. 4. 15.

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

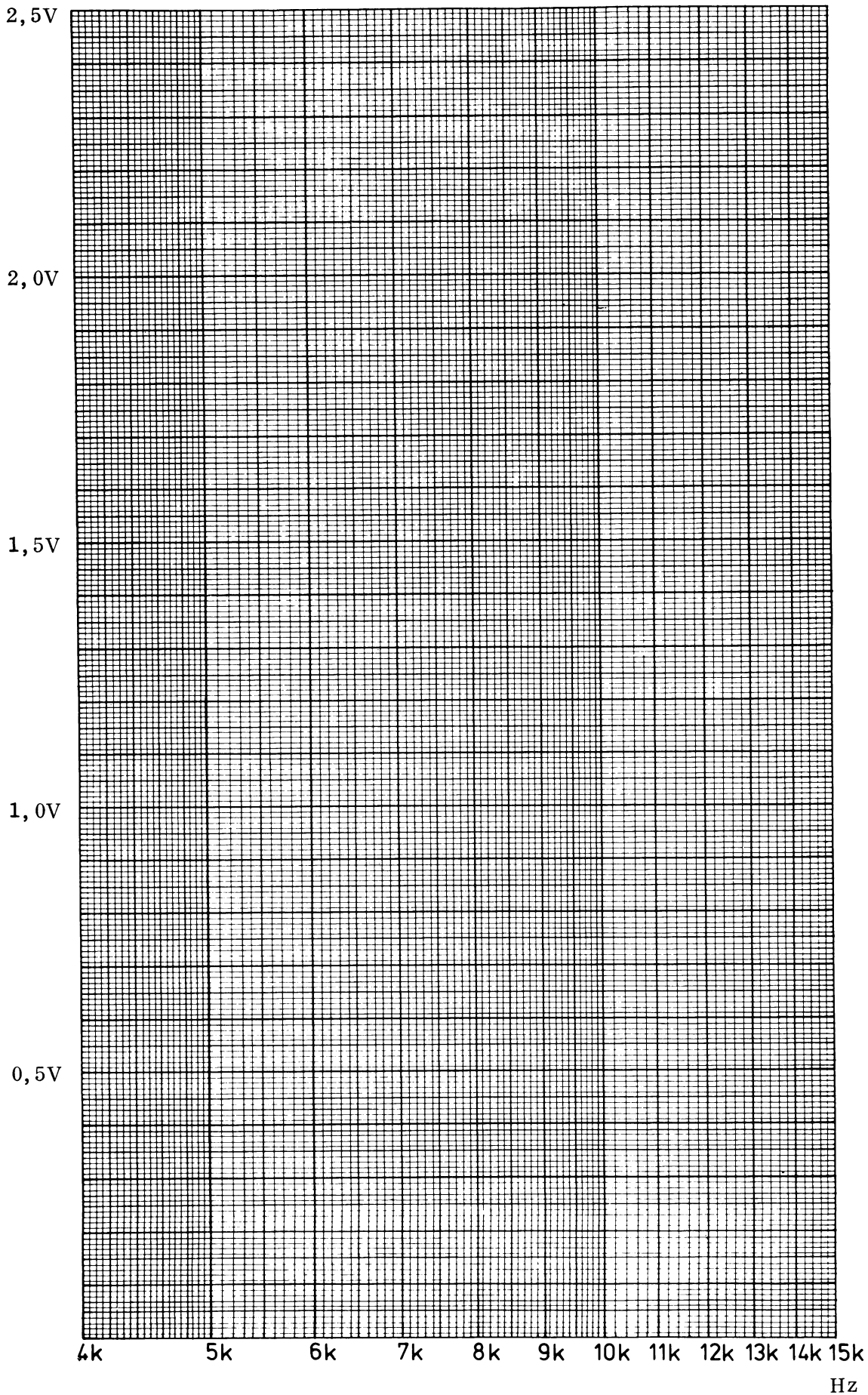
4.17 Monter en modstand på 22 k Ω direkte over LC-kredsen og mål den nye båndbredde og beregn Q.

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

4.18 Begrund forskellen mellem Q i pkt. 4. 8 og pkt. 4. 16



5. KOORDINATSYSTEM



DISPOSITION

1. Måleopstilling
2. Serie- og paralleltab

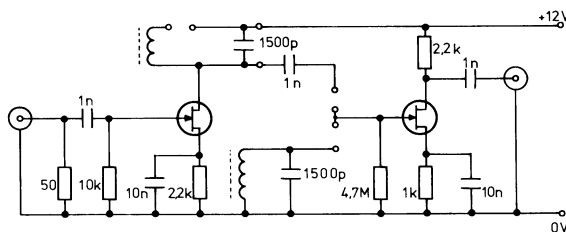
UDSTYR

Målepanel, målesender, frekvenstæller, tonegenerator, spændingsforsyning.

MATERIALE

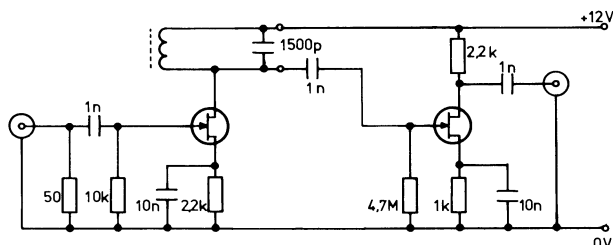
- 1 stk. modstand $3,3 \Omega$
- 1 stk. variabel modstand $22 \text{ k}\Omega$
- 2 stk. kortslutningsbøjler

MÅLEPANEL



1. MÅLEOPSTILLING

1.1 Forbind opstillingen som vist



1.2 Tilslut målesender og oscilloskop - mål resonansfrekvensen

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

1.3 Beregn selvinduktionens størrelse

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

1.4 Beregn svingningskredsens k værdi ($k = X_L = X_C$)

$$k = \sqrt{\frac{L}{C}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

1.5 Mål 3 dB båndbredden

$$b_{3 \text{ dB}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

1.6 Beregn Q

$$Q = \frac{f_o}{b_{3 \text{ dB}}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

1.7 Beregn spolens ækvivalente serie-tabsmodstand

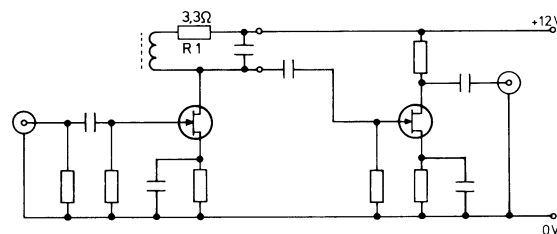
$$r = \frac{k}{Q} = \underline{\hspace{2cm}}$$

1.8 Beregn kredsløbets resonansimpedans

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

2. SERIE- OG PARALLELTAB

2.1 Forbind målepanel som vist



2.2 Mål 3 dB båndbredden

$$b_{3 \text{ dB}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

2.3 Beregn Q

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

2.4 Beregn kredsløbets resonansimpedans

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

2.5 Beregn den modstandsværdi, der parallelt med kredsløbets resonansimpedans fra pkt. 1.8 giver resonansimpedansen, som er beregnet i pkt. 2.4

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

2.6 Indstil preset

- udmål den beregnede værdi fra pkt. 2.5

2.7 Kortslut R_1 og monter R_p

2.8 Mål 3 dB båndbredden

$$b_{3 \text{ dB}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

2.9 Beregn kredsløbets Q

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

2.10 Paralleltabsmodstand

- en serietabsmodstand kan omregnes til en paralleltabsmodstand efter formlen:

$$R = (Q^2 + 1) r$$



Udstyr :

Tonegenerator, AC-millivoltmeter, Frekvenstæller, LCR målebros, Universalpanel

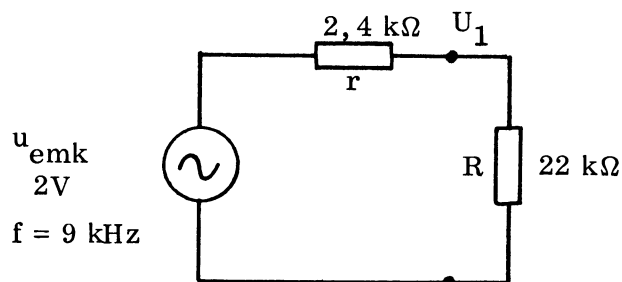
Komponenter :

1 spole ca. 120 mH

1 kondensator 2,2 nF

1 modstand 2,4 k Ω (E24)1 modstand 22 k Ω 1. Formål:

At underbygge og bruge teoriinstruktionens forklaring på impedanstransformation ved hjælp af L-led.

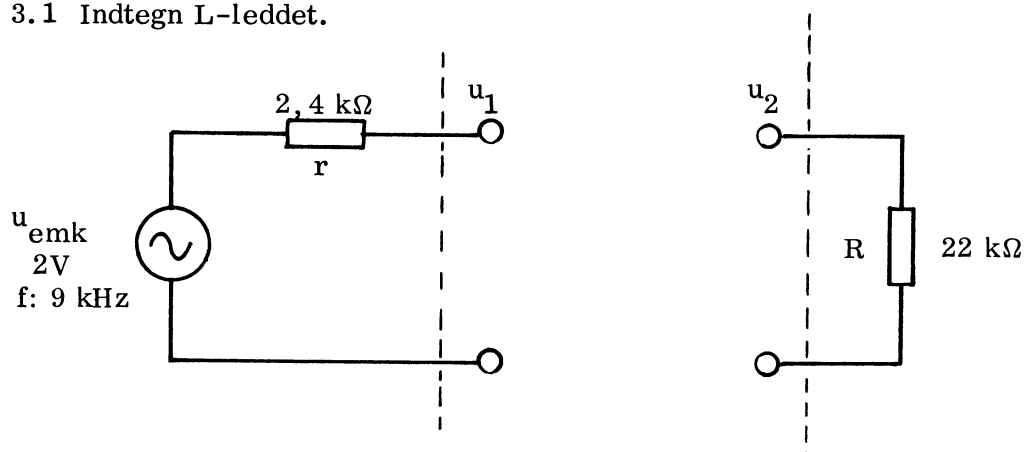
2. Opbyg kredsløbet :2.1 Mål u_1 : _____2.2 Beregn P_r : _____2.3 Beregn P_R : _____

2.4 Er der impedanstilpasning:

3. Impedanstransformation

Der ønskes en nedtransformation af R v.h.a. L-led, således, at der er impedanstilpasning mellem r og R. L-leddet skal samtidig give lavpasvirkning.

3.1 Indtegn L-leddet.





3. Impedanstransformation fortsat :

3.2 Beregn m m = _____

3.3 Beregn $Q = \sqrt{m - 1}$ Q = _____

3.4 Beregn $L = \frac{r \cdot \sqrt{m-1}}{2 \cdot \pi \cdot f}$ L = _____

3.5 Beregn $C = \frac{\sqrt{m-1}}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot R}$ C = _____

3.6 Er $X_L = X_C$? _____

Begrund svaret: _____

4. Måling på L - led

Opbyg kredsløbet fra pkt. 3.1 med de beregnede værdier og indstil

$u_{emk} = 2V$. Opsøg peakfrekvensen.

4.1 Mål:

$u_{emk} =$ _____

$u_1 =$ _____

$u_2 =$ _____

4.2 Fjern R

Indstil $u_{emk} = 2V$

Mål u_1 og u_2 :

$u_1 =$ _____

$u_2 =$ _____

4.3 Hvor meget har u_1 og u_2 ændret sig i forhold til pkt. 4.1 ?

$u_1 =$ _____ dB

$u_2 =$ _____ dB

4.4 Beregn P_r og P_R ud fra målingerne i pkt. 4.1

$P_r =$ _____

$P_R =$ _____

4.5 Er der impedanstilpasning ?

5. Frekvenskarakteristik

5.1 Optag $u_2 = f(f)$ med og uden R.

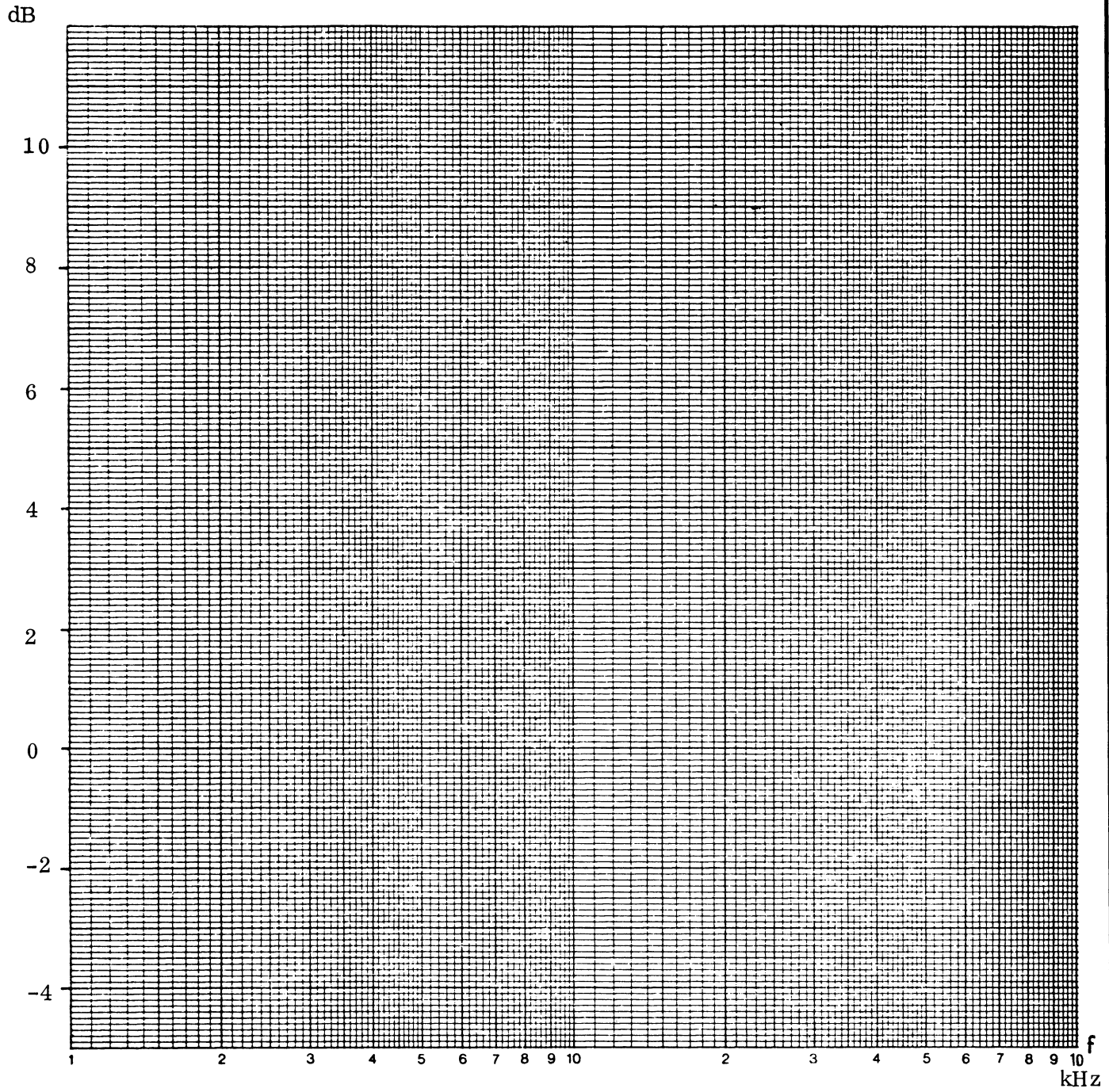
Indtegn på kurveblad side 4 således, at kurverne ved 1 kHz tager udgangspunkt ved 0 dB.

Aflæs og indtegn herefter frekvensen med step på 1 dB.

6. Konklusion



7. Kurveblad





DISPOSITION

1. Impedanstransformering med π led
2. Kurveblad
3. π led som filter
4. Kurveblad

UDSTYR

Tonegenerator TG7, millivoltmeter, ohmmeter, frekvenstæller

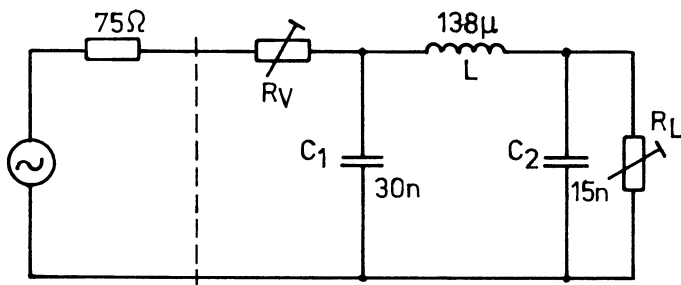
MATERIALE

- 1 stk. spole $138 \mu\text{H}$
- 2 stk. kondensator 15 nF
- 1 stk. kondensator 30 nF
- 1 stk. trimmepotentiometer 500Ω
- 1 stk. trimmepotentiometer $1 \text{ k}\Omega$
- 2 stk. modstand $10 \text{ k}\Omega$

1. IMPEDANSTRANSFORMERING

MED π LED

1.1 Opbyg viste π led



- indstil R_V , til den samlede generatormodstand er 150Ω
- indstil R_L , til belastningsmodstanden er 600Ω

1.2 Optag frekvenskarakteristik af

π leddet i området $10 \text{ kHz} \rightarrow$

1 MHz

- sæt 0 dB til udgangsspændingen ved resonans, ca. 135 kHz
- indfør de målte værdier på kurvebladet i pkt. 2

1.3 Optag en impedanskarakteristik af π leddet

- juster R_V , til spændingen over R_V er lig med spændingen over C_1
- mål R_V med ohmmeter
- indfør de målte værdier på kurvebladet i pkt. 2

1.4 I hvilket område er indgangsimpedansen kapacitiv ?

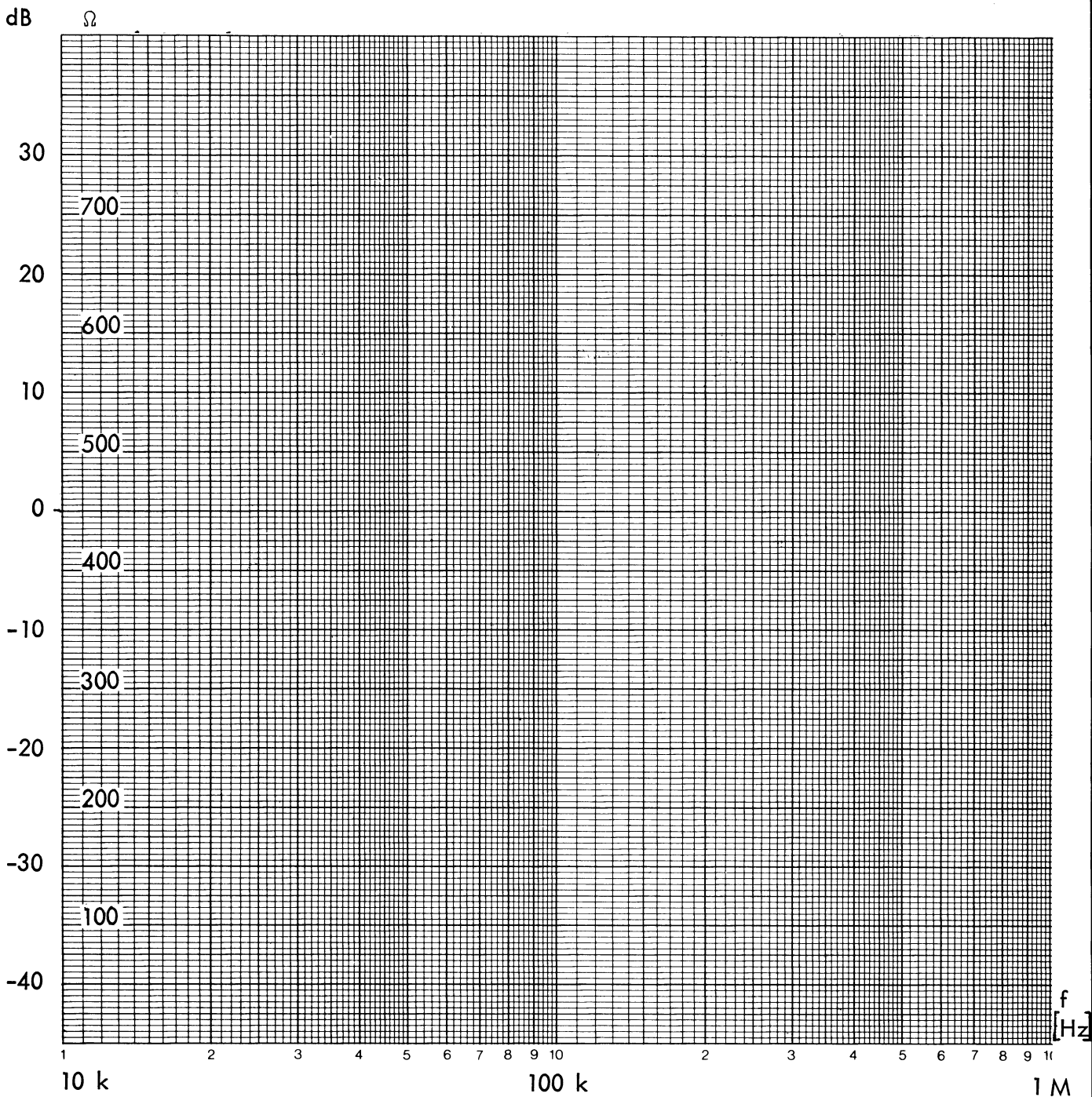
1.5 I hvilket område er indgangsimpedansen ohmsk ?

1.6 I hvilket område er indgangsimpedansen induktiv ?

1.7 Hvor stor er indgangsimpedansen ved resonansfrekvensen ?

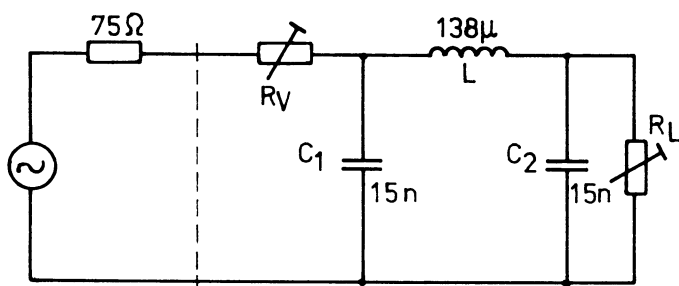
$$Z_{in} = \underline{\hspace{2cm}}$$

2. KURVEBLAD



3. π LED SOM FILTER

3.1 Lavpasfilter



- indstil R_V , til den samlede generatormodstand er 85Ω
- indstil R_L til 85Ω

3.2 Optag en frekvenskarakteristik af filtret i området 10 kHz → 1 MHz

- sæt udgangsspændingen ved 10 kHz til 0 dB
- indfør de målte værdier på kurvebladet i pkt. 4

3.3 Hvor stor er dæmpningen ved frekvensen ?

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}}$$

$$\text{hvor } C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

$$\text{dæmpning} = \quad \text{dB}$$

3.4 Hvor stor er den samlede parallelmodstand til resonanskredsen, når generatormodstand og R_L omregnes til parallelmodstande ?

3.5 Find svingningskredsens Q

$$Q = \frac{R}{\sqrt{\frac{L}{C}}}$$

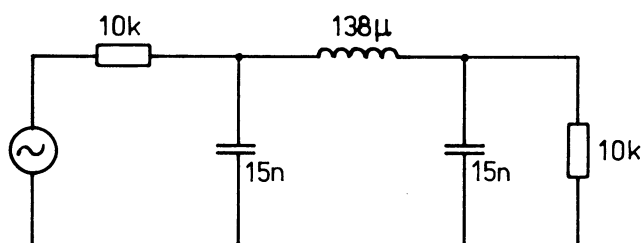
$$\text{hvor } C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

$$\text{og } R = \frac{R_g' \cdot R_L'}{R_g' + R_L'}$$

$$Q =$$

3.6 Selektivt filter

- opbyg viste filter



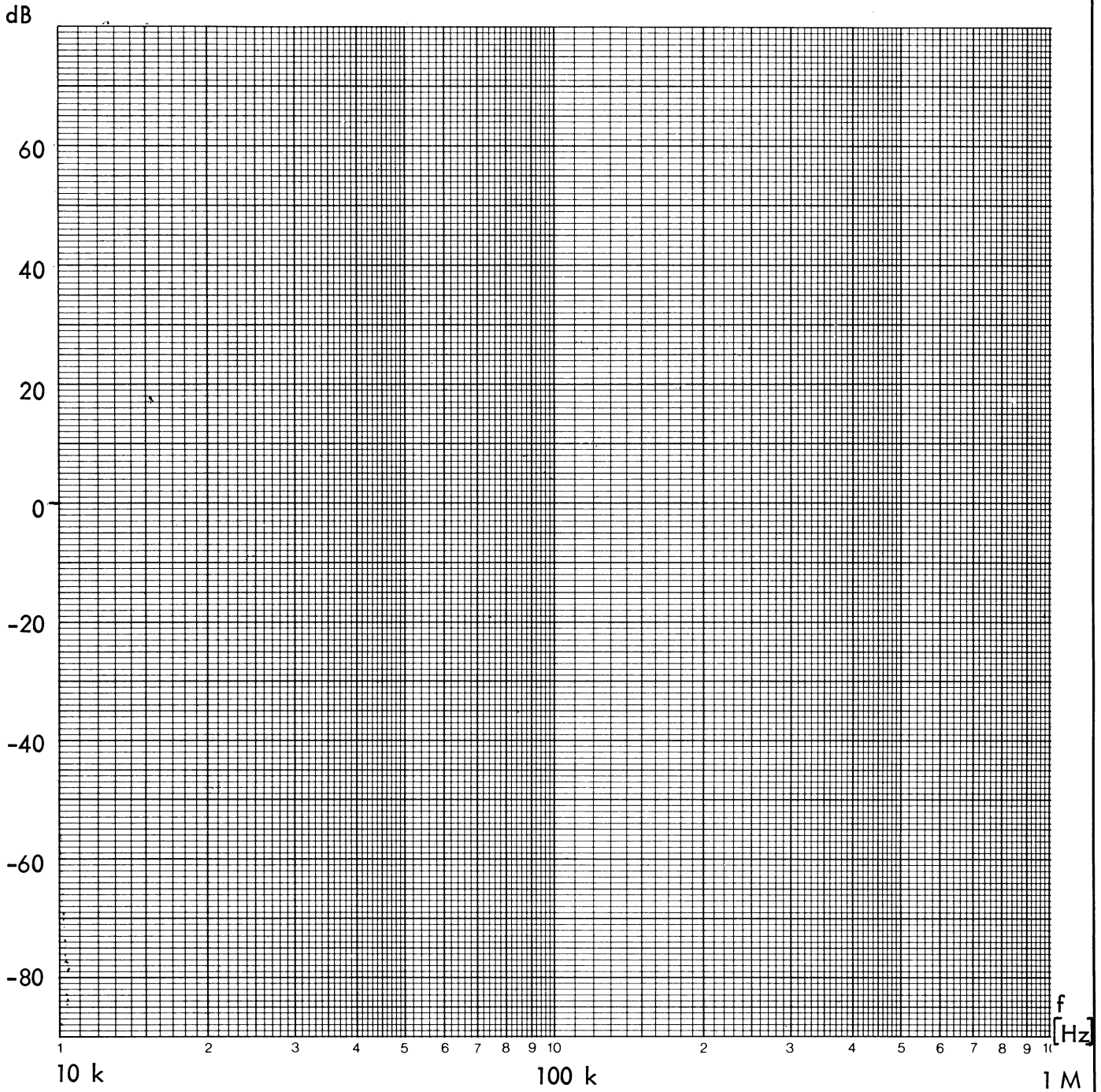
3.7 Optag en frekvenskarakteristik af filtret i området 10 kHz → 1 MHz

- sæt udgangsspændingen ved 10 kHz til 0 dB
- indfør de målte værdier på kurvebladet i pkt. 4

3.8 Hvor stort er Q ved resonans ?

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

4. KURVEBLAD

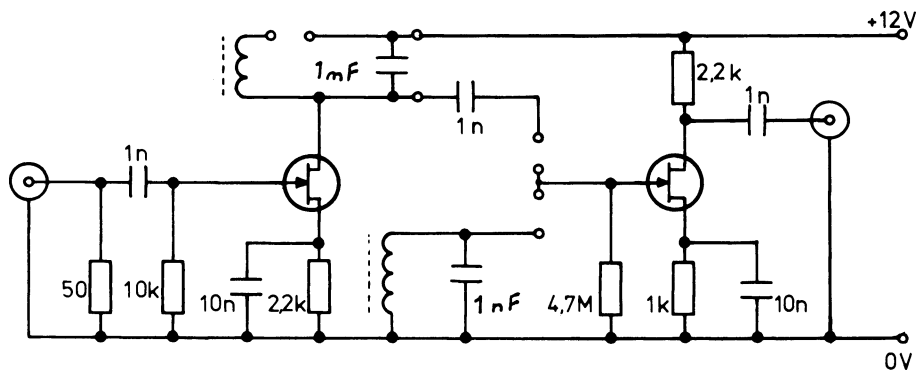




UDSTYR

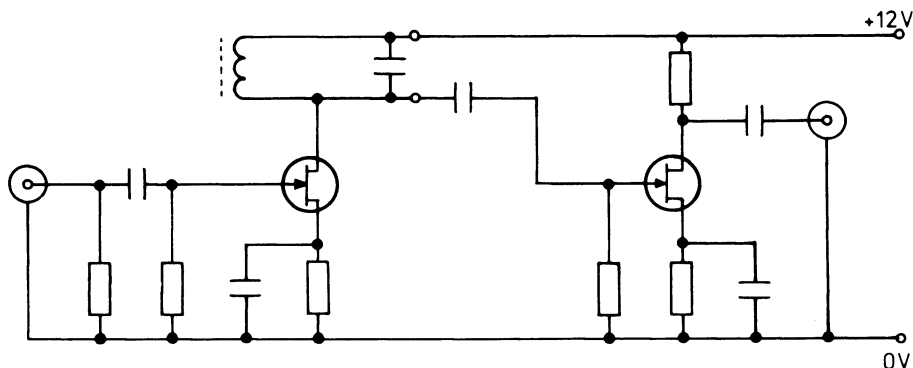
Målepanel, oscilloscope, funktionsgenerator, spændingsforsyning.

MÅLEPANEL



MÅLEOPSTILLING MED EEN SELEKTIV KREDS.

1.1 Tilslut kredsløbet som vist:

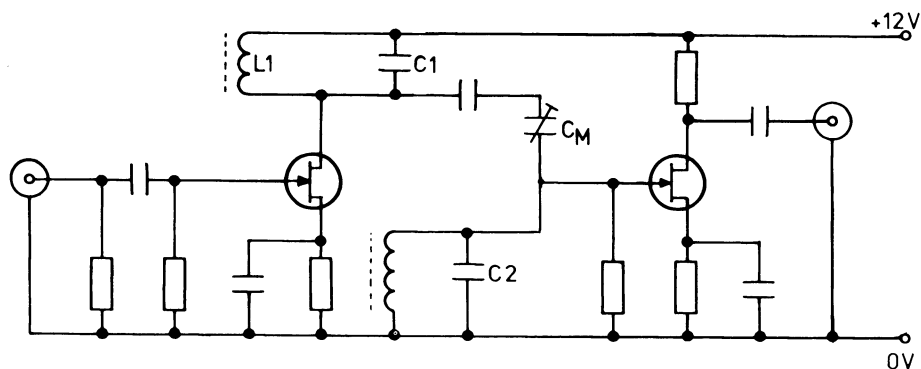


1.2 Mål f_{res} og b (3 dB) og beregn Q :

$f_{res} =$ _____ $b =$ _____ $Q =$ _____

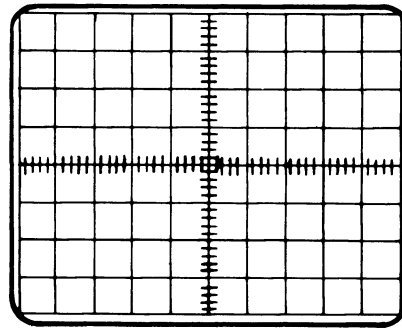
2. KOBLEDE KREDSE

2.1 Tilslut kredsløbet som vist og sweep opstillingen.

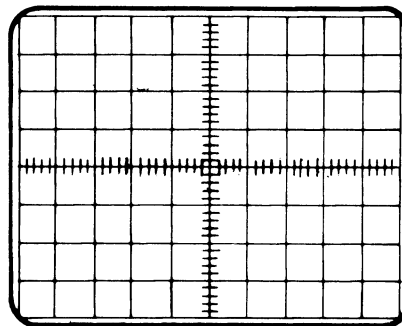




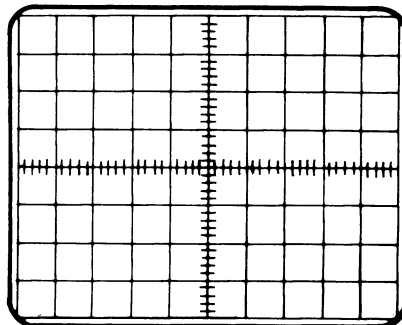
2.2 Juster C_M til underkritisk kobling og tegn oscilloscopebilledet :



2.3 Juster C_M til kritisk kobling og tegn oscilloscopebilledet :



2.4 Juster C_M til overkritisk kobling og tegn oscilloscopebilledet :



2.5 Giv kredsen L1 - C1 et dårligere Q ved at indsætte en r på 3,3Ω og juster til kritisk kobling som pkt. 2.3

2.6 Erstat 3,3Ω med 0Ω (uden at røre C_M) og iagttag kurveformen.

2.7 Hvad er der sket med koblingsgraden ?

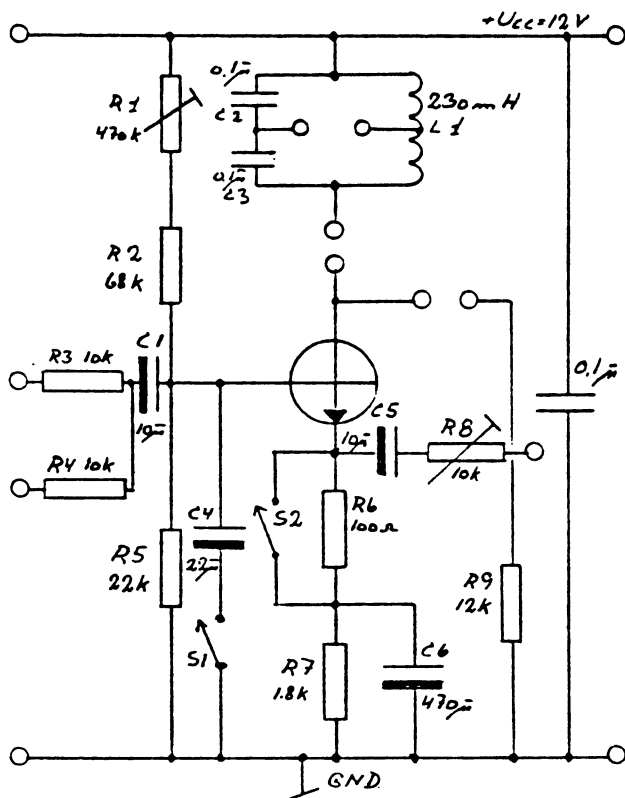
2.8 Giv en forklaring på dette fænomen :



UDSTYR

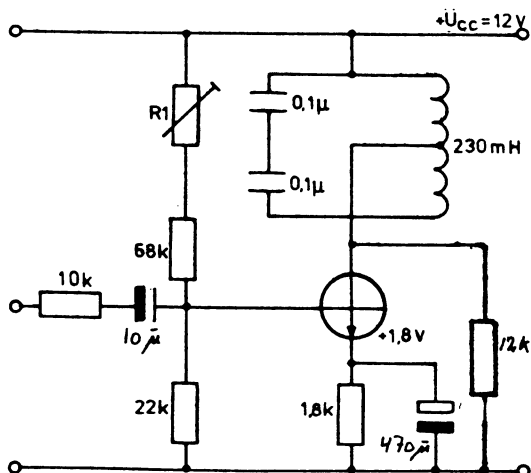
Måleopstilling, 2-kanal oscilloscop, AC-millivoltmeter, FET-voltmeter, frekvenstæller, sinus-firkantgenerator, spændingsforsyning.

MÅLEPANEL



1. MÅLEOPSTILLING

1.1 Forbind målepanelet som vist:



- 1.2 Kortslut kollektoren til U_{cc} og juster $R1$ til en kollektorstrøm på 1 mA, dvs. 1,8 V på emitteren.
- 1.3 Fjern kortslutningen fra kollektoren til U_{cc} .
- 1.4 Hvilken indflydelse har det på transistorens DC-arbejds punkt ?

2. FREKVENSGANG

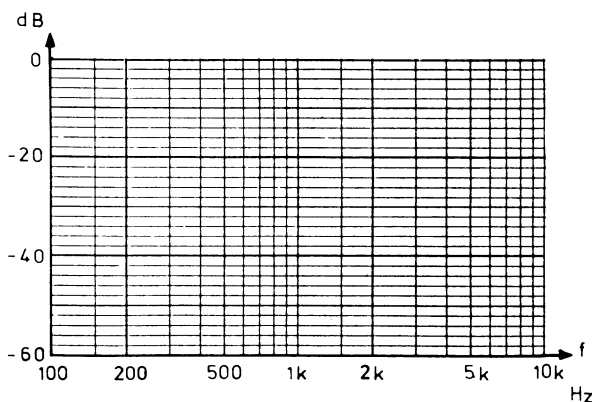
2.1 Tilslut sinusgeneratoren til forstærkeren og opsøg resonansfrekvensen.

$$f_{res} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Hz}$$

2.2 Reguler u_G således, at u_o er -20 dB i forhold til u_o maks. Herved undgås mætning af transistoren.

$$\text{Generatorspændingen } u_G = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mV}$$

2.3 Optag forstærkerens frekvenskarakteristik med u_o ved resonans som 0 dB reference. Brug frekvenstæller.



2.4 Mål og beregn spændingsforstærkningen A_u ved f_{res} .

$$A_u = \frac{u_{out}}{u_{BE}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ gange}$$

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

Noter $u_{out pp}$: $\underline{\hspace{2cm}}$ V til brug i punkt 3.7

3. SELEKTIVITET

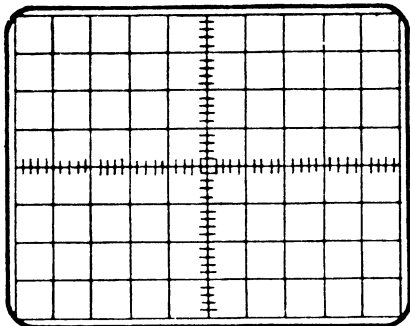
3.1 Mål båndbredden med frekvens-tæller, forstærkningen er faldet med 3 dB.

$f_{\phi} = \underline{\hspace{2cm}}$ $f_n = \underline{\hspace{2cm}}$
 $b_{3\text{ dB}} = \underline{\hspace{2cm}}$

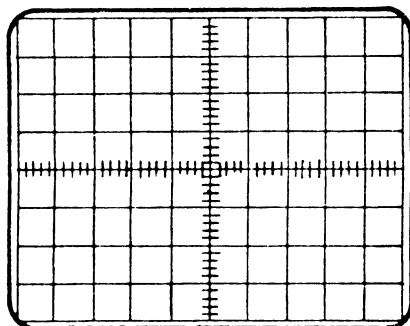
3.2 Opsøg resonansfrekvensen .
 u_G som i punkt 2.2

3.3 Mål u_{pp} værdien af generatorsig-nalet og skift derefter til et tids-symmetrisk firkantsignal med samme u_{pp}

3.4 Angiv, hvilken kurveform strøm-men har igennem transistoren, når forstærkeren er tilsluttet et fir-kantsignal. Mål kurveformen over de 100Ω i emitteren og tegn oscil-loscopicbilledet.



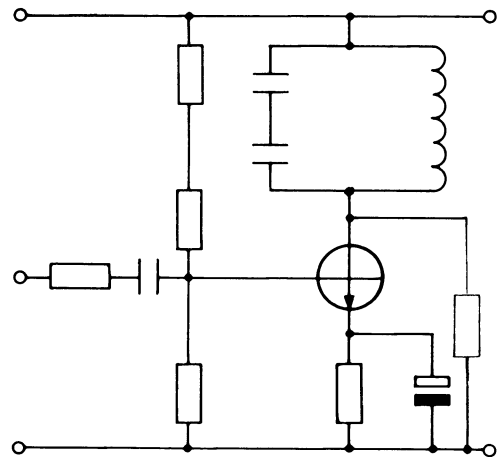
3.5 Mål u_c og tegn oscilloscopebilledet:



3.6 Angiv, hvorfor kollektorspændingen ikke har samme udseende som kollektorstrømmen.

3.7 Begrund forskellen mellem u_{pp} i pkt. 2.4 og pkt. 3.5

3.8 Tilslut kollektoren direkte over kredsen.



3.9 Mål båndbredden med frekvenstæller, når forstærkningen er faldet med 3 dB.

$f_{\phi} = \underline{\hspace{2cm}}$ $f_n = \underline{\hspace{2cm}}$
 $b_{3\text{ dB}} = \underline{\hspace{2cm}}$

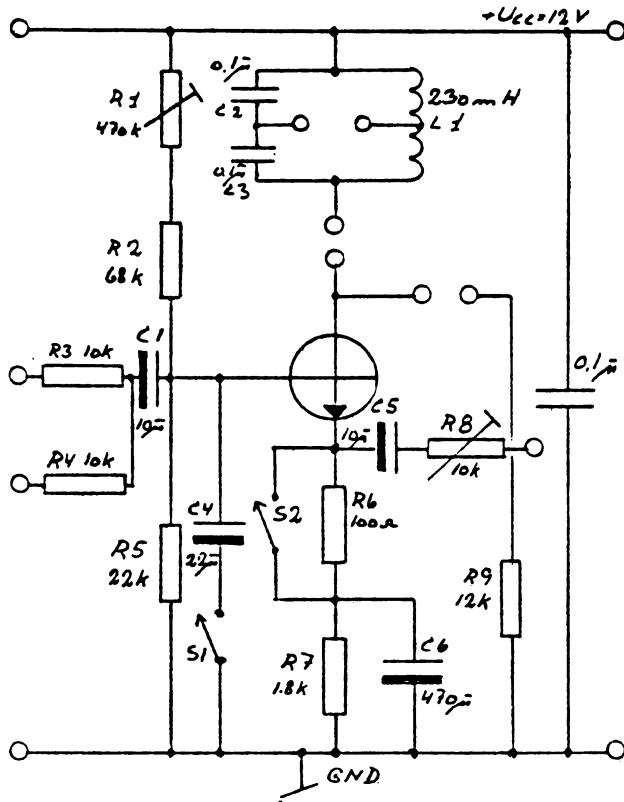
3.10 Angiv, hvorfor båndbredden i pkt. 3.1 er mindre end i pkt. 3.9



UDSTYR

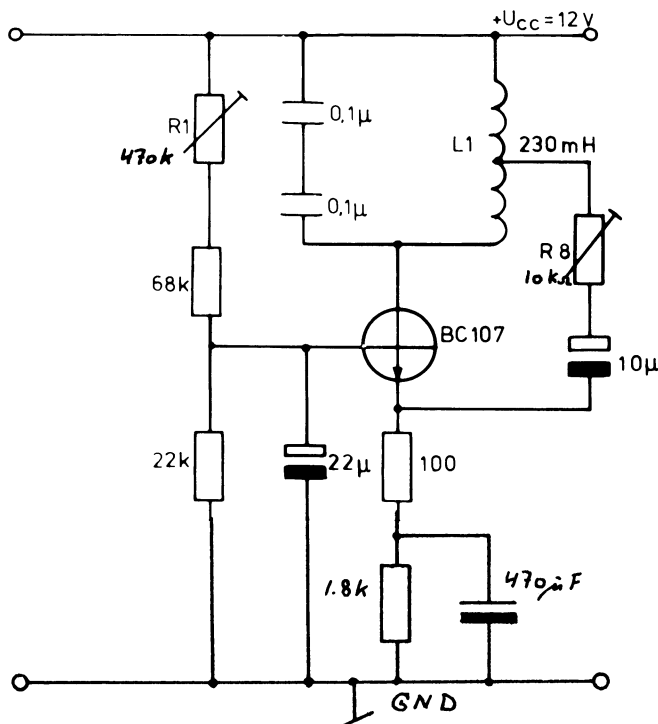
Måleopstilling, 2 kanal oscilloscope
frekvenstæller, spændingsforsyning
FET-voltmeter, distortionmeter.

MÅLEPANEL



1. HARTLEY OSCILLATOR

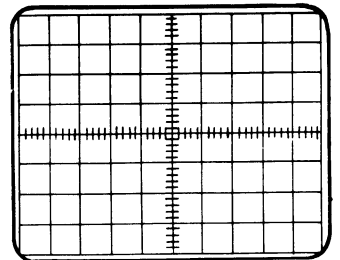
1.1 Forbind målepanelet til viste
hartley oscillator.



- 1.2 Kortslut kollektoren til $+U_{cc}$ og juster R1 til en kollektorstrøm på 1 mA, dvs. 1,9V på emitteren.
- 1.3 Fjern kortslutningen fra kollektoren til U_{cc} og juster R8 til oscillatoren svinger stabilt med maksimum u_c og minimum u_e med begyndende negative spidser.
- 1.4 Mål oscillatorfrekvensen med frekvenstæller: $f =$ _____
- 1.5 Beregn oscillatorfrekvensen $f =$ _____
- 1.6 Mål signalerne på kollektoren, midtpunkt L1 samt emitteren. Indtegn på diagrammerne og angiv signalernes amplituder og indbyrdes faseforhold, idet begge Y-kanaler bruges samtidigt:

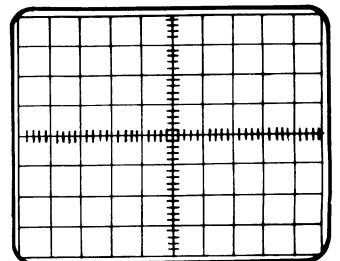
$u_c :$

_____ v/div
Brug 10:1 probe



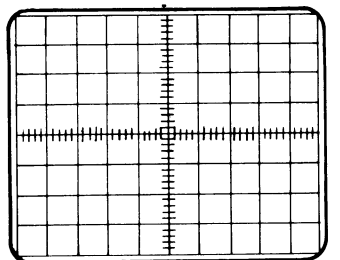
u_L midtpunkt :

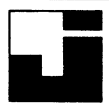
_____ v/div
Brug 10:1 probe



$u_e :$

_____ v/div





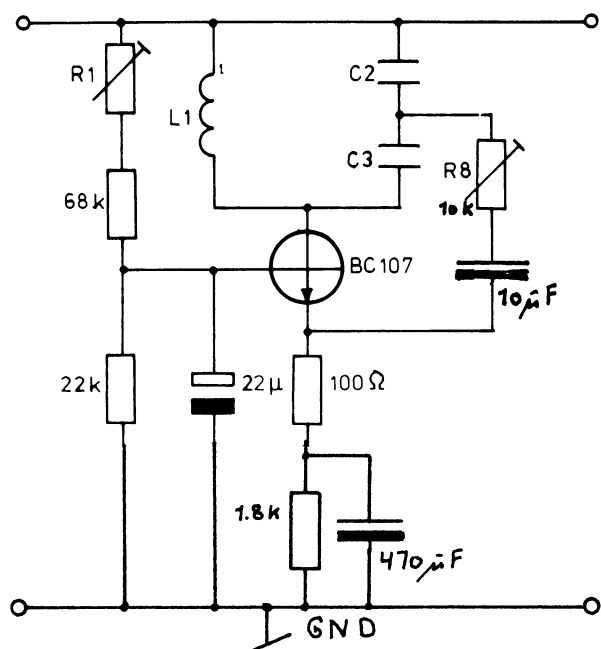
1.7 Begrund faseforholdene målt
i pkt. 1.6 :

1.8 Mål forvrængningsprocenten på
spolens midtpunktsudtag:

$$\text{THD} = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

2. COLPITTS OSCILLATOR

2.1 Forbind målepanelet til viste
Colpitts oscillator.



2.2 Juster R8 som i pkt. 1.3

2.3 Mål oscillatorfrekvensen med fre-
kvenstæller

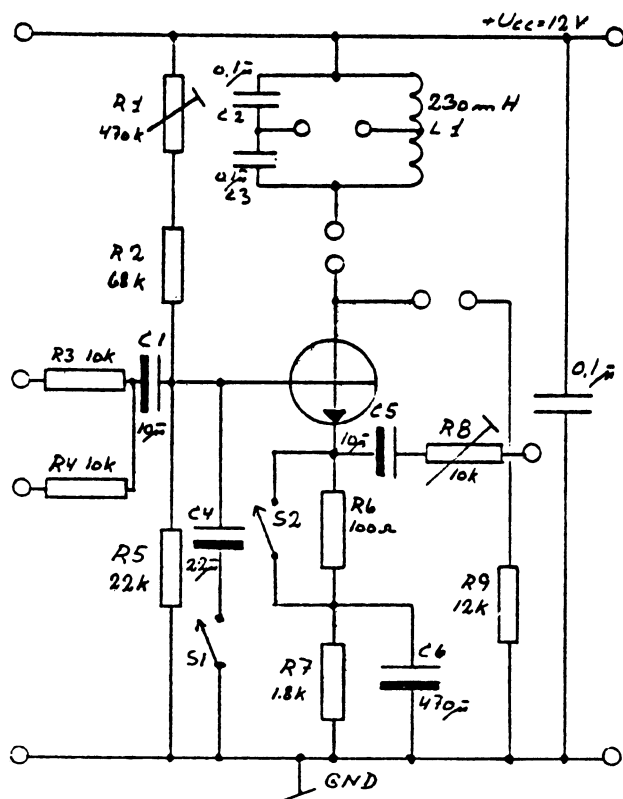
$$f = \underline{\hspace{2cm}}$$

2.4 Mål forvrængningsprocenten på det
kapacitive midtpunktsudtag:

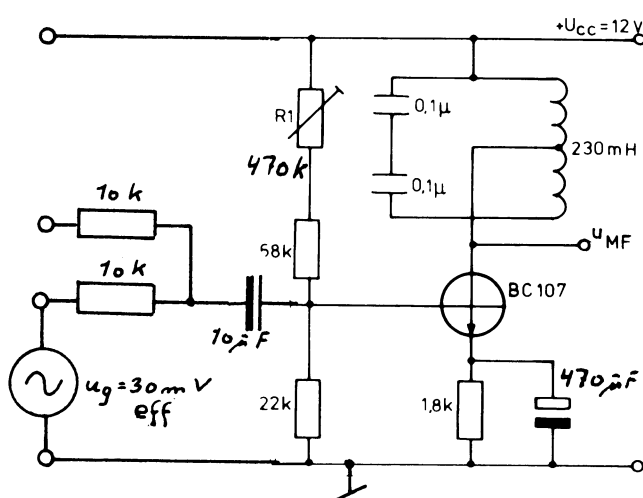
$$\text{THD} = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

UDSTYR

Måleopstilling, oscilloscope,
2 stk sinusgeneratorer,
AC-millivoltmeter, frekvenstæller
FET-voltmeter, spændingsforsyning

MÅLEPANEL1. KLARGØRING

1.1 Forbind viste opstilling



1.2 Juster R1 til en kollektorstrøm på
1 mA, dvs. 1,8V på emitteren.

1.3 Juster generatorens frekvens til maksimum
output på kollektoren og mål frekvensen
med frekvenstæller

$$f_{\text{res}} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Hz}$$

1.4 Indstil arbejds punktet til kl. B med R1
ved at iagttage signalstrømmen med
oscilloscope over R6. (kortsluttes igen
efter justeringen).

2. BLANDERTRIN

2.1 Tilslut en ekstra generator til det andet
input og juster frekvensen med frekvens-
tæller til 20,00x kHz. Denne benævnes
antennefrekvensen f_{ant} . Juster spændin-
gen med millivoltmeter til 3 mV_{eff}.

2.2 Generatoren fra pkt. 1.3 skal fungere
som lokaloscillator til blanderen. Juster
frekvensen til at være overliggende og
finjuster til maksimal u_{out} .

2.3 Mål f_{osc} og f_{MF} med frekvenstæller.

$$f_{\text{osc}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$f_{\text{MF}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

2.4 Juster f_{osc} til at være underliggende
og finjuster til maksimal u_{out} .

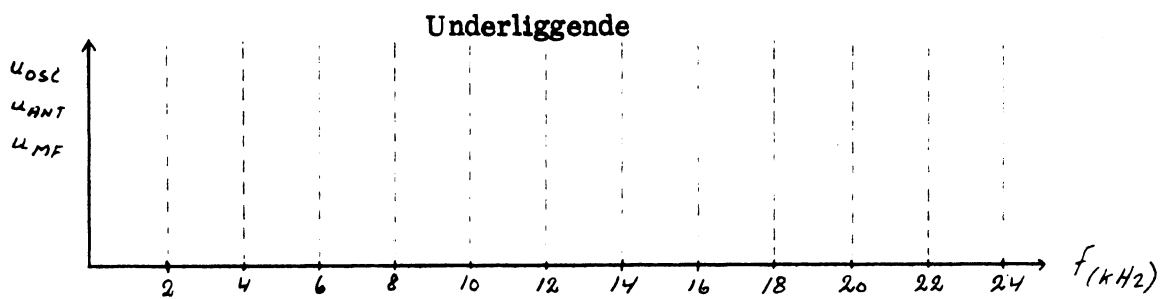
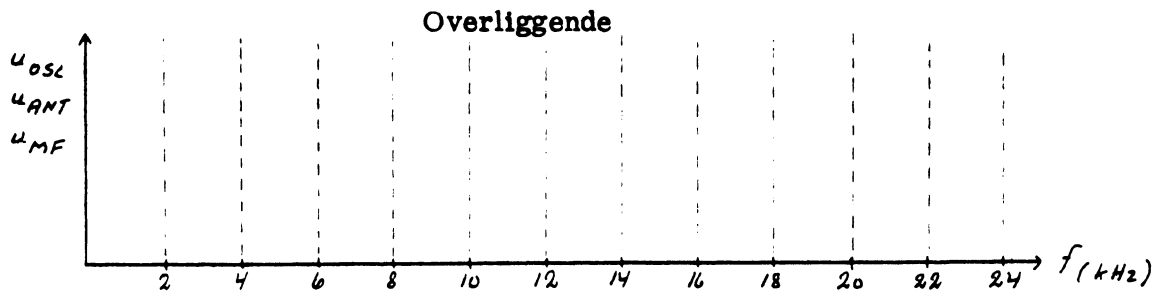
2.5 Mål f_{osc} og f_{MF} med frekvenstæller.

$$f_{\text{osc}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$f_{\text{MF}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

2.6 Giv en forklaring på målingerne i pkt.
2.1 - 2.5 ved at tegne et frekvensspek-
trum for henholdsvis overliggende og
underliggende oscillator og angiv de
frekvensmæssige sammenhænge.
(øverst på næste side)

2.6 (fortsat)



2.7 Mål u_{MF} med de tidligere indstillinger af u_{osc} og u_{ant} (pkt. 1.3 og 2.1) og beregn blandingsforstærkningen.

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

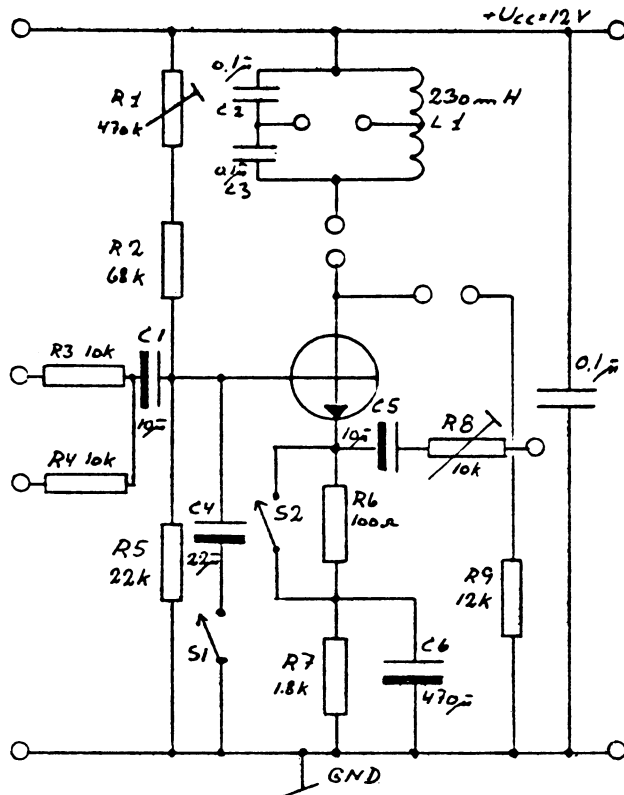
2.8 Gør u_{osc} 10 dB mindre og mål igen u_{MF} . Beregn den nye blandingsforstærkning.

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

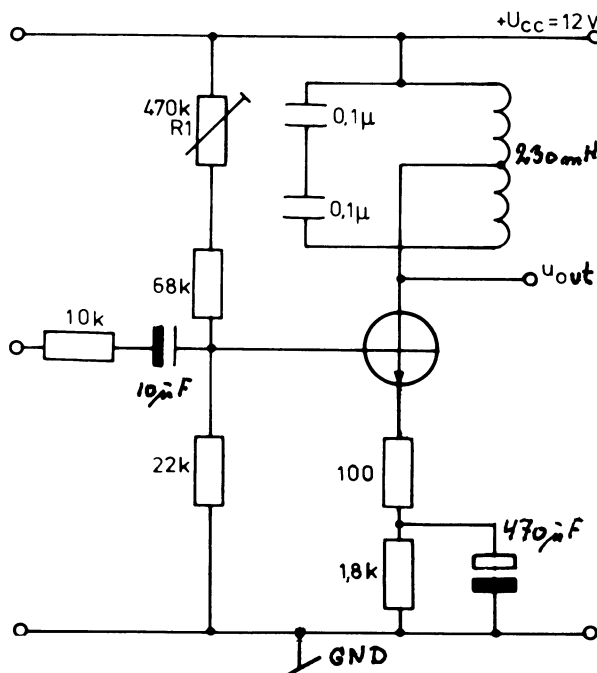
2.9 Konkluder resultaterne fra pkt. 2.7 og 2.8.

UDSTYR

Måleopstilling, to-kanal oscilloscope sinus-firkant generator, FET-voltmeter, frekvenstæller, spændingsforsyning.

MÅLEPANEL.1. KLARGØRING

1.1 Forbind viste opstilling



1.2 Juster R1 til en kollektorstrøm på 1 mA, dvs. 1,9V på emitteren.

2. FREKVENSDOBLER

2.1 Tilslut sinusgeneratoren til forstærkerens indgang. Reguler u_g til 30 mV_{eff} og opsøg resonansfrekvensen.

2.2 Mål f_{res} med frekvenstæller.

$$f_{res} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Hz}$$

2.3 Gør u_g 20 dB større.

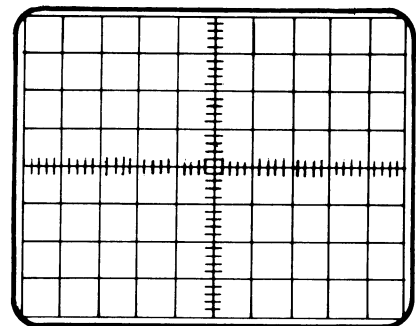
2.4 Reguler sinusgeneratorens frekvens til $0,5 \cdot f_{res}$ og observer u_g og u_{out} samtidigt på oscilloscopet.

2.5 Juster R1 til maksimum u_{out} og finjuster f_{gen} til faserne passer på oscilloscopet.

2.6 Mål f_{gen} og f_{out} med frekvenstæller.

$$f_{gen} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Hz} \quad f_{out} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ Hz}$$

2.7 Indtegn kollektorstrømmens kurveform, som måles over de 100Ω i emitteren.



2.8 Mål, i hvor mange grader af en hel svingning, der går strøm i transistoren.

_____ °

2.9 Mål ptp værdien af u_{out} ved de største spidser.

$$u_{out} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ V}_{ptp}$$

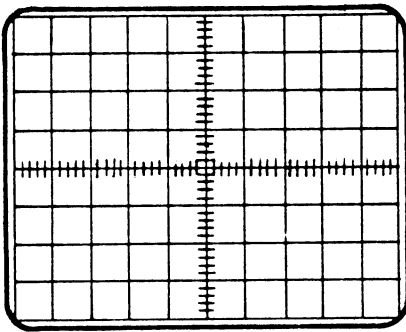
3. FREKVENSTRIPLER

3.1 Reguler sinusgeneratorens frekvens til $1/3 \cdot f_{res}$ og observer u_{gen} og u_{out} samtidigt på oscilloscopet.

3.2 Gentag pkt. 2.5 til 2.9 og noter følgende måleresultater :

$$f_{gen} = \text{_____} \quad f_{out} = \text{_____}$$

Kollektorstrømmen :



Antal grader : _____ °

$u_{out} = \text{_____} V_{ptp}$

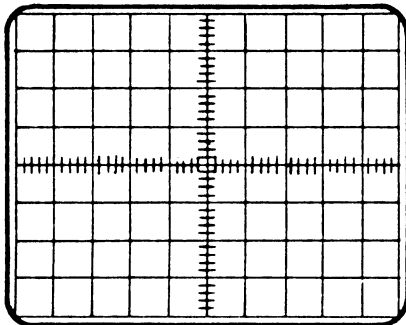
4. FIREDOBLER

4.1 Reguler sinusgeneratorens frekvens til $1/4 \cdot f_{res}$ og observer u_{gen} og u_{out} samtidigt på oscilloscopet.

4.2 Gentag pkt. 2.5 til 2.9 og noter følgende måleresultater :

$$f_{gen} = \text{_____} \text{ Hz} \quad f_{out} = \text{_____} \text{ Hz}$$

Kollektorstrømmen :



Antal grader : _____ °

$u_{out} = \text{_____} V_{ptp}$

5. KONKLUSIONER.

5.1 Sammenhold pkt. 2.5 - 2.8 - 3.2 og 4.2 med hensyn til arbejds punkt og gør rede for sammenhængen.

5.2 Sammenhold pkt. 2.9 - 3.2 og 4.2 med hensyn til u_{out} og gør rede for sammenhængen.

5.3 Sammenhold pkt. 2.4 - 3.1 og 4.1 og gør rede for den fasemæssige sammenhæng.

DISPOSITION

1. Kabelimpedans
2. Forkortningsfaktor

UDSTYR

RLC målebro, målesender, oscilloskop

MATERIALE

1 stk. langt kabel > 30 m

1. KABELIMPEDANS

- 1.1 Mål kablets kapacitet
 - kablet skal være ubelastet

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

- 1.2 Mål kablets selvinduktion
 - med kortsluttet kabelende

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

- 1.3 Beregn kabelimpedansen

$$Z_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$$

$$Z_0 = \underline{\hspace{2cm}}$$

2. FORKORTNINGSAKTOR

- 2.1 Mål kabellængden
 - med metermål

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

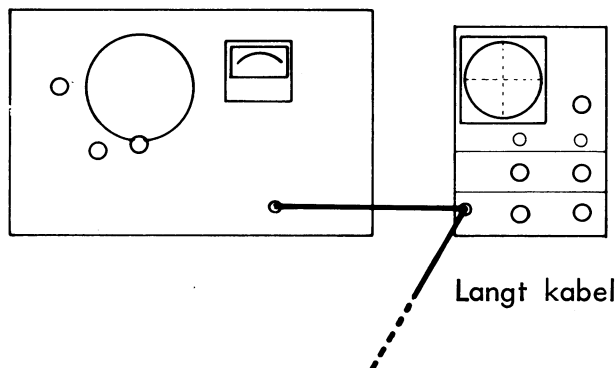
- 2.2 Beregn bølgelængden
 - bølgelængden skal være 4 · kabellængden

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

- 2.3 Beregn frekvens

$$f = \frac{300 \text{ M}}{\lambda} = \underline{\hspace{2cm}}$$

2.4 Opbyg viste opstilling



- 2.5 Indstil målesender
 - maksimal udgangsspænding
 - frekvensen som beregnet i pkt. 2.3

- 2.6 Indstil oscilloskop
 - så HF amplituden kan aflæses

- 2.7 Juster målesender
 - juster til nærmest lavere frekvens, hvor oscilloskopet viser minimum amplitude

- 2.8 Aflæs frekvens

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

- 2.9 Beregn forkortningsfaktor V
 - forholdet mellem den beregnede frekvens og den målte frekvens er et udtryk for, hvor stor udbredelseshastigheden er i kablet i forhold til luft

$$V = \frac{f_m}{f}$$



DISPOSITION

1. Tidsrefleksionsmåling
2. Frekvensafhængig tilpasning

UDSTYR

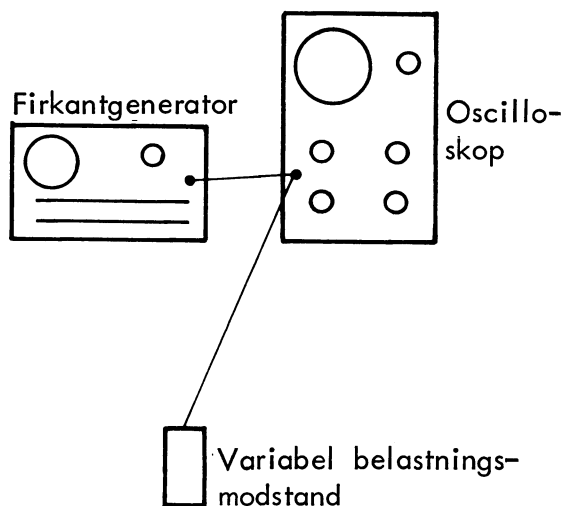
Firkantgenerator, oscilloskop, radiotelefon VHF, antenne $> \frac{1}{4} \lambda$, antenne $\frac{1}{4} \lambda$, antenne $< \frac{1}{4} \lambda$, reflektionswattmeter

MATERIALE

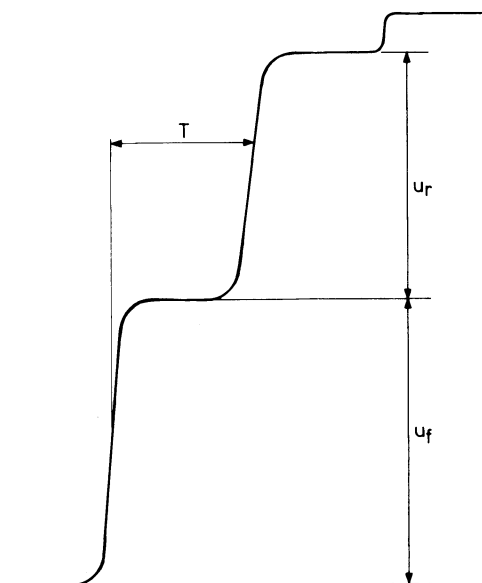
- 1 stk. langt kabel > 30 m
- 1 stk. variabel belastningsmodstand

1. TIDSREFLEKTIONSMÅLING

1.1 Opbyg viste opstilling



- 1.2 Indstil firkantgenerator
 - frekvens til 300 kHz
 - amplitude til 2 V_{pp} uden belastning
- 1.3 Indstil oscilloskop
 - forstærkning til 1 V/div.
 - indstil x-time til 0,5 μs/div.
- 1.4 Indstil belastningsmodstand
 - til maksimal modstand

1.5 Aflæs den fremadgående spænding u_f 

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

1.6 Aflæs den reflekterede spænding u_r

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

1.7 Beregn standbølgeforholdet

$$SWR = \frac{u_f + u_r}{u_f - u_r} = \underline{\hspace{2cm}}$$

1.8 Drej belastningsmodstanden til

$$R_b < Z_0$$

- hvad sker der med fasen af det reflekterede signal?

1.9 Aflæs refleksionstiden T

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

1.10 Beregn kabellængden

- få V opgivet for kablet

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

$$l = \frac{C \cdot V \cdot T}{2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

C angiver lysets hastighed

V angiver forkortningsfaktoren

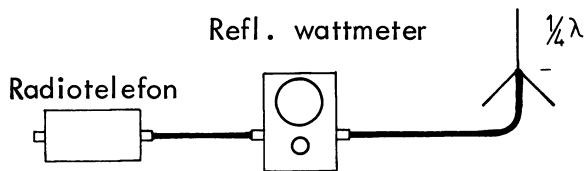
1.11 Mål kabellængden

- med centimetermål

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

2. FREKVENSAFHÆNGIG TILPASNING

2.1 Opbyg viste opstilling



2.2 Mål den fremadgående effekt

- kontroller probe og kabler til reflektionswattmetret

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

2.3 Mål den reflekterede effekt

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

2.4 Beregn SWR

$$SWR = \frac{\sqrt{\frac{P_f}{P_r}} + 1}{\sqrt{\frac{P_f}{P_r}} - 1} = \underline{\hspace{2cm}}$$

2.5 Udskift den lange pisk med den korte pisk

2.6 Gentag pkt. 2.2, 2.3 og 2.4 med den korte pisk, $< \frac{\lambda}{4}$

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

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

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

2.7 Udskift den korte pisk med den lange pisk, $> \frac{\lambda}{4}$

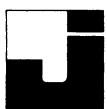
2.8 Gentag pkt. 2.2, 2.3 og 2.4 med den lange pisk

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

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

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

2.9 Angiv, hvad sker der med SWR, hvis antennen ikke er afstemt

DISPOSITION

- $\lambda/4$ -transformator

UDSTYR

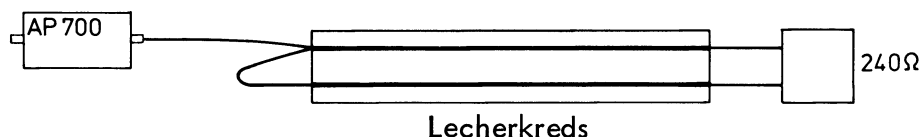
Radiotelefon, lecherkreds 240Ω ,
elektrovoltmeter med HF probe

MATERIALE

- 1 stk. afslutningsmodstand 240Ω
- 2 stk. $\lambda/4$ stave
- 1 stk. afslutningsmodstand 120Ω
- 1 stk. afslutningsmodstand 480Ω
- 1 stk. kortslutningsbøjle

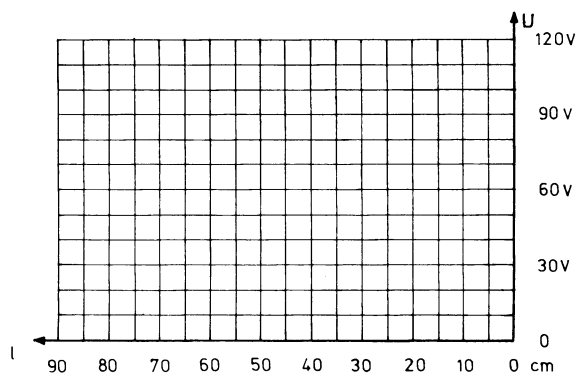
1. $\lambda/4$ -TRANSFORMATOR

1.1 Opbyg viste opstilling



1.2 Mål spændingen langs lecherkredsen

- PAS PÅ FINGRENE
- afsæt spændingen i koordinat-systemet
- afstanden er målt fra afslutningsmodstanden
- mærk kurven med 1.2



1.3 Afbryd belastningen

- gentag pkt. 1.2
- mærk kurven med 1.3

1.4 Afslut lecherkredsen med kortslutning

- gentag pkt. 1.2
- mærk kurven med 1.4

1.5 Afslut lecherkredsen med 240Ω 1.6 Slut $\lambda/4$ -stavene til lecherkredsen1.7 Mål spændingen i $\lambda/4$ -stavens fødepunkt

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

1.8 Kortslut endepunkterne af stavene

- gentag pkt. 1.7

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

1.9 Angiv, hvad en uafsluttet $\lambda/4$ -transformator virker som

- Kortslutning
Afbrydelse



UDSTYR

Oscilloscope PM 3216, Frekvenstæller TF 2416, Digitalvoltmeter, Spændingsforsyning 12V, Målepanel, Trimmepind.

1. Opstilling

1.1 Tilslut spændingsforsyning 12V.

Indstil N-deler til 511 (alle bits = "1")

Brug ved de følgende målinger diagrammer side 4, 5 og 6.

2. Referenceoscillator 1 (26,510 Mhz)

2.1 Juster referenceoscillator 1 til krystalfrekvensen. Brug 10:1 probe.

$f_{\text{ref.1}} (\text{TP5}) = \underline{\hspace{2cm}}$

3. Referenceoscillator 2 (10,240 MHz)

3.1 Juster referenceoscillator 2 v. h. a. den todelte frekvens.

$\frac{f_{\text{ref.2}}}{2} (\text{TP 2}) = \underline{\hspace{2cm}}$

4. Voltage Controlled Oscillator

4.1 $U_{\text{out max.}} (\text{DC})$ fra IC 1 (TP3) er ca. 10V og $U_{\text{min.}} (\text{DC})$ til kapacitetsdioden er ca. 0,5V.

DC-området til kapacitetsdioden må af hensyn til sikker låsning sættes til 1 til 9 volt.

Herefter haves: $f_{\text{vco min.}} \text{ ved } U_{\text{kapac.}} = 1\text{V}$ og

$f_{\text{vco max.}} \text{ ved } U_{\text{kapac.}} = 9\text{V}.$

4.2 Kontroller ved afstemning (C_{trim}) af VCO'en, om $U_{\text{kapac.}} (\text{TP3})$ kan varieres i området 1 - 9V.

4.3 Juster VCO til $U_{\text{kapac.}} = 9\text{V}$

$N = 511$

$f_{\text{vco max.}} (\text{TP4}) = \underline{\hspace{2cm}}$

$f_{\text{mix max.}} (\text{TP6}) = \underline{\hspace{2cm}}$

4.4 Indstil N-deler til $U_{\text{kapac.}} = 1\text{V}$

$f_{\text{vco min.}} = \underline{\hspace{2cm}}$

$f_{\text{mix min.}} = \underline{\hspace{2cm}}$

5. Konklusion

5.1 Hvor stor er VCO'ens frekvensmæssige arbejdsområde?

5.2 Hvor mange programmerbare kanaler vil være mulig med denne syntese?

5.3 Kommentar:



6. Delerforholdet N

6.1 Opstil et udtryk for N, når følgende er kendt:

a. $f_{\text{ref. 1}}$

b. $f_{\text{ref. 2}}$

c. f_{vco}

N = _____

6.2 Der ønskes $f_{\text{vco}} = 29,570$ MHz. Beregn N.

N = _____

6.3 Kontroller ved måling

$f_{\text{vco}} =$ _____

$f_{\text{mix}} =$ _____

6.4 Kommentar: _____

7. Konklusion

7.1 Hvorfor kan syntesen ikke arbejde over hele det programmerbare område?

7.2 Hvad bestemmer VCO'ens frekvensnøjagtighed?

7.3 Har kapacitetsdioden indflydelse på frekvensdriften? Begrund svaret:

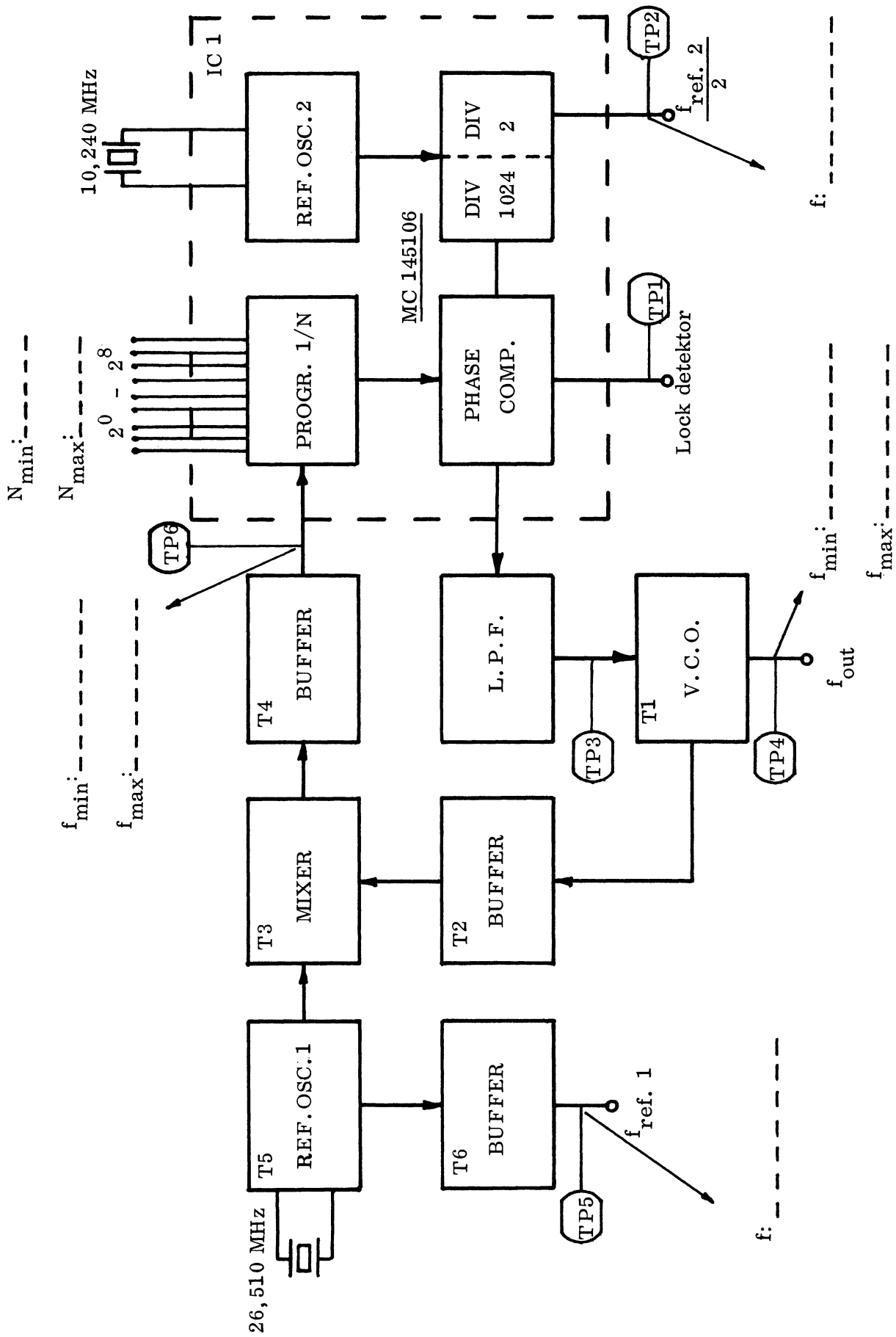


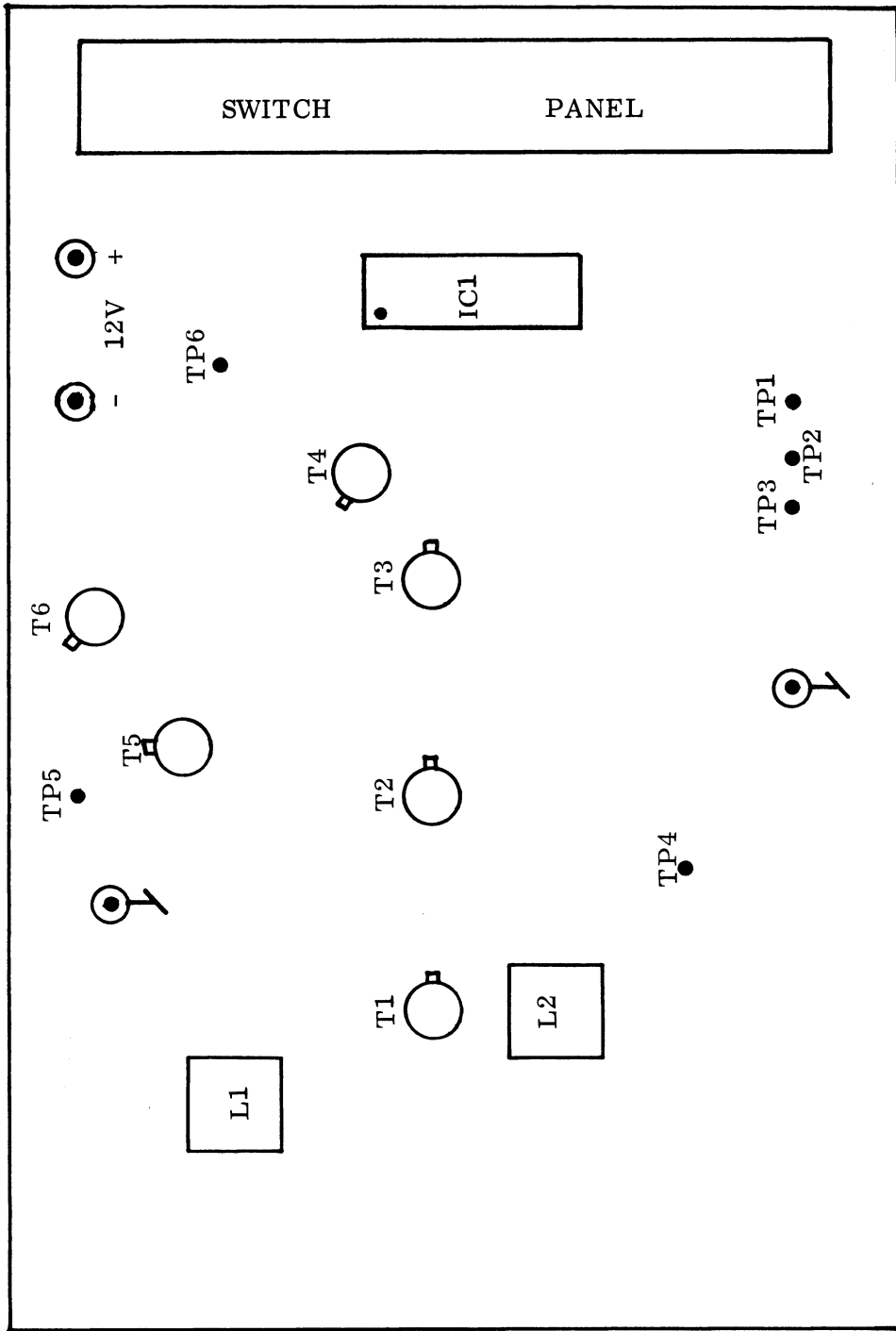
7.4 I PLL-kredsløbet indgår en fasedetektor, Hvorfor virker kredsløbet også som frekvensdetektor?

7.5 Hvorfor er det nødvendigt at blande VCO frekvensen med referenceosc. frekvensen inden input til N-deler og fasedetektor?

7.6 Hvilken konsekvens vil det have at erstatte 10,240 MHz krystallet med et 15,360 MHz krystal?

7.7 Hvilke fordele opnås ved anvendelse af frekvenssyntese?







MOTOROLA

PLL FREQUENCY SYNTHESIZERS

The MC145104, MC145106, MC145107, MC145109, and MC145112 are phase locked loop (PLL) frequency synthesizer parts constructed with CMOS devices on a single monolithic structure. These synthesizers find applications in such areas as CB and FM transceivers. The device contains an oscillator/amplifier, a 2¹⁰ or 2¹¹ divider chain for that oscillator signal, a programmable divider chain for the input signal and a phase detector. The MC145104/5106/5112 have circuitry for a 10.24 MHz oscillator or may operate with an external signal. The MC145107/5109 require the external reference signal. Several of the circuits provide a 5.12 MHz output signal, which can be used for frequency tripling. A 2⁹ (MC145106/5109/5112) or 2⁸ (MC145104/5107) programmable divider divides the input signal frequency for channel selection. The inputs to the programmable divider are standard ground-to-supply binary signals. Pull-down resistors on these inputs normally set these inputs to ground enabling these programmable inputs to be controlled from a mechanical switch or electronic circuitry.

The phase detector may control a VCO and yields a high level signal when input frequency is low, and a low level signal when input frequency is high. An out of lock signal is provided from the on-chip lock detector with a "0" level for the out of lock condition.

The MC145106 is the full pinout version of this family of parts and has the capability of all parts in the family. The MC145104/5107/5109/5112 are limited pinout versions. See block diagrams for details.

- Single Power Supply
- Wide Supply Range: 4.5 to 12 Vdc
- 16 or 18 Pin Plastic Packages
- 10.24 MHz Oscillator on Chip
- 5.12 MHz Output
- Programmable Division Binary Input Selects up to 2⁹
- On-Chip Pull Down Resistors on Programmable Divider Inputs
- Selectable Reference Divider, 2¹⁰ or 2¹¹

**MC145104
MC145106
MC145107
MC145109
MC145112**

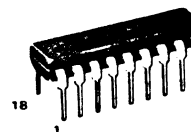
CMOS MSI

(LOW-POWER COMPLEMENTARY MOS)

PLL
FREQUENCY SYNTHESIZERS



P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 648



P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 707

Pin-for-Pin Replacements for
MC145104 for SM5104, MM55104, MM55114
MC145106 for MM55106, MM55116
MC145107 for SM5107
MC145109 for SM5109
MC145112 for SM5106

MAXIMUM RATINGS (Voltages referenced to V_{SS})

Rating	Symbol	Value	Unit
Supply Voltage	V _{DD}	-0.5 to +12	Vdc
Input Voltage, All Inputs	V _{in}	-0.5 to V _{DD} + 0.5	Vdc
Current Drain per Pin	I	10	mAdc
Operating Temperature Range	T _A	-40 to +85	°C
Storage Temperature Range	T _{stg}	-65 to +150	°C

This device contains circuitry to protect the inputs against damage due to high static voltages or electric fields; however, it is advised that normal precautions be taken to avoid application of any voltage higher than maximum rated voltages to this high impedance circuit. For proper operation it is recommended that V_{in} and V_{out} be constrained to the range V_{SS} < (V_{in} or V_{out}) < V_{DD}.



MC145104 thru MC145112

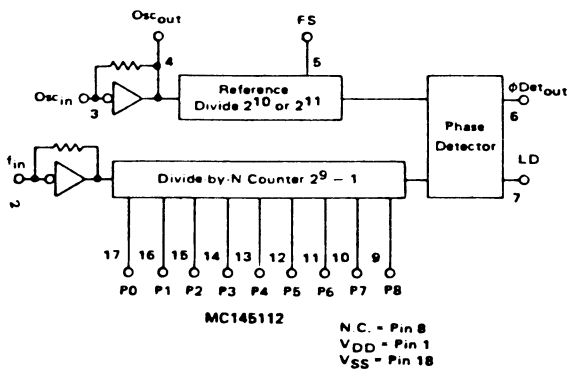
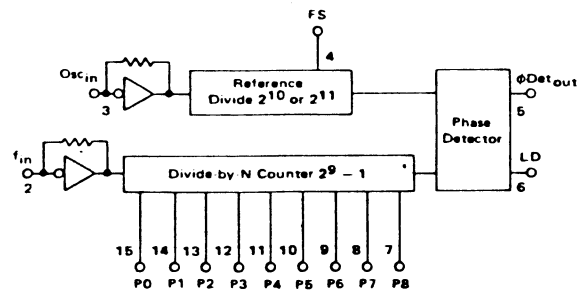
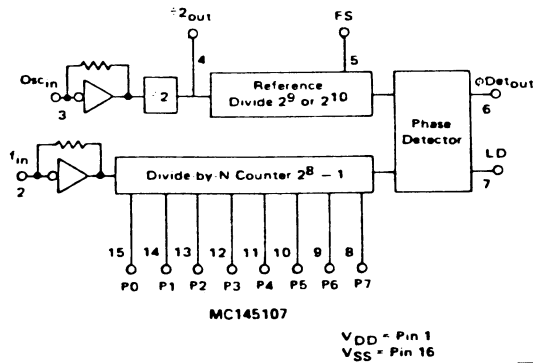
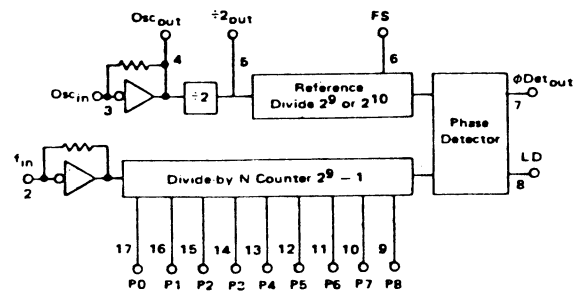
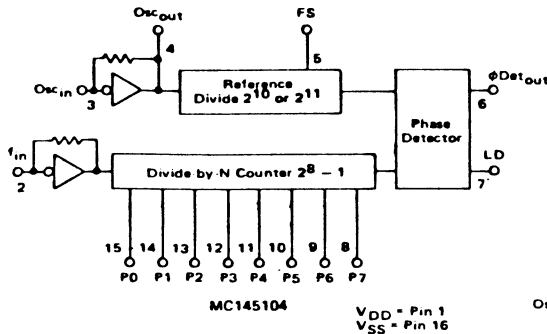
RECOMMENDED OPERATION: DC Supply Voltage 4.5 to 12 Vdc

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ$ unless otherwise stated.)

Characteristic	Symbol	VDD Vdc	All Types			Unit	
			Min	Typ	Max		
Supply Current	I_D	5.0	—	6	10	mAdc	
		10	—	20	35		
		12	—	28	50		
Input Voltage	"0" Level V_{IL}	5.0	—	—	1.5	Vdc	
		10	—	—	3.0		
		12	—	—	3.6		
	"1" Level V_{IH}	5.0	3.5	—	—	Vdc	
		10	7.0	—	—		
		12	8.4	—	—		
Input Current (FS) (Pull-up Resistor) (P0 to P8)	"0" Level I_{in}	5.0	-6.0	-20	-50	μ Adc	
		10	-15	-60	-150		
		12	-20	-80	-200		
		5.0	—	—	-0.3		
		10	—	—	-0.3		
		12	—	—	-0.3		
	"1" Level	5.0	—	—	0.3	μ Adc	
		10	—	—	0.3		
		12	—	—	0.3		
		5.0	7.5	30	76		
		10	22.5	90	225		
		12	30	120	300		
(FS) (Pull-down Resistor) (P0 to P8)	"0" Level	5.0	-2.0	-6.0	-15	μ Adc	
		10	-6.0	-25	-62		
		12	-9.0	-37	-92		
	"1" Level	5.0	2.0	6.0	15		
		10	6.0	25	62		
		12	9.0	37	92		
Output Drive Current ($V_O = 4.5$ Vdc) ($V_O = 9.5$ Vdc) ($V_O = 11.5$ Vdc) ($V_O = 0.5$ Vdc) ($V_O = 0.5$ Vdc) ($V_O = 0.5$ Vdc)	Source I_{OH}	5.0	-0.7	-1.4	—	mAdc	
		10	-1.1	-2.2	—		
		12	-1.5	-3.0	—		
	Sink I_{OL}	5.0	0.9	1.8	—		mAdc
		10	1.4	2.8	—		
		12	2.0	4.0	—		
Input Amplitude ($f_{in} @ 4.0$ MHz) ($Osc_{in} @ 10.24$ MHz)	—	—	1.0	0.2	—	Vp-p Sine	
		—	1.5	0.3	—		
Input Resistance (Osc_{in}, f_{in})	R_{in}	5.0	—	1.0	—	$M\Omega$	
		10	—	0.5	—		
		12	—	—	—		
Input Capacitance (Osc_{in}, f_{in})	C_{in}	—	—	6.0	—	μ F	
Three State Leakage Current (ϕ Detout)	I_{TL}	5.0	—	—	1.0	μ Adc	
		10	—	—	1.0		
		12	—	—	1.0		
Input Frequency (-40° C to $+85^\circ$ C)	f_{in}	4.5	4.0	—	—	MHz	
		12	4.0	—	—		
Oscillator Frequency (-40° C to $+85^\circ$ C)	Osc_{in}	4.5	10.24	—	—	MHz	
		12	10.24	—	—		



BLOCK DIAGRAMS





TYPICAL CHARACTERISTICS

FIGURE 1 – MAXIMUM DIVIDER INPUT FREQUENCY versus SUPPLY VOLTAGE

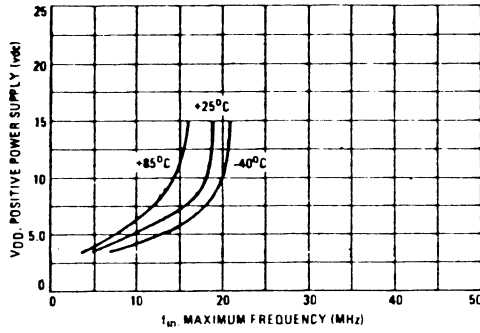
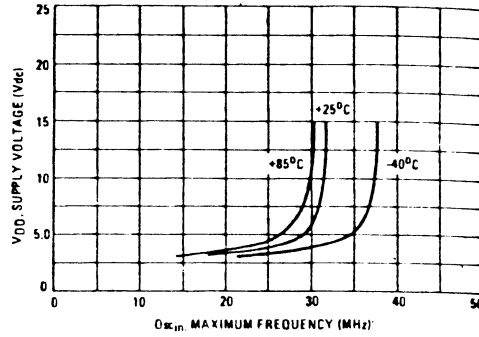


FIGURE 2 – MAXIMUM OSCILLATOR INPUT FREQUENCY versus SUPPLY VOLTAGE



TRUTH TABLE

Selection									Divide By N	
P8	P7	P6	P5	P4	P3	P2	P1	P0		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	2 } (Note 1)	
0	0	0	0	0	0	0	0	1		3 }
0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
.
.
0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	255
.
.
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	511

1: Voltage level = V_{DD}
0: Voltage level = 0 or open circuit input

Note 1: The binary setting of 00000000 and 00000001 on P8 to P0 results in a 2 and 3 division which is not in the 2^N-1 sequence. When pin is not connected (or is not listed as for the MC145104 and MC145107), the logic signal on that pin can be treated as a "0".

PIN DESCRIPTIONS

- P0 – P8 – Programmable divider inputs (binary)
- f_{in} – Frequency input to programmable divider (derived from VCO)
- Osc_{in} – Oscillator/amplifier input terminal
- Osc_{out} – Oscillator/amplifier output terminal
- LD – Lock detector, low when out of lock
- φ Det_{out} – Signal for control of external VCO, output high when f_{in}/N is less than the reference frequency, output low when f_{in}/N is greater than the reference frequency. Reference frequency is the divided down oscillator input frequency typically 5.0 or 10 kHz.
- FS – Reference Oscillator Frequency Division Select. When using 10.24 MHz Osc frequency, this control selects 10 kHz, a "0" selects 5.0 kHz.
- ÷2_{out} – Reference Osc frequency divided by 2 output, when using 10.24 MHz Osc frequency, this output is 5.12 MHz for frequency tripling applications.
- V_{DD} – Positive power supply
- V_{SS} – Ground



PLL SYNTHESIZER APPLICATIONS

The MC145104, MC145106, MC145107, MC145109, MC145112 ICs are well suited for Applications in CB radios because of the channelized frequency requirements. A typical 40 channel CB transceiver synthesizer using a single crystal reference is shown in Figure 3 for receiver IF values of 10.695 MHz and 455 kHz.

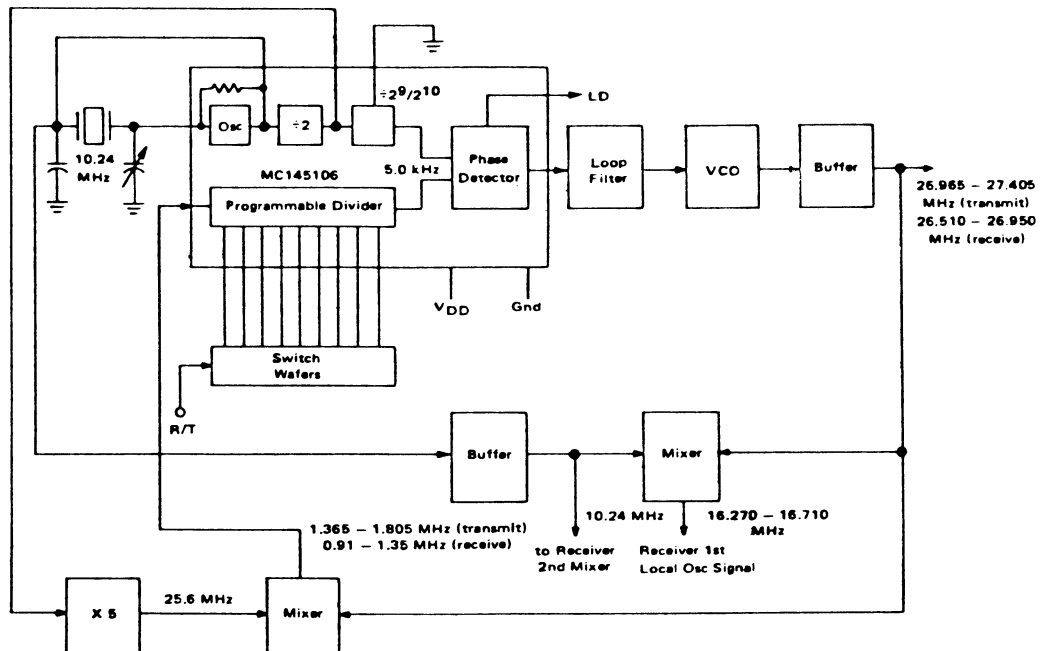
In addition to applications in CB radios, the MC145104-12 ICs can be used as a synthesizer for several other systems. Various frequency spectrums can be achieved through the use of proper offset, prescaling and loop programming techniques. In general, 300-400 channels can be synthesized using a single loop, with many additional channels available when multiple loop approaches are employed. Figures 4 and 5 are examples of some possibilities.

In the aircraft synthesizer of Figure 5, the VHF loop (top) will provide a 50 kHz 360 channel system with 10.7 MHz R/T offset when only the 11.0500 MHz (transmit) and 12.1200 MHz (receive) frequencies are provided to

mixer #1. When these signals are provided with crystal oscillators, the result is a three crystal, 360 channel, 50 kHz step synthesizer. When using the offset loop (bottom) in Figure 5 to provide the indicated injection frequencies for mixer #1 (two for transmit and two for receive) 360 additional channels are possible. This results in a 720 channel, 25 kHz step synthesizer which requires only two crystals and provides R/T offset capability. The receive offset value is determined by the 11.31 MHz crystal frequency and is 10.7 MHz for the example.

The VHF marine synthesizer in Figure 4 depicts a single loop approach for FM transceivers. The VCO operates on-frequency during transmit and is offset downward during receive. The offset corresponds to the receiver IF (10.7 MHz) for channels having identical receive/transmit frequencies (simplex), and is $(10.7 - 4.6 = 6.1)$ MHz for duplex channels. Carrier modulation is introduced in the loop during transmit.

FIGURE 3 - SINGLE CRYSTAL CB SYNTHESIZER FEATURING ON-FREQUENCY VCO DURING TRANSMIT



Circuit diagrams utilizing Motorola products are included as a means of illustrating typical semiconductor applications, consequently, complete information sufficient for construction purposes is not necessarily given. The information has been carefully checked and

is believed to be entirely reliable. However, no responsibility is assumed for inaccuracies. Furthermore, such information does not convey to the purchaser of the semiconductor devices described any license under the patent rights of Motorola Inc. or others.



FIGURE 4 - VHF MARINE TRANSCEIVER SYNTHESIZER

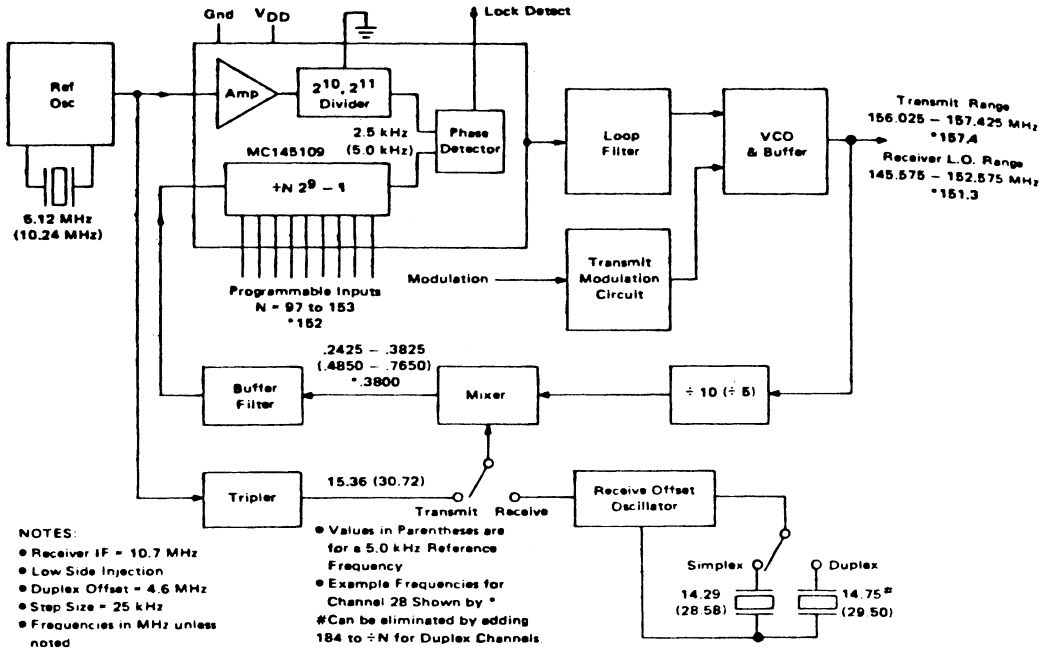
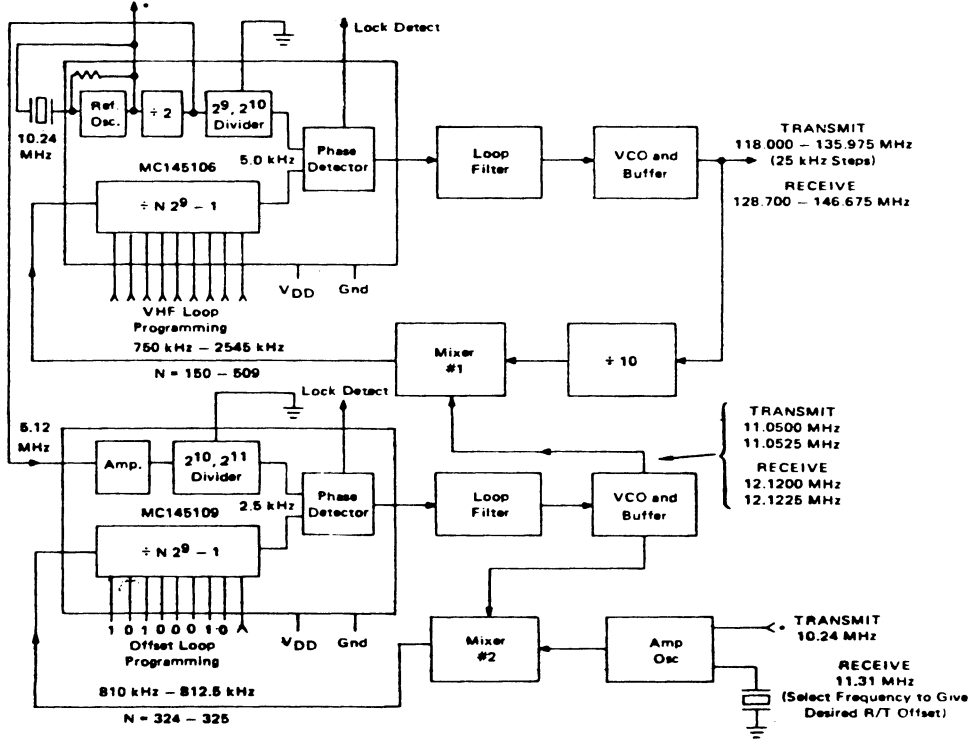


FIGURE 5 - VHF AIRCRAFT 720 CHANNEL TWO CRYSTAL FREQUENCY SYNTHESIZER





1. Hvad vil det sige, at en spænding er frembragt ved induktion?

2. Hvilke faktorer er bestemende for størrelsen af en spoles selvinduktion?

3. Hvilken måleenhed anvendes for selvinduktion?

4. Hvordan er måleenheden for selvinduktion defineret?

5. Hvad sker der med selvinduktion, når en spoles vindingstal forøges tre gange?

6. Hvordan er en spoles vekselstrømsmodstand almindeligvis i forhold til samme spoles jævnstrømsmodstand?

7. Hvad forstås ved en spoles reaktans?

8. Hvilken måleenhed anvendes for en spoles reaktans?

9. Hvad sker der med en spoles reaktans, hvis selvinduktionen formindskes?

10. Hvad sker der med en spoles reaktans, hvis frekvensen falder?

11. Angiv faseforholdet mellem strøm og spænding ved en tabsfri spole.

Navn: _____ Trin: _____ Dato: / 19 Godk.: _____





- 1. Beregn reaktansen af en spole på 1 H ved frekvensen 50 Hz.

- 2. Hvilken reaktans har en spole på 600 μ H ved 500 kHz?

- 3. Hvilken reaktans har en filterspole på 8 H ved 100 Hz?

- 4. En spole har ved frekvensen 50 Hz en reaktans på 1.250 Ω .
Beregn selvinduktionen.

- 5. Hvilken selvinduktion har en reaktans på 1,8 k Ω ved 450 kHz?

- 6. Hvilken selvinduktion har en reaktans på 630 Ω ved 4 MHz?

- 7. Ved hvilken frekvens har en spole på 2,5 H en reaktans på 2 k Ω ?

- 8. En spole med en selvinduktion på 300 μ H har en reaktans på 800 Ω .
Beregn frekvensen.

- 9. En spole tilsluttes en spænding på 8 V/1 kHz.
Ved en strømmåling findes, at strømmen gennem spolen er 16 mA.
Hvor stor er spolens selvinduktion?

Navn: _____ Trin: _____ Dato: / 19 _____ Godk.: _____





1. To spoler med hver en selvinduktion på $250 \mu\text{H}$ serieforbindes.

Hvor stor bliver den resulterende selvinduktion?

2. En spole på $0,04 \text{ H}$ serieforbindes med en spole på 20 mH .

Beregn den resulterende selvinduktion.

3. Hvor stor selvinduktion skal serieforbindes med en spole på $225 \mu\text{H}$ for at få en selvinduktion på $600 \mu\text{H}$?

4. Tre selvinduktioner på henholdsvis $0,5 \text{ H}$, 1 H og $2,5 \text{ H}$ parallelforbindes.

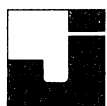
Beregn den totale selvinduktion.

5. To spoler på henholdsvis 450 mH og $0,6 \text{ H}$ parallelforbindes.

Beregn den resulterende selvinduktion.

6. Hvilken selvinduktion skal parallelforbindes med $300 \mu\text{H}$ for at få en selvinduktion på $100 \mu\text{H}$?





1. Tegn et koordinatsystem, som viser Z_L 's afhængighed af frekvensen fra 0 Hz til 20 kHz, når:

$L = 6,3 \text{ mH}$

$Q = 10$ ved 5 kHz

2. Tegn et koordinatsystem, som viser Q 's afhængighed af frekvensen fra 0 Hz til 20 kHz fra spolen i opgave 1.

3. Vil Q blive ved med at stige?

Begrund svaret.





1. Tegn et koordinatsystem, som viser Z_L 's afhængighed af frekvensen fra 0 Hz til 20 kHz, når:

$L = 6,3 \text{ mH}$

$Q = 10$ ved 5 kHz

Grid for plotting the inductive impedance Z_L vs frequency.

2. Tegn et koordinatsystem, som viser Q 's afhængighed af frekvensen fra 0 Hz til 20 kHz fra spolen i opgave 1.

Grid for plotting the quality factor Q vs frequency.

3. Vil Q blive ved med at stige?

Begrund svaret.

Horizontal lines for providing a justification for the answer to question 3.

4. En spolen på 25 mH har ved frekvensen 100 kHz en serietabsmodstand på $78,5 \Omega$.

Beregn Q.

$$Q = \underline{\hspace{10cm}}$$

5. En spole er anbragt i en forstærker og bliver her påtrykt en spænding på 50 V ved 500 kHz.

Ved denne frekvens er spolens ækvivalente serietabsmodstand 50Ω .

Dens reaktans er $4 \text{ k}\Omega$, men ved frekvensen 125 kHz.

- Beregn spolens Q ved 500 kHz
- Beregn spolens selvinduktion
- Beregn den effekt, der afsættes i spolen

$$Q = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$L = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$P = \underline{\hspace{10cm}}$$

6. En selvinduktion på $158 \mu\text{H}$ har en serietabsmodstand på 12Ω .

Ved hvilken frekvens har spolen et Q på 83?

$$f = \underline{\hspace{10cm}}$$

7. Hvilket Q har en RL seriekreds ved overgangsfrekvensen?

$$Q = \underline{\hspace{10cm}}$$



1. Hvad er bestemmende for en spoles selvinduktion?

2. Viklingen på en spole kan bestå af massiv tråd eller litzetråd.

Til hvilke(t) formål anvendes der spoler af:

a. Massiv tråd?

b. Litzetråd?

c. Forsølvet tråd?

3. Hvad forstås der ved en sektionsviklet spole?

4. Hvad forstås der ved en krydsviklet spole?

5. Hvilke fordele er der ved sektions- eller krydsvikling?

6. Hvad forstås der ved en HF drossel?

7. Hvad er formålet med en lille ferritperle omkring en ledning?





1. Hvad forstås der ved en kondensators kapacitet?

2. Hvilken måleenhed anvendes for kapacitet?

3. Hvad sker der med en kondensators kapacitet, når:
Pladeareal forøges:

- Pladeafstand forøges:

4. Hvad forstås der ved et materiales dielektricitetskonstant?

5. Hvad forstås der ved en kondensators reaktans?

6. Hvilken måleenhed anvendes for reaktans ?

7. Hvad sker der med reaktansen, hvis frekvensen stiger?

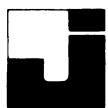
8. Hvad sker der med reaktansen, hvis kapaciteten forøges?

9. Beskriv, hvad der forstås ved ordet faseforskydning?

10. Hvordan er faseforholdet mellem strøm og spænding ved en kondensator?

Navn: _____ Trin: _____ Dato: / 19 Godk.: _____





1. Beregn reaktansen for en kondensator på $1 \mu\text{F}$ ved frekvensen 50 Hz .

2. Beregn reaktansen for en kondensator på 22 pF ved $10,7 \text{ MHz}$.

3. Beregn reaktansen for en kondensator på $25 \mu\text{F}$ ved 20 Hz .

4. En kondensator har ved frekvensen 45 Hz en reaktans på $3,5 \text{ k}\Omega$.
Beregn kondensatorens kapacitet.

5. Hvilken kapacitet har en reaktans på $1,8 \text{ k}\Omega$ ved 450 kHz ?

6. En kondensator skal ved 20 Hz have en reaktans på 5Ω .
Beregn kapaciteten.

7. Ved hvilken frekvens har en kondensator på 10 nF en reaktans på $200 \text{ k}\Omega$.

8. En kondensator på $3,3 \text{ nF}$ måles ved en bestemt frekvens til at have en reaktans på $12 \text{ k}\Omega$.
Beregn målefrekvensen.

9. Ved hvilken frekvens har en kondensator på $6,6 \text{ nF}$ en reaktans på $484 \text{ k}\Omega$?

Navn: _____ Trin: _____ Dato: / 19 _____ Godk.: _____





1. To kondensatorer, med hver en kapacitet på 100 pF, serieforbindes.

Hvor stor bliver den resulterende kapacitet?

2. En kondensator på 680 pF serieforbindes med en kondensator på 1 nF.

Beregn den resulterende kapacitet

3. Tre ens kondensatorer serieforbindes.

Når den resulterende kapacitet er 1,2 nF, hvor stor er så kapaciteten af den enkelte kondensator?

4. Hvilken kapacitetsstørrelse skal serieforbindes med en kondensator på 68 pF for at få en total kapacitet på 40 pF?

5. I en HF kreds ønskes en kapacitet på 120 pF.

Hvilken kapacitetsstørrelse skal serieforbindes med en kondensator på 220 pF for at få den ønskede kapacitetsstørrelse?

6. To kondensatorer på henholdsvis 47 nF og 0,88 μ F parallelforbindes.

Beregn den resulterende kapacitet.

7. Hvilken kapacitetsstørrelse skal parallelforbindes med 470 pF for at få en total kapacitet på 800 pF.

Navn: _____ Trin: _____ Dato: / 19 Godk.: _____





1. Beskriv kort den principielle opbygning af en kondensator.

2. Af faste kondensatorer kan for eksempel nævnes papir-, plast-, glimmer- og keramiske kondensatorer.

Hvorfor har de fået disse navne?

3. Hvad er årsagen til, at en elektrolytkondensator kan fremstilles med stor kapacitet og små mekaniske dimensioner?

4. En elektrolytkondensator skal altid poles rigtigt.

Hvad kaldes de elektrolytkondensatorer, der kun anvendes til AC?

5. Hvilke fordele har tantalkondensatoren i forhold til en "normal" elektrolytkondensator?

6. Elektrolyt- og tantalkondensatorer anvendes især i LF- og netdel.

Hvorfor kan de ikke anvendes ved HF?



7. Hvad består isolationsmaterialet af i en kunstfoliekondensator?
8. Hvad består isolationsmaterialet af i en papirkondensator?
9. Hvad består isolationsmaterialet af i en keramisk kondensator?
10. Hvilke af de i spørgsmål 7-8-9 nævnte kondensatorer har gode HF-mæssige egenskaber?
11. Hvilke af de i spørgsmål 7-8-9 nævnte kondensatorer har såvel positiv som negativ temperaturkoefficient?
12. Hvilke særlige egenskaber har en glimmerkondensator?
13. Hvad forstås der ved en gennemføringskondensator?



7. Hvad består isolationsmaterialet af i en kunstfoliekondensator?

8. Hvad består isolationsmaterialet af i en papirkondensator?

9. Hvad består isolationsmaterialet af i en keramisk kondensator?

10. Hvilke af de i spørgsmål 7-8-9 nævnte kondensatorer har gode HF-mæssige egenskaber?

11. Hvilke af de i spørgsmål 7-8-9 nævnte kondensatorer har såvel positiv som negativ temperaturkoefficient?

12. Hvilke særlige egenskaber har en glimmerkondensator?

13. Hvad forstås der ved en gennemføringskondensator?





14. Til hvilket formål er en gennemføringskondensator særlig velegnet?

15. Skriv mindst tre forskellige typer isolationsmateriale, der anvendes i trimmekondensatorer.

16. Beskriv den principielle opbygning af en drejekondensator.

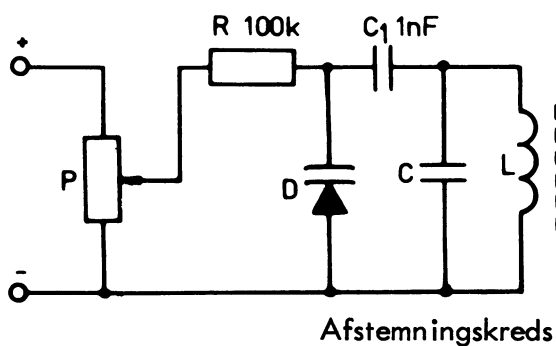
17. Hvilke isolationsmaterialer anvendes der i drejekondensatorer?

18. Hvad forstås der ved en flergangsdrejekondensator?



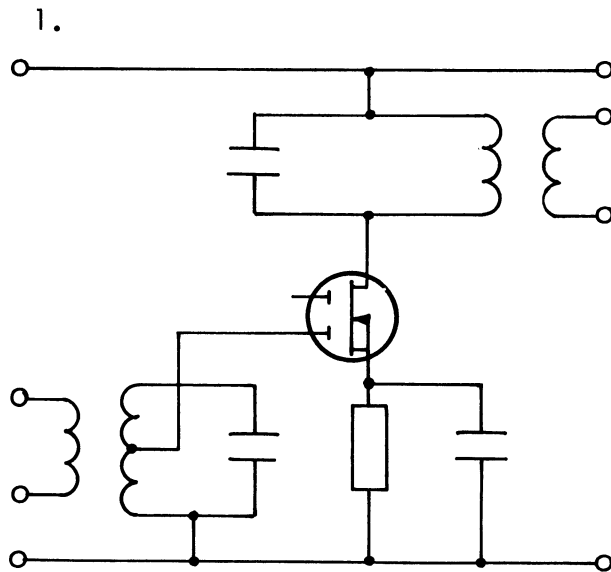
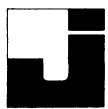


1. Beskriv kapacitetsdiodens principielle virkemåde.
2. I hvilken retning (led- eller spærreretning) skal en kapacitetsdiode forspændes?
3. Til hvilke formål anvendes der kapacitetsdioder?
4. Hvilke ΔC værdier er "normale" for kapacitetsdioder?
5. Hvilke spændingsvariationer forekommer der i forbindelse med kapacitetsdioder?
6. a. Hvilken funktion har modstanden R?
b. Hvilken funktion har kondensatoren C_1 ?



Navn: _____ Trin: _____ Dato: / 19 Godk.: _____





På ovenstående diagram er en af elektroderne ikke forbundet.

Den ikke forbundne elektrode benævnes:

- Drain
 Gate 1
 Gate 2
 Bulk gate
 Source

2. Den ikke forbundne elektrode i opgave 1 har under normal funktion en DC spænding, målt i forhold til sted på ca.:

- 0 V
 -3 V
 +12 V
 +2 V
 -10 V

3. Den ikke forbundne elektrode i diagrammet i opgave 1 benyttes meget ofte til:

- AGC regulering af blandertrin
 Styreelektrode for oscillator-signal i blandertrin
 Udgangselektrode for MF
 Styreelektrode for antennesignal i HF trin
 Temperaturstabilisering af arbejds punktet



4. En FET har i modsætning til de fleste bipolare transistorer:
- En meget høj spændingsforstærkning
 - En næsten lineær overføringskarakteristik
 - En lav indgangsimpedans
 - Ingen mulighed for at arbejde med jordet gate
 - Stor egenstøj ved meget høje frekvenser
5. Spændingens middelværdi på gate 1 er i forhold til source normalt:
- Ca. 0 V
 - Ca. 1 V
 - Ca. +7 V
 - Ca. -7 V
 - Ca. -1 V



1. Beregn resonansfrekvensen, når:

 $f_r =$ _____

$L = 10 \mu\text{H}$

$C = 10 \text{ nF}$

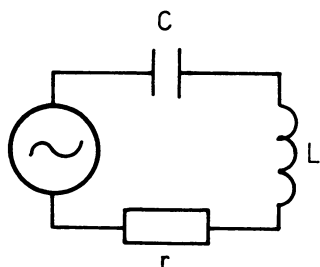
2. Beregn resonansfrekvensen, når:

 $f_r =$ _____

$L = 159 \mu\text{H}$

$C = 1 \text{ nF}$

$r = 30 \Omega$



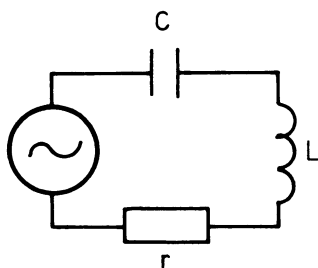
3. Beregn resonansfrekvensen, når:

 $f_r =$ _____

$L = 55 \mu\text{H}$

$C = 40 \text{ nF}$

$r = 10 \Omega$

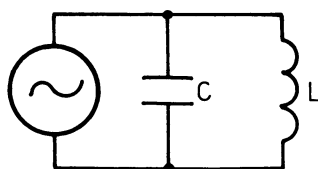


4. Beregn resonansfrekvensen, når:

 $f_r =$ _____

$L = 100 \text{ mH}$

$C = 33 \text{ nF}$



Navn: _____ Trin: _____ Dato: _____ / _____ 19 Godk.: _____



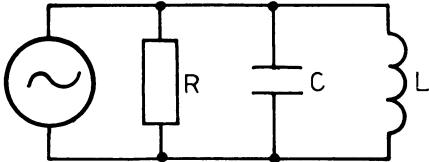
5. Beregn resonansfrekvensen, når:

$$L = 1 \text{ mH}$$

$$C = 1 \text{ nF}$$

$$R = 50 \text{ k}\Omega$$

fr = _____



6. Dersom C i en svingningskreds forøges 4 gange, ændres resonansfrekvensen til:

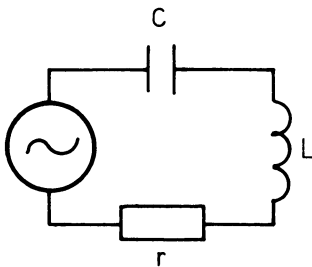
7. Dersom L i en svingningskreds gøres 9 gange mindre, ændres resonansfrekvensen til:

8. Resonansfrekvensen i en svingningskreds ønskes ændret til det dobbelte.

Hvor meget skal C ændres?

9. Ved resonans optræder kredsen

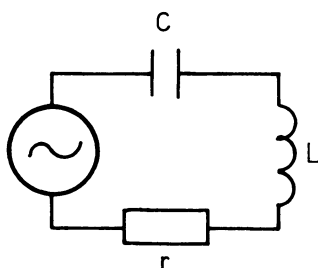
- Induktivt
- Kapacitivt
- Ohmsk





10. Ved 150 kHz optræder kredsen

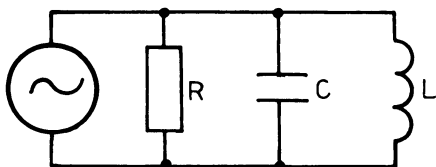
- Induktivt
 Kapacitivt
 Ohmsk



$$f_r = 100 \text{ kHz}$$

11. Ved 500 kHz optræder kredsen

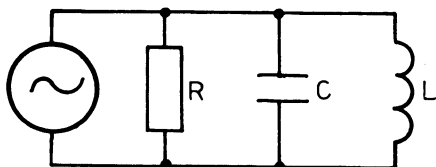
- Induktivt
 Kapacitivt
 Ohmsk



$$f_r = 430 \text{ kHz}$$

12. Ved 10,7 MHz optræder kredsen

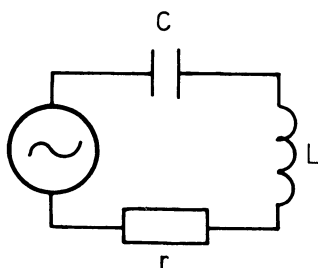
- Induktivt
 Kapacitivt
 Ohmsk



$$f_r = 10,7 \text{ MHz}$$

13. Ved 400 kHz optræder kredsen

- Induktivt
 Kapacitivt
 Ohmsk



$$f_r = 450 \text{ kHz}$$



14. Skitser, hvorledes en spoles godhed afhænger af frekvensen.

Dotted grid for sketching.

15. Hvilken sammenhæng er der mellem X_L og tabsmodstandene R og r ?

Horizontal lines for writing.

16. Hvilken sammenhæng er der mellem Q og tabsmodstandene R og r ?

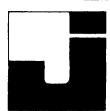
Horizontal lines for writing.

17. Hvad forstås der ved båndbredde?

Horizontal lines for writing.

18. En svingningskreds har resonansfrekvensen 144 MHz og $Q = 60$.
Find båndbredden.

b = _____



19. En svingningskreds har resonansfrekvensen 100 MHz samt $Z_{res} = 100\text{ k}\Omega$.

Kredsen belastes med en transistor, hvis belastningsimpedansen er $100\text{ k}\Omega$.

Hvor meget ændres opstillingens båndbredde?

20. En svingningskreds med $f_r = 450\text{ kHz}$ og $b = 9\text{ kHz}$ har et Q på:

$Q =$ _____

21. Tegn en måleopstilling til måling af båndbredde på en seriekreds og en parallelkreds.

Dotted grid area for drawing the measurement setup.

2. I en seriekreds er spolen $127\text{ }\mu\text{H}$, kondensatoren 100 pF og serieabsmodstanden $10\text{ }\Omega$.

Hvad er resonansfrekvensen?

$f_r =$ _____



23. Hvor stort er Q 'et i kredsen i opgave 22?

$Q =$ _____

24. En parallelkreds består af en spole på $100 \mu\text{H}$, kondensatoren på 400 pF og paralleltabsmodstanden R er $50 \text{ k}\Omega$.

Hvad er resonansfrekvensen?

$f_r =$ _____

25. Hvor stort er Q 'et i kredsen i opgave 24?

$Q =$ _____

26. Hvorledes afhænger godheden Q af frekvensen?

27. En parallelkreds optræder induktivt ved

- $f > f_{\text{res}}$
- $f = f_{\text{res}}$
- $f < f_{\text{res}}$
- $f = 0$

28. Hvilken sammenhæng er der mellem Q og båndbredden?



1. I en parallelsvingningskreds indgår en spole på $1 \mu\text{H}$.

Kredsen har resonans på 159 MHz .

Beregn afstemningskapaciteten.

$C =$ _____

2. I en parallelsvingningskreds indgår en kapacitet på 212 pF .

Kredsen har resonans på $1,5 \text{ MHz}$.

Beregn L .

$L =$ _____

3. I en parallelsvingningskreds indgår 20 pF og $1,4 \mu\text{H}$.

Beregn resonansfrekvensen.

$f_r =$ _____

4. En parallelsvingningskreds, som består af en spole på $100 \mu\text{H}$ med en serietabsmodstand på 5Ω og en kapacitet på 400 pF , tilsluttes en konstantstrømsgenerator.

Spændingen over kredsen andrager 75 V , og der tages $1,5 \text{ mA}$ fra generatoren.

Beregn resonansfrekvensen

$f_r =$ _____

Beregn Q

$Q =$ _____

Beregn R

$R =$ _____

Beregn i_C

$i_C =$ _____

Den effekt kredsen aftager fra generatoren

$P =$ _____



5. En seriekreds består af en selvinduktion på $158 \mu\text{H}$ og en tabsmodstand på 12Ω samt en kapacitet på 161 pF .

Kredsen tilsluttes på resonansfrekvensen en generator med en generatormodstand på 0Ω og en generatorspænding på 48 V .

Beregn i_L

$i_L =$

Beregn i_C

$i_C =$

Beregn i_r

$i_r =$

Beregn u_C

$u_C =$

Beregn u_L

$u_L =$

Beregn u_r

$u_r =$

Beregn P_L

$P_L =$

Beregn P_C

$P_C =$

Beregn P_r

$P_r =$

6. Hvor mange gange dæmper det viste filter fra indgang til udgang ved f_{res} ? (I antal gange og i dB).

$d =$

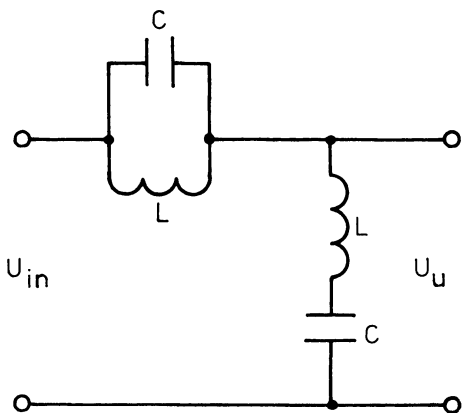
$d =$

dB

$$f_{\text{res}} = 80 \text{ kHz}$$

$$Q = 100$$

$$C = 10 \text{ nF}$$









7. En serieresonanskreds afstemt til 9 kHz har et $Q = 100$.

Kondensatoren har en størrelse på 5 nF.

Resonanskredsen tilsluttes en generator ($R_i = 0 \Omega$), som afgiver 10 V ved 9 kHz.

Beregn spolens størrelse.

$$L = \underline{\hspace{10cm}}$$

Beregn strømmen gennem serieresonanskredsen.

$$i = \underline{\hspace{10cm}}$$

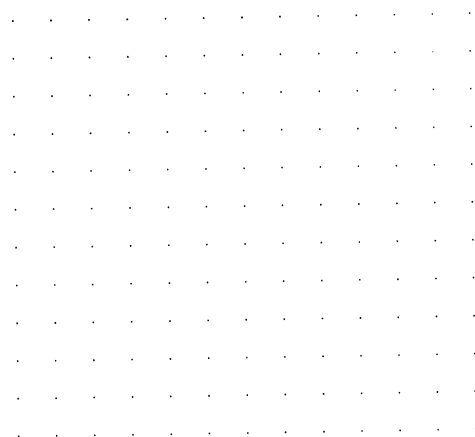
Beregn spændingen over spolen, kondensatoren og tabsmodstanden.

$$U_L = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$U_C = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$U_r = \underline{\hspace{10cm}}$$

Tegn vektordiagram med angivelse af I_{kreds} , U_L , U_C og U_r .





8. En parallelsvingningskreds, som består af en spole på $158 \mu\text{H}$ med en serietabsmodstand på 12Ω og en kapacitet på 161 pF , tilsluttes en konstantstrømsgenerator.

Spændingen over kredsen ændrer sig 48 V.

Beregn f_{res}

$f_{\text{res}} =$ _____

Beregn Q

$Q =$ _____

Beregn R_p ved f_{res}

$R_p =$ _____

Beregn i_{gen}

$i_{\text{gen}} =$ _____

Beregn i_L

$i_L =$ _____

Beregn i_C

$i_C =$ _____

Hvor stor effekt optager kredsen?

$P =$ _____

Beregn båndbredden b .

$b =$ _____

Båndbredden ønskes dobbelt.

Dette kan gøres ved at sætte en modstand i serie med r .

Hvor stor skal den være?

$r =$ _____

Dette kunne også gøres ved at forbinde en modstand parallel over kredsen.

Hvor stor skal den være?

$R =$ _____

9. En spole og en kondensator danner en tabsfri parallelkreds som tilsluttes en generator.

Hvor stor strøm afgiver generatoren, hvis $i_C = i_L$?

$i =$ _____

Ved hvilken frekvens vil dette være tilfældet?

$f =$ _____

Hvor stor vil kredsens impedans være?

$Z =$ _____



Hvordan vil kredsen virke "udadtil"?

Hvor stor strøm afgiver generatoren, hvis $i_C = 30 \text{ mA}$ og $i_L = 20 \text{ mA}$?

$$i =$$

Hvordan vil frekvensen være i forhold til resonansfrekvensen, når strømmene er som under det forudgående spørgsmål?

Hvordan vil kredsen nu virke "udadtil"?

Hvor stor strøm afgiver generatoren, hvis $i_C = 20 \text{ mA}$ og $i_L = 30 \text{ mA}$?

$$i =$$

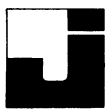
Hvordan vil frekvensen være i forhold til resonansfrekvensen, når strømmene er som under det forudgående spørgsmål?

Hvordan vil kredsen virke "udadtil"?

Beregn dernæst i_C , hvis $i_L = 15 \text{ mA}$ og $i_G = 1 \text{ mA}$.

$$i_C =$$

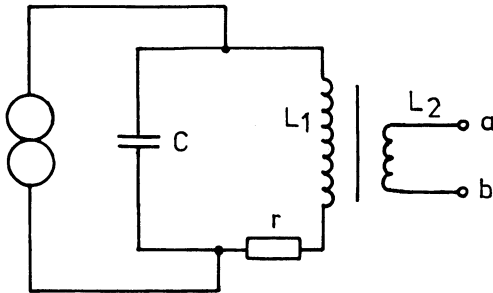




1. L_1 og L_2 er viklet på samme kerne.

$C = 0,1 \mu\text{F}$, $L_1 = 100 \text{ mH}$, tabsmodstanden r er 8Ω .

$L_1 = 1.200$ vindinger, $L_2 = 80$ vindinger.



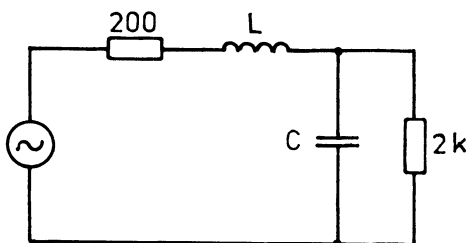
Beregn resonansfrekvensen.

$$f_{\text{res}} = \underline{\hspace{10cm}}$$

Hvilken modstand kan tilsluttes mellem a og b for impedanstilpasning?

$$R = \underline{\hspace{10cm}}$$

2. Der ønskes impedanstilpasning mellem en generatormodstand på 200Ω og en belastningsmodstand på $2 \text{ k}\Omega$ ved 1 MHz .



Beregn L og C .

$$L = \underline{\hspace{10cm}}$$

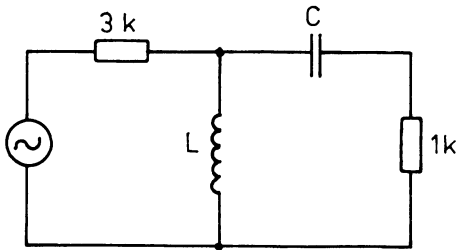
$$C = \underline{\hspace{10cm}}$$

Hvor stor er svingningskredsens ubelastede resonansfrekvens?

$$f_{\text{res}} = \underline{\hspace{10cm}}$$



3. Der ønskes impedanstilpasning mellem en generatormodstand på $3 \text{ k}\Omega$ og en belastningsmodstand på $1 \text{ k}\Omega$ ved 100 kHz .



Beregn L og C .

$$L = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$C = \underline{\hspace{10cm}}$$

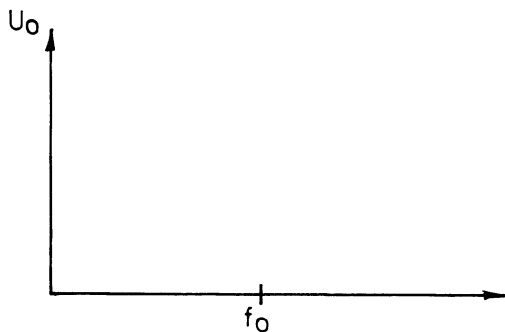
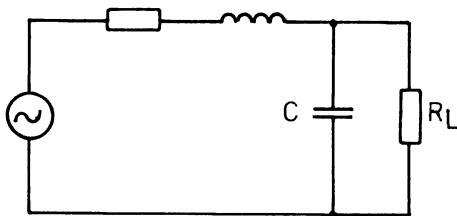
Hvor stor er svingningskredsens ubelastede resonansfrekvens?

$$f_{\text{res}} = \underline{\hspace{10cm}}$$

4. Tegn frekvenskarakteristikken for viste led, der har impedanstilpasning og hvor

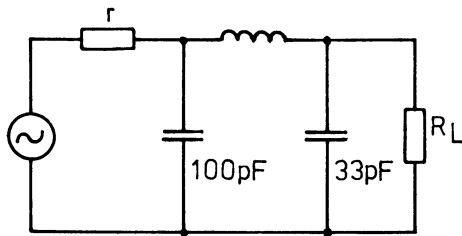
$$\frac{R_L}{X_C} = 1,25$$

ved overgangsfrekvensen.



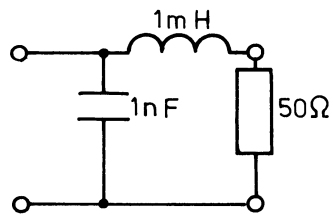


5. Hvor stor er impedansomsætningen i viste π led?



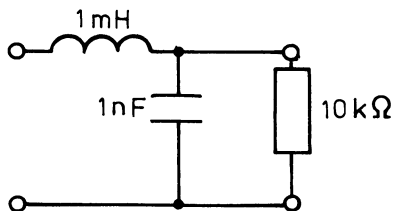
$$m = \underline{\hspace{10cm}}$$

6. Hvad er Z_{in} i viste kredsløb ved resonansfrekvensen?



$$Z_{in} = \underline{\hspace{10cm}}$$

7. Hvad er Z_{in} i viste kredsløb ved resonansfrekvensen?



$$Z_{in} = \underline{\hspace{10cm}}$$





1. Hvad er et båndfilter ?

2. Hvad er fordelene ved at anvende et båndfilter fremfor enkeltkredse ?

3. Hvad forstås der ved et båndfilters båndbredde ?

4. Hvad sker der med båndbredden, når båndfiltrets koblingsgrad forøges ?

5. Hvad forstås der ved induktiv kobling ?

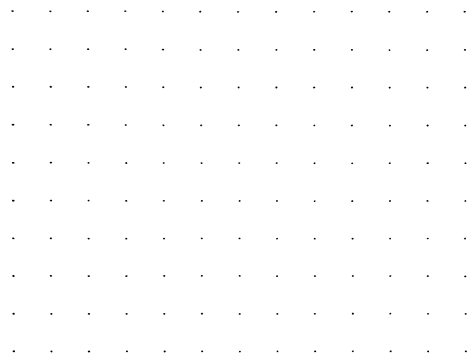
6. Hvad forstås der ved kapacitiv kobling ?



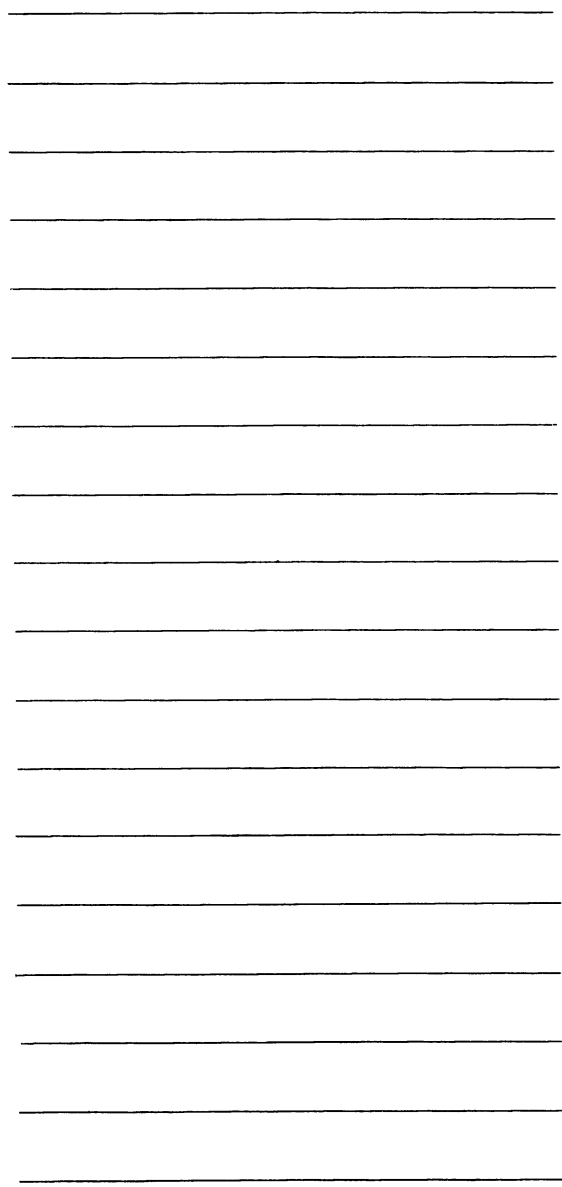
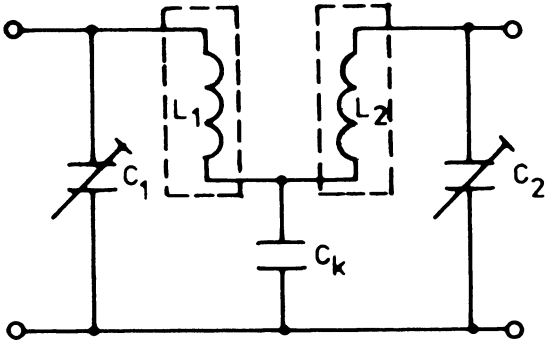
7. Tegn selektivitetskurver for:

- a. Løs kobling
- b. Kritisk kobling
- c. Fast kobling

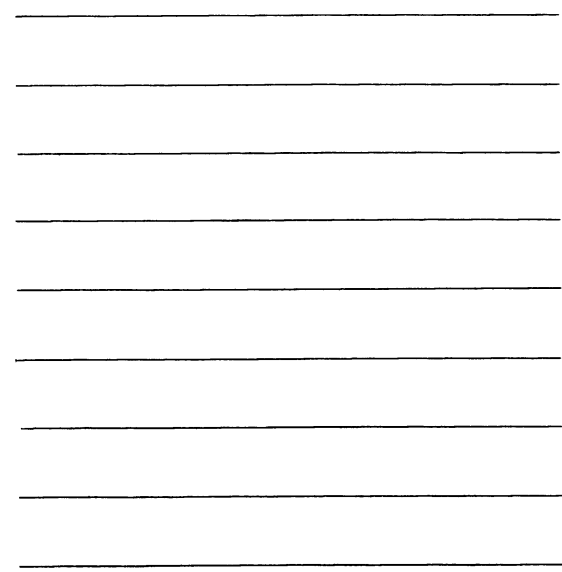
Mærk kurverne med henholdsvis a, b og c

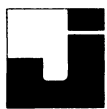


8. Hvad sker der med koblingsgraden i det viste filter ved afstemning til en lavere frekvens?



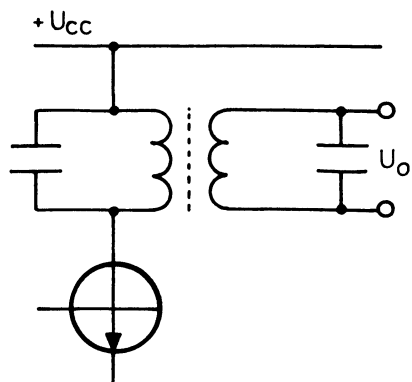
9. Hvilken indflydelse får det på båndbredden i det viste filter, hvis C_k 's kapacitet forøges?





10. De to viste kredse er induktivt koblet sammen.

Tegn kurverne for overkritisk, underkritisk og kritisk kobling.

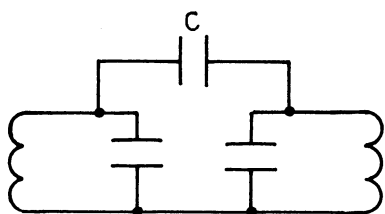


Grid area for drawing curves.

11. Hvis Q'et i de to kredse i opgave 10 er ens, hvilket forhold er der da mellem koblingsgraden og Q ved kritisk kobling?

Horizontal lines for answer.

12. Hvis C gøres større i viste kredsløb, hvad sker der da med båndbredden?



Med flankestejligheden?

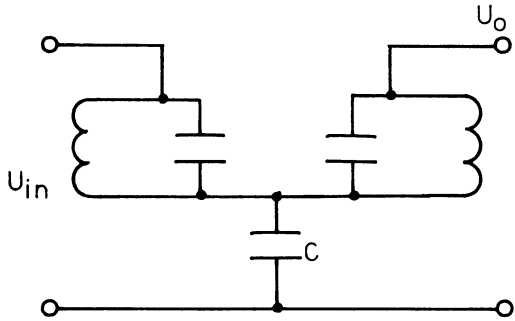
Horizontal lines for answer.

Med koblingsgraden?

Horizontal lines for answer.



13. Hvis C gøres større i viste kredsløb, hvad sker der da med båndbredden?



Med flankestejlheden?

Med koblingsgraden?



1. Hvad forstås ved en bærebølge ?

2. Tegn et AM moduleret signal

3. Hvad forstås ved modulationsgrad ?

4. Beregn bølgelængden for følgende frekvenser:

a. 150 kHz

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

b. 6 MHz

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

c. 40 MHz

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

5. KB området dækker frekvensområdet 6 MHz til 18 MHz. Hvilket bølgelængdeområde svarer det til ?

6. Forklar, hvordan udbredelsesforholdene er for MB området.

7. Hvad forstås ved fading ?

8. På hvilket tidspunkt af døgnet er fading mest generende ?

9. Hvad forstås ved sidebånd ?

10. Hvorfor må en AM radiofoniser ikke moduleres med højere frekvens end 4,5 kHz ?

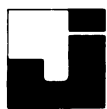


11. Tegn et blokdiagram over en AM supermodtager med følgende blokke: Detektor, indikator, blander, netdel, MF del, oscillator, LF forstærker og udgangsdelen med højtaler. Indtegn signalvej og anfør kort formålet med hver enkelt blok.

[Dotted grid area for drawing the block diagram]

12. En modtager med MF = 455 kHz er indstillet på en station med en frekvens på 1.520 kHz. Hvilken frekvens svinger oscillatoren på?

13. En modtagers oscillator svinger på 4,46 MHz. Modtagers MF = 460 kHz. Hvilken bølgelængde er modtageren indstillet på?



1. Hvad vil det sige, at en sender er frekvensmoduleret ?

2. Tegn et frekvensmoduleret signal.

3. Forklar, hvad der bestemmer en senders frekvenssving.

4. Angiv størrelsen på det maksimale tilladelige frekvenssving for en FM radiofonisender.

5. Hvorfor udsendes der ikke FM på f.eks. MB området ?

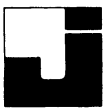
6. Angiv frekvensområdet for bånd II (FM båndet).

7. Forklar, hvordan udbredelsesforholdene er for VHF området.

8. Tegn et blokdiagram over en FM modtager med følgende blokke: Detektor, indikator, netdel, tuner med HF, BL og oscillatortrin, LF forstærker, AFC, MF forstærker, udgangstrin med højtaler.

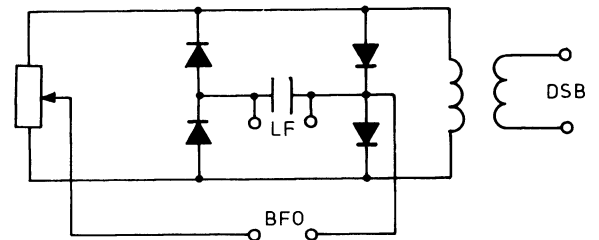
Indtegn signalvej og anfør kort formålet med hver enkelt blok.



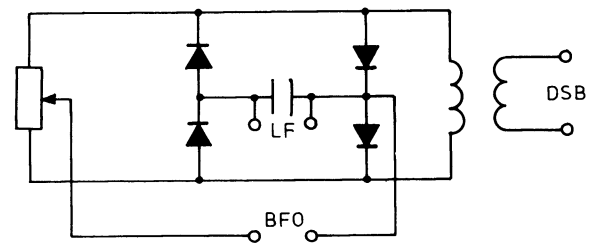


1. Indtegn strømvejene for BFO signalet, når LF signalet mangler.

- a. BFO signalet med positiv halvperiode



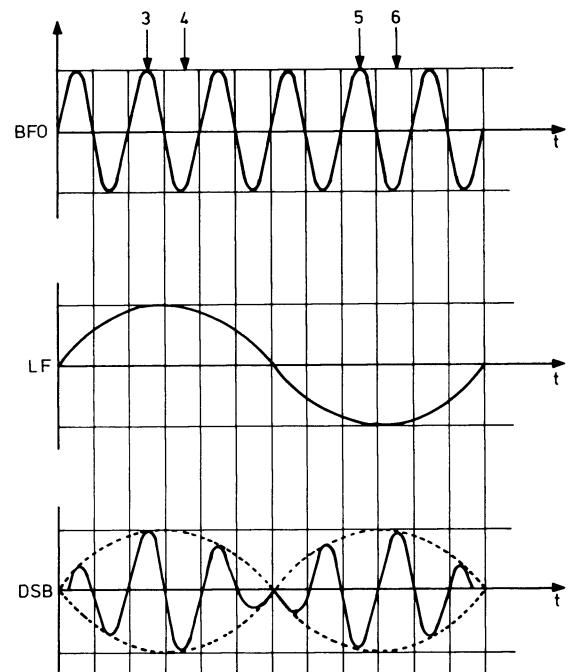
- b. BFO signalet med negativ halvperiode



2. Indtegn strømvejene for BFO signalet ved de angivne øjebliksværdier.

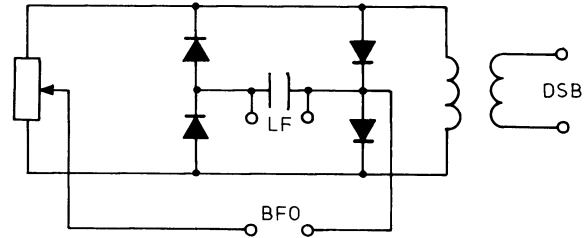
Det forudsættes, at der kun løber strøm i den mest ledende diode, medens de andre dioder er strøm-løse.

Kontroller, at strømpolariteten gennem spolen passer med det viste DSB signal.

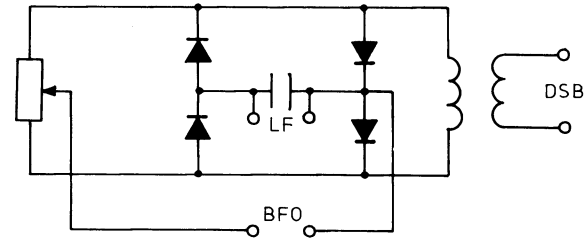




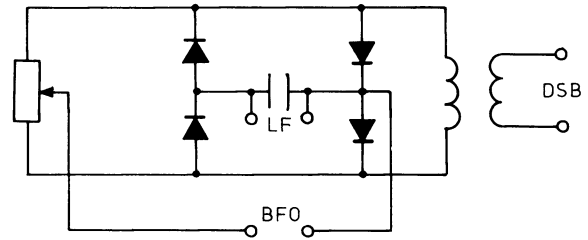
a. Punkt 3



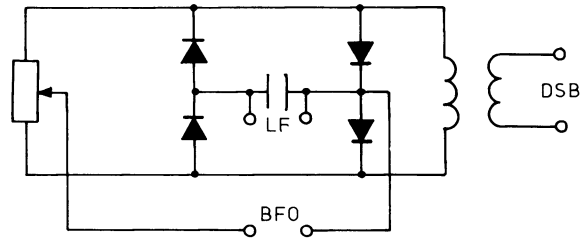
b. Punkt 4



c. Punkt 5



d. Punkt 6





1. a. Herstedvester MB sender arbejder på frekvensen 1.430 kHz.

Beregn bølgelængden.

$$\lambda = \underline{\hspace{10cm}}$$

- b. Antennen er en $\frac{\lambda}{2}$ lodret stålmast med en forkortningsfaktor på 5%.

Beregn mastens højde.

$$h = \underline{\hspace{10cm}} \text{ m}$$

2. Gladsaxe TV sender kanal 4 arbejder på 67,75 MHz.

En vandret dipol $\frac{\lambda}{2}$ med en forkortningsfaktor på 5% ønskes beregnet.

$$\frac{\lambda}{2} = \underline{\hspace{10cm}} \text{ m}$$

3. En walkie talkie, som arbejder på 27 MHz, er udstyret med en $\frac{\lambda}{4}$ stavantenne med en forkortningsfaktor på 5%.

Hvor lang er den?

$$\underline{\hspace{10cm}}$$

4. Hvilken frekvens svarer til bølgelængden på 2 m?

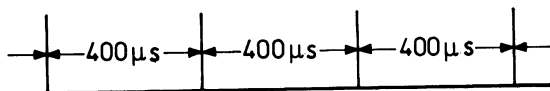
$$f = \underline{\hspace{10cm}}$$

5. En radar arbejder på 3 cm.

Hvilken frekvens er det?

$$\underline{\hspace{10cm}}$$

6. En radar udsender følgende impulstag:



Hvor lang er maksimum rækkevidde til et mål?

$$\underline{\hspace{10cm}} \text{ km}$$

7. En LB sender har bølgelængden 1.500 m.

Beregn frekvensen.

$$f = \underline{\hspace{10cm}}$$





1. Hvilken impedans har en enkelt halvølgedipol ?

2. Hvilken impedans har en foldet halvølgedipol ?

3. Hvilken impedans har en enkelt helbølgedipol ?

4. Tegn et horisontalt og et vertikalt strålingsdiagram for en vandret dipol uden hjælpeelementer

5. Hvad forstås ved en antennes virkeflade ?

6. Hvad er formålet med hjælpeelementerne, der er anbragt foran og bagved dipolen ?

Navn: _____ Trin: _____ Dato: / 19 _____ Godk.: _____



7. Hvad forstås ved antennegain ?

8. Hvad forstås ved en antennes
åbningsvinkel ?

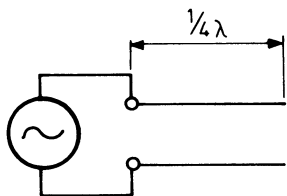
9. Hvor meget vil en fordobling af
elementer forøge forstærkningen ?

10. På hvilken måde påvirker hjælpe-
elementer antennes:
a. Impedans
b. Retningsvirkning
c. Båndbredde
d. Forstærkning
e. Fremad/bagud-forhold

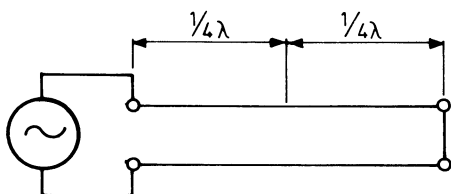
11. Hvad forstås ved antennetilpas-
ning ?



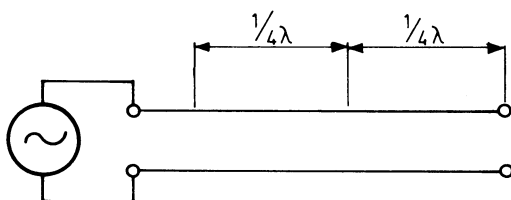
- 1. Vil generatoren "se" ind i en seriekreds (r) eller i en parallelkreds (R)?



- 2. Vil generatoren "se" ind i en seriekreds (r) eller i en parallelkreds?



- 3. Vil generatoren "se" ind i en ohmsk belastning, kapacitiv belastning eller induktiv belastning?



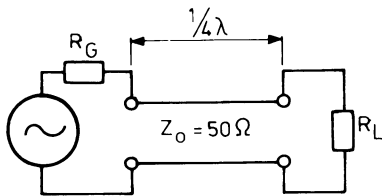
- 4. Hvor stort er SWR i opgave 1, 2 og 3?

SWR (1) = _____

SWR (2) = _____

SWR (3) = _____

5. Besvar følgende for det viste kredsløb:



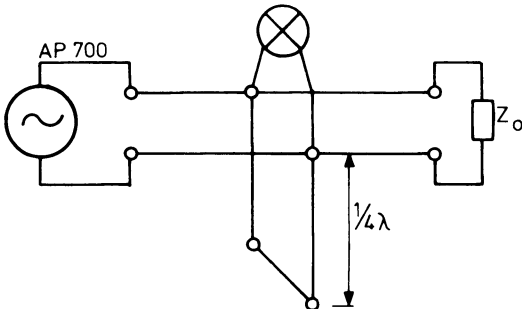
- Hvor stor er SWR, når $R_G = Z_0 = R_L$?
- Hvor stor er SWR, når $R_G = 50 \Omega$ og $R_L = 75 \Omega$?
- Hvor stor skal Z_0 være for impedanstilpasning, når $R_G = 50 \Omega$ og $R_L = 200 \Omega$?

SWR = _____

SWR = _____

$Z_0 =$ _____

6. Vil lampen lyse?



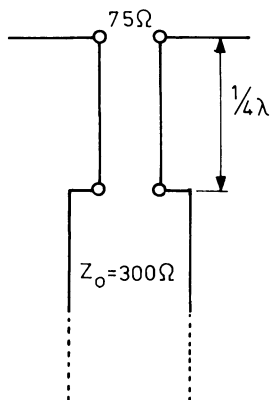
7. Med et reflektionswattmeter er der målt $P_f = 100 \text{ W}$ og $P_r = 20 \text{ W}$ på en sender

Hvor stor er SWR?

SWR = _____

8. Hvilken karakteristisk impedans, Z_0 , skal kvartbølgetransformatoren have for impedanstilpasning?

$Z_0 =$ _____





9. Der skal fremstilles en kvartbølgetransformator til 98 MHz med en $Z_0 = 150 \Omega$.

De anvendte tråde har en diameter på 1 mm.

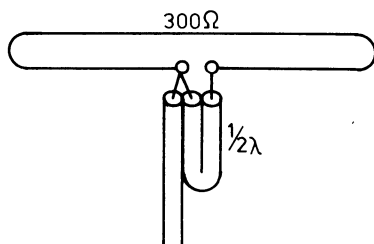
- a. Hvor lang skal den være, når forkortningsfaktoren er 0,95?

- b. Hvor skal afstanden være imellem trådene, når $Z_0 = 276 \cdot \log \frac{2D}{d}$?

10. En balun skal føde en foldet dipol balanceret.

Hvor stor skal Z_0 være i koaksialkablet?

$Z_0 =$ _____



11. Transmissionsliniens karakteristiske impedans er bestemt af:

- Fødeliniens længde
 Frekvensen
 Fødeliniens dimensioner
 Afslutningsmodstanden



12. En 200 m lang paralleltrådsledning består af to 1,5 mm kobbertråde ophængt i en indbyrdes afstand af 180 mm.

Ledningen benyttes til overføring af 500 W højfrekvenseffekt med frekvensen 6 MHz.

Ledningen er afsluttet med en belastning, som er lig med dens karakteristiske impedans.

- a. Find ledningens Z_0
b. Find strømmen i fødeledningen
c. Find dæmpningen i fødeledningen

$$Z_0 = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$i = \underline{\hspace{10cm}}$$

$$d = \underline{\hspace{10cm}} \text{ dB}$$

13. I et koaksialkabel er $D = 10$ mm og $d = 1,5$ mm, kablet er isoleret med polyethen med $\xi = 2,3$.

Beregn Z_0 .

$$Z_0 = \underline{\hspace{10cm}}$$

14. På en mobilradio måles 18 W i fremadrettet effekt og 2 W i reflekteret effekt.

a. Beregn SWR.

$$\text{SWR} = \underline{\hspace{10cm}}$$

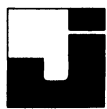
b. Senderen har en $Z_0 = 50 \Omega$ og er tilsluttet et 50Ω 's kabel til vognens antenne.

Bestem antennens impedans.

$$Z = \underline{\hspace{10cm}}$$

15. Kan SWR blive mindre end 1?

Ja
Nej



1. Hvilken karakteristisk impedans har et koaksialkabel ?

2. Hvilken karakteristisk impedans har et twin-lead kabel ?

3. Hvad forstås ved kabeldæmpning, og hvordan angives denne dæmpning ?

4. Et kabel med en bestemt længde dæmper 8 dB. Hvor stor er dæmpningen, hvis kablet halveres ?

5. Beskriv, hvordan et kables dæmpning afhænger af frekvensen

6. Hvad forstås ved et kables karakteristiske impedans ?

7. Angiv de faktorer, der bestemmer størrelsen af et kables karakteristiske impedans

8. Hvad er fordelene ved at anvende sølvplatede kabler i forhold til blanke kabler ?

9. Hvad er årsagen til stående bølger i et kabel ?

