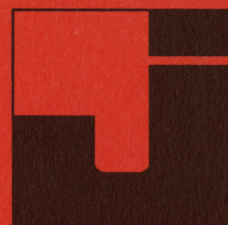


JERNINDUSTRIENS FORLAG



HF teknik

1985

Opgaver

Jern- og Metalindustrien

Forord

I tilslutning til de ajourførte kursusplaner for elektronikmekanikerlærings 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 Læringeudvalgs 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 uafhængige 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.

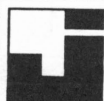
Forbudet gælder alle former for mangfoldiggørelse ved trykning og fotografering.

København, august 1985

JERNINDUSTRIENS FORLAG

Indholdsfortegnelse

Nr.	Teoriøvelser	Sidenr.	Nr.	Teoriopgaver	Sidenr.
2.	Selektive kredse		1.	Komponenter	
2.1 /	LC kreds	1	1.1	Selvinduktion	43
2.2 /	Serie- og paralleltab i svingningskreds	5	1.2	Induktiv reaktans	45
2.3 /	L led	7	1.3	Serie- og parallelforbindelse af spoler	47
2.4 /	π 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
5.	Transmission af højfrekvens		2.	Selektive kredse	
5.1 /	Kabeldata	25	2.1	Resonanskredsløb 1	67
5.2 /	Standing Wave Ratio	27	2.2	Resonanskredsløb 2	73
5.3	$\lambda/4$ -transformator	29	2.3	Impedanstransformering	79
			2.4	Koblede kredse	83
6.	Frekvenssyntese		3.	Transmissionssystemer	
6.1	Phase Locked Loop	31	3.1	AM radiofoni	87
			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

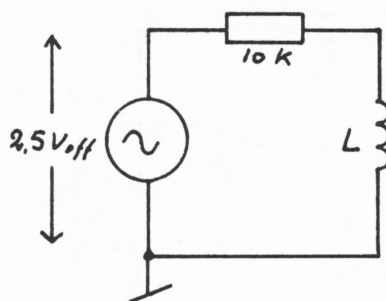
Tonegenerator, AC-millivoltmeter
frekvenstæller, RCL målebro,
FET voltmeter, universalpanel
med komponenter.

1. SPOLE

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

$$L = \underline{120 \text{ mH}} \quad r = \underline{2,026 \Omega}$$

- 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 målebro
 $C = \underline{3,2 \text{ nF}}$

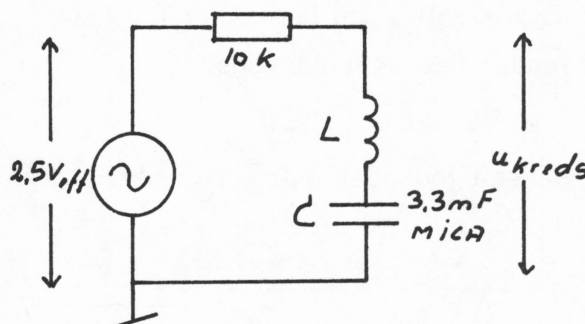
- 2.2 Udskift spolen i opstillingen i pkt. 1.2 med kondensatoren og optag kurven $u_C = f(f)$ fra 4 kHz til 15 kHz og indtegn resultatet i pkt. 5.

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

$$\underline{8 \text{ kHz}}$$

3. SERIEKREDS

- 3.1 Opbyg viste opstilling.



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

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

$$f_{res} = \underline{7,974 \text{ kHz}}$$

- 3.4 Angiv spændingen over kredsen ved denne frekvens

$$u_{kreds} = \underline{8 \text{ mV}}$$

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

$$2\pi \cdot f \cdot L \quad X_L = \underline{6,01 \text{ k}\Omega} \quad X_C = \underline{6,23 \text{ k}\Omega}$$

- 3.6 Mål u_L og u_C ved resonansfrekvensen
 $u_L = \underline{1,275 \text{ V}} \quad u_C = \underline{1,28 \text{ V}}$

- 3.7 Beregn strømmen i X_C ved f_{res}
 $i_{kreds} = \underline{205 \mu A}$

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

STRØMMEN SKULLE VÆRE DEN SAMME

- 3.9 Beregn kredsmodstanden ved f_{res}

$$r = \frac{u_{kreds}}{i_{kreds}} = \underline{39 \Omega}$$

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

TABSMODSTANDE BØR FORSKELLEN



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.

$$f_{\text{res}} = \underline{8.122 \text{ kHz}}$$

3.12 Beregn godheden udfra X_C i pkt.

3.5 og r i pkt. 3.9.

$$Q = \frac{X_C}{r} = \frac{6.23 \text{ k}\Omega}{39 \Omega} = \underline{159.7}$$

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

$$Q = \frac{u_C}{u_{\text{kreds}}} = \frac{1.28 \text{ V}}{8 \text{ mV}} = \underline{160}$$

3.13 Beregn båndbredden udfra f_{res} i pkt.

3.3 og Q i pkt. 3.12.

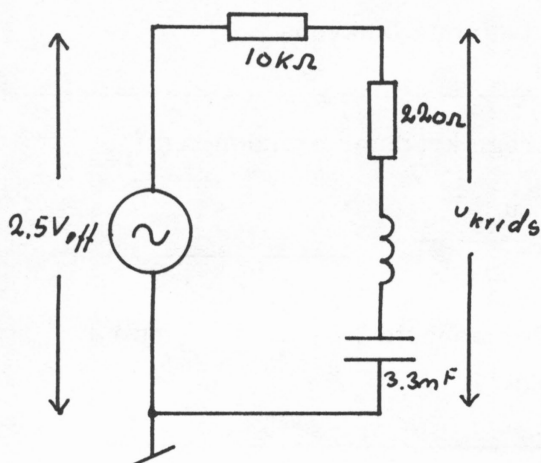
$$b = \frac{f_{\text{res}}}{Q} = \frac{7.974 \text{ kHz}}{160} = \underline{49.8 \text{ Hz}}$$

3.14 Mål båndbredden med frekvenstæller

ved en 3dB stigning af u_{kreds} , på hver side af u_{minimum} .

$$b = \underline{50 \text{ Hz}}$$

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



3.16 Mål resonansfrekvensen

$$f_{\text{res}} = \underline{7.965 \text{ kHz}}$$

3.17 Mål u_C og u_{kreds} ved f_{res}

$$u_{\text{kreds}} = \underline{52 \text{ mV}} \quad u_C = \underline{1.25 \text{ V}}$$

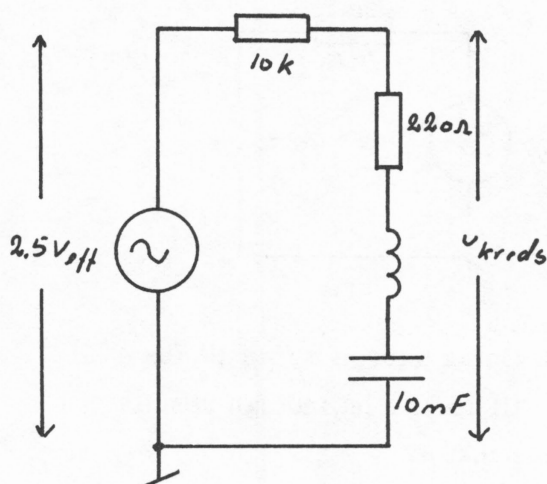
3.18 Beregn Q og b udfra målingerne i pkt. 3.16 og 3.17

$$Q = \underline{24} \quad b = \underline{332 \text{ Hz}}$$

3.19 Mål båndbredden som i pkt. 3.14.

$$b = \underline{316 \text{ Hz}}$$

3.20 Udskift 3.3 nF med 10 nF

3.21 Mål f_{res}

$$f_{\text{res}} = \underline{4.465 \text{ kHz}}$$

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

DEN FALDER

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

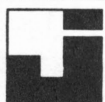
$$Q = \underline{13} \quad b = \underline{342 \text{ Hz}}$$

3.24 Mål båndbredden

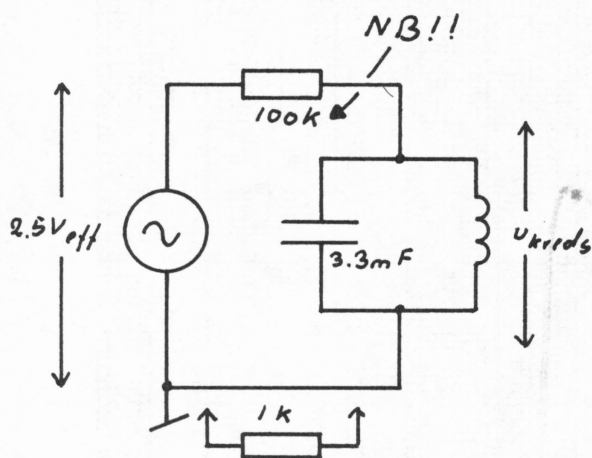
$$b = \underline{340 \text{ Hz}}$$

3.25 Sammenhold resultaterne i pkt. 3.19 og 3.24.

FORSKELLEN I B SKYLDSES
KONDENSATORENS TABSMODSTAND
ER BLEVET STØRRE

4. PARALLELKREDS

4.1 Opbyg den viste opstilling



1 kΩ anvendes kun i pkt. 4.7.

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

4.3 Find generatorkredsen, hvor u_{kreds}
er størst.

$$f_{res} = 7,964 \text{ kHz}$$

4.4 Mål spændingen over kredsen ved

$$f_{res} \cdot u_{kreds} = 2,21 \text{ V}$$

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

$$X_L = 6 \text{ k}\Omega \quad X_C = 6,24 \text{ k}\Omega$$

4.6 Beregn i_L og i_C ved f_{res} .

$$i_L = 368 \text{ }\mu\text{A} \quad i_C = 354 \text{ }\mu\text{A}$$

4.7 Beregn generatorstrømmen i_G ud fra
spændingsfald over 1 kΩ. (se pkt. 4.1)

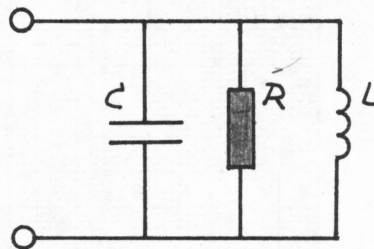
$$i_G = 3 \text{ }\mu\text{A}$$

4.8 Beregn godheden ud fra i_C i pkt. 4.6 og

i_G fra pkt. 4.7

$$Q = \frac{i_C}{i_G} = \frac{354 \text{ }\mu\text{A}}{3 \text{ }\mu\text{A}} = 118$$

4.9 Paralleltabsmodstanden R repræsente-
rer alt tabet i kredsen.



4.10 Angiv, hvor stor strømmen er i
tapsmodstanden R.

$$i_R = 14 \text{ }\mu\text{A}$$

4.11 Beregn R ved at anvende u_{kreds} fra
pkt. 4.4 og i_G fra pkt. 4.7

$$R = 737 \text{ k}\Omega$$

4.12 Beregn godheden ud fra X_C i pkt. 4.5
og R i pkt. 4.11.

$$Q = \frac{R}{X_C} = \frac{737 \text{ k}\Omega}{6,24 \text{ k}\Omega} = 118$$

4.13 Beregn r ud fra R i pkt. 4.11 og Q i
pkt. 4.12 og formelen $R = r(Q^2 + 1)$

$$r = 53 \text{ }\Omega$$

4.14 Sammenhold med resultatet i pkt. 3.9

$$3,9 = 39 \text{ }\Omega \quad 4,13 = 53 \text{ }\Omega$$

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

$$b = 501 \text{ Hz}$$

4.16 Beregn Q ud fra b i pkt. 4.15.

$$Q = 15$$

4.17 Monter en modstand på 22 kΩ direkte
over LC-kredsen og mål den nye

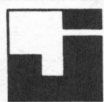
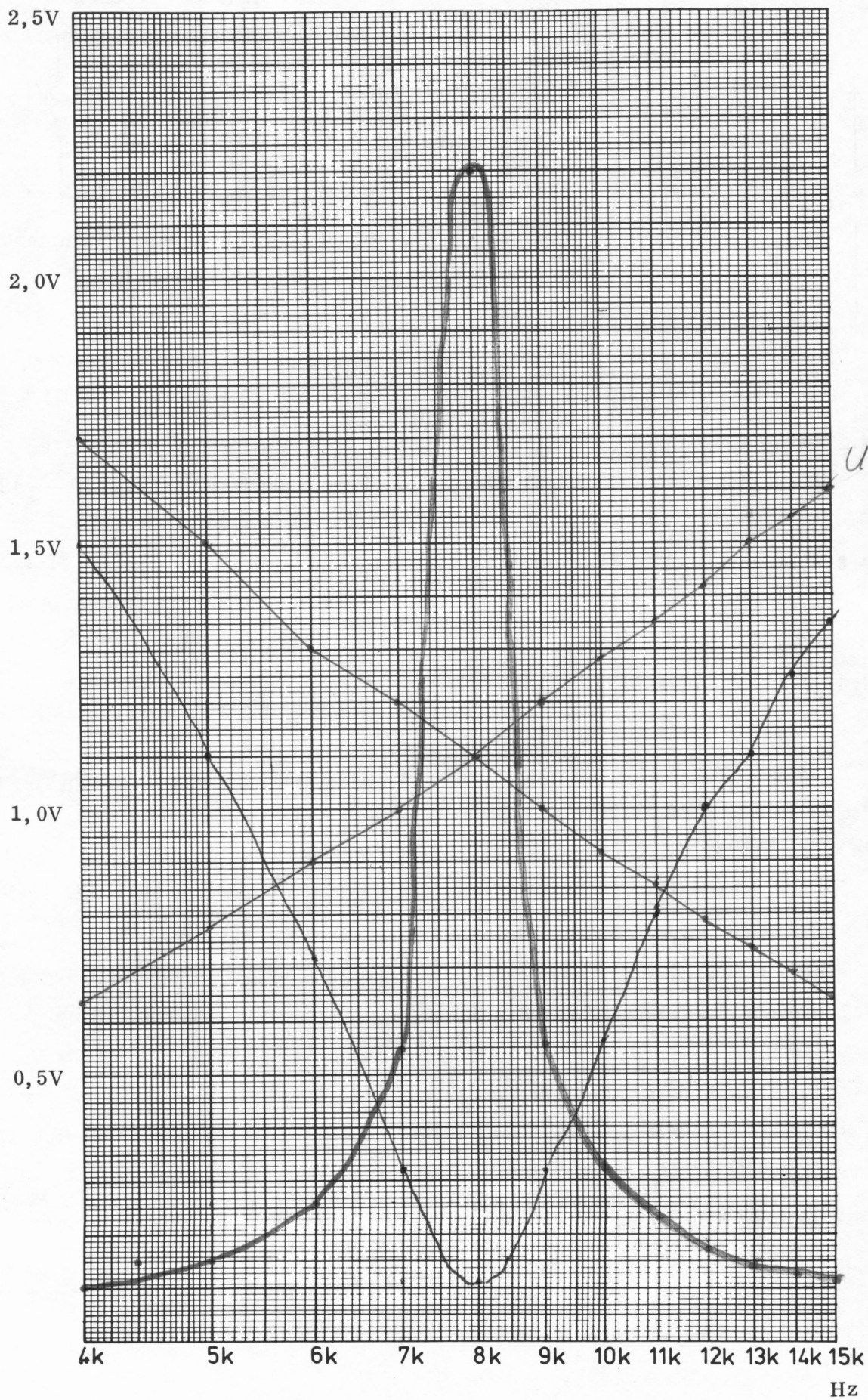
båndbredde og beregn Q. $B = 2519$

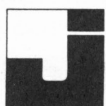
$$Q = 3 = \frac{f_{res}}{B}$$

4.18 Begrund forskellen mellem Q i pkt.

4.8 og pkt. 4.16

OGA FORMODSTANDEN PÅ 100k SOM
GENNEM GENERATOREN BLIVER LAGT
PARALLELT OVER KREDSEN ØNDER
Q TIL CA 10

5. KOORDINATSYSTEM

DISPOSITION

1. Måleopstilling
2. Serie- og paralleltab

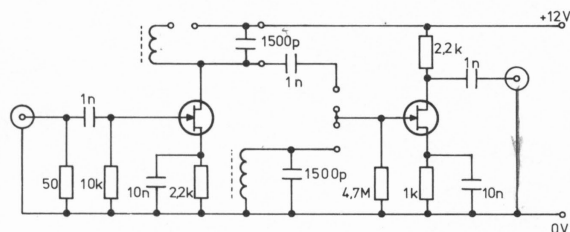
UDSTYR

Målepanel, målesender, frekvenstæller, tonegenerator, spændingsforsyning.

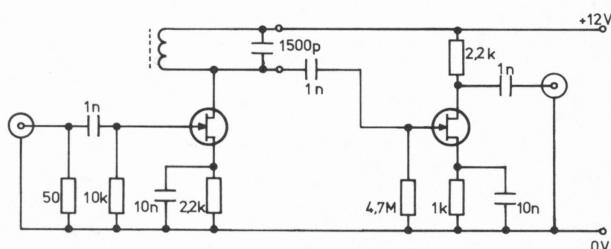
MATERIALE

- 1 stk. modstand 3,3 Ω
 1 stk. variabel modstand 22 k Ω
 2 stk. kortslutningsbøjler

generator CA 600 KHz

MÅLEPANEL1. MÅLEOPSTILLING

- 1.1 Forbind opstillingen som vist



- 1.2 Tilslut målesender og oscilloskop - mål resonansfrekvensen

$$f_o = 662 \text{ KHz}$$

- 1.3 Beregn selvinduktionens størrelse

$$L = 38,5 \mu\text{H} \quad L = \left(\frac{1}{2\pi \cdot f_{res}} \right)^2$$

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

$$k = \sqrt{\frac{L}{C}} = 160 \Omega$$

- 1.5 Mål 3 dB båndbredden

$$b_{3\text{ dB}} = 6,4 \text{ KHz}$$

- 1.6 Beregn Q

$$Q = \frac{f_o}{b_{3\text{ dB}}} = 103,4$$

- 1.7 Beregn spolens ækvivalente serie-tabsmodstand

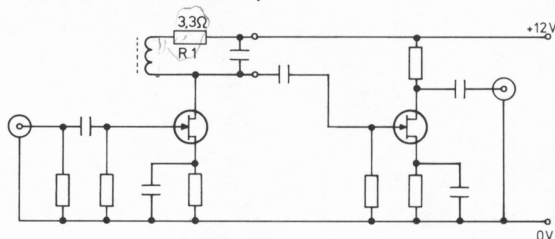
$$r = \frac{k}{Q} = 1,55 \Omega$$

- 1.8 Beregn kredsløbets resonansimpedans

$$R = 16414 \Omega$$

2. SERIE- OG PARALLELTAB

- 2.1 Forbind målepanel som vist



- 2.2 Mål 3 dB båndbredden

$$b_{3\text{ dB}} = 16,746 \text{ KHz}$$

- 2.3 Beregn Q

$$Q = 39,5$$

- 2.4 Beregn kredsløbets resonansimpedans

$$R = 6,34 \Omega$$

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

$$R_p = 10,2 \text{ k}\Omega = \frac{1}{\frac{1}{6,3\text{k}} - \frac{1}{16,414\text{k}}}$$

- 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

$$b_{3\text{ dB}} = 21,2 \text{ KHz}$$

- 2.9 Beregn kredsløbets Q

$$Q = 31,2$$

- 2.10 Paralleltabsmodstand

- en serietabsmodstand kan omregnes til en paralleltabsmodstand efter formelen:

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

LILLE r i SERIE = STORE R PARALLELT

Udstyr :

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

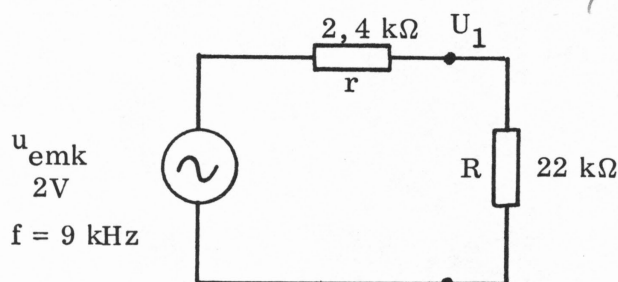
Komponenter :

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 :

IDEEN
ILOSTRER INDRE MODSTAND
I GENERATOREN = r

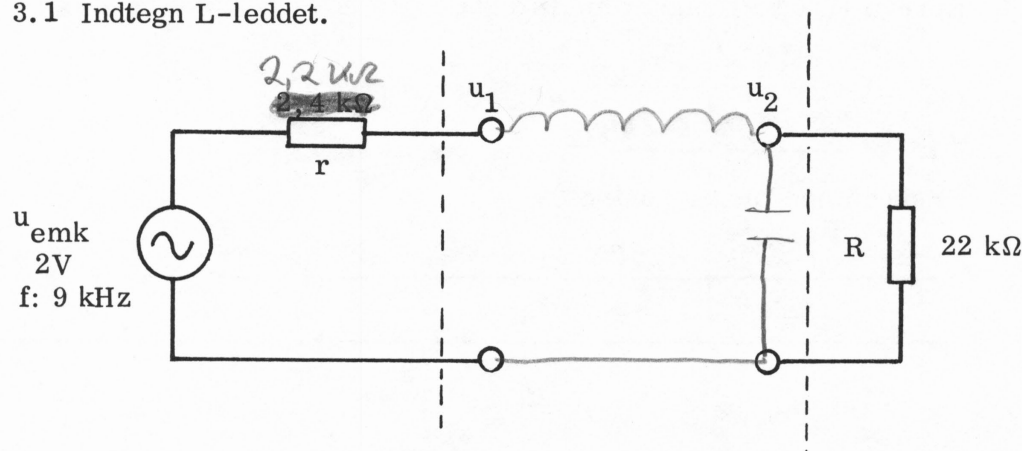
2.1 Mål u_1 : 1,8 V2.2 Beregn P_r : 18,18 μ W2.3 Beregn P_R : 147 μ W

2.4 Er der impedanstilpasning:

DER ER IKKE IMPEDANSTILPASNINGDERFOR BLIVER MODSTANDENE IKKE LIGE STORE3. 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

$$m = \underline{10}$$

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

$$Q = \underline{3}$$

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

$$L = \underline{116,7 \text{ nH}}$$

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

$$C = \underline{2,41 \text{ nF}}$$

3.6 Er $X_L = X_C$?NEJ

Begrund svaret: NEJ FREKVENSEN MAN ARBEJDER
PÅ ER LÆVERE END FOS

4. Måling på L - led

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

 $u_{\text{emk}} = 2\text{V}$. Opsøg peakfrekvensen.

4.1 Mål:

$$u_{\text{emk}} = \underline{2\text{V}}$$

$$u_1 = \underline{1\text{V}}$$

$$u_2 = \underline{3,1\text{V}}$$

4.2 Fjern R

Indstil $u_{\text{emk}} = 2\text{V}$ Mål u_1 og u_2 :

$$u_1 = \underline{0,7\text{V}}$$

$$u_2 = \underline{6,1\text{V}}$$

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

$$u_1 = \underline{-3} \text{ dB}$$

$$u_2 = \underline{5,8} \text{ dB}$$

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

$$P_r = \underline{454 \text{ uW}}$$

$$P_R = \underline{436 \text{ uW}}$$

4.5 Er der impedanstilpasning ?

L LED LÆVER IMPEDANSTILPASNING

5. Frekvenskarakteristik

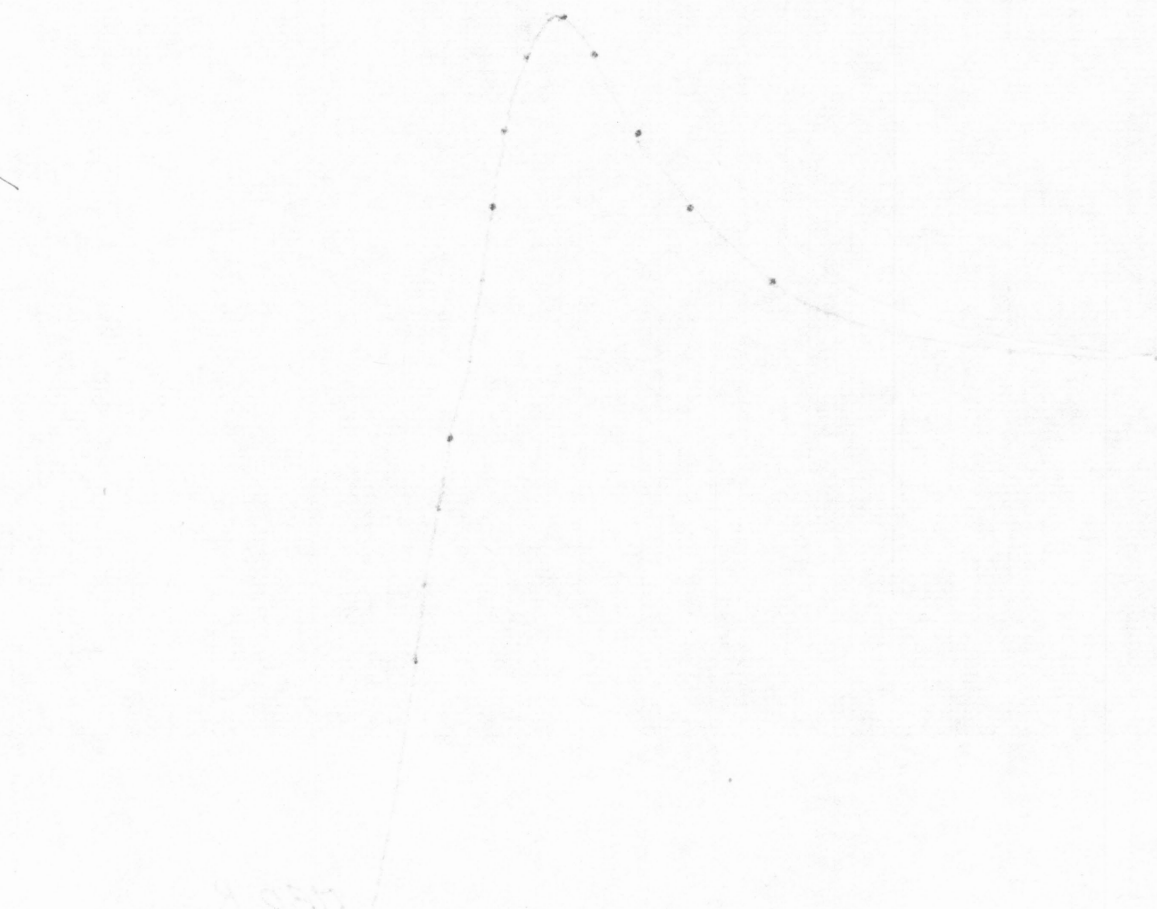
5.1 Optag $u_2 = f(f)$ med og uden R.

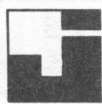
Indtegn på kurveblad side 4 således, at kurverne ved 1 kHz tager udgangspunkt ved 0 dB.

Aflæs og indtegn herefter frekvensen med step på 1 dB.

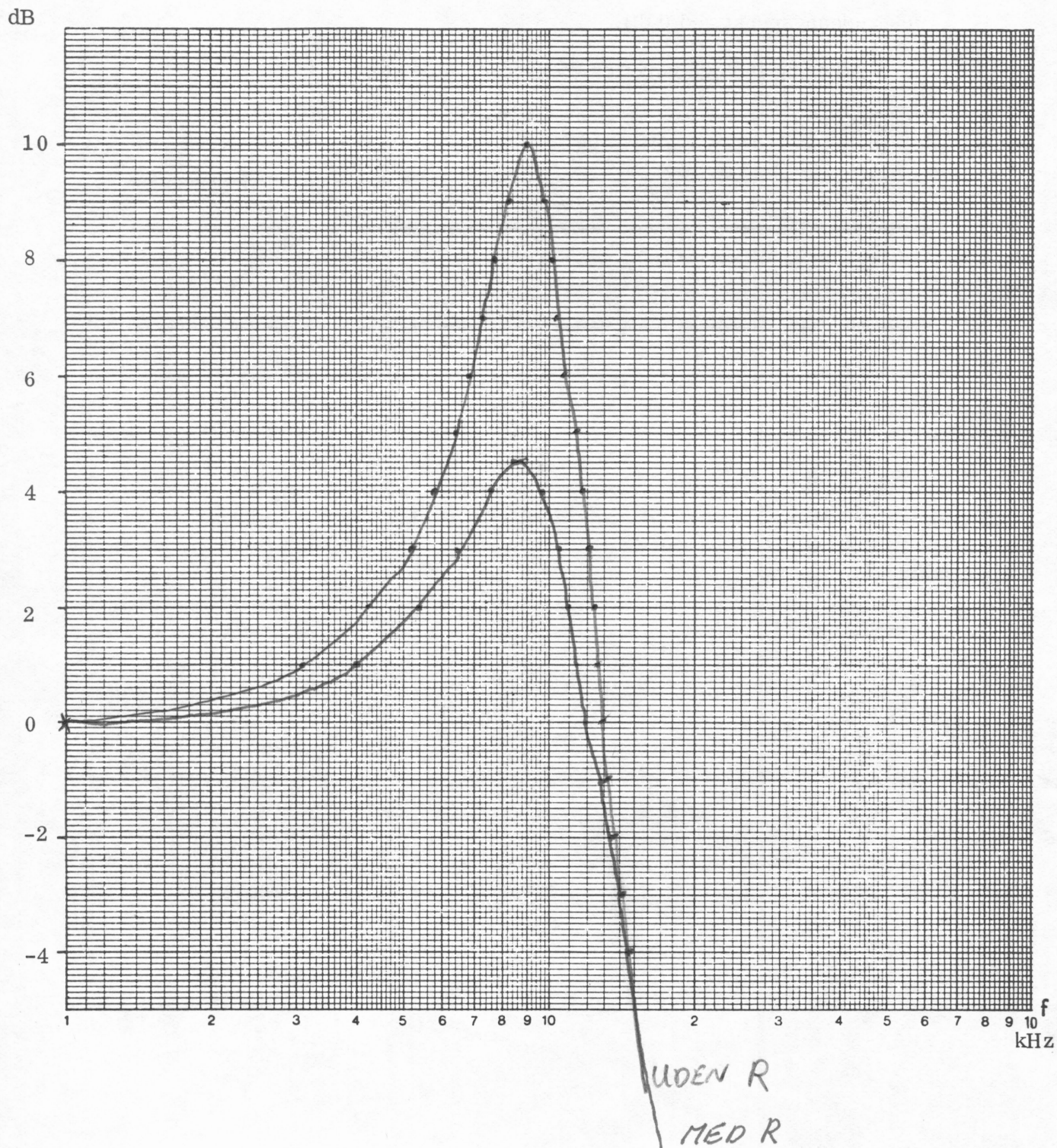
6. Konklusion

R ØDELÆGGER Q DERFOR
MINDRE FORSTÆRKNING





7. Kurveblad



DISPOSITION

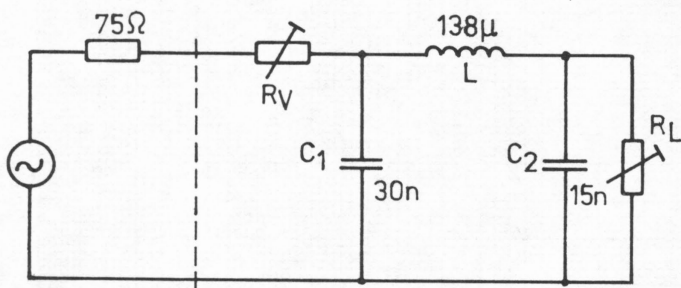
1. Impedanstransformering med π led
2. Kurveblad
3. π led som filter
4. Kurveblad

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. IMPEDANSTRANSFORMERINGMED π LED1.1 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 $10 \text{ kHz} \rightarrow 1 \text{ MHz}$

- 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

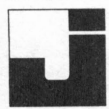
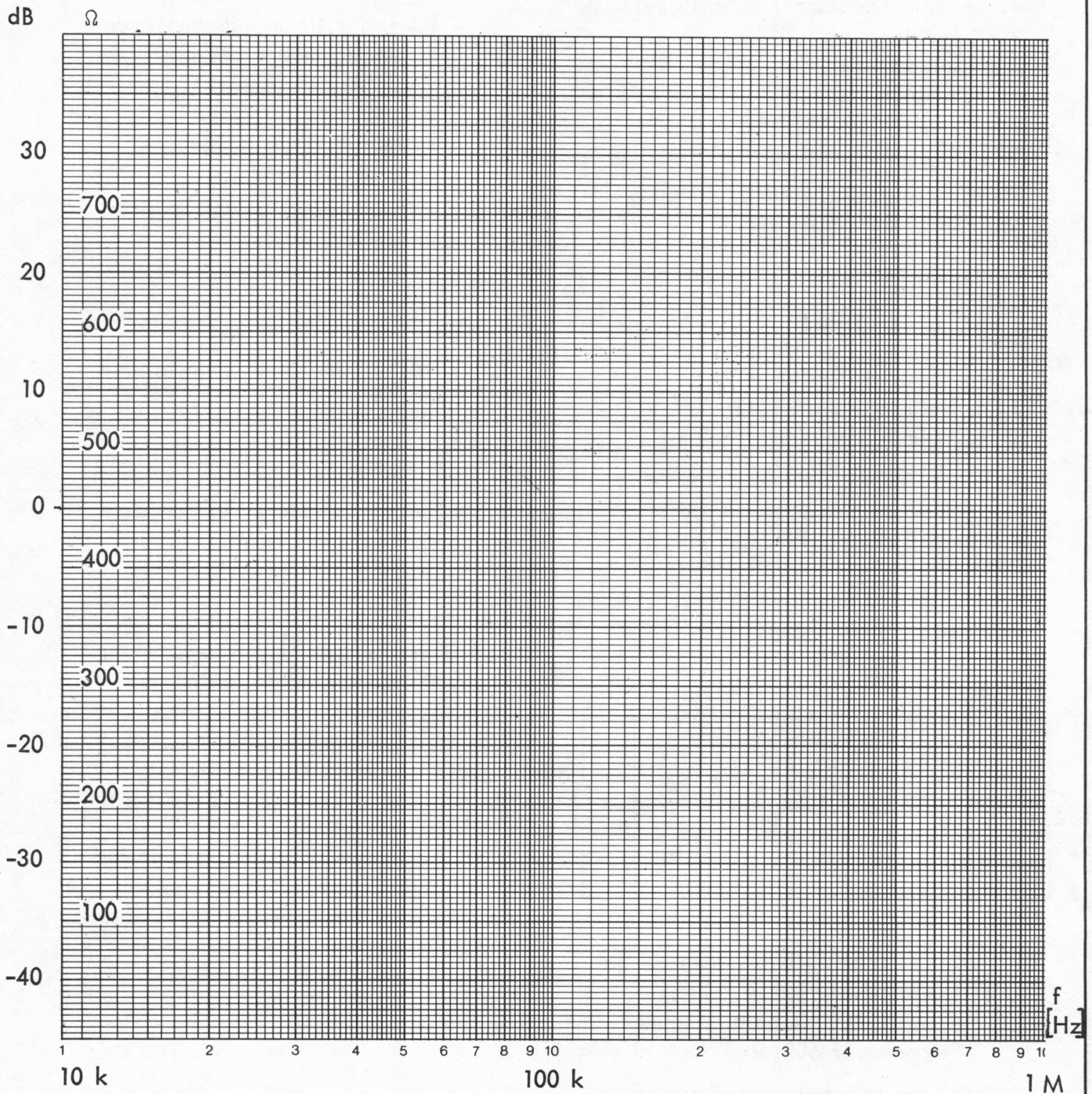
1.4 I hvilket område er indgangsimpedansen kapacitiv?

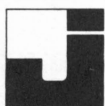
1.5 I hvilket område er indgangsimpedansen ohmsk?

1.6 I hvilket område er indgangsimpedansen induktiv?

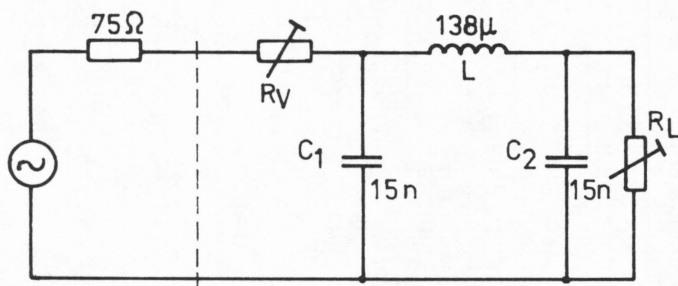
1.7 Hvor stor er indgangsimpedansen ved resonansfrekvensen?

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

2. KURVEBLAD

3. π LED SOM FILTER

3.1 Lavpasfilter



- indstil R_V , til den samlede generatormodstand er $85\ \Omega$
- indstil R_L til $85\ \Omega$

3.2 Optag en frekvenskarakteristik af filtret i området 10 kHz \rightarrow 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

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

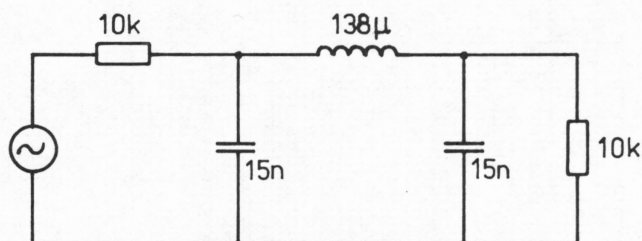
$$\text{hvor } C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

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

$$Q =$$

3.6 Selektivt filter

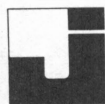
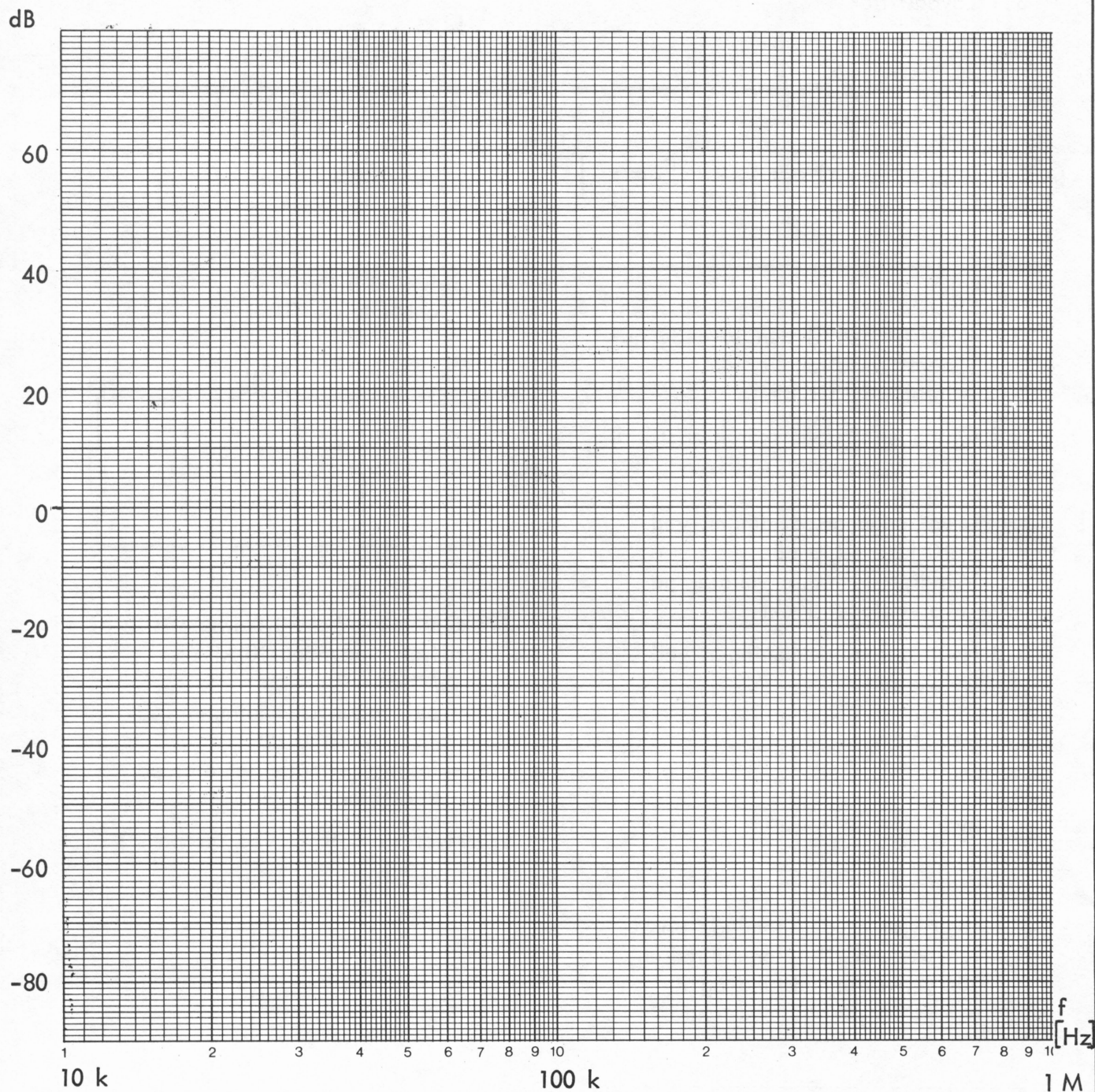
- opbyg viste filter

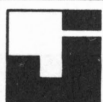
3.7 Optag en frekvenskarakteristik af filtret i området 10 kHz \rightarrow 1 MHz

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

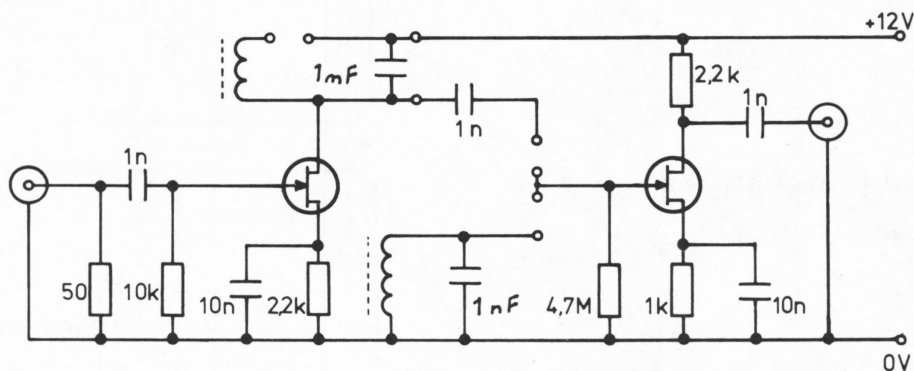
3.8 Hvor stort er Q ved resonans ?

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

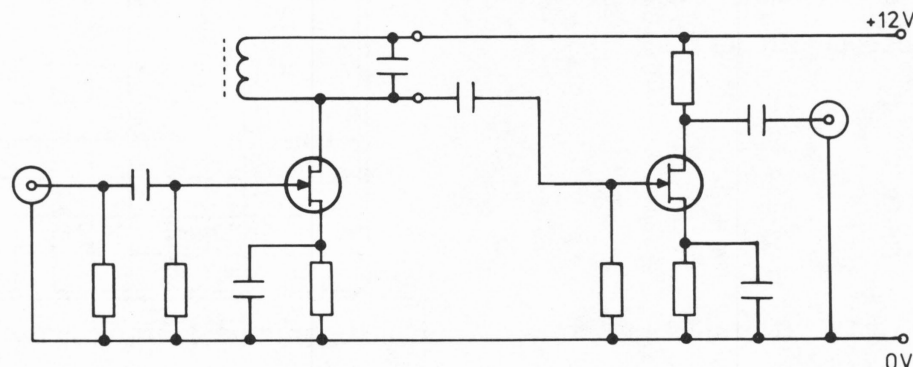
4. KURVEBLAD

UDSTYR

Målepanel, oscilloscope, funktionsgenerator, spændingsforsyning.

MÅLEPANELMÅLEOPSTILLING MED EEN SELEKTIV KREDS.

1.1 Tilslut kredsløbet som vist:



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

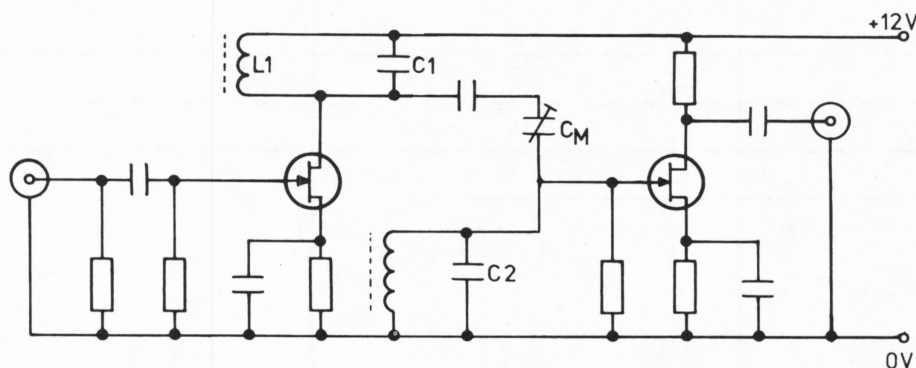
$$f_{res} = \underline{\hspace{2cm}}$$

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

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

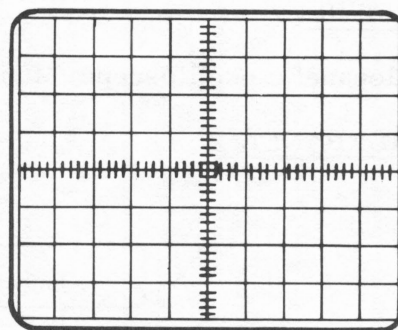
2. KOBLEDE KREDSE

2.1 Tilslut kredsløbet som vist og sweep opstillingen.

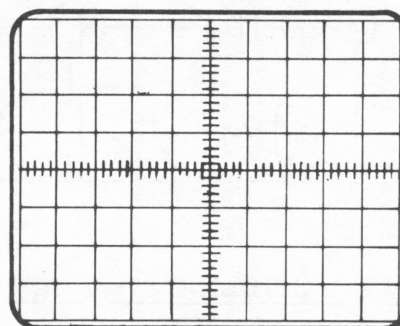




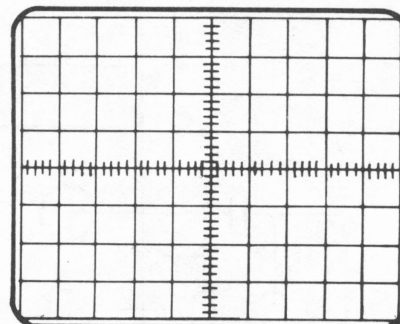
2.2 Juster C_M til underkritisk kobling og tegn oscilloscopebilledet :



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

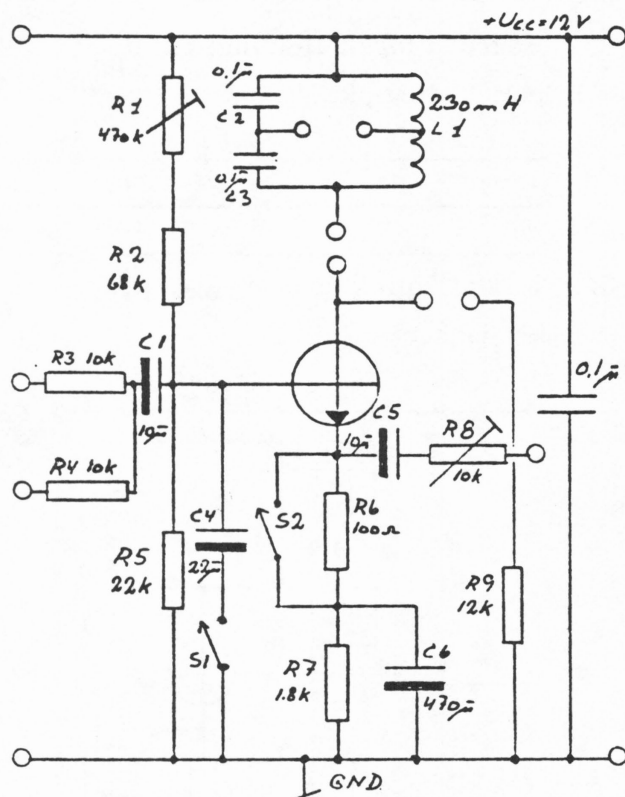
2.6 Erstat 3,3Ω med 0Ω (uden at røre C_M) og iagttag kurveformen.

2.7 Hvad er der sket med koblingsgraden ?

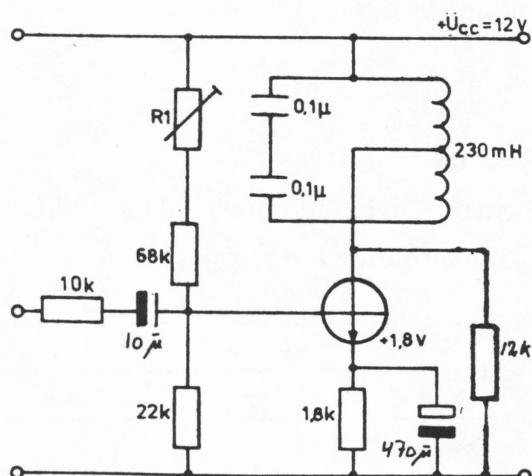
2.8 Giv en forklaring på dette fænomen :

UDSTYR

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

MÅLEPANEL1. 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-arbejdspunkt ?

2. FREKVENSGANG

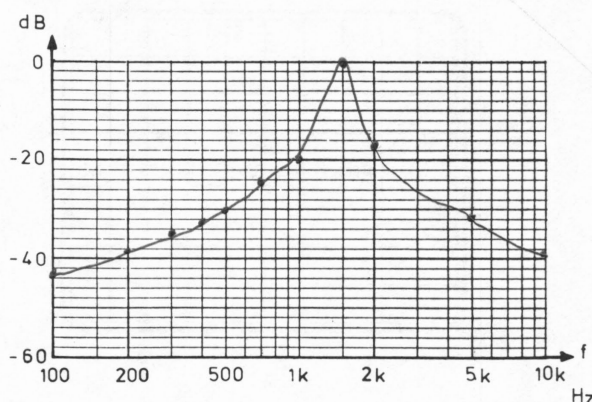
- 2.1 Tilslut sinusgeneratoren til forstærkeren og opsøg resonansfrekvensen.

$$f_{res} = 1,502 \text{ kHz}$$

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

$$\text{Generatorspændingen } u_G = 11 \text{ mV}$$

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

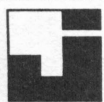


- 2.4 Mål og beregn spændingsforstærkingen A_u ved f_{res} .

$$\frac{1 \text{ V}}{4,5 \text{ mV}} A_u = \frac{u_{out}}{u_{BE}} = 222 \text{ gange}$$

$$222 \log \times 20 = 47 \text{ dB}$$

Noter $u_{out \text{ pp}}$: 3 V til brug i punkt 3.7



3. SELEKTIVITET

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

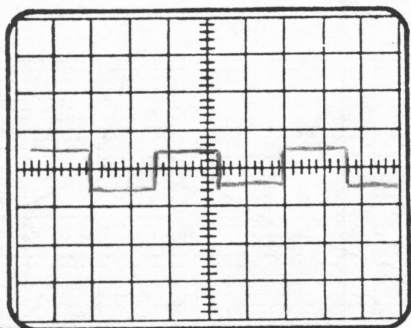
$$f_{\phi} = 1,557 \text{ kHz} \quad f_n = 1,438 \text{ kHz}$$

$$b_{3 \text{ dB}} = 119 \text{ Hz}$$

- 3.2 Opsøg resonansfrekvensen .
 u_G som i punkt 2.2

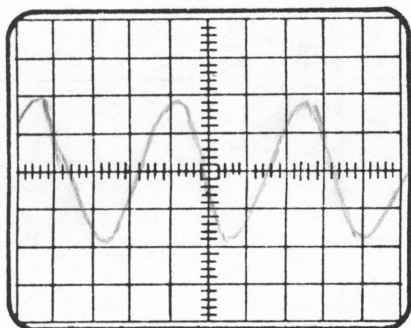
- 3/11 mV ~ 3.3 Mål u_{pp} værdien af generatorsignalet og skift derefter til et tids-symmetrisk firkantsignal med samme u_{pp}

- 3.4 Angiv, hvilken kurveform strømmen har igennem transistoren, når forstærkeren er tilsluttet et firkantsignal. Mål kurveformen over de 100Ω i emitteren og tegn oscilloscobbilledet.



10 mV pp / pdiv

- 3.5 Mål u_c og tegn oscilloscobbilledet:



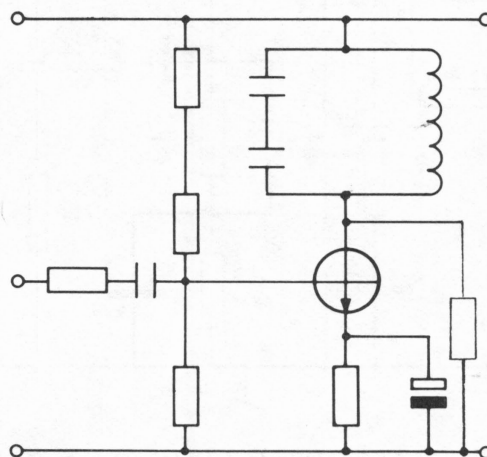
2.5 V / div

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

DET ER PGA KREDSEN
ER AFSTEMT TIL 1,5 KHz
SÅ DER FOR KOMMER
DER KUN SINUS igennem

- 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.

$$f_{\phi} = 1,677 \text{ kHz} \quad f_n = 1,334 \text{ kHz}$$

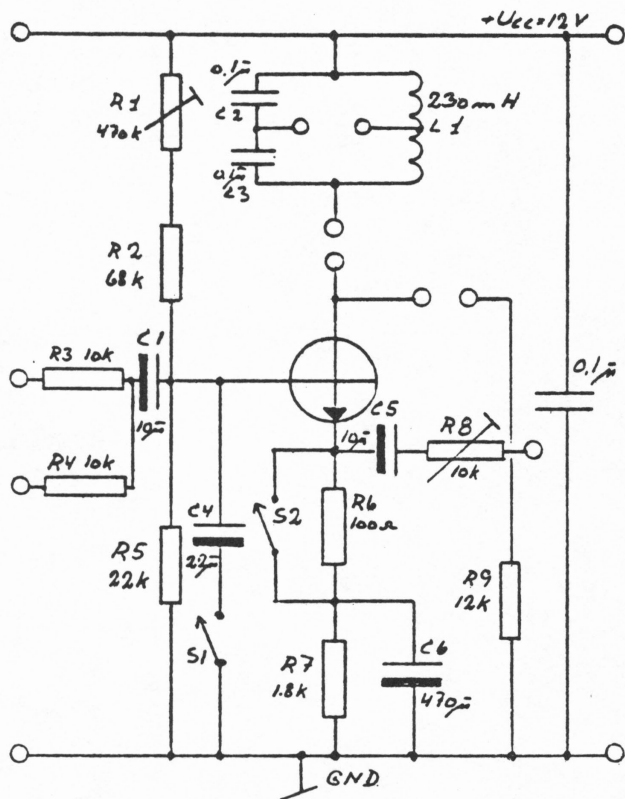
$$b_{3 \text{ dB}} = 343 \text{ Hz}$$

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

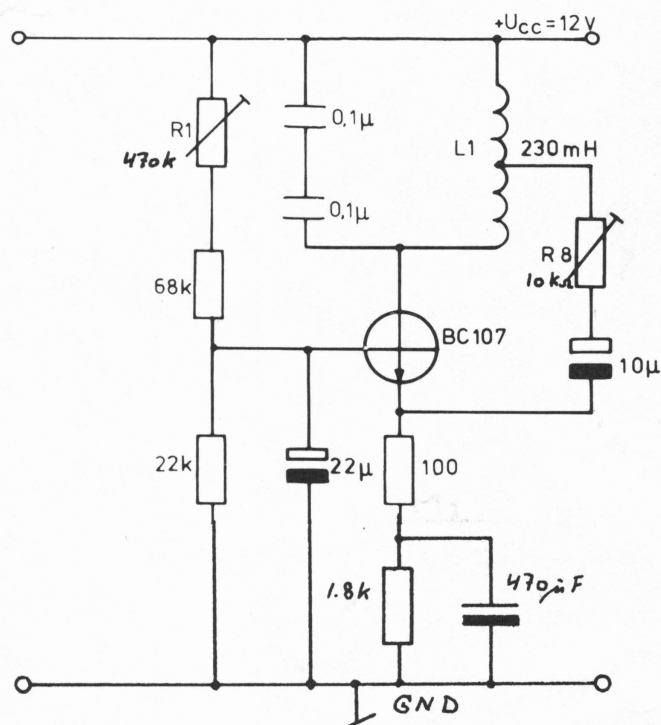
Q ER BLEVET DÅRLIGERE
FORDI VI IKKE HAR LÆNGERE
HAR IMPEDANSTILPASNING PÅ
SPOLEN

UDSTYR

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

MÅLEPANEL1. HARTLEY OSCILLATOR

1.1 Forbind målepanelet til viste
hartley oscillator.



1.2 Kortslet 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 be-
gyndende negative spidser.

1.4 Mål oscillatorfrekvensen med frekvenstæl-
ler: $f = 1,675 \text{ KHz}$

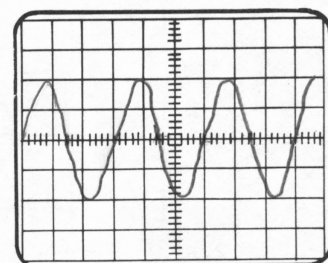
1.5 Beregn oscillatorfrekvensen

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L C}} = 1,5 \text{ KHz}$$

1.6 Mål signalerne på kollektoren, midtpunkt
L1 samt emitteren. Indtegn på diagrammer-
ne og angiv signalernes amplituder og
indbyrdes faseforhold, idet begge Y-kanaler
bruges samtidigt:

u_c :

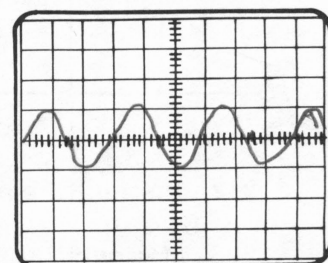
0,5 v/div
Brug 10:1 probe
0,2 ms



0° FASEDRØJSE

u_L midtpunkt:

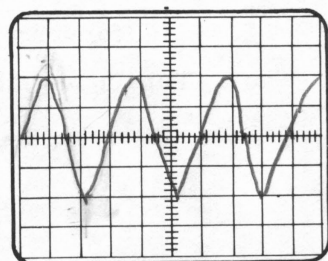
0,5 v/div
Brug 10:1 probe
0,2 ms



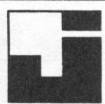
0° FASEDRØJSE

u_e :

0,01 v/div
1:1 PROBE
0,2 ms



0° FASEDRØJSE



1.7 Begrund faseforholdene målt

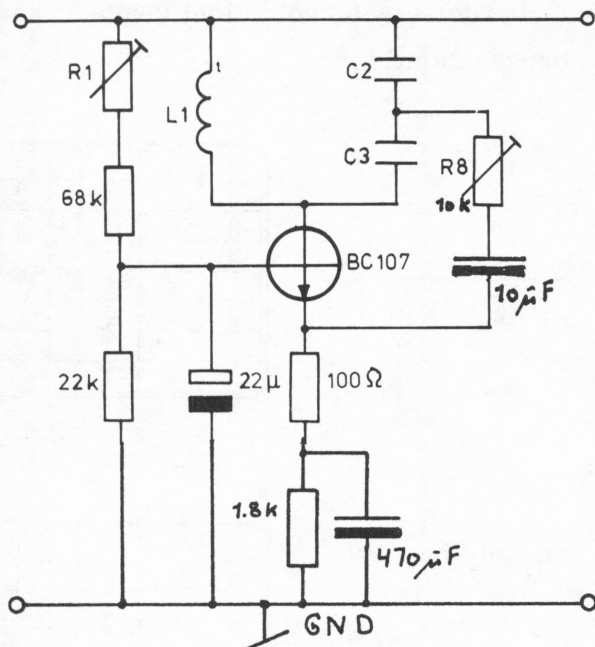
i pkt. 1.6 :

DEN KØRE MEDKØBLING
OG JORDET BASE
0° FASEDREJET

1.8 Mål forvrængningsprocenten på spolens midtpunktsudtag:

THD = 0.09 %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 frekvenstæller

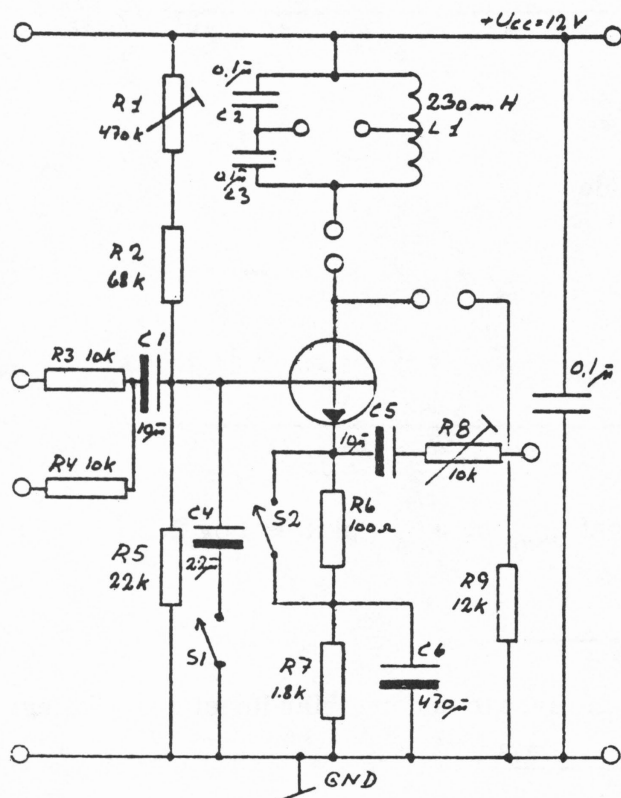
 $f = \underline{1.677 \text{ kHz}}$

2.4 Mål forvrængningsprocenten på det capacitive midtpunktsudtag:

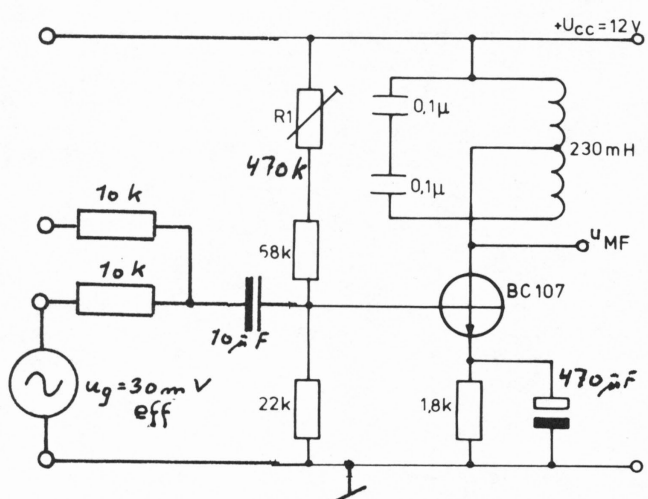
THD = 0.24 %

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

$$f_{\text{res}} = 1,676 \text{ kHz}$$

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.

$$f_{\text{osc}} = 21,68 \text{ kHz}$$

$$f_{\text{MF}} = 1,667 \text{ kHz}$$

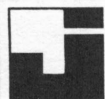
2.4 Juster f_{osc} til at være underliggende
og finjuster til maksimal u_{out} .

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

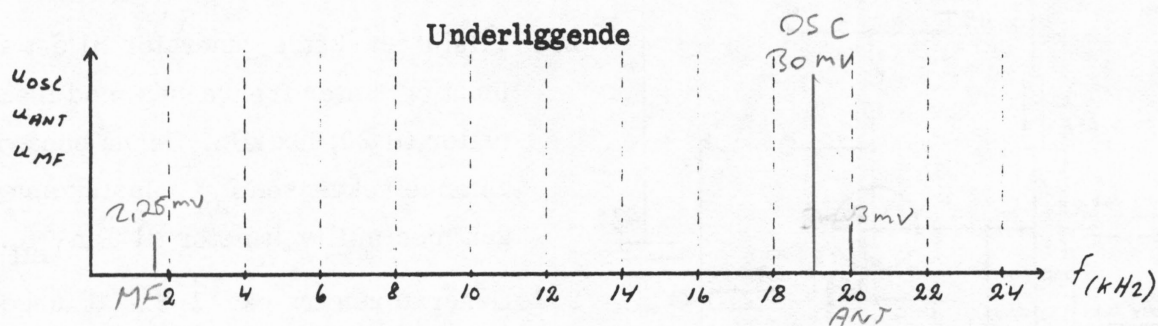
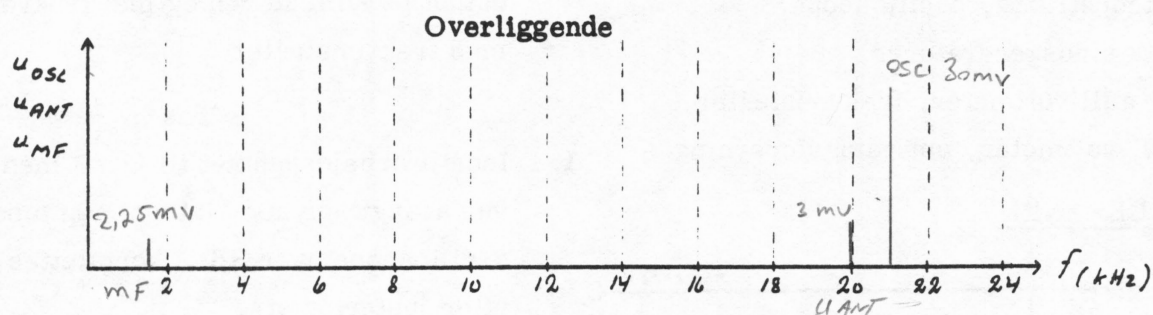
$$f_{\text{osc}} = 19,324 \text{ kHz}$$

$$f_{\text{MF}} = 1,72 \text{ kHz}$$

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.

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

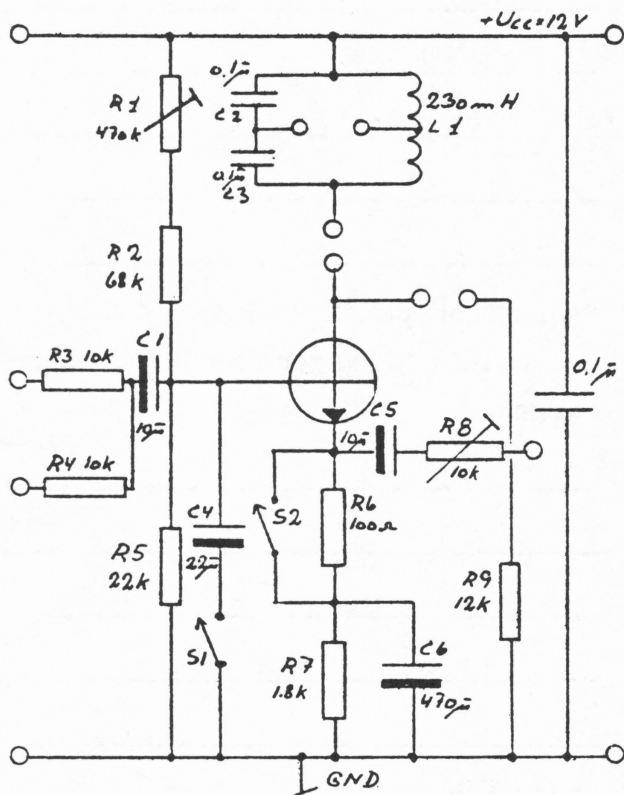
2.8 Gør u_{osc} 10 dB mindre og mål igen u_{MF} . Beregn den nye blandingsforstærkning.

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

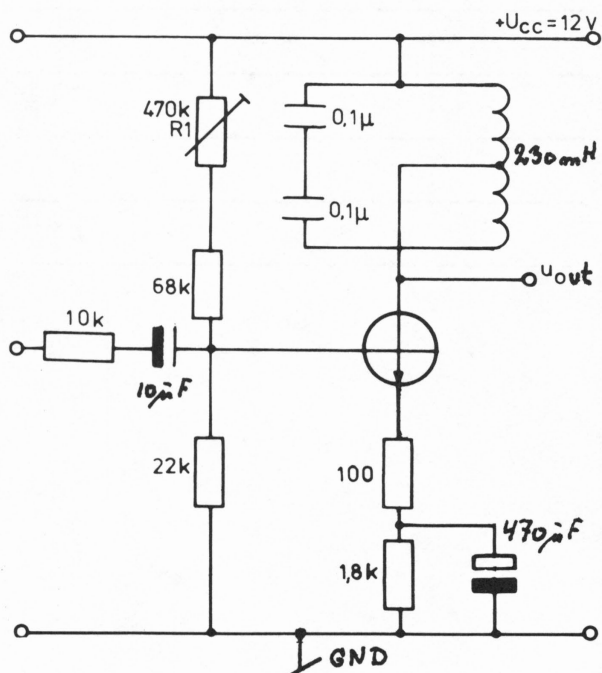
2.9 Konkluder resultaterne fra pkt. 2.7 og 2.8.

UDSTYR

Måleopstilling, to-kanal oscilloscope sinus-firkant generator, FET-volt-meter, 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 forstærkers indgang. Reguler u_g til 30 mV_{eff} og opsøg resonansfrekvensen.

- 2.2 Mål f_{res} med frekvenstæller.

$$f_{res} = \underline{1672} \text{ Hz}$$

- 2.3 Gør u_g 20 dB større.

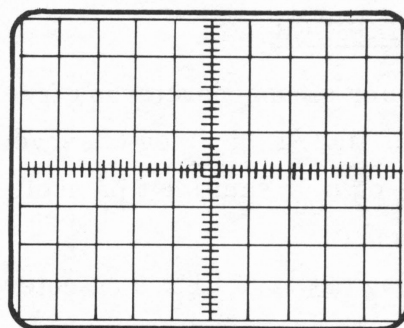
- 2.4 Reguler sinusgeneratorens frekvens til $0,5 \cdot f_{res}$ og observer u_g og u_{out} samtidigt på oscilloscopet.

- 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.

$$f_{gen} = \underline{835} \text{ Hz} \quad f_{out} = \underline{1670} \text{ Hz}$$

- 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. KLASSE C 150°

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

$$u_{out} = \underline{25} \text{ V}_{ptp}$$

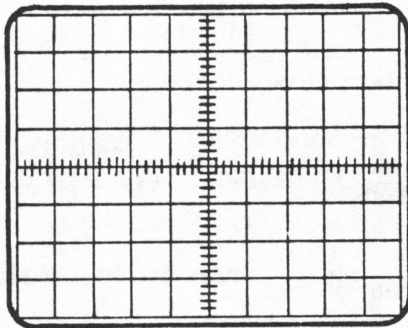
3. FREKVENSTRIPLER

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

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

$$f_{\text{gen}} = \underline{556 \text{ kHz}} \quad f_{\text{out}} = \underline{1620}$$

Kollektorstrømmen :



Antal grader : 180 ° KLASSE B
 $u_{\text{out}} = \underline{7} \text{ V}_{\text{ptp}}$

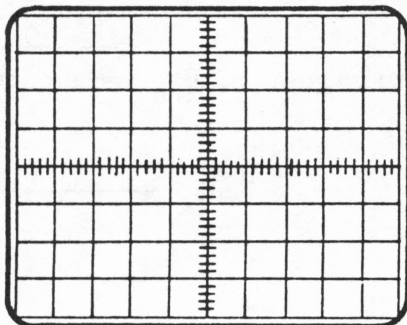
4. FIREDOBLER

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

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

$$f_{\text{gen}} = \underline{417} \text{ Hz} \quad f_{\text{out}} = \underline{1665} \text{ Hz}$$

Kollektorstrømmen :



Antal grader : 180 °
 $u_{\text{out}} = \underline{4} \text{ V}_{\text{ptp}}$

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.

MAN DRIVER DEN
LÆNGERE OG LÆNGERE
UD I KLASSE C

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

$$C = \underline{5 \text{ nF}}$$

- 1.2 Mål kablets selvinduktion
 - med kortsluttet kabelende

$$L = \underline{17 \mu\text{H}}$$

- 1.3 Beregn kabelimpedansen

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

$$Z_0 = \underline{58,3 \Omega}$$

2. FORKORTNINGSFAKTOR

- 2.1 Mål kabellængden
 - med metermål

$$l = \underline{51 \text{ m}}$$

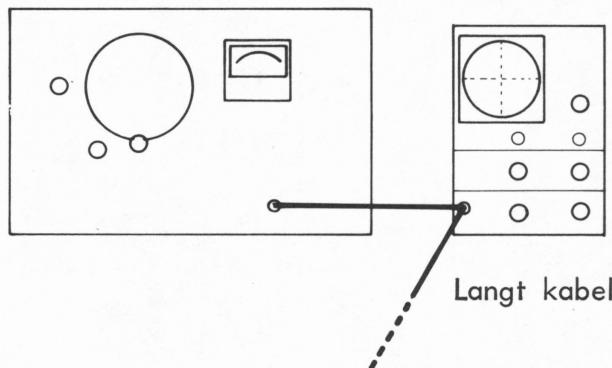
- 2.2 Beregn bølgelængden
 - bølgelængden skal være
4 · kabellængden

$$\lambda = \underline{204 \text{ m}}$$

- 2.3 Beregn frekvens

$$f = \frac{300 \text{ M}}{\lambda} = \underline{1,47 \text{ MHz}}$$

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

$$f_m = \underline{932,1 \text{ KHz}}$$

- 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

$$V = \frac{f_m}{f} = \underline{0,634}$$

DISPOSITION

1. Tidsrefleksionsmåling
2. Frekvensafhængig tilpasning

UDSTYR

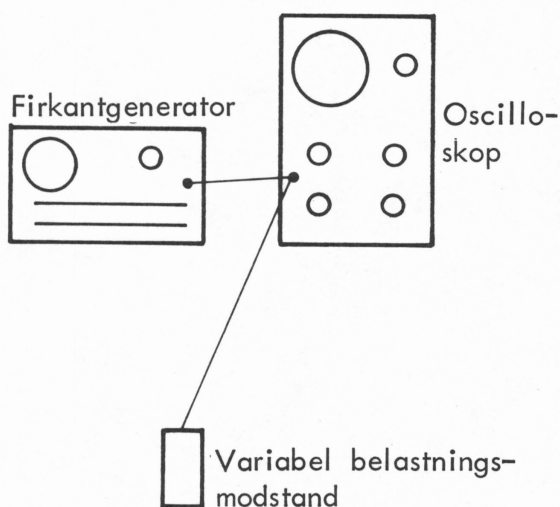
Firkantgenerator, oscilloskop, radio-telefon VHF, antenne $> \frac{1}{4} \lambda$, antenne $\frac{1}{4} \lambda$, antenne $< \frac{1}{4} \lambda$, reflektionswattmeter

MATERIALE

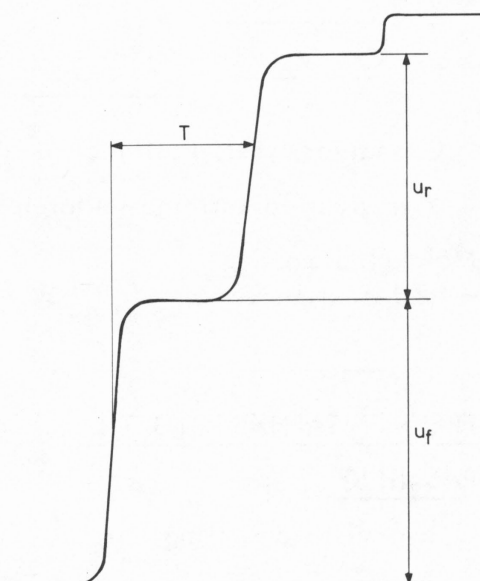
- 1 stk. langt kabel > 30 m
1 stk. variabel belastningsmodstand

1. TIDSREFLEKTIONSMALING

1.1 Opbyg viste opstilling



- 1.2 Indstil firkantgenerator
 - frekvens til 300 kHz
 - amplitude til 2 Vpp uden belastning
- 1.3 Indstil oscilloskop
 - forstærkning til 1 V/div.
 - indstil x-time til 0,5 μ s/div.
- 1.4 Indstil belastningsmodstand
 - til maksimal modstand

1.5 Aflæs den fremadgående spænding u_f 

$$u_f = \underline{0,9V}$$

1.6 Aflæs den reflekterede spænding u_r

$$u_r = \underline{0,7V}$$

1.7 Beregn standbølgeforholdet

$$SWR = \frac{u_f + u_r}{u_f - u_r} = \underline{8}$$

1.8 Drej belastningsmodstanden til

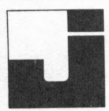
$$R_b < Z_0$$

- hvad sker der med fasen af det reflekterede signal?

DEN FASEDREJER 180°

1.9 Aflæs reflektionstiden T

$$T = \underline{0,55 \mu s}$$



1.10 Beregn kabellængden

- få
- V
- opgivet for kablet

$$V = 0,634$$

$$l = \frac{C \cdot V \cdot T}{2} = 52,3$$

 C angiver lysets hastighed V angiver forkortningsfaktoren

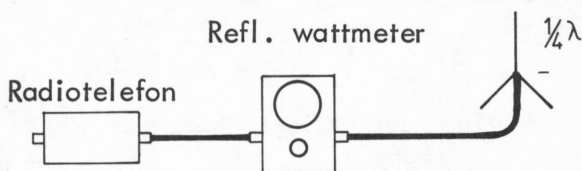
1.11 Mål kabellængden

- med centimetermål

$$l = 50,94$$

2. FREKVENSAFHÆNGIG TIL-
PASNING

2.1 Opbyg viste opstilling



2.2 Mål den fremadgående effekt

- kontroller probe og kabler til
-
- reflektionswattmetret

$$P_f =$$

2.3 Mål den reflekterede effekt

$$P_r =$$

2.4 Beregn SWR

$$SWR = \frac{\sqrt{\frac{P_f}{P_r}} + 1}{\sqrt{\frac{P_f}{P_r}} - 1} =$$

2.5 Udskift den lange pisk med den
korte pisk2.6 Gentag pkt. 2.2, 2.3 og 2.4
med den korte pisk, $< \frac{\lambda}{4}$

$$P_f =$$

$$P_r =$$

$$SWR =$$

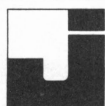
2.7 Udskift den korte pisk med den
lange pisk, $> \frac{\lambda}{4}$ 2.8 Gentag pkt. 2.2, 2.3 og 2.4
med den lange pisk

$$P_f =$$

$$P_r =$$

$$SWR =$$

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



DISPOSITION

1. $\lambda/4$ -transformator

UDSTYR

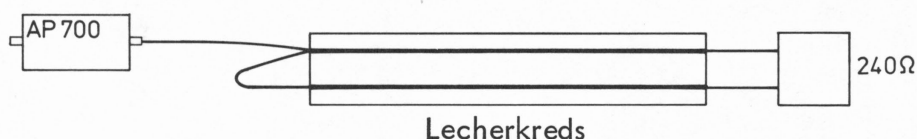
Radiotelefon, lecherkreds $240\ \Omega$,
elektrovoltmeter med HF probe

MATERIALE

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

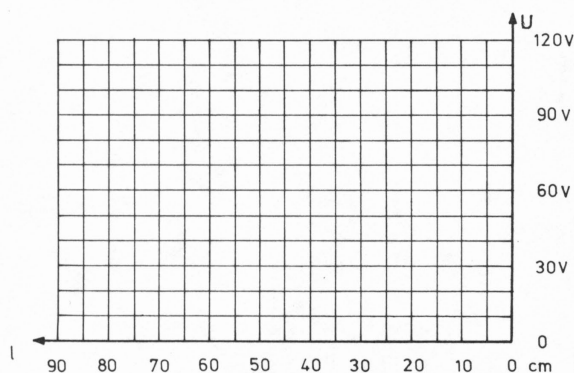
1. $\lambda/4$ -TRANSFORMATOR

1.1 Opbyg viste opstilling



1.2 Mål spændingen langs lecherkredsen

- PAS PÅ FINGRENE
- afsæt spændingen i koordinatsystemet
- 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 $240\ \Omega$

1.6 Slut $\lambda/4$ -stavene til lecherkredsen

1.7 Mål spændingen i $\lambda/4$ -stavenes fødepunkt

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

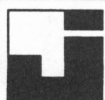
1.8 Kortslut endepunkterne af stavene

- 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.

$$f_{\text{ref.1}} (\text{TP5}) = \underline{26,51000 \text{ MHz}}$$

3. Referenceoscillator 2 (10,240 MHz)

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

$$\frac{f_{\text{ref.2}}}{2} (\text{TP 2}) = \underline{5,12000 \text{ MHz}}$$

4. Voltage Controlled Oscillator4.1 $U_{\text{out max.}} (\text{DC})$ 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 $U_{\text{kapac.}} = 9\text{V}$

$N = 511$

$$f_{\text{vco max.}} (\text{TP4}) = \underline{31,620040 \text{ MHz}} \quad 511$$

$$f_{\text{mix max.}} (\text{TP6}) = \underline{5,11001 \text{ MHz}}$$

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

$$f_{\text{vco min.}} = \underline{29,73004 \text{ MHz}} \quad 101000101 \quad 325$$

$$f_{\text{mix min.}} = \underline{3,24000 \text{ MHz}} \quad 101000100$$

5. Konklusion

5.1 Hvor stor er VCO'ens frekvensmæssige arbejdsområde?

$$f_{\text{mix min.}} - f_{\text{mix max.}} = \underline{1,89 \text{ MHz}}$$

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

$$\underline{325 - 511 = 189 \text{ mulige}}$$

5.3 Kommentar: _____

6. Delerforholdet N

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

a. $f_{\text{ref. 1}}$ 26,5100 MHzb. $f_{\text{ref. 2}}$ 10,2400 MHzc. f_{vco} 31,6200 MHz

N = 511

$$\frac{f_{\text{vco}} - f_{\text{ref. 1}}}{f_{\text{ref. 2}}}$$

$$\frac{31,62 - 26,51}{10,24}$$

6.2 Der ønskes $f_{\text{vco}} = 30 \text{ MHz}$ = 29,570 MHz. Beregn N.

N = 349

31 MHz N = 449

6.3 Kontroller ved måling

 $f_{\text{vco}} = 30 \text{ MHz}$ $f_{\text{mix}} = 3,49000 \text{ MHz}$ 6.4 Kommentar: VCO STIGENE FVCO STØRRE N
DET VIRKER7. Konklusion

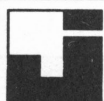
7.1 Hvorfor kan syntesen ikke arbejde over hele det programmerbare område?

PGA SPÆNDNINGEN OVER
KAPACITETSDIODE FALDER TIL UNDER
1V LÅSER DEN IKKE.
MINORE SPÆNDNING STØRRE KAPACITET

7.2 Hvad bestemmer VCO'ens frekvensnøjagtighed? BETYDER IKKE SÅ MEGET

REF OSC 1 + (REF OSC 2)

7.3 Har kapacitetsdioden indflydelse på frekvensdriften? Begrund svaret:



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

ÆNDRER FASEN ~ ÆNDRER
FREKVENSEN

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

FORDI ÆLLERS GÅR DET FOR
HURTIGT, FOR STOR FREKVENNS

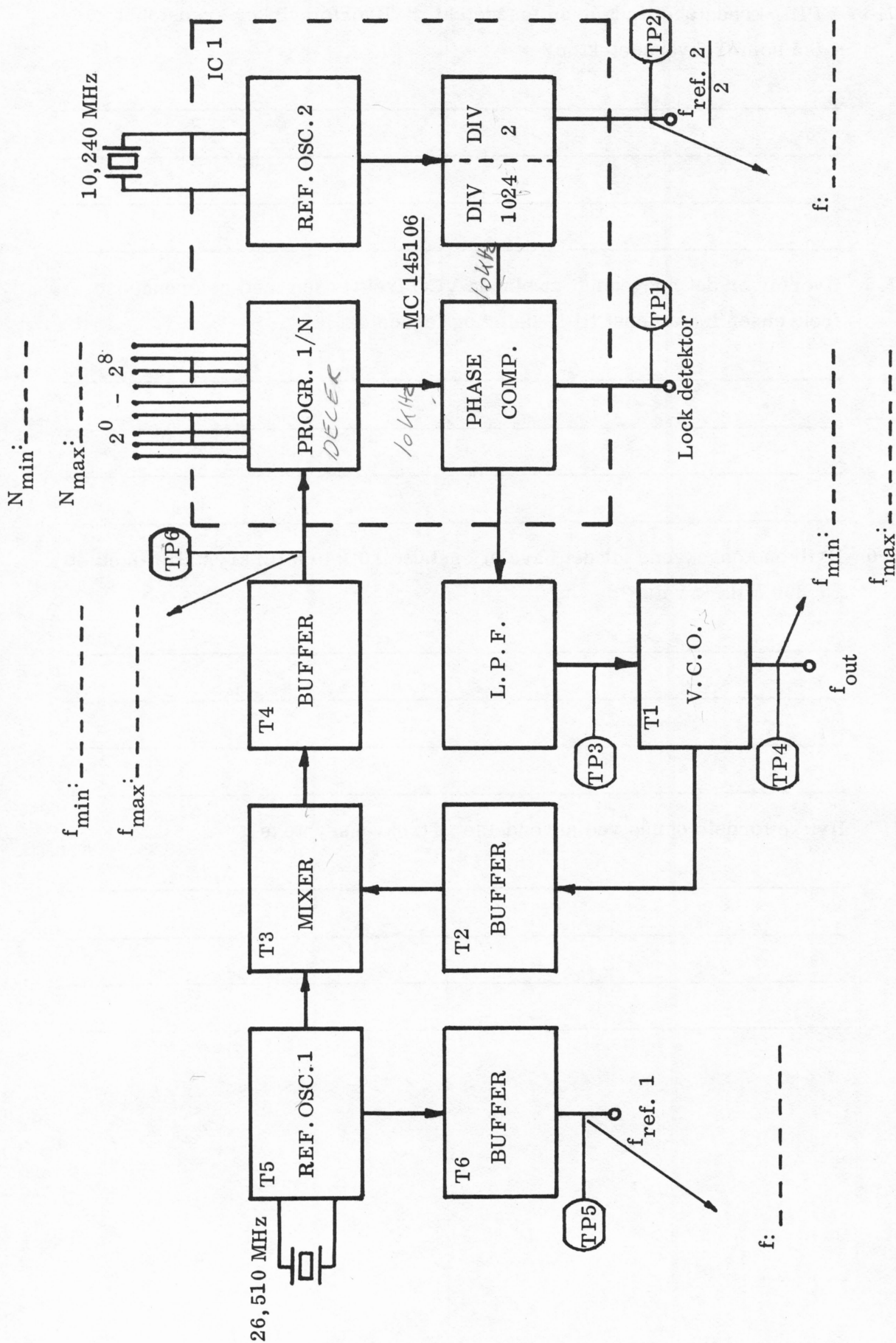
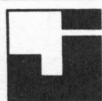
- 7.6 Hvilken konsekvens vil det have at erstatte 10,240 MHz krystallet med et 15,360 MHz krystal?

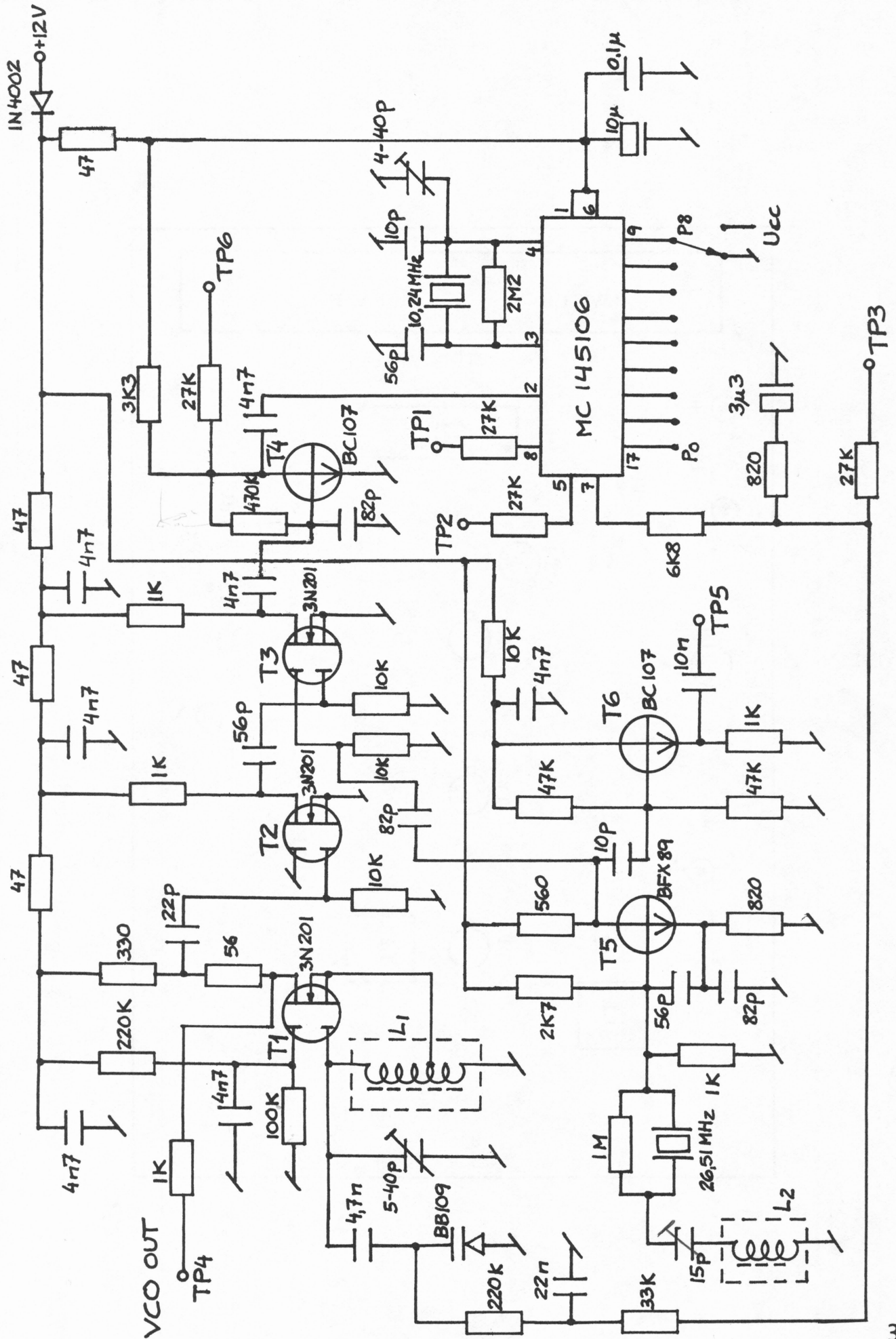
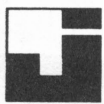
~~N = VI~~ N VIL BLIVE
MINDRE. KANALAFSTANDEN VIL
BLIVE STØRRE

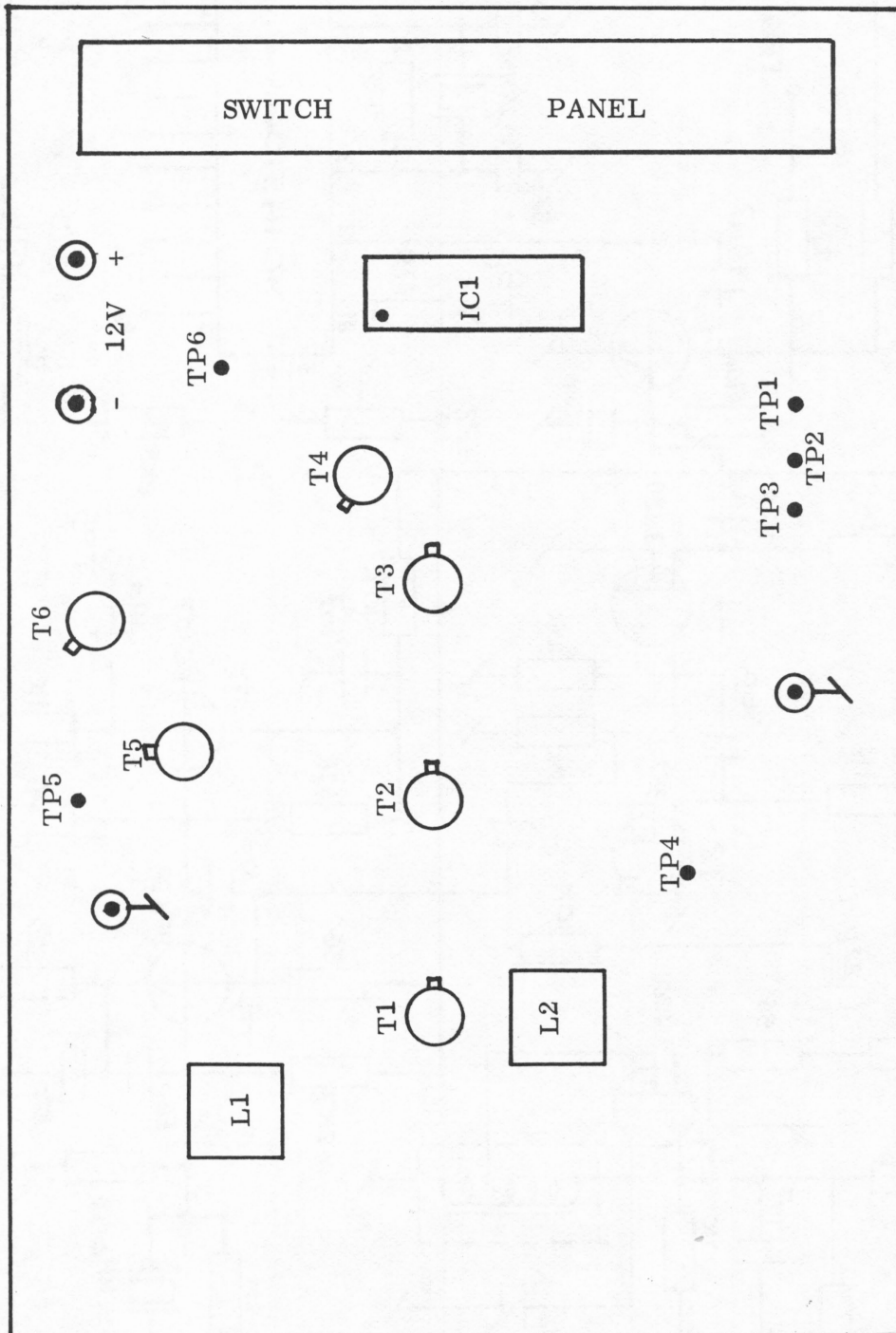
- 7.7 Hvilke fordele opnås ved anvendelse af frekvenssyntese?

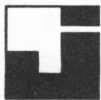
FLERE KANALER
FÆRRE KRYSTALLER
VED 2 KRYSTALLER FLERE KANALER

ÆLLERS 1 KRYSTAL VED HVER KANAL







**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 2^{10} or 2^{11} 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 2^9 (MC145106/5109/5112) or 2^8 (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 2^9
- On-Chip Pull Down Resistors on Programmable Divider Inputs
- Selectable Reference Divider, 2^{10} or 2^{11}

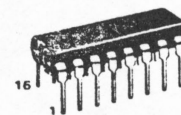
MAXIMUM RATINGS (Voltages referenced to V_{SS})

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	mA _{dc}
Operating Temperature Range	T_A	-40 to +85	°C
Storage Temperature Range	T_{stg}	-65 to +150	°C

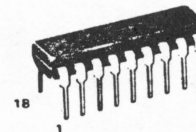
MC145104
MC145106
MC145107
MC145109
MC145112

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

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 $V_{SS} < (V_{in} \text{ or } V_{out}) < V_{DD}$.

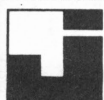


MC145104 thru MC145112

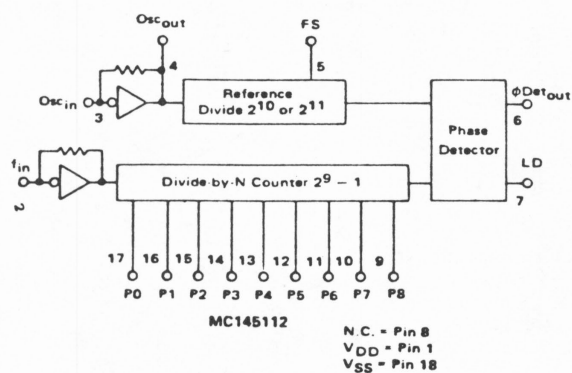
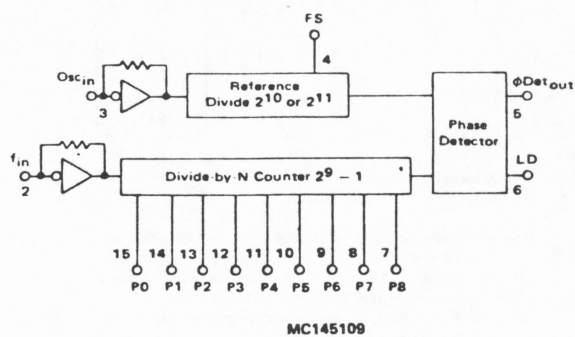
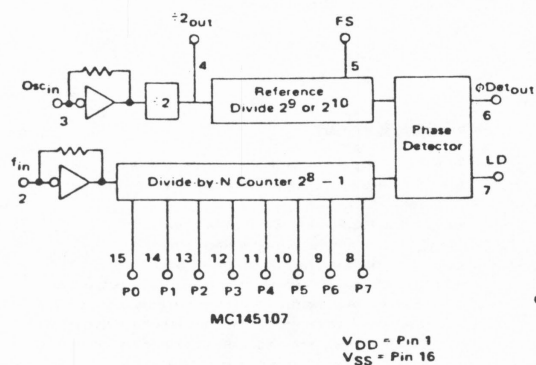
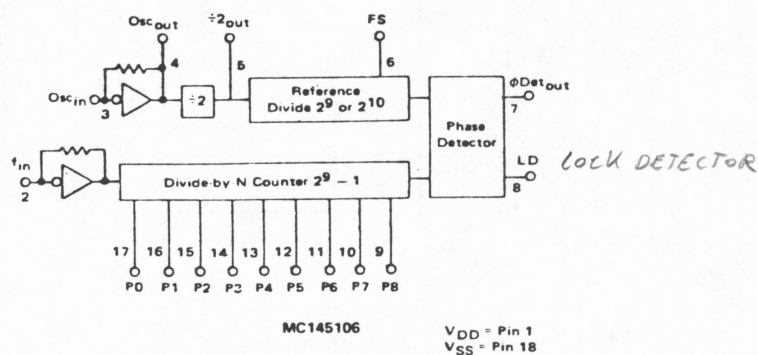
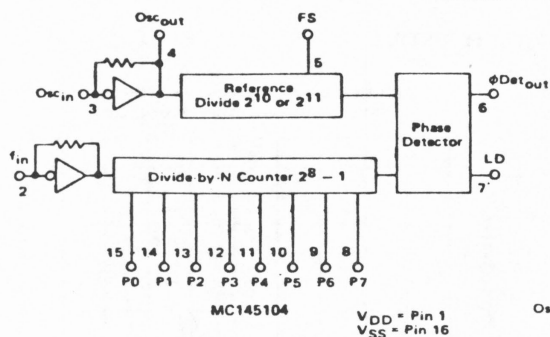
RECOMMENDED OPERATION: DC Supply Voltage 4.5 to 12 Vdc

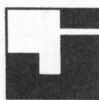
ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ$ unless otherwise stated.)

Characteristic	Symbol	VDD Vdc	All Types			Unit
			Min	Typ	Max	
Supply Current	I_D	5.0 10 12	— — —	6 20 28	10 35 50	mAdc
Input Voltage "0" Level	V_{IL}	5.0 10 12	— — —	— — —	1.5 3.0 3.6	Vdc
	V_{IH}	5.0 10 12	3.5 7.0 8.4	— — —	— — —	Vdc
Input Current (FS) (Pull-up Resistor) (P0 to P8) (FS) (P0 to P8) (Pull-down Resistor) (Osc_{in}, f_{in}) (Osc_{in}, f_{in})	I_{in}	5.0 10 12	—5.0 —15 —20	—20 —60 —80	—50 —150 —200	μ Adc
		5.0 10 12	— — —	— — —	—0.3 —0.3 —0.3	
		5.0 10 12	— — —	— — —	0.3 0.3 0.3	μ Adc
		5.0 10 12	7.5 22.5 30	30 90 120	75 225 300	
		5.0 10 12	—2.0 —6.0 —9.0	—6.0 —25 —37	—15 —62 —92	μ Adc
		5.0 10 12	2.0 6.0 9.0	6.0 25 37	15 62 92	
	I_{OH}	5.0 10 12	—0.7 —1.1 —1.5	—1.4 —2.2 —3.0	— — —	mAdc
	I_{OL}	5.0 10 12	0.9 1.4 2.0	1.8 2.8 4.0	— — —	mAdc
	—	— —	1.0 1.5	0.2 0.3	— —	Vp-p Sine
	R_{in}	5.0 10 12	— — —	1.0 0.5 —	— — —	M Ω
	C_{in}	—	—	6.0	—	pF
	I_{TL}	5.0 10 12	— — —	— — —	1.0 1.0 1.0	μ Adc
	f_{in}	4.5 12	4.0 4.0	— —	— —	MHz
	Osc_{in}	4.5 12	10.24 10.24	— —	— —	MHz

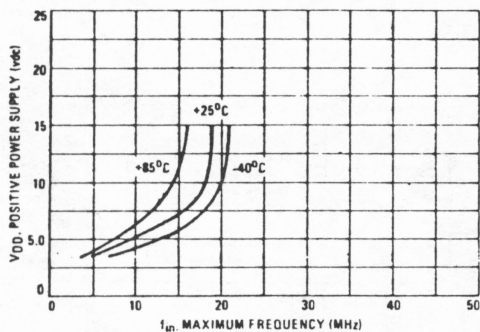
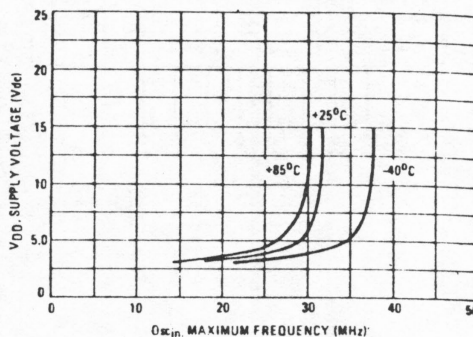


BLOCK DIAGRAMS





TYPICAL CHARACTERISTICS

FIGURE 1 – MAXIMUM DIVIDER INPUT
FREQUENCY versus SUPPLY VOLTAGEFIGURE 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) 3 }
0	0	0	0	0	0	0	0	1	
0	0	0	0	0	0	0	1	0	
0	0	0	0	0	0	0	1	1	3
0	0	0	0	0	0	1	0	0	4
.
.
.
0	1	1	1	1	1	1	1	1	255
.
.
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

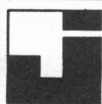
LD – Lock detector, low when out of lock

ϕDet_{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.

$\div 2_{out}$ – 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.

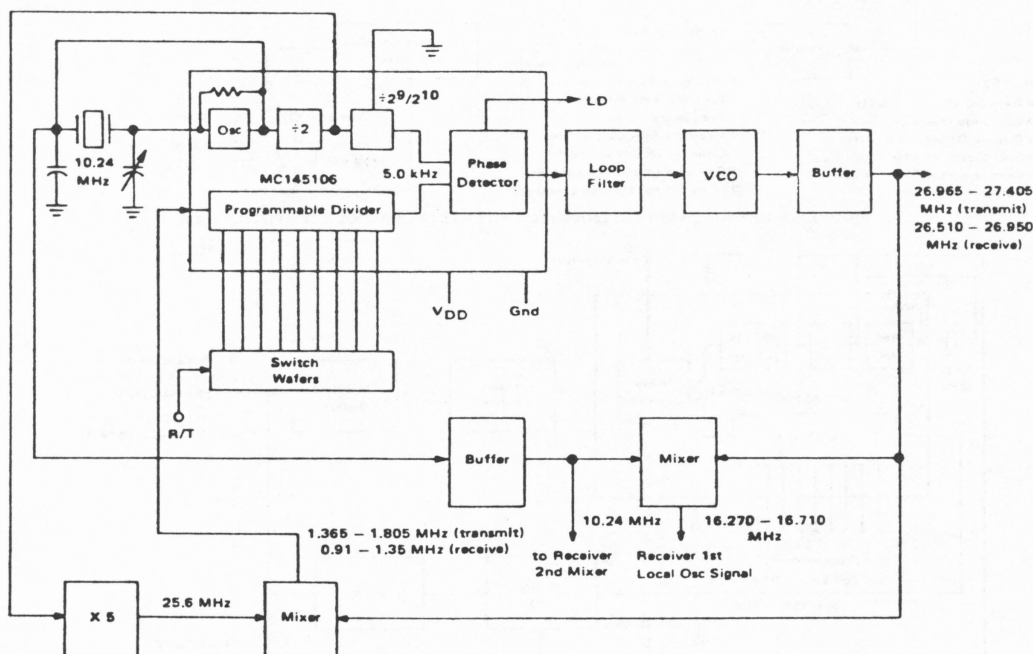
In addition to applications in CB radios, the MC145104-12 ICs can be used as a synthesizer for several other systems. Various frequency spectrums can be achieved through the use of proper offset, prescaling and loop programming techniques. In general, 300-400 channels can be synthesized using a single 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.



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

NÅR MAN ÆNDRE EN
INDUKTION I ET MAGNETFELT
FÅR MAN EN SPÆNDING

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

ANTAL AF VINDNINGER
+ KERNE MATERIALE

3. Hvilken måleenhed anvendes for selvinduktion?

[H] HENRY

4. Hvordan er måleenheden for selvinduktion defineret?

HVIS MAN PÅ 1 SEK
KAN OPBYGGE EN
STRØM PÅ 1 AMP + 1 V

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

SÅ HAR MAN 7 H (HENR)
DEN BLIVER 3² GANGE STØRRE

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

VED STOR FREKVENNS STØRRE
MOD

7. Hvad forstås ved en spoles reaktans?

I JÆVNSTRØM ER MODSTANDEN LIG
VEKSELSTRØMSMODSTAND

8. Hvilken måleenhed anvendes for en spoles reaktans?

OHM

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

2 π · f · L

DEN BLIVER MINDRE

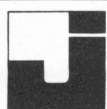
10. Hvad sker der med en spoles reaktans, hvis frekvensen falder?

DEN BLIVER MINDRE

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

SPÆNDING 90° FASEFØR
T FØR STRØM

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



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

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

$$314,2 \Omega$$

2. Hvilken reaktans har en spole på 600 μH ved 500 kHz?

$$1,89 \text{ k}\Omega$$

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

$$2\pi \cdot f \cdot L = 5,03 \text{ k}\Omega$$

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

$$\frac{2\pi}{1250}$$

$$1250 \cdot 2\pi \cdot 50 = 3,98 \text{ H}$$

Beregn selvinduktionen.

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

$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L \approx 1,8 \text{ k} = 2\pi \cdot 450 \text{ k} \cdot L$$

$$L = \frac{X_L}{2\pi \cdot f} = 636 \mu\text{H}$$

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



$$25 \mu\text{H}$$

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

$$\frac{2 \text{ k}}{2\pi \cdot 2,5 \text{ H}} = f$$



$$127 \text{ Hz}$$

8. En spole med en selvinduktion på 300 μH har en reaktans på 800 Ω .

$$424 \text{ kHz}$$

Beregn frekvensen.

9. En spole tilsluttes en spænding på 8 V/1 kHz.

$$\frac{8 \text{ V}}{16 \text{ mA}} = 500 \Omega$$

Ved en strømmåling findes, at strømmen gennem spolen er 16 mA.

Hvor stor er spolens selvinduktion?

$$\frac{500 \Omega}{2\pi \cdot 1 \text{ kHz}} = 79,6 \text{ mH}$$



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

Hvor stor bliver den resulterende selvinduktion?

500 μH

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

Beregn den resulterende selvinduktion.

60 mH

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

375 μH

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

Beregn den totale selvinduktion.

294 mH

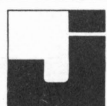
5. To spoler på henholdsvis 450 mH og $0,6 \text{ H}$ parallelforbindes.

Beregn den resulterende selvinduktion.

257 mH

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

150 μH



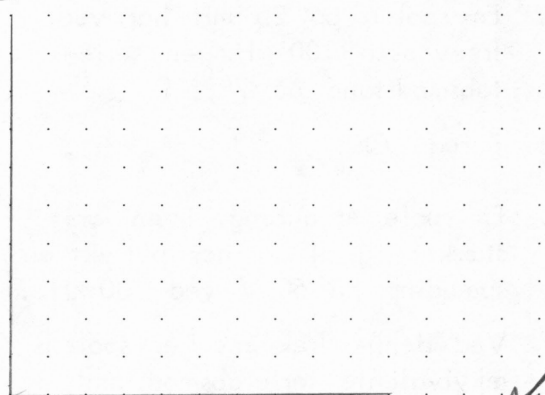
1. Tegn et koordinatsystem, som viser Z_L 's afhængighed af frekvensen fra 0 Hz til 20 kHz, når:

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

$$Q = 10 \text{ ved } 5 \text{ kHz}$$

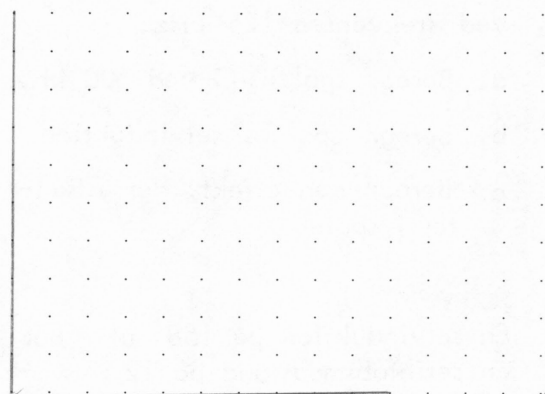
$$r = 19,8 \Omega \text{ ved } 5 \text{ kHz}$$

$$20 \text{ kHz} = 800 \Omega$$

 Z_L 

✓

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



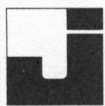
✓

3. Vil Q blive ved med at stige?

Begrund svaret.

NEJ FORDI

MATERIALERNE SPILLER
IND VED HØJ FREKVEN



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

Beregn Q.

$$Q = 200$$

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 50 Ω .

Dens reaktans er 4 k Ω , men ved frekvensen 125 kHz.

- a. Beregn spolens Q ved 500 kHz
b. Beregn spolens selvinduktion
c. Beregn den effekt, der afsættes i spolen

$$Q =$$

$$L =$$

$$P = I^2 \cdot R = 3,1 \text{ mA}^2 \cdot 50 =$$

KUN AFSAT EFFERT I 50 Ω

$$I = \frac{50 \text{ V}}{16 \text{ k}\Omega}$$

6. En selvinduktion på 158 μH har en serietabsmodstand på 12 Ω .

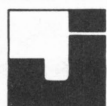
Ved hvilken frekvens har spolen et Q på 83?

$$f = 1 \text{ MHz}$$

7. Hvilket Q har en RL seriekreds ved overgangsfrekvensen?

$$Q = 1$$

$$\frac{X_L}{R} \quad X_L = R$$



1. Hvad er bestemmende for en spoles selvinduktion?

ANTAL VINDNINGER +
SPOLENS MATERIALE

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? EN TRÅD MED MANGE KØRE
c. Forsølvet tråd?

NET TRANSFORMATORE
A = LF SPOLE

B = HF MED MANGE VIND

C = VED UHF

STOR OVERFLAD

3. Hvad forstås der ved en sektionviklet spole?

EN SPOLE ER VIKLET I

FLERE SEKTIONER DAMPER Q'S

4. Hvad forstås der ved en krydsviklet spole?

DET ER EN SPOLE DER
ER VIKLET PÅ KRYDS I
HVER SIN SEKTION

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

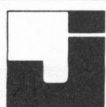
FOR AT REDUCERE
EGENKAPACITETEN

6. Hvad forstås der ved en HF drossel?

DET ER EN LILLE
SPOLE SOM SPÆRRER
FOR HF MEN LEDER FOR
DC

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

FOR AT FÅ EN
SELVINDUKTION



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 materials 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?

DET ER KONDENSATOREN.
STØRRELSE

FARAD [F]

STØRRE KAPACITET

MINORE KAPACITET

EVNEN TIL AT LEDE

DET ER KONDENSATORENS
VEKSELSTRØMSMODSTAND

Ω OHM

DEN FALDER

DEN FALDER

NÅR SPÆNDNING OG
STRØM IKKE ÆNDRES

SAMTIDIG

90° FASEFORSKYD
STRØM 90° FOR SPÆNDNING

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



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

$$\frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} = 3,18 \text{ k}\Omega$$

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

$$676 \Omega$$

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

$$318,3 \Omega$$

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

$$1,01 \mu\text{F}$$

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

$$196 \text{ pF}$$

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

Beregn kapaciteten.

$$1,59 \text{ mF}$$

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

$$79,58 \text{ Hz}$$

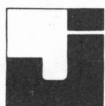
8. En kondensator på $3,3 \text{ nF}$ måles ved en bestemt frekvens til at have en reaktans på $12 \text{ k}\Omega$.

Beregn målefrekvensen.

$$4,02 \text{ kHz}$$

9. Ved hvilken frekvens har en kondensator på $6,0 \text{ nF}$ en reaktans på $484 \text{ k}\Omega$?

$$49,8 \text{ Hz}$$



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

Hvor stor bliver den resulterende kapacitet?

50 pF

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

Beregn den resulterende kapacitet

~~680 pF~~ 404 pF

3. Tre ens kondensatorer serieforbindes.

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

3,6 nF

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

97,1 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?

264 pF

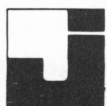
6. To kondensatorer på henholdsvis 47 nF og 0,88 μ F parallelforbindes.

Beregn den resulterende kapacitet.

~~880 pF~~ 929 nF

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

330 pF



1. Beskriv kort den principielle opbygning af en kondensator.

EN KONDENSATOR BESTÅR
AF 2 PARALLELLE
METALPLADER MED
ISOLERENDE DIELEKTRI-
KUM IMELLEM

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

Hvorfor har de fået disse navne?

DET ER HVAD DE
ER ISOLEREDE MED
ELL MED OPBYGNING

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

PGA, OXYDLAGET HAR
EN HØJ DIELEKTRICITETS-
KONSTANT, SOM SAMMEN MED
MIKROSKOPISKE TYKKELSE ($0,1 \mu m$)
GIVER STOR KAPACITET

4. En elektrolytkondensator skal altid poles rigtigt.

Hvad kaldes de elektrolytkondensatorer, der kun anvendes til AC?

BIPOLAR ELEKTROLYT-
KONDENSATOR

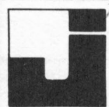
5. Hvilke fordele har tantalkondensatoren i forhold til en "normal" elektrolytkondensator?

LILLE LÆKSTRØM
LILLE FYSISK

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

Hvorfor kan de ikke anvendes ved HF?

PGA STOR
EGENINDUKTANS
VIRKER SOM SPOLE
VED HØJE FREKVENSER



7. Hvad består isolationsmaterialet af i en kunstfoliekondensator?

ISOLERET MED KUNST
FOLIE

8. Hvad består isolationsmaterialet af i en papirkondensator?

PAPIR

9. Hvad består isolationsmaterialet af i en keramisk kondensator?

KERAMISK MATERIALE

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

9
PGA DE SMÅ TAB

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

✓ 7-8-9

12. Hvilke særlige egenskaber har en glimmerkondensator?

LILLE SEKVINDUKTION
INGEN ØVRE GRÆNSE
FREKVENNS

13. Hvad forstås der ved en gennemføringskondensator?

LEDE FOR DC
OG SPÆRRE FOR HF



14. Til hvilket formål er en gennemføringskondensator særlig velegnet?



SE 13

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

KERAMIK, GLIMMER
PLAST

16. Beskriv den principielle opbygning af en drejekondensator.



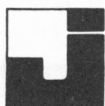
BESTÅR AF 2 PLADESÆT
Hvor ^{ENE} DET PLADESÆT KAN
DREJES IND I DET ANDET
VED HJÆLP AF EN AKSEL

17. Hvilke isolationsmaterialer anvendes der i drejekondensatorer?

GLIMMER, PLAST

18. Hvad forstås der ved en flergangs-drejekondensator?

HVIS DER ER MONTERET
FLERE DREJEKONDESATOR
ERE I EN



1. Beskriv kapacitetsdiodens principielle virkemåde.

NÅR EN HALVLEDERDIODE
UDSÆTTES FOR EN SPÆNDNING

2. I hvilken retning (led- eller spærreretning) skal en kapacitetsdiode forspændes?

SPÆRRERETNINGEN TRÆNGES DE 2 SÆT
LADNINGSBÆRERE UD I HVER SIN ENDE
SPÆRRERETNINGEN

3. Til hvilke formål anvendes der kapacitetsdioder?

HF OG OSCILLATORAFSTEM-
NING (AFC) I FM
VHF UHF TUNERE

4. Hvilke ΔC værdier er "normale" for kapacitetsdioder?

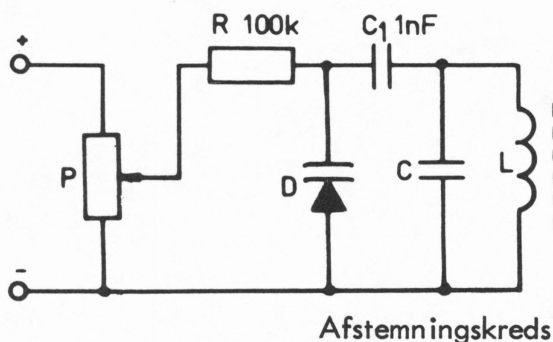
5-20 PF
5-300 PF

5. Hvilke spændingsvariationer forekommer der i forbindelse med kapacitetsdioder?

300mV - 30 V

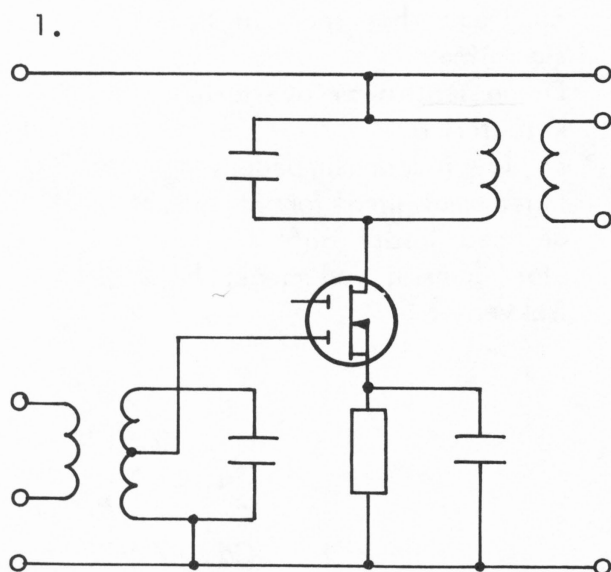
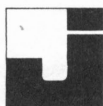
6. a. Hvilken funktion har modstanden R?
b. Hvilken funktion har kondensatoren C_1 ?

A FORMINDRE AT DEN HØJFREKV
SOM KAPACITETSDIODEN SKAL
BEHANDLE KORTSLUTTES
IGENNEM SPÆNDINGSKILDE



B)

SPÆRRER FOR DC -
SPÆNDNING SÅ
SPOLEN IKKE KORTSLUTTES



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.:

STEL

0 V ☐
-3 V ☒
+12 V ☐
+2 V ☒
-10 V ☐

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

AUTOMATIC GAIN CONTROL

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 spændingsfor- ☐
stærkning

En næsten lineær overførings- ☒
karakteristik

En lav indgangsimpedans ☐

Ingen mulighed for at arbej- ☐
de med jordet gate

Stor egenstøj ved meget høje ☐
frekvenser

5. Spændingens middelværdi på gate 1 er i forhold til source normalt:

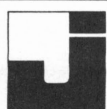
Ca. 0 V ☒

Ca. 1 V ☐

Ca. +7 V ☐

Ca. -7 V ☐

Ca. -1 V ☒ TIT



1. Beregn resonansfrekvensen, når:

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

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

$$f_r = 503,3 \text{ kHz}$$

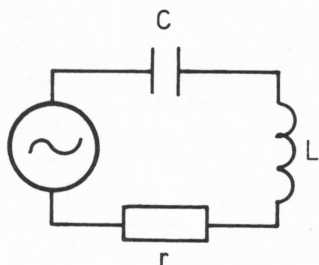
2. Beregn resonansfrekvensen, når:

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

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

$$r = 30 \Omega$$

$$f_r = 399 \text{ kHz}$$



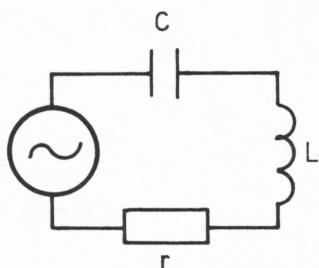
3. Beregn resonansfrekvensen, når:

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

$$C = 40 \text{ nF}$$

$$r = 10 \Omega$$

$$f_r = 107 \text{ kHz}$$

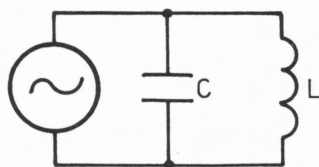


4. Beregn resonansfrekvensen, når:

$$L = 100 \text{ mH}$$

$$C = 33 \text{ nF}$$

$$f_r = 2,77 \text{ kHz}$$

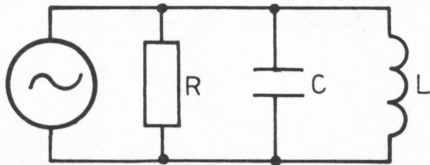




5. Beregn resonansfrekvensen, når:

$$\begin{aligned}L &= 1 \text{ mH} \\C &= 1 \text{ nF} \\R &= 50 \text{ k}\Omega\end{aligned}$$

$$f_r = 159, \text{ kHz}$$



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

$$\text{HALVERES} \\ 79,58 \text{ kHz}$$

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

$$3 \text{ GANGE STØRRE} \\ 477,5 \text{ kHz}$$

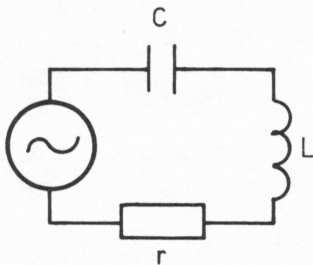
8. Resonansfrekvensen i en svingningskreds ønskes ændret til det dobbelte.

Hvor meget skal C ændres?

$$250 \text{ pF} \\ 4 \text{ GANGE MINDRE}$$

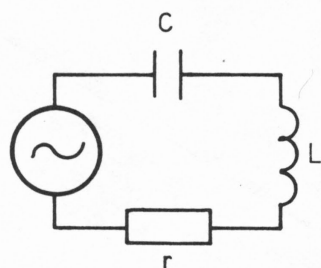
9. Ved resonans optræder kredsen

Induktivt ☐
Kapacitivt ☐
Ohmsk ☒





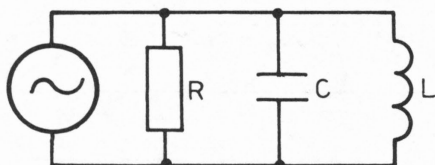
10. Ved 150 kHz optræder kredsen



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

Induktivt ☒
Kapacitivt ☐
Ohmsk ☐

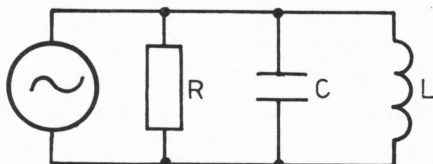
11. Ved 500 kHz optræder kredsen



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

Induktivt ☐
Kapacitivt ☒
Ohmsk ☐

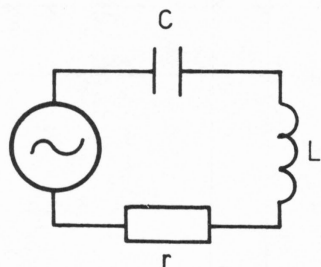
12. Ved 10,7 MHz optræder kredsen



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

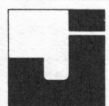
Induktivt ☐
Kapacitivt ☐
Ohmsk ☒

13. Ved 400 kHz optræder kredsen

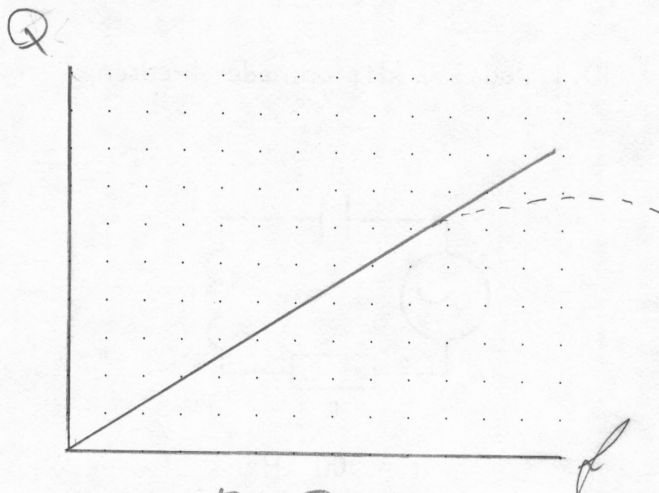


$$f_r = 450 \text{ kHz}$$

Induktivt ☐
Kapacitivt ☒
Ohmsk ☐



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



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

$$Z_{res} = R = r + Q \cdot X_L$$

$$R = \left(\left(\frac{X_L}{r} \right)^2 + 1 \right) \cdot r$$

$$r = \frac{X_L^2}{r} + r$$

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

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

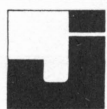
17. Hvad forstås der ved båndbredde?

DET ER FORSKELLEN
I MELLEMLIG DE 2 - 3dB
PUNKTER

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

Find båndbredden.

$$b = 2.4 \text{ MHz}$$



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

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

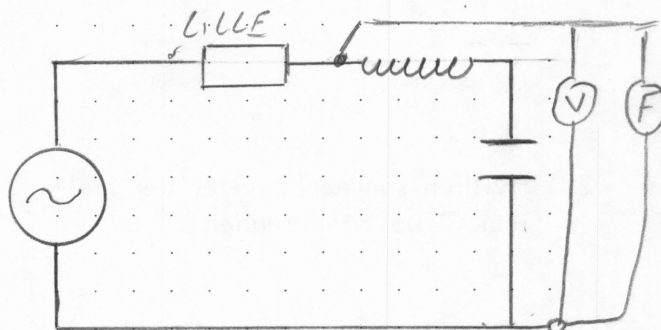
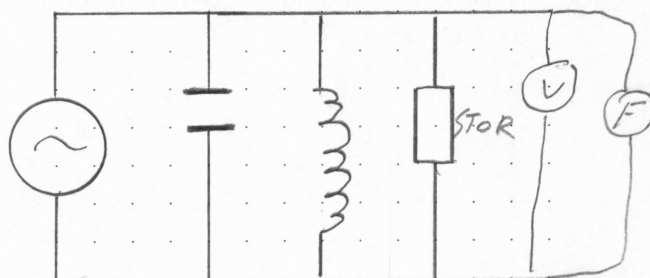
Hvor meget ændres opstillingens båndbredde?

6 FOLDLES & HALVERES

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

$Q = 50$

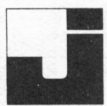
21. Tegn en måleopstilling til måling af båndbredde på en seriekreds og en parallelkreds.



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

Hvad er resonansfrekvensen?

$f_r = 1,41 \text{ MHz}$



23. Hvor stort er Q 'et i kredsen i $\frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} = X_C$ $Q = \frac{X_C}{r} = 112,89 = Q$
opgave 22?

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

Hvad er resonansfrekvensen? $X_L = 500$ $f_r = 795,7 \text{ kHz}$

25. Hvor stort er Q 'et i kredsen i op-
gave 24? $Q = \frac{50 \text{ k}\Omega}{500} = 100$

26. Hvorledes afhænger godheden Q
af frekvensen?

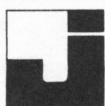
MINDRE FREKVENNS
STØRRE Q

27. En parallelkreds optræder induk-
tivt ved

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

28. Hvilken sammenhæng er der mel-
lem Q og båndbredden?

STØRRE b MINDRE Q



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

Kredsen har resonans på 159 MHz .

Beregn afstemningskapaciteten.

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

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

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

Beregn L .

$$L = 53,1 \mu\text{H}$$

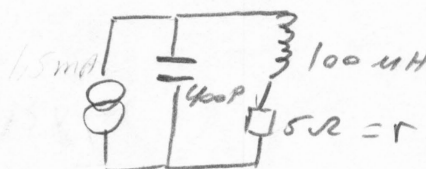
3. I en parallelsvingningskreds indgår 20 pF og $1,4 \mu\text{H}$.

Beregn resonansfrekvensen.

$$f_r = 30 \text{ MHz}$$

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.



$$X_L = 500 \Omega$$

Beregn resonansfrekvensen

$$f_r = 795,8 \text{ kHz}$$

Beregn Q

$$Q = 100$$

Beregn R

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

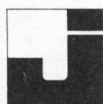
Beregn i_C

Den effekt kredsen aftager fra generatoren

$$Q = \frac{1}{10}$$

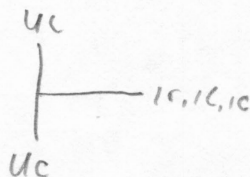
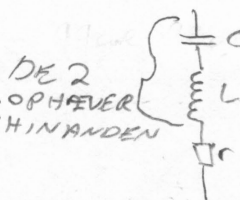
$$i_C = Q \times I = 150 \text{ mA} = \frac{75}{500}$$

$$P = 75 \text{ V} \times 1,5 \text{ mA} = 112,5 \text{ mW}$$



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 Beregn i_C Beregn i_r Beregn u_C Beregn u_L Beregn u_r Beregn P_L Beregn P_C Beregn P_r 

$$f_{\text{res}} = 998 \text{ kHz}$$

$$X_L = 990 \Omega$$

$$X_C = 990 \Omega$$

$$Q = \frac{X_L}{r} = 82,5$$

$$R = 81,74 \Omega$$

$$\frac{48\text{V}}{12\Omega} i_L = 244 \mu\text{A}$$

$$\text{kun } 48\text{V over } r \quad i_C = 244 \mu\text{A}$$

$$i_r = 4245 \mu\text{A}$$

$$u_C = 3960 \text{ V}$$

$$u_L = 3960 \text{ V}$$

$$u_r = 48 \text{ V}$$

$$P_L = 0 \text{ W}$$

$$P_C = 0 \text{ W}$$

$$P_r = 192 \text{ W}$$

$$d = 10000 \text{ gg}$$

$$d = 80 \text{ dB} \quad \text{dB}$$

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

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

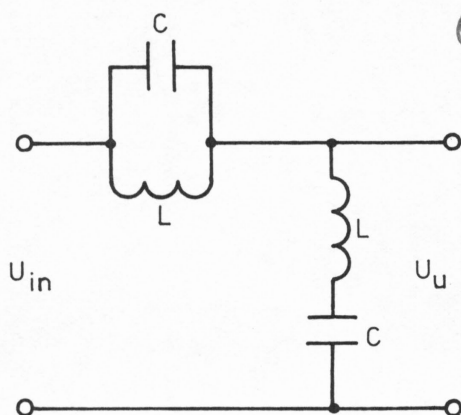
$$Q = 100$$

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

$$R = Q \times X_C = 100 \times 198,9 \Omega = 19,9 \text{ k}\Omega$$

$$R = 19,9 \text{ k}\Omega$$

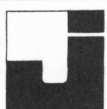
$$r = \frac{X_C}{Q} = 2 \Omega$$



$$\text{gg} = \text{dB}$$

$$\text{dB} = \text{TAL} \log \times 20$$

$$\text{gg} = \frac{\text{dB}}{20} \text{ INV LOG}$$



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 $I_r = \frac{U_{gen}}{r} = \frac{10V}{35,4\Omega} = 283mA$ ved 9 kHz.

Beregn spolens størrelse.

Beregn strømmen gennem serieresonanskredsen.

Beregn spændingen over spolen, kondensatoren og tabsmodstanden.

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

$$X_C = 3,54 k\Omega$$

$$X_C = X_L$$

$$r = \frac{X_L}{Q} = \frac{3,54 k\Omega}{100} = 35,4\Omega$$

$$I_r = \frac{U_{gen}}{r} = \frac{10V}{35,4\Omega} = 283mA$$

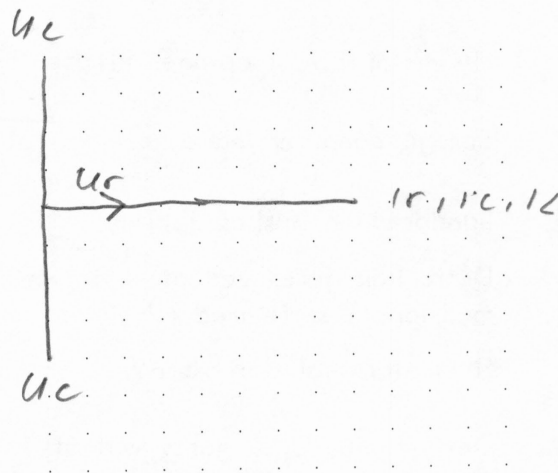
$$L = 62,5 mH$$

$$i = 283mA$$

$$U_L = 1 kV = Q \times U_g = X_C \times I$$

$$U_C = 1 kV = Q \times U_g = X_C \times I$$

$$U_r = 10 V$$





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 andrager 48 V .

Beregn f_{res}

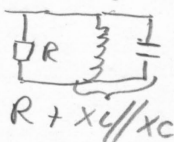
Beregn Q

Beregn R_p ved f_{res} $r(Q^2 + 1) = 12(82,6^2 + 1)$

Beregn i_{gen}

Beregn i_L

Beregn i_C



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

$$X_L = 2\pi \cdot f \cdot L = 993 \Omega$$

$$X_L = X_C \quad Q = \frac{X_L}{r} = \frac{993}{12 \Omega} = 82,7$$

$$f_{\text{res}} = 1 \text{ MHz} \approx 998 \text{ kHz}$$

$$Q = 82,6$$

$$R_p = 81,8 \text{ k}\Omega$$

$$i_{\text{gen}} = \frac{U_{\text{gen}}}{R + X_L // X_C} = \frac{48 \text{ V}}{81,8 \text{ k} + 496,5 \Omega} = 583 \mu\text{A}$$

$$i_L = 48 \text{ mA} = \frac{48 \text{ V}}{993 \Omega}$$

$$i_C = 48 \text{ mA} = -11 -$$

Hvor stor effekt optager kredsen?

Beregn båndbredden b .

Båndbredden ønskes dobbelt.

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

Hvor stor skal den være?

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

Hvor stor skal den være?

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

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

Ved hvilken frekvens vil dette være tilfældet?

Hvor stor vil kredsens impedans være?

$$P = 28 \text{ mW} = \frac{U_{\text{gen}}^2}{R + X_L // X_C}$$

$$b = 12,1 \text{ kHz}$$

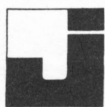
$$r = 12 \Omega$$

$$R = 81,8 \text{ k}\Omega$$

$$i = 0 \text{ A}$$

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

$$Z = Z_{\text{res}} = \frac{U_{\text{gen}}}{I_{\text{gen}}} = \frac{U_{\text{gen}}}{0} = \infty$$



Hvordan vil kredsen virke "udad-til"?

OHMSK

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

$$i = 10 \text{ mA}$$

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

OVER f_{res}

Hvordan vil kredsen nu virke "udadtil"?

KAPACITIV

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

$$i = 10 \text{ mA}$$

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

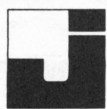
UNDER f_{res}

Hvordan vil kredsen virke "udad-til"?

INDUKTIV

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

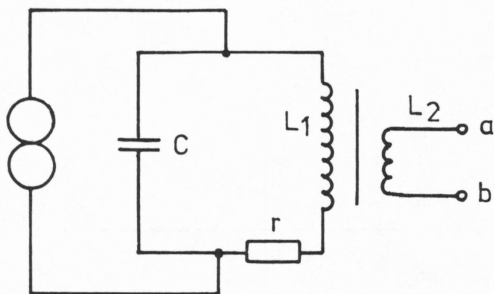
$$i_C = 14 - 16 \text{ mA}$$



1. L_1 og L_2 er viklet på samme kerne.

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

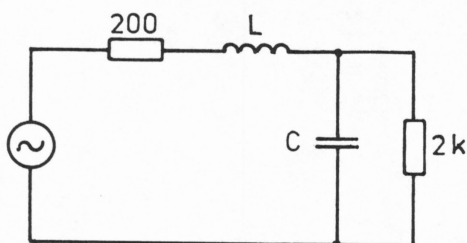
$L_1 = 1.200$ vindinger, $L_2 = 80$ vindinger.



Beregn resonansfrekvensen.

Hvilken modstand kan tilsluttes mellem a og b for impedanstilpasning?

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



Beregn L og C .

Hvor stor er svingningskredsens ubelastede resonansfrekvens?

$$N = 15:1 = 15$$

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

$$R_{\text{KREDS}} = r \cdot (Q^2 + 1)$$

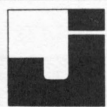
$$f_{\text{res}} = 1,59 \text{ kHz}$$

$$R = 5 \text{ ohms}$$

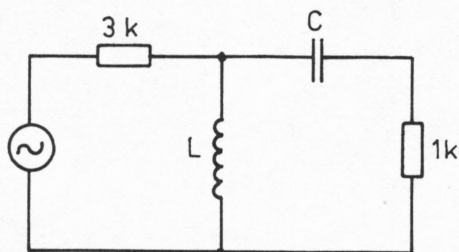
$$L = 1,59 \text{ nH}$$

$$C = 239 \text{ pF}$$

$$f_{\text{res}} = 1 \text{ MHz}$$



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 .

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

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

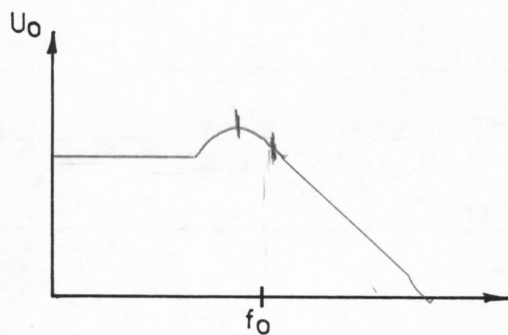
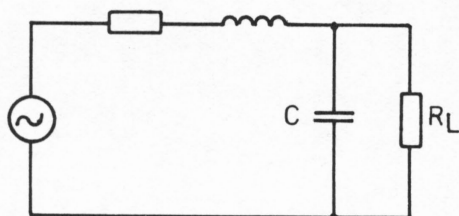
$$f_{\text{res}} = \underline{\hspace{10cm}}$$

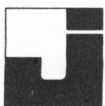
Hvor stor er svingningskredsens ubelastede resonansfrekvens?

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

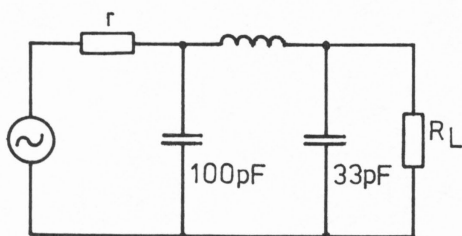
$$\frac{R_L}{X_C} = 1,25$$

ved overgangsfrekvensen.

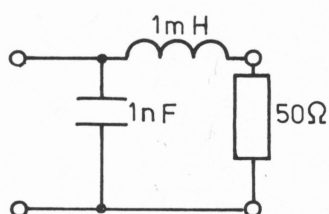




5. Hvor stor er impedansomsætningen i viste π led?

 $m =$ 9,18

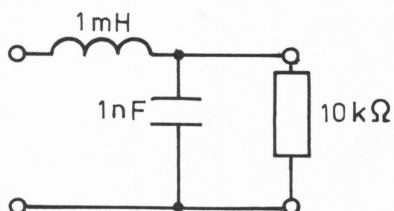
6. Hvad er Z_{in} i viste kredsløb ved resonansfrekvensen?

 $Z_{in} =$ 20 kΩ

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

$$f_{res} = 159 \text{ kHz}$$

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

 $Z_{in} =$ 100 Ω



1. Hvad er et båndfilter ?

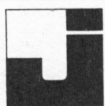
2. Hvad er fordelene ved at anvende et båndfilter fremfor enkeltkredse ?

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

.....

.....

.....

.....

.....

.....

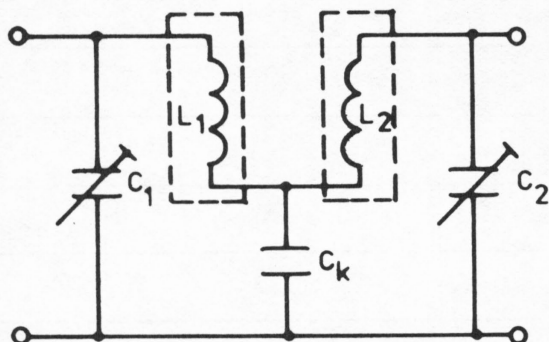
.....

.....

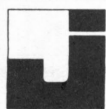
.....

.....

8. Hvad sker der med koblingsgra-
den i det viste filter ved afstem-
ning til en lavere frekvens ?

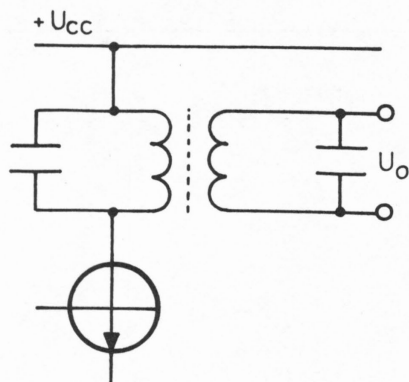


9. Hvilken indflydelse får det på
båndbredden i det viste filter,
hvis C_k 's kapacitet forøges ?



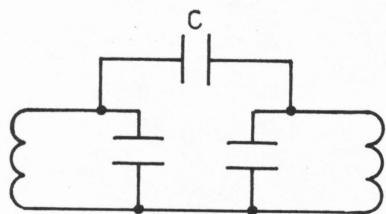
10. De to viste kredse er induktivt koblet sammen.

Tegn kurverne for overkritisk, underkritisk og kritisk kobling.



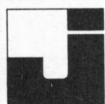
11. Hvis Q' et i de to kredse i opgave 10 er ens, hvilket forhold er der da mellem koblingsgraden og Q ved kritisk kobling?

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

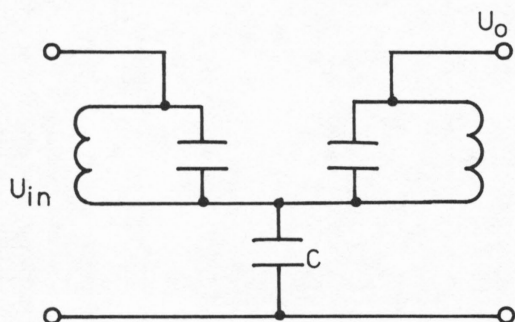


Med flankestejlheden?

Med koblingsgraden?

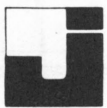


13. Hvis C gøres større i viste kredsløb, hvad sker der da med båndbredden?



Med flankestejligheden?

Med koblingsgraden?



1. Hvad forstås ved en bærebølge ?

2. Tegn et AM moduleret signal

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Hvad forstås ved modulations-
grad ?

4. Beregn bølgelængden for følgen-
de frekvenser:

a. 150 kHz

$\lambda =$ _____

b. 6 MHz

$\lambda =$ _____

c. 40 MHz

$\lambda =$ _____

5. KB området dækker frekvensom-
rådet 6 MHz til 18 MHz.
Hvilket bølgelængdeområde svar-
er det til ?

6. Forklar, hvordan udbredelsesfor-
holdene er for MB området.

7. Hvad forstås ved fading ?

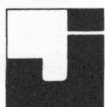
8. På hvilket tidspunkt af døgnet
er fading mest generende ?

9. Hvad forstås ved sidebånd ?

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

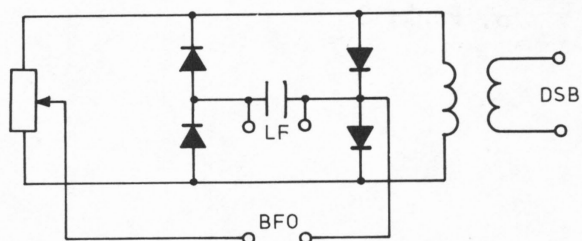




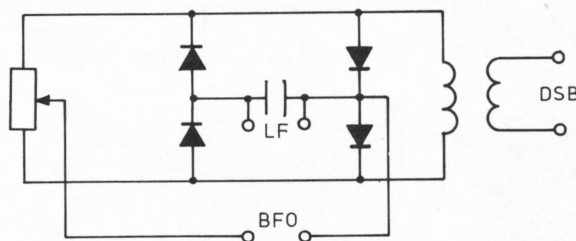


1. Indtegn strømvejene for BFO signalet, når LF signalet mangler.

a. BFO signalet med positiv halvperiode



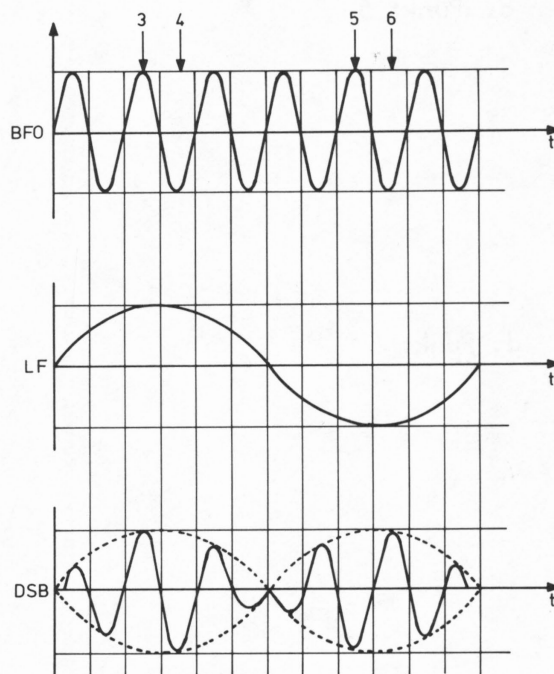
b. BFO signalet med negativ halvperiode

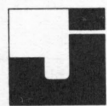


2. Indtegn strømvejene for BFO signalet ved de angivne øjebliksværdier.

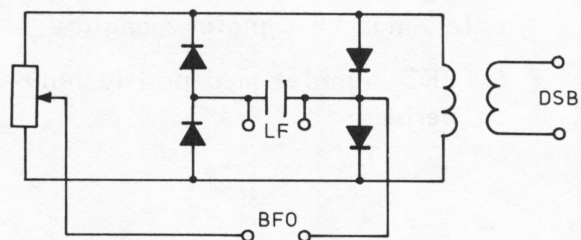
Det forudsættes, at der kun løber strøm i den mest ledende diode, medens de andre dioder er strømløse.

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

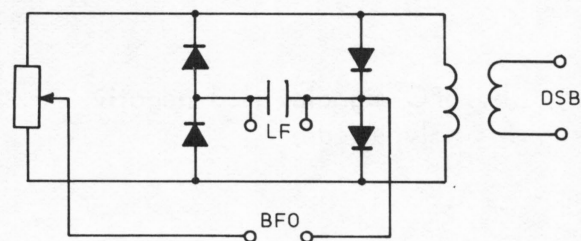




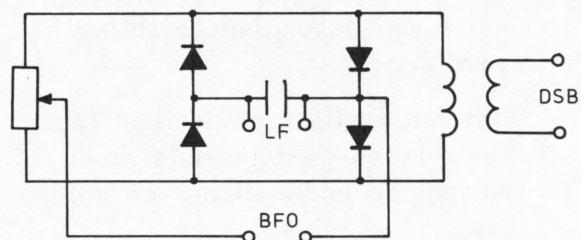
a. Punkt 3



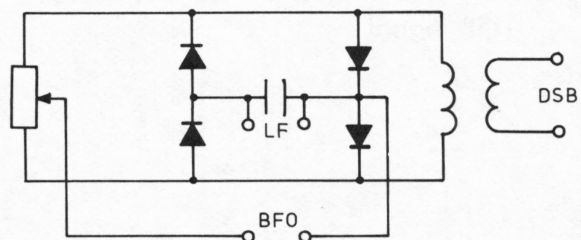
b. Punkt 4

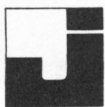


c. Punkt 5



d. Punkt 6





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

Beregn bølgelængden.

$$\lambda = 210 \text{ m}$$

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

Beregn mastens højde.

$$h = 99,75 \text{ m}$$

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

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

$$\frac{\lambda}{2} = 2,10 \text{ m}$$

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?

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad f = \frac{c}{\lambda}$$

$$2,63 \text{ m}$$

4. Hvilken frekvens svarer til bølgelængden på 2 m?

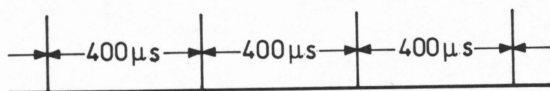
$$f = 150 \text{ MHz}$$

5. En radar arbejder på 3 cm.

Hvilken frekvens er det?

$$10 \text{ GIGA Hz}$$

6. En radar udsender følgende impulstag:



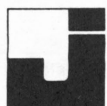
Hvor lang er maksimum rækkevidde til et mål?

$$\frac{300.000 \text{ km}}{400 \text{ μs}} = 120 \text{ km}$$

7. En LB sender har bølgelængden 1.500 m.

Beregn frekvensen.

$$f = 200 \text{ kHz}$$



1. Hvilken impedans har en enkelt halvbølgedipol ?

60 - 70 Ω

2. Hvilken impedans har en foldet halvbølgedipol ?

240 - 300 Ω

3. Hvilken impedans har en enkelt helbølgedipol ?

400 - 600 Ω

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

SE SIDE 165-166

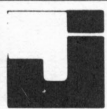


5. Hvad forstås ved en antennes virkeflade ?

DET ER PÅ DEN FLADE
ANTENNE ER I STAND
TIL AT MODTAGE

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

MAN GIVER ANTENNE
EN FORSTÆRKNING PÅ
3 dB OG FORDOBLER
ANTENNENS AFGIVNE
EFFEKT.



7. Hvad forstås ved antennegain ?

ANTENNENS
FORSTÆRKNING 1 dB

8. Hvad forstås ved en antennes
åbningsvinkel ?

VINKLEN IMELLEM DE TO
RETNINGER HVOR FØLSOM-
HEDEN ER FALDET TIL 70% (3dB)
AF DET MAKSIMALE (90%)

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

DEN AFGIVNE EFFEKT
STIGER 3 dB

10. På hvilken måde påvirker hjælpe-
elementer antennes:

a. Impedans

A) FORMINDSKER DIPOLENS IMPEDANS

b. Retningsvirkning *STØRRE*

B) ANTENNENS ÅBNINGSVINKEL

c. Båndbredde

BLIVER MINDRE

d. Forstærkning

C) BÅNDBREDE BLIVER

e. Fremad/bagud-forhold

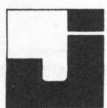
*IKKE LÆNGERE
I SAMME MÅDE*
MINDRE

D) FORSTÆRKNINGEN

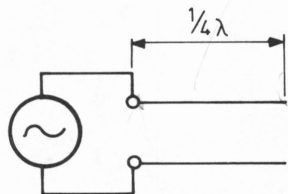
11. Hvad forstås ved antennetilpas-
ning ?

BLIVER STØRRE

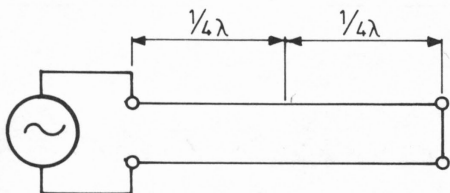
DVS ANTENNEN
SKAL ~~AF~~ BELASTES
AF EN IMPEDANS DER
ER LIG MED DENS
EGEN IMPEDANS.



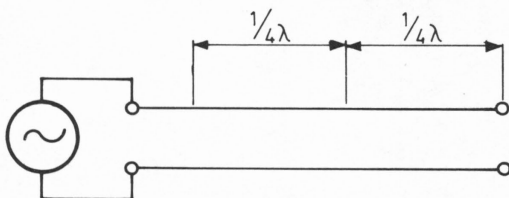
1. Vil generatoren "se" ind i en seriekreds (r) eller i en parallelkreds (R)?



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) =

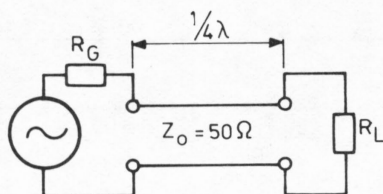
 ∞

SWR (3) =

 ∞

KAPACITIV

5. Besvar følgende for det viste kredsløb:



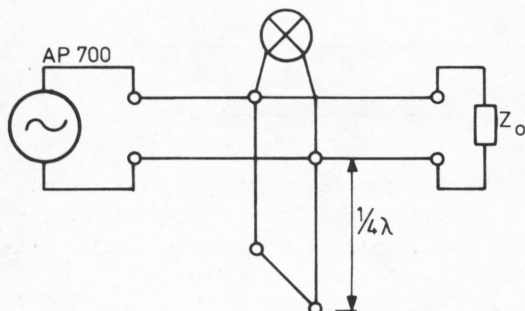
- Hvor stor er SWR, når $R_G = Z_0 = R_L$?
- Hvor stor er SWR, når $R_G = 50 \Omega$ og $R_L = 75 \Omega$?
- Hvor stor skal Z_0 være for impedanstilpasning, når $R_G = 50 \Omega$ og $R_L = 200 \Omega$?

$$SWR = 1$$

$$SWR = 1,5$$

$$Z_0 = \sqrt{200 \Omega \times 50 \Omega} = 100 \Omega$$

6. Vil lampen lyse?



Ja PGA IMPEDANSTILPASNING
DER ER FREMSKIDENE
BOLLER
DER VIL VÆRE SPÆNDNING
PÅ HELE LINIEN

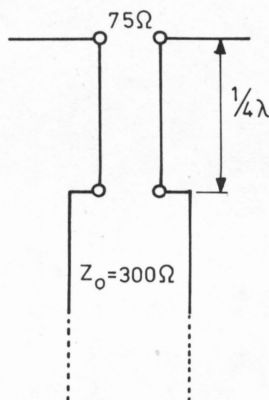
7. Med et reflektionswattmeter er der målt $P_f = 100 \text{ W}$ og $P_r = 20 \text{ W}$ på en sender

Hvor stor er SWR?

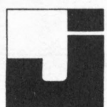
$$SWR = \frac{1 + \sqrt{\frac{P_r}{P_f}}}{1 - \sqrt{\frac{P_r}{P_f}}} = 2,62$$

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

$$Z_0 = 150 \Omega$$



$$Z_0 = \sqrt{Z_{in} \cdot Z_B}$$



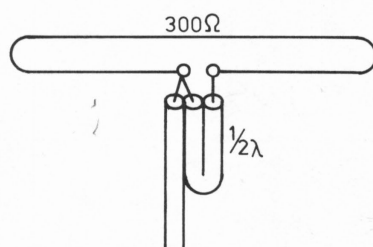
9. Der skal fremstilles en kvartbølgetransformator til 98 MHz med en $Z_0 = 150 \Omega$.

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?



11. Transmissionsliniens karakteristiske impedans er bestemt af:

- Fødeliniens længde ☐
Frekvensen ☐
Fødeliniens dimensioner ☒
Afslutningsmodstanden ☐

$$\frac{300 \Omega}{98 \text{ MHz}} = \lambda = \frac{\lambda}{4} = 0,76$$

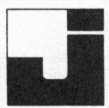
$$0,76 \times 0,95 =$$

$$0,727 \text{ m}$$

$$1,75 \text{ mm}$$

$$150 = 276 \cdot \log \frac{2D}{1 \text{ mm}} \quad \Downarrow$$
$$\frac{150}{276} = \log \frac{2D}{d} = \frac{10 \log \log \cdot d}{2}$$

$$Z_0 = 1,75 \Omega$$



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

$$Z_0 = 657 \Omega$$

$$i = \sqrt{\frac{P}{Z_0}} = \sqrt{\frac{500 \text{ W}}{657 \Omega}} = 761 \text{ mA}$$

$$d = 0,35 \text{ dB}$$

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

Beregn Z_0 .

$$Z_0 = 75 \Omega$$

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

a. Beregn SWR.

$$\text{SWR} = 2$$

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

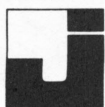
Bestem antennens impedans.

$$Z = 25 \text{ eller } 100 \Omega$$

15. Kan SWR blive mindre end 1?

Ja ☐

Nej ☒



1. Hvilken karakteristisk impedans har et koaksialkabel ?

50 - 75 Ω

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

75 - 300 Ω

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

MÅLES i dB/100m

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

DÆMPNINGEN HALVERES

5. Beskriv, hvordan et kables dæmpning afhænger af frekvensen

DÆMPNINGEN STIGER MED
KVADRATRODEN AF FREKVEN-
SFORHØJDET

6. Hvad forstås ved et kables karakteristiske impedans ?

DET ER DEN BELASTNINGS-
MODSTAND DER IKKE GIVER SWR

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

FYSISKE DIMENSIONER +
DIELEKTRISKE EGENSKABER

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

MINDRE DÆMPNING
LEVER LÆNGERE

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

NÅR DER IKKE ER
IMPEDANS TILPASNING

