

# 第一次习题课

第2章：选频网络与阻抗变换网络

第3章：高频小信号放大器

第4章：高频功率放大器

## P39, 第2.10题

对于收音机的中频放大器，其中心频率 $f_0=465\text{kHz}$ ,  $BW_{0.7}=8\text{kHz}$ , 回路电容 $C=200\text{pF}$ , 试计算回路电感 $L$ 和 $Q_e$ 的值。若电感线圈的  $Q_0=100$ , 问在回路上应并联多大的电阻才能满足要求？

解:  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$  得:  $L = \frac{1}{(2\pi f_0)^2 C} = \frac{25330}{f_0^2 C} = \frac{25330}{0.465^2 \times 200} \approx 585.73(\mu\text{H})$

由  $BW_{0.7} = \frac{f_0}{Q_e}$  得:  $Q_e = \frac{f_0}{BW_{0.7}} = \frac{465}{8} = 58.125$

固有谐振电阻:

$$R_{eo} = Q_0 \frac{1}{\omega_0 C} = \frac{Q_0}{2\pi f_0 C} = \frac{100}{2\pi \times 465 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-10}} \approx 171(\text{k}\Omega)$$

由  $R_{e0} = Q_0 \omega_0 L$  和  $R_\Sigma = Q_e \omega_0 L$

得:  $R_\Sigma = \frac{Q_e}{Q_0} R_{eo} = \frac{58.125}{100} \times 171 = 99.18(\text{k}\Omega)$

因为  $R_\Sigma = R // R_{e0}$

所以  $R = \frac{R_{eo} R_\Sigma}{R_{e0} - R_\Sigma} = \frac{171 \times 99.18}{171 - 99.18} \approx 236.14(\text{k}\Omega)$

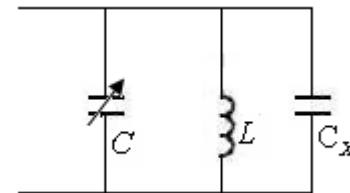
## P39, 第2.11题

有一并联回路在某频段内工作，频段最低频率为535kHz，最高频率1605 kHz。现有两个可变电容器，一个电容器的最小电容量为12pF，最大电容量为100pF；另一个电容器的最小电容量为15pF，最大电容量为450pF。试问：

- 1) 应采用哪一个可变电容器，为什么？
- 2) 回路电感应等于多少？
- 3) 绘出实际的并联回路图。

解: (1)  $\frac{f_{\max}}{f_{\min}} = \sqrt{\frac{C'_{\max}}{C'_{\min}}} = \frac{1605}{535} = 3$  因此:  $\frac{C'_{\max}}{C'_{\min}} = 9$

但是  $\frac{100}{12} < 9$  及  $\frac{450}{15} = 30 > 9$



因此采用  $C_{\max} = 450\text{PF}$ ,  $C_{\min} = 15\text{pF}$  的电容器

因为  $\frac{C_{\max}}{C_{\min}} = 30$  远大于9, 因此还应在可变电容器旁并联一个电容  $C_X$ , 使得  $\sqrt{\frac{C_{\max} + C_X}{C_{\min} + C_X}} = 3$

解得  $C_X \approx 40 \text{ pF}$

(2) 代入最大的电容量450+40 pF, 推导电感量为

$$L = \frac{1}{(2\pi f_{\min})^2 C'_{\max}} = \frac{25330}{f_{\min}^2 C'_{\max}} = \frac{25330}{0.535^2 \times 490} \approx 180(\mu\text{H})$$

## P39, 第2.12题

给定并联谐振回路的 $f_0 = 5\text{MHz}$ ,  $C = 50\text{ pF}$ , 通频带 $BW_{0.7} = 150\text{kHz}$ 。试求电感 $L$ 、品质因数 $Q_0$ 以及对信号源频率为 $5.5\text{MHz}$ 时的失调。又若把 $BW_{0.7}$ 加宽至 $300\text{kHz}$ , 应在回路两端再并联上一个阻值多大的电阻?

解：回路电感值为  $L = \frac{1}{\omega_0^2 C} = \frac{25330}{f_0^2 C} = \frac{25330}{5^2 \times 50} = 20.2 \mu\text{H}$

因为  $BW_{0.7} = \frac{f_0}{Q_0}$  所以  $Q_0 = \frac{f_0}{BW_{0.7}} = \frac{5 \times 10^6}{150 \times 10^3} = 33.3$

对信号源频率为5.5MHz时的失调为

$$\Delta f = f - f_0 = 5.5 - 5 = 0.5(\text{MHz})$$

广义失谐：  $\xi = Q_0 \frac{2\Delta f}{f_0} = 33.3 \times \frac{2 \times 0.5 \times 10^6}{5 \times 10^6} = 6.66$

要使  $2\Delta f_{0.7}$  加宽为300kHz，则  $Q$  值应减半，即

$$Q_e = \frac{1}{2} Q_0 = 16.7$$

设回路的并联谐振电导为  $g_{eo}$ ，则由  $Q_0 = \frac{1}{g_{eo}\omega_0 L}$

$$\text{得: } g_{eo} = \frac{1}{Q_0\omega_0 L} = \frac{1}{33.3 \times 2\pi \times 5 \times 10^6 \times 20.2 \times 10^{-6}} = 47(\mu S)$$

当  $Q$  下降为  $Q_e$  后，回路总的电导为：  $g_\Sigma = \frac{1}{Q_e\omega_0 L}$

所以，需要并联的外接电导为

$$g = g_\Sigma - g_{eo} = \frac{Q_0}{Q_e} g_{eo} - g_{eo} = g_{eo} = 47(\mu H)$$

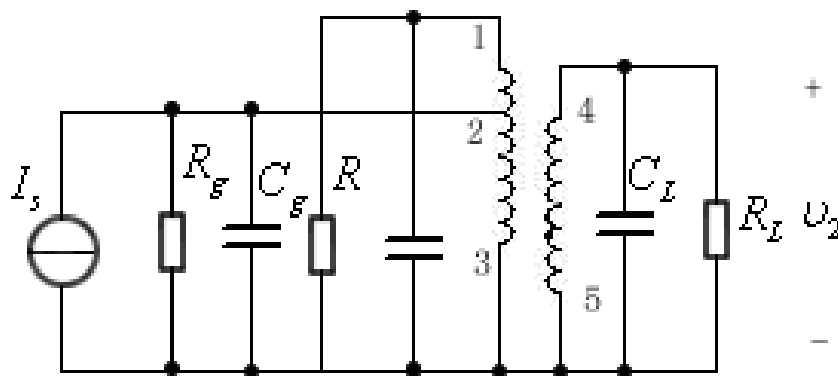
因此，外接的并联电阻为  $R = \frac{1}{g} = 21.3k\Omega$



## P40, 第2.16题

电路如图所示：给定参数为  $f_0 = 30 \text{ MHz}$ ,  $C = 20 \text{ pF}$ ,  $R = 10 \text{ k}\Omega$ ,

$R_g = 2.5 \text{ k}\Omega$ ,  $R_L = 830 \Omega$ ,  $C_g = 9 \text{ pF}$ ,  $C_L = 12 \text{ pF}$ 。线圈  $L_{13}$  的空载品质因数  $Q_0 = 60$ , 线圈匝数为:  $N_{12} = 6$ ,  $N_{23} = 4$ ,  $N_{45} = 3$ , 求  $L_{13}$ 、 $Q_e$ 。



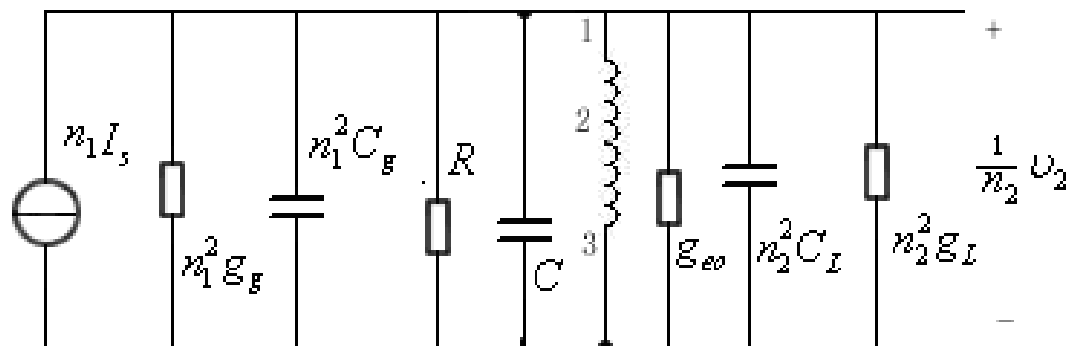
解： 1. 画高频等效电路

$$n_1 = N_{23} / N_{13} = 4/10 = 0.4$$

$$n_2 = N_{45} / N_{13} = 3/10 = 0.3$$

$$g_g = 1/R_g$$

$$g_L = 1/R_L$$



## 2. 求 $L_{13}$

$$\begin{aligned}C_{\Sigma} &= n_1^2 C_g + C + n_2^2 C_L \\&= 0.4^2 \times 9 + 20 + 0.3^2 \times 12 = 22.52(\text{PF})\end{aligned}$$

因为  $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{13}C_{\Sigma}}}$

所以 
$$\begin{aligned}L_{13} &= \frac{1}{(2\pi f_0)^2 C_{\Sigma}} = \frac{1}{(2\pi \times 30 \times 10^6)^2 \times 22.52 \times 10^{-12}} \\&= 1.25 \times 10^{-6} \text{H} = 1.25 \mu\text{H}\end{aligned}$$

### 3. 求 $Q_e$

$$g_{eo} = \frac{1}{\omega_0 L_{13} Q_0} = \frac{1}{2\pi \times 30 \times 10^6 \times 1.25 \times 10^{-6} \times 60} = 70.7 \times 10^{-6} \text{ S} = 70.7 \mu\text{S}$$

$$g_{\Sigma} = n_1^2 g_g + \frac{1}{R} + g_{eo} + n_2^2 g_L$$

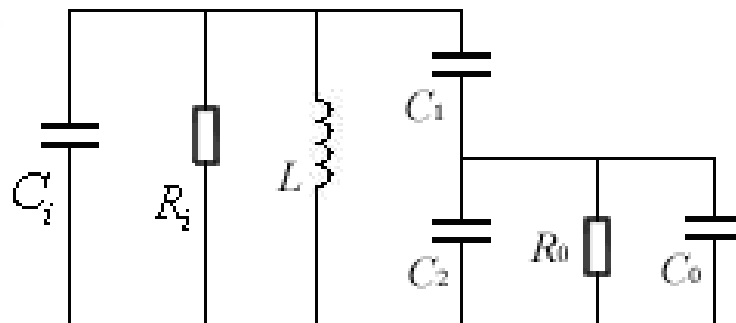
$$= 0.4^2 \times \frac{1}{2.5 \times 10^3} + \frac{1}{10 \times 10^3} + 70.7 \times 10^{-6} + 0.3^2 \times \frac{1}{830}$$

$$= 343.1 \times 10^{-6} \text{ S} = 343.1 \mu\text{S}$$

$$Q_e = \frac{1}{\omega_0 L_{13} g_{\Sigma}} = \frac{1}{2\pi \times 30 \times 10^6 \times 1.25 \times 10^{-6} \times 343.1 \times 10^{-6}} = 12.37$$

## P40, 第2.17题

已知 $L=0.8\mu H$ ,  $Q_0=100$ ,  $C_1=C_2=20pF$ ,  $C_i=5pF$ ,  
 $R_i=10k\Omega$ ,  $C_0=20pF$ ,  $R_0=5k\Omega$ 。试计算回路谐振频率,  
谐振阻抗（不计 $R_0$ 和 $R_i$ 时）、有载 $Q_e$ 值和通频带。

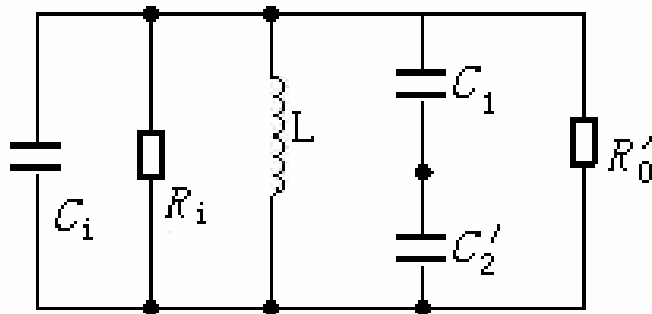


解：接入系数

$$n = \frac{C_1}{C_1 + C'_2} = \frac{C_1}{C_1 + C_2 + C_o} = \frac{20}{20 + 20 + 20} = \frac{1}{3}$$

其中  $C'_2 = C_2 + C_o = 20 + 20 = 40(pF)$

$$R'_o = \frac{1}{n^2} R_o = 9 \times R_o = 9 \times 5 = 45(k\Omega)$$



回路总电容  $C_{\Sigma} = C_i + \frac{C_1 C_2'}{C_1 + C_2'} = 5 + \frac{20 \times 40}{20 + 40} \approx 18.3(pF)$

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{\Sigma}}} = \frac{1}{6.28\sqrt{0.8 \times 10^{-6} \times 18.3 \times 10^{-12}}} \approx 41.6(MHz)$$

$$R_{eo} = Q_0 \omega_0 L = Q_0 2\pi f_0 L = 100 \times 6.28 \times 41.6 \times 10^6 \times 0.8 \times 10^{-6} = 20.9(k\Omega)$$

$$R_{\Sigma} = R_0' // R_{eo} // R_i = 45 // 20.9 // 10 = 5.8(k\Omega)$$

$$Q_e = \frac{R_{\Sigma}}{\omega_0 L} = \frac{R_{\Sigma}}{2\pi f_0 L} = \frac{5.8 \times 10^3}{6.28 \times 41.6 \times 10^6 \times 0.8 \times 10^{-6}} = 27.8$$

$$BW_{0.7} = \frac{f_0}{Q_e} = \frac{41.6}{27.8} = 1.5(MHz)$$

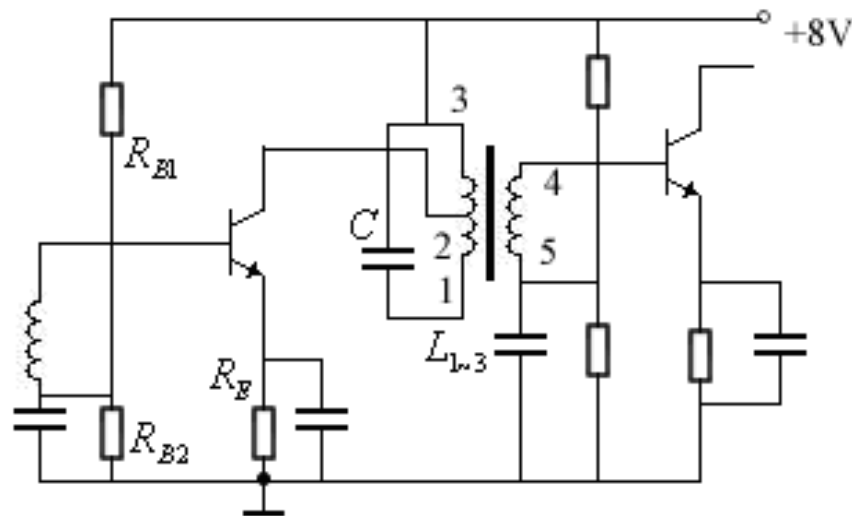
## P60, 第3.11题

晶体管3DG39的直流工作点是  $V_{CEQ}=+8V$ ,  $I_{EQ}=2\text{ mA}$ ; 工作频率 $f_0=10.7\text{MHz}$ ; 调谐回路采用中频变压器,  $L_{1\sim3}=4\mu\text{H}$ ,  $Q_0=100$ , 其抽头为  $N_{23}=5$ 匝,  $N_{13}=20$ 匝,  $N_{45}=5$ 匝。试计算放大器的下列各值: 电压增益、功率增益、通频带 (设放大器和前级匹配  $g_s=g_{ie}$ )。晶体管3DG39在  $V_{CEQ}=+8V$ ,  $I_{EQ}=2\text{ mA}$ 时参数如下:

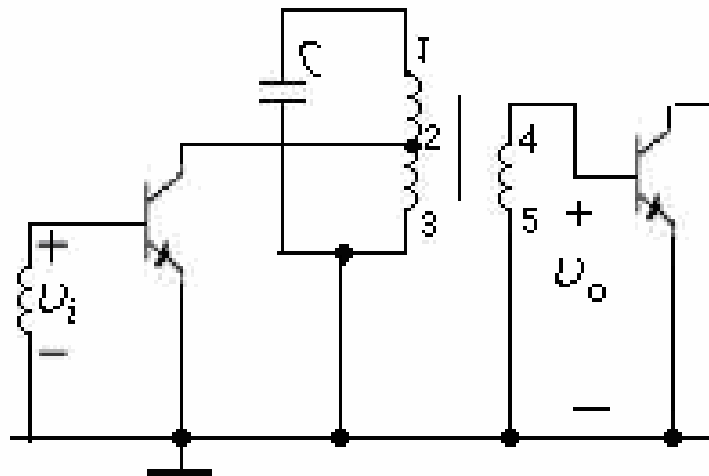
$$g_{ie}=2860\text{ }\mu\text{S};\quad C_{ie}=18\text{ pF};\quad g_{oe}=200\text{ }\mu\text{S};\quad C_{oe}=7\text{ pF}$$

$$|y_{fe}|=45\text{mS};\quad \varphi_{fe}=-54^\circ;\quad |y_{re}|=0.31\text{mS};\quad \varphi_{re}=-88.5^\circ$$





解：交流通路



为了计算放大器的增益，应求出与谐振回路并联的总电导

$$g_{\Sigma} = g_{eo} + n_1^2 g_{oe} + n_2^2 g_{ie}$$

首先计算出接入系数 $n_1$  和 $n_2$

$$n_1 = \frac{N_{23}}{N_{13}} = \frac{5}{20} = \frac{1}{4} \quad n_2 = \frac{N_{45}}{N_{13}} = \frac{5}{20} = \frac{1}{4}$$

谐振回路固有的谐振电导为

$$g_{eo} = \frac{1}{Q_0 \omega_0 L} = \frac{1}{100 \times 2\pi \times 10.7 \times 10^6 \times 4 \times 10^{-6}} = 37 \times 10^{-6} S$$

于是，计算回路总电导为

$$g_{\Sigma} = n_1^2 g_{oe} + n_2^2 g_{ie} + g_{eo} = \frac{1}{16} \times 200 \times 10^{-6} + \frac{1}{16} \times 2860 \times 10^{-6} + 3.7 \times 10^{-5} \approx 227.5(\mu s)$$

电压增益（谐振时）为  $A_{vo} = \frac{n_1 n_2 |y_{fe}|}{g_{\Sigma}} = \frac{\frac{1}{4} \times \frac{1}{4} \times 45 \times 10^{-3}}{227.5 \times 10^{-6}} = 12.3$

功率增益为  $A_{p0} = (A_{vo})^2 = (12.3)^2 = 151.3$

此时回路的有载Q值为

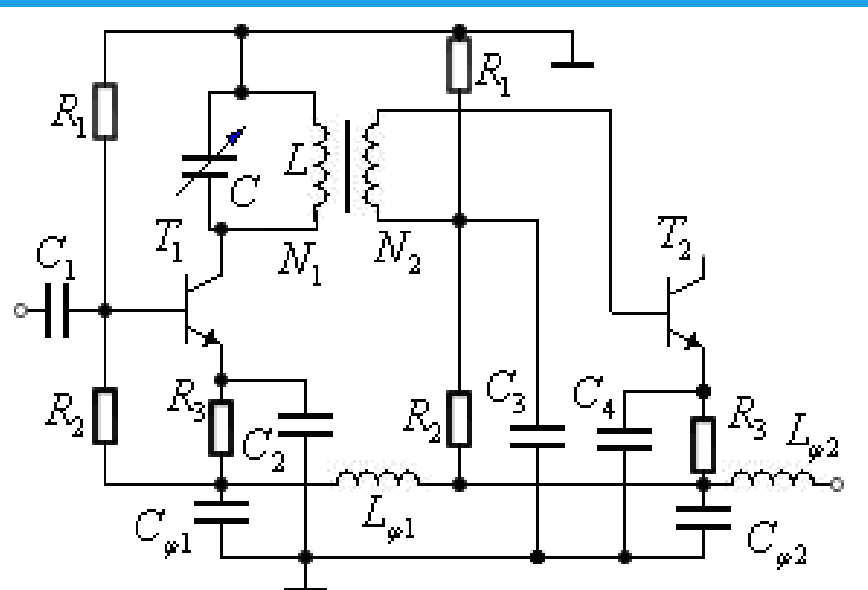
$$Q_e = \frac{1}{\omega_o L g_{\Sigma}} = \frac{1}{6.28 \times 10.7 \times 10^6 \times 4 \times 10^{-6} \times 227.5 \times 10^{-6}} \approx 16.2$$

$$BW_{0.7} = \frac{f_o}{Q_e} = \frac{10.7}{16.2} = 0.66(MHz)$$

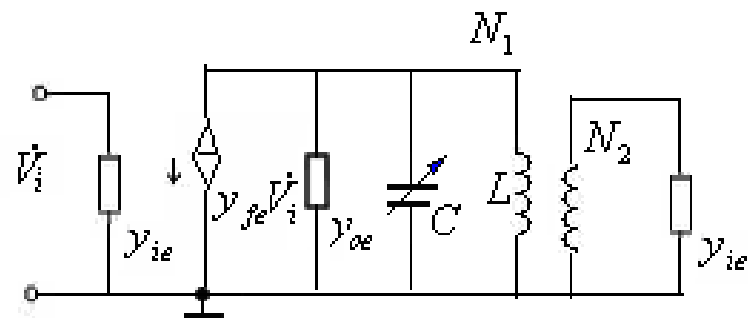
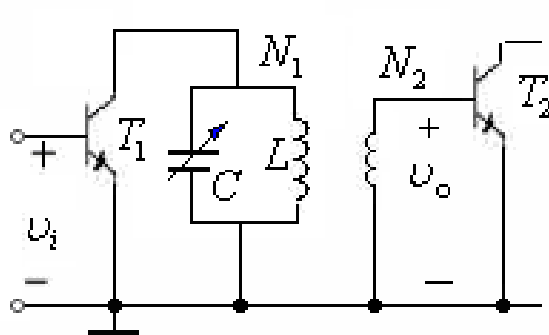
## P60, 第3.12题

已知回路电感  $L=1.5\mu\text{H}$ ,  $Q_0=100$ ,  $N_1/N_2=4$ ,  $C_1\sim C_4$ 均为耦合电容或旁路电容。晶体管采用CG322A, 当  $I_{EQ}=2\text{mA}$ ,  $f_0=30\text{MHz}$ , 测得Y参数如下:  
 $y_{ie}=(2.8+j3.5)\text{mS}$ ,  $y_{re}=(-0.08-j0.3)\text{mS}$ ,  $y_{fe}=(36-j27)\text{mS}$ ,  $y_{oe}=(0.2+j2)\text{mS}$ 。

- (1) 画出用Y参数表示的放大器微变等效电路。
- (2) 求回路的总电导。
- (3) 求回路总电容的表达式。
- (4) 求放大器的电压增益。
- (5) 当要求该放大器通频带为 $10\text{MHz}$ 时, 应在回路两端并联多大的电阻?



解：（1）用Y参数表示的放大器微变等效电路为



## (2) 回路总电导的计算

$$n_1 = 1 \quad n_2 = N_2 / N_1 = 0.25$$

$$g_{eo} = \frac{1}{Q_0 \omega_0 L} = \frac{1}{100 \times 2\pi \times 30 \times 10^6 \times 1.5 \times 10^{-6}} = 35 \times 10^{-6} S$$

$$g_{\Sigma} = n_1^2 g_{oe} + n_2^2 g_{ie} + g_{eo} = 200 \times 10^{-6} + \frac{1}{16} \times 2800 \times 10^{-6} + 35 \times 10^{-6} \approx 410 (\mu S)$$

## (3) 回路总电容 的表达式

$$\text{由 } f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{\Sigma}}} \quad \text{得} \quad C_{\Sigma} = \frac{1}{(2\pi f_0)^2 L} = \frac{25330}{f_0^2 L} = \frac{25330}{30^2 \times 1.5} = 18.76 (\text{pH})$$

$$C_{\Sigma} = n_1^2 C_{oe} + n_2^2 C_{ie} + C = C_{oe} + n_2^2 C_{ie} + C \quad \text{故} \quad C = C_{\Sigma} - n_1^2 C_{oe} - n_2^2 C_{ie} = 7 \text{pF}$$

#### (4) 放大器的谐振电压增益

$$|y_{fe}| = \sqrt{36^2 + 27^2} = 45ms \quad A_{vo} = \frac{n_1 n_2 |y_{fe}|}{g_{\Sigma}} = \frac{1 \times \frac{1}{4} \times 45 \times 10^{-3}}{410 \times 10^{-6}} = 27.4$$

#### (5) 当要求该放大器通频带为10MHz时，应在回路两端并联电阻R的计算：

$$\text{因为 } BW_{0.7} = \frac{f_0}{Q_e} \quad \text{所以 } Q_e = \frac{f_0}{BW_{0.7}} = \frac{30}{10} = 3$$

$$\text{因为 } Q_e = \frac{1}{\omega_o L g_{\Sigma}} \quad Q_0 = \frac{1}{\omega_o L g_{eo}}$$

$$\text{所以 } g'_{\Sigma} = \frac{Q_0}{Q_e} g_{eo} = \frac{100}{3} \times 35 \approx 1167 \mu S$$

$$\text{在回路两端并联电阻为 } R = \frac{1}{g} = \frac{1}{g'_{\Sigma} - g_{\Sigma}} = \frac{1}{1167 - 410} = 1.32k\Omega$$

## P61, 第3.13题

设有一级单调谐中频放大器，其通频带  $BW_{0.7}=4\text{MHz}$ ，增益  $A_{v0}=10$ ，如果再用一级完全相同的中频放大器与之级联，这时两级中放的总增益和通频带各是多少？若要求级联后的总频带宽度为  $4\text{MHz}$ ，每级放大器应该如何改变？改变之后的总增益是多少？



解：两级中放级联后的总增益和通频带各是

$$(A_{v0})_2 = A_{v0}^2 = 100$$

$$(BW_{0.7})_2 = \sqrt{2^{\frac{1}{2}} - 1} BW_{0.7} = \sqrt{2^{\frac{1}{2}} - 1} \times 4 = 2.57 \text{MHz}$$

若要求级联后的总频带宽度为4MHz，每级放大器的带宽应加宽至

$$BW'_{0.7} = \frac{1}{\sqrt{2^{\frac{1}{2}} - 1}} \times 4 = 6.22 \text{MHz}$$

根据增益带宽积为常量可知：  $BW'_{0.7} A'_{v0} = BW_{0.7} A_{v0}$

此时放大器的增益为：  $A'_{v0} = \frac{BW_{0.7}}{BW'_{0.7}} A_{v0} = \frac{4}{6.22} \times 10 = 6.43$

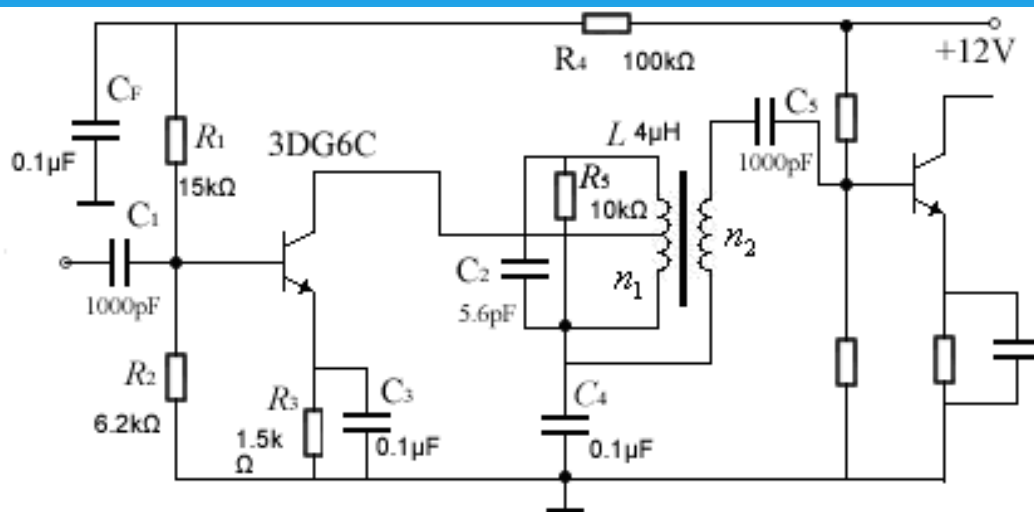
改动后的总增益为  $(A_{v0})'_2 = A_{v0}'^2 = 6.43^2 = 41.34$

## P61, 第3.15题

一单调谐回路中频放大器。已知工作频率  $f_0=10.7\text{MHz}$ , 回路电容  $C_2=56\text{ pF}$ , 回路电感  $L=4\text{ }\mu\text{H}$ ,  $Q_0=100$ ,  $L$ 的圈数  $N=20$ 匝, 接入系数  $n_1=n_2=0.3$ 。采用晶体管3DG6C, 已知晶体管3DG6C在  $V_{CE}=8\text{V}$ ,  $I_{CE}=2\text{mA}$ 时参数如下:

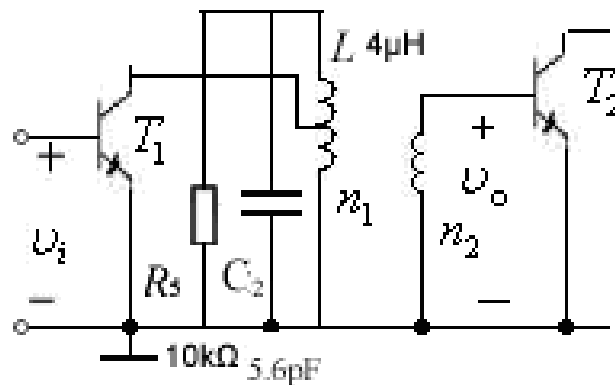
$$g_{ie}=2860\text{ }\mu\text{S};\quad C_{ie}=18\text{ pF};\quad g_{oe}=200\text{ }\mu\text{S};\quad C_{oe}=7\text{ pF}$$

$$|y_{fe}|=45\text{mS};\quad \varphi_{fe}=-54^\circ;\quad |y_{re}|=0.31\text{mS};\quad \varphi_{re}=-88.5^\circ$$



求：

- 1) 单级电压增益  $A_{v0}$ ;
- 2) 单级通频带  $2\Delta f_{0.7}$ ;
- 3) 四级的总电压增益  $(A_{v0})_4$
- 4) 四级的总通频带  $(2\Delta f_{0.7})_4$
- 5) 如四级的总通频带  $(2\Delta f_{0.7})_4$  保持和单级的通频带  $2\Delta f_{0.7}$  相同，则单级的通频带应加宽多少？四级的总电压增益下降多少？



解：回路的固有谐振电导

$$g_{eo} = \frac{1}{Q_o \omega_o L} = \frac{1}{100 \times 6.28 \times 10.7 \times 10^6 \times 4 \times 10^{-6}} \approx 3.7 \times 10^{-5} (s)$$

回路的总电导

$$\begin{aligned} g_{\Sigma} &= n_1^2 g_{oe} + n_2^2 g_{ie} + g_{eo} \\ &= 0.09 \times 200 \times 10^{-6} + 0.09 \times 2860 \times 10^{-6} + 3.7 \times 10^{-5} \approx 312.4 (\mu s) \end{aligned}$$

(1) 单级谐振电压增益：

$$A_{vo} = \frac{n_1 n_2 |y_{fe}|}{g_{\Sigma}} = \frac{0.3 \times 0.3 \times 45 \times 10^{-3}}{312.4 \times 10^{-6}} = 12.96$$

## (2) 单级放大器的通频带

回路有载品质因数：

$$Q_e = \frac{1}{\omega_o L g_{\Sigma}} = \frac{1}{6.28 \times 10.7 \times 10^6 \times 4 \times 10^{-6} \times 312.4 \times 10^{-6}} \approx 11.9$$

$$BW_{0.7} = \frac{f_o}{Q_e} = \frac{10.7}{11.9} = 899(kHz)$$

## (3) 四级放大器的总电压增益 $(A_{V0})_4$

$$(A_{vo})_4 = \left( \frac{n_1 n_2 |y_{fe}|}{g_{\Sigma}} \right)^4 = (12.96)^4 \approx 28210.56$$

(4) 四级的总通频带  $(2\Delta f_0)_4$

$$(BW_{0.7})_{\Sigma} = \sqrt{2^{\frac{1}{n}} - 1} \frac{f_o}{Q_e} = \sqrt{2^{\frac{1}{4}} - 1} \times 899 \approx 391(kHz)$$

(5) 如四级的总通频带  $(2\Delta f_0)_4$  保持和单级的通频带  $2\Delta f_0$  相同，则单级的通频带应加宽至：

$$(BW_{0.7})' = \frac{1}{\sqrt{2^{\frac{1}{n}} - 1}} \frac{f_o}{Q_e} = \frac{1}{\sqrt{2^{\frac{1}{4}} - 1}} \times 0.899 \approx 2.1(MHz)$$

此时每级放大器的有载品质因数为：

$$Q_e' = \frac{f_o}{(BW_{0.7})'} = \frac{10.7}{2.1} \approx 5.1$$

$$g'_{\Sigma} = \frac{1}{\omega_o L Q'_e} = \frac{Q_e}{Q'_e} g_{\Sigma} \approx \frac{11.9}{5.1} \times 312.4 \approx 728.9(\mu s)$$

$$(A_{vo})'_4 = \left( \frac{n_1 n_2 |y_{fe}|}{g'_{\Sigma}} \right)^4 = \left( \frac{g_{\Sigma}}{g'_{\Sigma}} \right)^4 (A_{vo})_4 = \left( \frac{312.4}{728.9} \right)^4 \times 28210.56 \approx 955.1$$

四级的总电压增益下降了

$$\Delta A = (A_{vo})_4 - (A_{vo})'_4 = 28210.56 - 955.1 = 27255.46$$

此时，单级放大器的负载回路应并联上的电阻为

$$R = \frac{1}{g} = \frac{1}{g'_{\Sigma} - g_{\Sigma}} = \frac{1}{728.9 - 312.4} \approx 2.4(k\Omega)$$

## P98, 第4.18题

某一晶体管谐振功率放大器, 设已知  $V_{CC}=24V$ ,  $I_{C0}=250mA$ ,  $P_o=5W$ , 电压利用系数  $\xi=0.95$ , 试求  $P_D$ 、 $\eta_C$ 、 $R_\Sigma$ 、 $I_{c1m}$  和  $\theta$ 。

解: 直流输入功率:

$$P_D = V_{CC}I_{C0} = 24 \times 250 \times 10^{-3} = 6W$$

集电极效率:

$$\eta_C = \frac{P_o}{P_D} = \frac{5}{6} = 83.3\%$$



谐振回路的总电阻:

$$U_{cm} = \xi V_{cc} = 0.95 \times 24 = 22.8V$$

$$P_o = \frac{1}{2} \frac{U_{cm}^2}{R_\Sigma}$$

$$R_\Sigma = \frac{U_{cmo}^2}{2P_o} = \frac{22.8^2}{2 \times 5} = 52 \Omega$$

$$P_o = \frac{1}{2} I_{c1m} V_{cm}$$

$$I_{c1m} = \frac{2P_o}{V_{cm}} = \frac{10}{22.8} = 0.44A$$

波形系数及导通角:  $\eta_c = \frac{1}{2} \xi g_1(\theta_c)$

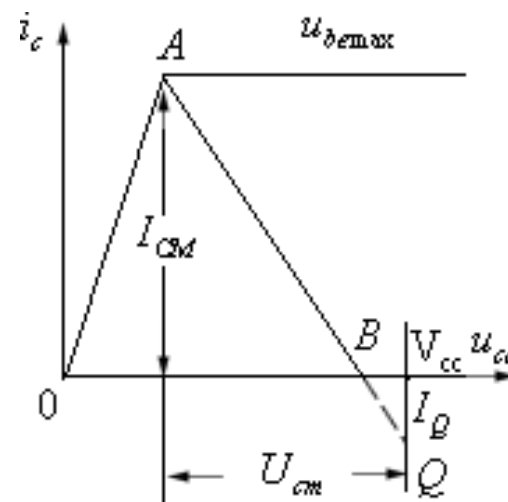
$$g_1(\theta_c) = \frac{2\eta_c}{\xi} = \frac{2 \times 0.883}{0.95} = 1.75$$

查表得:  $\theta_c = 66^\circ$

## P98, 第4.19题

某一3DA4高频功率晶体管的饱和临界线跨导 $g_{cr}=0.8S$ ，用它做成谐振功率放大器，选定  $V_{CC}=24V$ ， $\theta=70^\circ$ ， $i_{Cmax}=2.2A$ ，并工作于临界状态，试计算： $R_\Sigma$ 、 $P_D$ 、 $P_o$ 、 $P_C$  和 $\eta_C$ 。

解：由于工作于临界状态，其各参数的关系如图所示



由图可知

$$I_{CM} = g_{cr} (V_{cc} - U_{cm})$$

$$V_{cc} - U_{cm} = \frac{i_{C\max}}{g_{cr}} = \frac{2.2}{0.8} = 2.75V$$

$$U_{cm} = V_{cc} - 2.75 = 21.25V$$

$$R_{\Sigma} = \frac{U_{cm}}{I_{c1m}} = \frac{U_{cm}}{i_{C\max} \alpha_1(70)} = \frac{21.15}{2.2 \times 0.436} = 22\Omega$$

其中基波分量的余弦脉冲分解系数为

$$\alpha_1(70^\circ) = 0.436$$

## (2) 集电极直流功率:

$$P_D = V_{CC} I_{C0} = V_{CC} i_{Cmax} \alpha_0(70^\circ) = 24 \times 2.2 \times 0.253 = 13.36W$$

其中  $\alpha_0(70^\circ) = 0.253$ .

$$\begin{aligned} (3) \quad P_o &= \frac{1}{2} U_{cm} I_{c1m} = \frac{1}{2} U_{cm} i_{Cmax} \alpha_1(70^\circ), \\ &= \frac{1}{2} \times 21.25 \times 2.2 \times 0.436 = 10.19W. \end{aligned}$$

$$(4) \text{ 集电极功率损耗 } P_C = P_D - P_o = 3.17W$$

$$(5) \text{ 集电极效率: } \eta_C = \frac{P_o}{P_D} = 76.3\%$$

## P99, 第4.28题

试回答下列问题:

- (1) 利用功放进行振幅调制时, 当调制的音频信号加在基极或集电极上时, 应如何选择功放的工作状态?
- (2) 利用功放放大振幅调制信号时, 应如何选择功放的工作状态?
- (3) 利用功放放大等幅已调的信号时, 应如何选择功放的工作状态?



答：

- （1）集电极调幅，功放应工作在过压状态，基极调幅，功放应工作在欠压状态；
- （2）功放放大振幅调制信号时，应工作在欠压状态；
- （3）功放放大等幅已调的信号时，应工作在临界状态。

## P99, 第4.32题

设两个谐振功率放大器具有相同的回路元件参数，它们的输出功率 $P_o$ 分别为1W和0.6W。现若增大两放大器的 $V_{CC}$ ，发现其中 $P_o=1\text{W}$ 的放大器输出功率增加不明显，而 $P_o=0.6\text{W}$ 放大器的输出功率增加明显，试分析其原因。若要增大 $P_o=1\text{W}$ 放大器的输出功率，试问还应同时采取什么措施（不考虑功率管的安全工作问题）？

**答：**  $P_o = 1\text{W}$ 的放大器原工作于临界或欠压状态，增大  $V_{CC}$  时，放大器进入或更趋于欠压状态， $I_{c1m}$ 略有增大。因此  $P_o$  增大不明显。为了增大输出功率就必须在增大  $V_{CC}$  的同时，增大  $R_e$  或  $V_{BB}$  或两者同时增大。其中， $R_e$  增大使  $V_{cm}$  增大， $V_{BB}$  增大使  $I_{c1m}$  增大，它们都可使  $P_o$  增大。

$P_o = 0.6\text{W}$ 的放大器原工作于过压状态。增大  $V_{CC}$  时，放大器趋向临界状态，使  $I_{c1m}$  迅速增大，从而使  $P_o$  迅速增大。



## P99, 第4.34题

试画出两级谐振功放的实际线路，要求：

- (1) 两级均用NPN型晶体管，发射极直接接地；
- (2) 第一级基极前级采用互感耦合，第二级采用零偏电路；
- (3) 第一级集电极馈电电路采用并联形式，第二级集电极馈电电路采用串联形式；
- (4) 两级间回路为T型网络，输出回路采用 $\pi$ 型匹配网络，负载为天线

