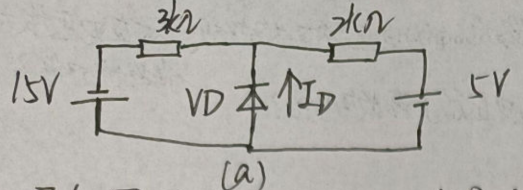
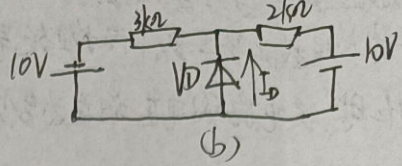
一、判断下图电路中二极管的导通状态，并计算二极管上流过的电流I_D，设二极管的正向导通压降为0.7V，反向电流为零。

8'



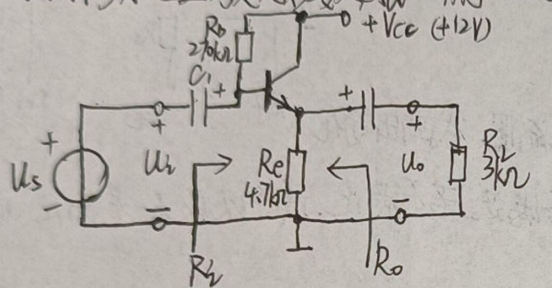


二、已知图示电路中晶体管的$\beta=50$，$U_{BEQ}=0.7V$，$r_{bb'}=100\Omega$，各电容足够大，对交流信号可视为短路

12'

1、求静态工作点I_{BQ}、I_{CQ}、V_{CEQ}

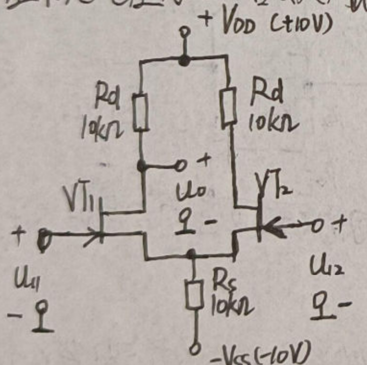
2、求中频电压放大倍数A_u，输入电阻R_i和输出电阻R_o



三、差分放大电路如图所示。设结型场效应管VT_1、VT_2参数相同，且$g_m=1mS$，$r_{ds}=50k\Omega$，试估算：

12'

1、差模电压放大倍数A_{ud}　　2、共模电压放大倍数A_{uc}和共模抑制比K_{CMR}

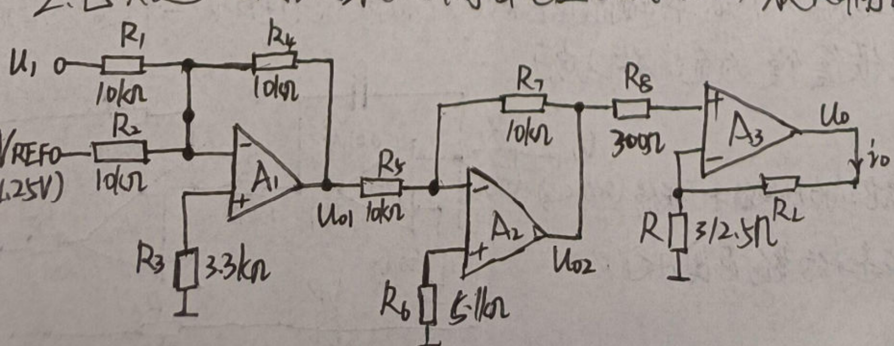


四、电压-电流变换器如图所示，A_1~A_3为理想运算放大器。

12'

1、写出u_{o1}，u_{o2}，i_o的表达式，若要求最大变换电流$i_{oM}=20mA$，则最大输入电压$U_{IM}=$?

2、已知运放A_3的最大输出电压$U_{oM}=10V$，最大输出电流$I_{oM}=20mA$，问最大负载电阻$R_{Lmax}=$?



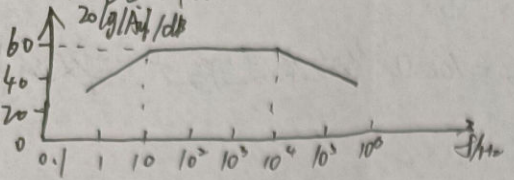
五、已知某放大电路的折线近似幅频特性如图所示，试问：

8' 1、该放大电路的中频增益为多少分贝？对应电压放大倍数多少倍？

2、上限截止频率、下限截止频率各为多少赫兹？

3、在信号频率正好为上限截止频率或下限截止频率时，该电路对应的电压增益为多少分贝？对应电压放大倍数为多少倍？

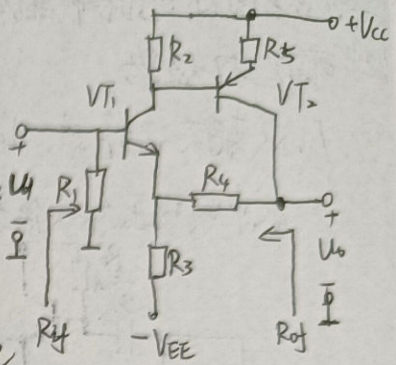
4、在信号频率为100kHz时，该电路的电压增益为多少分贝？对应电压放大倍数多少倍？



六、反馈放大电路如图所示，请回答下列问题：

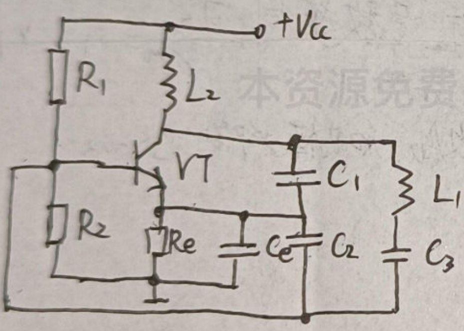
12' 1、指出级间交流反馈支路，极性和组态及其对输入电阻，输出电阻的影响；

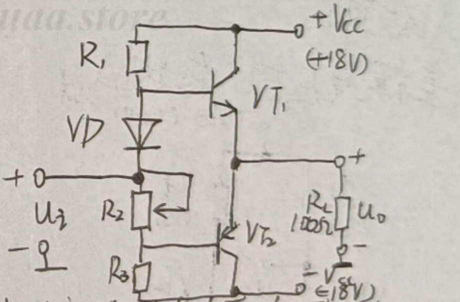
2、写出深度负反馈条件下 $A_{uuf}=\frac{u_o}{u_i}$，R_{if}，R_{of} 的表达式



七、电路如图所示，设 C_e 对交流可视为短路，L_2 为高频扼流圈。试画出简化的交流通路，并判断正弦波振荡的相位平衡条件是否满足，若不满足，请予以改正，若满足，请写出振荡电路的名称及振荡频率 f_0 的近似表达式

12'





八、在如图所示OCL电路中，已知三极管的饱和压降和基极-发射极之间的动态电压均可忽略不计，输入电压 u_i 为正弦波，试问：

10'

1、若输入电压有效值 $U_i=10V$，则输出功率 P_o、电源提供的功率 P_V 以及两只三极管的总管耗各为多少？

2、由电源电压所限，P_{om} 可能达到的最大值为多少？为达到此值输入电压有效值 U_i 应为多少？

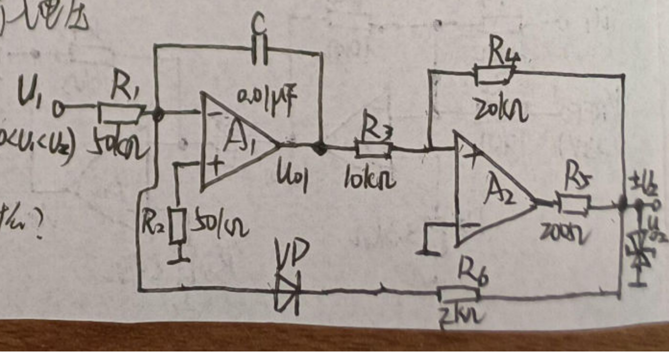
九、在图示压控振荡器中，已知 A_1、A_2 为理想放大器，其输出电压的两个极限值为±12V，二极管的正向导通电压可忽略不计，U_i 是一个变化很缓慢的直流输入电压

14'

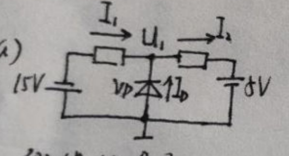
1、说明 A_1、A_2 各构成什么基本电路

2、定性画出 u_{o1}、u_{o2} 的波形图，并标出它们的上限值和下限值（$0<U_i<U_z$）

3、若 U_i 的变化范围是0~6V，则振荡频率f的变化范围约是什么？



1. (a)



假设VD导通

$U_1=-0.7V$

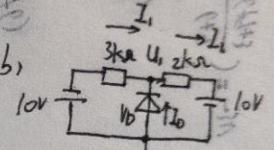
$I_1=\frac{-15+0.7}{3}$

$I_2=\frac{-0.7-5}{2}$

$I_D=I_2-I_1=1.92mA$

∴假设成立 $I_D=1.92mA$

(b)



假设VD导通

则 $U_1=-0.7V$

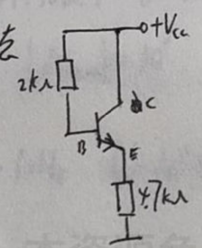
$I_1=\frac{-10+0.7}{3}$

$I_2=\frac{-0.7-10}{2}$

$I_D=I_2-I_1=-2.25mA<0$

∴假设不成立 $I_D=0$

二、1. 静态



$I_{EQ}=\frac{U_{EQ}}{4.7}$

$I_{BQ}=\frac{1}{50}\frac{U_{EQ}}{4.7}$

$V_{cc}=2I_{BQ}+0.7+I_{EQ}$

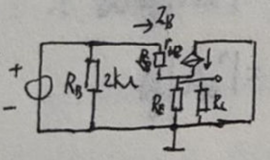
$V_{cc}=\frac{2U_{EQ}}{4.7}\times\frac{1}{50}+0.7+\frac{U_{EQ}}{4.7}$

$U_{EQ}=(V_{cc}-0.7)/\left(\frac{2}{4.7}\times\frac{1}{50}+\frac{1}{4.7}\right)$

$U_{CEQ}=V_{cc}-U_{EQ}$

$I_{BQ}=\frac{1}{50}\frac{U_{EQ}}{4.7}$

2.



$\dot{A}_u=\frac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}=\frac{(1+\beta)(R_E//R_L)I_B}{I_Br_{be}+(1+\beta)(R_E//R_L)I_B}=\frac{(1+\beta)(R_E//R_L)}{r_{be}+(1+\beta)(R_E//R_L)}$

$r_{be}=r_{bb'}+(1+\beta)\frac{26}{I_{EQ}}(\Omega)$

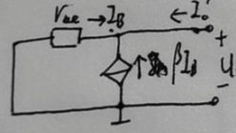
$R_i=R_B//[r_{be}+(1+\beta)(R_E//R_L)]$

计算 R_o 时，$U_i=0$　$R_L=\infty$ 即无 R_L

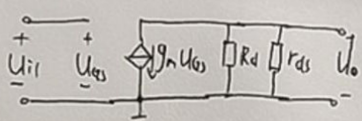
为方便计算 R_o 看作 R_E 与剩下部分电路的等效输出电阻 R_o' 并联

即 $R_o = R_E // R_o'$

$$R_o' = \frac{U_o'}{I_o'} = \frac{-r_{be}I_B}{-I_B-\beta I_B} = \frac{r_{be}}{1+\beta}$$

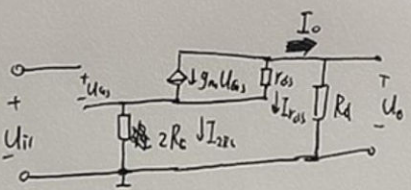


$$\therefore R_o = R_E // \frac{r_{be}}{1+\beta}$$



$$A_{ud} = \frac{U_o}{U_{i1}-U_{i2}} = \frac{U_o}{2U_{i1}} = \frac{-g_m U_{GS}(R_d // r_{ds})}{2\,U_{GS}} = -\frac{g_m (R_d // r_{ds})}{2}$$

2.



$$A_{uc} = \frac{U_o}{U_{ic}} = \frac{U_o}{U_{i1}}$$

$$I_{2R_c} = -I_o$$

$$U_o = I_o R_d$$

$$U_o = U_{r_{ds}} + U_{2R_c}$$

$$g_m U_{GS} + I_o + I_{r_{ds}} = 0$$

$$I_{r_{ds}} = -I_o - g_m U_{GS}$$

$$U_o = r_{ds} I_{ds} + 2R_c (g_m U_{GS} + I_{r_{ds}})$$

$$U_o = (-I_o - g_m U_{GS}) r_{ds} - 2R_c I_o$$

$$I_o R_d = -I_o r_{ds} + g_m U_{GS} r_{ds} - 2R_c I_o$$

$$I_o = \frac{g_m r_{ds}}{R_d + r_{ds} + 2R_c} U_{GS}$$

$$A_{uc} = \frac{U_o}{U_{i1}} = \frac{I_o R_d}{U_{GS} + 2R_c I_{2R_c}}$$

$$A_{uc} = \frac{\frac{g_m r_{ds}}{R_d + r_{ds} + 2R_c} U_{GS} R_d}{U_{GS} + 2R_c\left(-\frac{g_m r_{ds}}{R_d + r_{ds} + 2R_c} U_{GS} R_d\right)}$$

$$A_{uc} = \frac{\frac{g_m r_{ds}}{R_d + r_{ds} + 2R_c} R_d}{1 - \frac{2 g_m r_{ds}}{R_d + r_{ds} + 2R_c} R_d \cdot R_c}$$

$$K_{CMR} = \left|\frac{A_{ud}}{A_{uc}}\right|$$

四、1. $U_{1+}=U_{1-}=0V$

$$\frac{U_I-U_{1-}}{R_1}+\frac{V_{REF}-U_{1-}}{R_2}=\frac{U_{1-}-U_{01}}{R_x}$$

$$\boxed{U_{01}=-R_x\left(\frac{U_I}{R_1}+\frac{V_{REF}}{R_2}\right)}$$

$U_{2+}=U_{2-}=0V$

$$\frac{U_{01}-U_{2-}}{R_5}=\frac{U_{2-}-U_{02}}{R_7}$$

$$\boxed{U_{02}=-\frac{R_7}{R_5}U_{01}}$$

$U_{3+}=U_{02}$

$U_{3-}=U_{3+}=U_{02}$

$$\frac{R}{R+R_L}U_0=U_{02}$$

$$U_0=\frac{R+R_L}{R}U_{02}$$

$$\boxed{U_0=\left(1+\frac{R_L}{R}\right)U_{02}}$$

$$\boxed{i_o=\frac{U_0-U_{02}}{R_L}=\frac{U_{02}}{R_L}}$$

即 $U_{02}=\frac{R_4R_7}{R_5}\left(\frac{U_I}{R_1}+\frac{V_{REF}}{R_2}\right)$

$$i_o=\frac{R_4R_7}{R_5R_L}\left(\frac{U_I}{R_1}+\frac{V_{REF}}{R_2}\right)$$

代入 $i_o=\cancel{I_{om}}\,i_{oM}$ 求得 U_{IM}

2. $U_{oM}=\left(1+\frac{R_L}{R}\right)U_{02M}$

$$U_{02M}=\frac{U_{oM}}{1+\frac{R_L}{R}}$$

由 $i_o=\frac{U_{02}}{R_L}$ 得

$$i_{oM}=\frac{U_{oM}}{\left(1+\frac{R_L}{R}\right)R_L}$$

代入 U_{oM} 和 i_{oM} 得 R_{Lmax}

五、1. $20\lg|\dot{A}_{usm}|=60\,dB$

$|\dot{A}_{usm}|=10^3$

2. $f_L=10Hz \quad f_H=10^4Hz$

3. $20\lg|\dot{A}_u'|=57\,dB$

$|\dot{A}_u'|=10^{\frac{57}{20}}$

4. ∵在f_H后 斜率为 $-20\,dB$/十倍频

∴ $20\lg|\dot{A}_u''|=40\,dB$

$\lg|\dot{A}_u''|=10^2$

六、1. R_4为反馈支路

电压串联负反馈

减小输出电阻 增大输入电阻

2. ∵为串联负反馈 $R_o'=0$ $R_i'=\infty$

∴ $\dot{U}_f=\dot{U}_i$

$A_{uf}=\frac{U_o}{U_i}=\frac{U_o}{U_f}$

U_f为R_3上的压降

$U_f\approx\frac{R_3}{R_3+R_4}U_o$

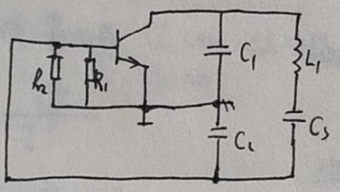
∴ $A_{uf}=1+\frac{R_4}{R_3}$

$R_{if}=R_1\,//\,R_i'=R_1$

$R_{of}=R_5\,//\,R_o'=0$

七、电容反馈改进式振荡电路

由三点式振荡电路组成原则可知 可振荡



$\cancel{f_0 = \sqrt{2}}$ $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$C = \frac{1}{\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}}$

八、1. $P_o = U_o I_o = U_i \frac{U_i}{R_L} = \frac{10^2}{100} = 1W$

$\cancel{U_o(t) = 10\sin(\omega t)}$

$U_o(t) = 10\sqrt{2}\sin(\omega t)$

$\cancel{P_V = 2\times\frac{1}{T}\int_0^T 10\sqrt{2}\sin(\omega t)}$

$P_V = 2\times\frac{1}{T}\int_0^{\frac{T}{2}} V_{cc}\frac{U_o(t)}{R_L}d\omega t = \frac{2}{T}\int_0^{\frac{T}{2}} V_{cc}\frac{U_i\sin(\omega t)}{R_L}d\omega t = \frac{2V_{cc}U_i}{\pi R_L} = \frac{36}{\pi}$

$\eta = \frac{P_o}{P_V} = \frac{\pi}{36}$

$P_T = (1-\eta)P_V = \left(1-\frac{\pi}{36}\right)\times\frac{36}{\pi} = \frac{36}{\pi}-1$

2. $\cancel{P_{om} = \frac{V_{cc}^2}{R_L} = \frac{18^2}{100}}$ $U_{imax} = V_{cc}$

$U_{i(有效)} = \frac{V_{cc}}{\sqrt{2}}$ $U_i = U_{i(有效)} = \frac{V_{cc}}{\sqrt{2}}$

~~则 $U_{imax} = V_{cc}$~~

$P_{om} = \frac{V_{cc}^2}{2R_L} = 81W$

九、1. A_1为积分电路

A_2为迟滞比较电路

2. 设$t=0$时 $U_c=0$　$U_o=+U_{DZ}$

$U_{o1}=0$

$U_{+1}=U_{-1}=0V$

∴VD不导通

$$i_c=\frac{U_1}{R_1}$$

$$i_c=C\frac{dU_c}{dt}$$

$$dU_c=\frac{1}{C}i_c\,dt$$

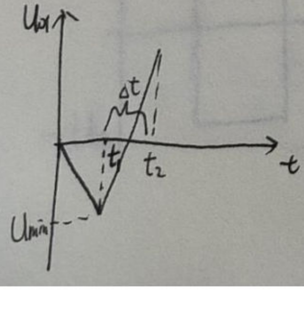
$$dU_c=\frac{U_1}{R_1C}dt$$

$$U_c=\int_0^t\frac{U_1}{R_1C}dt$$

$$\cancel{U_o=-\int_0^t}$$

$$U_{o1}=-U_c=-\int_0^t\frac{U_1}{R_1C}dt$$

$$U_{o1}=-\frac{U_1}{R_1C}t$$



$\cancel{U_{+1}}$

$$\frac{U_{o1}-U_{+2}}{R_3}=\frac{U_{+2}-U_o}{R_4}$$

$$U_{+2}=\frac{R_3}{R_3+R_4}U_o+\frac{R_4}{R_3+R_4}U_{o1}$$

∵$t=0$时 $U_o=+U_{DZ}$

$$\therefore U_{+2}=\frac{R_3}{R_3+R_4}U_{DZ}+\frac{R_4}{R_3+R_4}\left(-\frac{U_1}{RC}t\right)$$

$U_{+2}=0$时 U_o翻转

$$则\ 0=\frac{R_3}{R_3+R_4}U_{DZ}-\frac{R_4}{R_3+R_4}\frac{U_1}{RC}t$$

$$t_1=\frac{R_3}{R_4}\frac{R_1C}{U_1}U_{DZ}\qquad U_{min}=U_{o1}(t_1)$$

即 $t=0\sim t_1$时 U_{o1}斜率为$-\frac{U_1}{R_1C}$　$U_o=+U_{DZ}$

$t=t_1$时 $U_o=-U_{DZ}$ VD导通

$$i_{VD}=\frac{0-(-U_{DZ})}{R_6}=\frac{U_{DZ}}{R_6}$$

$$i_c=\frac{U_1}{R_1}-\cancel{\frac{U_{DZ}}{R_6}}\frac{U_{DZ}}{R_6}$$

同理可得 $U_{o1}=-U_c=\left(\frac{U_{DZ}}{R_6}-\frac{U_1}{R_1}\right)\frac{t}{C}$

$t=t_1$时

$U_o=-U_{DZ}$

则 $U_{+2}=-\frac{R_3}{R_3+R_4}U_{DZ}+\frac{R_4}{R_3+R_4}\left(\frac{U_{DZ}}{R_6}-\frac{U_1}{R_1}\right)\frac{t}{C}$

当 $U_{+2}=0$时 再次翻转

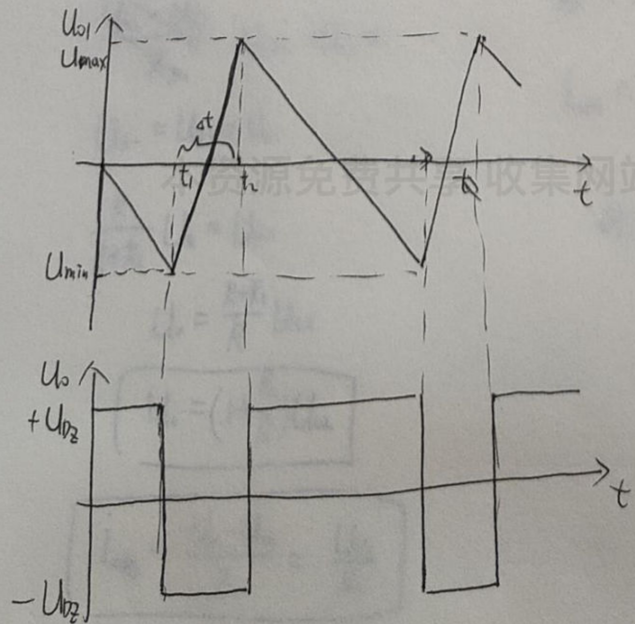
代入得 $\Delta t=\frac{R_3}{R_4}\frac{C}{\left(\frac{U_{DZ}}{R_6}-\frac{U_1}{R_1}\right)}U_{DZ}$

~~则 $t_4-t_3=\Delta t$~~ 即 $t_2-t_1=\Delta t$

~~$t_4=t_3$~~ $t_2=t_1+\Delta t$ $U_{max}=U_{min}+\left(\frac{U_{DZ}}{R_6}-\frac{U_1}{R_1}\right)\frac{\Delta t}{C}$

即 $t=t_1\sim t_2$时 U_{o1}斜率为 $\left(\frac{U_{DZ}}{R_6}-\frac{U_1}{R_1}\right)\frac{1}{C}$ $U_o=-U_{DZ}$

综上，可画出图像



3. $T=\Delta t+2t_1$

$T=\frac{R_3}{R_4}\frac{CU_{DZ}}{\left(\frac{U_{DZ}}{R_6}-\frac{U_1}{R_6}\right)}+\frac{2R_3}{R_4}\frac{R_1C}{U_1}U_{DZ}$

~~代入0和t~~ $f=\frac{1}{T}$

代入 $U_1=0$ 和6

求其上下限