第 6-10 次作业

第六次作业

4、如图 12.12 所示的 MOS 管放大器。假设放大器工作在饱和原则下。且在饱和区时，MOS 管的特性为

$$i_{DS} = \frac{K}{2}(u_{GS} - V_T)^2$$

其中 i_{DS} 是漏极-源极电流，u_{GS} 是栅极-源极电压。

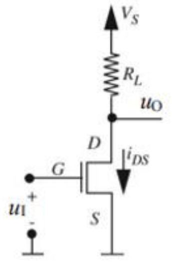


图 12.12

（1） 画出基于 MOS 管的 SCS 模型的等效电路。

（2） 求 u_O 与 i_{DS} 关系的表达式。

（3） 求 i_{DS} 与 u_I 关系的表达式。

（4） 求 u_O 与 u_I 关系的表达式。

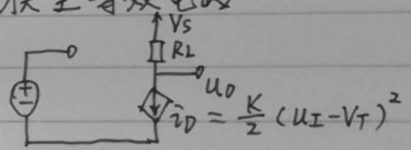
（5） 假设某输入电压 u_I 产生某输出电压 u_O。u_I 增加（或减少）多少才能使得输出电压加倍？

（6） 再次假设某输入电压 u_I 产生某输出电压 u_O。进一步假设，希望输出电压为 $2u_O$，假设输入电压和 MOS 管不变，实现输出电压加倍的可能方式。

(5)、(6) 小题错误挺多

图 12.12

(1) SCS 模型等效电路



(2) $u_O = V_S - i_{DS} \cdot R_L$

(3) $i_{DS} = \frac{K}{2}(u_I - V_T)^2$

(4) $u_O = V_S - \frac{K}{2}(u_I - V_T)^2 R_L$

(5) 即求解 $u_O' = V_S - \frac{K}{2}(u_I' - V_T)^2 R_L = 2u_O$

$= \left[V_S - \frac{K}{2}(u_I{}^2 - V_T{}^2) R_L\right] \cdot 2$

$u_I' = \sqrt{2(u_I - V_T)^2 - \frac{2V_S}{KR_L}} + V_T$

(6) 若 u_I 和 MOS 管不变，则 i_{DS} 不变，可通过改变 V_S 和 R_L 的方式提高 u_O，满足

$u_O' = V_S' - i_{DS} R_L' = 2u_O = 2(V_S - i_{DS} R_L)$

若 $V_S' = V_S$，则 $R_L' = -V_S / i_{DS} + 2R_L$

若 $R_L' = R_L$，则 $V_S' = 2V_S - i_{DS} R_L$

8、如图 12.14 所示 MOS 管放大器。假设放大器运行在饱和原则下。MOS 管的饱和区的性质为

$$i_{DS} = \frac{K}{2}(u_{GS} - V_T)^2$$

其中 i_{DS} 是漏极-源极电流，u_{GS} 是施加在栅极与源极接线端上的电压。

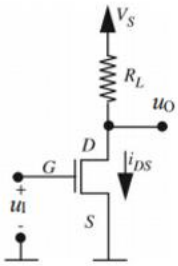


图 12.14

（1）求 u_O 与 u_I 的关系表达式。给定输入工作点电压为 U_I 后求输出工作点电压 U_O。求相应的工作点电流 I_{DS}。

（2）假设输入工作点电压为 U_I，根据 u_O 与 u_I 的关系导出小信号输出电压 u_o 与小信号输入电压 u_i 之间的关系表达式放大器在输入工作点 U_I 上的增益是多少？

（3）假设输入工作点电压为 U_I，画出放大器基于 MOS 管的 SCS 模型的小信号等效电路。

（4）根据小信号等效电路求放大器小信号增益的表达式。验证这样求出的小信号增益表达式与（2）部分求出的表达式一样。

（5）R_L 变化多少会使得放大器的小信号增益加倍，相应的输出偏置电压会变化多少？

（6）U_I 变化多少会使得放大器的小信号增益加倍，相应的输出偏置电压会变化多少？

(5)、(6) 小问错误较多

(1) $u_o = V_S - i_{DS} R_L$

$= V_S - \frac{K}{2}(u_{GS} - V_T)^2 R_L$

$= V_S - \frac{K}{2}(u_I - V_T)^2 R_L$

$I_{DS} = \frac{K}{2}(u_I - V_T)^2 R_L$

(2) $\because u_I = U_I + u_i$

$i_D = \frac{K}{2}[(U_I + u_i) - V_T]^2$

$\approx \frac{K}{2}(U_I - V_T)^2 + K(U_I - V_T)u_i$

$u_O = V_S - i_D R_L$

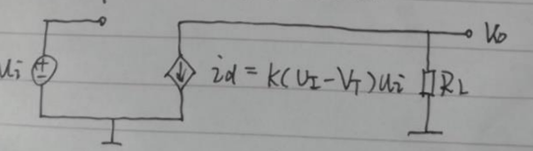
$= V_S - \frac{K}{2}(U_I - V_T)^2 R_L - K(U_I - V_T)u_i R_L$

$= U_o + u_o$

$\therefore u_o = -K(U_I - V_T)u_i R_L$

$\therefore A = \frac{u_o}{u_i} = -K(U_I - V_T)R_L$

(3) SCS 模型小信号等效电路



(4) $A = u_o/u_i = \frac{i_d R_L}{u_i} = -K(U_I - V_T)R_L$

(5) 若要A增加一倍，R_L需增加一倍

此时 $u_o' = V_S - \frac{K}{2}(u_I - V_T)^2 \cdot 2R_L$

$\Delta u_o = u_o' - u_o$

$= -\frac{K}{2}(u_I - V_T)^2 R_L$

(6) 令 $2A = -K(u_I' - V_T)R_L$

则 $u_I' = V_T - \frac{2A}{KR_L}$

$u_o' = V_S - \frac{K}{2}(u_I' - V_T)^2 R_L$

$= V_S - \frac{K}{2}(\frac{2A}{KR_L})^2 R_L$

$= V_S - \frac{2A^2}{KR_L}$

$\Delta u = u_o' - u_o$

$= V_S - \frac{2A^2}{KR_L} - [V_S - \frac{K}{2}(u_I - V_T)^2 R_L]$

$= \frac{K}{2}(u_I - V_T)^2 R_L - \frac{2A^2}{KR_L}$

第七次作业（主要是计算上的问题，方法基本都会）

6、如图 14.15 所示电路，$t<0$ 时，双刀开关置 a，电路达到稳态；当 $t=0$ 时，开关从 a 置到 b，求 $t\geq 0$ 时，电感上电流 $i_L(t)$=？

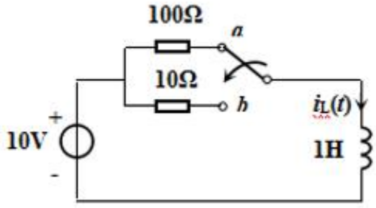


图 14.15

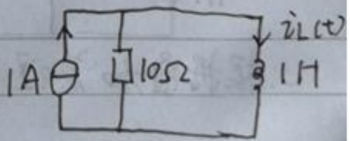
∵ $i_L(0_-) = 10V/100\Omega = 0.1A$

∴ $i_L(0_+) = i_L(0_-) = 0.1A$

∴ $t \geq 0$时，$i_L(t) = I_S + (I_0 - I_S)e^{-\frac{1}{\tau}t}$

$\cancel{\tau = L/R = 1/10}$

∵ 诺顿等效电路为



$\tau = L/R = 0.1s$

∴ $i_L(t) = 1 - 0.9e^{-10t}$，$(t \geq 0)$

3、图 15.9 所示电路，已知 $U_S = 1V$，电容和电感的初始状态均为 0，试求 $t \geq 0s$ 电容电压的响应？

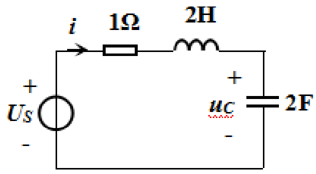


图 15.9

微分方程

$$\begin{cases} 4\dfrac{d^2u_c}{dt^2}+2\dfrac{du_c}{dt}+u_c=U_s \\ u_c(0+)=0 \\ i_c(0+)=0 \end{cases}$$

特征方程：$s^2+0.5s+0.25=0$

$$s_{1,2}=\frac{-0.5\pm\sqrt{0.25-1}}{2}$$，为欠阻尼情况

$$=-\frac{1}{4}\pm j\frac{\sqrt{3}}{4}$$

通解：$u_c(t)=e^{-\frac{1}{4}t}\left[k_1\sin(\frac{\sqrt{3}}{4}t)+k_2\cos(\frac{\sqrt{3}}{4}t)\right]$

特解：$u_c^*(t)=U_s$

全解：$u_c(t)=U_s+e^{-\frac{1}{4}t}\left[k_1\sin(\frac{\sqrt{3}}{4}t)+k_2\cos(\frac{\sqrt{3}}{4}t)\right]$

$\because u_c(0+)=0$

$\therefore 1+k_2=0 \Rightarrow k_2=-1$

$\because i_c(0+)=0$

$$\therefore -\frac{1}{4}e^{-\frac{1}{4}t}\left[k_1\sin(\frac{\sqrt{3}}{4}t)+k_2\cos(\frac{\sqrt{3}}{4}t)\right]+e^{-\frac{1}{4}t}\left[\frac{\sqrt{3}}{4}k_1\cos(\frac{\sqrt{3}}{4}t)-\frac{\sqrt{3}}{4}k_2\sin(\frac{\sqrt{3}}{4}t)\right]$$

$$=-\frac{1}{4}k_2+\frac{\sqrt{3}}{4}k_1=0 \Rightarrow k_1=-\frac{\sqrt{3}}{3}$$

$\therefore u_c(t)=1+e^{-\frac{1}{4}t}\left[-\frac{\sqrt{3}}{3}\sin(\frac{\sqrt{3}}{4}t)-\cos(\frac{\sqrt{3}}{4}t)\right],\ t\geq 0$

第八次作业

26、图 16.30 所示正弦稳态电路，已知 $i_S(t)=\sqrt{2}\cos 10t$ A，求 ab 端口的戴维宁等效电路。

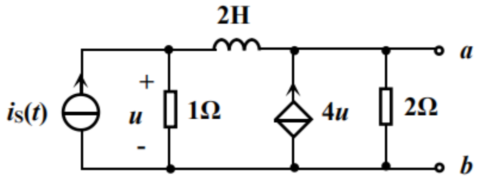
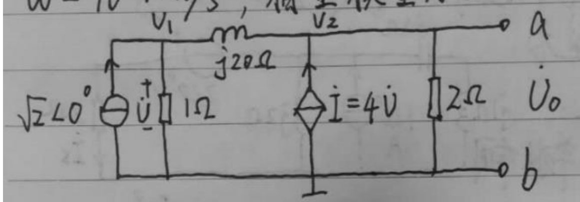


图 16.30

$w = 10$ rad/s，相量模型为：



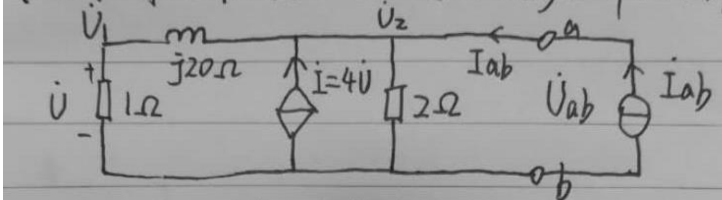
(1) 求ab端开路电压 $\dot U_0$，列写节点 $\dot U_1$、$\dot U_2$ 的节点方程

$$\begin{bmatrix} 1-j\frac{1}{20} & +j\frac{1}{20} \\ +j\frac{1}{20} & \frac{1}{2}-j\frac{1}{20} \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \dot U_1 \\ \dot U_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{2}\angle 0° \\ 4\dot U_1 \end{bmatrix}$$

$$\Downarrow$$

$$\dot U_0 = 10.98\angle -14.8° \quad \begin{cases} \dot U_1 = 1.30 - 0.47j \ (V) \\ \dot U_2 = 10.61 - 2.80j \ (V) = \dot U_0 \end{cases}$$

(2) 求等效阻抗 Z_{ab}，令电流源开路，相量模型为：

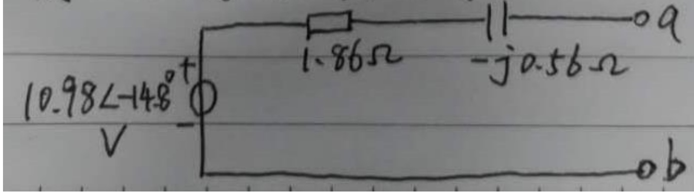


列写 $\dot U_1$ 和 $\dot U_2$ 的节点方程

$$\begin{cases} (1-\frac{j}{20})\dot U_1 + \frac{j}{20}\dot U_2 = 0 \\ \frac{j}{20}\dot U_1 + (\frac{1}{2}-\frac{j}{20})\dot U_2 = 4\dot U_1 + \dot I_{ab} \end{cases}$$

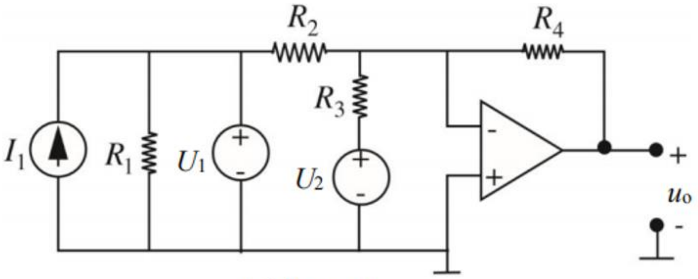
$$\Longrightarrow Z_{ab} = \frac{\dot U_{ab}}{\dot I_{ab}} = \frac{\dot U_2}{\dot I_{ab}} \approx 1.86 - j0.56 \ (\Omega)$$

因此ab端的戴维宁等效电路为：

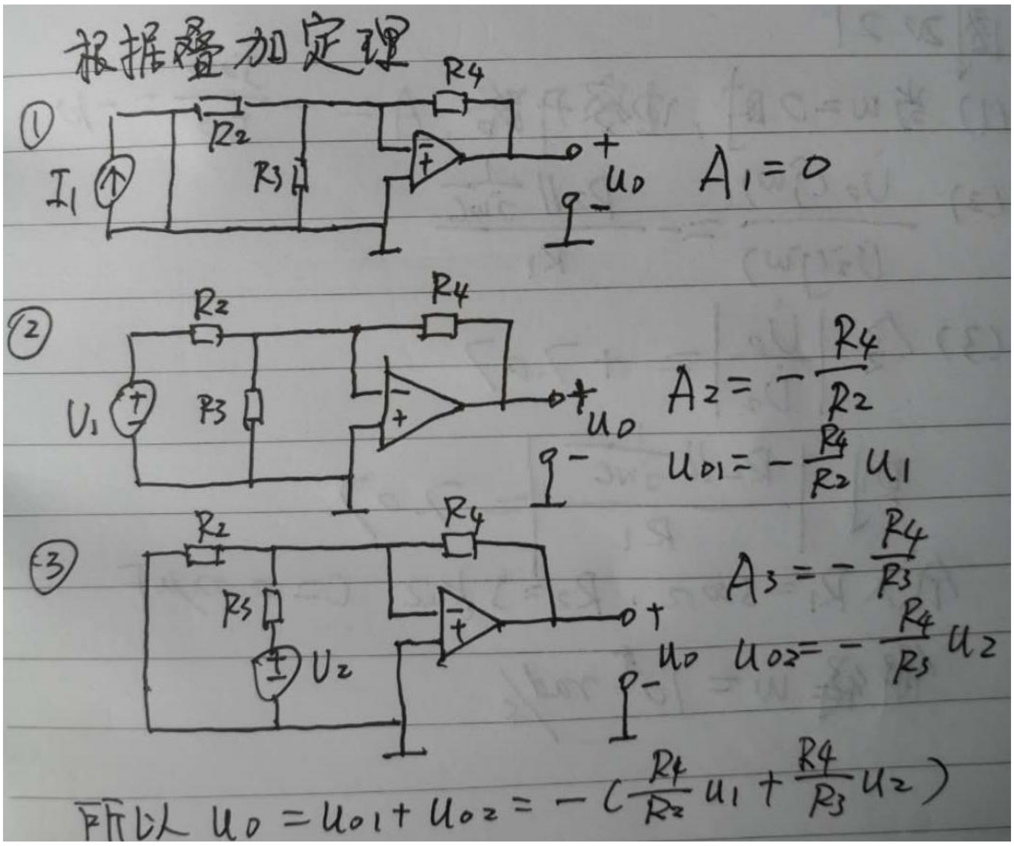


第九次作业

5、图 20.13 所示电路中，用 I_1，U_1，U_2 表示 u_o。设运算放大器有理想特性。



题图 20.13



11、求图 20.19 所示线性网络中，用电压 u 表示的电流 i。设运算放大器是理想的。

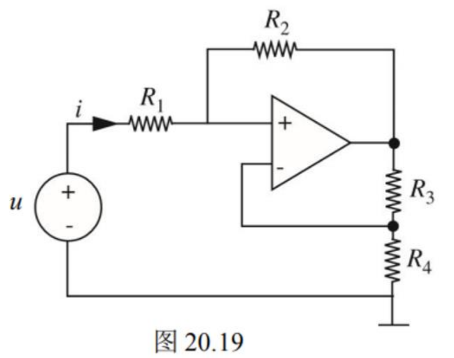
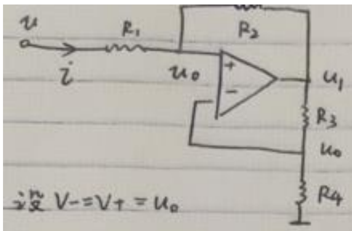


图 20.19



设 $V_- = V_+ = u_0$

$$i = \frac{u - u_0}{R_1} = -\frac{u_1 - u_0}{R_2}$$

$$u_1 = \left(\frac{R_3}{R_4} + 1\right) u_0$$

解得 $u_0 = \dfrac{R_2 R_4}{R_2 R_4 - R_1 R_3} u$，$i = \dfrac{R_3}{R_1 R_3 - R_2 R_4} u$

13、如图 20.21 所示电路。

（1）当ω=0 时，放大器的增益是多少？

（2）求表达式$\dot{U}_{\mathrm{o}}(\mathrm{j}\omega)/\dot{U}_{\mathrm{i}}(\mathrm{j}\omega)$。

（3）在什么频率下，$|\dot{U}_{\mathrm{o}}|$降到其低频时的 0.707 倍。

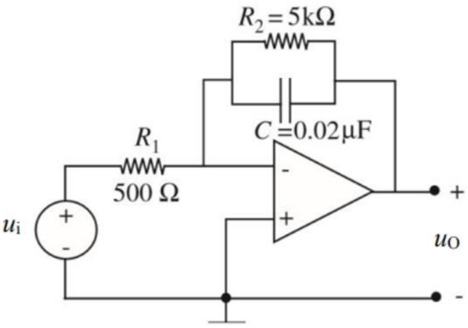


图 20.21

图20.21

(1) 当 $w=0$ 时，电容开路，$A = -\frac{5000}{500} = -10$

(2) $\dfrac{\dot{U}_o(jw)}{\dot{U}_i(jw)} = -\dfrac{R_2 // \frac{1}{jwC}}{R_1}$

(3) 令 $\left|\dfrac{\dot{U}_o}{\dot{U}_i}\right| = +7.07$

则 $\left|\dfrac{R_2 // \frac{1}{jwC}}{R_1}\right| = 7.07$

代入 $R_1 = 500\Omega$，$R_2 = 5k\Omega$，$C = 0.02\mu F$

W=10^4rad

第十次作业（主要是画图上的问题）

2、图 18.7 所示电路，求端口的阻抗函数。并画出幅频特性大致图

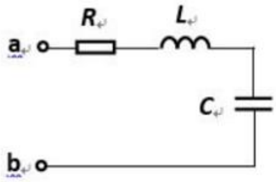


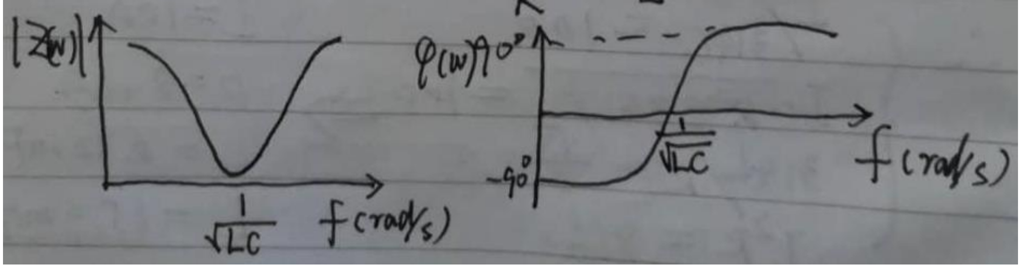
图 18.7

$$Z(s)=R+sL+\frac{1}{sC}$$

令 $s=jw$ 得 $Z(w)=R+jwL+\frac{1}{jwC}$

$$|Z(w)|=\sqrt{R^2+(wL-\frac{1}{wC})^2}$$

$$\varphi(w)=\arctan\left[\frac{wL-\frac{1}{wC}}{R}\right]$$



3、图 18.8 所示，求端口的阻抗函数，并画出幅频特性大致图。

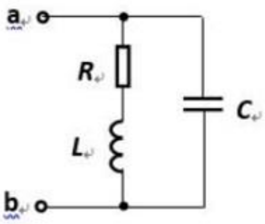


图 18.8

图18.8

$$Z(s)=\frac{(R+sL)\frac{1}{sC}}{R+sL+\frac{1}{sC}}=\frac{R+Ls}{LCs^2+RCs+1}$$

令 $s=j\omega$，得 $Z(j\omega)=\dfrac{R+j\omega L}{-LC\omega^2+j\omega RC+1}$

当 $s=0$ 时，$Z(0)=R$，$\varphi(0)=0$

当 $s=+\infty$ 时，$Z(+\infty)=0$，$\varphi(+\infty)=-90^\circ$