2018-2019 学年

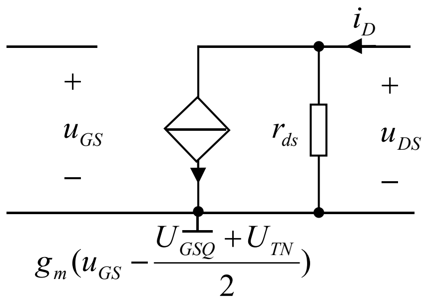
一、简述题（共 28 分，共 4 小题，每小题 7 分）

1、N 沟道增强型 MOS 场效应管工作在恒流区（放大区）的条件，画出场效应管恒流区的线性电路模型。

条件 $u_{GS} \geq U_{TN}, u_{DS} \geq u_{GS} - U_{TN}$（2 分）

模型 $g_m = \dfrac{2I_{DO}}{U_{TN}}(\dfrac{U_{GSQ}}{U_{TN}} - 1)$

$r_{ds} \approx \dfrac{U_A}{I_{DQ}}$（2 分）



（3 分）

2、如何通过改变偏置（不改变场效应管）在基本不改变电容耦合共源-共源-共漏放大电路源电压放大倍数的条件下适当加大上限截止频率。

加大 R_{G11}，提高 U_{GS1Q}，增大 g_{m1}（2 分），减小 R_{D1}（2 分）

$A_{uoc1} = -g_{m1}R_{D1}$ 基本不变，A_{us} 基本不变（1 分）

$f_{02} \approx \dfrac{1}{2\pi R_{D1}C'_{gs2}}$ 适当加大，f_H 适当加大（2 分）

3、低通、高通、带通和带阻四种类型滤波电路的定性判别方法。

$f = 0, |\dot{U}_o| \neq 0$，$f \to \infty, |\dot{U}_o| = 0$，低通（2 分）

$f = 0, |\dot{U}_o| = 0$，$f \to \infty, |\dot{U}_o| \neq 0$，高通（2 分）

$f = 0, |\dot{U}_o| = 0$，$f \to \infty, |\dot{U}_o| = 0$，带通（2 分）

$f = 0, |\dot{U}_o| \neq 0$，$f \to \infty, |\dot{U}_o| \neq 0$，带阻（1 分）

4、定性分析用集成运放（电压放大电路）通过负反馈构建的电流放大电路的性能。

电流并联负反馈

$F_{isc}=\left.\frac{i_f}{i_o}\right|_{u_f=0}$，$A_i=\frac{R_1}{R_2}A_u'$，$A_{if}=\frac{A_i}{1+A_iF_{isc}}\approx\frac{1}{F_{isc}}$（3 分）

$R_i=R_1//R_i'\approx R_1$，$R_{if}=\frac{R_i}{1+A_iF_{isc}}\approx\frac{R_1}{1+A_iF_{isc}}\to 0$（2 分）

$R_o=R_o'+R_2\approx R_2$，$R_{of}=(1+A_iF_{isc})R_o\approx(1+A_iF_{isc})R_2\to\infty$（2 分）

二、图 2 所示电路模型中，所有电源在 t=0 时接入，$u_C(0)=0$；①求虚框所示单口的戴维南等效电路；②求 t≥0 时的电压 u。（12 分）

① $I=\frac{9-0.7}{414+1}=0.02(mA)$

$U_{OC}=9-5\times 50\times 0.02=4(V)$（3 分）

$R_0=5(k\Omega)$（3 分）

② $(5+5)\times 10^3\times 5\times 10^{-6}\frac{du_C}{dt}+u_C=0.05\frac{du_C}{dt}+u_C=4$ （2 分）

$u_C(0)=0$

$u_C=4(1-e^{-20t})(V),t\ge 0$（2 分）

$u=(4-u_C)\times\frac{5}{5+5}=2e^{-20t}(V),t\ge 0$（2 分）

三、图 3 所示正弦稳态电路模型中，输入电压 $u_i=\cos(\omega t)V$，用相量法分别求 $\omega=100rad/s$、$\omega=2\times 10^5 rad/s$ 和 $\omega=4\times 10^7 rad/s$ 时的输出电压 u_o。（12 分）

当 $\omega=100(rad/s)$ 时

$\dot{U}=\frac{-j2\times 10^5}{0.5-j2\times 10^5}\times 1\angle 0^o\approx 1\angle 0^o(V)$

$\dot{U}_o=-4\dot{U}\times\frac{1-j2}{1+1-j2}\times\frac{1}{1-j2}=\frac{-4}{2-j2}\times 1\angle 0^o\approx 1.414\angle -135^o(V)$（3 分）

$u_o=1.414\cos(100t-135^o)(V)$（1 分）

当 $\omega=2\times 10^5(rad/s)$ 时

$\dot{U}=\frac{-j10^2}{0.5-j10^2}\times 1\angle 0^o\approx 1\angle 0^o(V)$

$$\dot{U}_o = -4\dot{U} \times \frac{1-j10^{-3}}{1+1-j10^{-3}} \times \frac{1}{1-j10^{-3}} \approx -2\times 1\angle 0^o = 2\angle -180^o (V)$$（3 分）

$u_o = 2\cos(2\times 10^5 t - 180^o)(V)$（1 分）

当 $\omega = 4\times 10^7 (rad/s)$ 时

$$\dot{U} = \frac{-j0.5}{0.5-j0.5} \times 1\angle 0^o \approx 0.707\angle -45^o (V)$$

$$\dot{U}_o = -4\dot{U} \times \frac{1-j5\times 10^{-6}}{1+1-j5\times 10^{-6}} \times \frac{1}{1-j5\times 10^{-6}} \approx -2\times 0.707\angle -45^o = 1.414\angle 135^o (V)$$（3 分）

$u_o = 1.414\cos(4\times 10^7 t + 135^o)(V)$（1 分）

得分

四、图 4 所示共源放大电路中，场效应管的 $g_{m1} = 4mS$，$r_{ds1} \to \infty$，$C'_{gs1} = 50pF$，信号源的 $r_s = 0.2k\Omega$；①求 R_i、A_{uoc}、R_o 和 A_{us}；②求 f_L、f_H 和 f_{BW}；③如果在负载前插入电容耦合共漏放大电路，且 $R_{i2} = 67k\Omega$，$A_{uoc2} = 0.89$，$R_{o2} = 0.22k\Omega$，求 A_{us} 和 f_{BW}。（12 分）

① $R_i = 100 // 350 \approx 78(k\Omega)$（1 分）

$A_{uoc} = -4\times 2 = -8$（1 分）

$R_o = 2(k\Omega)$（1 分）

$$A_{us} = \frac{78}{0.2+78} \times (-8) \times \frac{2}{2+2} \approx -4$$（1 分）

② $$f_{011} = \frac{1}{2\pi \times 78\times 10^3 \times 5\times 10^{-6}} \approx 0.41(Hz)$$

$$f_{012} = \frac{1}{2\pi \times (2+2)\times 10^3 \times 5\times 10^{-6}} \approx 8(Hz)$$

$f_L \approx f_{012} \approx 8(Hz)$（2 分）

$$f_{01} = \frac{1}{2\pi \times 0.2\times 10^3 \times 50\times 10^{-12}} \approx 15.9\times 10^6 (Hz) = 15.9(MHz)$$

$f_H = f_{01} \approx 15.9(MHz)$（1 分）

$f_{BW} = f_H - f_L \approx f_H \approx 15.9(MHz)$（1 分）

③ $$A_{uoc} = -8\times \frac{67}{2+67} \times 0.89 \approx -6.9$$

$R_o = R_{o2} = 0.22(k\Omega)$

$$A_{us}=\frac{78}{0.2+78}\times(-6.9)\times\frac{2}{0.22+2}\approx-6.2$$ （2 分）

$$f_{021}=f_{012}=\frac{1}{2\pi\times(2+67)\times10^{3}\times5\times10^{-6}}\approx0.46(Hz)$$

$$f_{022}=\frac{1}{2\pi\times(0.22+2)\times10^{3}\times5\times10^{-6}}\approx14.3(Hz)$$

$f_L\approx f_{022}\approx14.3(Hz)$

$f_{02}\approx f_{z2}$

$f_H=f_{01}\approx15.9(MHz)$

$f_{BW}=f_H-f_L\approx f_H\approx15.9(MHz)$（2 分）

五、在图 5 所示放大电路中引入电阻 R_f 构成合适的负反馈，使输入电压 $|u_i|=0\sim5V$ 时输出电流 $|i_o|=0\sim20mA$，在图中标示并求出 R_f。（12 分）

引入电阻 R_f 构成电流串联负反馈如图（4 分）

反馈网络如图

$$F_{roc}=0.8\times\frac{0.4}{0.8+R_f+0.4}=\frac{0.32}{R_f+1.2}(k\Omega)$$ （4 分）

$$A_{gf}\approx\frac{1}{F_{roc}}=\frac{R_f+1.2}{0.32}=\frac{20}{5}=4(mS)$$（2 分）

$R_f=4\times0.32-1.2=0.08(k\Omega)$（2 分）

六、图 6 所示滤波电路中，要求通带放大倍数 $A_{uf}=1.586$，上限截止频率 $f_H=2kHz$，求电容 C 和电阻 R_1、R_2。（12 分）

$$Q=\frac{1}{3-1.586}\approx0.707$$

$$f_H=f_0=\frac{1}{2\pi\times0.8\times10^{3}\times C}=2\times10^{3}(Hz)$$（2 分）

$$C=\frac{1}{2\pi\times2\times0.8\times10^{6}}\approx0.1\times10^{-6}(F)=0.1(\mu F)$$（4 分）

$1+\frac{R_2}{R_1}=1.586$，$R_2=0.586R_1$

$R_1 // R_2 = \frac{0.586}{1.586} R_1 \approx 0.37 R_1 = R + R = 2 \times 1.6 = 3.2(k\Omega)$（2 分）

$R_1 = \frac{3.2}{0.37} \approx 8.6(k\Omega)$（2 分），$R_2 = 0.586 \times 8.6 \approx 5.1(k\Omega)$（2 分）

得分

七、图 7 所示 AC/DC 电源中，输入电压 $u_i = 10\cos(100\pi t)V$，滤波电容 $C = 125\mu F$，稳压管的 $U_z = 6V$、$r_z = 4\Omega$，求输出电压 u_O。（12 分）

$R = 0.4 + (0.004 // 2) \approx 0.4(k\Omega)$

$RC = 0.4 \times 10^3 \times 125 \times 10^{-6} = 0.05(s) = 2.5/50 = 2.5T$

$U_{O1(AV)} = 0.9 \times 10 = 9(V)$（3 分）

$u_{o11} = 0.1 \times 10\cos(100\pi t) = \cos(100\pi t)(V)$（3 分）

$U_O = \frac{0.004 // 2}{0.4 + (0.004 // 2)} \times 9 + \frac{0.4 // 2}{0.004 + (0.4 // 2)} \times 6 \approx 6(V)$（2 分）

$u_o = \frac{0.004 // 2}{0.4 + (0.004 // 2)} \times \cos(100\pi t) = 0.01\cos(100\pi t)(V)$（2 分）

$u_O = 6 + 0.01\cos(100\pi t)(V)$（2 分）