

2015年秋

1. (10 分)

在图 1 所示的电路中，所有电容对交流小信号可视为短路。确定下面的电路是否可以不失真地放大交流信号，并且说明你的理由。

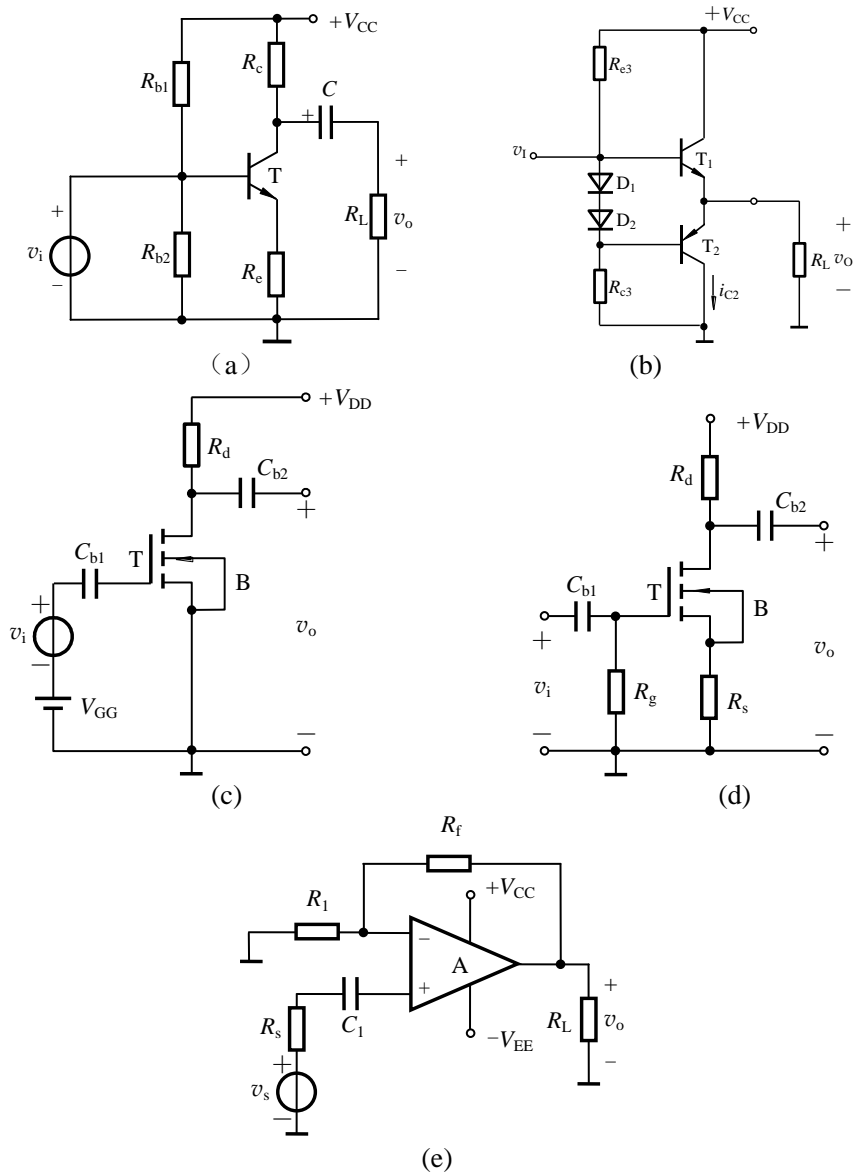


图 1

2. (21 分)

在图 2 所示的共源极放大电路中, MOSFET 的参数为: $\lambda=0$, $V_{TN}=2V$, $K_n=1mA/V^2$ 。

- (1) 求 I_{DQ} 、 V_{GSQ} 和 V_{DSQ} ;
- (2) 画出电路的小信号模型等效电路;
- (3) 求跨导 g_m 和小信号电压增益 $A_v=v_o/v_i$ 的值;
- (4) 求输入电阻 R_i 和输出电阻 R_o 的值;
- (5) 如果和 R_s 并联连接一个电容 C_b , 如图中的虚线所示, 判断小信号电压增益 A_v 、输入电阻 R_i 和输出电阻 R_o 将变大、变小或是不变;
- (6) 求电容 C_{C1} 和 C_{C2} 单独作用时的截止频率的表达式。

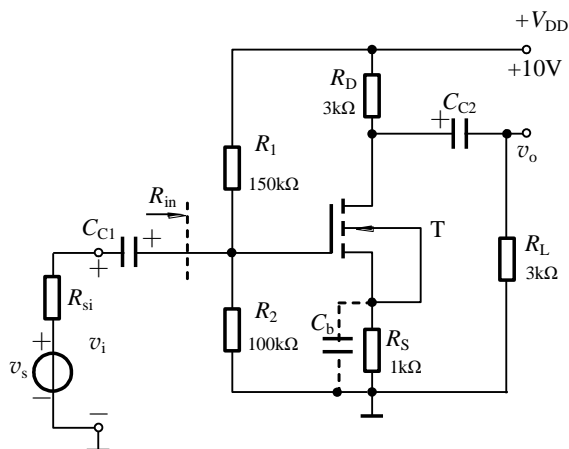


图 2

3. (9+6=15 分)

3.1 电路如图 3-1 所示。假设所有运算放大器均为理想的，求 v_{O1} 、 v_{O2} 和 v_O 的值。

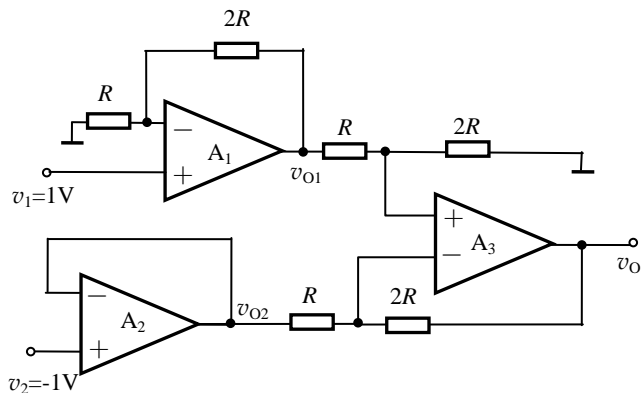


图 3-1

3.2 电路如图 3-2 所示。图中运算放大器为 NE5532，其几个电气参数如表 3-2 所示。对于下面的计算，我们取它的典型值，也就是表中的 TYP 值。

- (1) 求最坏情况下($R_3=0$)，也就是当 $v_1=0$ 时， v_O 的最大值；
- (2) 如何补偿这个偏移，也就是当 $v_1=0$ 时，如何让 v_O 的值最小。

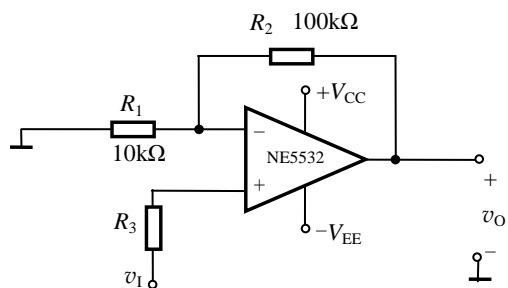


图 3-2

表 3-2 NE5532 的几个电气参数

PARAMETER		TEST CONDITIONS†	NE5532, NE5532A SA5532, SA5532A			UNIT
			MIN	TYP	MAX	
V_{IO} Input offset voltage	$V_O = 0$	$T_A = 25^\circ\text{C}$		0.5	4	mV
		$T_A = \text{Full range}^\ddagger$			5	
I_{IO} Input offset current		$T_A = 25^\circ\text{C}$		10	150	nA
		$T_A = \text{Full range}^\ddagger$			200	
I_{IB} Input bias current		$T_A = 25^\circ\text{C}$		200	800	nA
		$T_A = \text{Full range}^\ddagger$			1000	

4. (10 分)

电路如图 4 所示，假定 $V_{DD} = V_{SS} = 5V$ ， $R_{d1} = R_{d2} = R_d = 10k\Omega$ ，对 MOSFET 管 T_1 和 T_2 ， $K_n = 2.5mA/V^2$ ， $\lambda = 0$ ， $I_O = 0.2mA$ ，并且电流源为理想电流源。

- (1) 求 I_{D1Q} 、 I_{D2Q} ；
- (2) 当电路为双端输出时，求此时的差模电压增益 A_{vd} ；
- (3) 当电路从 T_2 单端输出时，求此时的差模电压增益 $A_{vd2} = v_{o2}/v_{i1}$ ，共模电压增益 A_{vc2} 和共模抑制比 K_{CMRR} 。

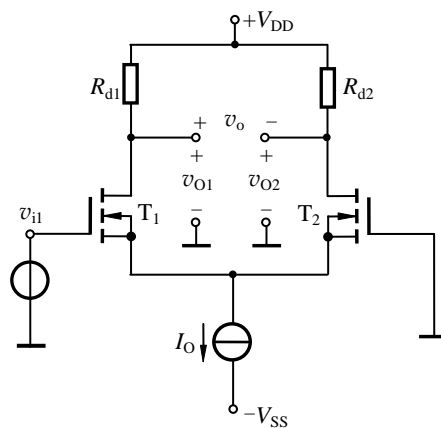


图 4

得分	
----	--

5. (12 分)

电路如图 5 所示。

- (1) 确定反馈的组态和极性，你必须在图中标出瞬时极性；
- (2) 如果满足深度负反馈条件，即 $|1+AF| \gg 1$ ，求闭环增益的表达式；
- (3) 如果想要增加电路的输入电阻，不增加和减少任何的元器件，不改变任何元器件的参数，只是改变反馈的组态，说明如何改变电路，说明你的理由。

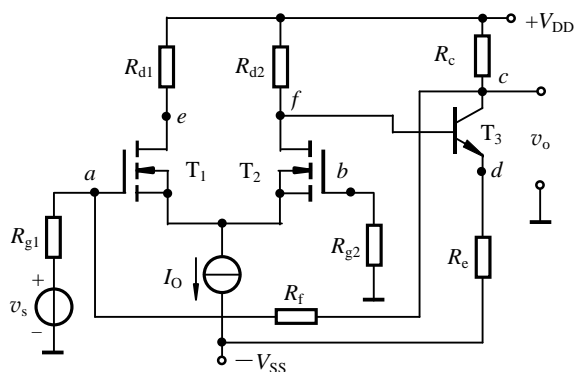


图 5

6. (16 分)

电路如图 6 所示；假设所有的运算放大器均为理想的。

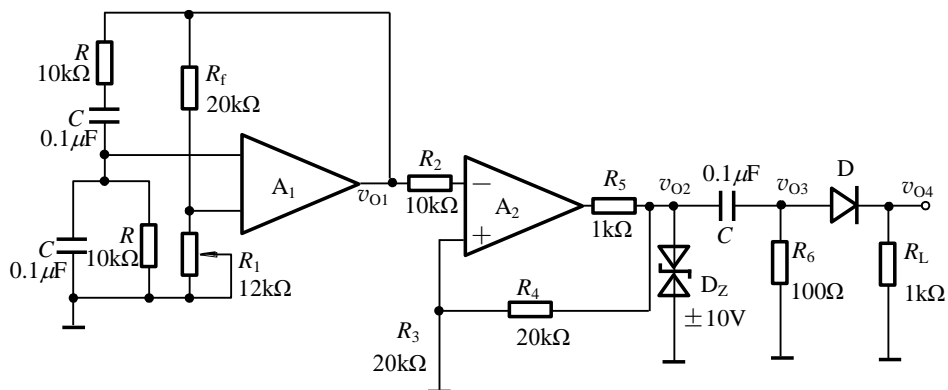


图 6

- (1) 为了使电路能够振荡，确定图中的运算放大器 A_1 的同相输入端“+”和反相输入端“-”；
- (2) 确定 v_{O1} 的振荡频率；
- (3) 确定电路起振时电阻 R_1 的取值范围；
- (4) 画出 v_{O2} 对 v_{O1} 的电压传输特性曲线，注意标明关键参数的值；
- (5) 如果 $v_{O1} = 10\sin\omega t$ V，定量地画出 v_{O1} 和 v_{O2} 的波形，并且定性画出 v_{O3} 和 v_{O4} 的波形。

7. (8 分)

某正电压的稳压电路如图 7 所示，齐纳二极管的稳定电压 $V_Z = 6V$ ，且图中 $V_A = 20V$ ， $R_1 = 500\Omega$ ， $R_2 = 1k\Omega$ ， $R_3 = 1k\Omega$ 。

- (1) 图中有两处错误，找到并改正；
- (2) 为了使输出直流电压尽可能稳定，在图中标出运算放大器 A 的同相输入端“+”和反相输入端“-”；
- (3) 求输出电压 V_O 的调节范围。

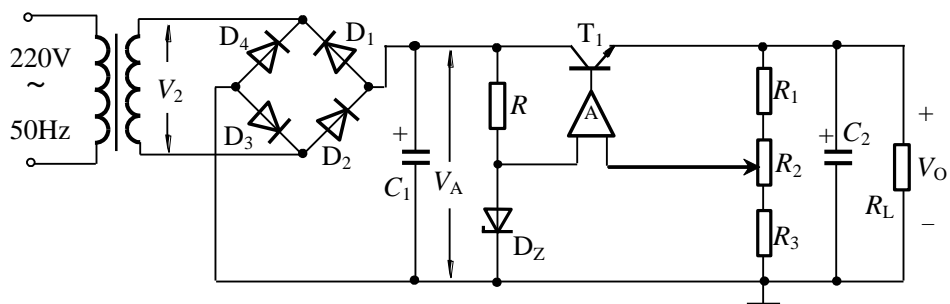


图 7

8. (8 分)

某水质传感器, 其输出信号为电流信号, 幅度从 0mA 到 20mA, 但后续电路的 ADC (模拟到数字转换器) 芯片的输入必须为电压信号, 其幅度必须为 0~+5V, 如图 8 所示。请使用运算放大器和一些电阻, 并且电阻的阻值必须在 1k Ω 到 100k Ω 之间。设计一个信号调理电路实现这个功能。

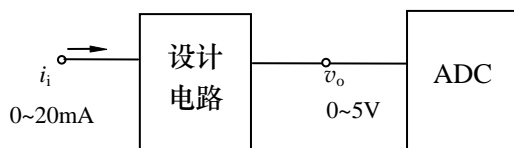


图 8

参考公式

$$i_D = I_S(e^{\frac{v_D}{V_T}} - 1) \quad r_D = \frac{V_T}{I_D} \quad i_D = K_n(v_{GS} - V_{TN})^2$$

$$i_D \approx 2K_n(v_{GS} - V_{TN})v_{DS} \quad K_n = \frac{K'_n}{2} \cdot \frac{W}{L} = \frac{\mu_n C_{ox}}{2} \left(\frac{W}{L} \right)$$

$$i_D = K_n(v_{GS} - V_{TN})^2(1 + \lambda v_{DS}) \quad r_{ds} = [\lambda K_n(v_{GS} - V_{TN})^2]^{-1} = \frac{1}{\lambda I_D}$$

$$g_m = 2K_n(V_{GSQ} - V_{TN}) = 2\sqrt{K_n I_{DQ}} = \frac{2}{V_{TN}} \sqrt{I_{DQ} I_D} \quad R_o = R // r_{ds} // \frac{1}{g_m}$$

$$r_{be} = 200 + (1 + \beta) \frac{26(\text{mV})}{I_{EQ}(\text{mA})}$$

$$f_{L2} = \frac{g_m}{2\pi C_s} \quad f_H = \frac{1}{2\pi R'_{si} C}, \quad C = C_{gs} + (1 + g_m R'_L) C_{gd}, \quad R'_{si} = R_{si} // R_g$$

$$A_{vd1} = -\frac{1}{2} g_m (r_{ds} // R_d) \quad A_{vc1} = -\frac{g_m (r_{ds} // R_d)}{1 + g_m (2r_o)} \quad K_{CMR1} \approx g_m r_o$$

$$A_{vd1} = -\frac{\beta R_c}{2r_\pi} \quad A_{vc1} = \frac{-\beta R_c}{r_\pi + (1 + \beta) 2r_o} \quad K_{CMR1} \approx \frac{\beta r_o}{r_\pi}$$

$$R_{ic} = \frac{1}{2} [r_\pi + (1 + \beta)(2r_o)]$$

$$V_O = (1 + R_f / R_1) \left[V_{IO} + I_{IB} (R_1 // R_f - R_2) + \frac{1}{2} I_{IO} (R_1 // R_f + R_2) \right]$$

$$A_f = \frac{A}{1 + AF}$$

$$V_L = (1.1 \sim 1.2) V_2 \quad I_L = \frac{0.9V_2}{R_L}$$

$$\dot{F}_V = \frac{j\omega RC}{(1 - \omega^2 R^2 C^2) + j3\omega RC} \quad \dot{F}_V = \frac{1}{3 + j\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$$