

《电子电路与系统基础 II》期末考试试题 A 卷

2021.1.2

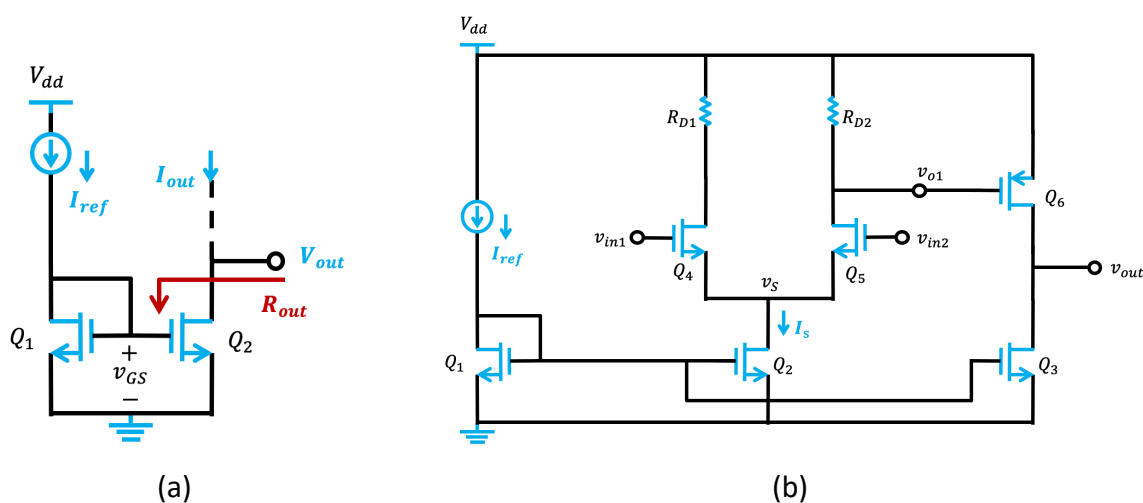
学号:

姓名:

共四大题，卷面满分 100 分。全部题目在答题纸上作答，在本试题纸上作答无效。

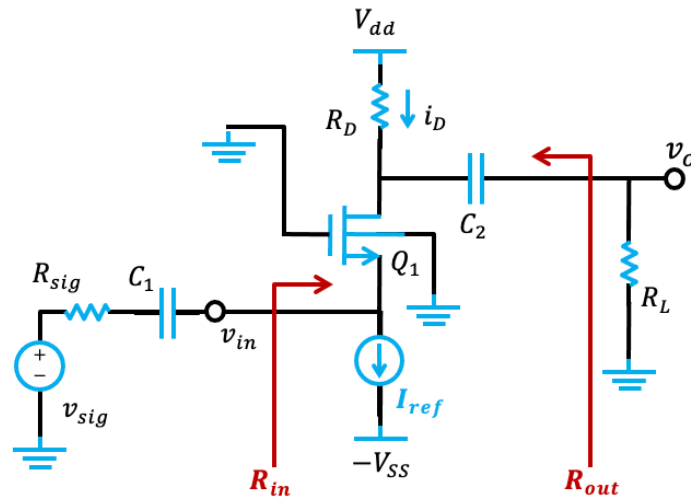
一、(30 分) 如下图所示电路，已知 $V_{dd} = 12V$ ，阈值电压 $|V_{th}| = 0.7V$ ， $\mu_n C_{ox} = 50\mu A/V^2$ ， $\mu_p C_{ox} = 100\mu A/V^2$ ， $(\frac{W}{L})_1 = 10$ ， $(\frac{W}{L})_2 = 20$ ， $(\frac{W}{L})_3 = 40$ ， $(\frac{W}{L})_4 = (\frac{W}{L})_5 = 20$ ， $(\frac{W}{L})_6 = 10$ ， $I_{ref} = 2mA$ ， $R_{D1} = R_{D2} = 4k\Omega$ ， $V_A = 100V$

- 1) 画出 Q_6 类型晶体管的横截面示意图 (需标注不同区域的半导体类型、端口位置以及端口名称)
- 2) 图(a)所示电路，求输出电流 I_{out} 及从箭头看进去的等效输出阻抗 R_{out} (注意: 需考虑沟道长度调制效应)
- 3) 图(b)所示电路，已知输入电压 v_{in1} 、 v_{in2} 的直流分量为 4V，分析 Q_4 、 Q_5 的工作状态
- 4) 若 Q_6 工作在饱和区，求电路的交流小信号总增益 $G_v = \frac{v_{out}}{v_{in2} - v_{in1}}$



二、（25 分）如下图所示电路，已知 Q_1 工作在饱和区， I_{ref} 为理想电流源， V_{dd} 为理想直流电压源，需考虑背栅效应

- 1) 画出 Q_1 的高频小信号等效模型
- 2) 忽略沟道长度调制效应，不考虑 Q_1 的高频效应，假设 C_1 、 C_2 容值无穷大，求电路的交流小信号总电压增益 $A_v = \frac{v_o}{v_{in}}$
- 3) 考虑沟道长度调制效应，不考虑 Q_1 的高频效应，求如图所示的电路等效输入电阻 R_{in}
- 4) 考虑沟道长度调制效应，不考虑 Q_1 的高频效应，求如图所示的电路等效输出电阻 R_{out}
- 5) 忽略沟道长度调制效应和背栅效应，考虑 Q_1 的高频效应，写出系统的传递函数 $H(s) = \frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)}$



三、（25 分）已知数字逻辑高电平以 1 来表示，低电平以 0 来表示。电路的电源电压为 $V_{dd} = 3V$ ，晶体管的阈值电压为 $V_{th} = 0.7V$

1) 用 CMOS 结构画出逻辑 $Y_1 = \overline{A + (BC + DE)F}$

2) 如果初始状态 $A = 1$ 、 $(BC + DE) = 1$ 、 $F = 0$ ，在 $t = t_1$ 时刻，A 变化为 0，假设输出节点上的等效电容为 C_L ，求 Y_1 变化到 $\frac{V_{dd}}{2}$ 所需的时间及消耗的能量

3) 如果情况 1 的初始状态为 $A = 1$ 、 $(BC + DE) = 1$ 、 $F = 0$ ，情况 2 中初始状态为 $A = 0$ 、 $(BC + DE) = 1$ 、 $F = 1$ ，在 $t = t_1$ 时刻， $(BC + DE)$ 不变，A、F 均变化为 $A = 0$ 、 $F = 0$ ，哪一种情况下输出 Y_1 的延时更短？

（注：第 3 问无需推导，但要给出合理的解释）

四、（20 分）如图所示电路，已知 Q_1 工作在饱和区，忽略沟道长度调制效应、不考虑背栅效应，求该电路的振荡频率和起振条件

