

《电子电路与系统基础 I》2013 年春季学期期末考试试题 A 卷

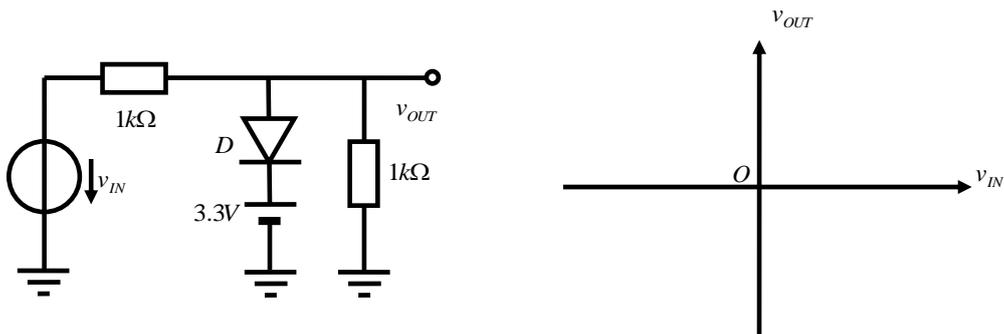
班级 _____ 学号 _____ 姓名 _____

卷面满分 108 分，超过 100 分按 100 分计。数值计算保留 3 位有效位数。

一、填空题（54 分，请在试题纸对应空位填空或画图）：

1、已知非线性方程为 $f(x) = e^x - x^2 + 2 = 0$ ，现用牛顿拉夫逊迭代法进行数值求解，给定的初始值为 $x^{(0)} = 0$ ，则第一次迭代结果 $x^{(1)} = (\quad)$ 。对该非线性方程，牛顿拉夫逊迭代法的迭代格式为 $x^{(k+1)} = (\quad)$ 。

2、如图 1a 所示，这是一个二极管电路，其中二极管具有‘正偏导通、反偏截止’特性，正偏导通采用 0.7V 恒压源模型，请在图 1b 位置画出该电路的输入电压输出电压转移特性曲线。二极管在 (\quad) 区时，电路具有正向传输特性，电压传输系数为 (\quad)。



(a) 电路图

(b) 输入输出转移特性曲线

图 1 二极管通断传输电路

3、开关串联可实现逻辑 (\quad) 运算，开关并联可实现逻辑 (\quad) 运算。

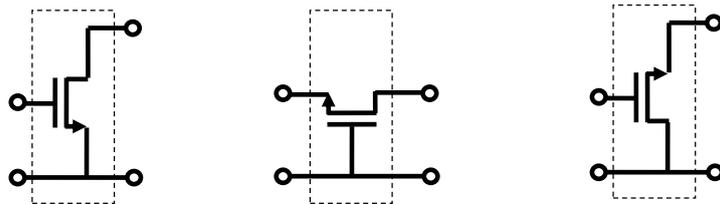
4、(\quad) 连接形式的负反馈可形成接近理想的流控压源。假设开环放大器的输入电阻为 r_{in} ，输出电阻为 r_{out} ，开环增益为 (\quad) <量纲或单位 (\quad) >，反馈系数为 (\quad) <量纲或单位 (\quad) >，则闭环后输入电阻为 (\quad)，输出电阻为 (\quad)，闭环增益为 (\quad)。

5、对晶体管小信号放大器，首先进行直流非线性分析：保留 (\quad) 的作用，去除 (\quad) 的作用，(\quad) 开路，(\quad) 短路，获得直流工作点后，在直流工作点上求取晶体管的 (\quad) 电路模型。之后进行交流小信号线性分析：保留 (\quad) 的作用，去除 (\quad) 的作用，(\quad) 开路，(\quad) 短路，晶体管用其 (\quad) 电路模型替代。

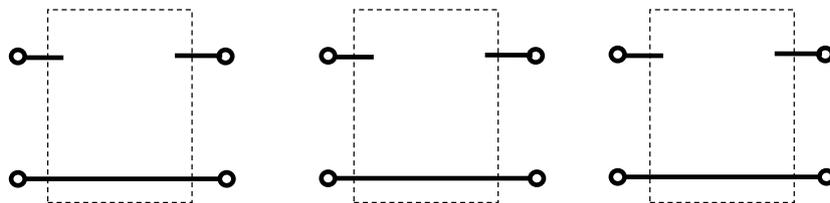
6、某放大器的输入输出转移特性方程为 $v_{out} = 10v_{in} - 0.4v_{in}^3$ ，其中电压单位为伏特。

则其 1dB 线性范围为 () V，在输入信号 $v_{in}(t) = \cos \omega_0 t$ (伏特) 时，其总谐波失真为 () dB。

7、对于图 2 所示的 NMOSFET，分别在图下空中填入它们的组态，并给出不考虑厄利效应 (假设 $V_E \rightarrow \infty$) 的交流小信号等效电路模型。



组态: () () ()



小信号等效电路: (a) (b) (c)

图 2 晶体管组态及其等效电路

8、图 3 所示为某负反馈放大器，晶体管网络和反馈网络是 () 连接关系，闭环形成的是 () 放大器，闭环 () 增益为 ()。

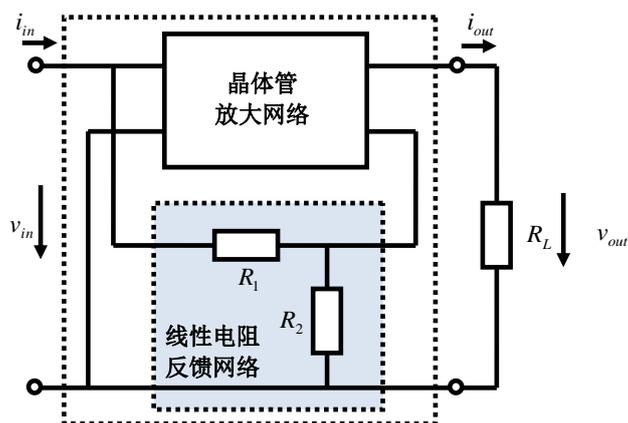


图 3 负反馈放大器反馈网络连接关系

9、A 类放大器最高理论效率为 ()，B 类放大器最高理论效率为 ()。

10、图 4a 所示为某放大电路，所有 3 个 PNP 晶体管具有相同的工艺参量。该电路中的晶体管 Q_3 和电阻 R 形成参考电流通路，参考电流大小为 () mA，晶体管 Q_2 (描述 Q_2 作用)：

晶体管 Q_1 (描述 Q_1 作用:

由此形成的输入电压输出电压转移特性曲线, 请画在图 4b 位置, 该曲线可以用分段折线法分析获得。现输入电压直流分量为 $-0.7V$, 交流分量正弦波的峰值最大为 () V 时, 输出电压还能基本保持正弦波形。

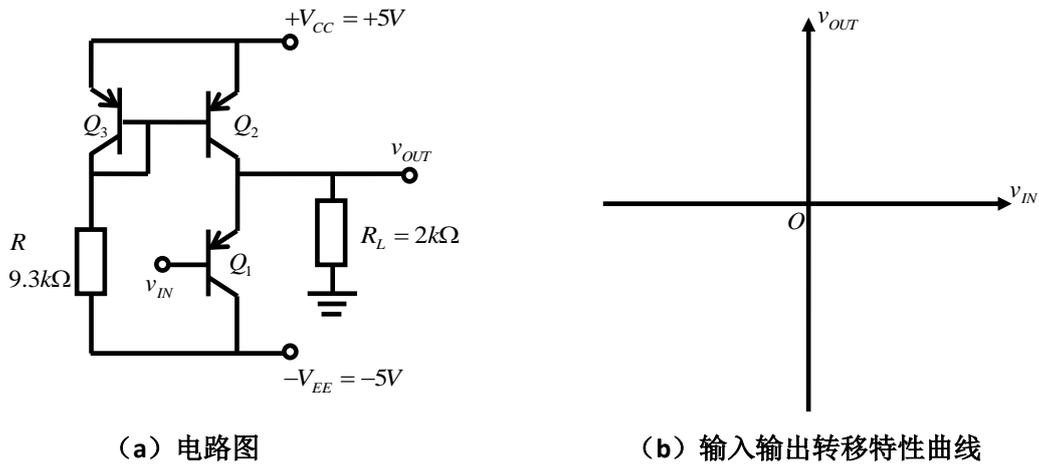


图 4 某放大电路

11、图 5 所示为一个全差分放大器, 假设所有晶体管的厄利电压均为 $50V$ 。该放大器的本征电压增益 $A_{v0} = 20 \log |v_o/v_{id}| = () dB$ 。这个全差分放大器可能存在的问题是 ()。

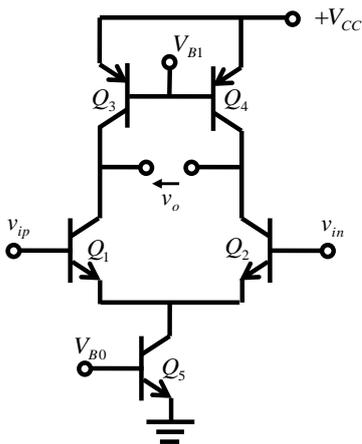


图 5 全差分放大器

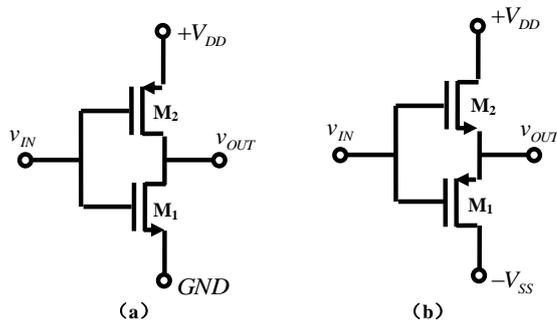


图 6 两个 MOSFET 电路

12、图 6a 电路名称为 (), 完成 () 功能; 图 6b 电路名称为 (), 完成 () 功能; () 电路需要修正才能更好完成其功能, 请在图 6b 右侧位置给

出你对该电路的修正电路示意图。

13、理想电压缓冲器的最适描述参量为()参量,该参量矩阵为()。

二、(15分)图7所示为一个NPN-BJT反相器,已知晶体管电流增益 $\beta=300$ 。

(1)采用分段折线模型进行分析,给出输入输出转移特性方程 $v_{OUT}=f(v_{IN})$ 表达式,给出完整分析过程。

(2)画出其输入输出转移特性曲线 $v_{OUT}=f(v_{IN})$,并在曲线上标注晶体管的工作区域。

(3)回答:如果作为放大器使用,工作点应选在什么位置?放大器的电压增益为多少?

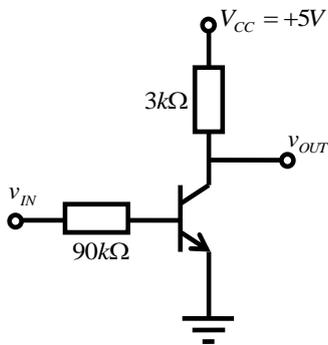


图7 BJT反相器

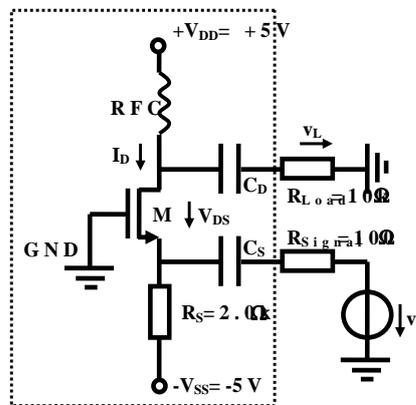


图8 MOSFET放大器

三、(19分)图8所示晶体管放大器中,NMOSFET的阈值电压 V_{TH} 为0.7V,工艺参量 $\beta_n=10\text{mA/V}^2$,厄利电压为 $V_E=40\text{V}$ 。已知电源电压为 $\pm 5\text{V}$,源极直流负反馈电阻 $R_S=2\text{k}\Omega$,信源内阻 $R_{\text{Signal}}=100\Omega$,负载电阻 $R_{\text{Load}}=10\text{k}\Omega$ 。高频扼流圈RFC是大电感,两个耦合电容 C_S 、 C_D 均为大电容。

(1)对该放大电路做直流分析,确认晶体管工作在恒流区。提示:直流分析中厄利效应可以不考虑。

(2)对该放大电路做交流小信号分析,给出虚框内放大器的输入电阻 r_{in} 、输出电阻 r_{out} 和电压增益 $A_v=v_L/v_S$ 。

四、(13分)图9所示为直流电流源电路。两个晶体管的宽长比分别为10:1和50:1。两个晶体管的工艺参量相同, $\mu_p C_{ox}=100\mu\text{A/V}^2$, $V_{TH}=0.8\text{V}$, $V_E=30\text{V}$ 。

(1)希望负载电阻 $R_L=0$ 时的输出短路电流为 $200\mu\text{A}$, R_D 电阻取值为多少?

(2)负载电阻满足什么条件时,虚框内电路可以抽象为电流源?给出等效电流源源电流 I_0 和源内阻 r_{out} 分别为多少?

(3)如果希望等效电流源内阻 r_{out} 增大两个数量级以上,电路如何修正?画出修正电路,并估算修正电路的输出电阻 r_{out} 大小。

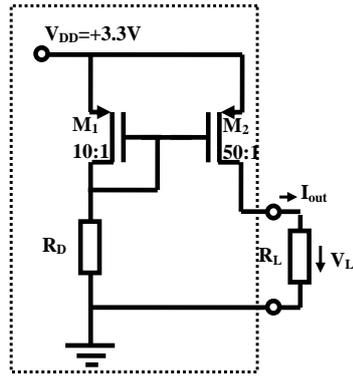


图 9 MOSFET 电流源

五、(7分) 分析图 10 电路，画出等效电路，分析说明它完成的是一个 4bit DAC 功能。其中， V_{D3} 、 V_{D2} 、 V_{D1} 、 V_{D0} 为数字输入 D_3 、 D_2 、 D_1 、 D_0 对应的逻辑电平，高电平代表二进制 1，低电平代表二进制 0； V_{B0} 为某固定偏压； V_{out} 为模拟输出电压。

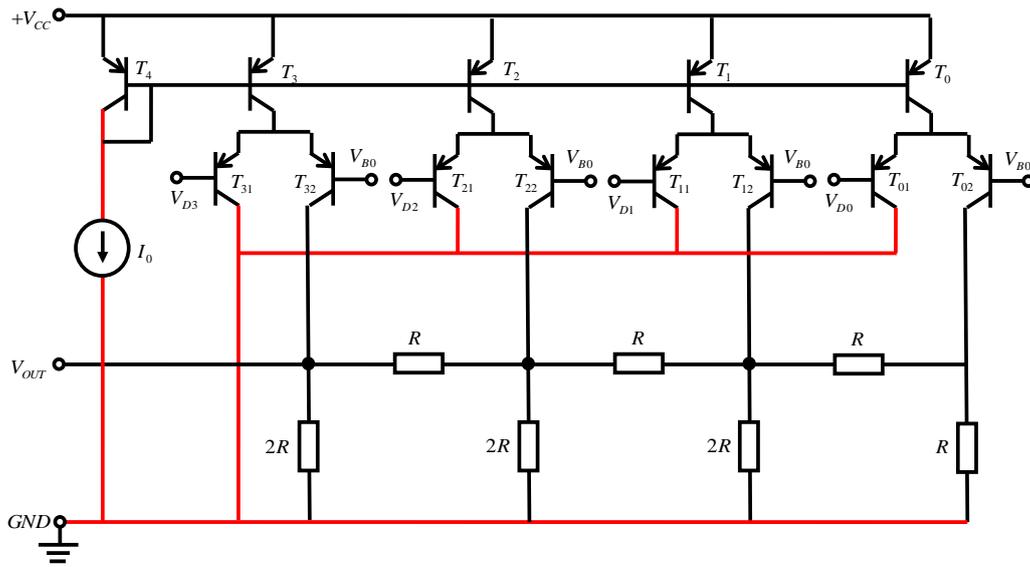


图 10 4bit DAC