

《电子电路与系统基础 II》期中考试试题

2015.12.5

学号：

姓名：

本考卷卷面满分 108 分，卷面分超过 100 分按 100 分计。

一、 填空题（71 分，填空题答案直接填写到试题纸空位中，如果已知条件中的电量给出单位的，对应计算后的答案则需同时给出数值和单位，或表达式和单位。如果是多项选择填空，需在题后或空后<...>中给出的选项选择一个答案填入）：

- 1、 假设运放输入阻抗极大，被抽象为开路。运放工作在线性区时其电压放大倍数为 A_{v0} ，输出阻抗很小而被抽象为零。请给出运放工作在正饱和区和线性区的二端口网络等效电路模型，标注清楚元件符号，写清楚二端口网络端口描述方程和电路模型成立的限定性条件。（+9）

电路模型	
端口描述方程	
限定性条件	

图 1a 正饱和区

电路模型	
端口描述方程	
限定性条件	

图 1b 线性区

图 1a/b 运算放大器等效电路

- 2、 如图 2 所示，假设两个运放都是理想运放，线性区电压增益无穷大，输入电阻无穷大，输出电阻为零。说明 OPA2 是负反馈连接：（

）；

说明 OPA1 是负反馈连接：（

）。

由于两个运放均为负反馈连接方式，因而可以假设信号有限的情况下，两个运放均工作于线性区，从而可以直接利用理想运放的虚短、虚断特性进行分析。请给出图示六个电阻上的电流大小，填在图示空中。（+6）

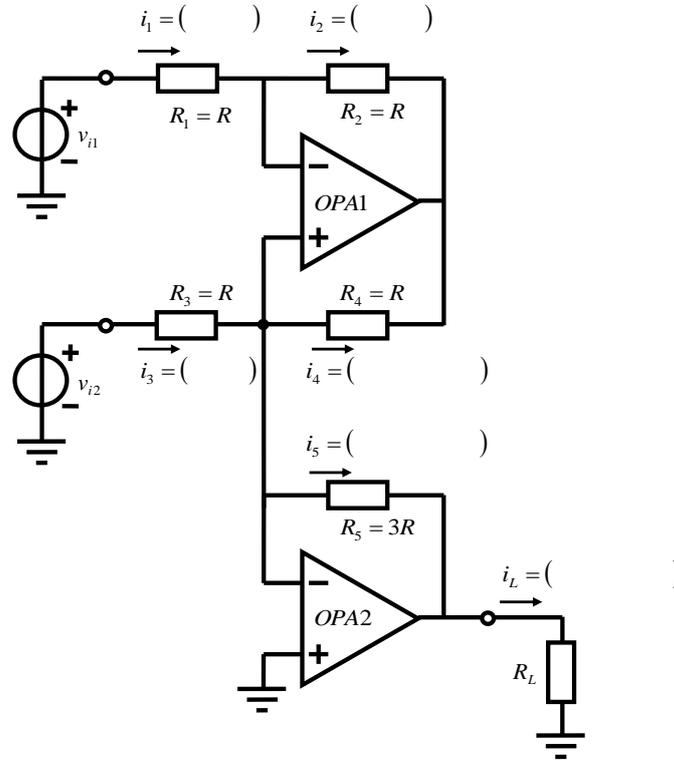
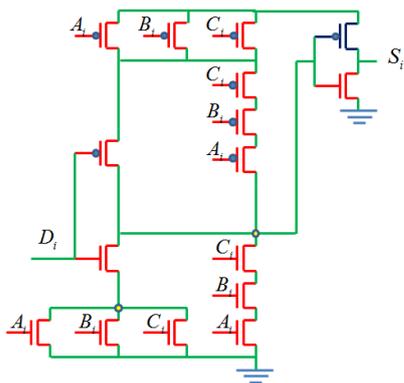
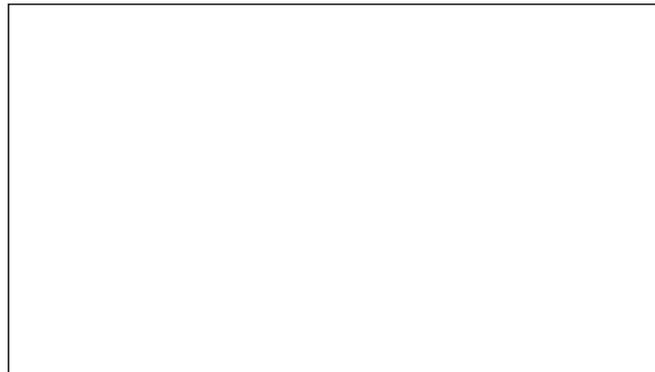


图 2 负反馈运放分析



(a) CMOS 晶体管级电路



(b) 逻辑门级电路（只允许用与非门实现）

图 3 某组合逻辑电路实现方案

3、给出图 3a 所示 CMOS 晶体管组合逻辑电路的输出逻辑表达式，

$$S_i = (\quad \quad \quad)。$$

在图 3b 位置画出其逻辑门级电路实现方案，由于手头只有若干二输入和三输入的与非门可供选用，请用这些与非门实现图 3a 晶体管级电路所实现的逻辑功能。（+6）

4、对如图 4a 所示的一阶线性时不变 RC 电路，其时间常数 $\tau= (\quad)$ 。以 $v_s(t)$ 为激励，电容电压 $v_c(t)$ 作为状态变量的状态方程为(\quad)。以激励电压 $v_s(t)$ 为输入，以电容电压 $v_c(t)$ 为输出，其单位冲激响应 ($h(t)= \quad$)，其单位阶跃响应 ($g(t)= \quad$)，其频域传递函数($H(j\omega)= \quad$) (幅度和相位形式表述)。在图 4b 位置画出当 $v_s(t)=V_{s0}$ (大于 0 的直流电压)时的相轨迹，标注清楚相轨迹状态转移方向和相轨迹斜率，在平衡点上标注 Q，并写明它是稳定平衡点还是不稳定平衡点；在图 4c 位置画出单位冲激响应时域波形图，在图 4d 位置画出单位阶跃响应时域波形图，在波形图上标注诸如初值，稳态值和时间常数等关键参量；在图 4e 位置画出频域传递函数幅频特性波特图，在图 4f 位置画出频域传递函数相频特性波特图，请标注清楚波特图分段折线转折点的坐标。(+19)

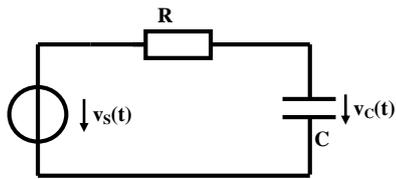
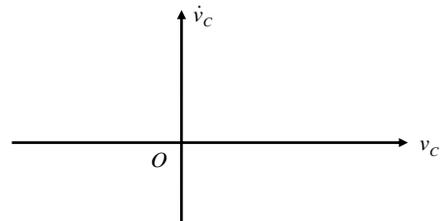


图 4a 一阶 RC 电路



4b 相轨迹

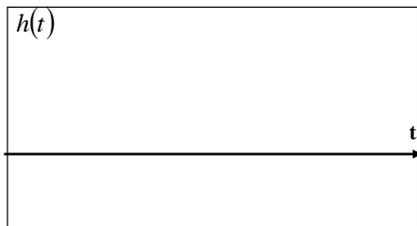
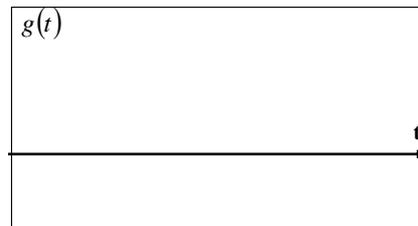


图 4c 单位冲激响应 $h(t)$



4d 单位阶跃响应 $g(t)$

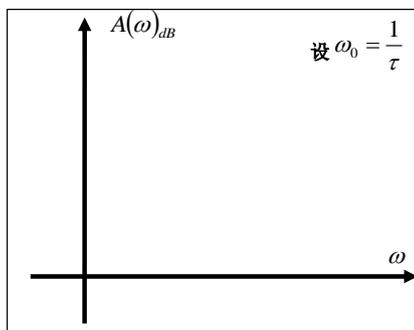
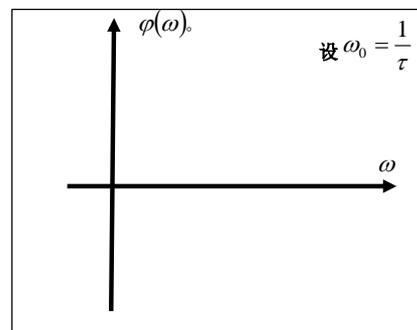


图 4e 幅频特性波特图



4f 相频特性波特图

5、如图 4a 所示电路，用频率 $f_0 = 1\text{MHz}$ 的正弦波电压源 $v_s(t) = 10\cos(2\pi f_0 t + \varphi_0)$ (V) 激励 RC 串联回路，在 600Ω 电阻上测得正弦波的电压峰值为 6V，那么在电容上测得的正弦波电压 $v_c(t) =$ ()，分析可知，电容容值 $C =$ ()。上述 RC 串联回路对外端口看入的视在功率为 ()，平均功率为 ()，无功功率为 ()。提醒，空中需要填写清楚具体数值和单位。(+6)

6、一阶线性时不变电路系统的激励源为冲激、阶跃、正弦波或方波源时可利用三要素法求解，这三个要素分别为 ()、() 和 () (空中填 ‘中文名称/数学符号’)。假设待求电量为 $x(t)$ ，三要素法给出的电量表达式为 $x(t) =$ ()。(+5)

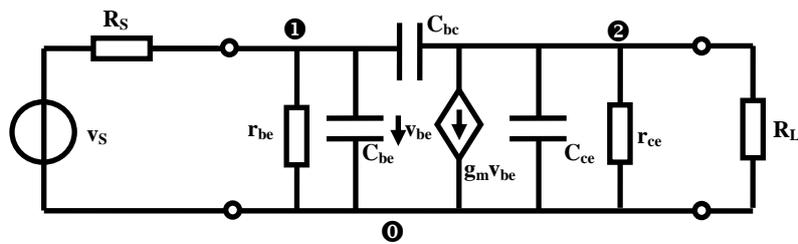


图 5 晶体管放大器交流小信号电路模型

7、对于图 5 所示的 () <零阶/一阶/二阶/三阶/四阶>线性时不变动态电路，以图示 0 结点为参考结点，以 1、2 两个结点相对于参考结点的结点电压为未知量，其向量域结点电压法电路方程为：

其时域结点电压法电路方程为：

图示放大电路在频域具有 () <低通/高通/带通/全通>选频特性。(+9)

8、如图 6a 所示，这是一个激励源通过耦合电容驱动负载电阻的抽象模型。求从输入

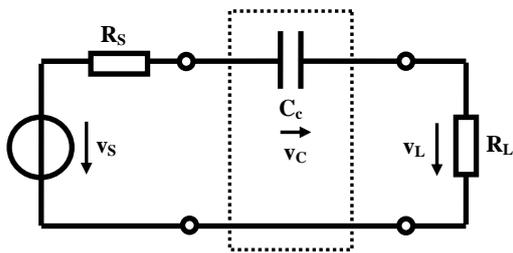
电压到输出电压的向量域传递函数 $H(j\omega) = \frac{\dot{V}_L}{\dot{V}_S} =$ ()。

如果耦合电容用直通短路线替代, 则传递函数 $H(j\omega) = \frac{\dot{V}_L}{\dot{V}_S} =$ (), 对

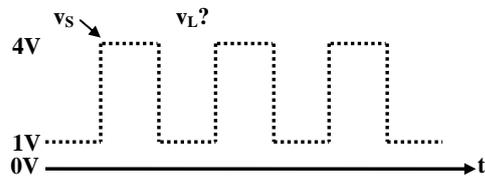
比这两个传递函数, 说明正弦波激励源频率 $f > f_1 =$ () 时, 可近似认为

耦合电容是高频短路的。现设置输入信号 $v_S(t)$ 为如图 b 所示的频率远远大于 f_1 的方波信号 (虚线), 请在图 6b 上用实线画出负载电阻 R_L 上的稳态输出波形 $v_{L\infty}(t)$, 稳

定后, 电容两端直流电压为 () V。 (+5)



(a) 电路图



(b) 信号波形

图 6 耦合电容耦合源和负载

9、如图 7 所示, 在 $t=0$ 开关闭合之前, 电容 C_1 上初始电压为 V_{01} , 电容 C_2 上初始电压为 V_{02} ($\neq V_{01}$), 开关闭合 () 时间后, 可以认为瞬态过程结束, 电

荷完成重新分配。电荷重新分配后, 电容 C_2 上的电荷量为 $Q_2 =$ ()。

电荷重新分配的全过程中, 电阻 R 消耗的电能 $E_R =$ ()。 (+3)

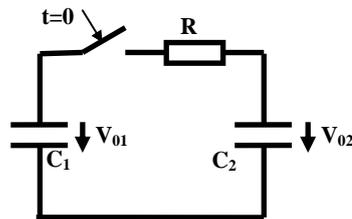


图 7 电荷重新分配

10、有同学在做如图 8a 所示的二极管半波整流电路实验时, 观察到了良好的近乎直流的整流输出波形。实验结束后, 他互换了二极管和电容的位置, 如图 8b 所示, 请将他观察到的波形图画在图 8d 位置, 作为对比, 请同时在图 8c 位置画出半波整

流电路的输出波形。图 8c/d 中，虚线为输入正弦波形，画波形示意图时，假设起始时刻 ($t=0$) 电容电压为 0，假设二极管导通电压为 0。(+3)

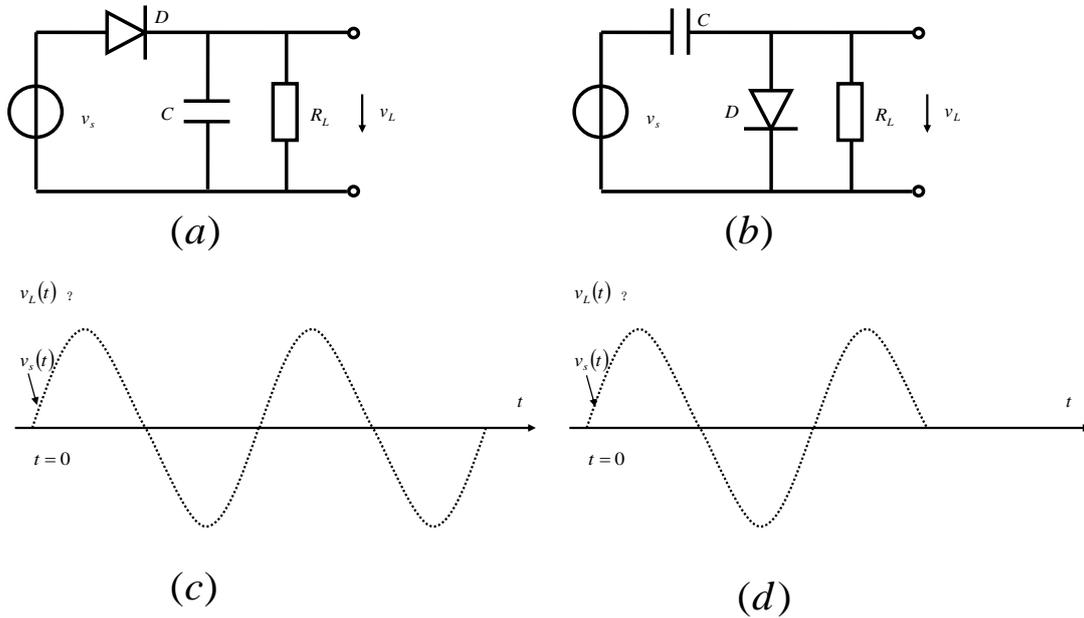


图 8 半波整流实验电路及其调整电路输出波形示意图

注：二、三、四、五题同时考察分析过程，请在答题纸上给出分析过程，需要有公式列写及公式推导过程，以及必要的文字描述。

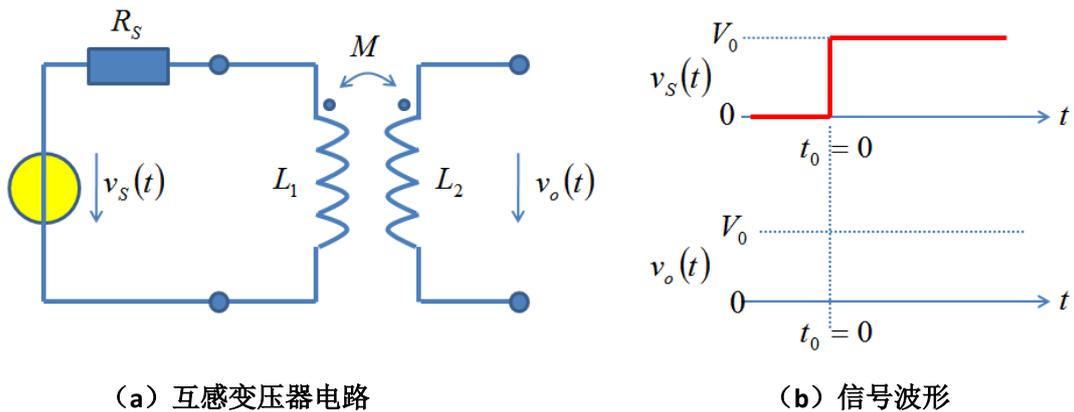


图 9 互感变压器电路分析

二、(+5 分) 定义互感变压器的线圈匝数比为 $n = \frac{N_1}{N_2} = \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}$ ，耦合系数为 $k = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$ 。图 9a

所示互感变压器初级线圈接内阻为 R_s 的阶跃电压源 $v_s(t) = V_0 \cdot U(t)$ ，其波形如图 9b 所示，在次级线圈测量其开路电压 $v_o(t)$ ，请分析并给出输出电压 $v_o(t)$ 的数学表达式，并在图 9b 空位画出 $v_o(t)$ 的时域波形（画波形图时，取 $n=2$ ， $k=0.8$ ）。

三、(+18 分) 如图 10 所示，这是一个有跨接电容 C 的跨导放大器。

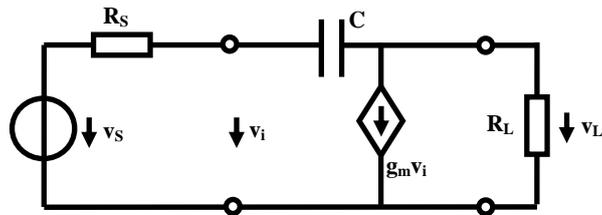


图 10 跨接电容的影响

(1) 给出向量域传递函数， $H(j\omega) = \frac{\dot{V}_L}{\dot{V}_S}$ ；(+3)

(2) 由传递函数画幅频特性和相频特性波特图；由波特图说明该放大器具有低通、高通还是带通类型？其 3dB 频点为多少？本问画图和回答数值取 $R_s=100\Omega$ ， $R_L=5k\Omega$ ， $g_m=40mS$ ， $C=5pF$ 。(+9 分)

(3) 如果输入信号是阶跃信号 $v_s(t) = 10 \cdot U(t)(mV)$ ，给出其输出电压 $v_L(t)$ 表达式，画出时域波形图。数值取值如 (2) 问。(+6 分)

四、(+7 分) 如图 11 所示，这是一个由二输入与非门实现的某个门级组合逻辑电路：

(1) 请给出其输出逻辑表达式；(+2 分)

(2) 说明虚框内电路实现了什么电路功能；(+1 分)

(3) 用 CMOS 工艺实现该电路功能，用尽可能少的晶体管以降低成本。(+4 分)

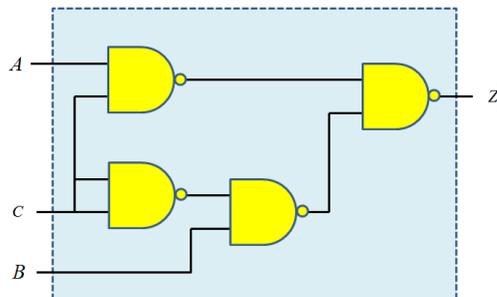


图 11 某组合逻辑的门级电路实现方案

五、(+7 分) 如图 12 所示为某运放电路，其中运放在线性区的增益被极致化为无穷大，同时其饱和区饱和电压为 $\pm 13V$ 。

(1) 请分析并给出从输入电压 v_{in} 到输出电压 v_{out} 的转移特性表达式，并画出输入输出转移特性曲线；(+6)

(2) 请回答图中 R_3 电阻起什么作用？ (+1)

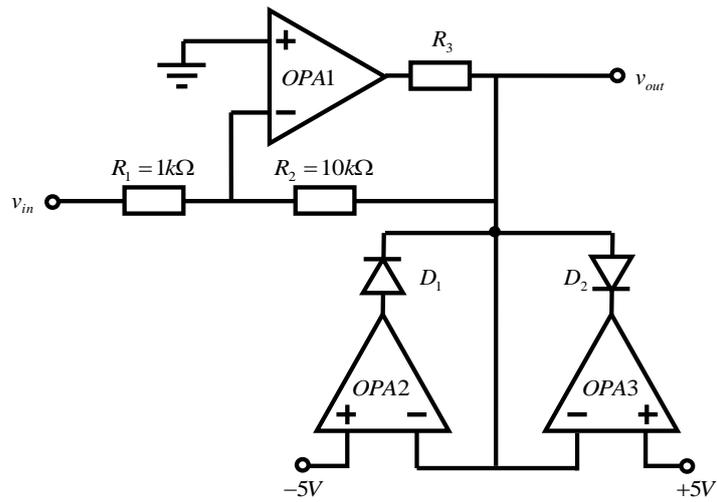


图 12 某运放电路