

《电子电路与系统基础 (1)》-B 班 2020 年春季学期期末考试试题 A 卷
 班号: _____ 学号: _____ 姓名: _____ 日期: 2020.09.01

卷面满分 108 分, 超过 100 分按 100 分计。

一、填空题 (本题共 52 分: 答题纸上答题时, 需标注清楚题号和括号编码, 之后写答案。连空填写公式时, 前空出现过的电量符号后空可以直接引用以简化公式描述。)

1. 某放大器 1mW 的输入正弦波, 输出基波正弦波为 100mW, 这是一个 (❶) dB 功率增益的放大器。
2. 占空比 50% 在 -5V ~ 5V 之间跳变的方波电压信号, 和峰值 (❶) V 的正弦波信号具有相同的 (❷) V 有效值电压。
3. 某二端口网络的端口描述方程为
$$\begin{cases} v_1 = 1 + 10000 \int_0^t i_1(\tau) d\tau \\ i_2 = 10i_1 + 0.02v_2 \end{cases}$$
, 其中电压电流单位为伏特和安培。请在图 1 位置画出其二端口等效电路。



图 1 二端口定义

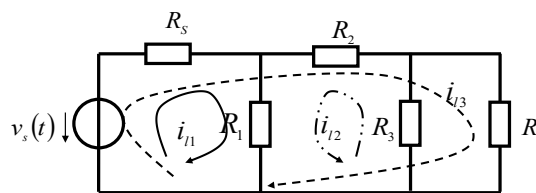


图 2 回路电流法求解

4. 图 2 电路回路电流定义下, 该电路的回路电流法矩阵方程为 (答题纸上用矩阵方程表述)

$$\begin{bmatrix} (&) & (&) & (&) \\ (&) & (&) & (&) \\ (&) & (&) & (&) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{l1} \\ i_{l2} \\ i_{l3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (&) \\ (&) \\ (&) \end{bmatrix}$$

5. 某二端口网络的 g 参量已知, $g = \begin{bmatrix} g_{11} & g_{12} \\ g_{21} & g_{22} \end{bmatrix}$, 在端口 1 加载戴维南源(v_s, R_s), 在端口 2 加载负载电阻 R_L , 那么电压传递函数 $H = \frac{v_L}{v_s} =$ (❶)。
6. 一个阻性二端口网络是无损的, 必然满足如下关系: (❶)。
7. 动态电路中如果出现 (❶) 电压 (或电流), 则说明存在 (❷) 导致的用电路理论无法解释的电能量丢失。
8. 某线性阻性有源二端口网络具有 z 参量, 那么该 z 参量一定具有如下特性: (❶)。
9. 某 LTI 电路系统的输入信号为 $x(t)$, 输出信号为 $y(t)$, 列写出的电路方程为二阶微分方程, $\frac{d^2}{dt^2}y(t) + a \frac{d}{dt}y(t) + by(t) = c \frac{d^2}{dt^2}x(t)$, 其中 $a, b, c > 0$ 均为定常数, 那么该二阶电路系统具有 (❶) 通滤波特性。假设输入输出信号均是单位为伏特的电压信号, 那么三个系数 a, b, c 的单位分别为: a (❷), b (❸), c (❹)。
 当 (❺) 条件满足时, 为欠阻尼二阶系统, 其阻尼系数 $\xi =$ (❻), 系统自由振荡频率 $\omega_0 =$ (❼)。假设系统中的动态元件初值均为 0, 当 $x(t) = U(t)$ 时, $y(t) =$ (❽)。
10. 已知信源内阻和负载电阻均为 50Ω 电阻, 图 3a 所示电路为 (❶) 通滤波器, 如果希望其 3dB 频点为 10MHz, 则电容 $C =$ (❷) pF, 该一阶系统的时间常数 $\tau =$ (❸) ns。如果此时输入信号为单位阶跃信号, $v_s(t) = U(t)$, 那么输出的单位阶跃响应为 $v_L(t) =$ (❹), 请在图 3b 位置画出该阶跃响应波形。在频域研究此滤波器, 可知其传递函数 $H = \frac{V_L}{V_S} =$ (❺) <复数用幅度相位形式表述>, 在图 3c/d 位置画出该滤波器电压传递函数的幅频特性和相频特性波特图。(提醒 1: 为了公式的简洁性, 如果前面空中已经填写了计算出的某个参数的具体数值, 后面的空中则可以直接引用该电量符号而不必必须填写该电量的具体数值; 提醒 2: 画图时, 描述曲线中的关键特性参量/关键拐点等关键特征需要标注在曲线的相应位置, 不能只画示意图)。

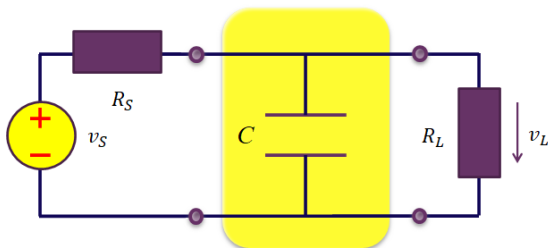


图 3a 某类型滤波器



图 3c 幅频特性伯特图



图 3b 阶跃响应波形



图 3d 相频特性伯特图

11. 图 4 所示两个串联电容的初始电压分别为 V_{10} 和 V_{20} , $t=0$ 时刻开关闭合, 接到直流恒压源 V_{S0} 上, 请给出 $t>0$ 的电容 C_1 上的分压表达式为 $v_1(t) = \textcircled{1}$, 如果电路中电阻 $R = 0$, $t>0$ 的电容 C_2 上的分压表达式为 $v_2(t) = \textcircled{2}$ 。

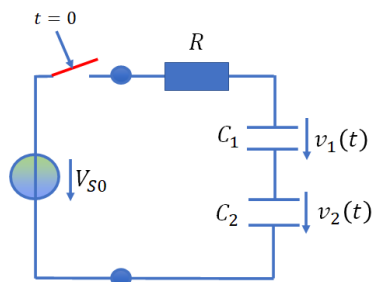


图 4 串联电容分压

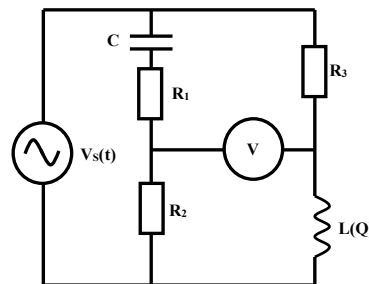


图 5 用电桥测电感

12. 图 5 所示为测量电感的电桥电路, 已知激励源 $v_s(t)$ 为正弦波电压源, 其角频率为 ω_0 。实际电感存在寄生电阻效应, 可等效为电感 L 和寄生电阻 R_s 的串联, 定义电感的品质因数为 $Q = \frac{\omega_0 L}{R_s} = \frac{\text{虚功}}{\text{实功}}$, 因而图中 $L(Q)$ 代表被测电感非理想, 存在一个等效串联电阻 $R_s = \frac{\omega_0 L}{Q}$ 。图中其他电阻/电容值均已知可调, 调至电桥平衡 (桥中电表读数为 0) 时, 那么用此时的电阻、电容值所表述的电感品质因数 $Q = \textcircled{1}$, 电感感值 $L = \textcircled{2}$ 。

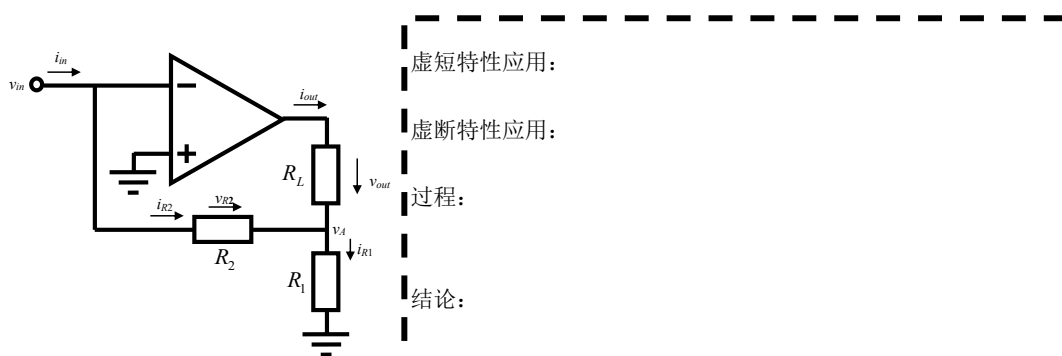


图 6a 运放实现的电流放大电路

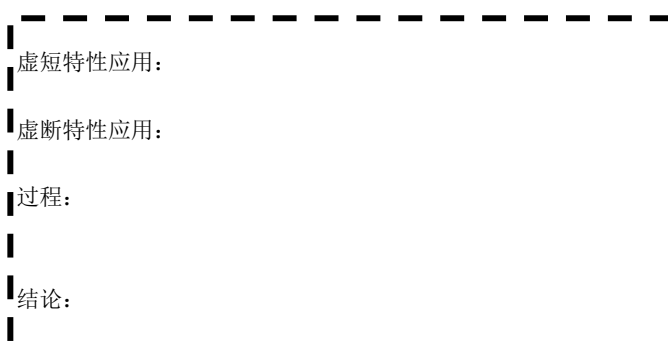


图 6b 公式推导过程

13. 如图 6 所示的运放负反馈电路实现了电流放大功能, 由于运放输出端通过电阻网络连接到了运放的反相输入端, 故而是负反馈连接方式。由于运放增益极高, 可抽象为无穷大增益, 从而可以直接利用具有无穷大增益理想运放的虚短、虚断特性进行电路分析。请在图 6b 位置写出应用虚短、虚断特性后列写的电路方程, 并由此给出获得放大器电流

增益的过程和结论。

二、(+13)晶体管是三端器件，可抽象为二端口网络。晶体管的三个端，可任取一端为公共端，例如取发射极 (E) 为公共端，则称之为共射 (Common Emitter, CE) 组态，显然晶体管还有共基 (Common Base, CB) 组态和共集 (Common Collector, CC) 组态。图中给出了理想晶体管 CE 组态的等效电路，这个等效电路同样适用于 CB 和 CC 组态。在空中填入 (1) CE 组态的 y 参量 (用端口电压表述端口电流) 的元件约束方程；(2) 将前述 CE 组态约束方程转化为 CB、CC 两种组态下的晶体管二端口网络的 y 参量元件约束方程，同时画出对应各自 y 参量的两种组态的 y 参量等效电路，(c) 写出用 (v_S, R_S) 电压源激励， R_L 为负载情况下三种组态理想晶体管的电压增益 $A_v = \frac{v_L}{v_S} = \dots$ 表达式。

	CE 组态	CB 组态	CC 组态
电路符号图例			
y 参量元件约束方程			
y 参量等效电路			
电压增益表达式			

图 7 理想晶体管模型及电压增益

三、(+10) 对图 8 所示电路虚线左侧进行诺顿等效：

- 求诺顿源电流 i_N
- 求诺顿源内阻 R_N
- 求负载电压 v_L ，表述为 $v_L = A_v v_S$ ，即求电压增益 A_v

注：上述分析每一步，都首先给出符号运算结论，最后代入如下具体数值，给出数值结论： $R_S = 50\Omega$ ， $R_L = 1k\Omega$ ， $r_{be} = 9k\Omega$ ， $r_{ce} = 90k\Omega$ ， $g_m = 38mS$ 。

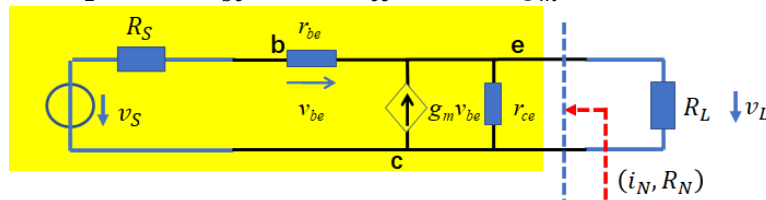


图 8 某电路

四、(+13) 请分析如图 9 所示的用运放实现的带通滤波器的传递函数表达式

- 给出详尽的推导过程，并从最终的传递函数表达式中确定系统 Q 值，自由振荡频率 ω_0 ，中心频点传递系数 H_0 ，3dB 带宽 BW_{3dB} 。为了使得推导过程简化，可以直接代入特殊情况， $R_1 = R_2 = R_3 = R$ ， $C_1 = C_2 = C$ 。
- 为了获得带通中心频点为 $f_0 = 10kHz$ ，3dB 带宽为 $1kHz$ 的带通滤波器，请给出 R 、 C 、 R_A 、 R_B 的一种设计取值方案。

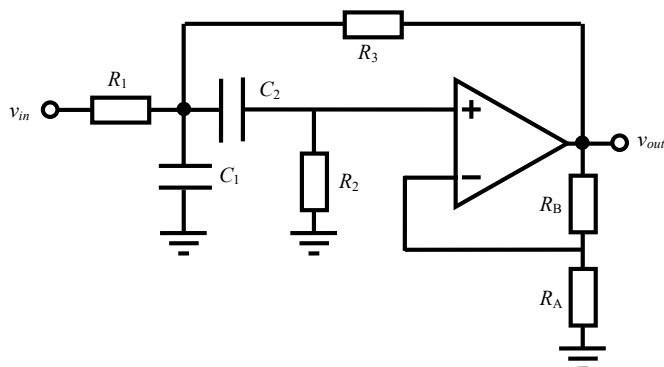


图 9 带通滤波器

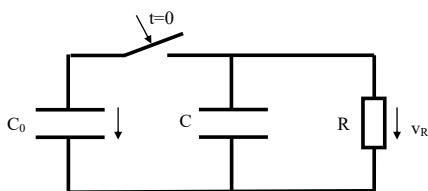
五、 (+20) 对于图 10a/b 两个电路, $t=0$ 时开关闭合, 开关闭合前电路早已稳定, 且电容 C_0 的初始电压为 V_0 。

1) 针对图 10a 电路,

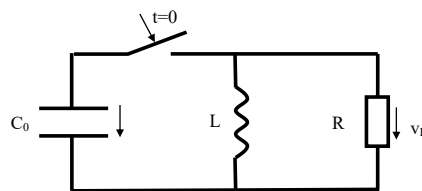
- a) 分析并最终给出电阻电压 $v_R(t)$ 表达式。
- b) 填表说明 $t = 0^-$ (开关闭合前)、 $t = 0^+$ (开关闭合后)、 $t = \infty$ (等待足够长时间) 三个时间点的两个电容储能。说明随着三个时间点的推进, 两个电容总储能是否发生改变? 如果改变, 能量到了哪里?

图 a 电路	C_0 储能	C 储能	总储能变化及去处
开关闭合前 $t = 0^-$			
开关闭合后 $t = 0^+$			
等待足够长时间 $t = \infty$			

c) 将 $R \rightarrow \infty$ 代入(a)表达式, 用文字描述所获得结论的原理, 即为什么 $v_R(t)$ 信号会呈现这种形态的变化? (+4)



(10a) 有初始电压的电容驱动 RC 电路



(10b) 有初始电压的电容驱动 RL 电路

图 10 动态电路分析

2) 针对图 10b 电路, 同样的上述 a) b) c) 三问分析, 且只需考察欠阻尼情况。储能分析为对电容 C_0 和电感 L 的储能及总储能变化分析。