

清华大学本科期末考试试题纸 A 卷

考试科目：《电子电路与系统基础 II》

2014.1.14

班号：

学号：

姓名：

卷面满分 108 分，卷面分超过 100 分者按 100 分计。

一、 填空题（请在试题纸上填空，本题共 50 分。对于数值答案，可以先给出公式表述，后给出数值答案。如果圆括号后为尖括号<选项 1, 选项 2, ...>，请在圆括号的空中选择尖括号中的一个选项作为答案。）

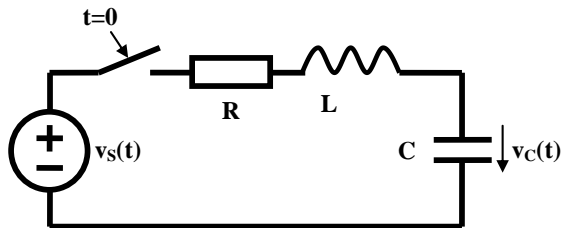


图 1 二阶 RLC 电路

1、 二阶线性时不变动态电路在冲激、阶跃、正弦、方波等激励下的五要素分别为 (1) (), (2) (), (3) (), (4) (), (5) (), 用五要素法写出的该二阶动态电路中某电量 $x(t)$ 的表达式为 $x(t) = ($

$) (t \geq 0,$

只需写出欠阻尼情况表达式即可)。针对图 1 所示的 RLC 串联谐振电路，假设电容初始电压为 V_0 ，电感初始电流为 0，激励电压源 $v_s(t) = V_{s0}$ 为直流电压源，在 $t=0$ 时刻开关闭合，我们希望获得电容电压 $v_c(t)$ 的时域表达式。则五要素(用电路元件参量、已知电参量或具体数值给出五要素的表达式，如 $\xi = \dots$)

分别为 (1) (), (2) (), (3) (),

(4) (), (5) (), 用五要素法写出的电容电压表

达式为 $v_c(t) = ($

($t \geq 0$, 只需写出欠阻尼情况表达式即可), 如果分解为零输入响应和零状态响应, 则零输入响应为 $v_{C,ZIR}(t) = (\quad)$, 零状态响应为 $v_{C,ZSR}(t) = (\quad)$ 。

2、如图 1 所示电路, 已知 $L = 16\mu H$, $C = 100pF$, 当 $R = 8\Omega$ 时, 开关自闭合开始到电容电压进入稳态(误差小于 1%)的时间大体为(\quad) μs ; 当 $R = (\quad) \Omega$ 时, 电容电压进入稳态的时间与 $R = 8\Omega$ 情况下进入稳态需要大体相当的时间。当 $R = (\quad) \Omega$ 时, 电容电压进入稳态最快, 时间大体为(\quad) μs 。

3、如图 1 所示电路, 已知 $L = 16\mu H$, $C = 100pF$, $R = 8\Omega$, 电容初始电压为 0, 电感初始电流为 0, 激励电压源为 $v_s(t) = V_{sp} \cos 2\pi ft$ (单位伏特), 当 $f = (\quad)$ MHz 时, 电容稳态电压具有最大的幅值, 幅值为(\quad); 当 $R = 200\Omega$ 时, 则 $f = (\quad)$ MHz 时电容稳态电压具有最大的幅值, 为(\quad)。

4、如图 2 所示的变压器电路, 已知 $v_s(t) = V_{sp} \cos \omega_0 t$ (单位伏特), 在端口 AB 测得的稳态开路电压为 $v_{OC,\infty}(t) = (\quad)$ (单位伏特), 在端口 AB 测得的稳态短路电流为 $i_{SC,\infty}(t) = (\quad)$ (单位安培)。

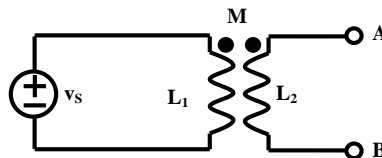


图 2 变压器电路

5、图 3 所示为 RC 移相正弦波振荡电路, 其中运放为理想运放。如果用正反馈原理进行分析, 请直接在图 3 上将放大网络和反馈网络用两个虚框包围并标记‘放大网络’和‘反馈网络’, 同时标注两个网络的输入信号和输出信号。

() <电压、电流、跨导、跨阻>放大网络的放大倍数为 $A_0 = ()$
 (用电路中的电路参数表述); () <电压、电流、跨导、跨阻>反馈网络的反馈系数为 $F = ()$
 (用电路中的电路参数表述)。

如果取 $R = 10k\Omega$, $C = 10nF$, 则 R_f 取 () < $100k\Omega$, $170k\Omega$, $240k\Omega$, $480k\Omega$ >
 电阻阻值时, 振荡器可以起振且输出正弦波信号具有较好的纯度, 正弦波的
 振荡频率为 () kHz。() <二级、三级、四级>RC 移相网络总
 共移相 180° , 每级分别移相大小为 () (几级移相则
 填几个数值, 分别对应该级移相网络造成的相移)。

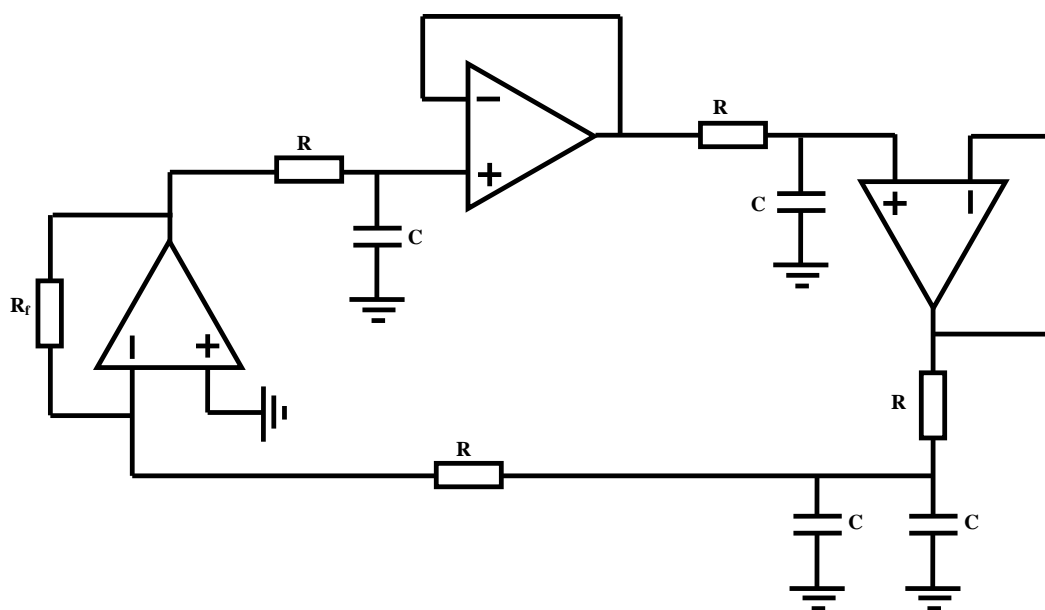


图3 RC 移相正弦波振荡器

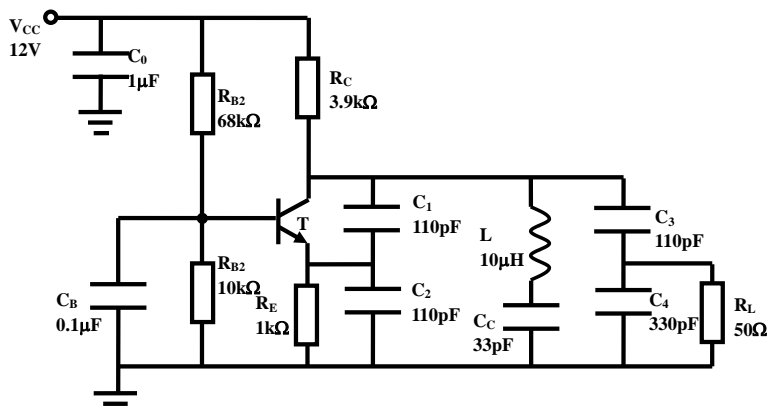
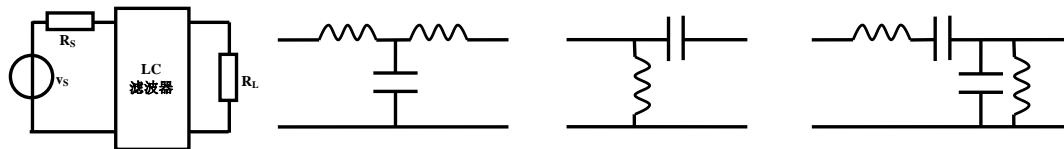


图4 LC 正弦波振荡器

交流分析电路模型图

6、如图 4 所示,这是一个用共基组态 BJT 晶体管实现的电容三点式 LC 正弦波振荡器,请在图右侧空位画出其交流线性分析或准线性分析电路图,图中只需画出晶体管符号(无需晶体管小信号电路模型)和晶体管外围电路(电容、电感和电阻)即可。如果视共基组态的晶体管为放大网络,将负载电阻 R_L 的影响折合到该放大器的输出端(晶体管 CB 端口),等效负载电阻 $R'_L=(\quad)\Omega$ 。假设电路满足起振条件,平衡后输出的正弦波的频率为 $f_0=(\quad)\text{MHz}$ 。

7、请在图 5 三个 LC 滤波器下的空中填写滤波器类型<低通、高通、带通、带阻>、滤波器阶数<一阶、二阶、三阶、四阶、...>和在很高频段上幅频特性的变化趋势<平坦, $-20\text{dB}/10$ 倍频程, $-40\text{dB}/10$ 倍频程, $-60\text{dB}/10$ 倍频程, $-80\text{dB}/10$ 倍频程>。



LC 滤波器类型 () () ()
 LC 滤波器阶数 () () ()
 幅频特性高频段趋势 () () ()

图 5 LC 滤波器

8、如图 6 所示,这是 D 触发器的 D 输入端波形和 CLK 端时钟波形,请在规定位置(图 6 两虚线之间)画出输出 Q 端的波形。

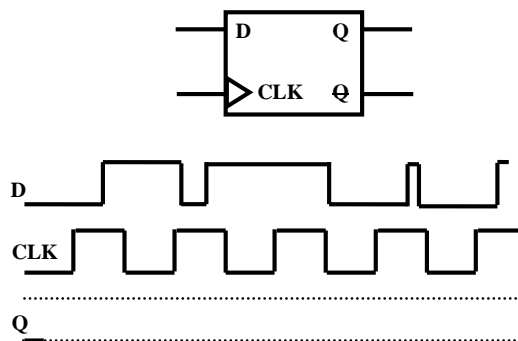


图 6 D 触发器时序波形

清华大学本科期末考试试题纸 A 卷

考试科目：《电子电路与系统基础 II》

2014.1.14

班号：

学号：

姓名：

二、 判断题（15 分，判断如下论述是否正确，分别在‘正确’、‘错误’上打勾，如果确定该论述为错误，请给出正确的论述）。

- 1、如图 7 所示，这是由两个理想开关 S_1 、 S_2 和一个理想线性时不变电容 C_p 构成的开关电容电路，两个开关分别被 Φ_1 时钟和 Φ_2 时钟驱动，如图所示：时钟逻辑电平为 1 时，开关闭合，时钟逻辑电平为 0 时，开关断开。论断：由于理想开关和理想电容都不消耗功率，图示电路中不存在耗能元件，故而该电路不消耗电源能量。上述论断（正确，错误）。如果认为上述论断错误，正确的表述为（

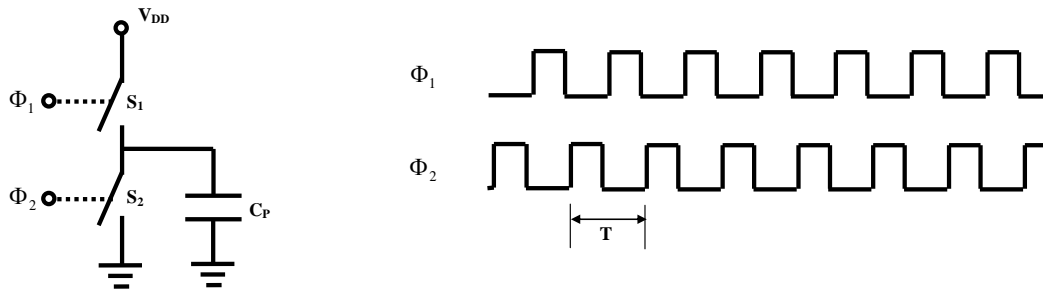


图 7 开关电容电路

- 2、如图 8 所示，这是一个半波整流电路，其中二极管为理想整流二极管，正向导通时短路，反偏截止时开路。如果没有电容滤波网络，输出端口电压 $v_{out}(t)$ 为半波信号，如图所示，其平均电压也就是直流电压分量为 $\frac{V_p}{\pi}$ ，其中 v_p 为输入正弦波的峰值电压。论断：由于后级滤波电容具有取平均值保持直流的功能，因而经过滤波电容网络作用后，输出端口电压 $v_{out}(t)$ 在 $\frac{V_p}{\pi}$ 直流电平附近上下波动。上述论断（正确，错误）。如果认为上述论断错误，正确的表述为

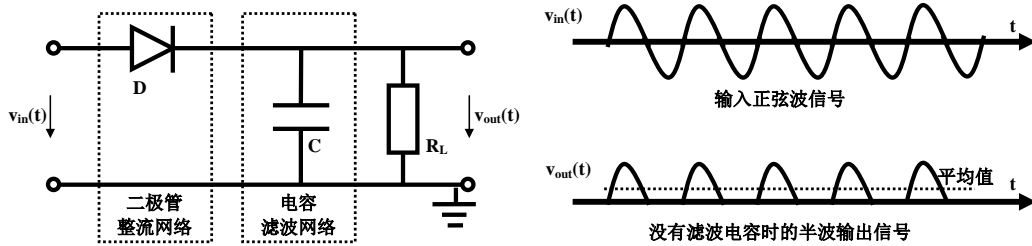


图 8 半波整流电路

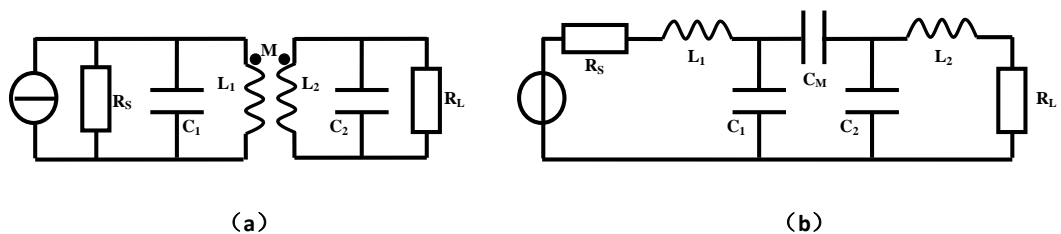


图 9 互感耦合 LC 匹配网络和互容耦合 LC 匹配网络

3、如图 9a 所示，这是一个在互感变压器两端口加并联谐振电容形成的带通匹配网络，可实现在中心频点附近幅频特性平坦的带通型的最大功率传输匹配。有如下论断：图 9b 电路为图 9a 电路的对偶形式的电路，在二端口电容两端口分别加串联谐振电感，可实现在中心频点附近幅频特性平坦的带通型的最大功率传输匹配。上述论断（正确，错误）。如果认为上述论断错误，正确的表述为（

4、如图 10 所示，这是一个三点式 LC 振荡器的简化分析示意图。图中将 LC 谐振腔外除晶体管之外的电阻元件全部去除，并联在 LC 谐振腔上的电阻开路处理，串联在 LC 谐振腔上的电阻短路处理，留下了三个纯电抗网络 Z_1 ， Z_2 ， Z_3 。有如下论断：只要 Z_1 和 Z_2 呈现相同的电抗属性，而 Z_3 呈现相反的电抗属性，

该电路即可实现正弦振荡，振荡频率是使得 $Z_1+Z_2+Z_3=j(X_1+X_2+X_3)=0$ 的那个频率。上述论断（正确，错误）。如果认为上述论断错误，正确的表述为（

）。

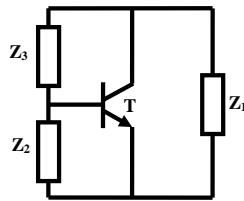


图 10 三点式 LC 正弦波振荡器简化分析示意图

三、（9 分）请设计一个简单的 LC 匹配网络，如图 11 所示，可实现 $R_S=50\Omega$ 和 $R_L=1k\Omega$ 在 1MHz 频点上的最大功率传输匹配。

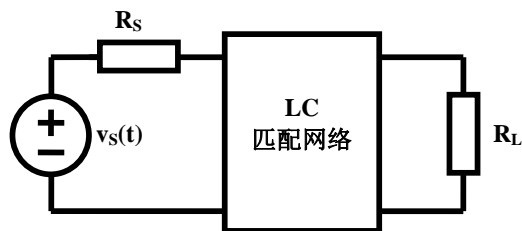


图 11 LC 匹配网络

四、（8 分）用 D 触发器做为状态记忆单元，设计一个 4 状态的计数器，一个计数周期完成如下状态转移： $00 \rightarrow 01 \rightarrow 11 \rightarrow 10 \rightarrow \dots$ 。设计步骤：（1）画状态转移图；（2）根据状态转移情况画组合逻辑电路的卡诺图，给出组合逻辑电路的设计；（3）给出计数器逻辑设计图，电路图中只需画出逻辑器件符号（门电路、D 触发器符号）及其连接关系。

五、（26分）图 12a 所示为一个 S 型负阻和串联 LC 谐振腔形成的振荡器电路，其中 $C=0.01\mu\text{F}$ 为谐振电容， L 为谐振电感， $R_L=6.4\Omega$ 为负载电阻。 R_{S_NL} 为 S 型负阻，具有如图 12b 所示非线性伏安特性，其非线性伏安特性方程为 $v_{NL} = -r_0 i_{NL} + \frac{r_0}{3I_{s0}^2} i_{NL}^3$ ，其中 $r_0 = 10\Omega$ ， $I_{s0} = 150\text{mA}$ 。取负载电阻 R_L 两端电压为输出电压 v_{out} 。分析如下两种情况下的振荡情况：

a) $L=100\mu\text{H}$;

b) $L=2.5\text{nH}$ 。

分析步骤：（1）首先分析可能的振荡波形，说明其分析方法；

（2）之后分析振荡情况，给出必要的公式和文字表述，并确认电路确实可振荡（如分析是否满足起振条件等）；

（3）最后给出振荡器在稳定振荡输出时的 v_{out} 时域波形示意图，在图上标明振荡周期（振荡频率）和振荡幅度。

要求：为了答案的一致性，如果需要对 S 型负阻非线性伏安特性三段曲线中的某段曲线做折线处理，以该段伏安特性上中间电压点的斜率为折线斜率进行折线化处理。

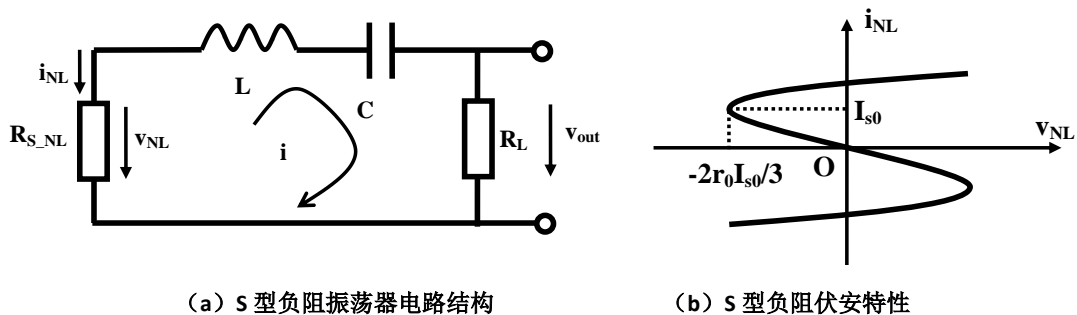


图 12 S 型负阻振荡器