

# 模拟电子技术作业 (4) 参考答案

班级\_\_\_\_\_ 学号\_\_\_\_\_ 姓名\_\_\_\_\_

## 一、填空

- 1、RC 串并联网络具有选频特性，当  $f=f_0$  时相位角  $\varphi_f$  为 ( B )。  
A、 $\pi/2$  B、0 C、 $-\pi/2$  D、 $\pi$
- 2、要提高 LC 振荡电路的信号输出频率，可通过\_\_\_\_\_来实现。( D )  
A、增大 L，减小 C B、减小 L，增大 C C、增大 L 和 C 的乘积 D、减小 L 和 C 的乘积
- 3、整流电路的主要目的是\_\_\_\_\_A\_\_\_\_\_ (A. 将交流变直流 B. 将正弦波变方波 C. 将高频信号变为低频信号)。主要是采用\_\_\_\_\_B\_\_\_\_\_ (A. 过零比较器 B. 二极管 C. 电容、电感) 来实现的。
- 4、直流稳压电源中滤波电路的目的是\_\_\_\_\_B\_\_\_\_\_ (A. 将交流变直流 B. 将交、直流混合量中的交流成分滤掉 C. 将高频信号变为低频信号)。滤波电路应选用\_\_\_\_\_B\_\_\_\_\_ (A. 高通滤波电路 B. 低通滤波电路 C. 带通滤波电路) 来实现。

## 二、判断下列说法的正误，正确的打“√”，否则打“×”。

- 1、滞回电压比较器中引入了负反馈。----- ( × )
  - 2、“负载短路法”可用于判断负反馈类型中的串并联反馈。----- ( × )
  - 3、“瞬时极性法”用于判别放大电路中的正负反馈类型。----- ( √ )
  - 4、正弦波振荡电路由放大电路、选频网络、负反馈网络等环节组成。----- ( × )
  - 5、滞回电压比较器有两个不同的门限电平，抗干扰能力强于单限比较器。----- ( √ )
  - 6、功率放大电路的最大输出功率是指在基本不失真情况下，负载上可能获得的最大交流功率。( √ )
  - 7、直流电源是一种能量转换电路，它将交流能量转换为直流能量。----- ( √ )
  - 8、若  $U_2$  为电源变压器副边电压的有效值，则半波整流电容滤波电路和全波整流电容滤波电路在空载时的输出电压平均值均约为  $1.4U_2$ 。----- ( √ )
  - 9、石英晶体振荡电路的振荡频率与电路中的 R、C 无关。----- ( √ )
  - 10、负反馈放大电路不会产生自激振荡。----- ( × )
  - 11、在单相桥式整流电容滤波电路中，若有一只整流管断开，输出电压平均值变为原来的一半。( × )
- 三、试分析并绘出下图所示电路的输出电压  $u_o$  的波形，设  $u_i = 5\sin\omega t$  (V)，D 为硅二极管， $U_D = 0.7V$ ， $R_L = 1K\Omega$

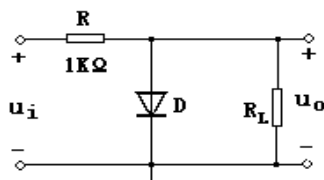


图 3.1 分析电路并画出  $u_i$  和  $u_o$  波形

分析：1)  $u_i \geq 0.7V$  时，D 导通， $u_o = 0.7V$

2)  $u_i < 0.7V$  时，D 截止， $u_o = u_i/2$  故波形如下图所示。

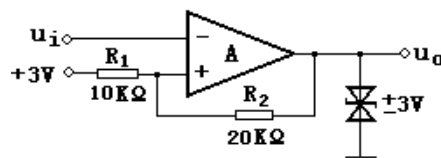
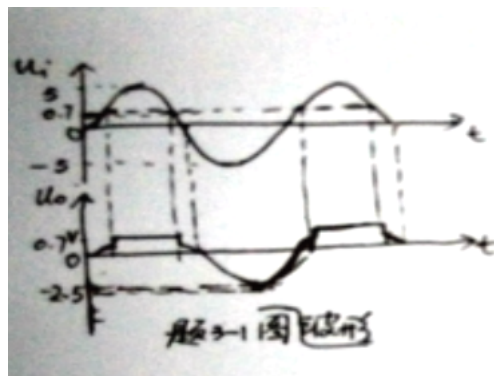
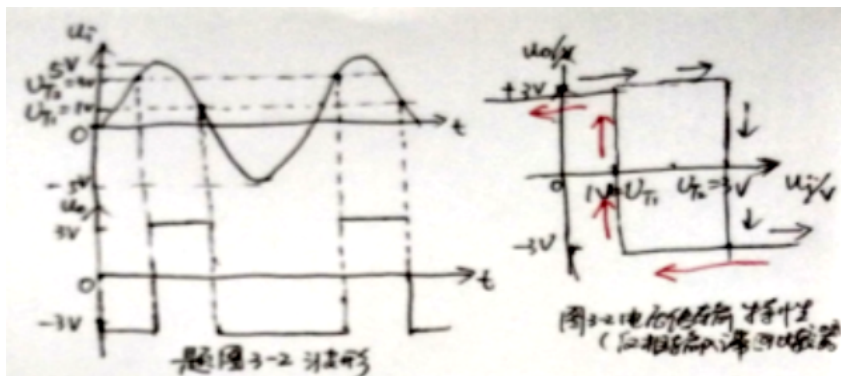


图 3.2 分析电路并画出  $u_{i1}$  和  $u_o$  波形

分析：该电路为反相输入的滞回比较器， $u_o = 3V$  或  $-3V$ ；由

$$u_{p1} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot u_o + \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot 3 = 2 \pm 1 = u_i \text{ 可得 } U_{T1} = 1V, U_{T2} = 3V$$



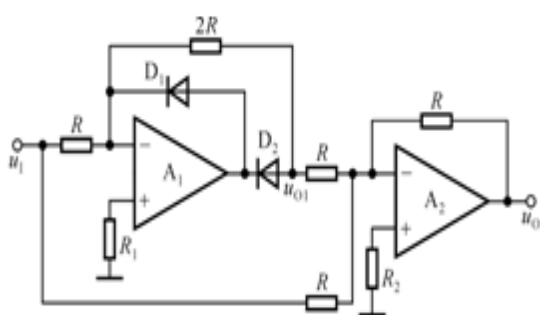
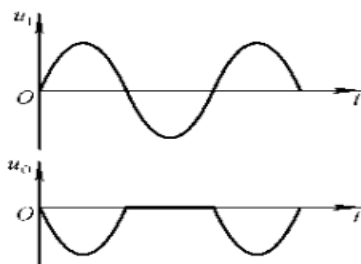


图 3.3 分析电路并画出  $u_i$ 、 $u_{o1}$  和  $u_o$  波形  
 $A_1$  构成半波精密整流电路 (参见 P456 页)  
 $A_1$ 、 $A_2$  共同构成全波精密整流电路



半波精密整流波形

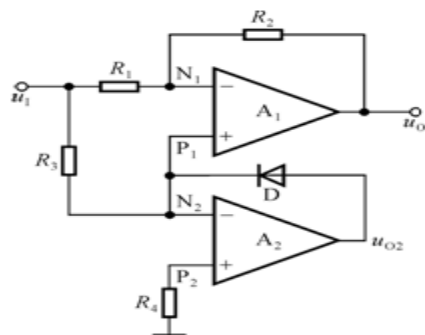
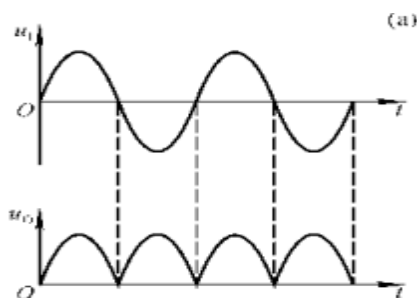


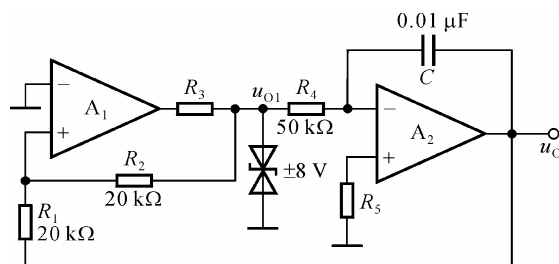
图 3.4 分析电路并画出  $u_i$ 、 $u_{o2}$  和  $u_o$  波形 (已知  $R_1=R_2$ )  
 $A_1$ 、 $A_2$  共同构成全波精密整流电路 (参见 P456 页)



全波精密整流波形

四、电路如图所示。(见教材 P441)

- 分别说明  $A_1$  和  $A_2$  各构成哪种基本电路；
- 求出  $u_{o1}$  与  $u_o$  的关系曲线  $u_{o1} = f(u_o)$ ；
- 求出  $u_o$  与  $u_{o1}$  的运算关系式  $u_o = f(u_{o1})$ ；
- 定性画出  $u_{o1}$  与  $u_o$  的波形；
- 说明若要提高振荡频率，则可以改变哪些电路参数，如何改变。



解：(1)  $A_1$ ：构成同相输入的滞回比较器； $A_2$ ：构成反相输入的积分运算电路。

(2) 根据  $u_{P1} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot u_{o1} + \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot u_o = \frac{1}{2}(u_{o1} + u_o) = u_{M1} = 0$ ，可得

$\pm U_T = \pm U_Z = \pm 8V$  且  $u_{o1} = \pm U_Z$  故  $u_{o1}$  与  $u_o$  的关系曲线如解图 (a) 所示。

(3)  $u_o$  与  $u_{o1}$  的运算关系式

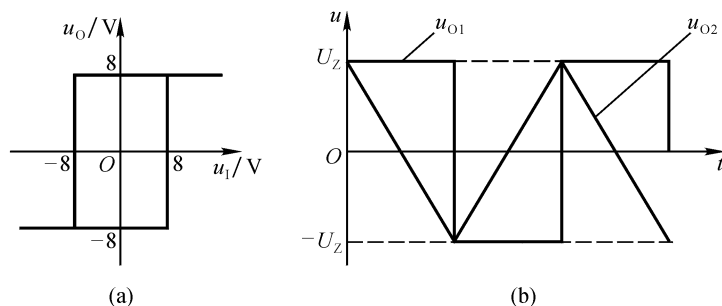
$$u_o = -\frac{1}{R_4 C} u_{o1} (t_2 - t_1) + u_o(t_1)$$

$$= -2000 u_{o1} (t_2 - t_1) + u_o(t_1)$$

(4)  $u_{o1}$  与  $u_o$  的波形如图 (b) 所示。

(5)  $f = \frac{R_2}{4 R_1 R_4 C}$  要提高振荡频率，可以减小

$R_4$ 、 $C$ 、 $R_1$  或增大  $R_2$ 。

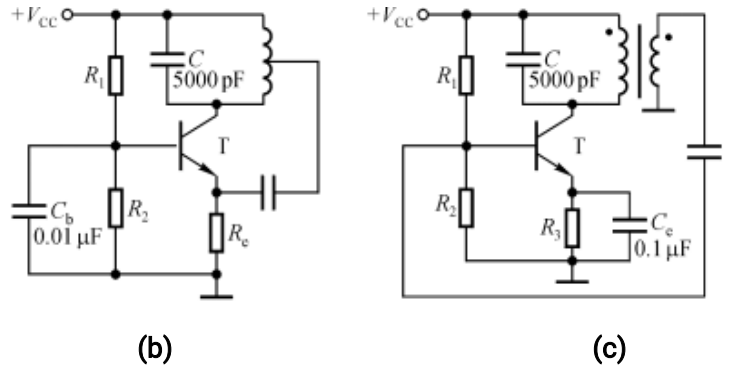
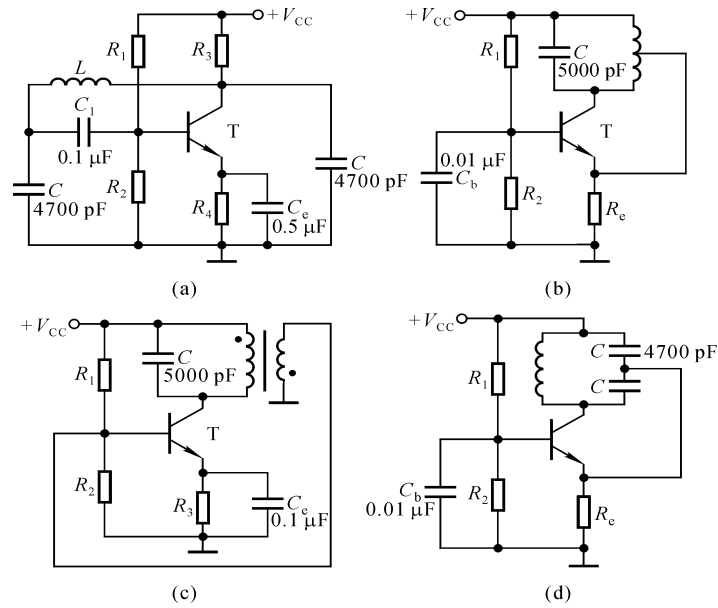


五、分别判断下图所示各电路是否满足正弦波振荡的相位条件。若不满足修改电路使之有可能产生正弦波振荡。

解: (a) 可能 (b) 不能 (c) 不能 (d) 可能

改正: 应在 (b) 所示电路电感反馈回路中加耦合电容。

应在 (c) 所示电路放大电路的输入端 (基极) 加耦合电容, 且将变压器的同铭端改为原边的上端和副边的上端为同铭端, 或它们的下端为同铭端。改正后的电路如下图(b)(c)所示。



六、理想运放组成如图所示的电压比较电路。已知运放输出  $\pm U_{omax} = \pm 12V$ , 二极管导通压降为  $0.7V$ , 发光二极管 LED 导通压降为  $1.4V$ 。

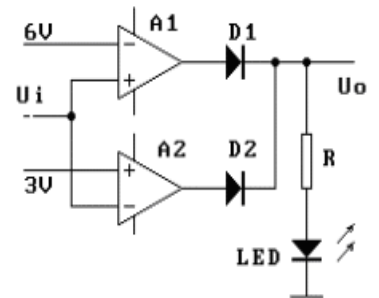
1. 试回答在什么条件下, LED 亮;
2. 设 LED 工作电流为  $5mA \sim 30mA$ , 确定限流电阻  $R$  的范围;
3. 若将运放  $A1$ 、 $A2$  的同相、反相输入端位置对换, 电路其他接线都不变, 画出变换后的  $U_o = f(U_i)$  曲线。

解: (1) 图中  $A1$ 、 $A2$  为集成运放, 且都工作在开环状态, 故  
 当其同相输入端电位高于反相输入端电位时, 输出为  $+12V$ ;  
 当其同相输入端电位低于反相输入端电位时, 输出为  $-12V$ ;  
 而当输出为  $12V$  时, 其后二极管导通发光二极管导通, 否则反向截止不能发光。  
 所以在  $U_i < 3V$  或  $U_i > 6V$  时 LED 亮。

$$R_{min} = \frac{12 - 0.7 - 1.4}{30 \times 10^{-3}} = 330 (\Omega)$$

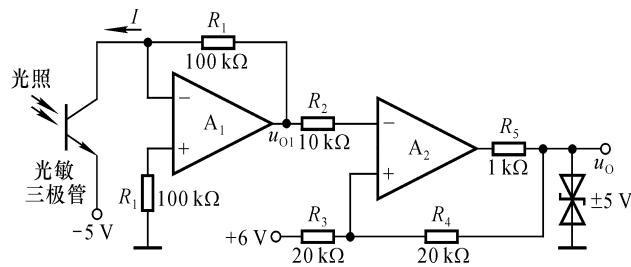
$$R_{max} = \frac{12 - 0.7 - 1.4}{5 \times 10^{-3}} = 1980 (\Omega)$$

(3) 为一直线, 即此时不管  $U_i$  为多少  $V$ ,  $U_o$  都为  $11.3V$ 。



七、下图所示为光控电路的一部分, 它将连续变化的光电信号转换成离散信号 (即不是高电平, 就是低电平), 电流  $I$  随光照的强弱而变化。

- (1) 在  $A_1$  和  $A_2$  中, 哪个工作在线性区?  
哪个工作在非线性区? 为什么?
- (2) 试求出表示  $u_o$  与  $i$  关系的传输特性。



解: (1)  $A_1$  工作在线性区 (电路引入了负反馈);  
 $A_2$  工作在非线性区 (电路仅引入了正反馈)。

(2) 对  $A_1$  由虚短和虚断可得  $u_{N1} = u_{P1} = 0$ ,  
 $u_o$  与  $i$  关系式为:  $u_{o1} = IR_1 = 100I$

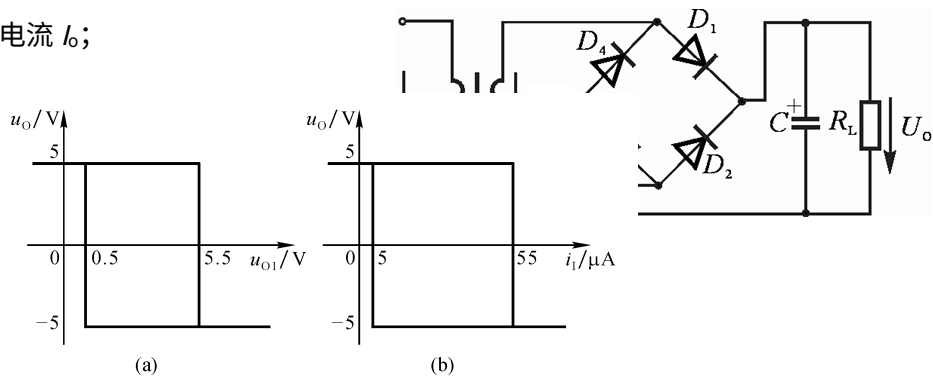
$A_2$  构成反相输入的滞回比较器。由  $u_{o1} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \cdot 6 + \frac{R_3}{R_3 + R_4} \cdot (\pm 5) = 3 \pm 2.5$  可得:  $U_{T1} = 0.5V$ ,  $U_{T2} = 5.5V$

对应的阈值电流  $I_{T1} = 0.5V/R_1 = 5\mu A$ ,  $I_{T2} = 5.5V/R_1 = 55\mu A$

故  $u_o$  与  $u_{o1}$  的电压传输特性如解图 (a) 所示, 因此  $u_o$  与  $i$  关系的传输特性如解图 (b) 所示。

八、已知一桥式整流、电容滤波电路如下所示, 已知  $U_2=40V$ ,  $R_L=200\Omega$ ,  $R_L C > 5T$ 。(共 12 分)

试求: 1、输出电压  $U_o$  和输出电流  $I_o$ ;



2、二极管平均电流  $I_D$  和二极管最高反向电压  $U_{DRM}$ ;

3、当负载  $R_L$  开路时的输出电压  $U_o$ 。

**解:** 1.  $U_o = 1.2U_2 = 48V$ ,  $I_o = U_o/R_L = 240mA$  ;

2.  $I_D = I_o/2 = 120mA$ ,  $U_{DRM} = \sqrt{2}U_2 = 56.56V$  。

3.  $U_o = \sqrt{2}U_2 = 56.56V$

九、试用集成运算放大器和若干电阻设计一个运算电路, 要求输出电压  $u_o$  与输入电压  $u_i$  的运算关系式为:

$$u_o = 3u_{i1} - 6u_{i2} - 8u_{i3} \quad (\text{要求最大电阻阻值不大于 } 50K\Omega)$$

**解:** 加减运算电路表达式为:  $u_o = \frac{R_f}{R_1} \cdot u_{i1} - \frac{R_f}{R_2} \cdot u_{i2} + \frac{R_f}{R_3} \cdot u_{i3} = 3u_{i1} - 6u_{i2} - 8u_{i3}$

故电路图可设计如下 (供参考):

