

实验八 波形发生电路

一、实验目的

- 1、掌握波形发生电路的特点和分析方法。
- 2、熟悉波形发生器设计方法。

二、原理简介

1、方波发生电路

实验电路如图 8-1 所示。

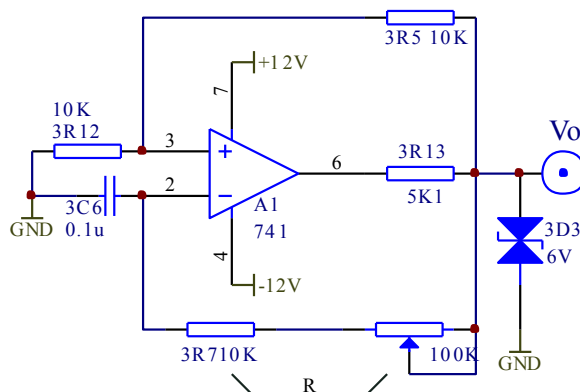


图 8-1 方波发生电路

图 8.1 所示的方波发生电路由反向输入的滞回比较器（即施密特触发器）和 RC 回路组成，滞回比较器引入正反馈，RC 回路既作为延迟环节，又作为负反馈网络，电路通过 RC 充放电来实现输出状态的自动转换。

分析电路，可知道滞回比较器的门限电压 $\pm U_T = \pm \frac{R_1}{R_1 + R_2} U_Z$ 。

当 U_o 输出为 U_Z 时， U_o 通过 R 对 C 充电，直到 C 上的电压 U_C 上升到门限电压 U_T ，此时输出 U_o 反转为 $-U_Z$ ，电容 C 通过 R 放电，当 C 上的电压 U_C 下降到门限电压 $-U_T$ ，输出 U_o 再次反转为 U_Z ，此过程周而复始，因而输出方波。根据分析充放电过程可得公如下：

$$T = 2RC \ln\left(1 + \frac{2R_1}{R_2}\right), \quad f = \frac{1}{T}. \quad (R_1=3R12, R_2=3R5, R_1=R_2=10K, C=0.1\mu)$$

2、占空比可调的矩形波发生电路

实验电路如图 8-2 所示。

图 8.2 原理与图 8.1 相同，但由于两个单向导通二极管的存在，其充电回路和放电回路的电阻不同，设电位器 R_{P1} 中属于充电回路部分（即 R_{P1} 上半）的电阻为 R' ，电位器 R_{P1} 中属于放电回路部分（即 R_{P1} 下半）的电阻为 R'' ，，如不考虑二极管单向导通电压可得公式：

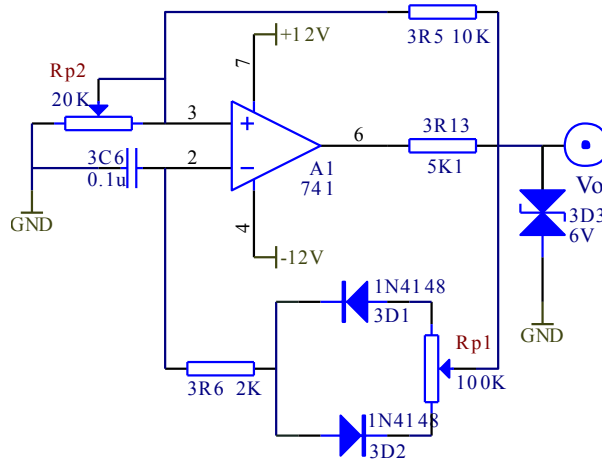


图 8-2 占空比可调的矩形波发生电路

$$T = t_1 + t_2 = (2R + R' + R'')C \ln\left(1 + \frac{2R_{p2}}{R_2}\right), f = \frac{1}{T}$$

$$\text{占空比} \quad q = \frac{R + R'}{2R + R' + R''}$$

调节 $R_{p2} = 10K$ ，由各条件可计算出 $f = 87.54Hz$ 。之所以与理论计算值有相当大的差异，是因为理论计算时忽略了二极管正向导通电压 0.7 伏的关系，实际充放电电流比理论小，所以频率要比理论低。

3、三角波发生电路

实验电路如图 8-3 所示。

三角波发生电路是用正相输入滞回比较器与积分电路组成，与前面电路相比较，积分电路代替了一阶 RC 电路用作恒流充放电电路，从而形成线性三角波，同时易于带负载。分析滞回比较器，

$$\text{可得 } \pm U_T = \pm \frac{R_p}{R_1} U_Z,$$

$$\text{分析积分电路有 } U_{O2} = \frac{1}{R_3 C} \int U_{O1} dt,$$

$$\text{所以有 } \frac{U_Z}{R_3 C} \frac{T}{2} = U_T \quad (U_T) = 2 \frac{R_p}{R_1} U_Z,$$

$$\text{所以 } T = 4 \frac{R_p}{R_1} R_3 C, f = \frac{1}{T}, U_{O2m} = U_T.$$

选 $R_1 = 3R_5 = 10K$ ， $R_3 = 3R_{14} = 10K$ ， $R_p = 10K$ ，计算得 $f = 113.6Hz$ 。

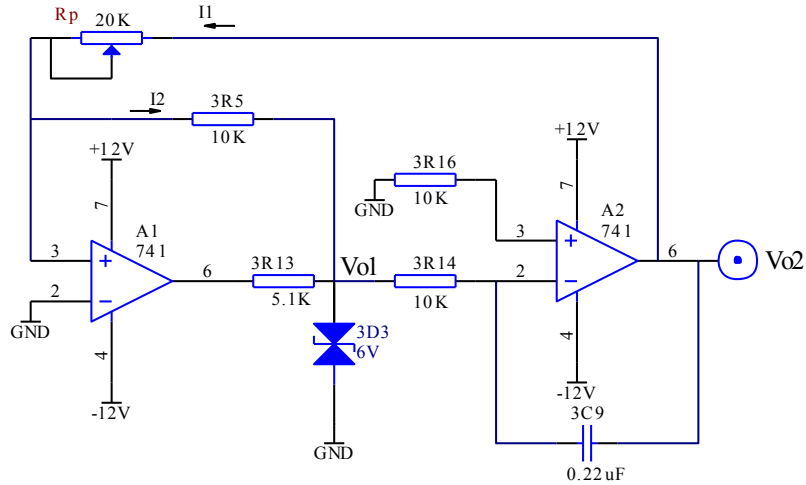


图 8-3 三角波发生电路

4、锯齿波发生电路

实验电路如图 8-4 所示。

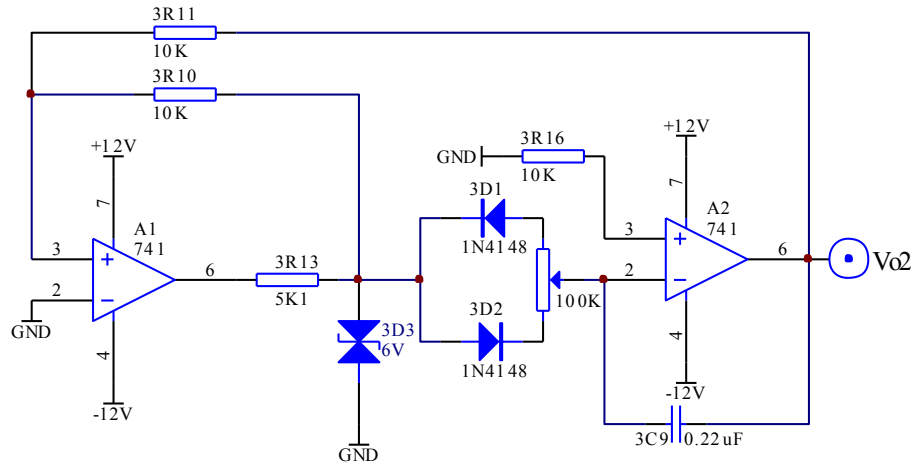


图 8-4 锯齿波发生电路

电路分析与前面一样， $\pm U_T = \pm \frac{R_1}{R_2} U_Z$ ，设当 $U_{O2} = U_Z$ 时，积分回路电阻（电位器上半部分）为 R' ，当 $U_{O2} = -U_Z$ 时，积分回路电阻（电位器下半部分）为 R'' 。考虑到二极管的导通压降可得：

$$t_1 = \frac{2 \frac{R_1}{R_2} U_Z}{U_Z - 0.7} R' C, \quad t_2 = \frac{2 \frac{R_1}{R_2} U_Z}{U_Z + 0.7} R'' C, \quad T = t_1 + t_2, \quad f = 1/T,$$

占空比 $q = t_1 / t_2 = R' / (R' + R'')$ 。

三、实验内容和步骤

1、方波发生电路

- (1) 按电路图 8-1 接线，观察 V_o 波形及频率，与预习比较。
- (2) 分别测出 $R = 10K, 110K$ 时的频率，输出幅值，与预习比较。

2、占空比可调的矩形波发生电路

(1)按图 8-2 接线，观察并测量 V_o 电路的振荡频率、幅值及占空比。

3、三角波发生电路

(1)按图 8-3 接线，分别观测 V_{o1} 及 V_{o2} 的波形并记录。

4、锯齿波发生电路

(1)按图 8-4 接线，观测 V_{o2} 电路输出波形和频率。

四、实验器材

1、 实验箱 2、数字万用表 3、交流毫伏表 4、双踪示波器

五、实验预习要求

1、分析图 8-1 电路的工作原理，定性画出 V_o 波形。

2、若图 8-1 电路 $R=10K$ ，计算 V_o 的频率。

六、实验报告

1、画出各实验的波形图。

2、总结波形发生电路的特点，并回答：

(1)波形产生电路需调零吗？

(2)波形产生电路有没有输入端。