

采用集成运算放大器构成的锯齿波电路

俞 兵

(郑州工业高等专科学校 450007)

摘要 本文介绍了一种采用集成运算放大器构成的锯齿波电路的结构、原理和特点。

关键词 集成运算放大器; 锯齿波

中图分类号 TN784

前言

在电子电路中,为了保证电路正常工作,我们经常需要用到周期性的信号,作为一些电路的同步电源。比如晶闸管电路中,当采用移相触发控制时,为保证触发脉冲信号与主电路晶闸管保持一定的关系,并且可以通过改变触发脉冲信号的相位来调节晶闸管电路的输出,这时我们需要一个合适的周期性的同步信号,来满足电路中晶闸管与其触发脉冲之间的一定的相位和频率关系,即保证了两者之间的同步关系;一般我们选择一个锯齿波信号作为该电路的同步信号。

本文介绍了一种锯齿波电路,该电路由集成运算放大器构成,结构简单、调整方便。

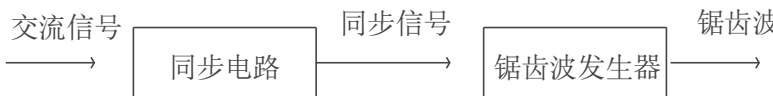


图1 系统框图

1 电路构成

电路由三个运算放大器构成,图1为该系统的框图,采用 $\pm 15\text{V}$ 直流电源,输入为交流信号,经过同步电路输出一个正负半周对称的同步信号,此信号作为锯齿波电路的同步输入,用以形成周期性的信号,锯齿波电路由集成运算放大器和电阻电容充放电电路构成,输出一个在交流信号正负半周对称的并且底部宽度接近 180° 的锯齿波信号。

2 电路工作原理:

电路原理图如图2所示:

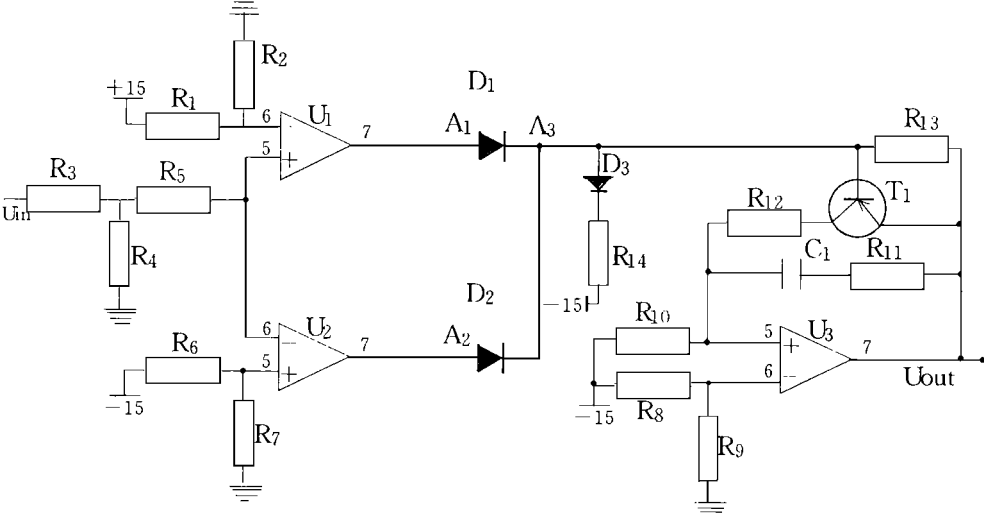


图2 电路原理图

2.1 同步电路

同步电路由两个运算放大器组成的比较器构成，分别可以在交流电源的正半周和负半周各产生一个合适的阶跃信号。

我们在运算放大器 U_1 和 U_2 的输入端分别设置一个参考电压， U_1 的反相输入端设置一个正的参考（基准）电压， U_2 的同相输入端为一个负的参考电压，交流输入信号 U_{in} 加于 U_1 的同相输入端和 U_2 的反相输入端。

在交流电源的正半周，当输入交流信号的数值大于运算放大器 U_1 的比较点电压时， U_1 输出为高电平；当输入交流信号的数值小于比较点的电压和输入交流信号的负半周时， U_1 则输出一个低电平；这样 U_1 输出一个方波信号 A_1 （见图3）。

在交流电源的负半周，当输入交流信号的数值大于运算放大器 U_2 的比较点电压时， U_2 输出为高电平，当输入信号的数值小于比较点电压和交流信号的正半周，输出均为低电平；其输出波形如图3A 2所示。

将两个运算放大器 U_1 和 U_2 的输出信号经过二极管进行信号综合，得到同步信号 A_3 ，该信号正负半周对称。

2.2 锯齿波形成电路

该电路由一个运算放大器构成，同相输入端给定一个负的电压作为参考电压，运算放大器选用电阻电容反馈，同时在电阻电容支路两端并联一个三极管作为开关器件，用于控制电阻电容反馈支路的充电和放电，以形成锯齿波。

当同步信号为高电平时，三极管 T_1 断开，电容 C_1 充电，运算放大器 U_3 反相输入端为负信号， U_3 的输出应该为高电平，但是由于受到电容 C_1 的影响， U_3 的输出只能逐渐上升，这样在电容 C_1 的充电时间常数（ R_{11} 和 C_1 ）控制下， U_3 输出一个线性上升的电压；当同步信号为低电平时，三极管 T_1 导通，电容停止充电，且通过 T_1 放电，同时 U_3 输出也被拉到低电平。因此，在同步信号为高电平时，由于电容的充电在 U_3 的输出端形成线性上升的波形。而同步信号为低电平时，电容放电，同时 U_3 输出也为低电平，因此 U_3 的输出为锯齿波。

由于同步信号在交流输入信号的正负半周是对称的,所以 U_3 输出也是一个在输入交流信号正负半周内对称的锯齿波波形,并且锯齿波信号上升段的斜率为线性的(见图3中的 U_{out})。

3 电路的调度

3.1 锯齿波的底部宽度的调整

锯齿波的底部宽度取决于同步电路中运算放大器 U_1 和 U_2 输出的同步信号高电平的宽度,即取决于同步电路中 U_1 和 U_2 两个运算放大器的参考电压的大小。当运算放大器参考电压数值增大时,同步电压信号高电平的时间宽度减小,则锯齿波的底部宽度也小,反之如果运算放大器参考电压数值减小时,同步电压信号的高电平时间宽度增加,则锯齿波的底部宽度加大。因此,可以通过调整 U_1 和 U_2 两个运算放大器参考电压的数值,即调整 U_1 和 U_2 各自的比较端偏置电阻 (R_1 、 R_2 、和 R_6 、 R_7) 的数值,就可以调整输出锯齿波波形的底部宽度。

3.2 锯齿波的斜率

锯齿波的斜率是由运算放大器 U_3 反馈支路中电阻电容的充放电时间常数决定的。可以通过调整其电阻数值来改变锯齿波的斜率,即电阻 R_{11} 的数值。当电阻数值增加时,电容充电时间常数增大,电容充电速度减慢, U_3 的输出电压信号上升速度减慢,锯齿波的斜率减小;当电阻减小时,电容充电时间常数减小,充电速度加快, U_3 输出的锯齿波波形的斜率加大。这样我们可以根据直流控制电压的的调节范围和电路具体要求来选择同步信号锯齿波的斜率。

3.3 锯齿波的上下位置

锯齿波的上下位置由运算放大器 U_3 的同相输入端的偏置电压数值决定。由于同相输入信号为负值,经过电阻分压后,比较点的负值电压数值越大,锯齿波的位置越低,当比较点电压数值减小时,锯齿波向上平移。因此,我们可以通过改变 U_3 的同相输入端的电压,也就是改变偏置电阻 R_8 和 R_9 的数值,来调整锯齿波的上下位置。

在晶闸管电路中,触发电路选用的同步信号为锯齿波,是一个具有线性变化的波形,而且直流控制电压与同步信号的合成电压有正负变化的过零点(即触发脉冲的发出点),因此,如果触发电路选用移相触发电路,同步信号为锯齿波信号,则直流控制电压的极性应该与同步信号电压锯齿波的极性相反;当直流控制电压的数值变化时,合成电压的过零点也会有相位的相应变化,即触发脉冲信号的相位改变,那么晶闸管电路的输出随之发生相应的变化,这就是晶闸管移相触发控制的原理。

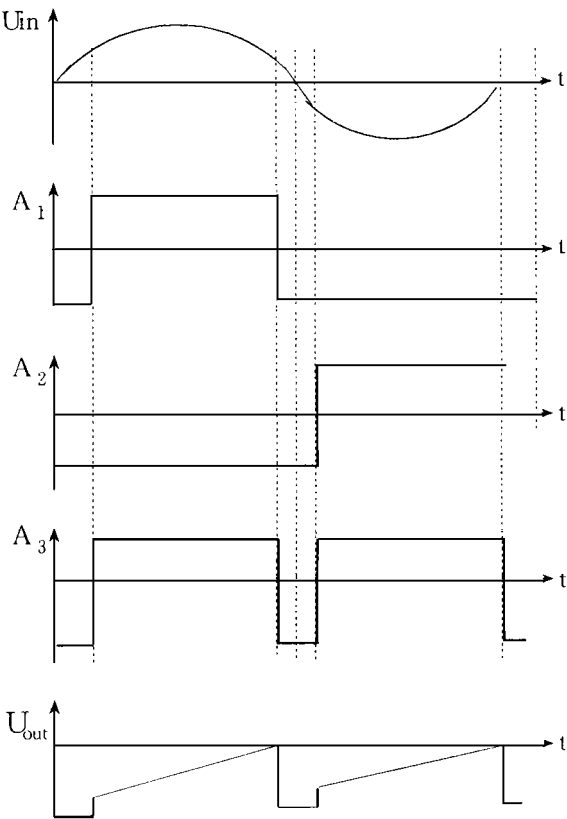


图3 电路波形图

如果采用移相触发控制，同步信号选用上述电路形成的锯齿波信号，在与控制电压合成时，为了实现电压有过零点，我们可以根据控制电压的极性来选择同步信号锯齿波的上下位置。当控制电压为正值时，希望锯齿波的位置在横轴下方，我们可以通过调节运算放大器 U_3 的同相输入端偏置电压达到目的，即调节该端的输入偏置电阻使其达到要求，如上所述，这时希望锯齿波信号的波形向下平移，应该使 U_3 的同相输入端偏置电压的数值增大，只需减小 R_8 的数值或者增加 R_9 的数值即可实现，如图3中的 U_{out} ，如果控制电压为负值，则希望锯齿波信号在横轴上方，这时需要 U_3 的同相输入端的偏置电压数值减小，只要增加 R_8 的数值或者减小 R_9 的数值，锯齿波的波形即可以移到横轴的上方。这样无论控制电压的极性如何，锯齿波信号均可以和控制电压合成为合适的信号用以产生我们需要的移相永冲。

这样我们就可以得到一个基本理想的锯齿波同步电压信号，其底部宽度、斜率和上下位置均可以调整。

4 结束语

该电路经实验具有以下特点：

- (1) . 电路中的元器件少，结构简单，调整方便。
- (2) . 电路产生的锯齿波底部宽度最大可达 170° ，因此对于晶闸管移相控制电路，触发脉冲的最大移相范围可以达到 170° 。
- (3) . 锯齿波的线性度好。
- (4) . 电路可靠性高。
- (5) . 电路电源 \pm 采用15V。

参 考 文 献

- 1 中国集成电路大全·国防工业出版社
- 2 国外集成电路简明手册·广州经济技术开发区电脑系统工程公司
- 3 半导体变流技术·黄俊 主编·机械工业出版社
- 4 电子技术基础·康华光主编·高等教育出版社

A Saw - tooth Circuit Consists of Integrated Operational Amplifiers

Yu Bing
(Zhengzhou Higher School of Technology , 450007)

Abstract This paper introduces a saw - tooth circuit consists of integrated operational amplifiers , its structure and principle .

Keywords Integrated operational amplifier ; saw - tooth wave