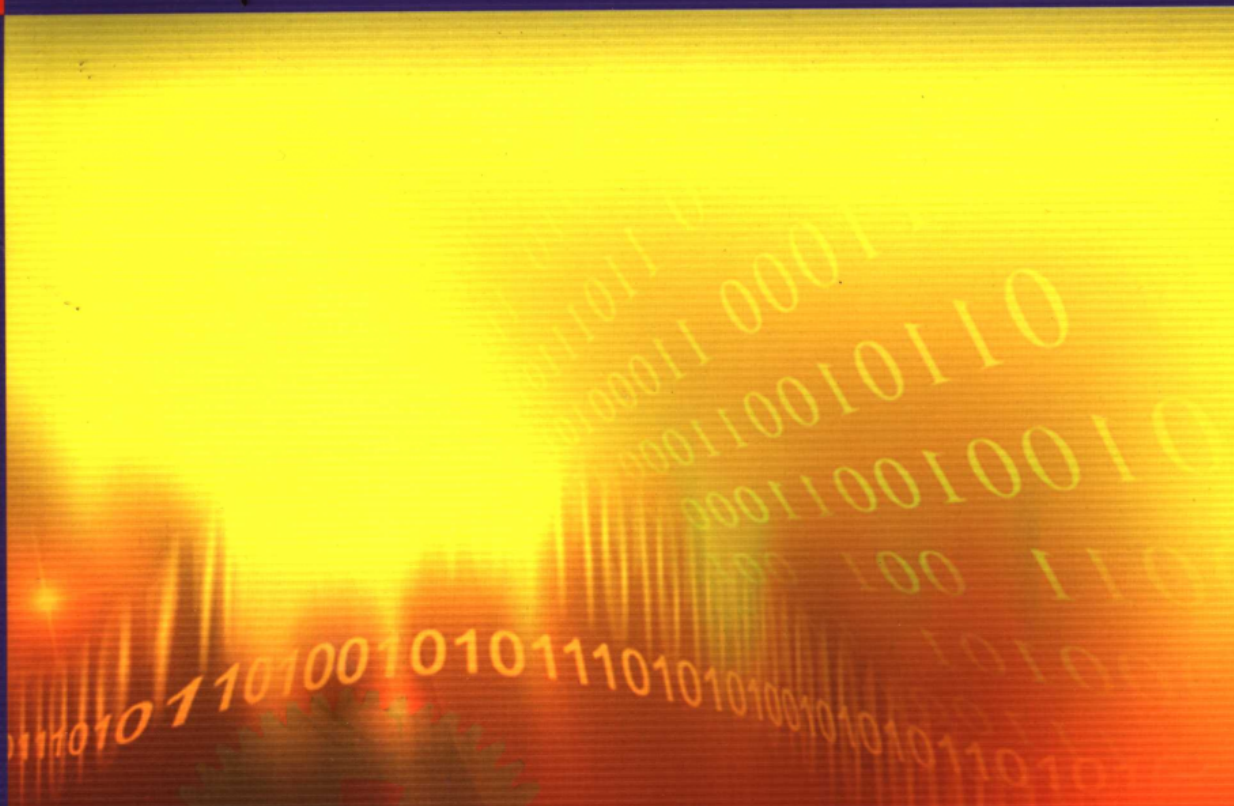


◎ 张孝三 主编

维修电工

(高级)

高等职业技术一体化系列教材



上海科学技术出版社



责任编辑：杨 燕
封面设计：戚永昌

高等职业技术一体化系列教材

- 钳工基本技能
- 单片机综合应用
- 电机及电力拖动
- 电工基本技能（上册）
- 电工基本技能（下册）
- PLC 应用技术
- 电子线路应用技术
- 交、直流调速应用
- 维修电工（高级）
- 电气自动控制综合应用
- 车床数控改造
- 通用设备机电维修（上册）
- 通用设备机电维修（下册）



上海科学技术出版社
www.sstp.cn

上架建议：电器电工

ISBN 978-7-5323-8876-9



9 787532 388769 >
定价：48.00 元

易文网：www.ewen.cc

高等职业技术一体化系列教材

维修电工(高级)

主 编 张孝三
参 编 杨 洋 刘建华
审 阅 王照清

上海科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

维修电工(高级)/张孝三主编. —上海:上海科学技术出版社, 2007. 4

(高等职业技术一体化系列教材)

ISBN 978-7-5323-8876-9

I. 维... II. 张... III. 电工—维修—高等学校:技术学校—教材 IV. TM07

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 030676 号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社

(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

苏州望电印刷有限公司印刷

开本 787×1092 1/16 印张 19.25

字数 317 千字

2007 年 4 月第 1 版 2007 年 4 月第 1 次印刷

印数 1—2 250

定价 48.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向工厂联系调换

内 容 提 要

本书系“高等职业技术一体化系列教材”之一,内容包括四个部分。第一部分:安装、调试锯齿波发生器电路、三角波、矩形波发生器电路、单脉冲控制移位寄存器电路、单脉冲顺序控制电路、数字定时器电路;第二部分:安装、调试三相半波可控整流大电感负载电路、三相半控桥式整流电阻性负载电路、三相半控桥式整流大电感负载电路、三相全控桥式整流电阻性负载电路、三相全控桥式整流大电感负载电路;第三部分:欧陆 514C 双闭环不可逆直流调速、欧陆 514C 双闭环可逆直流调速、MM440 变频器数字量四段速控制;第四部分:装卸料、混料罐工作过程、机械滑台运行、机械手运动、交通道口红绿灯的 PLC 控制。本书详细介绍了这些课题的操作技能和理论知识。

本书在内容上,力求做到理论与实际相结合,符合循序渐进的教学要求,从打好基础入手,突出机电类高职学院生产实习教学的特点,技能实训依据由浅入深、由易到难的教学原则,力求培养出基本功好、灵活运用能力强的学生,使他们能得心应手地运用所学知识,为今后学习设备的装配、修理等技能打下扎实而又牢靠的基础。

本书以职业能力为核心,以课题为学习单元,整合了所需掌握的基本知识和技能实践,实用性强,适合高职高专机电类相关专业作为教材使用,同时,适用于技术工人的继续教育和培训。

《高等职业技术一体化系列教材》编委会

主 任：陈力华

副主任：张方良

委 员(以姓氏笔画为序)：

叶聚丰 许 涛 李春明 张孝三

陈廷雨 顾卫东 徐维权

前 言

近年来,我国高等职业教育得到了蓬勃的发展,“以就业为导向”的教学改革不断深化,以职业能力为依据组织课程内容逐渐取代了以往的实验和认知课程。一套能适应以职业能力为导向的技能培训教材,已成为高等职业技术学院教学改革实践中的渴求。

作者在总结了多年培养生产第一线应用型技术人才经验的基础上,调研了不同经济形式和不同技术应用程度的企业对生产第一线技术人才的要求,咨询了行业高技能人才对岗位规范的要求,聆听了他们对工作任务的描述,研究了国家相关职业资格鉴定标准,借鉴了工作任务分析法和 CBE、MES 及二元制的职业教学模式。在整合上述各方面信息的基础上,编著了这套供高等职业院校使用的模块式一体化教材。教材中各课题(即模块)均遵循人的认知规律和技能养成规律来设计,并将理论知识与动手实践相融合(即一体化),各课题相对独立,一个课题即为一项职业能力。课题顺序由简到繁、由易到难安排,形成岗位或岗位群的以职业能力为核心的技能培训系统。

本套教材适用范围广,可作为高等职业院校机电类相关专业的系列教材,也可作为相应的国家职业培训教材;其中的各课题还可作为中等职业学校或企业职工单项职业能力培训或强化训练之教材。

愿本套教材能解工科类高等职业院校教学和技能培训的燃眉之急,更希望广大高等职业院校的师生为教材质量的进一步提高提出宝贵的意见。

陈力华

2007年1月20日

目 录

第一篇 电子技术

- 课题 1 安装、调试锯齿波发生器电路 1
- 课题 2 安装、调试三角波、矩形波发生器电路 15
- 课题 3 安装、调试单脉冲控制移位寄存器电路 26
- 课题 4 安装、调试单脉冲顺序控制电路 42
- 课题 5 安装、调试数字定时器电路 56

第二篇 电力电子(变流)技术

- 课题 1 三相半波可控整流大电感负载电路安装与调试 67
- 课题 2 三相半控桥式整流电阻性负载电路安装与调试 87
- 课题 3 三相半控桥式整流大电感负载电路安装与调试 104
- 课题 4 三相全控桥式整流电阻性负载电路安装与调试 123
- 课题 5 三相全控桥式整流大电感负载电路安装与调试 138

第三篇 自动控制

- 课题 1 欧陆 514C 双闭环不可逆直流调速 153

课题 2 欧陆 514C 双闭环可逆直流调速171

课题 3 MM440 变频器数字量四段速控制188

第四篇 可编程序控制器

课题 1 运料小车的 PLC 控制213

课题 2 混料罐工作过程的 PLC 控制231

课题 3 机械滑台运行的 PLC 控制246

课题 4 机械手运动的 PLC 控制262

课题 5 交通道口红绿灯的 PLC 控制279

第一篇 电子技术

课题1 安装、调试锯齿波发生器电路

【教学目的】

- (1) 掌握集成运算放大器的实际应用电路,其中包括线性和非线性应用的应用。
- (2) 理解、分析由集成运算放大器组成的各类电路的原理。
- (3) 会使用各种仪器仪表,能对电路中的关键点进行测试,并对测试数据进行分析、判断。

【任务分析】

能看懂锯齿波发生器电气原理图,掌握该电路图的工作原理,根据原理图要求选择所需的元器件,并能测试、判断该元器件的好坏。要求在规定时间内,按图纸要求进行安装接线,并能用仪器仪表对电路进行调试,记录波形的几何图形,标注周期和幅度。

本课题教学时间为6小时,考核时间为60分钟。

§1.1 基本知识

一、运算放大器的应用

1. 集成运算放大器的器件认知

目前,运算放大器均采用集成电路构成,集成运算放大器电路品种繁多,型号也很多,在一块集成芯片上可以集成2个、4个或更多个运算放大器。在使用集成运算放大器前,必须先掌握集成芯片引出管脚的功能,如型号为4558的芯片为双运放集成电路,它的引出管脚功能与运放器电路对应关系如图1-1-1所示,其中图1-1-1(a)为管脚分布图,图1-1-1(b)为实物照片图。

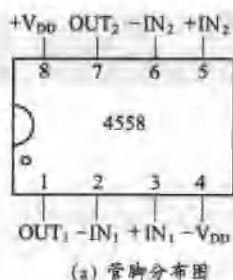


图1-1-1 运算放大器的管脚图

集成运算放大器是一种具有高电压放大倍数的直接耦合多级放大电路。当其外部接入不同的线性或非线性元器件组成输入和负反馈电路时，可以灵活地实现各种特定的函数关系。在线性应用方面，可组成比例、加法、减法、积分、微分、对数等模拟运算电路。

2. 理想运算放大器特性

在大多数情况下，将运算放大器视为理想运算放大器，就是将运算放大器的各项技术指标理想化，满足下列条件的运算放大器称为理想运算放大器。

开环电压增益： $A_{ud}=\infty$ ；

输入阻抗： $r_i=\infty$ ；

输出阻抗： $r_o=0$ ；

带宽： $f_{BW}=\infty$ ；

失调与漂移均为零等。

理想运算放大器在线性应用时的两个重要特性：

(1) 输出电压 U_o 与输入电压之间满足关系式：

$$U_o=A_{ud}(U_+-U_-)$$

由于 $A_{ud}=\infty$ ，而 U_o 为有限值，因此， $U_+-U_-\approx 0$ 。即 $U_+\approx U_-$ ，称为“虚短”。

(2) 由于 $r_i=\infty$ ，故流进运放两个输入端的电流可视为零，即 $I_{in}=0$ ，称为“虚断”。这说明运算放大器对其前级吸取电流极小。

上述两个特性是分析理想运算放大器应用电路的基本原则，可用于简化运算放大器电路的计算。

3. 基本线性运算放大器电路(简称运放电路)

(1) 反相比例运放电路：如图1-1-2所示电路是反相比例运放电路的电路。对于理想运放电路来说，其同相端通过电阻接地，其电阻 R_2 上没有电流流

过,可以得出同相端电压 U_+ 为0;按照运放电路“虚短”的结论,可以得到运放电路的反相输入端电压 U_- 也为0。因此,可以把反相输入端看作是接地,但是,这种接地要看成是“虚地”。按照运放电路“虚断”的结论,可以把流入运放电路同相端电流看作是0,因此,可以得到:

$$I_1 = I_F$$

根据以上结论,可以得出上述运放电路的输出电压与输入电压的关系为:

$$U_O = -\frac{R_F R_1}{R_1 R_1} U_i = -\frac{R_F}{R_1} U_i$$

为了减小输入级偏置电流引起的运算误差,在同相输入端应接入平衡电阻 $R_2 = R_1 // R_F$ 。反比例运放电路的电压放大倍数取决于 R_1 、 R_F 比值。因此,这两个电阻同时增减若干倍都不影响放大倍数。但是,若将电阻取值过小,会使信号源负载过重;若将取值过大,会加大输入失调电流,引起零漂,通常情况下电阻可以取10~100k Ω 。

(2) 反相加法运放电路:如图1-1-3所示电路是反相加法运放电路,输出电压与输入电压之间的关系为:

$$U_O = -\left(\frac{R_F}{R_1} U_{i1} + \frac{R_F}{R_2} U_{i2}\right) \quad R_3 = R_1 // R_2 // R_F$$

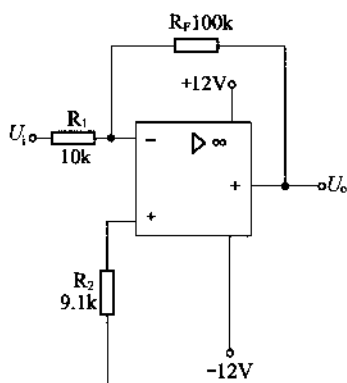


图1-1-2 反比例运放电路

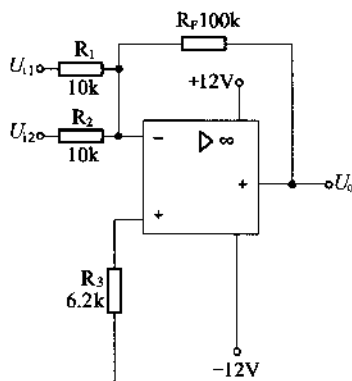


图1-1-3 反相加法运放电路

(3) 同相比例运放电路:图1-1-4(a)是同相比例运放电路,它的输出电压与输入电压之间的关系为:

$$U_O = \left(1 + \frac{R_F}{R_1}\right) U_i \quad R_2 = R_1 // R_F$$

当 $R_1 \rightarrow \infty$ 时, $U_O = U_i$,即得到如图1-1-4(b)所示的电压跟随器。图中 $R_2 = R_F$,

用以减小漂移和起保护作用。一般 R_F 取 $10k\Omega$, R_F 太小起不到保护作用, 太大则影响跟随性。由于集成运算放大器芯片好坏不易判断, 用万用表无法测量, 通常可以用电压跟随器电路来初步判断集成运算放大器的好坏。可在输入端加一个可调电压, 用万用表或示波器检测输出电压 U_o , 看其电压的跟随情况, 从而来判断集成运算放大器的好坏。

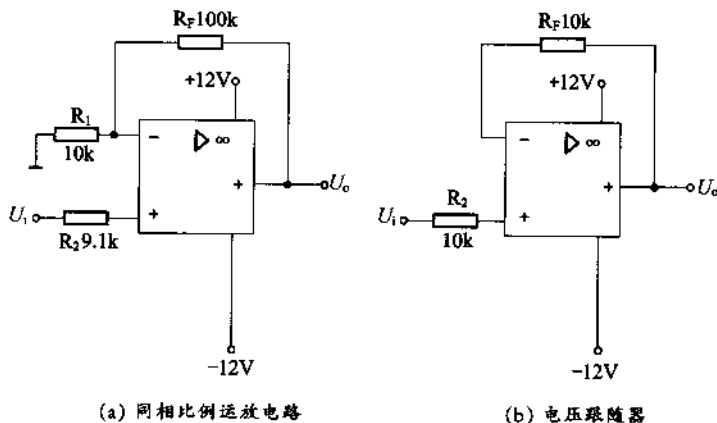


图1-1-4 同相比例运放电路

(4) 减法运算电路: 图1-1-5所示电路是减法运算电路, 当 $R_1=R_2, R_3=R_F$ 时, 有如下关系式:

$$u_o = \frac{R_F}{R} (U_{i2} - U_{i1})$$

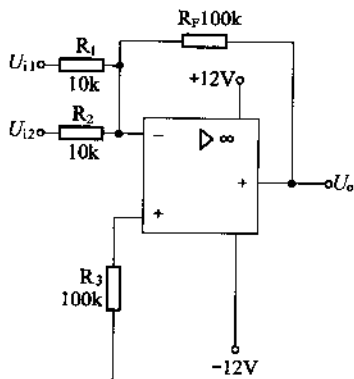


图1-1-5 减法运算电路图

(5) 积分运算电路: 反相积分电路如图1-1-6所示, 在理想化条件下, 输出电压为:

$$u_o(t) = -\frac{1}{R_1 C} \int_0^t u_i dt + u_o(0)$$

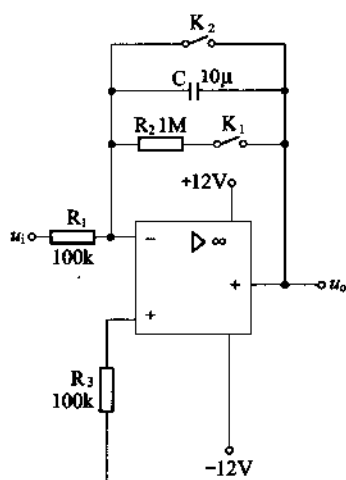


图1-1-6 积分运算电路

式中, $u_c(0)$ 是 $t=0$ 时刻电容 C 两端的电压值, 即初始值。

如果 $u_i(t)$ 是幅值为 E 的阶跃电压, 并设 $u_c(0)=0$, 则:

$$u_o(t) = -\frac{1}{R_1 C} \int_0^t E dt = -\frac{E}{R_1 C} t$$

即输出电压 $u_o(t)$ 随时间增长而线性下降。显然 RC 的数值越大, 达到给定的 u_o 值所需的时间就越长。积分输出电压所能达到的最大值受集成运算放大器最大输出范围的限制。

在进行积分运算之前, 首先应对运算放大器调零。为了便于调节, 将图中 K_1 闭合, 即通过电阻 R_2 的负反馈作用帮助实现调零。但在完成调零后, 应将 K_1 打开, 以免因 R_2 的接入造成积分误差。 K_2 的设置一方面为积分电容放电提供通路, 可实现积分电容初始电压 $u_c(0)=0$; 另一方面, 可控制积分起始点, 即在加入信号 u_i 后, 只要 K_2 一打开, 电容就将被恒流充电, 电路也就开始进行积分运算。

4. 运算放大器非线性电路

(1) 电压比较器: 电压比较器是集成运算放大器非线性应用电路, 它将一个模拟量电压信号和一个参考电压相比较, 在两者幅度相等的附近, 输出电压将产生跃变, 相应输出高电平或低电平。比较器可以组成非正弦波形变换电路及应用于模拟与数字信号转换等领域。

图1-1-7(a)所示为一最简单的电压比较器, U_R 为参考电压, 加在运放的同相输入端, 输入电压 u_i 加在反相输入端。

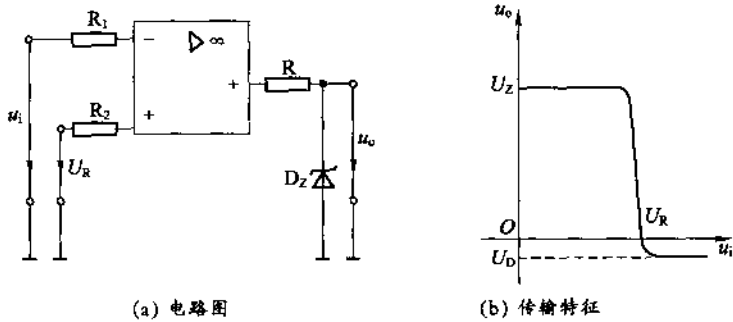


图1-1-7 电压比较器

当 $u_i < U_R$ 时,运放输出高电平,稳压管 D_Z 反向稳压工作。输出端电位被其箝位在稳压管的稳定电压 U_Z , 即 $u_o = U_Z$ 。

当 $u_i > U_R$ 时,运放输出低电平, D_Z 正向导通,输出电压等于稳压管的正向压降 U_D , 即 $u_o = -U_D$ 。

因此,以 U_R 为界,当输入电压 u_i 变化时,输出端反映出两种状态:高电位和低电位。

表示输出电压与输入电压之间关系的特性曲线称为传输特性。图1-1-7(b)为图1-1-7(a)比较器的传输特性。

常用的电压比较器有过零比较器、具有滞回特性的过零比较器、双限比较器(又称窗口比较器)等。

(2) 过零比较器:如图1-1-8(a)所示为加双相限幅电路的过零比较器, D_Z 为限幅稳压管。信号从运算放大器的反相输入端输入,参考电压为零从同相端输入。当 $u_i > 0$ 时,输出 $U_o = -(U_Z + U_D)$, 当 $u_i < 0$ 时, $U_o = +(U_Z + U_D)$ 。其电压传输特性如图1-1-8(b)所示。

过零比较器结构简单,灵敏度高,但抗干扰能力差。

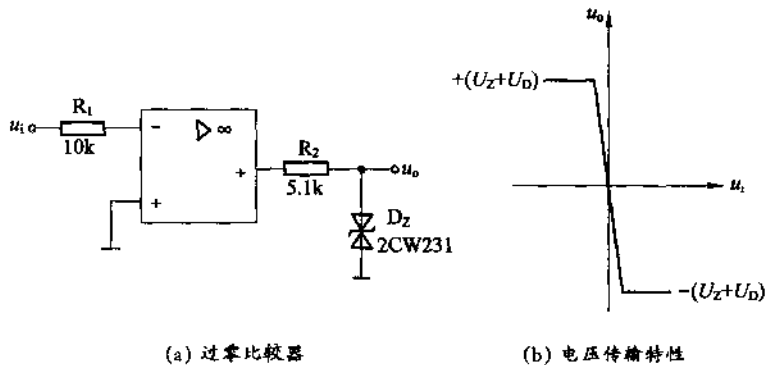


图1-1-8 过零比较器

(3) 滞回比较器:如图1-1-9(a)所示是为具有滞回特性的过零比较器,在实际工作时, u_i 恰好在过零值附近,由于零点漂移的存在, u_o 将不断由一个极限值转换到另一个极限值,这在控制系统中,对执行机构将是很不利的。为此,就需要输出特性具有滞回现象。如图1-1-9(a)所示,从输出端引一个电阻分压正反馈支路到同相输入端,若 u_o 改变状态, Σ 点也随着改变电位,使过零点离开原来位置。当 u_i 为正(记作 U_+):

$$U_{\Sigma} = -\frac{R_2}{R_1 + R_2} U_o$$

则当 $u_i > U_{\Sigma}$ 后, u_o 即由正变负(记作 U_-),此时 U_{Σ} 变为 $-U_{\Sigma}$ 。故只有当 u_i 下降到 $-U_{\Sigma}$ 以下,才能使 u_o 再度回升到 U_+ ,于是出现图1-1-9(b)中所示的滞回特性。 $-U_{\Sigma}$ 与 U_{Σ} 的差别称为回差。改变 R_2 的数值可以改变回差的大小。上述比较器为一种简单的比较器,仅能鉴别输入电压 u_i 比参考电压 U_R 高或低的情况。

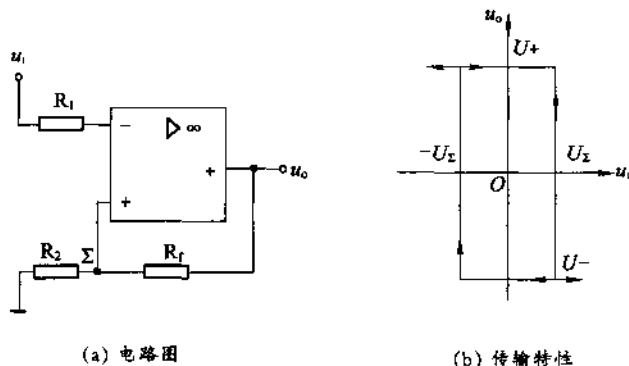


图1-1-9 滞回比较器

图1-1-10所示电路是另一种窗口(双限)比较器,它是由两个简单比较器组成,它能指示出 u_i 值是否处于 U_R^+ 和 U_R^- 之间。如 $U_R^- < u_i < U_R^+$,窗口比较器的输出

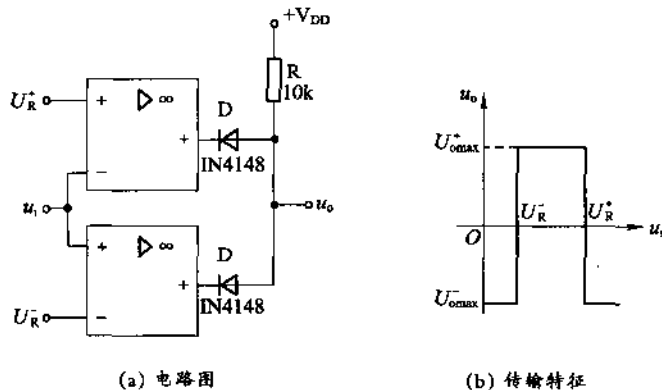


图1-1-10 由两个简单比较器组成的窗口比较器

电压 u_0 等于运算放大器的正饱和输出电压($+U_{omax}$),如果 $u_i < U_R^-$ 或 $u_i > U_R^+$,则输出电压 u_0 等于运算放大器的负饱和输出电压($-U_{omax}$)。

二、实训电路原理分析

若把滞回比较器和积分器首尾相接形成正反馈闭环系统(如图1-1-11所示),电路就是锯齿波发生器。图中由运算放大器 N_1 组成一个滞回特性比较器,输出矩形波,运算放大器 N_2 组成一个积分器,输出锯齿波。比较器输出的矩形波经积分器积分可得到锯齿波,锯齿波又触发比较器自动翻转形成矩形波,这样即可构成锯齿波、矩形波发生器。图1-1-12(a)为锯齿波、矩形波发生器输出波形图关系,图1-1-12(b)为锯齿波、矩形波分开的波形。由于采用了运算放大器组成的积分电路,因此可实现恒流充电,使三角波线性大大改善。图1-1-12(c)为用示波器实测的波形。

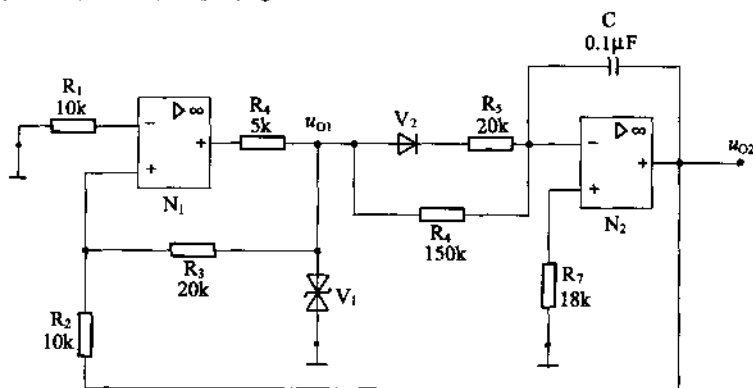
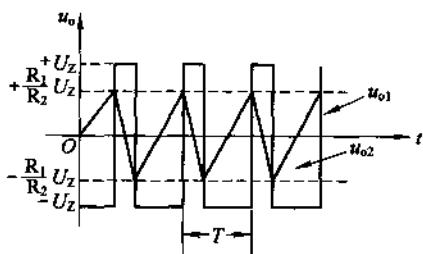
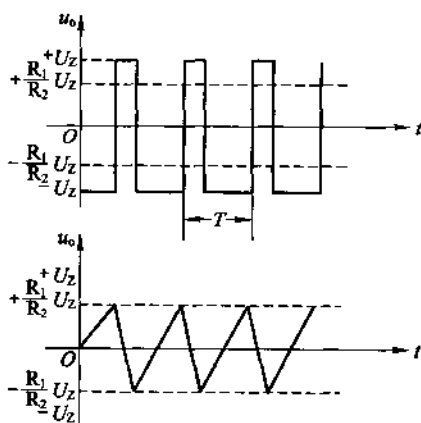


图1-1-11 锯齿波、矩形波发生器



(a) 锯齿波、矩形波输出波形关系



(b) 锯齿波和矩形波