

西安工业学院“十五”规划教材

电子技术 实验

郑长风 赵建华 编

西北工业大学出版社

高等学校教材

电子技术实验

郑长风 赵建华 编

西北工业大学出版社

【内容简介】本书是与模拟电子技术基础、数字电子技术基础两门课程紧密配合的实验课教材。主要内容有:实验准备基础知识、数字电路基础实验、设计性综合性实验、EWB在电子技术实验中的应用、实验电路的安装与调试、常用仪器设备的简介与使用及电子电路测量技术的基本知识等。此外附录还有部分常用数字集成电路功能表、部分常用数字集成电路引脚图及部分常用线性集成电路引脚图等。

本书可作为高等院校电子类及相关专业学生的实验课教材和实验参考书,也适合广大电子爱好者自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术实验/郑长风,赵建华编. — 西安:西北工业大学出版社,2005.1
ISBN 7-5612-1878-8

I. 电… II. ①郑… ②赵… III. 电子技术—实验—高等学校—教材 IV. TN-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第142720号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路127号 邮编:710072

电 话:(029)88493844 88491757

网 址:www.nwpu.com

印 刷 者:陕西兴平市印刷厂

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16

印 张:12.5

字 数:300千字

版 次:2005年2月第1版 2005年2月第1次印刷

定 价:16.00元

目 录

第 1 章 模拟电路基础实验	1
1.1 常用仪器的使用及二极管、三极管的测试	6
1.2 单管放大电路	9
1.3 多级放大电路	11
1.4 负反馈放大电路	14
1.5 差动放大电路	17
1.6 比例、求和运算电路	21
1.7 积分与微分运算电路	23
1.8 电压比较器	25
1.9 集成运放 RC 正弦波振荡器	27
1.10 LC 振荡器及选频放大器	29
1.11 集成运放参数测试	32
1.12 整流、滤波与稳压电路	37
第 2 章 数字电路基础实验	37
2.1 门电路逻辑功能及其应用	41
2.2 编码、译码与显示	44
2.3 译码器和数据选择器	47
2.4 触发器及其应用	51
2.5 计数器及其应用	59
2.6 移位寄存器及其应用	63
2.7 555 定时器及其应用	71
2.8 D/A 和 A/D 转换	75
第 3 章 设计性与综合性实验	75
3.1 集成电路扩音机	76
3.2 声控台灯	77
3.3 程控放大器设计	81
3.4 温度测量、超温报警及控制系统设计	

3.10 脉冲编码器设计	83
3.11 序列码发生器及序列码检测器的设计	85
3.12 串行通信报警器	90
3.13 数据误差产生电路	91
3.14 串行数据通路	92
3.15 电子频率转换电路	94
3.16 生产线自动装箱设备监控器	95
3.17 硬件优先排队电路	97
3.18 篮球比赛计分显示系统	99
第4章 EWB 在电子技术实验中的应用	102
4.1 Electronics Work Bench EDA 软件及其使用方法	102
4.1.1 EWB 软件简介	102
4.1.2 怎样建立实验电路	105
4.2 虚拟实验举例	125
4.2.1 单管放大电路	125
4.2.2 运放运算电路实验	129
4.2.3 集成计数器实验	131
4.2.4 555 定时器及其应用	133
第5章 实验电路的安装与调试	138
5.1 实验电路的安装	138
5.2 电路调试技术	141
5.3 故障检测的一般方法	142
5.4 数字集成电路使用须知	148
第6章 常用仪器设备的简介与使用	150
6.1 TPE-AD 电子技术学习机	150
6.2 C5020(HH4310)双踪示波器	154
6.3 XD2C 与 XD2 型低频信号发生器	157
6.4 NY4510 型交流毫伏表	160
第7章 电子电路测量技术的基本知识	163
7.1 干扰源	163
7.2 误差分析与测量结果的处理	163
7.3 系统增益或衰减的测量	166
7.4 系统频率特性的测量	167
7.5 系统输入、输出电阻的测量	167

附录 1	部分常用模拟集成电路引脚图	169
附录 2	部分常用数字集成电路功能表	169
附录 2	部分常用数字集成电路引脚图	186
附录 3	部分常用线性集成电路引脚图	192

五、预习要求

分析图 1.7.1 电路,若输入正弦波, u_1 和 u_2 相位差是多少?当输入信号频率为 10 Hz,有效值为 1 V 时, u_0 为多少。

2. 分析图 1.7.2 电路,若输入方波, u_1 和 u_2 相位差是多少?当输入信号频率为 160 Hz,幅值为 1 V 时, u_0 为多少?

3. 拟定实验步骤,做好记录表格。

六、实验报告要求

1. 整理实验中的数据及波形,总结积分、微分电路特点。

2. 分析实验结果与理论计算的误差原因。

1.8 电压比较器

一、实验目的

1. 掌握比较器的电路构成及特点。

2. 学会测试比较器的方法。

二、实验原理

1. 单限比较器。

图 1.8.1 为一同相过零比较器电路原理图,当输入电压 u_1 变化经过零点时,输出电压从一个电平跳变到另一个电平。

2. 滞回比较器。

图 1.8.2 为运放组成的反相滞回比较器,图中输出端两稳压管为双向限幅器,决定输出幅度, R_1 起限流作用, R_1 为均衡输入电阻, R_2, R_F 决定电路的滞回特性,滞回比较器具有良好的抗干扰作用。

$$\text{滞回比较器的下门限: } U_{T-} = -\frac{R_2}{R_2 + R_F} U_Z$$

$$\text{滞回比较器的上门限: } U_{T+} = +\frac{R_2}{R_2 + R_F} U_Z$$

三、实验内容

1. 过零比较器。

实验电路如图 1.8.1 所示。

(1) 按图 1.8.1 接线, u_1 端悬空时测输出电压 u_0 。

(2) 输入频率为 500 Hz,有效值为 1 V 的正弦波,观察 u_1 和 u_0 波形,并记录。

(3) 改变 u_1 幅值,观察 u_0 的变化。

2. 反相滞回比较器。

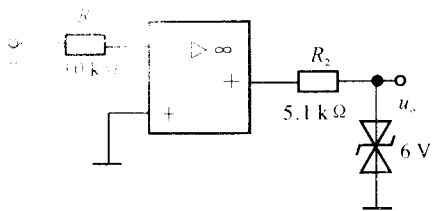


图 1.8.1 过零比较器

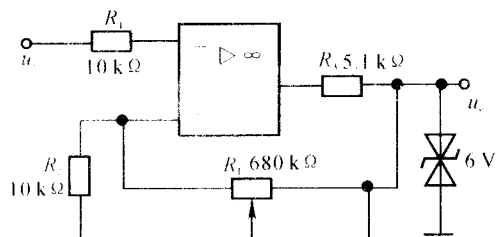


图 1.8.2 反相滞回比较器

实验电路如图 1.8.2 所示。

(1) 按图 1.8.2 接线,并将 R_F 调为 $100\text{ k}\Omega$, u_i 接直流电压源。测出 u_o 由 $+U_{om}$ 变为 $-U_{om}$ 时 u_i 的临界值。

同上步骤,测出 u_o 由 $-U_{om}$ 变为 $+U_{om}$ 时 u_i 的临界值。

(3) u_i 接频率为 500 Hz ,有效值为 1 V 的正弦信号,观察并记录 u_i 和 u_o 波形。

(4) 将电路中 R_F 调为 $200\text{ k}\Omega$,重复上述实验。

3. 同相滞回比较器。

实验电路如图 1.8.3 所示。

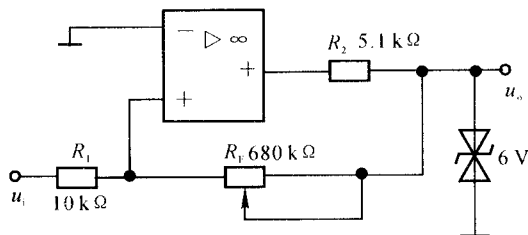


图 1.8.3 同相滞回比较器

参照 2(反相滞回比较器) 自拟实验步骤及方法,将结果与实验内容 2 相比较。

四、实验仪器

1. 双踪示波器 1 台。
2. 信号发生器 1 台。
3. 数字万用表 1 只。
4. 综合实验箱 1 台。

五、预习要求

1. 分析图 1.8.1 电路,回答以下问题:

- (1) 比较器是否需要调零?原因何在?
- (2) 比较器的两个输入端电阻是否要求对称?为什么?
- (3) 运算放大器的两个输入端电位差如何估计?

2. 分析图 1.8.2 电路,计算:

- (1) 使 u_i 由 $+U_{om}$ 变为 $-U_{om}$ 的 u_i 临界值。
 - (2) 使 u_i 由 $-U_{om}$ 变为 $+U_{om}$ 的 u_i 临界值。
- 若 u_i 输入有效值为 1 V 的正弦波, 试画出 u_o 和 u_i 波形图
3. 分析图 1.8.3 电路, 重复上述 2 中的各步骤。
 4. 按实验内容准备记录表格及记录波形的坐标纸。

六、实验报告要求

1. 整理实验数据及波形, 并与预习计算值相比较
2. 总结这三种比较器的特点。

1.9 集成运放 RC 正弦波振荡器

一、实验目的

1. 掌握桥式 RC 正弦波振荡器的电路构成及工作原理。
2. 熟悉 RC 正弦波振荡器的调整、测试方法。
3. 观察参数 R, C 变化对振荡器频率的影响, 学习振荡频率的测定方法。

二、实验原理

RC 正弦波振荡电路是 RC 串并联式正弦波振荡电路, 又称为文氏桥正弦波振荡器。此电路由放大电路和反馈网络(包括选频网络)两部分组成, 它的主要特点是采用 RC 串并联网络作为选频和反馈, 放大电路采用集成运放。根据振荡条件即可写出对放大电路的要求。由于在 $f = f_0$ 时, RC 反馈网络的 $\varphi = 0^\circ$, $|F| = 1/3$, 所以放大电路的输出与输入之间的相位关系应是同相, 放大倍数不能小于 3, 即用放大倍数为 3(起振时应大于 3) 的同相比例器作为放大电路, 如图 1.9.1 所示。

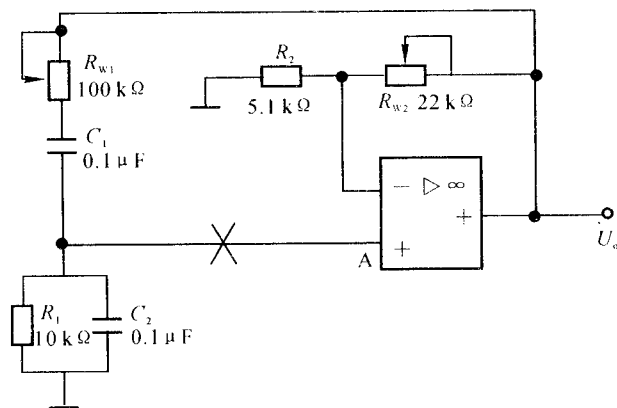


图 1.9.1 文氏桥正弦波振荡电路

3 输入与非门 1 片;
 定时器 1 只;
 2A1P5 三只;电阻 1 k Ω 2 只;电容 0.1 μ F, 100 μ F, 1 μ F 各 1 只

3.7 红外遥控报警器

一、实验目的

1. 了解红外遥控电路的工作原理, 电路组成。
2. 掌握红外遥控电路的设计方法和调试方法。
3. 培养综合应用电路的能力。

二、实验原理

1. 红外遥控报警器的工作原理。

本实验的任务是设计一个红外遥控报警器。要求当有人遮挡红外光时应发出报警信号, 无人遮挡红外光时报警器不工作, 即不发声。根据要求, 红外遥控器应由两部分组成, 即红外发射电路和红外接收电路。图 3.7.1 为红外信号发射电路框图。它是由自激多谐振荡器、功率放大器、红外发光二极管组成。自激多谐振荡器产生几十 kHz 的不对称脉冲, 此脉冲为红外光的调制脉冲, 调制脉冲经功率放大后控制红外发光二极管发射红外光脉冲。红外信号接收电路框图如图 3.7.2 所示。此电路由红外光电管放大、整流、报警电路组成。把红外脉冲转换成电信号, 即解调出调制脉冲, 然后把此信号放大, 整流变成直流信号, 控制报警器不工作。当红外光脉冲被人遮挡时, 则报警器工作发出报警声。

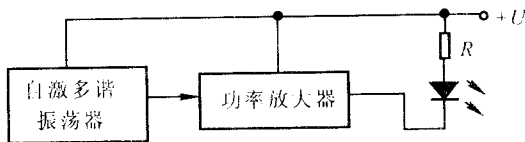


图 3.7.1

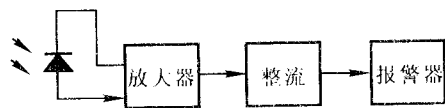


图 3.7.2

2. 参考电路。

红外发射电路如图 3.7.3 所示。

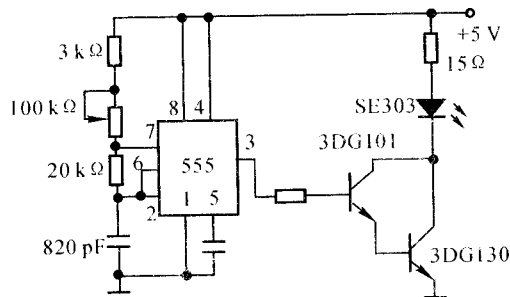


图 3.7.3

2.3 译码器和数据选择器

一、实验目的

1. 了解译码器、数据选择器的工作原理及其功能。
2. 掌握译码器、数据选择器的典型应用。
3. 初步掌握使用 MSI 设计完成具有一定功能的逻辑电路,学习使用功能表。

二、实验原理

1. 译码器。

译码器是一个多输入、多输出的组合逻辑电路,其功能是将输入的一组二进制代码翻译成与其对应的特定含义(如十进制数、地址线、指令等)。这样,在同一时刻,只有一个输出端上有信号。为了减小体积,提高集成度,MSI 译码器通常将其输出设计成低电平有效的形式。

MSI 译码器都有一个使能端(片选端),利用它可以扩展译码器的功能。

译码器一般分为两类:一类是不完全译码器,如七段字形译码器;另一类是最小项译码器,如双 2-4 线译码器(74LS139)、3-8 线译码器(74LS138)、4-16 线译码器(74LS154)等。这里只介绍最小项译码器。

n 个变量的译码器其输出与输入的关系可表示为

$$Y_i = m_i$$

式中, m_i 是由 n 个变量构成的最小项。

译码器的每一个输出端都对应于输入变量的一个最小项,整个译码器给出了全部最小项,相当于一个最小项发生器,而任一逻辑函数都可以用若干最小项之和的形式表示。因此,译码器辅以适当的逻辑门,即可实现任何逻辑函数,而不必进行逻辑函数化简。

例 1 用三变量译码器(74LS138)设计一位全加器。

解 (1) 写出全加器逻辑表达式。

$$\text{全加和} \quad S = \bar{A}BC_0 + ABC_0 + A\bar{B}C_0 + AB\bar{C}_0$$

$$\text{进位} \quad C = \bar{A}BC_0 + A\bar{B}C_0 + ABC_0 + ABC_0$$

(2) 将 S, C 改写为

$$S = m_1 + m_2 + m_4 + m_7 = \overline{m_1 \cdot m_2 \cdot m_4 \cdot m_7} = \overline{Y_1 \cdot Y_2 \cdot Y_4 \cdot Y_7}$$

$$C = m_3 + m_5 + m_6 + m_7 = \overline{m_3 \cdot m_5 \cdot m_6 \cdot m_7} = \overline{Y_3 \cdot Y_5 \cdot Y_6 \cdot Y_7}$$

(3) 画出逻辑图如图 2.3.1 所示。

若选用双 2-4 线译码器 74LS139,因该译码器只有两个地址输入端,只能对应两个输入变量,利用使能端可将其扩展为 3-8 线译码器。

对于任意一个三变量的函数表达式总可以写成它的分解式,即

$$F(A_2, A_1, A_0) = \bar{A}_2 F_1(A_1, A_0) + A_2 F_2(A_1, A_0)$$

式中, $F_1(A_1, A_0)$ 和 $F_2(A_1, A_0)$ 用 2-4 线译码器实现,则上式可用两块同样的译码器来连接,如图 2.3.2 所示。

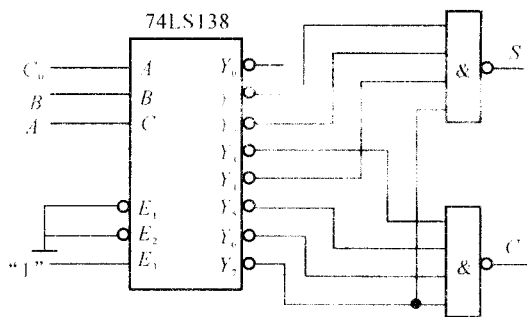


图 2.3.1 用 74LS138 设计全加器

在图 2.3.2 中,当 $A_2 = 0$ 时,译码器 74LS193(1) 工作,输出 $m_3 \sim m_0$,当 $A_2 = 1$ 时,译码器 74LS193(2) 工作,输出 $\bar{m}_7 \sim \bar{m}_4$ 。

用图 2.3.2 实现全加器的逻辑图,如图 2.3.3 所示。

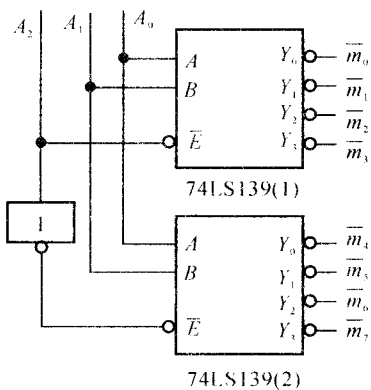


图 2.3.2 2-4 线译码器扩展为 3-8 线译码器

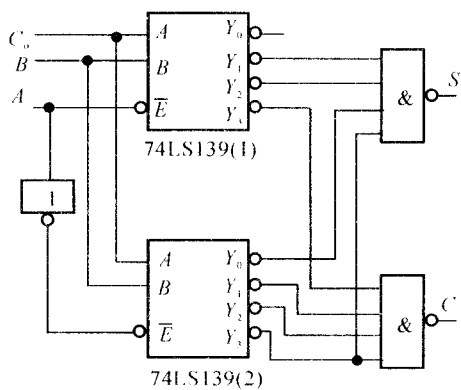


图 2.3.3 用双 2-4 线译码器实现全加器

2. 数据选择器。

数据选择器又称多路开关(MUX),是一个多输入单输出的组合逻辑电路(有的具有互补输出端)。其基本工作原理类似于单刀多掷开关,它在地址码(或称选择器输入端)的控制下,将某一路的输入作为输出,以实现多通道数据传输。

数据选择器的种类有 74LS157(双二选一)、74LS154(双四选一)、74LS151(八选一)、74LS150(十六选一)等。

图 2.3.4 为四选一 MUX 的原理图符号及等效开关。数据选择器的管脚图及功能表见附录。

使能信号 \bar{E} 为低电平有效。当 $\bar{E} = 0$ 时,输出、输入的关系为

$$Y = \sum m_i I_i$$

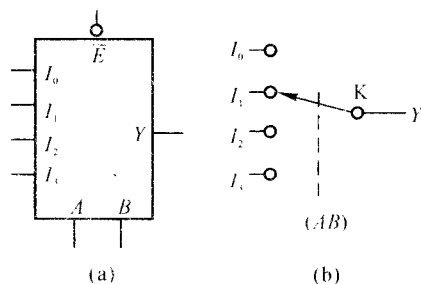


图 2.3.4
(a) 符号; (b) 等效开关

中, $m_i (i = 0 \sim 3)$ 为 A, B 两变量构成的最小项。

对于有 n 位输入地址的 MUX, 其输出、输入的关系可表示为

$$Y = \sum m_i I_i \quad (i = 0, 1, \dots, 2^n - 1)$$

多路选择器的应用和中规模集成电路一样, 远远超出其名称所表示的功能, 发展成为一种多功能器件。

例 2 试用多路选择器实现逻辑函数

$$F(A, B, C) = AC + \bar{A}C + B + \bar{A}BC$$

解 先将函数 F 展开成最小项表达式, 得

$$F(A, B, C) = m_0 + m_1 + m_3 + m_4 + m_5 + m_6$$

显然有

$$I_0 = 1, \quad I_1 = 1, \quad I_2 = 0, \quad I_3 = 1$$

$$I_4 = 1, \quad I_5 = 1, \quad I_6 = 1, \quad I_7 = 0$$

将变量 A, B, C 接入地址输入端 A, B, C , 由此可以画出用八选一 MUX 74LS151 实现的逻辑电路, 如图 2.3.5 所示。其中 \bar{E} 为使能端。

例 3 试用 74LS151 实现逻辑函数

$$F(A, B, C, D) = \sum (0, 2, 3, 7, 8, 9, 10, 12, 13)$$

解 由于 74LS151 只有三个地址输入端, 而函数 F 有四个变量, 因此应将函数 F 适当处理, 即括出一个变量 (如变量 A) 然后进行合并, 如图 2.3.6 所示。由此得

$$I_0 = 1, \quad I_1 = A, \quad I_2 = 1, \quad I_3 = \bar{A}$$

$$I_4 = \bar{A}, \quad I_5 = A, \quad I_6 = 0, \quad I_7 = \bar{A}$$

将 B, C, D 分别接入 74LS151 的地址端 A, B, C , 实现该函数的逻辑图如图 2.3.7 所示。

数据选择器除用来实现逻辑函数外, 还可以和计数器一起实现序列码发生器 (请参阅 3.6 节)。

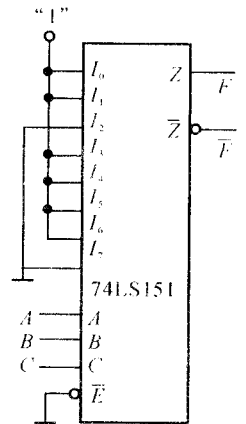


图 2.3.5

A	BCD							
	000	001	010	011	100	101	110	111
0	1	0	1	1	0	0	0	1
1	1	1	1	0	1	1	0	0
	I_0	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5	I_6	I_7

图 2.3.6

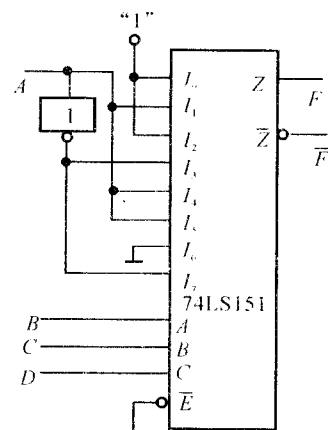


图 2.3.7

三、实验内容

1. 检查与或非门的好坏。
2. 验证 74LS138、74LS139 和 74LS151 的逻辑功能是否与附录相符。
3. 用 74LS138 实现一位全减器,记录实验结果。
4. 用 74LS139 实现三变量多数表决电路,记录实验结果。
5. 用 74LS151 实现三变量多数表决电路,记录实验结果。

四、实验仪器

1. 电子技术学习机 1 台。
2. 器件:74LS20,74LS138,74LS139,74LS151 各 1 片。

五、预习要求

1. 查阅附录,熟悉 74LS138、74LS139 和 74LS151 的管脚及功能。
2. 按实验内容要求画好实验电路接线图,以此作为实验依据。

六、实验报告要求

1. 画出各实验步骤的实验电路逻辑图,整理实验结果,并对实验结果进行分析。
2. 总结译码器及数据选择器的功能及使用方法。
3. 总结用中规模器件设计实现逻辑函数的步骤和方法。

七、思考题

如何将 3-8 线译码器扩展成 4-16 线译码器,画出逻辑图。

2.4 触发器及其应用

一、实验目的

1. 熟悉常用的 TTL、CMOS 触发器的基本结构及其逻辑功能。
2. 掌握触发器的正确使用方法。

二、实验原理

触发器是组成时序逻辑电路的最基本器件,在数字系统和计算机中有着广泛的应用。目前,集成触发器不仅作为独立的集成元件被大量使用,它还是组成计数器、移位寄存器及时序电路的基本单元电路。因此,熟悉各类触发器的功能,能熟练地应用各种集成触发器,就显得十分必要。

1. 触发器按电路结构可分为四种,即钟控式、维持阻塞式、主从式和边沿触发式。

钟控式触发器属于电平触发方式,由于存在空翻现象,因此不能用作计数器或移位寄存器,它只能用于 $CP = 1$ 期间输入信号不变化的那些场合。维持阻塞式和边沿触发式触发器能