

《电子技术基础》实训指导书

主

编 马乐萍（山西药科职业学院）

副

主编 郭立辉（河北冀雅电子有限公司）

参

编 刘精婵（山西药科职业学院）

刘

向阳（山西药科职业学院）

杨

玉茹（山西药科职业学院）

王

爱萍（山西药科职业学院）

方

育婧（山西药科职业学院）

山西药科职业学院

编写说明

《

电子技术基础实训指导书》是为了帮助学生掌握医疗器械制造与维护的实用技术，提高学生的专业实践技能而编写的。内容包括十五个实训项目，使学生掌握医疗器械制造与维护过程中的基本技术，培养学生分析解决电子电路问题的能力，为今后工作打下基础。在编写过程中，坚持理论联系实际的原则，力求体现以职业能力培养为根本的高等职业技术教育的特色，突出实用性、技术性和先进性。

本

教材在编撰过程中，得到了本专业王爱萍老师、刘向阳老师、刘精婵老师、杨玉茹老师、方育婧老师的大力协助，同时获得了河北冀雅电子有限公司郭立辉主任的大力帮助，在此表示感谢。

本

书适用于医疗器械制造与维护专业和与电子有关的其他相关专业教学和实践使用，但由于编者水平有限，书中难免会存在不当之处，欢迎批评指正。

编

者

2014年6月

目录

实验绪论

一、实验在电工学课程中的地位和作用

在原国家教委颁发的“电子技术”课程教学基本要求中规定：实验是本专业重要的实践性教学环节。实验的目的不仅要帮助学生巩固和加深理解所学的理论知识，更重要的是要训练他们的实验技能，树立工程实际观点和严谨的科学作风，使他们能独立地进行实验。

“电子技术”部分，对学生实验技能训练的具体要求是：

1. 能使用常用电子仪器。
2. 学习查阅手册，对常用的电子元器件具有使用的基本知识。
3. 初步学会使用二极管、晶体管、集成运算放大器、集成稳压器、门电路、触发器、寄存器、计数器及七段译码器等中、小规模集成电路。
4. 能根据电路图连接简单的电子线路进行实验。
5. 能准确读取数据，观察实验现象，测绘波形、曲线。
6. 能整理分析实验数据，写出整洁的、条理清楚的、内容完整的实验报告。

二、电子实验的过程与方法

每个实验都要经历预习、实验和总结三个阶段。每个阶段都有明确的任务和要求。

1. 预习
预习的任务是阅读实验指导书，弄清实验目的、内容要求、方法及实验中应注意

的问题。必要时拟出实验步骤，画出记录表格，阅读预习要求中指定的附录，查找必要的资料。要对实验结果作出估计，选择所用电表的量程，作出必要的估算，以便实验时及时检验结果的正确性。

有

些仪器、设备仅凭阅读资料难以掌握其使用方法，所以要到实验室进行预习。

2

· 实验

实

验的任务是按照预定的方案进行实验。实验过程既是完成实验任务的过程，又是锻炼实验能力和培养科学实践作风的过程，在实验中，要做好原始数据的记录，要逐步学会用理论去分析与解决实验中遇到的各种问题。

3

· 总结

总

结的任务是在实验完成后，整理实验数据，分析实验结果，得出结论，完成实验总结报告。

三、实验报告内容

本

课程实验报告分预习报告和总结报告两部分。

预

习报告中应写明：

1

、实验目的

2

、实验仪表设备

3

、实验内容（分步骤扼要摘抄，画出实验电路，记录表格，预选电表量程，必要的理论计算式，计算值，必须回答的预习问题，特殊注意事项。

总

结报告中应写明：

、经整理后的实验数据，计算数据

1

、实验波形，曲线

2

、对数据、曲线的分析、说明、结论等

3

四、实验时的安全用电知识

实

验时，要杜绝电击现象。电击是人体中通过电流时产生的一种剧烈的生理反映。轻则人体触电部位麻木、痉挛，重则造成严重烧伤、甚至死亡。

在

实验中引起电击的主要原因是由于用电设备的破损或故障及操作不当而误触 220V、380V 电压。此外，对于已充电的电容器（尤其是高电压、大容量），即使已断开电源，触及时仍可能发生电击。

因

此，实验中应注意以下几点：

1

、弄清实验电源系统，以便在发生电击时及时切断电源。

2

、实验时，连好电路后，必须经指导教师检查后方可通电，并在通电前通知同组同学。

3

、实验中，不可带电改接电路，不可触及电路的带电部位。

4

、实验完毕，必须先断开电源开关，经教师检查数据签字后，才拆线整理。

五、学生实验手则

1

、严格遵守实验室的规章制度及管理措施，执行实验纪律。

2

、服从教师及有关实验技术人员的指导，实验前要认真预习，明确实验目的、

要求、方法和步骤，认真按要求进行操作，不得在实验室内做与本实验无关的事。

3

、实验中不得动用与本实验无关的仪器设备，不得动用他组的仪器、工具、文件与材料。实验时，按教师规定做好实验的准备工作，经指导教师检查同意后，方可开始做实验。违反操作规程造成仪器设备及实验材料损坏者，将酌情赔偿并视情节轻重进行批评直到纪律处分。

4

、严格遵守仪器的操作规程，设备发生故障应立即停止实验，报指导教师和实验员处理，不得擅自拆卸，严防事故，确保实验室的安全。

5

、进入实验室必须保持肃静、整洁。不准高声谈笑，不准吸烟，不准随地吐痰，不准乱抛纸屑杂务等。

6

、实验过程中，要严肃认真，详细记录实验数据和结果，经指导教师签字认可后，方可结束实验，实验后要按时写好实验报告，教指导教师批阅，数据和报告要求实事求是，不得抄袭伪造和涂改，否则按不合格处理。

7

、认真搞好实验室的清洁卫生，每次实验结束，要依照实验室的有关规定以及指导教师的要求做好实验的结束工作，并经教师许可后方可离开。

8

、以上各条必须严格遵守，违反者予以批评教育，情节严重的依照有关规定进行处理。

实验一 三种常用电子仪器的使用

一、实验目的

1

、学习电子电路实验中常用的电子仪器——示波器、函数信号发生器、直流稳压电源、交流毫伏表等的主要技术指标、性能及正确使用方法。

2

、初步掌握用示波器观察正弦信号波形和读取波形参数的方法。

二、实验原理

在

模拟电子电路实验中，经常使用的电子仪器有示波器、函数信号发生器、直流稳压电源、交流毫伏表及频率计等。它们和万用电表一起，可以完成对模拟电子电路的静态和动态工作情况的测试。

实

验中要对各种电子仪器进行综合使用，可按照信号流向，以连线简捷，调节顺手，观察与读数方便等原则进行合理布局，各仪器与被测实验装置之间的布局与连接如图 1

1

所示。接线时应注意，为防止外界干扰，各仪器的公共接地端应连接在一起，称共地。信号源和交流毫伏表的引线通常用屏蔽线或专用电缆线，示波器接线使用专用电缆线，直流电源的接线用普通导线。

图 1

1 模拟电子电路中常用电子仪器布局图

示

波器

示

波器是一种用途很广的电子测量仪器，它既能直接显示电信号的波形，又能对电信号进行各种参数的测量。现着重指出下列几点：

1

) 寻找扫描光迹

将

示波器 Y 轴显示方式置“Y1”或“Y2”，输入耦合方式置“GND”，开机预热后，若在显示屏上不出现光点和扫描基线，可按下列操作去找到扫描线：①适当调节亮度旋钮。②触发方式开关置“自动”。③适当调节垂直（）、水平（）“位移”旋钮，使扫描光迹位于屏幕中央。（若示波器设有“寻迹”按键，可按下“寻迹”按键，判断光迹偏移基线的方向。）

2

) 双踪示波器一般有五种显示方式，即“Y1”、“Y2”、“Y1+Y2”三种单

踪

显示方式和“交替”“断续”二种双踪显示方式。“交替”显示一般适宜于输入信号频率较高时使用。“断续”显示一般适宜于输入信号频率较低时使用。

3

) 为了显示稳定的被测信号波形，“触发源选择”开关一般选为“内”触发，使扫描触发信号取自示波器内部的 Y 通道。

4

) 触发方式开关通常先置于“自动”调出波形后，若被显示的波形不稳定，可置触发方式开关于“常态”，通过调节“触发电平”旋钮找到合适的触发电压，使被测试的波形稳定地显示在示波器屏幕上。

有

时，由于选择了较慢的扫描速率，显示屏上将会出现闪烁的光迹，但被

测

信号的波形不在 X 轴方向左右移动，这样的现象仍属于稳定显示。

5

) 适当调节“扫描速率”开关及“Y 轴灵敏度”开关使屏幕上显示

一

~二个周期的被测信号波形。在测量幅值时，应注意将“Y 轴灵敏度微调”旋钮置于“校准”位置，即顺时针旋到底，且听到关的声音。在测量周期时，应注意将“X 轴扫速微调”旋钮置于“校准”位置，即顺时针旋到底，且听到关的声音。还要注意“扩展”旋钮的位置。

根

据被测波形在屏幕坐标刻度上垂直方向所占的格数（div 或 cm）与“Y 轴灵敏度”开关指示值（v/div）的乘积，即可算得信号幅值的实测值。

根

据被测信号波形一个周期在屏幕坐标刻度水平方向所占的格数（div 或 cm）与“扫速”开关指示值（t/div）的乘积，即可算得信号频率的实测值。

2

、函数信号发生器

函

数信号发生器按需要输出正弦波、方波、三角波三种信号波形。输出电压最大可达 20VP

P

。通过输出衰减开关和输出幅度调节旋钮，可使输出电压在毫伏级到伏级范围内连续调节。函数信号发生器的输出信号频率可以通过频率分档开关进行调节。

函

数信号发生器作为信号源，它的输出端不允许短路。

交

流毫伏表

交

流毫伏表只能在其工作频率范围之内，用来测量正弦交流电压的有效值。为了防止过载而损坏，测量前一般先把量程开关置于量程较大位置上，然后在测量中逐档减小量程。

三、实验设备与器件

序号

称

型号与规格

数量

注

1

信号发生器

1 台

2

双踪示波器

1 台

3

毫伏表

1 台

4

万用表

1 台

5

直流电源

1 台

四、实验内容及步骤

1

、直流稳压电源的使用。

使

用万用表直流电压档，测量直流稳压电源的输出电压。改变电源的输出电压，并相应调节万用表档位，万用表读数与电源输出读数的差别。

2

、函数信号发生器的使用。

练

习函数信号发生器前面板上各个旋钮、开关的使用，学习如何调节信号发生器的输出。

3

、用交流毫伏表测量信号参数

调

节函数信号发生器有关旋钮，使输出频率为 1KHz，峰-峰值分别为 0~20V 之间的某个数值（信号发生器示值）的正弦波信号。调整交流毫伏表至合适档位，测量信号发生器输出信号，将数据记入表 1

1

。

表 1

1

| | | | | |
|---------------|--|--|--|--|
| 信号源输出电压 (p-p) | | | | |
| 毫伏表读数 | | | | |
| 峰-峰值 (计算) | | | | |

调

节函数信号发生器有关旋钮，使输出信号峰-峰值为 10V，频率分别为 0~200KHz 范围内若干个频率的正弦波信号。调整交流毫伏表至合适档位，测量信号发生器输出信号，将数据记入表 1

2

。

表 1

2

| | | | | |
|--------|--|--|--|--|
| f (Hz) | | | | |
| 毫伏表读数 | | | | |

用

示波器测量信号参数

调

节函数信号发生器有关旋钮，使输出频率为 1KHz，峰-峰值分别为 0~20V 之间的某个数值（信号发生器示值）的正弦波信号。调整示波器，测量信号发生器输出信号，将数据记入表 1

3

。

表 1

| 信号电压 (p-p) | 示波器测量值 | | | |
|------------|------------|-------------|---------|--------|
| | 档位 (V/div) | 峰-峰波形高度 (格) | Vp-p(V) | 有效值(V) |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

调

节函数信号发生器有关旋钮，使输出信号峰-峰值为 10V，频率分别为 1KHz~200KHz 范围内若干个频率的正弦波信号。调整示波器，测量信号发生器输出信号，将数据记入表 1

4

。

表 1

4

| 信号频率 (Hz) | 示波器测量值 | | | |
|-----------|------------|-------------|---|-------|
| | 档位 (t/div) | 一周期波形宽度 (格) | T | f(Hz) |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

五、实验报告要求

1

1、报告应包括实验目的、实验内容、实验步骤等。

2、列出各测量的数据表格，进行计算，分析所测量的数据与理论值相比较分析误差原理。

实验二晶体管共射极单管放大电路实验

一、实验目的

、学习设置和调整放大电路的静态工作点。

、掌握放大电路放大倍数、输入阻抗和输出阻抗的测量方法。

、观察 R_b 、 R_L 的变化对输出波形和放大倍数的影响。

二、实验仪器

| 序号 | 称 型号与规格 | 数 量 | 注 |
|----|------------|-----|---|
| 1 | 模拟电路实验箱 | 1 台 | |
| 2 | 双踪示波器 | 1 台 | |
| 3 | 万用表 | 1 台 | |

三、实验原理

2

图

1

为电阻分压式工作点稳定单管放大器实验电路图。它的偏置电路采用 R_{B1} 和 R_{B2} 组成的分压电路，并在发射极中接有电阻 R_E ，以稳定放大器的静态工作点。当在放大器的输入端加入输入信号 u_i 后，在放大器的输出端便可得到一个与 u_i 相位相反，幅值被放大的输出信号 u_o ，从而实现了电压放大。

图

2

1

共射极单管放大器实验电路

在

图 2

1

电路中，当流过偏置电阻 R_{B1} 和 R_{B2} 的电流远大于晶体管 T 的基极电流 I_B 时（一般 5~10 倍），则它的静态工作点可用下式估算

U

$$U_{CE} = U_{CC}$$

I

$$R_c = (R_C + R_E)$$

电

压放大倍数

输

入电阻

R

$$R_i = R_{B1} // R_{B2} // r_{be}$$

输

出电阻

R

$$R_o \approx R_C$$

四、实验内容及步骤

1

、按照图 2-1 所示原理图，在“三极管放大电路”区找出相应元件，连接电路。

2

、静态工作点的调试与测试

检

查连线无误后接通+12V 直流电源，在无输入信号的情况下，调节 R_{P1} ，使 $U_{CE}=6V$ ，即可认为工作点调好，然后用直流电压表和直流电流表分别测量静态工作点 Q。

静态工作点测试

3

、基本放大电路的放大倍数测试

在

B 点输入端加 $f=1KHz$ 、 $u_i=5mV$ 的正弦交流信号，用示波器观察输出波形 u_o (必须不失真)。用晶体管毫伏表测试 u_o 、 u_i 的值，并记录即可求得 A_u 。

电压放大倍数和输出阻抗的测试值

4

、输入电阻 R_i 的测试

在

A 点输入端加入输入信号，在 u_o 不失真的情况下，测出 u_s 和 u_i 的值，则根据下式可计算出 R_i 。

输

入电阻的测试值

5

、输出阻抗 R_o 的测试

电

路的输出阻抗是指从集电极输入的阻抗，分别测出接 R_L 时的 u_o 与不接 R_L 时的 u_o' 根据下式

可

求得 R_o 。

6

、工作点对波形失真的影响

调

整 $RP1$ ，增大时，观察输出波形为截止失真，减小时，则为饱和失真，记录示波器的波形。

五、实验报告要求

列

出各测量的数据表格，进行计算，分析所测量的数据与理论值相比较分析误差原理。

六、思考题

与

R_E 并联的电容有何作用？

实验三 射极跟随器性能

一、实验目的

1、掌握射极跟随器的特性及测试方法

2、进一步学习放大器各项参数测试方法

二、实验原理

射极跟随器的原理图如（图 3-1）所示。它是一个电压串联负反馈放大电路，它具有输入阻抗高，输出阻抗低，输出电压能够在较大范围内跟随输入电压作线性变化以及输入输出信号同相等特点。

图 3-1 射极跟随器原理图 图 3-2 射极跟随器实验电路

射极跟随器的输出取自发射极，故称其为射极输出器。其特点是：

1、输入电阻高：如（图 3-1）电路

考虑偏置电阻和负载的影响，则

由上式可知射极跟随器的输入电阻 R_i 比共射极单管放大器的输入电阻要高的多。

输入电阻的测试方法同单管放大器实验线路如图 3-2 所示。

即只要测得 A、B 两点的对地电位即可。

、输出电阻低：如（图 3-1）电路

考虑信号源内阻则

上式可知射极跟随器的输出电阻 R_o 。比共射极单管放大器的输出电阻低得多。三极管的 β 愈高，输出电阻愈小。

输出电阻的测试方法亦同单管放大器，即先测出空载输出电压，再测接入负载后的输出电压，根据，即可求出 R_o 。

、电压放大倍数近似等于 1：如（图 3-1）电路

式说明射极跟随器的电压放大倍数小于近于 1，且为正值。这是深度电压负反馈的结果。但它的射极电流仍比基极电流大 β 倍，所以它具有一定的电流和功率放大作用。

三、实验仪器：

序号

称
型号与规格
数 量

注

1
模拟电路实验箱

| | |
|------------|-----|
| | 1 台 |
| 2 双踪示波器 | 1 台 |
| 3 万用表 | 1 台 |
| 4 毫伏表 | 1 台 |
| 5 信号发生器 | 1 台 |

四、实验内容

- 1 按图 3-2 连接电路
 - 2 静态工作点的调整
- 接
- 通+12V 电源，在 B 点加入正弦信号，输出端用示波器观察波形，反复调整 R_w 及信号源的输出幅度。使在示波器的屏幕上得到一个最大不失真的输出波形，然后置，用直流电压表测量晶体管各电极对地电位，将测得数据记入表 3

,

表 3

1

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | | |
| | | | |

在

下面整个测试过程中应保持值不变(即不变)。

3

、测量电压放大倍数

接

入负载，在 B 点加正弦信号，调节输入信号幅度，用示波器观察输出波形，在输出最大不失真情况下，用交流毫伏表测、值。记入表 3

2

表 3

2

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |

4

、测量输出电阻

接

上负载，在 B 点加正弦信号，用示波器观察输出波形，测空载输出电压，有负载时输出电压，记入表 3

3

表 3

3

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

5

、测输入电阻

在

A 点加的正弦信号，用示波器观察输出波形，用交流毫伏表分别测出 A、B 点对地的电位、，记入表 3

4

。

表 3

4

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |

6

、测试跟随特性

接

入负载，在 B 点加入正弦信号，并保持不变，逐渐增大信号幅度，用示波器观察输出波形直至输出波形达最大不失真，测量对应的值，记入表 3

5

。

表 3

5

| | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

7

、测试频率响应特性

保

持输入信号幅度不变，改变信号源频率，用示波器观察输出波形，用交流毫伏表测量不同频率下的输出电压值，记入表 3

。

| | | | | | | | | | | |
|-------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| (KHz) | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |

五、预习要求

、复习射极跟随器的工作原理及其特点。

、根据图 2 的元件参数值估算静态工作点，并画出交、直流负载线。

六、实验报告

理实验数据，并画出曲线及曲线。

析射极跟随器的性能和特点。

实验四 负反馈实验

一、实验目的

1、研究负反馈对放大器放大倍数的影响。

2、了解负反馈对放大器通频带和非线性失真的改善。

3、进一步掌握多级放大电路静态工作点的调试方法。

二、实验仪器

| 序号 | 称 型号与规格 | 数 量 | 注 |
|----|------------|-----|---|
| 1 | 模拟电路实验箱 | 1 台 | |
| 2 | 双踪示波器 | 1 台 | |
| 3 | 万用表 | 1 台 | |

三、实验原理

反馈在电子电路中的作用：改善放大器的动态指标，如稳定放大倍数，改变输

1

2

3

负

入输出电阻，减小非线性失真和展宽通频带，但同时也会使放大器的放大倍数降低。负反馈的几种状态：电压串联，电压并联，电流串联，电流并联。

四、实验内容与步骤

1

、按下面的电路图 4-1 接线。

图

4-1 负反馈放大电路

2

、调试静态工作点：

将

电路接成开环状态（即不接反馈支路），负载开路。在输入端 B 加 $f=1\text{KHZ}$ 正弦信号，同时调整 R_{p1} 、 R_{p2} 、 u_i 的大小，使输出波形达到最大不失真，分别测量各静态参数并记录。

表

4-1 静态工作点测试（ $\beta \geq 160$ ）

3

、分析负反馈对放大电路、放大倍数稳定性的影响；

在

B 点加 1KHZ 正弦信号，并使其达到最大不失真，然后在开环和闭环的情况下，分别测量带负载和不带负载的两种情况下的 u_i 和 u_o ，再分别计算电压放大倍数。填写表 4-2。

表

4-2

4

、分析负反馈（电压串联）对输入、输出阻抗的影响；

输

入电阻、输出电阻的测试；

输

入信号（A 点输入），利用输入端电阻 R_s ，求取输入信号电流，测试 R_s 前后的信号 U_s 和 U_i （必须是在输出波形不失真的情况下测量）。填写表 4-3。

5

、观察负反馈对放大电器非线性失真的改善情况；

在

开环下加大输入信号，使 U_o 失真，然后在相同信号下将电路接成闭环，观察输出波形的改善情况。

五、实验报告

1

、整理各测量数据并与理论值相比较。

2

、分析小结负反馈对放大电路性能的影响与改善。

六、思考题

本

实验属于什么类型的反馈？作用如何？

实验五 比例求和运算电路

一、实验目的

1、掌握用集成运算放大器组成比例、求和电路的特点及性能。

2、学会上述电路的测试和分析方法。

二、实验仪器

| 序号 | 称 | 型号与规格 | 数量 | 注 |
|----|---------|-------|----|---|
| 1 | 模拟电路实验箱 | | 1台 | |
| 2 | 信号发生器 | | 1台 | |
| 3 | 万用表 | | 1台 | |

三、实验原理

集成运放在线性工作区特点

点为：

集
特
具

有虚短（即 $u_p=u_N$ ）、虚断（即 $i_p=i_N=0$ ）的特点。

四、实验内容与步骤

电

压跟随器

实验电路如图 5-1 所示，按表 5-1 内容实验并测量记录。

图 5-1 电压跟随器

表 5-1 数据记录表

| | | | | | | |
|-----------|----------------|----|------|---|------|---|
| V_i (V) | | -2 | -0.5 | 0 | +0.5 | 1 |
| V_o (V) | $R_L=\infty$ | | | | | |
| | $R_L=5K\Omega$ | | | | | |

反

相比比例放大器

实验电路如图 5-2 所示。

图 5-2 反相比比例放大器

(

1) 按表 5-2 内容实验并测量记录。

表 5-2 数据记录表

| | | | | | | |
|-------------------|--------------|----|-----|-----|------|------|
| 直流输入电压 V_i (mV) | | 30 | 100 | 300 | 1000 | 3000 |
| 输出电压 V_o | 理论估值 (mV) | | | | | |
| | 实测值 (mV) | | | | | |
| | 误差 | | | | | |

(2)按表 5-3 要求实验并测量记录。

表 5-3 数据记录表

| | | | |
|-------|----------------------------------|-------|-----|
| | 测试条件 | 理论估算值 | 实测值 |
| V_o | R_L 开路，直流输入 信号 V_i 由 0 变为 | | |

| | | | |
|-------|--------------------------|--|--|
| V23 | 800mV | | |
| V3R12 | | | |
| V3R10 | | | |
| Vo1 | V1=800m VR1 由开路变为 5K1 | | |

(3)测量图 5-2 电路的上限截止频率。

同

相比例放大器

电路加图 5-3 所示

图 5-3 同相比例放大器

(

1) 按表 5-4 和 5-5 实验测量并记录。

表 5-4 数据记录表

| 直流输入电压 U_i (mV) | | 30 | 100 | 300 | 1000 |
|-------------------|------------|----|-----|-----|------|
| | 理论估算 | | | | |
| | 实测值 | | | | |
| | 输出电压 误差 | | | | |

表 5-5 数据记录表

| | 测试条件 | 理论估算值 | 实测值 |
|-------|----------------------------------|-------|-----|
| Vo | RL 开路, 直流输入信号 V_i 由 0 变为 800mV | | |
| V23 | | | |
| V3R12 | | | |
| V3R10 | | | |
| Vo1 | V1=800m RL 由开路变为 5K1 | | |

(2) 测出电路的上限截止频率

反

相求和放大电路

实

验电路如图 5-4 所示。

图 5-4 反相求和放大电路

按

表 5-6 内容进行实验测量，并与预习计算比较。

表 5-6 数据记录表

| | | |
|-------------|-----|------|
| $V_{i1}(V)$ | 0.3 | -0.3 |
| $V_{i2}(V)$ | 0.2 | 0.2 |
| $V_o(V)$ | | |

双

端输入求和放大电路

实

验电路为图 5-5 所示。

图 5-5 双端输入求和放大电路

按

表 5-7 要求实验并测量记录。

表 5-7 数据记录表

| | | | |
|-------------|-----|-----|------|
| $V_{i1}(V)$ | 1 | 2 | 0.2 |
| $V_{i2}(V)$ | 0.5 | 1.8 | -0.2 |
| $V_o(V)$ | | | |

五、实验报告

1

、总结本实验中 5 种运算电路的特点及性能。

2

、分析理论计算与实验结果误差的原因。

实验六 整流滤波与并联稳压电路

一、实验目的

1、熟悉单相半波、桥式整流电路。

2、观察了解电容滤波的作用。

3、了解并联稳压电路。

二、实验仪器

| 序号 | 称 型号与规格 数 量 | 注 |
|----|-------------------|-----|
| 1 | 模拟电路实验箱 | 1 台 |
| 2 | 双踪示波器 | 1 台 |
| 3 | 万用表 | 1 台 |
| 4 | 交流毫伏表 | 1 台 |

三、实验原理

整流电路是把交流电变成单向脉动直流电的过程，整流的基本器件是整流二极管。利用其单向导电性即可把交流电转换成直流电。

滤波电路是将脉动直流中的交流成分滤除，减少交流成分，增加直流成分。

稳压电路对整流后的直流电压采用负反馈技术进一步稳定直流电压。

四、实验内容与步骤

1、半波整流、桥式整流电路实验电路图分别如图 6-1、图 6-2 所示。分别接二种电路，用示波器观察 V_2 及 V_L 的波形。并测量 V_2 、 V_D 、 V_L 。

6-1 半波整流电路

图 6-2 桥式整流电路

、电容滤波电路

实验电路如图 6-3

图 6-3 电容滤波电路

1) 分别用不同电容接入电路， R_L 先不接，用示波器观察波形，用电压表测 V_L 并记录。

2) 接上 $R_L=1K$ ，重复上述实验。

3) 将 R_L 改为 150Ω ，重复上述实验。

3

、并联稳压电路

实

验电路如图 6-4 所示

(

1) 电源输入电压不变，负载变化时电路的稳压性能。

改

变负载电阻 R_L 使负载电流 $I_L=1\text{mA}$ ， 5mA ， 10mA 分别测量 V_L 、 V_R 、 I_L 、 I_R ，计算电源输出电阻。

图 6-4 并联稳压电路

(

2) 负载不变，电源电压变化时电路的稳压性能。

用

可调的直流电压变化模拟 220V 电源电压变化，电路接入前将可调电源调到 10V，然后调到 8V、9V、11V、12V，按表 6-1 内容测量填表，并计算稳压系数。

表 5-1

| V_I | V_L (V) | I_R (mA) | I_L (mA) |
|-------|-----------|------------|------------|
| 10V | | | |
| 8V | | | |
| 9V | | | |
| 11V | | | |
| 12V | | | |

五、实验报告

1

、整理实验数据并按实验内容计算。

2

、图 5-4 所示电路能输出电流最大为多少？为获得更大电流应如何选择电路元

器件及参数？

六、思考题

电

解电容器或稳压管接反了会产生什么后果？

实验七、串联型直流稳压电源实验

一、实验目的

1、学习晶体管串联稳压电路的特性测试。

1

2、熟悉晶体管串联稳压电源的基本构成。

2

3、掌握晶体管串联稳压电源的工作原理。

3

二、实验仪器

| 序号 | 称 型号与规格 | 数 量 | 注 |
|----|------------|-----|---|
| 1 | 模拟电路实验箱 | 1 台 | |
| 2 | 双踪示波器 | 1 台 | |
| 3 | 万用表 | 1 台 | |

三、实验原理

串

联稳压直流电源如图 7-1 电路，稳压部分一般有四个环节：调整环节、基准电

压、比较放大器和取样电路。

当

电网电压或负载变动引起输出电压 V_0 变化时，取样电路将输出电压 V_0 的一部分馈送回比较放大器和基准电压进行比较，产生的误差电压经放大后去控制调整管的基极电流，自动地改变调整管集—射极间的电压，补偿 V_0 的变化，从而维持输出电压基本不变。

四、实验内容与步骤

1

、按图 7-1 连接电路，经老师检查无误后，输入 12V 交流电压，用示波器观察电压输出，调节 R_P ，使输出电压为 6V，并测量电路的有关参数将数据记入表 7-1 中。

图

7-1 晶体管串联稳压电路

表 7-1

2

、测试负载变化对电路的影响：

使

输入 12V 交流电压保持不变，输出 6V。然后按表 7-2 改变负载电阻，测量下面的数据并将结果填入表 7-2 中。

按

照公式：

3

、测输入电压对输出电压的影响

负

载电阻为 510 调节 R_P 使输出电压为 4V，然后改变输入交流电压测量电路的输出电压将数据记入表 7-3 中。

表

7-2

表

7-3

4、将双踪示波器分别接入稳压电源输入与输出端，观察电压波形，并画在下面的图 7-2 中。

五、实验报告

1

、根据实验过程说明输入电压和负载变化对输出电压的影响；

2

、总结电路的稳压原理。

六、思考题

稳

压电路中发光二极管的作用是什么？

实验八 集成 TTL 门电路逻辑功能测试

一、实验目的

1. 掌握常用 TTL 集成逻辑门的逻辑功能及其测试方法;

2. 熟悉数字电路实验箱的使用方法。

二、实验原理

1. 门电路是最基本的逻辑元件，它能实现最基本的逻辑功能，即其输入与输出之间存在一定的逻辑关系。本实验中使用的 TTL 集成门电路是双列直插型的集成电路，TTL 集成门电路的工作电压为“ $5V \pm 10\%$ ”。

2. 集成电路外引线的识别

使用集成电路前，必须认真查对识别集成电路的引脚，确认电源、地、输入、输出、控制等端的引脚号，避免因接错而损坏器件。引脚排列的一般规律为：

扁平型和双列直插型集成电路：识别时，将文字，符号标记正放（一般集成电路上有一圆点或有一缺口，将圆点或缺口置于左方），由顶部俯视，从左下脚起，按逆时针方向数，依次 1. 2. 3……。扁平型多用于数字集成电路。双列直插型广泛用于模拟和数字集成电路。

三、实验设备与器件

序号

称
型号与规格
数量

注

| | | |
|---|---------|---------------|
| 1 | 数字电路实验箱 | 1 台 |
| 2 | 双踪示波器 | 1 台 |
| 3 | 万用表 | 1 台 |
| 4 | 数字信号发生器 | 1 台 |
| 5 | 集成芯片 | 74LS00 2 片 |

四、实验内容与步骤

- 1
- 、测试与非门的逻辑功能 (
- 1)在实验箱上选取一个 14 插座，按定位标记插好 74LS00 集成块。 (
- 2)将实验箱上 +5V 直流电源接 74LS00 的 14 脚，地接 7 脚，将 1、2 脚接逻辑电平开关输出口，输出 3 脚接发光二极管显示。 (
- 3)按照表 8-1 所示，改变 74LS00 的 1、2、4、5 脚输入值，观察并记录发光二极管显示情况（发光管亮，表示输出高电平“1”，发光管不亮，表示输出低电平

“0”)。

表 8-1

| 输入端 | | 输出端 |
|-----|-----|-----|
| 1 脚 | 2 脚 | 3 脚 |
| 0 | 0 | |
| 0 | 1 | |
| 1 | 0 | |
| 1 | 1 | |

2

、测试逻辑电路的逻辑关系

用

74LS00 按图 8-2 接线，将输入输出逻辑关系分别填入表 8-2 中。

表

8-2

| 输入 | | 输出 |
|----|---|----|
| A | B | Y |
| L | L | |
| L | H | |
| H | L | |
| H | H | |

3

、利用与非门控制输出

用

一片 74LS00 按图 8-3 接线，S 接任一电平开关，用示波器观察 S 对输出脉冲的控制作用。

4

、用与非门组成其它门电路并测试验证

用

一片二输入端四与非门组成或非门画出电路图，测试并填表 8-3。

Y

==

表 8-3

| 输入 | | 输出 |
|----|---|----|
| A | B | Y |
| 0 | 0 | |
| 0 | 1 | |
| 1 | 0 | |
| 1 | 1 | |

五、实验报告

按

各步骤要求填表并画逻辑图。

六、附录

7

4LS 系列 TTL 集成电路引脚功能图。（顶视）

实验九 编码器及其应用

一、实验目的

1. 掌握一种门电路组成编码器的方法。

2. 掌握 8-3 线优先编码器 74LS148, 10-4 线优先编码器 74LS147 的功能。

3. 学会使用两片 8-3 线编码器组成 15-4 线编码器。

二、实验原理

1. 4-2 编码器

赋予若干位二进制码以特定含义称为编码, 能够实现编码功能的逻辑电路称为编码器。编码器有若干个输入, 在某一时刻只有一个输入信号被转换成二进制码。

下面是一个最简单的 4 输入、2 位二进制码输出的编码器的逻辑原理图:

图 9-1 4-2 编码器逻辑原理图 图 9-2 74LS148 逻辑图

由图可得逻辑表达式为:

=

功能表为:

表 9-1 4-2 编码器功能表

由该表可以看出, 当 $I_0 \sim I_3$ 中在某一位输入为 1 时, 输出 $Y_1 Y_0$ 为相应的代码。例如, 当 I_1 为 1 时, 输出 $Y_1 Y_0$ 为 01。

、8-3 线优先编码器 74LS148

上

面的编码电路虽然简单，但有两个缺点。其一是，当 I_0 为 1， $I_1 \sim I_3$ 都为 0 和 $I_0 \sim I_3$ 均为 0 时，输出 $Y_1 Y_0$ 均为 00，这两种情况在实际中必须加以区分；其二是，同时有多个输入被编码时，输出会是混乱的。

在

实际工作中，同时有多个输入被编码时，必须根据轻重缓急，规定好这些控制对象允许操作的先后次序，即优先识别。识别信号的优先级并进行编码的逻辑部件称为优先编码器。

编

码器 74LS148 的作用是将输入 $I_0 \sim I_7$ 8 个状态分别编成二进制码输出，它的功能表见表 9-2，它的逻辑图见图 9-2。它有 8 个输入端，3 个二进制码输出端，输入使能端 EI，输出使能端 EO 和优先编码工作状态标志 GS。优先级分别从 I_7 至 I_0 递减。

3

、10-4 线优先编码器 74LS147

7

4LS147 的输出为 8421BCD 码，它的逻辑图见图 9-3，其功能表见表 9-3

表 9-2 优先编码器 74LS148 功能表

图

9-3 74LS147 逻辑图

表 9-3 优先编码器 74LS147 功能表

三、实验设备与器材

序号

称

型号与规格

数量

注

1

数电实验箱

1

2

74LS137

1

3

74LS04

45

1

4

74LS148

2

5

74LS32

1

6

74LS20

2

7

数字万用表

1

四、实验预习要求

、预习编码器的原理。

1

、熟悉所用集电路的引脚功能。

2

五、实验内容及实验步骤

、4-2 编码器

1

将

数字逻辑电路实验箱扩展板插在实验箱相应位置，并固定好，找四个 14PIN 的

插座插上芯片 74LS04, 74LS20, 74LS32, 并在 14PIN 插座的第 7 脚接上实验箱的地 (GND), 第 14 脚接上电源 (VCC)。将输出端 Y0~Y1 分别接 2 个发光二极管 (实验箱主电路板的逻辑电平显示单元), 输入端接拨位开关 (实验箱主电路板的逻辑电平输出单元), 拨动拨位开关, 根据发光二极管显示的变化, 逐项验证 4-2 编码器的功能。芯片的管脚分配请参考附录或其它资料。

2

、8-3 线优先编码器 74LS148

将

数字逻辑电路实验箱扩展板插在实验箱相应位置, 并固定好, 找一个 16PIN 的插座插上芯片 74LS148, 并在 16PIN 插座的第 8 脚接上实验箱的地 (GND), 第 16 脚接上电源 (VCC)。八个输入端 I0~I7 接拨位开关 (逻辑电平输出), 输出端接发光二极管进行显示 (逻辑电平显示), 其它功能引脚的接法参见附录或相关资料。

3

、10-4 线优先编码器 74LS147

测

试方法与 74LS148 类似, 只是输入与输出脚的个数不同, 功能引脚不同。

4

、15-4 线编码器

用

两块 74LS148 组成 16 位输入、4 位二进制码输出的优先编码器, 按下面的逻辑图连线, 并验证它的功能。具体的连线方法同样是在扩展板上完成, 输入输出分别接拨位开关 (逻辑电平输出) 和发光二极管 (逻辑电平显示)。

图 9-4 15-4 线优先编码器原理图

六、实验报告要求

1

、说明 74LS148 的输入信号 EI 和输出信号 GS、EO 的作用。

2

、分析 15-4 线优先编码器的工作原理，并自制表格，根据实验结果完成 15-4 线优先编码器的功能表。

七、思考题

4

-2 编码器中，当 I0 为 1，I1~I3 都为 0 和 I0~I3 均为 0 时，输出 Y1 Y0 均为 00，这两种情况如何加以区分？

实验十 译码器及应用

一、实验目的

1、掌握中规模集成译码器的逻辑功能和使用方法

2、掌握译码器的级联方法及测试方法。

二、实验仪器及材料

| 序号 | 称 型号与规格 | 数量 | 注 |
|----|----------------|----|---|
| | 直流稳压电源 | 1 | |
| | 数字电压表 | 1 | |
| | 数电实验箱 | 2 | |
| | TTL 双 2-4 线译码器 | 1 | |
| | 74LS139 | 3 | |
| | | 1 | |
| | | 4 | |
| | | 1 | |

TTL 3-8 线译码器

74LS138

三、实验预习要求

、有关译码器的原理。

、根据实验任务，画出所需的实验线路及记录表格。

四、实验原理

．数据选择器 74LS139、74LS138 各引脚功能图见附录。

．译码：是编码的反过程，是将给定的二进制代码翻译成编码时赋予的原意。

码器：实现译码功能的电路。

码器特点：

1) 多输入、多输出组合逻辑电路。

2) 输入是以 n 位二进制代码形式出现，输出是与之对应的电位信息。

码器分类：通用译码器：二进制、二—十进制译码器。

示译码器：TTL 共阴显示译码器、TTL 共阳显示译码器、CMOS 显示译码器。

实验主要来学习二进制译码器：用以表示输入变量的状态，如 2 线—4 线、3 线—8 线和 4 线—16 线译码器。若有 n 个输入变量，则有 2^n 个不同的组合状态，

就有 2^n 个输出端供其使用。而每一个输出所代表的函数对应于 n 个输入变量的最小项。

五、实验内容和步骤

1

· 译码器功能测试

将

74LS139 双 2 线—4 线译码器按图 10-1 所示连接。输入端 A1、A0 接逻辑开关，输出 Y0~Y3 接发光。改变逻辑开关的状态，观察输出，写出 Y0~Y3 的数值（完成表 10-1）及其表达式。

图

10-1

表 10-1

=

_____ = _____ = _____ = _____

2

· 译码器的级联应用：

用

2-4 线译码器 74LS139 组成的电路如图 10-2 所示,按图连接，输入 D0~D2 接逻辑开关，输出 Y0~Y7 接发光二极管，改变输入信号的状态,观察输出，写出 Y0~Y7 的表达式，并填表 10-2。

| D2 D1 D0 | |
|----------|--|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

10-2

表

. 74LS138 的应用:

用

一片 74LS138 的 3-8 译码器及一片 74LS20 双与非门组成一位全加器的电路图, 全加器的三个输入端为被加数 X、加数 Y、低位向高位的进位 C_{i-1} , 输出 S_i 及本位进位输出为 C_i 。

1

)写出真值表.

2

)写出逻辑表达式.

3

)画出电路图.

4

)通过实验分析验证所设计的电路是否正确。

六、实验报告要求

画

出实验电路连线示意图, 整理实验数据, 分析实验结果与理论值是否相等。

七、思考题

总

结中规模集成电路的使用方法及功能。

实验十一 七段译码器逻辑功能测试及应用

一、实验目的

1.掌握七段译码驱动器 74LS47 逻辑功能。

2.掌握 LED 七段数码管的判别方法。

3.熟悉常用字段译码器的典型应用。

二、实验仪器及材料

| 序号 | 称 型号与规格 | 数量 | 注 |
|----|------------|-------|---|
| 1 | 直流稳压电源 | 5V 固定 | |
| 1 | | | |
| 2 | 数字电压表 | | |
| 1 | | | |
| 3 | 数电实验箱 | SBY | |
| 1 | | | |
| 4 | | | |

TTL 7 段数码管译码/驱动器

74LS247

1

5

共阳极 7 段数码管

5 寸共阳极

1

三、实验原理

1、七段发光二极管(LED)数码管

L

LED 数码管是目前最常用的数字显示器，图 11-1(a)、(b)为共阴管和共阳极的电路，(c)为两种不同出线形式的引出脚功能图。

—

一个 LED 数码管可用来显示一位 0~9 十进制数和一个小数点。小型数码管（0.5 寸 0.36 寸）每段发光二极管的正向压降，随显示光（通常为红、绿、黄、橙色）的颜色不同略有差别，通常约为 2~2.5V，每个发光二极管的点亮电流在 5~10mA。LED 数码管要显示 BCD 码所表示的十进制数字就需要有一个专门的译码器，该译码器不但要完成译码功能，还要有相当的驱动能力。

(a) 共阴连接（“1”电平驱动） (b) 共阳连接（“0”电平驱动）

(c) 符号及引脚功能
图 11-1 LED 数码管

2

、BCD 码七段译码驱动器

此

类译码器型号有 74LS47（共阳）、74LS247（共阳），74LS48（共阴），CC4511（共阴）等，74LS47 和 74LS247 引脚相同，74LS247 可以驱动高电压数

码管，且显示字形比 74LS47 更适合中国的习惯，本实验采用 74LS247 / 七段译码 / 驱动器驱动共阳极 LED 数码管。

图 11-2 74LS47 引脚排

其中 A、B、C、D — BCD 码输入端。

a、b、c、d、e、f、g — 译码输出端，输出“0”有效，用来驱动共阳极 LED 数码管。

： 消隐输入端，=“0”时，译码输出全为“1”；

： 测试输入端，=“1”，=“0”时，译码输出全为“0”；

： 当 $\bar{a}=1, \bar{b}=0$ 时，输入 DCBA 为 0000，译码输出全为“1”。而 DCBA 为其它各种组合时，正常显示。它主要用来熄灭无效的前零和后零。

：当本位的“0”熄灭时， $\bar{a}=0$ ，在多位显示系统中，它与下一位的相连，通知下位如果是零也可熄灭。功能表见 11-1

表 11-1

| 输入 | | | | | | | 输出 | | | | | | | 字形 |
|----|---|---|---|---|---|---|----|---|---|---|---|---|---|----|
| | | | D | C | B | A | a | b | c | d | e | f | g | |
| × | × | 0 | × | × | × | × | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 消隐 |
| × | 0 | 1 | × | × | × | × | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | |
| × | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| × | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| × | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| × | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| × | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| × | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| × | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| × | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| × | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | |
| × | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | |
| × | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | |
| × | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| × | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 消隐 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 灭零 |

四、实验内容和步骤

. 集成七段显示译码器的功能测试。

图 11-3 集成七段显示译码器的功能测试电路图

按

照图 11-3 连线，输出端接数码管，对照功能表 11-1 逐项进行测试，并将实验结果与功能表进行比较。

2

. LED 七段数码管的判别方法

1

1) 共阳共阴的判别及好坏判别

先

确定显示器的两个公共端，两者是相通的。这两端可能是两个地端（共阴极），也可能是两个 V_{cc} 端（共阳极），然后用万用表象判别普通二极管正、负极那样判断，即可确定出是共阳还是共阴，好坏也随之确定。

2

2) 字段引脚判别

将

共阴显示器接地端和万用表的的黑表笔相接触，万用表的红表笔接触七段引脚之一，则根据发光情况可以判别出 a、b、c 等七段。对于共阳显示器，先将它的 V_{cc} 和万用表的红表笔相接触，万用表的的黑表笔分别接显示器各字段引脚，则七段之一分别发光，从而判断之。

五、实验报告要求

画

出共阴共阳七段数码管的原理图。

六、思考题

7

4LS274 各功能端的作用？

实验十二 集成触发器功能测试及应用

一、实验目的

1

、掌握基本触发器的电路组成及其功能；

2

、掌握基本 RS、JK、D 触发器的逻辑功能；掌握集成触发器的逻辑功能及使用方法。

二、实验仪器与器件

| 序 号 | 称 型号与规格 | 数 量 | 注 |
|-----|------------|--------------------------|---|
| 1 | 数字电路实验箱 | 1 台 | |
| 2 | 双踪示波器 | 1 台 | |
| 3 | 集成芯片 | 74LS00 1 片 | |
| 4 | 集成芯片 | 74LS74 1 片 双 D 触发器 | |

74LS112

1 片

双 J-K 触发器

三、实验原理

触

发器具有两个稳定状态，用以表示逻辑状态“1”和“0”，在一定的外界信号作用下，可以从一个稳定状态翻转到另一个稳定状态，它是一个具有记忆功能的二进制信息存贮器件，是构成各种时序电路最基本的逻辑单元。

R

S 锁存器（又叫基本 RS 触发器）是各种触发器构成的基本部件，也是最简单的一种触发器。它的输入信号直接作用在触发器，无需触发信号。可以由两个与非门交叉耦合而成。

在

输入信号为单端情况下，D 触发器用来最为方便，其状态方程为 $Q^{n+1}=D$ ，其输出状态的更新发生在 CP 脉冲边沿，属于边沿触发器，触发器的状态只取决于时钟到来前 D 端的状态，D 触发器的应用很广，可用作数信号的寄存，位移寄存，分频和波形发生等。

在

输入信号为双端的情况下，JK 触发器是功能完善.使用灵活和通用性较强的一种触发器。本实验采用 74LS112 双 JK 触发器，是下降边沿触发的边沿触发器。J-K 触发器使用时要查清引线排列，其特征方程为。

四、实验内容与步骤

1

、基本 RS 触发器建立与测试

(

1)在实验箱上选取一个 14P 插座，按定位标记插好 74LS00 集成块，根据下图连接实验线路。

(

2)将实验箱上 +5V 直流电源接 74LS00 的 14 脚，地接 7 脚。将、接电平开关输

出口，输出 Q 接发光二级管。

3)按表 12-1 在输入端输入相应电平，观察并记录输出逻辑电平显示情况（发光管亮，表示输出高电平“1”，发光管不亮，表示输出低电平“0”）。

表 12-1

| | | |
|---|---|---|
| | | Q |
| 0 | 0 | |
| 0 | 1 | |
| 1 | 0 | |
| 1 | 1 | |

、验证 D 触发器功能

)在实验箱上选取一个 14P 插座，按定位标记插好 74LS74 集成块，将实验箱上 +5V 直流电源接 74LS74 的 14 脚，地接 7 脚。将双 D 触发器 74LS74 中的一个触发器的，和 D 输入端分别接逻辑开关输出口，CP 端接单次脉冲，输出端和分别接发光二极管。

)根据输出端状态，填表 12-2。

表 12-2

| 输 入 | | 输 出 | |
|-----|---|-----|-----|
| | | CP | D |
| 0 | 1 | 任意值 | 任意值 |
| 1 | 0 | 任意值 | 任意值 |
| 1 | 1 | ↑ | 1 |
| 1 | 1 | ↑ | 0 |

、JK 触发器：

) 验证 JK 触发器的逻辑功能。

将双 JK 触发器 74LS112 中的一个触发器的、J、K 输入端分别接实验箱的逻辑开关输出口，CP 端接单次脉冲，端接发光二极管，观察输出并填表 12-3。

| | | CP | J K | | Q ⁿ⁺¹ | |
|---|---|-----|-----|-----|-------------------|-------------------|
| | | | | | Q ⁿ =0 | Q ⁿ =1 |
| 0 | 1 | 任意值 | 任意值 | 任意值 | | |
| 1 | 0 | 任意值 | 任意值 | 任意值 | | |
| 1 | 1 | ↓ | 0 | 0 | | |
| 1 | 1 | ↓ | 1 | 0 | | |
| 1 | 1 | ↓ | 0 | 1 | | |
| 1 | 1 | ↓ | 1 | 1 | | |
| 1 | 1 | 1 | 任意值 | 任意值 | | |

2

）观察 JK 触发器的计数状态

将

JK 触发器的、和 J、K 输入端都接高电平这时触发器工作于计数状态，CP 端加入频率为 1KHZ 的连续脉冲，用示波器双踪观察输出 CP 和输出 Q 端的波形并记录。观察 Q 与 CP 之间频率关系和触发器的状态和翻转的时间。

五、实验报告

1

. 写出触发器的基本概念与功能；

2

. 写出触发器常用的几种分类方法；

3

. 整理实验并填写相关表格与触发器输出波形。

六. 思考

边沿触发器的工作特点有哪些？

附录：

实验十三移位寄存器功能测试及应用

一、实验目的

1. 熟悉寄存器、移位寄存器的电路结构和工作原理。

2. 掌握中规模 4 位双向移位寄存器逻辑功能及使用方法。

3. 熟悉移位寄存器的应用。

二、实验电路

D
0、D1、D2、D3 为并行输入端；Q0、Q1、Q2、Q3 为并行输出端；SR 为右移串行输入端，SL 为左移串行输入端；S1、S0 为操作模式控制端；为直接无条件清零端；CP 为时钟脉冲输入端。

三、实验设备与器件

| 序号 | 称 型号与规格 数量 | 注 |
|---------|------------------|----|
| 1 | | |
| 数字电路实验箱 | | |
| | | 1台 |
| 2 | | |
| 集成芯片 | | |
| | 74LS194 | |
| | 1片 | |
| | 4位双向通用移位寄存器 | |
| 3 | | |
| 集成芯片 | | |
| | 74LS00 | |
| | 1片 | |

四、实验原理

1

· 移位寄存器是一个具有移位功能的寄存器，是指寄存器中所存的代码能够在移位脉冲的作用下依次左移或右移。既能左移又能右移的称为双向移位寄存器，只需要改变左、右移的控制信号便可实现双向移位要求。根据移位寄存器存取信息的方式不同分为：串入串出、串入并出、并入串出、并入并出四种形式。

本

实验选用的4位双向通用移位寄存器，型号为CC40194或74LS194，两者功能相同，可互换使用。

7

4LS194有5种不同操作模式：即并行送数寄存，右移（方向由Q0-->Q3），左

移（方向由 Q3→Q0），保持及清零。

2

· 移位寄存器应用很广，可构成移位寄存器型计数器：顺序脉冲发生器；串行累加器；可用数据转换，即把串行数据转换为并行数据，或把并行数据转换为串行数据等。本实验研究移位寄存器用作环形计数器和数据的串、并行转换。

(

1) 环形计数器

把

移位寄存器的输出反馈到它的串行输入端，就可以进行循环移位。

(

2) 实现数据、并行转换器

a

） 串行 / 并行转换器

串

行 / 并行转换器是指串行输入的数码，经转换电路之后变换成并行输出。

b

） 并行 / 串行转换器

并

行 / 串行转换器是指并行输入的数码经转换电路之后，换成串行输出。

五、实验内容与步骤

1

、测试 74LS194 的逻辑功能

(

1)在实验箱上选取一个 16P 插座，按定位标记插好 74LS194 集成块。

(

2) 将实验挂箱上 + 5V 直流电源接 40194 的 16 脚，地接 8 脚。S1、S0、SL、SR、D0、D1、D2、D3 分别接至逻辑电平开关的输出插口；Q0、Q1、Q2、Q3 接至发光二极管。CP 端接单次脉冲源。

(

3)改变不同的输入状态，逐个送入单次脉冲，观察寄存器输出状态，记录之。

a

)清除: 令=0, 其它输入均为任意态, 这时寄存器输出 Q0、Q1、Q2、Q3 应均为 0。清除后, 至=1。

b

)送数: 令=S1=S0=1, 送入任意 4 位二进制数, 如 D0、D1、D2、D3=1010, 加 CP 脉冲, 观察 CP=0、CP 由 1→0、CP=1 三种情况下寄存器输出状态的变化, 观察寄存输出状态变化是否发生在 CP 脉冲的上升沿。

c

)右移: 清零后, 令=1, S1=0 S0=1, 由右移输入端 S_R 送入二进制数码如 0100, 由 CP 端连续加 4 个脉冲, 观察输出情况, 记录之。

d

)左移: 先清零或予至, 再令=1 S1=1, S0=0, 由左移输入端 S_L 送入二进制数码如 1111, 连续加四个 CP 脉冲, 观察输出端情况, 记录之。

e

)保持: 寄存器予置任意 4 位二进制数码 abcd, 令=1, S1=S0=0, 加 CP 脉冲, 观察寄存器输出状态, 记录之填表 13-1。

2

、环形计数器

(

1)在实验箱上选取一个 16P 插座, 按定位标记插好 74LS194 集成块, 根据图 13-3 连接实验线路。

(

2)将实验挂箱上 +5V 直流电源接 74LS194 的 16 脚, 地接 8 脚。CP 端接单次脉冲源。把输出端 Q3 和右移串行输入端 S_R 相连接, 设初始状态 Q₀Q₁Q₂Q₃ = 1000, 然后进行右移循环, 观察寄存器输出端状态的变化, 记入表 13-2 中。

3

、用四位双向移位寄存器 74LS194 和与非门 74LS00 设计一个节日彩灯电路。

要

求: 当输入连续脉冲时, 四个发光二极管 (L1~L4) 右移逐位亮, 继而右移逐位灭。可参见电路图 (图 13-4)。将实现结果绘制状态转换图。

图 13-4 实验电路图

六. 实验数据

1

. 实验 1 数据

表 13-1

| 清除 | 模式 | | 时钟 | 串行 | | 输入 | | | | 输出 | | | | 功能总结 |
|----|----|----|----|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|
| | S1 | S0 | | S _R | S _L | D ₀ | D ₁ | D ₂ | D ₃ | Q ₀ | Q ₁ | Q ₂ | Q ₃ | |
| 0 | × | × | × | × | × | × | × | × | × | | | | | |
| 1 | 1 | 1 | ↑ | × | × | 1 | 0 | 1 | 0 | | | | | |
| 1 | 0 | 1 | ↑ | 0 | × | × | × | × | × | | | | | |
| 1 | 0 | 1 | ↑ | 1 | × | × | × | × | × | | | | | |
| 1 | 0 | 1 | ↑ | 0 | × | × | × | × | × | | | | | |
| 1 | 0 | 1 | ↑ | 0 | × | × | × | × | × | | | | | |
| 1 | 1 | 0 | ↑ | × | 1 | × | × | × | × | | | | | |
| 1 | 1 | 0 | ↑ | × | 1 | × | × | × | × | | | | | |
| 1 | 1 | 0 | ↑ | × | 1 | × | × | × | × | | | | | |
| 1 | 0 | 0 | ↑ | × | × | × | × | × | × | | | | | |

2

. 实验 2 数据

表 13-2

| CP | Q0 | Q1 | Q2 | Q3 |
|----|----|----|----|----|
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |

3

. 实验 3 数据

求绘制状态转换图。

要

七. 思考题

若

进行左移循环移位，图 13-3 接线应如何改接？

实验十四 集成计数器

一、实验目的

1. 熟悉中规模集成电路计数器的功能及应用。

2. 掌握利用中规模集成电路计数器构成任意进制计数器的方法。

3. 掌握计数器的典型应用。

二、实验设备与器件

| 序号 | 称 型号与规格 数量 | 注 |
|----|------------------|-----------------------------|
| 1 | 数字电路实验箱 | 1台 |
| 2 | 集成芯片 | 74LS161 1片 四位二进制加法计数器 |
| 3 | 集成芯片 | 74LS151 1片 8选1数据选择器 |
| 4 | 集成芯片 | 74LS00 1片 |

4 二输入与非门

5

集成芯片

74LS20

1 片

二四输入与非门

三、实验原理

计

计数器对输入的时钟脉冲进行计数，来一个 CP 脉冲计数器状态变化一次。根据计数器计数循环长度 M，称之为模 M 计数器（M 进制计数器）。通常，计数器状态编码按二进制数的递增或递减规律来编码，对应地称之为加法计数器或减法计数器。

一

一个计数型触发器就是一位二进制计数器。N 个计数型触发器可以构成同步或异步 N 位二进制加法或减法计数器。当然，计数器状态编码并非必须按二进制数的规律编码，可以给 M 进制计数器任意地编排 M 个二进制码。

在

数字集成产品中，通用的计数器是二进制和十进制计数器。按计数长度、有效时钟、控制信号、置位和复位信号的不同有不同的型号。

图 14-1 74LS161 逻辑符号和引脚功能

1

1. 74LS161 计数器

7

74LS161 是集成 TTL 四位二进制加法计数器，其符号和管脚分布分别如图 14-1 所示，表 14-1 为 74LS161 的功能表。

表

14-1

| | | | | | |
|---|---|----|---|---------|---------|
| | | | | A B C D | |
| 0 | × | ×× | × | ×××× | 0 0 0 0 |
| 1 | 0 | ×× | ↑ | A B C D | A B C D |

| | | | | | |
|---|---|-----|---|------|----|
| 1 | 1 | 0 × | × | ×××× | 保持 |
| 1 | 1 | × 0 | × | ×××× | 保持 |
| 1 | 1 | 1 1 | ↑ | ×××× | 计数 |

从

表 14-1 可以知道 74LS161 在为低电平时实现异步复位（清零）功能，即复位不需要时钟信号。在复位端高电平条件下，预置端为低电平时实现同步预置功能，即需要有效时钟信号才能使输出状态等于并行输入预置数 ABCD。在复位和预置端都为无效电平时，两计数使能端输入使能信号，74LS161 实现模 16 加法计数功能；两计数使能端输入禁止信号，集成计数器实现状态保持功能。在时，进位输出端 OC=1。

2

组成任意进制的计数器

在

数字集成电路中有许多型号的计数器产品，可以用这些数字集成电路来实现所需要的计数功能和时序逻辑功能。在设计时序逻辑电路时有两种方法，一种为反馈清零法，另一种为反馈置数法。

(

1) 反馈清零法

反

反馈清零法是利用反馈电路产生一个给集成计数器的复位信号，使计数器各输出端为零（清零）。反馈电路一般是组合逻辑电路，计数器输出部分或全部作为其输入，在计数器一定的输出状态下即时产生复位信号，使计数电路同步或异步地复位。反馈清零法的逻辑框图见图 14-2。

图 14-2 反馈清零法框图

(

2) 反馈置数法

反

反馈置数法将反馈逻辑电路产生的信号送到计数电路的置位端，在满足条件时，计数电路输出状态为给定的二进制码。反馈置数法的逻辑框图如图 14-3 所示。

在

时序电路设计中，以上两种方法有时可以并用。

图 14-3 反馈清零法框图

(

3) 级联—采用并行整体置数法

3

. 序列信号发生器

在

数字信号的传输和测试过程中，有时需要一组特定顺序的串行数字编码，如“0100111”，将这种数字串行信号称为序列信号，用来产生序列信号的电路称为序列信号发生器。构成序列信号发生器的方法主要有：计数器加数据选择器

这

种方法简单、直观。如利用 74LS161 和 74LS151 产生序列信号 00010111（高位在前）的电路连接图见下图 14-4 所示。

图 14-4 产生 00010111 的序列信号发生器

在

CP 时钟脉冲信号的作用下，4 位二进制计数器 74LS161 低三位的状态按照 000→001→010→011→100→101→110→111→000 的循环进行计数。由于这三位输出作为 8 选 1 数据选择器 74LS151 的地址端输入变量，随着状态的变化，D0-D7 的状态就出现在 Y。通过定义数据选择器输入端的状态，就可以在输出端

得到不同的序列信号输出。

四、实验内容及步骤

1

. 集成计数器 74LS161 功能测试

1

) 用 74LS161 四位二进制同步加法计数器组成一个同步十二进制计数器, cp 端送入单次脉冲, 输出 Q 依次与发光二极管相连, 送入脉冲的同时观察二极管的亮灭并记录分析其计数状态。

分

析提示: 反馈置数法是通过反馈产生置数信号, 将预置数 ABCD 预置到输入端。74LS161 是同步置数的, 需 CP 和都有效才能置数, 因此 LD 应先于 CP 出现。所以 M-1 个 CP 后就应产生有效信号。预置数 ABCD=0000, 应在 QAQBQCQD=1101 时预置端变为低电平。

(

1) 画出用 74LS161 所设计的十二进制计数器的电路连接图。

(

2) 画出状态转移图。

2

) 用 74LS161 四位二进制同步加法计数器组成一个同步 7 进制计数器, cp 端送入单次脉冲, 输出依次与发光二极管相连, 送入脉冲的同时观察二极管的亮灭并记录分析其计数状态。

(

1) 画出用 74LS161 所设计的七进制计数器的电路连接图。

(

2) 画出状态转移图。

2

.集成计数器 74LS161 级联功能测试--利用 2 片 74LS161 构成模 83 的计数器

3

. 用 74LS151 与 74LS161 构成 10110011 序列信号发生器, 并用示波器观察电路输入脉冲与输出序列信号的波形。

图 14-5 74LS151 管脚

六、实验数据

1

. 实验 1 数据

(

1) 画出用 74LS161 所设计的十二进制计数器的电路连接图及状态转移图。

(

2) 画出用 74LS161 所设计的七进制计数器的电路连接图及状态转移图。

2

. 实验 2 数据

画

出用 74LS161 所设计的 83 进制计数器的电路连接图。

3

. 实验 3 数据

画

出电路连接图。

七. 实验报告要求

总

结利用计数器实现任意进制计数器的方法。

实验十五 555 定时器

一、实验目的

掌

握 555 定时器的结构和工作原理，学会对此芯片的正确使用；学会分析和测试用 555 定时器构成的多谐振荡器，单稳态触发器，施密特触发器等三种典型电路。

二、实验设备与器件

| 序号 | 称 型号与规格 | 数量 | 注 |
|----|------------|----------------|---|
| 1 | 数字电路实验箱 | 1 台 | |
| 2 | 示波器 | 1 台 | |
| 3 | 信号发生器 | 1 台 | |
| 4 | 集成芯片 | 555 定时器 1 片 | |

三、预习要求

1
· 对照功能表熟悉 555 定时器各管脚及其功能。

2
· 阅读本实验的实验原理以及教材中有关单稳态触发器、多谐振荡器、施密特振荡器的内容。

3
· 根据原理图和给出的电路参数，画好单稳态触发器、多谐振荡器、施密特振荡器的电路图，估算实验结果。

四、实验原理和电路

1
· 器件特性

5
55 定时器是一种中规模集成电路，外形为双列直插 8 脚结构，体积很小，使用起来方便。只要在外部配上几个适当的阻容元件，就可以构成史密特触发器、单稳态触发器及自激多谐振荡器等脉冲信号产生与变换电路。它在波形的产生与变换、测量与控制、定时电路、家用电器、电子玩具、电子乐器等方面有广泛的应用。

引脚功能：

V_{i1} (TH)：高电平触发端，简称高触发端，又称阈值端，标志为 TH。

V_{i2} (\bar{C})：低电平触发端，简称低触发端，标志为 \bar{C} 。

V_{CO} ：控制电压端。 V_O ：输出端。Dis：放电端。 \bar{R} ：复位端。

5
55 定时器内含一个由三个阻值相同的电阻 R 组成的分压网络，产生 V_{CC} 和 V_{CC} 两个基准电压；两个电压比较器 C_1 、 C_2 ；一个由与非门 G_1 、 G_2 组成的基本 RS 触发器（低电平触发）；放电三极管 T 和输出反相缓冲器 G_3 。555 定时器的控制功能说明见表 15-1。

2
· 施密特触发器

由

555 定时器组成的施密特触发器见图 15-3；在数字电路中用于脉冲信号的整形。当输入 V_i 是不规则信号时，经史密特触发器处理后，输出为规则的方波；将史密特触发器用于数据通讯电路中，具有一定的抗干扰能力。

图 15-3 施密特触发器电路的电路图和波形图

3

· 单稳态触发器

图

15-4 所示为单稳态触发器的电路和波形图。单稳态触发器在数字电路中常用于规整信号的脉冲宽度 (T_w)：将脉宽不一致的信号输入单稳态触发器后，可输出脉宽一致的脉冲信号。另外，单稳态触发器也常用于定时器电路中，调整 RC 的值可以得到不同的定时值。

高

电平脉冲的脉宽 T_w ： $T_w \approx 1.1(R+R_w)C$ 。

图 15-4 单稳态电路的电路图和波形图

4

· 自激多谐振荡器

图

15-5 所示为自激多谐振荡器电路和波形图。自激多谐振荡器用于产生连续的脉冲信号。电路采用电阻、电容组成 RC 定时电路，用于设定脉冲的周期和宽度。调节 R_w 或电容 C ，可得到不同的时间常数；还可产生周期和脉宽可变的方波输出。

脉

冲宽度计算公式： $T_w \approx 0.7(R_1+R_w+R_2)C$

振

荡周期计算公式： $T \approx 0.7(R_1+R_w+2R_2)C$

图 15-5 自激多谐振荡器电路的电路图和波形图

五、实验内容及步骤

1

· 用 555 集成定时器构成单稳态电路。按图 15-4 接线。当 $C=0.01\mu\text{F}$ 时，选择合理输入信号 V_i 的频率和脉宽，调节 R_w 以保证 $T>t_w$ ，使每一个正倒置脉冲起作用。加输入信号后，用示波器观察 V_i 、 V_c 以及 V_o 的电压波形，比较它们的时序关系，绘出波形。

2

· 按图 15-5 所示电路组装占空比可调的多谐振荡器。取 $R_1=5.1\text{k}\Omega$ ， $R_2=5.1\text{k}\Omega$ ， $R_w=100\text{k}\Omega$ （电位器）， $C=0.01\mu\text{F}$ ，调节电位器 R_w ，在示波器上观察输出波形 V_c 、 V_o ，及占空比的变化情况。

3

· 按图 15-3 所示电路组装施密特触发器。输入电压为 $V_i=5\text{V}$ ， $f=1\text{kHz}$ 的正弦波。用示波器观察并描绘 V_i 和 V_o 波形。并在图上直接标出上限触发电平、下限触发电平，算出回差电压。

六、实验报告要求

整

理实验线路，画出各种实验波形，计算数据。

七、实验讨论

如

何 555 定时器的 V_{CO} 端外接输入信号时，多谐振荡器的输出如何改变？