

实验要求

1. 实验前必须充分预习，完成指定的预习任务。预习要求如下：
 - (1)认真阅读实验指导书，分析、掌握实验电路的工作原理，并进行必要的估算。
 - (2)完成各实验“预习要求”中指定的内容。
 - (3)熟悉实验任务。
 - (4)复习实验中所用各仪器的使用方法及注意事项。
2. 使用仪器和实验箱前必须了解其性能、操作方法及注意事项，在使用时应严格遵守。
3. 实验时接线要认真，相互仔细检查，确定无误才能接通电源，初学或没有把握应经指导教师审查同意后再接通电源。
4. 模拟电路实验注意：
 - 1)在进行小信号放大实验时，由于所用信号发生器及连接电缆的缘故，往往在进入放大器前就出现噪声或不稳定，有些信号源调不到毫伏以下，实验时可采用在放大器输入端加衰减的方法。一般可用实验箱中电阻组成衰减器，这样连接电缆上信号电平较高，不易受干扰。
 - 2)做放大器实验时如发现波形削顶失真甚至变成方波，应检查工作点设置是否正确，或输入信号是否过大，由于实验箱所用三极管 h_{fe} 较大，特别是两级放大电路容易饱和失真。
5. 实验时应注意观察，若发现有破坏性异常现象(例如有元件冒烟、发烫或有异味)应立即关断电源，保持现场，报告指导教师。找出原因、排除故障，经指导教师同意再继续实验。
6. 实验过程中需要改接线时，应关断电源后才能拆、接线。
7. 实验过程中应仔细观察实验现象，认真记录实验结果(数据波形、现象)。所记录的实验结果经指导教师审阅签字后再拆除实验线路。
8. 实验结束后，必须关断电源、拔出电源插头，并将仪器、设备、工具、导线等按规定整理。
9. 实验后每个同学必须按要求独立完成实验报告。
10. 使用自锁紧插头，严禁用力拉线。拆线时，应手捏插线端并旋转轻轻向上用力拔起，以防线被拉断。

目 录

实验一 常用电子仪器的使用	1
实验二 单级交流放大电路	4
实验三 两级交流放大电路	8
实验四 负反馈放大电路	10
实验五 射极跟随电路	12
实验六 直流差动放大电路	14
实验七 比例求和运算电路	16
实验八 积分与微分电路	19
实验九 波形发生电路	21
实验十 集成电路RC正弦波振荡电路	24
实验十一 LC选频放大与LC正弦振荡电路	26
实验十二 互补对称功率放大电路	28
实验十三 集成功率放大电路	29
实验十四 整流滤波与并联稳压电路	31
实验十五 串联稳压电路	33
实验十六 集成稳压电路	35
实验十七 门电路逻辑功能及测试	38
实验十八 组合逻辑电路（半加器全加器及逻辑运算）	42
实验十九 触发器（一）R—S, D, J—K	46
实验二十 三态输出触发器及锁存器	49
实验二十一 时序电路测试及研究	52
实验二十二 集成计数器及寄存器	55
实验二十三 译码器和数据选择器	58
实验二十四 波形产生及单稳态触发器	60
实验二十五 555 时基电路	62
附录一 电子元器件的使用常识	67
附录二 GOS-6031 模拟示波器	70
附录三 SP1642B函数信号发生器/计数器	77
附录四 DF2170D交流毫伏表	80
附录五 常用集成芯片引脚图	83

实验一 常用电子仪器的使用

一、实验目的

1. 学习常用电子仪器——直流稳压电源、函数信号发生器、交流毫伏表的使用方法。
2. 初步掌握用双踪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、交流毫伏表等。它们和万用表一起，可以完成对模拟电子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，以连线简洁，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线如图 1.1 所示：

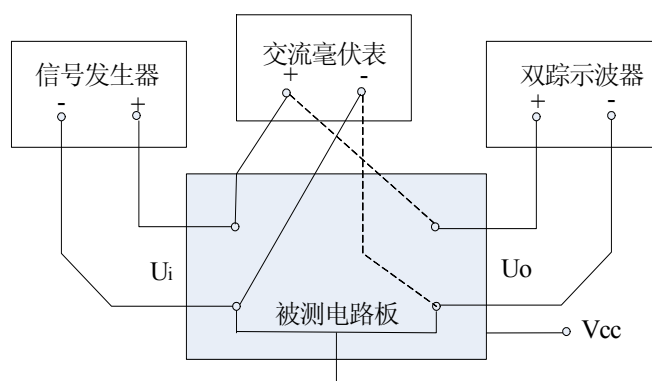


图 1.1

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和专用电线，示波器接线使用专用电缆线，直流电源接线用普通导线。

常用电子仪器的原理和使用说明如下：

1. SP1641B 函数信号发生器

(1) 开启电源开关，待预热一会儿后仪器便可以稳定使用。

(2) 输出波形的选择

根据需要，按“波形选择按钮”可分别选择正弦波、方波、三角波三种信号波形。例如：按“波形选择按钮”显示“~”，则可通过同轴电缆输出正弦波信号。

(3) 信号频率的调节

函数信号发生器的频率可以在 0.1HZ~3MHZ 之间通过倍率选择按钮和频率微调旋钮供选择输出量程之用，共有 1HZ、10HZ、100HZ、1KHZ、10KHZ、100KHZ、1MHZ、3MHZ 8 个频段，频率微调按钮，则可确定输出信号频率。

(4) 输出幅度调节

信号输出幅度通过“输出幅度”旋钮进行连续调节，顺时针方向旋转旋钮可加大输出幅值，最大输出电压为 20V_{P-P}（峰峰值）。

通过输出衰减开关可将输出信号幅度进行衰减。“20dB”、“40dB”键分别按下，则可 20dB 或 40dB 衰减。“20dB”，“40dB”同时按下时为 60dB 衰减。

注意事项：本仪器在使用中切勿从外部接入直流电平，那样会损坏仪器。对频率微调时需缓慢、均匀，切勿用力太猛，超过两端极限位置。

2. GOS-6031 双踪示波器

在本书实验附录中已对常用的双踪示波器的原理和使用作了详细的说明,现着重指出以下几点:

(1) 寻找扫描光迹点。在开机半分钟后,如仍找不到光点,可调节亮度旋钮,然后适当调节垂直旋钮($\uparrow\downarrow$)和水平旋钮($\leftarrow\rightarrow$),从中判断旋钮在中点的位置。并将光迹移至荧光屏的中心位置。

(2) 为显示稳定的波形,需注意示波器面板上的下列几个控制开关(或旋钮)的位置。

① “扫描速率”开关(TIME/DIV)——其位置应根据观察来确定(在测量弱信号时,量程可选择较低档位)。

② “扫描方式”开关——通常可先置于“自动”位置。

③ “工作方式”开关——Y1 或 CH1。

④ “极性”开关——通常选择“+”。

⑤ 若波形不稳定,调节“触发电平”(TRG LEVEL),使波形稳定。

(3) 在测量波形的幅值时,应注意将 Y 轴灵敏度“微调”旋钮置于“校准”位置(顺时针旋转到底)。

(4) 在测量波形的周期时,应注意 X 扫描“微调”旋钮置于“校准”位置。改变扫描时间因数开关位置,使荧光屏上显示一个或几个波形。根据一个波形在水平方向所占的格数及扫描时间因数开关指示值,可测得波形的周期,周期的倒数即为频率。

3. DF2170D 交流毫伏表

(1) 交流毫伏表只能用来测量 $30\mu\text{V}$ — 300V 范围内的正弦交流电压的有效值。如果输入信号中有直流成分,毫伏表则仅指示其中的正弦交流部分的有效值。测量电压频率范围,手动测量方式(MANU): $5\text{Hz}\sim 2\text{MHz}$;自动测量方式(AUTO): $20\text{Hz}\sim 2\text{MHz}$,当选择自动测量方式时,将自动根据输入信号幅度的大小选择测量量程。量程开关按下即可选择自动/手动测量方式。

当按动面板上的同步/异步选择按键时,可选择同步/异步工作方式。当为异步工作方式(ASYN)时,CH1 和 CH2 通道相互独立控制工作;当为同步工作方式(SYNC)时,CH1 和 CH2 的量程由任一通道控制开关控制,使两通道具有相同的测量量程;当为同步自动方式时,两通道量程由 CH2 自动控制。

(2) 使用方法

a. 通电前,先调整电表指针的机械零点,并将仪器水平放置。

b. 将仪器后面板上的锁定开关置于 UNLOCK 状态,接通电源,仪器自检完毕后自动将量程置于 300V 挡,测量方式处于手动方式。或者输入量程转换时需待指针稳定后读数。(注意所测交流电压中的支流分量不得大于 100V)。

c. 读数时,黑色指针和黑色表盘指示值为 CH1 通道的信号值的大小;红色指针和黑色表盘指示值为 CH2 通道信号值的大小。当量程选择 1mV 、 10mV 、……、 1V 、…… 100V 等档位时,按“0—10”即刻度盘上方的刻度读数;当量程选择 0.3mV 、 3mV 、……、 3V 、…… 300V 等档位时,按“0—30”即刻度盘下方的刻度读数。

d. 测试完毕,仍要将量程开关置于大量程档。

(3) 注意事项

a. 测量时,输入端子的地线必须与被测电路的地端连接在一起,以免引入附加的干扰电压,而影响测量的准确性。

b. 应根据被测电压的数量级选择合适的量程。若事先无法估计被测电压的大小,应将量程开关置于最大量程档位,以免接入电压后使表头过载。待接入被测电路后,视读数逐步减小量程,直到合适的量程为止(一般应使表头指针指示在满量程刻度的 $1/3$ 以上)。切勿用低压档去测量高电压,以免损坏表头。

c. 由于仪表灵敏度高,在用“毫伏”档量程测量时,应避免输入端悬空,否则外界感应电压和

可能通过接入端引入而使表头过载。

三、实验内容

1. 机内校准信号对示波器进行自检。

用带探头的电缆线把“参考信号 CAL”输出与 Y 输入口接通，调节示波器有关旋钮，使荧光屏上显示一至数个周期的方波。测量校准信号的幅度和频率，并将数据记入表 1.1 中。

表 1.1

	标称值	仪器数据		实际测量数据
幅度	0.5Vp-p	V/div	div	V
频率	1KHZ	Ms/div	div	HZ

2. 示波器观察正弦信号

由信号发生器输出一定幅度的正弦波，输出信号通过探头耦合到示波器输入，分别观察 100HZ、1KHZ、10KHZ 的正弦信号，要求调节示波器在屏幕上输出高度为 6 格，并有 3 个完整周期的正弦波形。

3. 测量正弦电压

将信号发生器的输出幅度调至 10V，然后改变信号的频率，分别用交流毫伏表和万用表测量不同频率下的电压值，并记入表 1.2 中。

表 1.2

信号频率(HZ)	10	50	100	1K	50K	200k	1M
毫伏表读数(V)							
万用表读数 (V)							

4. 用示波器检查函数信号发生器的输出

调节信号发生频率输出 1KHZ、3V 峰峰值的正弦电压。然后用示波器测量其周期和幅值，并将结果记入表 1.3 中。

表 1.3

标称值	仪器数据		实际测量数据	
3V(峰峰值)	V/div	div	峰峰值	有效值
1KHZ	Ms/div	div	周期	频率

四、实验报告

1. 将测量的数据记入有关表格中。

2. 讨论

- (1) 在正弦电压测量时，用交流毫伏表和普通万用表测量，其结果是否相同？与被测信号的频率有什么关系？
- (2) 测量直流电源输出电压时能否用毫伏表测量？
- (3) 用一台完好的示波器观察波形，如产生下列现象，应调节哪些旋钮才能使波形稳定显示？
 - ① 荧光屏上无亮点。
 - ② 荧光屏上只有扫描线而无输入波形。
 - ③ 荧光屏上只有一条垂直线无输入波形。
 - ④ 荧光屏上有显示波形太密，想得到一个周期波形。
 - ⑤ 荧光屏上显示波形的幅度太小，想使波形幅度增大。
 - ⑥ 波形左右跑动，想使波形稳定。

实验二 单级交流放大电路

一、实验目的

1. 熟悉电子元件和模拟电路实验箱。
2. 掌握放大电路静态工作点的调试方法及其对放大电路性能的影响。
3. 学习测量放大电路 Q 点, A_V , r_i , r_o 的方法, 了解共射极电路特性。
4. 学习放大电路的动态性能。

二、实验仪器

1. 示波器
2. 信号发生器
3. 交流毫伏表
4. 数字万用表

三、预习要求

1. 三极管及单管放大电路工作原理。
2. 放大电路静态和动态测量方法。

四、实验内容及步骤

1. 连接电路与简单测量

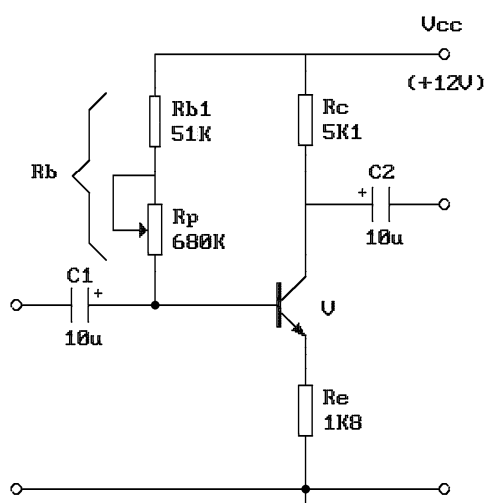


图 2.1 基本放大电路

- (1) 用万用表判断实验箱上三极管 V 的极性和好坏, 电解电容 C 的极性和好坏。
- (2) 按图 2.1 所示, 连接电路(注意: 接线前先测量+12V 电源, 关断电源后再连线), 将 R_p 的阻值调到最大位置。

2. 静态测量与调整

- (1) 接线完毕仔细检查, 确定无误后接通电源。改变 R_p , 记录 I_C 分别为 0.5mA、1mA、1.5mA 时三极管 V 的 β 值 (其值较低)。

注意: I_b 和 I_c 的测量和计算方法

- ① 测 I_b 和 I_c 一般可用间接测量法, 即通过测 V_c 和 V_b , R_c 和 R_b 计算出 I_b 和 I_c (注意: 图 2.2 中

- I_b 为支路电流)。此法虽不直观，但操作较简单，建议初学者采用。
- ②直接测量法，即将微安表和毫安表直接串联在基极和集电极中测量。此法直观，但操作不当容易损坏器件和仪表。不建议初学者采用。
- (2)按图 2.2 接线，调整 R_p 使 V_E 在 2.1~2.3V 之间，计算并填表 2-1。

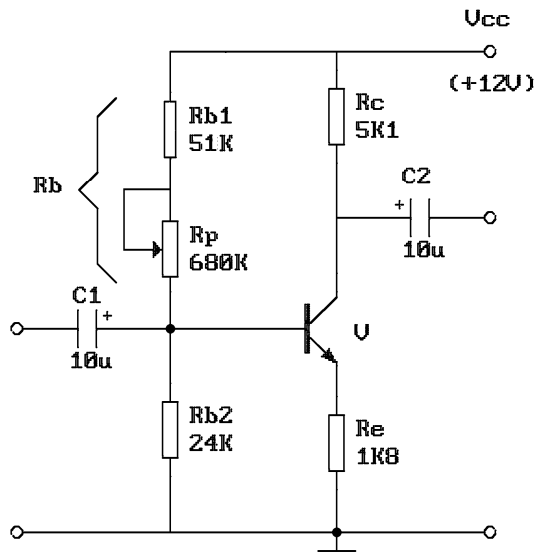


图 2.2 工作点稳定的放大电路

表 2.1

实测				实测计算	
$V_E(V)$	$V_{BE}(V)$	$V_{CE}(V)$	$R_b(K \Omega)$	$I_B(\mu A)$	$I_C(mA)$

3.动态研究

- (1)按图 2.3 所示电路接线。
- (2)将信号发生器的输出接至放大电路的 A 点，调节信号发生器频率和幅值旋钮，使 V_i 点得到频率为 1KHZ、有效值为 5mV（用交流毫伏表测量）的小信号。
- (3)保持信号发生器频率和幅度不变，调整 R_p 使输出端 V_O 达到最大不失真，测量 V_O 有效值并填表 2.2。观察 V_i 和 V_O 端波形，并比较相位。
- (4)将 V_i 调为 10mv 和 12mv，按步骤(3)重复实验。

表 2.2		$R_L=\infty$	
实测		实测计算	估算
$V_i(mV)$	$V_O(V)$	A_v	A_v
5			
10			
12			

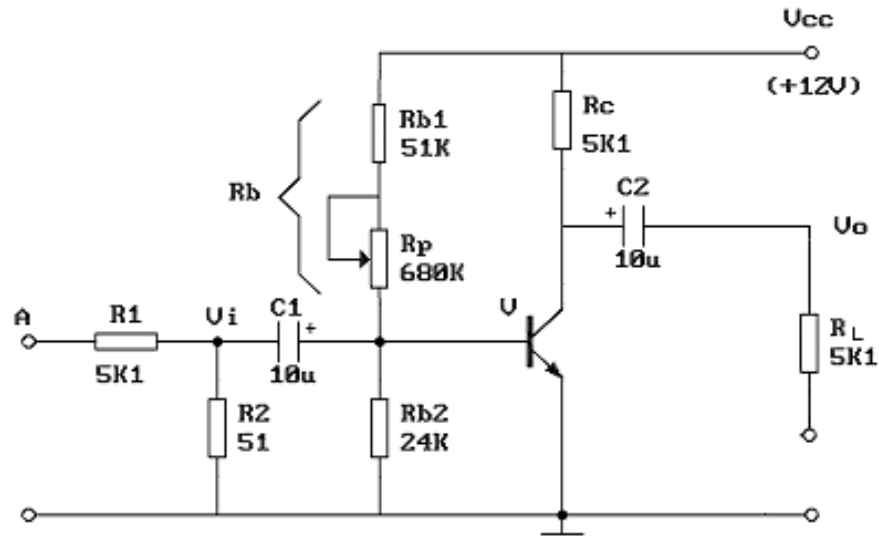


图 2.3 小信号放大电路

(3)保持 $V_i=5\text{mV}$ （有效值）不变，放大器接入负载 R_L ，在改变 R_C 数值情况下测量，并将计算结果填表 2.3。

表 2.3

给定参数		实测		实测计算	估算
R_C	R_L	$V_i(\text{mV})$	$V_o(\text{V})$	A_v	A_v
2K	5K1	5			
2K	2K2	5			
5K1	5K1	5			
5K1	2K2	5			

(4) $V_i=5\text{mV}$ （有效值），如电位器 R_p 调节范围不够，可改变 $R_{b1}(51\text{K}$ 或 $150\text{K})$ ，增大和减小 R_p ，观察 V_o 波形变化，若失真观察不明显可增大 V_i 幅值（ $>50\text{mV}$ ），并重测，将测量结果填入表 2.4。

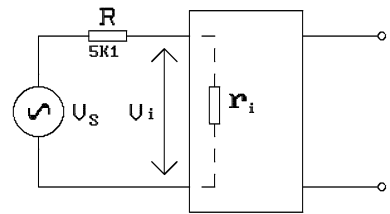
表 2.4

R_p	V_b	V_c	V_e	输出波形情况
最大				
合适				
最小				

4.测放大电路输入，输出电阻。

(1)输入电阻测量

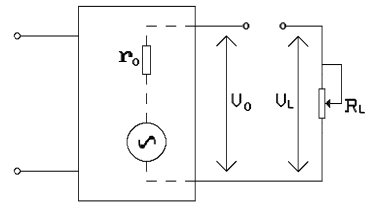
在输入端串接一个 5K1 电阻如图 2.4，测量 V_s 与 V_i ，即可计算 r_i 。



$$r_i = \frac{V_i}{V_s - V_i} \cdot R$$

图 2.4 输入电阻测量

(2)输出电阻测量(见图 2.5)



$$r_o = \left(\frac{V_o}{V_L} - 1 \right) R_L$$

图 2.5 输出电阻测量

在输出端接入可调电阻作为负载，选择合适的 R_L 值使放大电路输出不失真(接示波器监视)，测量带负载时 V_L 和空载时的 V_o ，即可计算出 r_o 。

将上述测量及计算结果填入表 2.5 中。

表 2.5

测算输入电阻（设： $R_S=5K1$ ）				测算输出电阻			
实测		测算	估算	实测		测算	估算
$V_s(mV)$	$V_i(mV)$	r_i	r_i	V_o $R_L=\infty$	V_o $R_L=$	$R_o(K\Omega)$	$R_o(K\Omega)$

五、实验报告

1. 注明你所完成的实验内容和思考题，简述相应的基本结论。
2. 选择你在实验中感受最深的一个实验内容，写出较详细的报告。

实验三 两级交流放大电路

一、实验目的

1. 掌握如何合理设置静态工作点。
2. 学会放大电路频率特性测试方法。
3. 了解放大电路的失真及消除方法。

二、实验仪器

1. 双踪示波器
2. 数字万用表
3. 交流毫伏表
4. 信号发生器

三、预习要求

1. 复习教材多级放大电路内容及频率响应特性测量方法。
2. 分析图 3.1 两级交流放大电路。初步估计测试内容的变化范围。

四、实验内容

实验电路见图 3.1

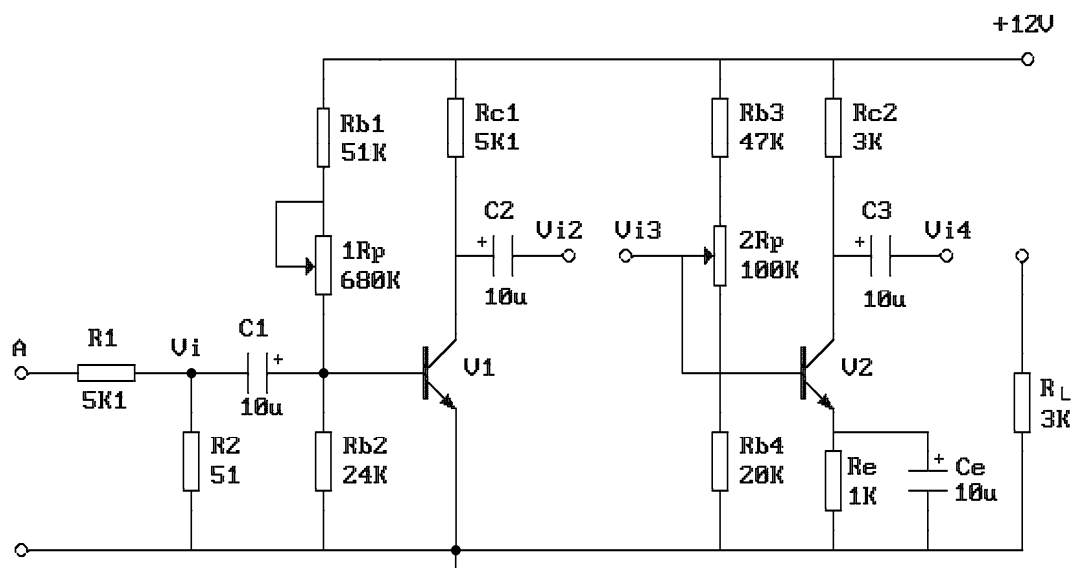


图 3.1 两级交流放大电路

1. 设置静态工作点

(1) 按图接线，注意接线尽可能短。

(2) 静态工作点设置：要求第二级在输出波形不失真的前提下幅值尽量大，第一级为增加信噪比，工作点尽可能低。

(3) 将信号发生器的输出接至放大电路的 A 点，调节信号发生器频率和幅值旋钮，使 V_i 点得到频率为 1KHz、有效值为 1mV（用交流毫伏表测量）的小信号，调整工作点使输出信号不失真。

注意：如发现有寄生振荡，可采用以下措施消除：

- ① 重新布线，尽可能走短线。
- ② 可在三极管 eb 间加几 p 到几百 p 的电容。
- ③ 信号源与放大电路用屏蔽线连接。

2. 按表 3.1 要求测量并计算，注意测静态工作点时应断开输入信号。

表 3.1

	静态工作点						输入/输出电压 (mv)			电压放大倍数		
	第一级			第二级						第 1 级	第 2 级	整体
	V_{C1}	V_{b1}	V_{e1}	V_{C2}	V_{b2}	V_{e2}	V_i	V_{01}	V_{02}	A_{V1}	A_{V2}	A_V
空载												
负载												

3. 接入负载电阻 $R_L=3K$ ，按表 3.1 测量并计算，比较实验内容 2、3 的结果。

4. 测两级放大电路的频率特性

(1) 将放大器负载断开，先将输入信号频率调到 1KHz，幅度调到使输出幅度最大而不失真。

(2) 保持输入信号幅度不变，改变频率，按表 3.2 测量并记录，

(3) 接上负载、重复上述实验。

表 3.2

$f(Hz)$		50	100	250	500	1000	2500	5000	10000	20000
V_o	$R_L=\infty$									
	$R_L=3K$									

五、实验报告

1. 整理实验数据，分析实验结果。

2. 画出实验电路的频率特性简图，标出 f_H 和 f_L 。

3. 写出增加频率范围的方法。

实验四 负反馈放大电路

一、实验目的

1. 研究负反馈对放大电路性能的影响。
2. 掌握负反馈放大电路性能的测试方法。

二、实验仪器

1. 双踪示波器
2. 音频信号发生器
3. 数字万用表

三、预习要求

1. 认真阅读实验内容要求，估计待测量内容的变化趋势。
2. 图 4.1 电路中晶体管 β 值为 40，计算该放大电路开环和闭环电压放大倍数。

四、实验内容

1. 负反馈放大电路开环和闭环放大倍数的测试

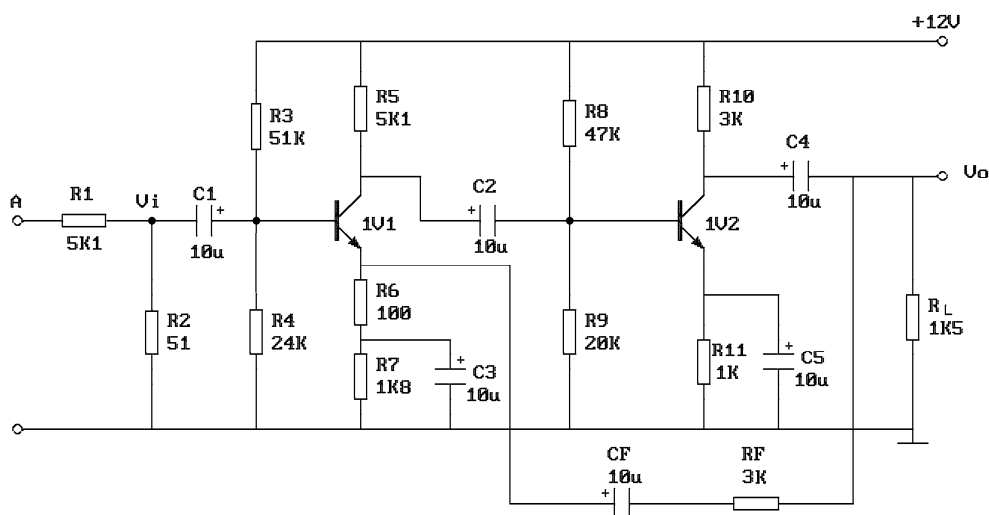


图 4.1 反馈放大电路

(1) 开环电路

- ① 按图接线， R_F 先不接入。
- ② 将信号发生器的输出接至放大电路的 A 点，调节信号发生器频率和幅值旋钮，使 V_i 点得到频率为 1KHZ、有效值为 1mV（用交流毫伏表测量）的小信号。调整接线和参数使输出不失真且无振荡(参考实验二方法)。
- ③ 按表 4.1 要求进行测量并填表。
- ④ 根据实测值计算开环放大倍数和输出电阻 r_o 。

(2) 闭环电路

- ① 接通 R_F 按(1)的要求调整电路。
- ② 按表 4.1 要求测量并填表，计算 A_{vf} 。
- ③ 根据实测结果，验证 $A_{vf} \approx \frac{1}{F}$ 。

表 4.1

	$R_L(K\Omega)$	$V_i(mV)$	$V_o(mV)$	$A_v(A_{vf})$
开环	∞	1		
	1K5	1		
闭环	∞	1		
	1K5	1		

2. 负反馈对失真的改善作用

- (1) 将图 4.1 电路开环，逐步加大 V_i 的幅度，使输出信号出现失真(注意不要过份失真)记录失真波形幅度。
- (2) 将电路闭环，观察输出情况，并适当增加 V_i 幅度，使输出幅度接近开环时失真波形幅度。
- (3) 若 $R_F=3K$ 不变，但 R_F 接入 $1V_1$ 的基极，会出现什么情况？实验验证之。
- (4) 画出上述各步实验的波形图。

3. 测放大电路频率特性

- (1) 将图 4.1 电路先开环，选择 V_i 适当幅度(频率为 1KHz)使输出信号在示波器上有满幅正弦波显示，
- (2) 保持输入信号幅度不变逐步增加频率，直到波形减小为原来的 70%，此时信号频率即为放大电路 f_H 。
- (3) 条件同上，但逐渐减小频率，测得 f_L 。
- (4) 将电路闭环，重复 1~3 步骤，并将结果填入表 4.2。

表 4.2

	$f_H(Hz)$	$f_L(Hz)$
开环		
闭环		

五、实验报告

1. 将实验值与理论值比较，分析误差原因。
2. 根据实验内容总结负反馈对放大电路的影响。

实验五 射极跟随电路

一、实验目的

1. 掌握射极跟随电路的特性及测量方法。
2. 进一步学习放大电路各项参数测量方法。

二、实验仪器

1. 示波器
2. 信号发生器
3. 数字万用表

三、预习要求

1. 参照教材有关章节内容，熟悉射极跟随电路原理及特点，
2. 根据图 5.1 元器件参数，估算静态工作点。画交直流负载线。

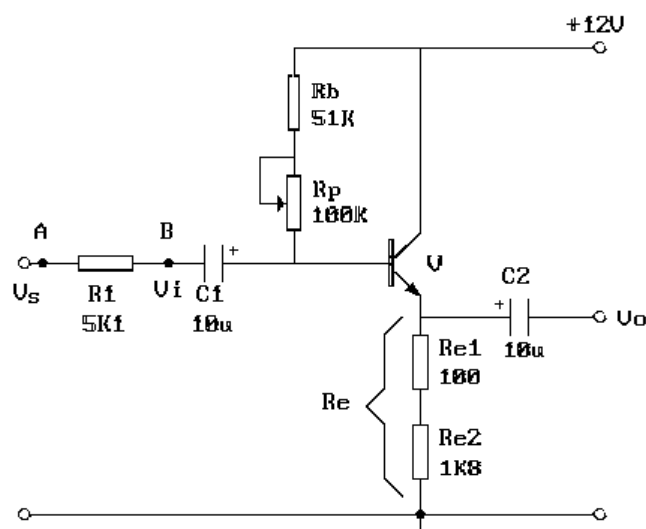


图 5. 1 射极跟随电路

四、实验内容与步骤

1. 按图 5.1 电路接线。
2. 直流工作点的调整。

将电源+12V 接上，在 B 点加 $f=1\text{KHz}$ 正弦波信号，输出端用示波器监视，反复调整 R_p 及信号源输出幅度，使输出幅度在示波器屏幕上得到一个最大不失真波形，然后断开输入信号，用万用表测量晶体管各级对地的电位，即为该放大器静态工作点，将所测数据填入表 5.1。

表 5.1

$V_e(\text{V})$	$V_b(\text{V})$	$V_c(\text{V})$	$I_e = \frac{V_e}{R_e}$

3. 测量电压放大倍数 A_v

接入负载 $R_L=1\text{K}$ 。在 B 点加入 $f=1\text{KHz}$ 正弦波信号，调输入信号幅度(此时偏置电位器 R_p 不能再旋动)，用示波器观察，在输出最大不失真情况下测 V_i 和 V_L 值，将所测数据填入表 5.2 中。

表 5.2

$V_i(V)$	$V_L(V)$	$A_v = \frac{V_L}{V_i}$

4.测量输出电阻 R_o 。

在 B 点加入 $f=1\text{KHz}$ 正弦波信号， $V_i=100\text{mV}$ （有效值）左右，接上负载 $R_L=2\text{K}$ 时，用示波器观察输出波形，测空载时输出电压 $V_o(R_L=\infty)$ ，加负载时输出电压 $V_L(R=2\text{K})$ 的值。

则
$$R_o = (\frac{V_o}{V_L} - 1)R_L$$

将所测数据填入表 5.3 中。

表 5.3

$V_o(\text{mV})$	$V_L(\text{mV})$	$R_o = (\frac{V_o}{V_L} - 1)R_L$

5.测量放大电路输入电阻 R_i （采用换算法）

在输入端串入 $5\text{K}\Omega$ 电阻，A 点加入 $f=1\text{KHz}$ 的正弦波信号，用示波器观察输出波形，用毫伏表分别测 A、B 点对地电位 V_s 、 V_i 。

则
$$R_i = \frac{V_i}{V_s - V_i} \cdot R = \frac{R}{\frac{V_s}{V_i} - 1}$$

将测量数据填入表 5.4。

表 5.4

$V_s(V)$	$V_i(V)$	$R_i = \frac{R}{V_s/V_i - 1}$

6.测射极跟随电路的跟随特性并测量输出电压峰峰值 V_{OP-P} 。

接入负载 $R_L=2\text{K}$ ，在 B 点加入 $f=1\text{KHz}$ 的正弦波信号，逐点增大输入信号幅度 V_i ，用示波器监视输出端，在波形不失真时，测对应的 V_L 值，计算出 A_v ，并用示波器测量输出电压的峰峰值 V_{OP-P} ，与电压表（读）测的对应输出电压有效值比较。将所测数据填入表 5.5。

表 5.5

	1	2	3	4
V_i				
V_L				
V_{OP-P}				
A_v				

五、实验报告

- 1.绘出实验原理电路图，标明实验的元件参数值。
- 2.整理实验数据及说明实验中出现的各种现象，得出有关的结论；画出必要的波形及曲线。
- 3.将实验结果与理论计算比较，分析产生误差的原因。

实验六 直流差动放大电路

一、实验目的

1. 熟悉差动放大电路工作原理。
2. 掌握差动放大电路的基本测试方法。

二、实验仪器

1. 双踪示波器
2. 数字万用表
3. 信号源

三、预习要求

1. 计算图 6.1 的静态工作点(设 $r_{be}=3K$, $\beta=100$)及电压放大倍数。
2. 在图 6.1 基础上画出单端输入和共模输入的电路。

四、实验内容及步骤

实验电路如图 6.1

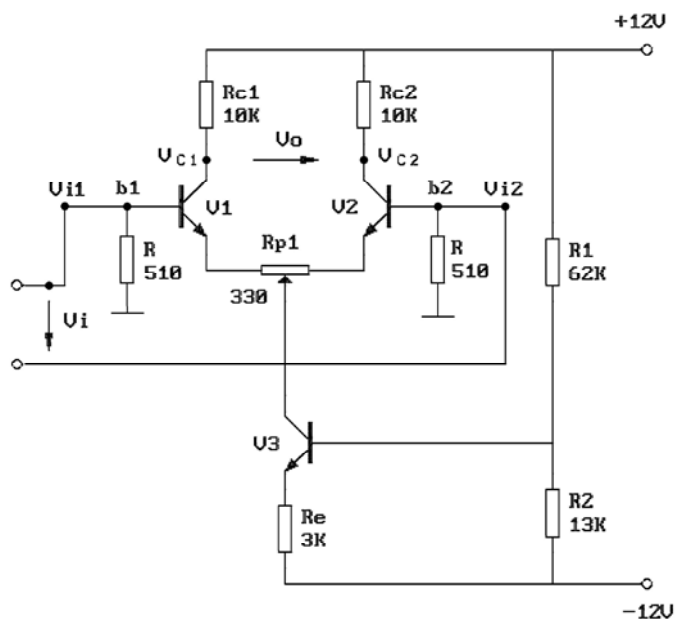


图 6.1 差动放大原理图

1. 测量静态工作点，

(1) 调零

将输入端短路并接地，接通直流电源，调节电位器 R_{P1} 使双端输出电压 $V_0=0$ 。

(2) 测量静态工作点

测量 V_1 、 V_2 、 V_3 各极对地电压填入表 6.1 中

表 6.1

对地电压	V_{c1}	V_{c2}	V_{c3}	V_{b1}	V_{b2}	V_{b3}	V_{e1}	V_{e2}	V_{e3}
测量值(V)									

(3) 测量差模电压放大倍数。

在输入端加入直流电压信号 $V_{id}=\pm 0.1V$ 按表 6.2 要求测量并记录，由测量数据算出单端和双端输出的电压放大倍数。注意：先将直流电压源 OUT1 和 OUT2 分别接入 V_{i1} 和 V_{i2} 端，然后调节直流电压源，使其输出为+0.1V 和-0.1V。

(4) 测量共模电压放大倍数。

将输入端 b_1 、 b_2 短接，分先后接 OUT1 和 OUT2，分别测量并填入表 6.2。由测量数据算出单端和双端输出的电压放大倍数。进一步算出共模抑制比 $CMRR=\left|\frac{A_d}{A_c}\right|$ 。

表 6.2

测量及 计算值 输入 信号 V_i	差模输入						共模输入						共模抑制比
	测量值(V)			计算值			测量值(V)			计算值			计算值
	V_{c1}	V_{c2}	V_0 双	A_{d1}	A_{d2}	A_d 双	V_{c1}	V_{c2}	V_0 双	A_{c1}	A_{c2}	A_C 双	CMRR
+0.1V													
-0.1V													

2.在实验板上组成单端输入的差放电路进行下列实验。

(1) 在图 6.1 中将 b_2 接地，组成单端输入差动放大器，从 b_1 端输入直流信号 $V=\pm 0.1V$ ，测量单端及双端输出，填表 6.3 记录电压值。计算单端输入时的单端及双端输出的电压放大倍数。并与双端输入时的单端及双端差模电压放大倍数进行比较。

表 6.3

测量仪计算值 输入信号	电压值			双端放大 倍数 A_v
	V_{c1}	V_{c2}	V_o	
直流+0.1V				
直流-0.1V				
正弦信号(50mV、 1KHz)				

(2) 从 b_1 端加入正弦交流信号 $V_i=50mV$ （有效值）， $f=1KHz$ 分别测量、记录单端及双端输出电压，填入表 6.3 计算单端及双端的差模放大倍数。

(注意：输入交流信号时，用示波器监视 v_{c1} 、 v_{c2} 波形，若有失真现象时，可减小输入电压值，使 v_{c1} 、 v_{c2} 都不失真为止)

五、实验报告

- 1.根据实测数据计算图 6.1 电路的静态工作点，与预习计算结果相比较。
- 2.整理实验数据，计算各种接法的 A_d ，并与理论计算值相比较。
- 3.计算实验步骤 3 中 A_C 和 CMRR 值。
- 4.总结差放电路的性能和特点。

实验七 比例求和运算电路

一、实验目的

- 1.掌握用集成运算放大电路组成比例、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

- 1.数字万用表
- 2.示波器
- 3.信号发生器

三、预习要求

- 1.计算表 7.1 中的 V_O 和 A_f
- 2.估算表 7.3 的理论值
- 3.估算表 7.4、表 7.5 中的理论值
- 4.计算表 7.6 中的 V_O 值
- 5.计算表 7.7 中的 V_O 值

四、实验内容

- 1.电压跟随电路

实验电路如图 7.1 所示。

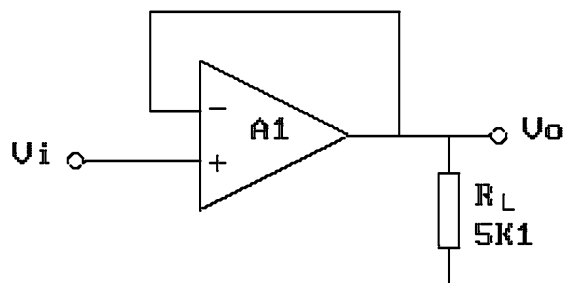


图 7.1 电压跟随电路

按表 7.1 内容实验并测量记录。

表 7.1

$V_i(V)$		-2	-0.5	0	+0.5	1
$V_o(V)$	$R_L=\infty$					
	$R_L=5K1$					

2.反相比例放大器

实验电路如图 7.2 所示。

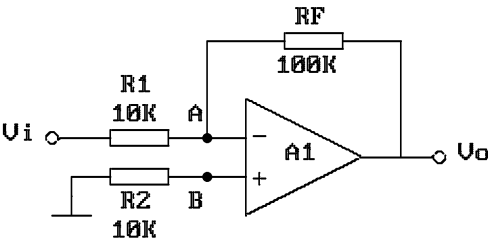


图 7.2 反相比例放大电路

(1)按表 7.2 内容实验并测量记录。

表 7.2

直流输入电压 $V_i(\text{mV})$		30	100	300	1000	3000
输出电压 V_o	理论估算(V)					
	实际值(V)					
	误差					

(2)按表 7.3 要求实验并测量记录。

表 7.3

	测试条件	理论估算值	实测值
ΔV_0	R_L 开路，直流输入信号 V_i 由 0 变为 800mV		
ΔV_{AB}			
ΔV_{R2}			
ΔV_{R1}			
ΔV_{OL}	R_L 由开路变为 5K1, $V_i=800\text{mV}$		

(3)测量图 7.2 电路的上限截止频率。

3.同相比例放大电路

电路如图 7.3 所示

(1) 按表 7.4 和 7.5 实验测量并记录。

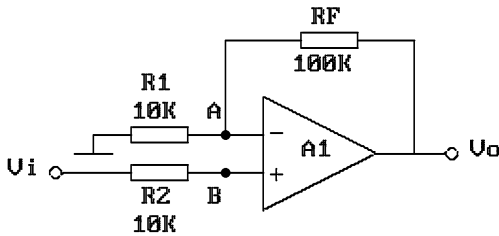


图 7.3 同相比例放大电路

表 7.4

直流输入电压 $V_i(\text{mV})$		30	100	300	1000	3000
输出电压 V_o	理论估算(V)					
	实际值(V)					
	误差					

表 7.5

	测试条件	理论估算值	实测值
ΔV_0	R_L 开路，直流输入信号 V_i 由 0 变为 800mV		
ΔV_{AB}			
ΔV_{R2}			
ΔV_{R1}			
ΔV_{OL}	R_L 由开路变为 5K1, $V_i=800mV$		

(2)测出电路的上限截止频率

4.反相求和放大电路。

实验电路如图 7.4 所示。

按表 7.6 内容进行实验测量，并与预习计算比较。

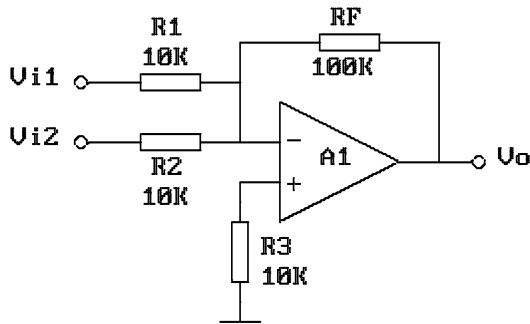


图 7.4 反相求和放大电路

表 7.6

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

5.双端输入求和放大电路

实验电路为图 7.5 所示。

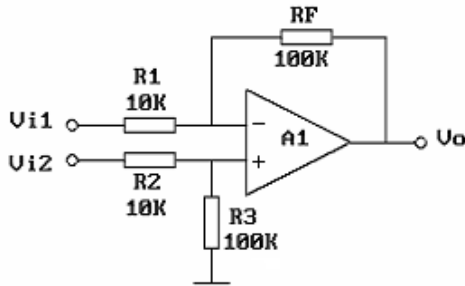


图 7.5 双端输入求和电路

表 7.7

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

按表 7.7 要求实验并测量记录。

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。

实验八 积分与微分电路

一、实验目的

- 1.学会用运算放大器组成积分微分电路。
- 2.学会积分微分电路的特点及性能。

二、实验仪器

- 1.数字万用表
- 2.信号发生器
- 3.双踪示波器

三、预习要求

- 1.分析图 8.1 电路，若输入正弦波， V_o 与 V_i 相位差是多少？当输入信号为 100Hz 有效值为 2V 时， $V_o=?$
- 2.分析图 8.2 电路，若输入方波， V_o 与 V_i 相位差多少？当输入信号为 160Hz 幅值为 1V 时，输出 $V_o=?$
- 3.拟定实验步骤、做好记录表格。

四、实验内容

1.积分电路：

实验电路如图 8.1 所示

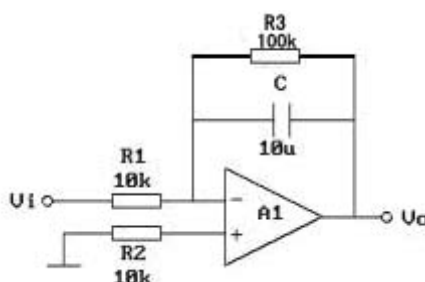


图 8.1 积分电路

- (1) V_i 分别输入频率为 100Hz、幅值为 $\pm 1V$ ($V_{P-P}=2V$) 的正弦波和方波信号，观察和比较 V_i 与 V_o 的幅值大小及相位关系，并记录波形。
- (2)改变信号频率(20Hz~400Hz)，观察 V_i 与 V_o 的相位、幅值及波形的变化，按表 8.1 进行测量。

表 8.1

f	40HZ	100HZ	200HZ	300HZ	400HZ
V_{ip-p}					
V_{op-p}					
Δt					
$f * \Delta t$					

2. 微分电路

实验电路如图 8.2 所示。

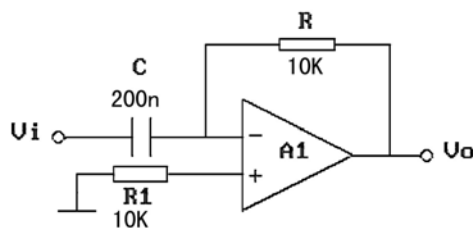


图 8.2 微分电路

- (1) 输入正弦波信号， $f=160\text{Hz}$ 、幅值为 $\pm 1\text{V}$ ($V_{p-p}=2\text{V}$)，用示波器观察 V_i 与 V_o 波形并测量输出电压。
- (2) 改变正弦波频率 ($20\text{Hz}\sim 400\text{Hz}$)，观察 V_i 与 V_o 的相位、幅值变化情况，按表 8.2 进行测量。
- (3) 在微分电容左端接入 400Ω 左右的电阻（通过调节 1K 电位器得到），然后输入方波信号， $f=200\text{Hz}$ ， $V=\pm 200\text{mV}$ ($V_{p-p}=400\text{mV}$)，用示波器观察 V_o 波形；按上述步骤(2)重复实验。
- (4) 输入方波信号， $f=200\text{Hz}$ ， $V=\pm 200\text{mV}$ ($V_{p-p}=400\text{mV}$)，调节微分电容左端接入的电位器 (1K)，观察 V_i 与 V_o 幅值及波形的变化情况并记录。

表 8.2

f	40HZ	100HZ	200HZ	300HZ	400HZ
V_{ip-p}					
V_{op-p}					
Δt					
$f * \Delta t$					

3. 积分——微分电路

实验电路如图 8.3 所示

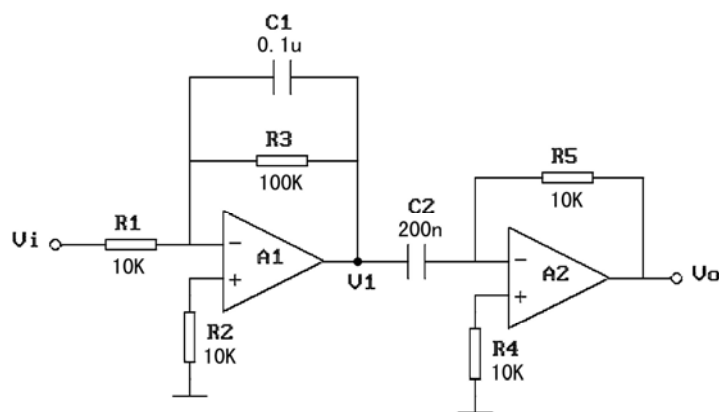


图 8.3 积分—微分电路

- (1) 在 V_i 输入 $f=200\text{Hz}$ ， $V=\pm 6\text{V}$ 的方波信号，用示波器观察 V_i 和 V_o 的波形并记录。
- (2) 将 f 改为 500Hz ，重复上述实验。

五、实验报告

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。

实验九 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. 熟悉波形发生电路设计方法。

二、实验仪器

1. 双踪示波器
2. 数字万用表

三、预习要求

1. 分析图 9.1 电路的工作原理，定性画出 V_O 和 V_C 波形。
2. 若图 9.1 电路 $R=10K$ ，计算 V_O 的频率。
3. 图 9.2 电路如何使输出波形占空比变大？利用实验箱上所标元器件画出原理图。
4. 图 9.3 电路中，如何改变输出频率？设计 2 种方案并画图表示。
5. 图 9.4 电路中如何连续改变振荡频率？画出电路图。(利用实验箱上的元器件)

四、实验内容

为得到更好的波形输出，实验电路中双向稳压管前串联的分压电阻应从 $5K1$ 改为 $1K$ 。

1. 方波发生电路

实验电路如图 9.1 所示，双向稳压管稳压值一般为 $5-6V$ 。

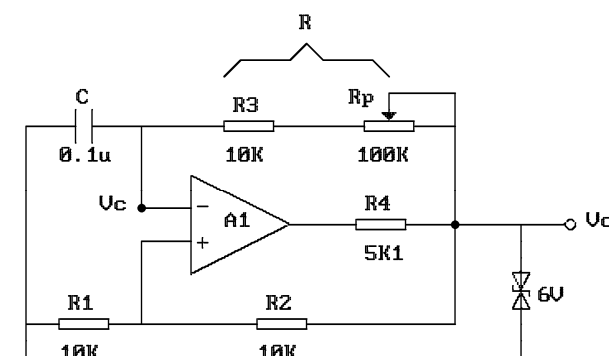


图 9.1 方波发生电路

- (1) 按电路图接线，观察 V_C 、 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。
 - (3) 要想获得更低的频率应如何选择电路参数？试利用实验箱上给出的元器件进行实验并观测其频率。
- #### 2. 占空比可调的矩形波发生电路
- 实验电路如图 9.2 所示。
- (1) 按图接线，观察并测量电路的振荡频率、幅值及占空比。
 - (2) 若要使占空比更大，应如何选择电路参数并用实验验证。
 - (3) 更改 R_p 为 $22K$ 电位器，重复测量电路输出。

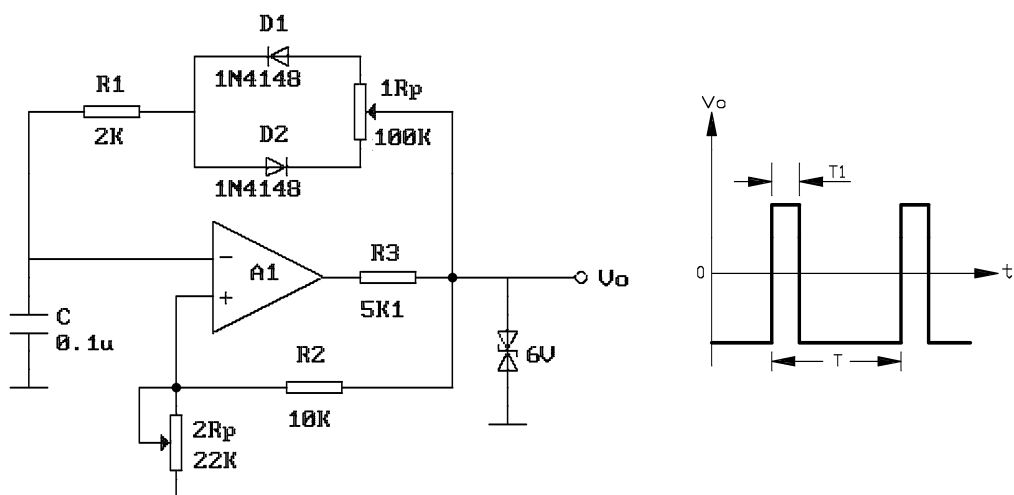


图 9.2 占空比可调的矩形波发生电路

3. 三角波发生电路

实验电路如图 9.3 所示。

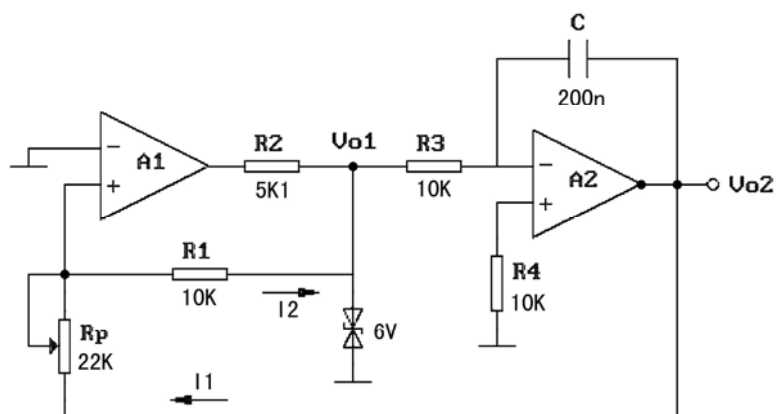


图 9.3 三角波发生电路

- (1) 按图接线，分别观测 V_{o1} 及 V_{o2} 的波形并记录。
- (2) 如何改变输出波形的频率？按预习方案分别实验并记录。
- (3) 将 R_p 改为 10K 电阻，将 R_3 改为 10K 电位器，调节电位器观察输出波形的变化。

4. 锯齿波发生电路

实验电路如图 9.4 所示。

- (1) 按图接线，观测电路输出波形和频率。
- (2) 按预习时的方案改变锯齿波频率并测量变化范围。
- (3) 更改 R_p 为 22K 电位器，重复测量电路输出。

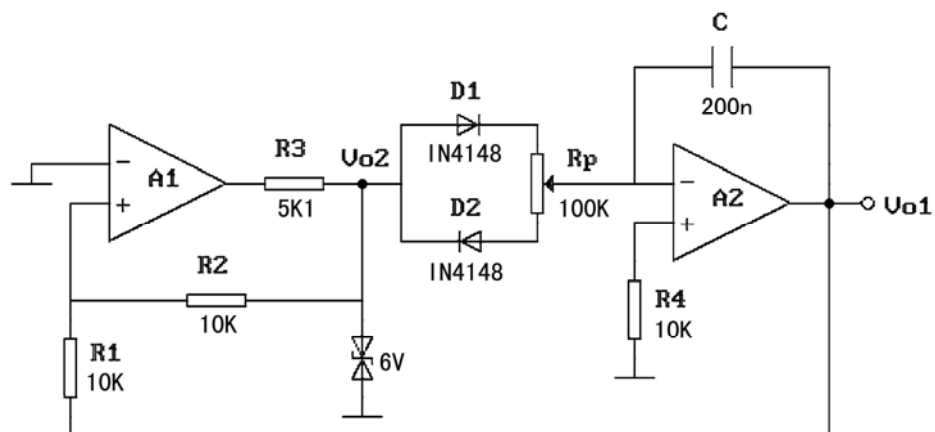


图 9.4 锯齿波发生电路

五、实验报告

1. 画出各实验的波形图。
2. 画出各实验预习要求的设计方案，电路图，写出实验步骤及结果。
3. 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？

实验十 集成电路RC正弦波振荡电路

一、实验目的

- 1.掌握桥式 RC 正弦波振荡电路的构成及工作原理。
- 2.熟悉正弦波振荡电路的调整、测试方法。
- 3.观察 RC 参数对振荡频率的影响，学习振荡频率的测定方法。

二、实验仪器

- 1.双踪示波器
- 2.低频信号发生器
- 3.频率计

三、预习要求

- 1.复习 RC 桥式振荡电路的工作原理。
- 2.完成下列填空题：
 - (1)图 10.1 中，正反馈支路由_____组成，这个网络具有_____特性，要改变振荡频率，只要改变_____或_____的数值即可。
 - (2)图 10.1 中， $1R_p$ 和 R_1 组成_____反馈，其中_____是用来调节放大器的放大倍数，使 $A_v \geq 3$ 。

四、实验内容

- 1.按图 10.1 接线。
 - 2.用示波器观察输出波形。
- 思考：
- (1)若元件完好，接线正确，电源电压正常，而 $V_O=0$ ，原因何在？应怎么办？
 - (2)有输出但出现明显失真，应如何解决？
- 3.用频率计测上述电路输出频率，若无频率计可按图 10.2 接线，用李沙育图形法测定，测出 V_O 的频率 f_{01} 并与计算值比较。
 - 4.改变振荡频率。

在实验箱上设法使文氏桥电容 $C_1=C_2=0.1\mu$ 。

注意：改变参数前，必须先关闭实验箱电源再改变参数，检查无误后再接通电源。测 f_0 之前，应适当调节 $2R_p$ 使 V_O 无明显失真后，再测频率。

实验中为了稳定输出改善失真，可将 R_{p2} 由 22K 电位器改为 10K 电位器，并在两端并联 6V 稳压管。

- 5.测定运算放大器放大电路的闭环电压放大倍数 A_{uf}

先测出图 10.1 电路的输出电压 V_O 值后，关闭实验箱电源，保持 $2R_p$ 及信号发生器频率不变，断开图 10.1 中“A”点接线，把低频信号发生器的输出电压接至一个 1K 的电位器上，再从这个 1K 电位器的滑动接点取 V_i 接至运放同相输入端。如图 10.3 所示调节 V_i 使 V_O 等于原值，测出此时的 V_i 值，

则： $A_{uf}=V_O/V_i=_____$ 倍

- 6.自拟详细步骤，测定 RC 串并联网络的幅频特性曲线。

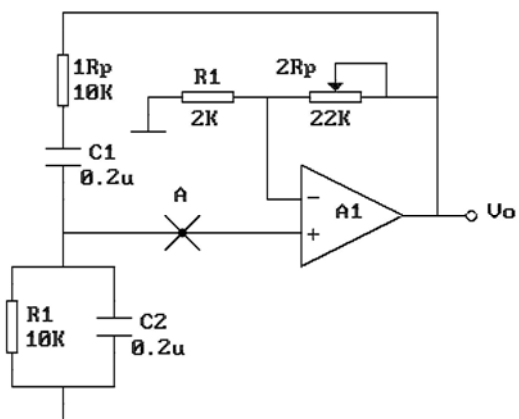


图 10.1

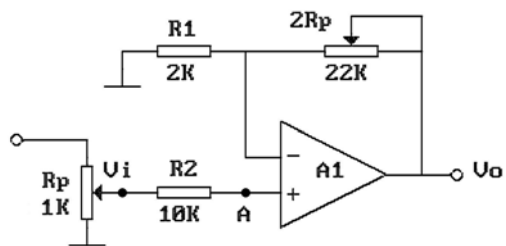


图 10.3

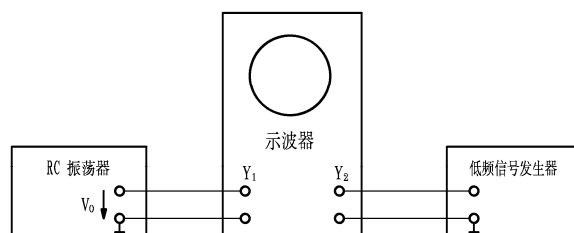


图 10.2

五、实验报告

1. 电路中哪些参数与振荡频率有关?将振荡频率的实测值与理论估算值比较,分析产生误差的原因。
2. 总结改变负反馈深度对振荡电路起振的幅值条件及输出波形的影响。
3. 完成预习要求中第 2、3 项内容。
4. 作出 RC 串并网络的幅频特性曲线。

实验十一 LC选频放大与LC正弦振荡电路

一、实验目的

1. 研究 LC 正弦波振荡电路特性。
2. 研究 LC 选频放大电路幅频特性。

二、实验仪器

1. 正弦波信号发生器
2. 示波器
3. 频率计

三、预习要求

1. LC 电路三点式振荡电路振荡条件及频率计算方法，计算图 11.1 所示电路中当电容 C 分别为 0.047μ 和 0.01μ 时的振荡频率。
2. LC 选频放大电路幅频特性。

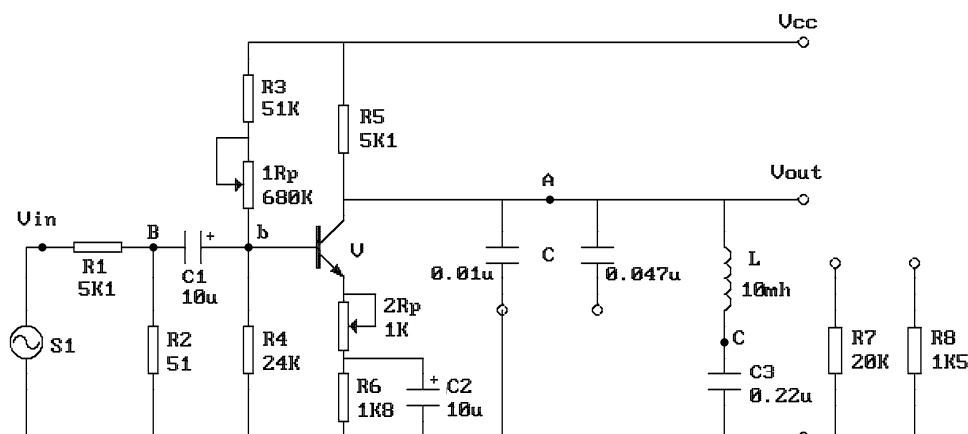


图 11.1

四、实验内容及步骤

1. 测选频放大电路的幅频特性曲线

- (1) 按图 11.1 接线，先选电容 C 为 0.01μ 。
- (2) 调 $1R_p$ 使晶体管 V 的集电极电压为 6V (此时 $2R_p=0$)。
- (3) 调信号源幅度和频率，使 $f \approx 16\text{KHz}$ ， $V_i=10V_{p-p}$ ，用示波器监视输出波形，调 $2R_p$ 使失真最小，输出幅度最大，测量此时幅度，计算 A_u 。
- (4) 微调信号源频率 (幅度不变) V_{OUT} 最大，并记录此时的 f 及输出信号幅值。
- (5) 改变信号源频率，使 f 分别为 (f_0-2) ， (f_0-1) ， $(f_0-0.5)$ ， $(f_0+0.5)$ ， (f_0+1) ， (f_0+2) (单位：KHz)，分别测出相对应频率的输出幅度。
- (6) 将电容 C 改接为 0.047μ ，重复上述实验步骤。

2. LC 振荡电路的研究

图 11.1 去掉信号源，先将 $C=0.01\mu$ 接入，断开 R_2 。

在不接通 B、C 两点的情况下，令 $2R_p=0$ ，调 $1R_p$ 使 V 的集电极电压为 6V。

(1) 振荡频率

①接通 B、C 两点，用示波器观察 A 点波形，调 $2R_p$ 使波形不失真，测量此时振荡频率，并与前面实验的选频放大器谐振频率比较。

②将 C 改为 0.047μ ，重复上述步骤。

(2)振荡幅度条件

①在上述形成稳定振荡的基础上，测量 V_b 、 V_c 、 V_a 求出 $A_u \cdot F$ 值，验证 $A_u \cdot F$ 是否等于 1。

②调 $2R_p$ ，加大负反馈，观察振荡电路是否会停振。

③在恢复振荡的情况下，在 A 点分别接入 20K、1K5 负载电阻，观察输出波形的变化。

3.影响输出波形的因素

(1)在输出波形不失真的情况下，调 $2R_p$ ，使 $2R_p$ 为 0，即减小负反馈，观察振荡波形的变化。

(2)调 R_p 使波形在不失真的情况下，调 $2R_p$ 观察振荡波形变化。

五、实验报告

1.由实验内容 1 作出选频的 $|A_u| \sim f$ 曲线。

2.记录实验内容 2 的各步实验现象，并解释原因。

3.总结负反馈对振荡幅度和波形的影响。

4.分析静态工作点对振荡条件和波形的影响。

注：本实验中若无频率计，可由示波器测量波形周期再进行换算。

实验十二 互补对称功率放大电路

一、实验电路

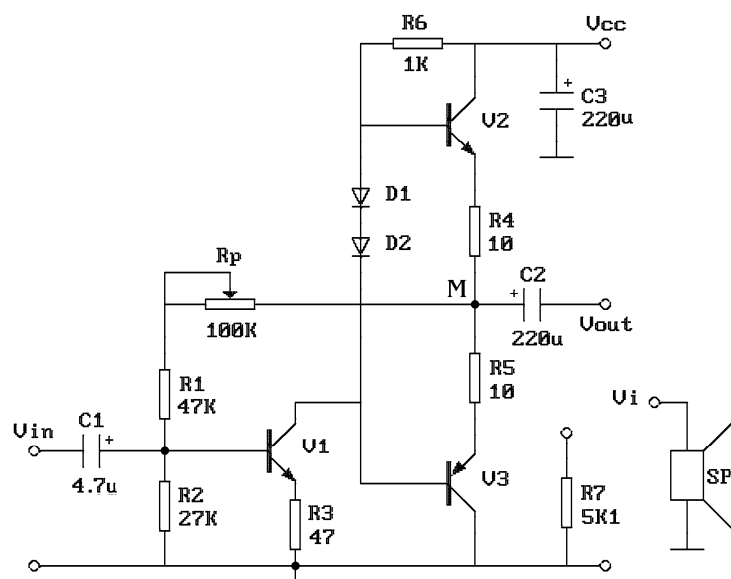


图 12.1 互补对称功率放大器

二、实验仪器及材料

1. 信号发生器
2. 示波器

三、预习要求

1. 分析图 12.1 电路中各三极管工作状态及交越失真情况。
2. 电路中若不加输入信号， V_2 、 V_3 的功耗是多少？
3. 电阻 R_4 、 R_5 的作用是什么？
4. 根据实验内容自拟实验步骤及记录表格。

四、实验内容

1. 调整直流工作点，使 M 点电压为 $0.5V_{CC}$ 。
2. 测量最大不失真输出功率与效率。
3. 改变电源电压(例如由 +12V 变为 +6V)，测量并比较输出功率和效率。
4. 测量放大电路在带 8Ω 负载(扬声器)时的功耗和效率。

五、实验报告

1. 分析实验结果，计算实验内容要求的参数。
2. 总结功率放大电路特点及测量方法。

实验十三 集成功率放大电路

一、实验目的

1. 熟悉集成功率放大电路的特点。
2. 掌握集成功率放大电路的主要性能指标及测量方法。

二、实验仪器及材料

1. 示波器
2. 信号发生器
3. 万用表

三、预习要求

1. 复习集成功率放大电路工作原理，对照图 13.2 分析电路工作原理。
2. 在图 13.1 电路中，若 $V_{CC}=12V$ ， $R_L=8\Omega$ ，估算该电路的 P_{cm} 、 P_V 值。
3. 阅读实验内容，准备记录表格。

四、实验内容

1. 按图 13.1 电路在实验板上插装电路。不加信号时测静态工作电流。

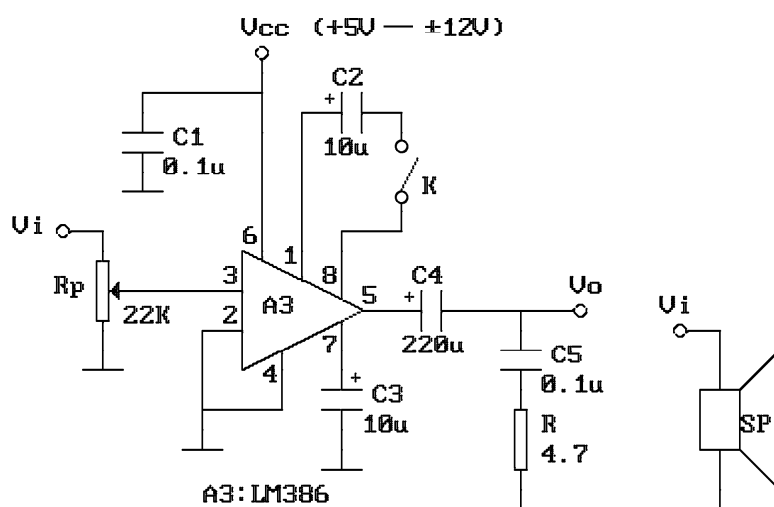


图 13.1

2. 在输入端接 1KHZ 信号，用示波器观察输出波形、逐渐增加输入电压幅度，直至出现失真为止，记录此时输入电压，输出电压幅值，并记录波形。

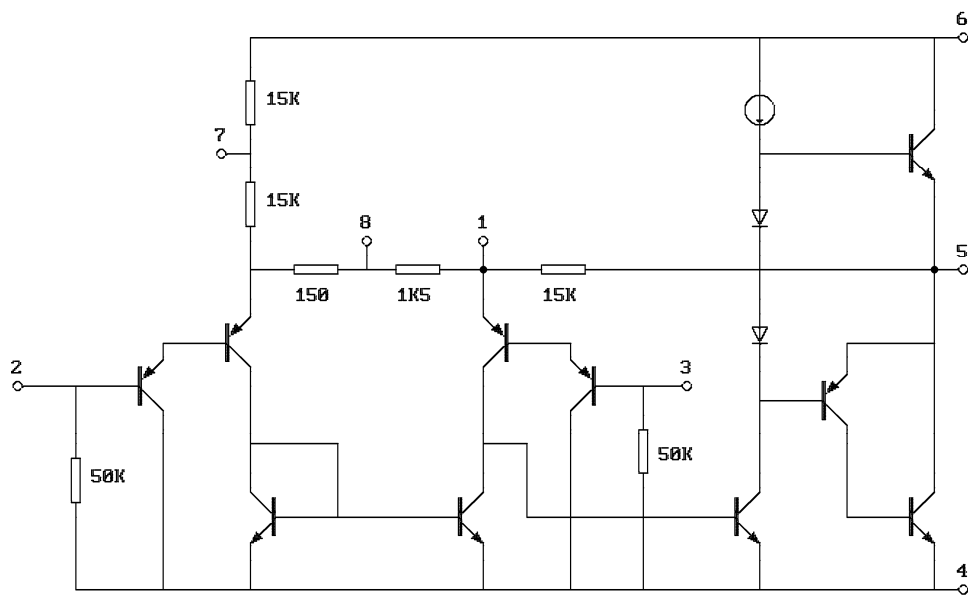


图 13.2 LM386 内部电路

3. 去掉 10μ 电容，重复上述实验。
4. 改变电源电压(选 5V、9V 两档)重复上述实验。

五、实验报告

1. 根据实验测量值、计算各种情况下 P_{om} 、 P_V 及 η 。
2. 作出电源电压与输出电压、输出功率的关系曲线。

实验十四 整流滤波与并联稳压电路

一、实验目的

1. 熟悉单相半波、全波、桥式整流电路。
2. 观察了解电容滤波作用。
3. 了解并联稳压电路。

二、实验仪器及材料

1. 示波器
2. 数字万用表

三、实验内容

1. 半波整流、桥式整流电路实验电路分别如图 14.1，图 14.2 所示。

接电路图 14.1，用示波器观察 V_2 及 V_L 的波形。并测量 V_2 、 V_D 、 V_L 。

接电路图 14.2，用示波器分别观察 V_2 及 V_L 的波形，并测量 V_2 、 V_D 、 V_L 。注意不能用示波器的两个输入端同时观测 V_2 及 V_L ，因为两者共地，会烧坏保险丝。

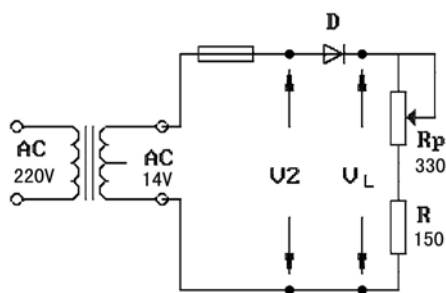


图 14.1 半波整流电路

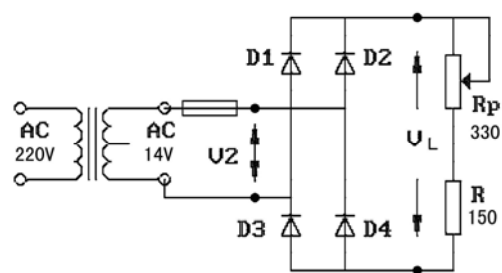


图 14.2 桥式整流电路

2. 电容滤波电路

实验电路如图 14.3

- (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 ，先用 $R_L=1K\Omega$ ，重复上述实验并记录。
- (3) 将 R_L 改为 150 Ω ，重复上述实验。

3. 并联稳压电路

实验电路如图 14.4 所示，

- (1) 电源输入电压不变，负载变化时电路的稳压性能。

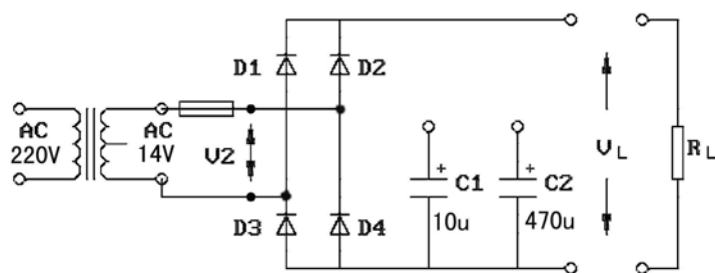


图 14.3 电容滤波电路

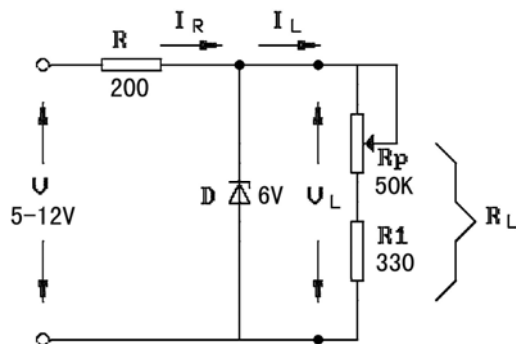


图 14.4 并联稳压电路

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。

(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 14.1 内容测量填表, 并计算稳压系数。

表 14.1

V_I	V_L	$I_R(\text{mA})$	$I_L(\text{mA})$
10V			
8V			
9V			
11V			
12V			

四、实验报告

1. 整理实验数据并按实验内容计算。
2. 图 14.4 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用电路元器件及参数?

实验十五 串联稳压电路

一、实验目的

- 1.研究稳压电源的主要特性,掌握串联稳压电路的工作原理。
- 2.学会稳压电源的调试及测量方法。

二、实验仪器

- 1.直流电压表
- 2.直流毫安表
- 3.示波器
- 4.数字万用表

三、预习要求

1. 估算图 15.1 电路中各三极管的 Q 点(设: 各管的 $\beta=100$, 电位器 R_P 滑动端处于中间位置)。
2. 分析图 15.1 电路, 电阻 R_2 和发光二极管 LED 的作用是什么?
3. 画好数据表格。

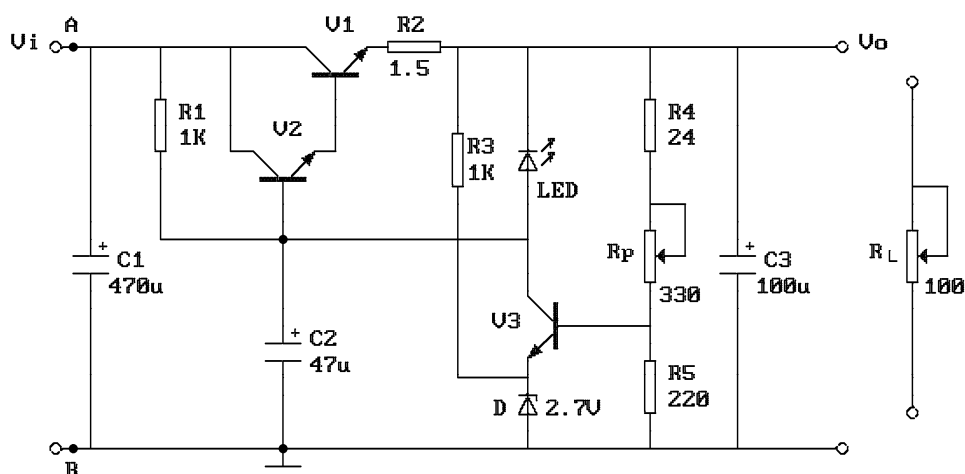


图 15.1

四、实验内容

1.静态调试

- (1)看清楚实验电路板的接线，查清引线端子。
- (2)按图 15.1 接线，负载 R_L 开路，即稳压电源空载。
- (3)将+5V~+27V 电源调到 9V，接到 V_i 端。再调电位器 R_P ，使 $V_O=6V$ 。测量各三极管的 Q 点。

- (4)调试输出电压的调节范围。

调节 R_p , 观察输出电压 V_O 的变化情况。记录 V_O 的最大值和最小值。

2.动态测量

- (1) 测量电源稳压特性。使稳压电源处于空载状态, 调节电位器, 模拟电网电压波动 $\pm 10\%$; 即 V_i 由 $8V$ 变到 $10V$ 。量测相应的 ΔV 。根据

$$S = \frac{\Delta V_0 / V_0}{\Delta V_I / V_I} \text{ 计算稳压系数。}$$

(2)测量稳压电源内阻。稳压电源的负载电流 I_L 由空载变化到额定值 $I_L=100\text{mA}$ 时, 测量输出

电压 V_O 的变化量, 即可求出电源内阻 $r_0=\left|\frac{\Delta V_O}{\Delta I_L}\right|$ 。测量过程中使 $V_i=9\text{V}$ 保持不变。

(3)测试输出的纹波电压。将图 15.1 的电压输入端 V_i 接到图 15.2 的整流滤波电路输出端(即接通 A--a, B--b), 在负载电流 $I_L=100\text{mA}$ 条件下, 用示波器观察稳压电源输入输出中的交流分量 u_O , 描绘其波形。用晶体管毫伏表, 测量交流分量的大小。

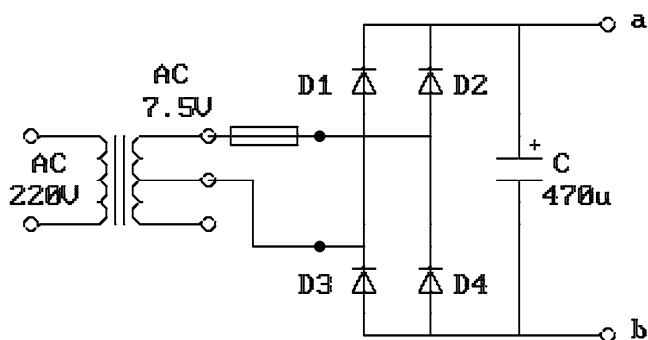


图 15.2

思考题:

A: 如果把图 15.1 电路中电位器的滑动端往上(或是往下)调, 各三极管的 Q 点将如何变化?

B: 调节 R_L 时, V_3 的发射极电位如何变化? 电阻 R_L 两端电压如何变化?

C: 如果把 C_3 去掉(开路), 输出电压将如何?

D: 这个稳压电源哪个三极管消耗的功率大? 按实验内容 2 中的(3)接线。

3. 输出保护

(1)在电源输出端接上负载 R_L 同时串接电流表。并用电压表监视输出电压, 逐渐减小 R_L 值, 直到短路, 注意 LED 发光二极管逐渐变亮, 记录此时的电压、电流值。

(2)逐渐加大 R_L 值, 观察并记录输出电压、电流值。注意: 此实验内容短路时间应尽量短(不超过 5 秒), 以防元器件过热。

思考题: 如何改变电源保护值。

4. 选做项目

测试稳压电源的外特性。(实验步骤自拟)

五、实验报告

1.对静态调试及动态测试进行总结。

2.计算稳压电源内阻 $r_0=\frac{\Delta V_O}{\Delta V_L}$ 及稳压系数 S_r 。

3.对部分思考题进行讨论。

实验十六 集成稳压电路

一、实验目的

1. 了解集成稳压电路的特性和使用方法。
2. 掌握直流稳压电源主要参数测试方法。

二、实验仪器

1. 示波器
2. 数字万用表

三、预习要求

1. 复习教材直流稳压电源部分关于电源主要参数及测试方法。
2. 查阅手册，了解本实验使用稳压器的技术参数。
3. 计算图 16.5 电路中 IR_P 的值。估算图 16.3 电路输出电压范围。
4. 拟定实验步骤及记录表格。

四、实验内容

1. 稳压器的测试

实验电路如图 16.1 所示

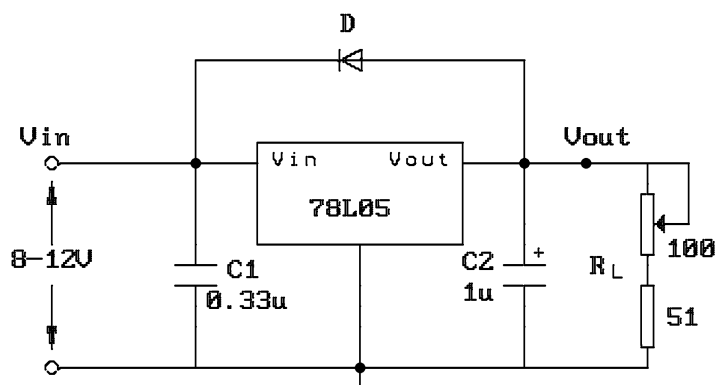


图 16.1 三端稳压器参数测试

测试内容：

- (1) 稳定输出电压。
- (2) 电压调整率。
- (3) 电流调整率。
- (4) 纹波电压(有效值或峰值)。

2. 稳压电路性能测试

仍用图 16.1 的电路, 测试直流稳压电源性能

- (1) 保持稳定输出电压的最小输入电压。
- (2) 输出电流最大值及过流保护性能。

3. 三端稳压电路灵活应用(选做)

- (1) 改变输出电压实验电路如图 16.2、16.3 所示。

按图接线, 测量上述电路输出电压及变化范围。

- (2) 组成恒流源实验电路如图 16.4 所示按图接线, 并测试电路恒流作用。

- (3) 可调稳压电路

① 实验电路如图 16.5 所示, LM317L 最大输入电压 40V, 输出 1.25V~37V 可调最大输出电流 100mA。(本实验只加 15V 输入电压)

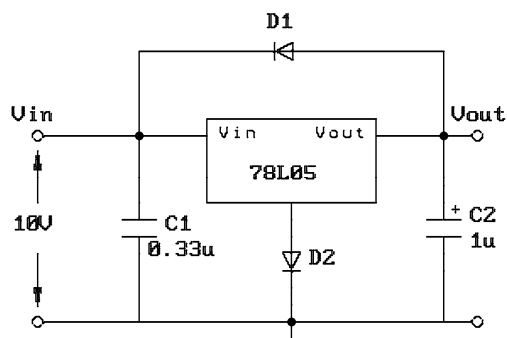


图 16.2

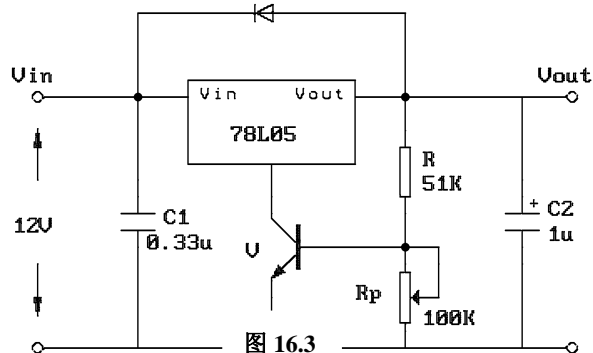


图 16.3

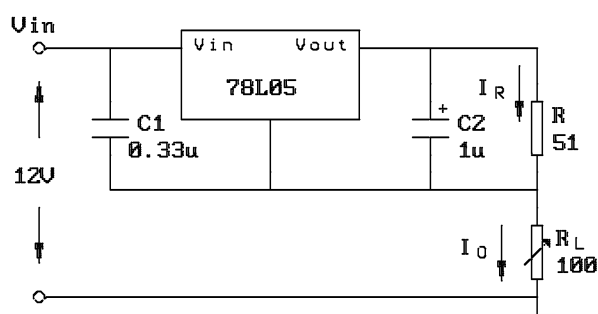


图 16.4

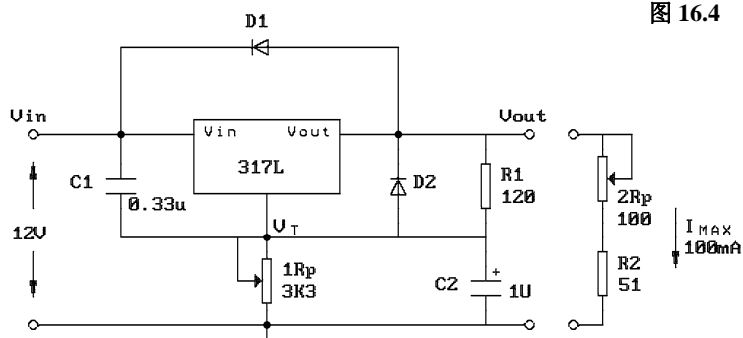


图 16.5

②按图接线，并测试：

I.电压输出范围。

II.按实验内容 1 测试各项指标。测试时将输出电压调到最高输出电压。

五、实验报告

- 1.整理实验报告，计算内容 1 的各项参数。
- 2.画出实验内容 2 的输出保护特性曲线。
- 3.总结本实验所用两种三端稳压器的应用方法。

实验十七 门电路逻辑功能及测试

一、实验目的

1. 熟悉门电路逻辑功能。
2. 熟悉数字电路学习机及示波器使用方法。

二、实验仪器及材料

1. 双踪示波器
2. 器件

74LS00	二输入端四与非门	2 片
74LS20	四输入端双与非门	1 片
74LS86	二输入端四异或门	1 片
74LS04	六反相器	1 片

三、预习要求

1. 复习门电路工作原理及相应逻辑表达式。
2. 熟悉所用集成电路的引线位置及各引线用途。
3. 了解双踪示波器使用方法。

四、实验内容

实验前按学习机使用说明先检查学习机电源是否正常，然后选择实验用的集成电路，按自己设计的实验接线图接好连线。特别注意 VCC 及地线不能接错。线接好后经实验指导教师检查无误方可通电实验。实验中改动接线须先断开电源，接好线后再通电实验。

1. 测试门电路逻辑功能

(1) 选用双四输入与非门 74LS20 一只，插入

面包板按图 17.1 接线、输入端接 S1~S4（电平开关输出插口）。输出端接电平显示发光二极管（D1~D8 任意一个）

(2) 将电平开关按表 17.1 置位，分别测输出电压及逻辑状态。

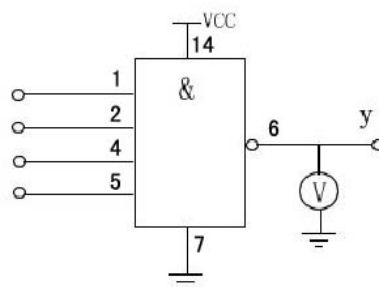


图 17.1

表 17.1

输入				输出	
1	2	4	5	Y	电压 (V)
H	H	H	H		
L	H	H	H		
L	L	H	H		
L	L	L	H		
L	L	L	L		

2. 异或门逻辑功能测试

- (1) 选二输入四异或门电路 74LS86，按图 17.2 接线，输入端 1、2、4、5 接电平开关，输出端 A、B、Y 接电平显示发光二极管。
- (2) 将电平开关按表 17.2 置位，将结果填入表中。

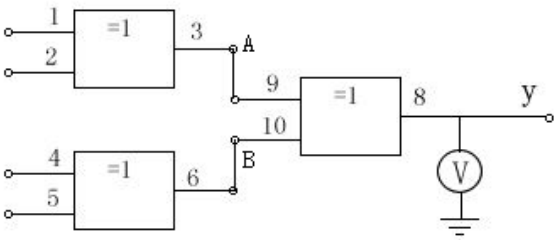


图 17.2

表 17.2

输入				输出			
1	2	4	5	A	B	Y	Y 电压(V)
L	L	L	L				
H	L	L	L				
H	H	L	L				
H	H	H	L				
H	H	H	H				
L	H	L	H				

3. 逻辑电路的逻辑关系

- (1) 用 74LS00 按图 17.3、17.4 接线，将输入输出逻辑关系分别填入表 17.3、表 17.4 中，

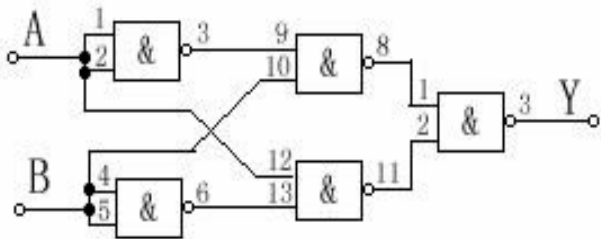


图 17.3

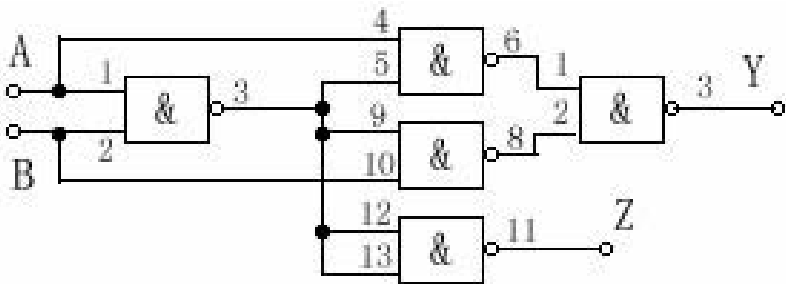


图 17.4

表 17.3

输入		输出
A	B	Y
L	L	
L	H	
H	L	
H	H	

表 17.4

输入		输出	
A	B	Y	Z
L	L		
L	H		
H	L		
H	H		

(2) 写出上面两个电路逻辑表达式.

4. 逻辑门传输延迟时间的测量。

用六反相器（非门）按图 17.5 接线，输入 80KHz 连续脉冲，用双踪示波器测输入，输出相位差，计算每个门的平均传输延迟时间的 t_{pd} 值。

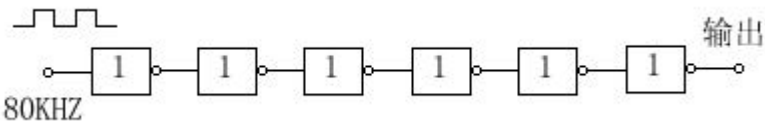


图 17.5

5. 利用与非门控制输出。

用一片 74LS00 图 17.6 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。

6. 用与非门组成其它门电路并测试验证。

(1) 组成或非门。

用一片二输入端四与非门组成或非门

$$Y = \overline{A + B} = \overline{A} \bullet \overline{B}$$

画出电路图，测试并填表 17.5

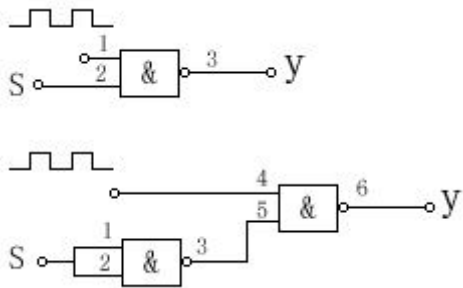


图 17.6

表 17.5

输入		输出
A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

表 17.6

A	B	Y
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

(2) 组成异或门

(a) 将异或门表达式转化为与非门表达式。

(b) 画出逻辑电路图。

(c) 测试并填表 17.6。

五、实验报告

1. 按各步聚要求填表并画出逻辑图。
2. 回答问题：
 - (1) 怎样判断门电路逻辑功能是否正常？
 - (2) 与非门一个输入接连续脉冲，其余端什么状态时允许脉冲通过？什么状态时禁止脉冲通过？
 - (3) 异或门又称可控反相门，为什么？

实验十八 组合逻辑电路（半加器全加器及逻辑运算）

一、实验目的

1. 掌握组合逻辑电路的功能调试。
2. 验证半加器和全加器的逻辑功能。
3. 学会二进制数的运算规律。

二、实验仪器及器件

74LS00	二输入端四与非门	3 片
74LS86	二输入端四异或门	1 片
74LS54	四组输入与或非门	1 片

三、预习要求

1. 预习组合逻辑电路的分析方法。
2. 预习用与非门和异或门构成的半加器、全加器的工作原理。
3. 预习二进制数的运算。

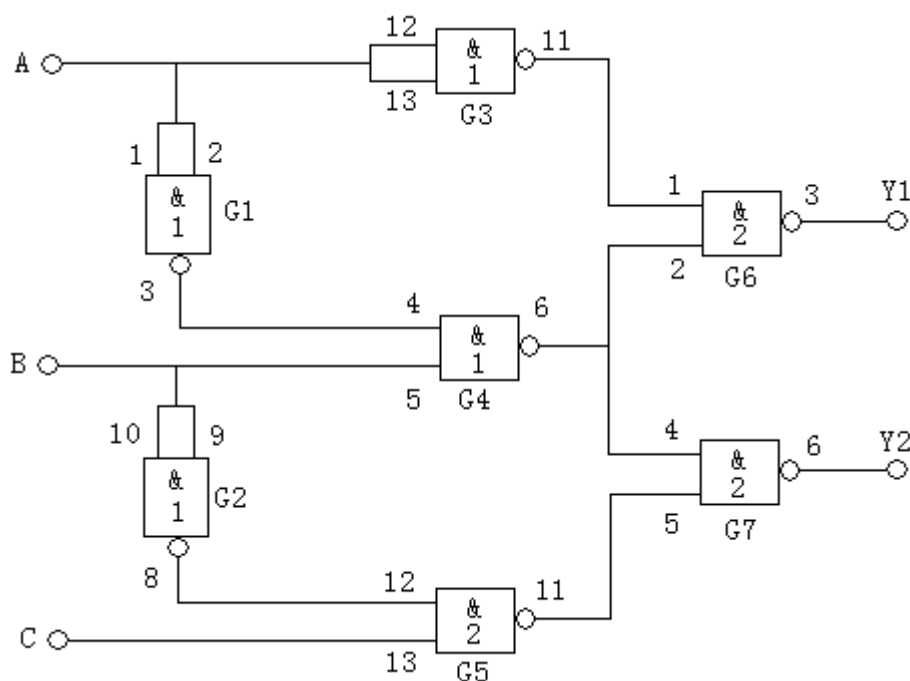


图 18.1

四、实验内容

1. 组合逻辑电路功能测试
 - (1) 用 2 片 74LS00 组成图 18.1 所示逻辑电路。为便于接线和检查，在图中要注明芯片编号及各引脚对应的编号。
 - (2) 图中 A、B、C 接电平开关，Y₁、Y₂ 接发光管电平显示。
 - (3) 按表 18.1 要求，改变 A、B、C 的状态填表并写出 Y₁、Y₂ 逻辑表达式。
 - (4) 将运算结果与实验比较。

表 18. 1

输入			输出	
A	B	C	Y ₁	Y ₂
0	0	0		
0	0	1		
0	1	1		
1	1	1		
1	1	0		
1	0	0		
1	0	1		
0	1	0		

2. 测试用异或门（74LS86）和与非门组成的半加器的逻辑功能

根据半加器的逻辑表达式可知半加器 $Y = A \oplus B$ ，而进位 $Z = A \bullet B$ ，故半加器可用一个集成异或门和二个与非门组成如图 18.2。

- （1）在学习机上用异或门和与门接成以上电路。
A、B 分别接电平开关 S，Y、Z 分别接电平显示。
- （2）按表 18.2 要求改变 A、B 状态，填表。

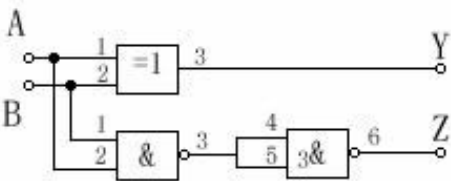


图 18.2

表 18. 2

输入端	A	0	1	0	1
	B	0	0	1	1
输出端	Y				
	Z				

3. 测试全加器的逻辑功能。

- （1）写出图 18.3 电路的逻辑表达式。
- （2）根据逻辑表达式列真值表。
- （3）根据真值表画逻辑函数 S_iC_i 的卡诺图。

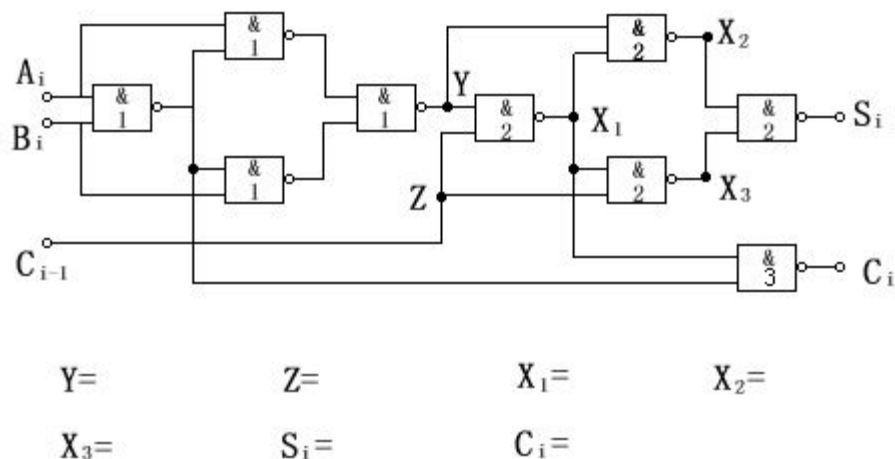


图 18.3

(4) 填写表 18.3 各点状态

表 18.3

A_i	B_i	C_{i-1}	Y	Z	X_1	X_2	X_3	C_i	S_i
0	0	0							
0	1	0							
1	0	0							
1	1	0							
0	0	1							
0	1	1							
1	0	1							
1	1	1							

(5) 按原理图选择与非门并接线进行测试，将测试结果记入表 18.4，并与上表进行比较看逻辑功能是否一致。

4. 测试用异或、与或非和非门组成的全加器的逻辑功能。全加器可以用两个半加器和两个与门一个或门组成，在实验中，常用一块双异或门、一个与或非门和一个与非门实现。

(1) 画出用异或门、与或非门和非门实现全加器的逻辑电路图，写出逻辑表达式。

(2) 利用异或门、与或非门和与门器件根据自己画出的图接线，接线时注意与或非门中，不用的与门输入端接地。

(3) 当输入端 A_i 、 B_i 及 C_{i-1} 为下列情况时，用万用表测量 S_i 和 C_i 的电位并将其转为逻辑状态填入下表。

表 18.4

A_i	B_i	C_{i-1}	C_i	S_i
0	0	0		
0	1	0		
1	0	0		
1	1	0		
0	0	1		
0	1	1		
1	0	1		
1	1	1		

输入端	A_i	0	0	0	0	1	1	1	1
	B_i	0	0	1	1	0	0	1	1
	C_{i-1}	0	1	0	1	0	1	0	1
输出端	C_i								
	S_i								

五、实验报告

- 1. 整理实验数据、图表并对实验结果进行分析讨论。
- 2. 总结组合逻辑电路的分析方法。

实验十九 触发器（一）R—S, D, J—K

一、实验目的

1. 熟悉并掌握 R—S、D、J—K 触发器的构成，工作原理和功能测试方法。
2. 学会正确使用触发器集成芯片。
3. 了解不同逻辑功能 FF 相互转换的方法。

二、实验仪器及材料

1. 双踪示波器
2. 器件

74LS00	二输入端四与非门	1 片
74LS74	双 D 触发器	1 片
74LS112	双 J—K 触发器	1 片

三、实验内容

1. 基本 R—S FF 功能测试：

两个 TTL 与非门首尾相接构成的基本 R—S FF 的电路如图 19.1 所示，

- (1) 试按下面的顺序在 $\overline{S_d}$ ， $\overline{R_d}$ 端加信号：

$$\overline{S_d} = 0 \quad \overline{R_d} = 1$$

$$\overline{S_d} = 1 \quad \overline{R_d} = 1$$

$$\overline{S_d} = 1 \quad \overline{R_d} = 0$$

$$\overline{S_d} = 1 \quad \overline{R_d} = 1$$

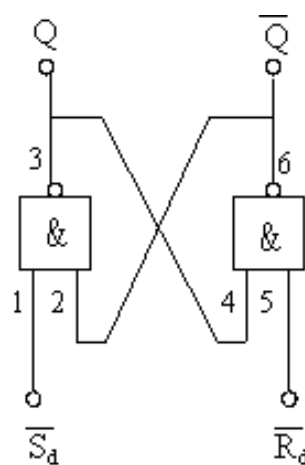


图 19.1 基本 R—S FF 电路

观来并记录 FF 的 Q、 \overline{Q} 端的状态，将结果填入下表 19.1 中，并说明在上述各种输入状态下 FF 执行的是什么功能？

表 19.1

$\overline{S_d}$	$\overline{R_d}$	Q	\overline{Q}	逻辑功能
0	1			
1	1			
1	0			
1	1			

- (2) $\overline{S_d}$ 端接低电平； $\overline{R_d}$ 端加脉冲。

- (3) $\overline{S_d}$ 端接高电平； $\overline{R_d}$ 端加脉冲。

- (4) 连接 $\overline{R_d}$ 、 $\overline{S_d}$ ，并加脉冲。

记录并观察 (2)、(3)、(4) 三种情况下，Q、 \overline{Q} 端的状态，从中你能否总结出基本 R—S FF

的 Q 或 \overline{Q} 端的状态改变和输入端 $\overline{S_d}$ ， $\overline{R_d}$ 的关系。

(5) 当 $\overline{S_d}$ 、 $\overline{R_d}$ 都接低电平时，观察 Q、 \overline{Q} 端的状态。当 $\overline{S_d}$ 、 $\overline{R_d}$ 同时由低电平跳为高电平时，注意观察 Q、 \overline{Q} 端的状态，重复 3~5 次观察 Q、 \overline{Q} 端的状态是否相同，正确理解“不定”状态的含义。

2. 维持一阻塞型 D 触发器功能测试 双 D 型正边沿维持一阻塞型触发器 74LS74 的逻辑符号如图 19.2 所示。图中 $\overline{S_d}$ 、 $\overline{R_d}$ 端为异步置 1 端，置 0 端（或称异步置位，复位端），CP 为时钟脉冲端。

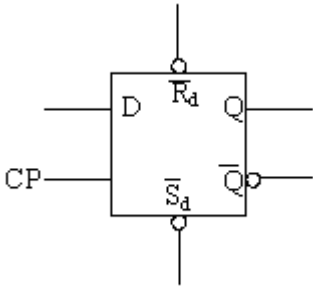


图 19.2 DFF 逻辑符号

试按照下面步骤做实验：

- (1) 分别在 $\overline{S_d}$ 、 $\overline{R_d}$ 端加低电平，观察并记录 Q、 \overline{Q} 端的状态。
- (2) 令 $\overline{S_d}$ 、 $\overline{R_d}$ 端为高电平，D 端分别接高，低电平，用点动脉冲作为 CP，观察并记录当 CP 为 0、 \uparrow 、1、 \downarrow 时 Q 端状态的变化。

表 19. 2

$\overline{S_d}$	$\overline{R_d}$	CP	D	Q^n	Q^{n+1}
0	1	X	X	X	
1	0	X	X	X	
1	1		0	0	
				1	
1	1		1	0	
				1	

(3) 当 $\overline{S_d}=\overline{R_d}=1$ 、CP=0（或 CP=1）改变 D 端信号，观察 Q 端的状态是否变化？整理上述实验数据，将结果填入表 19.2 中。

(4) 令 $\overline{S_d}=\overline{R_d}=1$ ，将 D 和 \overline{Q} 端相连，CP 加连续脉冲，用双踪示波器观察并记录 Q 相对于 CP 的波形。

3. 负边沿 J—K 触发器功能测试

双 J—K 负边沿触发器 74LS112 芯片的逻辑符号如图 19.3 所示。自拟实验步骤，测试其功能，并将结果填入表 19.3 中。若令 J=K=1 时，CP 端加连续脉冲，用双踪示波器观察 Q~CP 波形，和 DFF 的 D 和 \overline{Q} 端相连时观察到的 Q 端的波形相比较，有何异同点？

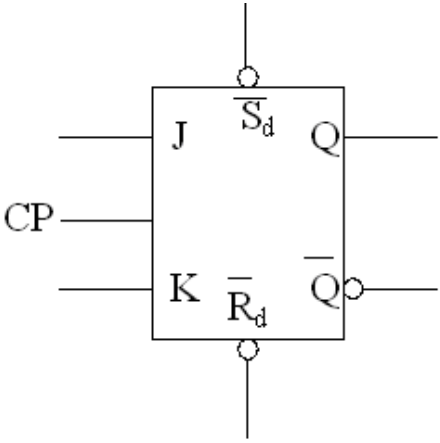


图 19.3 J—K 逻辑符号

4. 触发器功能转换

(1) 将 D 触发器和 J—K 触发器转换成 T 触发器，列出表达式，画出实验电路图。

- (2) 接入连续脉冲，观察各触发器 CP 及 Q 端波形；比较两者关系。
- (3) 自拟实验数据表并填写之。

表 19.3

$\overline{S_d}$	$\overline{R_d}$	CP	J	K	Q^n	Q^{n+1}
0	1	X	X	X	X	
1	0	X	X	X	X	
1	1	┐	0	X	0	
1	1	┐	1	X	0	
1	1	┐	X	0	1	
1	1	┐	X	1	1	

四、实验报告

1. 整理实验数据并填表。
2. 写出实验内容 3、4 的实验步骤及表达式。
3. 画出实验 4 的电路图及相应表格。
4. 总结各类触发器特点。

实验二十 三态输出触发器及锁存器

一、实验目的

1. 掌握三态触发器和锁存器的功能及使用方法。
2. 学会用三态触发器和锁存器构成的功能电路。

二、实验仪器及材料

1. 双踪示波器
2. 器件：

CD4043	三态输出四 R—S 触发器	一片
74LS75	四位 D 锁存器	一片

三、实验内容

1. 锁存器功能及应用

图 20.1 为 74LS75 四 D 锁存器，每两个 D 锁存器由一个锁存信号 G 控制，当 G 为高电平时，输出端 Q 随输入端 D 信号的状态变化，当 G 由高变为低时，Q 锁存在 G 端由高变低前 Q 所处的电平上。

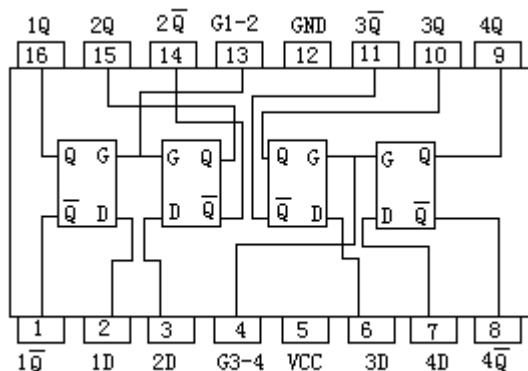


图 20.1 74LS75 四 D 锁存器

(1) 验证图 20.1 锁存器功能，并列出功能状态表。

(2) 用 74LS75 组成数据锁存器

按图 20.2 接线，1D~4D 接逻辑开关作为数据输入端，G1-2 和 G3-4 接到一起作为锁存选通信号 ST，1Q~4Q 分别接到 7 段译码器的 A-D 端，数据输出由数码管显示。

设：逻辑电平 H 为“1”、L 为“0”

ST=1，输入 0001，0011，0111，观察数码管显示。

ST=0，输入不同数据，观察输出变化。

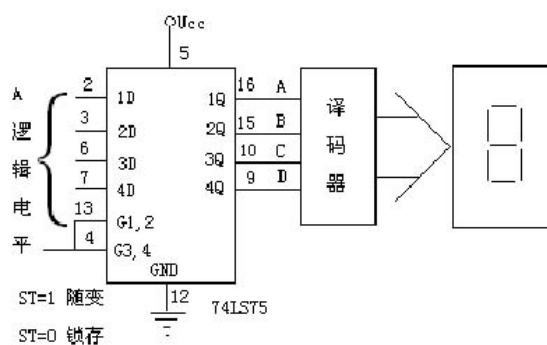


图 20.2

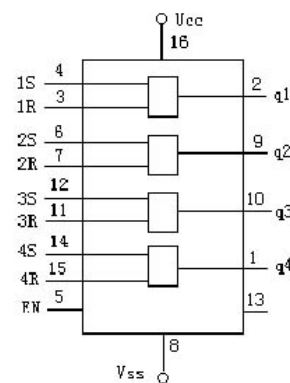


图 20.3

2. 三态输出触发器功能及应用

4043 为三态 R-S 触发器，其包含有 4 个 R-S 触发器单元，输出端均用 CMOS 传输门对输出状态施加控制。当传输门截止时，电路输出呈“三态”，即高阻状态。其管脚排列如图 20.3。

(1) 三态输出 R-S 触发器功能测试

验证 RS 触发器功能，并列出功能表。

注意：(a) 不用的输入端必须接地，输出端可悬空。

(b) 注意判别高阻状态。参考方法：输出端为高阻状态时用万用表电压档测量电压为零，用电阻档测量电阻为无穷大。

(2) 用三态触发器 4043 构成总线数据锁存器

图 20.4 是用 4043 和一个四 2 输入端与非门 4081（数据选通器）及一片 4069（做缓冲器）构成的总线数据锁存器。

(A) 分析电路的工作原理。（提示：ST 为选通端，R 为复位端，EN 为三态功能控制端）。

(B) 写出输出端 Q 与输入端 A、控制端 ST、EN 的逻辑关系。

(C) 按图接线，测试电路功能，验证 (1) 的分析。

注意：4043 的 R 和 EN 端不能悬空，可接到逻辑开关上。

四、思考和选做

1. 图 20.2 中，输出端 Q 与输入端 A 的相位是否一致？如果想使输出端与输入端完全一致，应如何改动电路？

2. 如果将输入端 A 接不同频率脉冲信号，输出结果如何？

五、实验报告

- 总结三态输出触发器的特点。
- 整理并画出以 4043 和 74LS75 巧的逻辑功能表
- 比较图 20.2 和图 20.4 锁存器的异同，总结锁存器的组成、功能及应用。

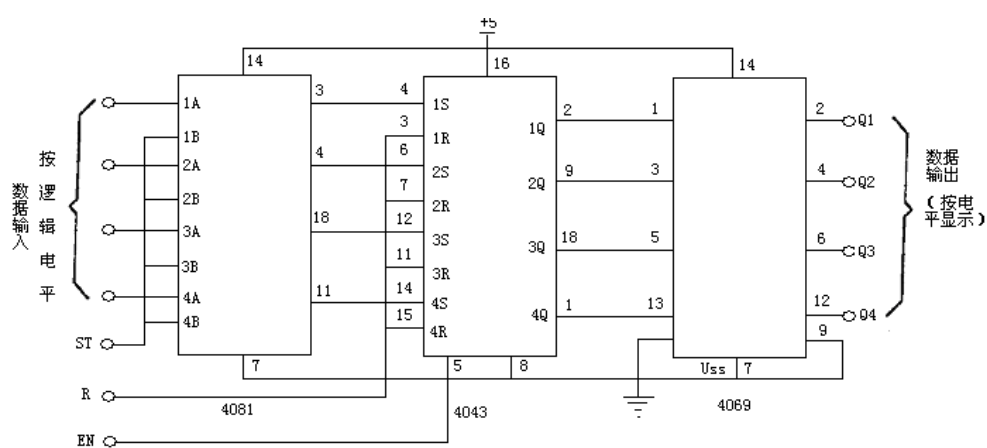


图 20.4

实验二十一 时序电路测试及研究

一、实验目的

1. 掌握常用时序电路分析，设计及测试方法。
2. 训练独立进行实验的技能。

二、实验仪器及材料

1. 双踪示波器

- | | | | |
|-------|---------|-----------|-----|
| 2. 器件 | 74LS73 | 双 J—K 触发器 | 2 片 |
| | 74LS175 | 四 D 触发器 | 1 片 |
| | 74LS10 | 三输入端三与非门 | 1 片 |
| | 74LS00 | 二输入端四与非门 | 1 片 |

三、实验内容

1. 异步二进制计数器

- (1) 按图 21.1 接线。

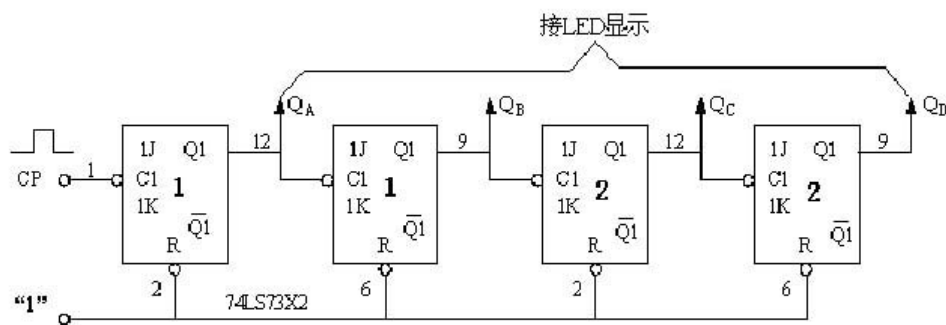


图 21.1

- (2) 由 CP 端输入单脉冲，测试并记录 $Q_A \sim Q_D$ 端状态及波形。
- (3) 试将异步二进制加法计数改为减法计数，参考加法计数器，要求实验并记录。

2. 异步二—十进制加法计数器

- (1) 按图 21.2 接线。 Q_A 、 Q_B 、 Q_C 、 Q_D 4 个输出端分别接发光二极管显示，CP 端接连续脉冲或单脉冲。
- (2) 在 CP 端接连续脉冲，观察 CP、 Q_A 、 Q_B 、 Q_C 及 Q_D 的波形。
- (3) 画出 CP、 Q_A 、 Q_B 、 Q_C 及 Q_D 的波形。



(1) 按图 21.3 接线, 将 A、B、C、D 置为 1000, 用单脉冲计数, 记录各触发器状态。

(1) 按图 21.3 接线, 将 A、B、C、D 置为 1000, 用单脉冲计数, 记录各触发器状态。



(2) 按图 21.4 接线, 与非门用 74LS10 三输入端三与非门重复上述实验, 对比实验结果, 总结关于自启动的体会。

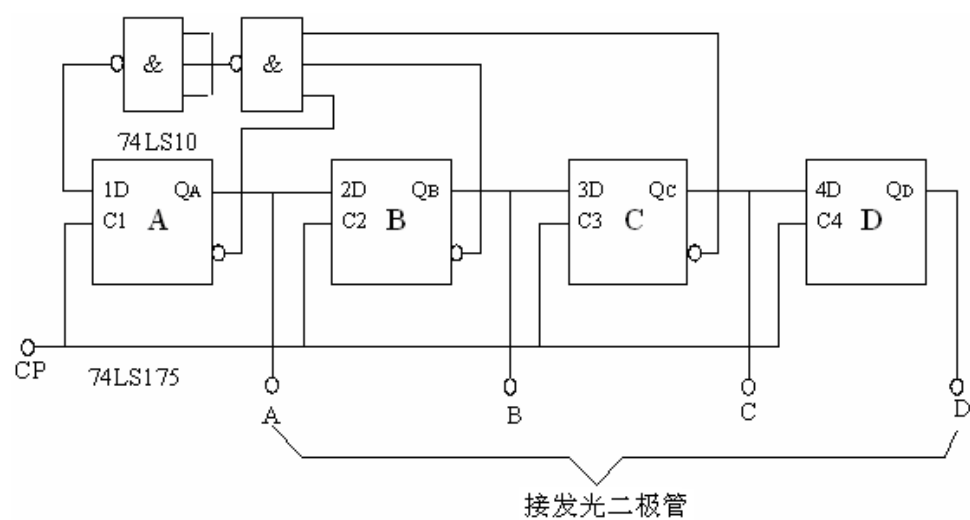


图 21.4

四、实验报告

1. 画出实验内容要求的波形及记录表格。
2. 总结时序电路特点。

实验二十二 集成计数器及寄存器

一、实验目的

- 1. 熟悉集成计数器逻辑功能和各控制端作用。
- 2. 掌握计数器使用方法。

二、实验仪器及材料

- 1. 双踪示波器
- 2. 器件 74LS90 十进制计数器 2 片
 74LS00 二输入端四与非门 1 片

三、实验内容及步骤

- 1. 集成计数器 74LS90 功能测试。
74LS90 是二一五十一进制异步计数器。
逻辑简图为图 22.1 所示：

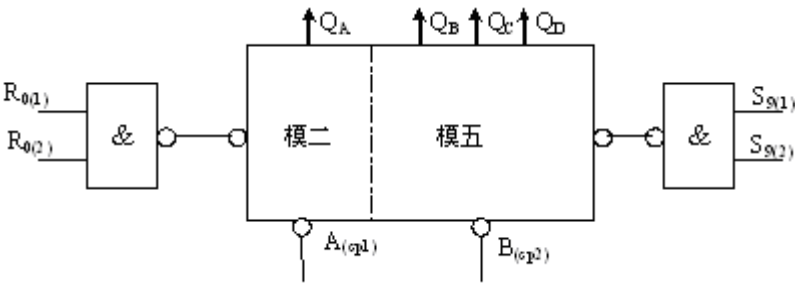


图 22.1 74LS90 逻辑图

74LS90 具有下述功能：

- (1)直接置 0 ($R_{0(1)} \cdot R_{0(2)}=1$)；直接置 9 ($S_{9(1)} \cdot S_{9(2)}=1$)。
- (2)二进制计数 (Cp1 输入 Q_A 输出)
- (3)五进制计数 (CP2 输入 Q_D, Q_C, Q_B 输出)
- (4)十进制计数 (两种接法如图 21.2 A、B 所示)

按芯片引脚图分别测试上述功能，并填入表 22.1、表 22.2、表 22.3 中。

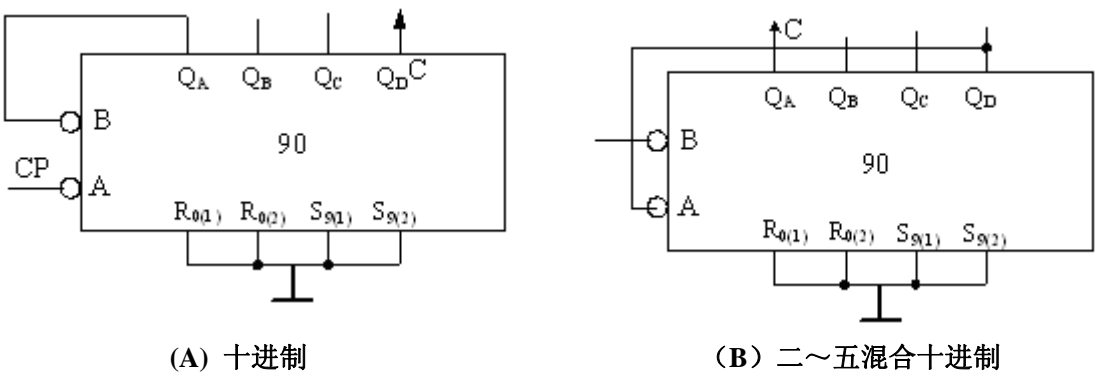


图 22.2 十进制计数器

2. 计数器级连

分别用 1 片 74LS90 计数器级连成二一五混合十进制、十进制计数器。

- (1) 画出连线电路图。
- (2) 按图接线，并将输出端接到数码显示器的相应输入端，用单脉冲作为输入脉冲验证设计是否正确。
- (3) 画出四位十进制计数器连接图并总结多级计数级连规律。

表 22.1 功能表

$R_0(1)$	$R_0(2)$	$R_9(1)$	$R_9(2)$	输出 $Q_dQ_cQ_bQ_a$
H	H	L	X	
H	H	X	L	
X	X	H	H	
X	L	X	L	
L	X	L	X	
L	X	X	L	
X	L	L	X	

表 22.2 二一五混合十进制

计数	输出			
	Q_A	Q_D	Q_C	Q_B
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

表 22.3 十进制

计数	输出			
	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

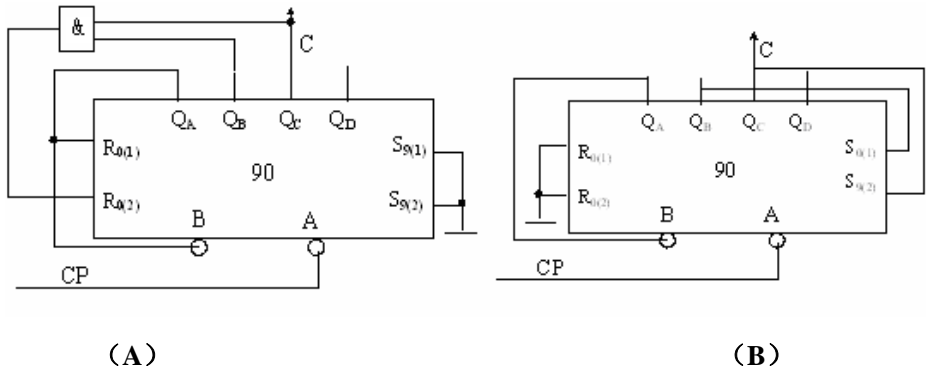


图 22.3 74LS90 实现七进制计数方法

3. 任意进制计数器设计方法

采用脉冲反馈法(称复位法或置位法)可用 74LS90 组成任意模(M)计数器。图 22.3 是用 74LS90 实现模 7 计数器的两种方案，图 (A) 采用复位法，即计数计到 M 异步清 0。图 (B) 采用置位法，即计数计到 M—1 异步置 9。

当实现十以上进制的计数器时可将多片级连使用。

图 22.4 是 45 进制计数的一种方案，输出为 8421BCD 码。

- (1) 按图 22.4 接线，并将输出接到显示器上验证。
- (2) 设计一个六十进制计数器并接线验证。
- (3) 记录上述实验各级同步波形。

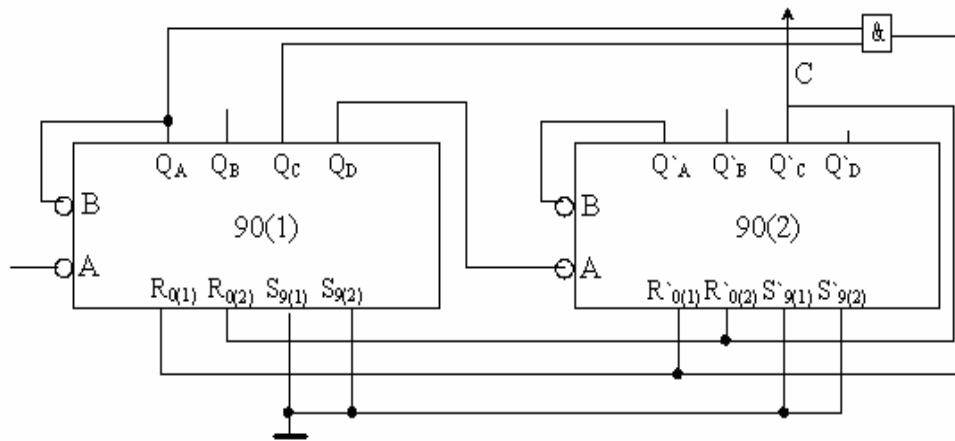


图 22.4

四、实验报告

1. 整理实验内容和各实验数据。
2. 画出实验内容上 1、2 所要求的电路图及波形图。
3. 总结计数器使用特点。

实验二十三 译码器和数据选择器

一、实验目的

1. 熟悉集成译码器。
2. 了解集成译码器应用。

二、实验仪器及材料

1. 双踪示波器
2. 器件

74LS139	2—4 线译码器	1 片
74LS153	双 4 选 1 数据选择器	1 片
74LS00	二输入端四与非门	1 片

三、实验内容

1. 译码器功能测试

将 74LS139 译码器按图 23.1 接线，按表 23.1 输入电平分别置位，填输出状态表。

表 23.1

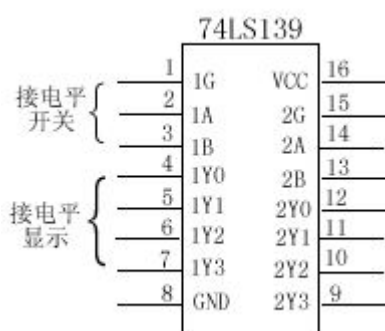


图 23.1

输入			输出			
使能	选择					
G	B	A	Y0	Y1	Y2	Y3
H	X	X				
L	L	L				
L	L	H				
L	H	L				
L	H	H				

2. 译码器转换

将双 2—4 线译码器转换为 3—8 线译码器。

- (1) 画出转换电路图。
- (2) 在学习机上接线并验证设计是否正确。
- (3) 试设计并填写该 3—8 线译码器功能表，画出输入、输出波形。

3. 数据选择器的测试及应用

- (1) 将双 4 选 1 数据选择器 74LS153 参照图 23.2 接线，测试其功能并填写功能表。
- (2) 将学习机脉冲信号源中固定连续脉冲 4 个不同频率的信号接到数据选择器 4 个输入端，将选择端置位，使输出端可分别观察到 4 种不同频率脉冲信号。
- (3) 分析上述实验结果并总结数据选择器作用。

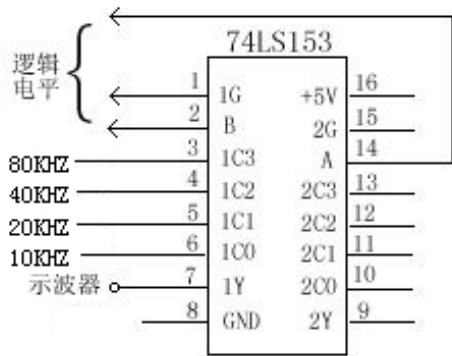


图 23.2

表 23. 2

选择端	数据输入端	输出控制	输出
B A	C0C1C2C3	G	Y
X X	X X X X	H	
L L	L X X X	L	
L L	H X X X	L	
L H	X L X X	L	
L H	X H X X	L	
H L	X X L X	L	
H L	X X H X	L	
H H	X X X L	L	
H H	X X X H	L	

四、实验报告

- 1. 画出实验要求的波形图。
- 2. 画出实验内容 2、3 的接线图。
- 3. 总结译码器和数据选择的使用体会。

实验二十四 波形产生及单稳态触发器

一、实验目的

1. 熟悉多谐振荡器的电路特点及振荡频率估算方法。
2. 掌握单稳态触发器的使用。

二、实验仪器及材料

- | | | | |
|----------|--------|--------------|-----|
| 1. 双踪示波器 | | | |
| 2. 元器件: | 74LS00 | 二输入端四与非门 | 1 片 |
| | CD4069 | 六反相器 | 1 片 |
| | 74LS04 | 六反相器 | 1 片 |
| | 电位器 | 10K Ω | 1 只 |

三、实验内容

1. 多谐振荡器

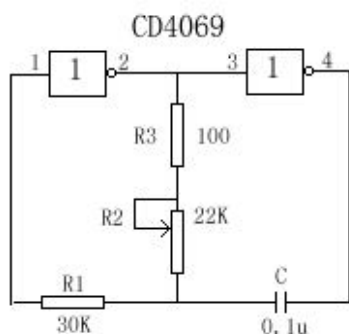


图 24.1

- (1) 由 CMOS 门构成多谐振荡器，电路取值一般应满足 $R_1 = (2 \sim 10) R_f$ 周期 $T \approx 2.2 R_f C$ 。

在学习机上按图 24.1 接成，并测试频率范围。

若 C 不变，要想输出 1KHZ 频率波形。计算 R_2 的值并验证分析误差。

若要实现 10KHZ~100KHZ 频率范围，选用上述电路并自行设计参数，接线实验并测试。

- (2) 由 TTL 门电路构成多谐振荡器

按图 24.2 接线，用示波器测量频率变化范围。观测 A、B、 V_O 各点波形并记录。

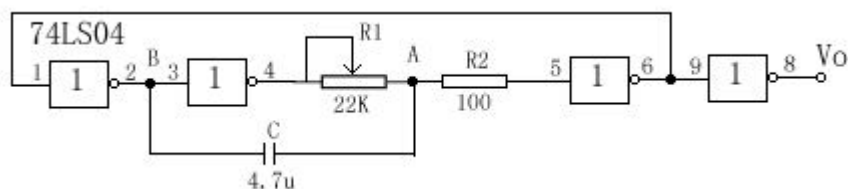


图 24.2

2. 单稳态触发器

- (1) 用一片 74LS00 接成如图 24.3 所示电路，输入脉冲用上面实验中由 CMOS 门电路构成的多谐振荡器所产生的脉冲。

- (2) 选三个频率（易于观察）

记录 A、B、C 上各点波形。

- (3) 若要改变输出波形宽度（例如增加）应如何改变电路参数？
用实验验证。

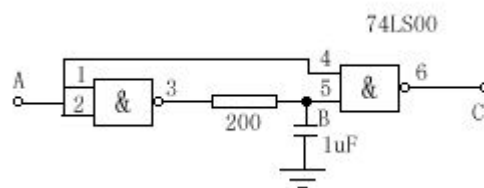


图 24.3

四、实验报告

1. 整理实验数据及波形。
2. 画出振荡器与单稳态触发器联调实验电路图。
3. 写出实验中各电路脉宽估算值，并与实验结果对照分析。

实验二十五 555 时基电路

一、实验目的

1. 掌握 555 时基电路的结构和工作原理，学会对此芯片的正确使用。
2. 学会分析和测试用 555 时基电路构成的多谐振荡器、单稳态触发器、RS 触发器等三种典型电路。

二、实验仪器及材料

1. 示波器
2. 器件

NE556, (或 LM556, 5G556 等) 双时基电路	1 片
二极管 1N4148	2 只
电位器 22K、1K	2 只
电阻、电容	若干
扬声器	一个

三、实验内容

1. 555 时基电路功能测试

本实验所用的 555 时基电路芯片为 NE556。同一芯片上集成了二个各自独立的 555 时基电路，图中各管脚的功能简述如下：

TH 高电平触发端：当 TH 端电平大于 $2/3V_{cc}$ ，输出端 OUT 呈低电平，DIS 端导通。

\overline{TR} 低电平触发端：当 \overline{TR} 端电平小于 $1/3V_{cc}$ 时，OUT 端呈现高电平，DIS 端关断。

\overline{R} 复位端： $\overline{R}=0$ ，OUT 端输出低电平，DIS 端导通。

VC 控制电压端：VC 接不同的电压值可以改变 TH。 \overline{TR} 的触发电平值。

DIS 放电端：其导通或关断为 RC 回路提供了放电或充电的通路。

OUT 输出端：芯片的功能如表 25.1 所示。管脚如图 25.1 所示。功能简图如图 25.2 所示。

(1) 按图 25.3 接线。可调电压取自电位器分压器。

(2) 按表 25.1 逐项测试其功能并记录。

表 25.1

TH	\overline{TR}	\overline{R}	OUT	DIS
X	X	L	L	导通
$>2/3V_{cc}$	$>1/3 V_{cc}$	H	L	导通
$<2/3V_{cc}$	$>1/3V_{cc}$	H	原状态	原状态
$<2/3V_{cc}$	$<1/3V_{cc}$	H	H	关断

2. 555 时基电路构成的多谐振荡器，电路如图 25.4 所示。

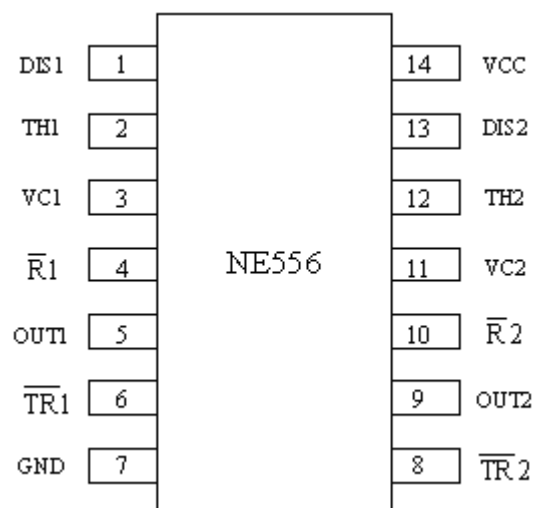


图 25.1 时基电路 556 管脚图

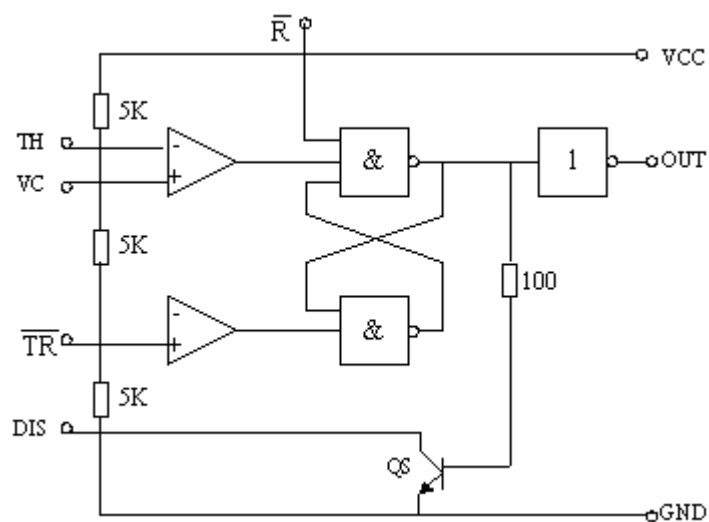


图 25.2 时基电路功能简图

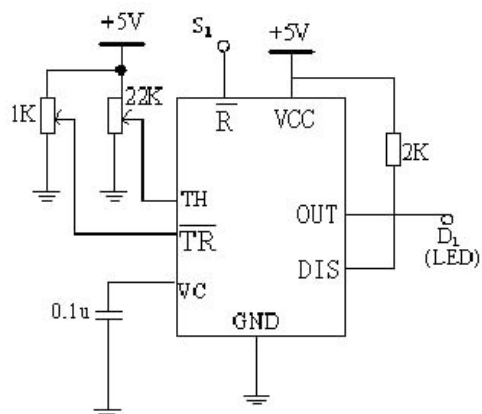


图 25.3 测试接线

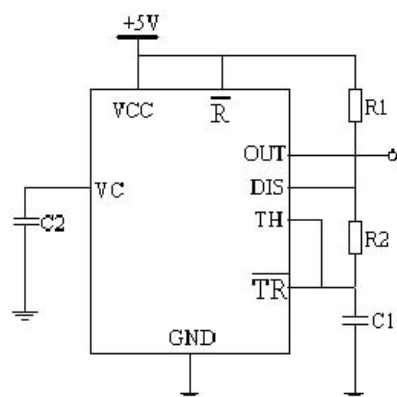


图 25.4 多谐振荡器电路

(1) 按图接线。图中元件参数如下：

$$R1=12K\Omega \quad R2=5K1\Omega$$

$$C1=0.047\mu F \quad C2=0.1\mu F$$

(2) 用示波器观察并测量 OUT 端波形的频率。

和理论估算值比较，算出频率的相对误差值。

(3) 若将电阻值改为 $R1=5K1\Omega$ ， $R2=10K\Omega$ ，电容 C 不变，上述的数据有何变化？

(4) 根据上述电路的原理，充电回路的支路是 $R1 \rightarrow R2 \rightarrow C1$ ，放电回路的支路是 $R2 \rightarrow C1$ ，将电路略作修改，增加一个电位器 R_w 和两个引导二极管，构成图 25.4 所示的占空比可调的多谐振荡器。

$$q = \frac{R1}{R1 + R2}$$

其占空比为

改变 R_w 的位置，可调节 q 值。

合理选择元件参数（电位器选用 $22K\Omega$ ）使电路的占空比 $q=0.2$ ，调试正脉冲宽度为 $0.2ms$ 。

调试电路，测出所用元件的数值，估算电路的误差。

3. 555 构成的单稳态触发器

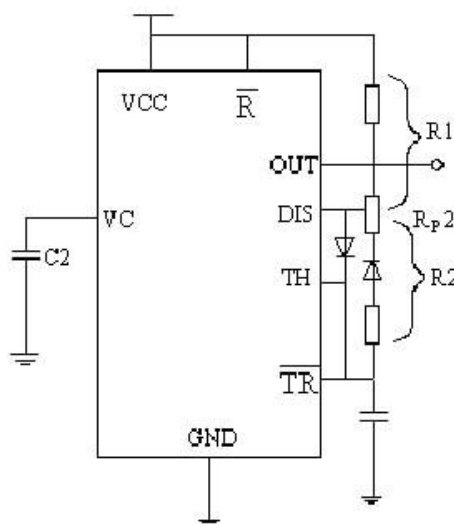


图 25.5 占空比可调的多谐振荡器电路

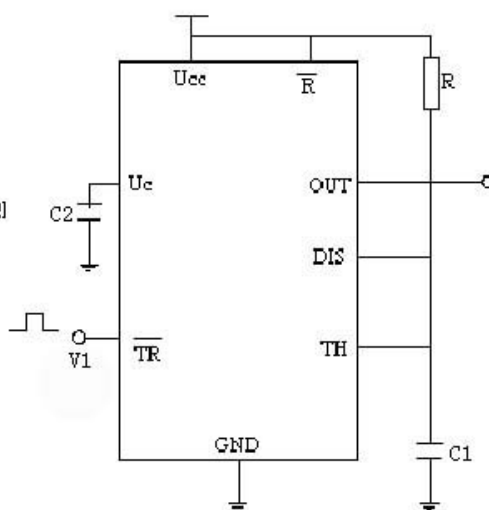


图 25.6 单稳态触发器电路

实验如图 25.6 所示。

(1) 按图 25.6 接线，图中 $R=5K1\Omega$ ， $C1=0.01\mu F$ ， $V1$ 是频率约为 $10KHZ$ 左右的方波时，用双踪示波器观察 OUT 端相对于 $V1$ 的波形，并测出输出脉冲的宽度 T 。

(2) 调节 $V1$ 的频率，分析并记录观察到的 OUT 端波形的变化。

(3) 若想使 $T_w=10\mu S$ ，怎样调整电路？因出此时各有关的参数值。

4. 555 时基电路构成的 R—S 触发器

实验如图 25.7 所示：

(1) 先令 VC 端悬空。调节 R 、 \bar{S} 端的输入电平值，观察 V_O 的状态在什么时刻由 0 变 1？或由 1 变 0？测出 V_O 的状态切换时， R 、 \bar{S} 端的电平值。

(2) 若要保持 V_O 端的状态不变。用实验法测定 R 、 \bar{S} 端应在什么电平范围内？整理实验数

据，列成真值表的形式。和 R—SFF 比较，逻辑电平、功能等有何异同。

(3) 若在 VC 端加直流电压 V_{C-V} ，并令 V_{C-V} 分别为 2V、4V 时。测出此时 V_O 状态保持和切换时 R、 \bar{S} 端应加的电压值是多少？试用实验法测定。

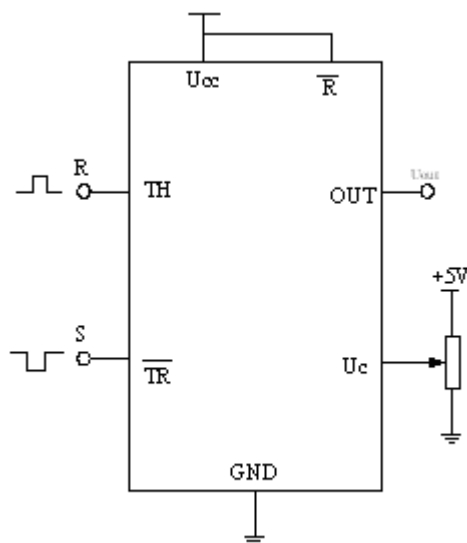


图 25.7 R—S 触发器电路

5. 应用电路

图 25.8 所示用 556 的两个时基电路构成低频对高频调制的救护车警铃电路。

(1) 参考实验内容 2 确定图 25.8 中未定元件参数。

(2) 按图接线，注意扬声器先不接。

(3) 用示波器观察输出波形并记录。

(4) 接上扬声器，调整参数到声响效果满意。

6. 时基电路使用说明

556 定时器的电源电压范围较宽，可在 +5 ~ +16V 范围内使用（若为 CMOS 的 555 芯片则电压范围在，+3 ~ +18V 内）

电路的输出有缓冲器，因而有较强的带负载能力，双极性定时器最大的灌电流和拉电流都在 200mA 左右，因而可直接推动 TTL 或 CMOS 电路中的各种电路，包括能直接推动蜂鸣器等器件。

本实验所使用的电源电压 $V_{CC}=+5V$ 。

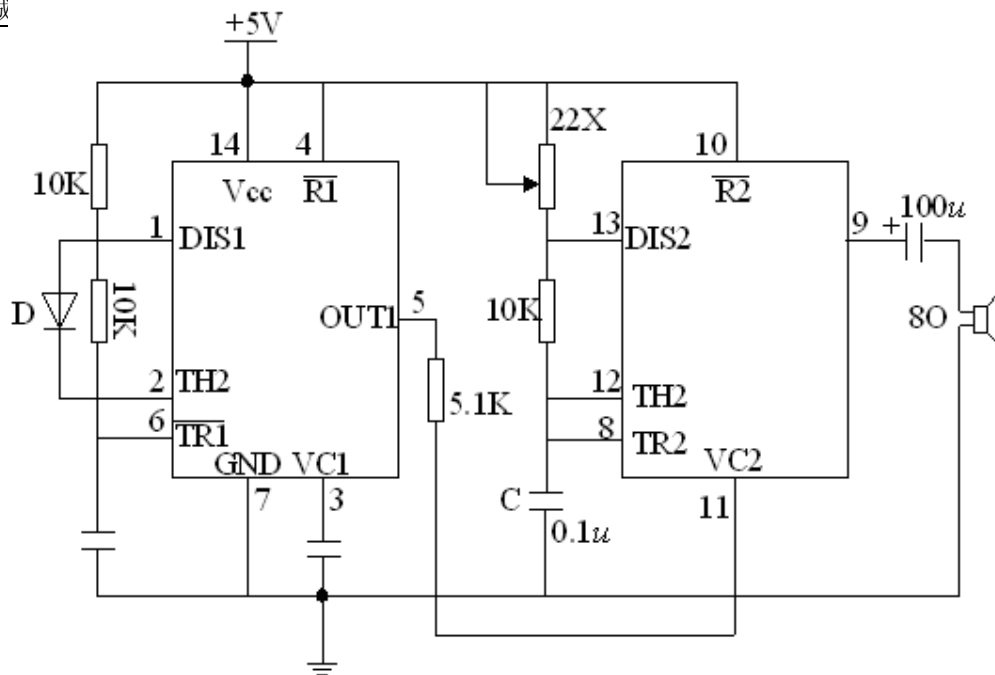


图 25.8 用时基电路组成警铃电路

四、实验报告

1. 按实验内容各步要求整理实验数据。
2. 画出实验内容 3 和 5 中的相应波形图。
3. 画出实验内容 5 最终调试满意的电路图并标出各元件参数。
4. 总结时基电路基本电路及使用方法。

附录一 电子元器件的使用常识

一、电阻器

电阻器是电子电器设备中用得最多的基本元件之一。它的种类繁多，形状各异，功率也各有不同，在电路中用来控制电流、分配电压。

1. 电阻器的种类

按电阻器的结构形式分类：可分为固定电阻器和可调电阻器两大类。

(1) 固定电阻器：固定电阻器的电阻值是固定不变的，阻值大小就是它的标称阻值。

(2) 可调电阻器：可调电阻器主要指滑动电阻器、电位器，它们的阻值可以在小于标称值的范围内变化。

按电阻器的材料的不同分类：可分为碳质电阻器、膜式电阻器和绕线电阻器三大类。常见的膜式电阻由碳膜电阻和金属膜电阻等组成。

2. 电阻器的型号及命名

电阻器的型号很多，根据国家标准（GB2470）规定，国产电阻器的型号由四个部分组成。

第一部分用字母表示产品名称，如 R 表示电阻，W 表示电位器。

第二部分用字母表示产品制作材料，如用 T 表示碳膜，用 J 表示金属膜，用 X 表示线绕等，如下表所示：

符号	H	I	J	N	S	T	X	Y
材料	合成膜	玻璃釉膜	金属膜	无机实心	有机实心	碳膜	线绕	氧化膜

第三部分用数字或字母表示产品分类如下两表所示：

数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9
产品分类	普通	普通	超高频	高阻	高温	—	精密	高压	特殊

字母	G	T	W	D
产品分类	高功率	可调	—	

第四部分用数字表示产品序列号。例如 RJ-1 表示精密金属膜电阻，RXT-2 表示可调线绕电阻。

3. 电阻器的主要性能指标

(1) 允许偏差

允许偏差是指电阻器的标称阻值与实际阻值之差。在电阻器的生产过程中，由于技术原因实际电阻值与标称电阻值之间难免存在偏差，因而规定了一个允许偏差参数，也称为精度。常用电阻器的允许偏差分别为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ ，对应的精度等级分别为 I、II、III 级。我国电阻器的标称阻值有 E6、E12、E24、E48、E96、E192 几种系列，其中 E6、E12、E24 比较常用。

(2) 额定功率

电阻接入电路后，通过电流时便会发热，当温度过高将会烧毁电阻。所以不但要选择电阻阻值，还要正确选择电阻额定功率。在电路图中，通常不加功率标注的电阻均为 $1/8W$ 的。

电阻器的额定功率选择，一般不能过大，也不能过小。过大势必增大电阻的体积，过小则会烧毁电阻。一般情况下所选用的电阻值应使额定功率大于实际消耗功率的两倍左右，以确保电阻器的可靠性。

4. 电阻器的识别方法

电阻器的主要参数（标称阻值和允许误差）可标在电阻器上，以供识别。国内电阻器的标称阻值的表示方法有直标法、文字符号法、色标法。

固定电阻器的常用标志方法有以下三种：

(1) 直标法：就是在电阻的表面直接用数字和单位符号标出产品的标称阻值，其允许误差直接用百分数表示，它的优点是直观，一目了然。但体积小的电阻则无法这样标注。

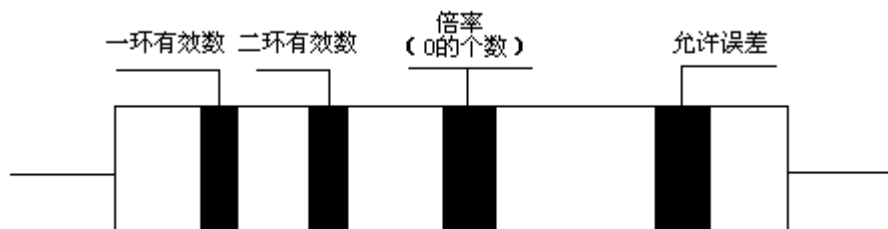
(2)文字符号法：在电阻的表面用文字、数字有规律地组合来表示阻值。阻值的符号和阻值精度的描述都有一定的规则。

(3)色标法：小功率电阻较多情况使用色标法，特别是 0.5W 以下的碳膜和金属膜电阻更为普遍。用不同色环标明阻值及误差，具有标志清晰、从各个角度都容易看清标志的优点。

用色码带标志的电阻器上有 3 个或 3 个以上的色码带（也称色环）。最靠近电阻器一端的第一条色码带的颜色表示第一位数字；第二条色码带的颜色表示第二位数字；第三条色码带的颜色表示乘数；第四条色码带的颜色表示允许误差。如果有五条色码带，其中第一、第二、第三条色码带表示第一、第二、第三位数，第四条表示乘数，第五条表示允许误差。色码带标志法在家用电器和音像设备中的电阻器上应用极为广泛。部分进口电阻器及常使用的碳膜电阻器均采用这种标志方法。

在识读时，一定要看清最靠近电阻器一端的第一条色码带，否则会引起误读。四条色码带的电阻器色标符号规定如下表所示：

颜色	第一条色码环	第二条色码环	第三条色码环	第四条色码环
黑	0	0	$\times 10^0$	—
棕	1	1	$\times 10^1$	—
红	2	2	$\times 10^3$	—
橙	3	3	$\times 10^4$	—
黄	4	4	$\times 10^4$	—
绿	5	5	$\times 10^5$	—
蓝	6	6	$\times 10^6$	—
紫	7	7	$\times 10^7$	—
灰	8	8	$\times 10^8$	—
白	9	9	$\times 10^9$	—
金	—	—	$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
银	—	—	$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
本色	—	—	—	$\pm 20\%$



例：某一电阻器最靠近某一端的色码带按顺序排列分别为红、紫、橙、金色。查阅上表可知该电阻器的阻值为 $27\text{k}\Omega$ ，允许误差为 $\pm 5\%$ 。

二、电容器

电容在电路中具有隔断直流电，通过交流电的特点。因此常用于级间耦合、滤波、去耦、旁路及信号调谐等方面。

电容器按结构形式可分为：固定电容器、可调电容器、半可调电容器。按介质材料的不同又可分为：气体介质电容、液体介质电容、无机固体电容。其中无机固体电容最常见，如云母电容，陶瓷电容，电解电容。

电容器按极性可分为：有极性电容和无极性电容。常见的电解电容是有极性的电容，接入电路时要分清极性，正极接高电位，负极接低电位。极性接反将使电容器的漏电流剧增，最后损坏电容器。

1. 标称容量

加上电压后它能储存电荷的能力。储存电荷越多，电容量越大；反之，电容量越小。标在电容外部上的电容量数值称电容的标称容量。电容量的单位有：法拉 (F)、毫法 (mF)、微法 (μF)、纳法 (nF)、皮法 (pF)。它们之间的换算关系是： $1\text{F}=10^3\text{mF}=10^6\mu\text{F}=10^9\text{nF}=10^{12}\text{pF}$ 。

2. 额定电压

接入电路后，能连续可靠地工作，不被击穿时所能承受的最大直流电压。使用时绝对不允许超过这个电压值，否则电容就要损坏或被击穿。一般选择电容额定电压应高于实际工作电压的 10%~20%。如果电容用于交流电路中，其最大值不能超过额定的直流工作电压。

3. 允许误差

电容的容量误差一般分为三级，即：±5%、±10%、±20%，或写成 I 级、II 级、III 级。有的电解电容的容量误差可能大于 20%。

4. 标注容量值

例：3 μ3 表示 3.3 μF ；5n9 的表示 5900pF；还有不标单位的情况，当用 1~4 位数字表示时，容量单位为皮法 (pF)；当用零点零几或零点几数字表示时，单位为微法 (μF)。例：3300 表示 3300pF；0.056 表示 0.056 μF 。

一般用三位数表示电容容量大小。前面两位数字为容量有效值，第三位表示有效数字后面零的个数，单位是皮法 (pF)。例：102 表示 1000pF；221 表示 220pF；104 表示 100000pF(0.1 μF)。在这种表示方法中有一个特殊情况，就是当第三位数字用“9”表示时，表示有效值乘上 10^{-1} ，例：229 表示 $22 \times 10^{-1}=2.2\text{pF}$ 。

5. 电解电容器极性的判别

注意：电解电容是有极性的电容，使用时必须注意极性，正极接高电位，负极接低电位，极性接反时会引起电容器爆炸。

(1) 外观识别：通过管脚和电容体的白色色带来判别：带“-”号的白色色带对应的脚为负极，短脚是负极，长脚是正极。

(2) 万用表识别：利用电解电容器正接（黑表笔接正极，红表笔接负极）时漏电流小，漏电阻大；反接时漏电流大，漏电阻小的特点进行判别。

6. 电容器的使用常识：

选用适当的型号：一般在低频电路中，耦合和旁路电容采用电解电容；高频电路中多采用瓷片电容。

选用适当的容量：在一般电路中对容量要求不太严格，应选用比设计值略大些的电容；在振荡、延时、选频、滤波等特殊电路中，应选用与设计值尽量一致的电容；当现有电容与要求的容量不一致时，可采用串联或并联的方法选配。

耐压选择：电容器的耐压值应高于实际工作电压两倍以上。

电解电容的接法：电解电容的容量较大，且有正负之分。正极接高电位，负极接低电位，接反很可能会引起电容炸裂。在电容出厂时，长脚为正极，短脚为负极；也可通过电容体上带有“-”号的色带所对应的脚来判断负极。

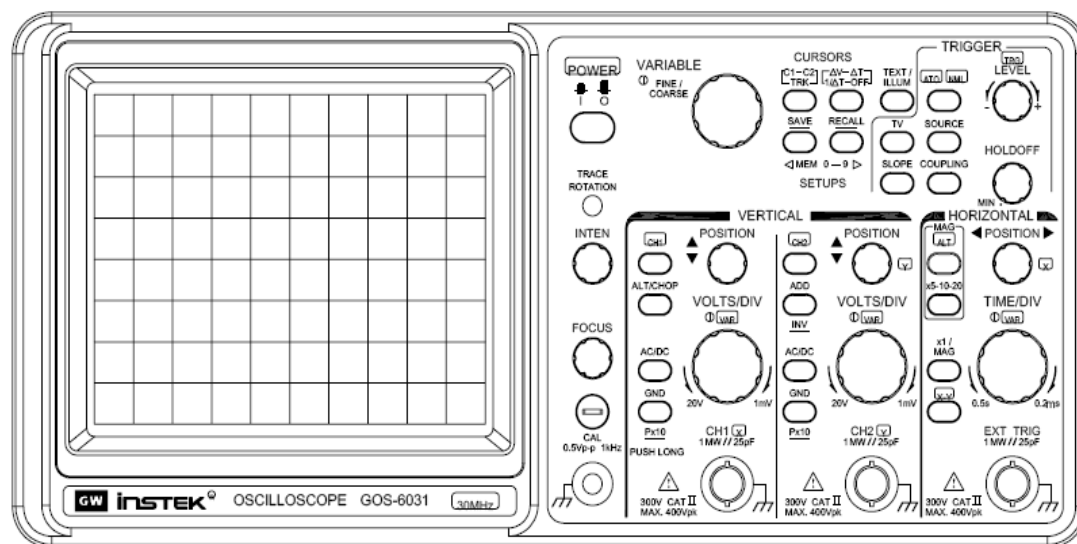
频率范围：电容器的选用，除了注意容量、耐压之外，还应注意其可用的频率范围。

附录二 GOS-6031 模拟示波器

一、面板介绍

打开电源后，所有的主要面板设定都会显示在屏幕上。LED 位于前板用于辅助和指示附加资料的操作。不正确的操作、或将控制钮转到底时，蜂鸣器都会发出警讯。所有的按钮、TIME/DIV 控制钮都是电子式选择，它们的功能和设定都可以被存储。

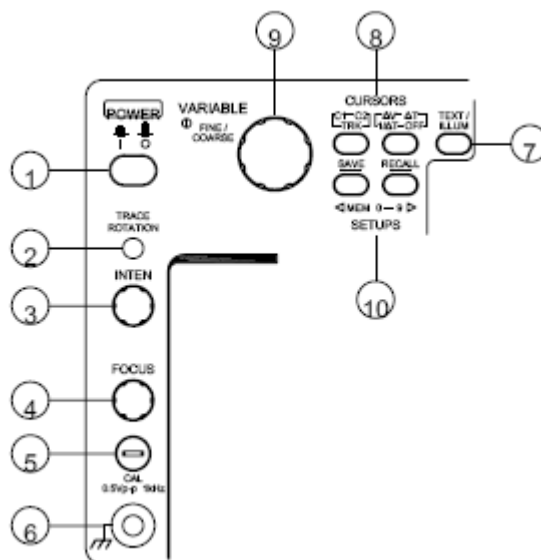
前面板可以分成四大部分：显示器控制、垂直控制、水平控制、触发控制。



1、前面板

显示器控制：

显示器控制钮调整屏幕上的波形和提供探棒补偿的信号源



(1) POWER

当电源接通时，LED 全部会亮，一会儿以后，一般的操作程序会显示，然后执行上次开机前的设定，LED 显示进行中的状态。

(2) TRACE ROTATION

TRACE ROTATION 是使水平轨迹与刻度线成平行的调整钮, 这个电位器可用小螺丝起来调整。

(3) INTEN—控制钮

这个控制钮用于调节波形轨迹亮度, 顺时针方向调整增加亮度, 反时针方向减低亮度。

(4) FOCUS

轨迹和光标读出的聚焦控制钮。

(5) CAL

此端子输出一个0.5V_{p-p}、1kHz 的参考信号, 给探棒使用。

(6) Ground socket——香蕉接头接到安全的地线

此接头可作为直流的参考电位和低频信号的测量。

(7) TEXT/ILLUM——具有双重功能的控制钮。

这个按钮用于选择TEXT 读值亮度功能和刻度亮度功能。以“TEXT”或“ILLUM”显示在读值装置中。以下次序将发生(按钮后)

“TEXT”——“ILLUM”——“TEXT”

TEXT/ILLUM 功能和VARIABLE(9)控制钮相关。顺时针旋转此钮增加

TEXT 亮度或刻度亮度。反时针则减低, 按此钮可以打开或关闭

TEXT/ILLUM 功能。

(8) 光标量测功能(CURSORS MEASUREMENT FUNCTION)(GOS-6021)有两个按钮和VARIABLE(9)控制钮有关。

▽V—▽T—1/▽T—OFF 按钮当此按钮按下时, 三个量测功能将以下面的次序选择。

▽V: 出现两个水平光标, 根据VOLTS/DIV 的设置, 可计算两条光标之间的电压。▽V 显示在CRT 上部。

▽T: 出现两个垂直光标, 根据TIME/DIV 设置, 可计算出两条垂直光标之间的时间, ▽T 显示在CRT 上部。

1/▽T: 出现两个垂直光标, 根据TIME/DIV 设置, 可计算出两条垂直光标之间时间的倒数, 1/▽T 显示在CRT 上部。

C1—C2—TRK 按钮光标1, 光标2, 轨迹可由此钮选择, 按此钮将以下面次序选择光标。

C1: 使光标1 在CRT 上移动(▼或▲符号被显示)

C2: 使光标2 在CRT 上移动(▼或▲符号被显示)

TRK: 同时移动光标1 和2, 保持两个光标的间隔不变。(两个符号都被显示)


(9) VARIABLE


通过旋转或按VARIABLE 按钮, 可以设定光标位置, TEXT/ILLUM 功能。在光标模式中, 按VARIABLE 控制钮可以在FINE(细调)和COARSE(粗调)之间选择光标位置, 如果旋转VARIABLE, 选择FINE 调节, 光标移动得慢, 选择COARSE 光标移动得快。

在TEXT/ILLUM 模式, 这个控制钮用于选择TEXT 亮度和刻度亮度, 请参考TEXT/ILLUM(7)部分。

(10) ▲ MEMO-0-9 ▼ --SAVE/RECALL

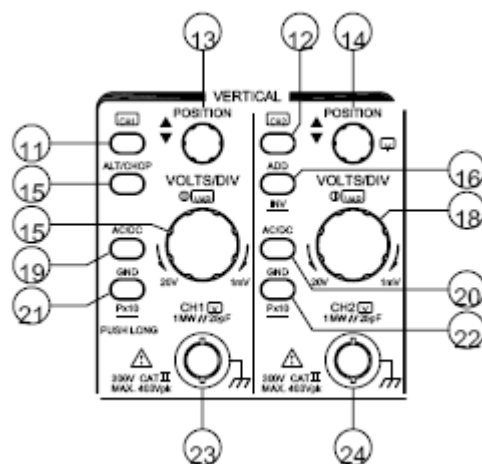
此仪器包含10 组稳定的记忆器, 可用于储存和呼叫所有电子式的选择钮的设定状态。

按▲或▼钮选择记忆位置, 此时“M”字母后0~9 之间数字, 显示存储位置。每按一下▼, 储存位置的号码会一直增加, 直到数字9。按▲钮则一直减小到0 为止。按住SAVE 约3 秒钟将状态存贮到记忆器, 并显示“SAVE”讯息。屏幕上有  显示

呼叫前板的设定状态。如上述方式选择呼叫记忆器, 按住RECALL 钮3 秒钟, 即可呼叫先前设定状态。并显示“RECALL”的讯息。屏幕  上有显示。

垂直控制:

垂直控制按钮选择输出信号及控制幅值



(1) CH1—按钮

(2) CH2—按钮

快速按下CH1 (CH2) 按钮, 通道1 (通道2) 处于导通状态, 偏转系数将以读值方式显示。

(3) CH1 POSITION—控制钮

(4) CH2 POSITION—控制钮

通道1 和 2 的垂直波形定位可用这两个旋钮来设置。X-Y 模式中, CH2 POSITION 可用来调节Y轴信号偏转灵敏度。

(5) ALT/CHOP

这个按钮有多种功能, 只有两个通道都开启后, 才有作用。

ALT—在读出装置显示交替通道的扫描方式。在仪器内部每一时基扫描后, 切换至CH1 或CH2, 反之亦然。

CHOP—切割模式的显示。

每一扫描期间, 不断于CH1 和CH2 之间作切割扫描。

(6) ADD-INV—具有双重功能的按钮。

ADD—读出装置显示 “+” 号表示相加模式。输入信号相加或是相减的显示由相位关系和INV 的设定决定, 两个信号将成为一个信号显示, 为使测试正确, 两个通道的偏向系数必须相等。

INV—按住此钮一段时间, 设定CH2 反向功能的开/关, 反向状态将会于读出装置上显示 反向 ↓ 功能会使CH2信号反向180° 显示。

(7) CH1 VOLTS/DIV

(8) CH2 VOLTS/DIV-CH1/CH2 的控制钮有双重功能。

顺时针方向调整旋钮, 以1—2—5 顺序增加灵敏度, 反时针则减小。档位从1MV/DIV 到20V/DIV。如果关闭通道, 此控制钮自动不动作。使用中通道的偏向系数和附加资料都显示在读出装置上。

VAR—按住此钮一段时间选择VOLTS/DIV 作为衰减器或作为调整的功能。开启VAR 后, 以>符号显示, 反时针旋转此钮以减低信号的高度, 且偏向系数成为非校正条件。

(9) CH1, AC/DC

(10) CH2, AC/DC

按一下此钮, 切换交流 (～的符号) 或直流 (=的符号) 的输入耦合。此设定及偏向系数显示在读出装置上。

(11) CH1 GND—Px10

(12) CH2 GND—Px10—双重功能按钮。

GND: 按一下此钮, 使垂直放大器的输入端接地。接地符号  显示在读出装置上。

Px10: 按一下此钮一段时间, 取1: 1 和10: 1 之间的读出装置的通道偏向系数, 10: 1 的电压的探棒以符号表示在通道前(如: “P10”, CH1), 在进行光标电压测量时, 会自动包括探棒的电压因素, 如果10: 1 衰减探棒不使用, 符号不起作用。

(13) CH1-X—输入BNC 插座。

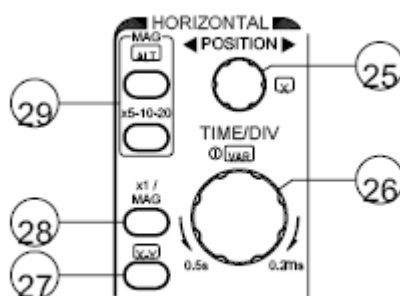
此BNC 插座是作为CH1 信号的输入, 在X-Y 模式, 此输入信号是位X 轴偏移, 为安全起见, 此端子外部接地端直接连到仪器接地点, 而此接地端也是连接到电源插座。

(14) CH2-Y—输入BNC 插座。

此BNC 插座是作为CH2 信号的输入。在X-Y 模式信号是为Y 轴的偏移, 为安全起见, 此端子接地端也连到电源插座。

水平控制:

水平控制可选择时基操作模式和调节水平刻度, 位置和信号的扩展。



(1) H POSITION

此控制钮可将信号以水平方向移动, 与MAG 功能合并使用, 可移动屏幕上任何信号。

在X-Y 模式中, 控制钮调整X 轴偏转灵敏度。

(2) TIME/DIV-VAR 控制旋钮

以1-2-5 的顺序递减时间偏向系数, 反方向旋转则递增其时间偏向系数。时间偏向系数会显示在读出装置上。在主时基模式时, 如果MAG 不动作, 可在0.5S/DIV 和0.2US/DIV 之间选择以1-2-5 的顺序的时间常数偏向系数。

VAR: 按住此钮一段时间选择TIME/DIV 控制钮为时基或可调功能, 打开VAR 后, 时间的偏向系数是校正的。直到进一步调整, 反时针方向旋转TIME/DIV以增加时间偏转系数(降低速度), 偏向系数为非校正的, 目前的设定以“>”符号显示在读出装置中。

(3) X-Y

按住此钮一段时间, 仪器可作为X-Y 示波器用。X-Y 符号将取代时间偏向系数显示在读出装置上。

在这个模式中, 在CH1 输入端加入X (水平) 信号, CH2 输入端加入Y (垂直) 信号。Y 轴偏向系数范围为少于1mV 到20V/DIV, 带宽: 500kHz。

(4) ×1/MAG

按下此钮, 将在×1 (标准) 和MAG(放大)之间选择扫描时间, 信号波形将会扩展 (如果用MAG 功能), 因此, 只一部分信号波形将被看见, 调整H POSITION 可以看到信号中要看到的部分。

(5) MAG FUNCTION (放大功能)

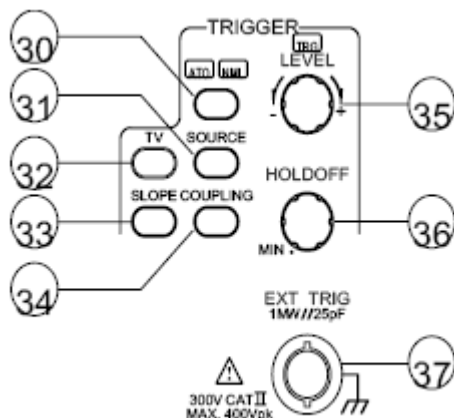
x5- x10- x20 MAG: 当处于放大模式时, 波形向左右方向扩展, 显示在屏幕中心。有三个档次的放

大率x5- x10- x20 MAG。按MAG 钮可分别选择。

ALT MAG: 按下此钮, 可以同时显示原始波形和放大波形。放大扫描波形在原始波形下面3DIV(格)距离处。

触发控制:

触发控制决定两个信号及双轨迹的扫描起点。



(1) ATO/NML-按钮及指示LED

此按钮选择自动或一般触发模式, LED 会显示实际的设定。每按一次控制钮, 触发模式依下面次序改变: ATO---NML---ATO

ATO (AUTO, 自动): 选择自动模式, 如果没有触发信号, 时基线会自动扫描轨迹, 只有TRIGGER LEVEL 控制钮倍调整到新的电平设定时触发电平才会改变。

NML(NORMAL): 选取一般模式, 当TRIGGER LEVEL 控制钮设定在信号峰之间的范围有足够的触发信号, 输入信号会触发扫描, 当信号未被触发, 就不会显示时基线轨迹。当使同步信号变成低频信号时, 使用这一模式。(25Hz 或更少)

(2) SOURCE

此按钮选择触发信号源, 实际的设定由直读显示(“SOURCE,Slope,coupling), 当按钮按下时, 触发源以下列顺序改变VERT—CH1—CH2—LINE—EXT—VERT VERT(垂直模式)

为了观察两个波形, 同步信号将随着CH1 和CH2 上的信号轮流改变。

CH1 触发信号源, 来自CH1 的输入端

CH2 触发信号源, 来自CH2 的输入端

LINE 触发信号源, 从交流电源取样波形获得。对显示与交流电源频率相关的波形极有帮助。

EXT 触发信号源从外部连接器输入, 作为外部触发源信号。

(3) TV—选择视频同步信号的按钮。

从混合波形中分离出视频同步信号, 直接连接到触发电路, 由TV 按钮选择水平或混合信号, 当前设定以 (SOURCE,VIDEO,POLARITY,TVV 或者TVH) 显示。当按钮按下时视频同步信号以下列次序改变。TV-T—TV-H—OFF—TV-V

TV-V: 主轨迹始于视频图场的开端· Slope 的极性必须配合复合视频信号的极性 (为负极性) 以便触发TV 信号场的垂直同步脉冲。

TV-H: 主轨迹始于视频图线的开端· Slope 的极性必须配合复合视频信号的极性, 以便触发在电视图场的水平同步脉冲。

(4) SLOPE—触发斜率选择按钮。

按一下此按钮选择信号的触发斜率以产生时基。每按一下此钮, 斜率方向会从下降缘移动到上升

缘，反之以然。

此设定在“SOURCE,SLOPE,COUPLING”状态下显示在读出装置上。如果在TV 触发模式中，只有同步信号是负极性，才可同步。符号显示在读出装置上。

(5) COUPLING

按下此钮选择触发耦合，实际的设定由读出显示。(SOURCE,SLOPE,COUPLING),每次按下此钮，触发耦合以下列次序改变AC-HFR-LFR-AC

AC: 将触发信号衰减到频率在20Hz 以下，阻断信号中的直流部分，交流耦合对有大直流偏移的交流波形的触发很有帮助。

HFR(High Frequency Reject): 将触发信号中50kHz 以上的高频部分衰减，HFR 耦合提供低频成分复合波形的稳定显示，并对除去触发信号中干扰有帮助。

LFR(Low Frequency Reject): 将触发信号中30kHz 以下的低频部分衰减，并阻断直流成分信号。LFR 耦合提供高频成分复合波形的稳定显示，并对除去低频干扰或电源杂音干扰有帮助。

(6) TRIGGER LEVEL—带有TRG,LED 的控制钮。

旋转控制钮可以输入一个不同的触发信号(电压)，设定在适合的触发位置，开始波形触发扫描。触发电平的大约值会显示在读出装置上。顺时针调整控制钮，触发点向触发信号正峰值移动，反时针则向负峰值移动，当设定值超过观测波形的变化部分，稳定的扫描将停止。

TRG LED: 如果触发条件符合时，TRG LED 亮，触发信号的频率决定LED 是亮还是闪烁。

(7) HOLD OFF—控制钮

当信号波形复杂，使用TRIGGER LEVEL (35)不可获得稳定的触发，旋转此钮可以调节HOLD-OFF 时间(禁止触发周期超过扫描周期)

当此钮顺时针旋转到头时，HOLD-OFF 周期最小，反时针旋转时，HOLD-OFF周期增加。

(8) TRIG EXT—外部触发信号的输入端BNC 插头。

按TRIG SOURCE(31)按钮，一直到出现“EXT,SLOPE,COUPLING”在读出装置中。外部连接端被连接到仪器地端。因而和安全地端线相连。

输入端最大输入电压在3-6 节被表示。“输入端子的耐压值”那一节。不要加入比限定值更高的电压。

二、后面板

1.LINE VOLTAGE SELECTOR AND INPUT FUSE HOLDER—电源电压选择器以及输入端保险丝座。保险丝数值如“3-2”检查电源电压所示。

2. AC POWER INPUT CONNECTOR—交流电源输入端子。

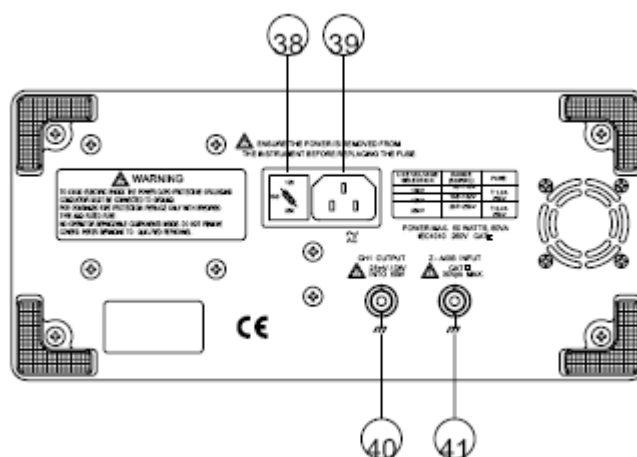
连接交流电源线到仪器的电源供应器上。电源线接地保护端子必须连接仪器的无遮蔽的金属，电源线要接到适当的接地源以防电击。

3. CH1 输出—BNC 插头

此输出端子连接到频率计数器或其它仪器。

4. Z-AXIS INPUT-Z 轴输入端

连接外部信号到Z 轴放大器，调节CRT 的亮度，此端子为直流耦合。输入正信号，减低亮度，输入负信号，增加亮度。



附录三 SP1642B函数信号发生器/计数器

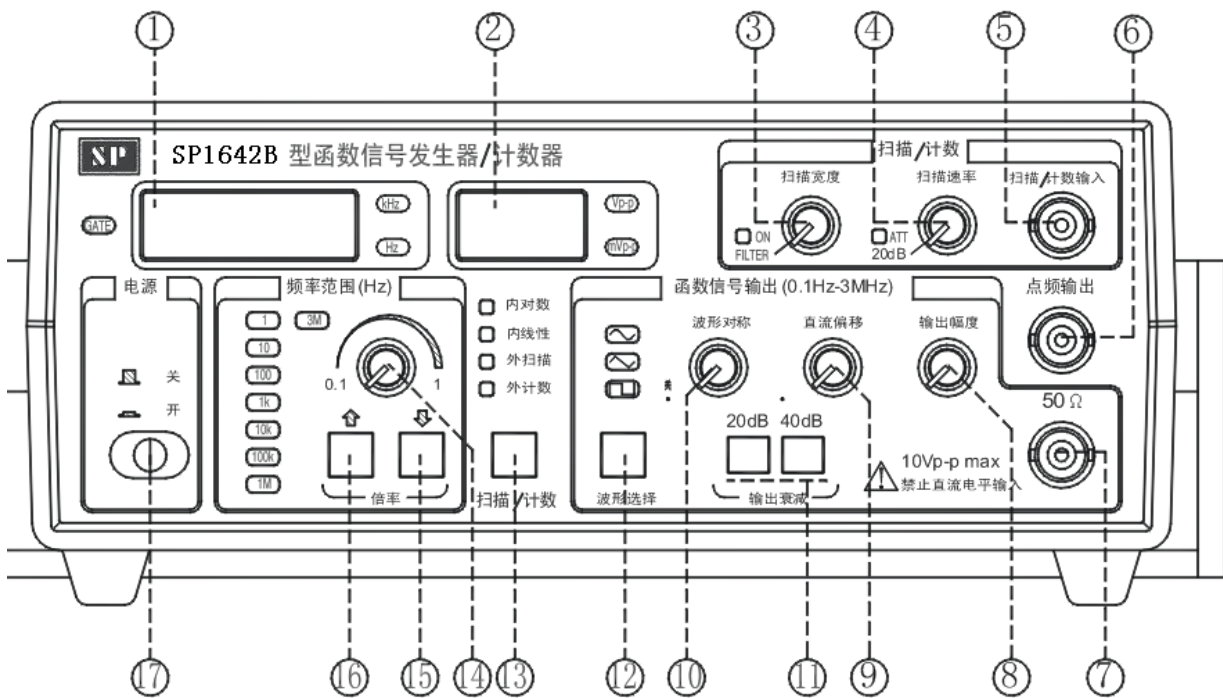
本仪器是一种精密的测试仪器，具有连续信号、扫频信号、函数信号、脉冲信号、点频信号等多种输出信号和外部测频功能。整机电路由一片单片机进行管理，主要工作为：控制函数发生器产生的频率；控制输出信号的波形；测量输出的频率或测量外部输入的频率并显示；测量输出信号的幅度并显示。

函数信号由专用的集成电路产生，该电路集成度大，线路简单精度高并易于与微机接口，使得整机指标得到可靠保证。

扫描电路由多片运算放大器组成，以满足扫描宽度、扫描速率的需要。宽带直流功放电路的选用，保证输出信号的带负载能力以及输出信号的直流电平偏移，均可受面板电位器控制。

整机电源采用线性电路以保证输出波形的纯净性，具有过压、过流、过热保护。

一、整机前面板布局



1.频率显示窗口

显示输出信号的频率或外测频信号的频率。

2.幅度显示窗口

显示函数输出信号的幅度。

3.扫描宽度调节旋钮

调节此电位器可调节扫频输出的频率范围。在外测频时，逆时针旋到底（绿灯亮），为外输入测量信号经过低通开关进入测量系统。

4.扫描速率调节旋钮

调节此电位器可以改变内扫描的时间长短，在外测频时，逆时针旋到底（绿灯亮），为外输入测量信号经过衰减“20dB”进入测量系统。

5.扫描/计数输入插座

当“扫描/计数”键（13）功能选择在外扫描状态或外测频功能时，外扫描控制信号或外测频信号由此输入。

6.点频输出端

输出标准正弦波 100HZ 信号，输出幅度 2Vp-p。

7.函数信号输出端

输出多种波形受控的函数信号，输出幅度 20Vp-p（1M Ω 负载），10 Vp-p（50 Ω 负载）。

8.函数信号输出幅度调节旋钮

调节范围 20dB

9.函数输出信号直流电平偏移调节旋钮

调节范围-5V~+5V（50 Ω 负载），-10V~+10V（1M Ω 负载）。当电位器处在关位置时，则为 0 电平。

10.输出波形对称性调节旋钮

调节此旋钮可改变输出信号的对称性。电位器处在关位置时，则输出对称信号。

11.函数信号输出幅度衰减开关

“20dB”，“40dB”键均不按下输出信号不经衰减，直接输出到插座口。“20dB”，“40dB”键分别按下，则可选择 20dB 或 40dB 衰减。“20dB”，“40dB”同时按下时为 60dB 衰减。

12.函数输出波形选择按钮

可选择正弦波、三角波、脉冲波输出。

13. “扫描/计数按钮”

可选择多种扫描方式和外测频方式。

14.频率微调旋钮

调节此旋钮可微调输出信号频率，调节基数范围从<0.1 到>1。

15.倍率选择按钮

每按一次此按钮可递减输出频率的 1 个频段。

16.倍率选择按钮

每按一次此按钮可递增输出频率的 1 个频段。

17.整机电源开关

此按钮按下时,机内电源接通,整机工作.此键释放为关掉整机电源。

二、后面板布局

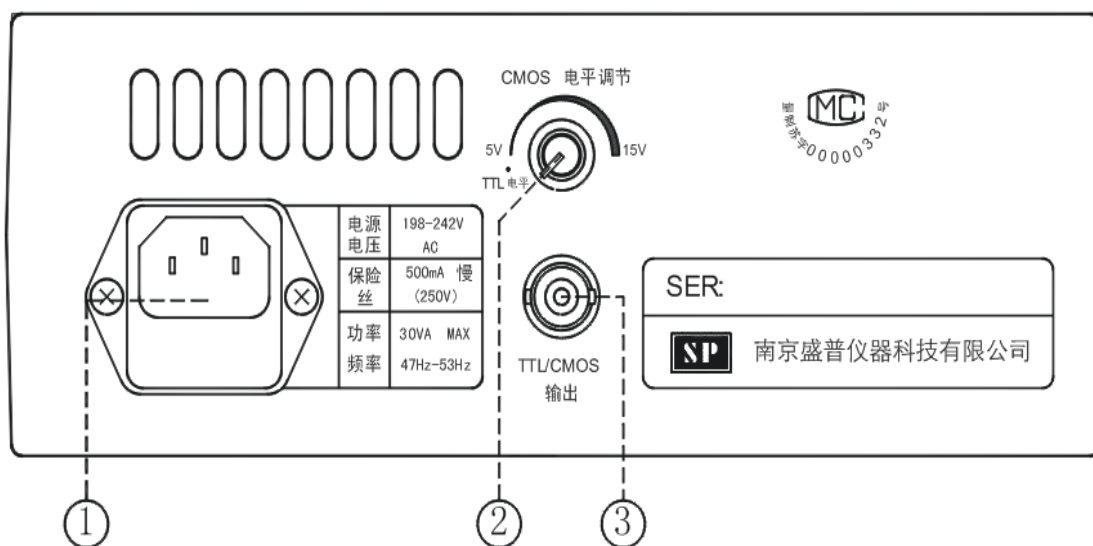
1. 电源插座

交流市电 220V 输入插座。内置保险丝容量为 0.5A。

2. TTL/CMOS 电平调节

调节旋钮，“关”为 TTL 电平，打开则为 CMOS 电平，输出幅度可从 5V 调节到 15V。

3. TTL/CMOS 输出插座



附录四 DF2170D交流毫伏表

一、用途和特点

交流毫伏表是用来测量交流信号有效值的一种常用电子仪器。本型号毫伏表具有以下优点：

- 1.测量电压的频率范围宽，灵敏度和测量精度高。
- 2.噪声低，可靠性好。
- 3.测量误差小，有相当好的线性度。

二、基本技术参数

- 1.电压测量范围：30 μ V-300V
- 2.测量方式：手动/自动
- 3.测量电压频率范围：
 - (1) 手动测量电压频率范围：50HZ-2MHZ
 - (2) 自动测量电压频率范围：20HZ-2MHZ
- 4.测量电平范围-90dB-+50DB -90dBm-+52dBm
- 5.输入输出型式：接地/浮置
- 6.固有误差：以 1KHZ 为基准
 - (1) 电压测量误差：+3%（满度值）
 - (2) 测量影响误差：20HZ-20KHZ +3% 5HZ-1MHZ +5% 5HZ-2MHZ +7%
- 7.20OC+2OC 相对湿度：不大于50% 大气压力：86Kpa-106Kpa
- 8.工作误差
 - (1) 电压测量误差：+5%（满度值）
 - (2) 测量影响误差：20HZ-20KHZ +5% 5HZ-1MHZ +7% 5HZ-2MHZ +10%
- 9.输入阻抗：在 1KHZ 时，输入阻抗约 2M Ω ，输入电容不大于 20PF
- 10.噪声：在接地方式且输入端良好短路时不大于 5 μ V
- 11.电源电压
 - (1) 输入电压：220V+10%
 - (2) 频率：50HZ+2HZ
- 12.工作环境
 - (1) 温度：0 OC-+40 OC
 - (2) 相对湿度：〈RH80%
 - (3) 大气压力：86Kpa-104Kpa

一、工作原理

本仪器由输入衰减器、前置放大器、电子衰减器、主放大器、线性放大器、输出放大器、电源及控制电路组成。

前置放大器是由高输入阻抗及低输出阻抗的复合放大器组成，由于采用低噪声器件及工艺措施，因此具有较小的本机噪声，输入端还具有过载保护功能。

电子衰减器由集成电路组成，受 CPU 控制，因此具有较高的可靠性及长期工作的稳定性。

主放大器由几级宽带低噪声，无相移放大电路组成，由于采用深度负反馈，因此电路稳定可靠。

线性检波电路是一个宽带线性检波电路，由于采用了特殊电路，使检波线性达到理想线性化。

控制电路采用按键开关和 CPU 相结合控制的方式，来控制被测电压的输入量程，用指示灯指示量程范围，使人一目了然。当选择自动测量方式时，将自动根据输入信号幅度的大小自动选择测量

量程。

其他辅助电路还具有开机关机表头保护电路，避免了开机和关机时表头指针受到的冲击。

结构说明：DF2170D 面板如下所示：



- 1.表头
- 2.机械零位调整
- 3.量程开关/自动或手动按键（按下）
- 4.量程指示
- 5.电源开关
- 6.通道输入端
- 7.同步/异步选择按键

四、使用方法

- 1.通电前，先调整电表指针的机械零点，并将仪器水平放置。
- 2.将仪器后面板上的锁定开关置于 UNLOCK 状态，接通电源，按下电源开关，各档位发光二极管自左至右依次轮流检测，检测完毕后停止于 300V 档指示，并自动将量程置于 300V 档，测量方式处于手动状态。
- 3.测量 30V 以上的电压时，需注意安全。
- 4.所测交流电压中的直流分量不得大于 100V
- 5.接通电源及输入量程转换时，由于电容的放电过程，指针有所晃动，需待指针稳定后读取读

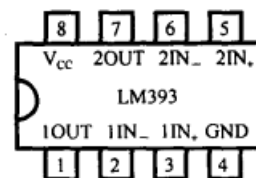
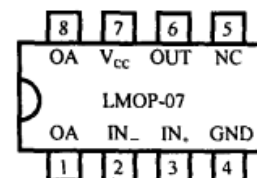
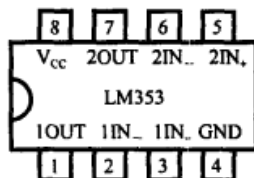
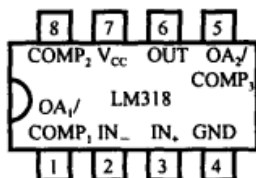
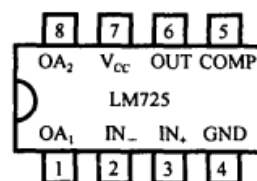
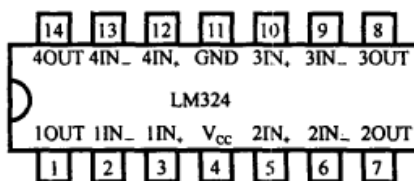
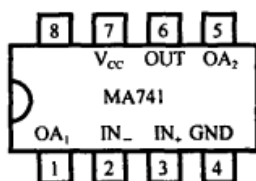
数。

6.同步/异步方式：当按动面板上的同步/异步选择按键时，可选择同步/异步工作方式，“SYNC”灯亮为同步工作方式。“ASYN”灯亮为异步工作方式。当为异步方式工作时，CH1 和 CH2 通道相互独立控制工作；当为同步方式工作时，CH1 和 CH2 的量程由任一通道控制开关控制，使两通道具有相同的测量量程：当为同步自动控制方式时，两通道量程由 CH2 自动控制。

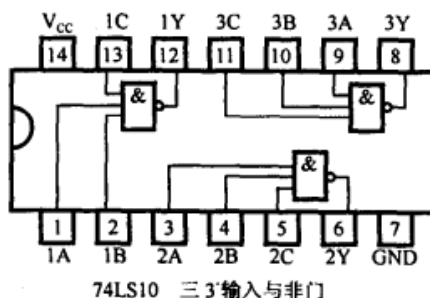
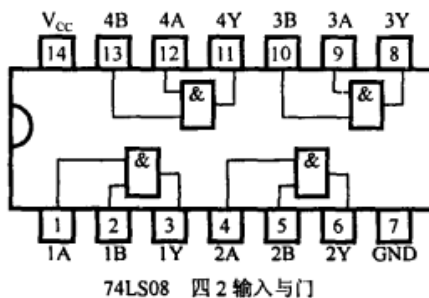
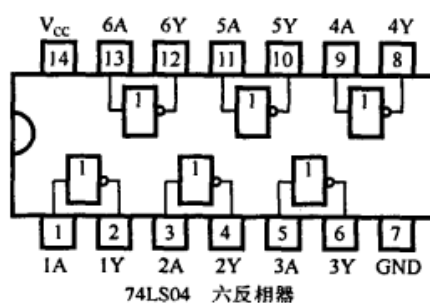
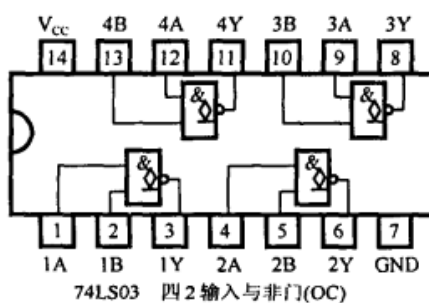
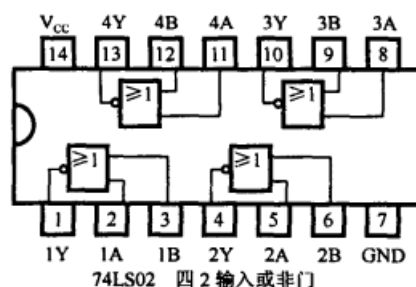
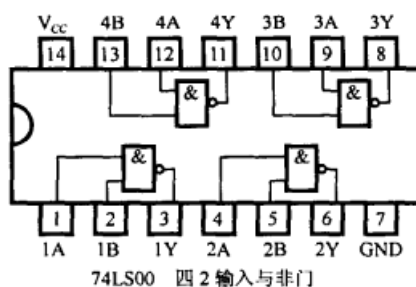
7.手动/自动测量方式：按动面板上的衰减控制按钮（即自动 AUTO 或手动 MANU 选择按键），可选择手动或自动测量方式工作，MANU 灯亮为手动测量状态，AUTO 灯亮为自动测量状态。当选择自动测量方式时，将自动根据输入信号幅度的大小选择测量量程。

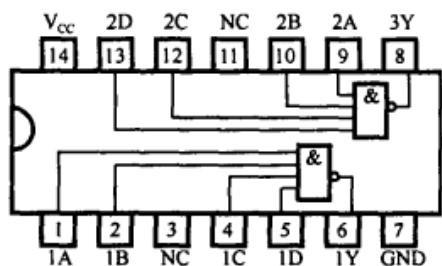
附录五 常用集成芯片引脚图

1. 模拟集成电路

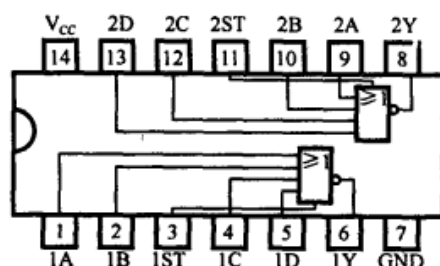


2. TTL 数字集成电路

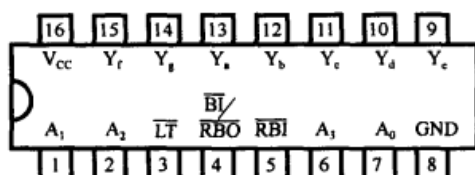




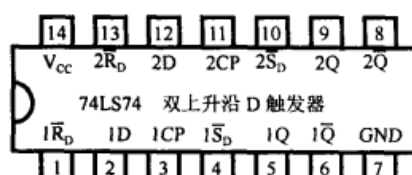
74LS20 双4输入与非门



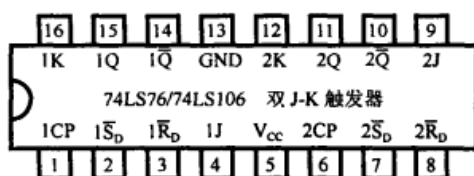
74LS25 双4输入或非门



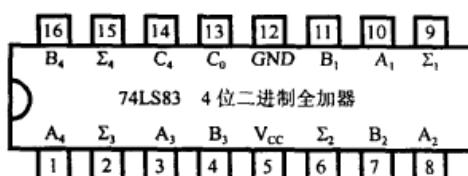
74LS48 4-7 译码器/驱动器



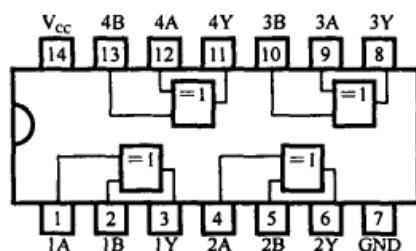
74LS74 双上升沿 D 触发器



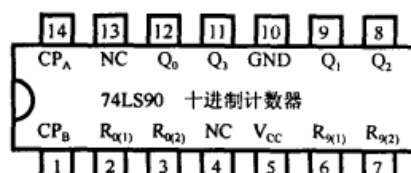
74LS76/74LS106 双 J-K 触发器



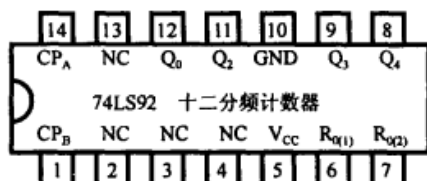
74LS83 4 位二进制全加器



74LS86 四 2 输入异或门



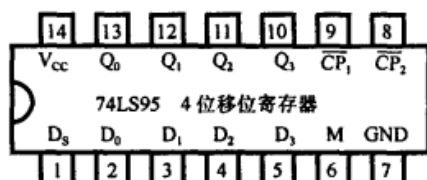
74LS90 十进制计数器



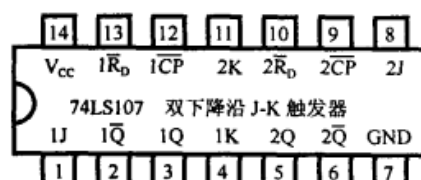
74LS92 十二分频计数器



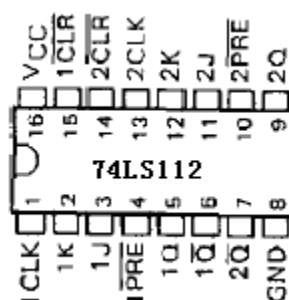
74LS93 4 位二进制计数器



74LS95 4 位移位寄存器



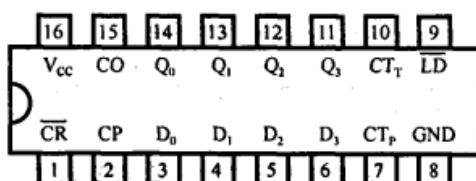
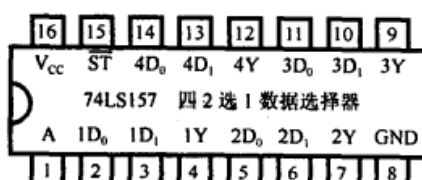
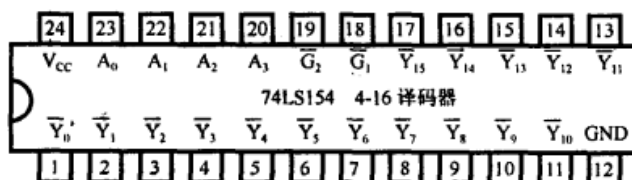
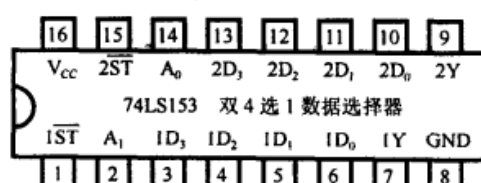
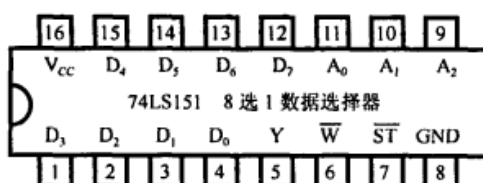
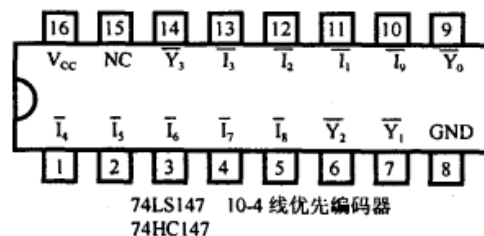
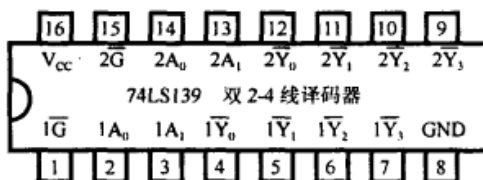
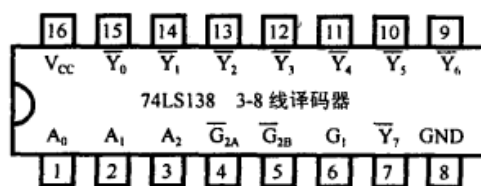
74LS107 双下降沿 J-K 触发器



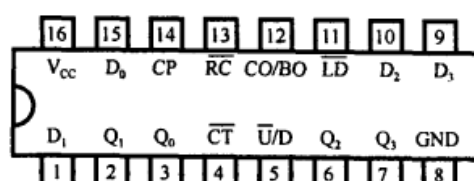
74LS112



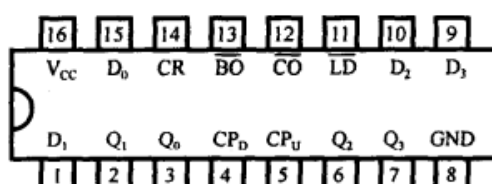
74LS121 单稳态触发器



74LS160 十进制 同步加法计数器
74LS161 4 位二进制

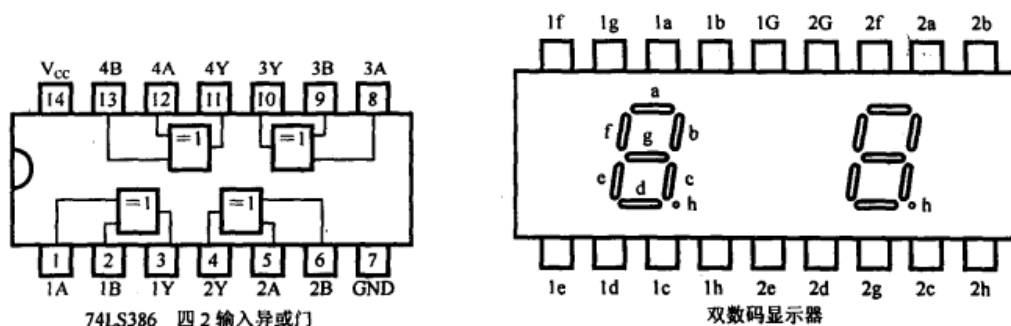
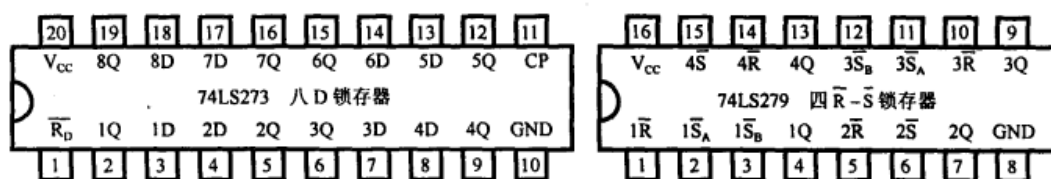


74LS190 十进制 同步加/减计数器
74LS191 4 位二进制

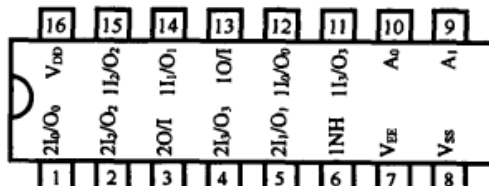
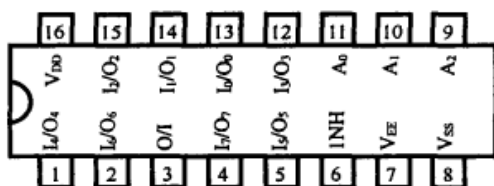
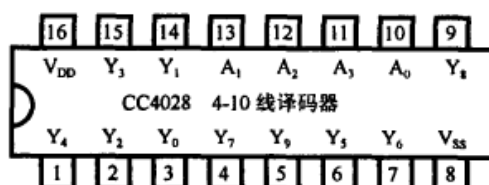
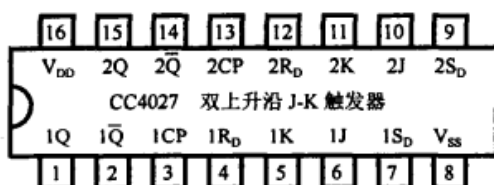
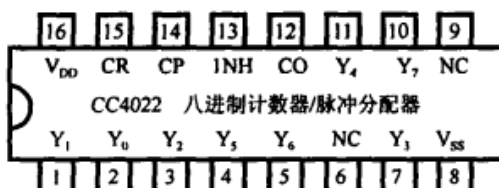
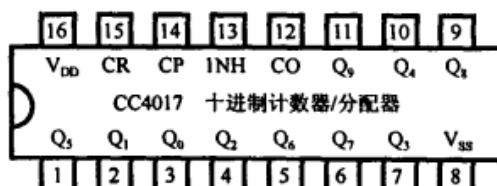
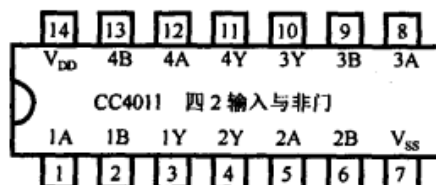


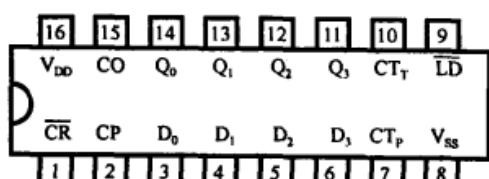
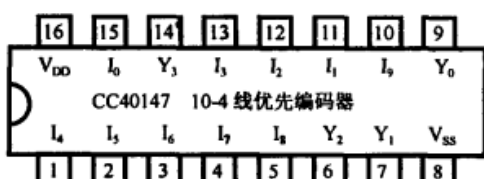
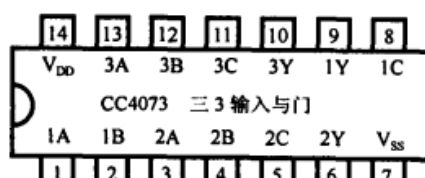
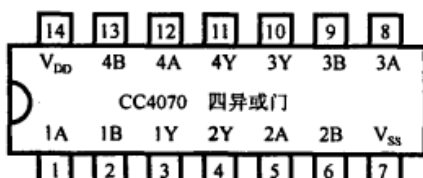
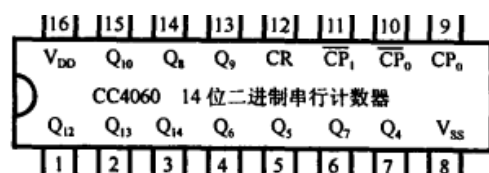
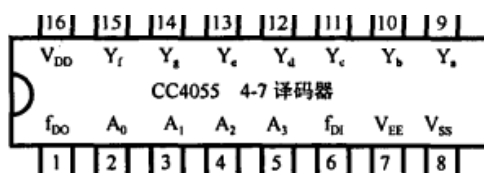
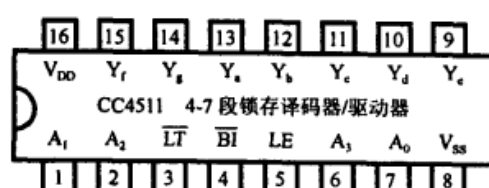
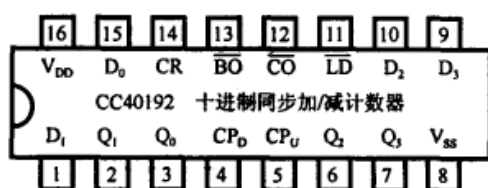
74LS192 十进制 同步加/减计数器
74LS193 4 位二进制





3. CMOS 集成电路



CC40161 4 位二进制同步计数器
CC40163