

一、实验目的：

二、实验要求:

- ### 三、实验内容：

The diagram shows a P87C58X2FN microcontroller (U1) interfaced with a TLC5620 DAC (U2). The microcontroller's pins are connected as follows:

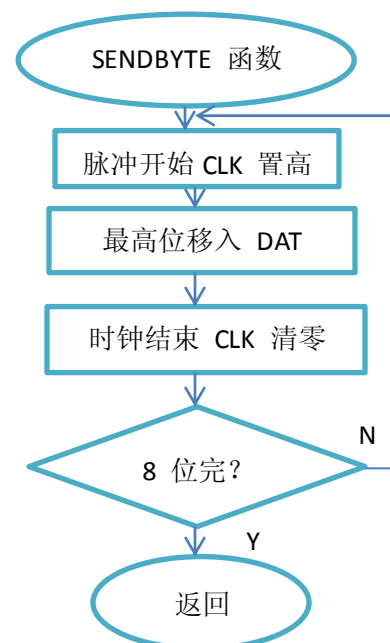
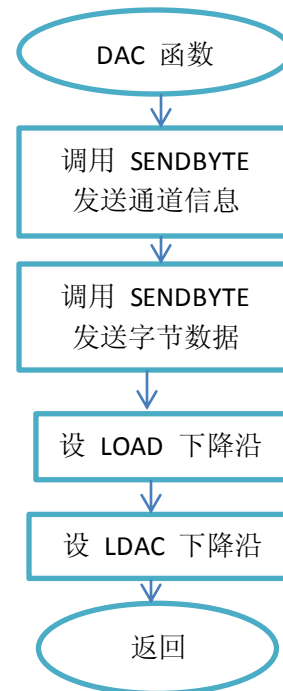
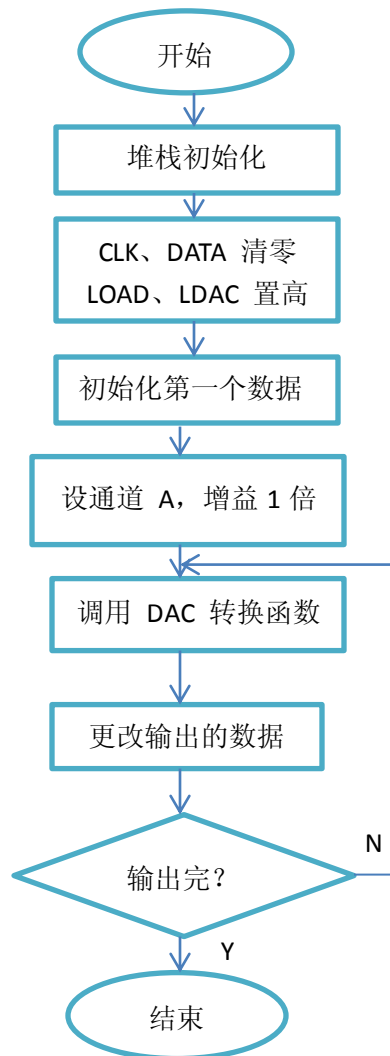
- XTAL1** and **XTAL2** are connected to a crystal oscillator circuit consisting of a crystal (XTAL), capacitors C1 and C2 (30pF), and a switch S1.
- RST** is connected to pin 9.
- EA/VPP** is connected to pin 31.
- PSEN** is connected to pin 29.
- ALE** is connected to pin 30.
- VSS** is connected to pin 20.
- P0.0/AD0** through **P0.7/AD7** are connected to pins 39 through 32.
- P1.0/T2** through **P1.7** are connected to pins 1 through 8.
- P2.0/A8** through **P2.7/A15** are connected to pins 21 through 28.
- P3.0/RxD** through **P3.7/RD** are connected to pins 10 through 17.
- P3.1/TxD** is connected to pin 11.
- P3.2/INT0** is connected to pin 12.
- P3.3/INT1** is connected to pin 13.
- P3.4/T0** is connected to pin 14.
- P3.5/T1** is connected to pin 15.
- P3.6/WR** is connected to pin 16.
- P3.7/RD** is connected to pin 17.

The DAC (U2) is configured with the following connections:

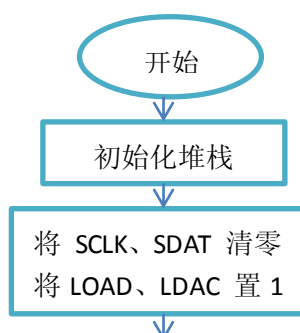
- VDD** is connected to pin 14.
- VREF** is connected to pin 3.
- GND** is connected to pin 1.
- LDAC** is connected to pin 13.
- DACA** is connected to pin 12.
- DACC** is connected to pin 10.
- DACD** is connected to pin 9.
- LOAD** is connected to pin 8.
- REFA** is connected to pin 2.
- REFB** is connected to pin 3.
- REFC** is connected to pin 4.
- REFD** is connected to pin 5.
- DATA** is connected to pin 6.
- CLK** is connected to pin 7.

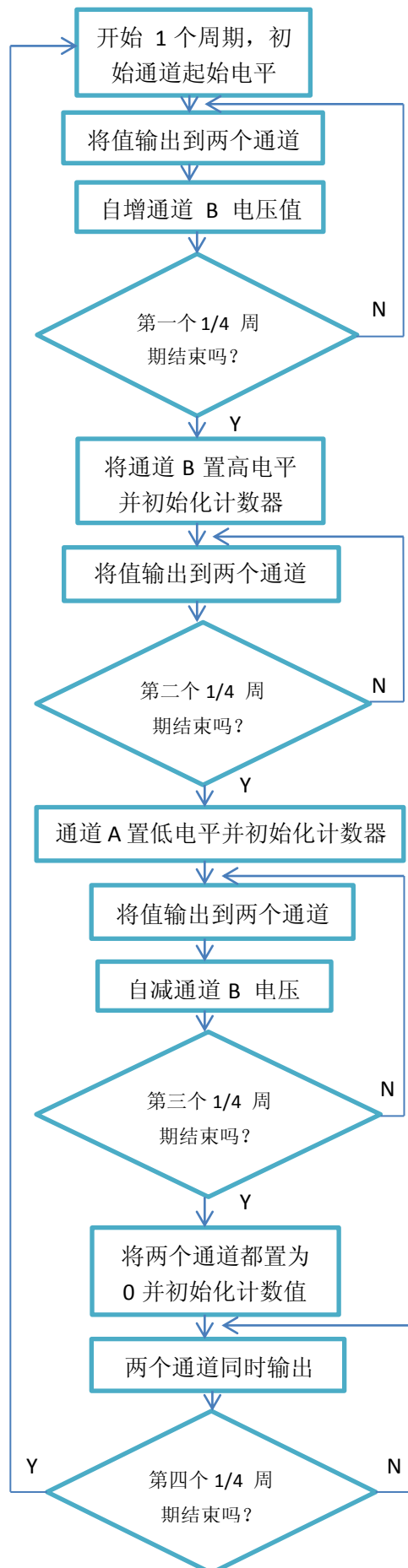
The DAC outputs are labeled '输出1' and '输出2'.

1. 测量直流信号



2、使 DAC 的通道 1 产生梯形波、通道 2 产生方波，周期幅度均相同。





汇编程序代码:

1. 输出 10 组直流电压

SCLK	BIT	P1.6	
SDAT	BIT	P1.7	
LDAC	BIT	P3.4	
LOAD	BIT	P3.5	
VOUT	DATA	30H	
ORG	8000H		
AJMP	MAIN		
ORG	8100H		

MAIN:

MOV	SP,#60H	;初始化堆栈
NOP		
CLR	SCLK	;将始终信号设置为低电平
CLR	SDAT	;将数据端引脚电平拉低
SETB	LOAD	;将 LOAD 及 LDAC 引脚设置为无效
SETB	LDAC	
MOV	VOUT,#05H	;初始输出电平为 49mV(05H)
MOV	R0,#0BH	;输出个数计数器
MOV	R1,#00H	;输出通道和输出倍数值

LOOP:

MOV	R2,VOUT	;设置要输出的模拟电平
LCALL	DAC5620	;调用输出函数
MOV	A,VOUT	;在此处增加断点等待读数
ADD	A,#19H	;增加下一次要输入的电平
MOV	VOUT,A	
DJNZ	R0,LOOP	
SJMP	\$	

;数模转换函数，确保在 R1、R2 中保存相应的值
;R1 是输出通道及输出倍数选择值
;R2 是要转换成模拟电平对应的二进制码

DAC5620:

MOV	A,R1	;输出通道选择倍数选择码
CLR	SCLK	
MOV	R7,#08H	;R7 为位数计数器
LCALL	SEND BYTE	
MOV	A,R2	;输出要转换的电平数据
CLR	SCLK	
MOV	R7,#08H	
LCALL	SEND BYTE	
CLR	LOAD	;给出数据加载信号
SETB	LOAD	
CLR	LDAC	;给出数据所存信号
SETB	LDAC	

```

    RET
SENDBYTE:
    SETB    SCLK                ;时钟信号上升
    RLC     A
    MOV     SDAT,C              ;输出 A 的最高位
    CLR     SCLK                ;给出时钟的下降沿
    DJNZ    R7,SENDBYTE        ;判断是否 8 位都传送完毕
    RET
    END

2、两个通道同时输出阶梯波和方波

    SCLK    BIT    P1.6
    SDAT     BIT    P1.7
    LDAC     BIT    P3.4
    LOAD     BIT    P3.5
    VOUTA    DATA    30H
    VOUTB    DATA    31H
    ORG      0000H
    AJMP     MAIN
    ORG      0100H
MAIN:
    MOV      SP,#60H            ;初始化堆栈
    NOP
    CLR      SCLK              ;将始终信号设置为低电平
    CLR      SDAT              ;将数据端引脚电平拉低
    SETB     LOAD              ;将 load 及 LDAC 引脚设置为无效
    SETB     LDAC

LOOP:                                ;一个周期的主循环
    MOV      VOUTA,#0B0H        ;A 通道初始高电平
    MOV      VOUTB,#00H        ;B 通道初始低电平
    MOV      R4,#10H           ;1/4 个周期的计数器
L_CYCLE1:                            ;第一个 1/4 周期
    LCALL    VOUT              ;同时输出两个通道
                                ;通道 B 处于阶梯上升中
    MOV      A,VOUTB
    ADD      A,#0BH
    MOV      VOUTB,A
    DJNZ     R4,L_CYCLE1
    MOV      VOUTB,#0B0H        ;将 VOUTB 置为高电平
    MOV      R4,#10H

L_CYCLE2:                            ;第二个 1/4 周期
    LCALL    VOUT              ;同时输出两个通道模拟电平
                                ;两个通道都保持高电平
    DJNZ     R4,L_CYCLE2
    MOV      VOUTA,#00H        ;将 VOUTA 置为低电平
    MOV      R4,#10H

```

```
L_CYCLE3:                                ;第三个 1/4 周期
    LCALL VOUT                            ;同时输出两个通道模拟电平
    MOV     A,VOUTB                      ;通道 B 处于阶梯下降中
    CLR     C
    SUBB    A,#0BH
    MOV     VOUTB,A
    DJNZ    R4,L_CYCLE3
    MOV     R4,#10H

L_CYCLE4:                                ;第四个 1/4 周期
    LCALL VOUT                            ;同时输出两个通道模拟电平
    DJNZ    R4,L_CYCLE4
    LJMP    LOOP                          ;进行下一个周期

VOUT:                                    ;一起输出两个模拟电平的信号的函数
    MOV     R2,VOUTA                      ;输出 VOUTA 到 A 通道
    MOV     R1,#01H
    LCALL   DAC5620
    MOV     R2,VOUTB                      ;输出 VOUTB 到 B 通道
    MOV     R1,#03H
    LCALL   DAC5620
    RET
;数模转换函数，确保在 R1、R2 中保存相应的值

DAC5620:
    MOV     A,R1                          ;输出通道选择倍数选择码
    CLR     SCLK
    MOV     R7,#08H                       ;R7 为位数计数器
    LCALL   SENDBYTE
    MOV     A,R2                          ;输出要转换的电平数据
    CLR     SCLK
    MOV     R7,#08H
    LCALL   SENDBYTE
    CLR     LOAD                           ;给出数据加载信号
    SETB    LOAD
    CLR     LDAC                           ;给出数据所存信号
    SETB    LDAC
    RET

SENBYTE:                                ;发送单个字节数据的函数
    SETB    SCLK                          ;时钟信号上升
    RLC     A
    MOV     SDAT,C                        ;输出 A 的最高位
    CLR     SCLK                          ;给出时钟的下降沿
    DJNZ    R7,SENBYTE                    ;判断是否 8 位都传送完毕
    RET
END
```

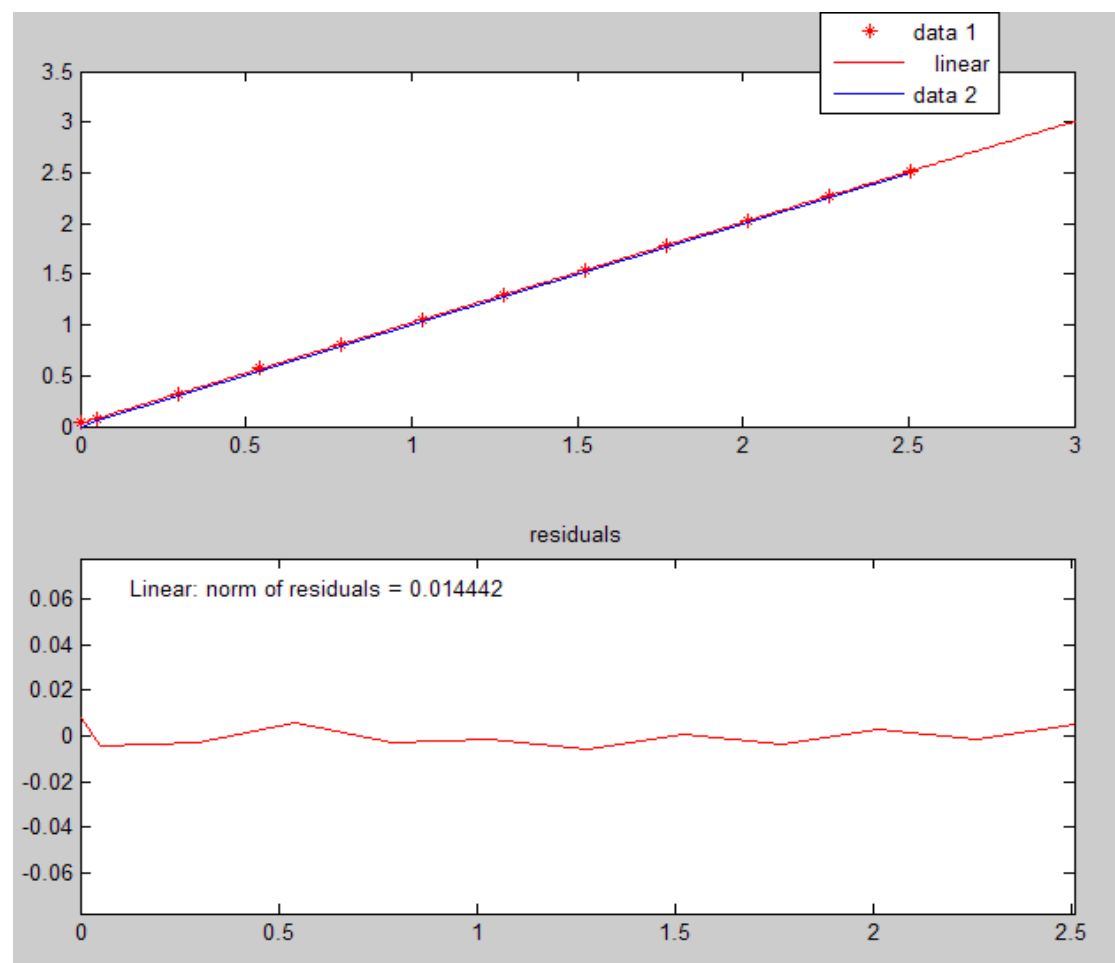
四、实验数据与分析：

1.DA 转换直流电平

VREF= 2.53V LSB= 0.00988V

序号	输出电平(十六进制)	输出电平(十进制)	理论输出电压值(V)	实际测得电压(V)	误差(V)
1	05H	5	0.04915	0.072	0.02285
2	1e	30	0.2949	0.317	0.0221
3	37	55	0.54065	0.57	0.02935
4	50	80	0.7864	0.805	0.0186
5	69	105	1.03215	1.05	0.01785
6	82	130	1.2779	1.29	0.0121
7	9b	155	1.52365	1.54	0.01635
8	b4	180	1.7694	1.78	0.0106
9	CD	205	2.01515	2.03	0.01485
10	E6	230	2.2609	2.27	0.0091
11	FF	255	2.50665	2.52	0.01335
零点	0	0	0	0.035	0.035

用 MATLAB 画出 TLC5620 的理想 DA 转换曲线（蓝色）与拟合出的实际输入输出特性曲线（红色）如下。下方的图的为残差曲线。



TLC5620 为 8 位串行数模转换器，满量程电压为 2.53V，因此可以计算出 TLC5620 的分辨率即最低有效位对应的模拟电压值为

$$\text{分辨率} = \text{LSB} = \frac{\text{满量程电压}}{2^{\text{输入数据位数}}} = \frac{2.53}{2^8} = 9.88\text{mV}$$

实际转换曲线线性拟合结果如下：

$$y = p1 * x^1 + p2$$

Coefficients:

$$p1 = 0.99257$$

$$p2 = 0.027217$$

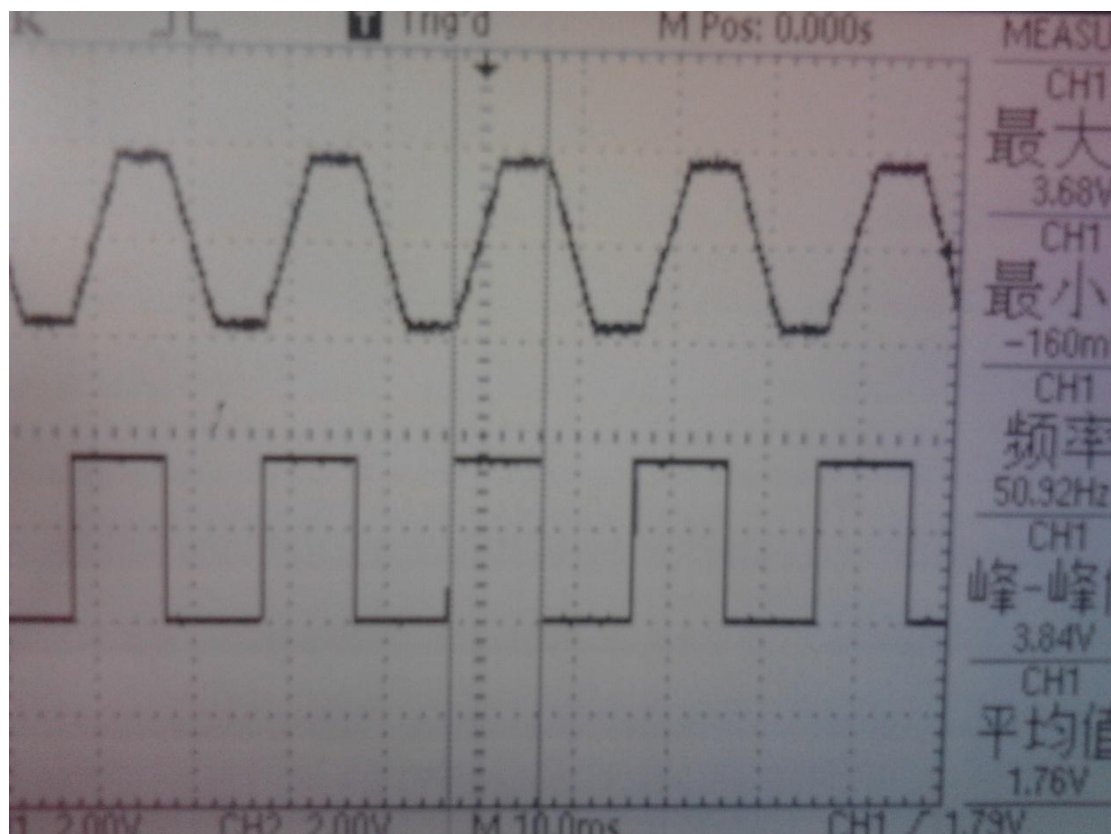
Norm of residuals = 0.014442

实验中电压测量值与理论值的误差略大于 1LSB，因为理想转换曲线应为 $Y=X$ ，而实际转换曲线为 $Y=0.99257X+0.027217$ ，可见实际 DA 转换曲线存在一定的零点误差和增益误差，同时示波器的测量误差也是一个原因，因此可判断误差在正常范围内。

2. 输出梯形波和方波

从示波器上观测到波形如下，双通道输出的方波和阶梯波周期和幅度基本相同，能够满足实验题目的要求。

信号频率=50.92HZ 周期= 19.6ms 峰峰值=3.68V



输出幅度（十六进制）为 0B0H，则输出电压幅度理论值为 $0.00988V \times 176 \times 2 = 3.48V$ ，实际测得电压幅度为 3.5V，误差为 20mV，在可接受范围内。