

《微型计算机原理与接口技术》

第5版

第7章

可编程计数器/定时器

8253/8254及其应用



第八章 可编程接口芯片及应用——8253的应用

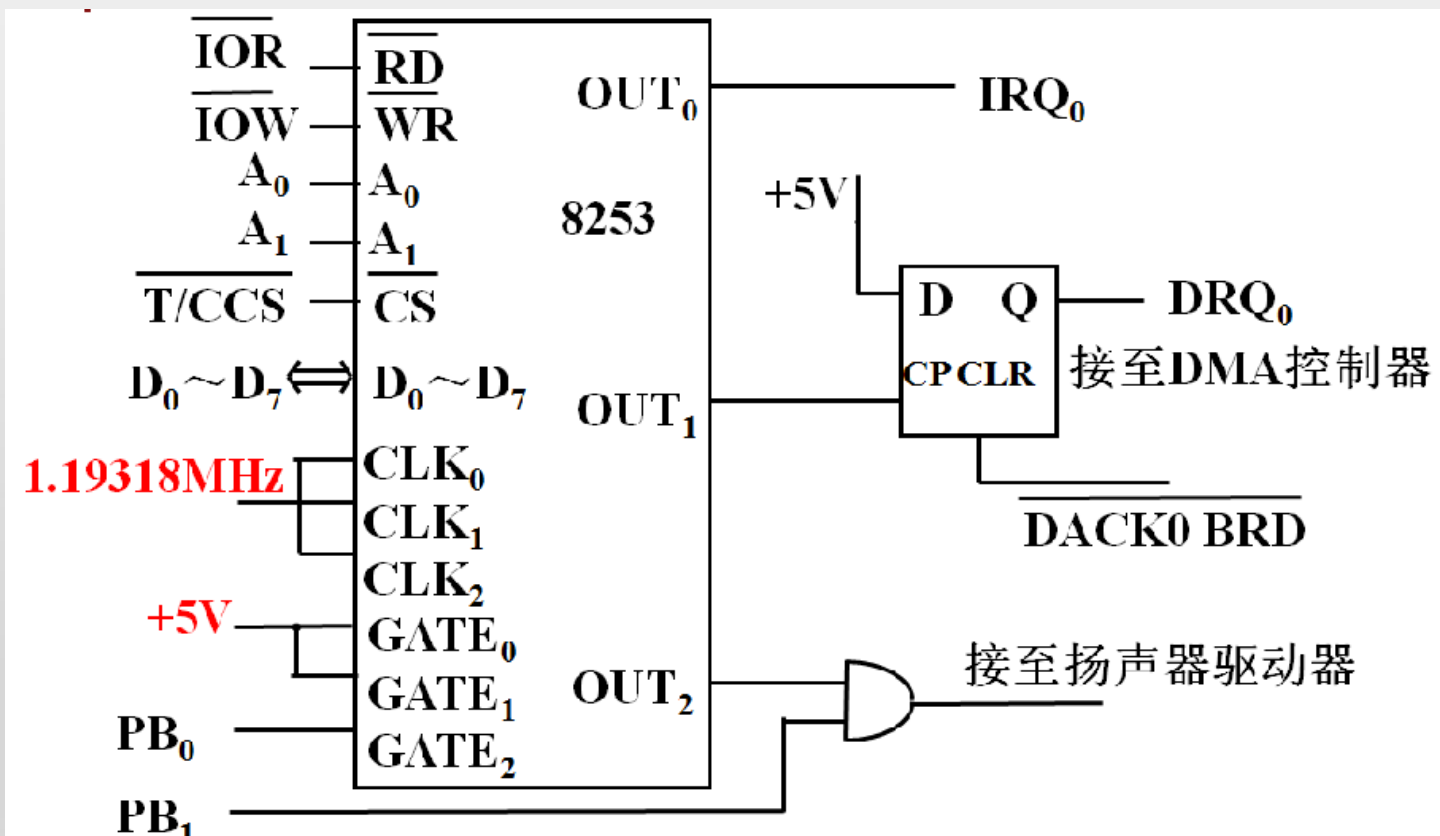
8253在PC机中的应用

计数器	端口地址	工作方式	功能
0	40H	方式3	给系统日历时钟提供定时中断
1	41H	方式2	给DMA控制器定时发送刷新请求
2	42H	方式3	输出方波控制扬声器发声
控制寄存器	43H		



第八章 可编程接口芯片及应用—8253的应用

8253的应用举例2—8253在PC机中的应用



第八章 可编程接口芯片及应用——8253的应用

1) 计数器0

- 该计数器向系统日历时钟提供定时中断
- 工作方式方式3
- 计数器计数初值预置为0
- OUT₀输出方波的频率为1.19 MHz/65536=18.21Hz，即每隔55ms申请一次日历时钟中断。一分钟1092次，一小时65543次，24小时1573040（001800B0H）次。
- 中断服务程序对中断次数进行计数，形成实时时钟。

```
MOV     AL, 36H
```

```
OUT     43H, AL
```

```
MOV     AL, 0
```

```
OUT     40H, AL
```

```
OUT     40H, AL
```



第八章 可编程接口芯片及应用——8253的应用

2) 计数器1

✓向DMA控制器定时发送动态存储器刷新请求

✓方式2工作，初值18

✓频率为 $1.19\text{MHz}/18=662878\text{kHz}$ 。周期为 $15.09\mu\text{s}$ 。

✓ OUT_1 输出从低电平变为高电平使触发器置1，输出一个正电平信号给8237DREQ0，作为内存刷新的DMA请求信号DRQ0。

```
MOV     AL, 54H
```

```
OUT     43H, AL
```

```
MOV     AL, 12H
```

```
OUT     41H, AL
```



第八章 可编程接口芯片及应用——8253的应用

3) 计数器2

在IBM PC/XT机的BIOS中有一个声响子程序BEEP，它将计数器2设置为工作方式3，作为方波发生器输出约1 KHz的方波，经滤波驱动后推动扬声器发声。

初值：533H，初值决定了发声的频率，即音调，而对门控信号的控制决定了发声的长短。

```
MOV     AL, 0B6H

OUT     43H, AL

MOV     AX, 533H

OUT     42H, AL

MOV     AL, AH

OUT     42H, AL
```



§7.2 8253/8254的应用举例

◆ 8253/8254的计数和定时功能，可应用到自动控制、智能仪器仪表、科学实验、交通管理等许多场合。例如：

- 工业控制现场数据的巡回检测
- A/D转换器采样率的控制
- 步进马达转动的控制
- 交通灯开启和关闭的定时
- 危重病人监护仪中参数超限报警器音调的控制



7.2.1 8253定时功能的应用

7.2.2 8253/8254 计数功能的应用

7.2.3 8253在PC/XT机中的应用



7.2.1 8253定时功能的应用

定时器实际上也是进行减1计数，用统计计数脉冲个数的方法定时，要求计数脉冲具有固定间隔。计数时允许输入间隔不等的脉冲信号。

1. 用8253产生各种定时波形

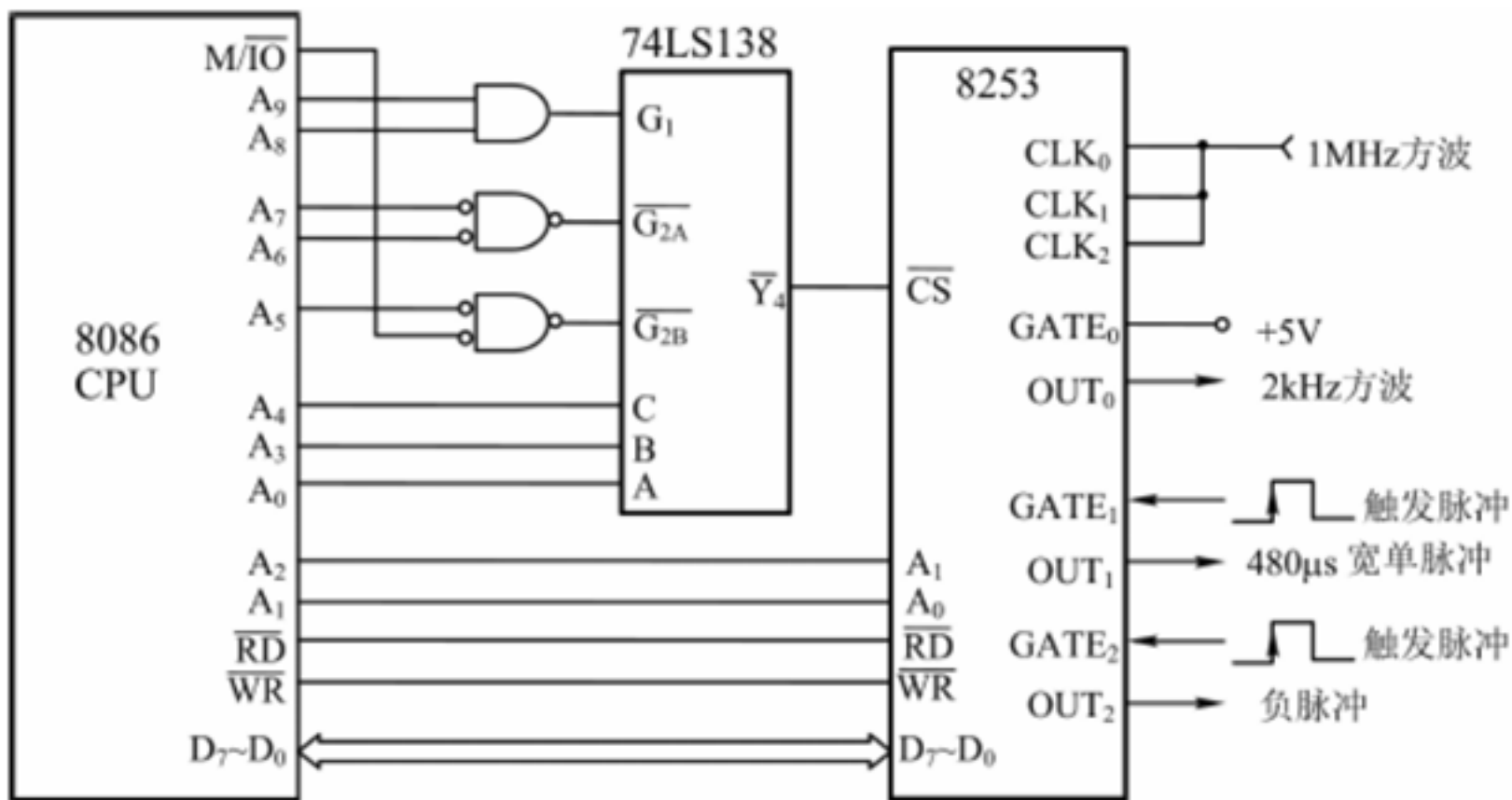
例7.2 某8086系统中，8253基地址为310H，时钟频率1MHz，要让3个计数通道实现如下功能：

- 1) 通道0，方式3，输出2kHz方波；
 - 2) 通道1，产生宽度为480 μ s的单脉冲；
 - 3) 通道2，硬件触发，输出单脉冲，时间常数26。
- 试设计电路，并编写各通道初始化程序。



1) 硬件电路设计

- 4个端口地址分别为310H、312H、314H和316H。
- 3个通道的CLK连一起，均由频率1MHz时钟驱动。



2) 软件设计

- 通道0设为方式3，GATE0应接+5V，若输出2kHz连续方波，时间常数 $N_0=1\text{MHz}/2\text{kHz}=500$ 。

控制字为：00110111B

- 通道1设为方式1，构成单稳态电路，由GATE₁的正跳变触发。若单脉冲宽度=480μs，应取时间常数： $N_1=480\mu\text{s}/1\mu\text{s}=480$ 。

控制字为：01110011B

- 通道2工作于方式5， $N_2=26$ ，GATE₂的正跳变触发计数，计到0时输出1个负脉冲。已知 $N_2=26$ ，

控制字为：10011011B



❖ 通道0初始化程序

MOV DX, 316H ; 控制口地址

MOV AL, 00110111B

; 通道0控制字, 先读写低字节, 方式3, BCD计数

OUT DX, AL ; 写入方式字

MOV DX, 310H ; 通道0口地址

MOV AL, 00H ; 低字节

OUT DX, AL ; 先写入低字节

MOV AL, 05H ; 高字节

OUT DX, AL ; 后写入高字节



❖ 通道1初始化程序

MOV DX, 316H ; 控制口

MOV AL, 01110011B

; 通道1方式字, 先读写低字节, 方式1, BCD计数

OUT DX, AL

MOV DX, 312H ; 通道1口地址

MOV AL, 80H ; 低字节

OUT DX, AL

MOV AL, 04H ; 高字节

OUT DX, AL



◆ 通道2初始化程序

MOV DX, 316H

MOV AL, 10011011B

； 通道2控制字，只读写低字节，方式5，BCD计数

OUT DX, AL

MOV DX, 314H ； 通道2口地址

MOV AL, 26H ； 低字节

OUT DX, AL ； 只写入低字节



2. 控制LED的点亮或熄灭

例7.3 用8253控制LED发光管的点亮和熄灭，要求点亮10s，熄灭10s，再重复。画出硬件图并编写初始化程序。

- 8253各端口地址为81H、83H、85H和87H；
- 数据线 $D_7 \sim D_0$ 与CPU的 $D_{15} \sim D_8$ 相连，以选中奇地址口；
- OUT_1 连到LED，高电平点亮LED，低电平熄灭LED。

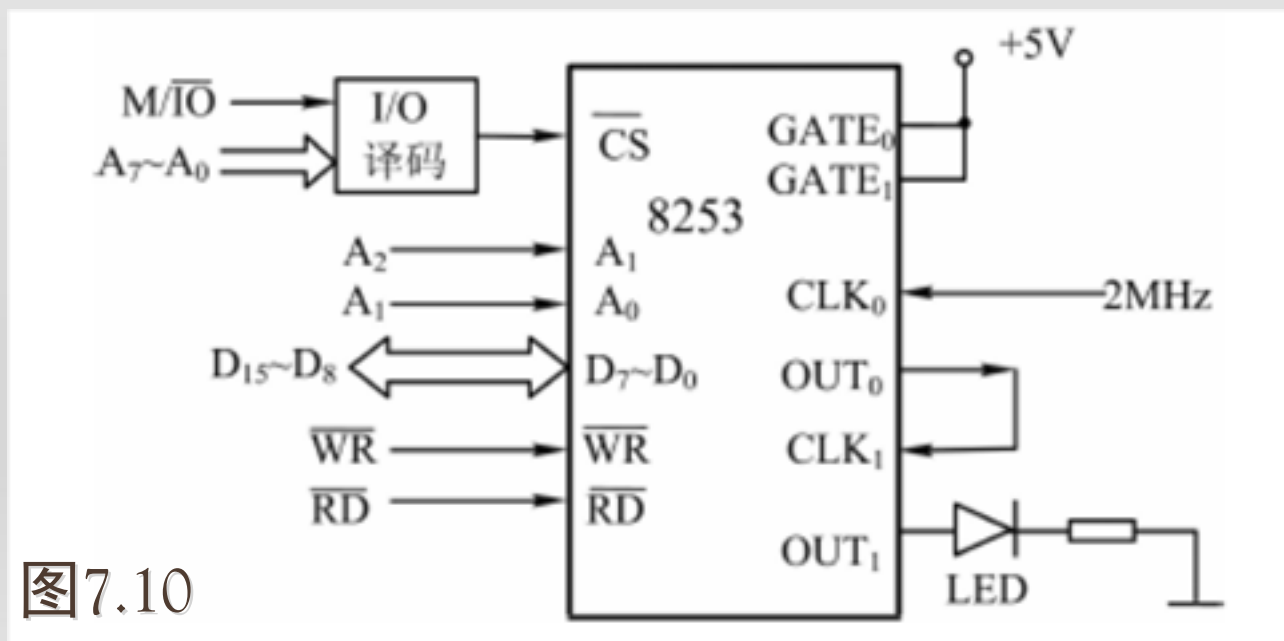


图7.10



- ❖ 编程使OUT₁输出周期20秒、占空比1:1的方波，便能使LED按10s间隔交替点亮和熄灭。
- ❖ 若将2MHz时钟加到CLK₁端，OUT₁输出的脉冲周期最大为 $0.5\mu\text{s} \times 65536 = 32768\mu\text{s} = 32.768\text{ms}$ ，达不到20秒。可用几个通道级连的方案来解决。即
 - CLK₀输入2MHz时钟信号，置通道0为方式2。计数初值 $N_0 = 5000$ ，从OUT₀端得到负脉冲序列，其频率为 $2\text{MHz} / 5000 = 400\text{Hz}$ ，周期2.5ms。
 - 再把它输入CLK₁，并设通道1为方式3。为了使OUT₁输出周期为20秒（频率为 $1/20 = 0.05\text{Hz}$ ）的方波，应取时间常数 $N_1 = 400\text{Hz} / 0.05\text{Hz} = 8000$ 。



初始化程序

```
MOV    AL, 00110101B
; 通道0控制字, 先读写低字节后高字节, 方式2, BCD计数
OUT    87H, AL
MOV    AL, 00H                ; 计数初值低字节
OUT    81H, AL
MOV    AL, 50H                ; 计数初值高字节
OUT    81H, AL
;
MOV    AL, 01110111B
; 通道1控制字, 先读写低字节, 后高, 方式3, BCD计数
OUT    87H, AL
MOV    AL, 00H                ; 计数初值低字节
OUT    83H, AL
MOV    AL, 80H                ; 计数初值高字节
OUT    83H, AL
```



7.2.1 8253定时功能的应用

7.2.2 8253/8254 计数功能的应用

7.2.3 8253在PC/XT机中的应用



7.2.2 8253/8254 计数功能的应用

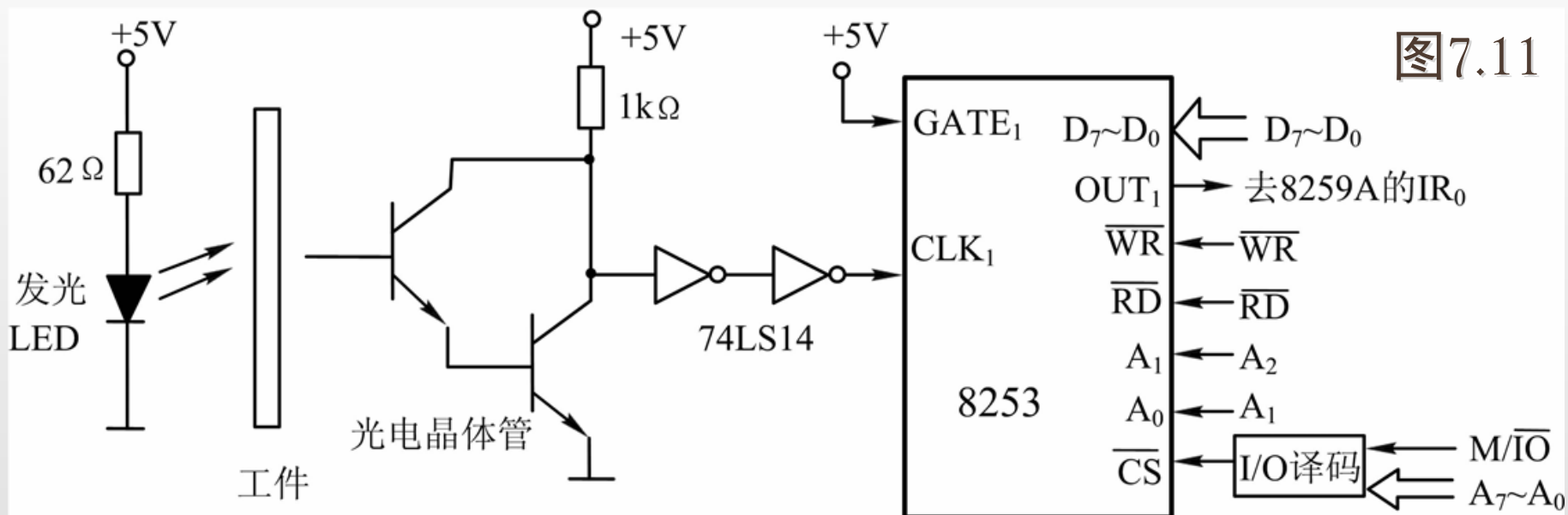
- 自动化工厂流水线上产品数量的统计，用到一种自动计数系统，可用8086和8253或 8254芯片来实现。
- ◇ 下面是该计数系统的硬件电路设计和控制软件编写的方法。



1. 硬件电路设计

- ◇ 由8086 CPU控制，8253的通道1进行计数。
- ◇ 1片8259A中断控制器管理中中断请求
- ◇ 电路还包含：
 - 1个红外LED发光二极管
 - 1个复合型光电晶体管
 - 2个施密特触发器74LS14
 - 图中画出了计数器部分，8086系统总线信号与8253的引脚相连，未画8259A。





- A₁A₀与地址总线A₂A₁相连保证偶地址；GATE₁接+5V始终允许计数器工作；OUT₁输出到8259A请求中断。
- 无工件通过时，LED光照到光电管上使其导通，集电极变低电平，经施密特触发器整形后使CLK₁=0。
- 有工件通过时，LED光被挡住，光电管截止，集电极为高电平，使CLK₁=1。工件通过后，CLK₁又回0。
- 每通过1个工件，CLK₁就输入1个正脉冲，用8253对此脉冲计数，就可统计出工件个数。

2. 初始化编程

- 计数器1设为方式0，BCD计数，先读/写低字节，控制字为01110001B。
- 若选计数初值 $n=499$ ，则经500个脉冲， OUT_1 将输出1个正跳变。它作用于8259A的 IR_0 端后，将向CPU发中断请求，由中断服务程序让工件总数+500。
- 中断服务程序执行完后返回主程序，程序应把初值499再次装入计数器1，才能继续计数。
- 设端口地址为F0H，F2H，F4H和F6H，初始化程序：

MOV	AL, 01110001B	； 控制字
OUT	0F6H, AL	； 写入控制字
MOV	AL, 99H	
OUT	0F2H, AL	； 先写入计数值低字节
MOV	AL, 04H	
OUT	0F2H, AL	； 后写入高字节



3. 计数值的读取

- 应用8253计数功能时，常要读取它的现行计数值。
例如，流水线上工件自动装箱时，装满1000个后就移走箱子，开始下次装箱。可用8253对进箱工件计数。从初值 $n=999$ 开始，每进1个工件-1，减为0时向CPU发中断请求，通知控制系统移走箱子。
- 若在未装满箱子时，想了解箱中已装了多少工件，可先读取计数器现行值，再用1000减去现行值，就可求得已入箱的工件数。
- 读现行值时仍在计数，数值不稳定，会导致错误的读数。为此，必须在读数前终止计数，或锁存计数器输出端现行值。



读计数器现行值的两种方法：

1) 在读数前用外部硬件切断计数脉冲信号，或者使门控信号变为低电平，迫使8253停止计数。

缺点：需硬件电路配合，切断外部事件源或禁止正常计数过程，干扰了计数过程，不宜采用。

2) 每个计数通道中都有1个16位输出锁存器，可先用锁存命令锁存现行计数值，然后将它读出。

锁存：向8253送锁存控制字，其中的 D_7D_6 位指定要锁存的计数器号， D_5D_4 位=00，低4位清0。

读取：初始化编程时已置为先读写低字节，后高字节。
在写入的锁存命令执行后，只要执行2条IN指令就可读取计数值。



例7.4

对计数器1发锁存命令，然后读出计数值存进AX。

MOV	AL, 01000000B	； 锁存计数器1命令
MOV	DX, 0F6H	； 控制口
OUT	DX, AL	； 发锁存命令
MOV	DX, 0F2H	； 计数器1
IN	AL, DX	； 读取计数器1的低8位
MOV	AH, AL	； 保存低8位
IN	AL, DX	； 读取计数器1的高8位
XCHG	AH, AL	； 将计数值置于AX中

- ▶ 锁存命令发出后，锁存的计数值将保持到读出为止。读出后，锁存状态即自动解除，输出锁存器的值又将随计数器的值而变。



7.2.1 8253定时功能的应用

7.2.2 8253/8254 计数功能的应用

7.2.3 8253在PC/XT机中的应用



7.2.3 8253在PC/XT机中的应用

1. 硬件电路

在XT机中用8253-5作计数器/定时器，图7.14为连线图：

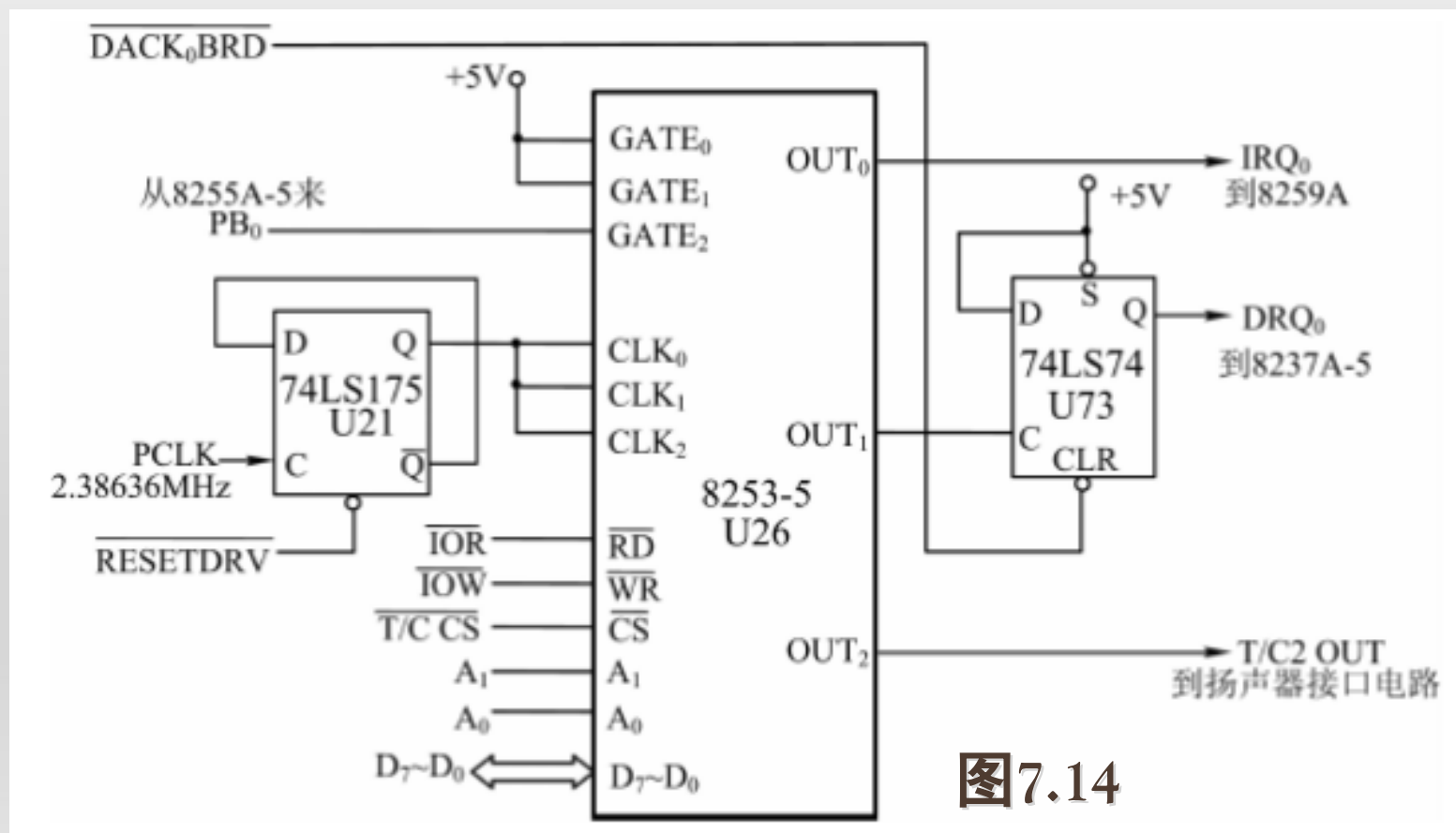


图7.14

2. 三个计数器的功能

1) 计数器0—实时时钟

- ❖ 计数器0用作定时器， $GATE_0$ 接+5V，使计数器0处于常开状态，开机初始化后就一直计数，提供系统时间基准。
- ❖ 初始化时选方式3，二进制计数。
- ❖ 初值 $n=0$ ($2^{16}=65536$)，在 OUT_0 形成方波，频率为 $f/n=1.19318\text{MHz}/65536=18.2\text{Hz}$

其中 f 由8284A时钟产生器输出信号经2分频获得。

- ❖ 此方波经系统总线 IRQ_0 送到8259A的 IR_0 ，使CPU每秒产生18.2次中断（55ms/次）。CPU以此为时间基准，在中断服务程序中对中断次数计数，就可形成实时时钟，例如中断100次即为5.5s。适用于对时间精度要求不是很高的场合。

- ◆ 若用16位计数器对中断次数计数，每次中断后计数器+1，计数器计满后进位时，表示产生了65536次中断，所经过的时间为

$$65536/18.2=3600s=1\text{小时}$$

- ◆ 对计数器0进行初始化的程序：

MOV AL, 00110110B

； 控制字：通道0，先读写低字节，方式3，二进制计数

OUT 43H, AL ; 写入控制字

MOV AX, 0000H ; 预置计数值n=65536

OUT 40H, AL ; 先写低字节

MOV AL, AH

OUT 40H, AL ; 后写高字节



2) 计数器1—动态RAM刷新定时器

- ◇ $GATE_1$ 也接+5V，计数器1也常开，它定时向DMA 控制器提供动态RAM刷新请求信号。
- ◇ 初始化时选方式2，计数初值18。OUT₁输出序列负脉冲，频率为

$$1.19318\text{MHz}/18 = 66.2878\text{kHz} \text{ (周期}15.09\mu\text{s)}$$

- ◇ 该负脉冲上升沿使D触发器U73置1，从Q端输出DRQ₀信号，送到DMA控制器8237A-5的DREQ₀端，作通道0的DMA请求信号。8237A-5的回答信号 $\overline{DACK_0BRD}$ 使D触发器清0。
- ◇ 通道0执行DMA操作时将对DRAM刷新。这样，每隔15.09 μs 向8237A-5提出1次DMA请求，由它实施对DRAM的刷新。



◆ 初始化计数器1的程序为:

MOV AL, 01010101B

; 控制字:计数器1, 只写低字节, 方式2, BCD计数

OUT 43H, AL

; 写入控制字

MOV AL, 18H

; 预置初值BCD数18

OUT 41H, AL

; 送入低字节



3) 计数器2—扬声器音调控制

- ◆ 计数器2工作于方式3，计数初值 $n=533H=1331$ ，从 OUT_2 输出的方波频率为

$$1.19318MHz/1331=896Hz$$

- ◆ 但 $GATE_2$ 不接+5V，而是受8255A-5的 PB_0 控制。当 $PB_0=1$ 时允许计数，使 OUT_2 端输出方波。
- ◆ 该方波与8255A-5的 PB_1 信号相与后，使扬声器发声。发声频率由预置初值 n 决定，发声时长受 PB_1 控制，只有 $PB_1=1$ 才允许发声。控制 PB_1 与 PB_0 的电平，就可形成各种音调的声音。
- ◆ 因8255A-5还控制其它设备，在控制扬声器发声程序中，还要保护B端口的原状态。



MOV AL, AH

; B口地址为61H



3. PC/XT机中的扬声器接口电路

- ❖ 扬声器能产生一定音调的声响，进行报警和提示，也可编程来控制加到扬声器上的信号频率，奏出乐曲。
- ❖ PC/XT的扬声器接口电路中，8253-5是音频信号源，8255A-5作控制器，驱动器75477增大8253-5输出信号的驱动能力，低通滤波器将脉冲信号转换成近正弦波的音频信号，去驱动扬声器发声。

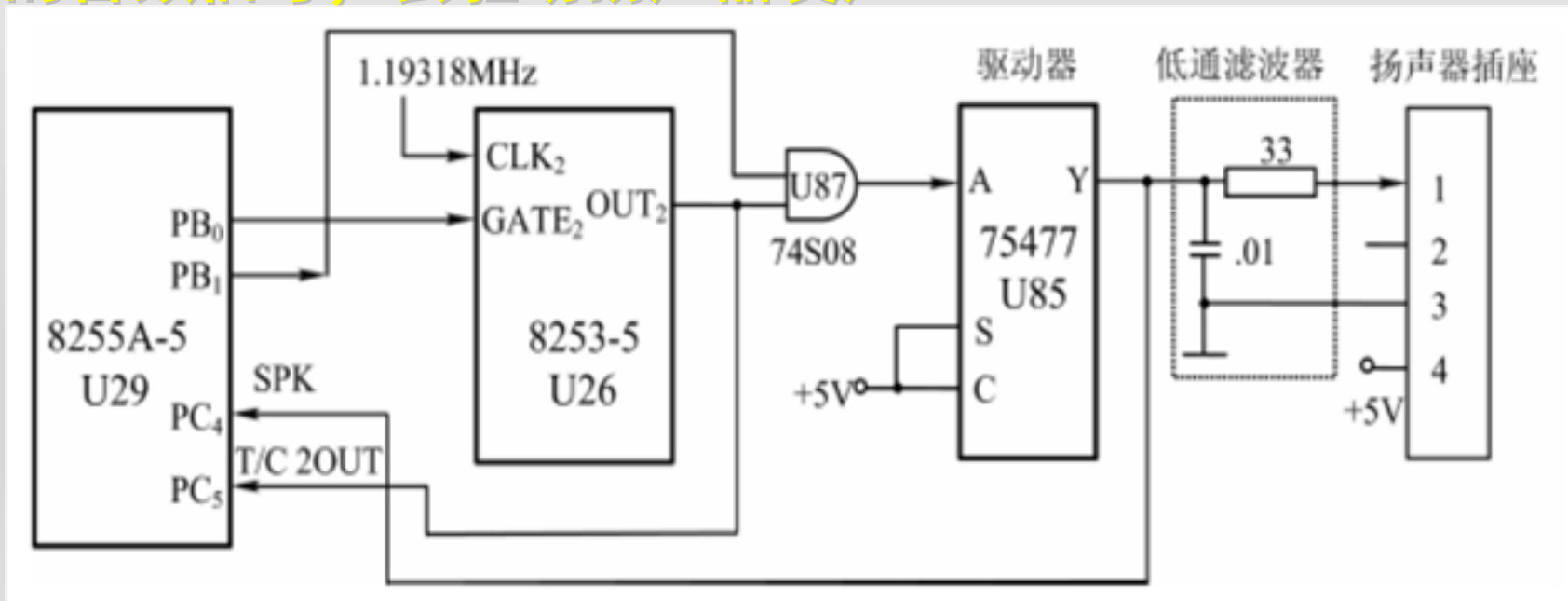


图7.15 扬声器接口电路

- ◆ 8253-5的CLK₂加1.19318MHz时钟，可根据要求的声音频率算出定时常数，编程让计数器2输出指定频率波形。
- ◆ 8255A-5的PB₀接8253-5的GATE₂，作计数器门控信号，允许或禁止8253计数。
- ◆ 8255A-5的PB₁接与门U87，PB₁=1时，OUT₂输出才能通过与门加到驱动器75477的A端，产生1/2W驱动功率，再经RC低通滤波器滤除高次谐波后，送扬声器发声。PB₁=0时波形不能通过与门，扬声器不发声。
- ◆ 对PB₁电平的设置，可控制扬声器发声时间的长短。当PB₁PB₀=11时扬声器能连续发声。
- ◆ OUT₂ (T/C 2OUT) 同时送8255A-5的PC₅，供CPU读取了解计数器输出状态。驱动器U85的输出端Y接到8255A-5的PC₄，供CPU了解加到扬声器的信号状态。



例7.5

根据图7.15介绍的扬声器接口电路，编写一个产生指定频率 f 的音频信号的通用发声程序。

- 首先把8253-5的计数器2编程为工作方式3。由于 $f_{\text{CLK2}} = 1.19318\text{MHz} = 1193180\text{Hz}$ ，为使 OUT_2 输出频率为 f 的方波，必须向计数器2写入初值 n ，其值为：

$$n = f_{\text{CLK2}} / f = 1193180 / f = 1234\text{DEH} / f$$

- 这里， f 应为人耳能听到的音频，范围约为 $20\text{Hz} \sim 20000\text{Hz}$ ，可以16进制数先存入DI寄存器。程序中求 n 时要用字除法，即先将除数的高字节（12H）送到DX，低字节（34DEH）送到AX，再除以DI中的数，AX中的商就是初值 n 。



◇ 能产生频率为f的通用发声程序

MOV AL, 10110110B

； 8253控制字:通道2, 先写低字节, 方式3, 二进制计数

OUT 43H, AL ; 写入控制字

MOV DX, 0012H ; 被除数高位

MOV AX, 34DEH ; 被除数低位

DIV DI ; 求计数初值n, AX=结果

OUT 42H, AL ; 送出低8位

MOV AL, AH

OUT 42H, AL ; 送出高8位

IN AL, 61H ; 读入8255A端口B的内容

MOV AH, AL ; 保护B口的原状态

OR AL, 03H ; 使PB₁PB₀置1, 其余不变

OUT 61H, AL ; 接通扬声器, 使它发声



◆ 扬声器发声的另一种方法

- 先置 $OUT_2=1$ ，然后连续改变8255的 PB_1 输出，也能使U87送出一定频率的方波。
- 先使 PB_0 置0，再编程使 PB_1 输出的电平在1和0之间来回变化。因为 PB_0 接 $GATE_2$ ，在8253工作于方式3， $GATE=0$ 时，输出 OUT 恒为1，这样就允许 PB_1 产生的方波通过U87输出。
- 实现这种发声方案的程序如下（见例3.94）

```
IN      AL, 61H           ; 读入B口状态
AND     AL, 11111100B     ;  $PB_0=0$ ，使 $OUT_2=1$ 
BEEP: XOR AL, 02H         ;  $PB_1$ 由1→0，由0→1
      OUT 61H, AL
      MOV CX, 320
HERE: LOOP HERE           ; 延时
      JMP BEEP
```

