



单片机软件产生高频方波的一种方法

福建农林大学 陈松岭

1 问题的提出

在本刊 2001 年第 7 期《红外遥控器信号的接收和转发》一文中,提出利用 8751 的定时器 T1 产生 38 kHz 的方波,用作红外遥控信号的载波。38 kHz 方波每周期为 $26.3 \mu s$ $26 \mu s$, 因此 P1.0 必须 13 μs 翻转一次。此时的方波频率为 38.461 kHz。利用中断法产生方波,必须将定时器/计数器 1 溢出中断设为最高优先级,此时中断响应的时间在 3~8 个机器周期之间^[1],即 3~8 μs ,加上中断程序执行时间 5 μs ,所以方波的高低电平宽度在 8~13 μs 之间。中断过于频繁,主程序将不能及时处理其它事情及中断。利用查询法产生方波,必须关闭所有中断允许,主程序同样不能及时处理其它事情及中断,而且实际上也可以用指令实现 13 μs 的延时。当然,在遥控器系统中,因为人的操作习惯和系统要求,这两种方法是可行的,但在其它应用系统中,将影响系统的总体性能。因此,在实际应用中,简单利用定时器 1 来产生频率较高的方波并不是一种很好的方法。

笔者通过研究分析 8032/8052 的定时器/计数器 2 和串行口,发现可以高效产生精确的高频方波。下面只介绍串行口和定时器/计数器 2 与本文相关的功能,其它功能请见参考文献。

2 8031 的串行口控制寄存器 SCON

SM0 (SCON.7)、SM1 (SCON.6) 为串行口操作模式选择位。当 SM0=0、SM1=1 时,选择模式 1。功能为 8 位 UART,波特率可变。此时输出的格式为:

0 (起始位) | D0,D1,D2,D3,D4,D5,D6,D7 | 1 (停止位)

TI (SCON.1) 串行口发送中断标志。在模式 1 中,在发送停止位之初,由硬件置位。TI=1 时,申请中断。CPU 响应中断后,应由软件清除 TI 标志。

分析串行口的时序可知:对于模式 1,在 CPU 响应中断后,如果中断程序中重新写入数据到 SBUF,串行口将在发送完停止位后接着发送新的

数据,而不会覆盖停止位^[2]。

3 8032/8052 的定时器/计数器 2

定时器/计数器 2 是一个具有 16 位自动重装载的定时器/计数器。与本文相关的控制位有:

TCLK (T2CON.4) 发送时钟标志。TCLK = 1,选择定时器 2 溢出脉冲作为串行口的发送时钟。

TR2 (T2CON.2) 运行控制位。TR2 = 1,启动定时器 2; TR2 = 0,停止 TR2;

C/T2 (T2CON.1) 定时器/计数器方式选择位。C/T2=0,定时器工作方式下,计数频率= $f_{osc}/2$;

CP/RL2 (T2CON.0) 捕获/重装载标志。CP/RL2=0,选择重装载功能。当定时器 2 溢出时,会造成自动重装载操作,即把 RCAP2H 和 RCAP2L 的内容传送给 TH2 和 TL2。

当 TCLK=1, C/T2=0, CP/RL2=0 时,定时器 2 作为串行口发送的波特率发生器,选择重装载功能。由于串行口的波特率是定时器 2 溢出速率的 1/16,因此,波特率 (baud) 由下式给出:

$$\text{baud} = f_{osc} / \{2 * 16 * [65536 - (RCAP2H, RCAP2L)]\},$$

(RCAP2H, RCAP2L) = 自动重装载值。

4 方波的产生和方波的频率、精度

将二进制数 01010101B 写入 SBUF 中,串行口将自动以波特率发送。形成的数据格式为:

起始位	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	停止位
0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

在 TXD 引脚上形成了 5 个周期的方波,如图 1 所示。

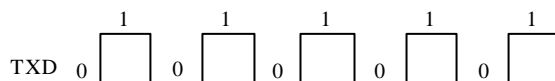


图1 5个周期的方波

连续方波的产生:在发送停止位之初, TI=1,引起中断。在中断程序中,只要在停止位发送结束之前,再次将二进制数 01010101B 写入 SBUF 中,那



么在上一个停止位发送完后, TXD引脚上将接着发送新的五个周期方波, 从而在TXD引脚上形成连续的精确方波。

方波的频率 = 波特率 / 2 =

$f_{osc} / \{64 * [65536 - (RCAP2H, RCAP2L)]\}$, (RCAP2H, RCAP2L) = 自动重装值。

f_{osc} 和 (RCAP2H, RCAP2L) 选择不同的值, 即可输出不同频率的方波。

中断程序如下:

ORG 0023H

ComInt: MOV SBUF, #55H; 2个机器周期, 再次将数写
;入, 以形成下5个方波

CLR TI ; 1个机器周期, 清除TI标志

RETI ; 2个机器周期, 退出中断

为实现精确时钟, 串行口中断必须得到最及时的响应。因此应把串行口中断设置为唯一的高优先级中断, 即

MOV IP, 00010000B; PS = 1, 其它 = 0。

由于中断响应在指令执行中的不确定性, 中断响应时间在 3~8 个机器周期之间^[1], 加上中断程序指令执行时间, 到重新给 SBUF 赋值为止, 共需要

5~10个机器周期。中断指令总的执行时间为5个机器周期。

当方波高电平宽度 10 个机器周期时, 程序可以在串行口送完停止位之前, 给 SBUF 重新送数, 从而保证方波的连续, 能精确实现要求的方波。当 10 个机器周期 > 方波高电平宽度 5 个机器周期时, 程序有时不能在串行口送完停止位之前, 给 SBUF 重新送数, 造成方波的高电平宽度变长, 但总的高电平宽度不会超过 10 个机器周期, 误差并不很大, 基本上能实现要求的方波。表 1 给出常用晶振与能实现的最高频率方波及对应的 RCAP2H、RCAP2L 值。

回到本文提出的问题, 当 $f_{osc} = 12 \text{ MHz}$, (RCAP2H, RCAP2L) = 65531 时, 产生的方波频率 = 37 500 Hz = 37.5 kHz, 与红外遥控器信号调制载波 38 kHz 相差不多, 在允许的误差范围之内。每周期间宽度 = 26 μs > 20 μs , 能精确实现要求的波形。电路图与原文相同, 37.5 kHz 的方波信号由 TXD 引脚输出。主程序每隔 130 μs 进入一次中断程序, 中断程序的执行时间为 5 μs , 基本上不影响系统的总体性能。

表 1

晶振频率 /MHz	中断响应时间/重置 SBUF 值所需时间		能精确实现的最高频率方波		能基本实现的最高频率方波	
	最长时间/ μs	最短时间/ μs	频率/Hz 周期/ μs	RCAP2H RCAP2L	频率/Hz 周期/ μs	RCAP2H RCAP2L
6	16/20	6/10	23437.5 42.7	65532	46875 21.3	65534
11.0592	8.7/10.8	3.3/5.4	43200 23.2	65532	86400 11.6	65534
12	8/10	3/5	46875 21.3	65532	93750 10.6	65534
24	4/5	1.5/2.5	93750 10.6	65532	187500 5.3	65534
40	2.4/3	0.9/1.5	156250 6.4	65532	312500 3.2	65534

演绎崭新技术 打造理想平台

研祥智能股份 2003 年 DVR 行业应用研讨会在北京成功举行

由中国计算机行业学会工控机专委会、嵌入式智能产业联盟、深圳市安全防范产品行业协会、广东省公安厅技防办、辽宁省社会公共安全产品行业协会主办, 深圳研祥智能科技股份有限公司、Intel(中国)有限公司、杭州海康威视数字技术有限公司承办的 2003 年 DVR (Digital Video Recorder, 数字视频监控) 行业应用研讨会首场会议于 4 月 1 日在北京新世纪饭店成功举行。

会议中, 研祥智能产品本部经理肖礼报向与会人员详细介绍了 EVOC 在 DVR 行业的应用解决方案和产品, 引起了会议参加者的广泛兴趣。会上还专门为与会人员准备了有趣的现场抽奖活动, 并在现场演示了研祥智能的新产品, 为与会人员做现场技术解答, 共同探讨 DVR 行业的发展方向和具体应用。

本次研讨会通过 Intel、研祥智能、海康威视从芯片级、平台级、应用级等不同的层面介绍视频监控技术, 让与会的人员共同感受到中国 DVR 行业的发展。2003 年研祥智能将联合国内外 DVR 行业有影响力的企业, 共同打造高性能、高稳定的 DVR 平台。



5 产生方波的相关子程序

(1) 初始化子程序(以产生 37.5 kHz 方波为例, 系统晶振为 12 MHz)

```
InitSWave: MOV T2CON, #00010000B; TCLK=1(T2 为发
           ;送波特率发生器),
           MOV RCAP2H, #0FFH; C/T2=0(定时器方式),
           ;CP/RL2=0(自动重装载)
           MOV RCAP2L, #0FBH; (RCAP2H, RCAP2L)=
           ;65531
           MOV TH2, #0FFH; T2=65531
           MOV TL2, #0FBH
           CLR ET2; 关闭定时器/计数器 2 溢
           ;出中断允许
           SETB EA; 打开总的中断允许
           MOV IP, #00010000B; 串行口中断为唯一的
           ;高优先级中断
           RET; 返回
```

(2) 启动和停止方波发生子程序

```
StartSWave: SETB TR2; 输出方波, 启动定时器 2
            SETB ES; 打开串行口中断允许
            MOV SBUF, #01010101B; 写入数据 55H 到
            ; SBUF 中
            RET
StopSWave: CLR TR2; 停止输出方波, 关闭定时器 2
            CLR ES; 关闭串行口中断允许
```

RET

6 串行口的复用

当系统的串行口数据传输的要求及系统对输出方波要求都不高时, TXD 仍可以根据实际情况, 分时作为方波输出或作为串行通信口。此时, 能实现的最高方波频率和精度都将受到影响。

结 语

本文分析了 8032/8052 串行口及定时器/计数器 2 的功能, 给出了软件产生高频方波的方法, 并分析了方波的最高频率和精度。对于没有定时器/计数器 2 的 8031/8051 芯片, 根据本文的原理, 也可以利用定时器/计数器 1 和串行口产生方波。与定时器/计数器 2 相比, 实现的方波频率要低一些。

参考文献

- 1 孙育才. MCS-51 系列单片微型计算机及其应用. 南京: 东南大学出版社, 1997
- 2 何立民. MCS-51 系列单片机应用系统设计. 系统配置与接口技术. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1990
- 3 方宏, 陈星耀. 红外遥控器信号的接收和转发. 单片机与嵌入式系统应用, 2001(7)

(收稿日期: 2002-11-19)