

● 主题论文

基于单片机的通用示波器存储功能扩展设计

何永泰¹, 肖丽仙²

(1. 楚雄师范学院 物理与电子科学系, 云南 楚雄 675000; 2. 楚雄应用技术学院 云南 楚雄 675000)

摘要: 由于通用示波器没有存储功能, 因而在单脉冲信号的捕捉和测量中受到极大的限制。介绍一种利用 SPCE061A 型 16 位单片机给通用示波器嵌入存储功能的原理。实验证明此设计在一定频率范围内是可行的, 而且成本较低, 具有一定的实用价值。

关键词: 示波器; SPCE061A; 单片机; 存储器; 设计

中图分类号: TM935.3

文献标识码: A

文章编号: 1006-6977(2006)01-0051-03

Design of memory function of oscillograph based on single-chip microcomputer

HE Yong-tai¹, XIAO Li-xian²

(1. Department of Physics and Electron Information Science, Chuxiong Normal University, Chuxiong 675000, China;

2. Chuxiong Application and Technology College, Chuxiong 675000, China)

Abstract: The usual oscillograph is limited in the catch and measure of the signal without the function of memory. The method of expanding memory function for the usual oscillograph based on the SPCE061A is introduced. The feasibility of the method is validated by the experiment. The method has practical value.

Key words: oscillograph; SPCE061; A single-chip microcomputer; memory; design

1 引言

目前, 通用二踪示波器如 HH4310A/HH4311A、RS8 等均无存储功能, 在学生实验中能满足信号测量的要求, 但若用于测量一些非周期单脉冲信号, 由于信号的突发性, 这些通用的示波器往往不能对信号的波形、幅值、脉宽进行仔细的观测。其在通用示波器中嵌入存储功能, 能极大地扩展应用范围, 具有较高的实用价值。笔者介绍一种利用 SPCE061A 型 16 位单片机在 HH4310A/HH4311A 型通用示波器中嵌入存储功能的原理及实验结果。

2 通用示波器的基本工作原理

通用示波器的品种繁多, 电路各不相同, 但总的来说, 可以归纳为 3 个主要组成部分: 垂直系统(主要实现 Y 输入信号的放

大); 水平系统(主要实现水平扫描和水平放大)和主机(主要包括低/高压电源和显示电路)。基本结构如图 1 所示, 各组成部分的详细工作原理参阅参考文献^[1]。

3 嵌入存储功能的原理

在通用示波器中嵌入存储功能的基本原理是用 A/D 转换器把模拟信号转换为数字信号, 然后存储到 RAM 中, 需要显示时, 将 RAM 中存储的数字信

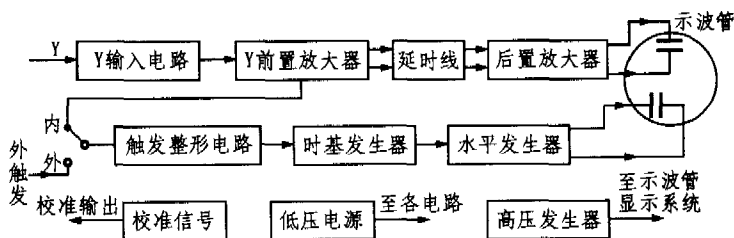


图 1 通用示波器电路的基本结构框图

号按顺序读出,通过D/A转换器恢复模拟信号,在示波器荧光屏上显示出来。在设计中,利用SPCE061A型16位单片机中的A/D转换器实现对示波器的Y输入被测信号的模/数转换,转换的结果存储在SPCE061A内部的SRAM中,显示时,经SPCE061A的D/A转换器恢复输入的模拟信号,SPCE061A及相关电路构成的扩展电路接在通用示波器垂直系统的Y输入电路及前置放大器之间,如图2所示。

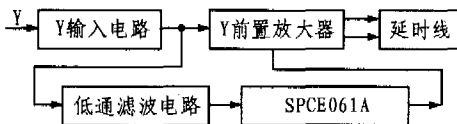


图2 存储功能模块的结构

3.1 A/D转换的原理及性能要求

要实现对输入被测信号的存储,A/D转换(取样、量化、编码)是关键,根据奈奎斯特(Nyquist)取样定理,取样后能够不失真地还原出原信号,必须满足 $f_s > 2f_m$,即取样频率必须大于信号最高频率的2倍。在SPCE061A中有7路10位逐次逼近型A/D转换器,通过对A/D转换器有关控制寄存器P_ADC_Ctrl(\$7015H)、P_ADC_MUX_Ctrl(\$702BH)的合理设置启动A/D转换,从P_ADC_MUX_Data(\$702CH)单元中读出A/D转换的值。SPCE061A中A/D转换的最高速率为($F_{osc}/32/16Hz$),如果速率超过此值,从P_ADC_MUX_Data中读出数据时会发生错误。A/D转换的最大频率响应率($F_{osc}/32/16Hz$)如表1所示。

在SPCE061A中,32768Hz的实时时钟经过PLL倍频电路产生系统时钟 F_{osc} , F_{osc} 再经过分频得到CPU时钟(CPUCLK),通过对寄存器P_System-Clok(\$7013H)的编程来完成对系统时钟 F_{osc} 和CPU时钟频率的定义。默认时, F_{osc} 、CPUCLK分别为24.576MHz和 $F_{osc}/8$ 。

根据A/D转换的基本原理及SPCE061A的A/D转换的特性,在通用示波器中嵌入的存储功能模块的最大不失真频率为20kHz。

3.2 数字信号的存储和D/A转换

经A/D转换的结果需要存储到存储器中,其存储容量为获取波形的取样点数目,用直接存放A/D变换后数据的获取存储单元来表示。在SPCE061A中有2K×10bit的SRAM存储单元,实际使用的SRAM的容量主要由A/D转换的速率和扫描因数(t/div)共同决定,其关系如下式所示:

$$t/div = 1/f_s \times N \quad (1)$$

式中, f_s 为A/D转换的取样频率, N 为每格的取样点数。由此可知,在A/D变换速率相同的条件下,存储容量的大小决定扫描时间因数的大小。在设计中,A/D变换的速率 f_s 最大为96kHz,若用1K的SRAM作为A/D转换的存储器,则最大扫描时间为10ms/div。在存储扩展模块中,单片机启动A/D转换器后,通过对P_ADC_MUX_Data(\$702CH)单元中A/D转换结果的比较,当有效的转换结果出现时,才将结果保存到SRAM中,利用这种方法能够有效地扩大扫描时间因数,对于单脉冲信号的捕捉非常有效。ADC的部分程序如下:

_AD:

```
R2=[P_ADC_MUX_Ctrl]
TEST R2,0X8000      //判断是否转完毕
JZ _AD
R1=[P_ADC_MUX_Data]
CMP R1,01//判断是否有信号输入
JB _AD
[R3]=R1      //R3为存放ADC数据地址指针
R3+=1
...
```

在A/D转换中,不仅A/D转换的位数和存储容量决定示波器的垂直和水平分辨率,而且,通过单片机对A/D转换结果的数字信号多次取平均处理,消除随机噪声,可以使垂直分辨率得到提高。

SPCE061A提供了2路D/A转换通道,通过对寄存器P_DAC_MUX_Ctrl(\$702AH)单元的编程控制D/A转换,将存储器中的数字信号按顺序转换为模拟信号,加到示波器的Y通道放大器中,在荧光屏上重现信号的波形。(下转第56页)

表1 A/D转换器的最大频率响应率

系统时钟(F_{osc})	20.48MHz	24.576MHz	32.76MHz	40.96MHz	49.152MHz
响应率	40kHz	48kHz	64kHz	80kHz	96kHz

- [1]刘海波,高厚磊,刘文格.GPS 定位和授时原理及其在电力系统中的应用[J].山东电力技术,1998,(5).
- [2]龙厚军,胡志坚,陈允平.基于 GPS 的功角测量及同步相量在电力系统中的应用研究[J].继电器,2004,32(3):39-44.
- [3]周群彪,苟大举,刘健波,李永国,聂建荪.GPS 精密授时系统的研制[J].四川大学学报(自然科学版),1999,36(4):686-691.
- [4]王惠南.GPS 导航原理与应用[M].北京:科学出版社,2003.
- [5]徐绍铨,张华海,杨志强,王泽民.GPS 测量原理及应用[M].武汉:武汉大学出版社,2004.
- [6]胡汉才.单片机原理及其接口技术[M].北京:清华大学出版社,1998.
- [7]章育群,汪建等.大型发电机功角的微机测量系统[J].微处理机,1997,21(9):17-19.
- [8]严登俊,鞠平,吴峰,韩敬东.基于 GPS 时钟信号的发电机功角实时测量方法[J].电力系统自动化,2002,(25):38-41.
- [9] Stanton S E, Charlie S, et al. Application of Pha-

tor Measurements and Partial Energy Analysis in stabilizing Large Disturbances[J].IEEE Trans on PWRs.1995,10(1):297-306.

- [10]Wilson R E, et al. GPS Synchronized Power System Phase Angle Measurement [J]. International Journal of Satellite Communications, 1994, 12: 499-505.

- [11]倪云峰,李白萍,姜莉.双口 RAM 在 RTU 交流采样单元中的应用[J].现代电子技术,2002,(10):90-92.

作者简介:孙丙香(1979-),女,吉林省长春市人,在读硕士研究生,研究方向是电力电子与电气测量技术;温春雪(1980-),男,内蒙古呼和浩特市人,在读硕士研究生,研究方向是电力电子与电气测量技术;严国志(1963-),男,湖北武汉人,副教授,硕士生导师,主要从事计算机控制、数字信号处理等方面的教学与科研;杨同忠(1961-),男,湖北武汉人,副教授,硕士生导师,主要从事计算机控制方面的教学与科研。

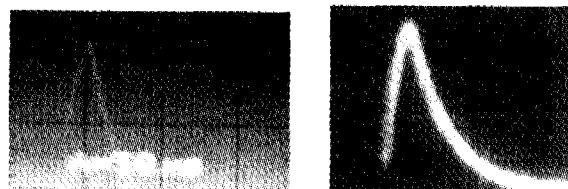
收稿日期:2005-04-19

咨询编号:060117

(上接第 52 页)

4 示波器存储模块的实验研究

对于示波器存储模块的研究主要采用对同一信号进行实验比较的方式。在实验中,利用 HH4310A/HH4311A 型通用示波器对信号进行 1 次直接测量和 1 次存储测量,然后对 2 次测量结果(包括波形的失真度、幅值及频率)进行比较。图 3(a)和(b)分别显示对单脉冲信号的直接显示波形和存储显示波形。



(a) 单脉冲信号的波形

(b) 存储的单脉冲波形

图 3 波形

通过实验结果的比较可以看出,在一定频率(20kHz)以下,嵌入 SPCE061A 的示波器存储模块能够实现对信号的不失真存储。

5 结束语

通过实验研究可以看出,利用 SPCE061A 可以

实现对通用示波器存储功能的扩展。通过单片机的编程可较好地实现对单次脉冲的存储测量。虽然在 SPCE061A 中,A/D 转换、D/A 转换的速度和 SRAM 的容量限制了存储信号的频带范围,但是,其成本较低,性价比较高,具有一定的实用价值。若要扩大存储信号带宽的范围,可采用高速 A/D 转换器和 D/A 转换器以及大容量的 RAM 来实现。

参考文献:

- [1]赵中义.示波器原理维修与检定[M].北京:电子工业出版社,1990.
- [2]薛钧义,张彦斌,虞鹤松.凌阳十六位单片机原理及应用[M].北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [3]谭家玉,郑大字.单片机原理及接口技术[M].哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2003.
- [4]史国清,倪晋平,刘文军.基于单片机的低频数字相位测量仪的设计[J].现代电子技术,2005,28(8): 80-81.

作者简介:何永泰(1970-),男,汉族,云南南华人,现为楚雄师范学院教师,硕士,主要从事嵌入式系统和 FPGA 设计的研究。

收稿日期:2005-06-06

咨询编号:060116