

待“Set_Prm”报文。参数化报文由用户组态时给定，包括了一些标准信息，如识别号、同步锁定能力，还包括了一些用户特别定义的数据。在此状态，从站还可以接收“Get_Cfg”报文、“Slave_Diag”报文，但拒绝处理其它报文，并且不能进行数据通信。如果“Set_Prm”正确，从站进入Wait_Cfg状态，等待“Check_Cfg”报文。该报文规定从站接收主站对它的配置信息，即数据交换中的输入输出字节数。此外，也可接收“Get_Cfg”报文、“Slave_Diag”报文。如果“Check_Cfg”正确，从站进入Data_Exch状态，可与主站进行数据通信。在此状态，从站可以接收以下报文：“Writing_Outputs”、“Reading_Inputs”、“Global_Control”、“Slave_Diag”、“Check_Cfg”、“Get_Cfg”等。若用组态和数据交换不成功，就会返回到参数化阶段。从站接收到主站的状态请求后，以高优先级的诊断报文作为应答。诊断信息包括了标准诊断信息和与用户有关的信息。

在Wait_Prm状态对从站进行组态时，必须要有GSD文件。所谓GSD，就是为了将不同的PROFIBUS产品集成在一起，而以电子设备数据库文件方式提供的功能函数（如I/O点数、诊断信息、波特率、时间监视等）。只有有了GSD文件，在组态软件下才能对从站组态，否则主站无法识别从站。

2.3 SPC3 相关程序设计

对SPC3的软件操作主要包括两个部分：SPC3的初始化和SPC3的中断处理。SPC3的初始化程序应放在主应用程序的前面，而中断处理程序完成CPU对SPC3中断输出的响应。

SPC3在上电复位之后，在正常工作之前必须进行初始化，以配置各个寄存器。中断处理程序用于处理SPC3发生的各种事件，这些事件包括：新的参数报文事件、全局控制命令报文事件、进入或退出数据交换状态事件、新的配置报文事件、新的地址设置报文事件、监测到波特率事件和看门狗溢出事件。

中断程序主要用来处理Prm、Cfg、SSA报文。SPC3的中断流程图如图4所示。

2.4 控制器的软件设计

由于SPC3集成了完整的PROFIBUS-DP协议，因此单片机不用参与处理PROFIBUS-DP状态机。单片机的主要任务就是根据SPC3产生的中断，对SPC3接收到的主站发出的输出数据转存。组织要通过SPC3发给主站的数据，并根据要求组织外部诊断。并且，单片机还要根据得到的数据进行模糊自整定PID的运算和处理。主程序流程图如图5所示。

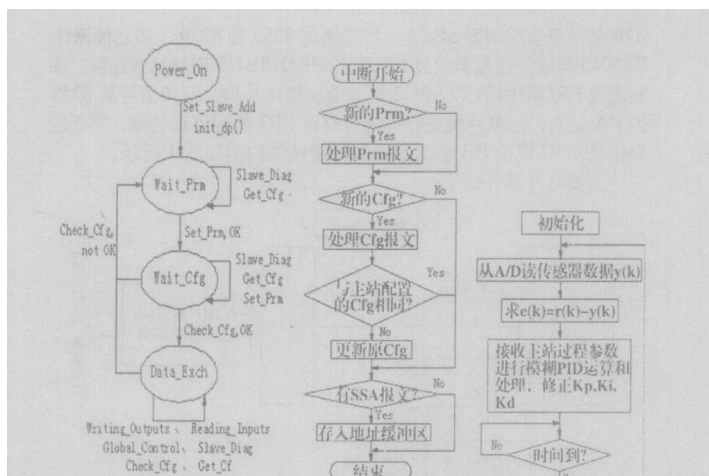


图3 PROFIBUS-DP 从站状态机 图4 中断流程图 图5 主程序流程图

3 结束语

本控制器结合了模糊自整定PID的算法，实现了PROFIBUS-DP从站的智能化，使从站的功能得到加强，对于某些特定的控制对象，可以采用特定的模糊规则表来进行控制。

参考文献

- [1] SIMATIC NET SPC3 Siemens PROFIBUS Controller User Description. Siemens AG, 2002.
- [2] 阳实斌. 现场总线技术及其应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1999.
- [3] 吴振帆, 姚建峰, 岳东海. 模糊自整定PID控制器的设计及其应用. 哈尔滨工业大学学报, 2004 Vol.36 No.11:1578-1580.
- [4] 李正军. 现场总线及其应用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [5] P89C51RD2 Data Sheet. Philips Semiconductors, 1999.
- [6] 孙增圻. 智能控制理论与技术[M]. 北京: 清华大学出版社, 1997.

作者简介: 夏振宇, 男, 硕士研究生, 合肥工业大学电气与自动化工程学院, 主要研究方向: 计算机控制; 鲍远慧, 女, 副教授, 合肥工业大学电气与自动化工程学院, 主要研究方向: 计算机控制和自动控制。

作者声明: 自愿将本文稿酬捐为“仪器仪表用户杂志爱心助学基金”

文章编号: 1671-1041(2006)02-0024-03

基于 ARM 的等效采样示波表的设计

谭思云, 范 恒

(武汉理工大学 自动化学院, 武汉 430070)

(Automation Institute, Wuhan University of Technology, Wuhan 430070 China)

摘要: 为了满足实验过程中对一些电参数高精度测量的要求, 同时也为了降低整个系统成本和功耗, 介绍了一种基于 ARM 的等效采样示波表系统的总体方案和软硬件设计。示波表选用了 ARM 控制的 A/D 转换器 ADS1211, 整个系统的精密时钟发生电路对高频信号 (6.25MHz~100MHz) 进行等效采样, 经测量其精度可达 10^{-6} , 大大提高了示波表的性价比。

关键词: ARM; 等效采样; FPGA; ADS1211
中图分类号: TM732; TM76 文献标识码: B

Abstract: For high precision in measuring electronic parameters in the course of experiment, and in order to reduce the cost and power of the system, the ADS1211 is selected when ARM is used for control, this system samples the high frequency signal (6.25MHz ~ 100MHz) equivalently based on the precision clock generating circuit. The experiment shows measurement precision is higher than 5 bits, the osillogragh is greatly improved in ratio of performance and price.

Key words: ARM, equivalent sample, FPGA, ADS1211

Design of equivalent sampling oscillogragh based on ARM

TAN Si-yun, FAN Heng

1 引言

由于输入示波表的频率范围较宽 (DC ~ 100MHz), 而为了降低系统成本和功耗, 本系统的高速 AD 转换器采用 ADS1211, 同时为了更好地重现波形, 系统采用了等效和实时两种采样方式。若翰

收稿日期: 2005-11-20

入频率小于 6.25MHz, 选用实时采样; 反之, 选用等效采样。根据输入频率确定时钟芯片的输出及分频数。当输入频率为 10kHz~6.25MHz 时, 利用可编程频率合成芯片 MC12429 产生 100MHz 的基准采样时钟, 当输入频率小于 10kHz 时, 由 FPGA 对 100MHz 基准时钟分频后提供 10MHz 采样时钟, 从而实现实时采样, 当输入信号频率为 6.25MHz~100MHz 时, 利用精密可编程频率合成芯片 MC12429 输出 6.25MHz~100MHz 的等效采样时钟, 从而实现等效采样。

2 系统硬件设计

2.1 总体设计

系统在硬件上可分为 5 部分: ARM 和 MCU 控制器、FPGA 数字平台、时序采样控制及 AD 转换、输入预处理及万用表、通信接口及键盘显示。系统功能如图 1 所示。

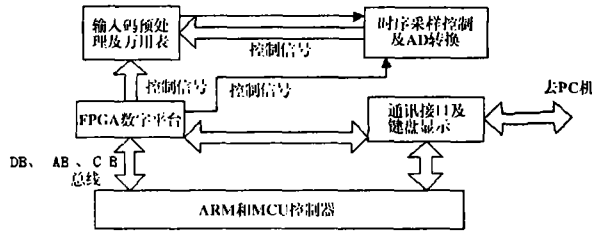


图 1 系统功能框图

控制器部分任务较重, 通过几片 LPC2105(ARM) 和一片 89C51RD2(MCU) 来完成。其中, ARM 负责采样、数据处理以及程序时钟的控制工作; MCU 完成测频、万用表、键盘显示与计算机通信功能。两者通过在 FPGA 内部设计总线仲裁电路实现系统控制以及相互通信。

本系统中所有的数字控制电路均设计在 FPGA(FP2C6) 中, 包括实现微处理器接口电路、总线仲裁电路、采样时序控制电路、频率测量模块、键盘显示控制、存储器扩展、通信接口等功能。

时序采样控制及 AD 转换是本系统实现等效采样的关键, 其核心是精密可编程频率合成芯片 MC12429。MC12429 的输出时钟范围是 25MHz~400MHz, 步进值 0.125MHz~1MHz。它内部采用了高频锁相环结构, 对干扰很敏感, 在硬件上采取了一定的抗干扰措施保证其稳定工作。AD 转换为双通道 100MHz 的 AD9288, 转换后的数据送给 32k 存储深度的高速 FIFO。

本系统的预处理对信号频率为 DC~100MHz、幅度为 1mV~400V 的信号经过可编程衰减和放大得到 AD 的测量范围, 触发电路用高速比较器 AD8561 实现, 其参考电压由 ARM 对输入电压采样获得。整形后的信号送到 FPGA 内部采用等精度频率测量, 精度可达 10^6 以上, 万用表部分采用 24 位高精度 AD 转换器 ADS1211, 精度可达 5 位半以上。

本系统采用 RS232 和 USB 两种方式与计算机通信, 显示为点阵液晶显示器 TA320240Q1, 控制器在 FPGA 内部实现, 键盘采用 4*8 的导电橡胶键盘。

2.2 ARM 测量控制设计

本示波表数据集中采用 32 位的 ARM 和内部有 80Kbits 的块 RAM 的 FPGA EPIC6Q24046, 用 RAM 来完成万用表的数据处理和计算。MCU 通过查询 ADS1211DRDY 后, 将 ADS1211 转换好的新 24 位数据分 3 次、每次 8 位, 送 FPGA 的物理参数数据区, ARM 通过总线仲裁来访问这些数据, 然后进行处理, 有效结果和其信息一起送 FPGA 显存。系统复位初始化程序和读测试数据程序片段如下: void WYB_INIT() // 初始化程序

```

{ WYB_INSR=0x64;
  WYB_CMR4=0xa0;
  WYB_CMR3=0x21;
  WYB_CMR2=0x7e;
  WYB_CMR1=0x83;
  While(!DRDY);
  120WY_WRITE_COMMAND();// 发控制命令
    
```

```

}
void WYB_CSDATA()// 读测试数据
{ float n; unsigned long m;
  WYB_INSR=0xc0; while(!DRDY);
  WY_READ(0); ...
  for (m=0x408;m<0x411;m++)
  if(WYB_DATA[m-0x408]!=46) XBYTE[m]= WY
  B_DATA[m-0x408]-48;/ 送显示
  else XBYTE[m]=11}
    
```

在万用表测量时, 测量电路针对不同测量对象和其大小有不同的测量模块或通道, 且应由系统智能控制来实现全自动测量。为此我们先由 ARM 根据用户设置的测量类型预置一个高档位量程和通道, 同时还要通过 MCU 来预置 ADS1211 加速因子和放大器增益等。ARM 在对预测值处理后重新确定下次最佳测量精度和最快测量速度, 若与上次控制相同, 则将处理的数据和显示控制信息送显存, 否则继续预测。控制字是否有效主要是 ARM 根据测量值是不是该输入值的最小测量误差来判定, 测量流程如图 2。

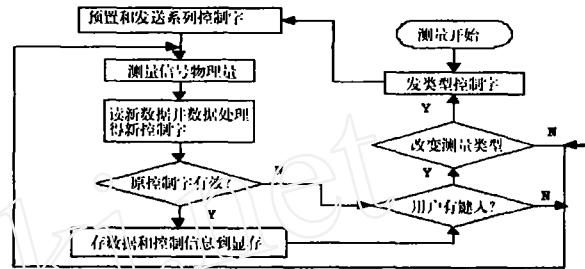


图 2 ARM 流程测量

3 系统软件设计与等效采样实现

输入预处理及万用表电路对信号测量频率和幅值, 将频率和幅值信息传递给 ARM, 由 ARM 根据输入频率确定采样方式, 并控制精密时钟发生电路, 为 ADC 提供采样时钟并控制输入程控衰减和放大电路。一次采样完成后, 由 ARM 处理采样数据并送 LCD 显示。总体软件流程如图 3 所示。

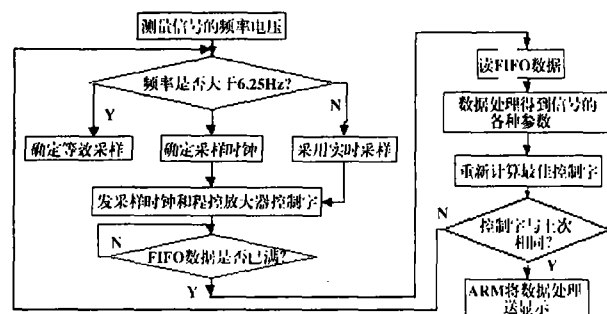


图 3 总体软件流程图

由于可编程频率合成芯片 MC12429 在 6.25MHz~12.5MHz 频率范围内, 步进值为 0.03125MHz, 在 12.5MHz~25MHz 频率范围内, 步进值为 0.0625MHz, 在 25MHz~50MHz 频率范围内, 步进值为 0.125MHz, 在 50MHz~100MHz 频率范围内, 步进值为 0.25MHz。为便于数据处理, 软件设计过程中可以将所有的实际频率转换成以 0.03125MHz 为单位的代值, 即除以 0.03125MHz。将输入频率 f_M 转换后的代值 (以后简称代值) 记为 d_M , 根据输入频率设定芯片 MC12429 的频率字 S_Y (只取整数, 用于控制输出信号的频率)。经过 n 分频后产生采样频率。根据等效采样的原理, 采样频率与输入频率相近, 二者频率代值的差值记做 d_a , 则 S_Y 可以表示为 $S_Y=(d_M-d_a) \times n$, 这是复现一个波形所需的采样点数 $d=(d_M-d_a)/d_a$, 本系统选用的液晶为 320 × 240 点阵, 波形显示区 240 × 200 点阵, 将 x 轴上 20 个点所表示的时间定义为一格时基, 记作 A , 则液晶屏幕上显示的周期个数 N 为 $N=240 \times d_a/(d_M-d_a)$, 由

此. 时基可以表示为 $A=N/(4 \times f_M)=20 \times d_a/f_M \times (d_M-d_a)$, 一个波形的采样点数也可以用时基和输入频率来表示: $d=20/(A \times f_M)$.

实时采样中, 为了使采样得到的波形尽量准确, 系统将 6.25MHz 以下的信号分为 20 个频率范围。

4 结束语

本文利用以上算法实现了等效采样、能够将 6.25MHZ ~ 100MHZ 的周期信号进行波形复现, 示波表样机液晶屏幕工作效果令人满意, 同时本样机在人机界面上为用户提供了手动测量和自动测量两种工作模式, 性价比高, 可望有广阔的应用前景。●

参考文献

[1] Zoram Salcic, Asim Amalagic. DIGITAL SYSTEMS DESIGN AND PROTOTYPING USING FIELD PROGRAMMABLE LOGIC

C [M]. KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS. 1997:38-77.
 [2] James O Hamblen, Michael D Furman. RAPID PROTOTYPING OF DIGITAL SYSTEMS [M]. KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS. 2000:1-99.
 [3] 顾玉辉, 李柯, 朱明武. 一种虚拟信号分析仪器的设计. 电子测量与仪器学报, 1999,13(1):51-55.
 [4] 周立功. ARM 微控制器基础与实战 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003:117-156.
 [5] 褚振勇, 翁木云. FPGA 设计及应用 [M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2002: 264- 299.

作者简介: 谭思云 (1963-), 男, 硕士, 副教授, 从事智能控制技术方面的研究; 范恒 (1982-0), 男, 研究生, 现就读于武汉理工大学自动化学院专业: 控制理论与控制工程。

作者声明: 自愿将本文稿捐赠为“仪器仪表用户杂志爱心助学基金”

文章编号: 1671-1041(2006)02-0026-02

一种用于测量微观形貌的激光干涉式测量仪

孙艳玲

(湖北襄樊学院 机械工程系, 湖北 襄樊 441053)

摘要: 该轮廓测量仪的开发是根据了 Michelson 干涉测量原理, 工作台以正交衍射光栅为位移标准器, 采用直线电机和压电陶瓷 (PZT) 进行快速粗定位和精确定位的两级定位过程, 重点介绍了仪器的测量原理及光路系统, 以及对电机及压电陶瓷的驱动和对干涉信号的处理。

关键词: 轮廓测量仪; 直线电机; 压电陶瓷; 激光干涉
 中图分类号: TB92 文献标识码: A

A profilometer based on laser interferometry

SUN Yan-ling

(Department of Mechanical Engineering, Hubei Xiangfan university, Xiangfan 441053)

Abstract: The laser profilometer is based on the Michelson interferometry principle. It's platform consists of coarse and fine stages, and the coarse stage is driven by a plane linear motor while the fine one by piezoelectric ceramics. The focus is on the measurement principle of the equipment and the of the motor and piezoelectric ceramics's driving, the technique of grating signal managing is presented.

Key words: profilometer, plane-linear motor, piezoelectric ceramics, laser interferometry

1 引言

表面形貌的测量和评定是近年来国内外摩擦学和表面计量学领域的一个重要的研究方向, 而研究开发精度高, 微位移, 大量程的测量仪器更有着迫切的需要。激光干涉测量仪采用共光路干涉, 两束相干光经过相同的光路, 使得外界的干扰对这两束光的影响相同, 不会引起附加光程差, 因此外界环境的变化对测量结果没有影响, 客观上提高了测量的准确度, 同时对测量过程中得到的干涉信号进行了细分, 从技术上进一步提高了测量的分辨率。

2 测量原理及光路系统

干涉显微镜法是利用光波干涉原理来测量表面微观形貌, 能够进行多点一次测量, 可同时得到一个微小表面的微观形貌特征。Michelson 干涉显微镜的原理可表述为平行光束经显微物镜聚焦后被分光镜分成两束, 一束射向参考镜后被反射, 另一束射向被

测表面后被反射 (含被测表面信息), 两束反射光合于分光镜处并发生干涉, 这一过程是一个显微放大测量的过程, 能够对微观区域内的微观形貌特征进行测量, 仪器具体光路图如图 1 所示。

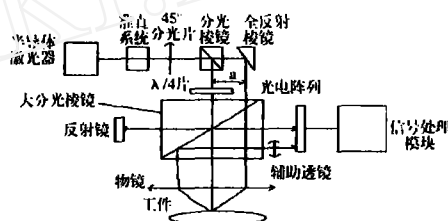


图 1 测量系统光路图

He-Ne 激光器 (1mW, 632.8nm) 发出的双频激光束经准直系统后通过偏振片成为单频偏振光, 再由半透半反分光镜分为两束光, 反射光束通过 $\lambda/4$ 片后再透过半透半反大分光镜, 经由物镜的光轴垂直会聚到被测件的表面, 此光束为主光束。该光束在半透半反大分光镜处产生的反射光束射到反射镜上, 反射镜相当于迈克尔逊干涉仪中的参考镜, 经反射后又透过大分光镜, 此光束为参考光束, 主光束中的透射光束仍然穿过物镜聚焦于试件表面, 经反射后重新回到大分光镜的分光面, 在分光面处反射并与参考光束发生干涉, 从而在光电阵列接收板上形成干涉条纹。该干涉条纹的变化即反映了被测工件表面微观的轮廓。信号接收装置我们采用了四象限光电阵列, 把光电阵列面置于适当的位置, 同时把四个 PIN 管等间隔的放置在一个条纹周期内, 使光电阵列各相邻两个象限之间接收到的相位差为 $(\pi/2)+2\pi$, 则可以得到四个相差 $\pi/2$ 的光强信号, 通过对此四个信号的放大、整形、辨向、细分、计数处理后就得到了条纹的整体相位变化情况, 即可以得到相应的表面形貌信息。

对于一般意义上的干涉, 两个偏振光的频率和振动方向相同, 其合成强度为 [4]:

$$I_i = I_1 + I_2 + 2\sqrt{I_1 I_2} \cos(\Phi_1 + \Phi_2) \quad (1)$$

其中 $\Phi_m = 2\pi/\lambda_0 \times \Delta l \times n = 2\pi \delta / \lambda_0$, $\Delta l = i \times s$
 i 为干涉系数 ($i=2$), s 为测量镜位移, δ 为光程差, n 为折射率 (一般认为在空气中, $n=1$), 由此可得到位移与光程差关系:

$$s = (\lambda_0 / i \times n) \times \delta \quad (2)$$

设信号细分数为 e , 则位移 s 的测量分辨率可由下式得到

$$ds = (1/e \times i) \times (\lambda_0 / n) \quad (3)$$

收稿日期: 2005-11-15