

□刘全 韩大强 李柯霖

便携式 20M 数字存储示波器

在物理试验中有很多瞬时即逝的信号,要在普通的示波器上稳定显示是很困难的。本文所组成的系统能对任意波形实现存储和再现,使随机的非周期信号转变为重复的周期信号,从而可以使波形稳定的显示。在 CPU 中我们还设置数据处理程序(线性插值,不同时间段的波形显示)这是普通示波器无法胜任的。

一 系统概述

1 系统性能

性能详细描述

通道数	双通道
采样频率	80MHz
垂直灵敏度	10mV/div - 1V/div
上升时间	<10 ns
输入阻抗	1MΩ, 13 pF
输入通道耦合	DC、AC、GND
时基范围	250ns/div - 1ms/div
触发源	CH 1/ CH 2
水平精度	±0.01%

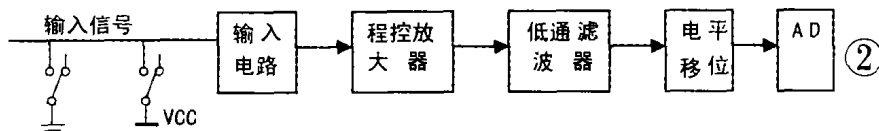
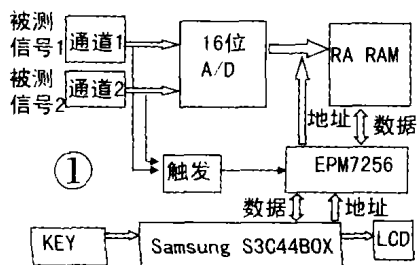
2 什么叫数字存储示波器

将模拟信号采样值进行变换从而生成代表每一个采样电压的二进制,再将这个二进制数存储在内存中,对输入信号的采样速度由采样时钟控制。最后由 CPU 从内存中读出数据,进行数据处理与波形再现。

3 系统框图(见图 1)

二 前向通道

前向通道的作用是对被测信号进行调整和量化,将量化后的结果写入存储器。



存储器。

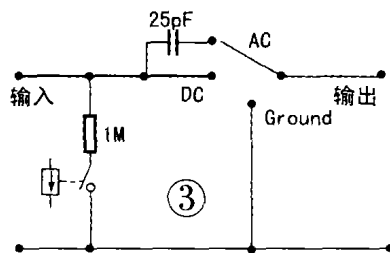
采样方式:该 DSO 采用实时采样方式。按照奈奎斯特定理,采样速率必须高于信号最高频率分量的 2 倍;对于周期性正弦信号,一个周期内采样 2 个样点。如果考虑实际因素的影响,要完全不失真的还原原始信号,通常一个周期需要采样 5 个点。

前向通道的作用是对被测信号进行调整和量化,将量化后的结果写入存储器(见图 2)。

1 DC 和 AC 耦合

DC 耦合为信号提供直接的连接通路。

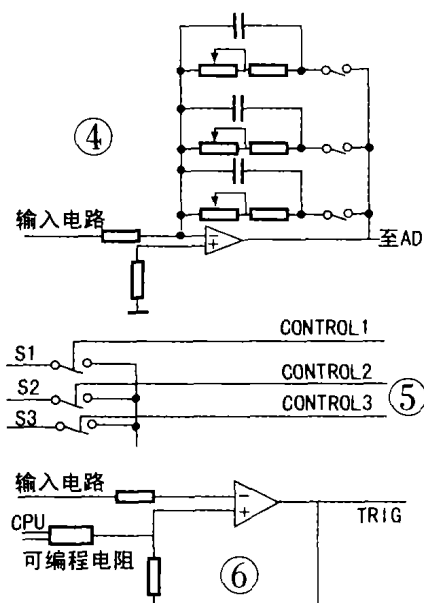
AC 耦合则在输入端和衰减之间串联一个电容,这样信号的 DC 被阻断,而信号的低频部分被大大的衰减或被阻断。如图(3)所示。



示波器的低频截止频率就是示波器显示的信号幅度,仅为其真实幅度的 71% 时的信号频率。示波器的低频截止频率主要决定与其输入耦合电容的数值。

2 前向通道增益控制

前向通道增益采用程控开关控制。程控开关采用 74HC4051,开关电阻为 100Ω,电容小于 5PF,对电路高频有衰减,所以我们采用反馈电容进行补偿,以改善频率响应如图 4、图 5 所示。



3 触发电路

触发电路的作用是保证每次时基在屏幕的扫描的时候,时基扫描都从输入信号上的一个精确确定的点开始。保证了电子束扫过屏幕都准确地扫过相同地路径。

触发源来自本生,也就是那一个通道工作,触发源来自那个通道。触发电平控制机构设置选定触发源地信号欲使触发电路启动电路时基扫描所必须跨越的电平值。这个值是用户可以选择的,如图 6 所示。改变 CPU 的数据可以改变可编程电阻阻值,以此改变触发电平,可编程电阻选用 MCP41010。

4 信号的采样和存储

(1) 转换速率

A/D 的转换速率取决于被测信号的频率范围,DSO 的扫描速度的要求,该系统的扫描范围为 20 微秒/格 - 0.2 秒/格。A/D 采用 MAX1198,它的最高采样速率可以达到 100MHz。

(2) 数据的存储

A/D 对被测信号的量化结果为数字量, 它要存储在数据存储器 (RAM)。

一旦有触发信号后, 就被测信号进行采集、存储, 存储深度由 CPU 决定。每采样一段数据, CPU 再将其数据读出, 进行数据处理与显示。

5 显示算法

内插和点连接。我们在 DSO 屏幕上看到的波形是由存储器中的采样点重建出来的信号波形。这时示波器在屏幕上显示出这些采样点, 并在这些采样点之间画出连接, 这种波形显示的工作可以按几种方法来做, 最简单的方法是在各个采样点之间用直线来连接, 这就是“线性插值”, 只要各采样点之间靠得很近。(我们采用每格 20 个采样点) 用这种方法就能获得足够的重建波形。如果显示的波形在水平方向放大, 使得采集的采样点之间的距离变大, 那么示波器在屏幕上的信号波形的亮度就会降低。所以, 示波器是通过计算出内插或显示的采样值来保持屏幕上显示的采样点数足够高, 当屏幕上波形在水平方向放大得很大时, 在屏幕上显示出一条通过各采样点的连续曲线就比在采样点用幅度和频率均和可变的最佳正弦拟合曲线连接起来。采用内插方法以后, 即使当屏幕上每格的采样点数较少时也能得到和模拟示波器显示平滑波形效果。

6 存储深度

很深的存储深度能保持 DSO 示波器有快速的采样速率, 甚至在很慢的时基设置下, 每个通道 64k/ 点的存储深度能记录很长的数据流, 不象短的存储深度的示波器, 不便观察, DSO 示波器在 64k 点的存储深度下, 满刻度能保持 0.1% 时基精度, 和在 10 纳秒的采样分辨率下, 记录 1310 微秒信号

和数据流, 换句话说, DSO 示波器能够精确捕捉从 1Hz 直到 80MHz 的信号频率分量, 或在 60 Hz 的信号下, 在顶部上升沿 1 MHz 的毛刺。数据记录后, “缩放和滚动” 功能, 在采集一个长的模拟信号区内能简单处理和分析信号的软硬件问题, 显示整个记录波形, 另外用户用 64 倍的缩放功能能详细观察信号, 和通过滚动功能在一个长的数据记录区内分辨字符问题, 并且锁住所有通道, 保持所采集的波形同步。如果用 1Sa/S 采样, 则存储时间可达 36 个多小时。采样速率是可选的, 如果选存储深度长的则记录时间还要长。深的存储器, 用缩放 / 滚动功能, 分析区间内从开始到结束整个信号中的毛刺, 然后用光标测量脉冲宽度和通道与通道之间的时间, 并能在数据记录区内不同

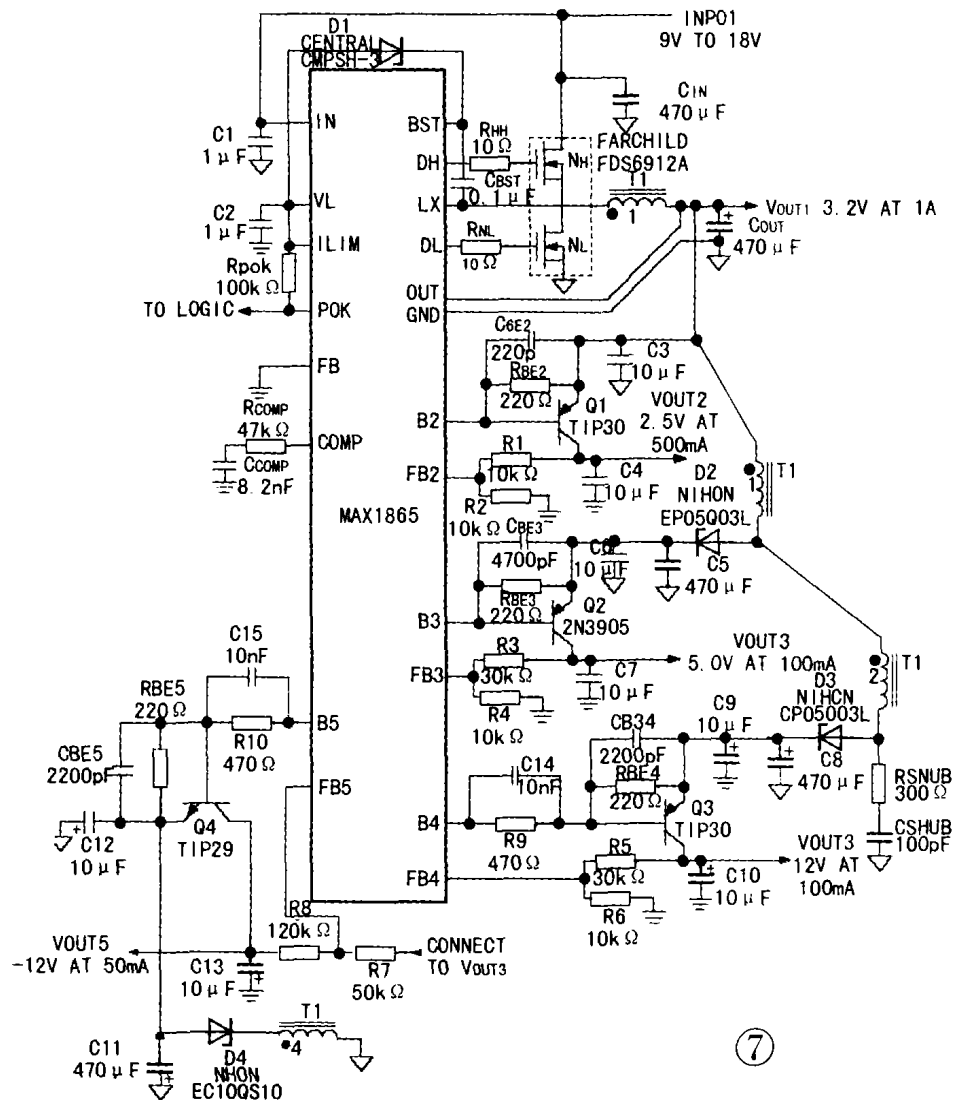
的区域进行比较, 这个特性允许用户辨别随时间变化的各种问题, 诸如: “电源开启” 次序问题, 和时间毛刺等问题。

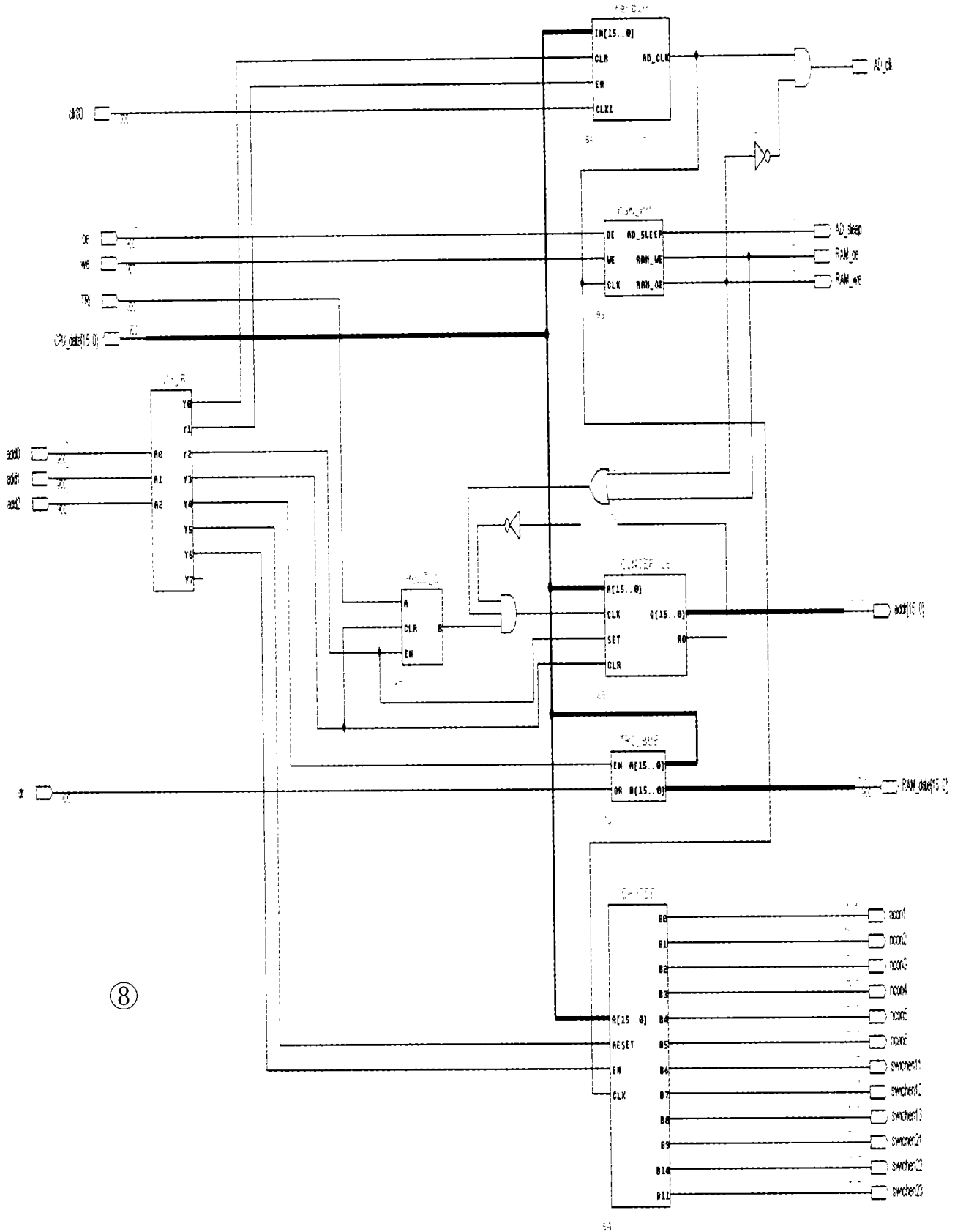
三 硬件设计

1 电源

电源的精确与稳定对一个系统来说是很重要的, 如果不稳定将会产生错误的模数转化, 导致测量误差。而该系统需要 2.5, 3.3, 5, -5, 12, -12V, 对于这样一个需要多组电源输出的系统, 需要一个好的电源管理, 我们选用美信公司的 max1865 芯片, 该芯片可以同时输出多组电源, 而且效率很高。其中 3.3V 输出电流可以达到 1A。如图 7 所示

2 CPLD 部分我们选择 altera 公司的 EPM7256 器件, 可以在系统编程。





⑧

3 整个原理图如图 8。

各模块功能说明如下：

(1)YM3_8 模块将 CPU 的 3 根地址线译码为 8 种状态，分别去控制

其它模块。

(2)Fenpin 模块对 80M 的时钟进行任意分频，我们按照 1-2-5 进制共 21 挡 (80M,20M,10M,5M,2M,1M,

500k,200k,100k,50k,20k,10k,5K,2k,1k,500Hz,200Hz,100Hz,50Hz,20Hz,10Hz) 与之对应的周期 (12.5ns,50ns,100ns,500ns,1μs,2μs,5μs,10μs,

20 μs, 50 μs, 100 μs, 200 μs, 500 μs, 1ms, 2ms, 5ms, 10ms, 20ms, 50ms, 100ms)。在进行数据采集、存储的速度由 CPU 对 fepin 模块赋值决定数据采集速度。

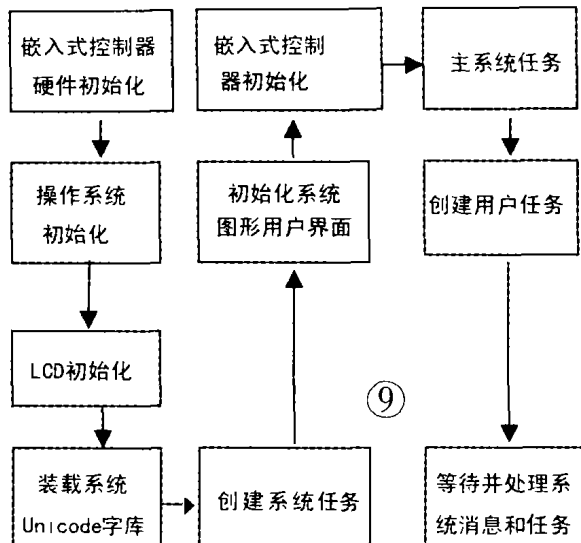
(3) Ram_rw 模块实现对内存读写功能,在读的时候 A/D 处于休眠状态。

(4) Conter_16 模块是地址发生器,在数据采集时实现地址的计数器自加。

(5) Hold_1 模块当满足触发条件时对触发脉冲锁定保存,就始终有效开始采集存储数据。

(6) Tri_bus 模块实现 CPU 于 RAM 的数据快速通道。

(7) Choose 模块 CPU 通过数据



四 软件

1 软硬件体系结构图(见图 10)。

2 μC/OS-II

μC/OS-II 的特点: 公开源代码、可移植性 (Portable)、可固化 (ROMable)、可裁剪 (Scalable)、占先

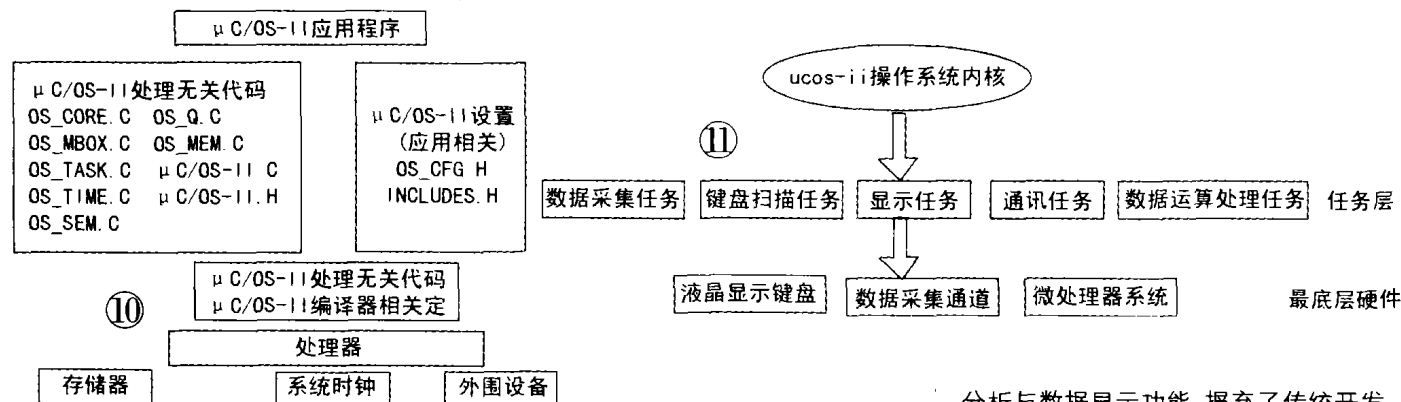
时, 优先得到资源, 因而能及时进入运行态运行; 优先级低的得不到资源而进入就绪态, 等待下一次任务调度。由于任务优先级的唯一性, μC/OS-II 内核能在不同任务间井然有序地调度运行。我们建立了 5 个任务数据采集任务、键盘扫描任务、显示任务、通讯任务、数据运算处理任务。

3 部分程序清单

五 通讯

1 作品中有 USB 接口和串口提供与计算机的通讯接口, 可以存储更多的波形, 也可以将波形通过 PC 机的并口打印输出。Usb 芯片为 D12, 串口芯片为 max3232。

还可以实现在 PC 机做虚拟仪器的功能, 使用 LabVIEW 软件编写。LabVIEW 是一个具有革命性的图形化开发环境, 它具有内置信号采集、测量



总线对 choose 赋值, 用于前向通道模式选择。

4. ARM

Samsung S3C44BOX 微处理器是三星公司专为手持设备和其它嵌入式应用提供的高性价比的微控制器解决方案。它使用 32 位 RISC 结构, 内核是 ARM7TDMI, 工作在 66MHz, 片上集成了以下部件: 8K Cache、外部存储器控制器、LCD 控制器、4 个 DMA 通道, 1 个 I²C 总线控制器, 以及 5 通道 PWM 定时器和 1 个内部定时器、8 通道 12 位 ADC 等, 能够与常用的外围设备实现接口。

嵌入式系统的启动和运行过程如图 9。

式 (Preemptive)、多任务、可确定性、系统服务、中断管理、稳定性与可靠性。

在很多的处理器上, μC/OS-II 都得到了应用。μC/OS-II 是一种源码公开、可移植、可固化、可裁减、可剥夺的。实时多任务操作系统。特别适用于用户任务较多, 而对实时性要求较严格的场合。

μC/OS-II 内核是一个占先式内核, 用户视任务的轻重缓急不同赋予任务不同的优先级。一般来说, 用户任务的实时性要求越高, 则应赋予的优先级也越高; 对那些要求不甚严格的任务, 赋予的优先级应低一些。对突发事件, 像 A/D 采样后的数据读取等, 则应采用中断, 实时响应, 因而, 中断享有最高的优先级。优先级高的任务在进行调度

分析与数据显示功能, 摒弃了传统开发工具的复杂性, 为您提供强大功能的同时还保证了系统灵活, LabVIEW 将广泛的数据采集、分析与显示功能集中在了同一个环境中。

2 鼠标接口, 使你的操作更简洁方便。

六 展望

由于时间的原因没有实现预期的全部功能。对采集的信号进行数据处理如: “傅立叶变换、随机误差分析、功率、频谱等”, 对后向通道的扩展做 DDS 信号发生器; 采用电池供电。

(本文系“2004 年四川省大学生电子设计竞赛”项目, 刊出本文意在提供设计思路和对目前大学生电子设计水平的概括了解。对本设计有兴趣的读者可通过本刊与作者联系。)