

实用简易逻辑分析仪的设计与实现

朱震华

(南京邮电大学,江苏省南京市 210003)

摘要:介绍了基于示波器进行显示的简易逻辑分析仪的功能、系统组成和软硬件的设计方法,给出了详细的软件程序流程和硬件电路。该系统的控制部分采用单片机进行控制,输出电路采用由运算放大器构成的多踪显示电路设计,使电路结构简单,成本低。根据被测信号频率的高低,分别采用交替显示方式和断续显示方式,使高低频率的信号都能够稳定地显示,实用性强。

关键词:逻辑分析仪;示波器;单片机;多踪显示

中图分类号:TM935.2

0 引言

在数字电路的调测过程中,往往要测量多路信号的波形,分析它们的逻辑关系。如果采用普通示波器,只能测量两路波形,需要两两相测,再进行分析才能得出多路波形之间的逻辑关系,非常麻烦。如果采用逻辑分析仪则投资较高,特别是在实验教学中难以承受。因此,我们设计了一种基于示波器进行显示的简易逻辑分析仪,采用单片机进行设计,价格低,性能稳定,可扩展性强。该逻辑分析仪的另一个特点是能够使低频被测信号稳定地显示,因此具有一定的实用和推广价值。

1 系统结构和功能

系统结构框图如图1所示。

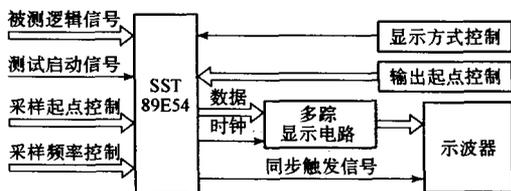


图1 系统结构框图

主要功能和性能指标如下:可以同时显示4路逻辑信号波形,根据需要可以扩展到8路;具有多种采样频率可以选择(10 μs ~ 200 μs,步长10 μs);采样起点可以控制,可以分段测量被测信号;输出起点可以控制;能同时存储4路逻辑信号的采样值,每路的存储深度为1 kB,根据需要可以扩展。

2 硬件电路设计

2.1 控制系统电路

控制系统采用SST89E54单片机实现,89E54内部有16 kB的Flash程序存储器和256字节的RAM以及512字节的辅助RAM,不需要外接程序存储器和数据存储器,使电路结构简单,可靠性高,价格便宜。

如图1所示。被测信号经过整形等处理后由89E54的P1.0~P1.3口输入,经过采样后存储到内部数据存储器中,P1.4~P1.7口为采样数据输出口,输出信号送到多踪显示电路;为了使示波器能够稳定地显示被测信号,必须由控制系统提供与被测信号同步的触发信号,同步信号的起点和采样的起点同步,同步信号由P3.0口输出,P3.1~P3.4口作为采样起点或输出起点控制信号的输入端;P3.5、P3.6作为采样频率控制输入端,用户可以根据被测信号频率的高低选择相应的采样频率;启动信号由P3.7口输入。如果对信号输入输出I/O口进行扩展,可以设计成8路的逻辑分析仪,如果外挂数据存储器,还可以改变逻辑分析仪的存储深度。

2.2 多踪显示电路

为了节省成本,采用普通的示波器作为信号的显示设备。我们用示波器的一踪作为输入,因此,必须对输出的信号进行处理,将4路被测信号汇合成1路信号,使它们能同时显示在示波器上。多踪显示电路如图2所示。4路输出信号分别与不同的直流电位相加,使4路信号能够显示在示波器Y轴不同的位置上,实现信号的分离。考虑到成本,运放采用通用运放TL084,并采用+5 V单电源供电。考虑运放的饱和、截止电压,4路信号的直流电位值控制在1.5 V~3 V之间。运放接成反向比例电路,使输出的采样信号进行衰减。要使4路信号能够完全分离而不产生重叠,

电阻的取值非常关键,电阻的取值分别为150kΩ、100 kΩ、51 kΩ 和 10 kΩ(见图 2),经过实验验证效果很好。74HC153 为 4 选 1 数据选择器,地址端 A、B 由 74HC161 的 Qa、Qb 控制,每次选择 4 路信号中的 1 路信号通过;同时,Qa、Qb 通过反向器隔离后,经过电阻网络给 74HC153 的输出信号叠加相应的直流电位,实现输出信号波形的分离。

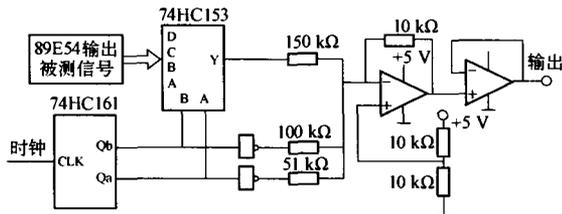


图 2 多踪显示电路

2.3 其他电路

采样起点、输出起点和采样频率用逻辑电平开关控制,软件根据不同的输入调用相应的程序。

测试启动信号设计成单脉冲,以免启动信号长时间为高电平而产生不需要的重复启动,控制系统收到启动信号后,将重新采样和显示。

3 软件设计

软件设计采用模块化设计,使调测和修改程序方便,程序调测通过后固化到 89E54 中。系统的程序流程如图 3 所示。

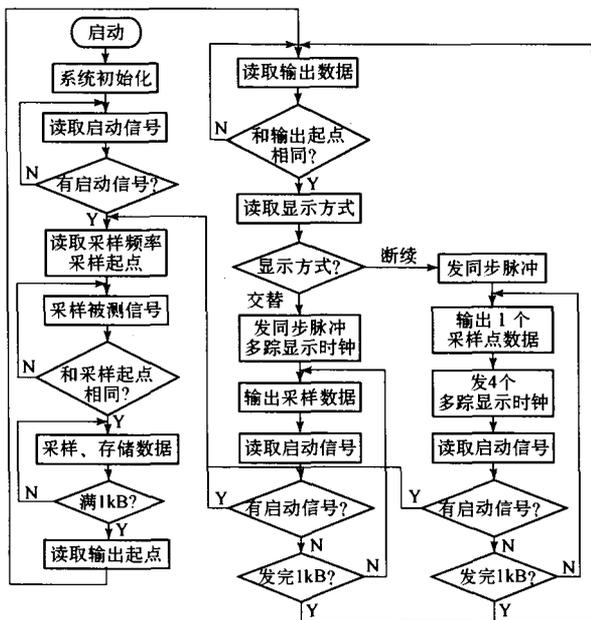


图 3 软件程序流程

输出被测信号,在示波器上稳定地显示。

由于示波器的余辉时间一定,基于示波器进行显示的逻辑分析仪的设计难点是在测量低频信号时不能稳定完整地显示。我们在设计过程中,对高频信号和低频信号采用不同的扫描方式。被测信号频率较低时采用断续扫描显示方式,时序见图 4;被测信号频率较高时采用交替扫描显示方式,时序见图 5。实验证明,被测信号频率在 10 Hz 时仍然能稳定完整地显示。

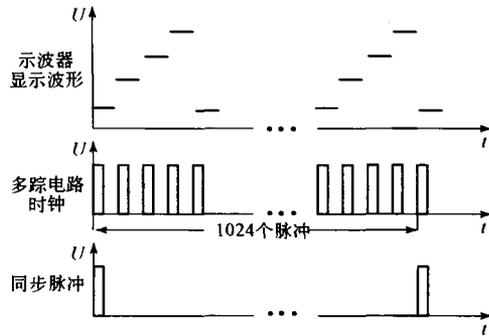


图 4 断续显示方式时序

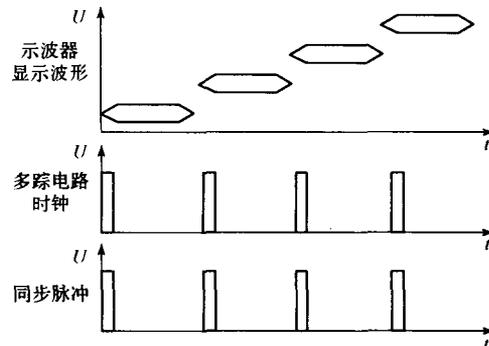


图 5 交替显示方式时序

接通电源,系统首先进行初始化处理。然后,软件判断有无启动信号,没有启动信号则等待,有启动信号后,读取用户设置的参数,并根据参数进行采样和存储。存满 1 kB 后,系统发出同步信号,作为示波器的外同步触发信号。同时,系统根据被测信号的频率高低,发出不同的多踪显示电路所需要的时钟信号,详见图 4 和图 5。频率较低时,依次显示第 1、2、3、4 路波形的第 1 个采样点、第 2 个采样点,依次类推,发送完 1 kB 后,系统再次发出同步信号。频率较高时,多踪显示电路的时钟和同步脉冲频率相同,发送完第 1 路信号的 1 kB 后,再发送第 2 路、第 3 路、第 4 路,依次类推。由于示波器的余辉和人眼的视觉效应,4 路波形能够稳定地显示在示波器上。

本文所述的简易逻辑分析仪在实验中效果良好。

(下转第 8 页)

逻辑分析仪允许用户设置各种参数,设置完成后按启动键,逻辑分析仪根据设置参数自动采样、存储和

率 1/2 的干扰信号。

上述 3 种滤波方式在本设计中都用到了。对于小信号要经过特别的处理,因为小信号容易受到噪声的影响,还需要进一步进行中值滤波。实践证明效果好,数据显示非常稳定,当输入信号无变化时,滤波结果也基本无波动。

此外,该功率计还具有与计算机通信的功能,通过 RS-232 接口,上位机(计算机)可以设置功率计的工作模式并且实时读取测量的功率值。

3 结束语

本射频功率计由于采用精密传感器探头,整机工作频率范围为 20 kHz ~ 3 GHz,功率测量范围为

-30 dBm ~ +20 dBm,精度可达 0.1 dB。另外,由于 MEGA8 单片机驱动能力足够大,可以直接驱动 16 × 2 的 LCD,IO 口内部自带上拉电阻,所以按键设计时不需要外接上拉电阻,简化了设计。

参 考 文 献

- [1] 董树义. 微波测量技术[M]. 北京:北京理工大学出版社,1990.
- [2] 周清一. 微波测量技术[M]. 北京:国防工业出版社,1964.
- [3] 耿德根. AVR 高速嵌入式单片机原理与应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2001.

杨 勇(1981-),男,硕士研究生,主要研究方向为信号检测。

Design and Implementation of a 3 GHz RF Power meter

YANG Yong, ZHENG Zhenqi

(Shanghai East China Normal University, Shanghai 200062, China)

Abstract: In the field of wireless communication, it is a fairly important process to measure the RF signal power precisely. This article presents a general RF signal power meter from -30dB to +20dBm upto 3GHz frequency. As designed, RF power signal is detected by power sensor, then rectified, amplified by low noise amplifier, and analog-digital converted, transferred through AD7895. Then AVR SCM controls and performs digital filtering process to enhance anti-jamming function. This power meter has automatically ranging, wide dynamic range of signal power measurement (-30dBm ~ +20dBm), 0.1 dBm resolution, ±0.5% error. Furthermore, the power meter can report to computer through RS-232. There are also key panel and LCD display for GUI convenience.

Keywords: power meter; radio frequency; power detection; filtering; analog-digital conversion

(上接第 5 页)

参 考 文 献

- [1] 张锡纯. 电子示波器及其应用[M]. 北京:机械工业出版社,1997.
- [2] 孙建京. 常用电子仪器原理、使用与维修[M]. 北京:中央广播电视出版社,1997.

- [3] 李刚. 51 系列单片机系统设计与应用技巧[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2004.
- [4] 邹国扬. 模拟电子技术[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2002.

朱震华(1975-),男,工程师,主要从事电子电路实验教学工作。

Design and Implementation of a Simple and Easy to Use Logic Analyzer

ZHU Zhenhua

(Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: This paper introduces the functions, system composition, software and hardware design methods of a simple logic analyzer which is based on an oscillograph for display. It also describes the program flow chart and circuit diagram. The control part uses SCM, and output part uses multi-trace circuit design consisted of operation amplifier, by which the circuit structure is simplified and cost reduced. It can uses alternating display mode or chop display mode respectively according to the frequency of measured signal. It can steadily display any signal in spite of the frequency, so it has good practicability.

Keywords: logic analyzer; oscillograph; SCM; multi-trace display