

基于十六位单片机在耐压测试仪中的应用

林卫星 宁波大学信息科学与工程学院自动化系(315211)

Abstract

This paper mainly introduced the application of the withstand voltage tester using a single-chip microcomputer 8XC196MC. In addition, the paper has given the block diagram of system, the data stream chart and the flowchart in the system. The new method is recommended that hardware and software be designed by the single-chip microcomputer 8XC196MC. In especial, the method designed in software engineering using database is used into the system of a single-chip microcomputer in order to show brevity and palpability. Usually, it can be used any the system of a single-chip microcomputer.

Keywords: withstand voltage tester, single-chip microcomputer, data stream chart

摘要

本文主要叙述了以高性能十六位单片机 8XC196MC 为核心的耐压测试仪设计。介绍了用单片机耐压测试仪的软件、硬件设计新方法,文中给出了所设计的耐压测试仪的数据流图、硬件原理框图、主流程图。尤其是将数据库管理系统的软件工程设计方法引用于单片机系统的设计,使整体设计简明、清晰,此法不失一般性。

关键词: 耐压测试仪, 单片机, 数据流图

随着各种不同类型的计算机、单片机和电子元器件不断的推出,使控制系统、智能仪表的总体设计随之发生变化,针对不同的被控对象,其控制核心的主流器件也在发生着相应的变化。像过程控制系统的控制心脏,由早期的苹果机(Z80)^[1]到 STD 工控机^[2],再到 IPC^{[3][4]}。而智能仪表的控制心脏,由早期的 Z80、8031 单片机^[5]到二十世纪九十年代推出的八位单片机 2051^[6]、8951^[7]及本文讨论的 8XC196MC 十六位单片机,为新型的控制系统和智能仪表的研制与开发创造了良好的条件,因此也为新型的智能耐压测试仪研制与开发提供了可靠的保证。本文介绍采用先进的十六位单片机和新型的电力电子器件绝缘栅双极型晶体管(IGBT)以及新技术正弦波脉宽调制(SPWM),应用于改造传统产品耐压测试仪。

1 设计思想

耐压测试仪的基本要求是:按给定的电压在规定的时间内给被测试件加电压,检测流过被测试件的电流,自动将其值实时显示,当被测试件被击穿时,装置可自我保护,即:输出电压迅速降至零,并发出声、光报警。

目前,市场上销售的耐压测试仪主要是采用自偶变压器,测试不安全且结果不准备。新型的耐压测试仪的核心技术之一是:采用 SPWM 技术产生可调的正弦波。实际上早期主要采用硬件获得 SPWM 波形,20 世纪 80 年代以来,研究重点转移到单片机为基础的数字方案,数字控制在处理 SPWM 等方面比模拟控制更

具优势。当今 INTEL 公司的新一代高性能十六位单片机 8XC196MC,除了具有十六位 CPU 的通用功能外,还有其独特的事件处理阵列 EPA 和 SPWM 波形直接输出功能。尤其是 SPWM 的波形直接输出功能,既简化了硬件,又大幅度提高了性能。现以 8XC196MC 十六位单片机为基础,通过软、硬件结合与载波比的优化,形成高质量的 SPWM 波形,经光电耦合和驱动电路后,控制 IGBT 产生电压可调的正弦波。

2 功能与要求分析

按照软件工程的设计方法,系统的需求分析结果是各实体间的数据流图。将这一工具用于本系统的设计中,更直观地表明各实体间的信号流向与系统内部错综复杂的信号联系。具体的信号数据流图如图 1 所示。

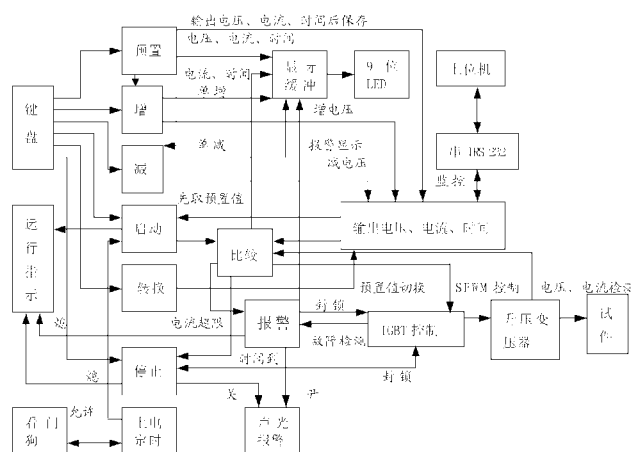


图 1 耐压测试仪数据流图

它反映了键盘、LED 显示、报警、IGBT 控制、比较、RS-232 通讯等各实体间的信号和数据流。系统数据流图的简明、清晰,容易让用户理解,因此它是设计人员与用户进行交流的有效工具,也是系统设计的主要依据。有关主要按键、LED 显示、报警、IGBT 控制、比较等各实体间的互锁与功能关系如下。

2.1 LED 显示

九位 LED 显示输出电压、电流、时间。

电压输出用四位 LED 显示:在预置输出电压时,该四位 LED 闪烁,允许增、减键改变输出电压,范围与步长分两段。低段电压为:100V~1300V,步长为 5V,高段电压为:1300V~5100V,步长为 50V。在其余状态下显示四位 LED 输出电压预置值。

电流用三位 LED 显示:在预置电流时,该三位 LED 闪烁,允许增、减键改变预置电流、预置范围:电流 0~100mA,步长为 1mA。在其余状态下,输出三位电流值。

时间用二位 LED 显示:在预置时间时,该二位 LED 闪烁,允许增、减键改变预置测试时间。预置范围为:1 秒~99 秒、LL(连续工作),步进 1 秒。在其余预置与待机状态输出显示二位预置时间值。启动后,采用倒计时方式显示实际剩余电压输出的时间。

2.2 键盘

键盘设有预置、启动、停止、增、减、转换等七个键。

键盘可实现预置输出电压、电流、测试时间,并可控制启动和停止键,按预置值输出 SPWM 电压。刚一上电时,开机 5 秒内由上电定时封锁启动按键,仪器处于待机状态,预置键、增键、减键、转换键有效。当系统处于测试状态时,停止键有效。系统处于测试状态时,如果有增、减键按下,可随时对同段范围内的电压进行调整。增、减键被连续按下时,增、减的速率会自动加快,以便能尽快的达到需要的值。利用转换键可进行四组不同的预置值的切换。在测试时按停止键,停止输出电压,输出指示灯熄。若有声光报警时,按停止键可消除声光报警,回到待机状态。

2.3 “报警”实体:

实测击穿电流值大于预置值或故障检测到仪器出现故障时,向单片机申请外部中断请求,响应中断请求后,单片机停止输出 SPWM,封锁输出电压,使其降至 0V,报警指示灯亮,其余灯熄,电流显示“——”。蜂鸣器连续“嘟...”直到按停止键后,停止报警。

2.4 “IGBT 控制”实体:

有两类输出信号。一方面是因硬件故障发生通知声光报警的信号,另一方面是控制升压变压器产生正弦高电压的 SPWM 波形。

有三类输入信号。一是来自停止键的中止输出 SPWM 波形的封锁信号,二是因故障发生来自‘报警’实体的中断输出 SPWM 的控制信号。三是通过单片机送出的输出 SPWM 波形信号。

2.5 “比较”实体:

按下启动键时:其一是实时检测升压变压器付边电压,其值与预置的电压进行‘比较’产生偏差,通过 PID 控制算法计算出控制量,送到‘IGBT 控制’实体,使输出电压达到预置值。实现装置的闭环控制。其二是实时检测电流,其值与预置的电流进行‘比较’。若实测电流大于预置电流,则报警处理,若实测电流小于预置电流,则正常显示实测电流。其三是开始计时,若‘比较’时间一到,则进行停止处理。

3 硬件组成原理

本系统选用 84 引脚的 8X196MC 单片机。以该单片机为核心的控制电路原理框图,如图 2 所示。

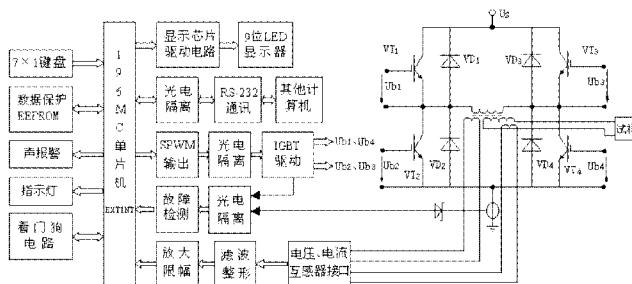


图 2 电路原理框图

3.1 8X196MC 的主要结构与性能有:

1) 具有 488 字节片内 RAM、16KB 片内 PROM/ROM、13 通道 8/10 位高速 A/D 转换器。

2) 8X196MC 内部有一个三相互补 SPWM 波形发生器,可通过 P6 口直接输出 6 路 SPWM 信号,本装置仅使用 2 路 SPWM 信号,该发生器还可通过编程设置死区互锁时间,以防止同一桥臂上两功率管(IGBT)直通短路。SPWM 信号的频率是设置发生器内部的重装寄存器来实现的,而死区时间是由设置死区寄存器来完成的。

3) 具有事件处理阵列 EPA。它相当于增强的 8096 的 HSI 和 HSO。输入方式用于监测输入引脚的跳变,并记录当时的时刻,称之为捕捉;输出方式用于比较定时/计数器与用户设定值,相等时则触发一相应事件,称之为比较。8X196MC 有 4 个捕捉/比较模块、4 个比较模块和 2 个 16 位双向定时器 T1、T2。

4) 有外设处理服务功能 PTS:它是一种 DMA 处理方式,与 CPU“并行”工作。

3.2 输入通道

一个输入通道是通过互感器将被测试件上电压和电流模拟量进行实时检测,信号经滤波整形变换后送

回到 8X196MC 的 A/D 口,进行 A/D 转换,单片机以此信号为依据,与预置值进行比较,得到偏差,作为实施控制的依据。另一个是接入 8X196MC 外部中断的实时故障检测输入通道,以及时进行故障处理。再一个是键盘输入通道,以随时接受键盘输入的数据。

3.3 输出通道有三个

第一个输出通道是由单片机的 P6 口输出 SPWM 波形,经光电耦合和驱动电路后,开关 IGBT 产生电压可调的正弦波,经升压变压器付边加在被测试件上。

第二个输出通道是由七段 LED 显示器构成的。用于显示实测或预置的输出电压、电流、时间。第三个输出通道是指示灯。它由测试指示灯、报警指示灯、上电指示灯和切换指示灯组成。

3.4 有两个双向通道

一是读、写的 EEPROM 数据保存。输出电压、电流、测试时间的预置值,在启动时保存到 EEPROM 中,以便关机后再开机仍保持原预置值。在运行时间到也保存最新的参数设置值到 EEPROM 中。为保证突然断电造成存储或取出 EEPROM 数据错误,需存取三组相同数据,以两组比较相同的值作为默认预置值。

二是具有 RS-232C 计算机通讯接口和上电自恢复与看门狗功能双向通道。本耐压测试仪采用 RS232 标准接口,波特率为 9.6K。通讯协议是:向上位机发出呼叫信号 XX,当上位机发回 YY 信号的时候,本耐压测试仪向上位机发数据及校验和;当上位机发回 XX 信号的时候,本耐压测试仪发回 YY 表示同意接收数据,然后接收上位机发来的数据及校验和,并进行数据校验决定数据的取舍。应当注意的是,在本耐压测试仪中发送数据和接收数据完全是用了中断形式,因此在数据交互过程中不会因为链路故障而影响系统的正常运行。从而实现上、下位机的双向通讯。这里指的上位机可以是任何具有全双工的 RS232 标准接口的设备。

4 软件设计

在数据流图的基础上,考虑软件的总体结构设计,正确处理各实体之间的联系,为此软件采用模块化的结构设计,自顶向下,逐步细化,利用子程序构成各模块。系统包含有 SPWM 输出中断服务子程序、RS-232 通讯中断服务子程序、EEPROM 读、EEPROM 写等各类八十多个子程序组成。使整个软件系统有良好的可读性、可修改性,易于调试和维护。因篇幅有限,现仅给出主程序流程图如图 3 所示。

5 结束语

尽管最新的采用 DSP 实现 SPWM 的功能,在速度上优于单片机,但 DSP 的价位太高,且这类芯片缺少接口电路,如检测和功率开关驱动^{[8][9]}。8X196MC 内

部有一个三相互补 SPWM 波形发生器,可省去外接 SPWM 波形发生器电路,使十六位单片机的一般功能、A/D 与 SPWM 波形发生器电路集于一身,选作为耐压测试仪的核心控制芯片,具有成本低、体积小、集成度高、可靠性高等特点,是一种较理想选择。设计方法上,将软件工程设计思想引用于单片机系统的设计,使系统的信息流向及整体功能设计简明、清晰。

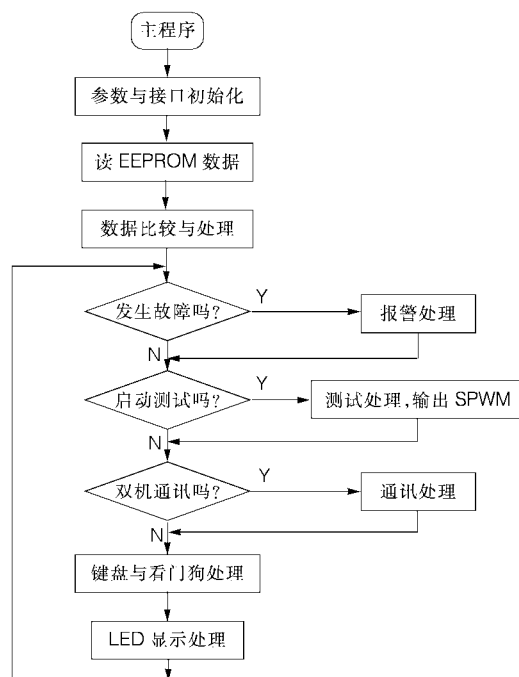


图3 主程序流程图

参考文献

- 1 林卫星,赵庆生.烟叶发酵过程的动态模型.宁波大学学报(理工版),1993(2)
- 2 林卫星,刘士荣,虞建祥.大型医用氧舱监测与控制系统.宁波大学学报(理工版),1996(1)
- 3 林卫星,胡超.组态软件在羊栖菜膳食纤维提取过程中的应用.工业控制计算机,2001(5)
- 4 林卫星,张智焕,平伟荣.大型烘箱温度控制与检测系统.制造业自动化,2001(4)
- 5 林卫星,赵庆生.MCS-51 单片机在碳粉分析装置中的应用.集成电路应用,1992(1)
- 6 林卫星,马常旺.IC 卡处理及安全设计.电测和仪表,2001(3)
- 7 林卫星.激光电源单片机控制的软硬件研制.工业控制计算机,2001(8)
- 8 Zhengyu LU et al.Reduction of Digital PWM Limit Ring with Novel Control Algorithm.IEEE APEC 2001, Feb.,2001
- 9 Jinghai ZHOU et al.A Novel Sampling Algorithm for DSP Controlled 2kW PFC Converter.IEEE Transaction on Power Electronic,Mar.,2001

[收稿日期:2002.2.6]