

基于 AT89C55WD 的微机 继电保护实验装置研制

韩应江¹, 员莹²

(1. 河南省建筑职工大学 建筑系, 河南 郑州 450000;

2. 三门峡职业技术学院 机电工程系, 河南 三门峡 472000)

摘要: 开发了一种通用的微机保护实验装置, 给出了基于 AT89C55WD 单片机的软硬件设计方案, 对其实现方法及其关键技术进行了研究。该装置的外围电路由 A/D 转换单元、开关量输入/输出单元、频率测量单元和通信单元等组成, 它与上位机和继电保护测试仪等组合, 形成了继电保护实验系统。软件部分采用 KeilC51 结构化编程语言编程, 进行模块化设计。整个系统能够有效地模拟、采集和处理继电保护中常见的电流与电压故障, 并发出动作指令。

关键词: 微机继电保护; 实验装置; 软硬件设计

中图分类号: TM 774

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2007)06-0095-04

0 引言

随着电力工业的迅速发展, 对电力系统继电保护的要求越来越高, 传统的电磁式、电动式、整流式、晶体管式甚至集成电路式继电保护装置已不能适应要求, 正在被逐步淘汰, 各种类型的微机继电保护装置由于具有反应故障速度快、运行灵活、无动作死区、工作可靠性高等一系列独特的优点, 在电力系统保护中得到了广泛的应用^[1]。

这里介绍的实验系统即是以微机控制为基础的继电保护装置, 可供现场继电保护操作人员和在校大中专学生使用。该套系统硬件设计以 Atmel 公司的 AT89C55WD 型 MCU 为核心, 外围电路包括 8 路交流输入、8 路直流输入、8 路数字量输入和 8 路数字量输出, 并设有 RS-232 串行通信接口。同时, 充分

考虑了实验教学的需要, 留有足够的测试点, 配有组态实验软件, 人机界面友好, 具有能方便进行常用继电保护原理实验和不同算法的比较、功能完备、方便实用等优点^[2]。

1 继电保护实验系统设计

继电保护实验系统主要由上位机、继电保护测试仪和继电保护实验装置组成, 三者的连接框图如图 1 所示。其关系为: 继电保护测试仪为整个实验系统的信号源, 它可模拟各种运行方式下的故障现象, 为微机保护实验装置提供

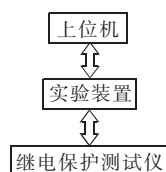


图 1 系统连接图

Fig.1 Block diagram of system

所需的各种电压量、电流量和开关量信号, 上位机作为人机交互的窗口, 微机保护实验装置是整个系统的控制部分, 实现数据采集处理及通信功能。

收稿日期: 2006-07-03; 修回日期: 2007-01-19

其中,控制系统采用单片机控制,包含以下 4 个部分:数据处理单元,即微机主系统;数据采集单元,即模拟量输入系统;数字量输入/输出接口,即开关量输入/输出系统;通信接口。不仅能实现各项实验数据(包括三相电压、三相电流等)的实时采集和处理,还可以控制实验装置动作,并可以通过通信模块与计算机进行通信,将实时实验状态送到上位机进行显示、记录^[3]。

2 微处理器的选择

控制系统的的核心由 AT89C55WD 芯片及其外围电路组成。它是整个单片机控制系统的核心,实现保护参数的设定与保存、单片机地址的译码与分配以及故障程序的自动复位等功能,并对数据采集系统输入的各种原始数据进行计算分析、处理、判断,完成相应的继电保护功能^[4]。AT89C55WD 是一个低电压高性能的 CMOS 型 8 位单片机,片内含 20 KByte 的可反复擦写的 Flash 只读程序存储器和 256 Byte 的随机存取数据存储器(RAM),采用高密度、非易失性存储技术生产,兼容标准 MCS-51 指令系统,引脚兼容工业标准 89C51 和 89C52 芯片,采用通用编程方式,片内置通用 8 位中央处理器和 Flash 存储单元,功能强大,可提供许多高性价比的解决方案,适用于多数嵌入式应用系统。它有 40 个引脚,32 个外部双向输入/输出(I/O)端口,同时内含 2 个外中断口,2 个 16 位可编程定时计数器,2 个全双工串行通信口,工作频率可以达到 33 MHz,完全满足系统的分辨率、精度和速率要求^[5]。

3 外围电路设计

3.1 A/D 转换单元

由于 A/D 转换器与整个系统的测量范围和精度有关,因此,A/D 转换器的位数至少要比总精度要求的最低分辨率高一位。本装置对 8 路模拟信号进行采样,每周周期采样 12 点,即每个周期要完成 256 次转换,而每个周期为 20 ms,因此要求转换时间约为 78 μ s。考虑到每个通道的采样时间包括多路开关的开关时间、采样/保持器的采样和建立时间、A/D 转换器的转换时间及测量传感器的建立时间等,决定选用转换时间较少的逐次比较型的 A/D 转换器^[6]。对于 8 位的 A/D 转换器的分辨率能达到 $1/2^8$ 或满刻度的 0.392%,显然不能满足装置所要求的 0.2 级(0.2%)精度;而 10 位的转换器能够达到的精度为 0.09%,能够满足装置的精度要求,所以采用 10 位的 MAX1060 型芯片 A/D 转换器用于数据的转换。

MAX1060 为 10 位低功耗逐次逼近型模/数转换器(ADC),转换时间为 2 μ s,具有内部时钟、+2.5 V 内部基准和高速单字节并口等特性,可工作于单+5 V 模拟电源,独立的 V_{LOGIC} 引脚允许与 +2.7~+5.5 V 的数字逻辑直接接口。在 400 KSPS 的最大采样频率

下,功耗仅为 10 mW。提供 2 种软件可编程的关断模式,可以使 MAX1060 在转换操作之间处于关断状态,一旦访问并口,便使其返回到正常工作模式,且在低采样率下,数据转换之间的关断模式能够将电源电流降至 10 μ A 以内^[7]。

3.2 开关量输入/输出单元

3.2.1 开关量输入单元

系统共有 8 路开关量输入,见图 2。由于仪器模拟的运行现场环境恶劣,存在电、磁、振动、噪声等各种干扰,TTL 电平直接接口可能会造成错误输入,因而采用光电隔离型输入方式^[8],其主要优点有:

- 输入信号与输出信号在电气上完全隔离,抗干扰能力强;
- 无触点、耐冲击、寿命长、可靠性高;
- 响应速度快,易与逻辑电平配合使用。

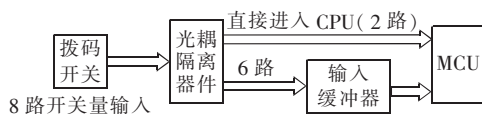


图 2 开关量输入电路

Fig.2 Block diagram of binary input circuit

从外面引入微机保护的开关量,如开关位置辅助接点、收发信机的收发信状态触点等都是由“开关量输入”回路中的光电隔离技术处理后,将信息送至中央处理系统。系统中 8 路开关量输入量分成 2 类:第 1 类的 6 路由 MCU 通过查询方式获知系统的工作状态;第 2 类的 2 路直接接到 MCU 的外部中断口上,一旦开关量有变化时可以产生一个中断,MCU 可以及时处理。这样,就使得装置的工作非常灵活。

拨码开关是为了方便实现继电器接点和按键接点的模拟,便于通过手动来模拟外部的短路或断路等工作方式^[9]。

3.2.2 开关量输出单元

在线路发生故障时,微机保护主要是通过各种开关量输出完成对线路中各断路器和继电器的控制,从而使发生事故的线路被隔离,其他线路能够最大程度上得到保护。具体而言,从微机保护送出的开关量,如跳闸命令、告警信息等,是经“开关量输出”回路中的光电隔离技术处理后,将中央处理系统的判断结果送出,并实现保护功能。

本系统用 8 路信号开关量输出来模拟故障状态,其中 7 路接继电器,同时并接发光二极管(LED)。在有故障信号而使继电器动作时,相应的二极管也发光显示;另外 1 路接扬声器,收到故障信号后,发声报警。开关输出量既可以用来模拟故障动作,还可利用继电器接外部设备形成一个完整的保护系统,输出结构如图 3 所示。微机系统输出的开关信号是芯片给出的低压直流,不能直接驱动外设,而需要经过驱动模块转换处理后才能用于完成对外部设备的开启和关闭,装置的开关量采用继电器输出方式输出^[10]。

3.3 频率测量单元

系统使用单片模拟集成锁相环电路 NE564 进

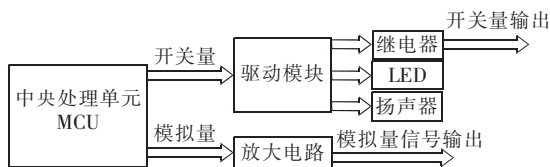


图 3 输出电路框图

Fig.3 Block diagram of output circuit

行测频,该芯片采用单 5 V 电压供电,最高工作频率可达 50 MHz,外部可调节环路增益,数字量输入/输出兼容 TTL 电平。另外,装置还使用了一片计数器

集成电路 74HCT4520,接成一个 256 分频器,把 NE564 的 V_{CO} 输出进行 256 分频后,送入 NE564 的鉴相器与输入的 50 Hz 工频信号进行相位比较。这样,50 Hz 的工频信号就在 256 倍频后送进 MCU 进行频率测量。通过上述电路,就可以实现自适应调整采样间隔,在 A/D 转换中采用跟踪频率变化的变步长对输入信号进行采样,以使系统具有较好的测量精度。此外,还采用了常用的过零比较器进行测频,把正弦信号转换成方波信号,完成测量频率的功能^[11],如图 4 所示。

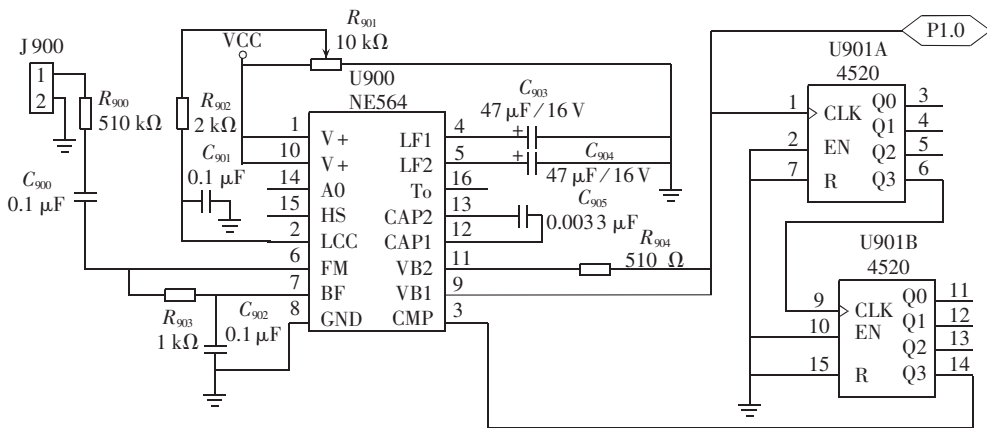


图 4 测频输入电路

Fig.4 Frequency measurement circuit

3.4 通信单元

考虑到计算机接口的合理利用问题,采用最常用的 RS-232 通信接口来完成与计算机之间的数据传输,从而可以实现对计算机接口的合理分配与利用,达到更好的使用效果。RS-232 作为一种通信标准,已经在微机串行通信接口中广泛应用。传输距离小于 15 m,远距离通信时一般要加调制解调器;近距离通信时不采用调制解调器,双方可以直接连接。由于实验装置与上位机可以直接相连,而且距离很近,所以采用近距离通信,只需要 3 根信号线(发送线 TXD、接收线 RXD、信号地线 SG)便可以实现全双工异步串行通信。然后,采用 MAX232 完成 RS-232 与 TTL 电平的转换^[12],如图 5 所示。

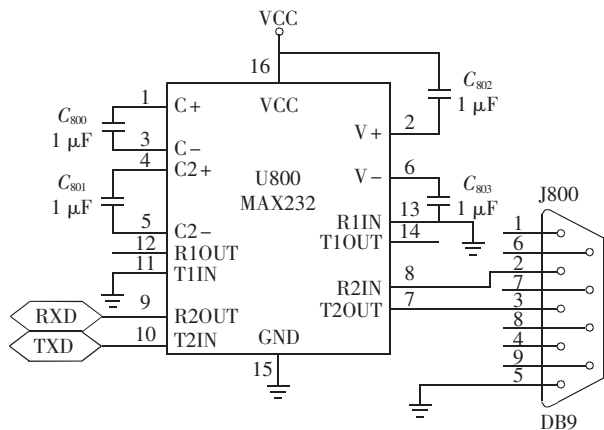


图 5 RS-232 通信电路

Fig.5 RS-232 communication circuit

另外还有键盘与显示单元、时钟单元和抗干扰单元等,限于篇幅,不再赘述。

4 软件实现

如图 6 所示为系统主程序流程图。系统采用 AT89C55WD 的 8 位单片机作为 CPU,并采用 KeilC51 结构化编程语言编程,采用模块化设计,使系统的软件结构清晰,易于理解,便于调试、连接、修改和移植^[13]。

单片机应用系统的软件设计和一般的程序设计不同,既有各种计算程序设计,还要结合具体的硬件电路进行各种输入/输出程序设计^[14]。系统软件由主程序和人机接口、数据采集、计算、故障处理、记录和通信等几个子程序组成。数据采集单元将采集的数据通过 12 点快速傅里叶变换,计算出电压、电流值,再进一步求出有功功率、无功功率、功率因数等,所得参数可就地显示也上传给上位机,并完成系统数据测量、人机接口及通信等辅助控制功能^[15]。

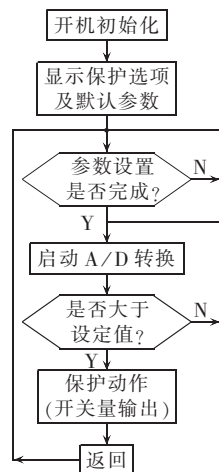


图 6 主程序流程图

Fig.6 Flowchart of main program

5 结论

运行实践表明,该实验系统可模拟各种运行方式下的故障现象,省去了传统测试方法中所需的移相器、调压器等多台用于调整电压、电流的较为笨重的一次设备,避免了由此引起的易接错线、功能单一等不足,可大幅度提高实验测试水平。由于装置硬件通用性强,可通过在同一硬件平台上下下载多种不同的保护程序运行,完成多种不同类型的保护功能实验,突破了传统的一套保护装置只实现一种保护功能的局限,使学员在实验室就可以仿真现场的故障现象,且价格低廉,具有较大的推广前景和实用价值。

参考文献:

- [1] 田吉,曹俊彪,王福林. 微机继电保护实验装置的研制[J]. 吉林化工学院学报,1999,6(2):23-24.
TIAN Ji,CAO Jun-biao,WANG Fu-lin. Development of the microcomputer relay protective device[J]. Journal of Jilin Institute of Chemical Technology,1999,6(2):23-24.
- [2] 何立民. 单片机应用系统设计[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1990.
- [3] 程水英,武传华. C8051F020 与 SPI 串行 Flash 存储器的接口[J]. 电子工程师,2004(7):49-50.
CHENG Shui-ying,WU Chuan-hua. The interface technology between C8051F020 and serial flash memory with SPI interface bus[J]. Electronic Engineer,2004(7):49-50.
- [4] 赵俊超. 集成电路设计 VHDL 教程[M]. 北京:北京希望电子出版社,2002.
- [5] 魏宜华,焦彦军,张新国,等. 通用继电保护微机型实验装置的设计[J]. 电力系统及其自动化学报,2005,17(3):95-98.
WEI Yi-hua,JIAO Yan-jun,ZHANG Xin-guo,et al. Design of general microprocessor-based experiment apparatus for relay protection[J]. Proceedings of the EPSA,2005,17(3):95-98.
- [6] 王玉彬,陈威斋,吴开东. WXB-11 型线路微机保护仿真教学培训装置的研制[J]. 山东电力技术,1997(1):44-45.
WANG Yu-bin,CHEN Wei-zhai,WU Kai-dong. A study of the training simulation equipment for the WXB-11 type micro-computer protection[J]. Shandong Electric Power,1997(1):44-45.
- [7] 李刚,王翠霞,温渤婴. 一种新型微机继电保护实验装置的研制[J]. 继电器,2005,33(22):16-20.
LI Gang,WANG Cui-xia,WEN Bo-ying. Research and development of a new experimental device for digital relay protection[J]. Relay,2005,33(22):16-20.
- [8] 王幸之,王雷,翟成,等. 单片机应用系统抗干扰技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2001.
- [9] 王明江,范春菊,房鑫炎. 开放式微机保护试验平台的研制[J]. 电力系统及其自动化学报,2003,15(1):63-66.
WANG Ming-jiang,FAN Chun-ju,FANG Xin-yan. Development of open test platform for microcomputer-based protection[J]. Proceedings of the EPSA,2003,15(1):63-66.
- [10] 刘园,周有庆,彭红海,等. 基于 DSP 的电力系统多功能微机保护实验装置的设计[J]. 继电器,2005,33(6):56-58.
LIU Yuan,ZHOU You-qing,PENG Hong-hai,et al. Design of multi-functional microcomputer protection device for power system based on DSP[J]. Relay,2005,33(6):56-58.
- [11] 张延青,焦彦军,王增平,等. 一种新型数字式继电保护装置的设计方案[J]. 继电器,2003,31(7):58-60.
ZHANG Yan-qing,JIAO Yan-jun,WANG Zeng-ping,et al. The design of a novel digital relay protection device[J]. Relay,2003,31(7):58-60.
- [12] 王铁红,张炳达,沈捷. 继电保护培训仿真系统[J]. 继电器,1999,27(6):32-34.
WANG Tie-hong,ZHANG Bing-da,SHEN Jie. The training simulation system for relay protection[J]. Relay,1999,27(6):32-34.
- [13] 曾满平,刘华. C++ Builder 4.0 数据库开发实例精解[M]. 北京:北京希望电子出版社,2000.
- [14] 庄恒建,刘万顺,焦邵华,等. 微机保护用软件测试平台的开发[J]. 继电器,2004,32(17):16-20.
ZHUANG Heng-jian,LIU Wan-shun,JIAO Shao-hua,et al. Development of software test platform applied for computer protection[J]. Relay,2004,32(17):16-20.
- [15] 张艳霞,刘天绪,杨钢. 消除傅氏算法中衰减非直流分量的方法在信号频率偏离额定值时的特性研究[J]. 继电器,2003,31(4):15-17.
ZHANG Yan-xia,LIU Tian-xu,YANG Gang. Study of the characteristics of removing DC offset methods in Fourier algorithm when signal has fundamental frequency deviation[J]. Relay,2003,31(4):15-17.

(责任编辑:李玲)

作者简介:

韩应江(1964-),男,河南南阳人,副教授,研究方向为电力工程和控制工程(E-mail:hyj8730@163.com);

员莹(1974-),女,河南三门峡人,系副主任,讲师,硕士,研究方向为控制工程。

Development of AT89C55WD-based experimental device of microcomputer protection

HAN Ying-jiang¹,YUAN Ying²

(1.Architectural Staff Member College of Henan Province,Zhengzhou 450000,China;

2.Sanmenxia Polytechnic,Sanmenxia 472000,China)

Abstract: A universal experimental device for microcomputer protections is developed based on AT89C55WD monolithic microcomputer. Its software and hardware design scheme,key technologies and implementation are presented. Besides AT89C55WD,it includes the peripheral circuits of A/D converting,binary input/output,frequency measuring and communication. It combines with superordinate PC and measuring instruments to form a protection experimental system. The modularized software is designed with structural programming language KeilC51. The whole system can effectively simulate, collect and deal with usual current and voltage faults of protections and send action commands.

Key words: microcomputer protection; experimental device; software and hardware design