

开发设计 ·

智能功率因数监测与补偿系统设计

毛玉蓉

(长江大学电信学院 湖北 荆州)

摘 要: 智能型功率因数补偿装置以 AT89S52 单片机为核心进行功率因数的监测与补偿, 文章给出了基本原理和实现方法。系统主要由取样电路、功率因数补偿以及控制和显示电路几个模块组成。该设计的特点首先通过监测电路对电路进行监测, 然后根据监测结果运用控制电路来调节电路中的补偿电容的大小, 从而达到调节到设定的功率因数的目的。该设计运用单片机 AT89S52 和 ADC0809 及相关的电子元件来实现对电压、电流、频率和功率因数的实时显示。系统完全实现了在线测试、智能运算、跟踪调节、在线显示数据等功能, 克服了传统装置所存在的缺点。

关 键 词: 功率因数; 容性补偿; 单片机

中图分类号: TN7 文献标识码: B 文章编号: 100429134(2008)0320012203

0 引言

在电力供电系统中, 功率因数的提高是一项重要的技术工作, 直接关系到输电线路的电能损耗、供电的经济性、供电质量。如何提高功率因数, 是电力工业中需要认真考虑的一个重要而又实际的问题。功率因数的补偿措施一直为人们所重视。研制高性能的功率因数补偿装置具有实际的社会、经济效益。

传统的硬件电子电路构成的功率因数自动补偿装置往往表现为可靠性差、不具备智能运算、精度不高、有级切换、开关动作频繁、触点易被电弧烧蚀、不能连续平滑调节, 因而功率因数补偿效果不理想。随着微电子技术的发展, 用单片机构成的智能型功率因数补偿装置, 完全实现了在线测试、智能运算、跟踪调节、在线显示数据等功能, 克服了传统装置所存在的缺点。本文介绍以美国 ATMEL 公司生产的 AT89S52 单片微机构成的智能型功率因数补偿装置。

1 功率因数监测与补偿系统总体设计

整个系统由取样电路、电压和电流测量电路单元、功率因数补偿单元及单片机显示与控制单元组成, 系统总体框图如图 1 所示。

2 单元电路部分

2.1 电压、电流信号的取样

采用取样电阻法, 在变压器副边串入一定数值的电阻, 取样该电阻两端的电压来研究电流, 在变压器

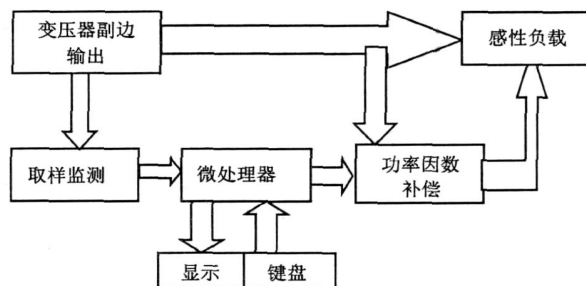


图 1 系统总体框图

副边并入一定数值的两个电阻, 在其中一个电阻两端进行取样。该方法的优点是不会对回路产生相位测量误差, 并且操作方便; 缺点是对副边电压、电流产生影响, 但在经过计算比较后发现影响不大^[1]。电压、电流测试, 通过取样后, 放大、转化成直流后送单片机进行计算、显示。电压、电流处理电路如图 2 所示。

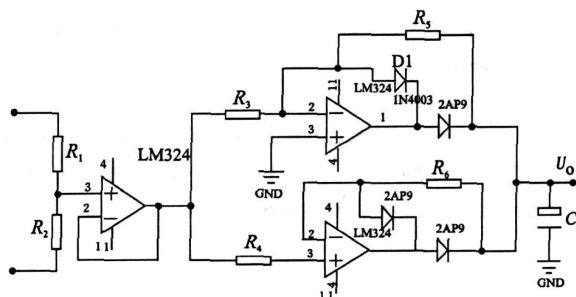


图 2 电压、电流处理电路图

2.2 频率测量电路

采用可编程计数器来实现频率的测量, 将被测信

号转换为方波信号输入可编程计数器的某一路端口,利用单片机产生的定时中断来控制计数,最后计数值送入单片机处理并输出。该方案硬件简单且频率测量精度高。

综合以上的分析与讨论,选择了运用取样电阻来取样电压,运用可编程计数器来实现电路频率、相位差的测量并通过单片机实时显示的方案。

2.3 功率因数的提高

通过并联电容器来提高功率因数^[1,2],并联电容前 $\cos \varphi_1 > \cos \varphi_2$,即加入并联电容后的功率因数大于并联电容前的功率因数的大小,故可以通过并联电容器的方法来提高功率因数。

2.4 功率因数监测单元

采用测电压、电流信号的相位差 $t(t/T = \varphi/360)$,计算 $\cos \varphi$ 得功率因数。

将电压、电流信号转换过的信号分别经过过零比较器^[3],产生 TTL 方波脉冲。方波的上升沿和下降沿分别与振荡正弦波信号的正负过零点对应,产生的两个 TTL 方波脉冲作为单片机的两个外部中断源。当 INT0 中断有效时,定时器 T0 开始定时计数,当 INT1 中断有效时关闭 T0 定时器,此时 T0 中的值便是与相位差相对应的计数值。

本系统中中断触发方式为脉冲下降沿触发方式,且外部中断 0 优先级高于外部中断 1。单片机开机后等待外部中断 INT0 及 INT1,当 INT1 中断响应时,定时器/计数器 T0 开始计数,当 INT0 中断响应后,定时器/计数器 T0 停止计数,T0 的计数值与相位差 φ 成正比,单片机处理 T0 的计数值后即可得到交流电的功率因数。

2.5 功率因数补偿单元

该单元运用继电器控制 6 个电容的不同组合,对电路增加有一定数量的几个电容组合的补偿电容,从而达到增大电路的功率因数的目的,功率因数补偿电路原理图如图 3 所示。

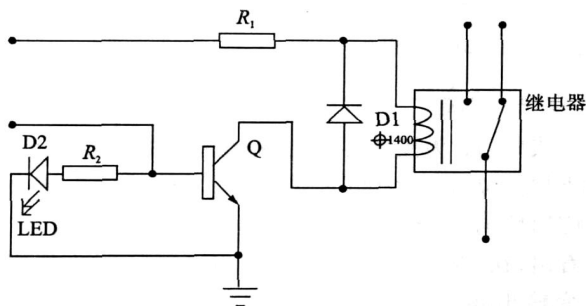


图3 功率因数补偿电路原理图

2.6 键盘与显示电路部分

该部分主要由单片机系统和 A/D 转换器组成。

显示部分由 8 块数码管组成,分别对应显示部分。

键盘功能说明如下:

电流电压:显示实时电流/电压大小;

余弦/频率:显示实时 $\cos \varphi$ /频率的大小;

有用功/无用功:显示有用功/无用功;

功率因数调节:对功率因数进行调节;

+ :增加设定功率因数值(每次增大 0.05);

- :减小设定功率因数值(每次减小 0.05);

补偿:选择补偿功率因数;

取消补偿:取消正在先前的功率因数补偿工作;

3 主要参数的计算

本系统主要任务是对变压器副边的功率因数的测量与补偿,因此,重点要研究所加补偿的参数。因此要计算给电路所加补偿电容的大小^[4]。

设感性负载的有功功率为 P ,功率因数为 $\cos \varphi_1$;接电容后要使功率因数提高到 $\cos \varphi_2$,根据功率三角形:原感性负载的无功功率为 $Q_1 = P \tan \varphi_1$ 。

并联电容后的无功功率为:

$$Q = P \tan \varphi_2$$

故应该补偿无功功率为:

$$Q_c = Q_1 - Q = P (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$$

又因为 $Q_c = C$,所以 $C = P / (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2)$

由于电阻可以从 20 ~ 100 的范围内变化,所以所加补偿电容的大小也要在一定的范围内变化,只需求出补偿电容的最大值即可。

当负载电阻 $R = 20 \Omega$ 时,未加补偿电容时的有功功率为

$$P = UI \cos \varphi_1 = 36 \text{ V} \times 0.968 \text{ A} \times \cos \varphi_1$$

在负载电阻 $R = 20 \Omega$ 时,mh 功率因数计算得

$$\cos \varphi_1 = 0.537, \varphi_1 = 57.52^\circ;$$

当功率因数为 0.95 时的 $\varphi_2 = 18.19^\circ$;

故在负载电阻 $R = 20 \Omega$ 时的补偿电容大小应为:

$$C = P / (\tan \varphi_1 - \tan \varphi_2) = 18.71 / [(2 \times 50) \times 36 \times 36 \times (1.571 - 0.324)] = 57 \mu\text{F}$$

4 系统软件部分

系统程序完成的主要操作包括:对各部分的状态控制,测量,数据处理,键盘操作及显示等^[5]。系统程序包括:监控程序,键盘扫描程序,数据处理子程序,显示程序,采集子程序等。

监控程序 负责对各部电路的工作状态进行监视;

键盘扫描程序 反复判断是否有按键按下;

(下转第 17 页)

程序中,单片机每向 P1 口发送 1 个字节的数据,将 P0.1(W - CLK)置高位,在其上升沿,AD9850 读取 P1 口的数据,然后置低 P0.1,发送下 1 个字节。5 个字节发送结束后,置高 P0.0(FQ - UD),以便让 AD9850 根据新的频率和相位控制字更改输出,之后再置低 P0.0,准备下一次数据传送。

2.4 基于简单数字电路的信号源设计^[5]

对于仅仅需要单一信号频率、不用更改的信号,使用简单数字电路就可以得到基于 DDS 技术产生信号。其原理框图如图 6 所示。

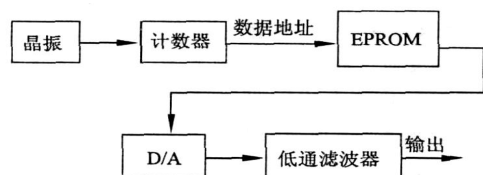


图 6 固定频率的 DDS 系统

对于这种信号源产生的方法,根据所需要信号的频率选择晶振频率、计数器位数以及 EPROM 中的存储空间。

3 结束语

在声波换能器检测装置中扫频信号源的设计就采

用了基于 DDS 专用芯片 AD9850 产生正弦信号的方法,通过软件设置扫频信号的上下截止频率、信号频率步距,产生出了满足要求的信号源。在测井仪器方面,中船重工第七一五研究所利用基于简单数字电路的信号源设计方法,将其感应仪器的 20 kHz 感应信号源和 1 kHz 的球形聚焦信号源进行了改进^[6]。改进后的信号源不仅有很高的频率精度,而且电路结构简单,电路工作稳定,维修方便。

参考文献

- [1] 宋建国. AVR 单片机原理及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 1998
- [2] 何立民. 单片机应用系统设计[S]. 北京:北京航空航天大学出版社, 1999
- [3] 梅丽凤. 单片机原理及接口技术[S]. 北方交大, 2006
- [4] Analog Devices Inc. AD9850 - CMOS, 125MHz Complete DDS Synthesizer. 2006
- [5] 高吉祥. 数字电子技术[M]. 北京:高等教育出版社, 2003
- [6] 第七一五研究所(杭州). 521 感应测井仪器维修手册[S]. 2006

(收稿日期:2007 - 12 - 27 编辑:高红霞)

(上接第 13 页)

数据处理子程序 根据采集的数据计算电压、电流、相位差及功率因数等有关参数;

显示子程序 将测量结果显示出来。

5 结束语

本系统以 89S52^[5] 芯片为核心部件,利用软件编程,实现了对交流电压值、交流电流值、频率以及功率因数、有功功率、无功功率的测量及显示。功率因数补偿单元能根据负载变化自动进行功率因数补偿,并且实现了投入时无明显冲击,最终使功率因数大于 0.95。尽量做到线路简单,减小电磁干扰,充分利用软件编程,弥补元器件的精度不足。

基于单片机的功率因数监测与补偿系统采用了先进的单片机微电子技术,具有在线测试、数据储存,智

能运算、跟踪调节、数据显示等功能,而且造价低廉、调控容易、保密性强。

参考文献

- [1] 童诗白,华成英. 模拟电子技术基础[M]. 北京:高等教育出版社, 2001
- [2] 张义和. Prote 1 DXP 电路设计大全[M]. 北京:中国铁道出版社, 2005
- [3] 马明建,周长城. 数据采集与处理技术[M]. 西安:西安交通大学出版社, 1998
- [4] 王兆安,黄俊. 电力电子技术[M]. 北京:机械工业出版社, 2000
- [5] 黄继昌. 电子元器件应用手册[M]. 北京:人民邮电出版社, 2004

(收稿日期:2008 - 01 - 25 编辑:高红霞)

ABSTRACTS

Vol. 22 No. 3 Jun. 2008

Zhang Bo, Liu Runhua and Chen Can. Design of crude water cut meter based on the capacitive sensor. PI, 2008, 22(3) :1 ~ 3

A new type of crude oil s water cut meter is designed based on the capacitive water cut sensor , while the new ca2pacitance2to2digital converter AD7746 is applied to measure the small capacitance of sensor with high precision. This pa2per presents the measurement principle and main design of the meter. Experimental results for the mixture of tap water and diesel oil in the laboratory show that the meter can measure the water cut with high precision.

Key words :capacitance2to2digital converter ; water cut ; capacitive sensor ; sigma2delta technique

Li Tao Liu Yicheng and Zhu Zhengping. Design of an Intelligent dilative tester based on the single2chip micro2computer. PI, 2008, 22(3) :4 ~ 5

An intelligent dilatation test instrument based on the single2chip microcomputer is designed to objectively and truly evaluate shale dilatancy. In the paper the structure of hardware and software of the system is presented in detail. The testing principle and system framework are introduced in the hardware design and the procedural flow chart is given in the software.

Key words :single2chip microcomputer ; pulse width ; modulation dilative rate ; prevent dilative rate ; untouched

Liu Yong, Shao Gaoping, Lu Qing and Liu Jiayong. Design of the general maintenance system for well logging instruments. PI, 2008, 22(3) :6 ~ 8, 11

The paper introduces a maintaining system for well logging instruments , which can achieve parameter setting , oper2ation control , and data receiving , processing and displaying through the Instrument Bus. The system has friendly inter2face , which makes the control and maintenance of logging instruments convenient. The system software can be updated and new function will be extended. This system can support all the logging equipment which is based on IB , it makes the test of logging instruments very flexible.

Key words :logging instrument ; maintenance system ; instrument bus

Zhao Zhixue, Han Yuan, Bai Xiaojie and Meng Xiangguang. Development of detection equipment of the rectifi2cation and drive module for measurement while drilling downhole tools. PI, 2008, 22(3) :9 ~ 11

With the constantly development of drilling engineering technology in recent years , the research of the measurement while drilling downhole tool becomes a new popular field. Rectification module and the drive module are the most impor2tant parts of the measurement while drilling downhole tool , the entire reliability of tool is raised by their detecting and debugging in the ground. The development of detection equipment of the rectification and drive module for the measure2ment while drilling downhole tool is described , its heart is the control system of the chip microprocessor STC12C5410AD , and the power supply and signals can be entirely simulated. Hardware and software design of the de2tection equipment is emphasized in this paper , the rectification and drive module are well checked by the experiments.

Key words :chip microprocessor ; measurement while drilling downhole tool ; rectification and drive module detection e2quipment

Mao Yurong. Design of the intelligent power factor monitor2compensation system. PI, 2008, 22(3) :12 ~ 13, 17

The intelligent power factor compensation system is designed based on AT89S52. This paper gives the principle and realization method of power factor monitor and compensation. The system is composed of the sample circuit , compensate circuit , control circuit and display circuit. The feature is to monitor the circuit at first and then to adjust the compensa2tion capacitor to gain the given power factor. The display of voltage , current , frequency and power factor is realized by the AT89S52 , and ADC0809 and some related electronic component. The system completely realizes the testing online , intelligent computing , tracing adjustment , displaying online etc. and then it overcomes the disadvantage of the tradition2al system.

Key words power factor ; capacitive compensation ; microcomputer