

# 单片机用电故障控制系统设计

侯昭武

(钦州学院 物理与电子工程系, 广西 钦州 535000)

**摘要:**以电磁感应线圈和变压器的输出电压为检测用电发生漏电、过载、短路和超压故障时的电压信号,通过8051单片机控制,运用HD44780字符液晶显示模块和ISD2650语音芯片,使其具有字符提示和语音提示,在严重故障时又能自动提前跳闸。改变了目前的漏电保护器和过载保护器功能单一,故障出现时没有任何提示等缺点。单片机用电故障控制系统在实验室和小区试验,用电故障提示和严重故障跳闸准确率都是100%。

**关键词:**磁感线圈;8051单片机芯片;HD44780字符液晶显示模块;ISD2650语音芯片

**中图分类号:**TP277

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2009)05-0213-04

## Uses Electricity Failure Control System Design in Monolithic Integrated Circuit

HOU Zhao-wu

(Department of Physics and Electronic Information of Qinzhou University, Qinzhou 535000, China)

**Abstract:** Uses output voltage of the electromagnetic induction coil and transformer as voltage signal of the examination family has the leakage, the overload, the short circuit and presses when the breakdown, through 8051 MCU controlling, utilizes the HD44780 character LCD module and the ISD2650 speech chip, enables it to prompt the character and the voice, when serious failure can automatically advance trip. To change the unitary function of leakage protector and the overload protector, the breakdown appears when shortcomings and so on any prompt, make the family electricity safer and reliabler.

**Key words:** magnetic induction coil; 8051 MCU controlling; HD44780 character LCD module; ISD2650 speech chip

## 0 引言

对于电网短路和线路故障检测保护已有不少研究<sup>[1-6]</sup>,而用电器短路研究相对较少<sup>[7]</sup>。但随人们生活水平的不断提高,用电设备也不断增加,产生了盲目用电现象,这给人们造成极大的安全隐患。其中危害性最大的故障有三种:输入电压过高、室内线路严重过载、用电器短路。文中设计的单片机<sup>[8,9]</sup>用电故障控制系统就是为了防止这三种故障带来的危害。

## 1 硬件的组成

单片机用电故障控制系统的硬件分别是:由降压变压器、2个相互串联的感应线圈、升压变压器、电磁开关、5V稳压电源、超压过流信号获取比较电路、可编程接口扩展芯片8255、HD44780字符液晶显示模块、

ISD2650语音芯片、扬声器和电容电阻等元器件组成,系统使用一片8051为控制芯片。控制和提示系统的基本电路如图1所示。

## 2 工作原理

### 2.1 获取故障检测电压

由电磁学理论知,通电导线周围有电磁场产生。在供电的电线旁安置两个串联的电磁感应线圈(形状为矩形)来获取由导线电流变化产生的信号电压。

由文献[10]得,感应线圈电压计算公式为:

$$\epsilon_i = -\frac{\mu_0 I l_m N \omega}{2\pi} \left( \ln \frac{d+a}{d} \right) \cos \omega t \quad (1)$$

其中, $\mu_0$ 为真空磁导率, $\omega$ 为交流电的角频率, $I_m$ 为用户总线的最大额定电流(可变值), $N$ 为感应线圈的匝数, $l$ 为感应线圈的长, $d$ 为感应线圈距导线的距离, $a$ 为感应线圈的宽。

### 2.2 电压信号的PID控制

文中的控制对象是电压信号,对电压信号的每一个数据量都要进行一次PID运算。文中定义:

收稿日期:2008-08-11

基金项目:广西自然科学基金资助项目(200708MS073)

作者简介:侯昭武(1956-),男,广西容县人,讲师,研究方向为语音识别应用。

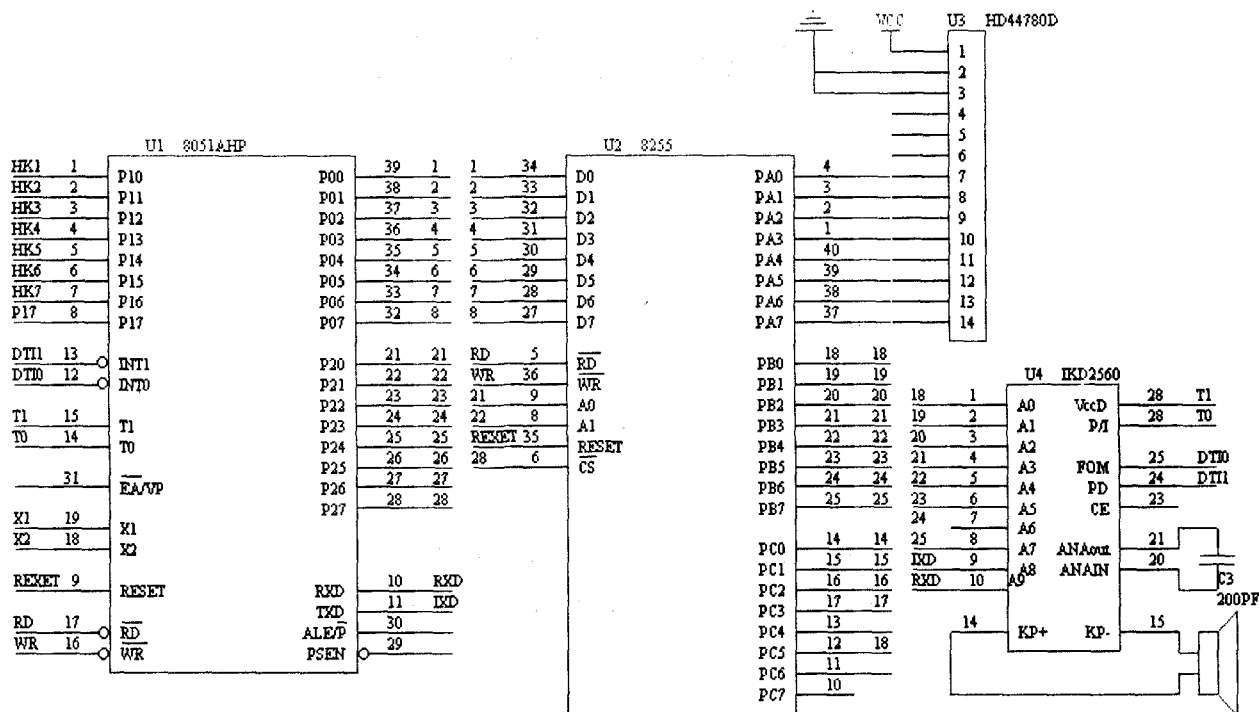


图 1 单片机用电故障控制系统原理图

$U_i$ : 表示目标电压;

$U_r$ : 表示当前电压;

$U_d$ : 表示当前电压差 ( $U_d = U_i - U_r$ ).

PID 运算表达式如下:

$$PWM\_OUT = P\_OUT + I\_OUT + D\_OUT$$

其中  $P\_OUT = K_p * U_d$  称为比例项,  $K_p$  是比例系数, 比例项输出等于比例系数乘当前电压差。

$I\_OUT = K_i * \sum U_d$  称为积分项,  $K_i$  是积分系数, 积分项用于消除系统稳态误差,  $\sum U_d$  由当前起前面  $N$  次采样电压差的和。

$P\_OUT = K_d * \Delta U_d$  称为微分项,  $K_d$  是微分系数, 微分项用于减小系统超调量, 增加系统稳定性, ( $\Delta U_d$  = 当前电压差 - 上次电压差)。控制程序如下:

Void PID()

$U_m = U_i / 100;$

$I\_OUT = P\_OUT;$

$P\_OUT = U_m - U_r / 100;$

$U+ = (K_i * P\_OUT + K_p * (P\_OUT - 2I\_OUT + D\_OUT)) / 100;$

If ( $U < 0$ )  $U = 0;$

If ( $U > 255$ )  $U = 255;$

$PWM\_OUT = U;$

### 2.3 过载故障保护电路工作原理

为了提高控制效果和减少感应线圈的匝数, 采用

升压变压器  $T_1$  把信号电压升高的方法进行电压提升, 设升压变压器  $T_1$  的变比为 10/1, 当用电过载时, 流过进户火线的电流大大增加, 由电磁感应定律得, 感应线圈两端的感应电压大大增加, 通过对这个感应电压的检测就能判断出当前是否出现过载现象, 设这个信号电压达到 V (升压变压器的次级输出为 1.5V) 时开始报警提示, 当信号电压超过 0.159V (升压变压器的次级输出为 1.59V) 时立即跳闸并报警提示。为了使控制系统获取过载控制的电压信号, 采用如图 2 所示的电路。

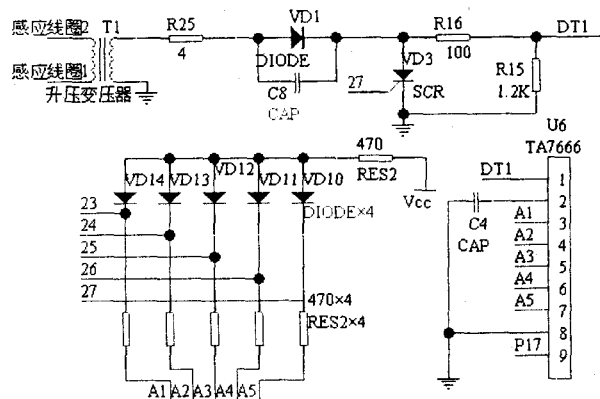


图 2 过载故障信号电压传输原理图

集成电路 TA7666 原为录音电平 led 显示驱动集成电路<sup>[11]</sup>, 内部包含 5 个电压比较器, 1 脚为信号电压输入端, 3、4、5、6 和 7 脚为信号电压输出端。现在采用集成电路 TA7666 是为了得到 5 个不同级别的信号电压值。TA7666 内部的电压比较器的基准电压是由

8051 单片机芯片根据用户线的规格来确定,并通过单片机芯片的 8 脚(P17)输出给 TA7666。当升压变压器输出的电压超过 1.5V,整流后的大于 1.1V 的电压,经 R14 和 R15 分压后仍超过 1V 的电压,经 TA7666 内部电压比较器比较,3 脚由高电变为低电平(低电平为 0.3V),于是,二极管 VD4 导通,由 R58 和 R59 分压得约为 2V 电压加到 8051 单片机的 P22IO 口上。如果输出的电压不断变高,则 TA7666 的 4,5,6,7 脚依次由高电平变为低电平。这样在单片机的 IO 口: P22, P23, P24, P25, 和 P26 依次检测到低电平输入,由 8051 单片机芯片内部运算识别从 P00~P07 脚输出过载信号,由 D0~D07 脚输入到 8255 扩展电路内,再由 8255 内部识别,从存储器中调出过载字符显示信号,从 255 的 PA0~PA7 脚输出给 HD44780 的 7~14 脚,由 HD44780 字符显示模块显示出过载,不安全的文字。同时 8255 的 PB0~PB7 脚也输出过载的信号,由 A0~A7 脚输入到 ISD2560 内部,ISD2560 从存储器中调出过载,不安全的语音信号,由 ISD2560 的 14,15 脚输出,于是,扬声器连续发出五句“过载,不安全”的声音。

当过载超过额定 5% 就开始进行安全提示,分五个级别提示(每个级差为 10%),最高为 145%,当过载不是很多,只是语音和文字提示,但没有切断电源,如果过载非常严重(如 145%,此时集成电路 TA7666 的 7 脚高电平变为低电平,8051 单片机芯片的 IO 口 P26 脚获得低电平输入),由用电保护电路原理图 3 可见,与门电路 U8 的输入为低电平,输出也为低电平,控制管 Q1 导通,电磁开关有电流通过而跳闸。

为了防止这种情况发生,仪器上设计有两个保险丝,同时仪器上还设计有两个超压保护电路。短路故障发生时,TA7666 的 7 脚为低电平,经门电路使保护二极管的控制端为高电平,于是二极管短路导通,确保仪器安全。

负载短路时,电线电流变得很大,使磁感线圈上产生的感应电压升得很高,这时,磁感线圈获得的电压远远大于 0.15V,TA7666 的 3,4,5,6,7 脚同时输出低电平,控制过程与前述相同,电磁开关立即切断电源。保证用电户电器设备的安全。

## 2.4 超压保护电路工作原理

如果降压变压器  $T_2$  变比为 1/50,降压变压器  $T_2$  的次级绕组两端电压设定安全值为  $U_{T_2} = 5.5V$ ,因此输入用户的相电压也就最高不能大于 265V,当干线电压过高时,获取的信号电压超过 5.5V,这样单片机用电故障语音提示器就不仅仅提示,而且会使电路跳闸切断电源。

开始安全提示的最低电压为 250V,超电压分为四个级别,每个级差相差 5V,最高为 265V。电压在 265V 以下都只是进行安全提示,没有跳闸断电。只有在大于或等于 265V 时才立即跳闸断电并安全提示。工作原理为:

当干线电压过高时,变压器  $T_2$  输出的电压超过 5V,经整流滤波后加至 TA7666,使 3 脚输出高电平,由 PC3 输入 8255,8255 得到干线电压过高信号,从字符存储器中调出原来存储的电压过高的字信息,由 PA0~PA7 输出到 HD44780 字符液晶显示模块,于是,HD44780 字符液晶显示模块开始显示电压过高、

不安全的语句。同时,8255 也从存储器中调出干线电压过高的语音信息,由 PB0~PB7 输出送到 ISD2650 语音芯片,此时 ISD2650 语音芯片驱动扬声器发出 5 句“电压过高,不安全”的报警声音,提示用户注意用电的安全。但这只是提示,不切断电。当干线电压超过 270V 时,变压器次级输出为 5.6V,这时 TA7666 的 5 脚由原来高电平变为低电平。这时除字符和语音提示外。同时,或门电路也输出切断电源的控制信号,由电磁开关切断干线电流。

当干线电压由 220V 变为 380V 时,变压器输出的 5V 变为 8.5V。TA7666 的 3,4,5,6,7 全为低电平,电磁开关立即切断电源以保护用电设备。另外,由于 TA7666 的 7 脚是高电平,VD2 的控制脚为高电平,VD2 导通,保护仪器不受损坏。电路图中的 C1,C2 为大电解电容,

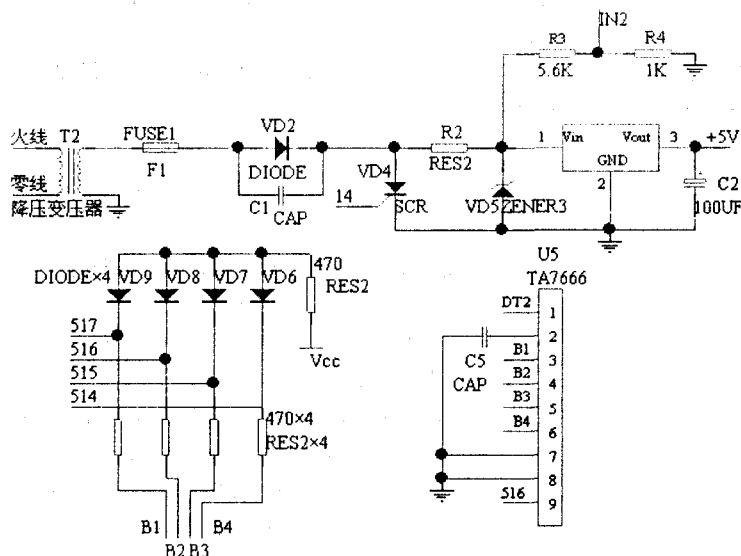


图3 超压故障信号传输原理图

当负载短路时,电线电流突然升得很大,磁感线圈的感应电压也很高,这会烧坏家庭用电故障提示器。

其作用是当干线被切断后,由于 C1、C2 充有电压,使仪器上的信号保留一定时间,即延迟作用。

### 3 主程序设计

主程序设计用图 4 表示。

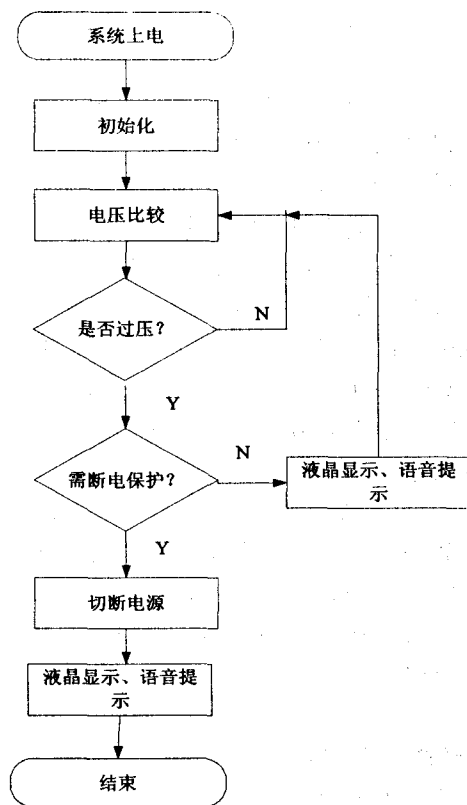


图 4 主程序流程图

### 4 结束语

根据实验室和几十户安装单片机用电故障提示器试验可知,通过感应线圈与变压器输出电压来获取超压、过载和短路故障的检测电压。由 TA7666 电压比较集成电路把信号电压分为 5 个级别,运用 8051 单片

机芯片进行电压 PID 控制,使用 HD44780 字符液晶显示模块和 ISD2650 语音芯片进行文字与语音提示用电故障,并且能适时自动跳闸,准确率为 100%,能很好地保护用电设备。因此,该系统可应用于各种低压用电场合。

#### 参考文献:

- [1] 王季梅. 短路电流限流开断器研制成功[J]. 电网技术, 2004(10):76-77.
- [2] 张 华,姜金昌. DSP 56F827 在低压线路微机保护装置中的应用[J]. 微机发展(现更名:计算机技术与发展), 2005, 15(2):109-112.
- [3] 郭为群,朱 利,王亚辉,等. YZ-RTOS: 一个面向继电保护装置的嵌入式实时操作系统[J]. 计算机技术与发展, 2006,16(4):113-115.
- [4] 赵 敏. 基于电流变化率的电网短路保护原理[J]. 电网技术, 2008(4):105-108.
- [5] Murhy R J. Disturbance Recorders Trigger Detection and Protection[J]. IEEE Computer Application in Power, 1996, 9 (1):24-28.
- [6] Zivanovic R, Cairns C. Implementation of PMU Technology in state Estimation: SN Overview[C]//IEEE AFRION4th. [s. l.]:[s. n.], 1996:24-27.
- [7] 黄鸿新,陈宇恩. 医用电气设备漏电流产生原因[J]. 标准检测, 2008,14(7):47-49.
- [8] 包 松,鲍可进,余景华. 单片机 PID 算法的直流电机测控系统[J]. 微机发展(现更名:计算机技术与发展), 2003, 13 (8):72-74.
- [9] 刘华东,张亚华. 单片机原理与应用[M]. 第 2 版. 北京:电子工业出版社, 2006:136-138.
- [10] 屠庆铭. 物理学(下册)[M]. 北京:高等教育出版社, 2000: 215-217.
- [11] 王伟军. 音响设备原理与维修技术[M]. 北京:高等教育出版社, 2002:173-175

(上接第 212 页)

- [3] 李柏渝. Si4133 在接收机射频前端设计中的应用[J]. 微处理机, 2007(6):125-128.
- [4] Silicon Laboratories Inc. Dual-Band RF Synthesizer with Integrated VCOs For Wireless Communication[EB/OL]. 2001. <http://www.silabs.com>.
- [5] 史 飞,喻洪麟. 一种数字锁相环频率合成器的设计[J]. 半导体技术, 2003,28(11):64-67.
- [6] 张 坤. 基于锁相环的频率合成器的设计[J]. 现代电子技术, 2007(19):110-114.
- [7] 刘伟胜. 宽带高稳定、低相噪直接式频率合成器的设计及分析[J]. 微波学报, 2006,22(4):57-61.
- [8] 夏永祥. 基于 AD9858 的快速捷变频频率合成器的设计[J]. 现代雷达, 2005,27(7):58-61.
- [9] Analog Devices, Inc. 140MHz to 1000MHz Quadrature Modulator[EB/OL]. 2005. <http://www.analog.com>.
- [10] Linear Technology Corporation. 40MHz to 500MHz Quadrature Demodulator with VGA[EB/OL]. 2002. <http://www.linear.com>.