

基于 ispPAC20 的市电电压监控报警系统的设计

于卫,魏斌,谢勇

(扬州大学 信息工程学院,江苏 扬州 225009)

摘要: 研究了基于模拟可编程器件 ispPAC20 的市电电网在线监控报警系统。要求能同时监控 220 V 交流市电过压和欠压两种情况,监控的过欠压值可由外部的数字量来灵活控制。利用 ispPAC20 器件作为核心控制器件。该系统灵活性强、功能齐全、工作稳定可靠。

关键词: 模拟在系统可编程;过欠压;报警

中图分类号: TM764

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2012)03-0079-03

Design of city voltage based on ispPAC20 and its monitoring alarm system

Yu Wei, Wei Bin, Xie Yong

(College of Information & Engineering, Yangzhou University, Yangzhou 225009, China)

Abstract: This paper studies the ispPAC20 based on simulated programmable device the utility grid online monitoring alarm system. Requests can also monitor 220 V AC utility over-voltage and under voltage two circumstances. Monitoring over and under voltage by external value can the digital quantity control. Use ispPAC20 device as the key control devices. This system is flexible, full-featured, stable and reliable.

Key words: simulation in system programmable; over and under voltage; alarm

自从 1999 年美国 Lattice 公司推出了在系统可编程模拟电路 ispPAC (in system programmability Programmable Analog Circuits) 以来,极大地推动了模拟电路设计方法的发展,为电子设计自动化(EDA)技术的应用开拓了更为广阔的前景。利用可编程模拟器件配合相应的开发工具软件 PAC-Designer,便可以像设计数字电路那样方便、快捷地完成模拟电路的设计、修改、编程和验证,从而极大地缩短了产品的研制周期并增强其竞争力。在系统可编程模拟器件允许电路设计者使用开发软件在计算机中设计模拟电路,并对所设计电路特性进行仿真,最后通过编程电缆将设计方案下载至芯片中。目前,可编程模拟器件已在电子线路实验、传感器匹配、数据采集、信号处理、仪器仪表、控制与监测、人工神经网络等重要领域中得到了广泛的应用。可以预期,随着模拟可编程技术的不断进步和品种的逐步丰富,可编程模拟器件将会成为实现模拟电路的首选器件和最佳选择。

目前,在系统可编程模拟电路可实现三种基本功能:

(1) 信号调理:对微弱信号进行放大、整流、有源滤波、增益调整;(2) 模拟计算:对信号进行求和、求差、比较和积分等

运算;(3) 将数字信号转换成模拟信号。在基本功能基础上可实现许多实际应用,比如电压、温度的控制与报警。

本文研究的电压控制与报警系统,采用 ispPAC20 为核心器件,该器件具有两个可放大、衰减的仪表放大器单元,输入共模抑制比高达 69 dB;具有一个 8 位 DAC 和两个快速比较器。图 1 是 ispPAC20 器件的管脚及编程接口图,由于要对 ispPAC20 器件编程,所以要做一个 10 芯编程口。在计算机里用 PAC-Designer 软件进行电路设计,然后通过计算机并行口用 26 芯编程线经过下载小电路板对装载用户电路板上的 ispPAC20 器件进行编程。

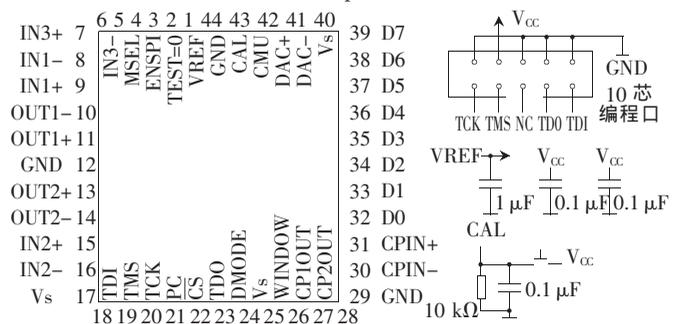


图 1 ispPAC20 器件的管脚及编程接口图

1 总体方案设计

总体方案图如图 2 所示,各部分作用及组成如下:

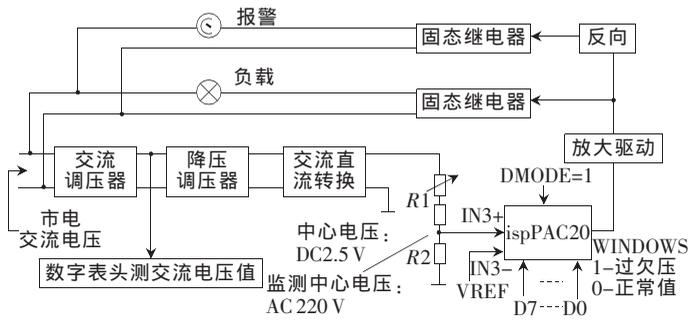


图 2 总体方案图

(1) 交流调压器模拟市电 AC 220 V 幅度波动,用于调试;

(2) 降压变压器采用匝比 220:9,可将市电降压,如原边 220 V,则副边为 9 V,如原边输入在一定范围内变化,副边也会跟着变化;

(3) 数字表头用于测量当时的市电电压值,图中用交流调压器模拟市电幅度波动,以便调试;

(4) 交流直流转换电路将交流电转化为直流电,其输出的直流电压 V_0 与输入的交流电压有效值 V_i 的关系是 $V_0 \approx 1.2 V_i$ 。这样,输入市电为 198 V、209 V、220 V、231 V、242 V 时,直流输出分别为 9.72 V、10.26 V、10.8 V、11.34 V、11.88 V。

(5) ispPAC20 器件电路:通过取样电阻取得输入电压信号,在正常电压范围内,WINDOWS=0,当电压高于上限或低于下限时,WINDOWS=1;

(6) 反向放大驱动:用 WINDOWS 控制固态继电器工作;

(7) 固态继电器:控制负载工作和电铃报警。

取样电阻 R_1 、 R_2 的取值如下:在市电电压为 AC220 V 时,使 R_2 上的直流电压为 2.5 V,通常 R_2 上的电流要小于 1 mA,可以取 $R_2=4.7 \text{ k}\Omega$,则 $R_1=(10.8-2.5) \times 4.7/2.5=15.6 \text{ k}\Omega$,实际设计中, R_1 用 10 k Ω 电阻和 10 k Ω 电位器串联而成。此时 R_2 上的中心电压为 DC 2.5 V,实际所监控的市电中心电压为 AC 220 V。为进一步稳定 R_2 上的取样直流电压,可在 R_2 端并联上 0.1 μF 的电容器。

其工作过程为:将市电交流电经过降压、交直流转换、取样电阻后送入 ispPAC20 器件一个差分输入端 IN3+, 另一个差分输入端 IN3-接该器件的标准输出 VREF (2.5 V),对 ispPAC20 器件编程,当器件的 DAC 模式选择 DMODE=1 时,则数字信号 D7~D0 由外部输入,由此来决定 ispPAC20 器件的电压报警范围。当电压在正常范围内时,其输出 WINDOWS=0,经过反相放大驱动后,下面固态继电器工作,负载正常通电;当电压在正常范围之外(过欠压)时,其输出 WINDOWS=1,经过反

相放大驱动再经反相后,上面固态继电器工作,电铃通电报警,同时负载切断电源停止工作。

2 ispPAC20 器件功能设计

对 ispPAC20 器件的要求是:接收反映市电电压的取样电压和反映电压范围的数字信号,发出 WINDOWS 信号,当电压在正常范围内时,WINDOWS=0;当电压在正常范围外时,WINDOWS=1,编程电路如图 3 所示。由于外输入数字量决定电压监控范围,故 DMODE=1。

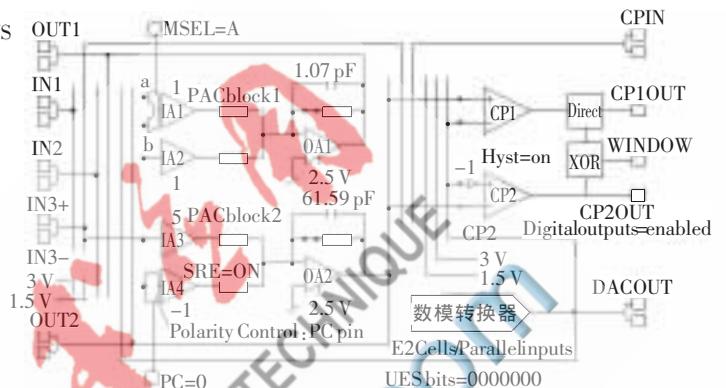


图 3 ispPAC20 器件的编程电路图

反映市电电压的取样电压送到差分输入端 IN3+, 另一个差分输入端 IN3-接该器件的标准输出 VREF (2.5 V), 经过差分后再经放大(本文放大倍数设置为 5,可调), 送到比较器 CP1 的同相端和 CP2 的反相端;器件内的数模转换器接收决定 ispPAC20 器件的电压报警范围外部的数字信号转换成的模拟量分别送到 CP1 的反相端和(经反相后)CP2 的同相端,输出设置成“XOR”形式。当过压时,CP1OUT=1、CP2OUT=0,此时 WINDOWS=1;当欠压时 CP1OUT=0、CP2OUT=1,此时 WINDOWS=1,因此,无论过压还是欠压,WINDOWS 都为 1。而在正常电压范围内时,CP1OUT=0、CP2OUT=0,此时 WINDOWS=0。表 1 说明了输入数字量和电压监控范围的关系。通过改变输入数字量就可以改变监控的电压范围。如果放大倍数变化,则表格关系会发生变化。市电电压监控数据表如表 2 所示。由表 1 可知,随着输入的数字量不同,电压监控范围也不同。如输入数字量 10011011,电压监控范围 $220 \text{ V} \pm 5.0\%$;输入数字量 10110101,电压监控范围 $220 \text{ V} \pm 10\%$ 。当然,如果编程设定的放大倍数变化,则输入同样的数字量,电压监控范围也发生变化。

表 1 输入数字量和电压监控范围的关系表

序号	输入数字量 D7~D0	输出模拟量/V	监控电压范围
1	10001110	0.33	$220 \text{ V} \pm 2.5\%$
2	10011011	0.63	$220 \text{ V} \pm 5.0\%$
3	10101000	0.94	$220 \text{ V} \pm 7.5\%$
4	10110101	1.25	$220 \text{ V} \pm 10\%$
5	11000011	1.57	$220 \text{ V} \pm 12.5\%$
6	11010000	1.88	$220 \text{ V} \pm 15\%$

表 2 市电电压监控数据表

序号	检测交流电/V	降压后有值/V	转换后直流值/V	R_2 上实际电压/V	调整/V	放大5倍后/V	输入数字量	备注
1	187 (-15%)	7.65	10.8-1.62 =9.18	2.125	-0.375	-1.88	11010000	220 V±5% 输入数字量
2	198 (-10%)	8.10	10.8-1.08 =9.72	2.250	-0.25	-1.25	10110101	10011011
3	209 (-5%)	8.55	10.8-0.54 =10.26	2.375	-0.125	-0.63	10011011	220 V±10% 输入数字量
4	220 中心	9.00 中心	10.8 中心	2.5 中心	0.00	0.00	10000000	10110101
5	231 (+5%)	9.45	10.8+0.54 =11.34	2.625	+0.125	+0.63	10011011	220 V±15% 输入数字量
6	242 (+10%)	9.90	10.8+1.08 =11.88	2.750	+0.25	+1.25	10110101	11010000
7	253 (+15%)	10.35	10.8+1.62 =12.42	2.875	+0.375	+1.88	11010000	

ispPAC20 器件功能的编程过程: 打开 PAC-Designer 软件, 选择 ispPAC20 器件进入编辑状态, 将 IN3 输入端接到 IA3 上, 设置好 IA3 的放大倍数, 将 OA2 上的电容设为最大 61.59 pF, 将 OA2 的输出同时连到 CP1 的同相输入端和 CP2 的反相输入端, 内部的数模转换采用外置输入数字信号, DMODE=1, 其输出同时连到 CP1 的反相输入端和 CP2 的 (经反相后) 同相输入端, 输出端 WINDOWS 设置成“XOR”形式。图绘好后保存, 最后执行下载命令将图下载到 ispPAC20 器件里。

3 交流直流转换电路

交直流转换电路如图 4 所示, 二极管 D1、D2、D3、D4 构成全波整流, 型号为 IN4007, 也可用 500 V 3 A 的全桥来代替, 滤波电容 C 为 220 μ F 的铝电解电容, 如果输入交流电的有效值为 V_i , 则输出直流电压为 $1.2 V_i$, 即输出直流电压随着交流电的有效值比例变化。

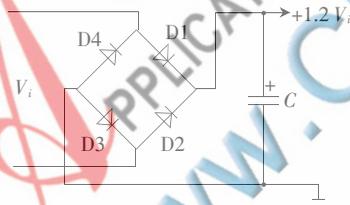


图 4 交直流转换电路图

4 放大驱动和固态继电器控制电路

由于 ispPAC20 器件 WINDOWS 端的驱动电流有限, 为减轻 ispPAC20 器件的负载电流压力, 将其输出放大后驱动固态继电器器件, 通常用数字反相器 74LS04 作为驱动器件, 用固态继电器去控制负载工作或 AC 220 V 电铃报警。如图 5 所示。在正常电压范围内, WINDOWS=0,

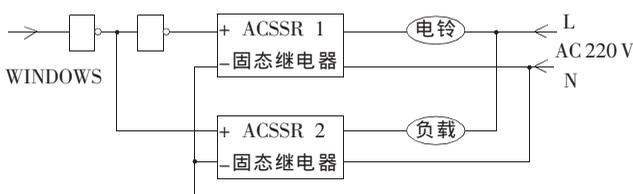


图 5 负载工作和电铃报警示意图

ACSSR 2 固态继电器工作, 负载正常通电工作; 在正常电压范围外, 即过欠压时, WINDOWS=1, ACSSR 1 固态继电器工作, 负载断电停止工作, 电铃通报警。固态继电器参数选用 500 V 3 A。

5 设计中需考虑的问题

为了实际结果和理论设计尽可能一致, 在电路设计时应重点考虑下面几个问题:

(1) 交直流转换电路的输出和输入的关系不精确, 这在实际结果中会产生一定的误差。为了降低误差影响, 二极管 (或全桥堆) 应该选用尽可能小的正向导通电阻、而反向截止电阻尽可能大的器件, 同时滤波电容漏电要小。在实际工作中应进行调整, 以消除理论与实际误差。必要时还要并联小电容, 以滤掉来自电源端和二极管非线性产生的高频干扰信号。

(2) 取样电阻取值不精确, 给实际结果也会带来误差, 因此应该选用精度高、噪声低的金属膜或金属氧化膜电阻, R_1 所以用电位器和电阻串联, 就是为了调节电位器使实际和理论值尽量一致。

(3) ispPAC 器件的 IN3-输入端没有直接接外来的 2.5 V 电压, 而是接至器件本身的 VREF (2.5 V) 输出端, 这是为了消除共模信号的影响, 提高共模抑制比。

(4) ispPAC 器件的差分电压放大倍数可以通过软件调整设置, 其他不变, 电压放大倍数变化, 电压监控范围也会变化; 实际的电压监控范围也可由外部的输入数字量改变, 由于器件内部模拟电压输出范围在 -3 V~+3 V 之间, 因此器件内部放大后的电压绝对值不应超过 +3 V, 否则应调整输入和放大倍数。

该设计可以广泛地应用于发电厂、供电公司和用户单位, 尤其对电源电压要求高的场合。电压不正常, 会损坏用电设备, 同时会影响用电单位的用电和生产效率, 所以在实际工作中, 需要对电压加以监控, 以便电压一旦不正常, 可以立刻采取应变措施保护用电设备。

参考文献

- [1] 刘润华. 电子设计自动化[M]. 北京: 石油大学出版社, 2001.
- [2] 徐志军. 大规模可编程逻辑器件及其应用[M]. 成都: 电子科技大学出版社, 2002.
- [3] 赵曙光. 可编程模拟器件原理、开发及应用[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2002.
- [4] 赵不贿. 在系统可编程器件与开发技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [5] 唐亚平. 电子设计自动化(EDA)技术[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.

(收稿日期: 2011-09-09)

作者简介:

于卫, 男, 1963 年生, 高级实验师, 主要研究方向: 现代电路与系统设计 (模拟、数字、单片机和在系统可编程技术的研究与应用)。