

基于微处理器的电压尖峰发生器

张晓斌,冉元庆,冯 挺

(西北工业大学 自动化学院,陕西 西安 710072)

摘要: 介绍了基于微处理器的电压尖峰发生器的设计方法和思路。它能够在 1 min 内给被测设备施加 100 个正负极性交替变化的电压尖峰信号,也可单个施加,可对设备的每一种工作方式或性能进行试验。该系统以微处理器 AT89C51 作为控制核心,能自动完成信号的转换控制和发生,并具有实时电压尖峰峰值显示和电压尖峰可调的优点。

关键词: 电压尖峰; 微处理器; 移相控制

中图分类号: TM 832

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2005)01-0069-03

在电气设备的使用过程中,当供电系统中有电压尖峰时,电气设备不应发生任何故障,并且不应使设备的任何部件承受不安全电压。为了判定设备对电压尖峰的承受能力,必须对这些含有半导体器件的设备或者对于电压比较敏感的机载用电设备进行耐尖峰电压测试,以便进行可靠性检验和寿命分析。本文设计的电压尖峰发生器就是用来对各种电气设备进行电压尖峰考核、测试。实验表明,该尖峰电压发生器正确可行,而且很适用于对我国航空机载设备的考核。

1 性能要求

- a. 系统供电电压:单相交流 220 V, 50 Hz。
- b. 系统阻抗: $50 \Omega \pm 10\%$ 。
- c. 尖峰电压范围:150~600 V。
- d. 输出脉冲个数:100 个/min。

图 1 示出尖峰电压发生器的输出波形,图中峰值电压 $U_m = 600 \text{ V}$; $t_1 < 1.5 \mu\text{s}$, $t_2 > 10 \mu\text{s}$ 。

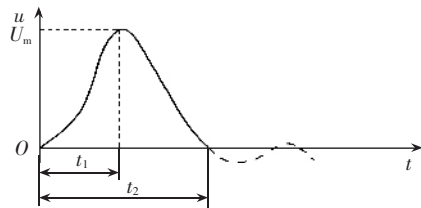


图 1 尖峰电压发生器输出波形

Fig.1 The output wave of voltage spike generator

2 工作原理

尖峰电压发生器采用实验室常备的 220 V, 50 Hz 交流电源供电,输出电压脉冲峰值在 150~600 V 之间连续可调。它能够在 1 min 内给被测设备施加 100 个正负极性交替变化的电压尖峰信号,也可单个施加,可对设备的每一种工作方式或性能进行试验。同

时本系统具有实时尖峰电压峰值显示和尖峰峰值电压可调的优点。

单相交流 220 V, 50 Hz 电压经过主电路模块中的单向桥式半控整流电路和滤波电路变换成幅值可调的直流电压,并给后级电容充电;电压触发模块提供可靠的移位脉冲驱动主电路中晶闸管可靠工作,实现电压闭环调节,控制主电路产生稳定可调的直流电压。调节电压触发模块的设定旋钮,可获得所需电压值。同时, A/D 转换器 5G14433 将分压后的直流电压值转换为数字量送入微处理器 AT89C51, 经其内部数据处理后,再送显示驱动模块 MAXIM 7219,以驱动 LED 显示将要产生的尖峰电压的幅值。

AT89C51 又循环监测是否有按键按下,一旦检测到之后,通过控制显示模块中的控制电路控制主电路中的晶闸管和继电器切换,让电容放电再经空心变压器放大,然后经 RLC 电路调节,产生所需电压尖峰信号。图 2 为系统原理框图。

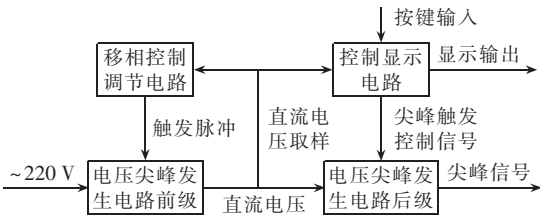


图 2 系统原理框图

Fig.2 The block diagram of system

3 系统硬件设计

3.1 主电路设计^[1]

系统主电路框图如图 3 所示。

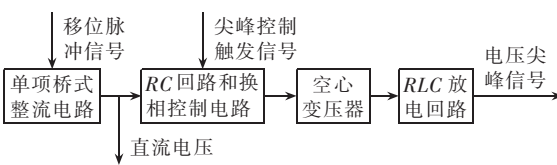


图 3 主电路框图

Fig.3 The block diagram of main circuitry

前级是单相桥式半控整流电路,通过控制晶闸管触发信号改变其导通角的相位,经滤波电路,为后继提供可调的直流电压;后级是尖峰电压输出电路,如图 4 所示,它是一个由继电器和晶闸管及电容、电阻组成的充放电回路。在控制显示电路的控制下产生脉冲,经空心变压器及 RLC 电路的升压和调整,最后产生符合标准的电压尖峰。

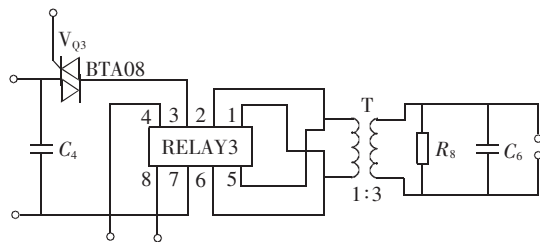


图 4 电压尖峰输出回路

Fig.4 The voltage spike output circuitry

3.2 控制显示电路^[1,2]

控制显示电路主要由内部供电电路、控制电路、显示电路及测压电路组成,如图 5 所示。

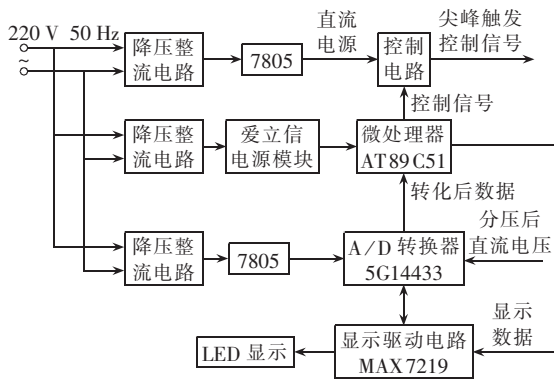


图 5 控制显示电路框图

Fig.5 The block diagram of control and display

内部供电电路主要由降压变压器、整流模块、爱立信电源模块和两片线性稳压源 7805 构成。整流模块采用单相桥式不可控整流电路 KBP208G。爱立信电源模块主要给微处理器、A/D 转换器、显示驱动电路供电;考虑到电气隔离的要求,减少电压尖峰对控制显示电路的影响,而且该控制电路的功能是产生主电路后续部分晶闸管的触发信号,要求具有比较陡的前沿和一定的输出功率,因此控制电路由单独的一片 7805 供电。

显示电路采用美国 MAXIN 公司的 MAX7219,该芯片与单片机只需 3 根通信线,可同时控制和驱动 8 个 LED(本设计只使用了 4 个)。其中管脚 DIN 为数据接受端,管脚 CLK 为时钟输入,并当管脚 LOAD 为低时有效。通过 MAX7219 可方便地驱动 LED。并可通过软件实现译码和亮度等功能配置。

系统从实用性出发,在测压电路选用 A/D 转换器为 5G14433,是目前比较通用的 3 位半 A/D 转换器,具有抗干扰性能好、转换精度高(相当于 11 位二进制数)等优点,但其转换速度慢(5 次/s),而在本系统中只作为测量用,因此能够满足要求。本系

统采用模拟电压输入量程为 1.999 V,与之对应的基准电压相应为 +2 V。基准电压源选用 MC1403,其输入电压为 4.5~40 V,输出电压为 $2.5 \text{ V} \pm 25 \text{ mV}$,通过电阻分压,可得到准确的 2.000 V 直流基准电压。

3.3 移相控制调节电路

移相控制调节电路主要由电源、PI 调节器、移相控制、脉冲形成、脉冲放大及脉冲变压器组成,其原理框图如图 6 所示。电压触发板采用数字触发器,其核心是高性能、大规模逻辑器件,具有很强的逻辑控制能力和诸多的状态分析及保护功能,有效地提高了工作可靠性。输出触发脉冲具有良好的对称性及稳定性。由于数字触发器采用平均数据控制法,使电路中的随机干扰降低到最小程度。采用电压负反馈,构成闭环控制系统,输出脉冲跟踪输出电压,最终使输出电压与设定值一致,使整流电路的输出电压相当稳定。

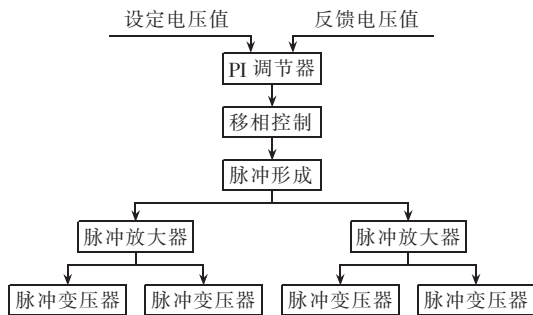


图 6 移相控制调节电路

Fig.6 The block diagram of phase-shift control

4 系统软件设计^[3]

本系统的软件采用汇编语言编写,主要完成对整个系统的监控和显示。主要的程序有主程序、脉冲触发监控子程序、电压检测子程序。主程序的流程图如图 7 所示。

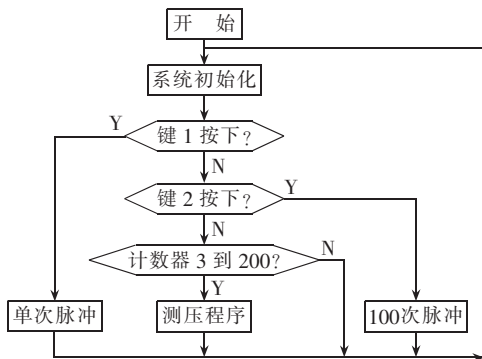


图 7 主程序流程图

Fig.7 The flowchart of main program

初始化包括单片机的初始化和显示模块 MAX7219 的初始化,其中单片机的初始化包括时钟、中断、端口及优先级的初始化。MAX7219 的初始化包括自检、译码方式、片选位数及亮度等初始化。随后程序将进入一个循环监测按键和计数器 3 的过程,一旦有键按下或计数器 3 溢出就进入相应的子程序。

脉冲触发监控子程序和功能是单次触发移相控制逆变电路后级中的晶闸管,产生单次电压尖峰。如果是发 100 个交替脉冲,就需要定时器 0 计数及软件定时器参与,以便能够在 1 min 内完成任务。

电压检测子程序一旦检测到软件定时器 COUNT 3 到 200 就立即允许外部中断 1 中断,并等待中断到来;而一旦响应中断之后,就开始从 P0 口中读取 A/D 转换的结果。然后,再将数据进行匹配和处理,其中系数匹配是因为 A/D 输入模拟电压与实际电压存在一定比例关系,所以软件处理 A/D 的数字量,使 LED 显示的电压值基本与电压尖峰值一致。然后,重新置位 COUNT 3 后返回。

5 实验波形及结论

图 8,9 分别为尖峰电压发生器仿真及实验波形。

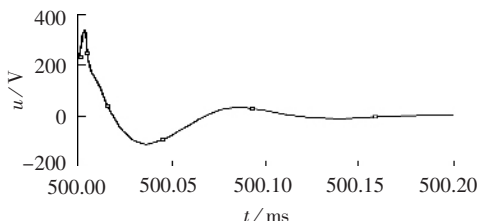


图 8 电压尖峰发生器仿真波形

Fig.8 The simulative waveform of voltage spike generator

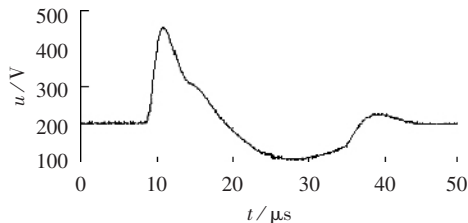


图 9 电压尖峰发生器实验波形

Fig.9 The experimental waveform of voltage spike generator

从图中可以看出,尖峰上升和下降阶段比例正确,其波形满足国军标 181 标准。目前,该系统已投入使用,经过长期实际应用,证明该系统稳定、可靠、性能良好,可以很好的完成对各种电气设备的电压尖峰考核、测试。

参考文献:

- [1] 陆 昆,奚大顺. 电子设计技术[M]. 成都:电子科技大学出版社,1997.
LU Kun,XI Da-shun. The technique of electronic design[M]. Chengdu:Electronic Technological University Press,1997.
- [2] 李 华,孙晓民,李红青. MCS-51 系列单片机实用接口技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1993.
LI Hua,SUN Xiao-min,LI Hong-qing. The interface technology of MCS-51 microcontroller [M]. Beijing:Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press,1993.
- [3] 孙涵芳,徐爱卿. MCS-51/96 系列单片机原理及应用[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1996.
SUN Han-fang,XU Ai-qing. The theory & application of MCS-51/96 microcontroller[M]. Beijing:Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press,1996.
- [4] 王兆安,黄 俊. 电力电子技术[M]. 北京:机械工业出版社,2001.
WANG Zhao-an,HUANG Jun. Power electronic technology [M]. Beijing:China Machine Press,2001.

(责任编辑:柏英武)

作者简介:

张晓斌(1963-),男,山东淄博人,教授,研究方向为电力电子技术、航空电气、计算机测控技术;

冉元庆(1978-),女,陕西乾县人,硕士研究生,研究方向为电力电子与电力传动(E-mail:subike@163.com)。

Voltage spike generator based on MPU

ZHANG Xiao-bin,RAN Yuan-qing,FENG Ting

(Automatic College,Northwest Polytechnical University,Xi'an 710072,China)

Abstract: A design of voltage spike generator based on microprocessor unit is introduced. It generates one hundred positive and negative alternating voltage spike signals within a minute or single voltage spike signal to test different working modes and performances of equipment. It takes MPU (MicroProcessor Unit) AT89C51 as its control center to realize change of control mode, signal generation, spike voltage adjusting and real-time display.

Key words: voltage spike; MPU; phase-shift control