

文章编号: 1673- 9620 (2007) 03- 0062- 03

基于单片机与 TC787 的智能化晶闸管控制电路^{*}

郇 战, 许 淮

(江苏工业学院 计算机科学与工程系, 江苏 常州 213164)

摘要: 介绍了一种基于 AT89C52 单片机与专用集成触发芯片 TC787 的晶闸管触发器, 它结合专用集成触发芯片和数字触发器的优点, 获得了高性能和高度对称的触发脉冲。它充分利用单片机内部资源, 集相序自适应、系统参数在线显示、调节和各种保护功能于一体, 可用于对负载的恒电压或恒电流控制。

关键词: 单片机; 晶闸管; 相序自适应; 触发器/在线调节

中图分类号: TP 212. 6

文献标识码: A

Digital and Intelligent SCR Trigger based on Microcontroller and TC787

HUAN Zhan, XU Huai

(Department of Computer Science and Technology, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213164, China)

Abstract: A SCR trigger based on microcontroller and TC787 is introduced in this paper. It combines the merits of the Smart Power IC and digital trigger, and produces trigger pulses with perfect performance and high symmetry. Making full use of the resources of single 2 chip computer, it realizes phase self adaptive, protection and parameter adjustment on line. It can be used in controlling steady voltage and steady current of load.

Key words: microcontroller; SCR; phase self adaptive; trigger/online adjustment

目前, 晶闸管的触发技术可分为两类: 第一类是采用单片集成电路的模拟触发技术, 如 TC787, 它可单电源工作, 亦可双电源工作, 主要适用于三相晶闸管移相触发和三相功率晶体管脉宽调制电路, 以构成多种交流调速和交流装置, 与目前国内市场上广泛流行的 TCA785 及 KJ (或 KC) 系列集成电路相比, 具有功耗小、功能强、输入阻抗高、抗干扰性能好、移相范围宽、外接元件少等优点, 而且装调简便、使用可靠, 可广泛应用于三相半控、三相全控、三相过零等电力电子、机电一体化

产品的移相触发系统。第二类是采用单片机控制的数字触发技术, 该类控制器因为采用数字运算而性能稳定, 产生的触发脉冲对称度好、易调整, 还能实现系统的智能控制, 是国内晶闸管触发器开发研究的一个热点。本文介绍一种基于 AT89C52 单片机与专用集成触发芯片 TC787 的晶闸管触发器, 它结合了以上两类晶闸管触发器的优点。实验结果表明, 采用这种技术可在大功率直流可调稳压电源的设计中获得高性能、成本低廉、功能强大的控制单元。

* 收稿日期: 2007- 01- 09

作者简介: 郇战 (1969-), 男, 陕西咸阳人, 硕士, 讲师。

1 系统总体结构

整套系统的原理框图如图 1 所示，硬件由主回路、控制板和显示板 3 大部分组成。主控板可自动对输出电压实时监控，并软硬件结合进行自动相序识别、可控硅双脉冲序列形成。另外它还兼顾软启动、看门狗、故障处理、缺相、过流、过压报警等功能。显示板具有设定电压、电流值和显示实际电压、电流值、在线参数设置以及状态显示等功能^[1]。

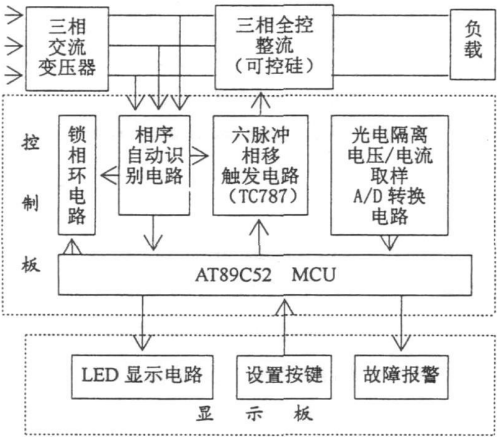


图 1 系统整体原理框图
 Fig 1 Functional block diagram of system

2 TC787 内部结构及工作原理

TC787 是采用先进 IC 工艺设计制作的单片集成电路，其内部结构及工作原理框图如图 2 所示，其内部集成有 3 个过零和极性检测单元，3 个锯齿波形成单元，3 个比较器，1 个脉冲发生器，1 个抗干扰锁定电路、1 个脉冲形成电路，1 个脉冲分配及驱动电路^[2]。

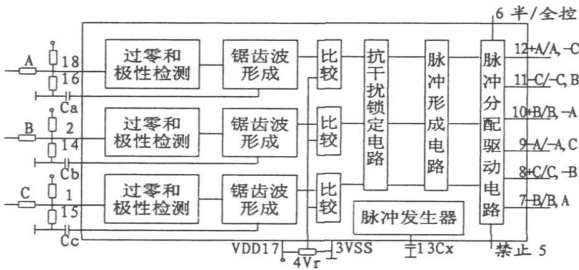


图 2 TC787 的内部结构及工作原理框图
 Fig. 2 Internal structure and operating principle block diagram of TC787

3 相序自适应可控硅触发电路

由于 TC787 不能自动识别从电网获得的三相

同步电压相序，故需另外设计相序自适应电路。加之不便于大范围平滑调节输出电流或电压，手动调节的速率不易掌握，针对这些缺点，设计了一种无需调控相序并适用于三相全控整流、逆变、调压等双脉冲串触发应用的电路^[3]。

3.1 同步电路设计

传统的触发电路，一般都需要三相同步变压器提供同步信号，在三相全控桥式整流电路中，同步变压器从整流变压器初级取得信号，因此同步变压器的绕组接法必须与整流变压器一致。由于整流变压器绕组接法多种多样，致使同步变压器复杂化，现场调试非常麻烦。

为克服传统同步变压器接法复杂、调试困难的缺点，采用了如图 3 所示的同步电路，同步电路以 3 个光耦（型号为 TIP512-3）为中心，三相电源电压经过电阻电容组成的限流移相网络后，由光耦隔离传输到次级，形成触发电路所需的同步信号 U_{ta} 、 U_{tb} 、 U_{tc} ，此网络还可消除变流装置产生的谐波对同步电路的影响。由于光耦次级晶体管饱和的影响，同步信号 U_{ta} 、 U_{tb} 、 U_{tc} 是 3 个分别滞后于其对应主回路相电压的梯形波。由于同步信号从整流变压器次级直接取出，因此无论相序如何，同步电路初级和次级均能实现相位跟踪。这 3 个信号分别接到单片机 AT89C52 的中断 1、P3.0 和 P3.1 上，再加上软件判断就实现了相序自识别。

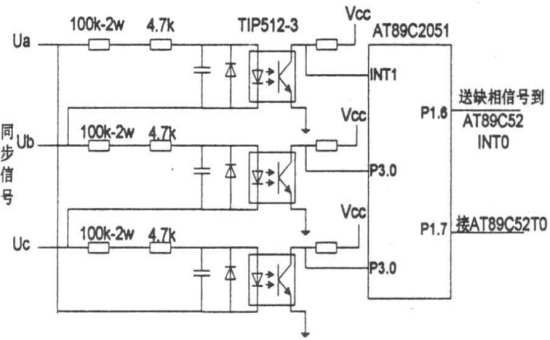


图 3 相序自适应电路
 Fig. 3 Phase sequence adaptive circuit

3.2 相序自适应触发脉冲的形成

作为基准信号，只有正确地识别相序，才能准确无误地去控制整个系统。相序自适应是指电路触发脉冲不受电源电压的影响，其前提是触发脉冲应根据对应的同步电压信号触发相应的可控硅。文中设计了一种自动相序识别电路，使其识别相序并产生相应的可控硅（SCR）触发信号。该电路如图 4 所示，单片机 AT89C52 的外部中断 0 接从锁相环

来的移相脉冲，外部中断 1 接同步电路产生的同步信号，定时/计数器 T0 和 T1 接锁相环压控振荡器的输出。通过对 AT89C52 编程就能产生相序自适应的触发脉冲，中断程序 1 实现相序自适应，定时/计数器 T0 的中断服务程序产生各相双脉冲列触发脉冲，单片机 AT89C52 和 74HC08 产生的触发脉冲经过晶体管阵列 ULN2003A 放大，然后去触发主回路中的可控硅。

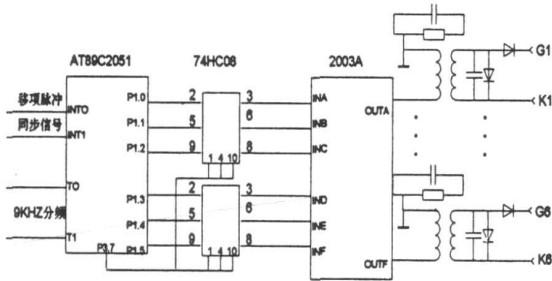


图 4 触发脉冲产生电路

Fig. 4 Trigger pulses circuit

4 键盘与显示接口

系统的主控板和显示板是分开的，两者通过电缆连接。显示板上除了有 14 个 1 英寸的 LED 数码管外，还有 4 个按键。功能分别为：加 1，减 1、小数点闪烁和复位。

串行 LED 显示驱动器采用美国 MAXIM 公司推出的 MAX7219，它可以有效解决实时控制问题，避免了 CPU 直接定时对 LED 服务，使 CPU 有更多的时间去实时处理被控对象。它采用串行输入输出共阴极显示驱动器，接口采用三线 SPI 方式，可直接与单片机串行口相连，每片可驱动 8 个 LED 数码管，当多片级联使用时可控制更多个 LED。片内有移位寄存器、BCD 码译码器、多通道扫描电路、段和位驱动器、存储的数据 RAM 等。只需要简单修改内部相关的控制和数字 RAM 等，便可很容易地实现多位 LED 显示。按键和显示电路如图 5 所示^[4]。

系统采用两片 MAX7219 去驱动 14 个 LED 数

码管，每片驱动 7 个。用单片机 AT89C52 的 P1.0 作为模拟串行口接 MAX7219 的串行数据输入端，P1.1 作为模拟时钟接 MAX7219 的时钟输入端，P1.2 和 P1.3 分别接两片 MAX7219 的装入数据控制端。3 个按键通过一个 3 输入与门接 AT89C52 的外部中断 1。

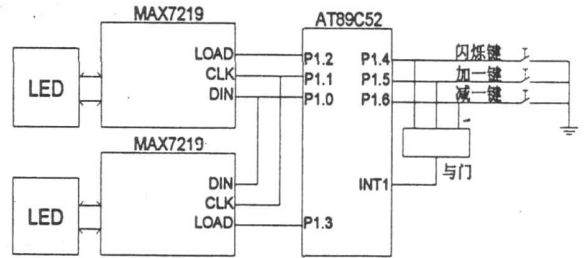


图 5 按键和显示电路

Fig. 5 Key-press and display circuit

5 结论

系统是基于 AT89C52 单片机与 TC787 的晶闸管触发器，它结合了专用集成触发芯片和数字触发器的优点，获得了高性能和高度对称的触发脉冲。充分利用单片机内部资源，使系统的硬、软件设计达到最小化，集相序自适应、系统参数在线显示、在线调节和各种保护功能于一体，可用于对负载的恒电压或恒电流控制。

参考文献

- [1] 梁康宁. 三连轧直流调速系统的维护与故障排除 [J]. 机电工程技术, 2006, 35 (7): 102-103.
- [2] 刘启. TC787 移相触发集成电路在小型水轮发电机晶闸管励磁装置中的应用 [J]. 电气传动自动化, 2003, 25 (3): 24-26.
- [3] 吴坚, 张茂青, 胡庆何, 等. 基于专用芯片 TC787 的三相六脉冲晶闸管触发板的研制 [J]. 电子工程师, 2003, 29 (5): 44-46.
- [4] 延汇文, 邱阿瑞, 刘玉伟. 晶闸管的光纤触发技术 [J]. 电力电子技术, 2003, 37 (3): 86-87.