

由 80C196KC 单片机构成整流电路的自适应数字触发器

王鸿雁, 陈 刚

(中国矿业大学信电学院, 江苏 徐州 221008)

摘要: 介绍了一种由 80C196KC 单片机构成的三相全控桥式整流电路的数字触发器。提出了一种新颖的电源频率自适应方法, 使该触发器对于电源频率波动和控制输入变动的响应时间在 60 电角度以内。该触发器充分发挥了 80C196KC 的 HSIO 的作用, 把系统硬件和占用 CPU 的时间减少到了较低限度。

关键词: 触发器; 单片机; 数字控制

中图分类号: TN783

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2001)01-0041-03

1 引言

移相触发器是控制晶闸管电力电子装置的一个重要部件, 历来受到人们的重视。用微处理器等大规模集成电路构成的数字触发器, 具有更优良的性能。围绕这一课题在硬件和软件的设计原理和实现方法上提出了不少方法, 并获得了应用。其中, 带有锁相环电路的微机触发器可以自动跟踪电网频率的变化, 保证了触发脉冲相位间的对称性。但是采用锁相环电路不仅增加了硬件, 而且会因为记数脉冲频率不够高导致触发角分辨率下降。本文在此提出了一种用 MCS-96 系列的 80C196KC 单片机实现的可以自动跟踪电网频率变化的自适应数字触发器。与采用锁相环电路相比, 不仅实现了电网频率的自适应, 大大降低了计时频率的代价, 而且没有增加额外的硬件。

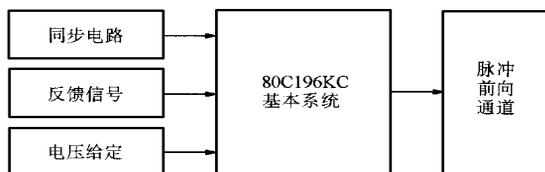


图 1

2 硬件构成与工作原理

本装置采用 80C196KC 单片机作为 CPU, 系统框图如图 1 所示, 硬件电路由 80C196KC 基本系统、同步电路、脉冲前向通道、电压给定信号电路、直流电压反馈信号电路组成。其中 80C196KC 基本系统由 80C196KC 单片机、74LS373 地址锁存器、EPROM2764 和静态 RAM6264 组成。电源状态由同步电路提供并通过 P1.0、P1.1、P1.2 引入, 同步信号加于外部中断 EXINT 和 HSI.0 端, 触发信号由

HSI.0 ~ HSI.5 发出, 加于相应的六个 SCR 的触发端。

2.1 同步电路

本装置的同步电路由同步变压器、滤波器、过零检测器、光电隔离器、波形整定环节和波边检测器组成。为减小电网频率变化对触发器的影响, 本设计

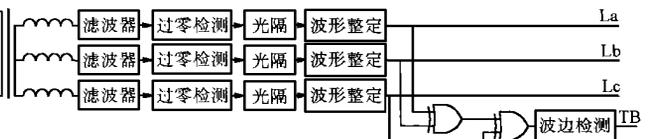


图 2

采用三相同步方式。电路原理如图 2 所示, 同步变压器输出经 RC 滤波并移相 30°, 由电压比较器转换为三个逻辑量, 然后经光电隔离和波形整定后, 三个逻辑量为 La、Lb、Lc, 那么电源每一个 60° 状态可用数字量 LaLbLc 表示, 供单片机分配触发脉冲时参考, 宽度为 180° 的三相方波信号 La、Lb、Lc 经异或后形成三倍频 60° 方波, 再经波边检测器, 产生间隔为 60° 的同步脉冲信号。

2.2 脉冲前向通道电路

该电路是对触发信号进行可靠的逻辑闭锁并经过功率放大, 可靠触发晶闸管。由 HSO 发出的六路触发脉冲经三态门后再经光电隔离器耦合, 加于功率



图 3

放大电路, 再经脉冲变压器加于各晶闸管, 使之实现顺序触发。图 3 示出了其电路原理。

3 电源频率自适应的实现

为保证触发角的精度, 在电源频率波动时必须维持触发角的电角度为定值, 即触发角对电源频率

波动要有适应能力。在以前的设计中,大多采用锁相环电路适应电源频率波动。采用锁相环电路不仅增加了硬件,而且还会因为记数脉冲频率不够高导致触发角分辨率下降。本设计通过在 HSI.0 端引入 TB 信号,用软件实现了电源频率的自适应。高速输入器 HSI 用于记录某一外部事件发生的时间,时间基准由定时器提供。HSI 最广泛的用途之一就是测量脉冲,它可以方便地测量脉冲的频率、周期、占空比及宽度等。设定 HSI.0 的工作方式为方式一,即 HSI.0 引角每次正跳变触发一次事件。因为 HSI.0 引角接的是 TB 信号,因此很容易测出对应 60 电角度的记数值,设记数值为 N_0 ,即在目前电源频率下,60 电角度对应的计数器初值为 N_0 。在编制反余弦表时,假定电源频率为标准的 50Hz,设在电源频率为 50Hz 时,触发角电角度为 α ,在当前电源频率下,为保证触发角电角度不变的计数器初值为 N ,则 N 的计算公式如(1)式所示:

$$N = \frac{N_0 \times \omega}{60^\circ} \quad (1)$$

(1)式即实现了电源频率的自适应,与采用锁相环电路相比,未增加硬件并且大大降低了计时频率的代价。

4 软件设计

4.1 反余弦表的编制

为缩短占用 CPU 的时间,可预先编制移相控制电压 U_k 和控制角 α 间的反余弦函数关系表。因为下面两式成立:

$$U_d = U_{d0} \times \cos \alpha \quad (2)$$

$$U_d = K \times U_k \quad (3)$$

其中, U_d 是变流器输出电压平均值, U_{d0} 是 U_d 的最大值, K 是变流器放大倍数。由(2)式、(3)式联立可得:

$$\alpha = \arccos \frac{KU_k}{U_{d0}} \quad (4)$$

按(4)式反余弦函数关系制表,在实际制表时,存储的应是与 α 对应的定时器时间常数,即用延时时间直接表示控制角 α 。

4.2 60 分段触发

移相控制由同步电路准确提供晶闸管的自然换相点,作为控制角 α 的计算起点。据读取的移相控制电压 U_k ,查表得对应的移相控制角 α 。本设计采用 60 分段触发,当移相控制电压 U_k 变化时,能在 1/6 周期内有效地改变移相控制角 α ,获得最快的控制响应。由于采用 60 分段触发,定时角 α' 只能在

60 范围内,所以应将移相控制角 α 以 60 划分区段,并把移相控制角 α 转移成定时角 α' 。其转换关系如下:

$$0^\circ \leq \alpha < 60^\circ \text{ 时, } \alpha' = \alpha$$

$$60^\circ < \alpha < 120^\circ \text{ 时, } \alpha' = \alpha - 60^\circ$$

$$120^\circ < \alpha < 180^\circ \text{ 时, } \alpha' = \alpha - 120^\circ$$

对于 60 分段触发,脉冲分配关系随移相控制角 α 的范围而异,为了便于按移相控制角 α 分配触发脉冲,根据电源状态 LaLbLc 和给定的移相控制角 α ,可得触发脉冲的分配表如表 1 所示:

表 1 触发脉冲的分配表

电源状态	0°	60°	60° < α < 120°	120°	180°
001	5	6	4	5	3
010	3	4	2	3	1
011	4	5	3	4	2
100	1	2	1	6	5
101	1	6	5	6	4
110	2	3	1	2	1

4.3 程序流程

主程序和中断程序的流程图分别如图 4 和图 5 所示,其工作过程为:系统初始化完后,读入移相控制电压 U_k ,然后由移相控制电压查反余弦表得到移相控制角 α ,按 60 分段触发,把控制角 α 转换成定时角 α' ,接下来按(1)式进行频率自适应处理,同步中断到来之后,检测电源状态,然后根据电源状态和移相控制角 α 的范围将控制字写入 HSO 的 CAM 中,定时时间一到,HSO 会在相应的通道发出触发信号,如此重复进行。

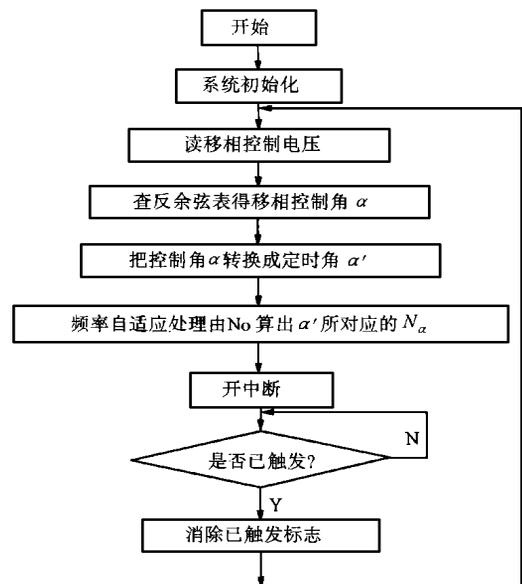


图 4 主程序

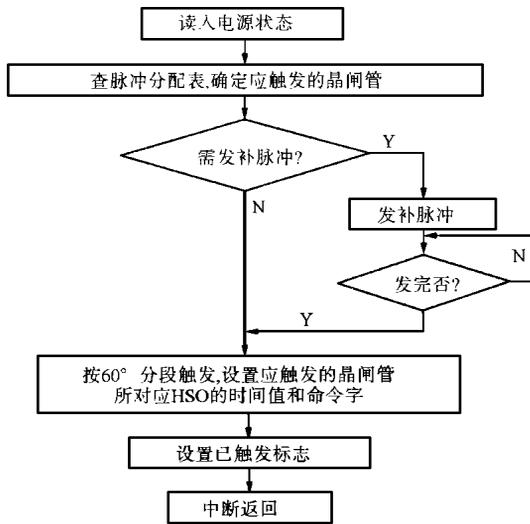


图5 中断程序

在中断程序中,触发脉冲是利用HSO产生的,其具体过程为:把应触发的晶闸管所对应的HSO端输出1的事件组成控制字后送入HSO-COMMAND,然后再把 N_a 送入HSO-TIME;接下来再把应触发的晶闸管所对应的HSO端输出0的事件组成控制字后送入HSO-COMMAND,然后再把 $N_a + T$ 送入HSO-TIME, T 为触发脉冲宽度所对应的定时时间常数。那么,定时时间一到,应触发的晶闸管所对应的HSO端就会产生触发脉冲。由于采用双窄脉冲触发方式,因此每次应触发两个晶闸管,这样,每次中断要在CAM中设置四个事件。

在程序设计时为克服触发器漏触发,增加触发可靠性,在程序中增加了抑制 60° 分段触发角变化时发生漏触发的措施。根据分析可知,漏触发产生于从 $>60^\circ < 60^\circ$ 或 $>120^\circ < 120^\circ$ 的变化过程中。所采取的措施为:一旦发现角的变化符合以上两种情况之一时,触发器在响应同步中断后立即输出一个 $=60^\circ+$ 或 $=120^\circ+$ (ϵ 为很小的

正数)的补脉冲,补上漏触发的脉冲,填满缺口。发了补脉冲后可使整流器输出电压的变化较为平滑。经过这样处理后,在 $0^\circ \sim 180^\circ$ 之间怎样移动,触发脉冲不会再丢失。

5 实验与工业运行

本文设计的数字触发器已与微机控制系统的其它部分一起组成微机触发控制装置,并在数字相控触发偏磁式消弧电抗器系统中应用。实测表明,主程序的执行时间约为 0.2ms ,不执行补脉冲的中断程序的执行时间约为 0.1ms ,执行补脉冲的中断程序的执行时间约为 0.2ms ,因此,CPU有足够的时间进行系统中其它事务的处理。本装置的理论分辨率为 0.088° ,经实测,本装置的实际触发精度达到了 0.12° 。

本文设计的数字触发器与相应的晶闸管交流装置结合,已成功应用在偏磁式消弧电抗器系统中,一年多的现场运行表明,该数字触发器及整个系统性能良好、运行可靠。

参考文献:

- [1] 何耀三等. 电气传动的微机控制. 重庆:重庆大学出版社,1997.
- [2] 梁汉滨等. 电力电子装置的微型计算机化设计. 北京:机械工业出版社,1990.
- [3] 孙涵芳. Intel 16位单片机. 北京:北航出版社,1995.
- [4] Eui-Ho Song, Bong-Hwan Kwon. A direct digital control for the phase-controlled rectifier. IEEE Trans Ind Electron, 1991 (5):337~34.

收稿日期: 2000-05-30

作者简介: 王鸿雁(1975-),男,硕士研究生,研究方向为电力电子技术; 陈刚(1976-),男,硕士研究生,研究方向为电力系统微机监控。

An adaptive digital trigger for rectifier circuits using single chip microprocessor 80C196 KC

WANG Hong-yan, CHEN Gang

(China Mining University, Xuzhou 221008, China)

Abstract: The paper describes a digital trigger for three-phase fully-controlled bridge, using a single chip microprocessor 80C196 KC. A novel scheme to follow the frequency fluctuation of power network is presented, the fluctuation of power network and the change of control signal can be responded in 60° (electric angle). It makes the best of HSIO of microprocessor 80C196 KC, so the hardware is simple and the occupation time of CPU is less.

Keywords: trigger; single chip microprocessor; digital control