



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102361424 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 21

(21) 申请号 201110322662. 7

(22) 申请日 2011. 10. 21

(73) 专利权人 河海大学常州校区

地址 213022 江苏省常州市新北区晋陵北路
200 号

(72) 发明人 邓立华 张金波 邵明宝

(74) 专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224

代理人 董建林

(51) Int. Cl.

H02P 1/28 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2802839 Y, 2006. 08. 02,

CN 101572522 A, 2009. 11. 04,

CN 201830187 U, 2011. 05. 11,

CN 102088263 A, 2011. 06. 08,

CN 201557069 U, 2010. 08. 18,

CN 1694343 A, 2005. 11. 09,

岳云涛等. 模糊控制理论在中压电动机软启动器中的应用. 《电力电子技术》. 2007, 70-72.

李天伟. 基于单片机的智能软启动器研究. 《北方工业大学硕士学位论文》. 2007, 1-70.

审查员 马永祥

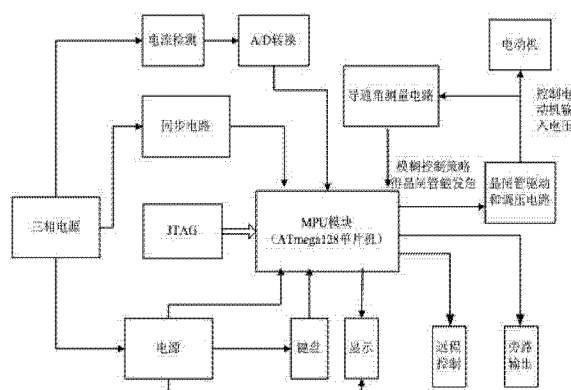
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种基于模糊控制策略的异步电动机软启动器

(57) 摘要

本发明公开了一种基于模糊控制策略的异步电动机软启动器,其包括中央处理单元、三相电源、电源模块、键盘模块和显示模块,所述三相电源通过电流检测模块和 A/D 转换模块连接中央处理单元,其特征在于:其还包括均与所述中央处理单元连接 JTAG 仿真调试模块、晶闸管导通角测量电路和晶闸管驱动调压电路,所述晶闸管驱动调压电路连接电动机。本发明的一种基于模糊控制策略的异步电动机软启动器可以同时提供两种启动方式供用户选择,在这两种启动的方式下,采用模糊控制表进行晶闸管触发角的运算。相对于传统的晶闸管软启动器,本发明的一种基于模糊控制策略的异步电动机软启动器具有抗干扰能力强、控制速度快、鲁棒性高且适应性强等优点。



1. 一种基于模糊控制策略的异步电动机软启动器,其包括中央处理单元、三相电源、电源模块、键盘模块和显示模块,所述三相电源通过电流检测模块和 A/D 转换模块连接中央处理单元,其特征在于:异步电动机软启动器还包括均与所述中央处理单元连接 JTAG 仿真调试模块、晶闸管导通角测量电路和晶闸管驱动调压电路,所述晶闸管驱动调压电路连接电动机和所述晶闸管导通角测量电路,用户通过所述键盘模块向所述中央处理单元提供两种启动方式:限流软启动和斜坡电压软启动;在所述斜坡电压软启动的启动方式下,异步电动机软启动器工作步骤为:

1) 所述晶闸管导通角测量电路获得由所述晶闸管驱动调压电路输出的电压的晶闸管导通角信号,送至所述中央处理单元;

2) 所述中央处理单元接收到所述晶闸管导通角信号后,根据其导通角增量和导通角变化率增量计算得到下一周期的晶闸管触发角,并将其输送至所述晶闸管驱动调压电路;

3) 所述晶闸管驱动调压电路根据所述晶闸管触发角控制输出相应电压给所述电动机。

2. 根据权利要求 1 所述的一种基于模糊控制策略的异步电动机软启动器,其特征在于:所述步骤 2) 中,所述中央处理单元根据导通角增量、导通角变化率增量建立模糊控制表,在所述模糊控制表中检索得到相应的所述晶闸管触发角。

3. 根据权利要求 1 述的一种基于模糊控制策略的异步电动机软启动器,其特征在于:在所述限流软启动的启动方式下,其工作步骤为:

3.1) 所述电流检测模块检测所述电动机三相电流信号,并将其送入所述 A/D 转换模块进行数字转换;

3.2) 所述中央处理单元接收到所述 A/D 转换模块转换后的电流信号,根据其中的电流增量和电流增量变化率,计算得到下一周期的晶闸管触发角,并将其输送至所述晶闸管驱动调压电路;

3.3) 所述晶闸管驱动调压电路根据所述晶闸管触发角控制输出相应电压给所述电动机。

4. 根据权利要求 3 所述的一种基于模糊控制策略的异步电动机软启动器,其特征在于:在所述限流软启动的启动方式下的所述步骤 3.2) 中,所述中央处理单元根据电流增量、电流变化率增量建立模糊控制表,查表得到相应的所述晶闸管触发角。

5. 根据权利要求 1 所述的一种基于模糊控制策略的异步电动机软启动器,其特征在于:异步电动机软启动器还包括分别连接所述三相电源和所述中央处理单元连接的同步电路模块,所述同步电路模块检测所述三相电源的过零点,并将其输入到所述中央处理单元。

6. 根据权利要求 1 所述的一种基于模糊控制策略的异步电动机软启动器,其特征在于:其还包括与所述中央处理单元连接的远程控制模块,所述远程控制模块远程发送启动或停止信号给所述中央处理单元以控制所述电动机启动或停止。

7. 根据权利要求 1 所述的一种基于模糊控制策略的异步电动机软启动器,其特征在于:异步电动机软启动器还包括与所述中央处理单元连接的旁路输出电路模块,所述电动机软启动结束后,所述旁路输出电路模块闭合,所述异步电动机软启动器断开,使得所述三相电源经过所述旁路输出电路模块直接给所述电动机供电。

8. 根据权利要求 1 所述的一种基于模糊控制策略的异步电动机软启动器,其特征在于:所述中央处理单元由 ATmega128 单片机组成。

一种基于模糊控制策略的异步电动机软启动器

技术领域

[0001] 本发明专利涉及一种异步电动机的启动装置,尤其涉及采用模糊控制策略的晶闸管调压电路,能使电动机实现平稳启动的软启动装置。

背景技术

[0002] 异步电动机是一种反电势负载,电动机在启动会形成很大的冲击电流,造成电网的电压波动。为实现异步电动机平稳启动,近年异步电动机启动主要采用无级调节的软启动方法,包括:液阻软启动、磁控软启动、变频软启动和晶闸管软启动等。液阻软启动是一种利用电解溶液形成电阻的软启动方法,对环境温度要求高,软启动重复性差。磁控软启动技术是从电抗器技术衍生出来的,在电动机启动时,限流能力较强,但是工作时需要较大功率的辅助电源,噪声比较大,因此这两种软启动技术已经很少在实际工作中应用。变频软启动器具有良好的驱动性能、控制特性、可靠性高和维护量小的优点,但是变频软启动器成本较高、结构复杂、输出电压中高次谐波含量较大,因而限制了其在很多领域的应用。所以,晶闸管软启动的方式应用得比较广泛。但是,由于电动机软启动控制系统是一个非线性、时变、多变量复杂系统,难以建立精确的数学模型进行控制,晶闸管软启动的方式也具有抗干扰能力差,控制速度慢,鲁棒性低等缺点。此外,晶闸管软启动方法可以提供限流启动和斜坡电压两种启动方式,其中限流启动适用于轻载启动和启动转矩随着转速增大而增大的设备,而斜坡电压启动适用于重载启动的电动机;但是,目前采用晶闸管软启动方法的软启动器上通常只固定采用一种启动方式,而不是同时提供两种方式供用户进行选择,这使得软启动器的适应性不强。

发明内容

[0003] 本发明提供一种解决上述问题的方案,提供一种抗干扰能力强、控制速度快、鲁棒性高且适应性强的一种基于模糊控制策略的异步电动机软启动器。

[0004] 本发明的技术方案是提供一种基于模糊控制策略的异步电动机软启动器,其包括中央处理单元、三相电源、电源模块、键盘模块和显示模块,所述三相电源通过电流检测模块和 A/D 转换模块连接中央处理单元,其特征在于:其还包括均与所述中央处理单元连接 JTAG 仿真调试模块、晶闸管导通角测量电路和晶闸管驱动调压电路,所述晶闸管驱动调压电路连接电动机和所述晶闸管导通角测量电路。

[0005] 优选的,用户可通过所述键盘模块向所述中央处理单元选择输入两种启动方式:限流软启动和斜坡电压软启动。

[0006] 优选的,在所述限流软启动的启动方式下,其工作流程为:

[0007] 1) 所述电流检测模块检测所述电动机三相电流信号,并将其送入所述 A/D 转换模块进行数字转换;

[0008] 2) 所述中央处理单元接收到所述 A/D 转换模块转换后的电流信号,根据其中的电流增量和电流增量变化率,计算得到下一周期的晶闸管触发角,并将其输送至所述晶闸管

驱动调压电路；

[0009] 3) 所述晶闸管驱动调压电路根据所述晶闸管触发角控制输出相应电压给所述电动机。

[0010] 优选的,所述步骤 2) 中,所述中央处理单元根据电流增量、电流变化率增量建立模糊控制表,查表得到相应的所述晶闸管触发角。

[0011] 优选的,在所述斜坡电压软启动的启动方式下,其工作流程为:

[0012] 1) 所述晶闸管导通角测量电路获得由所述晶闸管驱动调压电路输出的电压的晶闸管导通角信号,送至所述中央处理单元;

[0013] 2) 所述中央处理单元接收到所述晶闸管导通角信号后,根据其导通角增量和导通角变化率增量计算得到下一周期的晶闸管触发角,并将其输送至所述晶闸管驱动调压电路;

[0014] 3) 所述晶闸管驱动调压电路根据所述晶闸管触发角控制输出相应电压给所述电动机。

[0015] 优选的,所述步骤 2) 中,所述中央处理单元根据导通角增量、导通角变化率增量建立模糊控制表,在所述模糊控制表中检索得到相应的所述晶闸管触发角。

[0016] 优选的,其还包括分别连接所述三相电源和所述中央处理单元连接的同步电路模块,所述同步电路模块检测所述三相电源的过零点,并将其输入到所述中央处理单元。

[0017] 优选的,其还包括与所述中央处理单元连接的远程控制模块,所述远程控制模块可远程发送启动或停止信号给所述中央处理单元以控制所述电动机启动或停止。

[0018] 优选的,其还包括与所述中央处理单元连接的旁路输出电路模块,所述电动机软启动结束后,所述旁路输出电路模块闭合,所述异步电动机软启动器退出运行,使得所述三相电源经过所述旁路输出电路模块直接给所述电动机供电。

[0019] 优选的,所述中央处理单元由 ATmega128 单片机组成。

[0020] 本发明的一种基于模糊控制策略的异步电动机软启动器可以同时提供两种启动方式供用户选择,在限流启动和斜坡电压启动的方式下,采用模糊控制表进行晶闸管触发角的运算。相对于传统的晶闸管软启动器,本发明的一种基于模糊控制策略的异步电动机软启动器具有抗干扰能力强、控制速度快、鲁棒性高且适应性强等优点。

附图说明

[0021] 图 1 是本发明的一种基于模糊控制策略的异步电动机软启动器的结构示意图。

具体实施方式

[0022] 下面对本发明的具体实施方式作进一步详细的描述。

[0023] 如图 1 所示,本发明的一种基于模糊控制策略的异步电动机软启动器由以下模块构成:ATmega128 单片机作为中央处理单元(MPU 模块)、同步电路模块、晶闸管驱动和调压电路模块、晶闸管导通角测量电路模块、电流检测模块、A/D 转换模块、键盘及显示模块、电源模块、电动机启动与停止远程控制电路模块、旁路输出电路模块。电源模块连接三相电源,键盘模块、显示模块和 MPU 模块进一步连接电源模块,电源模块同时还为软启动器各种芯片提供 5v、12v 直流电源;电流检测模块连接三相电源,A/D 转换模块进一步连接电流检

测模块,数字转换后的电流信号送入 MPU 模块;MPU 模块输出下一周期晶闸管导通角信号至驱动和调压电路,导通角测量电路进一步连接调压电路,本周期的晶闸管导通角信号送至 MPU 模块;为准确控制晶闸管在一个电压周期内的导通角,需检测出电压的过零点,设计同步电路连接三相电路,MPU 模块进一步连接同步电路;MPU 模块连接 JTAG 仿真调试;远程控制模块和旁路输出电路模块连接 MPU 模块。

[0024] 本发明的异步电动机软启动器是这样工作的:电动机和 ATmega128 单片机上电后,对整个软启动程序进行初始化,包括 I/O 口、计数器、终端控制字等,然后进行故障自检,检测三相电是否缺相、晶闸管是否完好以及三相电顺序判断。通过键盘选择软启动的类型,即采用限流软启动还是斜坡电压软启动,并设定软启动参数。如果选择了限流软启动方式,电流互感器测量电动机电流,然后经过 TLC2543 串行 A/D 转换器转换为数字信号,送至单片机。单片机内根据电流增量和电流变化率增量建立了模糊控制表,由送来的电流信号查表 1,获得下一周期的晶闸管触发角;如果选择了斜坡电压软启动方式,由导通角测量电路获得导通角增量和导通角变化率增量,送至单片机,查表 1,获得下一周期的晶闸管触发角。晶闸管导通角信号送至晶闸管驱动和调压电路,从而控制了下一周期的发动机输入电压。此外,本发明还提供了远程控制模块,以实现启动和停止信号的远程控制。本发明还提供旁路输出电路模块,电动机软启动结束时,旁路输出电路模块的旁路接触器闭合,使软启动器退出运行,从而减少晶闸管发热损耗,延长晶闸管使用寿命。

[0025] 表 1 模糊控制表

[0026]	EC A E													
		-6	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	6
	-6	6	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	1	0
	-5	6	6	5	5	4	4	3	3	2	2	1	0	-1
	-4	6	6	5	5	4	4	3	3	2	1	0	-1	-2
	-3	6	6	5	5	4	3	3	2	1	0	-1	-2	-3
	-2	5	5	4	4	4	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4
	-1	5	4	4	3	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-5
	0	4	4	3	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4	-4	-5
	1	3	3	3	2	1	0	-1	-1	-2	-3	-4	-5	-5
	2	2	2	2	1	0	1	-1	-2	-2	-3	-4	-5	-6
	3	1	1	1	0	0	0	-2	-2	-3	-4	-5	-6	-6
	4	0	0	0	0	-1	-1	-2	-3	-4	-4	-5	-6	-6
	5	0	0	0	0	-1	-2	-3	-3	-4	-4	-5	-6	-6
	6	0	0	-1	-1	-2	-2	-3	-3	-4	-4	-5	-6	-6

[0027] 表中,限流软启动中E为量化处理转化为整数论域 $[-6, 6]$ 的电流增量、EC为电流变化率增量、A为晶闸管触发角增量;斜坡电压软启动中E为量化处理转化为整数论域 $[-6, 6]$ 的导通角增量、EC为导通角变化率增量、A为晶闸管触发角增量。

[0028] 下面以一个实际应用来进一步说明。本发明的一种基于模糊控制策略的异步电动机软启动器,应用于鼠笼式三相异步电动机,型号为Y112M-4。电动机的具体参数为:额定功率 $P_N = 4\text{KW}$,额定电流 $I_N = 8.8\text{A}$,额定电压 $U_N = 380\text{V}$,额定转速 $n_N = 1440\text{r/min}$,额定效率 $\eta_N = 84.5\%$,功率因数 $\cos\varphi = 0.82$,电动机采用三角形接线。本发明的软启动器通过电流检测电路对电动机的电流信号进行实时采集,如果电流未达到限定的电流值,把电流模拟信号经过A/D转换成数字信号送至单片机,通过查模糊控制表,输出下一个周期晶闸管触发角,从而控制电机的输入电压;如果达到了限定的电流值则保持上次输出的晶闸管触发角。检测电机电压是否达到额定电压,达到额定电压则闭合旁路开关触点,软启动器退出运行。

[0029] 限流启动电流是其额定电流的 2.5 倍为 22A, 大约经过 2.5 秒钟的启动, 电机运行进入稳定状态, 电流约为 3A。而采用电动机全压直接启动时, 冲击电流特别大为 50A, 约为电机额定电流 I_N 的 6 倍, 大约经过 1 秒钟, 电机运行进入稳定状态, 电流约为 4A。由此, 本发明的软启动器达到让电动机平稳启动的目标。本发明的软启动器可以广泛应用于各种异步电动机启动中。

[0030] 以上实施例仅为本发明其中的一种实施方式, 其描述较为具体和详细, 但并不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是, 对于本领域的普通技术人员来说, 在不脱离本发明构思的前提下, 还可以做出若干变形和改进, 这些都属于本发明的保护范围。因此, 本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

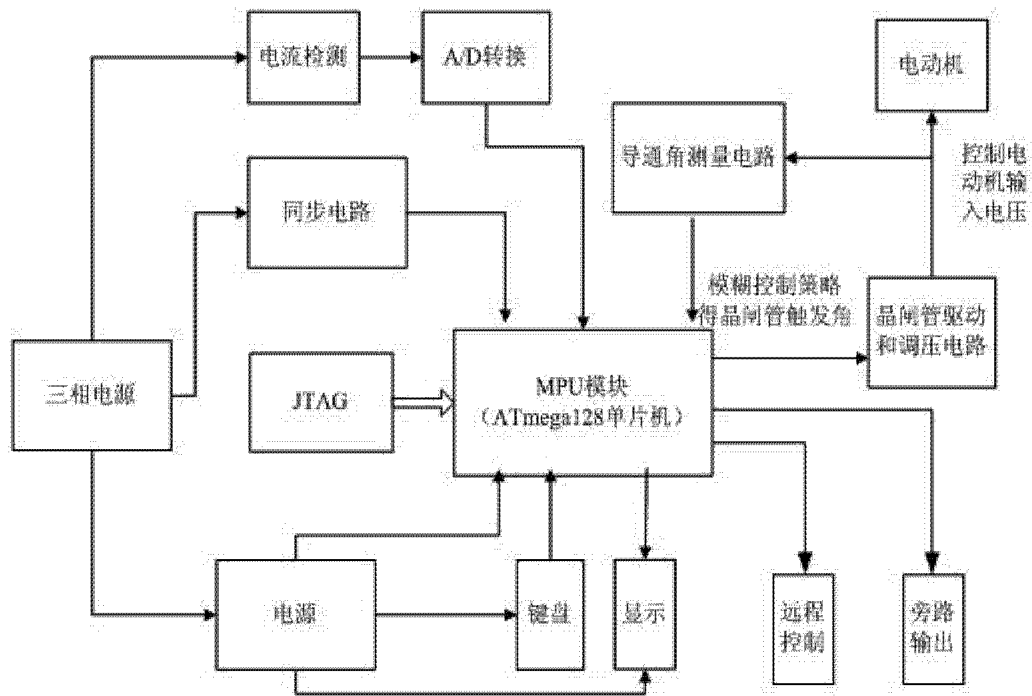


图 1