

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02P 6/16 (2006.01)

H02P 6/08 (2006.01)

H02P 6/22 (2006.01)



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200920136109.2

[45] 授权公告日 2010年1月13日

[11] 授权公告号 CN 201383787Y

[22] 申请日 2009.3.19

[21] 申请号 200920136109.2

[73] 专利权人 深圳市拓邦电子科技股份有限公司
地址 518057 广东省深圳市南山区高新技术产业园清华研究院 B 区 403 - 414

[72] 发明人 王永禄

[74] 专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理有限公司
代理人 易 钊

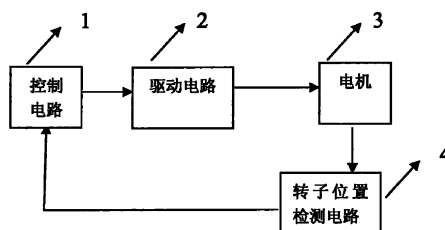
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

[54] 实用新型名称

直流无刷电机控制器

[57] 摘要

本实用新型涉及直流无刷电机控制器，其主要包括与电机相连并用以驱动电机的驱动电路，还包括与所述驱动电路相连的控制电路、同时与所述电机及控制电路相连的用以检测电机中转子位置的转子位置检测电路，所述转子位置检测电路包括与电机相连的传感器转子位置检测电路及反电势检测电路，所述控制电路包括在电机达到切换转速时将所述传感器检测电路切换为反电势检测电路的单片机。其适用于电机在不同转速时准确检测转子位置，可使电机准确换相，扩大了电机的动态工作范围，并提高了电机工作效率。



1、一种直流无刷电机控制器，包括与电机相连并用以驱动电机的驱动电路，其特征在于，还包括与所述驱动电路相连的控制电路、同时与所述电机及控制电路相连的用以检测电机中转子位置的转子位置检测电路，所述转子位置检测电路包括与电机相连的传感器转子位置检测电路及反电势检测电路，所述控制电路包括在电机达到切换转速时将所述传感器检测电路切换为反电势检测电路的单片机。

2、根据权利要求1所述的直流无刷电机控制器，其特征在于，所述传感器转子位置检测电路包括位置传感器，所述位置传感器设置于电机的转子的轴上。

3、根据权利要求2所述的直流无刷电机控制器，其特征在于，所述位置传感器为开关型霍尔传感器 EW-632。

4、根据权利要求1所述的直流无刷电机控制器，其特征在于，所述单片机的输入端连接传感器转子位置检测电路中的霍尔信号。

5、根据权利要求1或4所述的直流无刷电机控制器，其特征在于，所述单片机为 MEGA48 单片机。

6、根据权利要求1所述的直流无刷电机控制器，其特征在于，所述反电势检测电路包括过零检测电路。

7、根据权利要求6所述的直流无刷电机控制器，其特征在于，所述过零检测电路包括电压比较器。

8、根据权利要求1所述的直流无刷电机控制器，其特征在于，所述驱动电路包括与电机相连的用以控制电机的转速、转向、及转矩的功率开关。

9、根据权利要求8所述的直流无刷电机控制器，其特征在于，所述驱动电路为包括有电力场效应管的全桥驱动电路。

直流无刷电机控制器

技术领域

本实用新型涉及电机驱动及控制领域，尤其涉及一种直流无刷电机控制器。

背景技术

直流无刷电机，简称 BLDC，其已逐步取代直流有刷电机。其由直流有刷电机演变而来，其中，电机的定子采用线圈绕组，转子采用永磁体。在转子运行过程中，使用直流无刷电机控制器检测转子位置，自动切换定子绕组的通电顺序，保证转子旋转及产生扭矩输出。其中检测转子位置进行相位切换为电机控制过程的关键部分。目前转子位置的检测主要有两种：

一、传感器检测法：

使用传感器检测转子位置，目前主要使用霍尔器件。此种方法将转子位置信号转换为电信号，从而提供换相信号以控制逆变器的功率器件的导通与关断，从而可以控制转子的旋转。但其对传感器的安装位置要求极为精确，安装误差将导致换相不准，且其不适合电机在高速运行时使用，因为电机在高速运行时效率快速下降，甚至会烧毁电机及控制器。

二、反电动势检测法：

永磁转子在旋转过程中，定子线圈产生感应电动势，控制器检测感应电动势以判断转子位置进行换相控制。但当电机转子速度很低时，感应电动势幅值很低，使得检测的误差较大，因而本方法不适用于在电机低速运行时检

测转子位置。

所以对于电机转子位置的检测，第一种方法不适用于电机高速运转的情形，而第二种方法不适用于电机低速运转的情形。因此，上述两种检测法的换相控制及动态适应性都受到一定的限制。

实用新型内容

本实用新型要解决的技术问题在于针对现有技术中直流无刷电机控制器的动态适应范围较小的缺陷，提供一种可以同时适用于电机在低速及高速运转时准确检测转子位置以使电机准确换相的直流无刷电机控制器。

本实用新型解决其技术问题所采用的技术方案是：构造一种直流无刷电机控制器，其包括与电机相连并用以驱动电机的驱动电路，还包括与所述驱动电路相连的控制电路、同时与所述电机及控制电路相连的用以检测电机中转子位置的转子位置检测电路，所述转子位置检测电路包括与电机相连的传感器转子位置检测电路及反电势检测电路，所述控制电路包括在电机达到切换转速时将所述传感器检测电路切换为反电势检测电路的单片机。

在本实用新型所述的直流无刷电机控制器中，所述传感器转子位置检测电路包括位置传感器，所述位置传感器设置于电机的转子的轴上。

在本实用新型所述的直流无刷电机控制器中，所述位置传感器为开关型霍尔传感器 EW-632。

在本实用新型所述的直流无刷电机控制器中，所述单片机的输入端连接传感器转子位置检测电路中的霍尔信号。

在本实用新型所述的直流无刷电机控制器中，所述单片机为 MEGA48 单片机。

在本实用新型所述的直流无刷电机控制器中，所述反电势检测电路包括过零检测电路。

在本实用新型所述的直流无刷电机控制器中，所述过零检测电路包括电压比较器。

在本实用新型所述的直流无刷电机控制器中，所述驱动电路包括与电机相连的用以控制电机的转速、转向、及转矩的功率开关。

在本实用新型所述的直流无刷电机控制器中，所述驱动电路为包括有电力场效应管的全桥驱动电路。

实施本实用新型的直流无刷电机控制器，具有以下有益效果：其混合使用传感器转子位置检测电路及反电势检测电路，通过控制电路中单片机及程序以在电机不同运行速度下控制选择使用不同的转子位置检测方法，从而准确检测转子位置，以使电机进行准确换相，进一步控制驱动电路对电机运转的控制，其有效的适应了电机在启动、低速、高速不同工作阶段对换相准确性的要求，拓宽了电机动态工作范围，提高了工作效率。

附图说明

下面将结合附图及实施例对本实用新型作进一步说明，附图中：

图 1 是本实用新型直流无刷电机控制器的原理框图；

图 2 是本实用新型直流无刷电机控制器一实施例的结构示意图；

图 3 是本实用新型一实施例中控制电路里单片机的连接示意图；

图 4 是本实用新型一实施例的反电势检测电路的电路原理图；

图 5 是本实用新型一实施例的反电势检测的工作原理图；

图 6 是本实用新型一实施例的传感器转子位置检测电路的输出波形图。

具体实施方式

本实用新型所提供的直流无刷电机控制器适用于电机在低速或高速运转时使其在不同阶段准确换相及正常运转。

参见图 1 及图 2，图 1 是本实用新型直流无刷电机控制器的原理框图；图 2 是本实用新型直流无刷电机控制器一实施例的结构示意图。

本实用新型提供的直流无刷电机控制器包括：与电机 3 相连并用以驱动电机 3 的驱动电路 2、与驱动电路 2 相连的控制电路 1、同时与电机 3 及控制电路 1 相连的转子位置检测电路 4，转子位置检测电路 4 用以检测电机 3 中转子的位置，因为检测转子位置进行相位切换是整个电机 3 控制过程的关键。转子位置检测电路 4 包括：与电机 3 相连的传感器转子位置检测电路 41 及反电势检测电路 42；控制电路 1 包括用来根据电机的切换转速切换传感器检测电路与反电势检测电路 42 的单片机 11。

直流无刷电机 3 通过控制驱动电路 2 中的功率开关器件来控制电机 3 的转速、转向、转矩以及保护电机 3。本实用新型中控制电路 1 主要采用单片机，并通过程序来控制切换不同的转子位置检测电路。不同的电机有不同的参数，其电势系数不同，对应电机的切换转速也不同，即不同的电机在不同的切换转速时进行从传感器检测电路到反电势检测电路的切换，该切换是通过单片机的内置程序实现。

传感器转子位置检测电路包括位置传感器，位置传感器设置于电机的转子的轴上。单片机的输入端连接传感器转子位置检测电路中的霍尔信号，即电机在启动时，其直接采用的是传感器转子位置检测电路。电机控制器先根据霍尔输出信号进行转子位置的初定位，定子电流逐渐增加，转子开始逐渐

加速，当速度达到电机切换转速时，反电势稳定可靠，则单片机自动转入反电动势检测运转方式。通常使用的电机转速（KV）值在 2000 以上，若 KV 为 2000，则电机切换转速为 1000。使用其它 KV 值的电机时，可改变切换转速。其间，单片机根据位置传感器的信号就会输出信号使转子位置检测电路进入反电势检测电路。具体的换相原理如下：

在转子位置检测电路 4 中，其通过转子磁极位置信号作为电子开关线路的换相信号，并进而将检测到的信号反馈给控制电路 1，控制电路根据转子位置及时对功率器件进行切换。

安装于转子轴上的位置传感器，实现转子位置的实时检测。其优选为磁敏式的霍尔位置传感器，本实用新型采用开关型霍尔传感器 EW-632，其磁灵敏度达 3mT，其输出波形如图 6，通常在电机 3 启动及低速阶段，使用霍尔信号进行换相控制。

在反电势检测电路 42 中，优选地，反电势的检测采用过零法检测，参见图 4，其为一实施例的反电势检测电路的电路原理图。其主要通过单片机检测脉冲的变化，本实施例采用四电压比较器 LM339，输入信号 U、V、W 分别为三相电压。当截止相 U 反电势到达过零点时，LM339 将产生一个脉冲；当反电势为零时有 $2u_U = u_V + u_W$ ，从图中可见，当 u_U 从 $+$ \rightarrow $-$ 过程中，LM339 输出一个下降沿脉冲，当 u_U 从 $-$ \rightarrow $+$ 过程中，LM339 输出一个上升沿脉冲。所以，单片机通过检测脉冲的变化，即可得到过零点的位置。其工作原理如图 5 所示，图 5 是本实用新型一实施例的反电势检测的工作原理图。在任何时刻，电机 3 三相绕组只有两相导通，每相绕组正反相分别导通 120° 电角度。通过测量三相绕组端子及中性点相对于直流母线负端（或正端）的电位，当某端点电位与中性点电位相等时，则此时刻该相绕组反电动势过零，再过

30° 电角度就必须对功率器件进行换相。从而得知全桥驱动电路中功率器件的开关顺序。

从图 5 可见, 每一个周期由 6 个 60° 的扇区组成, 每个元件导通 120° , 即在两个连续的扇区中导通。因此有两种 PWM 调制方式: 半桥载波和全桥载波。半桥载波截止相都会产生续流, 导致其余两相电流产生波动。而采用全桥载波, 则始终有两相导通, 截止相不会产生续流, 电流波动和转矩脉动都较小。优选地, 采用全桥驱动电路, 即使用一对 P 沟道和 N 沟道的电力场效应管控制。

当电机 3 高速运转时(最高可达 250000 r /min), 电机 3 的换相通过单片机程序控制实现。当进入一个状态的控制阶段时, 程序首先根据上一次换相的时间, 估算本次过零点时间, 然后等待检测反电势过零点。当检测到准确的过零点时间后, 程序计算出本次换相点理论时间(30° 换相时间) 。随后根据设置的参数对换相时间做修正, 以发挥电机 3 的最大工作效率。当换相时间到达时, 程序切换 MOSFET 管的通断状态, 然后进入下一状态的控制阶段。

参见图 3 所示, 其为本实用新型一实施例中控制电路 1 里单片机的连接示意图。该单片机采用 MEGA48, 其为控制电路的核心。该单片机价格与低档单片机相当, 具有高性价比, 且其具有 8 通道 10 位 A /D 转换, 最多有 23 个可编程的 I/O 口, 可任意定义 I/O 口的输出和输入方向。输出时为推挽输出, 可直接驱动大电流负载。该单片机的输入端连接霍尔信号, 见图 3 中 HA、HB、HC 三个霍尔信号。MEGA48 单片机具有 3 个硬件 PWM 通道, 可以实现任意 < 16 位、相位和频率可调的 PWM 脉宽调制输出。程序使用 MEGA48 内部定时器作为检测调速信号的基准时钟。当 MEAGE48 工作在 16 MHz, 定时器工作在 8 分频的模式下时, 定时器的时间精度为 0. 5 μ s, 程序检测控制信号的精度达到

0.5%。该系列单片机具有一定的灵活性,且可以简化外部电路,其信号处理器速度快,外围电路少,系统组成简单可靠,简化了直流无刷电机的组成,大大改进了电机的性能,且有利于电机的小型化和智能化。

驱动电路2受控于控制电路1以输出电功率,进而驱动功率开关21以驱动电机3的电枢绕组。可以采用全控型的功率开关器件,例如:可关断晶体管(GTO)、电力场效应晶体管(MOSFET)、金属栅双极性晶体管IGBT模块、集成门极换流晶闸管(IGCT)、及电子注入增强栅晶体管(IEGT)。优选地,驱动电路2为包括有电力场效应管的全桥驱动电路2。本驱动电路2采用全控型开关器件,可便于驱动电路2实现智能化、高频化、小型化。

综上所述,本实用新型结合位置检测方法及反电势检测方法,将两种方式混合使用。在电机启动、低速运行时,使用传感器检测法,在高速运行时,使用反电动势检测法。本方法极大的提高了直流无刷电机控制器的动态适应范围,调速范围可以从0到10万转/分钟以上。

以上所述仅为本实用新型的优选实施例,并不用以限制本实用新型,凡在本实用新型的精神和原则内所作的任何修改、等同替换或改进等,均应包含在本实用新型的保护范围内。

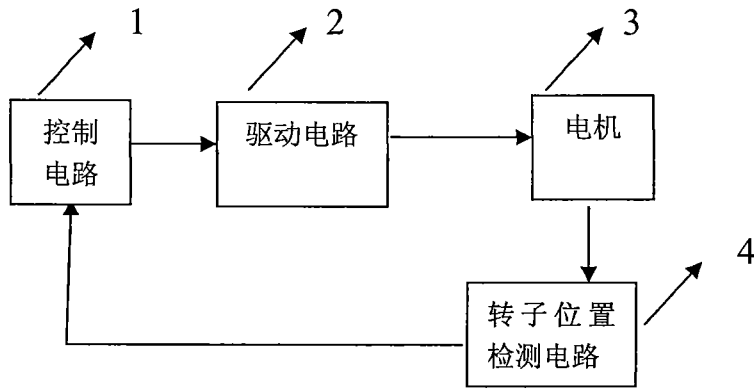


图 1

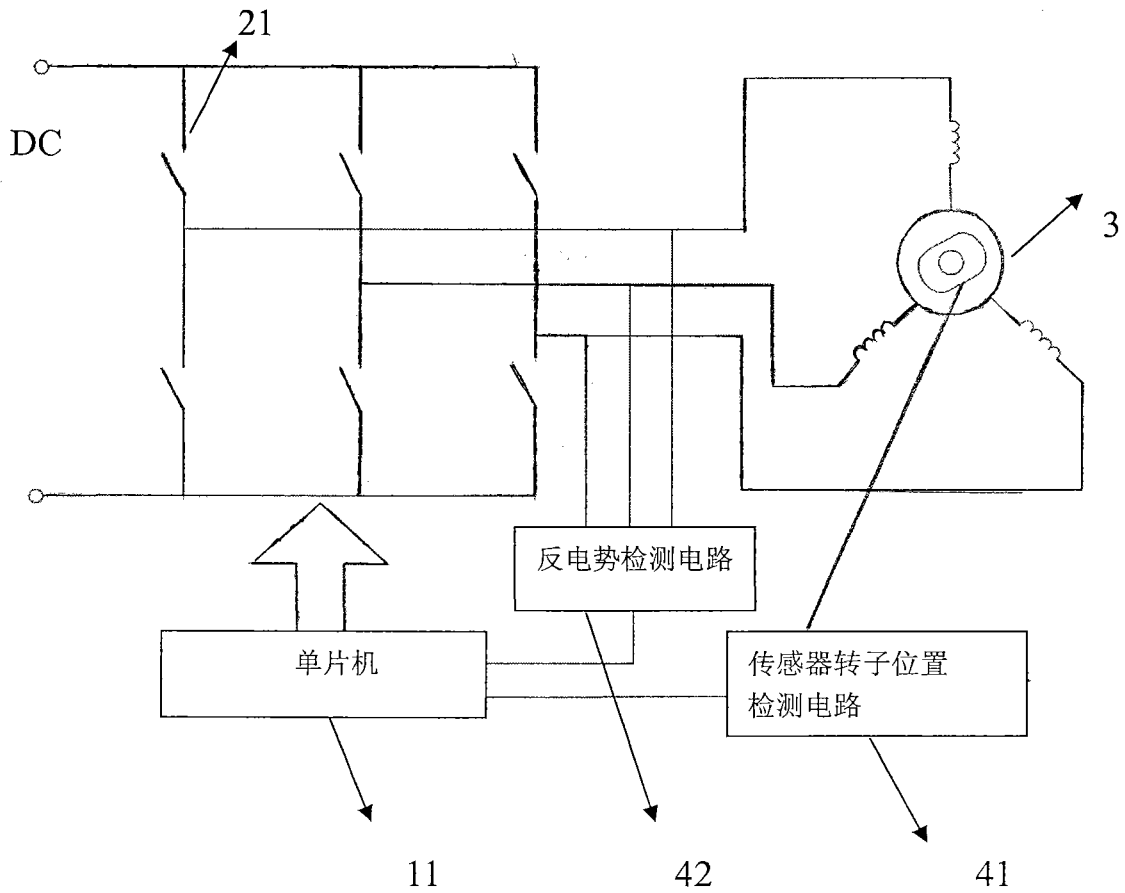


图 2

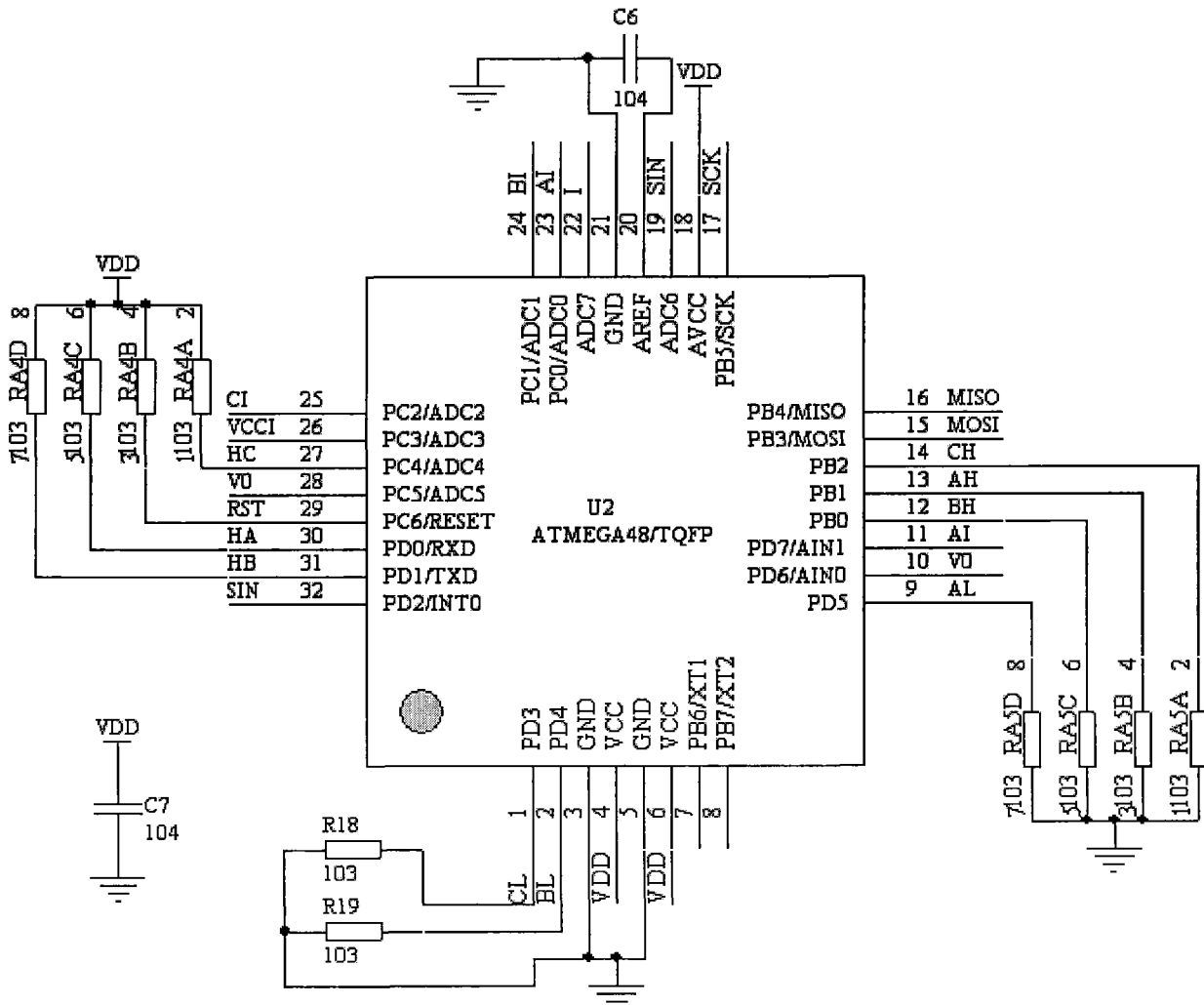


图 3

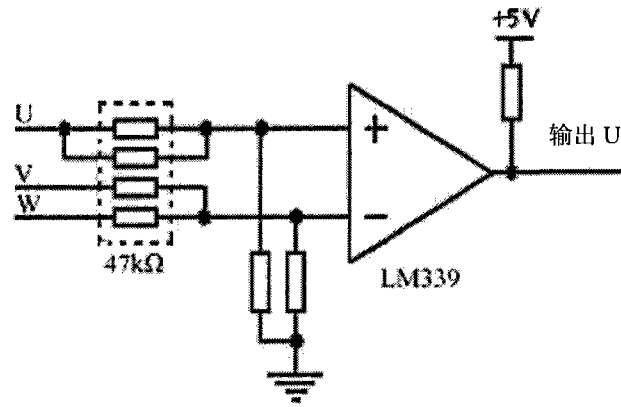


图 4

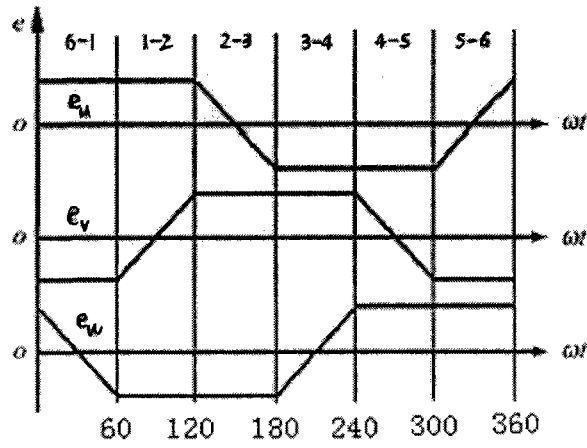


图 5

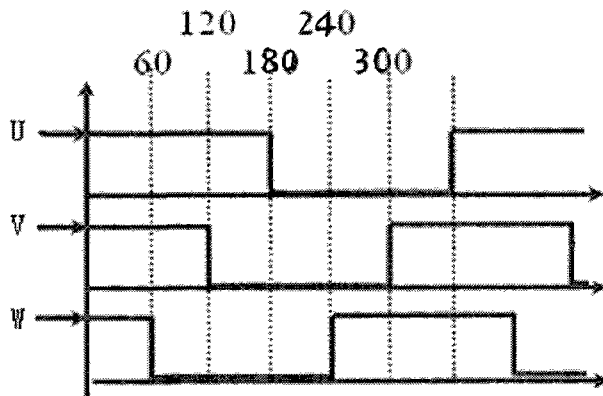


图 6