



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116388435 A

(43) 申请公布日 2023. 07. 04

(21) 申请号 202211727252.5

(22) 申请日 2022.12.30

(30) 优先权数据

22150045.7 2022.01.03 EP

(71) 申请人 ABB瑞士股份有限公司

地址 瑞士巴登

(72) 发明人 萨穆利·海基莱

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

11227

专利代理师 李彦丽

(51) Int. Cl.

H02K 3/28 (2006.01)

H02P 25/18 (2006.01)

H02P 27/08 (2006.01)

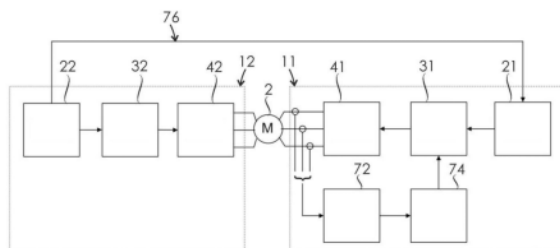
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

双绕组电机组件

(57) 摘要

一种双绕组电机组件,包括:具有第一定子绕组和第二定子绕组的双绕组电机(2);第一转换器(11),其包括第一调制器(31)和第一电力单元(41),第一电力单元(41)的输出端与第一定子绕组电连接;第二转换器(12),其包括第二调制器(32)和第二电力单元(42),第二电力单元(42)的输出端与第二定子绕组电连接。该组件包括电流确定系统(72),电流确定系统(72)适于确定第一电力单元(41)的输出端中的至少一个瞬时相电流;以及同步系统(74),其适于分析至少一个瞬时相电流中的纹波,并通过调节第一调制器(31)与第二调制器(32)之间的相移,直到获得最小的峰峰值电流,来使第一调制器(31)与第二调制器(32)同步。



1. 一种双绕组电机组件,包括:

双绕组电机(2),其具有第一定子绕组和第二定子绕组;

第一转换器(11),其包括第一控制器(21)、第一调制器(31)和第一电力单元(41),其中,所述第一电力单元(41)的输出端电连接到所述第一定子绕组;

第二转换器(12),其包括第二控制器(22)、第二调制器(32)和第二电力单元(42),其中,所述第二电力单元(42)的输出端电连接到所述第二定子绕组;

其特征在于,所述组件包括:

电流确定系统(72),其适于确定所述第一电力单元(41)的输出端中的至少一个瞬时相电流;以及

同步系统(74),其适于分析由所述电流确定系统(72)确定的所述至少一个瞬时相电流中的纹波,并且适于通过调节所述第一调制器(31)与所述第二调制器(32)之间的相移,直到在所述至少一个瞬时相电流中获得最小的峰峰电流,来使所述第一调制器(31)与所述第二调制器(32)同步。

2. 根据权利要求1所述的双绕组电机组件,其中,所述同步系统(74)适于通过分析由所述电流确定系统(72)确定的所述至少一个瞬时相电流的时间导数来分析所述至少一个瞬时相电流中的纹波,并且适于基于所述导数的分析来检测由所述第一调制器(31)与所述第二调制器(32)之间的相移引起的纹波。

3. 根据权利要求2所述的双绕组电机组件,其中,所述同步系统(74)适于通过调节所述第一调制器(31)与所述第二调制器(32)之间的相移,直到所述时间导数的绝对值的平均值在分析时段中达到其最小值,来获得所述最小的峰峰电流。

4. 根据权利要求1所述的双绕组电机组件,其中,所述电流确定系统(72)适于确定所述第一电力单元(41)的输出端的至少一相的瞬时相电流的峰峰值。

5. 根据权利要求1所述的双绕组电机组件,其中,所述同步系统(74)适于通过提供分析操作来分析所述至少一个瞬时相电流中的纹波,所述分析操作包括由所述第一电力单元(41)向所述第一定子绕组生成测试电流脉冲系列,其中,所述测试电流脉冲系列包括彼此相移不同的多个测试电流脉冲。

6. 根据权利要求1所述的双绕组电机组件,

其中,所述电流确定系统(72)适于确定所述第一电力单元(41)的输出端的至少一相的瞬时相电流的峰峰值,

其中,所述同步系统(74)适于通过提供分析操作来分析所述至少一个瞬时相电流中的纹波,所述分析操作包括由所述第一电力单元(41)向所述第一定子绕组生成测试电流脉冲系列,其中,所述测试电流脉冲系列包括相移彼此不同的多个测试电流脉冲,以及

其中,通过调节所述第一调制器与所述第二调制器(32)之间的所述相移,以与峰峰值最小的测试电流脉冲的相移对应,来使所述第一调制器(31)与所述第二调制器(32)同步。

7. 根据权利要求5所述的双绕组电机组件,其中,所述同步系统(74)适于结合所述组件的启动来执行所述分析操作。

8. 根据权利要求5所述的双绕组电机组件,其中,所述多个测试电流脉冲的相移在0到 T_{mcc} 的范围内,其中, T_{mcc} 是所述第一调制器(31)的载波循环的周期。

9. 根据权利要求8所述的双绕组电机组件,其中,所述多个测试电流脉冲包括第一测试

电流脉冲和第二测试电流脉冲,使得所述第二测试电流脉冲的相移与所述第一测试电流脉冲的相移之间的差大于或等于所述第一调制器(31)的载波循环的周期 T_{mc} 的50%。

10. 根据权利要求1所述的双绕组电机组件,其中,所述组件包括磁场定向系统(76),所述磁场定向系统(76)适于使所述第一转换器(11)的磁场定向与所述第二转换器(12)的磁场定向同步。

11. 根据权利要求10所述的双绕组电机组件,其中,所述磁场定向系统(76)通信地连接到所述第一控制器(21)和所述第二控制器(22),并且适于使所述第一控制器(21)的时钟与所述第二控制器(22)的时钟同步。

12. 根据权利要求1所述的双绕组电机组件,其中,所述第一控制器(21)适于向所述第一调制器(31)提供第一电压参考信号,并且所述第二控制器(22)适于向所述第二调制器(32)提供第二电压参考信号。

13. 根据权利要求1所述的双绕组电机组件,其中,所述第一转换器(11)包括所述电流确定系统(72)和所述同步系统(74)。

14. 根据权利要求1所述的双绕组电机组件,其中,所述第一调制器(31)的载波信号与所述第二调制器(32)的载波信号的频率相同,并且所述第一调制器(31)的载波信号和所述第二调制器(32)的载波信号的频率大于或等于1kHz。

双绕组电机组件

技术领域

[0001] 本发明涉及双绕组电机组件。

背景技术

[0002] 双绕组电机有两个单独的定子绕组。在已知的组件中,两个单独的定子绕组中的每一个连接到独立的转换器,其中单独的转换器被独立地控制,因而它们具有自己的调制器。

[0003] 与上述已知的双绕组电机组件相关的问题之一是,由于两个定子绕组之间的电感耦合,两个调制器的异步调制会增加两个定子绕组的电流纹波。由两个调制器的异步调制引起的电流纹波增加了瞬时状态下的过流故障风险。此外,所述电流纹波可能会增加机器的噪音和机器组件的能量损失。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供双绕组电机组件以解决上述问题。本发明的目的通过下面描述的双绕组电机组件来实现。

[0005] 本发明基于这样的认识,即,能够通过执行与两个转换器中的一个的输出端中的瞬时相电流(instantaneous phase current)相关的波纹分析,并且调节两个转换器之间的相移直到获得最小的峰峰电流(peak-to-peak current),来同步两个转换器的调制器。最小的峰峰电流与两个转换器的调制器的脉冲模式重叠并且两个转换器彼此同步的情况对应。

[0006] 本发明的双绕组电机组件的优点在于,两个转换器的调制器能够以成本有效的方式同步。实际上,市场上的一些转换器具有实现同步操作所需的所有硬件,其中仅需要新的软件来由已知硬件构造根据本发明的双绕组电机组件。

附图说明

[0007] 在下文中,将参照附图通过优选实施方式更详细地描述本发明,在附图中:

[0008] 图1示出了根据本发明实施方式的双绕组电机组件的电路图;以及

[0009] 图2示出了图1所示的组件的第一电力单元的输出端的电压和第二电力单元的输出端的电压,以及在第一电力单元的输出端的电压滞后于第二电力单元输出端的电压的情况下第一电力单元的输出端的电流。

具体实施方式

[0010] 图1示出了包括双绕组电机2、第一转换器11、第二转换器12、电流确定系统72、同步系统74和磁场定向系统76的双绕组电机组件的电路图。双绕组电机2具有第一定子绕组和第二定子绕组。第一转换器11包括第一控制器21、第一调制器31和第一电力单元41。第一电力单元41的输出端电连接到第一定子绕组。第二转换器12包括第二控制器22、第二调制

器32和第二电力单元42。第二电力单元42的输出端电连接到第二定子绕组。

[0011] 双绕组电机2是三相电机。在替选实施方式中,双绕组电机是具有多于三相的多相电机。

[0012] 第一定子绕组与第二定子绕组是星形连接的,并且在第一定子绕组与第二定子绕组之间没有相移。在一个替选实施方式中,第一定子绕组与第二定子绕组是三角形连接的。在另一替选实施方式中,在第一定子绕组与第二定子绕组之间存在小的相移,例如30度。

[0013] 第一控制器21适于向第一调制器31提供第一电压参考信号,并且第二控制器22适于向第二调制器32提供第二电压参考信号。第一电压参考信号是描述第一电力单元41需要生成的基波的参考信号。第二电压参考信号是描述第二电力单元42需要生成的基波的参考信号。第一电压参考信号和第二电压参考信号中的每一个是具有幅度和方向的向量。

[0014] 第一电力单元41和第二电力单元42两者都包括多个可控半导体开关。第一电力单元41适于由第一调制器31控制,而第二电力单元42适于由第二调制器32控制。

[0015] 双绕组电机2适于既作为发电机又作为电动机进行工作。第一转换器11和第二转换器12是适于在双绕组电机器2作为电动机工作时作为逆变器工作并且在双绕组电机器2作为发电机工作时作为整流器工作的电气装置。当第一转换器11和第二转换器12作为逆变器工作时,它们向第一定子绕组和第二定子绕组供应电力。当第一转换器11和第二转换器12作为整流器工作时,它们将传输从第一定子绕组和第二定子绕组输出的电力。在实施方式中,第一转换器和第二转换器是变频器。

[0016] 电流确定系统72适于确定第一电力单元41的输出端的每个相中的瞬时相电流的峰峰电流。在替选实施方式中,电流确定系统适于确定第一电力单元的输出端中的至少一个瞬时相电流。

[0017] 同步系统74适于分析由电流确定系统72确定的瞬时相电流中的纹波,并适于通过调节第一调制器31与第二调制器32之间的相移,直到在瞬时相电流中获得最小的峰峰电流,来使第一调制器31与第二调制器32同步。在本文中,第一调制器31与第二调制器32之间的相移是指第一调制器31的载波信号与第二调制器32的载波信号之间的相移。

[0018] 在实施方式中,通过基于瞬时相电流计算的信号,如Clarke变换或Parks变换的xy或dq电流,或电流向量的幅度等,来分析瞬时相电流中的纹波。在本文中,分析瞬时相电流中的纹波包括直接分析瞬时相电流和通过基于瞬时相电流形成的信号间接分析瞬时相电流两者。

[0019] 第一调制器31和第二调制器32适于执行脉宽调制(PWM)。因此,同步系统74适于使第一定子绕组和第二定子绕组中的PWM脉冲模式同步。

[0020] 第一调制器31的载波信号与第二调制器32的载波信号的频率相同。在实施方式中,载波信号的频率大于或等于1kHz。

[0021] 同步系统74适于通过提供分析操作来分析瞬时相电流中的纹波,该分析操作包括由第一电力单元41向第一定子绕组生成测试电流脉冲系列,其中该测试电流脉冲系列包括相移彼此不同的多个测试电流脉冲。通过调节第一调制器与第二调制器32之间的相移,以与峰峰值最小的测试电流脉冲的相移对应,来使第一调制器31与第二调制器32同步。

[0022] 在分析操作期间,由第二电力单元42向第二定子绕组生成电流脉冲系列。在实施方式中,由第二电力单元生成的电流脉冲系列与由第一电力单元生成的测试电流脉冲系列

相同,并且只有第一调制器的相位被调节,而第二调制器的相位保持恒定。

[0023] 多个测试电流脉冲的相移在0到 T_{mcc} 的范围内,其中 T_{mcc} 是第一调制器31的载波循环的周期。多个测试电流脉冲包括第一测试电流脉冲和第二测试电流脉冲,使得第二测试电流脉冲与第一测试电流脉冲的相移之差大于或等于第一调制器31的载波循环的周期的50%。

[0024] 理论上,例如,可以使用两个测试电流脉冲,使得第一测试电流脉冲的相移为零,而第二测试电流脉冲的相移为 $0.5T_{mcc}$ 。然而,通常,增加测试电流脉冲的数量会改善分析操作的结果。在实施方式中,测试电流脉冲均匀地间隔开(pitch),使得连续的测试电流脉冲之间的相移相等。

[0025] 在实施方式中,分析操作中的测试电流脉冲系列包括相移彼此不同的电流脉冲,但在其他方面是由第一电力单元向第一定子绕组生成的正常电流脉冲。因此,分析操作不需要中断双绕组电机的正常工作。参照其中在分析操作中仅使用两个测试电流脉冲的上述实施方式,第一测试电流脉冲实际上可以是具有未改变相位的正常电流脉冲,并且第二测试电流脉冲可以是与第一测试电流脉冲相比具有相移的正常电流脉冲。因为通过改变由第一电力单元向第一定子绕组生成的电流脉冲的相位来实现必要的相移,不需要修改由第二电力单元向第二定子绕组生成的电流脉冲。

[0026] 同步系统74适于结合组件的启动执行分析操作和同步操作。通常,第一调制器与第二调制器之间的相移是由组件中的硬件特性引起的,因此在双绕组电机组件的正常工作期间不需要连续地调节第一调制器与第二调制器之间的相移。然而,在实施方式中,同步系统适于在双绕组电机组件的正常工作期间偶尔执行分析操作和同步操作,以便微调相移。应当注意的是,由于测试电流脉冲固有地引起组件中的一些干扰,因此在双绕组电机的正常工作期间频繁使用分析操作可能是不利的。

[0027] 电流确定系统72和同步系统74位于第一转换器11中。电流确定系统72包括用于第一电力单元41的每个输出相的电流传感器。电流确定系统72与同步系统74彼此通信地连接。同步系统74由软件实现。

[0028] 图2示出了第二电力单元42的输出端的电压 U_{42} 、第一电力单元41的输出端的电压 U_{41} ,以及第一电力单元41的输出端的电流 I_{41} 。电压 U_{41} 滞后于电压 U_{42} 。电流确定系统72适于通过测量如图2所示的每相电流中的正峰值999与负峰值101之间的差来直接确定瞬时相电流的峰峰电流。峰峰电流用 I_{pp} 表示。

[0029] 在图2中,虚线505示出了也存在于对应的单绕三相电机中的“正常调制纹波”。正常调制纹波通常在控制器中被建模和考虑。本发明的相移调节不影响正常调制纹波,而是它使由第一调制器和第二调制器的异步调制引起的附加纹波最小化。

[0030] 根据本发明的同步方法进行工作,而不管第一电力单元的输出端的电压是滞后于还是超前于第二电力单元的输出端的电压。这有两个主要原因。第一,在三相双绕组电机中,零序电流为零,因此在一相中,由在不同时间出现的脉冲沿产生的电流峰值在另外两相中表现为相反的电流峰值。因此,无论滞后或脉冲沿的方向如何,最坏情况的峰峰电流总是存在于一相中。第二,由第一调制器和第二调制器的异步调制引起的附加纹波的幅度通常显著大于正常调制纹波的幅度,因此无论附加纹波的电流峰值的方向如何,附加纹波的电流峰值都能被检测到。

[0031] 在图1所示的实施方式中,电流确定系统72适于通过测量如图2示出的每相电流中的正峰值与负峰值之间的差来直接确定瞬时相电流的峰峰电流。在替选的实施方式中,不直接测量峰峰电流,而是以某种其他方式,例如通过分析第一电力单元的至少一个瞬时相电流的时间导数,分析第一电力单元的输出电流中的纹波。

[0032] 在同步系统适于分析所述时间导数的实施方式中,通过调节第一调制器与第二调制器之间的相移直到时间导数的绝对值的平均值达到其最小值,来获得最小的峰峰电流。该实施方式旨在平滑电力单元的输出电流,并且无论由两个调制器的异步调制引起的附加峰值是否如图2所示的那样增加电流的总幅度,该实施方式都能进行工作。

[0033] 第一转换器11和第二转换器12彼此相同,并且转换器中的一个被配置成主转换器,而另一个转换器被配置成从转换器。一次只有一个同步系统是活动的。

[0034] 磁场定向系统76适于使第一转换器11的磁场定向与第二转换器12的磁场定向同步。磁场定向系统76通信地连接到第一控制器21和第二控制器22。磁场定向系统76适于使第一控制器21的时钟与第二控制器22的时钟同步。

[0035] 对于本领域技术人员会明显的是,本发明的概念可以以各种方式实现。本发明及其实施方式不限于上述示例,而是可以在权利要求的范围内变化。

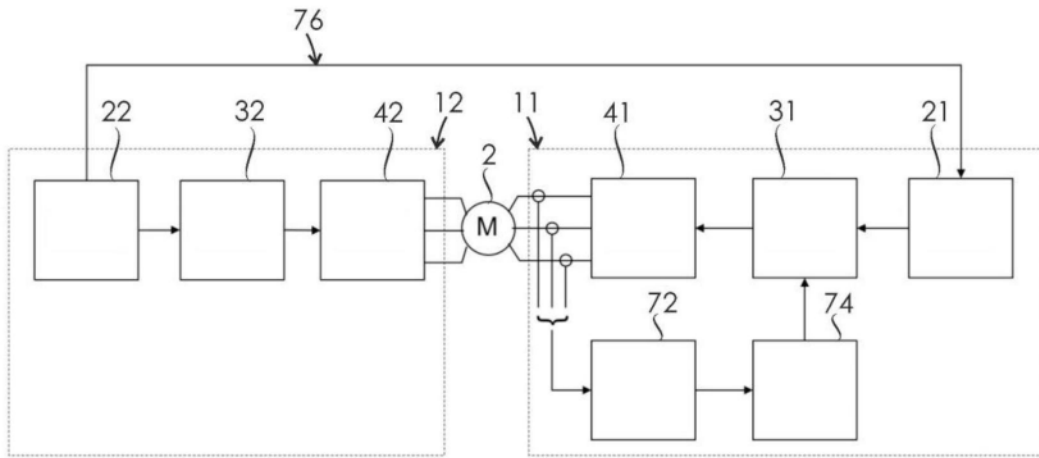


图1

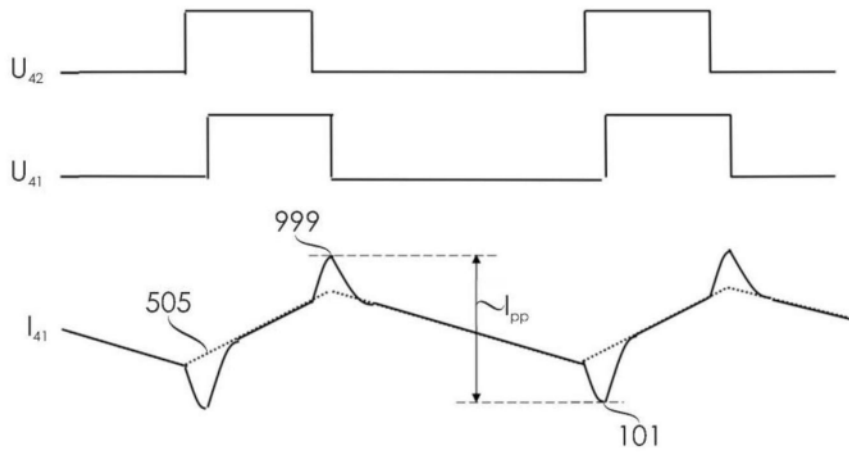


图2