



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105144569 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 09

(21) 申请号 201480022415. 7

(74) 专利代理机构 北京市中咨律师事务所
11247

(22) 申请日 2014. 04. 29

代理人 李峥 于静

(30) 优先权数据

1354080 2013. 05. 03 FR

(51) Int. Cl.

H02P 21/14(2006. 01)

H02P 29/02(2006. 01)

B60L 15/02(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 10. 20

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FR2014/051022 2014. 04. 29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/177802 FR 2014. 11. 06

(71) 申请人 雷诺股份公司

地址 法国布洛涅 - 比扬古

(72) 发明人 A·马卢姆

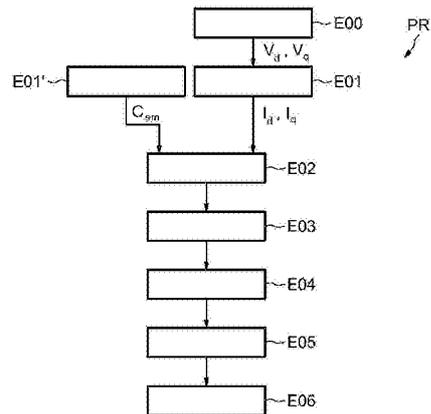
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

对装配到机动车辆上的马达推进装置的运行进行校验的方法以及相应的系统

(57) 摘要

用于对装配到带有电力驱动器或混合动力驱动器的机动车辆上的马达推进装置的运行进行校验的方法和对应系统,该马达推进装置包括配备有一个永磁转子的一个电动马达,所述方法包括对该定子的电流进行调节 (E00) 并且对这些电流的直轴分量和交轴分量进行测量 (E01),该方法包括:- 在将这些控制信号与这些电流的直轴分量和交轴分量关联起来的一个电动马达模型中应用变量的替换 (E03),其中 $X = I_q + Id$, $Y = I_q - Id$, - 确定 X 和 Y 的最小界限和最大界限以便从其推断出 I_q 和 I_d 的最小界限和最大界限 (E04),并且 - 将测得的这些电流的直轴分量和交轴分量与 I_q 和 I_d 的所述最小界限和最大界限加以比较 (E05)。



1. 一种用于对带有电力驱动器或混合驱动器的机动车辆所装备的动力传动系的运行进行校验的方法, 动力传动系包括配备有一个永磁转子和一个定子的一个电动马达, 所述方法包括: 对向电动马达传送控制信号的定子电流加以调节 (E00), 所述有待调节的电流和所述控制信号是在一个包括直轴和交轴的旋转参考坐标中表达的; 以及测量这些电流的直轴分量和交轴分量 (E01), 其特征在于, 该方法包括:

- 在将这些控制信号与这些电流的直轴分量和交轴分量关联起来的一个电动马达模型中, 通过根据关系式 $X = I_q^3 + I_d^3$ 和 $Y = I_q - I_d$ 计算新的变量 X 和 Y 来应用变量的替换 (E03), 其中 I_d 和 I_q 对应地表示电流的直轴分量和电流的交轴分量,

- 确定这些修改过的变量的最小界限和最大界限以便从其推断出该电流的直轴分量和交轴分量的最小界限和最大界限 (E04),

- 将测得的这些电流的直轴分量和交轴分量与所述最小界限和最大界限加以比较 (E05)。

2. 如权利要求 1 所述的方法, 进一步包括测量 (E01') 由该电动马达产生的转矩, 从该电流的交轴分量的这些最小界限和最大界限计算该转矩的最小界限和最大界限, 并且将该测定出的转矩与该转矩的所述最小界限和最大界限加以比较。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的方法, 包括: 如果这些测定出的值中的一个值落在这些确定出的界限之外, 就产生至少一个信号 (E06)。

4. 一种用于对带有电力驱动器或混合驱动器的机动车辆所装备的动力传动系的运行进行校验的系统, 该动力传动系包括配备有一个永磁转子和一个定子的一个电动马达, 该车辆包括: 对向电动马达传送控制信号的定子电流加以调节的器件, 所述有待调节的电流和所述控制信号是在一个包括直轴和交轴的旋转参考坐标中表达的; 以及被构型成测量这些电流 (6) 的直轴分量和交轴分量的器件, 其特征在于, 该系统包括:

- 被构形成在将这些控制信号与这些电流的直轴分量和交轴分量关联起来的一个电动马达模型中, 通过根据关系式 $X = I_q^3 + I_d^3$ 和 $Y = I_q - I_d$ 计算新的变量 X 和 Y 来应用变量的替换的器件 (2), 其中 I_d 和 I_q 对应地表示电流的直轴分量和电流的交轴分量,

- 被构型成确定 X 和 Y 的最小界限和最大界限、适用于推断出该电流的这些直轴分量和交轴分量的最小界限和最大界限的器件 (3),

- 被构型成将测得的这些电流的直轴分量和交轴分量与所述最小界限和最大界限加以比较的器件 (4)。

5. 如权利要求 4 所述的系统, 进一步包括: 被构型成从该电流的交轴分量的这些最小界限和最大界限来计算该转矩的最小界限和最大界限的器件、以及用于将通过用于测量车辆转矩的器件测得的转矩与该转矩的所述最小界限和最大界限加以比较的器件 (7)。

6. 如权利要求 4 或 5 所述的系统, 包括被构型成如果这些测定出的值中的一个值落至这些确定出的界限之外, 就产生至少一个信号的器件 (5)。

对装配到机动车辆上的马达推进装置的运行进行校验的方法以及相应的系统

技术领域

[0001] 本发明涉及对机动车辆装备的动力传动系的运行进行的校验,并且具体地是对嵌入在动力传动系中的传感器的运行进行校验,并且该动力传动系配备有永磁机器。

背景技术

[0002] 在具有电力驱动装置的机动车辆中,必须对由电动马达提供的转矩进行监测。因为电动机的转矩是与其中流动的电流直接关联的,必须对这些电流进行精确控制。

[0003] 在同步机器中,尤其是在带有轴向通量的三相永磁同步机器中,在定子的三个相中流动的电流是呈正弦的,并且各自相移了 $\frac{2\pi}{3}rad$ 。这些电流在该电动机中产生旋转磁场。转子是由永磁体构成的,例如提供有五对磁极。像罗盘一样,该转子在由该定子产生的旋转磁场中自然对齐。因此,转子的旋转频率等于定子电流的频率。正是定子电流的幅值和转子磁体的功率产生了对于机器的旋转所必要的转矩。为了控制这些电流,因此对该定子的各相供应各自相等地相移了 $\frac{2\pi}{3}rad$ 的正弦电压。

[0004] 总体上,对常量应用调节比对正弦信号更为简单。一般使用派克变换来将三相系统投射在二维空间上来获得等效旋转参考坐标。因此有可能使定子相对于三相系统的三个相的三股电流以及三个正弦电压变换到一个以常量信号的形式(在直轴 d 上的一个分量和在交轴 q 上的一个分量)来表达正弦信号的空间中。在同步机器的情况下,派克参考坐标与该转子关联。

[0005] 用在派克空间中表达的电流和电压进行工作,因此有可能以恒定的电流和电压,而不是以正弦信号来起作用而对有待控制的三相机器进行调节。通过进行逆变换,就有可能恢复到该机器的正常参考坐标,并且因此确切地了解要向该机器的各相施加哪些电压或哪些电流。

[0006] 一般使用电流传感器来实现对转矩的调节。还有可能使用适用于对转矩进行测量的传感器。

[0007] 如将会理解到的,这些传感器中的一个传感器失效就会妨碍对必须由电动机提供的这种转矩进行的正确调节。因此需要对这种失效进行检测。

[0008] 能够参考文件 JP 2001268980,该文献描述了对直流机器中流动的电流的评估,但是这种技术方案并不适用于以正弦电流运行的机器。

[0009] 文件 US 5047699 也描述了对直流机器中流动的电流的评估。

[0010] 文件 US 20020008492 描述了对传感器失效的检测,其中监测了由传感器提供的测量值的变化。

发明内容

[0011] 本发明的目的因此是允许对具有永磁转子的电动机器的运行进行校验,并且这可以是稳定状态和动态工作状态来实现的。

[0012] 根据第一方面,本发明的主题因此是一种用于对带有电力驱动器或混合驱动器的机动车辆所装备的动力传动系的运行进行校验的方法,该动力传动系包括配备有一个永磁转子和一个定子的一个电动马达,所述方法包括:对向电动马达传送控制信号的定子电流加以调节,所述有待调节的电流和所述控制信号是在一个包括直轴和交轴的旋转参考坐标中表达的;以及测量这些电流的直轴分量和交轴分量。

[0013] 根据一个总体特征,该方法包括:

[0014] - 在将这些控制信号与这些电流的直轴分量和交轴分量关联起来的一个电动马达模型中,通过根据关系式 $X = I_q^3 + I_d^3$ 和 $Y = I_q - I_d$ 计算新的变量 X 和 Y 来应用变量的替换,其中 I_d 和 I_q 对应地表示电流的直轴分量和电流的交轴分量,

[0015] - 确定这些修改过的变量的最小界限和最大界限以便从其推断出该电流的直轴分量和交轴分量的最小界限和最大界限,

[0016] - 将测得的这些电流的直轴分量和交轴分量与所述最小界限和最大界限加以比较。

[0017] 转子为永磁体的机器中的电动马达模型是一种不协调的系统。通过实现如上所述的变量的替换,获得了一种协调系统,换言之,如果在这个系统中出现的项是有界限的,则同样地应用于这个系统的变量 X 和 Y。

[0018] 因此,通过对在该系统中出现的项进行界限设定就可以获得 X 和 Y 的最小值和最大值,并且可以由此推断出 I_q 和 I_d 的最小界限和最大界限。

[0019] 如果比较的结果指示出该测定出的值落在这些界限之外,则可以认为一个或多个传感器失效。于是有可能例如限制该电动马达的使用。因此得到了更安全的运行。

[0020] 该方法还可以包括对例如通过转矩仪来测量由该电动马达产生的转矩,从该电流的交轴分量的这些最小界限和最大界限计算该转矩的最小界限和最大界限,并且将该测定出的转矩与该转矩的所述最小界限和最大界限加以比较。

[0021] 在这种电动机器中,该转矩是与该转子的磁极对的数目、这些转子磁体产生的通量、以及该电流的交轴分量相关联的。因此可以从该转矩的界限推断出 I_q 的最小界限和最大界限。

[0022] 该方法可以包括:如果这些测定出的值中的一个值落在这些确定出的界限之外,就产生至少一个信号。

[0023] 根据第二方面,本发明的另一个主题是一种用于对带有电力驱动器或混合驱动器的机动车辆所装备的动力传动系的运行进行校验的系统,该动力传动系包括配备有一个永磁转子和一个定子的一个电动马达,该车辆包括:对向电动马达传送控制信号的该定子电流加以调节的器件,所述有待调节的电流和所述控制信号是在一个包括直轴和交轴的旋转参考坐标中表达的;被构型成测量这些电流的直轴分量和交轴分量的器件。

[0024] 根据一个总体特征,该系统包括:

[0025] - 被构形成在将这些控制信号与这些电流的直轴分量和交轴分量关联起来的一个电动马达模型中,通过根据关系式 $X = I_q^3 + I_d^3$ 和 $Y = I_q - I_d$ 计算新的变量 X 和 Y 来应用变量的替换的器件,其中 I_d 和 I_q 对应地表示电流的直轴分量和电流的交轴分量,

[0026] - 被构型成确定 X 和 Y 的最小界限和最大界限、适用于推断出该电流的这些直轴分量和交轴分量的最小界限和最大界限的器件，

[0027] - 被构型成将测得的这些电流的直轴分量和交轴分量与所述最小界限和最大界限加以比较的器件。

[0028] 该系统还可以包括：被构型成从该电流的交轴分量的这些最小界限和最大界限来计算该转矩的最小界限和最大界限的器件、以及用于将通过用于测量车辆转矩的器件测得的转矩与该转矩的所述最小界限和最大界限加以比较的器件。

[0029] 该系统可以包括被构型成如果这些测定出的值中的一个值落至这些确定出的界限之外，就产生至少一个信号的器件。

附图说明

[0030] 通过阅读单纯作为非限定性实例并参见附图所给出的以下说明将明了本发明的其他目标、特征和优点，在附图中：

[0031] - 图 1 示意性地展示了根据本发明的实现方式的方法的不同步骤，并且

[0032] - 图 2 示意性地展示了根据本发明的实施例的系统。

具体实施方式

[0033] 图 1 示意性地示出了用于对电力驱动器或混合驱动器的机动车辆所装备的动力传动系的运行进行校验的方法 PR 的不同步骤。车辆的动力传动系可以包括配备有永磁转子和定子的电动马达。

[0034] 可以实施第一步骤 E00，在该步骤中可以对定子电流（或转矩）进行调节来获得控制信号。可以将这些控制信号表达在派克空间中达，并且例如由 V_d （直轴上的分量）和 V_q （交轴上的分量）来表示。可以通过传统的方式来实施这种调节，例如通过使用比例 - 积分校正器或比例 - 积分 - 微分校正器。

[0035] 该方法还可以包括在步骤 E01 中对由 I_d （直轴分量）和 I_q （交轴分量）来表示的电流的这些直轴分量和交轴分量进行测量。步骤 E01 作为一种变体可以在该方法中稍后实施以便实施与确定的界限的比较。

[0036] 可以与步骤 E01 并行地实施步骤 E01'，以用于对由 C_{em} 表示的转矩进行测量。

[0037] 然后可以实施步骤 E02 来产生电动马达模型从而将这些控制信号与这些电流的直轴分量和交轴分量联系起来。作为一种变体，步骤 E02 是预先实施的，并且在每次实施该方法时使用相同的模型。

[0038] 应注意到的是，在该派克空间中，这种模型与下述等式系统相对应：

$$[0039] \quad \begin{cases} V_d = R_s I_d + L_d \dot{I}_d - \omega_r L_q I_q \\ V_q = R_s I_q + L_q \dot{I}_q - \omega_r (L_d I_d + \phi_f) \end{cases} \quad (\text{EQ1})$$

[0040] 其中， R_s 是该机器的定子的等效电阻， L_d 和 L_q 是该机器的派克平面的各轴线（对应的直轴和交轴）上的电感， ω_r 是该机器的磁场的转速（即该转子的转速乘以由 p 表示的该机器的磁极对的数目），并且 Φ_f 是由这些转子磁体产生的通量。

[0041] 应注意到的是,等式 EQ1 的系统是不协调的。而且,对于 L_d 与 L_q 相等的机器而言,获得了以下电磁转矩值 C_{em} :

$$[0042] \quad C_{em} = p \Phi_f I_q \quad (EQ2)$$

[0043] 其中, p 是该机器的磁极对的数目,并且 Φ_f 是由这些转子磁体所产生的通量。

[0044] 为了使等式 EQ1 的系统成为协调的,可以实施变量替换步骤 E03。在这个步骤中,新的变量可以由 X 和 Y 表示, $X = I_q^3 + I_d^3$, 并且 $Y = I_q - I_d$ 。如果使用 U_x 和 U_y 表示作为系统输入应用的新的控制信号,于是获得了以下等式的系统:

[0045]

$$\begin{cases} \frac{3}{L_s} U_x = \frac{3}{L_s} (I_d^2 V_d + I_q^2 V_q) = \frac{3R_s}{L_s} X + \dot{X} + 3\omega_r I_q \left[I_d (I_q - I_d) + \frac{\Phi_f}{L_s} \right] \\ \frac{1}{L_s} U_y = \frac{1}{L_s} (-V_d + V_q) = \frac{R_s}{L_s} Y + \dot{Y} + \omega_r \left[I_d + I_q + \frac{\Phi_f}{L_s} \right] \end{cases} \quad (EQ3)$$

[0046] 这一替换是通过推导出由 X 和 Y 的表达式来替代 I_q 和 I_d 的值或者通过它们通过等式 EQ1 的系统得到的推导形式来实施的。

[0047] 可以注意到的是获得了一种协调系统。由此,如果使用 \min 来表示该最小界限、使用 \max 来表示最大界限、使用 X^+ 和 X^- 来表示 X 对应的最大界限和最小界限、并且使用 Y^+ 和 Y^- 来表示 Y 对应的最大界限和最小界限的话,在步骤 E04 中获得了如下系统:

[0048]

$$\begin{cases} \min \left(\frac{3}{L_s} U_x \right) = \min \left(\frac{3R_s}{L_s} X^- + \dot{X}^- + 3\omega_r I_q I_d (I_q - I_d) + \min \left(3\omega_r I_q \frac{\Phi_f}{L_s} \right) \right) \\ \min \left(\frac{1}{L_s} U_y \right) = \min \left(\frac{R_s}{L_s} Y^- + \dot{Y}^- + \omega_r (I_d + I_q) + \min \left(\omega_r \frac{\Phi_f}{L_s} \right) \right) \\ \max \left(\frac{3}{L_s} U_x \right) = \max \left(\frac{3R_s}{L_s} X^+ + \dot{X}^+ + 3\omega_r I_q I_d (I_q - I_d) + \max \left(3\omega_r I_q \frac{\Phi_f}{L_s} \right) \right) \\ \max \left(\frac{1}{L_s} U_y \right) = \max \left(\frac{R_s}{L_s} Y^+ + \dot{Y}^+ + \omega_r (I_d + I_q) + \max \left(\omega_r \frac{\Phi_f}{L_s} \right) \right) \end{cases} \quad (EQ4)$$

[0049] 应注意到的是,如果 U_x 是负的,则 $\min(3/L_s * U_x) = \max(3/L_s) * U_x$, 或者如果 U_x 是正的,则是 $\min(3/L_s) * U_x$ 。

[0050] 在初始时刻 t_0 之后的每个时刻 t , 已知的是 X 和 Y 的测定值 (从 I_d 和 I_q 的测量中获得) 校验了以下两个等式:

$$[0051] \quad \begin{cases} X^-(t) \leq X(t) \leq X^+(t) \\ Y^-(t) \leq Y(t) \leq Y^+(t) \end{cases} \quad (EQ5)$$

[0052] 而且,应注意到的是,在初步校准步骤中,可以确定出 R_s 、 L_s 、 ω_r 和 Φ_f 的最小界限和最大界限。因此有可能从系统 EQ4 推断出 X^+ 、 X^- 、 Y^+ 和 Y^- 的值。

[0053] 还有可能通过求解以下系统来获得最大界限 (I_d^+ 和 I_q^+) 和最小界限 (I_d^- 和 I_q^-) 的值:

$$[0054] \quad \begin{cases} X^- &= (I_q^-)^3 + (I_d^-)^3 \\ Y^- &= I_q^- - I_q^+ \\ X^+ &= (I_q^+)^3 + (I_d^+)^3 \\ Y^+ &= I_q^+ - I_q^- \end{cases} \quad (\text{EQ6})$$

[0055] 而且,通过等式 EQ2 的公式,有可能获得转矩 C_m 的最小界限和最大界限。

[0056] 随后可以实施步骤 E05,在该步骤中将先前在步骤 E01 和 E01' 中测得的这些值与在步骤 E04 中获得的这些界限进行比较。

[0057] 如果得出的结论是这些测量值中的一项落在与该测量值相对应的界限之外,就可以实施步骤 E06 来产生指示该传感器失效的信号。

[0058] 图 2 示出了例如被嵌入带有电力驱动器或混合驱动器的、配备有具有永磁转子的动力传动系的机动车辆中的系统 SYS。

[0059] 系统 SYS 可以是结合在该车辆的电子控制单元中的,或是结合在嵌入车辆中的其他类型的计算机中的。而且,该车辆可以包括图 2 中未表现出来的、但是与系统 SYS 通信的其他器件,例如被构型成对向该电动马达传送控制信号的定子电流加以调节的器件。

[0060] 系统 SYS 包括被构型成产生电动马达的模型从而将这些控制信号与这些电流的直轴分量和交轴分量关联起来的器件 1。器件 1 被构型成实施参照图 1 描述的步骤 E02。作为一种变体,系统 SYS 并不包括任何被构型成产生电动马达的模型从而将这些控制信号与这些电流的直轴分量和交轴分量关联起来的器件,这种模型先前已经产生。

[0061] 系统 SYS 还包括被构型成在所述模型中应用变量替换的器件 2,其中 $X = I_q^3 + I_d^3$, $Y = I_q - I_d$ 。换言之,器件 2 被构型成实施步骤 E03。

[0062] 系统 SYS 还包括被构型成确定 X 和 Y 的最小界限和最大界限、适用于推断出 I_q 和 I_d 的最小界限和最大界限(步骤 E04)的器件 3,以及被构型成将测得的这些电流的直轴分量和交轴分量与 I_q 和 I_d 的所述最小界限和最大界限进行比较(步骤 E05)的器件 4。

[0063] 优选地,系统 SYS 包括被构型成如果这些测定值中的一个测定值落在这些确定的界限之外就产生至少一个信号(步骤 E06)的器件 5。

[0064] 该车辆还可以包括用于对电流 I_d 和 I_q 进行测量或感测的器件 6 或传感器,还以及用于对转矩进行测量的器件 7。系统 SYS 和方法 PR 使其可能确定这些传感器是否在运行。

[0065] 借助于本发明,有可能确定电流传感器是否是以工作状态、动态式的或永久式的任何类型而运行的。因此有可能限制该电动马达的使用。

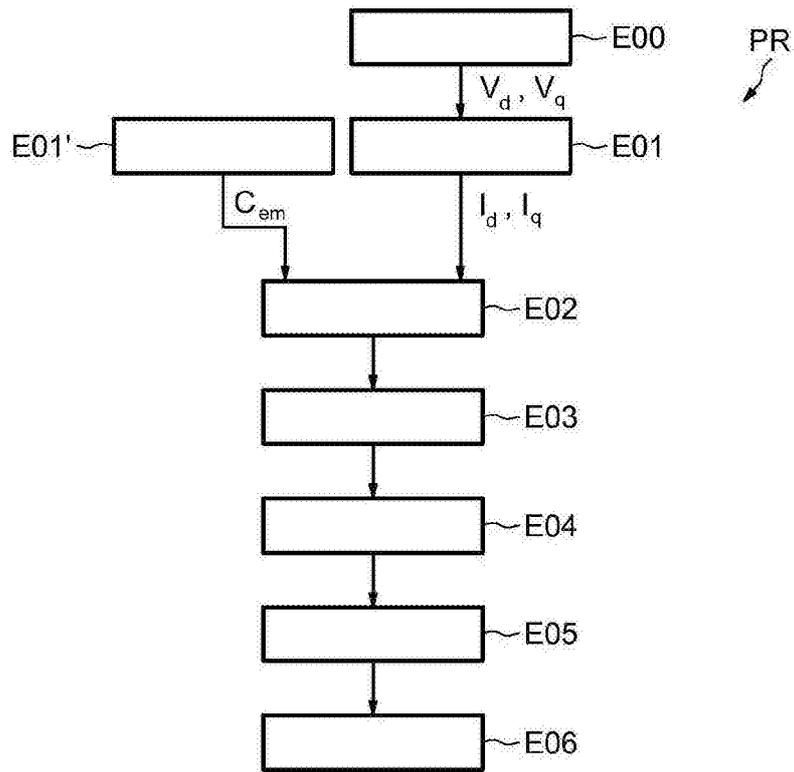


图 1

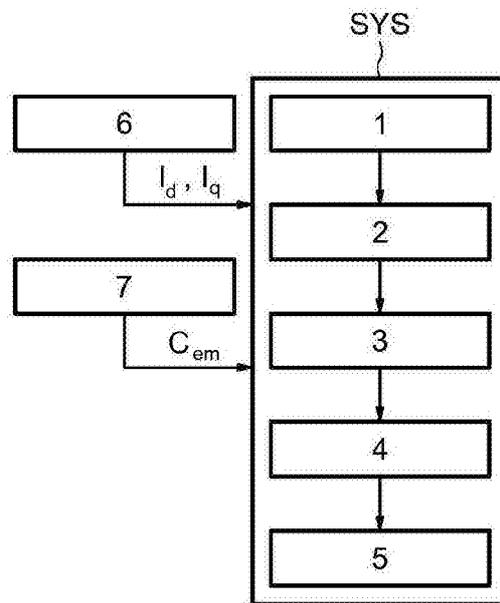


图 2