



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106471728 B

(45) 授权公告日 2020.11.03

(21) 申请号 201580037452.X

(22) 申请日 2015.07.13

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106471728 A

(43) 申请公布日 2017.03.01

(30) 优先权数据  
1456758 2014.07.11 FR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2017.01.10

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/EP2015/065926 2015.07.13

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02016/005603 FR 2016.01.14

(73) 专利权人 SOMFY两合公司  
地址 法国克鲁兹

(72) 发明人 D·米尼耶 F·热尔曼

(74) 专利代理机构 北京安信方达知识产权代理  
有限公司 11262  
代理人 张瑞 郑霞

(51) Int.Cl.  
H02P 6/15 (2016.01)

(56) 对比文件  
US 6163117 A, 2000.12.19  
US 6163117 A, 2000.12.19  
CN 1754305 A, 2006.03.29  
US 6400109 B1, 2002.06.04  
CN 101517884 A, 2009.08.26  
CN 101919155 A, 2010.12.15  
CN 103731076 A, 2014.04.16  
KR 100659156 B1, 2006.12.19

审查员 于娟

权利要求书3页 说明书9页 附图6页

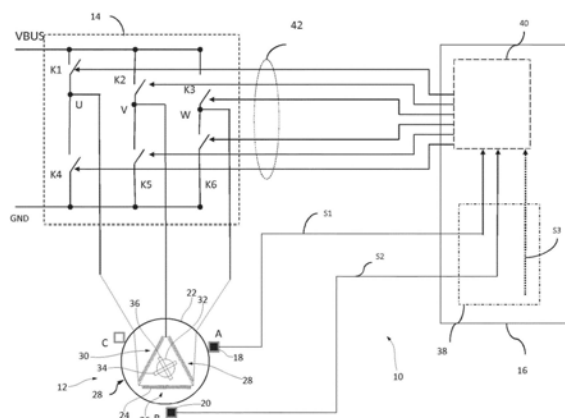
(54) 发明名称

生成用于电动机的控制信号的方法、控制设备和致动器

(57) 摘要

本发明涉及生成用于管理具有一个或多个永磁体(36)的同步电动机(12)的操作的控制信号的方法,所述同步电动机包括:定子(22),所述定子包括P个相(26,28,30);转子(32),所述转子包括所述一个或多个永磁体;开关模块(14),其装备有多个开关(K1-K6);N个霍尔效应传感器(18,20),其对由所述一个或多个永磁体感生的旋转电磁场敏感,N不小于2且严格小于P,所述方法包括:获取由所述传感器传输的状态信息的步骤以及基于由所述传感器传输的状态信息估计至少一条补充信息的步骤,所述补充信息表征至少一个虚拟传感器(C)的状态变化。本发明还涉及控制设备(16),其包括用于估计一条补充信息(S3)的模块和用于生成控制信号(42)的模块,所述控制设备被配置为实现该方法。本发明还涉及致动器(10),其包括具有永磁体的同步电动机

(12) 和控制设备(16)。



CN 106471728 B

1. 一种生成用于管理具有一个或多个永磁体的同步电动机(12)的操作的控制信号的方法,

所述同步电动机包括:

定子(22),所述定子包括P个相(26,28,30);

转子(32),所述转子包括所述永磁体(34、36);

开关模块(14),其装备有多个开关;

N个霍尔效应传感器(18,20),其对由所述永磁体感生的旋转电磁场敏感,N不小于2且严格小于P,

所述方法包括:

-获取由所述霍尔效应传感器(18,20)传输的状态信息的步骤;以及

-基于由所述霍尔效应传感器(18,20)传输的所述状态信息估计至少一条补充信息的步骤,所述补充信息表征至少一个虚拟传感器的状态变化;

-识别一组可能的阶段中的所述电动机(12)的操作阶段的步骤,所述可能的阶段包括加速阶段和来自以下阶段中的至少两个阶段:空闲阶段、启动阶段和标称额定阶段;以及

-基于所述状态信息、所述至少一条补充信息以及所述电动机的操作阶段生成作用于所述开关模块(14)的开关的控制信号的步骤;

其中,在所述加速阶段:

-1)获取由所述霍尔效应传感器传输的状态信息的步骤包括:针对给定的旋转方向,测量所述霍尔效应传感器中的第一传感器的上升沿和所述霍尔效应传感器中的第二传感器的下降沿之间的持续时间 $T_M$ ;

-2)估计表征至少一个虚拟传感器的状态变化的至少一条补充信息的步骤包括:在所述第二传感器的下降沿之后的持续时间 $T_M$ 之后,生成所述至少一个虚拟传感器的上升沿;

-3)获取由所述霍尔效应传感器传输的状态信息的步骤包括:针对给定的旋转方向,测量所述霍尔效应传感器中的所述第一传感器的下降沿和所述霍尔效应传感器中的所述第二传感器的上升沿之间的持续时间 $T_D$ ;

-4)估计表征至少一个虚拟传感器的状态变化的至少一条补充信息的步骤包括:在所述第二传感器的上升沿之后的持续时间 $T_D$ 之后,生成所述至少一个虚拟传感器的下降沿,

所述方法的特征在于:

所述电动机的操作阶段基于由所述霍尔效应传感器传输的状态信息确定,并且所述可能的阶段包括:

-第一阶段,在其期间所述控制信号以相对于由所述霍尔效应传感器(18,20)或所述至少一个虚拟传感器中的一个的状态中的改变标记的时刻的零或非零的第一预定时移生成,

-第二阶段,在其期间所述控制信号以相对于由所述霍尔效应传感器(18,20)或所述至少一个虚拟传感器中的一个的状态中的改变标记的时刻的、不同于所述第一预定时移的第二预定时移生成。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述可能的阶段包括所述标称额定阶段,在所述标称额定阶段期间,估计至少一条补充信息的步骤包括:

-测量所述霍尔效应传感器(18,20)之一的两个连续状态改变之间的时间间隔的步骤;

-计算这些间隔的平均持续时间的步骤;以及

-使用所计算的平均持续时间来估计至少一条补充信息的步骤。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在於,所述可能的阶段包括所述启动阶段,并且估计至少一条补充信息的步骤包括在所述启动阶段期间:

-测量所述霍尔效应传感器中的第一霍尔效应传感器(18)的状态改变和跟随所述霍尔效应传感器中的第一霍尔效应传感器(18)的状态改变的所述霍尔效应传感器中的第二霍尔效应传感器(20)的相反的第一状态改变之间的时间间隔的持续时间或所述霍尔效应传感器中的第二霍尔效应传感器(20)的状态改变和跟随所述霍尔效应传感器中的第二霍尔效应传感器(20)的状态改变的所述霍尔效应传感器中的第一霍尔效应传感器(18)的相反的第一状态改变之间的时间间隔的持续时间的步骤;然后

-使用所测量的持续时间来估计至少一条补充信息的步骤。

4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在於,所述可能的阶段包括所述启动阶段,并且估计至少一条补充信息的步骤包括在所述启动阶段期间:

-测量所述霍尔效应传感器中的第一霍尔效应传感器(18)的状态改变和跟随所述霍尔效应传感器中的第一霍尔效应传感器(18)的状态改变的所述霍尔效应传感器中的第二霍尔效应传感器(20)的相反的第一状态改变之间的时间间隔的持续时间或所述霍尔效应传感器中的第二霍尔效应传感器(20)的状态改变和跟随所述霍尔效应传感器中的第二霍尔效应传感器(20)的状态改变的所述霍尔效应传感器中的第一霍尔效应传感器(18)的相反的第一状态改变之间的时间间隔的持续时间的步骤;然后

-使用所测量的持续时间来估计至少一条补充信息的步骤。

5. 根据权利要求1-4中的任一项所述的方法,其特征在於,估计至少一条补充信息的步骤包括:

-分析状态信息的步骤,其包括至少一个测试,以确定由所述霍尔效应传感器传输的状态信息是否满足预定的充分条件;然后

-如果所述充分条件被满足,则进行从所述分析中直接导出所述至少一条补充信息的步骤;

或者,如果所述充分条件不满足,则进行任意地选择所述至少一条补充信息,然后基于稍后在具有预定持续时间的的时间间隔期间接收的状态信息确定所述至少一条补充信息是否必须被修改的步骤。

6. 根据权利要求1-4中的任一项所述的方法,其特征在於,估计至少一条补充信息的步骤包括:

-分析状态信息的步骤,其包括至少一个测试,以确定由所述霍尔效应传感器传输的状态信息是否满足预定的充分条件;然后

-如果所述充分条件被满足,则进行从所述分析中直接导出所述至少一条补充信息的步骤;

-或者,如果所述充分条件不满足,则进行基于分析和所述电动机的旋转方向确定所述至少一条补充信息的步骤。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在於,估计至少一条补充信息的步骤包括:

-分析状态信息的步骤,其包括至少一个测试,以确定由所述霍尔效应传感器传输的状态信息是否满足预定的充分条件;然后

-如果所述充分条件被满足,则进行从所述分析中直接导出所述至少一条补充信息的步骤;

-或者,如果所述充分条件不满足,则进行基于分析和所述电动机的旋转方向确定所述至少一条补充信息的步骤。

8.一种用于控制具有永磁体的同步电动机(12)的控制设备(16),其特征在于所述控制设备包括用于估计至少一条补充信息的模块(38)和用于生成控制信号的模块(40),所述控制设备被配置为实现根据前述权利要求之一所述的方法。

9.一种致动器(10),其包括具有永磁体的同步电动机(12),

所述同步电动机包括:

定子(22),所述定子包括组成P个相(26,28,30)的多个绕组(24),P不小于2;

转子(32),所述转子(32)包括A个永磁体(34,36),A大于或等于1;

开关模块(14),其设置有多个开关;

N个霍尔效应传感器,所述霍尔效应传感器对由所述永磁体感生的旋转电磁场敏感,N不小于1且严格小于P;

其特征在于,所述致动器包括连接到所述霍尔效应传感器(18,20)和开关模块(14)的根据权利要求8所述的控制设备(16)。

10.根据权利要求9所述的致动器,其特征在于,所述霍尔效应传感器(18,20)布置在定位在所述定子内的共享电子电路支撑元件(44)上。

11.根据权利要求10所述的致动器,其特征在于,所述共享电子电路支撑元件(44)为盘、盘段、环或环形段的形状。

12.根据权利要求10所述的致动器,其特征在于,所述共享电子电路支撑元件(44)包括多个壳体(46,48,50),所述壳体中的每个适于接收霍尔效应传感器(18,20)。

13.根据权利要求11所述的致动器,其特征在于,所述共享电子电路支撑元件(44)包括多个壳体(46,48,50),所述壳体中的每个适于接收霍尔效应传感器(18,20)。

14.根据权利要求12所述的致动器,其特征在于,所述共享电子电路支撑元件(44)包括P个壳体。

15.根据权利要求13所述的致动器,其特征在于,所述共享电子电路支撑元件(44)包括P个壳体。

16.根据权利要求9-15中任一项所述的致动器,其特征在于,所述霍尔效应传感器(18,20)是二进制输出霍尔效应传感器。

17.根据权利要求9-15中任一项所述的致动器,其特征在于,所述霍尔效应传感器(18,20)是模拟输出霍尔效应传感器,所述霍尔效应传感器(18,20)连接到传送二进制信号的后处理级。

18.根据权利要求9-15中任一项所述的致动器,其特征在于,数量A等于二或四。

19.根据权利要求16所述的致动器,其特征在于,数量A等于二或四。

20.根据权利要求17所述的致动器,其特征在于,数量A等于二或四。

## 生成用于电动机的控制信号的方法、控制设备和致动器

[0001] 发明的技术领域

[0002] 本发明涉及装备有具有永磁体的同步电动机的致动器领域。本发明特别涉及一种生成用于管理具有配备这种致动器的一个或多个永磁体的同步电动机的操作的控制信号的方法。本发明还涉及一种适于实现这样的方法的控制设备和致动器,该致动器包括具有一个或几个永磁体的同步电动机和控制设备。

[0003] 发明背景

[0004] 具有永磁体的同步电动机通常包括由每相一个或几个线圈构成的多相定子和构成磁路的金属片堆以及具有一个或多个永磁体的转子。此外,为了确定转子相对于线圈的角位置,传感器通常定位在定子上以检测由转子感生的旋转场的变化。实际上,由于体积原因,这些传感器经常相对于线圈角度偏移。这些传感器特别地传递能够产生控制电动机的操作的控制信号所需的信息,而且还确定转子的位置(所执行的转数、行进位置的终点、中间位置、阻挡位置检测)。

[0005] 为了生成电动机的控制信号,在电动机的定子内放置严格等于定子的相数的多个传感器是通常的做法。例如,在三相定子的情况下,在大多数情况下,三个霍尔效应传感器被布置在定子内。然而,使用严格等于电动机的相数的多个传感器在体积和成本方面是限制性的。

[0006] 为了减少用于管理具有永磁体的同步电动机的操作的传感器的数量,文献US 6,163,117描述了一种用于产生控制信号的方法,其使得减少传感器的数量是可能的。所公开的原理等于用虚拟传感器替换实际传感器之一,即,基于由真实传感器提供的信号通过计算生成假设的传感器的输出信号,该真实传感器以小于相数的数量存在。然而,所公开的控制方法似乎不能生成用于将被优化的电动机的操作的控制信号。该方法特别地不提供任何灵活性来考虑电动机的不同可能的工作额定值并且优化在这些工作额定值中的每一个中的电动机的操作。

[0007] 发明简述

[0008] 本发明寻求解决现有技术的缺陷。为了这个目的,根据本发明的第一方面提出的是生成用于管理具有一个或多个永磁体的同步电动机的操作的控制信号的方法,该同步电动机包括:定子,该定子包括P个相;转子,该转子包括所述永磁体;开关模块,其装备有多个开关;N个霍尔效应传感器,其对由所述永磁体感生的旋转电磁场敏感,N不小于2且严格小于P,该方法包括:

[0009] -获取由传感器传输的状态信息的步骤;以及

[0010] -基于由传感器传输的状态信息估计至少一条补充信息的步骤,该补充信息表征至少一个虚拟传感器的状态变化;

[0011] -确定电动机的操作阶段的步骤;以及

[0012] -基于状态信息和至少一条补充信息以及电动机的操作阶段生成作用于开关模块的开关的控制信号的步骤。

[0013] 通过考虑电动机的操作阶段以生成控制信号,其操作被优化,例如,在可用扭矩方

面或热性能或输出方面,包括当真实传感器的数量低于电动机的相数时。

[0014] 优选地,操作阶段属于一组可能的阶段,包括来自以下阶段中的至少两个阶段:空闲阶段、启动阶段、标称额定阶段、逐渐停止阶段和紧急停止阶段。

[0015] 根据一个具体的有利的实施方式,电动机的操作阶段基于由霍尔效应传感器传输的状态信息确定。由霍尔效应传感器传输的状态信息特定地使从第一旋转分数估计电动机的方向、速度和加速度成为可能。

[0016] 根据一个具体的简单的实施方式,该可能的阶段包括:

[0017] -第一阶段,在其期间控制信号以相对于由霍尔效应传感器或虚拟传感器中的一个的状态中的改变标记的时刻的第一预定时移--零或非零--生成,以及

[0018] -第二阶段,在其期间控制信号以相对于由霍尔效应传感器或虚拟传感器中的一个的状态中的改变标记的时刻的不同于第一预定时移的第二预定时移--零或非零--生成。

[0019] 该实施方式可具体地用二进制输出霍尔效应传感器实现。第一阶段可例如是启动阶段,而第二阶段是标称额定阶段。

[0020] 特别地,控制信号在第一阶段期间生成,使得定子的相的绕组的端子之间的电流环流具有相对于在绕组的端子两端由旋转电磁场感生的反电动势的第一预定电相移,零或非零。

[0021] 在第二阶段期间,控制信号被生成以使得定子的相的绕组的端子之间的电流环流具有相对于在绕组的端子两端由旋转电磁场感生的反电动势的不同于第一预定电相移的第二预定电相移。

[0022] 根据本发明的一个可选方案,可能的阶段包括标称额定阶段,在其期间,估计至少一条补充信息的步骤包括:

[0023] -测量霍尔效应传感器之一的两个连续状态改变之间的时间间隔的步骤;

[0024] -计算这些间隔的平均持续时间的步骤;以及

[0025] -使用所计算的平均持续时间来估计至少一条补充信息的步骤。

[0026] 在标称额定阶段期间,控制信号优选地被生成以使得定子的相的绕组的端子之间的电流环流具有相对于在绕组的端子两端由旋转电磁场感生的反电动势的第一预定电相移,零或严格小于 $15^\circ$ 。在标称额定值中,这种控制策略使优化扭矩和输出以及最小化热损耗成为可能。

[0027] 根据本发明的另一个特征,可能的阶段包括启动阶段,并且估计至少一条补充信息的步骤包括在启动阶段期间:

[0028] -测量第一霍尔效应传感器的状态改变和跟随第一霍尔效应传感器的状态改变的第二霍尔效应传感器的相反的第一状态改变之间的时间间隔的持续时间或第二霍尔效应传感器的状态改变和跟随第二霍尔效应传感器的状态改变的第一霍尔效应传感器的相反的第一状态改变之间的时间间隔的持续时间的步骤;然后

[0029] -使用所测量的持续时间来估计至少一条补充信息的步骤。

[0030] 该特征允许在电动机的加速或减速期间的更大的反应性。

[0031] 在实践中,在启动阶段期间,控制信号被生成为使得定子的相的绕组的端子之间的电流环流具有相对于在绕组的端子两端由旋转电磁场感生的反电动势的至少 $15^\circ$ 并且优选地至少 $30^\circ$ 的预定电相移。该操作模式使得在电动机的定子的磁路中获得显著的磁通是

可能的,这使得确保良好的启动是可能的。

[0032] 根据本发明的另一可选方案,估计至少一条补充信息的步骤包括:

[0033] -分析状态信息的步骤,该步骤包括至少一个测试,以确定由传感器传输的状态信息是否满足预定的充分条件;然后

[0034] -如果充分条件被满足,则进行从分析中直接导出至少一条补充信息的步骤;

[0035] -或者如果充分条件不满足,则进行任意地选择至少一条补充信息,然后基于稍后在具有预定持续时间的的时间间隔期间接收的状态信息确定至少一条补充信息是否必须被修改的步骤。

[0036] 可选地,估计至少一条补充信息的步骤包括:

[0037] -分析状态信息的步骤,该步骤包括至少一个测试,以确定由传感器传输的状态信息是否满足预定的充分条件;然后

[0038] -如果充分条件被满足,则进行从分析中直接导出至少一条补充信息的步骤;

[0039] -或者如果充分条件不满足,则进行基于分析和电动机的旋转方向确定至少一条补充信息的步骤;

[0040] 根据一个优选的实施方式, $P=3$ 且 $N=2$ 。因此,根据本发明的用于生成控制信号的方法有利地应用于包括三相定子的电动机。

[0041] 根据本发明的另一方面,本发明涉及用于控制具有永磁体的同步电动机的设备,该设备包括用于估计至少一条补充信息的模块和用于生成控制信号的模块,这些模块被配置为执行先前描述的方法。

[0042] 根据本发明的又另一个方面,涉及致动器,其包括具有永磁体的同步电动机,该同步电动机包括:定子,其包括组成 $P$ 个相的多个绕组, $P$ 不小于2;转子,该转子包括 $A$ 个永磁体, $A$ 大于或等于1;开关模块,其设置有多个开关; $N$ 个霍尔效应传感器,该霍尔效应传感器对由永磁体感生的旋转电磁场敏感, $N$ 不小于1且严格小于 $P$ ;该致动器包括如前面所定义的控制设备,其连接到霍尔效应传感器和开关模块14。

[0043] 有利地,霍尔效应传感器布置在定位在定子内的共享电子电路支撑元件上,共享支撑元件优选地为盘、盘段、环或环形段的形状。这种构造特别适用于例如在家庭自动化领域中广泛使用的管状电动机。

[0044] 为了在选择电动机内的传感器的定位方面提供一定程度的灵活性,可能提供的是,共享的支撑元件包括多个壳体,并且优选地为 $P$ 个壳体,每个壳体适用于接收霍尔效应传感器。优选地,共享支撑元件包括三个壳体和两个霍尔效应传感器。根据一个实施方式,壳体围绕转子的旋转轴线以 $60^\circ$ 或 $120^\circ$ 的角间隔布置。

[0045] 根据一个优选实施方式,霍尔效应传感器是二进制输出霍尔效应传感器。可选地,霍尔效应传感器是模拟输出霍尔效应传感器,其连接到传送二进制信号的后处理级。

[0046] 根据一个优选实施方式,数量 $A$ 等于二或四。

[0047] 根据另一方面,本发明涉及生成用于管理具有一个或多个永磁体的同步电动机的操作的控制信号的方法,该同步电动机包括:定子,该定子包括 $P$ 个相;转子,该转子包括所述永磁体;开关模块,其装备有多个开关; $N$ 个霍尔效应传感器,其对由所述永磁体感生的旋转电磁场敏感, $N$ 不小于2且严格小于 $P$ ,该方法包括:

[0048] -获取由传感器传输的状态信息的步骤;以及

[0049] -确定电动机的操作阶段的步骤;以及

[0050] -基于状态信息、电动机的操作阶段和至少一条补充信息生成作用于开关模块的开关的控制信号的步骤,该至少一条补充信息表征至少一个虚拟传感器的状态的演变并基于由传感器在估计步骤期间发射的状态信息获得,该步骤包括:

[0051] -分析状态信息的步骤,该步骤包括至少一个测试,以确定由传感器传输的状态信息是否满足预定的充分条件;然后

[0052] -如果充分条件被满足,则进行从分析中直接导出至少一条补充信息的步骤;

[0053] -或者如果充分条件不满足,则进行任意地选择至少一条补充信息,然后基于稍后在具有预定持续时间的的时间间隔期间接收的状态信息确定至少一条补充信息是否必须被修改的步骤。

[0054] 将本发明的不同方面或实施方式彼此结合已定义其它的方面或实施方式当然是可能的。

[0055] 附图简述

[0056] 阅读下面的描述,通过参照附图,本发明的其它特征和优势将会呈现,附图示出:

[0057] -图1是根据本发明的致动器的示意图;

[0058] -图2是根据本发明的致动器的具有永磁体的同步电动机的共享电路支撑元件的示意图;

[0059] -图3是来自具有现有技术的三相定子的同步电动机的霍尔效应传感器的状态信号的示意图;

[0060] -图4是在根据本发明的用于生成控制信号的方法的实现期间传感器的状态信号的第一示意图;

[0061] -图5是在根据本发明的用于生成控制信号的方法的实现期间传感器的状态信号的第二示意图;

[0062] -图6A是在根据本发明的用于生成控制信号的方法的实现期间传感器的状态信号的第三示意图;

[0063] -图6B是在根据本发明的用于生成控制信号的方法的实现期间传感器的状态信号的第四示意图;

[0064] -图7是在根据本发明的用于生成控制信号的方法的实现期间传感器的状态信号的第五示意图;

[0065] -图8是在启动和加速阶段中具有三相定子的同步电动机的操作信号的示意图;

[0066] -图9是在具有恒定转速的标称额定值中具有三相定子的同步电动机的操作信号的示意图;

[0067] 为了更清楚,在所有附图中相同的元件使用相同的参考标记来标识。

[0068] 本发明的详细描述

[0069] 图1示意性地示出了根据本发明的致动器10。目的在于驱动家用自动化装置(例如保护或隐蔽屏)板块的致动器10包括具有永磁体的同步电动机12、电动机的开关模块14和连接到传感器18、20和开关模块14的控制设备16。

[0070] 电动机12由定子22和具有两个永磁体34、36的转子32组成,定子22包括形成磁路的金属片堆(未示出)和形成彼此120°布置的三相26、28、30的绕组24。

[0071] 以已知的方式,开关模块14包括多个电力开关(K1-K6),其基于所接收的控制信号顺序地给电动机的相26、28、30供电,以便产生旋转磁场。控制序列基于转子32相对于定子22的绕组24的相对位置生成。因此,开关(K1-K6)在给定时刻的位置构成控件,其经由电动机12的相26、28、30确定其操作。

[0072] 开关模块14由控制设备16控制,该控制设备16包括用于估计虚拟传感器的输出信号的模块38和用于生成控制信号42的模块40。这些模块中的每一个包括硬件和软件装置,其被布置和配置为使得控制设备16实现用于生成控制信号以管理电动机的操作的方法,如以下将描述的。

[0073] 用于估计虚拟传感器的输出信号的模块38被连接到两个霍尔效应传感器18、20,这两个霍尔效应传感器18、20相对于定子22静止,优选地与其集成。优选地,这些传感器18、20是二进制输出霍尔效应传感器。优选地,这些传感器在定子22内彼此成 $120^\circ$ 或 $60^\circ$ 定位。

[0074] 如稍后将描述的,估计模块使得从两个实际传感器18和20的状态信号S1、S2估计将由相对于真实传感器18和20有角度地偏移的第三传感器传递的信号S3是可能的。因此,由估计模块11生成的信号表征假设的传感器的状态的演变,该假设的传感器不同于真实传感器18、20,其在本申请中被限定为虚拟传感器。

[0075] 因此,尽管通常需要三个传感器来完全确定控制信号42和用于设置有三相定子的电动机的转子32的位置,但是根据本发明的致动器10的电动机12仅包括两个所谓的真实传感器18、20。下面将详细描述的方法因此使得可能生成控制信号42以从仅由两个真实传感器18和20提供的信号S1、S2开始作用于电动机的开关模块14的开关K1至K6,并且从信号S1和S2经过用于构建虚拟传感器的信号S3的中间步骤。

[0076] 图2示意性地示出布置在电机12的定子22内并且传感器18、20定位在其上的共享支撑元件44。共享支撑元件44基本上是平面的并且优选地为环形段的形状,如图2所示。这种形状在体积方面是特别有利的,特别是对于管状电机。可选地,共享支撑元件44可采取环形、盘或盘段的形式。共享支撑元件44包括三个壳体46、48、50,所有都适于接收传感器。第一传感器18被布置在第一壳体46中,第二传感器20被布置在第二壳体48中,而第三壳体50被用于设计阶段中以容纳第三真实传感器并验证用于生成控制信号的方法,并且在操作阶段期间容纳用于两个传感器18、20的连接技术。

[0077] 为了更好地理解根据本发明的方法的描述,图3示出由布置在具有带三相定子的永磁体的常规同步电动机中的三个传感器传递的信号。这些二进制信号相对于彼此相移。对应的真值表建立如下:

		信号		
		S1	S2	S3
[0078]	T1	0	0	1
	T2	0	1	1
	T3	0	1	0
	T4	1	1	0
	T5	1	0	0
	T6	1	0	1

[0079] 为了消除传感器之一,根据本发明的方法包括由图4至图7所示并由估计模块38执

行的估计算法,其使得可能基于由真实传感器18和20传输的状态信号S1和S2估计表征虚拟传感器的状态的演变的信号S3。来自真实传感器的信号S1、S2和从估计算法得到的信号S3接下来供给由模块40执行的用于生成控制信号的算法,如关于图8和图9所描述的,这使得可能确定控制信号被发送到开关模块14的时刻。

[0080] 用于估计信号S3的算法可以被划分为三个连续的阶段,即当电动机离开空闲阶段时在启动时实现的初始化阶段,之后是加速阶段,在加速阶段期间电动机的速度不恒定,最后是对应于标称额定值的恒定速度阶段。如果适用,在稍后的减速阶段中的信号S3的估计可以遵循与恒定速度阶段中相同的算法。

[0081] 在初始化阶段期间,目标是利用非常少的可用数据确定来自虚拟传感器的信号S3的初始值。在该阶段中,对先前的真值表进行的观察被使用:在读取该表时,可以看出当传感器18和20具有相同的状态时(例如,传感器18和传感器20具有相同的状态“00”或“11”),则第三传感器必然具有相反的状态。当两个真实传感器18和20的状态信号S1、S2相同时,该第一观察使得可能确定第三传感器(这里是虚拟传感器)的状态信号S3。

[0082] 用于该初始化阶段的算法的第一实施方式在图4和图5中示出,其中示出了真实传感器18和20的信号S1和S2以及来自虚拟传感器的重构信号S3作为时间的函数的演变。

[0083] 图4示出信号S1和S2的初始状态没有留下关于信号S3的值的任何选择的情况。信号S1和S2最初在电动机被停止时(时刻 $I_0$ )为0,信号S3已经被定位在1(根据真值表仅仅是兼容值)。当电动机被启动时,电动机的旋转首先在时刻 $I_1$ 驱动信号S1的状态改变。信号S1和S2的新状态,即“1”和“0”与S3的先前值(“1”)兼容,后者被保持。然后,信号S2依次在时刻 $I_2$ 改变状态,并且信号S3的先前值变得与信号S1和S2的新状态不兼容。用于估计虚拟传感器38的输出信号的模块然后修改值S3,其完成该初始化阶段。

[0084] 图5示出这样的情况,其中信号S1和S2的初始值不能使在同一时刻明确地确定信号S3成为可能。虚拟传感器的状态从与真实传感器18和20的状态兼容的状态(例如在图5中的时刻 $I_3$ )中首先任意地被确定,然后该任意状态接着被保持具有预定持续时间的时间间隔。如果在该时间间隔期间由真实传感器传输的状态信号S1和S2不显示任何变化,则虚拟传感器的状态S3被修改(这里在图5中的时刻 $I_4$ )。该过程在环路中被执行一定时间长度。有利地,基于期望的启动方向、温度或初始条件来考虑改变时间间隔的持续时间是可能的。类似于第一实施方式,初始化阶段在信号S1和S2中的一个的第一状态改变时完成,其在与电流信号S3不兼容之后引起后者的状态的修改,这里标识在图5中的时刻 $I_5$ 。

[0085] 根据在图6A和6B所示的在初始化阶段中实现的算法的第二实施方式,虚拟传感器的状态通过基于真实传感器的值和已知的预定旋转方向的计算来确定。为了实现该实施方式,电动机应具有来自对应于旋转方向的真实传感器的信号S1、S2的值的先前保存的序列。这些序列可以在安装步骤期间被预定义或学习。在图6A所示的情况中,电动机被供电以便沿逆时针方向旋转。在停止的初始时刻存在信号S1采取值“0”和信号S2采取值“0”时,算法最初向S3给出值“1”(仅根据真值表的兼容值),然后,在第一观察到的状态改变(这里转变为信号S2的值“1”)之后,信号S3的演变通过分配给信号S3的值和当信号实际上采用所分配的值时的转变时刻来估计。该分配值取决于旋转方向,并因此取决于信号S1、S2的值的下一个序列。在所示的示例中,信号S1、S2的序列(0,1)后面是序列(1,1)。因此,分配给S3的值为0。该算法在信号S2的转变(未示出)的同时或在时间延迟 $\Delta T$ (如图6A所示)之后生成到信号

S3的值“0”的转变。在信号S1、S2的序列改变期间分配给S3的值以及相对于信号S2的转变的信号S3的转变的可能的延迟 $\Delta T$ 由先验学习得到。图6B示出电机在顺时针方向被供电的情况。最初,信号S1和S2处于状态“1”,其在S3上强加状态“0”。作为信号S1的第一转变的结果,信号S1、S2的序列变为(0,1)。与图1所示的示例相反,信号S1、S2的跟随的序列在所考虑的旋转方向上是(0,0)。因此,分配给S3的值为1,并且转变与信号S1的转变同时触发或在时间延迟 $\Delta T$ 之后触发。来自真实传感器的信号S1、S2的值的序列以及时间延迟持续时间必须已经经历针对每个旋转方向先验学习。

[0086] 初始化阶段之后是加速阶段,在该阶段期间针对给定的旋转方向确定虚拟传感器的状态,还考虑从来自真实传感器的信号的最后转变起经过的时间,如图4和7所示。估计模块38首先测量传感器A和B中的第一传感器的上升沿(从低状态或“0”转变到高状态或“1”)和传感器A和B中的另一传感器的下降沿(从高状态或“1”转变到低状态或“0”),以在从该另一真实传感器的下降沿起等于 $T_M$ 的时间长度之后生成虚拟传感器的信号的上升沿。因此,在图4中的时刻 $I_{2'}$ ,观察到信号S1的转变。时刻 $I_2$ 和 $I_{2'}$ 之间的持续时间 $T_M$ 被存储为时间延迟值,以在距 $I_{2'}$ 等于 $T_M$ 的时间之后的时刻 $I_{2''}$ 产生S3的新的状态改变。类似的转换在图7中示出。然后,其次,估计模块11测量传感器A和B中的第一传感器的下一个下降沿与传感器A和B中的另一个的上升沿之间的持续时间 $T_D$ (图7),以在从该另一真实传感器的上升沿起的等于 $T_D$ 的时间长度后生成虚拟传感器的信号的下降沿。因此,由估计模块38测量的虚拟信号的构造继续,越来越近。只要转速单调变化,因此例如只要在信号S1的两个连续的状态改变之间的时间间隔减小,则加速度阶段继续。用于确定表征虚拟传感器的状态的信号的方法的优点在于,它允许在加速阶段期间的高的反应性。

[0087] 加速阶段后是标称额定阶段,在该阶段期间,表征虚拟传感器的状态的信号考虑到真实传感器的一个或另一个的两个连续的状态改变之间的时间间隔持续时间而被确定。特别是,通过计算这些间隔的平均持续时间,通过类比来预测虚拟传感器的状态改变必须在具有基本上与该平均持续时间相同的持续时间的定期时间间隔跟随彼此是可能的。

[0088] 如由以上的元素示出的,用于生成信号S3的算法使用从由真实传感器提供的信息来重构表征虚拟传感器的状态的信号是可能的。

[0089] 基于来自真实传感器的状态信号和来自虚拟传感器的重构信号,在图8和图9中示出的第二算法用于确定控制信号被发送的时刻,并更一般地用于允许控制信号的建立以作用于开关模块14的开关。这些时刻特别地考虑电动机的操作状态(空闲、启动、加速、标称额定、减速、紧急停止等)来确定。到启动、逐渐停止或紧急停止阶段的通道根据来自用户的命令或异常的检测来完成。然而,从启动阶段到标称额定阶段的通道是基于转子的位置的演变准则完成的。

[0090] 图8示出具有带有三相定子的永磁体的同步电动机在启动时刻的加速阶段中的操作信号,以及图9基于真实传感器的信号S1和S2和由估计模块38计算的信号S3示出在标称额定阶段以恒定速度的对应信号。图8和图9各自的顶部部分示出状态信号S1、S2、S3。下面的六条曲线示出作为时间的函数的由传感器的状态信号导致的每个开关(K1至K6)的状态的演变。每个图的底部部分最后示出相应的相电压 $U_1$ 、 $U_2$ 、 $U_3$ (阶跃函数)以及在每个相的端子两端感生的电动势 $FEM_1$ 、 $FEM_2$ 、 $FEM_3$ (平滑函数)。应当注意,相电流基本上与相电压同相。

[0091] 在启动阶段和加速阶段中,在图8中,当转速从停止向标称值增加时,即通过集成

到控制装置16中的生成模块40的切换,控制开关模块14的开关K1至K6的开关的控制信号的发送被同步,以便确保穿过定子绕组的电流(或相电压、基本上同相的电流和电压)与反电动势FEM1、FEM2、FEM3(即通过移动的磁体在该相同绕组的端子上感应的电压)之间的足够的预定相移。更具体地,在图8的示例中可以看到,对于每个相,相的绕组的端子两端的电压(周期性或准周期阶梯函数)相对于由永磁体感生的电动势相移(在手头的情况下,相位延迟为电压的时间周期的大约1/12)。

[0092] 在这个阶段期间的目标是保证启动和最大化扭矩,即使它意味着临时劣化速度、增加电流和散热的强度。在实践中,并且考虑在固定的传感器18和20与绕组24之间存在的物理角位移,在该实施方式中,该结果通过同步在真实传感器18和20和虚拟传感器的输出边缘上的开关的切换来获得。换句话说,控制信号在由真实传感器或虚拟传感器之一的状态改变标记的时刻被发送。然而,让我们补充的是,这种完美的同步仅在固定传感器18和20相对于绕组24的角定位被仔细地选择时才会遇到。更一般地,对于任何角度定位,将注意的是,在启动和加速阶段中,在相的绕组的端子两端的电压与由这些相同绕组中的永磁体感生的电磁力之间的期望相移对应于在开关K1至K6的切换与传感器的状态改变之间的零或非零的预定相移D1。

[0093] 在给定的旋转方向上,相应的真值表在下面被建立:

真值表									
时刻	信号			具有相移 D1 (零) 的激活					
	S1	S2	S3	K1	K2	K3	K4	K5	K6
T1	0	0	1	0	1	0	0	0	1
T2	0	1	1	0	1	0	1	0	0
T3	0	1	0	0	0	1	1	0	0
T4	1	1	0	0	0	1	0	1	0
T5	1	0	0	1	0	0	0	1	0
T6	1	0	1	1	0	0	0	0	1

[0094] 在标称额定值中,在图9中,当转速恒定并等于标称速度时,同步被完成,使得绕组24中的电压与反电动势同相,这限制磁路中的流,因此限制加热和损耗。

[0095] 实际上,在图9所示的示例中,该操作模式通过开关K1至K6相对于真实和虚拟传感器的状态信号S1、S2和S3的相移D2获得,不同于在启动和加速阶段遇到的相移D1。更具体地且作为说明,图8示出电压信号的周期的十二分之一的相位延迟。对应的激活表建立如下:

激活表									
时刻	信号			具有相移 D2 的激活					
	S1	S2	S3	K1	K2	K3	K4	K5	K6
[0097] T1	0	0	1	0	1	0	1	0	0
T2	0	1	1	0	0	1	1	0	0
T3	0	1	0	0	0	1	0	1	0
T4	1	1	0	1	0	0	0	1	0
T5	1	0	0	1	0	0	0	0	1
T6	1	0	1	0	1	0	0	0	1

[0098] 总之,相对于由传感器18或20(信号S1和S2)之一或虚拟传感器(信号S3)的状态改变所标记的时刻,具有零或非零时移的控制信号被生成,其至少在启动阶段和/或加速阶段中采用第一值D1,并且在标称额定值中采用第二值D2,取决于希望使系统的反应性(在启动时)最大化还是输出(在标称额定值中)最大化。

[0099] 实际上,基于永磁体34、36的数量、由第一传感器18的位置和邻近第一传感器的第二传感器20的位置限定的角度以及由第一传感器18的位置和相30(即,与其相关联的绕组)的位置限定的角度,在启动阶段和标称额定值中被施加到发送控制信号的时移被确定。

[0100] 当然,各种可选方案是可能的。特别可能的是,当转速增加时,提供相电压和传感器的开关之间的相移的连续变化,使得当速度增加时相电压和感生的反电动势之间的相移连续减小。也可能使用通过平台的变化。旋转速度可以简单地通过分离同一传感器18或20的两个状态变化的时间来估计。这种演变通过信号S1、S2和S3的状态变化与开关顺序K1至K6之间的时移的连续变化在第二过程中被反映。

[0101] 虽然为了清楚起见,上述描述将其自身限于包括配置为三角形的三相的定子和包括两个磁体的转子的情况,但是根据本发明的用于生成控制信号的方法可以实现用于任何类型的定子-转子配置,并且特别是星形配置。换句话说,根据本发明的方法适用于任何类型的多相定子,并且不管由转子支持的永磁体的数量如何。

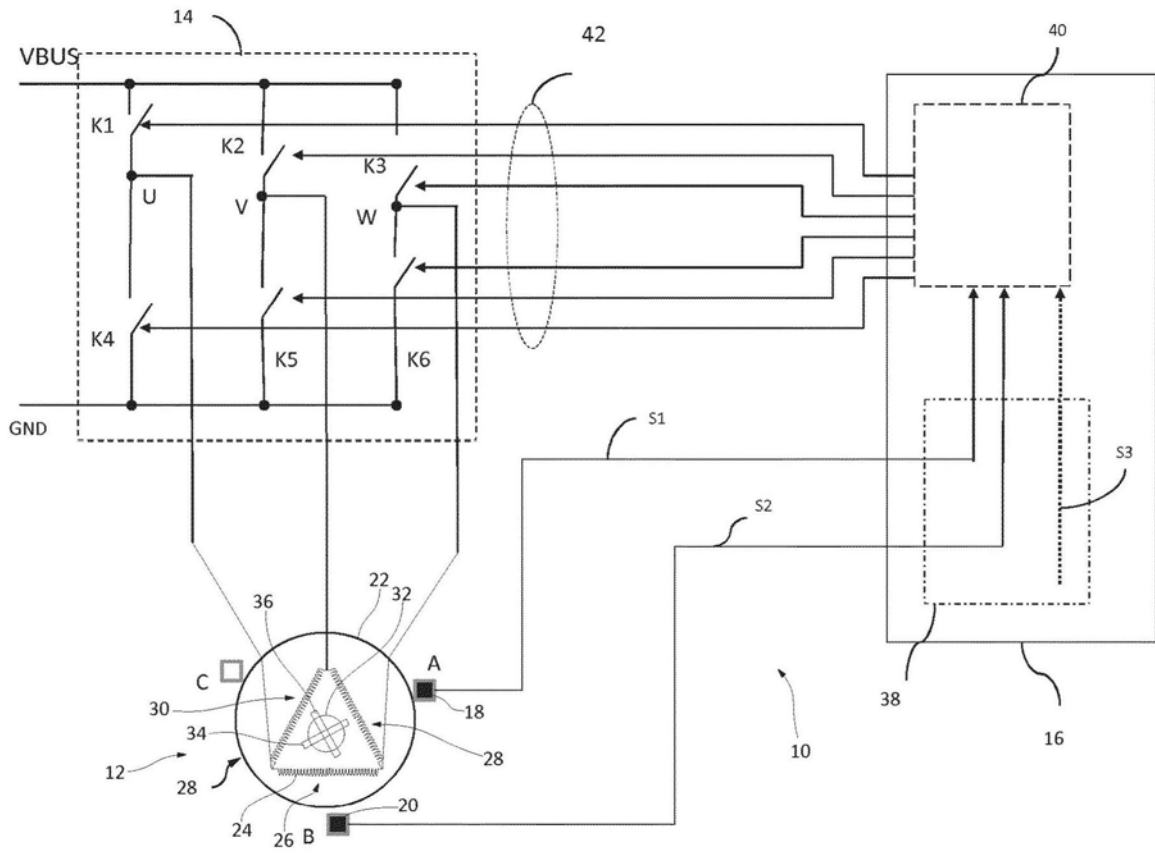


图1

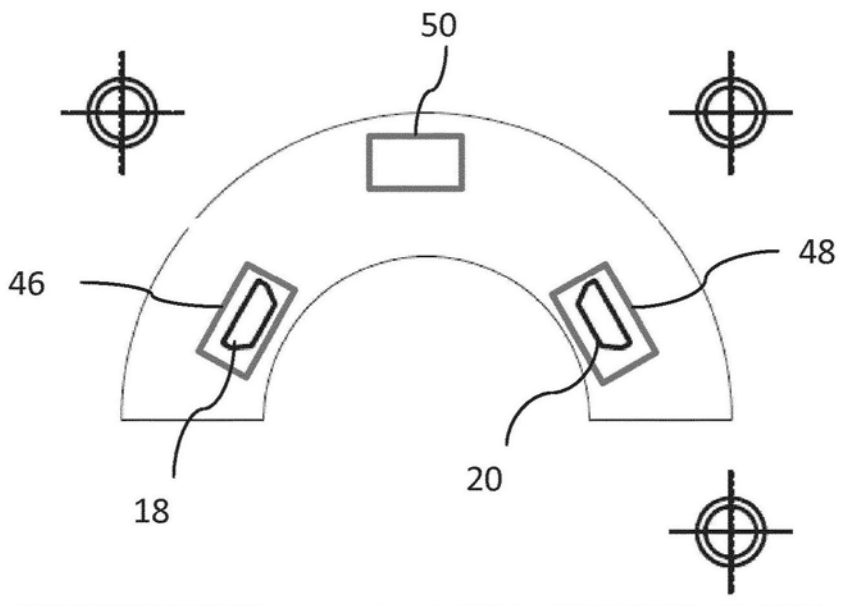


图2

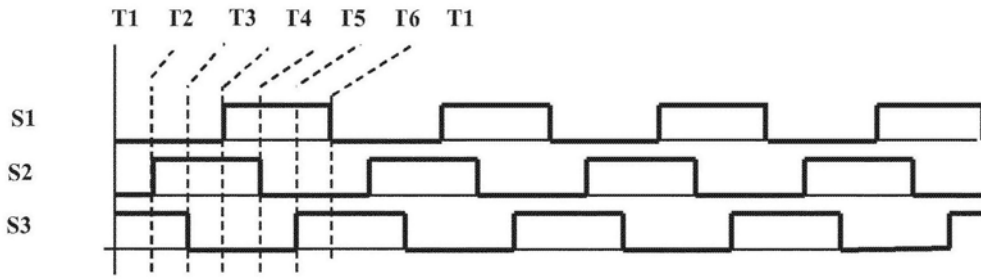


图3

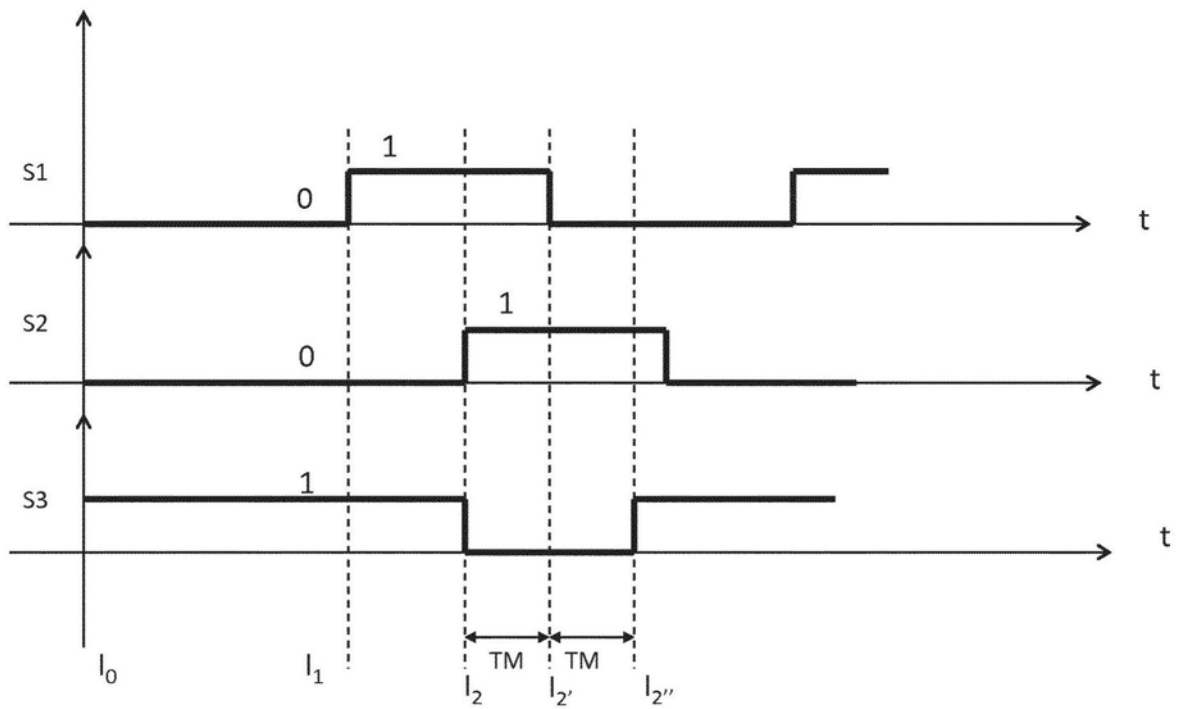


图4

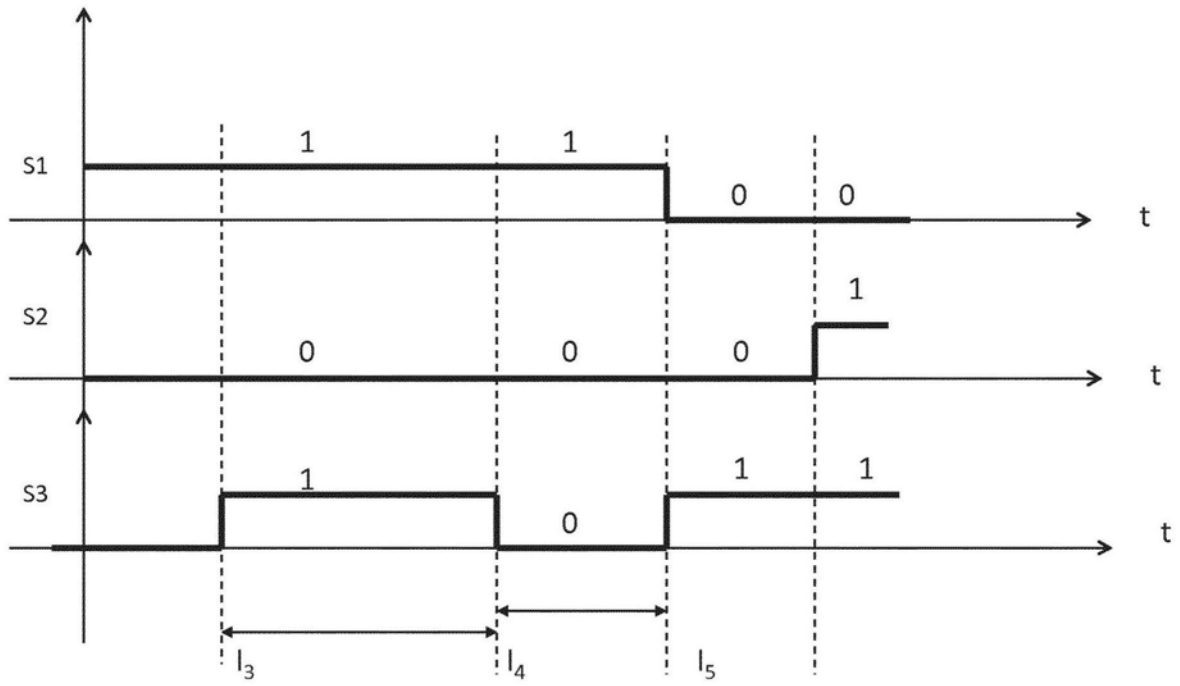


图5

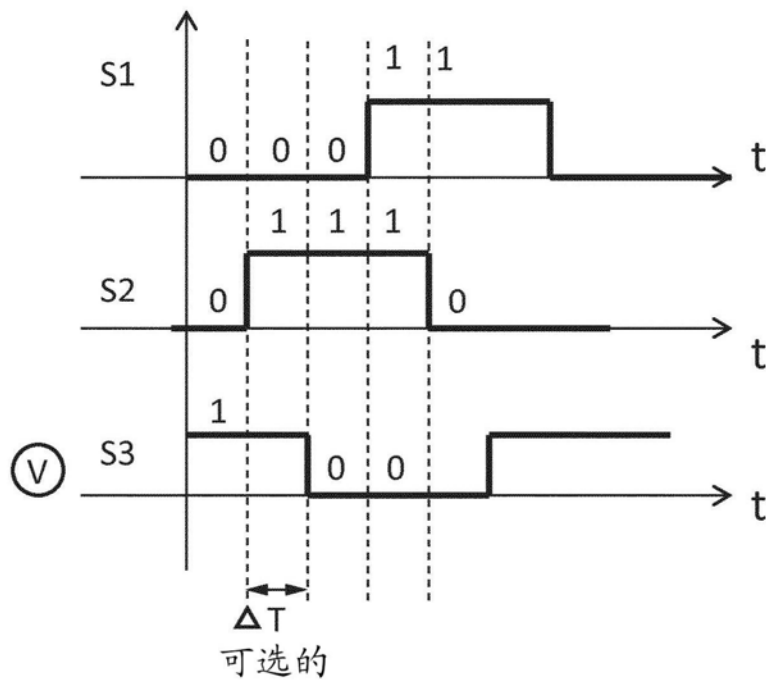


图6A

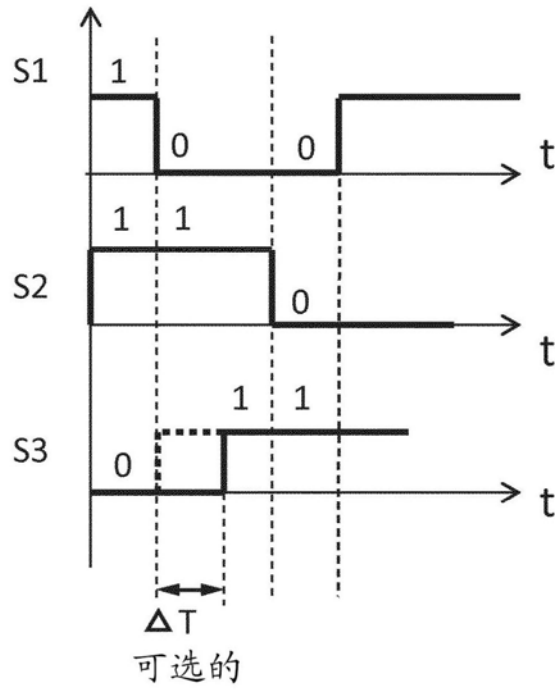


图6B

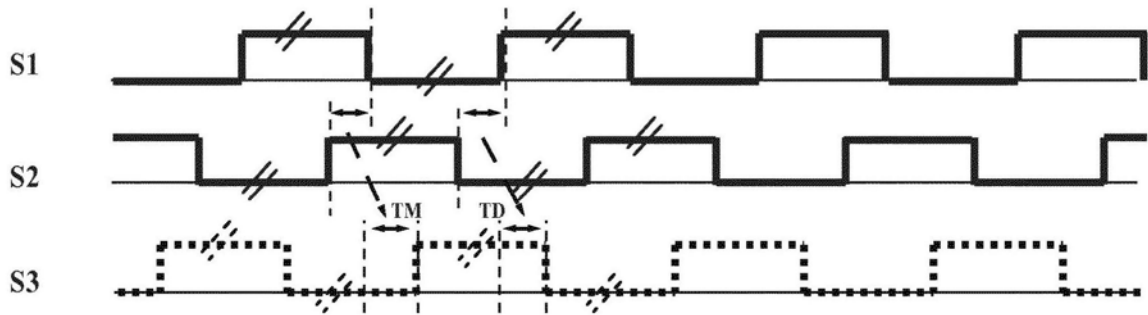


图7

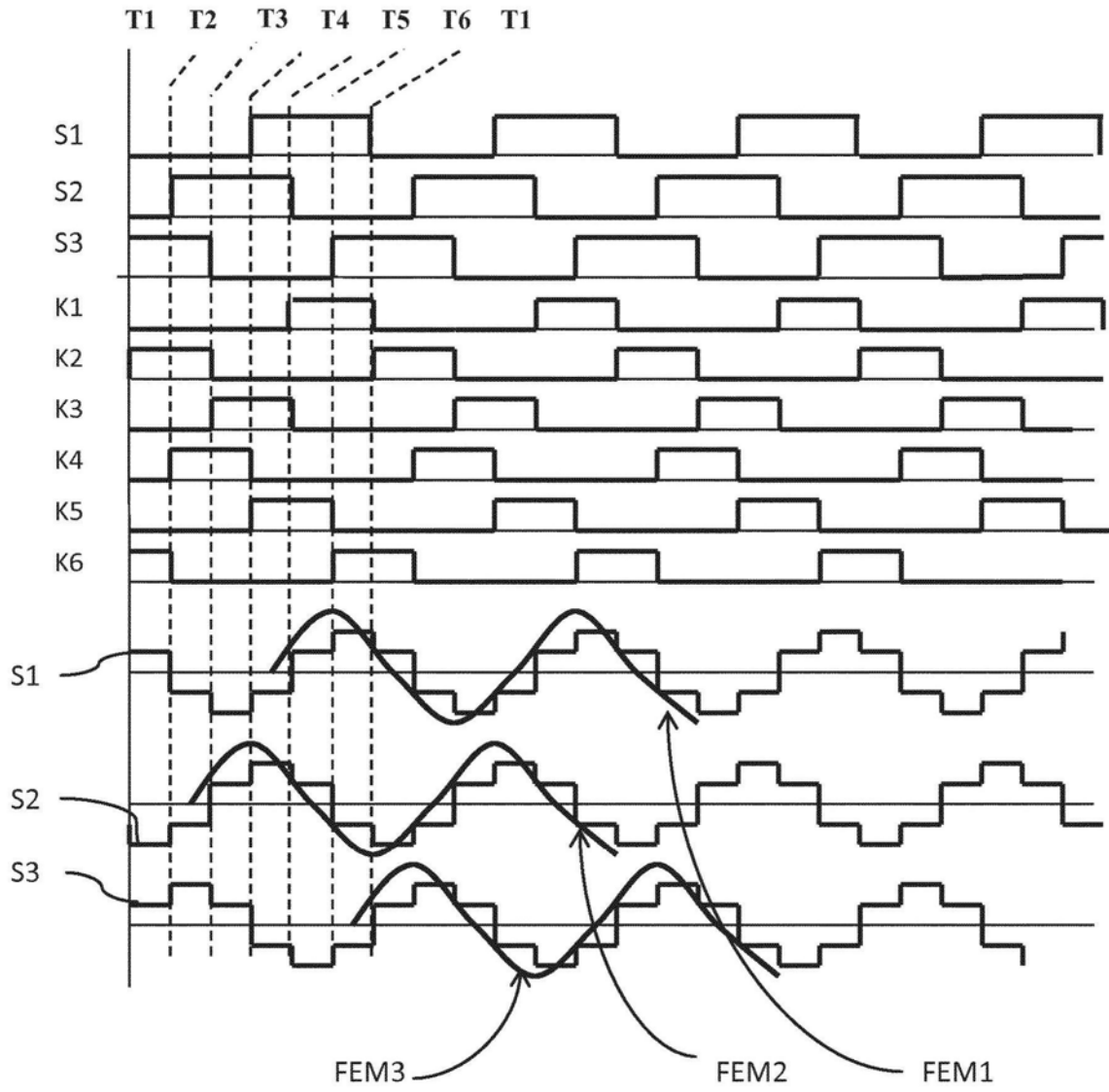


图8

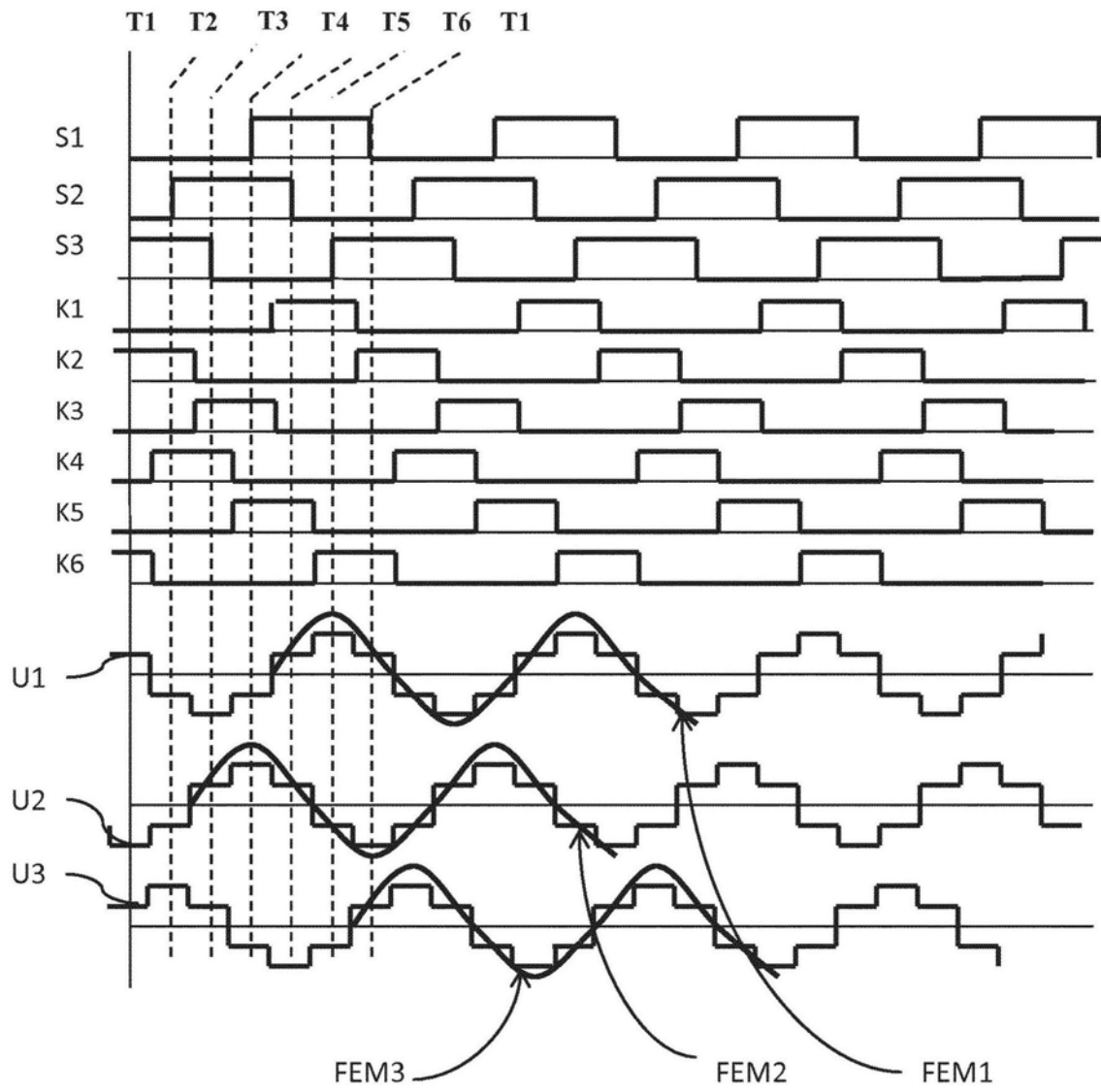


图9