



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102882456 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 27

(21) 申请号 201210229207. 7

CN 1169056 A, 1997. 12. 31, 全文.

(22) 申请日 2012. 07. 03

审查员 余雯雯

(30) 优先权数据

1156347 2011. 07. 12 FR

(73) 专利权人 施耐德东芝换流器欧洲公司

地址 法国厄尔河畔帕西

(72) 发明人 L. 科马里克 F. 马尔莱特

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 钱大勇

(51) Int. Cl.

H02P 21/00(2006. 01)

H02P 21/14(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1985432 B, 2010. 09. 08, 说明书第 44 段, 140-143 段、图 1-3.

US 4678980 A, 1987. 07. 07, 全文.

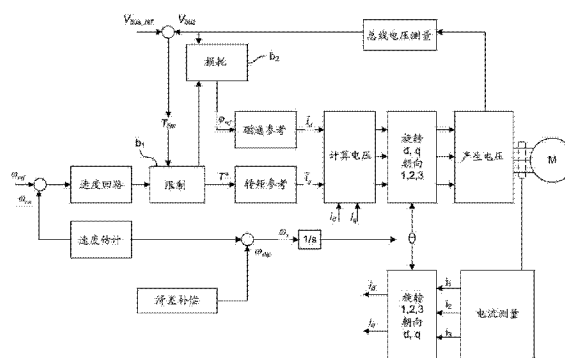
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

用于断电情况下控制电动机减速的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种在可变速驱动器中实现的、用于在电力中断的情况下控制电动机(M)的减速的控制方法。该控制方法包括：一在电力中断期间根据要应用到电动机(M)的减速斜坡确定要应用到电动机(M)和可变速驱动器的焦耳效应损耗(Joule-effect loss)的步骤；一将磁通参考(φ_{ref})确定为要应用到电动机(M)和可变速驱动器的所述焦耳效应损耗的函数的步骤。



1. 一种在可变速驱动器中实现的、用于在电力中断的情况下控制电动机(M)的减速的控制方法,所述可变速驱动器具体包括对其施加电压的DC供电总线(15),所述DC供电总线(15)连接到逆变器模块(20),所述逆变器模块(20)连接到电动机(M)并受到依据控制法则的控制,在该控制法则中基于磁通参考(φ_{ref})和速度参考(ω_{ref})来确定要施加到电动机(M)的控制电压,所述控制方法特征在于其包括:

—在电力中断期间根据要应用到电动机(M)的减速斜坡来确定要应用到电动机(M)和可变速驱动器的焦耳效应损耗的步骤,

—将磁通参考(φ_{ref})确定为要应用到电动机(M)和可变速驱动器的所述焦耳效应损耗的函数的步骤。

2. 如权利要求1所述的控制方法,其特征在于通过执行可变速驱动器的DC供电总线上测量的电压(V_{bus})与参考值(V_{bus_ref})之间的比较的步骤来确定焦耳效应损耗。

3. 如权利要求2所述的控制方法,其特征在于参考值(V_{bus_ref})对应于遵循用于电动机(M)的减速斜坡所要求的可用能量。

4. 如权利要求2或3所述的控制方法,其特征在于它包括激活或解除应用到电动机(M)的转矩的限制的步骤,根据在比较步骤中执行的比较来执行这一步。

5. 一种旨在电力中断情况下控制电动机(M)的减速的可变速驱动器,所述可变速驱动器具体包括向其施加电压(V_{bus})的DC供电总线(15),所述DC供电总线(15)连接到逆变器模块(20),所述逆变器模块(20)连接到电动机(M)并受到根据控制法则的控制,在该控制法则中基于磁通参考(φ_{ref})和速度参考(ω_{ref})来确定要施加到电动机(M)的控制电压,所述可变速驱动器特征在于其包括:

—用于在电力中断期间根据要应用到电动机(M)的减速斜坡来确定要应用到电动机(M)和可变速驱动器的焦耳效应损耗的装置,

—用于将磁通参考(φ_{ref})确定为要应用到电动机(M)和可变速驱动器的所述焦耳效应损耗的函数的装置。

6. 如权利要求5所述的可变速驱动器,其特征在于它包括通过着眼于对要应用到电动机(M)的焦耳效应损耗进行推断的用于在可变速驱动器的DC供电总线上测量的电压(V_{bus})和参考值(V_{bus_ref})之间进行比较的比较装置。

7. 如权利要求6所述的可变速驱动器,其特征在于参考值(V_{bus_ref})对应于遵循用于电动机(M)的减速斜坡所要求的可用能量。

8. 如权利要求6或7所述的可变速驱动器,其特征在于它包括根据在比较步骤中执行的比较来执行的、激活或解除应用到电动机(M)的转矩的限制的装置。

用于断电情况下控制电动机减速的方法

技术领域

[0001] 本发明属于用于电力中断情况下在可变速驱动器中实现的控制电动机的减速控制方法。本发明还涉及一种能够实现所述控制方法的控制系统。

背景技术

[0002] 美国专利 4678980 描述了一种在可变速驱动器中使用的用于当断电发生时管理电动机的减速的方法。该方法包括：当检测到断电时通过着眼于遵循预定的减速曲线(profile)来选择特定的频率曲线,该预定的减速曲线存储在可变速驱动器中,这个频率曲线与正常操作期间使用的频率曲线不同。在这个文献中,减速曲线被预存储在可变速驱动器中,因此它不是一直合适地适应于其中使用电动机的应用。

[0003] 本发明的目的在于提出一种控制方法,在其中能将减速斜坡(ramp)适应于应用,使得能够在使用电动机的机器力学所允许的情况下尽快停止电动机。

发明内容

[0004] 通过一种用于断电情况下在可变速驱动器中实现的控制电动机的减速控制方法实现了此目的。该可变速驱动器具体包括向其施加电压的 DC 供电总线,所述 DC 供电总线连接到逆变器模块,且所述逆变器模块连接到电动机并根据控制法则受到控制,在所述控制法则中基于磁通参考和速度参考来确定要施加到电动机的控制电压。该方法包括：

[0005] 一在电力中断期间根据要应用到电动机的减速斜坡确定要应用到电动机和可变速驱动器的焦耳效应损耗的步骤,

[0006] - 将磁通参考确定为要应用到电动机和可变速驱动器的所述焦耳效应损耗的函数的步骤。

[0007] 根据特定的特征,通过执行在可变速驱动器的 DC 供电总线上测量的电压和参考值之间的比较的比较步骤确定焦耳效应损耗。

[0008] 根据另一特定特征,该参考值对应于遵循用于电动机的减速斜坡所要求的可用能量。

[0009] 根据另一特定特征,该方法包括激活或解除应用到电动机的转矩的限制的步骤,根据在比较步骤中执行的比较来执行这一步。

[0010] 本发明还涉及旨在电力耗尽情况下控制电动机的减速的可变速驱动器,所述可变速驱动器具体包括向其施加电压的 DC 供电总线,所述 DC 供电总线连接到逆变器模块,所述逆变器模块连接到电动机并根据控制法则受到控制,在所述控制法则中基于磁通参考和速度参考来确定要施加到电动机的控制电压。该可变速驱动器包括：

[0011] 一用于在电力中断期间根据要应用到电动机的减速斜坡确定要应用到电动机和可变速驱动器的焦耳效应损耗(Joule-effect loss)的装置,

[0012] 一用于将磁通参考确定为要应用到电动机和可变速驱动器的所述焦耳效应损耗的函数的装置。

[0013] 根据特定的特征,可变速驱动器包括通过着眼于从要应用到电动机的焦耳效应损耗进行推断的、在可变速驱动器的 DC 供电总线上测量的电压和参考值之间比较的比较装置。

[0014] 根据另一特定特征,该参考值对应于遵循用于电动机的减速斜坡所要求的可用能量。

[0015] 根据另一特定特征,可变速驱动器包括根据在比较步骤中执行的比较来执行激活或解除应用到电动机的转矩的限制的装置。

附图说明

[0016] 在下面结合附图给出的详细描述中,其它特征和优点将变得明了,其中:

[0017] 图 1 描绘了可变速驱动器中使用的、用于实现本发明的控制方法的控制方案,

[0018] 图 2 和 3 展示了分别示出应用本发明的控制方法期间和应用现有技术中已知的标准方法期间电动机的减速的时序图,

[0019] 图 4 以示意的方式描绘了连接至电动机的可变速驱动器。

具体实施方式

[0020] 本发明涉及一种在可变速驱动器中实现的、当检测到断电时的控制方法。

[0021] 如在图 4 中表现的,旨在控制电动机 M 的可变速驱动器经由几个输入阶段(phase)向上游连接到电网 R,而经由几个输出阶段向下游连接到电动机 M。该可变速驱动器包括:

[0022] 一整流模块 10,在输入上,按照二极管桥的一般规则而组成,旨在整流由电网 R 提供的 AC 电压,

[0023] 一 DC 供电总线 15,向其施加由整流模块整流的电压,配合有总线电容器 C_{bus} 的 DC 供电总线可以使得将该总线电压维持在恒定值,

[0024] 一逆变器模块 20,在输出上,旨在将 DC 供电总线电压 V_{bus} 转换为要施加到电动机的可变电电压。该逆变器模块包括每个都安装了几个功率晶体管的若干开关臂,控制每一功率晶体管导通或截止使得向电动机 M 施加可变电电压。

[0025] 在已知的方式中,功率晶体管由执行确定的控制法则的控制单元来控制,在该控制法则中将要施加到电动机的控制电压确定为速度参考 ω_{ref} (也被指为频率参考)和磁通参考 ϕ_{ref} (图 1) 的函数。该控制法则还可以结合控制块 b_1 ,可以将施加到电动机 M 的转矩限制为 DC 供电总线电压 V_{bus} 的函数。当 DC 供电总线的电压 V_{bus} 到参考值 V_{bus_ref} 之下时,在转矩限制方面控制逆变器模块 20 以调节 DC 供电总线的电压 V_{bus} 。

[0026] 本发明的原理是使这个控制法则适应于电力中断情况下(那就是说当可变速驱动器检测到操作电压经过预定门限值之下时)电动机 M 的减速斜坡的管理。该操作电压可以是在输入阶段测量的电压,或 DC 供电总线的电压。

[0027] 根据本发明,该控制法则结合了用于电动机和可变速驱动器经受的焦耳效应损耗(以下指为损耗)的控制块 b_2 。因此本发明的控制方法包括:通过着眼于将 DC 供电总线的电压 V_{bus} 调节为适合的、遵循用于电动机 M 的减速斜坡的参考值 V_{bus_ref} ,在断电之后管理该损耗以最优可变速驱动器中可用的能量。为了管理该损耗,本发明的控制方法包括修改磁通参考 ϕ_{ref} 。

[0028] 因为图 1 中表示的某些控制块在现有技术中是众所周知的,所以在本专利申请中就不描述它们了。

[0029] 通过下文的示范解释电动机 M 的减速时间的管理,及因此对它的关于损耗的减速斜坡的管理。

[0030] 在控制感应电动机的可变速驱动器的 DC 供电总线的电压 V_{bus} 电平上积累的能量可以通过下面的关系式写出:

[0031]

$$\frac{d}{dt}(E_{Bus} + E_{Meca} + E_{Elec}) = -P_{Var} - P_{Meca} - P_{Mot} \quad (1)$$

[0032] 其中:

[0033] — E_{Bus} 对应于 DC 供电总线上积累的能量 $E_{Bus} = \frac{1}{2} \cdot C_{Bus} \cdot V_{Bus}^2$, 考虑 DC 供电总线的电压 V_{Bus} 和总线电容器的电容 C_{Bus} ,

[0034] — E_{Meca} 对应于根据电动机的机械速度 $\frac{\omega}{n_p}$ (电参考帧中的速度和电极对的数目的比) 和它的惯性 J, 电动机产生的机械能量 $E_{Meca} = \frac{1}{2} \cdot J \cdot \left(\frac{\omega}{n_p} \right)^2$,

[0035] — E_{Elec} 对应于电动机积累的电能,

[0036] — P_{Var} 对应于可变速驱动器经受的焦耳效应损耗,

[0037] — P_{Meca} 对应于由于机械负载或摩擦效应而导致电动机经受的机械损耗,

[0038] — P_{Mot} 对应于由于电效应而导致电动机经受的焦耳效应损耗。

[0039] 现在,对于高度惯性的且具有负载分离的操作模式的应用,我们有:

[0040] $E_{Meca} \gg E_{Bus}, E_{Elec}$ 并且

[0041] $P_{Meca} \approx 0$

[0042] 当电力中断发生时,在可变驱动器中保存足够的能量(E_{Bus}) 以对可变速驱动器供电是必需的。因此将总线电容器 C_{bus} 中的能量(接着不再由网络提供)调节到足够控制电动机的减速的值是必需。

[0043] 通过考虑系统的“简化的”动力学,也就是说:

$$\frac{d}{dt}(E_{Bus} + E_{Meca}) = -P_{Var} - P_{Mot} \quad (2)$$

[0045] 因为 $E_{Meca} = \frac{1}{2} \cdot J \cdot \left(\frac{\omega}{n_p} \right)^2$ 我们获得:

$$\frac{d}{dt}(E_{Meca}) = C_{Mot} \cdot \left(\frac{\omega}{n_p} \right) \quad (3)$$

[0047] 同时因为 $E_{Bus} \approx \text{cons}$ 然后关系式(2) 变为

$$\frac{d}{dt}(E_{Meca}) = -P_{Var} - P_{Mot} \quad (4)$$

[0049] 其中:

[0050] — C_{Mot} 表示电动机应用的转矩且 $C_{Mot} = \frac{J}{n_p} \cdot \frac{d}{dt} \omega$,

[0051] — J 表示电动机的惯性,

[0052] — ω 表示在电参考帧中表示的电动机的速度,

[0053] — n_p 表示电极对的数目。

[0054] 根据(3),其遵循对于额定的损耗,减速时间 t_{dec} 由可变速驱动器 / 电动机系统确定,且不能修改以满足特定需要。我们获得:

[0055]

$$\begin{aligned} E_{Meca}(t) &= E_{Meca}(Initial) - (P_{Var} + P_{Mot}) \cdot t \\ \Rightarrow t_{dec} &= \frac{E_{Meca}(Initial)}{P_{Var} + P_{Mot}} \end{aligned}$$

[0056] 其中 t_{dec} 对应于电动机 M 的减速时间。为了增加电动机 M 的减速时间,因而要求减小损耗,而为了缩短电动机的减速时间,因而需要增加损耗。

[0057] 如前面所述,为了管理损耗,对施加有控制法则的磁通参考进行干预(act on)是必要的。这通过下列原因来解释:

[0058] 损耗主要是由两项组成,就是说电动机损耗和可变驱动器损耗。它们可以重写为分别依赖于磁通电流 i_d 和转矩电流 i_q 的两个函数的形式 $F_d(i_d)$ 和 $F_q(i_q)$ 。当检测到断电时,因为减速转矩低,所以作为第一近似值,与函数 $F_d(i_d)$ 相比,函数 $F_q(i_q)$ 可以忽略。函数 $F_d(i_d)$ 在 i_d 上是单调的,即损耗仅随着磁通电流 i_d 增加而增加。因此磁通电流 i_d 的减少可以减少损耗。源于此,通过对磁通参考 φ_{ref} 进行干预,可以控制电动机 M 和可变速驱动器经受的损耗。

[0059] 基于上文提及的原理,因而可以提出如图 2 中所表示的特定控制方案。此控制方案包括以下步骤:

[0060] — 当操作电压落到预定门限之下(与断电同义)时,可变速驱动器将减速斜坡应用于电动机 M 直到零速度。

[0061] — 将损耗初始化为低值,例如为零值,以便限制电压的下降。

[0062] — 断电导致 DC 供电总线的电压 V_{bus} 一个陡降(rise to a dip),激活它的通过限制应用在电动机 M 上的转矩的调节。根据应用到速度参考 ω_{ref} 的减速斜坡,两种情况可以出现:

[0063] — 如果减速斜坡短,则 DC 供电总线电压 V_{bus} 有增加的趋势。然后有必要

[0064] — 增加电动机 M 和可变速驱动器经受的损耗以遵循减速斜坡,

[0065] — 或可选地减缓减速斜坡。

[0066] — 如果减速斜坡长,则 DC 供电总线电压 V_{bus} 有下降的趋势。然后有必要

[0067] — 减少电动机 M 和可变速驱动器经受的损耗以遵循减速斜坡,

[0068] — 或可选地加大减速斜坡。

[0069] 为了应付这两种情况,调节相对于总线电压参考值 V_{bus_ref} 的 DC 供电总线电压 V_{bus} 是必要的。调节如下进行:

[0070] — 如果 DC 供电总线电压 V_{bus} 大于总线电压参考值 V_{bus_ref} ,则转矩的限制减少直到它达到零值。计算电动机转矩使得遵循减速斜坡。如果减速斜坡短,则转矩有一大变化

(inrush)。然后后者被限于限制值,损耗没有任何增加。如果斜坡长,则 DC 供电总线的电压 V_{bus} 将自然下降,损耗没有任何减少。

[0071] 一如果 DC 供电总线电压 V_{bus} 在总线电压参考值 V_{bus_ref} 之下,则转矩限制上升至它的额定值。计算电动机的转矩使得遵循减速斜坡。如果减速斜坡短,则转矩有一大变化。DC 供电总线的电压 V_{bus} 将自然增加,损耗没有任何增加。如果斜坡长,则转矩可以自然地再次增加直至限制,以便再次增加 DC 供电总线的电压 V_{bus} ,损耗没有任何减少。

[0072] 根据转矩限制的状态,本发明的控制方法控制损耗以便将 DC 供电总线的电压 V_{bus} 调节至参考值 V_{bus_ref} 且从而适应于电动机 M 的减速斜坡。这用以下方式进行:

[0073] 一如果转矩限制是激活的,则为了遵循减速斜坡而控制逆变器模块 20 以增加损耗,

[0074] 一如果转矩限制是不激活的(然后转矩低且不需要被限制),则为了遵循减速斜坡而控制逆变器模块 20 以减少损耗。

[0075] 此后以增加或减少应用到电动机 M 的损耗的趋势调节磁通参考 φ_{ref} 。

[0076] 图 2 和 3 展示了分别示出当本发明的控制方法使用在可变速驱动器时或当现有技术中已知的标准步骤使用在可变速驱动器时电动机的减速的时序图。

[0077] 在这些图中,每一时序图展示了电动机 M 的速度曲线、DC 供电总线电压 V_{bus} 的变化和损耗的变化。

[0078] 在图 2 中,对于本发明的控制方法,顺序如下:

[0079] 在 t_0 和 t_1 之间,电动机以恒定的速度旋转,DC 供电总线的电压 V_{bus} 是恒定的且损耗也是恒定的。

[0080] 在 t_1 ,断电发生。

[0081] 在 t_1 和 t_2 之间,电动机 M 的速度保持恒定但是 DC 供电总线的电压 V_{bus} 下降至总线电压参考值 V_{bus_ref} 之下的值。损耗保持恒定。

[0082] 在 t_2 ,可变速驱动器检测到断电。

[0083] 在 t_2 和 t_3 之间,电动机 M 的减速导致 DC 供电总线电压 V_{bus} 的增加。根据相对于参考值 V_{bus_ref} 的 DC 供电总线电压 V_{bus} 的值,所述控制方法包括通过着眼于最优化可用能量以遵循用于电动机的减速斜坡来管理应用到电动机的损耗。通过调节参考磁通来执行对损耗的管理。

[0084] 从 t_3 向前,将 DC 供电总线的电压调节至参考值使得可以遵循用于电动机的减速斜坡。

[0085] 在图 3 中,在没有损耗控制块 b_2 的情况下执行电动机的减速。所以不管 DC 供电总线的电压 V_{bus} 是什么值,损耗保持永久恒定。因此电动机遵循的减速斜坡不能遵照机器的力学。

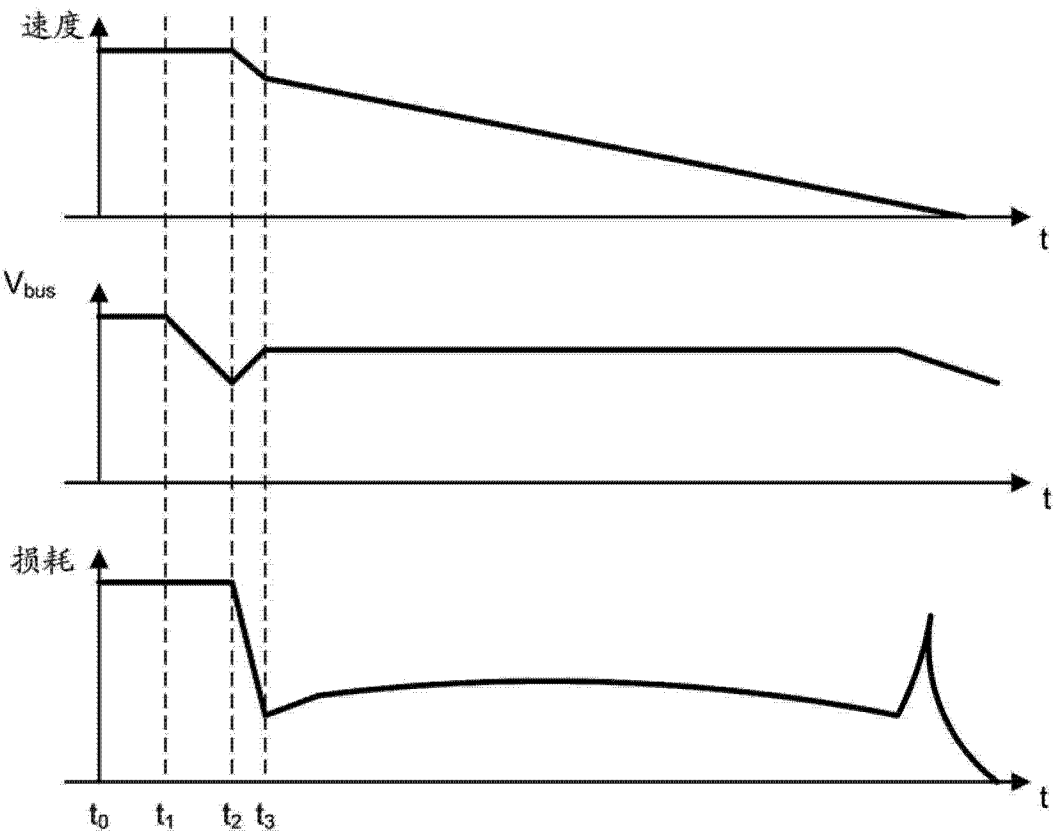


图 2

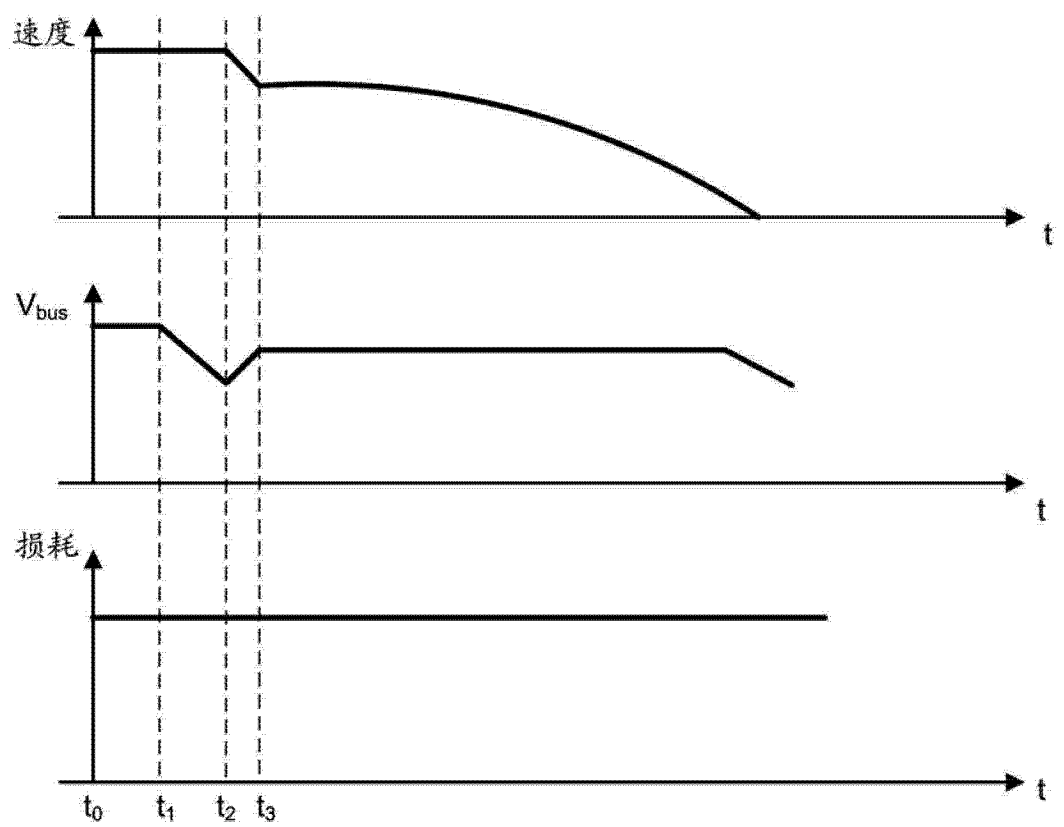


图 3

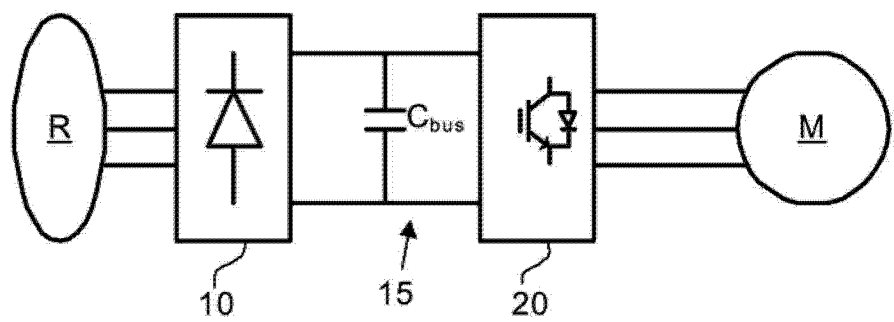


图 4