



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104871423 A

(43) 申请公布日 2015. 08. 26

(21) 申请号 201380067636. 1

H02P 27/06(2006. 01)

(22) 申请日 2013. 11. 25

(30) 优先权数据

102012223895. 6 2012. 12. 20 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 06. 23

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/074581 2013. 11. 25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/095236 DE 2014. 06. 26

(71) 申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 托尔斯滕·施蒂茨勒

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

11227

代理人 丁永凡 高少蔚

(51) Int. Cl.

H02P 1/00(2006. 01)

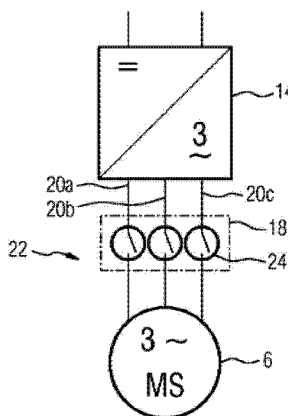
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

用于电连接逆变器与电机的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于电连接逆变器(14)与由所述逆变器(14)馈电的电机(6)的方法,其中将所述逆变器(14)和所述机器(6)之间的包括多个相(20a, 20b, 20c)并且断开的电连接(22)闭合。为了实现以保护材料的方式闭合电连接,提出:所述连接(22)的至少两个相(20a, 20b, 20c)在不同的时间点闭合。



1. 一种用于将逆变器 (14) 与由所述逆变器 (14) 馈电的电机 (6) 电连接的方法, 其中将包括多个相 (20a, 20b, 20c) 并且断开的电连接 (22) 在所述逆变器 (14) 和所述电机 (6) 之间闭合,

其特征在于, 所述连接 (22) 的至少两个相 (20a, 20b, 20c) 在不同的时间点闭合。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,

其特征在于, 将所述电连接 (22) 的所有的相 (20a, 20b, 20c) 打开并且将所有的相 (20a, 20b, 20c) 在时间上单独地闭合。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,

其特征在于, 将至少两个相 (20a, 20b, 20c) 在所述电机 (6) 的额定电流在这些相 (20a, 20b, 20c) 中过零点的情况下闭合。

4. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,

其特征在于, 将前两个所述相 (20b, 20c) 一起闭合并且将第三个相 (20a) 随后闭合。

5. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,

其特征在于, 将前两个所述相 (20b, 20c) 在其额定电流的过零点之外闭合并且将第三个相 (20a) 在其额定电流的过零点中闭合。

6. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,

其特征在于, 在这两个首先闭合的相 (20b, 20c) 中, 关于在额定电流和实际电流之间的差值的两个积分的总和最小。

7. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,

其特征在于, 将待闭合的第二个相 (20b) 在该相 (20b) 的下述过零点中闭合, 所述过零点直接跟随首先闭合的相 (20c) 的过零点。

8. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,

其特征在于, 所述连接的三个相 (20a, 20b, 20c) 在彼此直接跟随的过零点中闭合。

9. 一种机器系统, 所述机器系统具有电机 (6)、用于将输入电压转换为具有多个相 (20a, 20b, 20c) 的机器电压的逆变器 (14) 和用于切换所述逆变器 (14) 的控制单元 (16),

其特征在于, 设有接通开关 (18), 所述接通开关对于所述相 (20a, 20b, 20c) 中的至少两个相具有自身的并且能够单独控制的接通元件 (24), 其中所述控制单元 (16) 制备用于单独操控所述接通元件 (24) 以闭合各个所述相 (20a, 20b, 20c)。

10. 根据权利要求 9 所述的机器系统,

其特征在于, 所述接通元件 (24) 分别包含晶闸管。

用于电连接逆变器与电机的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于电连接逆变器与由逆变器供电的电机的方法,其中包括多个相并且断开的电连接在逆变器和机器之间闭合。

背景技术

[0002] 在用永久励磁的同步机驱动的高速列车中存在如下问题:在行驶速度高的情况下在同步机中感应产生高的电压。感应产生的电压能够提高到在逆变器的输入侧上施加的中间回路电压的 2.5 倍或者甚至更高。在不利的情况下,这会导致高的电流被驱使经过逆变器,所述电流损坏该逆变器。

[0003] 为了保护逆变器,已知的是,在逆变器和牵引发动机之间设置有断开保护,通过所述断开保护,牵引发动机能够与逆变器电断开。在打开断开保护之后,该断开保护必须能够再次闭合。所述闭合即使在行驶期间也必须是可行的。为此,逆变器应在闭合时接通,使得感应产生的高的电压总是立即在端子上衰减,以便避免在中间回路中驱使过高的电流穿过逆变器。

发明内容

[0004] 本发明的目的是,提出一种将逆变器与电机电连接的方法,通过所述方法能够实现以保护材料的方式闭合电连接。

[0005] 该目的通过开始提出类型的方法实现,其中根据本发明在不同的时间点闭合所述连接的至少两个相。

[0006] 本发明以下述考虑为出发点:只要所述连接闭合,那么电流再次开始流动经过电机。相应的磁场再次建立,使得在闭合连接的那一刻由电机吸收能量。这能够引起:机器的电扭矩在短暂的时刻内在闭合之后直接大幅下降,使得在电机中并且在与其连接的可移动的元件中产生强烈的机械晃动。这不仅导致在行驶的列车中的晃点而且也导致传动系的材料疲劳。

[0007] 为了使这样的晃动保持得尽可能低,有利的是,在尽可能有利的时间点闭合所述连接。为了发现有利的时间点,对于逆变器能够使用场定向的调控,其中评估发动机定子的“电压矢量 (Spannungszeiger)”并且在有利的矢量位置处闭合断开保护。然而在断开保护的最佳的闭合时间点中在适当的转子位置中也产生如下问题:发动机处的扭矩在闭合所述保护时短暂地跳跃从而产生晃动。即使该晃动通过良好的闭合时间点减少,然而所期望的是,进一步减少该晃动。

[0008] 本发明此外以如下思考为出发点:在接通断开保护或者接通开关时,电机的相的实际电流为零。即使在所述保护以受转子位置控制的方式闭合时,由此也仅可行的是,在闭合时间点将来自场调节器的唯一的预设的电流相置为零。在三相连接中,这其余两个相的额定电流不等于零。额定电流在接通时间点为零的相能够从零起缓慢地建立实际电流。额定电流和实际电流在断开保护或者接通开关的闭合时间点重合,使得该相能够平稳地起

振。然而在其余两个相中存在如下情况：在接通时间点上，额定电流和实际电流彼此分开，由此引起所不期望的扭矩冲击。

[0009] 根据本发明，所述连接的至少两个相在不同的时间点闭合。由此不仅能够对于一个相引入平稳的起振，而且能够对于第二相实现相当平稳的起振，其方式为：第二相的闭合时间点处于适合的时间点上。扭矩冲击能够减小并且机械部件能够得到保护。

[0010] 有利的是，电连接的所有相能够单独地、即在不同的时间点被接通。由此能够在选择闭合时间点时实现最大的灵活性并且能够以特别的程度减少扭矩冲击。

[0011] 适当的是，所述连接包括三个相，如在三相电流或者力流中普遍的那样。当首先断开其中两个相时，在空的、即不接地的星形接点中由此中断经过所有相的电流的流，使得电连接（虽然不完全与逆变器断开）能够视作为已断开。通过指出在空的星形接点中穿过相的电流的总和为零的基尔霍夫定律，前两个待连接的相是否同时接通或者在不同的时间点接通能够是任意的，因为一个唯一的相的连接不引起任何电流的流。因此，当相中的至少一个相单独地并且在时间上与至少另一个相分开地接通就足够。

[0012] 电机有利地是轨道车辆的驱动发动机，其中本发明尤其适合于在永久励磁的同步机中应用。然而本发明不局限于同步机的使用。因此本发明例如也能够其它接通的机器、例如接通的磁阻机中有利地应用。电机也能够是用于从机械能产生电流的发电机。整流器适当地从轨道车辆的中间回路电压产生穿过所述连接的相的电流。中间回路电压能够是中间回路直流电压，所述中间回路直流电压由逆变器转换为交流电压。

[0013] 尤其有利的是，本发明此外可在电机的正在运转的运行中应用，其中正在运转的机器通过逆变器将电压感应产生到逆变器的输入回路、即例如中间回路中，所述电压为逆变器中的输入电压的至少 1.5 倍。所述连接根据预设的标准、例如电压标准打开，其中从逆变器到电机的连接的打开在至少两个相中进行。在存在预定的条件时，例如在经过预设的时间间期后或者在逆变器和 / 或电机中存在预定的状态时，以根据本发明的方式再次闭合所述连接。由此继续进行电机的运行。

[0014] 在本发明的一个有利的实施方式中，打开电连接的所有的相并且在时间上单个地闭合所有的相。由此能够实现用于良好地接通电机或者用工作电压馈送电机的最大可能的自由度。尤其，在非空的星形接点中，电机能够为每个相在时间上单独地加载电流。

[0015] 如果至少两个相在这些相的额定电流过零点时闭合，扭矩冲击能够保持地尤其小。过零点涉及电机在这些相中的额定电流的过零点。有利的是，这两个相是电连接的最后接通的两个相。

[0016] 为了确定电机的各个相的额定电流需要的是，了解电机的转子位置。相应地，显示电机的转子位置的参数通过传感器测量并且根据测量数据确定转子位置。根据转子位置能够确定各个相的额定电流，其中额定电流适当地是经过所述相的下述电流，在所述电流的情况下在将各个相与逆变器连接时不产生任何扭矩跳跃。根据转子位置直接地或者根据额定电流的大小能够确定各个相的额定电流的过零点，即如下时间点，在所述时间点上经过一个相位的电流为零。

[0017] 也有利的是，所有的相在其额定电流过零点时闭合。在星形接点打开的情况下也可行的是，前两个相共同地、即同时闭合并且第三相仅在此之后才闭合。

[0018] 在空的星形接点中，根据基尔霍夫定律，仅在至少两个相闭合的情况下电流能够

流经这些相。由此不可行的是,这两个相的闭合力矩置于这些相的过零点上。为了引起尽可能小的扭矩冲击,由此能够有利的是,前两个相在其额定电流的过零点之外闭合,并且第三相尤其在其额定电流的过零点中闭合。闭合力矩能够由此定向到前两个待闭合的相的相位上,使得扭矩冲击是非常小的。

[0019] 此外尤其有利的是,在这两个首先闭合的相中,在额定电流和实际电流之间的差值上的这两个积分的和是最小的。积分或者这两个积分在此适当地从闭合的相位考虑直至其后预设的相点。相点是时间点,所述时间点适当地位于闭合时间点之后的 $T/6$ 和 $T/3$ 之间,其中 T 是额定电流的全振荡的时间间隔,也就是说,相时间点在闭合时间点之后的 60° 和 120° 之间。根据本发明的该设计方案,即使在与通过计算得出的最小值偏离直至 20% 时也确保最小值(以在通过计算得出的最小值中并且在真实的积分总和和中相等的积分极限为前提)。实际电流要么在所述连接处测量要么在电连接的相处直接测量或者通过模拟逆变器和电机的交互来确定。

[0020] 本发明的另一个有利的实施方式提出:待闭合的第二相在其过零点中闭合,所述过零点直接跟随首先闭合的相的过零点。由此也能够将扭矩冲击保持为低的。

[0021] 另一个有利的实施方式提出:所述连接的三个相在相互直接跟随的过零点中闭合。这种可简单控制的开关算法确保电机中非常小的扭矩冲击。

[0022] 本发明此外定向于如下机器系统,所述机器系统具有电机、用于将输入电压转换为具有多个相的机器电压的逆变器和用于切换逆变器的控制单元。

[0023] 为了实现少磨损地接通电机,提出:机器系统根据本发明具有接通开关,所述接通开关对于所述相中的至少两个相具有自身的并且可单独操控的接通元件,其中控制单元制备用于单独地控制接通元件以闭合各个相连接。

[0024] 在上文中关于所述方法描述的细节也可应用于机器系统,其中控制单元制备用于控制单独的、多个或者所有所描述的方法细节。这样的制备能够通过控制单元的相应的控制程序而存在,其流程(例如结合适当的输入信号,如传感器信号)引起这样的控制。对此,控制单元适当地包括电子元件,如处理器和数据存储器,所述电子元件对于运行控制程序是必要的。

[0025] 机器系统适当地是轨道车辆或者设置在轨道车辆中。电机有利地是轨道车辆的驱动发动机并且逆变器是发动机逆变器。接通开关适当地是断开保护。输入电压能够是中间回路电压、尤其是轨道车辆的中间回路电压。

[0026] 为了精确地接通相,有利的是,精确地限定接通开关的切换时间。晶闸管具有精确的切换时间从而是用于接通开关的尤其适合的切换元件。

附图说明

[0027] 本发明的在上文中所描述的特性、特征和优点,以及如何实现这些特性、特征和优点的方式方法,接合下文中对实施例的描述变得更清楚和更容易理解,所述实施例结合附图来详细阐述。实施例用于阐述本发明并且本发明不局限于在其中给出的特征的组合,也不在功能性的特征方面受限。此外,每个实施例的对此适合的特征也能够明确地、单独考虑,从一个实施例中移除,引入到另一个实施例中以补充所述实施例和/或与任意权利要求组合。

[0028] 附图示出：

[0029] 图 1 示出具有两个发动机逆变器的被驱动的轨道车辆的示意图，所述发动机逆变器分别供给两个牵引发动机，

[0030] 图 2 示出图 1 中的逆变器的电路图，所述逆变器具有牵引发动机中的一个和中间接入的断开保护，

[0031] 图 3 示出在断开保护的三个接通元件的所标明的闭合时间点的经过逆变器和牵引发动机之间的电连接的三个相的三个相电流的图表，

[0032] 图 4 示出在另外的闭合时间点的图 3 中的图表，以及

[0033] 图 5 示出图 4 中的中间的图表的放大的部段，所述部段具有在额定电流和实际电流之间的所标明的积分面。

具体实施方式

[0034] 图 1 示出轨道车辆 2 的示意图，所述轨道车辆具有机动车 4，所述机动车具有四个被驱动的车轴。车轴中的每一个车轴由电机 6 驱动，所述电机分别构成为同步发动机并且作为牵引发动机驱动列车。所有的牵引发动机 6 由牵引逆变器 8 馈电。牵引逆变器 8 包括输入整流器 10，所述输入整流器从架空线路的电网电压中（必要时经由多个级）产生中间回路 12 中的中间回路直流电压。

[0035] 四个逆变器 14 与中间回路 12 电连接，所述逆变器在该实施例中构成为呈脉冲逆变器形式的发动机逆变器，然而其中也可以考虑其它形式的逆变器。逆变器 14 将中间回路直流电压转换为用于电机 6 的三相交流电压，其中逆变器 14 中的每一个给各一个电机 6 供电。也可能的是，逆变器 14 给两个或多于两个的电机 6 供电。用工作电压供给电机 6 由控制单元 16 控制，所述控制单元控制牵引逆变器和电机 6 的运行。也可能的是，控制单元 16 控制轨道车辆 2 的其它的设备、例如驾驶台的仪器、制动器、空调设备等。

[0036] 在逆变器 14 中的每一个逆变器和电机 6 之间设置有断开保护 18，所述断开保护在图 2 中示意性地示出。替选地可能的是，对于所有的由逆变器 14 供电的电机 6 仅设有一个唯一的断开保护 18，使得断开保护 18 打开和闭合多个电机 6 的多个相同的相。在逆变器 14 和电机 6 之间的电连接 22 的所有三个相 20a、20b、20c 运行经过断开保护 18，所述断开保护对于每个相 20 具有单独的断开元件或者接通元件 24。每个接通元件 24 装配有一个或多个晶闸管以快速并且时间限定地断开和闭合相应的相 20。

[0037] 在轨道车辆 2 运行时能够发生：由电机 6 通过逆变器 14 感应产生到中间回路 12 中的电流的流高到使得逆变器 14 面临损坏威胁。感应产生的电流、相应的电压大小或者其它的测量参数由适当的传感器测量并且由控制单元 16 评估，所述控制单元在存在临界的参数时控制接通开关 18 的打开。接通开关 18 在至少两个、尤其是在所有三个相中或者通过其所有的接通元件 24 打开，并且逆变器 14 和电机 6 之间的电连接被断开或者打开。

[0038] 为了再次进行轨道车辆 2 的驱动，通过控制单元 16 根据预设的标准再次闭合电连接 22。控制单元 16 通过场定向的调控来控制逆变器 14 以供给电机 6。通过场定向的调控的控制方法，控制单元 16 获悉穿过各个相 20 的额定电流或者如下参数，根据所述参数可推导出额定电流。控制单元 16 根据额定电流的变化曲线确定各个相 20 的额定电流的过零点。

[0039] 图 3 示出相对于以秒为单位的时间以安培为单位记录的额定电流。额定电流的变

化曲线在图 3 中以虚线示出。三个图表的最上方的图表示出经过相 20a 的额定电流,中间的图表示出相 20b 的额定电流并且下部的图表示出经过相 20c 的额定电流。在时间点 $t = 0$,所有三个相的额定电流为零,电连接 22 完全断开,所有的接通元件 22 打开。

[0040] 如果不再存在逆变器 14 因感应产生的电流而受损的危险,例如因为在发动机 6 中感应产生的电压不再明显超出逆变器 14 的输入电压,那么控制单元 16 通过接通开关 18 控制电连接 22 的闭合。电连接的闭合在图 3 中示出的第一实施例中在各个相 20 的额定电流的过零点中发生。在时间点 t_1 上,第三相 20c 的额定电流经过降低的过零点,使得经过第三相 20c 的电流在时间点 t_1 上为零。在该时间点上,通过控制单元 15 控制第三接通元件 24 的闭合。然而,通过相 20c 的该闭合,还是没有电流流经该相 20c,因为另外两个相 20a、20b 还是断开的并且电机 6 的星形接点是打开的、也就是说不接地的。相应于基尔霍夫定律,相电流的总和为零,电流仅随着第二相的闭合才开始流动。

[0041] 在时间点 t_2 上,第二相 20b 经过提高的过零点,所述第二相在图 3 中在中间的图表中示出。在该时间点上,通过控制单元 16 控制第二接通元件 24 的闭合,使得该相 20b 也闭合或者被连接。从时间点 t_2 起,实际电流流经第二相和第三相 20b、20c,如从图 3 中的这两个下部的图表中根据实线的电流线所看到的那样。在此,第二相 20b 的实际电流非常好地跟随额定电流并且第三相 20c 的实际电流以相对于相 20b 的相反的正负号滞后于额定电流,使得电流的总和为零。

[0042] 第一相 20a 此外直至时间点 t_3 打开,在该时间点所述相 20a 也经过过零点,并且相应的接通元件 24 闭合。从该时刻起,电流通过所有三个相 20 分布,其中第一相 20a 的实际电流也非常精确地跟随额定电流。

[0043] 在接通元件 24 或者连接 22 的被控制到过零点上的闭合时间点中,额定电流与实际电流的差的总和是非常小的。前两个相 20a、20b 非常好地跟随额定电流。仅在第三相中,实际电流(因总和电流规则被迫)显著地偏离额定电流。这种偏离是电机 6 的电扭矩中的剩余的扭矩跳跃的起因,然而所述扭矩跳跃与在通过具有耦联的接通元件的断开保护同时连接所有三个相 20 的情况中相比整体上明显更小。机动车 4 或者轨道车辆 2 的传动系和电机 6 的部件的机械负荷明显更小。

[0044] 连接 22 的所有三个相 20 在该实施例中在彼此直接跟随的过零点中闭合。因为待闭合的第一相 20c 的闭合时间点由于没有流动的电流是不那么重要的,所以待闭合的第二相和第三相 20b、20c 在直接跟随的过零点中闭合就足够了。在此有利的是,相 20 以如下顺序闭合,其中所述相具有直接彼此跟随的过零点。也就是说,在图 3 中示出的实施例中,第三相 20c 首先闭合,然后第二相 20b 闭合并且第一相 20a 首先闭合,因为相 20 的过零点(从待闭合的第一相 20c 起)以该顺序彼此跟随。相 20 随后在哪个过零点中实际上闭合是不那么重要的,也就是说,也能够选择稍后的过零点。然而,当过零点直接跟随首先闭合的相 20c 的过零点的相最后才闭合时,那么出现稍大的扭矩跳跃。

[0045] 在其它的闭合时间点的另一个实施例在图 4 中示出。与在图 3 中示出的实施例不同,选择第二相 20b 的闭合点,使得经过前两个闭合的相 20b、20c 的电流在相 20c 之前不久(在相 20b 中)或者在相 20c 之后不久在相应的过零点中进行。由此能够减少在第一闭合的相 20c 中的额定电流和理论电流之间的差。然而,在第二位置上闭合的相 20b 中的差增大。作为第三个待闭合的相 20a 的闭合时间点 t_3 保持不变。

[0046] 因此,在图 4 中示出的实施例中,这两个首先闭合的相 20b、20c 的闭合时间点是相同的、即 $t_2 = t_1$ 。因为第一待闭合的相 20c 的闭合时间点原则上是无关紧要的,所以闭合时间点 t_1 也能够选择为是更早的。然而在图 4 中所选择的实施例能够实现接通开关 18 或者断开保护,所述断开保护具有仅两个接通元件,其中接通元件中的一个同时打开或者闭合两个相。在图 4 中示出的实施例中所有相的额定电流和实际电流之间的差的总和大于图 3 中的实施例中的相应的差。相应地,电机 6 的扭矩的跳跃在图 4 示出的实施例中是更大的。然而,所述扭矩跳跃尤其在速度高的情况下始终比在三个相 20 同时连接的情况中更小。

[0047] 额定电流与实际电流的差的量度在图 5 中示意性地示出。图 5 示出图 4 中的实施例的中间的相 20b 中的一个部分。作为额定电流和实际电流之间的差的量度,在这两个电流之间的积分作为阴影面示出,也就是说,所述积分被选择为从闭合时间点 t_2 至闭合时间点 t_2 之后的 $T/4$ 、即 90° 。相应地,也可以在第一闭合的相 20c 中在第二待闭合的相的闭合时间点 t_2 和该闭合点之后的 90° 度之间对额定电流和实际电流之间的差进行积分。需要积分的是各差值。

[0048] 所述积分的总和是电机 6 的电扭矩与在电机 6 的连续的、起振运行期间的扭矩的偏差的量度。相应地,有利的是,在额定电流和实际电流之间的差值上的这两个积分的总和尽可能地小。所述总和至少应小于在所有三个相 20 共同闭合的情况下的总和。尤其有利的是,选择闭合时间点,使得总和最小。

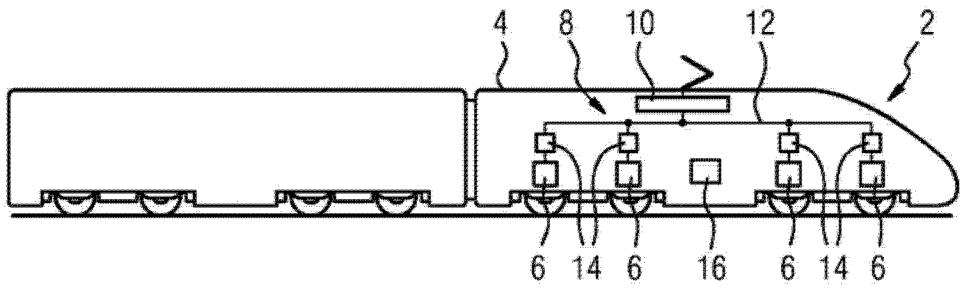


图 1

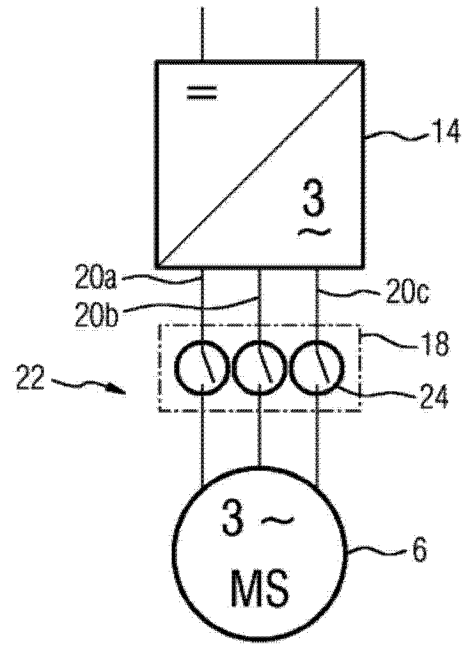


图 2

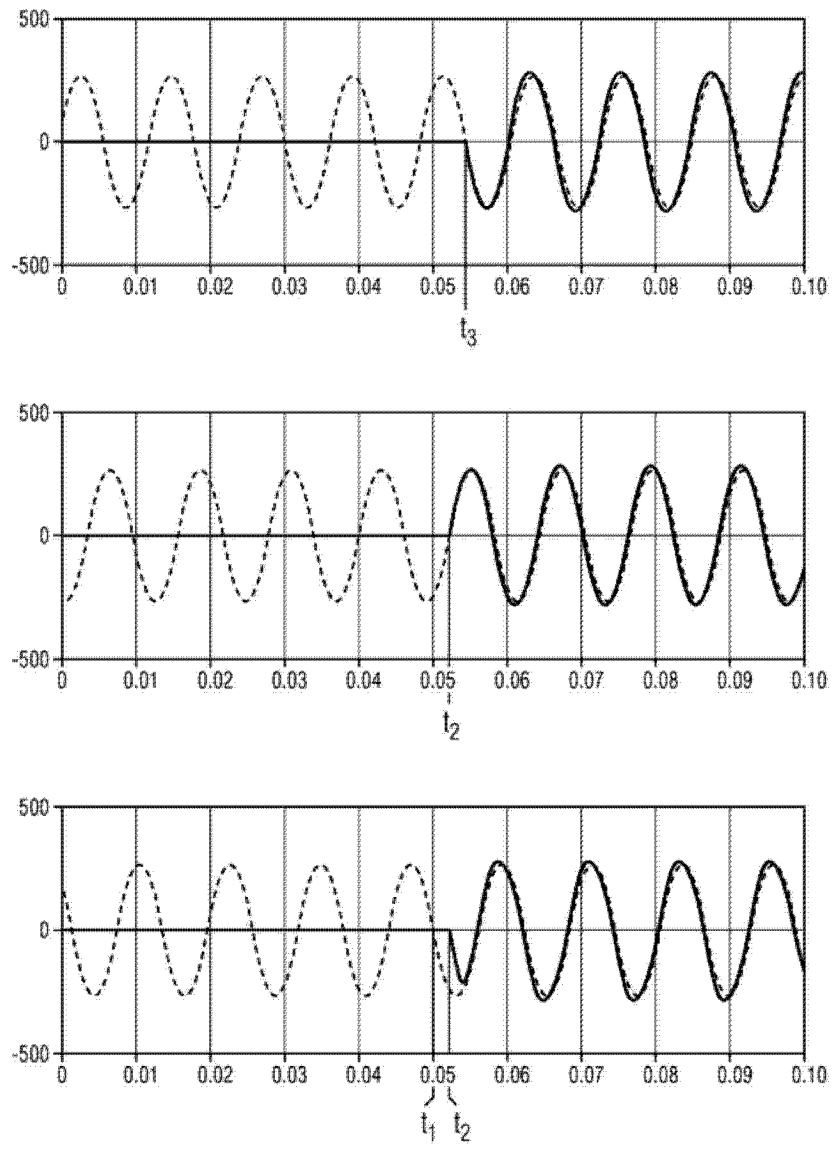


图 3

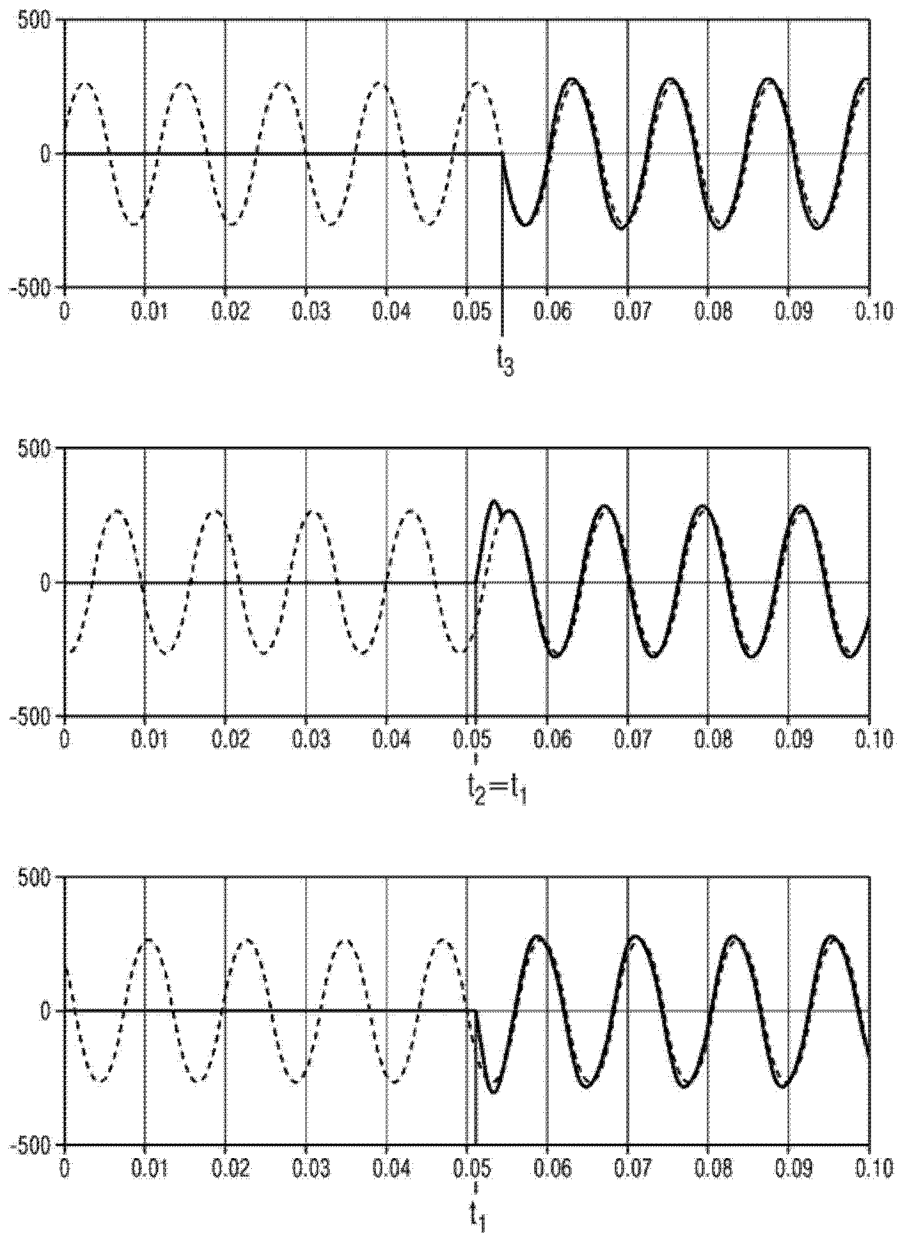


图 4

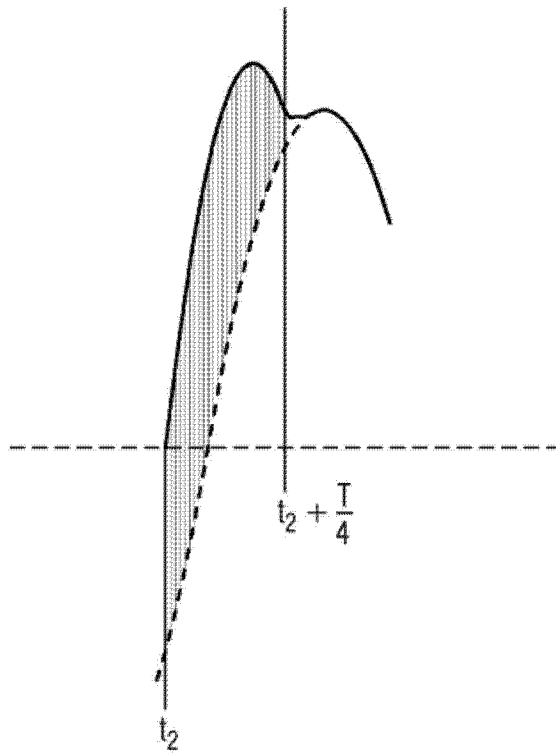


图 5