



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104571237 B

(45)授权公告日 2017. 04. 12

(21)申请号 201410594498.9

(22)申请日 2014.10.29

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104571237 A

(43)申请公布日 2015.04.29

(30)优先权数据

10-2013-0128909 2013.10.29 KR

(73)专利权人 LS产电株式会社

地址 韩国京畿道

(72)发明人 崔乘喆 俞安棣

(74)专利代理机构 北京金信知识产权代理有限公司

公司 11225

代理人 黄威 邓玉婷

(51)Int.Cl.

G05F 1/12(2006.01)

(56)对比文件

US 2009058331 A1, 2009.03.05, 全文.

US 2010271853 A1, 2010.10.28, 全文.

审查员 叶盛

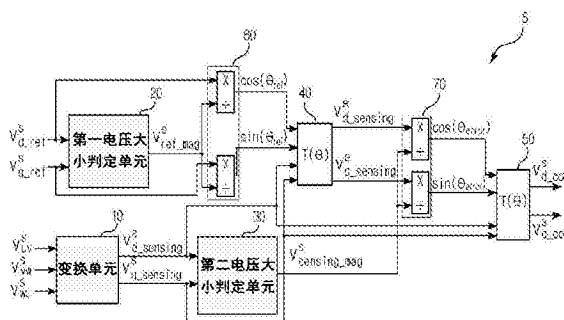
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

用于补偿逆变器输出电压中的相位误差的装置

(57)摘要

本发明提供了一种逆变器输出电压相位补偿装置,其所在系统包括逆变器、电压检测单元和向逆变器供给命令电压的控制器,该装置包括:第一判定单元,其判定命令电压的大小;第二判定单元,其判定逆变器输出电压的大小;第一归一化单元,其将命令电压归一化来计算命令电压的相位;第一变换单元,其使用命令电压的相位来将逆变器输出电压变换到旋转坐标系;第二归一化单元,其通过变换到旋转坐标系的逆变器输出电压来计算逆变器输出电压和命令电压之间的相位差;第二变换单元,其使用该相位差而输出补偿电压。本发明能够通过对逆变器输出电压检测单元的测量电压的时间延迟进行补偿来使得逆变器的性能得到提升。



1. 一种逆变器输出电压相位补偿装置,其所在系统包括配置为向电动机供给电压的逆变器、配置为向所述逆变器供给d轴和q轴命令电压的控制器以及配置为检测逆变器输出电压的电压检测单元,所述装置包括:

第一判定单元,其配置为使用所述d轴和q轴命令电压判定命令电压大小;

第二判定单元,其配置为判定逆变器输出电压的大小;

第一归一化单元,其配置为通过将所述d轴和q轴命令电压中的每一个除以所述第一判定单元输出的所述命令电压大小来计算所述命令电压的相位;

第一变换单元,其配置为使用由所述第一归一化单元计算的所述命令电压的相位来将所述逆变器的输出电压变换到旋转坐标系;

第二归一化单元,其配置为通过将变换到旋转坐标系的所述逆变器输出电压的大小除以所述第二判定单元输出的所述逆变器输出电压的大小来计算所述逆变器输出电压和所述命令电压之间的相位差;

第二变换单元,其配置为使用由所述第二归一化单元计算的所述相位差而通过将所述逆变器输出电压变换到旋转坐标系来输出补偿电压;其中

所述第二变换单元输出的补偿电压的大小与所述逆变器输出电压的大小相同,并且所述补偿电压的相位与所述命令电压的相位相同。

2. 根据权利要求1所述的装置,进一步包括第三变换单元,其配置为将从所述电压检测单元输入的所述电动机的线间电压变换到静止坐标系。

3. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述第一判定单元包括:第一和第二计算单元,其均配置为对所述d轴和q轴命令电压取平方,所述d轴和q轴命令电压为输入的静止坐标系下的两个变量;第一加法单元,其配置为将所述第一和第二计算单元的输出相加;以及第三计算单元,其配置为对所述第一加法单元的输出进行取平方根计算。

4. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述第二判定单元包括:第四和第五计算单元,其均配置为对所述逆变器输出电压取平方,所述逆变器输出电压为输入的两个静止坐标系下的变量;第二加法单元,其配置为将所述第四和第五计算单元的输出相加;以及第三计算单元,其配置为对所述第二加法单元的输出进行取平方根计算。

5. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述第一变换单元的输出为矢量,该矢量为所述逆变器输出电压在所述命令电压的每个参考坐标系的同步坐标系上的投影。

6. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述第二变换单元的输出作为所述逆变器的命令电压供给至所述控制器。

用于补偿逆变器输出电压中的相位误差的装置

技术领域

[0001] 根据本公开的示例性实施例的教导总的来说涉及相位补偿装置,并更具体地涉及用于补偿逆变器输出电压中的相位的装置。

背景技术

[0002] 电能占全球能源的大约30%。换言之,全球能源中有大约30%用于发电。通常,发电厂生产50Hz或60Hz的交流电,并且对电流、电压大小、频率和相位进行变换而使用电能。变换后的电能最终用于负载设备以产生具有光、热、能量或信息的信号。具有控制和转换电力的功能的设备被称为电力变换器。

[0003] 虽然原始的逆变电路的控制系统由使用诸如晶体管和二极管的基本电子电路元件的模拟电路组成,但当前的控制系统则通过一个或多个DSP(数字信号处理器)组成。数字系统工作在离散时间,并因此,不可避免地由多次采样而产生时间延迟。当使用诸如逆变器输出电压检测电路的测量装置时,由诸如ADC(模数转换器)、采样以及读/写而产生时间延迟因素,其成为在逆变器输出电压检测时妨碍性能的因子。同时,当电压测量装置由模拟系统组成时,该系统会由于用于电压检测的滤波器的时间常数而引起延迟。

发明内容

[0004] 通过本公开要解决的技术目标是提供一种用于补偿逆变器输出电压的相位的装置(在下文中称为“相位补偿装置”或“装置”),其配置为使用逆变器命令电压的相位来减少由逆变器输出电压测量设备测量的电压的时间延迟产生的误差。

[0005] 在本公开的一个总体方面,提供了一种逆变器输出电压相位补偿装置,其所在系统包括配置为向电动机供给电压的逆变器、配置为向所述逆变器供给命令电压的控制器以及配置为检测逆变器的输出电压的电压检测单元,其,所述装置包括:

[0006] 第一判定单元,其配置为判定所述命令电压的大小;

[0007] 第二判定单元,其配置为判定逆变器输出电压的大小;

[0008] 第一归一化单元,其配置为使用所述第一判定单元输出的所述命令电压的大小而通过将所述命令电压归一化来计算三角函数格式的所述命令电压的相位;

[0009] 第一变换单元,其配置为使用三角函数格式的所述命令电压的相位来将所述逆变器的输出电压变换到旋转坐标系;

[0010] 第二归一化单元,其配置为通过将变换到旋转坐标系的所述逆变器输出电压的大小归一化为所述第二判定单元输出的所述逆变器输出电压的大小来计算所述逆变器输出电压和命令电压之间的相位差;

[0011] 第二变换单元,其配置为使用三角函数格式的所述相位差而通过将所述逆变器输出电压变换到旋转坐标系来输出补偿电压。

[0012] 作为优选,但非必要地,所述装置可以进一步包括第三变换单元,其配置为将从所述电压检测单元输入的所述电动机的线间电压变换到静止坐标系。

[0013] 作为优选,但非必要地,所述第一判定单元可以包括:第一和第二计算单元,其均配置为对所述命令电压取平方,所述命令电压为输入的静止坐标系下的两个变量;第一加法单元,其配置为将所述第一和第二计算单元的输出相加;以及第三计算单元,其配置为对所述第一加法单元的输出进行取平方根计算。

[0014] 作为优选,但非必要地,所述第二判定单元可以包括:第四和第五计算单元,其均配置为对所述逆变器输出电压取平方,所述逆变器输出电压为输入的两个静止坐标系的变量;第二加法单元,其配置为将所述第四和第五计算单元的输出相加;以及第三计算单元,其配置为对所述第二加法单元的输出进行取平方根计算。

[0015] 作为优选,但非必要地,所述第一变换单元的输出可以为矢量,该矢量为所述逆变器输出电压在所述命令电压的每个参考坐标系的同步坐标系上的投影。

[0016] 作为优选,但非必要地,所述第二变换单元的输出可以是补偿相位的电压,所述补偿相位的电压的大小可以与所述逆变器的输出电压的大小相同,所述相位补偿的电压的相位可以与所述命令电压的相位相同。

[0017] 作为优选,但非必要地,所述第二变换单元输出的补偿电压的大小与所述逆变器输出电压的大小相同,并且所述补偿电压的相位与所述命令电压的相位相同。

附图说明

[0018] 图1是示出根据现有技术的电力变换系统的框图;

[0019] 图2是示出图1的电压检测单元的工作的时序图;

[0020] 图3是示出根据本公开示例性实施例的输出电压相位补偿装置的框图;

[0021] 图4是示出图3的第一和第二电压大小判定单元的详细框图;

[0022] 图5是示出图3的输出和输入之间的坐标变换的示意图。

具体实施方式

[0023] 下文将参照图示一些示例性实施例的附图来更具体地描述多种示例性实施例。本发明的概念可以体现为多种不同的形式,但并不被示出的示例性实施例所限制。更确切地,所描述的方案旨在涵盖所有落在本公开的范围和新颖概念内的替代例、改进例和变型例。

[0024] 在下文中,将参照附图详细描述根据本发明的示例性实施例。

[0025] 图1是示出根据现有技术的电力变换系统的框图。

[0026] 参照图1,根据本公开的逆变器系统可以包括电源单元1、逆变器2、电动机3、电压检测单元4、本公开的相位补偿装置5和控制器6。

[0027] 首先,将给出当不配置本公开的相位补偿装置5时的逆变器系统的工作的说明。

[0028] 图1中,当通过电源单元1向逆变器系统施加三相交流电力时,逆变器2通过内部功率半导体的开关来转换交流电压的大小和频率而将其供给电动机3。通常,逆变器2用来响应控制器6的控制而改变输出电压的大小和频率变化,其中,由于诸如空载时间等的非线性因子的影响而使输出电压失真,从而在控制器6所使用的输出电压信息中产生误差。

[0029] 电压检测单元4通过测量施加在电动机3上的线间电压并向控制器6传输包括产生误差的非线性因子的输出电压信息而减少输出电压信息的误差。

[0030] 图2是示出图1的电压检测单元的工作的时序图,其中电压检测单元4包括积分器。

[0031] 图2中的附图标记2A定义了逆变器的电压命令生成区。2C定义了逆变器2的PWM(脉冲宽度调制)输出电压,其为关于由2A生成的电压命令的输出。2D为模数转换和读/写区,2E为使用电压信息的区,该电压信息是通过读取输出电压信息信号来驱动电动机3而测量到的。

[0032] 通过2B区对2C的输出电压进行积分而允许2D区读取并使用由2E区通过模数转换和读/写操作而测量到的电压信息。因此,电压检测单元4具有在采样时间、读/写操作期间产生的延迟因子。2E区对由2A区生成的电压命令使用测量到的电压,并因此具有4Tc这样大的延迟。

[0033] 同时,当电压检测单元4由模拟电路组成时,电压检测单元由于在电压检测期间使用的滤波器的时间常数而产生延迟。

[0034] 图3是示出根据本公开实施例的输出电压相位补偿装置的框图,其配置在图1中的逆变器系统中。

[0035] 参照图3,根据本公开的相位补偿装置可以包括变换单元10、第一电压大小判定单元20、第二电压大小判定单元30、第一坐标变换单元40、第二坐标变换单元50以及第一和第二归一化单元60和70。

[0036] 根据本公开的输出电压相位补偿装置使用逆变器2的命令电压 $v_{d_ref}^s$ 和 $v_{q_ref}^s$ 和电压测量单元4测量到的电压 $v_{d_sensing}^s$ 和 $v_{q_sensing}^s$ 通过坐标变换对测量到的电压进行移相,并向控制器6提供经移相的测量电压。

[0037] 变换单元10具有将通过电压检测单元4测量的三相电压信息 v_{uv}^s 、 v_{vw}^s 和 v_{wu}^s 变换为静止坐标系的d轴和q轴的电压的功能。虽然输入电压信息具有示例的线间电压,但输入的电压也可以为端子电压。

[0038] 第一电压大小判定单元20可以判定静止坐标系的逆变器命令电压的电压大小,第二电压大小判定单元30可以判定由电压检测单元4测量到的电压(也就是,变换单元10的输出)的电压大小。

[0039] 第一和第二坐标变换单元40和50分别将输入的静止坐标系的变量变换到旋转坐标系。下文中,将对图3的相位补偿装置的工作进行说明。

[0040] 使用静止坐标系的d轴和q轴命令电压 $v_{d_ref}^s$ 和 $v_{q_ref}^s$ 和测量电压 $v_{d_sensing}^s$ 和 $v_{q_sensing}^s$,判定作为测量电压的补偿电压 $v_{d_com}^s$ 和 $v_{q_com}^s$ 的大小,并且其具有命令电压的相位。

[0041] 此时,命令电压从图1中的控制器6输入,并且通过电压检测单元4测量上述测量电压并且通过图3的变换单元确定为d轴电压和q轴电压。

[0042] 当测量电压为输出线间电压时,变换单元10的工作可以通过如下等式来执行。

[0043] 等式1

$$[0044] \quad v_u^s = (2v_{uv}^s + v_{vw}^s) / 3$$

[0045] 等式2

$$[0046] \quad v_v^s = (2v_{vw}^s + v_{wu}^s) / 3$$

[0047] 等式3

$$[0048] \quad v_w^s = (2v_{wu}^s + v_{uv}^s) / 3$$

[0049] 等式4

$$[0050] \quad v_{d_sensing}^s = (2v_u^s - v_v^s - v_w^s) / 3$$

[0051] 等式5

$$[0052] \quad v_{q_sensing}^s = (v_v^s - v_w^s) / \sqrt{3}$$

[0053] 图4是示出图3的第一和第二电压大小判定单元的详细框图,其中已针对第一电压大小判定单元20进行了说明,第二电压大小判定单元30也具有与第一电压大小判定单元20相同的配置。此外,虽然图2中的输入信号省略了下标“ref”和“sensing”,当应用于图3时增加相关的下标应是显而易见的。

[0054] 参照图4,第一电压大小判定单元20可以包括平方计算单元21和22,加法单元23和平方根计算单元24,其中具有输入的 90° 的相位差的静止坐标系的d轴和q轴变量分别通过平方计算单元而相乘,通过加法单元相加,并通过平方根计算单元24获得加法单元23的输出的平方根,以计算输入电压的大小。计算出的电压大小用于将三角函数的大小归一化为在第一和第二坐标变换单元的第一归一化单元60使用的“1”。

[0055] 图4中的输入电压 v_d^s 和 v_q^s 为具有 90° 相位差的交流变量,并且输入电压的大小 v_{mag}^s 为具有正(+)值的输出。

[0056] 此时,将d轴命令电压 $v_{d_ref}^s$ 当作余弦信号,将q轴命令电压 $v_{q_ref}^s$ 当作正弦信号。此外,第一归一化单元60将命令电压归一化为命令电压的大小(命令电压为第一电压大小判定单元20的输出),使用由第一和第二电压大小判定单元20和30计算的电压的大小,并使用三角函数 $\sin(\theta_{ref})$ 和 $\cos(\theta_{ref})$ 计算命令电压的相位,该计算可以由下面的等式定义:

[0057] 等式6

$$[0058] \quad \sin(\theta_{ref}) = v_{q_ref}^s / v_{ref_mag}^s$$

[0059] 等式7

$$[0060] \quad \cos(\theta_{ref}) = v_{d_ref}^s / v_{ref_mag}^s$$

[0061] 通过上述等式6和7计算的三角函数用于进行图3的第一坐标变换单元40的坐标变换。也就是,第一坐标变换单元40接收第一归一化单元60的输出和变换单元10的输出来将变换单元的输出由静止坐标系变换到旋转坐标系。

[0062] 等式8

$$[0063] \quad v_{d_sensing}^e = v_{d_sensing}^s \times \cos(\theta_{ref}) + v_{q_sensing}^s \times \sin(\theta_{ref})$$

[0064] 等式9

$$[0065] \quad v_{q_sensing}^e = -v_{d_sensing}^s \times \sin(\theta_{ref}) + v_{q_sensing}^s \times \cos(\theta_{ref})$$

[0066] 图5是示出图3的输出和输入之间的坐标变换的示意图。

[0067] 通过等式8和9计算得到的旋转坐标系下的 $v_{d_sensing}^e$ 和 $v_{q_sensing}^e$ 为矢量,其为由

电压检测单元4测量的电压 $v_{dq_sensing}$ 在命令电压的每个参考坐标系的同步坐标系的d_e轴和q_e轴上的投影。由于其旋转角速度与命令电压的参考坐标系的同步坐标系的角速度相同,因此这些电压为常数。

[0068] 第二电压大小判定单元30输出测量电压的大小 $v_{sensing_mag}^s$,并且第二归一化单元70将接收自第一坐标变换单元40的旋转坐标系下的 $v_{d_sensing}^e$ 和 $v_{q_sensing}^e$ 归一化为测量电压的大小。归一化的三角函数定义了命令电压的测量电压和相位误差 θ_{error} ,其可以通过下面的等式来表示:

[0069] 等式10

$$[0070] \quad \sin(\theta_{error}) = v_{q_sensing}^s / v_{sensing_mag}^s$$

[0071] 等式11

$$[0072] \quad \cos(\theta_{error}) = v_{d_sensing}^s / v_{sensing_mag}^s$$

[0073] 第二归一化单元70的输出用于第二坐标变换单元50的坐标变换。第二坐标变换单元50接收第二归一化单元70的输出和变换单元10的输出并将变换单元10的输出按照下面的等式从静止坐标系变换到旋转坐标系。

[0074] 等式12

$$[0075] \quad v_{d_com}^s = v_{d_sensing}^s \times \cos(\theta_{error}) + v_{q_sensing}^s \times \sin(\theta_{error})$$

[0076] 等式13

$$[0077] \quad v_{q_com}^s = -v_{d_sensing}^s \times \sin(\theta_{error}) + v_{q_sensing}^s \times \cos(\theta_{error})$$

[0078] 通过上述等式12和13计算的电压为经过本公开的相位补偿的电压,并且对应于图5的 v_{dq_com} 。补偿电压的大小与通过电压检测单元4测量的电压的大小相同,并且其相位与命令电压的相位相同(同相)。补偿的测量电压不存在由时间延迟因子产生的相位误差,并且控制器6可以通过以补偿电压替代命令电压并将其供给至逆变器2。

[0079] 根据前述显而易见的是,本公开对电压检测单元4检测的逆变器的输出电压的时间延迟进行补偿。本公开的相位补偿不需要单独的三角函数,并能够通过坐标变换获得命令电压和测量电压的大小。补偿的电压相位通过命令电压来判定,并且电压的大小通过电压检测单元4的测量电压来判定。补偿电压信息为包括诸如空载时间的非线性因子的逆变器的精确输出电压信息,从而能够提升逆变器的性能。

[0080] 虽然已参照前述的实施例和优点详细描述了本公开,但显然在权利要求的精神和范围内的许多替代例、修改例和变型例对于本领域的技术人员来说是显而易见的。因此,应理解上述实施例并不被上述描述的任何细节所限制,除非另外特别说明,否则应根据所附的权利要求中定义的范围宽泛地理解。

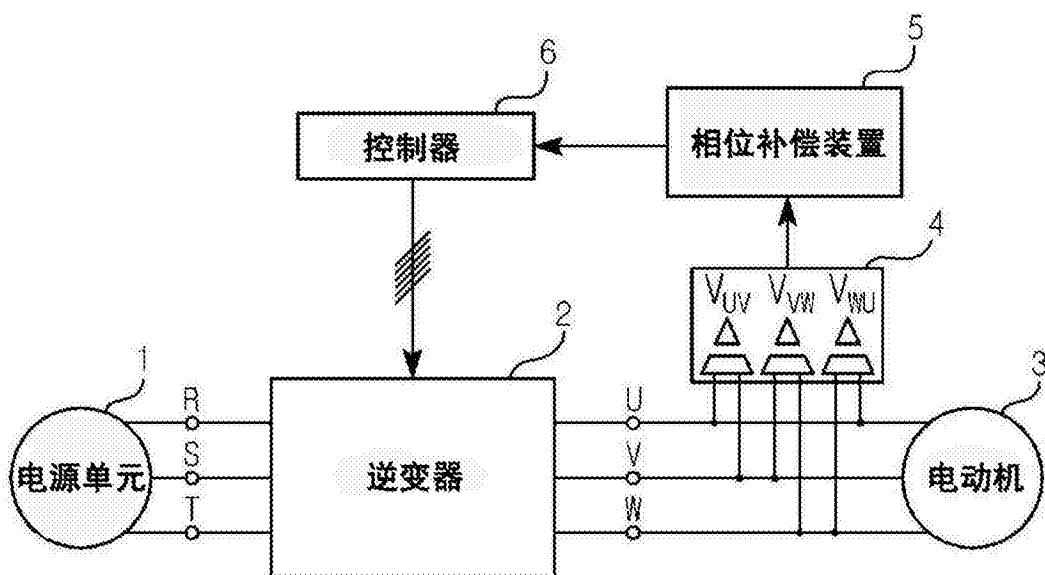


图1

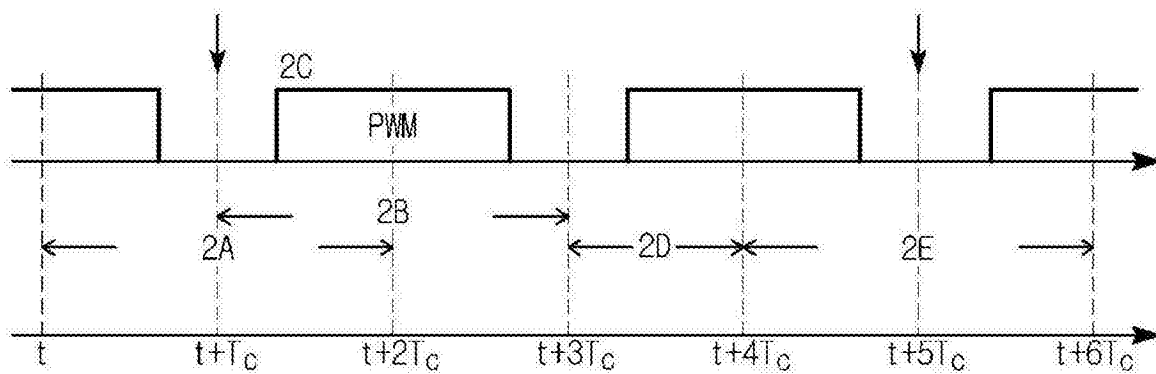


图2

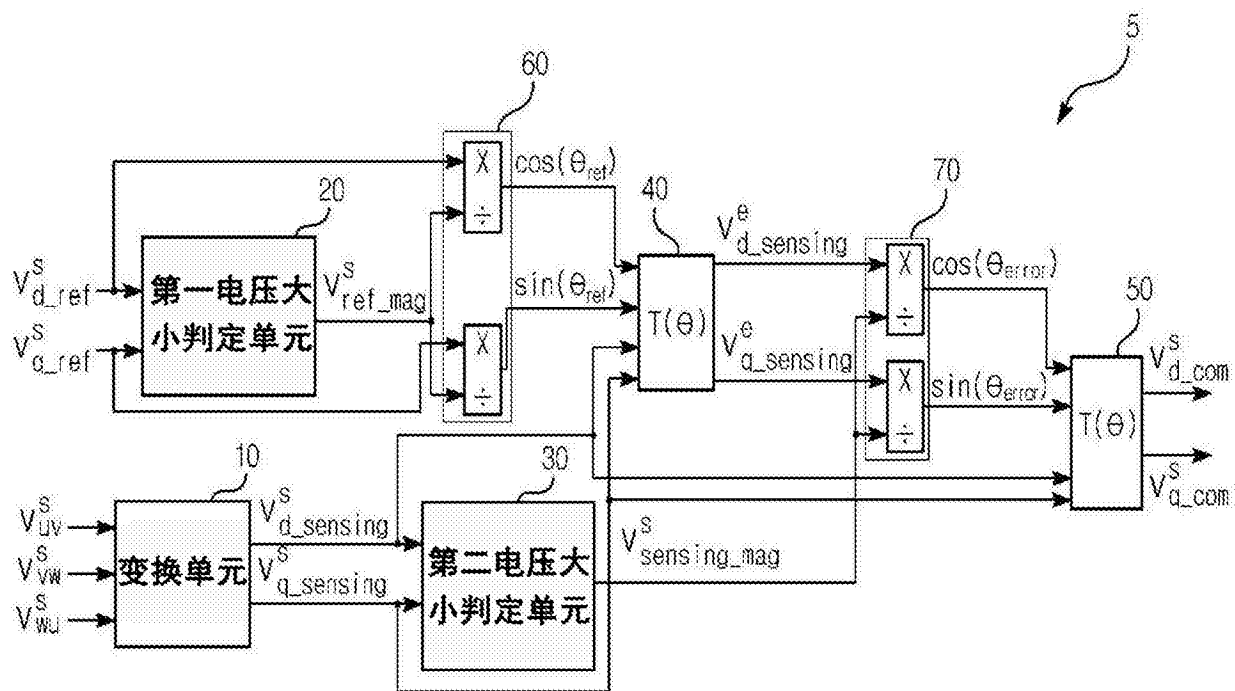


图3

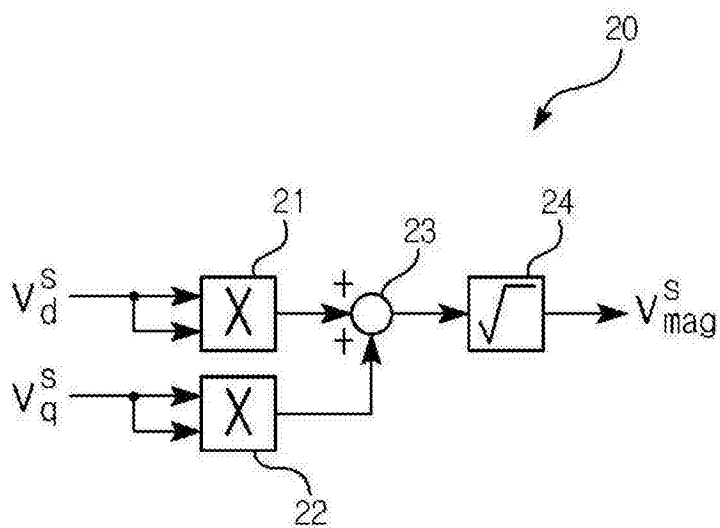


图4

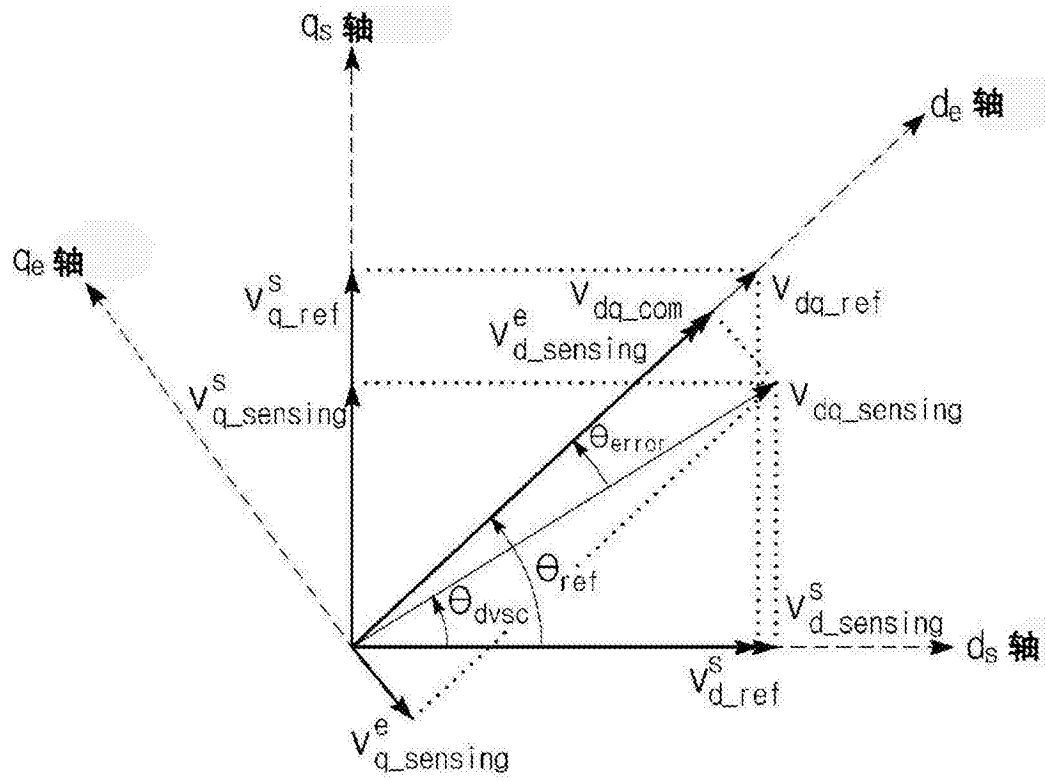


图5