



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104052305 A

(43) 申请公布日 2014. 09. 17

(21) 申请号 201310081708. X

(22) 申请日 2013. 03. 14

(71) 申请人 通用电气公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 路易斯·加塞斯 赛勒斯·哈勃特

理查德·张 艾伦·瑞特尔

拉吉·达他

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 张贵东

(51) Int. Cl.

H02M 5/458 (2006. 01)

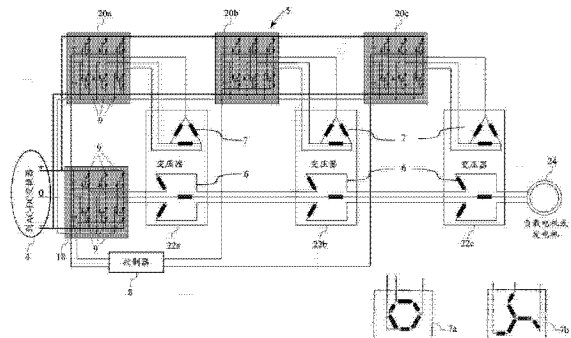
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

功率变换系统

(57) 摘要

一种功率变换系统,包括有效串联连接到第二变换器的第一变换器。每个变换器具有多个输出电平。移相变压器耦合到变换器。移相变压器具有三角形缠绕的绕组和开放星形绕组。第一变换器耦合到开放星形绕组,并且第二变换器耦合到Δ形绕组。开放星形绕组配置用于到负载或者第二移相变压器的开放星形绕组的直接连接。一个或多个直流电压源每个通过各自的直流链路电容器连接到第一和第二变换器。每个直流电压源通过隔离的多相变压器绕组连接到公共电网。



1. 一种功率变换系统,包括:

(a) n 个变换器, n 个变换器的每个具有变换器输出电压, n 是整数;

(b) $n-1$ 个移相变压器,包括开放星形绕组和 Δ 形绕组, $n-1$ 个移相变压器的每个具有变压器电输出, $n-1$ 个移相变压器具有组合电输出;

其中 n 个变换器的第一个直接连接到 $n-1$ 个移相变压器的第一个的开放星形绕组,并且 n 个变换器的第二个直接连接到 $n-1$ 个移相变压器的第一个的 Δ 形绕组,

并且其中 $n-1$ 个移相变压器的第 i 个移相变压器的变压器电输出经由直接电连接,从第 i 个移相变压器的开放星形绕组指引到负载或者 $n-1$ 个移相变压器的第 $i+1$ 个移相变压器的开放星形绕组,第 $i+1$ 个移相变压器的 Δ 形绕组直接连接到 n 个变换器的第 $i+2$ 个变换器, i 是在 1 到 $n-1$ 的范围内的整数,包括 1 和 $n-1$,

并且其中 $n-1$ 个移相变压器的组合电输出配置用于通过第 $n-1$ 个移相变压器的开放星形绕组直接连接到负载;

(c) 控制器,配置用于操作一个或多个变换器的多个开关,从而调制一个或多个变换器的输出电压,使得输出电压的基波是加成的,并且在 $n-1$ 个移相变压器的组合电输出,消除或减少由输出电压的调制产生的一个或多个谐波阶次;以及

(d) 一个或多个直流电压源,配置为向 n 个变换器供电。

2. 根据权利要求 1 的功率变换系统,其中每个直流电压源通过直流链路电容器连接到一个或多个变换器。

3. 根据权利要求 1 的功率变换系统,其中每个直流电压源通过隔离多相变压器绕组连接到电网。

4. 根据权利要求 1 的功率变换系统,包括多个移相变压器。

5. 根据权利要求 1 的功率变换系统,其中 n 个变换器的每个实质上是相同的。

6. 根据权利要求 1 的功率变换系统,其中至少一个绕组配置为多边形绕组。

7. 根据权利要求 1 的功率变换系统,其中至少一个绕组配置为 Z 字形绕组。

8. 根据权利要求 1 的功率变换系统,其中在操作期间每个移相变压器具有在 Δ 形绕组和开放星形绕组之间的 $(60/n)^\circ$ 的相移。

9. 根据权利要求 1 的功率变换系统,其中一个或多个变换器包括两个或更多电平三相桥。

10. 根据权利要求 1 的功率变换系统,其中至少一个直流电压源包括多相输入二极管桥。

11. 根据权利要求 1 的功率变换系统,配置为通过第一电网侧变压器的隔离 Y 形绕组连接到电网。

12. 根据权利要求 1 的功率变换系统,配置为通过电网侧变压器的隔离 Δ 形绕组连接到电网。

13. 根据权利要求 1 的功率变换系统,其中至少一个直流电压源包括多相输入 SCR 桥。

14. 根据权利要求 1 的功率变换系统,其中至少一个直流电压源包括多相输入开关变换器。

15. 根据权利要求 1 的功率变换系统,其中至少一个直流电压源包括多相输入开关变换器,所述多相输入开关变换器包括三电平变换器。

16. 一种功率变换系统,包括:

(a) 第一变换器和第二变换器,每个变换器在操作期间具有输出电压;

(b) 移相变压器,包括 Δ 形绕组和开放星形绕组,移相变压器在操作期间具有组合电输出;

其中第一变换器直接连接到移相变压器的开放星形绕组,并且第二变换器连接到移相变压器的 Δ 形绕组,并且其中移相变压器的组合电输出配置用于通过移相变压器的开放星形绕组直接连接到负载;

(c) 控制器,配置为操作一个或多个变换器的多个开关,从而调制一个或多个变换器的输出电压,使得变换器的输出电压的基波是加成的,并且使得在移相变压器的组合电输出中,消除或减少由输出电压的调制产生的一个或多个谐波阶次;以及

(d) 一个或多个直流电压源,配置为向变换器供电直流。

17. 根据权利要求 16 的功率变换系统,包括至少两个直流电压源,所述直流电压源每个包括两电平开关变换器。

18. 根据权利要求 17 的功率变换系统,其中每个直流电压源通过直流链路电容器连接到一个或多个变换器。

19. 根据权利要求 17 的功率变换系统,其中每个直流电压源通过隔离多相变压器绕组连接到电网。

20. 根据权利要求 16 的功率变换系统,其中每个变换器实质上是相同的。

功率变换系统

技术领域

[0001] 本公开的主题一般涉及功率变换系统及其使用。本发明的主题具体涉及功率变换器、以及用于在电网和负载之间连接高频高压、变压器串联连接的变换器的方法和系统。

背景技术

[0002] 多电平逆变器现在已经成为中压和高压应用中的经验证的技术。它们具有以改进的电压质量产生高电压、高功率容量的优点。多电平逆变器还消除有问题的开关器件的串 - 并连接的使用。

[0003] 功率半导体技术的最近进步导致快速开关器件(诸如 IGBT 和 MOSFET)的发展。这样的技术已经使得能够在功率逆变器中利用高频开关调制技术,来减少输出电压中的谐波含量(content)。在几乎所有的逆变器拓扑中,提高开关频率以减低滤波要求。然而,提高的开关频率不利地提高了开关损耗,因此减低了系统效率。因为在三电平逆变器中存在 12 个开关器件,所以开关损耗问题变得甚至更显著。因此,逆变器随着逆变器电平的数量增多而遭受更大的损耗。

[0004] 鉴于以上,存在功率变换系统(特别地,包括高频 - 高压逆变器 / 变换器的那些)的额外改进的需要,该系统和方法降低与高脉冲波调制逆变器频率相关联的损耗。

发明内容

[0005] 在一个实施例中,本发明提供一种功率变换系统,包括:(a) n 个变换器, n 个变换器的每个具有变换器输出电压, n 是整数;(b) $n-1$ 个移相变压器,包括开放星形绕组和 Δ 形绕组, $n-1$ 个移相变压器的每个具有变压器电输出, $n-1$ 个移相变压器具有组合电输出;其中 n 个变换器的第一个直接连接到 $n-1$ 个移相变压器的第一个的开放星形绕组,并且 n 个变换器的第二个直接连接到 $n-1$ 个移相变压器的第一个的 Δ 形绕组,并且其中 $n-1$ 个移相变压器的第 i 个移相变压器的变压器电输出经由直接电连接从第 i 个移相变压器的开放星形绕组指引到 $n-1$ 个移相变压器的第 $i+1$ 个移相变压器的开放星形绕组,第 $i+1$ 个移相变压器的 Δ 形绕组直接连接到 n 个变换器的第 $i+2$ 个变换器, i 是包括在 1 到 $n-1$ 的范围内的整数,并且其中 $n-1$ 个移相变压器的组合电输出配置用于通过第 $n-1$ 个移相变压器的开放星形绕组直接连接到负载;(c) 控制器,配置用于操作一个或多个变换器的多个开关,从而调制一个或多个变换器的输出电压,使得输出电压的基波是加成的,使得并且在 $n-1$ 个移相变压器的组合电输出中消除或减少输出电压的调制产生的一个或多个谐波阶次;以及(d) 一个或多个直流电压源,配置为向 n 个变换器供电直流。

[0006] 在可替代实施例中,本发明提供一种功率变换系统,包括:(a) 第一变换器和第二变换器,每个变换器在操作期间具有输出电压;(b) 移相变压器,包括 Δ 形绕组和开放星形绕组,移相变压器在操作期间具有组合电输出;其中第一变换器直接连接到移相变压器的开放星形绕组,并且第二变换器连接到移相变压器的 Δ 形绕组,并且其中移相变压器的组合电输出配置用于通过移相变压器的开放星形绕组直接连接到负载;(c) 控制器,配置为

操作一个或多个变换器的多个开关,从而调制一个或多个变换器的输出电压,使得变换器的输出电压的基波是加成的,并且使得在移相变压器的组合电输出中消除或减少输出电压的调制产生的一个或多个谐波阶次;以及(d)一个或多个直流电压源,配置为向变换器供电直流。

[0007] 参考以下描述和权利要求,本发明的这些和其他特征、方面和优点将变得更好理解。并入并组成本说明书的一部分的附图图示了本发明的实施例,并且与描述一起用于说明本发明的原理。

附图说明

[0008] 从以下结合附图进行的详细描述,本发明的上述和其他特征、方面和优点是显然的,附图中遍及图中的同样的符号表示同样的部分,其中:

[0009] 图 1 图示根据本发明一个或多个实施例的功率变换系统 5。

[0010] 图 2 图示根据本发明一个或多个实施例的功率变换系统 10。

[0011] 图 3 图示根据本发明一个或多个实施例的功率变换系统 40。

[0012] 图 4 图示根据本发明一个或多个实施例的功率变换系统 50。

[0013] 图 5 图示根据本发明一个或多个实施例的功率变换系统 60。

[0014] 图 6 图示根据本发明一个或多个实施例的功率变换系统 70。

[0015] 虽然上述附图提出了可替代实施例,但是如讨论中提及的,也可以预期本主题的其他实施例。在所有情况下,本公开通过表示和非限定的方式呈现本主题的说明实施例。本领域的技术人员可以做出大量其他修改和实施例,其落入本主题的的原理的范围和精神内。

具体实施方式

[0016] 现在将详细参考本主题的各实施例,本主题的一个或多个示例图示在附图中。每个示例通过说明本发明而不是限制本主题的方式提供。实际上,在本主题中可以做出各种修改和变化而不背离本主题的范围和精神,这对本领域的技术人员是显然的。例如,图示或描述为一个实施例的部分的特征可以与另一实施例一起使用以生成又一实施例。因此,意图在于本主题覆盖进入权利要求及其等价物范围内的这样的修改和变化。

[0017] 如注意到的,本发明提供一种功率变换系统,包括 n 个变换器和 $n-1$ 个移相变压器,其中 n 是大于 1 的整数。在本发明提供的功率变换系统的一个或多个实施例中, n 是 2 和 100 之间的整数,包括 2 和 100。功率变换系统包括以特定配置连接到变换器的 $n-1$ 个移相变压器,如在此将详细公开的,并且该配置实现以本发明提供的功率变换系统为特征的、重要的功率变换系统性能的提高。在一个或多个实施例中,功率变换系统包括多个移相变压器。在一个或多个可替代实施例中,功率变换系统包括单个移相变压器和一对变换器。在一个或多个实施例中,功率变换系统包括从 2 到 10 个变换器和从 1 到 9 个移相变压器。

[0018] 本发明提供的移相变压器包括开放星形绕组或者功能等效的绕组、以及 Δ 形绕组或者功能等效的绕组。在以下和遍及本公开的讨论中,将引用开放星形绕组和 Δ 形绕组作为本发明实践中有用的移相变压器的组件,并且这些绕组应当理解为示例性的,而不是限定性的,并且本发明预期其功能等效的绕组的替代。术语开放星形绕组这里有时可以称为开放 Y 形绕组,并且该术语应当理解为具有等效的含义。在一个或多个实施例中,本发明

提供一种功率变换系统,其中至少一个 Δ 形绕组配置为多边形绕组(见图 1 的元件 7a)。在一个或多个实施例中,本发明提供一种功率变换系统,其中至少一个绕组配置为 Z 字形绕组(见图 1 的元件 7b)。在一个或多个实施例中,本发明提供一种功率变换系统,其中在操作期间每个移相变压器具有在 Δ 形绕组(或其功能等效物)和开放星形绕组(或其功能等效物)之间的 $(60/n)^\circ$ 的相移,其中 n 是直接连接到 $n-1$ 个移相变压器的变换器的数量。

[0019] n 个变换器的每个配置为在操作期间具有变换器输出电压,并且各个变换器输出电压指引到移相变压器,该移相变压器将各个变换器输出电压求和为功率变换系统的组合电输出,该功率变换系统可以直接连接到负载,例如电机。该功率变换系统的组合电输出这里有时称为移相变压器的组合电输出。

[0020] 配置 n 个变换器,使得第一变换器直接连接到第一移相变压器的开放星形绕组,并且在操作期间第一变换器的变换器输出电压直接施加到第一移相变压器的开放星形绕组。配置 n 个变换器的第二个,使得其直接连接到第一移相变压器的 Δ 形绕组,并且在操作期间第二变换器的变换器输出电压直接施加到第一移相变压器的 Δ 形绕组。

[0021] 在功率变换系统包括第三变换器的实施例中,配置 n 个变换器的第三个,使得其直接连接到第二移相变压器的 Δ 形绕组,并且在操作期间第三变换器的变换器输出电压直接施加到第二移相变压器的 Δ 形绕组,并且配置第一移相变压器和第二移相变压器,使得第一移相变压器的开放星形绕组直接连接到第二移相变压器的开放星形绕组,并且在操作期间第一移相变压器的变压器电输出指引到第二移相变压器的开放星形绕组,以及第一和第二移相变压器的组合电输出经由直接连接,从第二移相变压器的开放星形绕组指引到要求电功率的负载或者第三移相变压器的开放星形绕组。

[0022] 然后,一般地, $n-1$ 个移相变压器的第 i 个移相变压器的变压器电输出经由直接连接,从第 i 个移相变压器的开放星形绕组指引到负载或者 $n-1$ 个移相变压器的第 $i+1$ 个移相变压器的开放星形绕组,第 $i+1$ 个移相变压器的 Δ 形绕组直接连接到 n 个变换器的第 $i+2$ 个变换器, i 是在从 1 到 $n-1$ 的范围内的整数,包括 1 和 $n-1$,并且 $n-1$ 个移相变压器的组合电输出配置用于通过第 $n-1$ 个移相变压器的开放星形绕组直接连接到负载。

[0023] 本发明提供的功率变换系统包括至少一个控制器,该控制器配置为操作 n 个变换器的一个或多个的多个开关。在操作期间,控制器致动变换器的开关以调制一个或多个变换器的输出电压,使得变换器输出电压的基波是加成的,并且使得在 $n-1$ 个移相变压器的组合电输出,消除或减少由输出电压的调制产生的一个或多个谐波阶次。

[0024] 本发明提供的功率变换系统包括一个或多个直流电压源以向 n 个变换器提供功率。在一个或多个实施例中,每个直流电压源通过直流链路电容器连接到一个或多个变换器。直流电压源本身可以由电网供电。在一个或多个实施例中,每个直流电压源通过隔离多相变压器绕组连接到电网。在一个实施例中,本发明提供一种功率变换系统,该系统包括包含多相输入二极管桥的至少一个直流电压源。在另一个实施例中,本发明提供一种功率变换系统,该系统包括包含多相输入 SCR 桥的至少一个直流电压源。在又一个实施例中,本发明提供一种功率变换系统,该系统包括包含多相输入开关变换器的至少一个直流电压源。在又一个实施例中,本发明提供一种功率变换系统,该系统包括包含多相输入开关变换器的至少一个直流电压源,其中多相输入开关变换器包括三电平变换器。

[0025] 图 1 是图示本发明提供的功率变换系统 5 并且包括多个(n) 变换器 18/20a-c 和

多个(n-1)移相变压器 22a、22b 和 22c 的示意图。在所示实施例中, n 等于四(4), 因为功率变换系统 5 包括总共四个变换器, 第一变换器 18 直接连接到第一移相变压器 22a 的开放星形绕组 6, 并且三个附加的变换器 20a、20b 和 20c 分别直接连接到移相变压器 22a、22b 和 22c 的 Δ 形绕组。变换器 18、20a、20b 和 20c 的每个具有功率变换系统 5 的操作期间的变换器输出电压。类似地, 在操作期间移相变压器的每个具有变压器电输出, 并且移相变压器组 22a、22b 和 22c 具有可用于驱动负载 24 的组合电输出, 负载例如可以是电机。在所示实施例中, 配置移相变压器, 使得移相变压器的组合电输出通过第三个(第 n-1 个)移相变压器 22c 的开放星形绕组 6 直接连接到负载 24。功率变换系统 5 包括控制器, 控制器配置为操作多个开关 9 以便适当地调制变换器 18 以及 20a、20b 和 20c 的每个的变换器输出电压, 使得移相变压器 22a-22c 的组合电输出表示各个变换器输出电压的加成组合, 因此移相变压器的组合电输出以这样的电压为特征, 该电压是各个变换器 18、20a、20b 和 20c 的变换器输出电压的和。此外, 控制器用于消除或减少由各个变换器输出电压的调制产生的一个或多个谐波阶次。在所示实施例中, 到直流电压源(未示出)的链路 4 连接到变换器 18、20a、20b 和 20c 的每个。

[0026] 为了简单的目的, 图 2-6 所示的本发明的实施例包括单个移相变压器。虽然如此, 图 2-6 所示的功率变换系统也图示包括多个移相变压器的本发明的各种实施例共有的创造性特征和操作模式。

[0027] 图 2 是图示根据本发明的一个实施例的功率变换系统 10 的示意图, 该功率变换系统 10 包括经由一对三相二极管桥 / 变换器 14、16 连接到电网 12 的高频高压变换器 18 和 20。功率变换系统 10 包括通过开放 Y- Δ 变压器 22 有效地串联连接到多相负载 24 的一对变换器 18、20。该配置有利地允许用非常高质量的电压和高频基波给三相负载 24 馈电, 同时通过降低要求的脉宽调制(PWM)频率将功率变换系统 10 中的损耗保持为最小值。其还通过经由变压器 22 (或 n-1 个这样的移相变压器) 相加各变换器输出电压以形成三相输出电压, 允许具有分数(V/n)负载电压额定的变换器的使用。在此公开的功率变换系统实施例可以用于在扩展上至至少 300Hz 的范围内的基频操作。在更具体的实施例中, 基频范围扩展上至至少 400Hz。在甚至更具体的实施例中, 基频范围扩展上至至少 600Hz。通过 Δ -星形变压器连接, 从变换器 18 和 20 的电压的相加得到的波形期望具有减少的谐波畸变(特别地在第 5 和第 7 阶次谐波), 因此与各电压的直接相加而没有变压器 22 的 Δ -星形配置相比, 具有提高的功率质量。变压器 22 被选择来以需要的频率操作, 以便运行多相负载 24。

[0028] 已经进行模型研究, 该模型研究模拟功率变换系统(如 10)中的变换器 18 和 20 的线对线电压。在该实例下的模型研究说明了使用三电平变换器以生成五个线对线电压电平。通过使用在线谐波消除经由输出变压器 22 配置施加适当的相移和变换器的适当切换, 在机器终端的电压曲线期望比从变换器直接获取的曲线更加平滑。

[0029] 使用几个不同的开关模式进行模型研究, 并且评估开关频率和基波频率对功率变换系统的组合电输出的组合影响。在第一开关模式(1 \times)中, 每个基波周期导通和关断变换器的每个开关一次。在发明人建模的可替代开关模式中, N 个脉冲施加在基波周期的每个正半周期, 并且 N 个脉冲施加在基波周期的每个负半周期。通过调整脉冲长度, 调制了波形, 结果是这样的展示: 可以根据本发明的一个或多个实施例采用关于功率的基波频率变化的开关模式。

[0030] 当用同步开关模式和低脉冲数切换变换器以避免降低输出功率质量时,有源开关的开关频率可以限制为在最高机器速度的基波频率。当设计变换器用于高功率应用时,可以由于通常几百安培的电流和几千伏的阻断电压的开关额定限制开关频率。通常这样的开关频率小于约 1kHz,更具体地,在 500Hz 到 800Hz 的范围内。

[0031] 本领域公知的调制技术包括同步脉冲宽度调制(PWM)和异步调制。当使用同步 PWM 时,开关情况与基波频率同步,并且功率变换系统的组合电输出的线对线电压波形以具有四分之一波和半波对称性的波形为特征。

[0032] 当使用异步调制时,开关事件不与基波频率同步。通过比较基波频率电压命令波形与一个或多个固定频率载波波形,在一个实施例中可以确定用于异步调制的开关事件。载波波形的频率选择为比基波频率高至少一个数量级,以获得期望的变换器输出电压的功率质量。实践上,通过半导体开关的最大开关频率限制载波频率。因此,异步调制方法提供在低基波频率的低谐波畸变。然而,谐波畸变随着基波频率的增加而增加,并且在高基波频率处功率质量可能是不可接受的。

[0033] 如注意到的,变换器开关的开关频率可以与基波频率相关地变化。在一个实施例中,设计调制使得在最高基波频率,每个开关器件的开关频率与基波频率相同,从而确保开关器件在其热容量(thermal capability)内操作。开关的该模式称为 1× 模式。然而,随着基波频率降低,可能在被分别称为 2× 模式和 3× 模式的调制协议中,以基波频率的两到三倍开关每个开关器件。开关模式可以作为基波频率的函数变化,以最小化每基波周期的开关事件的数量。在一个协议中,在 150Hz 和 600Hz 之间使用同步调制,而在启动(0Hz 和 150Hz 之间)时使用具有固定开关频率的异步调制。

[0034] 可以使用各种开关模式以便跨越整个操作速度范围在负载上实现高功率质量。对于同步调制中使用的开关模式,可以离线地或者在转换器操作期间计算开关事件出现的开关角度以减少输出谐波畸变。脉冲的布置与通过移相变压器引入的相移相结合,一起工作用于消除在缺少这样的处理时会出现的输出电压的特定谐波。在一个实施例中,离线计算在用于减少的谐波畸变的不同模式中的开关角度,并且将其存储在静态查询表中。在功率变换系统的操作期间,关于瞬时开关状态的信息依据调制索引和相位角从查询表中检索。

[0035] 再次参考图 2,该图表示作为多电平三相桥并且具有三相输出端子 26 以及两个或多个输入端子 28 的变换器 18 和 20,其中变换器 18 和 20 接收直流电压。虽然图 2 描绘了一对三电平变换器 18 和 20,但是在此描述的原理可以同样很好地应用于在其输出有任何数量电平的变换器。

[0036] 图 2 中描绘的简单、非再生配置中的一对变换器 18 和 20 要求的两个直流电压来自一对三相二极管桥 14 和 16。每个二极管桥 14、16 连接到用作高频谐波的滤波器和用作对于通过电链路 3 来自电网 12 的瞬变电流(transient)的存储器的各自电容器 30、32。如图 2 所示配置的,电容器 30 和 32 消除对多电平变换器 18、20 的额外电压或电流控制的需求,以确保中间端子的电压处于直流链路的两个外端子之间的电压的中心。二极管桥 14、16 使其输入连接到两组隔离三相绕组 34、36,三相绕组 34、36 可以来自一个或两个三相变压器。本领域的普通技术人员将认识到,如果(多个)电网侧变压器的初级绕组由相同组的端子馈电,则变压器次级绕组可以以 Y 形和 Δ 形配置连接,以消除电网提供的电流中的 5 次和 7 次谐波。

[0037] 参考图 3, 该图表示高频高压、变压器串联连接的功率变换系统 40, 该系统包括一对直接连接到移相变压器 22 的开放星形绕组 6 和 Δ 形绕组 7 的变换器 18 和 20, 移相变压器 22 又经由电链路 3 连接到负载 24。在所实施例中, 功率变换系统 40 经由分离的各组三相二极管桥 42 和 44 连接到电网 12。二极管桥 42 和 44 的每个将直流功率施加到各自的变换器 18 和 20。

[0038] 二极管桥 42 和 44 可以经由一个或两个分离的变压器 46 和 48 连接到电网 12。单个变压器配置通常称为 12 脉冲配置。

[0039] 当两个分离的变压器如图 3 中描绘的连接时, 一个电网侧变压器的初级绕组可以以 Y 形连接, 同时另一个电网侧变压器的初级绕组可以以 Δ 形连接。该配置允许消除甚至更高阶次的谐波, 并且通常称为 24 脉冲配置。24 脉冲配置在大多数应用中以电网侧要求的最少量的或没有额外滤波满足电网 12 的必需的谐波要求(如 IEEE-519)。

[0040] 具有实质上相同输出电压质量的配置, 也可以通过用一半电压的一对三相二极管桥馈送直流电压的每一半来实现。在该配置中的直流连接馈送两个变换器 18 和 20。以上配置可以使用在驱动不要求从负载侧馈送功率回到电网 12 的能力的情况。

[0041] 参考图 4, 该图表示功率变换系统 50, 该系统包括附接到移相变压器 22 的一对变换器 18 和 20, 移相变压器 22 的输出经由直接连接 3 指引到负载 24。根据本主题的另一实施例, 经由单个三电平开关变换器 52 通过电网 12 向功率变换系统 50 供电。本领域的普通技术人员将认识到, 虽然变换器 52 存在于功率变换系统 50 中, 但是其不计入 n 个变换器的总数, 因为在 n 个变换器中符合作为被计数的, 变换器必须直接连接到移相变压器 22 的开放星形绕组(或者等效绕组, 诸如 Z 形绕组), 或者直接连接到移相变压器 22 的 Δ 形绕组(或者等效绕组, 诸如多边形绕组)。在所实施例中, 单个三电平开关变换器 52 用充足的功率操作以向功率变换系统 50 馈电。此外, 如果再生量小于从电网 12 到负载 24 馈电要求的功率, 则单个三电平开关变换器 52 可以用比开关器件更高额定的续流(free-wheeling)二极管设计大小。

[0042] 参考图 5, 该图表示本发明提供的功率变换系统 60, 该系统可以经由一对两电平开关变换器 62 和 64 连接到电网 12。两电平开关变换器 62 和 64 可以代替图 2 中描绘的两个二极管桥 14 和 16。类似于图 4 所示的变换器 50 拓扑, 开关的额定不必必须与续流二极管的额定相同。

[0043] 参考图 6, 该图表示本发明提供的功率变换系统 70, 该系统连接到电网 12 和负载 24。功率变换系统 70 包括被组合来形成高频串联拓扑的两个全再生(背对背)变换器 72 和 74。

[0044] 在本发明的各种实施例中, 在电网侧具有有源器件的功率变换系统可以具有消除谐波和操作在单位功率因数的能力, 或者甚至如果它们具有充分的功率能力, 则当需要时有能力馈送无功功率到电网 12。在一个或多个实施例中, 在此描述的功率变换系统可以进一步用于当负载是用于操作涡轮机或驱动压缩机的电机时, 使用涡轮机作为原动机, 馈送有功和无功功率到电网 12。

[0045] 在一个或多个实施例中, 可以采用 SCR 桥代替图 4-6 中图示的再生配置中的开关器件。然而, SCR 桥的使用可能增加不希望的谐波到输出, 并且可能不能以单位功率因数操作。此外, 要求的额外滤波器可能消除或降低采用 SCR 桥代替开关器件的配置的任何成本

优点。

[0046] 虽然这里仅仅图示和描述了本发明的某些特征,但是对于本领域的技术人员将出现许多修改和变化。因此,要理解的是,权利要求意图涵盖落入本发明的真实精神内的所有这样的修改和变化。

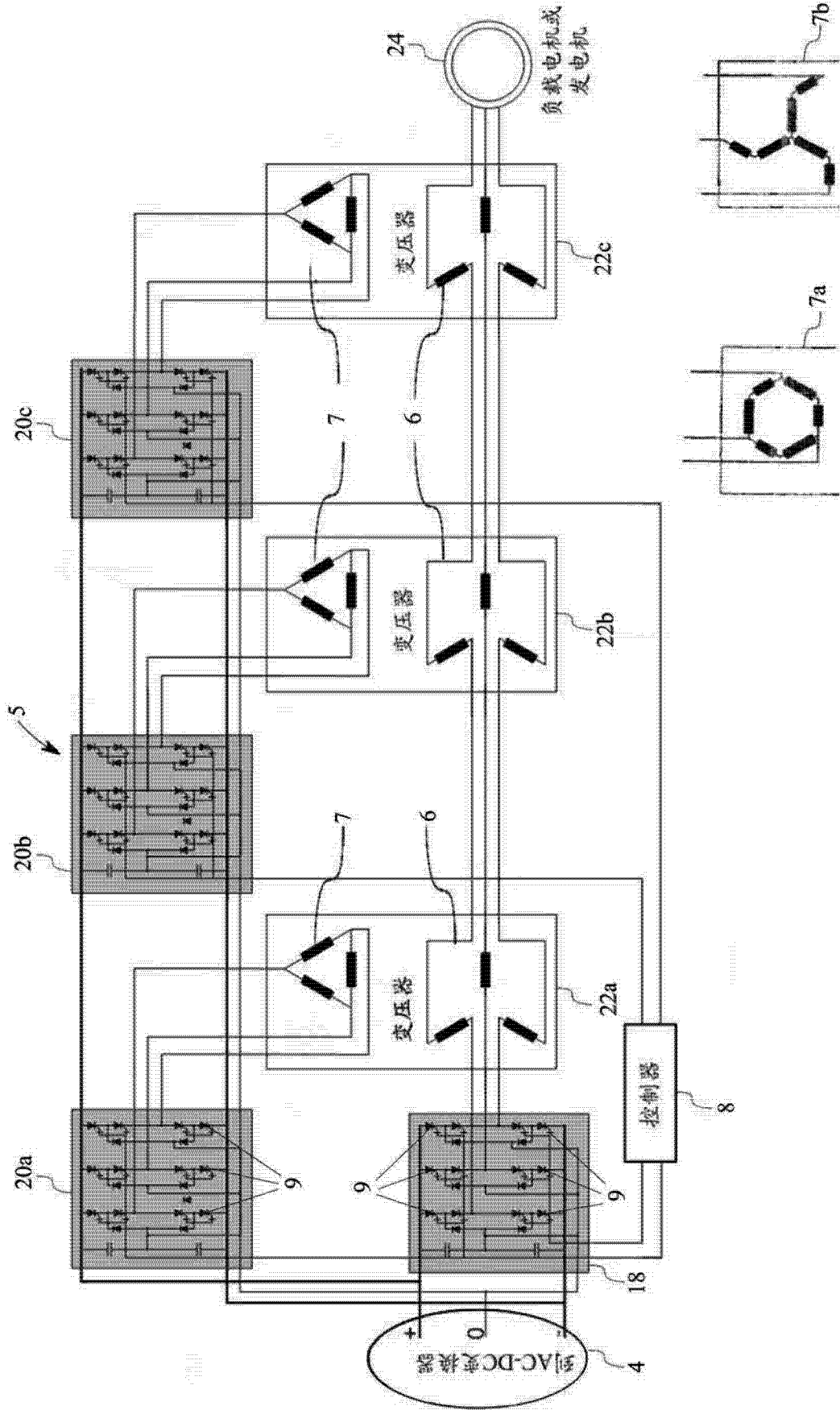


图 1

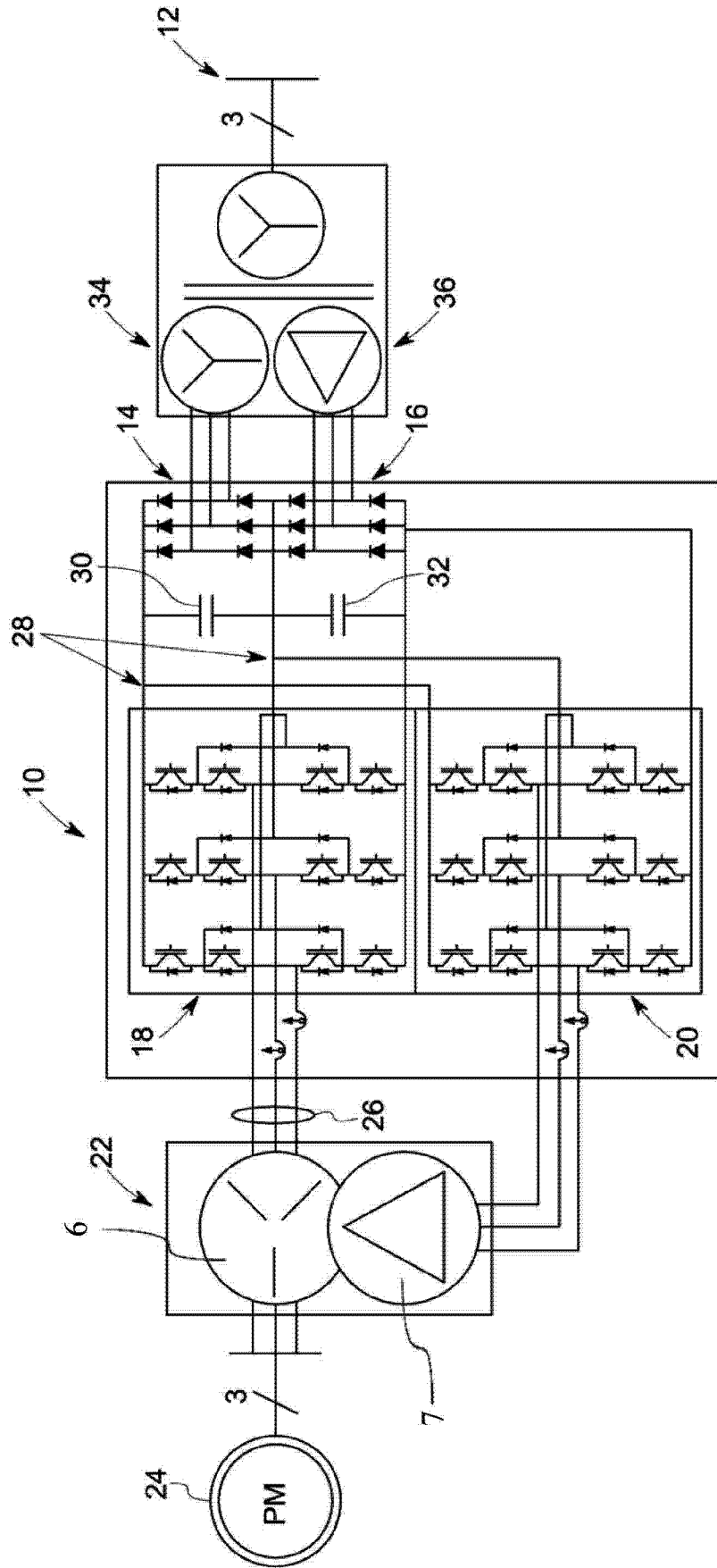


图 2

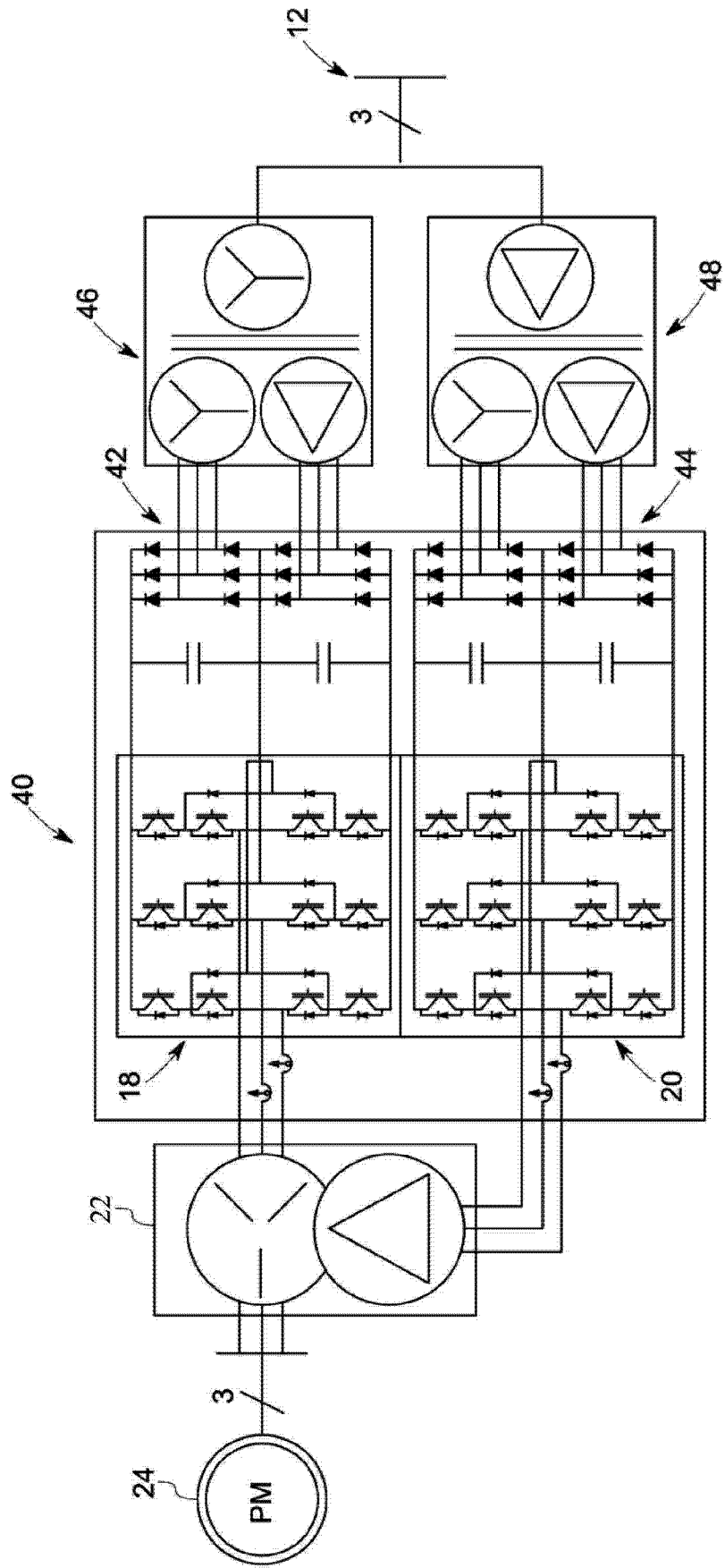


图 3

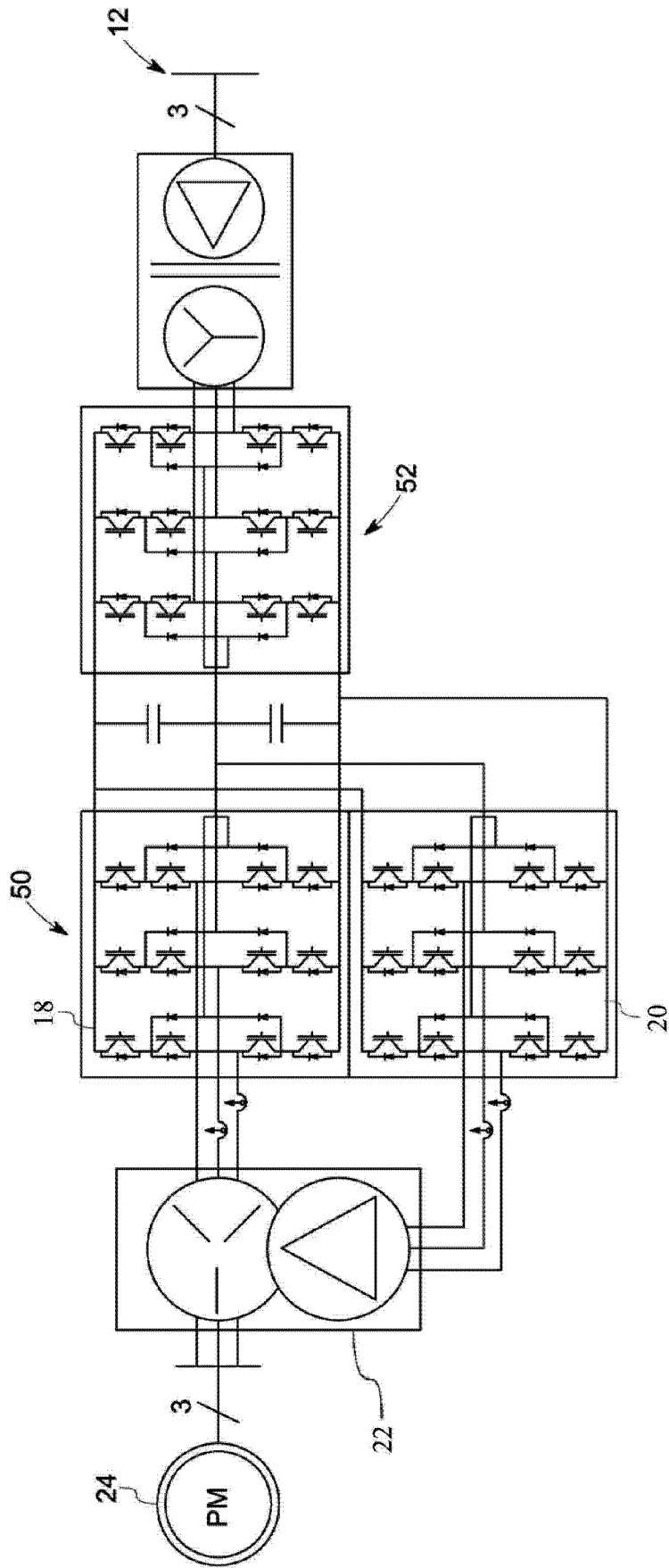


图 4

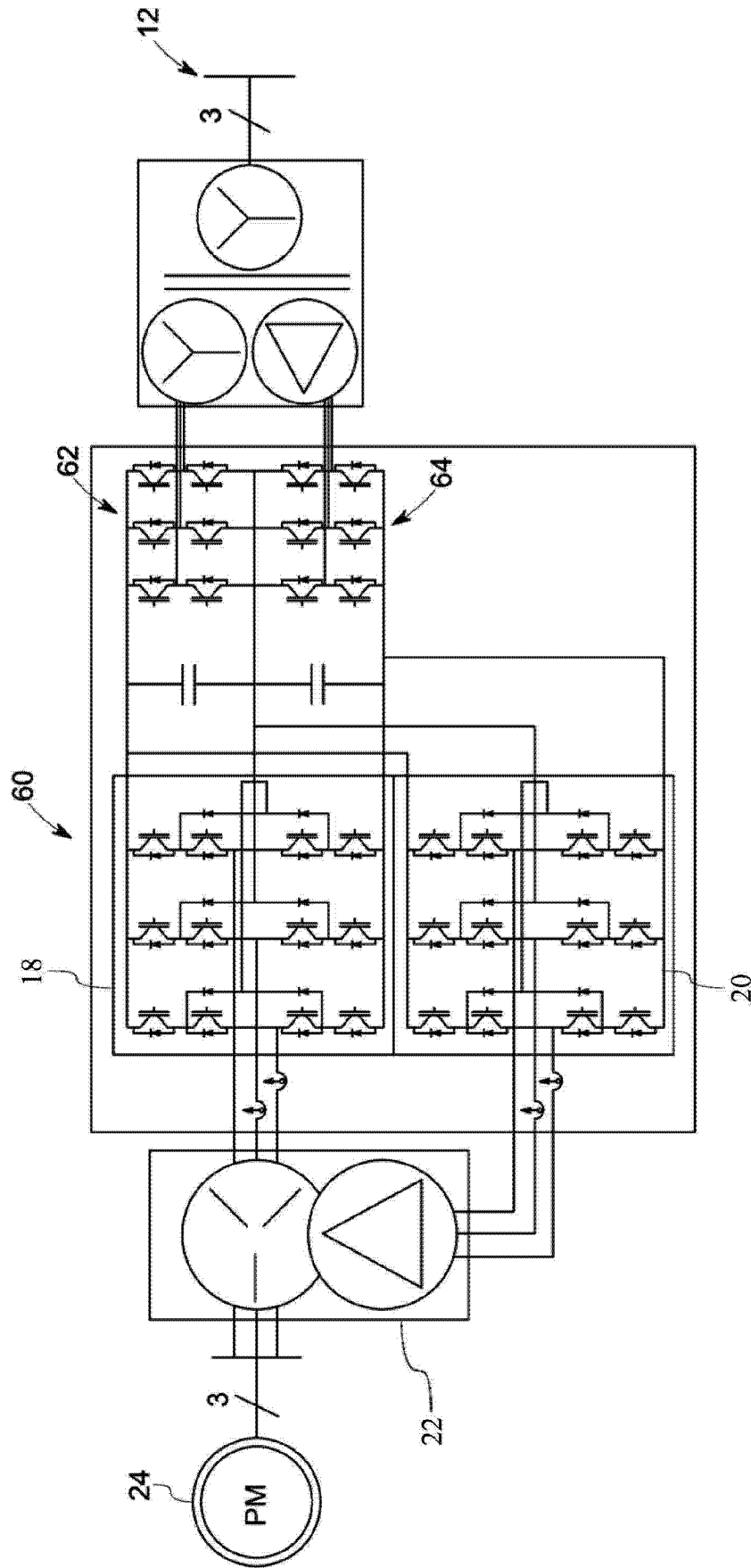


图 5

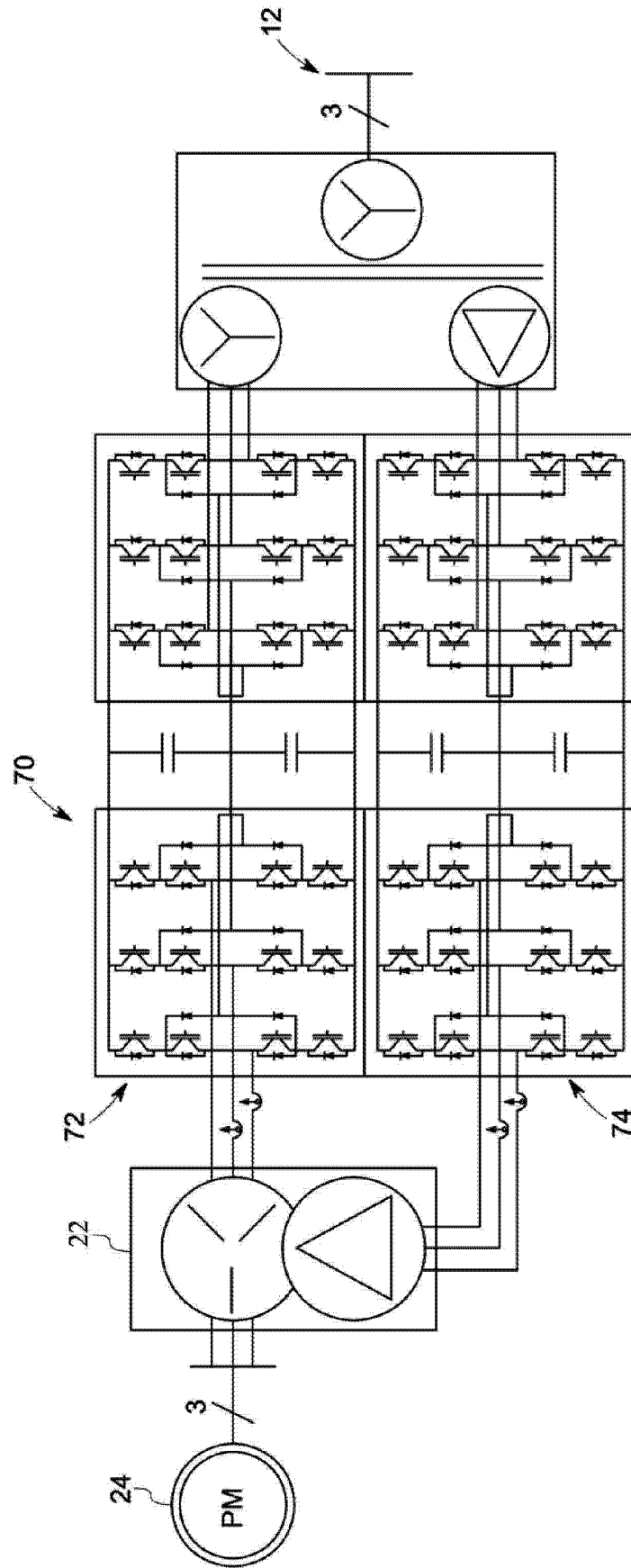


图 6