



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101938216 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201010216213. X

(22) 申请日 2010. 06. 28

(30) 优先权数据

20095736 2009. 06. 30 FI

(73) 专利权人 瓦孔厄伊公司

地址 芬兰瓦萨

(72) 发明人 里斯托·科穆莱宁 汉努·萨伦

(74) 专利代理机构 北京邦信阳专利商标代理有限公司 11012

代理人 黄泽雄 金玺

(56) 对比文件

EP 1657809 A1, 2006. 05. 17,

US 6236580 B1, 2001. 05. 22,

US 2003043603 A1, 2003. 03. 06,

CN 2706956 Y, 2005. 06. 29,

审查员 宋雪梅

(51) Int. Cl.

H02M 5/44 (2006. 01)

H02M 5/458 (2006. 01)

H02M 7/217 (2006. 01)

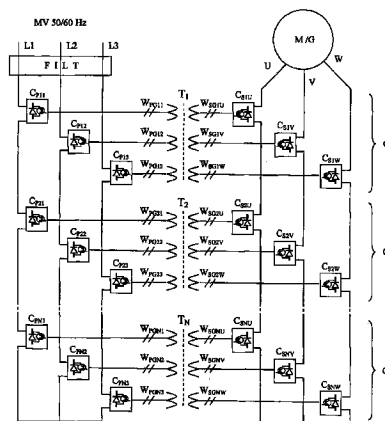
权利要求书3页 说明书6页 附图9页

(54) 发明名称

电力传输方法及电力传输设备

(57) 摘要

一种用于控制设备在两个电力网络之间或者电力网络与多相电气设备 (M/G) 之间传输电力的方法及所述设备, 所述电力网络为多相交流电网或者其中一个为单相直流电网, 所述设备包括低压功率单元 (C), 该低压功率单元包括单相输出连接端 (OUT)。所述功率单元还包括单相输入连接端 (IN), 所述功率单元被分成多个组 (G₁-G_N, G_{P1}-G_{PN1}, G_{S1}-G_{SN2}, G₁'-G_N'), 从而使得所述电力网络或电气设备中的每相的至少一个功率单元属于每个组, 并且属于同一组的所有功率单元的所述输入连接端 (IN) 被连接到公共变压器, 该变压器包括与用于连接到该变压器的功率单元的其他线圈绝缘隔离的单独的线圈。连接到向同一变压器供电的所有功率单元的输入连接端 (IN) 的可控功率半导体开关以 50% 的脉冲比被基本同相地控制。



1. 一种通过特定设备在第一电力网络和第二电力网络之间可控地传输电力的方法，
所述第一电力网络为单相直流电网络或者多相交流电网络，所述第二电力网络为多相交流电网络或者多相电气设备，

所述特定设备包括多个低压功率单元 (C)，所述多个低压功率单元配置为将所述第一电力网络连接到所述第二电力网络，其中，所述多个低压功率单元中的每个低压功率单元包括单相输入连接端 (IN) 和单相输出连接端 (OUT)，

其特征在于，

所述多个低压功率单元被配置成一个或多个组，其中，所述一个或多个组中的每个组包括：对于所述第一电力网络的每一相而言的至少一个低压功率单元；对于所述第二电力网络的每一相而言的至少一个低压功率单元；以及对应于组的变压器，一组中来自每一相的相同个数的低压功率单元被连接到同一变压器，

其中，在所述一个或多个组中的每个组内，第一低压功率单元的单相输入连接端 (IN) 连接到所述对应于组的变压器的第一线圈，所述第一线圈与连接到对应组的其他低压功率单元的单相输入连接端 (IN) 的所述对应于组的变压器的其他线圈电流隔离；所述组的每个低压功率单元包括连接到其输入连接端 (IN) 的可控半导体开关，

所述方法包括：在所述一个或多个组的每个组内部，控制所述可控半导体开关，从而使得对应组的所有输入连接端 (IN) 的电压波形以 50% 的脉冲比同相控制。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，连接到所述输入连接端 (IN) 的所述可控半导体开关的控制频率超过 1kHz。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，连接到从所述变压器接收电力的所述功率单元的输入连接端 (IN) 的所述可控半导体开关被控制为与连接到向所述变压器提供电力的所述功率单元的输入连接端 (IN) 的所述可控半导体开关基本同相。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，

连接到与所述交流电网络连接的功率单元的输出连接端 (OUT) 的所述可控半导体开关被控制为：形成的电压模式为多级，所述电压模式模拟正弦波并且所述电压模式具有与所述交流电网络相同的频率，以及

连接到与所述电气设备连接的功率单元的输出连接端 (OUT) 的所述可控半导体开关被控制成：形成的电压模式为多级，所述电压模式模拟正弦波并且所述电压模式的基波电压的频率和幅度是可调节的。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其特征在于，

为了改善系统的容错性，当某一功率单元损坏时，该整个组的所有功率单元的输出连接端 (OUT) 被短路，而其他组可以继续它们的工作。

6. 一种用于在第一电力网络和第二电力网络之间传输电力的设备，

所述第一电力网络为单相直流电网络或者多相交流电网络，所述第二电力网络为多相交流电网络或者多相电气设备，所述传输电力的设备包括：

多个低压功率单元 (C)，所述低压功率单元配置为将所述第一电力网络连接到所述第二电力网络，

其中，所述多个低压功率单元中的每个低压功率单元包括单相输入连接端 (IN) 和单相输出连接端 (OUT)，

其特征在于，
所述多个低压功率单元被配置成一个或多个组，
其中，所述一个或多个组中的每个组包括：
对于所述第一电力网络的每一相而言的至少一个低压功率单元，
对于所述第二电力网络的每一相而言的至少一个低压功率单元；和
对应于组的变压器，一组中来自每一相的相同个数的功率单元被连接到同一变压器，
其中，在所述一个或多个组中的每个组内，第一低压功率单元的单相输入连接端 (IN) 连接到所述对应于组的变压器的第一线圈，所述第一线圈与连接到对应组的其他低压功率单元的单相输入连接端 (IN) 的所述对应于组的变压器的其他线圈电流隔离，所述组的每个低压功率单元包括连接到其输入连接端 (IN) 的可控半导体开关；并且

在所述一个或多个组的每个组内部，所述可控半导体开关配置为被控制，以使得对应组的所有输入连接端 (IN) 的电压波形以 50% 的脉冲比被同相控制。

7. 根据权利要求 6 所述的设备，其特征在于，连接到所述输入连接端 (IN) 的所述可控半导体开关被设置成以超过 1kHz 的频率被控制。

8. 根据权利要求 6 或 7 所述的设备，其特征在于，所述功率单元包括：
连接到所述输入连接端 (IN) 的由二极管组成的单相整流桥电路，与二极管并联有可控半导体开关，

DC 电压的滤波电容 C_{DC} ；

被连接到所述输出连接端 (OUT) 的由二极管组成的单相整流桥电路，与二极管并联有可控半导体开关。

9. 根据权利要求 6 或 7 所述的设备，其特征在于，
连接到从所述变压器接收电力的所述功率单元的输入连接端 (IN) 的所述可控半导体开关被控制为与连接到向变压器提供电力的所述功率单元的输入连接端 (IN) 的所述可控半导体开关基本同相。

10. 根据权利要求 6 或 7 所述的设备，其特征在于，
仅有由非控制的功率半导体组成的整流桥被连接到从所述变压器接收电力的功率单元的输入连接端 (IN)。

11. 根据权利要求 6 或 7 所述的设备，其特征在于，
连接到所述电气设备或交流电网的功率单元被连接成星型连接，从而所述功率单元的输出连接端 (OUT) 被相位特定地串联在电气设备或交流电网或连接到该功率单元的滤波器的相位连接端与连接所述相位的星点之间。

12. 根据权利要求 6 或 7 所述的设备，其特征在于，
连接到所述电气设备或所述交流电网的功率单元被连接成三角型连接，从而所述功率单元的输出连接端 (OUT) 被相位特定地串联在所述电气设备或所述交流电网或连接到该功率单元的滤波器的两个相位连接端之间。

13. 根据权利要求 6 或 7 所述的设备，其特征在于，
连接到 DC 电路的功率单元通过所述输出连接端 (OUT) 串联或并联。

14. 根据权利要求 6 或 7 所述的设备，其特征在于，
分在组 (G_1'' - G_N'') 中的多个功率单元被串联以使得所述功率单元的共同耐压足够用

于连接到中压或高压 DC 链路。

15. 根据权利要求 6 或 7 所述的设备,其特征在于,

连接到与所述交流电网络连接的功率单元的输出连接端 (OUT) 的所述可控半导体开关被控制为:形成的电压模式为多级,所述电压模式模拟正弦波并且所述电压模式具有与所述交流电网络相同的频率,以及

连接到与所述电气设备连接的功率单元的输出连接端 (OUT) 的所述可控半导体开关被控制为:形成的电压模式为多级,所述电压模式模拟正弦波并且所述电压模式的基波电压的频率和幅度是可调节的。

16. 根据权利要求 6 或 7 所述的设备,其特征在于,

由功率单元设置的多个组 ($G_1-G_N, G_{P1}-G_{PN1}, G_{S1}-G_{SN2}, G_1''-G_N''$) 被串联以使得所述组形成的交流电压为中压等级。

17. 根据权利要求 6 或 7 所述的设备,其特征在于,

借助于特定组变压器的初级线圈和次级线圈的匝数的不同,该设备适于以具有不同幅值的电力网络或者电气设备 (M/G) 的额定电压等级工作。

18. 根据权利要求 6 或 7 所述的设备,其特征在于,

借助于特定组变压器的初级线圈和次级线圈的数量与连接到变压器的功率单元的数量不同,该设备适于以具有不同幅值的电力网络或者电气设备 (M/G) 的额定电压等级工作。

19. 根据权利要求 6 或 7 所述的设备,其特征在于,

为了改善系统的容错性,当某一功率单元损坏时,该整个组的所有功率单元的输出连接端 (OUT) 适于被短路,而其他组继续它们的工作。

电力传输方法及电力传输设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于在以交流电 (AC) 运行的多相电气设备 (电动机或发电机) 与电力传输网络之间传输电力的方法和设备, 所述电力传输网络可以是多相交流电 (AC) 网络或直流电 (DC) 网络。本发明也可以被应用到不同网络之间的电力传输中, 例如从 DC 网络到多相 AC 网络, 或者在不同电压的 AC 网络之间。更具体地, 本发明涉及中压 (medium-voltage) 环境中的电力传输, 在所述中压环境中电气设备和电力传输网络两者都是中等电压。

背景技术

[0002] 中压网络是指在电气能源的传输中使用大于 1kV 电压的配电网, 例如介于高压 (超过 36kV) 主电网与低压 (低于 1kV) 的用户网络之间。配电网通常以 50/60Hz 的交流电力工作, 但是同样也会使用很多中压或高压直流电网络, 特别是对于长传输距离以及连接到彼此具有不同频率的网络时。

[0003] 本领域众所周知的是, 在重载中, 例如超过 1MW, 使用比中压更小的电流是有利的, 由于电气设备具有更小的功率损失。通常, 在电气设备与配电网之间由于不同频率、不同电压等级或者需要电流隔离而需要使用某种调节器。这种需要的调节可以以变频器或变压器的形式而被有利地设置。

[0004] 由于制造技术的原因, 在变频器中使用的开关型功率半导体组件的耐压很小, 以致需要串联具有中压的多个开关型功率半导体组件。例如, 美国公开专利 US 7, 471, 532 公开了一种解决方案, 其中至少四个串联的功率半导体开关被用于每相。串联的另外一个好处是输出电压的脉冲图形在极限正值和极限负值之间包括多个阶梯, 这降低了由于发生在长电缆中的公知的反射现象所产生的在电动机的隔离中的任何危险的电压超出值 (参见例如 1992 年 9 月 /10 月由 E. Persson 在 IEEE Transactions of Industry Applications 的第 28 卷第 5 期发表的 “Transient Effects in Application of PWM Inverters to Induction Motors”)。

[0005] 串联电路还附加带来一些问题, 例如模块型低压功率半导体开关的绝缘强度 (例如 1700V 的耐压) 不足以用于中压, 因此需要那些增加成本的笨拙机械结构以用于设置足够的绝缘。

[0006] 对于本领域来说, 用于实现中压变频器的所谓 NPC (中性点钳位) 电路的使用也是众所周知的 (参见例如 R. Sommer 等人在 1999 年工业应用会议、第 34 次 IAS 年会、1999 IEEE 会议记录中提出的 New Medium Voltage Drive Systems using Three-Level Neutral Point Clamped Inverter with High Voltage IGBT)。在这类型电路中, 使用具有高耐压 (例如 4.5kV) 的功率组件。此外, 这些类型的组件通常由于制造工艺的要求高和很少的产量的原因而非常昂贵, 这同样增加了利用这一原理制造的设备的成本。

[0007] 通常使用的解决方案是使用低压 (例如 690V) 变频器和在其两侧的变压器来将电压等级调整到中压电动机 / 发电机和中压网络。在这种常用方式中, 可以利用具有成本效

益的并且技术上可靠的低压变频器技术,但是这种方案的缺点是昂贵的变压器以及中压侧的高幅电压脉冲,该高幅电压脉冲会增加施加在电动机的线圈上的压力。

[0008] 所谓的用于利用低压变频器技术的具有中压的级联电路对于本领域来说是公知的,这样的电路在例如公开专利 US 5,625,545 中有提及。在级联电路中,可以使用低压功率单元,其中对于每个相位来说功率单元被串联,此外,利用该功率单元得到模拟正弦波的多级电压模式,从电压反射现象和形成滤波的角度来看所述多级电压模式是有利的,所述多级电压模式的频率和其基波的幅值可以调节。此外,能够使电力在双方向流动的该电路的很多变化也是对于本领域公知的。这些电路共有特点的是它们都连接到具有变压器的中压网络,该变压器包括特定单元的次级线圈。由于该变压器以所述网络的频率工作,因此该变压器的尺寸较大、成本较高,这也是这类系统中通常存在的问题。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于得到一种能够避免前述缺点的新方法,该方法能够使得在连接电气设备与 AC 网络(电力传输网络)时能够得到技术上较为先进的多级电压模式。由于这种多级特性,例如网络接口中的电压的任何必要的滤波需要更少且更小的组件,并且因此相对于现有技术的解决方案来说经济上更具优势。另外,这样的系统能够连接到以 DC 电压工作的电气线路,诸如电力传输线或供电线。

[0010] 本发明适用于无论何种电气设备或者电压网络的任何电压等级,但是特别有益于当电气设备或电压网络中的一者或两者为中压的情况。本发明可以应用到多种类型的电力传输,诸如交流电网络和电气设备之间、两个交流电网络之间、交流电网络与直流电网络之间、或者直流电网络与电气设备之间。

[0011] 根据本发明的基本概念,利用根据级联原理设置的低压单相功率单元,在三相电气设备电路和的三相交流电网络之间建立连接,其中功率单元连接到构成电流隔离的特定组变压器。来自电气设备和网络的每相的至少一个单元属于每个功率单元组。本领域众所周知的是,三相系统中的三相的总功率能够保持恒定,即使特定相位的功率呈正弦变化,正因如此,在所有组中经由根据本发明设置的变压器传输的功率保持基本上相同的幅度。连接到所述变压器的电路以高频工作,例如 1kHz,所以这些变压器尺寸很小并且就其成本而言也不昂贵。

[0012] 可以串联任意数量的由功率单元和变压器构成的组,从而获得足够总电压等级。该串联电路也使得该系统的容错性得以改善,例如,如果一些功率单元损坏,该损坏的功率单元所属的所有组被短路,在这种情况下,剩余组可以继续它们各自的工作。当电气设备或电力传输网络为低压时,还可以将这些类型的组的初级侧或次级侧的功率单元并联在低压侧。

[0013] 本发明还适用于电压等级具有不同幅值的网络之间,例如在以中压工作的交流电网络与低压太阳能发电厂之间。在这种情况下,所有连接到特定组变压器的初级电路的功率单元可以使用级联原理被连接到电力传输网络,并且连接到所述变压器的次级电路的所有的功率单元可以被并联到由太阳能电池供电的 DC 线上。

[0014] 所述功率单元可以根据它们要连接的网络的类型而不同。连接到 AC 网络和连接到电气设备的单元的功率处理优选包括两个单相桥接电路和 DC 电压滤波电容,但是例如

在向 DC 中压网络传送的单相电力传输中只需要整流和 DC 电压滤波电容就足够了。

[0015] 本发明使得技术先进的交流电压模式的形成成为可能,该模式模拟正弦波,并且频率可调,例如使用中压电气设备和中压交流电网络侧的低压功率单元。这些类型的功率单元都是基于相同的技术,即通常在广泛使用并且因此成本低廉、技术可靠的低压变频器中使用的技术。根据本发明的高频变压器的芯可以被有利地制造,例如使用新式粉芯材料或者使用非常薄的变压器片。变压器的线圈,对于它们的部分来说,可以依据匝数实施,例如基于铜箔技术、铝箔技术或者所谓的绞合线 (litz wire) 技术。

[0016] 根据本发明的解决方案的特性特征将在后附的权利要求中详细描述。

附图说明

[0017] 下面,将借助一些实施方式并参考附图更详细地描述本发明,其中

[0018] 图 1 示出了电气设备与中压网络之间的现有技术的级联电路;

[0019] 图 2A 示出了当电力方向是从网络到电动机时的现有技术的功率单元的电路;

[0020] 图 2B 示出了当电力方向自由时的现有技术的功率单元的电路;

[0021] 图 3 示出了根据本发明的在电气设备与中压网络之间的级联电路;

[0022] 图 4A 示出了根据本发明的功率单元的电路;

[0023] 图 4B 示出了根据本发明的功率单元的第二电路;

[0024] 图 5 示出了根据本发明的特定组的变压器的电路;

[0025] 图 6A 示出了根据本发明的变压器的一个线圈的线圈电压和电流的特性;

[0026] 图 6B 示出了根据本发明的变压器的三相的线圈电压与电流幅度的特性;

[0027] 图 7A 示出了根据本发明的当使用 DC 电力传输时的功率单元的电路;

[0028] 图 7B 示出了根据本发明的当使用 DC 电力传输时的功率单元的第二电路;

[0029] 图 8 示出了当电力经由 DC 电力传输链路传输时,根据本发明的在电气设备与中压网络之间的级联电路;以及

[0030] 图 9 示出了根据本发明的在太阳能电池电力发电厂与中压网络之间的级联电路。

具体实施方式

[0031] 图 1 描述了现有技术的中压的所谓的级联变频器的基本电路,这种类型的电路的工作可以从例如公开专利 US 5,625,545 中得到。该电路包括中压供电电压 MV 以及电气设备 M/G 的中压连接电压两者,其中中压供电电压 MV 的频率通常为 50Hz 或 60Hz,电气设备 M/G 的中压连接电压频率可调。所述变频器包括低压功率单元,其中多个低压功率单元被串联在每相 U、V、W 中。所述功率单元被连接到公共变压器 T_1 ,该变压器 T_1 的三相初级线圈 W_p 被连接到供电中压网络 MV,并且该变压器包括对于每个功率单元的单独的三相低压次级线圈 $W_{G1U}-W_{GNW}$ 。为了降低供电网络中产生的谐波,所述次级电压可以相对于彼此被相移,例如使得为第一功率单元组 G_1' (包含功率单元 $C_{1U}-C_{1W}$) 供电的线圈组 $W_{G1U}-W_{G1W}$ 的电压相对于为第二功率单元组 G_2' (包含功率单元 $C_{2U}-C_{2W}$) 供电的线圈组 $W_{G2U}-W_{G2W}$ 的电压而相移,等等。任意数量的功率单元组 $G_1'-G_N'$ 可以属于变频器。越多个串联的组被使用,输出电压的脉冲模式就可以包含更多个阶梯,这对输出电压的谐波内容具有很有利的影响。

[0032] 图 2A 示出了当电力的传输方向是从供电网络向电动机时,本领域公知的类型的

功率单元 C_{2q} 的一种可能的内部电路。该变压器的三相线圈 W_c 为功率单元供电, 该三相线圈其线圈被连接到供电连接端 IN。所述功率单元包括由二极管 D1-D6 组成的三相整流桥 REC、DC 滤波电容 C_{DC} 以及单相逆变单元 INU, 该单相逆变单元包括两个所谓的相位开关, 该相位开关可以被连接到连接的输出端 OUT 的任一极或者直流极 DC+、DC-。第一相位开关包括可控功率半导体开关, 例如 IGBT V11、V13、以及与 IGBT 并联的所谓的零二极管 (zero diode) D11、D13, 并且连接到第二相位开关 V12、V14 和 D12、D14。

[0033] 当电力可以在任一方向流动时, 现有技术使用根据图 2B 的功率单元的电路 C_{4q} 。其中在整流桥 REC 的位置使用有源桥 AFE 3, 该有源桥包括三个相似的相位开关, 所述相位开关同样被用于逆变单元 INU 中。滤波单元 LFU 可以被连接在待供电的次级线圈 W_c 与 AFE 3 桥路之间, 用于减小电流的谐波。对于本领域人员公知的是, 通过使用 AFE 3, 除了能够对所述网络提供制动功率, 并且还可以获得基本上为正弦波形的网络电流, 从而变压器的次级线圈之间的相移可以是不必要的。

[0034] 图 3 示出了根据本发明的中压变频器的基本电路。该基本电路包括在两侧级联连接中压网络 MV (频率 50/60Hz, 相位 L1、L2、L3) 和中压电气设备 M/G (频率可调节, 相位 U、V、W) 的低压功率单元以及连接所述功率单元的高频变压器。所述功率单元和变压器被分组, 每组包括来自每相的至少一个功率单元。例如, 根据该图的组 G_1 包括位于供电网络侧的功率单元 C_{P11} - C_{P13} 、变压器 T_1 、以及位于电气设备侧的功率单元 C_{S1U} - C_{S1W} 。所述变压器包括对于每个功率单元其自己的单相线圈, 在这种情况下初级线圈 W_{PG11} - W_{PG13} 和次级线圈 W_{SG1U} - W_{SG1W} 。有至少两个这样串联的组 G_1 - G_N (但是典型地更多), 根据匹配电压等级的需要或者优化输入电压和输出电压的脉冲模式的需要, 变压器可以包括任一数量的上述组。因此该图的实施方式中的同一组包括至少 6 个功率单元, 变压器的两侧来自每个相位的各有一个, 但是可以根据适合变压器的线圈的情况而有更多个。但是, 根据本发明的基本概念, 来自每个输入相位的至少例如 2 个单元与来自每个输出相位的例如 1 个单元必须属于一组, 在这种情况下, 在本实施方式中该组包括总计 9 个单元。

[0035] 当供电网络 MV 和电气设备 M/G 的额定电压等级具有不同幅值时, 也可能应用本发明。当希望在变压器两侧保持相同的多级电压模式时, 电压等级的调节可以例如借助所述变压器的初级线圈和次级线圈的匝数来控制。更特别地, 当其中一侧为低压时, 也可以并联在低压侧的涉及的属于同一相位但是不同组的所有功率单元。也可以将具有不同数量的初级线圈和次级线圈的电压等级相匹配, 从而相对于图 3 的实施方式来说, 线圈和功率单元的数量是双倍的, 在这种情况下, 初级侧的电压等级可以适用于使用相同电压的功率单元的次级侧的电压等级的两倍的情况。

[0036] 在图 3 的实施方式中, 所述功率单元被以星形连接的方式安排在交流网络和星点 (star point) 之间。对于本领域技术人员来说很显然的是, 在本发明的范围之内, 也可以将功率单元以三角形连接 (delta connection) 的方式连接, 其中例如功率单元 C_{S1U} - C_{S1W} 被连接在相位 U 和 V 之间, 功率单元 C_{S1V} - C_{S1W} 被连接在相位 V 和 W 之间, 而功率单元 C_{S1W} - C_{S1U} 被连接在相位 W 和 U 之间。

[0037] 图 3 的实施方式和后面的实施方式描述了常规的三相网络和电气设备, 但是本发明并不对所述变压器两侧的交流网络的相位的数量作任何限定。根据本发明的基本概念, 两个 AC 网络均连接到特定组的具有至少与网络中的相位数量同样多的功率单元的变

压器。由于根据本发明的变频器所形成的电压是类似脉冲的,因此可以在该变频器与电力传输网络 MV 之间连接滤波器 FILT,从而限制网络电流的谐波。

[0038] 图 4A 示出了根据本发明的单相功率单元 C 的基本电路。该电路包括连接到变压器的单相桥接电路 AFE 11、DC 中间电路的滤波电容 C_{DC} 以及单相逆变桥 INU。AFE 11 和 INU 两者都包括由相似的功率半导体开关构成的相位开关,其详细构造结合图 2 示出。根据本发明,AFE 11 持续地以 50% 的脉冲比工作,从而连接到同一变压器的所有功率单元的 AFE 桥同相地工作。对于本领域技术人员来说,很显然图 4A 示出的功率单元可以在任何一个方向传输电力,从输入连接端 IN 到输出连接端 OUT,反之亦然。

[0039] 由于 AFE 桥接电路以 50% 的脉冲比工作,因此在图 4B 的桥接电路 AFE 12 所给出的方式将该桥接电路的第二相位开关替换成两个电容 C_1 、 C_2 对于本领域来说是公知的可选择的方式。如本领域技术人员所公知的,所述电容 C_1 、 C_2 可以根据负载电流和需要的电压范围来设计其大小。

[0040] 以下对于本领域技术人员来说是明显的:当电力的流向是从变压器到功率单元时,电流基本仅流经所述零二极管,从而对 AFE 桥接电路的可控半导体的控制并不是必须的,或者所述可控半导体这些组件可以完全从图 4A 和 4B 的 AFE 桥接电路中省略。

[0041] 当单独的功率单元故障时,例如在 IGBT 的短路中,将连接到损坏的功率单元的组与该设备的工作隔离是必须的。这可以通过将该组的所有功率单元的输出连接端 (OUT) 短路来设置,例如利用接触器。该组的电压当然不符合整个设备的电压模式,但是在具有足够多的电压等级的系统中,这并不一定是缺陷,这种情况下该设备可以继续它的工作。

[0042] 图 5 示出了根据本发明的特定组变压器 T_1 的基本电路,该变压器包括输入相的 3 个线圈 W_{P1} - W_{P3} 和输出相的 3 个线圈 W_{S1} - W_{S3} 。所有线圈的线圈绕向是相同的,在线圈的一端显示有小点。所有线圈的匝数是相同的,由于同一公共芯的通量穿越所有线圈,因此线圈的电压也是基本上相同的幅度和相同的相位。当然在初级侧和次级侧也可能使用不同数量的匝数,例如当电动机 / 发电机的额定电压等级与供电网络的额定电压等级是不同幅值时。

[0043] 根据本发明的连接到同一变压器的所有功率单元 C_{P1} - C_{P3} 、 C_{S1} - C_{S3} 的极 IN 的电压被控制成相同相位。在这种情况下,如果由于供应到所涉及的单元的电力增大的原因某一功率单元的 DC 中间电路的滤波器电容 C_{DC} 的电压试图高于其他单元的中间电路的电压,则在所涉及的功率单元的 IN 连接端中的极电压也高于其他,在这种情况下,当然,供应到变压器的电流也增加(由于功率开关的控制脉冲的可能的定时不精确而导致的电路限定电流脉冲的杂散电感,出于这个目的在变压器和功率单元之间可以使用额外的扼流圈)。因此,一组中的所有功率单元的中间电路的电压基本保持同一幅度,即使供应到变压器的电力或者从变压器输出的电力变化。同样,经由变压器传输的电力基本恒定并且与电动机 / 发电机的总功率成比例,因为来自每相的相同个数的功率单元被连接到同一变压器,并且三相系统的总和功率是已知的基本恒定的,尽管根据正弦波特定相位的功率会变化。对于这种等级的功率规则,可能的短暂的异常可以通过功率单元的中间电路的用作贮能的滤波器电容而均衡,其中异常可以由例如 INU 模块的工作而产生。

[0044] 图 6A 和 6B 示出了连接到为时间 t 的函数的电力传输的基本波形。该波 u_w 描述了所述变压器的线圈的电压,当使用根据图 4B 的电路时该波的波动范围与功率单元的中间电路滤波器电容的电压 U_{DC} 以及根据图 4A 的电路中的电压 $2 \times U_{DC}$ 相同。电压模式的基本

形式为方波,其脉冲比为 50%,并且其频率 f_k 优选为很高,例如 10kHz。波 i_w 描述了变压器的线圈的电流,该波的波动范围 Δi_w 与待传输的功率成比例,即与 INU 模块的输出电流 i_{OUT} 成比例。图 6B 显示了连接到三个并列相位(例如 L1、L2 和 L3)的功率单元的线圈电流的波动范围 Δi_{w1} 、 Δi_{w2} 、 Δi_{w3} 。这些线圈电流与待传输的功率以基本上是正弦的、两倍于电气设备或供电网络的频率 $2 \times f_M$ 成比例地变化。

[0045] 除根据图 3 的电气设备与 AC 网络之间的直接变频器之外,本发明还可以被应用在与电力经由 DC 链路传输的情况中。图 8 示出了这种类型的解决方案的图。该方案包括连接到由被设置成级联电路的功率单元组 G_{P1} - G_{PN1} 构成的中压网络 MV 的电压模式,由该功率单元组形成的多级电压模式可以使用滤波器 FILT 滤波。前面在图 4A 和 4B 中描述的解决方案可以被用于功率单元 C_p ,并且根据本发明的基本概念,功率单元 C_p 被连接到特定组变压器 T_{P1} - T_{PN1} 。

[0046] 相应地,连接到电气设备 M/G 的电压模式利用根据本发明的功率单元组 G_{S1} - G_{SN2} 而形成,所述功率单元组包括功率单元 C_s (可以根据图 4A 或 4B)以及变压器 T_{S1} - T_{SN2} 。这些组的数量 N1 和 N2 可以彼此不同。

[0047] 在供电网络侧和电气设备侧的所述变压器的次级线圈被连接到包括多个串联的功率单元的功率单元组 G_1' 和 G_2' ,其中所述功率单元组为根据图 7A 或图 7B 的电路。功率单元组 G_1' 和 G_2' 两者均被直接连接到 DC 链路 HVDC。在所述 DC 链路侧的连接到所述变压器的功率单元的数量并不需要与连接在交流电侧的功率单元的数量相同,因为这些功率单元被直接串联的原因,所以相同的电力流过 DC 链路侧的所有功率单元。

[0048] 图 7A 示出了在 DC 链路侧设置的功率单元 C_{REC} 的可能的电路。这种类型的电路可以在电力仅单向流动时使用,例如在组 G_1' 中电力从网络流向电动机时,或者在组 G_2' 中电力从发电机流向网络时。在这种情况下,所述功率单元 C_{REC} 可以仅是整流桥,由单相二极管和滤波电容 C_{DC} 组成。

[0049] 当电力在双向传输时,以及在前述电力从 DC 链路传出的单向电力传输的情况中时,可以使用图 7B 中的功率单元的电路 C_{INV} 。所述功率单元由两个相位开关和 DC 电压滤波电容构成。在电力传输以如图 5 的描述中那样工作的情况下,所述相位开关被利用 50% 的脉冲比控制。

[0050] 图 9 示出了本发明在太阳能发电厂的应用的实施方式。其中,所述太阳能电池或太阳能电池组 PV_1 - PV_{NP} 将电力提供给同一个低压 DC 链路(DC+、DC- 极),根据本发明设置的包括功率单元和变压器的组 $G1''$ - GN'' 也连接到该链路。由于它们的低压特性,连接到所述 DC 链路的所有功率单元 CS_{11} - CS_{N2} 可以被并联,对于连接到同一变压器的功率单元的个数没有任何限定。在图 9 的实施方式中,涉及的个数为 2,但是如果该功率单元的部件尺寸允许的话,甚至一个也是足够的。由于在该实施方式中电力仅在从太阳能电池到交流电网络 MV 一个方向上传输,图 7B 的简单电路可以用在连接到所述 DC 链路的功率单元 C_{S11} - C_{SN2} 中,并且在连接到交流电网络的功率单元 C_{P11} - C_{PN3} (根据图 4A 和图 4B)的 AFE 桥接电路中并不需要可控功率半导体开关,或者它们可以被完全省略。

[0051] 对于本领域技术人员来说,本发明的不同实施方式并不仅限于上述实例,而是可以在权利要求的范围内改变。在权利要求中,直流电网络可以被理解为单相电力网络。

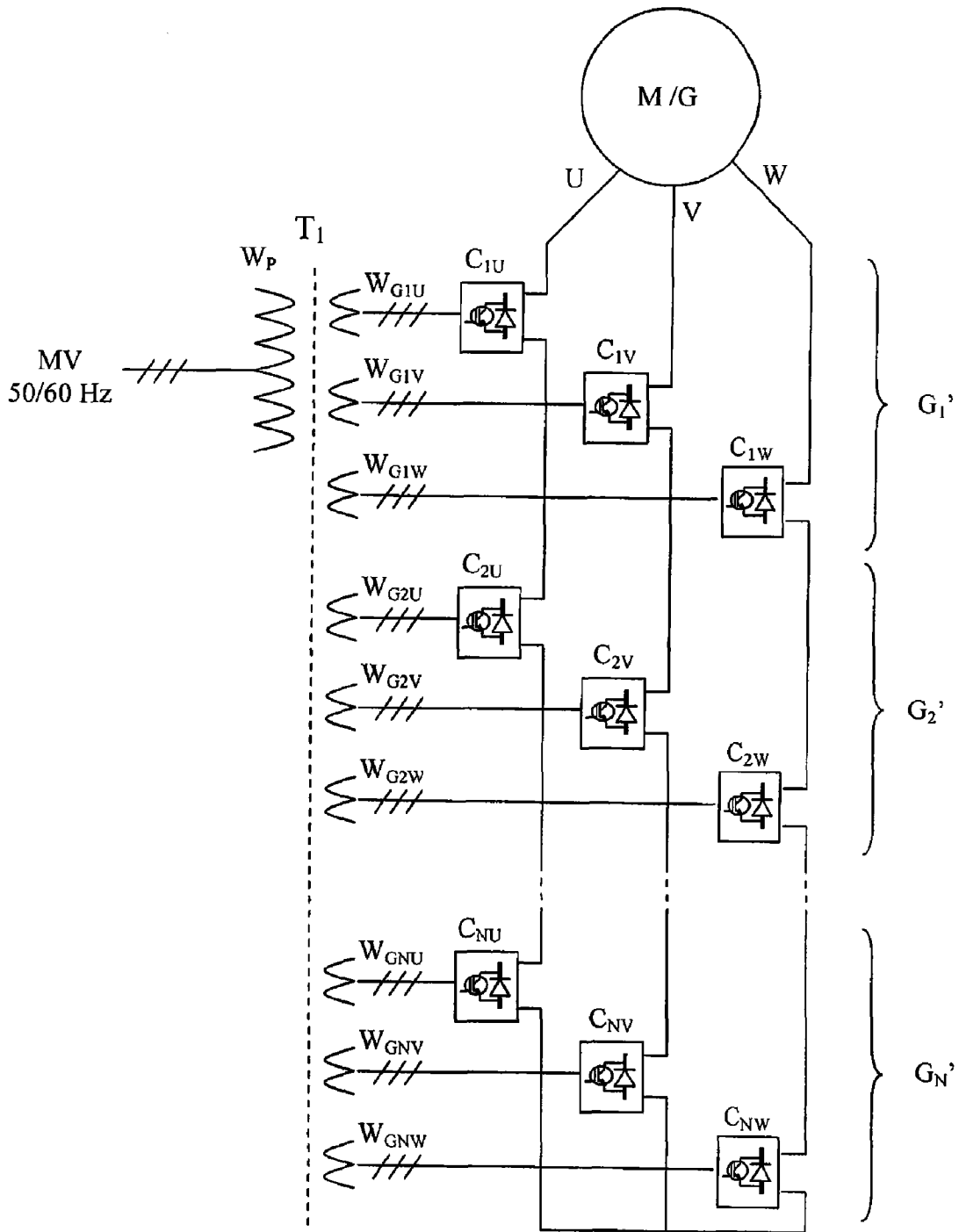


图 1

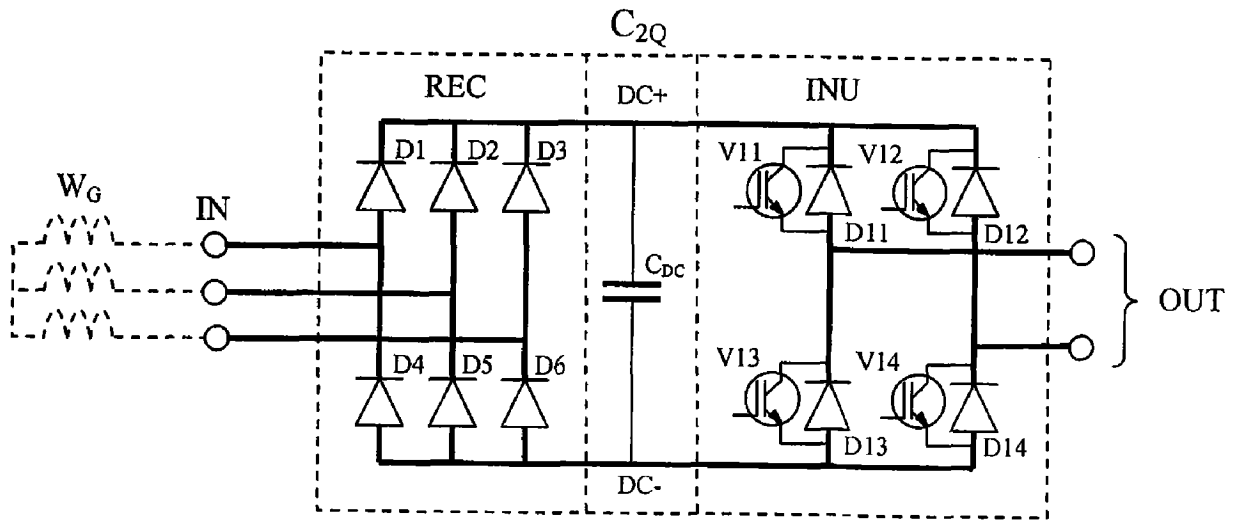


图 2A

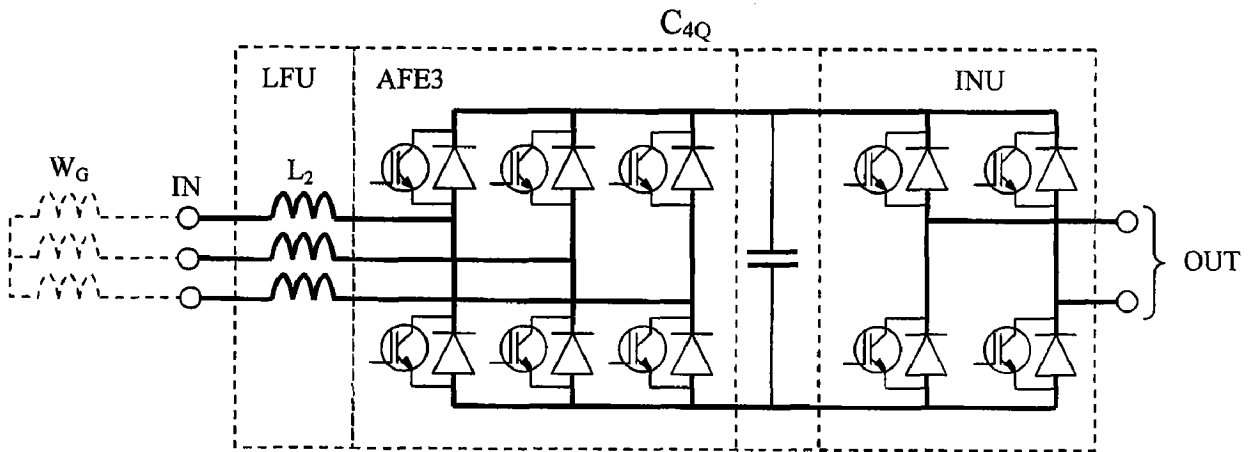


图 2B

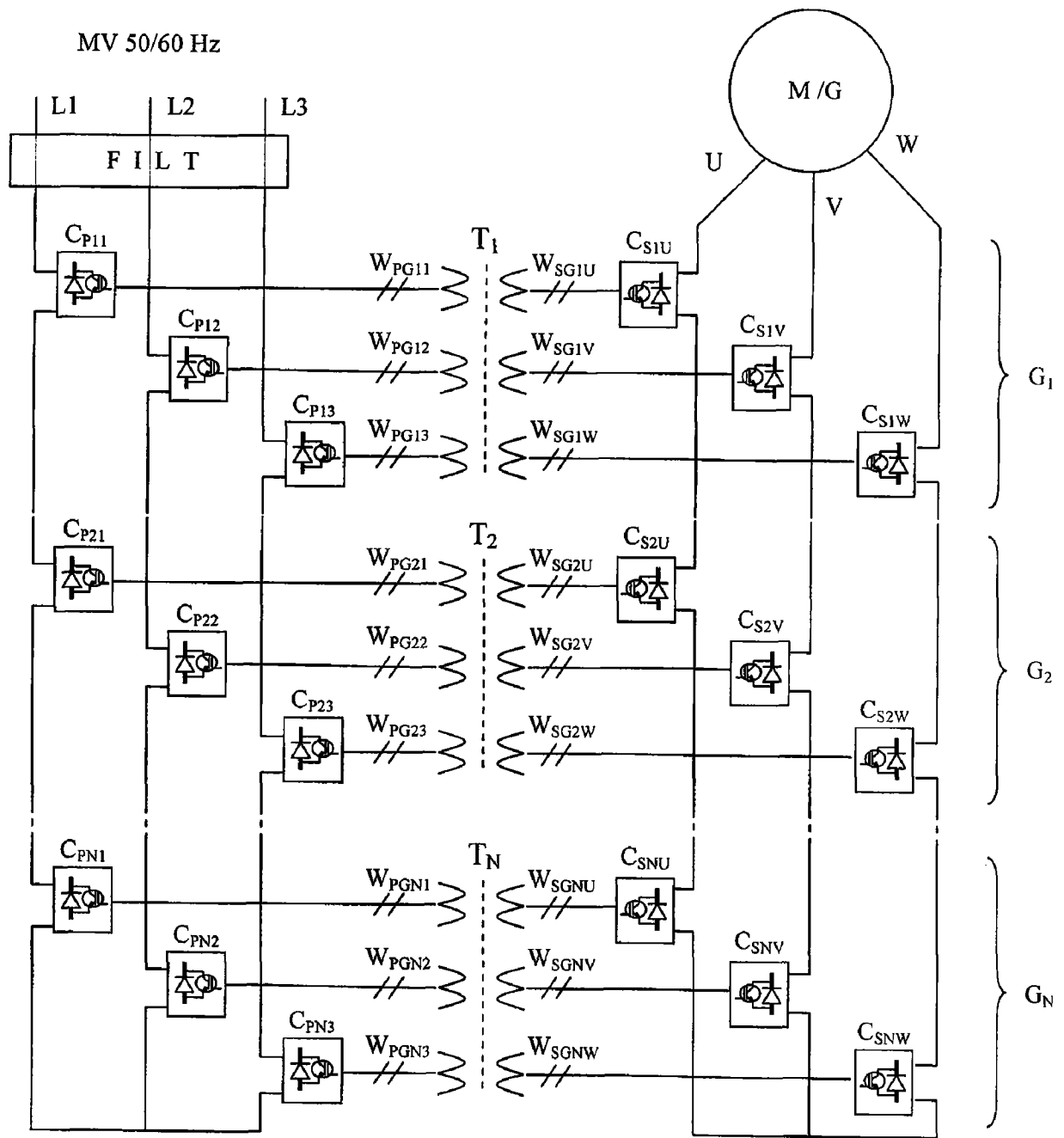


图 3

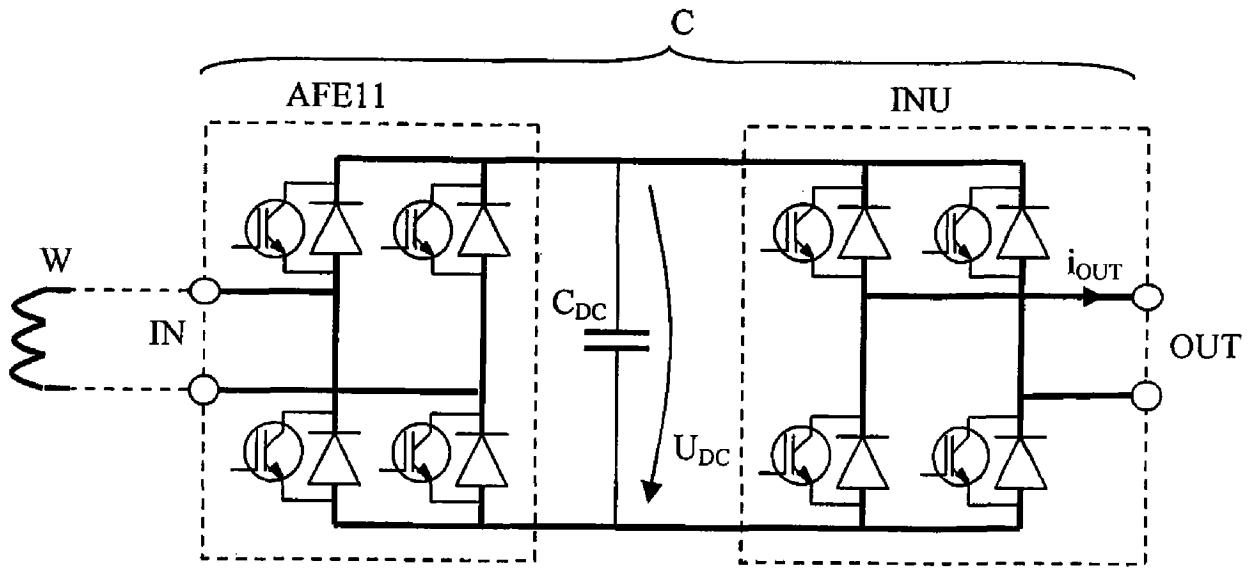


图 4A

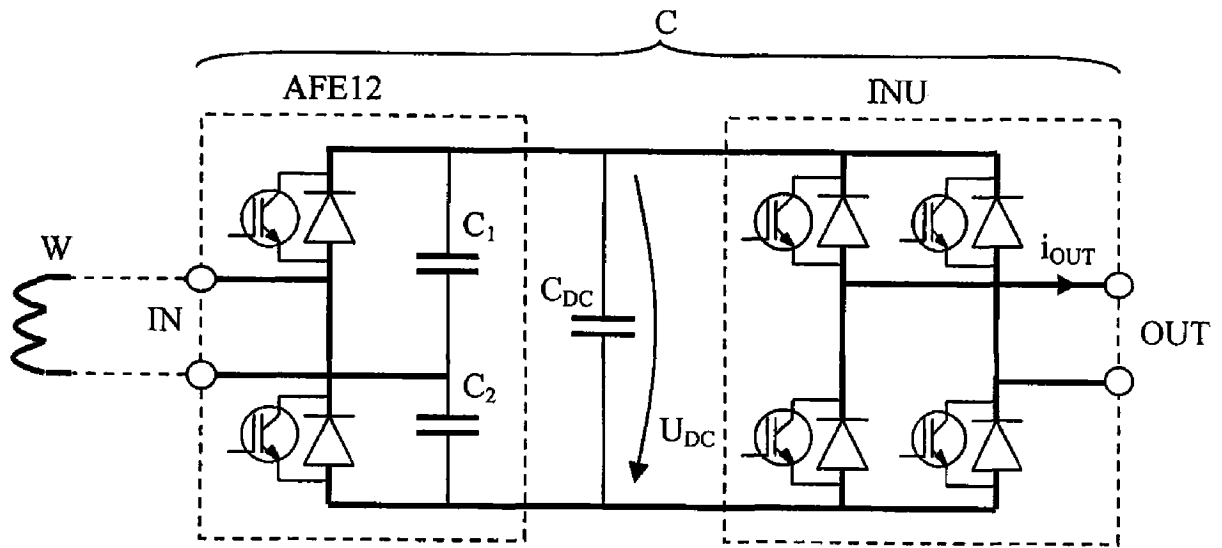


图 4B

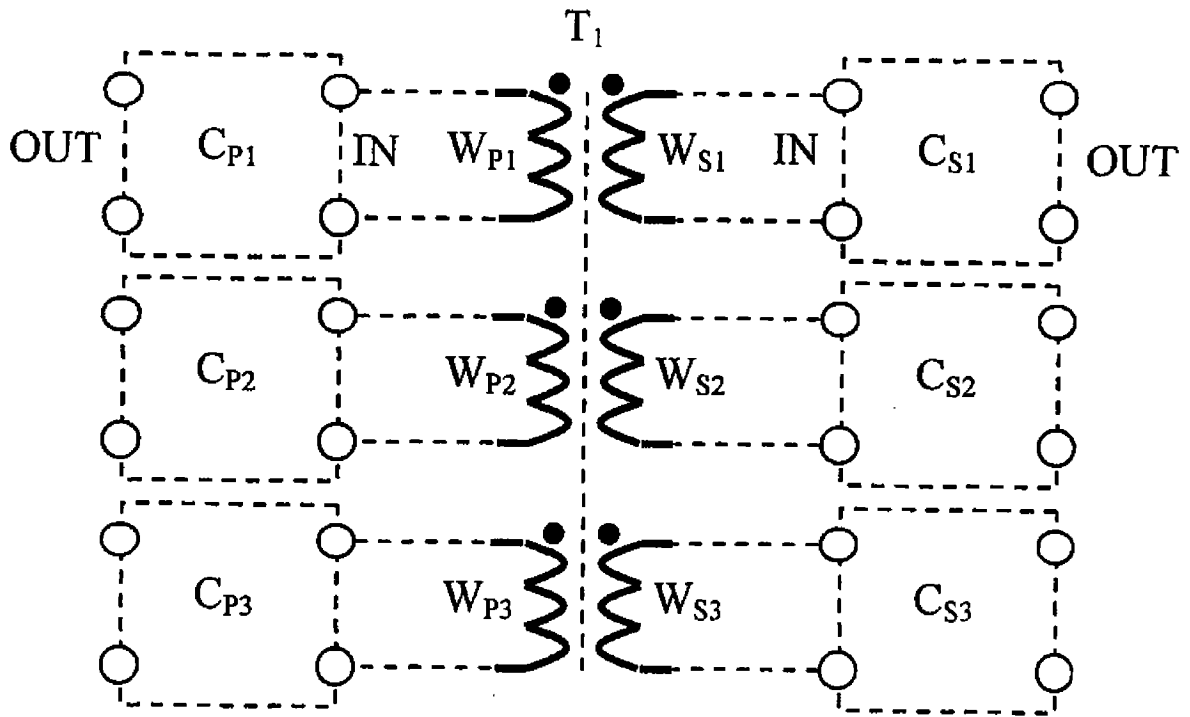


图 5

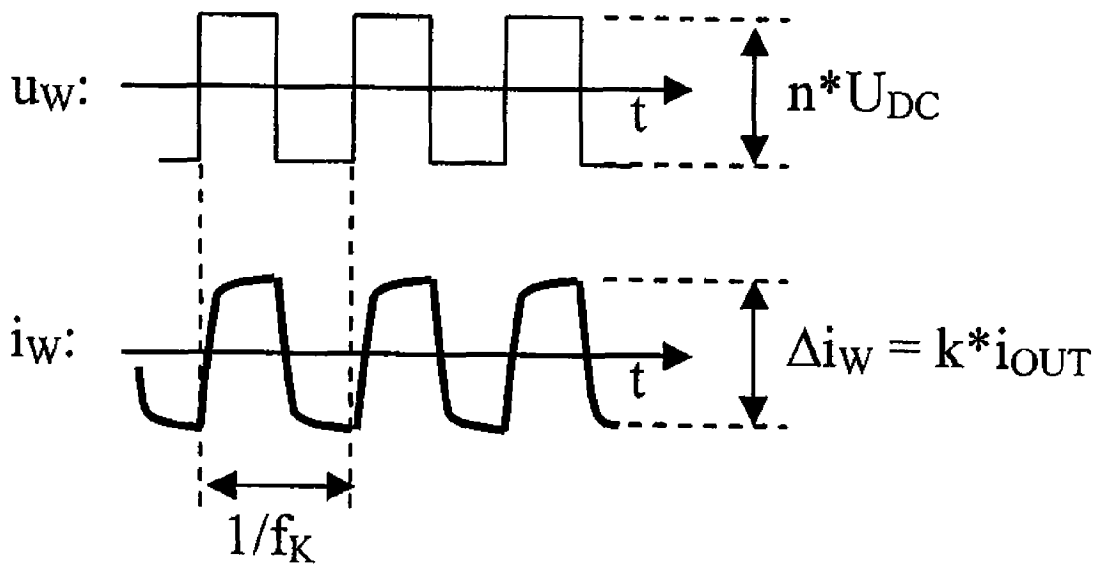


图 6A

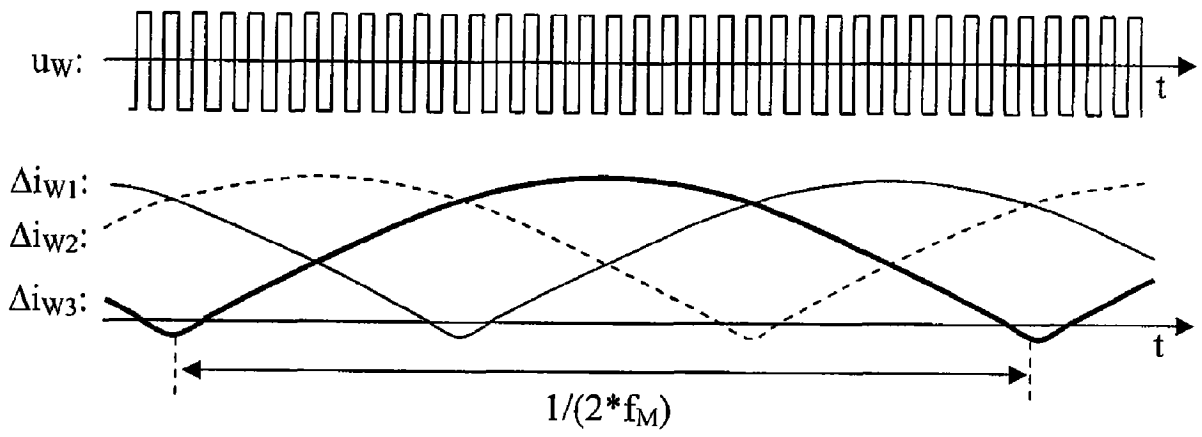


图 6B

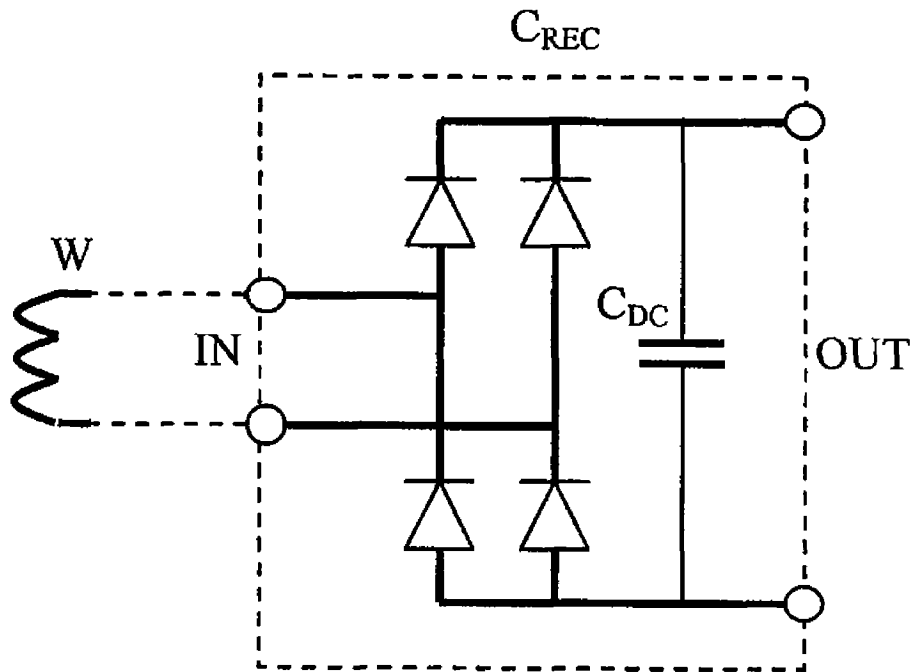


图 7A

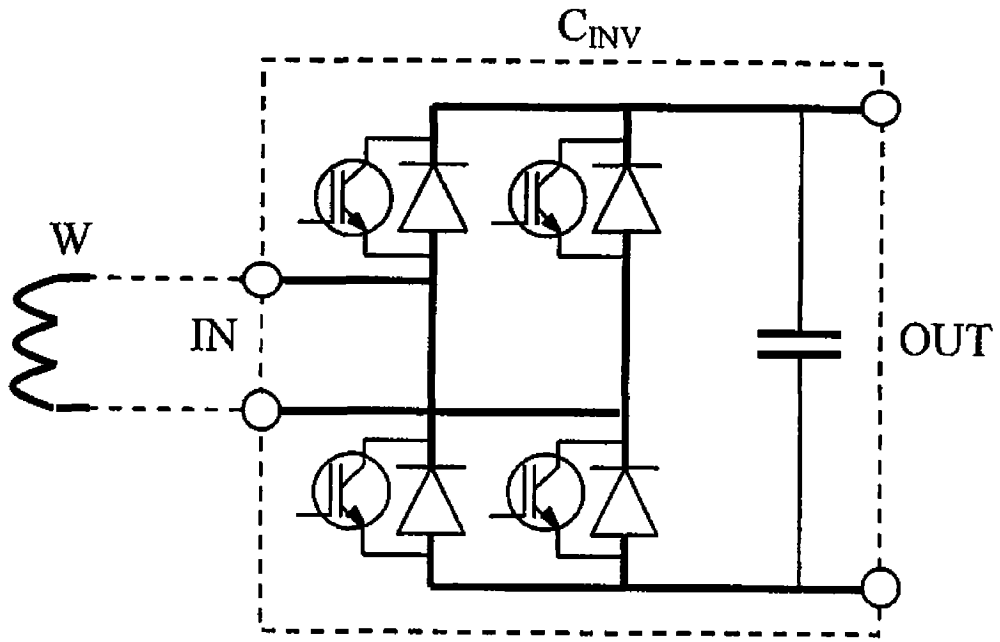


图 7B

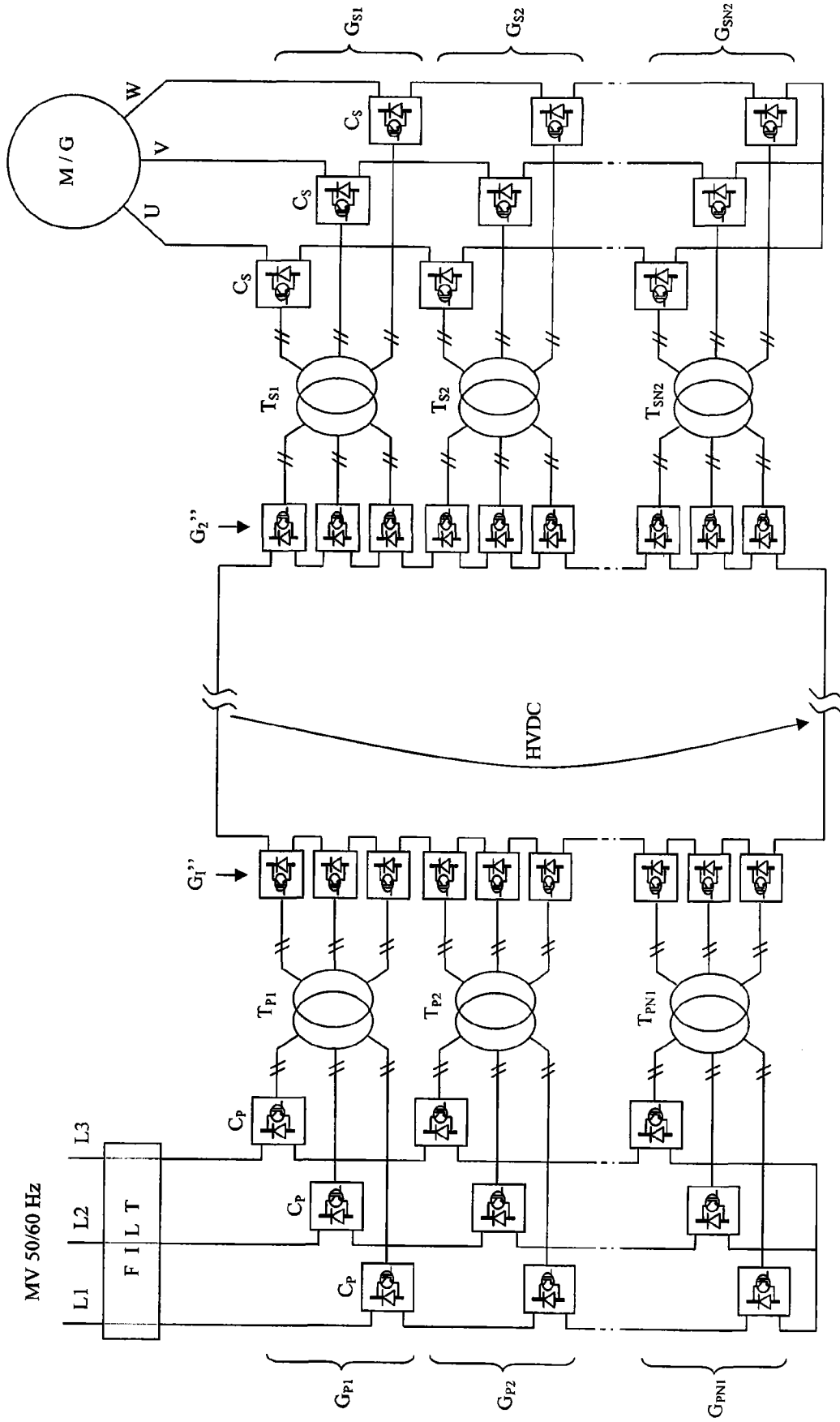


图 8

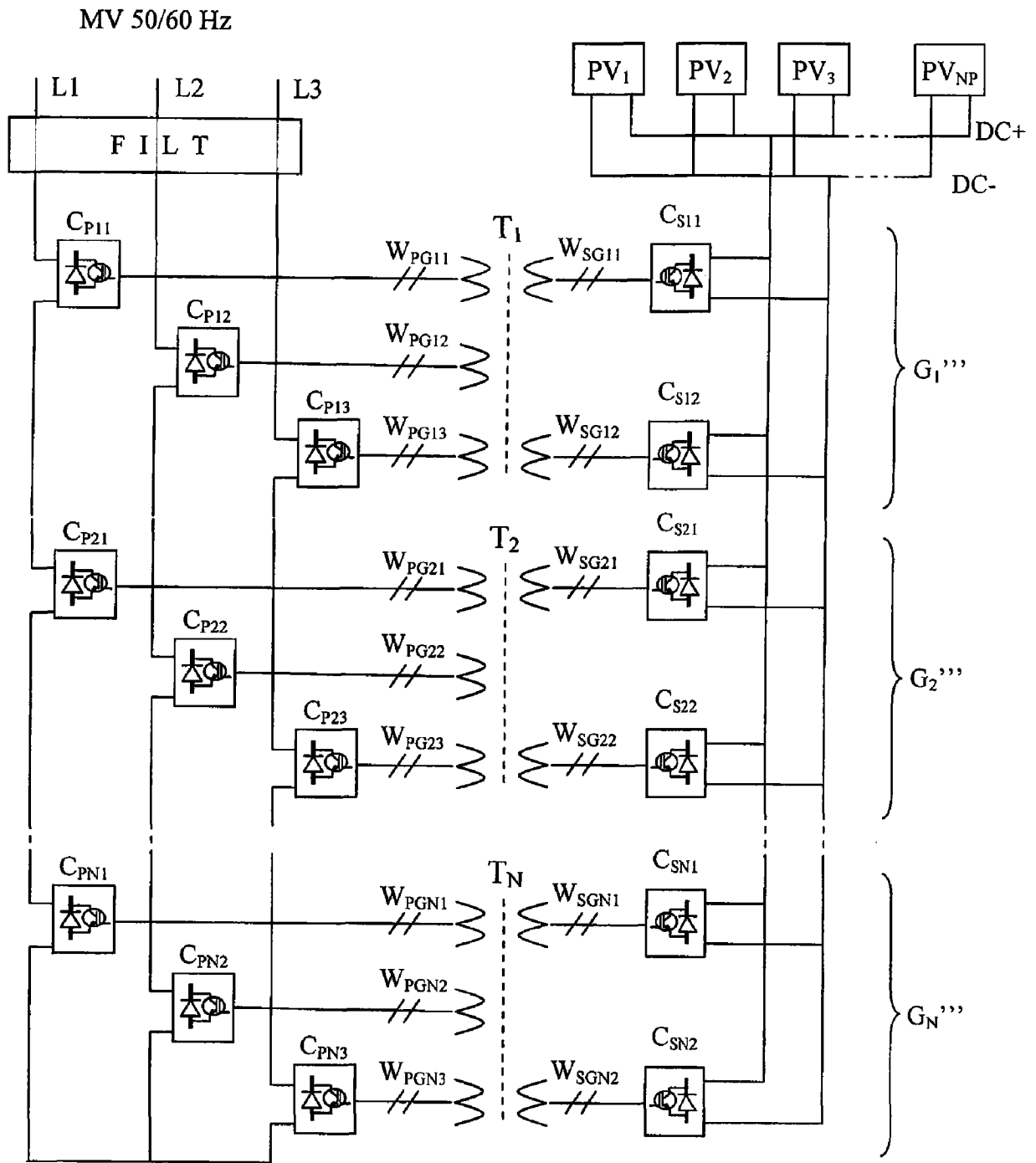


图 9