



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104137372 B

(45)授权公告日 2016.10.12

(21)申请号 201380010856.0

(22)申请日 2013.01.24

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104137372 A

(43)申请公布日 2014.11.05

(30)优先权数据

12157487.5 2012.02.29 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.08.25

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2013/051314 2013.01.24

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/127575 EN 2013.09.06

(73)专利权人 ABB技术有限公司

地址 瑞士苏黎世

(72)发明人 J·林德特乔恩

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华

(51)Int.Cl.

H02H 7/122(2006.01)

H02H 7/06(2006.01)

H02H 7/22(2006.01)

(56)对比文件

CN 101558542 A, 2009.10.14,

US 2003071633 A1, 2003.04.17,

GB 1151457 A, 1969.05.07,

WO 2011141052 A1, 2011.11.17,

EP 1843443 A2, 2007.10.10,

审查员 黄绵

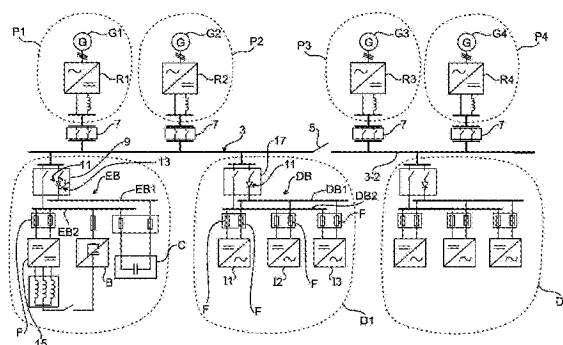
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54)发明名称

具有系统保护能力的DC电力系统

(57)摘要

提出了一种DC电力系统(1),包括主DC母线(3);被布置为对主DC母线(3)馈电的发电单元(P1,P2,P3,P4);被布置在主DC母线(3)和发电单元(P1,P2,P3,P4)之间以用于在主DC母线故障的情况下将发电单元(P1,P2,P3,P4)与主DC母线(3)隔离的隔离器开关(7);被布置为由主DC母线馈电的驱动单元(D1,D2),其中所述驱动单元(D1,D2)包括驱动单元母线系统(DB),连接至所述驱动单元母线系统(DB)的换流器单元(I1,I2,I3),和被布置在所述驱动单元母线系统(DB)和换流器单元(I1,I2,I3)之间以用于在驱动器单元故障的情况下保护换流器单元(I1,I2,I3)的熔丝(F)。



1. 一种用于为船舶供电的DC电力系统(1), 包括:

主DC母线(3);

发电单元(P1,P2,P3,P4), 所述发电单元(P1,P2,P3,P4)被布置为对所述主DC母线(3)馈电;

隔离开关(7), 所述隔离开关(7)被布置在所述主DC母线(3)和所述发电单元(P1,P2,P3,P4)之间以用于在主母线故障的情况下将所述发电单元(P1,P2,P3,P4)从所述主DC母线(3)隔离; 和

驱动单元(D1,D2), 所述驱动单元(D1,D2)被布置为由所述主DC母线馈电, 其中所述驱动单元(D1,D2)包括驱动单元母线系统(DB)、连接至所述驱动单元母线系统(DB)的换流器单元(I1,I2,I3)、和布置在所述驱动单元母线系统(DB)和所述换流器单元(I1,I2,I3)之间以用于在驱动单元故障的情况下保护所述换流器单元(I1,I2,I3)的熔丝(F), 其中所述驱动单元(D1,D2)包括布置在所述主DC母线(3)和所述驱动单元母线系统(DB)之间的第一类型的输入单元(17), 并且其中所述第一类型的输入单元(17)包括用于在驱动单元故障的情况下将所述驱动单元(D1,D2)从所述主DC母线(3)断开连接的隔离开关。

2. 根据权利要求1所述的DC电力系统(1), 其中所述第一类型的输入单元(17)包括电流阻断设备(11), 所述电流阻断设备(11)被布置为阻断从所述驱动单元母线系统(DB)到所述主DC母线(3)的方向上的电流并且允许电流从所述主DC母线(3)到所述驱动单元(D1,D2)流动。

3. 根据权利要求2所述的DC电力系统(1), 包括能量存储单元(E), 所述能量存储单元(E)被布置为对所述主DC母线(3)馈电, 其中所述能量存储单元(E)包括能量存储单元母线系统(EB)、电力供应单元(B,C), 以及布置在所述能量存储单元母线系统(EB)和所述电力供应单元(B,C)之间以用于在能量存储单元故障的情况下保护所述电力供应单元(B,C)的熔丝(F)。

4. 根据权利要求3所述的DC电力系统(1), 其中所述能量存储单元(E)包括第二类型的输入单元(9), 所述第二类型的输入单元(9)被布置在所述能量存储单元母线系统(EB)和所述主DC母线(3)之间, 其中所述第二类型的输入单元(9)包括用于在能量存储单元故障的情况下将所述能量存储单元(E)从所述主DC母线(3)断开连接的隔离开关。

5. 根据权利要求4所述的DC电力系统(1), 其中所述第二类型的输入单元(9)包括被布置为阻断从所述能量存储单元母线系统(EB)到所述主DC母线(3)的方向上的电流并且允许电流从所述主DC母线(3)向所述能量存储单元(E)流动的电流阻断设备(11), 和用于有选择地允许电流旁路所述电流阻断设备(11)并流向所述主DC母线(3)的半导体开关单元(13)。

6. 根据权利要求5所述的DC电力系统(1), 其中所述电流阻断设备(11)和所述半导体开关单元(13)反并联地连接。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的DC电力系统(1), 其中所述发电单元(P1,P2,P3,P4)包括发电机(G1,G2,G3,G4)和整流器(R1,R2,R3,R4), 其中所述整流器(R1,R2,R3,R4)包括被布置为在整流器故障的情况下保护所述整流器(R1,R2,R3,R4)的多个熔丝(F)。

8. 根据权利要求7所述的DC电力系统(1), 其中所述整流器(R1,R2,R3,R4)中所包括的所述多个熔丝(F)被确定规格从而使得所述多个熔丝(F)在受到由于所述整流器(R1,R2,R3,R4)的下游故障所导致的故障电流的影响时并不熔断。

9. 根据权利要求1至6中任一项所述的DC电力系统(1), 其中所述发电单元能够限制其输出电压和电流限制为将允许隔离开关在其额定值内进行操作的水平, 其中所述隔离开关(7)能够将发电单元从所述主DC母线(3)断开连接。

10. 根据权利要求1至6中任一项所述的DC电力系统(1), 其中每个换流器单元(I1, I2, I3)具有连接至所述驱动单元母线(DB)的端子, 其中换流器单元(I1, I2, I3)的每一个端子连接至熔丝(F)。

11. 根据权利要求2至6中任一项所述的DC电力系统(1), 其中所述电流阻断设备(11)是二极管。

12. 根据权利要求2至6中任一项所述的DC电力系统(1), 其中所述第一类型的输入单元包括半导体开关单元, 所述半导体开关单元与所述电流阻断设备反并联连接以用于有选择地允许电流旁路所述电流阻断设备并流向所述主DC母线。

13. 一种处置DC电力系统(1)中的故障的方法, 包括主DC母线(3)、被布置为对所述主DC母线(3)馈电的发电单元(P1, P2, P3, P4)、被布置在所述主DC母线(3)和每一个发电单元(P1, P2, P3, P4)之间以用于将所述发电单元(P1, P2, P3, P4)从所述主DC母线(3)隔离的隔离开关(7)、和被布置为由所述主DC母线馈电的驱动单元(D1, D2), 其中所述驱动单元(D1, D2)包括驱动单元母线系统(DB)、连接至所述驱动单元母线系统(DB)的换流器单元(I1, I2, I3)、和布置在所述驱动单元母线系统(DB)和所述换流器单元(I1, I2, I3)之间以用于在驱动单元故障的情况下保护所述换流器单元(I1, I2, I3)的熔丝(F), 其中所述驱动单元(D1, D2)包括布置在所述主DC母线(3)和所述驱动单元母线系统(DB)之间的第一类型的输入单元(17), 并且其中所述第一类型的输入单元(17)包括用于在驱动单元故障的情况下将所述驱动单元(D1, D2)从所述主DC母线(3)断开连接的隔离开关, 所述方法包括:

在所述DC电力系统(1)中已经发生故障的情况下, 限制所述发电单元的电压输出和电流限制为允许隔离开关(7)在其额定值内进行操作的水平, 其中所述隔离开关(7)能够将发电单元从所述主DC母线(3)断开连接。

14. 根据权利要求13所述的方法, 其中所述发电单元包括发电机和整流器, 其中所述限制涉及控制所述整流器从而使得其输出电压和电流被限制为允许隔离开关在其额定值内进行操作的水平。

具有系统保护能力的DC电力系统

技术领域

[0001] 本公开总体上涉及电力系统,并且尤其涉及具有保护能力的DC电力系统。

背景技术

[0002] 电力系统通常包括多个部件,诸如一个或多个发电源、驱动和能量存储模块。这些部件通常利用汇流排系统进行互连,在上述汇流排系统中电流能够流动以用于向连接至电力系统的一个或多个负载提供电力。

[0003] 有时,诸如短路的故障将不可避免地在系统中发生,或者发生在汇流排系统中,或者发生在系统部件之一,或负载之中。在故障的情况下,重要的是将故障与系统的健康部分隔离从而使得能够利用健康部分继续进行正常的电力供应,并且保护健康部分免于受到损坏。出于所述目的,电力系统中通常包括保护系统。

[0004] 被布置为对电力系统中的故障进行处置的保护系统通常包括被布置为监视电力系统中诸如电流之类的参数的监视装置,以及由所述监视装置所控制的电路断路器。所述电路断路器以能够在故障情况下实现选择性故障隔离的方式布置在电力系统中。

[0005] US2003/0071633公开了一种AC电力供应网络(sic),其包括母线系统和用于将功率分配至远端位置的馈线。每一条线路和所述母线之间提供有断路器。

[0006] EP1843443公开与电负载电路和设备以及源相关联的DC电流汇流排要求保护。为了提供这种保护,利用基尔霍夫定律从而电流值基本上同时取得,并且进行求和以便于确定从期望的差分阈值的偏离。一旦检测到这种偏离,并且一般来讲作为数次连续偏离的结果,利用电隔离设备以便于将去往汇流排的电流隔离。可以利用电流值的数据集,通过与针对那些设备和电路的期望值之间的比较,以便于为个体的电负载设备和电路提供后备保护系统。

[0007] GB1151457公开了一种用于为异步电机供电的逆变器的安全设备。在该公开的背景技术部分提到“在逆变器装备中发生故障的情况下,代表直流电路的短路电路,平波电容器通过短路电路被放电。由于平波电容器具有高电容,放电电流可能达到很高的值。这导致已知电路中连接电流换流器上游的熔丝发出响应。结果,换流器从短路电路中断开连接。”

[0008] W02011/141052公开了一种用于传输功率的电厂,其包括高电压DC线路、与所述DC线路串联连接并且被配置为一旦所述DC线路上发生故障就断开故障电流的DC断路器、被配置用于检测发生故障电流的器件、被配置用于控制所述DC断路器的控制单元以用于一旦故障电流发生时保护连接到DC线路的装置、以及被配置用于耗散一旦发生所述故障到所述DC断路器的所述控制的时刻在所述位置和这些器件之间的DC线路的故障电流路径中所存储的能量。所述能量耗散器件包括能量消耗制动电阻器和续流整流部件的串联连接,所述续流整流部件连接在大地和所述DC线路之间以导通电流,同时形成一旦发生所述故障时在所述DC断路器的所述控制的时刻通过其的续流路径。

[0009] 然而,现有故障系统在一些应用中可能是非常昂贵且占用空间的。

发明内容

[0010] 直流(DC)电路断路器特别庞大,这是因为与交流电流电路(AC)断路器相反,它们无法依赖于过零点。因此,DC电路断路器需要更大的气隙来确保正常的保护。结果,DC电路断路器通常占用大量空间,并且它们的制造非常昂贵。

[0011] 鉴于以上考虑,本公开的总体目标是提供一种DC电力系统,其具有的保护能力需要的空间小于现有技术。

[0012] 另一个目标是提供一种支付得起的DC电力系统。

[0013] 因此,提供了一种DC电力系统,包括:主DC母线;被布置为对主DC母线馈电的发电单元;布置在主DC母线和发电单元之间以用于在主DC母线故障的情况下将发电单元从主DC母线隔离的隔离器开关;被布置为由主DC母线馈电的驱动单元,其中所述驱动单元包括驱动单元母线系统、连接至所述驱动单元母线系统的换流器单元、和布置在所述驱动单元母线系统和换流器单元之间以用于在驱动单元故障的情况下保护换流器单元的熔丝。

[0014] 由此,所述DC电力系统中的各个单元能够在任意单元中或主DC母线上故障的情况下有选择地得到保护,而并不使用大型、占用空间又昂贵的电路断路器。

[0015] 根据一个实施例,所述驱动单元包括布置在主DC母线和驱动单元母线系统之间的第一类型的输入单元,并且其中所述第一类型的输入单元包括用于在驱动单元故障的情况下将驱动单元从主DC母线断开连接的隔离器开关。因此,所述驱动单元能够在驱动单元故障的情况下从其余DC电力系统断开连接而并不利用电路断路器。

[0016] 根据一个实施例,所述第一类型的输入单元包括电流阻断设备,其被布置为阻断在从驱动单元母线系统到主DC母线的方向上的电流并且允许电流从主DC母线向驱动单元流动。由此,将从驱动单元中的换流器单元的电容器组提供到主DC母线上或提供到连接至主DC母线的另一单元中的故障的故障电流能够被减小或消除,因为电流阻断设备基本上充当在从驱动单元母线系统到主DC母线的方向上的开路。

[0017] 一个实施例包括能量存储单元,其被布置为对主DC母线馈电,其中所述能量存储单元包括能量存储单元母线系统、电力供应单元,以及布置在所述能量存储单元母线系统和电力供应单元之间以用于在能量存储单元故障的情况下保护电力供应单元的熔丝。因此,如果例如用于冗余目的的备用电力部件被添加至系统,该部件也能够得到保护不被内部故障损坏,而并不利用电路断路器。

[0018] 根据一个实施例,能量存储单元包括第二类型的输入单元,其布置在所述能量存储单元母线系统和主DC母线之间,其中所述第二类型的输入单元包括用于在能量存储单元故障的情况下将能量存储单元从主DC母线断开连接的隔离器开关。因此,所述能量存储单元能够从主DC母线断开连接而并不利用电路断路器。

[0019] 根据一个实施例,所述第二类型的输入单元包括被布置为阻断从能量存储单元母线系统到主DC母线的方向上的电流并且允许电流从主DC母线向能量存储单元流动的电流阻断设备,和用于有选择地允许电流旁路所述电流阻断设备并流向主DC母线的半导体开关单元。因此,通过将所述半导体开关设置为其接通状态,在需要来自能量存储单元的额外功率的情况下,电流能够被允许流向主DC母线之中。

[0020] 可替换地,在所述半导体开关单元被设置为其关断状态的情况下,从能量存储单

元到主DC母线上或者所述DC电力系统的另一部分之中的故障的故障电流能够被最小化。

[0021] 根据一个实施例,所述电流阻断设备和半导体开关单元反并联地进行连接。

[0022] 根据一个实施例,所述发电单元包括发电机和整流器,其中所述整流器包括被布置为在整流器故障的情况下保护整流器的多个熔丝。由此,内部整流器故障能够利用熔丝得到处置而并不利用发电单元中的局部电路断路器。

[0023] 根据一个实施例,整流器中所包括的多个熔丝被确定规格从而使得它们在受到由于整流器下游故障所导致的故障电流的影响时并不熔断。因此,熔丝仅被整流器内部故障所导致的电流所熔断。提供至发电单元外部的故障的故障电流因此并不应当触发所述熔丝熔断。整流器中的熔丝的额定电流因此应当被选择为阈值电流水平,所述阈值电流水平仅被该特定发电单元中的整流器故障所产生的故障电流达到或超出。

[0024] 根据一个实施例,每个换流器单元具有连接至驱动单元母线的端子,其中换流器单元的每个端子连接至熔丝。

[0025] 根据一个实施例,所述电流阻断设备是二极管。

[0026] 根据一个实施例,所述第一输入单元包括与电流阻断设备反并联连接以用于有选择地允许电流旁路所述电流阻断设备并流向主DC母线的半导体开关单元。

[0027] 通过如这里所公开的将熔丝和隔离器开关进行组合,获得了一种混合保护系统,其中局部故障,即具体单元中的故障,由熔丝处置;而全局故障,即主DC母线上的故障,则通过来源处的电流中断进行处置从而使得适当隔离器开关能够将DC电力系统中受影响的部分隔离。由此,熔丝大小能够被保持得较小,这确保了局部故障电流的量级将能够在局部故障的情况下熔断熔丝,因此在局部和全局两者都确保了可靠的DC电力系统保护。如果有必要,能够安装额外的电容器组以提供额外的故障电流来确保熔丝具有可用于清除故障的足够的故障电流。

[0028] 总体上,除非这里明确以其它方式进行定义,否则权利要求中所使用的所有术语都要根据其在该技术领域中的常规含义进行解释。对于“一/一个/所述元件、装置、部件、器件等”的全部引用都要被开放地解释为指代所述元件、装置、部件、器件等的至少一个实例,除非以其它方式明确进行指示。

附图说明

[0029] 现在将参考附图通过示例对本发明概念的具体实施例进行描述,其中:

[0030] 图1是DC电力系统的示意图;

[0031] 图2是图1中的DC电力系统中的发电单元的示意图;

[0032] 图3a描绘了图1中的DC电力系统中的故障的示例;以及

[0033] 图3b描绘了图1中的DC电力系统中的另一个故障的示例。

具体实施方式

[0034] 现在将参考其中示出了示例性实施例的附图对本发明的概念进行更为全面地描述。然而,本发明的概念可以以许多不同形式来体现并且不应当被理解为局限于这里所给出的实施例;相反,这些实施例作为示例而提供从而使得本公开将是全面且完整的,并且将向本领域技术人员全面传递本发明概念的范围。同样的附图标记贯穿说明书指代同样的元

件。

[0035] 图1描绘了DC电力系统1的一个示例的示意图。DC电力系统1包括主DC母线3,其具有通过汇流排断路器5可分离的第一汇流排3-1和第二汇流排3-2、第一发电单元P1、第二发电单元P2、第三发电单元P3、第四发电单元P4、能量存储单元E、第一驱动D1和第二驱动D2。

[0036] 第一驱动单元D1和第二驱动单元D2被布置用于为电机或类似设备进行供电。这样的驱动单元的示例是意在向正常的AC消费者提供50Hz或60Hz的AC功率的单个驱动、多个驱动以及静态频率换流器。

[0037] DC电力系统1进一步包括与相应的发电单元P1、P2、P3、P4相关联以用于能够将发电单元P1、P2、P3、P4从主DC母线3断开连接的隔离器开关7,即隔离开关。由此,每个发电单元能够从例如主DC母线3上的故障隔离,或者它们能够出于维护目的而被隔离。

[0038] 第一发电单元P1被布置为对主DC母线3馈电,并且经由隔离器开关7可连接至主DC母线3。根据图1中的示例,第一发电单元P1可连接至第一汇流排3-1。

[0039] 第二发电单元P2被布置为对主DC母线3馈电,并且经由隔离器开关7可连接至主DC母线3。根据图1中的示例,第二发电单元P2可连接至第一汇流排3-1。

[0040] 第三发电单元P3被布置为对主DC母线3馈电,并且经由隔离器开关7可连接至主DC母线3。根据图1中的示例,第三发电单元P3可连接至第二汇流排3-2。

[0041] 第四发电单元P4被布置为对主DC母线3馈电,并且经由隔离器开关7可连接至主DC母线3。根据图1中的示例,第四发电单元P4可连接至第二汇流排3-2。

[0042] 第一发电单元P1包括发电机G1,诸如柴油引擎驱动的发电机,其被布置为生成交流电流;以及被布置为将所述交流电流转换为要馈送至主DC母线3中的直流电流的整流器R1。整流器R1可以被提供以熔丝,所述熔丝被确定规格为在整流器R1中出现故障的情况下熔断。

[0043] 第二发电单元P2、第三发电单元P3和第四发电单元P4可以具有与第一发电单元P1相似的设计。就此而言,第二发电单元P2、第三发电单元P3和第四发电单元P4中的每一个可以包括相应的发电机G2、G3、G4,以及用于向主DC母线3提供DC信号的相应整流器R2、R3、R4。然而,所要注意的是,同一系统内不同发电机类型的组合是可能的。

[0044] 第一驱动单元D1和第二驱动单元D2中的每一个具有驱动单元母线系统DB,其包括第一母线DB1和第二母线DB2。此外,第一驱动单元D1和第二驱动单元D2中的每一个具有连接至其相应驱动单元母线系统DB的多个换流器单元,在下文中由换流器(inverter)I1、I2、I3所例示,以及布置在逆变器I1、I2、I3的端子和驱动单元母线系统DB之间的熔丝F。适当逆变器的示例是ABB的ACS800逆变器。

[0045] 第一驱动单元D1和第二驱动单元D2中的每一个进一步具有第一类型的输入单元17,其在一端被布置为用于与主DC母线3连接。在其另一端,第一类型的输入单元17连接至驱动单元母线系统DB。第一类型的输入单元17包括被布置为将驱动单元D1、D2从主DC母线3断开连接的隔离器开关,以及能够阻断在从驱动单元母线系统DB到主DC母线3的方向上的电流流动并且允许电流在从主DC母线3到驱动单元母线系统DB的方向上流动的电流阻断设备11。这样的电流阻断设备可以是诸如二极管或若干二极管的半导体设备,或者是绝缘栅双极晶体管(IGBT)、闸流管或类似设备。

[0046] 要注意的是,根据应用,驱动单元可以被设计为具有不同数量的逆变器,从一个逆

变器到多个逆变器。此外,第一类型的驱动单元在一个实施例中可以包括半导体开关单元,所述半导体开关单元与电流阻断设备反并联连接,由此允许DC电力系统正常操作期间的反向电力馈送。这样的半导体开关单元例如可以是绝缘栅双极晶体管(IGBT)。

[0047] 能量存储单元E具有能量存储单元母线系统EB,所述能量存储单元母线系统EB具有第一母线EB1和第二母线EB2。能量存储单元E进一步包括连接至能量存储单元母线系统EB的诸如电池单元B和电容器组C的电力供应单元,连接至能量存储单元母线系统EB的DC-DC换流器15,以及熔丝F。熔丝F被布置在DC-DC换流器的端子15和能量存储单元母线系统EB之间,和电容器组C和能量存储单元母线系统EB之间,以及电池单元B和能量存储单元母线系统EB之间。

[0048] 利用DC-DC换流器15,在功率要从能量存储单元E向主DC母线3提供的情况下,能够对电池单元B的电压水平输出进行控制。

[0049] 要注意的是,能量存储单元E是关于电力供应单元和换流器的数量的许多可能配置的一个示例。例如,能量存储单元E的一些变化形式并不具有电容器组。能量存储单元中的电容器组的一般作用是在内部故障的情况下协助熔断熔丝。

[0050] 能量存储单元E进一步具有第二类型的输入单元9,其在一端被布置为用于与主DC母线3连接。在其另一端,第二类型的输入单元9连接至能量存储单元母线系统EB。第二类型的输入单元9包括用于将能量存储单元E从主DC母线3断开连接的隔离器开关,半导体开关单元13,以及能够在从能量存储单元母线系统EB到主DC母线3的方向上阻断电流流动,并且在从主DC母线3到能量存储单元母线系统EB的方向上允许电流流动的电流阻断设备11。这样的电流阻断设备可以是半导体设备,诸如二极管或若干二极管、或IGBT、半导体闸流管、或类似设备。半导体开关单元13例如可以是IGBT。半导体开关单元13和电流阻断设备11可以反并联地进行布置,由此在半导体开关设备13利用适当控制信号被设置在其饱和或开路状态的情况下,允许电流在从能量存储单元母线系统EB到主DC母线3的方向上流动。因此,利用电流阻断设备11和半导体开关单元13,电流能够有选择地被允许旁路电流阻断设备并流向主DC母线3。

[0051] 图2是发电单元P1的示意图。示出了整流器R1的内部部件。针对每个电气相位,发电机G1所生成的AC信号被提供至整流器R1的相应支柱。在每个支柱提供有开关设备T,所述开关设备T能够以整流器R1能够输出DC信号的方式受到控制。在图2的示例中,开关设备由半导体闸流管所例示,虽然例如IGBT的其它开关器件也是可能的。另外,整流器R1包括用于在故障(例如整流器R1中的短路)情况下对整流器R1进行保护的熔丝F。在该情况下,一个或多个熔丝将响应于流向故障并且通过熔丝F的故障电流而被熔断。在图2的示例中,每个开关设备T与熔丝F相关联。因此,每个支柱(即每个相位)与两个熔丝F相关联。发电单元P1的其它可能实现方式包括连同在整流器DC端子的正极上的二极管上的二极管的跨接器(crow bar)设计。其一般思想是,如果发生了内部故障,具有发电机的整流器会将其自身从DC电力系统隔离开来以最小化对于更宽系统的影响。

[0052] 整流器中的熔丝F有利地被确定规格而使得它们在受到由于整流器下游故障所导致的故障电流时并不熔断。术语下游理解为关于DC电力系统1中的电流流动方向。

[0053] 图3a是DC电力系统1中已经出现故障19时的情形的示例。在图3a的示例中,故障19为短路并且已经发生在主DC母线上。故障19因此为全局故障。在这种情况下可能有若干种

不同的故障处置策略。

[0054] 无论哪种情况,由于故障19,故障电流20-1、20-2、20-3、20-4流向故障19的位置,其在所述示例中处于第一汇流排3-1。通常,故障19由对DC电力系统1进行监视的多个传感器中的至少一个进行检测,所述传感器例如电流测量传感器。

[0055] 根据一种处置故障的策略,汇流排断路器5在检测到故障时被给予开路命令。健康的一侧,即第二汇流排3-2,在分区之后自动重启。因此,一旦DC电力系统已经被划分,健康的一侧就恢复运行。如果知道故障位置,故障的一侧,即第一汇流排3-1,就将不会重启。如果不知道位置,则由于缺少信息,故障一侧将尝试重启以用于检测故障。

[0056] 在另一个版本的策略中,发电单元P1-P4的整流器R1、R2、R3、R4受到控制从而使得其电流输出趋向零,并且在向汇流排断路器5给予开路命令的同时,任意其它能量源也将对进入DC电力系统的电流有所限制。一旦系统被划分,则健康的一侧检测到故障被清除,而故障的一侧则将看到故障持续。这将使得故障的一侧上例如发电单元的能量源阻断进入故障的电流。

[0057] 在又一个版本的策略中,能量源能够将其输出电压和电流限制为将允许隔离器开关在其额定值内进行操作的水平,其中隔离器开关7能够将发电单元从主DC母线3断开连接。

[0058] 由于电流阻断设备11的电流阻断特征,第一驱动单元D1和第二驱动单元D2对故障电流并没有贡献或者至少以最低程度进行贡献。此外,由于第一类型的输入单元17的隔离器开关,第一驱动单元D1和第二驱动单元D2能够从主DC母线3断开连接。由此,第一驱动单元D1和第二驱动单元D2中的每一个能够在主DC母线3上出现故障的情况下受到保护。

[0059] 能量存储单元E也在主DC母线3上的故障19期间受到保护。如果能量存储单元E在发生故障19之前处于向主DC母线3提供功率的过程当中,则DC-DC换流器15的电流输出能够受到控制,例如被设置为零。由此,能量存储单元E能够利用第二类型的输入单元9的隔离器开关来从主DC母线3隔离。此外,在能量存储单元E从主DC母线3隔离之前,第二类型的输入单元9能够阻止电流使其不流向故障19。这是利用第二类型的输入单元9的电流阻断设备11并且通过将半导体开关单元13设置为其关断状态而实现的。

[0060] 利用第二类型的输入设备9和第一类型的输入设备17的电流阻断属性,流向故障19的故障电流能够得以减小。

[0061] 参考图3b,现在将对第一驱动单元D1中已经发生故障22的情形进行描述。该故障因此是第一驱动单元D1中的局部故障。

[0062] 根据图3b中的示例,驱动单元母线系统DB上已经发生了短路。第一母线DB-1和第二母线DB-2例如可能短路。当故障22已经发生时,电流23-1、23-2、23-3、23-4和23-5流向故障22。电流23-3、23-4、23-5由逆变器I1、I2、I3中的电容器组提供。由于电容器组提供的电流23-3、23-4、23-5流过布置在第一驱动单元D1中的熔丝F,所以熔丝F将可能熔断,由此将逆变器I1、I2、I3从故障22断开连接。连接至逆变器I1、I2、I3的负载因此从驱动单元母线系统DB断开连接。由于来自发电单元P1、P2、P3、P4的电流例如通过整流器R1、R2、R3、R4的适当控制而得以减小,所以第一驱动单元D1的第一类型的输入单元17的隔离器开关能够将第一驱动单元D1从主DC母线3断开连接,并且因此将故障22完全隔离。当故障22已经被隔离时,DC电力系统1的其余部分能够恢复正常操作。

[0063] 由于第二驱动单元D2的第一类型的输入单元17中的电流阻断设备11,第二驱动单元D2的电容器组基本上不向故障22提供电流。

[0064] 此外,能量存储单元E的第二类型的输入单元9能够阻止电流使其不流向故障22。这是利用第二类型的输入单元9的电流阻断设备11并且通过将半导体开关13设置在其关断状态而实现的。

[0065] 因此,利用第一类型的输入设备17和第二类型的输入设备9的电流阻断特性,能够减少流向故障22的故障电流。

[0066] 在逆变器I1、I2、I3的下游发生故障的情况下,该故障通常由所述逆变器的熔丝F进行处置。

[0067] 通常,诸如发电单元、能量存储单元或驱动单元的单元内的熔丝下游的故障由所述单元的熔丝进行处置。

[0068] 本文所描述的DC电力系统可以有利地被用于对船舶进行供电的板上电力系统,或者用作不希望使用大型DC电路断路器的其它有限空间中的电力系统。虽然也能够想到例如中压之类的更高电压应用,但是所述DC电力系统通常在低压环境中使用。

[0069] 上文中已经参考几个示例主要对本发明的概念进行了描述。然而,如本领域技术人员容易意识到的,以上所公开的以外的其它实施例在如所附权利要求所定义的本发明概念的范围内同样是可能的。例如,根据本公开的DC电力系统能够包括比图1中所描述的示例中更少或更多的发电单元。此外,DC电力系统并不必须包括能量存储单元或者其可以包括额外的能量存储单元,和/或更少或更多的驱动单元。

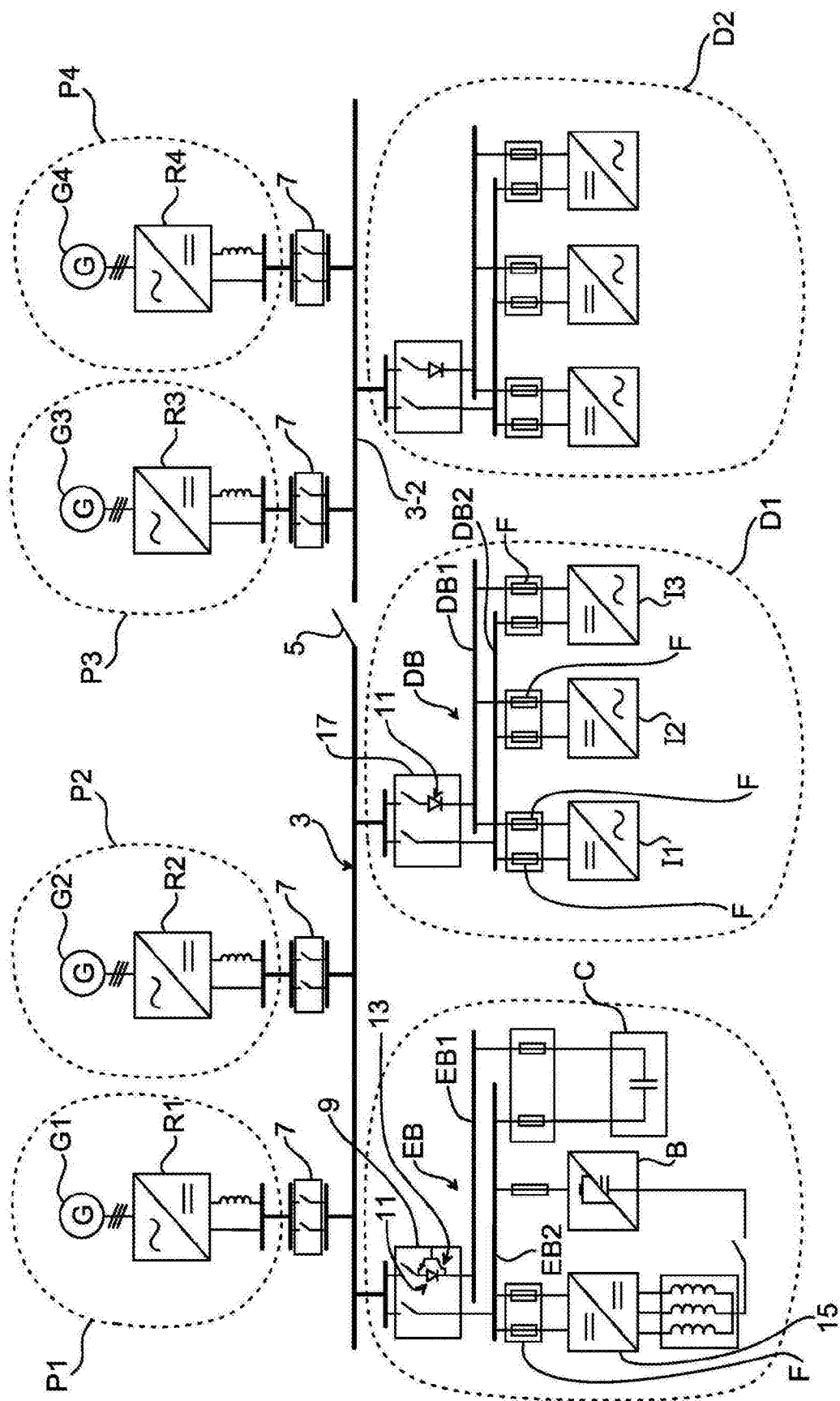


图1

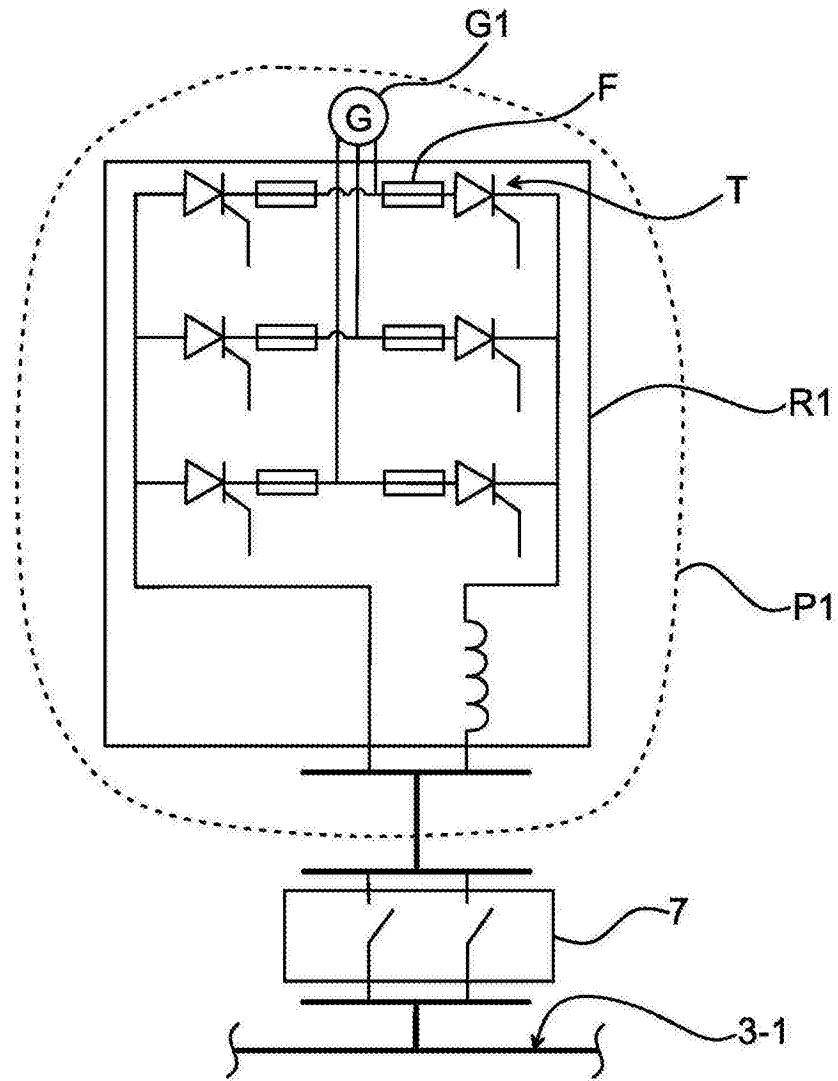


图2

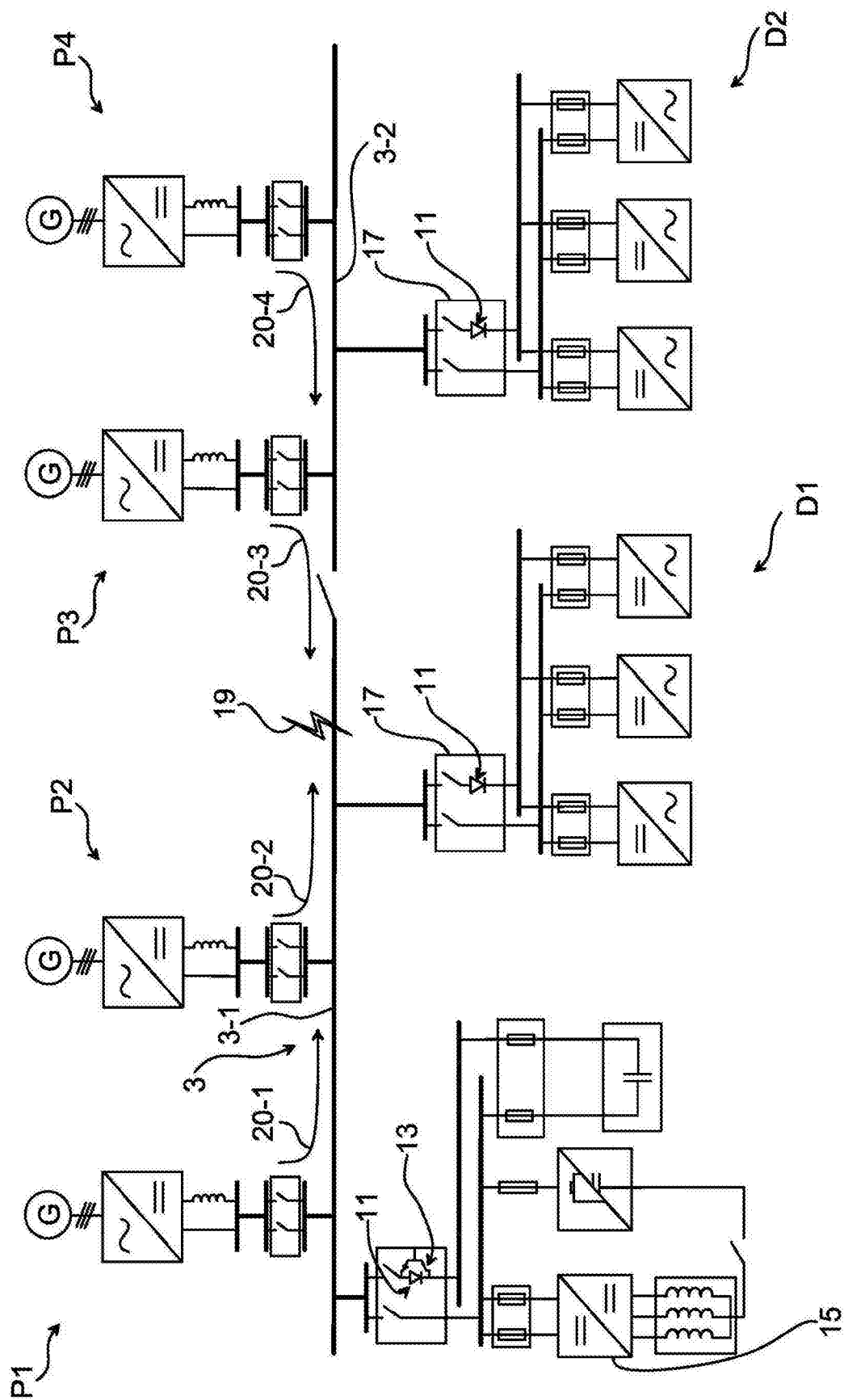


图3a

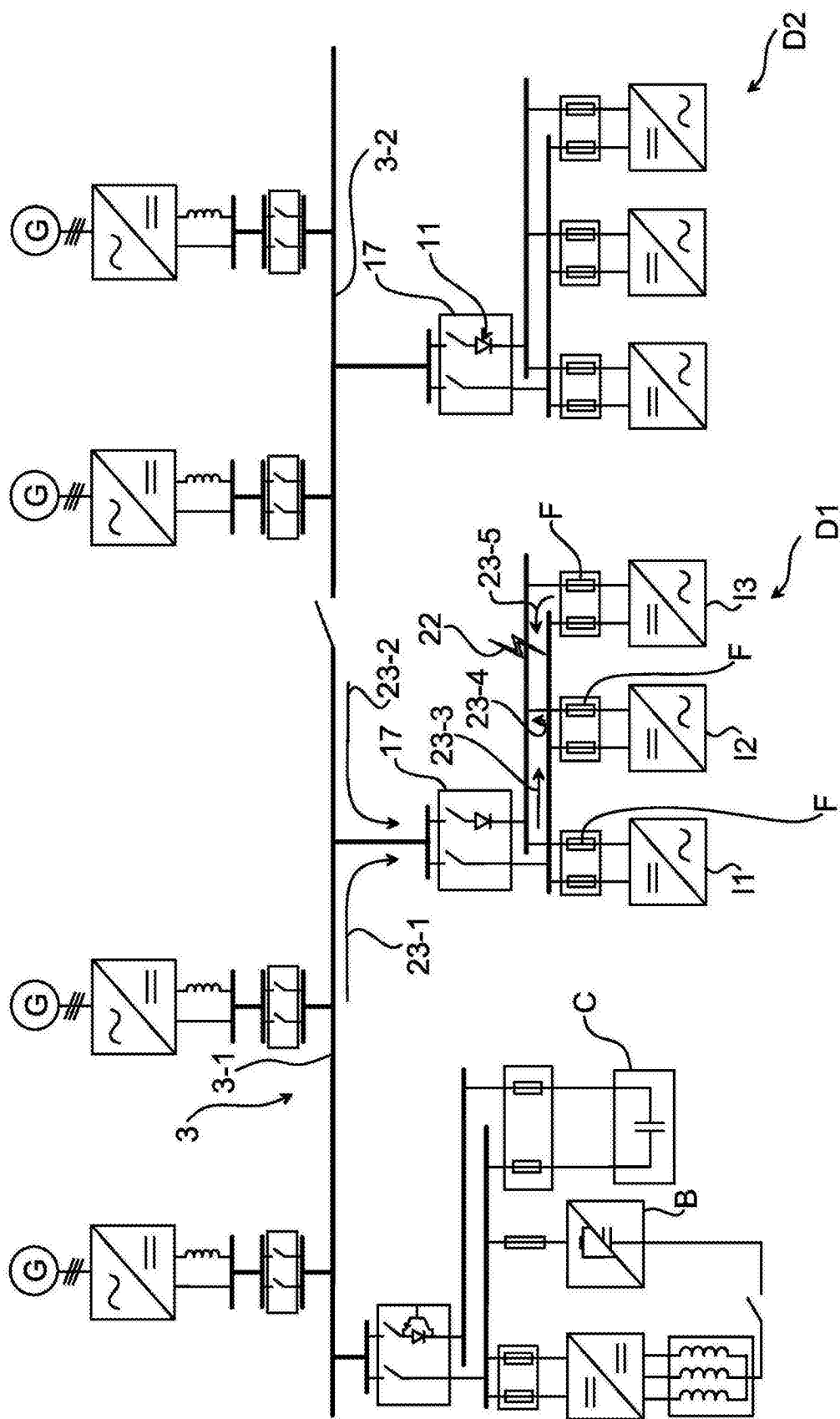


图3b