



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109845108 B

(45) 授权公告日 2023.05.30

(21) 申请号 201780063819.4

(22) 申请日 2017.10.09

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109845108 A

(43) 申请公布日 2019.06.04

(30) 优先权数据  
102016220279.0 2016.10.17 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.04.16

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/EP2017/075589 2017.10.09

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02018/073029 DE 2018.04.26

(73) 专利权人 罗伯特·博世有限公司  
地址 德国斯图加特

(72) 发明人 C.齐瓦诺波洛斯 T.凯泽

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001  
专利代理师 孙云汉 刘春元

H03K 17/284 (2006.01)

H03K 17/691 (2006.01)

H03K 17/687 (2006.01)

H03K 17/22 (2006.01)

H03K 17/06 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 2009284591 A, 2009.12.03

CN 1180853 A, 1998.05.06

CN 2753053 Y, 2006.01.18

CN 102904321 A, 2013.01.30

CN 102347628 A, 2012.02.08

CN 103314496 A, 2013.09.18

CN 102347628 A, 2012.02.08

US 2015061382 A1, 2015.03.05

US 2003169024 A1, 2003.09.11

US 5166546 A, 1992.11.24

CN 102857085 A, 2013.01.02

(美) 林肯(J.D.Lenk). 直接耦合的晶体管放大器.《电子电路设计手册》.1981, 科学普及出版社.

审查员 许晶

(51) Int. Cl.

H03K 17/0412 (2006.01)

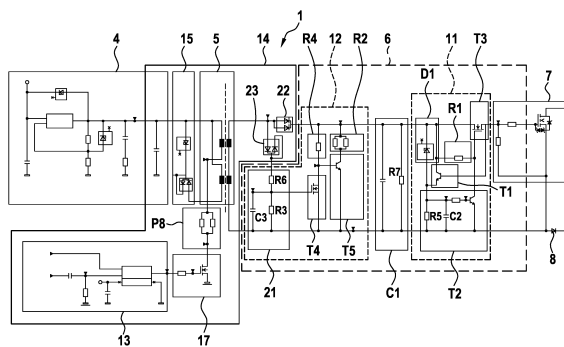
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

用于给高压车载电网的中间电路电容预充电的电路装置

(57) 摘要

本发明涉及一种电路装置,用于切换高压MOSFET(7)来给高压车载电网的中间电路电容预充电,该电路装置具有第一电路组件(11),借助于该第一电路组件可以减少被用于给该中间电路电容充电的高压MOSFET的切换时间。



CN 109845108 B

1. 一种电路装置,用于切换高压MOSFET (7) 来给高压车载电网 (3) 的中间电路电容 (2) 预充电,所述电路装置具有第一电路组件,其中所述第一电路组件包括:

- 第一输入端接线柱,
- 第二输入端接线柱,
- 第一电流切换的开关 (T1),
- 第二电流切换的开关 (T2),
- 电压切换的开关 (T3),
- 具有限流器的电压阈值发生器 (D1), 和
- 欧姆电阻 (R1), 和
- 输出端接线柱, 其中

- 所述第一电流切换的开关 (T1) 的、所述电压切换的开关 (T3) 的、所述具有限流器的电压阈值发生器 (D1) 的和所述欧姆电阻 (R1) 的第一连接端分别连接到所述第一输入端接线柱上,

- 所述第一电流切换的开关 (T1) 的和所述具有限流器的电压阈值发生器 (D1) 的第二连接端分别连接到所述第二电流切换的开关 (T2) 的控制输入端上,

- 所述第二电流切换的开关 (T2) 的第一连接端和所述欧姆电阻 (R1) 的第二连接端与所述电压切换的开关 (T3) 的控制输入端连接,

- 所述第二电流切换的开关 (T2) 的第二连接端与电接地连接,

- 所述电压切换的开关 (T3) 的第二连接端一方面与所述输出端接线柱连接而另一方面与所述第一电流切换的开关 (T1) 的控制输入端连接。

2. 根据权利要求1所述的电路装置,其中所述输出端接线柱与所述高压MOSFET的栅极连接。

3. 根据权利要求1或2所述的电路装置,其中在所述第一输入端接线柱与所述第二输入端接线柱之间还连接有电容 (C1) 和/或第二欧姆电阻 (R7)。

4. 根据权利要求1或2所述的电路装置,所述电路装置还包括第二电路组件 (12), 其中所述第二电路组件包括:

- 第三输入端接线柱,
- 具有被动放电 (R3) 的第一蓄能器 (C3),
- 第一开关 (T4),
- 第二开关 (T5),
- 第二输出端接线柱,
- 第三和第四输出端接线柱,
- 第二欧姆电阻 (R2), 和
- 第三欧姆电阻 (R4), 其中

- 所述第一蓄能器 (C3) 以第一连接端连接在所述第三输入端接线柱上, 而且被设立为给所述第一开关 (T4) 的控制输入端供应能量, 其中所述第一蓄能器 (C3) 以第二连接端连接在所述第四输出端接线柱上, 其中所述第三输入端接线柱与所述第一开关 (T4) 的控制输入端连接,

- 所述第一开关 (T4) 的第一连接端和所述第三欧姆电阻 (R4) 的第二连接端与所述第二

开关(T5)的控制连接端连接,

-所述第二欧姆电阻(R2)的和所述第三欧姆电阻(R4)的第一连接端分别与所述第二输出端接线柱连接,

-所述第二欧姆电阻(R2)的第二连接端和所述第二开关(T5)的第一连接端彼此连接,

-所述第一开关(T4)的和所述第二开关(T5)的第二连接端分别与所述第四输出端接线柱连接,

-所述第三输出端接线柱与所述第一输入端接线柱连接,而且

-所述第四输出端接线柱与所述第二输入端接线柱连接。

5. 根据权利要求1或2所述的电路装置,所述电路装置还包括:

-线性稳压器(4),

-转换器(5),和

-高压MOSFET(7),其中

-所述线性稳压器(4)与所述转换器(5)连接并且被设立为将12V电池组电压降低到更低的电压,而且

-所述转换器(5)与驱动级(6)连接并且被设立为:为了操控所述驱动级(6),将所述更低的电压的电转换成被提高的电压,而且进行电流隔离。

6. 根据权利要求1或2所述的电路装置,所述电路装置还包括:

-二极管(8),所述二极管沿着指向负极的导通方向布置在所述高压MOSFET(7)的源极连接端与高压电池组的负极之间,所述高压电池组被设置用于给所述中间电路电容(2)充电。

7. 根据权利要求6所述的电路装置,其中所述二极管(8)与所述中间电路电容(2)串联布置。

8. 根据权利要求6所述的电路装置,所述电路装置还包括与所述二极管(8)串联的欧姆电阻(10)。

9. 根据权利要求5所述的电路装置,所述电路装置还包括:

-负极接触器,和

-正极接触器,其中所述转换器(5)进一步被设立为:为了闭合所述高压MOSFET(7),在将所述负极接触器闭合之后并且在将所述正极接触器闭合之前将所述高压MOSFET(7)闭合。

10. 根据权利要求5所述的电路装置,其中所述转换器(5)具有两个在一次侧并联而在二次侧串联的变压器。

11. 根据权利要求5所述的电路装置,其中所述电路装置(1)被设立为借助于PWM信号来操控所述转换器。

## 用于给高压车载电网的中间电路电容预充电的电路装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于给高压车载电网的中间电路电容预充电的电路装置。本发明尤其涉及一种以少量连接端来控制的电路装置,借助于该电路装置可以减少被用于给中间电路电容充电的高压MOSFET的切换时间。

### 背景技术

[0002] 目前,人员个人交通的电气化迅速向前推进。为了生成所需的功率(在12V的情况下需要很高的电流,这会需要具有实际上并不合理的横截面的铜缆),通常使用相对于12伏特车载电网高得多的电压电平(例如400伏特)。中间电路电容使能量在蓄能器(例如燃料电池)与一个或多个电动机之间交换,所述一个或多个电动机被用作牵引电机。牵引电机常常三相地来实施。如果使高压车载电网运行,则首先闭合接地侧的接触器,借助于受限制的电流将中间电路电容充电到大约99%并且紧接着才闭合正极接触器。以这种方式可以减少或避免正极接触器的劳损和损耗以及功能损害。

[0003] 通常,使用高压MOSFET来给中间电路电容预充电。为了也在高压MOSFET之内将损耗和生热保持得小,高压MOSFET必须很快地建立与尽可能小的电阻的电连接。值得期望的是低于600纳秒的开关时间。通常使用的高压MOSFET的主要任务在于:传导并且切换预充电电流。为了在切断预充电电流之后尽可能快地到达安全状态,必须特别快地实施切断过程。

[0004] US 2015/0256014 A1公开了一种用于切换高压车载电网的预充电电流的电路装置。在电池组控制器中,首先闭合接地接触器,然后闭合用于操控高压MOSFET的具有绝缘的栅极的晶体管,以便将中间电路电容充电到99%。在这种情况下,通过外部预充电电阻来限制预充电电流。紧接着,闭合正极电池组接触器。

### 发明内容

[0005] 本发明的任务是:可以迅速地闭合和断开用于给中间电路电容预充电的高压MOSFET。在这种情况下,如果可能的话应该只需要一个操控信号,该操控信号控制能量传输并且激活/停用高压MOSFET。高压MOSFET的接通(高压(HV)Mosfet的切换过程的时间)应该在纳秒级之内实现,切断(即在从微控制器方面的停用与高压Mosfet的实际断开之间的时间)优选地应该在微秒级之内实现。

[0006] 快速的接通指的是:栅极-源极电容尽可能快地被充电,即有能量准备好用于高压MOSFET。切断指的是:在控制信号/PWM信号停用之后,来自驱动级的能量尽可能快地降低,Mosfet被断开并且借此到达安全状态。

[0007] 按照本发明,之前提到的任务通过具有第一电路组件的电路装置来解决,该第一电路组件被设立用于接通高压MOSFET或用于给中间电路电容预充电。第一电路组件包括第一输入端接线柱和第二输入端接线柱。第一输入端接线柱例如可以被设立为与上级电路装置的转换器的第一输出端接线柱电连接,在下面继续探讨该第一输出端接线柱;而第一电路组件的第二输入端接线柱被设立为与该转换器的二次侧的第二输出端接线柱电连接。电

压切换的开关以及第一和第二电流切换的开关与具有限流器(例如被设计为齐纳二极管)的电压阈值发生器和欧姆电阻同样地来设置。输出端接线柱形成第一电路组件的输出端。第一电流切换的开关的、电压切换的开关的、具有限流器的电压阈值发生器的和欧姆电阻的第一连接端分别连接在第一输入端接线柱上。相应的第一连接端从电气角度看形成节点,该节点与第一输入端接线柱重合。第一电流切换的开关的和具有限流器的电压阈值发生器的第二连接端分别连接到第二电流切换的开关的控制输入端上。第二电流切换的开关的第一连接端和欧姆电阻的第二连接端连接到电压切换的开关的控制输入端上。第二电流切换的开关的第二连接端与转换器的负连接端连接,而电压切换的开关的第二连接端一方面与输出端接线柱重合而另一方面与第一电流切换的开关的控制输入端重合。该输出端接线柱可以与高压MOSFET的栅极连接。(例如像附加的电容那样的)电储能器可以连接在第一输入端接线柱与第二输入端接线柱之间。该电容可以被分配给驱动级和/或上级电路组件的转换器。在该电容的针对第一电路组件的功能方面,该电容提供用于缩短接通响应的能量储备。

[0008] 从属权利要求表明了本发明的优选的扩展方案。

[0009] 为了切换高压(HV)MOSFET,有利的是迅速地减少存储在电容器上的能量。为此,提出第二电路组件,作为可选地优选的补充(例如同样作为电路装置的驱动级的组成部分)。该第二电路组件包括:第三输入端接线柱、具有被动放电的第一蓄能器、第一和第二开关、第二输出端接线柱、第三和第四输出端接线柱、第二欧姆电阻和第三欧姆电阻。第一蓄能器以第一连接端连接在第三输入端接线柱上,换言之电连接在第三输入端接线柱上。该第一蓄能器被设立为给第一开关的控制输入端供应电能。第一开关的第一连接端和第三欧姆电阻的第二连接端与第二开关的控制连接端电连接。换言之,它们的连接端形成共同的节点。第二和第三欧姆电阻的第一连接端与第二输出端接线柱连接,而第二欧姆电阻的第二连接端和第二开关的第一连接端彼此重合。第一和第二开关的第二连接端位于第四输出端接线柱上。第三输出端接线柱与第一输入端接线柱电连接,而第四输出端接线柱与第二输入端接线柱电连接。该电路引起中间电路电容通过与附加的电容并联布置的欧姆电阻来放电。第二电路组件的第一蓄能器通过被动放电来放电,由此第一开关断开。经此,第二开关闭合,由此通过第二欧姆电阻来实施对附加的电容的附加的放电。第一电路组件的第二电流切换的开关以及第一电路组件的第一电流切换的开关和电压切换的开关都断开。结果是,高压MOSFET断开而且不再有预充电电流流到中间电路电容中。

[0010] 进一步优选地,在高压MOSFET的源极连接端与高压(HV)电池组的负极之间可以布置二极管。二极管的导通方向指向高压电池组的负极的方向。这并不排除其它元件与二极管串联地与高压电池组的负极连接。例如,可以设置欧姆电阻,用于限制充电电流。实现反极性保护的二极管和用于限流的欧姆电阻可以与中间电路电容串联地布置。

[0011] 为了提高转换器提供给驱动级的输出侧的电压,可以在该电路装置的转换器中设置两个变压器,所述两个变压器的一次绕组彼此并联地由线性稳压器来馈电。而二次绕组可以串联,使得二次绕组的二次电压相加。视电压需求而定,在按照本发明的转换器中也可以相对应地布置三个或者更多个变压器,其中二次电压全部相加。

[0012] 优选地,第一电路组件、尤其也包括第二电路组件被集成到用于给高压车载电网的中间电路电容预充电的电路装置中。该电路装置可以被设置和设计用于在可电驱动的行

走工具中使用。该电路装置包括线性稳压器,该线性稳压器被设立为将常见的(低的)大小的车载电网电压降低到还更低的电压。例如,12伏特直流电压可以被降低到7伏特直流电压。转换器被设立为:将更低的电压的电转换到被提高的电压上并且给上面介绍的第一和第二电路组件供电,所述第一和第二电路组件与高压MOSFET电流连接。该转换器可以包括一个变压器或者多个变压器、然而至少多个二次绕组。这样,该转换器可引起高效的电压升高。第一电路组件和第二电路组件可以是驱动级的组成部分,该驱动级在二次侧与该转换器电连接。驱动级被设立为操控高压MOSFET来切换(接通/关断)中间电路电容。高压MOSFET就其而言被设立为:在将接地侧的接触器闭合之后给中间电路电容预充电(例如预充电到大约99%)。线性稳压器提供较低的电压,该较低的电压即使在车载电网受干扰时也保持稳定并且借此给转换器馈电,该转换器又通过脉冲宽度调制(PWM)信号来控制。以这种方式,提出用于给中间电路电容充电的高效的拓扑,该拓扑以少量外部电连接端来控制。此外,使高压MOSFET中的损耗和劳损保持得小。

[0013] 在本发明的电路装置的情况下,可以通过具有电流隔离的直流电压转换器来提供能量传输。为此,优选地设置正激转换器,该正激转换器在二次电路中的线圈是被一次电路中的电阻替代的。以这种方式可以节省成本。两个变压器在一次电路中的并联和这些变压器在二次电路中的串联导致在二次电路中的电压加倍并且导致在整个系统中还可在其它模块中使用的变压器的数目提高。在二次电路中,通过电容器来进行蓄能。这能够实现高压MOSFET的非常快速的接通,因为用于切换该高压MOSFET的能量被存储在电容器中并且使优选地由晶体管构造的控制电路有能力进行快速的切换过程。在切断预充电电流之后,高压MOSFET以很短的延迟被切断,使得快速地到达安全状态。

[0014] 在现有技术中使用预充电继电器与预充电电阻相结合来给中间电路电容预充电,而通过使用本发明可以省去预充电继电器。这节省了成本、结构空间和重量。

## 附图说明

[0015] 随后,本发明的实施例参考随附的附图详细地予以描述。在附图中:

[0016] 图1示出了强烈简化的结构图,该结构图阐明了经过按照本发明的一个实施例的电路装置的原理性的信号流;

[0017] 图2示出了关于按照本发明的另一实施例的电路装置的实施例的电路技术简图;

[0018] 图3示出了能按照本发明使用的直流电压转换器的一般性结构;

[0019] 图4示出了按照本发明的另一实施例的用于切换高压MOSFET的第一电路组件的一般性结构;

[0020] 图5示出了按照本发明的另一实施例的用于切断高压MOSFET的第二电路组件的一般性结构;而

[0021] 图6示出了按照本发明的一个实施例的电路装置的电路图,其中根据上文讨论的实施例的器件分组地来示出。

## 具体实施方式

[0022] 图1示出了对按照本发明的结构的强烈简化的抽象,其中电路装置1被用作用于操控高压MOSFET 7的“黑箱(Blackbox)”。仅仅唯一一个输入信号馈入电路装置1。仅仅唯一一

个输出信号由电路装置1输出给高压MOSFET 7。相对应地,只有一个操控信号控制给高压MOSFET 7的能量传输。相同的操控信号激活和停用高压MOSFET 7。电路装置1引起该操控相对于功率器件的电流绝缘。接通可以在几百纳秒之内实现,切断可以在微秒级之内实现,由此开关损耗和过高的温度大大被降低。

[0023] 图2示出了按照本发明的电路装置1的实施例,该电路装置通过供电电压24(12伏特车载电网)来馈电并且由微控制器16来操控。用实线框起来的元件线性稳压器4、转换器5、驱动级6、操控信号13和MOSFET 17是电路装置1的功能单元。MOSFET 17与电气接地18连接。驱动级6与高压MOSFET 7的栅极连接,该高压MOSFET 7的漏极连接端通过高压电池组19来馈电。高压MOSFET 7的栅极连接端与符合要求的输出端接线柱连接。源极连接端以由二极管8、欧姆电阻10(限流电阻)和中间电路电容2构成的串联电路与高压电池组19的负极连接。高压车载电网3通过虚线来相对于电路装置1分界。

[0024] 图3示出了直流电压转换器的一般性结构,如其可在按照图1或2的电路装置1中使用的那样。电源4给转换器5馈电,借助于该转换器可以将被降低的车载电网电压电流隔离地传输到附加的电容C1上。二极管22防止电容C1通过转换器5的二次侧放电。通过欧姆电阻R1和MOSFET 17来操控转换器5,其中MOSFET 17通过500Hz的PWM信号13和为20%的占空比来操控。在一次侧,转换器5还与退磁装置15连接。因此,在MOSFET 17通过PWM信号13来操控期间(运行时长的约20%),有电流流经转换器5并且通过R1来限制。在这段时间,如在正激转换器的情况下那样,电容C1被充电。在其余的时间(运行时长的约80%),铁心被退磁。在二次侧,二极管截止,以便防止C1放电。

[0025] 图4示出了用于使高压MOSFET的接通响应加快的第一电路组件11的一般性结构。高压MOSFET在输出侧与电压切换的开关T3连接(然而在当前情况下未示出)。在输入侧,具有限流器的电压阈值发生器D1以及第一电流切换的开关T1和欧姆电阻R1与第一输入端接线柱连接。这里,也连接有电压切换的开关T3的第一连接端。电压阈值发生器D1的以及第一电流切换的开关T1的第二连接端连接到第二电流切换的开关T2的控制输入端上。该第二电流切换的开关T2的输出端与欧姆电阻R1的第二连接端连接以及与电压切换的开关T3的控制连接端连接。通过所示出的第一电路组件的输出端接线柱来操控第一电流切换的开关T1。为了在需要时使(在当前情况下未示出的)是用于加快切换过程的蓄能器的电容迅速地放电并且借此以短的延迟来切断高压MOSFET,随后示出第二电路组件的实施例。

[0026] 图5示出了第二电路组件12的实施例,在按照本发明的装置的实施例的驱动级6中,该第二电路组件可引起以短的延迟来切断高压MOSFET。在输入侧,具有被动放电21的小的蓄能器引起对第一开关T4的操控。第一开关T4的第一连接端与第三欧姆电阻R4的第二连接端电连接以及与第二开关T5的控制连接端电连接。第三欧姆电阻R4的第一连接端和第二欧姆电阻R2的第一连接端分别与第二输出端接线柱连接。第二欧姆电阻R2的第二连接端和第二开关T5的第一连接端彼此电连接。以这种方式,欧姆电阻R2可以在开关T4、T5闭合时使电容C1迅速地放电并且因此导致(未示出的)高压MOSFET的切断响应的加快,该高压MOSFET连接到布置在电容C1另一边的用于加快接通响应的电路组件(参见图4)上。

[0027] 图6示出了实现按照本发明的电路装置1的电路技术的可能性,在该电路装置1中,所有包含在上文讨论的附图中的组件都被呈现并且以关于电路技术的实现方案的示例性的内容来呈现。这些构件本身被本领域技术人员公知,因此可以省去详细的阐述。电路装置

1用于激活(未示出的)中间电路电容的预充电过程,该中间电路电容可以在输出侧连接到高压MOSFET 7和二极管8上。该方法在闭合负极主继电器之后然而在闭合正极主继电器之前被实施。通过高压MOSFET 7来切换的充电电流由(同样未示出的)欧姆串联电阻来限制。高压MOSFET 7的栅极-源极电压的上升时间必须被限制到低于600纳秒,以便有效地限制出现的切换损耗。高压MOSFET 7的栅极-源极电压通过变流器14来控制。具有转换器5的变流器14还引起低压侧与高压侧之间的电流绝缘。线性稳压器4被设立为产生稳定的输出电压,该输出电压向所示出的电路装置1提供功率供应。变流器14通过PWM信号PRCHRG\_CTRL来操控。输入信号源13是对开关17的操控装置。如果输入信号源13的信号ABE\_HTO\_LEVEL 2具有高电压(高电平(High-Pegel)),则PWM信号激活或停用开关17。如果开关17闭合,则有电流流经彼此并联布置的变压器(一次侧)。该电流通过在本例中彼此并联(其中也可能会使用单个的功率电阻)布置的欧姆电阻R8来限制。由于转换器5而引起的磁场随着一次电流而提高,由此磁能被存储在转换器5中。这里,由于转换器5的二次侧的线圈的串联,电压是在一次侧的两倍高。转换器5的能量被传输到二次侧,作为对此的响应,有电流流经二极管对22、23。如果开关17断开,则该电流以及借此留在转换器5中的能量通过退磁组件15及其续流二极管来驱动。这导致在二次侧上的负电压。然而,在二次侧上的相对应的通过电流通过二极管22和23来阻断。

[0028] 在高压MOSFET 7接通时,由变流器14来提供电流,该电流的能量通过转换器5来给电容C1和C3充电,其中欧姆电阻R6限制流到电容器C3中的通过电流。这引起:第一开关T4闭合(其中欧姆电阻R4限制电流)而第二开关T5断开。(具有经由欧姆电阻R7的自放电的)电容C1随着在一次侧上的PWM信号的每个切换过程来充电,该电容是驱动级6的主蓄能器。一旦达到二极管D1的击穿电压,就给第二电流切换的开关T2的电容C2充电。接着第二电流切换的开关T2闭合,接着有电流流经欧姆电阻R并且电压切换的开关T3同样闭合。然后是第一电流切换的开关T1的激活,由此在第二电流切换的开关T2上的基极-发射极电压稳定。在此,第二电流切换的开关T2进入饱和,而且与此相应地,电压切换的开关T3也进入饱和。这导致来自电容C1的高电流,该高电流立即给高压MOSFET 7的栅极电容充电。这导致高压MOSFET的迅速接通。

[0029] 在进行切断时,电容C1通过欧姆电阻R7缓慢地放电。电容C2通过欧姆电阻R5缓慢地放电。电容C3通过欧姆电阻R3来放电,接着第一开关T4断开。这导致在第二开关T5的基极上的高电位。一旦第二开关T5闭合,电容C1就通过并联的低欧姆电阻R2(也可能会是单个的功率电阻)来放电。在第二电流切换的开关T2上的基极-发射极电压降低,接着第一电流切换的开关T1、第二电流切换的开关T2和电压切换的开关T3都断开。接着,高压MOSFET 7断开而且不再有继续的预充电电流流到中间电路电容中。

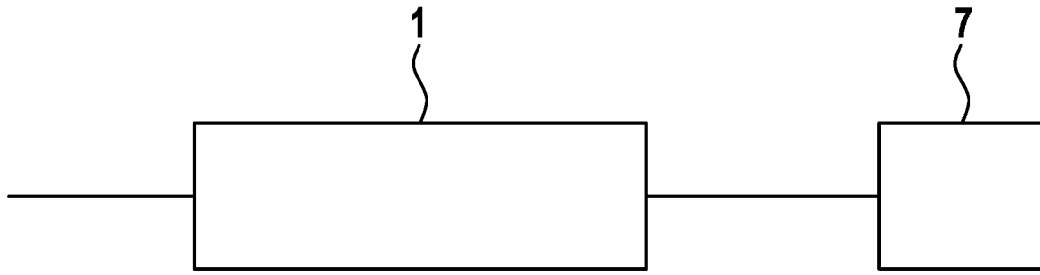


图 1

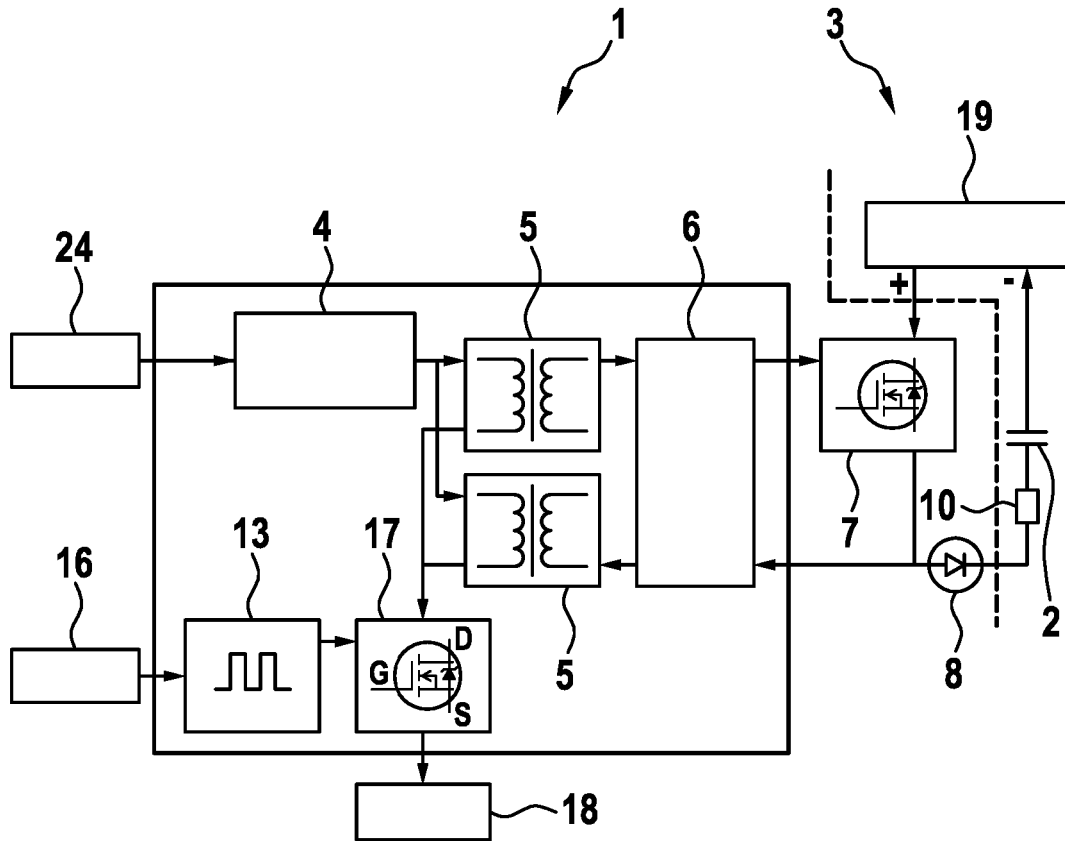


图 2

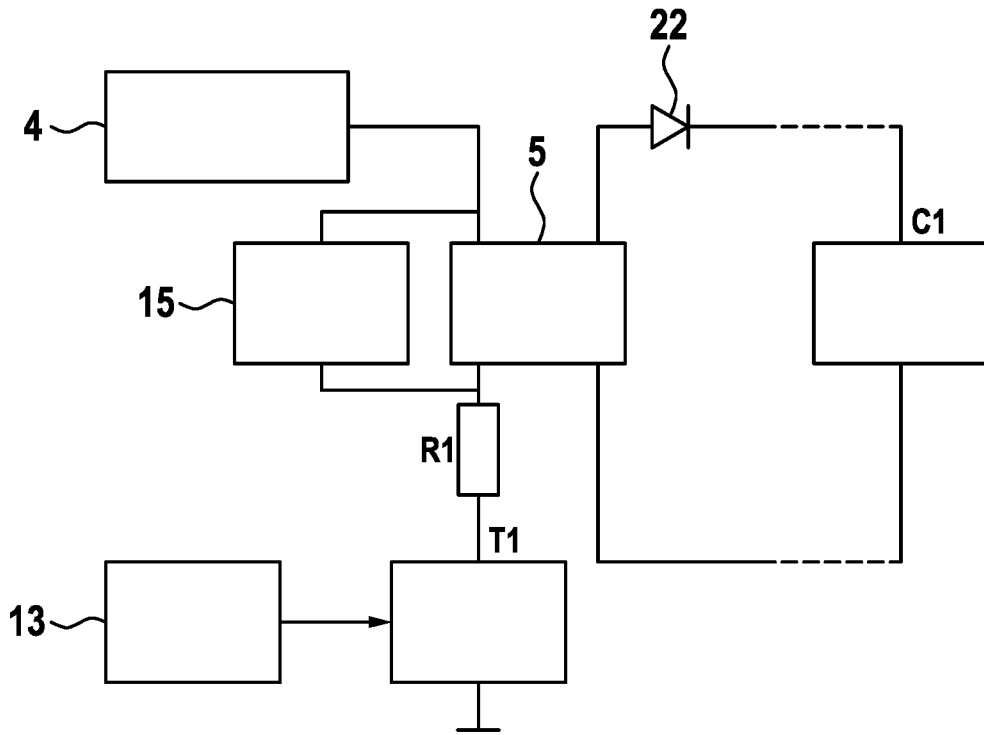


图 3

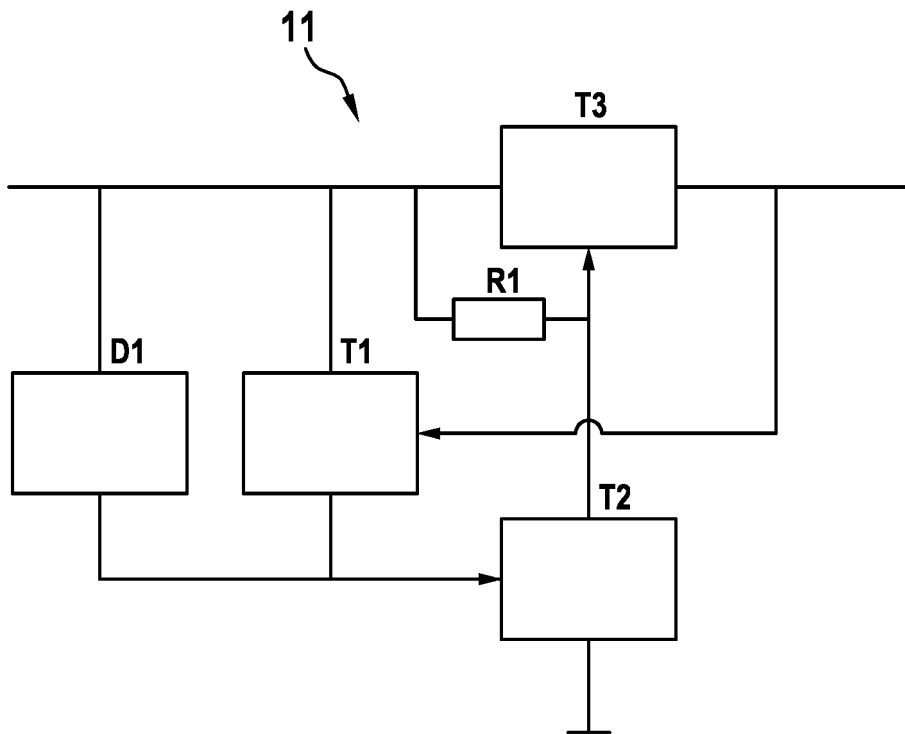


图 4

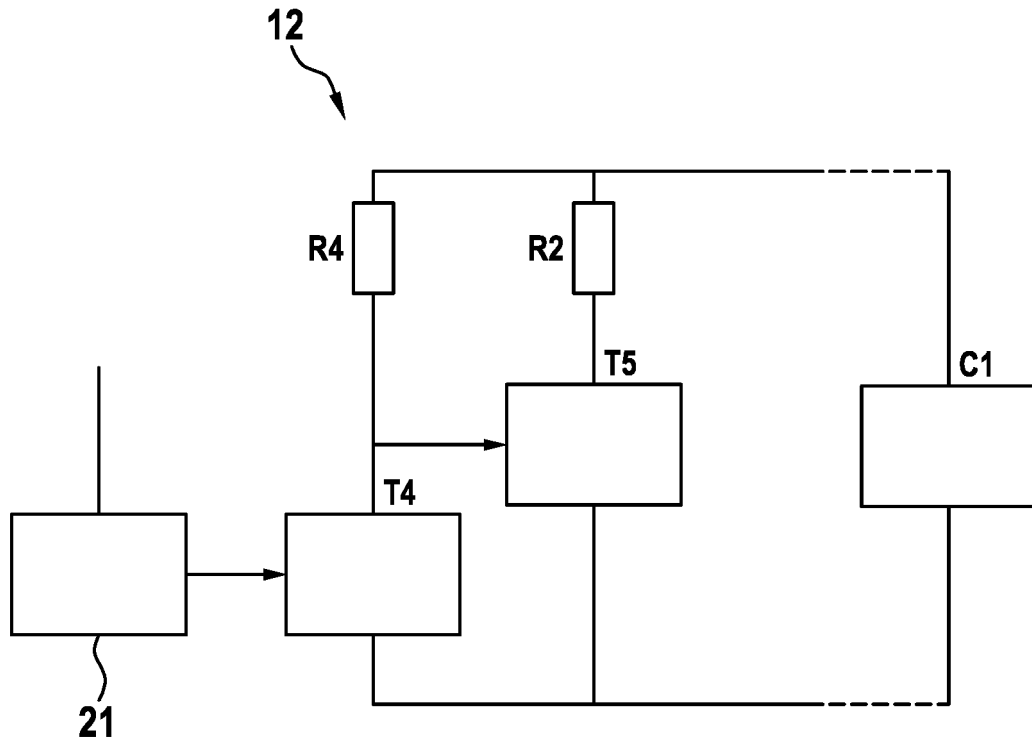


图 5

