



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111224372 A

(43)申请公布日 2020.06.02

(21)申请号 201811418900.2

H02H 9/04(2006.01)

(22)申请日 2018.11.26

H02H 1/06(2006.01)

(71)申请人 平高集团有限公司

地址 467001 河南省平顶山市南环东路22号

申请人 国家电网有限公司 西安交通大学

(72)发明人 钟建英 魏源 庞素敏 赵晓民

肖宇 刘文魁 郭煜敬 张亚辉

王铭飞 刘庆 许兴涛 李旭旭

易强 吴益飞 杨飞

(74)专利代理机构 郑州睿信知识产权代理有限公司 41119

代理人 陈浩

(51)Int.Cl.

H02H 3/087(2006.01)

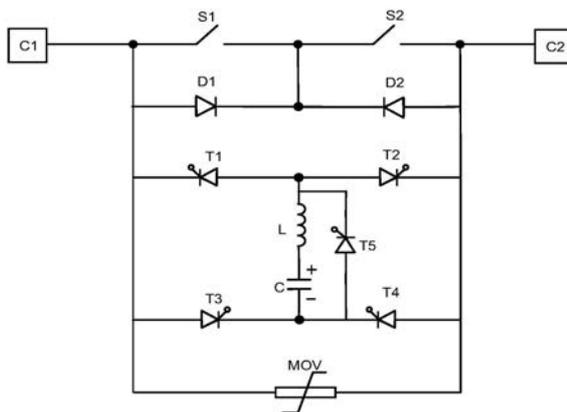
权利要求书1页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

具有快速重合闸功能的混合式直流断路器及其开断方法

(57)摘要

本发明涉及一种具有快速重合闸功能的混合式直流断路器及其开断方法,该混合式直流断路器包括并联连接的主电流支路、桥式电流转移支路和过电压限制支路;桥式电流转移支路包括并联的第一、二支路,第一、二支路均包括两个反向串联的半控型功率半导体器件,第一支路的串联点与第二支路的串联点之间连接有含有电容和电感的振荡支路;振荡支路并联有一个用于在开断过程完成后触发的半控型功率半导体器件。本发明通过在振荡支路的两端并联一个半控型功率半导体器件,在直流断路器开断完成后,触发该半控型功率半导体器件导通,振荡支路产生自激振荡使电容电压发生反转,无需另外提供为电容充电的电源,可实现直流断路器的快速重合闸功能。



1. 一种具有快速重合闸功能的混合式直流断路器,包括并联连接的主电流支路、桥式电流转移支路和过电压限制支路;所述桥式电流转移支路包括并联的第一支路和第二支路,第一支路包括两个反向串联的半控型功率半导体器件,第二支路包括两个反向串联的半控型功率半导体器件,第一支路的串联点与第二支路的串联点之间连接有含有电容和电感的振荡支路;其特征在于,所述振荡支路并联有一个用于在开断过程完成后触发的半控型功率半导体器件。

2. 根据权利要求1所述的具有快速重合闸功能的混合式直流断路器,其特征在于,所述主电流支路包括并联连接的机械开关支路和续流支路,所述机械开关支路包括串联连接的第一机械开关和第二机械开关,所述续流支路包括反向串联的第一不可控型功率半导体器件和第二不可控型功率半导体器件,机械开关支路的串联点与续流支路的串联点相连。

3. 根据权利要求1或2所述的具有快速重合闸功能的混合式直流断路器,其特征在于,所述半控型功率半导体器件为晶闸管。

4. 一种具有快速重合闸功能的混合式直流断路器的开断方法,其特征在于,步骤如下:

在开断过程中,通过桥式电流转移支路中的振荡支路向主电流支路注入反相振荡电流迫使主电流支路中电流过零,以断开主电流支路中的机械开关;

在开断过程完成后,触发半控型功率半导体器件使所述振荡支路产生自激振荡,使振荡支路中的电容电压反转,为下次开断做好准备。

具有快速重合闸功能的混合式直流断路器及其开断方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有快速重合闸功能的混合式直流断路器及其开断方法,属于高压直流断路器技术领域。

背景技术

[0002] 混合式直流断路器具有通流能力强、关断速度快、通态损耗小等优点,近年来一直是业界研究的热点。随着直流供电系统的进一步发展,在新型的直流系统中,大多数负载具有负荷和电源双重属性的特点,这一特点造成直流电网中的电流和能量的流向具有不确定的特点。同时为了使排除瞬时故障后的直流系统能够快速恢复,以避免其对整个系统造成更大的危害,这对直流断路器提出了双向分断和快速重合闸的要求。

[0003] 由于直流电网中的电流和能量的流向具有不确定的特点,直流断路器在故障切除后不能立刻投入使用,瞬态故障消失后,也不能立即恢复系统供电。目前,现有的直流断路器通过LC振荡电流来产生和短路电流相反的振荡电流,以使得主电流支路电流过零。例如申请公布号为CN107069654A的中国发明专利申请文件公开了一种用于中压配网的双向混合式直流断路器及开断方法,通过并联LC振荡支路产生振荡电流,强迫主电流回路中的电流过零,从而实现断路器的开断。

[0004] 但是,在直流断路器关断完成后,电容C的电容电压与其初始电容电压方向相反,为了能够重合闸,需要实现电容C的(反向)充电。现有技术中,通常需要提供外加的电源对电容C进行充电,其结构复杂而且耗时较长,会影响直流断路器的短时重合闸过程。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种具有快速重合闸功能的混合式直流断路器及其开断方法,用于解决断路器如何能够在短时间内实现重合闸功能的问题。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明提供了一种具有快速重合闸功能的混合式直流断路器,包括并联连接的主电流支路、桥式电流转移支路和过电压限制支路;所述桥式电流转移支路包括并联的第一支路和第二支路,第一支路包括两个反向串联的半控型功率半导体器件,第二支路包括两个反向串联的半控型功率半导体器件,第一支路的串联点与第二支路的串联点之间连接有含有电容和电感的振荡支路;所述振荡支路并联有一个用于在开断过程完成后触发的半控型功率半导体器件。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明还提供了一种具有快速重合闸功能的混合式直流断路器的开断方法,步骤如下:

[0008] 在开断过程中,通过桥式电流转移支路中的振荡支路向主电流支路注入反相振荡电流迫使主电流支路中电流过零,以断开主电流支路中的机械开关;

[0009] 在开断过程完成后,触发半控型功率半导体器件使所述振荡支路产生自激振荡,使振荡支路中的电容电压反转,为下次开断做好准备。

[0010] 本发明的有益效果是:通过在振荡支路的两端并联一个半控型功率半导体器件,

在直流断路器开断完成后,通过触发该半控型功率半导体器件导通,使振荡支路产生自激振荡,振荡支路中的电容电压发生反转,从而无需另外提供为电容充电的电源且所需时间较短,可实现直流断路器在短时间内的重合闸功能。

[0011] 作为断路器的进一步改进,为了实现可靠续流,所述主电流支路包括并联连接的机械开关支路和续流支路,所述机械开关支路包括串联连接的第一机械开关和第二机械开关,所述续流支路包括反向串联的第一不可控型功率半导体器件和第二不可控型功率半导体器件,机械开关支路的串联点与续流支路的串联点相连。

[0012] 作为断路器的进一步改进,为了提高控制可靠性,所述半控型功率半导体器件为晶闸管。

附图说明

[0013] 图1是本发明具有快速重合闸功能的混合式直流断路器的电路原理图;

[0014] 图2(a)-图2(f)是本发明具有快速重合闸功能的混合式直流断路器正向工作时的开断过程示意图;

[0015] 图3(a)-图3(f)是本发明具有快速重合闸功能的混合式直流断路器反向工作时的开断过程示意图。

具体实施方式

[0016] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及具体实施例对本发明进行进一步详细说明。

[0017] 具有快速重合闸功能的混合式直流断路器实施例:

[0018] 本实施例提供了一种可应用于直流配电网或交直流配电网系统的具有快速重合闸功能的混合式直流断路器,该直流断路器通过在振荡支路上并联一个半控功率器件,由于开断过程中电容电压经过了两次转移,断路器开断完成后电容上的电压方向与动作前的预充电电压方向一致,因此使断路器具备快速重合闸的能力。

[0019] 该具有快速重合闸功能的混合式直流断路器的电路原理图如图1所示,包括主电流支路、桥式电流转移支路和过电压限制支路。其中,该主电流支路包括并联连接的机械开关支路和续流支路,机械开关支路包括串联连接的第一机械开关S1和第二机械开关S2,续流支路包括两个反向串联的不可控型功率半导体器件D1和D2,机械开关支路的串联点与续流支路的串联点相连。桥式电流转移支路包括并联的第一支路和第二支路,第一支路包括两个反向串联的半控型功率半导体器件T1和T2,第二支路包括两个反向串联的半控型功率半导体器件T3和T4,第一支路的串联点与第二支路的串联点之间连接有含有电容C和电感L的振荡支路。该振荡支路并联有一个用于在开断过程完成后触发的半控型功率半导体器件T5。该过电压限制支路中设置有避雷器MOV。

[0020] 不可控型功率半导体器件D1和D2为单向导通的不可控型器件,可以是快恢复二极管单个器件或是组合。需要说明的是,主电流支路并不局限于上述给出的结构,作为其他实施方式,可以对主电流支路进行调整。例如,可以省去不可控型功率半导体器件D1和D2,或者增加更多机械开关,或者仅保留一个机械开关,亦或者与机械开关串联若干功率模块。也就是说,主电流支路可以采用现有技术中的各种拓扑结构。在本实施例中,主电流支路的机

械开关为基于电磁斥力的高速机械开关、基于高速电机驱动的机械开关或基于爆炸驱动的高速机械开关。

[0021] 其中,桥式电流转移支路中的半控型功率半导体器件T1-T5均为单向导通的半控型功率半导体器件,在本实施例中,半控型功率半导体器件T1-T5均为晶闸管。当然,这里的半控型功率半导体器件也包含全控型功率半导体器件,如GTO、IGBT等。若采用全控型功率半导体器件,还应当控制其关断,而半控型功率半导体器件则不用控制其关断。每个功率半导体器件可以是单个器件,也可以是多个器件的组合,例如串联组合或者并联组合。

[0022] 过电压限制支路中设置的避雷器MOV包括但不限于以下器件的单个或者组合:金属氧化物避雷器、线路型金属氧化物避雷器、无间隙线路型金属氧化物避雷器、全绝缘复合外套金属氧化物避雷器和可卸式避雷器。

[0023] 上述的具有快速重合闸功能的混合式直流断路器通过控制主电流支路的机械开关按照一定时序导通,可以使电流快速转移至桥式电流转移支路,有效限制了机械开关两端的电压,再通过控制桥式电流转移支路的半控型功率半导体器件按时序导通,不仅可以分断双向电流,还能使机械开关无弧分断,保证其介质绝缘强度快速恢复。并且在直流断路器开断完成后,通过控制振荡支路并联的半控型功率半导体器件导通,使振荡支路中电容两端的电压方向与动作前的预充电电压方向一致,省去了电容C的充电过程。因此,该具有快速重合闸功能的混合式直流断路器具有双向导通、快速分断和重合闸功能。

[0024] 对照图1,在系统正常通流状态下,当系统电流的方向为从出线端C1至出线端C2(称为正向工作)时,上述具有快速重合闸功能的混合式直流断路器的开断过程如下:

[0025] (1)如图2(a)所示,正常通流状态下,系统电流从出线端C1流入,经过机械开关S1和S2后从出线端C2流出。此时桥式电流转移支路中的所有半控型功率半导体器件均未被触发,桥式电流转移支路中没有电流。过电压限制支路的导通阈值比系统电压低,没有电流流过。振荡支路中的电容C上有一定的预充电电压,预充电电压的方向为上正下负。

[0026] (2)如图2(b)所示,当检测到系统发生短路故障时,控制系统发出分闸指令,依照系统电流方向从左向右触发机械开关S1。机械开关S1开始分闸并燃弧,此时,不可控型功率半导体器件D1承受正向电弧电压导通,通过机械开关S1的电流向不可控型功率半导体器件D1中转移,机械开关S1两端的电压被钳位。

[0027] (3)如图2(c)所示,当通过机械开关S1的电流完全转移到不可控型功率半导体器件D1中后,控制系统向机械开关S2发送分闸指令,由于机械开关S2收到分闸指令后并不会立即动作,此时控制系统触发桥式电流转移支路中的半控型功率半导体器件T2和T3,由于振荡支路向主电流支路注入反相高频振荡电流强迫通过机械开关S2电流过零,机械开关S2无弧分闸。

[0028] (4)如图2(d)所示,短路电流不断向电容C充电,当避雷器MOV两端电压超过过电压限制支路的导通阈值时,过电压限制支路导通。由于过电压限制支路的通态电阻远小于桥式电流转移支路的通态电阻,且此时振荡支路的电容电压高于系统电压,电流快速向过电压限制支路转移,此时主电流支路两端电压被限制在一定范围。

[0029] (5)如图2(e)所示,当桥式电流转移支路电流过零时,半控型功率半导体器件T2和T3过零关断,由于系统电压小于过电压限制支路的导通阈值,待系统电感中的能量耗散完后,过电压限制支路恢复高阻抗状态,开断过程完成。

[0030] (6) 如图2(f)所示,在开断过程完成后,为了实现自动重合闸,需快速使电容C恢复预充电电压,此时控制系统触发半控型功率半导体器件T5,电容C与电感L发生自激振荡,为电容C充电从而使得电容电压与预充电电压一致,为下次开断做好准备。

[0031] 对照图1,在系统正常通流状态下,当系统电流的方向为从出线端C2至出线端C1(称为反向工作)时,上述具有快速重合闸功能的混合式直流断路器的开断过程如下:

[0032] 1) 如图3(a)所示,正常通流状态下,系统电流I从出线端C2流入,经过机械开关S2和S1后从出线端C1流出。此时桥式电流转移支路中的所有半控型功率半导体器件均未被触发,桥式电流转移支路中没有电流。过电压限制支路的导通阈值比系统电压低,没有电流流过。振荡支路中的电容C上有一定的预充电电压,预充电电压的方向为上正下负。

[0033] 2) 如图3(b)所示,当检测到系统发生短路故障时,控制系统发出分闸指令,依照电流方向从右向左触发机械开关S2。机械开关S2开始分闸并燃弧,此时不可控型功率半导体器件D2承受正向电弧电压导通,通过机械开关S2的电流向不可控型功率半导体器件D2中转移,机械开关S2两端的电压被钳位。

[0034] 3) 如图3(c)所示,当通过机械开关S2的电流完全转移到不可控型功率半导体器件D2中后,控制系统向机械开关S1发送分闸指令,由于机械开关S1收到分闸指令后并不会立即动作,此时控制系统触发桥式电流转移支路中的半控型功率半导体器件T1和T4,由于振荡支路向主电流支路注入反相高频振荡电流强迫通过机械开关S1电流过零,机械开关S1无弧分闸。

[0035] 4) 如图3(d)所示,短路电流不断向电容C充电,当避雷器MOV两端电压超过过电压限制支路的导通阈值时,过电压限制支路导通。由于过电压限制支路的通态电阻远小于桥式电流转移支路的通态电阻,且此时振荡支路的电容电压高于系统电压,电流快速向过电压限制支路转移,此时主电流支路两端电压被限制在一定范围。

[0036] 5) 如图3(e)所示,当桥式电流转移支路电流过零时,半控型功率半导体T1和T4过零关断,由于系统电压小于过电压限制支路的导通阈值,待系统电感中的能量耗散完后,过电压限制支路恢复高阻抗状态,开断过程完成。

[0037] 6) 如图3(f)所示,在开断过程完成后,为了实现自动重合闸,需快速使电容C恢复预充电电压,此时控制系统触发半控型功率半导体器件T5,电容C与电感L发生自激振荡,为电容C充电从而使得电容电压与预充电电压一致,为下次开断做好准备。

[0038] 具有快速重合闸功能的混合式直流断路器的开断方法实施例:

[0039] 本实施例提供了一种具有快速重合闸功能的混合式直流断路器的开断方法,步骤如下:

[0040] 在开断过程中,通过桥式电流转移支路中的振荡支路向主电流支路注入反相振荡电流迫使主电流支路中电流过零,以断开主电流支路中的机械开关;

[0041] 在开断过程完成后,触发半控型功率半导体器件使所述振荡支路产生自激振荡,使振荡支路中的电容电压反转,为下次开断做好准备。

[0042] 由于该具有快速重合闸功能的混合式直流断路器的开断方法已经在上述的具有快速重合闸功能的混合式直流断路器实施例中进行了详细介绍,此处不再赘述。

[0043] 最后应当说明的是,以上实施例仅用于说明本发明的技术方案而非对其保护范围的限制,尽管参照上述实施例对本申请进行了详细的说明,所属领域的普通技术人员应当

理解,本领域技术人员阅读本申请后依然可对申请的具体实施方式进行种种变更、修改或者等同替换,但这些变更、修改或者等同替换,均在本发明的权利要求保护范围之内。

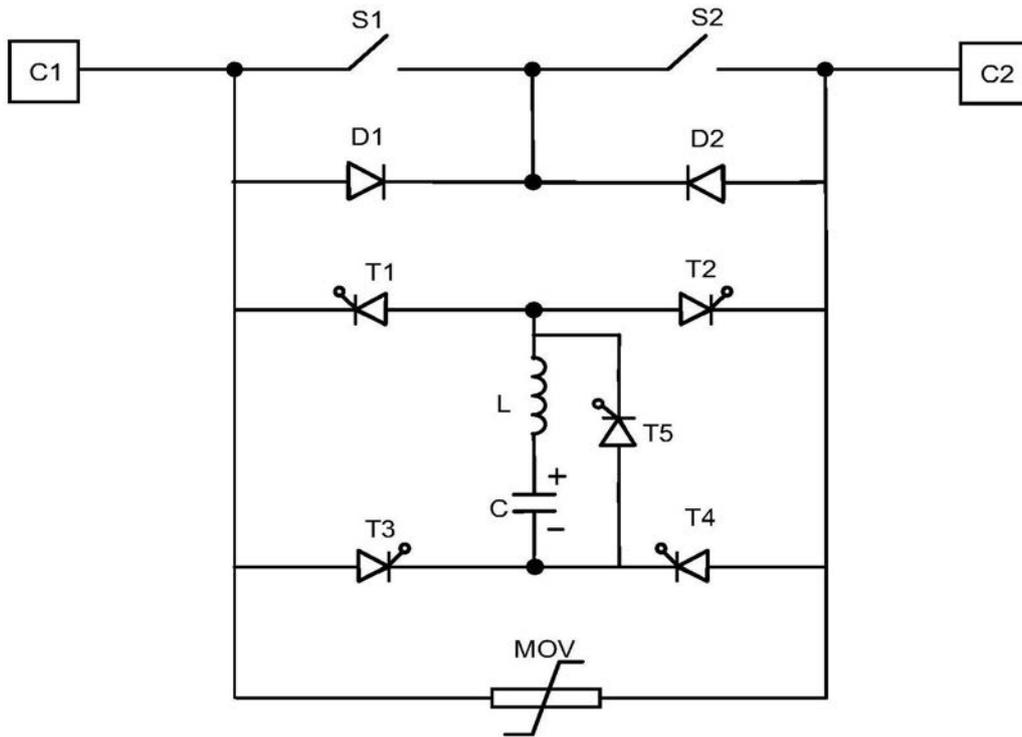


图1

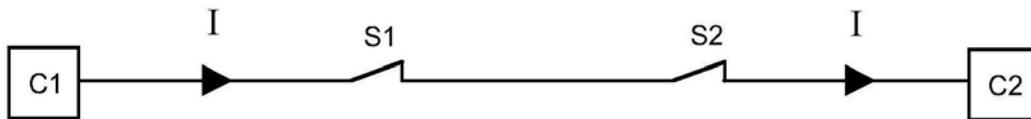


图2 (a)

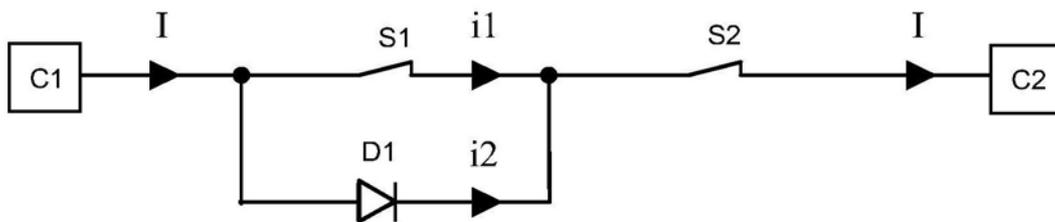


图2 (b)

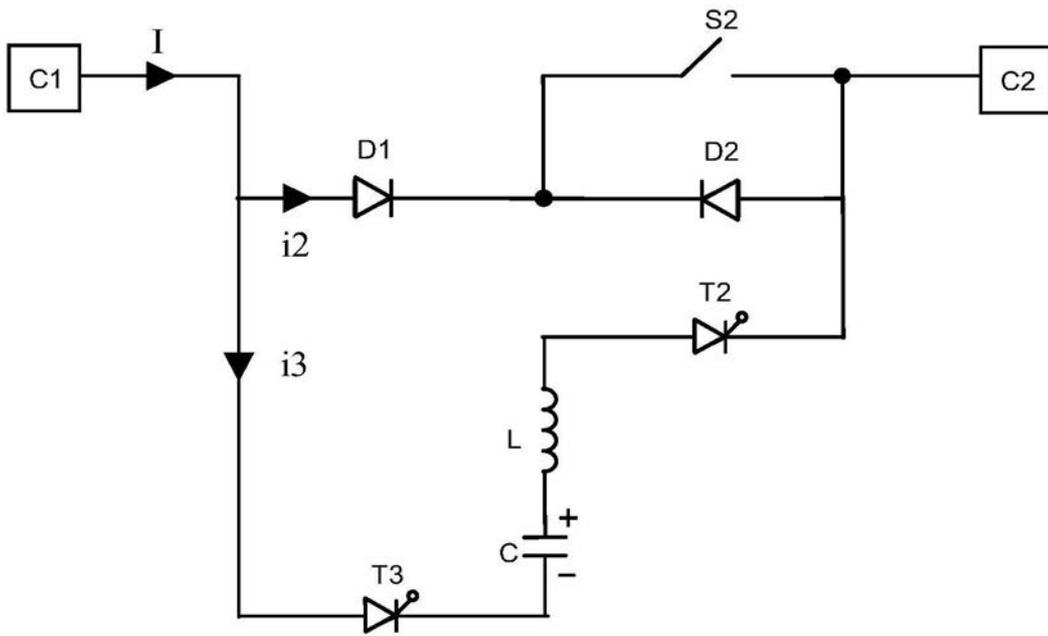


图2(c)

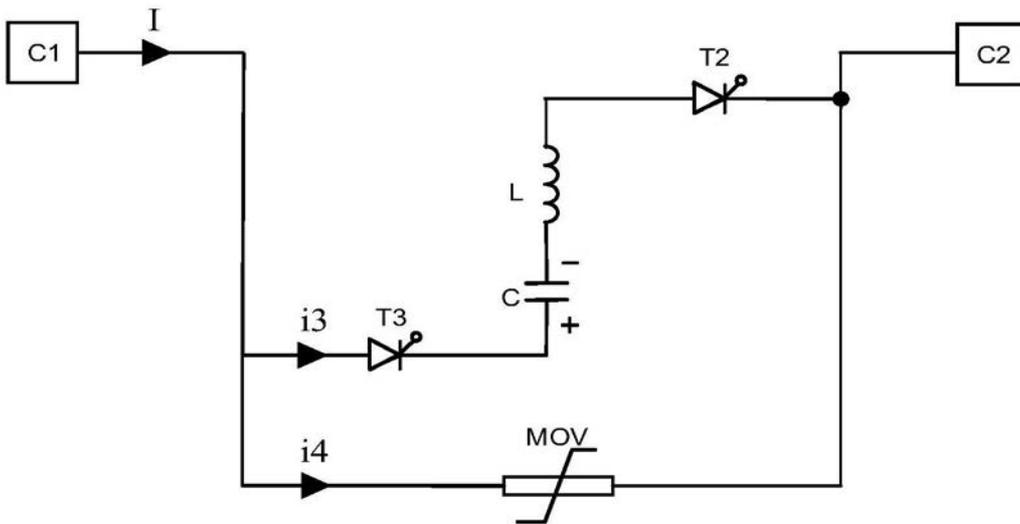


图2(d)

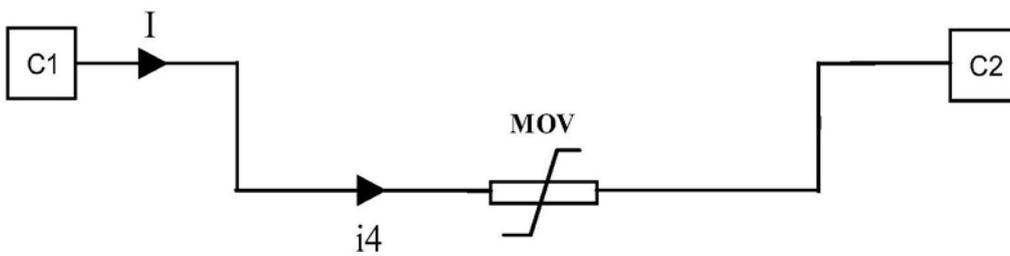


图2(e)

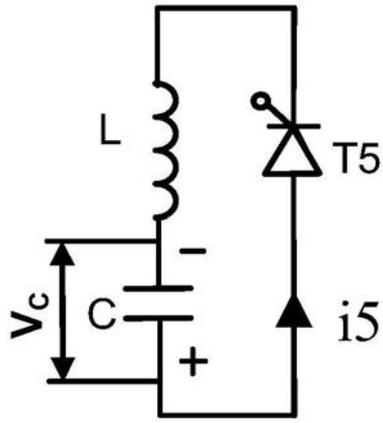


图2 (f)

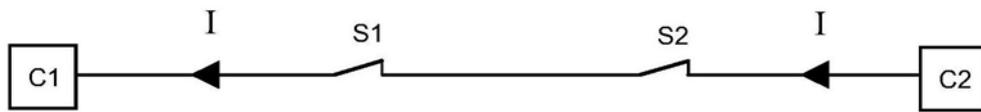


图3 (a)

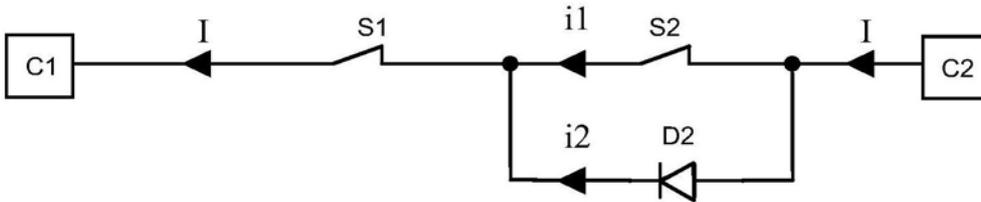


图3 (b)

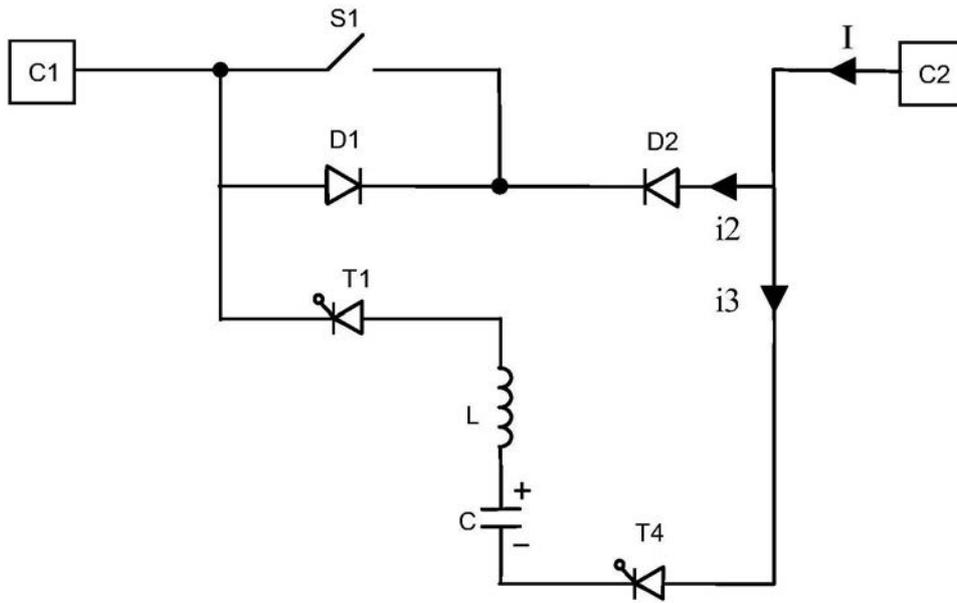


图3(c)

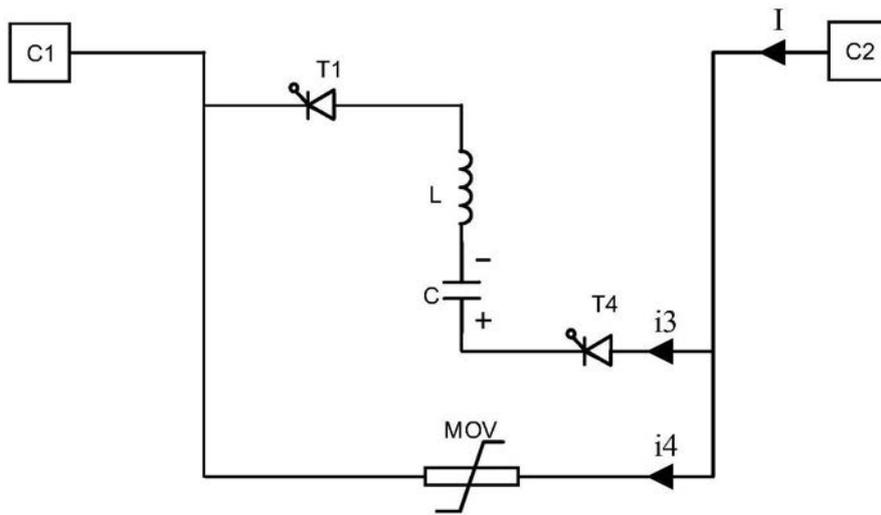


图3(d)

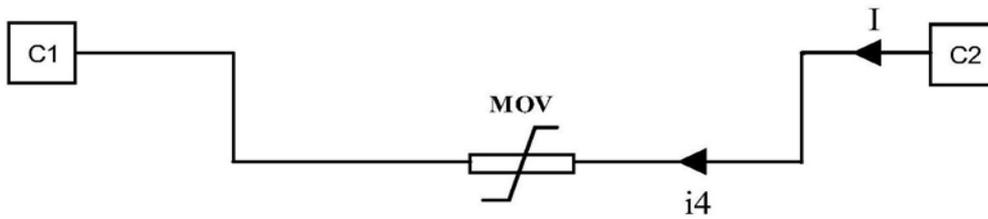


图3(e)

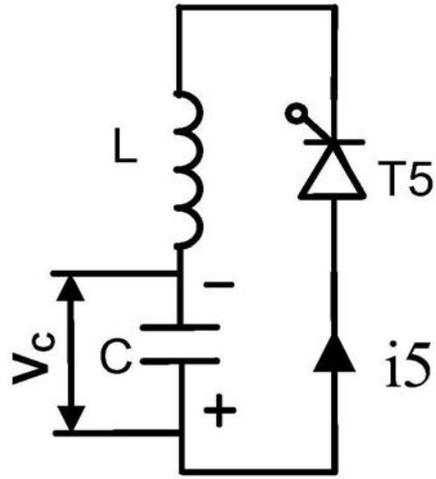


图3 (f)