



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102270885 A

(43) 申请公布日 2011. 12. 07

(21) 申请号 201110154219. 3

(22) 申请日 2011. 06. 02

(30) 优先权数据

10164920. 0 2010. 06. 04 EP

(71) 申请人 ABB 公司

地址 芬兰赫尔辛基

(72) 发明人 奥拉·韦利-马蒂·莱佩宁

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 康建峰 李春晖

(51) Int. Cl.

H02J 15/00 (2006. 01)

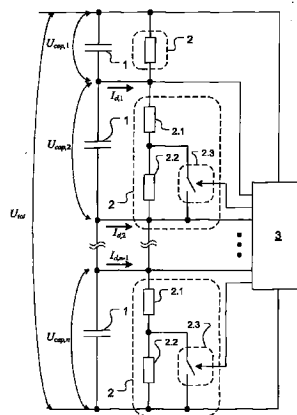
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

用于平衡电能存储单元的串联连接的电压的方法和装置

(57) 摘要

一种装置包括：串联连接的两个或更多个用于电能的能量存储单元；两个或更多个平衡电阻器单元，其每个都与能量存储单元中的一个并联连接；用于确定所有的串联连接的能量存储单元上的电压的部件；和用于确定能量存储单元的两极之间的能量存储单元电压的部件。平衡电阻器单元中的一个或多个包括：彼此串联连接的基本电阻器单元和控制电阻器单元；和控制电阻器单元并联连接的开关器件。该装置还包括：用于基于所有的串联连接的电容器上的电压来确定能量存储单元的基准电压的部件；和用于控制开关器件以控制平衡电阻器单元中的一个或多个的电阻、使得每个能量存储单元的电压维持在每个能量存储单元的基准电压的设定范围内的部件。



1. 一种用于平衡用于电能的能量存储单元的串联连接的电压的装置,所述能量存储单元比如是电容器或可再充电电池,所述装置包括:

串联连接的两个或更多个能量存储单元 (1),

两个或更多个平衡电阻器单元 (2),每个平衡电阻器单元 (2) 与所述能量存储单元 (1) 中的一个并联连接,

用于确定所有的所述串联连接的能量存储单元上的电压 ($U_{\text{总}}$) 的部件 (3),以及

用于确定所述能量存储单元 (1) 的两极之间的能量存储单元电压 ($U_{\text{电容}}$) 的部件 (3),

其特征在于,所述平衡电阻器单元 (2) 中的一个或多个包括:

彼此串联连接的基本电阻器单元 (2.1) 和控制电阻器单元 (2.2),以及

与所述控制电阻器单元 (2.2) 并联连接的开关器件 (2.3),并且且其特征在于,所述装置还包括:

用于基于所有的所述串联连接的能量存储单元上的电压 ($U_{\text{总}}$) 来确定所述能量存储单元 (1) 的基准电压 ($U_{\text{基准}}$) 的部件 (3),以及

用于控制所述开关器件 (2.3) 以控制所述平衡电阻器单元中的一个或多个的电阻、使得每个能量存储单元 (1) 的所述能量存储单元电压 ($U_{\text{电容}}$) 维持在每个能量存储单元 (1) 的所述基准电压 ($U_{\text{基准}}$) 的设定范围内的部件 (3)。

2. 根据权利要求 1 所述的装置,其特征在于,所述基本电阻器单元的电阻 ($R_{\text{基本}}$) 小于平衡电阻器单元的标称电阻 ($R_{\text{标称}}$),并且所述基本电阻器单元的电阻 ($R_{\text{基本}}$) 与所述控制电阻器单元的电阻 ($R_{\text{控制}}$) 之和大于所述平衡电阻器单元的标称电阻 ($R_{\text{标称}}$)。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

具有设定水平的滞后的比较器,所述比较器适于比较所述能量存储单元电压 ($U_{\text{电容}}$) 与所述基准电压 ($U_{\text{基准}}$),以及

用于基于所述比较的结果控制所述开关器件 (2.3) 的部件。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

适于产生用于控制所述能量存储单元电压 ($U_{\text{电容}}$) 使之跟随所述基准电压 ($U_{\text{基准}}$) 的控制信号的运算放大器,以及

用于基于所述控制信号控制所述开关器件 (2.3) 的部件。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的装置,其特征在于,所述能量存储单元是可再充电电池。

6. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的装置,其特征在于,所述能量存储单元包括电容器。

7. 一种频率转换器,包括:

串联连接的两个或更多个能量存储单元 (1),

两个或更多个平衡电阻器单元 (2),每个平衡电阻器单元 (2) 与所述能量存储单元 (1) 中的一个并联连接,

用于确定所有的所述串联连接的能量存储单元上的电压 ($U_{\text{总}}$) 的部件 (3),以及

用于确定所述能量存储单元 (1) 的两极之间的能量存储单元电压 ($U_{\text{电容}}$) 的部件 (3),

其特征在于,所述平衡电阻器单元 (2) 中的一个或多个包括:

基本电阻器单元 (2.1) 与控制电阻器单元 (2.2) 的串联连接,以及

与所述控制电阻器单元 (2.2) 并联连接的开关器件 (2.3), 并且且其特征在于, 所述频率转换器还包括:

用于基于所有的所述串联连接的能量存储单元上的电压 ($U_{\text{总}}$) 来确定所述能量存储单元 (1) 的基准电压 ($U_{\text{基准}}$) 的部件 (3), 以及

用于控制所述开关器件 (2.3) 以控制所述平衡电阻器单元中的一个或多个的电阻、使得每个能量存储单元 (1) 的所述能量存储单元电压 ($U_{\text{电容}}$) 维持在每个能量存储单元 (1) 的所述基准电压 ($U_{\text{基准}}$) 的设定范围内的部件 (3)。

8. 一种对装置中的两个或更多个能量存储单元 (1) 的电压进行控制的方法, 其中所述装置包括:

串联连接的两个或更多个能量存储单元 (1),

两个或更多个平衡电阻器单元 (2), 每个平衡电阻器单元 (2) 与所述能量存储单元 (1) 中的一个并联连接,

用于确定所有的所述串联连接的能量存储单元上的电压 ($U_{\text{总}}$) 的部件 (3), 以及

用于确定所述能量存储单元 (1) 的两极之间的能量存储单元电压 ($U_{\text{电容}}$) 的部件 (3), 其特征在于, 所述方法包括以下步骤:

基于所有的串联连接的能量存储单元 (1) 上的电压 ($U_{\text{总}}$) 来确定所述电容器的基准电压 ($U_{\text{基准}}$), 以及

通过控制一个或多个平衡电阻器单元 (2) 的电阻来控制每个能量存储单元 (1) 的所述能量存储单元电压 ($U_{\text{电容}}$) 使之保持在所述能量存储单元 (1) 的所述基准电压 ($U_{\text{基准}}$) 的设定范围内, 所述平衡电阻器单元 (2) 包括: 彼此串联连接的基本电阻器单元 (2.1) 和控制电阻器单元 (2.2); 以及与所述控制电阻器单元 (2.2) 并联连接的开关器件 (2.3), 其中对一个或多个平衡电阻器单元 (2) 的电阻的所述控制是通过控制所述开关器件 (2.3) 来实现的。

用于平衡电能存储单元的串联连接的电压的方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及控制串联连接的电容器的电压的方法和装置,尤其涉及将彼此并联连接的所述电容器与电阻器单元配对的装置。

背景技术

[0002] 常常需要功率电解电容器的串联连接来实现电容器组件的足够额定电压。频率转换器的 DC 链路可以包括这种组件。电解电容器由于其性质而表现出漏电流。串联连接的电容器的漏电流很可能不相等。这产生了差动漏电流,差动漏电流使得电容器的电压分配不理想。因此,通常将所谓的平衡电阻器与电容器并联使用。所述电阻器被调整为产生比所述差动电流大得多的电流,使得所述电阻器主导电压分配。

[0003] 然而,该方法有一些缺点。首先,为了确保在电压分配中电阻器电流是主导电流,电阻值必须足够低。这导致相当大的功率损耗,从而降低设备的效率。其次,串联的电阻必须彼此以高精度相匹配。否则,电阻的偏差将使电压分配失去平衡。

发明内容

[0004] 因此,本发明的目的是提供一种方法以及一种用于实施该方法装置以克服上述问题。本发明的目的是通过根据本发明的优选实施例的方法和装置来实现的。

[0005] 本发明基于如下构思:通过控制一个或多个可调整的平衡电阻器单元的电阻来控制电容器电压。可调整的平衡电阻器单元包括彼此串联连接的基本电阻器单元和控制电阻器单元以及与控制电阻器单元并联连接的开关器件。通过控制开关器件来控制可调整的平衡电阻器单元的电阻。

[0006] 本发明提供了很简单且性价比很高的平衡串联连接的电容器的电压的方式。

附图说明

[0007] 下面参考附图通过优选实施例更详细地描述本发明,其中:

[0008] 图 1 示出了根据本发明的装置的简化框图;以及

[0009] 图 2 示出了其中两个电容器串联连接的本发明实施例的简化框图。

具体实施方式

[0010] 图 1 示出了根据本发明的装置的简化框图。该装置包括串联连接的两个或更多个用于电能的能量存储单元 1。能量存储单元可以是单个电容器或者是串联和 / 或并联连接的多于一个的电容器。能量存储单元还可以是包括例如串联连接的几个电池单元的可再充电电池。在图 1 中,使用电容器作为能量存储单元。能量存储单元 1 的参数的差异造成差动漏电流 I_d 出现。差动漏电流 I_d 又使能量存储单元 1 的电压分配不理想。因此,该装置包括两个或更多个平衡电阻器单元 2,每个平衡电阻器单元 2 与能量存储单元 1 中的一个并联连接。电阻器单元基本上是电阻性的,电阻器单元可以包括并联和 / 或串联的几个电阻

器。平衡电阻器单元 2 中的一个或多个是可调整的,并且包括:彼此串联连接的电阻为 $R_{\text{基本}}$ 的基本电阻器单元 2.1 和电阻为 $R_{\text{控制}}$ 的控制电阻器单元 2.2;以及与控制电阻器单元 2.2 并联连接的开关器件 2.3。平衡电阻器单元 2 中的一个可以是不可调整的。与不可调整的平衡电阻器单元并联连接的能量存储单元的电压响应于串联连接的其它能量存储单元的电压的变化而变化。换句话说,与不可调整的电阻器单元并联的能量存储单元上的电压可通过控制其它能量存储单元的电压来控制。

[0011] 该装置还包括用于确定所有的串联连接的能量存储单元上的电压 $U_{\text{总}}$ 的部件 3、用于确定能量存储单元 1 的两极之间的能量存储单元电压 $U_{\text{电容}}$ 的部件 3、以及用于基于所有的串联连接的能量存储单元 1 上的电压 $U_{\text{总}}$ 来确定能量存储单元 1 的基准电压 $U_{\text{基准}}$ 的部件 3。几乎总是为其它目的而测量所有的串联连接的能量存储单元上的电压 $U_{\text{总}}$ 。也常常为其它目的而测量能量存储单元 1 的两极之间的能量存储单元电压 $U_{\text{电容}}$ 。因此,在大多数情况下,无需额外的成本或对空间的额外需求就能进行所述测量。

[0012] 该装置还包括这样的部件 3:其用于控制开关器件 2.3 以控制平衡电阻器单元中的一个或多个的电阻,使得每个能量存储单元 1 的能量存储单元电压 $U_{\text{电容}}$ 维持在每个能量存储单元 1 的基准电压 $U_{\text{基准}}$ 的设定范围内。

[0013] 可以通过对开关器件 2.3 的接通和关断进行调制来调整可调整的平衡电阻器单元的电阻。当开关器件 2.3 关断时,电阻是 $R_{\text{基本}} + R_{\text{控制}}$,而当开关器件 2.3 接通时,电阻是 $R_{\text{基本}}$ 。可调整的平衡电阻器单元的有效电阻 $R_{\text{平衡}}$ 由开关的占空比 d 按下式确定:

$$[0014] \quad R_{\text{平衡}} = R_{\text{基本}} + d \cdot R_{\text{控制}} \quad (1)$$

[0015] 其中占空比 d 由下式定义:

$$[0016] \quad d = t_{\text{关断}} / (t_{\text{接通}} + t_{\text{关断}}) \quad (2)$$

[0017] 其中 $t_{\text{接通}}$ 是开关处于闭合(导通)的时间, $t_{\text{关断}}$ 是开关处于打开(不导通)的时间。因此,有效电阻 $R_{\text{平衡}}$ 可具有如下值:

$$[0018] \quad R_{\text{基本}} \leq R_{\text{平衡}} \leq R_{\text{基本}} + R_{\text{控制}} \quad (3)$$

[0019] 基本电阻器单元电阻 $R_{\text{基本}}$ 和控制电阻器单元电阻 $R_{\text{控制}}$ 具有如下约束:

$$[0020] \quad R_{\text{标称}} > R_{\text{基本}}$$

$$[0021] \quad R_{\text{基本}} + R_{\text{控制}} > R_{\text{标称}} \quad (4)$$

[0022] 其中 $R_{\text{标称}}$ 是平衡电阻器单元的标称电阻。标称电阻 $R_{\text{标称}}$ 的最大值依赖于差动漏电流 I_d 的指定最大值。标称电阻 $R_{\text{标称}}$ 的最小值依赖于平衡电阻器单元的指定最大功率损耗。

[0023] 基于等式 (3) 和 (4),有效电阻 $R_{\text{平衡}}$ 可具有从小于标称电阻 $R_{\text{标称}}$ 到大于标称电阻 $R_{\text{标称}}$ 的范围内的值。该范围需求依赖于指定最大差动漏电流和所用电阻器的电阻公差。换句话说,有效电阻 $R_{\text{平衡}}$ 必须能够与标称电阻 $R_{\text{标称}}$ 有足够的差异,以便能够补偿最大差动漏电流和所用电阻器的电阻偏差。

[0024] 基于调制开关器件 2.3 的控制方案的实施可以例如通过使用具有设定水平的滞后的适于比较能量存储单元电压 $U_{\text{电容}}$ 与基准电压 $U_{\text{基准}}$ 的比较器、以及用于基于比较操作的结果控制开关器件 2.3 的部件来实现。比较器控制开关器件 2.3 的接通和关断,使得能量存储单元电压 $U_{\text{电容}}$ 保持在基准电压 $U_{\text{基准}}$ 的设定范围内。当能量存储单元电压 $U_{\text{电容}}$ 超过设定的上限时,开关器件 2.3 接通,可调整的平衡电阻器单元的电阻下降并且能量存储单元电压 $U_{\text{电容}}$ 开始减小。类似地,当能量存储单元电压 $U_{\text{电容}}$ 下降到设定的下限以下时,开关器件 2.3 关

断。在典型的应用中,由于电路的相对大的主导时间常数,开关频率将很低。

[0025] 图 2 示出了本发明实施例的简化框图,其中两个电容器串联连接作为能量存储单元 1。与每个能量存储单元并联的是平衡电阻器单元 2。上方的平衡电阻器单元是不可调整的,并且由单个电阻器单元构成。下方的平衡电阻器单元 2 是可调整的,并且包括彼此串联连接的基本电阻器单元 2.1 和控制电阻器单元 2.2 以及与控制电阻器单元 2.2 并联连接的开关器件 2.3。开关器件 2.3 由控制部件 3 来控制。

[0026] 控制部件 3 包括对串联连接的能量存储单元上的电压 $U_{总}$ 的测量 3.1、对能量存储单元电压 $U_{电容,2}$ 的测量 3.2、以及用于确定基准电压 $U_{基准}$ 的部件 3.3。在一些实施例中,可以代替能量存储单元电压 $U_{电容,2}$ 而测量能量存储单元电压 $U_{电容,1}$ 。

[0027] 在本实施例中,基准电压 $U_{基准}$ 被设定为串联连接的能量存储单元 1 上的电压 $U_{总}$ 的一半,使得两个能量存储单元上具有相同的电压。能量存储单元 1 之间的连接点处的电流由下式给出:

[0028]

$$\frac{U_{电容,1}}{R_{平衡,1}} + I_{d,1} = \frac{U_{电容,2}}{R_{平衡,2}} \quad (5)$$

[0029] 其中 $R_{平衡,1}$ 是不可调整的平衡电阻器单元的有效电阻, $R_{平衡,2}$ 是可调整的平衡电阻器单元的有效电阻。不可调整的平衡电阻器单元的有效电阻 $R_{平衡,1}$ 恒定地保持在标称电阻 $R_{标称}$ 值。只要能量存储单元的差动漏电流 $I_{d,1}$ 保持在指定极限内,就可以通过控制可调整的平衡电阻器单元的有效电阻 $R_{平衡,2}$ 来将电压 $U_{电容,1}$ 和 $U_{电容,2}$ 维持在彼此相同的电平,而不管差动漏电流 $I_{d,1}$ 如何。

[0030] 控制部件 3 还包括具有设定水平的滞后的比较器 3.4。比较器 3.4 用于比较能量存储单元电压 $U_{电容,2}$ 与基准电压 $U_{基准}$ 。控制部件 3 还包括用于基于比较操作的结果控制开关器件 2.3 的部件 3.5。

[0031] 接下来,根据图 2 中的实施例的例子装置图示了本发明的构思。在该例子中,所有的串联连接的能量存储单元上的电压 $U_{总}$ 是 600V。因此,标称能量存储单元电压是 300V。平衡电阻器单元标称电阻 $R_{标称}$ 是 10k Ω 。由于上方的平衡电阻器单元是不可调整的,所以其有效电阻 $R_{平衡,1}$ 的值与标称电阻 $R_{标称}$ 相同即为 10k Ω 。在该可调整的电阻器单元中,基本电阻器单元 2.1 的电阻 $R_{基本}$ 是 9k Ω ,控制电阻器单元 2.2 的电阻 $R_{控制}$ 是 2k Ω 。因此,可调整的平衡电阻器单元的有效电阻 $R_{平衡,2}$ 可具有 9k Ω 和 11k Ω 之间的值。

[0032] 使用这些规格,可补偿约 -3mA 和 +3mA 之间的任何差动漏电流 I_d ,使得较低的能量存储单元电压保持在 300V。

[0033] 为了估计开关频率,假定两个能量存储单元的电容是 6mF。这给予了电路的传统的 60s 时间常数。此外,假定差动漏电流 $I_{d,1}$ 为零。这样,能量存储单元电压的变化率大约是 250mV/s。如果滞后开关控制中的滞后水平被选择为能量存储单元电压的标称值 300V 的 +/-1%,则将取得每次开关之间的 24 秒平均值。

[0034] 在该例子中,开关 2.3 的额定电压 $U_{开关}$ 应当至少是:

[0035]

$$U_{开关} = \frac{U_{总,最大} \cdot R_{调节,2}}{R_{控制,2} + R_{基本,2} + R_{平衡,1}} \quad (6)$$

[0036] 其中 $U_{总,最大}$ 是 $U_{总}$ 的最大预期值, $R_{控制,2}$ 是可调整的平衡电阻器单元的控制电阻器单元 2.2 的电阻, $R_{基本,2}$ 是可调整的平衡电阻器单元的基本电阻器单元 2.1 的电阻, $R_{平衡,1}$ 是不可调整的平衡电阻器单元的有效电阻。这给予了该开关小于 60V 的最小额定电压。100V 开关能容易地处理高达约 900V 的母线电压。

[0037] 显然, 由于对能量存储单元电压的控制, 主导电阻值 ($R_{平衡,1}$ 和 $R_{基本,2}$) 可增大, 从而降低它们的功率损耗和成本。此外, 它们的相对公差需求被大大减轻。

[0038] 还可以使用其它调制方法, 例如周期长度恒定的 PWM 控制。还可以在开关器件的有源区上使用开关器件。于是, 代替比较器, 本发明的实施例可以包括运算放大器, 该运算放大器适于产生用于控制能量存储单元电压 $U_{电容}$ 使之跟随基准电压 $U_{基准}$ 的控制信号。于是, 用于控制开关器件的部件基于控制信号而工作。

[0039] 将根据本发明的平衡方法用于除了电容器或可再充电电池以外的部件也是可行的。可使用该方法来平衡表现出差动漏电流的任何串联器件。

[0040] 根据本发明的方法和装置可用在许多不同的应用中, 例如用在频率转换器中。

[0041] 本领域的技术人员应明白, 本发明的构思可按各种方式实施。本发明及其实施例不限于上面描述的例子, 而是可以在权利要求的范围内变化。

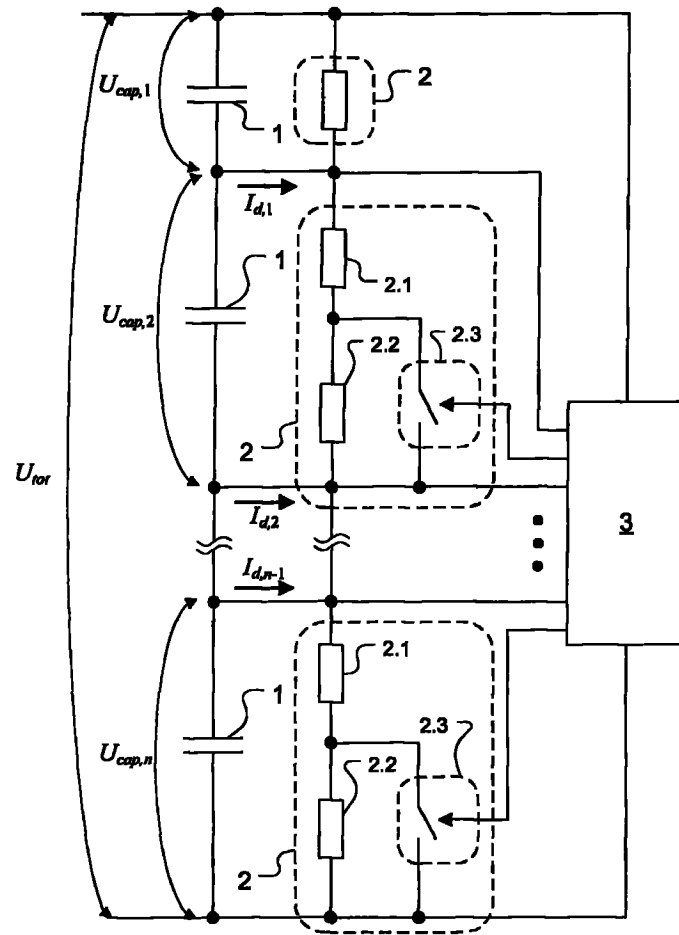


图 1

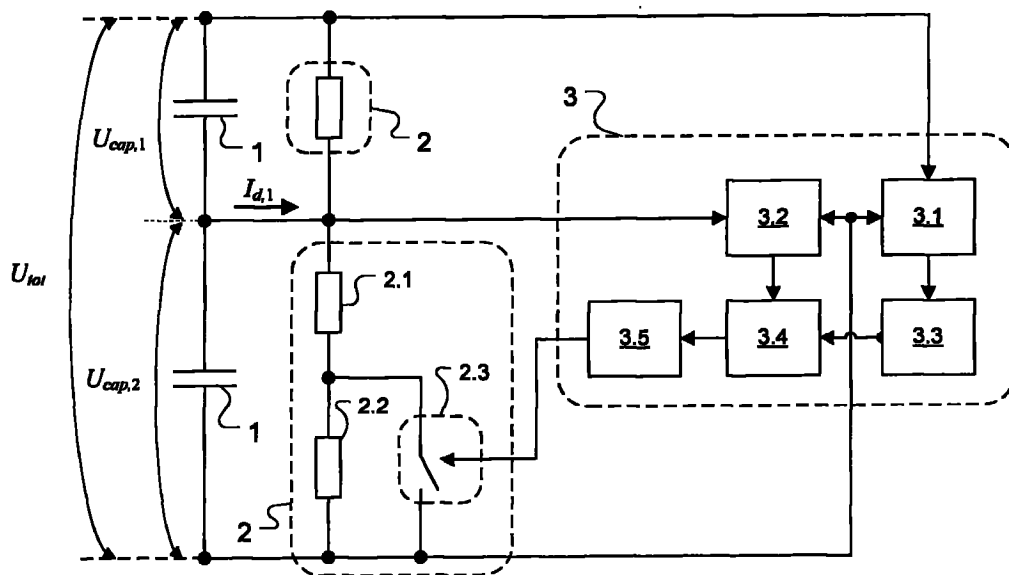


图 2