



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102474964 A

(43) 申请公布日 2012. 05. 23

(21) 申请号 201080035643. X

代理人 余刚 李慧

(22) 申请日 2010. 07. 23

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

102009036861. 2 2009. 08. 10 DE

H05B 41/285(2006. 01)

H02M 1/32(2006. 01)

H05B 41/28(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 02. 10

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2010/060721 2010. 07. 23

(87) PCT申请的公布数据

W02011/018324 DE 2011. 02. 17

(71) 申请人 欧司朗股份有限公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 阿韦德·斯托尔姆

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

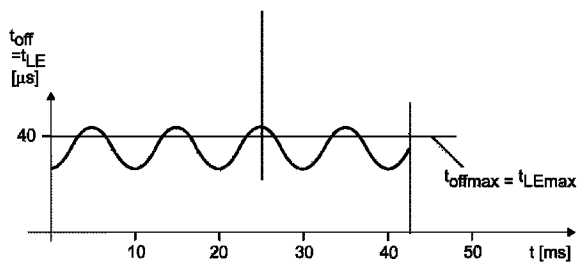
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 3 页

(54) 发明名称

用于过电压保护的变压器的控制方法、变压器以及具有变压器的运行装置

(57) 摘要

本发明涉及一种用于控制用于运行可通断的负荷 (51) 的变压器 (10) 的方法, 该变压器具有至少一个电感线圈 (L) 和一个借助数字式控制装置 (20) 控制的开关 (5), 其中, 当开关 (5) 闭合时, 充磁电流流过电感线圈 (L), 并且当开关 (5) 断开时, 退磁电流流过电感线圈 (L), 和测出电感线圈的退磁时间, 并且将超出电感线圈 (L) 的退磁时间的最大值的情况存储为故障情况, 其中, 当超出故障情况的预定的最大频率时, 通过控制装置 (20) 断开负荷。本发明还涉及实施本方法的一种电子变压器和一种用于气体放电灯的电子运行装置。



1. 一种用于控制用于运行可通断的负荷 (51) 的变压器 (10) 的方法, 其中:
 - 所述变压器具有至少一个电感线圈 (L), 和
 - 所述变压器具有一个开关 (S), 所述开关借助数字式控制装置 (20) 控制, 其中
 - 当所述开关闭合时, 充磁电流流过所述电感线圈, 并且
 - 当所述开关断开时, 退磁电流流过所述电感线圈,其特征在于,
 - 测出所述电感线圈 (L) 的退磁时间 (t_{LE}), 并且
 - 将超出所述电感线圈 (L) 的所述退磁时间 (t_{LE}) 的最大值 (t_{LEmax}) 的情况存储为故障情况, 其中当超出所述故障情况的预定的最大频率时, 通过所述控制装置 (20) 断开所述负荷 (51)。
2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 通过在预定的时间段内所述故障情况的累计次数来定义所述故障情况的频率。
3. 根据权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 分别相等地对各个故障情况进行加权。
4. 根据权利要求 2 所述的方法, 其特征在于, 根据所述电感线圈 (L) 的所述退磁时间 (t_{LE}) 对各个故障情况进行加权。
5. 根据权利要求 2-4 中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述预定的时间段随当前时间弹性变化。
6. 根据前述权利要求中任一项所述的方法, 其特征在于, 通过确定在波动界限的运行过程中所述开关 (S) 的断路时间 (t_{off}) 测出所述退磁时间 (t_{LE})。
7. 根据前述权利要求中任一项所述的方法, 其特征在于, 当低于预定的变压器输出电压 (V_o) 时, 重新接通所述负荷 (51)。
8. 根据前述权利要求中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述可通断的负荷 (51) 具有由所述控制装置 (20) 控制的逆变器 (30) 和气体放电灯 (5), 其中所述可通断的负荷 (51) 通过调节所述逆变器 (30) 的运行而断开。
9. 一种用于运行可通断的负荷 (51) 的电子变压器 (10), 其中:
 - 所述变压器具有至少一个电感线圈 (L), 和
 - 所述变压器具有一个开关 (S), 所述开关借助数字式控制装置 (20) 控制, 其中
 - 当所述开关闭合时, 为所述电感线圈充磁的电流流过, 并且
 - 当所述开关断开时, 为所述电感线圈退磁的电流流过, 其特征在于, 所述电子变压器 (10) 实施根据权利要求 1-8 中任一项所述的方法。
10. 根据权利要求 9 所述的电子变压器 (10), 其特征在于, 所述变压器 (10) 设计成功率因数校正电路。
11. 一种用于运行气体放电灯 (5) 的电子运行装置, 其特征在于, 所述电子运行装置具有根据权利要求 9 或 10 所述的电子变压器 (10), 其中, 负荷是所述气体放电灯 (5)。
12. 根据权利要求 11 所述的电子运行装置, 其特征在于, 所述电子运行装置还具有逆变器 (30), 所述逆变器设计用于接通和断开所述气体放电灯 (5)。
13. 根据权利要求 11 或 12 中任一项所述的电子运行装置, 其特征在于, 在所述气体放电灯 (5) 的启动过程中, 不实施根据权利要求 1-8 中任一项所述的方法。

用于过电压保护的变压器的控制方法、变压器以及具有变压器的运行装置

技术领域

[0001] 本发明从一种用于控制用于运行可通断的负荷的变压器的方法出发,其中,该变压器具有至少一个电感线圈和一个借助数字式控制装置控制的开关。

背景技术

[0002] 本发明从一种根据独立权利要求的种类的用于控制用于运行可通断的负荷的变压器的方法出发。

[0003] 在具有有源功率因数校正电路的电子变压器中,中间电路电压的选择对功能性和成本来说具有重要意义。这些变压器大多设计成没有电绝缘(所谓的反激拓扑)的简单升压斩波电路。它们通常在波动界限(Lückgrenze)时运行,也就是说介于波动和非波动运行之间。存在的问题是,在构件尺寸紧缩并且成本低廉时,不得超过中间电路电压的某个数值,这是因为否则,中间电路电容器等构件可能会过载和损害耐久性。当输入电压略微升高时,变压器可以通过相应地控制开关,使中间电路电压继续保持恒定。如果输入电压强烈升高,例如由电网故障引起,则变压器无法再调节中间电路电压,于是,中间电路电压升高。使构件(例如中间电路电容器)被施加负荷。如果在电变压器处运行一种时间上不连续的负荷,会除了升高了的中间电路电压之外还为中间电路电容器加载交流电压和交流电。在很多情况下,这会使构件过载,从而无法避免对构件造成不可逆转的损坏。所以,在这样的变压器中通常使用一个过压断路器。通过适当的断路标准可以减小构件负荷,尤其是反常运行条件下的中间电路电容器的电流负荷和电压负荷。在符合这种背景技术的电变压器中测量了中间电路电压的平均值。这个电压就是如前文所述的电变压器的输出电压。如果因为输入电压升高,无法再通过电变压器调节,而使这一电压的平均值超出额定值的109%,则断开包括负荷在内的整个设备。为此,必要条件是负荷可以断开。在多种应用情况下,例如在使用服务于气体放电灯的电子运行装置时,这不成问题,这是因为一个能够运行自身的负荷、气体放电灯的逆变器连接在变压器的下游。这个逆变器可以方便地断开,以便于保护整个运行装置、避免输入电压过高。由于断开负荷就不会再出现交流电或交流电压,起到保护变压器构件、特别是中间电路电容器的作用。这种为人熟知的断开电路的方法目前的问题在于,它很晚才介入,因而无法实现预期的较小值的构件尺寸。例如,这种为人熟知的断开电路的方法只在输入交流电压为340V时才用于欧洲常见的230V交流电压的电源电压。对变压器的许多构件来说,这是很高的负荷。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于,提供一种用于控制用于运行可通断的负荷的变压器的方法,其中,该变压器具有至少一个电感线圈和一个借助数字式控制装置控制的开关,使用这种方法能够更好地识别过高的输入电压。本发明的目的还在于,提供用来实施上述方法的一种变压器和一种具有这样一个变压器的运行装置。

[0005] 本发明目的中所述的方法根据本发明通过一种用于控制用于运行可通断的负荷的变压器的方法来实现,该变压器具有至少一个电感线圈和一个借助数字式控制装置控制的开关,其中,当开关闭合时,充磁电流流过电感线圈,并且当开关断开时,退磁电流流过电感线圈,并测出电感线圈的退磁时间,并且将超出电感线圈的退磁时间的最大值的情况存储为故障情况,其中,当超出预定的故障情况的最大频率时,通过控制装置断开负荷。通过这一措施能够提早识别升高了的输入电压,其中,为了保护变压器而断开负荷。对故障频率进行合理参数化时,在电压过高现象反复出现、每次只是短暂发生、并且对变压器无害的情况下,避免断开负荷。与此同时,可以相等地对故障情况进行加权,或者根据退磁时间进行加权。此时,优选地通过在波动界限的运行过程中开关的断路时间测出退磁时间。这样一来,使得能够在数字式控制过程中实现简单并且实际无费用的测量,这是因为开关在波动界限时的运行过程中的断路时间在一定的原则条件下对于数字式控制来说是已知的。

[0006] 同时,也可以当低于不工作的变压器的输出电压的预定的电压界限时,重新接通负荷。这样,就出现一种可逆的故障情况,其中,当排除故障后,整个布置再次转入正常运行状态。这样一来,可以延长使用寿命,并且提高操作舒适度。

[0007] 可通断的负荷优选地具有逆变器和气体放电灯,其中可通断的负荷通过调节逆变器的运行而断开。因此,整个布置与气体放电灯的电子运行装置相匹配,该运行装置的过电压保护优于现有技术。

[0008] 本发明目的中所述的运行装置通过一种具有用于运行可通断的负荷的电子变压器的电子运行装置来实现,该变压器具有至少一个电感线圈和一个借助数字式控制装置控制的开关,其中,当开关闭合时,充磁电流流过电感线圈,并且当开关断开时,退磁电流流过电感线圈,同时,变压器实施前述方法。

[0009] 本发明目的中所述的变压器通过一种用于运行可通断的负荷的电子变压器来实现,该变压器具有至少一个电感线圈和一个借助数字式控制装置控制的开关,其中,当开关闭合时,为电感线圈充磁的电流流过,并且当开关断开时,为电感线圈退磁的电流流过,其特征在于,电子变压器实施上述方法。

[0010] 变压器优选地设计成功率因数校正电路。电子运行装置优选地具有气体放电灯作为可通断的负荷,其中,在电子运行装置的变压器和气体放电灯之间设置由控制装置控制、并且同时承担转换作用的逆变器。如果启动气体放电灯,则优选地不实施这种方法。

[0011] 根据本发明的用于控制变压器的方法的其它有利的改进方案和设计方案从其它从属权利要求和以下描述中得出。

附图说明

[0012] 本发明的其它优点、特点和细节根据以下的对实施例的说明以及根据附图得出,图中采用相同的参考标号来表示相同的或功能相同的元件。图中示出:

[0013] 图 1 示出为可通断的负荷供电并实施根据本发明的方法的变压器的示意图,

[0014] 图 2 示出作为用于运行气体放电灯的电子运行装置的一部分的变压器的示意图,

[0015] 图 3 示出实施根据本发明的方法的变压器的扼流电和开关电压,

[0016] 图 4a 示出实施根据本发明的方法的变压器的输入电压和输出电压,

[0017] 图 4b 示出在波动界限的运行过程的时间段内的开关断路时间变化,

[0018] 图 4c 示出采用第一种实施方式时的断路功能示意图。

具体实施方式

[0019] 图 1 示出为可通断的负荷供电并实施根据本发明的方法的变压器 10 的示意图。变压器 10 具有自身已知的功率因数校正电路的拓扑。电感线圈 L 和开关 S 的串联电路与输入电压 V_i 并联。二极管 D 和中间电路电容器 C_{ZK} 的串联电路与开关 S 并联。输出电压 V_o 施加在中间电路电容器 C_{ZK} 上。开关 S 和可通断的负荷 51 按照根据本发明的方法由控制装置 20 控制。控制装置 20 获得变压器 10 的输出电压 V_o 作为输入端参数, 输出电压同时还是中间电路电压。控制装置 20 具有存储器 21, 按照根据本发明的方法, 在电感线圈 L 的退磁时间的基础上, 将故障情况存储在存储器中。另外, 在存储器 21 中不仅存储故障情况的数量, 还存储它们出现的时间, 以便于随后可以根据本发明的方法计算故障情况出现的频率。

[0020] 图 2 示出作为用于运行气体放电灯的电子运行装置一部分的变压器示意图。这里再次将前面已经描述过的功率因数校正电路 10 用作变压器。控制装置 20 通过分压器来接收功率因数校正电路 10 的输出电压信号。此处将运行气体放电灯 5 的逆变器 30 作为可通断的负荷 51。根据一般惯例, 这里是指低压气体放电灯, 但是利用根据本发明的方法同样可以很好地驱动高压放电灯或者由一个或多个半导体光源组成的模块。逆变器采用一般的布置方法, 也就是说, 可以使用例如半桥式逆变器或全桥式逆变器。同样地, 还可以考虑使用单端变压器, 例如 E 级变压器。

[0021] 如图 1 和图 2 所示, 功率因数校正电路不测量输入电压。出于多种原因没有加入这一功能。一方面, 每多测一个测量值都需要有投入, 从而产生费用。另一方面, 在许多国家存在关于与电源电压相连接的电路部件的严格规范, 这会进一步增加测量这一电压的投入和成本费用。功率因数校正电路不能直接测量输入电压的数值, 而只能间接得出。如前文所述, 截至目前使用的、本文开头提到的方法太不准确, 以至于无法在出现最低输入电压时断开可通断的负荷。根据本发明, 为了识别输入电压的大小, 此处考虑了与开关 S 在波动界限时的运行过程中的断路时间相匹配的电感线圈 L 的退磁时间。退磁时间是指流过电感线圈 L 的电流在一个回路内从最大值降为零的时间。电感线圈 L 在下文中还称为扼流圈 L。通过反馈控制的开关 S 的断路时间, 在波动界限时的运行过程中与退磁时间相同, 它在出现升压斩波时可以衡量当前的输入电压与输出电压之间的差异。

[0022] 此处, 借助图 3 来说明这种相互关系。图 3 中上方的曲线示出通过开关 S 的电压 V_s , 下方的曲线示出流过二极管 D 和扼流圈 L 的变压器电流 I_L 。三角形的电流特性曲线对于扼流变压器来说十分典型, 其中, 通过扼流圈的充电和放电传输电能。在波动运行或在波动界限时的运行过程中, 流过扼流圈 L 的电流总是降为零。从两条曲线可以看出, 当电流升高并且扼流圈充电时接通开关 S。在这段时间内, 通过开关 S 的电压为零。而在断路阶段, 通过开关的电压是与扼流圈 L 后面的输入电压相匹配的电压。在这段时间中, 流过扼流圈 L 的电流再次下降, 直到大约 $20 \mu s$ 后趋近于零。在此, 接通晶体管的时间长度总是大致相同。所以, 随后迎来输入电压的扼流电的峰值, 并且变压器具有功率因数校正电路的特性。接通时长由调节功能预定。通过电源调节, 接通时长恒定, 并且取决于系统功率。扼流圈的放电时长, 在波动界限时的运行过程中与开关 S 的断路时长相等地设置, 但是根据输入电压比

和输出电压与输入电压的差异而变化。因此,可以列出以下数学等式: $t_{\text{off}} = t_{\text{on}} \cdot \frac{V_i}{V_0 - V_i}$;

此时, t_{on} 如前文所述,可以视为大致恒定不变。

[0023] 图 4 示出的几幅图是对根据本发明的方法的解释说明。图 4a 示出实施根据本发明的方法的变压器的输入电压 V_i 和输出电压 V_0 。输入电压 V_i 具有典型的、矫正的、与欧洲电网中相同的 100Hz 正弦。输出电压 V_0 合计高于输入电压 V_i ,这是因为在功率因数校正电路中关系到升压斩波,其输出电压 V_0 总是大于输入电压 V_i 。输出电压 V_0 的平均值此时为例如 420V。如果输入电压 V_i 过大,即输入电压 V_i 的峰值超过 320V 时,开关 S 的断路时间 t_{off} 的电源电压峰值也会相应升高。图 4b 示出在变压器 10 波动界限时的运行过程中的开关断路时间 t_{off} 的变化。通过上下排列的图的时间分辨率相同,由此易于看出,断路时间 t_{off} 总是在输入电压 V_i 与输出电压 V_0 之间的差异最大时,即总是在电源峰值附近,达到其最大值。如果电源电压过高,则断路时间 t_{off} 也会达到高于正常运行的数值。因为控制装置 20 已知了断路时间 t_{off} ,所以控制装置能够监控超出预定最大值的断路时间,并且在超出时根据本发明将故障情况存储在存储器 21 中。此时,存储器 21 优选地是控制装置 20 的组成部分。当然,同样也可以很好地直接测出放电时长,即扼流圈的退磁时间 t_{LE} ,这个时间与开关 S 在波动界限时的运行过程中的断路时间 t_{off} 相匹配。如果变压器不是功率因数校正电路并且在波动界限时的运行过程中工作,就可以不再考虑开关 S 的断路时间,而是必须直接测出放电时长,即扼流圈 L 的退磁时间 t_{LE} 。在出现故障情况的同时,还可以存储一个时间戳。时间戳记录的是出现故障情况的准确时间。

[0024] 预定的断路时间最大值 t_{offmax} ,与预定的退磁时间最大值 t_{LEmax} 相匹配,在图 4b 中以一条水平线示出,在这一实施例中为 $40 \mu\text{s}$ 。在波动界限时的运行过程中,只要断路时间 $t_{\text{off}} = t_{\text{LE}}$ 大于 $40 \mu\text{s}$,就会存储故障情况。此外,启用通过数学手段描述这一情况的功能,进行较简单的处理。这在下文中称为断路功能 $F(t)$ 。在最简单的情况下,当超出预定的最大值 t_{LEmax} (=在波动界限时的运行过程中的 t_{offmax}) 从而出现故障情况时,断路功能数值为

1,否则为 0:
$$F(t) = \begin{cases} 1; & t_{\text{LE}} > t_{\text{LEmax}} \\ 0; & t_{\text{LE}} \leq t_{\text{LEmax}} \end{cases}$$
 这项功能在图 4c 中沿时间轴示出。从这一功

能中现在可以推导出各种不同的算法,用于分析存储的各种故障情况。在第一种实施方式的最简单的情况下,在一定时间段内测出故障频率。当故障频率大于预定值时,控制装置 20 断开逆变器 30,并从而断开气体放电灯 5。以下根据在一段预定的时间段内累计的故障情况数量将故障情况的出现频率定义为故障频率。

[0025] 如果输入电压过高,则故障频率也会不断升高,直到设备断开、或者故障频率在仅仅短时间升高的情况下重新缓慢下降。所以,电子运行装置不能持续记录输入电压 V_i 的短期升高,并且会快速地重新过渡到正常运行状态。根据测出故障频率的时间段的不同长度,可以达到超限的断路状态或允许状态。这个时间段越短,断路状态就越超限。这个时间段越长,断开逆变器 30 时的凸起部分就越平缓。设备只在过压状态持续存在时断开。在这一方案中,控制装置 20 在断开后当然还能继续运行并监控直流变压器的输出电压,以便于能够在必要时重新接通该设备。但是,这无法再根据扼流圈 L 的退磁时间 t_{LE} 来评估。当负荷断开时,控制装置 20 断开直流变压器,使它不再工作。然后,在稳定的电流电路的基础上,变压器的输出电压 V_0 基本上与输入电压 V_i 的峰值(负荷电流故障时峰值整流)相同。因

此,在这种情况下,或多或少地可以直接通过输出电压 V_0 测出输入电压 V_i 。如果输出电压 V_i 再次低于预定的最低输出电压值,则控制装置 20 可以重新接通负荷,即接通逆变器 30,并从而使气体放电灯 5 再次投入运行。

[0026] 在根据本发明的方法的另一种实施方式中,断路功能 $F(t)$ 还可以有两个或两个以上的数值,这些数值由退磁时间 T_{LE} (相应于开关 S 在波动界限时的运行过程中的断路

时间 t_{off}) 的两个或两个以上的阈值得出:
$$F(t) = \begin{cases} 2; & t_{LE} > t_{LE2max} \\ 1; & t_{LE} > t_{LE1max} \\ 0; & t_{LE} \leq t_{LE1max} \end{cases}$$
。此处有两个阈值

t_{LE1max} 和 t_{LE2max} ,其中所述的 t_{LE2max} 大于 t_{LE1max} 。这时可以对断路进行更细致的调节,因为存储器 21 还能在输入电压较高时存储‘严重故障情况’,并在输入电压略微升高时相应地存储‘较轻微故障情况’。此时, t_{LE1max} 可以例如在 $40 \mu s$ 左右,而 t_{LE2max} 在 $45 \mu s$ 左右。这样一来,就可以对累计的各种故障情况进行加权,并且可以对断路进行更细致的调整。

[0027] 还可以将故障情况写入存储器,其中,在考察的时间段内,存储器 21 在出现轻微故障情况时增加 1,而在出现严重故障情况时增加 2。在这段时间内,如果存储器 21 的存储内容超出了预定值,就断开逆变器 30。在这段时间过去后,存储器归 0,并且可以重新开始测量。

[0028] 然而,还可以安装一个所谓的‘FILO’存储器,用于实现弹性测量时间。FILO 代表先进后出。因此,只考察时间戳在考察的时间段内的故障情况。在记录每个故障时都记录故障出现的时间。如果故障出现的时间点在考察时间段内,则将此故障计入故障存储器中,如果在考察时间段之外,则将其从存储器 21 中删除,也就是说,再将这一数值从存储器 21 中减去。从而能够在时间上连续评估输入电压,提高运行安全性。这个时间段始终随当前时间弹性变化 (gleitet),例如对一段止于当前时间点、并始于当前时间点之前间隔一个预定值的时间点的时间段进行考察。这个时间段的计算方法为:当前时间点-预定时间段。因此,这个时间段总是与当前时间同步,使得能够进行弹性评估。当然,断路功能 $F(t)$ 的数值不限于 0, 1 和 2。根据配置和存储器,数值可以根据实际应用做适当调整。此时,既有可能出现负数 (例如 $1; 0; -1$),也有可能出现不对称的变化 (例如 $32, 8, -4$),借助于这些数值能够向存储器中存入数据。

[0029] 当使用负数时,故障存储器在正常情况下降低,直到它在正常运行中达到数值 0。这意味着,不存在故障情况,因为存储器 21 不能小于零。但是,在出现故障情况时,存储器 21 会增加较大的数值,使得存储器的内容从某个故障频率开始增加。在此,故障情况的优选预定最大频率为例如 10%,也就是说,如果在考察的时间段内,测出的退磁时间 t_{LE} 中有 10% 以上超出了预定的退磁时间最大值 t_{LEmax} ,则断开逆变器,并从而断开作为负荷的气体放电灯 5。这意味着,在出现单独一个故障阈值 (即只有一个预定的退磁时间最大值 t_{LEmax})

的简单情况下,断路功能定义为:
$$F(t) = \begin{cases} 10; & t_{LE} > t_{LEmax} \\ -1; & t_{LE} \leq t_{LEmax} \end{cases}$$
;于是,存储器 21 存储的数值

从故障频率 $> 10\%$ 开始升高,并从故障存储器达到预定值开始,可以借助于逆变器 30 断开气体放电灯 5。当超出故障存储器的预定值的大小时,还可以对设备的允许阈值进行精调。

[0030] 当然,如果对实际应用有利并且能够表示,断路功能还可以有更多的阈值并从而

有更多的可能值。通过将存储器 21 的因输入电压而产生的变化和取决于考察时间段的存储器内容停留时间组合在一起,可以保证运行过程高度安全。由此根据本发明的方法就可以适应各种边界条件,并从而实现预期的运行方式。

[0031] 参考标号表

[0032]	5	气体放电灯
[0033]	10	变压器
[0034]	20	控制装置
[0035]	21	存储器
[0036]	30	逆变器
[0037]	51	可通断的负荷
[0038]	V_s	开关上的电压
[0039]	V_i	变压器的输入电压
[0040]	V_o	变压器的输出电压
[0041]	I_L	变压器电流
[0042]	t_{on}	开关 S 的接通时长
[0043]	t_{off}	开关 S 的断路时长
[0044]	t_{LE}	扼流圈 L 的退磁时间
[0045]	t_{LEmax}	扼流圈 L 的退磁时间最大值
[0046]	t_{offmax}	开关 S 在波动界限时的运行过程中的断路时长最大值
[0047]	$F(t)$	被说明的转换功能,取决于扼流圈 L 的退磁时间 t_{LE}

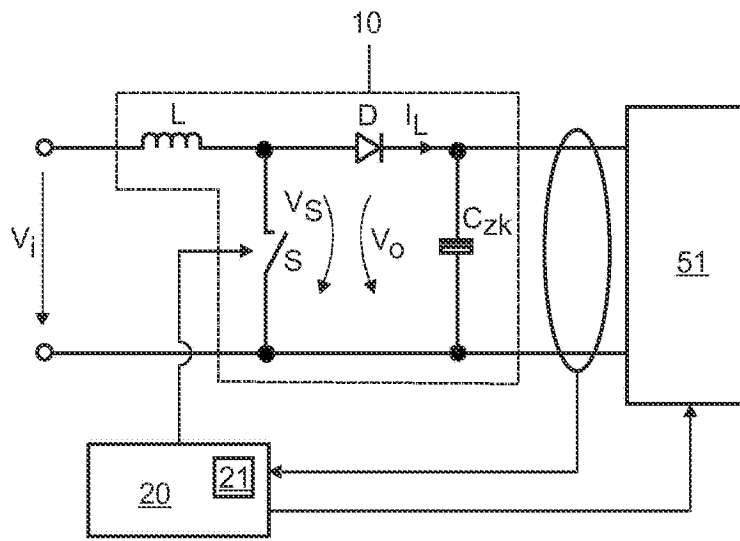


图 1

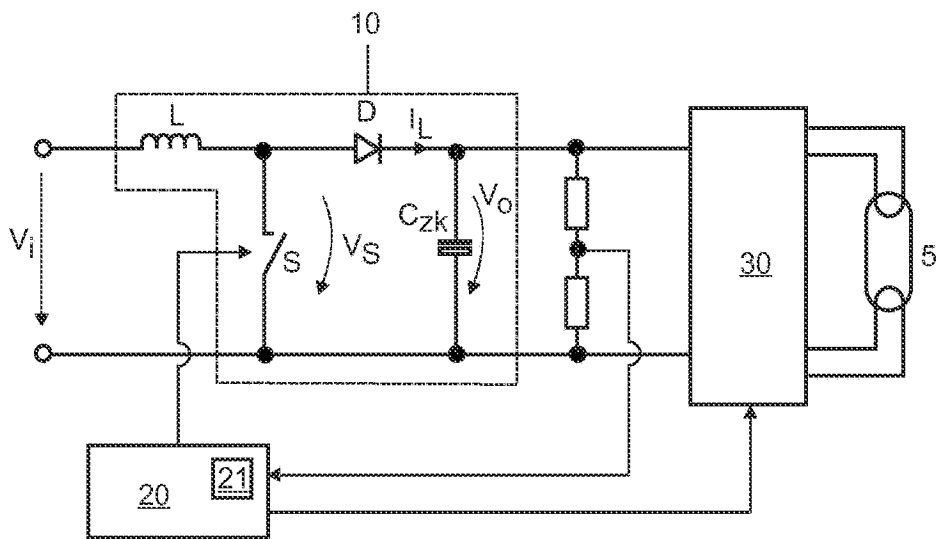


图 2

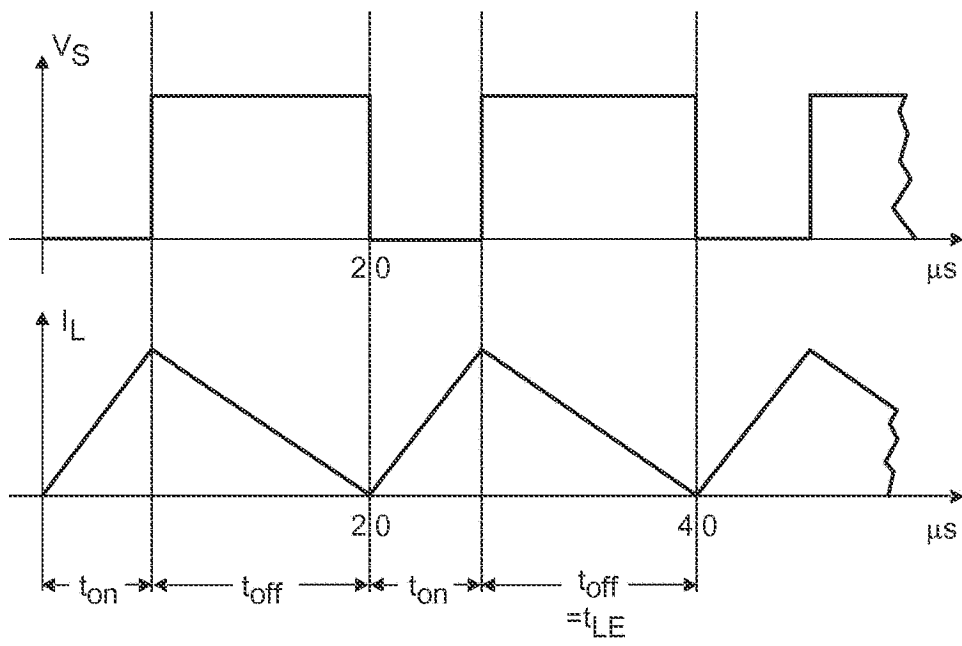


图 3

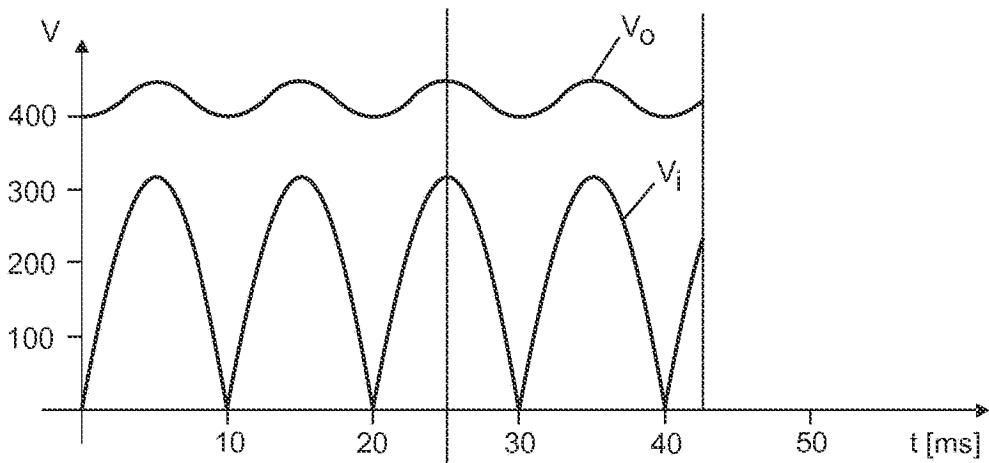


图 4a

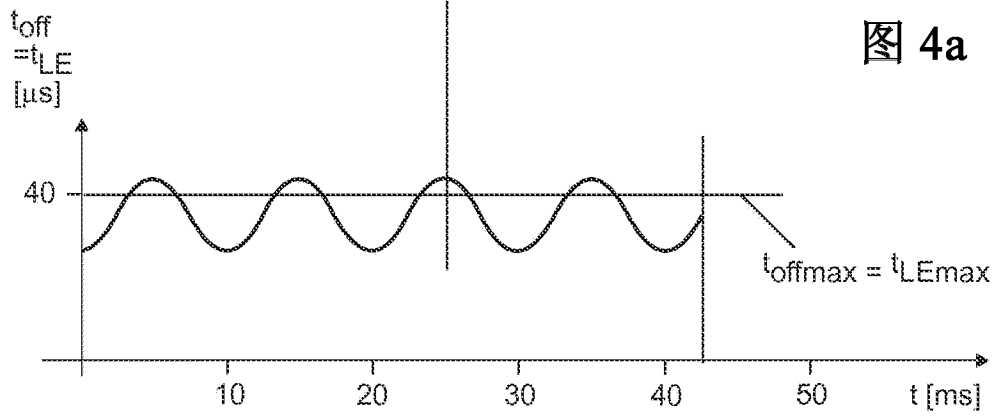


图 4b

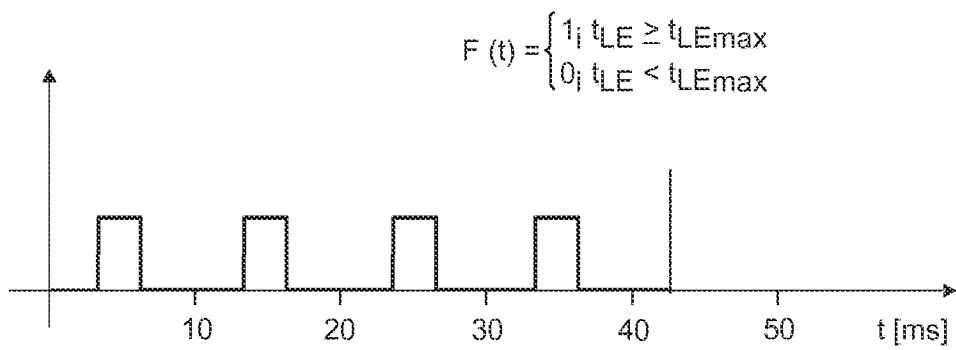


图 4c