



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103004049 B

(45)授权公告日 2017.03.29

(21)申请号 201080067427.3

K·林登 R·纽奎

(22)申请日 2010.09.13

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

(65)同一申请的已公布的文献号

代理人 王茂华

申请公布号 CN 103004049 A

(43)申请公布日 2013.03.27

(51)Int.Cl.

(30)优先权数据

H02H 7/26(2006.01)

61/354,535 2010.06.14 US

H02H 3/44(2006.01)

H02H 7/30(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2012.12.13

(56)对比文件

US 3777215 A,1973.12.04,

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2010/063377 2010.09.13

US 3777215 A,1973.12.04,

(87)PCT国际申请的公布数据

W02011/157306 EN 2011.12.22

CN 1918680 A,2007.02.21,

(73)专利权人 ABB研究有限公司

地址 瑞士苏黎世

US 20060227469 A1,2006.10.12,

CN 101494374 A,2009.07.29,

CN 1182298 A,1998.05.20,

CN 1278940 A,2001.01.03,

(72)发明人 B·伯格伦 王建平 潘久平

审查员 赵文华

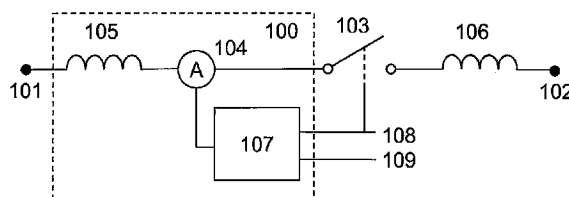
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

HVDC电路断路器的断路器故障保护

(57)摘要

提供了一种用于高电压直流HVDC电路断路器(103)的断路器故障保护系统(100)。断路器被布置为当接收到跳闸信号(108)时断开DC电路(101,102)。保护系统包括电流传感器(104)、至少一个电感器(105,106)以及断路器故障检测单元(107)。电流传感器被布置为用于测量流过DC电路的电流I(t)。至少一个电感器与DC电路串联。断路器故障检测单元被布置为用于评估电路断路器是否故障,以及如果电路断路器故障,则向相邻电路断路器发送跳闸信号(109)。所述评估是基于测量的电流。在断路器故障情况下,通过向相邻电路断路器发送跳闸信号可以改善HVDC电网的稳定性。此外,提出一种用于HVDC电路断路器的断路器故障保护方法。



1. 一种用于高压直流HVDC电路断路器(103)的断路器故障保护系统(100,200),所述电路断路器(103)被布置为当接收到跳闸信号(108,308)时断开DC电路(101,102),所述系统包括:

电流传感器(104),其被布置为用于测量流过所述DC电路的电流 $I(t)$,

与所述DC电路串联的至少一个电感器(105,106),以及

断路器故障检测单元(107,203,300),其被布置为用于:

获得用于使所述电路断路器(103)跳闸的跳闸信号(108),

基于从所述电流传感器(104)接收的所述测量的电流(309)评估所述电路断路器是否故障,以及如果所述电路断路器故障,则向相邻电路断路器发送另一跳闸信号(109),

其中,所述断路器故障检测单元还被布置为用于按以下操作来评估所述电路断路器是否故障:

计算所述测量的电流的绝对值的导数 $\frac{d|I(t)|}{dt}$ (303),以及

如果在预定时间间隔 Δt_2 (305)期间 $\frac{d|I(t)|}{dt} > -I'_0$ (303),则确定所述电路断路器

故障,其中 I'_0 是预定的正值。

2. 根据权利要求1所述的保护系统,其中,所述断路器故障检测单元还被布置为用于如果在自所述电路断路器接收到所述跳闸信号(308)开始流逝了预定的时间间隔 Δt_1 (301)之后 $|I(t)| > 0$ (302),则确定所述电路断路器故障,以此来评估所述电路断路器是否故障。

3. 一种用于高压直流HVDC电路断路器的断路器故障保护方法,所述电路断路器被布置为用于在接收到跳闸信号时断开DC电路,所述方法包括:

测量流过所述DC电路的电流 $I(t)$,其中至少一个电感器与所述DC电路串联连接,

获得用于使所述电路断路器跳闸的跳闸信号,

基于所述测量的电流评估所述电路断路器是否故障,以及

如果所述电路断路器故障,则向相邻电路断路器发送另一跳闸信号,

其中,所述评估所述电路断路器是否故障的步骤包括:

计算所述测量的电流的绝对值的导数 $\frac{d|I(t)|}{dt}$,以及

如果在预定时间间隔 Δt_2 期间 $\frac{d|I(t)|}{dt} > -I'_0$,则确定所述电路断路器故障,其中 I'_0

是预定的正值。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中,所述评估所述电路断路器是否故障的步骤包括:如果在自所述电路断路器接收到所述跳闸信号开始流逝了预定的时间间隔 Δt_1 之后 $|I(t)| > 0$,则确定所述电路断路器故障。

HVDC电路断路器的断路器故障保护

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及高压直流 (HVDC) 输电,更具体而言涉及HVDC电路断路器的断路器故障保护。

背景技术

[0002] 由于大规模电力输送和电网互连需求的稳定增长,HVDC输电变得越来越重要。特别是,采用基于电压源换流器 (VSC) 的HVDC输电,可使用地下电缆或者架空线路传输电力,地下电缆或者架空线路接入高压交流 (AC) 输电网络或与之重叠。HVDC输电的一个吸引人的特征是可以改变电流方向来改变输电的方向。

[0003] HVDC电网包括多个VSC,也称为端口,其转换AC电源以便在HVDC输电线路(即电缆或架空线路)上传输。已知HVDC输电线路的不同配置,诸如单极、对称单极以及双极。例如,双极HVDC输电线路包括正极线路,负极线路,以及接地金属回线。在电网中,每个端口可以通过HVDC输电线路连接至多个端口,导致形成不同类型的拓扑。这样的多端电网使得能够进行有效的拥塞管理并且具有改善的抗干扰的稳定性。

[0004] 直流 (DC) 电路断路器通常用于隔离HVDC电网中的故障元件,例如输电电路。由于与AC系统相比,DC输电线路电感低,因而HVDC系统承受故障感应电流的高上升率。因此DC断路器在上升电流超过断路器的断开容量前必须有效跳闸。为了提供这种电网的改善的稳定性,DC电路断路器的断路器故障保护是期望的。

发明内容

[0005] 本发明的一个目的是提出一种比上述技术和现有技术更有效的替代方案。

[0006] 更具体的说,本发明的一个目的是提出一种高压直流 (HVDC) 电路断路器的改进的断路器故障保护。

[0007] 本发明的这些和其他目的借助于具有在独立权利要求1中限定的特征的断路器故障保护系统并且借助于独立权利要求4限定的断路器故障保护方法来实现。本发明的实施例通过从属权利要求描述。

[0008] 根据本发明的第一方面,提供了一种用于HVDC电路断路器的断路器故障保护系统。该电路断路器被布置当收到跳闸信号时断开DC电路。该系统包括电流传感器,至少一个电感器以及断路器故障检测单元。该电流传感器被布置为用于测量流过所述DC电路的电流 $I(t)$ 。该至少一个电感器与该DC电路串联。该断路器故障检测单元被布置为用于评估电路断路器是否故障以及如果电路断路器故障,则向相邻电路断路器发送跳闸信号。电路断路器是否故障的评估基于测量的电流。

[0009] 根据本发明的第二方面,提供了一种用于HVDC电路断路器的断路器故障保护方法。该电路断路器被布置为用于当收到跳闸信号时断开DC电路。该方法包括步骤:测量流过该DC电路的电流 $I(t)$,评估该电路断路器是否故障以及如果该电路断路器故障则向相邻电路断路器发送跳闸信号。电路断路器是否故障的评估基于测量的电流。

[0010] 出于描述本发明的目的,DC电路是用于在两个连接点之间承载直流电流的连接,其中电路断路器在该连接点处电气连接至外部电路。

[0011] 本发明利用了这样一种认识,可以通过连接与DC电路断路器串联的至少一个电感器(也称为站电抗器)来改进该DC电路断路器的断路器故障保护。优选地,使用两个电感器,电路断路器的每边一个。在DC系统中,由于电流上升率与系统的电感成比例,电感器的作用是在故障期间当电流从故障电路断路器转换方向时阻碍电流的流动。根据本发明的实施例,一个或多个电感的存在是有利的,因为它降低了电流超出相邻电路断路器断开容量的风险。另外,降低了相邻电路断路器的故障电流负荷。另一个优点在于在断路器故障的情况下,通过向相邻电路断路器发送跳闸信号可以改善HVDC电网的稳定性。

[0012] 根据本发明的一个实施例,断路器故障检测单元还被布置为用于如果在流逝了预定时间间隔 Δt_1 后 $|I(t)| > 0$, 则确定电路断路器已故障,以此来评估断路器是否故障。 Δt_1 自电路断路器接收到电路断路器的跳闸信号开始。时间延迟是为了使断路器完成跳闸动作。在评估电路断路器是否成功跳闸中利用电流是有利的,因为这提供了检测断路器故障的简单有效的方式。从电路断路器接收到跳闸信号开始特定时间周期后检测到的非零电流被理解为断路器故障的指示。

[0013] 根据本发明的另一个实施例,断路器故障检测单元还被布置为用于通过计算所测量的电流的绝对值的导数 $\frac{d|I(t)|}{dt}$, 以及如果在预定时间间隔 Δt_2 期间 $\frac{d|I(t)|}{dt} > -I'_0$

则确定电路断路器已故障,来评估断路器是否故障。 I'_0 是预定正值。在计算DC电路断路器的成功跳闸中利用DC电流导数作为测量是有利的,因为这提供了改进的断路器故障保护。更具体的说,这使得断路器故障的评估更可靠。在断路器故障的评估中仅依靠电流绝对值在DC系统中产生一个问题,因为如果电流传感器在DC电路断路器外部,则断路器电流的暂态响应实际是振荡的而不是在电流断开后突然降至零。同时考虑电流的导数,降低了将健康断路器中的电流的暂态错误分类为断路器故障指示的风险。

[0014] 尽管在一些情形下已经参照根据发明的第一方面的用于HVDC电路断路器的故障保护系统描述了本发明的实施例及其优点,但相应的推论适用于根据本发明第二方面的方法的实施例。

[0015] 当学习以下详细的公开、附图和所附权利要求时,本发明的另外的目的,特点和优势会变得更清楚。本领域的技术人员认识到可以组合本发明的不同特征以产生与下文描述的实施例不同的实施例。

附图说明

[0016] 参照附图,通过下文的本发明实施例的示例性和非限制性地详细描述,来更好地理解本发明的上述以及附加的目的、特征和优点,其中:

[0017] 图1根据本发明的实施例示出了用于HVDC电路断路器的断路器故障保护系统。

[0018] 图2根据本发明的实施例示出了的HVDC开关组 (switchyard)。

[0019] 图3根据本发明的实施例示出了断路器故障检测单元。

[0020] 所有的图均为示意性的,不需要按比例,并且通常仅示必要的部分以便阐明本发明,其中其它部分可省略或仅是建议的。

具体实施方式

[0021] 在图1中,示出了根据本发明的实施例的用于HVDC电路断路器103的断路器故障保护系统100。

[0022] 电路断路器103布置为用于在接收到跳闸信号108时,断开DC电路,即连接点101和102之间用于承载直流的连接。断路器故障保护系统100包括:电流传感器104,被布置为用于测量流过101和102之间的DC电路电流;与DC电路串联的电感器105;以及断路器故障检测单元107。优选地,使用两个电感器105和106,电路断路器103的每侧一个。

[0023] 断路器故障检测单元107从传感器104接收电流测量值。另外,它获得用来触发电路断路器103动作的跳闸信号108。断路器故障检测单元107布置为用于通过用以下阐述的方式计算所测量的电流来评估电路断路器103是否成功中断电流。如果电路断路器103断开电流失败,断路器故障检测单元107直接或者通过外部断路器故障保护系统向至少一个相邻电路断路器发送跳闸信号109。

[0024] 电感器105和106与DC电路串联(电路断路器的一侧一个)的目的是当电流从故障电路断路器向备用断路器转换方向时以阻碍电流的流动。参考图2对其进行解释,图2示出了HVDC开关组的示例。

[0025] 开关组200设计为通过DC母线201和202将诸如电压源换流器的电源203和HVDC输电线路204-206相互连接。处于接线路输送电力的目的,开关组200包括HVDC电路断路器211-216。电路断路器211-216例如可以是与参考图1描述的电路断路器100相同类型的电路断路器,或是根据本发明对其提供了断路器故障保护的任何其他HVDC电路断路器。

[0026] 假设在输电线路206上发生故障,通过外部断路器故障保护单元向电路断路器215和216发送跳闸信号以便断开电流。在电路断路器215故障的情况下,向备用断路器214发送跳闸信号。如果电路断路器216成功跳闸,它的电流会通过电路断路器213、212和211转换方向至电路断路器214。这种电流的换向被电感器105和106所阻碍,从而避免流过故障电路断路器和备用断路器的电流的突然改变。

[0027] 参考图3,图示了包括在诸如参考图1中描述的断路器故障检测单元107的断路器故障检测单元中的断路器故障检测单元的实施例。

[0028] 断路器故障检测单元300包括计时器301、电流元件302、电流微分元件303、逻辑与门304和307、持续性元件305、以及逻辑反向器306。单元301-307被布置为用于执行在断路器故障的评估中使用的两个测试。

[0029] 首先,检查例如从图1中所示的电流传感器104获得的所测量的电流309的绝对值在自接收到外部跳闸信号308开始流逝了时间间隔 Δt_1 之后是否大于零。这通过计时器301和电流元件302以及通过使用逻辑与门304组合它们的输出来实现。在特定时间间隔流逝之后存留的非零电流是断路器故障的指示。选取 Δt_1 使得在 Δt_1 流逝之前健康的断路器已结束它的断开动作。

[0030] 接着,检查在时间间隔 Δt_2 期间电流绝对值的导数是否比预定负的阈值小。这个第二检测通过电流微分单元303和持续性元件305来实现。将该检测结果取反并且使用逻辑与门307将其与第一检测的结果(即逻辑与门304的输出)组合。第二检测的目的是为了检查电流下降是否足够快。如果在预定时间间隔 Δt_2 内电流下降太小,则逻辑反向器306的输出

为高,指示断路器故障。如果在时间间隔 Δt_2 期间电流持续下降,则逻辑反向器306的输出为低,指示健康的断路器。

[0031] 两个检测相组合的结果,即单元307的输出,可指示断路器故障的发生。换句话说,如果单元307的输出是逻辑高,则相邻备用电路断路器发送跳闸信号。

[0032] 根据本发明的第一方面的断路器故障保护系统、特别是断路器故障检测单元的实施例可以通过包括电子元件、集成电路(IC)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、复杂可编程逻辑器件(CPLD)、或任何它们的组合的电路来实现。任何电路可以至少部分地由处理装置(例如运行适合的软件的处理器)代替。还应当理解的是,根据本发明的第二方面的方法的实施例可以在能够从传感器获得电流测量的计算设备上实现,该传感器被布置为用于测量流过DC电路的电流。

[0033] 本领域技术人员可认识到本发明绝不限于以上描述的实施例。相反,可以在所附权利要求范围内进行许多修改和变形。例如,根据本发明的第一方面分别被保护和跳闸的HVDC电路断路器的实施例可以基于任何DC电路断路器设计,例如,机械断路器、基于半导体的电路断路器、或它们的组合。另外,本发明的实施方案不限于图2中图示的配置,而是可以布置成任何其它的配置,例如,布置成双母线或环形母线的配置。同样应当理解的是,可以设想到本发明的仅依赖于上述的两个检测的任一个的实施例。最终,应当理解的是,断路器保护系统的一部分可以与电路断路器分开布置。例如,断路器检测单元可以布置在独立的断路器保护系统处。

[0034] 综上所述,提供了用于高压直流(HVDC)电路断路器的断路器故障保护系统。该电路断路器被布置为当接收到跳闸信号时断开DC电路。所述保护系统包括电流传感器、至少一个电感器以及断路器故障检测单元。电流传感器被布置为用于测量流过DC电路的电流 $I(t)$ 。至少一个电感与DC电路串联。断路器故障检测单元被布置为用于评估电路断路器是否故障,以及如果电路断路器故障,则发送向相邻电路断路器跳闸信号。评估基于测量电流。在断路器故障情况下,通过向相邻电路断路器发送跳闸信号可改善HVDC电网的稳定性。此外,提供了一种用于HVDC电路断路器的断路器故障保护方法。

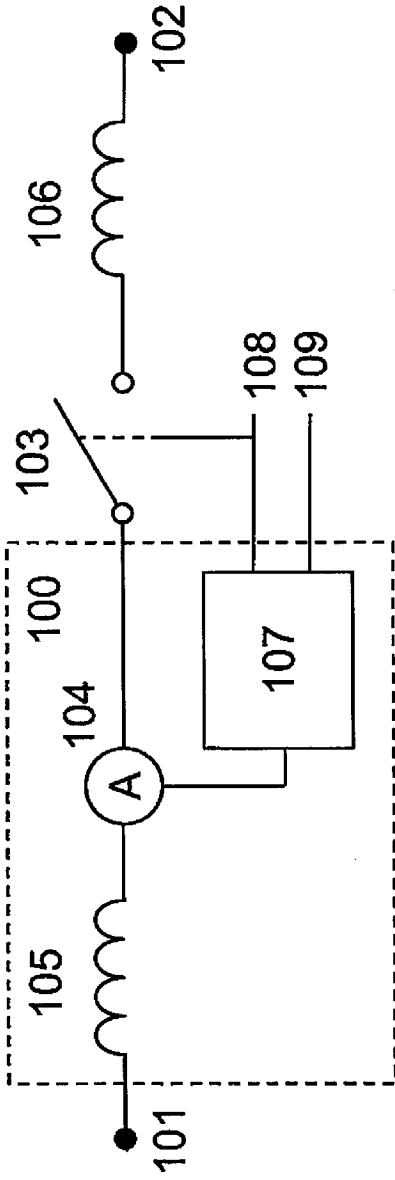


图1

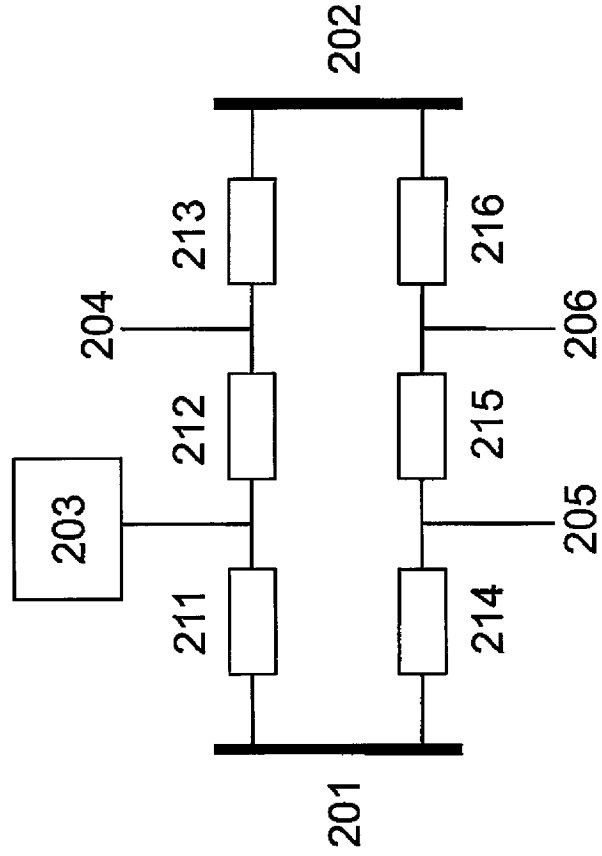
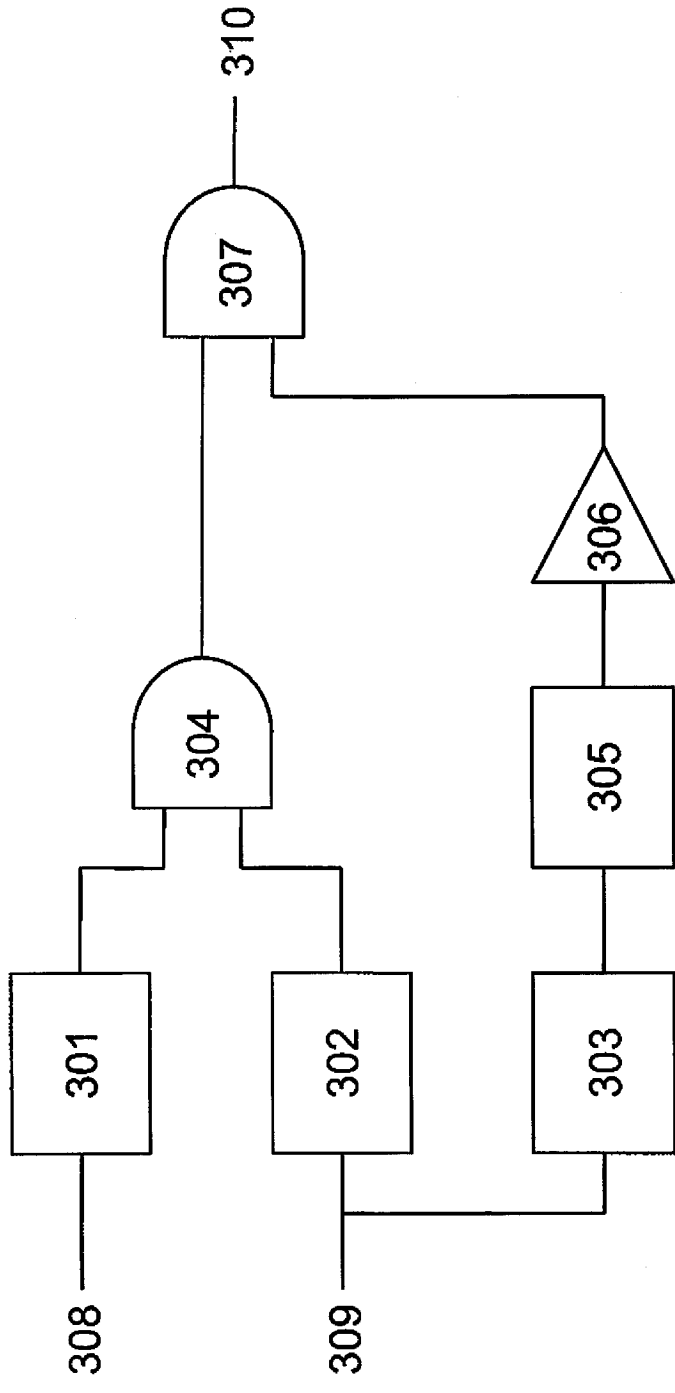


图2

200



300

图3