



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101802628 B

(45) 授权公告日 2012.05.30

(21) 申请号 200880100575.3

代理人 王茂华 郑菊

(22) 申请日 2008.01.31

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

G01R 31/12 (2006.01)

PR2007A000059 2007.07.26 IT

(56) 对比文件

(85) PCT申请进入国家阶段日

US 5952794 A, 1999.09.14,

2010.01.26

CN 1540323 A, 2004.10.27,

(86) PCT申请的申请数据

EP 1464430 A1, 2004.10.06,

PCT/IB2008/050351 2008.01.31

CN 1567665 A, 2005.01.19,

(87) PCT申请的公布数据

US 3987269 A, 1976.10.19,

WO2009/013639 EN 2009.01.29

F. Puletti, M. Olivier.

(73) 专利权人 特英普科技股份责任有限公司

Risk Management of HV Polymeric

地址 意大利博洛尼亚

Cables. <IEEE>. 2006, 626-633.

审查员 崔朝利

(72) 发明人 G·C·蒙塔纳里 A·卡瓦里尼

G·帕希尼

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

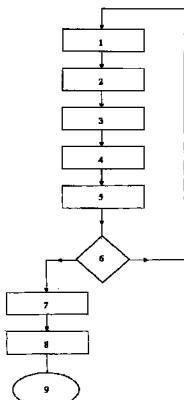
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 1 页

(54) 发明名称

用于检测、标识和定位沿电子装置的放电点
中发生的局部放电的方法

(57) 摘要

一种用于检测、标识和定位沿电子装置的放电点中发生的局部放电的方法，包括以下步骤：
 检测 (1) 检测站中的电信号；为每个检测到的信号分配 (2) 相位参数值；对于每个信号，推导至少一个形状参数以及一个振幅参数；将所述检测到的信号的集合分割 (4) 为子集，其相对于形状参数而言是同质的；标识 (5) 与局部放电有关的子集并且对其进行编录；在沿所述装置定位的多个检测站中重复上述步骤；对不同检测站中检测到的信号的子集进行相关 (7)，并类似地进行编录；
 根据子集的振幅和形状参数，在相关子集中进行选择 (8)，以及定位 (9) 与选定子集中检测站处的所述信号有关的局部放电。已知的方法具有不佳的有效性和 / 或可靠性，特别是对于长度超过 1-2km 的电缆，或者备选地，它们需要非常复杂和高成本的现场实现。



1. 一种用于检测、标识和定位沿电子装置的放电点中发生的局部放电的方法,包括以下步骤:

- 检测 (1) 由检测站中的可操作地耦合至所述电子装置的传感器所捕获的模拟电信号,并生成表示所述模拟信号的波形的相应数字信号;

- 使用沿所述电子装置定位的同步探针为每个检测到的数字信号分配 (2) 相位参数值,其表示在检测所述数字信号的时刻施加于所述电子装置的电压相位;

- 对于每个所述数字信号,推导 (3) 与所述数字信号的波形相关的至少一个形状参数以及与所述数字信号的振幅相关的至少一个振幅参数;

- 将所述检测到的数字信号的集合分割 (4) 为子集,使得每个子集的数字信号具有类似的形状参数值;

- 根据基于独立评价的每个子集的数字信号的振幅和相位的参数值的统计评价,标识

(5) 与局部放电有关的数字信号的子集并且对其进行编录;

- 在沿所述电子装置定位的多个检测站中重复先前步骤;

- 对不同检测站中检测到的数字信号的子集进行相关 (7),并类似地进行编录;

- 基于相关子集的群组中不同子集的数字信号的形状和振幅参数的值,选择 (8) 所述群组内的子集,并且定位 (9) 与选定子集中检测站处的所述数字信号有关的局部放电,

其特征在于,在选择步骤 (8) 中,选择如下子集,相对于相关子集群组的其它子集而言,该子集的数字信号具有振幅参数以及与数字信号的频率内容相关的形状参数的最大值,以及与数字信号的持续时间相关的形状参数的最小值。

2. 如权利要求 1 的方法,其中在推导步骤 (3) 中推导出的所述形状参数是与数字信号的频率内容相关的参数。

3. 如权利要求 1 的方法,其中推导步骤 (3) 包括:针对每个所述数字信号,推导与所述数字信号的频率内容相关的第一形状参数,以及与所述数字信号的持续时间相关的第二形状参数。

4. 如权利要求 3 的方法,其中分割步骤 (4) 包括:将位于具有所述第一和第二形状参数作为坐标的参考平面的相同区域中的数字信号分组到相同子集中。

5. 如权利要求 1 的方法,其中标识步骤 (5) 包括:使用根据该子集的数字信号的相位和振幅参数的值来操作的模糊推导引擎。

6. 如权利要求 1 的方法,其中,在标识步骤 (5),根据将该子集中的数字信号示为在以相位和振幅参数的值作为坐标的参考平面中的点所定义的图案的形状来进行编录。

7. 如权利要求 2 的方法,其中在选择步骤 (8) 中,选择如下子集,相对于相关子集群组的其它子集而言,该子集的数字信号具有振幅参数以及与数字信号的频率内容相关的形状参数的最大值。

8. 如任一前述权利要求的方法,其中所述电子装置是中压电缆或者高压电缆,并且所述检测站位于电缆的配件处。

用于检测、标识和定位沿电子装置的放电点中发生的局部放电的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于检测、标识和定位沿电子装置的放电点中发生的局部放电。更一般地，本发明的技术领域是通过对局部放电的检测 / 处理来诊断电气系统（特别是高压系统）的领域。

背景技术

[0002] 局部放电是涉及电气系统中有限部分的绝缘体的放电，因此其不会导致系统立即发生故障，而是导致逐步的降级。而且，局部放电本质上具有一个发展过程，其基本上受限于绝缘系统的缺陷。

[0003] 有鉴于此，基于对局部放电进行检测和解释的诊断技术是最有前途的技术之一，并且其在科研领域得到了广泛研究，这是因为，评估与局部放电有关的信号能够侦测到发生放电的绝缘系统的缺陷的特性以及缺陷在绝缘系统的位置本身。

[0004] 具体地，本发明涉及对中压电缆和高压电缆（以及对自耦变压器）的诊断。

[0005] 在此类装置中，期望标识可能构成电缆故障的任何缺陷，例如，位于电缆的接合点或者终端或者甚至是实际绝缘体中的缺陷。这种缺陷通常是局部放电活动的点；因此，通常试图通过借助于耦合至待评估电缆的适当传感器来检测相应的局部放电活动，从而标识所述缺陷。

[0006] 然而，通过检测局部放电来标识电缆中的缺陷具有两个主要困难。

[0007] 第一个困难在于可靠地标识有待检查的局部放电。通常，除了与待标识的局部放电活动相对应的信号之外，还会存在多个信号耦合至传感器；所述不期望的信号可能包括背景噪声或者其它类型的干扰，或者包括电缆外部的其它局部放电活动，或者可能并不危险（但是易被误认为是要标识的危险信号）。所有这些信号基本上与待检测的局部放电的那些信号相交叠，并且有时（特别是在其振幅大于待检测信号的情况下），这些信号阻止了对待检测信号的标识。第二个困难是定位在电缆内检测到的放电的一个源（或者多个源）。检测到缺陷的存在是不够的，而是还需要确定（至少是通过合理程度的近似）缺陷位于电缆内的何处，从而在进行维护时有效地干预。

[0008] 为了克服第一个困难，已知的方法包括使用经过恰当调节的传感器和滤波系统，以试图检测局部放电信号而不检测与噪声有关的信号。

[0009] 然而，此类方法存在以下局限性。

[0010] 不可能建立对于任何环境而言都是最优的传感器，并且滤波系统常常是低效的。而且，由于事先并不知道感兴趣的放电信号的频率，因此存在将这些目标信号过滤掉的风险。

[0011] 最后，当要检测的局部放电活动的信号与要忽略的其它局部放电（例如，因为它们在电缆之外）的信号相交叠时，存在无法借助于使用中的滤波系统（例如，包括带通模拟滤波器）来选择性地对待所述信号的风险。

[0012] 对于定位沿电缆的放电点来说,已知不同的技术。

[0013] 一种技术,也称为积分球反射 (reflectometric) 技术,包括:获取位于电缆一端的检测站中的信号;以及评估信号与由该信号在电缆相对端的反射而生成的信号之间所经过的时间。继而,基于信号在该电缆中的传播速度来计算该信号的源与检测点之间的距离。

[0014] 对于长电缆而言,该技术的可靠性不佳,因为当信号通过电缆行进时,其将衰减到存在无法在检测站中检测到它们这一风险的点。

[0015] 另一技术包括:在电缆的不同位置将多个(至少2个,通常是3个)传感器耦合至电缆(继而定义多个检测站)。当传感器之一中的信号超过预电水平时,以同步模式获取来自各传感器的信号;获取的时间窗口必须足够长,以允许测量各传感器中通过的相同脉冲。通过比较不同传感器中相同信号的到达时间,可以定位沿电缆的信号源。

[0016] 该技术非常精确,但是其需要特别长的时间来安装所需设备,并且其成本非常高。因此,除了现有技术中关于被检测信号的定位的困难和限制之外,还存在关于与电缆中发生的局部放电活动实际上关联的并有待被定位的信号的标识的困难和限制。电缆

[0017] 因此,已知技术没有确保可靠的结果,并且其经常被发现是低效的。

[0018] 本发明的目的是消除上述缺点,并且提供一种用于检测、标识和定位沿电子装置的放电点中发生的局部放电的方法,该方法的应用特别简单、方便,同时是高效的。

发明内容

[0019] 所述目的是通过本发明的方法实现的,该方法由所附权利要求的内容表征,特别地,其包括以下步骤:

[0020] - 检测由检测站中的可操作地耦合至装置的传感器所捕获的模拟电信号,并生成表示所述模拟信号的波形的相应数字信号;

[0021] - 为每个检测到的信号分配相位参数的值,其表示在检测所述信号的时刻施加于电子装置的电压相位;

[0022] - 对于每个所述数字信号,推导与所述信号的波形相关的至少一个形状参数,以及与所述信号的振幅相关的至少一个振幅参数;

[0023] - 将所述检测到的数字信号的集合分割为子集,使得每个子集的数字信号具有类似的形状参数(或多个形状参数)值;

[0024] - 根据基于独立评价的每个子集的信号的振幅和相位的参数值的统计评价,标识与局部放电有关的信号的子集并且对其进行编录;

[0025] - 在沿所述装置定位的多个检测站中重复先前步骤;

[0026] - 基于振幅参数和相位参数,对不同检测站中检测到的信号的子集进行相关;该过程旨在标识由各检测站中的相同缺陷或者干扰所产生的信号;

[0027] - 基于相关子集群组的不同子集的信号的形状和振幅参数的值,选择所述群组内的子集,并且定位与选定子集的检测站处的所述信号有关的局部放电。

附图说明

[0028] 通过下文对附图中仅以非限制性示例方式示出的优选实施方式的描述,这些以及其它特点将变得更为易见,其中唯一的附图示意性地示出了按照本发明的方法。

具体实施方式

[0029] 按照本发明的方法是一种用于标识和定位沿电子装置的放电点中发生的局部放电的方法。

[0030] 具体地,本发明的方法旨在对中压和高压电缆的诊断评估。

[0031] 该方法包括:借助于与装置耦合的传感器来进行对所检测电信号的获取。术语“获取”表示对某时段内的多个电信号的检测,所述时段定义了获取的持续时间。获取可以包括检测预定数目的信号,或者备选地,检测在预定时段内由传感器捕获的所有信号。如公知的,获取包括多个检测信号是必要的,以便从统计的观点来评价信号。

[0032] 因此,请注意,表述“标识”表示:识别获取中检测到的与局部放电活动有关的电信号的集合,并且推导关于其中发生所述局部放电的缺陷的特性的信息。

[0033] 本发明的方法包括以下预备步骤,即标识沿待评价装置的多个检测站,在这些检测站处可以耦合传感器以用于电信号的检测。

[0034] 具体地,如果待评价的装置是电缆,则优选地,检测站位于电缆的配件处,也即,位于终端和接合点处。

[0035] 本发明的方法原本包括以下步骤。

[0036] 第一步骤(附图中表示为标号1)是步骤:检测由检测站中的可操作地耦合至装置的传感器所捕获的模拟电信号,并且生成表示检测到的模拟信号的波形的相应数字信号。

[0037] 由此,第一步骤包括利用位于预定检测站中的传感器所进行的获取。

[0038] 优选地,首先将传感器定位在装置的一端,也即,所使用的第一检测站是装置一端处(例如,如果装置是电缆,则是终端处)的检测站。

[0039] 第二步骤(附图中表示为标号2)是步骤:使用沿所述电子装置定位的同步探针(基本上是已知的),为每个检测到的信号分配相位参数值,其表示在检测所述信号的时刻施加于电子装置的电压相位。

[0040] 分配步骤假定:待评价的电子装置使用交流电(AC)。按照已知技术,在检测信号的时刻检测电压的相位角,并且将所述角分配给该信号。

[0041] 第三步骤(附图中表示为标号3)是步骤:对于每个所述数字信号,推导与所述信号的波形相关的至少一个形状参数,以及与所述信号的振幅相关的至少一个振幅参数。

[0042] 具体地,优选地测量与信号的持续时间相关的第一形状参数(T),以及与信号的频率内容(也即,信号的等效带宽)有关的第二形状参数(B)。

[0043] 为了计算所述第一和第二形式参数,优选地使用以下公式:

$$[0044] T = \frac{\int (t - t_0)^2 x(t)^2 dt}{\int x(t)^2 dt}$$

$$[0045] B = \frac{\int \omega^2 X(\omega)^2 d\omega}{\int X(\omega)^2 d\omega}$$

[0046] 其中

$$[0047] t_0 = \frac{\int t x(t)^2 dt}{\int x(t)^2 dt}$$

[0048] 对于振幅参数的推导,优选过程如下。

[0049] 测量信号的第一峰值。所述峰值构成了振幅参数。备选地,使用已知技术对信号进行滤波,并且使用经过滤波的信号的峰值作为振幅参数。

[0050] 第四步骤(附图中表示为标号4)是步骤:将(相同获取内的)所述检测到的数字信号的集合分割为子集,使得每个子集的数字信号具有类似的形状参数值。

[0051] 因此,从给定获取中检测到的信号集合开始,利用该分割步骤(一般地)获得相对于信号波形而言同质的多个子集。

[0052] 这有利地允许区分具有不同源的信号,以及同时对具有相同源的信号进行分组。首要的假设是:信号的波形取决于信号源,并且特别取决于源的特性(其直接影响所生成信号的形状),并且取决于源相对于检测站的位置(其决定了信号在从其生成的点到检测站的路径中的传送函数)。

[0053] 请注意,分割步骤优选地包括:将位于具有第一形状参数B和第二形状参数T作为坐标的参考平面的相同区域中的信号分组到相同的子集中。

[0054] 以此方式,位于所述参考平面的相同区域中的信号被分组到相同子集中。

[0055] 所述分组优选地是基于对信号与所述平面中参考点的距离的评估、利用按照模糊逻辑操作的分类器来获得的。然而,也可以使用其它已知技术。

[0056] 在分割步骤之后,将每个子集与表示或属于该子集的参考的形状和振幅参数的值相关联。

[0057] 第五步骤(在附图中表示为标号5)是步骤:根据独立评价的每个子集的信号的振幅和相位的参数值,标识与局部放电有关的信号的子集并且对其进行编录。

[0058] 具体地,在标识步骤中,评审给定获取中检测到的所有信号子集。

[0059] 备选地,基于应用于该子集的信号的统计评价,将每个子集归为:

[0060] - 装置中的局部放电活动,在这种情况下,该子集被存储和编录;

[0061] - 另一源(例如,噪声或者一些干扰),在这种情况下,该子集基本上被忽略或者拒绝。

[0062] 对于根据振幅和相位参数来标识和编录与局部放电活动相关的电信号集合从而使其可被分配以与相比较的另一集合的相似度而言,可以采用基本上在文献中已知的多种技术。

[0063] 例如,子群组的信号的振幅和相位参数的值通过三维柱状图来表示,其构成了参考图表或者图案,其构造与所述局部放电信号的有关缺陷类型唯一地相关。本质上,所述参考图表由将该子集中的信号显示为在以相位和振幅参数作为坐标的参考平面中的点来定义。

[0064] 因此,在标识步骤中,优选地按照所述参考图表的构造来执行编录。

[0065] 优选地,标识子集的步骤包括:使用根据该子集的信号的相位和振幅参数的值或者从其推导的参数的值而进行操作的模糊推理引擎。

[0066] 请注意,至此描述的步骤都属于单个获取,也即,属于在获取时段中在同一检测站

检测到的电信号。

[0067] 本发明的方法包括：在沿所述装置的多个检测站中重复先前的步骤（检测、分配、推导、分割和标识），由此进行多个相应的获取。

[0068] 具体地，如果待评价的装置是电缆，则在位于配件处的检测站处重复所述步骤。优选地，第一获取在终端处进行，第二获取在位于所述终端附近的接合点中进行，而随后的获取在位于逐渐远离所述终端处的接合点处进行，直到在电缆的相对终端处进行最后获取。

[0069] 因此，在所述步骤的每个序列的结尾，本发明的方法包括在以下两个备选之间选择的步骤（在附中示意性地表示为决策框 6）：

[0070] - 接收不同检测站中的上述步骤（检测、分配、推导、分割和标识）；

[0071] - 当所述步骤已经在感兴趣的所有检测站中执行时，移动到附加的后续步骤继续该方法。

[0072] 因此，请注意，不同的检测步骤必须是利用沿装置定位的相应检测站（彼此隔开）中耦合的传感器来执行的；相反，分配、推导、分割和标识步骤可以在任何地方执行（无需与传感器的连接），并且其可以在不同时间执行，因为检测到的信号优选地进行了存储，以便在任何时间进行处理。因此，属于不同获取的分配、推导、分割和标识步骤无需按照与执行相应检测步骤相同的时间顺序来执行。

[0073] 由此，当在感兴趣的多个检测站处重复了检测、分配、推导、分割和标识步骤之后，执行如下所述的后续步骤。

[0074] 第六步骤（在附图中表示为标号 7）是步骤：对不同检测站中检测到的信号子集进行相关，并且按照类似的方式进行编录。

[0075] 相关步骤优选地包括：比较与各获取有关、并且在标识步骤中被标识为与局部放电活动有关的子集的参考图表。

[0076] 因此，相关步骤允许评价在不同检测站（其是属于不同获取的子群组的部分）中检测到的相同活动（被标示为局部放电并且类似地编录）的局部放电。

[0077] 第七步骤（在附图中表示为标号 8）是步骤：基于相关的子集的群组中不同子集的信号的形式和振幅参数的值，从所述群组中选择子集。

[0078] 具体地，优选地选择如下子集：相对于相关子集群组中的其它子集而言，所选子集的信号具有振幅参数以及与信号频率内容相关的形状参数 B 的最大值。

[0079] 在含糊不清的情况下，优选地选择如下子集：相对于相关子集群组中的其它子集而言，所选子集的信号具有振幅参数以及与信号频率内容相关的形状参数 B 的最大值，以及与信号持续时间相关的形状参数 T 的最小值。

[0080] 所述选择的结果是对发生与所考虑子集的信号有关的局部放电的放电源的定位或位置（在附图中表示为标号 9）。

[0081] 选择步骤包括：定位与选定子集中检测站处的所述信号有关的局部放电。

[0082] 请注意，定位步骤是基于以下考虑。放电点与检测站之间的距离越大，检测到的放电信号相对于源自放电点中的信号而言就越加衰减和失真。

[0083] 因此，如果检测到属于沿装置定位的不同检测站中的相同放电活动的信号，则可以得出结论：距离越近（也即，在比较靠近放电点的检测站中），将检测到失真越少的信号（形状参数 B 的值更高，并且形状参数 T 的值更低）。

[0084] 请注意,检测站越多并且彼此越靠近,则利用本发明的方法获得的位置确定越准确。

[0085] 因此,本发明有益地允许以特别简单的方式来标识和定位电子装置(例如,中压电缆和高压电缆)中的局部放电信号。所述方法提供了获取由检测站中耦合至所述装置的传感器检测到的信号,沿着所述装置逐渐移动传感器,而无需使用多个人工同步的传感器。

[0086] 而且,本发明的方法是特别有效的,因为标识和位置确定的结果不随传感器与放电点之间距离而恶化,这是因为:获取是沿着整个装置而不是仅在检测站中执行的。

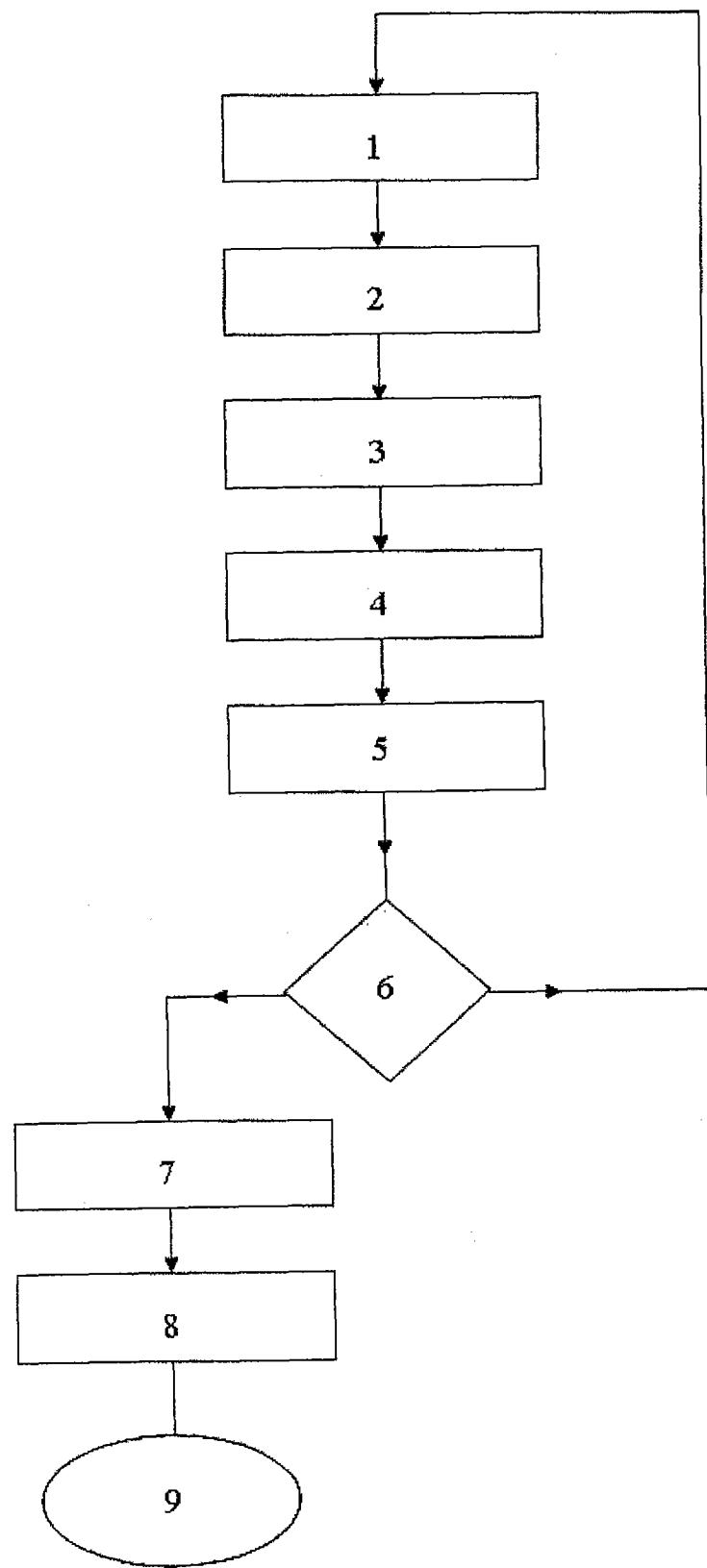


图 1