



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105190332 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 23

(21) 申请号 201480012958. 0

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所  
11105

(22) 申请日 2014. 01. 25

代理人 侯宇

(30) 优先权数据

102013002114. 6 2013. 02. 08 DE

(51) Int. Cl.

G01R 31/14(2006. 01)

H02M 7/493(2006. 01)

G01R 31/12(2006. 01)

G01R 27/26(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 09. 08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2014/000199 2014. 01. 25

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/121900 DE 2014. 08. 14

(71) 申请人 B2 电子有限公司

地址 奥地利克劳斯

(72) 发明人 R. 布兰克 S. 巴尔多夫

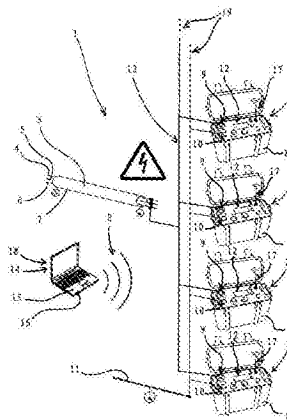
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

移动式高压测试设备

(57) 摘要

本发明涉及一种移动式测试设备 (2), 用于对检测对象 (3)、尤其高压或中压电缆实施 VLF 测试 (超低频耐压测试), 所述测试设备包括用于产生被用作测试电压的交流电压的装置, 所述交流电压具有大于等于 1kV 的有效振幅和 0.01 至 1Hz 范围内的频率; 接头元件 (9), 用于连接要施加测试电压的检测对象 (3) 和用于测量和分析施加在所述检测对象 (3) 上的测试电压和由此形成的测试电流的装置。所述测试设备 (2) 被设置用于在第一运行模式中利用由所述测试设备产生的测试电压独立实施 VLF 测试。此外, 所述测试设备 (2) 具有通信接口 (17), 用于发送同步化信号 (S) 和 / 或用于接收外部产生的同步化信号 (S), 并且所述测试设备设置用于, 在第二运行模式 (并行运行模式) 下将所产生的测试电压根据同步化信号 (S) 与由至少另一个相同类型的测试设备 (2) 产生的测试电压进行同步化。



1. 一种移动式测试设备 (2、2')，用于对检测对象 (3)、尤其高压或中压电缆实施 VLF 测试，所述测试设备包括

- 用于产生被用作测试电压的交流电压的装置，所述交流电压具有大于等于 1kV 的有效振幅和 0.01 至 1Hz 范围内的频率，
- 接头元件 (9)，用于连接要施加以测试电压的检测对象 (3) 和
- 用于测量和分析施加在所述检测对象 (3) 上的测试电压和由此形成的测试电流的装置，

其中，所述测试设备 (2、2') 被设置用于在第一运行模式中利用由所述测试设备产生的测试电压独立实施 VLF 测试，其特征在于，

所述测试设备 (2、2') 此外还具有通信接口 (17)，用于发送同步化信号 (S) 和 / 或用于接收外部产生的同步化信号 (S)，并且

所述测试设备 (2、2') 设置用于，在第二运行模式（并行运行模式）下将所产生的测试电压根据所述同步化信号 (S) 与由至少另一个相同类型的测试设备 (2、2') 所产生的测试电压进行同步化。

2. 一种用于对检测对象 (3) 进行 VLF 测试的系统 (1、1')，所述系统包括至少两个根据权利要求 1 所述的移动式测试设备 (2、2')，其中，所述系统 (1、1') 在所有测试设备 (2、2') 在并行运行模式下运行而且所述检测对象 (3) 适当地连接在所有测试设备 (2、2') 上时被设置用于，在由所述测试设备所分别产生的用于检测对象 (3) 的 VLF 测试的交流电压同步化的情况下，所述测试设备 (2、2') 这样协同作用，从而使所述检测对象 (3) 同时被施加以所有测试设备 (2、2') 的被同步化的交流电压。

3. 根据权利要求 2 所述的系统，其特征在于，至少一个在并行运行模式下运行的测试设备 (2、2') 被设置用于测量施加在检测对象 (3) 上的测试电压，并且在并行运行模式下所有测试设备 (2、2') 被设置用于测量由于测试电压而在相关的测试设备 (2、2') 上流动的测试电流。

4. 根据权利要求 2 或 3 所述的系统，其特征在于，所述系统 (1、1') 具有产生并发送同步化信号的控制单元 (14)。

5. 根据权利要求 4 所述的系统，其特征在于，所有在并行运行模式下运行的测试设备 (2、2') 能通过所述控制单元 (14) 被控制。

6. 根据权利要求 2 至 5 中任一项所述的系统，其特征在于，所述系统具有中央分析单元 (18)，所有为分析 VLF 测试所需的并且由处于并行运行模式下的不同的测试设备 (2、2') 所测得的电流值和 / 或电压值被传输给所述中央分析单元。

7. 根据权利要求 4 至 6 中任一项所述的系统，其特征在于，所述控制单元 (14) 和中央分析单元 (18) 被集成在一个测试设备 (2') 中或外部设备 (15) 中。

8. 根据权利要求 2 至 7 中任一项所述的系统，其特征在于，所述同步化信号 (S) 被无线地传输。

9. 根据权利要求 2 至 8 中任一项所述的系统，其特征在于，所述系统从给定数量的至少两个移动式测试设备 (2、2') 开始直至预定的最大数量的测试设备 (2、2') 为止，可以分别以多加一个根据权利要求 1 所述的测试设备 (2、2') 被扩展。

10. 根据权利要求 2 至 9 中任一项所述的系统，其特征在于，所述系统 (1、1') 具有分配

器结构 (13), 所述分配器结构带有预定的最大数量的可连接在该分配器结构上的测试设备 (2、2'), 所述分配器结构将设置在至少两个测试设备 (2、2') 上的用于检测对象 (3) 的接头元件 (9) 与待测试的检测对象 (3) 以并联电路方式相连。

11. 根据权利要求 2 至 10 中任一项所述的系统, 其特征在于, 所述至少两个测试设备 (2、2') 与共同的地电势 (11) 相连。

12. 根据权利要求 2 至 11 中任一项所述的系统, 其特征在于, 各个测试设备 (2、2') 被设置用于利用同一测试电压对高压或中压电缆 (3) 的三相 (4、5、6) 同时实施 VLF 测试。

13. 一种用于利用至少两个根据权利要求 1 的移动式测试设备 (2、2') 或根据权利要求 2 至 12 中任一项所述的系统 (1、1') 对检测对象 (3) 实施 VLF 测试的方法, 所述方法包括以下步骤:

A) 借助并联电路将检测对象 (3) 与所有测试设备 (2、2') 的相应接头元件 (9) 相连

B) 针对所有测试设备 (2、2') 激活并行运行模式

C) 产生并发送同步化信号 (S)

D) 利用所有测试设备 (2、2') 同时产生根据同步化信号 (S) 被同步化的测试电压

E) 测量并分析施加在检测对象 (3) 上的测试电压和由此在检测对象 (3) 中或在各个测试设备 (2) 中形成的测试电流。

## 移动式高压测试设备

[0001] 本发明涉及一种移动式检测设备,用于对检测对象、尤其是高压或中压电缆进行超低频耐压测试(VLF-测试),所述检测设备包括用于产生被用作测试电压的交流电压的装置、用于连接要施加测试电压的检测对象的接头元件和用于测量并分析施加在检测对象上的测试电压以及由此引起的测试电流的装置,所述交流电压具有大于等于1kV的有效振幅和在0.01至1Hz范围内的频率,其中,所述检测设备被设计用于在第一运行模式中利用由其产生的测试电压独立实施超低频耐压测试。此外,本发明还涉及一种用于对检测对象进行超低频耐压测试的系统和方法。

[0002] 上述类型的移动式(高压)检测设备在现有技术中已充分公知,并且被用于对检测对象进行所谓的“超低频耐压测试(Very Low Frequency检测)”,检测对象可以涉及不同的电气元件或电子元件或尤其高压或中压电缆。在VLF检测情况下为待测试的检测对象施加通常具有千伏级别有效电压的正弦交流电压,并且通过确定和分析施加在检测对象上的电压以及由此产生的测试电流,由此判断被测试的检测对象能否在预定的时间内经受住测试电压而不被电压击穿。在测试电压逐步提高的情况下,在此例如还可以确定,自多大的测试电压开始发生或者说就已经发生与安全性有关的电压击穿。

[0003] 此外,借助上述类型的特别设计的VLF测试设备,通过分析测试电压与测试电流之间的精确相移还可以确定检测对象的所谓的损耗因数( $\tan \delta$ ),利用该损耗因数可以在无损测试的情况下对高压或中压电缆的绝缘部的质量及老化程度作出判断。为此要使用的测量和分析算法(和为此必需的测量和分析电路)为本领域技术人员充分公知。

[0004] 尤其在对高压或中压电缆进行VLF测试的情况下,随着待测试的电缆的长度不断增加,对要由这种类型的VLF测试设备带来的电功率具有特别高的要求,其中,这种类型的移动式测试设备的费用随着输出功率的增加而显著提高。因此在实际应用中提供多种功率级别的上述类型的移动式测试设备,这些测试设备的应用可能性取决于由相关的测试设备可产生的电压振幅和在此可供使用的输出功率而被限制。目前,移动式VLF测试设备可以具有用于在高达约8kW输出电功率的情况下产生在高达200kV峰值电压(相当于约141kV有效电压)范围内的正弦VLF-测试电压的装置。

[0005] 根据上述现有技术的启示,应该对VLF测试设备以及上述类型的系统和方法在功能方面进行改进,以方便使用者。

[0006] 所述技术问题通过根据权利要求1的移动式测试设备解决,所述移动式测试设备除了上述技术特征之外还见长于,测试设备具有通信接口,用于发送同步化信号和/或用于接收在外部产生的同步化信号,并且测试设备被设计用于,在第二运行模式下(并行运行模式)使所产生的测试电压根据同步化信号与由至少另一个相同类型的测试设备所产生测试电压同步。

[0007] 由此,根据本发明的移动式高压测试设备以高度灵活的方式既可以在第一运行模式(单独运行)下完全独立在检测对象上实施VLF测试,又可以在第二运行模式(并行运行)下与至少一个根据本发明类型的第二移动式测试设备并行使用。基于在并行运行模式下所设置的测试电压同步化,则至少两个根据本发明的测试设备同时用于对要连接于这两

个测试设备上的检测对象进行 VLF 测试。在此,由至少两个测试设备所提供使用的输出功率相加。

[0008] 由此为根据本发明的测试设备的使用者或购买者提供了这样的可能性,为了对同一个检测对象实施 VLF 测试,在需要时同时使用至少两个或多个根据本发明的移动式测试设备,由此使得为 VLF 测试所提供的电功率与在并行运行中同时使用的设备的数量相应地多倍化。

[0009] 由此,与采用唯一一个根据本发明的类型的移动式测试设备相比,在多个根据本发明的测试设备并行运行时可以对更长的高压或中压电缆进行 VLF 测试。

[0010] 在此,在本发明的范畴内同时还确保,每个根据本发明的测试设备本身一如既往地适用于单独运行,由此例如具有多个根据本发明的测试设备的企业既可以同时在不同地点对不同检测对象分别利用一个测试设备进行 VLF 测试,然而也可以将多个根据本发明的测试设备集中在一个使用地点,以便在该处对一个检测对象(该检测对象由于对用于要其上在实施 VLF 测试的功率需求特别高而不能利用唯一一个测试设备进行测试)同时利用多个根据本发明的测试设备以所需的电功率进行期望的 VLF 测试。

[0011] 在这种测试或者说检测过程的范畴中显然需要考虑的是,待测试的检测对象通过并联电路连接在为此所设的所有供使用的移动式测试设备的接头元件上。通过同步化信号使由所有根据本发明的测试设备所形成的测试电压同步化,这确保了在同时使用多个测试设备的情况下提供合适的 VLF 测试电压,其中,在多个根据本发明类型的测试设备的并行运行时显然必须考虑的是,所有测试设备使其产生的测试电压根据同一个同步化信号通过相同的方式和方法同步化。

[0012] 显然,在多个测试设备并行运行时,为了使要由各个测试设备产生的交流电压同步化而要考虑的是,所有测试设备提供在其振幅和频率方面相一致的测试电压。

[0013] 有利地,在并行运行时由各个测试设备所提供的交流电压可以是正弦交流电压,其优选具有 0.1Hz 的频率,其中,原则上还可以考虑其他电压波形、例如余弦矩形电压(cosinus-Rechteck-Spannung)。

[0014] 在正弦交流电压的情况下,多个测试设备所需的借助同步化信号的同步化设计得特别简单,而对于其他电压波形(例如余弦矩形)来说,由于此处更快的时间间隔下进行的电压变化而对同步化提出明显更高的要求。

[0015] VLF 测试所需要的交流电压通过根据本发明的测试设备利用为此常用的装置以及常用的方式和方法提供,例如对通过合适的接头为测试设备提供的电网电压进行适当的变频和放大,其中,原则上也可以考虑根据本发明的测试设备的电池供电,如其在现有技术中为这种类型的 VLF 测试设备所已知的。

[0016] 本发明还迎合 VLF 测试设备的使用者在经济上的要求,因为使用者由此并不必仅有时偶尔对特别长的高压或中压电缆实施 VLF 测试而购置并保有单独一个特别昂贵的根据本发明类型的移动式测试设备。事实上,专门进行高压或中压电缆测试的公司可以分别以相对较低的投入需求逐步购置多个根据本发明的 VLF 测试设备,所述 VLF 测试设备在日常商务活动中对于普通应用情况可以按照单独运行来应用。然而同时,相关的企业由此能够逐步实现根据相应的需要对更长的电缆实施 VLF 测试。由此有利的还在于,一个或多个根据本发明的测试设备的使用者通过出租或租赁至少另一个根据本发明类型的移动式测

试设备来提高为了对特殊检测过程进行 VLF 测试而为所述测试设备提供的电功率,从而在本发明的范畴内最终利用技术手段还为(根据本发明的)VLF 测试设备的使用者提供了经济上的优点。

[0017] 此外,本发明还涉及一种用于对检测对象进行 VLF 测试的系统,所述系统给包括至少两个根据本发明的上述类型的移动式测试设备,其中,所述系统在所有测试设备在并行运行模式下运行时并且在检测对象适当地连接在所有测试设备上时被配置用于,检测设备在由所述检测设备分别产生的用于检测对象的 VLF 测试的交流电压发生同步化的情况下这样协同作用,从而使得所述检测对象同时被施加了所有测试设备的同步化的交流电压。

[0018] 显然,待测试的检测对象为此借助合适的并联电路连接到至少两个测试设备的接头元件上,从而检测对象同时被施加至少两个处于并行运行模式下运行的测试设备的同步化的交流电压,由此在如上所述的情况下由系统的所有测试设备所提供的电功率相加或者说在多个分别具有相同输出功率的测试设备的情况下相应地多倍化。

[0019] 为清楚起见应声明的是,以下所描述的根据本发明的系统的优选改进方案显然也可以被视作根据本发明的测试设备的优选设计方式,只要这些改进方案设计到这样的测试设备或其性质即可。所有以上所阐述的根据本发明的测试设备的方面和优点显然也以相同的方式适用于由多个(也即至少两个)根据本发明的测试设备所组成的根据本发明的系统。

[0020] 在应用根据本发明的系统时,优选至少一个或进一步优选恰好一个在并行运行模式下运行的测试设备被配置用于测量和分析施加在检测对象上的测试电压,为此可以使用还在相关测试设备的单独运行中所使用的测量和分析电路。同样也可以通过多个或所有测试设备对测试电压实施(冗余)测量,然而最终意义不大,因为在并行运行中在所有测试设备上具有相同的测试电压。

[0021] 由于 VLF 测试而在检测对象中(总体)形成的电流可以直接在检测对象上例如借助独立的电流测量装置来测量,或者也可以而且优选地通过本来就存在于单个测试设备中的测量和分析电路来确定。由此也即在所有测试设备处分别单独测得的(测试)电流相加得到了总体上在检测对象处通过测试电压所导致的电流,从而在根据本发明的系统的优选改进方式中规定,在并行运行模式下所有测试设备都被配置用于测量由于测试电压而在相关的测试设备中流动的测试电流。

[0022] 此外,在根据本发明的系统的优选的设计方式中规定,所述系统具有产生及发送同步化信号的(中央)控制单元。

[0023] 所述同步化信号原则上可以以模拟方式或数字方式并且有线连接或无线地被传输,其中,在本发明的范畴内最终仅必须关注的是,所述系统的所有测试设备(所述测试设备通过为此为其所设的通信接口接收涉及的信号)在其并行运行模式下必须配置用于,使由所述测试设备所产生的交流电压根据同步化信号以适宜的方式同步化。

[0024] 此外有利的是,所有在并行运行模式下运行的测试设备可以通过(中央)控制单元被控制,由此能够例如通过控制单元在同时保持同步化的情况下同步改变由所有测试设备所产生的测试电压的电压振幅,例如以便使由所有测试设备要产生的交流电压就其振幅方面逐步且同时地提高至最大电压。在数字同步化信号的情况下,不仅自动地进而优选地

包含时钟脉冲信号和必要时用于具体要设置频率的信息,而且还包含有关由测试设备要给定的电压振幅的信息。

[0025] 在根据本发明的系统的另一个优选改进方案中规定,所述系统具有中央分析单元,所有为了分析 VLF 测试而所需的和由处于并行运行模式下的不同的测试设备所测得的电流值和 / 或电压值被传输给所述中央处理单元。显然,所述系统的所有测试设备都应该具有合适的接口,所述测试设备利用所述接口将相关的信息(无线地或有线连接地)传输给所述分析单元,其中,所述的接口必要时是指相同的通信接口,各个测试设备能利用所述通信接口接收(或发出)同步化信息。在有有线连接的信号传输的情况下,各个测试设备或者说其(通信)接口以合适的方式与控制单元和 / 或分析单元或相互连接。

[0026] 优选地,所述控制单元和 / 或中央分析单元被集成在测试设备或外部设备中。在前者的情况下,则例如包含控制单元的测试设备产生同步化信号,并且通过其用于接收的通信接口利用根据本发明的系统的所有其他测试设备发出同步化信号,从而使相关的测试设备在一定程度上作为“主”测试设备发挥作用。在此,这种“主”测试设备优选还包含中央分析单元,由此通过所述“主”测试设备也能够对由多个测试设备同时实施的 VLF 测试进行中央分析。

[0027] 关于根据本发明的为电压同步化所设置的同步化信号,此外还设置为,所述同步化信号在对检测对象施加(由所有测试设备所产生的)测试电压的过程中并且在此处所进行的 VLF 测试的过程中连续地或迭代地重复。然而同样也可以使用(仅在本身的高压释放或 VLF 测试之前)发出的同步化信号,根据所述同步化信号,之前在其并行运行模式下接通的测试设备例如在使用合适的计时器功能的条件下随着预定振幅和频率的交流电压的形成而可以同时开始,从而由此通过给定产生高压的起始点而可以实现在根据本发明的范畴内的同步化。

[0028] 这种同步化信号可以例如通过接入并行运行模式中的“主”测试设备,利用在测试设备中本来就存在的用于产生用作测试电压的交流电压的装置被实施为具有特有特征的交流电压的形式,由此所述用于产生交流电压的装置同时还被用作用于发送同步化信号的通信接口。该同步化信号则可以通过在其他测试设备中也本来就存在的用于测量和分析施加在检测对象上的测试电压的装置被识别和接收,从而在其他测试设备中,用于测量和分析测试电压的装置同时还被用作用于接收外部的同步化信号的通信接口。该实施方案具有的优点在于,为此在各个测试设备中不必设有额外的通信接口,并且为了同步化信号的有线连接的传输,可以使用为了对检测对象施加测试电压而设置的导体结构或分配器结构,所述导体结构或分配器结构使各个测试设备相互连接。

[0029] 此外,在本发明的范畴内还有利地规定,(中央)控制单元和 / 或中央分析单元集成在外部设备、例如移动式数据处理设备、例如笔记本电脑中,因为为此还能以特别简单的方式实现 VLF 测试的同步化、控制和 / 或分析。

[0030] 如上所述,同步化信号还可以有利地被无线传输,由此显然地,不同的(测试)设备为发出 / 接收同步化信号所设的通信接口必须被配置用于无线通信。在此,所述通信还可以以用于无线通信的通用标准为基础,其中,可以涉及蓝牙、W-LAN(无线局域网)或其他无线电标准。尤其应该提到的是,按照所述标准还可以实现要由测试设备产生的交流电压在时间方面足够精确的同步化,因为所述交流电压具有仅在 0.01 至 1Hz 范围内、优选

0.1Hz 的频率,由此具有在毫秒范围内的精度的同步化是完全足够的。

[0031] 在本发明的范畴内,以特别有利的方式还应该考虑的是,所述系统从给定的至少两个移动式测试设备开始直至所规定的测试设备的最大数量为止,分别可以利用再多一个的根据本发明的测试设备扩展,由此得到了特别灵活地与测量情景相匹配的系统设计。根据本发明的系统可以便捷地逐一扩展测试设备,直至总体提供的电功率足够用于在具体待测试的检测对象上的 VLF 测试。

[0032] 在实际使用中,在本发明范畴内在并行运行模式下运行的 VLF 测试设备的最大数量通过具体的系统设计被限制、例如被限制在 10 至 25 部设备的范围内,从而利用本发明的系统,通过使用在 10 至 25 部测试设备的并行运行模式中分别具有约为 2kW 初始功率的 VLF 测试设备而能提供 20 至 50kW 的电功率。

[0033] 因为待测试的检测对象在并行运行模式中始终要连接在根据本发明的系统的整体测试设备上,有利的是,所述系统为此具有(预制的)分配器结构连同可连接在该分配器结构上的预定最大数量的测试设备,所述分配器结构使在至少两个测试设备上设置的用于检测对象的接头元件与待测试的检测对象以并联方式相连接。

[0034] 此外,在本发明的范畴内应该以适当的方式考虑的是,至少两个测试设备与共同的地电势相连。

[0035] 在根据本发明的系统的优选改进方式中最后规定,各个测试设备被设置用于利用同一测试电压对高压或中压电缆的三相同步实施 VLF 测试,由此能够对三相的高压和/或中压电缆能以特别节约时间的方式进行 VLF 测试。

[0036] 此外,本发明还涉及一种用于利用上述类型的至少两个根据本发明的测试设备或根据本发明的系统对检测对象进行 VLF 测试的方法,所述方法包括以下步骤:

[0037] A) 借助并联电路将检测对象与所有测试设备的相应接头元件相连

[0038] B) 针对所有测试设备激活并行运行模式

[0039] C) 产生并发送同步化信号

[0040] D) 利用所有测试设备同时产生根据同步化信号被同步化的交流电压

[0041] E) 测量并分析施加在检测对象上的测试电压和由此在检测对象中或在各个测试设备中形成的测试电流。

[0042] 应理解的是,在此例如方法步骤(B)和(C)的顺序并不是关键的,并且所有其他在以上已经结合根据本发明的测试设备或根据本发明的系统阐述过的优点和优选设计方式尤其在其功能方式和运行方面同样可以转移到根据本发明的方法中,从而为避免重复而对此加以引用。

[0043] 以下结合附图对本发明的实施方式进一步说明。在此示出

[0044] 图 1 为根据本发明的系统的第一实施例,所述系统包括总共四个根据本发明的测试设备,和

[0045] 图 2 为根据本发明的系统的第二实施例,所述系统包括总共四个根据本发明的测试设备。

[0046] 图 1 以示意图方式示出根据本发明的系统 1 的第一实施例,其在此包括总共四个相同结构的、用于检测对象 3 的 VLF 测试的、根据本发明的移动式测试设备 2,所述检测对象呈具有三相 4、5、6 的被防护的高压或中压电缆的形式,所述高压或中压电缆的通常被实施

为导体编结层 (Leitergeflecht) 的防护层 7 适合连接在接地保护上, 测试设备 2 的接地也处于所述接地保护的电势。

[0047] 各个移动式测试设备 2 在其壳体内 8 通常具有 (未在图中示出的) 用于产生用作测试电压的交流电压的装置, 所述交流电压具有大于等于 1kV 的有效振幅和在 0.01 至 1Hz 范围内的频率。此外, 在各个测试设备 2 上还设有接头元件 9, 用于连接要施加测试电压的检测对象 3, 其中, 此处的各个测试设备 3 被配置用于利用同一测试电压对高压或中压电缆 3 的所有三相 4、5、6 同时实施 VLF 测试。

[0048] 此外, 各个测试设备 2 在其壳体 8 中通常还具有 (未在图中示出的) 用于测量和分析施加在检测对象 3 (或者说其三相 4、5、6) 上的测试电压和由此 (在测试设备 2 内部) 形成的测试电流的装置、也即合适的测量和分析电路。

[0049] 此外, 各个测试设备 2 还具有另外的接头元件 10, 各个测试设备 2 通过该另外的接头元件接地或者说所有的测试设备 2 可以与共同的地电势 11 相连。

[0050] 各个测试设备 2 被配置用于利用由其产生的测试电压在第一运行模式下完全独立实施在检测对象 3 上的 VLF 测试, 也就是说在单独运行时通过产生优选正弦状的 VLF 交流电压 (有效电压 > 1kV; 频率在 0.01 至 1Hz 之间、优选约为 0.1Hz) 对连接在测试设备 2 的接头元件 9 上的检测对象 3 以一般的方式实施 VLF 测试, 有时也以专业上常见的方式实施对损耗因数 ( $\tan \delta$ ) 的确定。

[0051] 为了控制各个处于单独运行中的测试设备 2, 或为了使相应的测试设备 2 在第一运行模式 (单独运行) 与第二运行模式 (并行运行模式) 之间切换, 以及为了显示在 VLF 测试中测得的数据, 各个测试设备 2 在操作区域 12 中具有合适的显示和操作元件。

[0052] 在附图所示的布置中, 其中在此检测对象 3 在并联电路中借助示意性示出的分配器结构 13 连接在所有四个测试设备 2 的接头元件 9 上, 测试设备 2 应全部在其第二运行模式下、也即在并行运行模式下运行。

[0053] 为此设有中央控制单元 14, 所述中央控制单元集成在外部设备 15 (在此为笔记本电脑) 中, 或者说通过所述外部设备构成。中央控制单元 14 配置有无线的通信接口 16 (在此为集成在笔记本电脑 15 中的蓝牙接口), 由中央控制单元 14 产生的同步化信号 S 通过所述无线的通信接口发送给系统 1 的全部测试设备 2, 所述同步化信号 S 作为外部的同步化信号 S 在各个测试设备 2 的与其相适配的通信接口 17 处由其接收。

[0054] 测试设备 2 和同步化信号 S 这样设置, 从而各个测试设备 2 在并行运行模式下能够使由所述测试设备为 VLF 测试而要产生的交流电压 (优选正弦状; 有效电压 > 1kV; 频率在 0.01 至 1Hz 之间、优选约为 0.1Hz) 根据同步化信号 S 在其相位方面 (且有利地还在其频率和电压振幅方面, 如果所述频率和电压振幅没有从各 VLF 测试设备方面被设置成一致的) 同步化。当然, 在此还可以实现同步化信号 S 的有线连接的传输, 为此各个测试设备 2 通过相应的数据和信号导线、有时通过未示出的路由器与中央控制单元 14 相连。

[0055] 在测试设备 2 并行运行时实施的 VLF 测试这样进行, 即, 在所有测试设备 2 切换至并行运行模式且建立检测对象 3 在处于所示并行电路中的所有测试设备 2 上的连接之后, 所有测试设备 2 提供了根据同步化信号 S 且由此相互同步化的 VLF 交流电压, 从而使检测对象 3 同时被施加所有测试设备 2 的 (同步化的) 测试电压, 其中, 在所实施的 VLF 测试过程中, 至少一个测试设备 2 确定在此施加在检测对象 3 上的测试电压, 并且所有测试设备 2

确定由于测试电压而在各个测试设备 2 上产生或者说流动的测试电流。在 VLF 测试本身之前通常进行的负载检测（根据所述负载检测例如可以确定用于 VLF 测试本身的调节参数），可以在本发明的范畴内首先通过所述测试设备 2 中的其中一个实施。

[0056] 在 VLF 测试中获得的有关测试电压和由各个测试设备测得的测试电流的测量数据可以通过各个通信接口 17（所述通信接口为此被设计为双向的）传输给同时作为中央分析单元 18 发挥作用的中央控制单元 14，所述中央控制单元通过以常用方式对测量数据的分析而识别在检测对象 3 中的可能电压击穿，并且必要时实施对检测对象 3 的损耗因数的确定。

[0057] VLF 测试的结果则可以被中央分析单元 18 通过合适的方式示出或发送，所述结果由测得的测试电压和相加的测试电流推导出。

[0058] 示意性示出的、用于使测试设备 2 与检测对象 3 相连的分配器结构 13（所述分配器结构在此还被用作所有测试设备的共同接地部）的点状延伸部表示，根据本发明的系统 1 这样配置，从而使所述系统以简单的方式、也即通过分别仅接入另一个要连接在该并行运行模式中的测试设备 2，而分别以另一个测试设备 2 被扩展，其中，通过中央控制单元 14 的软件的适当设计实现借此待控制的测试设备的自动识别。在实际使用中具有重要意义的是，在此在系统 1 中根据本发明的方式可连接在一起的测试设备 2 的最大数量被限制在例如 10、15、20 或 25 个测试设备 2 的范围内。

[0059] 图 2 示出根据本发明的系统 1' 的第二实施例，其也由总共四个根据本发明的测试设备 2、2' 组成，所述测试设备在多个方面与根据图 1 的测试设备没有区别，从而为避免重复而在相一致的方面引用结合图 1 所阐述的实施方式。

[0060] 与根据图 1 的系统 1 的区别在于，在根据图 2 的系统 1' 中，产生同步化信号 S 的中央控制单元 14 以及中央分析单元 18 未集成在外部设备中，而是集成在所述测试设备 2 中的一个中、也即集成在图 2 右下方所示的测试设备 2' 中。在这一被称为“主机”的测试设备 2' 中，由此其通信接口 17 被配置用于发送同步化信号 S，所述同步化信号则作为外部信号被该系统 1' 的其他所有测试设备 2 通过其各自的通信接口 17 接收。

[0061] 通过同样集成在“主”测试设备 2' 中的分析单元 18 可以将有关所有测试设备 2、2' 的测试电压和测试电流的测量数据通过通常的方式分析或必要时传输给（未示出的）外部设备（例如笔记本电脑）。

[0062] 在此，在主测试设备的（双向的）通信接口 17 处接收由其他测试设备 2 通过其（双向的）通信接口 17 所传输的测量数据，这通过使用合适的通信协议实现。

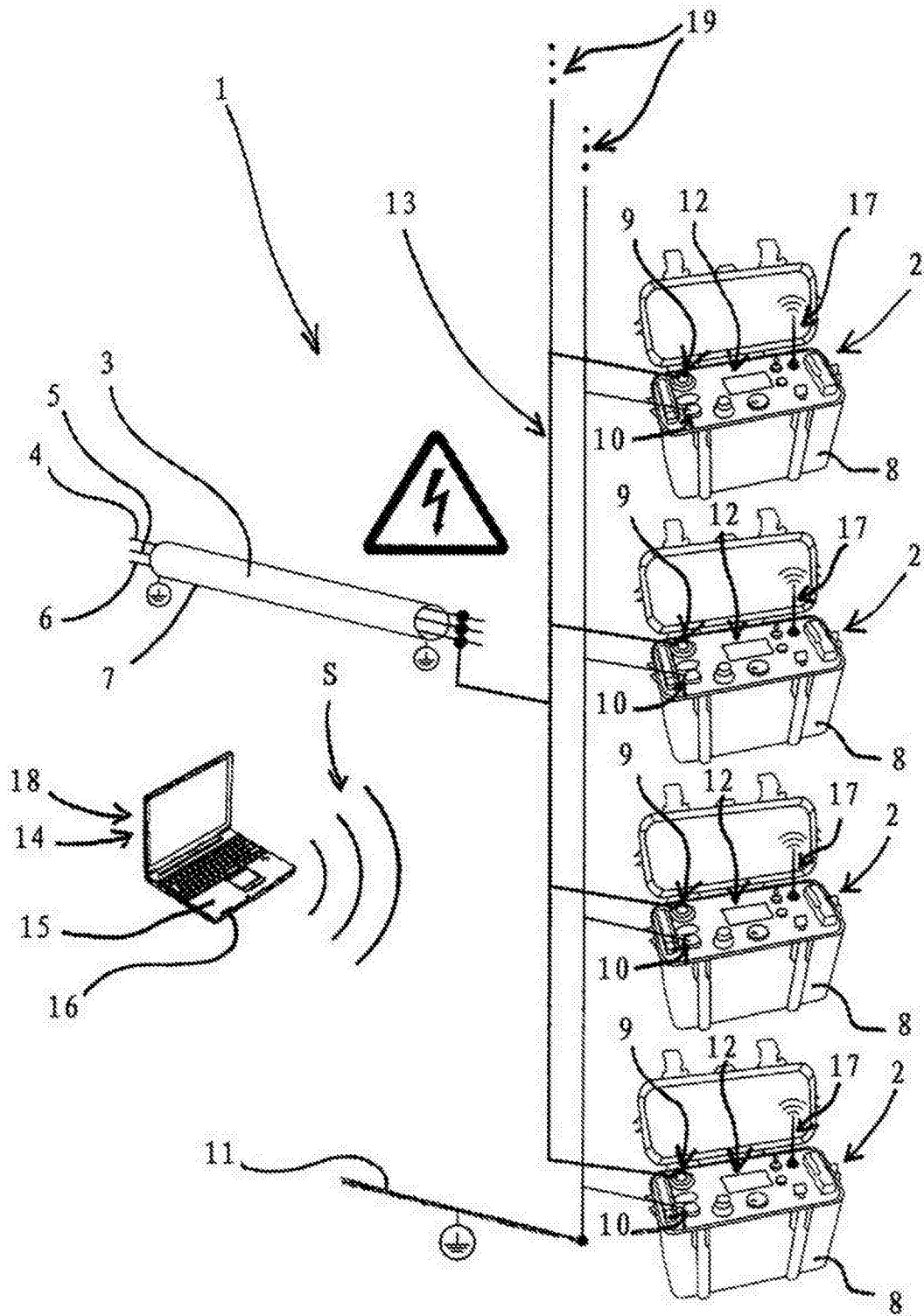


图 1

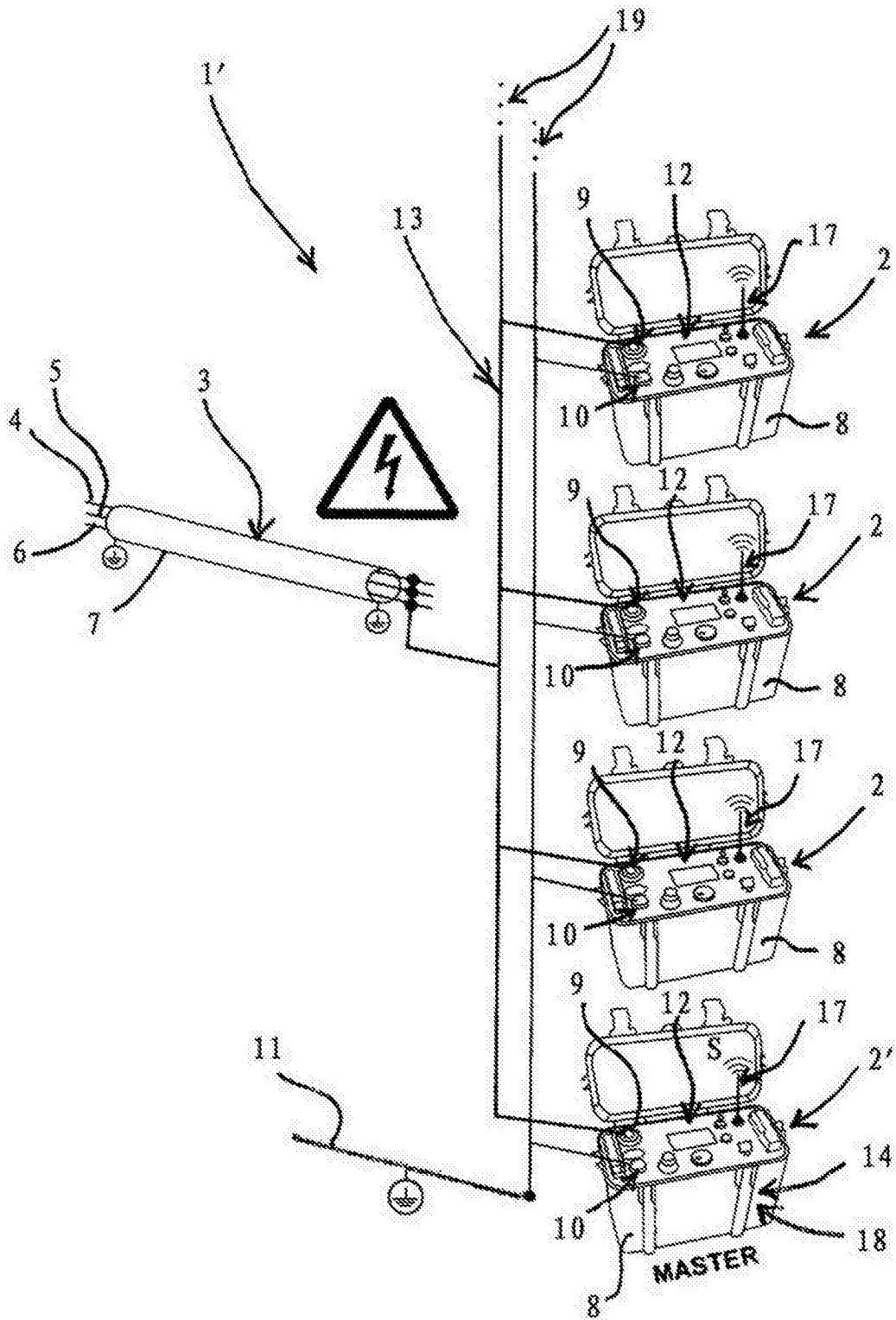


图 2