(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104136929 B
(45)授权公告日 2016.10.26

(21)申请号 201280070266.2
(22)申请日 2012.12.07
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104136929 A
(43)申请公布日 2014.11.05
(30)优先权数据
1103955 2011.12.20 FR
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.08.20
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/FR2012/052829 2012.12.07
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2013/093280 FR 2013.06.27
(73)专利权人 施耐德电器工业公司
地址 法国吕埃-马迈松
(72)发明人 M.布鲁尔
(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
代理人 史新宏
(51)Int.Cl.
G01R 21/06(2006.01)
G01R 21/133(2006.01)
(56)对比文件
WO 2011002735 A1,2011.01.06,
EP 2026299 A1,2009.02.18,
CN 101368985 A,2009.02.18,
US 2011077791 A1,2011.03.31,
CN 101755217 A,2010.06.23,
US 5696695 A,1997.12.09,
US 5828576 A,1998.10.27,
DE 2417503 A1,1974.12.05,
JP 2010279103 A,2010.12.09,
审查员 宋婉甜

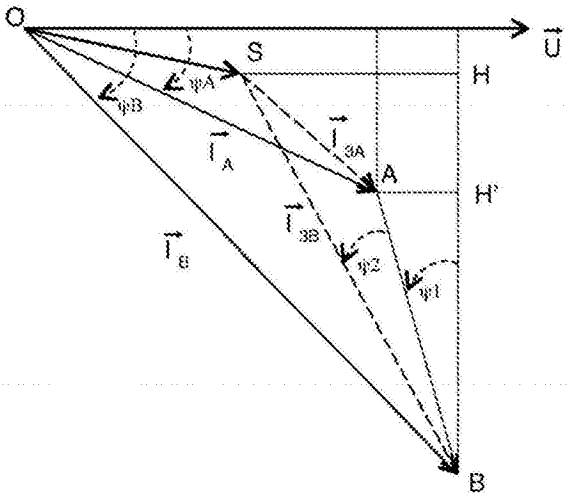
权利要求书4页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

确定电力装置和交流电力装置中的功耗的方法

(57)摘要

按照本发明,将包含并联的几条单独分配支线的一个组与交流电源连接。该方法包含如下步骤:a)检测支线当中的一条特定支线的电耗的变化;以及b)根据在该变化期间基本上恒定的总电压(U)的测量值、该变化之前和之后的总电流的强度和相移值(I_A,I_B,Ψ_A,Ψ_B)的测量值、和该变化之前和之后的特定支线中的单独电流的强度(I_{3A},I_{3B})的测量值确定特定支线的单独功耗。



CN 104136929 B

1.一种确定电力装置(1)中的功耗的方法,在该电力装置(1)中一组并联的几条单独分配支线(4)与交流电源(2)连接,该方法包含及时进行该组几条支线(4)的总供应电压(U)的测量、和该组几条支线(4)的总供应电流(I)的强度和相移值(IA,IB,ΨA,ΨB)的测量以及记录它们的测量值的动作,其特征在于,该方法包含及时进行流入该组的支线当中的一条特定支线(4)中的特定单独电流(I3)的强度(I3A,I3B)的测量以及记录其测量值的动作,按照本发明的方法包含如下步骤:

a)检测特定支线(4)中的电耗的变化;以及

b)使用在该变化期间基本上恒定的总电压(U)的测量值、该变化之前和之后的总电流(I)的强度和相移值(IA,IB,ΨA,ΨB)的测量值、和该变化之前和之后的单独电流(I3)的强度(I3A,I3B)的测量值,确定在特定支线(4)中消耗的特定单独功率。

2.按照权利要求1所述的方法,其特征在于,在步骤b)中,考虑到如下地确定特定单独功率:与变化之前相比,除了该特定单独电流(I3)之外的流入该组的支线(4)中的该组单独电流(I1,I2)在变化完成时总计为基本不变和,以及必须同时满足如下两个条件:

-变化之前的总电流(I)必须基本等于该基本不变和与变化之前的该特定单独电流(I_3)的相加值;以及

-变化之后的总电流(I)必须基本等于该基本不变和与变化之后的该特定单独电流(I_3)的相加值。

3.按照权利要求2所述的方法,其特征在于,步骤b)包含如下分步骤:

b1)使用变化之前和之后的总电流(I)的强度和相移值(I_A,I_B,Ψ_A,Ψ_B)的测量值、和变化之前和之后的特定单独电流(I_3)的强度(I_{3A},I_{3B})的测量值,确定单独电流(I_1,I_2)的所述基本不变和;

b2)确定必须将哪个分量与单独电流(I_1,I_2)的基本不变和相加以获取总电流(I),这个分量决定该特定单独电流(I_3);以及

b3)作为总电压与特定单独电流的乘积地计算特定单独功率。

4.按照权利要求3所述的方法,其特征在于,在分步骤b1)中,如同时符合所述两个条件地确定单独电流(I_1,I_2)的所述基本不变和。

5.按照权利要求4所述的方法,其特征在于,在分步骤b1)中,通过数值求解含有两个未知数的两个方程的如下方程组确定单独电流(I_1,I_2)的所述基本不变和:

$$\begin{cases}(X_A-X_S)^2+(Y_A-Y_S)^2=I_{3A}^2\\(X_B-X_S)^2+(Y_B-Y_S)^2=I_{3B}^2\end{cases}$$

其中I_{3A}^2和I_{3B}^2分别是变化之前的特定单独电流(I_3)的强度的平方的测量值、和变化之后的特定单独电流(I_3)的强度的平方的测量值,

其中X_A和Y_A分别是菲涅耳图中变化之前测量的总电流(I)的矢量表示($\vec{I}_A$)的x轴和y轴分量,

其中X_B和Y_B分别是菲涅耳图中变化之后测量的总电流(I)的矢量表示($\vec{I}_B$)的x轴和y轴分量,以及

其中X_S和Y_S是两个未知数,分别是变化之前和之后,菲涅耳图中单独电流(I_1,I_2)的所述

基本不变和的矢量表示的x轴和y轴分量。

6.按照权利要求2到4的任何一项所述的方法，其特征在于，步骤b)包含如下分步骤：

-借助于如下关系确定强度值AB：

$$AB=\sqrt{I_A^2+I_B^2-2\times I_A\times I_B\times\cos\left(\psi_B-\psi_A\right)}$$

其中I_A和Ψ_A分别是变化之前的总电流(I)的测量强度和相移，以及其中I_B和Ψ_B分别是变化之后的总电流(I)的测量强度和相移，

-借助于如下关系确定角度值Ψ_1：

$$\psi_1=\arcsin\left(\frac{I_B\times\cos\psi_B-I_A\times\cos\psi_A}{AB}\right)$$

-借助于如下关系确定角度值Ψ_2：

$$\psi_2=\arccos\left(\frac{I_{3B}^2+AB^2-I_{3A}^2}{2\times I_{3B}\times AB}\right)$$

其中I_{3A}和I_{3B}分别是变化之前的特定单独电流(I_3)的强度的测量值和变化之后的特定单独电流(I_3)的强度的测量值。

7.按照权利要求6所述的方法，其特征在于，步骤b)包含如下分步骤：

-借助于如下关系确定变化之后的特定单独功率：

$P_{3B}=U\times I_{3B}\times\sin(\psi_1+\psi_2)$

其中P_{3B}和U分别是变化之后的所述特定单独功率、和总电压(U)的测量值。

8.按照权利要求6所述的方法，其特征在于，包含如下步骤：

-借助于如下关系确定变化之后的特定单独电流(I_3)的相移：

$\psi_{3B}=\pi/2-(\psi_1+\psi_2)$

其中Ψ_{3B}是变化之后的特定单独电流(I_3)的相移。

9.按照权利要求1所述的方法，其特征在于，在步骤b)中，消去两个可能解(S,S′)当中的奇异解(S′)。

10.一种交流电力装置，其包含一组并联的几条单独分配支线(4)、和设计成及时进行该组几条支线(4)的总供应电压(U)的测量、和该组几条支线(4)的总供应电流(I)的强度和相移值(I_A,I_B,Ψ_A,Ψ_A)的测量以及记录它们的测量值的监视系统(6,7)，其特征在于，该监视系统(6,7)被设计成及时进行流入该组的支线当中的一条特定支线(4)中的特定单独电流(I_3)的强度(I_{3A},I_{3B})的测量以及记录其测量值，该监视系统包含能够执行如下步骤的计算设备(9)：

a)检测特定支线(4)中的电耗的变化；以及

b)使用在该变化期间基本上恒定的总电压(U)的测量值、该变化之前和之后的总电流(I)的强度和相移值(I_A,I_B,Ψ_A,Ψ_B)的测量值、和该变化之前和之后的特定单独电流(I_3)的强度(I_{3A},I_{3B})的测量值，确定在特定支线(4)中消耗的特定单独功率。

11.按照权利要求10所述的电力装置，其特征在于，该计算设备(9)在步骤b)中，考虑到如下地确定特定单独功率：与变化之前相比，除了该特定单独电流(I3)之外的流入该组的支线(4)中的该组单独电流(I1,I2)在变化完成时总计为基本不变和，以及必须同时满足如下两个条件：

-变化之前的总电流(I)必须基本等于该基本不变和与变化之前的该特定单独电流(I_3)的相加值;以及

-变化之后的总电流(I)必须基本等于该基本不变和与变化之后的该特定单独电流(I_3)的相加值。

12.按照权利要求11所述的电力装置,其特征在于,该计算设备(9)执行的步骤b)包含如下分步骤:

b1)使用变化之前和之后的总电流(I)的强度和相移值(I_A,I_B,Ψ_A,Ψ_B)的测量值、和变化之前和之后的特定单独电流(I_3)的强度(I_{3A},I_{3B})的测量值,确定单独电流(I_1,I_2)的所述基本不变和;

b2)确定必须将哪个分量与单独电流(I_1,I_2)的基本不变和相加以获取总电流(I),这个分量决定该特定单独电流(I_3);以及

b3)作为总电压与特定单独电流的乘积地计算特定单独功率。

13.按照权利要求12所述的电力装置,其特征在于,该计算设备(9)在分步骤b1)中,如同时符合所述两个条件地确定单独电流(I_1,I_2)的所述基本不变和。

14.按照权利要求13所述的电力装置,其特征在于,该计算设备(9)在分步骤b1)中,通过数值求解含有两个未知数的两个方程的如下方程组确定单独电流(I_1,I_2)的所述基本不变和:

$$\begin{cases}(X_A-X_S)^2+(Y_A-Y_S)^2=I_{3A}^2\\(X_B-X_S)^2+(Y_B-Y_S)^2=I_{3B}^2\end{cases}$$

其中I_{3A}^2和I_{3B}^2分别是变化之前的特定单独电流(I_3)的强度的平方的测量值、和变化之后的特定单独电流(I_3)的强度的平方的测量值,

其中X_A和Y_A分别是菲涅耳图中变化之前测量的总电流(I)的矢量表示($\vec{I}_A$)的x轴和y轴分量,

其中X_B和Y_B分别是菲涅耳图中变化之后测量的总电流(I)的矢量表示($\vec{I}_B$)的x轴和y轴分量,以及

其中X_S和Y_S是两个未知数,分别是变化之前和之后,菲涅耳图中单独电流(I_1,I_2)的所述基本不变和的矢量表示的x轴和y轴分量。

15.按照权利要求11到13的任何一项所述的电力装置,其特征在于,该计算设备(9)执行的步骤b)包含如下分步骤:

-借助于如下关系确定强度值AB:

$$AB=\sqrt{I_A^2+I_B^2-2\times I_A\times I_B\times\cos\left(\psi_B-\psi_A\right)}$$

其中I_A和Ψ_A分别是变化之前的总电流(I)的测量强度和相移,以及其中I_B和Ψ_B分别是变化之后的总电流(I)的测量强度和相移,

-借助于如下关系确定角度值Ψ_1:

$$\psi_1=\arcsin\left(\frac{I_B\times\cos\psi_B-I_A\times\cos\psi_A}{AB}\right)$$

-借助于如下关系确定角度值Ψ_2：

$$\psi_2 = \arccos\left(\frac{I_{3B}^2 + AB^2 - I_{3A}^2}{2 \times I_{3B} \times AB}\right)$$

其中I_{3A}和I_{3B}分别是变化之前的特定单独电流(I_3)的强度的测量值和变化之后的特定单独电流(I_3)的强度的测量值。

16.按照权利要求15所述的电力装置，其特征在于，该计算设备(9)执行的步骤b)包含如下分步骤：

-借助于如下关系确定变化之后的特定单独功率：

$P_{3B}=U\times I_{3B}\times \sin(\psi_1+\psi_2)$

其中P_{3B}和U分别是变化之后的所述特定单独功率、和总电压(U)的测量值。

17.按照权利要求15所述的电力装置，其特征在于，该计算设备(9)执行的步骤包含如下步骤：

-借助于如下关系确定变化之后的特定单独电流(I_3)的相移：

$\psi_{3B}=\pi/2-(\psi_1+\psi_2)$

其中Ψ_{3B}是变化之后的特定单独电流(I_3)的相移。

18.按照权利要求10所述的电力装置，其特征在于，该计算设备(9)在步骤b)中，消去两个可能解(S,S′)当中的奇异解(S′)。

确定电力装置和交流电力装置中的功耗的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及确定电力装置中的功耗的方法，在该电力装置中一组并联的几条单独分配支线与交流电源连接。所涉及的方法具有包含及时进行该组几条支线的总供应电压的测量、和这个组的总供应电流的强度和相移值的测量以及记录它们的测量值的动作的类型。

[0002] 本发明还涉及包含一组并联的几条单独分配支线、和设计成及时进行该组几条支线的总供应电压的测量、和这个组的总供应电流的强度和相移值的测量以及记录它们的测量值的监视系统的类型的交流电力装置。

背景技术

[0003] 像其它经济代理机构那样的私人个体正在表明越来越有兴趣掌握它们自己的电耗。这种消耗控制的一个方向基于整个消耗内的不同特定消耗的详细知识。例如，住宅或其它类型的寓所的居住者可能由于加热，由于致力于照明和/或由于一台特定装备而可能对他们的电耗感兴趣，他们自己不满足于只总体知道寓所的总消耗。

[0004] 当前，寓所的居住者一般可以借助于配备了与供电给寓所的公共分配网络的连线的电表了解他们的总电耗。当希望知道，例如，寓所内的一台特定装备的单独消耗时，在连接这台装备的支线上配备电耗表。附图6是代表其中几个电耗表101提供有关构成总电耗的几种单独消耗的信息的当前家庭电力装置的例子的图形。

[0005] 在这个图形6中，标号102表示与公共配电网络连接的变压器。配有电耗表103的线路侧进线将电力装置与这个变压器102连接。与仪表103相同或类似，每个电耗表101配备了到几个负载104的几条配电馈线之一。配备硬连线网络将不同仪表读数传送给分组仪表读数的中央电子测量单元105。

[0006] 电耗表既昂贵又笨重。当希望能够监视装置内的几种单独功耗时，增加电耗表引起的额外成本随之而来，可能构成建立真正单独消耗监视系统的真正阻碍。另外在当前安装在私人住宅中的许多一般配电板中可用空间的缺乏可能阻碍这样增加仪表的可能性。

发明内容

[0007] 本发明的目的至少是能够降低知道交流电力装置内构成总测量电耗的单独电耗的了解成本。

[0008] 按照本发明，这个目的借助于上述类型的方法来实现，其进一步包含及时进行流入该组的支线当中的一条特定支线中的特定单独电流的强度的测量以及记录其测量值的动作。按照本发明的方法包含如下步骤：

[0009] a)检测特定支线中的电耗的变化；以及

[0010] b)使用在该变化期间基本上恒定的总电压的测量值、该变化之前和之后的总电流的强度和相移值的测量值、和该变化之前和之后的单独电流的强度的测量值，确定在特定支线中消耗的特定单独功率。

[0011] 本发明利用了如果将变化之前有关操作的数据与这种变化之后有关操作的数据组合，则可以从在支线中消耗的功率的变化中导出信息的观察。

[0012] 按照本发明的方法使得能够在几条支线当中的一条特定支线中从这条特定支线中的电流的测量值中确定单独功率，如果可获得表示该组支线的总电力供应的数值的话。尤其，在缺乏这条特定支线中的电流的相移的直流测量值的情况下确定在该特定支线中消耗的单独功率，而电功率的直接计算在正弦电流中基于两端之间的电压、在这两端之间流动的电流的强度和电压与电流之间的相移的知识。

[0013] 可获得表征一组并联的几条支线的总电力供应的物理量的测量值是电力分配中的最平常情况。尤其，将几条馈线与连接到公共配电网络的单条进线连接和这条进线配备了电耗表的电力装置就是这种情况。在这样的情况下，按照本发明的方法使要监视消耗的特定支线能够只配备安培表。但是，安培表一般比电功耗表便宜得多和轻巧得多。

[0014] 按照本发明确定电功耗的方法可以独自或组合地包含尤其下文定义的那些当中的一种或多种其它有利特征。

[0015] 有利的是，在步骤b)中，考虑到如下地确定特定单独功率：与变化之前相比，除了该特定单独电流之外的流入该组的支线中的该组单独电流在变化完成时总计为基本不变和，以及必须同时满足如下两个条件：

[0016] -变化之前的总电流必须基本等于该基本不变和与变化之前的该特定单独电流的相加值；以及

[0017] -变化之后的总电流必须基本等于该基本不变和与变化之后的该特定单独电流的相加值。

[0018] 有利的是，步骤b)包含如下分步骤：

[0019] b1)使用变化之前和之后的总电流的强度和相移值的测量值、和变化之前和之后的特定单独电流的强度的测量值，确定单独电流的所述基本不变和；

[0020] b2)确定必须将哪个分量与单独电流的基本不变和相加以获取总电流，这个分量决定该特定单独电流；以及

[0021] b3)作为总电压与特定单独电流的乘积地计算特定单独功率。

[0022] 有利的是，在分步骤b1)中，如同时符合所述两个条件地确定单独电流的所述基本不变和。

[0023] 有利的是，在分步骤b1)中，通过数值求解含有两个未知数的两个方程的如下方程组确定单独电流的所述基本不变和：

[0024] $$\begin{cases}(X_A-X_S)^2+(Y_A-Y_S)^2=I_{3A}^2\\(X_B-X_S)^2+(Y_B-Y_S)^2=I_{3B}^2\end{cases}$$

[0025] 其中I_{3A}^2和I_{3B}^2分别是变化之前的特定单独电流的强度的平方的测量值、和变化之后的特定单独电流的强度的平方的测量值，

[0026] 其中X_A和Y_A分别是菲涅耳(Fresnel)图中变化之前测量的总电流的矢量表示的x轴和y轴分量，

[0027] 其中X_B和Y_B分别是菲涅耳图中变化之后测量的总电流的矢量表示的x轴和y轴分量，以及

[0028] 其中X_S和Y_S是两个未知数，分别是变化之前和之后，菲涅耳图中单独电流的所述基本不变和的矢量表示的x轴和y轴分量。

[0029] 有利的是，步骤b)包含如下分步骤：

[0030] -借助于如下关系确定强度值AB：

[0031] $$AB=\sqrt{I_A^2+I_B^2-2\times I_A\times I_B\times\cos(\psi_B-\psi_A)}$$

[0032] 其中I_A和Ψ_A分别是变化之前的总电流的测量强度和相移，以及其中I_B和Ψ_B分别是变化之后的总电流的测量强度和相移，

[0033] -借助于如下关系确定角度值Ψ_1：

[0034] $$\psi_1=\arcsin\left(\frac{I_B\times\cos\psi_B-I_A\times\cos\psi_A}{AB}\right)$$

[0035] -借助于如下关系确定角度值Ψ_2：

[0036] $$\psi_2=\arccos\left(\frac{I_{3B}^2+AB^2-I_{3A}^2}{2\times I_{3B}\times AB}\right)$$

[0037] 其中I_{3A}和I_{3B}分别是变化之前的特定单独电流的强度的测量值和变化之后的特定单独电流的强度的测量值。

[0038] 有利的是，步骤b)包含如下分步骤：

[0039] -借助于如下关系确定变化之后的特定单独功率：

[0040] $P_{3B}=U\times I_{3B}\times\sin(\psi_1+\psi_2)$

[0041] 其中P_{3B}和U分别是变化之后的所述特定单独功率、和总电压的测量值。

[0042] 有利的是，确定功耗的方法包含如下步骤：

[0043] -借助于如下关系确定变化之后的特定单独电流的相移：

[0044] $\psi_{3B}=\pi/2-(\psi_1+\psi_2)$

[0045] 其中Ψ_{3B}是变化之后的特定单独电流的相移。

[0046] 有利的是，在步骤b)中，消去两个可能解当中的奇异解。

[0047] 此外，本发明的目的是还提供上述类型的电力装置，其监视系统适合及时进行流入该组的支线当中的一条特定支线中的特定单独电流的强度的测量以及记录其测量值，该监视系统包含能够执行如下步骤的计算设备：

[0048] -检测特定支线中的电耗的变化；以及

[0049] -使用在该变化期间基本上恒定的总电压的测量值、该变化之前和之后的总电流的强度和相移值的测量值、和该变化之前和之后的特定单独电流的强度的测量值，确定在特定支线中消耗的特定单独功率。

[0050] 按照本发明的电力装置可以独自或组合地包含一种或多种其它有利特征。尤其，该计算设备有利的是能够执行如上文所定义的方法。

附图说明

[0051] 本发明的其它优点和特征可以从只为了非限制性举例目的给出、和表示在附图中的本发明的特定实施例的如下描述中更清楚地看出，在附图当中：

[0052] -图1是按照本发明的电力装置的简化电路图；

[0053] -图2是在确定构成图1的电力装置的总消耗的单独消耗的范围内实现的方法的操作逻辑的流程图；

[0054] -图3是例示如何执行设计成确定上述单独消耗的按照本发明的方法的步骤的菲涅耳图；

[0055] -图4是承接图3和进一步指示有关包括在执行示意在这个图3中的步骤的第一种方式中的操作的补充细节的菲涅耳图；以及

[0056] -图5是也承接图3和进一步指示有关执行示意在这个图3中的步骤的第二种方式的补充细节的菲涅耳图。

[0057] 附图进一步包括了作为按照本发明的现有技术的电力装置的简化电路图的图6。

具体实施方式

[0058] 适用实现按照本发明的方法的电力装置1表示在图1中。为了清楚起见，对图1作出简化，从中省略了某些传统分组件。尤其，只表示了相线，而未表示中性线。

[0059] 电力装置1可以属于最终消费者，处在像居住建筑物或办公大楼那样，存在要供电的几个不同负载和需要进行电力分配的大楼或建筑物中。这种电力装置1尤其可以是私人住宅的电力装置或居住寓所的电力装置。

[0060] 通过进线3连接和尤其可以是公共配电网络的电源将正弦交流电2供应给电力装置1。

[0061] 有几条馈线与进线3连接。它们的每一条形成其中连接着要供电的负载5、适合并联的几条支线4之一的一部分。在表示的例子中，这些支线4的数量是三条。当然，它们的数量可以不同于三线。

[0062] 进线3配备了电耗表6，电耗表6及时测量表征该组支线4的总电力供应的几个物理量，即，总供应电压U和流入进线3中的总供应电流I的强度和相移值。

[0063] 一条或多条支线4的每一条配备了电流传感器或安培表7。在表示的例子中，安培表7测量每条支线4中的单独电流I_1、I_2、或I_3的强度。标号8表示包括电耗表6和安培表7、包含几种电装置的低压普通面板。

[0064] 计算设备9及时地，即，通过操作电力装置1收集和记录测量仪器，即，电表6和安培表7进行的测量的测量值，该测量仪器借助于箭头10所象征、像赫兹通信那样的无线通信与计算设备9交换。尽管进行无线通信，但测量仪器与计算设备9之间的通信可以是硬连线的或甚至可以是混合的。计算设备9配备了可以与像配置、监视和/或控制计算机那样的外部设备通信的至少一个输入/输出端口11。

[0065] 电耗表6、安培表7和计算设备9一起形成操作电力装置1的整个或部分监视系统。

[0066] 计算设备9执行其逻辑表示在图2中的方法。这种方法适用于由于它们的负载5的性质使功耗逐步发生变化的支线4。换句话说，适合用在在支线4中消耗的功率在两次变化之间基本上稳定的时候。

[0067] 在示意在图2中的方法的第一步骤20中，计算设备9监视影响支线4中的电流的强度和/或电力装置1的总消耗的变化的发生。当检测到这样的变化时，计算设备9转到步骤21，在步骤21中进行过滤以便将明显的和持续的变化与其它不明显的和/或短暂的变化区

分开。

[0068] 明显的变化被定义成大于考虑到像电力装置1的使用类型那样的各种数据选择的预定阈值。持续的变化被定义成具有比预定延时，例如，大约2到3s长的持续时间。在对获知检测的变化是否是明显的和持续的问题接收到否定答案的情况下，计算设备9返回到监视步骤20。在相反情况下，开始执行步骤22。

[0069] 在使用单独电流I_1到I_3的强度的测量值确定了在哪条支线4中在所检测变化的始点发生了功耗变化之后，计算设备9在步骤22中回答新问题。这个问题的目的在于问一下受消耗的变化影响的支线4中的电流在变化之前是否是零。

[0070] 在受消耗的变化影响的支线4中的前单独电流是零的情况下，在步骤23中进行简化计算，该简化计算包括将变化之后在这条支线中消耗的单独功率确定为等于电力装置消耗的和通过电耗表6确定的总功率的变化地或仅仅从表征该组支线4的总电力供应的物理量，即，这种电力供应的电压、强度和相移值的其测量值。

[0071] 如果发生了功耗的变化的支线4中的单独电流在变化之前不是零，则计算设备9执行步骤24，在步骤24中它通过借助于图3的菲涅耳图，以下文说明的方式进行，确定在这条支线4中消耗的新单独功率。

[0072] 这种进行方式考虑了将只有一点或没有谐波失真的基本正弦电流供应给电力装置1。在谐波失真的情况下，计算设备9确定的单独功率将较不精确。

[0073] 至少在展示在下文和/或所附权利要求中的功率计算公式中，所述的电压和强度值是rms(均方根)值。

[0074] 图3更精确地考虑了出现在单独电流I_3流过的支线4中的功耗的变化的情况。图3中的矢量$\vec{U}$所表示，每条支线4的端点上的电压是装置1的总供应电压U。如果对后者没有明显影响，则功耗的变化只有非常小一点。因此，当发生功耗的变化时，考虑不修改这个总电压U。这种变化另一方面的确以与单独电流I_3相同的方式影响总电流I。

[0075] 在图3中，矢量$\vec{I}_A$和$\vec{I}_{3A}$分别是作为处在变化之前的第一时间的相同时间上的总电流I的图形表示和单独电流I_3的图形表示。矢量$\vec{I}_B$和$\vec{I}_{3B}$分别是作为处在变化之后的第二时间的另一个时间上的总电流I的图形表示和单独电流I_3的图形表示。第一和第二时间两者被选择在改变阶段本身之外。换句话说，它们的每一个处在电力装置1的稳定和不变工作阶段中，以便从中排除瞬变。

[0076] 仪表6测量的电压、强度和相移值决定矢量$\vec{U}$、$\vec{I}_A$和$\vec{I}_B$，因此它们是已知的。另一方面不全部测量表征单独电流I_3的物理量。事实上，就这个单独电流I_3而言，将相移排除在外，只测量强度。

[0077] 功率变化只发生在电流I_3流过的支线4中。因此除了单独电流I_3之外，流入其它支线4中的该组单独电流总计为功耗变化之前的第一时间与这种变化之后的第二时间之间的基本不变和。在考虑的例子中，这个总和是电流I_1和I_2的总和。它在图3中的图形表示是矢量$\overrightarrow{OS}$，其中0是正交坐标系的原点。

[0078] 由于这个矢量$\overrightarrow{OS}$在变化之前和之后是相同的，因此必须满足如下两者：

[0079] - $\overrightarrow{OS}+\vec{I}_{3A}=\vec{I}_A(=\overrightarrow{OA})$;以及

[0080] - $\overrightarrow{OS}+\vec{I}_{3B}=\vec{I}_B(=\overrightarrow{OB})$。

[0081] 这通过图3例示出来。

[0082] 矢量$\vec{I}_{3A}$的范数是变化之前的电流强度I_3的测量值I_{3A}。矢量$\vec{I}_{3B}$的范数是变化之后的电流强度I_3的测量值I_{3B}。点S是两个圆圈，即，具有中心A和具有变化之前测量的电流I_3的强度半径I_{3A}的圆圈、和具有中心B和具有变化之后测量的电流I_3的强度半径I_{3B}的圆圈的交点。

[0083] 根据上文，第一进行方式是按如下数值求解含有两个未知数的两个方程的方程组：

[0084] $$\begin{cases}(X_A-X_S)^2+(Y_A-Y_S)^2=I_{3A}^2\\(X_B-X_S)^2+(Y_B-Y_S)^2=I_{3B}^2\end{cases}\qquad(1)$$

[0085] X_A和Y_A是为了清楚起见只表示了原点O的上述正交参考系中矢量$\vec{I}_A$的笛卡儿坐标。

[0086] X_B和Y_B是相同上述正交参考系中矢量$\vec{I}_B$的笛卡儿坐标。

[0087] X_S和Y_S是两个未知数，也是在相同正交参考系中矢量$\overrightarrow{OS}$的笛卡儿坐标。

[0088] 计算设备9可以借助于通过相关收敛准则控制的基于X_S和Y_S的渐变的数学数值求解方法求解含有两个未知数的方程组(1)。

[0089] 例如，点S的数值确定方法可以基于在上述圆圈—具有中心A和强度半径I_{3A}的圆圈和具有中心B和强度半径I_{3B}的圆圈之一上的逐步移动。在圆圈之一上的每一步上，检验该地点是否紧邻另一个圆圈。

[0090] 应当注意到，方程组(1)具有对应于图4中的点S和S′的两个解。点S′对应于必须消去以便只保留与点S相对应的另一个解的物理奇异解。

[0091] 点S′的消除可以通过对点S和S′的每一个计算所观察功率变化之前和之后的有功和无功功率，以及只保留这些功率满足如下准则的两个点S和S′之一来进行：

[0092] -考虑到负载5被认为是消耗而不是供应有功功率，功率变化之前和之后的有功功率必须是正的，以及

[0093] -功率变化之前和之后的无功功率必须具有相同符号，并且与支线4中的一个或几个负载5的性质一致，即，在电容性负载5的情况下是正的，而在电感性负载5的情况下是负的。

[0094] 一旦确定了点S，就可以借助于如下关系容易地确定表征新电流I_3的矢量$\vec{I}_{3B}$和强度和相移值：$\vec{I}_{3B}=\vec{I}_B-\overrightarrow{OS}$。

[0095] 然后，由计算设备9作为矢量$\vec{U}$和$\vec{I}_{3B}$的标积地计算新的，即，在变化之后和在电流I_3流过的支线4中消耗的功率P_{3B}：$P_{3B}=\vec{U}\bullet\vec{I}_{3B}$。这条支线4中的前功率$P_{3A}$也可以以相似方

式，即，借助于关系 $P_{3A}=\vec{U}\bullet\vec{I}_{3A}$ 来计算。

[0096] 图5例示了用在第二进行方式中确定在电流I_3流过的支线4中消耗的功率的几何和三角关系。取代上文阐述的第一进行方式或作为其补充，计算设备9可以实现基于解析计算和现在将加以论述的这种第二进行方式。

[0097] 在可在图5中看见的三角形AOB中，我们得出如下关系：

[0098] $$AB^2=I_A^2+I_B^2-2\times I_A\times I_B\times\cos(angleAOB) \qquad (2)$$

[0099] I_A和I_B分别是前总电流I(变化之前)的强度的测量值和新总电流I(变化之后)的强度的测量值。

[0100] 从关系(2)中，可以导出如下等式：

[0101] $$AB=\sqrt{I_A^2+I_B^2-2\times I_A\times I_B\times\cos(\psi_B-\psi_A)} \qquad (3)$$

[0102] Ψ_A和Ψ_B分别是前总电流I的相移的测量值和新总电流I的相移的测量值。

[0103] 按照第二进行方式，计算设备9借助于等式(3)确定强度值AB。

[0104] 更进一步，我们得出如下关系：

[0105] $P_B-P_A=U\times AB\times\sin(\psi_1)$ (4)

[0106] P_A是变化之前如仪表6所测量、电力装置1，即，该组支线4消耗的前总功率。P_B是变化之后如仪表6所测量、这个电力装置1消耗的新总功率。U是该组支线4的端点上的总电压的测量值。

[0107] 从关系(4)中，可以导出如下等式：

[0108] $$\psi_1=\arcsin\left(\frac{I_B\times\cos\psi_B-I_A\times\cos\psi_A}{AB}\right) \qquad (5)$$

[0109] 按照第二进行方式，计算设备9借助于等式(5)确定角度Ψ_1的数值。

[0110] 在可在图5中看见的三角形ABS中，我们得出如下关系：

[0111] $SA^2=SB^2+AB^2-2\times SB\times AB\times\cos\psi_2$ (6)

[0112] 从关系(6)中，可以导出如下等式：

[0113] $$\psi_2=\arccos\left(\frac{I_{3B}^2+AB^2-I_{3A}^2}{2\times I_{3B}\times AB}\right) \qquad (7)$$

[0114] 按照第二进行方式，计算设备9借助于等式(7)确定角度Ψ_2的数值。

[0115] 更进一步，我们得出如下关系：

[0116] $SH=SB\times\sin(\psi_1+\psi_2)$ (8)

[0117] 从关系(8)中，可以导出如下等式：

[0118] $P_{3B}=U\times I_{3B}\times\sin(\psi_1+\psi_2)$ (9)

[0119] 按照第二进行方式，计算设备9使用等式(9)确定电流I_3流过的支线4中的新单独功率P_{3B}。

[0120] 自然，使用的公式在保持在刚刚所论述的第二进行方式之内的同时，可以给出除了等式(3)、(5)、(7)和(9)之外的另一种形式。例如，可以沿着减少使用的公式的数量的方向组合等式(3)、(5)、(7)和(9)。尤其，可以将等式(3)并入等式(5)中，以及并入等式(7)中，而这些等式(5)和(7)可以并入等式(9)中。

[0121] 计算设备9还可以借助于如下关系确定新电流I_3，即，变化之后的电流I_3的相移Ψ_{3B}：

[0122] $\psi_{3B}=\pi/2-(\psi_1+\psi_2)$ (10)

[0123] 计算设备9还可以确定电流I_3流过的支线4中的前单独功率P_{3A}，即，变化之前消耗的功率。为此，可以使用如下关系：

[0124] $P_{3A}=P_{3B}-(P_B-P_A)$ (11)

[0125] 计算设备9还可以确定电流I_3流过的支线4中的新单独无功功率Q_{3B}，即，变化之后的无功功率。为此，可以使用如下关系：

[0126] $Q_{3B}=U\times I_{3B}\times\cos(\psi_1+\psi_2)$ (12)

[0127] 计算设备9还可以确定电流I_3流过的支线4中的前单独无功功率Q_{3A}，即，变化之前的无功功率。为此，可以使用如下关系：

[0128] $Q_{3A}=Q_{3B}-(Q_B-Q_A)$ (13)

[0129] 与使用数值求解的第一进行方式一样，基于三角求解的第二进行方式给出与图4的点S和S′相对应的两个解。这两个解由公式(5)中的反正弦计算可以贡献正值或负值引起。与第一进行方式一样地在第二进行方式中消去与点S′相对应的奇异解。

[0130] 从上面在单相的情况下对它们的描述中可以看出，可以没有任何特殊困难地将步骤24中的两种可能进行方式移植到多相电流的电子装置的情况。为了清楚起见，下文不详细描述它们到这种多相电流的电子装置的情况的移植。

[0131] 本发明不局限于上文所述的实施例。尤其，不局限于单相交流电的情况，而是相反，也可以在多相电流的电子装置中实现。更进一步，即使上文所述的例子位于低压领域中，本发明的范围除了低压之外，还覆盖中压和高压两者。

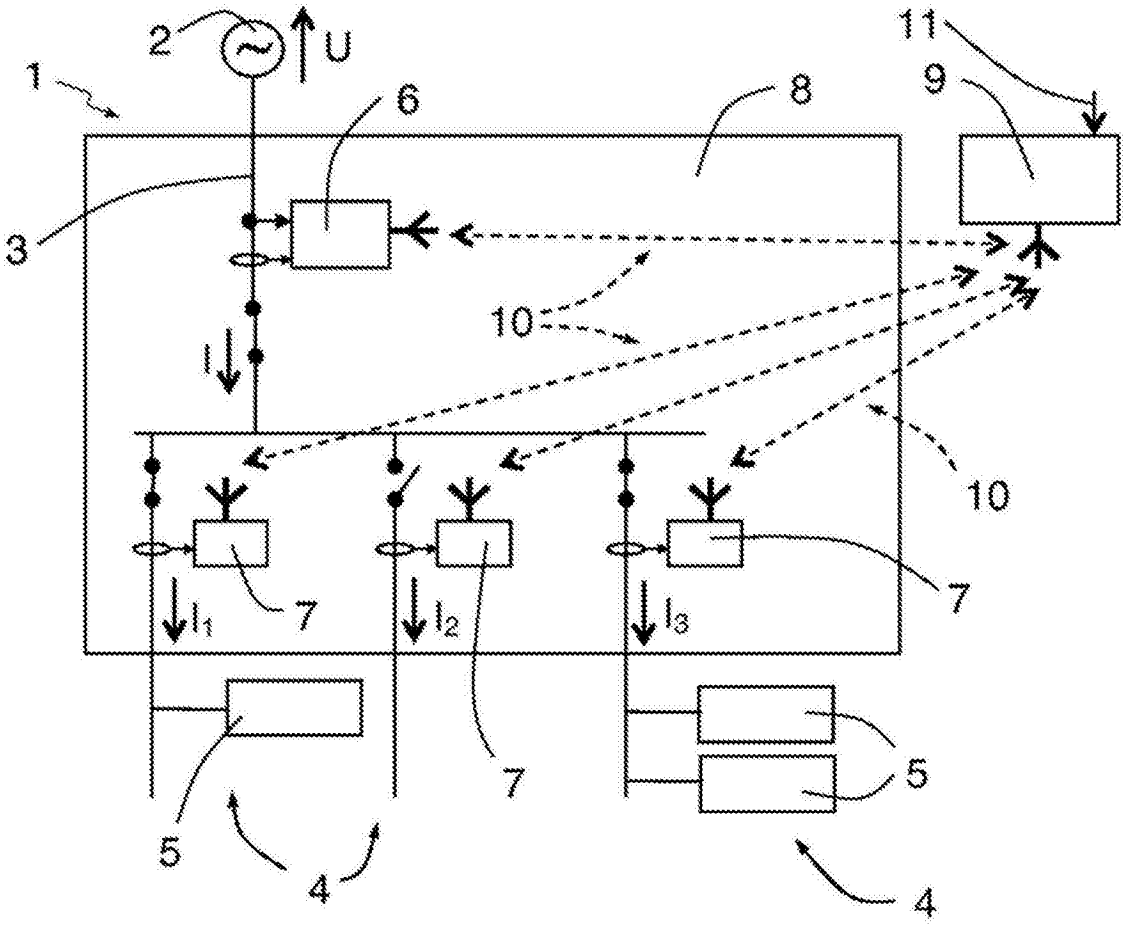


图1

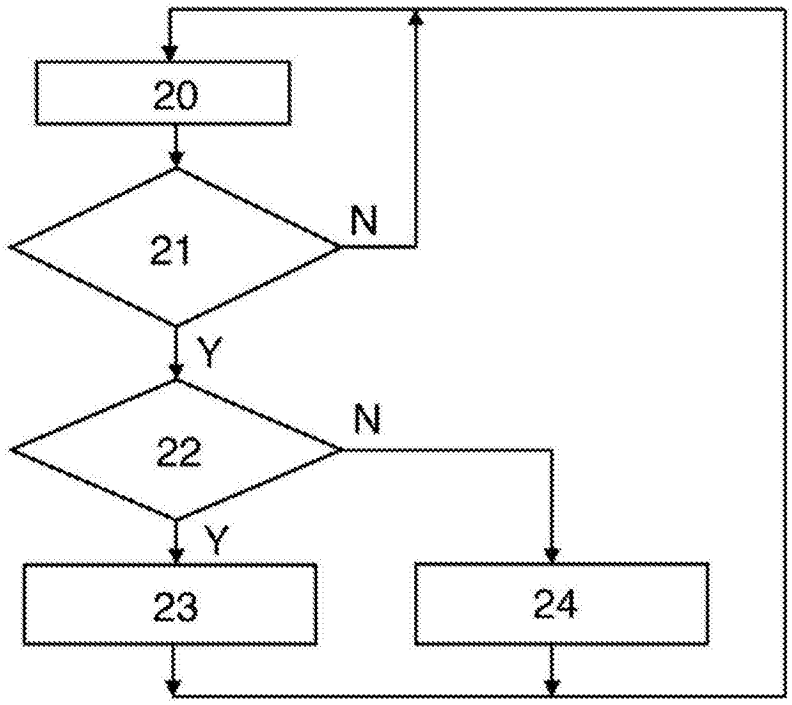


图2

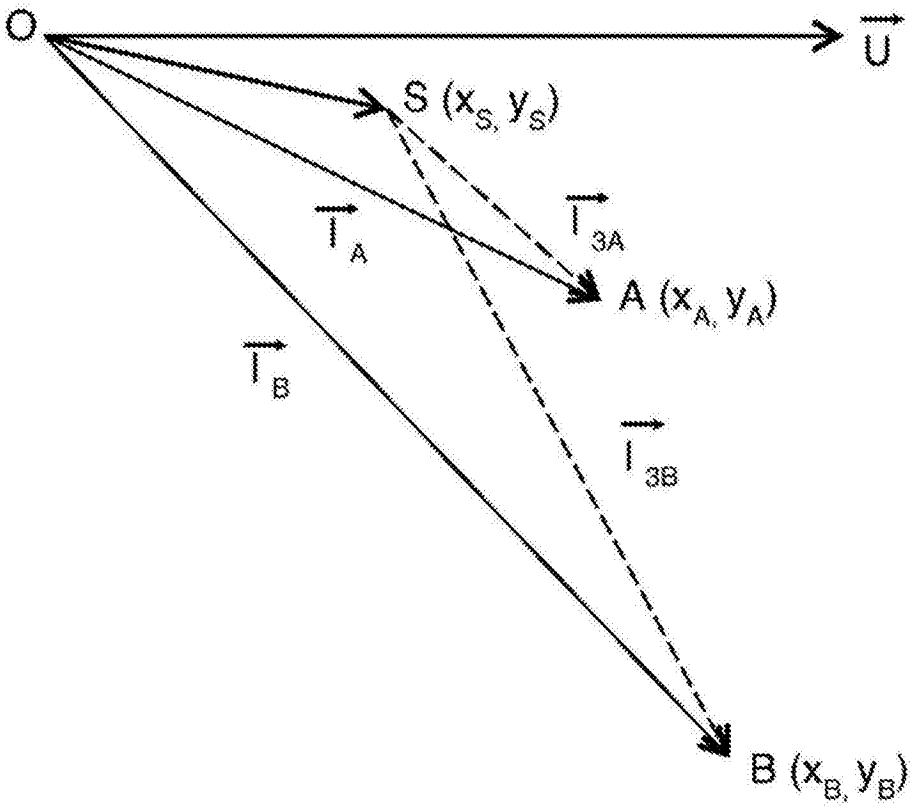


图3

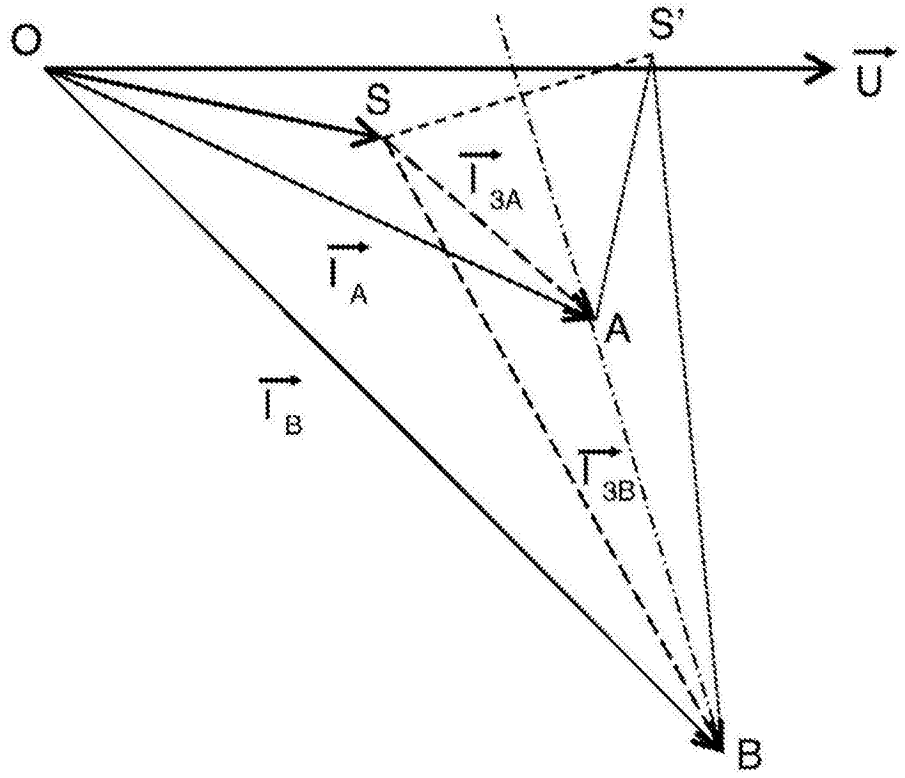


图4

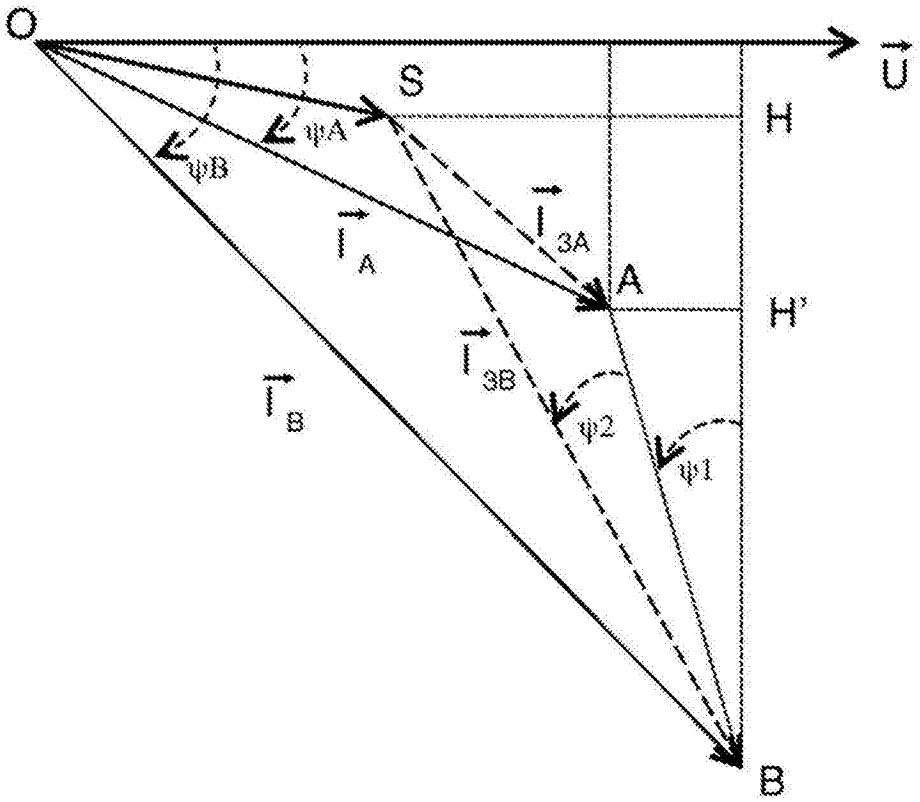


图5

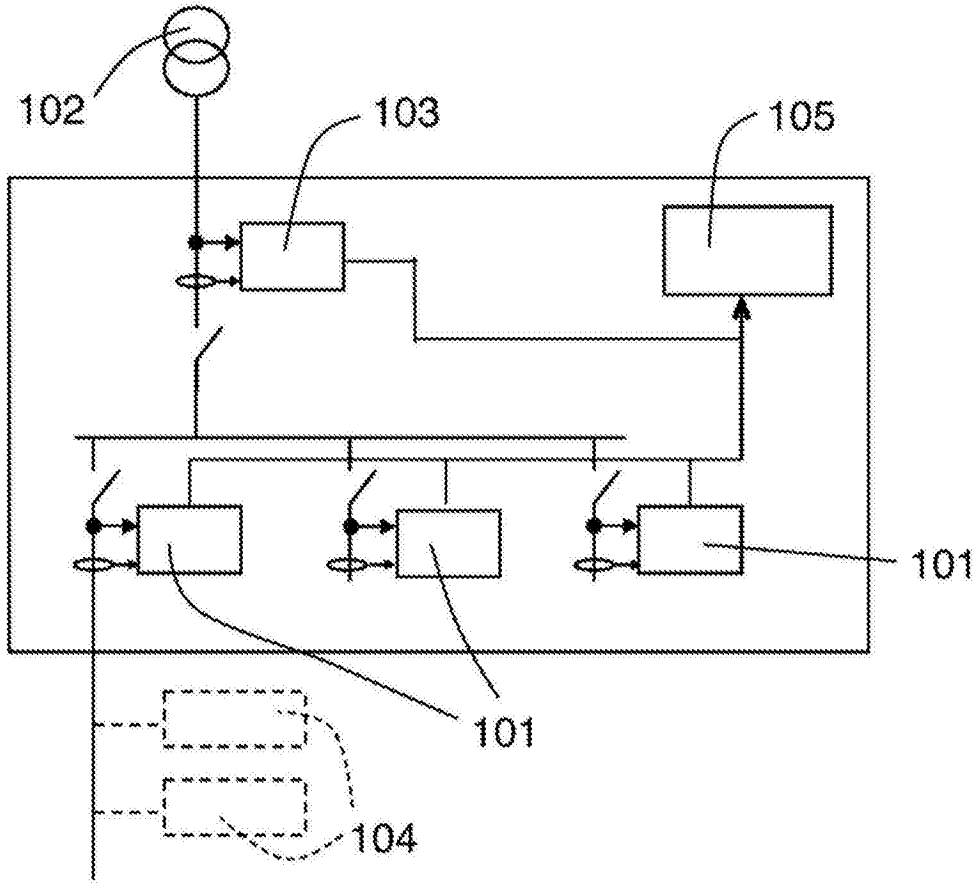


图6