



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101720439 B

(45) 授权公告日 2013. 07. 17

(21) 申请号 200880022915. 5

(22) 申请日 2008. 04. 30

(30) 优先权数据

P200701224 2007. 04. 30 ES

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 12. 30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/ES2008/000296 2008. 04. 30

(87) PCT申请的公布数据

W02008/132258 ES 2008. 11. 06

(73) 专利权人 巴伦西亚理工大学

地址 西班牙巴伦西亚

(72) 发明人 A·卡佐尔拉纳瓦罗 J·吉纳加西亚

V·利昂马蒂尼茨 J·蒙塔纳纳罗米

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 李娜 李家麟

(51) Int. Cl.

G01R 21/06(2006. 01)

G01R 29/16(2006. 01)

G01R 17/02(2006. 01)

(56) 对比文件

Jacques L. Willems. The Apparent Power Concept and the. 《IEEE Transactions on Power Delivery》. 2005, 876 - 884.

Montafiana-Romeu. Measurement of energies associated of power quality with unbalanced and nonsinusoidal voltages in electric power systems. 《14th PSCC》. 2002, 1-4 页.

Leon-Martinez. Phasor Total Unbalance Power: Formulation and. 《Instrument and Measurement》. 2007, session16, Paper3, page1-5.

审查员 钱芸

权利要求书2页 说明书5页 附图4页

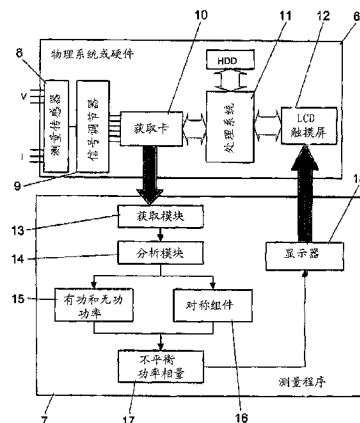
(54) 发明名称

用于测量电气装置中的不平衡功率的方法和实际使用系统以及用于其校准的设备

(57) 摘要

用于测量电气装置或系统的不平衡电位的方法和实际应用系统包括 :i) 获取该装置的每个相位 A、B 和 C 的电压 (V_A, V_B, V_C) 和电强度 (i_A, i_B, i_C) 的即时值, 并且将它们分解成它们的基频分量 (V_{A1}, V_{B1}, V_{C1}), (i_{A1}, i_{B1}, i_{C1}); ii) 获得有效电压和强度值以及电压和强度之间的初始相位差的角度, 并且根据这些有效值获得每个相位的有功 (P_A, P_B, P_C) 和无功 (Q_A, Q_B, Q_C) 电位; iii) 根据下面的表达式通过有功和无功电位, 获得 (4) 相量不平衡电位 $\bar{A}_v = \sqrt{2} (\bar{p} \cdot |P_a + a^2 P_b + a P_c| + \bar{q} \cdot |Q_a + a^2 Q_b + a Q_c|)$, 其中 $a = 1 \angle 120^\circ$, 而 p 和 q 是正交单位相量。本发明还涉及用于校准 (21) 测量该不平衡电位的仪器的设备。

CN 101720439 B



1. 一种测量电气设施或系统的不平衡功率的方法,该方法包括:

i) 获取电气设施或系统的每一个相位 A、B 和 C 的电压 (v_A, v_B, v_C) 和电流 (i_A, i_B, i_C) 的即时值,并且将它们分解成它们在基频的分量 (v_{A1}, v_{B1}, v_{C1}), (i_{A1}, i_{B1}, i_{C1});

ii) 针对基频,获得电压有效值 (V_{A1}, V_{B1}, V_{C1}) 和电流有效值 (I_{A1}, I_{B1}, I_{C1}) 以及电压和电流之间的初始相位移角($\varphi_{A1}, \varphi_{B1}, \varphi_{C1}$);

iii) 从在先前步骤中获得的这些针对基频的有效值开始,根据下面的表达式,获得针对每一个相位的有功功率 (P_A, P_B, P_C) 和无功功率 (Q_A, Q_B, Q_C):

$$P_A = V_{A1} \cdot I_{A1} \cdot \cos \varphi_{A1} \quad Q_A = V_{A1} \cdot I_{A1} \cdot \sin \varphi_{A1}$$

$$P_B = V_{B1} \cdot I_{B1} \cdot \cos \varphi_{B1} \quad Q_B = V_{B1} \cdot I_{B1} \cdot \sin \varphi_{B1}$$

$$P_C = V_{C1} \cdot I_{C1} \cdot \cos \varphi_{C1} \quad Q_C = V_{C1} \cdot I_{C1} \cdot \sin \varphi_{C1}。$$

或可替换地,从所述针对基频的有效值开始,获得针对基频的正序列和基频电压有效值 ($V_{A1+}, V_{B1+}, V_{C1+}$) 以及电压和电流之间的相位移角($\varphi_{A1+}, \varphi_{B1+}, \varphi_{C1+}$),并且根据下面的表达式获得每一个相位的有功功率 (P_A, P_B, P_C) 和无功功率 (Q_A, Q_B, Q_C):

$$P_A = V_{A1+} \cdot I_{A1} \cdot \cos \varphi_{A1+} \quad Q_A = V_{A1+} \cdot I_{A1} \cdot \sin \varphi_{A1+}$$

$$P_B = V_{B1+} \cdot I_{B1} \cdot \cos \varphi_{B1+} \quad Q_B = V_{B1+} \cdot I_{B1} \cdot \sin \varphi_{B1+} \quad P_C = V_{C1+} \cdot I_{C1} \cdot \cos \varphi_{C1+}$$

$Q_C = V_{C1+} \cdot I_{C1} \cdot \sin \varphi_{C1+}$ 以及

iv) 从有功和无功功率开始,根据下面的表达式获得 (4) 不平衡功率相量(\bar{A}_U):

$$\bar{A}_U = \sqrt{2} \left(\bar{p} \cdot |P_A + a^2 P_B + a P_C| + \bar{q} \cdot |Q_A + a^2 Q_B + a Q_C| \right)$$

其中 $a = 1 \mid_{120^\circ}$, p 和 q 是正交单位相量。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于它包括显示在获取模块 (13)、分析模块 (14)、有功和无功功率模块 (15)、相量模块 (17) 和对称模块 (16) 中获得的或者由获取模块 (13)、分析模块 (14)、有功和无功功率模块 (15)、相量模块 (17) 和对称模块 (16) 使用的量值。

3. 一种用于测量电气设施或系统的不平衡功率的系统,该系统包括:

- 获取模块 (13),其被配置成用于获取所述电气设施或系统的每个相位 A、B、C 的电压 (v_A, v_B, v_C) 和电流 (i_A, i_B, i_C) 的即时值,并且将它们分解成它们在基频的分量 (v_{A1}, v_{B1}, v_{C1}), (i_{A1}, i_{B1}, i_{C1});

- 分析模块 (14),其被配置成用于获得针对基频的电压有效值 (V_{A1}, V_{B1}, V_{C1}) 和电流有效值 (I_{A1}, I_{B1}, I_{C1}) 以及电压和电流之间的相位移角($\varphi_{A1}, \varphi_{B1}, \varphi_{C1}$);

- 有功和无功功率模块 (15),其被配置成用于从在先前步骤中获得的这些针对基频的有效值开始,根据下面的表达式,获得针对每一个相位的有功功率 (P_A, P_B, P_C) 和无功功率 (Q_A, Q_B, Q_C):

$$P_A = V_{A1} \cdot I_{A1} \cdot \cos \varphi_{A1} \quad Q_A = V_{A1} \cdot I_{A1} \cdot \sin \varphi_{A1}$$

$$P_B = V_{B1} \cdot I_{B1} \cdot \cos \varphi_{B1} \quad Q_B = V_{B1} \cdot I_{B1} \cdot \sin \varphi_{B1}$$

$$P_C = V_{C1} \cdot I_{C1} \cdot \cos \varphi_{C1} \quad Q_C = V_{C1} \cdot I_{C1} \cdot \sin \varphi_{C1}。$$

或可替换地,该系统还包括对称模块 (16),其被配置成针对基频,获得正序列和基频电

压有效值 ($V_{A1+}, V_{B1+}, V_{C1+}$) 以及电压和电流 (I_{A1}, I_{B1}, I_{C1}) 之间的相位移角 ($\varphi_{A1+}, \varphi_{B1+}, \varphi_{C1+}$), 并且所述有功和无功功率模块 (15) 根据下面的表达式计算针对每一个相位的有功功率 (P_A, P_B, P_C) 和无功功率 (Q_A, Q_B, Q_C):

$$P_A = V_{A1+} \cdot I_{A1} \cdot \cos \varphi_{A1+} \quad Q_A = V_{A1+} \cdot I_{A1} \cdot \sin \varphi_{A1+}$$

$$P_B = V_{B1+} \cdot I_{B1} \cdot \cos \varphi_{B1+} \quad Q_B = V_{B1+} \cdot I_{B1} \cdot \sin \varphi_{B1+}$$

$$P_C = V_{C1+} \cdot I_{C1} \cdot \cos \varphi_{C1+} \quad Q_C = V_{C1+} \cdot I_{C1} \cdot \sin \varphi_{C1+} ;$$

- 相量模块 (17), 其被配置成从有功和无功功率的值开始, 根据下面的表达式获得不平衡功率相量 (\bar{A}_U):

$$\bar{A}_U = \sqrt{2} (p \cdot |P_A + a^2 P_B + a P_C| + q \cdot |\bar{Q}_A + a^2 \bar{Q}_B + a \bar{Q}_C|)$$

其中 $a = 1 \angle_{120^\circ}$, 而 p 和 q 是正交单位相量。

4. 根据权利要求 3 所述的系统, 其特征在于该系统包括在获取模块 (13)、分析模块 (14)、有功和无功功率模块 (15)、相量模块 (17) 和对称模块 (16) 中获得的或者由获取模块 (13)、分析模块 (14)、有功和无功功率模块 (15)、相量模块 (17) 和对称模块 (16) 使用的量值的显示模块 (18)。

5. 一种用于电气设施或系统的不平衡功率的测量仪器的校准器设备 (21), 该校准器设备包括:

- 稳定的、平衡的和正弦三相供电电源 (19); 以及

- 由无源元件形成的至少一个不平衡功率的标准不平衡电路 (20), 所述不平衡功率的标准不平衡电路 (20) 包括由电子转换器形成的线圈 (L_{ip}, L_{ip}) 和电容器 (C_{ip}, C_{ip}) 或其等价物, 这些元件的值是不平衡功率相量 (\bar{A}_U) 的模数的函数, 该不平衡功率相量 (\bar{A}_U) 如先前任何一项权利要求所指示的那样计算。

用于测量电气装置中的不平衡功率的方法和实际使用系统 以及用于其校准的设备

技术领域

[0001] 本发明总体上涉及针对电气设施中的不平衡现象的测量仪器的测量和校准,并且更特别地涉及具有三条和四条导线的三相电气系统。

背景技术

[0002] 不平衡功率是技术文献中公知的概念,并且是量化电气设施中的不平衡现象影响的量值。考虑到关于电功率而建立的不同理论,已开发了针对此不平衡功率的不同公式,这些公式仅给出其量值,一实数。该不平衡功率不守恒,换句话说,它不遵循能量守恒定律,并且因此电气设施的不平衡功率不等于对应于其每个组件元件的不平衡功率的和。这大大限制和阻碍了其对工业实践中的不平衡影响的测量的应用。

[0003] 现在还知道技术文献中复数形式的不平衡功率的公式。已被本发明的创作者称为“不平衡功率相量”的这一量值容许通过知晓电气设施的组件部分的不平衡来确定在该任何电气设施中的不平衡功率值。要求保护的测量系统和方法容许实施这一功能。

[0004] 此外,在工业实践中还不知道由无源元件形成的不平衡功率的测量仪器的校准器。

发明内容

[0005] 分别根据权利要求 1、2 和 6,本发明涉及用于测量电气设施的不平衡功率的方法和系统以及用于其校准的设备。在从属权利要求中限定该方法和系统的优选实施例。

[0006] 为了实现这个,作为最基本的贡献建立了“不平衡功率相量 (imbalance power phasor)”的概念,它是一个量值,其模数是不平衡功率,并且其辐角指示相位或多个相位(在该相位不平衡最大)以及是否电阻性负载或电抗性负载具有对该不平衡的较大影响。该新量值是复数而不是实数,其中,其特性中的一个特性是电气系统或设施的不平衡功率相量等于每一个电气系统或设施的部分的不平衡功率相量的和,这显著地简化了系统的总不平衡功率值的获得。

[0007] 当前在技术文献中不知道该“不平衡功率相量”量值,并且因此对商业设备和研究等级处存在的设备二者的不平衡功率的测量设备都不能基于其子系统或组件部分的每一个来获得该系统的的天不平衡功率值。

[0008] 本发明提供了一种用于测量电气系统或设施的不平衡功率(被表示为具有模数和辐角的复数的量值)的方法和系统,由此克服上面提到的限制。复数形式的不平衡功率的公式使得对于电气设施或系统的总不平衡功率相量有可能等于其每个元件的不平衡功率相量的和,这样一来,有可能从其每个组件中的不平衡值开始来获得一部分电气设施中的不平衡的值和影响。

[0009] 根据本发明的第一方面,其涉及一种测量电气设施或系统的不平衡功率相量的方法,该方法包括:

[0010] i) 获取电气设施或系统的每一个相位 A、B 和 C 的电压 (v_A, v_B, v_C) 和电流 (i_A, i_B, i_C) 的即时值, 并且将它们分解成它们在基频的分量 (v_{A1}, v_{B1}, v_{C1}), (i_{A1}, i_{B1}, i_{C1});

[0011] ii) 获得电压和电流的有效值以及电压和电流之间的初始相位移的角度, 并且从这些有效值开始获得每一个相位的有功功率 (P_A, P_B, P_C) 和无功功率 (Q_A, Q_B, Q_C);

[0012] iii) 从有功和无功功率开始, 根据下面的表达式, 获得平衡功率相量(\bar{A}_U):

$$[0013] \quad \bar{A}_U = \sqrt{2} (\bar{p} \cdot |P_A + a^2 P_B + a P_C| + \bar{q} \cdot |Q_A + a^2 Q_B + a Q_C|),$$

[0014] 其中 $a = 1|_{120^\circ}$ (即模数等于 1 且辐角等于 120°), 且 p 和 q 是正交单位相量。

[0015] 根据发明方法的一个可能的实施例, 在步骤 ii) 中针对基频获得电压有效值 (V_{A1}, V_{B1}, V_{C1}) 和电流有效值 (I_{A1}, I_{B1}, I_{C1}) 以及电压和电流之间的相位移角 ($\varphi_{A1}, \varphi_{B1}, \varphi_{C1}$); 并且根据下面的表达式计算每一个相位的有功功率 (P_A, P_B, P_C) 和无功功率 (Q_A, Q_B, Q_C):

$$[0016] \quad P_A = V_{A1} \cdot I_{A1} \cdot \cos \varphi_{A1} \quad Q_A = V_{A1} \cdot I_{A1} \cdot \sin \varphi_{A1}$$

$$[0017] \quad P_B = V_{B1} \cdot I_{B1} \cdot \cos \varphi_{B1} \quad Q_B = V_{B1} \cdot I_{B1} \cdot \sin \varphi_{B1}$$

$$[0018] \quad P_C = V_{C1} \cdot I_{C1} \cdot \cos \varphi_{C1} \quad Q_C = V_{C1} \cdot I_{C1} \cdot \sin \varphi_{C1}$$

[0019] 可替换地, 在步骤 ii) 中获得针对基频正序列和基频电压的有效值 ($V_{A1+}, V_{B1+}, V_{C1+}$) 和电压和电流 (I_{A1}, I_{B1}, I_{C1}) 之间的相位移角 ($\varphi_{A1+}, \varphi_{B1+}, \varphi_{C1+}$); 并且根据下面的表达式计算每一个相位的有功功率 (P_A, P_B, P_C) 和无功功率 (Q_A, Q_B, Q_C):

$$[0020] \quad P_A = V_{A1+} \cdot I_{A1} \cdot \cos \varphi_{A1+} \quad Q_A = V_{A1+} \cdot I_{A1} \cdot \sin \varphi_{A1+}$$

$$[0021] \quad P_B = V_{B1+} \cdot I_{B1} \cdot \cos \varphi_{B1+} \quad Q_B = V_{B1+} \cdot I_{B1} \cdot \sin \varphi_{B1+}$$

$$[0022] \quad P_C = V_{C1+} \cdot I_{C1} \cdot \cos \varphi_{C1+} \quad Q_C = V_{C1+} \cdot I_{C1} \cdot \sin \varphi_{C1+}$$

[0023] 根据本发明的第二个方面, 其涉及用于测量电气设施或系统的不平衡功率的系统, 该系统包括:

[0024] - 获取模块, 其被配置成用于获取所述电气设施的每个相位 A、B、C 的电压 (v_A, v_B, v_C) 和电流 (i_A, i_B, i_C) 的即时值;

[0025] - 分析模块, 其被配置成用于针对基频获得电压的有效值 (V_{A1}, V_{B1}, V_{C1}) 和电流的有效值 (I_{A1}, I_{B1}, I_{C1}) 以及电压和电流之间的相位移角 ($\varphi_{A1}, \varphi_{B1}, \varphi_{C1}$);

[0026] - 有功和无功功率模块, 其被配置成用于获得对于每一个相位的有功功率 (P_A, P_B, P_C) 和无功功率 (Q_A, Q_B, Q_C);

[0027] - 相量模块, 其被配置成根据下面的表达式从有功和无功功率的值开始获得极形式或二项式形式的复数或不平衡功率相量(\bar{A}_U):

$$[0028] \quad \bar{A}_U = \sqrt{2} (\bar{p} \cdot |P_A + a^2 P_B + a P_C| + \bar{q} \cdot |Q_A + a^2 Q_B + a Q_C|)$$

[0029] 其中 $a = 1|_{120^\circ}$, p 和 q 是正交单位相量。

[0030] 根据本发明的优选实施例, 有功和无功功率模块根据下面的表达式计算这些功率:

$$[0031] \quad P_A = V_{A1} \cdot I_{A1} \cdot \cos \varphi_{A1} \quad Q_A = V_{A1} \cdot I_{A1} \cdot \sin \varphi_{A1}$$

$$[0032] \quad P_B = V_{B1} \cdot I_{B1} \cdot \cos \varphi_{B1} \quad Q_B = V_{B1} \cdot I_{B1} \cdot \sin \varphi_{B1}$$

$$[0033] \quad P_C = V_{C1} \cdot I_{C1} \cdot \cos \varphi_{C1} Q_C = V_{C1} \cdot I_{C1} \cdot \sin \varphi_{C1}$$

[0034] 根据另一个可能的实施例,该系统另外还包括对称模块,其被配置成针对基频获得正序列和基频电压有效值 (V_{A1+} , V_{B1+} , V_{C1+}) 以及电压和电流之间的相位移角 (φ_{A1+} , φ_{B1+} , φ_{C1+}); 并且在这种情况下,有功和无功功率模块根据下面的表达式计算它们:

$$[0035] \quad P_A = V_{A1+} \cdot I_{A1} \cdot \cos \varphi_{A1+} Q_A = V_{A1+} \cdot I_{A1} \cdot \sin \varphi_{A1+}$$

$$[0036] \quad P_B = V_{B1+} \cdot I_{B1} \cdot \cos \varphi_{B1+} Q_B = V_{B1+} \cdot I_{B1} \cdot \sin \varphi_{B1+}$$

$$[0037] \quad P_C = V_{C1+} \cdot I_{C1} \cdot \cos \varphi_{C1+} Q_C = V_{C1+} \cdot I_{C1} \cdot \sin \varphi_{C1+}$$

[0038] 该系统还优选地包括显示模块,其被配置成表示在构成该系统的不同模块中获得的或由构成该系统的不同模块使用的一个或多个量值。

[0039] 根据本发明的另一个方面,其涉及用于测量电气设施或系统的不平衡功率的系统,该系统包括:

[0040] - 稳定的、平衡的和正弦三相供电电源,其负责供应能量,该能量对应于因不平衡而引起的低效率;以及

[0041] - 由无源元件、线圈和电容器形成的至少一个标准不平衡电路或由电子转换器形成的其等价物,这些元件的值是不平衡功率相量 (\bar{A}_U) 的模数的函数,这如上面所指示的那样计算。

[0042] 用于不平衡功率的标准电路或多个电路吸收被校准成预设值的的不平衡电流。

[0043] 与无论是否可在市场上获得的不适合用于工业情形的其它可能的电子校准器相比,这些校准设备有助于不平衡功率测量的简化、经济以及物理基础。

附图说明

[0044] 为了补充将要进行的描述并且为了实现便于更好地理解本发明的特性的目的,根据本发明的实际实施例的优选实例,在说明而非限制的基础上,在下面描绘了包括为本说明书的一个集成部分的一组附图:

[0045] 图 1 是示出发明方法的操作序列的示意图;

[0046] 图 2 是描绘用于测量本发明的不平衡功率相量的设备的可能实施例的示意图;

[0047] 图 3 是描绘不平衡功率的校准器的可能结构的示意图;

[0048] 图 4 是描述用于获得不平衡功率相量的可能方法的示意图;

[0049] 图 5 是用于确定不平衡功率相量的可能可替换方法的示意图;以及

[0050] 图 6 是示出对校准不平衡功率的标准的布置的示意图。

具体实施方式

[0051] 如图 1 所示,作为本发明的目标,一种用于测量电气设施中的不平衡功率相量的方法的可能实施例包括下面的操作:

[0052] - 数字处理 1 由物理系统 6 (见图 2) 获得的采样信号以用于测量和获取来自设备的电信号,对于每个相位获得基频处电压和电流的初始相位和有效值的矩阵,对于电压和电流的每个相位具有总共六个矩阵。

[0053] - 利用这些矩阵, 获得 (在 3 中) 具有用于正序列电压的矩阵的正序列分量的有效值和初始相位的矩阵。

[0054] - 从针对基频的电压和电流的有效值和初始相位的矩阵开始, 对于每个相位获得有功和无功功率 2。

[0055] - 从有功和无功功率开始, 根据下面进一步陈述的表达式 [1] (在 4 中) 获得不平衡功率相量。

[0056] - 在显示设备中显示 5 在该方法期间所使用的不平衡功率相量的图形和数字信息以及物理量值的某些值。

[0057] 如图 2 所示的用于实践测量方法的设备由用于测量和获取电信号的物理系统 6 (硬件) 和用于测量电功率的程序构成。

[0058] 物理系统 6 包括: 用于电压和电流的一些测量传感器 8, 其测量它们的即时值; 一些信号调节器 9, 其使来自每个传感器的次级的电流适应于获取卡的模拟输入端的适用电压; 将用于电压和电流的模拟信号转换成被用作测量程序中的输入的一系列离散采样的所述获取卡 10 或等同设备; 具有母板的处理系统 11, 在所述母板中插入所述获取卡 10 以使得电压和电流信号的离散采样可以被变换成测量程序 7; 以及触摸屏或显示设备 12, 在其中显示波形上的所有信息以及与不平衡功率相量的测量相关的所有电量值的值: 电压、电流、有功和无功功率、对称组件以及能量的不平衡功率相量。

[0059] 测量程序 7 包括下面的模块:

[0060] - 获取模块 13, 其获取电压和电流的采样并且将它们存储在用于它们中的每一个的向量。

[0061] - 分析模块 14, 其基于在先前模块中获得的采样获得对于基频的以有效值以及相位的形式的电压和电流的矩阵; 还通过数值积分获得每个相位的所有电压和电流的有效值。

[0062] - 对称模块 16, 其基于在先前模块中获得的矩阵获得针对基频的以电压的有效值以及电压相位的形式的正序列分量的矩阵。

[0063] - 有功和无功功率模块 15, 其负责为电气设施的每种类型的拓扑结构获得有功和无功功率的值。

[0064] - 不平衡功率相量模块 17, 其负责获得不平衡功率相量的值。

[0065] 此外, 说明上述的典型应用是在城镇或工厂的一个转换中心中获得不平衡功率相量的过程。

[0066] 图 4 示意性地示出了对于所述量值的一个可能的计算过程。记录不同相位的电压 (v_A, v_B, v_C) 和电流 (i_A, i_B, i_C) 的即时值, 并且被分解成其在基频 50/60Hz 处的分量 (v_{A1}, v_{B1}, v_{C1}), (i_{A1}, i_{B1}, i_{C1}), 并且分解成其谐波分量。然后, 获得基频相位电压和电流的有效值以及相位移角 (V_{A1}, V_{B1}, V_{C1})、(I_{A1}, I_{B1}, I_{C1})、($\varphi_{A1}, \varphi_{B1}, \varphi_{C1}$)。利用这些值, 根据下面的表达式获得每个相位的有功功率 (P_A, P_B, P_C) 和无功功率 (Q_A, Q_B, Q_C):

$$[0067] \quad P_A = V_{A1} \cdot I_{A1} \cdot \cos \varphi_{A1} \quad Q_A = V_{A1} \cdot I_{A1} \cdot \sin \varphi_{A1}$$

$$[0068] \quad P_B = V_{B1} \cdot I_{B1} \cdot \cos \varphi_{B1} \quad Q_B = V_{B1} \cdot I_{B1} \cdot \sin \varphi_{B1}$$

$$[0069] \quad P_C = V_{C1} \cdot I_{C1} \cdot \cos \varphi_{C1} \quad Q_C = V_{C1} \cdot I_{C1} \cdot \sin \varphi_{C1}$$

[0070] 最后,将每个相位的有功和无功功率代入到下面的不平衡功率相量(\bar{A}_U)的表达式中:

$$[0071] \quad \bar{A}_U = \sqrt{2} \left(p \cdot |P_A + a^2 P_B + a P_C| + \bar{q} \cdot |\bar{Q}_A + a^2 \bar{Q}_B + a \bar{Q}_C| \right) \quad [1]$$

[0072] 该表达式是原始的,并且其中 $a = 1 \angle_{120^\circ}$,而 p 和 q 是正交单位相量。

[0073] 如图 5 图解地示出,用于利用非常好的近似而获得不平衡功率相量的另一个可替换方法包括从基频相位电压的对称分量开始计算每个相位的有功和无功功率。对于上面的情况,记录不同相位的电压 (v_A, v_B, v_C) 和电流 (i_A, i_B, i_C) 的即时值,并且分解成其在基频 50/60Hz 处的分量 (v_{A1}, v_{B1}, v_{C1}), (i_{A1}, i_{B1}, i_{C1}), 并且被分解成其谐波分量。应用 Stokvis-Fortescue 的表达式,获得正序列和基频电压有效值 ($V_{A1+}, V_{B1+}, V_{C1+}$), 以及这些电压和基频电流的相位移角 ($\varphi_{A1+}, \varphi_{B1+}, \varphi_{C1+}$); 并且从这些开始,根据下面的表达式获得有功功率 (P_A, P_B, P_C) 和无功功率 (Q_A, Q_B, Q_C):

$$[0074] \quad P_A = V_{A1+} \cdot I_{A1} \cdot \cos \varphi_{A1+} \quad Q_A = V_{A1+} \cdot I_{A1} \cdot \sin \varphi_{A1+}$$

$$[0075] \quad P_B = V_{B1+} \cdot I_{B1} \cdot \cos \varphi_{B1+} \quad Q_B = V_{B1+} \cdot I_{B1} \cdot \sin \varphi_{B1+}$$

$$[0076] \quad P_C = V_{C1+} \cdot I_{C1} \cdot \cos \varphi_{C1+} \quad Q_C = V_{C1+} \cdot I_{C1} \cdot \sin \varphi_{C1+}$$

[0077] 随后将它们代入到不平衡功率相量的表达式 [1] 中。

[0078] 最后,测量程序 7 包括显示模块 18,其负责在屏幕上表示不平衡功率相量的图形和数值信息,以及物理量值的值,例如电压和电流的有效值;每个相位的有功和无功功率;基频处的对称分量。

[0079] 图 3 示出了用于不平衡功率的测量仪器的校准器 21 的可能实施例。它由三相供电电源 19 和用于测量的不平衡功率的标准不平衡电路 20 构成。

[0080] 供电电源 19 是负责供应能量的设备,该能量对应于因不平衡而引起的低效率。它是频率 50/60Hz 的稳定三相电源。

[0081] 不平衡功率的标准不平衡电路 20 是无源设备,其包括由电子转换器形成的线圈和电容器或其等同物,其吸收被校准成预设值的的不平衡电流和功率。在图 6 中示出了不平衡功率的标准不平衡电路 20 的优选配置,并且组成该配置的元件的可能的值如下面所示:

$$[0082] \quad L_{ip} = \frac{3\sqrt{3}V_{Al}^2}{\sqrt{2}wA_U} \quad C_{ip} = \frac{\sqrt{2} A_U}{3\sqrt{3} w V_{Al}^2}$$

$$[0083] \quad L_{hp} = \frac{\sqrt{6} V_{Al}^2 C_{hp}}{wA_U} = \frac{A_U^3}{\sqrt{6} w V_{Al}^2}$$

$$[0084] \quad w = 2 \pi f$$

$$[0085] \quad f = 50/60\text{Hz}$$

[0086] 其中 A_U 是不平衡功率。

[0087] 已根据其优选实施例描述了本发明,但是对于本领域的技术人员来说显而易见的是,可以在不超过本发明所要求的目标的情况下,引入对那些优选实施例的许多变化。

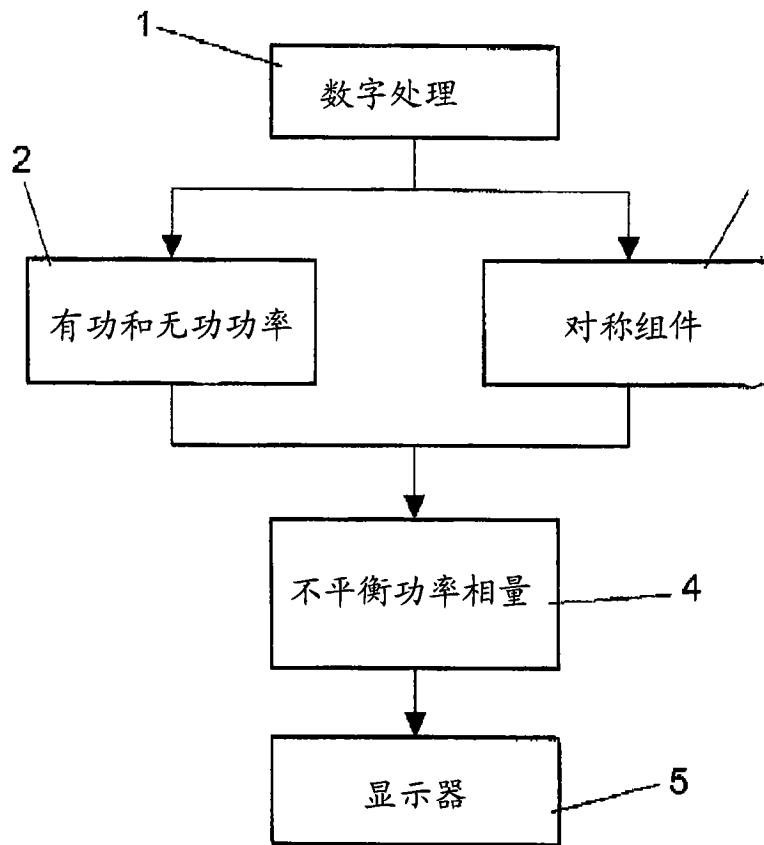


图 1

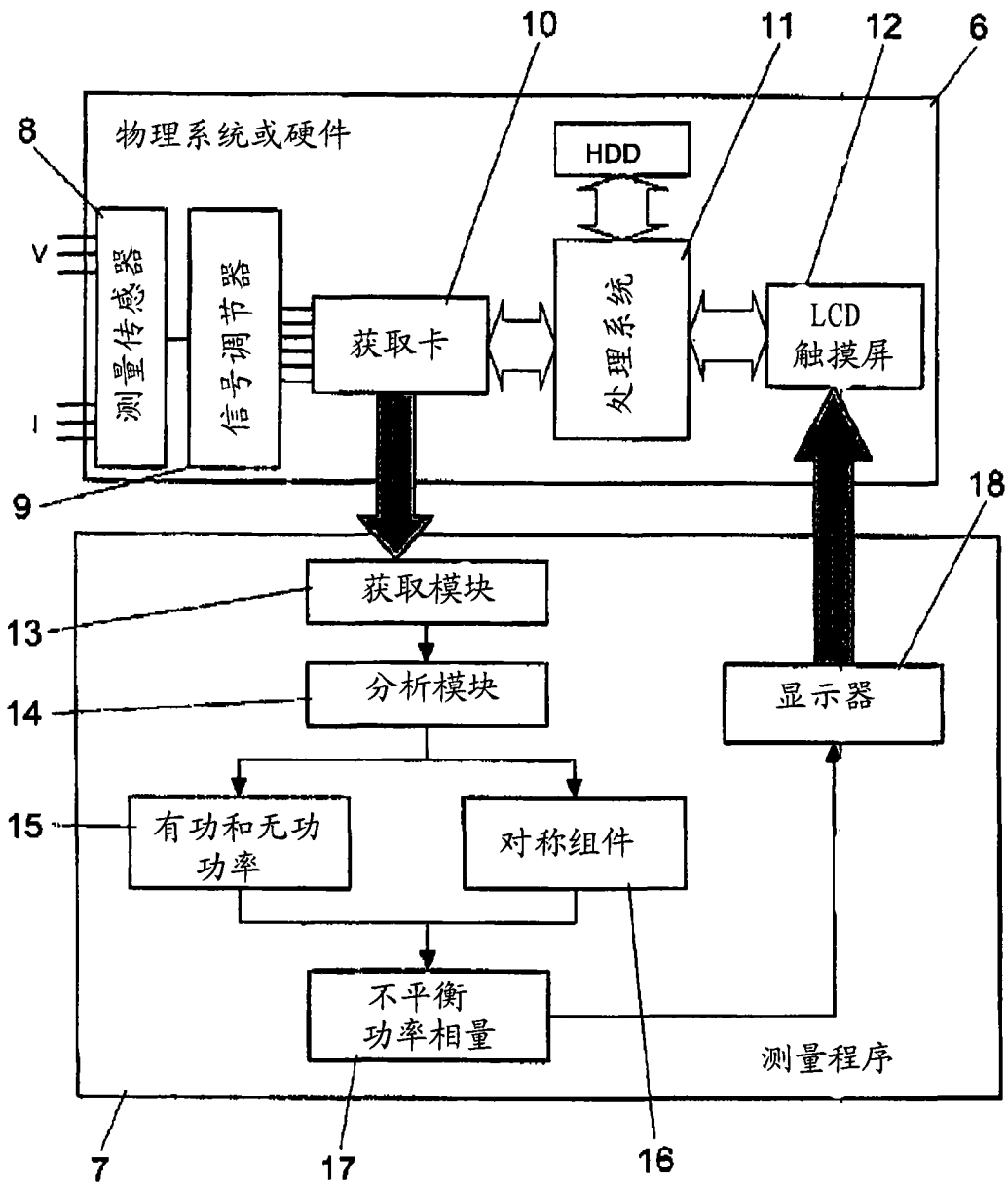


图 2

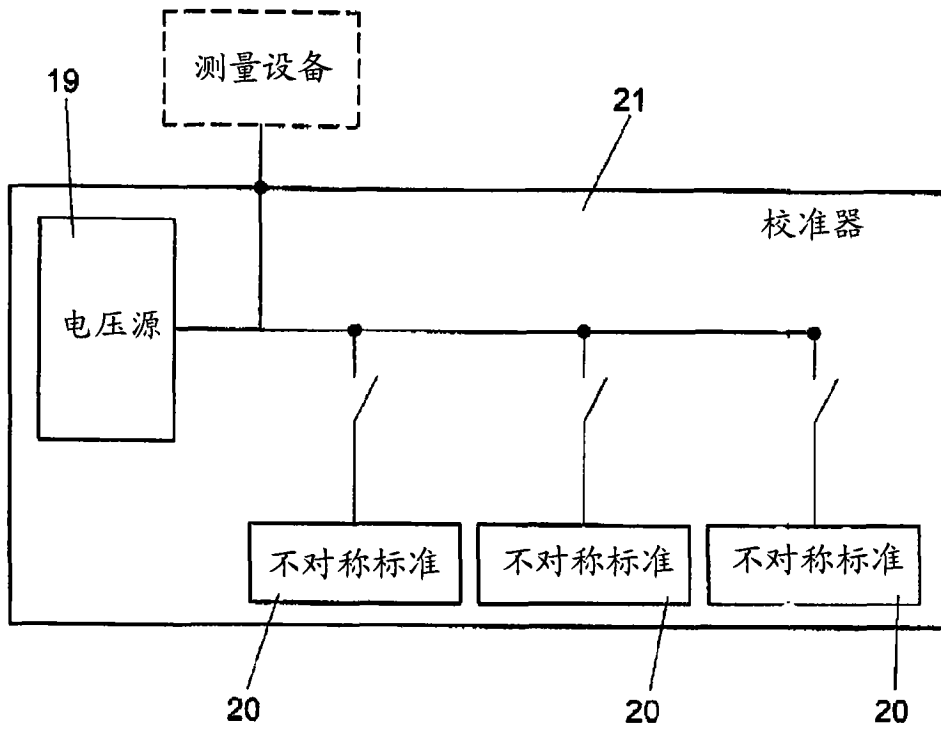


图 3

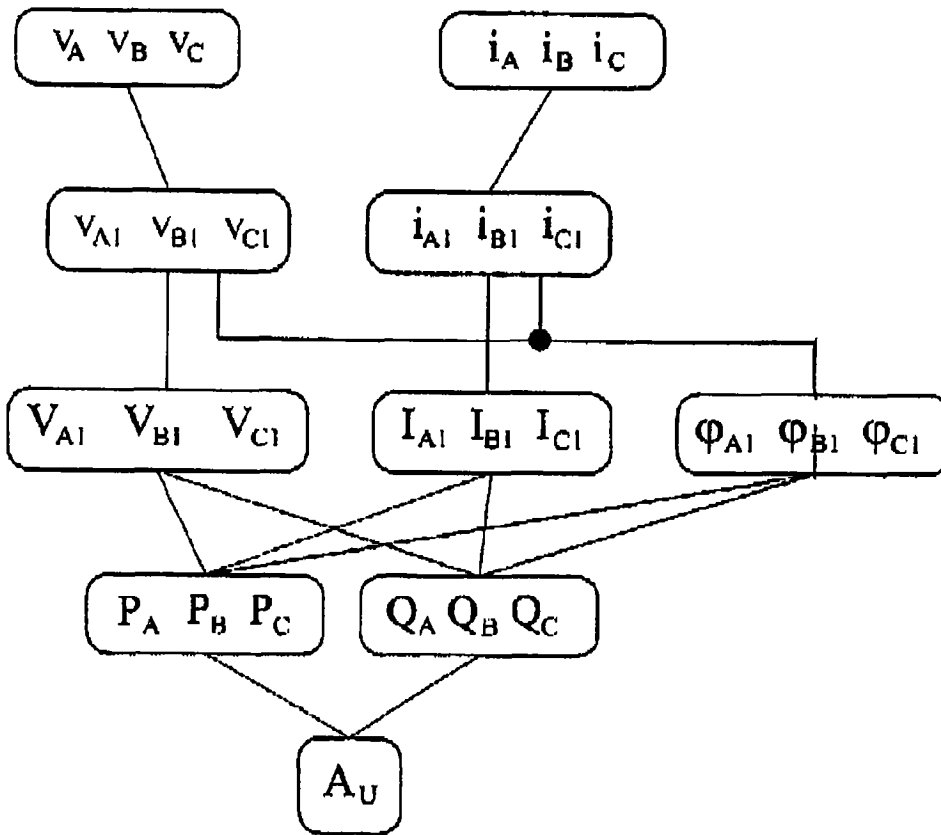


图 4

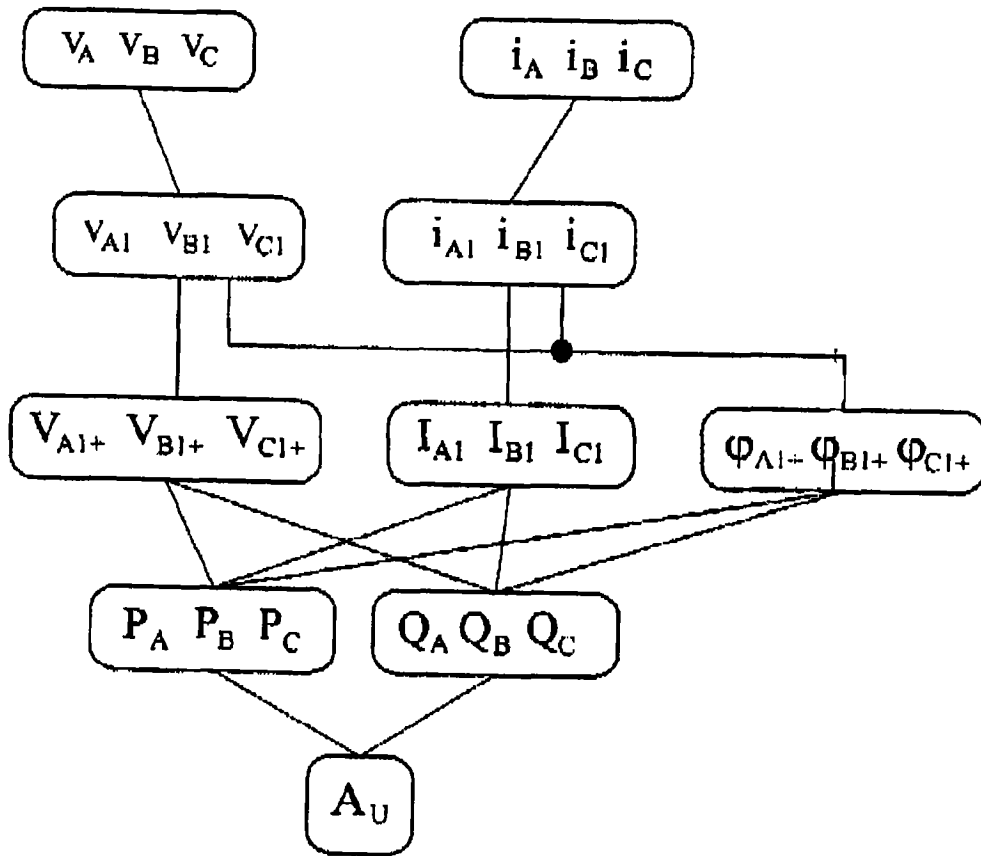


图 5

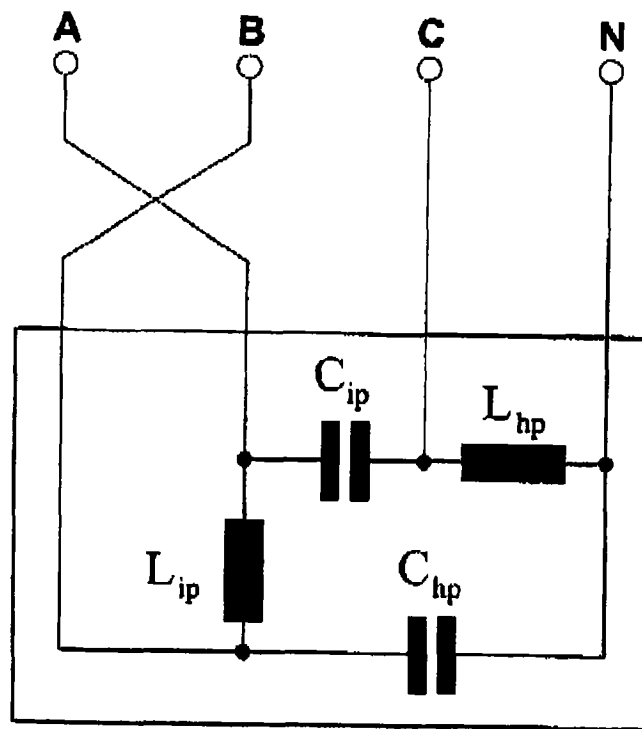


图 6