

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01R 21/00 (2006.01)

G06F 17/10 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02820077.2

[45] 授权公告日 2007 年 12 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 100354635C

[22] 申请日 2002.8.26 [21] 申请号 02820077.2

[30] 优先权

[32] 2001.10.11 [33] US [31] 09/976,194

[86] 国际申请 PCT/US2002/027162 2002.8.26

[87] 国际公布 WO2003/031996 英 2003.4.17

[85] 进入国家阶段日期 2004.4.9

[73] 专利权人 美国标准国际公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 J·C·帆德齐 M·W·姆里

R·L·弗格尔 M·A·塞陪克

[56] 参考文献

US5469045A 1995.11.21

US5349676A 1994.9.20

审查员 宋丽敏

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 张 鑫

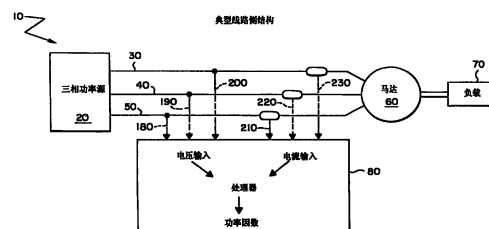
权利要求书 5 页 说明书 8 页 附图 4 页

[54] 发明名称

用于三相功率的计算的装置和方法

[57] 摘要

一种三相功率系统包括简单的低成本处理器和有关软件算法，它们用于确定真实的三相功率因数而没有 Y 字和三角结构之间的转换并不必采样三角计算或测量相位。 通过从这些功率线中采样电压电平和电流电平，处理器监控三相功率系统的电源线并通过这些电平产生表示瞬时和平均三相功率因数的数据值。 处理器使用这些功率因数的数据值和算法来检测瞬时功率损耗情况和浪涌情况并在产生这些情况时采取行动以保护三相功率系统的马达和负荷不受破坏。



1. 一种在三相功率系统中用于产生表示瞬时三相功率因数的数据值的装置，其特征在于，包括：

马达接触器，用于使马达与源线连接和断开；

通过处理器/接触器接口电连接到所述马达接触器的处理器，

其中所述处理器进一步包括用于从所述三相功率系统的电源线中提取电压电平和电流电平的采样以形成一组电压和电流电平的数字器，所述处理器响应所述一组电压和电流电平来产生表示所述瞬时三相功率因数的所述数据值。

2. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，从所述三相功率系统的所述电源线中提取所述电压电平和电流电平的所述采样以形成所述一组电压和电流电平是由所述处理器同时进行的。

3. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述处理器响应所述一组电压和电流电平的电压电平子集来产生表示电压相量的实部和虚部数据值，作为产生表示所述瞬时三相功率因数的所述数据值的部分。

4. 如权利要求 3 所述的装置，其特征在于，所述电压电平子集包括以下中的至少两个：

从所述电源线的第一源线中采样的、相对于公共基准电压的第一相电压电平；

从所述电源线的第二源线中采样的、相对于公共基准电压的第二相电压电平；

从所述电源线的第三源线中采样的、相对于公共基准电压的第三相电压电平。

5. 如权利要求 4 所述的装置，其特征在于，所述电压电平子集包括：

从所述电源线的第一源线中采样的、相对于公共基准电压的第一相电压电平；

从所述电源线的第二源线中采样的、相对于公共基准电压的第二相电压电平；

从所述电源线的第三源线中采样的、相对于公共基准电压的第三相电压电平。

6. 如权利要求 3 所述的装置，其特征在于，所述电压电平子集包括以下中的至少两个：

从第一源线中采样的、相对于所述电源线的第二源线的第一线电压电平；

从所述第二源线中采样的、相对于所述电源线的第三源线的第二线电压电平；

从所述第三源线中采样的、相对于所述电源线的所述第一源线的第三线电压电平。

7. 如权利要求 6 所述的装置，其特征在于，所述电压电平子集包括：

从第一源线中采样的、相对于所述电源线的第二源线的第一线电压电平；

从所述第二源线中采样的、相对于所述电源线的第三源线的第二线电压电平；
从所述第三源线中采样的、相对于所述电源线的所述第一源线的第三线电压电平。

8. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述处理器响应所述一组电压和电流电平的电流电平子集来产生表示电流相量的实部和虚部数据值，作为产生表示所述瞬时三相功率因数的所述数据值的部分。

9. 如权利要求 8 所述的装置，其特征在于，所述电流电平子集包括以下至少两个：

第一相电流电平，它是从所述电源线的第一源线中采样的；
第二相电流电平，它是从所述电源线的第二源线中采样的；
第三相电流电平，它是从所述电源线的第三源线中采样的。

10. 如权利要求 9 所述的装置，其特征在于，所述电流电平子集包括：

第一相电流电平，它是从所述电源线的第一源线中采样的；
第二相电流电平，它是从所述电源线的第二源线中采样的；
第三相电流电平，它是从所述电源线的第三源线中采样的。

11. 如权利要求 8 所述的装置，其特征在于，所述电流电平子集包括以下至少两个：

第一线电流电平，它是从所述电源线的第一源线中采样的；
第二线电流电平，它是从所述电源线的第二源线中采样的；
第三线电流电平，它是从所述电源线的第三源线中采样的。

12. 如权利要求 11 所述的装置，其特征在于，所述电流电平子集包括：

第一线电流电平，它是从所述电源线的第一源线中采样的；
第二线电流电平，它是从所述电源线的第二源线中采样的；
第三线电流电平，它是从所述电源线的第三源线中采样的。

13. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，还包括所述处理器以预定采样速率在预定时间间隔上提取多组电压和电流电平采样以产生一组瞬时三相功率因数数据值。

14. 如权利要求 13 所述的装置，其特征在于，选择采样速率以便在循环周期内分布采样位置 and 提供瞬时功率因数值的表示采样。

15. 如权利要求 13 所述的装置，其特征在于，所述处理器响应所述一组瞬时三相功率因数数据值来通过将所述一组瞬时三相功率因数数据值过滤以产生真实的三相功率因数数据值。

16. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，还包括所述处理器以预定的采样速率提取多组电压和电流电平采样以便连续地产生相应的多个瞬时三相功率因数数据值。

17. 如权利要求 16 所述的装置，其特征在于，还包括所述处理器连续地校验是否所述相应的多个瞬时三相功率因数数据值的预定的、连续数量的最近数据值中的每一个都小于或等于 0。

18. 如权利要求 17 所述的装置，其特征在于，如果所述相应的多个瞬时三相功率因数数据值的所述预定、连续数量的最近数据值中的每一个都小于或等于 0，则所述处理器明示检测到瞬间功率损耗状况。

19. 如权利要求 18 所述的装置，其特征在于，在所述处理器明示所述检测到瞬时功率损耗状况时，所述处理器命令所述三相功率系统的负荷至少暂时与所述电源线断开。

20. 一种在三相功率系统中用于产生表示瞬时三相功率因数的数据值的方法，其特征在于，包括：

从所述三相功率系统中提取电压电平和电流电平采样以便形成一组电压和电流电平；和

响应所述一组电压和电流电平产生表示所述瞬时三相功率因数的所述数据值。

21. 如权利要求 20 所述的方法，其特征在于，同时进行从所述三相功率系统的所述电源线提取所述电压电平和电流电平采样以便形成所述一组电压和电流电平。

22. 如权利要求 20 所述的方法，其特征在于，还包括响应所述一组电压和电流电平的电压电平子集来产生表示电压相量的实部和虚部数据值，作为产生表示所述瞬时三相功率因数的所述数据值的部分。

23. 如权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述电压电平子集包括至少以下中的两个：

从所述电源线的第一源线中采样的、相对于公共基准电压的第一相电压电平；
从所述电源线的第二源线中采样的、相对于公共基准电压的第二相电压电平；
从所述电源线的第三源线中采样的、相电压公共基准电压的第三相电压电平。

24. 如权利要求 23 所述的方法，其特征在于，所述电压电平子集包括：

从所述电源线的第一源线中采样的、相对于公共基准电压的第一相电压电平；
从所述电源线的第二源线中采样的、相对于公共基准电压的第二相电压电平；
从所述电源线的第三源线中采样的、相电压公共基准电压的第三相电压电平。

25. 如权利要求 22 所述的方法，其特征在于，所述电压电平子集包括至少以下

中的两个：

从第一源线中采样的、相对于所述电源线的第二源线的第一电压电平；

从第二源线中采样的、相对于所述电源线的第三源线的第二线电压电平；

从所述第三源线中采样的、相对于所述电源线的所述第一源线的第三电压电平。

26. 如权利要求 25 所述的方法，其特征在于，所述电压电平子集包括：

从第一源线中采样的、相对于所述电源线的第二源线的第一电压电平；

从所述第二源线中采样的、相对于所述电源线的第三源线的第二线电压电平；

和

从所述第三源线中采样的、相对于所述电源线的所述第一源线的第三线电压电平。

27. 如权利要求 20 所述的方法，其特征在于，还包括响应所述一组电压和电流电平的电流电平子集产生表示电流相量的实部和虚部数据值，作为产生表示所述瞬时三相功率因数的所述数据值的部分。

28. 如权利要求 27 所述的方法，其特征在于，所述电流电平子集包括至少以下中的两个：

第一相电流电平，它是从所述电源线的第一源线中采样的；

第二相电流电平，它是从所述电源线的第二源线中采样的；和

第三相电流电平，它是从所述电源线的第三源线中采样的。

29. 如权利要求 28 所述的方法，其特征在于，所述电流电平子集包括：

第一相电流电平，它是从所述电源线的第一源线中采样的；

第二相电流电平，它是从所述电源线的第二源线中采样的；和

第三相电流电平，它是从所述电源线的第三源线中采样的。

30. 如权利要求 27 所述的方法，其特征在于，所述电流电平子集包括至少以下中的两个：

第一线电流电平，它是从所述电源线的第一源线中采样的；

第二线电流电平，它是从所述电源线的第二源线中采样的；和

第三线电流电平，它是从所述电源线的第三源线中采样的。

31. 如权利要求 30 所述的方法，其特征在于，所述电流电平子集包括：

第一线电流电平，它是从所述电源线的第一源线中采样的；

第二线电流电平，它是从所述电源线的第二源线中采样的；和

第三线电流电平，它是从所述电源线的第三源线中采样的。

32. 如权利要求 20 所述的方法, 其特征在于, 还包括以预定的采样速率在预定的时间间隔内提取多组电压和电流电平采样以产生一组瞬时三相功率因数数据值。

33. 如权利要求 32 所述的方法, 其特征在于, 选择所述采样速率以便在线循环周期内分配采样位置并提供瞬时功率因数值的表示采样。

34. 如权利要求 32 所述的方法, 其特征在于, 还包括通过将所述一组瞬时三相功率因数数据值过滤来产生真实的三相功率因数。

35. 如权利要求 20 所述的方法, 其特征在于, 还包括以预定的采样速率提取多组电压和电流电平采样以便连续地产生相应的多个瞬时三相功率因数数据值。

36. 如权利要求 35 所述的方法, 其特征在于, 还包括连续校验是否所述相应的多个瞬时三相功率因数数据值的预定的、连续数量的最近数据值中的每一个都小于或等于 0。

37. 如权利要求 36 所述的方法, 其特征在于, 还包括如果所述相应的多个瞬时三相功率因数数据值的所述预定、连续数量的最近数据值中的每一个都小于或等于 0, 则明示检测到瞬间功率损耗状况。

38. 如权利要求 37 所述的方法, 其特征在于, 还包括在明示检测到所述瞬间功率损耗情况的所述检测时, 命令所述三相功率系统的负荷至少暂时与所述电源线断开。

39. 一种计算功率因数的方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

从三相功率系统中提取多个电压电平和电流电平采样以便形成多组电压和电流电平;

根据所述的多组电流和多组电压计算电流相量和电压相量; 以及
根据所计算的电流和电压相量确定瞬时功率因数。

40. 如权利要求 39 所述的方法, 其特征在于, 还包括以下步骤:

对线循环周期内的瞬时功率因数求平均以确定功率因数。

41. 一种用于计算功率因数的装置, 其特征在于, 包括:

马达接触器, 用于使马达与源线连接和断开;

通过处理器/接触器接口电连接到所述马达接触器的处理器,

其中所述处理器进一步包括用于从所述三相功率系统的电源线中提取多个电压电平和电流电平的采样以形成多组电压和电流电平的数字器, 所述处理器响应所述多组电压和电流电平来产生表示所述瞬时三相功率因数的所述数据值。

42. 如权利要求 41 所述的装置, 其特征在于, 还包括对线循环内的瞬时功率因数求平均以获取真实的三相功率因数的值的装置。

用于三相功率的计算的装置和方法

发明背景

所揭示的实施例涉及诸如大型商用冷却器的三相功率系统。更特别地，所揭示的实施例涉及确定负荷下三相功率系统的三相功率因数并使用该三相功率因数保护系统不受由诸如瞬间功率损耗情况的现象所引起的损害。

在大型商用冷却器中，三相是所选择的功率。三相功率系统由彼此隔开 120 度的三个交替的源组成。这些源的空间分离构成循环模式，当施加到特定负荷时，构成转动的磁场。该转动的磁场是理想的，用于通过将电能转换成机械能而使马达连续转动。在商用冷却器中，该机械能用于转动制冷压缩机，制冷循环中的一个关键性阶段。虽然按照商用冷却器予以揭示，但本发明旨在包含其它应用中的功率因数的计算。

另一种类型的电源是单相的。在单相功率系统中，通过单个交流源将功率传递到负荷。尽管源是交流的，但仅在其本身内交流而没有旋转磁场所导致的参考点。如果单相功率用来激励马达，则需要通常采用电容器来人工创建旋转磁场给马达。单相马达倾向于马力较小并有较大的线电流对马力比。三相功率具有通过三个而不是一个源传递其能量的附加优点，这导致传递等量能量的线规较小。

采用三相系统呈现出单相系统中所没有的结果。在单相系统中，有该源电压施加载到负荷时导致的单源电压和单电流。通过测量这两个参数，功率因数可以计算如下：

$$\text{功率因数} = \cos \Phi$$

其中 Φ 是电流延迟于电压的相位角。

在采用三相系统时，功率因数的确定不是包括单个实体的电流和电压相交的直接计算。在三相系统中，三组电压和电流彼此相互作用。如果三相系统是对称的，即如果所有电压源处于相同的电平并分开正好 120 度，且每个源所经历的负荷正好相等，则负荷的任一特殊相位的电流和电压之间的角度就可以用来确定三相功率因数：

$$\text{三相功率因数} = \cos \Phi_p$$

其中 Φ_p 是电流延迟相同配置的电压的相位角，即电流和电压两者的测量是在马达的三角结构中获得的。

但是，三相功率系统的源很少是平衡的(即负荷所承受的两线间的电平是相等的， $V_{ab}=V_{bc}=V_{ca}$)且负荷本身在三相间也是不平衡的。电压和电流间没有一个角能表示真实的三相功率因数。此外， Φ_p 是相同配置中测量的电流和电压的电流延迟于电压的角度。例如，它们是负荷带载相本身的电流和电压(即三角形电流和电压)。它们还可能是源线的电流和电压(即 Y 字电流和电压)。普通控制模块测量线电流和两线间电压，由于它们不在相同的配置中，所以即使负荷是纯电阻也具有 30 度的相交偏移。这里，真实的三相功率因数是单位元素(真实的功率因数角是零)。

早先的设计试图通过使用一个线电流和一个两线间电压来确定三相功率因数，导致了 30 度的差。这种方法仅对理想平衡的源和负荷来说是准确的，而这是实际中很少见的。这种方法的优点在于它便于实施并花费处理器、存储器和处理能力的较少计算资源。廉价的处理器可以采用这种方法。但是，在正常的非平衡条件下，功率因数的误差可以高达 20%。这种较大的误差使得顾客错误地得出冷却器处于何种功率因数，并限制了计算中采用功率因数的其它函数。这些其它函数包括功率消耗、浪涌情况和瞬时功率损耗情况的确定。

已采用高端处理器来实现对负荷和源的平衡不敏感的真实三相功率因数计算，其中高端处理器能执行多个三角学的函数和数字信号处理。这种处理器是相对较昂贵的。

瞬时功率损耗(MPL)是提供给诸如马达的负荷的功率的短持续时间的中断。这些中断可以是引入功率的所有三个相的全部损耗、一个或两个相的损耗，或一个、两个或全部三个相中的偏斜。这些中断对于被供电的旋转装置是非常具有破坏性的。这些装置包括马达本身和/或它们的负荷，诸如压缩机。中断的破坏性取决于马达和负荷的种类以及中断的性质和持续时间。对于较小的惯性负荷，马达/负荷随中断而减速和加速，而对电机系统的可靠性产生较小影响。对较大的惯性马达/负荷，在较长的时间段内再次接入扭矩和电流是很大的电平并影响马达和负荷的可靠性。瞬变电流可以高达全负荷安培数的 12 倍瞬变扭矩可以高达全负荷扭矩的 12 倍。

再次接入瞬时功率损耗可以导致较大的瞬变扭矩，它会破坏马达定子绕组、马达轴、叶轮或键槽、叶轮本身、起动机接触器和分支电路部件。瞬时功率损耗还可以使得电子控制意外地退出并保持系统关闭直到操作者进行干预为止。这意味着此系统很长时间不能工作，引起用户不满。

瞬时功率损耗可由故障归零装置引起，所述故障归零装置由诸如雷击或动物接

触电源线的自然力而激活。这些中断也可以由功率开关传动装置引起，其中部分电源从一个源移到另一个。

尝试根据三相功率系统的单相电压和电流检测瞬时功率损耗和/或浪涌可以导致错误地检测到瞬时功率损耗情况或不能完全检测到真实的瞬时功率损耗情况。

Juck 等人的美国专利 4751653 针对基于错误检测器的微处理器用于识别三相电路中的倒相、失相和功率损耗。Wojtak 等人的美国专利 4802053 针对用于感应三相 AC 系统的相位和检测倒相、欠压和相位不平衡的系统。Swanson 等人的美国专利 5058031 针对使用多相 AC 电源保护冷藏系统的压缩机马达的方法。Eisenhauer 的美国专利 5184063 针对倒三相检测和修正系统。Kim 等人的美国专利 5200682 针对马达电流相位延迟补偿方法和装置。

需要一种直接和简单地产生三相功率因数的装置，其设立廉价并没有 Y 字和三角结构之间的转换以及不必采用三角学计算或测量相位。还需要使用三相功率因数来保护三相功率系统以及负荷不受破坏。

发明概述

所揭示实施例的一个方面是一种三相功率系统，它能向驱动诸如冷却器的压缩机的负荷的马达供电。系统通过将三线电压和电流施加到马达来向马达提供三相功率。来自源的视在功率具有实际功率、无功功率和畸变功率的部分。实际功率是源供电并由负荷消耗的功率。无功功率是源和负荷之间交换而没有被消耗的能量的测量。畸变功率是由于电压和电流的波形的畸变而使负荷不能使用的部分视在功率。功率因数是实际功率对视在功率的比率，因此，是由负荷实际消耗的视在功率的分数。功率因数还表示成电流延迟于电压的相位角的余弦。在三相功率系统中，在确定有意义的功率因数时必须考虑所有三个电压和电流。

提供了一种用于测定瞬时三相功率因数和真实的三相功率因数的装置。“真实”表示在线周期上被供电的有效负荷。“瞬时”表示在特定时间点处被供电的负荷。该装置包括处理器，它监控三相功率系统的源功率线的电压电平和电流电平。以预定速率将这些电压和电流电平采样并将它们用于计算功率因数。

所揭示实施例的另一个方面是一种用于检测瞬时功率损耗情况和相对于正常操作的其它情况的装置。这种装置包括上述处理器来处理三相功率因数以便检测这些情况。这允许该处理器对系统做出反映以通过这些条件阻止对系统的马达和/或负荷的损害。

提供了一种用于确定瞬时三相功率因数和真实三相功率因数的方法。“真实”

表示在线周期上被供电的有效负荷。“瞬时”表示在特定时间点处被供电的负荷。这种方法包括监控来自三相功率系统的源功率线的电压电平和电流电平。这些电压和电流电平以预定速率采样并用于计算功率因数。

所揭示实施例的另一个方面是一种用于检测瞬时功率损耗情况和相对于正常操作的其它情况的方法。这种方法包括处理三相功率因数以便检测这些系统。该方法能够对这些情况的检测做出反映来通过这些情况阻止对系统的马达和/或负荷的损害。

本发明提供了计算功率因数的一种方法。这种方法包括以下步骤：确定分别与三个马达相位有关的三组电流；确定分别与三个马达相位有关的三组电压；通过所述的三组电流和三组电压计算电流相量和电压相量；和通过所计算的电流和电压相量确定瞬时功率因数。

本发明还提供了一种用于计算功率因数的配置。该配置包括确定分别与三个马达相位有关的三组电流的量的装置；确定分别与三个马达相位有关的三组电压的量的装置；通过所述三组电流和三组电压计算电流相量和电压相量的装置；以及通过所述计算的电流和电压相量计算瞬时功率因数的装置。

通过使用前述技术，可以实现一种简单、成本有效的方法，来监控三相功率系统的线，计算三相功率因数，检测可能引起对系统破坏的情况，和阻止这种情况产生。

附图概述

图 1 是根据所揭示实施例制成的三相功率系统的示意性框图，特别示出了采样电压和电流电平的处理器。

图 2 是图 1 的三相功率系统中可以具有的三相源和负荷的常规 Y 字和三角结构的图示。

图 3 是图 1 所示三相功率系统的修改后的示意性框图，特别示出了处理器的特定方面，包括电压和电流电平的数字化和所揭示实施例的算法。

图 4 是图 3 所示瞬时功率损耗算法的流程图。

本发明详细描述

一个实施例的特点使得简单的低成本装置和方法用于在负荷下确定三相功率系统中的三相功率因数。随后，该功率因数用于检测损失功率损耗情况和其它不利的情况以在出现这些情况时采取行动来保护马达和三相功率系统的负荷不受损害。

该检测通过采用低成本处理器从三相功率系统的源线采样电压和电流电平和由这些电压和电流电平进行功率因数的后续计算和不利情况而实现。

图 1 是根据所揭示的实施例制成的三相功率系统 10 的示意性框图。三相功率源 20 在源线 30、40 和 50 上将三相功率驱动负荷 70 的三相马达 60。处理器 80 用来从源线 30、40 和 50 中采样电压电平和电流电平。

图 2 示出源 20 和马达 60 在三相功率系统 10 中如何配置的传统三角结构 90 和 Y 字结构 100。所揭示的实施例独立于这些结构和其各种组合。

图 3 示出更详细的所揭示实施例，它包括处理器 80 的数字器 110 和 120，用于使电压和电流电平数字化；和马达接触器 130，用于使马达 60 与源线 30、40 和 50 连接和断开。处理器 80 还采用几种软件算法。它们包括三相功率因数算法 140、瞬时功率损耗(MPL)算法 150 和浪涌算法 160。

三相源 20 在源线 30、40 和 50 上电连接到马达接触器 130。马达接触器 130 在接触器/马达接口 170 上电连接到三相马达 60 以便将三相功率提供给马达 60。处理器 80 中的电压数字器 110 在电压采样接口 180、190 和 200 上电连接到源线 30、40 和 50 以便采样电压电平。处理器 80 中的电流数字器 120 在电流采样接口 210、220 和 230 上电连接到源线 30、40 和 50 以便采样电流电平。处理器 80 通过处理器/接触器接口 240 电连接到马达接触器 130。

为了确定三相功率因数的值，从源线 30、40 和 50 通过处理器 80 测量电压和电流的正和负电平，保持被测量电平的正和负信号。可以采用相位和/或线电压电平和电流电平(参见图 2)的组合进行测量，诸如：

第一组合： $V_{ab}, V_{bc}, V_{ca}, I_a, I_b, I_c$

第二组合： $V_a, V_b, V_c, I_{ab}, I_{bc}, I_{ca}$

第三组合： $V_{ab}, V_{bc}, V_{ca}, I_{ab}, I_{bc}, I_{ca}$

第四组合： $V_a, V_b, V_c, I_a, I_b, I_c$

其中 a, b 和 c 分别表示三个源线 30、40 和 50。例如， V_a 是源线上关于基准电压的相电压电平。 V_{ab} 是源线 a 和 b 之间的线电压电平。

通过处理器 80 采样和数字化三个电压电平和三个电流电平并用于根据三相所产生磁场的预计几何排列来计算电压相量(phasor)值和电流相量值。根据三相的 120° 分离，相量的实部值(V_r 和 I_r)以及虚部值(V_i 和 I_i)由以下等式给出：

如果使用 V_{ab}, V_{bc} 和 V_{ca} ：

$$V_r = 3^{0.5} * 0.5 * V_{bc} \text{ 而 } V_i = 0.5 * (V_{ab} - V_{ca})$$

如果使用 V_a, V_b 和 V_c ：

$$V_r = 3^{0.5} \cdot 0.5 \cdot (V_b - V_c) \text{ 而 } V_i = V_a - 0.5 \cdot (V_b + V_c)$$

如果使用 I_a , I_b 和 I_c :

$$I_r = 3^{0.5} \cdot (I_b - I_c) / 3 \text{ 而 } I_i = I_a$$

如果使用 I_{ab} , I_{bc} 和 I_{ca} :

$$I_r = 3^{0.5} \cdot (2 \cdot I_{bc} - I_{ca} - I_{ab}) / 3 \text{ 而 } I_i = I_{ab} - I_{ca}$$

V_r , V_i , I_r 和 I_i 的这些等式假定处理器 80 同时采样六个电平。如果这六个电平不是同时采样, 则以上等式必须进行修改来补偿所形成的相位角差。同样, 对于两线间的电压电平和线电流电平, 只有任何两个需要由处理器 80 采样。第三个由处理器 80 从其它两个来加以计算。因此, 本技术领域内的普通技术人员将认可, 通过调节相量坐标和三相坐标之间的对应就可以使用其它等式。

由处理器 80 用算法 140 计算瞬时功率因数的值, 如

$$\text{瞬时功率因数} = \cos \Phi$$

其中 Φ 是电流延迟电压的立体角或几何角, 或瞬时功率因数的值可以计算如下:

$$\text{瞬时功率因数} = \cos(\text{电压相量角} - \text{电流相量角}).$$

$$= \cos(\theta_v - \theta_i)$$

换句话说,

$$\text{功率因数} = \text{功率} / \text{视在功率}$$

$$\text{功率} = V \cdot I$$

$$\text{视在功率} = |V| \cdot |I|$$

$$= (V_r^2 + V_i^2)^{0.5} \cdot (I_r^2 + I_i^2)^{0.5}$$

$$= [(V_r^2 + V_i^2) \cdot (I_r^2 + I_i^2)]^{0.5}$$

通过各种计算, 功率的计算是已知的但本发明的视在功率计算是独特的。

因此,

$$\cos(\theta_v - \theta_i) = \cos(\theta_v) \cdot \cos(\theta_i) + \sin(\theta_v) \cdot \sin(\theta_i) \text{ 以及}$$

$$\cos(\theta_v) = \frac{V_r}{(V_r^2 + V_i^2)^{0.5}}$$

$$\sin(\theta_v) = \frac{V_i}{(V_r^2 + V_i^2)^{0.5}}$$

$$\cos(\theta_i) = \frac{I_r}{(I_r^2 + I_i^2)^{0.5}}$$

$$\sin(\theta_i) = \frac{I_i}{(I_r^2 + I_i^2)^{0.5}}$$

随后通过替换

$$\text{瞬时功率因数} = (V_r * I_r + V_i * I_i) / ((V_r^2 + V_i^2) * (I_r^2 + I_i^2))^{0.5}$$

该等式是处理器 80 和算法 140 计算瞬时功率因数的值的形式。该等式使用电流和电压电平而不直接使用三角函数或相位角。无需 Y 字和三角结构之间的转换。

为了计算真正的三相功率因数的值, 处理器 80 以预定的采样速率在预定的时间间隔(诸如但优选不等于线循环)上采样和计算三相功率系统的多例瞬时功率因数的值。采样速率优选不等于线循环从而线循环内的采样位置不根据线循环周期分布, 还优选均分采样的时间间隔是 50Hz 和 60Hz 的线循环的倍数。这提供了瞬时功率因数的典型采样。在本发明的一个实施例中, 该预定采样速率是每 2.5 毫秒。通常, 线循环对应于 50Hz 或 60Hz 源功率分别是 20 毫秒或 16.67 毫秒。接着, 算法 140 将这些瞬时功率因数值均分以获得真实的三相功率因数的值。

该真实的三相功率因数的值表示受功率供给的负荷的有效功率因数并提高了对源、线或负荷的任何不平衡的钝性。这种计算功率因数的方法独立于源和负荷 Y 形和三角结构。这种方法还独立于测量电压和电流电平的结构。例如, 可以在三角马达之内或之外测量它们而获得相同的结果。采用这种方法避免了电压和电流电平的时间密集采样。因此可以取消具有快速时钟脉冲和较高成本的处理器。功率因数的这些计算是较精确的, 以便向消费者提供系统工作点的真实感觉。功率因数的这些计算可以用于时间临界函数, 诸如瞬时功率损耗(MPL)情况的检测和浪涌情况的检测。采用这种实施, 可消除昂贵的仪器分级功率因数表。用于诸如冷却器马达的正常操作的同一简单部件和处理器能力可以采用这种方法来确定功率因数。

图 4 示出处理器 80 如何使用瞬时功率因数值来使用 MPL 算法 150 确定瞬时功率损耗(MPL)的情况。为 MPL 情况连续监控三相功率系统。在 MPL 算法 150 的步骤 250 中, 调用算法 140 来以预定采样速率计算瞬时三相功率因数的值的连续情况。在本发明的一个实施例中, 该采样速率是每 7.5 毫秒。在步骤 260 中, 检查瞬时三相功率因数的值来确定它们是否是正的(数字上大于 0)。只要瞬时功率因数的正的, 就 MPL 情况就不存在。在步骤 270 中, 算法 150 检查瞬时三相功率因数的最后 6 个连续值是否是非正的(数字上小于或等于 0)。如果是这种情况, 则如步骤 280 所示, 检查到 MPL 情况。接着, 处理器 80 命令马达接触器 130 将电源和马达 60 断开。这将防止由于 MPL 情况而对马达 60 和/或负荷 70 产生损害。在处理器 80 试图将源功率重新连接到马达 60 之前经过预定时间间隔。

使用功率因数来确定 MPL 情况是有利的, 因为功率因数代表任何时间点处马达 60 的真实状态。这种方法非常响应功率线反常, 允许控制以快速获得精确的信息。这种方法还对 DC 偏移和再次接入电流的不对称不灵敏。它还对电压和电流不平衡

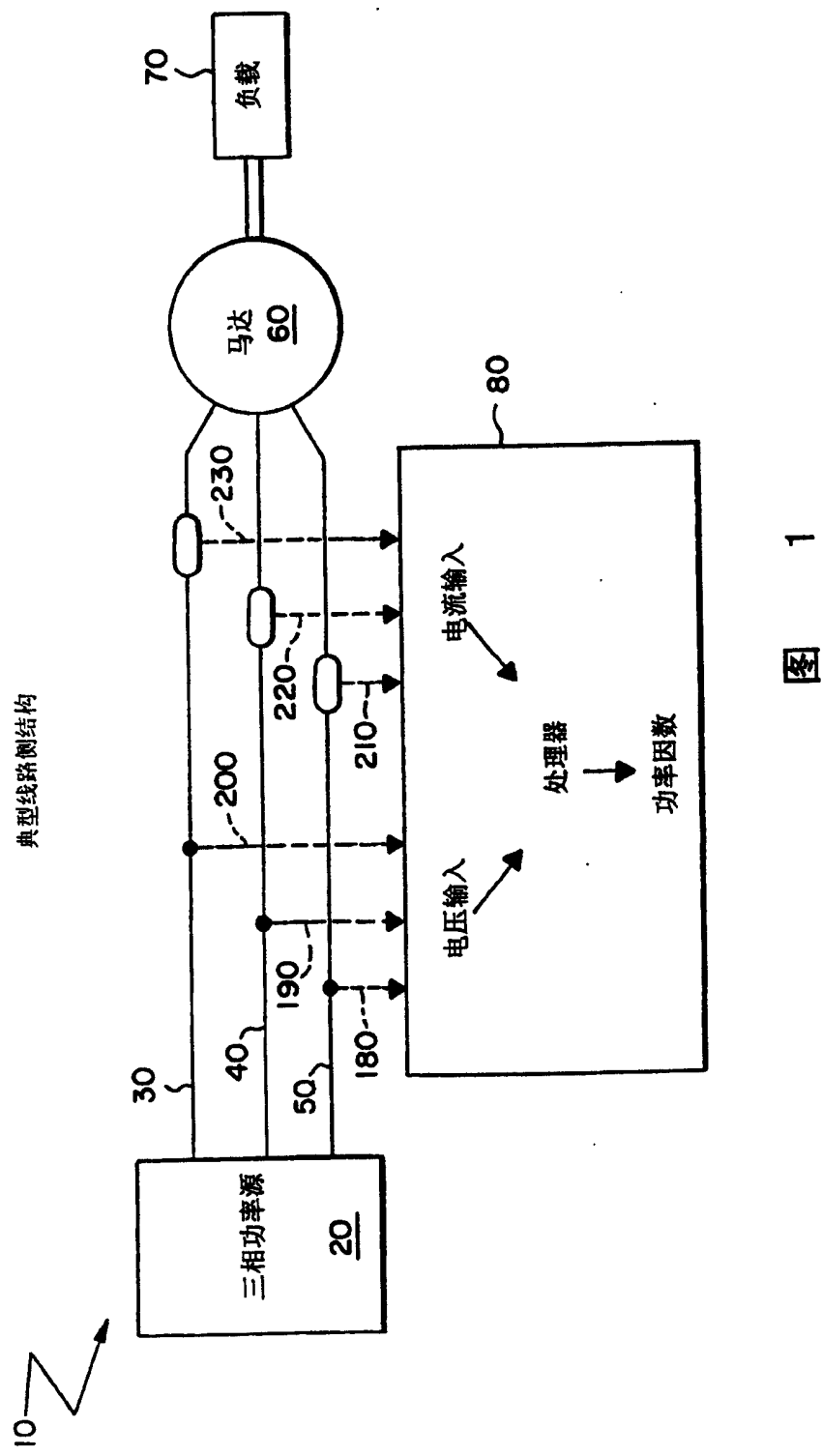
情况不灵敏。

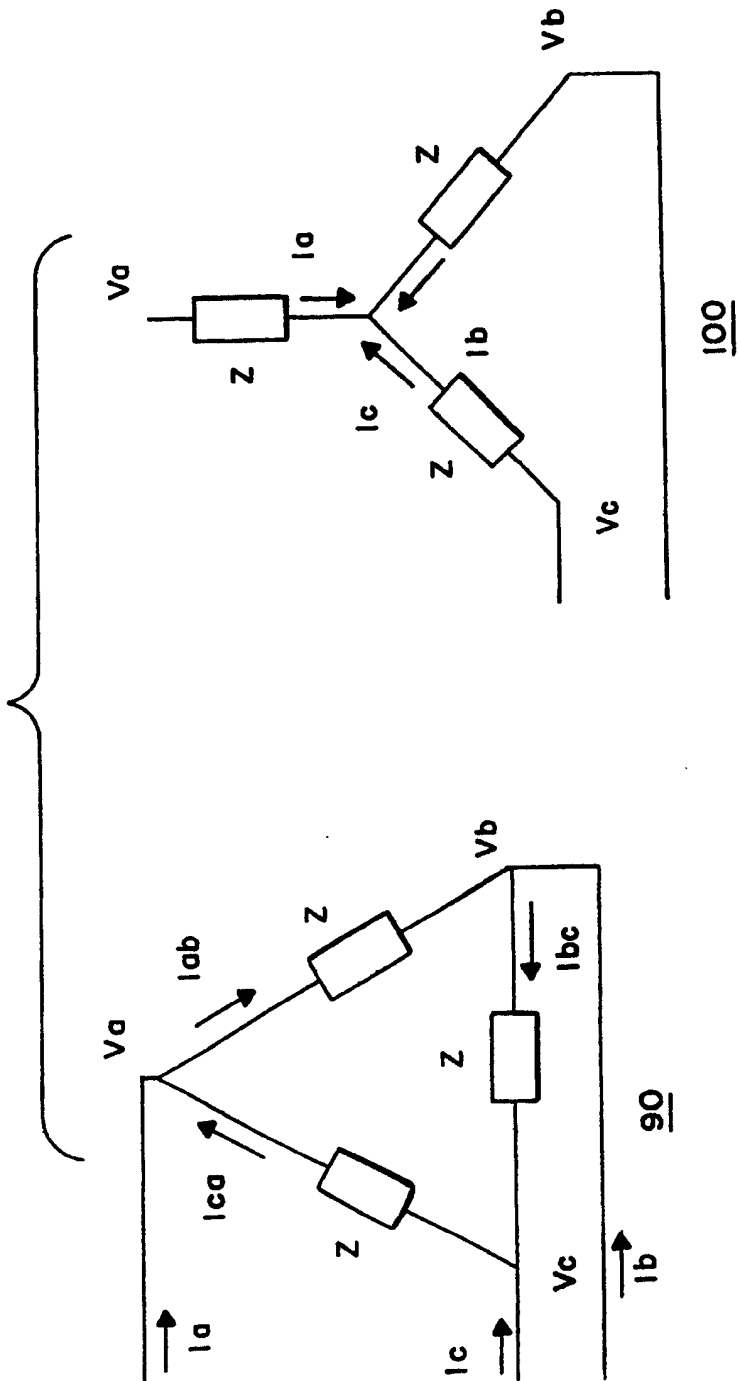
虽然联系一个实施例描述了本发明，但可以理解，本发明不限于该实施例。相反，本发明覆盖所附权利要求书的精神和范围内的所有可选方案、修改和等效物。

例如，某些可能的可选方案可以包括下述内容。电压和电流电平可以不同时进行采样。可以采样多达六个输入并一次存储一个，其中采用由处理器随后读取的标准模数转换器，或以其它组合采样。

作为另一个可选方案，三相功率系统可以不连续地监控 MPL 情况。例如，仅当首先检测到某些其它情况，例如浪涌情况时才可以开始对 MPL 调节的监控。

作为又一个可选方案，可以根据所需的实际软件实现以各种方式组合或分开各种算法。





图

2

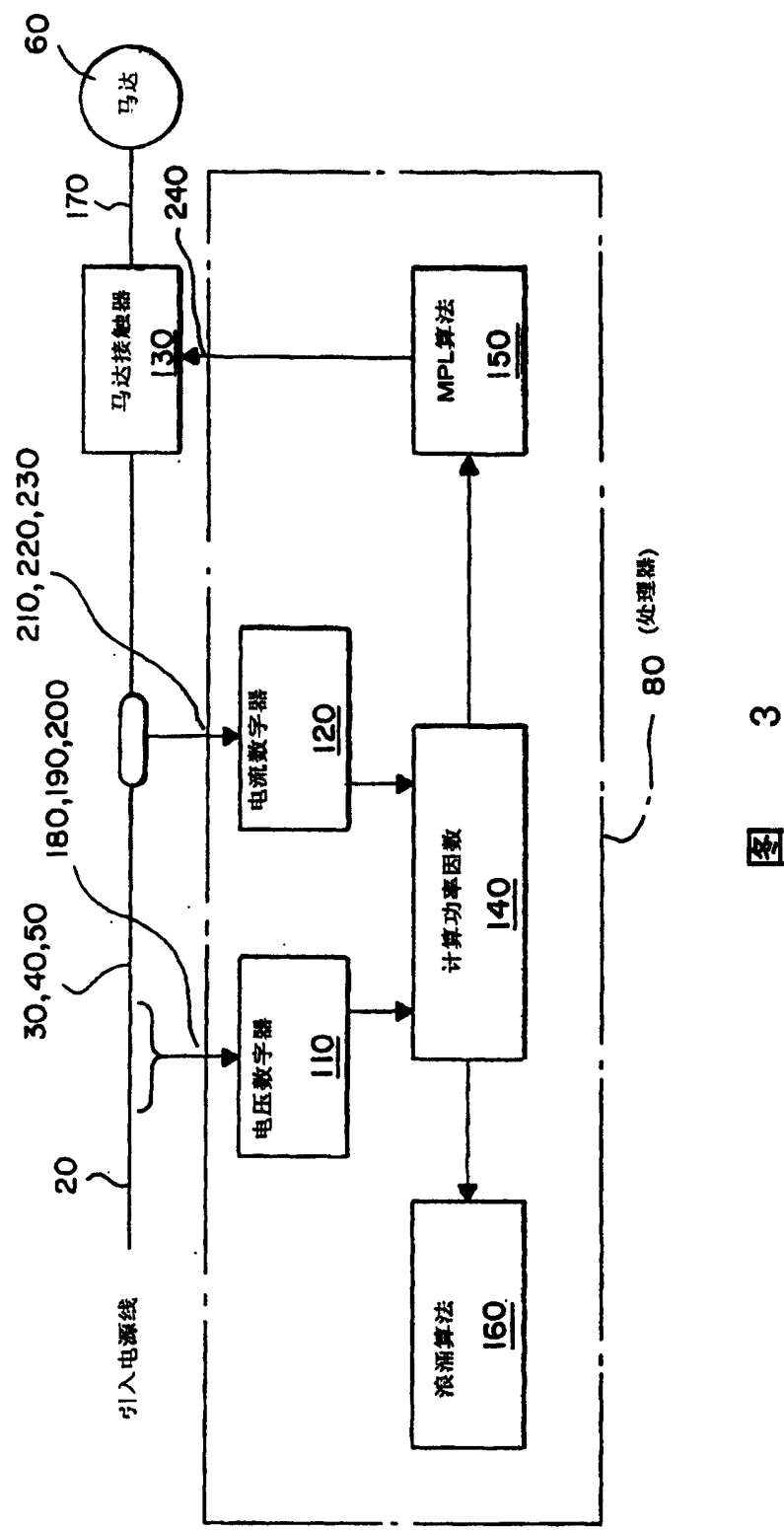


图 3

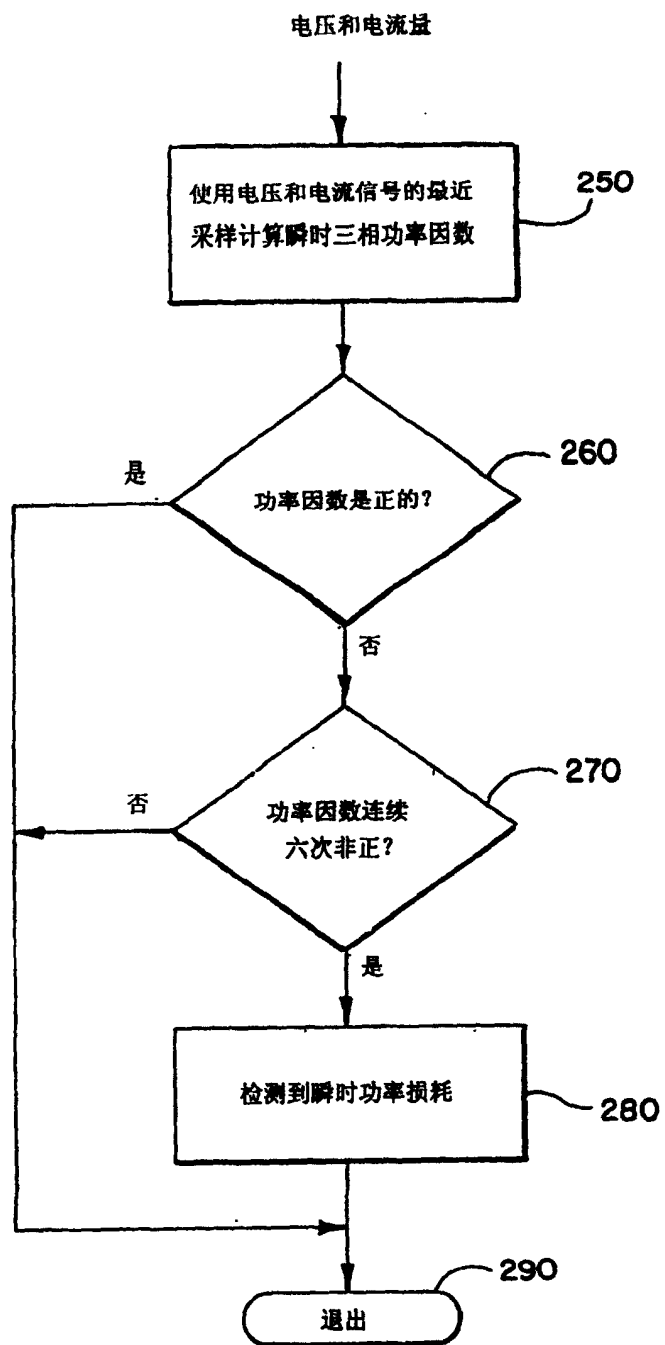


图 4