[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
H01H 9/56

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 01814007.6

[43] 公开日 2003 年 10 月 1 日

[11] 公开号 CN 1446367A

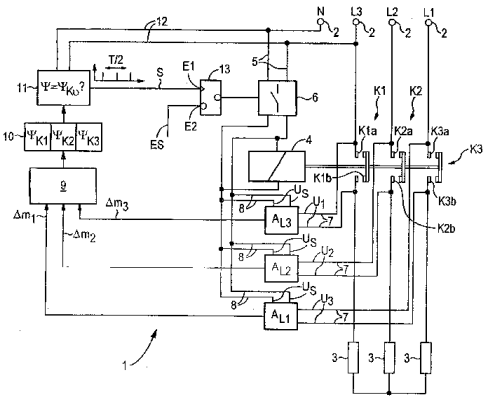
[22] 申请日 2001.10.4 [21] 申请号 01814007.6
[30] 优先权
[32] 2000.10.16 [33] DE [31] 10051161.9
[86] 国际申请 PCT/DE01/03814 2001.10.4
[87] 国际公布 WO02/33716 德 2002.4.25
[85] 进入国家阶段日期 2003.2.11
[71] 申请人 西门子公司
地址 德国慕尼黑
[72] 发明人 诺伯特·埃尔斯纳
格尔德·格里彭特罗格
莱因哈德·梅尔
迪特哈德·朗加尔迪尔
伯恩哈德·施特赖赫
[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
代理人 吴观乐 侯 宇

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

[54] 发明名称 用于减小开关装置触点烧损的方法和装置

[57] 摘要

本发明公开了一种用于减小开关装置、尤其是接触器触点烧损的方法和实现该方法的装置。为减小开关装置(1)、尤其是接触器的触点烧损，将一个接通命令(ES)延迟到达到一个与该开关装置主触头(K1 至 K3)耦接的磁系统(4)的控制电压(U_s)的相角(ψ)有关的、配属于当时烧损最厉害的主触头(K1，K2，K3)的命令角(ψ_{Kv})时执行。为此设置了多个用于确定触点烧损(Δm_n)的分析处理部件(A_{Ln})、一个用于存储确定命令角(ψ_{Kv})的存储部件(10)、以及一个通过将有利的命令角(ψ_{Kv})与测得的控制电压(U_s)的相角(ψ)进行比较而产生一个引导开关过程的脉冲(S)的相比较器(11)。



ISSN1008-4274

1.一种用于减小开关装置(1)触点烧损的方法，其中将一个为电磁操作该开关装置主触头(K1至K3)所施加的、用于引导一开关过程的接通命令(ES)延迟到达到一个与所述主触头(K1至K3)耦接的磁系统(4)的控制电压(U_S)的相角(Ψ)有关的、配属于当时烧损最厉害的主触头(K1，K2，K3)的命令角(Ψ_{Kv})时执行。

2.按照权利要求1所述的方法，其中，每个主触头(K1，K2，K3)的当时烧损通过在断开过程期间的时间间隔测量来确定。

3.按照权利要求2所述的方法，其中，作为所述的时间间隔采用所测得的从用于电磁操作所述主触头(K1，K2，K3)的磁系统(4)的分离到所述主触头(K1，K2，K3)分离之间的时间间隔。

4.按照权利要求1至3中任一项所述的方法，其中，在配属于所述当时烧损最厉害的主触头(K1，K2，K3)的命令角(Ψ_{Kv})与连续测得的磁系统(4)控制电压(U_S)的相角(Ψ)一致时，产生一个引导开关过程的脉冲(S)。

5.一种用于实现权利要求1至3中任一项所述方法的装置，其具有

-多个用于确定所述开关装置每个主触头(K1，K2，K3)的烧损的分析处理部件(A_{Ln})，

-一个存储部件(10)，其中存储多个与所述开关装置(1)的磁系统(4)的控制电压(U_S)相角(Ψ)有关的命令角(Ψ_{Kv})，

-一个相比较器(11)，通过将配属于当时烧损最厉害的主触头(K1，K2，K3)的命令角(Ψ_{Kv})与测得的磁系统(4)控制电压(U_S)的相角(Ψ)进行比较而产生一个引导开关过程的脉冲(S)。

6.按照权利要求5所述的装置，其带有一个串接在所述相比较器(11)之后的触发电路(13)，该触发电路利用该相比较器(11)产生的脉冲(S)向一设置在所述磁系统(4)的控制导线(5)上的开关(6)传送接通命令(ES)。

7.按照权利要求5或6所述的装置，其中，所述相比较器(11)为得到所述连续测量的控制电压(U_S)的相角(Ψ)，与所述开关装置(1)的一个连接在三相电网相线(L1，L2，L3)之一上的相输出端(2)相连接。

8.按照权利要求5至7中任一项所述的装置，其中，每个分析处理部件(A_{Ln})一方面经测量导线(7)与各自的主触头(K1，K2，K3)相跨接以测得各

主触头的电压(U_n)，另一方面为测取磁系统(4)的控制电压(U_S)与测量导线(8)相连接

9.按照权利要求 5 至 8 中任一项所述的装置，其还具有一个与所述分析处理部件(A_{Ln})相连接的、用于确定当时烧损最厉害的主触头(K1，K2，K3)的功能组件(9)。

10.按照权利要求 5 至 8 中任一项所述的装置，其中，所述由相比较器(11)所产生的脉冲(S)的脉冲序列(T/2)相应于半个电网周期。

用于减小开关装置触点烧损的方法和装置

本发明涉及一种用于减小开关装置、尤其是接触器的触点烧损的方法。本发明还涉及实现该方法的装置。

对于用交流电控制和电磁操作的开关装置(它的在此后被称作主触头的主触头机构用于接通三相电力系统)，试图通过合适的运行操作来减小触点烧损，从而提高该开关装置的使用寿命。于是通过避免所谓的开关同步效应能在常规的三个主触头上达到同样程度的烧损，由此提高了寿命。为此已经在开关装置或接触器的线圈布线中设置一个电容器(Kapazität)。此外，通过避免该开关装置的所谓自动同步可以提高所追求的触点烧损均匀性。为此，可以按某一确定的方法延迟接通命令，使得接通角均匀分布。

无论是为了补偿自动同步效应，还是为了补偿由制造误差所产生的机械同步效应，都可以通过合适地选择接通时刻来减轻当时烧损最厉害的主触头的烧损负担。这样一来，另两个主触头的负担加重了，由此同样使它们的烧损趋于均匀。

本发明要解决的技术问题是提供一种用于减小开关装置、尤其是接触器的触点烧损的方法，利用此方法一方面可以减小尤其是由开关同步引起的主触头的不一致的烧损，另一方面减小开关装置所有三个主触头的总烧损。此外，还应当提供一种特别适用于实现该方法的装置。

就该方法而言，本发明的上述技术问题是通过权利要求 1 的技术方案来解决的：在一个开关装置中，在接收到一个接通命令后，将该接通命令延迟到达到一个对当时烧损最厉害的主触头有利的相角或命令角。在此，该命令角或接通命令角是一个确定的、与用来电磁操作主触头的控制电压或线圈电压的相位有关的时刻。在此，该接通命令角考虑了与其有依从关系的、从向开关装置中与主触头耦接的磁系统施加线圈电压或控制电压到各主触头的触点相接触所需的时间。

本发明基于这样的出发点：在每半个电网周期中存在三个有利的时刻或命令角，在此时刻一个开关过程在所有三个主触头上产生的总烧损从统计平均来看小于任何其它时刻或任何其它相等分布的命令角时所产生的烧

损。于是可以为每个有利的时刻或命令角正好配置一个对在此时刻或此命令角引入的开关过程具有比另两个主触头更小烧损统计平均值的主触头。这种有利时刻或命令角与触头之间的配属关系是单义的，从而为每个主触头或主触头机构也正好配置一个有利的命令角。每个有利的命令角有两个基本特性：即一方面使某一确定的主触头的烧损最小；另一方面在选择此有利的、且仅仅配属于一个主触头的命令角时，其对所有触头的烧损统计平均值都比在一个任意的其它命令角时小。

这种延迟例如可以通过一个分立实现的延迟网络或通过一个微控制器来实现。由于总体上看每半个电网周期都存在三个有利的命令角或时刻，则这种延迟最大为 180°,这在电网频率为 50Hz 时相当于 10ms 的延迟时间。这样，一方面可确保避免所有的开关同步，另一方面则减少了所有三个主触头或主触头机构的累积烧损。

三个主触头的实际烧损优选通过在断开过程期间对时间间隔的测量来确定。在此，测量从电磁操作主触头的磁系统的分离到主触头分离之间的时间间隔进行测量。在此，磁系统的分离可以通过一个所属电磁线圈上的特征电压脉冲来测得。主触头的分离同样产生一个其大小至少相当于所形成的电弧的阳极-阴极电压的电压脉冲。这样的一种时间间隔测量例如在德国专利申请公开说明书 DE 19603310 A1 和 DE 19603319 A1 中作了描述。此时间间隔测量利用了这样的认识：主触头的烧损最初表现为触点厚度的减小、从而表现为缩短的行程。

就装置而言，本发明的上述技术问题通过权利要求 5 的技术方案来解决。其优选方式为引用该权利要求的从属权利要求的保护客体。

于是该装置具有多个用于确定该开关装置的每个主触头的烧损的分析处理部件。为此，每个分析处理部件依据在各个主触头上的电压和磁系统电磁线圈上的电压来进行时间间隔测量。与开关装置磁系统的线圈电压或控制电压的相角(配属于电力系统三个相)有关的三个有利的命令角以合适的列表方式存储在一个存储组件中。

相比较器通过将当时烧损最厉害的主触头所配置的命令角或相角与当时测得的磁系统控制电压的相角进行比较而产生一个引导开关过程的脉冲。其中，所产生的脉冲的脉冲序列相应于半个电网周期。一个紧接在该相比较器之后的触发电路、优选为一触发器利用该相比较器所产生的脉冲

向一个开关传送接通命令，用以向磁系统施加控制电压或线圈电压。为了得到以优选连续方式测得的控制电压的相角，该相比较器与该开关装置的一个连接在三相电网相线之一上的相输出端相连接

本发明所达到的优点尤其在于：通过延迟、从而通过有目的地影响一个以交流电控制的、电磁操作开关装置(尤其是接触器)的开关过程，利用其特有性质，一方面避免了同步效应，另一方面在总体上减小了主触头的烧损。在此，无论是通过主触头接通的主电路，还是该开关装置本身的变化都得以避免。

下面结合附图对本发明的实施方式作详细说明：

图 1 示出了一个带有减少触点烧损结构的开关装置的原理电路图；

图 2 以角度/时间图示出了闭合时间与接通命令角(Einschaltkommando-winkel)的依从关系；

图 3 以角度/速度图示出了闭合速度与接通命令角的依从关系；

图 4 以角度/时间图示出了开关装置主触头的抬起持续时间(Abhebe-dauer)与接通命令角的依从关系；

图 5 以角度/角度图示出了主触头闭合角与接通命令角的依从关系；

图 6 以另一幅图示出了相对振动负荷(Prellladung)与接通命令角间的依从关系。

在所有附图中对彼此相应的部件采用了相同的附图标记。

图 1 示出了一个接触器，其为一个带有下面称作主触头 K1 至 K3 的主触头机构的开关装置 1，该主触头机构的静止触点 K1a、K2a 和 K3a 的一端与一个三相电网 L1、L2、L3、N 的相接线端 2 相连接，另一端与一负载 3 相连接。主触头 K1 至 K3 的动触点 K1b、K2b 和 K3b 由一个带有一电磁线圈 4 的共用磁系统来操作。该与主触头 K1 至 K3 以机械方式相耦接的电磁线圈 4 的一端经一控制导线 5 与相线 L3 的相接线端 2 相连接，而另一端与中线 N 的接线端 2 相连接。在控制导线 5 上有一个用于控制电磁线圈 4 的开关 6，从而操作、即接通和断开该开关装置 1 的磁系统。

为每个主触头 K1 至 K3 配置了一个用于测定各主触头 K1 至 K3 的触点烧损的分析处理部件 A_{L3}、A_{L2}、A_{L1}，一方面这些分析处理部件 A_{L3}、A_{L2}、A_{L1} 的每一个由各自的主触头 K1 至 K3 经测量导线 7 供给电压 U_1、U_2、U_3，另一方面经测量导线 8 接收电磁线圈 4 上的控制电压或线圈电压 U_S。借助

这些电压 U_1、U_2、U_3 和 U_S，分析处理部件 A_{L3}、A_{L2}、A_{L1} 进行时间间隔测量，从而确定主触头 K1 至 K3 的当时烧损量 Δm_1、Δm_2、Δm_3，即主触头 K1 至 K3 的剩余触点涂层的当时厚度。

由所测得的当时烧损量 Δm_1、Δm_2、Δm_3 在一个功能组件 9 中按照一个预定的函数关系，例如按照一个所谓的最大指数(Max-index)函数，来确定具有最大烧损的主触头 K1、K2 或 K3。借助一个以列表方式寄存三个接通命令角 Ψ_{K1}、Ψ_{K2}、Ψ_{K3} 的存储组件 10，得到对下面开关过程起决定性作用的命令角 Ψ_{Kv}，且将其传送给相比较器 11。

相比较器 11 连续地将线圈电压或控制电压 U_S 的相位角 Ψ 与有利的命令角 Ψ_{Kv} 进行比较，当一致时发出一个例如约 100 μs 长的短脉冲 S。为此，该比较器 11 经控制导线 12 与中线 N 的接线端 2 和三相电网的相接线端 2 之一(在本实施方式中为相线 L3 的相接线端 2)相连接。其中，在相比较器 11 中不考虑控制电压 U_S 的极性，因此该脉冲 S 以半个电网周期 T/2 的间隔发出。该脉冲 S 送到触发器 13 的一个输入端 E1，一个外部开关命令、即一个外部接通命令 ES 施加在该触发器的另一输入端 E2。其输出端与开关 6 相连接的触发器 13 接收了施加在输入端 E1 上的脉冲 S 和施加在输入端 E2 上的开关命令 ES，从而经该无延迟开关 6 引导开关过程。

下面结合附图 2 至 6 详细说明如何从电磁操作的开关装置或接触器 1 的开关性能来导出有利的命令角 Ψ_{Kv}。作为示例，这里给出一个 37kw 接触器的经过测量证实的接通过程。

图 2 示出了闭合时间 t_S 与接通命令角 Ψ_K 之间的依从关系。该闭合时间为从施加控制电压或线圈电压 U_S 到主触头 K1 至 K3 的触点 K1a 至 K3b 接触的时间。这里接通命令角 Ψ_K 是与正弦形控制电压或接触器线圈电压 U_S 的相位有关的相位角。从曲线变化可以看出，与接通命令角 Ψ_K 有关的闭合时间 t_S 不是常数，而是经受着一个大于 10ms 的波动。这在电网频率 50Hz 时相当于大于 180°的角度 Ψ_K。

对于 $\Psi_K \approx n*180°$，其中 $n \in N$，闭合时间 t_S 最短。其原因在于：那里在接通几乎是惟一的感应电磁线圈或接触器线圈 4 时引起一个最大的瞬时直流分量，这整体上产生一个较高的吸动力。在接通命令角 Ψ_K 为常数时，该闭合时间 t_S 几乎不经受统计波动。于是在得知命令角 Ψ_K 的情况下，可以精确地确定闭合时间 t_S 及主触头 K1、K2、K3 的闭合时刻。对此，重要的

是，虽然所有三个主触头 K1、K2、K3 的闭合时间 t_S 恒定，然而由于在三相电力系统中的相移，在三个主触头 K1、K2、K3 中的与各自电网电压有关的闭合角在接通过程中分别错开 120°。

图 3 示出了闭合速度 v_S(即主触头 K1、K2、K3 彼此相碰的速度)与接通命令角 Ψ_K 之间的关系。该闭合速度 v_S 与闭合时间 t_S 一样，取决于接通命令角 Ψ_K。然而与闭合时间 t_S 不同的是，该闭合速度 v_S 的变化明显与各接触器或开关装置 1 的结构情况相关，因此实际上无法得出通常有效的结论。此外，闭合速度 v_S 在接通命令角 Ψ_K 为常数时经受一个统计散布，这是由相应于测得的标准偏差所确定的误差带引起的。尽管如此，所有三个主触头 K1、K2、K3 的闭合速度几乎相同，这在此惟一的图中得到反映。

图 4 示出了所有三个主触头 K1、K2、K3 在所谓的接通振动期间的抬起持续时间 t_{ab} 与接通命令角 Ψ_K 之间的关系。在此，该抬起持续时间 t_{ab} 是主触头 K1、K2、K3 在第一次接触后再次处于彼此分开的累积时间。在此时，主触头 K1 至 K3 的触点 K1a 至 K3b 之间会产生对烧损起决定作用的电弧。

比较图 3 和图 4，可看出闭合时间 t_S 和抬起持续时间 t_{ab} 之间的明确关系。按照此，高的闭合速度 v_S 也会引起一个相应长的抬起持续时间 t_{ab}。于是，也出于对弹性碰撞和对弹簧-质量系统的简化考虑，所有三个主触头 K1 至 K3 的闭合速度 v_S 相同时具有大体相同的抬起持续时间 t_{ab}。这可以用下述关系式来表示:

$$t_{ab} = C^* v_S(\Psi_K)$$

其中，C 为一个开关装置专用常数。

除了闭合速度 v_S 和与此相关的抬起持续时间 t_{ab} 外，对于烧损来说在主触头 K1 至 K3 的振动抬起期间所流过的电流 i 的大小也起决定作用。这是由于烧损与电弧电流 i 在整个时间上的积分成正比。此外，按照下述关系式该电弧电流 i 通常以一个触点专用常数 k 为幂:

$$\Delta m = C' * \int i^k(t)dt$$

其中，Δm 是触点烧损量，C′和 k 是特别取决于主触头 K1 到 K3 特性(如其几何形状和材料)的常数。

虽然主触头 K1 至 K3 的触点 K1a 至 K3b 的第一次接触在绝对时间尺度上几乎同时发生，但是主触头 K1、K2、K3 与各自电网电压有关的电闭合

角不同，随着三相电力系统中的电压错位 120°也同样错位 120°。此关系在图 5 中清楚地表示出来，在图中示出了三个主触头 K1、K2、K3 按 360°规格化的闭合角与接通命令角 Ψ_K 之间的依从关系。在图 5 中示出的变化曲线可以利用闭合时间 t_S 借助下述方程式来表示(其中接触器线圈或电磁线圈 4 的控制与相线 L3 相关，一个右旋三相电网系统接在主触头 K1、K2、K3 上):

$$\Psi_{SL1} = (\Psi_K + \frac{t_S(\psi_k)}{T} * 360° + 240°) \mod 360°$$

$$\Psi_{SL2} = (\Psi_K + \frac{t_S(\psi_k)}{T} * 360° + 120°) \mod 360°$$

$$\Psi_{SL3} = (\Psi_K + \frac{t_S(\psi_k)}{T} * 360°) \mod 360° \quad 。$$

在公式中，T 是电网周期，通常为 20ms。Ψ_S 是与各相或相线 L1、L2、L3 有关的闭合角。Mod 360°表示模数运算，其应用为除以 360°后的余数。例如，在角度为 540° = 1.5 * 360°时 ，除以 360° 得到 1.5 的因子。 由 0.5 的小数部分可知余数为 180° 。

由此得出，虽然主触头 K1 至 K3 的抬起持续时间 t_{ab} 大体相同，但原则上在此抬起时间内流过的电流不同。对于主触头 K1、K2、K3 在振动抬起时流过的电流近似为:

$$i_{L1} = C'' * \sin(\Psi_K + \frac{t_S(\psi_k)}{T} * 360° + 240°)$$

$$i_{L2} = C'' * \sin(\Psi_K + \frac{t_S(\psi_k)}{T} * 360° + 120°)$$

$$i_{L3} = C'' * \sin(\Psi_K + \frac{t_S(\psi_k)}{T} * 360°) \quad 。$$

其中，C″是一个与待接通的负载 3 和电网电压有关的常数。

因此，主触头 K1、K2、K3 烧损有两个因素，即一方面是对所有主触头 K1 至 K3 均相同的抬起持续时间 t_{ab}，另一方面为对所有主触头 K1 至 K3 分别不同的电弧电流 i 的大小。这一点也借助图 6 所示出的、由实验所确定的该三个主触头 K1、K2、K3 的相对振动负荷 Q 与接通命令角 Ψ_K 之间的依从关系的变化曲线表示得很清楚。这里相对振动负荷 Q 是指与额定电流有效值有关的实际振动负荷。

在图 6 所示相对振动负荷 Q 与接通命令角 Ψ_K 的依从关系中，控制电压 U_S 再次与相线 L3 相关。在那里，作为补充还以一条用×号作标记的线表示三个相对振动负荷 Q 的平均值。这条用×号作标记的线在大约 $\Psi_K = 50°$ 和 $\Psi_K = 85°$ 的区域各有一个明显低于振动负荷 Q 的平均值的最小值。所以，在这些最小值附近的区域是可能得到有利的接通命令角 Ψ_K 的区域。

由图 6 可知: 对相线 L1 有利的接通命令角为 $\Psi_{K1} = 55°$，对相线 L2 有

利的接通命令角为 $\Psi_{K2}=80°$，对相线 L3 有利的接通命令角为 $\Psi_{K3}=65°$。其原因在于：对于这些接通命令角 Ψ_K，其所属主触头 K1、K2、K3 的相对振动负荷 Q 分别具有局部最小值，且所有三个主触头 K1、K2、K3 的振动负荷 Q 的中值(Mittelwert)比平均值低。如果更换控制相，于是控制电压或线圈电压 U_S 例如与相线 L1 相同步，则有利的接通命令角 Ψ_K 也作相应旋转。

于是总体上一个由交流电控制的、电磁操作的接触器 1 的接通过程在利用其特有性质条件下这样受到影响，使其一方面避免了开关同步效应，另一方面总体上减小了主触头 K1、K2、K3 的烧损。

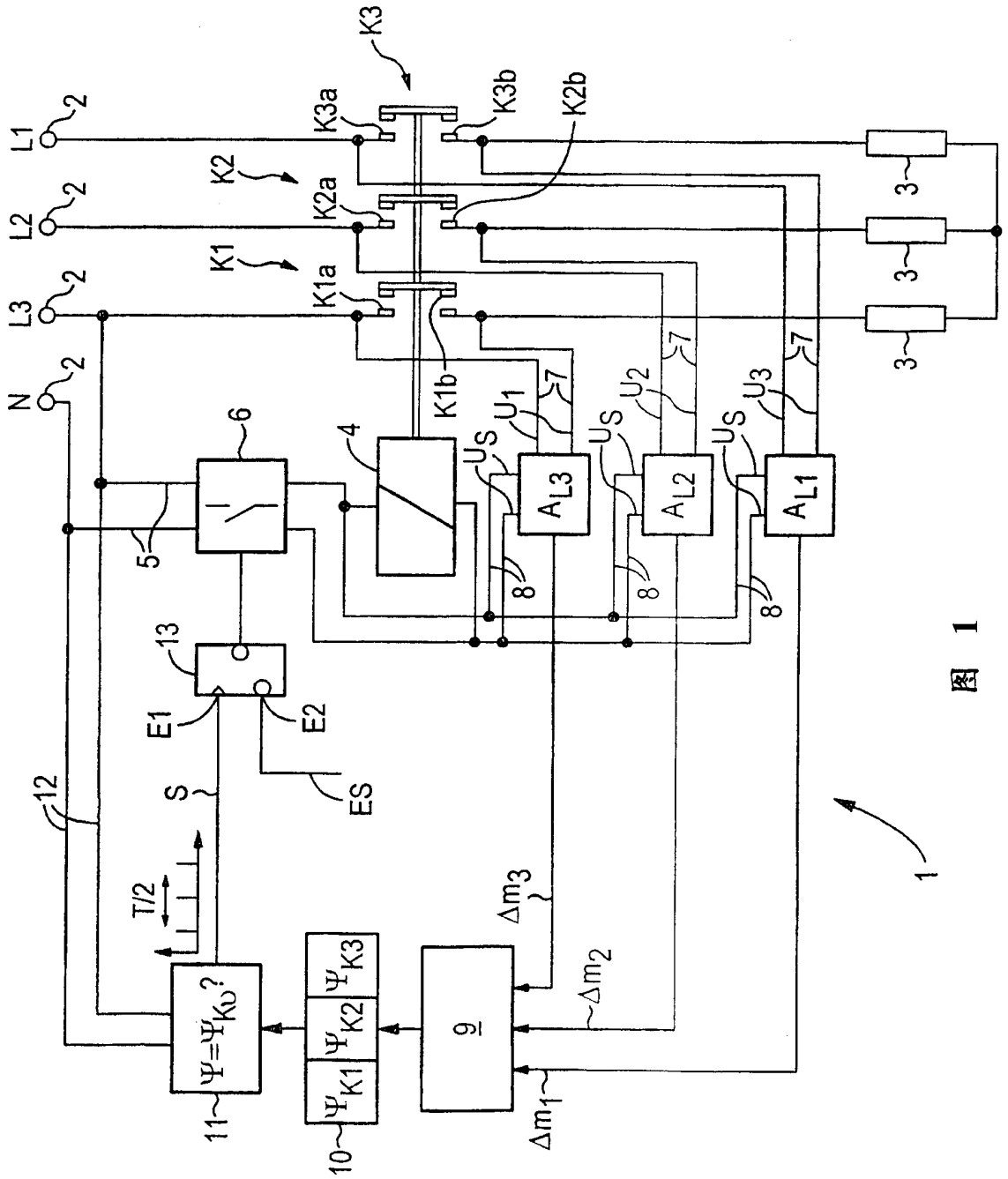

K3
K3a
K3b
K2b
K2
K2a
K1
K1a
K1b
L1
L2
L3
N
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
E1
E2
ES
S
T/2
U1
U2
U3
US
AL1
AL2
AL3
Δm1
Δm2
Δm3
Ψ=ΨKü?
ΨK1
ΨK2
ΨK3
1

图 1

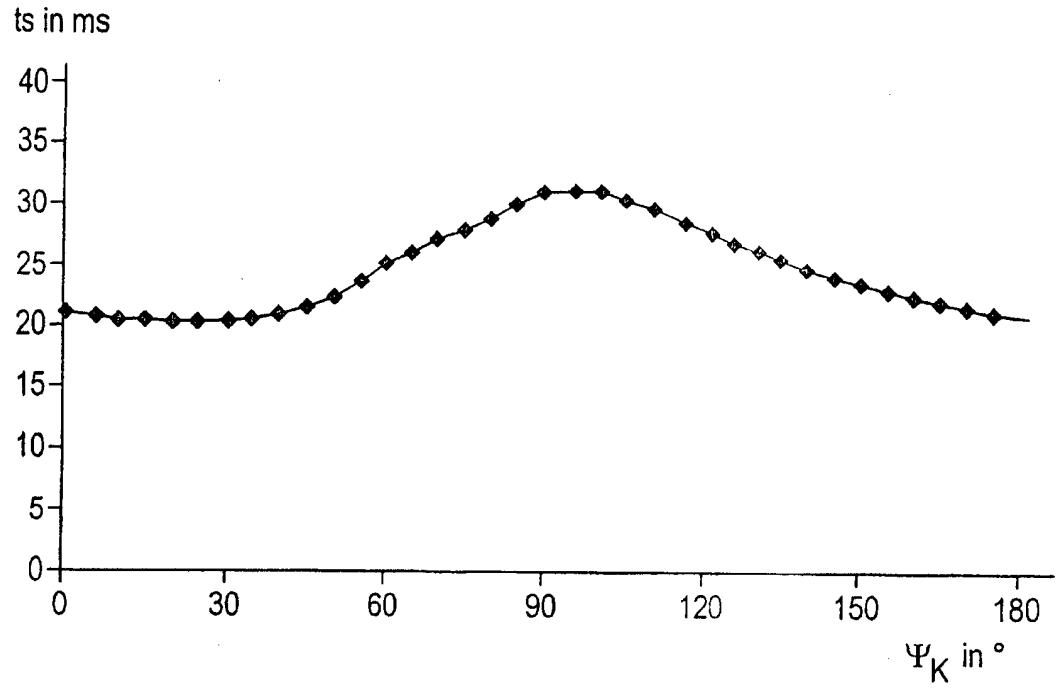

ts in ms
40
35
30
25
20
15
10
5
0
0
30
60
90
120
150
180
ΨK in °

图 2

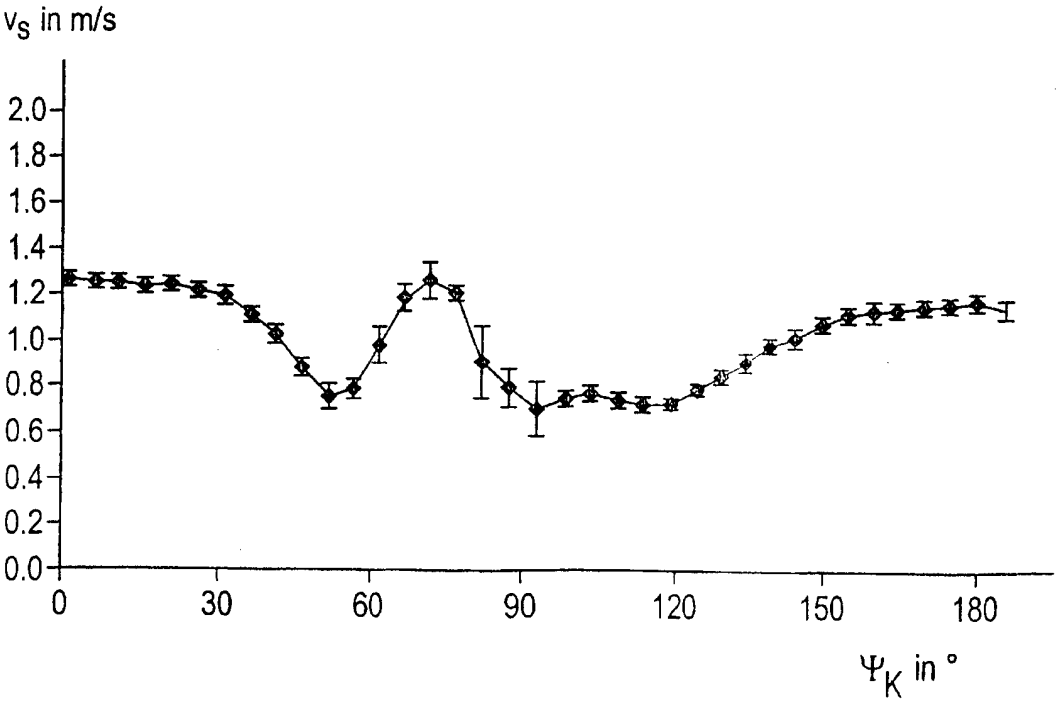

vs in m/s
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0
30
60
90
120
150
180
ΨK in °

图 3

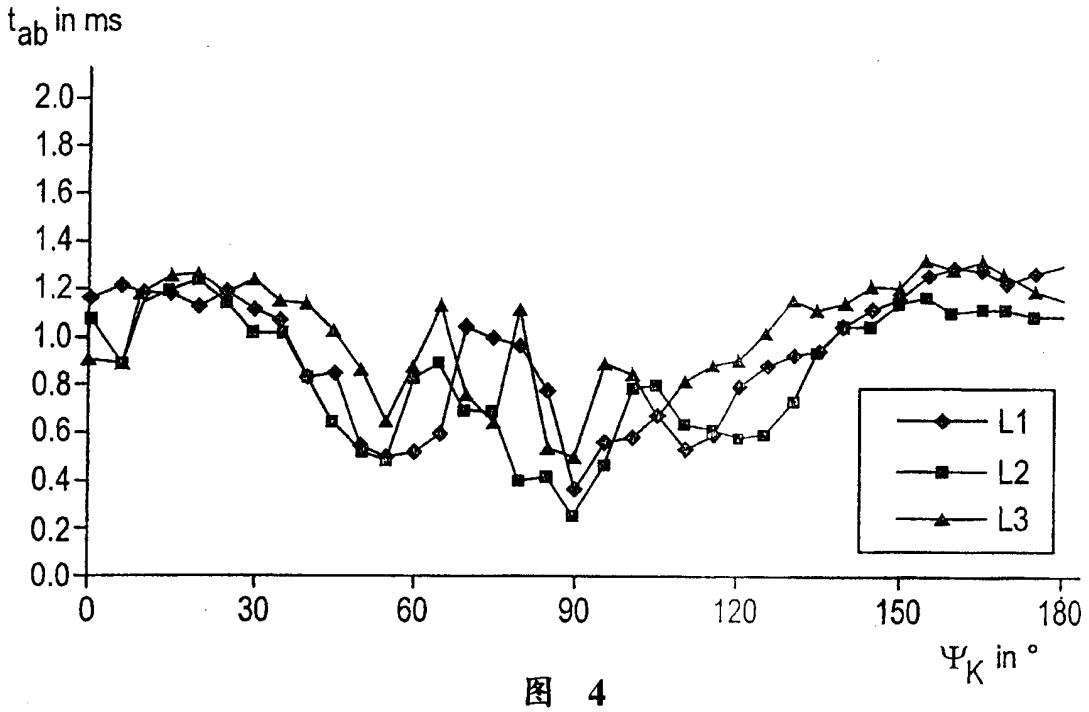

t_{ab} in ms
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0
30
60
90
120
150
180
Ψ_K in °
L1
L2
L3

图 4

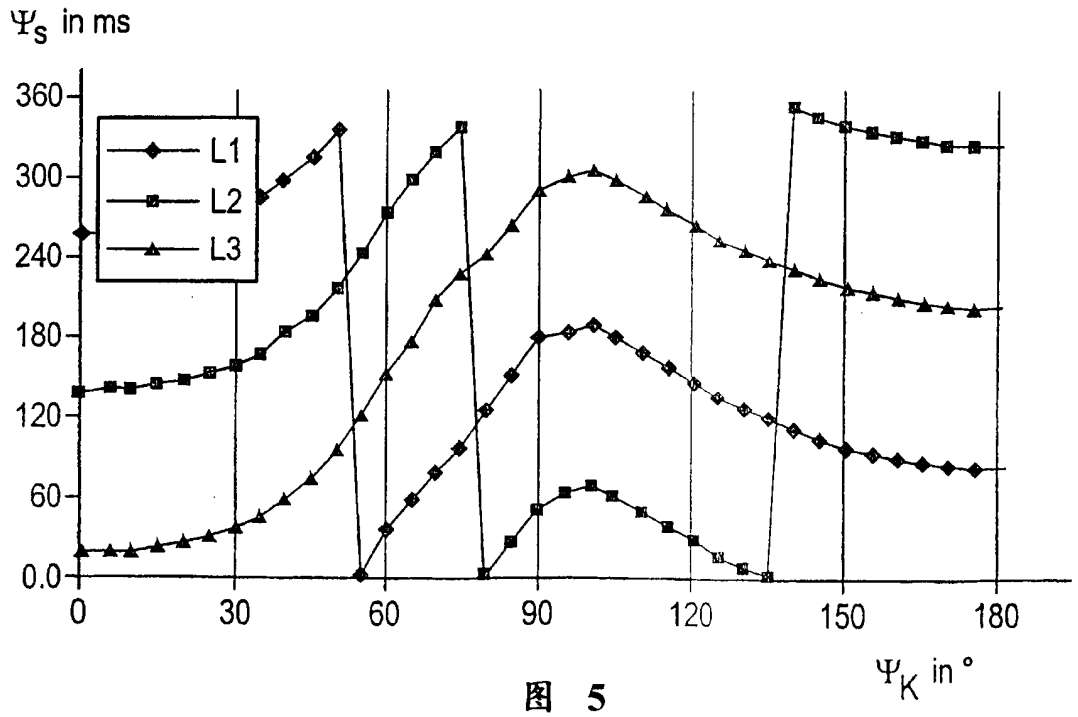

Ψ_S in ms
360
300
240
180
120
60
0.0
0
30
60
90
120
150
180
Ψ_K in °
L1
L2
L3

图 5

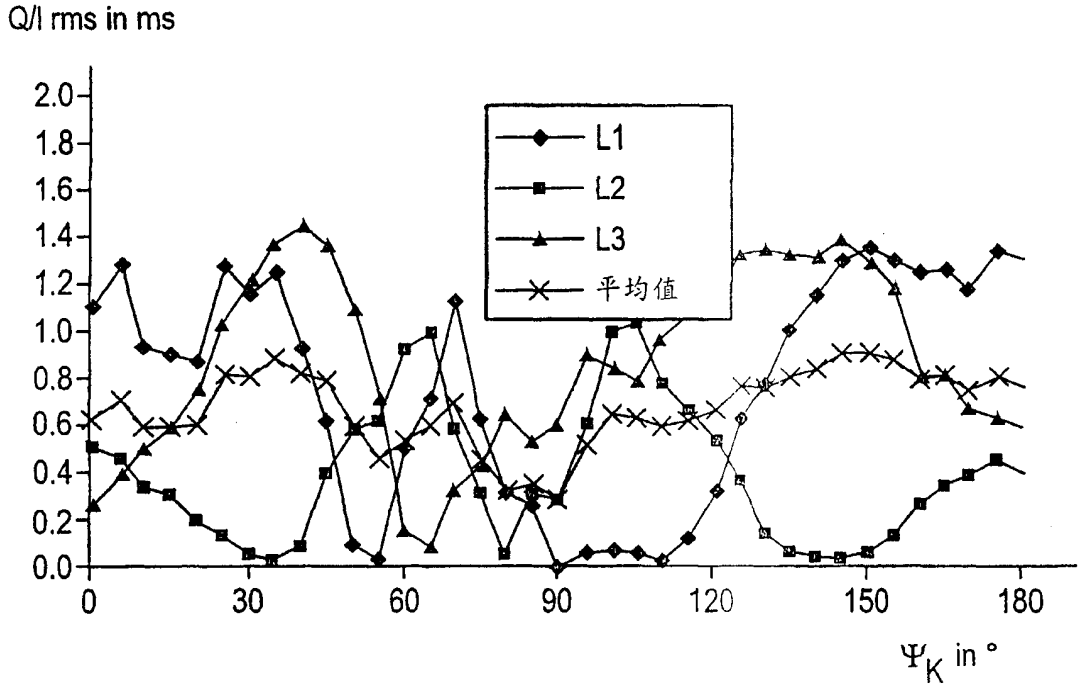

Q/I rms in ms
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0.0
0
30
60
90
120
150
180
L1
L2
L3
平均值
ΨK in °

图 6