

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H02H 3/33 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 00812050.1

[45] 授权公告日 2007 年 1 月 17 日

[11] 授权公告号 CN 1295835C

[22] 申请日 2000.8.9 [21] 申请号 00812050.1

[30] 优先权

[32] 1999.8.25 [33] DE [31] 19940344.9

[86] 国际申请 PCT/DE2000/002656 2000.8.9

[87] 国际公布 WO2001/015297 德 2001.3.1

[85] 进入国家阶段日期 2002.2.25

[73] 专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

[72] 发明人 曼弗雷德·克利迈耶

杰拉尔德·莱纳 莱因哈德·施密德

[56] 参考文献

EP0855779A2 1998.7.29 H02H3/33

CN1178608A 1998.4.8 H02H1/04

审查员 于君伟

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 侯宇 陶凤波

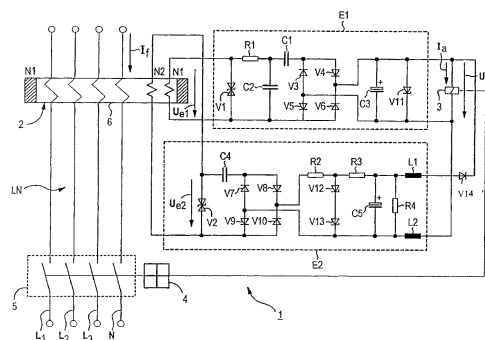
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 5 页

[54] 发明名称

保护设备

[57] 摘要

一种保护设备，特别是 FI 保护设备，具有至少一个带有总电流变流器(2)的检测系统(E1, E2)，其副线圈(N1, N2)后接一个断开继电器(3)，用于操作一个对导线网络(LN)进行开关的开关机构(4)，该设备提供两个检测系统(E1, E2)。其中，第一检测系统(E1)对故障电流频率(f)低于转换频率(f_0)的故障电流(I_f)实施断开功能，而第二检测系统(E2)对高于转换频率(f_0)的故障电流(I_f)实施断开功能。转换频率(f_0)优选地为大于或等于 1kHz。



1. 一种保护设备, 其具有至少一个带有总电流变流器(2)的检测系统(E1, E2), 在该总电流变流器的副线圈(N1, N2)后接一个断开继电器(3), 用于操作一个对导线网络(LN)进行开关的开关机构(4), 其特征在于, 对故障电流频率(f)低于转换频率(f_0)的故障电流(I_f)的断开功能由第一检测系统(E1)实施, 而对高于转换频率(f_0)的故障电流(I_f)的断开功能由第二检测系统(E2)实施。

2. 如权利要求1所述的保护设备, 其特征在于, 所述转换频率(f_0)大于或等于1kHz。

3. 如权利要求1或2所述的保护设备, 其特征在于, 所述第一检测系统(E1)适用于低于转换频率(f_0)的第一故障电流频率(f)的情况, 其中, 断开故障电流(I_A)至少在其频率达到转换频率(f_0)时仍低于对心室颤动设定的第一边界曲线(G1), 而所述第二检测系统(E2)适用于断开故障电流(I_A)在其频率高于转换频率(f_0)时而低于为防火所设置的第二边界曲线(G2)的情况。

4. 如权利要求3所述的保护设备, 其特征在于, 所述总电流变流器(2)的铁芯(6)由纳米晶体或非晶体材料构成。

5. 如权利要求1所述的保护设备, 其特征在于, 所述第一检测系统(E1)适用于50Hz的故障电流频率(f)或从50Hz至400Hz的频率范围, 使得在所述故障电流频率(f)下或频率范围内, 当正弦交流故障电流(I_f)满足相应的EN 61008标准 Typ AC, 或者在正弦交流故障电流(I_f)及脉动直流故障电流(I_f)满足EN61008标准 Typ A时, 断开条件满足。

6. 如权利要求1所述的保护设备, 其特征在于, 所述总电流变流器(2)具有用于第一检测系统(E1)的第一副线圈(N1), 及用于第二检测系统(E2)的第二副线圈(N2)。

7. 如权利要求1所述的保护设备, 其特征在于, 所述第一检测系统(E1)和第二检测系统(E2)均具有一个整流器(V3-V6, V7-V10), 它们分别与总电流变流器(2)的一个副线圈(N1, N2)在交流侧相连, 并在直流侧与两个检测系统(E1, E2)共用的断开继电器(3)相连, 在所述断开继电器(3)前, 在直流侧连接有一个去耦合二极管(V14)。

8. 如权利要求 6 或 7 所述的保护设备, 其特征在于, 所述第二检测系统 (E2) 具有至少一个用于限制回路电流的扼流圈 (L1, L2)。

9. 如权利要求 1 所述的保护设备, 其特征在于, 所述第一检测系统 (E1) 具有一个低通滤波器 (C2), 其设置为, 使断开故障电流 (I_A) 在其频率达到转换频率 (f_0) 之前, 随着故障电流频率 (f) 的增长而升高, 并低于心室颤动的边界曲线 (G1)。

10. 如权利要求 6 所述的保护设备, 其特征在于, 所述第一检测系统 (E1) 在交流侧具有串联电阻 (R1)。

11. 如权利要求 6 所述的保护设备, 其特征在于, 所述第一检测系统 (E1) 具有一个第一串联电容器 (C1), 以及所述第二检测系统 (E2) 具有一个电容量比第一串联电容器 (C1) 小的第二串联电容器 (C4)。

12. 如权利要求 6 所述的保护设备, 其特征在于, 在所述第一检测系统 (E1) 的整流器 (V3-V6) 之后连接有一个滤波电容器 (C3)。

13. 如权利要求 1 所述的保护设备, 其特征在于, 所述第二检测系统 (E2) 具有一个由一个并联电容器 (C5) 和一个串联电阻 (R3) 构成的时间延迟电路 (R3, C5)。

14. 如权利要求 1 所述的保护设备, 其特征在于, 所述断开继电器 (3) 在第一检测系统 (E1) 中与第一齐纳二极管 (V11) 并联, 以及在第二检测系统 (E2) 中与至少一个第二齐纳二极管 (V12, V13) 并联。

15. 如权利要求 1 所述的保护设备, 其特征在于, 所述各个检测系统 (E1, E2) 具有过压保护 (V1, V2)。

16. 如权利要求 1 所述的保护设备, 其特征在于, 该保护设备是故障电流保护设备。

保护设备

技术领域

本发明涉及一种保护设备，它具有至少一个带有总电流变流器的检测系统，其副线圈在一个断开电路中与一个断开继电器串联，以操作一个导线网络的开关机构。一个电路被称为断开电路，该电路产生电流检测值并对其进行分析，并且产生电断开信号，在预定的断开条件下激活断开继电器，即，将其断开。这里将保护设备理解为故障电流保护设备或电流差保护设备。

背景技术

这样的故障电流保护设备在电器设备中作为防止危险的人体电流的安全保护设备。这样的例子如，当一个人接触电器设备的带电部分时，故障电流（或者也称电流差）作为人体电流相对于地流经该人。这时为防止危险的人体电流而设置的安全保护设备会在超过所谓的断开故障电流的情况下，将相关的电路安全而快速地与电网断开。

已知的故障电流保护设备的构造有例如在“etc”杂志（1986），卷 20，第 938 至 945 页所发表的。其中图 1 至图 3 示出了一个故障电流保护设备（FI 保护设备）及一个电流差保护设备（DI 保护电路）的原理电路图和功能原理。所述 FI 和 DI 保护电路以相似的方式和方法由三个部件构成。在总电流变流器的副线圈中，在故障电流的情况下将感应一个电压信号，该电压信号控制一个通过断开电路或断开开关与该副线圈相连的断开继电器，所有导电的导线均通过总电流变流器的铁芯连到导线网络上。所述断开继电器控制一个开关机构，导线网络的导线借助于该开关机构断开。FI 保护设备的断开开关单独通过总电流变流器感应地耦合到导线网络上。因此 FI 保护设备与电网电压无关地、从故障电流本身获取断开所需的能量。与之不同的是，在 DI 保护电路的情况下，断开与电网电压相关，并借助于与导线网络电流相连的增强电路。

在 DIN VDE 0664 标准，部分 10 中（=德文翻译标准 EN 61008）对断

开故障电流进行了定义。它是 FI 或 DI 保护电路在给定条件下断开所需的故障电流的值。在此，例如当断开故障电流是正弦交流故障电流时，其电流值为测量故障电流的 0.5 倍到 1 倍，这是 FI 或 DI 保护电路的断开敏感性的又一标准。因此例如对于人员保护，直接接触部分的测量故障电流不能超过 30mA，而 FI 保护设备对大于 30mA 的测量故障电流只能对间接接触进行保护。

此外，保护电路的断开状态通常确定在某一频率，如 50Hz，或某一频率范围，如 50Hz 至 400Hz。尽管有这种约定，但只要在 IEC 60479 标准所给定的心室颤动的边界曲线之下，这些电路也可以在更高的频率下提供人员保护。相应于该边界曲线，允许断开电流在 1kHz 下达到约 420mA 仍能对人员进行保护。

此外为了使这样的保护设备还能起到火灾保护的作用，为防火所允许的与频率无关的电功率最大不能超过 100W。如果在一个相线与地之间的电压为 230V，则为了防火所不能超过的最大断开故障电流为 430mA。在其他的电网电压下，对断开故障电流有相应的不同的边界值。

但到目前为止的 DI 和 FI 保护设备存在很多问题，当频率增高时断开故障电流也随之增大，以及在高频下，特别是在千赫范围内，会超过在本例中所述的、对防火有代表性的最大值 430mA。在具有变频器或脉动供电的仪器的电器设备的应用中，在故障情况下，可能还会产生具有可高达 20kHz 的故障电流频率的故障电流，结果是保护设备或保护电路的断开故障电流以所描述的方式超过边界值，并且不能在所有的情况下起到防火的作用。当设备数增加很多时，在故障情况下，在更高频率下会产生这样的故障电流，此时这一问题尤显重要。

发明内容

本发明的任务因此在于，提供一种保护设备，特别是故障电流保护设备，利用这种设备对高于 1kHz 故障电流频率下的故障电流也能加以控制，其中特别是在频率范围约为 50Hz 至 20kHz 内的断开故障电流不能超过上述有关的人员及火灾保护的边界值。

本发明的任务通过一种保护设备来解决，其具有至少一个带有总电流变流器的检测系统，在该总电流变流器的副线圈后接一个断开继电器，用于操

作一个对导线网络进行开关的开关机构，其中，对故障电流频率低于转换频率的故障电流的断开功能由第一检测系统实施，而对高于转换频率的故障电流的断开功能由第二检测系统实施。

本发明出于这样的考虑，即这样的保护设备即使在很大的频率范围内，如在 50Hz 到至少 20kHz 范围内，当断开故障电流在 100W 和 230V 下低于 430mA 时，不仅能防护火灾，而且也能在断开故障电流处于 IEC 60479 标准所给定的心室颤动的边界曲线之下时，保障人身安全。由于公认的心室颤动的边界曲线在故障电流频率为 1kHz 时为 420mA，这实际上也是防止火灾的边界值，因此只需将断开故障电流根据该边界曲线限定在一个相应的转换频率上，当断开故障电流处于小于该低于心室颤动边界曲线的转换频率的故障电流频率时，可以尽可能地接近该频率工作。

这以可靠的方式通过两个结构不同的检测系统实现，当转换频率例如处于 1kHz 和 5kHz 之间时，特别是处于 1kHz 和 2kHz 之间时，其中一个实施低于该转换频率、另一个实施高于该转换频率的断开功能。

实施低于该转换频率下的断开功能的第一检测系统按照本发明的目的适用于 50Hz 的故障电流频率或者一个相对较宽频率范围的故障电流，例如从 50Hz 至 400Hz，以使在该频率下或在该频率范围内，满足对脉动电流敏感的保护设备的按 EN 61008 标准的断开条件(相当于 VDE 0664 第十部分)。所述第一检测系统可以扩展为用于 0Hz 故障电流频率的平滑直流电的检测系统，这样就共同提供了对交直流电敏感的保护设备。

所述第二检测系统适用于相对于第一检测系统的高频范围，只有在至少高于转换频率时，第二检测系统的断开信号才大于第一检测系统的断开信号。由此可以有利地实现，当高于转换频率时，由第二检测系统实施断开功能。由此第一检测系统或第二检测系统的断开值，即断开故障电流处于心室颤动边界值或防火边界值中较小的一个之下。

借助于这两个适用于不同频率范围的检测系统，保护设备的断开故障电流在高于转换频率的范围内，既低于心室颤动的边界值，也低于可靠防火的边界值。此外低于转换频率的断开故障电流也总是低于在 50Hz 之上随着故障电流频率的增长而上升的心室颤动边界曲线。

所述两个检测系统可以分别由一个总电流变流器及一个通过其副线圈供电的断开继电器构成。所述两个检测系统还可以为一个共用的断开继电器

供电。按照本发明的目的，将一个总电流变流器用于两个检测系统，其中优选地为检测低频及高频故障电流设置的总电流变流器具有两个副线圈，它们继而为共用的断开继电器供电。

总电流变流器的铁芯设计用于按照德国标准 VDE 0664 第十部分检测正弦交流故障电流，或者按照标准 EN 61008 Typ A 检测正弦交流故障电流和脉动直流故障电流。此外，总电流变流器的铁芯还设计用于检测低频、尤其是低于 1kHz 的故障电流，以及高频故障电流，特别是高于 1kHz 到至少 20kHz 的故障电流。例如若干千赫的高频故障电流将特别由总电流变流器检测，其铁芯由纳米晶体或非晶体材料构成。为此目的利用纳米晶体铁芯材料，例如已由 DE 197 02 371 A1 公知。这种材料是快速凝固的软磁合金，其优点是，相对于晶体软磁材料，具有两至三倍高的电阻。由于其对制造条件要求较小的带厚，典型的为 20 μ m，可使涡流损耗明显减少，因此这种非晶体或纳米晶体材料对高频领域尤其具有优点。

为使该两个检测系统相互去耦，对它们的每一个都设置了一个整流器。每个整流器都在交流侧与两个检测系统共用的总电流变流器相连的各自的副线圈相连。由于两个整流器在直流侧主要与唯一的断开继电器相连，它们中至少一个通过由此建立的直流电回路接通一个去耦合二极管。由此可以保证，所述断开继电器不会使一个检测系统成为从另一个正在实施断开功能的检测系统抽走能量的负载。

在使用一个具有两个用于两个检测系统的副线圈的总电流变流器时，可能由于高频干扰故障电流而产生流经两个检测系统的回路电流。由于为了控制这样的，常见的瞬间干扰效应或过压所设置的短时间滞后至少在第二检测系统中不足以对高频故障电流同时控制这样的回路电流，则按照本发明的目的，在第二检测系统中，对高频故障电流在直流侧至少接通一个扼流圈。由此可以使这样的回路电流，如由网络中的开关操作造成的短时间高频干扰故障电流，衰减，而不会造成误断开。

按照本发明的目的，第一检测系统具有一个主要为并联电容器形式的低通滤波器。其是这样被设计和测量的，即断开故障电流至少在达到转换频率时，随着故障电流频率的增长而升高，并保持低于心室颤动的边界曲线。这里所使用的并联电容器的电容量是这样确定的，具有上升频率的正弦交流故障电流导致陡峭上升的断开故障电流，而此时与故障电流频率相关的断开故

障电流曲线在心室颤动的边界曲线之下还有着足够的安全距离，尽管它可以尽量接近于该边界曲线。通过这种相对陡峭上升的断开故障电流曲线，第一检测系统以及所述保护设备对瞬间故障电流是不敏感的，结果是，所述保护设备具有极高的防误断开强度。

第一检测系统具有一个作为特定功能组成部件的，用于低频故障电流的串联电阻，它连于总电流变流器的第一检测系统的副线圈之后，在作为低通滤波器的并联电容之前。这样第一检测系统的副线圈在高频下也不会直接通过并联电容短暂连接。由此可以实现，即便是在高频故障电流下，特别是在频率高于转换频率时，第二检测系统也能获得可利用的输入信号。所述第一检测系统的串联电阻由此在高的故障电流频率下作为总电流变流器的确定的负载，并在很大程度上用于共同确定超过转换频率的第二检测系统的断开故障电流。

第一检测系统中的至少一个滤波电容器接于滤波器之后，该滤波电容器在直流侧与断开继电器并联。为了避免断开失效，一个在第一检测系统中直流侧与断开继电器并联的齐纳二极管限制加在该断开继电器上的电压，并防止其在高故障电流下再磁化。该提供 1V 齐纳电压的齐纳二极管，在技术条件下在通流方向上运行，并附加地改善所述保护设备的防护冲击电流特性。

为了避免在短时间高频故障电流下的误断开，如感应式耗电器开关在长导线中造成的，第二检测系统短时间滞后。为此第二检测系统具有一个由一个并联电容器和一个串联电阻构成的时间延迟电路，即，延迟电路。对故障电流为 430mA，及故障电流频率大于或等于 3kHz 的断开时间为大约 300ms。该断开时间明显短于 TN 网中所要求的断开时间，因此尤其可以可靠地实现防火保护。

按照本发明的目的，在第一检测系统中和第二检测系统中都至少有一个与断开继电器并联的齐纳二极管。第一检测系统中的齐纳二极管限定加在断开继电器上的电压，并阻止断开继电器在高故障电流下再磁化，再磁化会导致断开失效。在第二检测系统中则通过两个串联的齐纳二极管对总电流变流器的副线圈中感应的干扰电流附加地加以限制。与所述时间延迟电路（延迟电路）一起，该被限制的干扰电流被遮断。按照本发明的目的，一个与该时间延迟电路的电容器并联的电阻在一次干扰过程之后，将该电容器充满电。作为对组件的过压保护，一方面达到尽可能大的对冲击电流的防护，另一方

面对每个检测系统配有与副线圈并联的过压保护元件，主要是阻尼二极管。

附图说明

下面将结合附图对本发明的实施方式作进一步的描述，其中：

图 1 为具有两个检测系统的故障电流保护设备的原理电路图，

图 2 为图 1 中所示的保护设备的检测系统的电路框图，

图 3 为按照 IEC 60479 的心室颤动边界曲线的频率/断开故障电流的对数图形，以及所述保护设备的防火边界曲线以及断开电流曲线，

图 4 为按照图 3 所示的交直流电敏感的保护设备的两个检测系统的在转换频率下截取的断开故障电流，

图 5 为图 4 所示的脉动电流敏感的保护设备的断开电流曲线。

在所有图中，对相同的部件使用相同的附图标记。

具体实施方式

图 1 原理性地示出了故障电流保护设备 1，它具有两个检测系统 E1 和 E2，它们共用一个总电流变流器 2，或者各自使用一个总电流变流器 2 及 2'。所述两个检测系统 E1 和 E2 对其公共的断开继电器 3 供电，该断开继电器 3 与开关机构 4 机械地耦合。未详细示出的、作为释放系统的开关机构 4 与连接系统 5 相耦合。三根相线导线 L_i ，其中 $i=1, 2, 3$ ，以及一根中性导线 N，通过所述共用的或分别使用的总电流变流器 2，2' 形成一个 4 导线网 LN。所述 FI 保护设备 1 接通一个耗电器（未示出），它由导线网 LN 供电。

图 2 所示为两个检测系统 E1 和 E2 的优选的电路结构，它们分别具有一个与公共的总电流变流器 2 相连的副线圈 N1 及 N2。总电流变流器 2 具有由纳米晶体或非晶体材料构成的铁芯 6，它既适用于检测低频故障电流也适用于检测高频故障电流 I_f 。总电流变流器 2 的损耗极小，因此可适用于对故障电流频率 f 达约 20kHz 的高频故障电流 I_f 的检测和传输。

当导线网 LN 和耗电器无故障工作时，通过铁芯 6 的电流的向量和为零。当发生故障时，如由于绝缘故障流入耗电器一方的部分电流通过地作为故障电流或差动电流 I_f 流走。在这种情况下，通过铁芯 6 的电流的向量和不为零。该差动电流或故障电流 I_f 在副线圈 N1、N2 中感应作为故障电流 I_f 测量值的、检测系统 E1 和 E2 的输入信号或电压信号 U_{e1} ， U_{e2} 。

在断开功能中工作的检测系统 E1、E2，将在 U_{e1} 及 U_{e2} 上的输入电压 E 转换为输出电压 U_a ，及相应的通过断开继电器 3 的电流 I_a 。当故障电流 I_f 超过在第一检测系统 E1、或在第二检测系统 E2 和/或断开继电器 3 中设置的额定值或断开值时，与检测系统 E1、E2 的输出端相连的、主要用作停止磁体的断开继电器 3 将被断开。由此与该断开继电器 3 相耦合的开关机构 4 将断开连接系统 5 的开关连接，连接系统 5 作用于所有导线网络 LN 的导线 L_i 。

第一检测系统 E1 优选地被调协到对 50Hz 的故障电流 I_f ，以使在该故障电流频率 f 下，满足 EN 61008 标准的 TYP AC 的对正弦变化的故障电流，或者同时满足 EN 61008 标准的 TYP A 的脉动直流故障电流的断开条件。随着故障电流频率 f 的升高，断开故障电流 I_A 的曲线也随之陡峭上升，但这仍然以足够安全的距离处于图 3 所示的，IEC 60479 标准所给定的心室颤动的边界曲线 G1 之下。

在图 3 所示的频率/断开故障电流图中，横坐标为对数分布的故障电流频

率 f ，纵坐标表示断开故障电流 I_A ，示出了断开故障电流 I_A 随故障电流频率 f 的升高而升高的曲线，它有利地以这种方式实现：即 FI 保护设备 1 对于在高频区的故障电流 I_f ，尤其是瞬间故障电流 I_f 不敏感。这样的瞬间的、也就是非周期性的、一次性的电气故障电压或故障脉冲，在导线网络中的某些设备中也会经常出现。

在所述实施方式中，第一检测系统 E1 无滞后地工作，其中，例如当故障电流频率 f 为例如 1kHz 而故障电流 I_f 为 420mA，即心室颤动的上限时，断开时间为 $\tau \leq 40\text{ms}$ 。但第一检测系统 E1 也可能会有短时的滞后。在第一检测系统 E1 中的断开故障电流 I_A 随着故障电流频率 f 的升高达到防火所不能超过的最大值 430mA 之前，第二检测系统 E2 将接过该断开功能。这发生在转换频率 f_0 大于或等于 1kHz 时。这可见于在图 4 和图 5 中所示的对脉动电流敏感及对直流电敏感的 FI 保护设备 1 的频率/断开故障电流图。

由图 4 和图 5 中可见，第一检测系统 E1 的断开故障电流 I_{A1} 及第二检测系统 E2 的断开故障电流 I_{A2} 是如何变化的。其中可见，两个断开故障电流曲线 I_{A1} 和 I_{A2} 在与转换频率相交处 f_0 ，既低于心室颤动的边界曲线 G1，也低于防火的边界曲线 G2。

第二检测系统 E2 是这样设定的，即断开故障电流 I_A 在从转换频率 f_0 到至少 20kHz 的故障电流频率 f 范围内都以足够的距离处于防火所需的值 430mA 之下。同时，在该范围内断开故障电流 I_a 应大于 200mA，以使 FI 保护设备 1 对高频范围内的瞬间故障电流 I_f ，如导线网络 LN 中的开关操作不敏感。

此外，FI 保护设备 1 是这样设定的，即根据 VDE 0432 标准第二部分，对大于 1000A 的冲击电流强度以 8/20 μs 的波加以保护。在对这样的冲击电流的试验中，对例如由雷击造成的冲击电流加以模拟。其中，对时间极短（如 8 μs 上升时间及 20 μs 下降半值时间）、但幅值却很高，例如 250A 的故障电流 I_f 采取不断开。

对故障电流 I_f 将在第一检测系统 E1 的副线圈 N1 中感应一个输入电压 U_{e1} ，该电压通过由四个二极管 V3 至 V6 构成的桥式整流器整流，并由在该直流侧并联的滤波电容器 C3 使之平滑。整流后的输出电压 U_a 通过断开继电器 3 产生输出电流 I_a 。只要故障电流 I_f 达到断开值，断开继电器 3 就将断开，并通过开关机构 4 将 FI 保护设备 1 的连接系统 5 的开关断开。

与第一检测系统 E1 的副线圈 N1 并联的阻尼二极管 V1 将在副线圈 N1 中感应的电压限定在一定的值, 以一方面在过压的情况下保护第一检测系统 E1 的组件, 另一方面对通过由导线 L_1 , N_1 构成的总电流变流器 2 的主线圈的电流, 如由雷击引起的电流, 实现 FI 保护设备 1 的高的故障断开特性。

在第一检测系统 E1 中与桥式整流器 V3 至 V6 交流地与串联电容器 C1 串联, 与副线圈 N1 的感抗构成一个大约 50Hz 的谐振电路, 通过该谐振电路可为断开继电器 3 提供最大视在功率并由此提供尽可能大的断开能量。在第一检测系统 E1 中与副线圈 N1 并联的电容器 C2 构成低通滤波器, 并且是这样设置的, 尽管断开故障电流 I_A 随着故障电流频率 f 的增长而增长, 却保持在心室颤动的边界曲线 G1 之下。一个交流电阻 R1 的作用是, 在高的故障电流频率 f 下, 第一检测系统 E1 的副线圈 N1 不直接通过电容器 C2 短暂接通。由此电阻 R1 在高的故障电流频率 f 下作为总电流变流器 2 的负载, 并在很大程度上参与共同确定第二检测系统 E2 的断开故障电流 I_A 。

与滤波电容器 C3 并联的齐纳二极管 V11 限定加在主要作为停止磁体的断开继电器 3 上的输出电压 U_a , 并阻止其在高电流 I_f 下的反复磁化, 反复磁化有可能造成断开失效。此外该齐纳二极管 V11 还使保护设备 1 的抗击冲击电流的坚固性得到改善。这里设置的齐纳二极管 V11 提供 1V 的齐纳电压, 并因此在技术条件下在通流方向上运行。当超过例如处于 1kHz 到 4kHz 之间的转换频率 f_0 时, 第一检测系统 E1 的输出电压 U_a 及输出电流 I_a (输出信号 U_a 、 I_a) 小于第二检测系统 E2 的输出电压 U_a 及输出电流 I_a (输出信号 U_a 、 I_a)。当高于该转换频率 f_0 时, 第二检测系统 E2 接替实施断开功能。

第二检测系统 E2 同样具有由四个二极管 V7 至 V10 构成的桥式整流器整流。第二检测系统 E2 的副线圈 N2 同样交流地与串联电容器 C4 相串联, 但 C4 的电容量却明显小于第一检测系统 E1 中串联电容器 C1 的电容量。其原因在于, 检测系统 E2 具有比检测系统 E1 高的谐振频率。由此可以实现, 第二检测系统 E2 在低频范围内, 即低于转换频率 f_0 时不产生可利用的输出信号 U_a 、 I_a , 并以此避免两个检测系统 E1 和 E2 的输出信号 U_a 、 I_a 的交叠。在第二检测系统 E2 的副线圈 N2 中由高频故障电流 I_f 感应的输入电压 U_{e2} 也相似地由桥式整流器 V7 至 V10 整流, 并同样借助与副线圈 N2 并联的阻尼二极管 V2 限定电压。

为了使持续时间为几毫秒的、短暂的、高频干扰故障电流 I_f , 如感应耗

电器的开关在长导线上产生的，不会造成误断开，第二检测系统 E2 短时间滞后。由此在大于或等于 3kHz 的故障电流频率 f 及 430mA 的故障电流下，达到该目的所需的断开时间约为 300ms。该断开时间明显短于 TN 网中所要求的断开时间，因此可以实现优化的防火保护。

在第二检测系统 E2 的副线圈 N2 感应的干扰电压首先通过两个前后相接的齐纳二极管 V12 和 V13 被限制，其中两个齐纳二极管 V12 和 V13 的串联电路是与桥式整流器 V7 至 V10 直流并联的。齐纳二极管 V12 和 V13 同样提供 1V 的齐纳电压，并同样因此在技术条件下在通流方向上运行。在起动齐纳二极管 V12 和 V13 时，电阻 R2 将电流峰限制在二极管 V12 和 V13 所能承受的值。

所述短时间滞后借助于第二检测系统 E2 的时间延迟电路实现，该延迟电路由交流并联的电容器 C5 及串联在其前的串联电阻 R3 构成。在一次干扰过程之后，由并行电阻 R4 为电容器 C5 冲满电。

通过公共的总电流变流器 2 的两个检测系统 E1 和 E2 的两个副线圈 N1 和 N2 的电容耦合，可能由于高频干扰故障电流 I_f 使附加回路电流通过两个检测系统 E1 和 E2 以及通过断开继电器 3 流动。借助于延迟电路 R3，C5 作为所述短时间滞后的唯一措施可能是不够的。因此在第二检测系统 E2 中设置了两个扼流圈 L1 和 L2，以使该回路电流尽可能可靠地被限制，使短时间的高频干扰故障电流 I_f 在网络中换向操作时不会造成误断开。

为了避免检测系统 E1 和 E2 的、对公共断开继电器 3 作用的相互影响，在断开继电器 3 前串联了去耦合二极管 V14。通过借助于两个检测系统 E1 和 E2 产生的输入电压 U_{e1} 和 U_{e2} 的直流电产生的输出直流电压 U_a 将通过二极管 V14 去耦合。由此可实现，在检测系统 E1、E2 中，在某一故障电流频率 f 下产生较高的输出电压 U_a 的那一个，实施断开功能，并将断开继电器 3 断开。

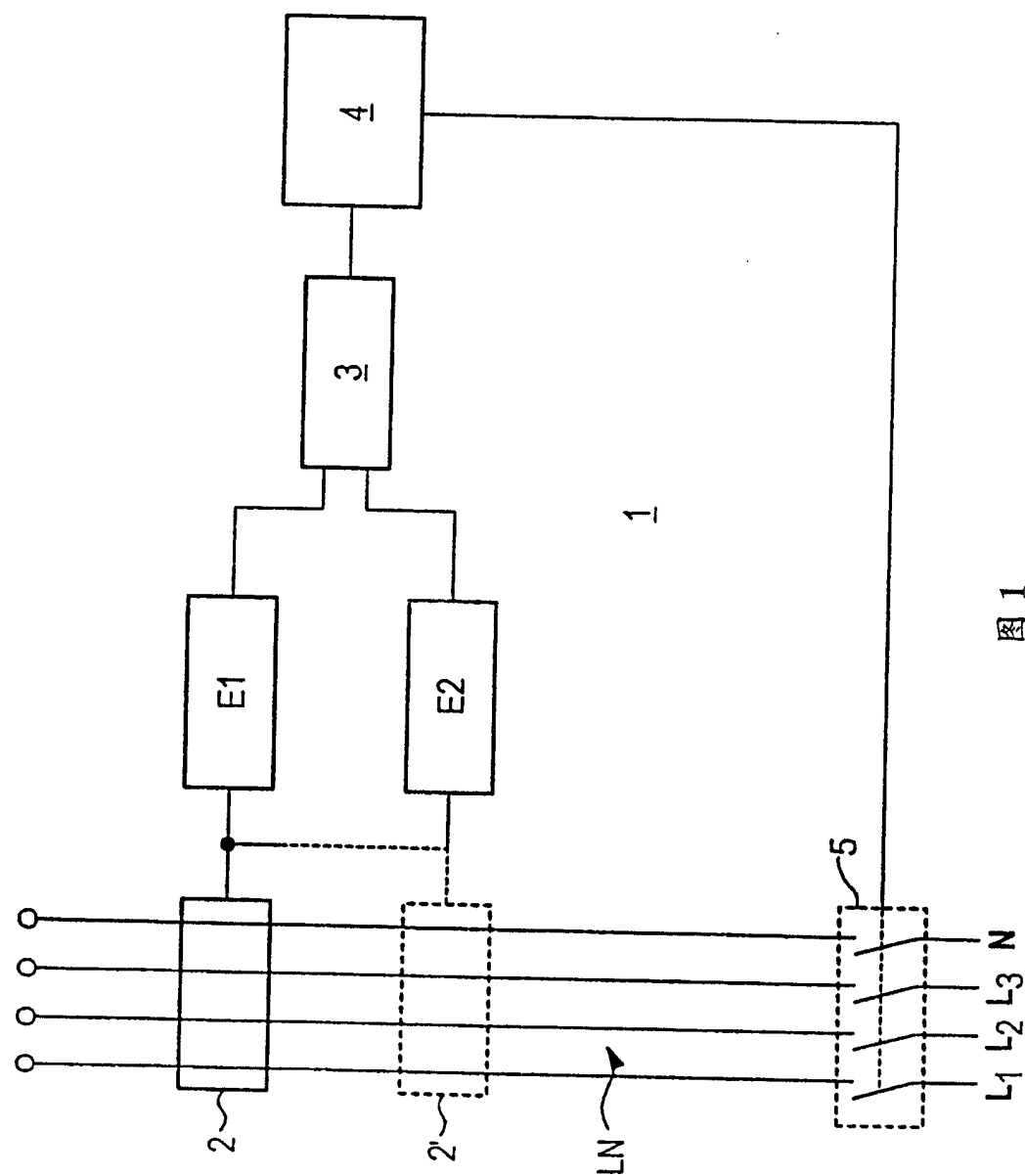
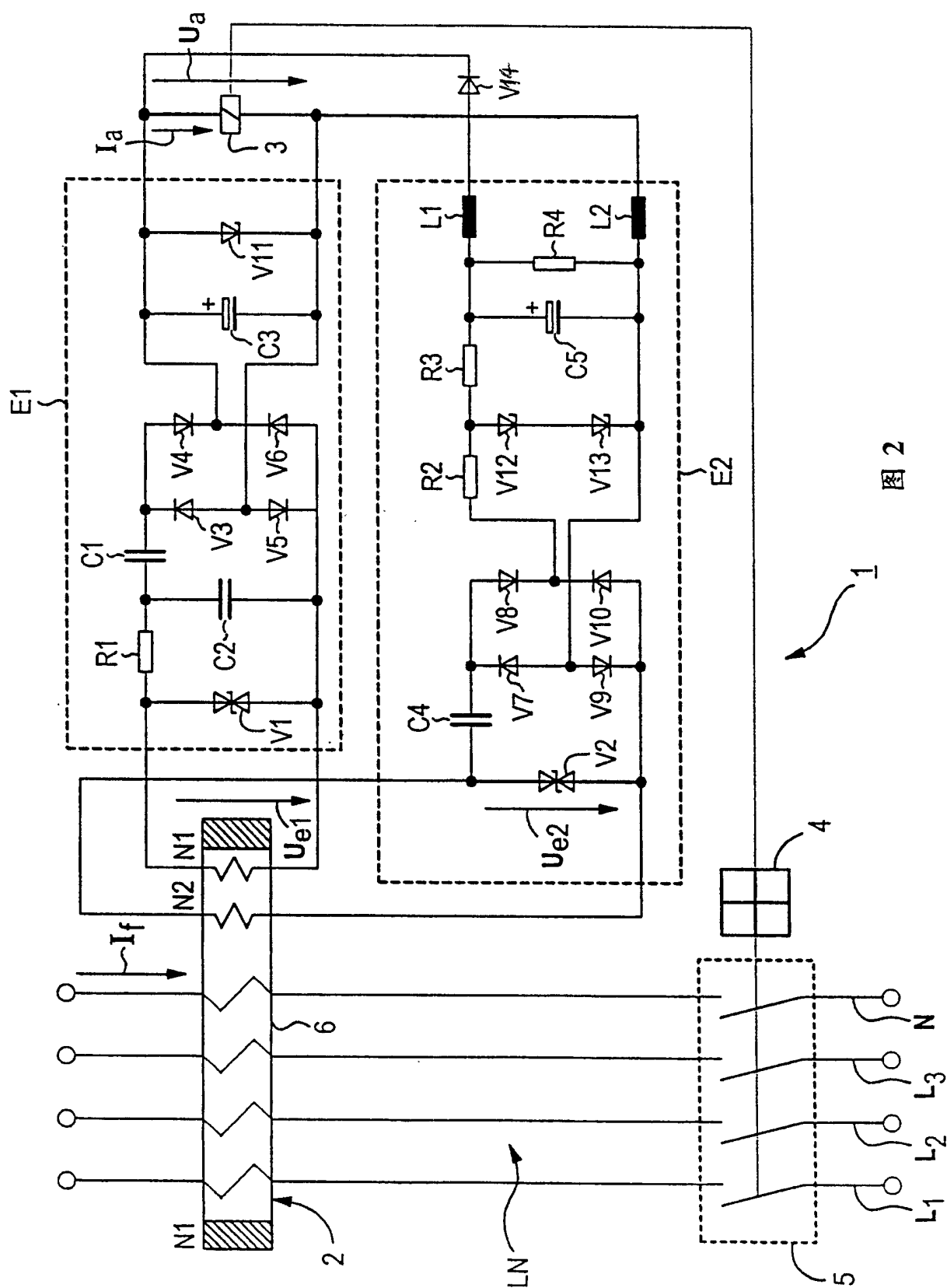


图 1



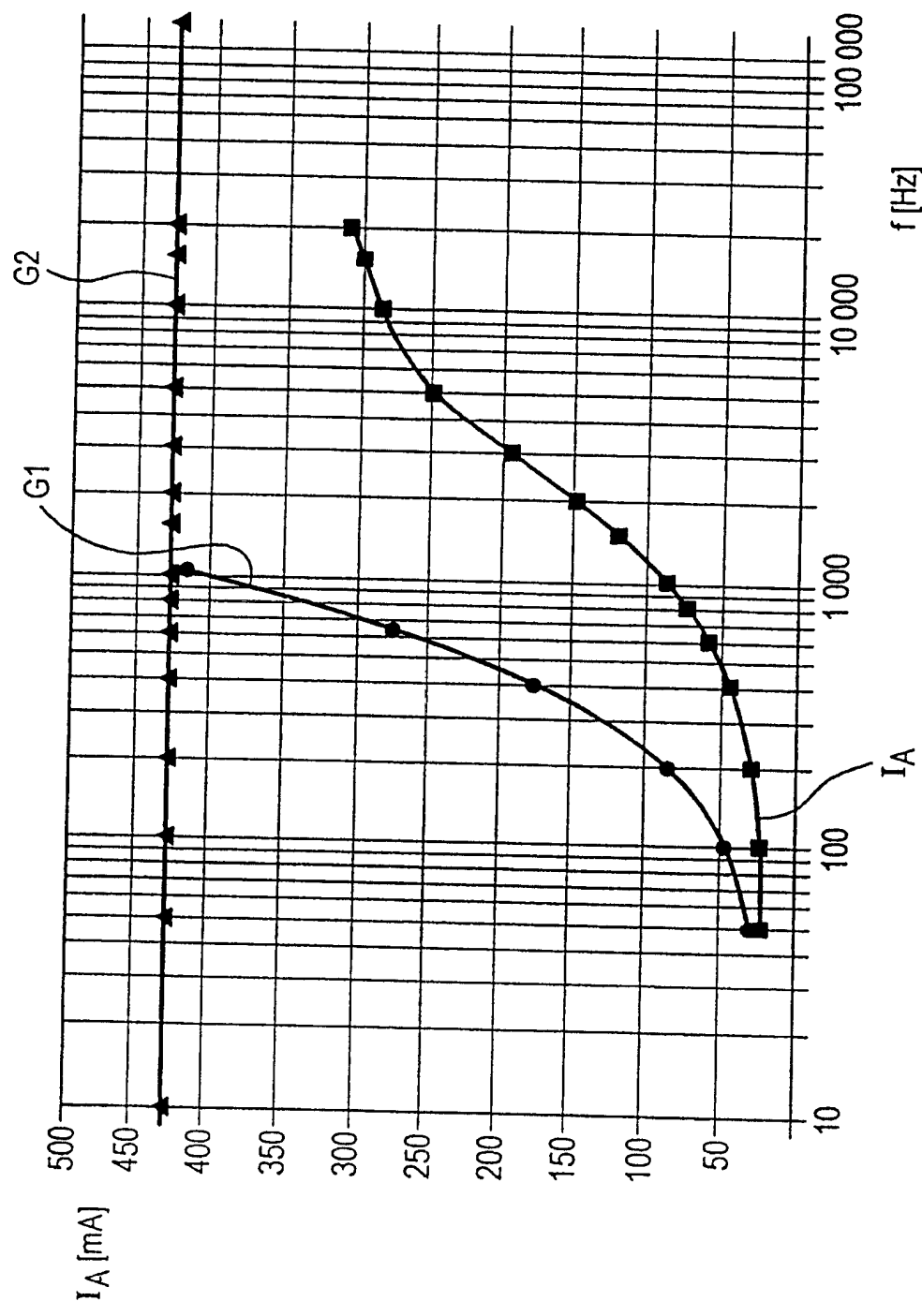


图 3

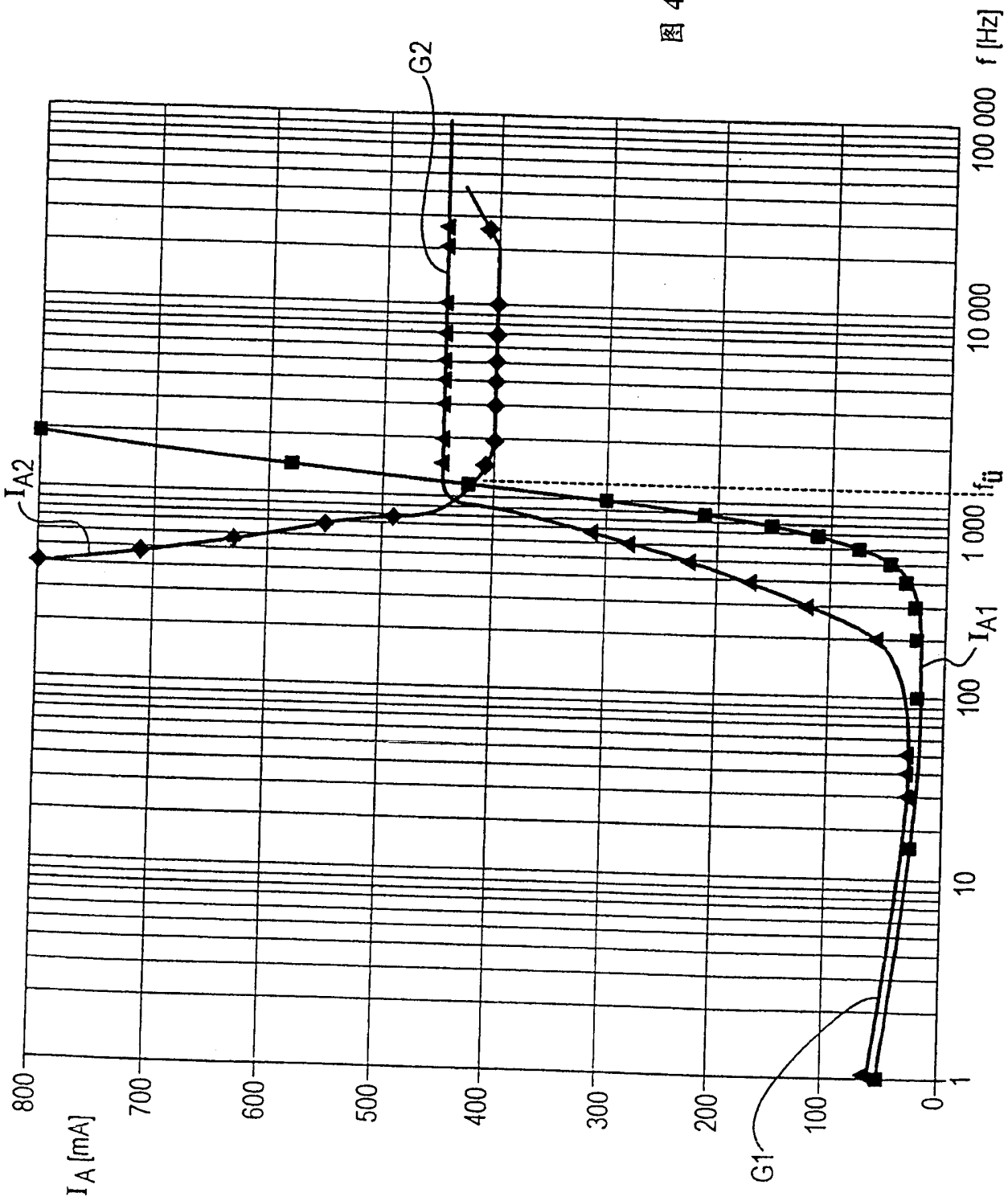


图 4

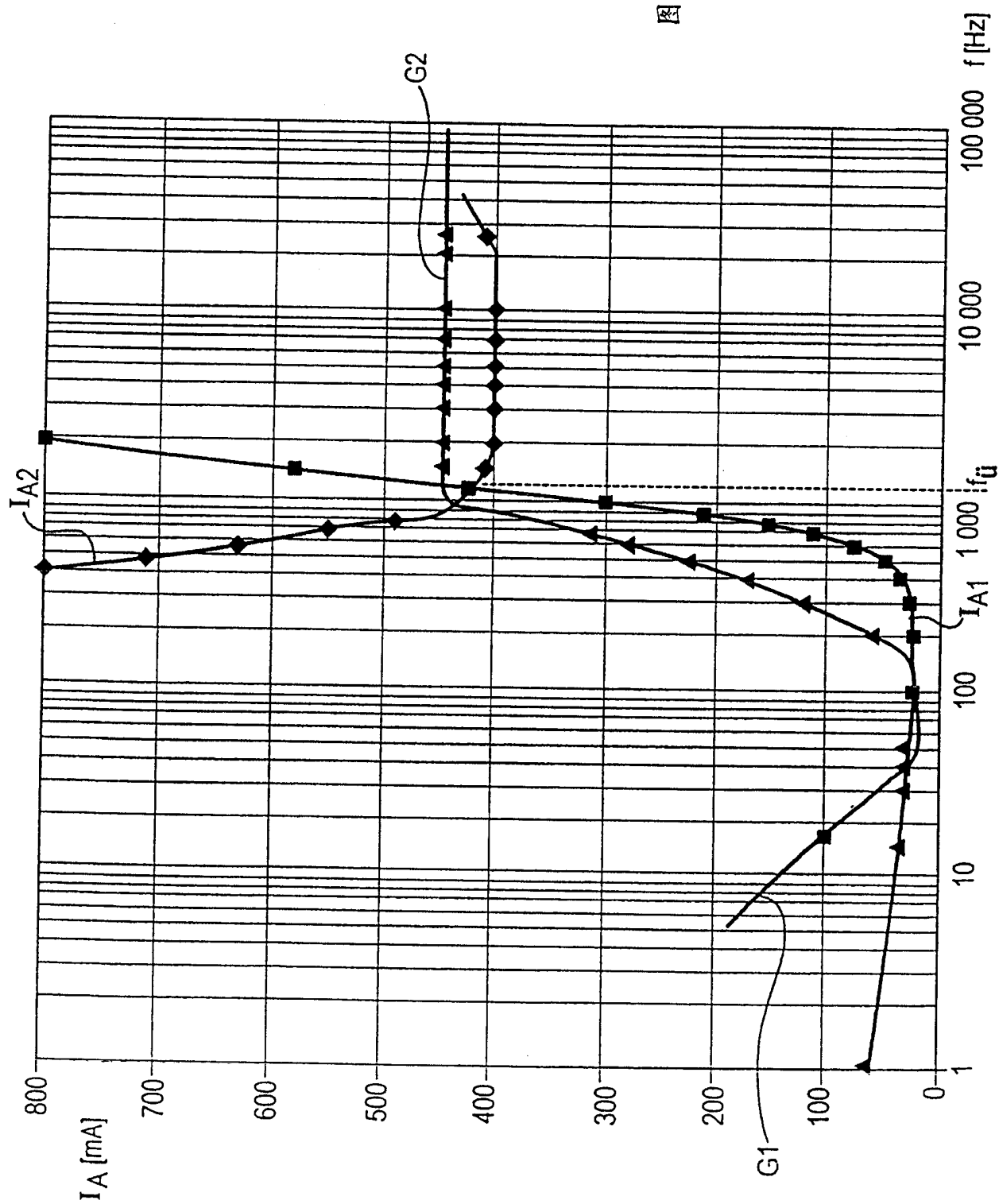


图 5