



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1846343 B

(45) 授权公告日 2011.05.11

(21) 申请号 200480024989.4

(22) 申请日 2004.08.24

(30) 优先权数据

60/498,920 2003.08.29 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006.02.28

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2004/027501 2004.08.24

(87) PCT申请的公布数据

W02005/025039 EN 2005.03.17

(73) 专利权人 ABB 公司

地址 美国康涅狄格州

(72) 发明人 阿尔波·K·瓦林迈基

道格拉斯·卡拉克

丹尼斯·蒂兹科夫斯基

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

11227

代理人 杨生平 杨红梅

(51) Int. Cl.

H02M 1/32(2007.01)

H02M 5/458(2006.01)

H02M 7/5387(2007.01)

G01R 31/42(2006.01)

(56) 对比文件

US 5214575 A, 1993.05.25, 全文.

US 5790391 A, 1998.08.04, 全文.

审查员 李承承

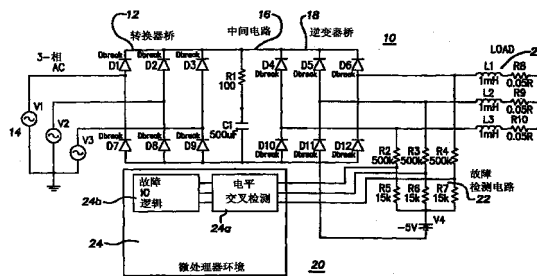
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 6 页

(54) 发明名称

检测 AC-AC 或 DC-AC 功率转换设备中的故障的方法和装置

(57) 摘要

一种系统,用于在 AC-AC 或 DC-AC 功率转换设备中使用,以便当逆变器 (18) 处于高阻抗模式中时检测逆变器中的故障。该系统通过将逆变器输出转换成数字信号并估算结果的信号的频率来检测接地故障或交叉接线的情况。系统将逆变器保持在高阻抗模式中直到其确定任一所述异常状况均不存在之后。该系统在上电时测试两种异常状况,并且之后每当逆变器开关失能时仅对接地故障进行测试。



1. 一种检测逆变器中的故障的方法,所述逆变器具有连接到负载的输出和一个或多个受控开关,所述方法包括:

当所述逆变器工作在高阻抗模式中时,分析所述逆变器的输出;以及

当所述分析示出从所述逆变器的输出转换的数字信号的频率超过预定标准时,确定工作在所述高阻抗模式中的所述逆变器中故障的发生,

其中在所述高阻抗模式中,所述逆变器中没有处于导通状态的开关,或者在输入导线错误接线到输出的异常状况下存在被限制到安全水平的电流。

2. 如权利要求 1 所述方法,其中所述高阻抗模式故障是所述逆变器中的接地故障。

3. 如权利要求 1 所述方法,其中所述高阻抗模式故障是所述逆变器的输入和/或输出中的接线错误。

4. 如权利要求 1 所述方法,其中所述逆变器是三相逆变器。

5. 一种检测逆变器中的故障的组件,包括:

逆变器,具有用于连接到负载的输出和一个或多个受控开关;和

分析和检测装置,连接到所述逆变器的输出,用于在所述逆变器工作于高阻抗模式中时分析所述逆变器的输出,以及当所述分析示出从所述逆变器的输出转换的数字信号的频率超过预定标准时,检测工作于高阻抗模式中的所述逆变器中的故障,

其中在所述高阻抗模式中,所述逆变器中没有处于导通状态的开关,或者在输入导线错误接线到输出的异常状况下存在被限制到安全水平的电流。

6. 如权利要求 5 的组件,其中所述逆变器具有用于连接到具有基频的 AC 源的输入,并且所述分析和检测装置包括:

电平交叉检测器,用于确定当所述逆变器的输出处的电压与预定振幅交叉时发生的时刻;以及

装置,用于对在预定时间段内发生的电压交叉发生的所述时刻的数目来计数,并且在所述数目是相关于所述基频的预定倍数时,表明工作在所述高阻抗模式中的所述逆变器中故障的发生。

7. 如权利要求 6 的组件,其中所述 AC 源位于所述组件中,并且所述 AC 源具有所述基频,并连接到所述逆变器的输入。

8. 如权利要求 7 的组件,还包括转换器,该转换器具有输出、连接到所述 AC 源的输入以及连接于所述转换器的输出和所述逆变器的输入之间的中间电路。

9. 一种电路,用于检测具有输出的逆变器中故障的发生,包括:

分析和检测装置,连接到所述逆变器的输出,用于在所述逆变器工作于高阻抗模式中时分析所述逆变器的输出,以及当所述分析示出从所述逆变器的输出转换的数字信号的频率超过预定标准时,检测工作于高阻抗模式中的所述逆变器中的故障,

其中在所述高阻抗模式中,在所述逆变器中没有处于导通状态的开关,或者在输入导线错误接线到输出的异常状况下存在被限制到安全水平的电流。

10. 如权利要求 9 所述电路,其中所述逆变器具有用于连接到具有基频的 AC 源的输入,并且连接到所述逆变器的输出的所述分析和检测装置包括:

电平交叉检测器,用于确定当所述逆变器的输出处的电压与预定振幅交叉时发生的时刻;以及

装置,用于对在预定时间段内发生的电压交叉发生的所述时刻的数目来计数,并且在所述数目是相关于所述基频的预定倍数时,表明工作在所述高阻抗模式中的所述逆变器中故障的发生。

## 检测 AC-AC 或 DC-AC 功率转换设备中的故障的方法和装置

[0001] 对相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求以下美国临时专利申请的优先权：序列号 60/498,920, 提交于 2003 年 8 月 29 日, 标题为“Method and Apparatus For Detecting High Impedance Mode Faults In AC to AC, or DC to AC Power Conversion Equipments”, 其内容通过引用整体结合于此, 并由此要求 35 U. S. C. 119(e) 之下的优先权的权益。

### 技术领域

[0003] 本发明涉及功率转换设备, 并且更多且具体地涉及当此种设备处于高阻抗模式时设备中故障的检测。

### 背景技术

[0004] 如本领域技术人员熟知的, 可视为现代 AC 驱动系统的功能块的三个主要子系统是输入侧整流器系统、带有预充电系统的中间链接 (DC 总线)、和输出逆变器系统。这些相同的子系统亦用于、但不限于: 如电镀、可替换的功率发生和不间断功率供给设备。

[0005] 整流器的用途是将输入 AC 电压从公用转换成中间 DC 电压, 即整流器作为 AC-DC 转换器发挥作用。输入整流器系统包括三相二极管桥、AC 或 DC 侧电感器和带有充电系统的 DC 总线电容器。三相二极管桥将输入 AC 电压转换成 DC 电压。电感器和电容器用作针对中间 DC 电压的平滑滤波器。

[0006] 中间链接是多数情况中配置以电解电容器的 DC 能量存储。在正常操作中, 在硬连接从转换器输出到电容器组建立之前, DC 总线电容器组经由预充电电阻器被充电到接近额定 DC 总线的电压。预充电电阻器的用途是: 通过限制连接到源的瞬间的浪涌电流而使 DC 总线电容器慢慢充电。

[0007] 逆变器的用途是将中间 DC 电压转换成可变频率和可变振幅的 AC (RMS) 输出电压。因而, 逆变器系统作为 DC-AC 逆变器发挥作用。中间电路中的 DC 电压被馈送到逆变器桥, 其在给出的控制序列下将 DC 能量转化成可变频率的 AC 能量。

[0008] 故障模式, 如逆变器接地的输出、或错接线的输出 / 输入端子是灾难性故障的高风险。将逆变器激励到此种故障中将引起形式为损坏的电设备、被清除的熔断器 (fuse) 和受干扰的过程的损失。

[0009] 逆变器控制系统理想的特性是检测以上异常情况 (故障模式) 而不激励逆变器开关的能力。当逆变器开关未被激励时, 其处在高阻抗模式中, 而当被激励时则进入低阻抗模式。该不激励逆变器开关的故障模式的检测避免了极高电流, 如果那些开关被激励并因而被置于存在故障模式的低阻抗模式中, 则所述电流将在逆变器桥的开关中流动。

[0010] 当前用于检测三相逆变器系统中接地故障的方法是:

[0011] 1) 检测所有三相电流并对结果求和。当所有三个电流反馈值的和超过预定的门限时, 表明有接地故障。

[0012] 2) 使所有三个逆变器的输出导线通过电流传感器。此方法与以上紧接所述的方法

基本相同,只有求和是通过组合来自所有马达导线的通量而不是电流反馈值来执行的。

[0013] 3) 在中间链接的 + 和 - 腿中放置扼流器 (choke), 然后比较由 DC 链接电流引起的每个扼流器上的电压降。电压的不平衡指示接地故障。

[0014] 上述所有方法要求逆变器的晶体管接通以使基本地电流流动。

[0015] 一种当前用于检测三相逆变器系统中的交叉接线情况 (主输入连接到逆变器的输出) 的方法是:

[0016] 在逆变器的单个晶体管上脉动很短的持续时间, 并监视此晶体管中的电流。

[0017] 此方法要求很大的电流流动在晶体管中, 并且如果主输入的源阻抗太低此方法可能失败。

[0018] 本发明克服了当前用于检测三相逆变器系统中的接地故障或交叉接线情况的方法的上述缺点。本发明消除了功率电路被使能之前因错接线的输出或输出接地故障导致的主电路失败的机会。本发明的主要优势是将功率电路保持在高阻抗模式中, 直到确认了所述故障模式 (异常情况) 不存在。

## 发明内容

[0019] 在具有一个或多个受控开关和输出的逆变器中, 一种方法, 其:

[0020] 分析所述逆变器的输出, 其中所述逆变器工作于高阻抗模式中; 以及

[0021] 当所述分析示出与所述逆变器的输出关联的条件超过预定标准时, 确定工作于所述高阻抗模式中的所述逆变器中的故障的发生。

[0022] 一种组件, 其具有: 逆变器, 具有一个或多个受控开关和用于到负载的连接输出; 以及装置, 连接到所述逆变器的输出, 用于在所述逆变器工作于高阻抗模式中时分析所述逆变器的输出, 以及当对所述逆变器输出的所述分析超过预定标准时检测工作于高阻抗模式中的所述逆变器中的故障。

[0023] 一种用于检测具有输出的逆变器中的故障的发生的电路。此电路具有:

[0024] 装置, 连接到所述逆变器的输出, 用于在所述逆变器工作于高阻抗模式中时分析所述逆变器的输出, 以及当对所述逆变器的输出的所述分析超过预定标准时检测工作于高阻抗模式中的所述逆变器中的故障。

[0025] 一种检测逆变器中的故障的方法, 所述逆变器具有连接到到负载的输出和一个或多个受控开关, 所述方法包括: 当所述逆变器工作在高阻抗模式中时, 分析所述逆变器的输出; 以及当所述分析示出从所述逆变器的输出转换的数字信号的频率超过预定标准时, 确定工作在所述高阻抗模式中的所述逆变器中故障的发生。在所述高阻抗模式中, 在所述逆变器中没有处于导通状态的开关, 或者在输入导线错误接线到输出的异常状况下存在被限制到安全水平的电流。

[0026] 一种检测逆变器中的故障的组件, 包括: 逆变器, 具有用于连接到负载的输出和一个或多个受控开关; 以及分析和检测装置, 连接到所述逆变器的输出, 用于在所述逆变器工作于高阻抗模式中时分析所述逆变器的输出, 以及当对所述逆变器的输出的所述分析示出从所述逆变器的输出转换的数字信号的频率超过预定标准时, 检测工作于高阻抗模式中的所述逆变器中的故障。在所述高阻抗模式中, 在所述逆变器中没有处于导通状态的开关, 或者在输入导线错误接线到输出的异常状况下存在被限制到安全水平的电流。

[0027] 一种电路,用于检测具有输出的逆变器中故障的发生,包括:分析和检测装置,连接到所述逆变器的输出,用于在所述逆变器工作于高阻抗模式中时分析所述逆变器的输出,以及当对所述逆变器的输出的所述分析示出从所述逆变器的输出转换的数字信号的频率超过预定标准时,检测工作于高阻抗模式中的所述逆变器中的故障。在所述高阻抗模式中,在所述逆变器中没有处于导通状态的开关,或在输入导线错误接线到输出的异常状况下存在被限制到安全水平的电流。

#### 附图说明

[0028] 图 1 示出一个三相 AC-AC 转换器,其包括本发明的高阻抗故障模式检测 (HIFMD) 系统。

[0029] 图 2 示出:当转换器输出相之一具有接地故障时,HIMFD 系统如何耦合到功率源。

[0030] 图 3 示出在图 2 的故障的情况下来自 HIMFD 系统的信号波形。

[0031] 图 4 示出在错接线的输入/输出的情况下 HIMFD 系统的耦合。

[0032] 图 5 示出在图 4 的故障的情况下来自 HIMFD 系统的信号波形。

[0033] 图 6 示出 HIMFD 系统的更详细的框图。

#### 具体实施方式

[0034] 本发明使用如下所述的高阻抗模式故障检测 (HIMFD),其通过监视逆变器桥的输出状况来保护功率转换设备并对更高层控制电路(输出阶段控制、逆变器控制、输出开关控制)产生指示(反馈)以便在存在异常状况时禁止用于逆变器桥的控制命令。这防止逆变器桥在存在如接地故障或交叉接线情况的故障模式中进入低阻抗模式。

[0035] 本发明的 HIMFD 系统使得可能检测高阻抗模式中逆变器输出的异常状况,其在保护以防失败的绝缘和接线中的错误时使针对逆变器中功率开关的应力最小化。本发明的 HIMFD 系统通过将逆变器输出转换成数字信号并估算结果信号的频率来单独地检测并指示每个上述故障情况。如下所述,根据逆变器输出极的状况生成的信号对于本发明能检测的故障模式具有显著变化的波形。

[0036] 最有价值的信息是信号的周期速率,其是系统基频的倍数。通常的配电系统是基于 50Hz 或 60Hz 的频率的。本发明的 HIMFD 系统忽视在源频率的容许限制以内的基频的变化。

[0037] 由于源电压可相当地变化,因此基于信号电平感测的故障检测不象基于信号频率的检测那样有效或简单,该基于信号频率的检测用于在此说明的本发明的实施例。然而,本发明亦可使用其他技术,如通过分析轮廓并将轮廓与逆变器输出状况感测中公知的特征相比较来根据信号波形读取信号内容“消息”。

[0038] 如何读取和处理所捕捉的逆变器输出状况的信号的技术可能从固定限制调整(justification)变化到智能处理,其不仅允许适配到不同的可接受条件而没有错误激励,还允许对正确操作更精确的调整和识别。

[0039] 本发明的 HIMFD 系统检测的异常状况的实例是:

[0040] a) 由于(线缆、马达)绝缘失败而导致接地的一个或多个输出相。接线错误也可以是接地的输出相的起因。

[0041] b) 当输入导线接线到输出端子时,使逆变器从反向路径(经由逆变器桥中的自由轮二极管(free wheeling diode))得到能量的接线错误。

[0042] 本发明将功率电路即逆变器保持在高阻抗模式,直到其已经确定所述两个异常状况都不存在之后。这允许在电路中任何部分中不存在高电流的情况下检测到所述异常状况的一个或二者。

[0043] 在本发明中,术语高阻抗模式有如下两个含义:

[0044] 1) 没有被控制成处于 ON(接通)状态的输出装置(即逆变器开关),在所述 ON 状态下它们处于导通(低阻抗)模式以使电流通过所述装置。

[0045] 2) 在输入导线错误接线到输出的异常状况下存在有限的电流。预充电电路的配置及其控制方案必须是:使电容器组保持与主电路隔离,直到确定不存在异常状况。在此情况中,隔离是通过中间链接和 DC 总线之间的高阻抗实现的,所述阻抗的值通过将电路中电流限制到安全水平的设计来确定。

[0046] 图 1 示出一个三相 AC-AC 转换器 10,其包括本发明的 HIMFD 系统。如图 1 所示,转换器 10 具有连接到三相 AC 电压的源 14 的转换器桥 12。转换器 10 还包括连接到转换器桥 12 的输出的中间电路 16 以及连接到中间电路 16 的输出和负载 26 的逆变器桥 18。输出逆变器 18 以简化的配置表示,其中没有受控开关,因为对于说明本发明示出受控开关不是必需的。

[0047] 转换器 10 还包括本发明的高阻抗模式故障检测器 20,其连接到逆变器桥 18。如图 1 所示,此实施例中的故障检测器 20 具有包括电阻器 R2 至 R7 的电阻器网络 22、以及包括电平交叉检测电路 24a 和故障 ID 逻辑 24b 的微处理器环境 24。电阻器网络 22 的输出被馈送到可由比较器实施的电平交叉检测电路 24a,以确定信号与触发电平交叉的时序。转换器 10 的每个输出相被单独监视,并且每个信号表示已知的相。这使得可能确定哪个输出相处在故障条件下。

[0048] 电平交叉检测电路 24a 数字输出的转移由以软件在微处理器(未示出)中实施的故障 ID 逻辑 24b 在固定的时间段计数。如果转移的数目以等于约六倍基频的速率发生,则微处理器可确定存在接地输出。

[0049] 如果转移的数目以等于约两倍基频的速率发生,则微处理器可确定存在输出接线故障。

[0050] 图 2 示出:在转换器输出相之一处于失败模式如接地故障下的情况下,HIMFD 系统如何耦合到接地的配电系统中的源。在此图中未示出微处理器环境 24 仅是为了方便说明。

[0051] 图 3 示出在接地的输出相的情况中来自 HIMFD 系统的信号波形。在此实例中,系统由三相、480Vac、60Hz 电压源供给。如图 3 所示,因为公知的是 60Hz 波形的一个周期的时间为 16.666 毫秒,所以电平交叉检测电路 24a 的数字输出的转移的数目以等于约六倍的 60Hz 基频的速率发生。

[0052] 图 4 示出错误接线的输入/输出的情况下 HIMFD 系统的耦合,其中,一馈相连接到逆变器的输出。微处理器环境 24 在此图中未示出仅是为了说明的简单。此条件对应于其中所述源的所有相连接到输出并且信号表示来自一个相的反馈的情况。

[0053] 图 5 示出输入接线错误的情况中来自 HIMFD 系统的信号波形。在此实例中,系统由三相、480Vac、60Hz 电压源供给。如图 5 中可见,电平交叉检测电路 24a 的数字输出的转

移的数目以等于约两倍的 60Hz 基频的速率发生。

[0054] 图 6 示出用于在 HIMFD 系统中执行的软件检测的框图。图 6 中的“硬件电平检测比较器”和“边沿检测上升和下降沿”块与图 1 中的“电平交叉检测”电路 24a 相同,并在图 6 中共同被给予该索引号。图 6 中的“软件计数器”和“软件比较逻辑”块与图 1 中的故障 ID 逻辑 24b 相同,并在图 6 中共同被给予该索引号。电压反馈沿以 50ms 采样周期计数。

[0055] 当上电时,输出电路即逆变器的状况如下确定:

[0056] 1) 如果未检测到沿,输出电路处在正常安全条件中。

[0057] 2) 如果累计的沿大于接地故障门限值,则输出电路具有接地故障。

[0058] 3) 如果检测到有沿但数目低于接地故障门限,则输出接线是颠倒的。

[0059] 接地故障门限是基于使用的采样窗和供给线频率设定的。基于图 3 的波形,如果接地故障存在,每基础输入线周期将有六个 (6) 沿,相对于如果有输出接线故障,如图 5 所示每周两个 (2) 沿。

[0060] 在完成对于接地故障和反接线的上电测试以后,每当逆变器开关失能 (disabled) 时,测试检测逻辑的状况。在此条件下,只需要测试输出接地故障检测,因为要反接线必须使该单元断电。应注意,在正常工作条件下,当逆变器开关在高阻抗状态中时,永远不应有任何沿被检测到。

[0061] 应理解,对优选实施例的说明仅意欲为说明性的,而不是对本发明的穷尽。本领域一般技术人员将能对公开的主题的实施例作出某种增加、删除、和 / 或修改,而不脱离由所附权利要求所限定的本发明的精神或其范围。



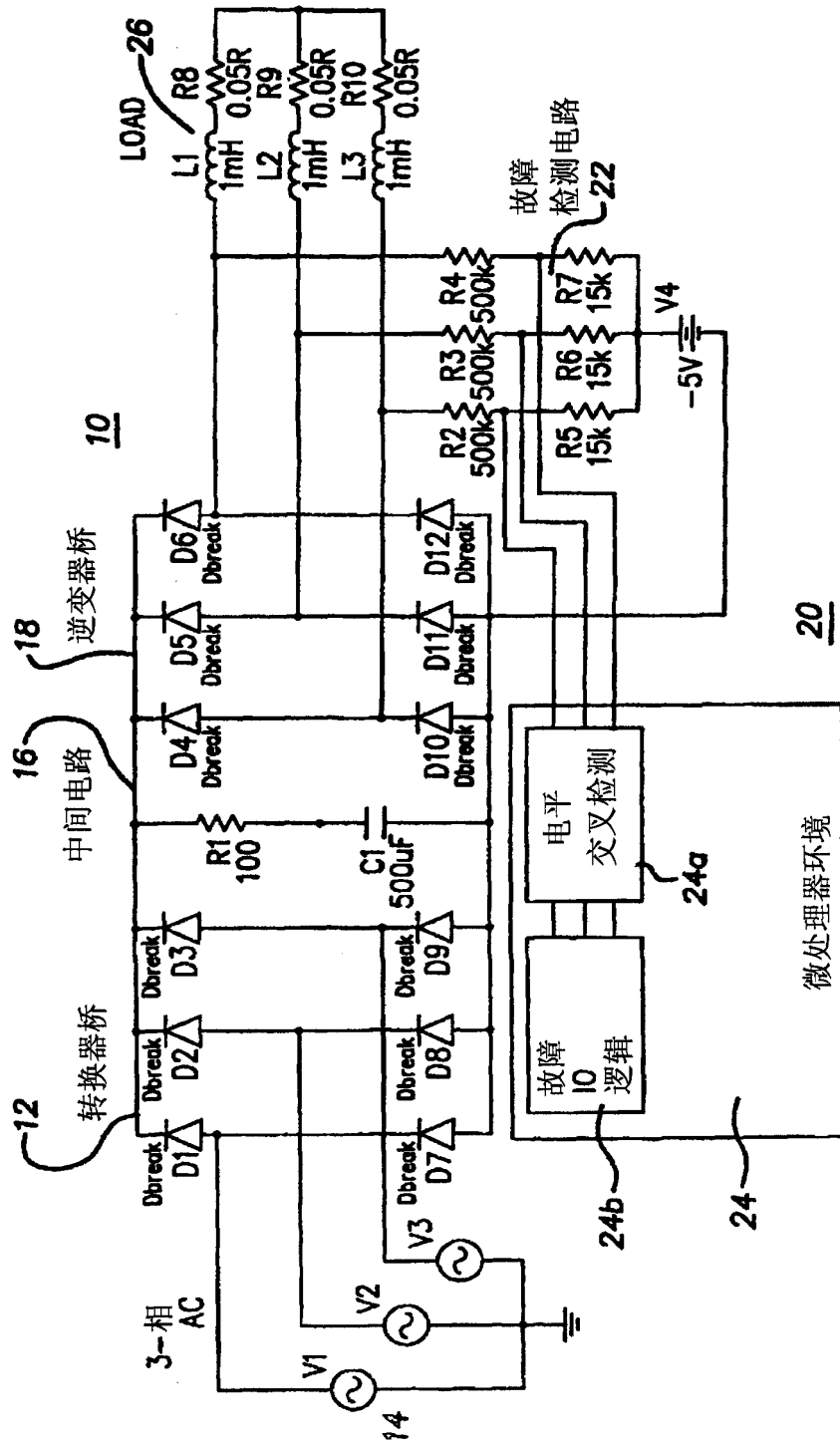


图1

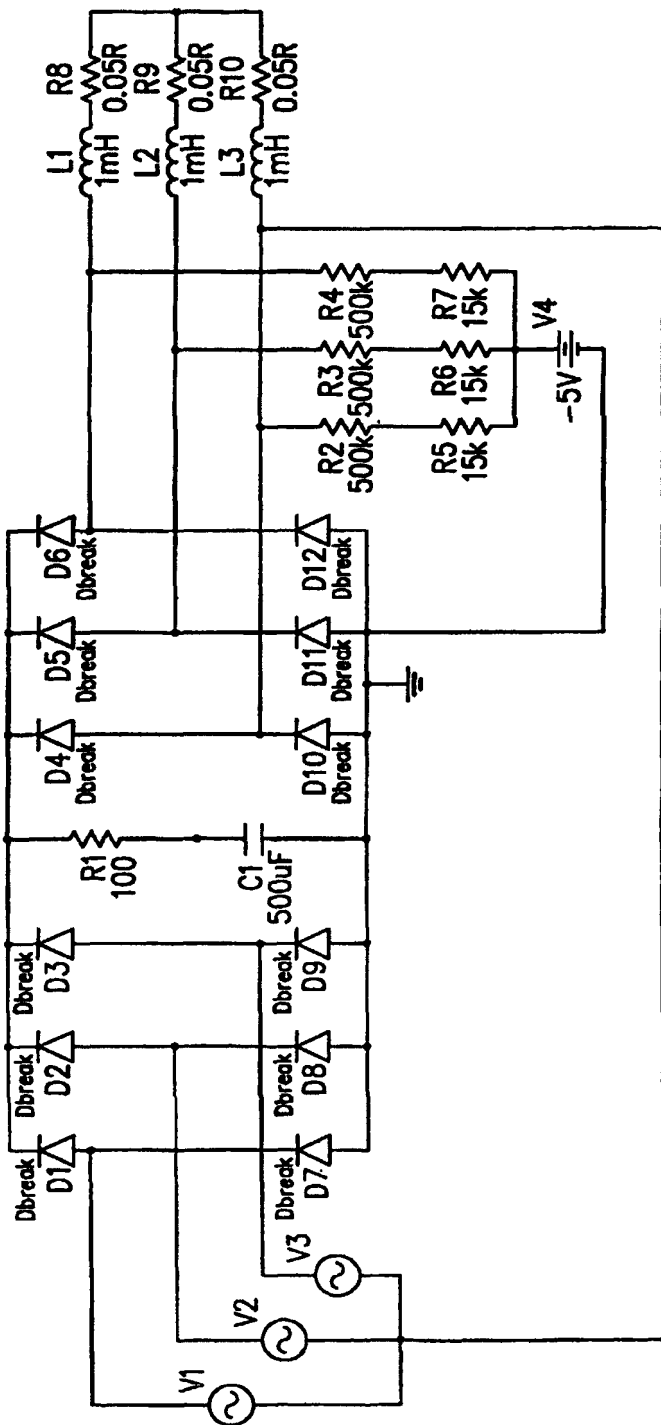


图2

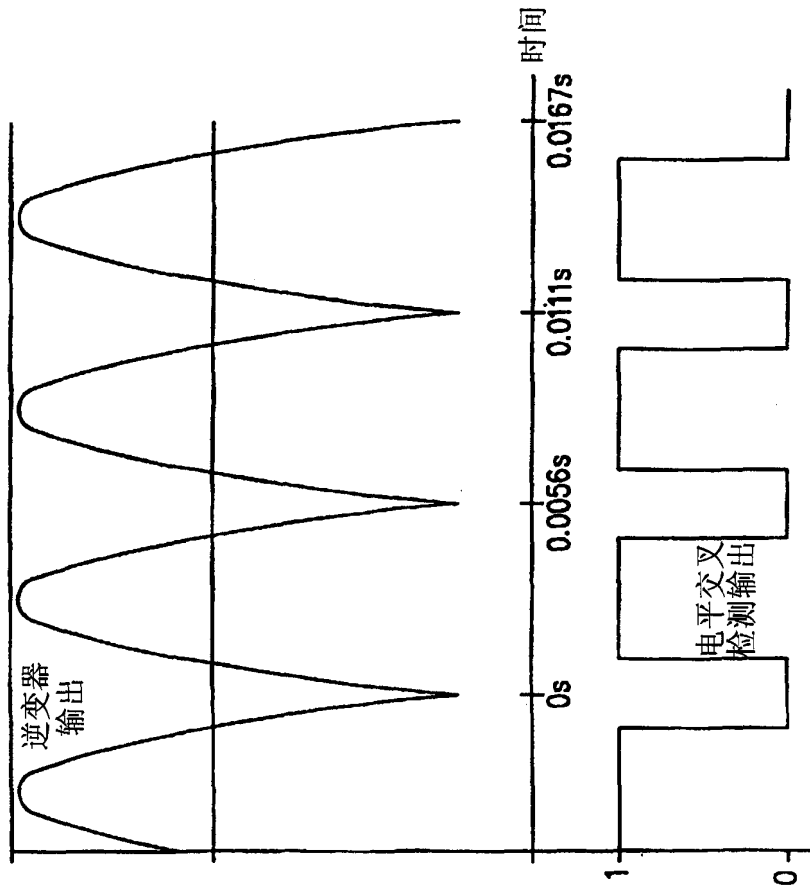


图3

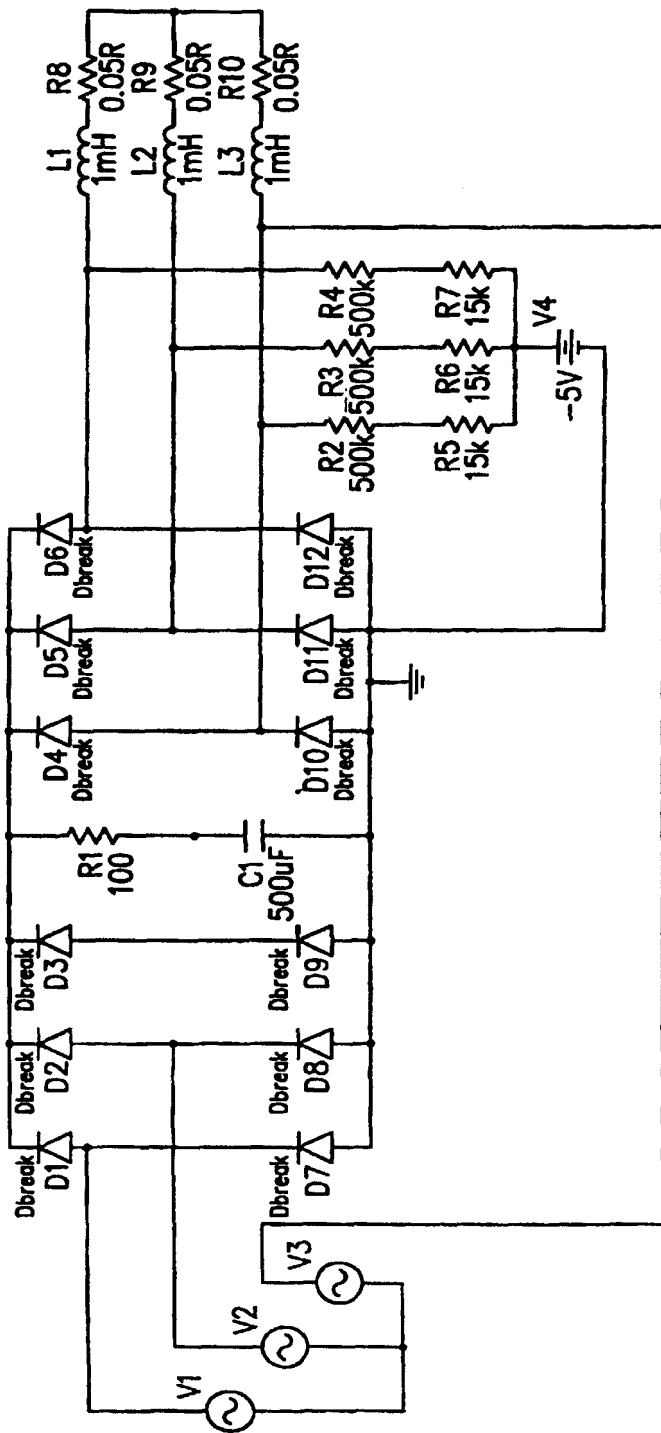


图4

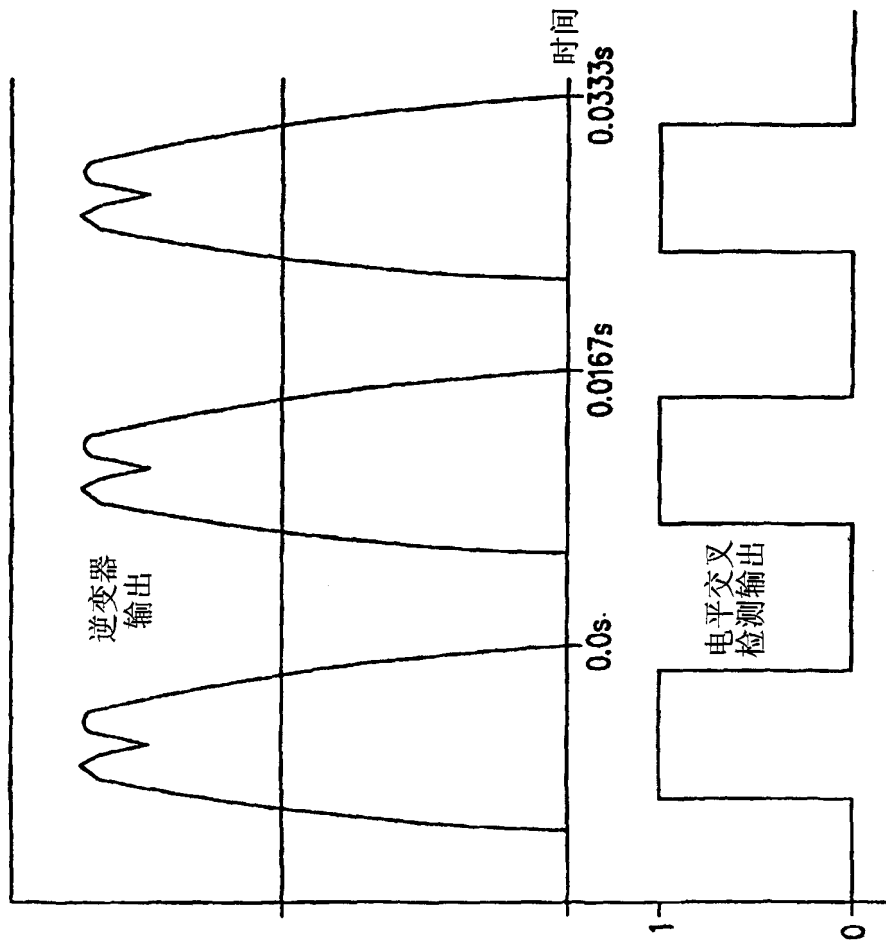


图5

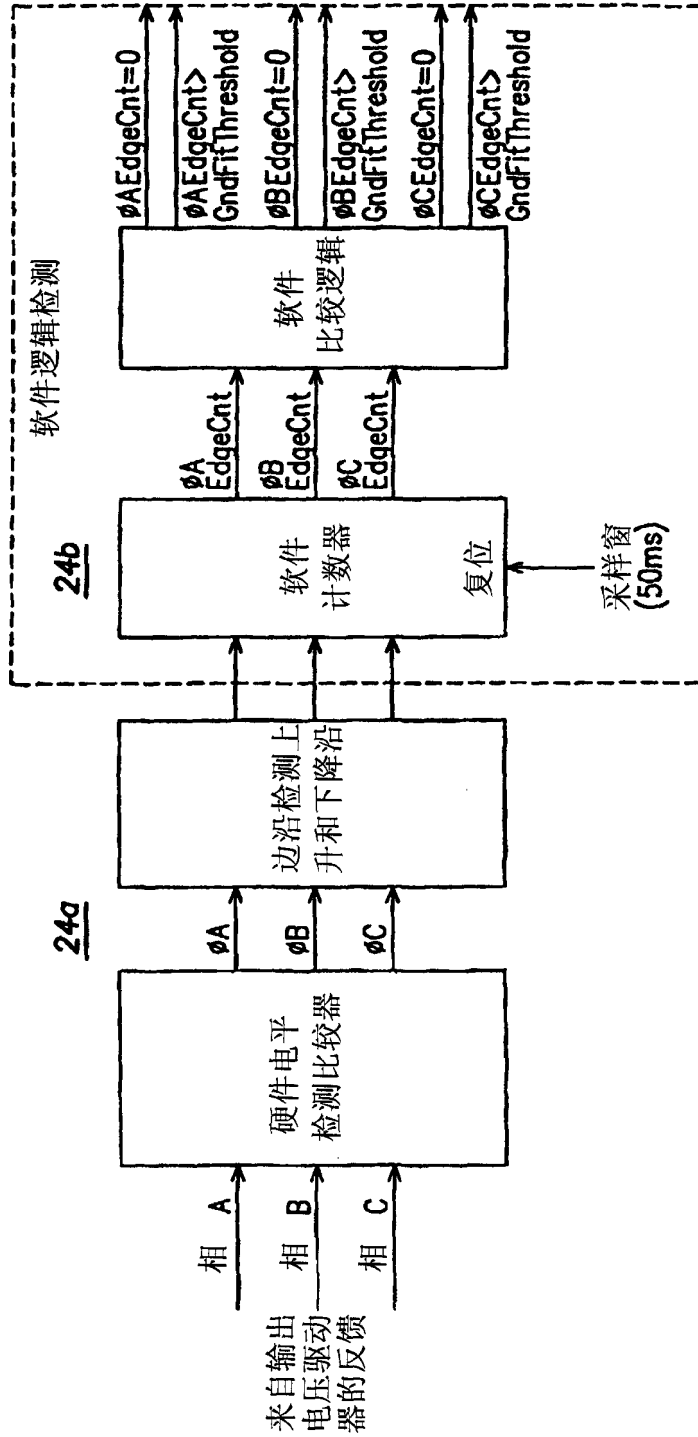


图6