



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102301293 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 14

(21) 申请号 201080005530. 5

代理人 杨小明

(22) 申请日 2010. 01. 28

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

0901376. 4 2009. 01. 28 GB

G05B 19/418(2006. 01)

0903195. 6 2009. 02. 25 GB

G06F 1/30(2006. 01)

H02J 9/06(2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 07. 27

(56) 对比文件

CN 101051751 A, 2007. 10. 10,

CN 1072277 A, 1993. 05. 19,

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/GB2010/000136 2010. 01. 28

US 2002140433 A1, 2002. 10. 03,

CN 1581631 A, 2005. 02. 16,

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/086606 EN 2010. 08. 05

EP 1759138 A2, 2007. 03. 07,

审查员 崔朝利

(73) 专利权人 倍加福有限公司

地址 德国曼海姆

(72) 发明人 R·凯特彻纳 G·罗格尔

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

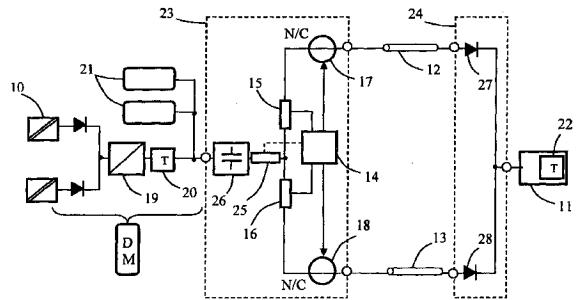
权利要求书2页 说明书18页 附图9页

(54) 发明名称

具有冗余干线的电路

(57) 摘要

提供包含电源、负载、设置在其间的第一和第二干线、以及适于控制第一和第二干线的电气状态的控制装置的电路,其中,控制装置包含:适于监测第一和第二干线的电流和/或电压以及检测表示在其上出现的故障的电流和/或电压事件的监测装置、以及适于当监测装置检测到表示在其上出现的故障的电流和/或电压事件时隔离第一或第二干线的隔离装置,其中,第一和第二干线被并联地电气连接和布置,使得供给到负载的电力在它们之间基本上相等地分布,并且其中,控制装置包含:适于当在第一或第二干线中的一个上出现由在第一或第二干线中的另一个上出现的故障导致的表示故障的电流和/或电压事件时防止隔离装置将第一或第二干线中的所述一个隔离的补偿装置。



1. 一种包含电源、负载、设置在其间的第一干线和第二干线、以及适于控制第一干线和第二干线的电气状态的控制装置的电路，

其中，所述控制装置包含：适于监测第一干线和第二干线的电流和 / 或电压以及检测表示在其上出现的故障的电流和 / 或电压事件的监测装置、以及适于当所述监测装置检测到表示在其上出现的故障的电流和 / 或电压事件时隔离第一干线或第二干线的隔离装置，

其中，第一干线和第二干线被并联地电气连接和布置，使得供给到负载的电力在它们之间基本上相等地分布，

并且其中，所述控制装置包含补偿装置，所述补偿装置适于当在第一干线或第二干线中的一个上出现下述表示故障的电流和 / 或电压事件时防止所述隔离装置将其上出现所述表示故障的电流和 / 或电压事件的所述一个干线隔离，所述表示故障的电流和 / 或电压事件是由在第一干线或第二干线中的另一个上出现的故障导致的。

2. 根据权利要求 1 的电路，其中，所述监测装置包含设置在第一干线上的第一电流感测器和设置在第二干线上的第二电流感测器，

其中，所述控制装置包含电路系统，所述电路系统适于如果相应的第一或第二电流感测器检测到小于低电流跳闸值或大于高电流跳闸值的电流则驱动所述隔离装置来隔离第一干线或第二干线，所述低电流跳闸值和所述高电流跳闸值分别低于和高于负载的预期的最小和最大工作电流，

并且其中，所述补偿装置包含如果第一干线或第二干线上的电流作为第一干线或第二干线中的另一个上的短路的结果而达到所述低电流跳闸值则防止所述电路系统驱动所述隔离装置来隔离所述第一干线或第二干线的所述电路系统的第一功能。

3. 根据权利要求 2 的电路，其中，所述电路系统包含第一自治干线部分和第二自治干线部分，第一自治干线部分和第二自治干线部分中的每一个包含适于比较由相应的电流感测器检测的电流与低电流基准的第一比较器和适于比较由相应的电流感测器检测的电流与高电流基准的第二比较器，

其中，第一比较器和第二比较器适于如果相应的电流感测器检测到分别低于或高于所述低电流基准和高电流基准的电流则驱动所述隔离装置来隔离第一干线或第二干线，

并且其中，第一比较器具有适于对于第一预定延迟时间段防止第一比较器驱动所述隔离装置来隔离相应的干线的第二延迟装置。

4. 根据权利要求 3 的电路，其中，第二比较器具有适于对于第二预定延迟时间段防止第二比较器驱动所述隔离装置来隔离相应的干线的第二延迟装置，

其中，所述控制装置包含适于限制第一干线或第二干线上的电流的电流限制装置，

并且其中，第二比较器装置适于在所述第二预定延迟时间段期间驱动所述电流限制装置来限制相应干线上的电流。

5. 根据权利要求 2 的电路，其中，所述电路系统包含第一干线部分和第二干线部分，第一干线部分和第二干线部分中的每一个包含适于比较由相应的电流感测器检测的电流与低电流基准的第一比较器、适于比较由相应的电流感测器检测的电流与高电流基准的第二比较器、以及适于比较第二比较器的输出与固定基准的第三比较器，

其中，第一比较器和第二比较器适于如果相应的电流感测器检测到分别低于或高于所述低电流基准和高电流基准的电流则驱动相应的隔离装置来隔离第一干线或第二干线，

其中,第一比较器具有第一超控装置,其中,第一干线部分和第二干线部分中的每一个的第三比较器适于如果相应的第二比较器的输出改变则驱动第一干线部分和第二部分中的另一个的第一超控装置。

6. 根据权利要求 5 的电路,其中,第一干线部分和第二干线部分两者的第三比较器的输出都被馈送到 AND 门,其中,第二比较器具有第二超控装置,并且其中,所述 AND 门适于驱动第一干线部分和第二干线部分两者的第二超控装置。

7. 根据权利要求 2 的电路,其中,所述电路包含电流储蓄器装置,所述电流储蓄器装置在第一干线或第二干线上短路的事件中适于以比其上的电流在没有所述电流储蓄器装置的情况下达到所述高电流跳闸值的时间少的时间将所述电流驱动到所述高电流跳闸值。

8. 根据权利要求 2 的电路,其中,所述控制装置适于对于所述第一干线或第二干线上检测的电流达到所述低电流跳闸值或所述高电流跳闸值之后的第一预定时间段驱动所述隔离装置来隔离第一干线或第二干线。

9. 根据权利要求 8 的电路,其中,所述电路是包含在主机和与所述电路连接的一个或更多个现场器件之间发送的电报的通信电路,其中所述现场器件在持续第二预定时间段的循环序列中向主机发送电报,其中,所述第一预定时间段是第二预定时间段的长度的至少两倍。

10. 根据权利要求 9 的电路,所述电路具有手动重新连接功能,其中在所述第一预定时间段期间,所述手动重新连接功能的手动激活重新连接所述第一干线或第二干线。

11. 根据权利要求 10 的电路,其中,所述控制装置在所述第一预定时间段之后重新连接所述第一干线或第二干线。

12. 根据权利要求 1 的电路,其中,所述第一干线和第二干线包含电源端和负载端,其中所述隔离装置包含设置在第一干线和第二干线的电源端处的主要隔离器件,并且其中,所述隔离装置还包含设置在第一干线和第二干线的负载端处的从属隔离器件。

13. 根据权利要求 12 的电路,其中,所述主要隔离器件各自包含适于使相应的干线与电源隔离的电阻性串联元件,并且其中,所述从属隔离器件各自包含适于在相应的主要隔离器件使所述干线与电源隔离时使相应的干线与负载隔离的二极管。

14. 根据权利要求 2 的电路,其中,所述电路包含共用电源端部分和共用负载端部分,其中,固定的无源端接器被设置在所述共用电源端部分和所述负载端部分中。

15. 根据权利要求 14 的电路,其中,所述监测装置还包含设置在所述共用电源端部分中的第三电流感测器,该第三电流感测器适于随时间检测所述电路中的总电流,其中,所述控制装置适于导出作为所述检测的总电流的函数的低电流跳闸值和高电流跳闸值,这些函数随时间跟踪所述总电流。

16. 根据权利要求 2 的电路,其中,第一干线和第二干线各自包含高线和低线,其中,第一电流感测器和第二电流感测器适于测量相应的干线的高线和低线两者上的电流。

17. 根据权利要求 16 的电路,其中,所述高线和所述低线通过低电压下降电路被连接,并且其中,第一电流感测器和第二电流感测器被设置在相应的低线上。

具有冗余干线的电路

[0001] 本发明涉及特别是用于但非排他性地用于现场总线通信电路中的具有冗余干线的电路。

[0002] 现场总线（或场总线）是现在标准化为 IEC 61158 的用于实时分布式控制的一类工业计算机网络协议的名称。例如燃料精炼厂的复杂自动工业系统通常需要控制器系统的有组织的层次而起作用。在该层次中，在操作员可监测或操作系统的顶部存在人机接口（HMI）。它一般通过非时间关键的通信系统（例如，以太网）与可编程逻辑控制器（PLC）的中间层链接。在控制链的底部是现场总线，所述现场总线链接 PLC 与诸如感测器、致动器、电动机、控制台灯、开关、阀和接触器的实际完成工作的部件。

[0003] 现场总线常常被用于固有安全环境中，例如，可燃烧气氛，特别是气体组分类 IIC（氢气和乙炔）以及之下的例如用于气体和 / 或灰尘的气体组 IIB 和 IIA。通过使用现场总线协议，通过常常设置在与驱动现场仪器的电力相同的电路中的电气通信电路来远程地控制和监测这种环境中的现场仪器和设备。

[0004] 冗余是有利的任何电气系统，原因是它提供在故障的情况下继续操作的措施。在现场总线网络的领域中冗余是已知的，并且，图 1 表示典型的现有技术布置。图 1 示出通过 OR 二极管 3 与供给器件耦合器 5 的单路现场总线干线 4 连接的典型的冗余现场总线电源 1 和主机 2。端接器 6 和 7 被设置在干线 4 的任一端。在本例子中，如果电源 1 中的一个失效，那么另一个将承担对于器件耦合器 5 的全部的电力供给。但是，如果在干线 4 上出现失效，例如，出现开路或短路，那么耦合器 5 将与任何电源切断。

[0005] 现场总线标准 IEC 61158 不支持干线冗余（也就是说，如果第一个干线失效，则使用第二个）。这种布置在固有安全环境内是不实际的，但是会在 HMI 和现场总线基础结构（infrastructure）的固有安全部分之间找到应用。因此，现在需要这种干线冗余，原因是其提高的应对故障的能力是有利的。已进行了多个尝试以提供这种方案。

[0006] 例如，以 Moore Industries International Inc.，的名义提出的 EP1819028 公开了包括自动检测诸如主机和网络的现场侧的短路或开路的线缆故障的两个独立的条件电力模块的冗余现场总线系统。电力模块在一侧与主机系统的主要和后备 H1 卡直接联接（interface），并且在另一侧与提供与现场器件的连接自动端接网络器件耦合器模块直接联接。即使网络中的任何单点失效，冗余现场总线系统也在主机系统和现场器件之间的并联物理配置中提供电力和通信。在故障的情况下，冗余现场总线系统自动消除网络的故障部分，将电力和通信切换到网络的健康部分，并且为了信号完整性端接网络。

[0007] 在 EP 1819028 中公开的电路使用形成为“U”类型拓扑的单一干线。换句话说，单一干线在各端具有电源，并且，现场侧器件耦合器处于干线的中心。因而，通过将单个干线分成仅仅在使用中物理并联而不是电气并联的两个操作部分来实现冗余。该布置具有相对简单的优点，并且，由于任何故障将在两个部分中的每一个上具有相同的效果，因此仅需要单路的故障检测。

[0008] 但是，这样的单端“U”拓扑确实具有固有的问题，特别的一个问题是，当干线部分中的一个在单个失效点的检测中被隔离时，如何提供有效的现场侧端接。EP 1819028 针对

于通过在干线部分中的一个被隔离时在现场侧耦合器处引入适当地指向的 (directed) 端接来解决该问题。

[0009] 图 2 示出 EP 1819028 如何重新布置图 1 所示的拓扑。(在图 1 和图 2 中出现相同的部件的情况下,使用相同的附图标记)。图 2 所示的电路包含具有形成为由两个部分 4a 和 4b 构成的“U”的干线的冗余干线配置。各部分具有 OR 二极管 3,并且,干线的各端具有端接器 6。如果部分 4a 在使用中被切断,那么相应的二极管 3 停止导电,并然后通过剩余的干线部分 4b 重新引导全部的电力。从而出现干线部分 4b 在现场侧没有被适当地端接的问题。为了应对该问题,各干线部分 4a 和 4b 的电压被监测,并且,如果在 OR 二极管布置 3 的上游检测到电压下降,那么辅助端接器 8 在 9 处被切换成可被集成到器件耦合器 5 内的两个部分 4a 和 4b 的共有部分。

[0010] 但是,EP 1819028 仅关注两个干线部分 4a 和 4b 中的完全失效,例如,导致从健康到故障的明确过渡的完全的短路或开路。这是由于该文件实际上仅针对与端接有关的问题,而不应对其它的故障情景。因此,该现有技术没有提供用于有效地应对例如由于腐蚀导致的断裂、松弛的端接或连接、振动、或者热循环 / 相变的在实际中更加常见的间歇故障的措施。这些类型的间歇故障导致干线上的“咔哒声 (clatter)”,这扰乱通信电报,并且迅速导致自动段关断。EP 1819028 所示的电路不提供在这种故障的情况下的冗余。事实上,如果在图 2 所示的电路那样的电路中出现这种故障,那么干线部分 4a 或 4b 中的一个会被间歇地开关,并且,辅助端接器 8 会协同地间歇地开关。这也会由于线缆铜损失 / 增益导致器件耦合器处的电压增大 / 减小。所有这些因素将导致严重的通信扰乱和失效。

[0011] EP 1819028 中的电路的需要注意的另一点是,当没有检测到故障时,干线的两个部分均是完全可操作的,但是,它们与主机端处的独立的电源 (和通信源) 连接。该布置将导致载荷分担问题和通信问题,并且,另外,当一个干线在使用中被隔离时,还从电路去除相关的电源和主机,从而消除这些部件的冗余。

[0012] 另一问题在于,当一个干线在检测到故障而被隔离时,它仅在一端被隔离,从而留下与电路连接的干线的末端接的长度,特别是如果干线较长,例如为 1km,这会导致明显的通信信号劣化。图 2a 示出该问题。在图 2a 中,线 I 表示单个 1km 长干线线缆的端部处的信号波。线 III 表示双倍 1km 干线线缆的端部处的相同信号波,并且,从图 2a 可以清楚地看出,存在信号的轻微的衰减和 HF 过滤,这不是明显的问题。但是,图 2a 中的线 II 表示在双倍 1km 干线线缆上发送的相同信号波,其中,一个干线仅在一端被隔离。存在明显的反射和畸变,并且,这会导致问题。

[0013] EP 1819028 中的电路的另一缺点在于,一些部分被两个干线部分共享,例如辅助端接器 8,由于共用部分的失效会导致整个系统失效,因此这导致更低的冗余度。

[0014] 均以 Siemens 的名义提出的 W0 2005/053221 和 EP 1847894 公开了与上述的 EP 1819028 所示的电路类似的电路,并且,它们具有所有相同的优点和缺点。

[0015] 以 Yokogawa Electric Corp et al 的名义提出的 W0 2008044657 也公开了冗余干线布置的形式,但是,在这种情况下,存在包含形成为多路复用网络的干线线路的冗余网络系统。设置在各干线线路的两端处的干线线路切换装置选择用于与通信站连接的干线线路。如果在正使用的干线线路上检测到异常,那么切换装置从该干线线路切换到另一个。W0 2008044657 中的电路和上述的那些之间的差异在于,在任何一个时间仅使用一个干线。因

而,通过设置不以任何实际的方式与第一干线电连接或相关联的一个或更多个备用干线,以最简单的方式提供干线冗余。作为结果,不存在这样的双重设置,在一个部分失效并且被隔离时,其可提供基本上连续的电力和通信。另外,如上面那样,仅公开了非常简单的故障检测和隔离系统,其不能有效地应对以上描述的类型间歇故障。

[0016] 所有的现有技术电路依赖于用于故障检测的电流增大和减小,并且,在各情况下,当出现故障时,电源的电感和电抗将阻碍电流流动,这在故障出现点和故障的隔离之间引入延迟。这对于短路是更加麻烦的,原因是在承担电流需要的同时出现电压的损失。由于延迟的长度不只是足以使现场器件缺失能量并且导致器件“缺电 (brown out)”,因此这是主要的问题。这是器件的失效非由于全电力损失(断电 (black out)) 而由于足够长以阻碍连续正常操作的电力的供给的扰乱的现象,这导致器件尽管仍然被供给电力也失效。现有技术中的电路没有应对该问题的措施,因而,这种现场器件会在故障的事件中失效并且需要重新设定或重新启动。

[0017] 本发明意图在于克服以上问题中的一些。

[0018] 因此,根据本发明,一种电路包含电源、负载、设置在其间的第一干线和第二干线、以及适于控制第一干线和第二干线的电气状态的控制装置,其中,所述控制装置包含:适于监测第一干线和第二干线的电流和/或电压以及检测表示在其上出现的故障的电流和/或电压事件的监测装置、以及适于当所述监测装置检测到表示在其上出现的故障的电流和/或电压事件时隔离第一干线或第二干线的隔离装置,其中,第一干线和第二干线被并联地电气连接和布置,使得供给到负载的电力在它们之间基本上相等地分布,并且其中,所述控制装置包含:适于当在第一干线或第二干线中的一个上出现由在第一干线或第二干线中的另一个上出现的故障导致的表示故障的电流和/或电压事件时防止所述隔离装置将所述第一干线或第二干线中的所述一个隔离的补偿装置。

[0019] 因此,由于第一干线和第二干线被并联电连接在共用电源和负载之间,因此本发明提供具有真实干线冗余的电路。在该布置中,第一干线和第二干线或多或少地共享流入负载中的能量,并且,均在主机系统和现场器件之间提供相同的通信。

[0020] 该布置具有多个优于现有技术的明显优点。第一,由于存在共用电源,单个物理层诊断模块可监测电路中的总电流以及信号特性、噪声水平、以及与第一干线和第二干线两者的接地的平衡。

[0021] 第二,电路的各端处的电源和负载能够以常规的方式具有固定的端接,这消除 EP 1819028 那样的与具有单路辅助可切换端接器相关的问题。

[0022] 另外,通过同时操作的电气并联的第一干线和第二干线,当在出现故障时隔离一个干线时,可以保持连续的电力和通信。以下给出关于如何通过本发明实现这一点以避免器件缺电的更多细节。

[0023] 但是,根据本发明并联电连接两个干线导致为了这种布置实际上工作而需要克服的多个特定的问题。这些可容易预见的问题对于本领域技术人员来说将是清楚的。

[0024] 主要问题在于,由于第一干线和第二干线被电气并联,因此,一个干线上的故障可导致另一个上的表现故障。已知的故障检测和干线隔离系统会对于这两个事件作出反应并且同时隔离第一干线和第二干线两者。特别是,如果在第一干线上出现短路,那么这导致第二干线上电流下降,如同在其上出现了开路。

[0025] 因此,如上所述,本发明包含适于在这种情况下防止隔离装置隔离健康干线的补偿装置。

[0026] 在优选的构成中,监测装置可包含设置在第一干线上的第一电流感测器和设置在第二干线上的第二电流感测器。控制装置可包含适于如果相应的第一或第二电流感测器检测到小于低电流跳闸值或大于高电流跳闸值的电流则驱动隔离装置来隔离第一干线或第二干线的电路,所述低电流跳闸值和所述高电流跳闸值分别小于和大于负载的预期的最小和最大工作电流。补偿装置可包含如果作为第一干线或第二干线中的一个上的短路的结果其上的电流达到所述低电流跳闸值则防止所述电路驱动隔离装置隔离第一干线或第二干线的电路的第一功能。

[0027] 因此,控制装置可适于区分在第一干线或第二干线上出现的真的开路 and 由第一干线或第二干线中的另一个上的短路导致的表观开路。存在可实现这一点的两种不同的方式。

[0028] 在第一实施例中,所述电路可包含第一自治干线部分和第二自治干线部分,其中的每一个可包含适于比较由相应的电流感测器检测的电流与低电流基准的第一比较器和适于比较由相应的电流感测器检测的电流与高电流基准的第二比较器。第一比较器和第二比较器可适于如果相应的电流感测器检测到分别低于或高于所述低电流基准和高电流基准的电流则驱动隔离装置来隔离第一干线或第二干线。但是,第一比较器可具有适于对于第一预定延迟时间段防止第一比较器驱动隔离装置来隔离相应的干线的第二延迟装置。

[0029] 由在另一干线上出现的真的短路导致的一个干线上出现的表观开路故障仅将持续允许短路以吸取足够的电流而导致表观开路那样长。因此,如果短路被迅速应对,那么表观开路状态将停止并且电流将回升到高于所述低电流基准。因此,第一预定延迟时间段可适于允许通过以下进一步描述的隔离或电流限制应对短路以及允许电流然后回升到高于所述低电流基准。(由于健康干线上的电流的阻碍使现场器件缺失电力,因此,为了避免器件缺电,必须非常迅速地应对短路,以下进一步解释完成这一点的形式。)

[0030] 第一预定延迟时间段还具有第二优点。也可通过负载断连但涓流(trickle)电流继续而导致一个干线上出现的表观开路故障。如果耦合器断连但从属开关保持接通,那么会出现这种情况,从而导致线缆反电动势。并且,该表观开路将仅持续一定的时间长度,并且,第一预定延迟可足以容纳它。(如果以下描述的储蓄器特征也被用作吸收体(sink),那么该涓流电流的持续时间可缩短。)

[0031] 这样使用延迟允许电路的第一部分和第二部分相互自治。由于这消除系统的任何可能的共用失效点,因此这是有利的。

[0032] 另一需要忽略表观故障的情况是当负载被加载(attach)并且吸取比所述高电流基准高的不确定的涌入电流时。必须允许它出现而不触发干线隔离。这样的电流的增大在第一干线和第二干线中将相等,因此,如果监测装置和隔离装置被互连,那么这样的事件可被识别和忽略(见下)。但是,当电路的第一部分和第二部分如上面描述的那样是自治的时,需要另一方法。

[0033] 因此,第二比较器可具有适于对于第二预定延迟时间段防止第二比较器驱动隔离装置来隔离相应的干线的第二延迟装置。

[0034] 该第二预定延迟时间段可足以允许会在讨论的电路中出现的涌入电流的时间段。

例如,第二预定延迟时间段可以为 500 微秒。

[0035] 但是,提供该第二预定延迟时间段导致问题。本发明的电路具有共用的电源点,并且,出于安全的原因,必须提供具有高跳闸电流的共用电源。如果在第一干线或第二干线中的一个上出现真的短路,那么其上面的电流将足以在所述第二预定延迟时间段中达到所述高跳闸电流。如果达到所述高跳闸电流,那么对于第一干线和第二干线的电源将被关断。

[0036] 因此,控制装置包含适于限制第一干线或第二干线上电流的电流限制装置,并且,第二比较器装置适于在所述第二预定延迟时间段期间驱动电流限制装置以限制相应干线上电流。

[0037] 该布置防止第一干线或第二干线上电流在真的短路中达到电源高跳闸电流。因此,如果第一干线或第二干线上电流作为加载负载的结果短暂地上升到高于所述高电流基准,那么,由于第二预定延迟时间段,该干线将不会被隔离。但是,如果在第一干线或第二干线中出现真的短路,那么它将首先受到矩形电流限制,这防止在它被完全隔离之前关断电源。

[0038] 控制装置可适于区分在第一干线或第二干线上出现的真的开路或由第一干线或第二干线中的另一个上的短路导致的表观开路的第二主要方式是,实际互连两个干线的监测系统并且提供适当的超控 (override)。

[0039] 因此,在本发明的另一实施例中,所述电路可包含第一干线部分和第二干线部分,其中的每一个可包含适于比较由相应的电流感测器检测的电流与低电流基准的第一比较器、适于比较由相应的电流感测器检测的电流与高电流基准的第二比较器、以及适于比较第二比较器的输出与固定基准的第三比较器。第一比较器和第二比较器可适于如果相应的电流感测器检测到分别低于或高于所述低电流基准和高电流基准的电流则驱动相应的隔离装置来隔离第一干线或第二干线。但是,第一比较器可具有第一超控装置,其中,第一干线部分和第二干线部分中的每一个的第三比较器适于如果相应的第二比较器的输出改变则驱动第一干线部分和第二部分中的另一个的第一超控装置。

[0040] 通过该布置,如果在另一个干线上出现短路,那么控制装置主动地超控一个干线的隔离。干线之间的该互连具有不存在操作的延迟的优点。关于像这样的短路的处理,还不存在共用部分。

[0041] 如上所述,需要忽略表观故障的情形是,当负载被加载并且吸取比所述高电流基准高的不确定的涌入电流时。通过干线的互连监测,可以识别并且主动处理在两个干线中相同的事件。

[0042] 因此,第一干线部分和第二干线部分两者的第三比较器的输出可被馈送到 AND 门,第二比较器可具有第二超控装置,并且,AND 门可适于驱动第一干线部分和第二干线部分两者的第二超控装置。

[0043] 因此,在将同时达到高电流基准的第一干线和第二干线两者中的电流的增大的事件中,不出现隔离。可通过向上将馈送到第二比较器的高电流基准驱动到更高的点以允许增大的电流,实现第二超控装置。可仅对于例如为 500 微秒的预定的时间执行这种增大,以允许出现涌入电流。如果电流在该时间段之后在两个干线上保持为高,那么会存在问题并且会需要隔离。

[0044] 但是,通过电流限制或立即隔离来应对短路,如果要避免器件缺电,那么这必须迅

速发生。一般地,如果器件对于多于几百微秒的时间缺失电流,那么它们会经受器件缺电,或者甚至断电。因此,不能允许由在另一干线上出现的短路导致的第一干线或第二干线中的电流的下降持续多于几百微秒,并且优选明显地少于它,例如,为 10 微秒那样短的时间。因此,必须在可出现器件缺电之前检测短路并对其作出反应。但是,在一些情况下,由短路导致的电流的增大可花费长达 500 微秒来达到高电流基准,特别是如果高电流基准被设为高于正常电流以提供有利的容限。可通过在第一干线和第二干线的各端处存在可用作在短路的事件中以更快的速率驱动电流上升的电流储蓄器的端接器而或多或少地减轻该问题。但是,可证明在实践中必须提供附加的电流。

[0045] 因此,在一个实施例中,电路可包含电流储蓄器装置,该电流储蓄器装置在第一干线或第二干线上短路的事件中可适于以比所述电流在没有该电流储蓄器装置的情况下达到所述高电流跳闸值的时间少的时间将其上面的电流驱动到所述高电流跳闸值。

[0046] 可以以几种方式设置电流储蓄器装置,但是,在一个构成中,它可包含二极管分流涓流电荷电阻器和电容器。在正常操作中,二极管不导电,并且,进入电容器的阻抗(impedance)在于涓流电荷电阻器的电阻(resistance),它可以是几千欧。在短路故障中,二极管导电,并且允许高电流水平从电容器以低源阻抗流入短接的电路。这防止短接的电路由于电源的内部阻抗而下拉电源输出电压,并且瞬时地提供和保持可被检测并且在快的时间内作出反应的瞬时高电流。

[0047] 需要解决的另一问题是如何有效地应对间歇故障。在没有用于应对这些常见类型的故障的任何设置的情况下,上述的电路将重复隔离与然后重新连接第一或第二现场总线。这会导致严重的通信扰乱,并且导致在电流感测器中浪费大量的能量。

[0048] 因此,控制装置可适于对于所述的第一干线或第二干线上检测的电流达到所述低电流跳闸值或所述高电流跳闸值之后的第一预定时间段驱动隔离装置来隔离第一干线或第二干线。

[0049] 通过该布置,一旦间歇故障开始,第一干线或第二干线就被隔离,并且,该干线然后保持在隔离状态。这防止出现隔离和重新连接的有问题的序列。

[0050] 第一预定时间段可以是不确定的,也就是说,隔离装置隔离第一干线或第二干线,直到它另外被手动地或自动地指示,或者,它可以是适于允许清除典型的间歇故障的给定的时间段。在第一预定时间段之后,讨论中的干线将被重新连接,因此,可根据在干线的自动重试之前希望的延迟设定第一预定时间段的长度。

[0051] 优选地,所述电路可以是包含在主机和与所述电路连接的一个或多个现场器件之间发送的电报(telegrams)的通信电路。所述现场器件可在对于第二预定时间段持续的循环序列中向主机发送电报。

[0052] 在典型的现场总线系统中,可存在 16 或 32 个现场器件,并且,电报的循环序列可持续约一秒。在正常的操作条件下本发明的第一干线和第二干线可同时处理这些电报而没有困难。但是,在扰乱电报的第一干线或第二干线上故障的事件中,由于将馈送到电路的共用部分中的干扰,在另一干线上发送的等同的电报也会被扰乱。

[0053] 在序列中的两个器件之间的电报失效的事件中,已知的通信器件将重新尝试相同的电报。但是,如果电报连续地在多个循环序列中失效,那么已知的器件自动地关断或者回复到待机。如果五个连续的电报被打断,那么公知的器件这样做,并且,关于失效,这种关断

可具有与完全的段失效相同的效果。

[0054] 因此,第一预定时间段可为第二预定时间段的长度的至少两倍。通过该布置,干线中的一个被隔离足够长的时间,以允许在重新连接故障干线之前在健康干线上发送至少一个不被打断的电报循环序列,并且具有再次扰乱序列中的电报中的一个或更多的可能性。如上所述,这防止作为连续通信失效的结果的器件的任何自动关断。

[0055] 但是,为了防止仍导致电路中的物理问题的约每两秒的可能的隔离和重新连接,第一预定时间段可远比第二预定时间段长,例如 10 秒和 2 分钟之间或更长。该时间长度可足以允许清除大多数的常见的间歇故障。

[0056] 在一个构成中,控制装置可包含手动重新连接,在所述第一预定时间段中,手动重新连接的手动激活重新连接所述第一干线或第二干线。

[0057] 如果仍在干线上存在故障,那么控制装置将以上述的方式重新隔离它。这应在微秒的时间段内发生,因而,作为手动重试的结果,不应扰乱多于一个的电报。如果故障被清除或者是潜伏的,那么干线将再次开始正常操作。

[0058] 该手动重新连接特征允许操作员在任何的时间测试被隔离的干线以检查其故障状态。作为替代方案,或者,除了手动重新连接以外,如上所述,控制装置可在所述第一预定时间段之后重新连接所述第一干线或第二干线。并且,如果干线仍具有故障,那么控制装置将足够迅速地重新隔离它,以防止扰乱多于一个的电报。

[0059] 上述的现有技术的电路的特定的问题中的一个,是在检测到故障时隔离一个干线时,它仅在一端被隔离,从而留下与电路连接的干线的末端接的长度。如上面关于图 2a 描述的那样,这会导致明显的通信信号劣化,特别是如果干线长,例如,为 1km。

[0060] 因此,所述第一干线和第二干线可包含电源端和负载端,并且隔离装置可包含设置在第一干线和第二干线的电源端处的主要隔离器件以及设置在第一干线和第二干线的负载端处的从属隔离器件。

[0061] 通过该布置,第一干线或第二干线在检测故障时在两端被隔离,并且有效地从电路拓扑 (topology) 被去除,这防止导致通信问题的干线的任何末端接的长度。

[0062] 主要隔离器件可分别包含适于使相应的干线与电源隔离的电阻性 (resistive) 串联元件,并且,从属隔离器件可分别包含适于在相应的主要隔离器件使所述干线与电源隔离时使相应的干线与负载隔离的二极管。

[0063] 作为具有并联电连接的第一干线和第二干线的结果的另一通信问题是,可存在对于通信信号的附加的衰减。在理论中,这会限制这种并联的干线的可能的长度。但是,在负载端耦合器内或在负载端耦合器处添加信号转发器 (repeater) 将允许完全容许中继 (spurs) 和中继长度 (spur lengths),并且有效地增大可能的干线长度。例如,在不违反 IEC 61158-2 标准的要求的情况下,将可实现约 900 米的干线长度。

[0064] 为了正确地起作用,发明的电路的相反端需要被端接。如上面提到的那样,本发明的优点中的一种在于,由于其相反端上的电路的共用部分,这种端接可被固定。这意味着不需要如 EP1819028 那样存在任何辅助可切换端接器。

[0065] 因此,在本发明的优选实施例中,电路可包含共用电源端部分和共用负载端部分,并且,固定的无源端接器可被设置在所述共用电源端部分中和所述负载端部分中。

[0066] 具有电路的共用部分的另一优点在于,可以感测流过电路的总电流。这允许低电

流跳闸值和高电流跳闸值主动跟踪 (track) 由使用中的负载吸取的实际电流。

[0067] 因此,在一个实施例中,监测装置还可包含设置在共用电源端部分中的第三电流感测器,该第三电流感测器适于随时间检测电路中的总电流。控制装置可适于导出作为所述检测的总电流的函数的低电流跳闸值和高电流跳闸值,这些函数随时间跟踪所述总电流。

[0068] 所述函数可简单地是任何时间点的检测的总电流的比例,例如,分别为 45% 或 55% (低于和高于流过第一干线和第二干线的每一个的总电路电流的一半 10%)。作为替代方案,函数可以是总检测电流的积分、放大或衰减。通过主动地调整电流跳闸值,与如果它们必须关于正常操作范围被设定于固定的低点和高点处相比,它们的值可更接近在任何一个时间流过第一干线和第二干线的实际电流。这意味着系统可更加敏感并且可更迅速地起作用。

[0069] 由于本发明的电路具有并联电连接的第一干线和第二干线,因此,第一干线和第二干线两者的高线和低线中的电流都必须被测量。对于任何现有技术的布置,情况不是这样的。

[0070] 因此,第一干线和第二干线可分别包含高线和低线,并且,第一电流感测器和第二电流感测器可适于测量相应的干线的高线和低线两者上的电流。

[0071] 当然,能够直接感测第一干线和第二干线的高线和低线两者中的电流,但是,在本发明的一个版本中,可仅通过一个感测器检测高线和低线两者中的电流,从而降低部件数。

[0072] 为了有利于此,高线和低线可通过低电压下降 (drop-out) 电路被连接,并且,第一电流感测器和第二电流感测器可被设置在相应的低线上。

[0073] 通过该布置,如果在高线中出现开路,那么低电压下降电路将隔离低线以在其上面呈现开路,这然后可由所述低线上的相应的电流感测器检测。

[0074] 可以以各种方式执行本发明,但是,现在将参照附图作为例子描述三个实施例,其中,

[0075] 图 1 是第一现有技术电路的示意图;

[0076] 图 2 是第二现有技术电路的示意图;

[0077] 图 2a 是表示在图 1 所示的第二现有技术电路上发送的信号示意图;

[0078] 图 3 是根据本发明的电路的示意图;

[0079] 图 4 是图 3 所示的电路的一部分的示意图;

[0080] 图 5a ~ 5c 是示出图 3 所示的电路对于多个事件的反应的示意图;

[0081] 图 6 是图 3 所示的电路的一部分的示意图;

[0082] 图 7 是特定配置中的图 3 所示的电路的示意图;

[0083] 图 8 是根据本发明的第二电路的一部分的示意图;

[0084] 图 9 是在图 8 中示出其一部分的第二电路的一部分的示意图;

[0085] 图 10a ~ 10c 是示出在图 8 中示出其一部分的电路对于多个事件的反应的示意图;以及

[0086] 图 11 是根据本发明的第三电路的示意图。

[0087] 如图 3 所示,电路包含:冗余电源 10 的形式的电源;耦合器 11 的形式的负载;设置在其间的第一干线 12 和第二干线 13;和控制电路 14 的形式的适于控制第一干线 12 和

第二干线 13 的电气状态的控制装置。

[0088] 控制装置 (14) 包含电流感测器 15 和 16 的形式的适于监测第一干线 12 和第二干线 13 的电流和 / 或电压并且检测表示在其上出现的故障的电流和 / 或电压事件的监测装置。控制装置 (14) 还包含电阻性串联元件 17 和 18 的形式的适于当监测装置 (15 和 16) 检测到表示在其上出现的故障的电流和 / 或电压事件时隔离第一干线 12 或第二干线 13 的隔离装置。

[0089] 从图 3 可以清楚地看出,第一干线 12 和第二干线 13 被并联地电气连接和布置,使得供给到负载 (11) 的电力基本上在它们之间相等地分布。

[0090] 如后面进一步描述的那样,控制装置 (14) 包含适于当在第一干线 12 或第二干线 13 中的一个上出现由在第一干线 12 或第二干线 13 中的另一个上出现的故障导致的表示故障的电流和 / 或电压事件时防止隔离装置隔离第一干线 12 或第二干线 13 中的所述一个的补偿装置。

[0091] 在其它的方面中,图 3 所示的电路同于常规的现场总线系统。存在馈送单路电力调节器 19 (虽然它也可以是设置在两个电源之间的冗余有源电力调节器) 和固定无源端接器 20 的典型的 OR 冗余电源 10, 并且,存在用于冗余主机系统 21 的供电连接。这均由集成诊断模块 DM 监测。

[0092] 但是,电力通过供给端电路 23 和负载端电路 24 被路由到具有典型的固定的端接器 22 的器件耦合器 11。这些电路 23 和 24 沿仅在两个端部电路 23 和 24 处被电连接的两个物理分隔的 (segregated) 干线线缆 12 和 13 路由相同的电力和信号路径。由于线缆和感测元件的电阻性本性,并且部分由于形成电路的一部分的电子器件的导电本性,各干线线缆 12 和 13 将或多或少地共享相同的静态和信号电流。

[0093] 在其电源端处,各干线线缆 12 和 13 具有以上提到的相应的电流感测器 15 和 16。但是,感测电路中的总电流的附加的电流感测器 25 被安装在共用电源部分中。在后面进一步解释其目的。另外,在共用电源部分中包含能量储蓄器 26,也在后面进一步描述其目的。

[0094] 在负载端处,各干线线缆 12 和 13 分别配有二极管 27 和 28,其目的是,当电阻性串联元件 17 和 18 在检测到故障而被断开 (open) 时,在它们的负载端处完全和自动地隔离干线线缆 12 和 13。如果元件 17 或 18 中的任一个被断开,那么相应的二极管 27 或 28 将自动停止导电。因而,干线 12 和 13 在检测的故障的事件中在两端处被自动地隔离。

[0095] 为了有效地操作,图 3 所示的电路必须解决多个问题。首先,如果在干线 12 或 13 中的一个上出现短路,那么另一个上的电流水平将下降,如同存在开路。由于电源调节器 19 将阻碍电流并且将只有来自端接器的电流流入电路中,因此该问题加重。以上提到的补偿装置将用于防止健康干线的任何隔离,但这必须非常迅速地发生,否则,将存在包含由耦合器 11 馈送的器件的缺电的电压损失。因而,图 3 所示的电路必须具有以例如在约前十个微秒内的高速度对短路作出反应的能力。

[0096] 第二,负载的加载将导致涌入电流的需要,并且电流的这种增大将具有与在干线 12 和 13 两者上出现的短路相同的特性。必须在这些情境中防止干线 12 和 13 两者的隔离。

[0097] 第三,如果在干线 12 和 13 中的一个上出现间歇故障,那么电路必须能够在不允许一系列的现场总线电报被破坏 (corrupt) 的情况下应对该情况,原因是这会导致器件被关断。

[0098] 如上面提到的那样,存在本发明的补偿装置可操作以解决以上问题的两种基本的方式。第一是通过使用互连的干线监测系统,第二是通过使用具有延迟超控的自治干线监测系统。

[0099] 图 4 示出控制装置 14 可如何被布置为通过互连干线 12 和 13 两者的监测特征和隔离特征来操作。控制装置 14 包含同样的第一干线部分 40 和第二干线部分 41 以及一个共享的部件 (AND 门 42)。

[0100] 在各情况下,干线 12 和 13 上的电流分别被电阻器 15 和 16 感测,并且,在各情况下,感测的电流被馈送到比较它与低电流基准馈送 44 的第一比较器 43,并被馈送到比较它与高电流基准馈送 46 的第二比较器 45。低电流基准 44 和高电流基准 46 可以是高于和低于负载预期的最大和最小工作电流范围的固定的设定点。但是,在这种情况下,电路中的总电流被电阻器 25 感测,并且,作为所述总电流的函数,主动地导出低电流基准 44 和高电流基准 46。这些函数是任何时间点的检测的总电流的比例,例如,分别为 45%或 55% (低于和高于流过第一干线 12 和第二干线 13 中的每一个的总电路电流的一半 10%)。通过随时间主动调整低电流基准和高电流基准,与它们必须关于正常操作范围被设定于固定的低点和高点处相比,它们的值可更加接近在任意一个时间流过第一干线 12 和第二干线 13 的实际电流。这意味着控制装置 14 受益于更紧密的 (tighter) 跳闸敏感度。

[0101] 图 4 还示出电流储蓄器 26 包含二极管分路涓流电荷电阻器和电容器。在正常操作中,二极管不导电,并且,进入电容器的阻抗处于涓流电荷电阻器的电阻处,它可以是几千欧。在短路故障中,二极管导电,并且允许高电流水平从电容器以低源阻抗流入短接的电路。这防止短接的电路由于电源的内部阻抗而下拉电源输出电压,并且瞬时地提供和保持可在快的时间内检测和作出反应的瞬时高电流。

[0102] 第一比较器 43 的输出分别被馈送到串联元件 17 和 18,并且,第二比较器 45 的输出也分别被馈送到串联元件 17 和 18。(为了便于解释,在图 4 中,串联元件 17 和 18 被示为两个器件,但是实际上可仅存在一个器件)。因此,如果在干线 12 或 13 中感测的电流在任何时间达到低电流基准 44 或高电流基准 46,那么比较器 43 或 45 操作为驱动它们相应的串联元件 17 或 18,并且,干线 12 或 13 被隔离。因而,采取行动以在导致电流增大的短路的事件中以及在导致电流减小的开路的事件中隔离干线 12 和 13。

[0103] 但是,控制装置 14 还具有用于在特定的情境中防止干线 12 和 13 中的一个或两者的隔离的第一超控装置和第二超控装置。特别地,第一干线部分 40 和第二干线部分 41 均包含比较第二比较器 46 的输出与固定基准 48 的第三比较器 47。第三比较器 47 的输出被馈送到被设置在第一比较器 43 与第一干线部分 40 或第二干线部分 41 的相反部分的串联元件 17 或 18 之间的第一超控功能 49。

[0104] 并且,第三比较器 47 的输出也被馈送到 AND 门 42。AND 门 42 的输出被馈送到设置在第二比较器 45 与串联元件 17 和 18 之间的第二超控功能 50。

[0105] 超控功能 49 还具有另一功能。一旦第一比较器向串联元件 17 或 18 发送信号以断开,超控功能 49 就对于第一预定时间段保持串联元件 17 或 18 断开。这防止串联元件 17 或 18 在间歇故障的事件中快速相继地断开和闭合 (close)。如果从第一干线部分 40 或第二干线部分 41 中的另一个的第三比较器 47 接收信号,那么它被禁用。

[0106] 超控功能 50 以相同的方式操作。一旦第二比较器发送信号到串联元件 17 或 18

以断开,延迟功能 51 就对于所述第一预定时间段保持串联元件 17 或 18 断开。并且,如果从 AND 门 42 接收信号,那么它被禁用。

[0107] 通过该布置,间歇故障一开始,第一干线 12 和第二干线 13 就被隔离,并且,干线然后保持在隔离状态中。这防止出现隔离和重新连接的有问题的序列,其会扰乱通信,并且在串联元件 17 和 18 中变热。

[0108] 第一预定时间段可如希望的那样被设定,并且它可以是不确定的,也就是说,第一干线 12 或第二干线 13 被隔离,直到它被手动或自动地重新连接,或者,它可以是适于允许清除典型间歇故障的给定的时间段。图 4 所示的电路是现场总线电路,并且,第一干线 12 和第二干线 13 处理包含在主机 21 和现场中的器件之间发送的通信信号的电报循环序列。这些循环中的每一个持续约 1 秒。

[0109] 如果相继多个电报在使用中被打断,那么这可导致器件的自动关断。如果电路通过重复地隔离和重新连接干线 12 或 13 中的一个来对间歇故障作出反应,那么这会发生。因而,第一预定时间段需要至少为一个电报循环序列的长度的两倍,使得可以在重新连接故障干线之前在健康干线上发送至少一个不被打断的电报循环序列。但是,实际上,优选对于约 10 秒和两分钟之间或更长的时间保持隔离状态,原因是该时间长度可足以允许清除最常见的间歇故障。

[0110] 图 4 中的电路具有手动重新连接功能(未示出),如果干线 12 和 13 被隔离,允许用户测试它们。如果在干线 12 或 13 上仍然存在故障,那么它将立即被检测到,并且,干线以上述的方式被再次隔离。这应在微秒的时间段内发生,并且,作为手动重试的结果,应不多于一个电报被扰乱。如果故障被清除了或者是潜伏的,那么干线将再次开始正常操作。

[0111] 因此,如果在干线 12 上出现短路,那么,根据端接器 25 和储蓄器 26 的电容,其上面的电流将立即增大。在约第一个 10 微秒内,电流将达到高电流基准 46,并且,作为结果,第二比较器 45 将输出信号以断开串联元件 17 而隔离干线 12。但是,在约第一个 10 微秒内,干线 13 上的电流将下降到低于低电流基准。作为结果,第一比较器 44 将输出信号以断开串联元件 18 而隔离干线 13。但是,一旦第一干线部分 40 的第二比较器 45 的输出改变,就通过相应的第三比较器 47 检测到它,并且,它驱动第二干线部分 41 的超控功能 49。它超控到串联元件 18 的信号,并且它重新闭合。干线 13 上的电流然后上升到为其先前的水平的两倍的全电路电流。如果在干线 13 上出现短路,那么该事件的序列将沿相反的方向相同。在各情况下,显性的短路反应超控表观的开路反应。

[0112] 这均足够迅速地出现以防止在由电路供电的任何器件上出现器件缺电。

[0113] 通过延迟功能 51 对于第一预定时间段保持干线 12 的隔离,如果短路是间歇故障,那么这防止一系列的隔离和重新连接。在第一预定时间段的终了,对于串联元件 17 的驱动被去除,并且,干线 12 被重新连接。如果故障持续,那么干线 12 将以相同的方式被重新隔离。

[0114] 如果在干线 12 上出现真的开路,那么,其上面的电流将下降,并且,作为结果,第一比较器 43 将输出信号以断开串联元件 17 而隔离干线 12。随着电流在干线 12 上下降,它在干线 13 上上升,直到干线 13 处理总电路电流。通过超控功能 49,对于第一预定时间段,保持干线 12 的隔离,如果开路是间歇故障,那么这防止一系列的隔离和重新连接。在第一预定时间段的终了,对于串联元件 17 的驱动被去除,并且,干线 12 被重新连接。如果在干

线 13 上出现真的开路,那么事件的该序列将沿相反的方向相同。

[0115] 在同时达到高电流基准的第一干线 12 和第二干线 13 两者中的电流的增大的事件中,两个第三比较器 47 的输出被馈送到 AND 门 42,并且,AND 门 42 的输出激活两个超控功能 50。因而,第一干线 12 和第二干线 13 中的任一个均不被隔离。第二超控功能 50 通过在 52 处朝上向更高的点驱动馈送到第二比较器 45 的高电流基准 46 而工作,以允许增大的电流。仅对于例如为 500 微秒的预定时间执行该增大,以允许出现涌入电流。如果电流在该时间段之后在两个干线上保持为高,那么会存在问题并且会需要隔离。

[0116] 如果要在两个干线上出现开路,那么这仅可表示两个干线上的同时的线缆中断、电路中的一些共用点上的中断或负载的断连。在这些事件中的任一个中,两个干线通过控制装置 14 被隔离,并且,不会存在与其相关的问题。

[0117] 图 5a ~ 5c 是示出电路在上述的短路、开路和负载连接的事件中的操作方式的示图,并且它们有助于解释涉及的更多详细问题中的一些。

[0118] 示图表示随时间的电流水平,并且,在纵轴上,示出多个电流水平。A 是 0 电流, B 是低电流水平跳闸值, C 是总负载电流的一半(两个干线 12 和 13 中的每一个上的电流), D 是总电路电流, E 是高电流跳闸值, F 是电源高电流跳闸值。各干线 12 和 13 中的电流分别被示为虚线和实线。图 5a ~ 5c 中的示图不是按比例,的,并且,为了便于解释,低电流跳闸电水平 B 和高电流跳闸电水平 E 被示为固定的。

[0119] 参照图 5a,在图的开始,各干线中的电流大致相同。但是,在点 i 处在干线 12 中出现短路。干线 12 中的电流因此增大到高电流跳闸值 E。

[0120] 检测干线 12 上的短路的一个问题是,高电流跳闸值 E 必须高于总电流 D,因此,在可检测电流 40 的增大之前,存在时间延迟。另外,由短路导致的干线电流的正常增大(即,没有任何储蓄器影响)仅是随时间的相对逐渐增大,这在图 5a 中以点线和虚线示出。在这种情况下,总负载电流 C 的一半和高电流跳闸值 E 之间的差值使得,如点线和虚线所示,电流达到高电流跳闸值 E 将花费约 500 微秒,并且,这太长以至于不能防止器件缺电。

[0121] 但是,从图 5a 可以清楚地看出,作为通过端接器 20 和储蓄器 26 将电流馈送到短接的电路的结果,干线 12 中的电流实际增大得比其快得多。干线 12 中的电流增大的准确方式依赖于多个非常复杂的因素,包含短路电阻(其包含干线线缆电阻)和端接器 20(加上例如为滤波器电容器的任何其它的电容部件)的特性。在短路期间,存在来自端接器的电流的指数下降,一般在约 100 微秒的时间常数下降 $U/100$ 欧,峰值为 $U/100$ 欧,直到它达到初始电流加上由电力调节器的电感器的充电导致的指数增大。

[0122] 从图 5a 可以清楚地看出,当在点 i 处在干线 12 上出现短路时,干线 13 上的电流下降,如同在其上面存在开路。(以下描述的图 5b 表示在干线 12 上出现的真的开路,并且,电流以与图 5a 中干线 13 上的电流相同的方式下降)。从图 5a 可以清楚地看出,在干线 12 上的电流达到高电流跳闸值 E 之前,干线 13 上的电流下降到低于低电流跳闸值 B。实际上,根据各种因素,干线 13 上的电流可能或者可能不这样迅速地下降。但是,由于由短路导致的电流的下降在与电路连接的器件上具有相同的电力缺失影响,因此,在此时被提出是否在干线 12 上的电流达到高电流跳闸值之前将干线 13 隔离。

[0123] 重要的是,干线 13 上的电流不在例如为几百微秒的长时间保持这样的低电平,原因是这会导致器件缺电或断电。但是,由于控制装置 14 能够足够快地检测干线 12 上的短

路以驱动串联元件 17 和超控功能 49 两者,因此防止了这一点。这在点 i 处的短路之后约 10 微秒的点 ii 处出现。因而,完全地或者对于多于几微秒防止出现干线 13 的任何隔离。如果干线 13 上的电流从不达到低电流跳闸值 B,那么在点 ii 之前,干线 12 的隔离将实际导致干线 13 上的电流重新回升。如果干线 13 上的电流真的达到低电流跳闸值 B,那么超控功能化解 (resolve) 该情况。不管发生什么,干线 13 上的电流都然后上升到总电流水平 D。

[0124] 第一预定时间段在点 iv 处结束,并且,串联元件 17 被再次闭合。在图 5a 中,在点 i 处出现的短路被清除,并且,干线 12 和 13 上的电流返回总负载电流 C 的一半。如果保持短路,那么干线 12 会对于另外的第一预定时间段被再次隔离。

[0125] 图 5a 还示出图 4 所示的布置的可选的另一可能的特征。作为检测到短路时立即隔离干线 12 的替代方案,第二比较器 45 可适于替代性地矩形 (rectangularly) 限制干线 12 上的电流。如果电路具有闭锁 (lockout),那么会需要这一点,如果干线 12 中的电流在特定的时间帧期间下降为零,则所述闭锁将关断该电路。电流限制的持续时间以及电流限制到的电平可相应地被设定。应用涓流电流保持会是合适的,但是,作为替代方案,图 5a 中的点线示出干线 12 中的电流被限制在高电流跳闸值 D 处,直到当干线 12 被完全隔离时的点 iii。可通过上述的延迟功能 51 控制该功能。

[0126] 参照图 5b,在图的开始,各干线 12 和 13 中的电流大致相同。但是,在点 i 处在干线 12 中出现开路。干线 12 中的电流因此下降到低电流跳闸值 B。一旦出现这一点,第一比较器 43 就检测到它,并且,对于第一预定时间段断开串联元件。这在图 5b 中的点 ii 处出现,并且,干线 12 中的电流下降到零。

[0127] 一旦干线 12 中的电流开始下降,干线 13 中的电流就开始增大。干线 13 中的电流上升到总电路电流 D,并且当干线 12 被隔离时保持在那儿。

[0128] 第一预定时间段在点 iii 处结束,并且,串联元件 17 被再次闭合。在图 5b 中,在点 i 处出现的短路被清除,并且,干线 12 和 13 两者上的电流返回总负载电流 C 的一半。如果保持短路,那么干线 12 会对于另外的第一预定时间段被再次隔离。

[0129] 参照图 5c,在图的开始,各干线 12 和 13 中的电流为零。但是,在点 i 处加载负载,并且立即需要高涌入电流。因而,干线 12 和 13 两者上的电流在点 ii 处达到高电流跳闸值 E。但是,随着同时出现这一点,通过 AND 门 42 的输出超控用于断开串联元件 17 的第二比较器 45 的输出。因而,不出现干线 12 和 13 的隔离。超控功能 50 的持续时间仅为约 500 微秒,直到点 iii。但是,从图 5c 可以清楚地看出,在该时间之前,干线 12 和 13 两者上的电流降回到总负载电流 C 的一半。超控必须这样短,以使未觉察 (miss) 电路中的其它位置出现的真的短路的风险最小化。

[0130] 不管串联元件 17 或 18 如上面描述的那样在什么时候被断开,由于二极管 27 和 28 的作用,干线 12 和 13 都在两端处被隔离。这防止存在可导致通信问题的加载到电路的末端接的线缆的任何长度。

[0131] 由于上述的电路具有电气并联连接的第一干线 12 和第二干线 13,因此,干线 12 和 13 两者的高线和低线两者中的电流必须被测量。能够直接感测第一干线 12 和第二干线 13 的高线和低线两者中的电流,但是,图 6 示出如何在上述的电路中仅通过低线中的一个感测器检测高线和低线两者中的电流。

[0132] 在图 6 中,高线 60 和低线 61 通过低电压下降电路 62、63 和 64 连接,使得,如果在

高线 60 中出现切断,那么下降电路隔离低线 61,以在其上呈现开路,然后可在低线 61 中的上游检测到开路。

[0133] 图 7 表示耦合器 11 如何可具有转发器 70、中继 71 和器件 72。具有转发器的优点是第一干线 12 和第二干线 13 可承担全现场总线线缆长度极限,从而允许中继数量和长度独立性。例如,各中继的长度可以为 120 米,并且,干线 12 和 13 的长度可以为 1900 米或更长。

[0134] 如上面提到的那样,控制装置 14 还能够与自治的第一干线和第二干线部分一起操作,并且,在图 8 中示出这种替代性的布置。(在图 8 中使用的器件中的一些与上述的那些相同,并且,在这种情况下,使用相同的附图标记。)

[0135] 在图 8 中,控制装置 14 包含第一自治干线部分 80 和第二自治干线部分 81,第一自治干线部分 80 和第二自治干线部分 81 中的每一个包含具有实时自适应低电流基准 44 的第一比较器 43 和具有实时自适应高电流基准 46 的第二比较器 45。如在图 4 中的电路中那样,比较器 43 和 45 的输出在短路和开路的事件中将串联元件 17 和 18 驱动断开。

[0136] 但是,第一比较器 43 具有 25 微秒延迟功能 82,适于对于该时间段防止它驱动串联元件 17 或 18 断开。另外,第二比较器具有 500 微秒延迟功能 83,适于对于该时间段防止它驱动串联元件 17 或 18 断开。这些延迟功能 82 和 83 的输出被馈送到 OR 门 84,OR 门 84 的输出驱动串联元件 17 或 18。以与上面关于图 4 中的电路描述的功能 49 和 51 相同的方式,延迟功能 85 被设置为对于第一预定时间段保持串联元件 17 或 18 断开。

[0137] 此外,第二比较器 45 的输出也被馈送到短期电流限制器 86,电流限制器 86 用于在上面提到的 500 微秒延迟时间段期间将干线 12 和 13 上的电流限制到相当于高电流基准 46 的水平。

[0138] 如同图 4 所示的电路,只有干线 12 和 13 的低线被监测,但是,存在在高线上出现开路的事件中断开低线的措施,使得可以采取该动作。另外,还在干线 12 和 13 的负载端处存在从属隔离器件。但是,在这种情况下,以与上述的方式稍微不同的方式设置这些特征。

[0139] 特别地,图 9 示出干线 12 和 13 的负载端,并且,在各情况中,OR 二极管 90 被安装在高线 91 和低线 92 之间。OR 二极管 90 的输出分别与设置在高线 91 和低线 92 上的串联元件 93 和 94 连接。

[0140] 通过该布置,在高线 91 中的开路的事件中,通过 OR 二极管 90 检测到电压的崩溃(collapse),该 OR 二极管 90 然后驱动串联元件 93 和 94 两者以隔离高线 91 和低线 92 两者。然后可通过电阻器 15 或 16 检测到低线 92 的隔离。

[0141] 另外,于在任一个干线 12 或 13 的电源端处引起隔离的事件中,这也导致可由 OR 二极管 90 检测到的电压崩溃,并且,干线 12 或 13 的两个线 91 和 92 被断开,以隔离干线 12 或 13 的负载端。

[0142] 该布置采取“从属”功能,原因是,它简单地在存在故障时断开串联元件 93 和 94、以及在不存在故障时闭合它们。因此,如果开路故障持续小于 25 微秒,即,在电源端被隔离之前,那么该布置将仅对于故障的持续期间隔离干线 12 或 13 的负载端。因此隔离对于电路没有已由故障自身导致的影响之外的影响。但是,如果在干线 12 或 13 的电源端处引起隔离,那么该布置将对于主电源端隔离动作的持续时间隔离负载端。

[0143] 图 9 所示的拓扑可形成为耦合器 11 的“二合一”连接,或者,它可在耦合器 11 上

使用入干线和出干线连接,使得内部链路完成电路。后者是优选的,原因是这减少共用的现场线缆/端接故障可能性。

[0144] 因此,如果在干线 12 上出现短路,那么,根据端接器 25 和储蓄器 26 的电容,其上面的电流将立即增大。在约第一个 10 微秒内,电流将达到高电流基准 26,并且,作为结果,第二比较器 45 将输出信号。该信号在没有延迟的情况下被引向电流限制器 86,因而,干线 12 上的电流被限制。该信号也被引向串联元件 17,但是,通过 500 微秒延迟功能 83。因而,在干线 12 被完全隔离之前,干线 12 上的电流对于 500 微秒将限于高电流基准点。

[0145] 但是,如前面那样,在约第一个 10 微秒中,干线 13 上的电流将下降到低于低电流基准 44。作为结果,部分 81 中的第一比较器 43 将输出信号以断开串联元件 18 而隔离干线 13。但是,该信号受到 25 微秒延迟。如上所述,第一干线 12 上的电流被盖住 (capped) 约 10 微秒,并且,这导致干线 13 上的电流的稳定化。因而,在该 25 微秒时间段内,干线 13 上的电流将回升到高于低电流基准 44,并且,来自第一比较器 43 的信号将停止。因而,干线 13 将不作为其上面的表现开路的结果而被隔离,并且,电流然后将继续上升到总电路水平。它将在 500 微秒内达到该电平,因而,当第一干线 12 被最终隔离时,可得到全电路电流。干线 13 上的电流的稳定化足够迅速,以防止器件缺电。如果在干线 13 上出现短路,那么事件的该序列将沿相反的方向相同。

[0146] 通过延迟功能 85,对于第一预定时间段保持干线 12 的隔离,如果短路是间歇故障,那么这防止一系列的隔离和重新连接。在第一预定时间段的终了,对于串联元件 17 的驱动被去除,并且,干线 12 被重新连接。如果故障持续,那么干线 12 将以上述的相同的方式被重新隔离。

[0147] 如果在干线 12 上出现真的开路,那么,其上面的电流将下降,并且,作为结果,第一比较器 43 将输出信号以断开串联元件 17 而隔离干线 12,其将在 25 微秒延迟之后通过。但是,在该 25 微秒时间段内,干线 13 上的电流将上升到总电路电流,因此延迟没有缺点。并且,通过延迟功能 85,对于第一预定时间段保持干线 12 的隔离,如果短路是间歇故障,那么这防止一系列的隔离和重新连接。在第一预定时间段的终了,对于串联元件 17 的驱动被去除,并且,干线 12 被重新连接。如果在干线 13 上出现真的开路,那么事件的该序列将沿相反的方向相同。

[0148] 在由负载的连接和对涌入电流的立即需要导致的第一干线 12 和第二干线 13 两者中的电流增大的事件中,干线 12 和 13 上的电流将同时达到高电流基准 46。当这一点发生时,第二比较器 45 输出信号以驱动串联元件 17 和 18 断开,但是,它受到 500 微秒延迟。如上面提到的那样,涌入电流现象在 500 微秒内结束,因而,第一干线 12 和第二干线 13 上的电流在该时间段内降回到低于高电流基准 46,并且,停止对于串联元件 17 和 18 的驱动。如果在该 500 微秒时间段后在干线 12 和 13 两者上电流保持为高,那么会存在问题,并且会需要并且会发生隔离。

[0149] 将认识到,在该 500 微秒延迟期间,通过短期电流限制器 86,干线 12 和 13 两者上的电流被限于高电流基准 46。这是要防止任意干线 12 或 13 上的电流增大到使得它超过电源高电流跳闸点的程度。这在实际中是可能的,并且它会导致整个电路的关断。因此,作为 500 微秒延迟特征的结果,该电流限制特征是必须的。

[0150] 如果将在两个干线上出现开路,那么这仅可表示两个干线上同时的线缆中断、

电路中的一些共用点处的中断、或者负载的断连。在这些事件中的任一个中,两个干线会在 25 微秒延迟之后被隔离,并且,不会存在与其相关的问题。

[0151] 不管串联元件 17 或 18 如上面描述的那样在什么时候被断开,由于 OR 二极管 90 的作用,干线 12 和 13 都在两端处被隔离。这防止存在可导致通信问题的加载到电路的末端接的线缆的任何长度。

[0152] 图 8 中的电路的一个优点在于,如果第一干线和第二干线 12 或 13 中的一个由于故障被隔离,那么,由于自治的 500 微秒延迟特征,负载的连接和随后的对于比一个健康干线 12 或 13 上的高电流基准 46 高的涌入电流的需求将不会导致该干线的隔离。对于图 4 所示的电路,情况不是这样,原因是没有超控信号会被接收以防止这些情境中健康干线的隔离,因为故障干线在此时被隔离。

[0153] 图 8 中的电路的另一优点在于,如果在其上出现短路那么隔离干线之前的 500 微秒延迟允许器件耦合器 11 和现场侧端接器 22 充电的时间段。当故障干线在约 10 微秒内被隔离时,这在图 4 所示的电路内是不可能的,尽管如果存在限制电流的时间段它是可能的。

[0154] 图 10a ~ 10c 是示出图 8 所示的电路在上述的短路、开路 and 负载连接的事件中操作的方式的示图。

[0155] 如同图 5a ~ 5c 所示的示图,图 10a ~ 10c 的示图表示随时间的电流水平,并且,在纵轴上示出多个电流水平。A 是 0 电流,B 是低电流水平跳闸值,C 是总负载电流的一半(干线 12 和 13 两者中的每一个上的电流),D 是总电路电流,E 是高电流跳闸值,F 是电源高电流跳闸值。各干线 12 和 13 中的电流分别被示为虚线和实线。图 10a ~ 10c 中的示图不是按比例,的,并且,为了便于解释,低电流跳闸电平 B 和高电流跳闸电平 E 被示为是固定的。

[0156] 参照图 10a,在图的开始,各干线 12 和 13 中的电流大致相同。但是,在点 i 处在干线 12 中出现短路。干线 12 中的电流因此在点 ii 处增大到高电流跳闸值 E,这在约 10 微秒之后出现。一旦它达到该点,第二比较器 45 将信号输出到短期电流限制器 86,并且,干线 12 上的电流被限制于该电平。这出现直到点 iv 处 500 微秒延迟的终了,在该点处,来自第二比较器的输出被馈送到串联元件 17,并且,干线 12 被完全隔离。其上面的电流然后下降到零。

[0157] 从图 10a 可以清楚地看出,当在点 i 处在干线 12 上出现短路时,干线 13 上的电流下降,如同在其上面存在开路,并且在干线 12 上的电流达到高电流跳闸值 E 之前干线 13 上的电流下探到低于低电流跳闸值 B。因此,部分 81 的第一比较器 43 开始将信号输出到串联元件 18。

[0158] 但是,作为在点 ii 处向干线 12 施加电流限制的结果,干线 13 上的电流开始上升,并且,它在点 iii 处出现的 25 微秒延迟 82 的终了之前超过低电流跳闸值 B。因此,第一比较器 43 的输出在 25 微秒延迟 82 的终了之前停止,并且,作为结果,干线 13 不被隔离。

[0159] 实际上,根据各种因素,干线 13 上的电流可以这样或者可以不这样迅速地下降。但是,干线 13 不能在 25 微秒延迟时间段内被隔离,从而,假定干线 12 上的电流足够迅速地被盖住,干线 13 上的电流将总是及时恢复。图 8 和图 9 所示的电路能够以该速度动作,并因此避免器件缺电。

[0160] 不管发生什么,干线 13 上的电流都上升到总电流水平 D。第一预定时间段然后在

点 v 处结束,并且,串联元件 17 再次闭合。在图 10a 中,在点 i 处出现的短路被清除,并且,干线 12 和 13 上的电流返回总负载电流 C 的一半。如果保持短路,那么干线 12 会对于另外的第一预定时间段被再次隔离。

[0161] 参照图 10b,在图的开始,各干线 12 和 13 中的电流大致相同。但是,在点 i 处在干线 12 中出现开路。干线 12 中的电流因此下降到低电流跳闸值 B。它一旦发生,第一比较器 43 就检测到它,并且,信号被发送到串联元件 17。但是,该信号受到 25 微秒延迟 82,因此,不出现隔离动作,直到它在点 ii 处结束。这时,串联元件 17 对于第一预定时间段被断开。

[0162] 一旦干线 12 中的电流开始下降,干线 13 中的电流就开始增大。干线 13 中的电流上升到总电路电流 ID,并且在干线 12 被隔离时保持在那儿。

[0163] 第一预定时间段在点 iii 处结束,并且,串联元件 17 再次闭合。在图 10b 中,在点 i 处出现的开路被清除,并且,干线 12 和 13 两者上的电流返回总负载电流 C 的一半。如果保持开路,那么干线 12 会对于另外的第一预定时间段被再次隔离。

[0164] 参照图 10c,在图的开始,各干线 12 和 13 中的电流为零。但是,负载在点 i 处被加载,并且立即需要高涌入电流。因而,干线 12 和 13 两者上的电流在点 ii 处达到高电流跳闸值 E。因而,从两个第二比较器 45 输出信号,以驱动串联元件 17 和 18 断开。但是,所述信号受到 500 微秒延迟 83,因此,没有隔离在该时间段内出现。从图 10c 可以清楚地看出,于在点 iii 处 500 微秒时间段终了之前,干线 12 和 13 两者中的电流降回到总负载电流 C 的一半,因而,停止驱动串联元件 17 和 18,并且,没有出现隔离。

[0165] 当干线 12 和 13 两者上的电流在点 ii 处达到 E 处的高电流跳闸值时,两个第二比较器 45 的输出在没有延迟的情况下被馈送到短期电流限制器 86。因而,干线 12 和 13 上的电流在高电流跳闸值 E 处被盖住,并且,防止达到电源高电流跳闸值 F。这是重要的,原因是,如果电流真的达到该点,那么整个电路会被关断。

[0166] 本发明优于上述的现有技术的清楚的优点中的一个在于,干线 12 和 13 的冗余完全与电源 10 和主机系统 21 无关。因而,电源 10 和主机系统 21 可受益于它们自身的完全自治的冗余布置。这种冗余电源和主机系统是已知的,并且,本发明的特别的优点在于,它可与这些已知的布置中的任何布置一起使用。

[0167] 为了有利于这一点,电源端电路(图 4 中的 23)可具有多个可能的电源和主机系统连接点,并且,在图 11 中表示这种布置。(图 11 所示的电路中的部件中的一些与图 4 所示的电路中的那些相同,并且,在这种情况下,使用相同的附图标记)。

[0168] 在图 11 中,除了它现在具有冗余主机连接器 111、冗余电源连接器 112、单路主机连接器 113 和单路电源连接 114 以外,电源端电路 110 与图 4 所示的电源端电路 23 类似。

[0169] 冗余主机连接器 111 被隔离,并且被独立的短路保护器 115 保护。为了安全,路由然后直接与作为不会失效的(infallible)硬布线 pcb 轨道的共用点 116 接合。

[0170] 冗余电源连接器 112 也是考虑周到的(discreet),并且通过 OR 二极管被馈送到相同的共用点 116。在这种情况下,设置共用电力调节器 19 和端接器 20;电源 10 在这种情况下为非调节的非现场总线电源,但带有适当的规范,并且带有供现场总线使用的适当的电流隔离。(如果电源 10 配有有源电力调节器,那么电力调节器 19 可被省略)。

[0171] 单路主机和电源连接器 113 和 114 也被馈送到相同的共用点 116,并且,仅通过一个连接提供与主机系统和电源的连接,该连接可以是单路的,或者它们可以是自治地冗余

的,但仅具有一个输出。

[0172] 可以在不背离权利要求 1 的范围的情况下修改上述的实施例。例如,在一个替代性实施例(未示出)中,提供单纯地为电源电路的根据本发明的电路,其不包含任何通信。

[0173] 在替代性实施例(未示出)中,通过被编程为执行在上述的实施例中示出的功能的电子电路系统,帮助实现控制装置。

[0174] 因此,本发明提供具有真实冗余干线的电路,这克服与现有技术布置相关的所有缺点。特别地,本发明的电路能够检测真的故障并且足够快地隔离它以防止器件缺电或断电。还能够完全在两端处隔离干线以防止通信问题,并且保持任何隔离以防止间歇故障扰乱系统。在干线的高线和低线两者上也进行隔离。

[0175] 本发明的电路也可使用作为远比现有技术好的布置的单路固定端接器。并且,在本发明的电路中,干线冗余与任何电源或主机冗余分隔,这特别地优于现有技术。各种冗余系统之间的该共用点也允许同时向两个工作干线施加物理层诊断。在现有技术中,常常存在不被监测的干线。

[0176] 从安全的观点,本发明的电路也是有利的,原因是,虽然点火(incendive)电弧的防止不是本发明的主要目的,但是,干线被如此迅速地隔离以及应对间歇故障的事实明显减少任何点火电弧出现的风险。另外,由于存在两个共享电源的干线,因此对于各故障的电势能量减半。

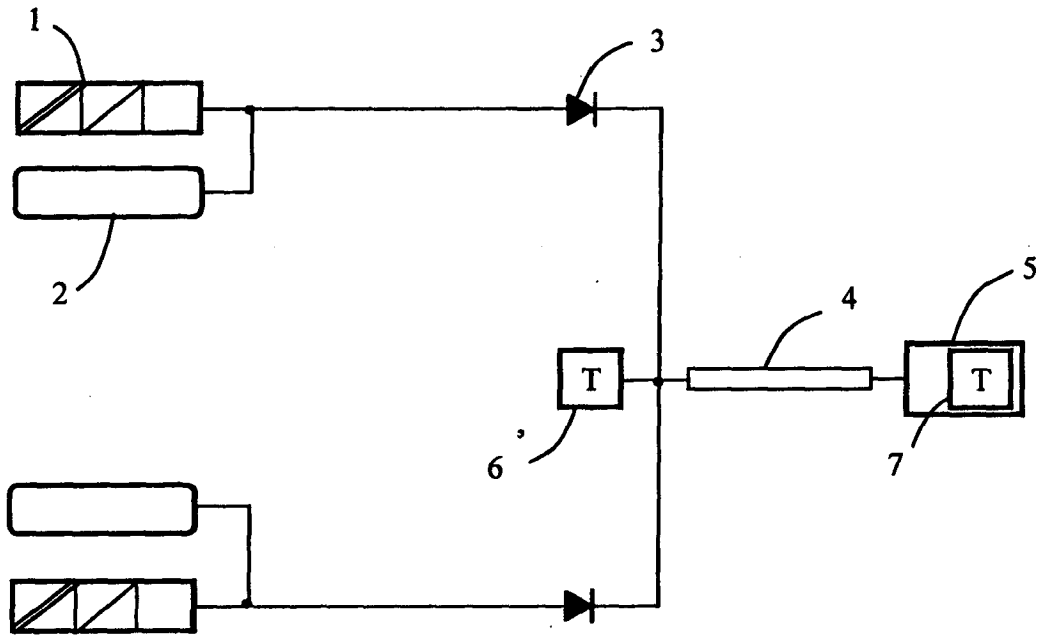


图 1 现有技术

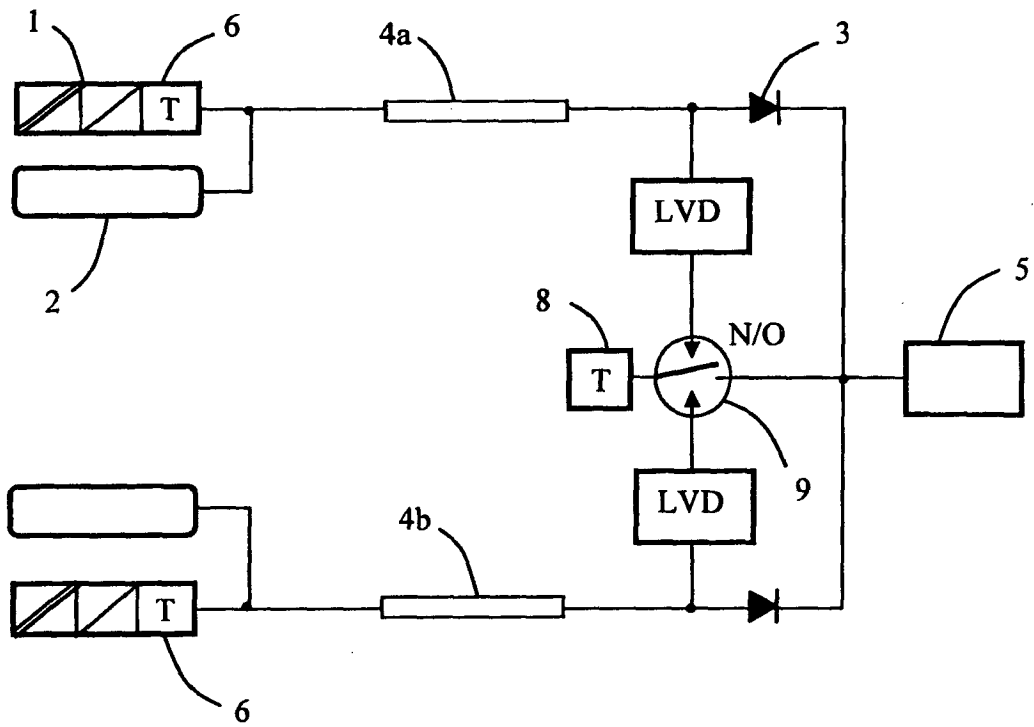


图 2 现有技术

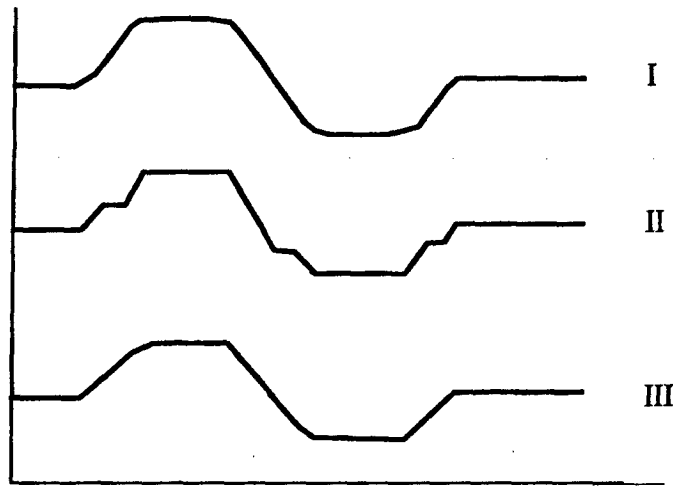


图 2a

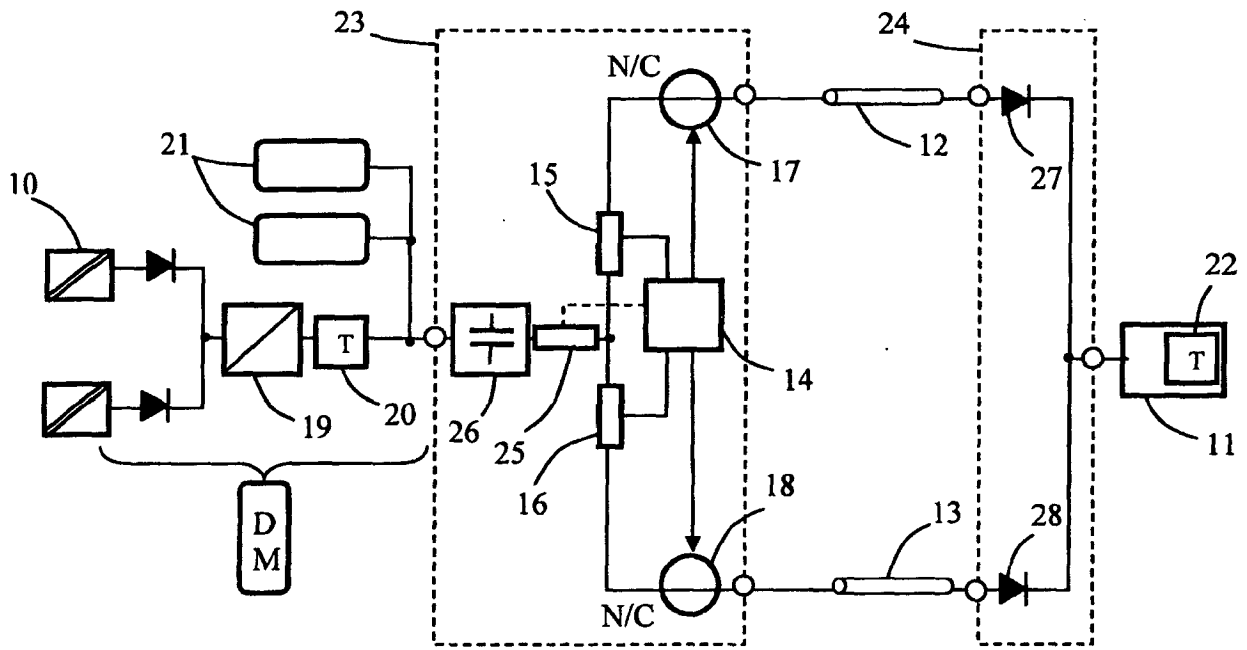


图 3

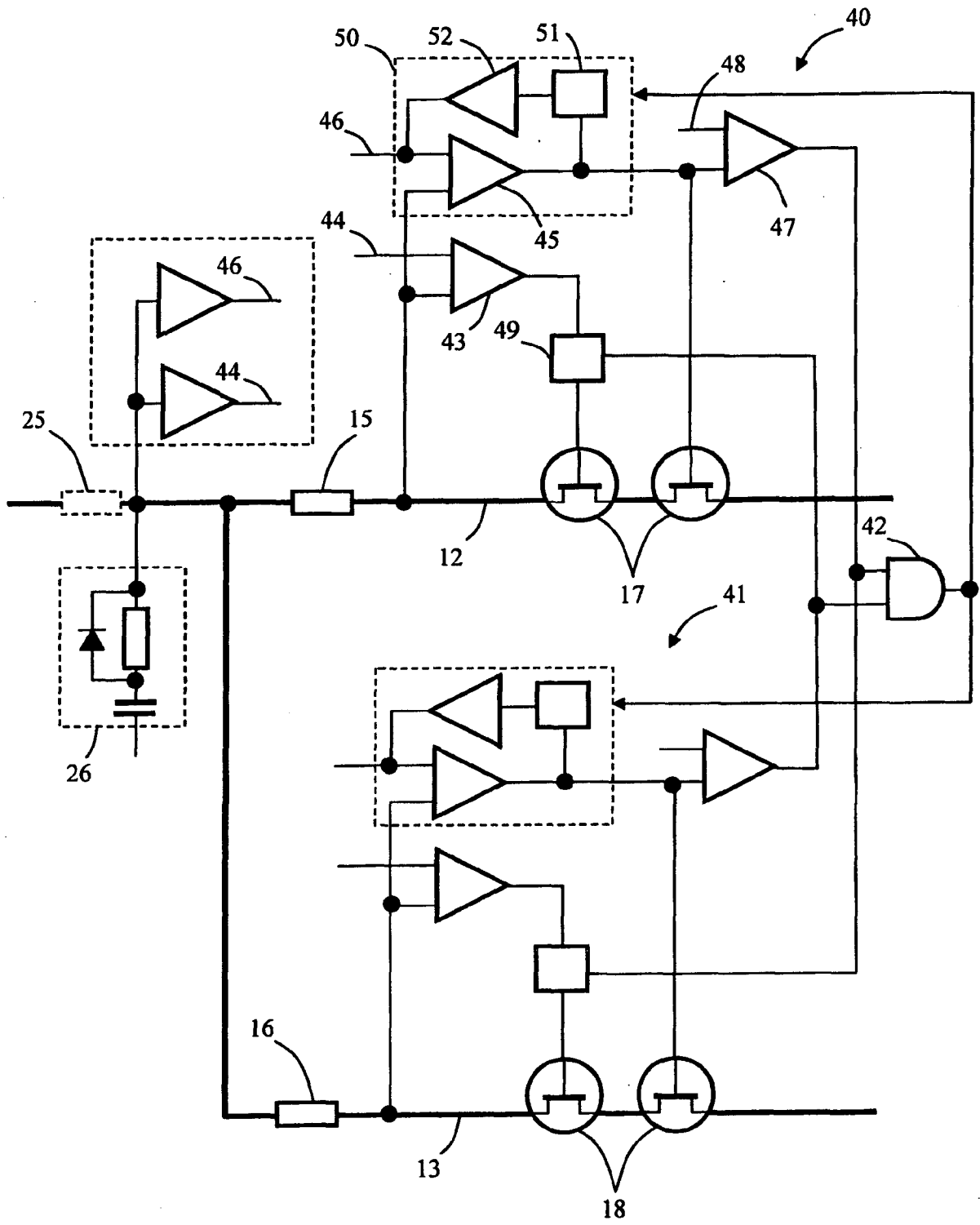


图 4

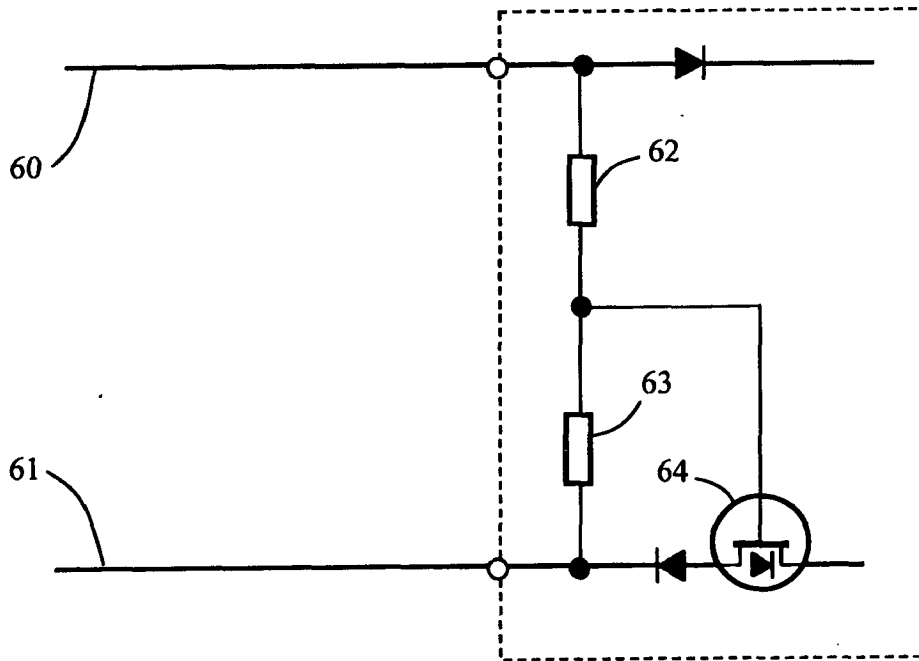


图 6

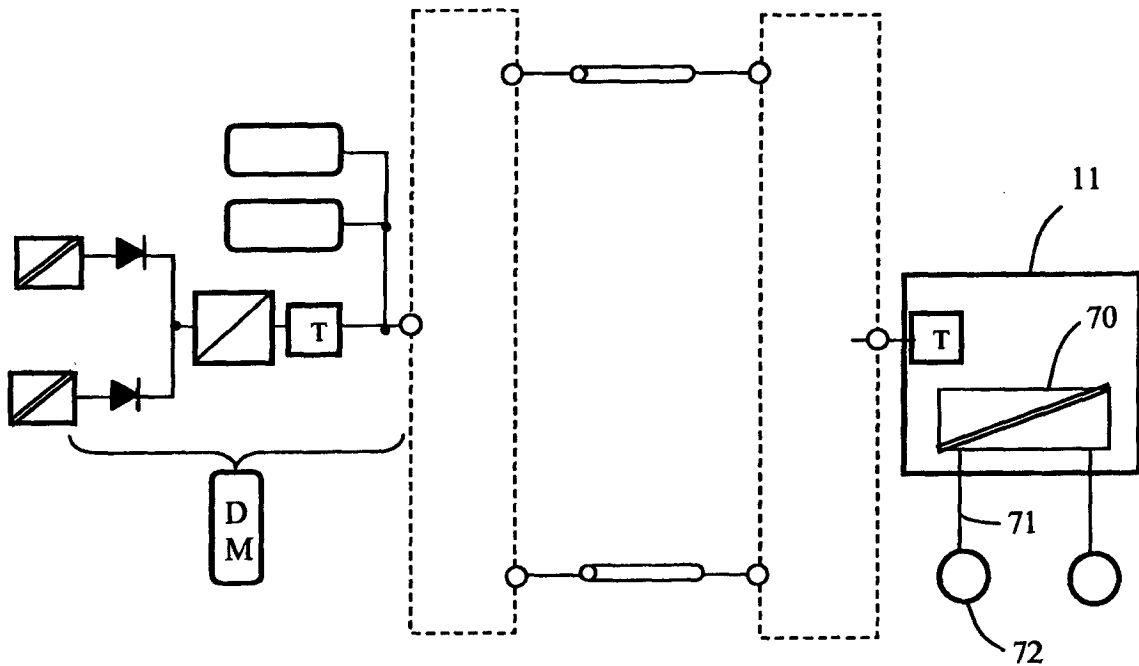


图 7

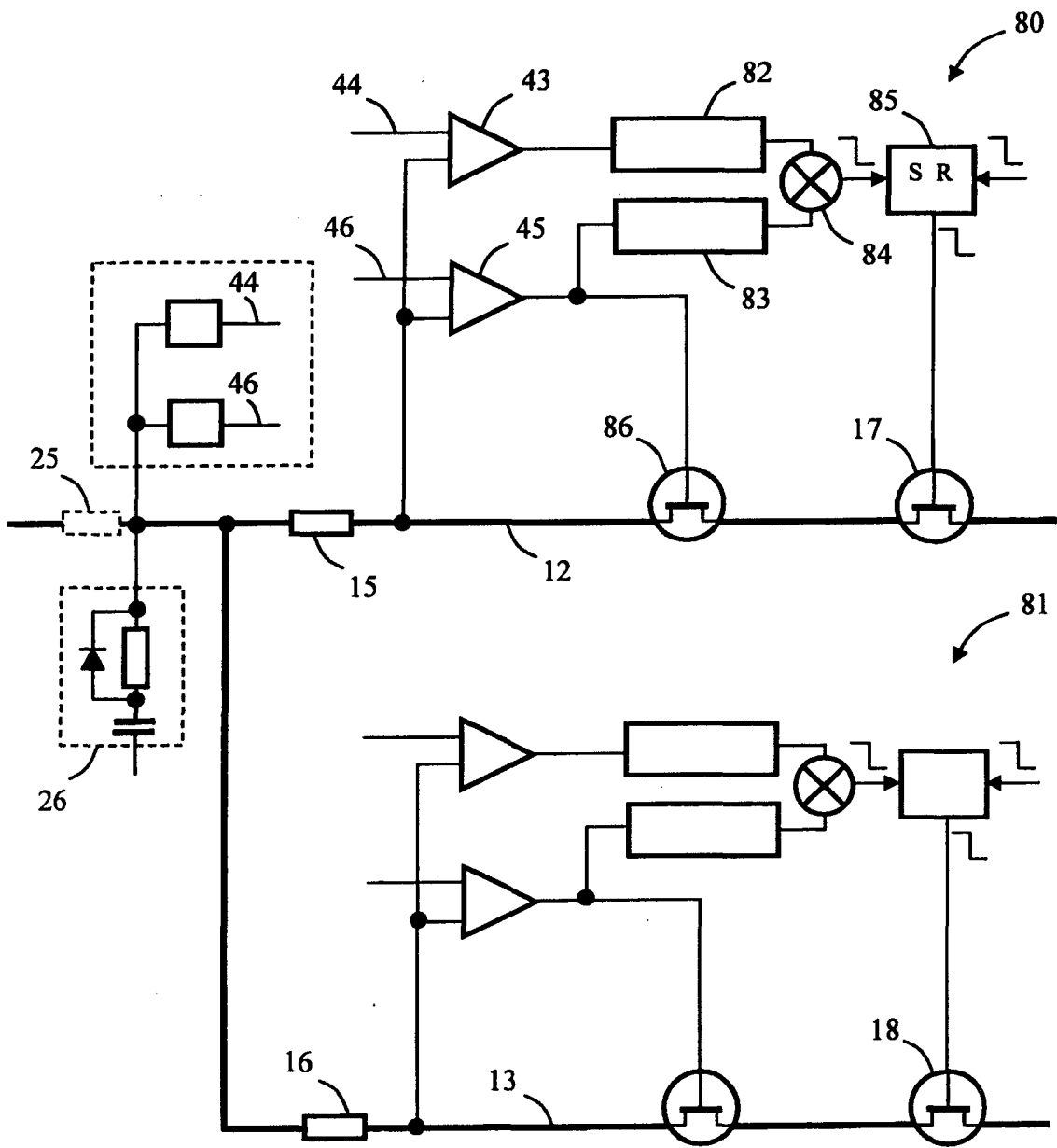


图 8

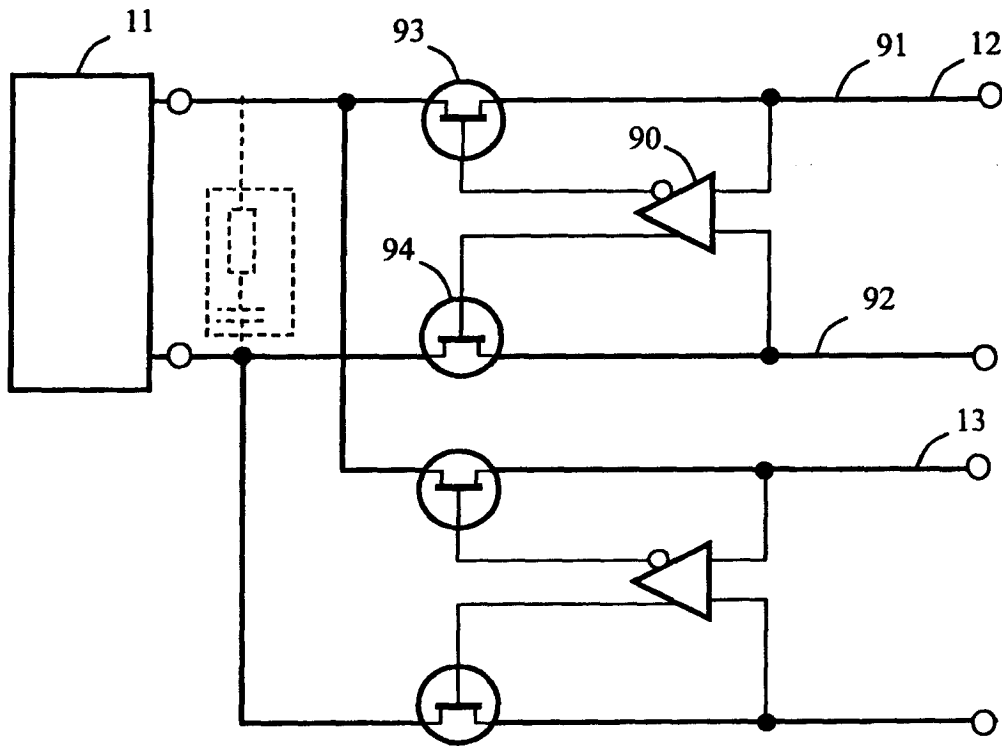


图 9

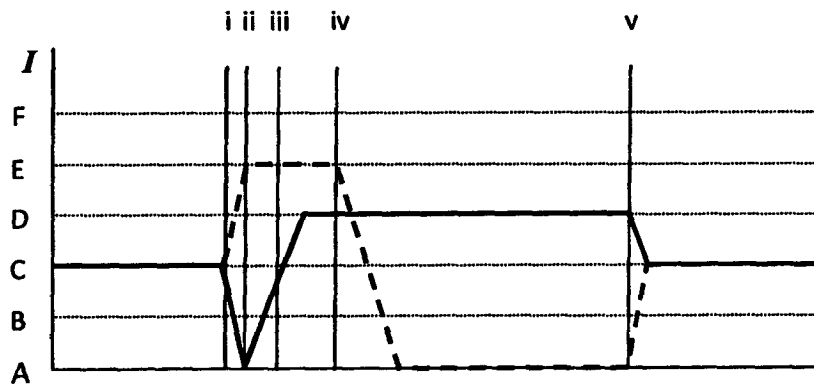


图 10a

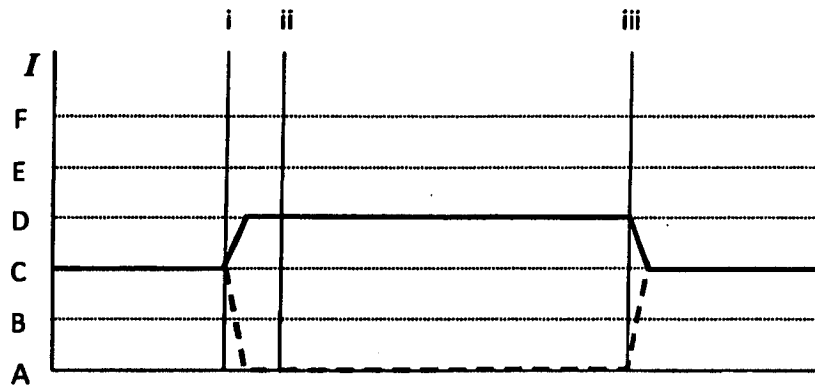


图 10b

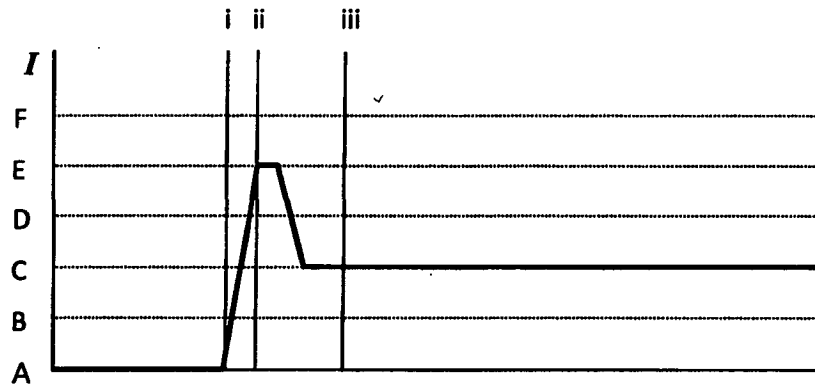


图 10c

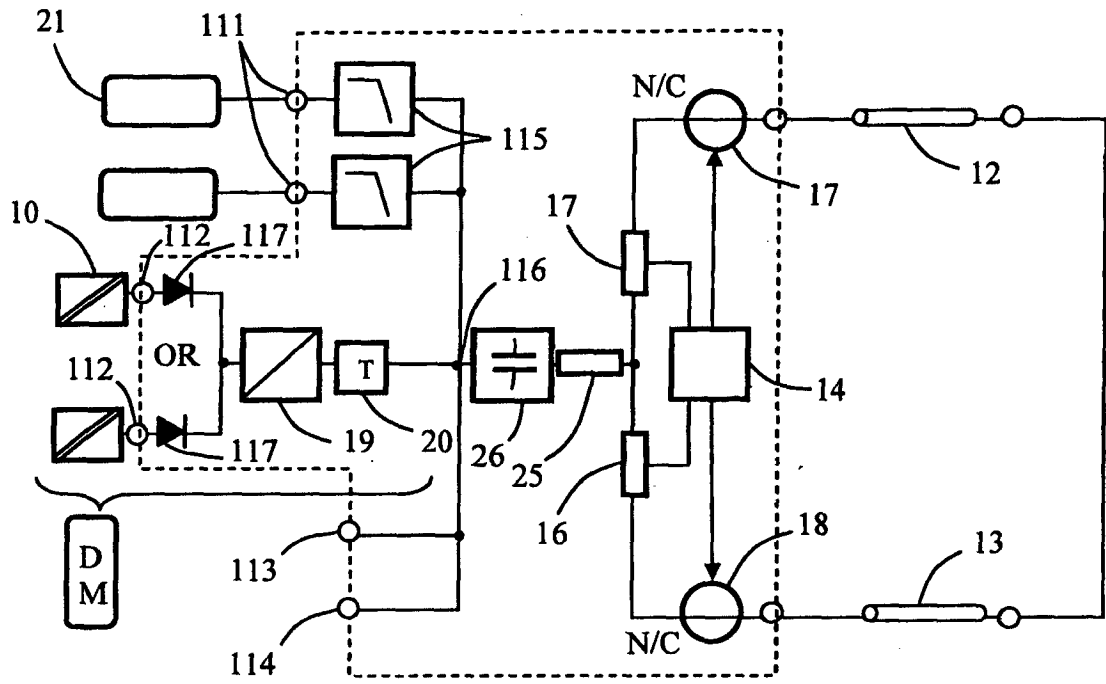


图 11