



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203747852 U

(45) 授权公告日 2014. 07. 30

(21) 申请号 201320232456. 1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2013. 05. 02

H04L 12/26(2006. 01)

H04L 12/437(2006. 01)

(30) 优先权数据

12166109. 4 2012. 04. 30 EP

(73) 专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 赫尔曼·昂斯特

弗朗茨-约瑟夫·格茨

迈克尔·卡斯帕 约阿希姆·洛迈尔

(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 张春水 李德山

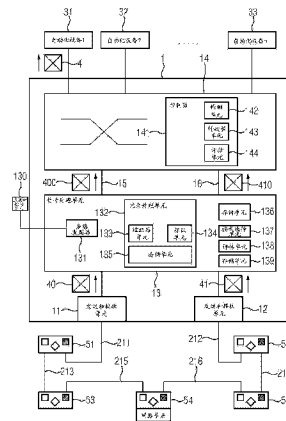
权利要求书2页 说明书7页 附图1页

(54) 实用新型名称

用于可冗余操作的工业通信网络的通信设备

(57) 摘要

用于可冗余操作的工业通信网络的通信设备,其具有第一发送和接收单元和第二发送和接收单元,所述第一发送和接收单元和第二发送和接收单元在工业通信网络内可选地以有扰动或无扰动的方式传输数据包并且能够选择性地切换成有扰动或无扰动的传输模式。评估单元与第一发送和接收单元或第二发送和接收单元连接,评估单元检测以有扰动或无扰动的方式在工业通信网络内待传输的数据包。在检测到以有扰动的方式待传输的数据包时,将用于所接收到的冗余数据包的冗余处理单元和过滤器单元禁用。第一发送和接收单元或第二发送和接收单元分配有存储单元,存储单元在有扰动的传输模式中在预设的持续时间期间缓存至少一个以有扰动的方式待传输的数据包。



1. 用于可冗余操作的工业通信网络的通信设备,具有:

- 至少一个第一发送和接收单元和第二发送和接收单元(11、12),所述至少一个第一发送和接收单元和第二发送和接收单元分别具有用于所述工业通信网络(2)的网络连接的接口,其中第一发送和接收单元和第二发送和接收单元具有相同的网络地址和相同的设备标识符;

- 与所述第一发送和接收单元和第二发送和接收单元连接的信号处理单元(13),所述信号处理单元用于在所述工业通信网络内进行无扰动的数据传输,其中所述信号处理单元具有用于将待发送的数据包并行转发给两方的发送单元的多路复用器单元(131)以及用于处理由两方的接收单元接收到的数据包的红余处理单元(132),并且其中所述冗余处理单元包括过滤器单元(133),所述过滤器单元设计为用于检测所接收到的冗余数据包;

其特征在于,

- 所述第一发送和接收单元和 / 或第二发送和接收单元设计成用于以有扰动和无扰动的方式在所述工业通信网络内进行数据传输,并且能够选择性地切换成有扰动或无扰动的传输模式,

- 评估单元(138)与所述第一发送和接收单元和 / 或第二发送和接收单元连接,所述评估单元设计成用于检测在所述工业通信网络内以有扰动或无扰动的方式待传输的数据包,其中以有扰动或无扰动的方式待传输的数据包至少在预设的数据字段中具有用于相应的传输模式的标识,

- 在检测到以有扰动的方式待传输的数据包时,所述冗余处理单元和所述过滤器单元被禁用,

- 所述第一发送和接收单元和 / 或第二发送和接收单元分配有存储单元(139),所述存储单元设计成用于在所述有扰动的传输模式中在预设的持续时间期间缓存至少一个以有扰动的方式待传输的数据包。

2. 根据权利要求1所述的通信设备,

其中所述信号处理单元设计成用于仅在检测到以无扰动的方式待传输的数据包时将序列号分配给以有扰动的方式待传输的数据包并且 / 或者将冗余信息插入到以无扰动的方式待传输的数据包中。

3. 根据权利要求1或2所述的通信设备,

其中所述冗余处理单元设计成用于仅在检测到以无扰动的方式待传输的数据包时进行副本过滤。

4. 根据权利要求1或2所述的通信设备,

其中所述工业通信网络具有环形拓扑,并且其中设有监视和控制单元(130),所述监视和控制单元设计成用于利用所发送的测试数据包来检测在所述环形拓扑内的中断,并且用于控制将指向所述第一发送和接收单元的和 / 或第二发送和接收单元的第一连接的具有有效数据的数据包转发给所述第一发送和接收单元的和 / 或第二发送和接收单元的第二连接。

5. 根据权利要求1或2所述的通信设备,

其中以有扰动或无扰动的方式待传输的数据包通过相应地记录到以太网数据帧的以太网类型字段中来标识。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的通信设备，  
其中依据相应地应用于数据链路层的通信协议将数据包标识成以有扰动或无扰动的方式待传输。

7. 根据权利要求 1 或 2 所述的通信设备，  
其中以无扰动的方式待传输的数据包与以有扰动的方式待传输的数据包相比分配有更高的优先级。

8. 根据权利要求 7 所述的通信设备，  
其中以无扰动的方式待传输的数据包分别分配有相应于标准 IEEE802.1Q 的具有优先级 6 的 VLAN 标签。

9. 根据权利要求 1 或 2 所述的通信设备，  
其中设有经由耦合元件(14)与所述信号处理单元连接的、用于自动化设备(31-33)的至少一个网络连接。

10. 根据权利要求 9 所述的通信设备，  
其中所述信号处理单元经由第一接口和第二接口(15,16)与所述耦合元件连接，所述第一接口设置为用于传输通过第一接收单元接收到的数据包，并且其中所述第二接口设置为用于传输通过第二接收单元接收到的数据包。

11. 根据权利要求 9 所述的通信设备，  
其中所述冗余处理单元包括标识单元(134)，所述标识单元设计成用于将冗余指示符插入到所接收的冗余数据包中，其中所述冗余处理单元设计成用于将通过两方的接收单元接收到的数据包以无缓冲存储的方式转发给所述耦合元件。

## 用于可冗余操作的工业通信网络的通信设备

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种用于可冗余操作的工业通信网络的通信设备以及一种用于操作通信设备的方法。

### 背景技术

[0002] 在分布式工业自动化系统中,在记录、评估和传输测量和控制数据时应该确保,完整的和未经更改的数据特别是在对时间要求严格的工业生产过程中实时存在。要避免有意的、无意的或由技术错误引起的改变,因为这在工业自动化系统内能够导致不一致的系统状态以及伴随经济上严重后果的停工时间的系统故障。

[0003] 工业自动化系统通常包括多个经由工业通信网络相互联网的自动化设备并且在生产或过程自动化的范围中用于控制或调节装置、机器或设备。由于在借助于工业自动化系统自动化的技术系统中的对时间要求严格的框架条件,在用于自动化设备之间的通信的工业通信网络中通常应用实时通信协议,例如为 Profinet、Profibus 或实时以太网 (Real-Time-Ethernet)。

[0004] 在工业自动化系统的计算单元或自动化设备之间的通信连接的中断可能会导致不期望或不必要地重复服务请求的传输。这造成工业自动化系统的通信连接的额外的负荷,这可能会导致进一步的系统干扰或故障。在工业自动化系统中,通常由具有相对多的、但是相对短的消息的讯息交换引起特殊的问题,由此加剧上述问题。

[0005] 为了能够补偿通信连接或通信设备的失效,通信协议,例如为介质冗余协议、高可用性无缝冗余或并行冗余协议被开发用于高可用性的、可冗余操作的工业通信网络。介质冗余协议 (MSR) 在标准 IEC62439 中定义并且能够在有扰动的冗余传输数据包的情况下对在具有简单的环形拓扑的网络中的各个连接失效进行补偿。根据介质冗余协议,将冗余管理器分配给在环形拓扑内的具有两个端口的交换机,所述冗余管理器监控网络的连接失效并且必要时引入用于环形短接的开关措施。在正常的操作状态下,冗余管理器利用测试数据包来检查,在环形拓扑内是否出现中断。然而,与冗余管理器相关联的交换机通常不将具有有效数据的数据包从一个端口转发给另一个端口。因此防止了具有有效数据的数据包在环形拓扑内循环。如果环形拓扑内的交换机或连接失效,那么从一个端口发出的测试数据包不再在相应的另一端口上接收。据此,冗余管理器能够识别出失效并且在失效的情况下将具有有效数据的数据包以不同于正常的操作状态的方式从一个端口转发给另一端口并且反之亦然。此外,冗余管理器安排通知其余的交换机关于失效造成的拓扑改变。以所述方式避免数据包经由失效的连接传输。

[0006] 有扰动的介质冗余方法原则上能够以相对低的耗费来实现。然而不利的是,一方面消息可能在错误情况下丢失,并且另一方面在重新配置通信网络期间首先存在故障状态。这类故障状态必须通过更高级别的通信协议、例如借助于网络层或传输层上的 TCP/IP (传输控制协议 / 因特网互联协议) 来防护,以便避免通信连接的中断。

[0007] PROFINET (IEC 61158 类型 10) 也引用介质冗余协议作为在具有环形拓扑的通信

网络内的有扰动的介质冗余方法。与此相对,有计划地复制媒体冗余(MRPD)提供了对无扰动地传输同步实时数据的扩展。然而,有计划地复制介质冗余不是与应用无关的无扰动介质冗余方法,而是 PROFINET 的特殊扩展。

[0008] 在标准 IEC 62439-3 中定义高可用性无缝冗余(HSR)和并联冗余协议(PRP),并且以极短的恢复时间实现数据包的无扰动冗余传输。根据高可用性无缝冗余和并行冗余协议,每个数据包由进行发送的通信设备复制,并且以两种不同的路径发送到接收器。通过接收器侧的通信设备,从接收数据流中过滤掉代表副本的冗余数据包。

[0009] 在 DE 10 2008 017 192 A1 中说明了一种用于建立网络的方法,所述网络包括具有一组端口的第一网络用户。所述端口与网络的其它网络用户的端口连接。在第一方法步骤中,将分配给第一网络用户的端口切换到第一操作模式下。在第一操作模式下,能够经由端口接收和发送测试报文。根据另一方法步骤,经由分配给第一网络用户的端口发送测试报文。此外,如果所发送的测试报文中的测试报文没有再次被第一网络用户接收,那么将分配给第一网络用户的端口切换到第二操作模式下。在第二操作模式下,经由分配给所述第一网络用户的端口接收的报文经由剩余的端口转发。以这种方式,能够避免在互联或扩展复杂网络时形成网络环。

[0010] 从 EP 2 282 452 A1 中描述一种用于在环型通信网络内进行数据传输的方法,在所述方法中根据高可用性无缝冗余来进行数据传输,并且通信网络包括至少一个主节点、源节点和目标节点。每个节点具有带有相应的第一和第二相邻节点的第一和第二通信接口。此外,每个节点经由第一通信接口接收数据帧,并且将所接收的数据帧更改或未经更改地经由第二通信接口无额外延迟地进行转发。主节点将第一和第二冗余的数据帧或空的数据包发送给其第一或第二相邻节点。在接收两个冗余的数据帧时,源节点在预定的保留区域中以过程数据来填充相应的数据帧。随后,每个已填充的数据帧立即并且单独地转发给源节点的第一或第二相邻节点。最终,目的节点从冗余的数据帧对中的所接收到的已填充的第一数据帧中提取过程数据。

[0011] 在 EP 2 343 857 A1 中说明了一种用于通信网络的网络节点,所述通信网络包括第一子网络和与第一子网络连接的第二子网络。在第一子网络中根据生成树协议进行数据传输期间,为了在第二子网络中进行数据传输,应用与在第一子网络中所应用的协议不同的第二协议。在 EP2343857A1 中所说明的网络节点设计为用于作为第二子网络的元件,并且设计为用于在第二子网络内进行通信。此外,借助于生成树功能,网络节点设计为用于监视和控制第二子网络的生成树根节点。由此,通过在第一子网络中所应用的生成树协议,第二子网络可被视为虚拟节点。

[0012] 从 EP 2 413 538 A1 中已知一种用于在通信系统中进行冗余通信的方法,所述通信系统包括多个通信网络。通信网络经由至少一个耦合节点相互连接。基于在数据传输之前限定的信息防止源自第一通信网络的数据从第二通信网络向回传输到第一通信网络中。

### 实用新型内容

[0013] 本实用新型基于下述目的,提出一种用于可冗余操作的工业通信网络的通信设备和一种用于操作这种通信设备的方法,所述通信设备一方面能够实现在对时间要求严格的应用中避免连接中断并且另一方面能够实现在对时间要求严格的应用中减少耗费的冗

余处理。

[0014] 所述目的通过根据本实用新型提出的一种通信设备和方法来实现。在下文中提出本实用新型的有利的改进形式。

[0015] 根据本实用新型的用于可冗余操作的工业通信网络的通信设备包括至少一个第一发送和接收单元和第二发送和接收单元,所述至少一个第一发送和接收单元和第二发送和接收单元分别具有用于工业通信网络的网络连接的接口。两方的发送和接收单元具有相同的网络地址和相同的设备标识符。将信号处理单元与第一和第二发送和接收单元连接以用于在工业通信网络内进行无扰动的数据传输。信号处理单元具有用于将待发送的数据包并行转发给两方的发送单元的多路复用器单元和用于处理由两方的接收单元接收到的数据包的冗余处理单元。数据包例如能够是数据链路层上的帧、网络层上的包或传输层上的段。冗余处理单元包括过滤器单元,所述过滤器单元设计成用于检测接收到的冗余数据包。

[0016] 此外,根据本实用新型,第一或第二发送和接收单元既设计成用于在工业通信网络内有扰动的数据传输、也设计成用于在工业通信网络内无扰动的数据传输,并且能够选择性地切换成有扰动或无扰动的传输模式。将评估单元与第一或第二发送和接收单元连接,所述评估单元设计成用于检测以有扰动或无扰动的方式在工业通信网络内待传输的数据包。在此,以有扰动或无扰动的方式待传输的数据包至少在预设的数据字段中具有用于相应的传输模式的标识。此外,在检测到以有扰动的方式待传输的数据包时将冗余处理单元和过滤器单元被禁用。此外,第一或第二发送和接收单元分配有存储单元,所述存储单元设计成用于在有扰动的传输模式中在预设的持续时间期间缓存至少一个以有扰动的方式待传输的数据包。

[0017] 总体上,根据本实用新型的通信设备通过能够选择性地切换成在有扰动和无扰动的传输模式,一方面能够实现尤其是在高的网络负载的情况下防止以无扰动的方式待传输的对时间要求严格的消息的过度延迟。另一方面,能够通过分为以无扰动和有扰动的方式待传输的数据包来将用于缓存以有扰动的方式待传输的数据包的存储单元的尺寸确定成更小的。

[0018] 根据本实用新型的例如能够作为通信模块的通信设备是用于控制和调节装置、机器或设备的模块式自动化设备的组件。这种模块式自动化设备除通信模块之外还能够接收一个或多个附加模块或功能模块,以便提供或扩展自动化设备的功能性。这类附加模块或功能模块例如能够为输入/输出模块、能源供应模块或中央控制模块。在此,待控制或待调整的装置、机器或设备能够与输入/输出模块、通信模块或中央控制模块连接。在此,中央控制模块尤其能够是模块式自动化设备的固定的组成部分。此外,模块式自动化设备能够包括也称作分布式外围设备的外置的或邻近于过程设置的控制单元。

[0019] 为了模块式自动化设备的附加模块或功能模块之间的通信连接,例如能够设有用于串行的或并行的数据传输的背板总线。附加模块或功能模块有利地以能够拆卸的方式固定在自动化设备上。只要将附加模块或功能模块固定在背板总线上,那么所述附加模块或功能模块就能够经由背板总线被其它附加模块或功能模块优选实时进行访问。

[0020] 根据本实用新型的通信设备既能够构造成并且设计成用于有线连接网络,也能够构造成并且设计成用于无线连接网络。例如,根据本实用新型的通信设备能够具有以太网接口、WLAN(无线局域网)接口、用于HART(高速通道可定址远程转换器)网络或无线HART

网络的接口或用于例如为 Profinet 或 Profibus 的现场总线系统的接口。

[0021] 按照根据本实用新型的通信设备的一个有利的改进形式,信号处理单元设计成用于仅在检测到以无扰动的方式待传输的数据包时,将序列号分配给以有扰动的方式待传输的数据包或将冗余信息插入到以无扰动的方式待传输的数据包中。以这种方式,在能够以有扰动的方式待传输的数据包中能够目的明确地避免在以无扰动的方式待传输的数据包中对于冗余处理而言所需的处理耗费。相应于此,冗余处理单元优选设计成用于仅在检测到以无扰动的方式待传输的数据包时才进行副本过滤。

[0022] 根据本实用新型的一个优选的设计方案,工业通信网络具有环形拓扑。此外,在这种情况下设有监视和控制单元,所述监视和控制单元设计成用于利用所发送的测试数据包来检测在所述环形拓扑内的中断。此外,监视和控制单元有利地设计成用于控制将指向第一或第二发送和接收单元的第一连接的具有有效数据的数据包转发给第一或第二发送和接收单元的第二连接。以所述方式能够实现对于以无扰动的方式待传输的数据包而言低耗费的冗余处理方法。

[0023] 相应于根据本实用新型的通信设备的一个尤其优选的设计方案,以无扰动或有扰动的方式待传输的数据包通过相应地记录到以太网数据帧的以太网类型字段中来标识。这能够实现对以有扰动或无扰动的方式待传输的数据包的可靠且简单的检测以及其相应的处理。此外,能够依据相应地应用于数据链路层的通信协议将数据包标识成以有扰动或无扰动的方式待传输的。这能够实现对以有扰动和无扰动的方式待传输的数据包的简单且快速的划分。优选地,以无扰动的方式待传输的数据包与以有扰动的方式待传输的数据包相比分配有较高的优先级。因此进一步降低了以无扰动的方式待传输的数据包的延迟传输的风险。当以无扰动的方式待传输的数据包分别分配有相应于标准 IEEE802.1Q 的具有优先级 6 的 VLAN 标签时,就能够尤其没有问题地执行。

[0024] 相应于根据本实用新型的通信设备的另一个有利的设计方案,设有经由耦合元件与信号处理单元连接的、用于自动化设备的至少一个网络连接。此外,信号处理单元能够经由第一和第二接口与耦合元件连接。在这种情况下,第一网络接口设置为用于传输通过第一接收单元接收到的数据包,同时第二接口设置为用于传输通过第二接收单元接收到的数据包。优选地,冗余处理单元附加地包括标识单元,所述标识单元设计成用于将冗余指示符插入到所接收到的冗余数据包中。在此,冗余处理单元设计成用于将通过两方的接收单元接收到的数据包以无缓冲存储的方式转发给耦合元件。以这种方式省去迄今的通过包含管理缓冲存储的数据包在内的信号处理或冗余处理单元对所接收到的数据包的通常完全的缓冲。

[0025] 相应于根据本实用新型的、用于操作在冗余的工业通信网络中的通信设备的方法,通信设备包括至少一个第一发送和接收单元以及第二发送和接收单元,所述至少一个第一发送接收单元以及第二发送和接收单元分别具有用于工业通信网络的网络连接的接口。在此,两方的发送和接收单元具有相同的网络地址和相同的设备标识符。将信号处理单元与第一和第二发送和接收单元连接以用于在工业通信网络内的无扰动的数据传输,所述信号处理单元将待发送的数据包并行转发给两方的发送单元并且检测由接收单元接收到的冗余数据包。

[0026] 此外,相应于根据本实用新型的方法,第一或第二发送和接收单元在工业通信网

络内可选地以有扰动或无扰动的方式传输数据包并且选择性地切换成有扰动或无扰动的传输模式。将评估单元与第一或第二发送和接收单元连接,所述评估单元检测以有扰动或无扰动的方式在工业通信网络内待传输的数据包。在此,以有扰动或无扰动的方式待传输的数据包至少在预设的数据字段中具有用于相应的传输模式的标识,所述标识通过评估单元来评估。此外,在检测到以有扰动的方式待传输的数据包时,将用于处理由两方的接收单元接收到的数据包的冗余处理单元和用于检测所接收到的冗余数据包的过滤器单元被禁用。此外,第一或第二发送和接收单元分配有存储单元,所述存储单元在有扰动的传输模式中在预设的持续时间期间缓存至少一个以有扰动的方式待传输的数据包。

[0027] 因此,根据本实用新型的方法一方面缩短了以无扰动的方式待传输的对时间要求严格的消息的延迟。另一方面,能够应用尺寸确定为较小的存储单元以用于缓存以有扰动的方式待传输的数据包。

[0028] 优选地,信号处理单元仅在检测到以无扰动的方式待传输的数据包时将序列号分配给以有扰动的方式待传输的数据包或者将冗余信息插入到以无扰动的方式待传输的数据包中。相应于此,相应于根据本实用新型的方法的另一个设计方案,冗余处理单元仅在检测到以无扰动的方式待传输的数据包时过滤所接收到的冗余数据包的副本。

[0029] 工业通信网络例如能够具有环形拓扑。在该情况下有利地设有监视和控制单元,所述监视和控制单元利用所发送的测试数据包来检测在环形拓扑内的中断。附加地,监视和控制单元能够控制将指向第一或第二发送和接收单元的第一连接的具有有效数据的数据包转发给第一或第二发送和接收单元的第二连接。

[0030] 相应于根据本实用新型的方法的一个有利的改进形式,以有扰动或无扰动的方式待传输的数据包通过相应地记录到以太网数据帧的以太网类型字段中来标识。例如,能够依据相应地应用于数据链路层的通信协议将数据包标识成以有扰动或无扰动的方式待传输的。此外,以无扰动的方式待传输的数据包与以有扰动的方式待传输的数据包相比能够分配有更高的优先级。这降低了以无扰动的方式待传输的数据包的延迟传输的风险。

[0031] 相应于根据本实用新型的方法的另一个设计方案,设有经由耦合元件与信号处理单元连接的、用于自动化设备的至少一个网络连接。在这种情况下,冗余处理单元包括标识单元,所述标识单元分别将冗余指示符插入到所接收到的冗余数据包中并且将通过两方的接收单元接收到的数据包以无缓冲存储的方式转发给耦合元件。因此省去通过信号处理或冗余处理单元对所接收到的数据包的完全缓存。

## 附图说明

[0032] 下面根据附图详细地阐明本实用新型的实施例。附图中示出:

[0033] 图 1 示出用于可冗余操作的工业通信网络的通信设备的示意图。

## 具体实施方式

[0034] 在图中示出工业通信网络 2,所述通信网络除在下文中详细说明了通信设备 1 之外还包括多个以环形结构经由网络连接 212-216 相互连接的网络节点 51-55。例如网络节点 54 能够属于上述网络节点之列,所述网络节点被分配给工业生产或过程自动化系统的 SCADA 系统(supervisory control and data acquisition, 监督控制和数据采集)。

[0035] 用于可冗余操作的工业通信网络 2 的通信设备 1 包括第一发送和接收单元 11 和第二发送和接收单元 12, 所述第一发送和接收单元以及第二发送和接收单元分别具有用于工业通信网络 2 的网络连接 211、212 的接口。两方的发送和接收单元 11、12 具有相同的网络地址和相同的 MAC 地址。在工业通信网络 2 内通过现场可编程门阵列(FPGA)实现的信号处理单元 13 与第一和第二发送和接收单元 11、12 连接。为了以无扰动的方式进行数据传输, 信号处理单元 13 具有用于将待发送的数据包并行转发给两方的发送单元 11、12 的多路复用器 131 和用于处理由两方的接收单元 11、12 接收到的数据包 40、41 的冗余处理单元 132。冗余处理单元 132 包括过滤器单元 133, 所述过滤器单元设计成检测接收到的冗余数据包。

[0036] 第一和第二发送和接收单元 11、12 设计成用于在工业通信网络 2 内可选地以有扰动或无扰动的方式进行数据传输并且借助于分配给信号处理单元 13 的操作模式选择单元 137 能够选择性地切换成有扰动或无扰动的传输模式。信号处理单元 13 还分配有评估单元 138, 所述评估单元检测在工业通信网络 2 内以有扰动或无扰动的方式待传输的数据包。在此, 以有扰动或无扰动的方式待传输的数据包至少在预设的数据字段中具有用于相应的传输模式的标识, 所述标识通过评估单元 138 来评估。

[0037] 以有扰动或无扰动的方式待传输的数据包通过相应地记录到以太网数据帧的以太网类型字段中来标识。优选地, 将数据包依据相应地应用于数据链路层(相应于 ISO/OSI 通信模式的层 2)的通信协议标记成以有扰动或无扰动的方式待传输的。为了避免传输延迟, 以无扰动的方式待传输的数据包与以有扰动的方式待传输的数据包相比分配有更高的优先级。例如, 以无扰动的方式待传输的数据包分别分配有相应于标准 IEEE802.1Q 的具有优先级 6 的 VLAN 标签。

[0038] 在检测到以有扰动的方式待传输的数据包时, 将冗余处理单元 132 和过滤器单元 133 通过操作模式选择单元 137 禁用。信号处理单元 13 还包括存储单元 139, 所述存储单元为第一和第二发送和接收单元 11、12 在有扰动的传输模式中在预设的持续时间期间缓存以有扰动的方式待传输的数据包。

[0039] 在本实施例中, 信号处理单元 13 分配有冗余管理器 130, 所述冗余管理器利用所发送的测试数据包来检测在通信网络 2 的环形拓扑内的中断并且控制将通过第一发送和接收单元 11 接收到的具有有效数据的数据包转发给第二发送和接收单元 12。这例如根据介质冗余协议或在功能上可比的通信协议来进行。

[0040] 经由通过背板式交换机实现的耦合元件 14 将多个自动化设备 31-33 与信号处理单元 13 连接。具有相应的控制器 141 的耦合元件 14 分别经由互联连接与自动化设备 31-33 连接。附加地, 信号处理单元 13 具有存储单元 136, 在所述存储单元中存储有具有对所有与耦合元件 14 连接的自动化设备 31-33 的说明的表(代理节点表)。

[0041] 借助于现场可编程门阵列实现的信号处理单元 13 经由第一和第二接口 15、16 与耦合元件 14 连接。在此, 第一接口 15 在无扰动的传输模式中仅设置为用于传输通过第一接收单元 11 接收到的数据包 40, 而第二接口 16 在无扰动的传输模式中仅设置为用于传输通过第二接收单元 12 接收到的数据包 41。在有扰动的传输的情况下仅应用两个接口 15、16 中的一个。这通过操作模式选择单元 137 来控制。

[0042] 分配给信号处理单元 13 的冗余处理单元 132 包括标识单元 134, 所述标识单元设

计成用于在无扰动的传输模式中将冗余指示符插入到所接收到的冗余数据包 40、41 中。在本实施例中,数据包包括至少一个数据帧。冗余指示符在有扰动的传输模式中通过将无效日期插入到数据帧中构成。此外,信号处理单元 13 在无扰动的传输模式中将通过两方的接收单元 11、12 接收到的数据包 40、41 以无缓冲存储的方式转发给耦合元件 14。根据本实施例,在无扰动的传输模式中在耦合元件 14 中才丢弃冗余数据包。

[0043] 通过两方的接收单元 11、12 接收到的数据包 40、41 与在无扰动的传输模式中经由第一和第二接口 15、16 转发给耦合元件 14 的数据包 400、401 的区别仅在于副本,更确切地说通过所插入的无效日期区分。冗余处理单元 132 仅在检测到以无扰动的方式待传输的数据包时才过滤所接收到的冗余数据包的副本。以相应的方式,信号处理单元 13 仅在检测到以无扰动的方式待传输的数据包时才将序列号分配给以有扰动的方式待传输的数据包并且将冗余信息插入到以无扰动的方式待传输的数据包中。

[0044] 原则上足够的是,在分配给信号处理单元 13 的存储单元 135 中在无扰动的传输模式中仅存储有已经无错地接收到的数据包的序列号。为了标识在无扰动的传输模式中接收到的冗余数据包,信号处理单元 13 在接收到新的数据包时以简单的方式检查所述新的数据包的序列号与已经存储的序列号的一致性。在接收到的数据包中的冗余指示符,如无效日期优选通过检测单元 142 来评估,将所述检测单元分配给耦合元件 14 的控制器 141,并且丢弃具有冗余指示符的数据包。这例如能够基于循环冗余校验(cyclic redundancy check)进行。

[0045] 此外,将计数器单元 143 分配给耦合元件 14 的控制器 141,所述计数器单元记录无错地和有错地接收到的数据包。被分配给耦合元件 14 的控制器 141 的评估单元 144 在无错地和有错地接收到的数据包之间的差低于可预设的阈值时用信号传递无错的冗余的网络状态。有错地接收到的数据包优选借助于循环冗余校验来确定。

[0046] 在无错地接收到的数据包的数量增长并且同时有错地接收到的数据包的数量基本上停滞的情况下,评估单元 144 用信号传递具有冗余丢失的网络状态。在无错地和有错地接收到的数据包的数量停滞的情况下,评估单元 144 用信号传递网络失效。

[0047] 前述实施例的特征既能够单独地也能够以所述相互间的组合的方式来实现。

