(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101689985 B
(45)授权公告日 2013.03.27

(21)申请号 200880023905.3
(22)申请日 2008.06.23
(30)优先权数据
07112089.3 2007.07.09 EP
(85)PCT申请进入国家阶段日
2010.01.08
(86)PCT申请的申请数据
PCT/EP2008/057920 2008.06.23
(87)PCT申请的公布数据
WO2009/007228 EN 2009.01.15
(73)专利权人 ABB技术有限公司
地址 瑞士苏黎世
(72)发明人 W·维默
(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 李娜 王忠忠
(51)Int.Cl.
H04L 1/22(2006.01)
H04L 12/26(2006.01)
(56)对比文件
CN 1988530 A,2007.06.27, 全文.
US 2005/0141431 A1,2005.06.30, 全文.
审查员 邢雲峰

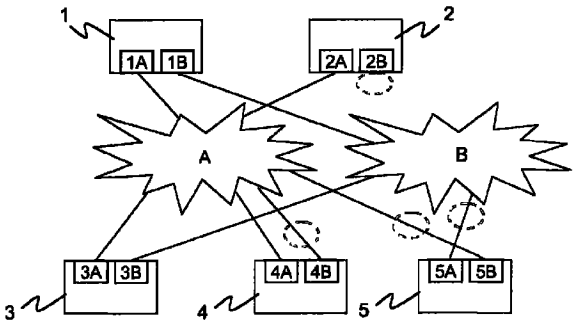
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54)发明名称

识别装置的不正确电缆布线

(57)摘要

本发明涉及连接到分布式控制系统(特别是变电站自动化系统)的冗余通信网络的控制系统装置的不正确电缆布线的识别。如在标准IEC62439(并行冗余协议PRP)中所提出的,包含发送方识别或源地址以及网络或相关联装置端口识别的消息通过冗余网络从发送装置传输到接收装置。接收或目的地装置确定指示是否已经在特定装置端口上接收到消息的连接状态、以及指示所述装置端口是否被关联到在所接收消息中识别的网络的差错事件。通过对于至少两个截然不同的发送装置这样做,本发明除了诊断两个装置之间的不正确通信路径之外,还产生关于错误电缆布线的位置和/或类型的指示。单个差错事件优选由差错率代替,该差错率被计算为在不关联到在所接收消息中识别的网络的装置端口上接收消息的概率并且与差错阈值相比较以便识别不正确的电缆布线。



CN 101689985 B

1. 识别连接到冗余工业通信网络 () 的装置 (1-5) 的不正确电缆布线的方法，包括 ：

- 由接收装置 (3) 根据所述接收装置 (3) 的接收端口 (3A、3B) 是否接收到来自第一发送装置 (1) 的消息来建立第一连接状态 (conA、conB)，

- 经由所述接收装置 (3) 的所述接收端口 (3A、3B) 接收来自所述第一发送装置 (1) 的第一多个消息，并且根据接收端口的标识符是否匹配所接收消息的网络标识符来建立第一差错事件，

- 对于所述接收装置 (3) 的每个接收端口 (3A、3B)，确定与所述第一差错事件有关的第一和第二差错率 (errA1，errB1)，

- 由所述接收装置 (3) 根据所述接收装置 (3) 的所述接收端口 (3A、3B) 是否接收到来自第二发送装置 (2) 的消息来建立第二连接状态 (conA、conB)，

- 经由所述接收装置 (3) 的所述接收端口 (3A、3B) 接收来自所述第二发送装置 (2) 的第二多个消息，并且根据接收端口的标识符是否匹配所接收消息的网络标识符来建立第二差错事件，以及

- 对于所述接收装置 (3) 的每个接收端口 (3A、3B)，确定与所述第二差错事件有关的第一和第二差错率 (errA2，errB2)，

其特征在于，所述方法包括 ：

- 基于所建立的第一和第二连接状态 (conA、conB) 并基于所确定的差错率 (errA1，errB1 ；errA2，errB2)，识别在所述接收装置 (3) 和 / 或所述发送装置 (1、2) 之一处的不正确电缆布线的位置和 / 或类型。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述方法包括 ：

- 通过比较所述差错率与差错阈值，识别在所述接收装置 (3) 和 / 或所述发送装置 (1、2) 之一处的不正确电缆布线。

3. 如权利要求 1-2 之一所述的方法，其特征在于 ：所述冗余工业通信网络是变电站自动化 (SA) 系统的一部分。

4. 如权利要求 3 所述的方法，其特征在于 ：所述接收装置 (3) 和所述发送装置 (1、2) 通过 IEC 61850 SCL 配置文件而被配置为监控和受监控智能电子装置 (IED)。

5. 识别连接到冗余工业通信网络的装置 (1-5) 的不正确电缆布线的设备，包括 ：

- 用于由接收装置 (3) 根据所述接收装置 (3) 的接收端口 (3A、3B) 是否接收到来自第一发送装置 (1) 的消息来建立第一连接状态 (conA、conB) 的部件，

- 用于经由所述接收装置 (3) 的所述接收端口 (3A、3B) 接收来自所述第一发送装置 (1) 的第一多个消息并且根据接收端口的标识符是否匹配所接收消息的网络标识符来建立第一差错事件的部件，

- 用于对于所述接收装置 (3) 的每个接收端口 (3A、3B) 确定与所述第一差错事件有关的第一和第二差错率 (errA1，errB1) 的部件，

- 用于由所述接收装置 (3) 根据所述接收装置 (3) 的所述接收端口 (3A、3B) 是否接收到来自第二发送装置 (2) 的消息来建立第二连接状态 (conA、conB) 的部件，

- 用于经由所述接收装置 (3) 的所述接收端口 (3A、3B) 接收来自所述第二发送装置 (2) 的第二多个消息并且根据接收端口的标识符是否匹配所接收消息的网络标识符来建立第二差错事件的部件，以及

-用于对于所述接收装置 (3) 的每个接收端口 (3A、3B) 确定与所述第二差错事件有关的第一和第二差错率 (errA2，errB2) 的部件，

其特征在于，所述设备还包括 ：

-用于基于所建立的第一和第二连接状态 (conA、conB) 并基于所确定的差错率 (errA1，errB1 ；errA2，errB2) 识别在所述接收装置 (3) 和 / 或所述发送装置 (1、2) 之一处的不正确电缆布线的位置和 / 或类型的部件。

6. 一种用于识别连接到冗余工业通信网络的装置 (1-5) 的不正确电缆布线的装置 (3)，包括用于执行如下功能的部件 ：

-根据所述装置 (3) 的接收端口 (3A、3B) 是否接收到来自第一或第二发送装置 (1、2) 的消息来建立第一和第二连接状态 (conA、conB)，

-经由接收端口 (3A、3B) 接收来自所述第一或第二发送装置 (1、2) 的消息，并且根据所述接收端口的标识符是否匹配所接收消息的网络标识符来建立第一或第二差错事件，以及

-基于所建立的第一和第二连接状态 (conA、conB) 以及差错事件，识别在所述装置 (3) 和 / 或所述发送装置 (1、2) 之一处的不正确电缆布线。

7. 如权利要求 6 所述的装置，其特征在于 ：它通过 IEC 61850 SCL 配置文件而被配置为监控智能电子装置 (IED)。

8. 如权利要求 6 所述的装置，其特征在于，它包括用于执行如下功能的部件 ：

-对于所述装置 (3) 的每个接收端口 (3A、3B)，分别确定与为从第一和第二发送装置接收的多个消息所建立的第一和第二差错事件有关的第一和第二差错率 (errA1，errB1 ；errA2，errB2)，以及

-基于所确定的差错率，识别在所述接收装置 (3) 和 / 或所述发送装置 (1、2) 之一处的不正确电缆布线。

9. 如权利要求 8 所述的装置，其特征在于，它包括用于执行如下功能的部件 ：

-通过比较所述差错率与差错阈值，识别在所述接收装置 (3) 和 / 或所述发送装置 (1、2) 之一处的不正确电缆布线。

识别装置的不正确电缆布线

技术领域

[0001] 本发明涉及具有冗余通信网络的工业通信系统领域，更具体地说涉及变电站自动化 (Substation Automation) 系统。它从如权利要求 1 前序部分所述的识别连接到冗余网络的装置的不正确电缆布线 (cabling) 的方法出发。

背景技术

[0002] 在分布式控制系统的工业通信网络中，可靠性或可用性是关键问题，因为失败的通信网络一般伴随有控制系统的中断，最终导致受控工业过程的停止运转。因此，通信网络冗余是要求高可用性的所有工业控制系统的重要特征，在用商业交换机的基于以太网的通信的情况下或者在冗余网络之一是类似因特网的现有网络的情况下尤其如此。

[0003] 为了防止冗余网络到控制系统的装置的端口的错误或不正确电缆布线，可以设想出用于不同网络的插头的专用设计或者电缆和插头的颜色编码以便于视觉检查。然而，这些方法需要附加的工程努力，产生用于特制部分的附加成本，并且与商业的成品 (off-the-shelf) 部件或已经存在的通信网络不兼容。

[0004] 备选方案依赖于识别装置的端口和 / 或该端口被分配到的冗余网络，并且将这种识别包含在通过该网络发送的消息中。专利申请公布 US2004061486 公开了一种在计算机或存储器系统内在包含板的系统中检测不正确电缆布线的方式，该板通过冗余后端网络或通信环路进行连接。借助于后端标识符或环路 ID 识别冗余后端网络的消息由主处理器传播并且被评估以便确定是否所有板都连接到同一冗余后端网络。这种方法是串行互连相邻板的环形拓扑所特有的。单独的错误连接的端口的识别需要用户干预并且始于调查离主处理器最近的发信号通知错误电缆布线的板。

[0005] 高压和中压电力网中的变电站包括一次 (primary) 装置，诸如电缆、电线、母线、开关、电力变压器和仪表变压器，它们一般被布置在开关场和 / 或开关间隔 (bay) 中。这些一次装置经由变电站自动化 (SA) 系统以自动化方式进行操作。SA 系统包括基于微处理器的可编程的二次装置，即所谓的智能电子装置 (IED)，负责保护、控制和监视一次装置。IED 一般被分配给三个层级（即站级、间隔或应用级，和通过过程接口与间隔级分开的过程级）中的一个。SA 系统的站级包括具有人机接口 (HMI) 的操作员工作站 (OWS) 和到网络控制中心 (NCC) 的网关。间隔级上的 IED（还称为间隔单元）又经由间隔间或站总线连接到站级上的 IED 并且彼此连接。后者的通信网络连接点（即各个应用级和站级 IED 连接到的以太网交换机（的端口））具有较短的平均无故障时间 (Mean Time ToFailure,MTTF)。由此，每个 IED 经由两个截然不同的端口连接到两个截然不同并由此冗余的通信网络作为物理通信信道（根据并行冗余协议 PRP 管理），或者连接到环形配置的两个截然不同的交换机（例如根据快速生成树协议 RSTP 或 IEC 62439 媒体冗余协议 MRP 管理）。

[0006] 相比如上面提到的通信环路中的直接电缆连接，通信网络或总线包括多个接入点或交换机，从它们那电缆连接到控制系统的装置，即，连接到它们的端口和通信电路。除了诊断两个装置之间的链路（包括危及所需冗余的错误电缆布线）之外，还期望识别不正确

连接的准确位置（装置和端口）。这种识别可包括是否只连接一个端口、或者是否两个端口都连接到同一网络、或者是否两个端口交叉连接到错误网络（wrongnetwork）的指示。

发明内容

[0007] 因此，本发明的目的是以高概率识别连接到冗余通信网络的控制系统装置的不正确电缆连接。这个目的是通过分别根据权利要求 1 和 6 的识别不正确电缆布线的方法和装置实现的。根据从属专利权利要求，其它的优选实施例是显而易见的。

[0008] 如在标准 IEC 62439（并行冗余协议 PRP）中所提出的，包含发送方识别或源地址以及网络或相关联装置端口识别的消息通过冗余网络从发送装置传输到接收装置。接收或目的地装置确定指示是否已经在特定装置端口上接收到消息的连接状态，以及指示所述装置端口是否关联到在所接收消息中识别的网络的差错事件。通过对于至少两个截然不同的发送装置这样做，本发明除了诊断两个装置之间的不正确通信路径之外，还产生关于错误电缆布线的位置和 / 或类型的指示。

[0009] 在优选的变型中，单个差错事件由差错率代替，该差错率被计算为在不关联到在所接收消息中识别的网络的装置端口上接收到消息的概率并且与差错阈值相比较以便识别不正确的电缆布线。因为一些消息可能在一个端口上比在其它端口上延迟得多，或者可能由于某网络中的暂时干扰而丢失，所以回复到（revert to）所述概率防止异常消息伪造特定故障情形和得出错误的结论。

[0010] 所提出的方法可与标准的成品通信网络（如基于交换机的以太网系统或因特网）和标准化协议（诸如 TCP/IP 协议）一起使用，并且不必做任何硬件修改。高达两个装置的（一个或多个）错误连接端口的自动和正确诊断是可能的，并且在甚至更多装置被错误连接的许多情形下也可以实现正确诊断。

[0011] 本发明最有益地应用于变电站自动化（SA）系统，对于该系统，作为接收装置的监控智能电子装置（IED）通过 IEC 61850 SCL 配置文件来配置用于各种目的。除了变电站自动化，显而易见的是该原则和方法同样可应用于具有标准化配置描述的其它自动化系统，诸如风力、水力和分布式能源（DER）。

[0012] 用于执行根据本发明的所有或一些步骤的计算机程序代码可存储在计算机程序产品中，例如存储在计算机可读介质中，或者存储在用于执行这些步骤的计算机或其它装置的存储器中，或者存储在可插入到计算机或装置中的数据载体上。

附图说明

[0013] 下文将参照在附图中示出的优选示例性实施例，更详细地解释本发明的主题，附图中：

[0014] 图 1 示意地示出具有两个冗余网络的通信系统；以及

[0015] 图 2 是列举通信链路的故障情形的表格。

[0016] 在附图标记的列表中以概要形式列出了附图中所用的附图标记及其含义。

具体实施方式

[0017] 图 1 示出具有经由两个冗余通信网络 A、B 互连的五个装置 1-5 的通信系统。在所

描绘的配置中，装置 1 和 3 通过它们的相应装置端口 1A、1B ；3A、3B 的每一个到相关联的网络之间的终端电缆而正确连接。另一方面，装置 2 的端口 2B 根本没有连接，装置 4 的端口 4B 错误地连接到网络 A 而不是网络 B，并且装置 5 的端口 5A 和 5B 交叉连接到相应的错误网络（虚线圈）。该系统的任何通信链路或路径都包括第一装置与通信网络之间的第一电缆连接和第二装置与通信网络之间的第二电缆连接。如所描绘的，第一电缆连接和第二电缆连接中任一个或二者可以包括一个或两个不正确或错误的电缆布线。

[0018] 根据与经由并行冗余协议 (PRP) 的工业通信有关的标准 IEC 62439，任何消息都通过这两个冗余通信网络中的每一个发送，并且除了每个正常 IP 级消息的源和目的地 IP 地址还包括发送端口被分配到的网络或信道（即网络 A 或网络 B) 的识别。在接收消息的装置处，标准监控程序然后监视消息是否到达其网络 A 和其网络 B 上以及什么消息到达其网络 A 和其网络 B 上。

[0019] 图 2 是列举如通过组合监控装置处的错误端口连接与受监控装置处的错误端口连接（列 2 到 5) 所定义的受监控与监控装置之间的特定链路或路径的 16 种可能故障情形的表格。假定，通过其它方式，例如通过通信链路的端 - 端监控，来检测这些装置中任何装置处的电缆的完全断开。列 6 和 7 示出了监控装置处的每个接收端口所得到的差错率 errA、errB，其被定义为经由错误网络接收的消息与从受监控装置接收的消息总数之比。连接状态 conA、conB（列 8 和 9) 指示来自受监控装置的任何消息是否都到达了相应的端口。如在最后一列所示的，差错率和连接状态的组合允许对于 16 个故障情形识别 10 个截然不同的标志。这些中，只有标号为 1、2、8 和 9 的标志可明确地分配给单个故障情形。

[0020] 图 2 中所报告的差错率（即特定端口的错误消息与所有消息之比）在理论上采取至少三个值 (0,50,100) 当中的一个。实际上，作为与单独接收的消息有关的多个错误事件的平均的所得到的差错率将由于暂时传输差错而围绕这些值浮动，因此设置定义相应概率区的适当差错阈值（例如＜ 25,25-75,＞ 75)。然后将实际差错率与这些差错阈值相比较，以便识别标志。

[0021] 为了区别其余不明确的标志并识别潜在的故障情形，在监控装置处比较几个（即至少两个）受监控装置的结果。如果它们都指示在监控装置处的错误连接，即通过显示相同或可比的非零 errA 或 errB 率，则故障以高概率存在于监控装置处。如果存在特定端口处具有连接状态 1 和差错率 0 的受监控装置，并且另一个受监控装置呈现较高的差错率，则假定故障在所述另一个受监控装置处。这允许区分标号为 3、4、5、6 和 7 的标志以及第一个和最后一个故障情形，结果以高概率对应于实际情形并且是明确的。如果需要的话，通过包含来自链接监控和受监控装置的另一些通信路径的故障情形总可以提高准确度。

[0022] 就变电站自动化 (SA) 而言，冗余地连接到通信网络的每个智能电子装置 (IED) 都是监控 IED（例如用于在间隔级进行保护和控制的间隔级 IED) 或受监控 IED（例如站级 IED)。对应的功能性是在变电站配置描述 (SCD) 或配置的 IED 描述 (CID) 文件中所包含的 SA 配置数据的一部分。后面的文件根据用于变电站通信的 IEC 61850 标准用基于 XML 纲要的标准化配置描述语言 (SCL) 编码。与各个 IED 有关的并且包含它们的地址、它们到通信网络 A 或 B 的物理连接、应用功能和它们的监控能力的配置数据通过系统工程工具指导 IED 的配置。通常，每个间隔级 IED 被自动配置成在 3 到 5 个站级（受监控）IED 之间进行监控，并适当地散布与不正确电缆布线有关的所得到判决。

[0023] 名称列表

[0024] 1 到 5 工业通信或控制系统中的装置

[0025] A、B 冗余通信网络

[0026] 1A 到 5A 分配给网络 A 的装置端口

[0027] 1B 到 5B 分配给网路 B 的装置端口

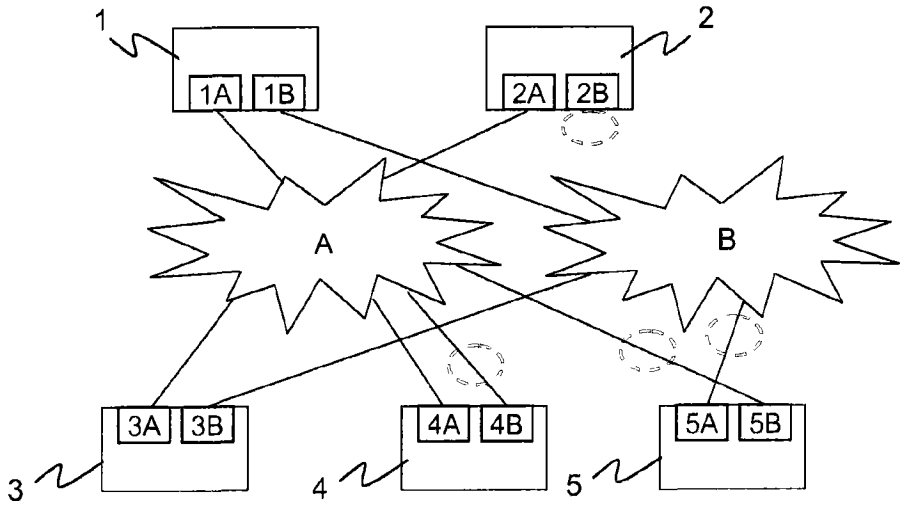


图 1

	监控设备		受监控设备		差错率		静音状态		
#	错误 A	错误 B	错误 A	错误 B	errA	errB	静音 A	静音 B	标志
0	0	0	0	0	0	0	1	1	OK
1	0	0	0	1	50	0	1	0	1
2	0	0	1	0	0	50	0	1	2
3	0	0	1	1	100	100	1	1	3
4	0	1	0	0	0	100	1	1	4
5	0	1	0	1	50	50	1	1	5
6	0	1	1	0	0	0	0	0	6
7	0	1	1	1	100	0	1	1	7
8	1	0	0	0	100	0	1	1	7
9	1	0	0	1	0	0	0	0	6
10	1	0	1	0	50	50	1	1	5
11	1	0	1	1	0	100	1	1	4
12	1	1	0	0	100	100	1	1	3
13	1	1	0	1	0	100	0	1	8
14	1	1	1	0	100	0	1	0	9
15	1	1	1	1	0	0	1	1	OK?

图 2