



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101652963 B

(45) 授权公告日 2012. 08. 08

(21) 申请号 200880011166. 6

(22) 申请日 2008. 03. 14

(30) 优先权数据

102007015539. 7 2007. 03. 30 DE

(85) PCT申请进入国家阶段日

2009. 09. 30

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2008/053108 2008. 03. 14

(87) PCT申请的公布数据

W02008/119649 DE 2008. 10. 09

(73) 专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 马丁·纳坦森 维韦卡·库尔尼卡

埃列·斯费尔

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 李慧

(51) Int. Cl.

H04L 12/46(2006. 01)

H04L 12/56(2006. 01)

(56) 对比文件

US 6917986 B2, 2005. 07. 12, 全文.

CN 1798155 A, 2006. 07. 05, 全文.

US 6262977 B1, 2001. 07. 17, 全文.

CN 1925449 A, 2007. 03. 07, 全文.

WO 2006/130279 A1, 2006. 12. 07, 全文.

审查员 刘锐

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 2 页

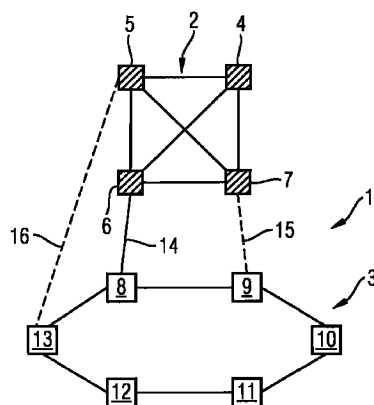
(54) 发明名称

重配通信网络的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种重配一分组交换通信网络的方法,所述通信网络包括一采用一第一网络协议的第一网络与一采用一第二网络协议的第二网络,所述第二网络协议不同于所述第一网络协议,在所述通信网络中,所述两个网络通过至少三个冗余数据链路相连在一起,所述至少三个冗余数据链路中总是只有一个冗余数据链路被激活用于交换有效数据,其中,一主数据链路预置为激活状态,至少两个从数据链路预置为停用状态,其特征在于下列步骤:所述第二网络的一与所述主数据链路相连的主网桥检测到所述主数据链路或一从数据链路发生故障;所述主网桥生成一第一数据包,并将所述第一数据包转发给所述第二网络的一与一从数据链路相连的从网桥,其中,所述主网桥根据一可预定的选择定则选定所述从网桥;所述被选定的从网桥接收所述第一数据包并对其进行处理,其中,所述第一数据包包含逻辑信息,通过所述逻辑信息在所述从网桥的一与所述从数据链路相连的端口上触发对所述第一网络协议的至少部分地执行,以及借助在所述从网桥的端口上

执行的第一网络协议激活所述从数据链路。



1. 一种重配分组交换通信网络 (1) 的方法, 所述通信网络包括一采用一第一网络协议的第一网络 (2) 与一采用一第二网络协议的第二个网络 (3), 所述第二个网络协议不同于所述第一网络协议, 在所述通信网络中, 所述两个网络通过至少三个冗余数据链路 (14、15、16) 相连在一起, 所述至少三个冗余数据链路中总是只有一个冗余数据链路被激活用于交换有效数据, 其中一主数据链路 (14) 预置为激活状态, 且至少两个从数据链路 (15、16) 预置为停用状态, 其特征在于下列步骤:

通过所述第二个网络 (3) 的一与所述主数据链路 (14) 相连的主网桥 (8) 检测所述主数据链路 (14) 发生故障或一处于激活状态的从数据链路 (15、16) 发生故障;

所述主网桥 (8) 生成一第一数据包 (N1), 并将所述第一数据包 (N1) 发送给所述第二个网络的一与一从数据链路相连的从网桥, 其中所述主网桥根据一可预定的选择定则选定所述从网桥;

选定的所述从网桥接收所述第一数据包 (N1) 并对其进行处理, 其中所述第一数据包包含逻辑信息, 借助所述逻辑信息在所述从网桥的一与所述从数据链路相连的端口上触发对所述第一网络协议的至少部分地执行, 以及借助在所述从网桥的所述端口上执行的所述第一网络协议来激活所述从数据链路。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中,

所述第二个网络 (3) 的所述主网桥 (8) 借助所述第二网络协议将所述第一数据包 (N1) 发送给所述第二个网络的一从网桥。

3. 根据权利要求 1 至 2 中任一项权利要求所述的方法, 其中,

当所述主网桥 (8) 未接收到来自所述第一网络 (2) 的与所述主数据链路 (14) 相连的网桥 (6) 所发送的信号时, 与所述主数据链路相连的所述主网桥 (8) 检测到所述主数据链路 (14) 发生故障。

4. 根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于下列步骤:

所述第二个网络的一与所述从数据链路相连的一从网桥检测到一处于激活状态的所述从数据链路发生故障;

所述从网桥生成一第二数据包 (N2), 并将所述第二数据包 (N2) 发送给所述主网桥;

所述主网桥接收所述第二数据包 (N2) 并对所述第二数据包进行处理, 其中所述第二数据包包含逻辑信息, 通过所述逻辑信息将所述激活状态的从数据链路 (15) 发生故障这一情况告知所述主网桥。

5. 根据权利要求 4 所述的方法, 其中,

所述第二个网络的所述从网桥借助所述第二网络协议将所述第二数据包 (N2) 发送给所述第二个网络的所述主网桥。

6. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中,

发送所述第一数据包 (N1) 的所述主网桥 (8) 根据分配给复数个从网桥的路径开销选择所述从网桥。

7. 根据权利要求 6 所述的方法, 其中,

在所述主数据链路 (14) 发生故障的情况下, 所述主网桥 (8) 在路径开销最低的复数个从网桥中进行选择来激活一从数据链路。

8. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中,

所述第一网络协议是依据 IEEE 802.1w 的 RSTP。

9. 根据权利要求 8 所述的方法,其中,

通过执行一实施在与所述从数据链路直接相连的复数个网桥之间的 RSTP 中的握手机制来激活一从数据链路。

10. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于下列步骤:

所述主网桥 (8) 检测到所述发生故障的主数据链路 (14) 的重建;

所述主网桥 (8) 生成一第三数据包 (N3),并将所述第三数据包 (N3) 至少发送给与一处于激活状态的从数据链路相连的所述从网桥;

所述从网桥 (13) 接收所述第三数据包 (N3) 并对所述第三数据包进行处理,其中所述第三数据包包含逻辑信息,通过所述逻辑信息在所述从网桥上至少部分地结束对所述第一网络协议的执行,或者结束所述从网桥对所述第一网络协议的配置帧的发送;

激活所述主数据链路 (14);

将所述处于激活状态的从数据链路停用。

11. 根据权利要求 10 所述的方法,其中,

所述第二网络的所述主网桥借助所述第二网络协议将所述第三数据包 (N3) 发送给所述第二网络 (3) 的一从网桥 (13)。

12. 根据权利要求 10 所述的方法,其中,

将所述第三数据包 (N3) 发送给与一从数据链路相连的所有从网桥。

13. 根据权利要求 10 所述的方法,其中,

检测到所述主数据链路 (14) 的所述重建后,在所述主网桥 (8) 的一与所述主数据链路 (14) 相连的端口上至少部分地执行所述第一网络协议。

14. 根据权利要求 13 所述的方法,其中,

通过执行一实施在与所述主数据链路 (14) 直接相连的所述网桥 (6、8) 之间的 RSTP 中的握手机制来激活所述主数据链路 (14)。

15. 根据权利要求 14 所述的方法,其中,

所述主网桥 (8) 将一在所述握手机制过程中产生的配置帧转发给所述第一网络 (2) 的与处于激活状态的从数据链路 (16) 相连的网桥 (5),从而将所述从数据链路 (16) 停用。

16. 根据权利要求 13 至 15 中任一项权利要求所述的方法,其中,

激活所述主数据链路 (14) 后,在所述主网桥 (8) 的与所述主数据链路 (14) 相连的所述端口上结束对所述第一网络协议的执行。

17. 根据权利要求 10 或 13 所述的方法,其中,所述第一网络协议是 RSTP。

18. 一种分组交换通信网络 (1),所述通信网络包括一采用一第一网络协议的第一网络 (2) 与一采用一第二网络协议的第二网络 (3),所述第二网络协议不同于所述第一网络协议,在所述通信网络中,所述两个网络通过至少三个冗余数据链路相连在一起,所述至少三个冗余数据链路中总是只有一个冗余数据链路被激活用于交换有效数据,其中一主数据链路 (14) 预置为激活状态,且至少两个从数据链路 (15、16) 预置为停用状态,其中网桥设置成可实施根据权利要求 1 至 16 中任一项权利要求所述的方法。

19. 根据权利要求 18 所述的分组交换通信网络,其中所述网桥中的一个为主网桥。

20. 根据权利要求 18 所述的分组交换通信网络,其中所述网桥中的一个为从网桥。

## 重配通信网络的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及的是分组交换通信网络这一技术领域,具体而言涉及一种重配通信网络的方法,其中使用不同网络协议的 LAN 彼此相连。

### 背景技术

[0002] 分组交换以太网 (LAN = Local Area Network, 局域网) 既用于工业环境,也用于办公环境,而二者对网络的要求却极不相同。与办公环境不同,工业应用领域日常所用的 LAN 须在极端条件(例如电磁噪声场、高工作温度,以及高机械负荷)下可靠工作。由于生产设备的故障和由此产生的停机时间一般情况下即意味着高成本,所以在工业应用领域中对故障安全性的要求比办公环境高。

[0003] 出于这个原因,工业 LAN 须使用可实现快速冗余机制的耐用组件,以便在故障情况下最大程度地降低成本。此外,这种网络通常会选用环形拓扑,因为在一数据链路或一网桥发生故障时,环形拓扑可实现重配时间在 500ms 以下的快速重配。工业 LAN 通常采用基于以太网标准的标准网络协议或专用网络协议。

[0004] 相比之下,办公环境使用的 LAN 则往往采用星形拓扑或网状拓扑,且目前一般采用 IEEE 802.1w 的 RSTP (RSTP = Rapid Spanning Tree Protocol, 快速生成树协议) 作为其协议。

[0005] 在实际应用中,环形工业 LAN 通过数据链路与网状办公 LAN 彼此相连。为提高这样相连的网络的故障安全性,已知的做法是在这两个网络之间建立两个冗余数据链路,在这两个数据链路中,只有一个第一冗余数据链路被激活以用于两个网络之间的数据交换,而第二冗余数据链路则处于阻塞状态,且只在故障情况下才作为代替已激活的第一数据链路的备份数据链路被激活。这种措施的缺点在于:用于激活处于阻塞状态的第二数据链路的切换过程需要持续较长时间,在办公 LAN 采用 RSTP 的标准化例行程序的情况下,该切换过程的持续时间约为 30 秒钟。

### 发明内容

[0006] 因此,本发明的目的是提供一种重配一通信网络的方法,所述通信网络将两个 LAN 相连,相比传统方法,所述方法可在用于连接所述 LAN 的两个数据链路中的一个发生故障时实现速度更快的重配。

[0007] 根据本发明,这个目的通过一种用于重配一分组交换通信网络且具有权利要求 1 的特征的方法而达成。本发明的有利设计方案由从属权利要求的特征给出。

[0008] 为达成这一目的,本发明提供一种用于重配一分组交换通信网络的方法,所述通信网络包括一(网桥交换)第一网络与一(网桥交换)第二网络,所述第一和第二网络通过至少三个冗余数据链路彼此相连,所述至少三个冗余数据链路中总是只有一个冗余数据链路被激活用于交换有效数据。此处和下文中所用的“冗余数据链路”均仅指将所述通信网络的这两个网络连接的数据链路。该通信网络的网络节点在此称为“网桥”。但在本发明

范围内,该通信网络的网络节点也可以是交换机(交换机=多端口网桥)或适用于进行交换的其他网络节点。

[0009] 所述至少三个冗余数据链路包括一可以预置方式加以激活或处于激活状态、并用于交换有效数据的主数据链路,以及至少两个可以预置方式加以停用或处于停用状态的从数据链路,所述从数据链路可在所述主数据链路发生故障时用于交换有效数据。

[0010] 这些冗余数据链路均以数据技术将第一网络的一个网桥与第二网络的一个网桥相连。其中,第二网络的每个网桥均可分别与第一网络的一单独网桥相连。也可使第二网络的复数个网桥与第一网络的同一个网桥的不同端口相连。

[0011] 此处和下文将第二网络的与主数据链路相连的网桥称为“主网桥”。此处和下文将第二网络的与一从数据链路相连的网桥称为“从网桥”。可为第二网络的主网桥和从网桥分配个别的路径开销,其中,所述主网桥分配有与第二网络的一冗余数据链路相连的所有网桥中最低的路径开销。分配给第二网络的主网桥和从网桥的路径开销可存储在所述主网桥中的一相应数据存储单元内。特定而言可在第二网络协议的基础上借助所述从网桥的信号将分配给第二网络的主网桥和从网桥的路径开销转发给所述主网桥。

[0012] 所述通信网络的第一网络特定而言可作为办公 LAN 安装在办公环境中。第一网络在数据交换方面采用第一网络协议。第一网络优选将 IEEE802.1w 的 RSTP 用作所述第一网络协议,RSTP 在第一网络的物理拓扑上形成一生成树形式的逻辑拓扑。第一网络优选具有一网状或星形的物理拓扑。

[0013] 所述通信网络的第二网络特定而言可作为工业 LAN 安装在工业环境中,在数据交换方面采用一特定而言基于以太网标准的第二网络协议,所述第二网络协议可以是一标准网络协议或一专用网络协议。第二网络的网络协议不同于所述第一网络协议(特定而言为 RSTP)。第二网络优选具有一环形拓扑。

[0014] 本发明用于重配所述通信网络的方法包括下列步骤:

[0015] 第二网络的与主数据链路相连的主网桥检测到处于(预置)激活状态的主数据链路发生故障。对主数据链路发生故障这一情况的检测可通过主网桥未接收到第一网络的与主数据链路相连的网桥所发送的信号(“信号丢失”)而实现。为此,主网桥配有一用于对所述数据链路进行信号丢失检测的设备(硬件检测器)。借此特定而言可引发主网桥的硬件报警。

[0016] 主网桥检测到主数据链路发生故障后生成一第一数据包(N1),并将该第一数据包(N1)转发给第二网络的一与一从数据链路相连的从网桥。主网桥根据一可预定的选择定则选择第二网络的从网桥来转发该第一数据包。有利方案是,第二网络的主网桥借助第二网络协议将第一数据包(N1)转发给第二网络的从网桥。

[0017] 主网桥发出第一数据包后,从网桥接收该第一数据包并对其进行处理,其中,第一数据包包含逻辑信息,通过这部分逻辑信息在从网桥的一与从数据链路相连的端口上触发对第一网络协议(特定而言为 RSTP)的至少部分地执行。

[0018] 在为从网桥的与从数据链路相连的端口激活第一网络协议后:借助在从网桥的上述端口上执行的第一网络协议激活从数据链路。优选通过在第二网络的与处于停用状态的从数据链路相连的从网桥的 RSTP 端口与第一网络的与处于停用状态的从数据链路相连的一网桥之间实施一在 RSTP 中确定下来的握手机制来激活从数据链路。其中,借助在 RSTP

中标准化的例行程序来激活处于停用状态的从数据链路。

[0019] 在其中一个用于连接所述两个 LAN 的数据链路（主数据链路）发生故障的情况下，通过本发明的方法可快速重配所述逻辑拓扑。

[0020] 当主数据链路发生故障后一处于激活状态的从数据链路发生故障时，本发明的方法有利地包括下列其他步骤：

[0021] 第二网络的一与该从数据链路相连的从网桥检测到这个处于激活状态的从数据链路发生故障。对处于激活状态的从数据链路发生故障这一情况的检测可通过第二网络的从网桥未接收到第一网络的与该从数据链路相连的网桥所发送的信号而实现。为此，该从网桥配有一用于检测信号接收失败的设备（硬件检测器）。借此特定而言可引发从网桥的硬件报警。

[0022] 从网桥检测到从数据链路发生故障后生成一第二数据包（N2），并将该第二数据包（N2）转发给主网桥。有利方案是，第二网络的从网桥借助第二网络协议将第二数据包转发给第二网络的主网桥。

[0023] 从网桥发出第二数据包后，主网桥接收该第二数据包（N2）并对其进行处理，其中，第二数据包包含逻辑信息，通过这部分逻辑信息将从网桥发生故障这一情况告知主网桥。

[0024] 主网桥检测到所述从网桥发生故障后，优选实施下列步骤：

[0025] 主网桥再度生成一第一数据包（N1），并将该第一数据包（N1）转发给第二网络的一与一（未发生故障的）从数据链路相连的从网桥。其中，主网桥根据所述可预定的选择则选择第二网络的从网桥来转发该第一数据包。有利方案是，第二网络的主网桥借助第二网络协议将第一数据包（N1）转发给第二网络的从网桥。

[0026] 被选定的从网桥接收该第一数据包并对其进行处理，其中，第一数据包包含逻辑信息，通过这部分逻辑信息在从网桥的一与从数据链路相连的端口上触发对第一网络协议（特定而言为 RSTP）的至少部分地执行。

[0027] 为从网桥的与从数据链路相连的端口激活第一网络协议后，借助在从网桥的上述端口上执行的第一网络协议激活从数据链路。优选通过在第二网络的与处于停用状态的从数据链路相连的从网桥的 RSTP 端口与第一网络的一与处于停用状态的从数据链路相连的网桥之间实施一在 RSTP 中确定下来的握手机制来激活从数据链路。其中，借助在 RSTP 中标准化的例行程序来激活处于停用状态的从数据链路。

[0028] 这种在当主数据链路发生故障后一处于激活状态的从数据链路发生故障时用于激活一处于停用状态的其他从数据链路的方法可在所述通信网络的所有从数据链路上反复实施。

[0029] 在其中一个用于连接所述两个 LAN 的数据链路（从数据链路）发生故障的情况下，通过上述方法可快速重配所述逻辑拓扑。

[0030] 特别有利的方案是，根据分配给复数个从网桥的路径开销选择从网桥来激活与从网桥相连的从数据链路。为此，网络协议分别为第二网络的主网桥和从网桥分配路径开销，特别是 RSTP 路径开销。特别有利的方案是为主网桥分配最低的路径开销。

[0031] 主数据链路发生故障后，主网桥有利地选择在路径开销方面排在主网桥之后（从低到高）的从网桥来激活从数据链路。当一处于激活状态的从数据链路发生故障时，主网

桥有利地选择在路径开销方面排在这个发生故障的从数据链路的从网桥之后（从低到高）的从网桥。借此可确保两个网络之间的数据连接总是具有尽可能最低的路径开销。

[0032] 根据本发明的方法的另一有利设计方案,所述方法包括下列其他步骤:

[0033] 第二网络的主网桥检测到发生故障的主数据链路的重建。这种检测(例如)通过第二网络的主网桥恢复对信号(例如 RSTP 配置帧)的接收而实现。

[0034] 主网桥检测到主数据链路的重建后生成一第三数据包(N3),并将该第三数据包转发给处于激活状态的从数据链路的从网桥。有利方案是将该第三数据包转发给所有从网桥。借此将主数据链路的重建告知处于激活状态和处于停用状态的从数据链路的从网桥。

[0035] 发出第三数据包后,由所述一或复数个从网桥接收该第三数据包并对其进行处理,其中,第三数据包包含逻辑信息,通过这部分逻辑信息在从网桥上结束对第一网络协议(特定而言为 RSTP)的执行,或者结束从网桥对 RSTP 配置帧的发送。

[0036] 随后激活主数据链路,并将处于激活状态的从数据链路停用。

[0037] 借此可在主数据链路被重建的情况下,有利地实现所述逻辑拓扑的快速重配。

[0038] 根据本发明的方法的一种有利设计方案,在主网桥检测到主数据链路的重建后,实施下列用于激活经重建的主数据链路和停用第二从数据链路的步骤:

[0039] 在主网桥的一与主数据链路相连的端口上至少部分地执行第一网络协议(特定而言为 RSTP)。

[0040] 优选通过在第一网络和第二网络的直接与主数据链路相连的网桥之间实施一在 RSTP 中执行的握手机制来激活主数据链路。此外,主网桥将一在所述握手机制过程中为了激活主数据链路而产生的 RSTP 配置帧转发给第一网络的与处于激活状态的从数据链路相连的网桥,从而将处于激活状态的从数据链路停用。

[0041] 在主网桥的与主数据链路相连的端口上结束对第一网络协议(特定而言为 RSTP)的执行。

[0042] 借此可在主数据链路被重建的情况下,特定而言利用在 RSTP 中实施的例行程序以特别快的速度实现所述逻辑拓扑的重配。

[0043] 本发明此外还涉及一种如上文所述的分组交换通信网络,所述通信网络包括一一采用一第一网络协议的第一网络与一采用一第二网络协议的第二网络,所述第二网络协议不同于所述第一网络协议,在所述通信网络中,所述两个网络通过至少三个冗余数据链路相连在一起,所述至少三个冗余数据链路中总是只有一个冗余数据链路被激活用于交换有效数据,其中,一主数据链路预置为激活状态,至少两个从数据链路预置为停用状态。所述通信网络中的网桥(特别是与一从数据链路相连的网桥)均采用可实施上述方法的设计。

[0044] 此外,本发明还涉及一种用于上述分组交换通信网络的主网桥。除此之外,本发明还涉及一种用于上述分组交换通信网络的从网桥。

## 附图说明

[0045] 下面借助附图所示的一实施例对本发明进行详细说明,其中:

[0046] 图 1A-1D 为本发明用于重配通信网络的方法的一实施例的示意图。

## 具体实施方式

[0047] 图 1A-1C 以示意图形式对本发明的通信网络的一实施例进行了图示。这个整体用参考符号 1 表示的通信网络包括一安装在一办公环境内的网状的网桥交换的办公 LAN 2 与一安装在一工业环境内的环形的网桥交换的工业 LAN 3。

[0048] 办公 LAN 2 的物理拓扑包括四个网桥 4-7, 这些网桥通过相应的点到点连接线 (数据链路) 一起相连成网络。各附图用实线表示这些数据链路, 除此之外不再为其标注具体的参考符号。

[0049] 办公 LAN 2 中执行 IEEE 802.1w 的标准化网络协议 RSTP。借助在办公 LAN 2 中采用网络协议 RSTP, 可具体通过所述网桥和数据链路在办公 LAN2 的物理拓扑上实现一生成树形式的逻辑拓扑, 该逻辑拓扑仅用于有效数据包的交换。附图没有更详细地表明该生成树。

[0050] 网络协议 RSTP 为办公 LAN 2 的所有 RSTP 网桥和 RSTP 端口分配明确的标识符 (ID) 和路径开销。这些网桥在 RSTP 中借助从这些网桥中通过的数据包 (数据帧) 自动检测该网络的逻辑拓扑, 其实现方式为, 这些网桥对其所构成的网络的第二层地址 (MAC 地址, MAC = Medium Access Control, 媒体接入控制) 加以利用。

[0051] 在 RSTP 中, 所述网桥的端口可处于各种状态, 特定而言为: 一“阻塞”状态, 在该状态下, 网桥仅接收被称为 BPDU (BPDU = Bridge Protocol DataUnit) 的配置帧; 一“侦听”状态, 在该状态下形成生成树形式的活动逻辑拓扑 (active logical topology); 一“学习”状态, 在该状态下, 所读取的 MAC 地址被编制成一桥接表; 一“转发”状态, 在该状态下, 各端口转发有效数据; 以及一“禁止”状态, 在该状态下, 各端口既不接收或转发有效数据, 也不接收或转发 BPDU。各网桥可借助包含在 BPDU 内的信息改变其端口的状态。

[0052] 每个配置帧 (BPDU) 均包含一系列字段, 如用于指示或确认拓扑变化的一标记字段、借助优先级和 ID 来标识根桥的一根桥 ID 字段、用于表明发送 BPDU 的根桥的路径开销的路径开销字段、用于表明自发出 BPDU 起的时间的消息寿命字段 (Message)、用于表明消息在被删除前的生存时间的最大寿命字段、用于表明根桥的定期配置消息 (Hello 信号) 之间的时间间隔的 Hello 时间字段, 以及用于表明拓扑变化后的时延的一转发时延字段。

[0053] 为能建立无环路逻辑拓扑, 在 RSTP 中用四个判据来确定所述网桥或其端口的最高优先级。这四个判据是: 最小的根桥 ID、到根桥的最低路径开销、最小的发送网桥 ID, 以及最小的端口 ID。

[0054] 为测定根桥, 在 RSTP 中各网桥的所有端口在初始化 (例如重启网络) 后均先进入“阻塞”状态, 其中, 每个网桥均假定其自身即为一根桥, 并向其他网桥发送一包含作为根桥 ID 的其自有 ID 的相应 BPDU。随后将根桥 ID 最低的网桥选为根桥。遇到相同的根桥 ID 时, 将最低的 MAC 地址作为补充判据。

[0055] 随后从选定的根桥出发确定用于在所述通信网络的网桥之间实现数据交换的生成树的所有网络路径。为此由根桥先向其他网桥发送 BPDU。随后, 每个网桥均将到根桥的路径开销最低的一端口指定为根端口。遇到相同的路径开销时, 将端口 ID 作为补充判据。随后根据路径开销确定指定端口和该生成树的指定网桥。

[0056] 根桥在 RSTP 中借助一适当的 BPDU (Hello 信号) 每隔一定时间将其还存在这一信息告知生成树内的所有网桥。如果由于可能是链路或该根桥自身发生故障而无法发送这种 Hello 信号, 就须所述通信网络进行重配 (再收敛) 来重新测定一生成树。由于在这段时间

内仅发送 BPDU (即用于重新测定生成树的数据包), 因此, 通信网络在这段时间内无法用于有效数据的交换。

[0057] 当根端口发生故障时, 在 RSTP 中另外确定替代端口, 这些端口阻塞来自于其他网桥的 BPDU, 并提供一个到根桥的替代路径。

[0058] 此外, 在 RSTP 中, 直接相连的网桥之间实施一提议 / 同意握手机制。RSTP 网桥通过该提议 / 同意握手机制以可预定的时间间隔向相邻网桥发送 BPDU。在 RSTP 中, 当一网桥在一预定的时间段内无法接收复数个 BPDU 时, 就可确定该网桥丢失了到一相邻网桥的链路。通过这种方式可快速识别出发生故障的链路。

[0059] 工业 LAN 3 的拓扑包括六个网桥 8-13, 这些网桥通过相应的点到点数据链路彼此相连成环形。各附图用实线表示网桥之间的这些数据链路, 除此之外不再为其标注具体的参考符号。

[0060] 工业 LAN 3 中执行一基于以太网标准的专用网络协议, 这种网络协议不同于办公 LAN 2 的网络协议 RSTP。因此, 网桥 8-13 不同于办公 LAN 2 的 RSTP 网桥, 且下文将称之为工业 LAN 3 的“专用网桥”。

[0061] 办公 LAN 2 和工业 LAN 3 通过三个冗余数据链路 14-16 借助数据技术彼此相连。这三个冗余数据链路分别是一用于交换有效数据的预置为激活状态的主数据链路 14 和两个用于交换有效数据的预置为停用状态的从数据链路 15、16。

[0062] 图 1A 显示的是一用于实施本发明的方法的初始状况, 其中, 主数据链路 14 处于激活状态, 两个从数据链路 15、16 处于停用状态。因此, 图 1A 用实线表示处于激活状态的主数据链路 14, 而两个处于停用状态的从数据链路 15、16 则用断线表示。这两个从数据链路 15、16 用作两个网络 2、3 之间的可激活的冗余连接 (备份数据链路)。

[0063] 主数据链路 14 与办公 LAN 2 的 RSTP 网桥 6 的一执行 RSTP 的 RSTP 端口以及工业 LAN 3 的专用网桥 8 (“主网桥”) 的一采用专用网络协议的专用端口相连。一第一从数据链路 15 与办公 LAN 2 的 RSTP 网桥 7 的一执行 RSTP 的 RSTP 端口以及工业 LAN 3 的专用网桥 9 的一专用端口相连。一第二从数据链路 16 与办公 LAN 2 的 RSTP 网桥 5 的一执行 RSTP 的 RSTP 端口以及工业 LAN 3 的专用网桥 13 的一专用端口相连。在此情况下, 两个网络 2、3 之间的每个数据链路均分别将其中一个网络的一网桥与另一网络的一单独网桥相连。

[0064] 与主数据链路 14 相连的两个端口都处于激活状态, 其中, 办公 LAN 2 的 RSTP 网桥 6 的 RSTP 端口特定而言处于“转发”状态。为了阻塞第一从数据链路 15, 办公 LAN 2 的 RSTP 网桥 7 的与第一从数据链路 15 相连的 RSTP 端口转入“阻塞”状态。为了阻塞第二从数据链路 16, 办公 LAN 2 的 RSTP 网桥 5 的与第二从数据链路 16 相连的 RSTP 端口转入“阻塞”状态。

[0065] 在附图所示的通信网络 1 中, RSTP 路径开销分配给办公 LAN 2 的各 RSTP 网桥以及工业 LAN 3 的通过数据链路 14-16 与办公 LAN 2 直接相连的网桥 8、9、13。在工业 LAN 3 的与主数据链路 14 相连的主网桥 8 中, 工业 LAN 3 的所有与办公 LAN 2 直接相连的网桥的路径开销均存储在一数据存储单元内。作为替代方案, 借助从网桥所生成的消息 (数据包), 工业 LAN 3 的与办公 LAN 2 直接相连的这些从网桥的路径开销可发送到主网桥 8 上, 特定而言是在工业 LAN 3 的专用网络协议的基础上。

[0066] 图 1B 显示的是以图 1A 所示的情形 (即主数据链路 14 处于激活状态) 为基础, 且

当主数据链路 14 发生故障而无法转发有效数据时的情形。图 1B 用断线表示发生故障的主数据链路 14。处于激活状态的主数据链路 14 发生故障这一情况由两个通过主数据链路 14 彼此相连的网桥检测,这两个网桥借助一用于检测信号接收失败的适当的装置(硬件检测器)通过未接收到信号(“信号丢失”)而检测到主数据链路的故障。这会在工业 LAN 3 的主网桥 8 中引发一硬件报警,其结果是主网桥 8 生成一第一数据包 N1。

[0067] 随后,主网桥 8 从两个从网桥 9、13 中选定 RSTP 路径开销较小的从网桥。在图 1B 所示的实施例中,这个 RSTP 路径开销较小的从网桥是第一从数据链路 15 的从网桥 9。

[0068] 在此之后,主网桥 8 借助工业 LAN 的专用网络协议通过环形工业 LAN3 的相应的数据链路将第一数据包 N1 发送到与第一从数据链路 15 相连的从网桥 9。第一数据包 N1 包含逻辑信息,通过这部分逻辑信息将主链路 14 因故障而无法用于有效数据的交换这一情况告知从网桥 9。为此,第一数据包 N1 内设有(例如)一“主数据链路故障”的标记。

[0069] 通过从网桥 9 对第一数据包 N1 的接收和处理,在从网桥 9 的与第一从数据链路 15 相连的端口上触发对 IEEE 802.1w 的网络协议 RSTP 的部分或完整地执行。在此情况下,工业 LAN 3 的从网桥 9 对于办公 LAN 2 而言就是一 RSTP 网桥。

[0070] 工业 LAN 3 的从网桥 9 分配有办公 LAN 2 的所有 RSTP 网桥中的最高网桥 ID(即最低优先级),借此可确保从网桥 9 在形成办公 LAN 2 的生成树时不会被非期望地选为新的根桥。

[0071] 随后,工业 LAN 3 的配有一 RSTP 端口的从网桥 9 生成一第一 RSTP 配置帧(RSTP-BPDU1),并通过其 RSTP 端口和第一从数据链路 15 将该第一 RSTP 配置帧发送到办公 LAN 2 的与该第一从数据链路相连的 RSTP 网桥 7。在 RSTP 中实施的握手机制的框架内,该 RSTP 配置帧 RSTP-BPDU1 为一提议消息(Proposal),用于激活办公 LAN 2 的 RSTP 网桥 7 的与第一从数据链路 15 相连(处于阻塞状态)的 RSTP 端口。

[0072] 办公 LAN 2 的 RSTP 网桥 7 接收到第一 RSTP 配置帧并对其进行处理后,RSTP 网桥 7 生成一第二 RSTP 配置帧(RSTP-BPDU2),并将该第二 RSTP 配置帧发送到工业 LAN 3 的从网桥 9。该第二 RSTP 配置帧为另一提议消息(Proposal)。

[0073] 从网桥 9 接收到第二 RSTP 配置帧并对其进行处理后,从网桥 9 生成一第三 RSTP 配置帧(RSTP-BPDU3),并将该第三 RSTP 配置帧发送到工业 LAN 3 的 RSTP 网桥 7。该第三 RSTP 配置帧是一同意消息(Agreement)。接收到该同意消息后,第一从数据链路 15 的 RSTP 网桥 7 的 RSTP 端口转入“转发”状态,借此使处于阻塞状态的第一从数据链路 15 转入活动状态,从而在两个网络之间实现有效数据的交换。图 1B 通过用实线表示第一从数据链路 15 来表示这一情况。这种用于激活与第一从数据链路 15 相连且处于阻塞状态的 RSTP 端口的握手机制相当于根据 IEEE 802.1w 标准化的例行程序。

[0074] 图 1C 显示的是处于激活状态用于发送有效数据的第一从数据链路 15 发生故障时的情形。第一从数据链路 15 发生故障这一情况由与第一从数据链路 15 相连的从网桥 9 例如借助一硬件检测器进行检测,该硬件检测器可对无法接收到由办公 LAN 2 的网桥 7 发送的配置 BPDU 这一情况进行检测。这会在工业 LAN 3 的从网桥 9 中引发一硬件报警,其结果是从网桥 9 生成一第二数据包 N2。

[0075] 在此之后,从网桥 9 借助工业 LAN 3 的专用网络协议通过环形工业 LAN3 的相应数据链路将第二数据包 N2 发送到与主数据链路 14 相连的主网桥 8 上。第二数据包 N2 包含

逻辑信息,通过这部分逻辑信息将第一从数据链路 15 因故障而无法用于有效数据的交换这一情况告知主网桥 8。为此,第二数据包 N2 内设有(例如)一“从数据链路故障”标记。

[0076] 检测到第一从数据链路 15 发生故障时,借助该第二数据包在工业 LAN3 的主网桥 8 中引发一硬件报警,其结果是主网桥 8 再度生成一第一数据包 N1。

[0077] 主网桥 8 这次选择下一网桥 13 来发送所生成的第一数据包 N1。主网桥 8 这样选择从网桥,即相对于与发生故障的第一从数据链路 15 相连的从网桥 9, RSTP 路径开销次小的从网桥,此处即从网桥 13。

[0078] 在此之后,主网桥 8 借助工业 LAN 的专用网络协议通过环形工业 LAN3 的相应数据链路将第一数据包 N1 发送到与第二从数据链路 16 相连的从网桥 13 上。第一数据包 N1 包含逻辑信息,通过这部分逻辑信息将主链路 14 因故障而无法用于有效数据的交换这一情况告知从网桥 13。为此,第一数据包 N1 内设有(例如)一“主数据链路故障”标记。

[0079] 通过第二从数据链路 16 的从网桥 13 对第一数据包 N1 的接收和处理,在从网桥 13 的与第二从数据链路 16 相连的端口上触发对 IEEE 802.1w 的网络协议 RSTP 的部分或完整地执行。在此情况下,工业 LAN 3 的从网桥 13 对于办公 LAN 2 而言就是一 RSTP 网桥。

[0080] 随后,工业 LAN 3 的配有 RSTP 端口的从网桥 13 生成一第一 RSTP 配置帧(RSTP-BPDU1),并通过其 RSTP 端口和第二从数据链路 16 将该第一 RSTP 配置帧发送到办公 LAN 2 的与该第二从数据链路相连的 RSTP 网桥 5 上。该 RSTP 配置帧 RSTP-BPDU1 在 RSTP 中实施的握手机制的框架内为一提议消息(Proposal),用于激活办公 LAN 2 的网桥 5 的与第二从数据链路 16 相连(处于阻塞状态)的 RSTP 端口。

[0081] 办公 LAN 2 的 RSTP 网桥 5 接收到第一 RSTP 配置帧并对其进行处理后生成一第二 RSTP 配置帧(RSTP-BPDU2),并将该第二 RSTP 配置帧发送到工业 LAN 3 的从网桥 13 上。该第二 RSTP 配置帧为另一提议消息(Proposal)。

[0082] 接收到第二 RSTP 配置帧并对其进行处理后,从网桥 13 生成一第三 RSTP 配置帧(RSTP-BPDU3),并将该第三 RSTP 配置帧发送到工业 LAN 3 的网桥 5 上。该第三 RSTP 配置帧是一同意消息(Agreement)。接收到该同意消息后,第二从数据链路 16 的网桥 5 的 RSTP 端口转入“转发”状态,借此使处于阻塞状态的第二从数据链路 16 转入活动状态,从而在两个网桥之间实现有效数据的交换。图 1C 通过用实线表示第二从数据链路 16 来表示这一情况。这种用于激活与第二从数据链路 16 相连且处于阻塞状态的 RSTP 端口的握手机制相当于根据 IEEE 802.1w 标准化的例行程序。

[0083] 图 1D 显示的是主数据链路 14 在故障消除后被重建起来的情形。在此情况下,工业 LAN 3 的与主数据链路 14 相连的主网桥 8 又能接收到由办公 LAN2 的与主数据链路 14 相连的网桥 6 发送的信号,并通过这些传入信号识别到经重建的主数据链路 14。对这些信号的检测通过还用于检测信号丢失的硬件检测器而实现。这会触发主网桥 8 生成一第三数据包 N3。

[0084] 随后借助工业 LAN 3 的专用网络协议通过工业 LAN 3 的相应数据链路将第三数据包 N3 发送到从网桥 9、13 上。通过第三数据包 N3 将主数据链路 14 的重建告知从网桥 9、13。为此,第三数据包 N3 内的(例如)“主数据链路故障”标记被删除。

[0085] 通过从网桥 9、13 对第三数据包 N3 的接收和处理,分别结束这两个从网桥的与从数据链路相连的端口对网络协议 RSTP 的执行。借此使从网桥 9、13 的与从数据链路相连的

端口从一 RSTP 端口再度变回由工业 LAN 3 的专用网络协议控制的端口。在此情况下,从网桥 9、13 对于办公 LAN 2 而言不再是 RSTP 网桥。

[0086] 当主网桥 8 检测到经重建的主数据链路 14 时,(仅)在主网桥 8 的与处于阻塞状态的主数据链路 14 相连的端口上触发对 IEEE 802.1w 的网络协议 RSTP 的部分或完整地执行。在此情况下,主网桥 8 对于办公 LAN 2 而言就是一 RSTP 网桥。

[0087] 随后,工业 LAN 3 的配有 RSTP 端口的主网桥 8 生成一第一 RSTP 配置帧 (RSTP-BPDU1),并通过其与主数据链路 14 相连的 RSTP 端口将该第一 RSTP 配置帧发送到办公 LAN 2 的与主数据链路 14 相连的 RSTP 网桥 6 上。这在图 1D 中用一箭头表示。该配置帧 RSTP-BPDU1 在 RSTP 中实施的握手机制的框架内为一提议消息 (Proposal)。

[0088] 办公 LAN 2 的 RSTP 网桥 6 接收到第一 RSTP 配置帧并对其进行处理后生成一第二 RSTP 配置帧 (RSTP-BPDU2),并将该第二 RSTP 配置帧发送到主网桥 8 上。这在图 1D 中同样用一箭头表示。该第二 RSTP 配置帧是一提议消息 (Proposal),用于激活办公 LAN 2 的网桥 6 的与主数据链路 14 相连且处于阻塞状态的 RSTP 端口。

[0089] 接收到第二 RSTP 配置帧并对其进行处理后,工业 LAN 3 的主网桥 8 生成一第三 RSTP 配置帧 (RSTP-BPDU3),并通过其与主数据链路 14 相连的 RSTP 端口将该第三 RSTP 配置帧发送到办公 LAN 2 的与主数据链路 14 相连的 RSTP 网桥 6 上。这在图 1D 中用一箭头表示。该第三 RSTP 配置帧是一同意消息 (Agreement),用于激活办公 LAN 2 的网桥 6 的与主数据链路 14 相连且处于阻塞状态的 RSTP 端口。

[0090] 随后使办公 LAN 2 的与主数据链路 14 相连的 RSTP 网桥 6 处于阻塞状态的 RSTP 端口转入“转发”状态。借此使处于阻塞状态的主数据链路 14 转入活动状态,从而通过主数据链路 14 在两个网桥 2、3 之间实现有效数据的交换。

[0091] 上述用于将办公 LAN 2 的 RSTP 网桥 6 的与主数据链路 14 相连且处于阻塞状态的 RSTP 端口激活的握手机制通过在 IEEE 802.1w 中标准化的例行程序而实现。

[0092] 此外,工业 LAN 3 的主网桥 8 所接收到的第二 RSTP 配置帧 (RSTP-BPDU2) 被原封不动地转发到与第二从数据链路 16 相连的从网桥 13 上。其中,通过工业 LAN 3 的专用网络协议进行转发。与第二从数据链路 16 相连的从网桥 13 接收到该第二 RSTP 配置帧 (RSTP-BPDU2) 后将其原封不动地转发到办公 LAN 2 的与第二从数据链路 16 相连的 RSTP 网桥 5 上。随后,办公 LAN 2 的与第二从数据链路 16 相连的 RSTP 网桥 5 处于“转发”状态的 RSTP 端口转入“阻塞”状态,从而将第二从数据链路 16 停用。

[0093] 在激活主数据链路 14 以及由工业 LAN 3 的主网桥 8 转发第二 RSTP 配置帧 (RSTP-BPDU2) 后,结束主网桥 8 的与主数据链路 14 相连的端口对网络协议 RSTP 的执行。借此使主网桥 8 的与主数据链路 14 相连的端口从一 RSTP 端口再度变回由工业 LAN 3 的专用网络协议控制的端口。在此情况下,主网桥 8 对于办公 LAN 2 而言不再是一 RSTP 网桥。

[0094] 通过本发明的方法可以简单的方式为两个采用不同网络协议的网络重配多重冗余数据链路。特定而言可以多重冗余的方式将一 RSTP 网络与一具有环形拓扑的其他网络相连,其中,用于重配连接这两个网络的数据链路所需的重配时间非常短。冗余备份数据链路的数量不必限制为唯一的一个。在此情况下,即使当连接两个网络的数据链路发生多重故障时,也能使这两个网络之间保持数据连接。这种通信网络的配置成本较低。



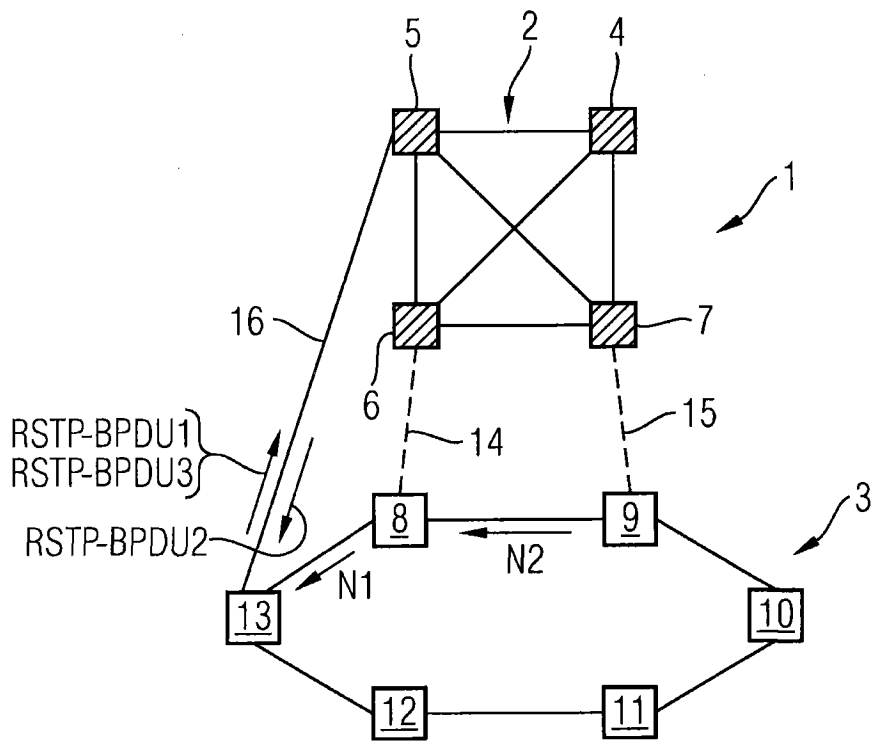


图 1C

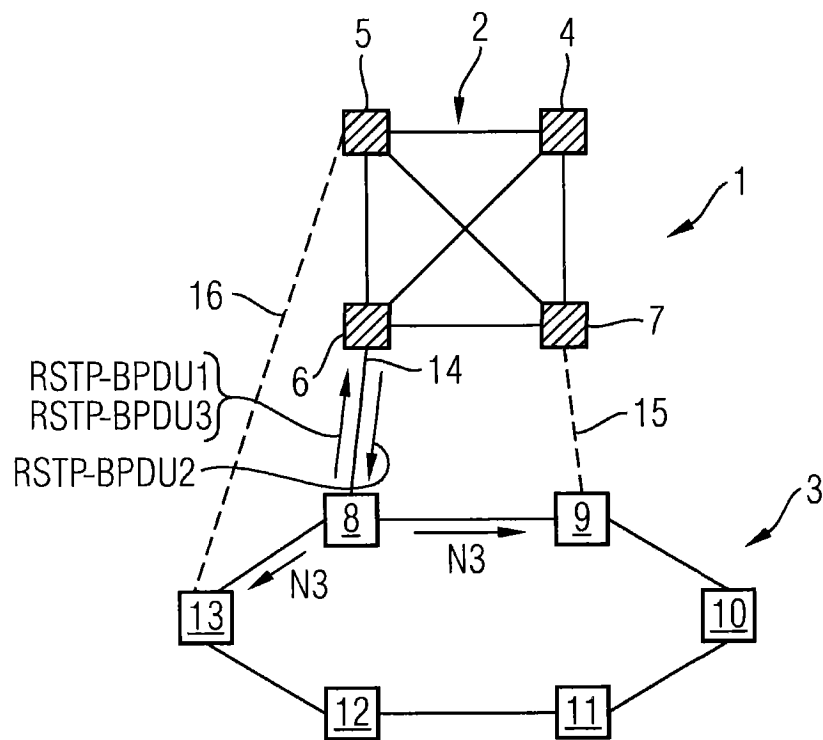


图 1D