

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04L 12/56 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03822157.8

[45] 授权公告日 2009 年 3 月 11 日

[11] 授权公告号 CN 100469042C

[22] 申请日 2003.9.5 [21] 申请号 03822157.8

[30] 优先权

[32] 2002.9.18 [33] DE [31] 10243384.4

[86] 国际申请 PCT/DE2003/002958 2003.9.5

[87] 国际公布 WO2004/030284 德 2004.4.8

[85] 进入国家阶段日期 2005.3.18

[73] 专利权人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

[72] 发明人 迪特尔·布吕克纳 迪特尔·克洛茨

卡茨-海因茨·克劳斯

[56] 参考文献

US2002/0116669A1 2002.8.22

US6081511A 2000.6.27

US5859959A 1999.1.12

CN1242548A 2000.1.26

EP1168714A2 2002.1.2

审查员 李 凯

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

代理人 马 莹 邵亚丽

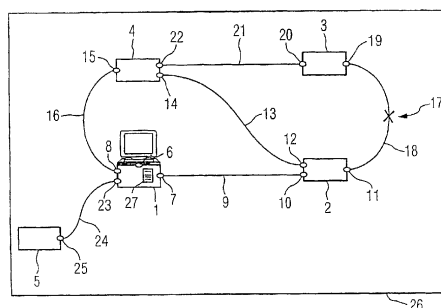
权利要求书 5 页 说明书 14 页 附图 5 页

[54] 发明名称

用于在通信系统中持久冗余地传送数据电文的方法

[57] 摘要

利用本发明的方法可以在分离的路径上持久冗余地传送数据电文，其中可以可靠地识别并销毁循环的数据电文。此外，分离为两个数据电文是在对应的分支位置上透明进行的，并且通过接收两个相同的数据电文、例如通过将当前周期号分配给在周期性通信系统(26)中接收的数据电文，在接收器处不形成附加的负载。在非周期性的通信系统中，这点可以通过软件技术的处理、例如通过数据电文的报头识别而同样得到保证。此外，尤其是不改变该通信系统(26)的、涉及在各用户(1, 2, 3, 4, 5)中、特别是交换机中为整个剩余、非冗余数据交换“学习”地址的特性。



1. 一种用于在通信系统(26)中提供和/或接收和/或传递数据电文的方法, 该通信系统具有借助于网络路径(9, 13, 16, 18, 21, 24)相互连接的多个用户(1, 2, 3, 4, 5), 其中, 每个用户(1, 2, 3, 4, 5)配置为数据电文的发送器和/或接收器并且配备了唯一的地址, 具有用于接收和/或传递的至少一个第一端口(12, 15, 19)和一个第二端口(8, 11, 14), 和至少一个用于提供和/或接收和/或传递设置用来冗余传递的数据电文的其它端口(6, 7, 10, 20, 22, 23, 25), 以及用于存储所提供的数据电文的至少一个发送地址的地址表, 并且其中, 该通信系统(26)具有至少一个带有逻辑中断(17)的网络路径(18), 所述方法具有如下步骤:

- 标记设置用来冗余传递的数据电文,
- 在用户(1, 2, 3, 4, 5)的一个其它端口(6, 7, 10, 20, 22, 23, 25)上将设置用来冗余传递的数据电文提供到所述通信系统(26)中,
- 在通过第一端口(12, 15, 19)或第二端口(8, 11, 14)接收一个设置用来冗余传递的数据电文并且通过用户(1, 2, 3, 4, 5)的一个其它端口(6, 7, 10, 20, 22, 23, 25)传递时, 或者在通过一个其它端口(6, 7, 10, 20, 22, 23, 25)接收该数据电文并且通过用户(1, 2, 3, 4, 5)的第一端口(12, 15, 19)或第二端口(8, 11, 14)传递时, 在用户(1, 2, 3, 4, 5)处复制该数据电文,
- 在通过用户(1, 2, 3, 4, 5)的第二端口(8, 11, 14)接收或者传递设置用来冗余传递的数据电文时, 通过用户(1, 2, 3, 4, 5)的第一端口(12, 15, 19)传递所复制的数据电文,
- 在通过用户(1, 2, 3, 4, 5)的第一端口(12, 15, 19)接收或者传递设置用来冗余传递的数据电文时, 通过用户(1, 2, 3, 4, 5)的第二端口(8, 11, 14)传递所复制的数据电文。

2. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 用唯一的报头标识来标记所述设置用来冗余传递的数据电文。

3. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 所述带有逻辑中断(17)的网络路径(18)仅仅由被标记为设置用来冗余传递的数据电文使用。

4. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 在用户(1, 2, 3, 4, 5)的一个其它端口(6, 7, 10, 20, 22, 23, 25)上将被标记为设置用来冗余传递的

数据电文提供到通信系统(26)中时,在提供用户(1,2,3,4,5)的地址表中记录将该数据电文提供到该通信系统(26)的用户(1,2,3,4,5)的发送地址以及一个附加标志。

5. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,所述附加标志由可以取0或1的一个比特组成。

6. 根据权利要求4所述的方法,其特征在于,在所述用户(1,2,3,4,5)的一个其它端口(6,7,10,20,22,23,25)上接收被标记为设置用来冗余传递的数据电文时,检查接收用户的地址表是否具有将该数据电文提供到通信系统(26)的用户(1,2,3,4,5)的发送地址的记录以及一个附加标志,

其中,如果不存在这种记录,则在接收用户(1,2,3,4,5)的地址表中记录将该数据电文提供到通信系统(26)的用户(1,2,3,4,5)的发送地址和一个附加标志,并且传递该数据电文,或者,

其中,如果存在这种记录,则传递该数据电文。

7. 根据上述权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,在通过用户(1,2,3,4,5)的第一端口(12,15,19)或第二端口(8,11,14)接收被标记为设置用来冗余传递的数据电文和/或复制的数据电文时,检查接收用户的地址表是否具有将该数据电文提供到通信系统(26)的用户(1,2,3,4,5)的发送地址的记录以及一个附加标志,

其中,如果存在这种记录,则将该数据电文和/或复制的数据电文销毁,或者,

其中,如果不存在发送地址或存在发送地址而没有附加标志,则传递该数据电文和/或复制的数据电文。

8. 根据权利要求1至6中任一项所述的方法,其特征在于,所述通信系统(26)周期地工作。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,为被标记为设置用来冗余传递的数据电文在提供到所述通信系统(26)中时分配一个当前的周期号。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,被标记为设置用来冗余传递的数据电文的接收器存储所接收的数据电文的该当前周期号。

11. 根据权利要求10所述的方法,其特征在于,被标记为设置用来冗余传递的数据电文的接收器在接收该数据电文时将所接收的数据电文的周

期号与在该接收器中存储的当前周期号进行比较,

其中, 如果两个被比较的周期号不一致, 则该接收器采用所接收的数据电文的数据, 或者,

如果两个被比较的周期号一致, 则该接收器忽略所接收的数据电文的数据和/或销毁该数据电文。

12. 一种用于通信系统(26)的用户, 其中, 所述用户(1, 2, 3, 4, 5)配置为数据电文的发送器和/或接收器并且配备了唯一的地址, 具有用于接收和/或传递的至少一个第一端口(12, 15, 19)和一个第二端口(8, 11, 14), 和至少一个用于提供和/或接收和/或传递设置用来冗余传递的数据电文的其它端口(6, 7, 10, 20, 22, 23, 25), 以及一个用来存储所提供的数据电文的至少一个发送地址的地址表, 所述用户包括:

- 用于标记设置用来冗余传递的数据电文的装置,
- 用于在用户(1, 2, 3, 4, 5)的一个其它端口(6, 7, 10, 20, 22, 23, 25)上将设置用来冗余传递的数据电文提供到通信系统(26)中的装置,
- 用于在通过第一端口(12, 15, 19)或第二端口(8, 11, 14)接收一个设置用来冗余传递的数据电文并且通过用户(1, 2, 3, 4, 5)的一个其它端口(6, 7, 10, 20, 22, 23, 25)传递时, 或者在通过一个其它端口(6, 7, 10, 20, 22, 23, 25)接收该数据电文并且通过用户(1, 2, 3, 4, 5)的第一端口(12, 15, 19)或第二端口(8, 11, 14)传递时, 在用户(1, 2, 3, 4, 5)处复制该数据电文的装置,
- 用于在通过用户(1, 2, 3, 4, 5)的第二端口(8, 11, 14)接收或者传递设置用来冗余传递的数据电文时, 通过用户(1, 2, 3, 4, 5)的第一端口(12, 15, 19)传递所复制的数据电文的装置,
- 用于在通过用户(1, 2, 3, 4, 5)的第一端口(12, 15, 19)接收或者传递设置用来冗余传递的数据电文时, 通过第二端口(8, 11, 14)传递所复制的数据电文的装置。

13. 根据权利要求12所述的用户, 其特征在于, 所述用户(1, 2, 3, 4, 5)利用唯一的报头标识来标记所述设置用来冗余传递的数据电文。

14. 根据权利要求12所述的用户, 其特征在于, 所述用户(1, 2, 3, 4, 5)在将被标记为设置用来冗余传递的数据电文在一个其它端口(6, 7, 10, 20, 22, 23, 25)上提供到通信系统(26)中时, 在该提供用户(1, 2, 3, 4, 5)的

地址表中记录该提供用户(1, 2, 3, 4, 5)的发送地址以及一个附加标志。

15. 根据权利要求14所述的用户, 其特征在于, 所述用户(1, 2, 3, 4, 5)在一个其它端口(6, 7, 10, 20, 22, 23, 25)上接收被标记为设置用来冗余传递的数据电文时, 检查接收用户的地址表是否具有将该数据电文提供到通信系统(26)的用户(1, 2, 3, 4, 5)的发送地址的记录以及一个附加标志,

其中, 如果不存在这种记录, 则该接收用户在该地址表中记录将该数据电文提供到通信系统(26)的用户(1, 2, 3, 4, 5)的发送地址和一个附加标志, 并且传递该数据电文, 或者,

其中, 如果存在这种记录, 则该接收用户(1, 2, 3, 4, 5)传递该数据电文。

16. 根据权利要求12至15中任一项所述的用户, 其特征在于, 所述用户(1, 2, 3, 4, 5)在通过第一端口(12, 15, 19)或第二端口(8, 11, 14)接收被标记为设置用来冗余传递的数据电文和/或复制的数据电文时, 检查该接收用户的地址表是否具有将该数据电文提供到通信系统(26)的用户(1, 2, 3, 4, 5)的发送地址的记录以及一个附加标志,

其中, 如果存在这种记录, 则该接收用户(1, 2, 3, 4, 5)将该数据电文和/或复制的数据电文销毁, 或者,

其中, 如果不存在发送地址或存在发送地址而没有附加标志, 则该接收用户(1, 2, 3, 4, 5)将该数据电文和/或被复制的数据电文进行传递。

17. 根据权利要求12至15中任一项所述的用户, 其特征在于, 所述用户(1, 2, 3, 4, 5)是通信系统(26)的用户, 其中, 所述通信系统(26)周期地工作。

18. 根据权利要求17所述的用户, 其特征在于, 所述用户(1, 2, 3, 4, 5)为被标记为设置用来冗余传递的数据电文在提供到所述通信系统(26)中时分配一个当前的周期号。

19. 根据权利要求18所述的用户, 其特征在于, 所述用户(1, 2, 3, 4, 5)作为被标记为设置用来冗余传递的数据电文的接收器, 将所接收的数据电文的该当前周期号进行存储。

20. 根据权利要求19所述的用户, 其特征在于, 所述用户(1, 2, 3, 4, 5)作为被标记为设置用来冗余传递的数据电文的接收器, 在接收该数据电文时将所接收的数据电文的周期号与在该接收器中存储的当前周期号进行比

较,

其中, 如果两个被比较的周期号不一致, 则该接收器采用所接收的数据电文的数据, 或者,

如果两个被比较的周期号一致, 则该接收器忽略所接收的数据电文的数据和/或销毁该数据电文。

21. 根据权利要求 12 至 15 中任一项所述的用户, 其特征在于, 所述用户 (1, 2, 3, 4, 5) 是具有集成耦合单元的网络节点。

22. 根据权利要求 21 所述的用户, 其特征在于, 所述集成耦合单元是实时以太网交换机。

23. 根据权利要求 12 至 15 中任一项所述的用户, 其特征在于, 所述用户 (1, 2, 3, 4, 5) 是自动化设备。

24. 一种具有多个根据权利要求 12 至 23 中任一项所述用户的通信系统。

25. 根据权利要求 24 所述的通信系统, 其特征在于, 所述通信系统具有至少一个带有逻辑中断 (17) 的网络路径 (18), 其中, 所述带有逻辑中断 (17) 的网络路径 (18) 仅仅由被标记为设置用来冗余传递的数据电文使用。

26. 根据权利要求 24 或 25 所述的通信系统, 其特征在于, 所述通信系统是一个以太网类型或者实时以太网类型的可连接通信系统。

27. 根据权利要求 24 或 25 中所述的通信系统, 其特征在于, 所述通信系统是自动化系统。

用于在通信系统中持久冗余地传送数据电文的方法

技术领域

本发明涉及一种用于在通信系统中持久冗余地传送数据电文的方法。此外，本发明还涉及一种对应的通信系统和这种通信系统的用户。

背景技术

通信系统被理解成具有多个用户的系统，这些用户为了相互交换数据或者相互传送数据而互相连接。其中，将待传送的数据作为数据电文发送，即，将数据组合成一个或多个分组并按照这种形式通过网络连接线发送到对应的接收器。因此也称其为数据分组。在此，“数据传送”的概念与上面提到的数据电文或数据分组传送同义。

通信系统的用户例如有中央自动化设备，编程、规划和操作设备，例如输入/输出部件的外部设备，驱动器，执行器，传感器，存储可编程控制器（SPS）或其它的检查单元，计算机，或者与其它机器交换电子数据的机器，特别是处理其它机器数据的机器。用户也被称为网络节点或者节点。

在下面将检查单元理解为各种类型的调节或控制单元，以及例如耦合节点（所谓的交换机）和/或交换控制器。作为通信系统以及数据网络例如使用可连接通信系统，如交换以太网、工业以太网，特别是还有等时实时以太网。

传送速率 $\geq 100 \text{ MB/s}$ 的通信系统通常是可连接的高导电数据网络，并且由具有所谓主动节点或耦合节点（也称为交换机）的、单个点对点连接构成，这些耦合节点分别接在单个的用户之间。每个耦合节点通常具有多个端口，因此可以根据端口数量而与对应数量的用户连接。交换机本身也可以用户。这些耦合节点或交换机目前是单独的设备，不过其强烈地被直接集成在所连接的设备或者用户中。通过所谓的 VLST 技术（超大规模集成）使得可以将交换机或者交换功能造价低廉地集成在单个用户或者自动化设备中。由此，在通信系统中由于更有利的布线实现了明显更大的扩张，因为总是仅仅从用户继续连接至用户。

在这种具有非常多用户的通信系统中，特别是在线形结构中，主动节点或者交换机带来了问题。如果一个用户失灵，则整条线失灵。在添加一个附加用户时也存在同样的问题，其中必须暂时断开通信系统。值得希望的是用一条冗余的路径将该线路闭合成一个环。其中，在网络连接上出现故障，例如一个用户断开或者失灵的情况下，数据交换可以另外通过剩下的网络连接线进行。不过，这种冗余路径在独立寻找目标和/或在广播寻址/多点传送寻址时会造成循环的数据电文。由于这种原因，在通信系统启动时，对该通信系统检查可能的循环并将通信系统在适当的位置上逻辑断开。仅仅在备用模式下使用冗余的路径，也就是说，在干扰时在重新配置范围内转接到该替换路径上。不过，通过该再配置造成的运行停顿对于自动化技术中的许多应用来说是不能承受的。

为了识别在通信系统中的循环，已知并且在标准 IEEE 802.1Q 中规定了一种方法。该方法也被称为“生成树”或“快速生成树”方法。通信系统的拓扑越简单或者通信系统越小，则可以越迅速地识别在通信系统中的故障并执行动态的再配置。该重新配置又包括了在通信网络内部检查循环，并且根据该拓扑和大小一直持续到两位数秒的范围。对于通信系统的环形结构，通过专门的方法有可能低于 1 秒。这种时间长度迄今为止在这种通信系统的应用领域是可以接受的。

不过，利用目前的方法在出现故障时不能在时间上完全无冲突地或者透明地转接。为了保证无冲突和透明度，必须持久地在分离的网络路径上冗余地传送数据电文。这种冗余网络路径的持久利用，在将数据电文发送的路径信息完全提前存放在通信系统的所有参与用户中时是可能的。DE 10058524.8 公开了这种尤其是对于等时实时以太网络通信的方法。反之，在具有独立路径搜索的数据通信、即可以寻址的数据通信中，则没有对应的技术方案公开。

发明内容

因此，本发明要解决的技术问题是，提供一种方法、一种通信系统以及一种通信系统的用户，其使得可以持久冗余地传送数据电文。

该技术问题是通过一种用于在尤其是用于实时通信的通信系统中提供和/或接收和/或传递数据电文的方法解决的，该通信系统具有借助于网络路

径相互连接的多个用户，其中，每个用户配置为数据电文的发送器和/或接收器并且配备了唯一的地址，具有用于接收和/或传递的至少一个第一端口和一个第二端口，和至少一个用于提供和/或接收和/或传递设置用来冗余传递的数据电文的其它端口，以及用于存储所提供数据电文的至少一个发送地址的地址列表，并且其中，该通信系统具有至少一个带有逻辑中断的网络路径，所述方法具有如下步骤：

- 标记设置用来冗余传递的数据电文，
- 将设置用来冗余传递的数据电文在用户的一个其它端口上提供到通信系统中，
- 在通过第一端口或第二端口接收一个设置用来冗余传递的数据电文并且通过该用户的一个其它端口传递时，或者在通过一个其它端口接收该数据电文并且通过该用户的第一端口或第二端口传递时，在用户处复制该数据电文，
- 在通过用户的第二端口接收或者传递设置用来冗余传递的数据电文时，通过用户的第一端口传递所复制的数据电文，
- 在通过用户的第一端口接收或者传递设置用来冗余传递的数据电文时，通过用户的第二端口传递所复制的数据电文。

作为本发明基础的技术问题，同样是通过一种用于通信系统、尤其是用于实时通信的通信系统的用户解决的，其中，所述用户配置为数据电文的发送器和/或接收器并且配备了唯一的地址，具有用于接收和/或传递的至少一个第一端口和一个第二端口，和至少一个用于提供和/或接收和/或传递设置用来冗余传递的数据电文的其它端口，以及一个用来存储所提供的数据电文的至少一个发送地址的地址表。所述用户包括：用于标记设置用来冗余传递的数据电文的装置；用于在用户的一个其它端口上将设置用来冗余传递的数据电文提供到通信系统中的装置；用于在通过第一端口或第二端口接收一个设置用来冗余传递的数据电文并且通过用户的一个其它端口传递时，或者在通过一个其它端口接收该数据电文并且通过用户的第一端口或第二端口传递时，在用户处复制该数据电文的装置；用于在通过用户的第二端口接收或者传递设置用来冗余传递的数据电文时，通过用户的第一端口传递所复制的数据电文的装置；用于在通过用户的第一端口接收或者传递设置用来冗余传递的数据电文时，通过第二端口传递所复制的数据

电文的装置。

作为本发明基础的技术问题还是通过一种具有多个本发明的用户的通信系统而得到解决。

按照本发明的一个优选的实施方式，利用唯一的报头标识来标记设置用来冗余传递的数据电文。此外，根据本发明，在通信系统中带有逻辑中断的网络路径仅仅由被标记为设置用来冗余传递的数据电文的数据电文使用。这种通过数据电文的报头中的标记而引入的数据电文类型，忽略那些不能用于没有标记或者具有其它标记的数据电文的网络路径的逻辑分离。这种标记可以配置给所有包含重要的或者关键、特别是时间上关键的数据并因此无论如何必须到达其接收者的数据电文。对这种也被称为 R 数据电文的数据电文的识别，硬件技术软件技术上都可可行。由此，将在这种所谓的冗余网络路径、即具有逻辑中断的网络路径上的数据交换，优选地仅仅保留给关键的或者重要的数据。

按照本发明的另一个优选的实施方式，当在用户的一个其它端口上将

被标记为设置用来冗余传递的数据电文提供到通信系统中时，在提供用户的地址表中记录将该数据电文提供到该通信系统的用户的发送地址以及一个附加标志。将数据电文提供到通信系统中总是通过用户的一个其它端口进行，即通过可能不传递冗余数据交换的端口之一进行。与此相反，用户的第一和第二端口原则上设计用来传递冗余的数据交换，并且针对交换机对应地标记。这意味着，每个用户知道两个设置来传递冗余数据交换的端口。用户所有其它的端口原则上不用来传递冗余的数据交换。这意味着，在通信系统中的带有逻辑中断的网络路径，按照本发明在该网络路径的两端分别连接在用户的一个设置用来传递冗余数据交换的端口上，因为只有被标记为设置用来冗余传递的数据电文才可以使用该网络路径。这还意味着，必要时可以在逻辑上断开连接两个设置用来传递冗余数据交换的端口的网络路径。除此之外，除了上面提到的限制条件，不是设置用来冗余传递的数据电文以及设置用来冗余传递的数据电文原则上都利用该用户的所有端口。

特别地，通过用户的一个其它端口将任意的数据电文、即设置用来冗余传递的数据电文和不是设置用来冗余传递的数据电文提供到通信系统中。通过在提供用户的相应地址表中记录该提供用户的发送地址以及一个附加标志，保证了可以可靠地识别循环的电文，由此，在随后的步骤中还可以将这种循环的电文有针对性地销毁，从而可以避免网络路径的有危害的过载。

特别优选的是，附加标志由可以取 0 或 1 的一个比特组成。在此，附加标志的记录可以意味着例如设置对应的、也被称为过滤器位（简称 F 位）的位，即将 F 位设置为值 1，或者如果预先按照标准将 F 位存放值 1，则设置 F 位也可以意味着设置为值 0。如果在所属用户的地址表中存在一个附加标志，即设置了 F 位，则意味着对应的用户是提供用户。

按照本发明的另一个优选的实施方式，在用户的一个其它端口上接收被标记为设置用来冗余传递的数据电文时，检查该接收用户的地址表中是否具有将该数据电文提供到通信系统的用户的发送地址的记录以及一个附加标志，其中，如果不存在这种记录，则在接收用户的地址表中记录将该数据电文提供到通信系统的用户的发送地址和/或一个附加标志，并且传递有关数据电文，或者其中，如果存在这种记录，则传递有关数据电文。这

意味着，在接收被标记为设置用来冗余传递的数据电文时，检查是否在地址表中记录了将该数据电文提供到通信系统的用户的发送地址。如果该接收端口是设置用于冗余传递的话，则另外再检查 F 位。如果在地址表中记录了该数据电文的发送地址并且 F 位被设置了，且该接收端口被设置用于冗余传递，则涉及的是一个不被传递的循环电文。在这种冗余端口上接收的数据电文的发送地址不被“学习”，即不将该发送地址和接收端口记录在地址表中。反之，如果该接收端口不是设置用于冗余传递，则在一个设置用来冗余传递的、并且在该接收端口提供到冗余通信系统内的数据电文中，仅仅将该数据电文的发送地址记录到地址表中并且设置 F 位。在这种情况下涉及的是提供点，即提供用户。此外，在这种情况下，相应用户的、用于“学习”常规非冗余数据交换的地址的地址表不被改变。“学习”意味着，在接收数据电文时，在接收用户的地址表中既记录发送者的地址，又记录通过其接收该数据电文的端口。由此，可以将应该发送给对应发送者的数据电文有目的地进行传递。也就是说，“学习”指的是将该数据电文提供到通信系统中的用户的发送地址和通过其在对应用户处接收该数据电文的端口之间的关系。在这种情况下，不“学习”意味着在接收被标记为设置用来冗余传递的数据电文时，不象在其它数据电文的情况那样记录对应的、通过其接收对应数据电文的端口。

如果在提供用户或者节点的一个冗余接收端口再次接收了一个数据电文，则利用该方法保证了随后无疑问地识别提供到冗余通信系统中的该数据电文，并可以因此进行过滤。

按照本发明的另一个优选的实施方式，在通过用户的第一端口或第二端口接收被标记为设置用来冗余传递的数据电文和/或被复制的数据电文时，检查该接收用户的地址表是否具有将该有关数据电文提供到通信系统的用户的发送地址的记录以及一个附加标志，其中，如果存在这种记录，则将有关数据电文和/或被复制的数据电文销毁，或者其中，如果不存在发送地址或存在发送地址而没有附加标志，则将有关数据电文和/或被复制的数据电文进行传递。在通过用户的第一端口或第二端口（即，通过用户的两个可能设置用来传递冗余数据交换的端口之一）接收被标记为设置用来冗余传递的数据电文时，通过在接收用户的对应地址表中检查该记录以及附加标志来识别并销毁循环的数据电文，使得其从通信系统中消失并且不

进一步在通信系统中循环。反之，如果不存在这样的记录，则将对应的数据电文简单地传递，正如对于其余的数据电文设置的那样，在此不进行对应的“学习”。对于从被标记为设置用来冗余传递的数据电文的复制电文自然同样如此。在此，例如通过设置已经提及的过滤器位来实现该附加标志。

按照本发明的另一个优选实施方式，通信系统周期地工作，即，在具有例如特定时间长度的特定通信周期中进行数据传送。在此，在提供到该通信系统中时为数据电文、特别是被标记为设置用来冗余传递的数据电文分配一个当前的周期号以及一个帧 ID。该周期号标志着通信系统的当前通信周期，并且用来识别数据电文的数据是过期的还是当前的。

按照本发明的另一个优选实施方式，数据电文、特别是被标记为设置用来冗余传递的数据电文的接收器将所接收的数据电文的当前周期号以及帧 ID 进行存储。此外，数据电文、特别是被标记为设置用来冗余传递的数据电文的接收器在接收该数据电文时将所接收的数据电文的周期号与在该接收器中存储的当前周期号进行比较，其中，如果两个被比较的周期号不一致，则该接收器在帧 ID 相同时采用所接收的数据电文的数据，或者，如果两个被比较的周期号一致，则该接收器忽略所接收的数据电文的数据和/或销毁该数据电文。由此，这种数据电文的接收器具备了这样的手段和信息，以便一方面将当前的数据电文与过时的数据电文区分开来，而另一方面采用对于当前数据电文的对应信息或者说数据，或者在已经实现的更新中将过时的数据或者说数据电文舍弃或销毁。由此，按照本发明，如果得到对应的硬件支持，则可以在分支位置透明地将被标记为设置用来冗余传递的数据电文分离成两个数据电文，并且通过接收两个数据电文在接收器处不需要附加的负载。对于周期性工作的通信系统，这种检查可以得到硬件的支持，不过也可以考虑软件支持，其中必须总是接收数据电文。在非周期性工作的通信系统中，也可能并可考虑软件支持识别当前或过时的数据电文。在接收器处对两个冗余的数据电文的软件处理，例如可以通过对数据电文的报头标识进行，并因此可以任意地使用。

此外，特别具有优势的是，可以将所公开的方法应用于自动系统，尤其是包装机械、出版、塑料喷射机器、纺织机械、印刷机、机床、机器人、处理系统（Handlingssystemen）、木材加工机械、玻璃加工机械、陶瓷加工

机械以及升降工具中。

附图说明

下面对照附图对本发明的优选实施方式作进一步的说明。图中：

图 1 表示本发明的通信系统的一种实施方式的框图，

图 2 表示用于在一个冗余的接收端口接收被标记为设置用来冗余传递的数据电文的本发明方法的流程图，

图 3 表示用于在一个非冗余的接收端口接收被标记为设置用来冗余传递的数据电文的本发明方法的流程图，

图 4 表示用于在一个任意接收端口接收不是设置用来冗余传递的数据电文的本发明方法的流程图，

图 5、6、7 和 8 表示在对被标记为设置用来冗余传递的数据电文按照本发明进行的直通、传递或复制时的可能情景，以及

图 9 表示本发明方法的一种实施方式。

具体实施方式

图 1 表示本发明的通信系统 26 的一种实施方式的框图。所示出的通信系统 26 例如表示一个分布的、实时临界的自动化系统。此外，所示通信系统 26 还是一个可连接通信网络，例如其是一个实时以太网系统。所示通信系统 26 是一个周期性工作的系统，即，在一个或者多个传送周期中进行数据传送。

示出的通信系统 26 由多个用户 1、2、3、4 和 5 组成，这些用户同时配置为数据电文的发送器和接收器。用户 1、2、3、4 和 5 例如可以实现为计算机，例如驱动器的其它自动化设备，或者单独的耦合单元、即交换机（优选为实时以太网交换机）。不过，通信系统 26 的每个用户 1、2、3、4 和 5 也可以具有一个集成在这些用户中的耦合单元，特别是实时以太网交换机，如对于用户 1 示例性表示的那样。出于概略表示的原因，图中放弃了对其余集成交换机的描绘。这些交换机用于提供和/或接收和/或传递数据电文，特别是设置用来冗余传递的数据电文。用户 1、2、3、4 和 5 也被称为网络节点。

本发明的通信系统 26 的每个用户 1、2、3、4 和 5 都具有一个地址表，

为了清楚起见仅仅示出和标记了用户 1 的地址表 27。此外，每个用户 1、2、3、4 和 5 具有多个端口，其中分别两个端口可能用于冗余的数据交换。相应用户的所有其它端口可能不用于冗余数据交换。为清楚起见，没有示出每个用户 1、2、3、4 和 5 配备的所有端口。例如，用户 1 具有设置用于冗余数据交换的端口 8，以及不是设置用于冗余数据交换的端口 7 和 23。特别是，用户 1 表示一个具有集成交换机的网络节点，例如自动化设备。这通过用户 1 的本地接口 6 表示出。本地接口、特别是本地接口 6 总是用户的可能不用于冗余数据交换的一个其它端口。用户 2 例如具有三个端口，其中端口 10 不是设置用于冗余的数据交换。端口 11 和 12 是用户 2 的可能用于冗余数据交换的两个端口。在此，用户 2 通过端口 10 利用网络连接 9 与端口 7 连接，并由此与用户 1 连接。用户 5 被表示为仅仅具有不是用于冗余数据交换的端口 25。用户 5 通过端口 25 利用网络连接 24 与端口 23 连接，并由此与用户 1 连接。用户 4 例如具有三个端口 14、15 和 22，其中，端口 14 和 15 是用户 4 的可能用于冗余数据交换的两个端口，而端口 22 表示用户 4 的不用于冗余数据交换的一个其它端口。用户 4 通过端口 15 和网络连接 16 与用户 1 的端口 8 连接。用户 4 还通过端口 14 和网络连接 13 与用户 2 的端口 12 连接。此外，用户 3 例如具有两个端口 19 和 20，其中，端口 20 不是设置用于冗余的数据交换，并且通过该端口用户 3 借助于网络连接 21 与用户 4 的端口 22 连接。反之，用户 3 的端口 19 是设置用于冗余数据交换的，其中，用户 3 通过端口 19 和具有一个逻辑断开 17 的冗余网络路径 18 与用户 2 的端口 11 连接。在下文中概念“网络连接”和概念“网络路径”具有相同的含义。在下文中也将带有逻辑中断 17 的网络路径（如网络路径 18）称为冗余的网络路径或者简称为冗余路径。如已经提到的那样，将每个网络用户（特别是交换机）的恰好一个端口对称为冗余数据交换的载体。例如将其称为 R 端口。一个用户的所有其它端口不是设置用于冗余数据交换并对应地进行标记。它们因此也被简称为 nR 端口。集成在设备中的交换机的本地接口、例如用户 1 的本地接口 6 同样是一个 nR 端口。

在所示出的、特别适合于实时通信的示例性通信系统中，既传送设置用来冗余传递的数据电文、即所谓的 R 电文，也传送不是设置用来冗余传递的数据电文、即所谓的 nR 电文。设置用来冗余传递的数据电文例如是临界的、特别是时间临界或者实时临界的数据电文，其必须在确定的时间到

达确定的用户，如用户 3。这种数据电文例如通过用户 1 的 nR 端口 6 提供。自然也可以将其它被视为重要或者关键的任意电文设置用来冗余传递。这些数据电文在例如通过用户 1 的 nR 端口 6 提供到通信网络 26 中时被对应地标记。这种标记例如可以通过一个特殊的报头标识得到保证。这种被标记的数据电文具有这样的特性，即，其忽略网络路径 18 的逻辑断开 17，并且尽管有逻辑断开 17 仍然可以被利用。反之，其它不是设置用来冗余传递、也就是没有被对应标记的数据电文，则不能使用这种带有逻辑断开 17 的网络路径 18。例如，如果在本例中网络路径 18 由于中断而失效，则将用户 3 与通信系统的其它部分断开。但是，通过经冗余网络路径 18 与用户 2 的连接，设置用来冗余传递的数据电文可以如此前一样地到达用户 3。

在例如通过用户 1 的 nR 端口 6 将数据电文提供到通信系统 26 中时，在用户 1 的对应地址表 27 中进行记录。在提供或者接收不是设置用来冗余传递的数据电文时，对所提供或者接收的数据电文的相应发送地址进行“学习”。在“学习”中将所接收的数据电文的发送器的地址和该用户的、通过其接收该数据电文的端口记录在对应接收用户的地址表中。对于设置用来冗余传递的数据电文不进行这种“学习”。在这种情况下，仅仅将发送器的地址以及一个附加标记（例如过滤位的设置）记录在相应的地址表、如地址表 27 中。相反，在 R 电文的情况下，不记录该用户的、通过其接收该数据电文的端口。

对于在分离的路径上持久冗余传送数据电文的不可或缺的前提是，能够可靠识别并销毁循环的数据电文。为此，对于可靠的识别必须要求的是，在设置用来冗余传递的数据电文的提供点上将相应发送地址（也称为 MAC 源地址或简称源地址）连同附加标记（例如被设置的过滤位）存放在相应提供用户的地址表中。下面，结合对图 2、3 和 4 的描述解释对这种循环数据电文的识别和销毁的方法。

图 2 示出了在一个冗余接收端口上接收 R 电文以及随后的动作，特别是对循环的检查，即检查所接收的 R 电文是否是循环的电文。步骤 30 表示在用户的一个原则上设置用于冗余数据交换的端口、即所谓的 R 端口上接收一个 R 电文。在接收到该 R 数据电文之后，在步骤 32 中用其源地址检查接收用户的对应地址表，看所接收的 R 电文的发送地址是否已经在地址表中。如果找到该源地址，则在步骤 34 中检查是否例如将属于该有效地址记

录的过滤位设置为值 1。如果是,则意味着该对应的 R 电文已经在有关用户处被接收过一次,也就是涉及的是将电文提供到通信系统中的提供点,即涉及的是一个循环的数据电文。因此,在步骤 36 中将该有关 R 电文丢弃。反之,根据步骤 34 中的检查对应的过滤位没有被设置为值 1,或者根据步骤 32 中的检查在对应的地址表中没有所接收的 R 电文的有效地址记录,则将对应的 R 电文通过用户的设置用于传递的端口进行传递,并在必要时事先进行复制。对于复制过程以及对 R 电文进行复制的条件的解释,见对附图 5 至 8 的说明。在完全接收 R 电文之前,按照步骤 32 以及步骤 34 进行检查。

图 3 示出了在一个非冗余接收端口上接收 R 电文以及随后的动作,特别是标记将 R 电文提供到通信系统中的提供点。步骤 40 表示在用户的一个其它端口、即不是设置用于冗余数据交换的端口(即所谓的 nR 端口)上接收一个 R 电文。在接收了该 R 电文之后,在步骤 42 中首先利用其源地址检查该 R 电文的发送器的地址是否在用户的对应地址表中。如果这种有效的地址记录、即发送地址在地址表中,则在步骤 48 中在接收用户的地址表中将属于该地址记录的 F 位设置为值 1,然后在步骤 50 中将 R 电文通过为此设置的端口进行传递。反之,如果对于所接收的 R 电文还没有源地址,如步骤 42 中检查的那样,则在步骤 44 中查看在对应用户的地址表中是否还存在用于新地址记录的空闲存储空间。如果存在这样的存储空间,则在步骤 46 中记录所接收的数据电文的发送器的地址、即源地址,并在步骤 48 中将所属的 F 位设置为值 1,由此,在步骤 50 中将所接收的 R 电文通过为此设置的端口进行传递之前,标记出将该 R 电文提供到通信系统中的提供点。反之,如果在地址表中既没有有效的源地址(如在步骤 42 中检查的那样),又没有空闲的存储空间(如在步骤 44 中验证的那样),则进行中断,并在步骤 52 中向用户输出一个消息、尤其是故障提示。随后在步骤 54 中丢弃该 R 电文。这种情况例如出现在通过一个 nR 端口提供 R 电文的时候,这表示了一种少见的故障情况。如已经提及的,然后不再传递对应的 R 电文,并通过中断通知用户。然后可以对地址表进行重新配置,从而可以提供空闲的存储空间。在这种故障情况下不允许传递对应的 R 电文,因为不再可以没有疑问地检测到作为可能循环数据电文的 R 数据电文,因为不能在提供用户的地址表中存放源地址和被设置的 F 位。

除了上面描述的故障情况之外，在传递这种 R 电文时，在图 3 中描述的情况中必要时也对该 R 电文进行复制，该复制的条件以及其过程在对附图 5 至 8 的描述中说明。

图 4 示出了在一个任意接收端口上接收不是设置用来冗余传递的数据电文、即 nR 电文，即，既在 R 端口上接收又在 nR 端口上接收。不过，在执行接收之后的步骤之前必须首先完全接收该 nR 电文，以便能确保其不是一个有问题的电文（周期冗余校验 - CRC 检查）。步骤 60 表示接收这样的 nR 电文。然后在步骤 62 中检查，在地址表中是否存在所接收的 nR 电文的发送器的地址并且该记录是否有效，即是否已经“学习”了该对应的地址。如果这种记录存在并有效，则在步骤 64 中必要时更新对应的记录。例如，对应记录的更新对于这样的情况是必要的，即，所接收的 nR 电文是通过不是记录在地址表中的另一个端口接收的。然后，在步骤 72 中将该 nR 电文通过为此设置的用户端口进行传递。反之，如果在接收用户的地址表中还没有有效的源地址，如在步骤 62 中验证的那样，则在步骤 66 中检查是否在对应用户的地址表中存在空闲的存储空间。如果存在，则在步骤 68 中在地址表中加入一个新的记录，即“学习” nR 电文的源地址。这意味着，在用户的地址表中记录所接收的 nR 电文的发送器的地址和通过其接收该 nR 电文的端口。此外，在步骤 70 中将对对应存储空间的过滤位设置为 0，然后在步骤 72 中相应地传递该 nR 电文。如果在地址表中既没有象在步骤 62 中检查的那样具有有效记录，也没有象在步骤 66 中检查的那样具有空闲存储空间，则在步骤 72 中相应传递所接收的 nR 电文而没有其它动作。

图 5、6、7 和 8 示出了在对被标记为设置用来冗余传递的数据电文按照本发明进行的直通、传递或复制时的可能情景。

图 5 示出一个用户 80，其具有例如两个设置用于非冗余数据交换的端口（端口 82 和端口 86）以及两个设置用于冗余数据交换的端口（端口 84 和 88）。在图 5 中例如通过端口 82 接收 R 电文 90 并且要通过端口 86 传递。因为用来接收 R 电文 90 的以及用来传递 R 电文的都是 nR 端口，因此不进行别的动作而是将 R 电文 90 通过用户 80 进行直接传递。

图 6 示出了具有和图 5 中已经提到的同样标记的同一用户 80。接收端口还是 nR 端口 82。不过，在该情况下应当传递所接收的 R 电文 92 的端口是设置用于冗余数据交换的 R 端口 88。在这种情况下，按照本发明自动复

制所接收的 R 电文 92, 并另外作为 R 电文 94 通过第二 R 端口 84 传递, 从而将原始的 R 电文 92 分成两个电文。在此, 复制的 R 电文 94 是原始 R 电文 92 的精确拷贝, 因此与其没有差别。由此实现了对所接收的 R 电文 92 进行冗余的传送。

图 7 示出了具有与图 5 和 6 中已经提到的同样标记的同一用户 80, 只是在这种情况下 R 电文 96 是通过 R 端口 84 接收的。在这种情况下, 所接收的 R 电文 96 自动通过端口 88 作为 R 电文 98 被传递。

图 8 示出具有与图 5、6 和 7 中已经提到的同样标记的同一用户 80。在这种情况下 R 电文 100 通过 R 端口 84 接收并应当通过 nR 端口 86 传递。在这种情况下自动复制 R 电文 100, 并且作为 R 电文 102 并行地另外通过用户 80 的 R 端口 88 传递。按照本发明, 在这种情况下也将所接收的 R 电文 100 分离来用于冗余的传递。

图 9 示例性地示出了本发明方法的一种实施方式。为此, 参考图 1 中具有所有相同标记的周期通信系统 26。例如, 将 R 电文 110 通过用户 1 的本地接口 (nR 端口 6) 提供到通信系统 26 中。在此, 向 R 电文 110 分配当前通信周期的周期号。R 电文 110 的接收器应该是用户 3, 例如一个自动化设备、特别是控制器。在通过 nR 端口 6 提供 R 电文 110 之后, 在用户 1 的地址表 27 中产生一个对应的记录, 该记录由该 R 电文的发送地址、即用户 1 的地址以及一个所属的、被设置为值 1 的 F 位组成。R 电文 110 设置用来通过用户 1 的 nR 端口 7 传递, 并随后通过网络连接 9 和 nR 端口 10 传递到用户 2。在用户 1 中不进行复制, 因为提供和传递端口分别是 nR 端口。

在用户 2 中将 R 电文 110 设置用于通过 R 端口 11 传递。因为用户 2 的接收端口 10 是一个 nR 端口, 而传递端口 11 是一个 R 端口, 因此自动复制 R 电文 110。在此, 将原始的 R 电文 110 进一步通过 R 端口 11 和带有逻辑断开 17 的冗余路径 18 传递至用户 3 的 R 端口 19、即设置的接收器。在该端口中对电文进行相应的处理, 即, 首先由用户 3 将存储在 R 电文 110 中的当前通信周期的周期号进行存储。

在将 R 电文 110 通过 R 端口 11 传递至用户 3 期间, 自动将复制的 R 电文 120 通过用户 2 的第二 R 端口 12 和网络连接 13 传递到用户 4 的 R 端口 14。将 R 电文 120 从用户 4 通过 nR 端口 22 和网络连接 21 传递到接收器 (用户 3) 的 nR 端口 20。在用户 3 接收 R 电文 120 时, 用户 3 首先检查

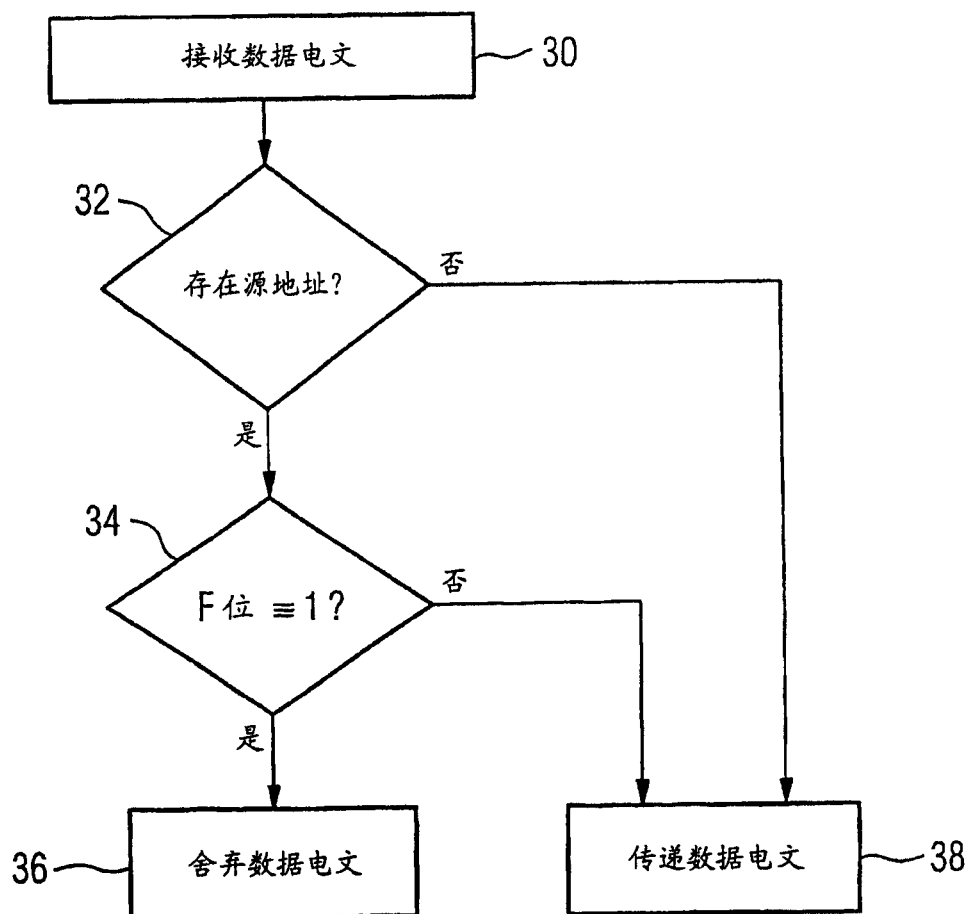
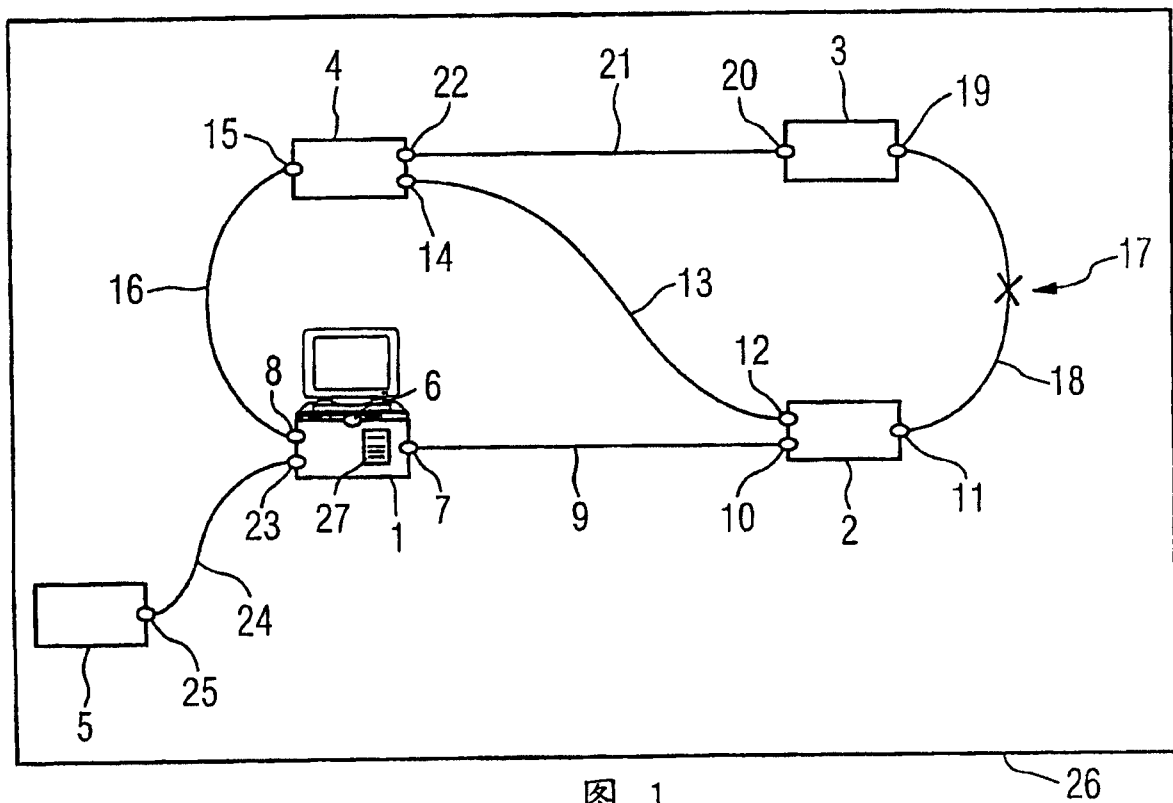
通过 nR 端口 20 到来的复制 R 电文 120 的周期号，并在原始的 R 电文 110 已经到达用户 3 并且其数据由用户 3 采用之后，在当前通信周期中已经对相应的数据进行了更新，也就是说由用户 3 存储的当前周期号与所接收的复制 R 电文 120 的周期号一致。因此，由用户 3 销毁复制 R 电文 120 的、表示对 R 电文 110 精确拷贝的数据。

在用户 4 中接收复制的 R 电文 120 时，因为接收端口 14 是一个 R 端口而设置用来传递 R 电文 120 的端口 22 是一个 nR 端口，因此与此并行地自动进行对 R 电文 120 的另一个复制，其中，将复制的 R 电文 130 自动通过用户 4 的第二 R 端口 15 借助于网络连接 16 经 R 端口 8 传递至用户 1。

在通过 R 端口接收 R 电文时、在本例中是通过用户 1 的 R 端口 8 接收 R 电文 130，按照本发明在相应的地址表、这里是在用户 1 的地址表 27 中检查所接收的 R 电文（这里为 R 电文 130）的发送地址是否已经存在。这里是这样，因为所接收的 R 电文 130 是原始 R 电文 110 的拷贝。此外，也将过滤位设置为值 1，因为 R 电文 110 是在用户 1 通过 nR 端口 6 提供到通信系统 26 中的。由此，用户 1 可以明确地将 R 电文 130 识别为循环的数据电文并将 R 电文 130 销毁。

按照本发明的方法不以交换机中数据电文的存储和传递方法为前提，还可以将数据电文尽可能迅速地按抄近路方法传递。为了可靠地销毁虚假的循环数据电文，在通信系统（特别是环形结构、例如通信系统 26）内部仅仅需要一个交换机工作在存储和传递模式下。

总之，利用本发明的方法可以在分离的路径上持久冗余地传送数据电文，其中可以可靠地识别并销毁循环的数据电文。此外，分离为两个数据电文是在对应的分支位置上透明进行的，并且通过接收两个相同的数据电文、例如通过将当前周期号分配给在周期性通信系统 26 中接收的数据电文，在接收器处不形成附加的负载。在非周期性的通信系统中，这点可以通过软件技术的处理、例如通过数据电文的报头识别而同样得到保证。此外，尤其是不改变该通信系统 26 的、涉及在各用户 1, 2, 3, 4, 5 中、特别是交换机中为整个剩余、非冗余数据交换“学习”地址的特性。



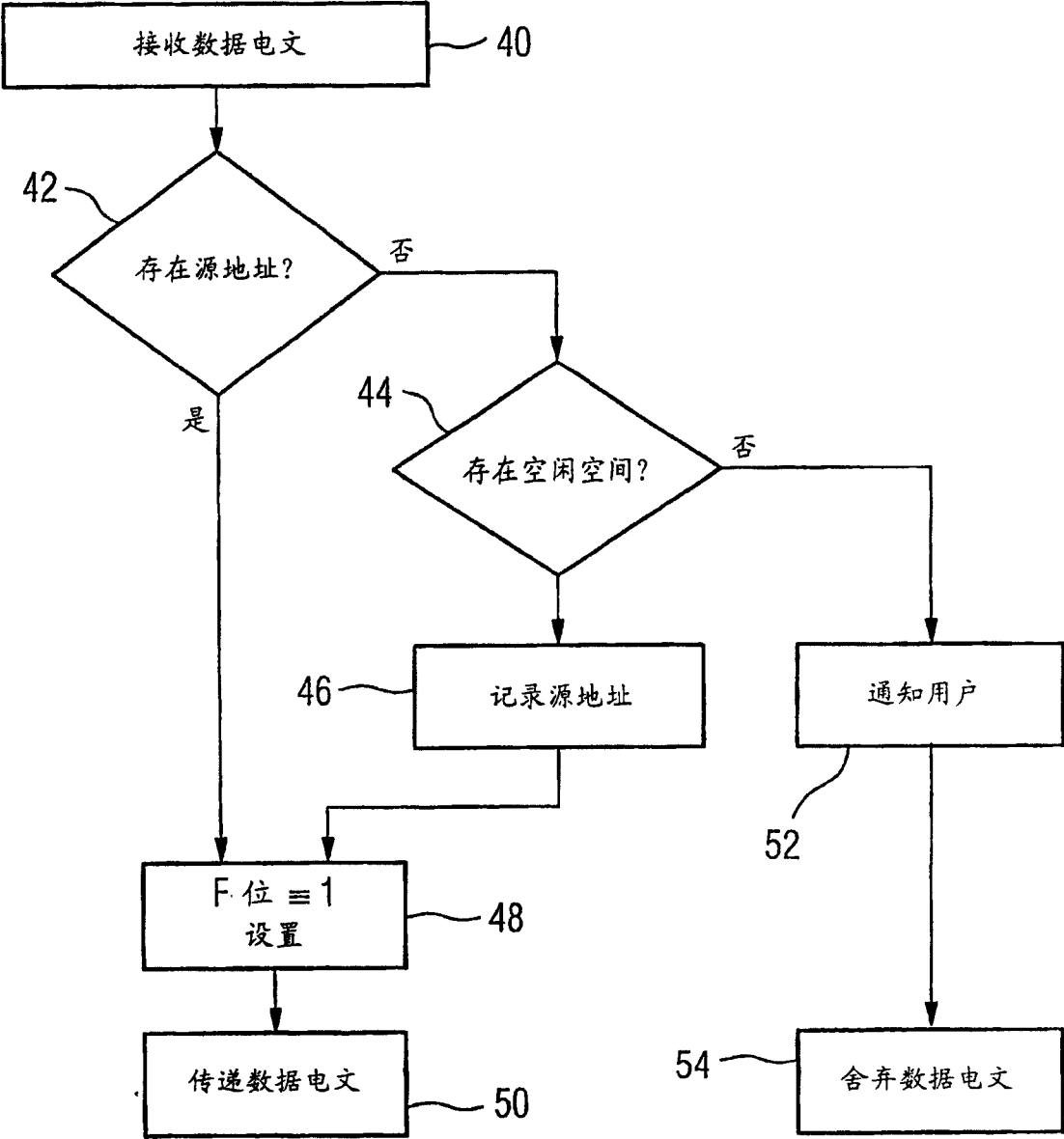


图 3

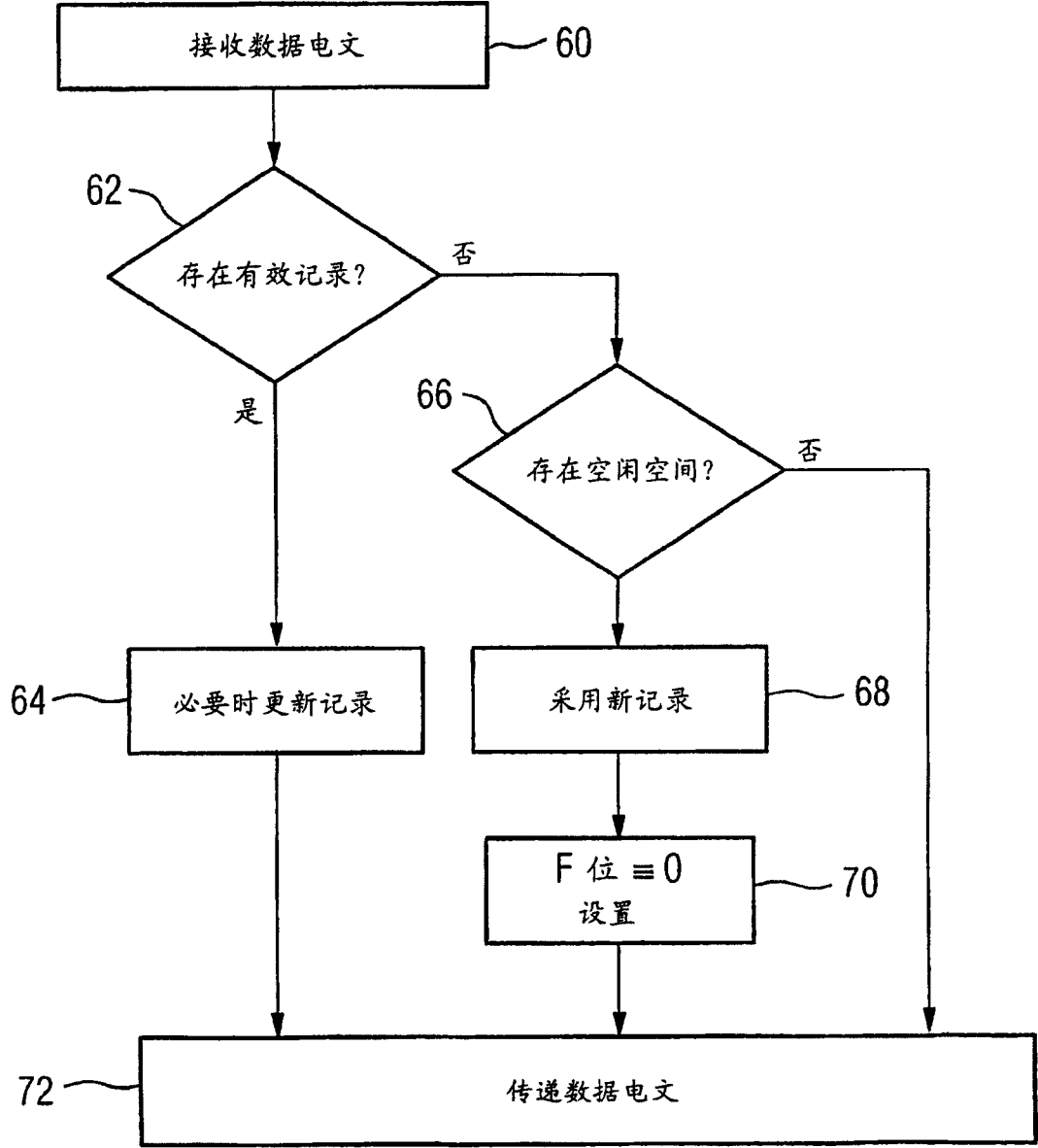


图 4

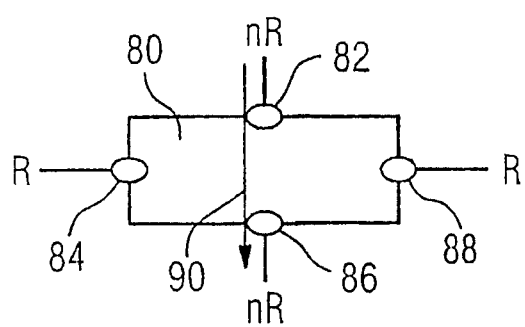


图 5

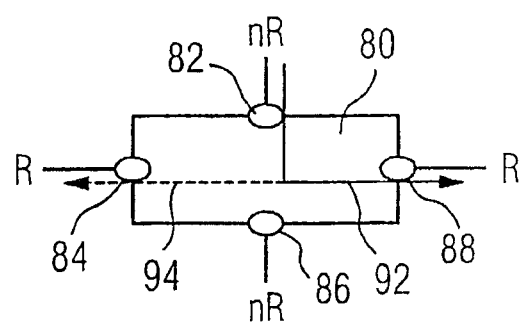


图 6

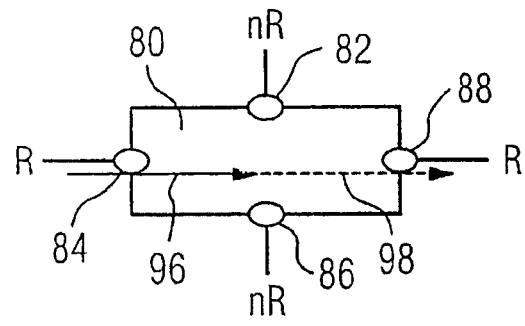


图 7

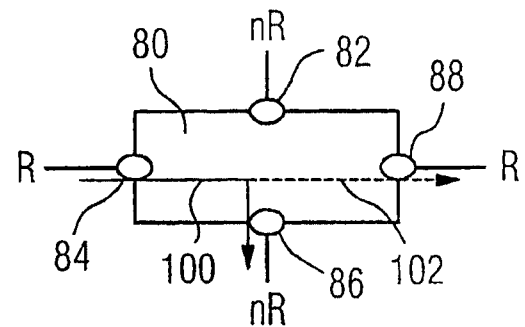


图 8

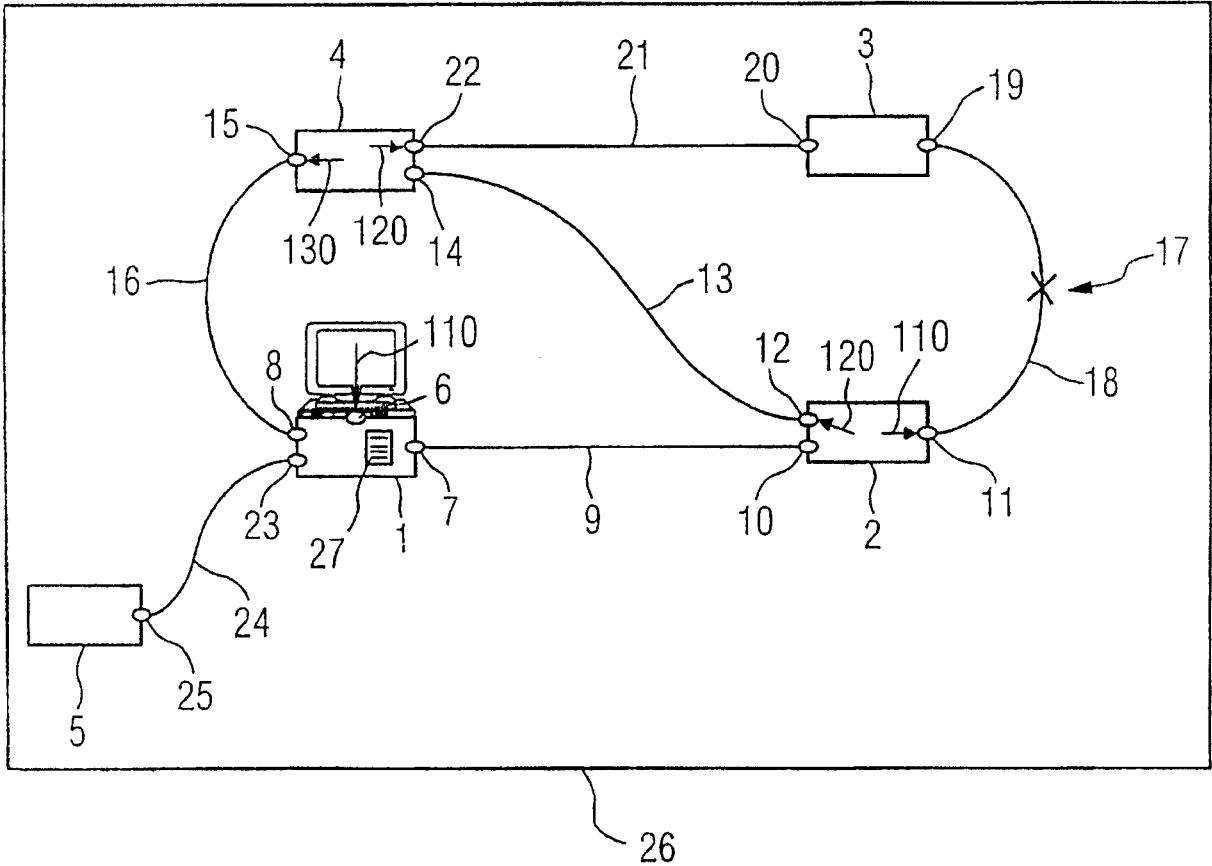


图 9