



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108255139 A

(43)申请公布日 2018.07.06

(21)申请号 201711453329.3

(22)申请日 2017.12.27

(30)优先权数据

16207274.8 2016.12.29 EP

(71)申请人 西门子公司

地址 德国慕尼黑

(72)发明人 约尔格·米勒

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 余刚 李慧

(51)Int.Cl.

G05B 19/418(2006.01)

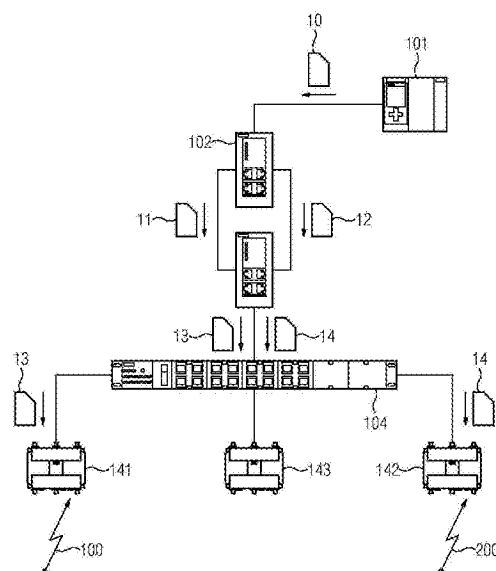
权利要求书3页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

用于工业自动化系统的无线电通信系统及其运行的方法

(57)摘要

本发明涉及一种用于工业自动化系统的无线电通信系统及其运行方法,在该系统中至少一个第一和第二通信设备冗余联接到工业通信网络上。第一通信设备与连接到网络基础结构设备上的序列化单元连接。网络基础结构设备上连接有第一和第二无线电基站。第二通信设备间接或直接地与第一和第二无线电用户站连接。第一无线电用户站与第一无线电基站连接,而第二无线电用户站与第二无线电基站连接。序列化单元以第一或第二无线电用户站的地址替代在经由第一通信设备传输的数据帧中的目标地址。无线电用户站以在序列化单元中被替代的原始的目标地址各自替代在经由无线电基站传输的数据帧中的与其地址一致的目标地址。



1. 一种用于工业自动化系统的无线电通信系统,所述无线电通信系统具有:

至少一个冗余地联接到工业通信网络上的第一通信设备和第二通信设备,所述第一通信设备和所述第二通信设备各自具有:

至少一个第一通信网络端子和第二通信网络端子,和

与所述第一通信网络端子和所述第二通信网络端子连接的信号处理单元,所述信号处理单元具有多路复用单元和冗余处理单元,所述多路复用单元用于将待发送的数据帧并行转发给两个通信网络端子,所述冗余处理单元用于处理由两个通信网络端子接收的数据帧,其中,所述冗余处理单元设计和设置用于检测接收的冗余的数据帧;

至少一个网络基础结构设备,所述网络基础结构设备具有:

多个通信网络端子,和

将这些所述通信网络端子彼此连接的耦合元件,

其特征在于,

所述第一通信设备经由所述第一通信设备的第一通信网络端子并且经由所述第一通信设备的第二通信网络端子与序列化单元连接,所述序列化单元经由刚好一个线路连接来连接到网络基础结构设备上,

在所述网络基础结构设备上连接有第一无线电基站和第二无线电基站,

所述第二通信设备经由所述第二通信设备的第一通信网络端子并且经由所述第二通信设备的第二通信网络端子间接地或直接地与第一无线电用户站和第二无线电用户站连接,

所述第一无线电用户站经由第一无线电连接与所述第一无线电基站连接,并且所述第二无线电用户站经由第二无线电连接与所述第二无线电基站连接,

所述序列化单元设计和设置用于:

以所述第一无线电用户站的地址各自替代在经由所述第一通信设备的所述第一通信网络端子传输的数据帧中的目标地址,

以所述第二无线电用户站的地址各自替代在经由所述第一通信设备的所述第二通信网络端子传输的数据帧中的目标地址,

所述第一无线电用户站设计和设置用于:以在所述序列化单元中被替代的原始目标地址各自替代在经由所述第一无线电连接传输的数据帧中的、与所述第一无线电用户站的地址一致的目标地址,

所述第二无线电用户站设计和设置用于:以在所述序列化单元中被替代的原始目标地址各自替代在经由所述第二无线电连接传输的数据帧中的、与所述第二无线电用户站的地址一致的目标地址。

2. 根据权利要求1所述的通信系统,其中,所述序列化单元设计和设置用于:将在经由所述第一通信设备的所述第一通信网络端子和所述第二通信网络端子传输的数据帧中的被替代的原始目标地址作为附加信息添加到相应的所述数据帧的预设范围中。

3. 根据权利要求2所述的通信系统,所述第一无线电用户站和所述第二无线电用户站设计和设置用于:根据相应的所述数据帧的预设范围中的所述附加信息,以所述原始目标地址各自替代经由所述第一无线电连接和所述第二无线电连接传输的数据帧中的、与所述第一无线电用户站和所述第二无线电用户站的地址一致的目标地址。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的通信系统,其中,通过统一的序列号表示彼此冗余的数据帧,并且其中,所述第一通信设备和所述第二通信设备的所述信号处理单元设计和设置用于将序列号配发给待冗余传输的数据帧。

5. 根据权利要求4所述的通信系统,其中,根据并行冗余协议进行对待冗余传输的数据帧的传输。

6. 根据权利要求5所述的通信系统,其中,所述序列化单元设计和设置用于:将在经由所述第一通信设备的所述第一通信网络端子和所述第二通信网络端子传输的数据帧中的被替代的原始目标地址作为附加信息添加到相应的所述数据帧的PRP尾部中。

7. 根据权利要求6所述的通信系统,其中,所述第一无线电用户站和所述第二无线电用户站设计和设置用于:根据相应的所述数据帧的PRP尾部中的所述附加信息,以所述原始目标地址各自替代在经由所述第一无线电连接和所述第二无线电连接传输的数据帧中的、与所述第一无线电用户站和所述第二无线电用户站的地址一致的目标地址。

8. 根据权利要求5至7中任一项所述的通信系统,其中,所述第一通信设备和所述第二通信设备是PRP冗余盒,并且其中,经由所述第一通信设备和所述第二通信设备各自将简单联接的通信设备与所述工业通信网络连接。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的通信系统,其中,所述无线电用户站和所述无线电基站分配给至少一个无线局域网、WiMAX移动无线网、UMTS移动无线网、LTE移动无线网或其他的移动无线网。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的通信系统,其中,所述第一通信设备、所述第二通信设备、所述网络基础结构设备和/或所述序列化单元是基于计算机的装置的、软件实现的和/或虚拟化的功能单元。

11. 一种运行用于工业自动化系统的无线电通信系统的方法,其中,

至少一个第一通信设备和第二通信设备冗余地联接到工业通信网络上,其中,所述第一通信设备和所述第二通信设备各自具有:

至少一个第一通信网络端子和第二通信网络端子,以及

与所述第一通信网络端子和所述第二通信网络端子连接的信号处理单元,所述信号处理单元将待发送的数据帧并行地转发给两个通信网络端子,并且检测由两个通信网络端子接收的冗余的数据帧;

设置至少一个网络基础结构设备,所述网络基础结构设备具有:

多个通信网络端子,和

将这些所述通信网络端子彼此连接的耦合元件;

其特征在于,

所述第一通信设备经由所述第一通信设备的第一通信网络端子并且经由所述第一通信设备的第二通信网络端子与序列化单元连接,所述序列化单元经由刚好一个线路连接来连接到所述网络基础结构设备上,

将第一无线电基站和第二无线电基站连接到所述网络基础结构设备上,

所述第二通信设备经由所述第二通信设备的第一通信网络端子并且经由所述第二通信设备的第二通信网络端子间接地或直接地与第一无线电用户站和第二无线电用户站连接,

所述第一无线电用户站经由第一无线电连接与所述第一无线电基站连接,并且所述第二无线电用户站经由第二无线电连接与所述第二无线电基站连接,

所述序列化单元

以所述第一无线电用户站的地址各自替代在经由所述第一通信设备的所述第一通信网络端子传输的数据帧中的目标地址,

以所述第二无线电用户站的地址各自替代在经由所述第一通信设备的所述第二通信网络端子传输的数据帧中的目标地址,

所述第一无线电用户站以在所述序列化单元中被替代的原始目标地址各自替代在经由所述第一无线电连接传输的数据帧中的、与所述第一无线电用户站的地址一致的目标地址,

所述第二无线电用户站以在所述序列化单元中被替代的原始目标地址各自替代在经由所述第二无线电连接传输的数据帧中的、与所述第二无线电用户站的地址一致的目标地址。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中,所述序列化单元将经由所述第一通信设备的所述第一通信网络端子和所述第二通信网络端子传输的数据帧中的被替代的原始目标地址作为附加信息添加到相应的所述数据帧的预设范围中。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中,根据相应的所述数据帧的预设范围中的所述附加信息,所述第一无线电用户站和所述第二无线电用户站以原始的目标地址各自替代经由所述第一无线电连接和第二无线电连接传输的数据帧中的、与所述第一无线电用户站和所述第二无线电用户站的地址一致的目标地址。

14. 根据权利要求1至13中任一项所述的方法,其中,通过统一的序列号表示彼此冗余的数据帧,并且其中,所述第一通信设备和所述第二通信设备的所述信号处理单元将序列号配发给待冗余传输的数据帧。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中,根据并行冗余协议传输待冗余传输的数据帧。

16. 根据权利要求15所述的方法,其中,所述序列化单元将经由所述第一通信设备的所述第一通信网络端子和所述第二通信网络端子传输的数据帧中的被替代的原始目标地址作为附加信息添加到相应的所述数据帧的PRP尾部中。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中,根据相应的所述数据帧的PRP尾部中的所述附加信息,所述第一通信用户站和所述第二通信用户站以原始目标地址各自替代在经由所述第一无线电连接和第二无线电连接传输的数据帧中的、与所述第一无线电用户站和所述第二无线电用户站的地址一致的目标地址。

## 用于工业自动化系统的无线电通信系统及其运行的方法

### 技术领域

[0001] 本申请涉及一种用于工业自动化系统的无线电通信系统以及一种用于运行用于工业自动化系统的无线电通信系统的方法。

### 背景技术

[0002] 工业自动化系统尤其是在制造、处理和楼宇自动化领域中用于监视、控制和调节工程过程,并且实现控制装置、传感器、机器人和工业设施的运行,应尽可能自动地且与人的干预无关地进行所述运行。由于信息技术对于自动化系统的重要性日益增加,该自动化系统包括大量联网的控制或计算机单元,对于提供监视、控制和调节功能而言,用于可靠地提供经由自动化系统分配的的功能的方法越发重要。在工业自动化系统的计算机单元之间或自动化设备之间的通信连接中断会导致不期望地或不必要地重复传输服务请求。在工业自动化系统中,特别的问题通常出现在从具有比较多的、但是相对短的消息的信息通信中,由此扩大了上述问题。

[0003] 为了能够补偿通信连接或通信设备的故障,开发了用于在高可用性工业通信网络中无干扰地冗余传输消息的通信协议。属于此的是在IEC62439-3标准中定义的高可用性无缝冗余(HSR)和并行冗余协议(PRP),并且在网络受干扰的情况下实现以极短的恢复时间无切换干扰地传输消息。根据高可用性无缝冗余和并行冗余协议,每个消息由发送通信设备复制并以两种不同的途径发送到接收器。通过接收侧的通信设备,从接收的数据流中滤除表示副本的冗余消息。

[0004] 在IEC 62439-3标准中,由于无线通信系统中的延迟运行时间相对长以及由此决定的非确定性传输行为,对于并行冗余协议(PRP)而言,至今为止仅规定了有线传输链路。在“Towards a Reliable Parallel Redundant WLAN Black Channel”,Markus Rentschler,Per Laukemann,IEEE 2012中,研究了WLAN传输链路在PRP通信网络中的适用性。借助于对用于例如空间、时间和频率的不同分集技术的并行应用,可以在WLAN通信网络中充分补偿随机信道衰落的影响。

[0005] 从EP 2712124A1中公开了一种冗余运行的工业通信系统,其具有冗余地联接到工业通信网络上的通信设备,在其中,至少分部段无线地进行消息传输。在工业通信网络中,设有多个缓冲存储器单元,其用于在网络节点处以线缆连接的方式接收的且由此待无线发送的消息元素。在超过最大缓冲大小时,删除位于相应的缓冲存储器单元中的最早的消息元素。在超过最大的缓冲大小之前,将最早的消息元素选择作为下一个待无线发送的消息元素。

[0006] 在DE 102012209509A1中描述一种用于在具有至少一个传输装置的移动用户与固定接收器之间安全地进行数据传输的装置。在此,移动用户可以在多个无线电单元之间切换。每个无线电单元具有至少一个传输设备,其以有线连接的方式连接到至少一个网络上。固定接收器同样以有线的方式连接到该至少一个网络上。不仅冗余地进行在移动用户与其各自所属的传输装置之间的无线传输,还冗余地进行在传输设备和至少一个所属的网络之

间的有线的数据传输。固定接收器冗余的,并且以有线连接的方式连接到网络上。

[0007] 申请号为16157779.6的早期欧洲专利申请涉及一种可冗余运行的工业通信网络,其中将具有冗余功能的第一通信设备经由第一通信网络端子和第二通信网络端子冗余地连接到第一交换机上。与之相应地,具有冗余功能的第二通信设备经由第一通信网络端子和第二通信网络端子冗余地连接到第二交换机上。将从第一通信设备和第二通信设备的第一通信网络端子传输给相应的交换机的数据帧分配给第一虚拟局域网,而将从第一通信设备和第二通信设备的第二通信网络端子传输给相应的交换机的数据帧分配给第二虚拟局域网。借助于相应的第一无线电收发信机站将分配给第一虚拟局域网的数据帧经由第一无线电网络发送,而借助于相应的第二无线电收发信机站经由第二无线电网络将分配给第二虚拟局域网的数据帧发送。

[0008] 从申请号为16157795.2的早期欧洲专利申请中,公开了一种用于工业自动化系统的无线通信系统,其中有至少一个第一通信设备和第二通信设备冗余地联接到工业通信网络中。第一通信设备和第二通信设备各自经由其第一通信网络端子和其第二通信网络端子直接地或间接地与相应的第一无线电收发信机站连接和与相应的第二无线电收发信机站连接。第一无线电收发信机站和第二无线电收发信机站根据分配给待发送的数据帧的目标MAC地址确定在预设的时间间隔内待发送的数据帧的顺序。在待发送到所选择的目标MAC地址处的数据帧之内的顺序通过其输入顺序确定。此外,第一无线电收发信机站和第二无线电收发信机站协调待发送的数据帧的顺序,使得两个无线电收发信机站总是将数据帧发送给不同的目标MAC地址。

[0009] 在用于WLAN收发信机站传输PRP数据帧的基于VLAN的方法中,该WLAN收发信机站连接在受限的有VLAN功能的交换机上,尽管分配给不同的VLAN,在这种交换机之内可靠地转发具有相同的源地址和目标地址的PRP数据帧也会产生问题。这种问题经常只能通过两个完全彼此分开的子网来解决。即使在利用经由共同的WLAN控制器驱控的无线电模块的解决方案中,对于用于传输PRP数据帧的基于VLAN的方法总是确保:并不跨越VLAN地获悉MAC地址。

## 发明内容

[0010] 本发明的目的在于,提供一种用于工业自动化系统的故障安全的无线电通信系统,所述无线电通信系统可以容易地集成到现有的通信网络中,并且实现无线电资源的有效使用,并且给出一种用于其运行的方法以及适合的系统部件。

[0011] 根据本发明,所述目的通过根据本发明的无线电通信系统和方法来实现。

[0012] 根据本发明的无线电通信系统包括至少一个冗余地联接到工业通信网络上的第一通信设备和第二通信设备,所述第一通信设备和第二通信设备各自具有至少一个第一和第二通信网络端子和与第一和第二通信网络端子连接的信号处理单元。处理单元具有多路复用单元和冗余处理单元,所述多路复用单元用于将待发送的数据帧并行转发给两个通信网络端子,冗余处理单元用于处理由两个通信网络端子接收的数据帧。冗余处理单元设计和设置用于检测所接收的冗余的数据帧。此外,设有至少一个网络基础结构设备,其具有多个通信网络端子和将通信网络端子彼此连接的耦合元件。

[0013] 根据本发明,第一通信设备经由其第一通信网络端子并且经由其第二通信网络端子与序列化单元连接,序列化单元经由刚好一个线路连接来连接到网络基础结构设备上。

在网络基础结构设备上连接有第一无线电基站和第二无线电基站。第二通信设备经由其第一通信网络端子并且经由其第二通信网络端子间接地或直接地与第一无线电用户站和第二无线电用户站连接。第一无线电用户站经由第一无线电连接与第一无线电基站连接,而第二无线电用户站经由第二无线电连接与第二无线电基站连接。无线电用户站和无线电基站例如能够分配给无线局域网、WiMAX移动无线网、UMTS移动无线网、LTE移动无线网或其他的移动无线网。

[0014] 此外,根据本发明,序列化单元设计和设置用于:以第一无线电用户站的地址各自替代在经由第一通信设备的第一通信网络端子传输的数据帧中的目标地址。附加地,根据本发明,序列化单元设计和设置用于:以第二无线电用户站的地址各自替代在经由第一通信设备的第二通信网络端子传输的数据帧中的目标地址。第一无线电用户站设计和设置用于:以在序列化单元中被替代的原始目标地址各自替代在经由第一无线电连接传输的数据帧中的、与第一无线电用户站的地址一致的目标地址。第二无线电用户站以相应的方式设计和设置用于:以在序列化单元中被替代的原始目标地址各自替代在经由第二无线电连接传输的数据帧中的、与第二无线电用户站的地址一致的目标地址。本发明以这样的方式经由WLAN传输链路实现了对PRP数据帧的传输,而对此在第一通信设备与第二通信设备之间不需要完全彼此独立的真实的或虚拟的子网。

[0015] 根据本发明的一个优选的设计方案,序列化单元设计和设置用于:将在经由第一通信设备的第一通信网络端子和第二通信网络端子传输的数据帧中的被替代的原始目标地址作为附加信息添加到相应的数据帧的预设范围中。此外,第一无线电用户站和第二无线电用户站能够设计和设置用于:根据相应的数据帧的预设范围中的附加信息,以原始目标地址各自替代在经由第一无线电连接和第二无线电连接传输的数据帧中的、与第一无线电用户站和第二无线电用户站的地址一致的目标地址。这实现了尤其可靠地替代和重建原始目标地址。第一通信设备、第二通信设备、网络基础结构设备或序列化单元例如能够是基于计算机的装置的、软件实现的和/或虚拟化的功能单元。

[0016] 优选地,通过统一的序列号表示彼此冗余的数据帧。在此,第一通信设备和第二通信设备的信号处理单元设计和设置用于将序列号配发给待冗余传输的数据帧。特别地,能够根据并行冗余协议进行对待冗余传输的数据帧的传输。在该情况下,序列化单元有利地设计和设置用于:将在经由第一通信设备的第一通信网络端子和第二通信网络端子传输的数据帧中的被替代的原始目标地址作为附加信息添加到相应的数据帧的PRP尾部中。与之相应地,第一无线电用户站和第二无线电用户站能够设计和设置用于:根据相应的数据帧的PRP尾部中的附加信息,以原始目标地址各自替代在经由第一无线电连接和第二无线电连接传输的数据帧中的、与第一无线电用户站和第二无线电用户站的地址一致的目标地址。第一通信设备和第二通信设备例如能够是PRP冗余盒。经由这种PRP冗余盒能够各自将至少一个简单(einfach)联接的通信设备与工业通信网络连接。

[0017] 依照根据本发明的运行用于工业自动化系统的无线电通信系统的方法,至少一个第一通信设备和第二通信设备冗余地联接到工业通信网络上。在此,第一通信设备和第二通信设备各自具有至少一个第一和第二通信网络端子和与第一和第二通信网络端子连接的信号处理单元。信号处理单元将待发送的数据帧并行地转发给两个通信网络端子,并且检测由两个通信网络端子接收的冗余的数据帧。此外,设有至少一个网络基础结构设备,其

具有多个通信网络端子和将通信网络端子彼此连接的耦合元件。

[0018] 根据本发明,第一通信设备经由其第一通信网络端子并且经由其第二通信网络端子与序列化单元连接,序列化单元经由刚好一个线路连接来连接到网络基础结构设备上。将第一无线电基站和第二无线电基站连接到网络基础结构设备上。第二通信设备经由其第一通信网络端子和经由其第二通信网络端子间接地或直接地与第一无线电用户站和第二无线电用户站连接。第一无线电用户站经由第一无线电连接与第一无线电基站连接。与之相应地,第二无线电用户站经由第二无线电连接与第二无线电基站连接。序列化单元以第一无线电用户站的地址各自替代在经由第一通信设备的第一通信网络端子传输的数据帧中的目标地址。此外,序列化单元以第二无线电用户站的地址各自替代在经由第一通信设备的第二通信网络端子传输的数据帧中的目标地址。与之相应地,第一无线电用户站以在序列化单元中被替代的原始目标地址各自替代在经由第一无线电连接传输的数据帧中的、与第一无线电用户站的地址一致的目标地址。类似于此,第二无线电用户站以在序列化单元中被替代的原始目标地址各自替代在经由第二无线电连接传输的数据帧中的、与第二无线电用户站的地址一致的目标地址。

#### 附图说明

[0019] 下面以实施例借助于附图详细阐述本发明。在此,

[0020] 图1示出用于工业自动化系统的无线电通信系统的第一部分,其具有第一PRP冗余盒、交换机和多个连接到交换机上的WLAN基站,

[0021] 图2示出无线电通信系统的第二部分,所述第二部分具有第二PRP冗余盒和多个连接到第二PRP冗余盒上的WLAN用户站。

#### 具体实施方式

[0022] 在图1中示出的用于工业自动化系统的无线电通信系统的第一部分包括第一PRP冗余盒102,其具有至少3个通信网络端子。在当前的实施例中根据并行冗余协议 (PRP) 传输待冗余传输的数据帧。第一PRP冗余盒102经由第一通信网络端子和第二通信网络端子冗余地连接到序列化单元上。此之,序列化单元经由刚好一个线路连接来连接到交换机104上。交换机104包括多个通信网络端子和将通信网络端子彼此连接的耦合元件。这种耦合元件例如能够通过高速总线或具有配属的控制器的背板式交换机实现。

[0023] 在当前的实施例中,在管理系统层上将SCADA系统101 (监视控制系统与数据采集) 连接到互联端口上,所述互联端口为第一PRP冗余盒102的第三通信网络端子。此外,无线电通信系统的第一部分包括连接到交换机104上的WLAN基站141-144。代替WLAN基站原则上也能够使用用于WiMAX移动无线网、UMTS移动无线网、LTE移动无线网或其他的移动无线网的无线电-基站-站。以下的实施例类似地在这里也适用。

[0024] 根据图2,无线电通信系统的第二部分包括第二PRP冗余盒202,所述第二PRP冗余盒同样具有至少三个通信网络端子。第二PRP冗余盒202经由其第一通信网络端子和经由其第二通信网络端子各自与WLAN用户站221、222连接。在当前的实施例中,在现场层上将工业自动化系统的传感器或执行器系统201连接到互联端口上,所述互联端口为第二PRP冗余盒202的第三通信网络端子。所述传感器或执行器系统201例如能够是制造机器人、用于输送



系统的驱动器、用于运输系统的控制单元或生产线上的操作和观察站。在当前的实施例中，第一WLAN用户站221经由第一无线电连接100与第一WLAN基站141连接，而第二WLAN用户站222经由第二无线电连接200与第二WLAN基站142连接。对于第一无线电连接100，使用第一WLAN-SSID，而对于第二无线电连接200，使用第二WLAN-SSID。在此，第一WLAN-SSID和第二WLAN-SSID彼此不同。

[0025] 第一PRP冗余盒102和第二PRP冗余盒202各自具有与其通信端子连接的信号处理单元，所述信号处理单元包括用于将待发送的数据帧 (Frames帧) 并行地转发给相应的第一和第二通信网络端子的多路复用单元。通过多路复用单元，复制由简单联接的通信或自动化设备101、如SCADA系统101发送的数据帧10，从而产生具有相同的源地址和目标地址的相互冗余的PRP数据帧11、12。相互冗余的PRP数据帧11、12通过统一的序列号标识，通过相应的信号处理单元将所述序列号配发至待冗余传输的PRP数据帧11、12。随后，相互冗余的数据帧11、12由相应的PRP冗余盒102、202转发给序列化单元或转发给WLAN用户站221-222。

[0026] 此外，第一PRP冗余盒102和第二PRP冗余盒202各自具有用于处理由相应的第一通信网络端子和第二通信网络端子接收的数据帧的冗余处理单元。冗余处理单元设置用于检测和滤除接收的冗余的数据帧。此外，给相应的信号处理单元分配各一个存储单元，所述存储单元存储已经无误地接收到的数据帧的序列号。在接收到新的数据帧时，冗余处理单元对与已经存储的序列号的一致性进行检查。

[0027] 序列化单元配置用于：以第一WLAN用户站221的MAC地址各自替代在经由第一PRP冗余盒102的第一通信网络端子传输的PRP数据帧11中的目标MAC地址，并且以第二WLAN用户站222的MAC地址各自替代在经由第一PRP冗余盒102的第二通信网络端子传输的PRP数据帧12中的目标MAC地址。以该方式，从相互冗余的PRP数据帧11、12中产生修改的数据帧13、14，这些修改的数据帧在其目标MAC地址方面不同。因此，修改的数据帧13、14能够顺利地根据其目标MAC地址通过交换机104转发到第一WLAN基站141或第二WLAN基站142，以便从那里被发送给第一WLAN用户站221或第二WLAN用户站222。为了修改相互冗余的PRP数据帧11、12，序列化单元将被替代的原始目标MAC地址作为附加信息添加到相应的修改的数据帧13、14的PRP尾部中。

[0028] 通过序列化单元在第一无线电连接100或第二无线电连接200的结构范围内获悉WLAN用户站221、222的MAC地址。首先，将WLAN用户站221、222的MAC地址存储在分配给相应的WLAN基站141、142的源地址表格 (SAT) 中。随后，WLAN用户站221、222的MAC地址例如能够通过序列化单元从相应的源地址表格中读出，或者WLAN基站141、142将关于所连接的WLAN用户站的相应的信息传输给序列化单元。

[0029] 对应于序列化单元，第一WLAN用户站221配置用于：以在序列化单元中被替代的原始目标MAC地址各自替代在经由第一无线电连接100传输的修改的数据帧13中的、与该用户站的MAC地址一致的目标MAC地址。类似于此，第二WLAN用户站222配置用于：以在序列化单元中被替代的原始目标MAC地址各自替代在经由第二无线电连接200传输的修改的数据帧14中的、与该用户站的MAC地址一致的目标MAC地址。在此，根据在相应的修改的数据帧13、14的PRP尾部中的附加信息，第一WLAN用户站221和第二WLAN用户站222各自替换与其地址一致的目标MAC地址。以该方式，重建原始的PRP数据帧11、12。重建的PRP数据帧11、12随后能够为了过滤副本而传输给第二PRP冗余盒202。

[0030] 在将冗余的PRP数据帧从第二PRP冗余盒202经由两个无线电连接100、200传输给第一PRP冗余盒102时,通过WLAN用户站221、222和通过序列化单元交换源MAC地址代替目标MAC地址。这表示:WLAN用户站221、222以其自身的MAC地址各自替代在由第二PRP冗余盒202接收的PRP数据帧中的源MAC地址。以该方式,从相互冗余的PRP数据帧中产生修改的数据帧,这些修改的数据帧在其源目标MAC地址方面不同。因此,为了将PRP数据帧11、12从第一PRP冗余盒102传输至另一PRP冗余盒202,存储在上述源地址表格中的地址信息保持一致,。

[0031] 为了修改相互冗余的PRP数据帧,WLAN用户站221、222将被替代的原始源MAC地址作为附加信息添加到相应的修改的数据帧的PRP尾部中。与之相对应,序列化单元根据PRP尾部中的附加信息各自以原始源MAC地址替代在经由交换机104传输的修改的数据帧中的、与WLAN用户站221、222的MAC地址一致的源MAC地址。

[0032] 为了更好地概览并且为了更简单地理解,在当前的实施例中,将PRP冗余盒102、202、序列化单元和交换机104各自作为单独的单元示出。原则上,PRP冗余盒102、202、序列化单元或交换机104也能够是基于计算机的装置的软件实现的或虚拟化的功能单元并且例如作为例程在计算机上运行。这尤其适用于将第一PRP冗余盒102、序列化单元和交换机104组合在共同的计算机单元中。

[0033] 如果第二PRP冗余盒202类似于第一PRP冗余盒102经由交换机与WLAN用户站221、222连接,那么第二PRP冗余盒202同样经由序列化单元与该交换机连接。此外,也应在经由无线电连接100、200待传输的冗余的数据帧中通过序列化单元对目标MAC地址和源MAC地址进行替代。借此确保:在交换机中经由无线电连接100、200在不同的端口处接收的数据帧,尤其在通过WLAN用户站221、222或通过WLAN基站141、142将原始目标MAC地址重建之后,总是具有不同的源MAC地址。也在将共同的WLAN控制器用于WLAN用户站221、222的情况下,应当通过序列化单元对目标MAC地址和源MAC地址进行替代。

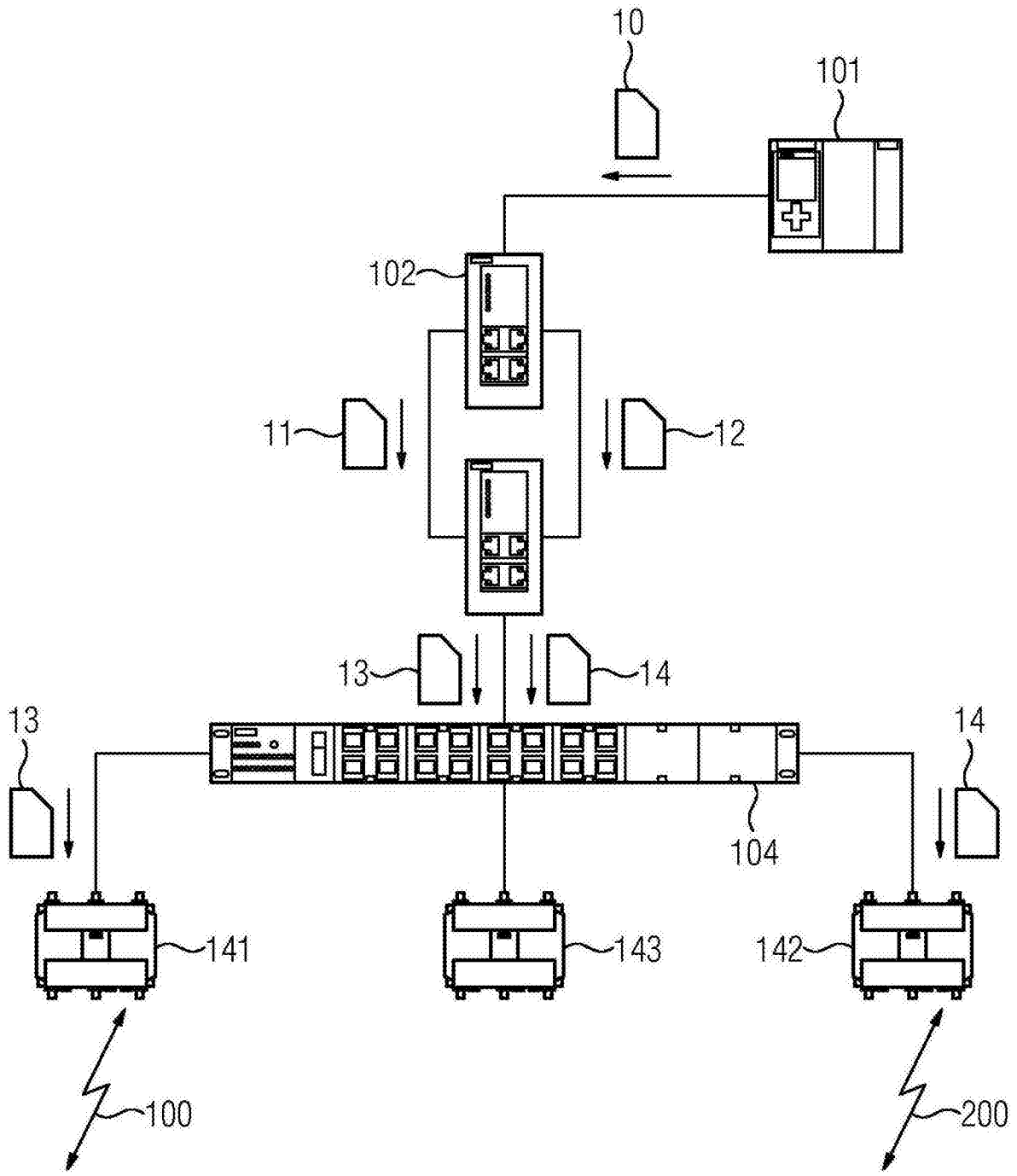


图1

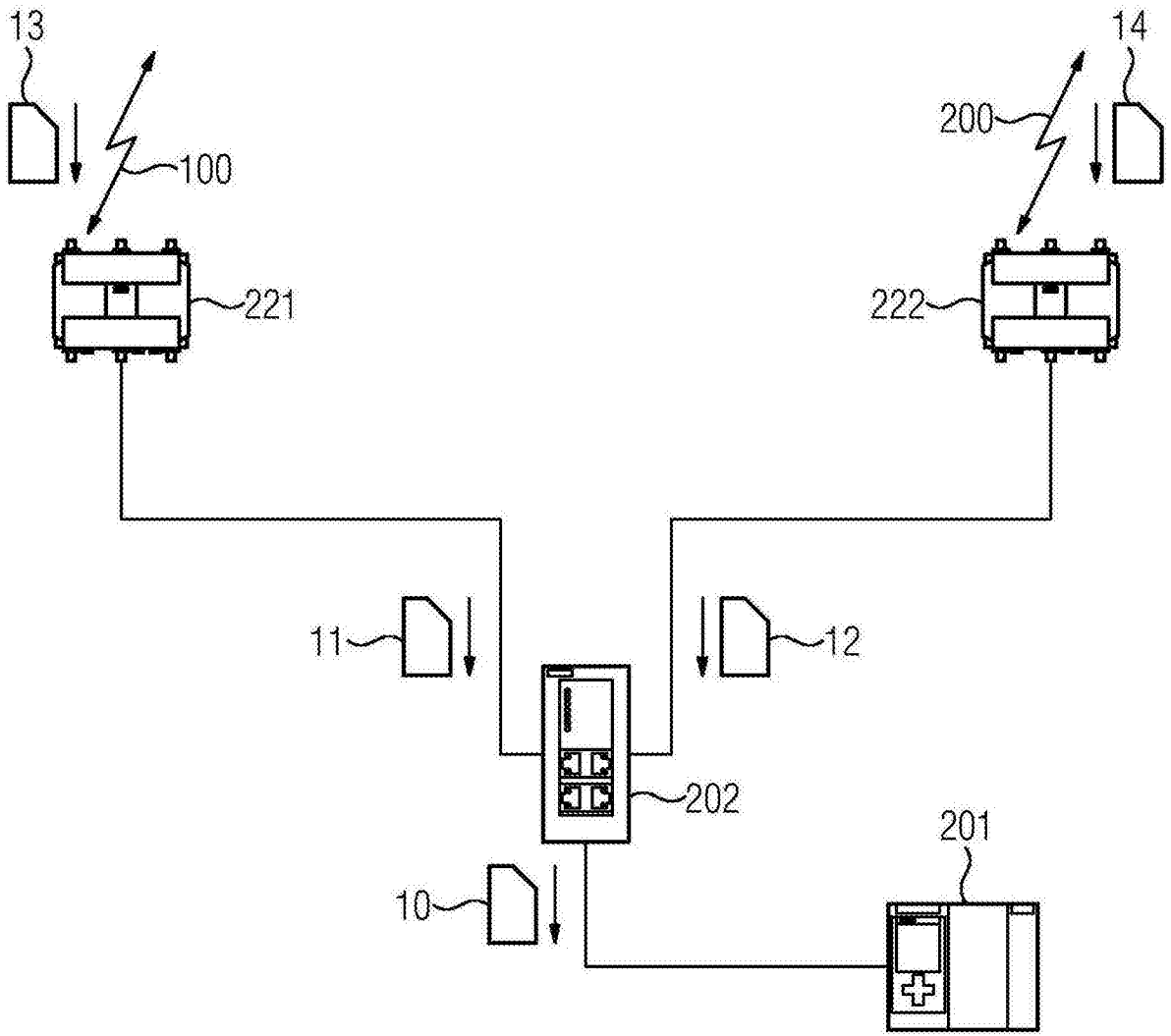


图2