



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101674246 B

(45) 授权公告日 2013. 12. 25

(21) 申请号 200910205787. 4

(22) 申请日 2009. 08. 18

(30) 优先权数据

08105066. 8 2008. 08. 18 EP

(73) 专利权人 ABB 技术有限公司

地址 瑞士苏黎世

(72) 发明人 W·温默

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司  
72001

代理人 张雪梅 李家麟

(56) 对比文件

US 2008127210 A1, 2008. 05. 29,

CN 1224518 A, 1999. 07. 28,

WO 2008011618 A2, 2008. 01. 24,

US 2007147415 A1, 2007. 06. 28,

黄智宇等. 基于 VLAN 技术的电子式互感器数字接口. 《电工技术学报》. 2008, 第 23 卷(第 3 期), 40-44.

审查员 袁翠

(51) Int. Cl.

H04L 12/24(2006. 01)

H04L 12/70(2013. 01)

H04L 12/46(2006. 01)

H02J 13/00(2006. 01)

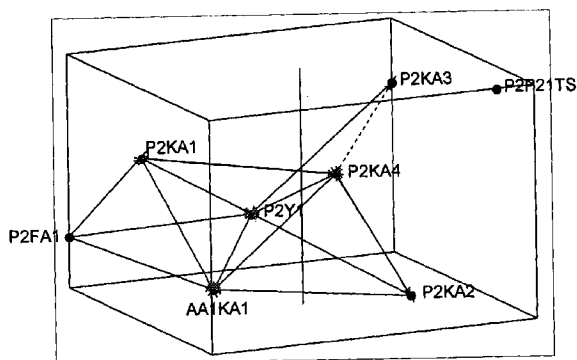
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

用于分析过程控制系统中通信配置的方法和  
设备

(57) 摘要

本发明涉及过程控制系统中的通信配置分析。涉及通过如下方式对过程控制(PC)系统或变电站自动化(SA)系统中的通信配置的分析:以一种特定的方式评估配置为用于在该系统的通信网络上的传输的每个网络报文和/或各自的报文源。从逻辑数据流描述中检索或者确定接收器IED,其中该逻辑数据流描述是PC或SA系统的标准化配置表示的一部分,并且以控制块形式包括每个报文的形式信息。例如鉴于后面的网络负载分析、虚拟局域网分配、或数据流的图形显示,针对每个所检索的接收器IED,评估或处理去往或指向该特定的接收器IED的所有网络报文的总数。示例性感兴趣的网络报文包括循环点对点报告及实时组播报文和基于事件的组播报文。



1. 一种用于分析过程控制 PC 系统的通信配置的方法,所述过程控制 PC 系统具有多个智能电子设备 IED,其连接到基于以太网交换机的通信网络,其中所述多个智能电子设备 IED 中的发送器 IED 将包括周期性组播报文的不同的报文发送给不同的预先确定的所述多个智能电子设备 IED 中的接收器 IED,该方法包括:

针对所述多个 IED 中的每个发送器 IED 并且针对被配置为由所述发送器 IED 发送的每个报文,从包括逻辑数据流定义的 PC 系统的标准化配置描述中检索所述报文去往的接收器 IED,以及

针对所述多个 IED 中的每个接收器 IED,评估去往该接收器 IED 的所有报文的总数。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于包括:

针对每个发送器 IED 并且针对由所述发送器 IED 发送的每个报文,从 PC 系统的标准化配置描述中检索形式信息,

针对每个接收器 IED,合并去往该接收器 IED 的所有报文的形式信息,

针对每个接收器 IED,基于被合并的形式信息确定通信负载。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其特征在于包括:

针对基于事件的报告,检索总体数据变化率和突发量。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于包括:

针对每个发送器 IED 并且针对由所述发送器 IED 发送的每个报文,从 PC 系统的标准化配置描述中,检索虚拟局域网标识符 VLAN ID,

针对每个接收器 IED,合并去往该接收器 IED 的所有报文的 VLAN ID,以及

将被合并的 VLAN ID 分配给该接收器 IED 所连接到的通信网络的交换机的边缘端口。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于包括:

生成所述多个 IED 的三维 3D 表示,其中在任意两个 IED 之间具有最大距离并且在任意两个正在交换报文的 IED 之间具有最小距离,并且

将该 3D 表示显示给使用者以用于视觉检查。

6. 根据权利要求 5 所述的方法,其特征在于包括:

通过定义排斥力来最大化任意两个 IED 之间的距离,并且通过定义吸引力来最小化 IED 表示之间的距离,并且

从标准化配置描述中,检索形式信息并且在 3D 表示中对形式信息进行编码。

7. 根据权利要求 1-6 中任一项所述的方法,其特征在于,所述过程控制 PC 系统是变电站自动化 SA 系统。

8. 一种用于分析过程控制 PC 系统的通信配置的设备,所述过程控制 PC 系统具有多个智能电子设备 IED,其连接到基于以太网交换机的通信网络,其中所述多个智能电子设备 IED 中的发送器 IED 将包括周期性组播报文的不同的报文发送给不同的预先确定的所述多个智能电子设备 IED 中的接收器 IED,该设备包括:

检索部件,用于针对所述多个 IED 中的每个发送器 IED 并且针对被配置为由所述发送器 IED 发送的每个报文,从包括逻辑数据流定义的 PC 系统的标准化配置描述中检索所述报文去往的接收器 IED,以及

评估部件,用于针对所述多个 IED 中的每个接收器 IED,评估去往该接收器 IED 的所有报文的总数。

9. 根据权利要求 8 所述的设备,其特征在于,还包括:

用于针对每个接收器 IED 检索以及合并去往该接收器 IED 的所有报文的形式信息的部件,以及

用于针对每个接收器 IED 基于被合并的形式信息确定通信负载的部件。

10. 根据权利要求 8 所述的设备,其特征在于,还包括:

用于针对每个接收器 IED 检索以及合并去往该接收器 IED 的所有报文的虚拟局域网标识符 VLAN ID 的部件,以及

用于将被合并的 VLAN ID 分配给该接收器 IED 所连接到的通信网络的交换机的边缘端口的部件。

11. 根据权利要求 8 所述的设备,其特征在于,还包括:

用于生成所述多个 IED 的三维 3D 表示的部件,其中在任意两个 IED 之间具有最大距离并且在任意两个正在交换报文的 IED 之间具有最小距离,及

用于用于将该 3D 表示显示给使用者以用于视觉检查的部件。

12. 根据权利要求 8-11 中任一项所述的设备,其特征在于,所述过程控制 PC 系统是变电站自动化 SA 系统。

## 用于分析过程控制系统中通信配置的方法和设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及过程控制系统领域、尤其是涉及具有标准化配置表示的变电站自动化系统。

### [0002] 背景技术

[0003] 高压和中压电力网络中的变电站包括通常布置在开关场 (switch yard) 和 / 或间隔 (bay) 中的一次设备、如电缆、电线、母线、开关、电力变压器和仪用互感器。这些一次设备通过变电站自动化 (SA) 系统以自动化方式运作。SA 系统包括二次设备、即所谓的智能电子设备 (IED), 其负责保护、控制和监测一次设备。IED 可以被分配到层次式的层、即站级层、间隔层和过程层, 后者通过所谓过程接口与间隔层分隔开。SA 系统的站级层包括具有人机界面 (HMI) 的操作员工作站 (OWS) 和到网络控制中心 (NCC) 的网关。间隔层上的 IED, 也叫做间隔单元, 进而被相互连接, 并且主更为了交换命令和状态信息的目的也通过间隔间的总线或站级总线而被连接到站级层上的 IED。

[0004] 过程层上的 IED 包括: 用于电压 (VT)、电流 (CT) 和气体密度测量的电子传感器; 用于感测开关和变压器抽头转换器位置的接触探头; 和 / 或用于控制开关装置 (switchgear) 如电路断路器或隔离开关的智能执行机构 (I/O)。示例性的过程层 IED、比如非常规变流器或变压器包括用于对模拟信号进行采样的模数 (AD) 转换器。过程层 IED 通过过程总线连接到间隔单元, 可以认为该过程总线是取代常规的硬布线过程接口的过程接口。常规的硬布线过程接口通过专用的 Cu 线将开关场中的常规变流器或变压器连接到间隔层设备, 在这种情况下仪用互感器的模拟信号被间隔单元采样。

[0005] 国际电工委员会 (IEC) 已经提出了一种用于在变电站的二次设备之间通信的通信标准作为名为“变电站中的通信网络和系统”的标准 IEC 61850 的一部分。对于非时间关键的报文, IEC 61850-8-1 规定了基于精简的开放式系统互连 (OSI) 协议栈的制造报文规范 (MMS, ISO/IEC 9506) 协议, 其中该 OSI 协议栈具有分别处于传输层和网络层中的传输控制协议 (TCP) 和网际协议 (IP), 并且 IEC 61850-8-1 规定以太网和 / 或 RS-232C 作为物理介质。对时间关键的基于事件的报文, IEC 61850-8-1 规定了直接处于通信栈的以太网链路层上的面向通用对象的变电站事件 (GOOSE)。对于在过程层非常快速地周期性变化的信号、比如所测量的模拟电压或电流, IEC 61850-9-2 规定了采样值 (SV) 服务, 其与 GOOSE 一样直接基于以太网链路层。因此, 该标准定义了一种发布的格式、比如工业以太网上的组播报文、过程层上的基于事件的报文和来自电流和电压传感器的数字化测量数据。SV 和 GOOSE 报文通过过程总线传输, 特别在成本效益高的介质或低压变电站中, 该过程总线可延伸至相邻间隔、即超出传感器被分配给的间隔。在后一种情况下, 除了过程数据, 该过程总线还传输以其它方式通过专用的站级总线被交换的与命令和 / 或状态有关的报文。在下文中, 消除了 SA 系统中的过程总线和站级总线的区别。

[0006] 在一般的通信系统技术中, 在通过将多个计算机或其它智能设备连接在一起而构建的局域网 (LAN) 中, 被称为“虚拟 LAN” (VLAN) 的概念使用任意地和逻辑地对连接到网络交换机的终端或节点进行分组这一功能。根据 IEEE802.1Q 的以太网 VLAN 允许限制对 VLAN

内的连接到以太网网络的终端的访问,以及限制流向以太网网络的预定义部分的组播以太网报文数据流,其中在所述预定义部分中连接有属于相同 VLAN 的接收器终端。因此,VLAN 能够减少不必要的网络通信量并确保安全。

[0007] 在现有技术的基于以太网交换机的网络的情况下,在以太网交换机的范围内来处理 VLAN 定义,因此,必须将以太网交换机配置为或以其它方式使其知道相关的 VLAN。具体而言,对于交换机的每个端口,交换机必须知道特定的输入 VLAN(组播)的报文是否将要被转发到该端口,也就是说,该端口是否作为输出端口也属于该输入报文的 VLAN。

[0008] 在现有技术的基于交换机的以太网网络的情况下,假定任意单个连接的终端都属于一个特定的 VLAN。则该终端只能够与属于相同 VLAN 的其它终端进行对话。在配置所述交换机时,通向这些通信终端的端口因此被称为访问端口,并且只允许这些访问端口属于一个 VLAN,而通信系统内部的被称为中继端口(trunkport)的其它端口可以属于若干 VLAN。一旦知道访问端口的 VLAN ID,则交换机可以自动确定中继端口必定所属的 VLAN ID。

[0009] 基于 IEC61850 的 SA 系统通过标准化配置表示或被称为变电站配置描述(SCD)的形式系统(formal system)描述来配置。SCD 文件以“每报文”为基础包括 IED 之间的逻辑数据流、也就是说针对每个报文源包括:目标或接收器 IED、按照数据集定义的报文大小以及所有周期性通信量(比如 GOOSE、SV)的报文发送速率和完整性报告的列表。SCD 文件同样规定了组播报文到虚拟局域网(VLAN)中的分布,其中单个 IED 可以在 SA 通信系统的不同 VLAN 中为了不同的目的而发送不同的实时报文。因此,访问端口的上面的概念不能够被应用;但是,边缘端口的概念(即在物理网状网络中的 RSTP 循环避免(loop avoidance)算法中不需要考虑的端口)仍然有效(在这种标记法中,连接到端节点的边缘端口或者被分配给单个 VLAN 的 IED 对应于访问端口)。这使得在交换机上对 VLAN 的配置复杂化。

[0010] 大型过程控制系统由于穿过整个系统的组播通信而具有增加的实时关键的通信需求,对于这些系统而言,通信网络负载变得关键。对于根据 IEC 61850 的组播 GOOSE 和 SV 报文尤其是这种情况,并且这对整个通信系统以及单个报文接收器都具有影响。另外,尤其是在具有多达 500 个相互通信的 IED 的过程控制系统中,数据流定义的一致性、完整性和/或正确性不容易被验证或甚至可视化。在这方面,下面发明的原理和方法绝不限于用在变电站自动化中,而是同样适用于其它具有标准化配置描述的过程控制系统。特别地,应当注意 IEC61850 也是水电站、风电系统和分布式能源(DER)所采用的标准。

## 发明内容

[0011] 因此,本发明的目的是阻止具有多个智能电子设备(IEDs)的过程控制(PC)系统或变电站自动化(SA)系统的通信网络中的通信中断。此目的通过分别根据本发明的一种用于分析通信配置的方法和一种工程工具来实现。根据从属权利要求要求,其它的优选实施方式变得显而易见。

[0012] 根据本发明,通过以特定的方式评估每个网络报文和/或各自的报文源来分析 PC 或 SA 系统中的通信,其中所述网络报文和/或各自的报文源被配置为用于在上述系统的通信网络上的传输。从逻辑数据流描述中检索(retrieve)或者确定接收器 IED,其中该逻辑数据流描述是 PC 或 SA 系统的标准化配置表示的一部分,并且以控制块的形式包括每个报文的形式信息。例如,鉴于后面的网络负载分析、虚拟局域网分配或数据流的图形显示,对

于每个所检索的接收器 IED, 评估或处理去往或指向该特定接收器 IED 的所有网络报文的总数。示例性的感兴趣的网络报文包括循环点对点报告、以及按照 IEC 61850 包括周期性的或重复的实时组播报文 (采样值 SV) 和基于事件的组播报文 (面向通用对象的变电站事件 GOOSE)。

[0013] 在本发明的一个优选变型方案中, 关于单个报文的形式信息、比如大小或发送速率从标准化配置表示中被检索, 按照每接收器 IED 被合并或分组, 并且被评估以确定在接收器 IED 处的网络负载情况。对于基于事件的报告, 所检索的形式信息优选地包括: 总体数据变化率, 其指示正常状态数据流, 例如针对被测报文源的 1 报文 / 秒来报告一个间隔中基于事件的测量变化; 以及突发量 (burst size), 其指示最大或最坏情况降值负载, 例如对于上述被测报文源在 200ms 内 5 条报文, 加上每个具有开关位置变化、保护跳闸或监督警报的事件源 5 条报文。由此, 对于每个接收器 IED, 基于在对在不同情况下接收到的报文的预测, 并且在隐含假定接收器 IED 所连接到的边缘端口处的适当的交换机端口输出过滤器 (filter) 实际上阻止将组播报文转发到所考虑的接收器 IED 情况下, 正常的和异常的网络负载能够被预先计算出。

[0014] 在另一优选的变型方案中, 所检索的形式信息包括去往接收器 IED 的报文的虚拟局域网标识符 (VLAN ID)。通过知道接收器 IED 处的相关 VLAN ID, 能够在该 IED 直接连接到的交换机处滤除所有不需要的组播报文, 并且给接收器 IED 解除接收这些未经请求的组播报文。在上下文中, 并且如前面所述, 不同的网络报文, 即使起源于相同的发送器 IED, 仍然可能指向不同的接收器 IED, 这排除了为了确定在单独的接收器 IED 处的状况而使用常规 VLAN 概念。

[0015] 在本发明另一优选的实施方式中, 通过同时最大化任意两个 IED 表示之间的距离和最小化任意两个通信的 IED 表示之间的距离, 产生 IED 之间的数据流的三维 (3D) 表示。这提供了在给定体积内的 IED 表示的均衡分布。结合对生成的配置的适当旋转和 / 或观察者位置的变化, 这种表示使得本领域技术人员能够快速且容易地发现在数据流配置中的任何不一致性、不正确性和 / 或不完整性。

[0016] 优选地, 通过分别给任意两个 IED 和任意两个通信的 IED 或者它们的数据流连接分配排斥力和吸引力来优化 IED 间的距离。在 3D 表示中, 可以通过颜色、线条粗细等来对恰当的形式信息、比如报文类型和大小进行编码。

[0017] 本发明还涉及一种计算机程序产品, 其包括计算机程序代码, 用于控制工程 / 分析工具的一个或多个处理器或者适用于连接到 SA 或 PC 系统的通信网络并被配置为存储 SA 或 PC 系统的标准化配置表示的其它设备的一个或多个处理器, 特别地, 本发明涉及一种包括里面含有所述计算机程序代码的计算机可读介质的计算机程序产品。

## 附图说明

[0018] 参考在附图中表示的优选的示例性的实施例, 将在下面的篇幅中更详细地说明本发明的主题, 附图:

[0019] 图 1 为多个 IED 之间逻辑数据流的功能图,

[0020] 图 2 为具有 IED 的格式配置描述的 SCL 文件的摘录, 以及

[0021] 图 3 为逻辑数据流的 3D 表示。

## 具体实施方式

[0022] 通常,通信系统的性能计算利用一些对性能场景和通信电报的协议结构的假设而人工完成。只要在通信量主要是以星形的形式去往几个站级层设备,并且来自间隔层设备的负载对于每个间隔大致相同并且因此恰好可以被相乘,则这就是可行的。然而,在新的通信工具、比如在 IEC 61850 中定义的面向通用对象的变电站事件 (GOOSE) 和采样值 (SV) 被使用在任意 IED 之间的情况下,尤其是如果组播报文不受虚拟局域网 (VLAN) 配置的约束并且在并不真正需要组播信息的 IED 处产生未经请求的负载,则情况就改变了。

[0023] 图 1 是一个功能图,其示出了示例性的变电站自动化 (SA) 系统的智能电子设备 (IED) 之间的所配置的通信或逻辑数据流。这类表示对于具有多达 500 个通信 IED 的系统不是很实用。

[0024] 根据 IEC 61850 的变电站配置描述 (SCD) 描述包括通信部分,该通信部分除了具有用于基于事件进行报告的控制块之外,还具有用于在逻辑子网络 (即其中每个 IED 都可以与任意其它所连接的 IED 在没有插入其间的路由器的情况下取得联系的物理以太网段) 内的待发送的基于实时的报文 (GOOSE 和 SV) 的控制块。GOOSE 和 SV 控制块识别所有的与 VLAN 有关的报文的发送器。如果它们还未包括给 VLAN 的分配,则在需要时并且基于用户定义的报文类,可以将唯一的无歧义的 VLAN 标识符分配给控制块。与组播 GOOSE 和 SV 不同,所报告的事件总是仅仅指向一个专用的接收器 IED。

[0025] 图 2 包含一个 SCL 文件的摘录,该 SCL 文件尤其是与在图 1 中介绍的 SA 通信系统的 IED P2KA4 有关。图 2 中重现的 SCL 文件的部分将数据集“positions (位置)”、来自特定 IED 的数据流定义为未缓冲的报告 (例如,到网关 P2Y1 和 OPC 服务器 AA1KA1 的“position”) 和 GOOSE 报文 (例如,到 IED P2KA3, P2KA1, P2KA2 的“interlock (互锁)”) 的源,以及将 VLAN 标识符 (“VLAN-PRIORITY”4) 和发送频率 (MinTime, MaxTime) 定义为 GOOSE 互锁报文的示例性形式信息。

[0026] 更一般地,SCD 描述为每个控制块、即为每个报文类型或对应的报文源 / 服务类规定了接收器或预期的目标 IED,由此定义了逻辑数据流。根据该信息,通过将发送器的 VLAN ID 传输给所有的接收器,所有接收器的 VLAN ID 的总数也被定义。另外,控制块包括关于发送速率 (SV 采样速率、GOOSE 最大时间 & 最小时间、报告的完整性时期) 的形式信息和数据集的参考,其中对所述形式信息和数据集的参考的分析产生所发送的数据值的数目和报文的大小。

[0027] 通过使用所有这些信息并且为基于事件的报告增加正常状态数据改变率 (例如每秒每个控制块一个改变值,意味着一个 1000 比特的报文) 和突发改变量 (例如每个事件相关的控制块 5 条报文),可以为每个接收器 IED 计算平均正常负载以及负载降值。计算出的负载考虑由于在连接交换机网络中对 VLAN 的正确应用所导致的路由限制,也就是说,对于具有恰当配置的 VLAN 的通信系统,该结果是有效的。与适当的 IED 处理速率相比,这指示了正常情况下接收器是否过载,以及需要多长时间来处理突发。

[0028] 下面的表格示出对图 1 中所介绍的 IED 和 / 或 SA 通信系统的性能计算结果。该表格列出了每个 IED 的正常状态下的接收负载 (平均比特率,第 2 列;报文速率,第 3 列)、以及在事件情况下的基于 GOOSE 重复的突发报文的数量 (第 4 列) 以及 VLAN 标识符 (第

5 列)。名为 P2FA1 的 IED 只发送报文,因此在表中不考虑。

[0029]

| IED 名称 | 千比特/秒 | 报文/秒 | 突发报文 | VLAN IDs |
|--------|-------|------|------|----------|
| P2KA1  | 2     | 2    | 6    | 222 111  |
| P2KA4  | 7     | 3    | 9    | 111      |
| P2KA2  | 1     | 1    | 3    | 111      |
| P2KA3  | 1     | 1    | 3    | 111      |
| AA1KA1 | 5     | 5    | 25   |          |
| P2Y1   | 5     | 5    | 25   |          |

[0030] 图 3 是自动生成的对数据流的三维 (3D) 表示,其中所述数据流由于其在下面将进一步详述的建立算法因而以对称的方式来描述对称的流。利用一些解释图示结构的经验,可以发现甚至是大型的通信系统的数据流中的不规则性,并且识别它们的起源(是有意的还是工程故障、比如丢失的数据连接?)。

[0031] 3D 表示的产生如下所述:

[0032] 1、IED 被随机放置到立方体或其他任意形状的体积中。IED 相互之间具有排斥力,这导致 IED 分散在该立方体或体积的表面处。

[0033] 2、每个从发送器 IED 去往接收 IED 的数据流由连线或箭头来表示并通过在两个 IED 之间添加吸引力而被建模。

[0034] 3、吸引力和排斥力的使用产生在该立方体内对该系统和 IED 之间的数据流的 3D 表示。该 3D 表示被投影到将被呈现在屏幕上的 2D 平面,并且可以(人工或者自动地)在 2D 平面中被旋转以研究其形状和性质。

[0035] 特别的,3D 表示示出了紧密连接的 IED 群(cluster)并且从而有助于根据关于报文吞吐量以及可用性的功能性需求来设计物理结构。另外,3D 表示能够通过以下方式被增强:对数据流连接的较高的报文负载使用较大的吸引力,并且根据所使用的服务和产生的负载使用不同的线条颜色或粗细;以及在知道接收器 IED 的处理能力或物理极限的情况下,高亮过载 IED 或描述相应的负载。最后,如果要研究某种数据流类型或者某个应用,可以使用不同的过滤标准、如 VIAN ID、数据集名称、应用 ID 和子网络来过滤用于 3D 表示的数据流。

[0036] 通过包括在线数据,可以将被配置为执行前述分析的工程/分析工具扩展为测试/监督工具。将 3D 表示与在运行中确定的 IED 健康状态和/或与(非)接收到的报文相结合并且例如以红色表示这些故障(正发生故障的 IED 或中断的数据流连接),使得本领域技术人员能够容易理解或预期该通信系统的结果。

[0037] 如果前述分析根据 IEC 61850(代替物理 IED)在功能层执行、即指向逻辑装置或甚至逻辑节点,能够实现将功能最佳地聚集到物理 IED 上。举例来说,从通信负载的角度来看,控制和互锁功能可以有利地被结合到单个专用的 IED 上,而保护功能可以位于多个不

---

同的 IED 上或由多个不同的 IED 提供服务 (host)。

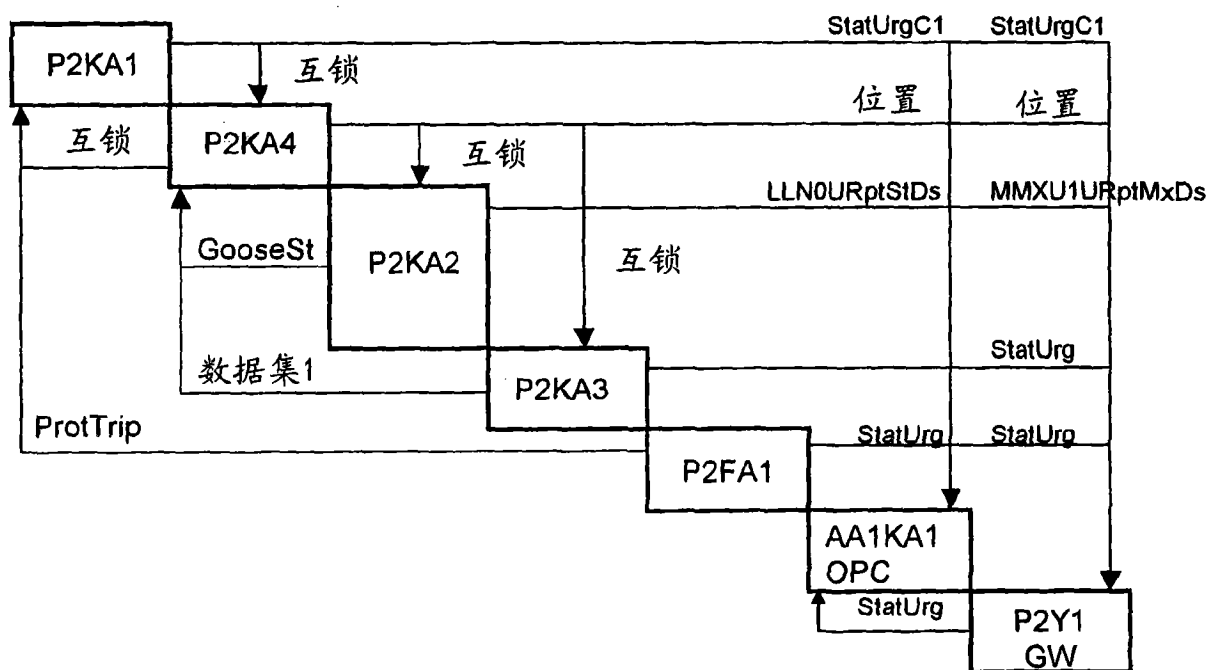


图 1

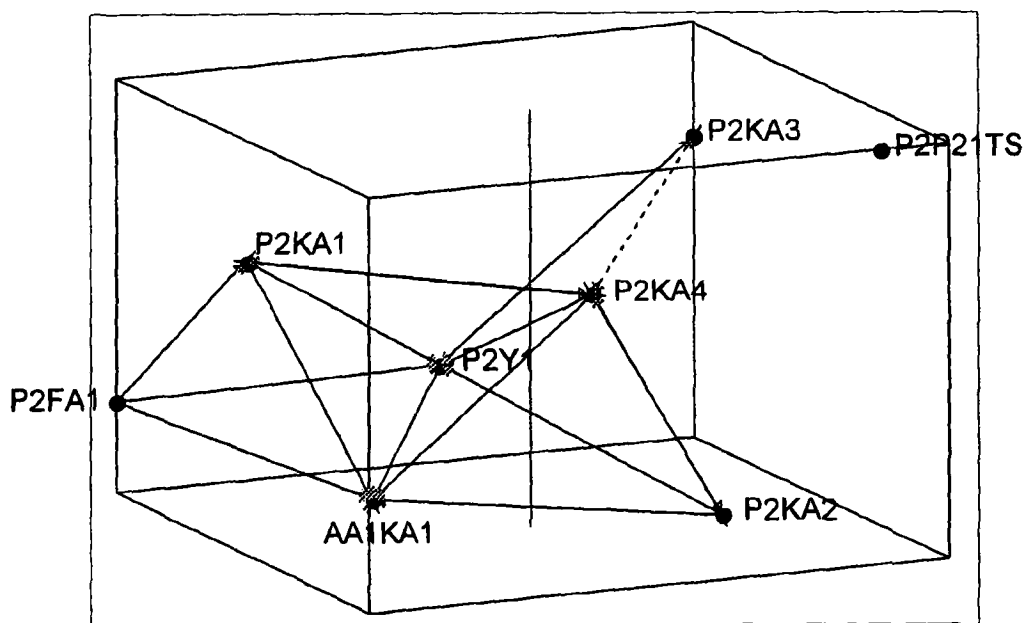


图 3

```

<DataSet name="Positions">      <!-- reported data in data set definition -->
  <FCDA IdInst="C1" prefix="" InClass="LLN0" doName="Mod" fc="ST" />
  <FCDA IdInst="C1" prefix="QA1" InClass="CSWI" InInst="1" doName="Pos" fc="ST" />
  <FCDA IdInst="C1" prefix="QB1" InClass="CSWI" InInst="2" doName="Pos" fc="ST" />
  <FCDA IdInst="C1" prefix="QB2" InClass="CSWI" InInst="3" doName="Pos" fc="ST" />
  <FCDA IdInst="C1" prefix="QC1" InClass="CSWI" InInst="4" doName="Pos" fc="ST" />
  <FCDA IdInst="C1" prefix="QC2" InClass="CSWI" InInst="5" doName="Pos" fc="ST" />
</DataSet>

<ReportControl name="rcb_A" rptID="Positions" dataSet="Positions" confRev="1">
  <TrgOps dchg="true" qchg="true" />
  <OptFields seqNum="true" dataSet="true" reasonCode="true" />
  <RptEnabled max="4">
    <!-- Report destinations: LNs on IEDs -->
    <ClientLN iedName="P2Y1" IdInst="LD0" InInst="1" InClass="ITCI" />
    <ClientLN iedName="AA1KA1" IdInst="None" InInst="1" InClass="ITCI" />
  </RptEnabled>
</ReportControl>

<GSEControl name="Interlock" dataSet="Interlock" confRev="2" applID="Interlock">
  <!-- GOOSE destinations: IEDs -->
  <IEDName>P2KA3</IEDName>
  <IEDName>P2KA1</IEDName>
  <IEDName>P2KA2</IEDName>
</GSEControl>

<ConnectedAP iedName="P2KA4" apName="S2">
  <GSE IdInst="C1" cbName="Interlock">
    <Address>
      <P type="MAC-Address">01-0C-CD-01-00-02</P>
      <P type="APPID">3002</P>
      <P type="VLAN-PRIORITY">4</P>
    </Address>
    <MinTime unit="s">4</MinTime>
    <MaxTime unit="s">10000</MaxTime>
  </GSE>

```

图 2