



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103414251 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 24

(21) 申请号 201310375536. 7

CN 101498757 A, 2009. 08. 05,

(22) 申请日 2013. 08. 26

审查员 金海琴

(73) 专利权人 南京匹瑞电气科技有限公司
地址 210000 江苏省南京市玄武区通贤桥 6 号 311 室

(72) 发明人 张建忠

(74) 专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所
(普通合伙) 32249

代理人 徐激波

(51) Int. Cl.

H02J 13/00(2006. 01)

H04L 12/26(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102290865 A, 2011. 12. 21,

JP 特开平 11-163916 A, 1999. 06. 18,

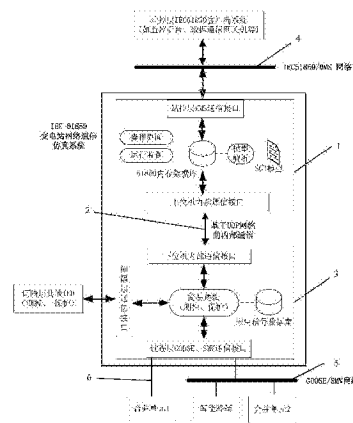
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于 IEC61850 的变电站网络通信仿真系统

(57) 摘要

本发明公开了一种基于 IEC61850 的变电站网络通信仿真系统,包括上位机、内部通信网线、下位机、MMS 网络、GOOSE/SMV 网络和点对点网络;所述上位机通过站控层 MMS 通信接口与 MMS 网络连接,所述 MMS 网络与站控层 IEC61850 客户端系统连接;所述下位机具有多个网络接口,包括下位机内部通信接口、间隔层通信接口和过程层 GOOSE、SMV 通信接口。本发明能够模拟数字变电站内各种 IED、监控保护装置、监控后台等设备的通信行为,完成数字变电站 IEC61850 通信网络的仿真,实现对数字变电站 IEC61850 通信网络的一致性测试、互操作性测试、性能测试等工作。



1. 一种基于 IEC61850 的变电站网络通信仿真系统,其特征在于:包括上位机、内部通信网线、下位机、MMS 网络、GOOSE/SMV 网络和点对点网络;

所述上位机通过站控层 MMS 通信接口与 MMS 网络连接,上位机通过上位机内部通信接口与内部通信网线连接,内部通信网线的另一端与下位机的下位机内部通信接口连接,所述 MMS 网络与站控层 IEC61850 客户端系统连接;

所述下位机具有多个网络接口,包括下位机内部通信接口、间隔层通信接口和过程层 GOOSE、SMV 通信接口,下位机通过过程层 GOOSE、SMV 通信接口,分别与 GOOSE/SMV 网络、点对点网络连接,下位机通过间隔层通信接口连接到 IEC61850 MMS 网络并与间隔层其他 IED 进行通信;

所述上位机采用工业 PC 机,利用上位机主板扩展槽获得两个千兆速率的高速以太网口,一个高速以太网口与 MMS 网络连接,另一个高速以太网口与内部通信网线连接;

所述上位机包括具备四项特征:特征一是监视和控制下位机,与下位机进行双向通信,监视下位机的运行工况和实时数据,支持通过主动下发控制、设值命令改变下位机的工作状态;特征二是系统仿真数据的实时传输和交互,可接收下位机的仿真事件信号并更新上位机对应的模型数据然后触发 MMS 服务,也可转发 MMS 控制信号给下位机做联动处理;特征三是具备多 IED 的 IEC61850/MMS 通信能力,支持与作为 MMS 客户端的变电站监控后台计算机进行连接和 MMS 通信;特征四是具备人机交互界面,以多标签视图的友好操作界面提供 SCL 模型管理、实时数据监视、仿真操作人机交互特征;

所述下位机系采用高性能微处理器及实时操作系统构成的嵌入式计算机系统,通过硬件接口扩展实现一个千兆速率的高速以太网口和多个百兆速率的通用以太网口;

所述下位机具备仿真多 IED 实时接收或发送过程层 GOOSE、SMV 数据,并进行数据滤波和运算,自动载入各个 IED 的模型配置并动态仿真 IED 各种逻辑特征,包括常见的测控、保护功能逻辑,并将逻辑的输出信号上送到上位机。

一种基于 IEC61850 的变电站网络通信仿真系统

技术领域

[0001] 本发明属于数字变电站技术领域,具体涉及一种基于 IEC61850 的数字变电站网络通信仿真系统。

背景技术

[0002] 智能电网要求从发电、输电到配电的整个电网,包括系统和元器件可靠、安全,能够保证供电的连续性、安全性,这对电力行业也提出了更高的要求。包括美国在内的工业化国家正在集合企业和研究机构的力量,加强智能技术攻关和成果推广,积极推动智能设备、智能家电等研发和应用。智能变电站的通信网络发展摒弃了传统网络如 CAN 网、串口等通信方式以及 IEC103 等规约,全部采用基于国际统一的 IEC61850 标准通过以太网进行通信,利用面向对象的建模思想,采用抽象化通信接口技术,实现了变电站内各设备和系统间无缝通信。

[0003] 随着智能变电站数字化和网络化的发展,以及 IEC61850 标准在智能变电站的广泛应用,智能变电站通信网络的可靠性要求越来越高。目前,在我国智能电网的规划中明确提出智能变电站设备(或系统)的通信应统一采用 IEC61850 标准,智能变电站站内涉及的通信网络包括采样值 SMV 网络、跳闸信号 GOOSE 网络、站控层 MMS 网络等,如图 2 所示。目前很多厂家均依据 IEC61850-6SCL 语言编写了设备模型,但模型的标准化和规范化不够好,很容易引起设备互操作性的问题。在具体通信方式上,有些厂家为了兼容已有应用功能和传统通信方式,往往通过增加 IEC61850 通信网关机采用规约中转的方式来实现 IEC61850 通信;有些厂家针对一次设备采用外挂一个智能单元或智能组件的方式来实现 IEC61850 通信。以上两种方式的通用性不理想、通信效率低造成不同应用设备采用 IEC61850 通信的开发成本比较高、不便于维护等不利于智能设备规模化推广。针对智能变电站的 IEC61850 通信网络,除了一致性测试,还可以进行互操作性测试,在系统集成前进行互操作性测试,有利于提前发现并解决不同厂家的智能电子设备(IED)之间的互操作问题,以减少安装调试的时间。除了互操作性,电力公司可能还关心 IED 或由 IED 组成的系统在极端情况下的性能测试,测试主要检查 IED 和网络系统在这种极端情况下是否可以承受过大的通信流量,并且正常的执行互操作和功能,以便估计变电站自动化系统的安全裕度。性能测试还用来检测关键消息(例如 GOOSE 报文)的传输及时性,性能测试能更准确地评价 IED 或集成系统在实时性方面的表现。

[0004] 可见,网络环境下数据传输的实时性、可靠性、安全性都存在各种不确定的因素,如何评估这些网络的性能指标,如何优化这些网络的组网方式和网络拓扑结构等,如何针对网络应用中的各种异常问题实现记录、跟踪和评判,都是目前亟待解决的问题。

发明内容

[0005] 本发明针对现有数字化变电站建设、维护、性能测试工作的需要,提供一种基于 IEC61850 的变电站网络通信仿真系统,该系统能够模拟数字变电站内各种 IED、监控保护

装置、监控后台等设备的通信行为,完成数字变电站 IEC61850 通信网络的仿真,实现对数字变电站 IEC61850 通信网络的一致性测试、互操作性测试、性能测试等工作。

[0006] 本发明采用的技术方案为:一种基于 IEC61850 的变电站网络通信仿真系统,包括上位机、内部通信网线、下位机、MMS 网络、GOOSE/SMV 网络和点对点网络;

[0007] 所述上位机通过站控层 MMS 通信接口与 MMS 网络连接,上位机通过上位机内部通信接口与内部通信网线连接,内部通信网线的另一端与下位机的下位机内部通信接口连接,所述 MMS 网络与站控层 IEC61850 客户端系统连接;

[0008] 所述下位机具有多个网络接口,包括下位机内部通信接口、间隔层通信接口和过程层 GOOSE、SMV 通信接口,下位机通过过程层 GOOSE、SMV 通信接口,分别与 GOOSE/SMV 网络、点对点网络连接,下位机通过间隔层通信接口连接到 IEC61850MMS 网络并与间隔层其他 IED 进行通信。

[0009] 作为优选,所述上位机采用工业 PC 机,利用上位机主板扩展槽获得两个千兆速率的高速以太网口,一个高速以太网口与 MMS 网络连接,另一个高速以太网口与内部通信网线连接。

[0010] 作为优选,所述上位机包括具备四项特征:特征一是监视和控制下位机,与下位机进行双向通信,监视下位机的运行工况和实时数据,支持通过主动下发控制、设值等命令改变下位机的工作状态;特征二是系统仿真数据的实时传输和交互,可接收下位机的仿真事件信号并更新上位机对应的模型数据然后触发 MMS 服务,也可转发 MMS 控制信号给下位机做联动处理;特征三是具备多 IED 的 IEC61850/MMS 通信能力,支持与作为 MMS 客户端的变电站监控后台计算机进行连接和 MMS 通信;特征四是具备人机交互界面,以多标签视图的友好操作界面提供 SCL 模型管理、实时数据监视、仿真操作人机交互特征。

[0011] 作为优选,所述下位机系采用高性能微处理器及实时操作系统构成的嵌入式计算机系统,通过硬件接口扩展实现一个千兆速率的高速以太网口和多个百兆速率的通用以太网口。

[0012] 作为优选,所述下位机具备仿真多 IED 实时接收或发送过程层 GOOSE、SMV 数据,并进行数据滤波和运算,自动载入各个 IED 的模型配置并动态仿真 IED 各种逻辑特征,包括常见的测控、保护功能逻辑,并将逻辑的输出信号上送到上位机。

[0013] 有益效果:本发明采用上位机和下位机的高速以太网口、下位机的多个以太网口组成变电站 IEC61850 的仿真通信网络,可以模拟数字变电站 IEC61850 网络上各种智能设备的通信行为,用于数字变电站 IEC61850 通信的一致性检查,网络实时性能,数据包传输可靠性和正确性等工作,具有组网简便、成本低、使用灵活的优点。

附图说明

[0014] 图 1 为本发明的结构示意图。

[0015] 图 2 为基于 IEC61850 的数字化变电站网络通信结构图。

[0016] 图 3 为本发明应用于数字化变电站网络通信的结构图。

[0017] 图中有:上位机 1、内部通信网线 2、下位机 3、MMS 网络 4、GOOSE/SMV 网络 5、点对点网络 6、基于 IEC61850 的变电站网络通信仿真系统 7、监控后台 8、远动终端 9、保护子站 10、监控保护终端 11、智能终端 12、合并单元 13、控制终端 14、电压互感器 15、电子互感器

16、智能断路器 17。

具体实施方式

[0018] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

[0019] 由图 1 可见,一种基于 IEC61850 的变电站网络通信仿真系统,包括上位机 1、内部通信网线 2、下位机 3、MMS 网络 4、GOOSE/SMV 网络 5 和点对点网络 6,所述上位机 1 通过站控层 MMS 通信接口与 MMS 网络 4 连接,上位机 1 通过上位机内部通信接口与内部通信网线 2 连接,内部通信网线 2 的另一端与下位机 3 的下位机内部通信接口连接,所述的 MMS 网络 4 与站控层 IEC61850 客户端系统连接,所述下位机 3 具有多个网络接口,包括下位机内部通信接口、间隔层通信接口和过程层 GOOSE、SMV 通信接口,下位机 3 通过过程层 GOOSE、SMV 通信接口,分别与 GOOSE/SMV 网络 5、点对点网络 6 连接,下位机 3 通过间隔层通信接口连接到 IEC61850MMS 网络并与间隔层其他 IED 进行通信。

[0020] 由图 2 可见,数字化变电站的网络结构示意图,包括监控后台 8、远动终端 9、保护子站 10、监控保护终端 11、智能终端 12、合并单元 13、控制终端 14、电压互感器 15、电子互感器 16、智能断路器 17、MMS 网络 4、GOOSE/SMV 网络 5、点对点网络 6。

[0021] 由图 3 可见,应用本发明的数字化变电站网络通信的结构图,包括基于 IEC61850 的变电站网络通信仿真系统 7、监控后台 8、远动终端 9、保护子站 10、监控保护终端 11、智能终端 12、合并单元 13、控制终端 14、电压互感器 15、电子互感器 16、智能断路器 17、MMS 网络 4、GOOSE/MMS 网络 5、点对点网络 6,基于 IEC61850 的变电站网络通信仿真装置 7 位于数字变电站的间隔层,分别与 MMS 网络 4、GOOSE/SMV 网络 5、点对点网络 6 和内部通信网线相连接。

[0022] 按图 1 和图 3,仿真系统的工作原理如下:

[0023] 仿真装置由下位机和上位机两部分组成,两者之间通过百兆以太网端口完成通信连接和内部通信。

[0024] 下位机负责间隔层装置实时处理模块的仿真,由装置实时数据信号库、GOOSE 仿真通信模块、SMV 通信模块、逻辑仿真模块、内部通信模块等组成。其中,装置实时数据信号库,根据上位机解析后的模型信息构建与真实装置一模一样的应用信号库。GOOSE 仿真通信模块和 SMV 通信模块分别负责从过程层网络收订阅的 GOOSE 报文和 SMV 报文,并交给逻辑仿真模块进行处理,同时也可接收逻辑仿真模块的处理数据,响应并发送 GOOSE 报文和 SMV 报文到过程层网络。逻辑仿真模块,负责模拟间隔层保护或测控装置的逻辑判断,对 SMV 采样值进行滤波和计算,综合 GOOSE、开入量等其他输入信号,完成逻辑运算和分析判断,并将运算结果传递给 GOOSE 通信模块用于跳闸,或传递给内部通信模块用于信号上送。内部通信模块负责发送逻辑运算的结果上送到上位机的 MMS 服务模块进行信号处理和报告上送,同时,接收上位机的控制指令交给下位机的其他模块进行处理。

[0025] 上位机负责间隔层装置非实时处理模块的仿真,由 SCD 模型文件解析模块、IEC61850 内存数据库模块、IEC61850/MMS 通信模块、内部通信模块、人机交互界面模块等组成。其中,SCD 模型文件解析模块,负责以 DOM 方式解析 SCD 模型文件并形成应用信号库送给下位机,同时形成内存树数据结构提供给 IEC61850 内存数据库模块。IEC61850 内存数据库模块,负责构建符合 IEC61850ACSI 服务所需的层次化树形内存数据库。IEC61850/

MMS 通信服务模块负责实现 IEC61850ACSI 通信接口、IEC61850ACSI/MMS 的通信映射以及 MMS 报文通信,对外负责与 IEC61850 客户端系统系统进行通信。内部通信模块负责上位机与下位机的数据通信和信息交互。人机交互界面模块负责提供友好的人机交互界面和接口供使用者完成模型文件选择、参数配置、数据监视、操作与控制等。

[0026] 仿真系统通过上位机和下位机的联动工作,可完成多台变电站间隔层装置的运行仿真,并应用于解决智能变电站功能调试、检验与测试、实验室仿真等各种应用场合。

[0027] 实际运行时,将仿真系统下位机的以太网端口分别连接到变电站过程层的 GOOSE 网络和采样值 SMV 网络,将仿真系统上位机的以太网端口连接到变电站站控层的 MMS 网络,如图 1 所示。

[0028] 上电启动上位机和下位机,在上位机选择变电站 SCD 全站系统模型文件载入 SCD 模型,选择需要仿真的 IED,进行必要的配置后,上位机的仿真软件自动生成仿真信号库和仿真逻辑库,并自动完成上下位机的数据库的初始化,接着执行上下位机的各个应用进程模块即可仿真 1 个或多个间隔层装置的实时运行。

[0029] 仿真系统接收过程层网络的采样值 IEC61850/SMV 报文(例如短路时刻电流采样值报文组),这时仿真装置的某种简易逻辑功能如过流 I 段保护、距离保护等应该被触发,并使用 IEC61850/GOOSE 报文发送跳闸命令到订阅了该报文的 IEDZ(假设为智能断路器),IEDZ 做跳闸处理后,通过 IEC61850/GOOSE 报文发送断路器状态到仿真装置。通过分析工具捕获、记录并分析 LAN 上的相关消息,可检查并验证智能断路器或断路器的智能终端的功能,评价相互之间的互操作能力。

[0030] 同时,仿真系统根据模型中的 GOOSE 配置关系,自动触发 IEC61850/GOOSE 报文发送联锁信号到订阅了该报文的其它间隔层装置 IEDX,比如变压器高、中、低侧不同保护之间的复压闭锁信号、间隔层五防逻辑闭锁信号等,通过跟踪和捕获相关信息,即可检查和验证其它间隔层装置 IEDX 的功能是否正确响应。

[0031] 此外,仿真系统在简易逻辑动作后,会仿真产生相应的逻辑事件信号,如保护动作、保护告警事件以及虚遥信等,这些信号会自动映射到仿真系统上位机的 IEC61850 内存数据库,并触发产生 IEC61850/ACSI 的报告服务,通过 MMS 通信模块将变化事件的 MMS 报文中送到与上位机连接的 IEC61850 客户端系统如变电站监控后台或保护子站。借助仿真系统的逻辑仿真,反复重复以上实验,可对变电站监控后台或保护子站等站控系统进行功能调试和验证。

[0032] 最后,仿真系统也可以模拟产生网络背景流量,通过设定一些仿真参数如 IED 仿真个数、简易逻辑定值、信号变化频率、发送时间间隔等,使仿真系统在短时间内满足大批量事件触发条件。此时,仿真系统会并发仿真很多 IED 的事件,从而在过程层 GOOSE 网络会产生大量的真实场景下的 GOOSE 应用报文,在站控层网络产生大量的真实场景下 MMS 应用报文,从而对变电站同一网络下其他 IED 或 IEC61850 客户端系统在这种极端情况下是否可以承受过大的通信流量,并且正常的执行互操作和功能进行试验和验证。

[0033] 应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。本实施例中未明确的各组成部分均可用现有技术加以实现。

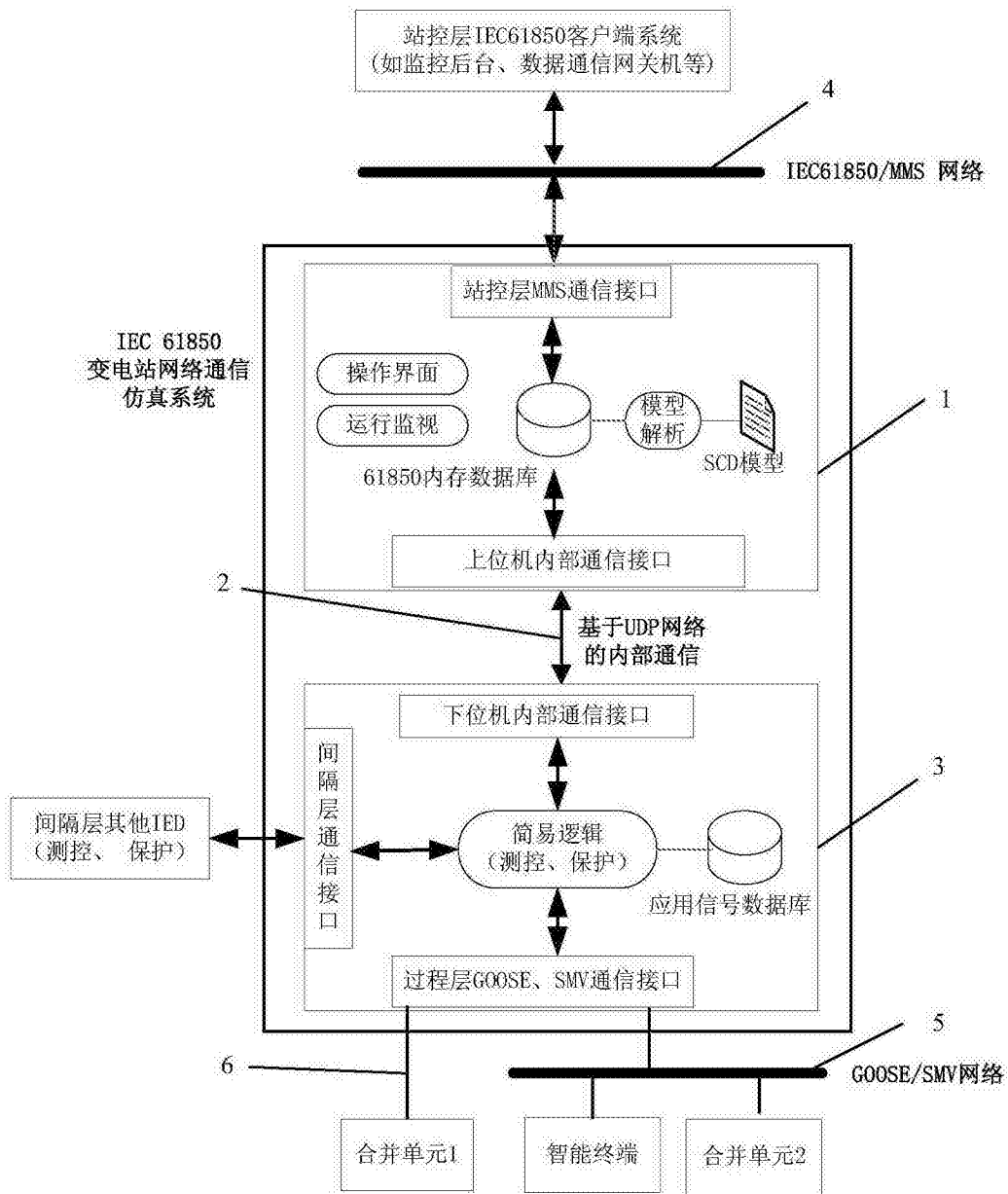


图 1

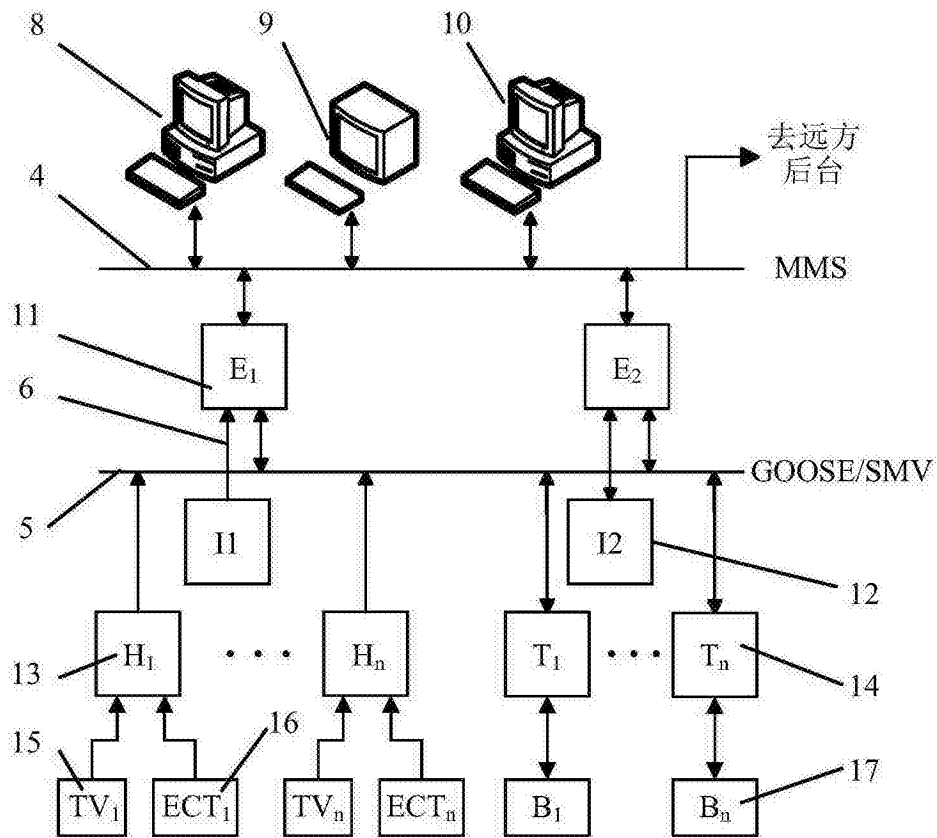


图 2

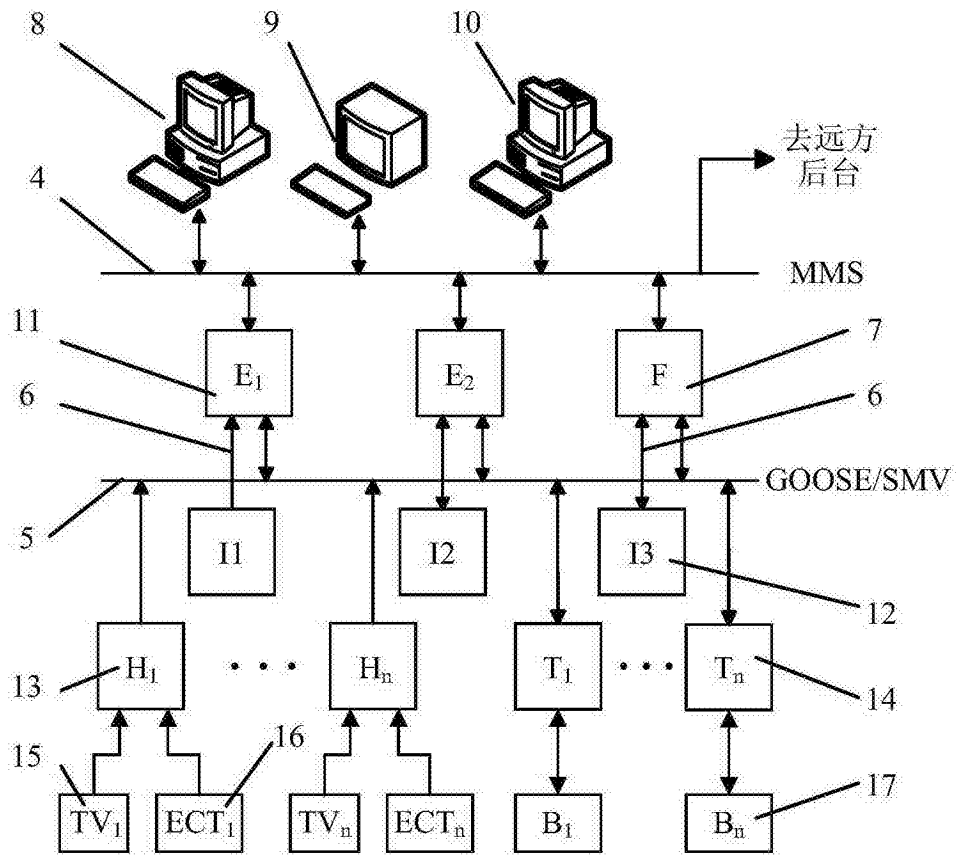


图 3