



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108429637 A

(43)申请公布日 2018.08.21

(21)申请号 201810113750.8

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2018.02.05

H04L 12/24(2006.01)

(71)申请人 国电南瑞科技股份有限公司

地址 211106 江苏省南京市江宁区诚信大道19号

申请人 南瑞集团有限公司

国电南瑞南京控制系统有限公司

国家电网公司

国网天津市电力公司

(72)发明人 罗凌璐 王德辉 左欢欢 李超 沈健

(74)专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224

代理人 董建林 张赏

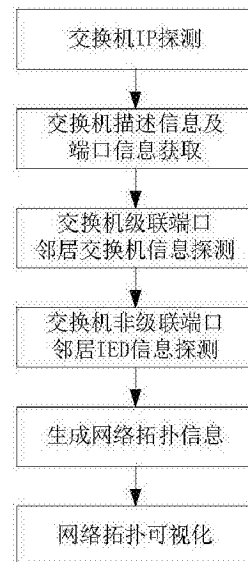
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种智能变电站过程层网络拓扑动态探测系统及方法

(57)摘要

本发明公开一种智能变电站过程层网络拓扑动态探测系统及方法,上位机首先通过IP探测探测过程层网络内所有交换机IP地址,生成过程层网络交换机IP列表;然后根据交换机IP列表,获取各交换机描述信息及端口信息;接着向过程层交换机发出网络拓扑探测指令,动态探测交换机所有端口连接的设备信息,获取各交换机级联端口的邻居交换机信息和级联端口列表以及过程层设备信息;最后统计和整理所有交换机的邻居设备信息,得到过程层网络拓扑,并以可视化的形式展现出来。本发明可以获取弥补全站SCD配置文件中无法体现物理拓扑信息的缺陷,为变电站工程运维人员提供一种有效运维手段。



1. 一种智能变电站过程层网络拓扑动态探测系统,其特征在于,包括多台过程层交换机和用于探测过程层网络拓扑结构的上位机,各过程层交换机相互连接,上位机连接在任意一台过程层交换机中的某个端口上;

所述上位机包括:

私有协议报文收发及解析模块,能够发送全网段广播IP探测指令报文及根据IP地址发送邻居设备探测指令报文,能够解析过程层交换机通过私有协议返回的网络信息、描述信息及端口信息;

SNMP协议收发及解析模块,能够根据标准MIB或私有MIB向特定IP发送SNMP请求报文并接收应答报文;

网络拓扑分析模块,能够根据SNMP协议收发及解析模块接收的应答数据,分析网络连接关系,形成网络拓扑并以可视化的形式表现出来;

所述过程层交换机包括:

私有协议报文收发及解析模块,能够接收和解析上位机发送的IP探测指令报文和邻居设备探测指令报文,能够根据指令报文的具体内容通过私有协议返回对应的网络信息、描述信息及端口信息;

网络信息收集模块,能够控制LLDP协议的使能并收集通过LLDP协议获取的邻居信息,能够控制ACL控制访问列表的设定并根据抓取到的报文进行解析;

SNMP协议收发及解析模块,能够根据上位机的SNMP请求,返回对应的公共MIB或私有MIB节点信息,并且支持网络邻居信息私有MIB。

2. 基于权利要求1所述的智能变电站过程层网络拓扑动态探测系统的探测方法,其特征在于,包括以下步骤:

1) 上位机通过私有协议发送IP探测广播指令给过程层网络所有交换机,过程层交换机打开SNMP协议功能;

2) 过程层交换机通过私有协议向上位机返回本交换机的网络信息,从而获取过程层交换机IP列表;

3) 上位机根据过程层交换机IP列表,通过SNMP协议向各交换机获取描述信息及端口信息;

4) 上位机根据过程层交换机IP列表,通过私有协议依次向各台交换机发送设备探测指令;过程层交换机接收到设备探测指令后,开启链路层发现协议功能,根据LLDP协议响应情况进行记录;

5) 过程层交换机根据本机非级联端口列表,依次设置各端口控制访问列表,抓取非级联连通端口的任意一封报文,并复制到交换机CPU上,一旦某端口抓取报文成功,立刻关闭该端口控制访问列表报文抓取及复制功能;

6) 过程层交换机根据抓取到的非级联连通端口报文,提取报文中的信息;

7) 上位机通过SNMP协议,向过程层交换机获取所有连通端口的邻居设备信息,根据所有过程层交换机的邻居设备信息,整理得到过程层网络的物理拓扑连接关系;所述邻居设备信息包括级联端口的邻居交换机信息及非级联端口的过程层设备信息;

8) 上位机以可视化的方式将过程层网络的物理拓扑连接关系展现出来。

3. 根据权利要求2所述的探测方法,其特征在于,所述步骤2)中,网络信息包括IP地址、

MAC地址。

4. 根据权利要求2所述的探测方法,其特征在于,所述步骤3)中,描述信息及端口信息包括交换机名,交换机端口数量,交换机端口列表,交换机端口速率和交换机端口连接状态。

5. 根据权利要求2所述的探测方法,其特征在于,所述步骤4)中,上位机发送设备探测指令后,需等待一段时间供过程层交换机完成邻居设备探测过程,所述时间根据过程层网络规模及连接复杂程度确定。

6. 根据权利要求2所述的探测方法,其特征在于,所述步骤4)中,记录的内容包括:交换机端口连通且能通过LLDP协议获取邻居交换机信息的,为级联连通端口,表明该端口连接的是交换机装置,根据LLDP采集到的信息记录邻居交换机信息以及级联端口号;

交换机端口连通但无法通过LLDP协议获取邻居信息的,为非级联端口,表明该端口连接的是变电站过程层设备,记录非级联连通端口号。

7. 根据权利要求2所述的探测方法,其特征在于,所述步骤6)中,提取报文中的信息包括:APPID、源MAC地址、目的MAC地址以及GOOSE/SV控制块名称。

8. 根据权利要求2所述的探测方法,其特征在于,所述步骤7)中,邻居设备信息包括邻居设备类型,邻居设备名或描述信息。

9. 根据权利要求2所述的探测方法,其特征在于,所述步骤1),步骤2)和步骤4)中的私有协议采用UDP协议。

10. 根据权利要求2所述的探测方法,其特征在于,所述步骤7),上位机自定义私有MIB文件,描述信息及端口信息由公共MIB节点描述,邻居设备信息由私有MIB节点描述。

## 一种智能变电站过程层网络拓扑动态探测系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种智能变电站过程层网络拓扑动态探测系统及方法,属于电力自动化技术领域。

### 背景技术

[0002] 智能变电站过程层网络对上连通变电站间隔层设备,向下连通变电站过程层设备,是智能变电站间隔层和过程层设备进行信息共享的基础,其运行状况关系到保护设备能否正确动作,对电网安全运行有重大影响。过程层网络连接设备较多、网络结构复杂、布线繁琐,其连线依赖于全站SCD配置文件,然而SCD文件中只描述了GOOSE/SV订阅关系,没有描述具体的物理连接,因此实际工程应用时通常需要交换机厂家配合才能完成物理连接,工程人员无法直观了解过程层网络拓扑,日常维护时更无法从SCD文件中得知具体的物理连接关系,给工程人员的运维带来了困难。

### 发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是克服现有技术的缺陷,提供一种智能变电站过程层网络拓扑动态探测系统及方法,能够快速准确地动态探测过程层网络拓扑,为故障诊断提供一种可视化辅助手段。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明提供一种智能变电站过程层网络拓扑动态探测系统,包括多台过程层交换机和用于探测过程层网络拓扑结构的上位机,各过程层交换机相互连接,上位机连接在任意一台过程层交换机中的某个端口上;

[0005] 所述上位机包括:

[0006] 私有协议报文收发及解析模块,能够发送全网段广播IP探测指令报文及根据IP地址发送邻居设备探测指令报文,能够解析过程层交换机通过私有协议返回的网络信息、描述信息及端口信息;

[0007] SNMP协议收发及解析模块,能够根据标准MIB或私有MIB向特定IP发送SNMP请求报文并接收应答报文;

[0008] 网络拓扑分析模块,能够根据SNMP协议收发及解析模块接收的应答数据,分析网络连接关系,形成网络拓扑并以可视化的形式表现出来;

[0009] 所述过程层交换机包括:

[0010] 私有协议报文收发及解析模块,能够接收和解析上位机发送的IP探测指令报文和邻居设备探测指令报文,能够根据指令报文的具体内容通过私有协议返回对应的网络信息、描述信息及端口信息;

[0011] 网络信息收集模块,能够控制LLDP协议的使能并收集通过LLDP协议获取的邻居信息,能够控制ACL控制访问列表的设定并根据抓取到的报文进行解析;

[0012] SNMP协议收发及解析模块,能够根据上位机的SNMP请求,返回对应的公共MIB或私有MIB节点信息,并且支持网络邻居信息私有MIB。

[0013] 智能变电站过程层网络拓扑动态探测系统的探测方法,包括以下步骤:

[0014] 1) 上位机通过私有协议发送IP探测广播指令给过程层网络所有交换机,过程层交换机打开SNMP协议功能;

[0015] 2) 过程层交换机通过私有协议向上位机返回本交换机的网络信息,从而获取过程层交换机IP列表;

[0016] 3) 上位机根据过程层交换机IP列表,通过SNMP协议向各交换机获取描述信息及端口信息;

[0017] 4) 上位机根据过程层交换机IP列表,通过私有协议依次向各台交换机发送设备探测指令;过程层交换机接收到设备探测指令后,开启链路层发现协议功能,根据LLDP协议响应情况进行记录;

[0018] 5) 过程层交换机根据本机非级联端口列表,依次设置各端口控制访问列表,抓取非级联连通端口的任意一封报文,并复制到交换机CPU上,一旦某端口抓取报文成功,立刻关闭该端口控制访问列表报文抓取及复制功能;

[0019] 6) 过程层交换机根据抓取到的非级联连通端口报文,提取报文中的信息;

[0020] 7) 上位机通过SNMP协议,向过程层交换机获取所有连通端口的邻居设备信息,根据所有过程层交换机的邻居设备信息,整理得到过程层网络的物理拓扑连接关系;所述邻居设备信息包括级联端口的邻居交换机信息及非级联端口的过程层设备信息;

[0021] 8) 上位机以可视化的方式将过程层网络的物理拓扑连接关系展现出来。

[0022] 前述的步骤2)中,网络信息包括IP地址、MAC地址。

[0023] 前述的步骤3)中,描述信息及端口信息包括交换机名,交换机端口数量,交换机端口列表,交换机端口速率和交换机端口连接状态。

[0024] 前述的步骤4)中,上位机发送设备探测指令后,需等待一段时间供过程层交换机完成邻居设备探测过程,所述时间根据过程层网络规模及连接复杂程度确定。

[0025] 前述的步骤4)中,记录的内容包括:交换机端口连通且能通过LLDP协议获取邻居交换机信息的,为级联连通端口,表明该端口连接的是交换机装置,根据LLDP采集到的信息记录邻居交换机信息以及级联端口号;

[0026] 交换机端口连通但无法通过LLDP协议获取邻居信息的,为非级联端口,表明该端口连接的是变电站过程层设备,记录非级联连通端口号。

[0027] 前述的步骤6)中,提取报文中的信息包括:APPID、源MAC地址、目的MAC地址以及GOOSE/SV控制块名称。

[0028] 前述的步骤7)中,邻居设备信息包括邻居设备类型,邻居设备名或描述信息。

[0029] 前述的步骤1),步骤2)和步骤4)中的私有协议采用UDP协议。

[0030] 前述的步骤7),上位机自定义私有MIB文件,描述信息及端口信息由公共MIB节点描述,邻居设备信息由私有MIB节点描述。

[0031] 本发明所达到的有益效果为:

[0032] 本发明能够动态探测出过程层网络中交换机与装置之间的物理连接关系,并以可视化的形式展现出来,弥补了全站系统配置SCD文件无法描述物理连接的缺陷,帮助工程人员直观地了解过程层网络连接关系,为故障诊断和运维提供了一种有效直观的辅助手段。

## 附图说明

[0033] 图1为本发明方法流程示意图；

[0034] 图2为实施例的网络拓扑结构图。

## 具体实施方式

[0035] 下面对本发明作进一步描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案，而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0036] 参见图2的网络拓扑结构，过程层网络包括多台过程层交换机（交换机SW253，交换机SW251，交换机SW254）和过程层设备（保护1，保护2，测控1），各过程层交换机相互连接，用于探测过程层网络拓扑结构的上位机连接在任意一台过程层交换机中的某个端口上。

[0037] 以图2所示的网络拓扑结构为例，本发明的方法的流程如图1所示，包括以下步骤：

[0038] S1，上位机通过私有协议发送IP探测广播指令（IP地址为255.255.255.255）给过程层网络所有交换机，过程层交换机打开SNMP协议功能，随时可供上位机读取相关信息；过程层交换机通过私有协议向上位机返回本交换机的网络信息，包括但不限于IP地址、MAC地址等，从而获取过程层交换机IP列表；参考图2，获取到的交换机IP列表为：192.168.2.251，192.168.2.253，192.168.2.254。

[0039] S2，上位机根据交换机IP列表，通过SNMP协议向各交换机获取描述信息及端口信息，包括并不限于交换机名，交换机端口数量，交换机端口列表，交换机端口速率，交换机端口连接状态（LinkUpDown）等；以图2所示的拓扑为例，上位机通过SNMP协议获取到的交换机描述信息如表1所示，上位机通过SNMP协议获取到的交换机SW251的端口信息如表2所示；

[0040] 表1交换机描述信息

	交换机名	交换机 IP	端口数量
[0041]	SW251	192.168.2.251	24
	SW253	192.168.2.253	24
	SW254	192.168.2.254	28

[0042] 表2交换机SW251端口信息

	端口序号	端口名称	端口速率	端口连接状态
[0043]	1	fe1	100Mbps	down
	2	fe2	100Mbps	up

	3	fe3	100Mbps	up
	4	fe4	100Mbps	down
	5	fe5	100Mbps	down
	6	fe6	100Mbps	down
	7	fe7	100Mbps	down
	8	fe8	100Mbps	down
	9	fe9	100Mbps	down
	10	fe10	100Mbps	down
	11	fe11	100Mbps	down
	12	fe12	100Mbps	down
	13	fe13	100Mbps	down
[0044]	14	fe14	100Mbps	down
	15	fe15	100Mbps	down
	16	fe16	100Mbps	down
	17	fe17	100Mbps	down
	18	fe18	100Mbps	down
	19	fe19	100Mbps	down
	20	fe20	100Mbps	down
	21	ge1	1000Mbps	up
	22	ge2	1000Mbps	up
	23	ge3	1000Mbps	down
	24	ge4	1000Mbps	down

[0045] S3,上位机根据过程层交换机IP列表,通过私有协议依次向各台交换机发送设备探测指令;在此步骤完成后,需等待一段时间,供过程层交换机完成邻居设备探测过程,该时间可根据过程层网络规模及连接复杂程度进行调整;过程层交换机接收到设备探测指令后,开启链路层发现协议(LLDP)功能,根据LLDP协议响应情况进行记录:

[0046] 交换机端口连通且能通过LLDP协议获取邻居交换机信息的,为级联连通端口,表明该端口连接的是交换机装置,根据LLDP采集到的信息记录邻居交换机信息以及级联端口号;

[0047] 交换机端口连通但无法通过LLDP协议获取邻居信息的,为非级联端口,表明该端口连接的是变电站过程层设备,记录非级联连通端口号。

[0048] S4,过程层交换机根据本机非级联端口列表,依次设置各端口控制访问列表

(ACL), 抓取非级联连通端口的任意一封报文, 并复制到交换机CPU上, 一旦某端口抓取报文成功, 立刻关闭该端口控制访问列表报文抓取及复制功能。过程层交换机根据抓取到的非级联连通端口报文, 提取报文中的信息, 由于过程层网络传输的报文均为GOOSE/SV报文, 因此可以从此类报文中提取应用标识字段 (APPID)、源物理地址 (Source MAC Address)、目的物理地址 (Destination MAC address) 以及GOOSE/SV控制块名称等相关信息。

[0049] S5, 上位机通过SNMP协议, 向过程层交换机获取所有连通端口的邻居设备信息, 该邻居设备信息包括级联端口的邻居交换机信息及非级联端口的过程层设备信息; 邻居设备信息包括并不限于邻居设备类型, 邻居设备名或描述信息等。根据所有过程层交换机的邻居设备信息, 整理得到过程层网络的物理拓扑连接关系, 上位机整理所得的过程层网络物理连接关系如表3所示;

[0050] 表3过程层网络物理连接关系示例

[0051]

交换机名	本机端口号	连接方式	邻居设备名	邻居端口号	邻居设备类型
SW251	fe2	非级联	PM2201	-	过程层设备
SW251	fe3	非级联	CL2201	-	过程层设备
SW251	ge1	级联	SW254	ge3	过程层交换机
SW251	ge2	级联	SW253	ge1	过程层交换机
SW253	fe10	非级联	PM2202	-	过程层设备
SW253	ge1	级联	SW251	-	过程层交换机
SW254	fe1	非级联	ML2201	-	过程层设备
SW254	fe6	非级联	-	-	-
SW254	ge3	级联	SW251	ge1	过程层交换机

[0052] S6, 上位机以可视化的方式将过程层网络拓扑连接关系展现出来。

[0053] 步骤S1, S3中, 私有协议采用UDP协议, 开启某自定义端口, 私有协议采用自定义约定方式进行加密和验证码校验, 提高安全性。

[0054] 步骤S5中, 通过SNMP协议获取端口邻居设备信息, 需要自定义私有MIB文件, 通过包含交换机邻居描述信息的私有MIB节点依次获取交换机邻居信息。端口和描述信息可由公共MIB节点描述, 邻居过程层设备需要由私有MIB节点描述。

[0055] 所有过程层交换机均实现上述步骤S1至S5, 由上位机分别整理各过程层交换机邻居设备信息并以可视化的形式展现出来, 即可实现完整的过程层网络拓扑动态探测。

[0056] 实现本发明, 上位机包含的功能模块具体包括:

[0057] 私有协议报文收发及解析模块, 能够发送全网段广播IP探测指令报文及根据IP地址发送邻居设备探测指令报文, 能够解析过程层交换机通过私有协议返回的网络信息、描述信息及端口信息;

[0058] SNMP协议收发及解析模块, 能够根据标准MIB或私有MIB向特定IP发送SNMP请求报



文并接收应答报文；

[0059] 网络拓扑分析模块,能够根据SNMP协议收发及解析模块接收的应答数据,分析网络连接关系,形成网络拓扑并以可视化的形式表现出来。

[0060] 过程层交换机包含的功能模块具体包括:

[0061] 私有协议报文收发及解析模块,能够接收和解析上位机发送的IP探测指令报文和设备探测指令报文,能够根据指令报文的具体内容通过私有协议返回对应的网络信息、描述信息及端口信息等;

[0062] 网络信息收集模块,能够控制LLDP协议的使能并收集通过LLDP协议获取的邻居信息,能够控制ACL控制访问列表的设定并根据抓取到的报文进行解析;

[0063] SNMP协议收发及解析模块,能够根据上位机的SNMP请求,返回对应的公共MIB或私有MIB节点信息,尤其是支持网络邻居信息私有MIB。

[0064] 名词解释

[0065] SNMP(Simple Network Management Protocol,简单网络管理协议),该协议能够支持网络管理系统,用以监测连接到网络上的设备是否有任何引起管理上关注的情况。

[0066] LLDP(Link Layer Discovery Protocol,链路层发现协议),是一个二层协议,允许网络设备在本地子网中通告自己的设备标识和性能。可以将本端设备的的主要能力、管理地址、设备标识、接口标识等信息发布给与自己直连的邻居。

[0067] ACL(Access Control List,访问控制列表),是路由器或交换机接口的指令列表,用来控制端口进出的数据包,可以指定转发特定端口数据包。

[0068] SCD(Substation ConfigurationDescription,全站系统配置文件),该文件描述全站所有设备的实例配置和通信参数信息、设备之间的联系信息以及变电站一次系统结构。

[0069] 以上所述仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明技术原理的前提下,还可以做出若干改进和变形,这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。

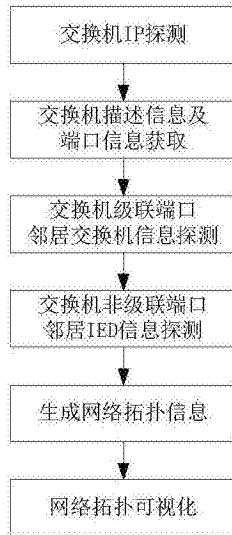


图1

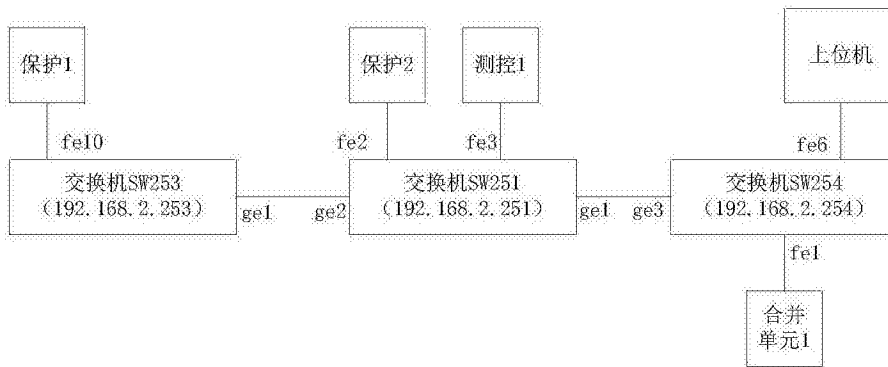


图2