

Workshop Subestação Digital: Desafios e Perspectiva

Apresentação e Resultados da proposta de Monitoramento Siemens

Agenda

- Motivação
- Apresentação da Ferramenta
- Ferramentas de Apoio
- Resultados

Motivação

Facilitar o trabalho da manutenção na identificação de erros e falhas nos sistemas digitais das Subestações



Eficiente

Expansível

Interoperabilidade

Confiabilidade

Simplicidade

Acessível

Apresentação

Apresentação



O SAGE é um sistema SCADA/EMS (Supervisory Control and Data Acquisition/Energy Management System) de grande porte e alto desempenho, desenvolvido e constantemente atualizado pelo Cepel. É utilizado por dezenas de concessionárias de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica no Brasil.¹

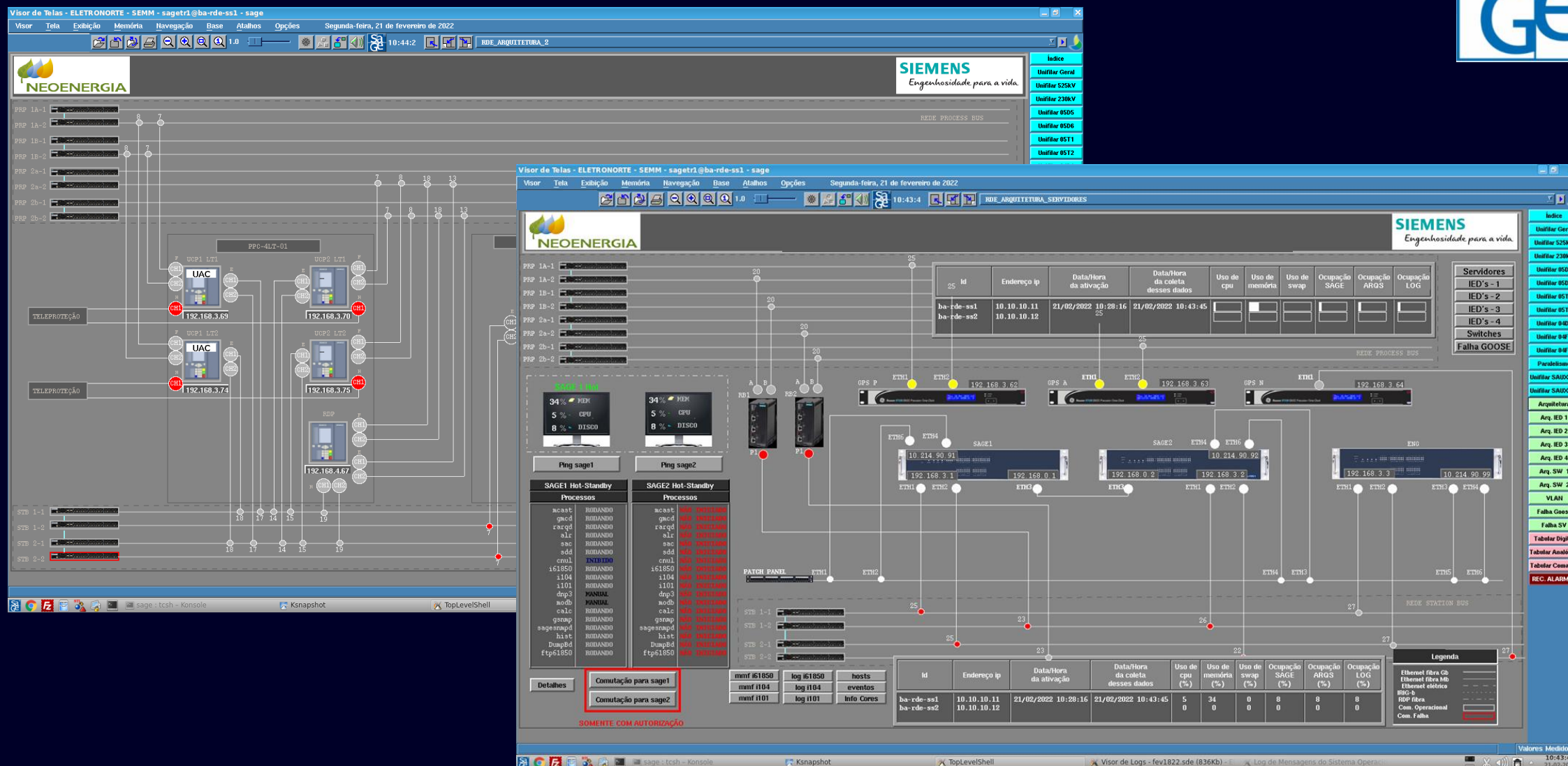
1: Fonte: <https://sage.cepel.br/>

Aplicações de Supervisão já implementadas

- Utilização para supervisão de diversos modos de falhas dos dispositivos de proteção:
 - Falhas gerais internas dos IEDs
 - Integridade das portas de comunicação
 - Falhas de telegramas GOOSE
 - Outros aspectos de rede de forma simplificada.
- Utilizado em recentes projetos envolvendo tecnologia *Sampled Values*, agregando maior grau de detalhes, incluindo supervisão erros nos *streams*, falhas de GOOSE, dispositivos em teste/simulação, e falhas de sincronismo no barramento de processo.
- Utilização de SNMP para monitoramento da condição das portas do switches.

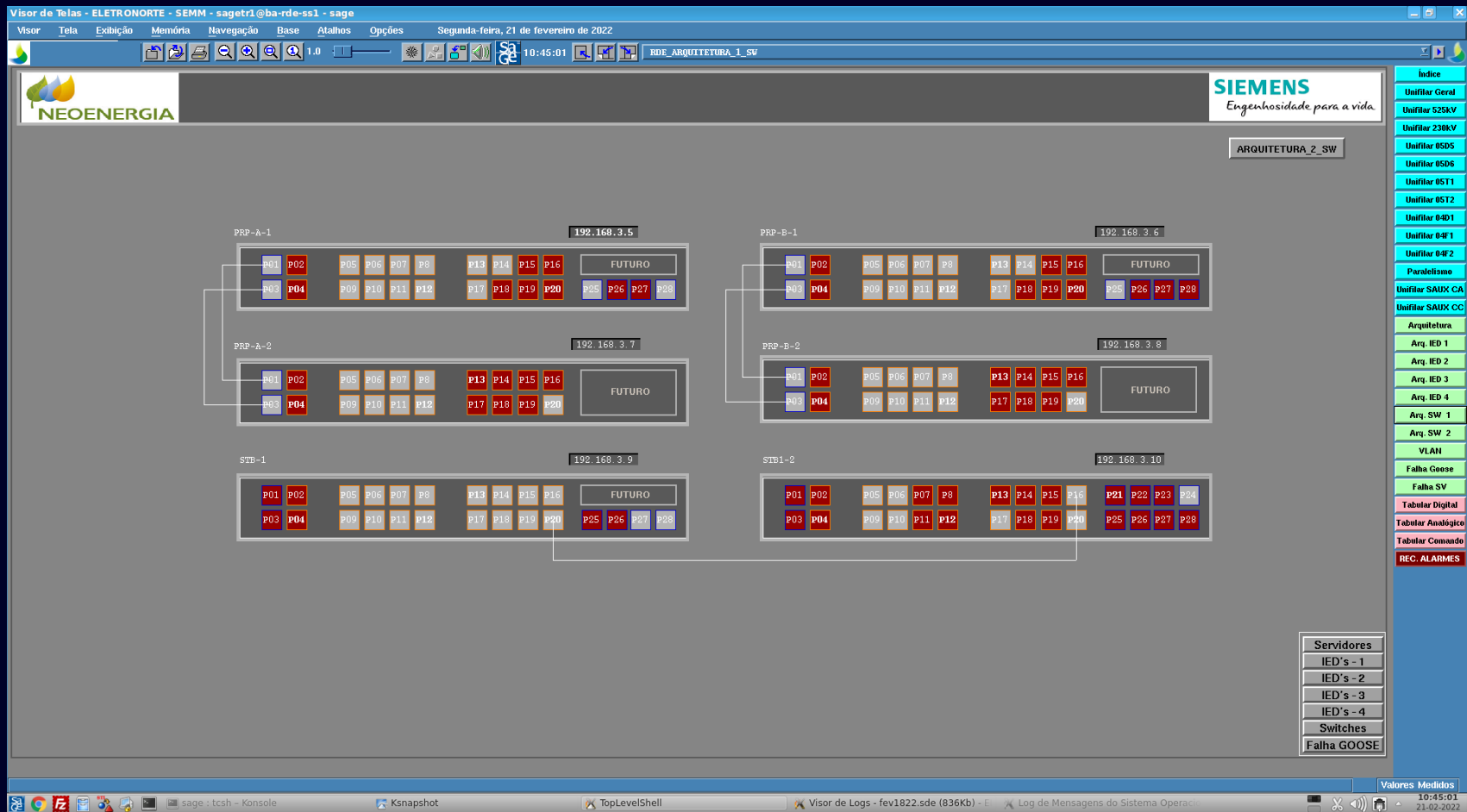


Aplicações de Supervisão já implementadas



Aplicações de Supervisão já implementadas

- Supervisão do switch via SNMP



Aprimoramentos

- Monitoramento de indicações adicionais disponíveis nos logical nodes de supervisão publicados pelos IEDs

LGOS

- St
- SimSt
- DiagErr:
 - WaitingForTelegram
 - ConfRevMismatch
 - GoldMismatch
 - DataSetReferenceMismatch
 - NeedsCommissioning
 - DataSetMemberMismatch

LSVS


- St
- SimSt
- DiagErrSV:
 - WaitingForTelegram
 - SampledCntJump
 - GeneralError
 - Data delay error
- DiagErrSV:
 - GlobalTimeSynch
 - LocalTimeSynch
 - GeneralError
 - NoTimeSynch
 - SmpSynchMismatch

LTPC

- GmClkClass
- GmClkAcc
- MePathDITmns
- OfMaster
- TmSrcVal
- ClkVar

Aprimoramentos

- Identificação dos modos de falhas de GOOSE

Visor de Alarme - Lista GERAL - Licença SIEMENS - Laboratório provisoria ate 24/08/2023 - sagetr1@ba-mnd-ss1 - sage									
Visor	Ação	Reconhecer	Eliminar	Rec+Elim	Tela	Nota		Lista Geral do Sistema Eletrico	
Filtro:		Som Local: Inibido			Alarmes: 23	Físico: 22	Advertência: 0	Não Rec: 1	
04/08	13:58:48	MND_50F.05F1_UCP1E.2169	MND.500.05F1.UCP1.Comunicacao Canal 2 (STATION BUS)			Falha			
04/08	13:58:38	MND_00F.UCP1____.GO1.GO09	Supervisão GOOSE 1.Atributo Divergente			Atuado			
04/08	13:58:38	MND_00F.UCP1____.GO1.GO03	Supervisão GOOSE 1.Erro ConfRev Divergente			Atuado			
04/08	13:58:38	MND_00F.SW1SB_.P13.DE13	MND.0.SIST.SW1-SB-P13			Falha			
04/08	13:58:38	MND_00F.SW1SB_.P03.DE03	MND.0.SIST.SW1-SB-P3			Falha			
04/08	13:58:38	MND_00F.SW1PB_.P21.DE21	MND.0.SIST.SW1-PB-P21			Falha			
04/08	13:58:38	MND_00F.SW1PB_.P09.DE09	MND.0.SIST.SW1-PB-P9			Falha			

Visor de Alarme - Lista GERAL - Licença SIEMENS - Laboratório provisoria ate 24/08/2023 - sagetr1@ba-mnd-ss1 - sage									
Visor	Ação	Reconhecer	Eliminar	Rec+Elim	Tela	Nota	✕	Lista Geral do Sistema Eletrico	
Filtro:				Som Local: Inibido		Alarmes: 34		Físico: 34	Advertência: 0
								Não Rec: 15	
04/08	17:49:52	MND_00F.UCP1_.GO3.GO02			Supervisão GOOSE 3.Telegrama	não Recebido	Atuado		
04/08	17:49:52	MND_00F.UCP1_.GO1.GO02			Supervisão GOOSE 1.Telegrama	não Recebido	Atuado		
04/08	17:49:51	MND_00F.UCP1_.GO4.GO02			Supervisão GOOSE 4.Telegrama	não Recebido	Atuado		
04/08	17:49:51	MND_00F.05L1_.MUP.GO13			Supervisão GOOSE 2.Telegrama	não Recebido	Atuado		
04/08	17:49:51	MND_00F.05D1_.MUP.GO01			Supervisão GOOSE 1.Telegrama	não Recebido	Atuado		
04/08	17:49:51	MND_00F.UCP1_.GO2.GO02			Supervisão GOOSE 2.Telegrama	não Recebido	Atuado		
04/08	17:49:50	MND_00F.05L1_.MUP.GO02			Supervisão GOOSE 1.Telegrama	não Recebido	Atuado		

Aprimoramentos

- Identificação dos modos de falhas de Sample Values

Visor de Alarme - Lista GERAL - Licença SIEMENS - Laboratório provisória ate 24/08/2023 - sagetr1@ba-mnd-ss1 - sage

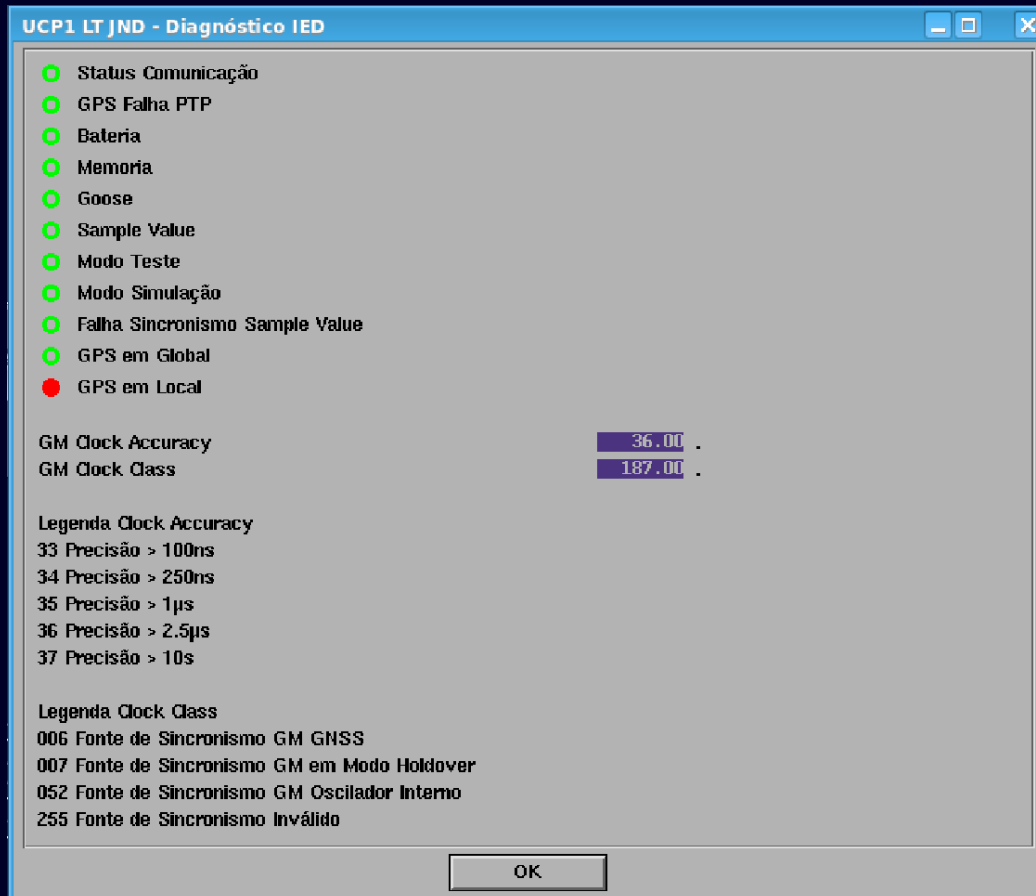
Visor	Ação	Reconhecer	Eliminar	Rec+Elim	Tela	Nota		Lista Geral do Sistema Eletrico			18:58:32
Filtro:		Som Local: Inibido		Alarmes: 25		Físico: 13	Advertência: 0	Não Rec: 15			
07/08	18:58:16	MND_00F.UCP1__SV2.SV18	Supervisão SV 2.Incompatibilidadde de Sincronismo SynchSrcId		Sim						
07/08	18:58:16	MND_00F.UCP1__SV2.SV16	Supervisão SV 2.Sem Sincronismo de Tempo		Normal						
07/08	18:58:16	MND_00F.UCP1__SV1.SV18	Supervisão SV 1.Incompatibilidadde de Sincronismo SynchSrcId		Sim						
07/08	18:58:16	MND_00F.UCP1__SV1.SV16	Supervisão SV 1.Sem Sincronismo de Tempo		Normal						
07/08	18:58:10	MND_00F.SW1PB__P05.DE05	MND.0.SIST.SW1-PB-P5		Falha						
07/08	18:58:06	MND_00F.UCP1__1588.GM01	IEEE 1588.GM clock accuracy		Atingiu limite s						
07/08	18:58:03	MND_00F.UCP1__SV2.SV11	Supervisão SV 2.Atraso Excessivo		Nao						
07/08	18:58:03	MND_00F.UCP1__SV1.SV11	Supervisão SV 1.Atraso Excessivo		Nao						
07/08	18:58:03	MND_50F.05F1__UCP1.2638	MND.500.05F1.UCP1.Sample Values		Normal						
07/08	18:58:02	MND_00F.UCP1__SV2.SV02	Supervisão SV 2.Telegrama não Recebido		Normal						
07/08	18:58:02	MND_00F.UCP1__SV1.SV02	Supervisão SV 1.Telegrama não Recebido		Normal						

UCP1 LT JN

Status

Aprimoramentos

- Informações adicionais na tela de diagnóstico

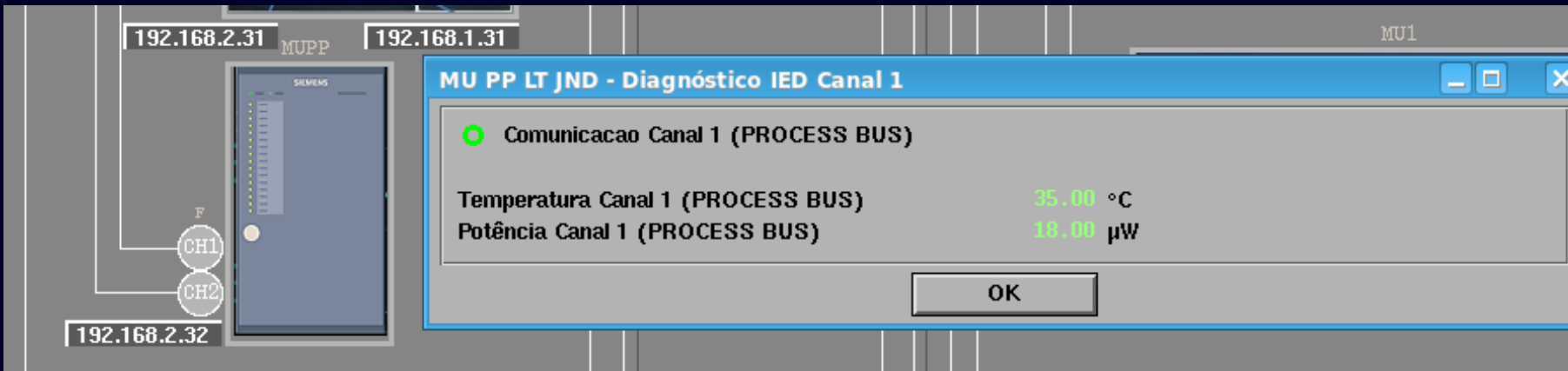


Informações relevantes pra diagnóstico da falha

- Indicações de falhas SV e GOOSE
- Indicações do estado do sincronismo de tempo
- Indicadores de Precisão e Classe do sinal PTP

Aprimoramentos

- Informações adicionais na tela de diagnóstico via SNMP



Informações relevantes pra diagnóstico da falha

- Indicações da temperatura do módulo SFP
- Indicação da potências das portas

Ferramentas de apoio na localização de falhas

Siemens Supervisor

- Visualização gráfica de links GOOSE e Sampled Values presentes no arquivo de configuração SCD.



Ferramentas de apoio na localização de falhas

Siemens Supervisor

Visualization

PB PRINCIPAL

W02

All

GOOSE

SMV

Offline

Online

1 faulty subscribers

PMN2_5L1

MUPMN2_5L1

MUPMN2_5D1

MUPMN2_5L1

MUPMN2_5D1

PMN2_5L1

3D Subscribers and ControlBlocks

MUPMN2_5L1

MUPMN2_5D1

PMN2_5L1/Application/LLN0/GO/Control_DataSet_1

Controlblock Information

GOID : PMN2_5L1/Application/LLN0/Control_DataSet_1

Dataset : PMN2_5L1Application/LLN0\$DataSet_1

Supervisor_Path : MUPMN2_5D1ComSupervision_GOOSE/LGOS1

ConfRev : 70001

MACAddress : 01-0C-CD-01-00-34

AppID : 4148

VLAN_ID : 300

VLAN_Priority : 5

PMN2_5L1

MUPMN2_5L1/Application/LLN0/GO/Control_DataSet

Controlblock Information

GOID : MUPMN2_5L1/Application/LLN0/Control_DataSet

Dataset : MUPMN2_5L1Application/LLN0\$DataSet

Supervisor_Path : PMN2_5L1ComSupervision_GOOSE/LGOS1

ConfRev : 260001

MACAddress : 01-0C-CD-01-00-30

AppID : 4144

VLAN_ID : 300

VLAN_Priority : 4

MUPMN2_5D1/Application/LLN0/GO/Control_DataSet

MUPMN2_5L1/Application/LLN0/GO/Control_DataSet_1

MUPMN2_5D1/ComSupervision_GOOSE/LLN0/GO/Control_DataSet

- Visualização online permite rápida identificação do link em falha
- Indicação do atributo divergente

Ferramentas de apoio na localização de falhas Siemens Supervisor

Supervision Attributes

Supervision Name: LSVS2

Attribute	Offline	Online
SmvID	MUP5AY_E_ST1	MUP5AY_E_ST1_99
DatSet	MUPMN2_5D1Mod2_MU1/LLN0\$PhsMea...	MUPMN2_5D1Mod2_MU1/LLN0\$PhsMea...
ConfRev	90001	100002
Name	MUPMN2_5D1	MUPMN2_5D1
DstAddress\$Addr	01-0C-CD-04-00-31	01-0C-CD-04-00-31
DstAddress\$PRIORITY	6	6
DstAddress\$VID	300	300
DstAddress\$APPID	16448	16458

Supervision Name: LGOS1

Attribute	Offline	Online
GoID	PMN2_5L1/Application/LLN0/Control_DataSet	PMN2_5L1/Application/LLN0/Control_DataSet_2
DatSet	PMN2_5L1Application/LLN0\$DataSet	PMN2_5L1Application/LLN0\$DataSet
ConfRev	1080001	1100001
Name	Control_DataSet	Control_DataSet
DstAddress\$Addr	01-0C-CD-01-00-33	01-0C-CD-01-00-33
DstAddress\$PRIORITY	4	4
DstAddress\$VID	300	300
DstAddress\$APPID	4147	4147

Ferramentas de apoio na localização de falhas

[illegible]

	Application Diagnostic > IEEE 1588 HiAcc			
Overview				
Health				
Module Info				
Network Status				
Application Diagnosis				
Network Protocols				
IEEE 1588 HiAcc				
Redundancy Protocol				
PRP				
Communication Protocols				
IEC61850				
IEC61850 - GOOSE				
PB-Client				
	<div>Refresh</div>			
	<h3>PTP General</h3>			
	PTP enable	Yes		
	PTP profile	IEC 61850-9-3:2016		
	Transport protocol	Layer 2 Multicast		
	VLAN tag	Not Supported		
	Channel live state	On		
	Clock type	OC Slave Only		
	Port state	SLAVE		
	<h3>Slave Clock</h3>			
	General			
	Slave clock ID	B4:B1:5A:FF:FE:09:B6:79		
	Domain number	0		
	Path delay mechanism	Peer-to-Peer		
	Two step flag	True		
	P2P request interval	1000	milliseconds	
	Announce receipt timeout	3000	milliseconds	
	Servo status	Locked		
	Offset from master	-350	nanoseconds	
	CH1	CH2		
	Peer mean path delay	1431	2249	nanoseconds
	Current Master Clock Info			
	Master clock ID	F8:02:78:FF:FE:10:73:B8		
	Port number	1		
	Two step flag	True		
	GM priority 1	128		
	GM priority 2	128		
	GM clock class	6		
	GM clock accuracy	33		
	GM clock ID	F8:02:78:FF:FE:10:73:B8		
	Current UTC offset	37	seconds	
	Current UTC offset valid	True		
	Time traceable	True		
	Time source	GNSS		
	Last Synchronization			
	Sync channel	CH2		
	Sync seq ID	26491		
	Date	2023-08-08	yyyy-mm-dd	
	Time UTC	11:29:09.718438808	hh:mm:ss.nanosec	
	Sync CF	10553	nanoseconds	
	Follow_up CF	0	nanoseconds	

Ferramentas de apoio na localização de falhas

Interface Webpage

Application Diagnostic > PB-Client

PB-Client Status

PB-Client Sync Status

PB-Client Config

Stream information :

Stream	SmpRate	APP_ID	CONF_REV	DMAC	SV_ID
0	4800	0x403f	90001	01:0c:cd:04:00:30	MUP5AX_E_ST1
1	4800	0x4040	90001	01:0c:cd:04:00:31	MUP5AY_E_ST1

Channel information :

ch	seqNo	Dev	stream	enabl
0	8	0	x	
1	9	0	x	
2	10	0	x	
3	11	0	x	
4	19	0	x	
5	16	0	x	
6	17	0	x	
7	18	0	x	
8	12	1	x	
9	13	1	x	
10	14	1	x	
11	15	1	x	
12	20	1	x	

Application Diagnostic > PB-Client

SMV decoder errors :

☐ Packet not completed

☐ No ASDU header found

☐ No new ASDU after invalid SVID found

☐ No CONFREV found

☐ No SMPSYNCH found (and no sample data too)

☐ No SMPSYNCH found (sample data follow CONFREV)

☐ No SMPDATA found after CONFREV

☐ CONFREV did not match

☐ No SMPCNT found

☐ No TIMESTAMP/ASDU_END found

☐ No APDU_END found

☐ Packet ended during DMAC field

ASN.1 error :

☐ Error detected for APP_ID:0x0000

☐ Common length error

☐ ASDU structure length error

☐ ASDU sequence length error

☐ PDU length error

Application Diagnostic > PB-Client

ETH Switch Status :

Internal PORT

☒ Enable Receiver

☒ Enable Transmitter

☐ Disable CAM Multicast Filter (all Multicasts are transmitted)

2921 Received Packets

4 Transmitted Packets

PORT A

☒ Enable Transmitter

☒ Enable Receiver

☐ Enable forwarding from Port B

☐ Block non IEEE_Multicast Address forwarding to internal Port

☐ Block transmitting all packets of Port A (except RSTP, IEEE1588, and LLDP packets)

1462 Received Packets

4 Transmitted Packets

0 Packets with symbol error

0 Packets length error

0 Packets FCS error

1457 In PRP mode: Number of packets with LAN A identifier at Port A

In HSR mode: reserved

0 In PRP mode: Number of packets with LAN B identifier at Port A

In HSR mode: Number of telegrams which are not forwarded since they are duplicates

PORT B

☒ Enable Transmitter

☒ Enable Receiver

☐ Enable forwarding from Port A

☐ Block non IEEE_Multicast Address forwarding to internal Port

☐ Block transmitting all packets of Port B (except RSTP, IEEE1588, and LLDP packets)

1457 Received Packets

4 Transmitted Packets

0 Packets with symbol error

0 Packets length error

0 Packets FCS error

1457 In PRP mode: Number of packets with LAN B identifier at Port B

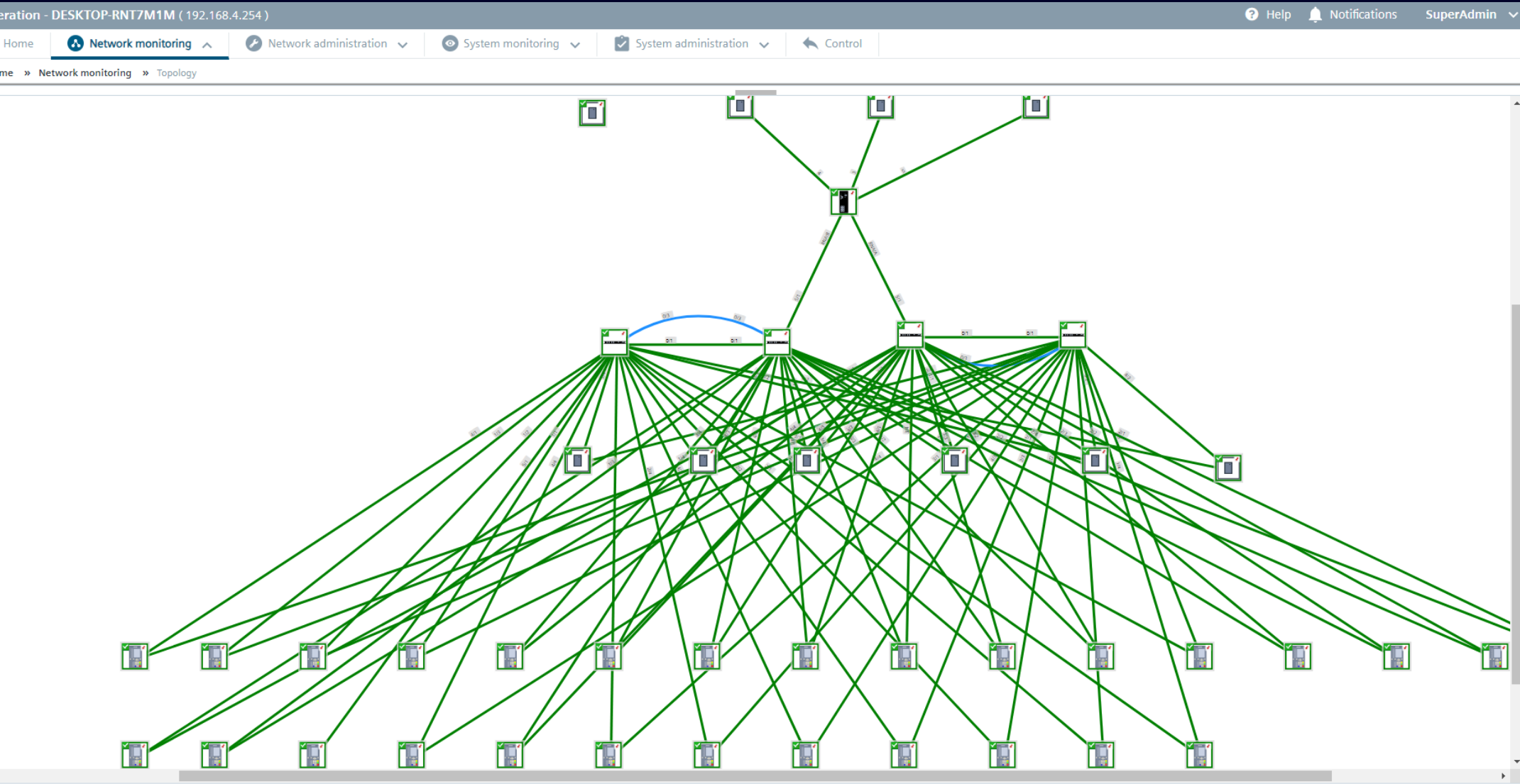
In HSR mode: reserved

0 In PRP mode: Number of packets with LAN A identifier at Port B

In HSR mode: Number of telegrams which are not forwarded since they are duplicates

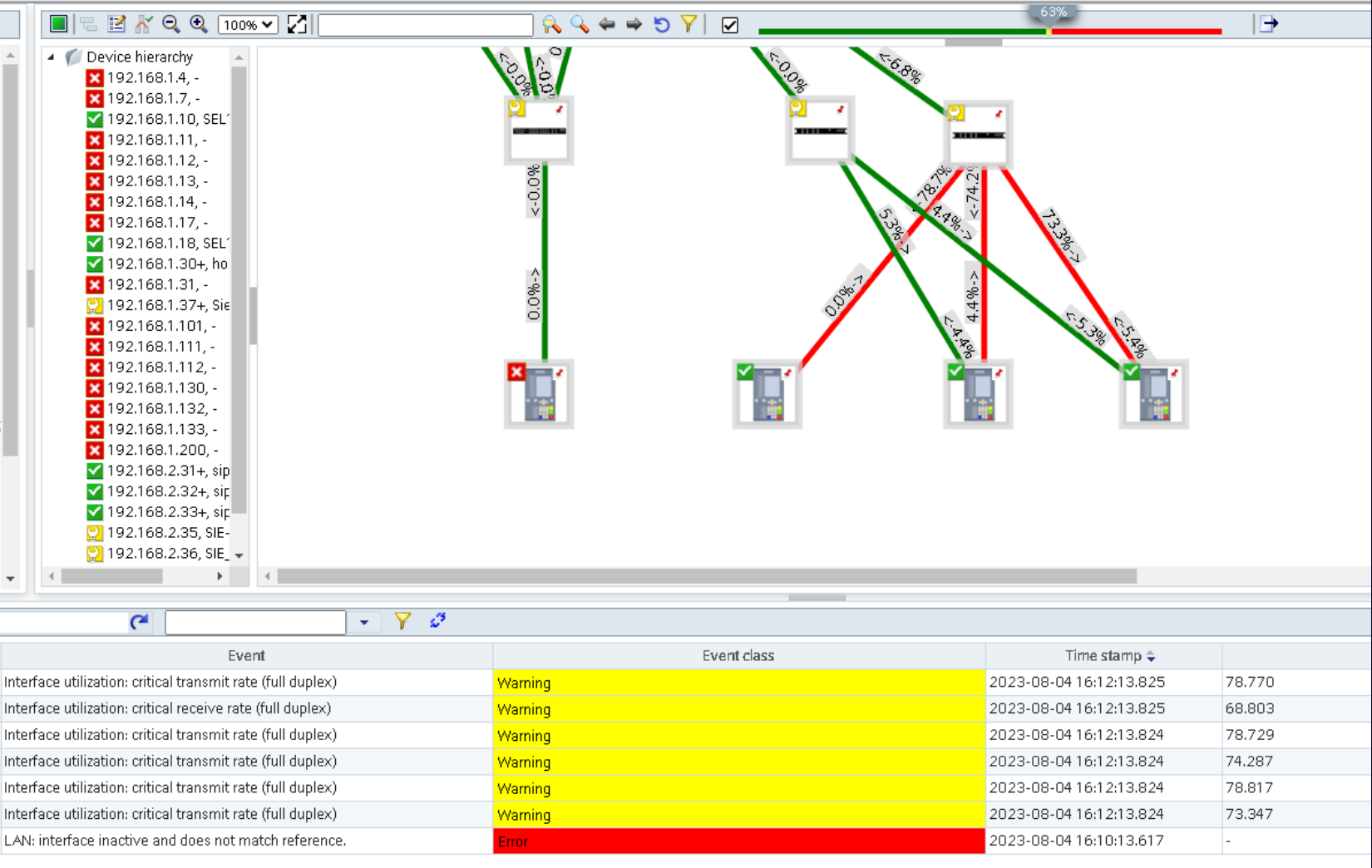
Ferramentas Opcionais

SINEC NMS – Network Management System



Ferramentas Opcionais

SINEC NMS – Network Management System



Vantagens

- Reconhecimento automático da topologia de redes via SNMP
- Identificação visual e alarme de ocupação dos enlaces.
- Facil identificação das VLAN's associadas a cada enlace através pointer pop-up.
- Facilitador nos testes de Fabrica e comissionamento e agrega funções de monitoramento para operação.

Resultados

Falhas identificadas

- Testes de falhas nas mensagens GOOSE, SV e PTP.
 - Ausência de mensagens
 - Mensagens corrompidas
 - Mensagens com atributos divergentes
 - Atraso excessivo
 - Mensagens em teste/simulação
 - Ausência ou alterações no modo do Sincronismo



- Presença de mensagens não previstas



- Mensagens GOOSE ou SV não previstas no SCD não afetaram o comportamento dos IED's.
- Qualquer equipamento novo conectado à rede causa alarme pela supervisão das portas
- Mensagens não assinadas podem estar presentes no SCD e não necessariamente configuram erro.

| Obrigado

Jorge Damasceno

Siemens SI EA TIP&AE

Smart Infrastructure

Electrification & Automation