

Diagnostica e troubleshooting per reti PROFIBUS e PROFINET

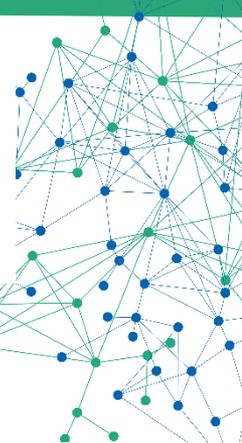
Alberto Sibono

Genoa Fieldbus Competence Centre srl

PICC e PITC Competence Centre



Spin Off Università di Genova (DITEN)





- PI Competence Center Profibus e Profinet (PICC)
- PI Training Center (PITC) Corsi Certificati per qualifica :

Profibus Engineer

Profibus Installer

Profinet Engineer

Profinet Installer

Iscrizione all' Albo tenuto tenuto dal PI International

- PI Test Laboratories (PITL) Certificazione Prodotti





PROFINET

PROFIBUS

PROFIsafe

PROFIdrive & Encoder

PROFInergy

IO-LINK

FDI



PROFIsafe



PROFIdrive



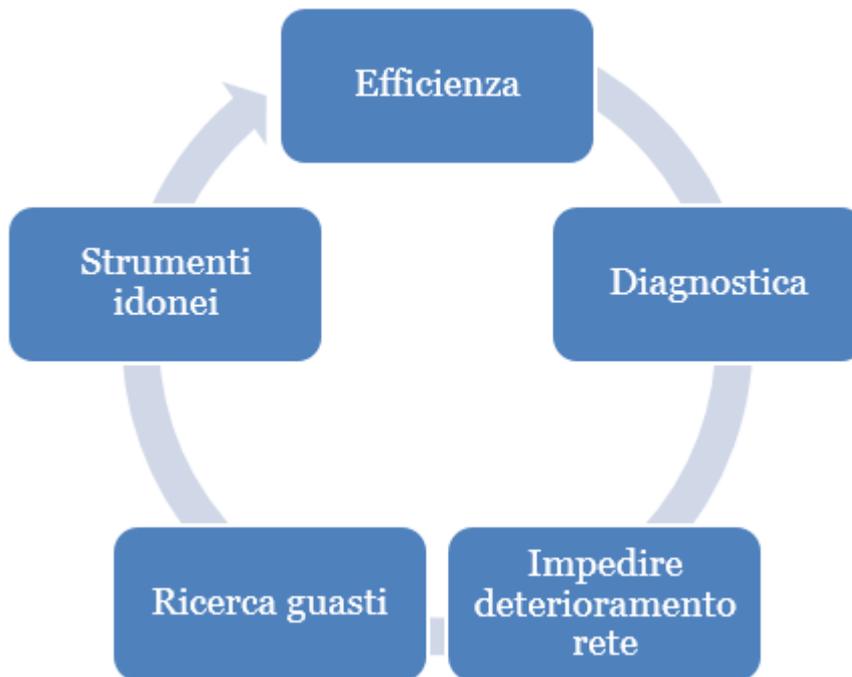
PROFInergy

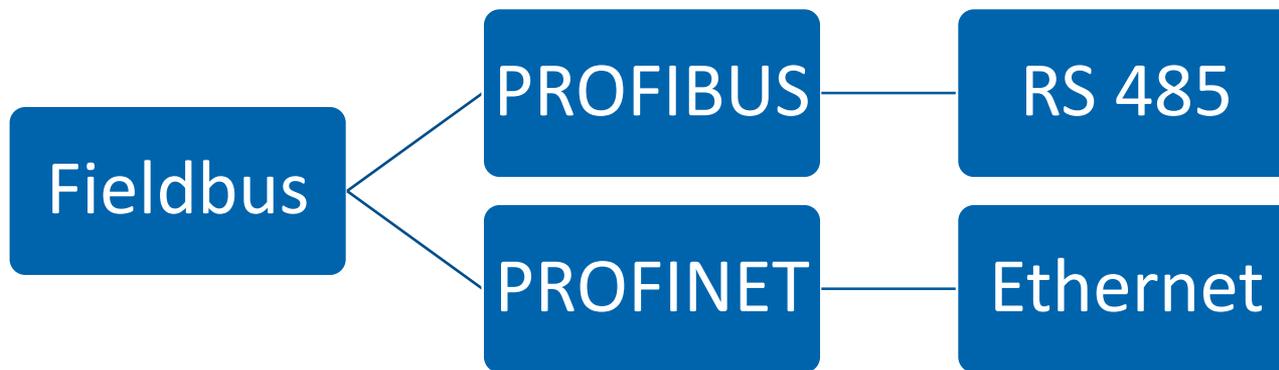




Percorso professionale :

- Formazione specialistica
- Certificazione Profibus e/o Profinet Engineer
- Iscrizione all' Albo PI International (Germania)
- Strumenti di analisi di rete idonei (possibilmente multimarca) e conosciuti
- Esperienza in campo
- Aggiornamento costante
- Saper progettare una Rete Profibus e Profinet a regola d'arte

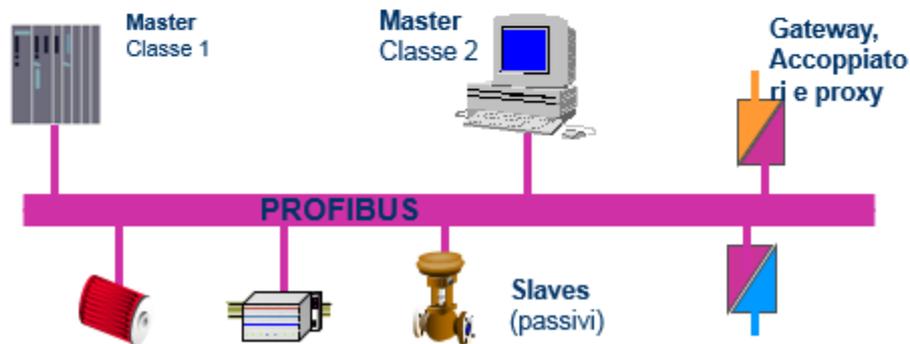






<ul style="list-style-type: none"> ■ Master Classe 1 ▼ Controllo principale ▼ Scambio dati ciclico con gli slaves ▼ Scambi aciclico con gli slaves ▼ Comunicazione prioritaria ▼ es: PLC / scheda di comunicazione 	<ul style="list-style-type: none"> ▼ Master Classe 2 ▼ Tool di configurazione ▼ Scambi aciclici ▼ Comunicazione non prioritaria ▼ es: DTM / EDD 	<ul style="list-style-type: none"> ▼ Slave ▼ Equipments d'acquisizione ▼ Equipments d'attuazione ▼ Comunicazione su iniziativa del master 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Gateway/Accoppiatore ▼ Nessun ruolo attivo nella rete ▼ Connessioni verso altre reti superiori ▼ Connessioni verso il livello campo/sensori
---	---	--	---

RS 485





Cavo RS 485

Cavi certificati tipo A

Terminazione attiva, una ad ogni estremità del segmento

Lunghezze massime funzione della velocità di trasmissione

Messa a terra degli schermi da entrambi gli estremi

Separazione dei cavi

Max. 32 dispositivi per segmento

Max. 126 dispositivi su rete

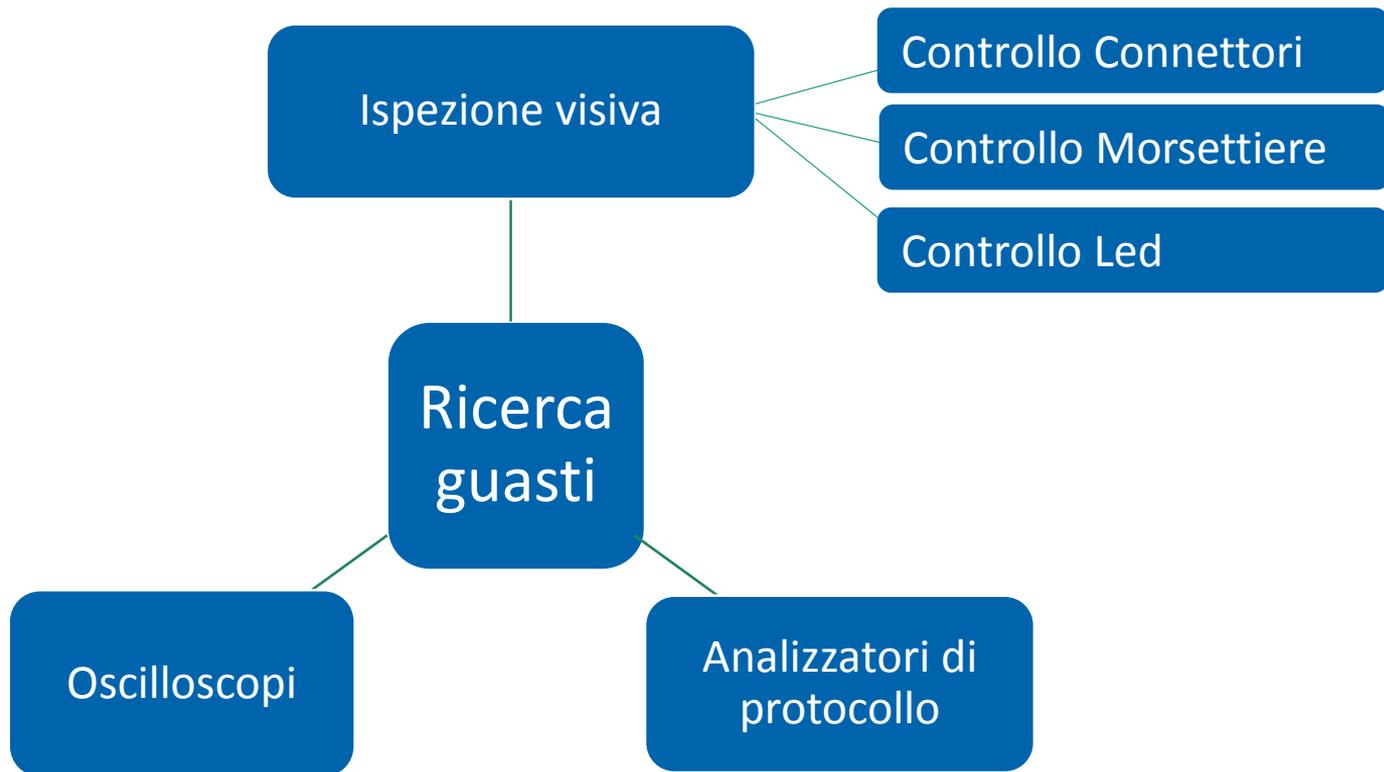


Livello Fisico

- Il device NON comunica più
- Il device perde periodicamente la comunicazione

Livello Applicazione

- Dati non validi (calibrazione o bug)
- Diagnostica del device (problemi sugli I/O)





- La maggior parte dei dispositivi hanno degli indicatori che danno un'informazione circa il loro stato. Questo è molto importante per gli utenti, specialmente il personale di manutenzione. Con tre indicatori possono essere chiarite molte situazioni

ON	BF	SF	Fault condition
X	O	O	Everything OK
X	X	O	No communication
X	X / O (blinking)	O	Communication, but not in data exchange
X	X	X	Configuration not OK



OK



Solo il LED ON è acceso

NESSUN MESSAGGIO VALIDO VIENE RILEVATO SUL BUS



Solo i LED ON e BF sono accesi

IL DEVICE NON ANCORA CONFIGURATO



Il LED BF è acceso lampeggiante

ERRORE DEVICE O ERRORE CONFIGURAZIONE



I LED ON e BF e SF sono accesi



■ Uno degli strumenti più importanti per la diagnostica!!!!!!

- è un'applicazione PC che estrae i dati dal bus e li salva in un database
- Il tecnico può analizzare i messaggi e venire ad una conclusione circa lo stato dei dispositivi in rete.
- La prevedibilità di Profibus fa sì che l'uso di questo strumento sia molto facile





Lista device in data
exchange/stop

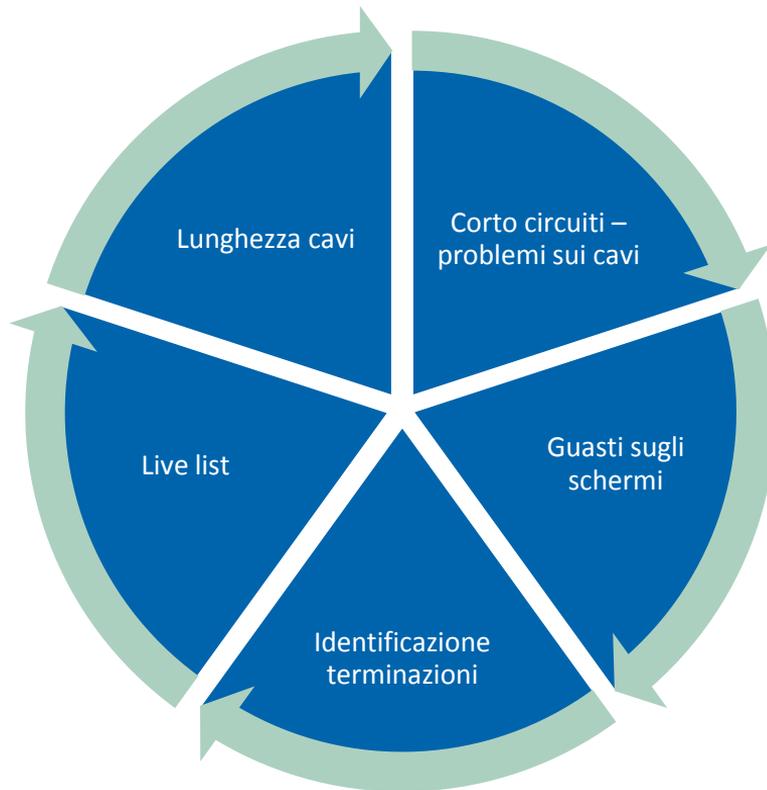


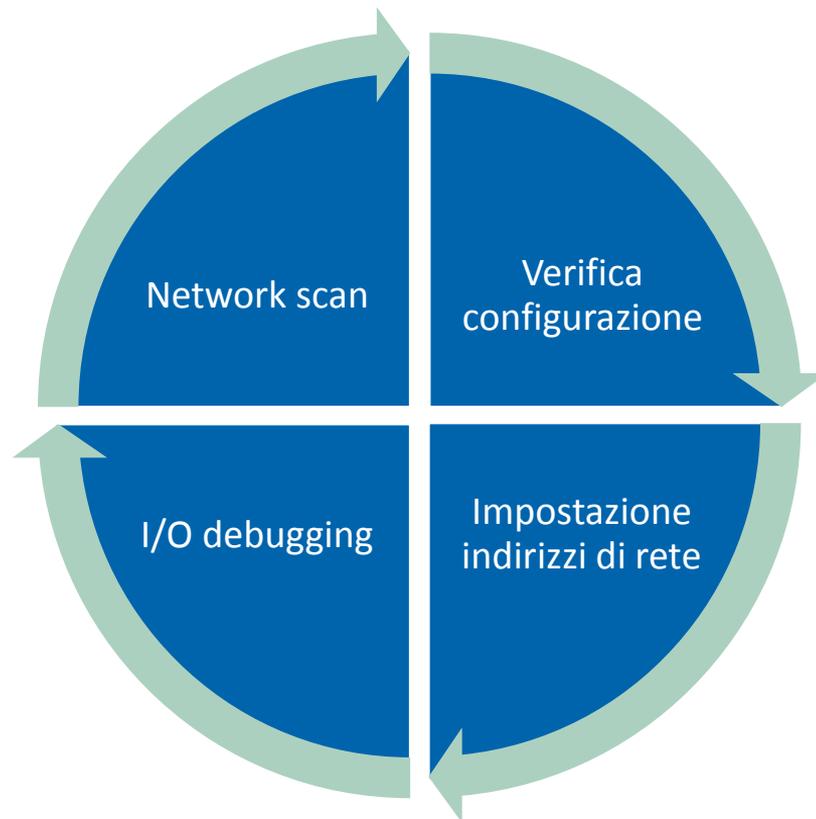
Controllo del
traffico dati.
Pacchetti scambiati



Diversi stati dello
slave:
configurazione,
parametri, data
exchange,
diagnostica

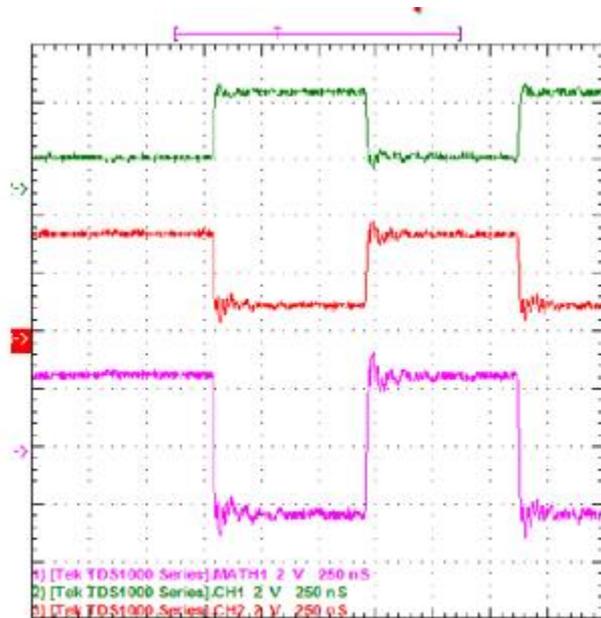








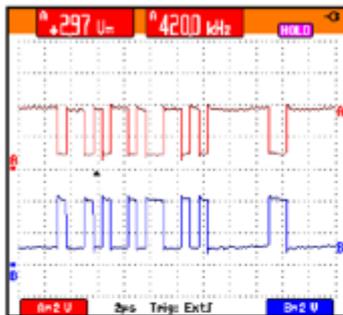
- È l'unico strumento che mi permette di vedere il segnale del bus



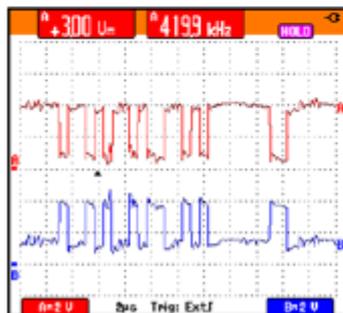
Linea A (2,x Volt)

Linea B (2,x Volt)

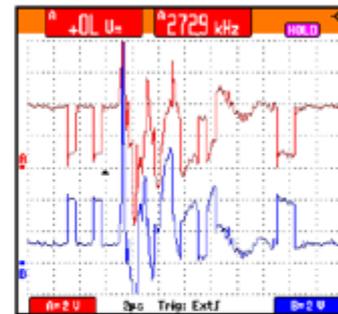
Tensione differenziale
B - A (4,x Volt)



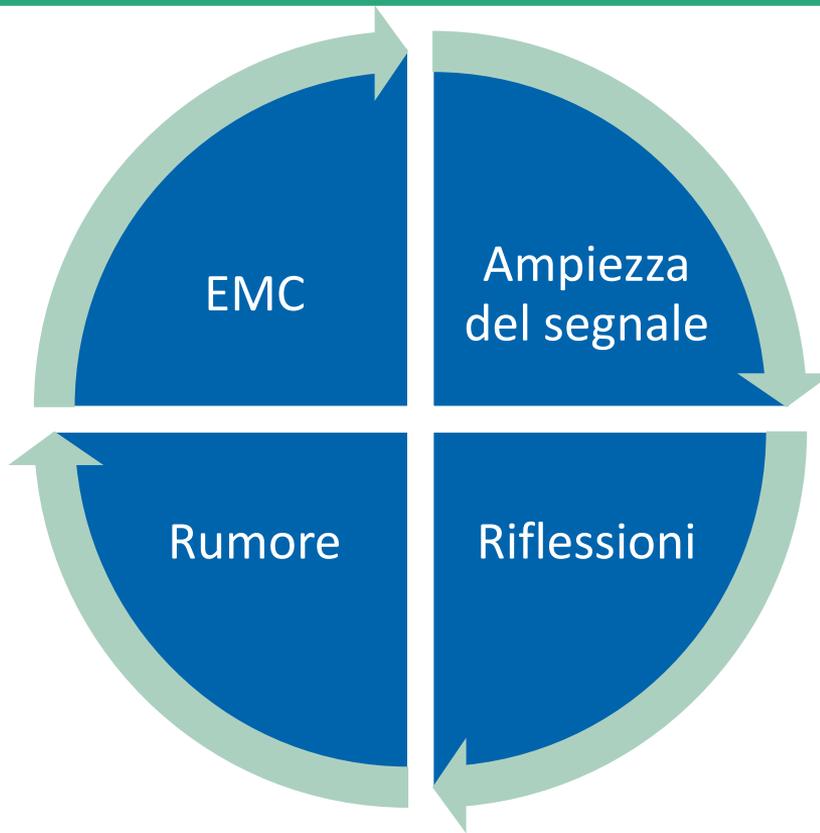
SEGNALE BUONO



SEGNALE MEDIO



SEGNALE NO





Guasti su DP	Cavo scollegato	Installazione running
Guasto generale di comunicazione	Non possibile	Analizzatore di rete
Doppio indirizzo	Non possibile	Analizzatore di rete
Indirizzo errato	Ispezione visiva	Analizzatore di rete
Nessuna terminazione	Multimetro	Oscilloscopio
Troppe terminazioni	Multimetro	Oscilloscopio
Dispositivo mancante	Tester	Analizzatore di rete + Master II
Diagnostica dispositivi	Non possibile	Analizzatore di rete + Master II



Guasti su DP	Cavo scollegato	Installazione running
Corto circuito, cavi incrociati	Multimetro	Oscilloscopio
Problemi di EMC	Oscilloscopio	Oscilloscopio
Regola del 1 metro	Non possibile	Oscilloscopio
Guasti di configurazione	Non possibile	Analizzatore di rete



Terminazioni

- Troppe terminazioni
- Poche terminazioni



Linee di potenza

- Separazione delle linee
- Alimentazione e comunicazione



Regole di cablaggio

- Lunghezza cavi
- Connettori



Errori di configurazione

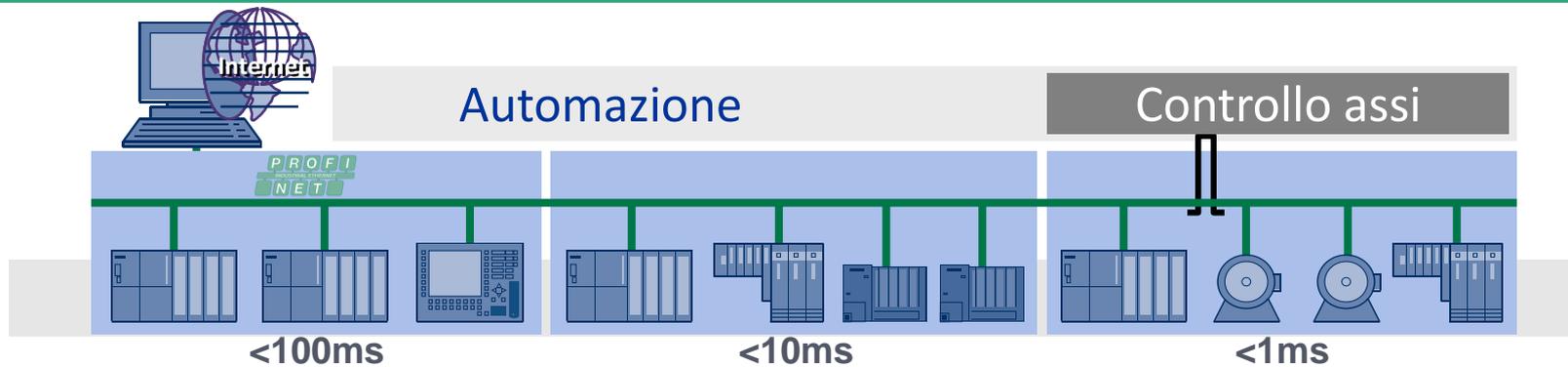
- Problemi con i tool di ingegneria per la configurazione della rete



Interfacce danneggiate

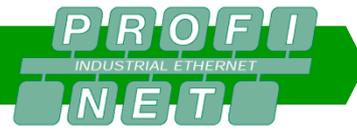
- Schede di interfaccia non certificate
- Schede di interfaccia danneggiate



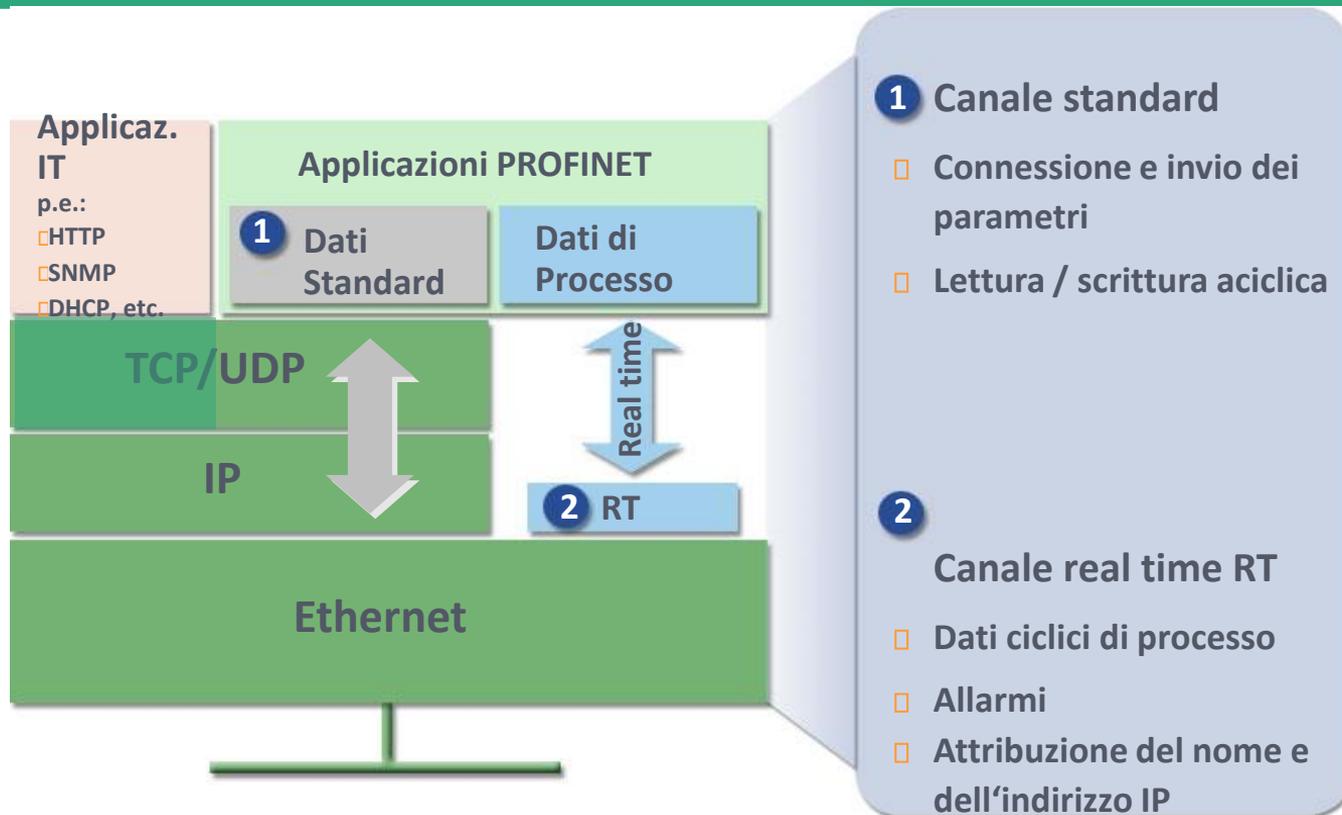


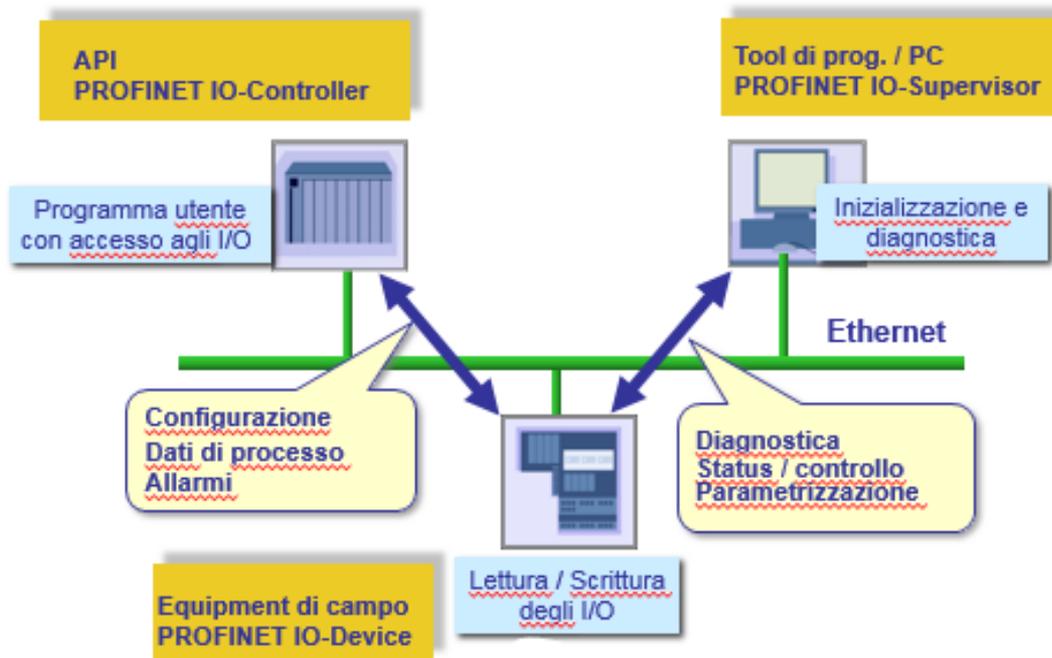
traffico IT **TCP/IP**





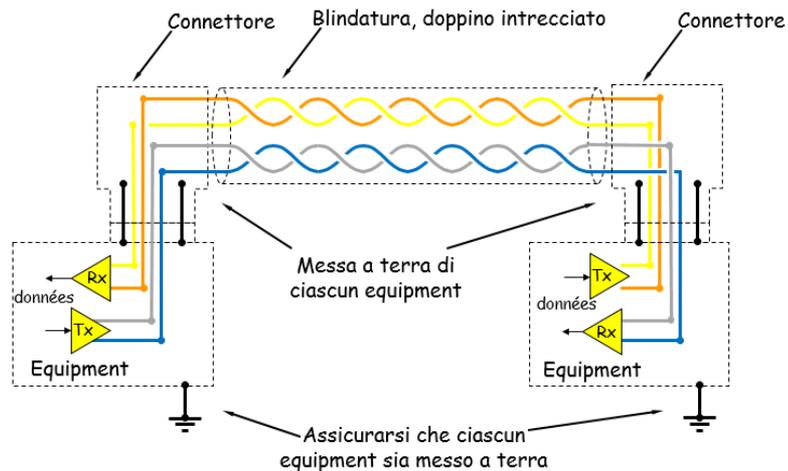
Soluzione ETHERNET Real Time







- Cavo con doppino intrecciato blindato. Velocità ≥ 100 Mbit/s
- Connessione punto / punto
- Lunghezza di un segmento: 100 m per 100baseTX
- Trasmissione differenziale su 4 fili
- Trasmissione full-duplex
- Switched Ethernet





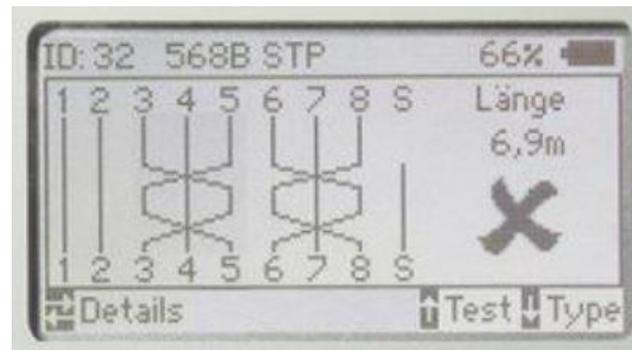
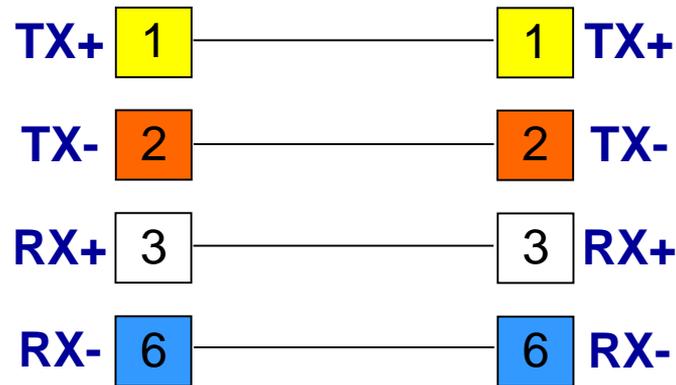
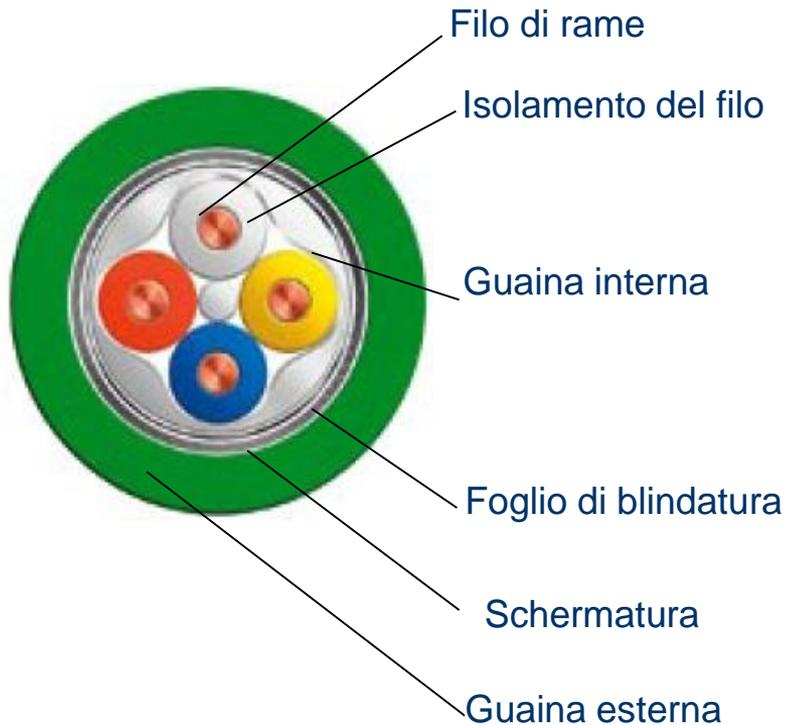
Problemi di rete

- Cavi danneggiati
- Disturbi EMC
- Errori di cablaggio

Problemi di configurazione

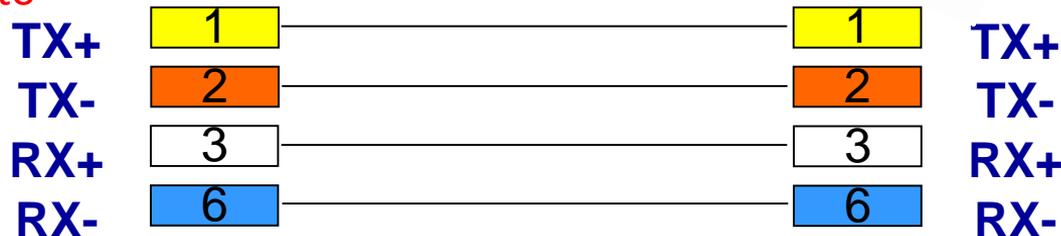
- Indirizzi duplicati
- Porta non aperta
- Indirizzi non assegnati







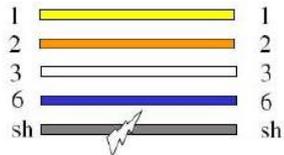
- ETHERNET è differenziale per limitare la sensibilità alle interferenze EMC.
- La blindatura deve essere collegata a terra a entrambe le estremità.
- Normalmente effettuato collegando la blindatura del cavo all'equipment, tramite il connettore
- Occorre quindi assicurarsi che l'equipment sia effettivamente collegato a terra!
- **Errori più comuni:**
 - **Blindatura non corretta**
 - **Collegamento a terra non corretto**



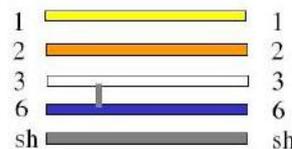
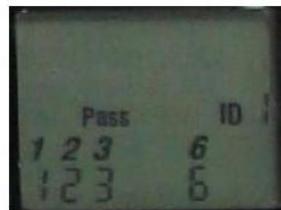


- Errori di connessione
- Assenza di fili tagliati
- Assenza di cortocircuiti
- Continuità della blindatura
- Lunghezza del cavo

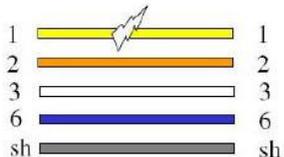
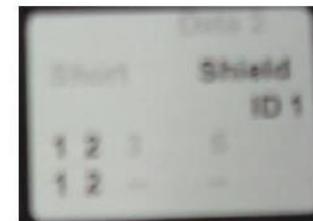




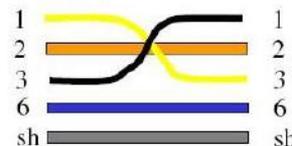
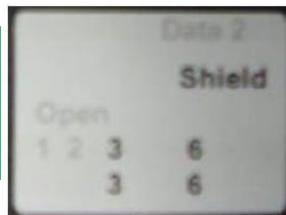
Schermatura
off



Cortocircuito
tra 3 e 6



Rottura cavo
1



Cavo 1 e 3
invertiti





- 4 bytes aggiunti all'header
- 2 campi TYPE nel telegramma!
- Attenzione : certi switches eliminano il VLAN tag
- La priorità indica il telegramma più prioritario a livello degli switch
- Per esempio, PROFINET-RT ha una priorità elevata (6)

PRE	SFD	DA	SA	TYPE	DATA	PAD	FCS
7 bytes	1 byte	6 bytes	6 bytes	2 bytes	46 – 1500 bytes		4 bytes

TYPE = 0x8100	PRIORITY	0	VLAN-ID
2 bytes	3 bits	1 bit	12 bits



■ La topologia della rete deve seguire i seguenti criteri:

Disposizione spaziale dei componenti in maniera coerente al layout impianto

Calcolo lunghezza tratte di linea

Previsione espansioni future

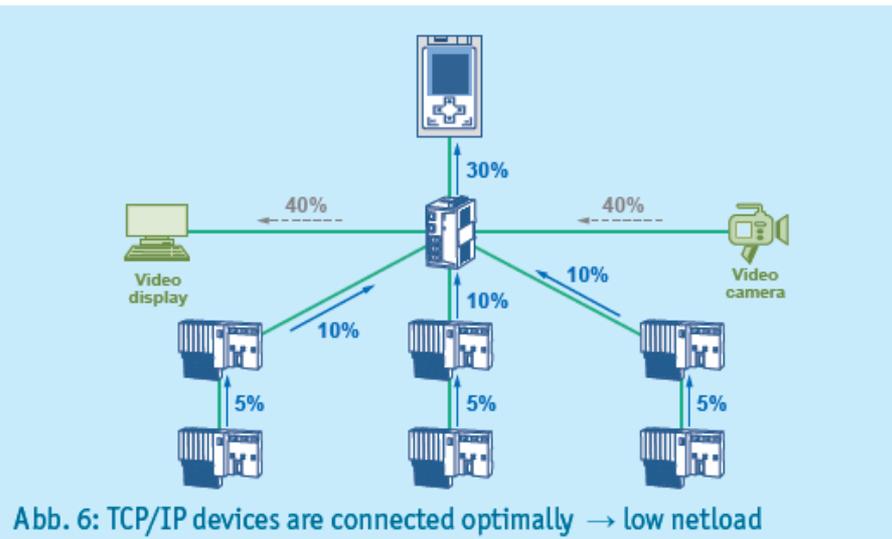
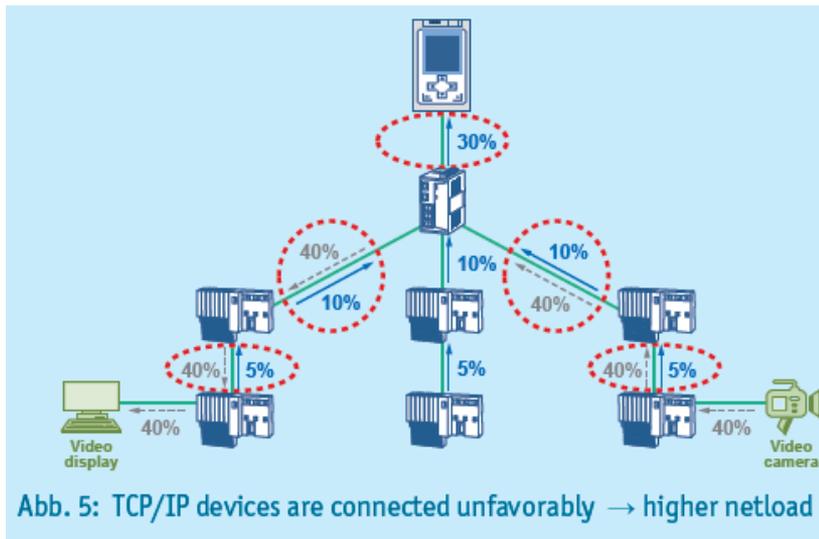
Calcolo carico di rete e traffico non PROFINET RT

Verifica qualità e degrado dei telegrammi trasmessi

Verifica isolamento EMC



- Il traffico PROFINET coesiste con la comunicazione Ethernet (TCP/IP), ma ha una diversa priorità sui nodi di rete (switch)





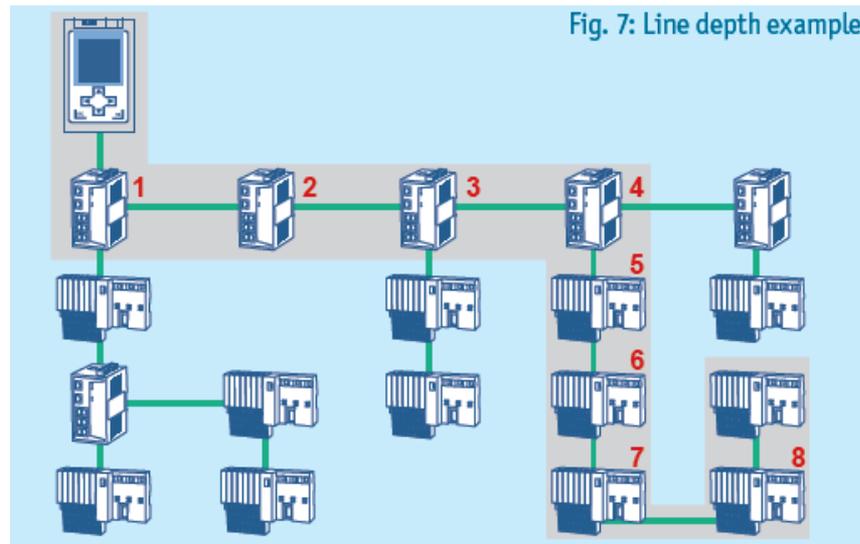
- La massima profondità della rete dipende dai tempi di aggiornamento dei dati e dal ritardo introdotto dagli elementi di rete: switch store-and-forward o cut-through

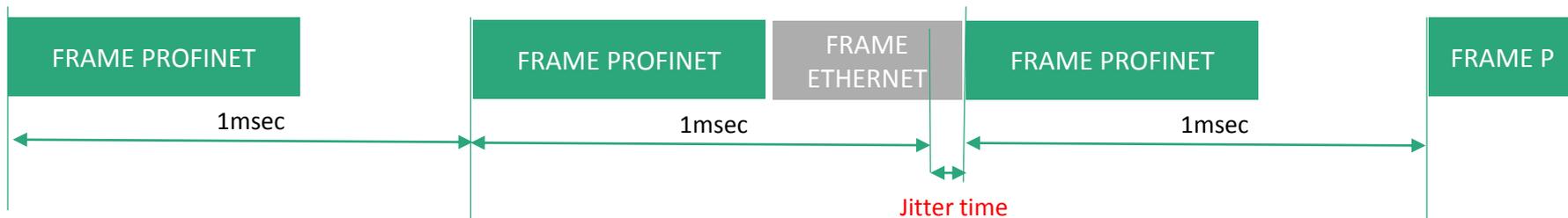
Switch Store-and-Forward

Max. line depth for update time of			
1ms	2ms	4ms	8ms
7	14	28	58

Switch Cut-Through

Max. line depth for update time of			
1ms	2ms	4ms	8ms
64	100	100	100



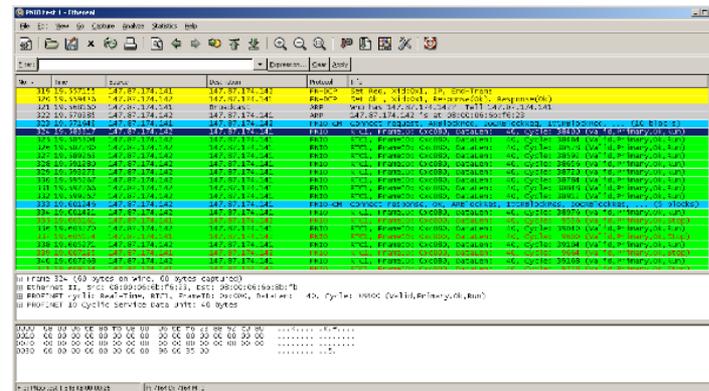


- JITTER \leq 50 %
- Numero Telegrammi Persi = 0
- Numero di Telegrammi con Errore = 0
- Carico di Rete < 20 %



Caratteristiche:

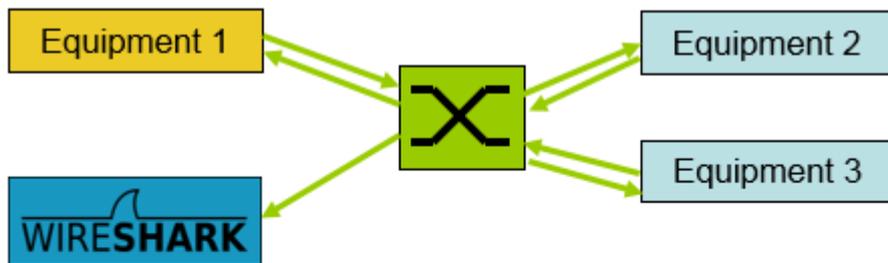
- Registrazione e analisi dei telegrammi ETHERNET
- Necessita un PC portatile
- Statistiche base
- Ethernet doppio incrociato o WiFi
- Ethernet doppio incrociato o WiFi
- Generatore di traffico



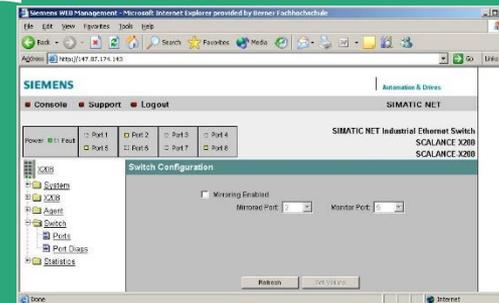
No.	Item	Source	Destination	Protocol	Size
115	10.255.115	147.87.174.141	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
116	10.255.115	147.87.174.142	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
117	10.255.115	147.87.174.141	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
118	10.255.115	147.87.174.142	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
119	10.255.115	147.87.174.141	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
120	10.255.115	147.87.174.142	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
121	10.255.115	147.87.174.141	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
122	10.255.115	147.87.174.142	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
123	10.255.115	147.87.174.141	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
124	10.255.115	147.87.174.142	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
125	10.255.115	147.87.174.141	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
126	10.255.115	147.87.174.142	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
127	10.255.115	147.87.174.141	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
128	10.255.115	147.87.174.142	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
129	10.255.115	147.87.174.141	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
130	10.255.115	147.87.174.142	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
131	10.255.115	147.87.174.141	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
132	10.255.115	147.87.174.142	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
133	10.255.115	147.87.174.141	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
134	10.255.115	147.87.174.142	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
135	10.255.115	147.87.174.141	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
136	10.255.115	147.87.174.142	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
137	10.255.115	147.87.174.141	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
138	10.255.115	147.87.174.142	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
139	10.255.115	147.87.174.141	147.87.174.141	HTTP	528 bytes
140	10.255.115	147.87.174.142	147.87.174.141	HTTP	528 bytes



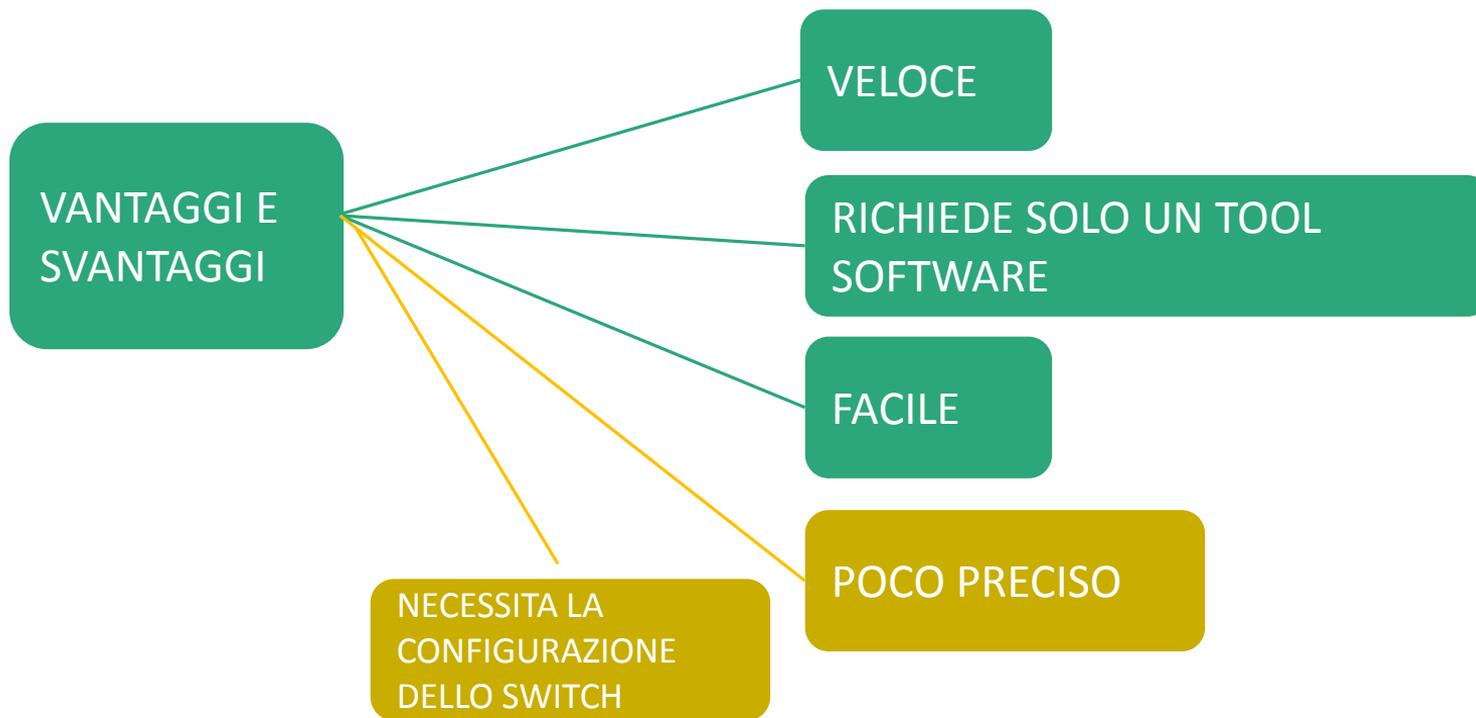
- Nessun accesso ai telegrammi scambiati su uno switch classico!!!
- Sugli switches managed: possibilità d'attivazione della funzione di MIRRORING
- Copia dei dati scambiati fra 2 porte, su una 3ª porta



❑ I telegrammi corrotti non sono ricopiati, e quindi non sono visibili

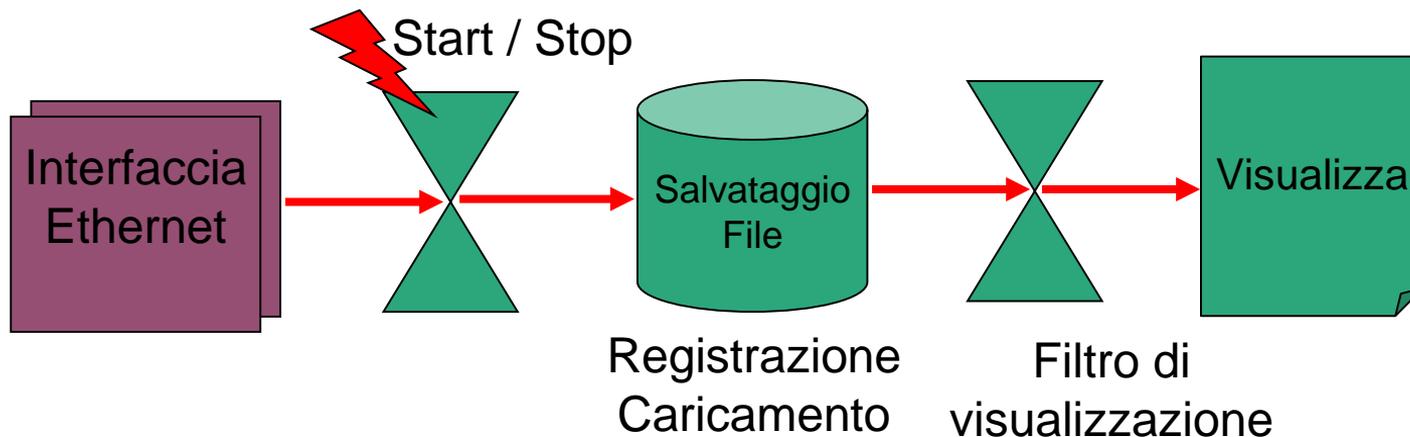


Come attivare il Mirroring dello Switch





- Tool open source, gratuito, divenuto uno standard
- Scaricabile da www.wireshark.org
- Decodifica di PROFIBUS IO, Ethernet/IP, Modbus TCP, Powerlink, Ethercat





Filter: Expression... Clear Apply

No. -	Time	Source	Destination	Protocol	Info
319	19.557155	147.87.174.141	147.87.174.142	PN-DCP	Set Req, Xid:0x1, IP, End-Trans
320	19.559436	147.87.174.142	147.87.174.141	PN-DCP	Set Ok, Xid:0x1, Response(Ok)
321	19.568160	147.87.174.141	Broadcast	ARP	who has 147.87.174.142? Tell 147.87.174.141
322	19.570385	147.87.174.142	147.87.174.141	ARP	147.87.174.142 is at 08:00:06:6b:f6:23
323	19.571643	147.87.174.141	147.87.174.142	PNIO-CM	Connect request, ARBlockReq, IOCRBlockReq, ... (10 blocks)
324	19.583317	147.87.174.142	147.87.174.141	PNIO	RTCL, FrameID: 0xc080, dataLen: 40, cycle: 38400 (Valid, Primary, ok, Run)
325	19.585304	147.87.174.142	147.87.174.141	PNIO	RTCL, FrameID: 0xc080, dataLen: 40, cycle: 38464 (Valid, Primary, ok, Run)
326	19.587280	147.87.174.142	147.87.174.141	PNIO	RTCL, FrameID: 0xc080, dataLen: 40, cycle: 38528 (Valid, Primary, ok, Run)
327	19.589263	147.87.174.142	147.87.174.141	PNIO	RTCL, FrameID: 0xc080, dataLen: 40, cycle: 38592 (Valid, Primary, ok, Run)
328	19.591280	147.87.174.142	147.87.174.141	PNIO	RTCL, FrameID: 0xc080, dataLen: 40, cycle: 38656 (Valid, Primary, ok, Run)
329	19.593273	147.87.174.142	147.87.174.141	PNIO	RTCL, FrameID: 0xc080, dataLen: 40, cycle: 38720 (Valid, Primary, ok, Run)
330	19.595267	147.87.174.142	147.87.174.141	PNIO	RTCL, FrameID: 0xc080, dataLen: 40, cycle: 38784 (Valid, Primary, ok, Run)
331	19.597266	147.87.174.142	147.87.174.141	PNIO	RTCL, FrameID: 0xc080, dataLen: 40, cycle: 38848 (Valid, Primary, ok, Run)
332	19.599267	147.87.174.142	147.87.174.141	PNIO	RTCL, FrameID: 0xc080, dataLen: 40, cycle: 38912 (Valid, Primary, ok, Run)
333	19.601246	147.87.174.142	147.87.174.141	PNIO-CM	Connect response, OK, ARBlockRes, IOCRBlockRes, IOCRBlockRes, ... (5 blocks)
334	19.601421	147.87.174.142	147.87.174.141	PNIO	RTCL, FrameID: 0xc080, dataLen: 40, cycle: 38976 (Valid, Primary, ok, Run)
335	19.603191	147.87.174.141	147.87.174.142	PNIO	RTCL, FrameID: 0xc080, dataLen: 40, cycle: 39040 (Valid, Primary, ok, Run)
336	19.603270	147.87.174.142	147.87.174.141	PNIO	RTCL, FrameID: 0xc080, dataLen: 40, cycle: 39104 (Valid, Primary, ok, Run)
337	19.605124	147.87.174.141	147.87.174.142	PNIO	RTCL, FrameID: 0xc080, dataLen: 40, cycle: 39168 (Valid, Primary, ok, Run)
338	19.605271	147.87.174.142	147.87.174.141	PNIO	RTCL, FrameID: 0xc080, dataLen: 40, cycle: 39232 (Valid, Primary, ok, Run)
339	19.607123	147.87.174.141	147.87.174.142	PNIO	RTCL, FrameID: 0xc080, dataLen: 40, cycle: 39296 (Valid, Primary, ok, Run)
340	19.607268	147.87.174.142	147.87.174.141	PNIO	RTCL, FrameID: 0xc080, dataLen: 40, cycle: 39360 (Valid, Primary, ok, Run)

Insieme dei telegrammi catturati

Frame 324 (60 bytes on wire, 60 bytes captured)
 Ethernet II, Src: 08:00:06:6b:f6:23, Dst: 08:00:06:6b:8b:fb
 PROFINET cyclic Real-Time, RTCL, FrameID: 0xc080, DataLen: 40, cycle: 38400 (Valid, Primary, ok, Run)
 PROFINET IO cyclic Service Data Unit: 40 bytes

Dettaglio del telegramma selezionato

```

0000  08 00 06 6b 8b fb 23 88 92 c0 80  ...K... .K.#...
0010  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
0020  00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
0030  00 00 00 00 00 00 96 00 35 00  ..... .5.
  
```

Dettaglio in formato Hex

File: PNIO test 1 548 KB 00:00:26 | P: 7164 D: 7164 M: 0

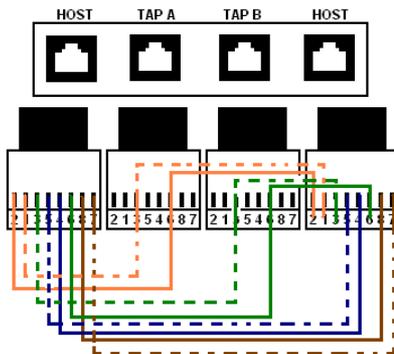


Misure con un TAP

- Carica elettrica aggiuntiva sul collegamento ETHERNET
- Può perturbare lo scambio dati
- Necessita 2 schede ETHERNET sul PC



TAP passivo

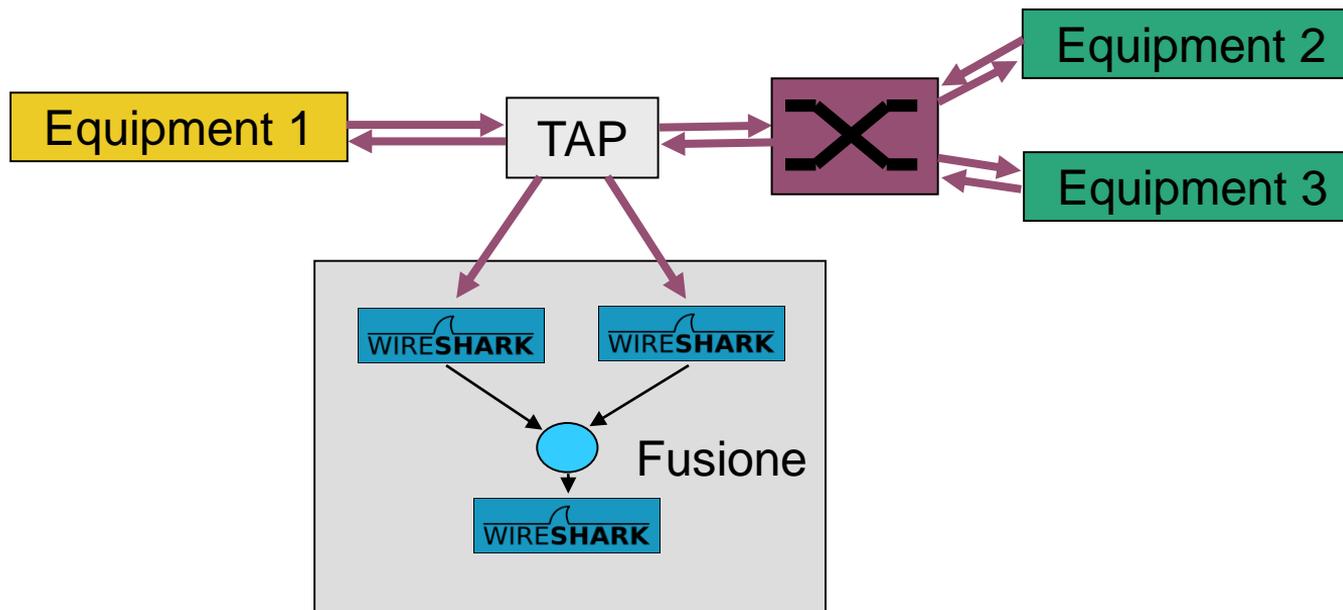


TAP attivo





- In Wireshark, fondere i dati provenienti da 2 schede ETHERNET





Name of the Network: PROFInet - Handbuch

Network Overview (Dataset: current)

Current Time/Data	Last Minuta	Last Cycle 24h	History
4/16/2012 8:15:45			
Lost Nodes	0	0	0
Internal Node Diagnosis	0	0	0
External Node Diagnosis	0	0	0
Packet jitter [%]	0	0	0
Update Rate min/max [ms]	- / -	- / -	- / -
Throughput maximal [Bytes/ms]	0	0	0
Connection Retries maximal	0	0	0
Error Telegrams	0	0	0
PN Packets	26	46,336	511,855
IP Packets	0	0	0
LLC Packets	0	0	0
LLDP Packets	12	21,806	240,884
Other Packets	0	909	10,038
Network Loading min/average/max [%]	1 / 1 / 1	1 / 1 / 1	1 / 1 / 1
Start of Measurement	4/16/2012 8:15:10	4/15/2012 17:07:05	4/12/2012 17:07:05
Last SNMP Request		-	

0 Alarms

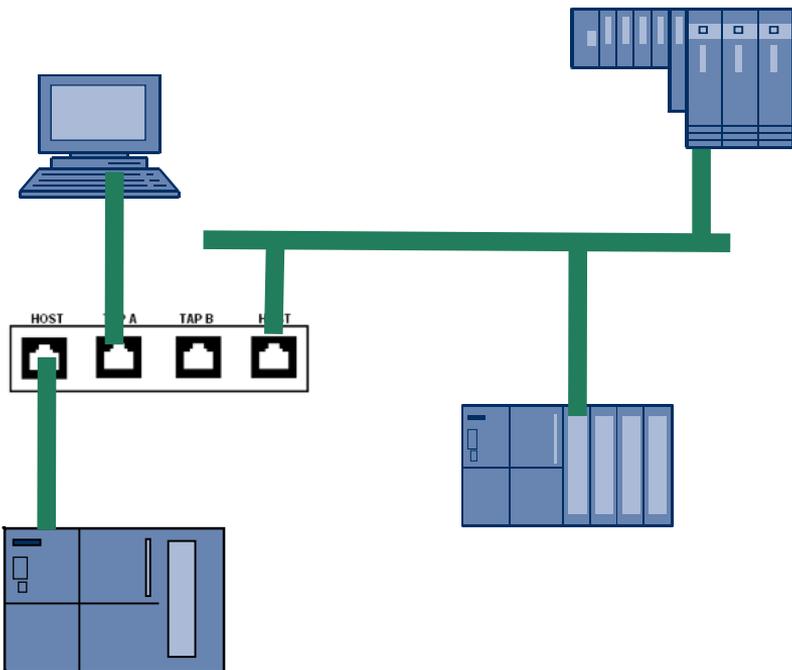
Network Statistics

Change Dataset

Update rate (10s)
Rate
10/100 Mbit/s
Device Temperature
30 °C

Time	Event
History	Select...
16.06.2012 08:15:45	16.06.2012 08:15:45
16.06.2012 08:15:45	16.06.2012 08:15:45
16.06.2012 08:15:45	16.06.2012 08:15:45

Possible Status					
IO-Controller	IO-Device	Event / Diagnosis	Lost / Restart	Not responding	Not monitored





Visualizzazioni dei TAP:

Errori

Netload

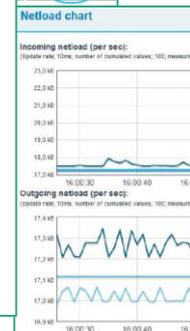
Allarmi

Scelta diagnostica
attiva o passiva

Anomalie
di rete

Picchi di carico

- Network load
- Jitter dei telegrammi
- Broadcast o multicast net load
- Update times
- Cicli di invio del controllore
- Device diagnosi, failures, restarts,
- Error telegrams
- Trigger function per allarmi



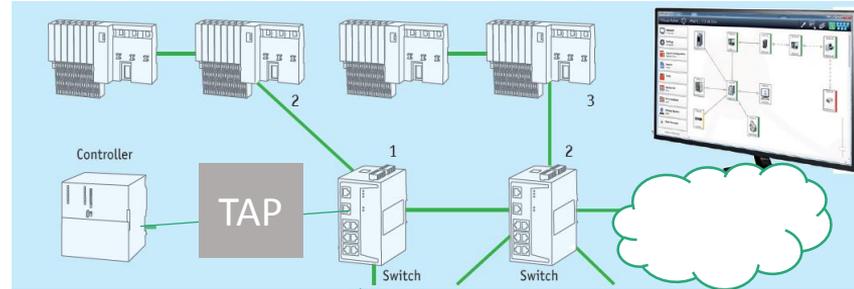
Network statistics

	Last minute	History
Load ratio	1 : >600	1 : >600
Broadcasts/Multicasts (of these PROFINET)	0 (0 0%)	0 (0 0%)
Frames (sent) (of these PROFINET)	30.002 (30.002 100.00%)	144.101.705 (144.101.526 100.00%)
Frames (received) (of these PROFINET)	30.000 (30.000 100.00%)	144.092.515 (144.092.345 100.00%)
Bytes (sent) (of these PROFINET)	1,92 MB (1,92 MB 100.00%)	9,22 GB (9,22 GB 100.00%)
Bytes (received) (of these PROFINET)	2,04 MB (2,04 MB 100.00%)	9,80 GB (9,80 GB 100.00%)
Error telegrams (sent) (of these PROFINET)	0 (0 0%)	0 (0 0%)
Error telegrams (received) (of these PROFINET)	0 (0 0%)	0 (0 0%)



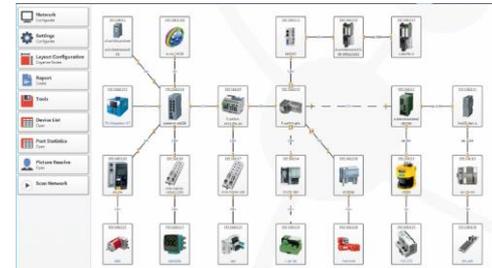
Trigger per Allarmi via:

- SNMP
- E-mail
- Interfacce WEB
- OPC, ..



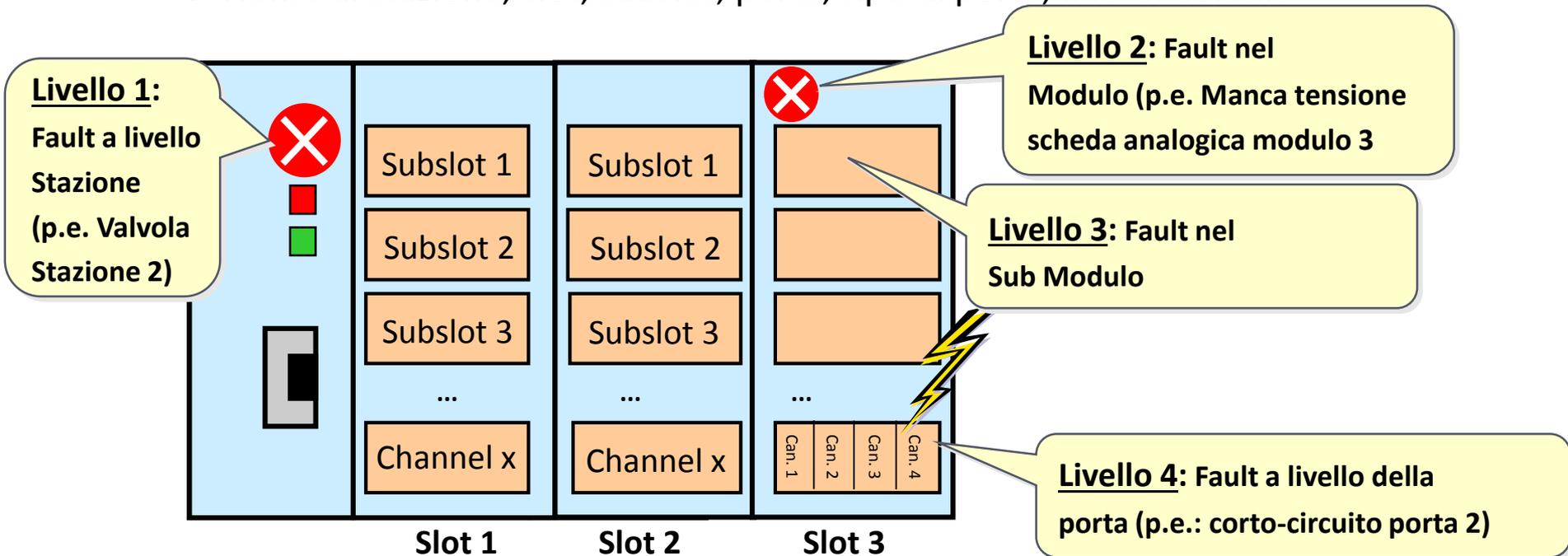
■ Uso protocollo ARP/SNMP/LLDP per la generazione della **topologia della rete**:

- IP / MAC address ,
- PROFINET name,
- Nome dei device e failure
- Statistiche delle porte : errori e telegrammi scartati
- Lunghezza dei cavi e interruzioni di linea,..





- Le informazioni di diagnostica sono strutturate gerarchicamente
 - Nome di stazione, slot, subslot, porta, tipo di porta, info di default





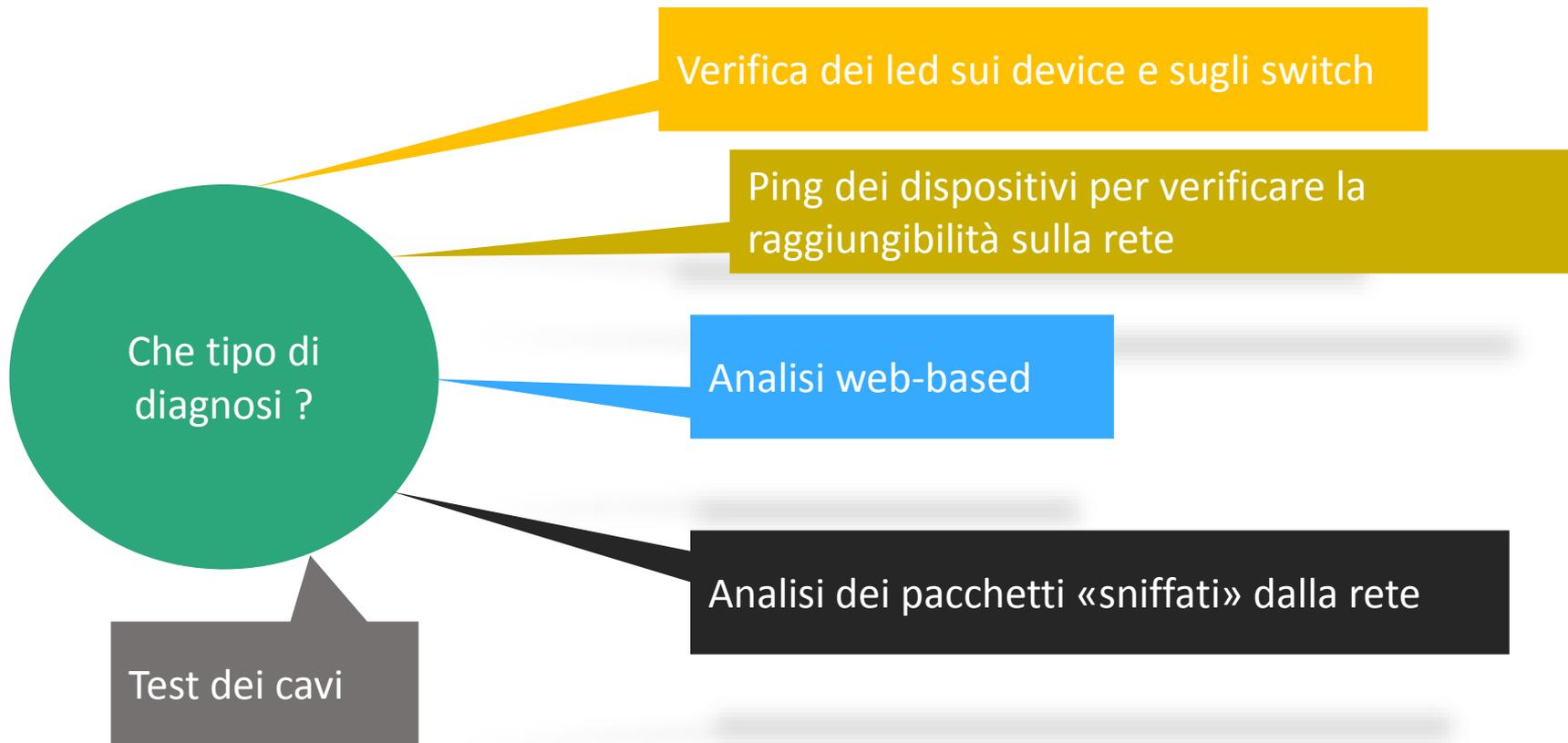
■ Led comuni sugli switches. Non normalizzato!

■ Status sullo switch:

Colore	Significato	Status	Descrizione
Verde	POWER	on off	alimentato non alimentato

■ Status per Porta:

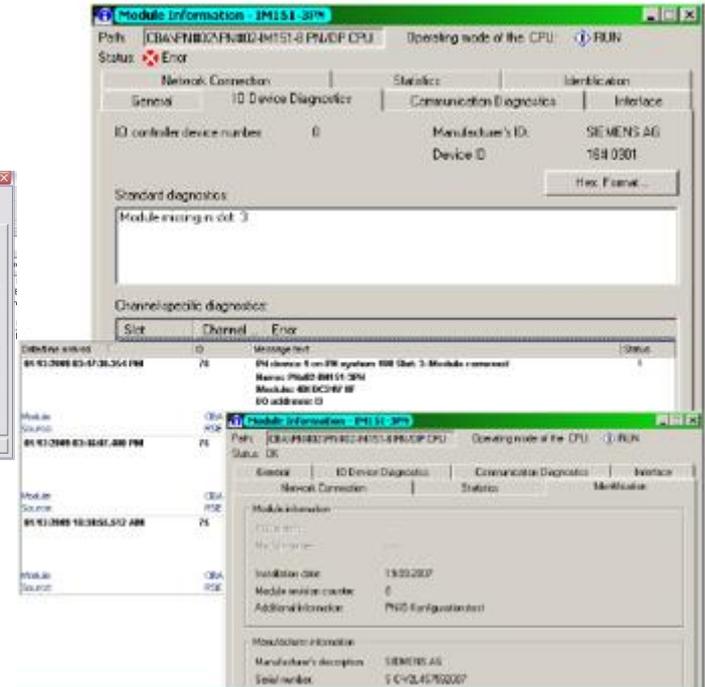
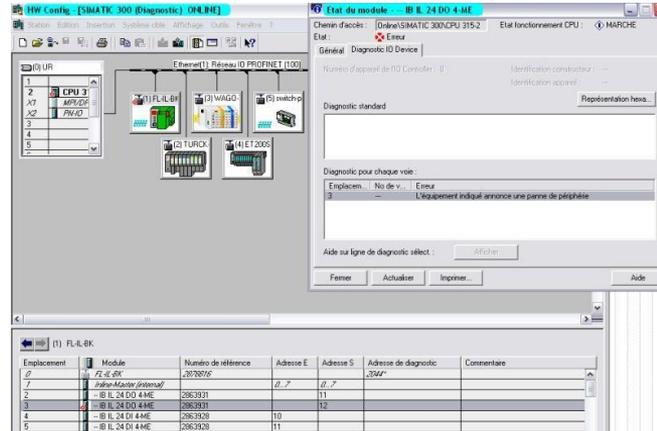
Colore	Significato	Status	Descrizione
Verde	LINK	on off	Collegamento stabilito Nessun collegamento
Giallo	RX/TX	on	Trasferimento dati





- Panoramica veloce con dettagli di diagnostica
 - Device
 - Modulo
 - Canale
 - Interrupts

- Fault attuali
 - Acknowledge





This includes important parameters regarding network planning and structuring (Guideline Guideline) as well as new criteria for acceptance test e.g. topology (line depth), number of discards and netload measurement

PROFINET Design Guideline

Some important parameters:

- PROFINET topology
- Line depth
- Cyclical realtime netload
- Planning of access points for network diagnosis





PROFINET Commissioning Guideline

The PROFINET Commissioning Guideline initially determines important commissioning criteria to ensure a stable network.

Some important criteria:

- Check of cabling and topology
- Discards / Error frames
- PROFINET communication monitoring
- Netload
- Jitter



GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

Alberto Sibono

Genoa Fieldbus Competence Centre srl

***Spin Off Università di Genova (DITEN)
PICC e PITC Competence Centre***

PROFIBUS & PROFINET Day – San Marino - 15 Novembre 2017

