

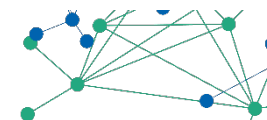
COMPARAZIONE TRA BUS ETHERNET

Micaela Caserza Magro

Genoa Fieldbus Competence Centre srl



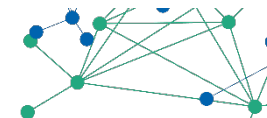
Che cosa è Industrial Ethernet?



Ethernet per applicazioni

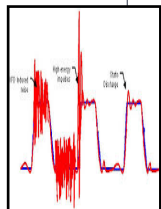


Requisiti base per ambiente industriale



Mission critical

- Non sono ammessi fermi o perdite di pacchetti



«Rumore» elettrico

- Impianti di BT, MT insieme ad impianti di segnale
- Presenza di carichi disturbanti
- Presenza di rumore e disturbi



Interoperabilità

- Possibilità di comunicare con altri dispositivi
- Possibilità di rendere disponibili dati anche attraverso protocolli diversi
- Multi produttore



Ambiente «sporco»

- Temperature estreme
- Polvere
- Agenti chimici



Vibrazioni



Comunicazione real-time e deterministica

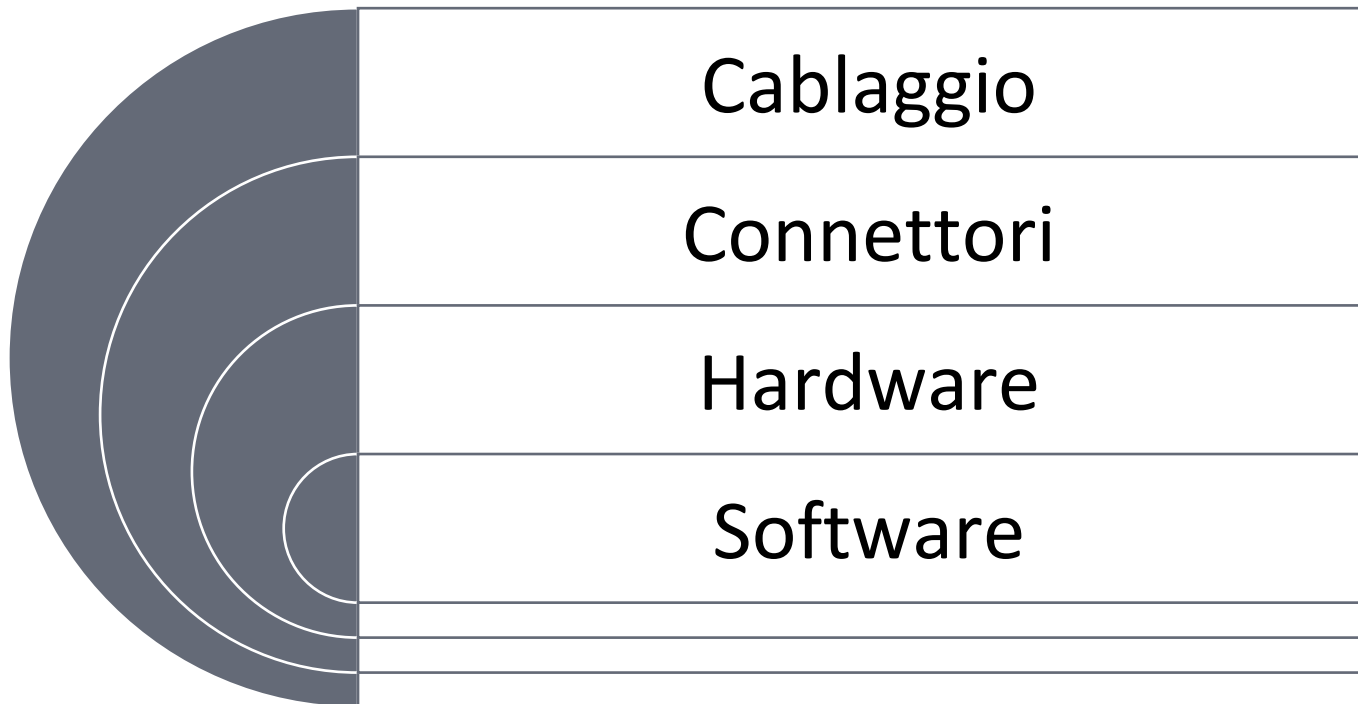
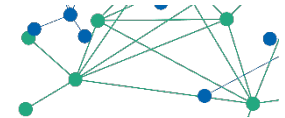
P1 • Critical	S1 • Critical
P2 • High	S2 • Major
P3 • Medium	S3 • Moderate
P4 • Low	S4 • Low

Define Priority Levels Define Severity Levels
© www.schneider-electric.com

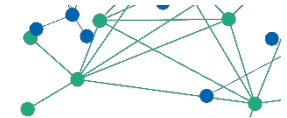
Livelli di priorità

- Alcuni dati devono essere deterministici e real-time
- Alcuni dati sono non time critical

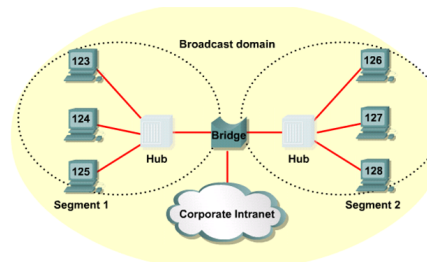
Requisiti base per ambiente industriale



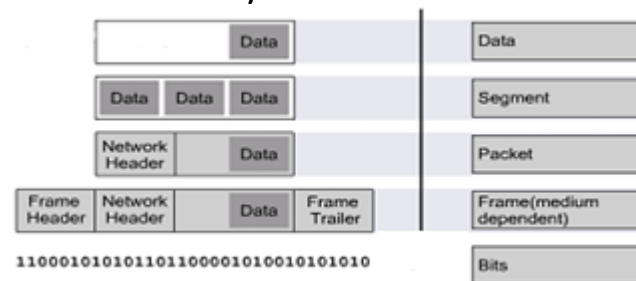
DIFFERENZA TRA RETE E PROTOCOLLO

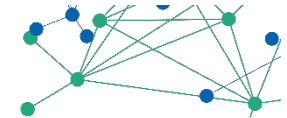


- **Rete:** si riferisce a tutti i componenti fisici e l'hardware necessario alla trasmissione dei dati dal trasmettitore al ricevitore

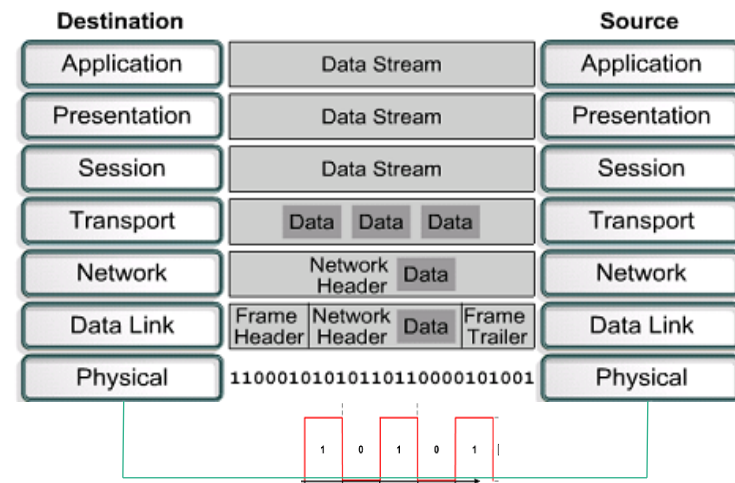


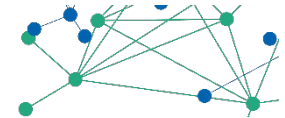
- **Protocollo:** si riferisce alla parte «software» o meglio di linguaggio tra i componenti di una rete. **Definisce le regole e le proprietà delle informazioni che vengono scambiate.** Il protocollo deve essere implementato secondo il modello ISO/OSI





- Conversione info in “dati”.
- Suddivisione in **segmenti** tramite i protocolli TCP e UDP.
- Incapsulamento dei dati in **pacchetti** con source e destination IP address, gestisce l'instradamento.
- **Incapsulamento** del pacchetto in frame con indirizzo MAC, **sincronizzazione, controllo degli errori, prioritizzazione**.
- Conversione in uno/zero per la **trasmissione sul media**.



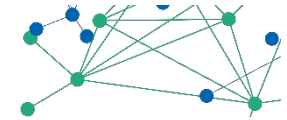


100 BASE-TX

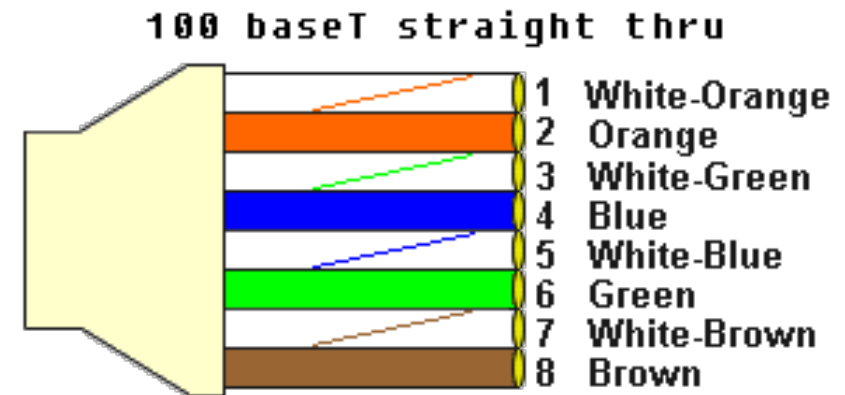
T: Unshielded Twisted pair
TX: 2 coppie di categoria 5
F: Fibra ottica

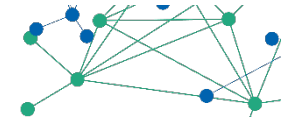
BASE=baseband / BROAD=broadband

indica la velocità di trasmissione in Mbit/s (10, 100, 1000)

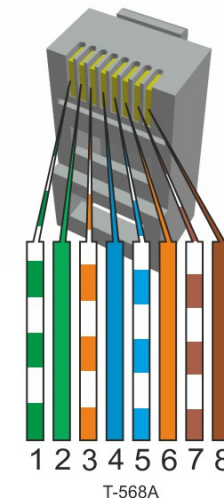


- Si parla di 100BASE-T
- Usa due coppie di Unshielded Twisted Pair (UTP)
- Codifica 4B5B
- Connettori RJ45
- Topologia a Star con due soli nodi per segmento
- Connessione Punto-Punto
- Lunghezza max segmento: 100m



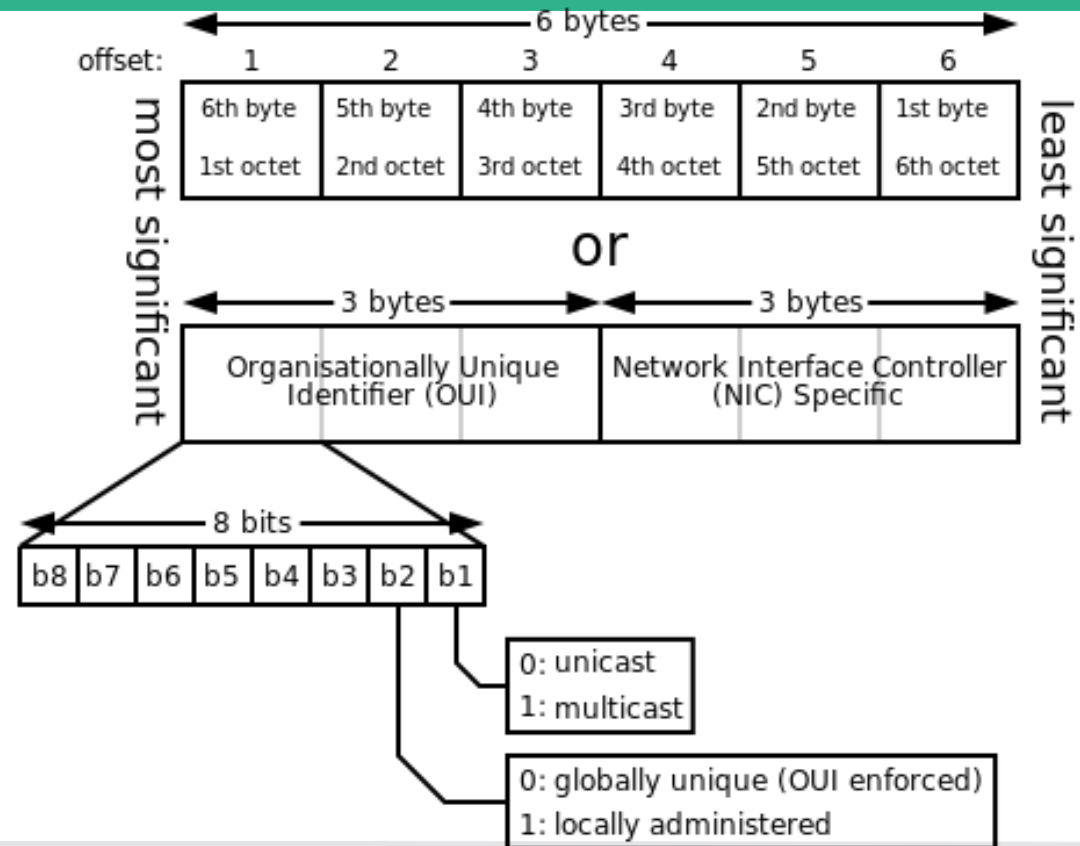
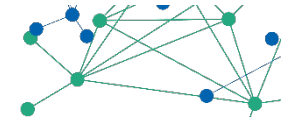


- 1000BASE-T
- 4 coppie di Unshielded Twisted Pair (UTP)
- Codifica 8B10B
- Una coppia per trasmettere, una coppia per ricevere
- Connettori RJ45
- Topologia a Star con due nodi per segmento
- Connessione Punto-Punto
- Lunghezza max segmento: 100m

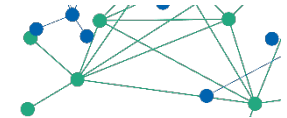


Pin	Description	10base-T	100Base-T	1000Base-T
1	Transmit Data+ or BiDirectional	TX+	TX+	BI_DA+
2	Transmit Data- or BiDirectional	TX-	TX-	BI_DA-
3	Receive Data+ or BiDirectional	RX+	RX+	BI_DB+
4	Not connected or BiDirectional	n/c	n/c	BI_DC+
5	Not connected or BiDirectional	n/c	n/c	BI_DC-
6	Receive Data- or BiDirectional	RX-	RX-	BI_DB-
7	Not connected or BiDirectional	n/c	n/c	BI_DD+
8	Not connected or BiDirectional	n/c	n/c	BI_DD-

INDIRIZZO MAC



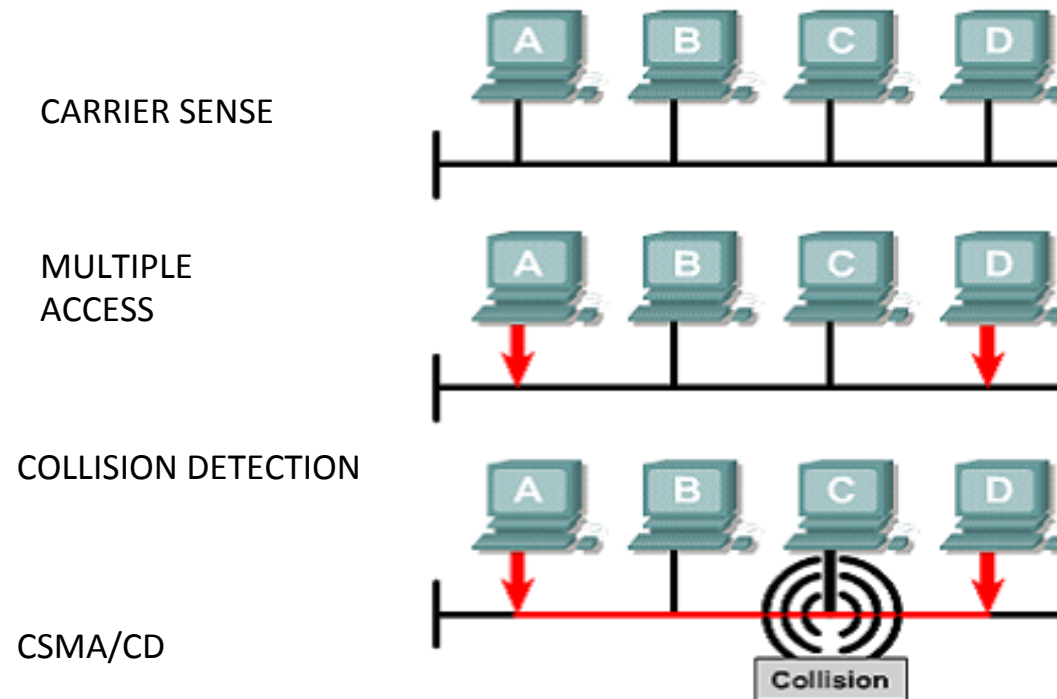
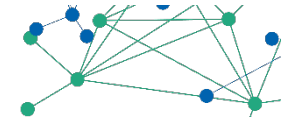
STRUTTURA DEL TELEGRAMMA

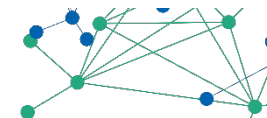


- Un pacchetto (frame) Ethernet ha la seguente struttura:
- Destination / Source: contengono gli indirizzi MAC del device che deve ricevere il segnale e quello del device che lo invia;
- Type: dipende dal protocollo usato a livello di rete (per noi è IP);
- Data: dipende dalla lunghezza del dato da trasmettere;
- Check: è un campo che serve per identificare eventuali errori nella trasmissione.

Preamble	Destination	Source	Type	Data	Check
8 bytes	6 bytes	6 bytes	2 bytes	Variabile	4 bytes

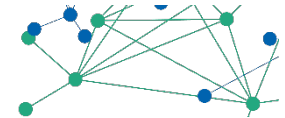
METODO DI ACCESSO AL BUS: CSMA/CD



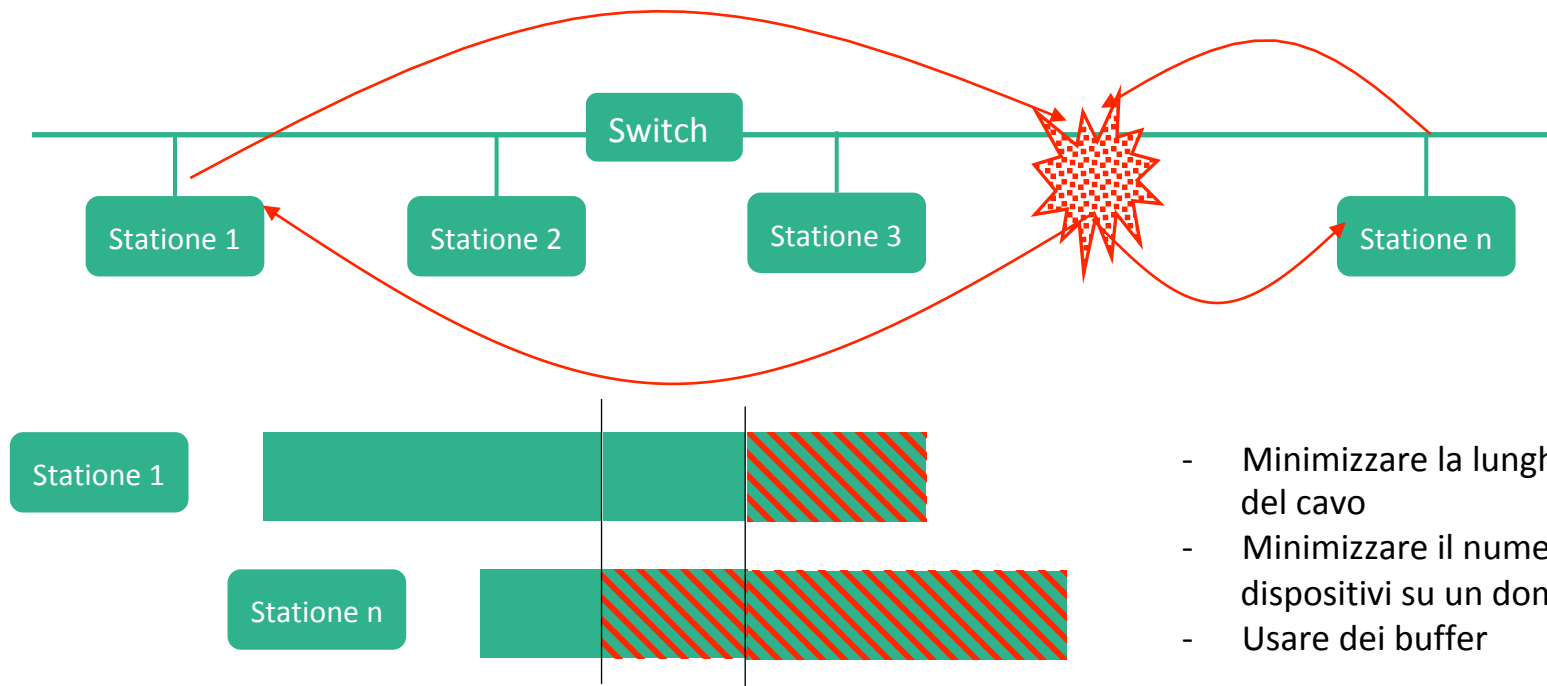
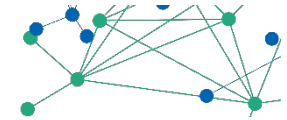


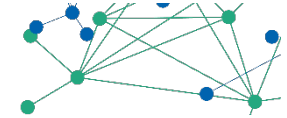
Collisioni

No
determinismo



- In Ethernet, un messaggio deve essere lungo in modo tale da garantire che arrivi a destinazione prima che il trasmettitore abbia finito di trasmettere, in altri termini il canale deve essere integralmente sfruttato. La lunghezza minima del messaggio definisce la lunghezza massima della rete, che prende il nome di **Dominio di Collisione**.
- Minimizzare il numero di dispositivi su un dominio, minimizzare la lunghezza del cavo e usare dei buffer possono rappresentare una prima via per aggirare questo tipo di problemi





7 - APPLICATION

➔ **GATEWAY** : converte i messaggi provenienti da protocolli diversi

6 - PRESENTATION

5 - SESSION

4 - TRANSPORT

3 - NETWORK

➔ **ROUTER**: invia i messaggi gestendo il miglior percorso in base all'indirizzo IP di destinazione -> LOOKUP TABLE

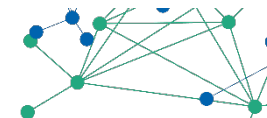
2 - DATA LINK

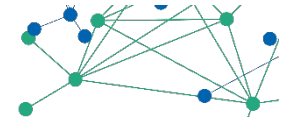
➔ **SWITCH / BRIDGE**: invia i messaggi su MAC (gestione dinamica), gestisce ring di ridondanza, switch di tipo STORE & FORWARD e CUT THROUGH

1 - FISICO

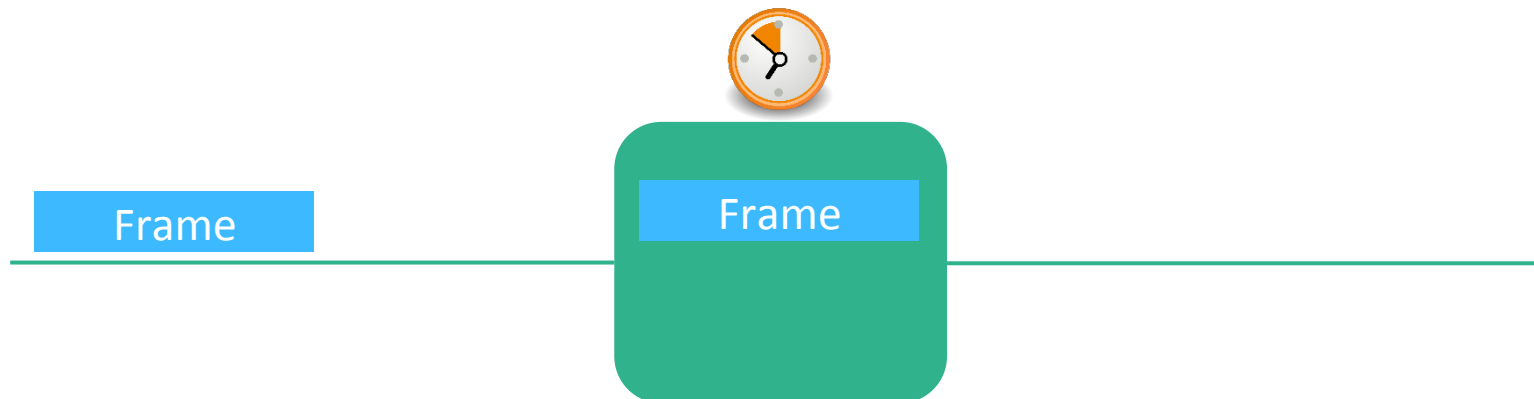
➔ **HUB / REPEATER**: invia i messaggi su tutte le sue uscite, non possiedono un indirizzo MAC, non hanno alcun tipo di capacità di interpretare o ordinare i dati che ricevono

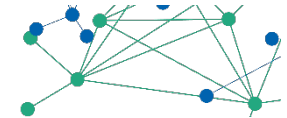
ETHERNET NON è DETERMINISTICO. QUALI SOLUZIONI



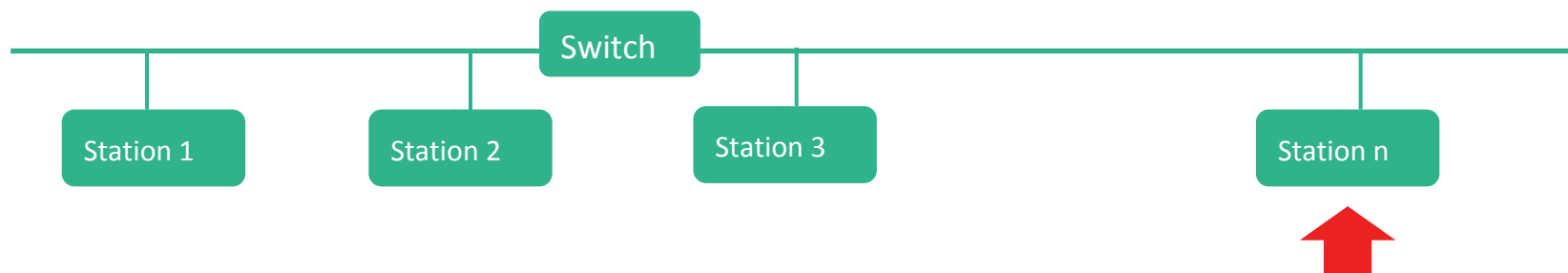


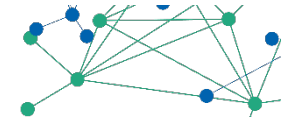
- Gli switch inoltrano i messaggi solo in modo mirato ai dispositivi e se necessario li trattengono.
- Vantaggio: non sono più possibili collisioni.
- Svantaggio: gli switch ritardano l'invio dei messaggi. Il tempo di ritardo dipende dal carico sulla rete. Non è quindi possibile parlare in questo caso di "real time".



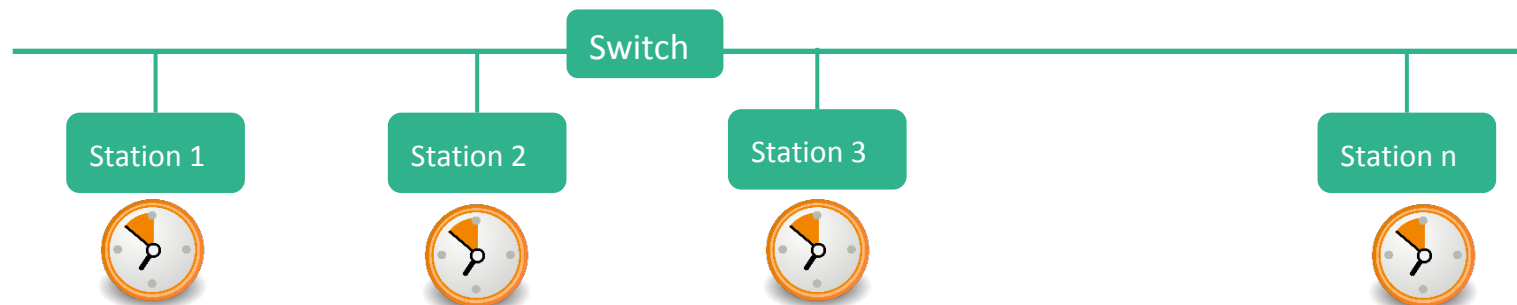


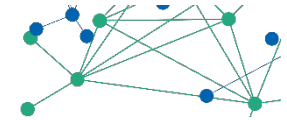
- Al protocollo Ethernet non deterministico viene sovraordinata una procedura con assegnazione di un time slot, ovvero di un intervallo di tempo specifico. Nell'ambito dell'intero ciclo, ciascun nodo "comunica" solo quando è attivo il proprio time slot. In tal modo si evitano le collisioni che comprometterebbero il determinismo.
- Vantaggio: possibilità di completo controllo del determinismo.
- Svantaggio: tutti i nodi che si trovano sullo stesso segmento della rete devono conoscere la procedura sovraordinata con assegnazione di time slot. Basta un nodo non conforme per disturbare il determinismo.



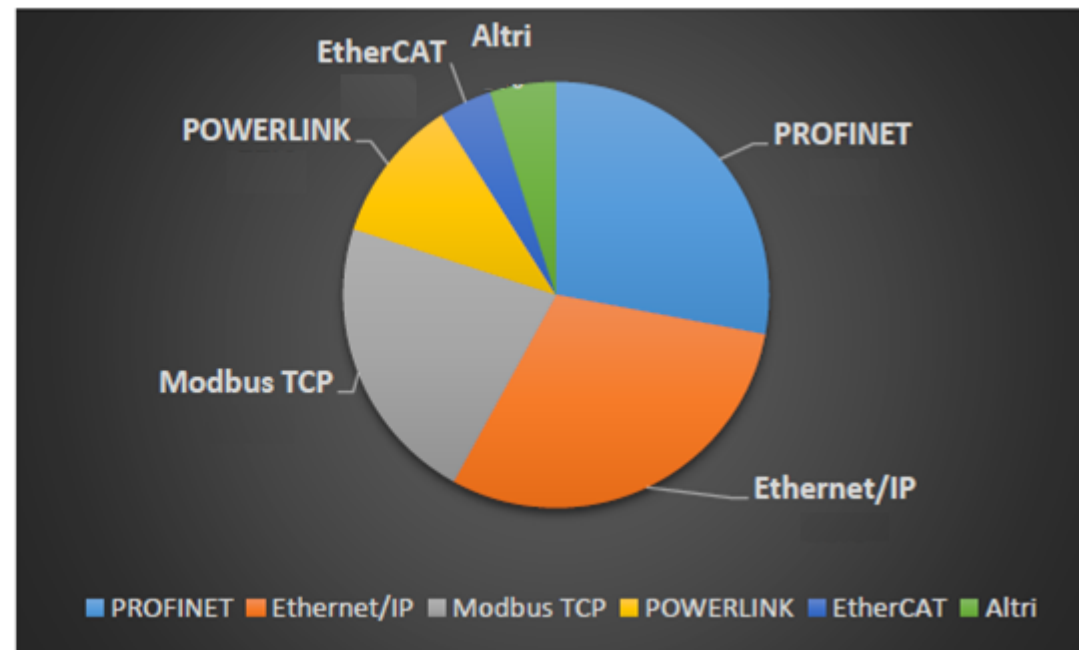


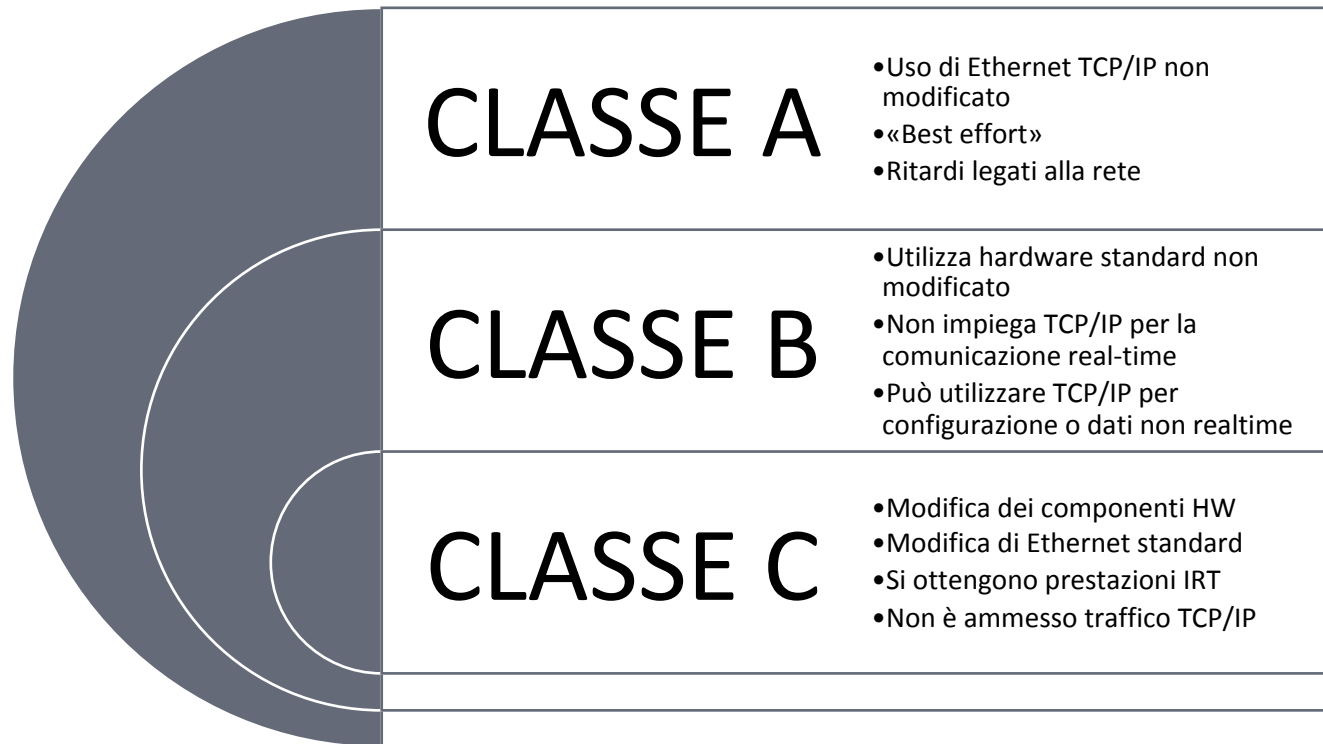
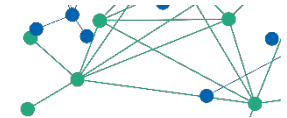
- Ciascun dispositivo sul bus possiede un orologio interno (clock). Tramite uno speciale protocollo di sincronizzazione (IEEE1588) viene assicurato che tutti gli orologi funzionino in modo sincronizzato e che pertanto determinate azioni vengano eseguite da tutti i nodi nello stesso momento.
- Vantaggio: il determinismo è possibile tramite Ethernet standard.
- Svantaggio: è richiesto un hardware particolare (con orologio interno) anche per gli switch. Inoltre è possibile controllare solo gli eventi ciclici in tempo reale..



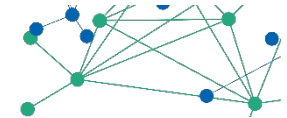


Nome
PROFINET
Ethernet/IP
Modbus TCP
POWERLINK
EtherCAT
Altri





DIVERSI APPROCCI PER IL DETERMINISMO

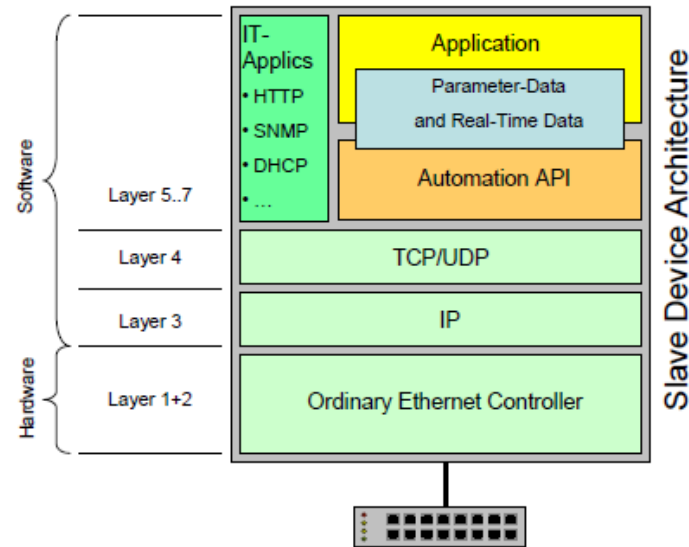


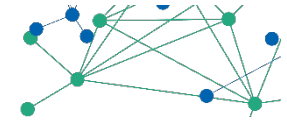
A

- Completely TCP/UDP/IP based
- Ordinary Ethernet Controllers and Switches

Principle applied by:

Modbus-IDA

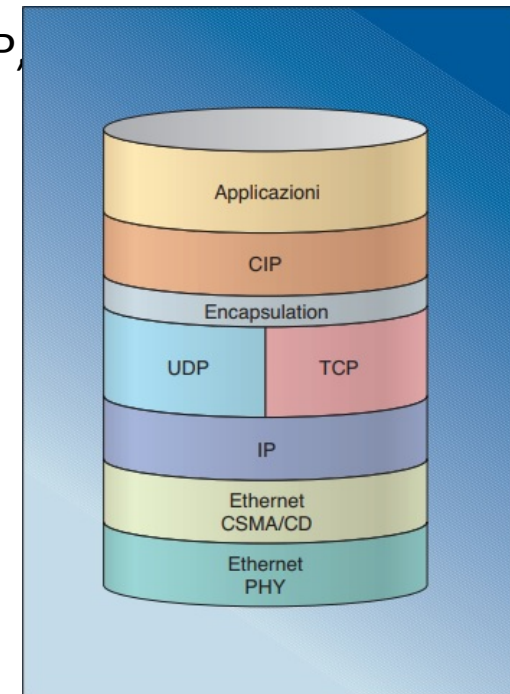




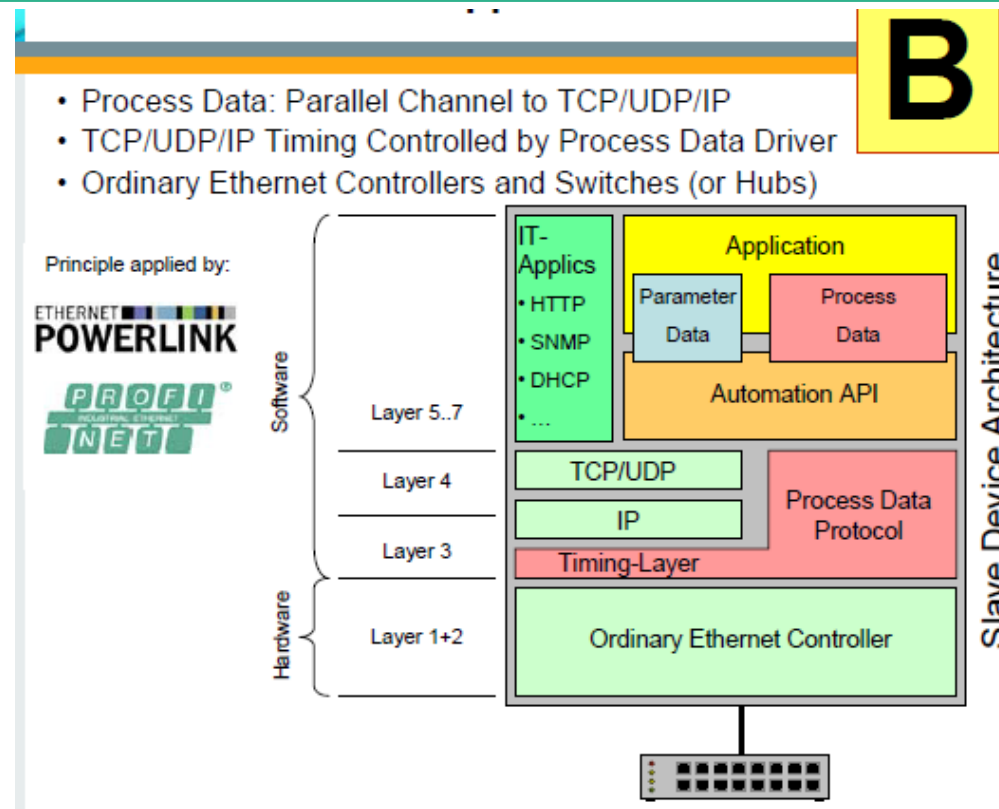
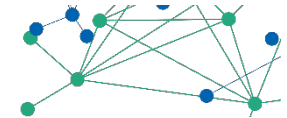
■ Architettura di una parte dei protocolli impiegati da Ethernet/IP, un protocollo di incapsulamento interfaccia TCP e UDP con il Control and Information Protocol (CIP) utilizzato anche da DeviceNet e ControlNet.

■ Il sistema utilizza un modello a oggetti per distinguere i dati provenienti da questi due bus da quelli giunti da Ethernet.

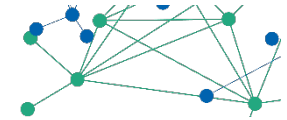
■ Il protocollo TCP viene impiegato per veicolare le informazioni di tipo non deterministico, mentre per i dati critici che devono essere resi disponibili in tempo reale o quasi ci si appoggia al più leggero UDP.



DIVERSI APPROCCI PER IL DETERMINISMO



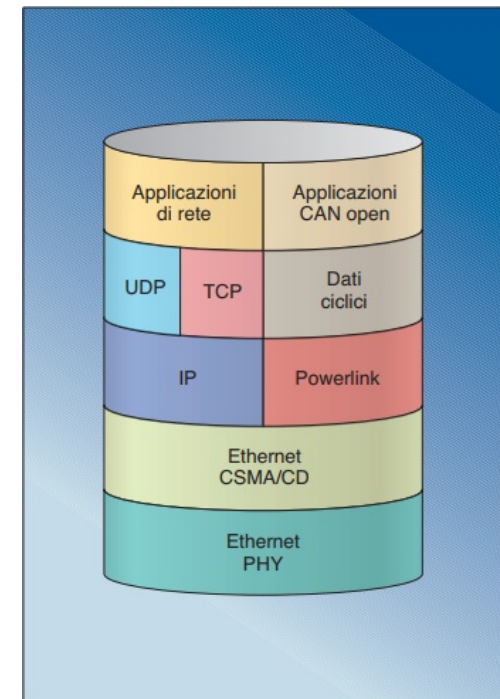
ESEMPIO POWERLINK



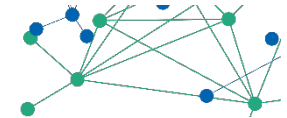
■ Ethernet PowerLink, utilizza una topologia ad albero con dei tradizionali hub Fast Ethernet e sfrutta un'architettura di tipo master-slave con interrogazione (polling) dei dispositivi.

■ La separazione tra i componenti in tempo e i dispositivi tradizionali che non richiedono un determinismo spinto è di fatto fisica, in quanto le sottoreti in tempo reale dialogano con la rete Ethernet tradizionale attraverso opportuni ponti.

■ I messaggi provenienti dai dispositivi critici hanno la precedenza sui comuni pacchetti TCP/IP che viaggiano in rete.



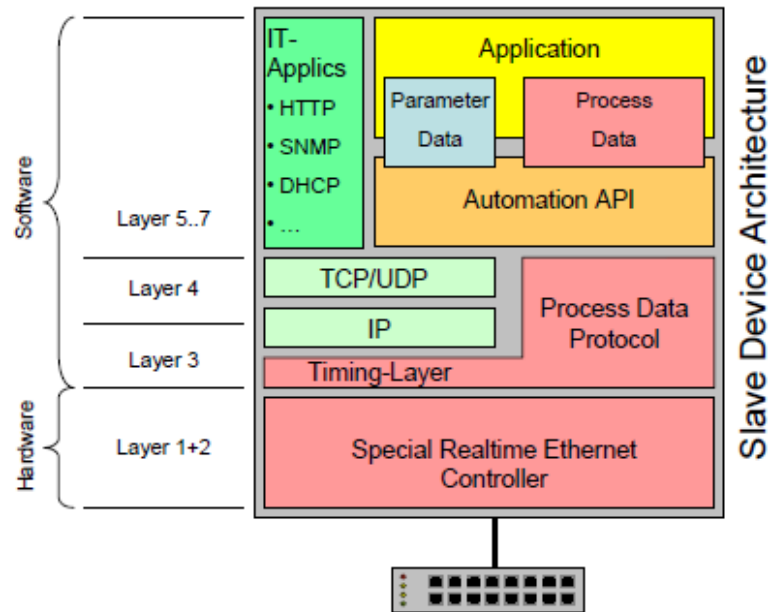
DIVERSI APPROCCI PER IL DETERMINISMO

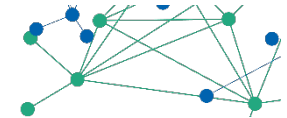


C

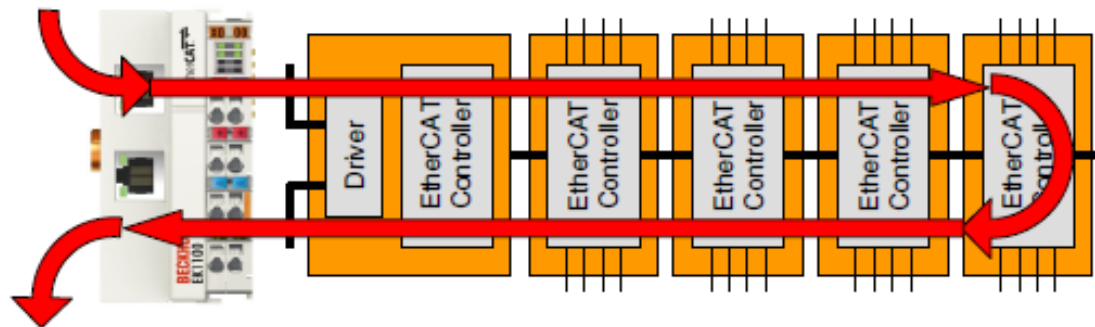
- Process Data: Parallel Channel to TCP/UDP/IP
- TCP/UDP/IP Timing Controlled by Process Data Driver
- Special Realtime Ethernet Controllers or Switches

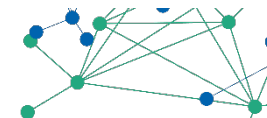
Principle applied by:



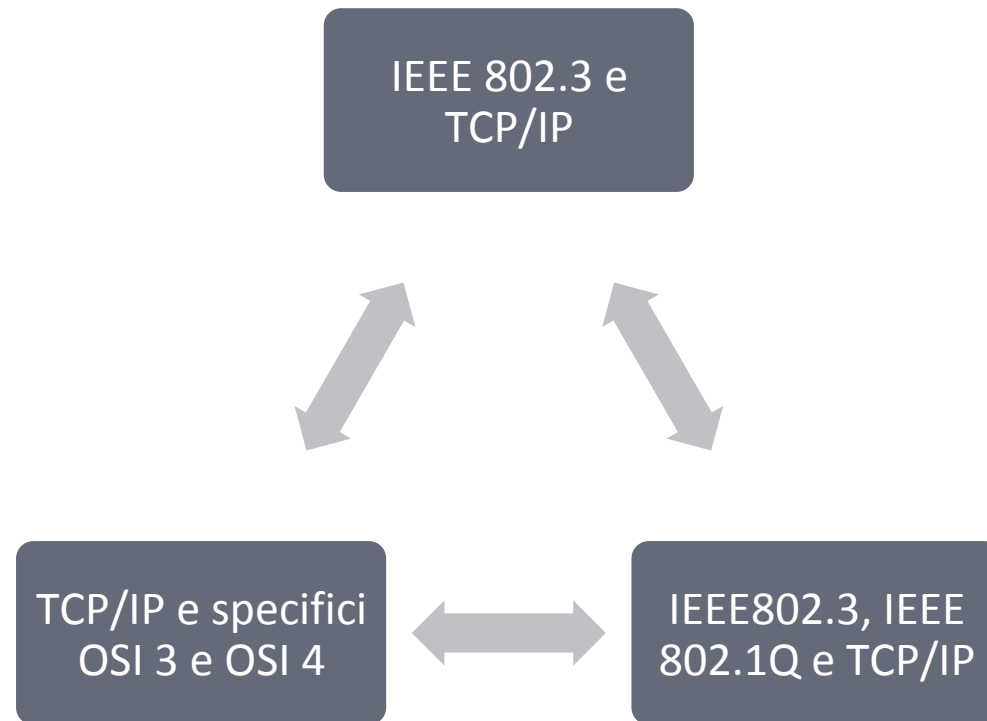
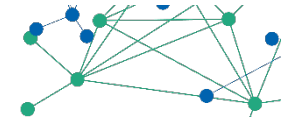


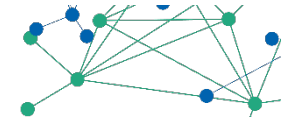
- Comunicazione tra Controller un Device "On The Fly".
- I device EtherCAT analizzano il frame Ethernet mentre questo attraversa il device, andando a leggere "al volo" i dati indirizzati a lui e sempre "al volo" caricando i suoi dati nel frame.
- In questo modo il frame Ethernet passa da un device ad un altro senza mai "fermarsi" e tutta la rete può essere gestita con un' unico frame.



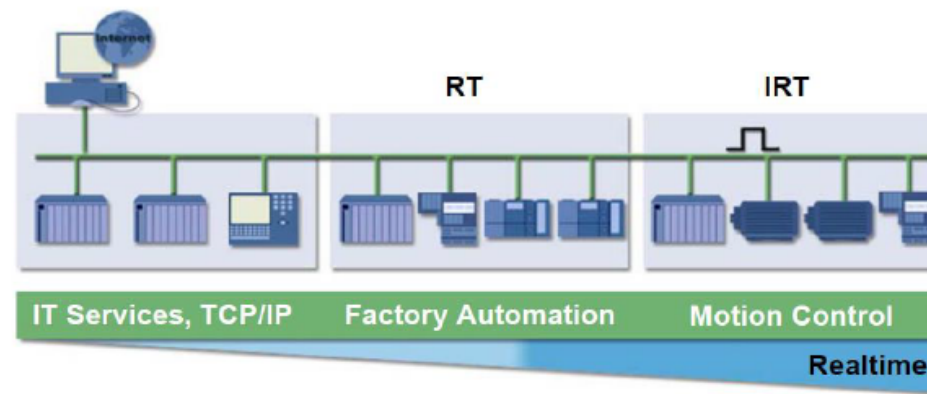


Profinet

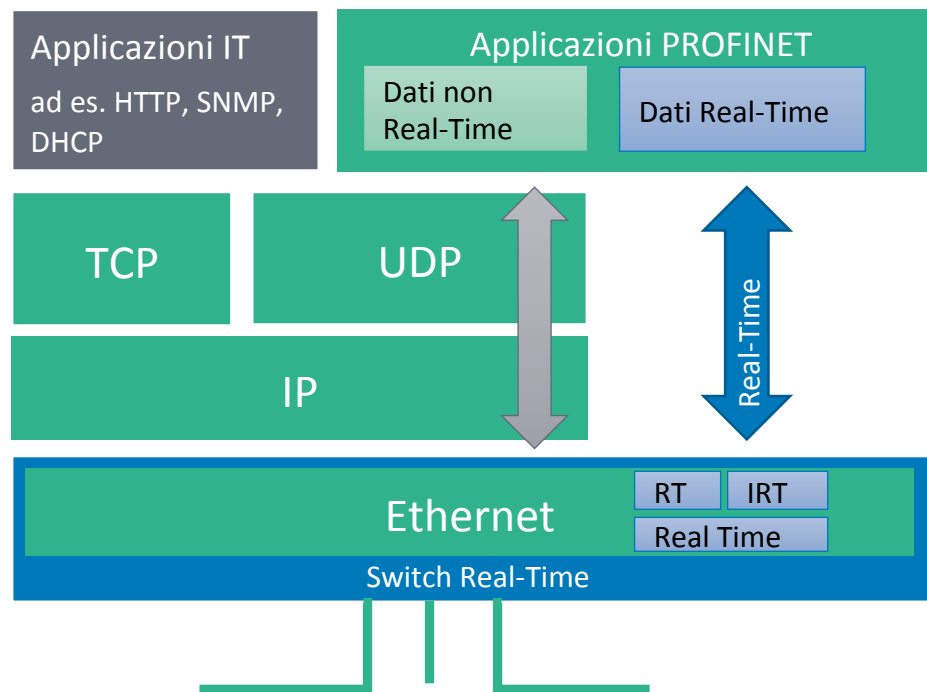




- **Standard TCP/IP:** pacchetti normali che attraversano i livelli TCP/IP
- **RT_Real-Time Aciclici:** pacchetti dati non periodici, vengono inviati non appena si verifica un determinato evento (esempio per diagnostica)
- **RT_Real-Time Ciclico:** dati scambiati periodicamente e devono essere inviati immediatamente
- **IRT_Real Time Ciclici Sincronizzati:** detti anche Isocrono. Analoghi a RT Ciclico, ma lo scambio dati tra dispositivi è sincronizzato (solitamente con tempi più bassi : la comunicazione è molto veloce)



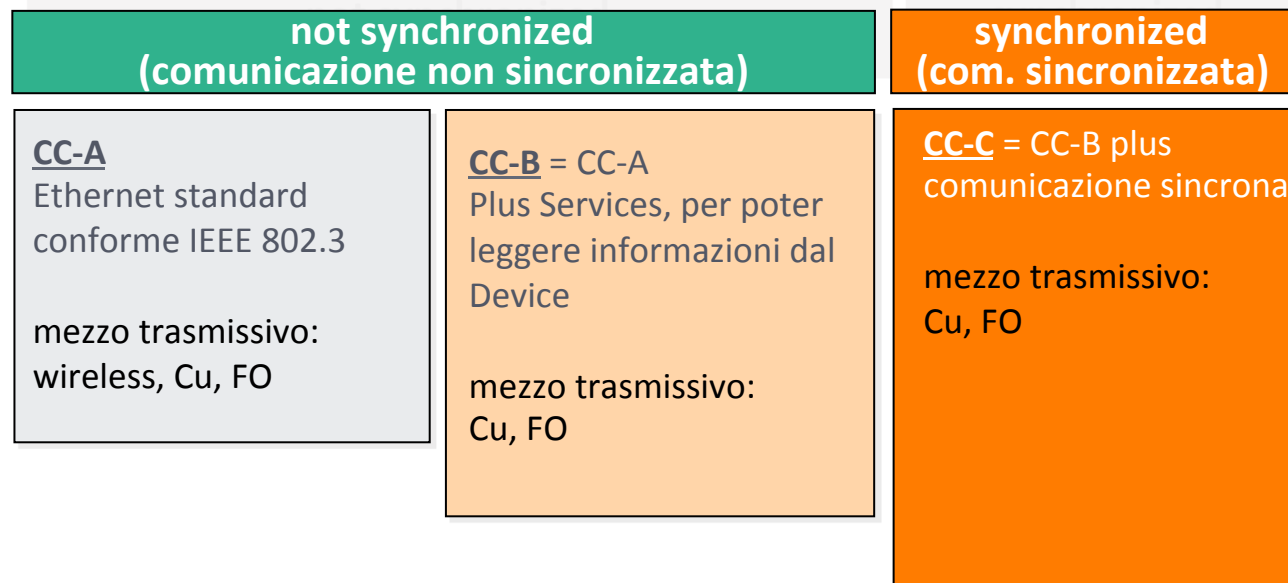
I canali di comunicazione con PROFINET



- ▮ Canale standard
 - ▮ Parametrizzazione e configurazione
 - ▮ Lettura di dati di diagnostica
- ▮ Canale Real-Time
 - ▮ Scambio di dati ciclico
 - ▮ Allarmi
- ▮ Canale IRT
 - ▮ Scambio dati ciclico isocrono
 - ▮ Jitter < 1 µsec

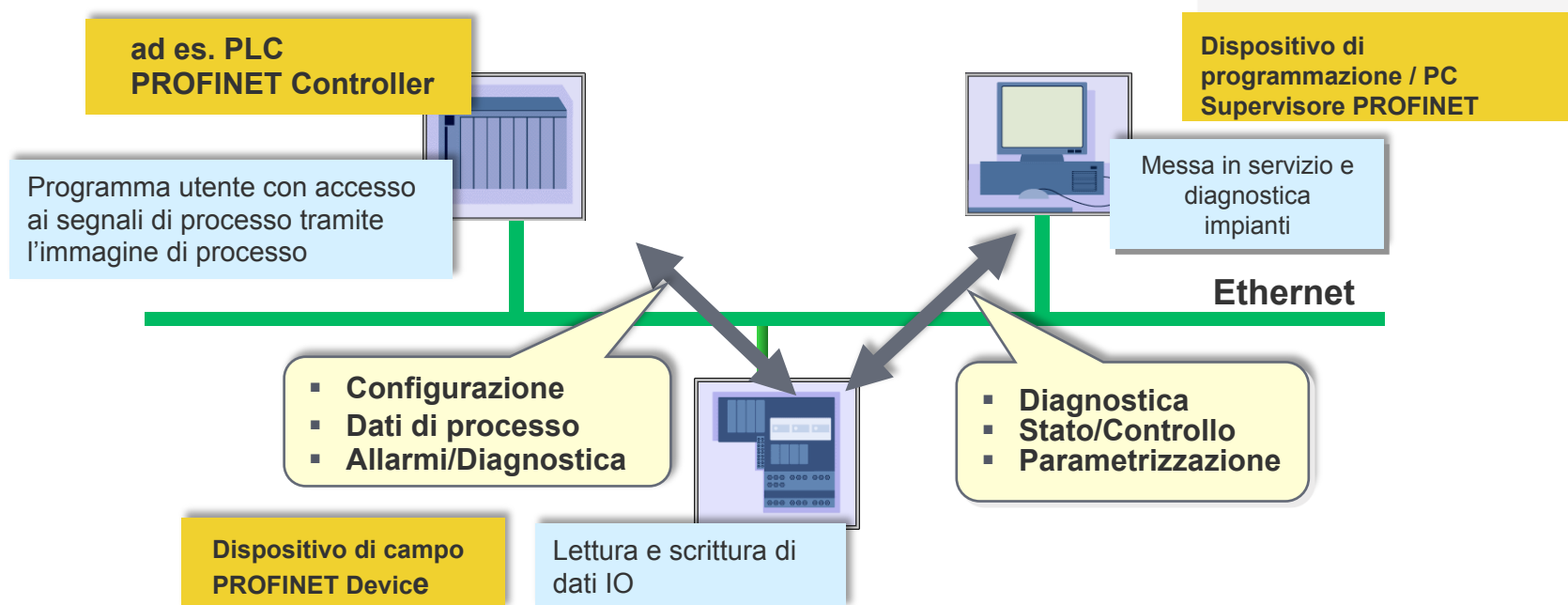
Le PROFINET Conformance Classes (classi di conformità PROFINET)

Panoramica

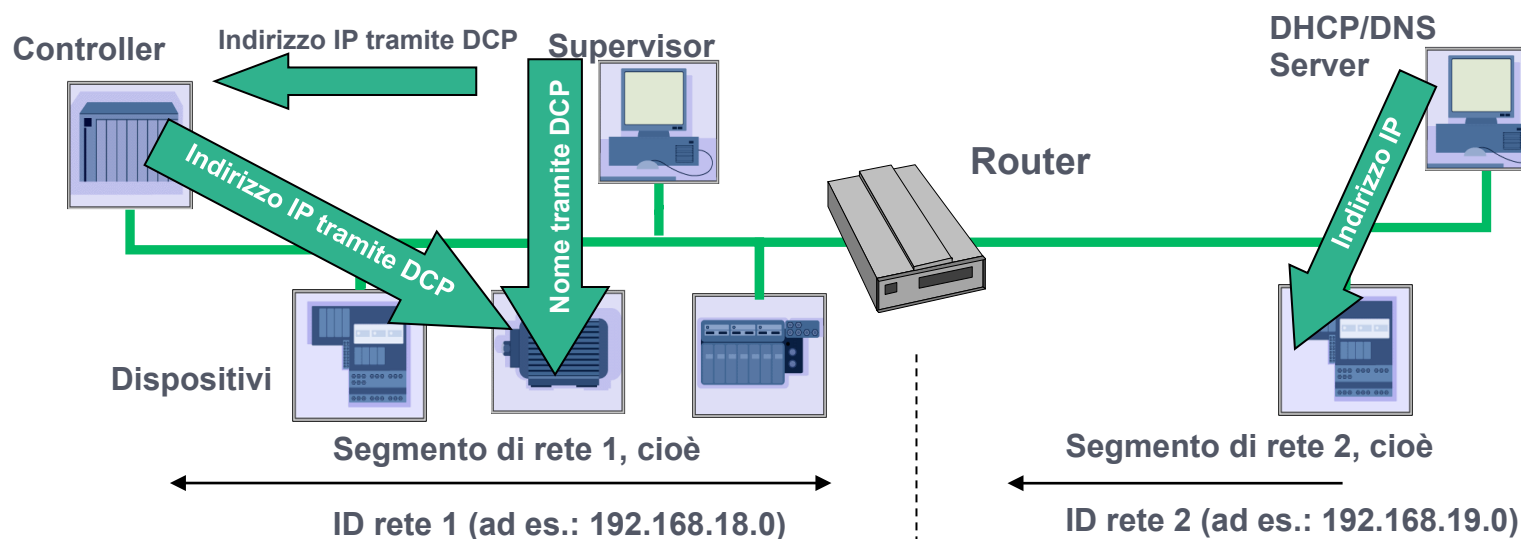


Dispositivi PROFINET e loro funzionamento

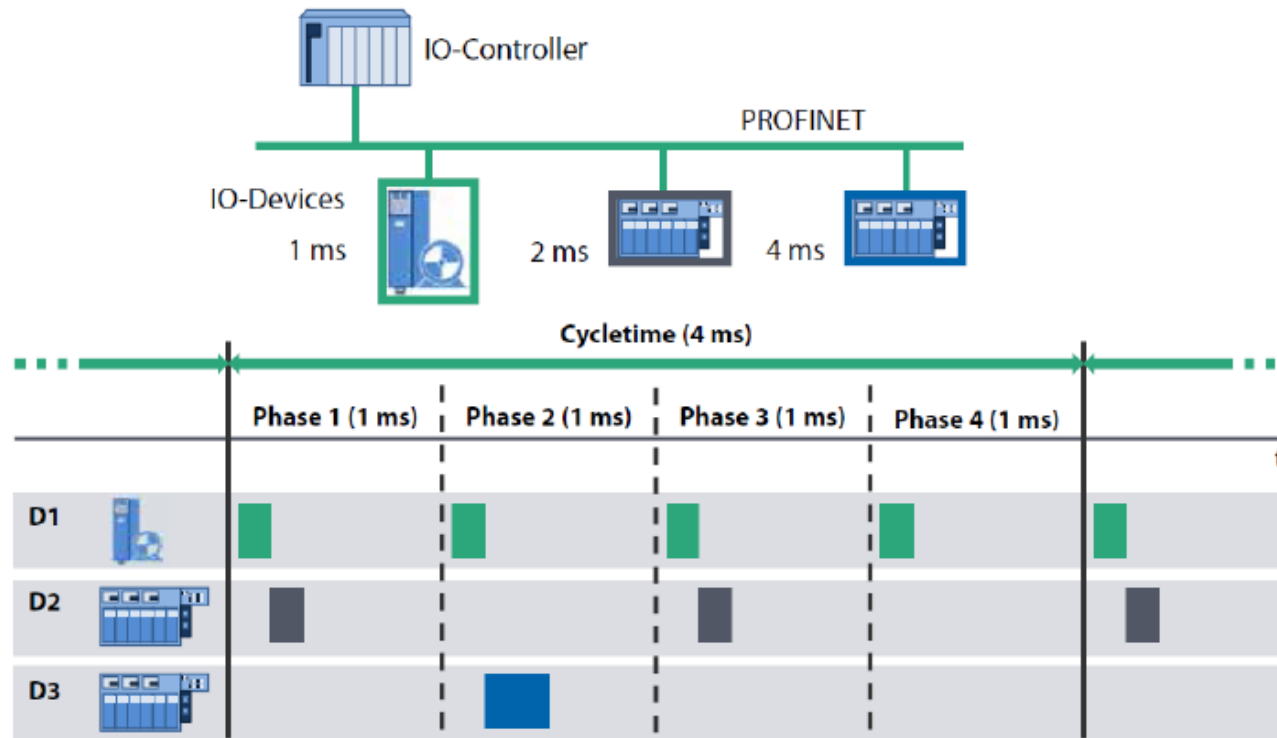
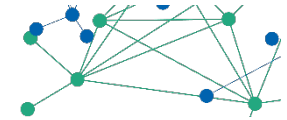
Utente
Dispositivo
Principi

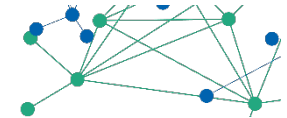


PROFINET lavora secondo il modello Provider/Consumer

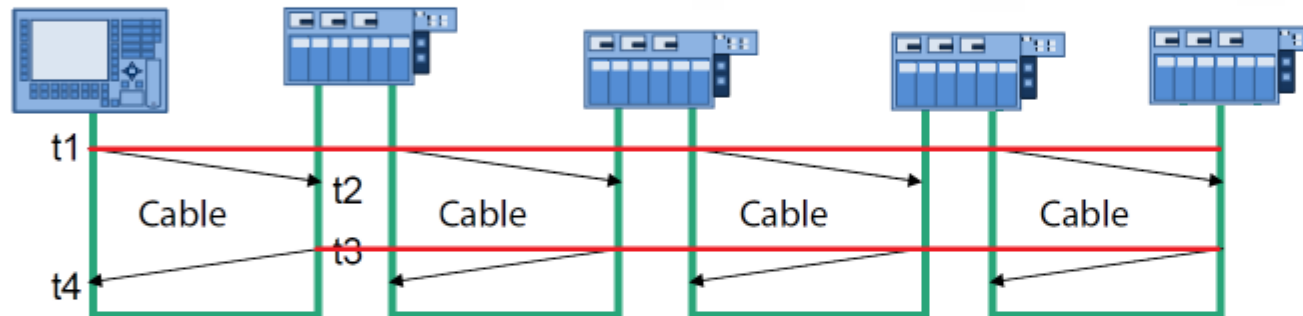


- | | |
|--|------------------------------------|
| ■ Indirizzamento dei dispositivi di campo (ad es. DCP) | sincronizzata) |
| ■ Parametrizzazione e configurazione | ■ Diagnostica e allarmi |
| ■ Scambio di dati ciclico e aciclico | ■ Identificazione e profili utente |
| ■ Comunicazione Real-Time (non sincronizzata e | ■ Ridondanza |

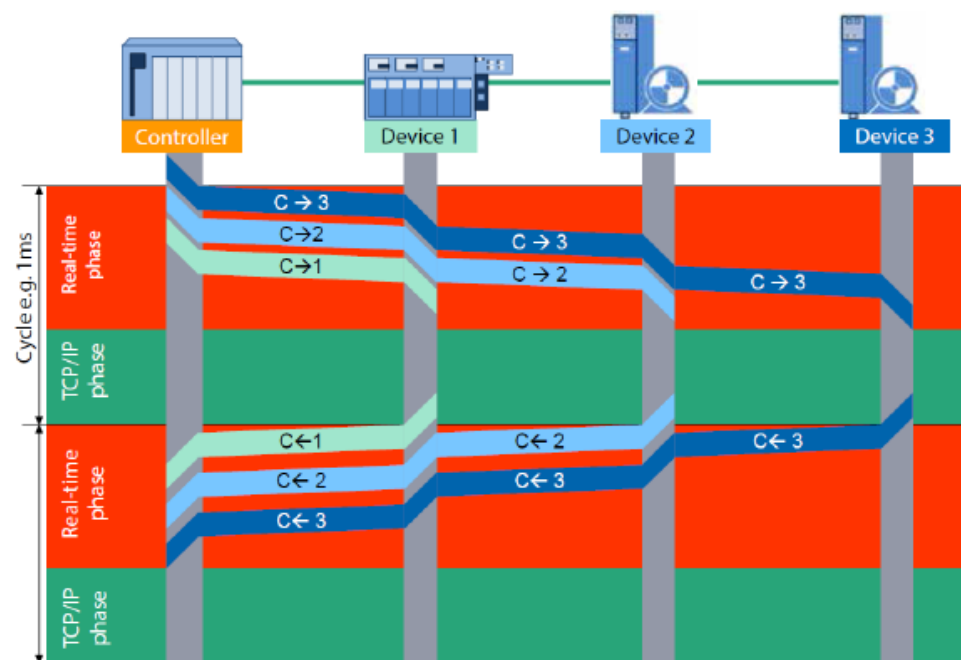
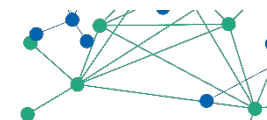




- Tutti i dispositivi che partecipano a questo tipo di comunicazione devono avere un **clock comune**.
- Il clock è generalmente indotto dall'IO-Controller (MASTER), che invia dei brevi pacchetti di sincronizzazione, affinché i vari IO-Devices si sincronizzino opportunamente.
- Questo tipo di procedura vincola i dispositivi ad un dominio che prende il nome di Dominio IRT. Ciascun dispositivo è collegato al successivo, senza passare per dispositivi non sincronizzati.



COMUNICAZIONE ISOCRONA (IRT)



GRAZIE PER L'ATTENZIONE!

PROFIBUS & PROFINET Day – Como - 07 novembre 2018



IO-Link

