



# INTRODUZIONE ALL'*INDUSTRIAL* *ETHERNET* E AI BUS DI CAMPO PROFINET

(VER. 2022)

## FONTI:

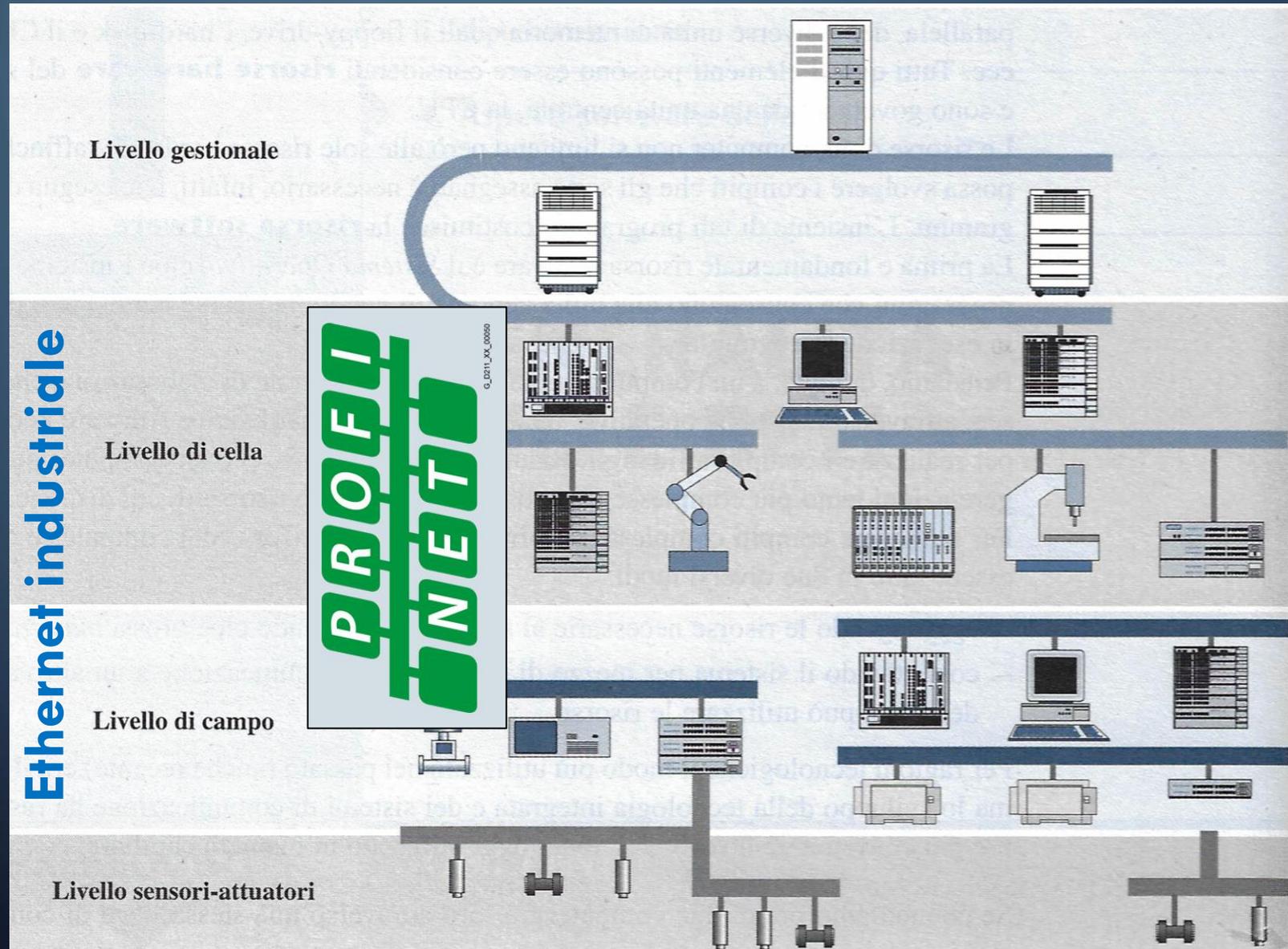
- Luca Bellinato, tesi di laurea specialistica in ingegneria dell'automazione, «Misure di prestazioni della rete Profinet IO», Università di Padova
- Francesco Venturini, «Bus di campo isocroni. Profibus PD-V2 e Profinet I/O», dispensa Università di Pavia
- Stefano Panzieri, presentazione «Reti e Sistemi per l'Automazione», Università Roma Tre

# TIPOLOGIE DI RETE PER LO SCAMBIO DI INFORMAZIONI

SUPERVISIONE

CONTROLLO

CAMPO



# COS'È INDUSTRIAL ETHERNET?

Con l'espressione Ethernet industriale si intende un insieme di due protocolli:

- Ethernet che trasporta dati
- Un secondo protocollo che provvede ad eseguire dei comandi su dispositivi remoti (per esempio la chiusura di un'elettrovalvola o la lettura di una temperatura) controllandone l'esecuzione
  - questo secondo protocollo in ambito industriale non è unico e quindi ci sono vari tipi di ethernet industriale, per esempio: Profinet, EtherNet/IP, Modbus/TCP

La peculiarità dell'ambiente di utilizzo richiede inoltre tecnologie di trasmissione «più robuste» quali per esempio:

- Connettori e cavi più robusti
- Un migliore determinismo temporale

# COS'È INDUSTRIAL ETHERNET?

Le velocità di trasmissione dei dati vanno da 10 Mbps (mega bit per secondo) a 1 Gbps. Tuttavia, 100 Mbps è la velocità più diffusa per le reti industrial ethernet

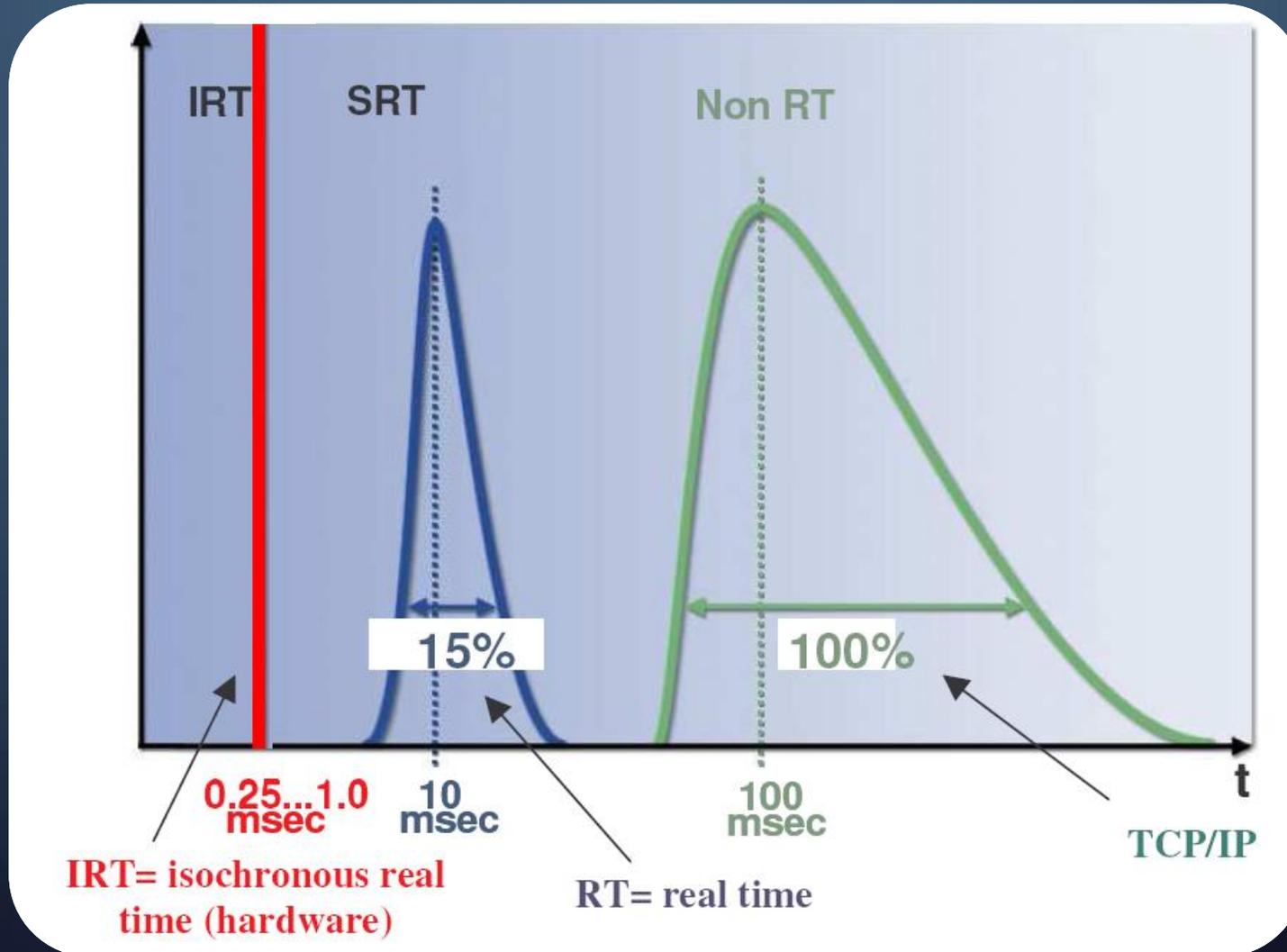
La peculiarità di tutte le reti industrial ethernet è di utilizzare ethernet come livello fisico

- In ogni caso le varie reti industrial ethernet non possono comunicare direttamente tra di loro o con le reti ethernet TCP/IP
- L'interoperabilità è garantita solo dall'inserimento di uno o più gateway che effettuino una conversione di protocollo

# PROFINET

- Profinet è una soluzione industrial ethernet sviluppata dal Profibus International User Group (composto da Siemens e da un consorzio di altre aziende per l'automazione industriale) ed è uno standard aperto non proprietario (IEC 61158/IEC 61784)
- Presenta tre livelli di prestazioni:
  - utilizzo dei protocolli TCP, UDP e IP per dati non critici rispetto al tempo, come assegnamento di parametri e configurazione
  - Soft Real Time (SRT) per dati di processo critici rispetto al tempo
  - Isochronous Real Time (IRT) per particolari applicazioni critiche, come per applicazioni di Motion Control
- La soluzione è stata sviluppata principalmente per far interagire segmenti separati di bus di campo attraverso Ethernet e collegarli ai sistemi di gestione dell'azienda secondo una struttura rigorosamente gerarchica
- Profinet nasce anche con l'intento di sostituirsi ai vari bus a livello di campo (primo tra tutti Profibus)

# TEMPI DI RISPOSTA PROFINET

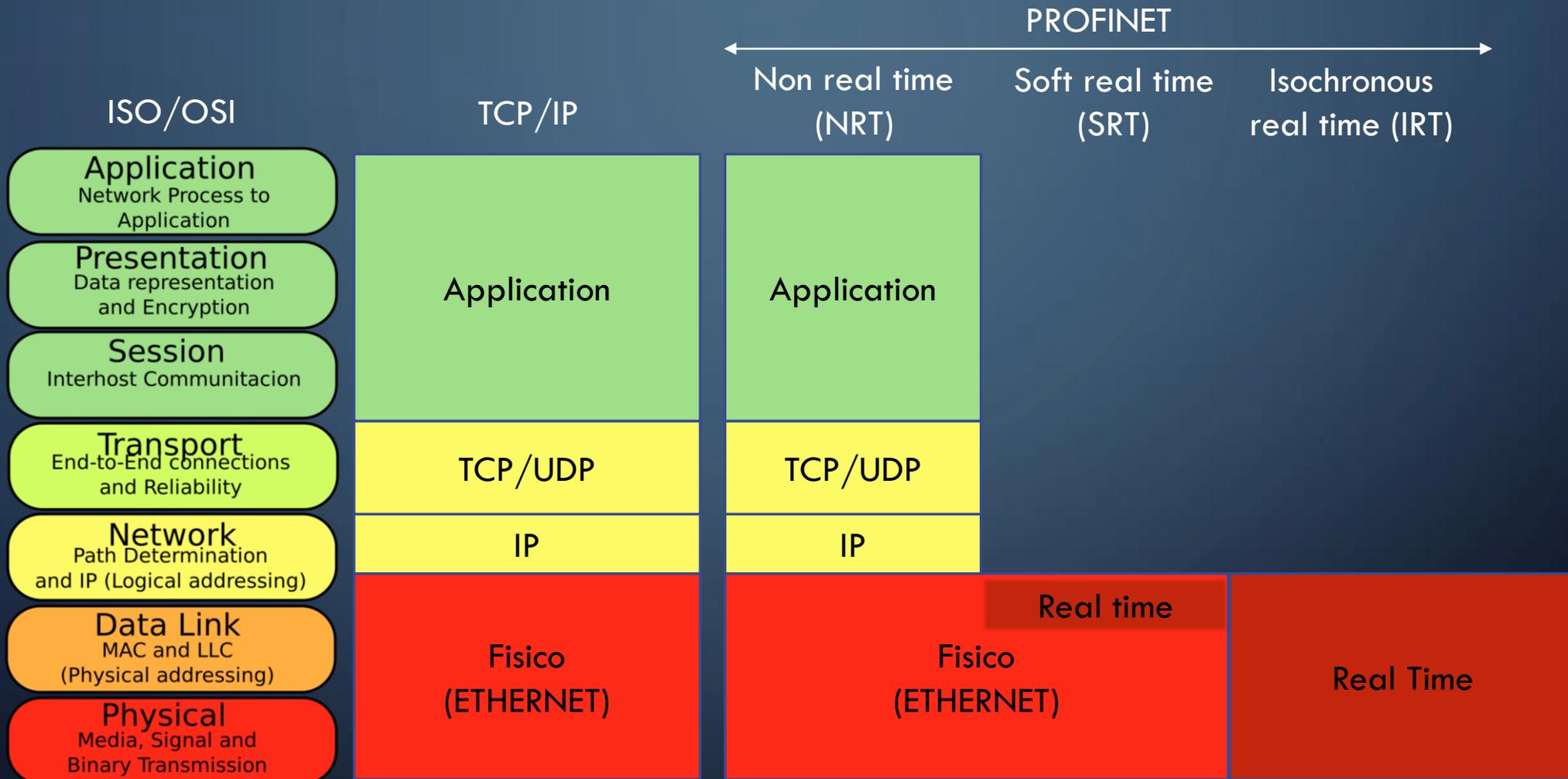


time (hardware)

IRT= isochronous real

RT= real time

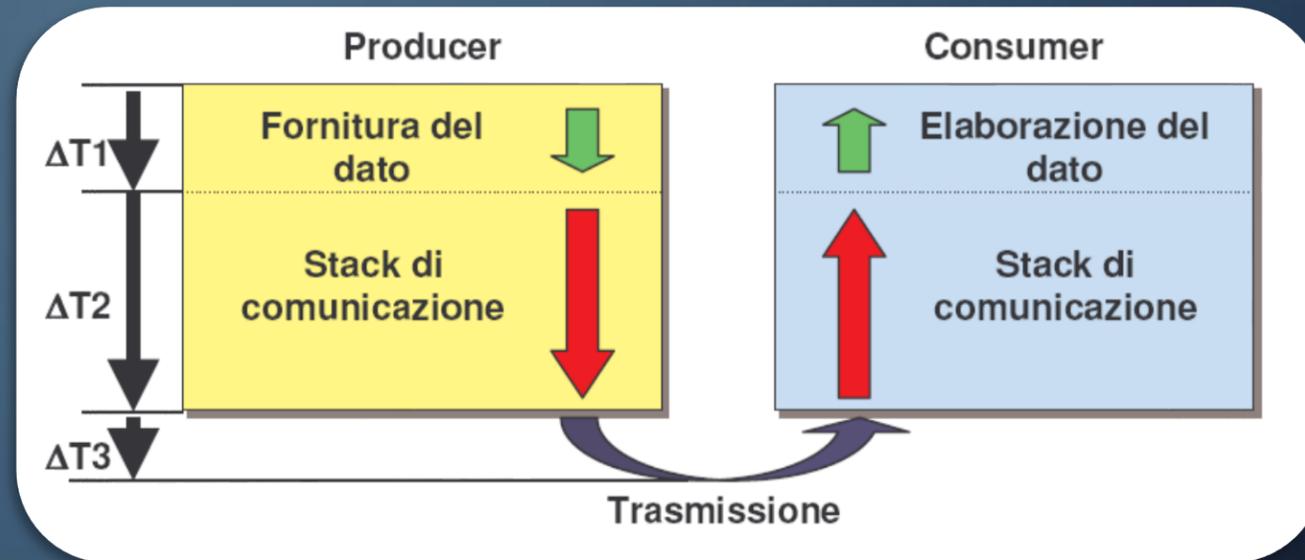
# PROFINET, TCP-IP E MODELLO ISO/OSI



# NEGOZIAZIONE DELLA CONNESSIONE

Il tempo di connessione dipende da 3 fattori:

- $\Delta T1$  che è determinato dall'architettura hardware del dispositivo e difficilmente dipende dal protocollo
- **$\Delta T2$  che è dovuto allo stack di comunicazione**
- $\Delta T3$  che dipende dal sistema di trasmissione (velocità di trasmissione dei bit)



L'assenza dei protocolli di livello superiore in Profinet SRT e IRT riduce il tempo di connessione  $\Delta T2$ , ovvero il tempo che un dato impiega per attraversare i vari strati del protocollo

- Diminuiscono sia il tempo di processamento, sia la lunghezza dei pacchetti trasmessi

In PROFINET i dispositivi con funzionalità altamente tempo-critiche, quando stabiliscono il collegamento, negoziano l'uso dei protocolli di comunicazione con capacità real time che riducono il tempo  $\Delta T2$

- È prevista una scalabilità nelle richieste di priorità

# PROFINET

- I livelli prestazionali non real time (NRT), soft real time (SRT) e isochronous real time (IRT) sono garantiti tramite due famiglie di protocolli (entrambi basati su ethernet):
  - Profinet CBA (Component Based Automation)
  - Profinet IO
- Profinet CBA è dedicato all'integrazione ad alto livello, per esempio tra differenti linee di produzione e offre il supporto per l'integrazione con OPC (Open Platform Communications, una serie di standard e specifiche per le telecomunicazioni industriali), con Internet, nonché con Profibus e virtualmente con tutti gli altri bus di campo
- Profinet IO è stato progettato invece per dotare i dispositivi di campo di interfaccia Ethernet e garantire performance real time e deterministiche

# PROFINET CBA: LIVELLI IMPLEMENTATI

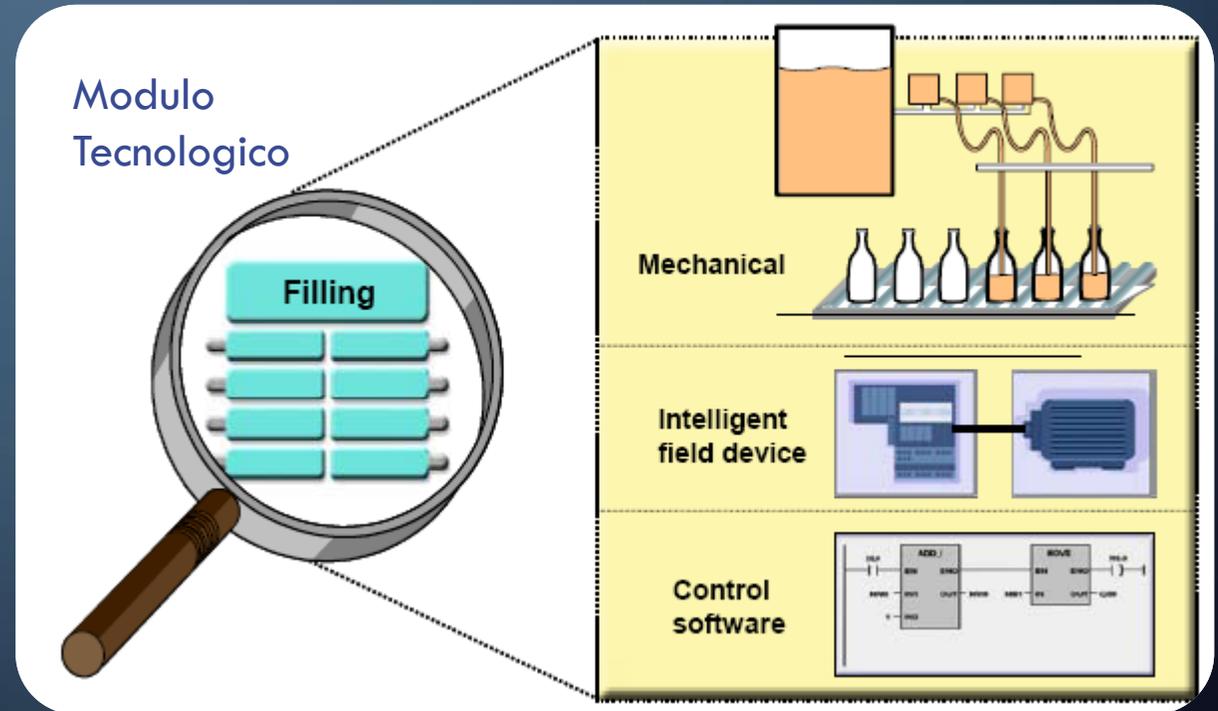
Le applicazioni che usano CBA per definire lo scambio dati non sono critiche dal punto di vista temporale: si tratta di applicazioni a livello di SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) dove l'uso di protocolli standard è fortemente consigliato se non obbligatorio

- Profinet CBA non supporta la comunicazione real time
- A livello fisico utilizza hardware e software simili a quelli per l'Ethernet TCP/IP tradizionale
  - **Profinet CBA e Ethernet TCP/IP non sono tuttavia pienamente compatibili** (l'ethernet standard non prevede di condividere il bus con altri protocolli real time)
  - L'hardware tradizionale non permette inoltre l'implementazione del Profinet IO
- A livello di rete e trasporto utilizza i protocolli IP e TCP/UDP
- A livello di applicazione introduce oltre ai protocolli tradizionali (HTTP, FTP, SSH, ecc.) anche il «modulo tecnologico»

# PROFINET CBA: MODULO TECNOLOGICO

Osservando un impianto automatizzato è impossibile notare come in questo giochi un ruolo fondamentale l'unione della meccanica, con l'elettronica e l'informatica

Le reti Profinet riuniscono i modelli di questi campi per formare quello che concettualmente è chiamato «Modulo Tecnologico»



# PROFINET CBA: MODULO TECNOLOGICO

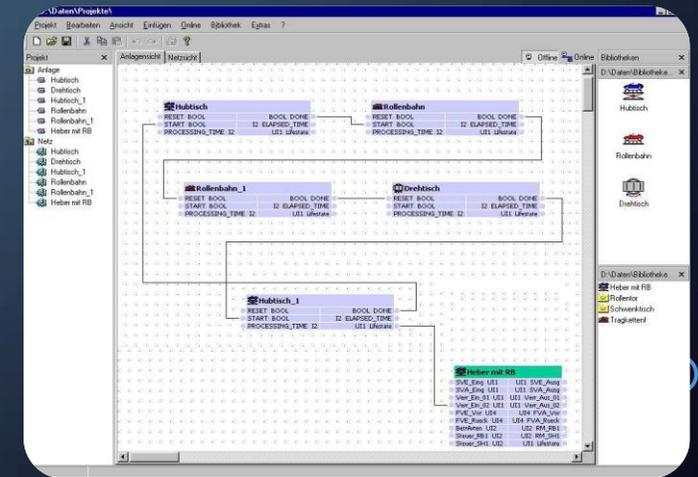
Un modulo tecnologico è un'entità standardizzata che rappresenta una componente di un impianto

- esempi di moduli tecnologici possono essere la meccanica di una macchina, l'elettronica di controllo di un dispositivo, una logica di controllo
- l'astrazione si basa sulla tecnologia DCOM (modello ad oggetti per componenti distribuiti) di Microsoft

In sostanza il progettista crea un impianto collegando tra loro dei moduli tecnologici

- I moduli tecnologici sono forniti dai produttori dei componenti come librerie riutilizzabili
- La descrizione del funzionamento del dispositivo è descritto tramite un file xml
- I moduli tecnologici vengono combinati dai progettisti con appositi tool grafici per formare un progetto completo di un impianto

L'astrazione del modulo tecnologico permette di operare senza conoscere la modalità di comunicazione fisica tra le varie componenti di una macchina o di un impianto



# PROFINET CBA: MODULO TECNOLOGICO

Siemens utilizza per esempio un'interfaccia unica (TIA Portal) per configurare i propri PLC, connetterli ad altri dispositivi e alle interfacce HMI di sua produzione o a prodotti di aziende terze



# PROFINET IO

Il suo obiettivo primario è l'introduzione della tecnologia Profinet anche al livello dei moduli di I/O che oggi vengono gestiti tramite bus di campo

- Profinet IO integra infatti Profibus DP (del quale è un'evoluzione)
- Se Profinet CBA utilizza la comunicazione non real time , Profinet IO usa le due classi di comunicazione real time SRT e IRT
  - La comunicazione standard attraverso il protocollo TCP/IP fornisce tempi di risposta medi attorno ai 100 ms
  - Con SRT si ha un miglioramento dei tempi di trasmissione di un fattore almeno 10 (i tempi di risposta si attestano tra gli 1 e i 10 ms)
  - Nel caso di comunicazione IRT si ottengono addirittura tempi di risposta costantemente attestati attorno a 1 ms

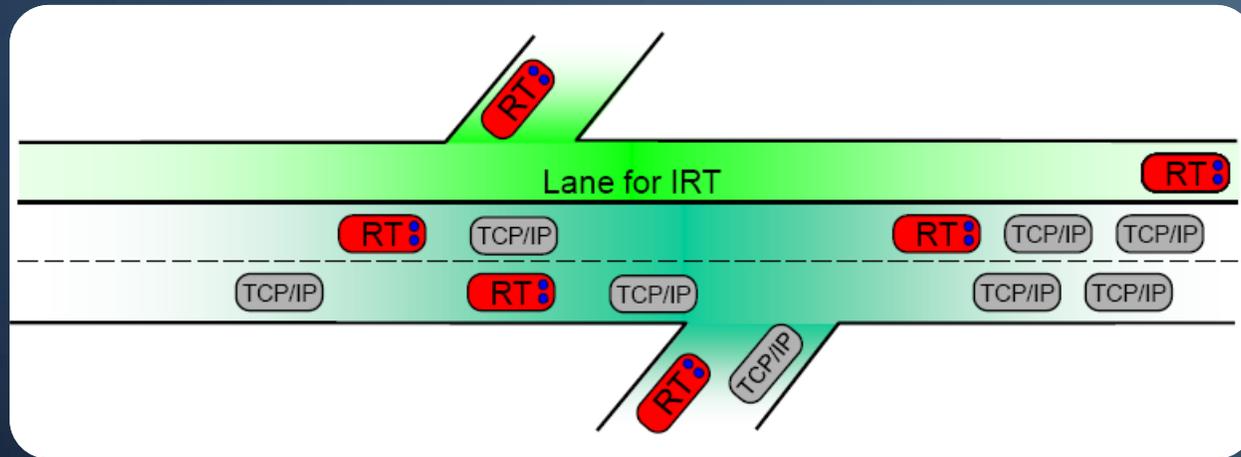
# PROFINET IO

Per ottenere le tempistiche indicate i pacchetti SRT (soft real time) vengono trasmessi utilizzando una feature del protocollo ethernet (standard IEEE802.1q e IEEE802.1p) che permette di assegnare ai pacchetti una priorità rispetto a quelli NRT (non real time)

- Per fare questo è necessario utilizzare apparecchiature di rete che supportino tali standard
- L'IRT (isochronous real time) invece sfrutta dei circuiti elettronici appositi con funzionalità di switch che permettono di operare separando nel tempo la comunicazione SRT e NRT da quella IRT

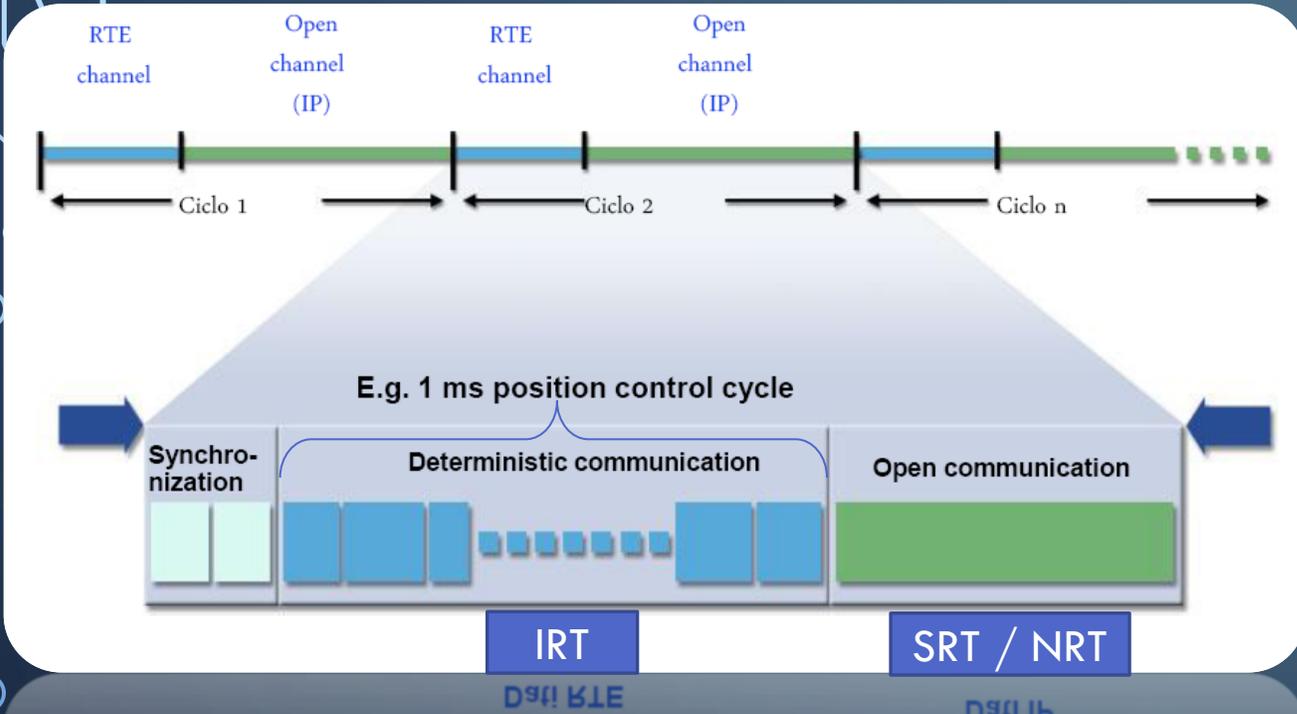
# PROFINET: SEPARAZIONE TEMPORALE

È possibile pensare che la comunicazione avvenga in due canali separati, uno per le comunicazioni non real time e soft real time e uno per le comunicazioni isochronous real time



La separazione viene realizzata nello stesso mezzo trasmissivo sincronizzando la comunicazione e assegnando ad ogni dispositivo un intervallo di tempo ben definito

# PROFINET: SEPARAZIONE TEMPORALE



Nella fase temporale IRT gli switch mettono direttamente in comunicazione i dispositivi interessati per la trasmissione dei pacchetti, successivamente commutano e attivano il canale TCP/IP

La fase IRT ha sempre la precedenza

- Se ci si trova in una fase real time i pacchetti «non IRT» vengono bufferizzati
- Allo stesso modo, anche se la trasmissione «non IRT» non è conclusa, i pacchetti «non IRT» vengono bufferizzati nel momento in cui è necessario passare a una fase IRT

