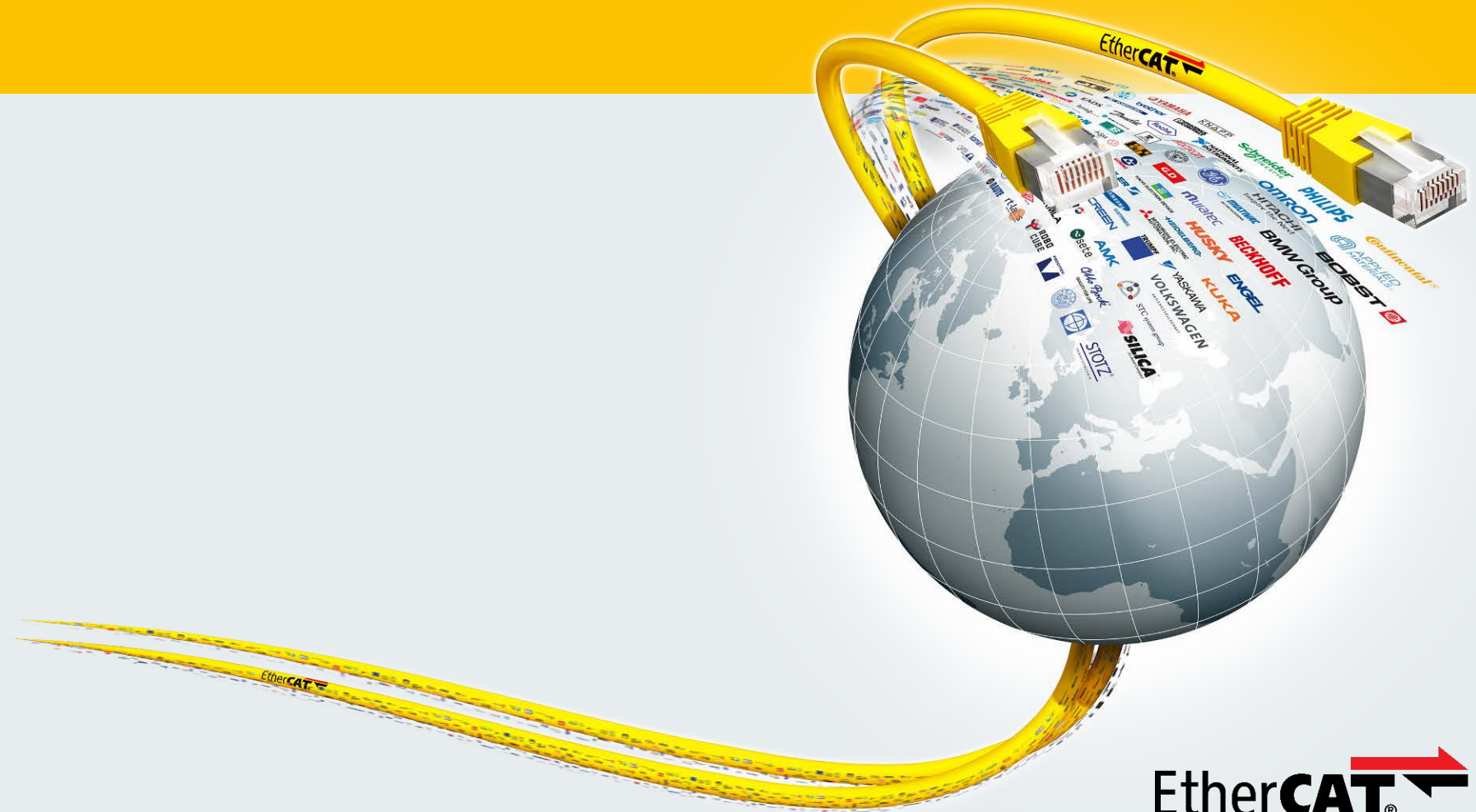


# Introduzione alla tecnologia EtherCAT: come funziona?



## Limiti di Ethernet :

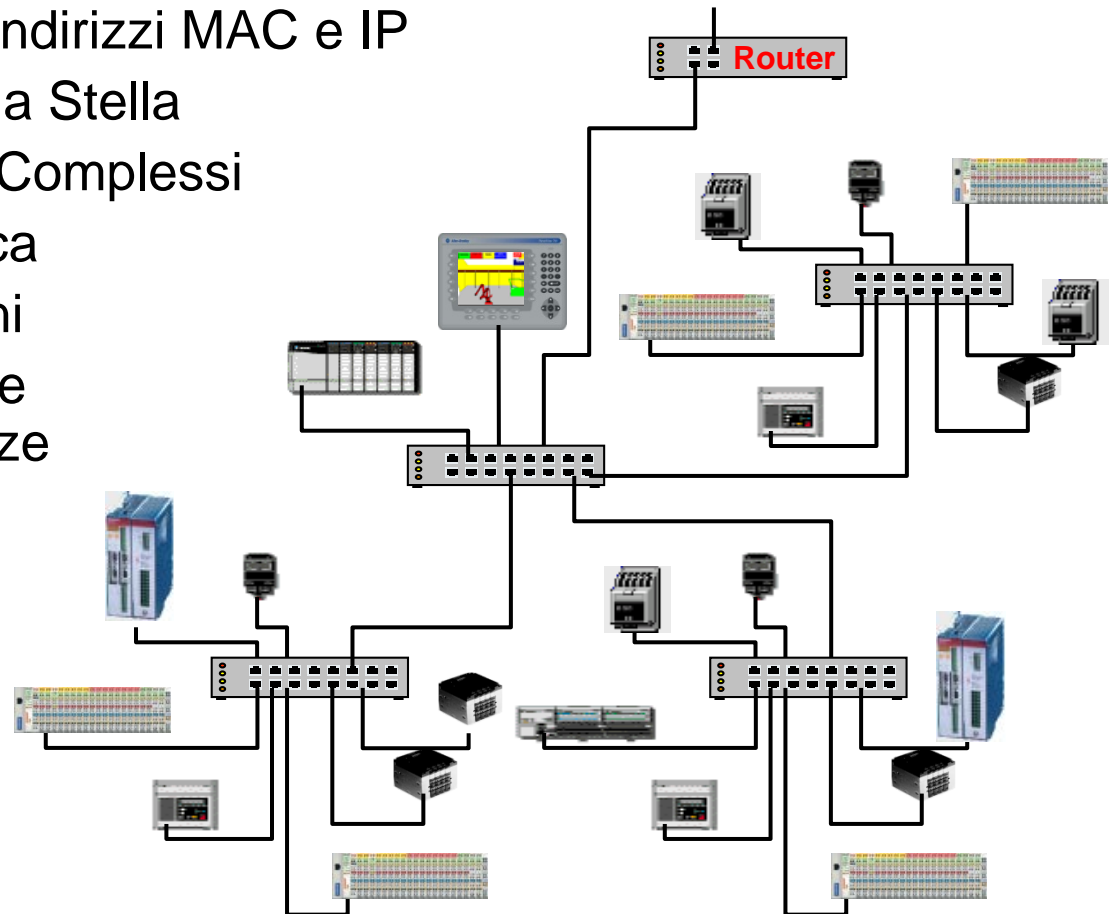
- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

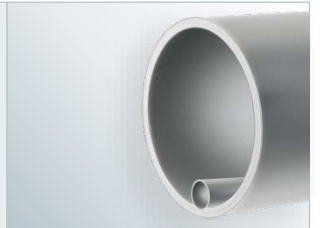
Ethernet è un'ottima tecnologia – ma è difficile utilizzarla a livello di bus di campo:

- Configurazione Switch + Router (+ relativi costi)
- Gestione indirizzi MAC e IP
- Topologia a Stella
- Protocolli Complessi
- Diagnostica
- Prestazioni
- Necessarie competenze IT



## 3 Principali limiti di prestazioni:

1. Utilizzazione di banda



2. Ritardi dello stack



3. Ritardi negli switch

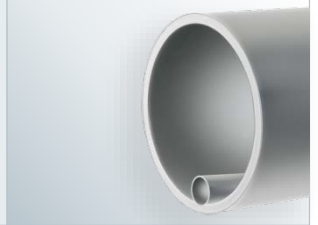


# 1. Industrial Ethernet **Utilizzazione di Banda**

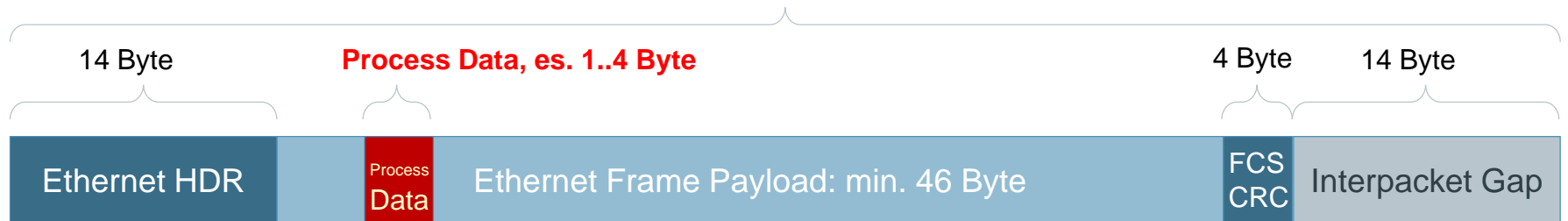
**Lunghezza minima Frame Ethernet: 84 Byte**

Esempio: con 4 Byte Process Data (32 I/O):  $4/84 =$

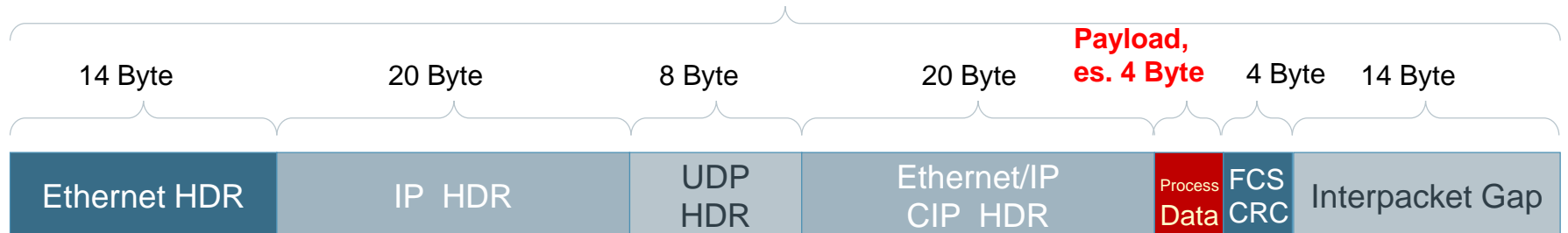
**4.75 % Application Data Ratio**



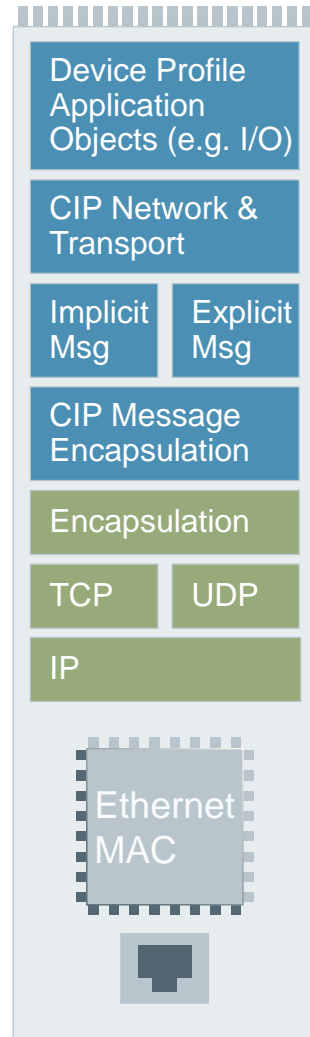
≥ 84 Byte, **indipendentemente dal protocollo**



≥ 84 Byte, es. con **EtherNet/IP<sup>™</sup>**



### EtherNet/IP<sup>™</sup> I/O Ports



Gli Stack software Industrial Ethernet sono  
**COMPLESSI**



Processarli richiede  
**TEMPO**



## 2. Industrial Ethernet **Ritardi dello Stack**

### Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

### EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni


EtherCAT è  
**SNELLO**





# Confronto performance degli Stack (I)

- Le prestazioni degli Stack nelle tecnologie Ethernet differiscono notevolmente a causa della diversa complessità degli Stack
- Softing, uno specialista tedesco nella tecnologia fieldbus, ha pubblicato\* il seguente confronto tra i ritardi degli Stack:

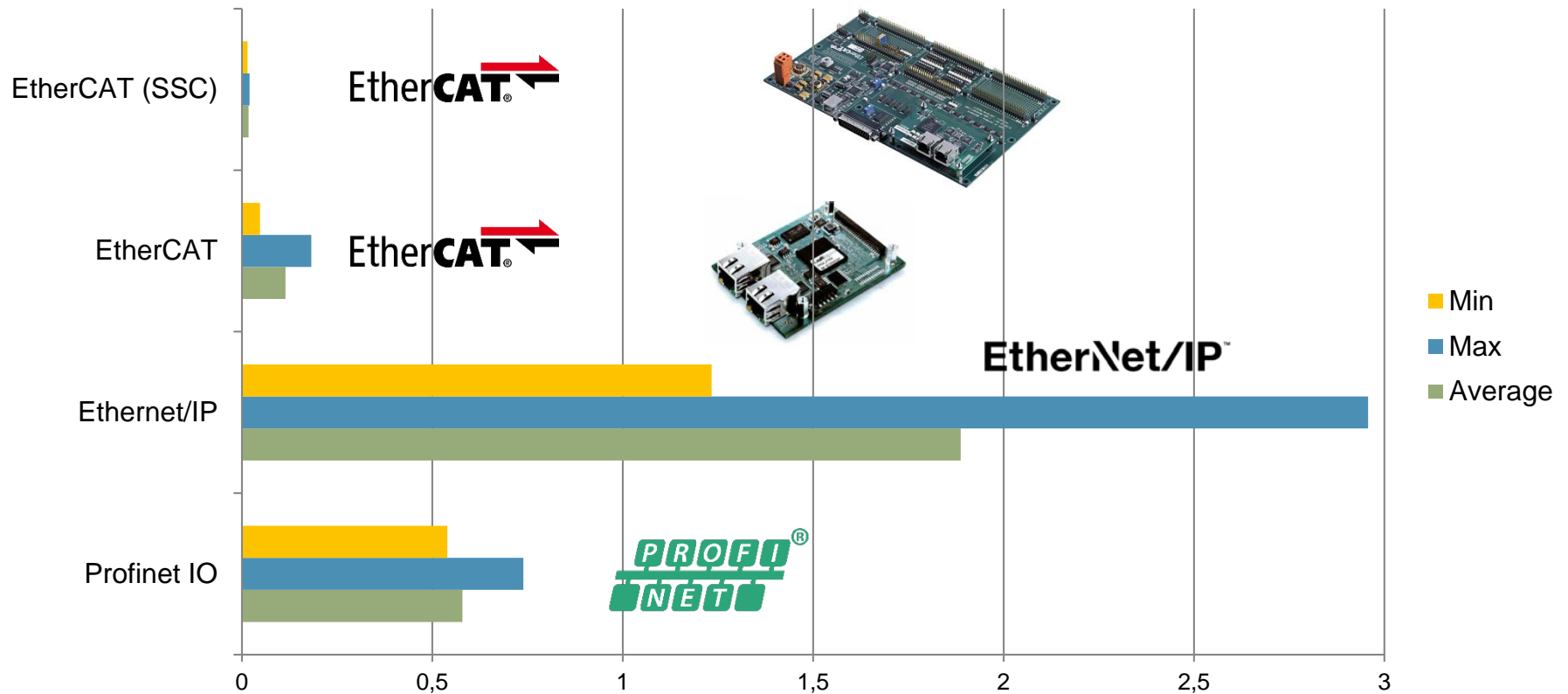
		EtherNet/IP™	Ether <b>CAT</b> <sup>®</sup>
Stack Time	Profinet IO	Ethernet/IP	EtherCAT
<b>Average</b>	0.58 ms	1.89 ms	0.11 ms
<b>Max.</b>	0.74 ms	2.96 ms	0.18 ms
<b>Min.</b>	0.54 ms	1.23 ms	0.05 ms

- Tutti e 3 i protocolli sono stati implementati sullo stesso hardware (scheda interfaccia con FPGA + Softcore CPU) e dallo stesso team, quindi sono comparabili

\* Source: „Einer für alle; Flexible Real-Time-Ethernet Anschaltung mit FPGA“, messtec drives Automation Real-Time Ethernet Sonderheft 2010, by Frank Iwanitz, Business Development Manager Real-Time Ethernet at Softing GmbH, Munich, Germany

# Confronto performance degli Stack (II)

- Confronto tra le prestazioni degli Stack Softing, + Beckhoff EtherCAT Slave Stack Code (SSC\*)

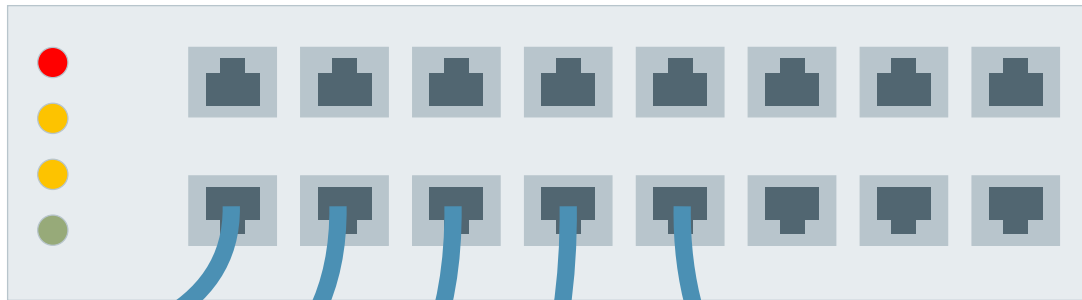


\* SSC Stack Delay time measured on EL9800 EtherCAT Evaluation Kit using the 10 MHz Serial Process Data Interface and a 40 MHz 16 Bit PIC CPU; 2 Byte Output Data, min 15µs, max 20µs



### 3. Industrial Ethernet **Ritardi degli Switch**

Ritardo nel buffer dello switch:  
**Non predicibile** „per natura“



Il ritardo del buffer dipende dal carico del buffer @ arrivo del frame. QoS (Quality of Service) allevia l'impatto introducendo livelli di priorità (e buffer) multipli, ma non risolve il problema

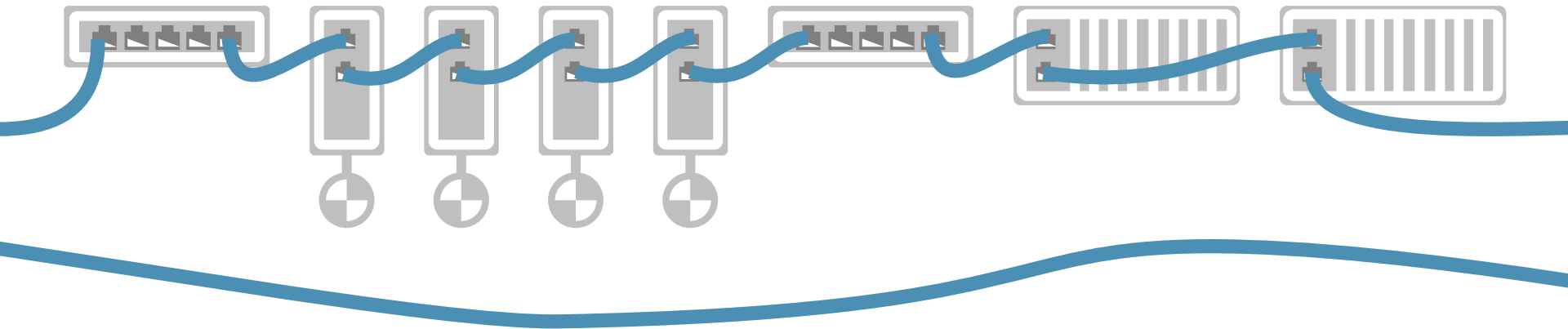
### 3. Industrial Ethernet **Ritardi degli Switch**

Quasi tutti gli switch usano “Store & Forward”  
**Topologia in linea significa switch in cascata**



Consistente ritardo e jitter accumulati anche senza ritardo dei buffer (se gli switch sono idle).

Tipico ritardo Store & Forward per switch: Lunghezza frame (7...122 $\mu$ s) + 3 $\mu$ s.  
Esempio: Frame completo, 20 nodi connessi in topologia lineare: **2,5 ms**



## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

Ether**CAT**<sup>®</sup>



## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

## La più veloce tecnologia Industrial Ethernet



- 1000 I/O digitali distribuiti in 30  $\mu$ s
- 100 servo-assi ogni 100  $\mu$ s
- EtherCAT fino al terminale di I/O, senza sotto-bus
- Utilizzo di una comune porta di rete nel master, nessuna necessità di hardware dedicato
- Motivo delle straordinarie prestazioni:

**Il principio funzionale EtherCAT (Ethernet on the fly)**

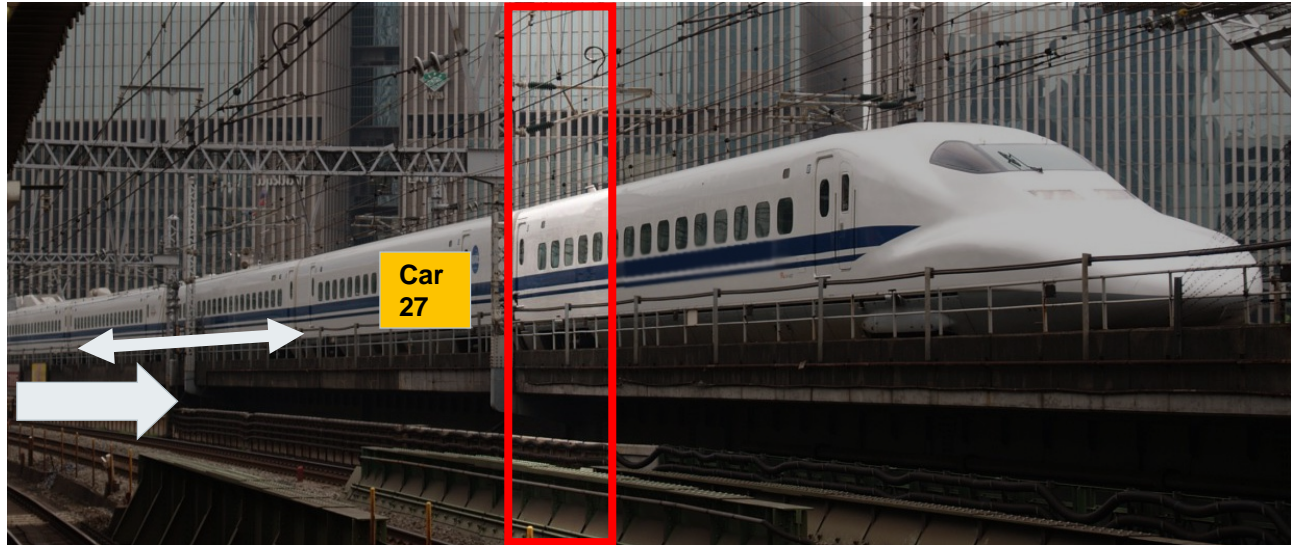
# Principio di funzionamento: Ethernet „on the fly“

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

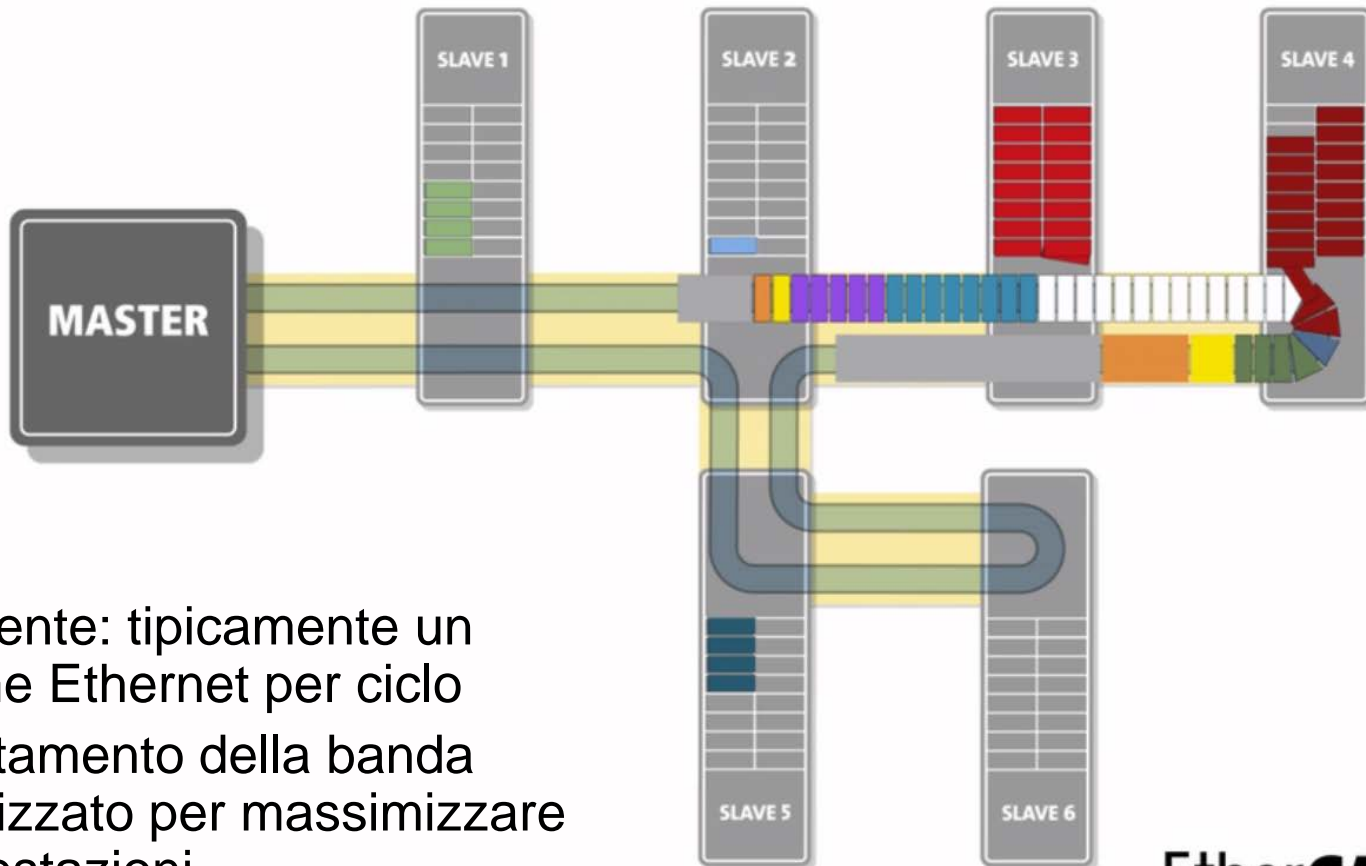
- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni



## Analogia con i Treni ad Alta Velocità:

- “Il Treno” (Frame Ethernet) non si ferma
- Persino osservando il “treno” attraverso una sottile finestra, si è in grado di veder passare il “treno” per intero
- “Vagoni” (Datagram) hanno una lunghezza variabile
- Si possono “estrarre” o “inserire” singole “persone” (bit) o interi “gruppi” (byte) – persino gruppi multipli per treno

# Principio di funzionamento: Ethernet „on the fly“



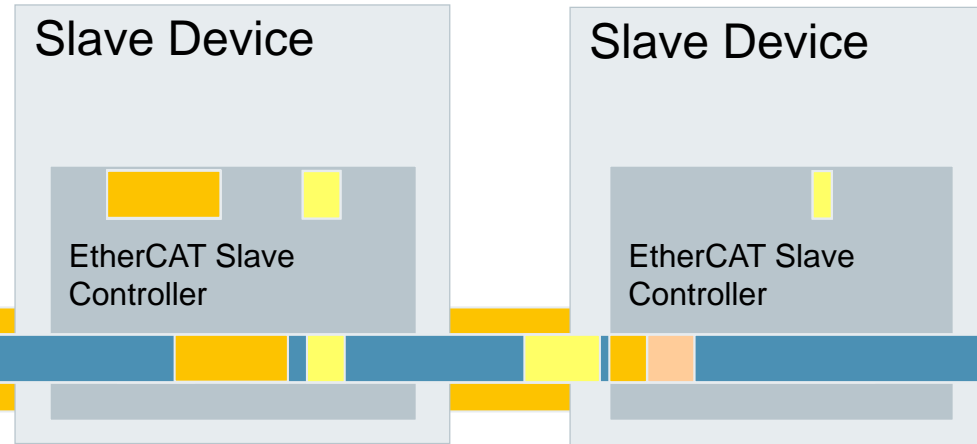
- Efficiente: tipicamente un Frame Ethernet per ciclo
- Sfruttamento della banda ottimizzato per massimizzare le prestazioni



# Principio di funzionamento: Ethernet „on the fly“

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware



## Ethernet

- Flessibilità
  - Configurabilità
  - Risparmio
  - Implementazione
  - Stabilità
  - Apertura
  - Conformità
  - Sicurezza
  - Opzioni avanzate
  - Versatilità
  - Applicazioni
- I Process Data sono estratti ed inseriti al volo:
    - La dimensione dei Process Data per ogni slave è praticamente illimitata (1 Bit...60 Kbyte, se necessario si utilizzano diversi frame)
    - I Process Data possono essere modificati ad ogni ciclo, e.g. è possibile avere tempi ciclo molto brevi per gli assi, e cicli più lunghi per gli I/O
    - Inoltre sono consentite le comunicazioni asincrone ed event-triggered

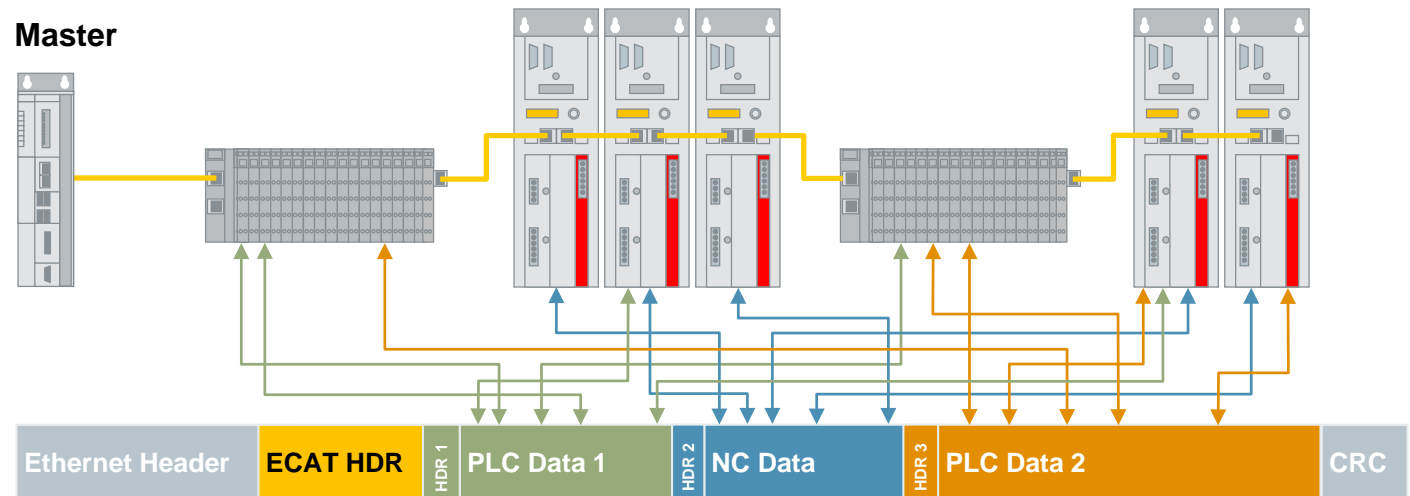
# Principio di funzionamento: Ethernet „on the fly“

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni



- Minimo overhead del protocollo mediante l'indirizzamento
  - Strutture Dati del Telegramma ottimizzate per gestire l'I/O
  - Comunicazione realizzata completamente in hardware: massimizzazione delle prestazioni (+deterministiche!)
  - Nessuno switch è necessario se in rete vi sono solo dispositivi EtherCAT
  - Notevoli caratteristiche di diagnostica
  - Compatibilità Ethernet conservata

## 3 Principali limiti nelle prestazioni:

**Superato!**

Ether**CAT**<sup>®</sup>

**Superato!**

Ether**CAT**<sup>®</sup>

**Superato!**

Ether**CAT**<sup>®</sup>

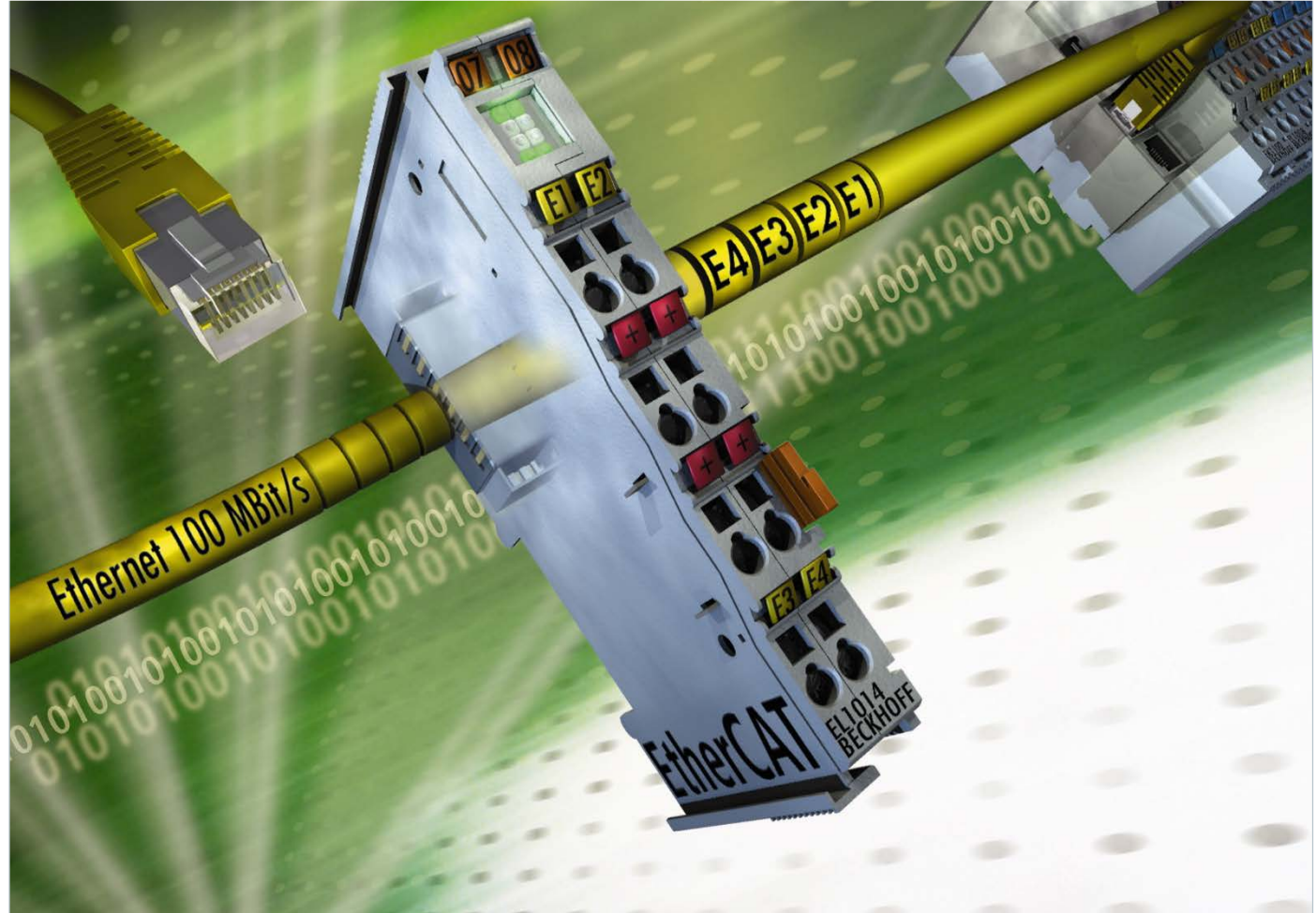
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- EtherCAT è real-time fino al livello I/O
- Nessuna necessità di sotto-sistemi



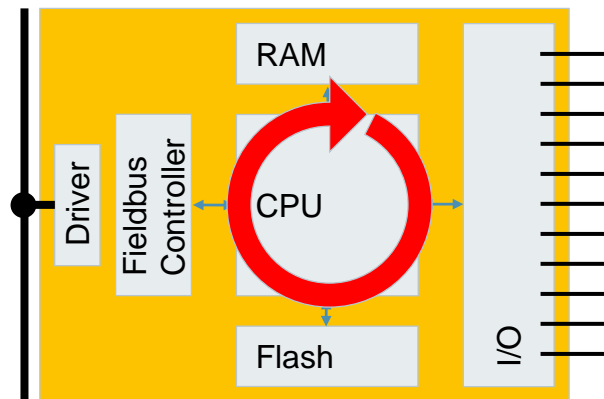
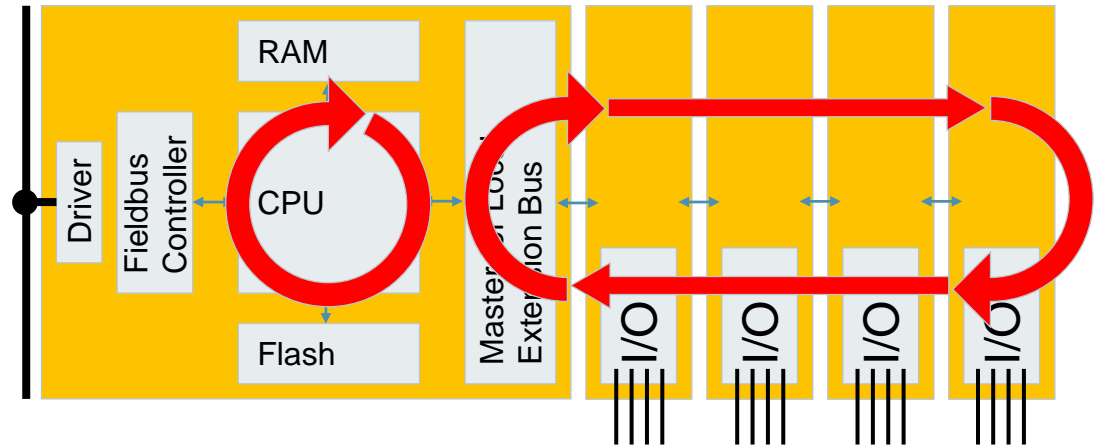
Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Le altre tecnologie richiedono una gestione degli I/O locale + utilizzo di gateway



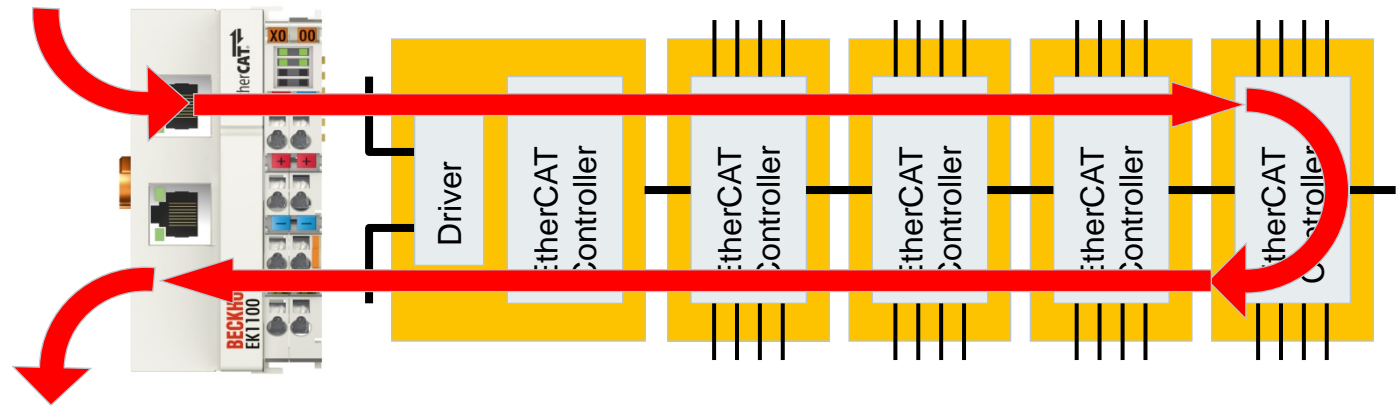
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- EtherCAT: Real time fino al livello di I/O



- Nessuno sottosistema di comunicazione presente
- Nessun ritardo nei gateway
- Ingressi - Uscite, Sensori, Attuatori, Drive, Display: Tutto in unico sistema!



## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- EtherCAT è real-time fino al livello I/O
- Nessuna necessità di sotto-sistemi
- Nessun ritardo negli accoppiatori
- Ingressi e uscite, sensori, attuatori, azionamenti: **tutto in un unico sistema!**



## Limiti di Ethernet :

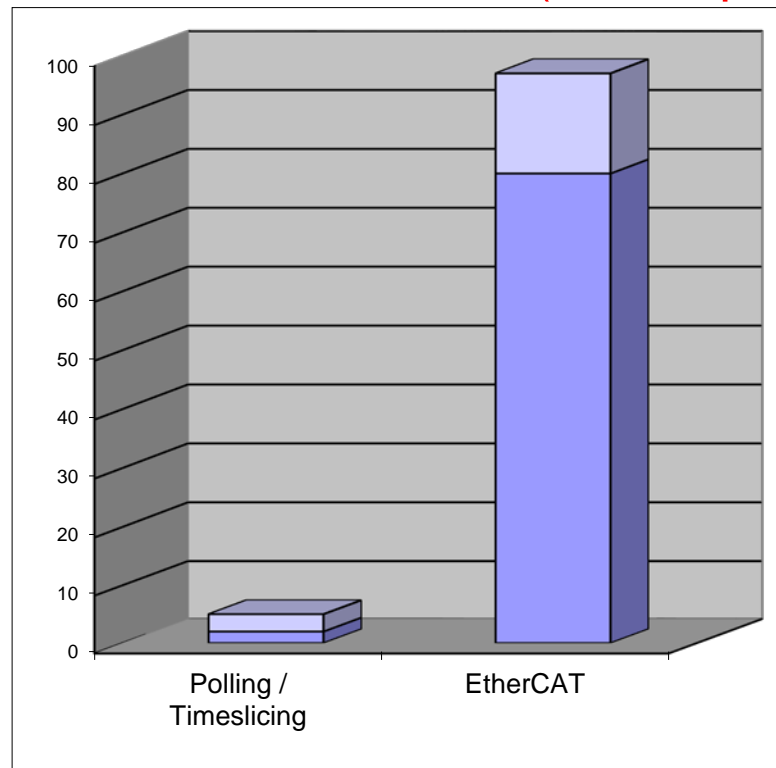
- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

## Confronto Utilizzo Larghezza di Banda:

- Con 4 Byte di Dati per Nodo:
  - Polling / Timeslicing: ~ 2..5 %
- Da 2 Bit di Dati per nodo:
  - **EtherCAT: ~ 80..97 % (Full Duplex, 2 x 100 MBit/s)**



## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Velocità di Trasmissione:
  - 2 x 100 Mbit/s (Fast Ethernet, Full-Duplex)
- Tempi di Aggiornamento:
  - 256 digitali I/O in 11  $\mu$ s
  - **1000 digital I/O distribuiti su 100 nodi in 30  $\mu$ s = 0.03 ms**
  - 200 analogiche I/O (16 bit) in 50  $\mu$ s, 20 kHz Sampling Rate
  - **100 Servo-Assi (ognuno 8 Byte In+Out) in 100  $\mu$ s = 0.1 ms**
  - 12000 digitali I/O in 350  $\mu$ s

# Prestazioni: Esempio di Applicazione

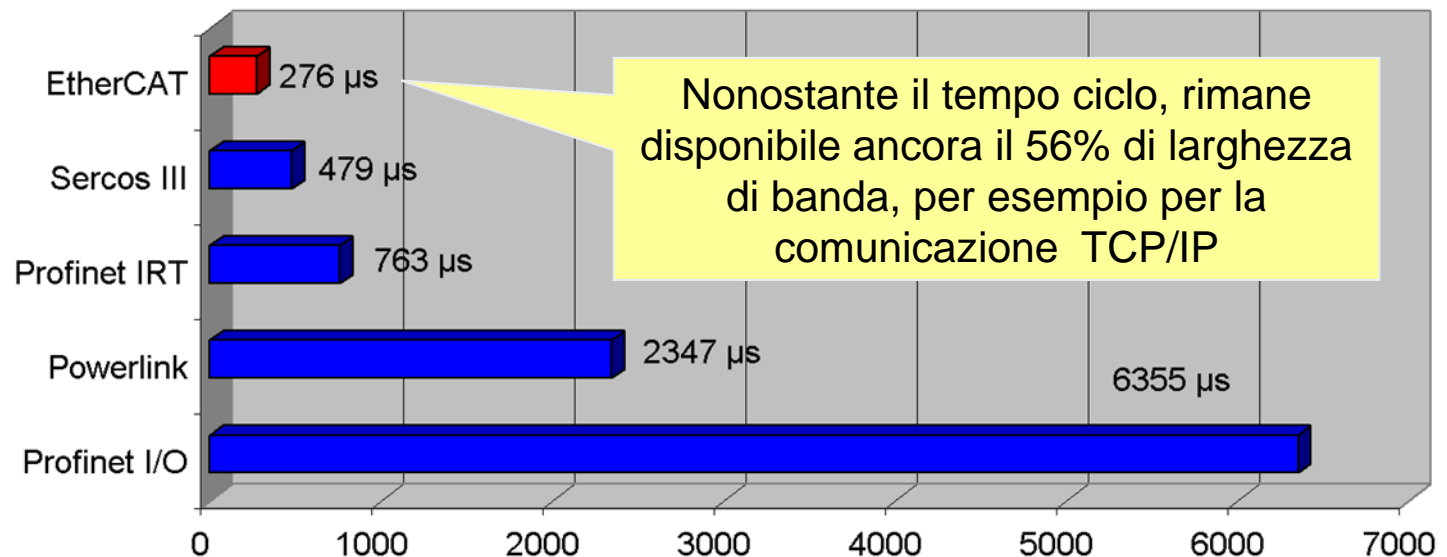
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- 40 Assi (ognuno con 20 Byte Input/Output)
- 50 Stazioni di I/O per un totale di 560 Terminali EtherCAT
- 2000 I/O Digitali + 200 I/O Analogici
- Estensione della rete pari a 500 m
- **Prestazioni EtherCAT: Tempo Ciclo = 276  $\mu$ s  
at 44 % Bus Load, Lunghezza Telegramma = 122  $\mu$ s**



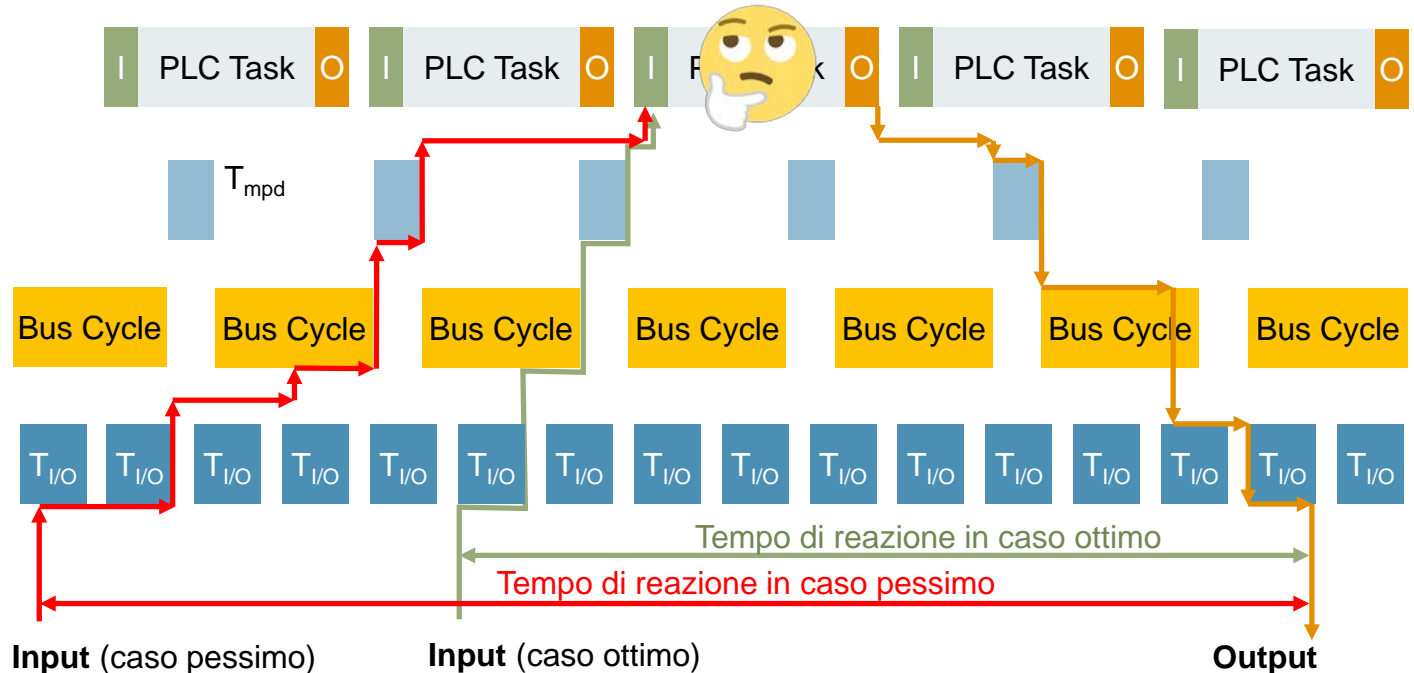
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

## Tempi di reazione con fieldbus tradizionali:



$T_{mpd}$ : Master Processing Delay  
 $T_{I/O}$ : Local I/O Update Time  
 (Local Extension Bus + Firmware)

# Benefici anche per i sistemi di controllo “lenti”

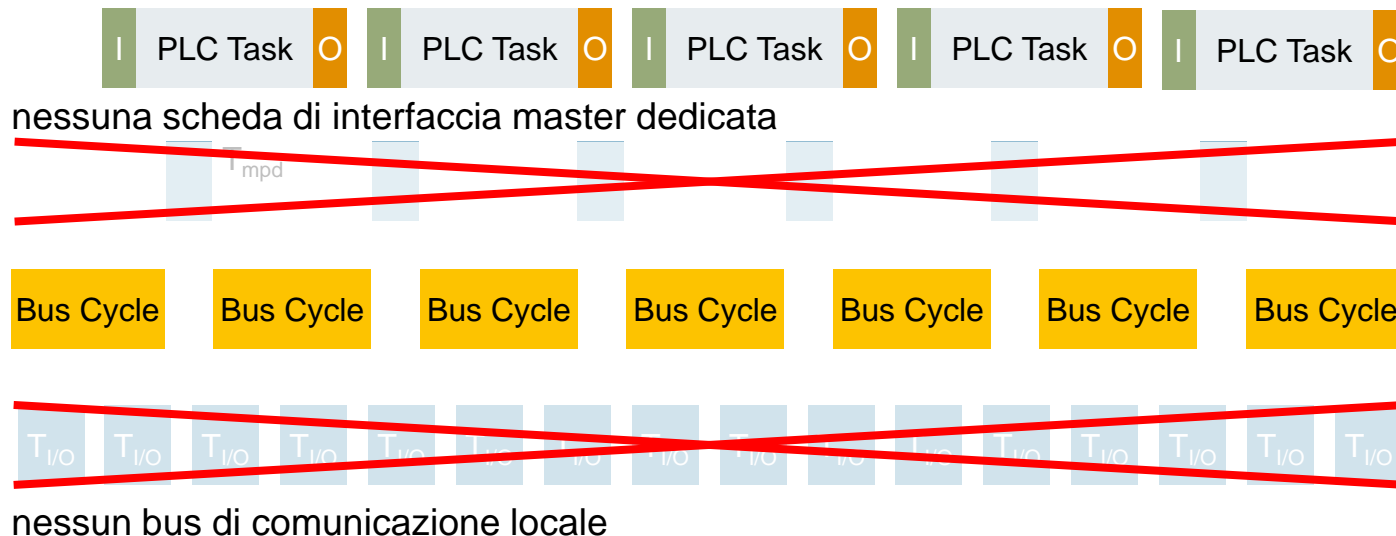
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

## Tempi di reazione con EtherCAT:





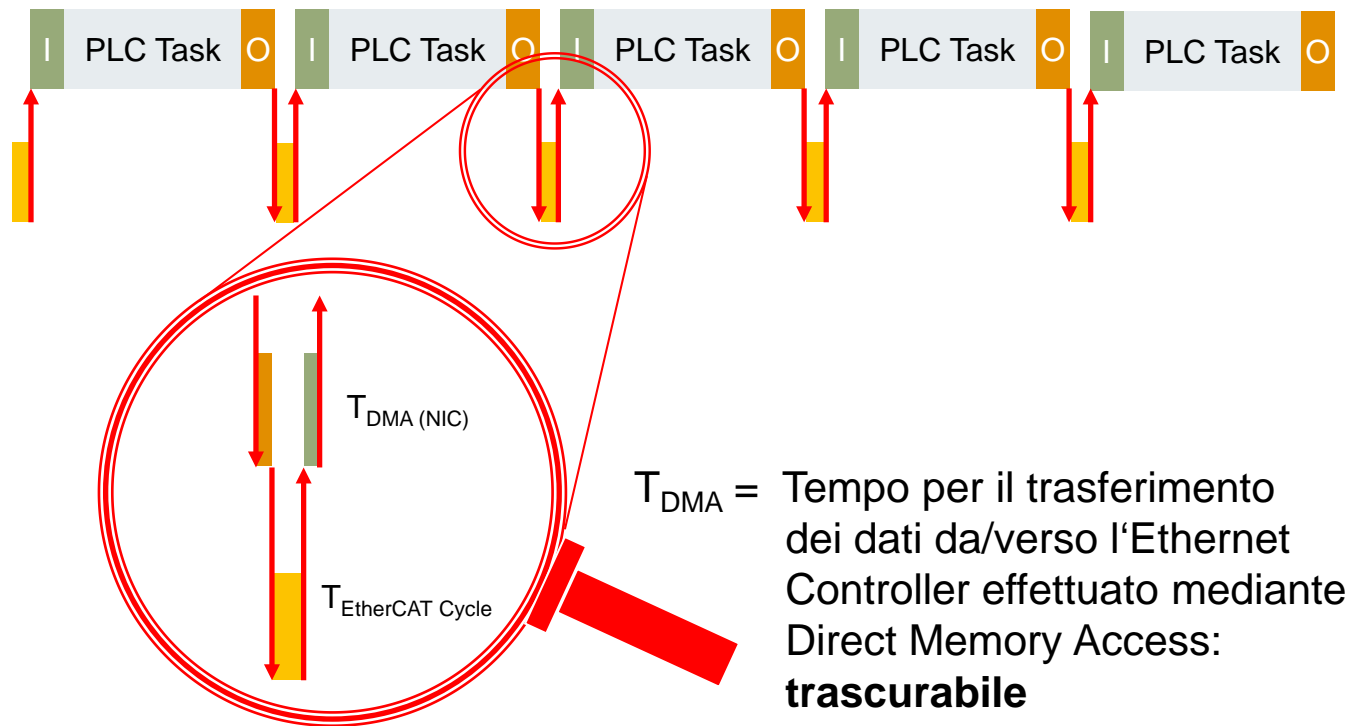
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

## Tempi di reazione con EtherCAT:



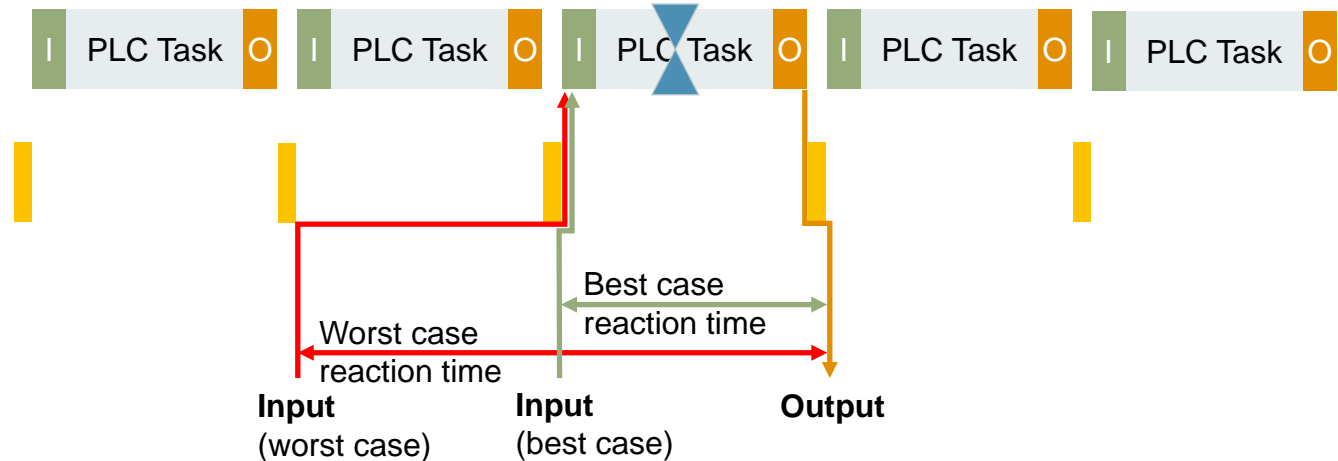
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

## Tempi di reazione con EtherCAT:



- Tempi di reazione ridotti significativamente a parità di prestazioni del controllore
- Nessuna necessità di cicli I/O locali e di sotto-bus
- Grazie all'estrema semplicità del protocollo, nessuna necessità di componenti hardware dedicati a livello Master (es. plug-in cards)

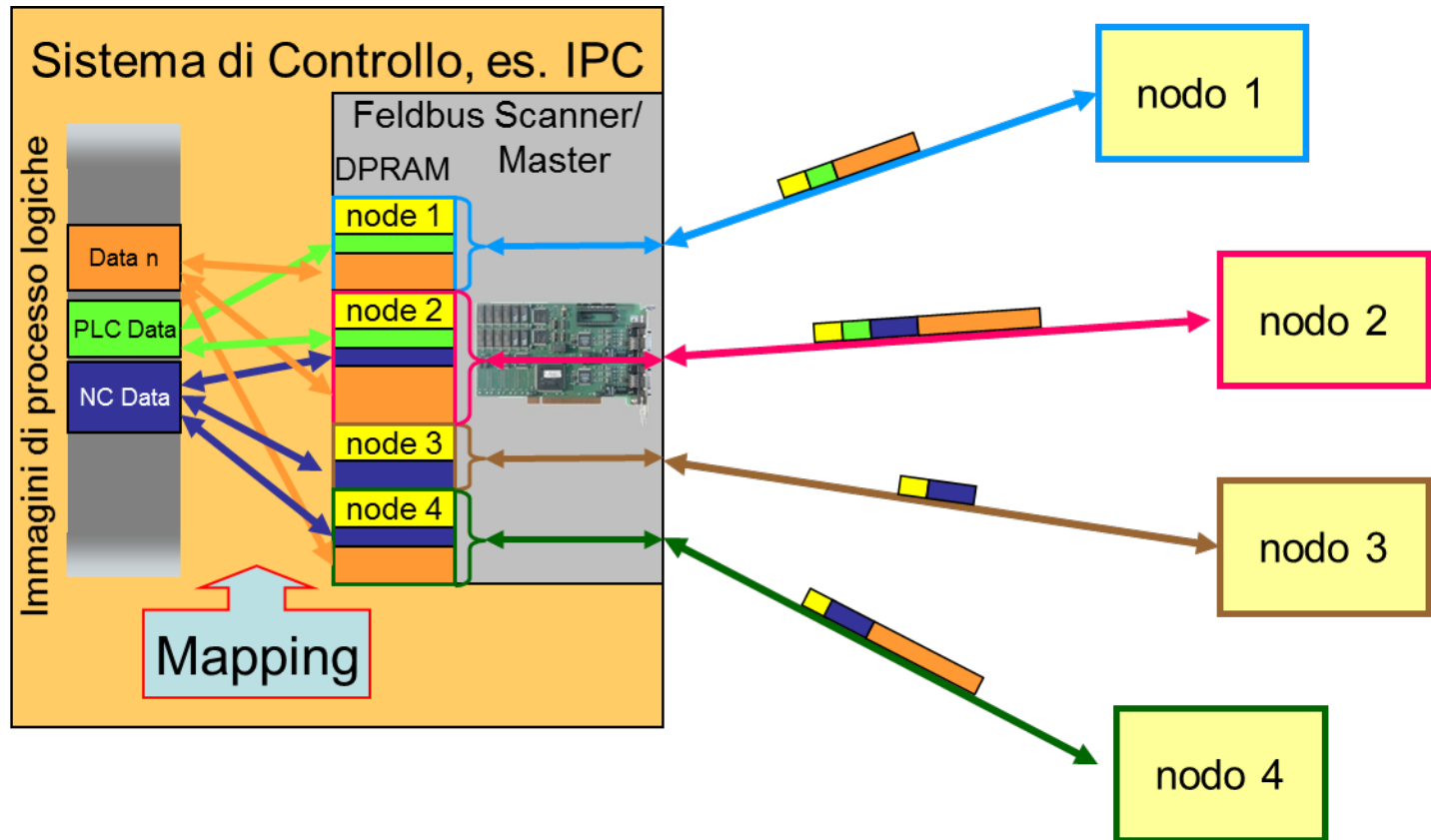
Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- I bus di campo tradizionali generano una immagine di processo **fisica**
- Questa deve essere tradotta in una immagine di processo **logica**



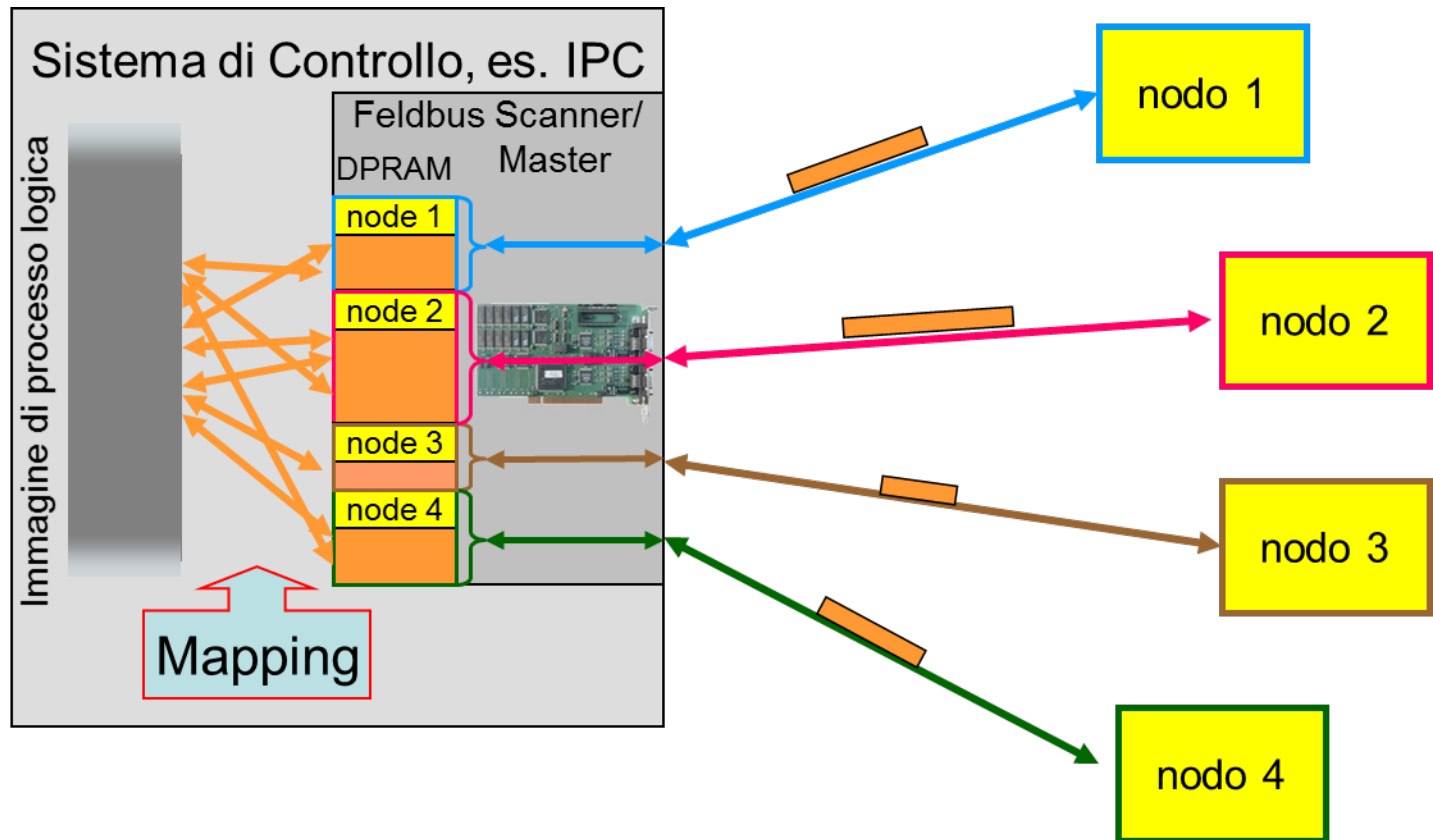
Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- La medesima filosofia si applica ai sistemi dotati anche di una sola immagine di processo
- Il riordino dei process data (“Mapping”) è necessario in ogni caso

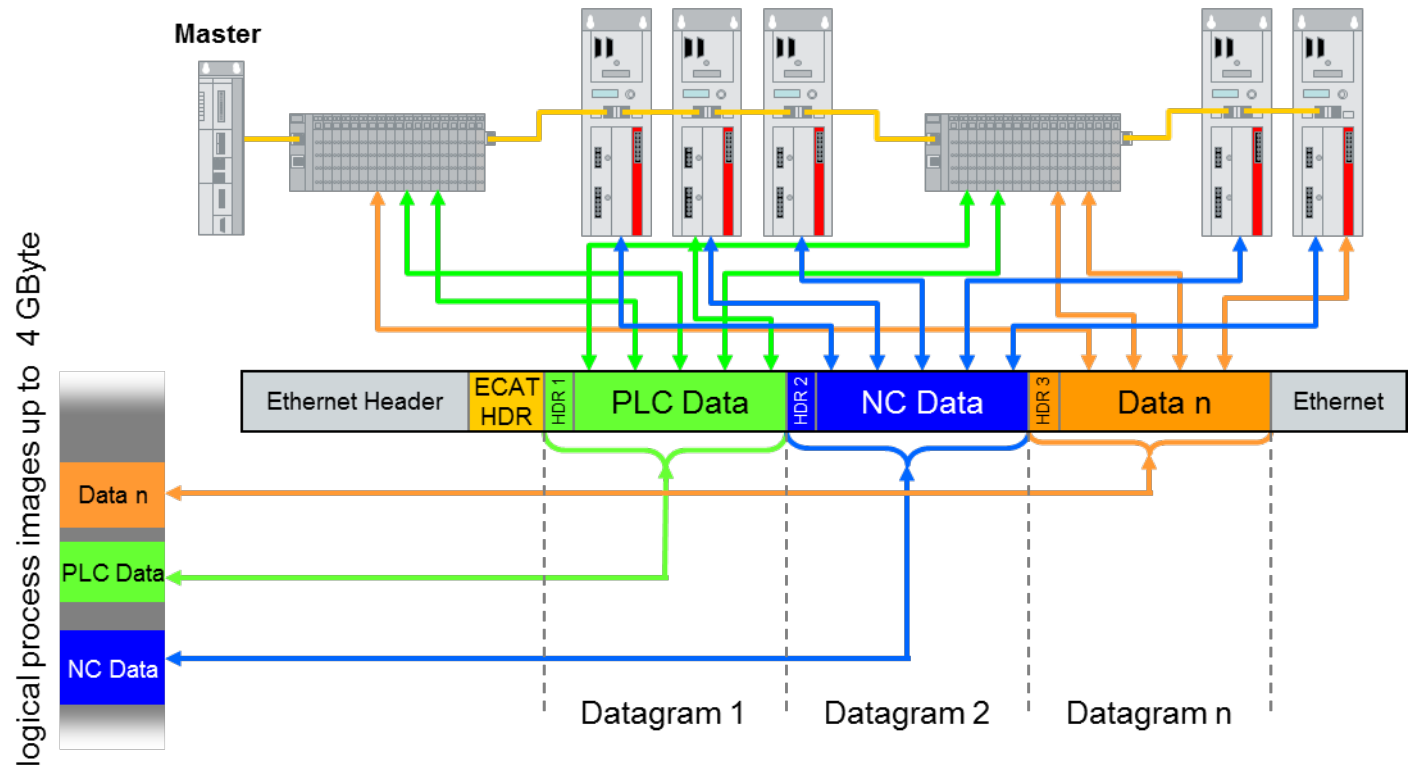


## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

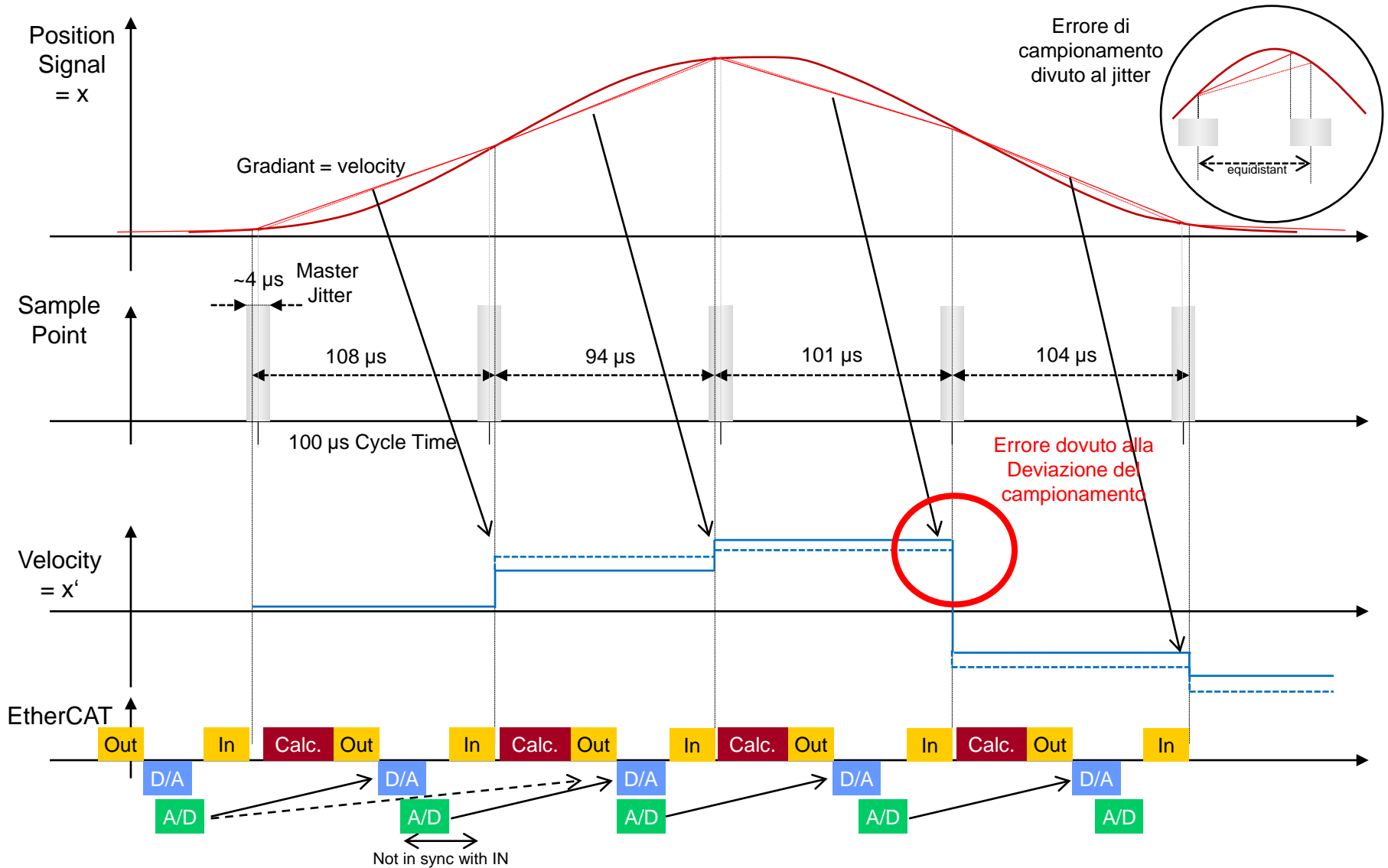
- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni



- Il sistema di controllo non è sovraccaricato, il master diventa molto semplice
- I dati sono trasmessi con la struttura richiesta dall'applicazione: veloce, flessibile ed efficiente



# Temporizzazione – Sincrono con il Frame





## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

## Problemi di questo approccio:

- La temporizzazione dei frame dipende dal Master
- Le moderne CPU (multicore) avranno sempre un jitter dell'ordine di 1.. 5  $\mu$ s

→ Errore di misura dovuto alla deviazione del campionamento, oppure:  
necessità di hardware dedicato nel Master

## Soluzione

- Temporizzazione con i Distributed Clocks

# Misura del ritardo di propagazione (I)

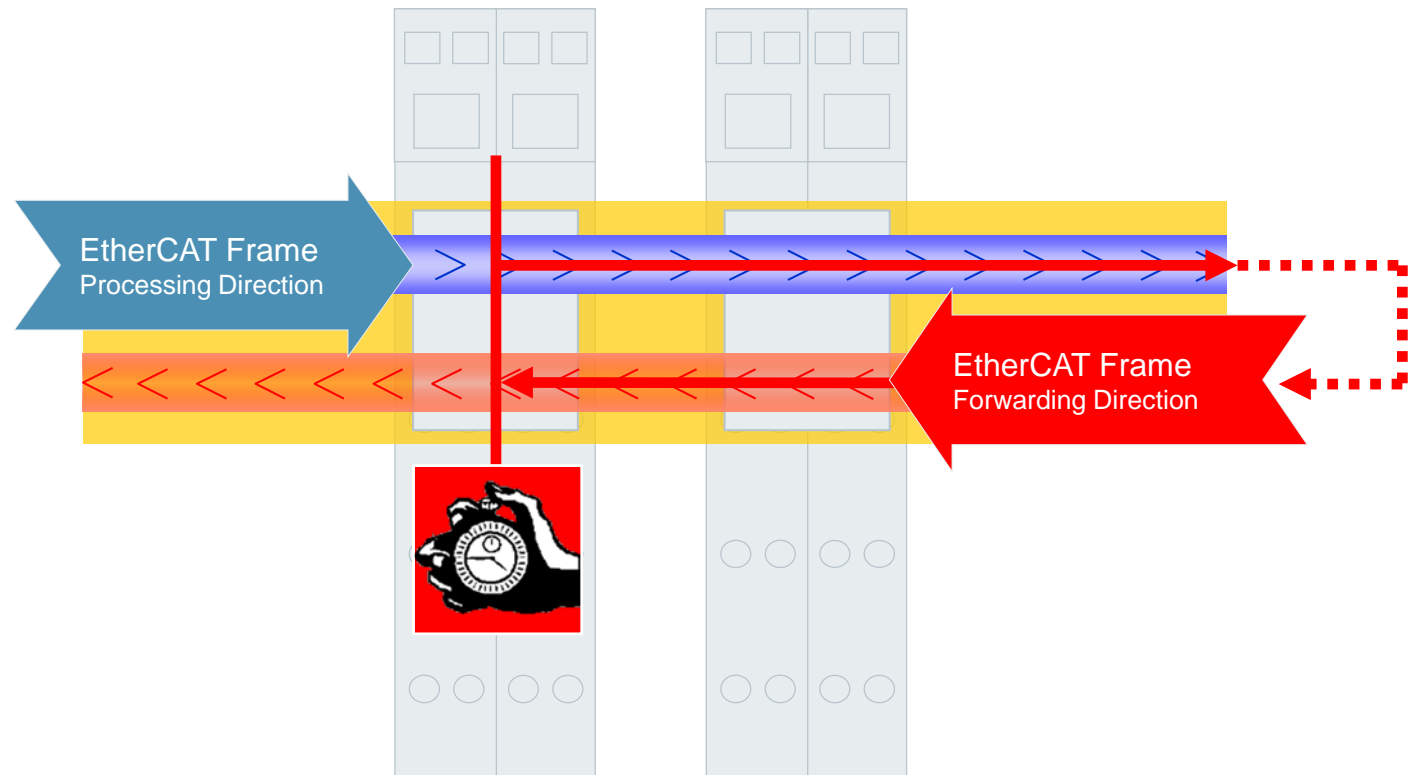
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

Ogni Slave EtherCAT misura la differenza temporale tra il Frame di Andata e quello di Ritorno



# Misura del ritardo di propagazione (II)

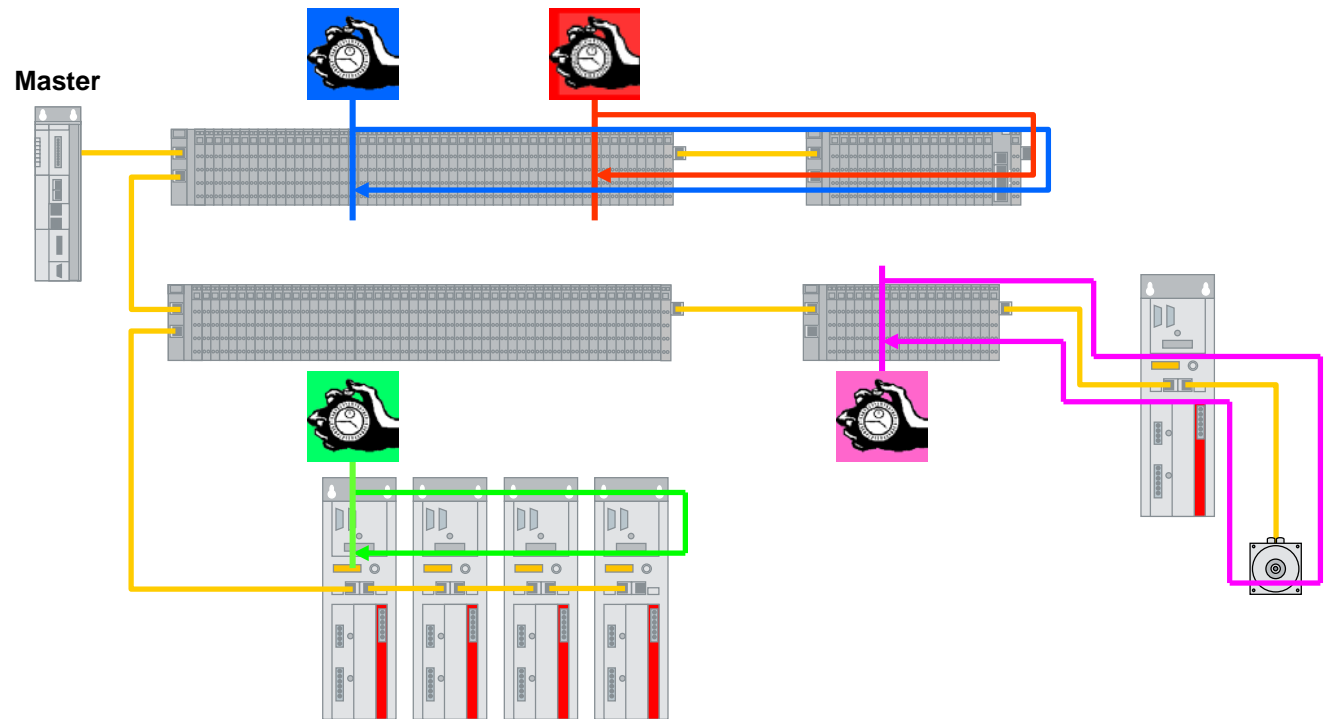
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

Ogni Slave EtherCAT misura la differenza temporale tra il Frame di Andata e quello di Ritorno



# Distributed Clocks

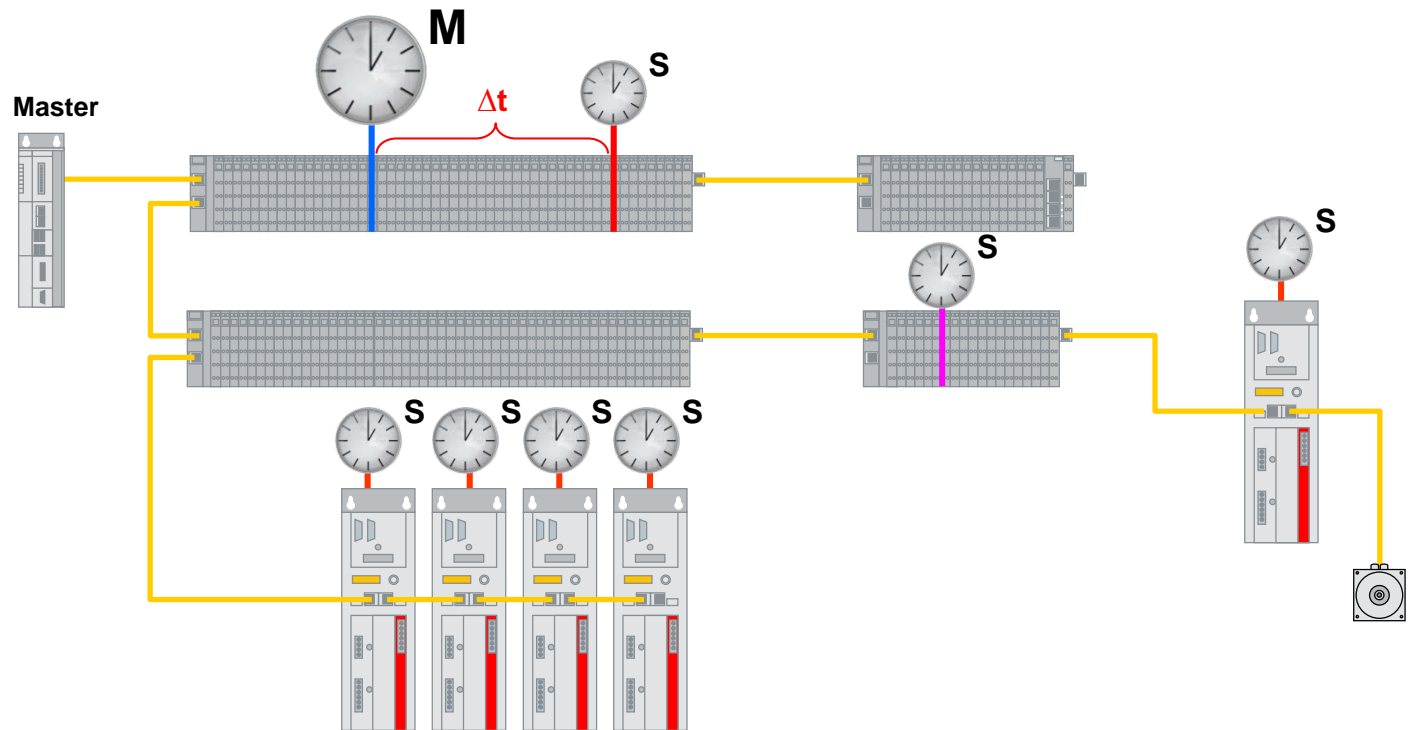
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Accurata Sincronizzazione ( $\ll 1 \mu\text{s}$ !) mediante l'allineamento dei Distributed Clocks



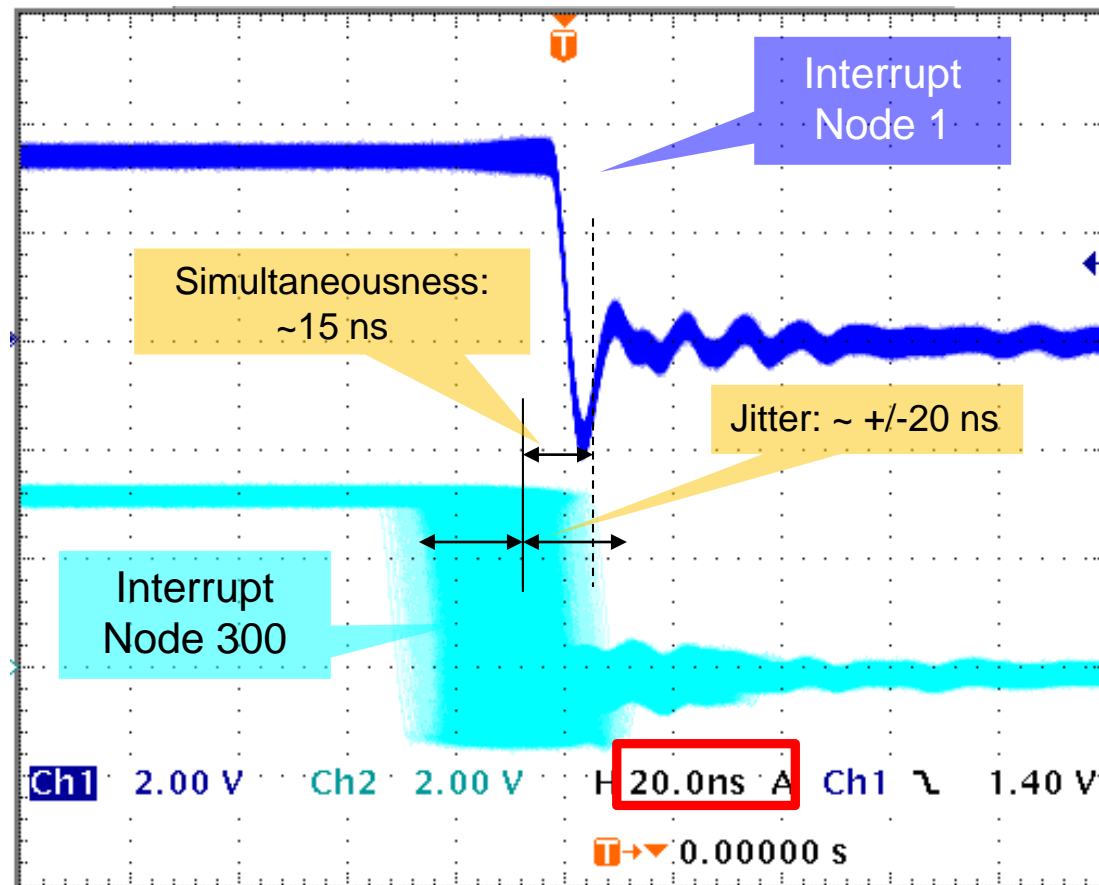
Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

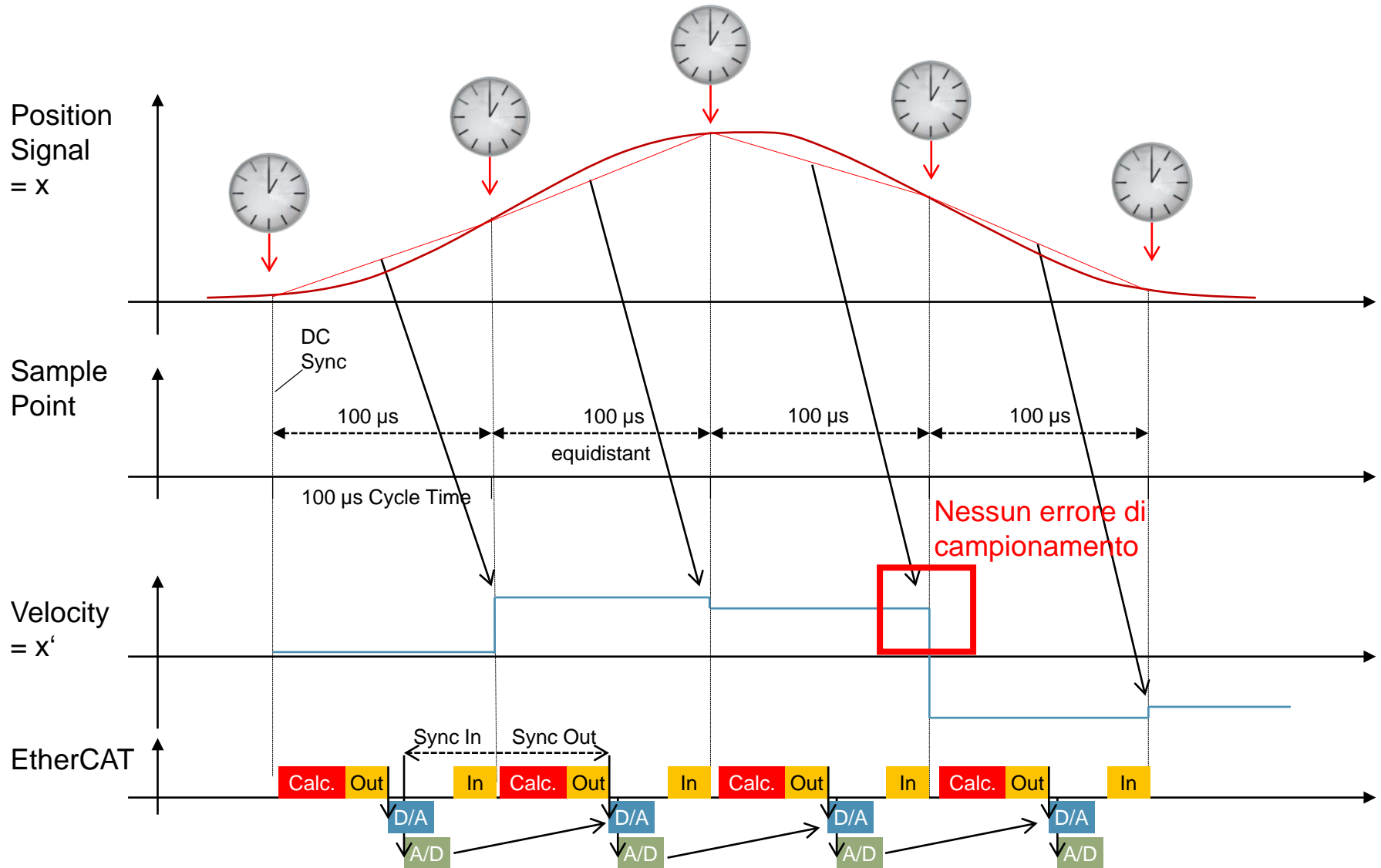
EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Analisi mediante oscilloscopio dei tempi di reazione di due dispositivi
- 300 nodi Slave, 120 m di lunghezza del cavo



# Temporizzazione – Sincrono con i DC



# Sincronizzazione tra più reti

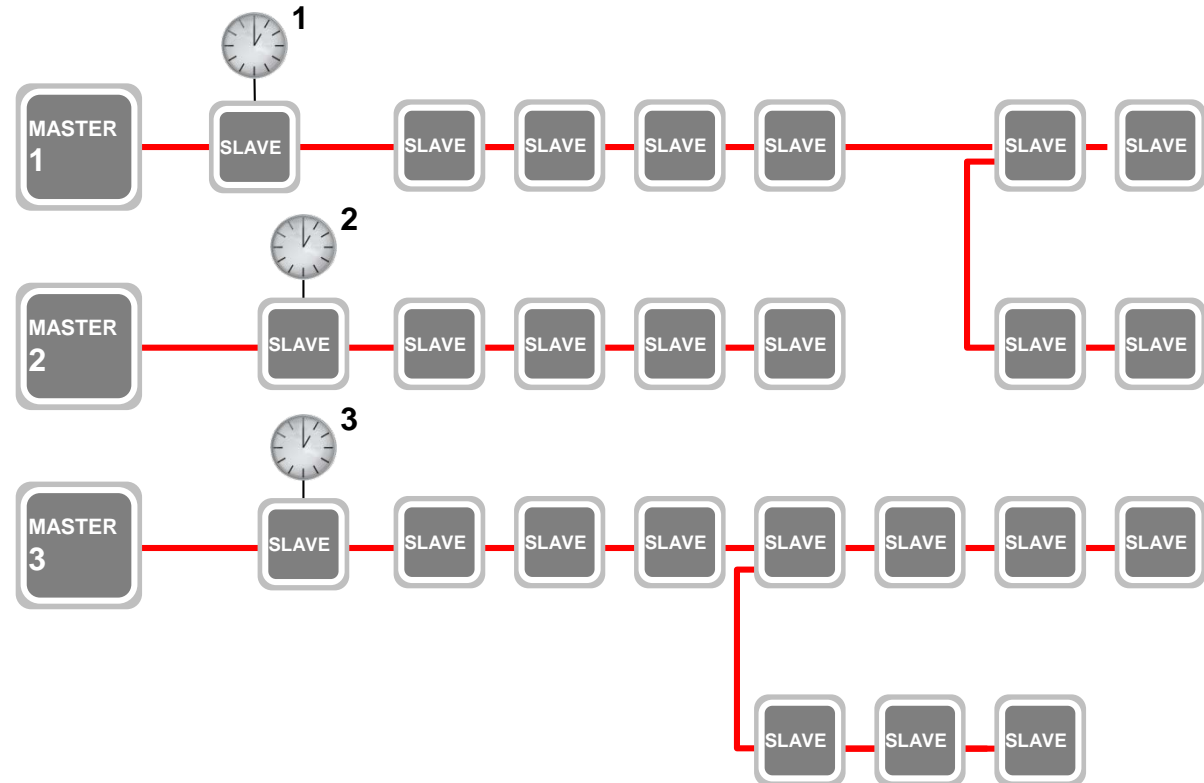
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- **Sincronizzazione**
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Le reti EtherCAT possono essere accoppiate mediante dispositivi Bridge
- I Bridge permettono di sincronizzare tra loro reti diverse





# Sincronizzazione tra più reti

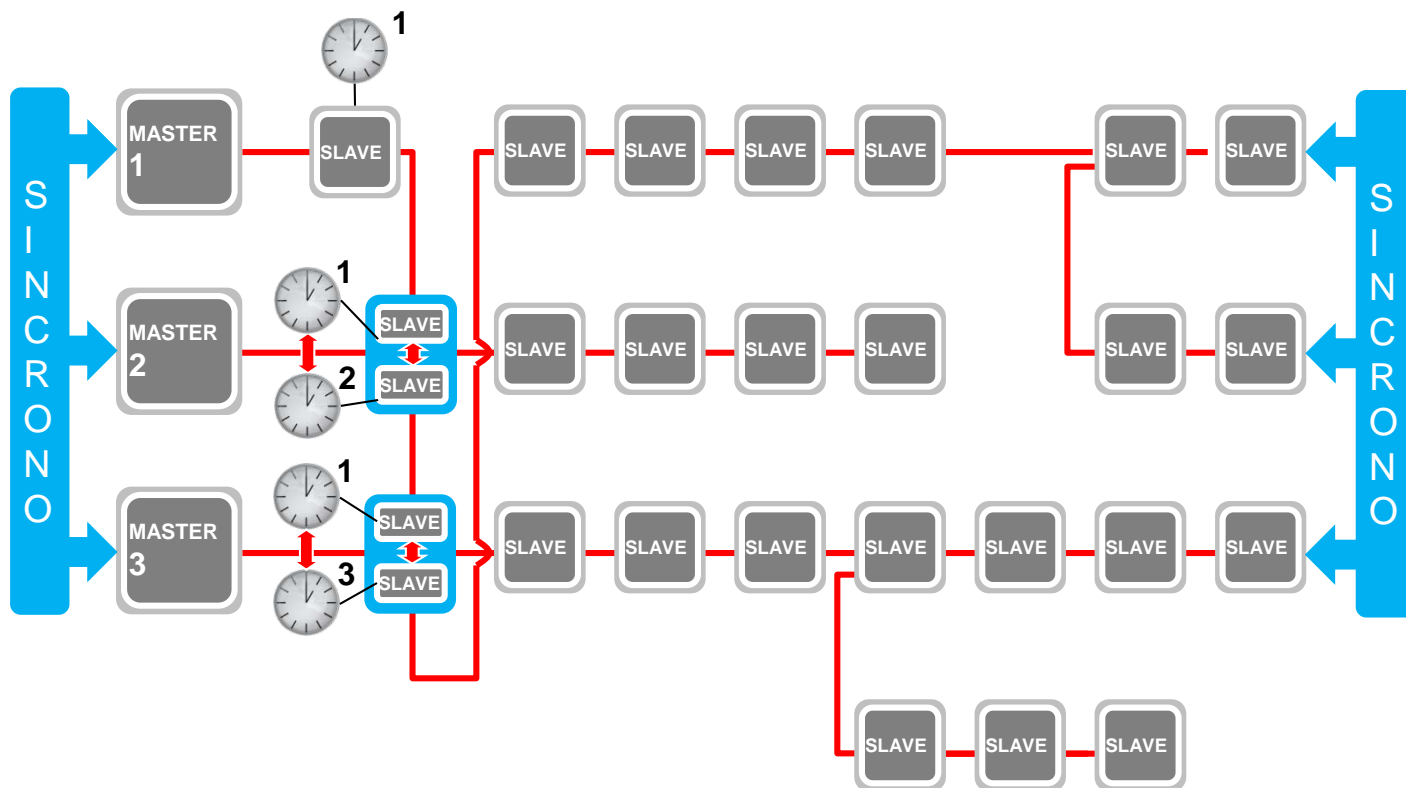
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Le reti EtherCAT possono essere accoppiate mediante dispositivi Bridge
- I Bridge permettono di sincronizzare tra loro reti diverse



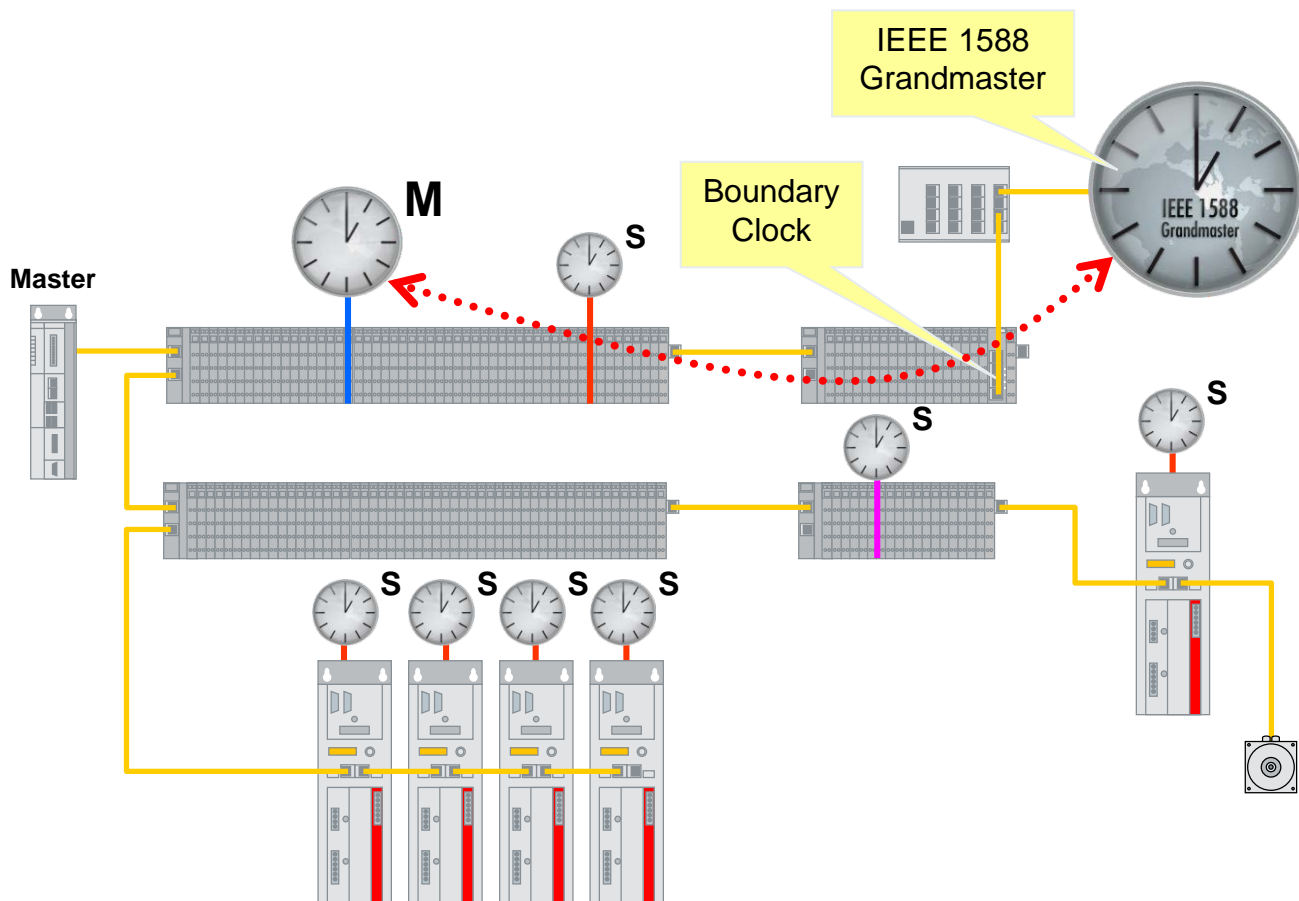
Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Switchport con funzioni integrate IEEE 1588 Boundary Clock



# EtherCAT è Ethernet Industriale!

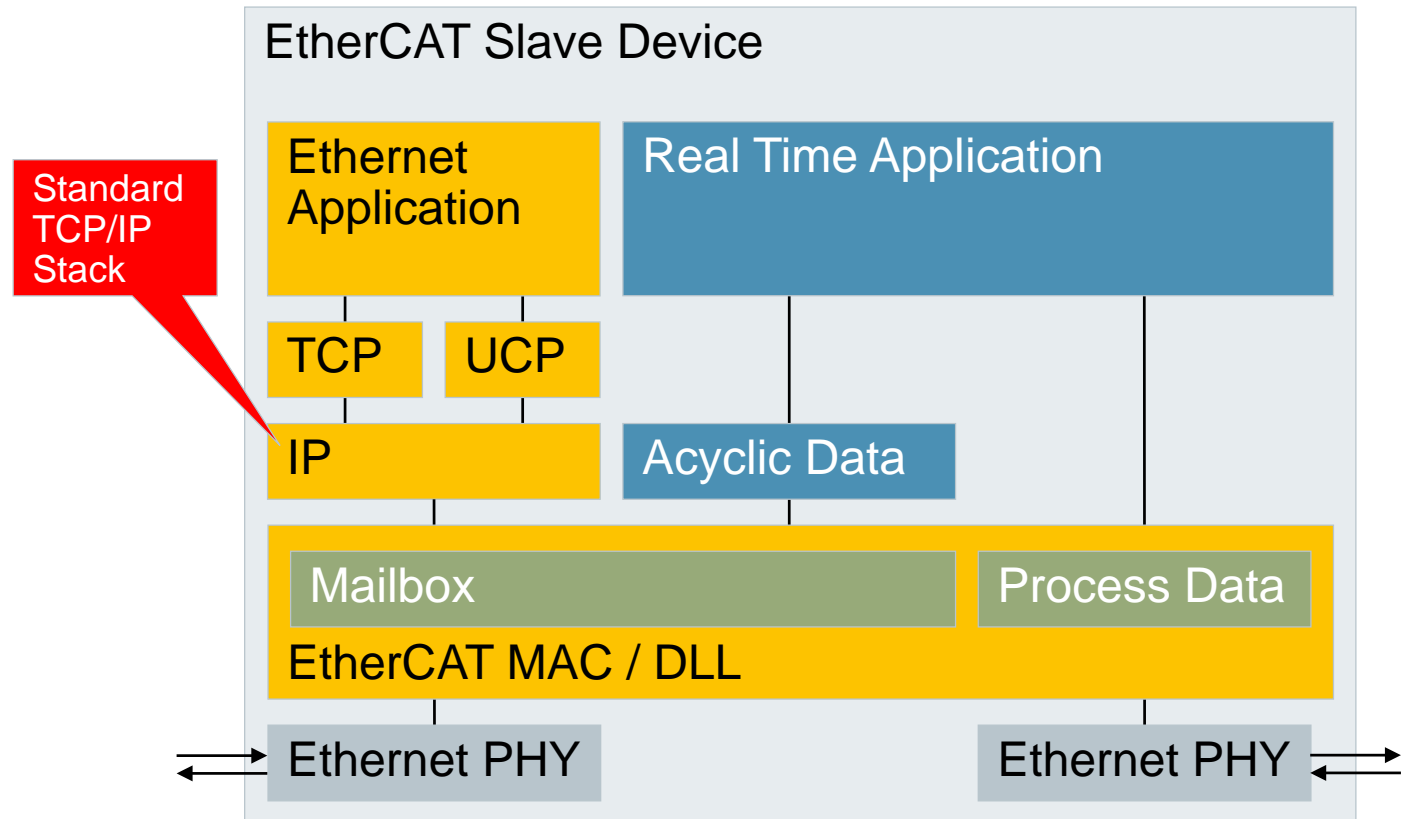
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Completamente trasparente al TCP/IP
- Tutte le Tecnologie Internet (HTTP, FTP, Webserver,...) sono disponibili senza restrizioni e senza compromettere le prestazioni Real Time!



# EtherCAT è Ethernet Industriale!

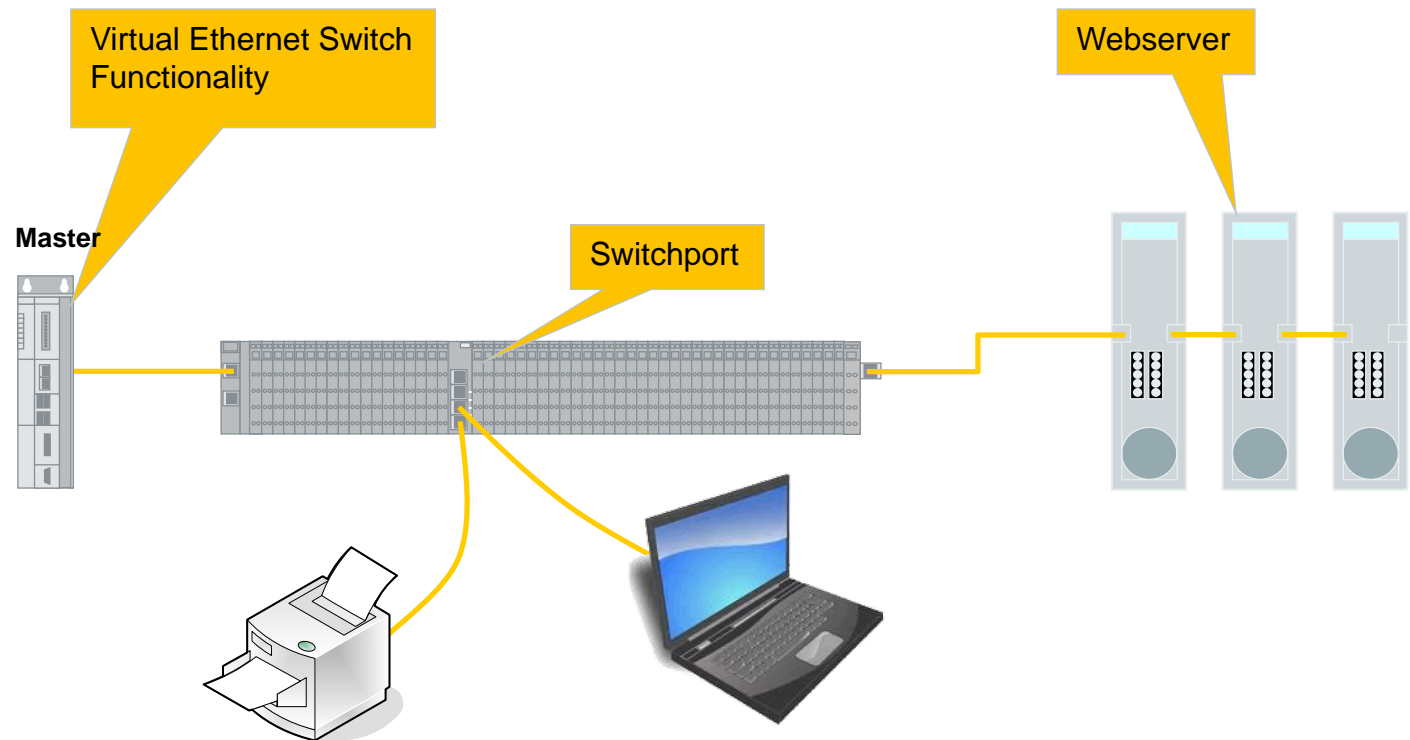
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Ogni Dispositivo Ethernet può essere connesso alle porte Switch
- Accesso ai Webserver con Standard Browser



# Switchport: Qualunque Ethernet Protocol

## Limiti di Ethernet :

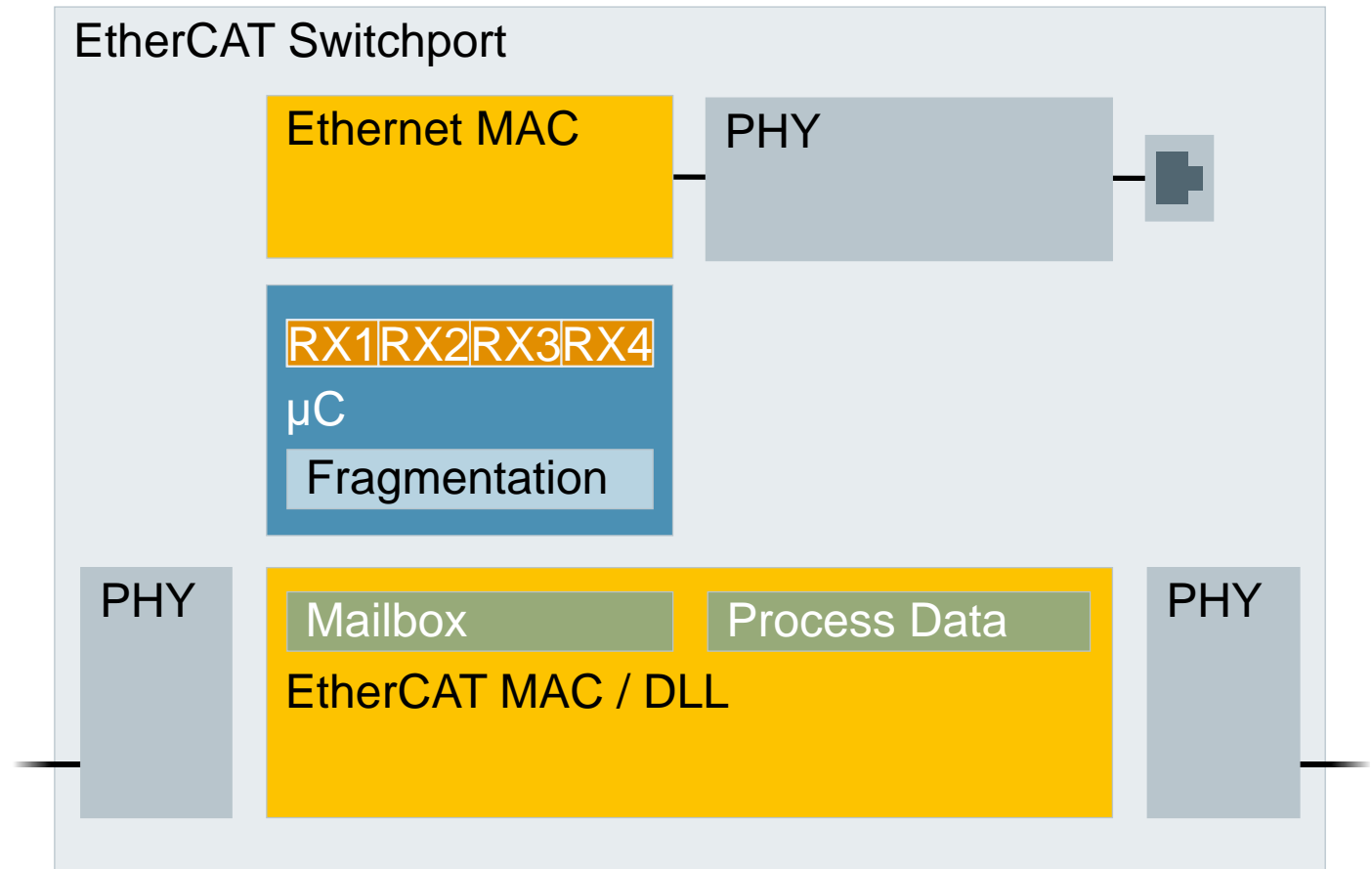
- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza

- Applicazioni

- Interfaccia verso ogni dispositivo Ethernet o Rete
- I Frame Ethernet sono incapsulati all'interno del protocollo EtherCAT :
  - 'Ethernet over EtherCAT'



# EtherCAT è Ethernet Industriale!

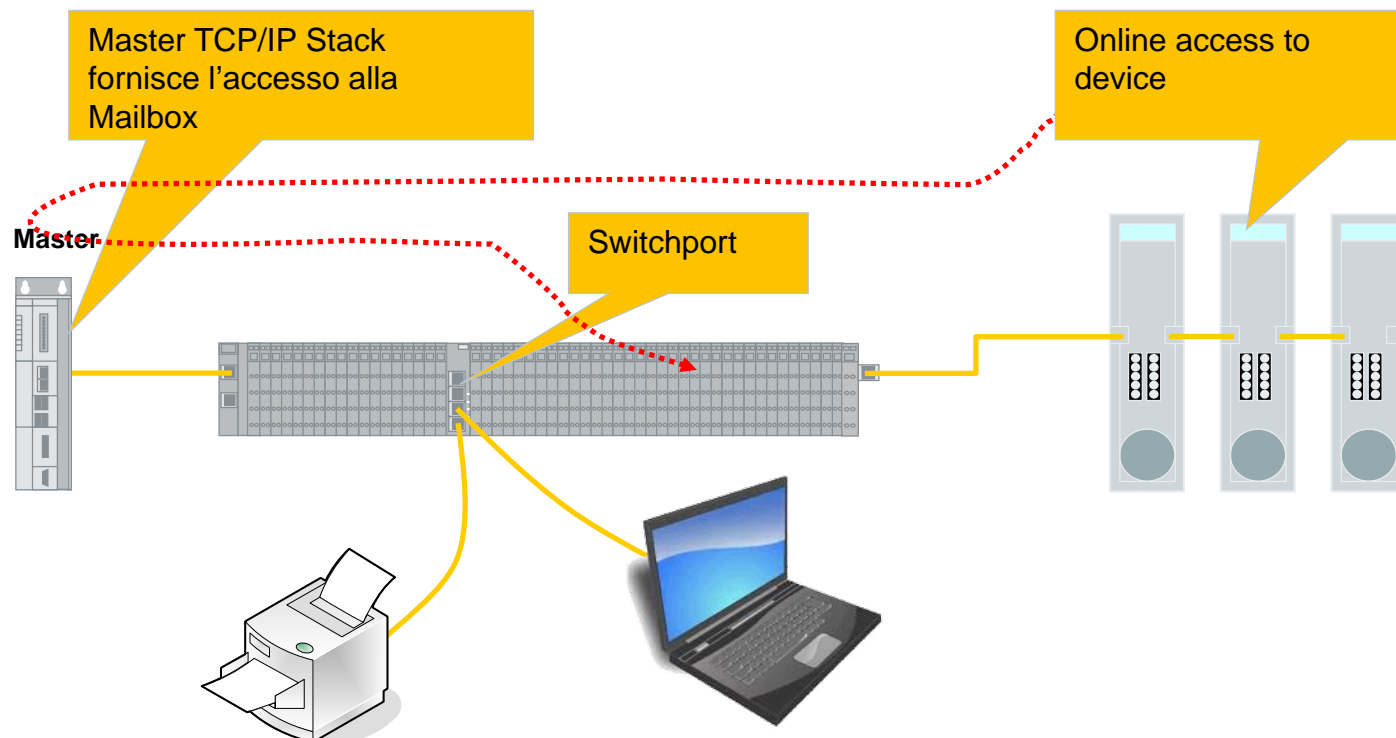
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Lo Stack Master TCP/IP può fornire l'accesso alla Mailbox remota via TCP/IP a qualunque dispositivo EtherCAT – ideale per tool di configurazione/comunicazione.
- Nessuna necessità di avere lo stack TCP/IP in ogni dispositivo: riduzione dei costi



## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- **Flessibilità**
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

## ▪ Topologia di Rete Ethernet Standard: Stella





# EtherCAT il cablaggio è molto flessibile

## Limiti di Ethernet :

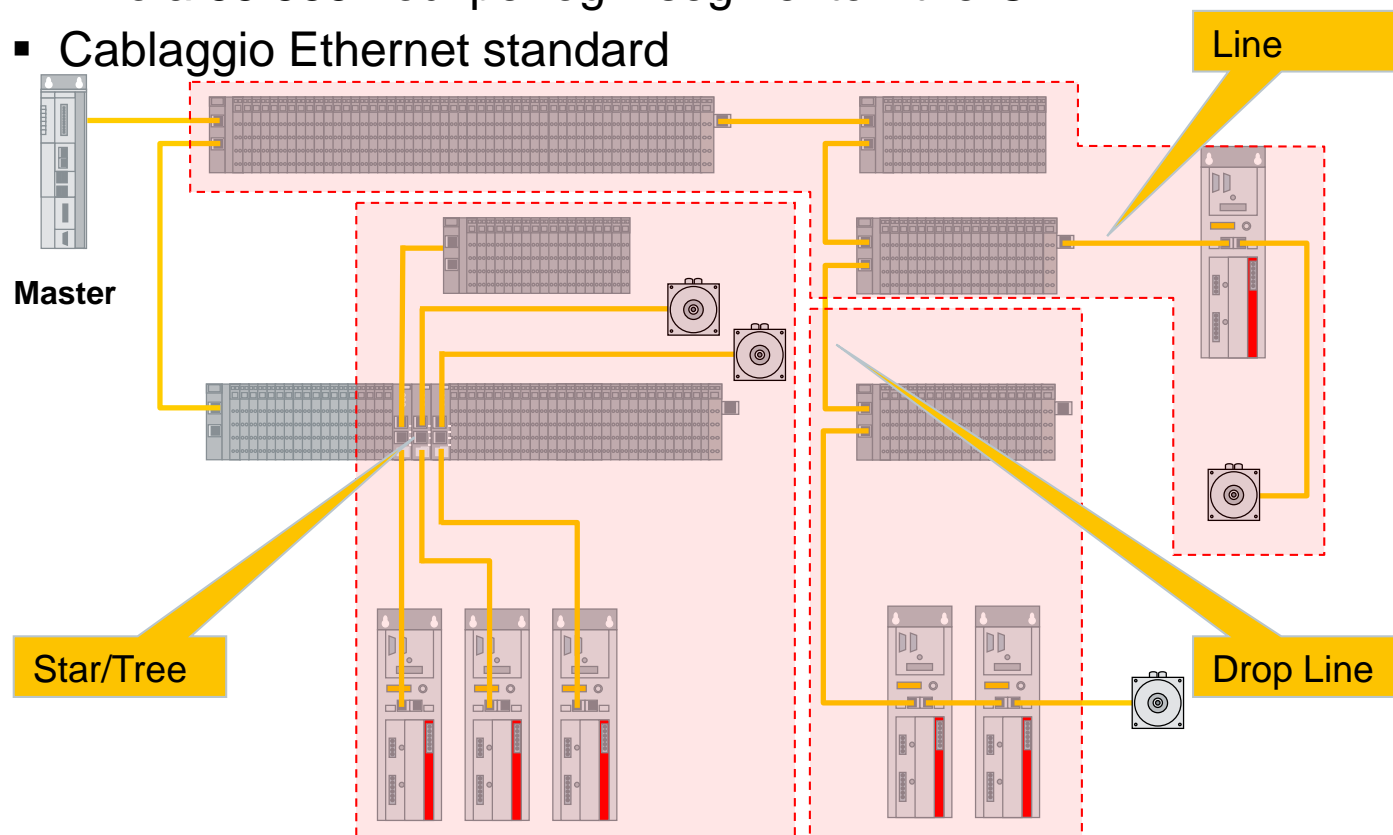
- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- **Flessibilità**
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

## Topologia Flessibile – arbitrariamente ampliabile

- Sono possibili varianti come Lineare, Stella, Albero, Daisy Chain + Drop Line; può essere implementata qualunque combinazione!
- Fino a 65.535 nodi per ogni segmento EtherCAT
- Cablaggio Ethernet standard



## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- **Flessibilità**
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni



**10.056**  
**Nodi EtherCAT**

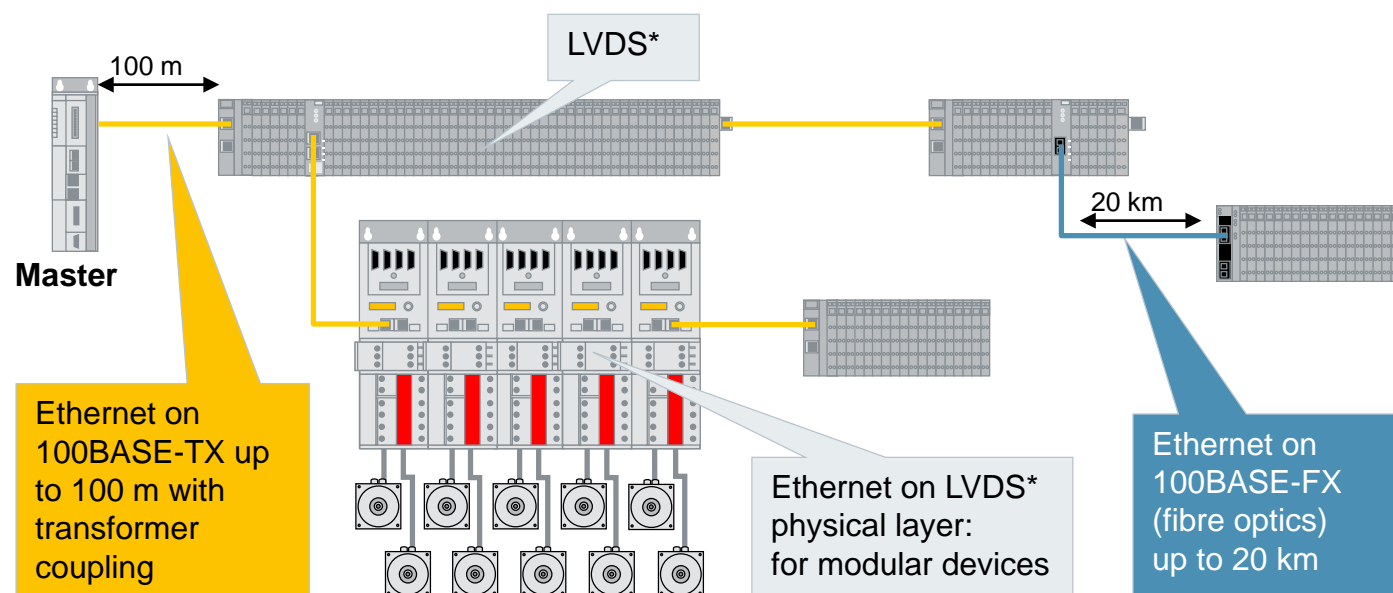
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- **Flessibilità**
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Varianti del segnale EtherCAT:
  - 100BASE-TX (fino a 100 m tra 2 nodi)
  - 100BASE-FX (fino a 2 km tra 2 nodi)
  - LVDS (per dispositivi modulari)



- Sono consentite tutte le conversioni di mezzo fisico

\*LVDS: Low Voltage Differential Signaling according to ANSI/TIA/EIA-644, also used in IEEE 802.3ae (10 Gigabit Ethernet)

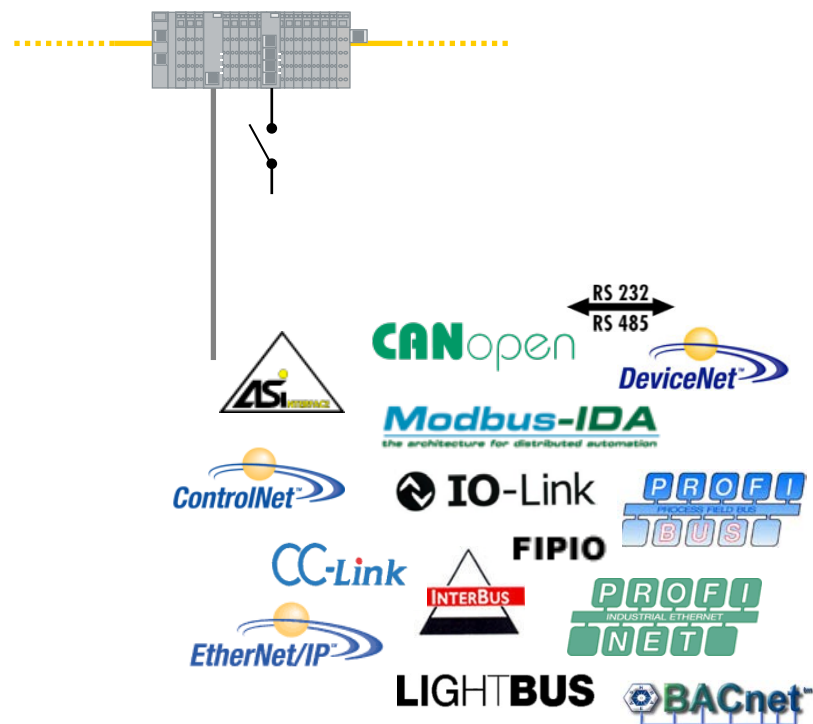
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Protezione degli investimenti
- Migrazione dai tradizionali fieldbus verso EtherCAT
- Naturale integrazione dei dispositivi fieldbus tradizionali, e.g.:
  - AS-Interface
  - BACnet MS/TP
  - CANopen
  - CC-Link
  - ControlNet
  - DeviceNet
  - Ethernet/IP
  - FIPIO
  - Interbus
  - IO-Link
  - Lightbus
  - LonWorks
  - Modbus Plus, RTU, TCP
  - PROFIBUS
  - PROFINET IO
  - ...
- Massima espandibilità del sistema con gateway economici





# EtherCAT invece di PCI

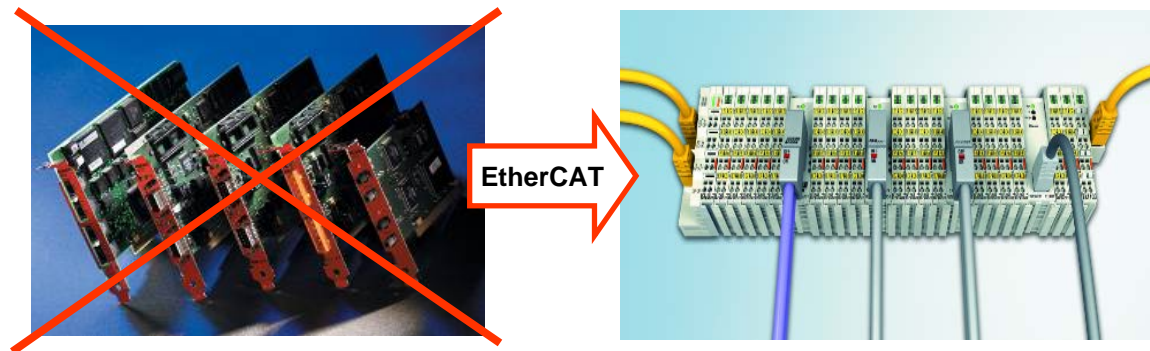
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Non sono necessari più slot nel sistema di controllo (IPC o PLC)
- Tuttavia rimane garantita la massima espandibilità



## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

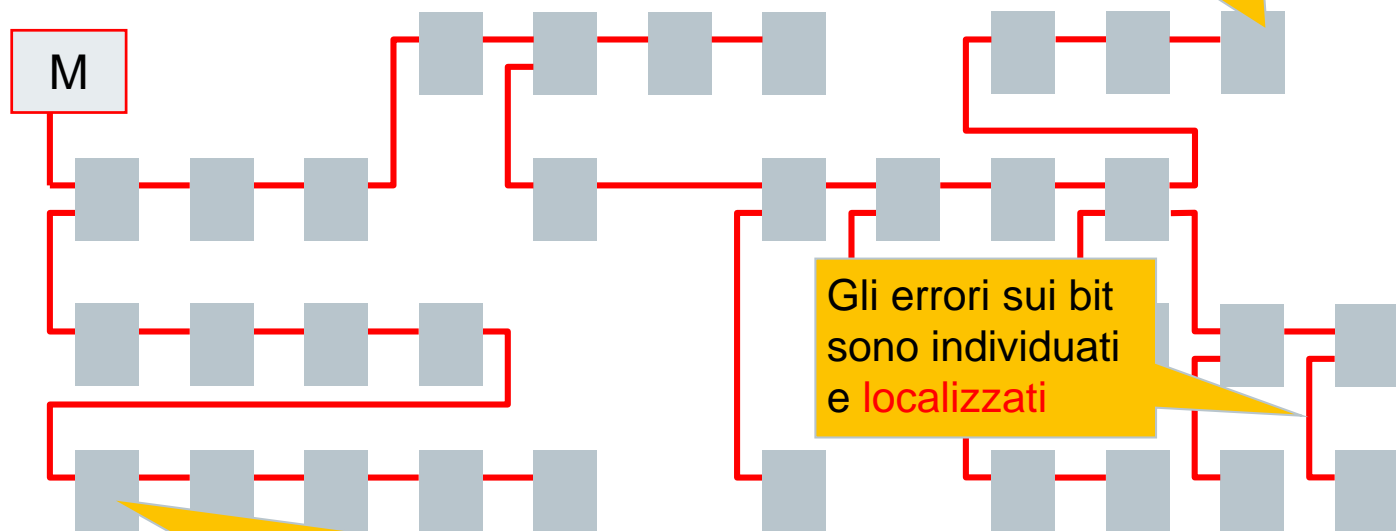
- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

## ▪ Topologia:

- Confronto automatico topologia rilevata/configurata

## ▪ Diagnostica:

- Diagnostica con esatta localizzazione



Errori di temporizzazione (es. Finestra temporale per la mancata ricezione del valore attuale) sono individuati e memorizzati localmente sul chip

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

## Pianificazione della Rete:

- Prestazioni indipendenti da:
  - Implementazione slave
  - Topologia (no switch/hub)



## Indirizzamento:

- Non è richiesto alcun indirizzamento manuale
- Gli indirizzi possono essere assegnati automaticamente
- Gli indirizzi possono essere mantenuti
  - Nessun nuovo indirizzamento se i nodi sono aggiunti





## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Implementazione / Tools:
  - Analizzatori di rete standard, es. Wireshark\*: gratuito
  - Parser Software: gratuito
- Minore Sforzo per la Pianificazione della Rete:
  - Configurazione semplificata
  - Le impostazioni di default sono sufficienti, nessun tuning della rete
- Miglioramento della Diagnostica:
  - Gestione più veloce degli errori e conseguente annullamento dei tempi morti di ripristino
- Setup più veloce:
  - Nessun indirizzamento richiesto

\*EtherCAT Plugin included since V1.0.0

# EtherCAT è economico (II): Hardware

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

## ▪ Master:

- Nessuna scheda di rete dedicata (co-processor)
- La Porta Ethernet on-board è sufficiente



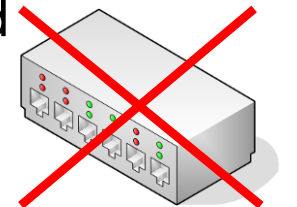
## ▪ Slave:

- EtherCAT Slave Controller economico
- FPGA o ASIC
- Per dispositivi semplici: nessun  $\mu\text{C}$  richiesto
- nessun  $\mu\text{C}$  potente è necessario



## ▪ Infrastruttura:

- Non sono richiesti switch/hub
- Cablaggio + connettori Ethernet standard



## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Implementazione Slave :
  - Tutte le operazioni critiche a livello temporale sono implementate nell' ASIC o FPGA
    - ESC gestisce il processamento real-time in hardware
- Gestione della Macchina a Stati EtherCAT integrata
- Le prestazioni della Rete sono indipendenti da
  - Performanze dello Slave- $\mu$ C
  - Protocol Stack
- Utilizzo con o senza  $\mu$ C (Host CPU)
  - DPRAM (1...8kByte) integrata
  - Gestione dei Distributed Clock integrata
  - Generazione di interrupt ad elevata precisione verso il  $\mu$ C

# EtherCAT Slave Controller (ESC) senza Host Controller

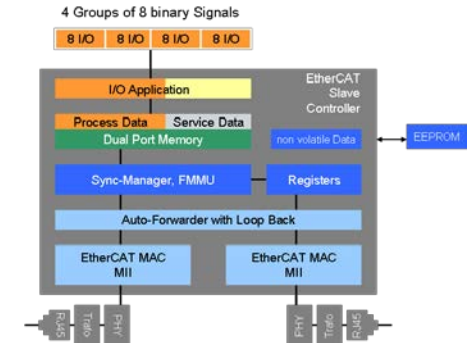
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Caratteristiche
  - EtherCAT State Machine
  - Gestite dall' ESC
- No Mailbox
- No Object Dictionary
- Fino a 32 segnali possono essere connessi direttamente
  - 32 Bit input interface
  - 32 Bit output
  - 24 Bit input / 8 Bit output
  - 16 Bit input / 16 Bit output
  - 8 Bit input / 24 Bit output
- Boot Configuration e Slave Information (Identificazione) sono contenute nella E<sup>2</sup>PROM
- Nessun software è richiesto



# EtherCAT Slave Controller con Host Controller

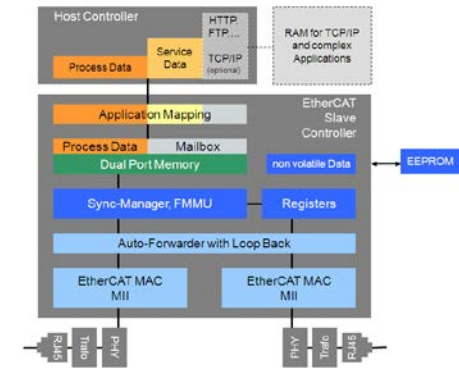
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- 8/16-bit  $\mu$ C Interface
  - Demultiplexed
  - Segnali Intel
  - Polarità Configurabile (BUSY, INT)
  - Tipici  $\mu$ C:
    - Intel 80x86, Infineon 80C16x, Hitachi SH1, ST10, ARM, TI TMS320 Serie,...
- SPI
  - Fino a 10 MBaud
  - $\mu$ C è SPI Master
  - Tipici  $\mu$ C:
    - Microchip PIC, DSPic, Intel 80C51,...



# EtherCAT Slave Controller con Host Controller

## Limiti di Ethernet :

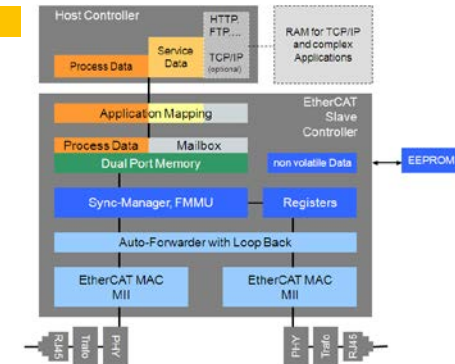
- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

## ▪ Caratteristiche:

- EtherCAT State Machine
- CoE (CANopen over EtherCAT):
  - Mailbox con protocollo SDO
  - Object Dictionary con Mandatory Objects
    - Device Type
    - Identity Object
    - Physical Address
    - PDO Mapping and related Objects
    - Sync Manager Communication Type
    - Sync Manager PDO Relation



## ▪ oppure:

- SoE (Servodrive profile (IEC61800-7-204\*) over EtherCAT)
- opzionale: EoE (Ethernet over EtherCAT)

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Dispositivi che gestiscono fino a 32 I/O digitali non necessitano di  $\mu\text{C}$
- Le funzioni di  $\mu\text{C}$  per dispositivi più complessi:
  - Scambio Process Data con l'Applicazione
  - Gestione Object Dictionary
  - Gestione dei Parametri di Applicazione (Parametri di Comunicazione sono gestiti dall' ESC)
  - Gestione TCP/IP Stack – se richiesto
- Le prestazioni del particolare  $\mu\text{C}$  scelto sono determinate dalle esigenze della specifica applicazione, non dalla comunicazione EtherCAT
  - In molte situazioni un 8-bit  $\mu\text{C}$  è sufficiente

# EtherCAT è semplice da implementare: Master

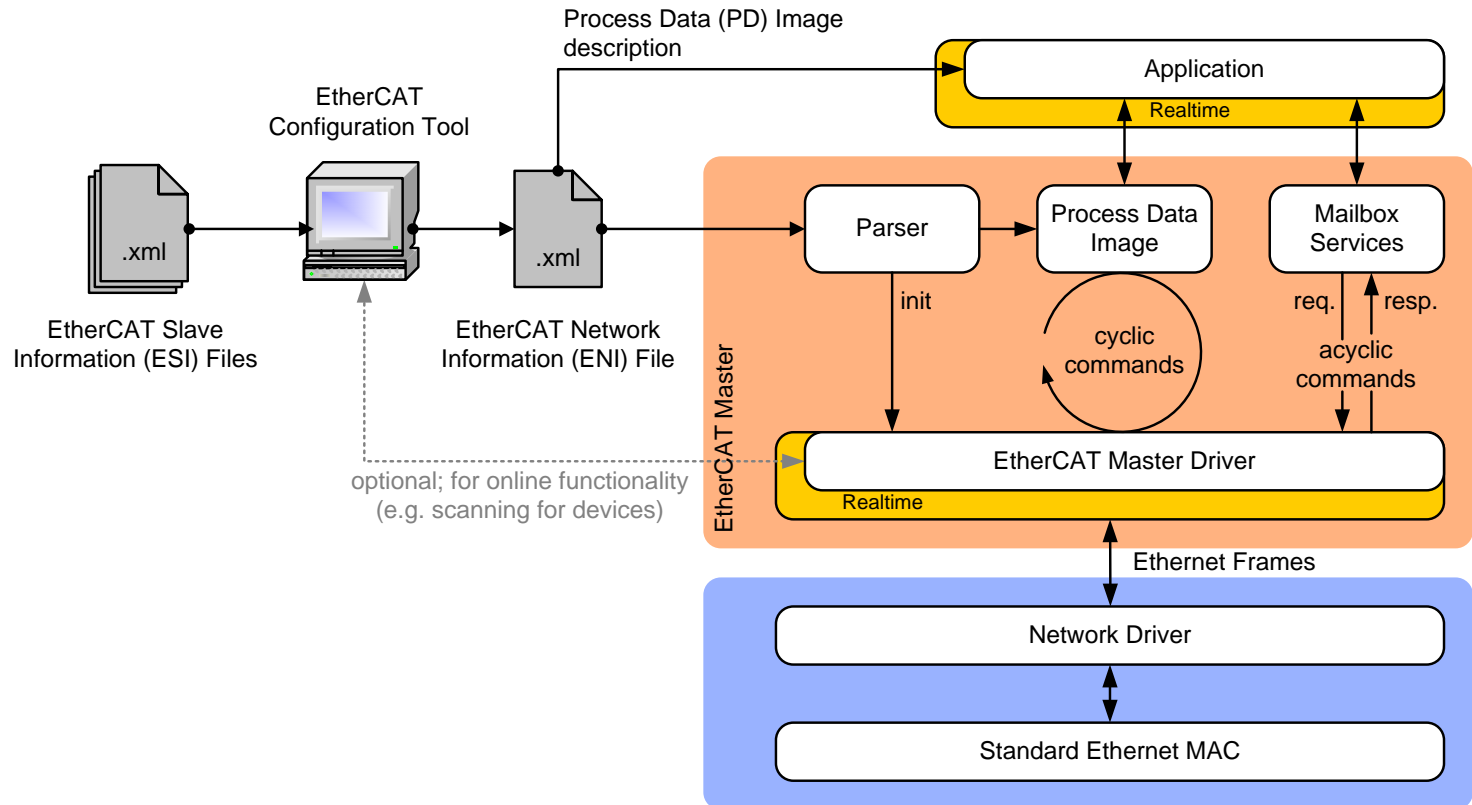
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Implementazione Master :
  - Master Sample Code (sorgente)
  - EtherCAT Configuration Tool
  - Formato dei dati XML, ESI ed ENI





# EtherCAT è semplice da implementare: Master

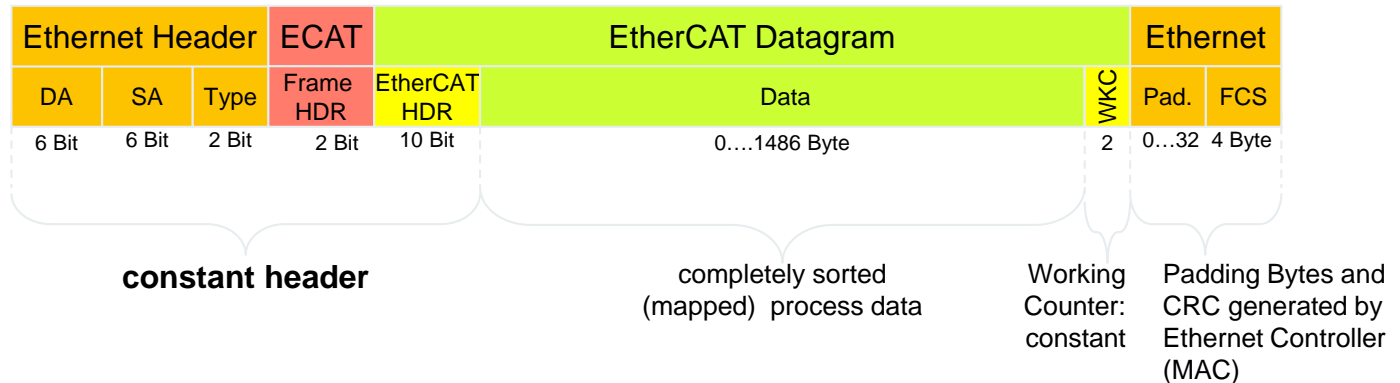
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Esempio: Master con una sola immagine di processo
  - Tipico esempio per piccoli controllori che gestiscono un'unica task
  - Fino a 1488 Byte di Process Data
  - Header per la comunicazione rimane costante



- Il Master può essere implementato con il minimo sforzo
- Non necessita di un processore separato per la gestione (plug-in card)
- Molto più semplice rispetto ai fieldbus tradizionali
- Molto più semplice rispetto agli altri approcci di Industrial Ethernet...

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- **Stabilità**
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Utilizzato sul campo dal 2003
- Numerose applicazioni
- Grande varietà di prodotti EtherCAT disponibili

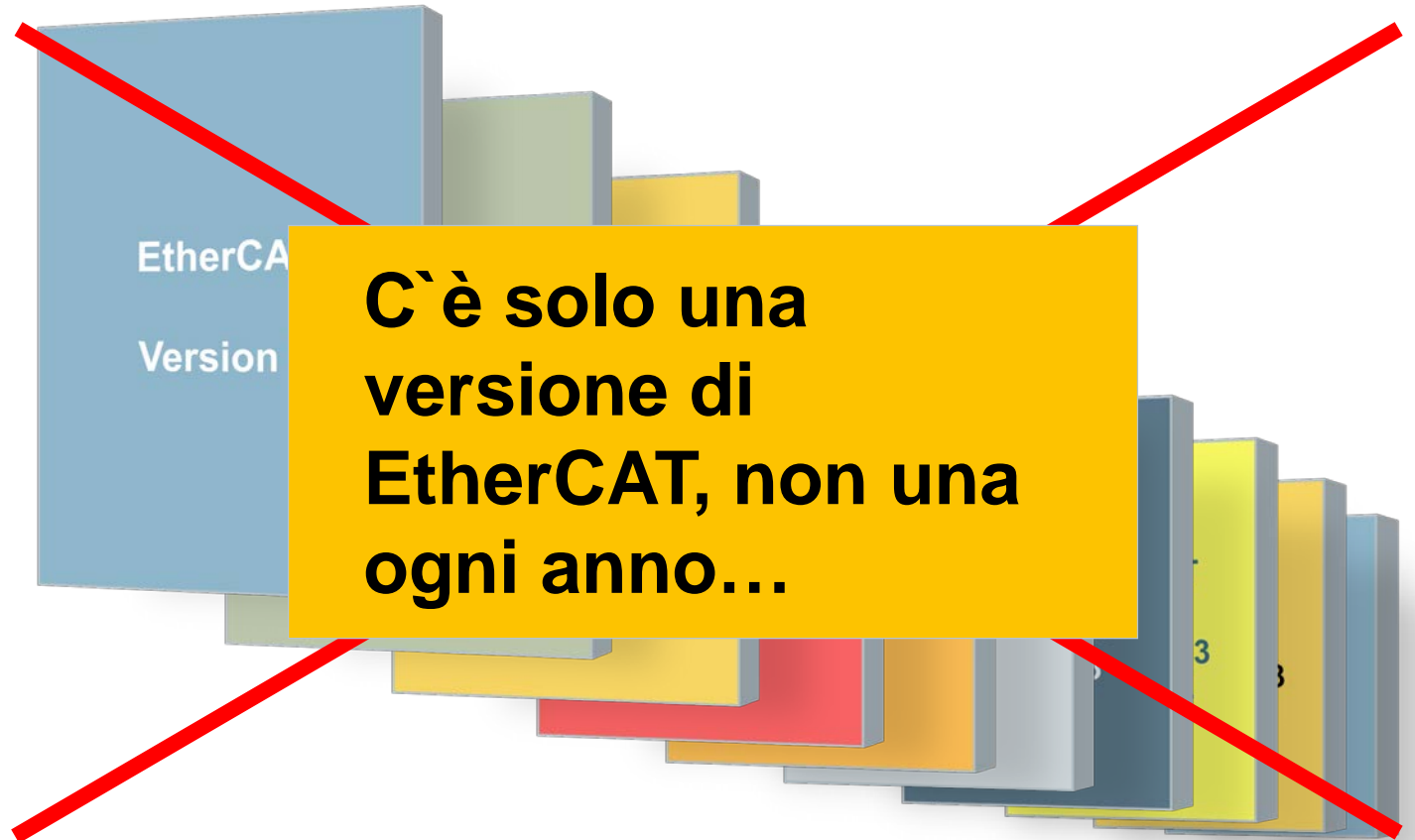


## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- **Stabilità**
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni



## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Il protocollo è standardizzato:
- EtherCAT è IEC, ISO e SEMI Standard (IEC 61158, IEC 61784, ISO 15745, SEMI E54.20)



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия



- Slave Controller disponibili da differenti Vendor
- Slave Controller consentono interoperabilità
- ETG organizza test di interoperabilità („Plug Fest“), Workshop e Seminari
- Conformance Testing + Slave Device Certificazione

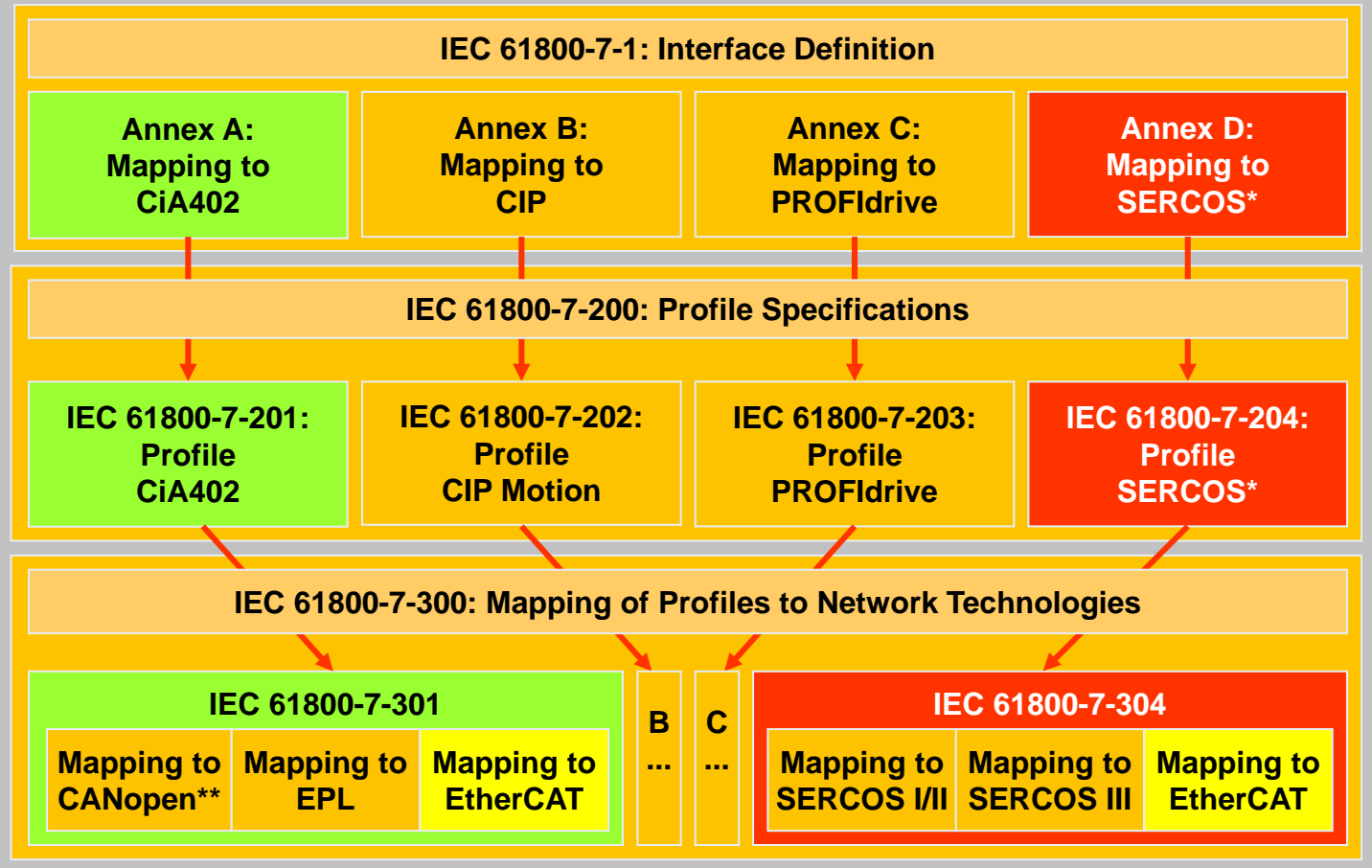
Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

## IEC 61800-7: Generic Interface and use of profiles for power drive systems



\*SERCOS interface™ is a trademark of SI e.V.  
\*\*CANopen™ is a trademark of CAN in Automation e.V.

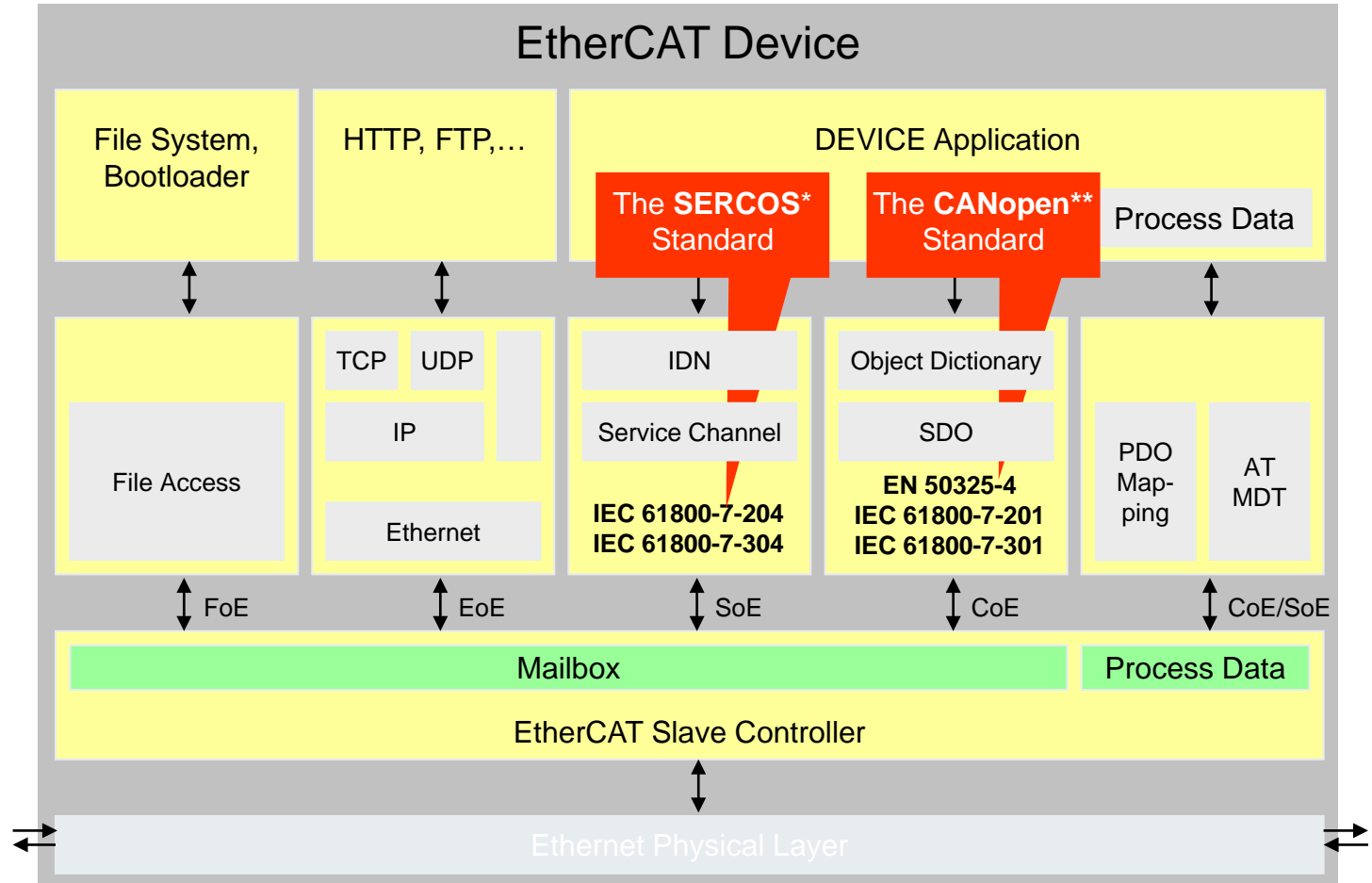
# Architettura EtherCAT + Device Profile

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni



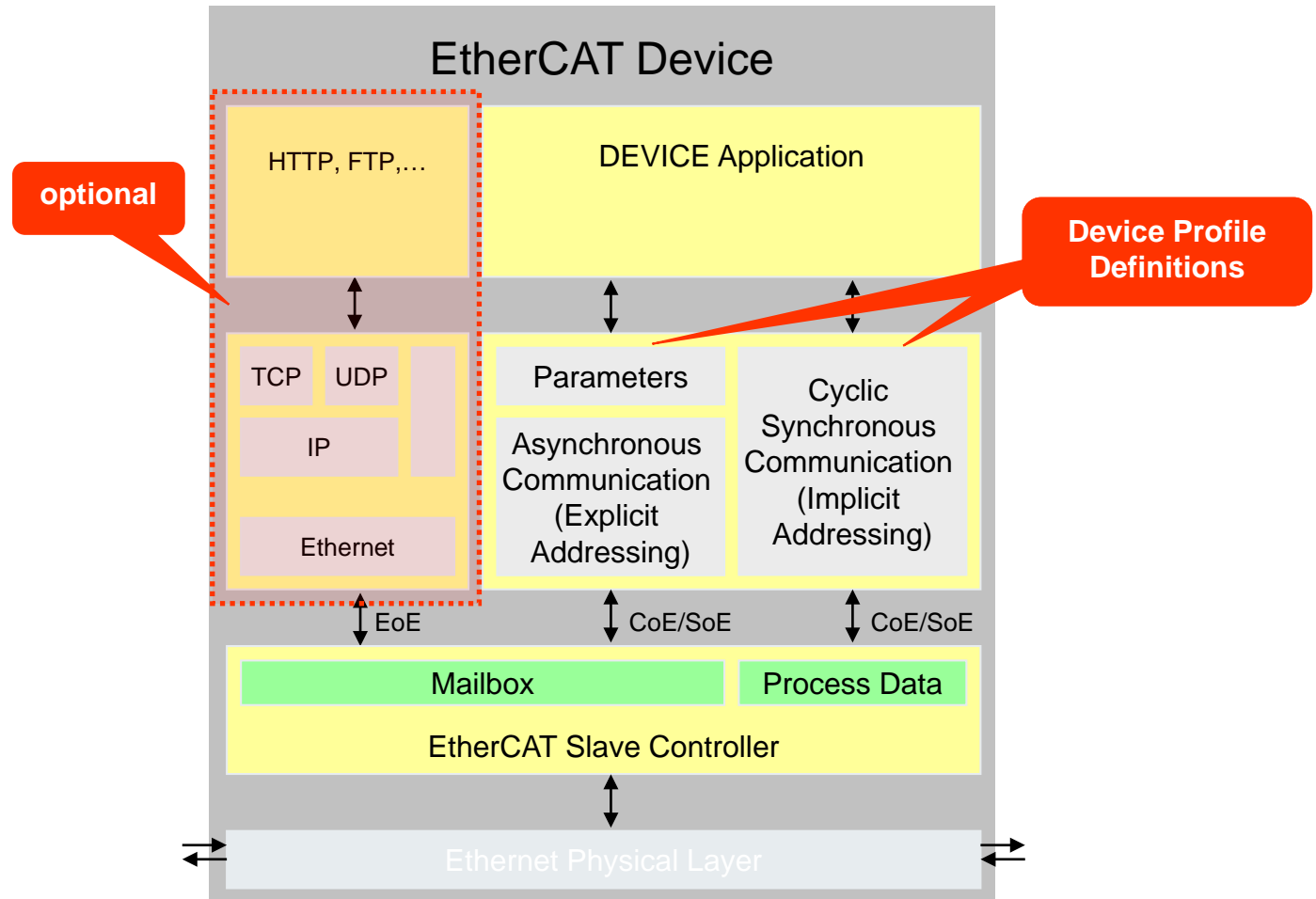
\*SERCOS interface™ is a trademark of SI e.V.  
\*\*CANopen™ is a trademark of CAN in Automation e.V.

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni





## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni



- Fondazione: Novembre 2003
- Compiti: supporto, sviluppo e promozione di EtherCAT
- La più grande organizzazione mondiale dedicata all'Industrial Ethernet
- Più di 4700\* aziende distribuite in 65 nazioni in 6 continenti:
  - Costruttori di dispositivi
  - Utilizzatori finali
  - Fornitori di Tecnologie
- L'iscrizione è aperta a tutti

Al 7 Maggio 2018:

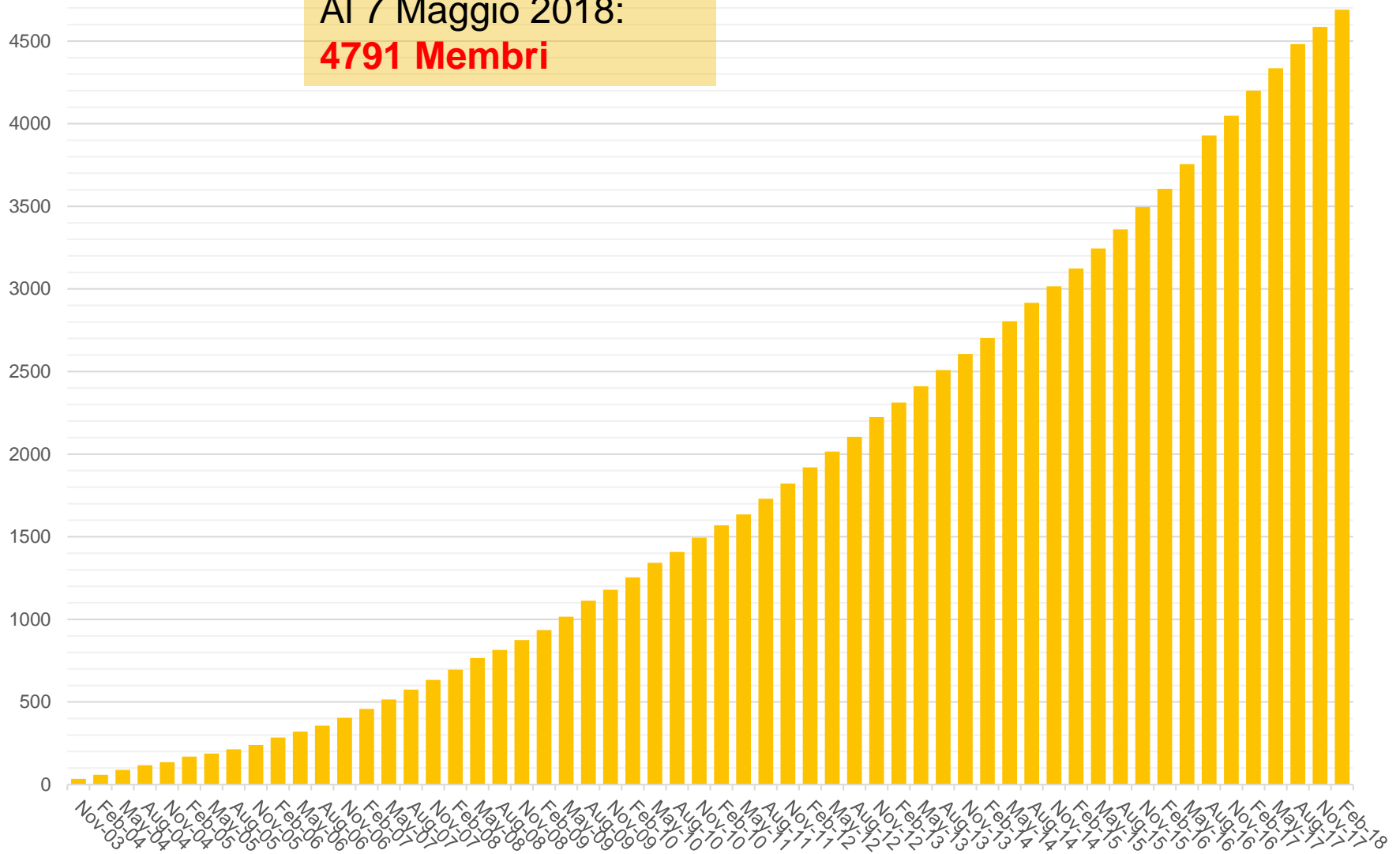
4791

A globe is the central focus, covered in numerous small logos of member companies. Two yellow EtherCAT cables are draped over the globe, one at the top and one at the bottom. The number '4791' is superimposed in large, bold, yellow font over the globe.

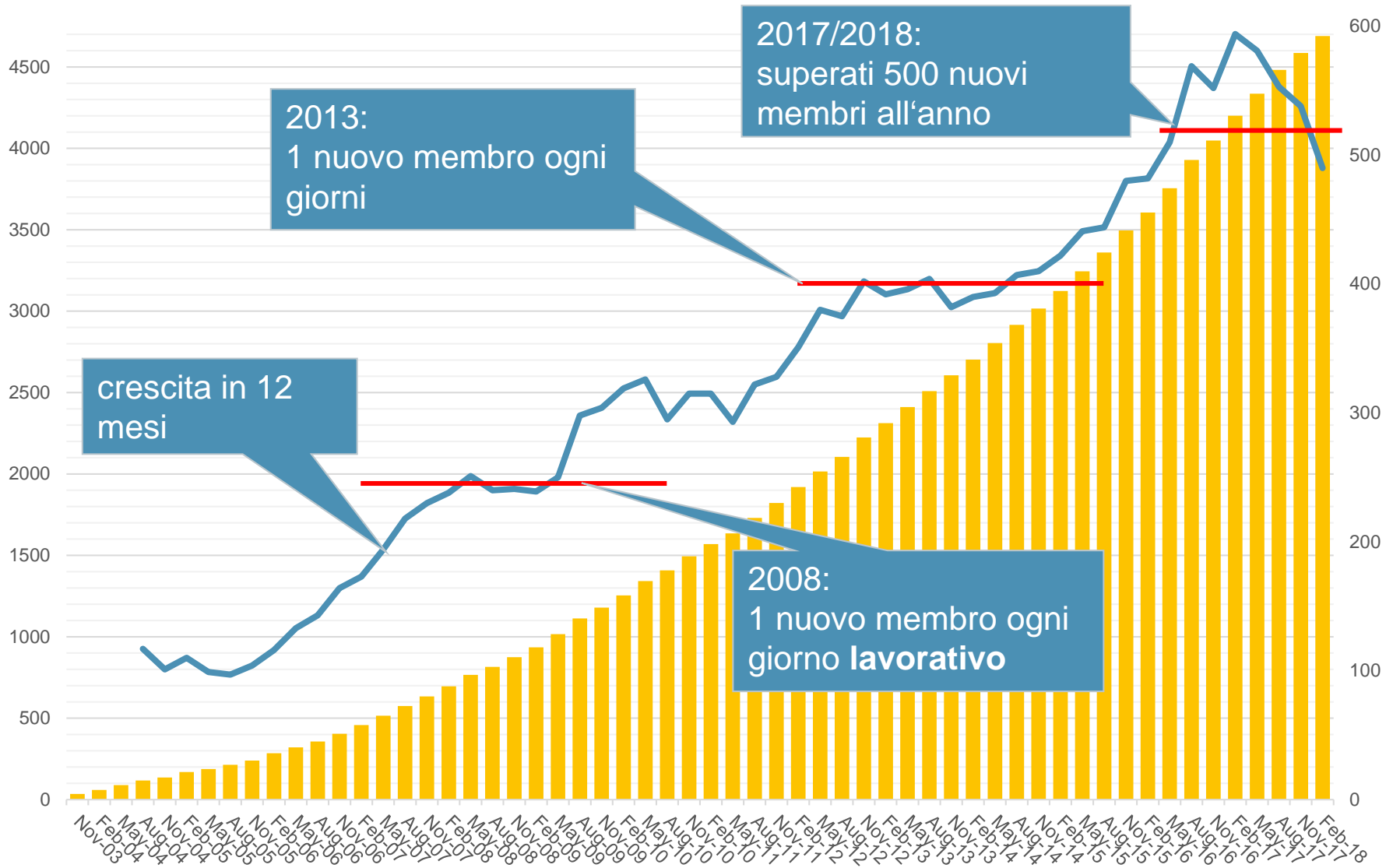
Membri ETG da  
**65 Paesi e 6 Continenti**

# Sviluppo membership ETG

Al 7 Maggio 2018:  
**4791 Membri**



# Sviluppo membership ETG



# Membri da 65 Paesi, 6 Continenti



Argentina



Australia



Austria



Belarus



Belgium



Bosnia and Herzegovina



Brazil



Bulgaria



Canada



Chile



China



Columbia



Croatia



Czech Rep



Denmark



Ecuador



Estonia



Finland



France



Germany



Greece



Hungary



India



Indonesia



Iran



Ireland



Israel



Italy



Japan



Korea



Lebanon



Latvia



Liechtenstein



Lithuania



Luxemburg



Macedonia



Malaysia



Malta



Mexico



Netherlands



New Zealand



Norway



Peru



Poland



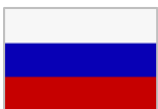
Portugal



Qatar



Romania



Russia



San Marino



Serbia



Singapore



Slovakia



Slovenia



South Africa



Spain



Sweden



Switzerland



Taiwan



Thailand



Turkey



UAE



Ukraine



United Kingdom

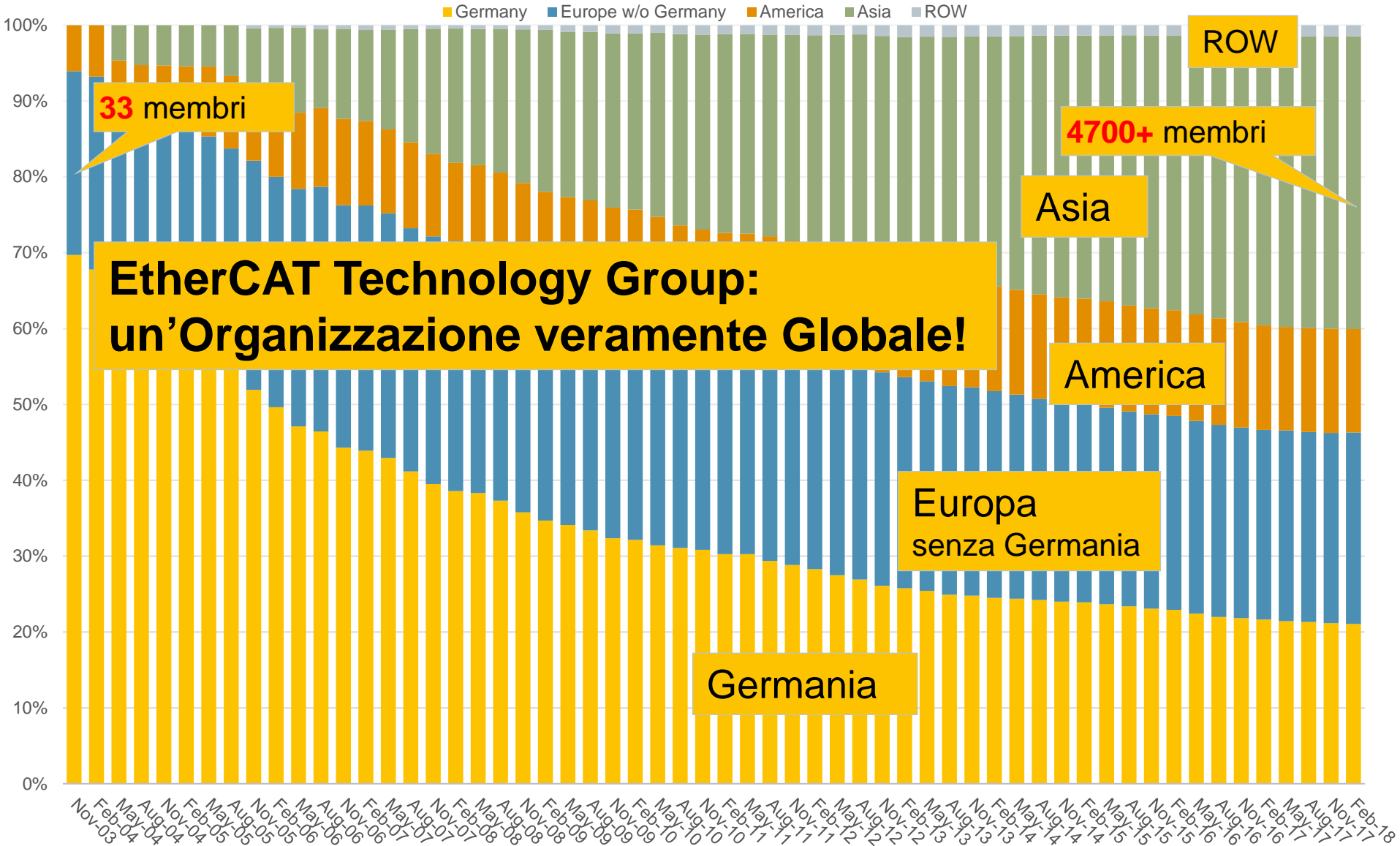


USA



Vietnam

# Disribuzione membership ETG





**Thomas Rettig,**  
GER



**Martin Rostan,**  
GER



**Bob Trask,**  
USA



**Dr. Karl Weber,**  
GER



**Key Yoo,**  
KOR



**Dr. Guido Beckmann,**  
GER



**Anna Budde,**  
GER



**Geng Cheng,**  
CHN



**Bin (Beryl) Fan,**  
CHN



**Prof. Dr. Yong-Seon Moon,**  
KOR



**Burkart Lingner,**  
GER



**Alessandro Figini,**  
GER



**Olive Kang,**  
KOR



**Dr. YanQiang Liu,**  
CHN



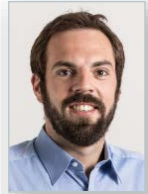
**Polina Gusseva,**  
GER



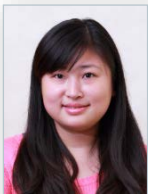
**Christiane Hammel,**  
GER



**Florian Essler,**  
GER



**Florian Hammel,**  
GER



**Fengjiao (Jojo) Fu,**  
CHN



**Oliver Fels,**  
GER



**Masanori Obata,**  
JPN



**Gregor Erzen,**  
GER



**Alina Krüger,**  
GER



**Rainer Hoffmann,**  
GER



**Makiko Miura,**  
JPN



**Stephan Köhnen,**  
GER



**Liliane Hügel,**  
GER



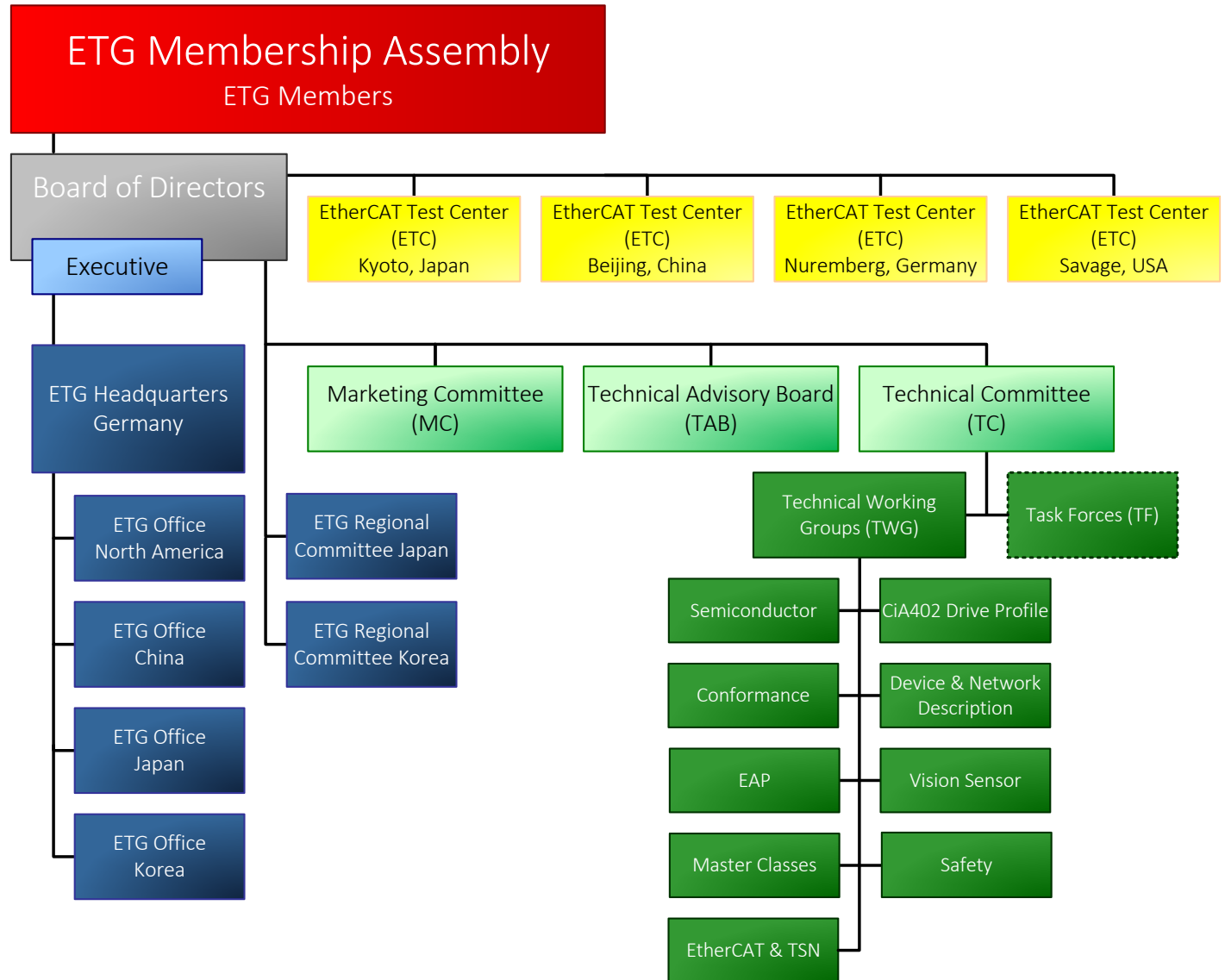
# Struttura EtherCAT Technology Group

Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni



## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

I/O, Controllori, HMI, Azionamenti, Inverter  
Sensori, Kit di Sviluppo Slave + Master  
Pannelli di Controllo, Valvole  
idrauliche e pneumatiche,  
...



## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni



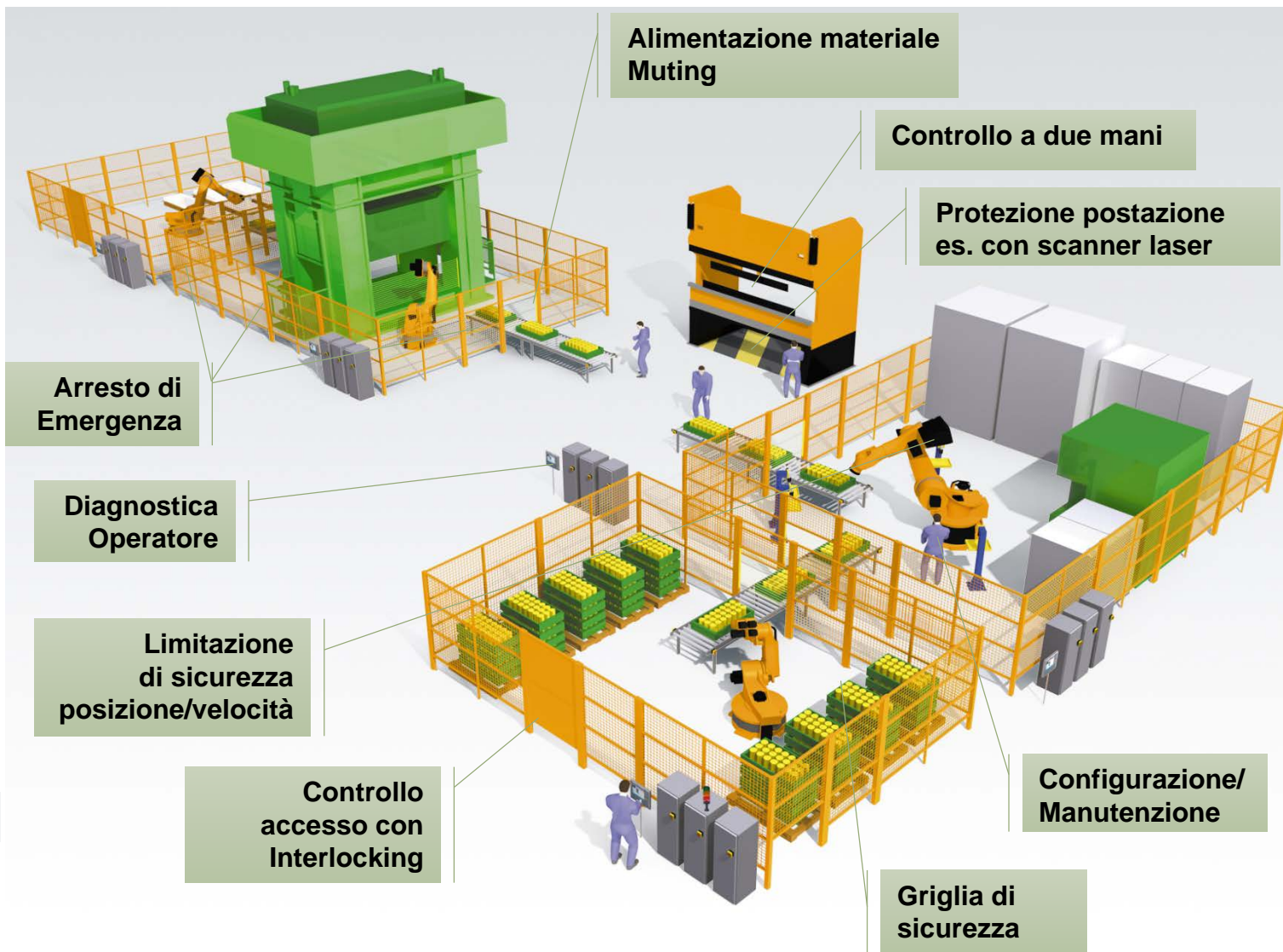
- Conformità e Interoperabilità sono fattori importanti per il successo di una tecnologia di comunicazione
- Essere conforme alle specifiche è un obbligo per tutti coloro che implementano della tecnologia EtherCAT
  - Per questo l'**EtherCAT Conformance Test Tool (CTT)** deve essere utilizzato
  - Banche di Prova per il CTT sono forniti dal Working Group „Conformance“ all'interno della comunità ETG
  - L'**EtherCAT Conformance Test** approva la conformità con il rilascio di un certificato dopo aver superato il test presso un centro autorizzato **EtherCAT Test Center (ETC)**
- Web: [www.ethercat.org/conformance](http://www.ethercat.org/conformance)

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

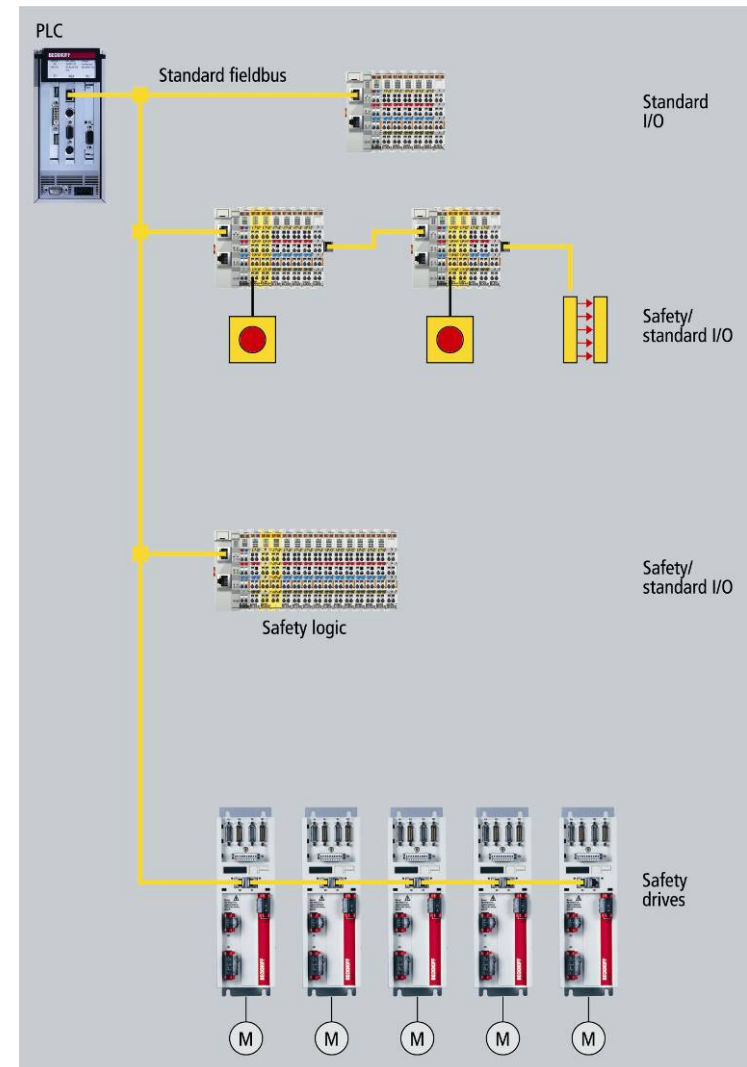
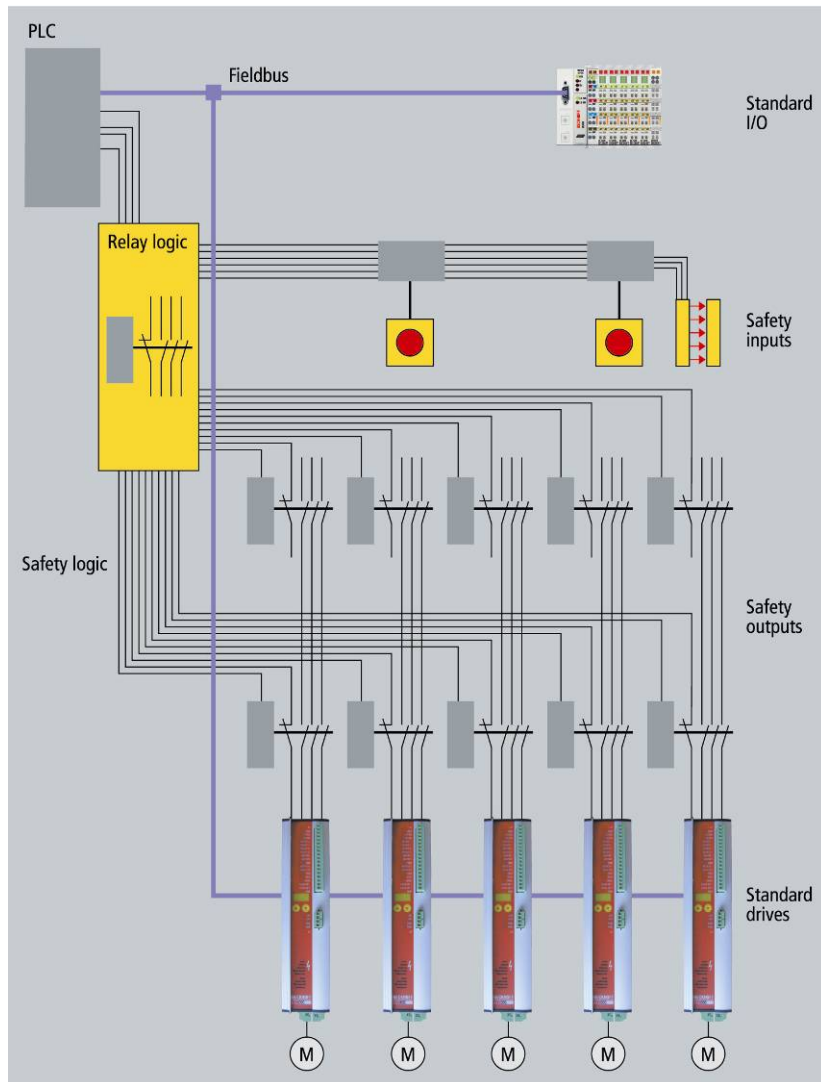
## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni





# Concetto moderno di sicurezza sulle macchine



## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

## Safety over EtherCAT®

- Safety over EtherCAT (FSoE) definisce un livello di comunicazione di sicurezza per il trasporto dei dati di sicurezza realizzato dai dispositivi che implementano il Safety over EtherCAT
- FSoE è una tecnologia aperta all'interno dell'EtherCAT Technology Group (ETG)
- Il protocollo è sviluppato seguendo IEC 61508
  - Raggiunge il Safety Integrity Level (SIL) 3
  - Residual Error Probability  $R(p) < 10^{-9}$
- Il protocollo è approvato da un organismo indipendente accreditato (TÜV)
- Web: [www.ethercat.org/safety](http://www.ethercat.org/safety)

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

## Safety over EtherCAT<sup>®</sup>

- Il Frame FSoE è mappato tramite i PDO ciclici
  - Lunghezza minima frame FSoE : 6 Byte
  - Lunghezza massima frame FSoE : dipende dal numero di dati ciclici di sicurezza dello slave
  - Per questo il protocollo si presta sia per funzioni di sicurezza a livello di I/O ma anche per funzioni di sicurezza a livello di motion control
- Scambio dati con conferma dal master di sicurezza verso lo slave di sicurezza e viceversa
- I parametri di sicurezza dello slave possono essere scaricati dal Master verso lo slave all'avvio per mezzo di Connessione FSoE
- Prodotti certificati con il protocollo Safety over EtherCAT sono disponibili dal 2005

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

## Safety over EtherCAT<sup>®</sup>

- La specifica FSoE non ha restrizioni riguardo:
  - Strato di Comunicazione ed interfaccia  
Lo strato di comunicazione non è parte delle misure di sicurezza: black channel  
(assume bit error rate:  $p = 10^{-2}$ )
  - Velocità di trasmissione
  - Lunghezza dei processa data di sicurezza  
(lunghezza dei processa data di sicurezza è arbitraria)
- E' possibile il routing per mezzo di gateway non di sicurezza o di altri sistemi bus di campo.



## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

## Safety over EtherCAT<sup>®</sup>

- Può essere instradato attraverso gateway non-sicuri
- Può essere instradato per mezzo di sistemi fieldbus
- Unica tecnologia Safety per (quasi) tutti i sistema bus

CANopen

EtherNet/IP

Modbus-IDA  
the architecture for distributed automation

INTERBUS

PROFI  
PROCESS FIELD BUS  
BUS

EtherCAT<sup>®</sup>

USB  
UNIVERSAL SERIAL BUS

ControlNet

SERCOS  
interface

FIPIO

DeviceNet

RS 232  
RS 485

LIGHTBUS

Ethernet TCP/IP

## Limiti di Ethernet :

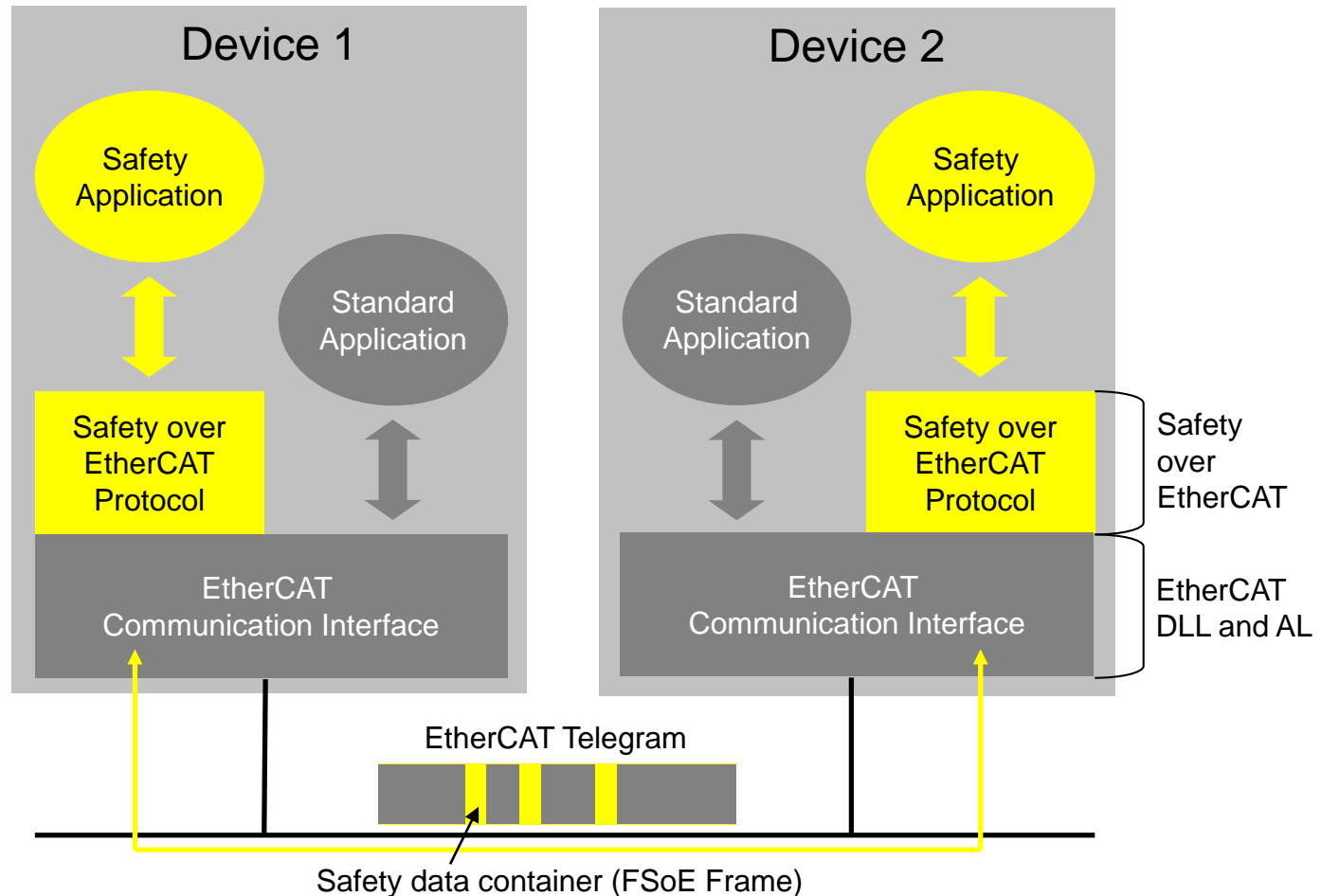
- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

## Approccio black-channel

- Stesso bus per dati di sicurezza e non



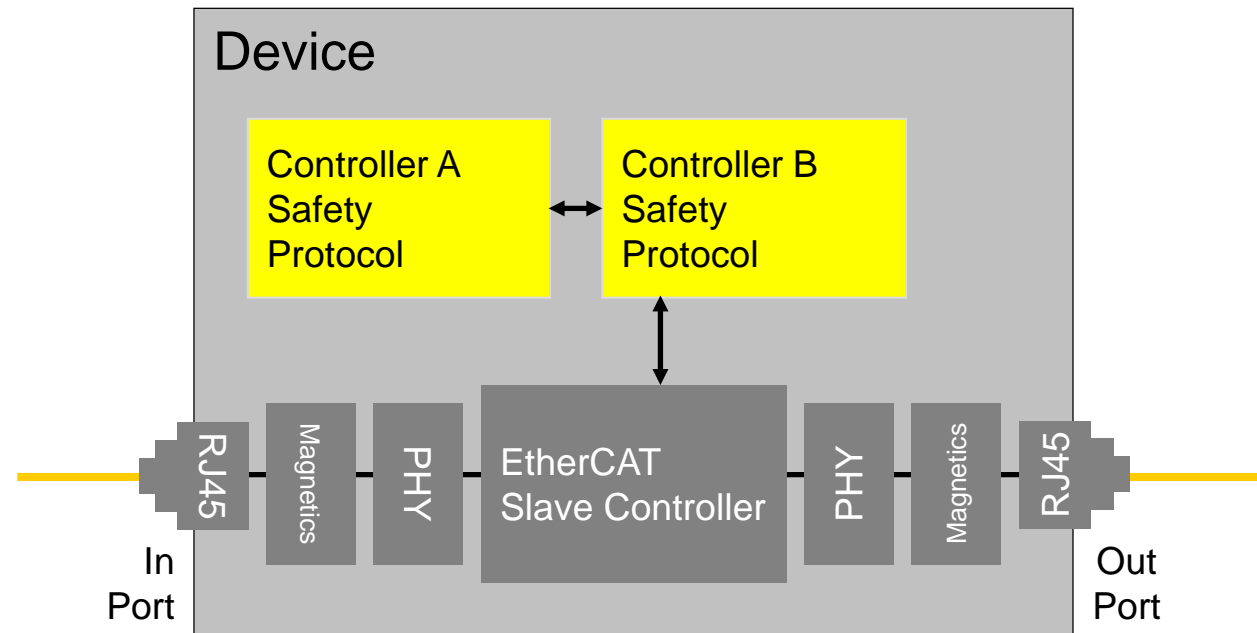
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- **Sicurezza**
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

Sistema di comunicazione a singolo canale  
In accordo al modello A della normativa IEC 61784-3  
Annex A

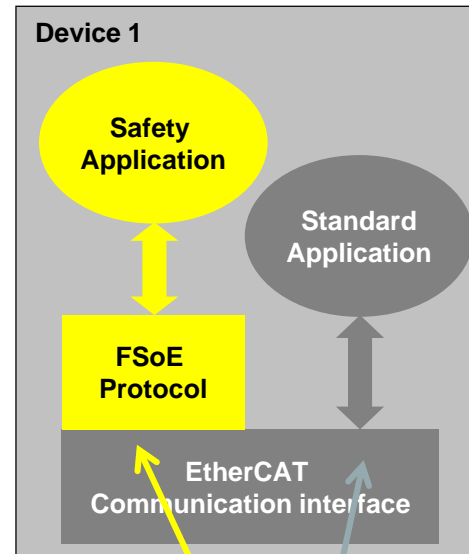


## Limiti di Ethernet :

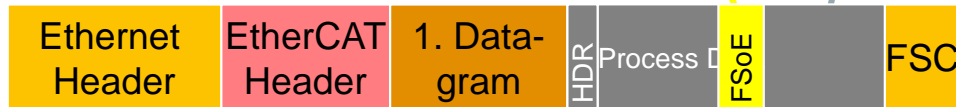
- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

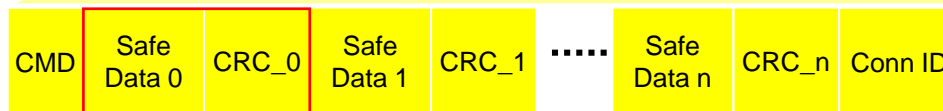
- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni



## EtherCAT Frame



## FSoE Frame



## FSoE Frame

Il Frame FSoE è inserito nei Process Data del dispositivo

Ogni dispositivo riconosce un nuovo Frame FSoE, se almeno un Bit nel Frame FSoE risulta modificato.

Ogni 2 Byte SafeData sono verificati con 2 Byte di CRC

Il numero massimo di SafeData non è perciò limitato dal protocollo

Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

**EtherCAT è:**

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- **Sicurezza**
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

<b>Measure</b>	Sequence Number	Watchdog	Connection ID	CRC Calculation
<b>Error</b>				
Unintended repetition	☑			☑
Loss	☑	☑		☑
Insertion	☑			☑
Incorrect sequence	☑			☑
Corruption				☑
Unacceptable delay		☑		
Masquerade		☑		☑
Repeating memory errors in Switches	☑			☑
Incorrect forwarding between segments			☑	

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Soluzione totalmente integrata:
  - Unico canale per dati di sicurezza e standard
  - Riduzione del numero di interfacce fieldbus
- Configurazione centralizzata, diagnostica e manutenzione per dati di sicurezza I/O e non in unico tool
- Le applicazioni Safety usufruiscono di tutti i vantaggi di EtherCAT:
  - Brevi tempi di reazione
  - Numero illimitato di nodi
  - Estensioni di rete
  - Ridondanza del cablaggio opzionale
  - Elevata flessibilità mediante la funzione Hot Connect

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

## Costruttori con interfaccia Safety over EtherCAT\*

### FSoE Master

- Baumüller, Beckhoff, Bihl+Wiedemann, Kendrion Kuhnke, **Kuka**, Lenze, NUM, **Sick**, OMRON

### FSoE Drives

- ACD Antriebstechnik, AMK, **Baumüller**, Beckhoff, Bihl+Wiedemann, Kollmorgen, **Kuka**, Lenze, NUM, **LTi**, Stöber, TWK

### Sensors, Safety I/Os

- Beckhoff, **Baumüller**, **BBH**, Kendrion Kuhnke, Lenze, NUM, OMRON, **Sick**, TR electronic, Weidmüller

### Stack Provider

- 3S (CodeSys), ISH Ingenieursozietät, Ixxat

Molti altri costruttori di macchina utilizzano Safety over EtherCAT internamente nei propri dispositivi:  
macchinari di stampa, centri di lavorazione, controllori NC

# Safety over EtherCAT: Esempio di Implementazione

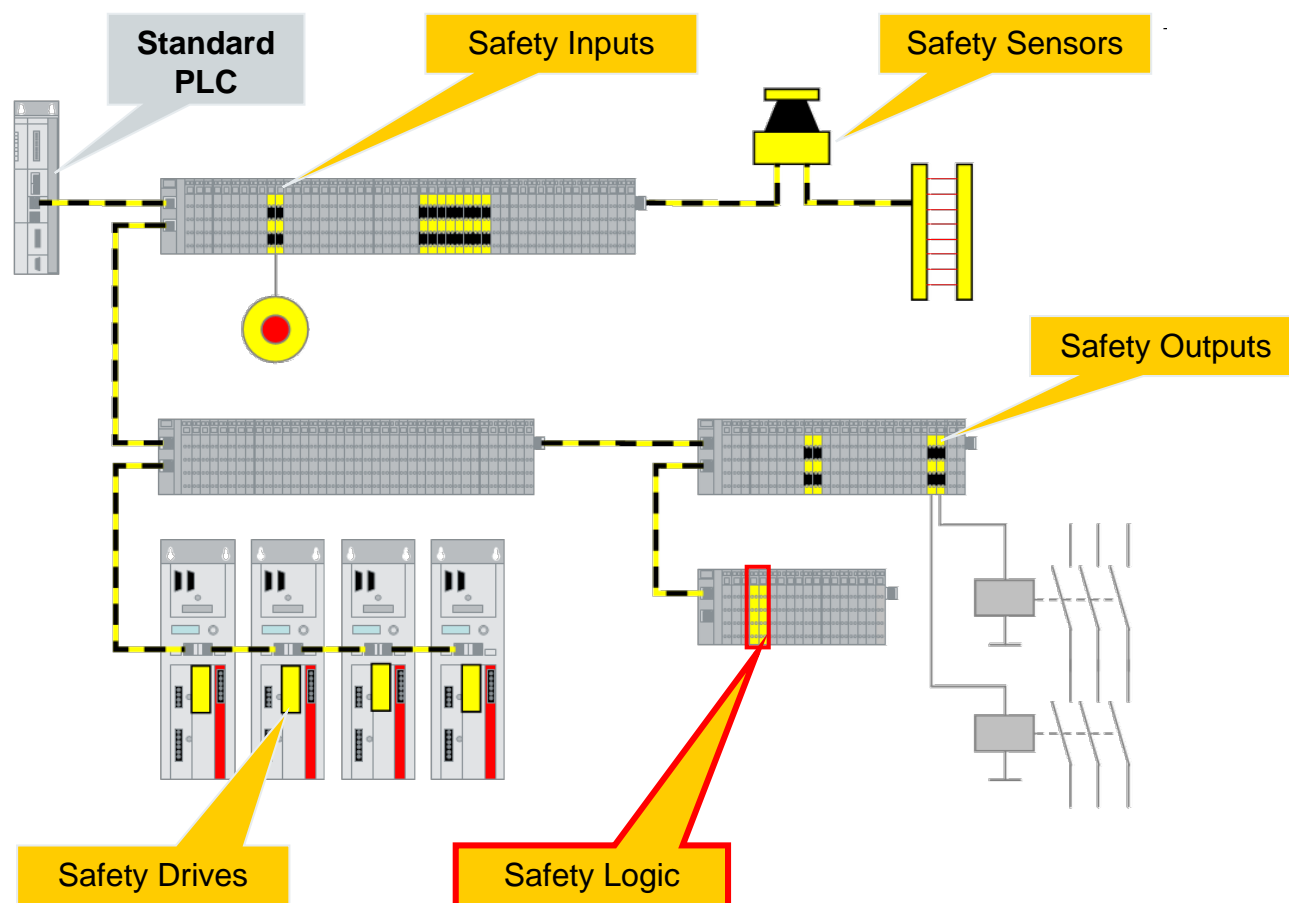
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- **Sicurezza**
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Logica Safety Decentralizzata
- Standard PLC instrada i messaggi di sicurezza





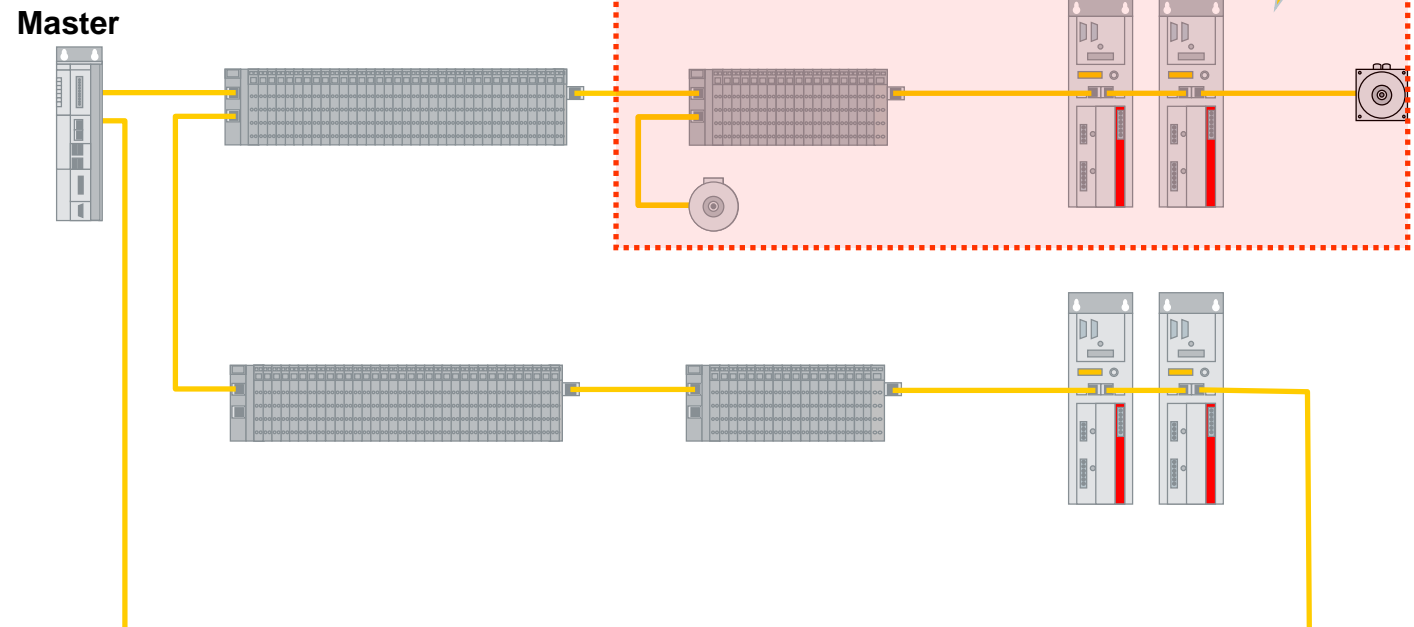
## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Ridondanza Cablaggio
  - E' necessario avere a disposizione solo una 2nd Porta Ethernet lato Master
- Hot Swap dei dispositivi
- Hot Connect dei segmenti di rete
- Ridondanza Master con Hot Swap



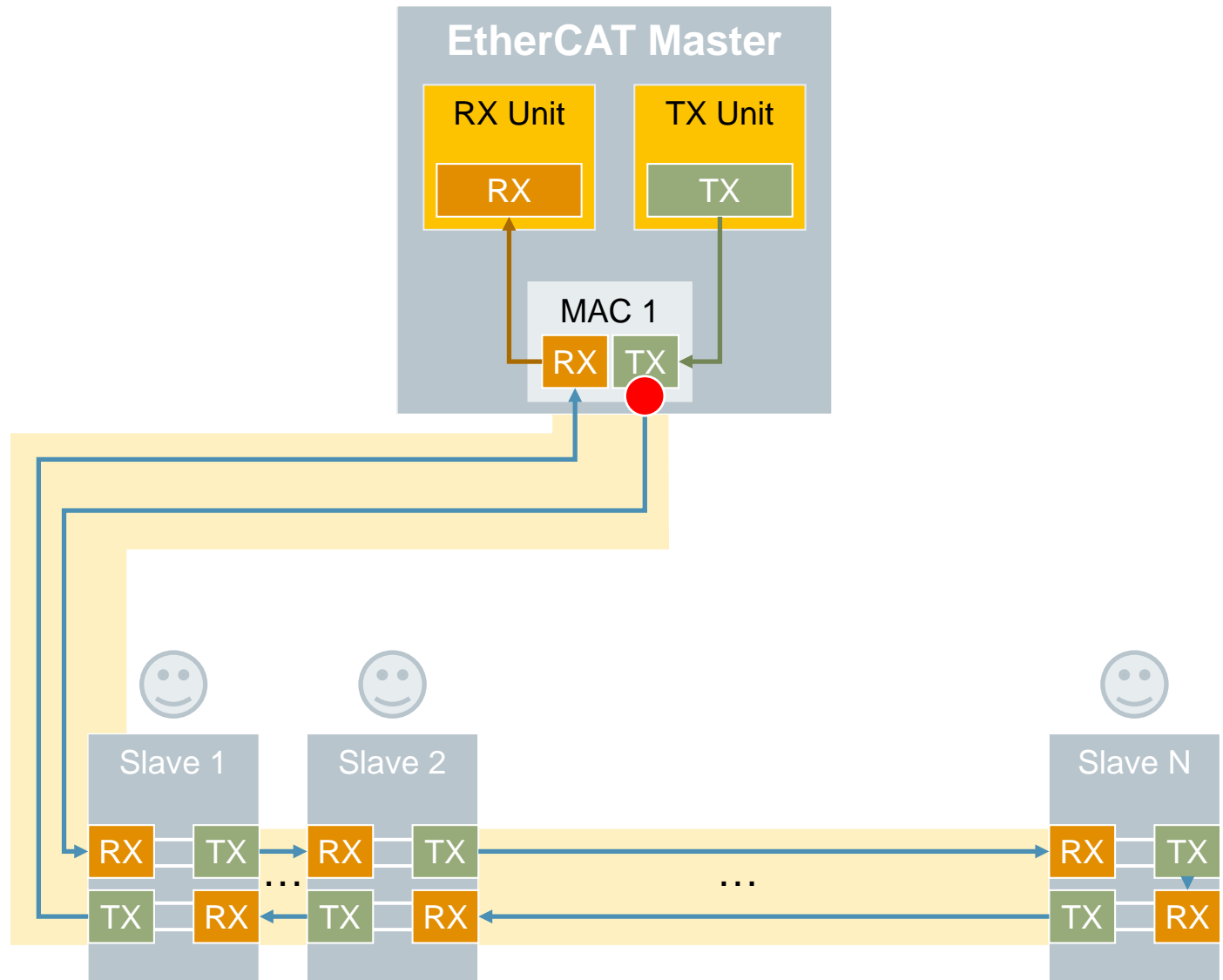
# Assenza di ridondanza: normale funzionamento

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni



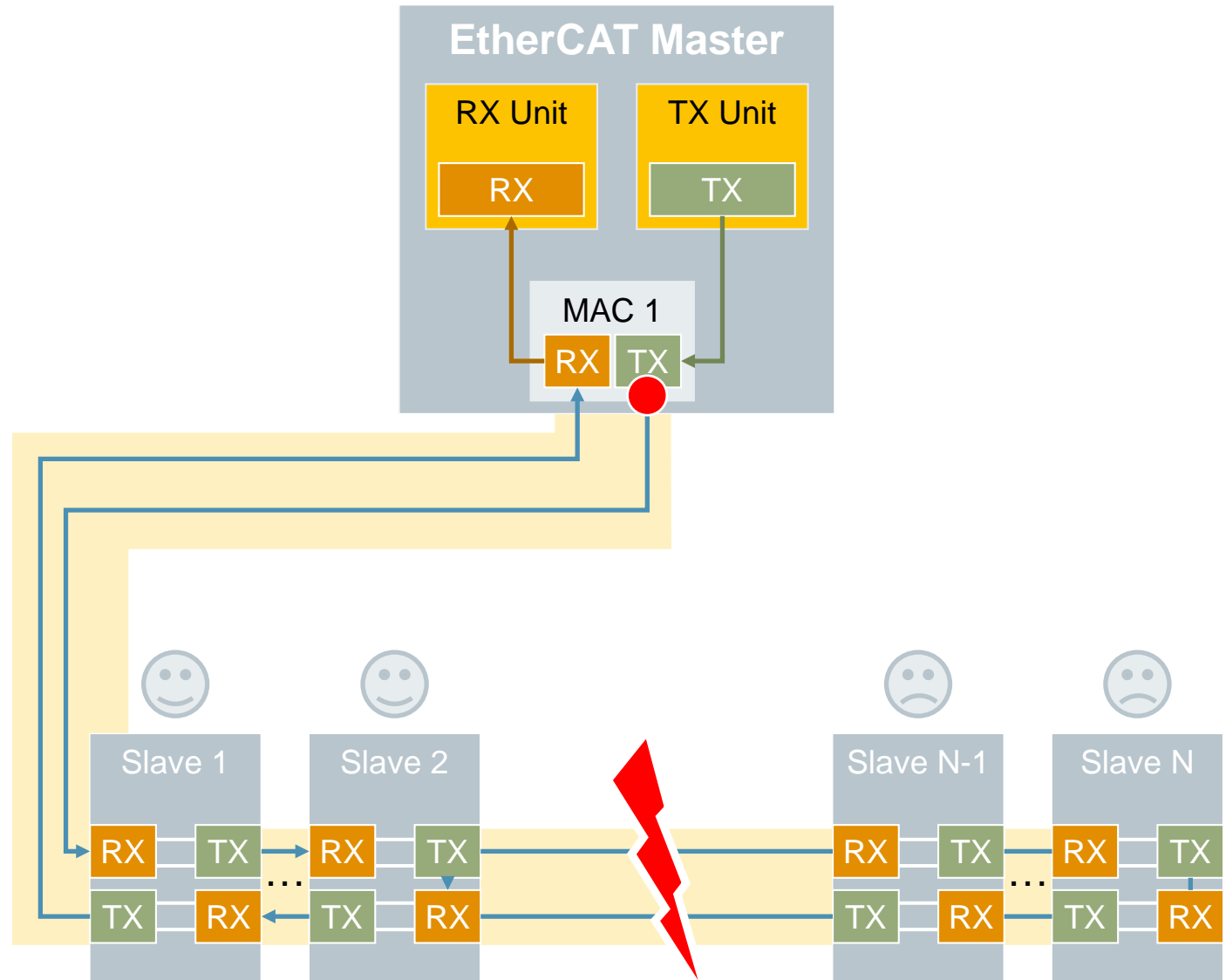
# Assenza di ridondanza: interruzione cavo

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni



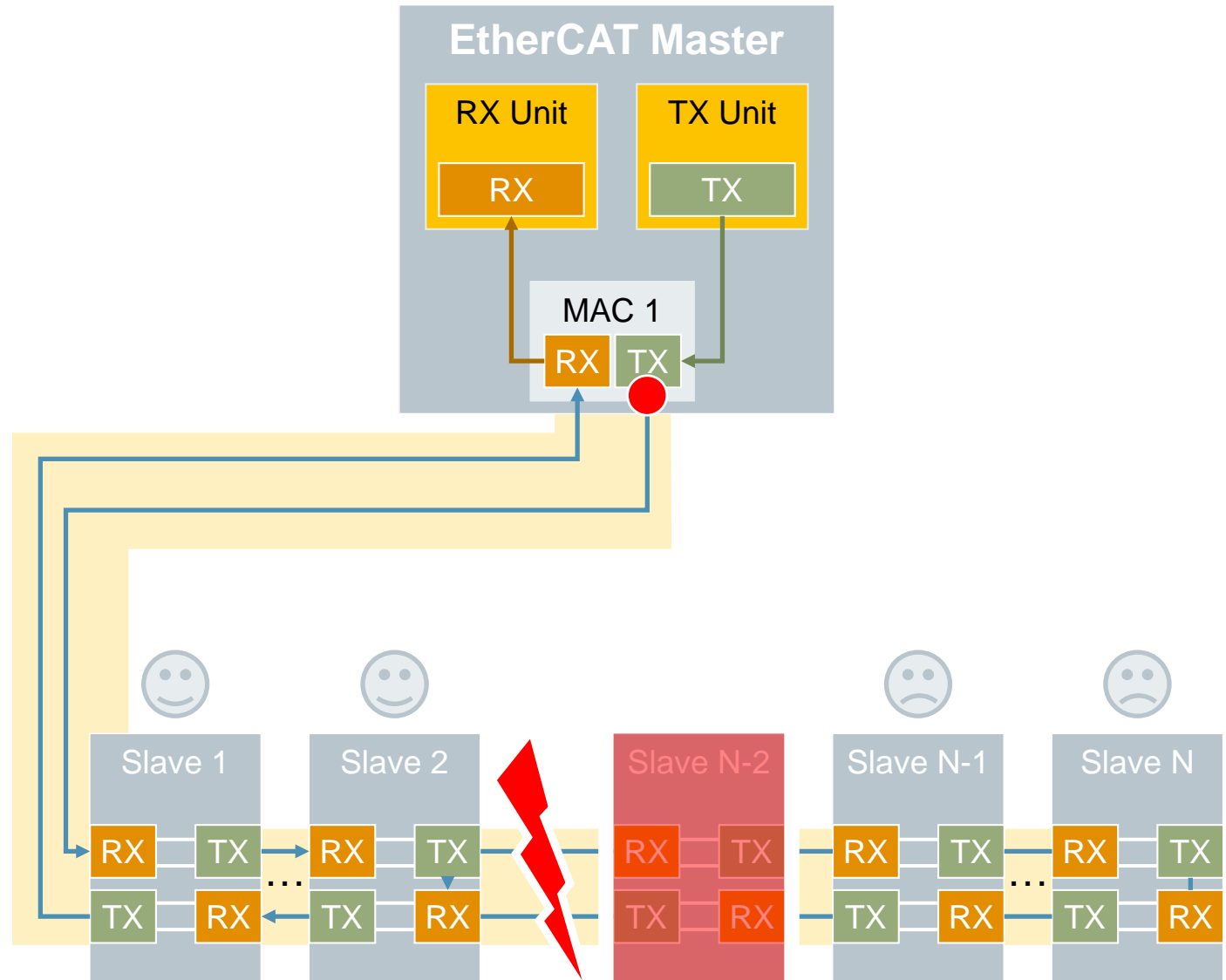
# Assenza di ridondanza: guasto nodo

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni



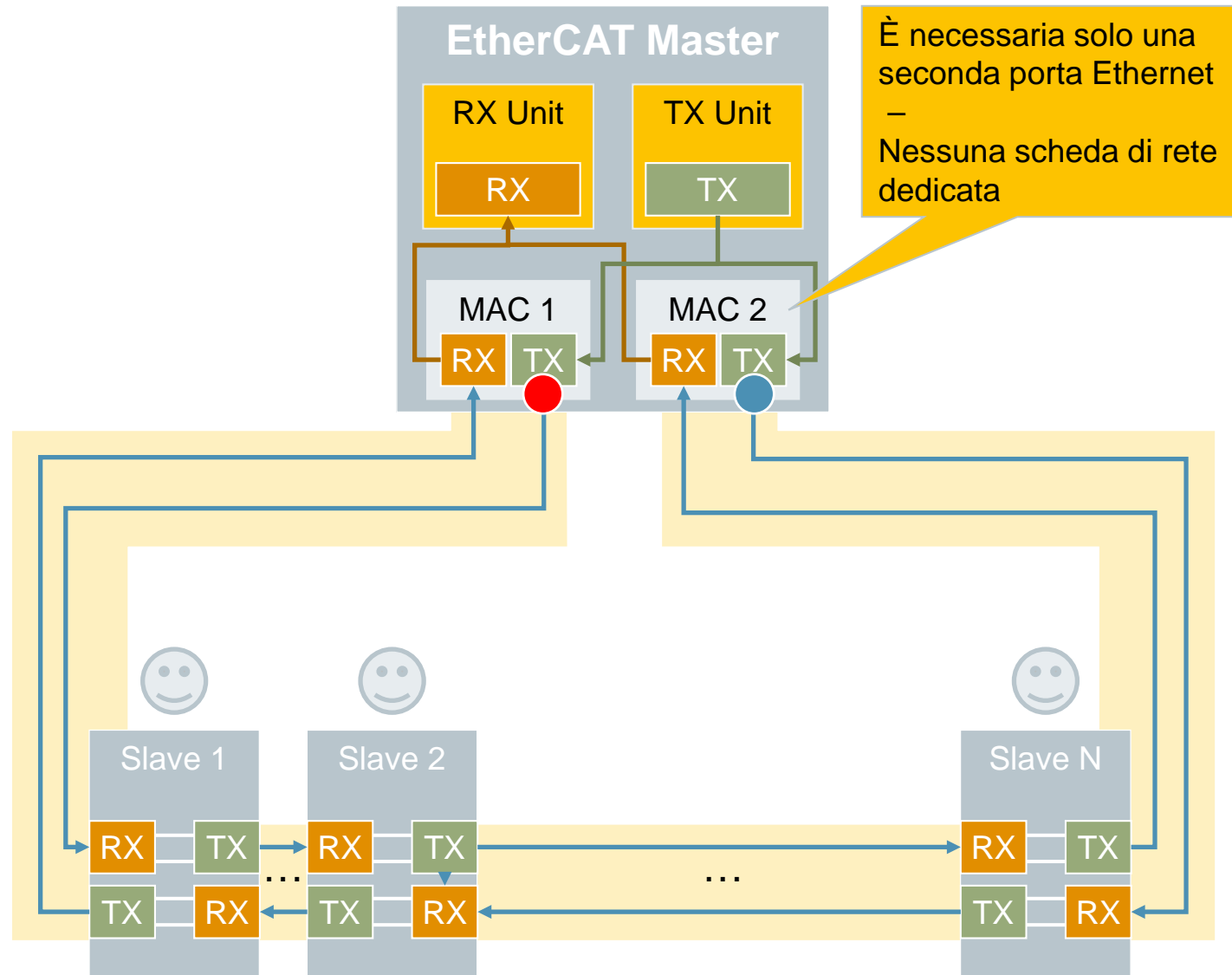
# Con ridondanza: normale operazione

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni



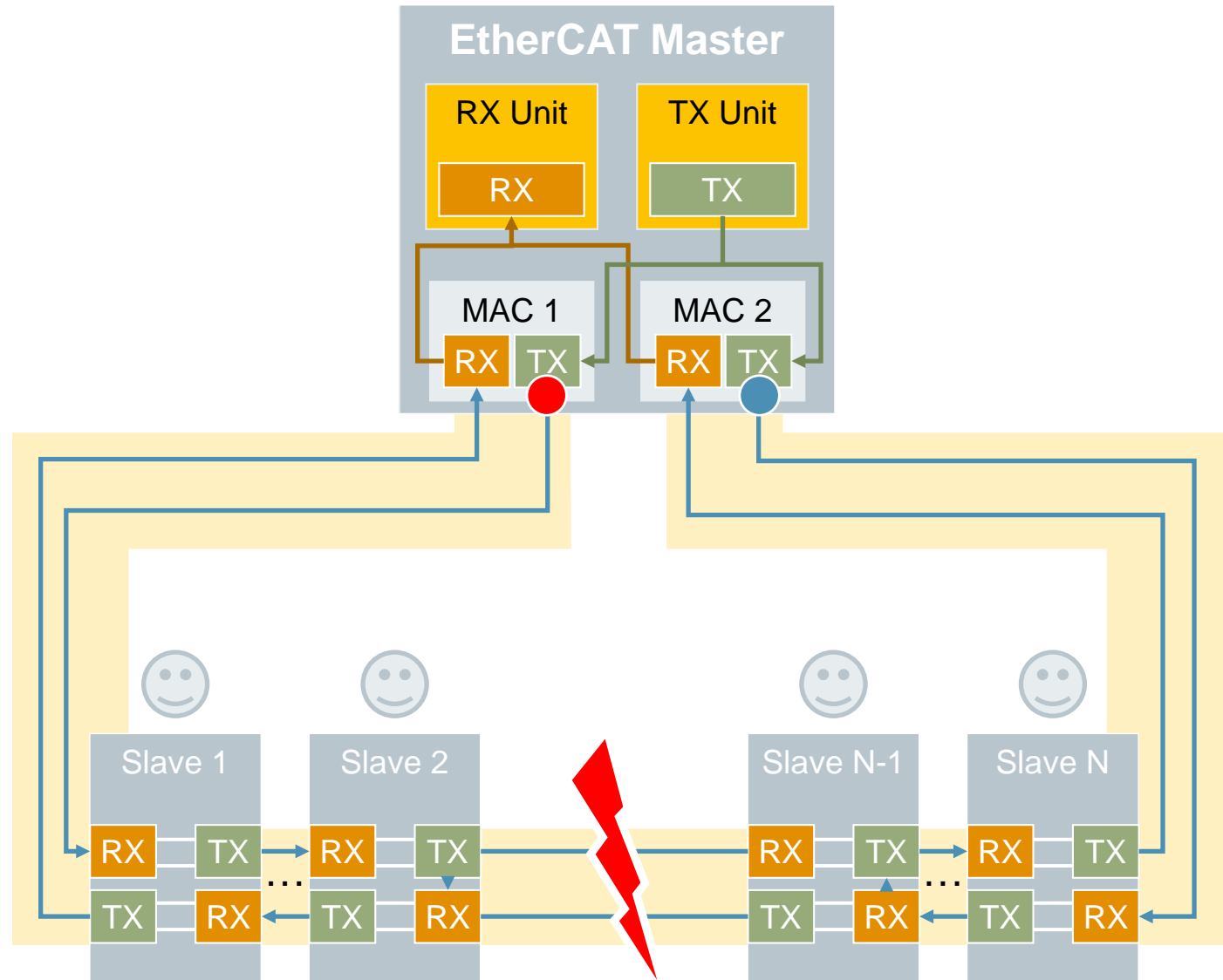
# Con ridondanza: rottura cavo

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni



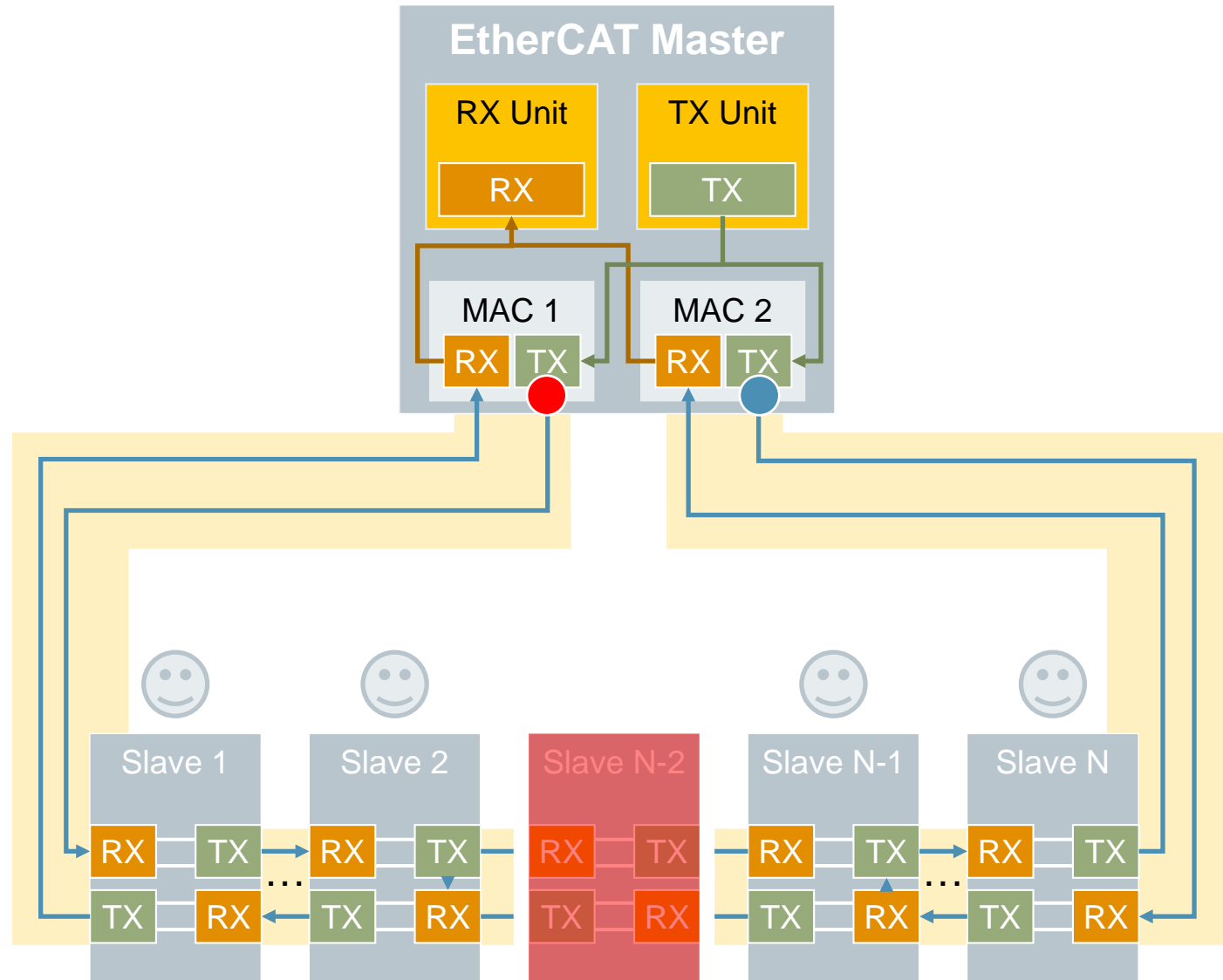
# Con ridondanza: guasto nodo

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni



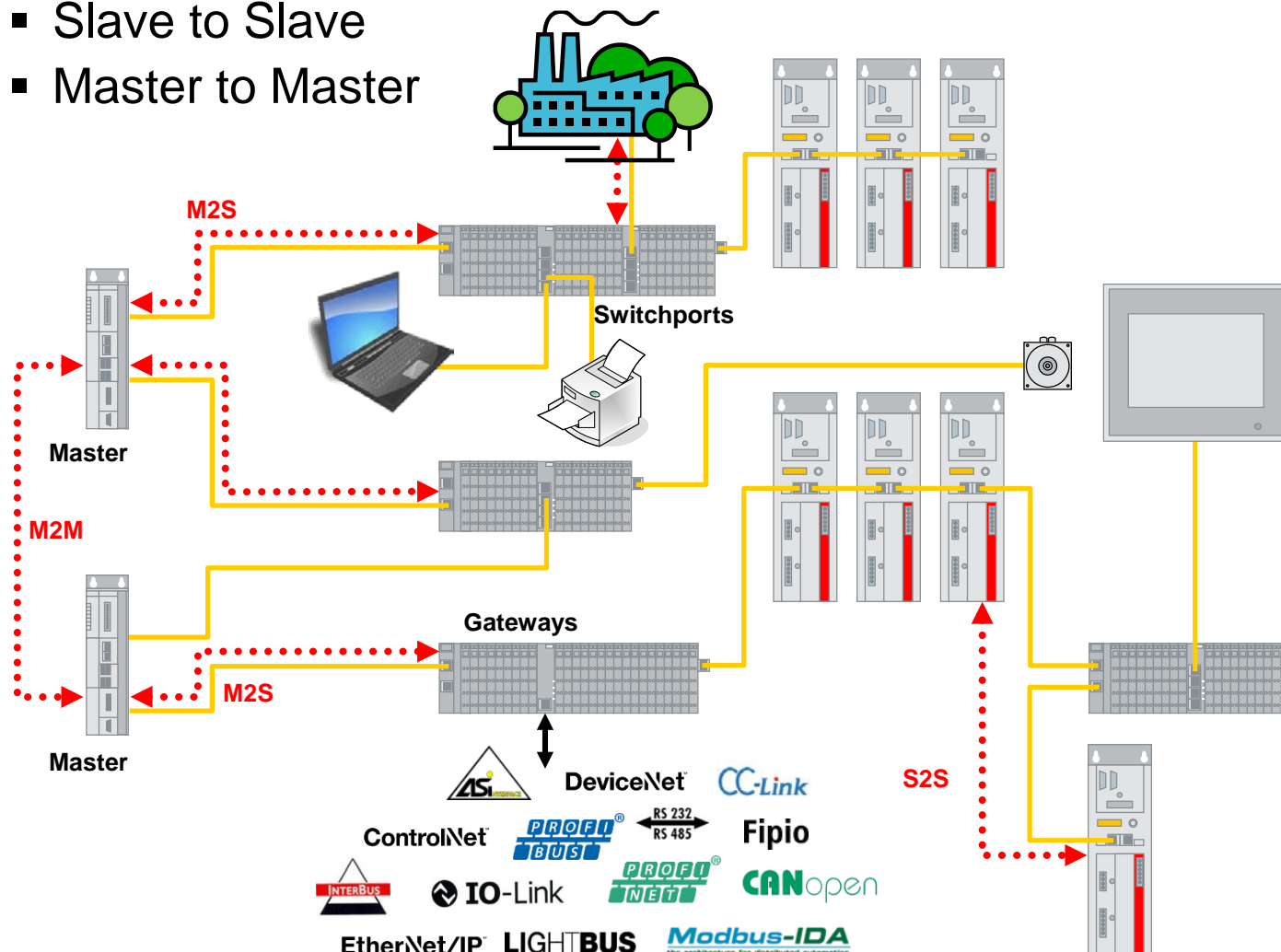
Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Master to Slave
- Slave to Slave
- Master to Master





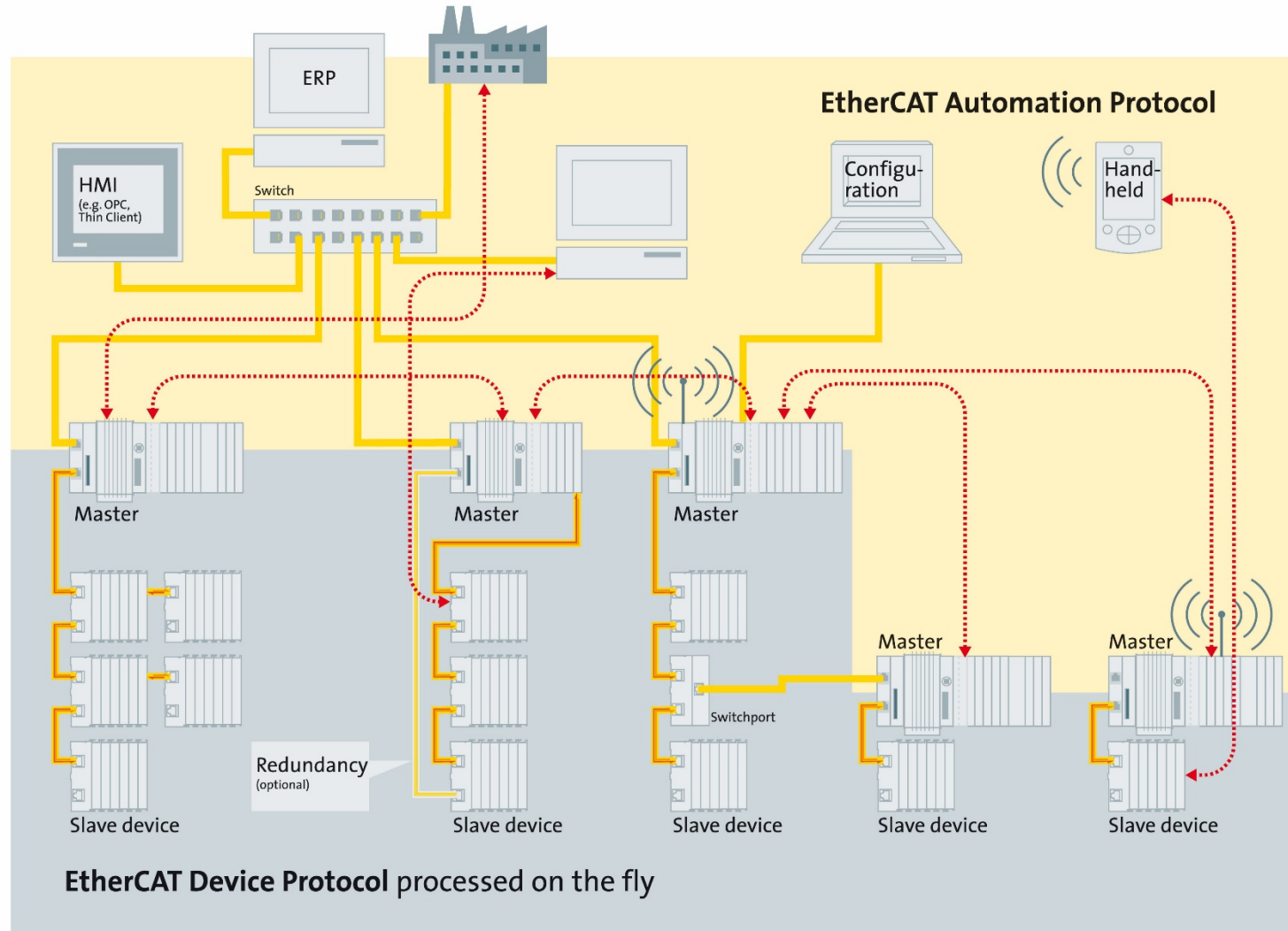
# EtherCAT Automation Protocol (EAP)

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni



# Perchè le Aziende scelgono EtherCAT?

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- **Elevate Prestazioni**
  - EtherCAT è la tecnologia più veloce Industrial Ethernet
- **Topologia Flessibile**
  - Benefici non solo per applicazioni largamente distribuite
- **Semplice da Integrare**
  - Facile per configurazione e manutenzione
- **Economico**
  - Implementazione & infrastruttura
- **Funzioni di Sicurezza**
  - Sicurezza integrata
- **Varietà di Prodotti**
  - Disponibilità di una vasta gamma di prodotti EtherCAT

## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Applicazioni veloci, esempio:
  - Macchine per packaging
  - Presse ad elevata velocità
  - Macchine per iniezione
  - Macchine per la lavorazione del legno
  - Macchine per lavorazione (CNC)
  - Banchi di prova
  - Robotica
  - ...
- Applicazioni distribuite, esempi:
  - Gestione Materiali
  - Logistica
  - Acquisizione dati
  - ...



## Limiti di Ethernet :

- Utilizzo di banda
- Ritardi software
- Ritardi hardware

## EtherCAT è:

- Velocità
- Sincronizzazione
- Industrial Ethernet
- Flessibilità
- Configurabilità
- Risparmio
- Implementazione
- Stabilità
- Apertura
- Conformità
- Sicurezza
- Opzioni avanzate
- Versatilità
- Applicazioni

- Basso costo del Master e semplicità di cablaggio:
  - Embedded Controller
  - PLC
  - Qualunque Applicazione di Controllo basata su PC
    - Con o senza requisiti di determinismo
- EtherCAT consente di utilizzare la tecnologia fieldbus dove per ragione di costi è richiesto il cablaggio fisico

**Perchè scegliere una soluzione più lenta,  
se questa risulta per di più maggiormente  
costosa?**



**EtherCAT Technology Group  
Headquarters**

Ostendstraße 196  
90482 Nuremberg, Germany  
Tel: +49 911 54056 20  
Fax: +49 911 54056 29  
Email: [info@ethercat.org](mailto:info@ethercat.org)  
Sito web: [www.ethercat.org](http://www.ethercat.org)