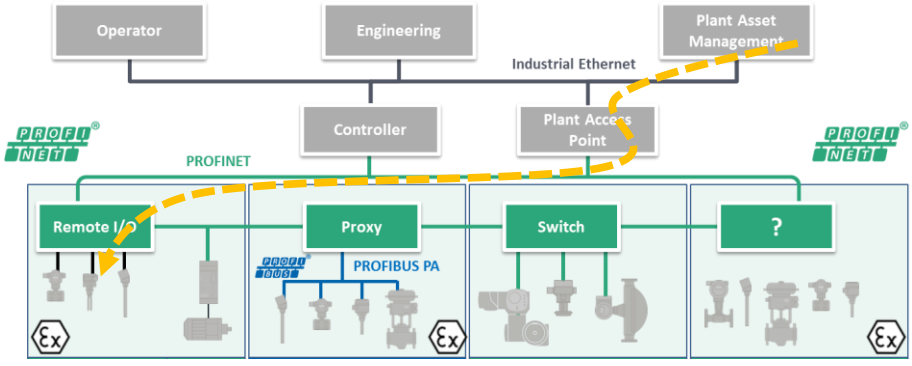
# Fondamenti per l'implementazione di reti PROFINET

**Paolo Ferrari**
**Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione, Università di Brescia**
Via Branze 38 - 25123 Brescia (Italy)
e-mail: paolo.ferrari@unibs.it
**CSMT Gestione Scarl**
Centro di Competenza PROFIBUS e PROFINET - Brescia
http://www.csmt.it profilab@csmt.it Tel: +39-030-3715445 fax: +39-030-380014

## Reti PROFINET nell'era Industry 4.0

- PROFINET permette un approccio completo
  - Performance adatte ad ogni applicazione, dal processo fino al motion control
  - Pronto per gli accessi Industrial Internet of Things propri di Industry 4.0.

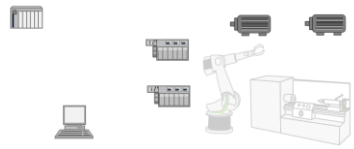




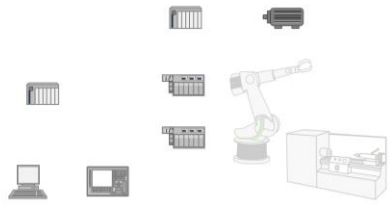
© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia

## L'architettura di rete dipende dall'applicazione

- Si parte dalla struttura fisica richiesta dall'applicazione
  - Vincoli meccanici
  - Vincoli normativi
  - Interfacce uomo macchina
  - Postazioni di lavoro
  - Ergonomia



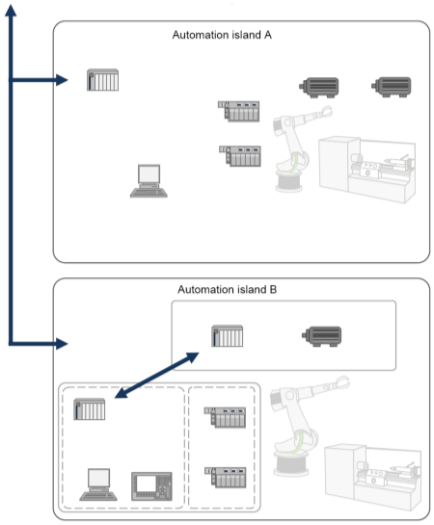
- Si aggiungono i vincoli di sistema
  - Connessioni "verticali" (supervisione e Industry 4.0)
  - Flusso dei dati




© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia


## Creazione di sottoaree indipendenti

- Si individuano delle isole di automazione che contengono componenti funzionalmente correlati
  - Flusso dati interno: (non attraversa i confini)
  - Flusso dati esterno: (attraversa i confini)

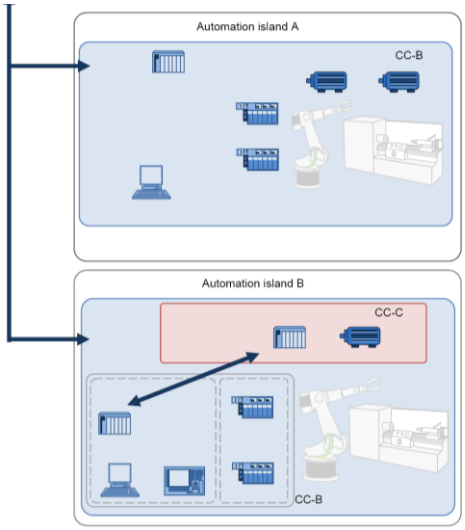




© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia

## Scelta della tipologia di dispositivo

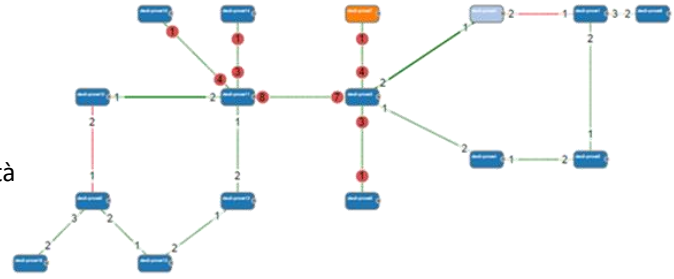
- Assegnazione delle varie Conformance Class ai dispositivi che appartengono alla rete
  - I dispositivi CC-C formano un gruppo separato
- Suggerimento
  - Dispositivi CC-B e CC-C sono consigliati nei progetti nuovi



© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia


## Topologia di rete

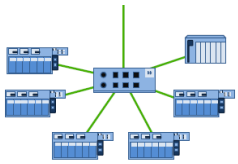
- PROFINET garantisce flessibilità di progettazione del layout di rete
  - Tutte le topologie standard sono possibili con PROFINET
  - Un numero di combinazioni quasi illimitato
- La topologia di rete risulta principalmente da criteri quali :
  - Posizione dei componenti
  - Le distanze da coprire
  - Requisiti EMC
  - Requisiti di isolamento elettrico
  - Requisiti per una maggiore disponibilità
  - Considerazione dei carichi di rete .



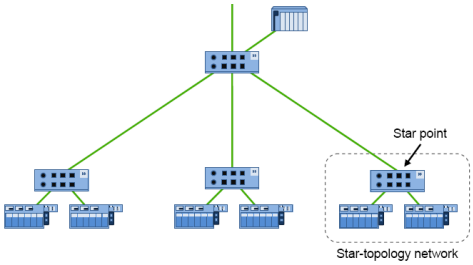

© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia

## Topologia di rete

- Topologia a stella
  - Serve uno switch
  - Ogni dispositivo ha il suo cavo



- Topologia ad albero
  - Esistono dei livelli gerarchici
  - Efficiente quanto si connettono tra loro gruppi di dispostivi che parlano principalmente a livello locale

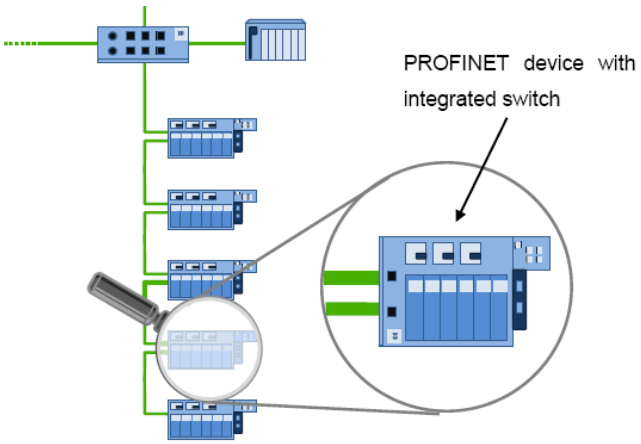




© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia


## Topologia di rete

- Topologia lineare
  - Richiama visivamente PROFIBUS
  - Si usano gli switch integrati
  - Non servono switch aggiuntivi
- IMPORTANTE
  - Se un dispositivo della catena si spegne, seguenti sono scollegati dalla rete!

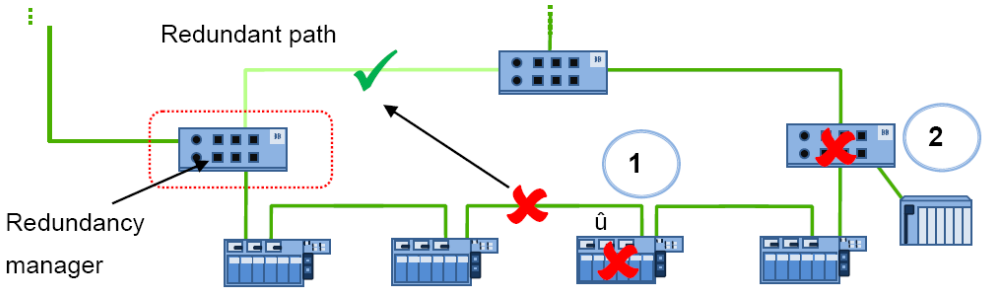




© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia

## Topologia di rete

- Topologia ad anello
  - Aumenta la disponibilità
  - Un dispositivo dell'anello gestisce la ridondanza (Redundancy manager)
  - Se si verifica 1 guasto la connessione è ancora possibile
  - Se si verificano 2 guasti un segmento di rete resta isolato

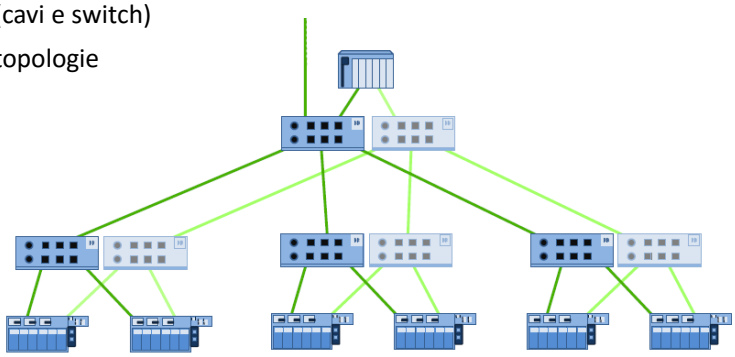




© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia


## Topologia di rete

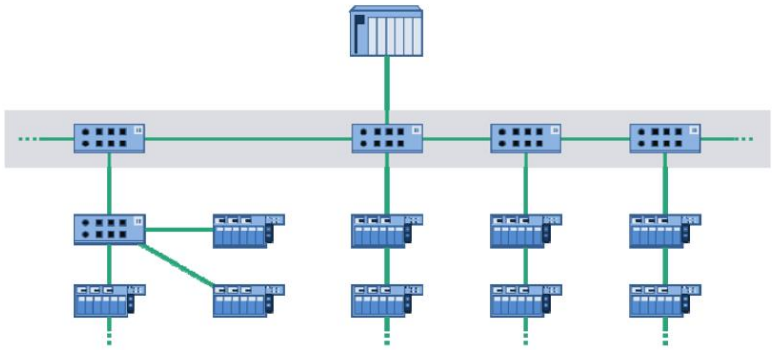
- Topologia a doppia rete
  - Aumenta la disponibilità
  - Sono richieste due interfacce di comunicazione indipendenti per ogni dispositivo
  - Raddoppia tutta l'infrastruttura (cavi e switch)
  - ( E' possibile raddoppiare anche topologie lineari o ad anello )




© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia

## Struttura di riferimento

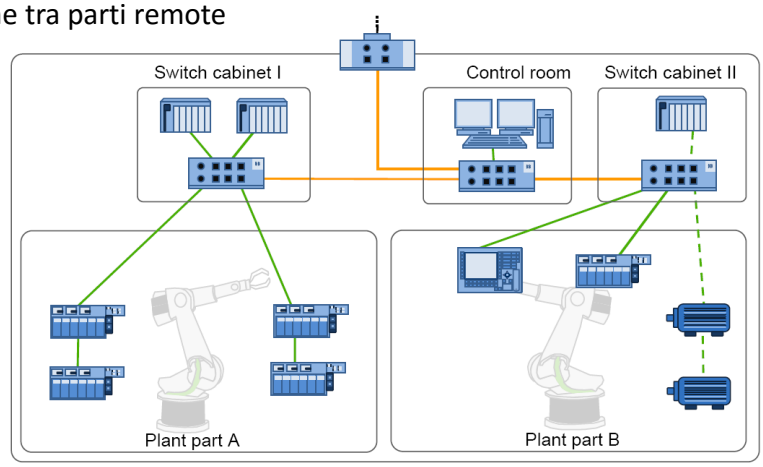
- Tra tutte le possibili combinazioni si raccomanda di partire da una struttura simile a quella mostrata per poi declinarla secondo le esigenze
  - Si suggerisce di usare switch managed CC-B per la backbone




© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia


## Esempio: automazione di fabbrica

- Controllori e switch vicino al campo
- Fibre ottiche tra parti remote

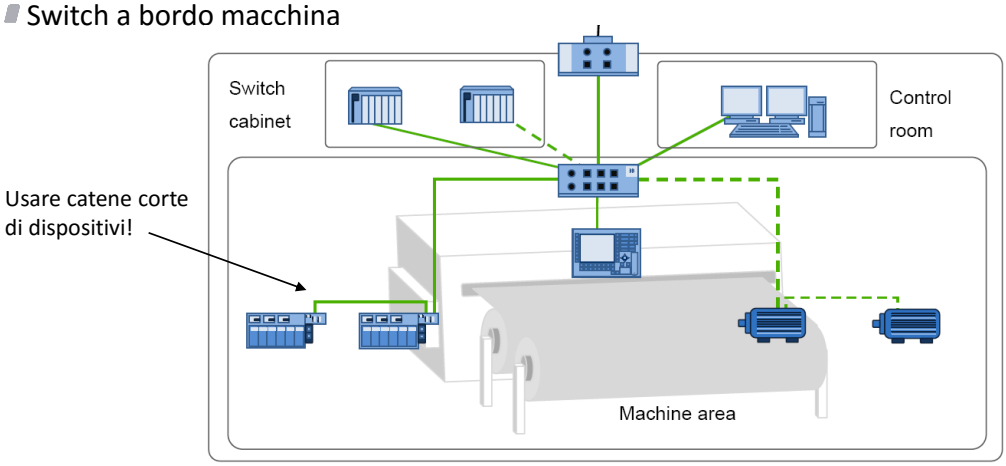




© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia

## Esempio: bordo macchina

- Catene di dispositivi permettono un cablaggio ridotto.
- Switch a bordo macchina

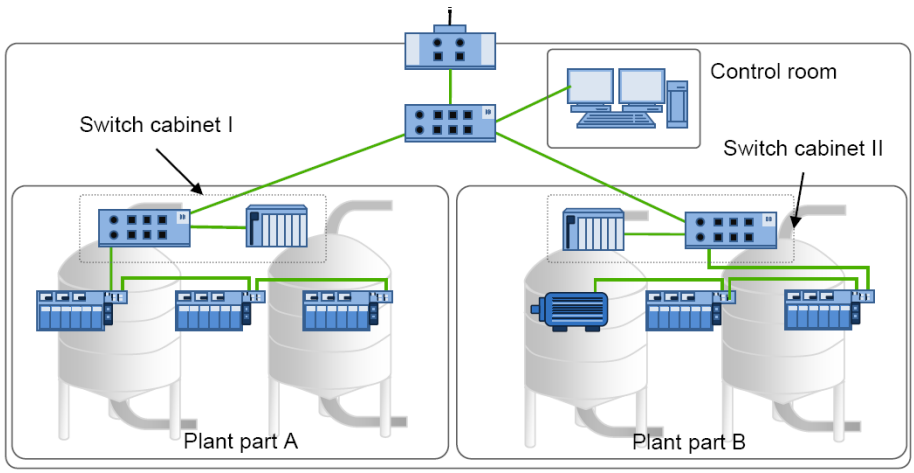




© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia


## Esempio: impianto di processo

- Struttura modulare e gerarchica

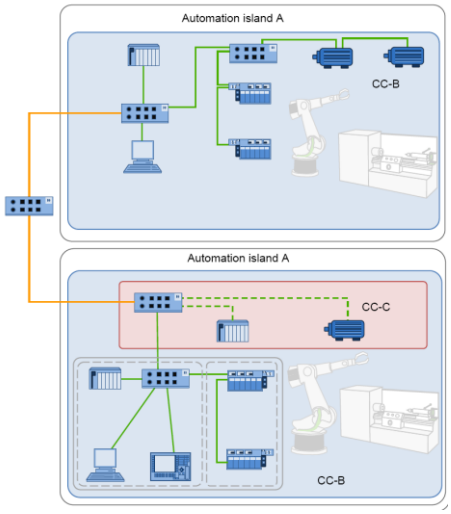




© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia

## Topologia finale della rete PROFINET

- Applicazione delle regole precedenti
  - I componenti sono collegati all'interno dell'isola di automazione
  - Backbone di switch
  - Struttura gerarchica tra le isole

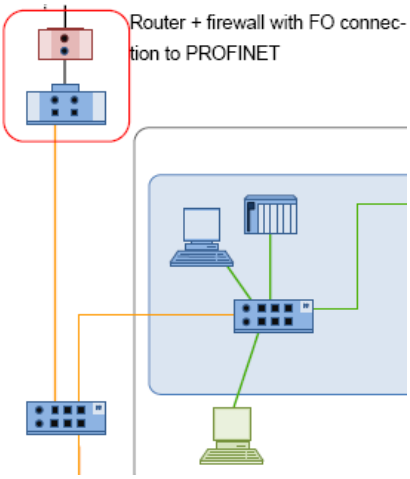




© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia


## Industry 4.0: Accesso alla rete di fabbrica

- Il canale di accesso dati per la comunicazione verticale è fondamentale
- Bisogna garantire
  - Banda adeguata alle funzionalità Industry 4.0 che si vogliono implementare
  - Sicurezza (security)
- Accessi Layer 3 (IP) e non Layer 2 (MAC)
  - Si usano router con funzionalità firewall

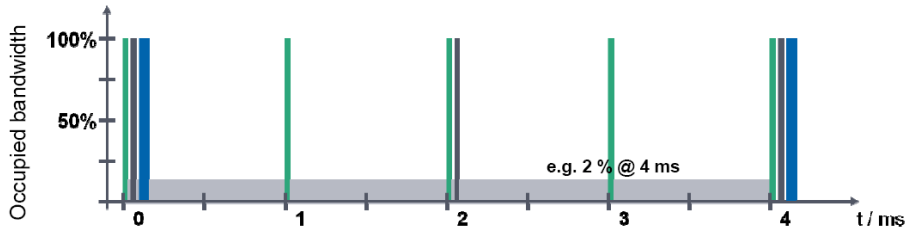




© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia

## Definizione di carico di rete (network load)

- **Carico di rete**: Il rapporto tra la quantità di traffico sul link e la massima capacità del link
- Il carico di rete dipende da quale è l'intervallo in cui viene misurato
- La rete Ethernet è bidirezionale
  - esistono due carichi di rete , uno per ciascuna direzione nel link
  - In una rete ogni link può avere un carico diverso.
  - Ragionando "worst case" serve trovare il link con il massimo carico

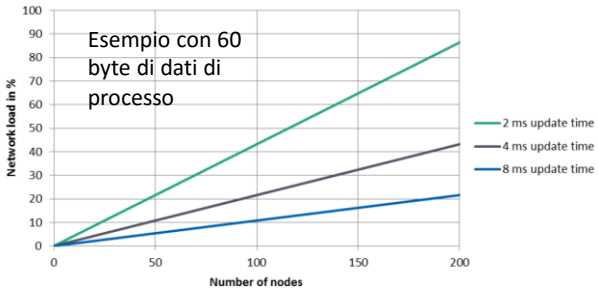




© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia


## Progettazione del carico di rete

- Ogni dispositivo genera un traffico che dipende dal tempo di ciclo
  - Ogni dispositivo può avere un tempo di ciclo diverso
- E' importante scegliere il tempo di ciclo più alto tra quelli che soddisfano le richieste dell'applicazione perché in questo modo si tiene basso il carico di rete
- Durante il progetto non eccedere mai il 50% di carico di rete

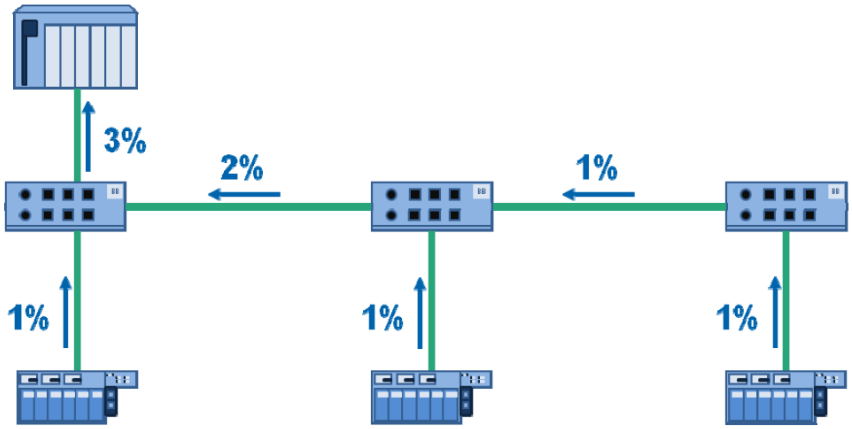



| Update time | Generated cyclic real-time network load per PROFINET device |
|---|---|
| 1 ms | 0.86 % |
| 2 ms | 0.43 % |
| 4 ms | 0.22 % |
| 8 ms | 0.11 % |


© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia

## Esempio: singolo controller

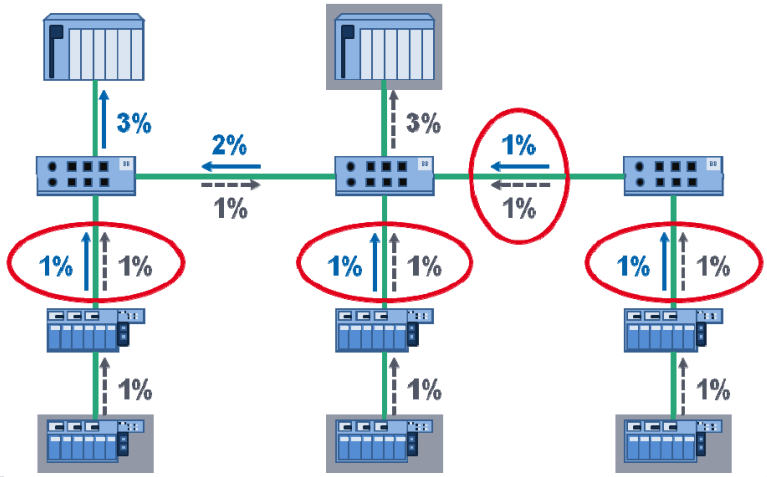
- Singolo controller: tutto il traffico PROFINET è diretto al controller





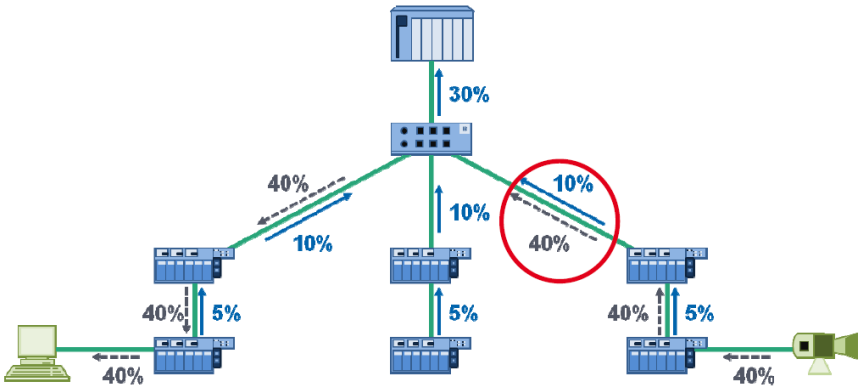

## Esempio: multi controller

- Multi controller: alcuni link sono interessati da più flussi !



## Esempio: traffico non real time

- Dispositivi non PROFINET presenti sulla rete, oppure accessi «Industry 4.0» possono generare un consistente carico di rete “non controllato” !
- Sistema mal progettato: il traffico non real time sovraccarica molti dispositivi

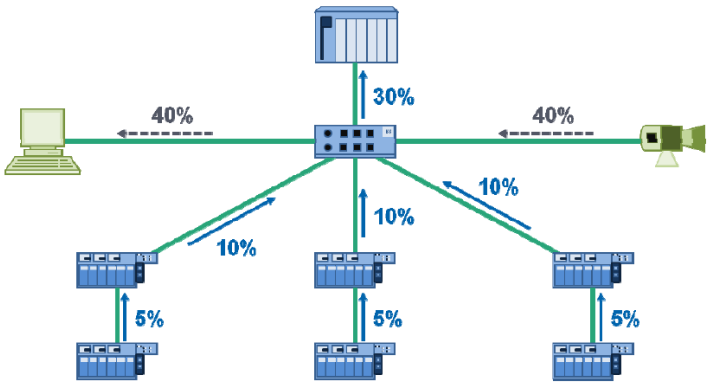




© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia


## Esempio: traffico non real time

- Sistema progettato in modo migliore:
  - Il traffico non real time ha un percorso nella rete il più possibile diverso da quello di PROFINET
  - Il traffico non real time è gestito

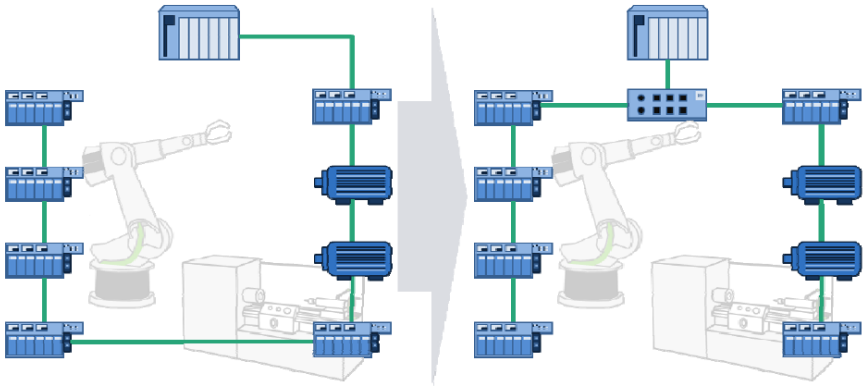




© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia

## Suggerimenti di progettazione

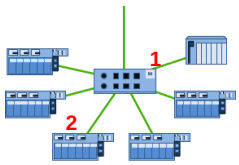
- Per minimizzare il carico di rete
  - Tenere le catene di dispositivi più corte possibili!
  - Utilizzare in modo preferenziale strutture a stella e albero

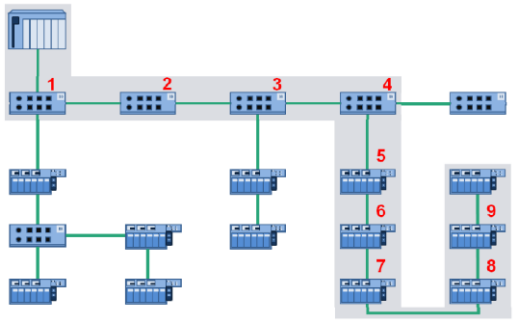




## Suggerimenti di progettazione

- Massima profondità di linea: numero massimo di dispositivi in cascata
- La massima profondità di linea è da verificare sempre, specialmente in strutture articolate
  - Mai fare linee con più di 45 dispositivi
  - Nota: l'anello fisico per la ridondanza in realtà è una connessione logica in linea! (l'anello è aperto ad una porta del redundancy manager!)



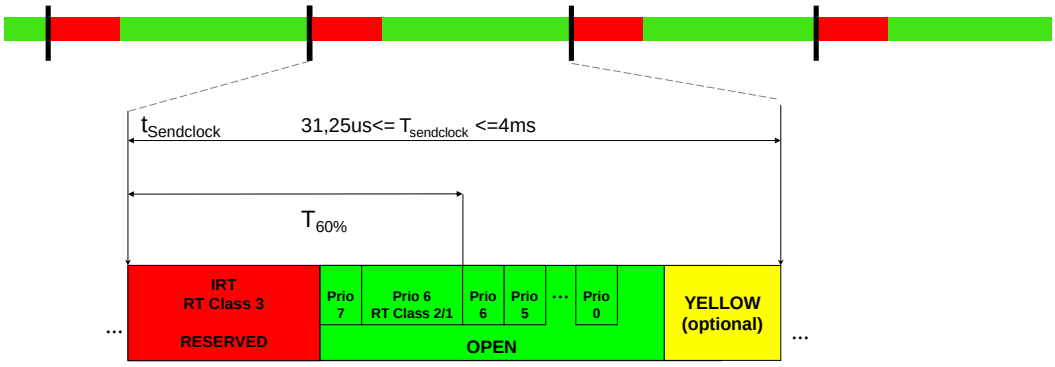
## Architettura di rete PROFINET IRT

- Valgono le stesse regole del caso PROFINET RT
- Sono possibili tutte le configurazioni (stella, linea, anello)
- Massima profondità di linea consigliata è 30 per garantire sincronizzazione sempre ottima

© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia


## Richiami di PROFINET IRT

- Separazione nel tempo del traffico a priorità maggiore nel tempo
- I dati isocroni usano un canale separato nel tempo, totalmente compatibile con IP
- Sincronizzazione basata su PTCP (Precision Transparent Clock Protocol)

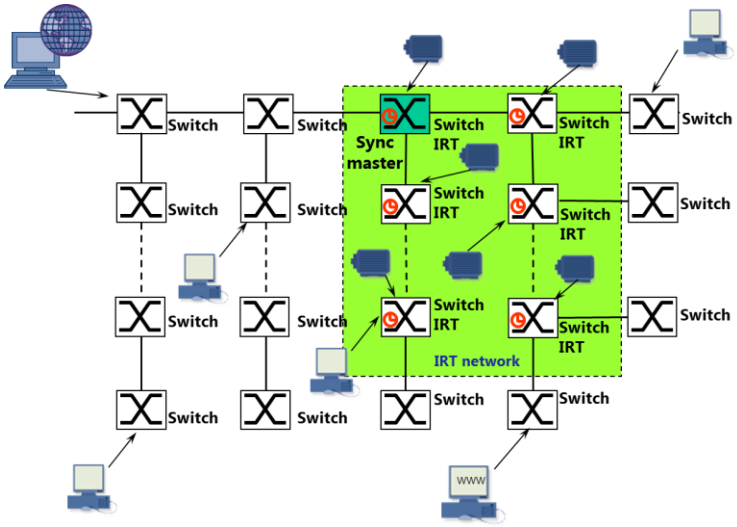




© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia

## Esempio completo con PROFINET IRT

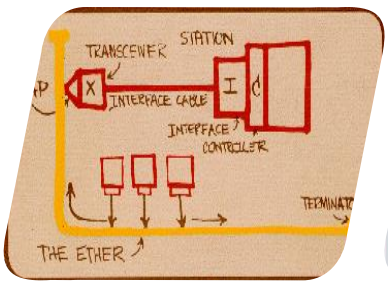
- Architettura libera
- Occorre garantire il percorso di sincronizzazione per IRT
- Traffico «Industry 4.0» ancora possibile sempre rispettando il massimo carico di rete



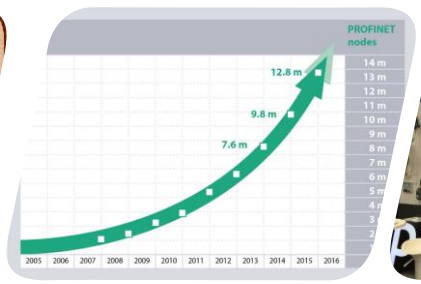


© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia


## Conclusioni




Ethernet è una tecnologia in continua evoluzione che offre numerosi benefici




PROFINET offre la possibilità di realizzare facilmente reti già pronte per Industry 4.0

Domande?


© 2017 PROFIBUS e PROFINET Italia