

A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of a network of white lines and small circles on a dark blue background, resembling a circuit board or a data network.

INTRODUZIONE AI BUS DI CAMPO PROFIBUS

(VER. 2022)

FONTI:

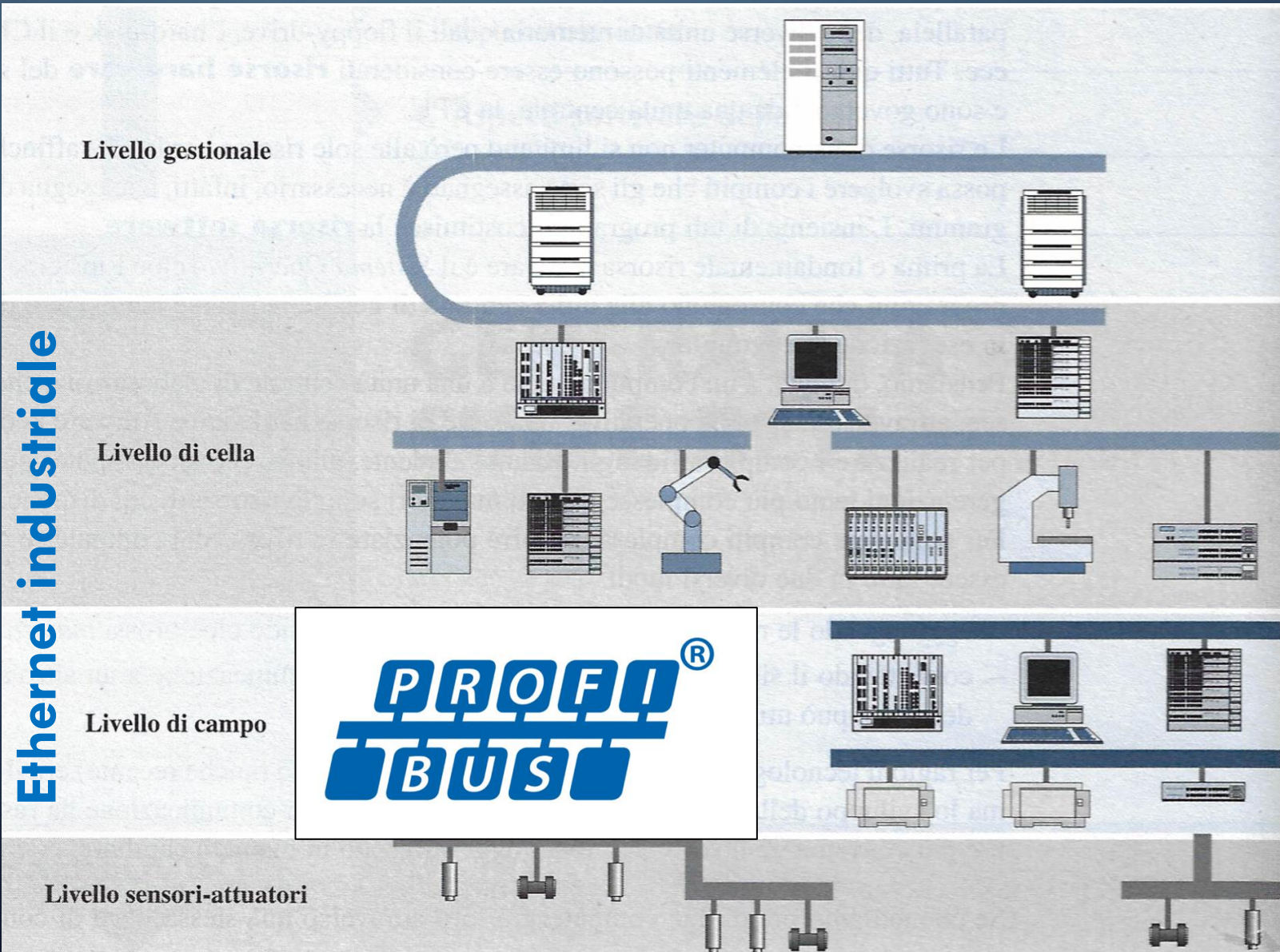
- <https://www.profibus.com/technology/profibus/>
- <https://it.wikipedia.org/>
- Stefano Panzieri, «Reti e Sistemi per l'Automazione – Profibus», Università Roma 3
- <https://www.felser.ch/profibus-manual/index.html>
- G. Licata, «Sistemi di controllo» vol.3, Techna
- <https://www.youtube.com/watch?v=YxF9QgRAx8A>
- Federico Tramarin, «Reti per l'automazione», Università di Padova
- Salvatore Cavalieri, «La configurazione e programmazione della comunicazione profibus-dp in ambiente siemens step 7», Università di Catania

TIPOLOGIE DI RETE PER LO SCAMBIO DI INFORMAZIONI

SUPERVISIONE

CONTROLLO

CAMPO

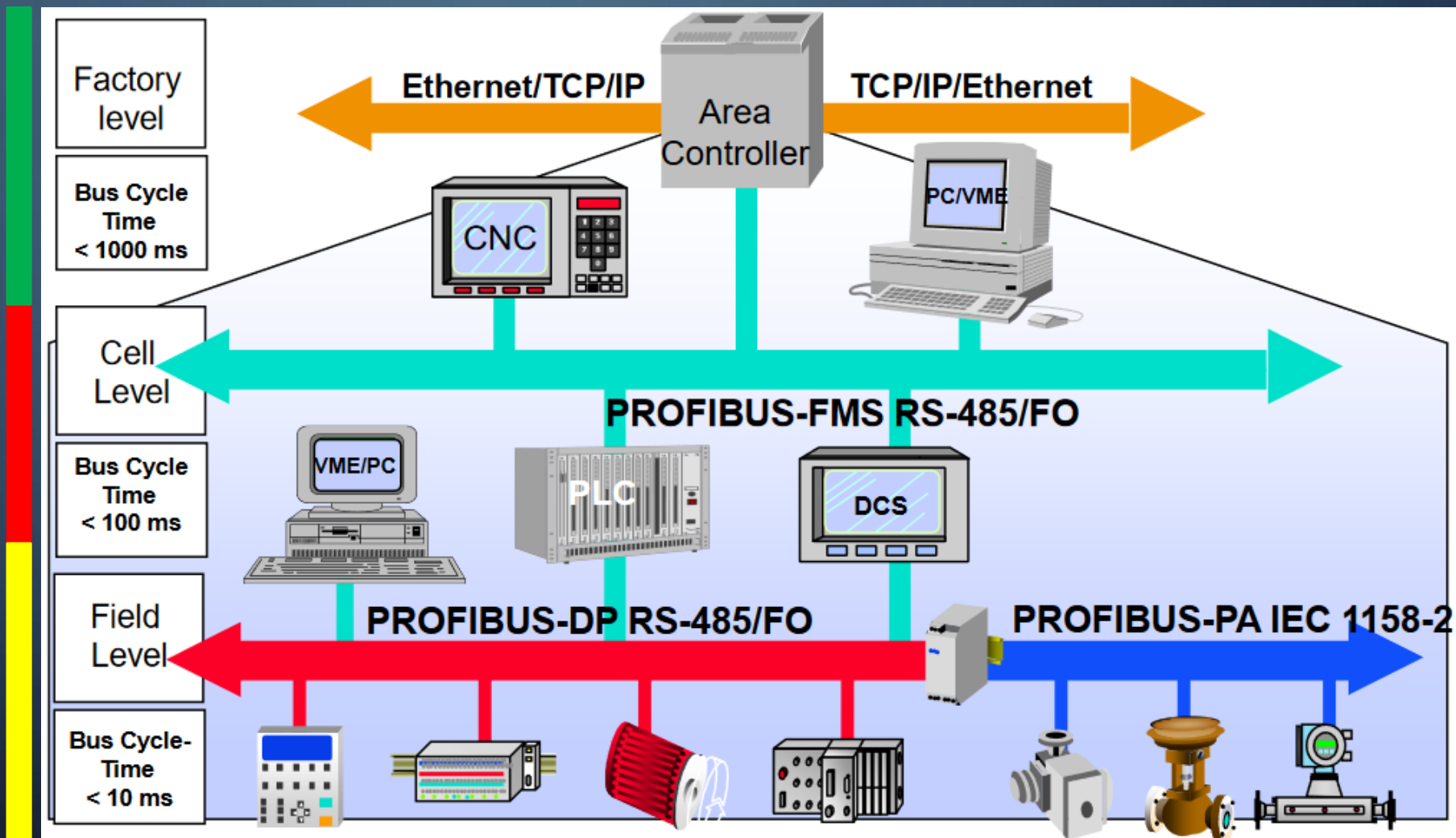


USO (ORIGINARIO) DEL PROTOCOLLO PROFIBUS

SUPERVISIONE

CONTROLLO

CAMPO

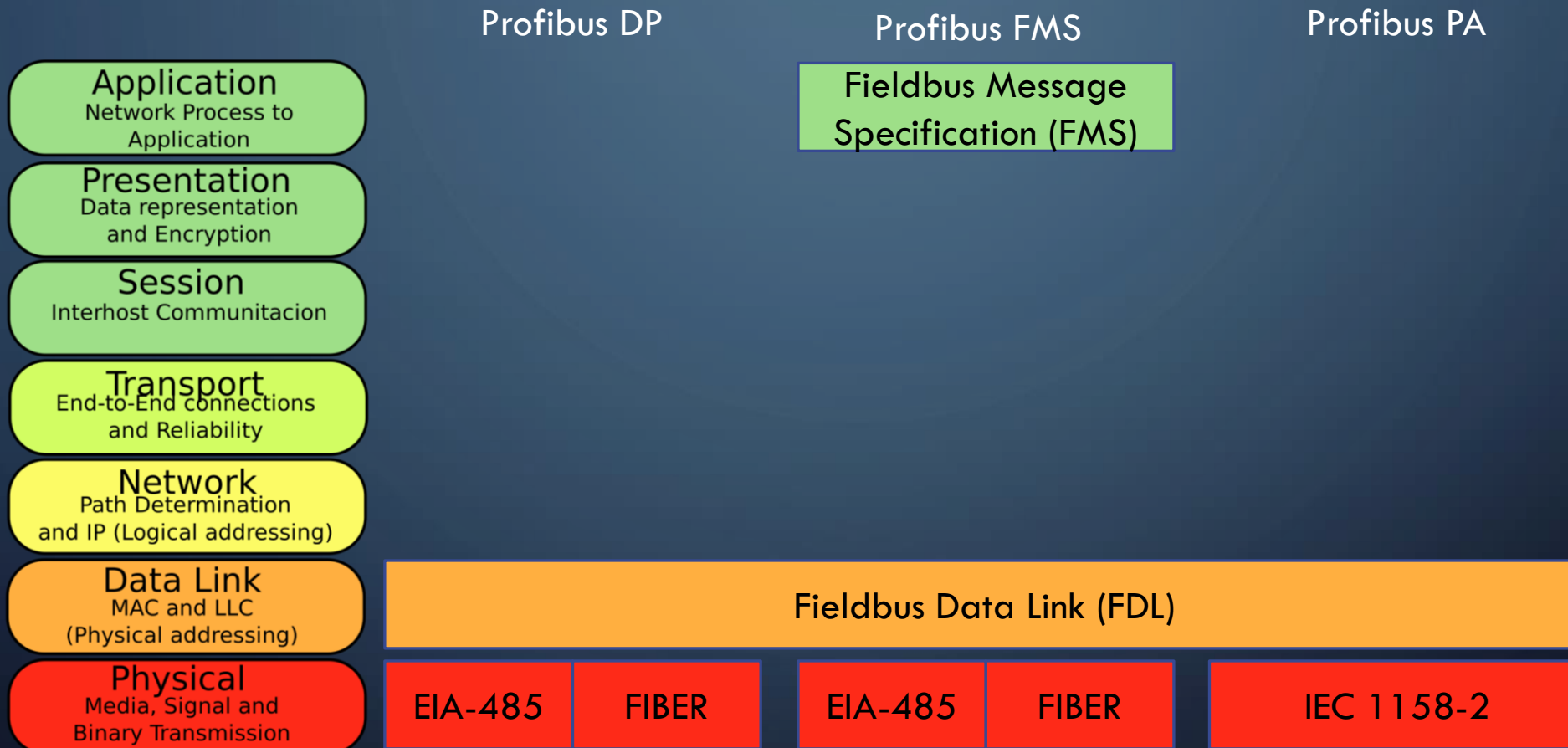


PROFIBUS

Esistono vari tipi di Profibus:

- Profibus FMS (Fieldbus Message Specification)
 - era utilizzato nella comunicazione di grosse quantità di dati tra i controllori di un impianto e periferiche remote (PC, PLC, sistemi embedded)
 - è **attualmente in disuso** e non previsto dalle norme IEC (sostituito da Profinet)
- Profibus DP (Decentralized Peripherals)
 - in grado di operare a bit rate da 9,6 kbit/s a 12 Mbit/s su distanze tra i nodi che possono arrivare fino a 300 m via cavo alla massima velocità di esercizio
 - è usato per lo scambio dati tra periferiche remote di campo (monitoraggio, gestione allarmi); per questo viene anche indicato anche come **device bus**
- Profibus PA (Process Automation)
 - utilizza lo stesso protocollo del Profibus DP
 - lavora con bit rate sino a 31,25 kbit/s su distanze massime di 1,9 km
 - è utilizzato per la comunicazione con le strumentazioni di processo; la tecnica trasmissiva è a sicurezza intrinseca
 - **permette di trasportare anche l'alimentazione attraverso il bus**

PROFIBUS E MODELLO ISO/OSI



PROFIBUS: LIVELLO FISICO

Profibus DP e Profibus FMS

- possono utilizzare lo stesso tipo di mezzo fisico, o un doppino in rame utilizzando lo standard elettrico EIA-485 o la fibra ottica
- utilizzano la stessa tecnica di trasmissione ed un protocollo di accesso al bus comune (possono quindi funzionare in modo simultaneo sullo stesso bus)

Profibus PA

- utilizza per la trasmissione dei dati un protocollo ampliato realizzato a partire dal Profibus DP
- il protocollo utilizzato è l'IEC 1158-2 (IEC 1158-2 transmission for use in process automation)
- le reti Profibus PA possono essere integrate con le reti Profibus DP a patto di utilizzare un accoppiatore di segmenti

PROFIBUS DP: LIVELLO FISICO

Il protocollo Profibus DP, a livello fisico, prevede i seguenti bit/rate:

- 9.6 Kb/s, 19.2 kb/s, 93.75 kb/s, 187.5 kb/s, 500 kb/s, 1.5 Mb/s, 12Mb/s
 - A livello di data link è possibile connettere fino a 126 nodi di comunicazione
 - Nel caso in cui la comunicazione è realizzata con RS-485, il sistema è suddiviso in singoli segmenti collegati tra loro da ripetitori; ogni segmento contiene al massimo 32 nodi di comunicazione

Baud rate (Kbit/s)	9.6	19.2	93.75	187.5	500	1500	12000
Lunghezza linea (m)	1200	1200	1200	1000	400	200	100

PROFIBUS DP: LIVELLO FISICO

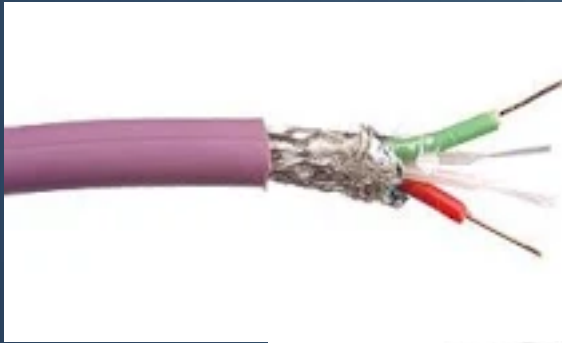
- La trasmissione usa un'interfaccia seriale asincrona
 - utilizza una codifica dati NRZ (non return to zero)
 - la codifica dei due valori del bit (1 e 0) e del segnale di inattività avviene tramite i valori di tensione del segnale elettrico secondo il seguente schema:

Simbolo	Codifica del Livello di Tensione/Corrente
1	High
0	Low
Inattività	High

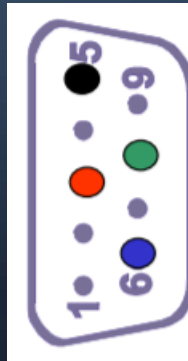
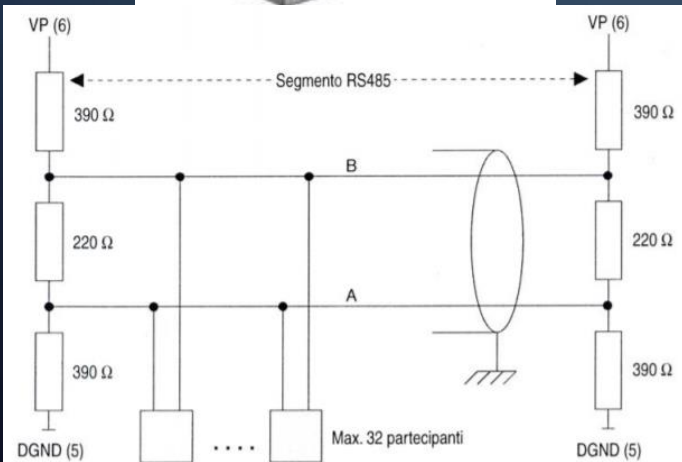
- il singolo pacchetto seriale è così strutturato:

1 BIT Start	8 BIT Dati	1 BIT Parità pari	1 BIT Stop
------------------------	-----------------------	------------------------------	-----------------------

PROFIBUS DP: LIVELLO FISICO CONNESSIONE EIA-485



- Il cavo profibus per la connessione EIA-485 è composto da due conduttori, uno rosso e uno verde schermati
- Viene utilizzato un connettore RS-232 standard in cui sono inserite le resistenze di fine bus inseribili e disinseribili tramite la commutazione di uno switch
 - i piedini utilizzati sono però diversi da quelli della trasmissione RS-232 permettendo virtualmente la convivenza delle due trasmissioni (FULL DUPLEX)



Pin no	Signal	Description
3	RxD/TxD-P	Data line B + (red wire)
5	DGND	Signal Ground
6	VP	Power for termination (P5V)
8	RxD/TxD-N	Data line A - (green wire)

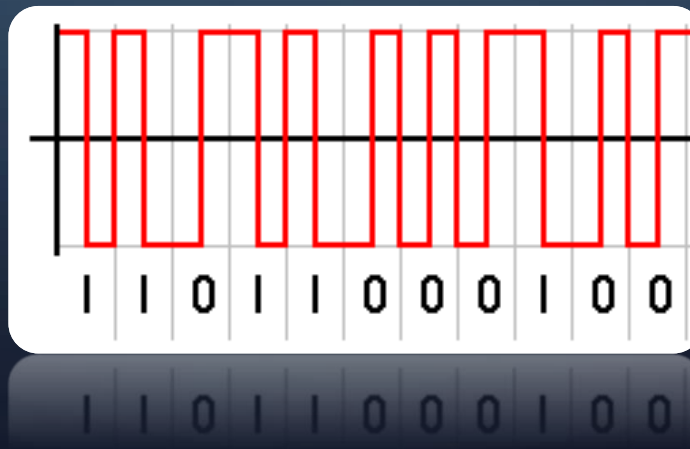
PROFIBUS DP: LIVELLO FISICO CONNESSIONE OTTICA



- La fibra ottica è usata in ambienti ad alta interferenza elettromagnetica oppure per aumentare la distanza massima raggiungibile o la velocità massima impiegabile
 - Il segnale digitale pilota un diodo emettitore di luce affacciato alla fibra ottica
 - All'altra estremità un dispositivo fotosensibile trasforma gli impulsi luminosi in impulsi elettrici
- Possono essere utilizzati due tipi di cavi:
 - Un cavo economico in fibra ottica di plastica per interno in applicazioni di ridotte estensioni (distanze inferiori ai 50 m.)
 - Un cavo LWL (dal tedesco Lichtwellenleiter che significa «conduttore di onde luminose») in fibra in vetro per interno ed esterno per distanze fino al kilometro

PROFIBUS PA: LIVELLO FISICO

- È possibile trasmettere **dati e alimentazione** su un bus a due conduttori in accordo con lo standard internazionale IEC 61158-2
 - si tratta di un protocollo basato sulla codifica dei bit per mezzo di segnali di corrente
 - è spesso individuato con la sigla H1
- Consente la sostituzione dei dispositivi “a caldo”
- Il numero massimo di unità collegabili è 32
- Viene utilizzata una codifica Manchester (gli zeri e gli uno sono caratterizzati da una transizione)

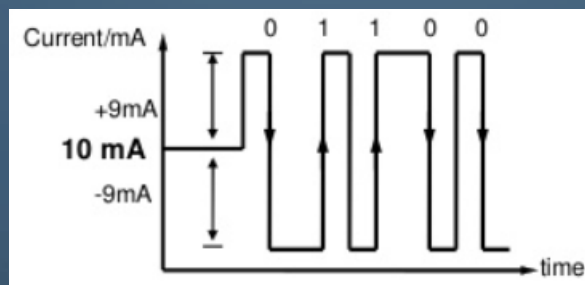


PROFIBUS PA: LIVELLO FISICO

- La trasmissione è basata sui seguenti principi:
 - ogni segmento ha una sola fonte di alimentazione, l'unità di alimentazione
 - ogni dispositivo consuma una corrente di base (tipicamente 10 mA) nel suo stato di attesa
 - ogni dispositivo si comporta come un «pozzo» passivo di corrente
 - ad entrambi i capi del bus sono presenti terminazioni passive (RC serie, $R=100\Omega$, $C=1\mu F$)
 - sono permesse reti lineari, ad albero o a stella
 - è possibile aggiungere tratti ridondanti di bus per aumentare l'affidabilità

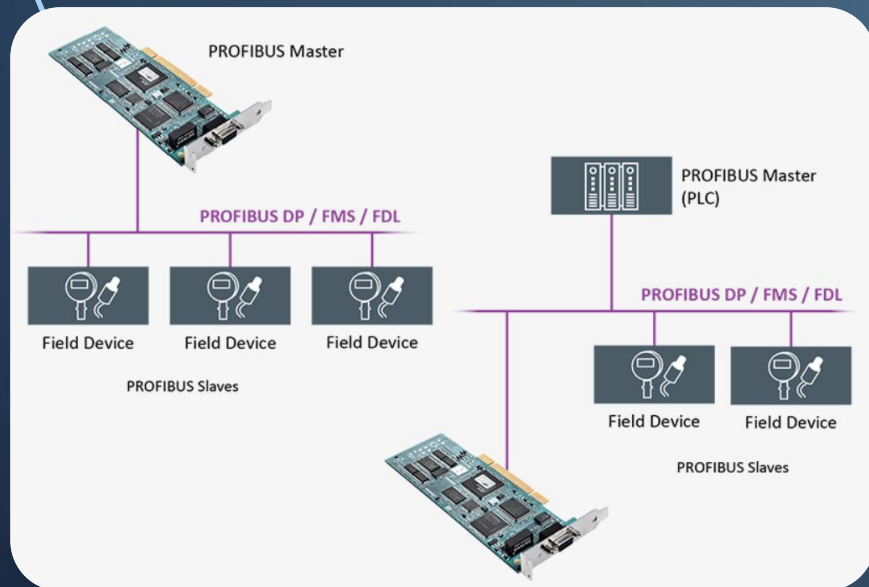
PROFIBUS PA: LIVELLO FISICO

- I dispositivi devono essere alimentati con una corrente continua di almeno 10 mA
- Il segnale trasmesso deve essere caratterizzato da una modulazione di 9 mA sulla componente continua



- La connessione di dispositivi alimentati dal bus e di dispositivi alimentati esternamente è possibile se questi ultimi sono dotati di un appropriato isolamento in accordo con lo standard EN50020
- A livello fisico Profibus PA si interfaccia con Profibus DP per mezzo di un bridge-accoppiatore (non è necessario un gateway in senso stretto perché il protocollo di livello superiore, il link layer, è lo stesso)

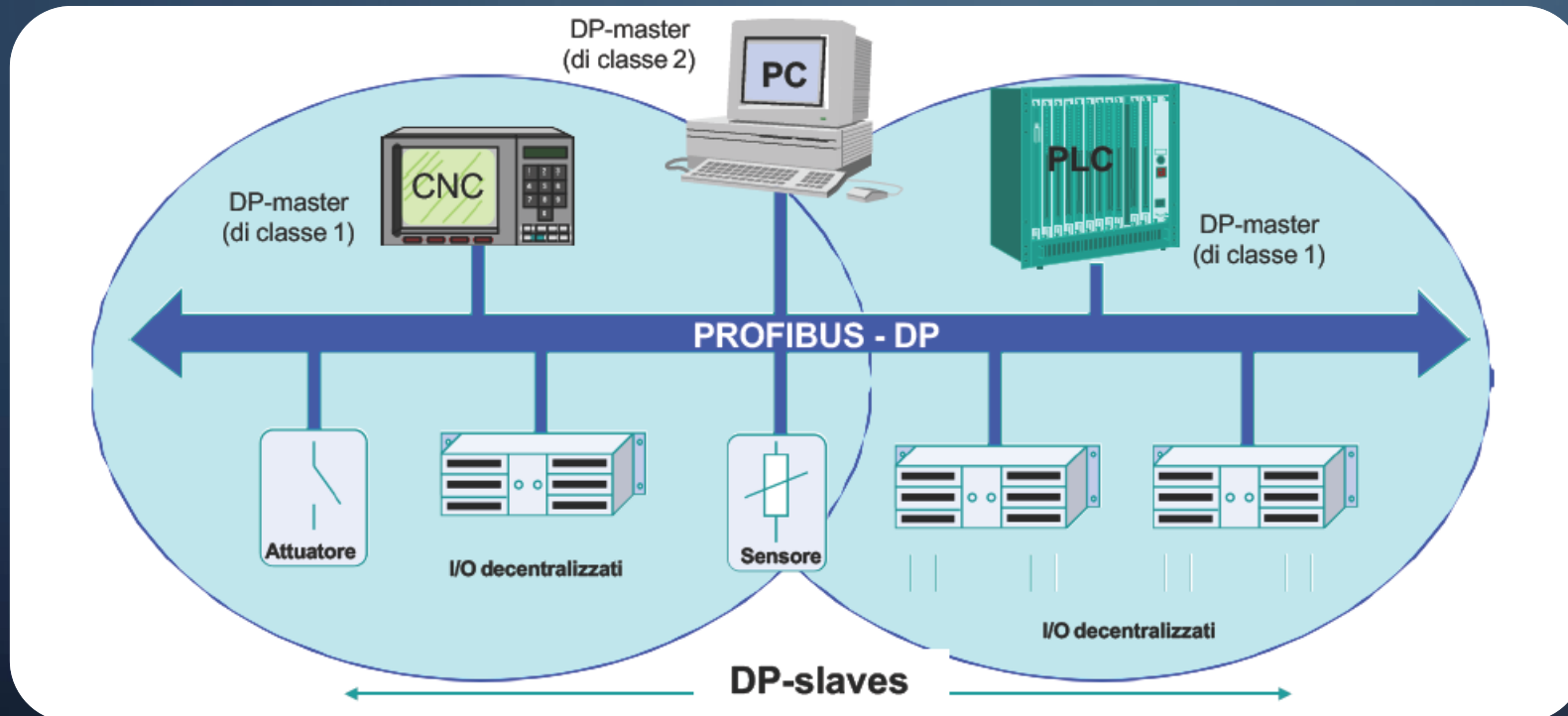
PROFIBUS: FIELDBUS DATA LINK (FDL, LIVELLO CONNESSIONE DATI)



La FDL (Fielbus Data Link) permette reti monomaster e multimaster **ed è uguale per tutte le tipologie di profibus**

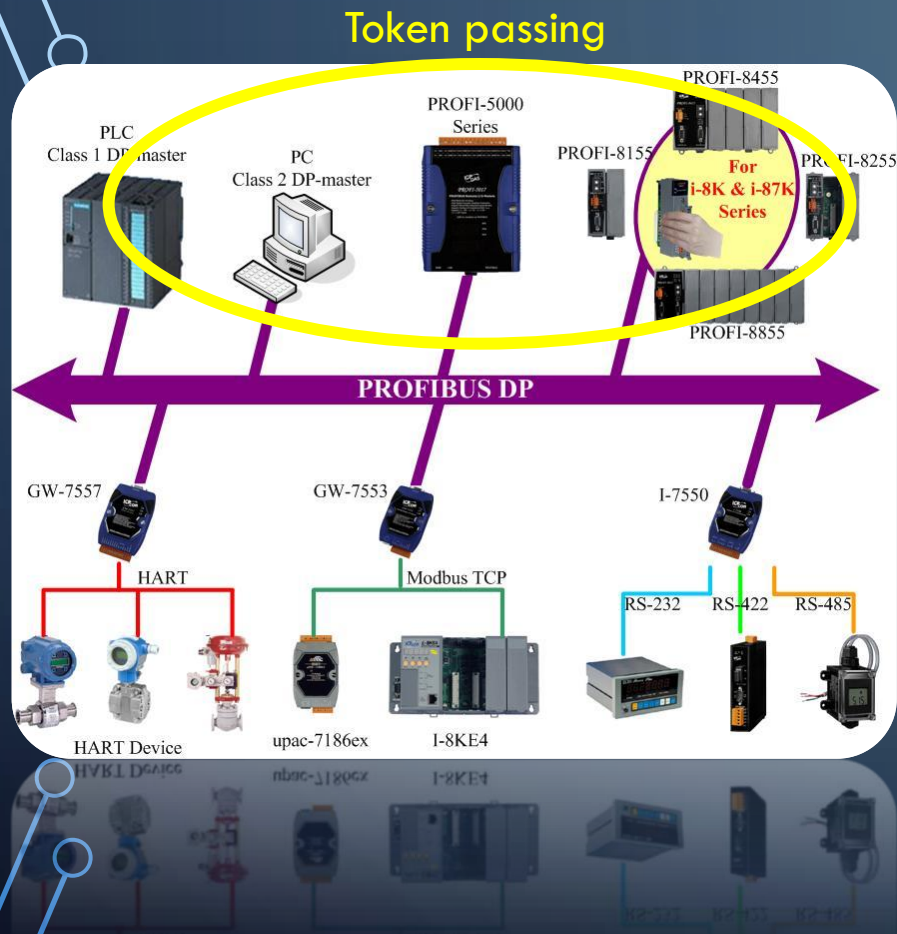
- i sistemi monomaster permettono la connessione fino a 125 slave (se il livello fisico lo permette)
 - Il vantaggio principale della configurazione monomaster risiede nella velocità di trasmissione elevata, dovuta alla continua scansione degli slave da parte del master: è possibile, in questa configurazione, trasmettere 1Kbyte di dati in meno di 2ms
- in questa configurazione è prevista la presenza di un master di classe 2 (opzionale), ovvero che si occupa di verificare la corretta configurazione e parametrizzazione della rete e dei partecipanti alla rete stessa. Il suo indirizzo è sempre 126

PROFIBUS: FIELDBUS DATA LINK MULTIMASTER



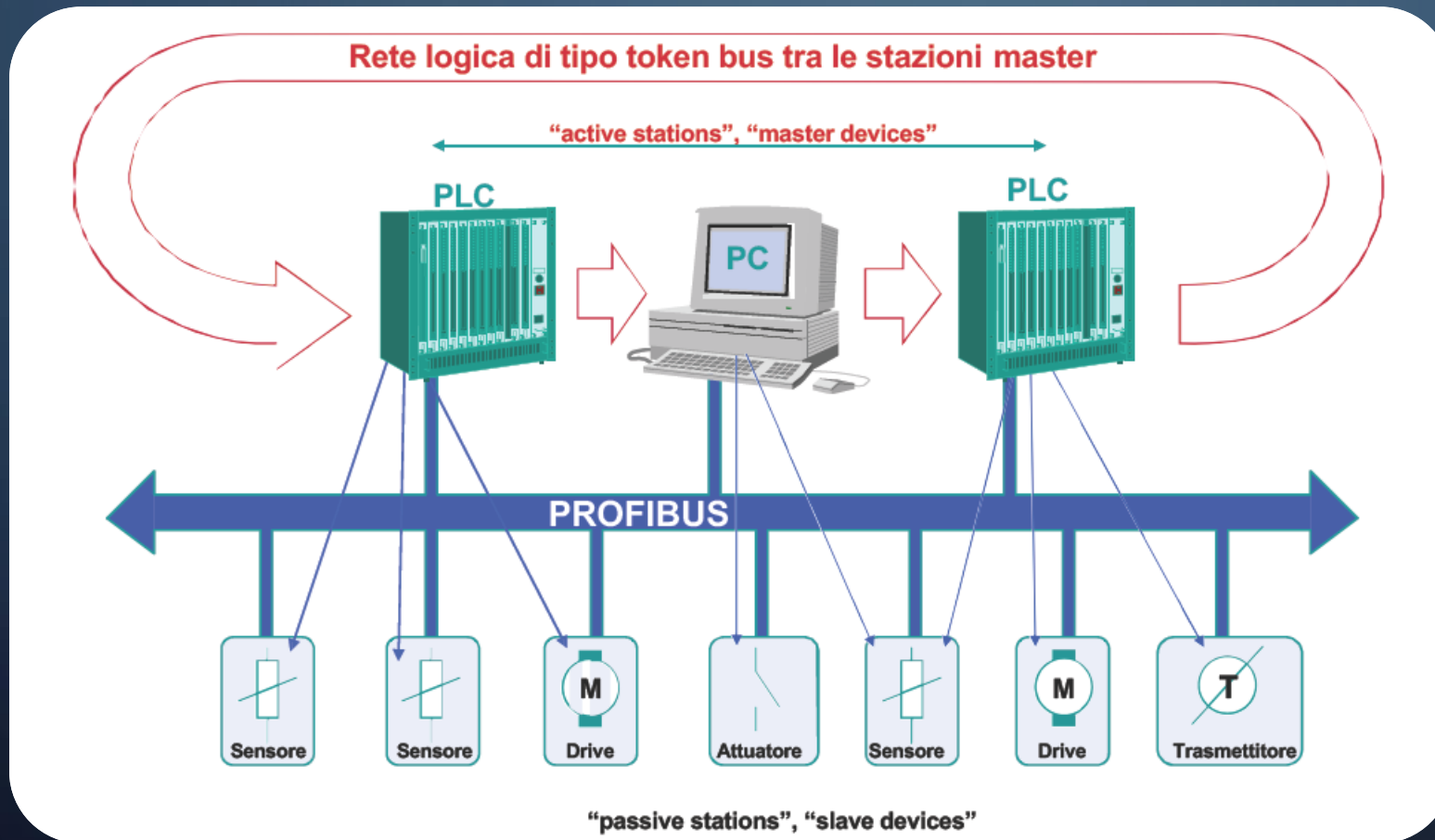
- Master di classe 1: permanentemente connesso
- Master di classe 2: connesso occasionalmente per configurazione

PROFIBUS: FIELD BUS DATA LINK



- nei sistemi **multimaster** coesistono più master e da 1 a 124 slave per un totale di massimo 126 dispositivi per ogni ramo del bus
 - più master possono leggere da uno stesso slave
- la contesa sull'accesso al mezzo fisico è gestita unicamente dai master, tramite un meccanismo di passaggio di token
 - tale meccanismo garantisce che istante per istante un solo master trasmette evitando collisioni sull'accesso del mezzo di comunicazione seriale
 - il passaggio del token da un master all'altro è possibile grazie al fatto che ogni master conosce l'indirizzo del successivo master, al quale inviare il token
 - poiché all'interrogazione degli slave e al possesso del token sono assegnati tempi ben precisi è possibile determinare con precisione la velocità di trasmissione

PROFIBUS: FIELDBUS DATA LINK MULTIMASTER, PASSAGGIO DEL TOKEN



Sebbene tutti i dispositivi condividono lo stesso bus, in genere i master interrogheranno un numero limitato di slave

Gli slave possono essere condivisi tra più master

PROFIBUS: FIELDBUS DATA LINK (FDL) MULTIMASTER, GESTIONE DEL TOKEN

- In fase di configurazione viene stabilito il Target Token Rotation Time (TTR) cioè il periodo di rotazione del token massimo consentito in rete
- Quando un master acquisisce il token, esso interroga ciclicamente gli slave inviando e/o ricevendo dati (sono i cicli di messaggio o message cycle)
- Quando un master riceve il token fa partire un timer che viene fermato quando il master riacquista il token
 - L'intervallo misurato è il Real Token Rotation Time (TRR)
 - Il tempo per cui può essere tenuto il token è il Token Holding Time (TTH)
 - $TTH = TTR - TRR$ (cioè la differenza tra periodo di rotazione massimo e periodo dell'ultima rotazione)
- Quando un master riceve il token, confronta TTR con TRR. Vi possono essere due casi:
 - $TRR < TTR$ (il tempo reale di rotazione è inferiore al tempo massimo): il master esegue tutte le trasmissioni previste fino a quando il valore di TTR è raggiunto o tutte le trasmissioni previste sono concluse
 - $TRR \geq TTR$ (il tempo reale di rotazione è uguale o superiore al tempo massimo, rete «in ritardo»): il master può eseguire una sola trasmissione ad alta priorità

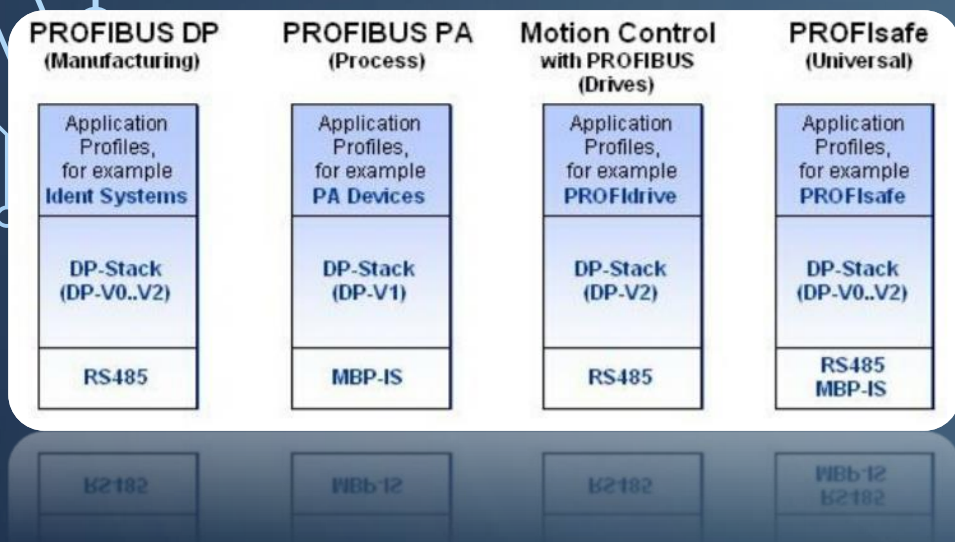
PROFIBUS: FIELDBUS DATA LINK (FDL) MULTIMASTER, GESTIONE DEL TOKEN

- Quando il master cede il token alla successiva stazione attiva (Next Station - NS), attende di vedere attività sulla rete generata dalla sua NS entro uno slot time predeterminato
 - Se non c'è attività ripete la trasmissione del token fino ad un massimo di due volte
 - Se anche dopo il terzo tentativo la stazione non rileva attività sulla rete il token viene trasmesso alla prima fra le stazioni attive successive alla Next Station (NS) nella lista delle stazioni attive (LAS), realizzata in fase di startup, che è in suo possesso

PROFIBUS: FIELD BUS DATA LINK (FDL), GESTIONE DELLE PRIORITÀ

- Il protocollo prevede vi siano due tipi di priorità nei messaggi:
 - messaggio ad alta priorità
 - ne viene trasmesso sempre almeno uno ad ogni ricezione di token
 - messaggi a bassa priorità
- L'ordine di trasmissione dei messaggi quando il master acquisisce il token avviene per priorità
- Un messaggio può essere lungo al massimo 246 byte

PROFIBUS DP/PA: LIVELLO DI APPLICAZIONE



- Si è detto che non esiste un livello di applicazione per i Profibus DP e PA.
- A livello di applicazione i singoli costruttori si sono tuttavia accordati per definire alcuni «profili»
 - **I componenti di costruttori diversi se utilizzano lo stesso profilo sono interscambiabili**

Sono stati definiti i seguenti Profili:

- profilo per CN/CR: (controllo macchine a controllo numerico e robot) descrive come si possono comandare tramite Profibus robot di montaggio e manipolatori in genere
- profilo per encoder: descrive il collegamento al Profibus di encoder di vario genere
- profilo per azionamenti a velocità variabile (ProfiDrive): stabilisce come devono essere parametrizzati gli azionamenti, come si devono trasmettere i riferimenti e i valori reali
- profilo per servizio e supervisione HMI (Human Machine Interface): collegamento fra le interfacce utente ai relativi sistemi di automazione
- profilo per la trasmissione di dati sicura da errori: vengono qui fissati meccanismi aggiuntivi di sicurezza dei dati per la comunicazione, per esempio per i dispositivi di OFF di emergenza

PROFIBUS DP/PA: LIVELLO DI APPLICAZIONE

- I dispositivi Profibus hanno ovviamente caratteristiche diverse fra loro in termini di funzionalità (numero di I/O, diagnostica) e di parametri di comunicazione (ad esempio velocità, tempi di risposta). Tali parametri variano per tipo di dispositivo e venditore e sono normalmente specificati nel manuale tecnico
- Per ottenere una configurazione Plug & Play di una rete Profibus le caratteristiche di ogni dispositivo sono memorizzate in un data sheet elettronico detto **Device Data Base**, memorizzato tramite un file di testo (ASCII) di estensione GSD (Generic Station Description)
- I file Device Data Base descrivono il dispositivo Profibus DP in modo chiaro, non ambiguo e soprattutto in modo standard. I file GSD sono forniti dal costruttore del dispositivo

PROFIBUS DP/PA: LIVELLO DI APPLICAZIONE

- Sono definite e comunemente utilizzate una serie di operazioni che possono essere eseguite sugli slave, per esempio:
 - Scambio ciclico di dati
 - Lettura della diagnostica
 - Set dei dati di parametrizzazione
 - Controllo dei dati di configurazione
 - Emissione comandi di controllo globali
 - Lettura ingressi/uscite
 - Lettura configurazione
 - Cambio indirizzo di uno slave