

Corso di Reti per automazione industriale  
*Prof. Orazio Mirabella*

# PROcess Field BUS





# Argomenti

- Standard Internazionale
- Concetti generali su:
  - Protocolli di Comunicazione
  - Profili Applicativi
- Tecnologie Trasmissive
- Livello Data Link Layer
- Protocollo di Com. DP
- Protocollo di Com. FMS

# Standard Internazionale (1/3)

- PROFIBUS è divenuto uno standard nazionale tedesco nel 1991 secondo la normativa **DIN 19245** ed è stato riconosciuto nello standard Europeo **EN 50170** solo nel 1996.
- Insieme ad altri sistemi fieldbus è stato standardizzato nell' **IEC 61158** nel 1999. Il 2002 invece, è stata completata l'attività di aggiornamento dell' IEC 61158 nel corso delle quali, gli ultimi sviluppi di PROFIBUS e di PROFINet sono stati inclusi nello standard.
- L'IEC 61158 porta il titolo “*Digital Data Communication for Measurement and Control – Fieldbus for Use in Industrial Systems*” ed è diviso in sei parti:



# Standard Internazionale (2/3)

- Il contenuto della prima parte del documento è di tipo introduttivo mentre le parti successive sono orientate verso l'OSI reference model (livelli 1,2 e 7).
- Le diverse parti dell' IEC 61158 definiscono, i numerosi servizi e protocolli per la comunicazione.

IEC 61158 document	Contents	Osi Layer
IEC 61158-1	Introduction	
IEC 61158-2	Physical layer specification and service definition	1
IEC 61158-3	Data-link layer service definition	2
IEC 61158-4	Data-link protocol specification	2
IEC 61158-5	Application layer protocol definition	7
IEC 61158-6	Appllication layer protocol specification	7

# Standard Internazionale(3/3)

- L' IEC 61784 invece, porta il titolo “*Profile Sets for Continuous and Discrete Manufacturing Relative to Fieldbus Use in Industrial Control System*”.
- Questo standard descrive quale sottoinsieme di “servizi” tra quelli disponibili, specificati nell' IEC 61158, sono utilizzati da uno specifico profilo di comunicazione.
- Gli specifici profili di comunicazione determinati in questo modo sono riassunti nel CPF(Communication Profile Families) concordemente a quanto riportato nei relativi protocolli. Le tipologie di profili implementate relative al sistema PROFIBUS sono riassunte sotto il nome di “Family 3” con le suddivisioni 3/1, 3/2 e 3/3.

Profile set	Data link	Physical layer	Implementation
Profile 3/1	IEC 61158 subset; asynchronous transmission	RS485 Plastic fiber Glass fiber PCF fiber	PROFIBUS DP
Profile 3/2	IEC 61158 subset; synchronous transmission	MBP	PROFIBUS PA
Profile 3/3	ISO/IEC8802-3 TCP/UDP/IP/Ethernet	ISO/IEC 8802-3	PROFINet

# Protocolli di Comunicazione (1/3)

- PROFIBUS è progettato secondo un schema modulare che offre un'ampia varietà di tecnologie di comunicazione, numerose applicazioni e profili ed anche dispositivi di management, così riesce a coprire le specifiche di applicazione molto diverse tra loro. Dal punto di vista tecnico la struttura del PROFIBUS è basata sul modello di riferimento ISO/OSI di cui ne sono implementati solo tre livelli:
  - *Physical Layer* (Livello 1)
  - *Data Link Layer* (Layer 2), che incorpora il Fieldbus Link Control (FLC) ed il Fieldbus Access Control (FAC)
  - *Application Layer* (Layer 7)
- I livelli dal terzo al sesto rimangono vuoti, secondo una architettura ormai consolidata per i sistemi di comunicazione real-time, in modo da limitare i tempi di ritardo. In questo modello ogni livello ha dei compiti ben definiti:

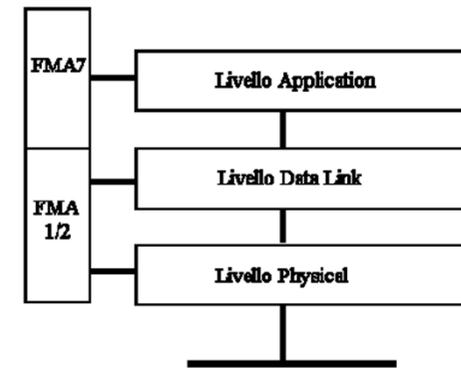


# Protocolli di Comunicazione (2/3)

- Il **Physical Layer** definisce le caratteristiche di trasmissione a livello fisico:
  - PROFIBUS può essere utilizzato in una grande varietà di ambienti e industrie.
  - PROFIBUS consente comunicazioni digitali a basso costo
  - PROFIBUS connette i dispositivi di campo ma anche i controllori dei livelli più alti o per far comunicare questi controllori tra di loro.
  - PROFIBUS fornisce, per supportare questa varietà di ambienti, diverse varianti tecniche di trasmissione.
- Il **Data link layer** definisce il protocollo di accesso al bus:
  - Il DLL del PROFIBUS Separazione dei servizi di comunicazione dai servizi di controllo dell'accesso al mezzo fisico (segue lo standard IEEE 802):
    - Maggiore efficienza controllo dell'accesso al bus .
    - Non degrada o complica i servizi forniti dall'Application Layer.
- L' **Application Layer** definisce i servizi applicativi e le interfacce con i programmi applicativi:
  - Ogni versione del PROFIBUS implementa un proprio Application Layer
    - Per venire in contro alle diverse esigenze nell'ambito dell'applicazioni industriali, fornendo diversi servizi.

# Protocolli di Comunicazione (3/3)

Mentre i tre livelli precedentemente descritti si occupano del normale funzionamento del PROFIBUS, gestendo la comunicazione tra i nodi, il *Fielbus Management layer* (FMA) che si occupa, invece della gestione dei tre livelli stessi controllandone le funzioni e risolvendo eventuali condizioni d'errore o critiche.

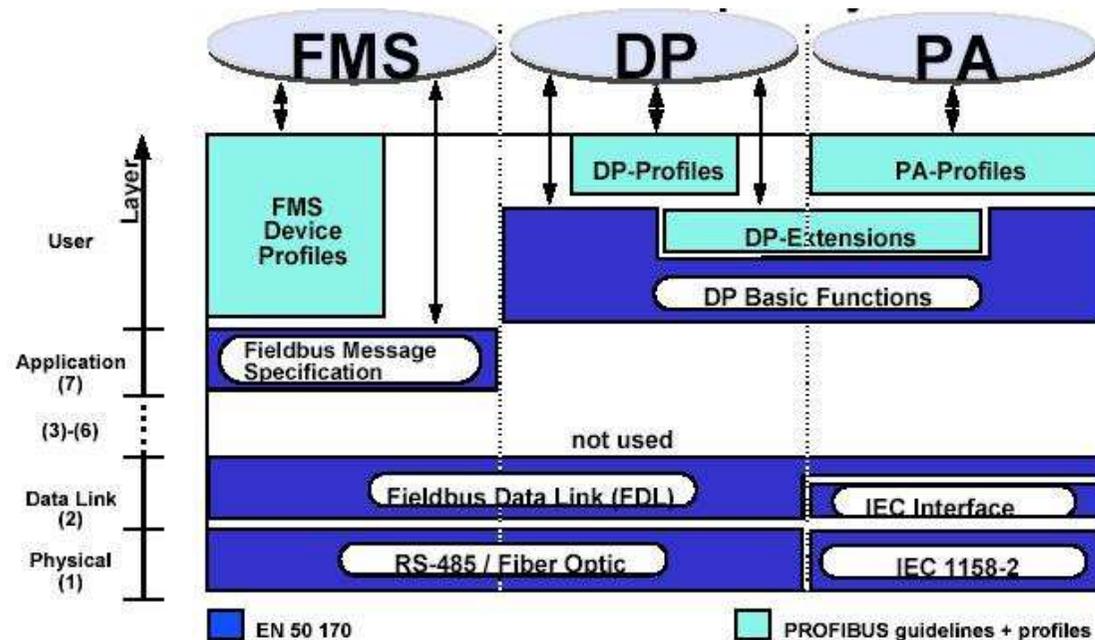


- FMA7 (fieldbus management for layers 7) descrive gli oggetti per i seguenti servizi:
  - Gestione del contesto: fornisce i servizi per stabilire e rilasciare la connessione.
  - Gestione della configurazione, fornisce:
    - I servizi per l'identificazione dei componenti di una stazione.
    - I servizi per l'accesso alle variabili, ai contatori e ai parametri dei livelli 1/2.
  - Gestione degli errori: fornisce i servizi per il riconoscimento e l'eliminazione degli errori.
- FMA1/2 (fieldbus management for layers 1 and 2) fornisce le seguenti funzioni:
  - Resetare i livelli 1 e 2.
  - Richiesta e modifica dei parametri operativi di FDL e PHY.
  - notifica di eventi inaspettati, errori, cambiamenti di stato ecc. (locali e remoti).
  - Richiesta di identificazione delle stazioni e di configurazione degli LSAP.
  - Richiesta della live list.
  - Attivazione e disattivazione dei LSAP locali.

# La Famiglia di standard PROFIBUS

(1/2)

Consiste di tre protocolli compatibili tra loro che usano lo stesso protocollo al livello Data Link, ma che offrono servizi diversi per adattarsi all'esigenze differenti del mondo dell'industria:



# La Famiglia di standard PROFIBUS (2/2)

- **FMS** (Fieldbus Message Specification) è la prima versione di PROFIBUS, oggi in disuso e non previsto dalle norme IEC, rappresenta la soluzione “general-purpose” per la comunicazione anche a livello di cella
  - Il livello Applicazione è costituito dal Fieldbus Message Specification (FMS) e dal Lower Layer Interface (LLI).
- **DP** (Decentralize Peripherals) è ottimizzato per collegamenti economici ad alte prestazioni. Questa versione PROFIBUS è rivolta soprattutto alla comunicazione tra sistemi di controllo e dispositivi distribuiti di I/O.
  - DP utilizza gli strati 1 (PHY) e 2 (FDL) del modello a 7 strati ISO/OSI.
  - Le funzioni di comunicazione, sono messe a disposizione dell'utente dall'interfaccia utente.
  - Tali funzioni vengono mappate sul livello 2 da un applicativo denominato Direct Data Link Mapper.
  - Esistono tre versioni del protocollo: DP-V0, DP-V1, DP-V2 , ognuna aggiunge delle funzionalità alla precedente.
- **PA** (Process Automation) è stato sviluppato estendendo le funzionalità del PROFIBUS standard in modo da poter essere utilizzato anche nell'ambito del controllo dei processi, garantendo la sicurezza intrinseca attraverso:
  - L'alimentazione sul bus.
  - L'implementazione del Livello 1 in accordo con lo standard IEC 1158-2, oggi noto come MBP.
  - Il concetto di profilo dei dispositivi, che definisce il comportamento dei dispositivi di campo ed assicura la interoperabilità e l'interscambiabilità dei dispositivi stessi,.

# Tecnologie Trasmissive

- RS485
  - Velocità di Trasmissione
  - Topologia
  - Cavi e Connettori
- RS485-IS
- MBP
  - Tecnologia di Connessione
  - Topologie di Rete con MBP
  - Mezzo di Trasmissione
  - Numero di Stazioni e Lunghezza di Linea
- Fibre Ottiche
- Infrared Link Module
- Il Modello Fisco
- Primitive del Physical Layer



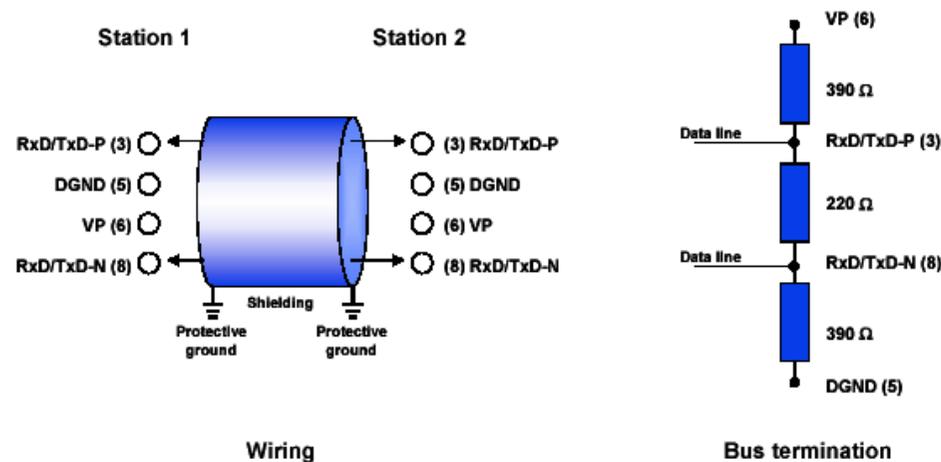
# RS485 (1/2)

- La RS485 è una tecnologia trasmissiva:
  - Semplice e poco costosa.
  - Consente un' elevata velocità di trasmissione.
  - Usa come mezzo fisico un doppino di rame intrecciato e schermato.
- Velocità di Trasmissione
  - Velocità di trasmissione compresa tra 9.6 Kbit/s e 12 MBit/s.
  - Una velocità uniforme va definita per tutti i dispositivi sul bus in fase di configurazione.
  - Fino a ad un 32 stazioni (tra master e slave) possono essere connesse.
  - La massima lunghezza di una linea consentita dipende dalla velocità di trasmissione.

# RS485 (2/2)

## • Topologia

- Topologia lineare (con un max di 32 stazioni per segmento).
- All'inizio e alla fine di ogni segmento va posto un Bus Terminator attivo.
  - I bus terminator sono alimentati in modo permanente al fine di garantire la riduzione degli errori.
- Se vengono connesse più di 32 stazioni devono essere usati dei ripetitori per collegare i diversi segmenti.



# MBP

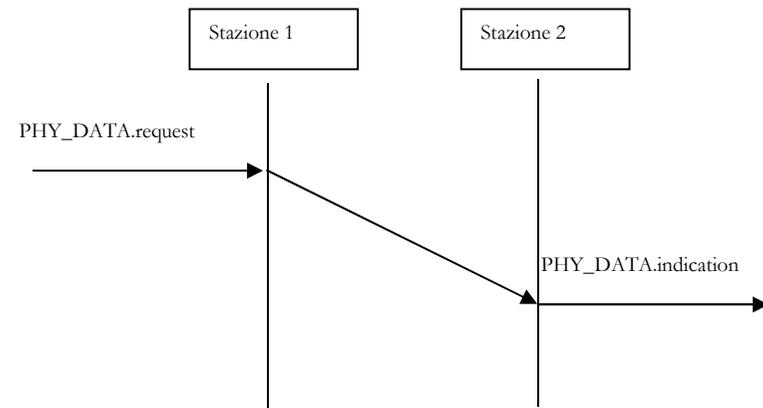
- Il termine MBP (Manchester Coded Bus Powered) si riferisce ad una tecnologia trasmissiva che ha le seguenti caratteristiche:
  - Codifica Manchester (M).
  - Alimentazione sul Bus (BP, Bus Powered).
- E' una tecnologia trasmissiva sincrona con una ben definita **velocità di trasmissione** pari a 31.25 Kbit/s e che usa la codifica Manchester.
- Questa tecnologia trasmissiva è frequentemente usata nell'automazione di processo perché soddisfa la richiesta primaria dell'industrie chimiche e petrolchimiche di **sicurezza intrinseca** e di **alimentazione sul bus** sfruttando una tecnologia con due fili.

# Il Modello FISCO

- Il modello fisco (Fielbus Intrinsically Safe Concept) semplifica la progettazione, l'installazione e l'espansione di un rete PROFIBUS in ambienti esplosivi.
- Concetto base: una rete intrinsecamente sicura non richiede particolari accorgimenti quando i quattro principali componenti di un sistema fieldbus (dispositivi di campo, cavi, accoppiatori di segmento e bus-terminators) rispettano dei limiti prestabiliti riguardo alla tensione, alla corrente, all'uscita, all'induttanza e alla capacità.
- La trasmissione in accordo con MBP e con il modello FISCO è basata su i seguenti principi:
  - Nessuna alimentazione viene fornita sul bus quando una stazione sta trasmettendo.
  - Ciascun segmento ha un'unica sorgente di alimentazione.
  - Ogni dispositivo di campo consuma una corrente costante di almeno 10 mA nel suo stato di attesa
  - I dispositivi di campo si comportano come dei pozzi passivi di corrente.
  - Le terminazioni passive sono realizzate ad entrambe le estremità della linea principale.
  - Sono consentite le seguenti tre topologie di rete: stella, anello e lineare.
  - Si possono aggiungere tratti ridondanti di bus per aumentare l'affidabilità.
- La componente continua di almeno 10 mA., serve per alimentare ogni dispositivo di campo. I segnali trasmessi generati dai dispositivi, vengono modulati con una ampiezza di  $\pm 9$  mA sulla componente continua.

# Primitive del Physical Layer

- Il Physical Layer del PROFIBUS include due primitive di servizio:
  - Una primitiva di request (PHY\_DATA.request) usata per richiedere un servizio ad un controllore FDL remoto.
  - una primitiva di indication (PHY\_DATA.indication) usata per indicare la ricezione di una richiesta al controllore FDL locale.
- La primitiva PHY\_DATA.request ha un solo parametro, FDL\_symbol, che rappresenta il dato che si vuole trasmettere e che può assumere uno dei seguenti valori:
  - Zero, che corrisponde ad uno "0" binario.
  - Uno, che corrisponde ad uno "1" binario.
  - Silenzio, che disabilita il trasmettitore quando nessun simbolo FDL valido deve essere trasmesso.
- la primitiva PHY\_DATA.indication usa lo stesso parametro ma in questo caso può assumere solo i primi due valori.



# Livello Fieldbus Data Link

- Protocollo di Accesso al Bus
  - Ricezione del Token
  - Trasmisione del Token
  - Aggiunta e Rimozione di una Stazione
  - Inizializzazione del Ring
  - Gestione dei Messaggi
  - Definizione del Token Rotation Time
- Sicurezza dei Dati
- Servizi Dell' FDL
  - Send Data with Acknowledge
  - Send Data With No Acknowledge
  - Send Data With Reply
  - Cyclic Send with Data Request
- Telegrammi nel Profibus
  - Frame con campo dati di lunghezza variabile
  - Frames di lunghezza fissa con campo dati
  - Frames di lunghezza fissa senza campo dati
  - Token Frame
  - Codifica dei Servizi (SAP)



# Livello Fieldbus Data Link

- E' il livello Data Link del PROFIBUS e definisce:
  - Le procedure di comunicazione tra master e slave.
  - Le procedure di passaggio del token necessarie per coordinare più master sullo stesso bus (MAC).
  - La sicurezza.
  - La gestione delle frames dati.

# Protocollo di Accesso al Bus (1/6)

- Il PROFIBUS usa due differenti protocolli al livello MAC:
  - Un protocollo di *passaggio del token*, per gestire più master sullo stesso bus
  - Un protocollo di tipo *master/slave* per lo scambio delle frame dati (o telegrammi).
- Il protocollo di *passaggio del token*
  - Usa un mezzo di tipo broadcast.
  - L'anello logico viene formato definendo gli indirizzi delle stazioni.
  - Lo spazio degli indirizzi è molto piccolo ed è compreso tra 0 e 126, infatti solo un singolo ottetto viene usato per gli indirizzi.
  - Ogni stazione (indicata come TS: This Station) conosce gli indirizzi del suo successore logico (NS: Next Station) e del suo predecessore (PS: Previous Station). Queste informazioni sono note attraverso il meccanismo di gestione descritto che sarà descritto.

# Protocollo di Accesso al Bus

(2/6)

- **Ricezione del Token**

- Quando TS riceve il token essa controlla che gli sia stato inviato dalla sua PS. Se è così, il token viene accettato, altrimenti viene ignorato.
- Nell'ultimo caso, se il token viene ricevuto nuovamente, viene accettato e la stazione che invia il token viene registrata come nuova PS nella LAS (List of Active Stations), assumendo che il ring logico sia cambiato.
- Accettato il token, la stazione TS calcola il suo token holding time (THT) e invia i propri dati.

- **Trasmissione del Token**

- Dopo aver inviato i propri dati, la stazione TS prova a passare il token alla sua NS, successivamente ascolta sul mezzo per rilevare qualche attività.
  - TS ascolta sul mezzo solo per un breve intervallo di tempo, chiamato *Slot Time*.
- Se non c'è alcuna attività dopo la terza volta, NS viene assunta come *non operativa*
  - Tre è normalmente il numero massimo di ripetizioni, *max\_retry*, ripetute ad intervalli regolari, *Idle Time*
- TS determina la successiva stazione nel ring (ad e.s. il successore di NS), facendo di questa la nuova NS.
  - La nuova stazione può essere determinata dalle informazioni raccolte durante la gestione del ring logico (contenute nella LAS).
  - Se TS non trova nessun'altra stazione, essa invia il token a se stessa.

# Protocollo di Accesso al Bus (3/6)

- Aggiunta e Rimozione di una Stazione

- Quando TS è stata appena avviata, essa deve prima ascoltare passivamente sul mezzo, finchè non ha ricevuto la stessa sequenza di token frame due volte.
- Durante questo periodo non le è consentito di inviare o rispondere a frame dati ne tanto meno di accettare il token.
- Ogni indirizzo trovato in una token frame ottenuto durante questi due cicli, viene incluso nella **LAS** che viene mantenuta localmente.
- La nuova stazione può entrare nel ring, se la stazione riconosciuta come suo predecessore le passa il token.
- Se TS è già inclusa nel ring logico e scopre di essere stata saltata nel passaggio del token, essa si rimuove da sola dal ring e si comporta come se fosse stata appena accesa.
- Ogni stazione mantiene una gap list, contenente tutte gli indirizzi delle stazioni compresi tra TS e NS.
  - TS deve periodicamente scansionare (Request-FDL-Status) tutte le stazioni nella GAPL.
  - La risposta deve indicare il tipo di stazione ed il suo stato corrente(ready/not ready for the ring) .
  - Se una stazione nella GAPL risponde con “ready” TS modificherà la sua NS, ed accorcerà la propria GAPL, aggiornerà la sua LAS e invierà il token alla nuova stazione
  - All'interno di ogni ciclo di token TS effettua il polling di al massimo una stazione della sua GAPL.

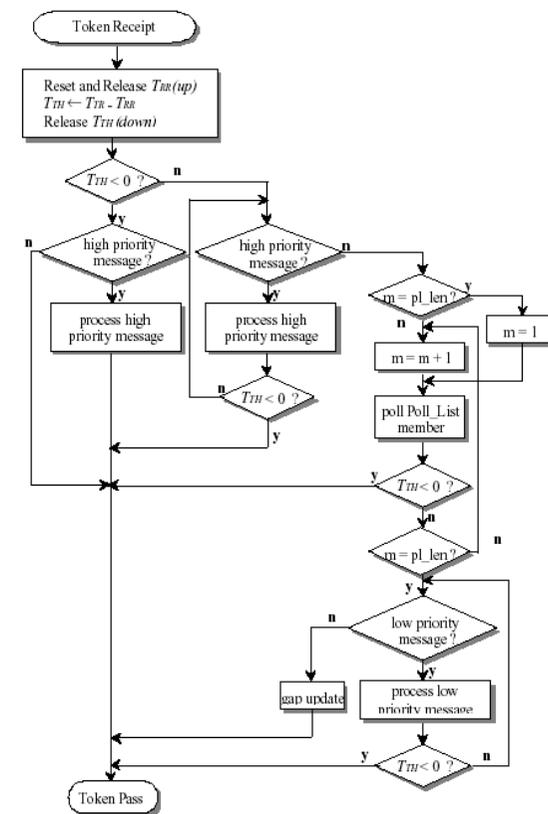
# Protocollo di Accesso al Bus (4/6)

- Inizializzazione del ring
  - Uno speciale meccanismo viene usato per la prima vera e propria inizializzazione del ring o per la perdita del token dovuto al crash della stazione che possiede il token:
    - Ogni stazione ascolta in modo permanente sul bus.
    - Se non c'è alcuna attività sul bus per qualche tempo (*timeout timer*), la stazione “reclama il token”, ad esempio essa comincia a trasmettere dati o una token frame.
    - Il valore del timeout dipende linearmente dall'indirizzo della stazione successiva.

# Protocollo di Accesso al Bus (5/6)

## Gestione dei Messaggi

- **Real Token Rotation Time (TRR)** conteggio del tempo di rotazione.
- **Target token Rotation Time (TTR)** questo parametro è comune a tutti i master.
- **Token Holding Time (TTH)**, è dato dal valore corrispondente alla differenza tra il TTR e il TRR.
- Due categorie di messaggi: *alta priorità* e *bassa priorità*.
- Se all'arrivo, il token è in ritardo, la stazione master che ha ricevuto il token, può inviare al massimo un solo messaggio ad alta priorità.
- Tre sotto tipi di messaggi a bassa priorità: i messaggi di *poll list*, *non cyclic low priority* (servizi del livello applicativo e di gestione remota) e il *Gap List*.
- Dopo che tutti i messaggi ad alta priorità sono stati inviati, vengono inviati i messaggi di poll list.
- I messaggi a bassa priorità non ciclici sono evasi solamente alla fine del completamento del poll.



# Protocollo di Accesso al Bus (6/6)

- Definizione del Token Rotation Time

- Il TTR deve garantire:

- Un ciclo di messaggi ad alta priorità per stazione.
- Tempo per trasmettere i messaggi a bassa priorità.
- Margine di sicurezza per eventuali errori.

- Il suo valore minimo è così definito:

- $min TTR = na * (Ttc + high Tmc) + k * low Tmc + mt * ret Tmc$

dove:

- $na$  = n° di stazioni master.
- $k$  = stima del n° di cicli di messaggi a bassa priorità per rotazione di un token.
- $Ttc$  = tempo di ciclo del messaggio (ad alta o a bassa priorità dipende dalla lunghezza).
- $mt$  = n° di retry di messaggi per rotazione del token.
- $ret Tmc$  = tempo di ciclo per la ritrasmissione.

# Servizi dell' FDL

L'FDL mette a disposizione dell' user i seguenti 4 servizi per la trasmissione dei dati:

Servizio	Descrizione	Usato da
SDA	Invio di dati con richiesta di Acknowledge	FMS
SDN	Invio di dati senza Acknowledge	FMS, DP
SRD	Invio di Dati e Richiesta di Dati	FMS, DP
CSRD	Invio di Dati e Richiesta di Dati Ciclico	FMS

- **Send Data with Acknowledge**
  - Permette di mandare dati ad una stazione (sia master che slave) e di avere una conferma sul successo del trasferimento.
- **Send Data with No Acknowledge**
  - Permette di mandare dati ad una stazione (sia master che slave) o anche in broadcast/multicast (a più stazioni), ma senza conferma.
  - E' un servizio di tipo NON confermato.
  - Per il multicast c'è un DSAP per ogni gruppo di utenti.
- **Send Data with Reply**
  - Permette di inviare dati ad una stazione (sia master che slave) e di avere da questa dei dati di ritorno (al limite anche di riceverne senza mandarne).
- **Cyclic Send and Request Data with Reply**
  - Permette di inviare dati (e riceverne) ad un insieme di stazioni ciclicamente.
  - Per ciclicamente si intende che i dati (a bassa priorità) sono inviati in sequenza, secondo un certo ordine, ma senza imporre una periodicità, però entro un tempo massimo.

# Protocollo di Comunicazione DP

- DP è oggi disponibile in tre versioni DP-V0, DP-V1 e DP-V2:

- **DP-V0** fornisce le funzionalità base del protocollo DP, includendo lo scambio ciclico di dati e le funzioni diagnostiche
- **DP-V1** consente lo scambio aciclico dei dati per quanto concerne le procedure di configurazione, di diagnostica o di gestione degli all'armi di dispositivi intelligenti, oltre al consueto scambio ciclico .
- **DP-V2** si adatta principalmente alle necessità della "Drive technology". Grazie alle funzionalità aggiuntive, come ad es. le modalità isocrone dei dispositivi, la comunicazione tra slave( DXB) ecc., può essere usato quindi, nei drive-bus, utilizzati per il controllo di sequenze di movimenti molto veloci che avvengono su assi.



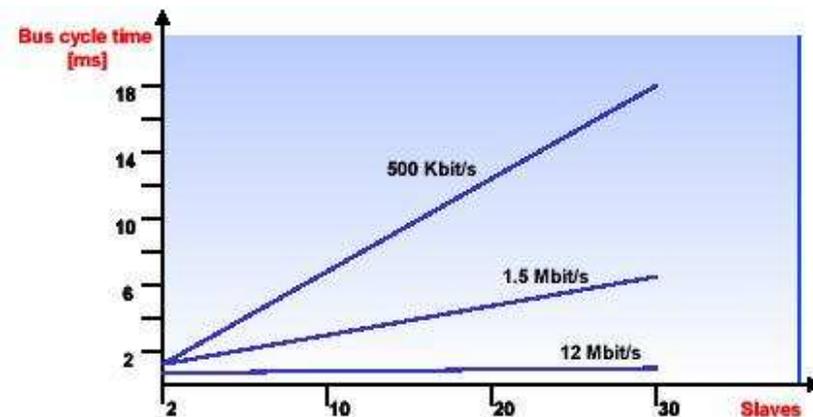
# Funzionalità Base del DP-V0 (1/3)

- Velocità di Trasmissione

- DP richiede approssimativamente 1 ms a 12 Mbit/s per la trasmissione di 512 bits di ingresso e 512 bits di uscita, che connette 32 stazioni.

- Funzioni Diagnostiche

- Le funzioni di diagnostica del protocollo DP consentono una veloce localizzazione dei "faults". I messaggi diagnostici sono trasmessi sul bus e raccolti dai master. Questi messaggi sono distinti in tre livelli:
  - **Device-Specific Diagnosis** : riguardano lo stato operativo generale di una stazione (ad es. innalzamento della temperatura, bassa tensione)
  - **Module-Related Diagnosis** : indicano se ci sono delle azioni diagnostiche pendenti all'interno di un ben preciso sottoinsieme di stazioni.
  - **Channel-Related Diagnosis** : si riferiscono alle cause di guasto relative ad un singolo bit di ingresso/uscita come ad es. un "Corto circuito su un uscita".



# Funzionalità Base del DP-V0 (2/3)

- Sistemi di Configurazione

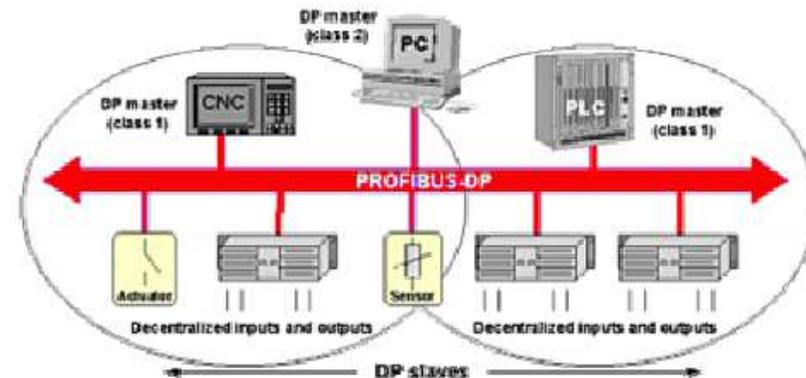
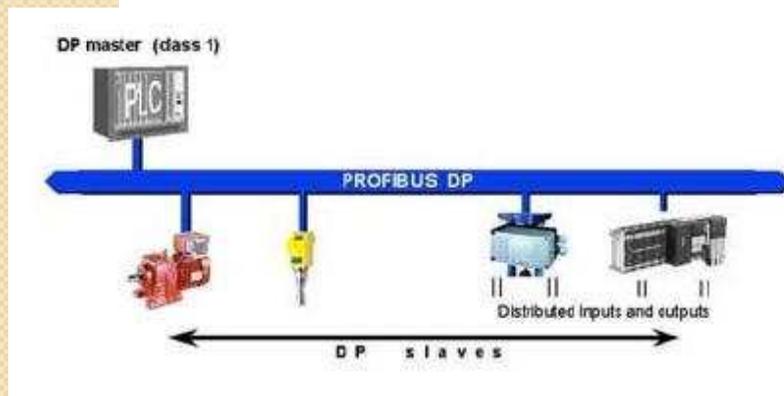
- Il protocollo DP supporta l'implementazione sia dei sistemi mono-master che multi-master. Questo consente una grande flessibilità durante la configurazione del sistema
- Le specifiche relative alla configurazione del sistema sono le seguenti:
  - Numero di stazioni.
  - Assegnamento degli indirizzi delle stazioni ( agli indirizzi I/O ).
  - Consistenza dei dati di I/O.
  - Il formato dei messaggi di diagnostica.
  - I parametri del bus usati.

- Tipo di Dispositivi

- *DP Master di Classe 1*: è un controllore centrale che ciclicamente scambia informazione con le stazioni decentralizzate (slaves) a lui assegnate con un specifico tipo di messaggio.
- *DP Master di Classe 2*: questi dispositivi vengono utilizzati nella fase di configurazione del sistema DP o nelle necessarie operazioni di monitoraggio e diagnostiche.
  - non deve essere permanentemente connesso al bus
- *Slaves*: sono stazioni periferiche che ricevono dati in input (richieste) e/o spediscono in output informazioni al controller (risposte).
  - Gli slaves sono dispositivi passivi.
  - Sono indirizzabili da entrambi i tipi di master

# Funzionalità Base del DP-V0 (3/3)

- Sistemi **mono-master**, un solo master è attivo sul bus durante la fase operativa
  - Il PLC è il componente di controllo centrale, con gli slaves connessi ad esso tramite il mezzo fisico.
  - Questa configurazione ha il più breve il cycle time.
- Sistemi **multi-master**, più stazioni attive sono collegate al bus in fase operativa.
  - L'accesso al mezzo è consentito alla sola stazione attiva che possiede il token.
  - Ciascun master, insieme agli slave che può indirizzare, rappresenta un sottosistema indipendente.
  - Le comunicazioni tra master di classe I sono limitate ai messaggi di scambio del token.



# Protocollo di Comunicazione FMS

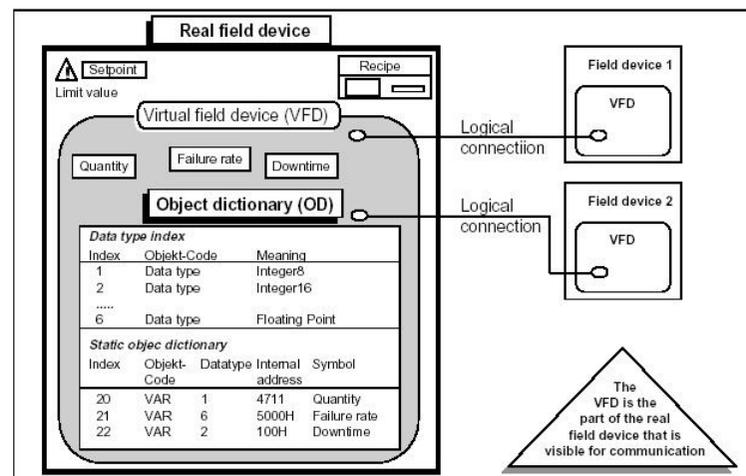
- Static Communication Objects
- Dynamic Communication Object
- Indirazzamento Logico
- Servizi FMS
  - Servizi Confermati
  - Servizi non Confermati
- Lower Layer Interface (LLI)
  - Connection Oriented communication relationships
  - Connectionless Communication relationships
- Gestione della Rete
  - Context Management
  - Configuration Management
  - Fault Management



# Protocollo di Comunicazione FMS (1/2)

Il Protocollo di Comunicazione FMS è stato progettato per la comunicazione al livello di cella. A questo livello, i controllori programmabili (PLCs e PCs) comunicano prevalentemente tra di loro. In questa settore applicativo un alto grado di funzionalità è più importante di avere bassi tempi di reazioni.

- Il modello di comunicazione del PROFIBUS-FMS consente a processi applicativi distribuiti di combinarsi in un processo comune attraverso l'uso di alcune relazioni di comunicazione.
- La parte di un processo applicativo in un dispositivo di campo che può essere raggiunta attraverso il sistema di comunicazione è chiamata “**Virtual Field Device**” (VFD) .
- Affinché un processo applicativo possa comunicare con un altro processo devono essere disponibili i cosiddetti *communication objects*.
- Tutti i *communication objects* di un dispositivo di comunicazione sono inseriti in un *object dictionary* (OD). L'object dictionary contiene descrizioni, strutture e tipi dati, così come tutte le relazioni tra gli indirizzi dei dispositivi interni agli oggetti di comunicazione e la loro reale designazione sul bus (index/name).



# Protocollo di Comunicazione FMS (2/2)

- **Static Communication Objects**
  - Sono inseriti nello static object dictionary e sono configurati una sola volta quindi non possono essere modificati durante le operazioni.
  - L' FMS annovera cinque tipi di communication objects:
    - Variabili Semplici.
    - Array (insieme di variabili dello stesso tipo)
    - Record (insieme di variabili semplici di tipi differenti)
    - Domain (aree di memoria che possono contenere sia dati che programmi)
    - Eventi (oggetti che contengono messaggio, di solito ad alta priorità)
- **Dynamic Communication Object**
  - Sono inseriti nella sezione dinamica dell' object dictionary quindi possono essere modificati durante le normali operazioni.
- **Indirizzamento Logico**
  - E' il metodo di indirizzamento più usato per gli oggetti.
  - L'accesso è realizzato con indirizzo molto corto (gli indici) che è un numero di tipo Unsigned 16.
  - Un'opzione aggiuntiva è quella di indirizzare l'oggetto attraverso il suo nome.

# Servizi FMS

I servizi FMS sono un sottoinsieme dei servizi MMS ( MMS = Manufacturing Message Specification, ISO 9506 ) che sono stati ottimizzati per le applicazioni relative al bus di campo e che sono state estese attraverso le funzioni per la gestione dei communication objects e della rete:

- **Servizi Confermati**
  - Usati per comunicazioni orientate alla connessione.
- **Servizi non Confermati**
  - Usati in comunicazioni connectionless (broadcast e multicast).
  - Possono essere trasmessi con alta e bassa priorità.
- **I servizi FMS sono divisi nei seguenti gruppi:**
  - *Context Management* : servizi usati per stabilire e terminare una connessione logica.
  - *Variable Access* : servizi usati per accedere a variabili, record e array o liste di variabili.
  - *Domain Management* : servizi usati per trasmettere aree di memoria molto ampie. I dati devono essere divisi in segmenti dall'utilizzatore.
  - *Program Invocation Management* : servizi usati per il controllo dei programmi.
  - *Event Managent* : servizi usati per trasmettere messaggi dall'arme. Questi messaggi sono anche inviati in broadcast o multicast.
  - *VFD Support* : servizi usati per l'identificazione e per la richiesta dello stato dei dispositivi. Essi possono essere inviati spontaneamente successivamente alla richiesta di un dispositivo effettuata in broadcast o in multicast.
  - *OD Management* : servizi usati per effettuare un accesso in lettura e in scrittura all' object dictionary.