

# Réseaux temps réel : Profibus

Jérôme Ermont

3SN - SEMBIOT

# Plan

---

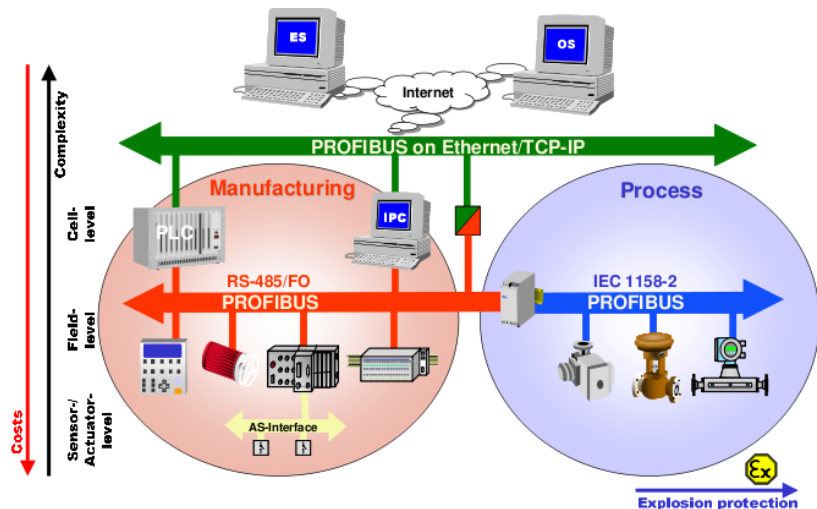
En bref

Accès au bus

Profil de communication DP

Exercices

# Domaine d'applications

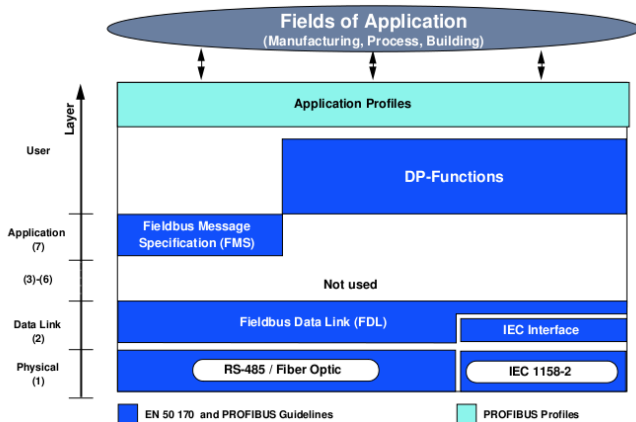


# Profibus en bref

---

- Standard (EN 50170 et EN 50254) pour la communication d'applications industrielles
  - Permet l'interconnexion d'équipements provenant de différents constructeurs
- Offre différents protocoles (profils) de communication :
  - DP : Decentralized Periphery
  - FMS : Fieldbus Message Specification
- Utilise différentes technologies physiques :
  - RS-485, IEC 1158-2, Fibre optique, ...

# Architecture protocolaire



DP : Utilise *Direct Data Link Mapper* (DDLM)

FMS : Utilise *Lower Layer Interface* (LLI) pour les services FMS avec la couche liaison → Interconnexion entre applis

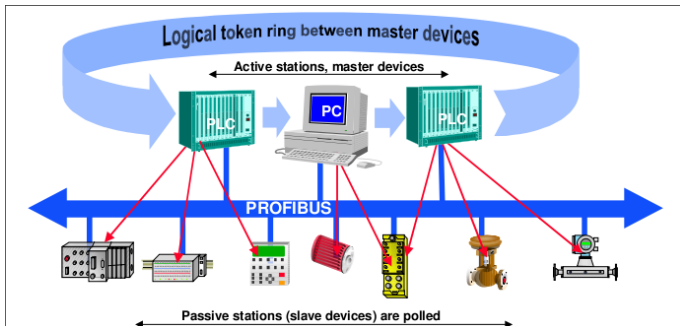
# Accès au bus

---

- Bus multi-maître → interconnexion de plusieurs automates avec leurs périphériques associés sur un seul bus
- Le maître contrôle la communication avec ses périphériques lorsqu'il obtient l'autorisation (obtention d'un jeton)
- Les esclaves → les périphériques :
  - les E/S, les contrôleurs, les capteurs, ...
  - pas d'accès direct au bus → autorisation par le maître pour émettre et recevoir (polling)

# Méthode d'accès au bus

- La couche FDL (*Fieldbus Data Link*)



- Jeton circulant entre les maîtres
- *Polling* entre les maîtres et les esclaves

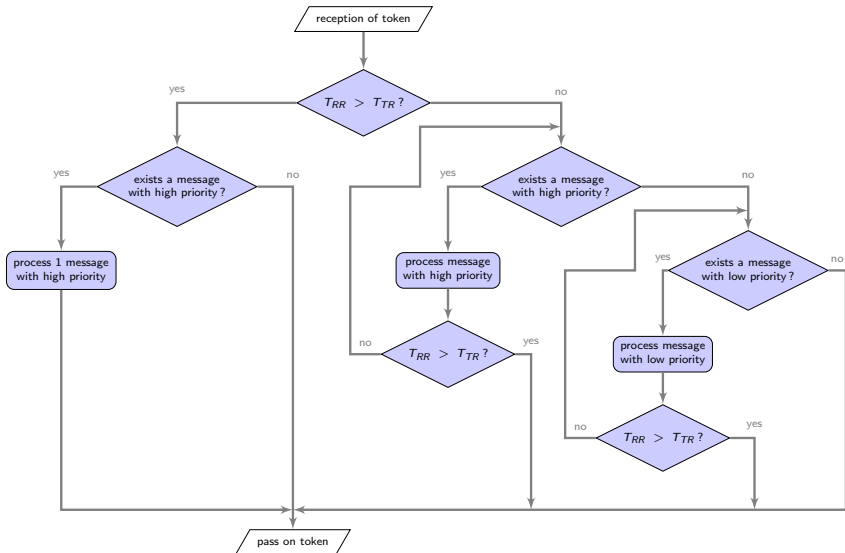
# Le jeton circulant

---

- Autorise la communication entre un maître et ses esclaves pendant une durée déterminée
- Anneau logique → Séquence : adresses croissantes des maîtres
- Au démarrage d'une station maître :
  - insertion logique dans l'anneau
  - suppression des stations maîtres défaillantes ou éteintes
- Durée maximale de circulation du jeton dans l'anneau logique :
  - Target Rotation Time ( $T_{TR}$ ) : configuré à l'initialisation
  - Real Rotation Time ( $T_{RR}$ )
  - Une station ne peut émettre que si  $T_{RR} < T_{TR}$



# Gestion de la circulation du jeton



# Format des trames

---

Data frame without data field

SD1	DA	SA	FC	FCS	ED
-----	----	----	----	-----	----

Data frame with fixed data field length

SD3	DA	SA	FC	data field	FCS	ED
-----	----	----	----	------------	-----	----

(8 bytes)

Data frame with variable data field length

SD2	LE	LEr	SD2	DA	SA	FC	data field	FCS	ED
-----	----	-----	-----	----	----	----	------------	-----	----

(max. 246 bytes)

Token frame

SD4	DA	SA
-----	----	----

SD1...SD4: Start Delimiter

LE: Length

LEr: Length (repetition)

DA: Destination Address

SA: Source Address

FC: Frame Control

FCS: Frame Check Sequence

ED: End Delimiter

# Fonctionnement

---

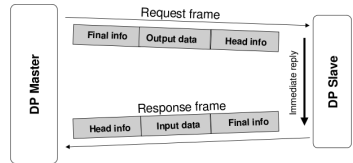
- Les maîtres :
  - lecture périodique des données fournies par les esclaves
  - écriture périodique des données vers les esclaves
  - Temps de cycle de scrutation de bus < Temps de cycle de l'automate (généralement 10ms)
- Esclaves : Périphériques (E/S, Disques, Equipements de mesures, Actionneurs)
  - Emission et réception de données
  - Quantité de données dépend du périphérique (au max 246 octets)
- Au max. 126 équipements (maîtres ou esclaves) connectés au bus
- A la configuration des systèmes :
  - Nombre de stations
  - Affectation des adresses de stations aux adresses E/S
  - Consistance des données d'E/S
  - Format des messages de diagnostic
  - Paramètres de bus utilisés

# Communication périodique entre un maître et les esclaves

---

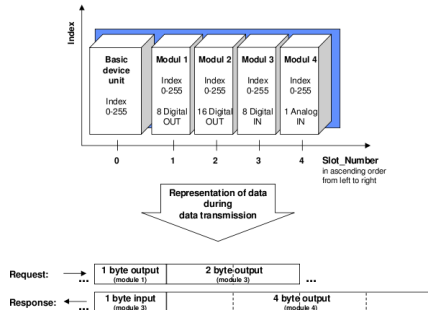
- Ordre de scrutation → utilisateur
- 3 phases de communication :
  - phase de d'acquisition des paramètres
  - phase de configuration
  - phase de transfert de données
- Durant les phases d'acquisition et de configuration, mise en conformité entre les maîtres et les esclaves :
  - type des données, format, longueur
  - nombre de données
  - → protection d'erreur

- Phase de transfert de données :



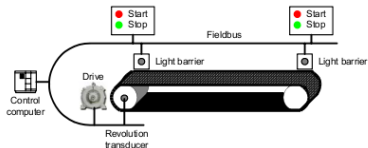
# Communication acyclique

- Données de contrôle et de configuration, alarmes
- Transmise en même temps que les données cycliques
- Esclaves découpés en modules → position dans la trame identifie le module
- Découpage en slot et index :

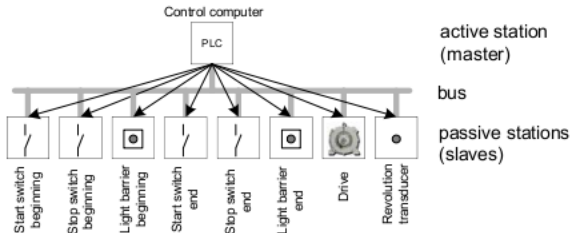


# Exercice I : Un système mono-maître

- Un système de tapis roulant utilisant un système PROFIBUS :



- Topologie du système :



## Exercice I : Un système mono-maître

---

- Configuration :
  - 8 esclaves interrogés cycliquement
  - Service de communication SRD
  - Quantité de données fixe : 8 octets
  - Débit : 500 kBit/s
  - L'*overhead* induit par le monitoring du bus et le traitement des esclaves est constant :  $L_O=500$  bit-times.
- Contrainte : le temps de réaction maximal du système est  $T_{max}=50$  ms

## Exercice I : Un système mono-maître

---

1.
  - a. Calculez la longueur  $L_F$  d'une trame de données en nombre d'octets.
  - b. Les trames sont émises sur le support en utilisant la norme de codage RS232 (11 bits au total), déduisez-en la longueur d'une trame en nombre de bits.
  - c. Combien de temps faut-il pour effectuer une communication suivant le service SRD ?
2. Calculez le temps minimal de scrutation du bus nécessaire afin d'interroger tous les esclaves. La limite imposée par le temps maximal de réaction est-elle dépassée ?



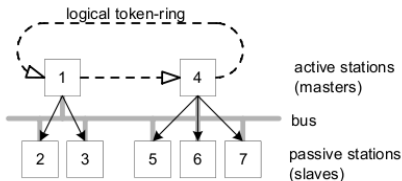
## Exercice I : Un système mono-maître

---

3. Le maître attend la réponse de l'esclave pendant une durée  $T_{SL}$ . Quand ce délai expire, le maître considère que la transmission a échoué et le message est envoyé à nouveau (au plus 2 fois). Quelle valeur doit-on choisir pour la durée  $T_{SL}$  de manière à respecter la contrainte du temps de réaction maximal  $T_{max}$  dans le pire des cas ? Pire des cas : 2 transmissions erronées suivies d'une transmission correcte au 3ème essai.
4. Le tapis roulant doit être étendu d'une longueur totale de 1000m. Quel problème se produit-il alors sur le bus ? (A 1200m, le débit est de 93,75 kb/s)

## Exercice II : Un système multi-maîtres

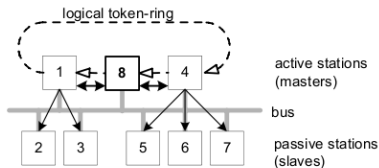
- Topologie :



- Configuration :
  - 2 maîtres (1 et 4) contrôlent 2 ou 3 esclaves
  - Utilisation du service SRD ( $T_{SRD} = 1,6 \text{ ms}$ )
  - Temps d'acquisition, de traitement et de passage du jeton est constant :  $T_{Tok} = 1 \text{ ms}$
- Construisez la séquence des messages qui circulent sur le bus. Calculez le *real rotation time*.

## Exercice III : Un système multi-maîtres possédant une station de contrôle

- Topologie :



- la configuration des maîtres et des esclaves est la même que précédemment (SRD, durées)
- 8 est une station de contrôle qui communique avec 1 et 4 :
  - service SDN ( $T_{SDN}=6,5$  ms)
  - messages de faible priorité
- Le Target-rotation-time est de  $T_{TR}=10$  ms

## Exercice III : Un système multi-maîtres possédant une station de contrôle

---

- Configuration des messages :

Messages	Temps de traitement	Priorité
$M_{12}, M_{13}, M_{45}, M_{46}, M_{47}$	$T_{SRD}=1,6 \text{ ms}$	élevée
$M_{18}, M_{48}, M_{81}, M_{84}$	$T_{SDN}=6,5 \text{ ms}$	faible
$M_{Tok}$	$T_{Tok}=1 \text{ ms}$	-

- Messages en attente d'émission :
  - Maître 1 :  $M_{12}, M_{13}, M_{18}$
  - Maître 2 :  $M_{45}, M_{46}, M_{47}, M_{48}$
  - Maître 8 :  $M_{81}, M_{84}$
- Construisez la séquence des messages en tenant compte des priorités des messages. Quel est le  $T_{RR}$  résultant ?