

# Bus de terrain

Profibus

## Thèmes abordés

- Présentation de Profibus.
- Couche physique.
- Couche liaison.
- Couche application.
- Analyse des performances.
- Intégration sur une carte électronique.

### Profibus

#### Présentation

- Nom
  - Officiellement : **PRO**cess **F**ield **B**US.
- Origine
  - Projet allemand : Bosch, Siemens, ...
- Standardisation
  - DIN 19245 (1991), EN50170 (1996), IEC 61158 (1999).
- Organisation
  - [www.profibus.org](http://www.profibus.org)
  - Il faut être membre pour avoir accès aux spécifications techniques.

### Profibus

#### Présentation - les variantes de profibus

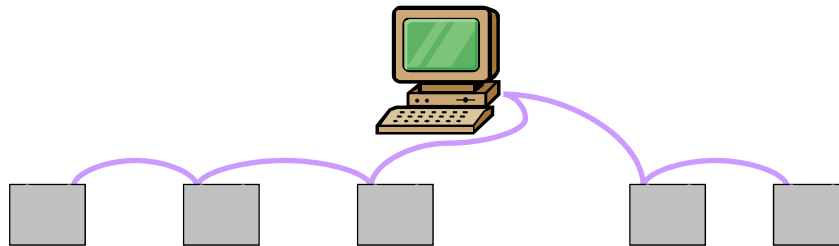
- Profibus FMS - Fieldbus Message Specification :
  - le premier à avoir été utilisé.
  - Messagerie industrielle entre automates.
    - Remplacé par Ethernet, donc peu (plus) utilisé aujourd'hui.
- Profibus PA - Process Automation
  - Alimentation et signal sur un même câble, jusqu'à 31.25 kbits/s.
- Profibus DP - Decentralized Periphery
  - Jusqu'à 12 Mbits / s.
- Domaine d'utilisation
  - Très répandu sur une large gamme d'installations automatisées.
  - Initialement pas conçu pour la commande de mouvements synchronisés.
  - Introduit dans Profibus DP-V2.

## heig-vd

### Profibus - DP

Utilisation typique

- Topologie BUS



## heig-vd

### Profibus - DP

Couche Physique : RS485 sur câble bi axial

- Câble
  - Paire torsadée blindée.
  - Soigneusement isolée par une feuille conductrice et une tresse.
  - 2 conducteurs nommés A et B.
    - Fil vert : A, transporte le signal RxD/TxD-N
    - Fil rouge : B, transporte le signal RxD/TxD+N

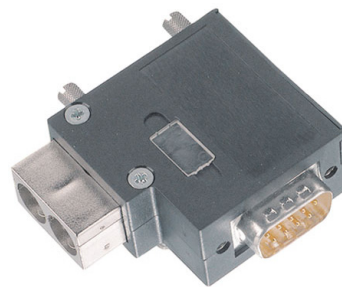
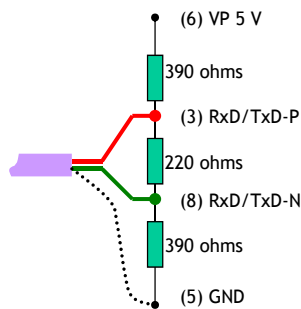


## heig-vd

### Profibus - DP

Couche Physique : RS485 sur câble bi axial

- Terminaison de ligne
  - Résistances de terminaison équivalentes à l'impédance du câble.
  - Résistances pour polariser la ligne en l'absence de signal.
  - En général, intégrées dans le connecteur, activables par un interrupteur



Bus de terrain - Profibus

6

## heig-vd

### Profibus - DP

Couche Physique - Débit et distance de Profibus DP

- La distance maximale et le débit sont liés
- Profibus accepte jusqu'à
  - 32 équipements sans répéteur.
  - 126 équipements avec répéteur.
- L'utilisation d'un répéteur régénérant le signal permet de cascader les segments.
- Il ne doit pas y avoir plus de 9 répéteurs entre un équipement et le maître.

Débit (kbits / s)	Longueur de segment (m)
9.6 ; 19.2 ; 45.45 ; 93.75	1200
187.5	1000
500	400
1500	200
3000 ; 6000 ; 12'000	100

Bus de terrain - Profibus

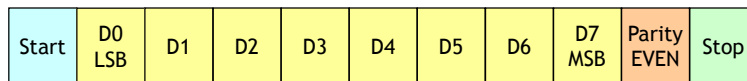
7

## heig-vd

### Profibus - DP

Codage du signal

- Codage NRZ
  - 1 bit de start
  - 8 bits de donnée
  - 1 bit de parité paire
  - 1 bit de stop
- Ordre des bits : LSB d'abord.

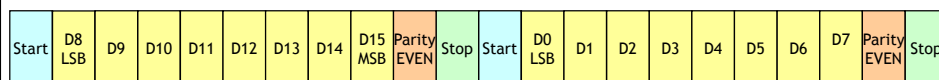


## heig-vd

### Profibus - DP

Codage des données

- Format « Big endian »
  - Lors de la transmission de données composées de plusieurs bytes
  - Word (16 bits), DWord (32 bits)
  - Les octets de poids fort sont transmis d'abord.

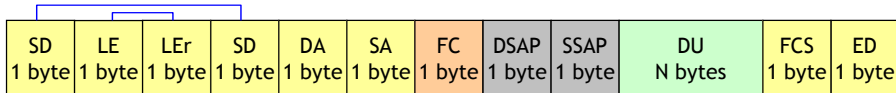


# heig-vd

## Profibus - DP

Liaison - Structure commune des télégrammes

SD	1 byte	Start Delimiter
LE	1 byte	Data Length (DU + DA + SA + FC + DSAP + SSAP)
LEr	1 byte	Length <i>repeated</i>
DA	1 byte	Destination Address
SA	1 byte	Source Address
FC	1 byte	Function Code
DSAP	1 byte	Destination Service Access Point (optional)
SSAP	1 byte	Source Service Access Point (optional)
DU	1 to 244	Data Unit
FCS	1 byte	Frame Checking Sequence (Addition of bytes within specified length)
ED	1 byte	End Delimiter (always 16h)



Bus de terrain - Profibus

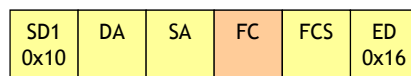
10

# heig-vd

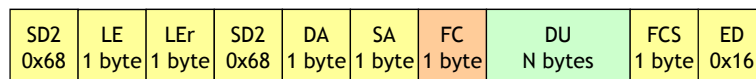
## Profibus - DP

Liaison - Exemples de télégrammes

- Aucune donnée:



- Données de taille variable



Bus de terrain - Profibus

11

# heig-vd

## Profibus - DP

Liaison - Format des télégrammes - détails

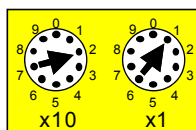
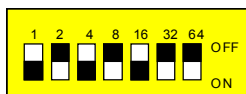
- La norme précise
  - Les divers types de télégrammes, identifiés par leur SD.
  - Les fonctions possibles pour chaque type, identifiées par FC.
- Exemple
  - Ecriture des sorties
    - SD = 68h, FC = 6h, pas de SSAP ni DSAP
    - DU : contient les valeurs des sorties.
  - Réponse
    - Structure similaire.
    - DU : contient les valeurs des entrées.

# heig-vd

## Profibus - DP

Liaison : Adressage

- Plage d'adresses de 0 à 127
  - 0 : en général utilisée par les outils de diagnostic.
  - 1 à 125 : adresses librement utilisables pour les maîtres et esclaves.
  - 126 : réservée pour les équipements dont l'adresse est définie par le bus.
  - 127 : adresse de diffusion (message reçu par tous les esclaves)
- Configuration de l'adresse d'un esclave
  - En général, faite par des interrupteurs sur le boîtier.

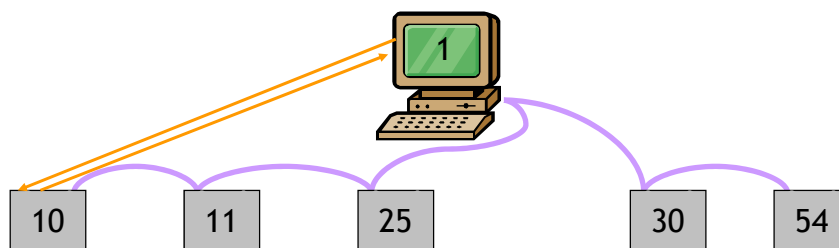


## heig-vd

### Profibus - DP

Liaison - Accès au médium

- Fonctionnement maître esclave
  - Le maître envoie une requête à un esclave.
  - L'esclave renvoie une réponse en retour.
  - Ainsi, pas de risque de collision, le maître gère l'accès au médium.



Bus de terrain - Profibus

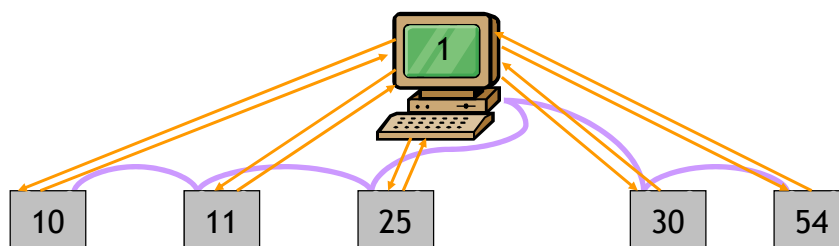
14

## heig-vd

### Profibus - DP

Principe des échanges d'information

- Polling successif des différents esclaves
- Fonctionnement cyclique
- Le temps de cycle dépend
  - Du nombre d'esclaves
  - De la taille des données échangées



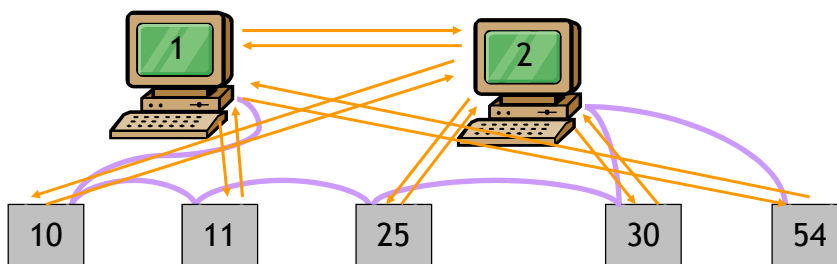
Bus de terrain - Profibus

15

## Profibus - DP

### Fonctionnement multi maître

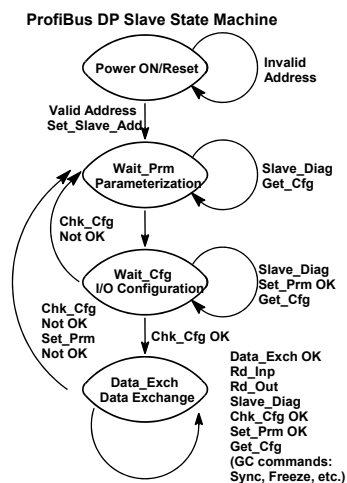
- Profibus DP peut fonctionner avec plusieurs maîtres.
  - Les différents maîtres accèdent à tour de rôle au bus.
  - Ils s'échangent un « jeton ».
    - Le propriétaire du jeton a le droit d'utiliser le bus.
    - Lorsqu'il a fini son cycle, il envoie un télégramme au maître suivant pour lui passer le jeton.
- Les règles suivantes s'appliquent
  - Un seul maître peut écrire vers un esclave.
  - Tous les maîtres peuvent lire tous les esclaves.



## Profibus - Couche application

### Machine d'état des esclaves

- Au démarrage, le maître
  - Demande l'information de diagnostic
  - Paramètre l'esclave
    - Définition du mode de fonctionnement.
    - Notification du maître
  - Configure les entrées sorties
    - Indique la taille des données qui seront échangées.
  - Demande à nouveau l'information de diagnostic
- Puis, le maître gère le mode cyclique

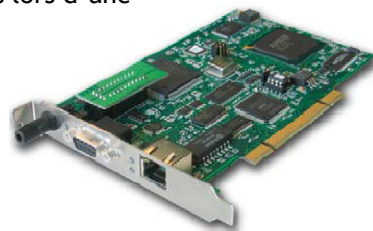


## heig-vd

### Profibus - DP

Configuration du maître

- Le maître profibus peut être
  - Un automate programmable équipé de l'interface adéquate.
  - Un ordinateur (PC) équipé d'une carte dédiée.
- Configuration du maître
  - Le maître doit connaître la liste des esclaves à gérer.
  - Il doit aussi connaître la taille des données à échanger.
  - Ces informations sont communiquées lors d'une phase de configuration



## heig-vd

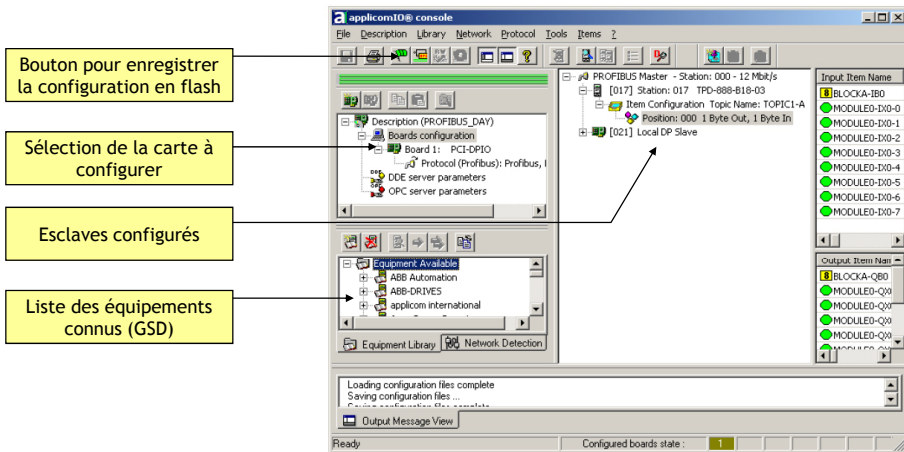
### Profibus - DP

Liaison : Configuration du maître - les fichiers GSD

- Principe de la configuration Profibus
  - Pour chaque esclave, le fournisseur livre un fichier décrivant ses possibilités.
  - Le format du fichier est normalisé
    - fichier GSD : General Station Description
- Les maîtres Profibus sont livrés avec
  - Un logiciel de configuration capable d'interpréter les fichiers GSD.
  - Une collection de fichiers GSD de matériel connu.
- Le fichier GSD, un fichier texte contenant
  - Les possibilités de l'esclave :
    - Débits de transmission supportés, numéro de version, ...
  - La description des données de l'esclave
    - Données par type de modules supportés par l'esclave

## Profibus - DP

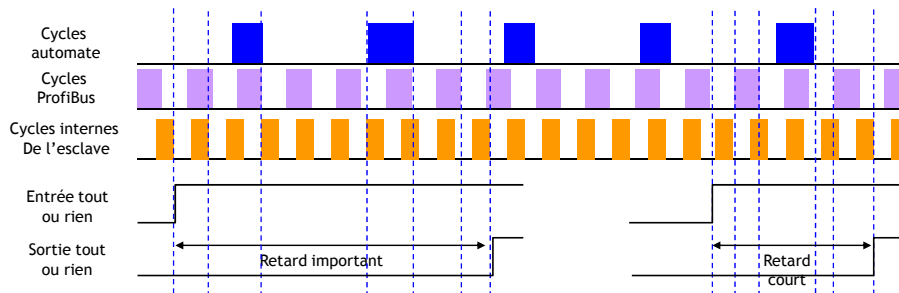
Liaison : Configuration du maître - Exemple



## Profibus - DP

Cycles asynchrones

- La norme Profibus n'impose pas de synchronisation entre les cycles automates et bus de terrain.
- Conséquence
  - Les cycles sont en général asynchrones.
  - Les différents temps de cycle engendrent
    - Des latences cumulées
    - Une gigue importante.



## heig-vd

### Profibus - DP

Analyse - Comparaison entre Profibus et le câblage traditionnel

- **Avantages**
  - Tous les avantages d'un bus de terrain.
  - Bien adapté à la gestion d'entrées sorties.
- **Inconvénients**
  - Latence, gigue.
  - Mal approprié pour la commande de mouvements synchronisés.
  - Complexité de mise en œuvre.
  - Nombreuses sources de problèmes potentiels.
  - Risque de défauts plus élevés.
  - Outils et compétences requis beaucoup plus élevés.

## heig-vd

### Profibus - DP

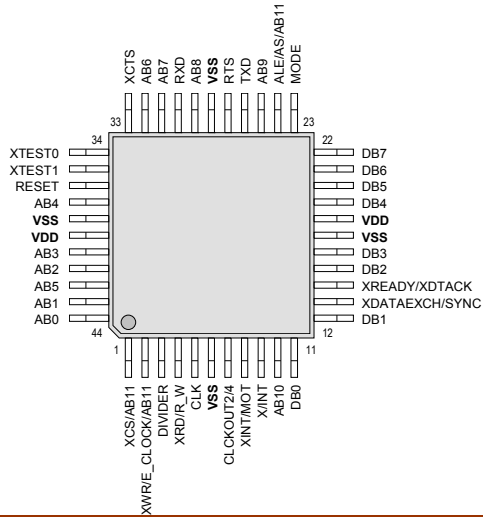
Dépannage

- **Diagnostiquer les problèmes**
  - En général, voyant de contrôle sur périphérique.
  - Vérifier le câblage, les résistances de terminaison.
  - Contrôler la configuration du maître.
  - Problèmes aléatoires dus aux perturbations électromagnétiques.
- **Analyseurs de réseau**



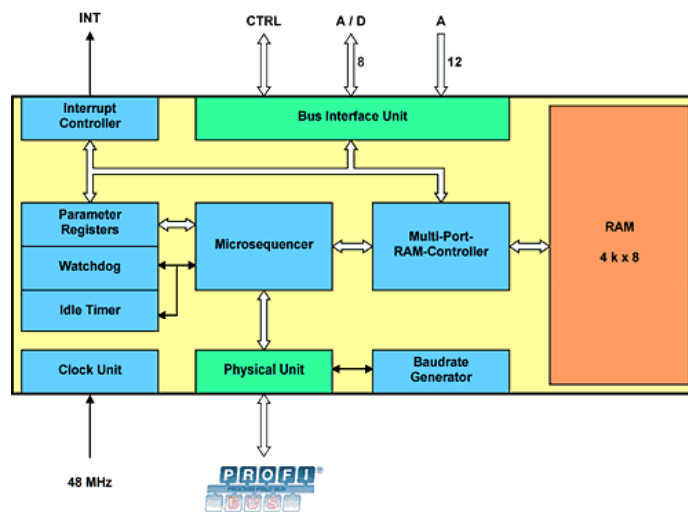
Intégration électronique

Exemple de l'ASIC Profichip VPC3+C



Intégration électronique

Exemple de l'ASIC profichip VPC3+C - structure interne



## Intégration électronique

Exemple de l'ASIC Profichip VPC3+C

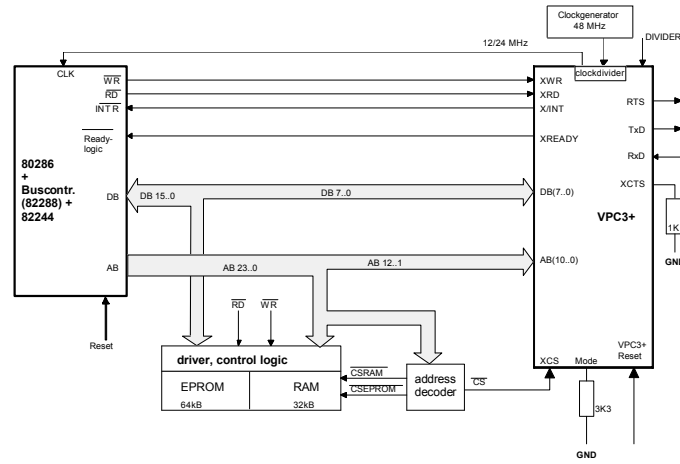
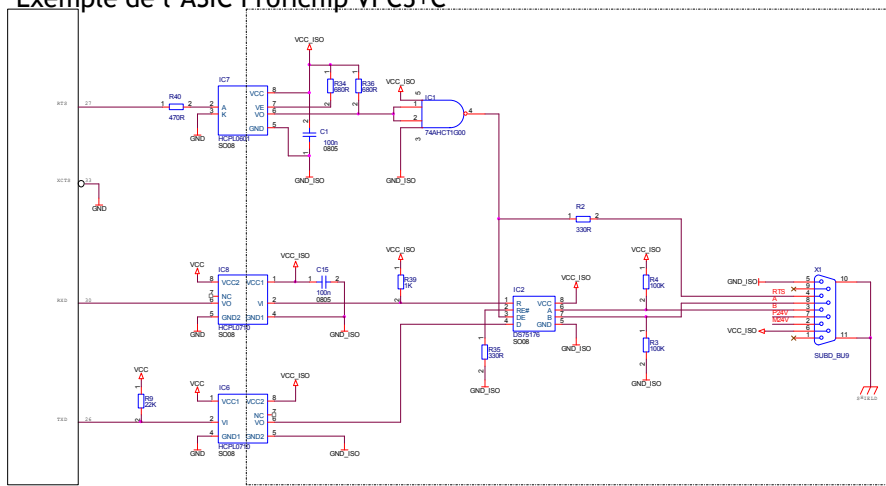


Figure 8-5: 80286 System (X86 Mode)

## Intégration électronique

Exemple de l'ASIC Profichip VPC3+C



ASIC

Opto-coupleurs

Tranceiver RS485

## heig-vd

### Intégration électronique

Exemple de l'ASIC Profichip VPC3+C - Programmation

- Logiciel embarqué
  - VPC3+C livré avec une bibliothèque en langage C prête à l'emploi.
  - Doit être configurée pour le micro contrôleur utilisé.
    - Ligne d'interruption, adresse mémoire du chip, ...
- Que reste-t-il à faire
  - Configurer la bibliothèque à l'initialisation
  - Répondre aux interruptions
    - Copier les entrées vers le chip.
    - Copier les valeurs de sortie reçues vers la périphérie.

```
VPC3_UNSIGNED8_PTR vpc3_get_doutbufptr (UBYTE_PTR_ATTR *state_ptr);  
VPC3_UNSIGNED8_PTR vpc3_get_dinbufptr ();
```

## heig-vd

### Avantages / Inconvénients

- Avantages
  - Très répandu.
  - Beaucoup de matériel disponible auprès de nombreux fournisseurs.
  - Performances adaptées pour une large gamme d'applications.
- Inconvénients
  - Câblage peu aisé.
  - Technologie en voie d'obsolescence.

### Qu'avons-nous appris ?

- Profibus DP
  - Bus de terrain très répandu dans l'industrie.
  - Une technologie basée sur RS 485
  - Un fonctionnement cyclique sur le principe maître esclave
- Performances
  - Cumul de latences.
  - Cycles désynchronisés, donc gigue importante.
- Intégration électronique
  - Des circuits intégrés qui comportent toute la logique.
  - Une bibliothèque logicielle prête à l'emploi.

### Vos questions

