

LES AUTOMATISMES

**LES
RESEAUX
LOCAUX
INDUSTRIELS
R.L.I.**



Lycée L.RASCOL 10, Rue de la République
BP 218. 81012 ALBI CEDEX

SOMMAIRE

LA COMMUNICATION

Besoins en communication

Le concept CIM

ARCHITECTURE DES RESEAUX

Topologie

\$ réseaux en BUS

\$ réseaux en anneau

Protocole

\$ réseaux à accès aléatoires

\$ réseaux à accès contrôlés

Mode de transmission

EXEMPLE D'APPLICATION

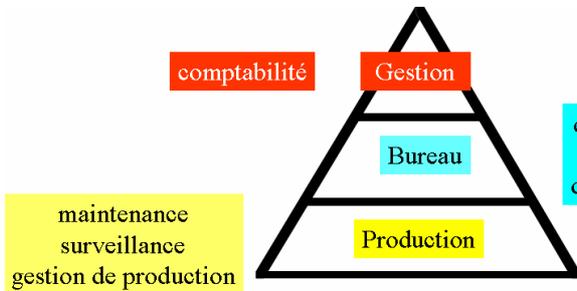
Bus de terrain ASI

Réseau d'atelier PROFIBUS

Réseau usine ETHERNET

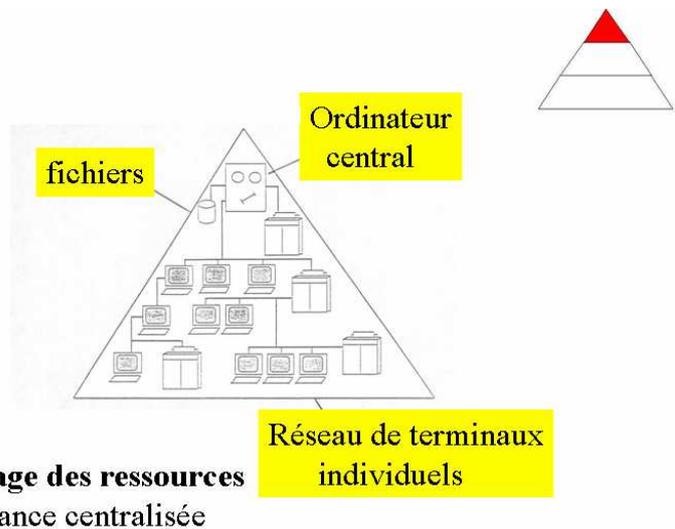
LA COMMUNICATION

BESOINS EN COMMUNICATIONS

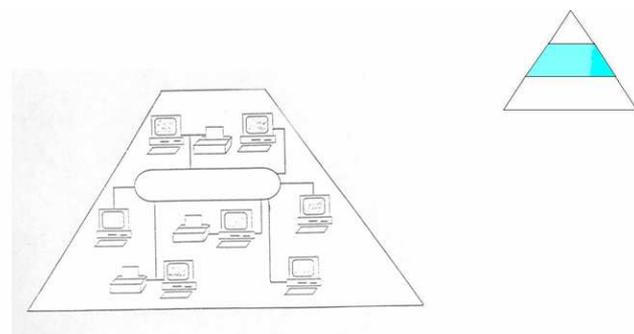


Dans l'entreprise des informations circulent et les besoins varient suivant les utilisateurs.

BESOIN DE LA GESTION



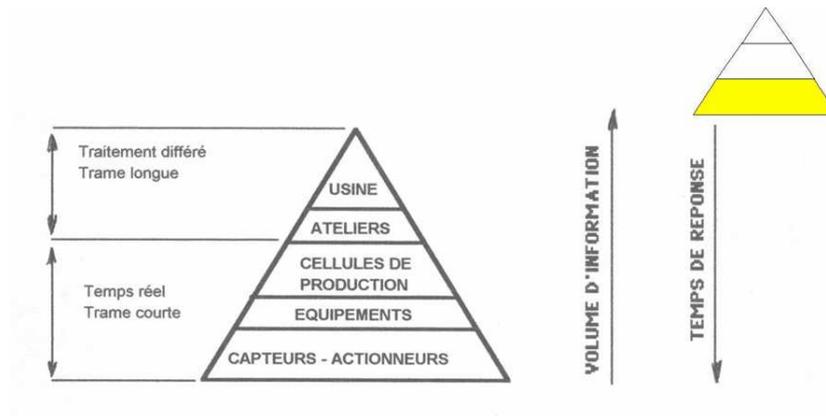
BESOIN DU BUREAU



Répartition des systèmes:

- Traitements de textes, rapports
- Mise à jour de fichiers décentralisés
- Transmission de documents entre services
- Stockage, archivage

BESOIN DE LA PRODUCTION

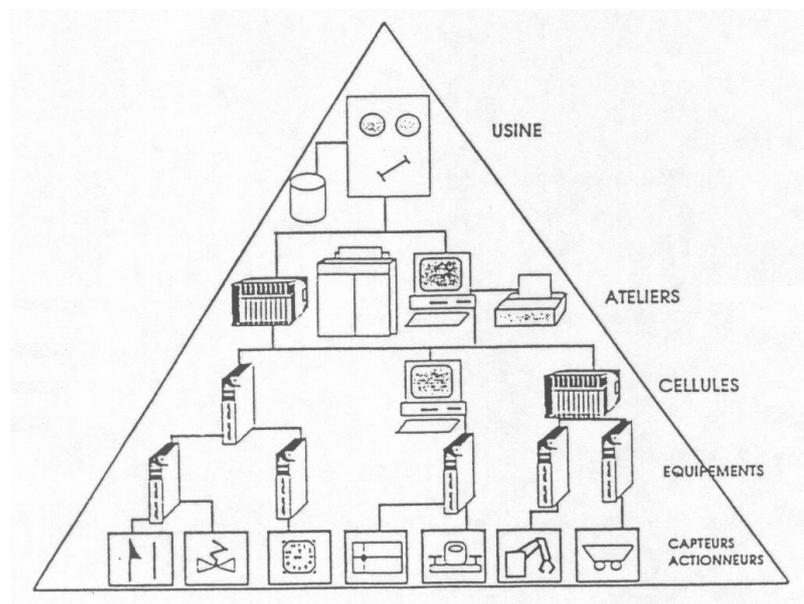


Partage des ressources et des systèmes

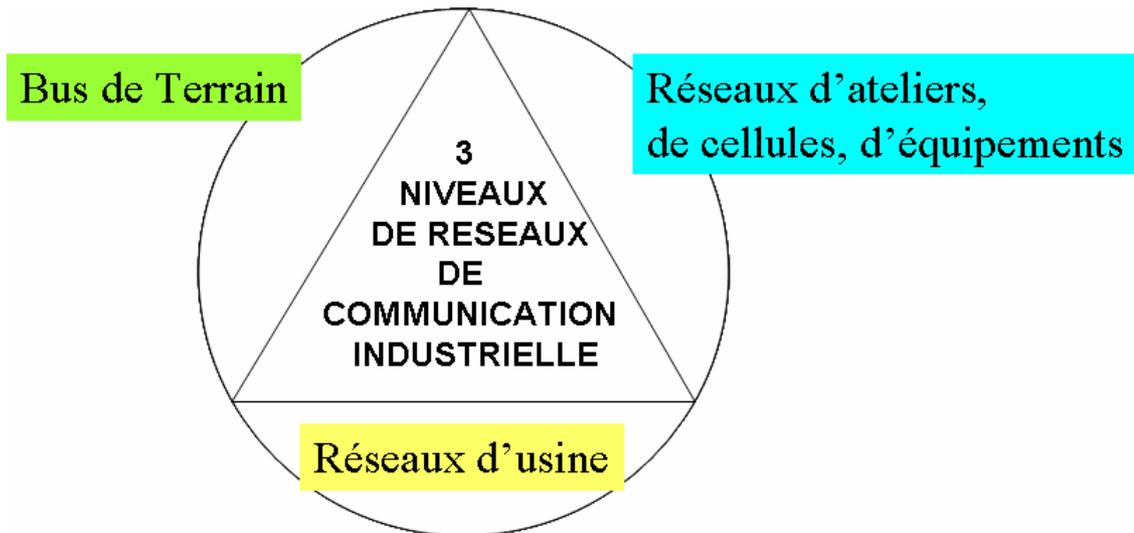
LE CONCEPT CIM

CIM : COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING

MODELE D' USINE INTEGREEE



Comme les besoins des différents services de l'entreprise sont différents, il a fallu concevoir plusieurs types de réseaux locaux.



ARCHITECTURE DES RESEAUX

L'architecture d'un réseau comprend deux composantes:

LA TOPOLOGIE : Elle caractérise la configuration des voies de transmission existant entre les différentes stations.

LA REPARTITION DES FONCTIONS DU PROTOCOLE : Elle Définit si toutes les stations ont les mêmes fonctions ou, si une remplit le rôle de maître tandis que les autres sont des esclaves.

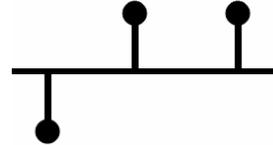
L'architecture d'un réseau détermine les caractéristiques suivantes:

LA CONNECTIVITE : Possibilité que possède une station de pouvoir établir la liaison " le dialogue" avec d'autres stations (connectivité totale ou partielle).

LA DIFFUSION : Possibilité d'émettre, à partir d'une station, un message vers l'ensemble des autres stations.

LA RECONFIGURATION : Possibilité d'insérer ou de retirer une station du réseau ,la reconfiguration pouvant s'effectuer pendant le fonctionnement ou non du réseau.

LA SURETE DE FONCTIONNEMENT : Définit les conséquences de la défaillance d'une voie de transmission ou d'une station sur le fonctionnement du réseau.

TOPOLOGIE**RESEAU EN BUS****AVANTAGES**

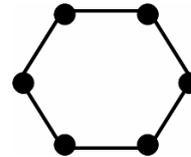
- Un seul média (homogénéité du réseau).
- Mise en œuvre simple.
- Reconfiguration facile.
- Moindre coût en ligne et en coupleurs.

INCONVENIENTS

- Le nombre de stations sera limité en fonction de la longueur du support.
- Les conflits d'accès à la voie de transmission vont entraîner des difficultés.

UTILISATION

- Réseaux Locaux Industriels J BUS - ASI - ETHERNET

RESEAU EN ANNEAU

Des voies point à point relient les stations entre elles. Il existe un mécanisme de contournement des stations désactivées.

AVANTAGES

- La longueur de l'anneau peut être grande.
- Fonctionnement même après une première coupure du média.

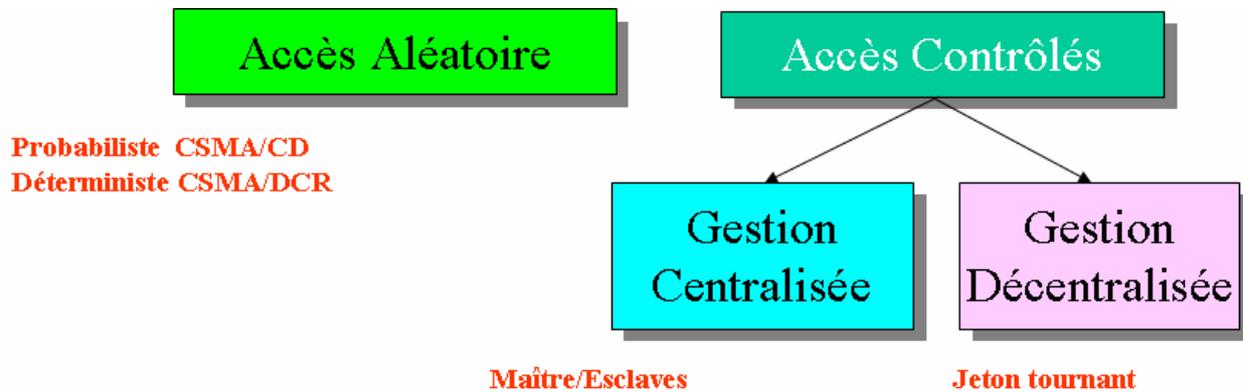
INCONVENIENTS

- L'activité des stations limite la vitesse.
- Le nombre des stations par anneau est limité.

UTILISATION

- Réseaux Locaux Industriels PROFIBUS - TOKEN RING (IBM)

PROTOCOLE



RESEAUX A ACCES ALEATOIRE

Le principe consiste à laisser les stations entrer en compétition. La procédure met en œuvre les composantes suivantes:

- détection de trafic (voie libre ou occupée).
- actions pour démarrer l'émission si voie libre.
- détection de collision (conflit).
- résolution des conflits détectés.

Les différentes méthodes rencontrées se distinguent essentiellement par la dernière composante.

Accès probabiliste méthode **CSMA / CD**

Si une collision est détectée par une station, elle se retire du réseau se met en attente avant de retenter une nouvelle communication. Le temps d'attente est calculé dans un domaine qui croît exponentiellement avec le nombre de collisions subies. Après un certain nombre de collisions la station se positionne en défaut.

Aucune synchronisation entre station n'est nécessaire, mais un effondrement du réseau peut se produire en cas de forte charge.

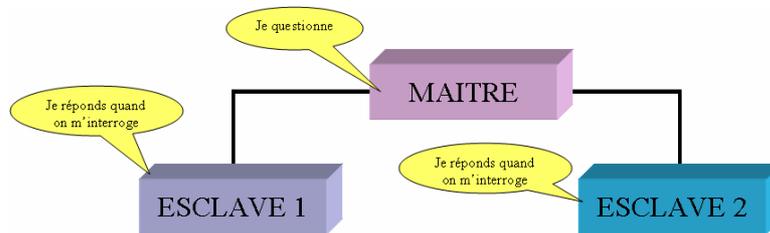
Accès déterministe méthode **CSMA / DCR**

Ici on substitue à l'algorithme de résolution probabiliste un algorithme de type déterministe. On définit après une collision un ordre de droit d'accès au canal par dichotomies successives. On arrive après plusieurs périodes à traiter toutes les demandes.

Un contrôleur de réseau est nécessaire, le réseau ne peut pas s'écrouler.

RESEAUX A ACCES CONTROLES

Réseau Maître / Esclaves



Remarque: La transmission entre le maître et l'esclave s'effectue en half- duplex

Il permet d'établir la communication entre un poste maître et un ou plusieurs esclaves .Seul le maître peut être à l'initiative d'un échange, c'est le protocole maître/ esclave. Les différents types d'échanges supportés par le protocole se divisent en deux catégories:

Question/Réponse

Le poste maître émet une demande à destination du poste esclave de son choix,qui après exécution renvoie une réponse. Entre le maître et un esclave donné, une seule transaction question/réponse peut être initiée à la fois. Ainsi pour émettre la même question à deux esclaves distincts, il est nécessaire d'initier deux transactions.

Diffusion

Le poste maître transmet un ordre à la destination de tous les esclaves connectés au réseau sans distinction. Ces derniers exécutent la demande sans émettre de réponse.

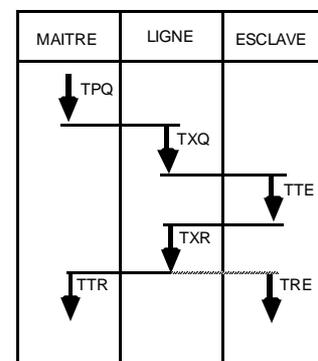
Structure d'une transaction

Les temps des échanges supportés par le protocole varient selon la vitesse de transmission sur le médium, le format des trames ainsi que le type de requête effectué.

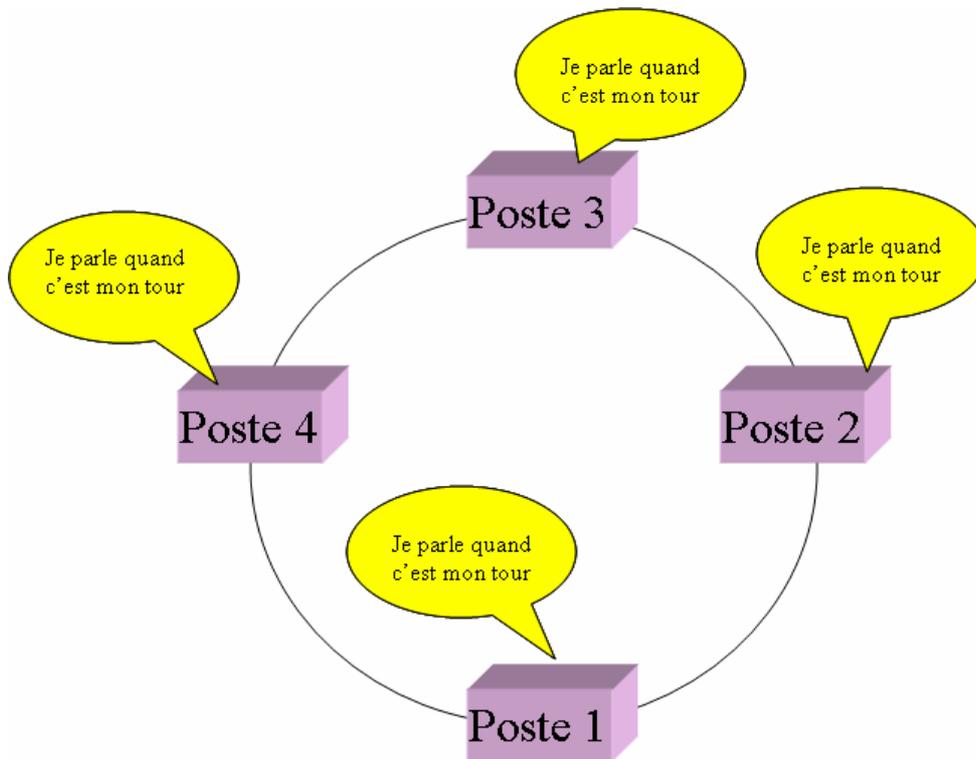
- TPQ = temps de préparation de la question
- TXQ = temps de transmission de la question
- TTE = temps de traitement de l'esclave
- TXR = temps de transmission de la réponse de l'esclave
- TTR = temps de traitement de la réponse par le maître
- TRE = temps de retournement de l'esclave

En diffusion TPQ + TXQ + TTE

En Question /Réponse TPQ + TXQ + TTE + TXR + TTR



Réseau à jeton



Ce type de gestion est basé sur la circulation entre les stations actives d'un droit d'accès à la voie appelé **JETON**.

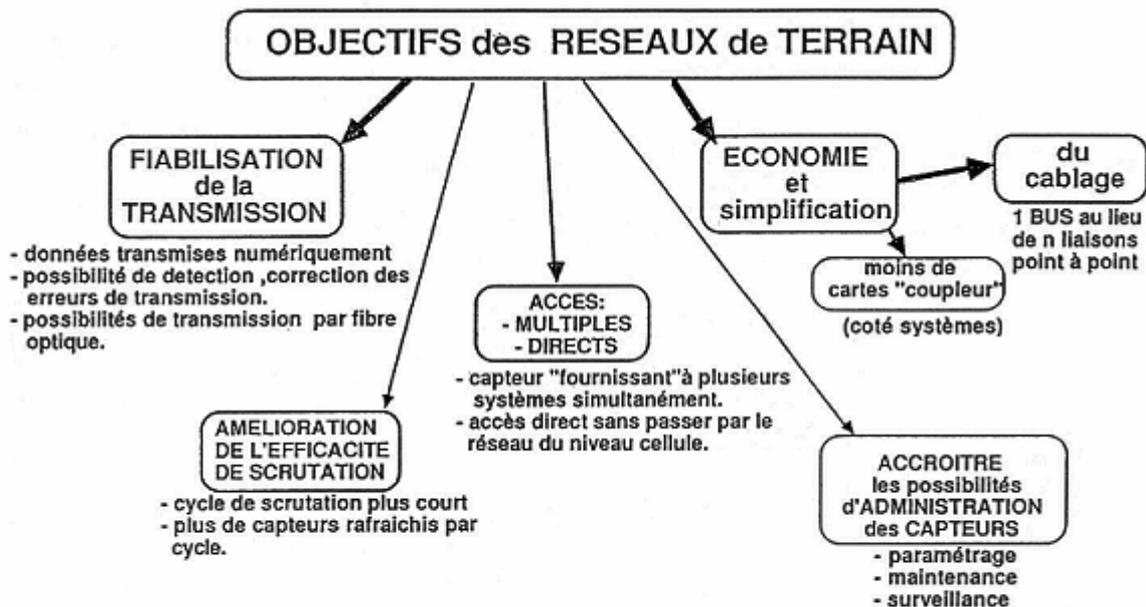
Une station qui reçoit le jeton peut pendant une durée limitée émettre une ou plusieurs trames si elle a des informations à transmettre, elle passe ensuite le jeton à la station suivante. Si elle n'a rien à émettre elle passe le jeton immédiatement à la station suivante.

EXEMPLES D'APPLICATION

BUS DE TERRAIN

Introduction

Les bus de terrain permettent de proposer dans le domaine des automatismes distribués des solutions ouvertes, performantes, évolutives et économiques.



Dans un bus de terrain, le contrôleur d'automatisme pilote sa périphérie industrielle composée de concentrateurs d'entrées / sorties, digitaux ou analogiques, électriques ou pneumatiques et des capteurs / pré actionneurs de toute sorte tels que variateurs de vitesse, systèmes d'identification ou autres systèmes dédiés.

Le lien entre l'unité de traitement et sa périphérie doit être vu ici comme une extension du bus de l'automate. L'utilisateur ne voit pas la différence en terme de performance et de mise en œuvre entre ce qui reste physiquement dans le rack local et ce qui est déporté sur le bus de terrain.

La décentralisation de la périphérie industrielle favorise la réalisation de machines modulaires et permet de tirer des fonctions de pré traitement et de diagnostic disponibles sur les capteurs et pré actionneurs intelligents.

Elle facilite le déport des postes de conduite et de diagnostic au cœur de l'installation, là où ils sont réellement utiles.

BUS de Terrain Actuator Sensor Interface (Interface pour Capteurs et Actionneurs)

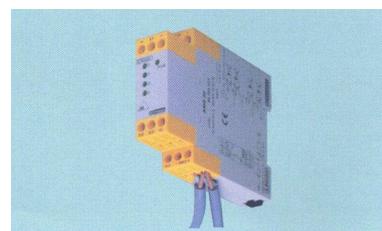
A S I repose sur une norme internationale CEI, c'est un système de câblage non propriétaire, les produits ASI sont certifiés par des laboratoires indépendants des constructeurs. Il permet en moyenne jusqu'à 20% d'économie globale par rapport à un câblage classique. Il résulte de l'association d'un groupe de 11 sociétés spécialisées dans les capteurs et les actionneurs (Balluf, Baumer, Elesta, Festo, Ifm, Leuze, Pepperl & Fuchs, Sick, Siemens, Turck, Visolux).



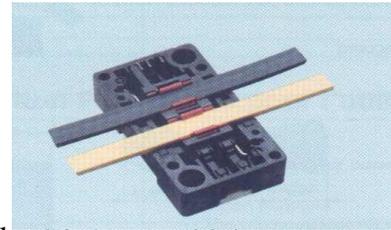
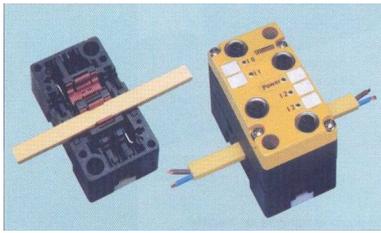
Architecture

La **Topologie** de type bus n'est pas imposée, on peut utiliser une structure arborescente, linéaire ou en étoile. Composé physiquement de deux fils non blindés supportant l'alimentation et la communication des capteurs et des actionneurs.

On peut utiliser des composants standard du marché à l'aide de modules déportés interface ASI



Utilisation de deux fils standards de 1,5 mm² à 2,5 mm².

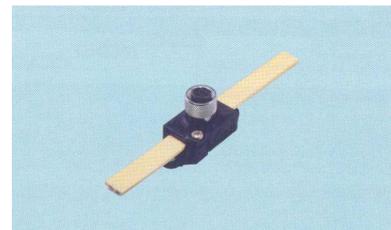


Utilisation d'un câble spécifique ASI (inversion des fils impossible)

On peut utiliser des capteurs et des actionneurs spécifiques ASI, ils se montent directement par prise vampire sur le câble spécifique ASI.



Moteur avec interface A.S.I. intégré



Prise vampire

Remarque :

En standard la consommation maximum de chaque esclave est de 100 mA. Si un esclave à besoin de plus, on peut utiliser une alimentation auxiliaire.

Protocole

Le coupleur maître V1.0 peut contrôler jusqu'à 124E / 124S binaires soit 31 esclaves de 4E / 4S
En V2.1, il peut contrôler jusqu'à 248E / 186S binaires soit 62 esclaves (31A et 31B) de 4E / 3S.

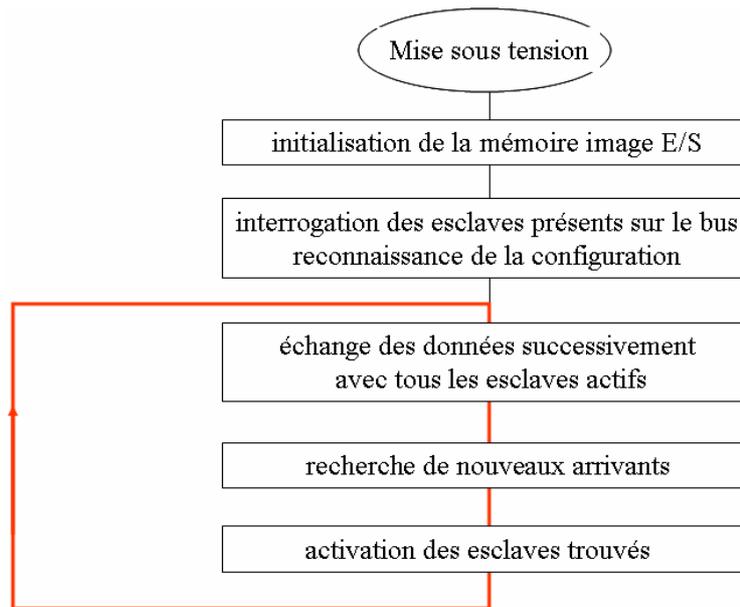
La longueur du câble est de 100 m au maximum, pour des distances plus importantes il faut rajouter des répéteurs.

Il travaille à 200Kbps, le temps total de scrutation du maître est de 5 ms maxi pour traiter les 124E / 124S et de 10 ms pour traiter 248E / 186S.

Chaque esclave est défini par un code d'identification (numéro d'esclave) et une configuration (nombre d'entrées/sorties).

Le coupleur maître est l'interface entre le bus ASI et le cerveau de commande (PC, API, ..etc....), il permet aussi l'ouverture sur les réseaux supérieurs grâce à des passerelles MODBUS, PROFIBUS. Il interroge cycliquement les esclaves (Polling cyclique). Les esclaves sont à l'écoute sur le bus et dès qu'ils reconnaissent leur adresse dans la trame d'appel émise par le maître ils répondent. Un échange est considéré comme correct si après un appel du maître et avant la fin d'un time-out de 60 µs une réponse sans faute de l'esclave est réceptionnée.

Fonctionnement



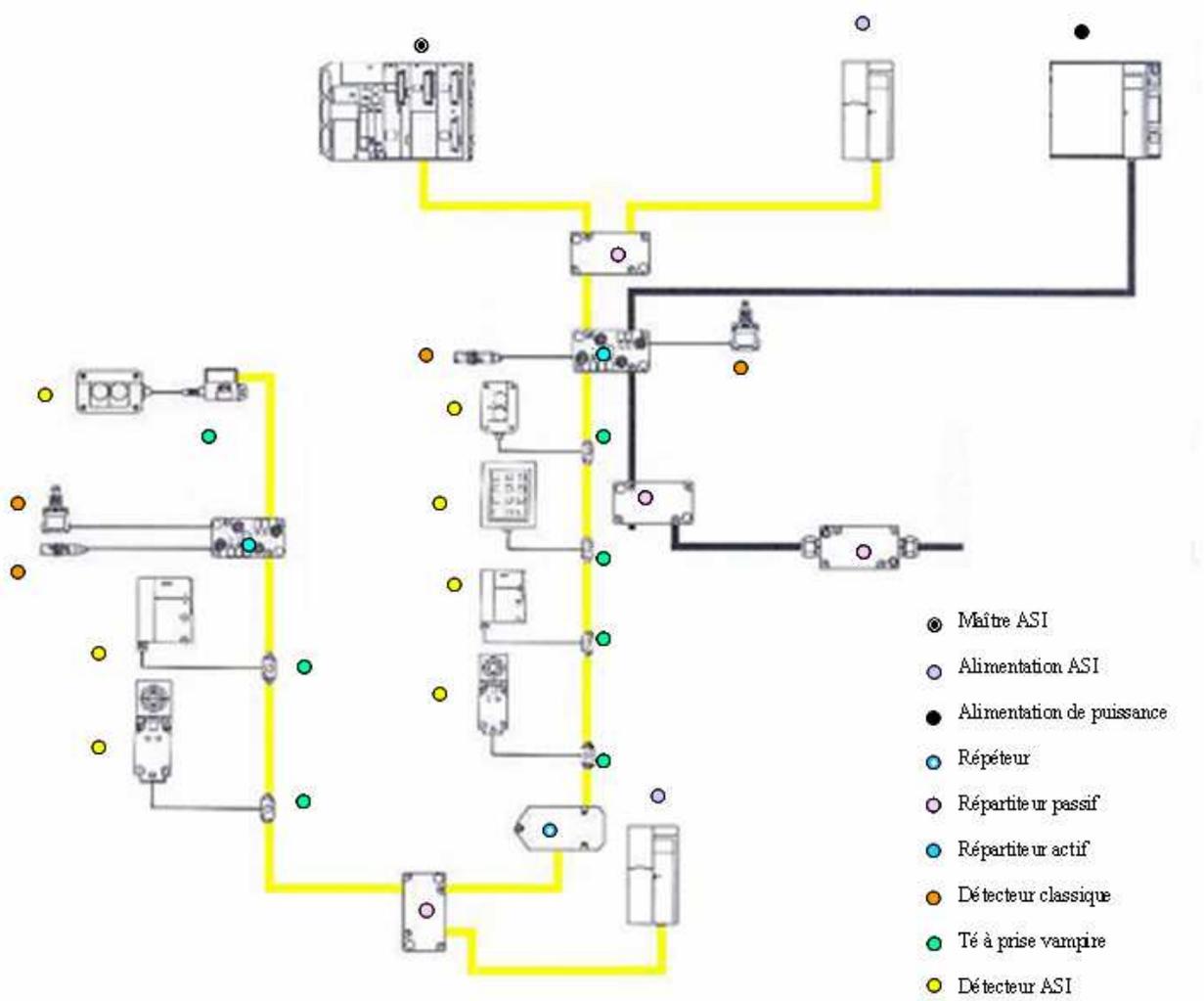
Mémoire image des entrées et des sorties sur un bus A.S.I. version V1.0

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
ENTREES	IR n	Esclave 03	Esclave 02	Esclave 01	Esclave 00											
	IR n+1	Esclave 07	Esclave 06	Esclave 05	Esclave 04											
	IR n+2	Esclave 11	Esclave 10	Esclave 09	Esclave 08											
	IR n+3	Esclave 15	Esclave 14	Esclave 13	Esclave 12											
	IR n+4	Esclave 19	Esclave 18	Esclave 17	Esclave 16											
	IR n+5	Esclave 23	Esclave 22	Esclave 21	Esclave 20											
	IR n+6	Esclave 27	Esclave 26	Esclave 25	Esclave 24											
	IR n+7	Esclave 31	Esclave 30	Esclave 29	Esclave 28											

	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
SORTIES	IR n	Esclave 03	Esclave 02	Esclave 01	Esclave 00											
	IR n+1	Esclave 07	Esclave 06	Esclave 05	Esclave 04											
	IR n+2	Esclave 11	Esclave 10	Esclave 09	Esclave 08											
	IR n+3	Esclave 15	Esclave 14	Esclave 13	Esclave 12											
	IR n+4	Esclave 19	Esclave 18	Esclave 17	Esclave 16											
	IR n+5	Esclave 23	Esclave 22	Esclave 21	Esclave 20											
	IR n+6	Esclave 27	Esclave 26	Esclave 25	Esclave 24											
	IR n+7	Esclave 31	Esclave 30	Esclave 29	Esclave 28											

Ne pas utiliser l'adresse 00, la réserver pour la mise en place d'un nouveau esclave !

Utilisation

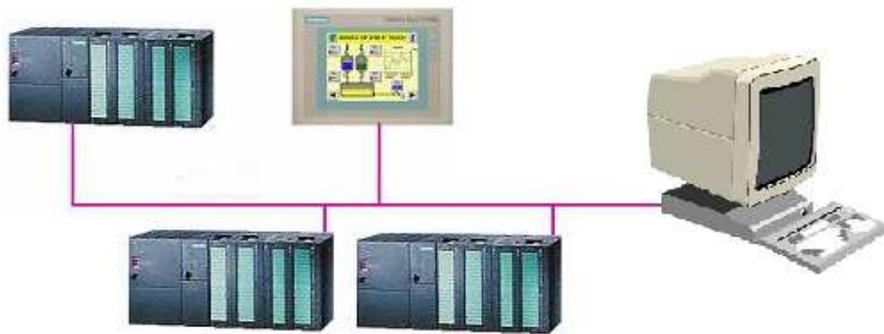


RESEAU D'ATELIER

Introduction

Un réseau d'atelier est un système de communication permettant d'interconnecter des automates programmables industriels, des terminaux d'atelier intelligents et des calculateurs. Un tel type de réseau de communication trouve ses principales applications dans les domaines suivants:

- supervision industrielle,
- gestion de production,
- commande répartie de machine.



Réseau PROFIBUS

PRESENTATION



PROFIBUS est un système de communication ouvert, non propriétaire pour le niveau cellule et terrain, conçu essentiellement pour une mise en œuvre en environnement industriel. Il puise ses origines dans une structure associative regroupant une dizaine de constructeur dès 1987. Il respecte les normes CEI 61158 et CEI 61784 et il se prête aussi bien :

- aux échanges d'informations volumineuses par PROFIBUS FMS (Fieldbus Message Spécification).
- a la transmission de données exigeant une grande réactivité par PROFIBUS DP (Decentralized Peripherie) proposé aujourd'hui en trois versions DP-V0, DP-V1 et DP-V2.

PROCEDURES D'ACCES

Elle est conforme aux méthodes “Token Bus” pour les stations actives et “Maître–esclave” pour les stations passives. La procédure d'accès n'est pas liée au support de transmission mais au type de stations actives ou passives.

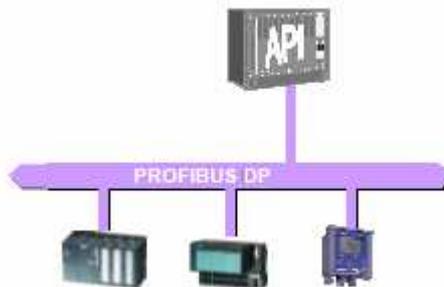
Dialogue entre stations actives (maîtres)



Toutes les stations actives constituent dans un anneau logique à jeton, chaque station active connaissant les autres stations actives et leur ordre dans l'anneau logique (cet ordre est indépendant de la disposition topologique des stations actives sur le bus mais dépend de leur adresse).

Le droit d'accès au support (le “jeton”) est transmis d'une station active à l'autre sur la base de l'ordre déterminé par l'anneau logique.

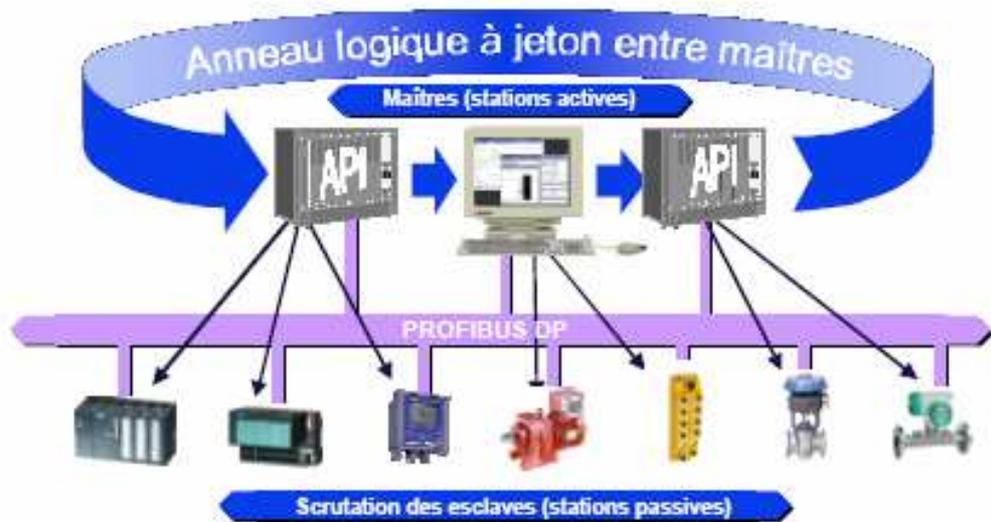
Dialogue entre stations actives (maîtres) et stations passives (esclaves)



Si des couplages à des stations passives ont été configurés (liaisons maître-esclaves), ces stations passives sont interrogées (lecture de valeurs par exemple) ou des données leur sont transmises (consignes par exemple).

Le jeton n'est jamais remis à une station passive.

Les deux niveaux de communication peuvent coexister.



Du point de vue utilisateur on dispose de modules orientés:

- communication classique PROFIBUS DP (DP-V0 à V2)
- communication domaine process PROFIBUS PA (DP-V1)
- commande d'axe entraînement PROFIdrive (DP-V2)
- communication gestion de sécurité PROFIsafe (DP-V0àV2)



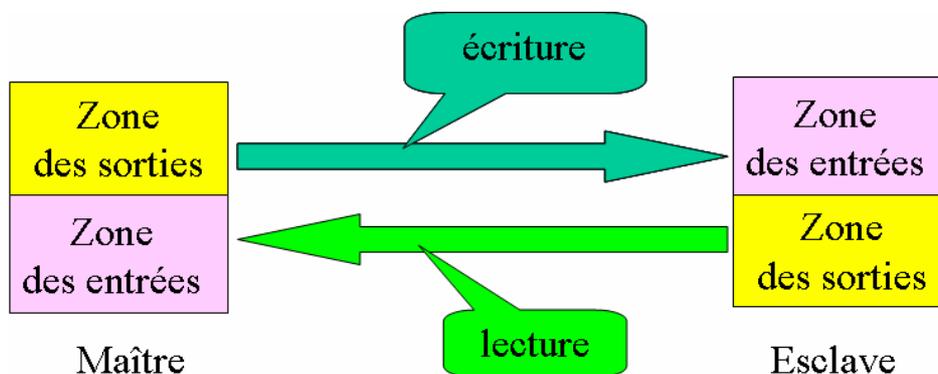
Réseau PROFIBUS DP

PROFIBUS DP est un protocole maître - esclaves. La station maître réalise des échanges de données avec des appareils de terrain décentralisés (esclaves DP). Les échanges sont effectués de manière cyclique et continue par le maître sans nécessiter de lignes de programmations dans le programme utilisateur.

Un esclave DP est une station qui assure la saisie des informations « entrées » et qui délivre des ordres « sorties » vers le processus.

Si l'esclave est intelligent (il possède une CPU) l'échange d'informations entre les deux CPU s'effectuera par l'intermédiaire de coupleurs d'entrées / sorties « fictifs ».

Les adresses des coupleurs d'entrées /sorties « fictifs » ne doivent pas être affectées à des coupleurs réels effectivement présents sur le réseau PROFIBUS.

Communication entre deux CPU avec PROFIBUS DP

Les échanges sont à l'initiative du poste Maître, Il recopie :

- sa zone des sorties vers la zone des entrées de l'esclave,
- la zone des sorties de l'esclave vers sa zone des entrées.

Les configurations du Maître et de l'Esclave effectués correctement, les échanges commencent alors automatiquement en alimentant les deux automates.

Le fonctionnement est indépendant du programme utilisateur.

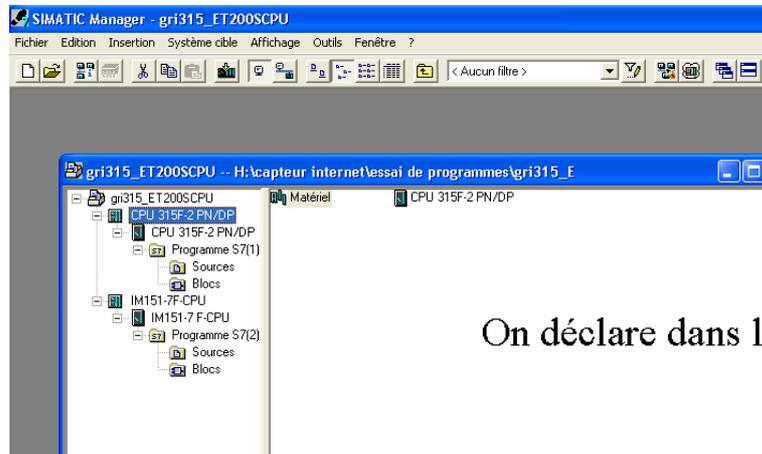


Les configurations du Maître et de l'Esclave effectués correctement, les échanges commencent alors automatiquement en alimentant les deux automates.

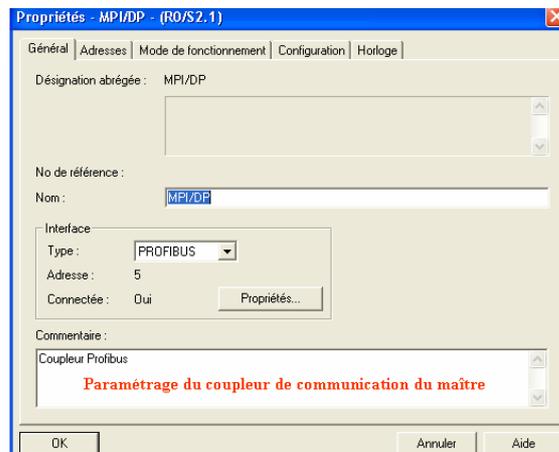
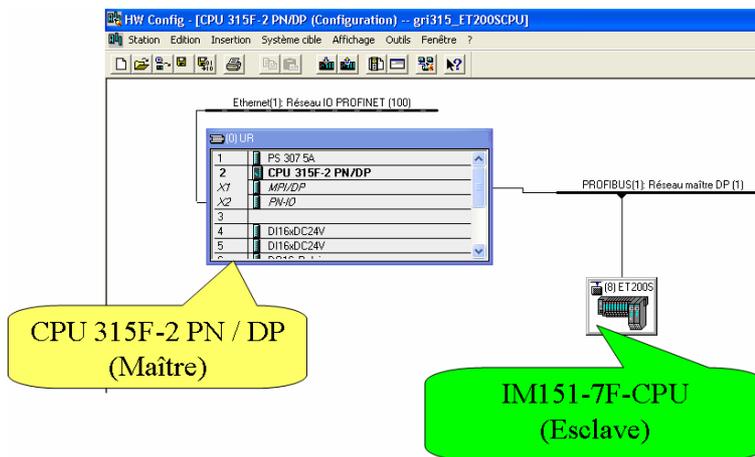
Le fonctionnement est indépendant du programme utilisateur.

Le rafraîchissement de la table est synchrone au cycle du maître.

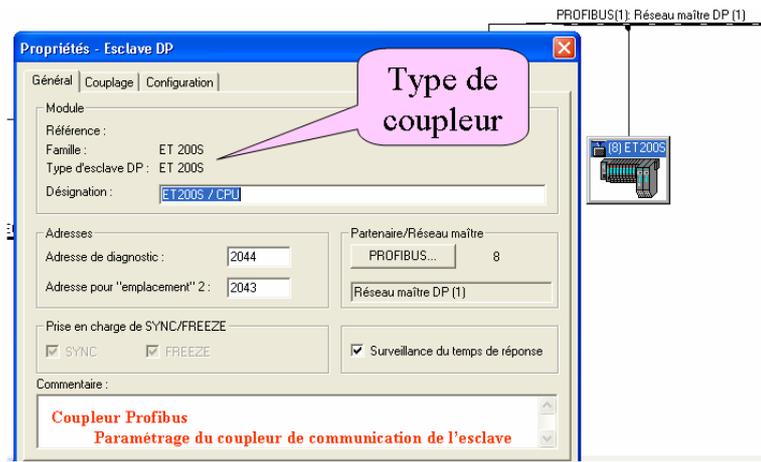
Gamme SIMATIC S7 300



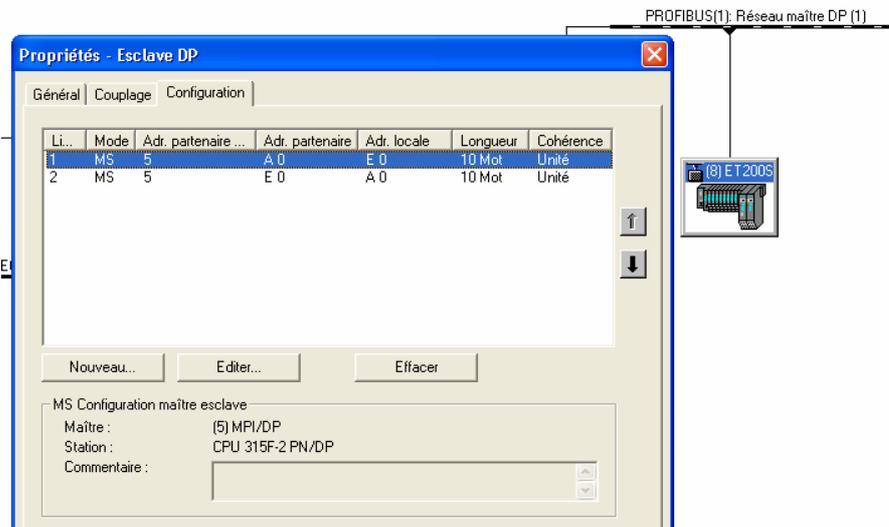
On déclare dans le projet les deux C.P.U.



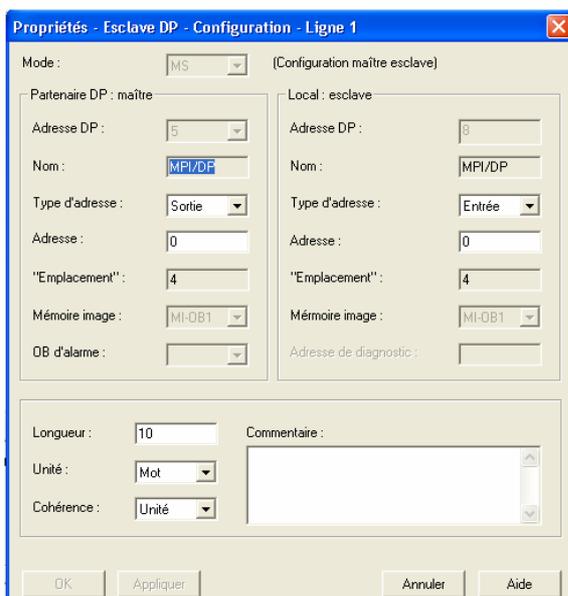
On paramètre sur la CPU 315F le port de communication MPI / DP



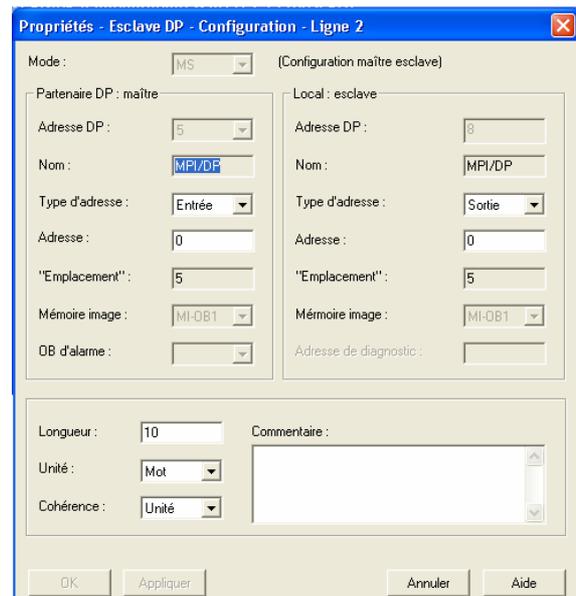
On paramètre ensuite le ET 200S , IM 151-7F-CPU



On défini les zones d'entrées et de sorties qui seront échangées avec le maître



Du maître vers l'esclave



De l'esclave vers le maître

Poste Maître

HW Config - [CPU 315F-2 PN/DP (Configuration) -- gri315_ET200SCPU]

Station Edition Insertion Système cible Affichage Outils Fenêtre ?

(0) UR

Emplacement	Module	Référence	Fi...	A...	Adresse d'entrée	Adresse de sortie	Commentaire
1	PS 307 5A	6ES7 307-1EA00-0AA0					Alimentation
2	CPU 315F-2 PN/DP	6ES7 315-2FH10-0AB0	V2.3				CPU
X1	MPI/DP				2047*		Coupleur Profibus
X2	PN-IO				2046*		Coupleur Ethernet
3							
4	DI16xDC24V	6ES7 321-1BH01-0AA0			20...21		Coupleur d'entrées
5	DI16xDC24V	6ES7 321-1BH01-0AA0			22...23		Coupleur d'entrées
6	DO16xRelais	6ES7 322-1HH00-0AA0				20...21	
7							
8							
9							
10							
11							

Les adresses des coupleurs doivent commencer à partir de :

- 20 pour les entrées,
- 20 pour les sorties.

Poste Esclave

(0) IM151-7 F-CPU

(0) IM151-7 F-CPU

Empl...	Module	Référence	Firmware	A...	Adresse...	Adresse...	Commentaire
1							
2	IM151-7 F-CPU		V2.1				CPU
X1	MPI/DP				2047*		Coupleur Profibus
X2							
3							
4	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA01-0AA0					contrôleur de tension
5	4DI DC24V ST	6ES7 131-4BD01-0AA0			20.0...20.3		Coupleur 4 entrées
6	2DO AC24...230V/1A	6ES7 132-4FB00-0AB0				20.0...20.1	Coupleur 2 sorties
7							
8							
9							
10							
...							

Les adresses des coupleurs doivent commencer à partir de :

- 20 pour les entrées,
- 20 pour les sorties.

RESEAU USINE ETHERNET

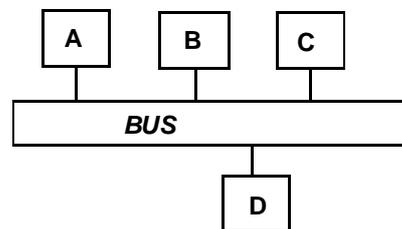


Introduction

Le réseau ETHERNET à été développé initialement par les constructeurs de matériels informatiques **DIGITAL EQUIPEMENT, INTEL, RANK XEROX** . Ensuite d'autres constructeurs se sont ralliés à ce standard qui a servi de base de définition à la norme IEEE 802.3

Caractéristiques

TOPOLOGIE



MEDIA

On peut utiliser trois technologies:

- | | |
|--|---|
| 1) Paire torsadée blindée <i>10 BASE T</i> | - Segment de 100 m,
- Petits réseaux, longueur totale 600 m. |
| 2) Câble coaxial <i>10 BASE 5</i> | - Segment de 500 m,
- Réseau fédérateur, longueur totale 2800 m. |
| 3) Fibre optique <i>10 BASE F</i> | - Segment de 2000 m,
- Liaisons longues distances. |

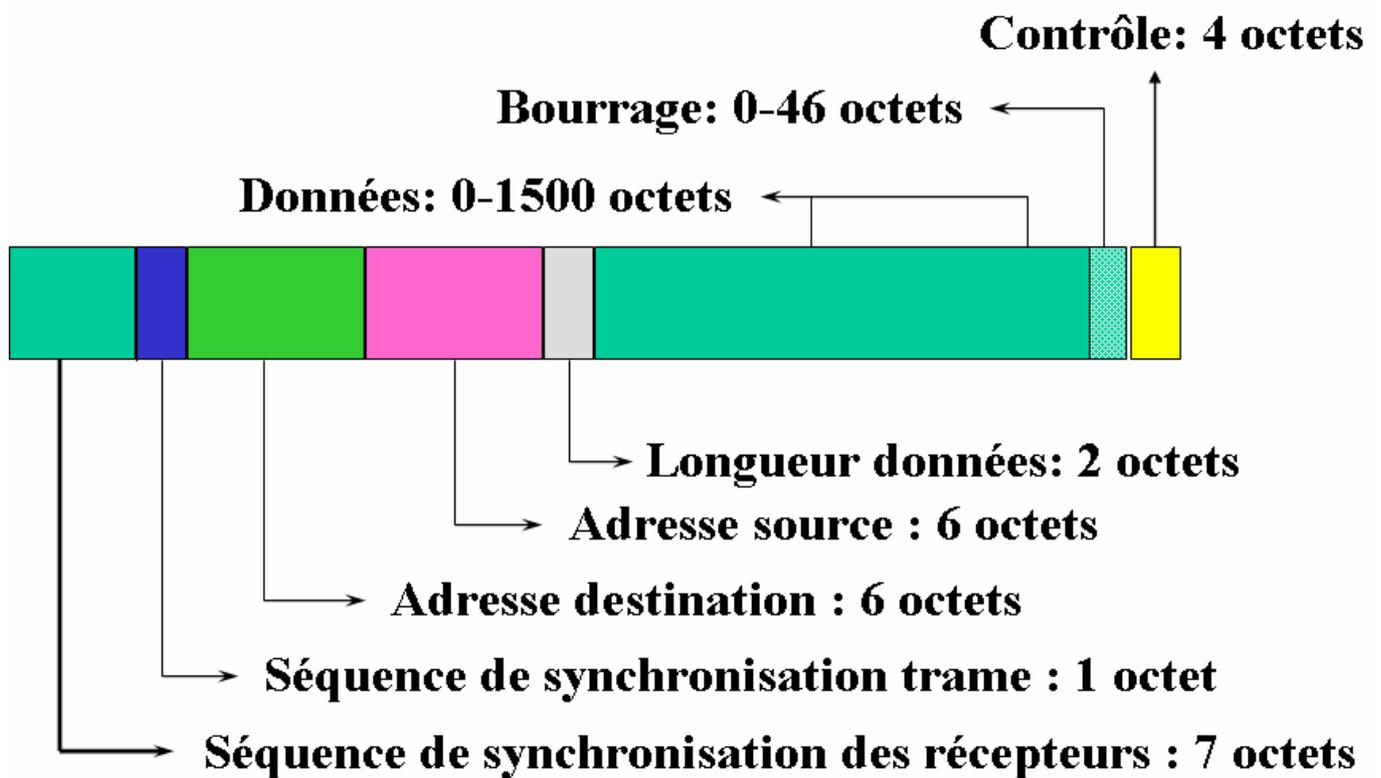
Le plus souvent, il est organisé en BUS avec le support *10 BASE 5* :

- Il peut être composé de 3 segments de 500 mètres maximum,
- Sa longueur maximale est donc de 2800 mètres (avec options),
- Il peut supporter dans sa configuration maximum 1023 stations,
- On peut interconnecter entre eux jusqu'à 8 réseaux (8184 stations).

TRANSMISSIONS DES INFORMATIONS

Sur ETHERNET , la communication s'effectue par liaison série synchrone.

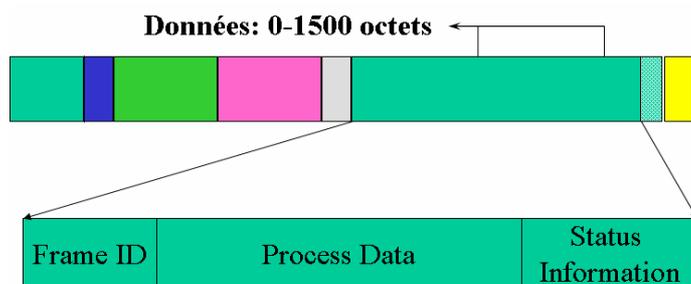
Trame



ETHERNET ET TEMPS REEL



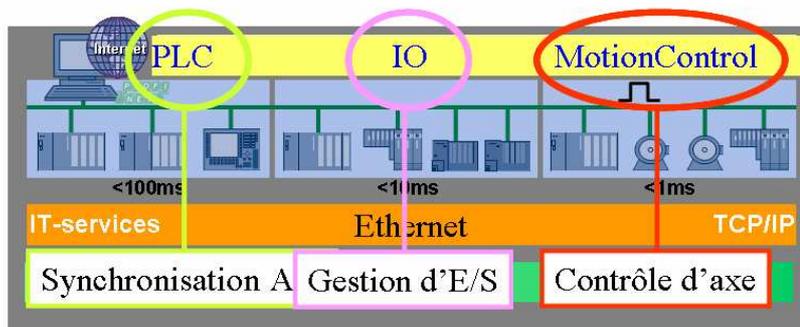
Pour faire du temps réel il faut utiliser du matériel spécifique !



Allocation des données « gestion de 7 niveaux de priorités »:

- transmission de données process,
- transmission de données évènementielles.

	IT-services	TCP/IP
	RT IRT	temps réel temps réel isochrone



ADRESSAGE

Un coupleur sur ETHERNET possède plusieurs adresses:

Adresse M A C (adresse machine)

Cette adresse est unique pour chaque coupleur ETHERNET, elle est définie en usine par le constructeur du coupleur (6 octets).

L'organisme IEEE réserve des tranches d'adresses pour les constructeurs.

Adresse I P (internet protocole)

Pour chaque coupleur, cette adresse aussi doit être unique. Elle est définie sur 32 bits (4 octets).

XXXY YYY YYY YYY YYY

X classe du réseau - **Y** identifiant réseau et identifiant machine

Réseau classe A

0YYY YYY YYY YYY

Y identifiant réseau - **Y** identifiant machine

La **classe A** s'adresse à des réseaux de grande envergure jusqu' à 16 777 214 stations connectées.

Gamme de 0.0.0.0 à 127.255.255.255

Réseau classe B

10YY YYY YYY YYY

Y identifiant réseau - **Y** identifiant machine

La classe B s'adresse à des réseaux de moyenne envergure jusqu'à 65 534 stations connectées.

Gamme de 128.0.0.0 à 191.255.255.255

Réseau classe C

110Y YYY YYY YYY

Y identifiant réseau - **Y** identifiant machine

La classe C s'adresse à des réseaux de petite envergure jusqu'à 254 stations connectées.

Gamme de 192.0.0.0 à 223.255.255.255

Masques

L'administrateur local a la possibilité de gérer plusieurs sous réseaux en décomposant l'identificateur machine en:

- un identifiant sous-réseau,
- un identifiant machine.

10YY YYYY **Y**YYY YYYY **Y**YYY **Y**YYY **Y**YYY **Y**YYY

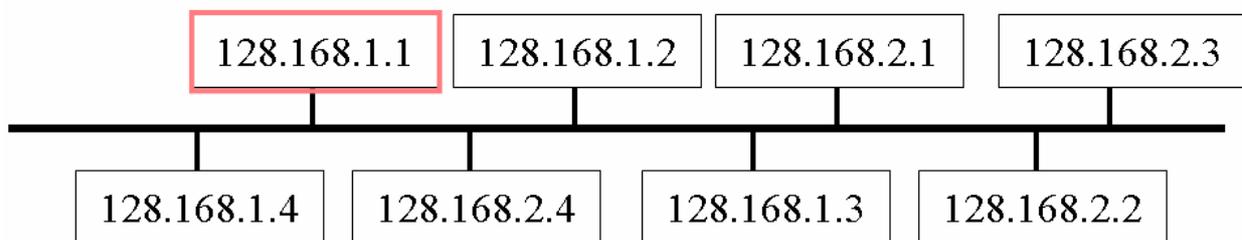
Y identifiant réseau - Y identifiant sous réseau - Y identifiant machine

Le masque permet de filtrer les stations avec lesquelles on peut entre en communication.

Adresse IP (128.168.1.1) 1000 0000 1010 1000 0000 0001 0000 0001

Masque (255.255.0.0) 1111 1111 1111 1111 0000 0000 0000 0000

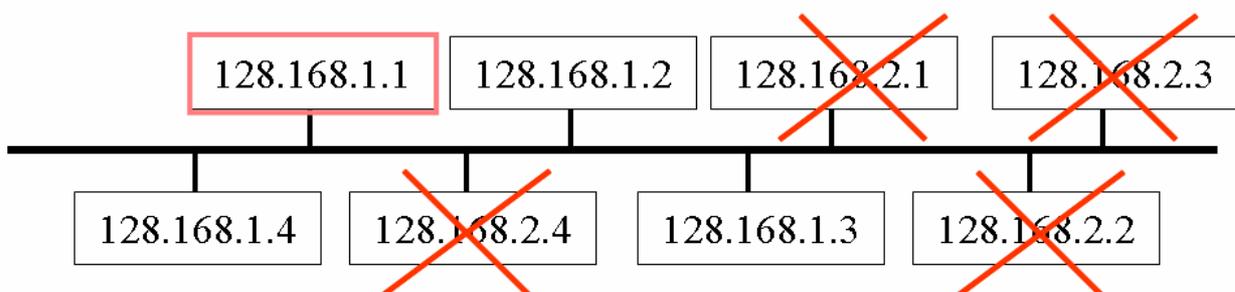
Ici on peut communiquer avec toutes les stations du réseau 128.168.X.X



Adresse IP (128.168.1.1) 1000 0000 1010 1000 0000 0001 0000 0001

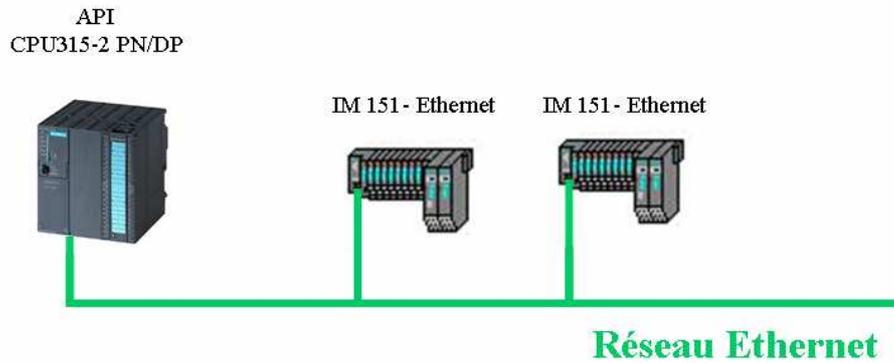
Masque (255.255.255.0) 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000

Ici on peut communiquer avec toutes les stations du réseau 128.168.1.X



EXEMPLES D'APPLICATIONS

Gestion par un API d'Entrées Sorties déportées

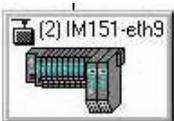


API CPU315-2 PN/DP



← (0) UR							
Emplacement	Module	Référence	Firmware	Adresse MPI	Adresse d'entrée	Adresse de sortie	Commentaire
1	PS 307 2A	6ES7 307-1BA00-0AA0					
2	CPU 315-2 PN/DP	6ES7 315-2EH13-0AB0	V2.6	2			
X1	MPI/DP			2	2047*		
X2	UC315-ETH6				2046*		
X2 F1	Port 1				2045*		
3							
4	DI16xDC24V	6ES7 321-1BH01-0AA0			0...1		
5	DO16xDC24V/0.5A	6ES7 322-1BH01-0AA0				0...1	
6							
7							
8							
9							
10							
11							

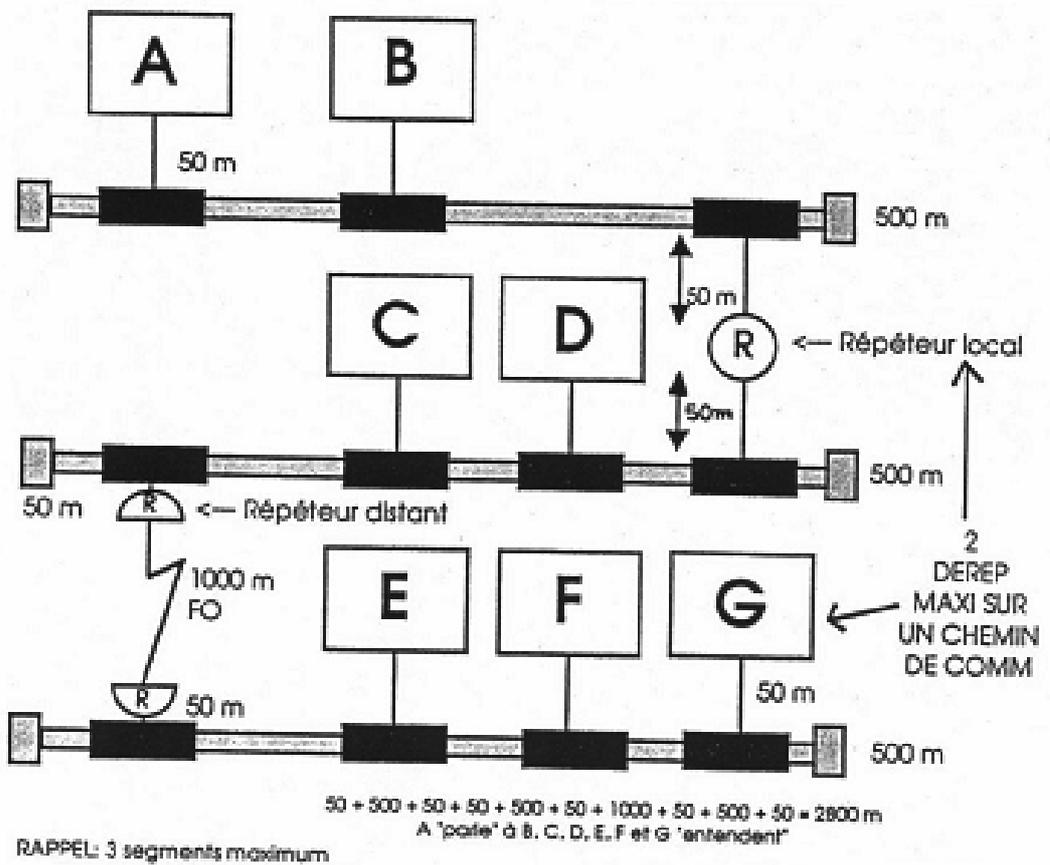
IM 151- Ethernet



← (1) IM151-eth9						
Emplacement	Module	Numéro de référence	Adresse E	Adresse S	Adresse de diagnostic	Commentaire
0	IM151-eth9	6ES7 151-3AA22-0AB0			2041*	
X1	IM151-P				2040*	
X1 F1	Port 1				2043*	
X1 F2	Port 2				2042*	
1	PM-E DC24V	6ES7 138-4CA01-0AA0			2039*	
2	4DI DC24V ST	6ES7 131-4BD01-0AA0	2.0...2.3			
3	4DI DC24V ST	6ES7 131-4BD01-0AA0	3.0...3.3			
4	4DO DC24V/2A ST	6ES7 132-4BD31-0AA0		2.0...2.3		
5	4DO DC24V/2A ST	6ES7 132-4BD31-0AA0		3.0...3.3		
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

Réalisation d'un réseau ETHERNET

Extension à l'aide de répéteurs « DERE » interconnexion de segments.



Extension à l'aide de ponts « DEBET ». interconnexion de réseaux.

