
Module ARS 21

Les Réseaux de Terrain : Principes et Technologies

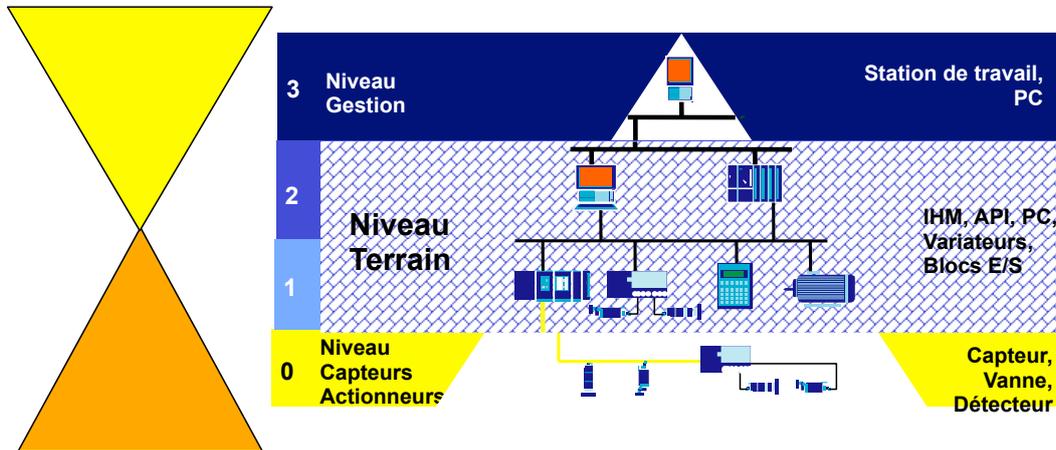
AS-i, PROFIBUS-DP, INTERBUS-S

Pr. Eddy BAJIC
IUT Nancy Brabois
Université de Lorraine

Introduction aux Réseaux de terrain

La Pyramide CIM de l'Automatisation

Modèle d'architecture de communication dans une entreprise (1980),

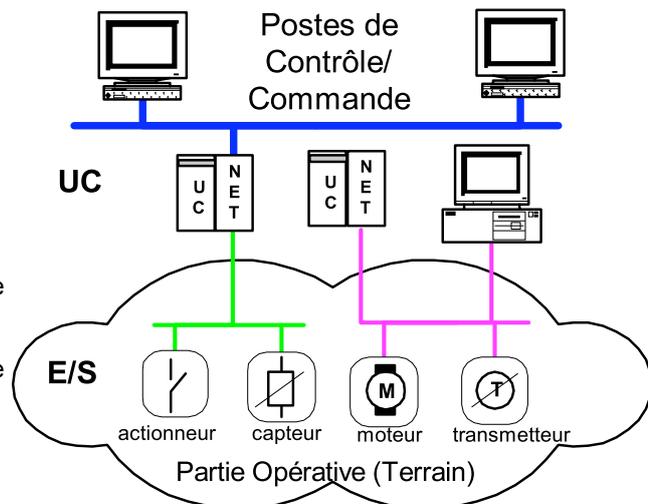


Spécialisation / Typologie des réseaux adaptées à leur niveau d'utilisation de la pyramide CIM

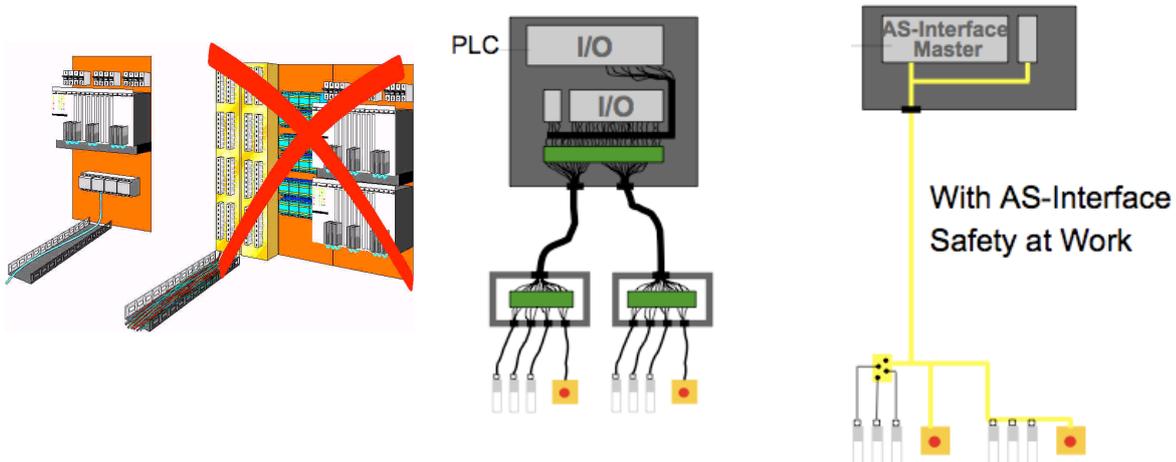
Evolution des Automatismes (>1996)

1996 Automatismes Répartis et Distribués en réseau

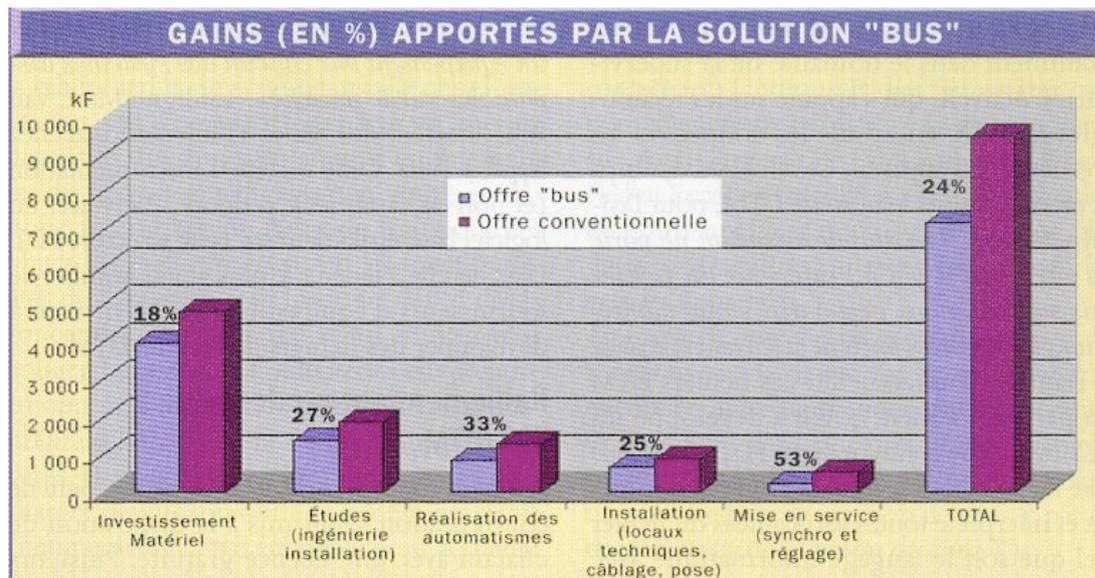
- **Gestion Hiérarchisée de la commande**
plusieurs niveaux de réseaux
- **Contrôle Distribué des automatismes**
découpage/distribution des programmes de commande
- Les Capteurs Actionneurs sont directement sur le Réseau



Du Câblage Analogique au Câblage numérique



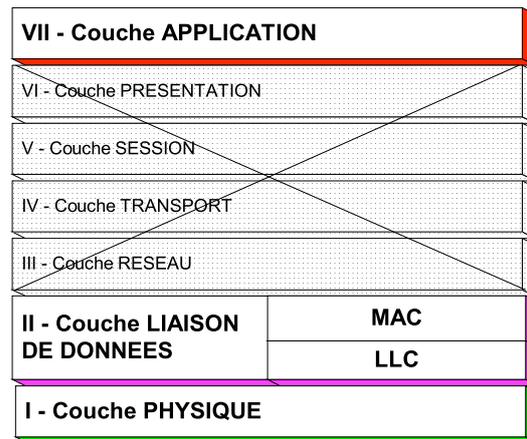
Comparatif Solution Classique Vs. en Réseau



Etude réalisée par Fisher-Rosemount, publiée dans Mesure Avril 2001, rapporte une évaluation des coûts d'automatisation pour un grand groupe industriel chimique. Deux approches ont été évaluées et comparées :

- l'une correspondant à une solution dite "**conventionnelle**" : câblage 4-20 mA, protocole HART, E/S TOR
- l'autre correspondant à une solution **bus de terrain** Fieldbus Foundation FF-H1 à 31,25 KBps

Privilégier une architecture simplifiée à 3 couches



L'intelligence de communication est prise en charge par un circuit ASIC (Application Specific Integrated Circuit)

⇒ l'ASIC gère toutes les fonctions du capteur ou de l'actionneur afin d'informer le réseau sur l'état de la communication, la disponibilité et l'état du capteur.



Etat du Marché des Réseaux de

Développement du marché est basé sur :

	Réseau	Nœuds Installés
• (Normalisation)	- Profibus	+16 Millions
• (Certification produits)	- ASi	13 Millions
	- Hart	10 Millions
• (Déterminisme, temps réel)	- Interbus S	6,5 Millions
	- Device Net	3 Millions
	- CC Link	3 Millions
• (Réponse adaptée aux besoins)	- FieldBus Foundation	
	- CANOpen	
• Fournisseurs et Sources (Fabricants, OEM, Fondateurs silicium)	- WorldFIP	
	- Fipio / Modbus +	
• (Compétence, stabilité)		

Digital data communications for measurement and control Fieldbus for use in industrial control systems

Décembre 2000, le groupe de travail du projet **IEC 61158** converge enfin vers un **compromis de norme** sur les réseaux de terrain.

Documents	Document Title	OSI Layer
IEC 61158-1	Introduction	
IEC 61158-2	Physical Layer specification and service definition	1
IEC 61158-3	Data Link service definition	2
IEC 61158-4	Data Link protocol specification	2
IEC 61158-5	Application layer service definition	7
IEC 61158-6	Application layer protocol specification	7

Protocol types specified in IEC 61158	
Type 1	Foundation Fieldbus (FF)
Type 2	ControlNet
Type 3	PROFIBUS
Type 4	P-NET
Type 5	FF High Speed Ethernet
Type 6	SwiftNet
Type 7	WorldFIP
Type 8	Interbus
Type 9	Foundation Fieldbus (FF) FMS
Type 10	PROFINET

Seule Avancée significative : Couche Physique IEC 61158-2

Digital data communications for measurement and control - Fieldbus for use in industrial control systems - Part 2: Physical layer specification and service definition

RESEAU ASi



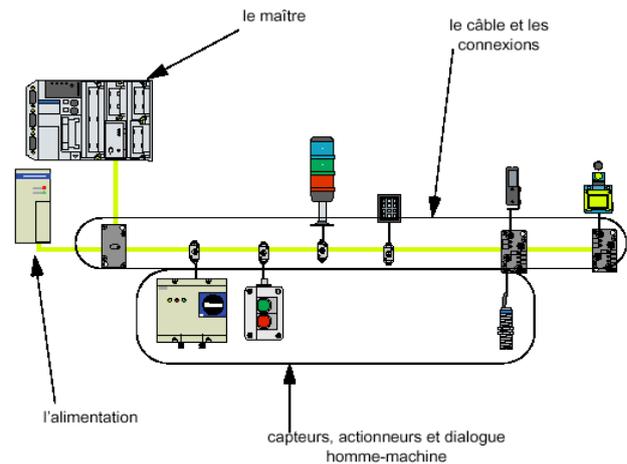
Réseau Asi (Actuator Sensor Interface)

- Origine et normalisation
- Principes de fonctionnement
- Méthode d'accès à la voie
- Configuration et Câblage
- Mesure de signal
- Application commande par réseau ASi

Actuator Sensor Interface

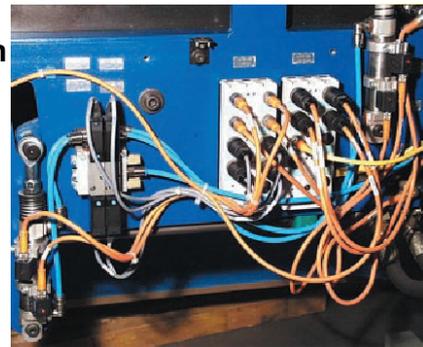
☞ Réseau de terrain de type "Sensor Bus", destiné à interfacier directement des capteurs et des actionneurs au plus près du processus à commander, dans un concept "Zéro Armoire".

☞ 1993, Consortium AS-i (Siemens, Pepperl+Fuchs, Schneider, Festo, Eurotherm, ...)



Caractéristiques AS-i

★ Bus Maître-Esclave (Maxi. 31 ou 62 selon version A/B)



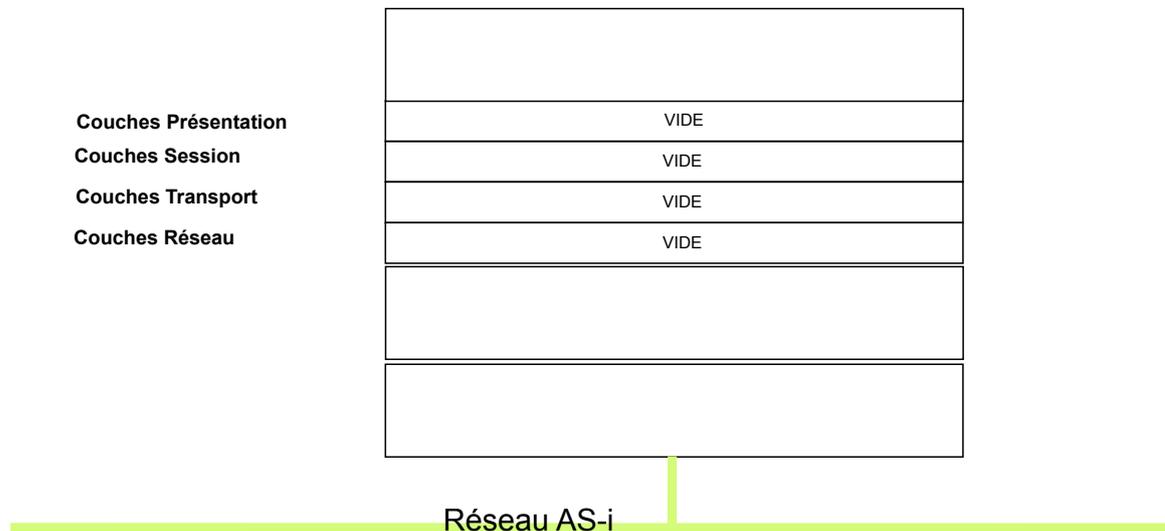
★ Câble jaune 2-fils non-blindés, connectique Vampire
 ★ Topologie libre, Max. de ligne 100 m (500m avec 4 répéteurs)

★ Pas de Résistance de terminaison

★ Noeud ASi avec Indice de protection jusqu'à IP67

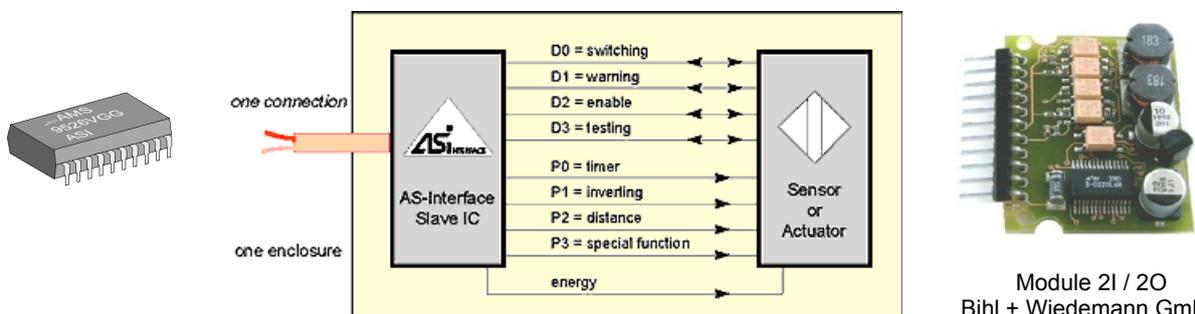


AS-i et le Modèle OSI



Tout AS-i sur un ASIC

L'intelligence d'AS-i se trouve regroupée dans un ASIC (**Application Specific Integrated Circuit**) gère toutes les fonctions du capteur ou de l'actionneur afin d'informer le réseau sur l'état de la communication, la disponibilité et l'état du capteur.

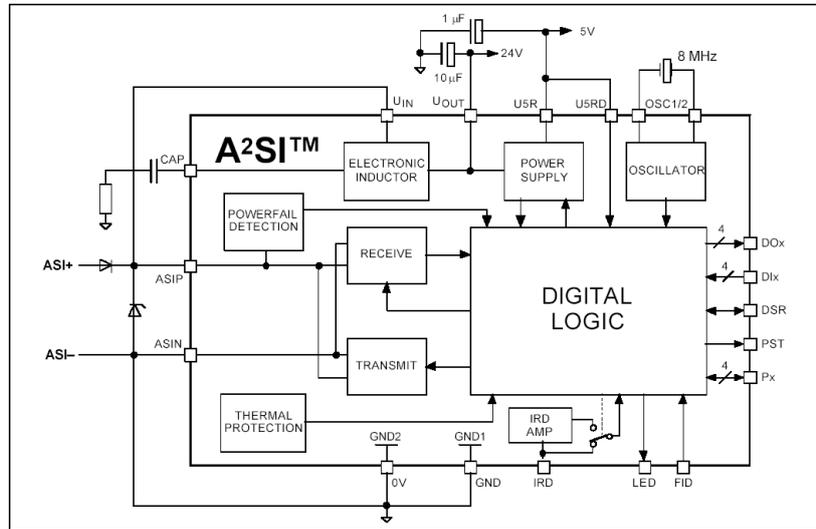
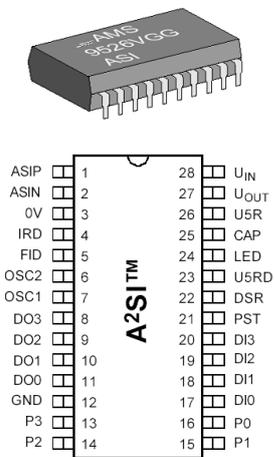


Module 2I / 2O
Bihl + Wiedemann GmbH
BW1444



Plug & Play
"Connect & Comm"

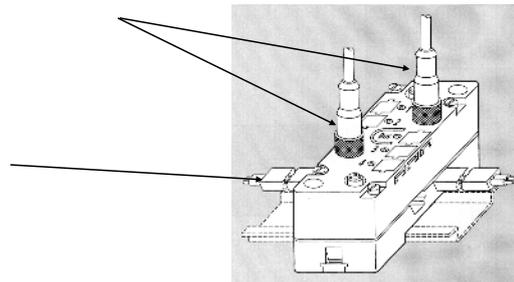
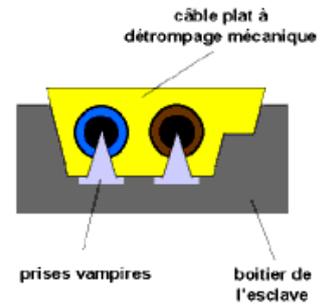
Circuit intégré spécifique AS-i



Câblage AS-i

Le câblage du bus de transmission s'effectue avec un câble spécifique AS-i :

- un **câble plat jaune** non blindé,
- bifilaire 2 * 1,5 mm², (R=27 mΩ/m)
- (ASi +) : Marron , (ASi -) Bleu
- Gaine **auto-cicatrisante**
- à **détrompage mécanique** (méplat)



Connecteur M12

☞ Un **standard en application de connexion industrielle** depuis 20 ans

☞ Utilisé par la plupart des bus de terrain pour le **câblage des E/S**

☞ Normalisé **IEC 612076-2**

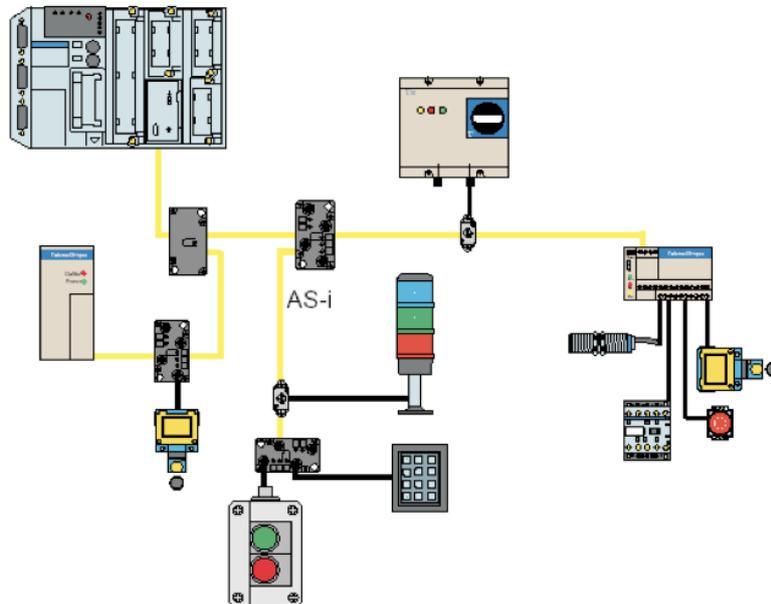
☞ **Haute sécurité** en application industrielle

☞



Topologie libre AS-i

Topologie Arborescente généralement utilisée avec AS-i



Plusieurs câbles AS-i

☞ Le **câble jaune** fournit le signal numérique par une modulation en tension en bande de base d'un signal fournit par une **alimentation de bus** de 30 V sous 2,2 à 8 A.

Le signal modulé peut ainsi alimenter les nœuds du réseau dans la limite de consommation du courant alimenter (**télé-alimentation**). Les équipements passifs capteurs (capteur de proximité, colonne lumineuse, ...) peuvent être alimentés par le médium de transmission. Typiquement un esclave AS-i consomme de 15 à 60 mA et un maître 100 mA.

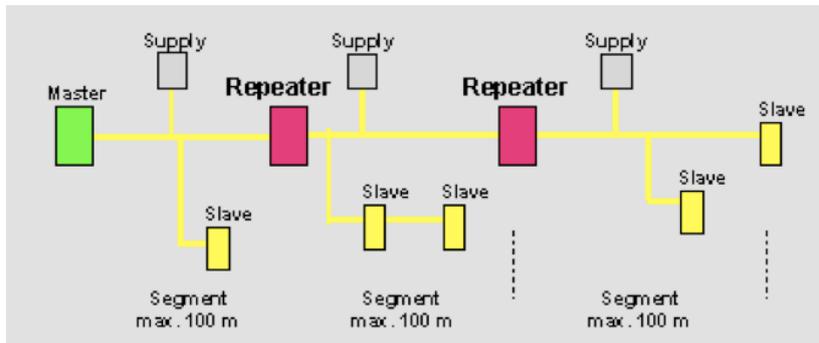
☞ **Pas de résistance terminale** sur un bus AS-i.

☞ **Trois types de câble** : PUR , TPE , EPDM (caoutchouc).

☞ Un **second câble peut être** utilisé dans la connectique du réseau AS-i, **afin d'alimenter les actionneurs** nécessitant plus de puissance que celle fournie par le câble jaune

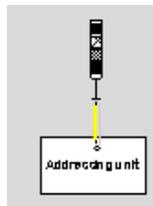
- **Câble noir** :
- **Câble rouge** :

Installation Réseau AS-i

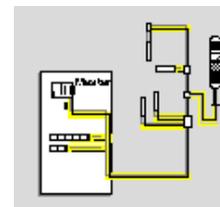


Adressage des esclaves (par défaut @0) :

Manuel via un Pocket de Configuration



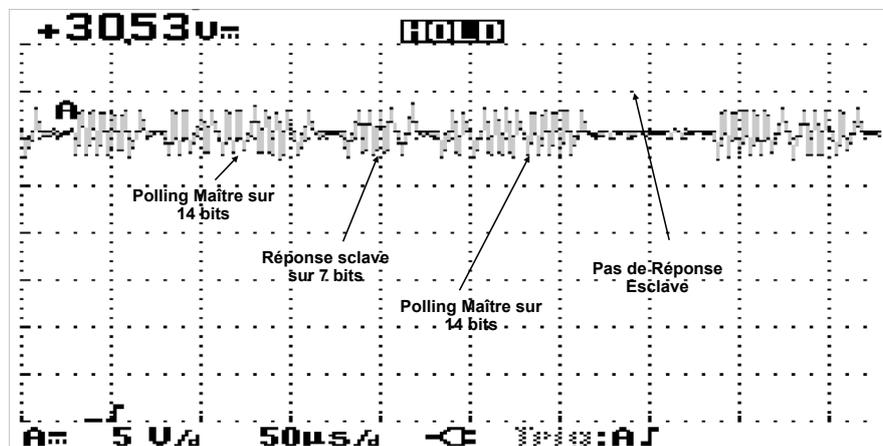
Automatique par le Maître AS-i : Connecter un esclave après l'autre sur le bus



Transmission AS-i par Courant Porteur

Transmission par courant porteur de ligne :
 Une trame AS-i est une succession d'impulsions positives et négatives autour d'une tension V_b , fournie par l'alimentation de bus.

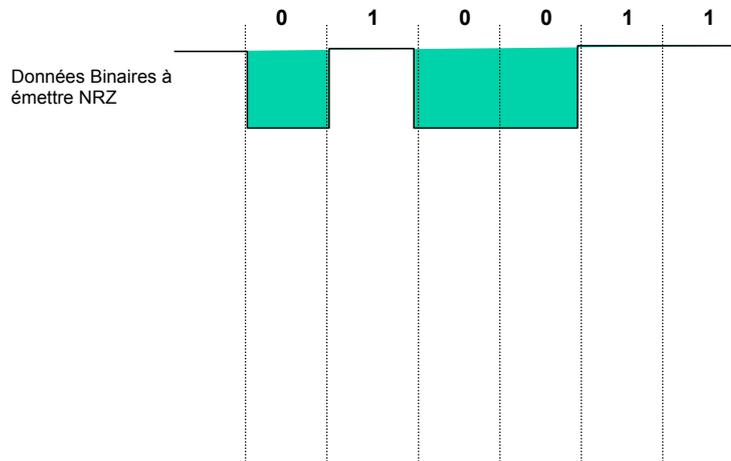
Signal Numérique Transmis sur le Bus AS-i



Modulation APM sur le Bus AS-i

Transmission synchrone en bande de base par codage **APM (Alternative Pulse Modulation)**

Les transmetteurs AS-i transforment les bits du télégramme en une suite d'impulsions de tension sur le câble AS-i.

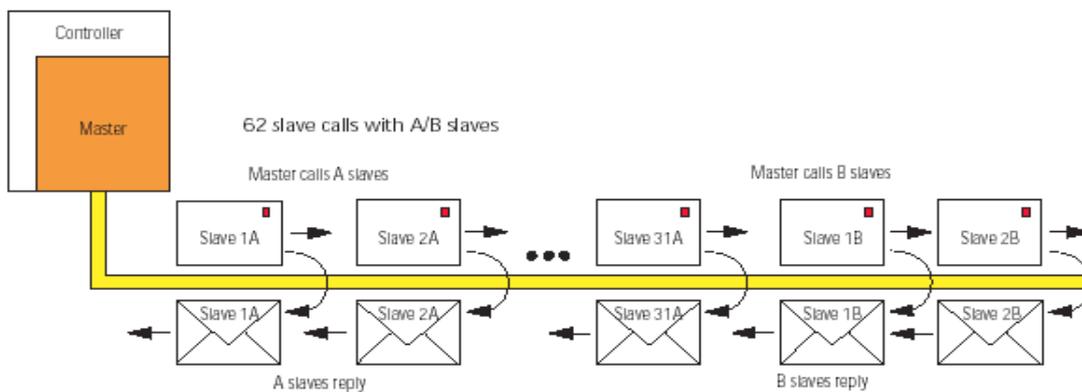


Une trame AS-i commence par une **pulse négative** pour synchronisation (et se termine par une pulse positive)

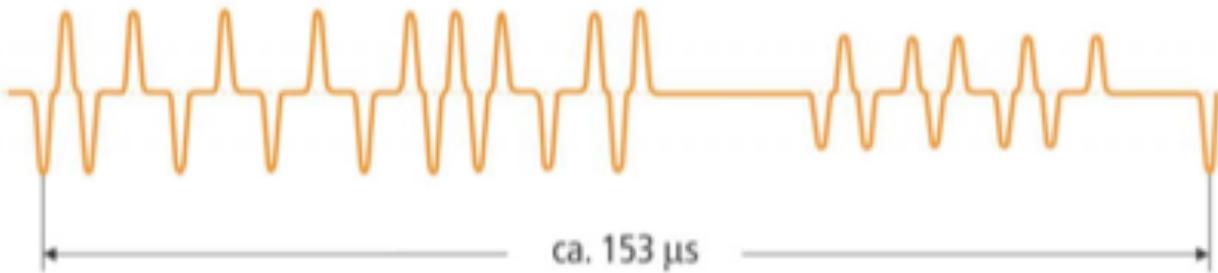
Méthode MAC : Polling Périodique

Polling périodique des esclaves par le maître AS-i

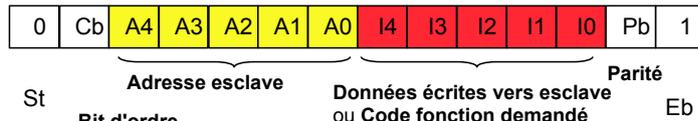
⇒ *Ecriture des 4 sorties – Lecture des 4 Entrées*



Echanges de Trames AS-i

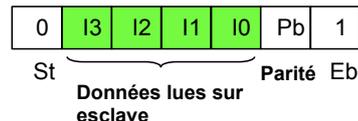


Trame Polling Maître (14 bits)



Bit d'ordre
0 = Données ou paramétrage
1 = Commande

Trame Réponse Esclave (7 bits)



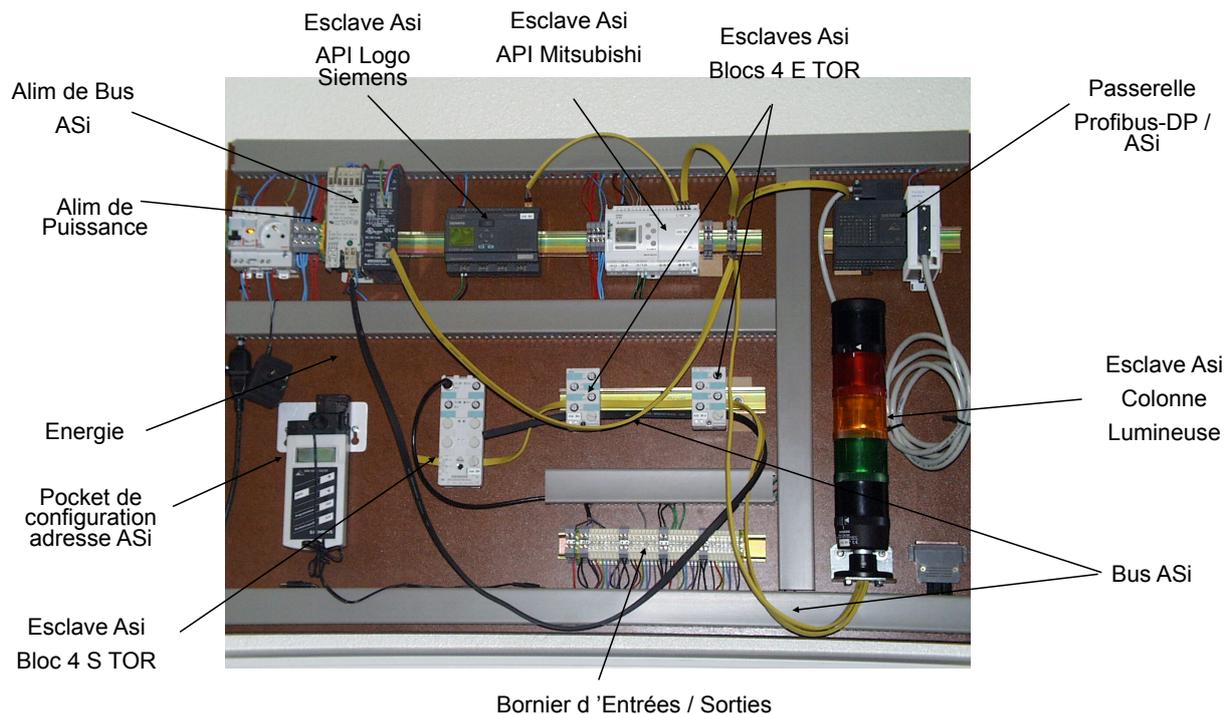
Time Out Réponse 10 Temps bits, (Temps Bit = 6 μ s, cela correspond à un débit approximatif de 166 KBps)

Le profil Asi 7.1 permet de gérer des Esclave Analogique avec 12 bits d'Entrées et 12 bits de Sorties : Accessibilité en 4 cycle Asi.

Analyseur de Trafic Asi

Pos.	Time (μ s)	Slave	Master Requests	CB I4 I3 I2 I1 I0	Master Pause(μ s)	D3D2D1D0 (Response)	Analysis
998	322	22 A	Read_Status	1 1 1 1 1 0	18	0 0 0 0	No Error
999	158	1	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	18	1 1 0 0	No Error
1000	159	2	Data_Exchange	0 0 1 0 1 1	18	1 0 0 0	No Error
1001	158	3	Data_Exchange	0 0 1 0 1 0	18	1 0 0 0	No Error
1002	158	4	Data_Exchange	0 0 0 1 1 1	18	0 0 0 0	No Error
1003	159	10	Data_Exchange	0 0 1 1 0 1	18	1 0 0 0	No Error
1004	158	11	Data_Exchange	0 0 1 1 1 0	18	1 1 0 1	No Error
1005	159	20 A	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	18	0 0 0 0	No Error
1006	158	21 A	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	18	0 0 0 0	No Error
1007	158	22 A	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	18	1 1 1 1	No Error
1008	160	24	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	19	1 1 0 1	No Error
1009	159	26	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	19	0 0 0 0	No Error
1010	158	27 A	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	18	0 0 0 0	No Error
1011	166	30	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	26	1 0 0 0	No Error
1013	322	22 A	Read_ID_Code	1 1 0 0 0 1	18	1 0 1 0	No Error
1014	158	1	Data_Exchange	0 0 0 1 1 1	18	0 0 1 1	No Error
1015	159	2	Data_Exchange	0 0 0 1 0 0	19	0 0 0 0	No Error
1016	159	3	Data_Exchange	0 0 0 0 1 1	19	0 0 0 0	No Error
1017	159	4	Data_Exchange	0 0 1 1 1 0	18	1 1 1 1	No Error
1018	158	10	Data_Exchange	0 0 0 1 1 0	18	0 0 0 0	No Error
1019	159	11	Data_Exchange	0 0 0 1 1 1	18	0 1 0 0	No Error
1020	158	20 A	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	18	0 0 0 0	No Error
1021	159	21 A	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	18	0 0 0 0	No Error
1022	158	22 A	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	18	1 1 1 1	No Error
1023	160	24	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	19	1 0 1 1	No Error
1024	159	26	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	18	0 0 0 0	No Error
1025	158	27 A	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	18	0 0 0 0	No Error
1026	168	30	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	27	1 0 0 0	No Error
1029	486	1	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	19	1 0 1 0	No Error
1030	159	2	Data_Exchange	0 0 1 1 0 1	18	1 0 0 0	No Error
1031	160	3	Data_Exchange	0 0 1 1 0 0	18	1 0 0 0	No Error
1032	157	4	Data_Exchange	0 0 0 1 1 1	18	0 1 0 1	No Error
1033	160	10	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	19	1 0 0 1	No Error
1034	159	11	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	18	1 0 1 1	No Error
1035	159	20 A	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	19	0 0 0 0	No Error
1036	159	21 A	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	18	0 0 0 0	No Error
1037	159	22 A	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	18	1 1 1 1	No Error
1038	158	24	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	18	0 1 0 1	No Error
1039	159	26	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	18	0 0 0 0	No Error
1040	158	27 A	Data_Exchange	0 0 1 1 1 1	18	0 0 0 0	No Error

Plate-forme AS-i



Gestion des Sécurités : Asi-Safe

□ Classiquement :

Câblage indépendant des Equipements de Sécurité des Biens et des Personnes

- Arrêt d'urgence, Barrière immatérielle, etc.

Ou bus spécialisé sécurité (Safetybus-P)

⇒ Intégrer et gérer ces équipements de sécurité directement sur le Bus Asi

- Mixage d'équipements AS-i Safe et AS-i Standard sur le même câble jaune
- Moniteur de sécurité AS-i remplace API de sécurité

⇒ Concept **Safety at Work**

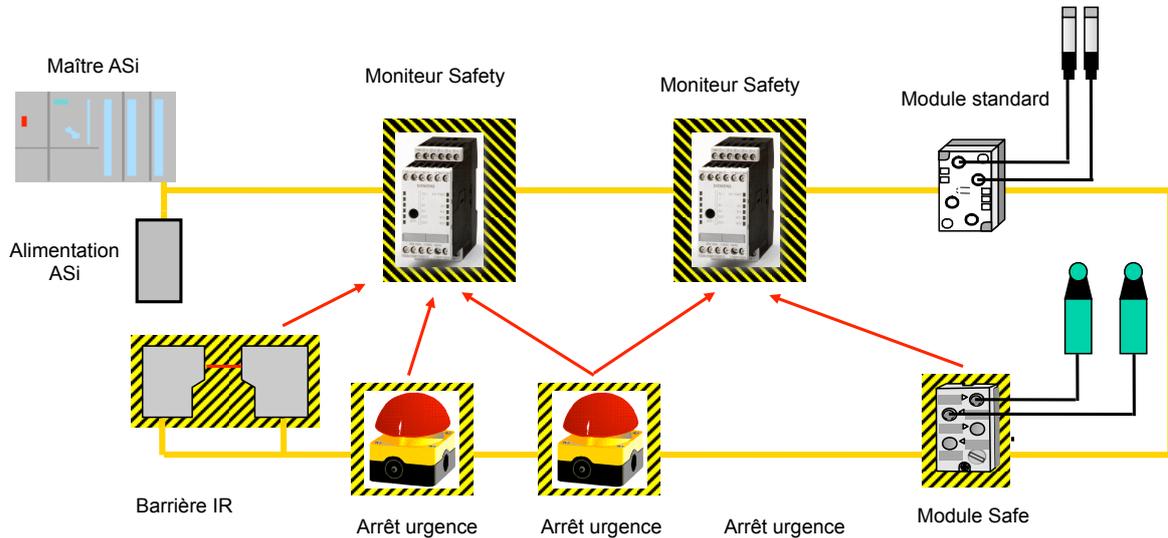
Niveau SIL 3 (Safety Integrity Level) selon IEC 61508.

EN 954-1 catégorie 4 (Reconnu par TÜV et BIA)

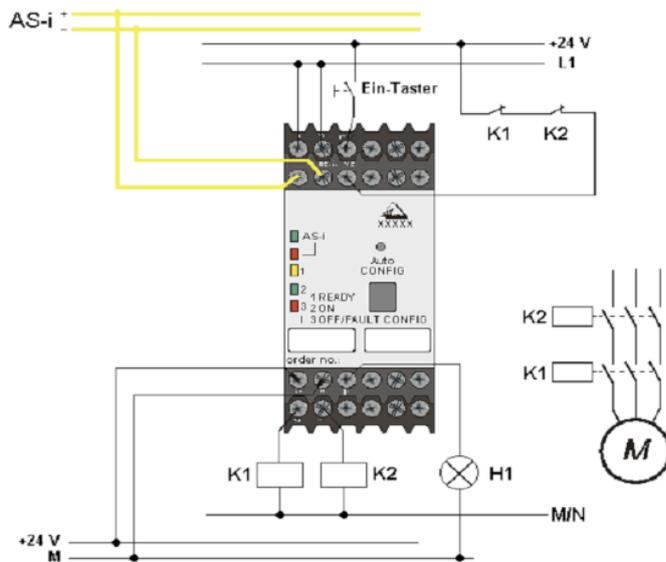


Architecture AS-i Safe

- Cohabitation entre Stations Asi et équipements ASI-Safe : caractéristiques réseau Identiques
- **Moniteur de sécurité AS-i surveille** les équipements Safe , il est **transparent** et **passif** sur le bus ASI
- Moniteur de sécurité AS-i **remplace API de sécurité**, et **déclenche des relais rapides** de coupure énergie



Branchement Moniteur Asi-Safe



- 1.13/1.14
- 1.23/1.24 Enable circuits
- 1.32 Signal circuit
- 1.Y1 On button optional
- 1.Y2 Feedback circuit

Configuration logicielle du moniteur



- ❑ Plusieurs sorties relais sécurité
- ❑ Paramétrage : Stop catégorie 0 et 1, Inhibition redémarrage, Acquiescement local, ...

Principe Asi-Safe

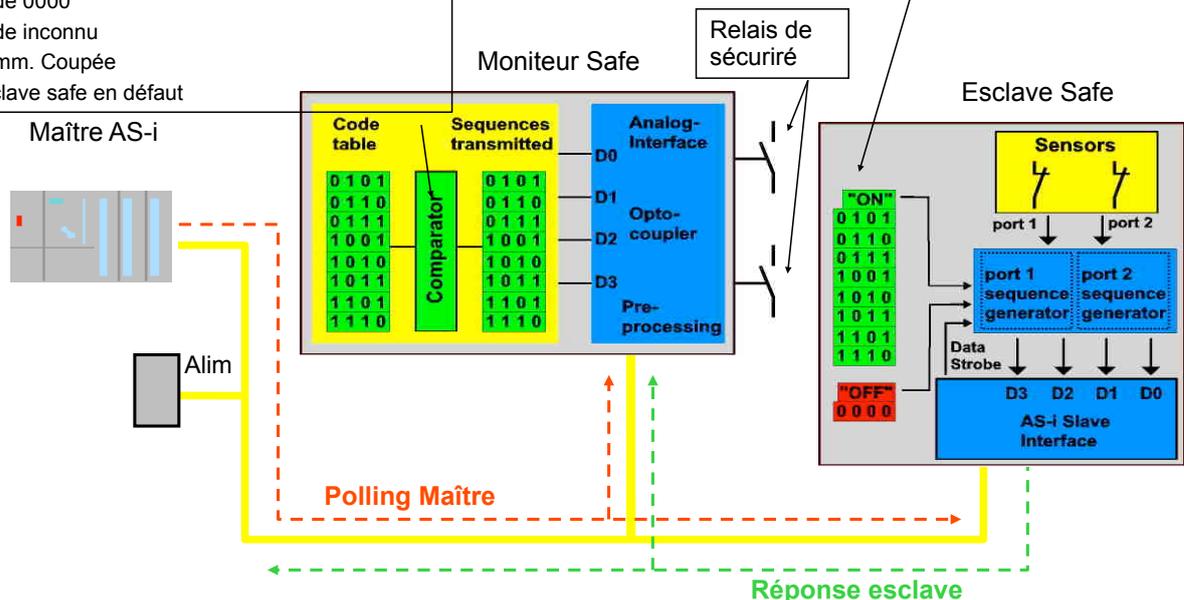
- Chaque esclave dispose d'une table spécifique 8 * 4 bits
- Une fonction d'apprentissage du moniteur Asi Safe mémorise la table des esclaves Safe
- En fonctionnement, le moniteur Safe compare les codes émis par esclaves Safe avec la table mémorisée
- Déclenchement des relais Safe du moniteur quand **code mémorisé ≠ code transmis** c'est à dire quand :
 - stop demandé (0000)
 - communication interrompue
 - code émis faux
 - esclave Safe en défaut

Surveillance AS-i Safe

Le moniteur Safe compare les 4 bits émis par esclave Safe avec la table mémorisée (par apprentissage).
Sécurité activée si réception :

- Code 0000
- Code inconnu
- Comm. Coupée
- Esclave safe en défaut

Chaque esclave envoie continuellement 4 bits de sa table spécifique selon un algorithme défini. Transmet „0000“ si capteur activé



Temps de Réaction Safe

As-I assure une réaction réflexe de sécurité en moins de 35 ms (ouverture d'un relais pour coupure de puissance)

