



Analyste Programmeur en Automatisation, Robotique et Informatique Industrielle TS ARII

Module MF 2.2

Gérer une information analogique

Elaborer et transcrire un module de gestion d'une mesure analogique

Les sorties analogiques

Patrick MONASSIER – année 2019-2020

MF 2.2

Gérer une information analogique

Compétences

- **Elaborer et transcrire un module de gestion d'une mesure analogique**

Objectifs

- *Programmer les entrées et sorties analogiques.*

Contenu

Présentation des entrées et sorties analogiques sur automate programmable

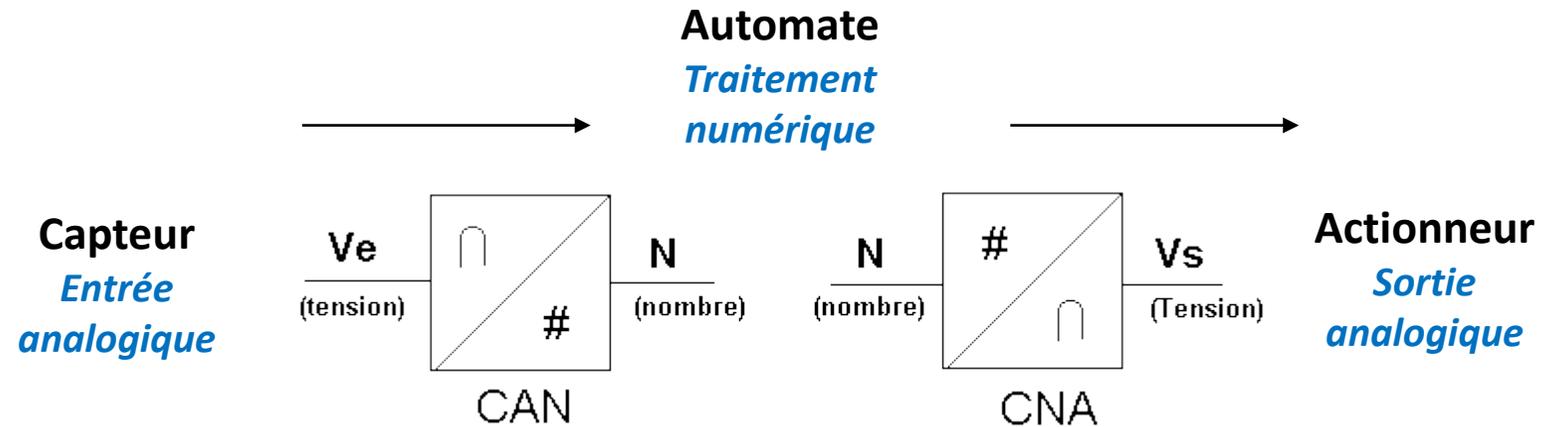
Transcription d'un traitement numérique sur un éditeur d'atelier logiciel

Sommaire

- Entrées et Sorties analogiques
- Les sorties analogiques
- Conversion numérique/analogique CAN
- Les CNA à résistances pondérées
- Les CNA à réseau R/2R

- Les Bus et Réseaux de Terrain
- Liaisons des capteurs et des actionneurs avec l'automate

Entrées et Sorties analogiques

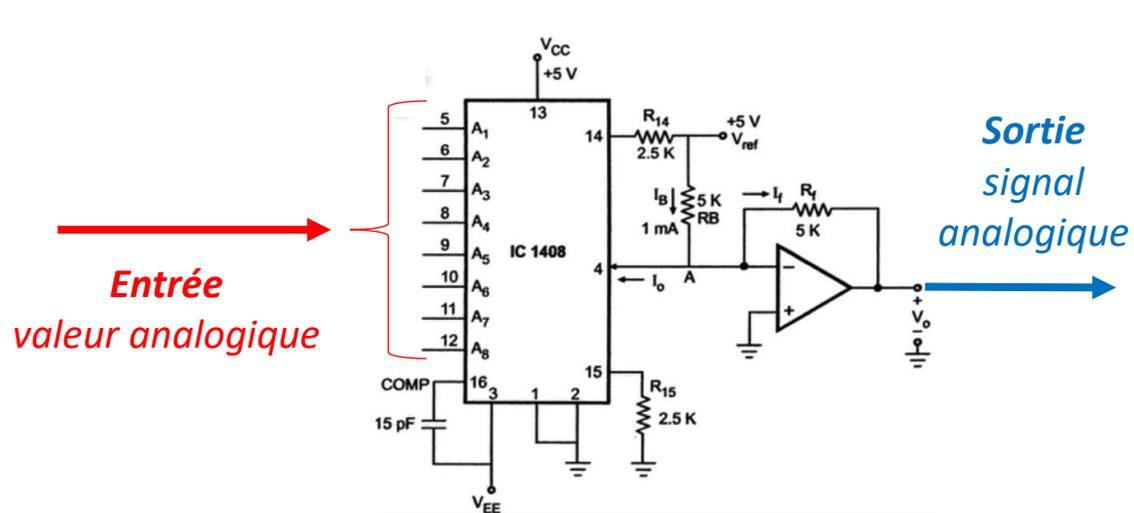


convertisseur analogique numérique (CAN) et son inverse convertisseur numérique analogique (CNA)



Les sorties analogiques

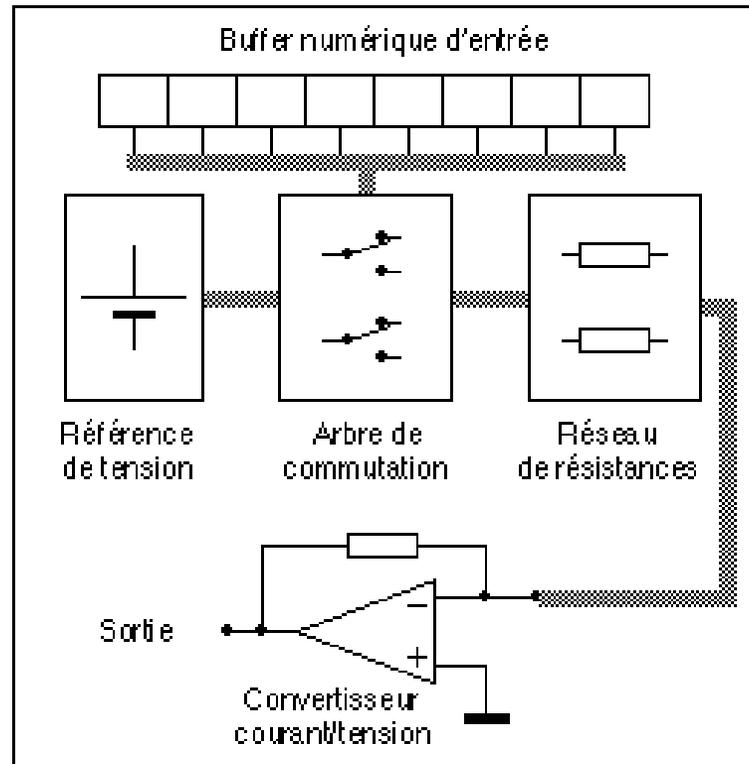
A la différence des entrées analogiques, les sorties analogiques sont des **signaux variables générés par l'automate** (*module de sortie analogique*) et qui agissent sur des pré-actionneurs analogiques. Par exemple une sortie analogique peut permettre de contrôler un variateur de vitesse ou encore une électrovanne proportionnelle. Comme pour les entrées analogiques, les types de signaux les plus fréquents sont les types de signaux de type tension, courant et résistance.



SIMATIC S7-300, Sortie analogique SM 332, séparation galvanique voie par voie, 4 sorties analogiques, résolution 16 bits, 0-10V, 1-5V, +/-10 V, +/-20 mA, 0/4-20mA

Conversion numérique/analogique

Il existe principalement deux types de convertisseurs numérique / analogique sur le marché : les convertisseurs à **résistances pondérées**, et les convertisseurs à **réseau R/2R**. Ces derniers sont prédominants.



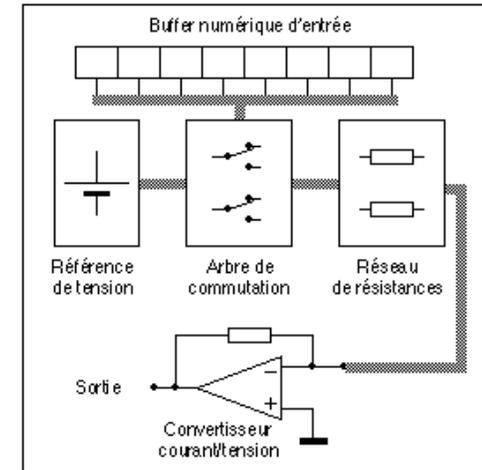
ARCHITECTURE GÉNÉRIQUE

Source :

<http://www.bedwani.ch/electro/ch21/index.htm#C32>

Sur cette figure, on distingue 5 blocs :

- **un buffer numérique d'entrée** : garder en mémoire la donnée numérique pendant le temps de conversion et sert d'interface entre les parties numérique et analogique du convertisseur.
- **une référence de tension** : son importance est capitale pour la précision de l'ensemble, c'est elle qui donne le signal de référence servant à la détermination des tensions de sortie.
- **l'arbre de commutation** (*switching tree*) : il est commandé par le buffer d'entrée et va déterminer les résistances qui seront alimentées par la référence de tension.
- **le réseau de résistances** : c'est un ensemble de résistances, qui, alimentées par la référence de tension via l'arbre de commutation vont générer des courants très précis fonction du code binaire d'entrée.
- **le convertisseur courant/tension** est un ampli servant à transformer les courants générés par le réseau de résistances en tension de sortie. Il est optionnel, certains CNA ne l'incluent pas, d'autres l'incluent, mais laissent le choix de l'utiliser ou non.



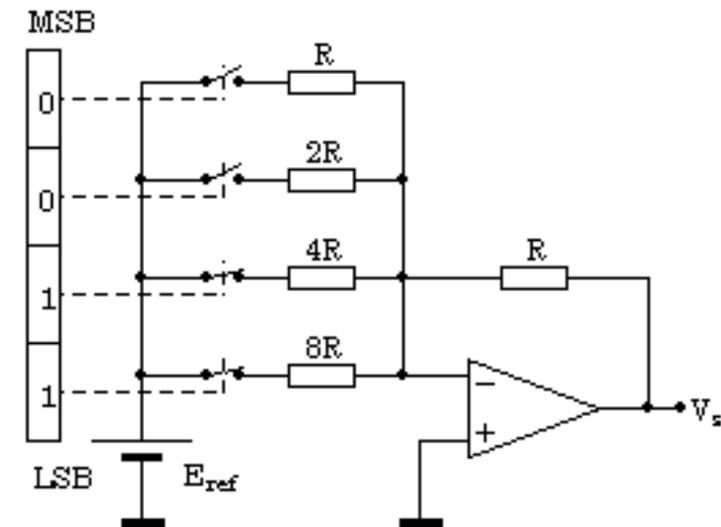
On retrouvera donc toujours ces éléments de base, la distinction entre les convertisseurs se faisant généralement dans le réseau de résistances (et par voie de conséquences dans l'arbre de commutation).

CNA À RÉSISTANCES PONDÉRÉES - *Principe*

Le principe de fonctionnement de ce montage est extrêmement simple : il est basé sur un amplificateur opérationnel monté en sommateur inverseur.

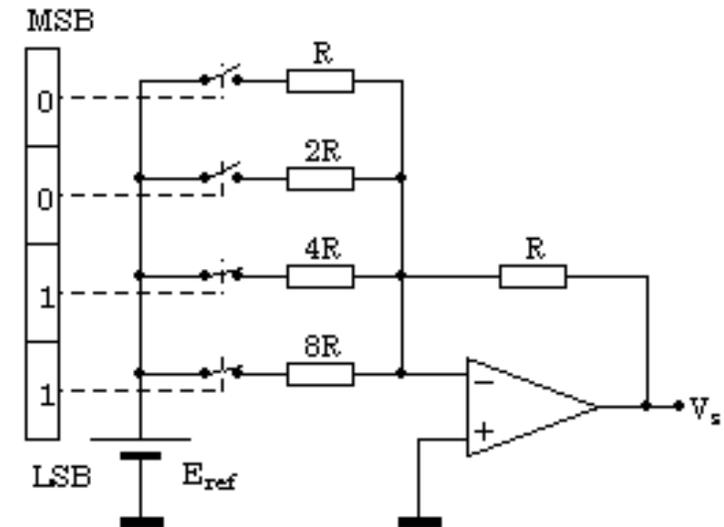
Les principaux constituants sont :

- un amplificateur opérationnel.
- une référence de tension qui va définir la pleine échelle du convertisseur.
- une série de résistances dans un rapport des puissances successives de 2 (1, 2, 4, 8, 16...).
- une série de registres numériques contenant le code binaire d'entrée.
- des commutateurs analogiques (interrupteurs commandés électriquement par les signaux logiques) reliant les résistances à la référence de tension.



CNA À RÉSISTANCES PONDÉRÉES - *Erreurs*

- L'erreur de gain sera directement proportionnelle à l'imprécision de la référence de tension et de la résistance de contre-réaction.
- L'erreur d'offset sera due à l'offset de l'amplificateur.
- L'erreur de linéarité et la monotonicité seront dues au mauvais appairage des résistances dans le rapport des puissances de 2.
- Le temps d'établissement sera donné par la réponse de l'amplificateur à un échelon de tension.



CNA À RÉSISTANCES PONDÉRÉES - *Avantages / inconvénients*

L'avantage d'un tel montage est la simplicité. C'est un bon outil pédagogique.

Malheureusement, la réalisation pratique est difficile du fait de la dynamique des résistances utilisées (2^N pour un convertisseur à N bits), et, on l'a vu, une tolérance nécessaire sur les résistance divisée par 2 à chaque bit supplémentaire.

Le principal problème provient de l'intégration de ces résistances : dans les circuits intégrés, on sait tenir une telle précision, mais la proportionnalité des résistances est obtenues en leur donnant des dimensions proportionnelles à leur valeur. La dynamique élevée requise ici est vite prohibitive.

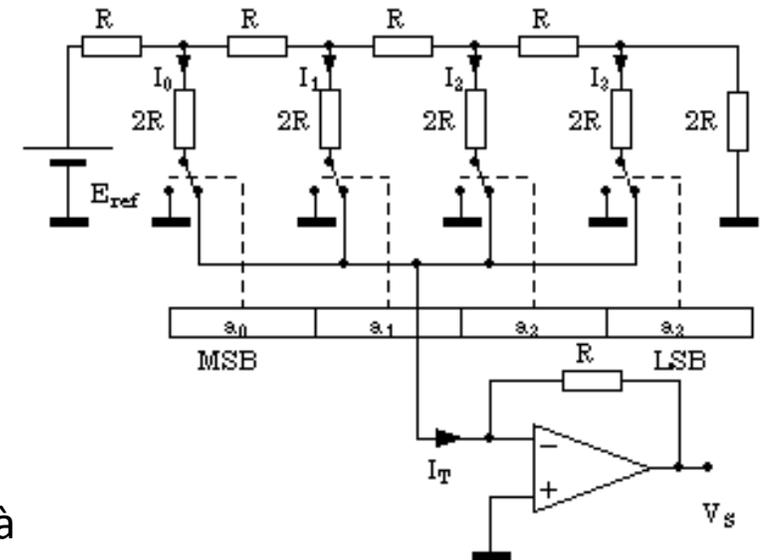
Ces défauts font que **ce convertisseur n'est pas viable économiquement**, surtout si on le compare au CNA à réseau R/2R, plus facile à intégrer

CNA À RÉSEAU R/2R - *Principe*

Ce type de convertisseur prend en compte les défauts du précédent : il est bâti autour d'un réseau de résistances composé de seulement deux valeurs, R et $2R$. Il n'y a donc plus le défaut inhérent à la grande dynamique de valeurs des résistances.

Les composants sont sensiblement les mêmes que pour le CNA à résistances pondérées :

- un amplificateur opérationnel.
- une référence de tension qui va définir la pleine échelle du convertisseur.
- un réseau de résistances $R/2R$.
- une série de registres numériques contenant le code binaire d'entrée.
- des commutateurs analogiques (interrupteurs commandés électriquement par les signaux logiques) reliant les résistances soit à la masse, soit à l'entrée - de l'ampli



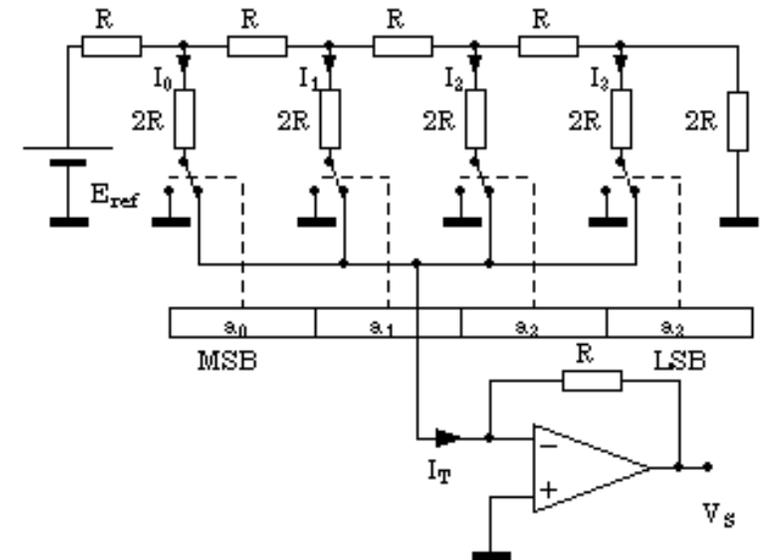
CNA À RÉSEAU R/2R - *Précision*

Pour ce qui est de la précision requise sur les résistances, on retrouve les mêmes défauts que pour le CNA précédent :

- la référence de tension et la résistance de contre-réaction vont engendrer la même erreur de pleine échelle.
- une erreur sur la résistance du MSB aura $2^{(N-1)}$ fois plus d'influence que la même erreur sur le LSB.

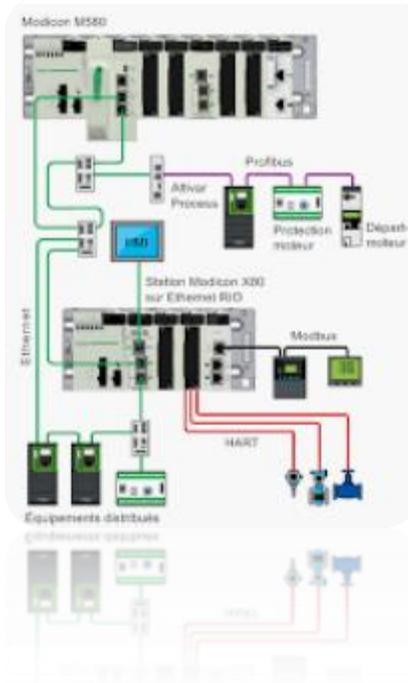
Par contre, l'intégration sera plus aisée, et on sera capables de faire des convertisseurs précis et à plus grand nombre de bits que le CNA à résistances pondérées.

En instrumentation, on rencontrera fréquemment des CNA à 12bits de ce type, notamment sur des cartes d'acquisition de données pour les automates.



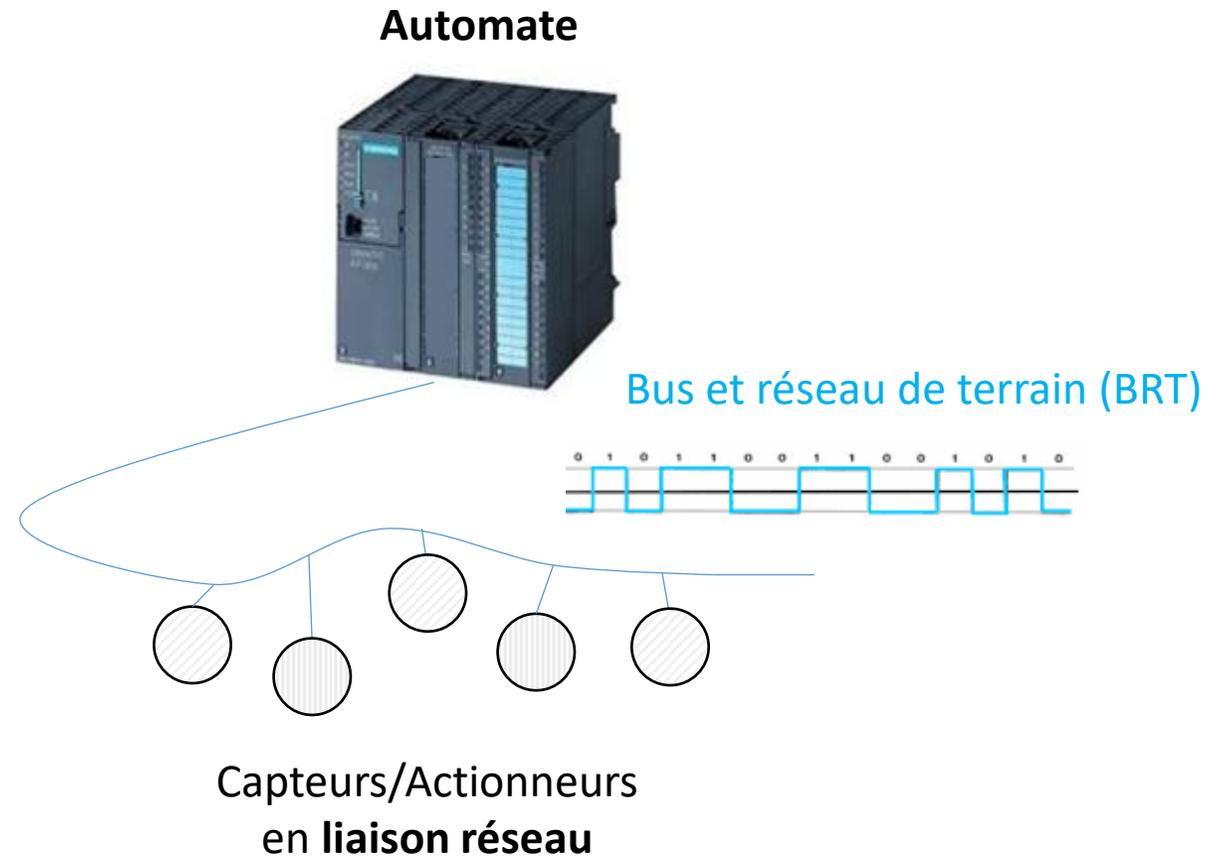
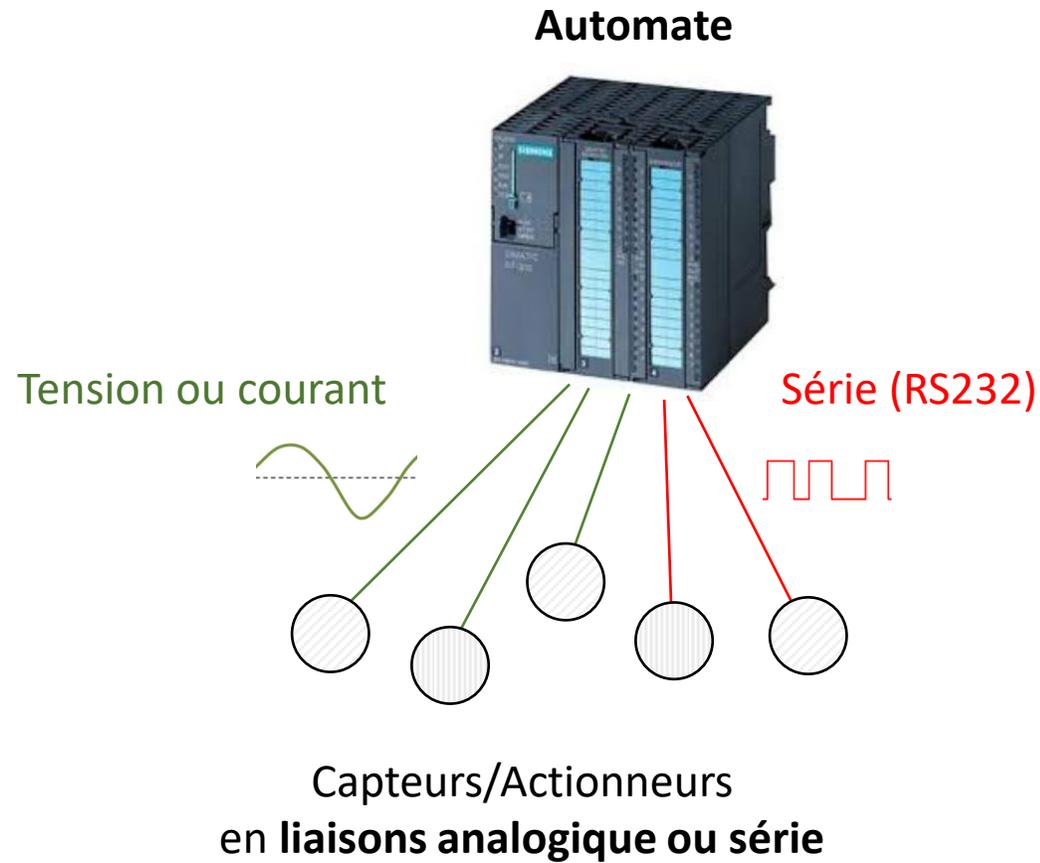
LES RÉSEAUX

Bus et réseaux de terrain



- Liaisons des capteurs et des actionneurs avec l'automate
- Niveaux de réseaux : avantages/inconvénients
- Groupes de réseaux
- Principes des réseaux
- Les méthodes d'accès
- Topologie des réseaux
- Câbles et connecteurs

Liaisons des capteurs et des actionneurs avec l'automate



Niveaux de réseaux

Bien différencier le BRT capteurs/actionneurs sous l'automate et le réseau de liaison inter-systèmes Ethernet



Réseau inter-automates et autres appareils (Ethernet)

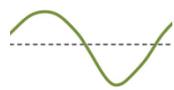
Automate



Automate



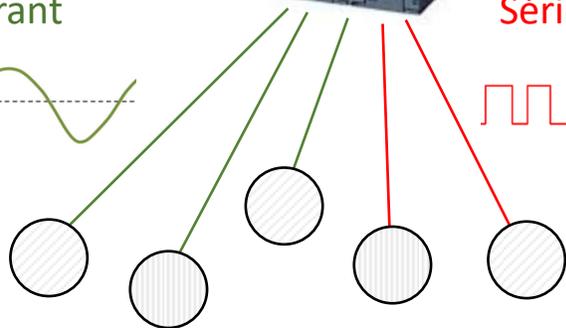
Tension ou courant



Série (RS232)



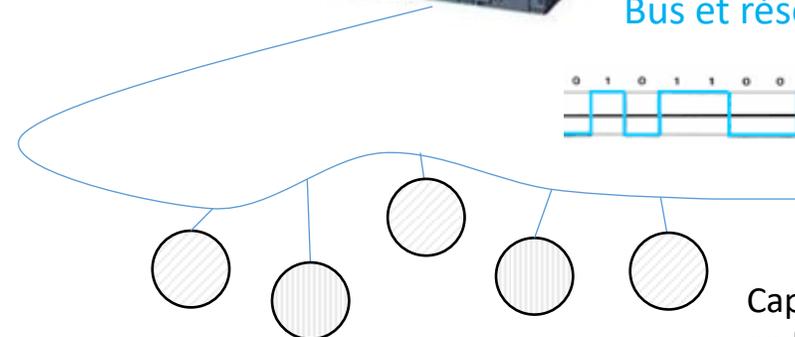
Capteurs/Actionneurs en liaisons analogique ou série



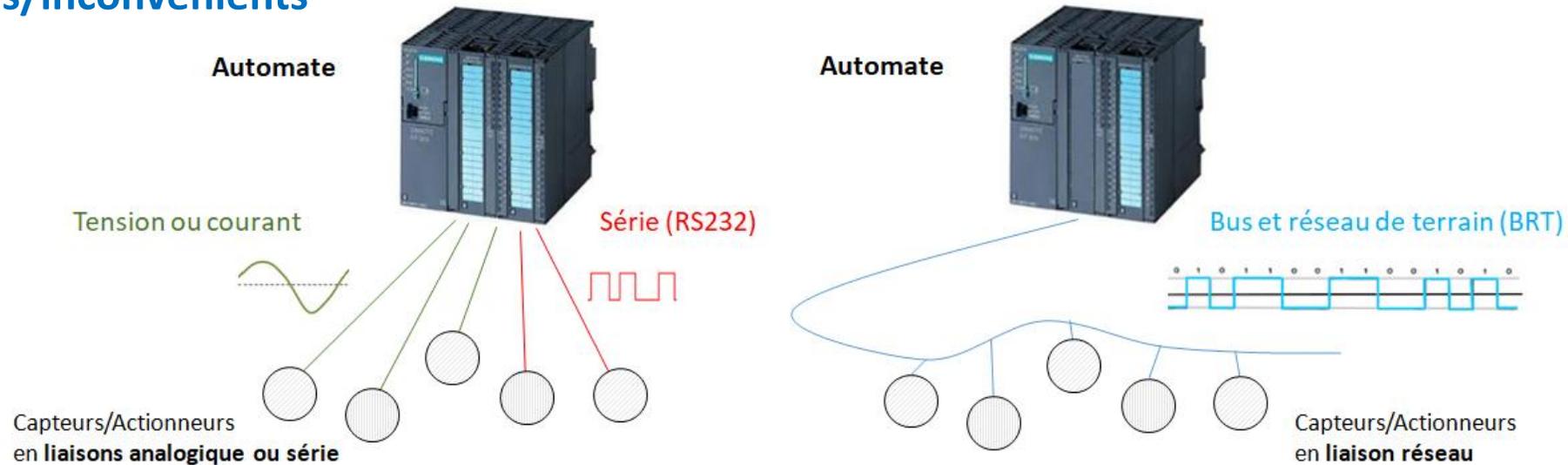
Bus et réseau de terrain (BRT)



Capteurs/Actionneurs en liaison réseau



Avantages/inconvénients



Tension ou courant

Avantages

Liaison directe
Permanence de l'information
Mesure au multimètre

Inconvénient

Sensible aux perturbations
Beaucoup de fils

Liaison série

Avantages

Liaison directe
Moins sensible aux perturbations

Inconvénient

Pas de mesure multimètre
Pas de permanence de l'information
Beaucoup de fils

Bus et réseau de terrain

Avantages

Un seul câble de liaison
Gain financier
Bonne protection aux perturbations

Inconvénient

Besoin d'outil informatique
Pas de permanence de l'information

Concept de la pyramide du CIM

Computerized Integration Manufacturing

Groupes de réseaux

- **Internet** – *Le réseau des réseaux*

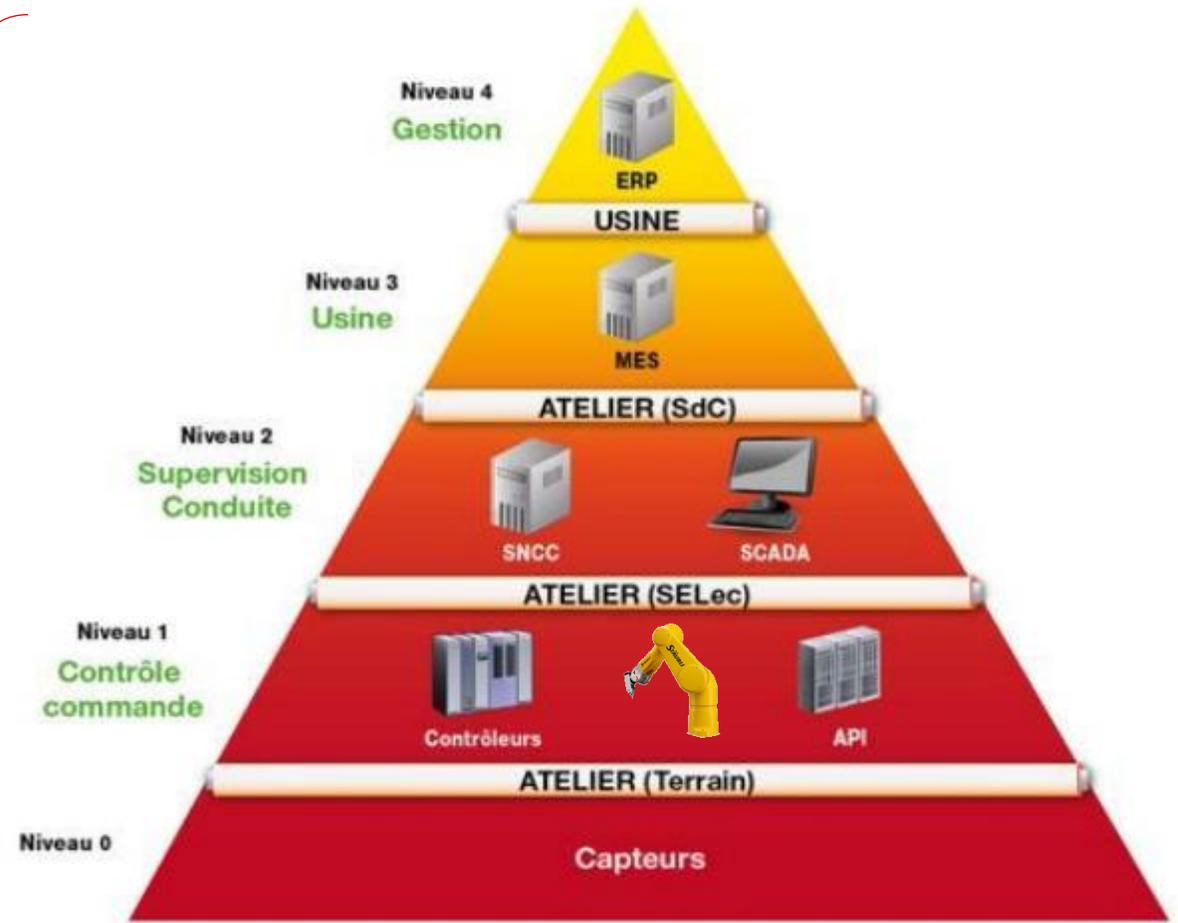
- **Ethernet** - *jusqu'à 1 GHz*

- **Ethernet industriel** - *jusqu'à 1 GHz*

Powerlink – Ethercat...

- **Bus et Réseaux de Terrain** - *jusqu'à 20 MHz*

Devicenet - Interbus - Profibus – Profinet...

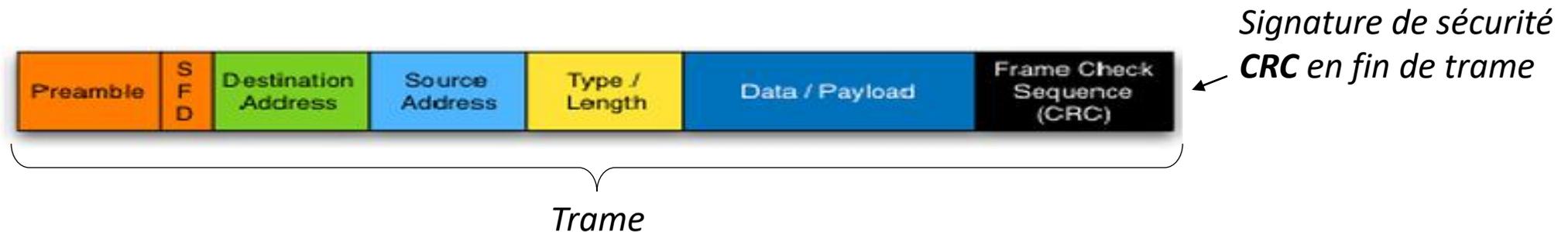


Principes des réseaux

Le but principal du réseau industriel est de transporter l'information d'un point à un autre :

- **De façon sûre** : l'erreur peut être dangereuse
- **Dans un temps donné** : Déterminisme *

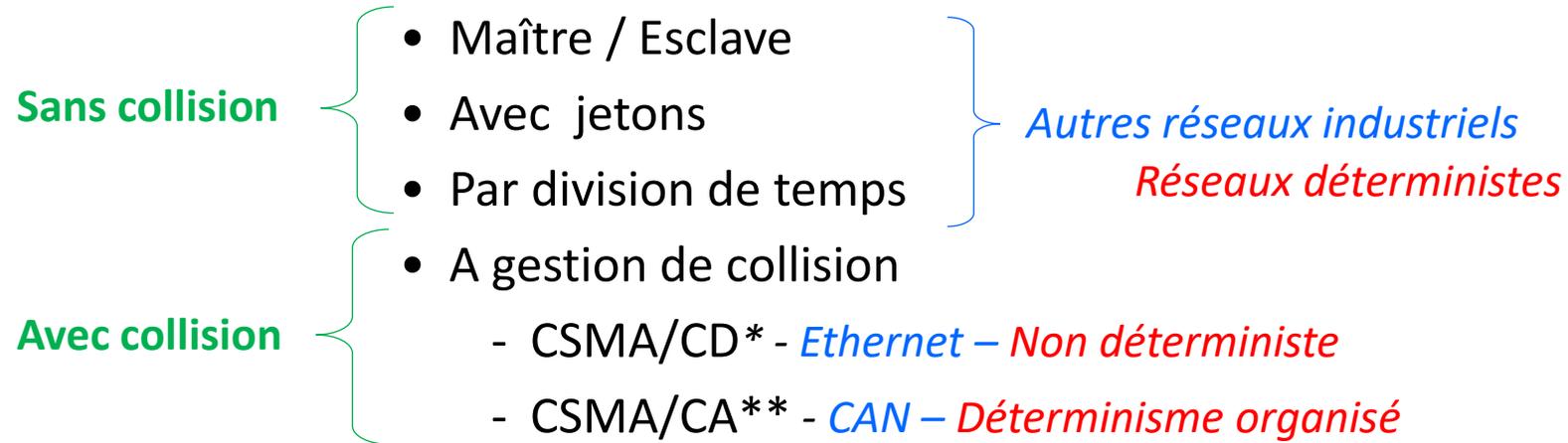
(* **Déterminisme**: c'est la faculté de transférer des données dans un temps **donné et connu**



Les données sont transportées dans des **trames** (suite de bits 1/0) de **tailles variables** suivant les types de réseaux
 Des **protocoles** propres à chaque réseau permettent d'échanger les données entre appareils
 Le **CRC** (Cyclic Redundancy Check) ou **FCS** (Frame Check Sequence) permet de sécuriser chaque trame

Les méthodes d'accès

La **méthode d'accès** permet de contrôler le trafic sur un réseau :
qui parle, quand et pour combien de temps...



(*) CSMA/CD - Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection

(**) CSMA/CA - Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance

Les méthodes d'accès

Maitre/Esclave

- Le maître parle à un moment donné à l'esclave
- L'esclave doit répondre dans un temps donné
- Un esclave n'a pas le droit d'initier un dialogue
- Le maître peut parler à plusieurs esclaves
- Un dialogue entre 2 esclaves passe par le maître
- Le calculateur central cadence les dialogues
- Cohérence absolue des dialogues, pas de collisions
- Déterminisme assuré. temps de dialogues longs

Jeton

- Aucune n'émet spontanément
- Chacun attend son tour pour émettre
- C'est le passage du jeton (token) qui détermine qui émet

TDMA (division de temps)

- Chaque station émet dans sa tranche de temps sur un cycle
- Une station peut utiliser plusieurs tranches de temps par cycle
- Pas de collision

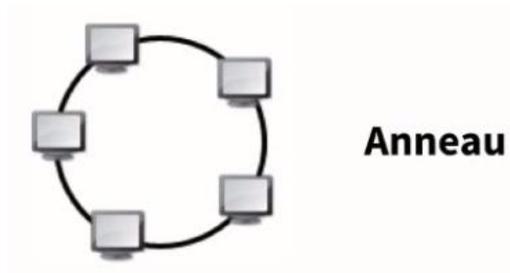
CSMA CD/CA

- Toutes les stations sont égales
- Chaque station émet quand elle veut
- Les collisions sont détectées par les stations
- Les collisions sont acceptées
- Les collisions sont gérées par le protocole
- Il y a une stratégie d'arbitrage des collisions

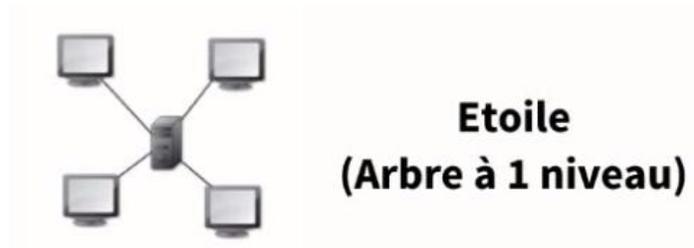
Topologies des réseaux

Une **topologie de réseau** informatique correspond à l'architecture (physique ou logique) de celui-ci, définissant les liaisons entre les équipements du réseau et une hiérarchie éventuelle entre eux.

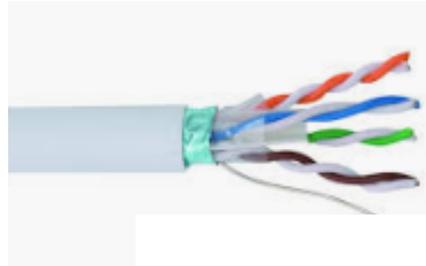
Elle peut définir la façon dont les équipements sont interconnectés et la représentation spatiale du réseau (topologie physique). Elle peut aussi définir la façon dont les données transitent dans les lignes de communication (topologies logiques)



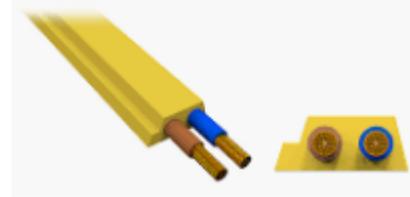
La majorité des BRT industriels



Le câblage



Ethernet



ASi



Profibus

Les câbles doivent être **adaptés** au contexte industriel
Chaque type de réseau a des **câbles homologués**
Les câbles participent à la **qualité** de transmission
Ils participent à la **protection** aux rayonnements

La connectique

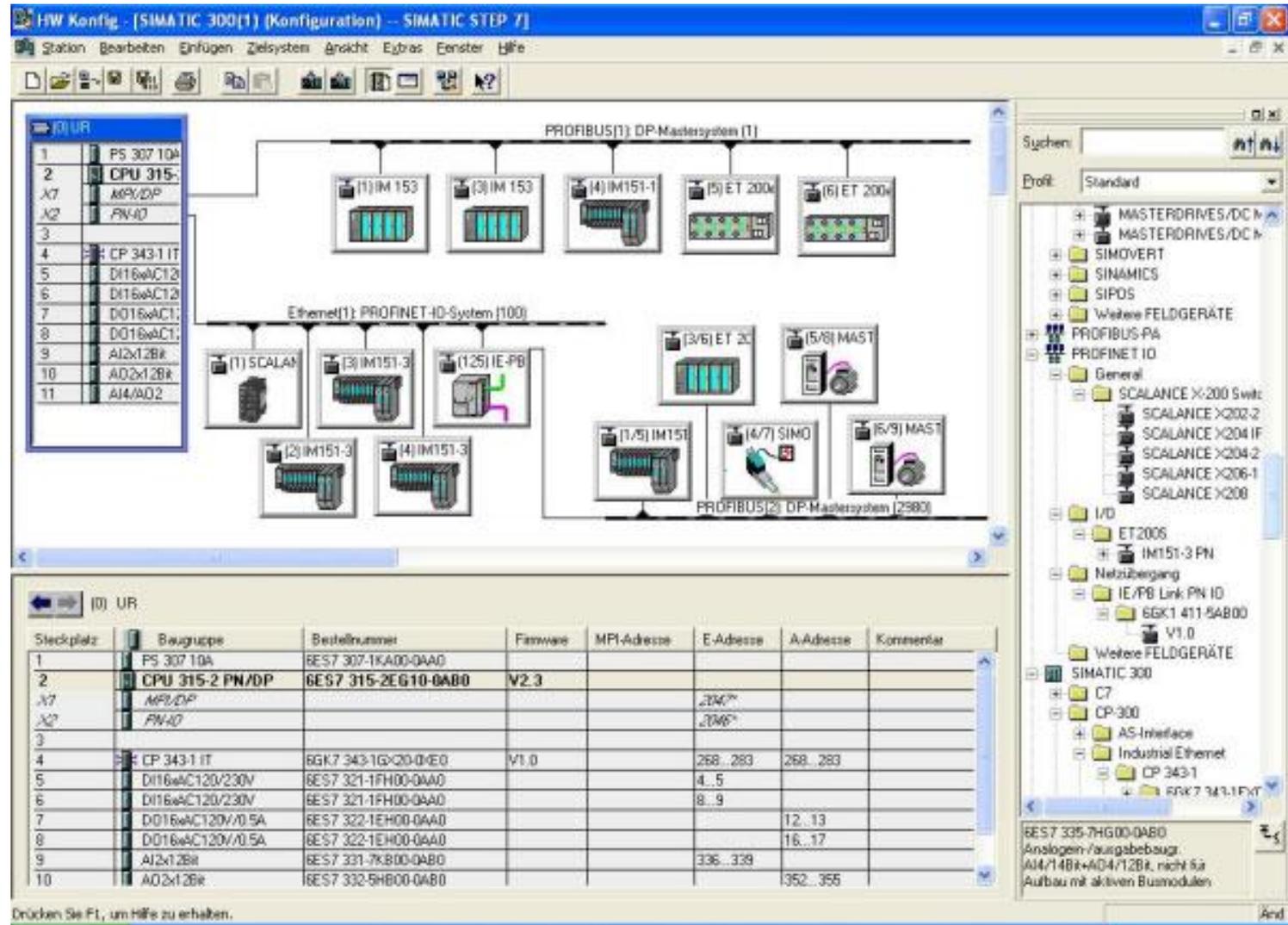


La connectique est importante car elle participe à la **qualité** du fonctionnement du réseau dans des **environnements difficiles**. Chaque type de réseau propose des connectiques normalisées et renforcées pour résister aux **conditions industrielles**

Programmation sur STEP 7

HW Konfig - [SIMATIC 300(1) (Konfiguration) -- SIMATIC STEP 7]

Station Bearbeiten Einfügen Zielsystem Ansicht Extras Fenster Hilfe

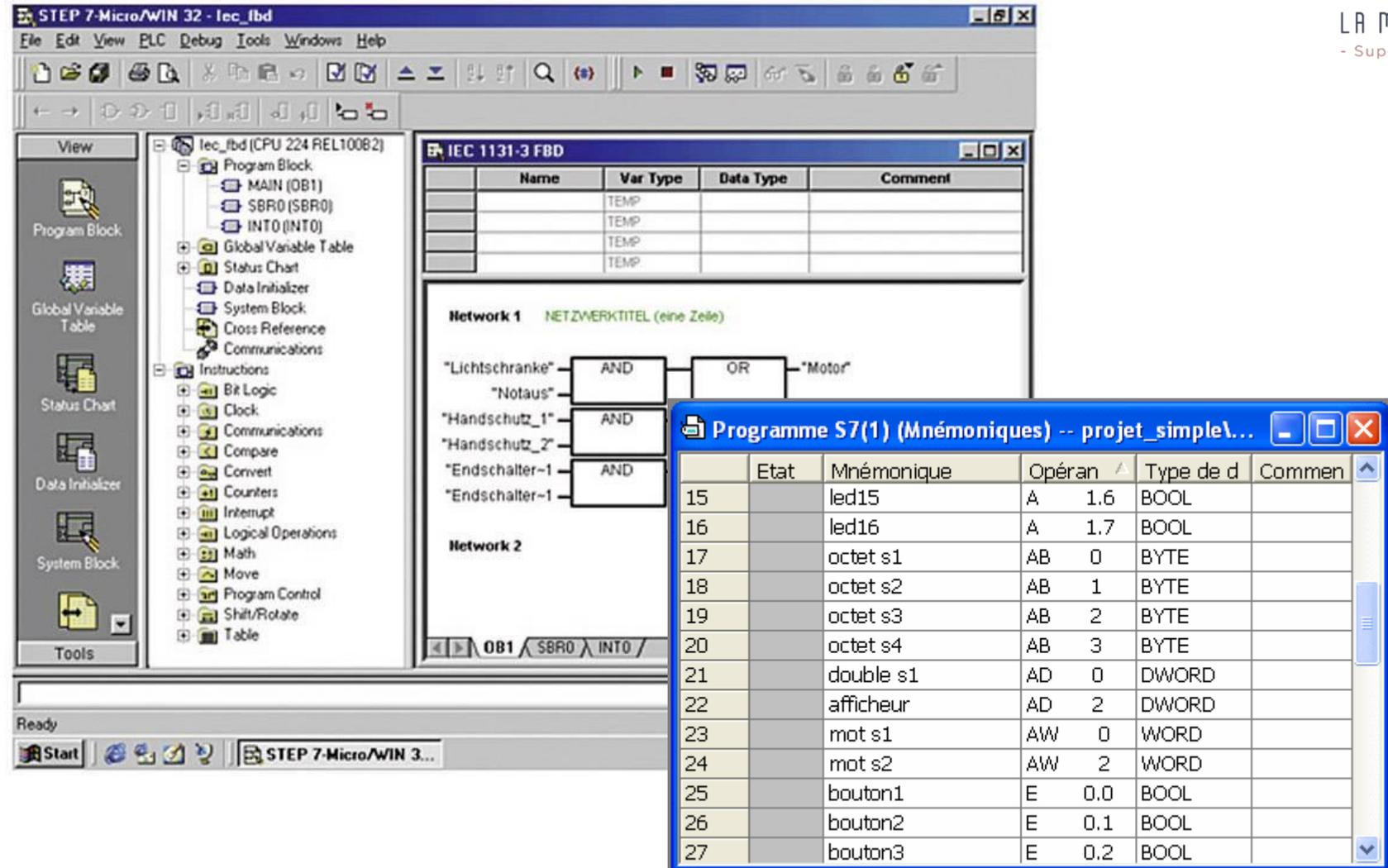


The screenshot displays the SIMATIC STEP 7 hardware configuration software. It features a rack configuration table on the left, a central network diagram showing connections between a rack, a PROFIBUS DP-Master system, an Ethernet PROFINET-ID-System, and another PROFIBUS DP-Master system, and a detailed component table at the bottom. A right-hand pane shows a project tree with various system components.

Steckplatz	Baugruppe	Bestellnummer	Firmware	MPI-Adresse	E-Adresse	A-Adresse	Kommentar
1	PS 307 10A	6ES7 307-1EA00-0AA0					
2	CPU 315-2 PN/DP	6ES7 315-2EG10-0AB0	V2.3				
X7	MPI/DP				204		
X2	PN-IO				206		
3							
4	CP 343-1 IT	6ES7 343-1EX30-0AB0	V1.0		268..283	268..283	
5	DI16xAC120V/230V	6ES7 321-1FH00-0AA0			4..5		
6	DI16xAC120V/230V	6ES7 321-1FH00-0AA0			8..9		
7	DO16xAC120V/0.5A	6ES7 322-1EH00-0AA0				12..13	
8	DO16xAC120V/0.5A	6ES7 322-1EH00-0AA0				16..17	
9	AI2x12Bit	6ES7 331-7K800-0AB0			336..339		
10	AO2x12Bit	6ES7 332-5HB00-0AB0				352..355	

Drücken Sie F1, um Hilfe zu erhalten.

Programmation sur STEP 7



The screenshot displays the STEP 7-Micro/WIN 32 interface. The main window shows a ladder logic network (Network 1) with the title "NETZWERKTITEL (eine Zeile)". The network contains three normally open contacts labeled "Lichtschranke", "Notaus", and "Handschutz_1" connected in series to an AND gate. The output of this AND gate is connected to an OR gate, which is also connected to a normally open contact labeled "Handschutz_2". The output of the OR gate is connected to a coil labeled "Motor".

Below the network, a table titled "Programme S7(1) (Mnémoniques) -- projet_simple\..." is displayed, listing various variables and their properties:

	Etat	Mnémonique	Opéran	Type de d	Commen
15		led15	A 1.6	BOOL	
16		led16	A 1.7	BOOL	
17		octet s1	AB 0	BYTE	
18		octet s2	AB 1	BYTE	
19		octet s3	AB 2	BYTE	
20		octet s4	AB 3	BYTE	
21		double s1	AD 0	DWORD	
22		afficheur	AD 2	DWORD	
23		mot s1	AW 0	WORD	
24		mot s2	AW 2	WORD	
25		bouton1	E 0.0	BOOL	
26		bouton2	E 0.1	BOOL	
27		bouton3	E 0.2	BOOL	

Analyste Programmeur en Automatisation, Robotique et
Informatique Industrielle
TS ARII

Module MF 2.2

Gérer une information analogique

Elaborer et transcrire un module de gestion d'une mesure analogique

Fin de Présentation