



LES COUPLEURS SPECIALISES

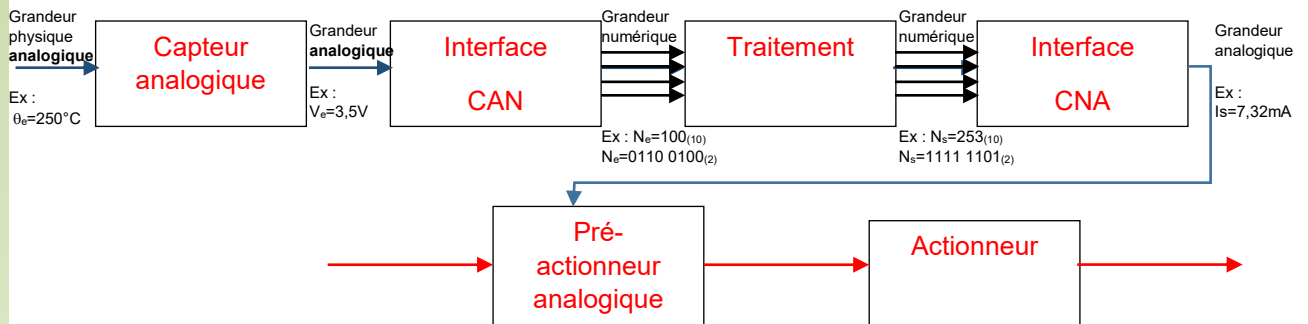
(TIRE D'UN DOCUMENT DU BTS MAI - LYCEE L.RASCOL - ALBI)

I. INTRODUCTION

Souvent les systèmes ont des composants qui réalisent le traitement du signal de façon numérique (API, PC, ...) et des capteurs ou pré-actionneurs qui fonctionnent avec des grandeurs analogiques.

Il est donc nécessaire d'utiliser des interfaces de conversion :

- analogique \Rightarrow numérique (CAN - Convertisseur Analogique \rightarrow Numérique) ;
- numérique \Rightarrow analogique (CNA - Convertisseur Numérique \rightarrow Analogique).



II. LA CONVERSION

Pour prélever les grandeurs physiques analogiques, on se sert de capteurs dont le rôle est de traduire une grandeur physique en un signal électrique exploitable. Pour exploiter ce signal par des systèmes numériques, il est nécessaire de convertir le signal en valeur numérique codée.

A. TRAITEMENT DU SIGNAL

Cette fonction de numérisation effectuée par le convertisseur comporte une double opération :

- l'échantillonnage : consiste à prélever la valeur instantanée du signal analogique à intervalles de temps réguliers ;
- la quantification : consiste à transformer la valeur de ces échantillons en une valeur binaire.

1. Echantillonnage

Prélèvement périodique de la valeur analogique $Y_e(t)$.

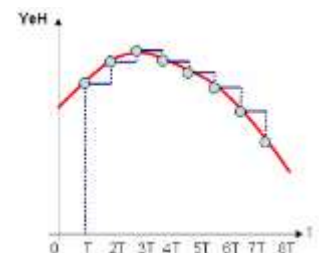
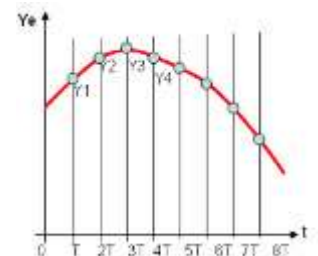
La fréquence d'échantillonnage (F_e) est donnée par la relation :

$$F_e \geq 2 \cdot F_{\text{maxi du signal}}$$

2. Blocage (temps de maintien)

Pour limiter les erreurs d'échantillonnage, on utilise un échantillonneur bloqueur, dont le rôle est de mettre en mémoire les valeurs des échantillons successifs.

Le temps de maintien nécessaire pour la mémorisation d'une valeur de Y_eH dépend de la vitesse de conversion du système.





3. Quantification

Avec un convertisseur de n bits, on peut distinguer 2^n états.

La résolution absolue définie la plus petite tension que le convertisseur peut coder, c'est le quantum q .

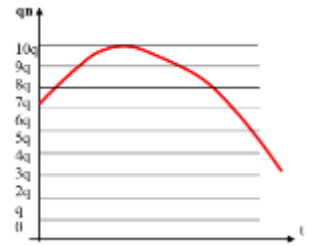
Valeur du quantum :

$$q = \frac{V_{ref}}{(2^n - 1)}$$

Avec V_{ref} = tension maximum du signal convertible - tension de référence – plage pleine échelle.

Exemple :

Avec une plage pleine échelle de 10V et convertisseur de 8 bits, on a $q = \frac{V_{ref}}{(2^n - 1)} = \frac{10}{(2^8 - 1)} = 0,039 V$ soit $39 mV$.

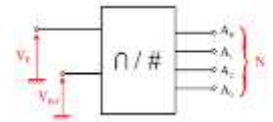


4. Codage

Cette étape établit une correspondance entre le nombre de quanta d'un échantillon et sa valeur dans un code donnée (binaire pur, Gray ou DCB, complément à 2).

B. LE CONVERTISSEUR ANALOGIQUE NUMERIQUE (CAN)

Le convertisseur analogique numérique transforme un signal continu en une valeur numérique traitable par une partie commande programmable.



Sa fonction de transfert est la suivante :

$$N = E\left(\frac{V_E}{q}\right)$$

E : fonction partie entière

Avec N : nombre entier converti (en décimal) ;
 V_E : tension d'entrée (V ou mV) ;
 q : quantum du convertisseur (V ou mV).

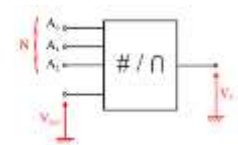
Remarque : Tout ce qui est dit ici pour des tensions est applicable avec des intensités.

C. LE CONVERTISSEUR NUMERIQUE ANALOGIQUE (CNA)

Le convertisseur numérique analogique transforme une valeur numérique en un signal continu utilisable par un pré-actionneur ou un actionneur. On a la relation :

$$V_s = N \cdot q$$

Avec V_s : tension de sortie du convertisseur (V ou mV) ;
 N : nombre (décimal) entré dans le convertisseur ;
 q : quantum (V ou mV).



Remarque : La conversion engendre un certain nombre d'erreurs dont les plus sensibles sont :

- Erreur de linéarité : Cette erreur représente l'écart entre la courbe de transfert idéale et la courbe de transfert réelle. Elle s'exprime en pourcentage de la pleine échelle.
- Erreur de linéarité différentielle : Au lieu d'évaluer l'erreur de linéarité sur l'ensemble de l'échelle, on considère ici l'écart en deux codes adjacents. L'erreur de linéarité différentielle définit la différence entre l'écart réel et l'écart idéal.
- La précision C'est l'écart existant entre la tension obtenue en sortie et celle prévue par la théorie. Elle est généralement donnée en % de la pleine échelle.

Remarque 2 : Tout ce qui est dit ici pour des tensions est applicable avec des intensités.



BTS ATI

NOM

PRENOM

COURS / SYNTHESE

TD / TP

TEST / EVALUATION

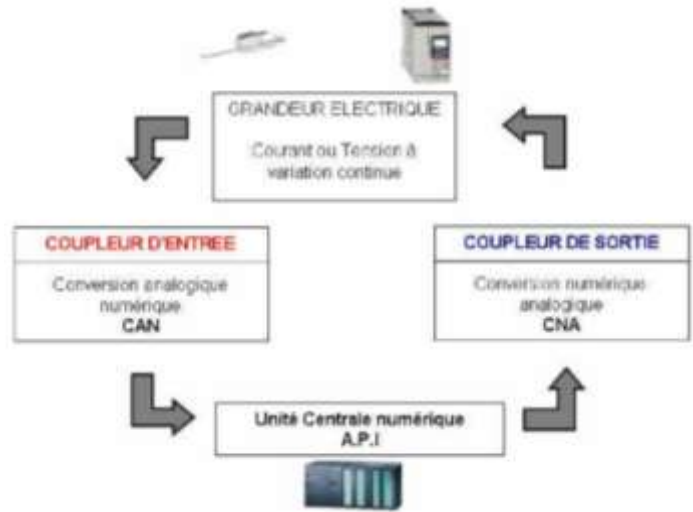
NOTE D'INFORMATION

III. LES COUPLEURS ANALOGIQUES

Le matériel utilisé dans l'industrie pour réaliser les opérations présentées précédemment s'appellent des coupleurs analogiques.

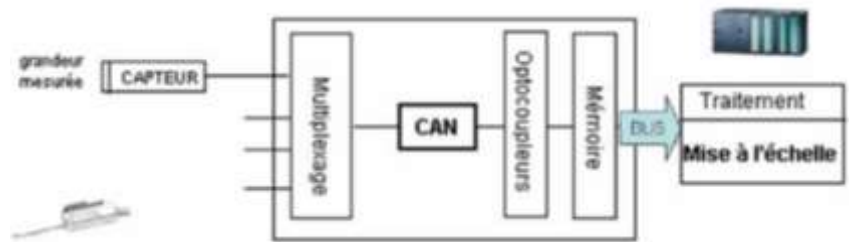
Leur rôle est d'interfacer la partie commande avec la partie opérative via :

- Les capteurs analogiques pour les coupleurs d'entrées
- Les pré-actionneurs à commandes analogiques pour les coupleurs de sorties



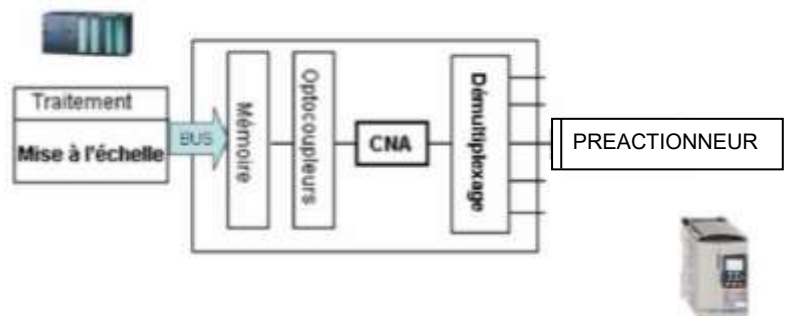
A. ENTREE ANALOGIQUE

Le coupleur d'entrée analogique transforme le signal continu du capteur en une valeur numérique traitable par l'Unité Centrale de l'Automate.



B. SORTIE ANALOGIQUE

Les coupleurs de sortie analogique transforment la valeur numérique, résultat du traitement de l'Unité Centrale en un signal continûment variable utilisable par un actionneur ou pré actionneur à commande proportionnelle ou asservie.



C. CARACTERISTIQUES DES COUPLEURS ANALOGIQUES

Les caractéristiques principales des coupleurs analogiques données par les constructeurs sont :

- La plage de travail ; 4-20 mA, $\pm 10V$, 0-10V...
- Le nombre de voies ;
- Le filtrage (matériel ou logiciel) ;
- La définition de conversion (8, 12, 16 bits) ;
- Les valeurs numériques maximum ;
- ...



D. PARAMETRAGE DES COUPLEURS

Le paramétrage se fait généralement au moment de l'installation dans le rack automate, soit :

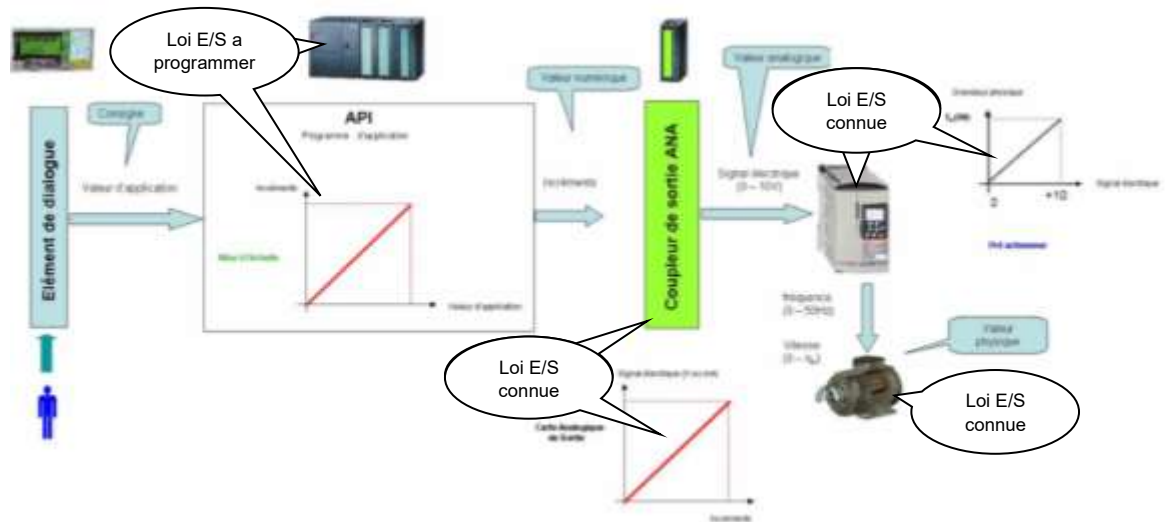
- par des switches de réglages sur la carte ;
- par programmation à partir de l'atelier logiciel du constructeur.

E. CALCUL DE MISE A L'ECHELLE

La mise à l'échelle d'une valeur analogique consiste à appliquer à la valeur numérique, convertie par le coupleur, un coefficient (sous forme d'expression linéaire) pour réaliser le traitement de la donnée dans l'unité utilisée par l'application. Ce calcul est généralement fait à partir d'une instruction automate. Le travail du programmeur consiste essentiellement à fournir les données d'entrées nécessaires.

Exemple : L'opérateur veut entrer une consigne pour faire tourner un moteur à 1300 tr.min⁻¹. Connaissant la fonction de transfert (loi d'entrée/sortie) de chaque matériel de la chaîne, on peut remonter la chaîne et déterminer la loi d'entrée/sortie à programmer dans l'automate.

Pour voir cela en détails, prenez le TD.



IV. POINTS A RETENIR

Caractéristiques d'un CNA unipolaire idéal :

	DEFINITION	NOTATION	EXEMPLE
ENTREE	Nombre de bits	n	n = 8
	Nombre de points (sur la pleine échelle)	$N_{PE} = 2^n$	$N_{PE} = 256$
	Nombre maximum à l'entrée du CNA	$N_{max} = N_{PE} - 1$	$N_{max} = 255$
	Résolution numérique	$R = 1 / N_{PE} = 2^{-n}$	$R = 1 / 256$
SORTIE	Tension plein échelle	U_{PE} ou V_{ref}	$U_{PE} = 10 \text{ V}$
	Quantum	$q = U_{PE} / (2^n - 1)$	$q = 39,2 \text{ mV}$
	Tension maximum à la sortie du CNA	$U_{MAX} = q \cdot N_{MAX}$	$U_{MAX} = 10 \text{ V}$
	Loi de sortie	$U_s = q \cdot N$	$N = 120 \rightarrow U_s = 4,71 \text{ V}$