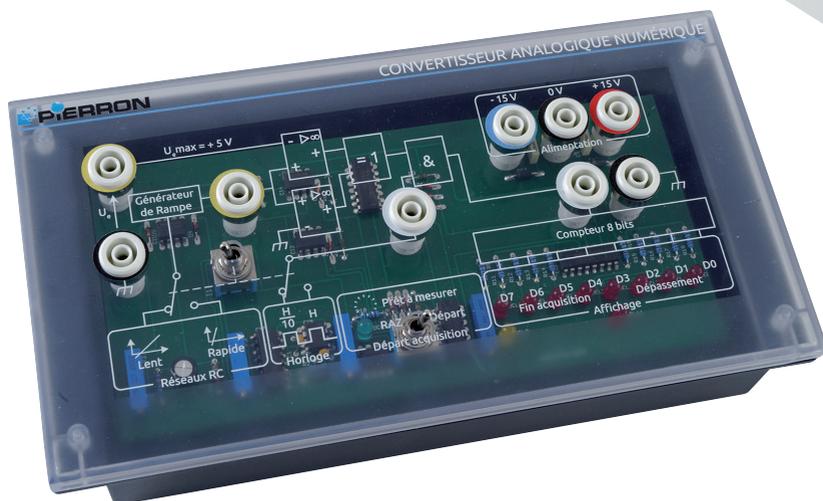




Convertisseur Analogique- Numérique (C.A.N) 04721

NOTICE



Retrouvez
l'ensemble
de nos gammes sur :
www.pierron.fr

 **PIERRON**
ÉQUIPEMENT PÉDAGOGIQUE SCIENTIFIQUE

PIERRON - ASCO & CELDA • CS 80609 • 57206 SARREGUEMINES Cedex • France

Tél. : 03 87 95 14 77 • Fax : 03 87 98 45 91

E-mail : education-france@pierron.fr

1 - Introduction

Cette maquette vous permettra de mettre en évidence le principe de conversion d'un signal analogique en une valeur numérique. Elle contient un CAN simple rampe. Le convertisseur est logé dans un boîtier sérigraphié dont la trame représente le synoptique du convertisseur :

- un générateur simple rampe à deux pentes (lent, rapide) ;
- deux comparateurs ;
- une horloge à deux fréquences ;
- un compteur 8 bits qui indique, par huit DEL, la valeur binaire de la tension convertie ;
- le circuit d'horloge.

2 - Contenu de l'emballage

- Un convertisseur analogique-numérique
- Une notice

Caractéristiques

- Résolution : 8 bits
- Tension d'entrée maximale admissible : 0 à 5 V (Ue)
- Alimentation : ± 15 V
- Matière : ABS
- Dimensions : 240 x 137 x 32 mm

Description

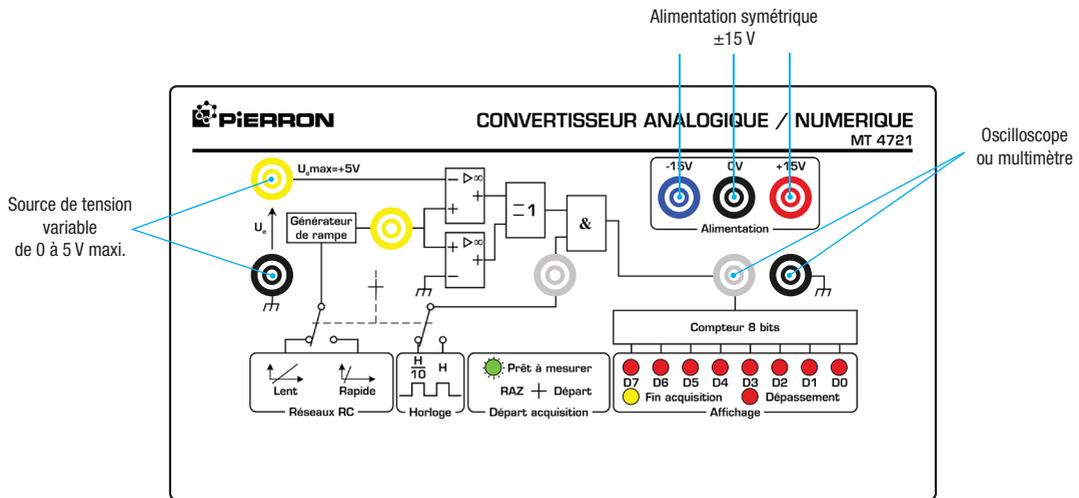
La sérigraphie de cette maquette représente le synoptique du convertisseur, ce dernier est composé, pour les fonctions essentielles, de :

- Un générateur simple rampe à deux pentes (lent ou rapide).
- Deux comparateurs : l'un détectant le zéro de la rampe, l'autre comparant la tension d'entrée à celle générée par la rampe.
- Une horloge à deux fréquences (**H** et **H/10**) cadencant le compteur via la logique de validation.
- Le circuit d'horloge qui est relié au compteur, via un circuit logique de commande piloté par l'un des comparateurs. Deux vitesses d'acquisition sont proposées, un commutateur permet de les sélectionner.

- Un compteur 8 bits qui indique, par huit diodes électroluminescentes (DEL **D0** à **D7**), la valeur binaire de la tension convertie.

La maquette comporte en outre :

- Un commutateur « **Départ acquisition** » couplé à une DEL verte « **Prêt à mesurer** » permettant de lancer la conversion en initialisant « **RAZ** » le compteur.
- Une DEL signalant la « **Fin d'acquisition** ».
- Une DEL signalant « **Dépassement** ».
- Toutes les douilles nécessaires à la connexion des appareils périphériques (entrée, points tests, sortie, alimentation).



Utilisation

1 - Précautions d'emploi



Il est très important de respecter les tensions d'alimentation ($\pm 15V$) et de ne pas dépasser les 5 volts en entrée.

D'autre part, il ne faut surtout pas appliquer une tension aux bornes autres que les bornes U_e et alimentation, en effet ces trois douilles sont des points test par rapport à la masse.

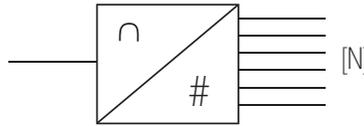
2 - Rappels théoriques

2.1 Définition

Un système électronique transformant une grandeur analogique **Ue** en un nombre binaire **[N]** proportionnel à **Ue** est défini comme étant un convertisseur analogique-numérique.

Ue, la grandeur d'entrée, étant une tension, elle vérifiera l'expression $N = k.Ue$, où **N** est l'équivalent décimal de **[N]**.

2.2 Schéma normalisé d'un C.A.N.

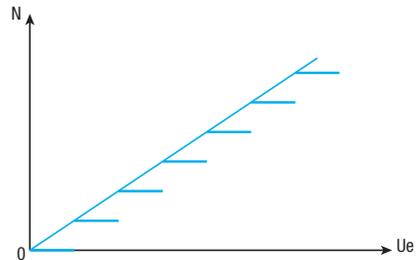


2.3 Caractéristiques

2.3.1 $N = f(Ue)$

N ne pouvant prendre que des valeurs discrètes quelles que soient les valeurs de **Ue**, la courbe aura l'aspect d'un escalier.

Cet « escalier » s'appuie sur une base inclinée d'équation $N = k.Ue$, et est appelé « **caractéristique de transfert** ».



2.3.2. Résolution

La valeur de la variation de la tension d'entrée **Ue** qui provoque un changement d'un niveau sur le nombre **N** est appelée « **résolution** » du convertisseur analogique-numérique. Cela représente la largeur d'un palier de la caractéristique de transfert.

Remarque : Pour une conversion précise, il convient d'avoir une résolution la plus petite possible.

3 - Principe de fonctionnement

Le principe consiste à comparer la tension analogique à convertir avec une tension croissant linéairement, appelée rampe de tension.

Tant que la tension analogique d'entrée **Ue** est supérieure à la tension « rampe » **Ur**, on incrémente un compteur qui est arrêté lorsque la valeur de la tension « rampe » est égale à la tension analogique d'entrée. La valeur indiquée par le compteur est alors directement

proportionnelle à la valeur de la tension analogique d'entrée.

Pour réaliser cela, la tension à convertir **U_e** (5 V maxi) attaque l'entrée inverseuse du comparateur. Le signal issu du générateur de rampe est appliqué sur l'entrée non inverseuse de ce même comparateur, et est comparé à 0 par le second comparateur.

Le compteur, lui incrémenté par le signal provenant du circuit logique (**OU exclusif** + porte **ET** + horloge à deux vitesses), délivre le nombre **[N]** affiché.

3.1. Les comparateurs

L'emploi de deux comparateurs s'impose dans le cas où **U_e** n'est pas de même polarité que **U_r**. La rampe débutera alors à **-U**.

- Pour les valeurs négatives de **U_e**, le comptage ne débutera lorsque **U_r = U_e** et s'arrêtera alors pour **U_r = 0**.
- Pour les valeurs positives de **U_e**, le comptage démarrera quand la rampe passera à 0 et s'arrêtera comme quand on aura **U_e = U_r**.

Soient **A** et **B** les entrées du circuit logique issues respectivement du comparateur du haut et de celui du bas. On a :

$$\begin{aligned} A &= 1 \text{ si } U_e < U_r & / & & A &= 0 \text{ si } U_e > U_r \\ B &= 1 \text{ si } U_r > 0 & / & & B &= 0 \text{ si } U_r < 0 \end{aligned}$$

Remarque : Les amplificateurs comparateurs étant alimentés en ± 15 V, les niveaux à leur sortie seront 0 ou +15 V.

3.2. Le circuit logique

Comme nous l'avons indiqué plus haut, le circuit logique est composé d'une association comportant un circuit **OU exclusif** attaquant une entrée d'une porte **ET**, dont la deuxième entrée est pilotée, quant à elle, par le signal **U_h** (de période **T_h**) d'une horloge.

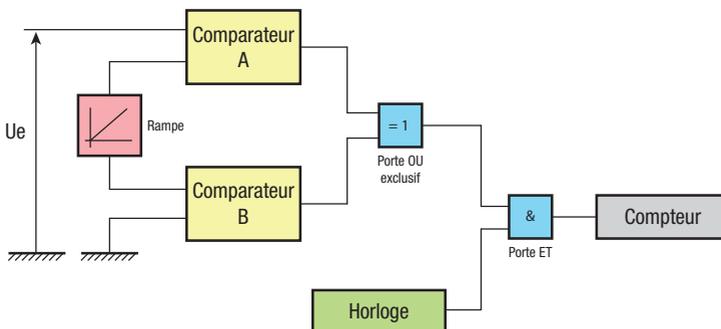
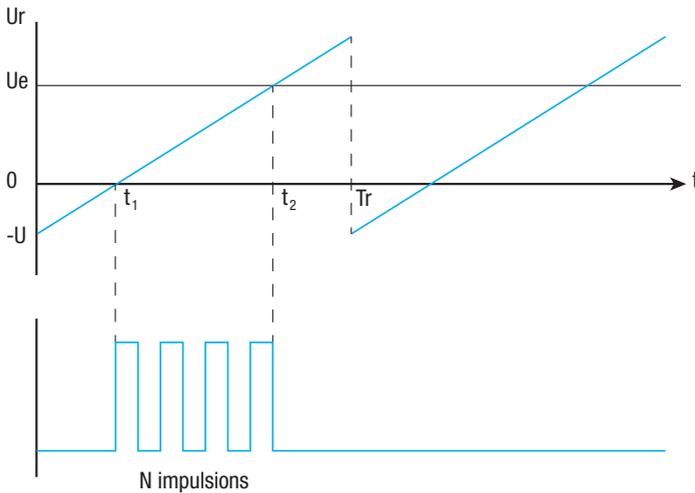


Table de vérité (U_s = tension à la sortie logique ou à l'entrée du compteur)

Sortie Comparateur A	Sortie Comparateur A	Sortie Porte OU exclusif	U_s
0	0	0	0
0	1	1	U_h
1	0	1	U_h
1	1	0	0

Que se passe-t-il dans le temps ?



Comment calculer N ?

Le nombre **N**, que génère le compteur, correspond au nombre de fronts montants, ou descendants, de l'horloge. Il correspond également au nombre de périodes **Th** de l'horloge pendant l'intervalle $t_2 - t_1$.

Les calculs nous donnent :

$$\frac{U_e}{(t_2 - t_1)} = \frac{U_e}{N \cdot Th} = \frac{2 \cdot U_r}{Tr}$$

Donc

$$N = \frac{Tr}{2 \cdot Th \cdot U_r} \cdot U_e$$

4 - Manipulation

4.1. Matériel nécessaire

- Une alimentation symétrique, réf. 01984.10
- Une alimentation variable 0 à 20 V, réf. 01988.10
- ou une alimentation complète (symétrique et variable), réf. 01985.10
- Un multimètre à affichage numérique, réf. 40106.10

4.2. Procédure

- Alimenter l'appareil avec une alimentation symétrique ± 15 V.
- Attaquer l'entrée **Ue** avec la tension à convertir (5 V maxi.).
- Puis agir sur l'inverseur « **Départ acquisition** » après l'avoir mis en position « **RAZ** » pour initialiser le compteur.
- Suivant la vitesse de l'horloge, les huit DEL affichent plus ou moins vite le mot binaire correspondant à la tension d'entrée.

4.3. Expérience

- Appliquer une tension **Ue** à l'entrée, convertir cette tension en un nombre décimal.
- Observer le nombre **N** généré, vérifier le résultat par le calcul.

Nombre décimal	Ue (V)	1	2	4	8	16	32	64	128
10	0,20	0	1	0	1	0	0	0	0
20	0,39	0	0	1	0	1	0	0	0
30	0,58	0	1	1	1	1	0	0	0
40	0,78	0	0	0	1	0	1	0	0
50	0,98	0	1	0	0	1	1	0	0
64	1,25	0	0	0	0	0	0	1	0
100	1,95	0	0	1	0	0	1	1	0
128	2,50	0	0	0	0	0	0	0	1
150	2,93	0	1	1	0	1	0	0	1
200	3,90	0	0	0	1	0	0	1	1
250	4,90	0	1	0	1	1	1	1	1

La précision de ce montage dépend de quelques paramètres, dont la valeur de l'alimentation symétrique du montage.

Il conviendra, pour avoir de meilleurs résultats, de refaire plusieurs fois la même conversion.

Entretien et Garantie

1 - Entretien

Aucun entretien particulier n'est nécessaire au fonctionnement de votre appareil.

Toutes les opérations de maintenance ou de réparation doivent être réalisées par PIERRON - ASCO & CELDA. En cas de problème, n'hésitez pas à contacter le Service Clients.

2 - Garantie

Les matériels livrés par PIERRON - ASCO & CELDA sont garantis, à compter de leur livraison, contre tous défauts ou vices cachés du matériel vendu. Cette garantie est valable pour une durée de 2 ans après livraison et se limite à la réparation ou au remplacement du matériel défectueux. La garantie ne pourra être accordée en cas d'avarie résultant d'une utilisation incorrecte du matériel.

Sont exclus de cette garantie : la verrerie de laboratoire, les lampes, fusibles, tubes à vide, produits, pièces d'usure, matériel informatique et multimédia.

Certains matériels peuvent avoir une garantie inférieure à 2 ans, dans ce cas, la garantie spécifique est indiquée sur le catalogue ou document publicitaire.

Le retour de matériel sous garantie doit avoir notre accord écrit.

Vices apparents : nous ne pouvons admettre de réclamation qui ne nous serait pas parvenue dans un délai de quinze jours après livraison au maximum. À l'export, ce délai est porté à un mois.

La garantie ne s'appliquera pas lorsqu'une réparation ou intervention par une personne extérieure à notre Société aura été constatée.