Platine d'étude de conversion analogique-numérique

Réf. PLATCAN

1. INTRODUCTION

Cet ensemble a été conçu pour permettre l'étude de la conversion d'un signal analogique en un signal numérique.
L'intérêt de la platine est d'étudier l'influence de différents paramètres sur la numérisation d'un signal : la fréquence d'échantillonnage et le nombre de bits de conversion.

2. MATERIEL NECESSAIRE

- Alimentation 12 V continue (réf AL841B ou équivalent)
- Générateur Basses Fréquences
- Oscilloscope 2 voies ou système ExAO

3. DESCRIPTION

La platine doit être alimentée par une tension 12 V continue.
Le signal à convertir doit être compris en 0 et 5 V. Utiliser l'offset du GBF pour obtenir ce signal.
Deux types de visualisation des résultats sont possibles : visualisation sur des LED et visualisation sur un oscilloscope ou sur un système ExAO.
Dans le deuxième cas, on pourra étudier facilement l'influence de la fréquence d'échantillonnage et du nombre de bits sur la qualité de la conversion du signal.
La platine est équipée d'un convertisseur 8 bits.

4. VISUALISATION DE LA CONVERSION SUR LED

Les LED permettent de visualiser la numérisation du signal en temps réel : lorsqu'un bit est en position 1, la LED est allumée et lorsqu'il est en position 0, la LED correspondante est éteinte.
Cette visualisation n'est possible que dans le cas de signaux de fréquence très faible.
Le mieux est d'utiliser une alimentation continue réglable afin d'augmenter la tension petit à petit de 0 à 5 Volts et de visualiser en même temps la conversion sur les LEDs. L'autre solution est d'utiliser un GBF et de générer un signal périodique de très faible fréquence (0,01 Hz par exemple).

Conversion sur 8 bits :
Il existe $2^8 = 256$ combinaisons à répartir entre 0 et 5 V
Le pas de tension est alors de $\frac{5}{2^8-1} = 0{,}0196$ V

Table de lecture des mots binaires :
Le bit n°7 est le bit de poids le plus fort, le bit n°0 est le bit de poids le plus faible.

Tension (V)	Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,020	0	0	0	0	0	0	0	1
0,039	0	0	0	0	0	0	1	0
0,059	0	0	0	0	0	0	1	1
0,078	0	0	0	0	0	1	0	0
...								
...								
0,294	0	0	0	0	1	1	1	1
0,314	0	0	0	1	0	0	0	0
0,333	0	0	0	1	0	0	0	1
...								
...								
0,608	0	0	0	1	1	1	1	1
0,627	0	0	1	0	0	0	0	0
0,647	0	0	1	0	0	0	0	1
...								
...								
2,471	0	1	1	1	1	1	1	0
2,490	0	1	1	1	1	1	1	1
2,510	1	0	0	0	0	0	0	0
2,529	1	0	0	0	0	0	0	1
...								
...								
3,118	1	0	0	1	1	1	1	1
3,137	1	0	1	0	0	0	0	0
3,157	1	0	1	0	0	0	0	1
...								
...								
3,745	1	0	1	1	1	1	1	1
3,765	1	1	0	0	0	0	0	0
3,784	1	1	0	0	0	0	0	1
...								
...								
4,961	1	1	1	1	1	1	0	1
4,980	1	1	1	1	1	1	1	0
5	1	1	1	1	1	1	1	1

Tension = $(x*2^7 + x*2^6 + x*2^5 + x*2^4 + x*2^3 + x*2^2 + x*2^1 + x*2^0)* \frac{5}{2^8-1}$, x étant la valeur du bit (0 ou 1)

Exemple : $(1*2^7 + 0*2^6 + 0*2^5 + 1*2^4 + 1*2^3 + 1*2^2 + 1*2^1 + 1*2^0)* \frac{5}{2^8-1}$ = 3,118V

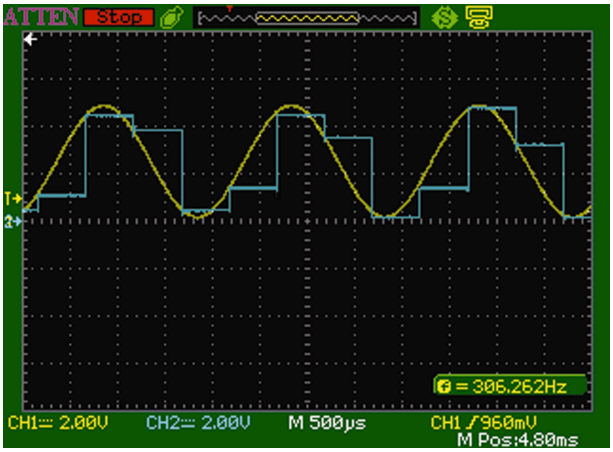
5. Visualisation sur oscilloscope ou système ExAO

Positionner l'interrupteur général des LEDs sur la position OFF.
Brancher un GBF en entrée de la platine et générer un signal périodique compris entre 0 et 5 V.
Superposer sur un oscilloscope ou sur un système ExAO les signaux d'entrée et de sortie de la platine pour visualiser le signal analogique d'origine et le signal numérisé.

a. Influence de la fréquence d'échantillonnage

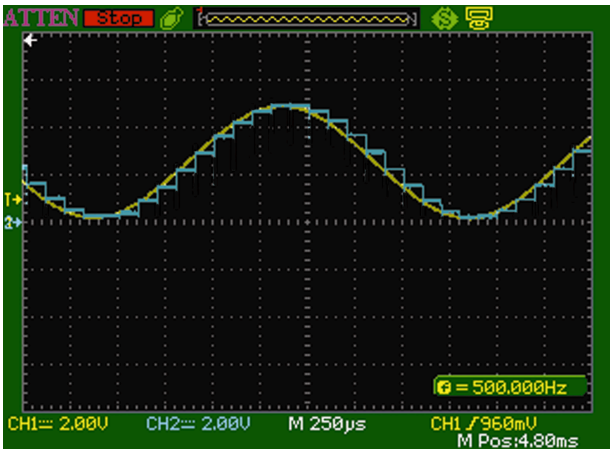
4 valeurs de fréquence d'échantillonnage sont disponibles : 2 kHz, 10 kHz, 50 kHz et 100 kHz. Si ces valeurs ne conviennent pas, il suffit de connecter un GBF sur l'entrée EXT et de générer un signal TTL. La fréquence de ce signal servira d'horloge pour le convertisseur et sera la fréquence d'échantillonnage.

Régler le GBF pour avoir un signal d'environ 500 Hz. Sélectionner une fréquence d'échantillonnage de 2 kHz et visualiser le résultat :



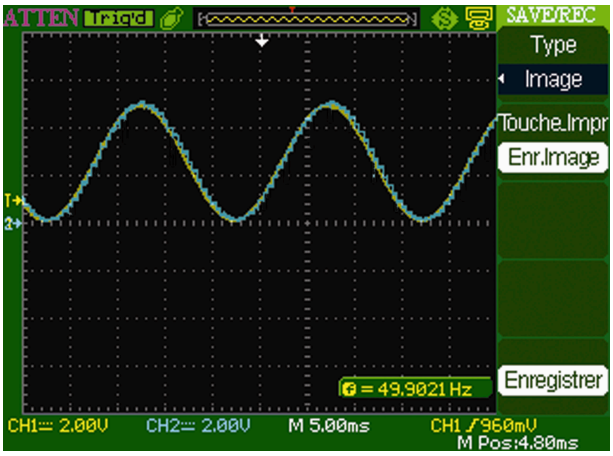
Le signal numérisé (en bleu) est très dégradé. La fréquence d'échantillonnage est beaucoup trop faible par rapport à la fréquence du signal d'origine et nous n'avons que 4 échantillons sur une période.

En gardant le même signal d'origine de 500 Hz, appliquer une fréquence d'échantillonnage de 10 kHz.



Cette fois-ci, nous avons 20 points de mesure par période. Le signal est mieux restitué mais il paraît encore bien dégradé.

Augmenter la fréquence d'échantillonnage à 50 kHz.

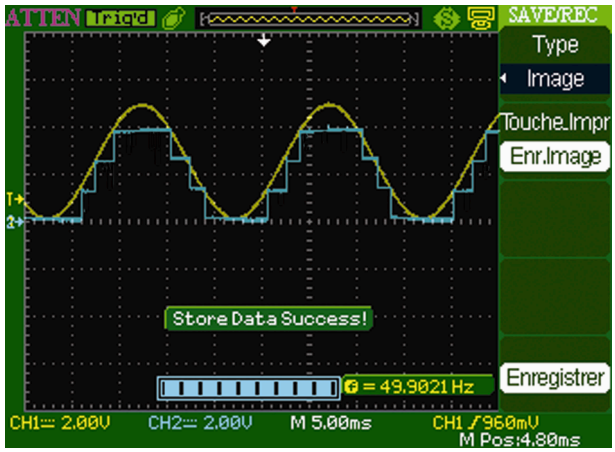


Le signal numérique est cette fois presque superposé au signal d'origine. L'échantillonnage est suffisant.

b. Influence du nombre de bits de conversion

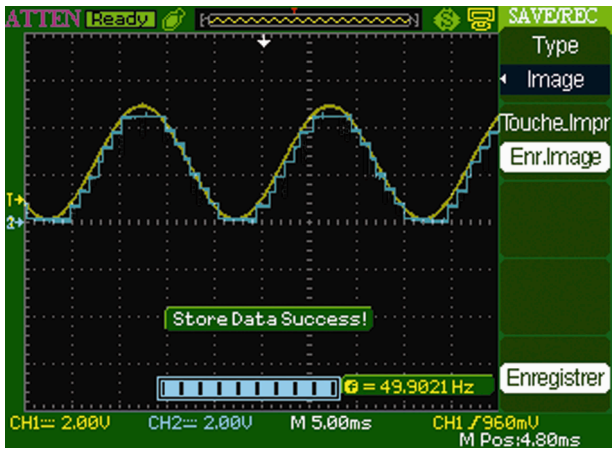
Le nombre de bits de conversion est paramétrable de 1 à 8. Il suffit de basculer les interrupteurs sur on ou off pour activer ou désactiver les bits. On désactivera les bits en commençant par les bits de poids faible. Il serait incohérent d'activer le bit de poids le plus faible et de désactiver un bit de poids fort.

Après avoir réglé le GBF pour obtenir un signal compris entre 0 et 5 V, laisser uniquement 2 bits activés.
Avec 2 bits de conversion, 4 mots binaires sont possibles : 00, 01, 10 et 11 donc l'amplitude du signal est découpée en 4 valeurs



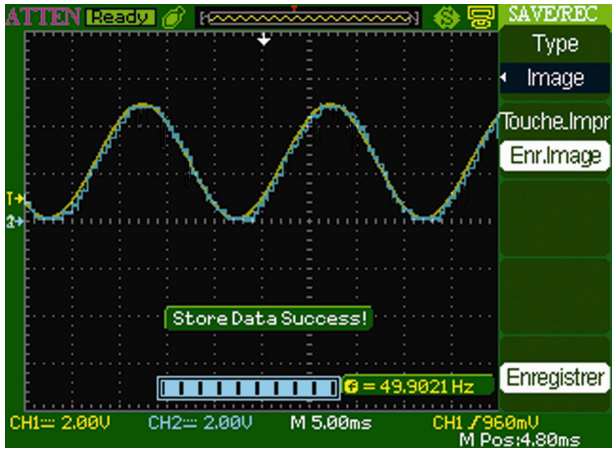
Ce découpage est largement insuffisant pour obtenir une bonne restitution du signal.

Augmenter le nombre de bits en basculant le troisième interrupteur sur ON.
Cette fois-ci, la conversion s'effectue sur 3 bits, soit 23 = 8 valeurs disponibles :



Le signal numérisé se rapproche du signal analogique d'origine mais il est encore dégradé.

De la même manière, augmenter le nombre de bits en activant successivement 4, 5, 6, 7 et 8 bits.



Plus on active de bits de conversion, plus le signal numérisé se superpose au signal analogique.

6. **Conclusion**

Les paramètres importants lors de la numérisation d'un signal sont la fréquence d'échantillonnage et le nombre de bits de conversion (résolution).

L'échantillonnage est un découpage du signal dans le temps (suivant l'axe x).
La résolution est un découpage de l'amplitude (suivant l'axe y).

Une bonne combinaison de ces deux paramètres permet d'obtenir un quadrillage suffisamment fin pour que le signal numérisé se superpose au signal analogique.
Si l'un de ces paramètres n'est pas suffisamment important, le signal numérisé sera dégradé.