

Présentée le 10/02/17, correction par D. Rousseau et V.Raban<sup>1</sup>.

Appréciation : B, améliorer l'articulation des expériences avec le titre du montage.

Ce compte-rendu ne contient que l'avis des correcteurs. Il doit par conséquent être lu avec un regard critique.

n'est pas trivial et il convient de connaître quelques principes de base sur ce passage pour faire en sorte qu'il ne dégrade le rapport signal à bruit.

---

## COMMENTAIRES DU JURY

**Le sujet est nouveau. Il ne correspond pas forcément au contenu de l'ancien montage : acquisition analyse et traitement du signal. C'est toutefois le choix fait lors de cette présentation. Il convient alors de mieux articuler les expériences avec le titre.**

**CAN simple rampe** Ici, le principe est illustré et une mesure de la pente du convertisseur est réalisée. Il conviendrait de réaliser une véritable mesure d'incertitude dans cette expérience.

**Echantillonneur bloqueur** On montre dans cette expérience l'effet de l'échantillonnage. Plus on prend d'échantillon, moins on voit la présence des palliers à l'écran. Cette observation peut sembler contredire le théorème de Shannon qui dit que passé une certaine fréquence, il n'est pas utile d'échantillonner plus vite. On peut reconstruire le signal analogique à partir du signal numérique en interpolant entre les échantillons selon une fonction sinus cardinal. La qualité de cette reconstruction est d'autant meilleur que l'on prend un nombre d'échantillons de plus en plus important.

---

## COMMENTAIRES GÉNÉRAUX

Ont été présentées le principe du convertisseur simple rampe, celui de l'échantillonneur bloqueur, une acquisition sur une CAN réel puis l'analyse par FFT. Enfin une expérience de type détection synchrone est réalisée.

**Acquisition sur CAN réelle** Il est intéressant ici de commencer par montrer qu'en branchant l'entrée du CAN à la masse, on observe des fluctuations du signal observée sur  $\pm 1$  digit. C'est en accord avec les informations constructeurs en terme de nombre de bit. Il s'agit bien ici d'un bruit. Ensuite, on peut faire l'expérience comme montrée où une rampe est appliquée. On enregistre ainsi, le signal rampe + le bruit. On peut ensuite mettre en oeuvre un filtrage numérique (moyennage sur quelques échantillons) et montrer qu'il opère un débruitage dans les zones constantes de la rampe et dégrade en revanche le signal dans les parties de ruptures de pentes. Ce filtrage numérique peut être implanté via la fonction lissage de Regressi, mais il est important de le présenter comme un débruitage pour coller avec le titre du montage. Un filtre moyenneur est un filtre passe-bas qui va conserver l'évolution lente de la rampe et atténuer les fluctuations rapides du bruit.

Sur le fond, ce plan est tout à fait présentable devant le jury sauf la dernière expérience qui est hors sujet telle que présentée.).

Sur la forme, le lien avec le titre n'était pas systématiquement fait. Les questions ont également montré quelques imprécisions.

**Analyse spectrale du signal acquis sur le CAN réel** On montre le risque de repliement si on ne respecte pas le critère de Shannon pour un signal simple et pour un signal composé de plusieurs harmonique. On montre l'effet du fenêtrage.

## RETOUR SUR LA MONTAGE

**Introduction** Le fil conducteur était le suivant. Dans une chaîne d'instrumentation, le signal est mélangé au bruit. Une illustration qualitative est donnée via le signal d'un microphone montré sur l'écran d'un oscilloscope. Il est possible de réduire ce bruit par des techniques de filtrages analogiques mais de plus en plus ceci est fait de façon numérique. Toutefois, le passage de l'analogique vers le numérique

**Calcul de la dérivé d'un signal numérique** On s'intéresse à la dérivée du signal acquis et on fait apparaître une amplification du bruit de quantification.

<sup>1</sup>. valentin.raban@ens-lyon.fr

On montre qu'en réduisant le nombre de point et en restant dans le cadre du théorème de Shannon on peut réduire cet effet. Il est utile ici de connaître l'algorithme de dérivée numérique (qui correspond à une simple différence entre deux échantillons consécutifs).

---

## RETOUR SUR LES QUESTIONS

Il faudrait connaître le principe de l'algorithme de FFT et l'énoncé complet du théorème de Shannon.

---

## CONCLUSION

Pour améliorer ce montage, je conseille :

- ▶ Trouver une expérience supplémentaire.
- ▶ Par exemple, je vous propose l'expérience suivante. Il existe un générateur de bruit dans les GBF "Agilent". On pourrait réaliser un sommateur entre un signal rampe, créneau ou sinus avec ce bruit. Observer le signal bruité et le signal non bruité à l'oscilloscope. Définir et calculer le rapport signal sur bruit. Réaliser un filtrage analogique de type passe-bas et mesurer le rapport signal sur bruit après filtrage. Calculer le gain de rapport signal sur bruit.

Enfin, n'hésitez pas consulter à outrance le rapport du jury (voir p32 pour la description de l'épreuve de montage).