

Simulation de l'opération d'échantillonnage

Présentation générale :

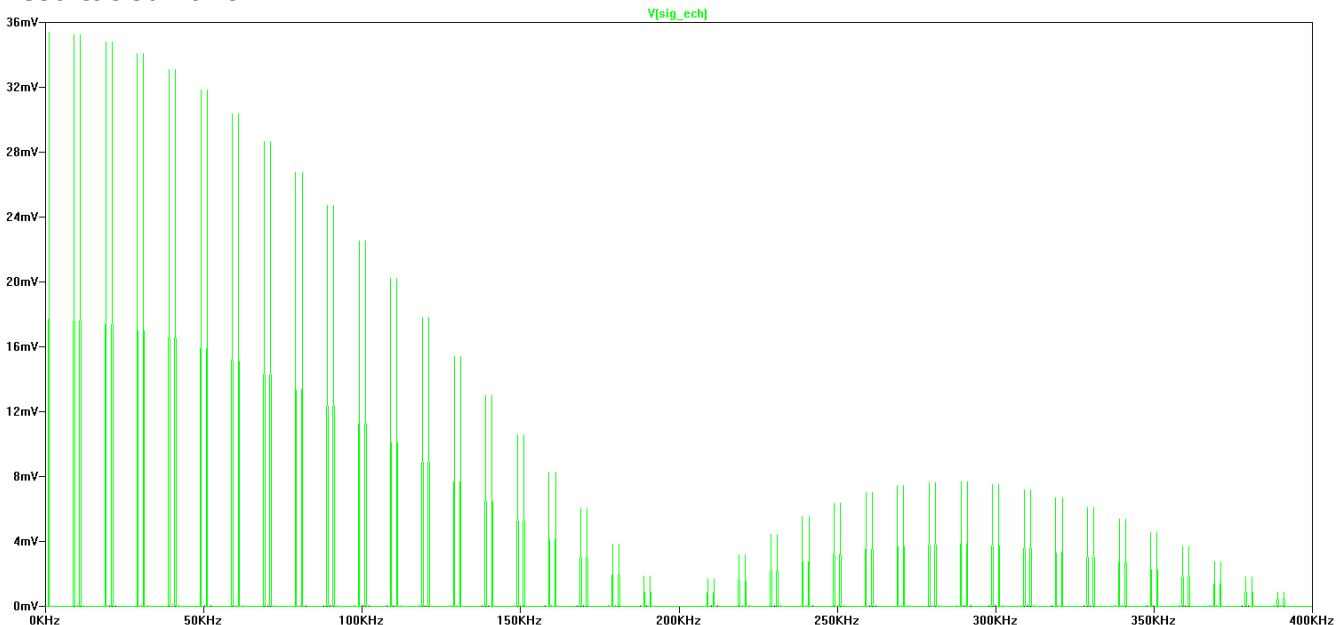
On vous propose dans cette pastille n°4, l'étude de l'opération d'échantillonnage à travers quelques simulations LTSpice. Les fichiers disponible dans l'article sont prêts à l'emploi et l'on vous d'effectuer quelques manipulations afin de vous permettre de répondre aux questions posées. Vous utiliserez avec intérêt les informations proposés dans le chapitre 2.1 : Echantillonnage & Chaîne de Traitement Numérique du Signal.

Eude de l'échantillonnage réel :

Q1 : Télécharger le fichier **principe_echantillonnage.asc** et effectuer la simulation temporelle sur une durée de 5ms. Observer le signal sinusoïdal en entrée et le signal échantillonné réel. Justifier simplement le résultat obtenu.

Q2 : Que représente les paramètres du composant SWITCH : SW($R_{on}=0.1$ $R_{off}=10\text{Meg}$ $V_t=0.5$ $V_h=0$) ?

Q3 : Effectuer l'analyse FFT du signal échantillonné réel et tracer son spectre entre 0 et 400kHz en choisissant des échelles linéaires en amplitude et fréquence afin de retrouver le résultat suivant :



Q4 : Pour quelle raison les amplitudes des raies s'annulent à 200kHz et 400kHz ? Retrouve-t-on la fréquence 1kHz du signal sinusoïdal dans le signal échantillonné réel ? Quelles sont les autres composantes que l'on retrouve également ?

Repliement de spectre

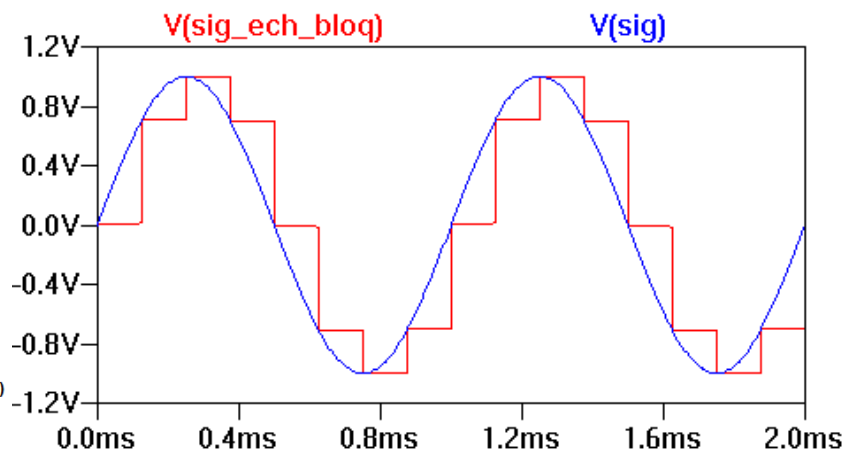
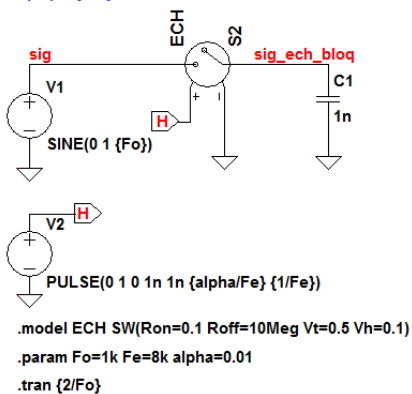
Q5 : On vous propose de reprendre le fichier de simulation LTSpice précédent en ne respectant pas cette fois le théorème de Shannon. On conserve la fréquence $F_e=10\text{kHz}$ mais on choisit une fréquence du signal d'entrée $F_o=10,5\text{kHz}$. Observez le signal échantillonné et décrire le signal obtenue (forme et fréquence apparente). Justifier simplement le résultat obtenu.

Simulation d'un signal échantillonné bloqué :

Dans une chaîne de traitement numérique du signal, le signal délivré en sortie par le convertisseur numérique analogique est un signal de type échantillonné bloqué. La création de ce signal peut être obtenue simplement en utilisant un interrupteur commandé dont l'utilisation est montrée sur le schéma suivant.

En choisissant un signal de commande périodique avec une durée d'impulsion très petite et en effectuant un choix de condensateur et de résistance R_{on} adapté, le signal obtenu correspond correctement à la définition d'un signal échantillonné bloqué comme le montre le chronogramme suivant.

Etude de l'opération d'échantillonnage/blocage
<http://poujouly.net>

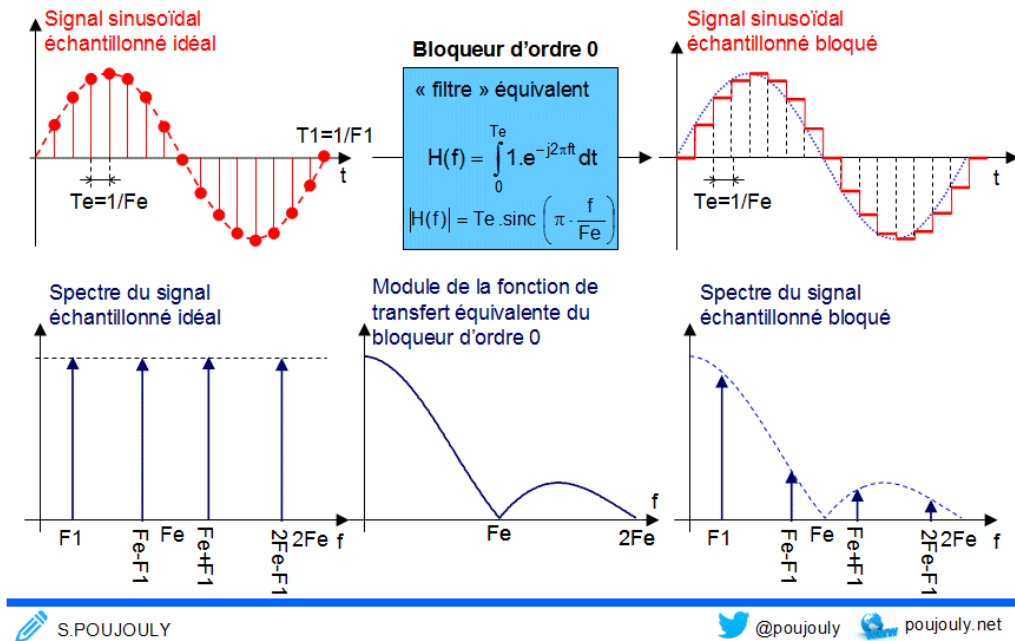


Q6 : Télécharger le fichier **echant_blocage.asc** et effectuer la simulation.

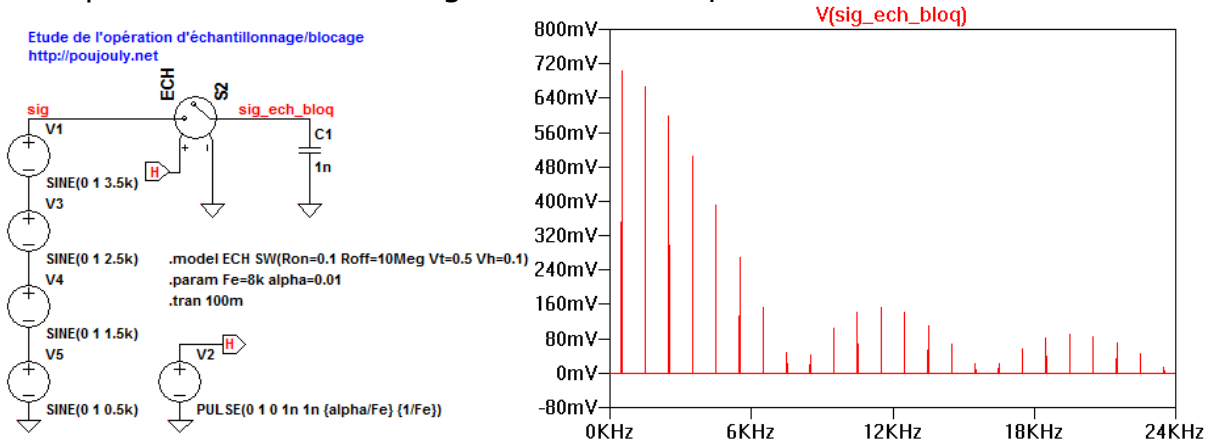
Effet du bloqueur d'ordre 0 sur le spectre du signal échantillonné bloqué

L'effet du bloqueur d'ordre 0 peut être vu comme un filtre dont la courbe de réponse est un sinus cardinal comme l'explique la figure synthétique suivante.

Signal échantillonné bloqué : effet du bloqueur d'ordre 0



Afin de montrer ce résultat par simulation, il est possible d'effectuer une analyse FFT du signal échantillonné bloqué en prenant un signal résultant de la somme de 4 signaux sinusoïdaux dont les fréquences sont judicieusement choisie par rapport à la fréquence d'échantillonnage comme l'indique le schéma suivant.



Q7 : Télécharger le fichier **echant_blocage_4signaux.asc** et effectuer l'analyse FFT afin d'obtenir la représentation ci-dessus qui montre clairement l'effet de filtrage équivalent du bloqueur d'ordre 0 sur les différentes composantes fréquentielles :

+ Vous vous posez des questions ?

N'hésitez pas à contacter vos enseignants du module SEI pour vous aider dans votre travail !