

TP 17 – Numérisation de l'information

Objectif du TP :

Mettre en oeuvre un protocole expérimental utilisant un échantillonneur-bloqueur et/ou un convertisseur analogique numérique (CAN) pour étudier l'influence des différents paramètres sur la numérisation d'un signal.

I. Echantillonnage

Ouvrir la feuille Excel « *numerisation.xls* ».

Dans un premier temps, on ne s'intéressera qu'aux deux graphes de gauche :

- Signal analogique
- Signal échantillonné

Le signal analogique a été obtenu après amplification de la tension relevée par un micro captant un son.

Questions :

- De quelle nature est la courbe représentant le signal analogique ?
- Comment qualifie-t-on un tel son ?
- Déterminer la fréquence de ce son. De quelle nature est ce son ?
- En jouant sur le réglage de la fréquence d'échantillonnage, déterminer la fréquence pour laquelle le CAN restitue le plus fidèlement le signal analogique de départ.
- Dans cette situation, quel est l'intervalle de temps entre chaque mesure du CAN ?
- Qu'arrive-t-il au signal échantillonné lorsque la fréquence devient faible ?
- Pour qu'une numérisation soit correcte, il faut que la fréquence d'échantillonnage soit au moins égale au double de la fréquence maximale présente dans le signal à numériser. Calculer la fréquence minimale pour un bon échantillonnage du signal analogique proposé ici, et observer un tel échantillonnage à l'écran.

- Lancer le logiciel « Audacity » et y ouvrir le fichier « *Accords.wav* ».

- A l'aide d'un casque, écouter ce son.

- Afficher le spectre de ce son en cliquant sur *Analyse / Tracer le spectre*.

- Quelle est approximativement la fréquence la plus grande dans ce son ?

- Cliquer sur *Pistes / Rééchantillonner* et choisir une fréquence d'échantillonnage de 8000 Hz, et valider.

- Réécouter le son obtenu. Que remarque-t-on ?
- Déterminer la fréquence maximale présente dans ce nouveau son ? Expliquer cette valeur.

II. Quantification

On s'intéressera à présent aux trois graphes présents sur la feuille Excel :

- Signal analogique
- Signal échantillonné
- Signal numérisé

Questions :

- Pour une fréquence de 1000 Hz, qu'arrive-t-il au signal numérisé lorsqu'on augmente le pas ?
- Quel en est la conséquence sur la qualité du son numérisé ? Justifier.
- En jouant avec la fréquence d'échantillonnage et le pas, conclure sur les paramètres importants d'une numérisation de qualité.
- Déterminer sur la feuille Excel le nombre de valeurs possibles ainsi que le nombre de bits nécessaires pour une numérisation sur une plage d'entrée de $\pm 1,0 \text{ V}$ et un pas de 0,5 V, puis justifier ces valeurs lues.
- Sur quels paramètres peut-on jouer pour augmenter la résolution d'une quantification ?

III. Numérisation

On rappelle que le nombre x de valeurs pouvant être stockées dépend du nombre N de bits disponibles :

$$x = 2^N$$

Questions :

- D'après la feuille *Excel*, de combien de bits le CAN doit-il disposer pour quantifier avec un pas de 0,1 V ?
- Montrer qu'avec un bit de moins, il est bien impossible de stocker autant de valeur.
- Pour un pas de 0,2 V on obtient les valeurs discrètes suivantes :

Valeurs	-1,0	-0,8	-0,6	-0,4	-0,2	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
Événement	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Binaire	0000	0001									

Montrer en complétant ce tableau qu'il faut bien 4 *bits* pour quantifier toutes ces valeurs.

- Sachant qu'un son enregistré sur un CD audio est quantifié sur 16 *bits*, déterminer le nombre de pas disponibles lors de la numérisation d'un son analogique sur un tel support.
- Conversion d'un nombre binaire en nombre décimal :

	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
	128	64	32	16	8	4	2	1
Octet	0	1	0	0	1	1	0	1
Somme	0×128	1×64	0×32	0×16	1×8	1×4	0×2	1×1

Donc 01001101 = 77

De la même manière convertir la valeur binaire 11010011 en nombre décimal.

- Régler la fréquence d'échantillonnage sur 100 Hz et le pas sur 0,2 V. A l'aide de la grandeur « *Octets par minute* » affichée à l'écran déterminer le nombre de bits nécessaires pour stocker une telle numérisation sur une durée d'une minute.
- Combien de mesures sont effectuées chaque seconde par le CAN réglé à une fréquence de 100 Hz ?
- Combien de bits sont nécessaires pour stocker chaque mesure avec un pas de 0,2 V ?
- En déduire le nombre de bits nécessaires par seconde, puis par minute. Retrouve-t-on le même résultat qu'à la question f. ?
- Soit N le nombre de bits prévus pour la quantification et soit F la fréquence de l'échantillonnage, déterminer la formule permettant de calculer le nombre d'octets noté NBO nécessaires pour numériser 1 minute de son.
- Pour le stockage de données, il existe une autre façon de quantifier les volumes : c'est les préfixes binaires.

Préfixes binaires		Préfixes classiques	
1 kibi-octet (<i>kio</i>)	1024 octets	1 kilo-octet (<i>ko</i>)	1000 octets
1 Mébi-octet (<i>Mio</i>)	1024 <i>kio</i>	1 Mégaoctet (<i>Mo</i>)	1000 <i>ko</i>
1 Gibi-octet (<i>Gio</i>)	1024 <i>Mio</i>	1 Giga-octet (<i>Go</i>)	1000 <i>Mo</i>
1 Tébi-octet (<i>Tio</i>)	1024 <i>Gio</i>	1 Téra-octet (<i>To</i>)	1000 <i>Go</i>

Montrer qu'un disque dur de 320 *Go* ne contient que 298 *Gio*

A noter :

Sous Windows, ces 298 *Gio* seront notés « 298 *Go* ». Ce système d'exploitation ne respecte donc pas la norme en vigueur.