

TD - FILTRAGE NUMÉRIQUE

Exo 1 — Convertisseur analogique/numérique parallèle 3 bits

Une tension analogique e pouvant varier de 0 à 7V est convertie en signal numérique sur 3 bits $a_2a_1a_0$. Pour cela, on réalise le CAN parallèle (ou flash) 3 bits représenté ci-dessous. 7 AO supposés idéaux sont placés en parallèle. La tension d'entrée e est envoyée sur les bornes

a - Les AO fonctionnent-ils en régime linéaire ou saturé ? Quelle fonction remplit chacun des AO ?

b - Considérons l'AO 1 : que vaut la tension d'entrée V_1^+ ? Que vaut la tension d'entrée V_1^- ?

En déduire la tension de sortie V_{s1} de l'AO 1 en fonction de la valeur de e .

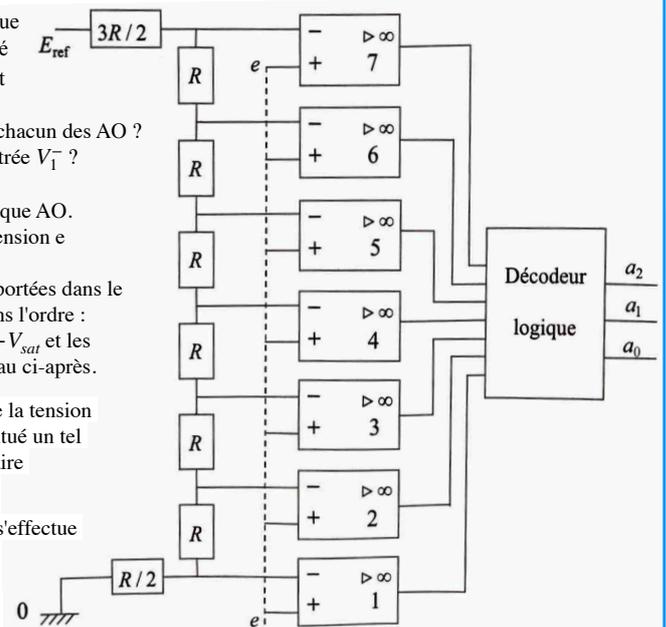
c - Mêmes questions pour les AO 2 à 7 : exprimer les seuils de basculement de chaque AO.

Descrivre le comportement des sorties des AO si l'on augmente progressivement la tension e de 0V à 7V.

d - En déduire l'état de sortie des différents AO pour les différentes valeurs de e reportées dans le tableau ci-dessous. On notera 1 si l'AO est saturé(+) et 0 si l'AO est saturé(-), et dans l'ordre : AO7-AO6-AO5-AO4-AO3-AO2-AO1. Par exemple, si les AO 7 à 3 sont saturés $-V_{sat}$ et les AO 2 et 1 sont saturés $+V_{sat}$, on note : 0000011. Compléter la 2ème ligne du tableau ci-après.

e - Le code obtenu est-il le code binaire correspondant à la conversion en base 2 de la tension analogique d'entrée? Justifier l'utilisation d'un décodeur logique. De quoi est constitué un tel décodeur numérique ? Compléter alors la 3ème ligne du tableau, donnant le code binaire souhaité en sortie du décodeur numérique.

f - La quantification du signal sonore en vue d'un enregistrement sur un CD audio s'effectue sur 16 bits. À combien de niveaux analogiques différents cela correspond-il ? Combien d'AO nécessiterait un CAN parallèle 16 bits ? Commenter.



e (V)	0	1	2	3	4	5	6	7
Sortie des ALI	0000000	0000001						
Code 3bits $a_2a_1a_0$	000	001						

TD - MODULATION DÉMODULATION

Exo 1 — Stroboscopie

On considère un disque blanc muni d'un secteur noir, en rotation à la vitesse $N = 50 \text{ tr}\cdot\text{s}^{-1}$ dans le sens horaire. Dans l'obscurité, on observe ce disque à l'aide d'un stroboscope qui émet des éclairs à la fréquence N_0 .

1. Décrire ce que l'on observe pour $N_0 = 50 \text{ Hz}$, puis $N_0 = 10 \text{ Hz}$, puis $N_0 = 5 \text{ Hz}$, sachant que l'oeil ne voit qu'une image si celle-ci est rafraîchie à une fréquence supérieure à 25 Hz .
2. Même question pour $N_0 = 100 \text{ Hz}$, puis $N_0 = 150 \text{ Hz}$.
3. Même question pour $N_0 = 40 \text{ Hz}$, puis $N_0 = 60 \text{ Hz}$.
4. Même question pour $N_0 = 51 \text{ Hz}$, puis $N_0 = 49 \text{ Hz}$.

Exo 3 — Analyse spectrale

1. Rappeler le théorème de Shannon.

2. Déterminer la fréquence d'échantillonnage minimale à utiliser pour visualiser le spectre des signaux suivants :

- $s_1(t) = A \sin(2\pi \times 1000t)$.
- $s_2(t) = A \cos(2\pi \times 1000t)$.
- $s_3(t) = A \cos^2(2\pi \times 1000t)$.
- un signal triangulaire d'amplitude A dont la décomposition en série de Fourier est donnée par

$$s_4(t) = \frac{8A}{\pi^2} \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{1}{(2k+1)^2} \sin(2\pi \times 1000(2k+1)t),$$

si l'on peut négliger les harmoniques dont l'amplitude est inférieure à 2% de celle du fondamental.

- $s_5(t) = A \cos(2\pi \times 1000t) + \cos(2\pi \times 10t)$.
- $s_6(t) = A \cos(2\pi \times 1000t) \times \cos(2\pi \times 10t)$.

3. Pour $s_6(t)$, déterminer le temps d'acquisition minimum et le nombre d'échantillons minimal pour pouvoir distinguer toutes les composantes du spectre.

Exo 4 — Repliement de spectre

A l'aide d'un oscilloscope numérique, on visualise le spectre d'un signal rectangulaire de fréquence 1 kHz, d'amplitude 5 V, dont la décomposition en série de Fourier est donnée par

$$s(t) = \frac{20}{\pi} \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{1}{(2k+1)} \sin(2\pi \times 1000(2k+1)t).$$

la fréquence d'échantillonnage est fixée à 7,5 kHz.

1. Le critère de Shannon est-il vérifié pour ce signal ? Donner les harmoniques pour lesquels le critère est vérifié.
2. Pour chaque fréquence f_k ne vérifiant pas ce critère, déterminer la fréquence parasite f'_k qui lui sera substituée (pour $k \leq 11$).
3. Représenter ce spectre.