

DM n°2 - Electronique numérique

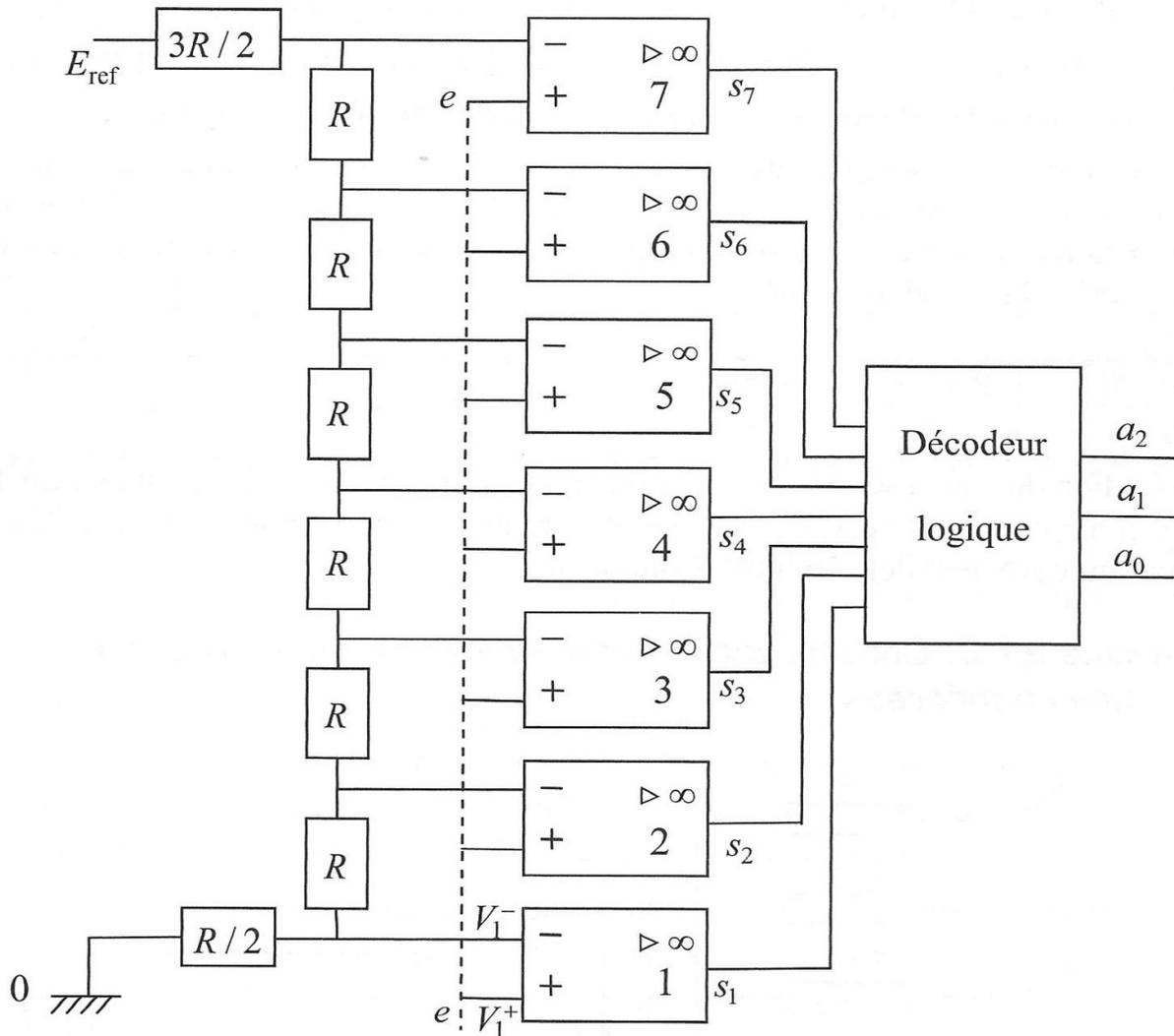
À rendre pour le mardi 19 septembre

1 Résolution de problème - Phénomène d'aliasing sur une vidéo

Estimer la vitesse de la voiture au moment où ses roues semblent ne pas tourner sur la vidéo *DM2-Aliasing.mp4* disponible sur le site de la classe, sachant que la caméra qui a servi à filmer la scène prend 30 images par secondes.



2 Convertisseur Analogique-Numérique (CAN) parallèle 3 bits



Une tension analogique e pouvant varier de 0 à 7 V 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 amplificateurs linéaires intégrés (notés ALI ou AO) sont placés en parallèle. On note V_i^+ la tension à chaque entrée (+), V_i^- la tension à chaque entrée (-) et s_i la tension de sortie de chaque ALI.

Les ALI se comportent comme des comparateurs simples :

si $V_i^+ > V_i^-$ alors $s_i = +V_{sat} = +15$ V ; si $V_i^+ < V_i^-$ alors $s_i = -V_{sat} = -15$ V . Aucun courant ne peut entrer dans les bornes (+) et (-) des ALI (impédances d'entrée infinie).

La tension analogique e à convertir est envoyée sur les bornes V_1^+ des 7 ALI. Un réseau de résistances montées en série est alimenté par une tension de référence $E_{ref} = 8$ V .

1. Considérons l'ALI 1. Que vaut la tension d'entrée V_1^+ ? Que vaut la tension d'entrée V_1^- ? En déduire la tension de sortie s_1 de l'ALI 1 en fonction de la Valeur de e .
2. Mêmes questions pour les ALI 2 à 7 : exprimer les seuils de basculement (valeurs de e faisant basculer la tension de sortie d'une valeur à une autre) pour chaque ALI. Décrire le comportement des sorties des ALI si l'on augmente progressivement la tension e de 0 V à 7 V.
3. En déduire l'état de sortie des différents ALI pour les différentes valeurs de e reportés dans le tableau ci-dessous. On notera 1 si $s = +V_{sat}$ et 0 si $s = -V_{sat}$, et dans l'ordre AO7-AO6-AO5-AO4-AO3-AO2-AO1. Par exemple, si les ALI 7 à 3 sont à $s = -V_{sat}$ et les ALI 2 et 1 sont à $s = +V_{sat}$, on note :

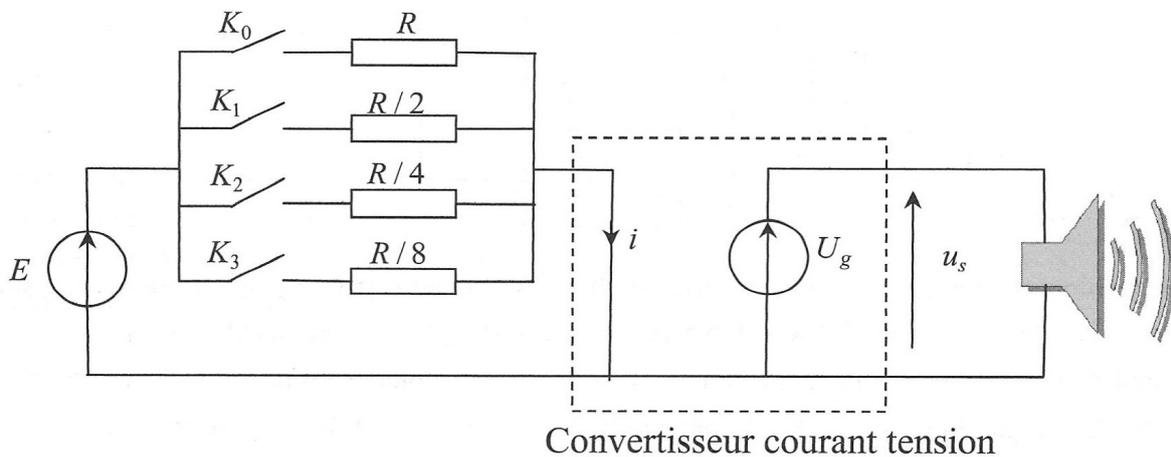
0000011. Compléter la 2^{ème} ligne du tableau ci-après.

4. 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 3^{ème} ligne du tableau, donnant le code binaire souhaité en sortie du décodeur numérique.

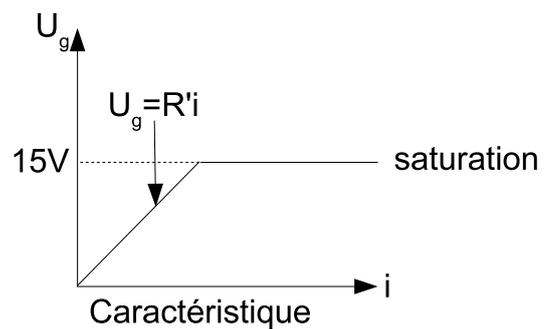
e (V)	0	1	2	3	4	5	6	7
Sortie des ALI	0000000	0000001						
Code 3 bits $a_2a_1a_0$	000	001						

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

3 Convertisseur Numérique-Analogique (CNA) 4 bits à résistances pondérées



Afin d'écouter la musique d'un CD audio, on envoie la sortie numérique donnée par le lecteur CD (ou l'ordinateur) à l'entrée d'un haut-parleur. Le haut-parleur fonctionnant avec un signal analogique, un CNA 4 bits à résistances pondérées représenté ci-après est utilisé. Il est constitué d'une tension E constante de référence, de 4 résistances notées n $0 \leq n \leq 3$ de valeur $R_n = \frac{R}{2^n}$ et de 4 interrupteurs K_n .



Un interrupteur ouvert est l'état 0, un interrupteur fermé est l'état 1. Par exemple, 1101 signifie que $K_0 = 1, K_1 = 0, K_2 = 1, K_3 = 1$. Un convertisseur courant-tension (bloc en pointillés) donne une tension U_g .

On donne la caractéristique entrée-sortie du convertisseur (voir tracé) : il se comporte en sortie comme un générateur de tension parfait de fem $U_g = R'i$ tant que la tension de saturation $V_{sat} = 15$ V n'est pas atteinte. Il sature à $V_{sat} = 15$ V, si on lui demande une tension supérieure.

- Déterminer l'intensité du courant circulant dans la résistance R_n en fonction de $K_n R$ et E . En déduire u_s en fonction des K_n , de R, R' et de E . Commenter le résultat obtenu.

2. Application numérique. On choisit dans un premier temps $R = R'$ et $E = 1$ V. Calculer la valeur de la tension correspondant à 0000, 0001, 0010, 0011, 0100. Calculer également la tension de sortie maximale, correspondant à 1111. Commentaire?
3. En réalité, le signal audio est enregistré sur un CD avec 16 bits. On place donc en parallèle 16 résistances de Valeur $R_n = \frac{R}{2^n}$ ($0 \leq n \leq 15$). Calculer la valeur maximale correspondante (convertie en décimal), et en déduire la tension maximale demandée en sortie du montage. Quel problème cela pose-t-il?
4. Pour remédier à ce problème, on décide de changer les valeurs de R , R' et E . Quelle condition doivent vérifier les composants pour que le convertisseur courant-tension ne soit jamais saturé?