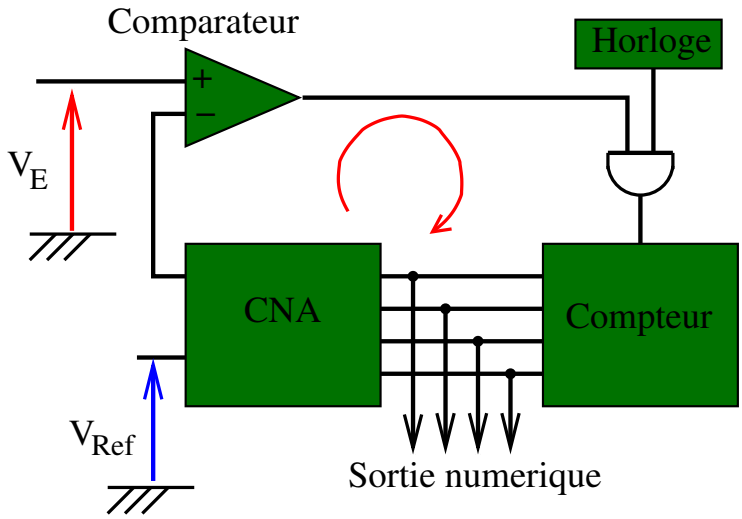
Université Claude Bernard Lyon 1

ISTR

TP CNA-CAN

L'objectif de ce TP est de mettre en œuvre un convertisseur analogique-numérique (CAN) à comptage incrémental comme vu en TD. Pour ce faire, vous utiliserez un compteur, un convertisseur numérique-analogique (CNA), un comparateur ainsi qu'un bloc logique (porte "AND"). Vous vous familiariserez dans un premier temps avec le CNA puis vous utiliserez ensuite les sorties d'un compteur comme entrées binaires pour le CNA. Enfin, vous bouclerez votre circuit à l'aide d'un comparateur et d'une porte "AND" afin d'obtenir un CAN.



I Convertisseur numérique-analogique : DAC0808

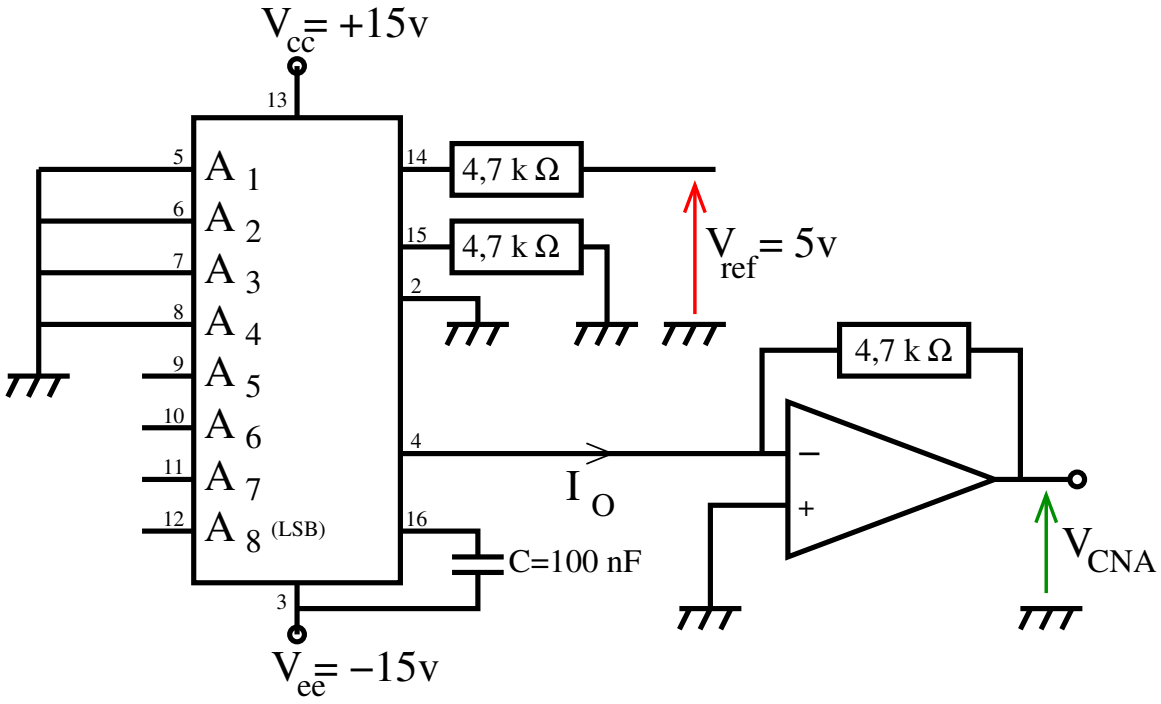
Le DAC0808 est un CNA 8 bits dont le courant de sortie (I_O) est donnée par la relation :

$$I_O = -\left(I_{ref}/256\right).\left(128A_1 + 64A_2 + 32A_3 + 16A_4 + 8A_5 + 4A_6 + 2A_7 + A_8\right) ,$$

où I_{ref} est un courant de référence, A_1 le bit le plus significatif (MSB) et A_8 le bit le moins significatif (LSB).

Contrairement au montage vu en cours, la sortie de ce CNA est une sortie courant. Cependant, le montage que vous allez câbler fonctionnera avec des tensions (V_{ref} pour

la tension de référence et V_{CNA} pour la tension de sortie du CNA). Dans le montage, la conversion courant/tension se fait à l'aide d'un montage convertisseur courant-tension à AOP utilisant une résistance de $4,7\,\text{k}\Omega$. Par souci de simplification, vous n'utiliserez que 4 bits sur les 8 présents en sortie (les bits A_1 à A_4 seront mis à la masse). Dans un premier temps, les entrées binaires seront contrôlées manuellement à l'aide d'un bloc interrupteur et de résistances (cf TP initiation). Vous mesurerez la tension de sortie de votre montage et vérifierez le bon fonctionnement du CNA. Le montage à réaliser correspond au montage test tel que proposé dans la documentation du composant.



Ce composant nécessite deux alimentations, V_{cc} et V_{EE} (broches 3 et 13) plus une masse (broche 2). Une entrée de compensation (notée comp, broche 16), reliée via un condensateur à l'alimentation V_{ee}, est nécessaire pour le bon fonctionnement du circuit. Il possède deux entrées de référence : V_{ref+} et V_{ref-} (broches 14 et 15 respectivement). On utilise 2 résistances de $4,7\,\text{k}\Omega$ en série sur ces entrées car ce sont des entrées courants. Enfin la sortie (broche 4) est reliée à un AOP servant de convertisseur courant-tension. Ce montage permet également d'obtenir une tension positive. La relation entre le courant de sortie I_O et la tension V_{CNA} est simplement : $V_{CNA} = -R.I_O$ où R est la résistance de $4,7\,\text{k}\Omega$ et I_O le courant de sortie.

Les 4 entrées binaires A_8 à A_5 (attention aux indices, le LSB est A_8) seront reliées à un bloc interrupteur (avec une résistance d'environ $100\,\Omega$ reliée à la masse) et les combinaisons binaires seront générées manuellement dans un premier temps.

Câblez votre montage (faites le vérifier par l'enseignant) et mesurez la tension de sortie pour les 16 combinaisons binaires en entrée. Comparez ces valeurs avec les valeurs

théoriques. En déduire les valeurs de résolution r du CNA (variation de V_{CNA} entre chaque combinaisons binaires). Donner la valeur moyenne de r ainsi que son écart type. Quelle est la valeur min et max de la tension V_{CNA} ? Le CNA peut-il être considéré comme linéaire ?

II Couplage avec un compteur

Le compteur asynchrone dont vous disposez est le SN74LS393N. Il s'agit d'un compteur double constitué de deux compteurs 4 bits pouvant être reliés entre eux pour former un compteur 8 bits. Pour rappel, l'alimentation du composant se fait via la broche 14 ($V_{cc} = 5v$) et 7 (GND, la masse). L'entrée clear (broche 2 CLR) doit être reliée à la masse pour que le composant fonctionne et l'entrée d'horloge (broche 1) sera reliée au GBF en utilisant, dans un premier temps, un signal d'horloge de 1 kHz.

Vérifier le bon fonctionnement du compteur en observant successivement à l'oscilloscope les 4 sorties en même temps que le signal d'horloge.

Relier maintenant les sorties du compteur (Q_A ,Q_B, Q_C et Q_D) aux entrées A_8 A_7 A_6 A_5 du CNA. Observez à l'oscilloscope le signal en sortie du CNA. Quel est le type de signal observé ? Est-ce cohérent avec le signal binaire en entrée ?

Pour la suite du TP, vous placerez également sur les sorties du compteur 4 LEDs protégées par des résistances d'environ 100 Ω afin de visualiser les sorties binaires. Vous réduirez la fréquence d'horloge à environ 1 Hz.

III Comparateur LM311

Le comparateur a pour rôle de comparer la tension d'entrée V_E à numériser avec la tension V_{CNA} du CNA. Un comparateur a un fonctionnement similaire à un AOP en boucle ouverte. Si la différence de potentiel entre les 2 entrées IN+ et IN- est positive la tension de sortie sera positive, sinon elle correspondra à la masse.

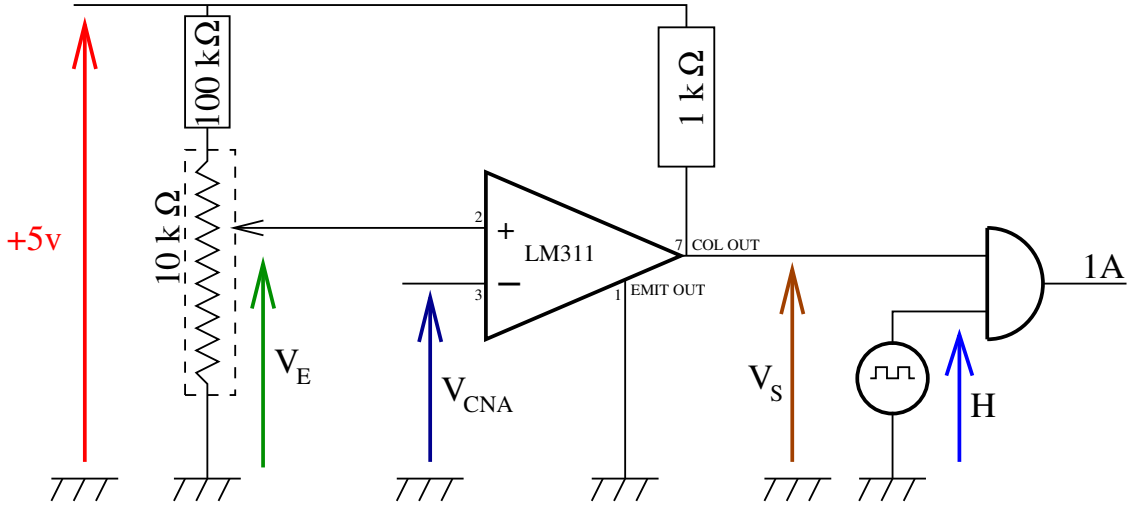
Ce composant s'alimente comme un AOP avec une différence de potentiel de ±15 V (broche 8 pour V_{cc}^+ et broche 4 V_{cc}^-).

On souhaite obtenir une tension positive en sortie si $V_{CNA} < V_E$ et nulle si $V_{CNA} \geq V_E$. Pour ce faire, la tension V_E analogique en entrée sera reliée à l'entrée IN+ (broche 2) et la tension de sortie du CNA V_{CNA} à l'entrée IN- (broche 3).

La sortie COL OUT (broche 7) est une sortie dite à "collecteur ouvert". C'est la même situation que pour le décodeur BCD que vous avez utilisé. Il faudra donc relier la sortie à une tension positive de +5 V via une résistance de 1 $k\Omega$ dite de pull-up. De même la sortie EMIT OUT n'est pas câblé et sera reliée à la masse.

Pour pouvoir modifier la tension d'entrée, vous utiliserez un potentiomètre de 10 kΩ.

Celui-ci sera relié entre le +5 V et la masse. Pour fonctionner avec votre montage sur 4 bits, vous devrez rajouter une résistance de 100 kΩ en série avec le potentiomètre. La borne réglable du potentiomètre vous donnera ainsi une tension variable entre $+0,45$ V et 0 V. Câblez ce potentiomètre et vérifez au voltmètre la tension sur la sortie variable. Câblez le comparateur selon le schéma suivant :



La sortie du comparateur sera utilisée pour arrêter le compteur lorsque $V_{CNA} \geq V_E$. Pour ce faire, il est nécessaire d'utiliser une fonction logique, en l'occurrence une porte ET. En sortie de la porte, l'on obtient le signal d'horloge si la tension du comparateur est positive (c.-à.-d. si la tension du CNA est inférieure à V_E) et 0 dans le cas contraire ce qui bloque le compteur dans son dernier état.

Régler le potentiomètre de façon à obtenir une tension comprise entre 0 et $0,3$ V. Si votre montage fonctionne correctement, le compteur devrait s'arrêter une fois la numérisation effectuée. Vous comparerez cette tension avec le nombre binaire obtenu et vérifierez la cohérence du CAN. Faites plusieurs essais. Que se passe-t-il si V_E est plus grand que la tension max du CNA ?

Pour pouvoir réinitialiser votre CAN, vous pourrez rajouter un bouton poussoir (BP) connecté à l'entrée "CLEAR" du compteur. Cela vous permettra, par pression sur le BP, de remettre à zéro le CAN.

