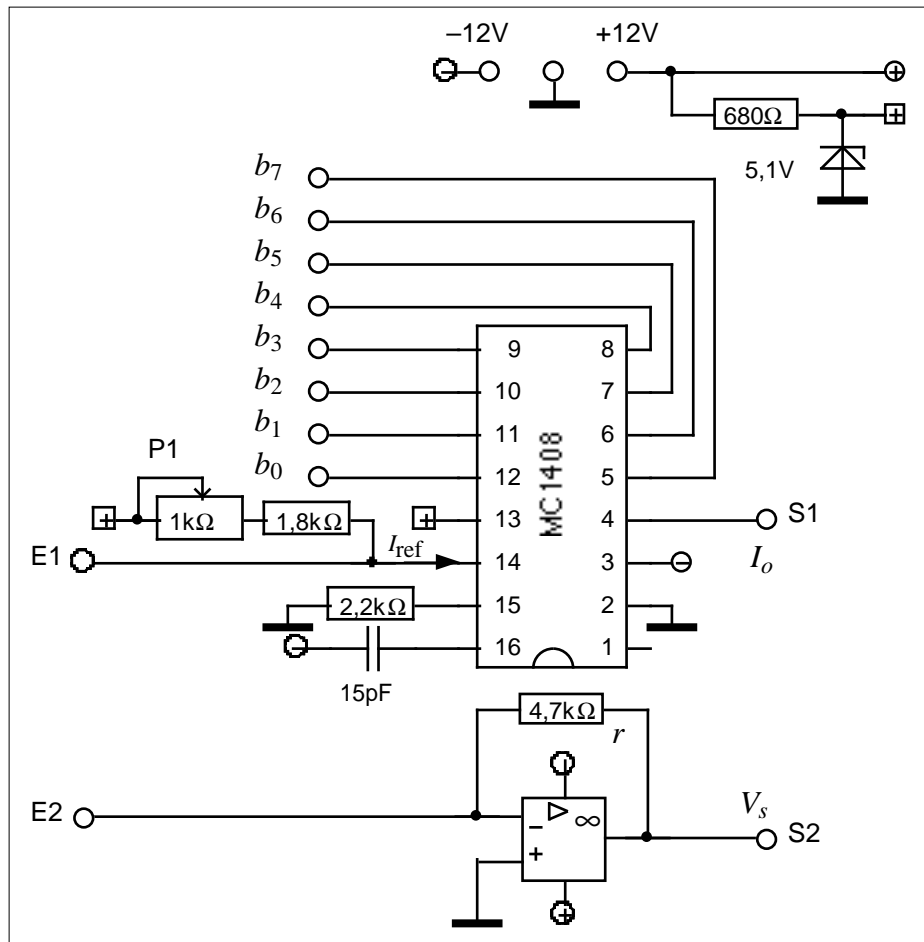
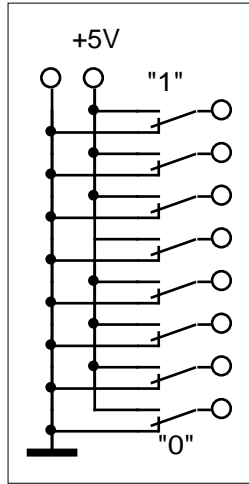
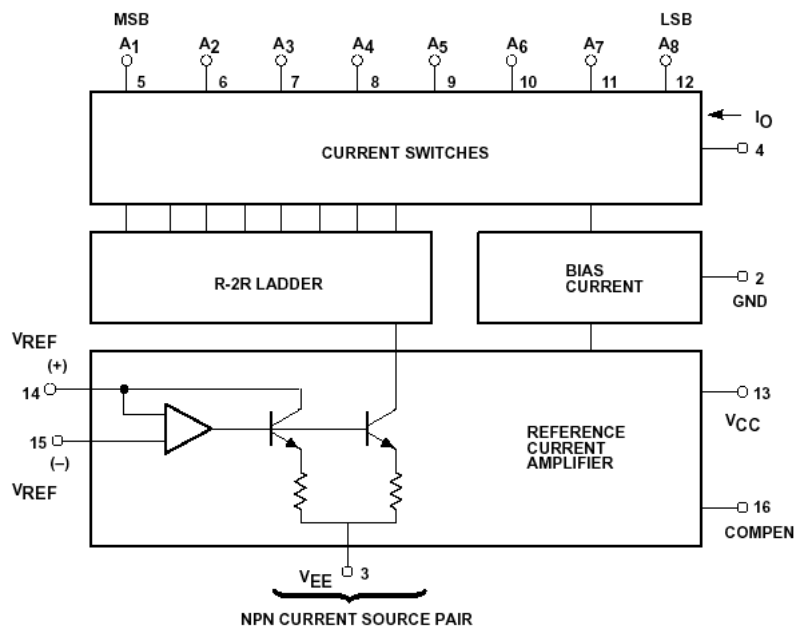


## B12 - CNA & B13 - CAN (suite)

### 1-Étude d'un CNA à réseau R-2R intégré



Principe de fonctionnement :

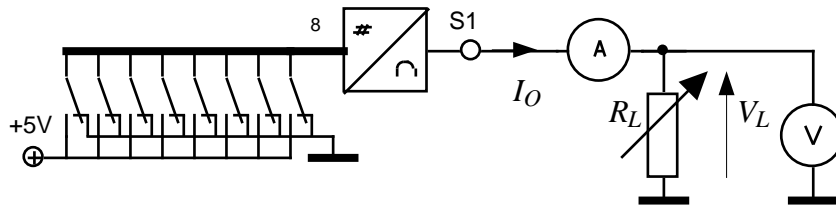


**1.1- Modèle électrique du CNA**

Soit :  $b_0 = \dots = b_7 = 1$  ; sortie S1.

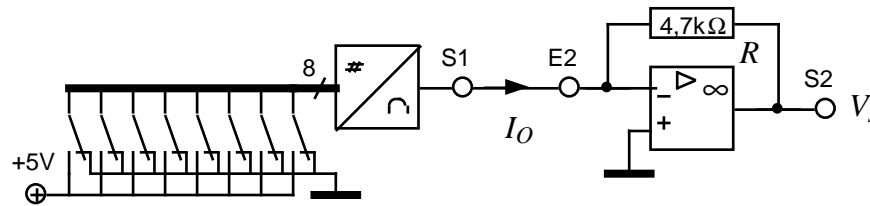
Insérer une résistance  $R_L$  pouvant varier entre 0 et 10.000  $\Omega$  (groupe de boîtes AOIP) en série avec l'ampèremètre. Soit  $V_L$  la tension aux bornes de  $R_L$ . Faire varier  $R_L$  entre 0 et 10.000 $\Omega$  pour tracer la courbe  $I_O(V_L)$ .

- a) Montrer que le circuit MC1408 se comporte comme une source de courant.
- b) Préciser la limite de fonctionnement de cette source ( $V_{Lmax}$ ).
- c) Cette source est-elle génératrice ou réceptrice (le courant est-il entrant ou sortant) ?
- d) Quelle est la résolution (en microampères) du CNA ?



**1.2- Sortie en tension**

- a) Calcul théorique (convertisseur courant /tension) : établir la relation  $V_s(I_O)$ .
- b) Connecter S1 à E2. Relever la valeur de la tension de sortie pour différentes valeurs des  $b_i$



N	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	Vs
	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0	0	1	
	0	0	0	0	0	0	1	0	
	0	0	0	0	0	1	0	0	
	0	0	0	0	1	0	0	0	
	0	0	0	1	0	0	0	0	
	0	0	1	0	0	0	0	0	
	0	1	0	0	0	0	0	0	
	1	0	0	0	0	0	0	0	
	1	1	1	1	1	1	1	1	

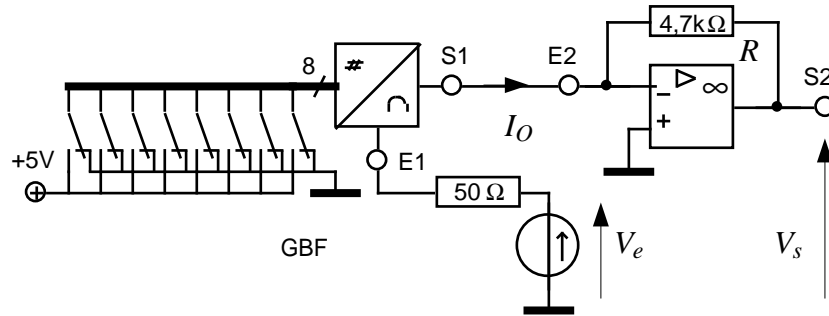
c) On note :  $V_s = q.N = q(128b_7 + 64b_6 + \dots + 2b_1 + b_0) = k \left( \frac{b_7}{2} + \frac{b_6}{4} + \dots + \frac{b_1}{128} + \frac{b_0}{256} \right)$

En admettant que  $V_s$  est proportionnelle à  $N$ , et que  $V_{smax} = 10$  V, calculer  $q$  et  $k$ .

d) Le constructeur indique une précision de conversion de  $\pm 1/2$  bit. Quelles sont l'erreur absolue et l'erreur relative (en %) de la tension de sortie ?

**1.3- Exemple d'application du MC1408 : amplificateur à gain programmable**

On superpose au courant de référence du circuit le courant fourni par un générateur sinusoïdal relié à l'entrée E1.



a) Pour une tension d'entrée  $V_e$  de fréquence 100 Hz, relever le gain de l'amplificateur et remplir le tableau ci-dessous.

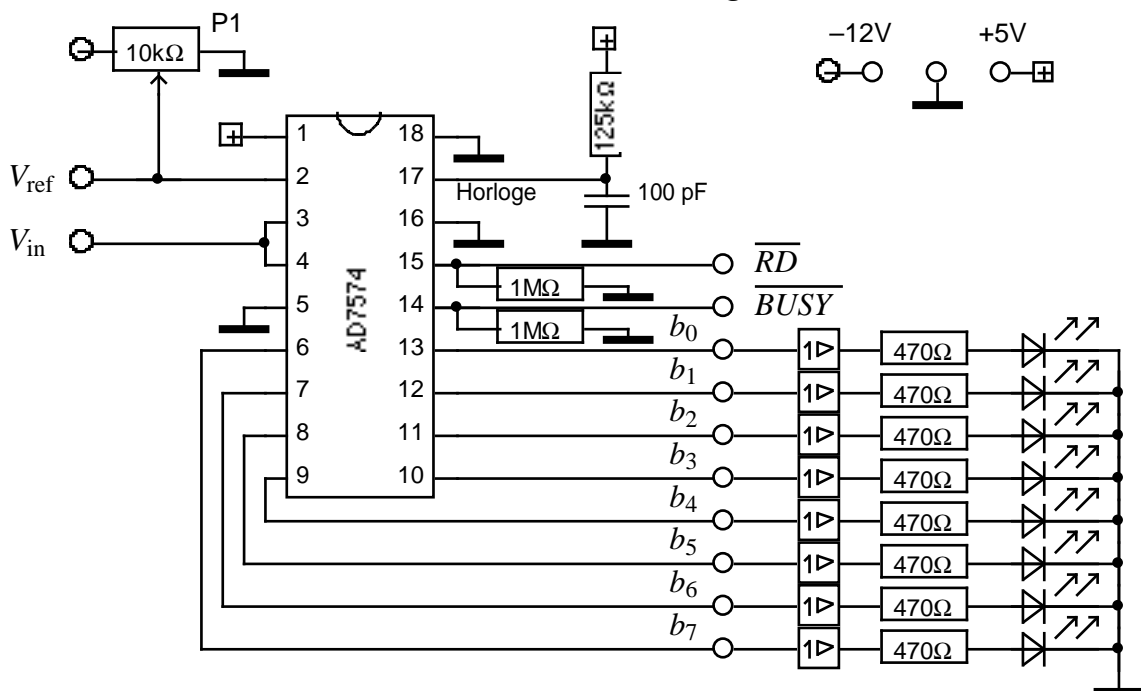
$N$	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	$A_v$	$A_v (dB)$
	0	0	0	0	0	0	0	0		
	0	0	0	0	0	0	0	1		
	0	0	0	0	0	0	1	0		
	0	0	0	0	0	1	0	0		
	0	0	0	0	1	0	0	0		
	0	0	0	1	0	0	0	0		
	0	0	1	0	0	0	0	0		
	0	1	0	0	0	0	0	0		
	1	0	0	0	0	0	0	0		
	1	1	1	1	1	1	1	1		

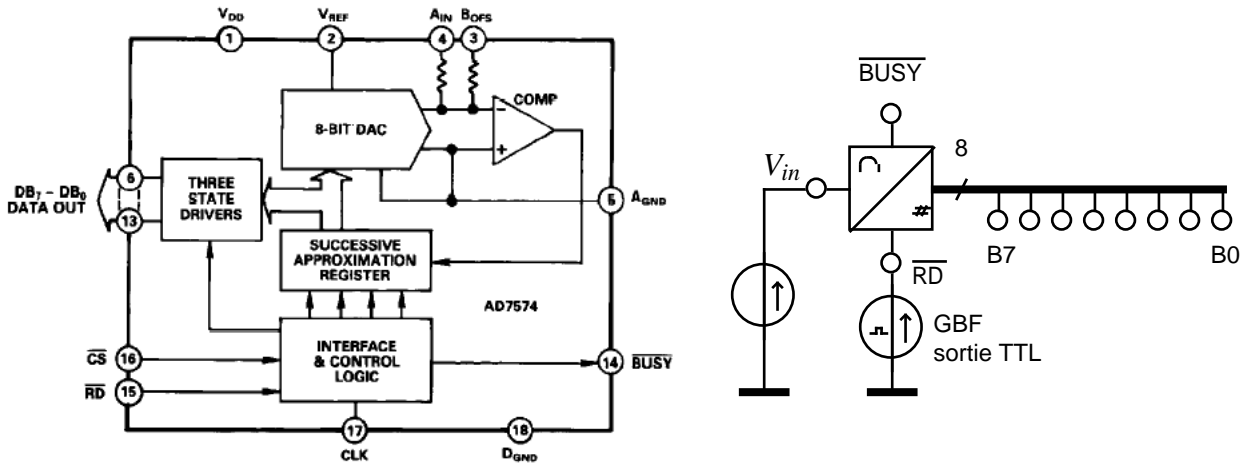
NB : régler convenablement l'amplitude de  $V_e$  pour ne pas saturer l'amplificateur (lorsque  $N = 255$ , l'amplitude de  $V_e$  ne doit pas excéder quelques dizaines de mV). Ajuster si nécessaire la tension de décalage (*offset*) du GBF.

b) On note :  $A_v = \frac{V_s}{V_e} = a.N = a(128b_7 + 64b_6 + \dots + 2b_1 + b_0)$ . Calculer  $a$ .

c) Pour  $N = 255$ , relever la bande passante de l'amplificateur.

### 2 : étude d'un CAN intégré





Réglage préliminaire : le circuit AD 7574 est un CAN intégré à rampe numérique, dont le schéma de principe est proche du CAN réalisé dans la 2ème partie de ce TP.

Son fonctionnement nécessite une tension de référence appliquée sur la broche 2 et ajustée par le potentiomètre P1. Régler P1 (si ce n'est déjà fait) pour avoir en  $V_{ref}$  une tension égale à  $-10,00V$ .

L'entrée analogique se fait en  $V_{in}$ . Cette tension doit être comprise entre 0 et 10 V. La sortie numérique est disponible en  $b_7, \dots, b_0$  et observable à l'aide des DEL correspondantes.

La sortie  $\overline{BUSY}$  permet de connaître l'état de l'activité du CAN.

a) Entrer en  $V_{in}$  une tension continue réglable comprise entre 0 et 10V. Entrer sur  $\overline{RD}$  un signal TTL de rapport cyclique 50%. Relever à l'oscilloscope les signaux  $\overline{RD}$ ,  $\overline{BUSY}$  et un bit de sortie (par exemple  $b_3$ , DEL allumée) ; tracer leur chronogramme pour  $f_{\overline{RD}} = 1 \text{ kHz}$ .

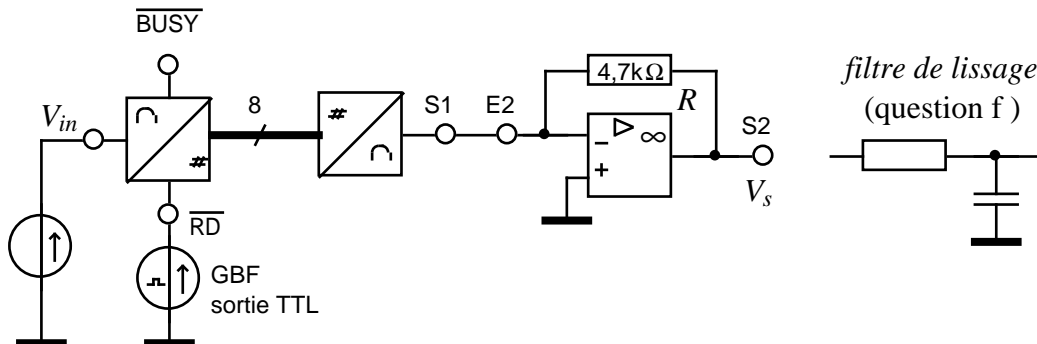
b) L'entrée  $\overline{RD}$  (Read actif à l'état bas) est le signal de contrôle du CAN. Préciser son rôle dans les cas suivants :

- $\overline{RD} = 0$  :
- $\lrcorner$  (front montant) :
- $\overline{RD} = 1$  :

c) Quelle est la durée de la conversion ? Celle-ci dépend-elle de  $f_{\overline{RD}}$  ?

d) Sachant que la lecture des données ne doit pas être effectuée avant la fin d'une conversion, quelle doit être la valeur maximale (notée  $f_{\overline{RD}_{max}}$ ) de la fréquence du signal  $\overline{RD}$  ?

e) Soit  $f_{\overline{RD}} = 10 \text{ kHz}$ ,  $V_{in}$  est maintenant une tension sinusoïdale comprise entre 0 et 10V (régler l'offset du GBF) de fréquence  $f_{in} = 1 \text{ kHz}$ . Relier le CAN au CNA par la liaison numérique (8 fils).



Relever le signal obtenu. Expliquer ses caractéristiques.

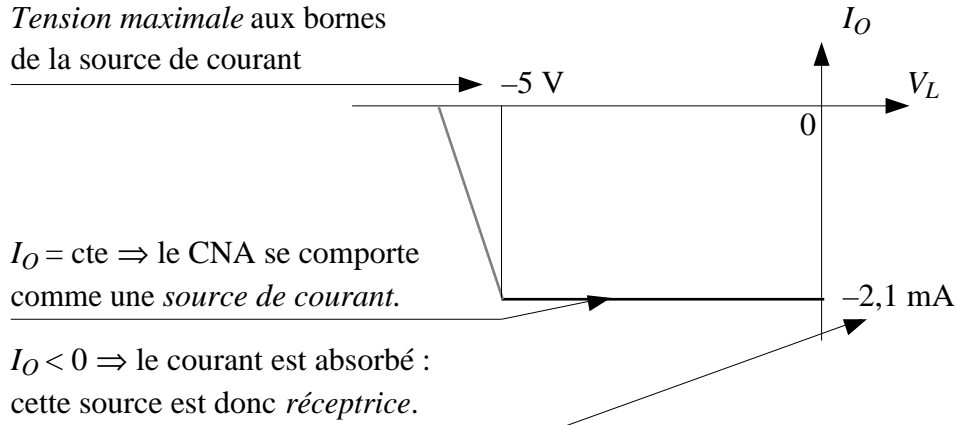
f) Pour éliminer les effets de l'échantillonnage et restituer le signal original réaliser un filtre passif du 1er ordre. Tracer son gabarit. Relever le signal obtenu. Conclusion.

**Commentaires**

**1-Étude d'un CNA à réseau R-2R intégré**

**1.1- Modèle électrique du CNA**

- a) On constate que le courant de sortie est constant  $\Rightarrow$  le CNA se comporte donc comme une source de courant. En outre, on observe que ce courant est absorbé  $\Rightarrow$  cette source est réceptrice.
- b) De même que le courant de sortie d'une source de tension physique est limité, la tension de sortie d'une source de courant est elle aussi limitée : c'est ce que l'on observe ici.



**1.2- Sortie en tension**

$V_s = -R \cdot I_O$  (AOP en montage convertisseur courant/tension)

N	b7	b6	b5	b4	b3	b2	b1	b0	$V_s$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,039
2	0	0	0	0	0	0	1	0	0,078
4	0	0	0	0	0	1	0	0	0,157
8	0	0	0	0	1	0	0	0	0,314
16	0	0	0	1	0	0	0	0	0,627
32	0	0	1	0	0	0	0	0	1,255
64	0	1	0	0	0	0	0	0	2,510
128	1	0	0	0	0	0	0	0	5,020
255	1	1	1	1	1	1	1	1	10,000

$q = 39 \text{ mV} ; k = 10,039 \text{ V}$

$\Delta V_s = \frac{q}{2} \approx 20 \text{ mV (1/2 bit)} \Rightarrow \frac{\Delta V_s}{V_s} = \frac{\Delta V_s}{PE} = \frac{\Delta V_s}{V_{s\max} - 0} = \frac{0,02}{10} = 0,2\%$

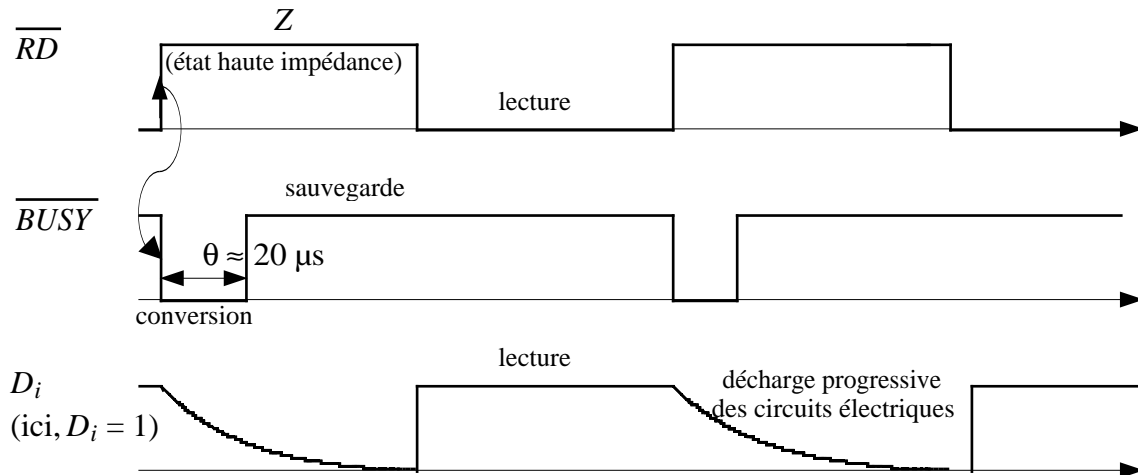
**1.3- Exemple d'application du MC1408 : amplificateur à gain programmable**

$A_v = a \cdot N$  avec  $a \approx 0,39$

N	$A_v$	$A_v \text{ (dB)}$
0	0,0	-
1	0,4	-8
2	0,8	-2
4	1,6	4
8	3,1	10
16	6,3	16
32	12,5	22
64	25,1	28
128	50,2	34
255	100,0	40

## 2 : étude d'un CAN intégré

- $\overline{RD} = 0$  : lecture du résultat de la conversion précédente
- $\lrcorner$  (front montant) : déclenchement d'une nouvelle conversion, suivie d'une sauvegarde dans le registre de sortie. Durée de la conversion :  $\theta \approx 20 \mu\text{s}$ .
  - $\overline{RD} = 1$  : déconnexion (état haute impédance), ce qui entraîne la décharge exponentielle des capacités parasites existantes dans le circuit.



*Remarque :* le dernier montage (question e : un CAN suivi immédiatement d'un CNA) n'a pas d'utilité pratique et est à usage uniquement expérimental ! Dans la suite des TP (TP B31-32-34 liaison par modem), une liaison numérique sera insérée entre ces deux composants.

On remarque que la tension  $V_s$  recopie l'entrée  $V_{in}$  lorsque  $\overline{RD} = 0$  (lecture). En revanche, si  $\overline{RD} = 1$ , alors  $V_s \approx 10 \text{ V}$ . Ceci est dû au fait que la liaison entre le CAN et le CNA étant alors en haute impédance, tout se passe comme si les entrées du CNA étaient "en l'air" (= non connectées) ; or un circuit logique dont les entrées ne sont pas connectées voit celles-ci, en règle générale, comme étant au niveau logique haut : le CNA (suivi de son convertisseur courant/tension) produit donc une tension de sortie égale à  $V_{\text{max}} = 10 \text{ V}$ .