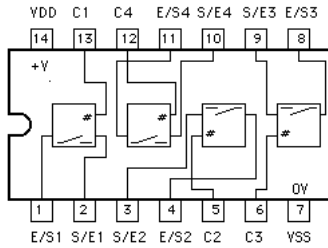
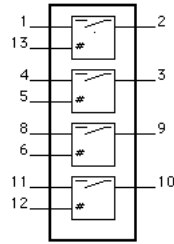


## B14 - Echantillonneur-Bloqueur (Sample & Hold)

### Quadruple interrupteur bidirectionnel CMOS 4066 : fiche technique



Brochage (vue de dessus)



C	interrupteur
0	ouvert ( $R_{off}$ )
1	fermé ( $R_{on}$ )

Table de fonction

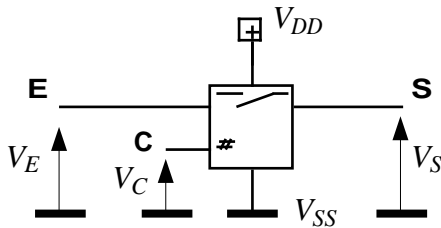


Schéma logique (un commutateur)

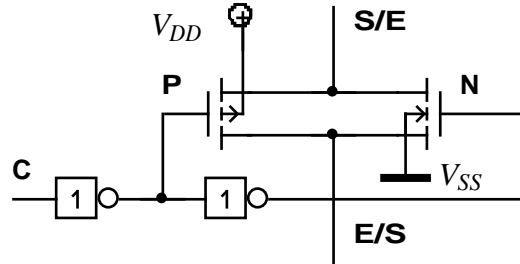


Schéma fonctionnel

Tension d'alimentation maximale :  $V_{DD} > V_{SS}$  ;  $[V_{DD} - V_{SS}]_{max} = 12V$

- unipolaire : 0 - 12V

- bipolaire : -6V / +6V

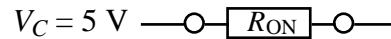
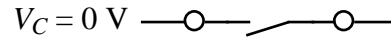
Tension d'entrée analogique  $V_e$  :  $V_{SS} \leq V_{e\ min} < V_{e\ max} \leq V_{DD}$

### 1. Relevé de la résistance à l'état ON

$V_{DD} = +5V$  ;  $V_{SS} = 0V$

C = "0" : interrupteur ouvert ( $R_{OFF}$ )

C = "1" : interrupteur fermé ( $R_{ON}$ ).



Relever à l'ohmmètre les résistances internes  $R_{ON}$  et  $R_{OFF}$  .

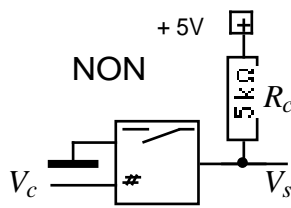
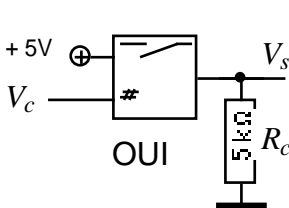
### 2. Réalisation des fonctions OUI/NON : mesure des niveaux de tension de sortie

$V_{DD} = +5V$  ;  $V_{SS} = 0V$  ;  $V_C = 0$  ou  $5V$

1) Relever les niveaux de tension de sortie  $V_s$ .

2) Etablir le schéma électrique équivalent à chaque montage en tenant compte des mesures effectuées au §1 et calculer  $V_s$  .

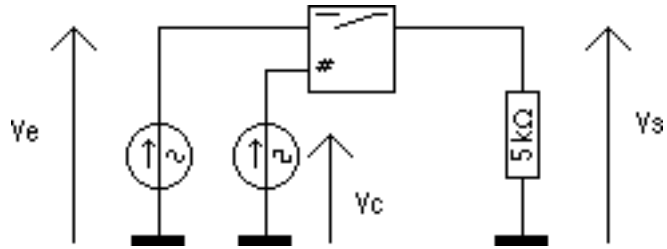
3) Compléter le tableau ci-dessous.



	Vc	mesure Vs	Vs calculé
OUI	5 V		
OUI	0 V		
NON	5 V		
NON	0 V		

### 3. Échantillonneur unipolaire

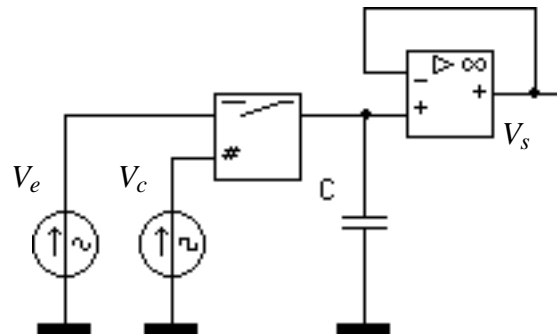
- Alimenter les circuits avec  $V_{DD} = +5V$  ;  $V_{SS} = 0V$ .
- Tension d'entrée  $v_e(t)$  : tension sinusoïdale comprise entre 0 et 4V (offset  $\approx 2V$ ),  $0 \leq f \leq 1kHz$ .
- Tension de commande de l'échantillonnage  $v_c(t)$  : signal TTL 0-5V, fréquence 10000Hz, rapport cyclique 1/10.
- Relever les tensions  $v_c(t)$ ,  $v_e(t)$  et  $v_s(t)$



### 4. Échantillonneur-bloqueur

Un condensateur mémorise la tension analogique entre deux échantillonnages successifs.

*Expérimentalement* :  $V_{DD} = +5V$  ;  $V_{SS} = 0V$   
 $v_c(t)$  = tension TTL,  $f \approx 10kHz$ , rapport cyclique 0,1



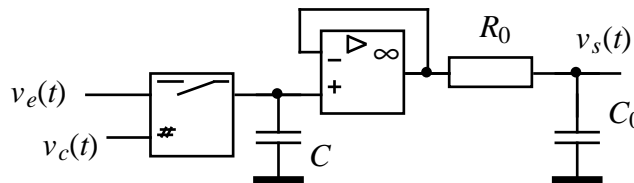
Pour  $C = 10 \text{ nF}$ , relever l'allure de  $v_s(t)$  lorsque  $v_e(t)$  est une tension en créneaux, puis une tension sinusoïdale, avec  $V_{emin} = 1 \text{ V}$ ,  $V_{emax} = 4 \text{ V}$ ,  $f = 1000 \text{ Hz}$ .

Faire de même pour  $C = 100 \text{ nF}$ . Conclusion.

### 5. Restitution du signal : filtre passe-bas de lissage

C'est l'opération inverse de l'échantillonnage. Pour restituer le signal analogique, il suffit d'éliminer la composante d'échantillonnage à 10 kHz à l'aide d'un filtre passe-bas. Si la fréquence de coupure  $F_0 = \frac{1}{2\pi R_0 C_0}$  est prise égale à 1000Hz (qui sera la fréquence maximale du signal analogique à restituer), un filtre d'ordre 1 par exemple remplira cette condition (-3dB à 1000Hz, -20dB à 10kHz).

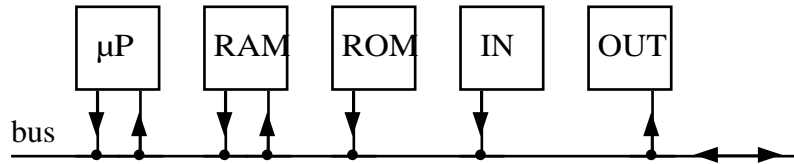
Calculer  $R_0$  connaissant  $C_0$ . Réaliser ce filtre. La tension d'entrée  $v_e(t)$  est une tension sinusoïdale comprise entre 0 et 4V (offset  $\approx 2V$ ),  $0 \leq f \leq 1kHz$ .



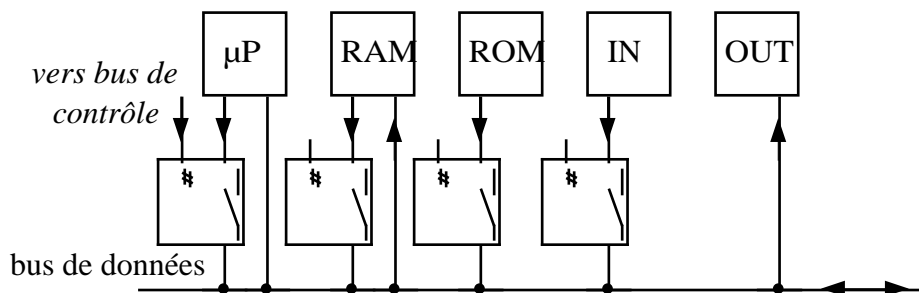
(autres applications)

6. Logique trois-états (tri-state logic)

Dans un système numérique à microprocesseurs, tous les circuits sont connectés électriquement en étoile à une même ligne (ou groupe de lignes) appelée "bus", par lequel transitent les données de façon bidirectionnelle :

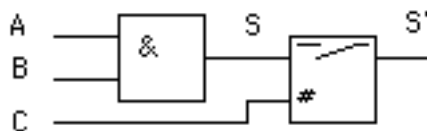


Si plusieurs circuits écrivent en même temps sur le bus, un court-circuit se produit quand l'un d'eux envoie un 0 (= 0 V) alors qu'un autre envoie un 1 (= 5 V). Pour éviter cela, il faut qu'à tout instant un circuit et un seul soit autorisé à écrire sur le bus, les autres restant en position de lecture. Il faut donc que les sorties d'écriture des circuits soient connectables ou déconnectables du bus. Cette fonction est réalisée par un interrupteur commandé (dont la ligne de commande est reliée au "bus de contrôle") :



Sur chaque sortie sont donc présents trois états logiques possibles : "0" (0V), "1" (5V) ou "non connecté". Ce dernier état est un état haute impédance à cause de la valeur très élevée de  $R_{OFF}$  ( $> 100\text{ M}\Omega$ ). Il est noté "HZ" pour "Haute Impédance" ou simplement "Z".

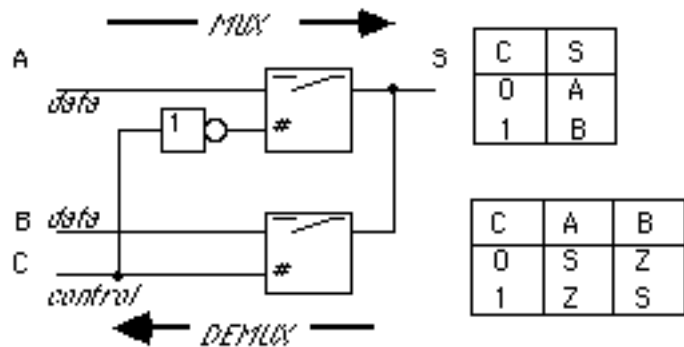
Exercice : compléter la table de vérité en notant Z l'état haute impédance :



C	A	B	S'
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

## 7. Multiplexeur / démultiplexeur

Un multiplexeur ("MUX") est un "aiguillage" permettant de transmettre des signaux différents sur une même voie (un démultiplexeur réalise l'opération inverse). Selon la valeur du bit de commande C, la sortie S est égale à A (C = 0) ou B (C = 1).



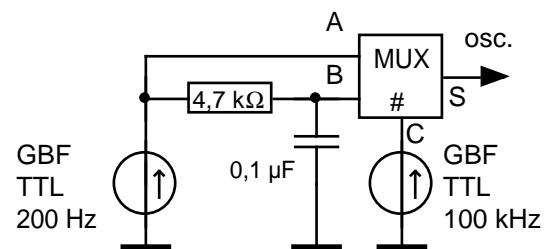
*Exercice* : construire la table de vérité du multiplexeur. En déduire le tableau de Karnaugh correspondant, puis la fonction booléenne  $S = f(A, B, C)$ .

*Application* : à l'aide de circuits 4066, on veut réaliser un commutateur bicourbe pour oscilloscope, permettant d'observer sur un seul canal deux signaux (donc deux traces) simultanément.

*Essai* :

Faire un schéma détaillé du multiplexeur, la porte NON étant réalisée selon le schéma indiqué au § 3. Préciser sur le schéma le n° des broches du circuit intégré 4066 qui seront utilisées. Réaliser le montage, et vérifier son fonctionnement.

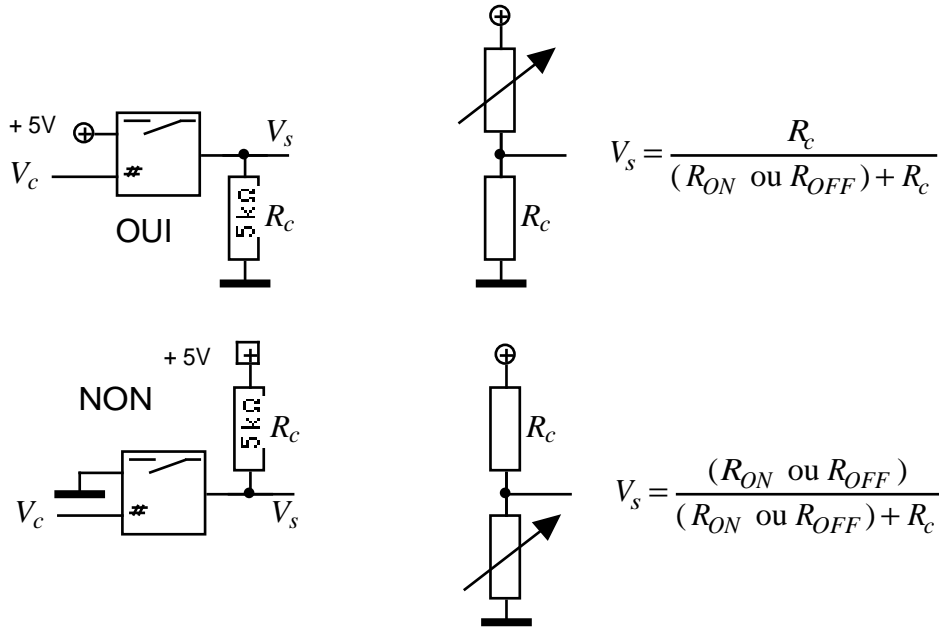
NB :  $V_{DD} = +5V$  ;  $V_{SS} = 0V$



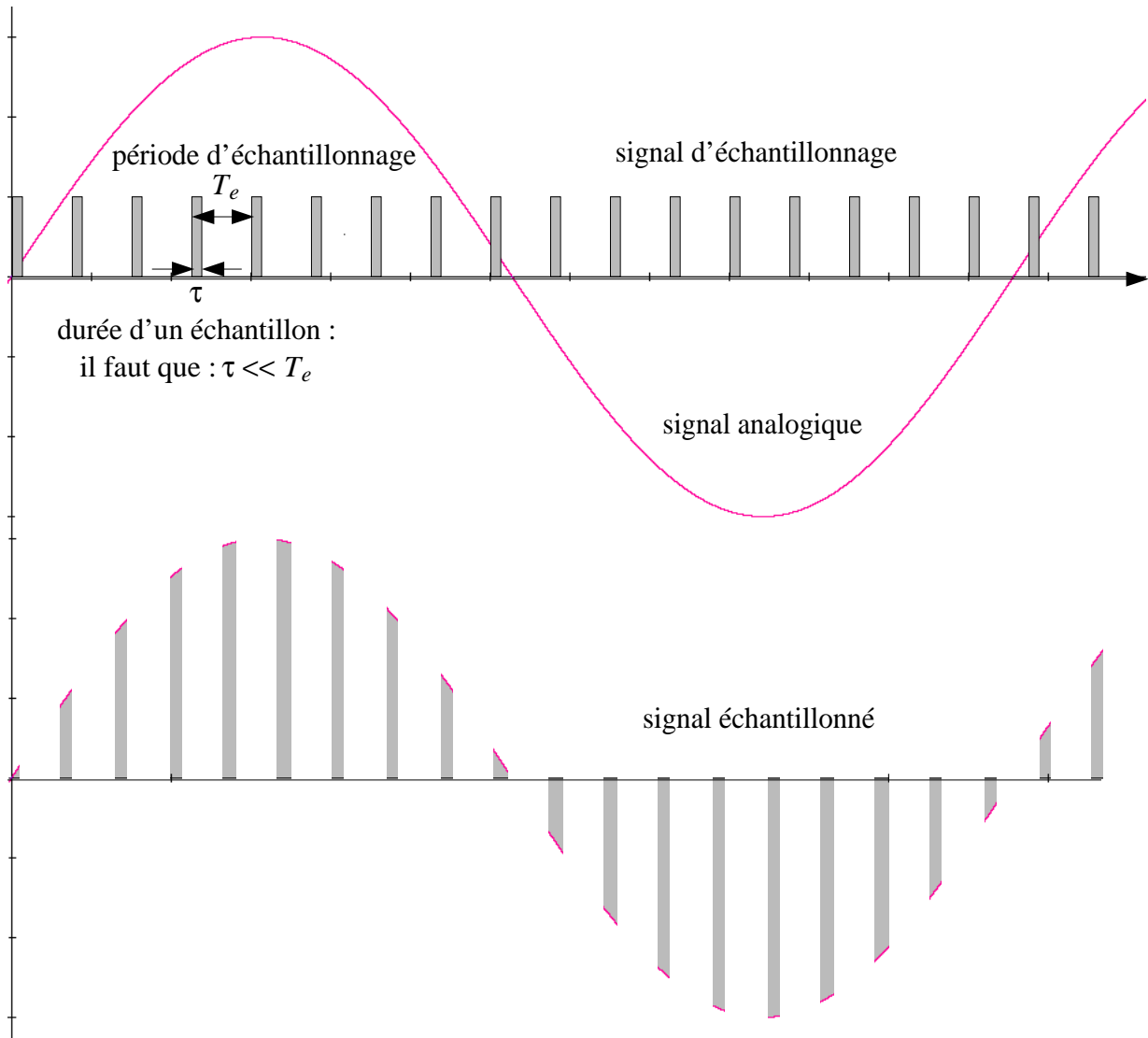
**⚠** *Utiliser un oscilloscope à écran cathodique (la rémanence des écrans LCD empêche une visualisation correcte du signal)*

**Commentaires**

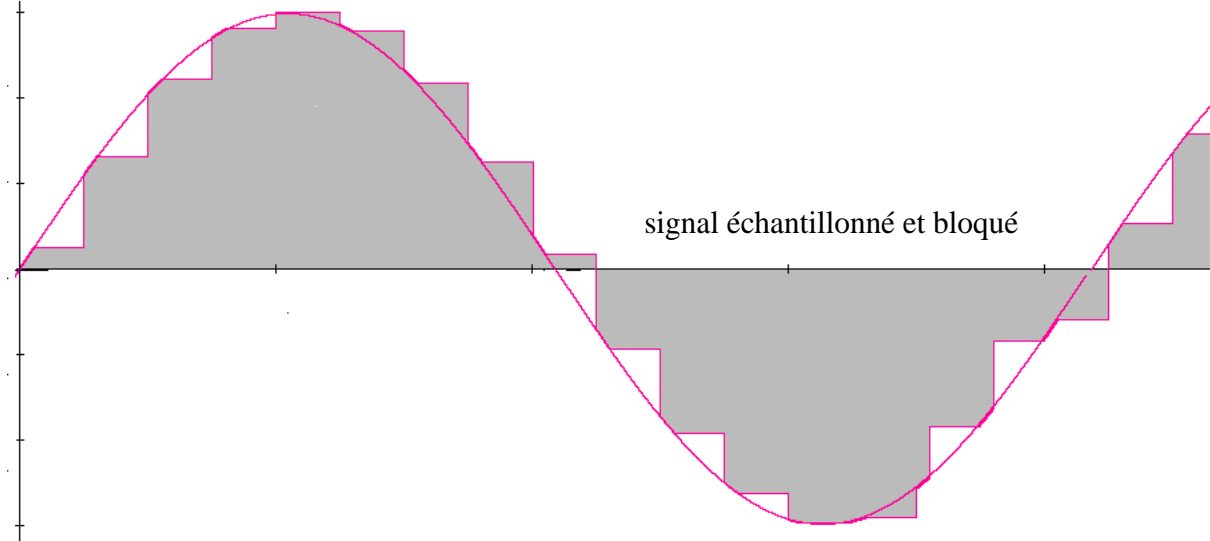
**2. Réalisation des fonctions OUI/NON : mesure des niveaux de tension de sortie**



**3. Échantillonneur**

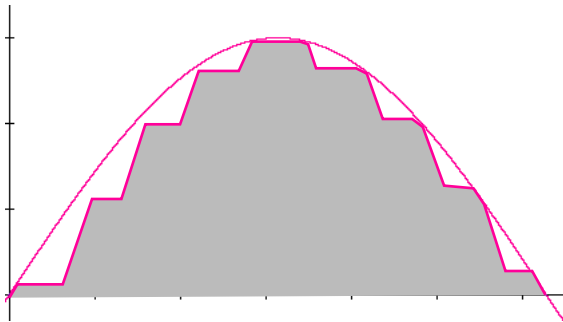


#### 4. Échantillonneur-bloqueur

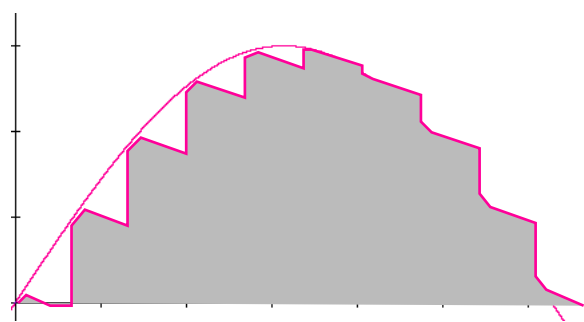


Remarques :

- le signal échantillonné et bloqué est en retard par rapport au signal analogique.
- le choix du condensateur résulte d'un compromis :



capacité trop grande :  
charge du condensateur trop lente



capacité trop faible :  
décharge entre 2 échantillons

#### 5. Restitution du signal : filtre passe-bas de lissage

Exemple, avec :

- signal analogique de fréquence  $f = 100$  Hz
- fréquence d'échantillonnage  $F_e = 10$  kHz
- filtre passe-bas du 1er ordre de fréquence de coupure  $F_0 = 1000$  Hz

Le filtre restitue un signal analogique tel que :

$$\frac{V_s}{V_e} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{100}{1000}\right)^2}} \approx 99,5\% \quad \text{et} \quad \text{Arg}(V_s) = -\arctan \frac{100}{1000} \approx -6^\circ$$

alors que le signal d'échantillonnage est atténué de :

$$\frac{V_s}{V_e} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{10000}{1000}\right)^2}} \approx 1\%$$

**6. Logique trois-états**

C	A	B	S'
0	0	0	Z
0	0	1	Z
0	1	0	Z
0	1	1	Z
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

**7. Multiplexeur / démultiplexeur**

7.1. Table de vérité du multiplexeur d'après la condition :  $S = A$  si  $C = 0$  ;  $S = B$  si  $C = 1$

C	B	A	S
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

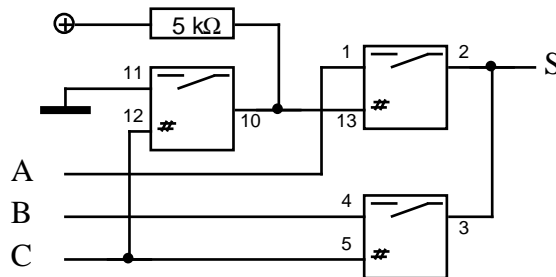
7.2. Tableau de karnaugh

C \ BA	00	01	11	10
0	0	1	1	0
1	0	0	1	1

7.3. Equation booléenne

$$S = A\bar{C} + B.C$$

7.4 Schéma



Remarque :

- la fonction NON ( $\bar{C}$ ) est réalisée comme indiqué au § 2
- la fonction OU est un OU câblé (connexion des sorties 2 et 3)