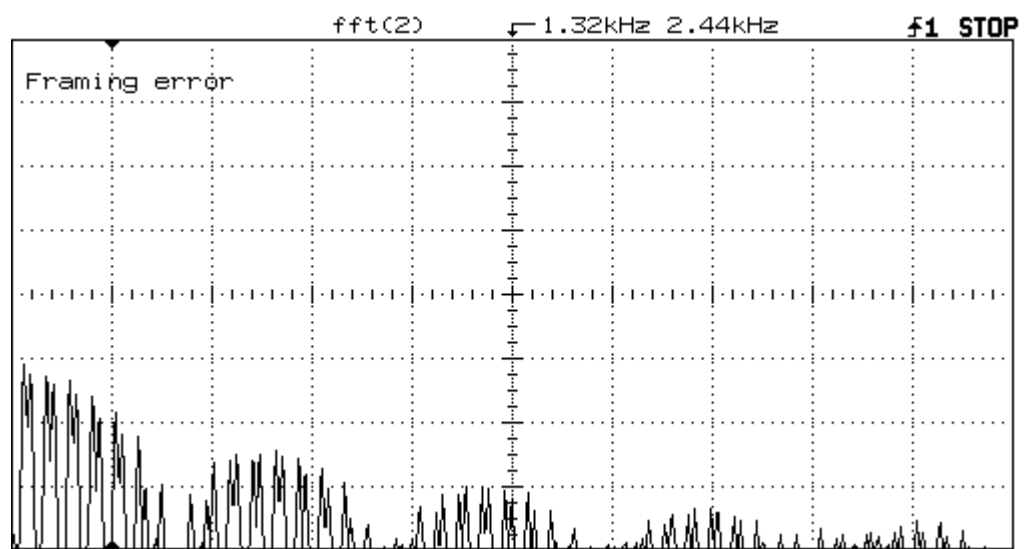


# CHAPITRE IV

## Echantillonneur Bloqueur



# SOMMAIRE

I RÔLE.....	
II UTILITÉ.....	
III PRINCIPE.....	
INTERRUPTEUR FERMÉ :.....	4
INTERRUPTEUR OUVERT :.....	4
IV CAS RÉEL.....	
<u>PRÉSENCE D'UNE RÉSISTANCE D'ENTRÉE : <math>R_{ON}</math></u> .....	5
V CONSTITUTION DE L'E/B.....	6
VI ERREUR INTRODUITE PAR L'E/B.....	6
VI.1 ECHANTILLONNAGE .....	7
VI.2 ECHANTILLONNAGE BLOCAGE.....	7
VI.3 BLOCAGE .....	8
VI.4 BLOCAGE ECHANTILLONNAGE .....	8
VI.5 SYNTHÈSE .....	9
VII EXEMPLE DE CARACTÉRISTIQUES.....	9

# ECHANTILLONNEUR - BLOQUEUR

## I Rôle

Le rôle d'un échantillonneur bloqueur (E/B) est de maintenir constante l'amplitude de l'échantillon prélevé tous les  $T_e$  durant le temps nécessaire à sa conversion.  $T_e$  représente la période d'échantillonnage.

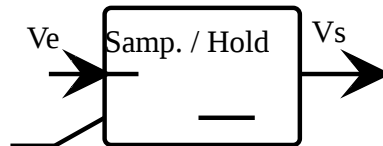


Figure 1 : représentation symbolique de l'E/B

En général on considère que le signal est bloqué durant un temps nettement supérieur au temps de conversion.

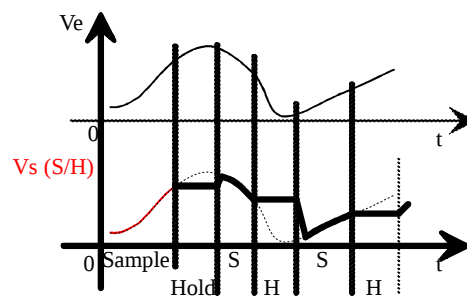


Figure 2 : Evolution des tensions en entrée et sortie d'un E/B (Sample and Hold)

## II Utilité

On peut se demander si un E/B est réellement nécessaire. En effet, sous certaines conditions, l'emploi d'un E/B peut ne pas être nécessaire.

Pour le montrer, nous allons considérer :

- un signal d'entrée : tension sinusoïdale  $e(t) = E \cos 2\pi ft$ . Ce qui nous donne comme variation maximum du signal :

$$\left. \frac{de}{dt} \right|_{\text{Max}} = 2\pi fE$$

- une conversion sur  $n$  bits, ce qui correspond à une résolution de :

$$q = \frac{2E}{2^n}$$

- un temps de conversion  $T_c$ .

Si pendant le temps de conversion le signal d'entrée varie d'une tension inférieure à la résolution du convertisseur (CAN), alors l'emploi d'un E/B n'est pas nécessaire. Ce qui s'exprime par la formule :

$$\left. \frac{de}{dt} \right|_{\text{Max}} * T_c < q$$

Ce qui nous donne une fréquence maximum du signal d'entrée vis à vis du temps de conversion :

$$f < \frac{1}{T_c \pi 2^n}$$

Exemple : Cas d'une conversion sur 8 bits sans utilisation de bloqueur :

$$T_c = 1\text{ms} \Rightarrow f < 1.2\text{Hz}$$

$$T_c = 1\mu\text{s} \Rightarrow f < 1.2\text{kHz}$$

Dans le cas de signaux variant très lentement, ne nécessitant pas de grandes précisions temporelles (cas de la température), on peut envisager de ne pas utiliser d'E/B. Mais de manière générale, les échantillonneurs - bloqueurs sont pratiquement nécessaires dans toute opération de conversion.

### III Principe

Réaliser un échantillonneur bloqueur consiste à associer un interrupteur à une capacité.

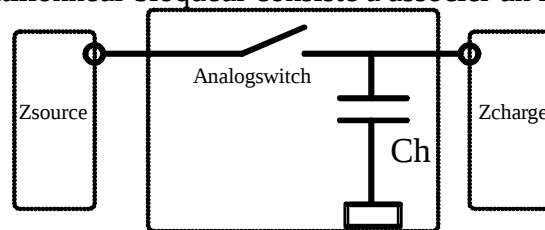


Figure 3 : structure de l'échantillonneur bloqueur

La capacité joue le rôle d'élément mémoire, l'interrupteur est là pour réactualiser la valeur mémorisée ou bien l'isoler vis à vis de l'entrée.

Dans le cas idéal :

*Interrupteur fermé :*

$$V_{eb} = V_e$$

La sortie  $V_{eb}$  suit les variations de l'entrée  $V_e$ . On transmet directement l'entrée sur la sortie. On dit que l'on est en phase d'échantillonnage (Sample).

*Interrupteur ouvert :*

$$V_{eb} = \text{Cste}$$

La sortie reste constante et égale à la dernière valeur transmise du signal d'entrée. On dit que l'on est en phase de blocage (Hold).

La figure suivante montre l'évolution du signal de sortie durant les différentes phases de fonctionnement.

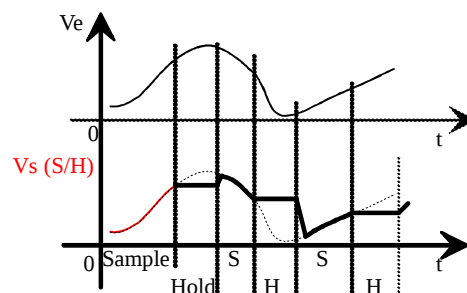


Figure 4 : Evolution du signal de sortie durant les phases d'échantillonnage et de maintien

## IV Cas réel

L'utilisation d'un interrupteur et d'une capacité introduisent des limitations en terme de rapidité et de maintien :

### Présence d'une résistance d'entrée : $R_{on}$

Cette résistance représente à la fois la résistance de sortie du montage en amont de l'E/B mise en série avec la résistance d'état passant de l'interrupteur. Cette résistance va limiter la possibilité du suivi de la tension. En effet la capacité se charge au travers de cette résistance. On obtient donc une constante de temps :

$$\tau_{charge} = R_{on} C$$

### Présence d'une résistance de sortie : $R_{ch}$

Cette résistance est due à la résistance d'entrée du montage en aval de l'E/B associée à la résistance modélisant les pertes de la capacité. Cela introduit une limitation du maintien de la tension lors de la phase de blocage due à la décharge de la capacité dans cette résistance :

$$\tau_{décharge} = R_{ch} C$$

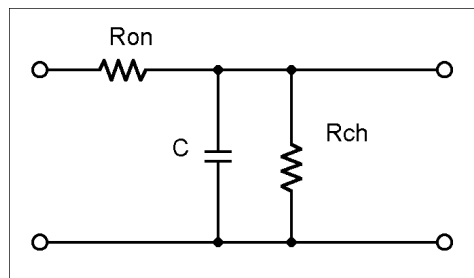


Figure 5 : Modèle équivalent de l'E/B

Ainsi, en exagérant les constantes de temps de charge et décharge liées au condensateur, l'évolution du signal de sortie correspondant à un signal d'entrée échantillonné-bloqué devient :

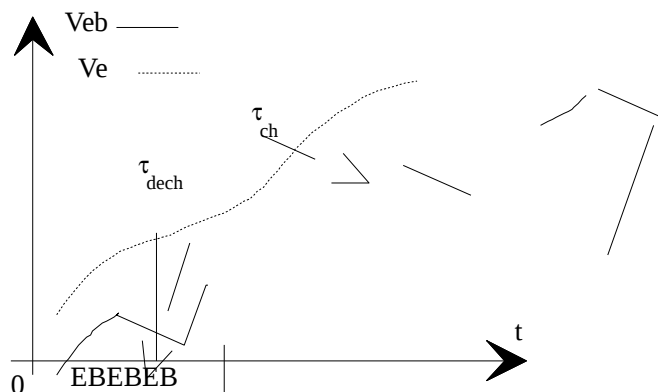


Figure 6 : Influence des constantes de temps de l'E/B

On voit apparaître les deux grandes limitations d'un E/B. Sa vitesse de fonctionnement va être liée à la constante de charge (limitation de la fréquence d'échantillonnage). Sa capacité à maintenir l'échantillon va être liée à la constante de décharge (limitation de la résolution obtenue).

## V Constitution de l'E/B

De manière à s'affranchir de l'environnement amont et aval de l'E/B, on dispose en entrée et en sortie de l'E/B deux suiveurs :

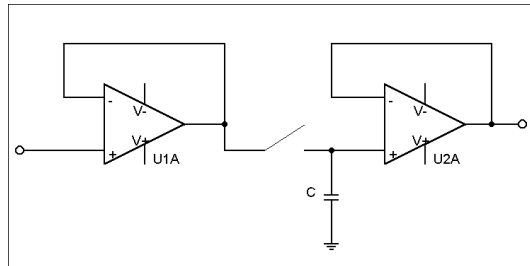


Figure 7 : Structure interne d'un E/B

Mais l'utilisation d'A.Op. introduit des problèmes d'offset qui peuvent être compensés par une rétroaction de la sortie sur l'entrée. C'est le cas pour le LF398 qui est un E/B dont la structure interne est représentée ci-dessous :

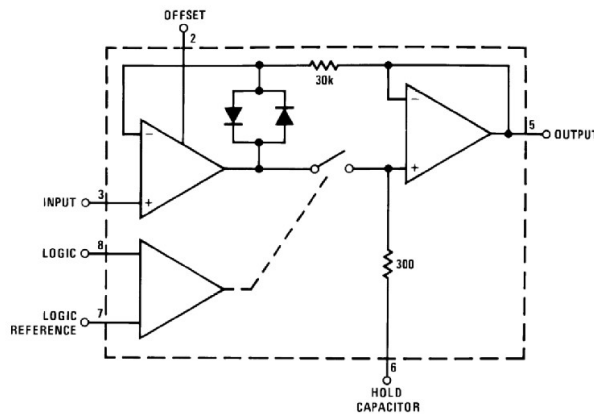


Figure 8 : structure interne du LF398

## VI Erreur introduite par l'E/B

L'utilisation d'un échantillonneur bloqueur va introduire des erreurs. Ces erreurs vont intervenir durant les 4 phases de fonctionnement de l'E/B :

Echantillonnage ; Echantillonnage  $\Rightarrow$  Blocage ; Blocage ; Blocage  $\Rightarrow$  Echantillonnage

## VI.1 Echantillonnage

L'emploi d'A.Op. peut introduire une erreur d'offset qui va décaler la tension de sortie par rapport à la tension d'entrée.

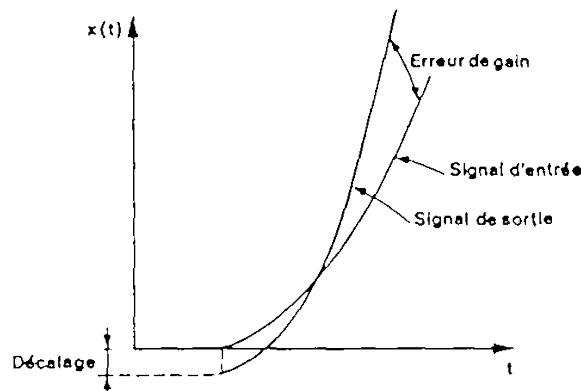


Figure 9 : erreurs introduites durant la phase d'échantillonnage

De même un étage suiveur n'a jamais un gain exact de 1. Si l'on suppose un gain de 0.9999 pour les deux A.Op, on obtient un gain pour l'ensemble de  $0.9999 \times 0.9999 = 0.998$ . Ainsi une tension de 10 V en entrée devient une tension de 9.98V, soit une perte de 0.02V, ce qui correspond à 0.02% d'erreur, soit l'équivalent d'un convertisseur 12 bits.

## VI.2 Echantillonnage Blocage

La transition de l'état échantillonné à l'état bloqué n'est pas instantanée car elle nécessite un temps de réaction de l'interrupteur (Ton).

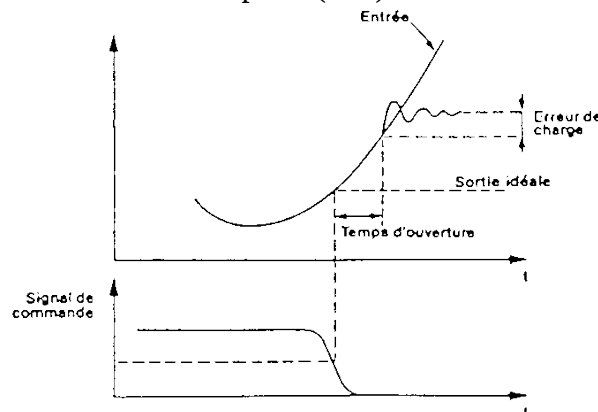


Figure 10 : Erreurs dues à la transition Echantillonnage - Blocage

De plus, l'interrupteur commutant peut amener des charges au niveau de la capacité de stockage et ainsi modifier la valeur de la tension bloquée.

### VI.3 Blocage

Durant cette phase, la capacité va progressivement se décharger (fuite de la capa, courant de polarisation de l'A.Op) et provoquer une variation de la charge aux bornes de la capacité :

$$\frac{dV}{dt} = \frac{I}{C}$$

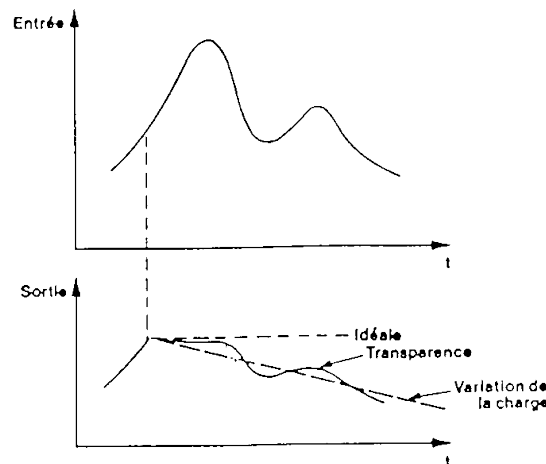


Figure 11 : Erreurs dues au blocage

Il peut aussi apparaître un phénomène de transparence qui reflète la présence d'une capacité de couplage entre l'entrée et la sortie de l'interrupteur. Ceci engendre une possible variation de la tension de sortie avec les variations de la tension d'entrée.

### VI.4 Blocage Echantillonnage

Cette phase n'est pas instantanée. Le temps de charge de la capacité engendre un retard sur le suivi de la tension d'entrée par la tension de sortie.

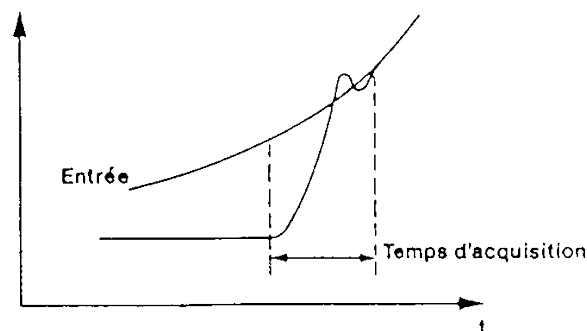


Figure 12 : Transition Blocage - Echantillonnage

Les constructeurs définissent le temps d'acquisition par la passage au niveau de la tension de sortie du minimum au maximum de sa valeur.



## VI.5 Synthèse

Sur la figure suivante sont résumées les caractéristiques d'un Echantillonneur Bloqueur.

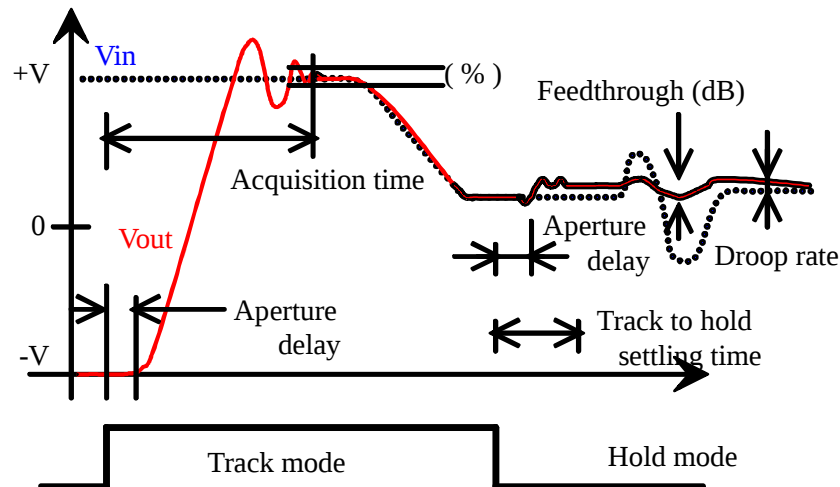


Figure 13 : Synthèse des phases de fonctionnement d'un Echantillonneur Bloqueur

Toutes ces erreurs doivent être prises en compte de manière comparative à la résolution de la chaîne de conversion (Nbre de bits de codage) et à la vitesse d'échantillonnage ( $F_e$ ). Il sera inutile d'utiliser un convertisseur (CAN) avec une résolution supérieure aux erreurs introduites par l'E/B.

## VII Etude du fonctionnement d'un Echantillonneur - Bloqueur (E/B)

Partie non complète, sera "tapée" quand j'aurai du temps!!!

- Choix des éléments
- Quantification des défauts

### VII.1 Choix du condensateur de blocage

### VII.2 Influence de l'amplificateur Opérationnel

### VII.3 Influence de l'interrupteur

## VIII Exemple de caractéristiques

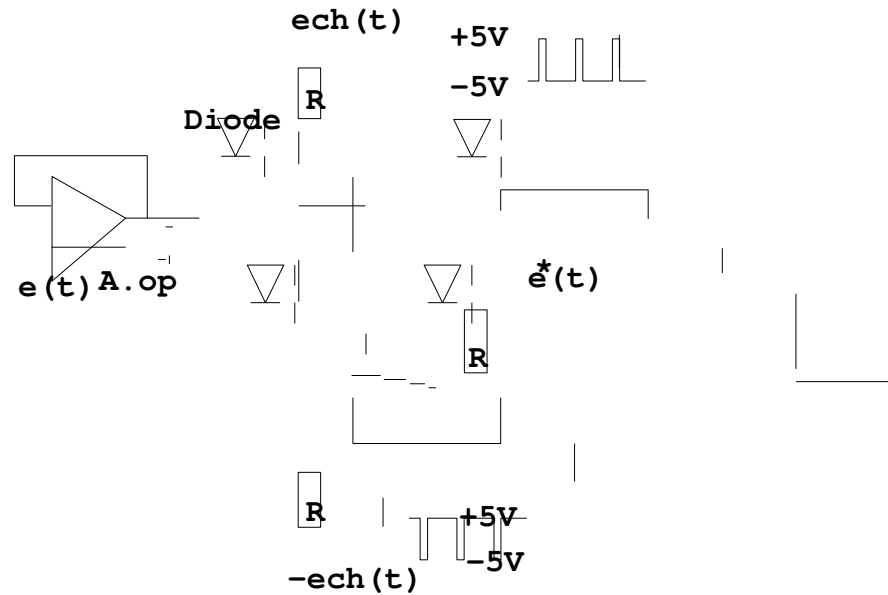
Sur le tableau suivant, les principales caractéristiques de différents E/B sont résumées :

Model	Acq. Time ( $\mu$ sec)	Droop rate ( $\mu$ V/msec)	Aperture time ( ns)
HS 345	2	500	6
SP 5330	0.5	10	0.1
LF398			
Cs=1000pf	4	30	25
CS=10000pf	20	3	25

Les E/B HS 345 et SP5330 sont des E/B à capacité de blocage intégrée, il n'y a pas de possibilité de venir la modifier. Par contre pour le LF398, il est possible de modifier sa valeur.

Remarque :

Tête d'échantillonnage HF : l'échantillonneur à diode



Cas 1:  $e(t)=+5V$ . Les 4 diodes conduisent :  $s(t)=e(t)$

Cas 2:  $e(t)=-5V$ . Les diodes sont bloquées :  $s(t)=0V$

Cela suppose que le signal d'entrée soit compris entre  $[+5 ; -5]$ .