

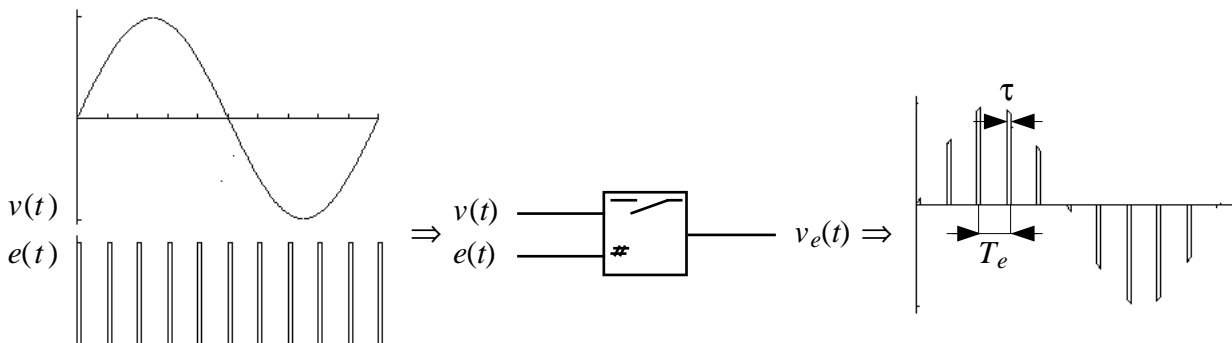
## B14. Échantillonneur-bloqueur (Sample & Hold)

Ce circuit, placé sur l'entrée analogique d'un CAN, a un double rôle :

- Acquérir une valeur donnée de la tension présente à l'entrée du CAN à un instant donné.
- Maintenir cette valeur stable pendant toute la durée de la conversion.

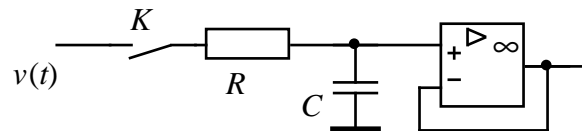
### • Échantillonneur

C'est un interrupteur commandé par un signal numérique de fréquence  $F_e$ . Le temps  $\tau$  pendant lequel cet interrupteur est fermé, qui correspond à la durée d'un échantillon, doit être négligeable devant la période d'échantillonnage  $T_e = 1/F_e$ .



### • Mémoire analogique :

Lorsque l'on ferme à l'instant  $t_0$  l'interrupteur  $K$ , le condensateur mémorise 95% de la tension analogique d'entrée  $v(t)$  au bout d'un temps de réponse  $t_r \approx 3 RC$ . Lorsqu'on ouvre  $K$ , la valeur  $v(t_0)$  est conservée si le condensateur ne se décharge pas à travers le circuit d'utilisation. Pour cela, il est nécessaire de disposer en sortie un étage suiveur à grande impédance d'entrée.

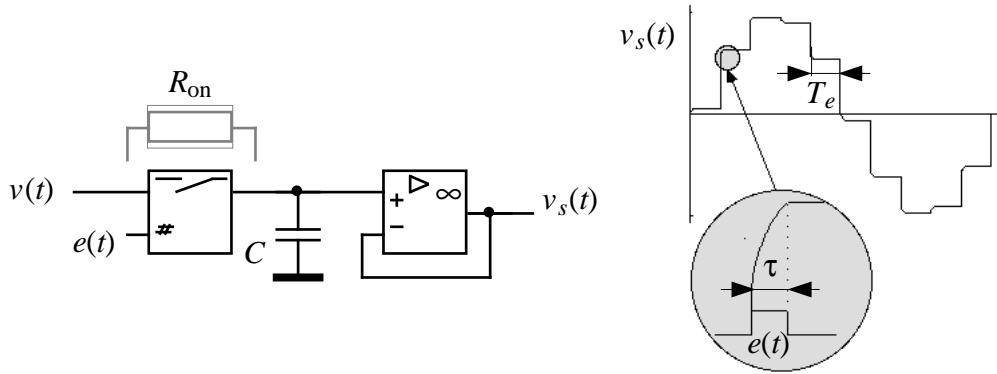


### • Échantillonneur-Bloqueur

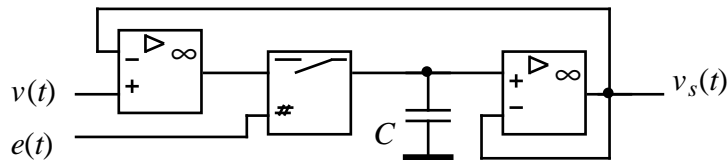
Ce dispositif combine les deux schémas précédents. La tension aux bornes de  $C$  acquiert la valeur de la tension analogique d'entrée au bout d'un temps  $t_a$  (acquisition time) et se maintient à cette valeur pendant un temps  $t_h$  (hold).

Le choix de la valeur de la capacité  $C$  est donc un compromis entre le temps d'acquisition de l'échantillonneur et sa précision :

- Lorsque la capacité est faible, le temps d'acquisition est réduit, mais la précision est mauvaise à cause de la décharge rapide du condensateur.
- Lorsque la capacité est forte, le temps d'acquisition devient prohibitif. Par contre, la tension analogique mesurée demeure bien constante entre deux échantillonnages.

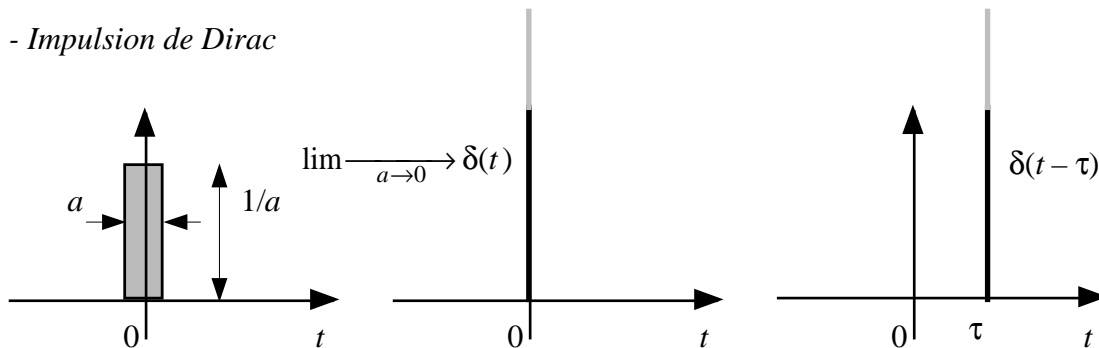


Amélioration du montage : il est possible d'accélérer la charge du condensateur par une rétroaction réalisée à l'aide d'un deuxième montage suiveur. Mais dans la pratique, pour obtenir précision et rapidité, le schéma d'un échantillonneur-bloqueur intégré peut être nettement plus complexe :



• Expression mathématique d'un signal échantillonné

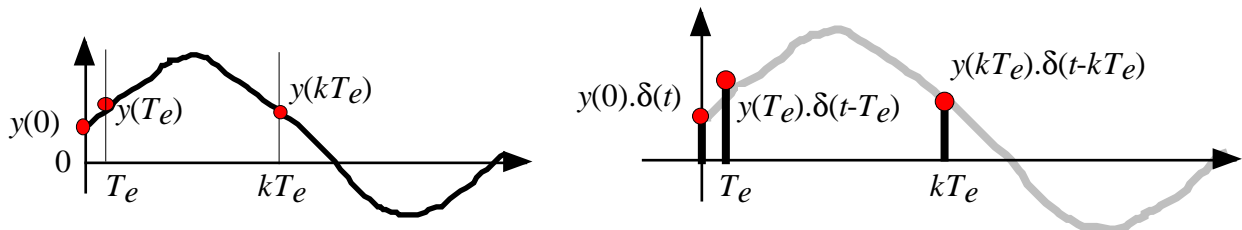
- Impulsion de Dirac



- Signal échantillonné aux instants 0, Te, kTe :

Analogique : y(t)

Échantillonné : ye(t)



- Signal complet :

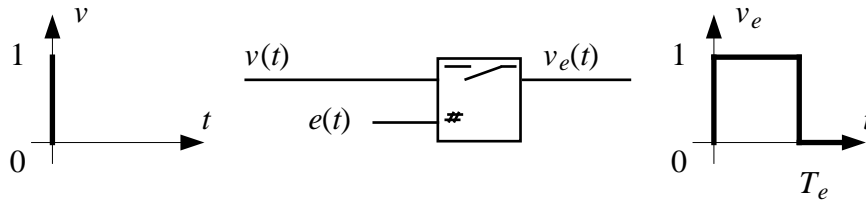
$$y_e(t) = y(0) \cdot \delta(t) + y(T_e) \cdot \delta(t - T_e) + \dots + y(kT_e) \cdot \delta(t - kT_e) = \sum_k y(kT_e) \cdot \delta(t - kT_e)$$

• **Fonction de transfert d'un échantillonneur-bloqueur (ou BOZ : Bloqueur d'Ordre Zéro)**

On considère le cas particulier d'un signal d'entrée d'amplitude 1V échantillonné par une unique impulsion de Dirac :  $v(t) = \delta(t)$ . Le signal de sortie échantillonné et bloqué conserve donc une valeur égale à 1V pendant une période d'échantillonnage  $T_e$ . Il peut être modélisé par la différence entre deux échelons unités :

$$v(t) = \delta(t)$$

$$v_e(t) = u(t) - u(t - T_e)$$



Transformée de Laplace du signal d'entrée :  $V(p) = \mathcal{L}[v(t)] = \mathcal{L}[\delta(t)] = 1$

Transformée de Laplace du signal de sortie :  $V_e(p) = \mathcal{L}[v_e(t)] = \frac{1}{p}(1 - e^{-T_e p})$

Transformée de Laplace du BOZ :  $B_0(p) = \frac{V_e(p)}{V(p)} = \frac{1}{p}(1 - e^{-T_e p})$

Fonction de transfert ( $p \rightarrow j\omega$ ) :  $H(j\omega) = \frac{1 - e^{-j\omega T_e}}{j\omega} = T_e \frac{1 - e^{-j2\pi x}}{j2\pi x}$

en posant  $x = \frac{f}{F_e}$ , fréquence réduite. Comme dans un calcul d'intégrale ou de dérivée, le facteur multiplicatif  $T_e$  joue le rôle d'un terme de dimensionnement. En factorisant par  $e^{-j\pi x}$ , on fait apparaître la quantité  $\frac{e^{j\pi x} - e^{-j\pi x}}{2j} = \sin \pi x$ , soit :  $H(j\omega) = T_e \frac{\sin \pi x}{\pi x} e^{-j\pi x}$ . Cela permet de calculer le

gain en dB de la fonction  $H(j\omega)/T_e$  :  $G = 20 \log \left| \frac{\sin \pi x}{\pi x} \right|$

A la fréquence limite de Shannon  $f = F_e/2$ , soit  $x = 1/2$ , l'affaiblissement vaut environ -4 dB :

