

LELEC1101 - Projet d'électricité

Dimensionnement du modulateur sigma-delta

Groupe 3

DE BROUX Michel (8707-13-00)

COLPIN Lionel (3965-12-00)

DEPREZ Damien (2893-13-00)

MARTINELLE Thibault (8737-13-00)

PARIS Antoine (3158-13-00)

23 mars 2015

1 Fonctionnement et théorie

Le schéma bloc du modulateur sigma-delta se trouve à la figure 1. Ici, on choisit une bascule asymétrique.

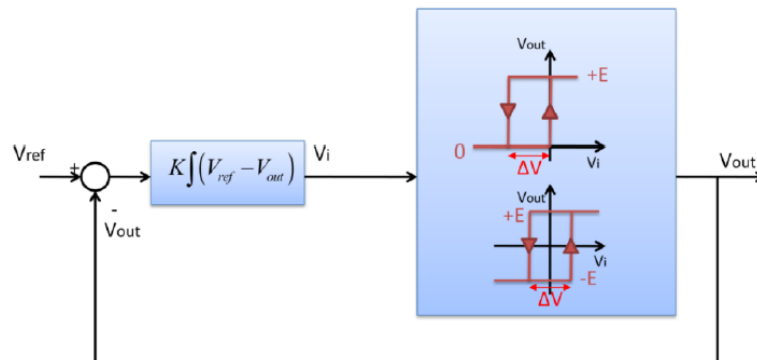


FIGURE 1: Schéma bloc du modulateur sigma-delta.

Dans un premier temps, calculons la période d'oscillation de la sortie (qui est identique à la période d'oscillation de V_I sur la figure 1).

On démarre avec un signal V_{ref} positif et $V_{out} = 0$. V_I est alors immédiatement positif et V_{out} sature directement à E . Comme V_{ref} est $\leq E$, V_I va maintenant décroître jusqu'à atteindre ΔV . A ce moment précis, on aura à nouveau $V_{out} = 0$ et donc V_I va croître jusqu'à atteindre 0, et ainsi de suite.

Sur base de cela, on peut facilement calculer le temps de descente t_f et le temps de montée t_r du signal V_I ¹. On trouve facilement,

$$t_f = -\frac{\Delta V}{(V_{\text{ref}} - E)K},$$

$$t_r = \frac{\Delta V}{KV_{\text{ref}}}.$$

La période T étant la somme du temps de descente et du temps de montée, on trouve

$$T = \frac{\Delta V}{K} \left(\frac{1}{V_{\text{ref}}} - \frac{1}{V_{\text{ref}} - E} \right)$$

et donc finalement

$$f = -\frac{K}{\Delta V} \frac{V_{\text{ref}}(V_{\text{ref}} - E)}{E}.$$

Remarque A partir du temps de descente et du temps de montée, on peut prouver que la moyenne du signal carré V_{out} vaut bien V_{ref} . Il suffit de démontrer l'égalité suivante

$$\frac{E \cdot t_f + 0 \cdot t_r}{T} = V_{\text{ref}}.$$

La figure 2 représente un graphe de cette relation.

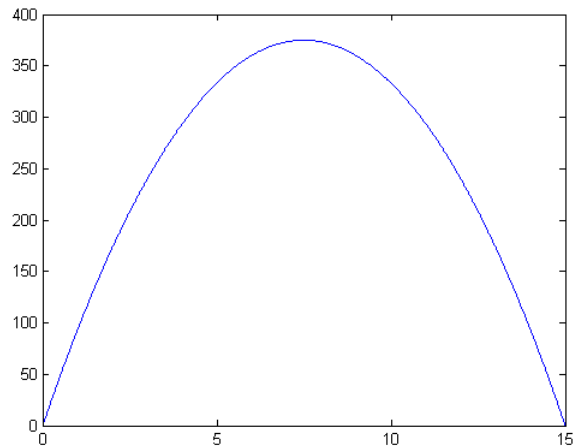


FIGURE 2: Graphe de la fréquence en fonction de V_{ref} pour $\Delta V = 0.1$ V et $K = 10$ s.

On peut faire plusieurs observations à propos de la figure 2. Premièrement, la fréquence de sortie maximale est atteinte pour $V_{\text{ref}} = \frac{E}{2}$ et vaut

$$f_{\text{max}} = \frac{K}{\Delta V} \frac{E}{4}.$$

1. Ce signal sera soit un signal triangulaire, soit un signal en dents de scie, selon la valeur de V_{ref} .

Ensuite, pour un signal V_{ref} sinusoïdal dont l'amplitude peut être négative, la fréquence sature. Or, dans le cas de notre synthétiseur, le signal V_{ref} est la sortie de notre VCO (après passage dans un filtre pour en extraire une sinusoïdale pure). Il faudra donc “déplacer” la courbe de la figure 2 de manière à ce qu'elle soit centrée autour de l'origine.

2 Dimensionnement et circuit réel