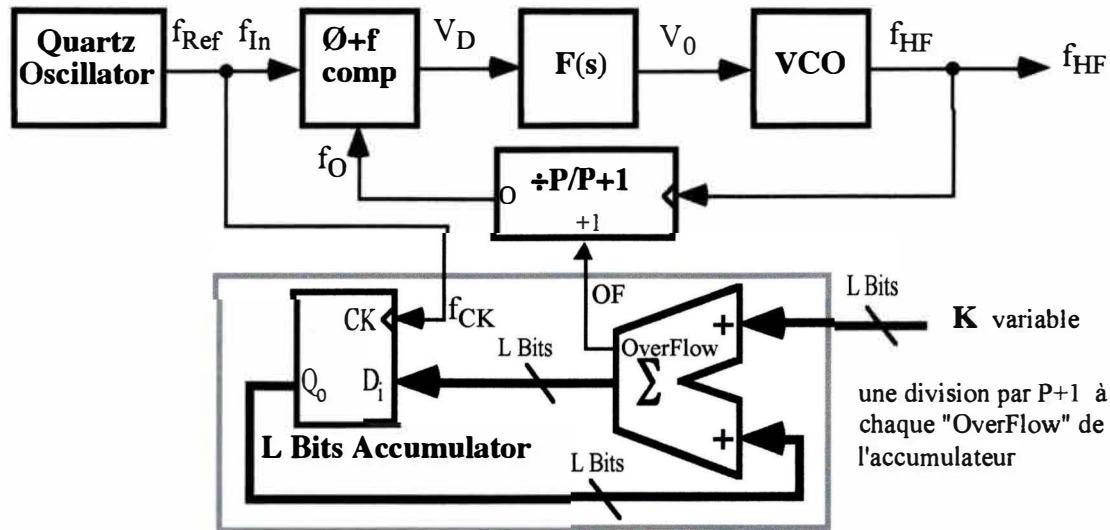


2. SYNTHESE DE FREQUENCE A PLL

Avec une boucle PLL à diviseur fractionnaire, on veut effectuer une synthèse de fréquence agile couvrant une gamme de 861 MHz à 875 MHz par pas de 1 kHz ou plus petits.



Donner la relation f_{HF} en fonction de f_{Ref} , P , K et L lorsque la PLL est verrouillée et stabilisée.

$$f_{HF} = f_{Ref} \left(P + \frac{K}{2^L} \right)$$

La fréquence de travail maximum de l'accumulateur et du comparateur de phase est limitée à $f_{logic,max} = 30$ MHz.

On a le choix entre trois "Dual Modulus Prescaler" : a) $P = 16$, b) $P = 32$ et c) $P = 64$.

Seul le prescaler b) convient à cette application. Justifier ce choix et dire pourquoi a), respectivement c), ne conviennent pas (justifications avec valeurs numériques).

a) $\frac{875 \text{ MHz}}{17} = 51.5 \text{ MHz} \checkmark > f_{logic,max}$ mauvais

c) $\frac{875 \text{ MHz}}{861 \text{ MHz}} = 1.0163 > \frac{65}{64} = 1.0156 \checkmark$
 on ne peut pas couvrir la gamme mauvais

b) $\frac{875 \text{ MHz}}{32} = 27.3 \text{ MHz} \checkmark < f_{logic,max}$ OK

$\frac{33}{32} = 1.031 > \frac{875}{861} = 1.0163 \checkmark$
 on peut couvrir la gamme OK

Avec le prescaler $P = 32$, déterminer la plage de fréquence $f_{\text{Ref,min}}$ $f_{\text{Ref,max}}$ tolérable pour le quartz,

$$f_{\text{Ref,min}} = \frac{875 \text{ MHz}}{32} = 26.515 \text{ MHz} \quad \checkmark$$

$$f_{\text{Ref,max}} = \frac{861 \text{ MHz}}{32} = 26.906 \text{ MHz} \quad \checkmark$$

et le nombre minimum de bits L_{min} nécessaire pour l'accumulateur.

$$\frac{f_{\text{Ref}}}{2^L} < 1 \text{ kHz} \Rightarrow L_{\text{min}} = 15 \quad \checkmark$$

Avec $P = 32$, $L = 20$ et $f_{\text{Ref}} = 26.800 \text{ MHz} \pm 1 \text{ ppm}$, déterminer la plage de fréquence totale que ce synthétiseur peut couvrir et sa résolution effective.

$$f_{\text{HF}} = 26.800 \text{ MHz} \left(32 + \frac{K}{2^{20}} \right) \begin{cases} K=0 \Rightarrow 857.6 \text{ MHz} \quad \checkmark \\ K=(2^{20}-1) \Rightarrow 884.4 \text{ MHz} \quad \checkmark \end{cases}$$

$$\Delta f_{\text{HF}} = \frac{26'800'000}{2^{20}} = 25.55847 \text{ Hz} \quad \checkmark$$

Quel est l'incrément ΔK à imposer pour passer d'un canal au suivant, sachant qu'ils sont espacés de 25 kHz ?

$$\Delta K = \text{Int} \left(\frac{25'000}{25.55847} \right) = 978 \quad \checkmark$$

Quelles sont les deux principales sources d'imprécision de la fréquence absolue générée (estimations chiffrées)?

Δf_{HF} n'est pas un sous-multiple entier de 1 kHz

$$\Rightarrow \text{approx} \leq \frac{\Delta f_{\text{HF}}}{2} \approx 12 \text{ Hz} \quad \checkmark$$

Erreur relative sur f_{HF} identique à celle de f_{Ref}

$$\Rightarrow \text{imprécision} = 875 \text{ MHz} \cdot 1 \text{ ppm} = 875 \text{ Hz} \quad \checkmark$$

Le comparateur de phase-fréquence logique avec $K_D = 5/4\pi$ V/rad

Le VCO est spécifié linéaire entre: $f_{HF} = 850$ MHz à $V_0 = 1$ V
et $f_{HF} = 890$ MHz à $V_0 = 5$ V

Dimensionner le filtre intégrateur de degré 1 permettant d'obtenir un temps d'établissement de la boucle t_s d'environ 100 μ s, avec un amortissement optimal $\xi = 1$.

$$K_{VCO} = \frac{40 \text{ MHz}}{4 \text{ V}} \cdot 2\pi = 62.8 \text{ Mrad/sV} \quad \checkmark$$

$$K_O = \frac{K_{VCO}}{32.5} = 1.93 \text{ Mrad/sV} \quad \checkmark$$

$$K_O K_D = 769 \cdot 10^3$$

avec $\xi = 1 \Rightarrow Q = 0.5$ stabilisée à $\omega_n t_c \approx 6$
 $\Rightarrow \omega_n = \frac{6}{10^{-4}} = 60'000 \text{ rad/s} \quad \checkmark$

$$\tau_2 = \frac{1}{\omega_n Q} \approx 33 \mu\text{s} \quad \checkmark$$

$$\tau_1 = \frac{K_O K_D}{\omega_n^2} \approx 214 \mu\text{s} \quad \checkmark$$