

Formulaire SysElec

Kenzi Antonin

7 février 2023

La quantification

$$\text{unipolaire : } q = \frac{D_{yn}}{2^n} [V]$$

$$\text{bipolaire : } q = \frac{2D_{yn}}{2^n} [V]$$

$$\text{Code} = \frac{U_{in}}{q} [-] \text{ division entière}$$

$$Xq = \text{Code} \cdot q [V]$$

L'erreur de quanti. est bornée entre $-q/2$ et $+q/2$

Cas	Vin1	Vin1	Vout1	Vout2
1	0	0	y1.1	y1.2
2	x	0	y2.1	y2.2
3	0	x	y3.1	y3.2
4	x	x	y4.1	y4.2

$$(V_{in(+)} - V_{in(-)}) = \frac{V_{CC} - V_{ref}}{G}$$

$$V_{outD} = V_{out1} - V_{out2}$$

Quantification

Echantillonnage

Si pleine gamme dynamique avec sinus :

$$SNRQ = 6.02N + 10.8 + 20\log\left(\frac{V_{rms}}{2U_{ref}}\right)$$

$$\Delta SNRQ = SNRQ1 - SNRQ2 = 10\log(N_{OSR})$$

Tension efficace du bruit de quantification :

$$\sigma_{nQ} = \frac{V_{ref}}{2^{n-1} \cdot \sqrt{12}}$$

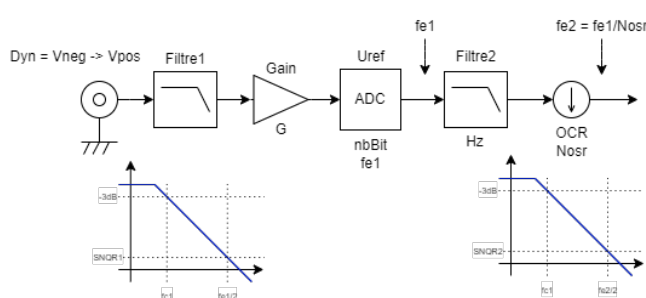
Densité spectrale de puissance :

$$S(f) = k_Q^2 = \frac{\sigma_{nQ}^2}{FS} = \frac{q^2}{12FS} [V^2/Hz]$$

Rapport signal sur bruit de quantification :

$$S(f) = 10\log\left(\frac{\sigma_x^2}{\sigma_{nQ}^2}\right) = 20$$

Si surechantillonnage ajout d'un filtre et d'un OSR



2

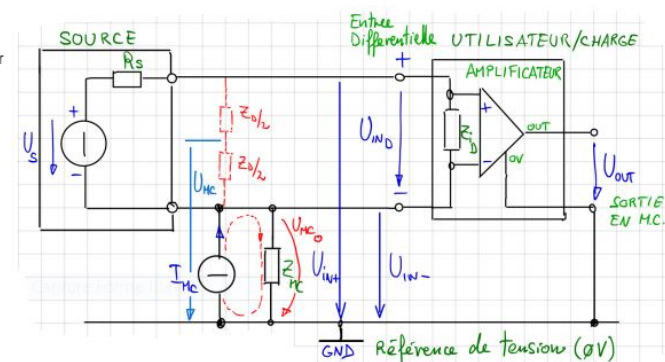
Code	Uin Idéal	Uin réel	DNL	INL
0	U_{0i}	U_{0r}	$(U_{1r} - U_{0r}) - q$	$(U_{0i} - U_{0r})$
1	U_{1i}	U_{1r}	$(U_{2r} - U_{1r}) - q$	$(U_{1i} - U_{1r})$
2	U_{2i}	U_{2r}	$(U_{3r} - U_{2r}) - q$	$(U_{2i} - U_{2r})$
3	U_{3i}	U_{3r}		$(U_{3i} - U_{3r})$

Mode Commun et Différentiel :

1. Commun : par rapport à la GND
2. Différentiel : entre deux potentiels

4

Schéma bloc



Formule Importantes pour les exercices :

Étage d'entrée :

Faire un tableau,

$$V_{RL} = AD \cdot U_{gMc}$$

$$SNRQ = 6.02N + 10.8 + 20\log\left(\frac{V_{rms}}{2U_{ref}}\right)$$

$$V_{rms} = \frac{\hat{U}_{RL}}{\sqrt{2}}$$

$$Pente = \frac{\Delta dB}{\log_{10}\left(\frac{f_e}{2 \cdot f_c}\right)} [dB/dec]$$

3

$$\text{Tension mode commun : } U_{MC} = \frac{(U_{in+}) + (U_{in-})}{2}$$

$$U_{MC0} = I_{MC} \cdot Z_{MC}$$

Tension différentielle :

$$U_D = (U_{in+}) \cdot (U_{in-})$$

Commun Mode Rejection Ratio : CMRR

Cette grandeur donne l'atténuation d'un signal en entrée en MC sur la sortie :

$$CMRR = 20\log_{10} \frac{U_{in,MC}(f)}{U_{out}(f)}$$

Sample & Hold

5

$$\Delta t_{max} = \frac{D_{yn}}{\hat{U} 2^{n_{bit}} \pi f_{in}}$$

$$\Delta u = \hat{U} 2 \pi f_{in} \Delta t$$

$$SNR_{jig} = -20 \log(2 \pi f_{in} \Delta t)$$

Sigma-Delta

6

Ordre 1

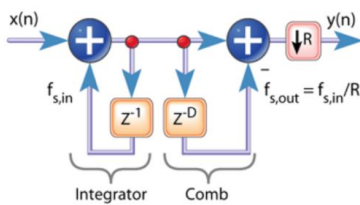
$$SNR_Q = 10 \log\left(\frac{\sigma_x^2}{V_{ref} f^2}\right) + 5.6 + 30 \log(NOSR)$$

Ordre 2

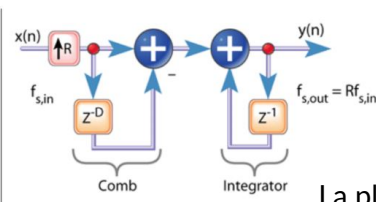
$$SNR_Q = 10 \log\left(\frac{\sigma_x^2}{V_{ref} f^2}\right) - 2.1 + 50 \log(NOSR)$$

Cascaded Integrator Comb Filter

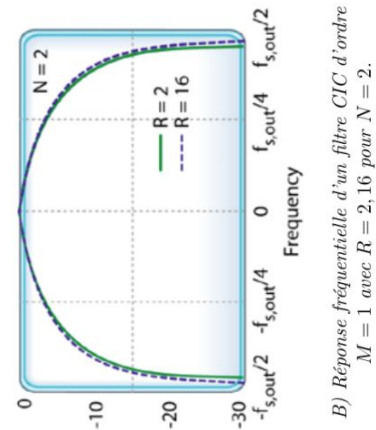
7



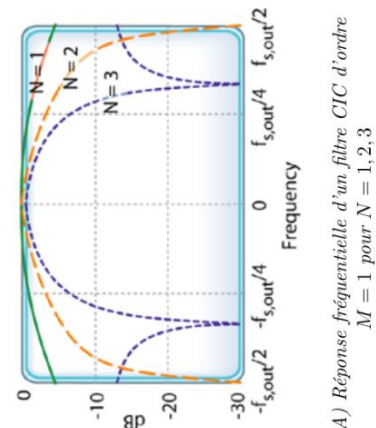
A) Filtre CIC avec décimation ©Richard Lyons.



B) Filtre CIC avec interpolation ©Richard Lyons.

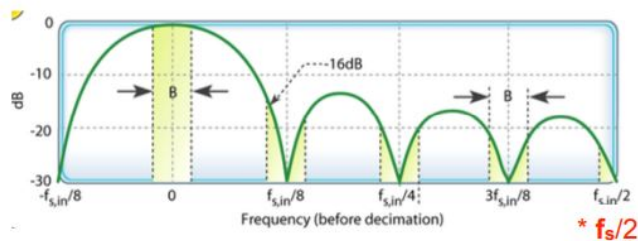


B) Réponse fréquentielle d'un filtre CIC d'ordre M=1 avec R=2,16 pour N=2.



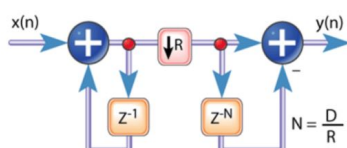
A) Réponse fréquentielle d'un filtre CIC d'ordre M=1 pour N=1,2,3

La plupart du temps on a $R = D$ donc $N = 1$
 $M =$ ordre filtre CIC

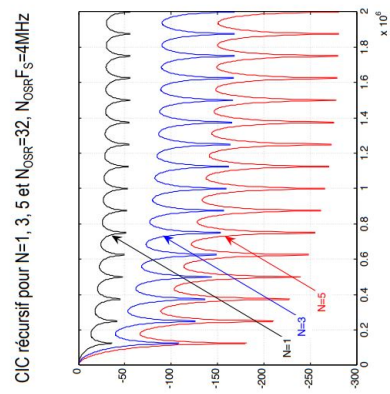
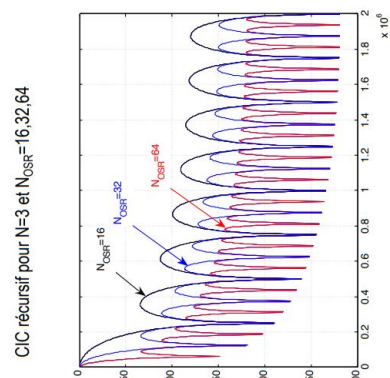


*dans ces figures $F_{s,in}$ est la fréquence du bitstream $f_s = NOSR \cdot FS$ en entrée du filtre CIC.

Exemple pour $D = 8$ donc creux à tous les $f = \frac{k}{8}$

Avec Sigma-Delta

A) Filtre CIC avec décimation au centre



Méthodologie étage d'entrée

8

Superposition :

Exprimer nœuds par nœuds les potentielles Pour définir le gain total et les tensions de référence

Définition de la dynamique :

La dynamique est la plage de tension sur laquelle il est possible de travailler.

Exemple :

$$A_v = 5$$

$$+v_{cc} = 10V$$

$$-v_{cc} = 0V$$

$$Dynamique_{in} = 10/5 = 2V$$

Mode Commun :

$$Gain_{reel} = Gain + erreur$$

$$U_{in MC} = \frac{U_{in(+)} + U_{in(-)}}{2}$$

$$U_{out MC} = \frac{U_{out(+)} + U_{out(-)}}{2}$$

et garder la composante AC

Convertisseur :

Calcul par étape :

$$U_{con} = U_{ref} \cdot \frac{1}{D\#(N - n - 1)} - U_{in}$$

Si $U_{co} > 0$ alors comparateur à 1 et on ne garde pas le bit $D\#n$

Exemple si U_{co2} Et $N = 8$ et étape 2 mais $D\#5$:

Si comp = 1 :

$$U_{co3} = U_{ref} \cdot \frac{1}{D\#4} - U_{in}$$

Si comp = 0 :

$$U_{co3} = U_{ref} \cdot \left(\frac{1}{D\#5} + \frac{1}{D\#4} \right) - U_{in}$$

Bruit de quantification :

$$SNRQ = 20 \log \left(\frac{V_{rms}}{U_{ref}} \right) + 4.77 + 6.02 * N$$

$$N = \frac{SNRQ - 20 \log \left(\frac{V_{rms}}{U_{ref}} \right) - 4.77}{6.02}$$

Surechantillonnage :

$$\Delta SNRQ = SNRQ1 - SNRQ2$$

$$Nosr = 10^{\frac{\Delta SNRQ}{10}}$$

Filtre d'anti-repliement :

$$Pente = \frac{\Delta dB}{20 \log \left(\frac{f_e}{f_c} \right)}$$

