

TEST D'ELECTRONIQUE 2^{ème} Année - Semestre 3
 Documents autorisés (Cours/TDs et TPs uniquement)
 Durée : 1h15 – 5 décembre 2013

I- Echantillonnage (6,5 points : 1,5/1/2/2)

I-1/ On considère le signal sinusoïdal $s(t)$ de période T_0 et le signal échantillonné $s^*(t)$ représenté en figure 1.

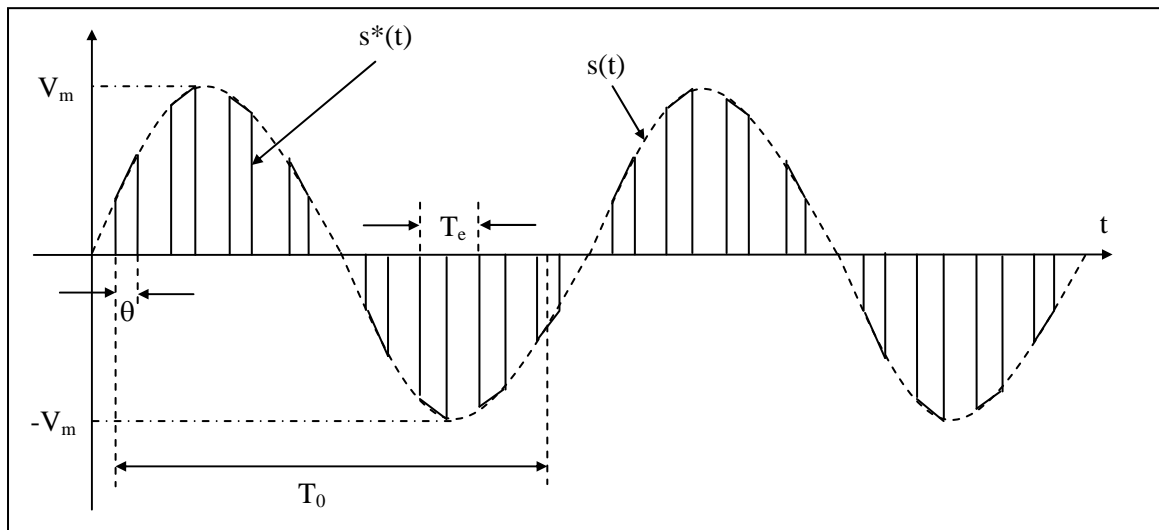


Figure 1 : Signaux non échantillonné- $s(t)$ et échantillonné- $s^*(t)$

θ , T_e représentent respectivement la largeur des impulsions d'échantillonnage et la période d'échantillonnage avec $\theta = 0,45.T_e$ avec $T_e = 1/F_e$

Le spectre $S^*(f)$, du signal $s^*(t)$, mesuré à l'analyseur de spectre, a permis de relever **les valeurs efficaces des raies** présentées dans le tableau 1 en considérant la fréquence fondamentale (F_0) et les fréquences $nF_e \pm F_0$.

		n=1		n=2	
Fréquence (kHz)	30	150	210	330	390
Valeur efficace (V)	1,6	1,11	1,11	0,17	0,17

Tableau 1 : Caractéristiques des raies relevées du spectre $S^*(f)$, du signal $s^*(t)$, mesurées à l'analyseur de spectre

1- En déduire les valeurs de F_e , T_e et θ ainsi que la fréquence du fondamental (F_0) du signal non échantillonné.

2- Pour que l'échantillonnage soit efficace, quelle relation doivent satisfaire F_0 et F_e ?

I-2/ Soit le spectre d'un signal **avant échantillonnage** donné en figure 2.

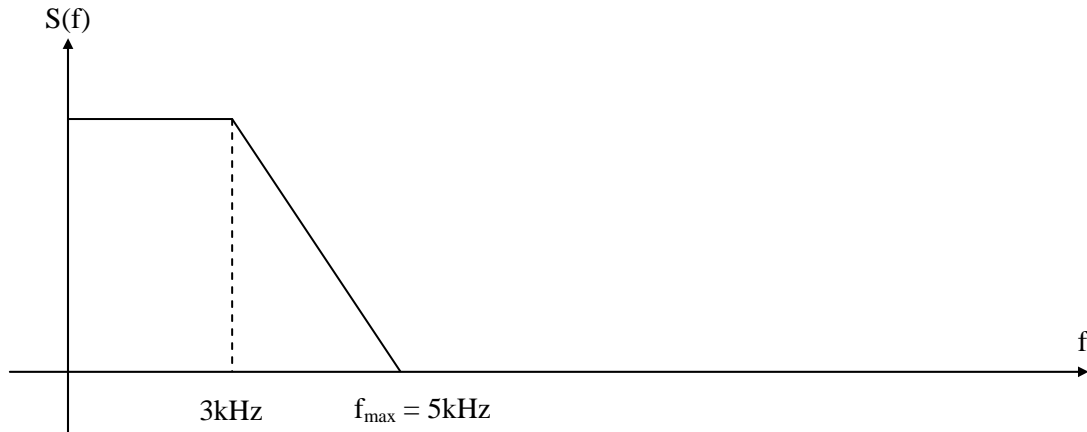


Figure 2 : Spectre d'un signal avant échantillonnage

3- On considère que $F_e = 12\text{kHz}$. Représenter le spectre **après l'opération d'échantillonnage** en indiquant les fréquences remarquables.

4- On considère que $F_e = 6\text{kHz}$. Représenter le spectre **après l'opération d'échantillonnage**. Quel inconvénient a été mis en évidence ? Si l'on souhaite conserver F_e égale à 6kHz, quelle solution préconisez-vous pour y remédier ?

II- Modélisation de composants passifs (5,5 points : 1/2,5/2)

On donne, en figure 3, l'impédance en fonction de la fréquence pour un condensateur multicouches de la société MURATA de type 0603 dont le diélectrique est à base de céramique.

1- Rappeler le modèle équivalent électrique d'un condensateur.

2- A partir de la figure 3, déterminer les éléments de ce modèle pour un condensateur de valeur nominale égale à 10nF. Justifier votre raisonnement.

3- Question apportant un bonus de points :

Soit un circuit intégré à découpler dont le courant d'alimentation comprend une composante continue (I_0) et deux composantes alternatives (ΔI), à 20 kHz et 20MHz, chacune d'amplitude égale à 20mA. On accepte des fluctuations maximales de la tension d'alimentation de l'ordre de 100mV. Pour satisfaire à ce découplage, on utilise le condensateur de 10nF.

- Montrer que cette valeur satisfait au découplage du circuit intégré à 20MHz mais pas pour 20kHz.
- Quelle solution proposez-vous ?

Impedance $|Z|$ versus
frequency f for case size 0603

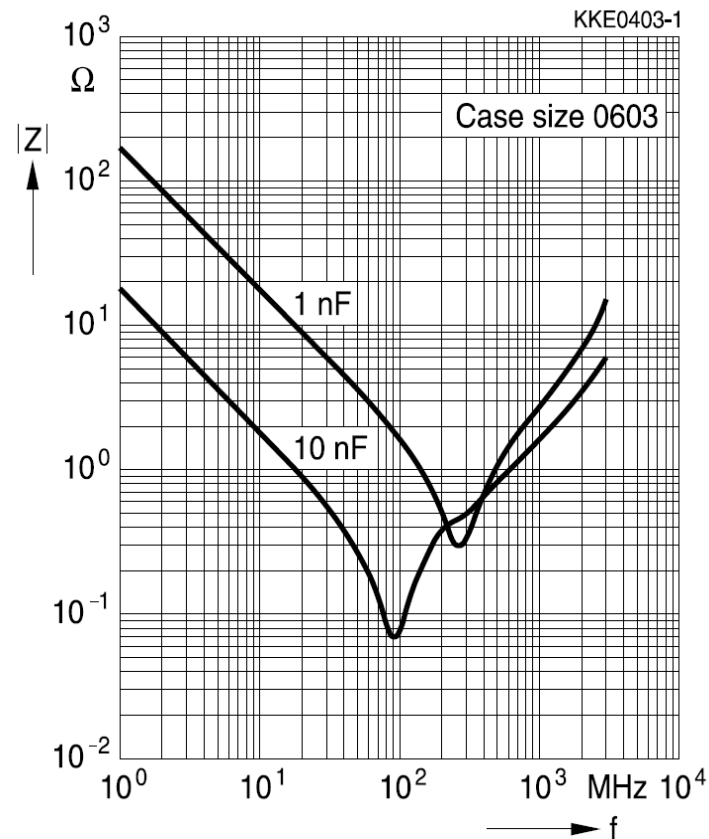


Figure 3 : Variations de l'impédance d'un condensateur céramique multicouches en fonction de la fréquence

III- Analyse spectrale (4 points : 1,5/1,5/1)

L'analyse du spectre en sortie d'un oscillateur fournissant une tension sinusoïdale à la fréquence de 280Hz a donné le résultat présenté en figure 4. La résistance d'entrée de l'analyseur de spectre est égale à 50Ω.

- 1- Donner les valeurs en dBm des puissances contenues dans la raie du fondamental (F) et dans les 3 raies harmoniques les plus importantes (H2, H3 et H5).
- 2- Calculer les valeurs efficaces (en mV) des raies (F, H2, H3 et H5).
- 3- En déduire le taux de distorsion de l'oscillateur défini par :

$$d = \frac{\sqrt{H_2^2 + H_3^2 + H_5^2}}{F} \times 100 (\%)$$

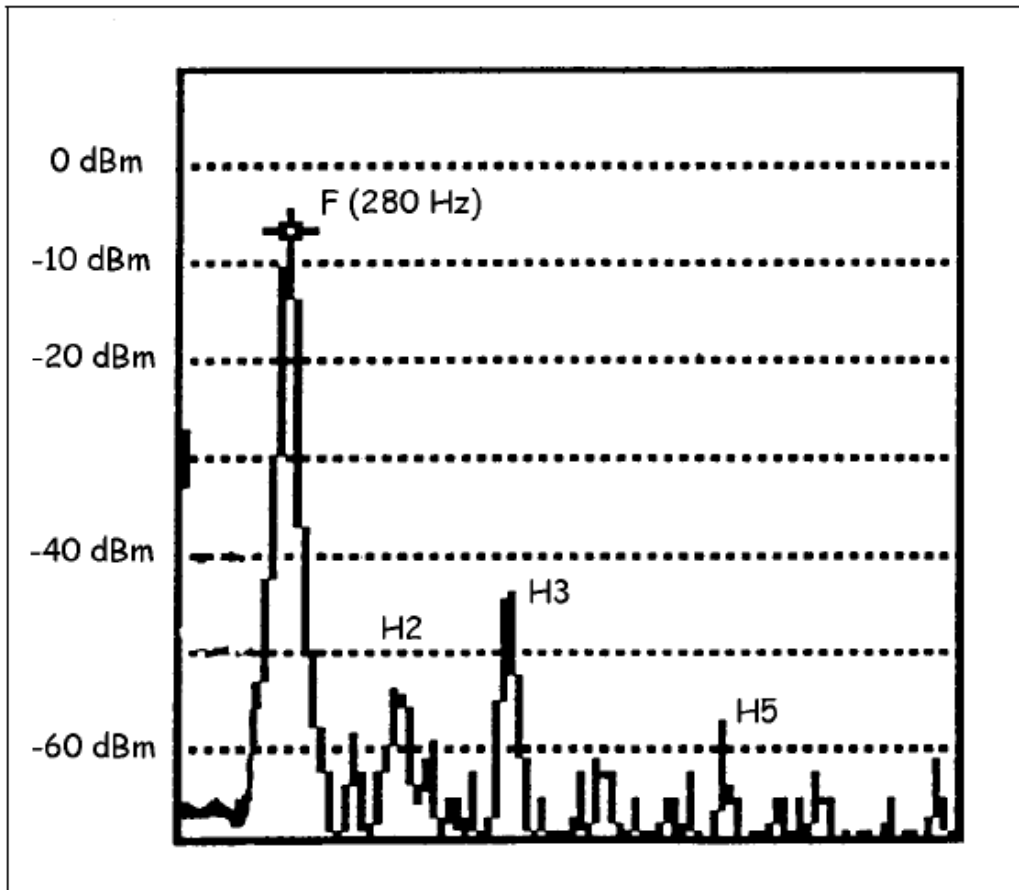


Figure 4 : Spectre d'un oscillateur fournissant une tension sinusoïdale à la fréquence de 280Hz ($H2 = 2F$, $H3 = 3F$ et $H5 = 5F$)

IV- Filtrage analogique (6 points : 1/1/2/1/1)

On cherche à effectuer la synthèse d'un filtre **de type Butterworth** dont le gabarit est donné en figure 5. Le filtre est réalisé par la mise en cascade d'un filtre actif et d'un amplificateur de gain G_0 . On rappelle que le module du gain de ce type de filtre d'ordre n et de pulsation caractéristique ω_0 s'écrit :

$$|H(j\omega)| = \frac{1}{\left(1 + \left[\frac{\omega}{\omega_0}\right]^{2n}\right)^{1/2}}$$

1- Montrer que la pulsation ω_0 est égale à ω_{-3dB} .

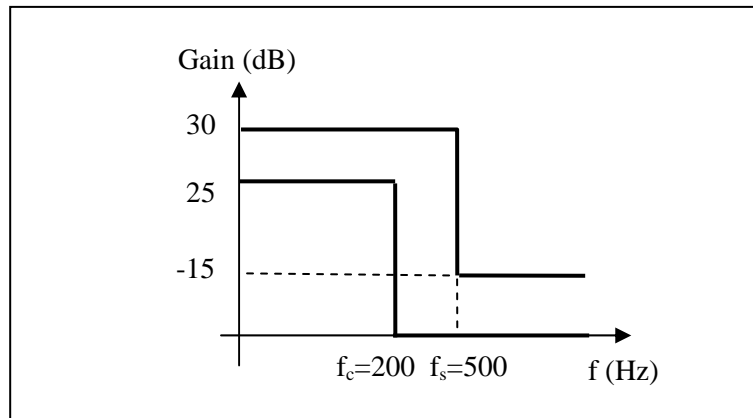


Figure 5 : Gabarit du filtre

2- En considérant le gabarit normalisé à 0dB (figure 6), en déduire les valeurs de A_{\max} , A_{\min} et G_0 .

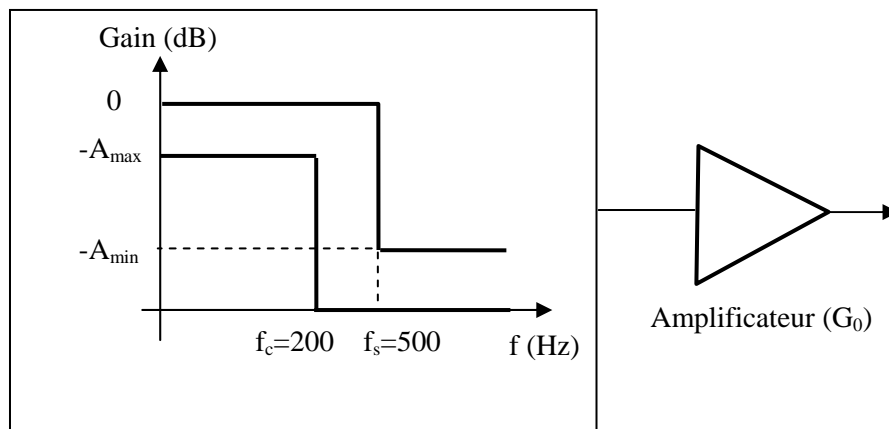


Figure 6 : Gabarit normalisé à 0dB du filtre

3- Calculer l'ordre du filtre (n) et sa fréquence caractéristique (f_0).

NB : On rappelle que :

$$n = \frac{\log_{10} \left[\frac{10^{A_{\max}/10} - 1}{10^{A_{\min}/10} - 1} \right]}{2 \cdot \log_{10} \left[\frac{\omega_C}{\omega_s} \right]} \quad f_0 = \frac{f_C}{(10^{A_{\max}/10} - 1)^{1/2n}}$$

4- La synthèse du filtre sera effectuée à partir de cellules d'ordre 2. En utilisant le tableau 2, donner les valeurs de Q et de ω_0 .

	valeur de Q	valeur de ω_0 (rad.s^{-1})
Première cellule		
Deuxième cellule		
Troisième cellule		

NB : On rappelle que la fonction de transfert $H(p)$ (transformée de Laplace) d'un filtre d'ordre 2 se met sous la forme :

$$H(p) = \frac{\omega_0^2}{p^2 + p \frac{\omega_0}{Q} + \omega_0^2}$$

NUMBER OF POLES	BUTTERWORTH		BESSEL		CHEBYSCHEV			
	$f_n(1)$	Q	$f_n(1)$	Q	0.5dB RIPPLE		2dB RIPPLE	
	$f_n(1)$	Q	$f_n(2)$	Q	$f_n(2)$	Q	$f_n(2)$	Q
2	1.0	0.70711	1.2742	0.57735	1.23134	0.86372	0.907227	1.1286
	1.0	---	1.32475	---	0.626456	---	0.368911	---
3	1.0	1.0	1.44993	0.69104	1.068853	1.7062	0.941326	2.5516
	1.0	0.54118	1.43241	0.52193	0.597002	0.70511	0.470711	0.9294
	1.0	1.3065	1.60594	0.80554	1.031270	2.9406	0.963678	4.59388
5	1.0	---	1.50470	---	0.362320	---	0.218308	---
	1.0	0.61805	1.55876	0.56354	0.690483	1.1778	0.627017	1.77509
	1.0	1.61812	1.75812	0.91652	1.017735	4.5450	0.97579	7.23228
6	1.0	0.51763	1.60653	0.51032	0.396229	0.68364	0.31611	0.9016
	1.0	0.70711	1.69186	0.61120	0.768121	1.8104	0.730027	2.84426
	1.0	1.93349	1.90782	1.0233	1.011446	6.5128	0.982628	10.4616
7	1.0	---	1.68713	---	0.256170	---	0.155410	---
	1.0	0.55497	1.71911	0.53235	0.503863	1.0916	0.460853	1.64642
	1.0	0.80192	1.82539	0.66083	0.822729	2.5755	0.797114	4.11507
	1.0	2.2472	2.05279	1.1263	1.008022	8.8418	0.987226	14.2802
8	1.0	0.50980	1.78143	0.50599	0.296736	0.67657	0.237699	0.89236
	1.0	0.60134	1.83514	0.55961	0.596874	1.6107	0.571925	2.5327
	1.0	0.89998	1.95645	0.71085	0.861007	3.4657	0.842486	5.58354
	1.0	2.5629	2.19237	1.2257	1.005984	11.5305	0.990142	18.6873

Tableau 2 : Valeurs de f_{-3dB}/f_0 et Q en fonction de la famille de filtre utilisée et de l'ordre ("number of poles") du filtre

5- On propose une structure simple d'amplification à partir d'AOP permettant de réaliser le gain G_0 (figure 6). Donner l'expression de G_0 en fonction de R_1 et R_2 .

On choisit $R_1 = 10k\Omega$. Calculer la valeur de R_2 pour obtenir la valeur G_0 souhaitée.

