

TEST D'ÉLECTRONIQUE 2^{ème} Année - Semestre 3
 Documents autorisés (Cours/TDs et TPs uniquement)
Durée : 1h30 ó 26 novembre 2015

I- Composants passifs (4 points : 3/1)

On souhaite effectuer le découplage d'un circuit électronique en utilisant un condensateur de la société MURATA dont le module de l'impédance en fonction de la fréquence est tracé en figure 1. Le cahier des charges sur l'application impose les performances suivantes qui permettront de déterminer le condensateur le plus adapté :

- Fréquence de résonance (f_R) > 20MHz
- $\text{tg}(\delta) < 3 \times 10^{-6}$ à 1kHz

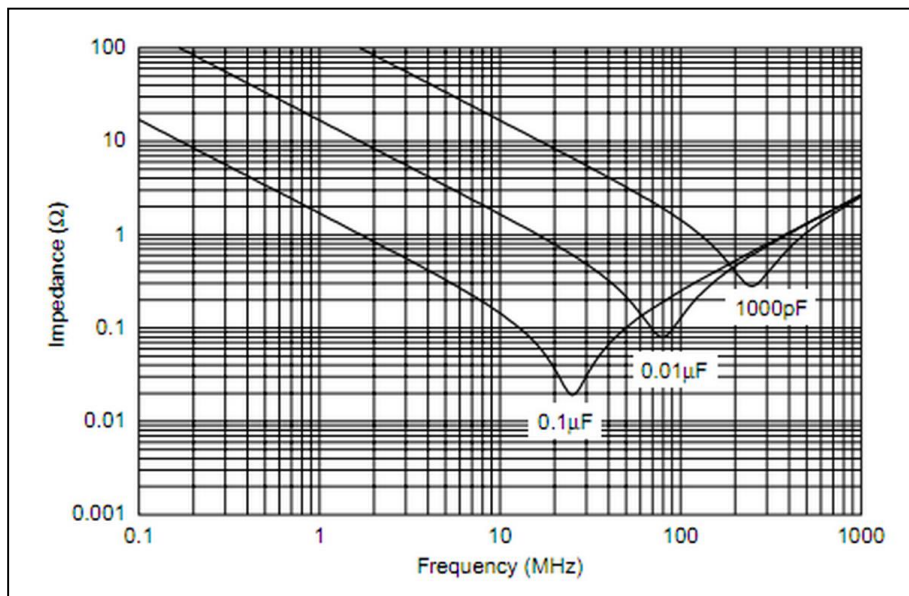


Figure 1 : Module de l'impédance en fonction de la fréquence pour différentes valeurs de condensateurs à base de céramique de type CMS (www.murata.com)

Question 1 : En considérant les éléments du schéma électrique équivalent d'un condensateur et en justifiant votre raisonnement, compléter le tableau ci-dessous.

	$C_1 = 0,1\mu\text{F}$	$C_2 = 0,01\mu\text{F}$	$C_3 = 1000\text{pF}$
C_S			
ESL			
ESR			
$\tan \delta$			

Question 2 : Quel condensateur doit-on choisir pour satisfaire au cahier des charges ?

II- Analyseur de spectres (6 points : 1/1/2/1/1)

Question 1 : On considère un analyseur de spectre dont les indications sur la connectique d'entrée (« PORT IN ») sont les suivantes :

- résistance d'entrée 50Ω
- puissance d'entrée maximale égale à $+27\text{dBm}$.

Quelle est la valeur maximale de tension efficace et l'amplitude d'une tension sinusoïdale que l'on peut appliquer en entrée de cet analyseur sans risque de l'endommager ?

Question 2 : On considère le spectre reporté en figure 2. On suppose que le signal analysé est un signal sinusoïdal pur du type : $V(t)=V_m.\cos(2\pi f_0t)$

En utilisant les indications sur l'écran, donner :

- la valeur efficace (V_{eff}), l'amplitude V_m et la valeur crête à crête V_{pp}
- la fréquence du fondamental (f_0)

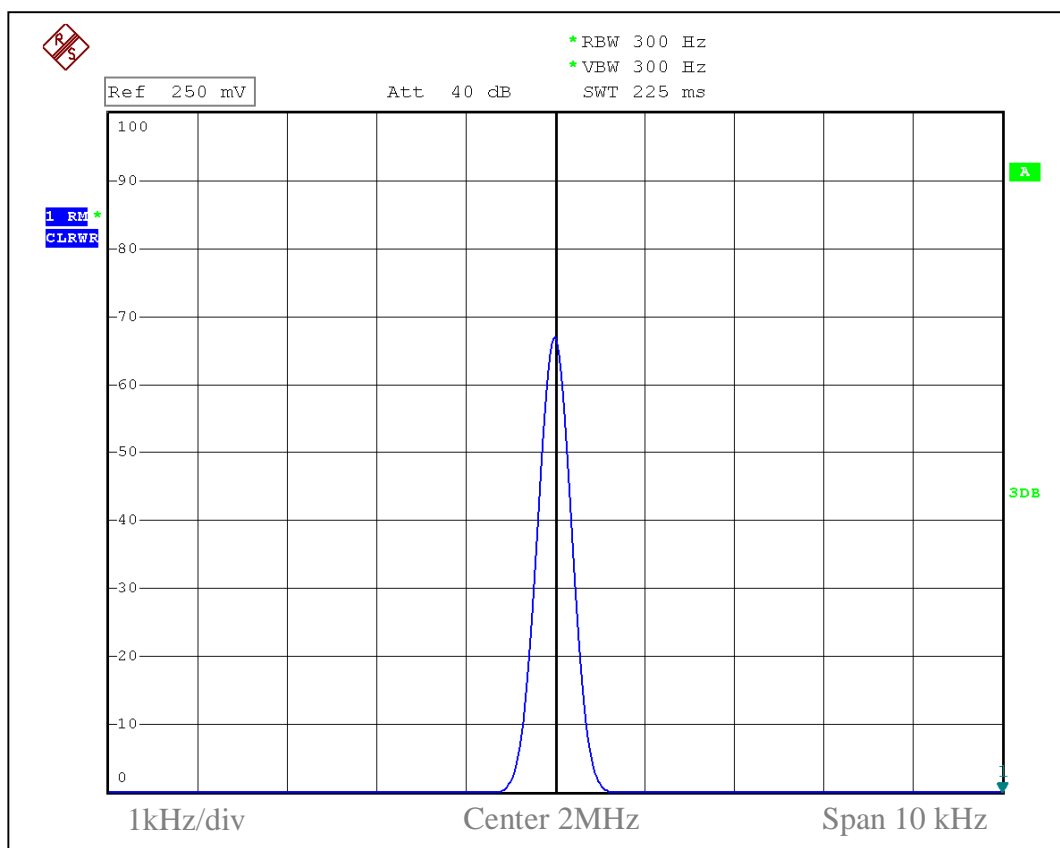


Figure 2 : Copie d'écran du spectre du signal à déterminer (l'échelle des ordonnées est en %)

L'analyse du spectre en sortie d'un oscillateur fournissant une tension supposée sinusoïdale à la fréquence de 280 Hz a donné le résultat présenté en figure 3. La résistance d'entrée de l'analyseur de spectre est égale à 50Ω .

Question 3 : 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).

Question 4 : Calculer les valeurs efficaces (en mV) des raies (F, H2, H3 et H5).

Question 5 : En déduire le taux de distorsion (en %) de l'oscillateur défini par :

$$d = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + V_5^2 + \dots}}{V_1} \times 100 (\%)$$

Avec V_1 : valeur efficace du fondamental
 et $V_{i (i>2)}$: valeur efficace de chaque harmonique

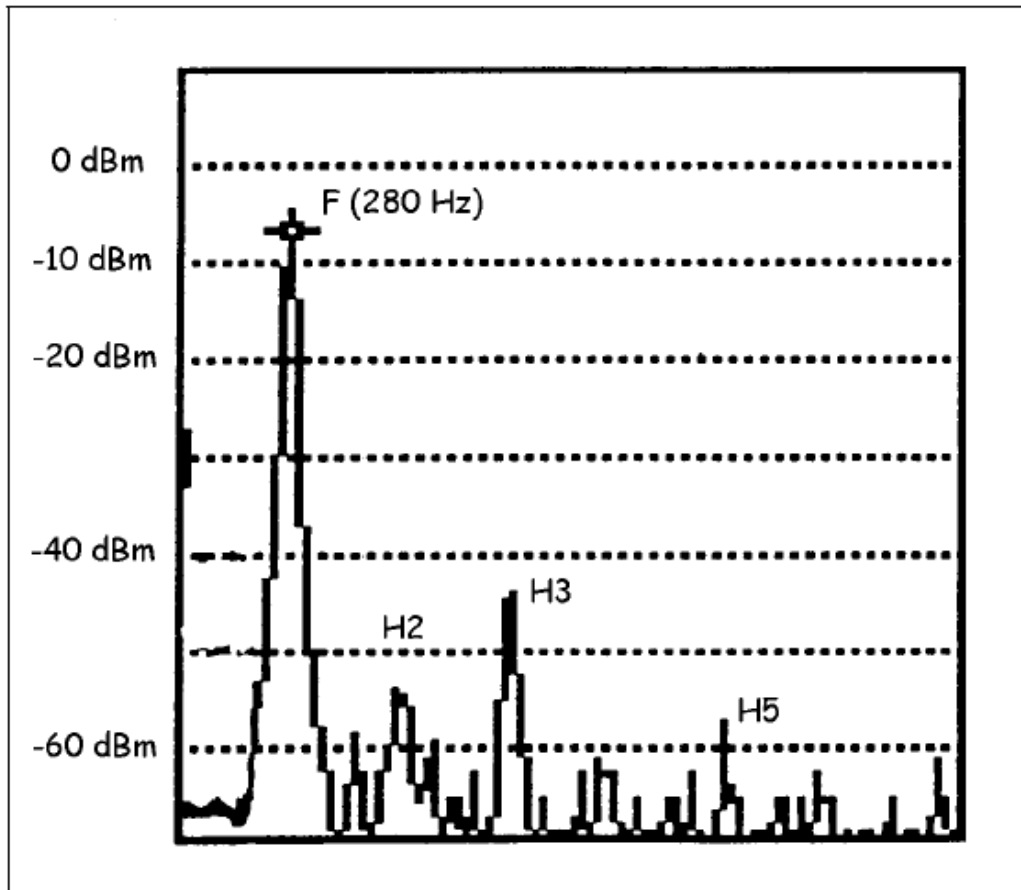


Figure 3 : Spectre d'un oscillateur fournissant une tension supposée sinusoïdale à la fréquence $F = 280\text{Hz}$ ($H2 = 2F$, $H3 = 3F$ et $H5 = 5F$)

III- Synthèse d'un filtre analogique (7 points : 1/1,5/2/1,5/1)

On cherche à effectuer la synthèse d'un filtre **de type Butterworth** dont le gabarit est donné en figure 4. 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 :

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

Question 1 : Donner les valeurs de la bande passante et de la bande d'arrêt. Justifier que ω_0 correspond bien à la pulsation de coupure à -3dB de ce filtre.

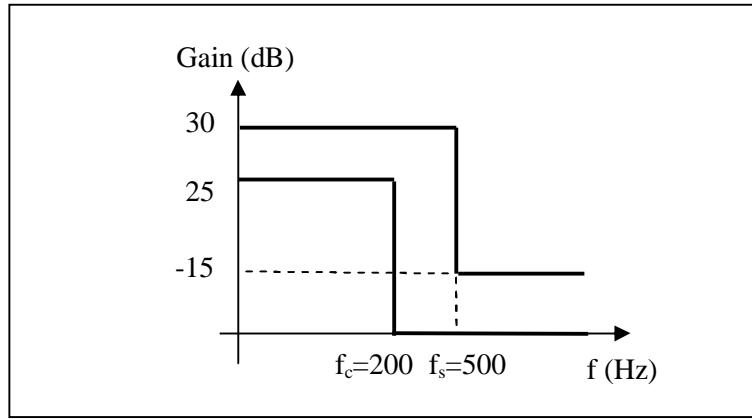


Figure 4 : Gabarit du filtre à synthétiser

Question 2 : A partir du gabarit normalisé à 0dB, en déduire les valeurs de A_{\max} , A_{\min} et G_0 .

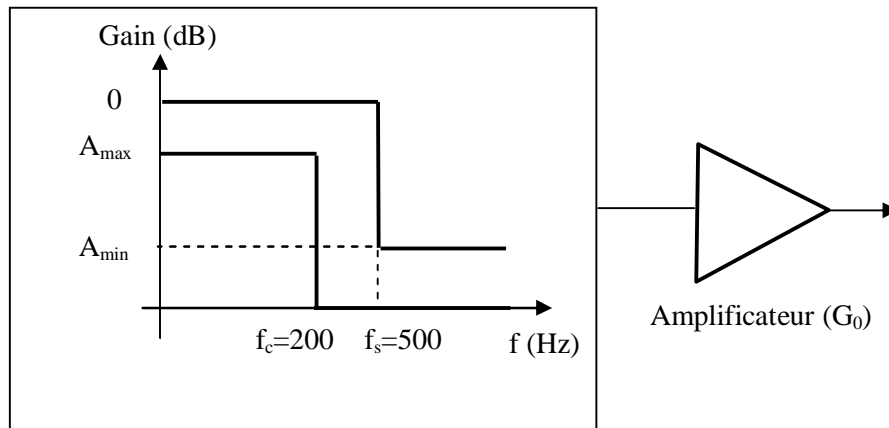


Figure 5 : Gabarit normalisé à 0dB du filtre

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

Question 4 : Si vos calculs sont corrects, vous devez trouver un ordre n égal à 6. La synthèse du filtre sera effectuée à partir de cellules d'ordre 2. En utilisant le tableau 1, remplir le tableau ci-dessous.

	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	
					$f_n(2)$	Q	$f_n(2)$	Q
2	1.0	0.70711	1.2742	0.57735	1.23134	0.86372	0.907227	1.1286
	1.0	1.0	1.44993	0.69104	1.068853	1.7062	0.941326	2.5516
3	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	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
7	1.0	1.93349	1.90782	1.0233	1.011446	6.5128	0.982828	10.4616
	1.0	0.55497	1.71911	0.53235	0.503863	1.0916	0.460853	1.64642
8	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	0.596674	1.6107	0.571925	2.5327
8	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 1 : Valeurs de f_0 et Q en fonction du type de filtre utilisé et de l'ordre ("number of poles") du filtre

Question 5 : On propose une structure simple d'amplification à partir d'AOP permettant de réaliser le gain statique G_0 . Donner l'expression analytique de G_0 en fonction des résistances R_1 et R_2 . On fixe $R_1 = 10k\Omega$. Calculer la valeur de R_2 pour obtenir la valeur G_0 du cahier des charges.

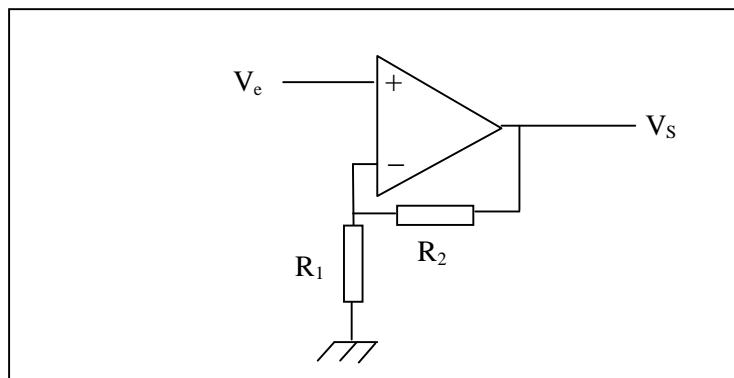


Figure 6 : Structure d'amplification pour l'obtention du gain statique G_0

IV- Propagation sur câble coaxial (3 points : 1/1/1)

Question 1 : On considère un câble coaxial dont les constantes linéiques valent respectivement : $\ell = 325 \text{ nHm}^{-1}$ et $C = 57,75 \text{ pFm}^{-1}$.

Calculer l'impédance caractéristique Z_C de ce câble ainsi que la vitesse de propagation V_p des ondes.

On considère le montage de la figure 7.

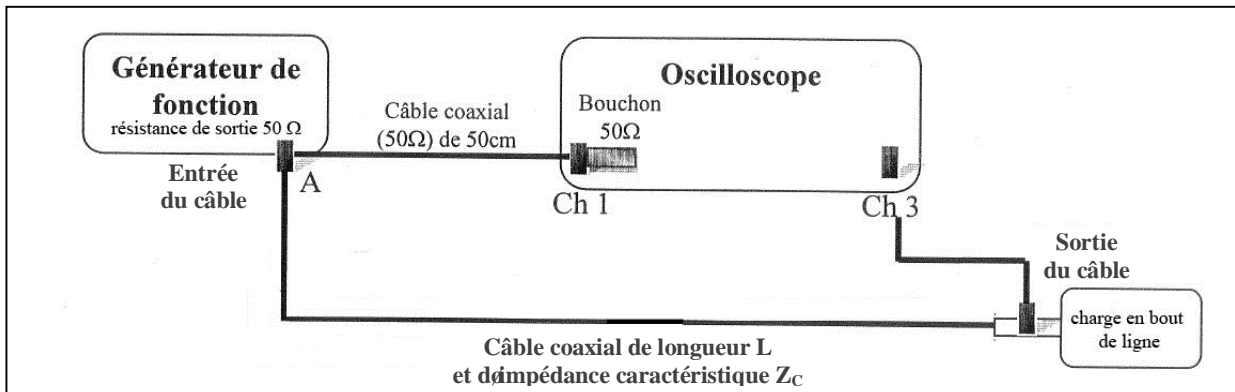


Figure 7 : Montage pour la mesure avec câble coaxial de longueur L et d'impédance caractéristique Z_C

Question 2 : Calculer l'impédance vue par le câble à son entrée (impédance équivalente au générateur + oscilloscope). En déduire le coefficient de réflexion (Γ_g) en entrée du câble.

Question 3 : On branche une charge, adaptée à l'impédance caractéristique du câble coaxial considéré, en sortie. On relève, en entrée et en sortie du câble, le chronogramme de la figure 8. On mesure $E = 1\text{V}$, $\Theta = 90 \text{ ns}$ et $t_1 = 326 \text{ ns}$. En déduire la longueur (L) du câble.

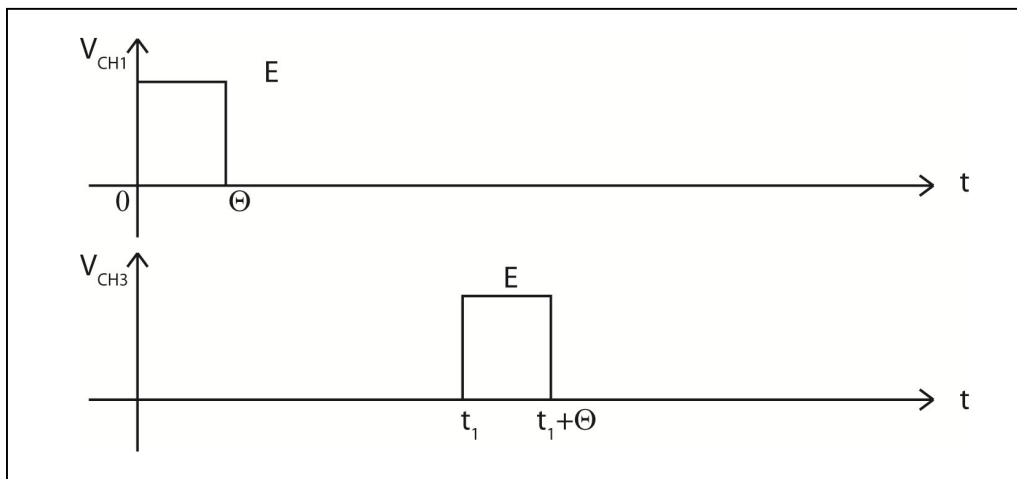


Figure 8 : Chronogramme des signaux relevé pour une charge adaptée