

TEST D'ELECTRONIQUE 2^{ème} Année - Semestre 4
Durée : 2h – 6 avril 2017
 (Documents autorisés : 2 fiches de synthèse recto/verso)
Les exercices sont indépendants.

Exercice 1 : Oscillateurs et conditions d'oscillations (10 points)

On souhaite réaliser un oscillateur à quartz.

Volet 1 : Etude du quartz

Pour cela, on choisit le composant ABL57M2 dont la documentation est fournie **en annexe 1**. Le coefficient de qualité Q de ce quartz est égal à 80×10^3 . Son schéma électrique équivalent est rappelé en figure 1.

- 1- Quel est l'intérêt d'utiliser un résonateur à quartz par rapport à un résonateur à composants discrets ?
- 2- Lors de son utilisation dans un montage oscillateur, le quartz peut être assimilé à un circuit équivalent R_1, L_1, C_1 série. Donner l'expression du facteur de qualité Q de ce circuit en fonction de L_1, R_1 et de la pulsation de résonance de ce circuit r, L_1, C_1 : $\omega_{série} = 2\pi f_{série}$.
- 3- A partir de l'annexe 1, donner la valeur de R_1 , puis en admettant que $f_{série} \approx 12\text{MHz}$, calculer la valeur de L_1 .
- 5- Exprimer $f_{série}$ la fréquence de résonance de ce circuit série en fonction de L_1 et de C_1 . En déduire la valeur de C_1 .
- 4- Rechercher dans l'annexe 1 la valeur de la capacité géométrique (appelée également Shunt Capacitance) C_0 .

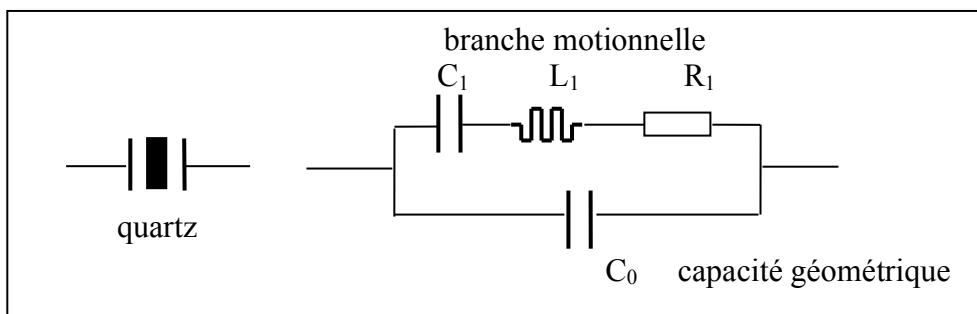


Figure 1 : Schéma électrique équivalent au quartz

- 6- Que représente la "load capacitance" (capacité de charge) indiquée sur la notice pour un tel résonateur ? Quelle est sa valeur d'après l'annexe 1 ?

Volet 2 : Etude de l'oscillateur

On considère l'oscillateur représenté sur la figure 2-(a).

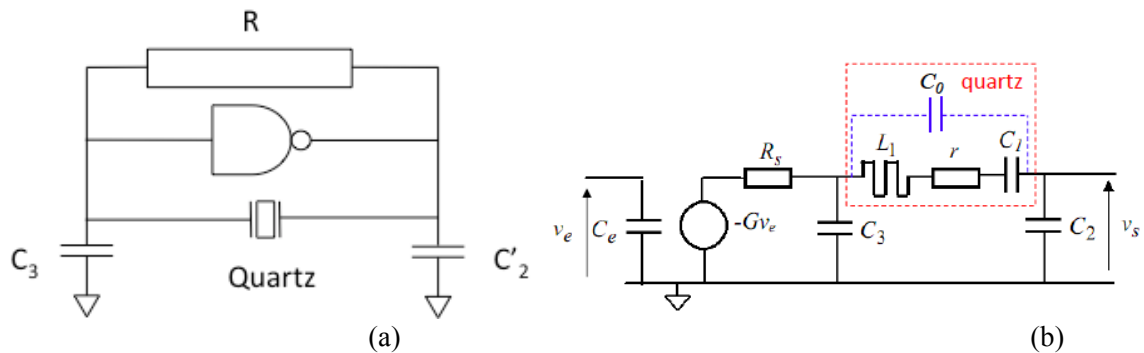


Figure 2 : Oscillateur à quartz : (a) schéma du circuit en boucle fermée ; (b) schéma équivalent du circuit en boucle ouverte à la fréquence de résonance

- 1- Un circuit oscillateur est un système bouclé qui associe un amplificateur et un quadripôle de réaction. Identifier sur le schéma de la figure 2-(a) ces deux entités en les encadrant.
- 2- La figure 2-(b) représente le schéma du circuit en boucle ouverte. Exprimer C_2 en fonction de C'_2 et de C_e .
- 3- Quelles conditions le circuit en boucle ouverte doit-il vérifier si on veut réaliser un oscillateur ?
- 4- La fréquence des oscillations pour ce montage est donnée par la relation suivante :

$$f_0 = f_{série} \sqrt{1 + \frac{rC_{eq}}{R_s C_3}} \quad \text{avec} \quad \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_{load}} \quad \text{et} \quad \frac{1}{C_{load}} = \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

- a) On donne $C_{load} = 20$ pF, en admettant que $C_2 = C_3$, calculer la valeur de C_2 et C_3
- b) On donne $C_1 = 2,76$ fF (1 fF = 10^{-15} F), calculer C_{eq}
- c) On donne $r = 60$ Ω , $R_s = 1$ Ω , $L_1 = 63,66$ mH, calculer f_0 .

Exercice 2 : Filtrage Analogique (6 points)

- 1- Rappeler la définition d'un filtre passe-bas
- 2- Dessiner le diagramme asymptotique du module du gain d'un filtre passe-bas d'ordre 5 en précisant la valeur de la pente de chaque asymptote.

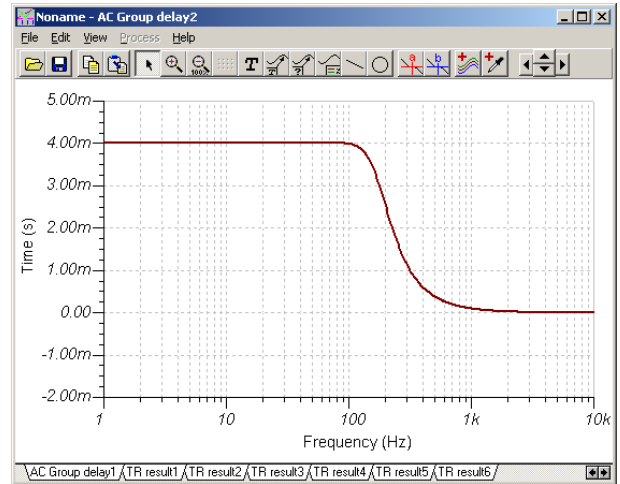
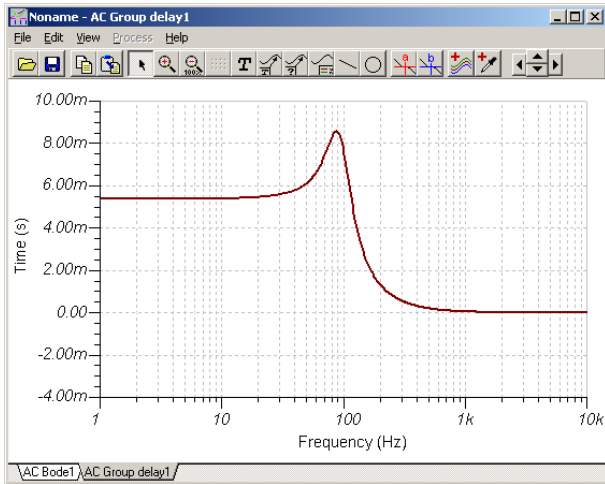


Figure 3b : Retard de groupe du filtre de Bessel.

Figure 3a : Retard de groupe du filtre de Butterworth

- 3- On donne figures 3a et 3b les courbes représentatives du retard de groupe des filtres de Butterworth et de Bessel d'ordre 5 et de fréquence de coupure 95,5Hz étudiés en TP.
 - a. Rappeler la définition du retard de groupe.
 - b. Pour les deux filtres considérés, relever la valeur du retard de groupe quand f tend vers 0 et la valeur maximale.
 - c. On souhaite un minimum de déformation des signaux dans la bande passante, quel filtre choisiriez-vous ?
- 4- Tracer le spectre d'un signal carré de 50Hz de rapport cyclique $\frac{1}{2}$. Représenter ensuite dans le domaine temporel l'allure de ce signal après être passé dans le filtre passe-bas de Butterworth.

Exercice 3 : Filtrage numérique (9 points)

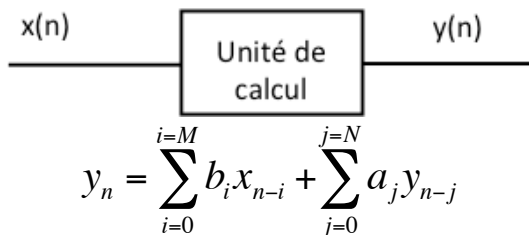


Figure 4 : Filtre numérique

Dans le domaine temporel un filtre numérique est défini par la relation de récurrence qui relie les échantillons de sortie $y(n)$ et les échantillons d'entrée $x(n)$ comme le montre la figure 4.

Dans un premier temps on considère le filtre qui répond à l'équation suivante :

$$y(n) = [x(n) - x(n-1)]$$

1- En faisant manuellement le même travail que le processeur, calculer la réponse du filtre à la séquence fournie dans le tableau ci-dessous :

t	0	T_e	$2T_e$	$3T_e$	$4T_e$	$5T_e$
$x(n)$	0	1	2	3	4	5
$y(n)$?	?	?	?	?	?

2- Calculer les éléments $h(n)$ de la réponse impulsionnelle du filtre. Justifier votre raisonnement.

3- En analysant les réponses aux questions 1 et 2, dites quelle fonction a été réalisée par cet algorithme.

On applique maintenant l'algorithme suivant :

$$y(n) = [x(n) + y(n-1)]$$

4- En faisant manuellement le même travail que le processeur, calculer la réponse du filtre à la séquence fournie dans le tableau ci-dessous :

t	0	T_e	$2T_e$	$3T_e$	$4T_e$	$5T_e$
$x(n)$	0	1	1	1	1	1
$y(n)$?	?	?	?	?	?

5- Calculer les éléments $h(n)$ de la réponse impulsionnelle du filtre. Justifier votre raisonnement.

6- En analysant les réponses aux questions 4 et 5, dites quelle fonction a été réalisée par cet algorithme.

7- Pour chacun des deux filtres précédents indiquer s'il s'agit d'un filtre RIF ou RII ?

8- On précisera la différence qui existe entre l'équation d'un filtre RIF et celle d'un filtre RII ? Qu'est-ce que ça implique sur le comportement du filtre ?

Exercice 4 : Modulation d'amplitude (10 points)

On considère un signal modulé en amplitude $V(t)$ par un signal modulant sinusoïdal :

$$V(t) = V_0 (1 + m \cos(\Omega t)) \cos(\omega_0 t) \text{ avec } f_0 = 12 \text{ MHz et } F = 15 \text{ kHz.}$$

1. Représenter le spectre de $V(t)$ si $m = 0,5$
2. Représenter l'allure du signal dans le domaine temporel

On réalise une démodulation de ce signal à l'aide du circuit ci-dessous :

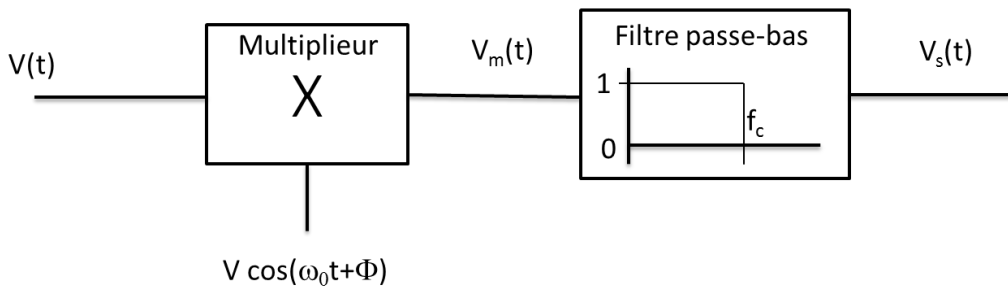


Figure 5 : Démodulation d'amplitude

3. Exprimer $V_m(t)$. On rappelle que : $2\cos a \cos b = \cos(a+b) + \cos(a-b)$. On notera k la constante du multiplieur.
4. Donner son spectre (position et amplitude des raies)
5. Indiquer les conditions que doit vérifier f_c pour que la tension $V_s(t)$ corresponde au signal démodulé

On supposera que ces conditions sont vérifiées pour la suite

6. Exprimer $V_s(t)$
7. Que vaut $V_s(t)$ si $\Phi = \pi/2$
8. Quelle doit être la valeur de Φ pour que $V_s(t)$ soit maximum ?
9. Que doit-on rajouter au circuit précédent pour récupérer uniquement le signal modulant

Exercice 5 : Boucle à verrouillage de phase (5 points)

On considère la boucle à verrouillage de phase (PLL) analogique dont le montage est indiqué en figure 6.

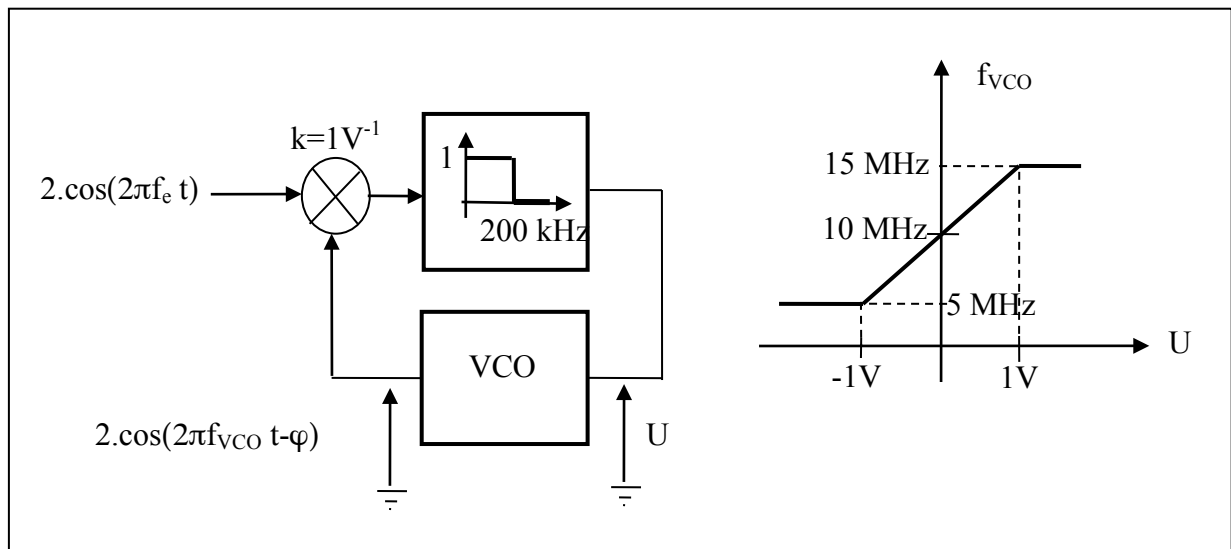


Figure 6 : Synoptique d'une boucle à verrouillage de phase analogique et caractéristique de transfert du VCO

- 1- Quelles sont les similarités entre un circuit PLL et un circuit détection synchrone ?
- 2- Quelle est la fréquence libre f_0 du VCO ?
- 3- Tracer la caractéristique de transfert $f_{VCO} = f(\text{fréquence du signal d'entrée})$. Quelles sont les valeurs des plages de capture et de verrouillage ?
- 4- Quelle est la valeur de la phase φ en degré quand la fréquence d'entrée est égale à la fréquence libre f_0 du VCO ? Justifier votre réponse.
- 5- Quelle est la valeur de la phase φ en degré quand la fréquence d'entrée est égale à 12 MHz ?

ANNEXE 1

SMD MICROPROCESSOR CRYSTAL

ABLS7M2



RoHS / RoHS II Compliant



7.0 x 4.1 x 2.0mm

Moisture Sensitivity Level (MSL) – This product is Hermetically Sealed and not Moisture Sensitive - MSL = N/A: Not Applicable

FEATURES:

- **Reduced footprint from ABLS (standard HC/49US package) by 50%**
- Low profile: 2.0mm max. height
- Suitable for RoHS compliant reflow
- Tight stability & extended temperature options
- High reliability & Cost effective
- Resistance welded metal package

APPLICATIONS:

- Wireless Applications
- Home electronics
- Computers, modems, and communications
- Microprocessors

STANDARD SPECIFICATIONS:

Parameters	Minimum	Typical	Maximum	Units	Notes
Frequency Range*	12.0		40.0	MHz	
Standard Frequencies	12.0, 12.288, 13.5, 13.56, 14.31818, 14.7456, 16.0, 18.432, 20.0, 20.5, 24.0, 24.576, 25.0, 26.0, 27.0			MHz	
Operation Mode	Fundamental (AT-cut)				
Operating Temperature	0		+70	°C	See options
Storage Temperature	-40		+125	°C	
Frequency Tolerance @+25°C	-50		+50	ppm	See options
Frequency Stability over the Operating Temperature (ref. to +25°C)	-50		+50	ppm	See options
Equivalent series resistance (R1) @+25°C			60	Ω	12.000 ~ 16.000MHz
			40		16.001 ~ 30.000MHz
			25		30.001 ~ 40.000MHz
Shunt capacitance (C0)			5	pF	
Load capacitance (CL)	18			pF	Standard (See options if other than STD)
Drive Level		50	100	μW	
Aging	-5		+5	ppm	@25°C±3°C First year
Insulation Resistance	500			MΩ	@ 100Vdc ± 15V
Drive level dependency (DLD)	10nw ~ 100uw, 12 points Change in ESR (Maximum - Minimum) over DLD range < 30% ESR max.				

* Please contact Abracon for other frequencies.

