



ELECTRONIQUE

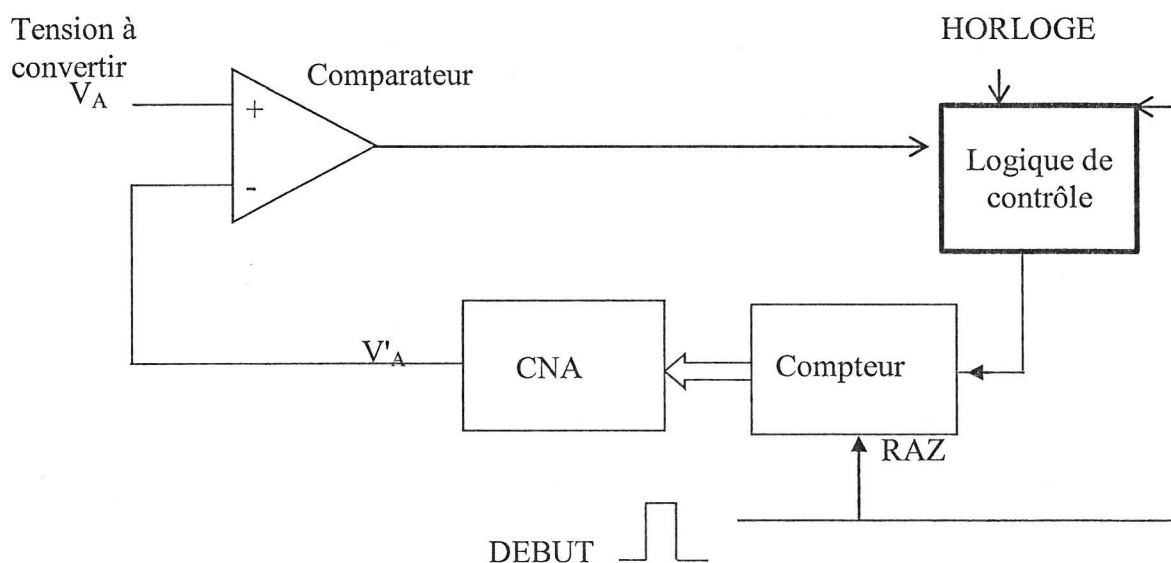
Mardi 31 janvier 2012

Durée : 2h

Documents autorisés : 1 feuille A4 manuscrite recto verso
Calculatrice autorisée

EXERCICE 1 (6 points)

On étudie ici le fonctionnement d'un convertisseur analogique numérique à rampe numérique. La figure ci-dessous reproduit le schéma complet de ce type de convertisseur :



Fonctionnement :

- On applique une impulsion DEBUT positive qui a pour effet de mettre à zéro (RAZ) le compteur. La logique de contrôle bloque alors le passage des impulsions d'horloge jusqu'au compteur.
 - Le compteur étant à zéro, $V'_A = 0$ et la sortie du comparateur est au niveau haut (en supposant que V_A est une tension positive quelconque).
 - Quand l'impulsion DEBUT revient au niveau bas, la logique de contrôle envoie le signal d'horloge jusqu'au compteur.
 - A mesure que le compteur progresse, la sortie V'_A du convertisseur numérique analogique (CNA) augmente à chaque fois d'un échelon de tension égal au quantum.
 - Ceci se répète jusqu'à ce que V'_A atteigne un échelon qui dépasse V_A d'une grandeur supérieure ou égale à V_T (sensibilité seuil du comparateur).
1. Que se passe-t-il ensuite ? Où se trouve le mot binaire correspondant à la tension à convertir V_A ?
Où se trouverait le signal "fin de conversion" sur le montage ?

Le convertisseur a les caractéristiques suivantes :

- fréquence d'horloge : 1 MHz
- $V_T = 0,1$ mV
- Tension pleine échelle du CNA = 10,23 V

- Nombre de bits du CNA : 10

La tension d'entrée est $V_A = 3,728 \text{ V}$.

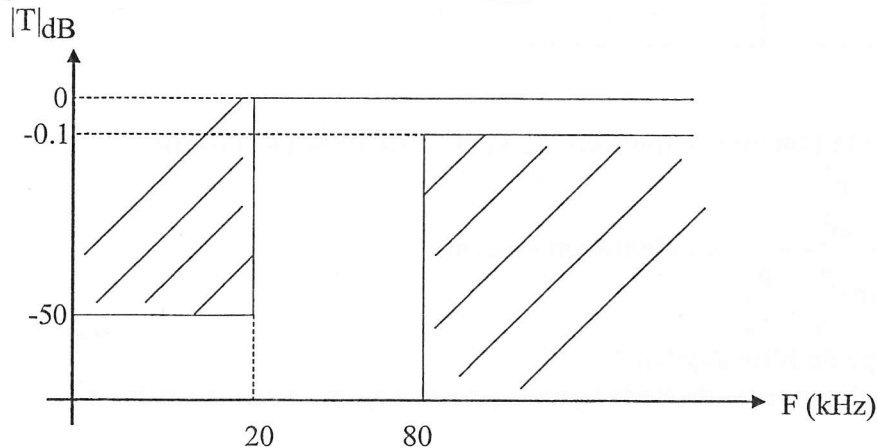
2. Que vaut le quantum (tension analogique correspondante au LSB) ?
3. Déterminer la valeur à la sortie du compteur en décimal et en binaire.
4. Quelle est la durée de conversion ?
5. En déterminant la plus longue durée de conversion, quelle est la fréquence maximale du signal DEBUT.

EXERCICE 2 (7 points)

On souhaite réaliser un filtre assurant une atténuation de 50 dB de la gamme fréquentielle inférieure à 20kHz et laissant passer les fréquences supérieures à 80kHz.

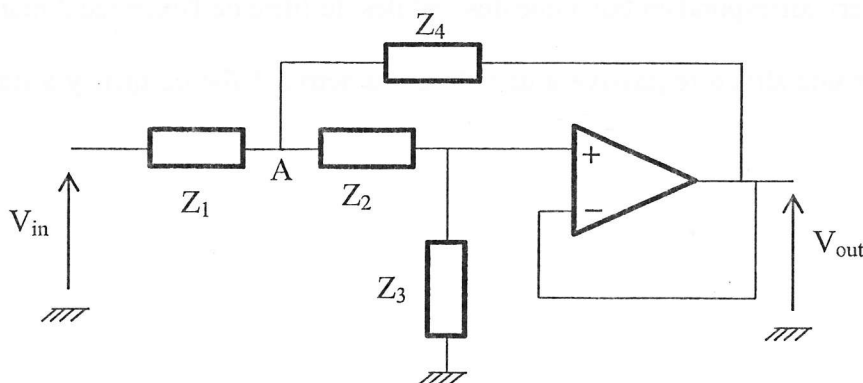
1. Quel type de filtre permettra de répondre au mieux à ce cahier des charges ?
2. Quelles informations nous manque-t-il pour établir un choix définitif pour la fonction de transfert ?

On nous donne le gabarit suivant :



3. Vers quelle famille de fonction de transfert va-t-on finalement s'orienter ?
4. Déterminer l'ordre n du filtre.
5. Donner la fonction de transfert dénormalisée $T(j\omega)$ du filtre qui répond au gabarit.

On souhaite réaliser ce filtre avec une structure active à AOP de type Sallen-Key dont la structure est rappelée ci-dessous :



6. Déterminer la fonction de transfert V_{out}/V_{in} en fonction de Z_1 , Z_2 , Z_3 et Z_4 .

On choisit $Z_1 = \frac{1}{jC\omega}$, $Z_2 = \frac{1}{jC\omega}$, $Z_3 = R_2$ et $Z_4 = R_1$.

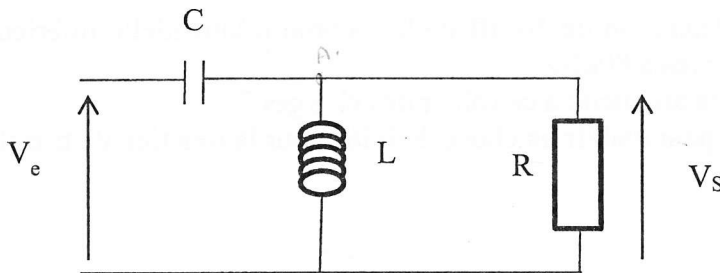
7. Déterminer la fonction de transfert V_{out}/V_{in} et la mettre sous forme normalisée en donnant la pulsation naturelle ω_n et le coefficient d'amortissement m .
8. De quel type de filtre s'agit-il ?

On prend $C = 100 \text{ pF}$, $R_2 = 143 \text{ k}\Omega$ et $R_1 = 3,3 \text{ k}\Omega$.

9. Est-ce que V_{out}/V_{in} peut être associée à une des cellules du filtre $T(j\omega)$? Si oui, laquelle ?

EXERCICE 3 (7 points)

Soit le schéma ci-dessous.



1. Déterminer la fonction de transfert V_s/V_e et la mettre sous la forme :

$$\frac{V_s}{V_e} = \frac{\frac{p^2}{\omega_n^2}}{1 + 2m \frac{p}{\omega_n} + \frac{p^2}{\omega_n^2}}, \text{ en identifiant } \omega_n \text{ et } m.$$

2. De quel type de filtre s'agit-il ?
3. Tracer son diagramme de Bode (gain et phase) asymptotique sur votre copie.

On veut une fréquence naturelle de 100 kHz . La résistance de charge est de $14,5 \text{ k}\Omega$. Le choix de C est imposé : $C = 100 \text{ pF}$.

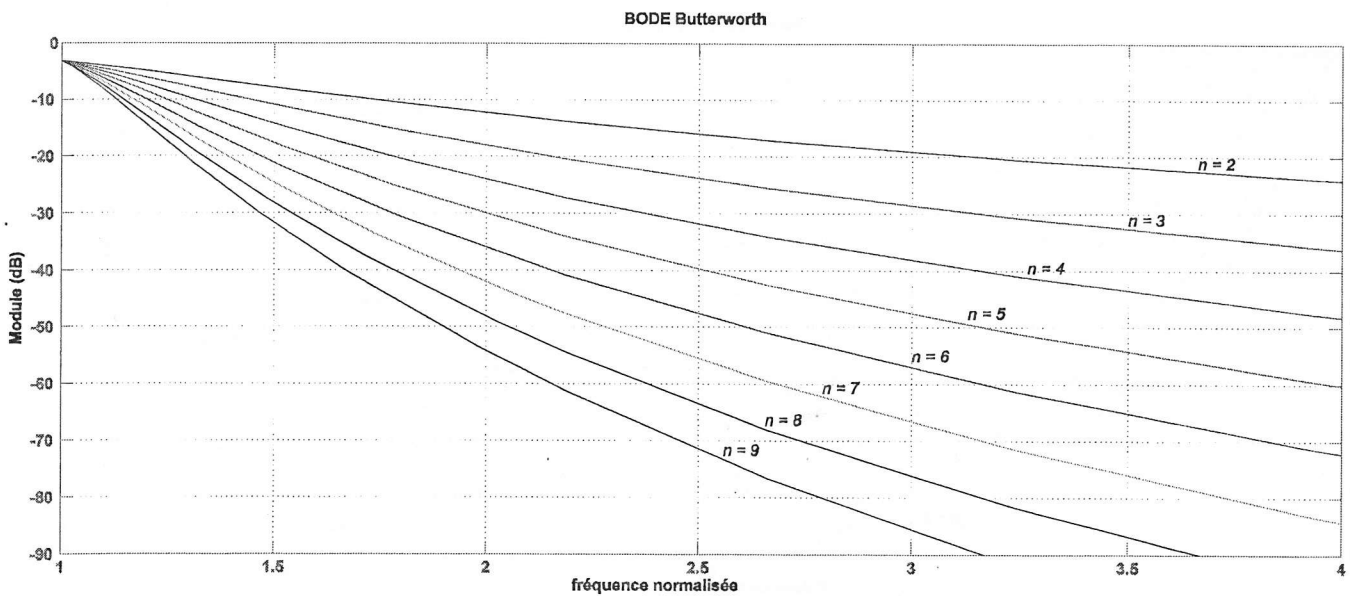
4. Déterminer la valeur de L et le coefficient d'amortissement.
5. Tracer l'allure du diagramme réel.

Cette fonction de transfert correspond en fait à une des cellules du filtre de l'exercice 2 mais réalisée en passif.

6. Peut-on associer une structure passive à une structure active ? Est-ce qu'il y a des précautions à prendre ?

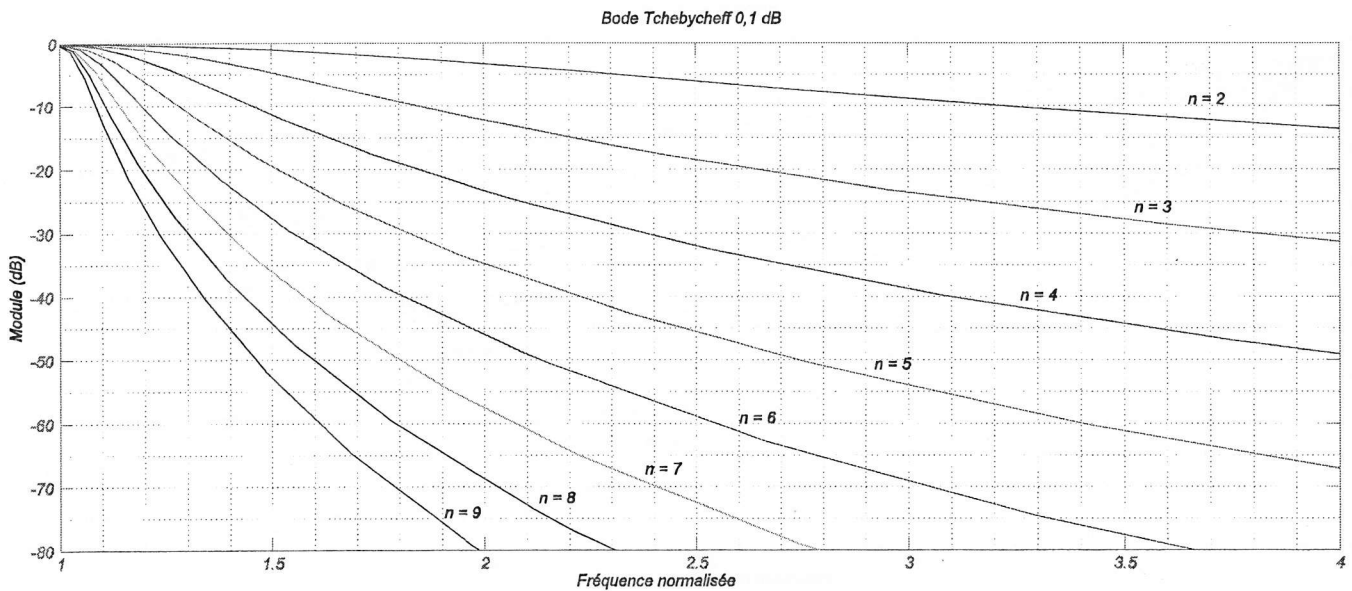
Filtre de Butterworth

ordre n	Cellule	$T^{-1}(s)$
2	1	$s^2 + 1,4142 s + 1$
3	1	$s^2 + 1,0000 s + 1$
	2	$s + 1$
4	1	$s^2 + 1,8477 s + 1$
	2	$s^2 + 0,7653 s + 1$
5	1	$s^2 + 1,6180 s + 1$
	2	$s^2 + 0,6180 s + 1$
	3	$s + 1$
6	1	$s^2 + 1,9318 s + 1$
	2	$s^2 + 1,4142 s + 1$
	3	$s^2 + 0,5176 s + 1$
7	1	$s^2 + 1,8019 s + 1$
	2	$s^2 + 1,2469 s + 1$
	3	$s^2 + 0,4450 s + 1$
	4	$s + 1$
8	1	$s^2 + 1,9615 s + 1$
	2	$s^2 + 1,6629 s + 1$
	3	$s^2 + 1,1111 s + 1$
	4	$s^2 + 0,3901 s + 1$
9	1	$s^2 + 1,8793 s + 1$
	2	$s^2 + 1,5320 s + 1$
	3	$s^2 + 1,0000 s + 1$
	4	$s^2 + 0,3472 s + 1$
	5	$s + 1$



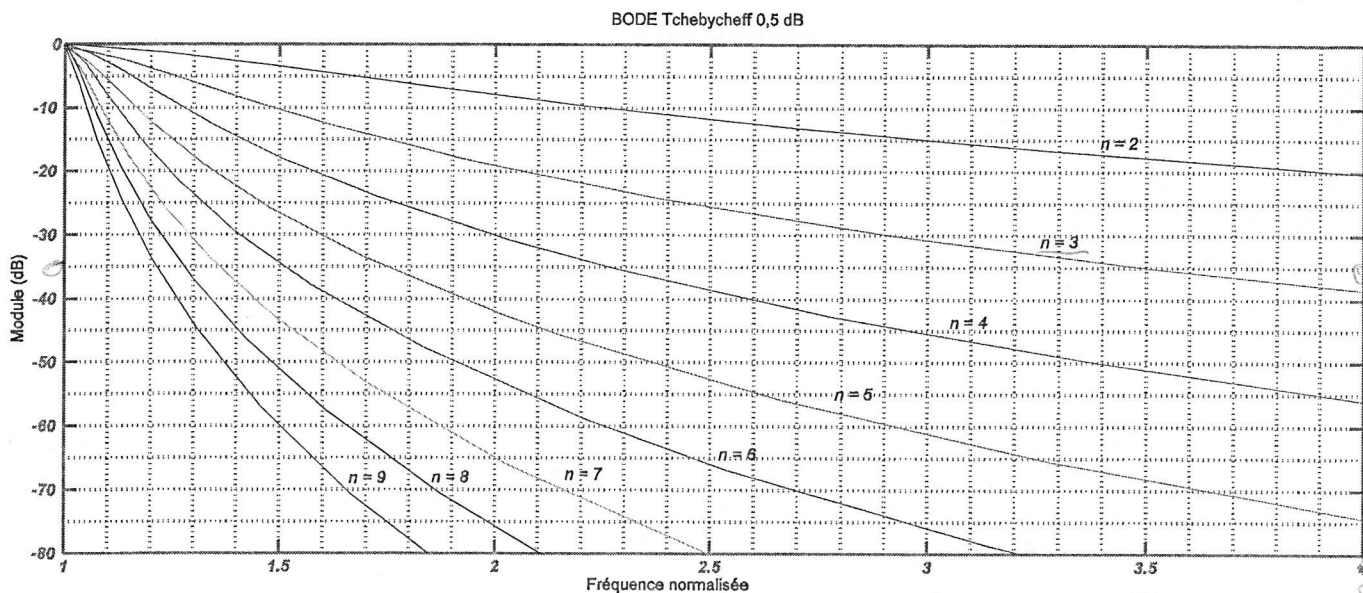
Filtre de Tchebycheff d'ondulation en bande passante de 0,1 dB

ordre n	Cellule	$T^{-1}(s)$
2	1	$0,3017 s^2 + 0,7158 s + 1$
3	1	$0,5918 s^2 + 0,5736 s + 1$
	2	$1,031 s + 1$
4	1	$0,7518 s^2 + 0,3972 s + 1$
	2	$1,6053 s^2 + 2,0475 s + 1$
5	1	$0,8368 s^2 + 0,2787 s + 1$
	2	$1,5725 s^2 + 1,3712 s + 1$
	3	$1,855 s + 1$
6	1	$3,7970 s^2 + 3,2506 s + 1$
	2	$0,8854 s^2 + 0,2031 s + 1$
	3	$1,4360 s^2 + 0,8999 s + 1$
7	1	$0,9153 s^2 + 0,1534 s + 1$
	2	$3,0283 s^2 + 2,0560 s + 1$
	3	$1,3276 s^2 + 0,6237 s + 1$
	4	$2,654 s + 1$
8	1	$6,8675 s^2 + 4,4178 s + 1$
	2	$0,9350 s^2 + 0,1196 s + 1$
	3	$1,2517 s^2 + 0,4561 s + 1$
	4	$2,4026 s^2 + 1,3103 s + 1$
9	1	$2,0098 s^2 + 0,8944 s + 1$
	2	$0,9485 s^2 + 0,0956 s + 1$
	3	$4,9665 s^2 + 2,7112 s + 1$
	4	$1,1985 s^2 + 0,3481 s + 1$
	5	$3,442 s + 1$



Filtre de Tchebycheff d'ondulation en bande passante de 0,5 dB

ordre n	Cellule	$T^{-1}(s)$
2	1	$0,6595 s^2 + 0,9402 s + 1$
3	1	$0,8753 s^2 + 0,5483 s + 1$
	2	$1,596 s + 1$
4	1	$0,9402 s^2 + 0,3297 s + 1$
	2	$2,8057 s^2 + 2,3755 s + 1$
5	1	$2,0974 s^2 + 1,2296 s + 1$
	2	$0,9654 s^2 + 0,2161 s + 1$
	3	$2,759 s + 1$
6	1	$6,3695 s^2 + 3,6917 s + 1$
	2	$0,9774 s^2 + 0,1518 s + 1$
	3	$1,6948 s^2 + 0,7191 s + 1$
7	1	$0,9841 s^2 + 0,1121 s + 1$
	2	$3,9398 s^2 + 1,8182 s + 1$
	3	$1,4773 s^2 + 0,4719 s + 1$
	4	$3,903 s + 1$
8	1	$11,3568 s^2 + 4,99809 s + 1$
	2	$0,9882 s^2 + 0,0862 s + 1$
	3	$2,7882 s^2 + 1,0367 s + 1$
	4	$1,3489 s^2 + 0,3351 s + 1$
9	1	$2,2097 s^2 + 0,6717 s + 1$
	2	$6,3962 s^2 + 2,3850 s + 1$
	3	$0,9908 s^2 + 0,0682 s + 1$
	4	$1,2668 s^2 + 0,2513 s + 1$
	5	$5,040 s + 1$



Filtre de Tchebycheff d'ondulation en bande passante de 1 dB

ordre n	Cellule	$T^{-1}(s)$
2	1	$0,9070 s^2 + 0,9956 s + 1$
	2	$1,0058 s^2 + 0,4970 s + 1$
3	1	$2,023 s + 1$
	2	$1,0136 s^2 + 0,2828 s + 1$
4	1	$3,5791 s^2 + 2,4113 s + 1$
	2	$2,3293 s^2 + 1,0911 s + 1$
5	1	$1,0118 s^2 + 0,1810 s + 1$
	2	$3,454 s + 1$
6	1	$8,0188 s^2 + 3,7217 s + 1$
	2	$1,0093 s^2 + 0,1255 s + 1$
7	1	$1,7930 s^2 + 0,6092 s + 1$
	2	$4,3393 s^2 + 1,6061 s + 1$
8	1	$1,5303 s^2 + 0,3919 s + 1$
	2	$1,0073 s^2 + 0,0920 s + 1$
9	1	$4,868 s + 1$
	2	$14,2326 s^2 + 5,0098 s + 1$
10	1	$1,3820 s^2 + 0,2755 s + 1$
	2	$2,9337 s^2 + 0,8754 s + 1$
11	1	$1,0058 s^2 + 0,0704 s + 1$
	2	$7,0242 s^2 + 2,1033 s + 1$
12	1	$2,2801 s^2 + 0,5566 s + 1$
	2	$1,0047 s^2 + 0,0556 s + 1$
13	1	$1,2896 s^2 + 0,2054 s + 1$
	2	$6,276 s + 1$

