

TRI DE MATÉRIAUX

A – Compréhension générale du dispositif

A.1. durée T_0 : avec $d = v_T \cdot T_0 \Rightarrow T_0 = 0,03/0,1 = 0,3 \text{ s}$

A.2. voir document réponse 1

B – Les oscillateurs

B.1 Oscillateur de référence

B.1.1. la lecture de la courbe conduit à $T_1 = 6,6 \cdot 20 = 132 \mu\text{s}$
la fréquence rattachée est $f_1 = 1/T_1 = 7576 \text{ Hz}$

B.1.2. la valeur maximale de la tension est $\hat{V}_1 = 2,5 = 10 \text{ V}$

B.1.3. la valeur efficace $V_1 = \hat{V}_1/\sqrt{2} = 10/1,414 = 7,07 \text{ V}$

B.2. Oscillateur de détection

B.2.1. Dipôle « RLC » série

a) impédance complexe : $\underline{Z} = R + jL\omega + 1/jC_1\omega = R + j \cdot (L\omega - 1/C_1\omega)$

b) la partie imaginaire peut s'annuler lorsque $L\omega = 1/C_1\omega$ la valeur particulière de la pulsation qui réalise cette condition est $\omega_{20} = 1/\sqrt{L \cdot C_1}$
la fréquence de résonance qui correspond à cette pulsation est
 $f_{20} = 1/2\pi\sqrt{L \cdot C_1} \Rightarrow A.N : f_{20} = 1/(2,3,14 \cdot \sqrt{20,8 \cdot 10^{-3} \cdot 22,0 \cdot 10^{-9}} = 7440 \text{ Hz}$

c) à la résonance $\underline{Z}_0 = R$ puisque la partie imaginaire est nulle

B.2.2. Dipôle à « résistance négative »

a) loi du nœud : $i_1 = i_+ + i_3$ comme $i_- = 0$ (AOP parfait) on a $i_1 = i_3$

b) loi de la maille $v_e + \varepsilon - v_+ = 0$ avec $\varepsilon = 0$ (régime linéaire) $\Rightarrow v_e = v_+$

c) expression de i_3 : la loi d'ohm permet d'écrire que $i_3 = (v_e - v_s)/R_3$
comme $i_3 = i_1 \Rightarrow i_1 = (v_e - v_s)/R_3$

d) le diviseur de tension donne $v_+ = v_s \cdot [R_1/(R_1+R_2)]$ comme $v_e = v_+$
 $v_e = v_s \cdot [R_1/(R_1+R_2)]$

e) expression de i_1 : compte tenu des résultats précédents
 $i_1 = v_e/R_3 - v_e \cdot (R_1 + R_2)/R_1 \cdot R_3 \Rightarrow i_1 = -v_e \cdot R_2/(R_1 \cdot R_3)$

d'où $v_e = - (R_1 \cdot R_3/R_2) \cdot i_1 = -R_n \cdot i_1$ avec $R_n = R_1 \cdot R_3/R_2$
le dipôle se comporte, depuis les bornes d'entrées, comme une résistance négative

B.2.3. Association des deux dipôles :

a) si $R_n = R$ ces résistances se neutralisent ($R_n + R = 0$), dans le circuit tout se passe comme s'il ne restait plus que l'inductance L et le condensateur C_1 .

b) voir document réponse 1

C – Le multiplieur

C.1. expression de v_3 :

$$V_3 = k.v_1.v_2 = k.\hat{V}_1.\sin(2\pi f_1 t).\hat{V}_2 \sin(2\pi f_2 t) = (k\hat{V}_1\hat{V}_2/2).\cos(2\pi(f_1-f_2)t) - \cos(2\pi(f_1+f_2)t)$$

C.2. $\hat{V}_{3H} = k.\hat{V}_1.\hat{V}_2/3 = 5 \text{ V}$
 $\hat{V}_{3B} = k.\hat{V}_1.\hat{V}_2/3 = 5 \text{ V}$
 $f_{3B} = f_1 + f_2 = 15,0 \text{ kHz}$
 $f_{3B} = f_1 - f_2 = 136 \text{ Hz}$

D – Le filtre

D.1. expression de I_1 : $I_1 = V_4/V_3$

D.2. le filtre est un **passse-bande** (fréquences faibles et grandes atténuées)

D.3. on lit sur le graphique $T_{\max} = 1,2$ et $f_o = 136 \text{ Hz}$

D.4. la fréquence de coupure à -3dB est la fréquence pour laquelle la transmittance maximale est divisée par $\sqrt{2}$ ou pour laquelle le gain maximum est diminué de 3 dB.

Ici $T_{\max}/\sqrt{2} = 0,85$ la lecture du graphique donne : $f_B = 126 \text{ Hz}$ et $f_H = 146 \text{ Hz}$

D.5. la bande passante $\Delta f = f_H - f_B = 146 - 126 = 20 \text{ Hz}$

D.6 La composante de fréquence 136 Hz est conservée et multipliée par $T_{\max}=1,2$, la tension de sortie à une valeur maximale de $5.1,2 = 6 \text{ V}$

La composante de fréquence 15,0 kHz est arrêtée par le filtre.

Voir courbe réponse 2

E – Le convertisseur fréquence/tension

E.1. la fréquence f_4 est égale à $f_4 = f_1 - f_2 = 136 \text{ Hz}$

Sur la courbe on lit la tension correspondante $v_5 = 7,5 \text{ V}$

E.2. la plage de tension correspondant à l'intervalle 126Hz – 146 Hz est :

$$2,5 \text{ V} < v_5 < 12,5 \text{ V}$$

E.3. voir document-réponse 1

F – Comparateur et circuit de mise en forme

F.1.1 le diviseur de tension donne : $v_{e2-} = V_{cc} \cdot (R_4 + R_5) / (R_4 + R_5 + R_6)$
de même on a : $v_{e3+} = V_{cc} \cdot (R_4) / (R_4 + R_5 + R_6)$

F.2.2 Application numérique : $v_{e2-} = 15 \cdot 10,27 / 20,27 = 7,6 \text{ V}$
 $v_{e3+} = 15 \cdot 10 / 20,27 = 7,4 \text{ V}$

F.3. voir document-réponse n°3

G – Circuits de commande des portes

G.1. État stable $v_{6A} = 0$

G.1.1. les différents potentiels sont **fixes**, la tension de sortie est **nulle**

G.1.2 lors l'état stable (régime permanent) $i_{C2} = 0$ alors $v_B = 15 \text{ V}$ $v_C = 0 \text{ V}$ ($\overline{v_C} = \overline{v_B}$)
et $v_a = 15 \text{ V}$ (entrées à 0 V)

G.1.3. expression de u_{C2} : $u_{C2} = v_b - v_a$ (loi de la maille) ici $u_{C2} = 15 - 15 = 0 \text{ V}$

G.2. État instable lorsque $v_{6A} = + 15 \text{ V}$ à l'instant t_1

G.2.1. alors $v_a = 0 \text{ V}$ (entrées de la porte logique à « 1 » et « 0 »)
 $u_{C2} = 0 \text{ V}$ (la tension aux bornes du condensateur ne peut changer instantanément)

G.2.2. $v_b = v_a - u_{C2} = 0 \text{ V}$ la diode **D_3 est bloquée**

G.2.3. u_{C2} **évolue exponentiellement vers V_{DD}** (charge à travers une résistance sous tension constante)

G.2.4. v_b connaît la **même évolution** jusqu'à $V_{dd}/2$

G.2.5. alors $v_c = 15 \text{ V}$ puisque les entrées à l'état bas

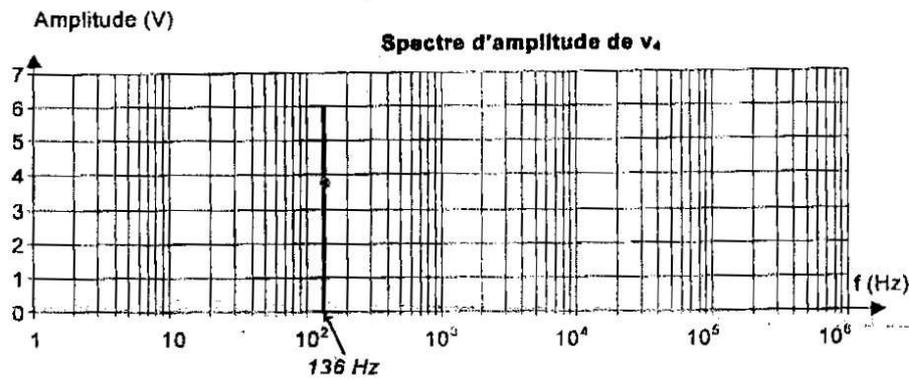
H – Synthèse

Voir document réponse n°4

Document-réponse n°1

	Nature de l'objet	Matériau non métallique	Matériau métallique ferreux	Matériau métallique non ferreux
Question A.2.	Position de la porte A	1	2	1
	Position de la porte B	1	1	2
Question B.2.3.b.	Inductance L	$L = L_0$	$L > L_0$	$L < L_0$
	f_2	$f_2 = 7440 \text{ Hz}$	$f_2 < 7440 \text{ Hz}$	$f_2 > 7440 \text{ Hz}$
Question E.3.	f_4 (Hz)	$f_4 = 136 \text{ Hz}$	$136 \text{ Hz} < f_4 \leq 146 \text{ Hz}$	$126 \text{ Hz} \leq f_4 < 136 \text{ Hz}$
	V_5 (V)	$V_5 = 7,5 \text{ V}$	$7,5 \text{ V} < V_5 \leq 12,5 \text{ V}$	$2,5 \text{ V} \leq V_5 < 7,5 \text{ V}$

Document-réponse n°2



Document-réponse n°3

	V_{a2}	V_{a3}	Etat de D_1	Etat de D_2	V_{6A}	V_{6B}
$0 < V_5 < 7,4 \text{ V}$	$-V_{CC}$	V_{CC}	Bloquée	Passante	0	V_{CC}
$7,4 \text{ V} < V_5 < 7,6 \text{ V}$	$-V_{CC}$	$-V_{CC}$	Bloquée	Bloquée	0	0
$7,6 \text{ V} < V_5 < 12,5 \text{ V}$	V_{CC}	$-V_{CC}$	Passante	Bloquée	V_{CC}	0

Document réponse n°4

