

Tri de lamelles de bois dans l'industrie du lamellé-collé

1^{re} partie : Tri par détermination du taux d'hygrométrie des lamelles de bois

1 – Étude du capteur

1.1. la lecture de la courbe donne $G(12\%) = 3 \cdot 10^{-6} \Omega^{-1}$ et $G(16\%) = 27 \cdot 10^{-6} \Omega^{-1}$

1.2. valeur de l'intensité

$$I(12\%) = G \cdot U = 3 \cdot 10^{-6} \cdot 9 = 27 \mu A$$

$$I(16\%) = G \cdot U = 27 \cdot 10^{-6} \cdot 9 = 243 \mu A$$

1.3. l'amplificateur opérationnel A1 fonctionne en **régime linéaire** puisque il existe une contre réaction.

1.4. Comme $\varepsilon = 0$ et $V_{\text{réf}} = -U_{\text{bois}}$

1.5. maille de sortie : $v_1 - R_1 \cdot i + \varepsilon = 0 \Rightarrow v_1 = R_1 \cdot i$

1.6. Si $v_{\text{REF}} = -9 \text{ V}$

$$V_1(12\%) = 10^4 \cdot 27 \cdot 10^{-6} = 0,27 \text{ V}$$

$$V_1(16\%) = 10^4 \cdot 243 \cdot 10^{-6} = 2,43 \text{ V}$$

1.7. si $HR < 12\%$ alors $i < I(12\%)$ et $v_1 < V_1(12\%)$

si $HR > 16\%$ alors $i > I(16\%)$ et $v_1 > V_1(16\%)$

2 – Étude du trieur :

2.1. Seuils de basculement :

2.1.1. diviseurs de tensions : $v_{c1} = V_{DD} \cdot R_3 / (R_2 + R_3)$

$$v_{c2} = V_{DD} \cdot R_5 / (R_4 + R_5)$$

2.1.2. calcul de R_2 :

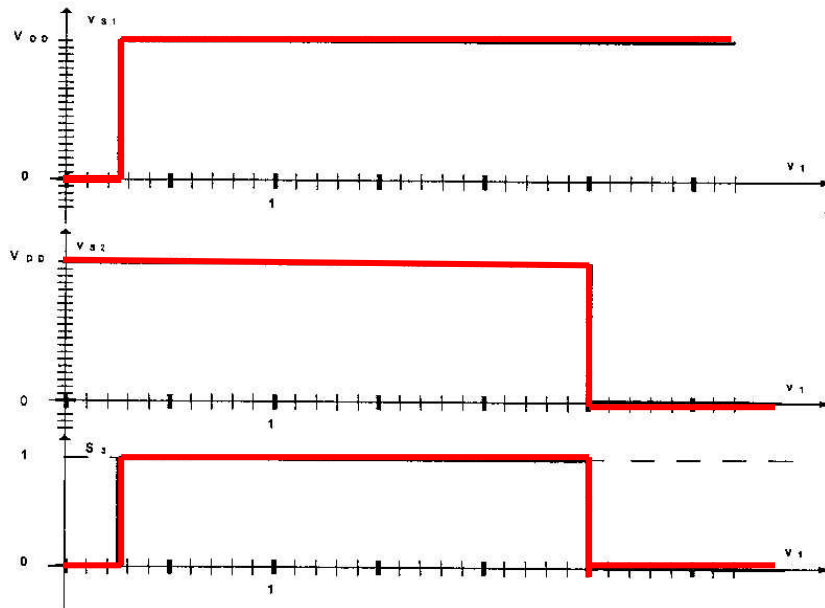
de l'expression de v_{c1} il vient $R_2 = (V_{DD} \cdot R_3 - v_{c1} \cdot R_3) / v_{c1} = 470 \text{ k}\Omega$

2.1.3. caractéristique de transfert de C1 : voir document réponse 1
le comparateur est de type **non inverseur**

2.1.4. valeur de v_{c2} :

$$v_{c2} = 12 \cdot 10 / 48 = 2,5 \text{ V}$$

2.1.5. caractéristique de transfert de C2 : voir document réponse 1
le comparateur est de type **inverseur**



2.2. Étude de la variable logique S_3

2.2.1. si $v_1 < 0,25 \text{ V}$ $S_1 = "0"$ $S_2 = "1"$ $S_3 = "0"$

2.2.2. si $v_1 > 2,5 \text{ V}$ $S_1 = "1"$ $S_2 = "0"$ $S_3 = "0"$

2.2.3. si $0,25 \text{ V} < v_1 < 2,5 \text{ V}$ $S_1 = "1"$ $S_2 = "1"$ $S_3 = "1"$

2.2.4. voir document réponse 1 ci-dessus

2.2.5. lorsqu'une lamelle est sélectionnée $i = 0$ $v_1 = 0$ et $S_3 = \ll 1 \gg$

2^e partie : Tri par détermination du module d'élasticité des lamelles de bois

1 – Étude générale

1.1. temps de propagation : $t_{\text{plim}} = d/v = 0,4/4000 = 0,1 \text{ ms}$

1.2. si $v > 4000 \text{ m/s}$ $t_p < 0,1 \text{ ms} = t_{\text{plim}}$

2 – Étude de l'oscillateur 200 kHz

2.1. v_A et v_B sont les sorties des portes logiques les seules valeurs possibles sont 0 V ou $V_{\text{dd}} = 12 \text{ V}$

2.2. relation entre les 3 tensions : $u_{C1} = v_C - v_B$

2.3. instant $t = 0$ basculement de la porte Inv2

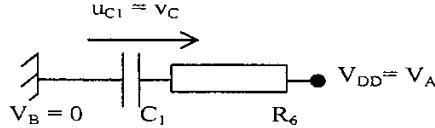
2.3.1. à $t = 0^-$ $v_C = V_{\text{dd}}/2 = 6 \text{ V}$ $v_D = v_A$ $v_B = V_{\text{dd}} = 12 \text{ V}$ $u_{C1} = v_C - v_B = -6 \text{ V}$

2.3.2. à $t = 0^+$ $u_{c1} = -6 \text{ V}$ inchangé (pas de discontinuité de tension aux bornes d'un condensateur)

2.3.3. à $t = 0^+$ après le basculement $v_A = v_D = +V_{dd} = 12 \text{ V}$ et $v_B = 0 \text{ V}$

2.3.4. à $t = 0^+$ $v_c = u_{c1} - v_B = -6 - 0 = -6 \text{ V}$

2.3.5. circuit de charge du condensateur :



2.3.6. u_{c1} croît exponentiellement vers $+V_{dd}$, la valeur maximale atteinte est de $+6 \text{ V}$ qui est le seuil de basculement de la porte logique

2.3.7. voir document réponse 2

2.4. instant $t = T/2$, la tension v_o bascule à 0 V
Voir document réponse 2

2.5. valeur de la période $f = 200 \text{ kHz} \Rightarrow T = 1/f = 1/200 = 5,0 \mu\text{s}$

2.6. valeur de la capacité du condensateur C_1
 $C_1 = T/2 \cdot R_6 \cdot \ln 3 = 1,0 \text{ nF}$

3 – Étude de l'émission

3.1. fréquence de v_3 : $f_{tr} = 1/T = 1/200 = 5 \text{ kHz}$

3.2. voir document réponse 3

4.-Étude de la réception :

4.1. Amplificateur

4.1.1. expression de v_4 : $v_4 = v_{REC} \cdot (1 + R_8/R_7)$

4.1.2. si $A_v = 200 = 1 + R_8/R_7 \Rightarrow R_8/R_7 = 199 \Rightarrow R_8 = 1,2 \cdot 199 = 239 \text{ k}\Omega$

4.1.3. la résistance d'entrée est $R_e = v_{rec}/i^+ = +\infty$

4.1.4. voir document réponse 3

4.2. Détecteur de crête

4.2.1. si $v_4 = v'_4$ alors la tension aux bornes de la diode est nulle, la diode est passante

4.2.2. entre t_1 et t_2 on a $v'_4 > v_4$ la diode est bloquée

4.2.3. décharge exponentielle du condensateur à travers la résistance R_9

4.2.4. voir document réponse 4

5 – Mesure de la vitesse de propagation

5.1. voir document réponse 3

5.2. voir document réponse 3

5.3. valeur moyenne de v_6 : $\langle v_6 \rangle = V_{DD} \cdot t_p / T$

5.4. valeur pour $V_{lim} = 4000 \text{ m/s}$: $\langle v_6 \rangle = 12.200/100 = 6 \text{ V}$

5.5. pour une lamelle apte ($V > 4000 \text{ m/s}$), t_p diminue et la valeur moyenne de v_6 devient supérieure à 6 V

6.-Étude du filtre

6.1. Étude en régime sinusoïdal :

6.1.1. Pour les fréquences basses le condensateur est équivalent à un interrupteur ouvert et il vient $u_s = u_e$
Pour les fréquences élevées, le condensateur est équivalent à un interrupteur fermé et il vient $u_s = 0$
Le filtre est de type passe-bas

6.1.2. fonction de transfert complexe :

Le diviseur de tension conduit à $\underline{T} = \underline{Z}_{c3}/(\underline{R}_{10} + \underline{Z}_{c10}) = 1/(1 + \underline{R}_{10} \cdot \underline{Y}_{c3})$

$$\underline{T} = 1/(1 + jR_{10}C_3\omega)$$

6.1.3. module

$$T = \frac{1}{\sqrt{1 + (R_{10} \cdot C_3 \cdot \omega)^2}}$$

6.1.4 $\omega=0 \Rightarrow T_0 = 1/1 = 1$ les fréquences basses passent
 $\omega \rightarrow \infty \Rightarrow T_\infty = 1/\infty = 0$ les fréquences élevées sont arrêtées

6.1.5. la fréquence de coupure est la fréquence pour laquelle la transmittance maximale T_{max} est divisée par $\sqrt{2}$

6.1.6. de l'expression de f_c on tire que $C_3 = 1/(2\pi \cdot 10 \cdot 150 \cdot 10^{-3}) = 106 \text{ nF}$

6.2. Étude en régime non sinusoïdal :

6.2.1. U_m représente la valeur moyenne, cette peut être mesurée avec un voltmètre en position DC

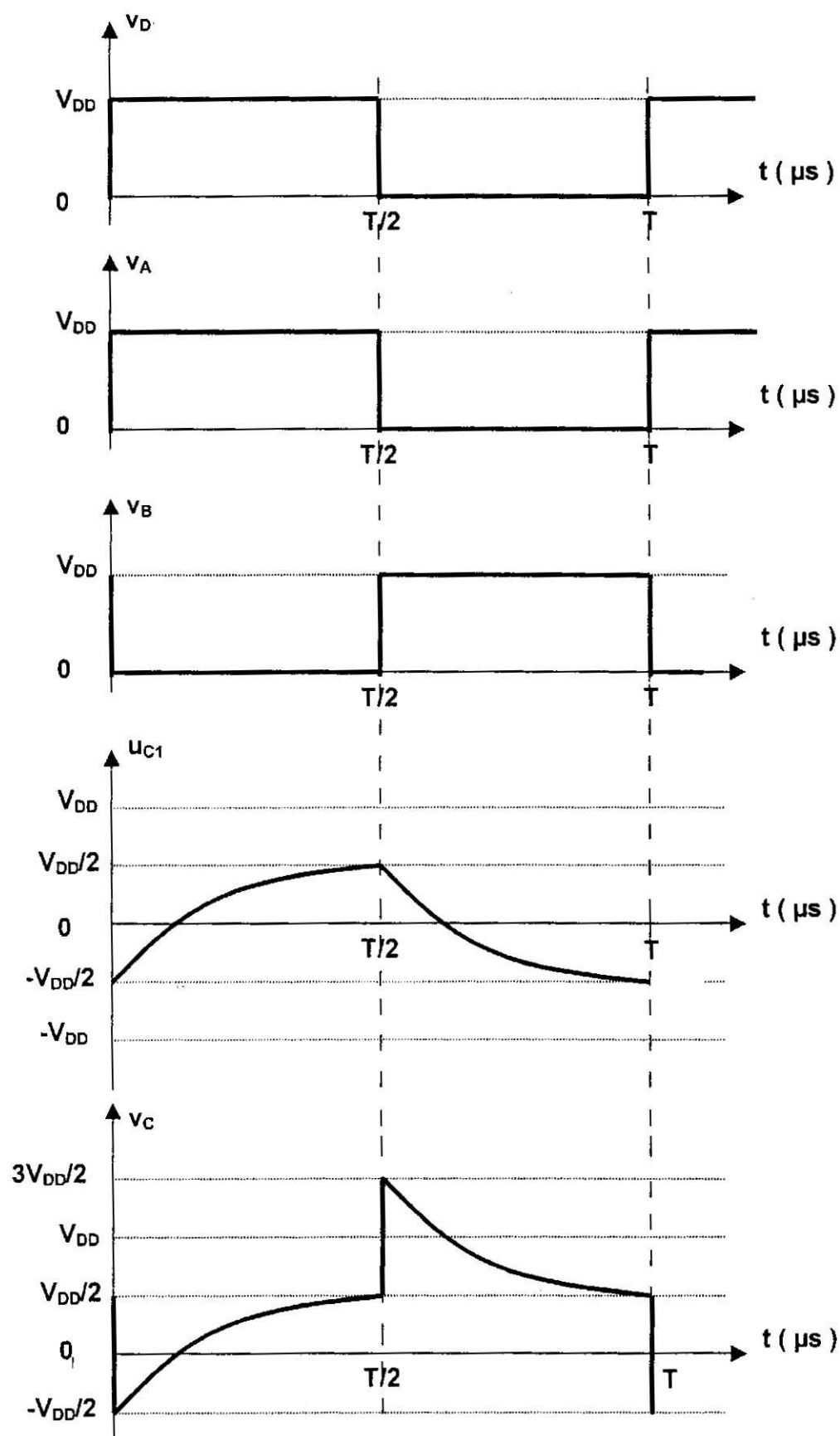
6.2.2. le terme suivant est le fondamental

6.2.3. la tension de sortie se réduit à la seule valeur moyenne (non arrêtée), le fondamental et les harmoniques ne passent pas $\Rightarrow v_7 = U_m$

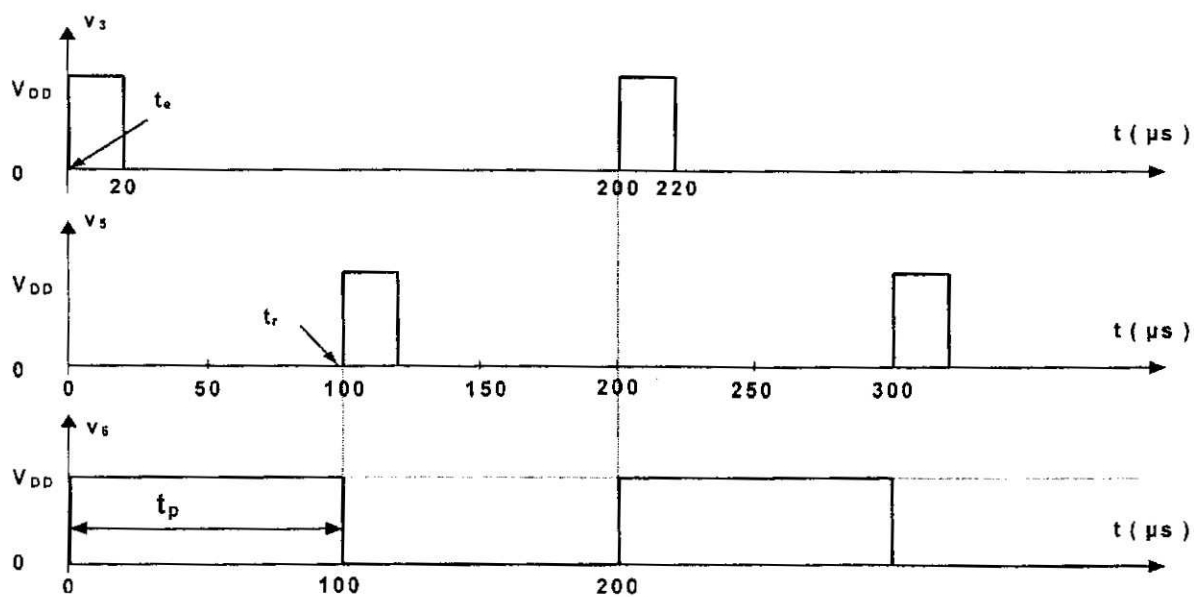
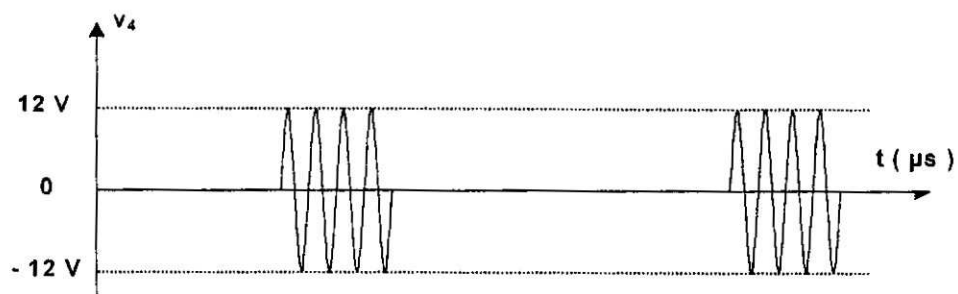
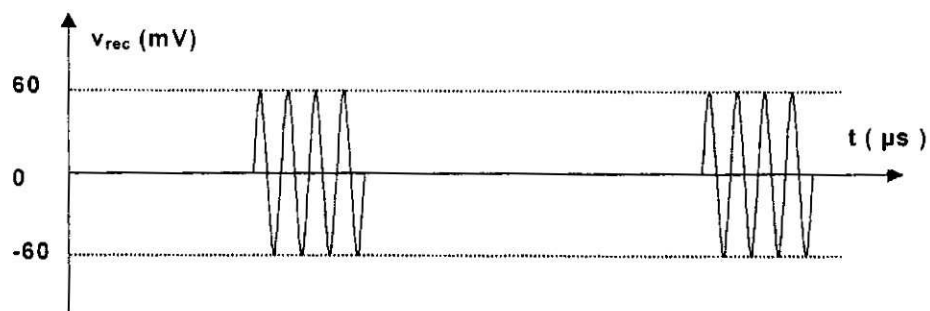
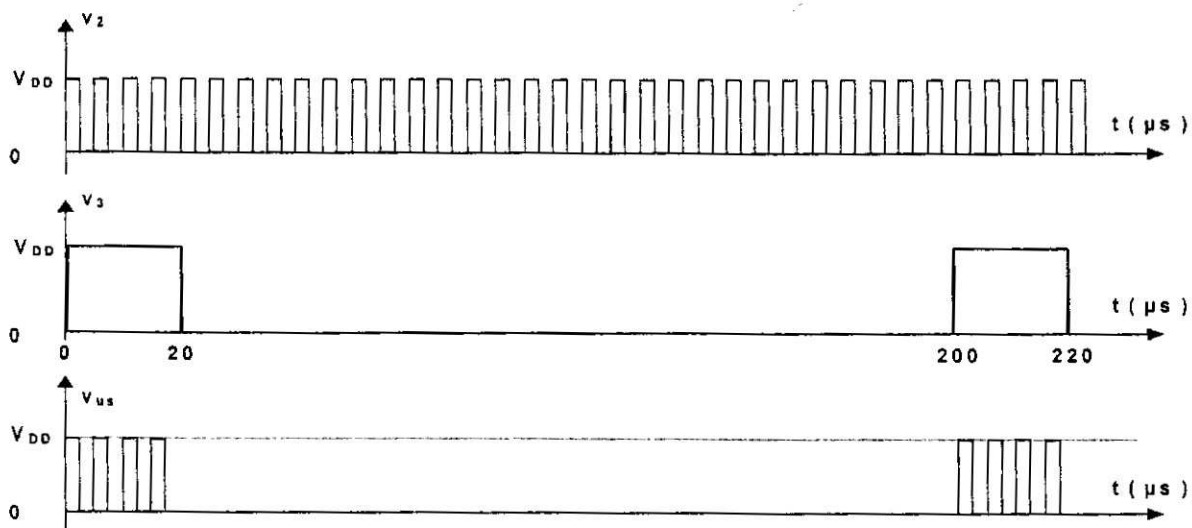
7 – Élaboration de S_4

Voir document réponse 4

Document réponse 2



Document réponse 3



Document réponse 4

	G ($10^{-6} \Omega^{-1}$)	HR valeur (%) ou < 12 % ou > 16 %	S_3	Vitesse (m/s)	t_p (μs)	V_7 (V)	S_4	Admise ou rejetée
Lamelle 1	10	14	1	5000	80	4,8	1	admise
Lamelle 2	1,90	< 12 %	0	4000	100	6	1	rejetée
Lamelle 3	15	15	1	4800	83,3	5	1	admise
Lamelle 4	35	> 16 %	0	3200	125	7,5	0	rejetée

