

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

## 1<sup>re</sup> 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

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

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

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 :  $v_{c1} = V_{\text{DD}} \cdot R_3 / (R_2 + R_3)$

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

2.1.2. calcul de  $R_2$  :

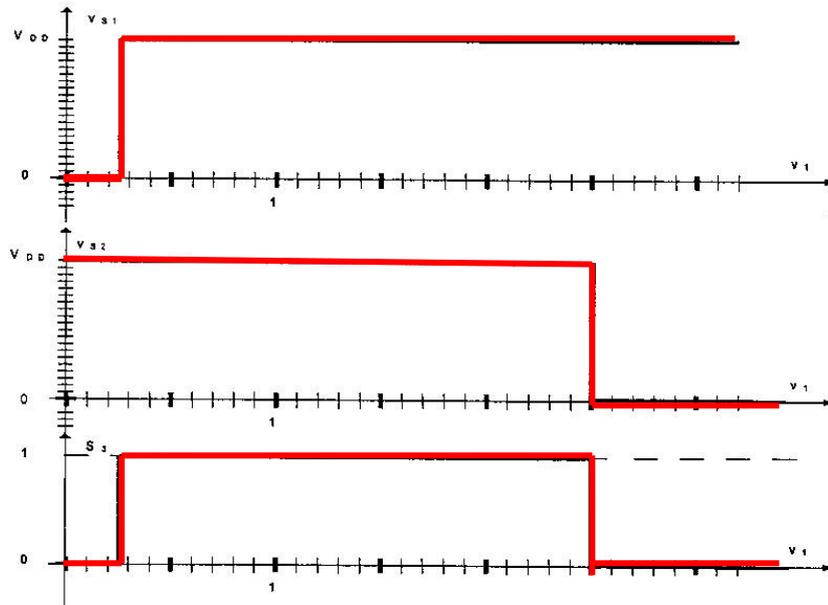
de l'expression de  $v_{c1}$  il vient  $R_2 = (V_{\text{DD}} \cdot R_3 - v_{c1} \cdot R_3) / v_{c1} = 470 \text{ k}\Omega$

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  $S_3 = "1"$

## 2<sup>e</sup> partie : Tri par détermination du module d'élasticité des lamelles de bois

### 1 – Étude générale

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

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

### 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  $0 \text{ V}$  ou  $V_{dd} = 12 \text{ V}$

2.2. relation entre les 3 tensions :  $U_{C1} = V_C - V_B$

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

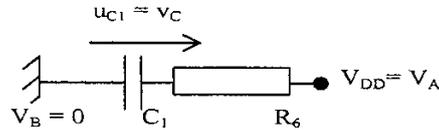
2.3.1. à  $t = 0^-$   $V_C = V_{dd}/2 = 6 \text{ V}$   $V_D = V_A$   $V_B = V_{dd} = 12 \text{ V}$   $U_{C1} = V_C - V_B = -6 \text{ V}$

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.  $u_{C1}$  croit 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  $0 \text{ V}$   
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  $6 \text{ V}$

## 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 **passé-bas**

6.1.2. fonction de transfert complexe :

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

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

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

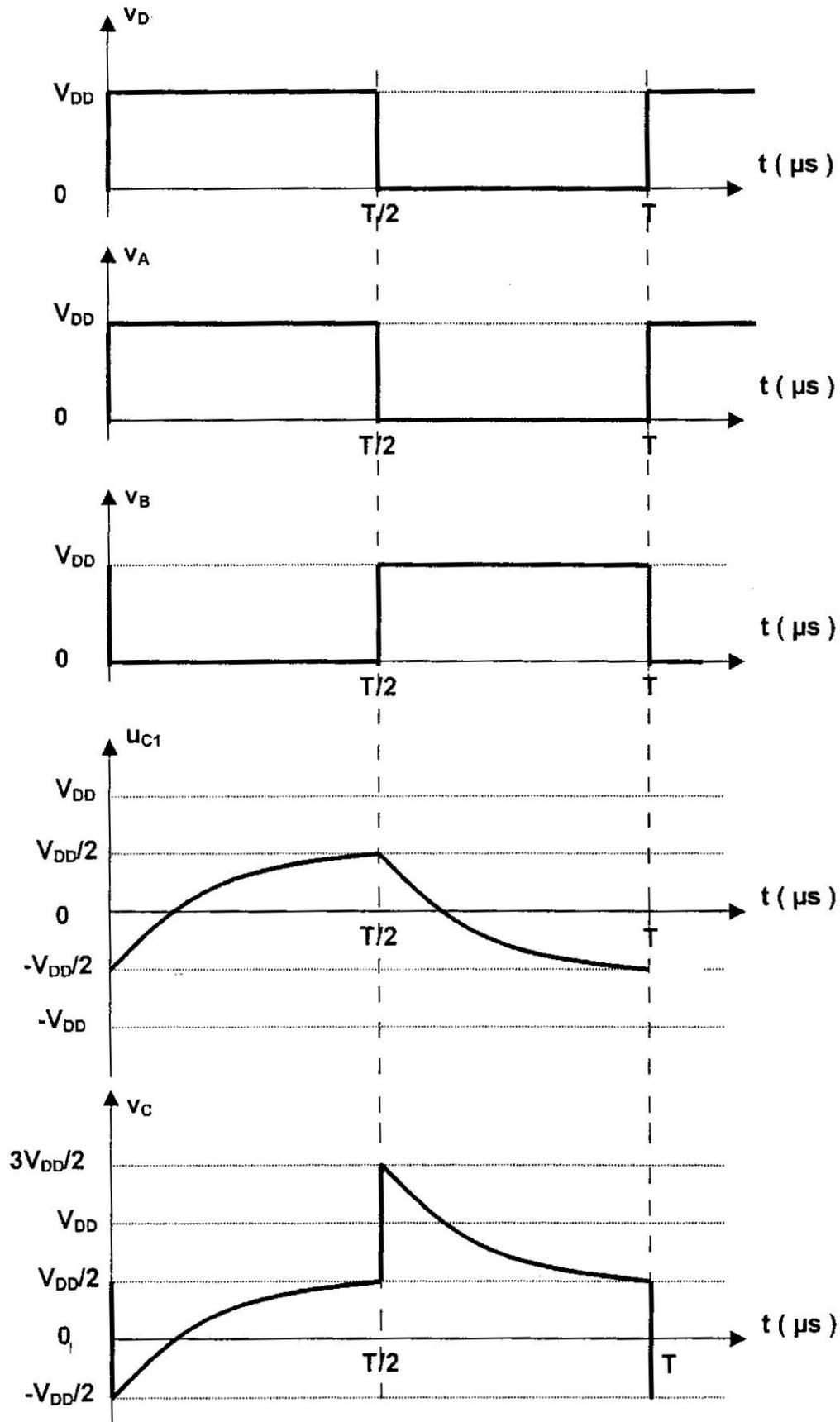
6.2.2. le terme suivant est le **fondamental**

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

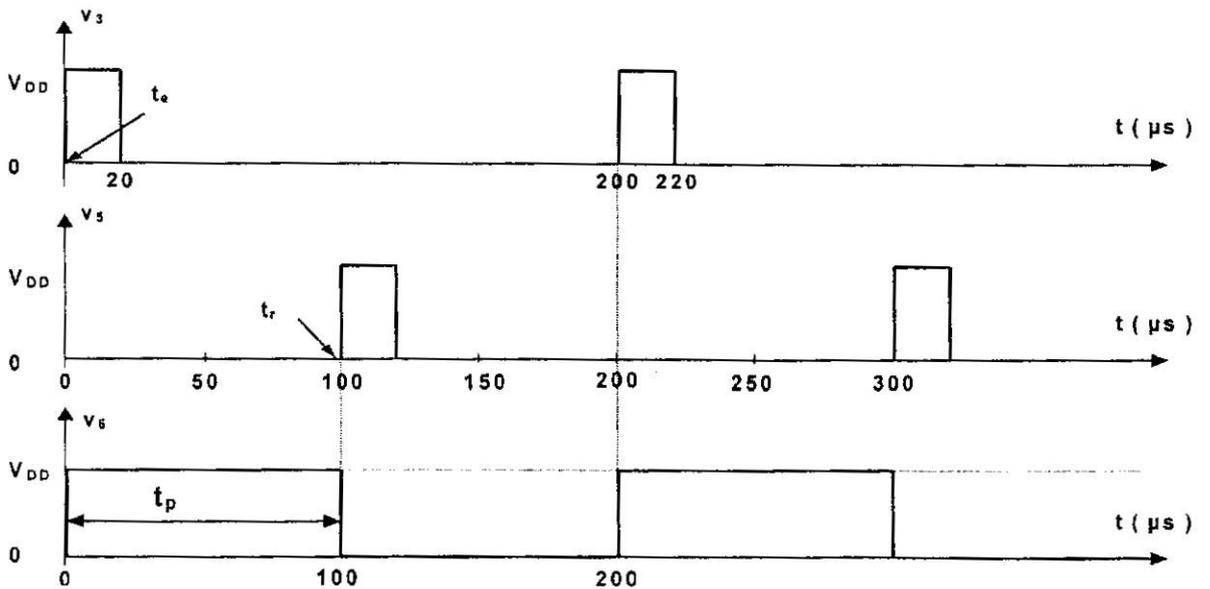
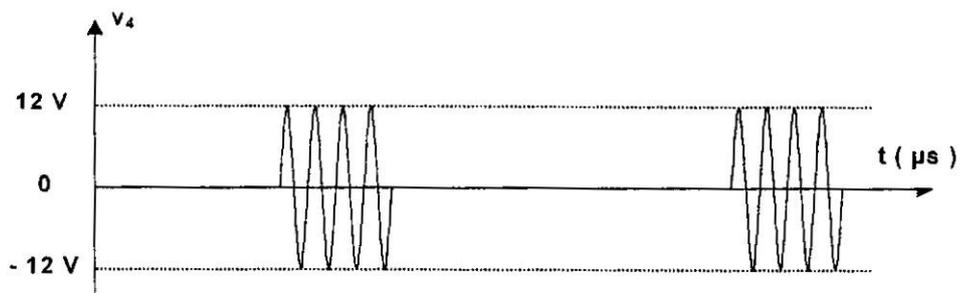
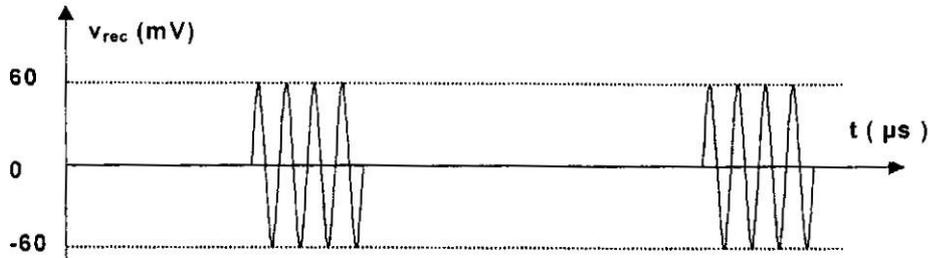
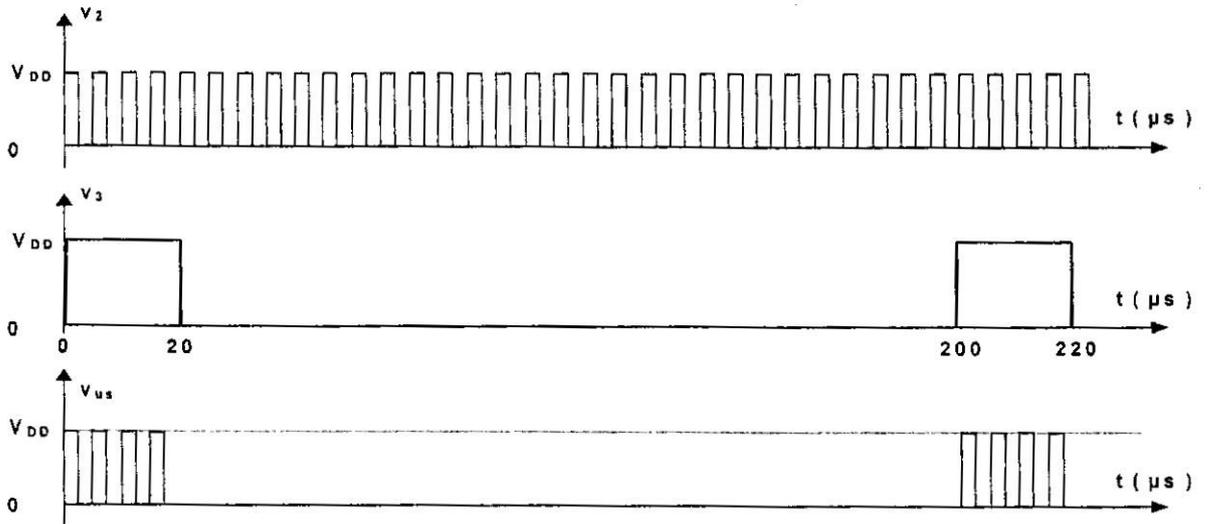
## 7 – Élaboration de $S_4$

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)	$t_p$ ( $\mu s$ )	$V_7$ (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	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>rejetée</b>
Lamelle 3	15	<b>15</b>	1	4800	<b>83,3</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>admise</b>
Lamelle 4	35	> 16 %	0	3200	<b>125</b>	<b>7,5</b>	<b>0</b>	<b>rejetée</b>

