

Télémètre de marche arrière pour véhicule

A – compréhension générale du dispositif

A.1. Étude du fonctionnement pour une distance de 1 m

A.1.1 durée du retard : $\theta_{100} = 6 \text{ ms}$

A.1.2. vitesse des ultrasons : $x = v.t \Rightarrow 2d = v.\theta_{100} \Rightarrow v = 2d/\theta_{100}$
 $\Rightarrow v = 2/6.10^{-3} = 333 \text{ m/s}$

A.2. Étude du fonctionnement à distance variable

A.2.1. valeur de k avec $k = \theta_{100}/d = 6.10^{-3}/1 = 6.10^{-3} \text{ s/m}$

A.3. Pour une distance de 40 cm

A.3.1. a) retard pour 40 cm : $\theta_{40} = k.d = 6.10^{-3}.0,4 = 2,4 \text{ ms}$

b) voir document réponse 1

B – Étude de l'émission

B.1. Générateur 40 kHz

B.1.1. loi de la branche : $V_{E1} = V_{C1} + V_{B1}$

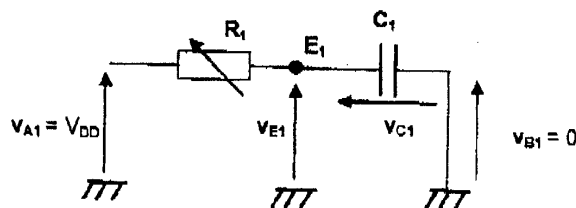
B.1.2. intervalle $[0 ; 12,5\mu\text{s}]$

a) $v_{E1} < V_{dd}/2 \Rightarrow v_{A1} = V_{DD}$ (porte inverseuse entrée à « 0 »)

b) $v_{B1} = 0 \text{ V}$ (entrée v_{A1} à « 1 »)

c) voir document réponse 2

d) circuit de charge : schéma équivalent



e) voir document réponse 2

valeur de v_{C1} à $t=12,5\mu\text{s}$: $v_{C1} = V_{dd}/2 = 6 \text{ V}$

B.1.3. basculement à $t = 12,5\mu\text{s}$

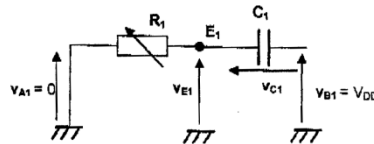
a) basculement puisque la tension d'entrée atteint la valeur du seuil + 6 V
alors $v_{B2} = V_{dd} = 12 \text{ V}$ (inverseur)

b) pas de discontinuité de tension aux bornes du condensateur, la tension reste inchangée $V_{c1} = V_{dd}/2 = 6 \text{ V}$

B.1.4. intervalle $[12,5 \mu\text{s} ; 25 \mu\text{s}]$

a) $v_{E1} = \ll 1 \gg \Rightarrow v_{A1} = 0$ et $v_{B1} = V_{dd} = 12 \text{ V}$
voir document réponse 2

b) charge du condensateur : schéma équivalent



B.2. Générateur de trame 125 Hz

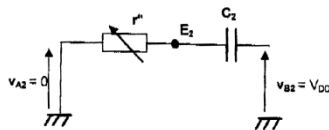
B.2.1. tension v_{A2} au niveau bas

a) tension $v_{B2} = V_{dd}$ (inverseur entrée à $\ll 0 \gg$)

b) si $V_{A2} = 0$ alors v_{E2} est à l'état haut et donc $v_{E2} > V_{dd}/2$ (seuil)

c) la diode D'' est passante (polarisée en direct) et la diode D' est bloquée (polarisée en inverse)

d) circuit de charge : schéma équivalent



e) expression de la constante de temps : $\tau = r'' \cdot C_2$

f) si $\Delta_1 = \tau_1 \cdot \ln 3 \Rightarrow \Delta_1 = 9100 \cdot 10^{-7} \cdot \ln 3 = 1,0 \text{ ms}$

B.2.2 la tension v_{A2} passe au niveau haut :

a) $\Delta_2 = r' \cdot C_2 \cdot \ln 3 = 63,7 \cdot 10^3 \cdot 10^{-7} \ln 3 = 7,3 \text{ ms}$

b) v_{B2} est complémentaire de l'état de l'entrée (inverseur) $\Rightarrow v_{B2} = V_{DD}$

c) voir document réponse 3

B.3. Signal appliqué à l'émetteur d'ultrasons

B.3.1 voir document réponse 3

C – Étude de la réception

C.1. Amplification

C.1.1. Coefficient d'amplification : $A_v = 12/0,06 = 200$

C.1.2. le circuit AO1 fonctionne en **régime linéaire** puisqu'il existe une contre réaction
C.1.3 expression de l'amplification : $e^+ = v_E =$ et $e^- = v_s \cdot R_2 / (R_2 + R_3)$ comme $e^+ = e^-$ (régime linéaire) il vient **$A_v = 1 + R_3/R_2$**

comme $A_v = 200 \Rightarrow R_3/R_2 = 199$ et $R_3 = 199 \text{ k}\Omega$

C.1.4. quand v_E est négatif le circuit AO1 étant alimenté en 0/12V la tension de sortie est au niveau bas soit **$v_s = 0 \text{ V}$**

C.1.5. le circuit AO1 est saturé, niveau bas ($v_D < 0$)

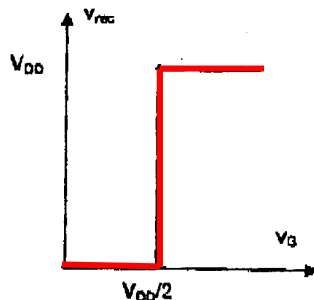
C.2. Détection de crête

C.2.1. si la diode est passante $u_D = 0 \text{ V}$ et **$v_s = v_{fil}$**

C.2.2. voir document réponse 4

C.3. Circuit de mise en forme

C.3.1.a) caractéristique



b) le basculement se produit pour **$v_G = V_{DD}/2$**

C.3.2. le théorème de superposition conduit à $v_G = v_F \cdot R_6 / (R_5 + R_6) + v_{rec} \cdot R_5 \cdot (R_5 + R_6)$
d'où **$v_F = -v_{rec} \cdot R_5 / R_6 + v_G \cdot (R_5 + R_6) / R_6$**

C.3.3. a) tensions seuil : pour $v_{rec} = 0$ on a **$v_{F2} = V_{DD}/2(1 + R_5/R_6)$**
pour $v_{rec} = V_{DD}$ on a **$v_{F1} = -V_{DD} \cdot R_5 / R_6 + (V_{DD}/2) \cdot (1 + R_5 + R_6)$**

b) si $v_{F2} = 6,6 \text{ V} \Rightarrow 6,6 = 6(1 + R_5/R_6) \Rightarrow **$R_5/R_6 = 0,1$**$

c) voir document réponse 4

D – Traitement du signal reçu

D.1. Bascule RS

D.1.1. obstacle à 1 m

a) chronogramme de v_{basc} , document réponse 5

b) rapport cyclique $\alpha = t_H/T = 2/8 =$ **$0,25$**

la valeur moyenne de $v_{basc100}$: **$\langle v_{basc100} \rangle = \text{Aire}/T = 12 \cdot 2/8 = 3 \text{ V}$**

D.1.2. obstacle à 20 cm

a) chronogrammes de v_{rec} et v_{basc} : document réponse 5

b) rapport cyclique $\alpha_{20} = 6,8/8 = 0,85$
 $\langle v_{bas20} \rangle = \alpha \cdot V_{DD} = 12 \cdot 0,85 = 10,2 \text{ V}$

D.1.3. a) document réponse 6

b) pour une distance 40 cm on relève sur la courbe $\langle v_{basc40} \rangle = 8,4 \text{ V}$

D.2. Filtre

D.2.1 aux fréquences basses le condensateur se comporte comme un interrupteur ouvert ($u_s = u_e$), aux fréquences élevées le condensateur se comporte comme un interrupteur fermé ($u_s = 0$). Le filtre est de type **passé-bas**.

D.2.2 fonction de transfert complexe :

Le diviseur de tension conduit à $\underline{T} = \underline{Z}_{c3} / (R_7 + \underline{Z}_{c3}) = 1 / (1 + R_7 \cdot \underline{Y}_{c3})$

$$\underline{T} = 1 / (1 + jR_7 C_3 \omega)$$

module
$$T = \frac{1}{\sqrt{1 + (R_7 \cdot C_3 \cdot \omega)^2}}$$

D.2.3 $\omega = 0 \Rightarrow T_0 = 1/1 = 1$ les fréquences basses passent
 $\omega \rightarrow \infty \Rightarrow T_\infty = 1/\infty = 0$ les fréquences élevées sont arrêtées
confirmation de la nature du filtre : **passé-bas**

D.2.4 la fréquence de coupure est $f_c = 1/2\pi R_7 C_3 \Rightarrow C_3 = 1/2\pi R_7 f_c = 1,0 \mu\text{F}$

D.2.5 la fréquence de coupure du filtre (1 Hz) est très faible devant la fréquence du fondamental (125 Hz) de la tension appliquée à l'entrée. Seule la composante continue ($f=0$) traverse le filtre sans être modifiée ($T=1$) $\Rightarrow u_s = \langle v_{basc} \rangle$

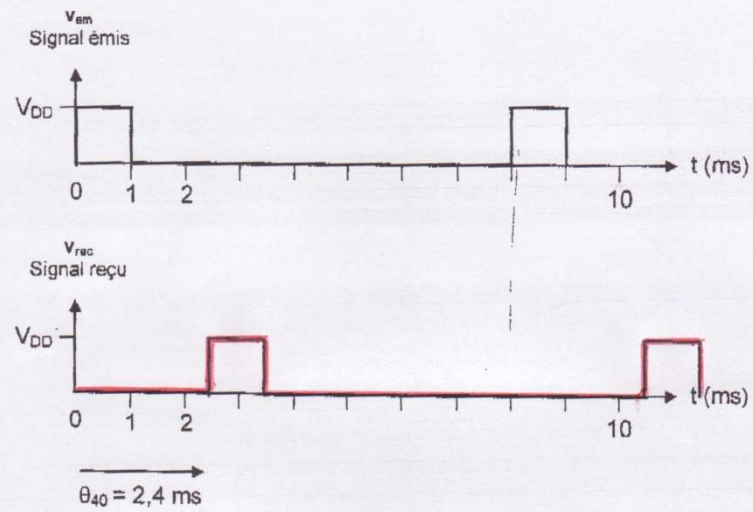
E – Synthèse

E.1.1 voir document réponse 6

E.1.2 au cours d'une marche arrière, l'avertissement sonore est d'abord discontinu à 2 Hz jusqu'à une distance de 40 cm, puis discontinu à 4 Hz jusqu'à 20 cm et enfin continu en deçà de 20 cm.

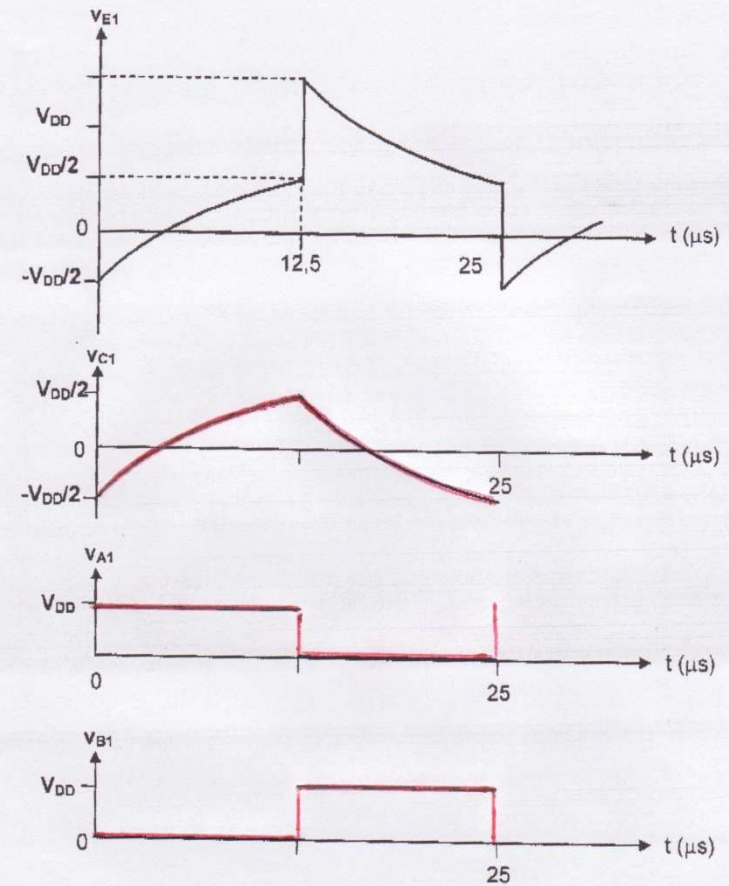
document réponse n°1

Pour une distance de 40 cm.



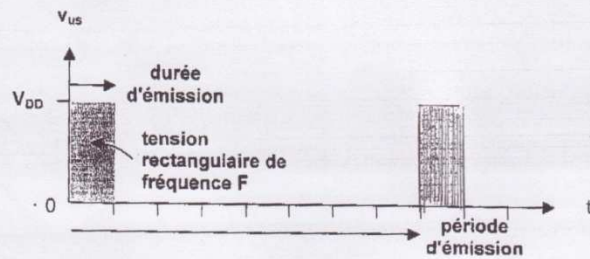
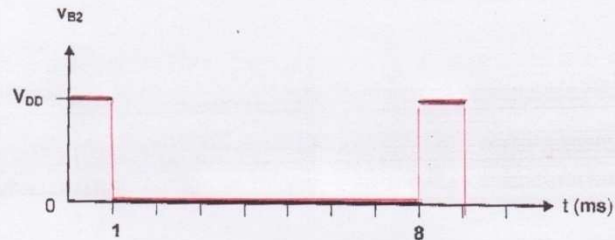
Document réponse 2

Oscillateur 40 kHz.



Document réponse 3

Générateur de trame.

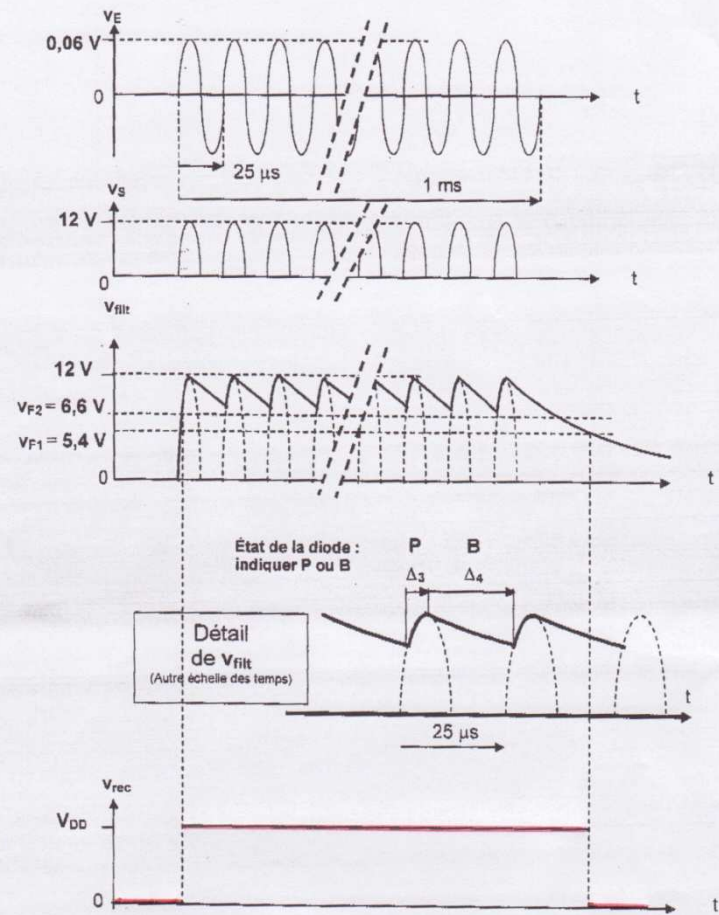


Phrase à compléter :

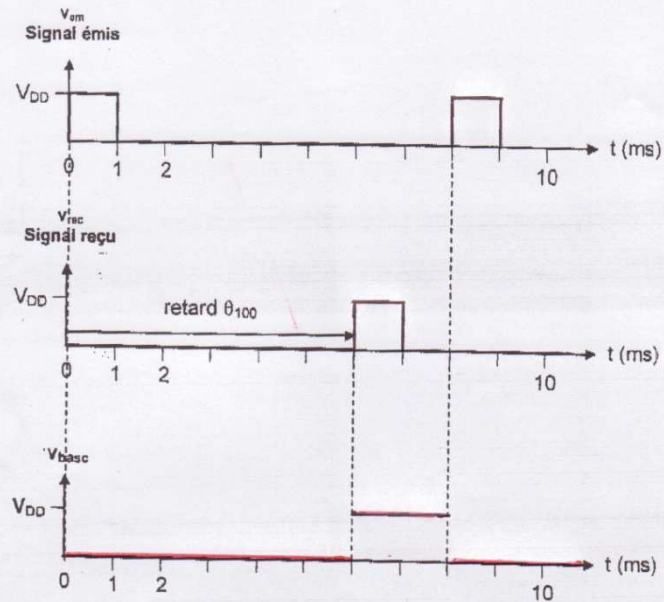
La tension v_{us} est constitué d'une tension rectangulaire de fréquence 40 kHz (fréquence F) produite pendant 1 ms (durée d'émission) toutes les 8 ms (période d'émission).

Document réponse 4

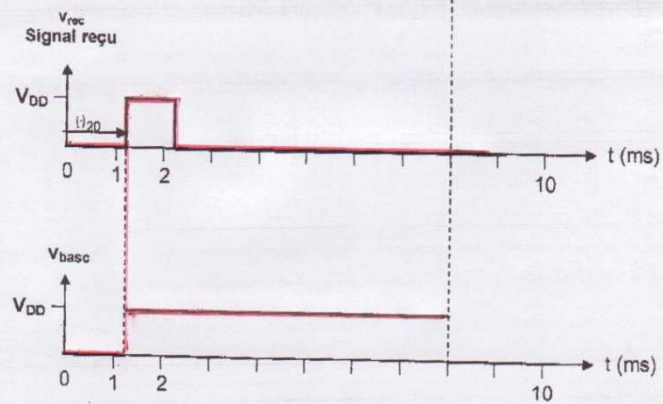
Mise en forme du signal reçu



Document réponse 5
Pour une distance de 1 m.

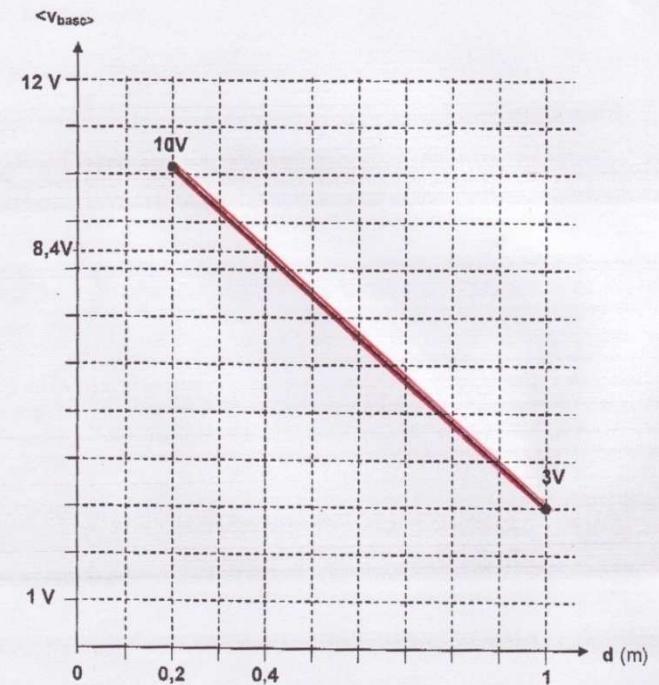


Pour une distance de 20 cm.



Document réponse 6

Caractéristique tension moyenne - distance



U_s	$+V_{DD}$	10,2 V	8,4 V	3 V
Avertissement sonore:	continu	discontinu rapide	discontinu lent	
distance d	$0 < d < 0,2m$	$0,2m < d < 0,4m$	$0,4m < d < 1m$	