Correction sujet session 2004
(correcteur : Jean Gasc site.physique.appliquee.free.fr)

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 : $\theta_{100} = 6$ ms

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

A.2. É tude du fonctionnement à distance variable

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

A.3. Pour une distance de 40 cm

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

b) voir document réponse 1

B – Étude de l'émission

B.1. Générateur 40 kHz

B.1.1. loi de la branche : $v_{E1} = v_{c1} + v_{B1}$

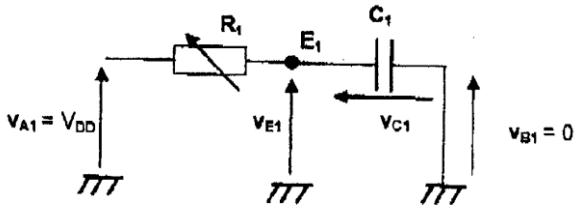
B.1.2. intervalle [0 ; 12,5µs[

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

b) $v_{B1} = 0$ 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=12,5µs : $v_{c1} = V_{dd}/2 = 6$ V

B.1.3. basculement à t = 12,5µs

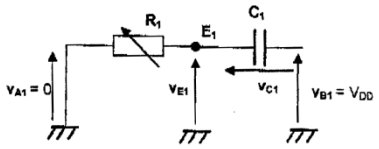
a) basculement puisque la tension d'entrée atteint la valeur du seuil + 6 V alors $v_{B2} = V_{dd} = 12$ V (inverseur)

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

B.1.4. intervalle [12,5 µs ; 25 µs[

a) v_{E1} = « 1 » ⇨ $v_{A1} = 0$ et $v_{B1} = V_{dd} = 12$ V
voir document réponse 2

b) charge du condensateur : schéma équivalent



B.2. Générateur de trame 125 Hz

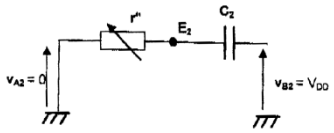
B.2.1. tension v_{A2} au niveau bas

a) tension $v_{B2} = V_{dd}$ (inverseur entrée à « 0 »)

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 : $\tau = r''.C_2$

f) si $\Delta_1 = \tau_1.\ln 3$ ⇨ $\Delta_1 = 9100.10^{-7}.\ln 3 =$ 1,0 ms

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

a) $\Delta_2 = r'.C_2.\ln 3 = 63{,}7.10^3.10^{-7}\ln 3 =$ 7,3 ms

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

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 $e^- = v_s.R_2/(R_2+R_3)$ comme $e^+=e^-$ (régime linéaire) il vient **$A_v = 1 + R_3/R_2$**

comme Av = 200 ⇨ R_3/R_2 =199 et $R_3 =$ **199 kΩ**

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 **$v_s = 0$ V**

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

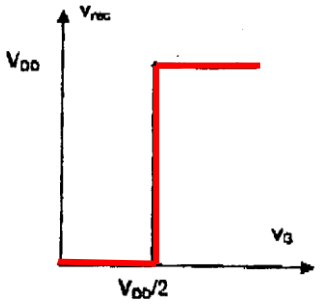
C.2. Détection de crête

C.2.1. si la diode est passante $u_D = 0$ 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 $v_G = v_F.R_6/(R_5+R_6) + v_{rec}.R_5.(R_5+R_6)$
d'où **$v_F = - v_{rec}.R_5/R_6 + v_G.(R_5+R_6)/R_6$**

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

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

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 $v_{basc100}$: $<v_{bac100bac}> =$ Aire/T = 12.2/8 = **3 V**

D.1.2. obstacle à 20 cm

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

b) rapport cyclique $\alpha_{20} = 6{,}8/8 = 0{,}85$
$\langle v_{bas20} \rangle = \alpha . V_{DD} = 12.0{,}85 = 10{,}2$ V

D.1.3. a) document réponse 6

b) pour une distande 40 cm on relève sur la courbe $\langle v_{basc40} \rangle = 8{,}4$ 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 passe-bas.

D.2.2 fonction de transfert complexe :
Le diviseur de tension conduit à $\underline{T} = \underline{Z}_{c3}/(R_7 + \underline{Z}_{c3}) = 1/(1 + R_7.\underline{Y}_{c3})$

$$\underline{T} = 1/(1 + jR_7C_3\omega)$$

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

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

D.2.4 la fréquence de coupure est $f_c = 1/2\pi R_7 C_3$ ⇨ $C_3 = 1/2\pi R_7 f_c = 1{,}0$ µF

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) ⇨ $u_s = \langle v_{basc} \rangle$

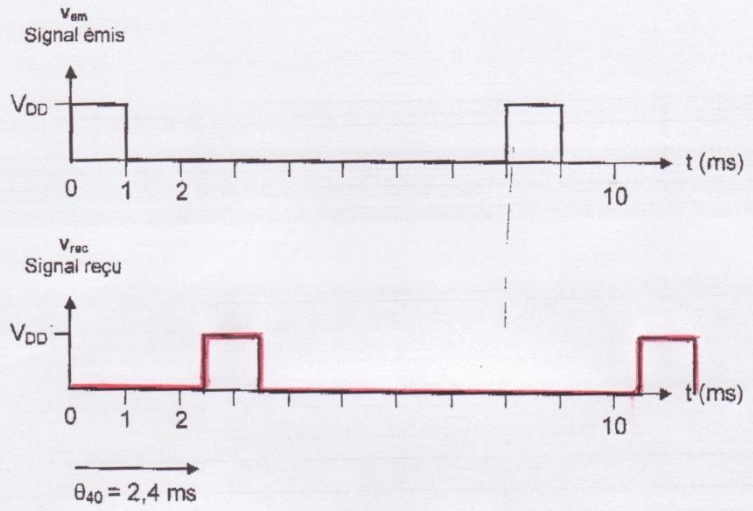
E – Synthèse

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.

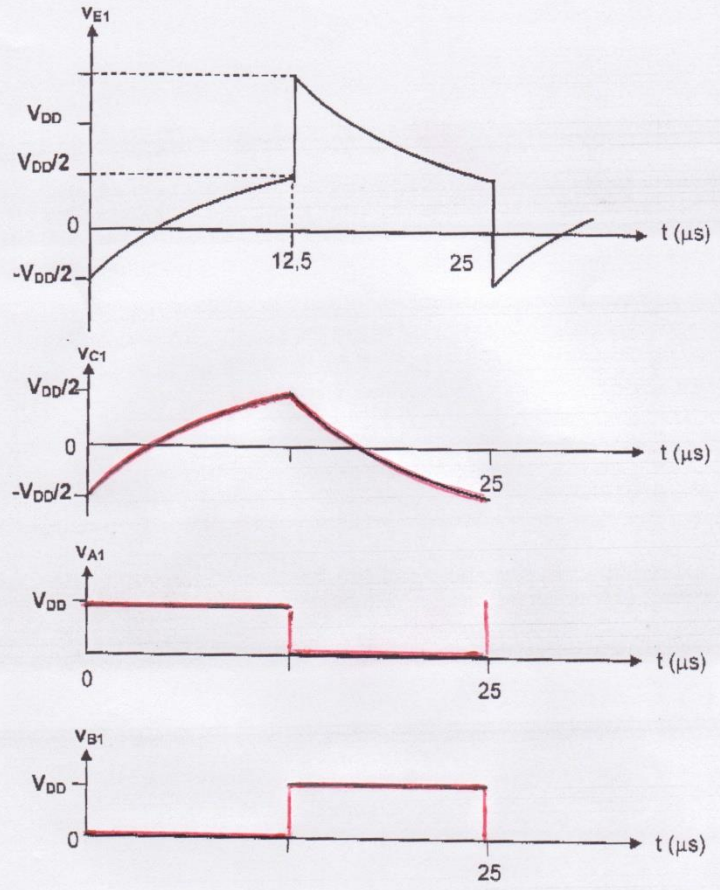
document réponse n°1

Pour une distance de 40 cm.



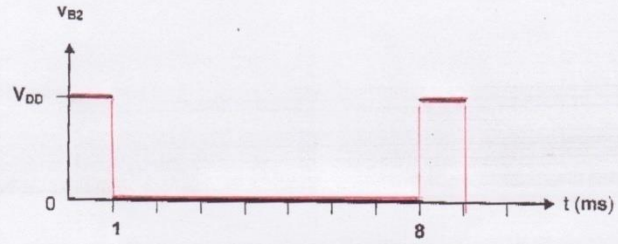
Document réponse 2

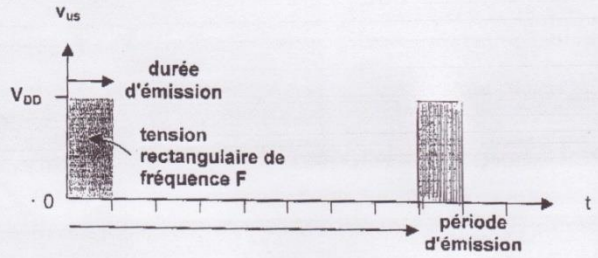
Oscillateur 40 kHz.



Document réponse 3

Générateur de trame.



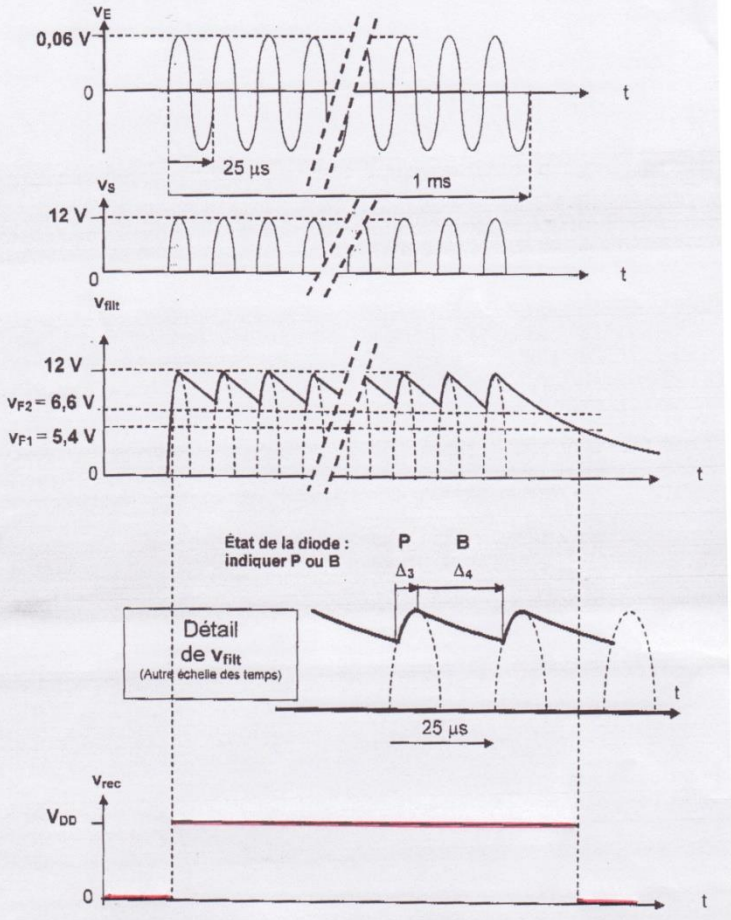


Phrase à compléter :

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**).

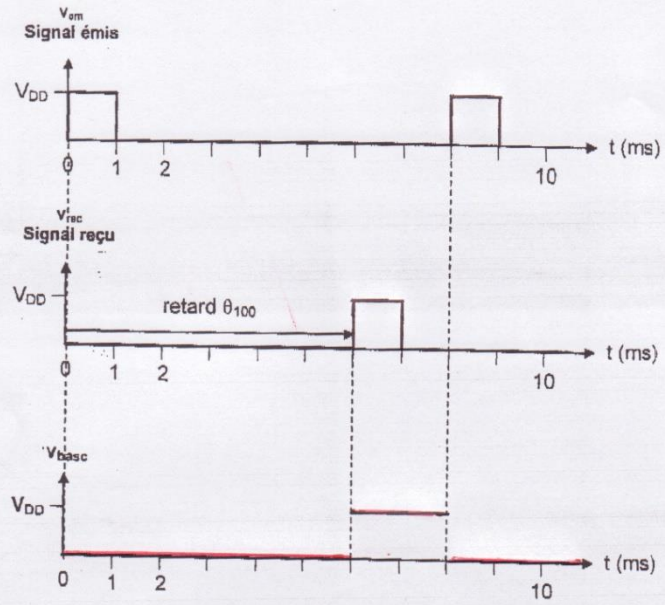
Document réponse 4

Mise en forme du signal reçu

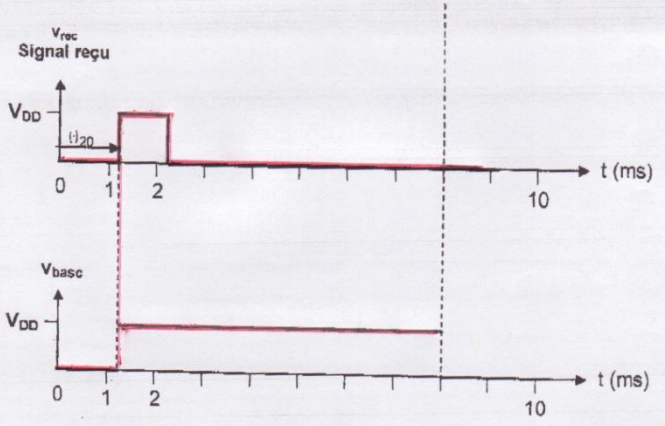


Document réponse 5

Pour une distance de 1 m.

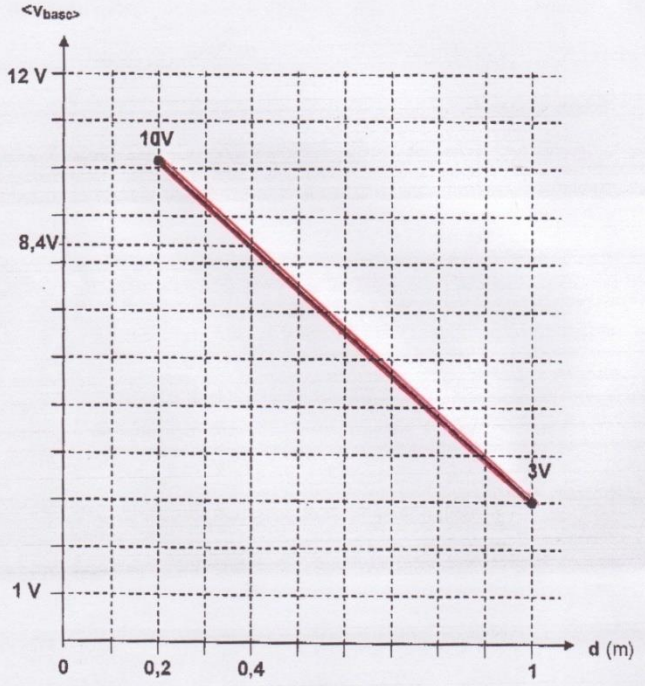


Pour une distance de 20 cm.



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	