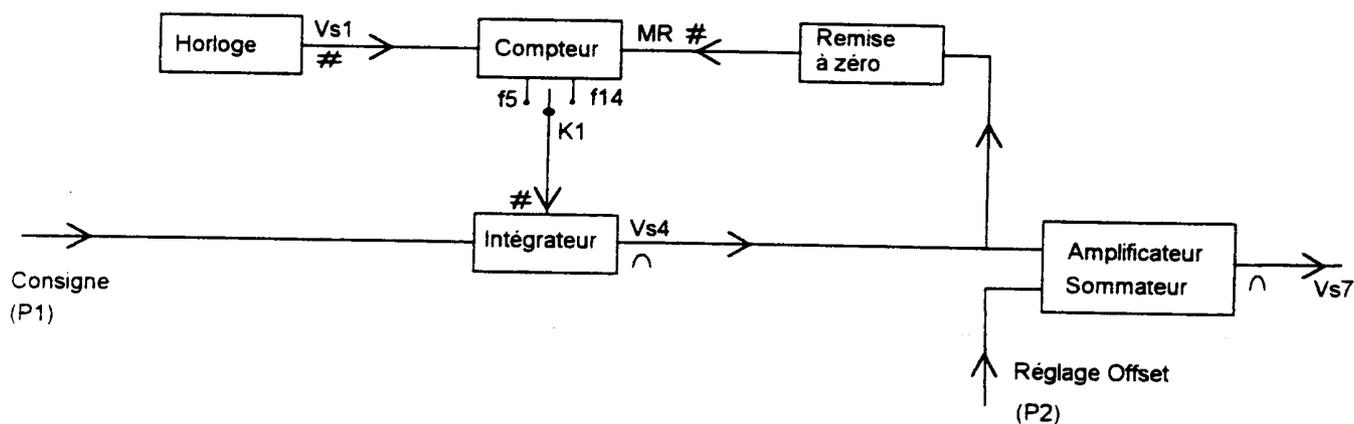


PARTIE B : ELECTRONIQUE

La partie électronique concerne l'alimentation de la cellule piézo-électrique. Celle-ci doit être soumise à une rampe croissante de tension, suivie d'une rampe décroissante pour retrouver la tension initiale. A ce signal, on doit pouvoir superposer un décalage réglable. Cela donne le signal V_{S7} représenté figure 1, page 12. Le temps de montée t_r est réglé à 10 ms pour une observation à l'oscilloscope ou à 5 s pour un enregistrement sur une table traçante.

Le schéma de principe est donné ci-dessous et le schéma structurel en figure 5, page 12.



Les circuits intégrés sont polarisés entre:

- V_{DD} et la masse pour CI 1, CI 2 et CI 6.
- V_{DD} et $-V_{EE}$ pour CI 3, CI 4 et CI 5.
- + 500 V et - 10 V pour CI 7.

Les différentes parties sont indépendantes.

1° ETUDE DE L'AMPLIFICATEUR SOMMATEUR.

Le dernier étage (CI 7) de la figure 5 amplifie la tension V_{S4} et lui ajoute un décalage réglable. L'amplificateur opérationnel utilisé est un composant spécial puisqu'il doit supporter une tension élevée, mais son fonctionnement est classique par ailleurs. Il sera supposé idéal.

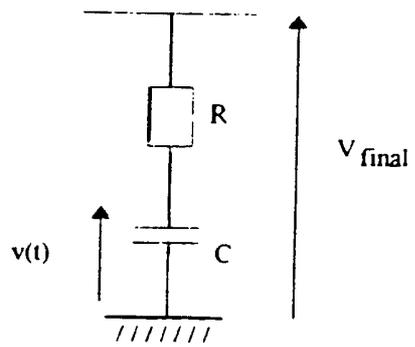
I-1 Donner l'expression littérale de la tension de sortie V_{S7} en fonction de la tension V_{S4} pour le décalage maximal.

I-2 Montrer que lorsque V_{S4} varie entre 0 et - 25 V la variation de la rampe de sortie V_{S7} est égale à 250 V.

ETUDE DE L'HORLOGE.

L'horloge est constituée des éléments R_1 , C_1 et du circuit intégré CI 1 (figure 5, page 12) qui est un inverseur à hystérésis (trigger) dont la caractéristique "tension de sortie" en fonction de la "tension d'entrée" est représentée figure 2, page 12.

La tension d'entrée de la porte, V_{e1} , oscille entre les seuils de commutation V_T^+ et V_T^- et la tension de sortie, V_{S1} , bascule entre 0 et V_{DD} (figures 3 et 4, page 12).



On rappelle que dans le circuit ci-contre, la tension aux bornes du condensateur initialement chargé à $V_{initial}$, s'exprime par :

$$v(t) = V_{final} + (V_{initial} - V_{final}) e^{-t/\tau}, \tau \text{ étant la constante de temps.}$$

Dans la documentation du composant on relève : $V_T^+ = 5,8V$ et $V_T^- = 4,5V$.
L'impédance d'entrée du circuit CI 1 est supposé infinie.

- II-1 Replacer sur le document réponse fourni, en concordance de temps, les tensions V_{e1} et V_{S1} des figures 3 et 4, page 12
- II-2 S'il n'y avait pas de basculement du trigger, vers quelles valeurs limites pourrait évoluer la tension V_{e1} ? Représenter ces évolutions en pointillé sur le document réponse.
- II-3 Déterminer la durée t_1 correspondant à l'état bas de V_{S1} .
- II-4 Un calcul analogue montre que la durée t_2 correspondant à l'état haut de V_{S1} est de $t_2 = 0,27 R_1 C_1$; montrer alors que la fréquence des signaux de sortie de CI 1 est $F = 1,6 \text{ kHz}$.

III° ETUDE DU COMPTEUR.

Dans la suite du problème, on garde pour la fréquence de l'horloge : $F = 1,6 \text{ kHz}$.
Le compteur binaire à 14 étages permet de faire une division de fréquence. La fréquence de la sortie Q_n est égale à la fréquence d'horloge divisée par 2^n . Un commutateur à 2 positions K_1 permet de sélectionner les sorties Q_5 et Q_{14} .

- III-1 Quelles sont les valeurs des deux fréquences que l'on peut sélectionner ? On les note F_5 et F_{14} .
- III-2 La croissance de la rampe V_{S7} se fait lorsque la sortie du compteur est à l'état bas. Calculer les durées t_r obtenues pour chaque position du commutateur K_1 .

ETUDE DE L'INTEGRATEUR.

-1 Réalisation de la rampe de durée t_r .

Pour réaliser la rampe, on utilise un montage intégrateur réalisé avec l'amplificateur opérationnel CI 4 supposé idéal. Celui-ci permet la charge (et la décharge) du condensateur C_2 à courant constant.

Le commutateur analogique à deux voies (CI 3) permet de passer de la charge à la décharge du condensateur et réciproquement; il est commandé par la tension de sortie du compteur : un niveau bas laisse le commutateur dans la position représentée sur le schéma. Quand l'entrée de commande du commutateur passe au niveau haut, les contacts basculent.

Lorsque l'on utilise la sortie Q_5 comme signal de commande de CI 3, l'interrupteur K_2 est fermé; il est ouvert, quand on utilise la sortie Q_{14} .

On suppose que le condensateur C_2 est déchargé initialement.

IV-1-a On néglige la résistance R_{ON} du commutateur analogique. Exprimer littéralement I , intensité du courant de charge du condensateur C_2 , pour la position extrême du curseur du potentiomètre P_1 (curseur à V_{DD}) dans le cas où K_2 est fermé. En déduire que l'intensité du courant est constante pendant la charge.

IV-1-b Exprimer littéralement en fonction du temps, la tension U_c aux bornes du condensateur. En déduire l'expression de la tension de sortie V_{S4} .

IV-1-c La valeur absolue de la tension de sortie de cet étage doit être limitée à 25 V.

- Lorsque $t_r = 10$ ms, calculer l'intensité maximale du courant de charge du condensateur. En déduire R_2 .
- Lorsque $t_r = 5$ s, on veut atteindre la même tension en fin de rampe. Calculer la valeur de la résistance R_3 mise en service dans ce cas.

IV-2 Retour à zéro.

Lorsque l'entrée de commande du commutateur analogique passe à l'état haut le circuit de charge du condensateur C_2 est modifié

IV-2-a Calculer la nouvelle intensité de courant dans le circuit en fonction de R_4 .

IV-2-b Indiquer qualitativement l'évolution de la tension V_{S4} .

V- SYNTHÈSE

La remise à zéro du compteur CI 2 est assurée par la partie du montage non étudiée (CI 5, CI 6.....), dès que la tension V_{S4} devient positive. Donner l'allure de V_{S4} en fonction du temps.

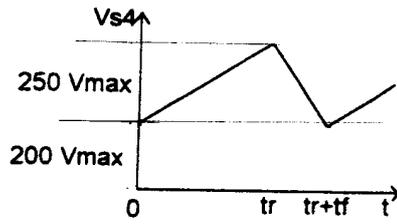


Figure 1

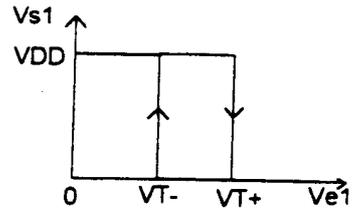


Figure 2

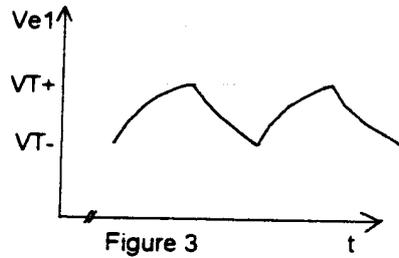


Figure 3

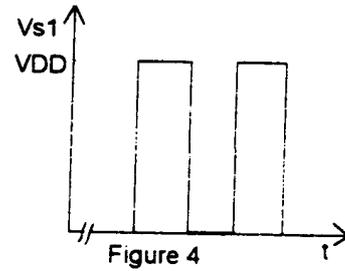


Figure 4

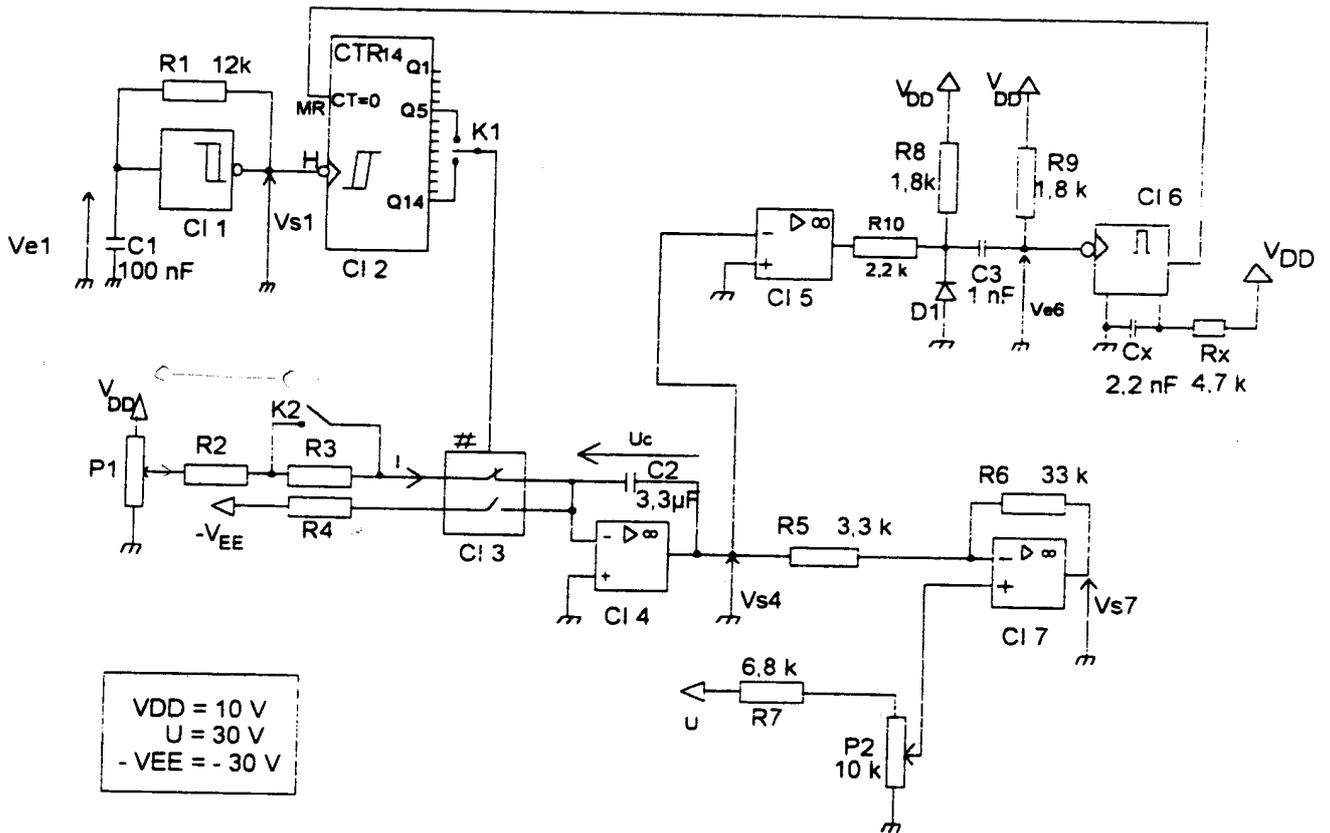


Figure 5