

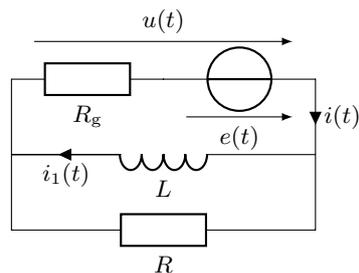
Travail demandé

à rendre le 20/09/2024

Chaque étudiant rend une copie même s'il n'est pas interdit de chercher les exercices en groupe.

Problème I - Électrocinétique et mesure*Ce sujet est extrait de l'épreuve de physique des Mines d'Albi, d'Alès de Douai et de Nantes 2008.***I.1. Modélisation linéaire d'un circuit**

I.1. Dans le circuit ci-dessous, l'intensité $i(t)$ fournie par le générateur se divise entre une inductance pure L (qui représente une bobine de résistance négligeable) et un résistor (résistance R); en respectant les notations du schéma, donner trois expressions de $u(t)$ en régime quelconque, en fonction de $i(t)$, $i_1(t)$ et des données.



I.2. La tension $e(-\infty < t < 0)$ est égale à une valeur constante notée E ; déterminer rapidement la tension $u(t = 0^-)$ ainsi que les intensités $i(t = 0^-)$ et $i_1(t = 0^-)$.

I.3. À $t = 0$, on « éteint » le générateur, qui devient équivalent à sa seule résistance interne (ce qui signifie qu'on a $e(t > 0) = 0$); établir l'équation différentielle régissant l'évolution ultérieure de $u(t)$, et faire apparaître la constante de temps τ du circuit.

I.4. En utilisant une propriété remarquable d'une grandeur - propriété à préciser, déterminer $u(t = 0^+)$.

I.5. Déterminer complètement $u(t > 0)$ puis donner l'allure de la représentation graphique de u pour $t \in [-10\tau, 10\tau]$.

I.2. Générateur et oscilloscope

On s'intéresse à quelques caractéristiques de ces deux appareils essentiels.

I.6. On dispose d'un voltmètre de très grande résistance interne (considérée infinie), d'un générateur de tension (GBF) et de boîtes de résistances réglables. La force électromotrice du générateur étant fixée (en continu), on effectue entre ses bornes les deux mesures suivantes, la charge étant le réseau passif connecté aux bornes du générateur :

- mesure (1) : on mesure une tension $U = 6 \text{ V}$ pour une résistance de charge infinie ;
- mesure (2) : on mesure une tension de 3 V pour une charge égale à 50Ω .

Déduire de ces mesures la résistance interne R_g et la force électromotrice E du générateur étudié.

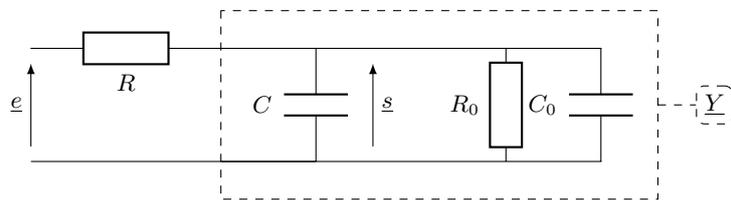
I.7. On alimente désormais par ce générateur une association RC série, en régime sinusoïdal de pulsation ω réglable. Quelle sera, en module, l'impédance de charge minimale du générateur ? À quelle condition (qualitative) pourra-t-on considérer le générateur comme idéal ?

On supposera cette condition remplie dans la suite, avec $R = 4.7 \text{ k}\Omega$ et $C = 22 \text{ nF}$.

I.8. En l'absence d'oscilloscope branché sur le circuit, déterminer la fonction de transfert complexe en tension H si la grandeur de sortie est la tension aux bornes du condensateur ; quel est le filtrage ainsi réalisé ? Comment définit-on la pulsation de coupure ω_c d'un filtre de cette nature et comment s'exprime-t-elle ici ?

Application numérique : calculer la fréquence de coupure du filtre.

I.9. On utilise un oscilloscope dont les caractéristiques d'entrée sont indiquées : « $1 \text{ M}\Omega$, 25 pF » ; dans la suite, on désigne par R_0 et C_0 la résistance et la capacité correspondantes. Cet appareil, branché sur le filtre précédent, correspond ainsi au circuit suivant :



Déterminer simplement le gain en tension à basse fréquence, noté H_0 .

I.10. Exprimer l'admittance complexe $\underline{Y} = 1/\underline{Z}$. Quelle est la limite à basse fréquence du déphasage de la tension s par rapport à l'intensité i parcourant le dipôle équivalent d'admittance \underline{Y} ?

I.11. Déterminer la nouvelle fonction de transfert $\underline{H}' = s/e$ sous la forme $H_0/(1 + j\omega/\omega_0)$ (on pourra s'aider du calcul de \underline{Y}).

I.12. Comparer H_0 et la nouvelle fréquence de coupure aux valeurs précédentes (question 8), et conclure quant à l'utilisation de l'oscilloscope pour étudier le filtre RC .

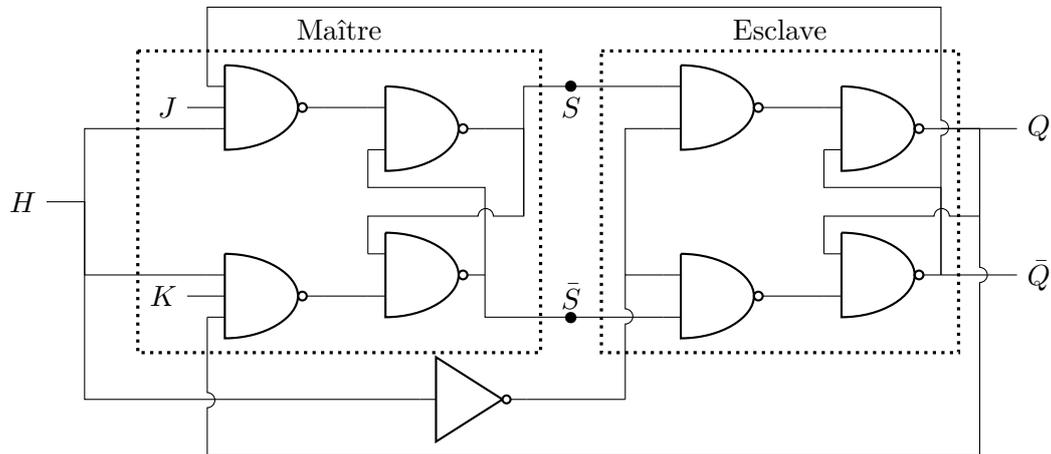
Problème II - Bascule JK

Les bascules RS et D présentent un certain nombre d'inconvénients. En particulier, il est souvent gênant quand on utilise ces bascules en cascade (compteur) que les sorties changent d'état au moment où les niveaux d'entrée des bascules suivantes devraient être fixes.

Pour cette raison on a développé la structure maître-esclave qui comporte deux bascules en cascade avec une réaction croisée entre les sorties de la bascule esclave et les entrées de la bascule maître. La première (maître) change d'état sur un front montant de l'horloge alors que l'esclave est bloquée puisque son signal d'horloge est à 0. Sur le front descendant la bascule esclave prend l'état de la bascule maître (le signal d'horloge de l'esclave est à 1). La bascule maître enregistre le signal sur un front montant et le transmet aux sorties finales sur le front descendant. Il y a un effet de « tampon » qui permet l'utilisation en compteur. Cela permet de plus de se protéger contre des fluctuations non désirées en entrée.

La bascule JK comporte deux entrées de commande, une entrée horloge H et deux sorties complémentaires. Les entrées J et K permettent de placer la bascule dans un état stable défini. Cette bascule est surtout utilisée pour la division de fréquences et la réalisation de compteurs.

On considère le circuit logique suivant.



- II.1.** On suppose que $H = 1$, quel est le rôle de la bascule esclave ? Que dire de la valeur de Q ?
- II.2.** On suppose que $H = 0$, quel est le rôle de la bascule maître ? Que dire de la valeur de S ?
- II.3.** H est un signal d'horloge. Il passe périodiquement de l'état 1 à l'état 0 sous la forme d'un signal créneau. Déduire de ce qui précède le principe de fonctionnement de la bascule.
- II.4.** On se place à $H = 0$, donner la valeur de Q en fonction de S . À quoi sert la bascule esclave ?
- II.5.** On se place à $H = 1$. Préciser la valeur des trois entrées des portes NAND d'entrée puis donner dans une table de vérité la sortie Q_+ selon les valeurs J et K d'entrée.

Problème III - Numérisation et traitement du signal

Ce sujet est extrait de l'épreuve de physique CCS 2 2024.

Ce sujet est totalement hors programme car il part du principe que les ALI sont du cours, ce qui n'est pas le cas. Pour traiter cette partie, reportez vous au complément de cours sur les ALI.

IV Numérisation et traitement du signal

Le signal fourni par la guitare électrique est finalement numérisé puis traité. On considère dans tout ce qui suit que ce signal est une tension positive comprise entre 0 V (potentiel de la masse) et V_{cc} (potentiel haut). On étudie, en premier lieu, un convertisseur analogique numérique de type flash. Le schéma de la figure 10 représente le circuit électronique d'un convertisseur flash sur deux bits.

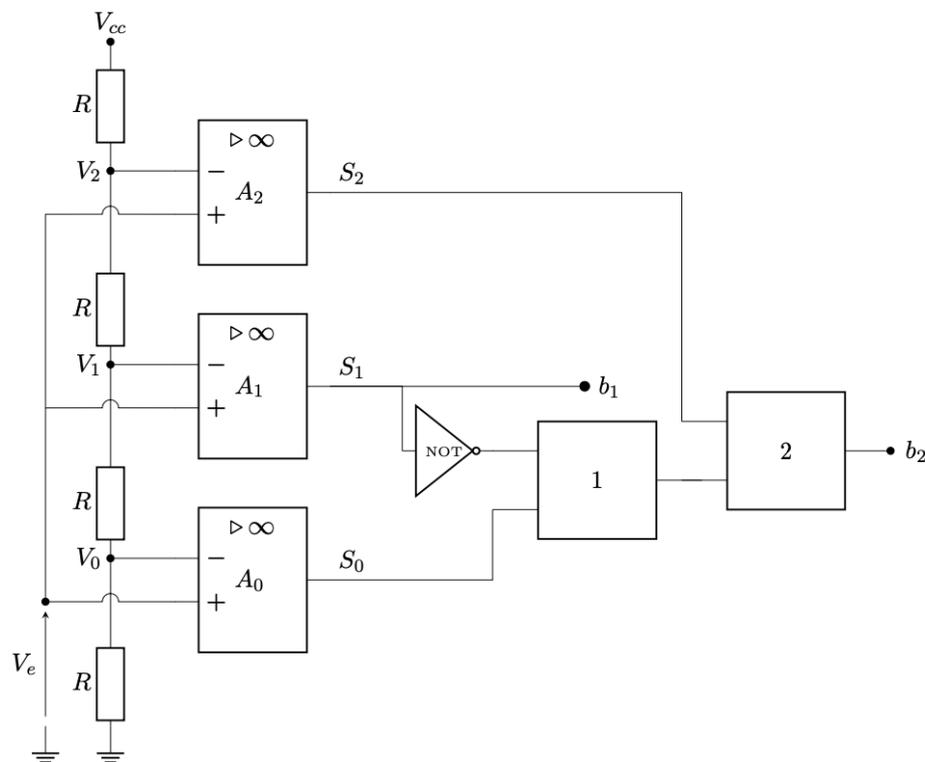


Figure 10

Q 41. Justifier que les tensions V_0 , V_1 et V_2 valent respectivement $\frac{1}{4}V_{cc}$, $\frac{1}{2}V_{cc}$ et $\frac{3}{4}V_{cc}$.

Dans la figure figure 10, la porte 1 réalise la fonction ET et la porte 2 la fonction OU.

Q 42. Reproduire et compléter la table de vérité ci-dessous relative au convertisseur flash.

	S_0	S_1	S_2	b_0	b_1
$0 < V_e < \frac{1}{4}V_{cc}$					
$\frac{1}{4}V_{cc} < V_e < \frac{1}{2}V_{cc}$					
$\frac{1}{2}V_{cc} < V_e < \frac{3}{4}V_{cc}$					
$\frac{3}{4}V_{cc} < V_e$					

Q 43. La norme **Hi-Res Audio** des fichiers audios (utilisé dans les fichiers .flac, par exemple) impose un encodage sur 24 bits à une fréquence égale ou supérieure à 96 kHz. Combien d'amplificateurs linéaires intégrés seraient nécessaires pour réaliser un convertisseur flash sur 24 bits ?

En pratique, il n'existe pas dans le commerce de convertisseur flash sur plus de 12 bits (au delà, ils seraient trop chers et trop encombrants). On peut, néanmoins, mettre à profit leur grande rapidité de conversion dans des convertisseurs pipeline semi-flash. Prenons l'exemple du convertisseur pipeline 24 bits à trois étages représenté à la figure 11. E/B désigne un circuit échantillonneur bloqueur, CAN un convertisseur analogique numérique flash 8 bits et CNA un convertisseur numérique analogique 8 bits.

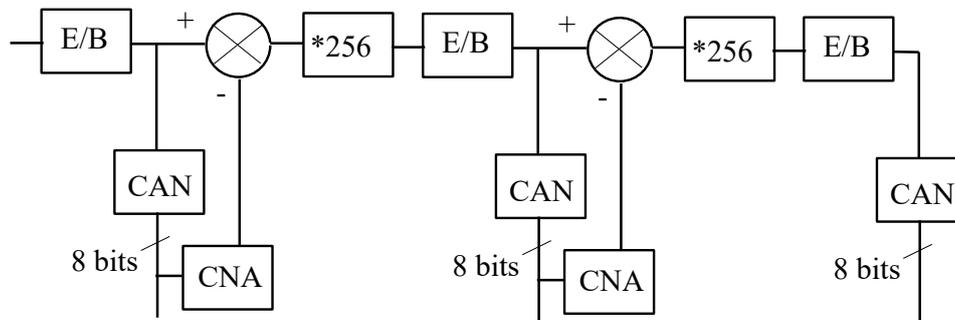


Figure 11

Le premier étage détermine les valeurs des 8 bits de poids fort, l'étage suivant les valeurs des 8 bits suivants, enfin le dernier étage détermine les valeurs des 8 bits de poids faible. Trois circuits échantillonneurs bloqueurs sont intercalés afin de synchroniser les trois conversions. Un échantillonneur bloqueur peut être réalisé selon le schéma de la figure 12, dans lequel l'interrupteur K est commandé par une tension créneau, appelé signal d'horloge, à la fréquence d'échantillonnage f_e .

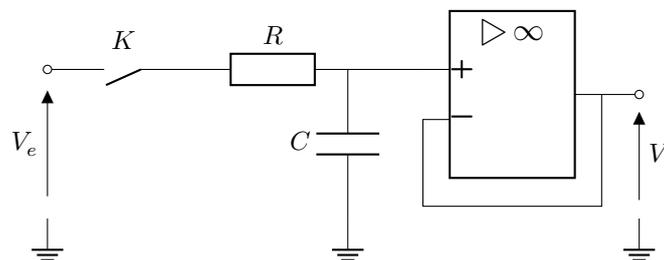


Figure 12

On suppose K fermé et le condensateur initialement déchargé. De plus, on suppose que les variations temporelles de $V_e(t)$ sont très lentes devant le produit RC .

Q 44. Au bout de combien de temps le condensateur atteint-il la tension V_e à 99% ? En déduire une contrainte sur le produit RC pour que u_C diffère de V_e de moins de 1% à chaque front descendant du signal d'horloge .

Q 45. Que vaut la tension de sortie lorsque l'interrupteur est ouvert ? Quel est l'intérêt de ce circuit ?

Q 46. La tension d'horloge pilotant l'interrupteur K est réalisée à l'aide du circuit de la figure 13. L'interrupteur I est fermé pour Q à l'état bas, et ouvert quand Q est à l'état haut et ainsi qu'à la mise sous tension. Tracer le chronogramme de la tension u_C , des entrées R , S et de la sortie Q , en partant de l'état initial $R = 0$, $S = 1$, I ouvert et $u_C = 0$. On tracera l'allure des chronogrammes sans chercher l'expression littérale de U_c au cours du temps.

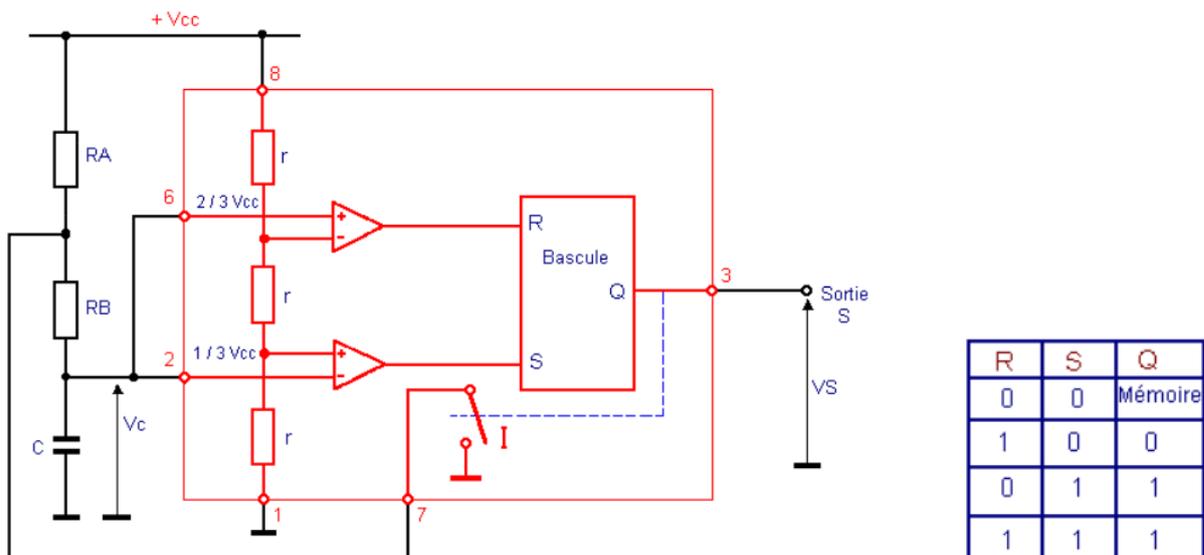


Figure 13

Q 47. Comment choisir R_A et R_B pour obtenir un signal d'horloge en forme de peigne (*i.e.* signal créneau pour lequel le temps à l'état haut est faible devant le temps à l'état bas) ?

Q 48. Le flanger est un effet sonore obtenu en additionnant au signal d'origine ce même signal mais légèrement retardé. De plus, ce retard est lentement modulé dans le temps. Ainsi, pour un signal d'entrée $e(t)$, le signal de sortie est $s(t) = e(t) + e(t + \tau)$ avec $\tau = \tau_0 + \delta\tau \sin \omega t$ et $\delta\tau < \tau$.

Proposer une fonction Python

```
phaser(e : list, omega : float, tau : float, dtau : float) -> list :
```

qui prend, respectivement, en argument :

- le signal $e(t)$ numérisé à la période d'échantillonnage T_e et stocké sous forme de liste ;
- ω la pulsation de la modulation ;
- τ_0 la valeur moyenne du déphasage ;
- $d\tau$ l'amplitude du déphasage ;

et qui renvoie le signal filtré sous forme de liste. On supposera que e a été enregistré pendant une durée grande devant τ et que la fréquence d'échantillonnage a déjà été définie dans une variable globale f_e .