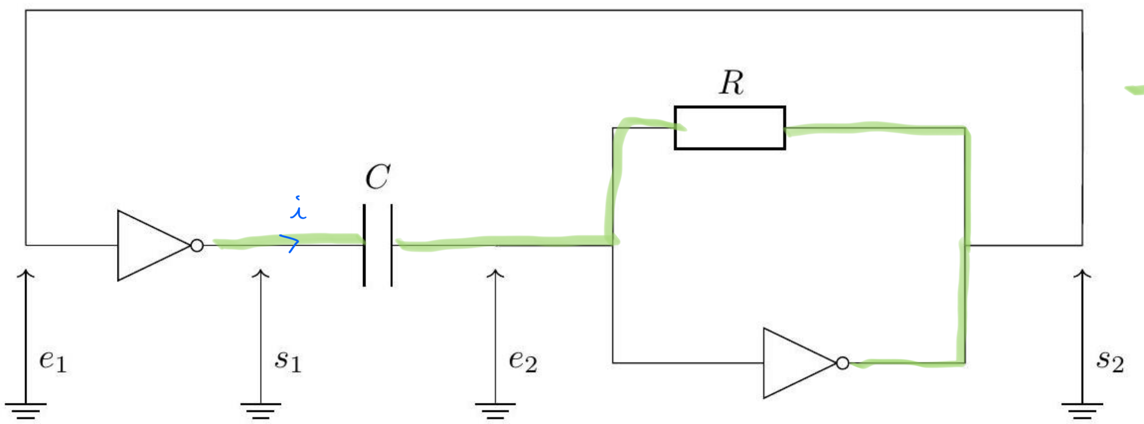
Oraux MPI 2025

CCINP

[1]

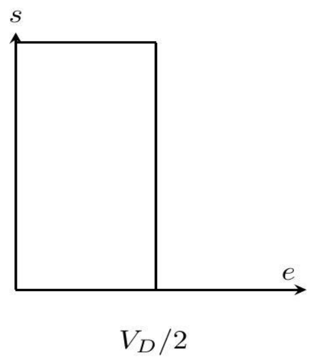
On considère le montage ci-dessous, constitué de deux portes NOT en cascade, d'un condensateur C entre les deux portes, d'une résistance R en parallèle de la seconde porte, et d'une rétroaction directe de la sortie s_2 vers l'entrée e_1 :



$i \neq 0$

Les portes NOT sont supposées idéales, alimentées entre 0 et V_D, avec la caractéristique fournie ci-après : la sortie vaut V_D tant que l'entrée est inférieure à $V_D/2$, et bascule à 0 dès que l'entrée dépasse $V_D/2$. Les entrées des portes ont une impédance d'entrée infinie (aucun courant absorbé).

Caractéristique de la porte NOT

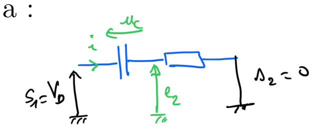


1 - Réaliser une porte NOT à l'aide d'une (ou plusieurs) porte(s) NAND. Justifier à l'aide d'une table de vérité.

2 - On suppose dans la première partie de cette question qu'il existe un état stationnaire dans le circuit : justifier qu'une telle hypothèse conduit à une contradiction et qu'il ne peut exister d'état stationnaire. Le circuit est-il astable, ~~monostable~~ ou ~~bistable~~ ? état stable $\rightarrow$ $C\frac{du_c}{dt} = 0 \Rightarrow i = 0$ et $e_2 = s_2$ impossible

3 - Pour la suite, on suppose qu'à $t = O^+$ le circuit vient de basculer et qu'on a :

$$e_2(0^+) = \frac{3V_D}{2} \ , \ s_2(0^+) = 0$$



Donner l'expression de $e_2(t)$ pour $t \geq 0$ tant que le circuit reste dans cette phase.

4 - En déduire le comportement global du circuit puis l'expression de sa période T d'oscillation.

$\hookrightarrow$ $T = 2RC \ln 3$

[2]

On considère un système constitué de deux solénoïdes supposément infinis (l'un dans l'autre) d'inductance et de résistance respective de L_1, R_1 et L_2, R_2.

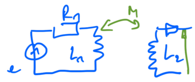
$B = \mu_0 n i$ pour un solénoïde infini + th. de superposition

1 - Déterminez le champ magnétique dans tout l'espace.

2 - En déduire une expression de L_1, L_2, et de l'inductance mutuelle M.] il faut considérer une portion de hauteur H de solénoïde $L_1 = \mu_0 \frac{N_1^2}{H} \pi a^2$, $M = \mu_0 \frac{N_1 N_2}{H} \pi b^2$

3 - On soumet la bobine 1 à une tension $e = E.\cos(\omega t)$, on observe la tension aux bornes de la deuxième bobine avec un oscilloscope de grande impédance d'entrée.

Quel est le déphasage φ entre la tension observée et la tension d'entrée $e(t)$?



circuit ouvert (oscillo) $\to i_2 = 0$

$\varphi \in \left(\frac{\pi}{2}, \pi\right)$

$\underline{e} = (R_1 + jL_1\omega)\, i_1$ $\quad$ $\underline{s} = jM\omega\, i_1$

[3]

On considère un circuit constitué de deux impédances complexes Z_1 et Z_2 associées en série. Une tension d'entrée u_e est appliquée aux bornes de l'association série, et on mesure la tension de sortie u_s aux bornes de Z_2.

1 - Schématiser le circuit en indiquant clairement u_e, u_s, Z_1 et Z_2.

2 - Exprimer la fonction de transfert $\underline{H}(j\omega) = \frac{u_s}{u_e}$ en fonction de Z_1 et Z_2. $\quad \underline{H} = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$

$\underline{H} = \frac{1}{1 + Z_2^{-1} Z_1}$

3 - On suppose que :

— Z_1 est l'association série d'un condensateur C et d'une résistance R.

— Z_2 est l'association parallèle de ce même condensateur et de la même résistance.

Étudier le comportement asymptotique de $\underline{H}(j\omega)$ en basse fréquence (BF) et en haute fréquence (HF). En déduire la nature du filtre ainsi réalisé.

Établir l'expression de la fonction de transfert. $\quad \underline{H} = \frac{1/3}{1 + \frac{1}{3} j \left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$ avec $\omega_0 = \frac{1}{RC}$

3 - À quelle condition sur C les tensions u_s et u_e sont-elles en phase ? Quelle est alors l'amplitude de sortie ?

$\to$ pour $\omega = \omega_0$ et on a alors $U_s = \frac{1}{3} U_e$

[4]

Nous étudions la colorimétrie d'un potiron pour une certaine molécule qui donne la couleur orange au potiron. On va considérer un puits de potentiel infini de longueur L. On considère que le potentiel est infini lorsque $x < 0$ et $x > L$ et nul lorsque $0 < x < L$.

1 - Donner l'équation de Schrödinger indépendante du temps. Préciser son écriture dans les différents domaines.

2 - Utiliser la résolution de l'équation de Schrödinger dans la zone $0 < x < L$ pour déterminer ses niveaux d'énergie E_n en fonction d'un certain nombre n.

3 - Exprimer la longueur d'onde d'un photon émis lors du passage d'un électron d'un niveau n_2 vers un niveau $n_1 < n_2$.

$-\frac{\hbar^2}{2m}\varphi'' + V\varphi = E\varphi \Rightarrow \varphi'' + k^2\varphi = 0$ avec $\frac{\hbar^2 k^2}{2m} = E$] pour $x \in]0, L[$

$\varphi(0) = \varphi(L) = 0 \Rightarrow kL = n\pi$

$\to E_n = \frac{\hbar^2 \pi^2 n^2}{2m L^2}$ $\qquad$ $E_{n_2} - E_{n_1} = \frac{hc}{\lambda_{2\to 1}}$

[5]

On considère la terre et le soleil comme des corps noirs, et on considère également que l'activité des roches nucléaires de la terre lui apporte une puissance p (de l'ordre de 10^{-6}W.m^{-3}).

1 - Rappeler la loi de Stefan et la loi de Wien.

2 - Quelle est la puissance fournie par le soleil ?

3 - Quelle est la puissance que le soleil fournit à la terre ?

4 - En négligeant l'atmosphère, exprimer et calculer la température terrestre.

5 - En déduire la longueur d'onde correspondant au maximum d'émission de la terre ?

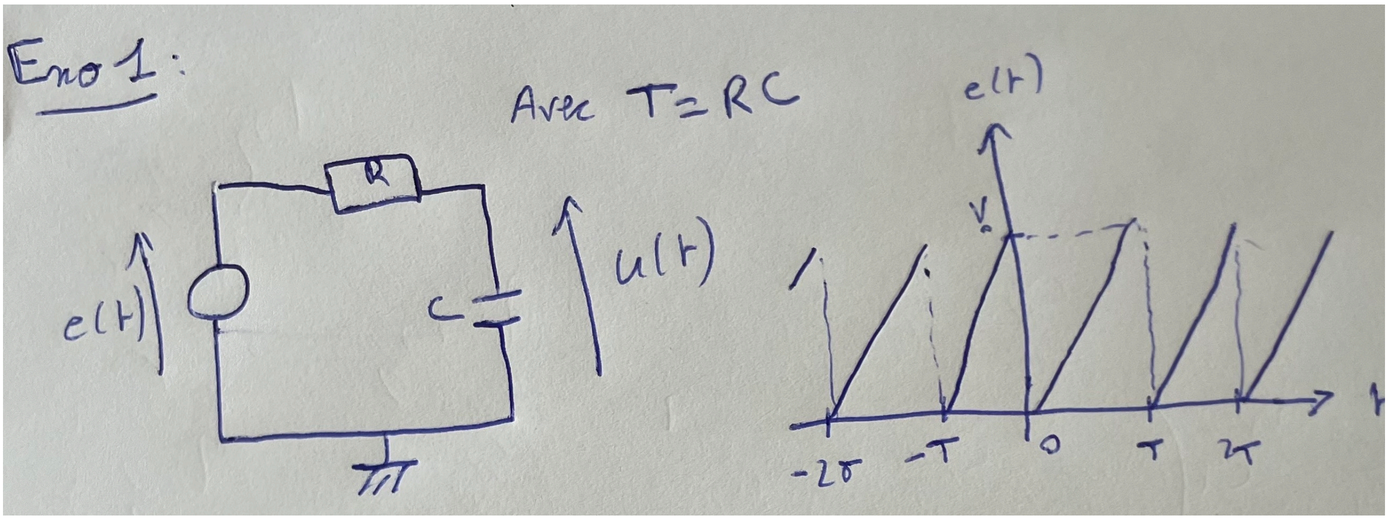
6 - À partir de la question précédente, proposez une manière d'améliorer notre modèle, et exprimer et calculer alors la température. (Réponse acceptée : on considère l'atmosphère)

Mines Ponts - Centrale

Questions de cours - Mines Ponts

— Référentiels non galiléens.
— Énergie potentielle effective dans un champ de force centrale.
— Lois de Coulomb pour le frottement solide.

[1]



On se place dans le cas $T = RC$.
1 - Déterminer $u(t)$ dans ce régime périodique sur une période $[0, T[$ et représenter $u(t)$ sur une période. On considèrera qu'un dispositif annexe permet de décharger le condensateur très rapidement tous les $t = nT$.

2 - On donne les premiers termes de la décomposition en série de Fourier du signal $e(t)$:

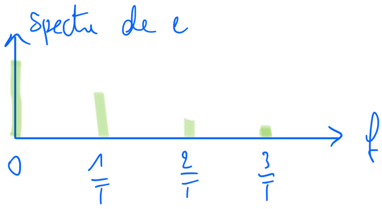
$$e(t) = \frac{V_o}{2} - \frac{V_o}{\pi}\sin\left(\frac{2\pi t}{T}\right) - \frac{V_o}{2\pi}\sin\left(\frac{4\pi t}{T}\right) - \frac{V_o}{3\pi}\sin\left(\frac{6\pi t}{T}\right)$$

a - Représenter le spectre de $e(t)$.
b - En déduire celui de $u(t)$.
3 - *Proposer une méthode pour déterminer le coefficient d'ondulation :*

$$\alpha = \frac{(< u^2 > - < u >^2)^{1/2}}{< u >}$$

$RC \frac{du_c}{dt} + u_c = \frac{V_0}{T} t$ → on cherche une solution particulière $u_{c,p} = a t + b$

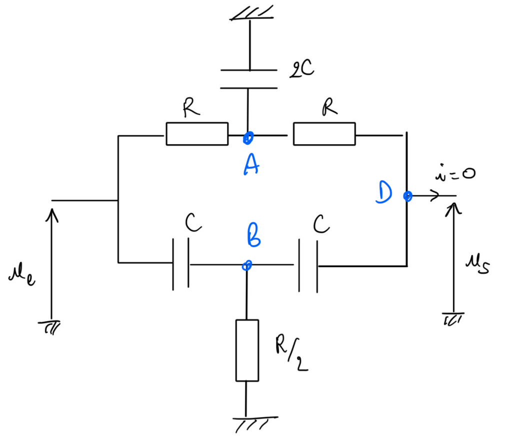
2.a)



3) On peut calculer les intégrales (ipp) mais c'est un peu lourd.
↳ calcul numérique

[2]

Déterminer la fonction de transfert du filtre ci-dessous.



→ lois des noeuds en terme de potentiel en A, B et D (corrigé détaillé)

[3]

On considère une spire retenue par un fil avec une rotation dont la normale est verticale et un champ magnétique uniforme perpendiculaire à la verticale. La spire tourne initialement à la vitesse ω_o et son moment d'inertie est J.

1 - Déterminer le mouvement de la spire.

TMC $J\ddot{\theta} = \Gamma_{laplace}$ avec $\vec{\Gamma}_{laplace} = \vec{\mathcal{M}} \wedge \vec{B}$

+ équation électrique $e = Ri$ avec $e = -\frac{d\Phi}{dt}$

2 - Étudier les positions d'équilibre.

$\vec{\mathcal{M}}$ aligné sur $\vec{B}$ et de même sens → équi. stable ($\mathcal{E}_p = -\vec{\mathcal{M}} \cdot \vec{B}$)

3 - Faire un bilan d'énergie.