Réalisation d'une balise

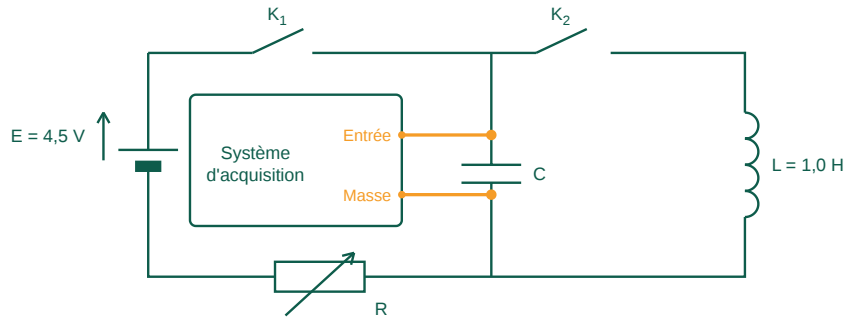
Bac S 2012 Polynésie (ancien programme) · Exercice 2 **5 points** **Durée conseillée 1 h 05**

1.1 Faire figurer sur l'annexe 2 les branchements du système d'acquisition permettant de suivre u_C lors de la charge.

Le système d'acquisition se branche en dérivation aux bornes du condensateur : l'entrée (voie de mesure) sur l'armature reliée à K_1 et K_2, la masse sur l'autre armature, du côté de la résistance R.

Entrée sur l'armature du haut, masse sur l'armature du bas (schéma ci-contre).

PIÈGE
Un système d'acquisition mesure une tension, comme un voltmètre : il se place en dérivation. L'intercaler dans un fil du circuit est faux.



1.1 · Annexe 2 complétée : branchement du système d'acquisition (en orange)

1.2 À partir de la courbe $u_C = f(t)$ de l'annexe 2, déterminer la constante de temps τ en précisant la méthode.

Données utiles $E = 4{,}5$ V

Méthode des 63 % : à $t = \tau$, la tension atteint 63 % de sa valeur finale E.

$u_C(\tau) = 0{,}63 \times E = 0{,}63 \times 4{,}5 = 2{,}8$ V

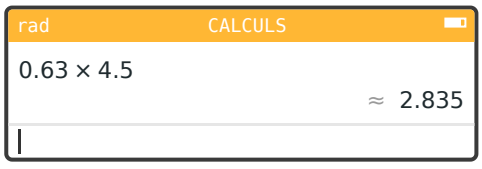
On trace l'horizontale $u_C = 2{,}8$ V ; elle coupe la courbe en un point dont on lit l'abscisse.

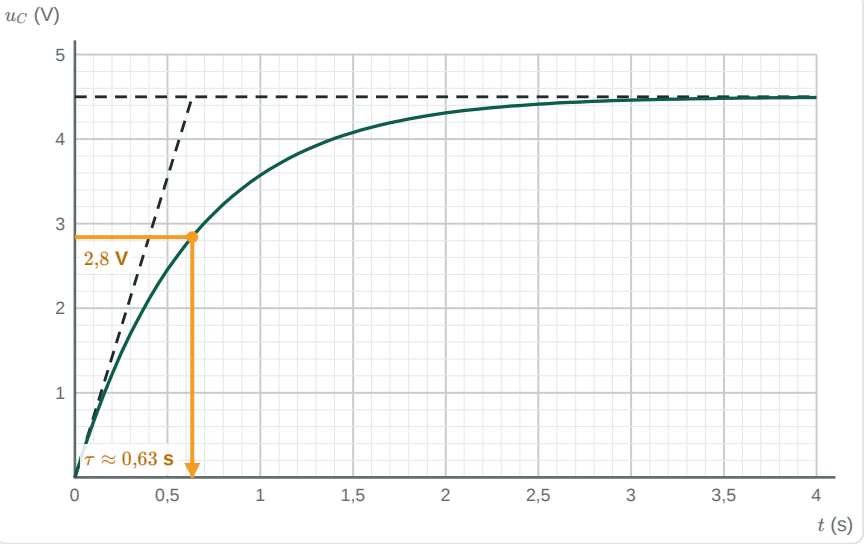
$\tau \approx 0{,}63$ s

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme $E = 4{,}5$ V.
Une lecture entre 0,60 s et 0,66 s est acceptable sur ce graphique.

MÉTHODE
Autre méthode admise : la tangente à l'origine coupe l'asymptote $u_C = E$ à la date $t = \tau$. Les deux lectures se recoupent.

À LA CALCULATRICE





1.2 · Annexe 2 : lecture de τ par la méthode des 63 %

1.3 Donner l'expression littérale de τ. Avec $R = 100\ \Omega$, calculer C.

Données utiles $R = 100\ \Omega$; $\tau = 0{,}63$ s (1.2)

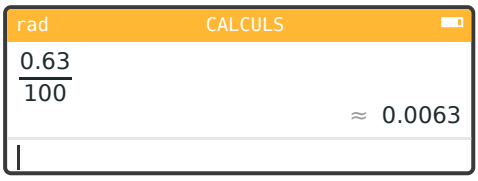
$\tau = RC$, donc $C = \dfrac{\tau}{R}$

$C = \dfrac{0{,}63}{100} = 6{,}3 \times 10^{-3}$ F

$\boxed{C = 6{,}3 \times 10^{-3}\ \text{F} = 6{,}3\ \text{mF}}$

COMPRENDRE
Contrôle avec la partie 3 : $T_0 = 0{,}50$ s et $L = 1{,}0$ H donnent $C = \dfrac{T_0^2}{4\pi^2 L} \approx 6{,}3$ mF.

À LA CALCULATRICE



1.4 Indiquer comment procéder pour charger plus rapidement ce condensateur.

La charge est pratiquement terminée au bout de 5τ. Pour charger plus vite, il faut diminuer $\tau = RC$.

Le condensateur étant imposé, on diminue la valeur de la résistance réglable R.

$\boxed{\text{Diminuer } R \text{ pour réduire } \tau = RC.}$

PIÈGE
Augmenter E ne raccourcit pas la charge : τ ne dépend pas de E.

2.1 Donner les valeurs de u_C et de i à la date $t = 0$ s. Justifier.

À $t = 0$, le condensateur est chargé : d'après la courbe de l'annexe 2, u_C a atteint sa valeur finale, $u_C(0) = E = 4{,}5$ V.

Avant la fermeture de K_2, aucun courant ne traverse la bobine. Or l'intensité du courant dans une bobine ne subit pas de discontinuité : $i(0) = 0$ A.

$\boxed{u_C(0) = 4{,}5\ \text{V et } i(0) = 0\ \text{A}}$

COMPRENDRE
On le vérifie sur la courbe de décharge : en $t = 0$, la tangente est horizontale, donc $i = C\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t} = 0$.

2.2.1 En négligeant r, montrer que u_C vérifie $\dfrac{\mathrm{d}^2u_C}{\mathrm{d}t^2} + \dfrac{1}{LC}u_C = 0$.

Loi des mailles : $u_C + u_L = 0$.

Bobine en convention récepteur avec r négligée : $u_L = L\dfrac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$.

Condensateur : $i = \dfrac{\mathrm{d}q}{\mathrm{d}t} = C\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$, donc $\dfrac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t} = C\dfrac{\mathrm{d}^2u_C}{\mathrm{d}t^2}$.

D'où $LC\dfrac{\mathrm{d}^2u_C}{\mathrm{d}t^2} + u_C = 0$; en divisant par LC :

$\boxed{\dfrac{\mathrm{d}^2u_C}{\mathrm{d}t^2} + \dfrac{1}{LC}u_C = 0}$

PIÈGE
Vérifier les conventions sur le schéma : i entre par l'armature où pointe u_C, et u_L est fléchée en sens inverse de i dans la bobine.

MÉTHODE
Toujours la même chaîne : loi des mailles, relation de chaque dipôle, puis une seule variable (u_C) en remplaçant i par $C\dfrac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$.

2.2.2 La solution est $u_C = A\cos\left(\frac{2\pi t}{T_0}\right)$. Déterminer la valeur de A.

Données utiles $u_C(0) = 4{,}5$ V (2.1)

À $t = 0$: $u_C(0) = A\cos(0) = A$.

Or $u_C(0) = E$ (question 2.1).

$A = E = 4{,}5$ V

2.2.3 Montrer par une analyse dimensionnelle que $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ est homogène à un temps.

$u_L = L\frac{\mathrm{d}i}{\mathrm{d}t}$ donne $[U] = [L]\frac{[I]}{[T]}$, donc $[L] = \frac{[U][T]}{[I]}$.

$i = C\frac{\mathrm{d}u_C}{\mathrm{d}t}$ donne $[I] = [C]\frac{[U]}{[T]}$, donc $[C] = \frac{[I][T]}{[U]}$.

$[LC] = \frac{[U][T]}{[I]} \times \frac{[I][T]}{[U]} = [T]^2$; 2π est sans dimension, donc $[T_0] = \sqrt{[T]^2}$.

$[T_0] = [T]$: T_0 est homogène à un temps.

MÉTHODE
Exprimer chaque grandeur inconnue (L, C) à l'aide de $[U]$, $[I]$ et $[T]$ grâce à une relation connue du cours, puis simplifier.

2.3.1 Les oscillations enregistrées sont amorties. Quelle simplification de l'étude théorique n'est pas justifiée ? Expliquer.

L'amplitude des oscillations diminue : l'énergie du circuit n'est pas conservée. Elle est dissipée par effet Joule dans une résistance.

La simplification non justifiée est d'avoir négligé la résistance r de la bobine.

On ne peut pas négliger la résistance r de la bobine : elle dissipe de l'énergie par effet Joule.

COMPRENDRE
Sans résistance, l'énergie s'échangerait sans perte entre condensateur et bobine : l'amplitude resterait égale à 4,5 V. On parle ici d'oscillations pseudo-périodiques.

2.3.2 Avec le dispositif électronique ajouté, les oscillations sont sinusoïdales de période T_0. Quel est le rôle de ce dispositif ?

Sur l'annexe 2, l'amplitude reste constante (4,5 V) : les oscillations ne sont plus amorties.

Le dispositif fournit au circuit, à chaque instant, l'énergie perdue par effet Joule dans la résistance.

C'est un dispositif d'entretien des oscillations : il compense les pertes d'énergie par effet Joule.

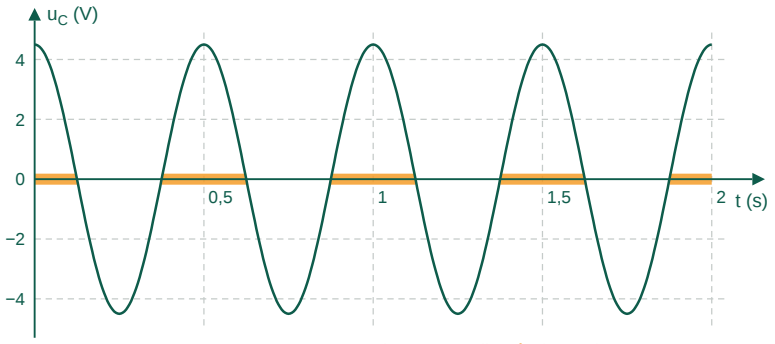
PIÈGE
Il ne supprime pas la résistance r : il apporte de l'énergie, prise à sa propre alimentation.

3.1 Sur le graphe $u_C(t)$ de l'annexe 2, surligner sur l'axe des abscisses les parties où la DEL s'allume.

La DEL s'allume quand $u_C > 0$, c'est-à-dire pendant une demi-période sur deux. Avec $T_0 = 0{,}50$ s, u_C s'annule à $t = 0{,}125$ s, $0{,}375$ s, $0{,}625$ s…

DEL allumée sur $[0\,;\,0{,}125]$, $[0{,}375\,;\,0{,}625]$, $[0{,}875\,;\,1{,}125]$, $[1{,}375\,;\,1{,}625]$ et $[1{,}875\,;\,2{,}0]$ (en s).

COMPRENDRE
Les passages par zéro d'un cosinus ont lieu à $T_0/4$, $3T_0/4$, $5T_0/4$… : chaque intervalle allumé dure $T_0/2$ et il est centré sur un maximum.



en orange : la DEL est allumée ($u_C > 0$)

3.1 · Annexe 2 complétée : parties de l'axe où la DEL est allumée

3.2 L'œil distingue deux flashs successifs si la DEL reste éteinte plus de 50 ms. L'élève pourra-t-il voir séparément les flashs ?

Sur l'annexe 2, 4 périodes durent 2,0 s : $T_0 = \dfrac{2{,}0}{4} = 0{,}50$ s.

La DEL est éteinte quand $u_C < 0$, soit pendant une demi-période :

$$\Delta t_{\text{éteinte}} = \frac{T_0}{2} = \frac{0{,}50}{2} = 0{,}25 \text{ s} = 250 \text{ ms}$$

$250 \text{ ms} > 50 \text{ ms}$

Durée d'extinction $0{,}25$ s > 50 ms : l'élève verra les flashs séparément.

MÉTHODE

Mesurer la période sur plusieurs périodes (ici 4) pour limiter l'erreur de lecture.

À LA CALCULATRICE

