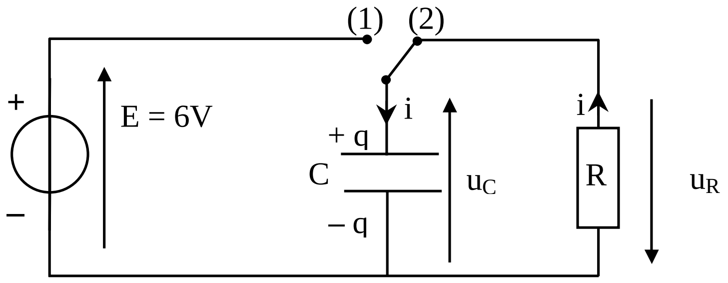
2006 Antilles EXERCICE I : BOBINE À INDUCTANCE RÉGLABLE (5,5 points)
http://labolycee.free.fr

1. DÉTERMINATION DE LA CAPACITÉ DU CONDENSATEUR.

1.1. En convention récepteur, le sens des flèches tensions est opposé au sens du courant.
Lorsque l'interrupteur était en position 1, le générateur a arraché des électrons sur l'armature reliée à sa borne positive, il est apparu une charge + q sur cette armature. Le générateur a apporté autant d'électrons sur l'autre armature où il est apparu une charge – q.



1.2. Loi d'additivité des tensions: $u_C(t) + u_R(t) = 0$
Or d'après la loi d'Ohm: $u_R(t) = R.i(t)$
Donc $u_C(t) + R.i(t) = 0$ (1)

Compte tenu du sens du courant: $i(t) = \frac{dq}{dt}$ et $q(t) = C.u_C(t)$

Donc: $i(t) = \frac{d(C.u_C)}{dt} = C.\frac{du_C}{dt}$ car C est une constante

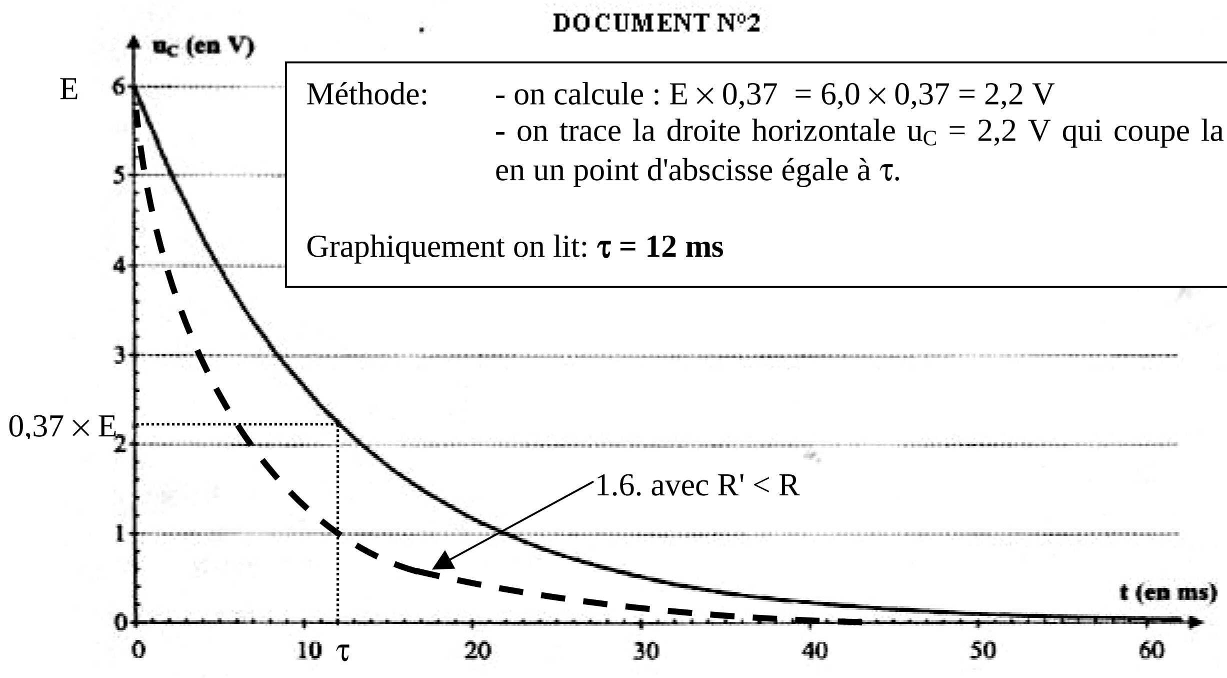
En reportant l'expression de i(t) dans (1) il vient :

$\boxed{u_C + R.C.\frac{du_C}{dt} = 0}$ qui est bien l'équation différentielle demandée.

1.3. Pour $t = \tau$, $u_C(t = \tau) = E.e^{-\frac{\tau}{\tau}}$ donc $u_C(\tau) = E.e^{-1} = \mathbf{E.}\frac{37}{100}$.

Donc la tension aux bornes du condensateur est égale à 37 % de sa valeur initiale.

1.4. Détermination la valeur de la constante de temps τ :



Méthode: - on calcule : $E \times 0,37 = 6,0 \times 0,37 = 2,2$ V
- on trace la droite horizontale $u_C = 2,2$ V qui coupe la courbe en un point d'abscisse égale à τ.

Graphiquement on lit: $\boldsymbol{\tau}$ **= 12 ms**

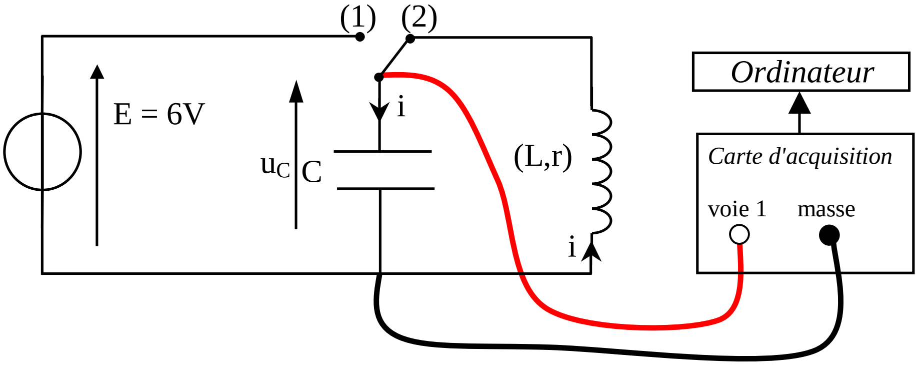
1.5. Comme $\tau = R.C$ on a : $C = \dfrac{\tau}{R}$

$$\mathbf{C} = \frac{12\times10^{-3}}{5,6\times10^{3}} = \mathbf{2,1\times10^{-6}\ F = 2,1\ \mu F}.$$

1.6. Dans le cas où on utilise un conducteur ohmique de résistance R' < R, avec C identique au cas précédent, on a $\tau' = R'.C$ alors $\tau' < \tau$. Le condensateur se décharge plus rapidement que dans le premier cas, d'où l'allure de la courbe $u_C(t)$ en pointillés page précédente.

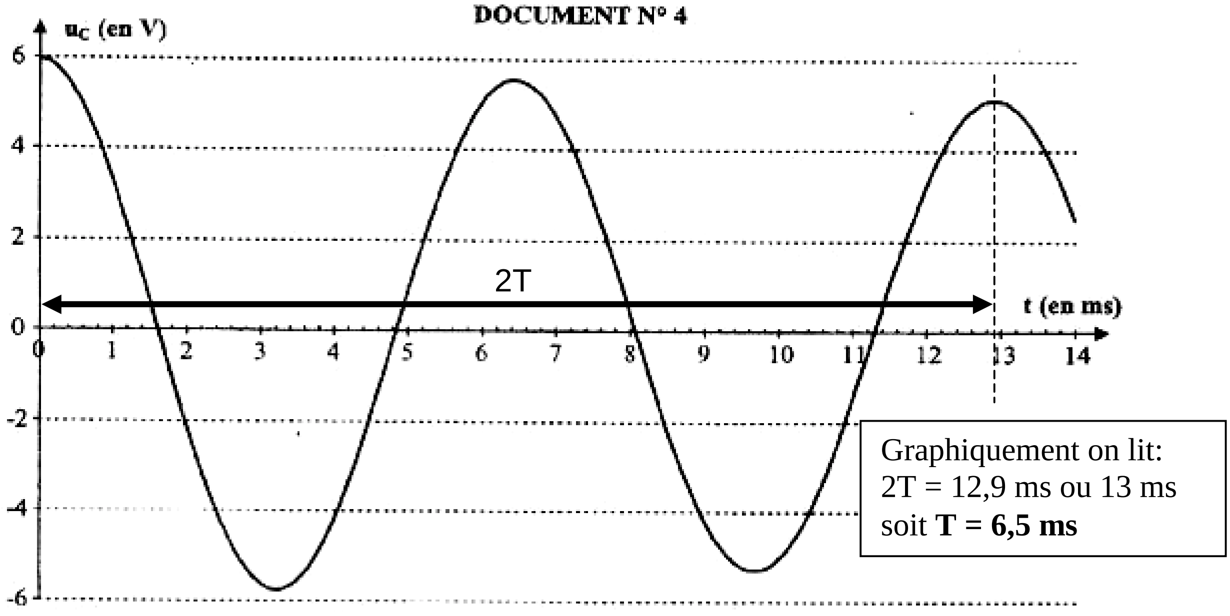
2. MESURE DE L'INDUCTANCE DE LA BOBINE.

2.1. Connexions de la <u>voie l</u> et de la <u>masse</u> de la carte d'acquisition pour visualiser $u_C(t)$:



2.2. Le régime de la tension u_C est **pseudo-périodique** car on observe une tension sinusoïdale dont l'amplitude diminue au cours du temps (les oscillations sont amorties).

2.3.



On considère que la pseudo-période T est égale à la période propre donnée par la relation : $T_0 = 2\pi.\sqrt{LC}$

donc $T_0^2 = 4.\pi^2.LC$ soit $\boxed{L = \dfrac{T_0^2}{4\pi^2.C}}$

$$\mathbf{L} = \frac{(6,5\times10^{-3})^2}{4\pi^2\times2,2\times10^{-6}} = \mathbf{0,48\ H}$$ *calcul effectué avec la valeur non arrondie de T*

2.4. écart relatif $\dfrac{|L_{exp} - L_{bobine}|}{L_{bobine}} = \dfrac{|0,48 - 0,5|}{0,5} = \mathbf{4,2\ \%}$ **.** *calcul effectué avec la valeur non arrondie de L*

L'indication de l'index est correcte à environ 4 % près. (mais peut être erreur de mesure sur T, de plus on ne dispose que d'un chiffre significatif sur L_{bobine} …)

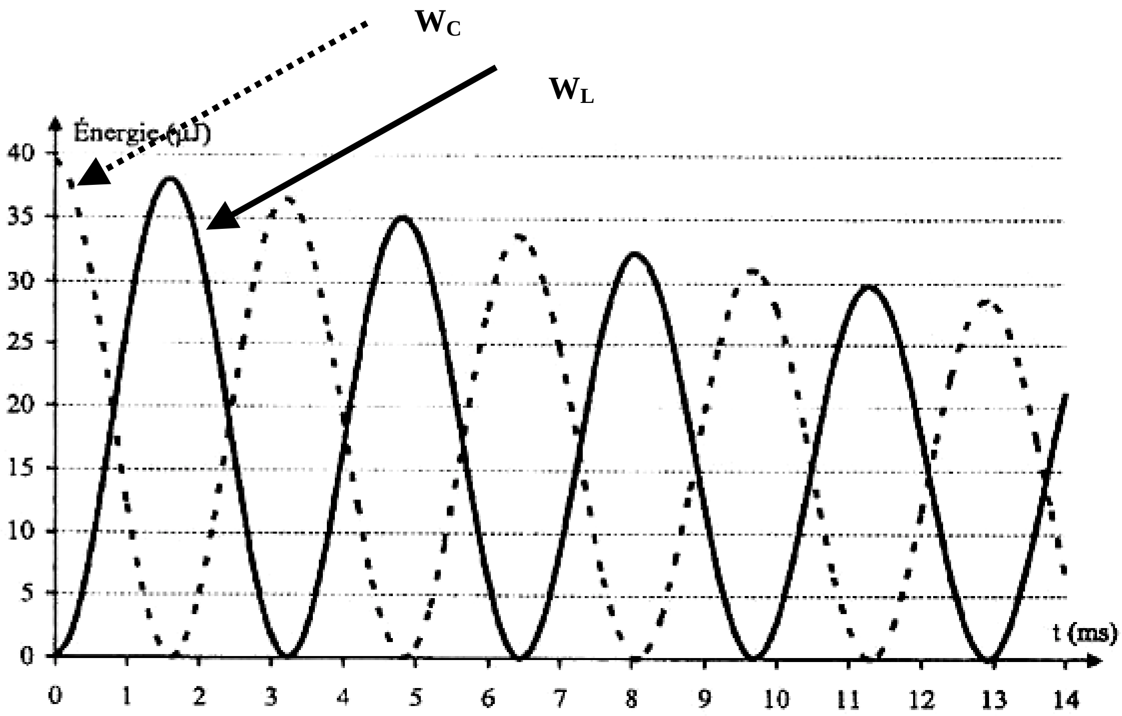
3. BILAN ÉNERGÉTIQUE

3.1. W_C : énergie emmagasinée par le condensateur **$W_C = ½.C.u_C^2$**

W_L : énergie emmagasinée par la bobine **$W_L = ½.L.i^2$**

3.2. A t = 0, le condensateur est chargé avec la tension $u_C(0) = E = 6,0$ V et aucune courant ne circule dans le circuit donc i(0) = 0 A.

Donc la courbe non nulle à t = 0 correspond à W_C (courbe en pointillés), et la courbe nulle à t = 0 correspond à W_L (courbe en trait plein)



3.3. Lorsque W_C augmente, W_L diminue et inversement. Lorsque W_C est maximale alors W_L est nulle et inversement. Il y a donc échange d'énergie entre le condensateur et la bobine au cours du temps.

3.4. L'énergie totale $W = W_C + W_L$ emmagasinée par le circuit décroît au cours du temps. Cette perte d'énergie est due à la présence de la résistance r = 12 Ω de la bobine.

Une partie de l'énergie stockée par le condensateur et la bobine est dissipée par effet Joule sous forme de chaleur dans la résistance r au cours du temps.

3.5. On aurait pu faire cette étude en associant en série avec la bobine à inductance réglable et le condensateur, un dipôle qui entretient les oscillations électriques.

Le rôle de ce dipôle est de compenser les pertes énergétiques dans la résistance r, afin que l'énergie totale W reste constante au cours du temps. On a alors des oscillations sinusoïdales non amorties.