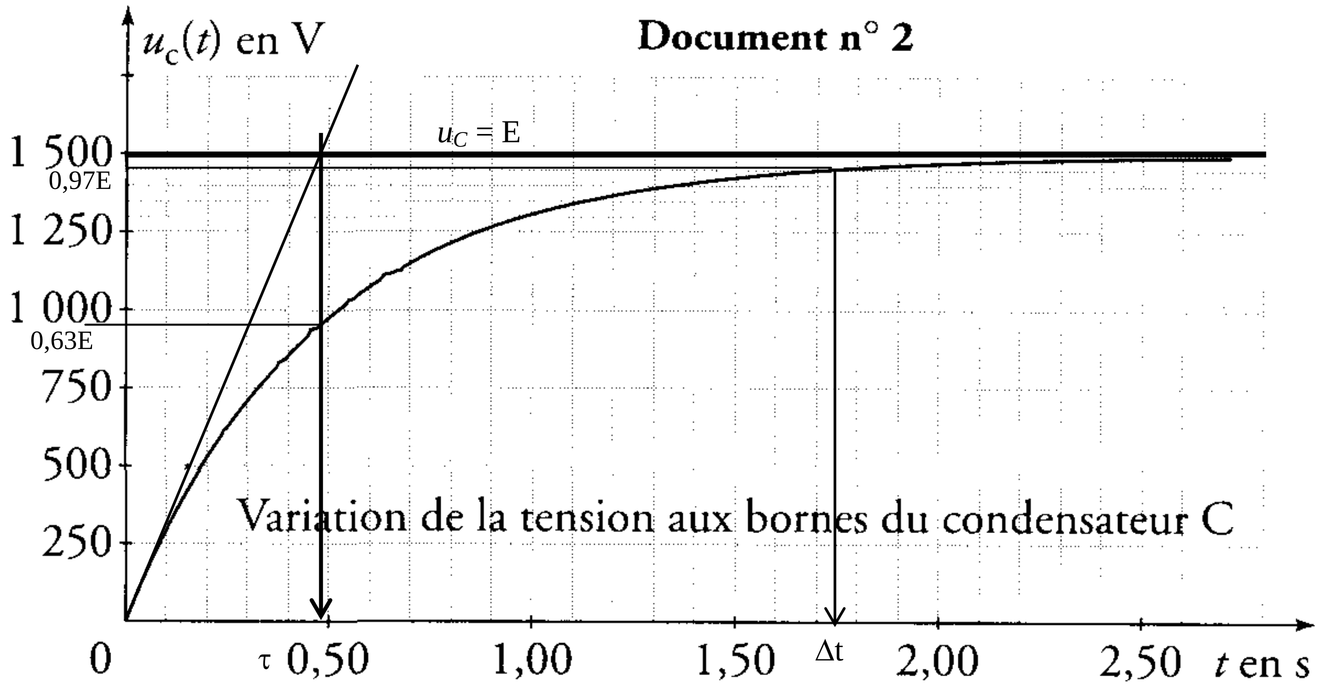
09 / 2003 Antilles DÉFIBRILLATEUR CARDIAQUE 5,5 points – Corrigé

http://labolycee.org

1. Phase A

1.1. Au cours de la charge d'un condensateur, la tension aux bornes de celui-ci augmente. C'est donc le document 2 qui correspond à cette situation.

remarque: le schéma ne mentionne pas de résistance dans le circuit de charge, pourtant celle-ci est sans doute présente sinon la charge du condensateur serait extrêmement rapide… $\tau = 0$ s.



1.2. Méthode 1 : Pour t = τ, $u_C = E\,(1 - e^{-1}) = 0{,}63.E$.
Graphiquement, on cherche la durée pour laquelle $u_C = 0{,}63 \times 1500 = 9{,}5 \times 10^2$ V
On lit τ = 0,48 s, mais vu le manque de précision du graphique, on considère que **τ = 0,5 s.**

Méthode 2: La constante de temps correspond à l'abscisse du point d'intersection entre la tangente à la courbe $u_C(t)$ à la date t = 0 s et l'asymptote horizontale d'équation $u_C = 1500$ V.
On lit τ = 0,5 s

1.3. $W_{max} = \frac{1}{2}\, C.u_{Cmax}^2$

$W_{max} = 0{,}5 \times 470.10^{-6} \times (1{,}5.10^3)^2 = \mathbf{5{,}3 \times 10^2\ J}$

1.4. $u_c(\Delta t) = 0{,}97 \times 1{,}5.10^3 = 1455$ V

problème de non respect des chiffres significatifs dans l'énoncé…On considère E = 1500 V et non 1,5 kV.

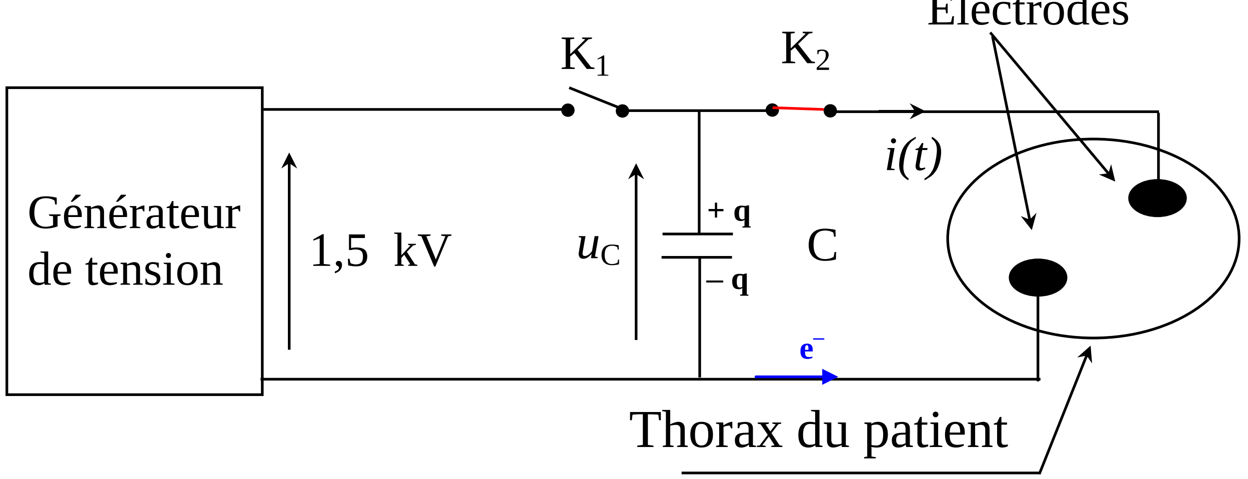
par lecture graphique on obtient **Δt = 1,75 s**

1.5. Avec la valeur de τ obtenue au 1.2., on calcule 5.τ = 2,5 s. La valeur Δt obtenue est inférieure à 5τ.
Ce qui est normal, puisque pour t = 5τ on aurait u_C = 0,99 E. Pour t = 5τ, la tension aux bornes du condensateur atteint 99% de sa valeur maximale. (et non 97%).

2.Phase B

2.1. À la date t = 0 s, on a $u_C(0) = A.e^0 = u_{cmax}$ donc **A = u_{cmax} = 1,5 kV**
R.C = 50×470×10^{-6} = 23,5 ms
soit en respectant le nombre de chiffres significatifs des données **R.C = 24 ms**.

2.2. $i(t) = -\dfrac{dq(t)}{dt}$
remarque: lors de la décharge q diminue alors dq < 0, donc i >0 le courant circule dans le sens indiqué sur le schéma du circuit.



Les électrons accumulés sur l'armature portant la charge –q, vont (en l'absence de l'influence du générateur) rejoindre l'autre armature portant la charge +q en passant par le thorax du patient. La charge électrique +q diminue au fur et à mesure.

2.3. $u_c(t) = \dfrac{q(t)}{C}$

2.4. D'après la question précédente $q(t) = C.u_C(t)$

$i(t) = -\dfrac{dq(t)}{dt} = -C.\dfrac{du_C(t)}{dt}$ avec $u_C(t) = A\ .\ e^{-\frac{t}{RC}}$

$i(t) = -C.\left(-\dfrac{A}{R.C}\right)e^{-\frac{t}{RC}} = \dfrac{A}{R}.e^{-\frac{t}{RC}}$

Donc B = $\dfrac{A}{R}$

2.5. $i(t) = \dfrac{A}{R}e^{-\frac{t}{RC}}$, la fonction $e^{-\frac{t}{RC}}$ varie de 1 pour t = 0 s, à 0 pour t → ∞.
L'intensité du courant est maximale à la date t = 0 s.

$|i| = \left|\dfrac{A}{R}\right| = \dfrac{1500}{50}$

$|\boldsymbol{i}| = \dfrac{1,5\times10^3}{50}$ = **30 A**

A = u_{Cmax} est indépendant de la valeur de la capacité du condensateur, de même la valeur de R est indépendante de C donc I est indépendante de C.

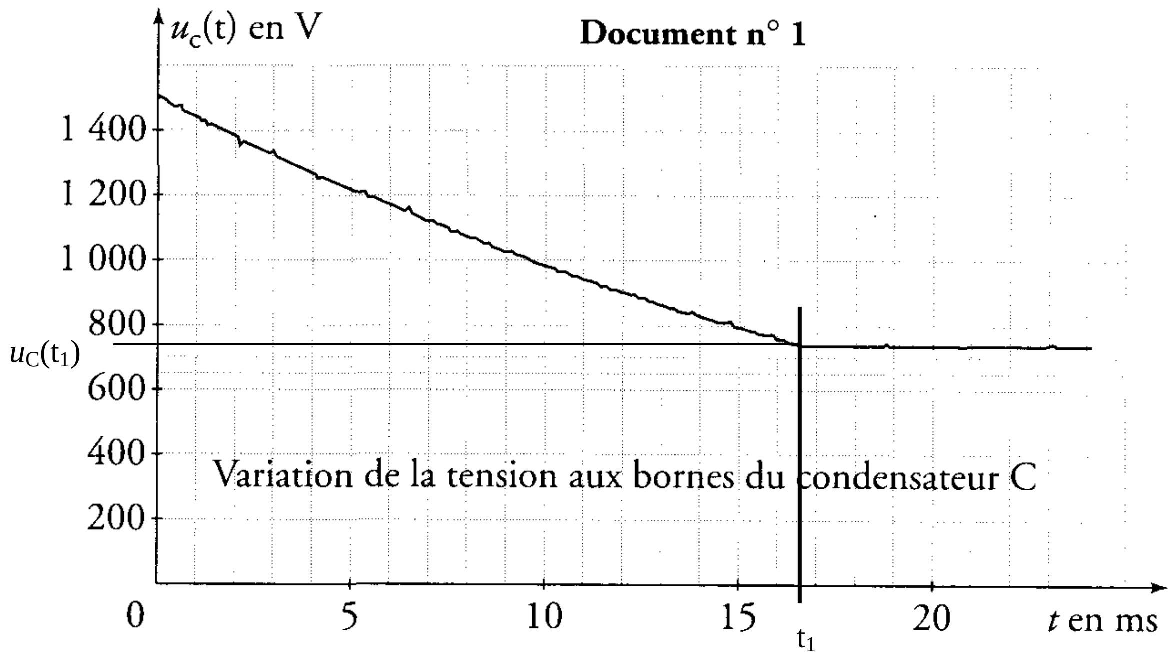
3. Phase C

3.1. Sur le document n°1, on lit 16 <t_1 < 17 ms. Disons que $\mathbf{t_1 = 16{,}5.10^{-3}}$ **s**.

Lors de la décharge, $u_C(t) = u_{Cmax} \,.\, e^{-\frac{t}{RC}}$

donc $u_C(t_1) = 1{,}5\times10^3 \times e^{-\frac{16{,}5.10^{-3}}{50\times470.10^{-6}}}$ = $\mathbf{7{,}4.10^2}$ **V**

Vérification graphique, voir ci-dessous.



3.2. D'après 1.3., à la date t_0 = 0 s, $W_{max} = ½\, C.u_{Cmax}^{2}$

à la date $t_1 = 16{,}5.10^{-3}$ s, le condensateur a délivré une énergie de 400 J,
on a $W(t_1) = W_{max} - 400$
$½\, C.u_C(t_1)^2 = ½\, C.u_{Cmax}^{2} - 400$
on multiplie cette égalité par 2/C

$u_C(t_1)^2 = u_{Cmax}^{2} - \dfrac{800}{C}$

donc $u_C(t_1) = \sqrt{u_{Cmax}^{2} - \dfrac{800}{C}}$

$u_C(t_1) = \sqrt{(1{,}5.10^3)^2 - \dfrac{800}{470.10^{-6}}}$ = $\mathbf{7{,}4\times10^2}$ **V** Cette valeur est en accord avec celle trouvée précédemment.