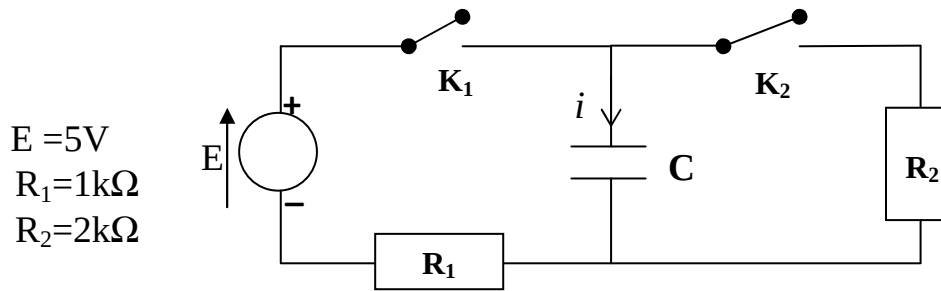


ثنائي القطب RC تمارين مرفقة بالحلول فيزياء تارودانت



1

نعتبر الدارة الكهربائية التالية:



المكثف غير مشحون و سعته $C = 0,2 \mu F$.

المرحلة الأولى: K_1 مغلق و K_2 مفتوح

- 1- نغلق قاطع التيار K_1 عند اللحظة $t=0$ (K_2 مفتوح). احسب قيمة ثابتة الزمن τ .
- 2- أعط تعبير شدة التيار القصوى I_{max} للتيار الكهربائي المار بالدائرة الكهربائية بدلالة معطيات التمرين، ثم احسبها.
- 3- مثل شكل منحنى تغير التوتر $U_C(t)$ بين مربطي المكثف بدلالة الزمن t .
- 4- مثل شكل منحنى تغير شدة التيار $i(t)$ المار في الدارة الكهربائية بدلالة الزمن t .
- 5- احسب قيمة كل من التوتر بين مربطي المكثف و شدة التيار الكهربائي المار بالدائرة عند اللحظة $t=0,2ms$.

المرحلة الثانية: K_1 مفتوح و K_2 مغلق

- بعد انعدام شدة التيار الكهربائي نفتح قاطع التيار K_1 ، ثم نغلق في لحظة نعتبرها مجددا أصلا للتواريخ قاطع التيار K_2 .
- 1- احسب شحنة المكثف و شدة التيار الكهربائي عند ($t=0$) لحظة إغلاق قاطع التيار K_2 .
 - 2- علل الإشارة السالبة لشدة التيار الكهربائي.
 - 3- احسب قيمة ثابتة الزمن τ' .
 - 4- مثل شكل منحنى تغير التوتر $U_C(t)$ بين مربطي المكثف بدلالة الزمن t .
 - 5- مثل شكل منحنى تغير شدة التيار $i(t)$ المار في الدارة الكهربائية بدلالة الزمن t .
 - 6- احسب قيمة كل من التوتر بين مربطي المكثف و شدة التيار الكهربائي المار بالدائرة عند اللحظتين $t_1 = \tau'$ و $t_2 = 2\tau'$.



يُغذى وامض (flash) آلة التصوير بواسطة عمودين مركبين على التوالي قوتها الكهرمحركة $E=1,5V$ ، حيث تحول دارة الكهربائية التوتر المستمر إلى توتر متناوب ليتم تضخيمه فيما بعد بواسطة محول كهربائي و تقويمه بواسطة صمام ثنائي.
يتم بواسطة التوتر المُقوم شحن مكثف سعته $C= 150\mu F$ ، حيث يصبح التوتر بين مربطي المكثف بعد الشحن هو $U= 330V$.

دراسة الوامض:

- 1- أعط تعبير الطاقة E_e المخزنة في المكثف بعد عملية الشحن و احسب قيمتها.
- 2- نفرغ المكثف، عند اللحظة $t = 0$ ، في مصباح وامض آلة التصوير الذي نمذججه بموصل أومي مقاومته R' ، فيرسل المصباح ومضة ضوئية تستغرق مدة زمنية $\Delta t=5\tau=1ms$ ، مع τ هي ثابتة الزمن لثنائي القطب $R'C$.

1-2- أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر U_C بين مربطي المكثف.

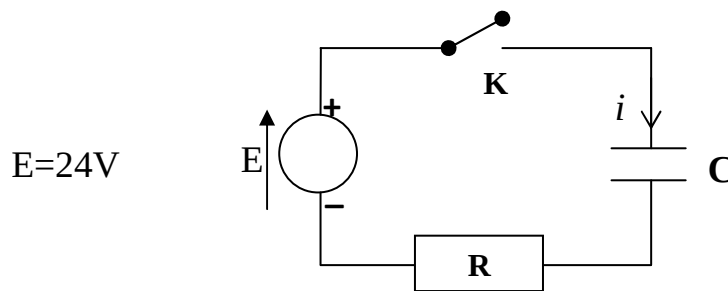
2-2- احسب قيمة مقاومة وامض آلة التصوير.

3-2- أعط تعبير التوتر U_C بدلالة الزمن t .

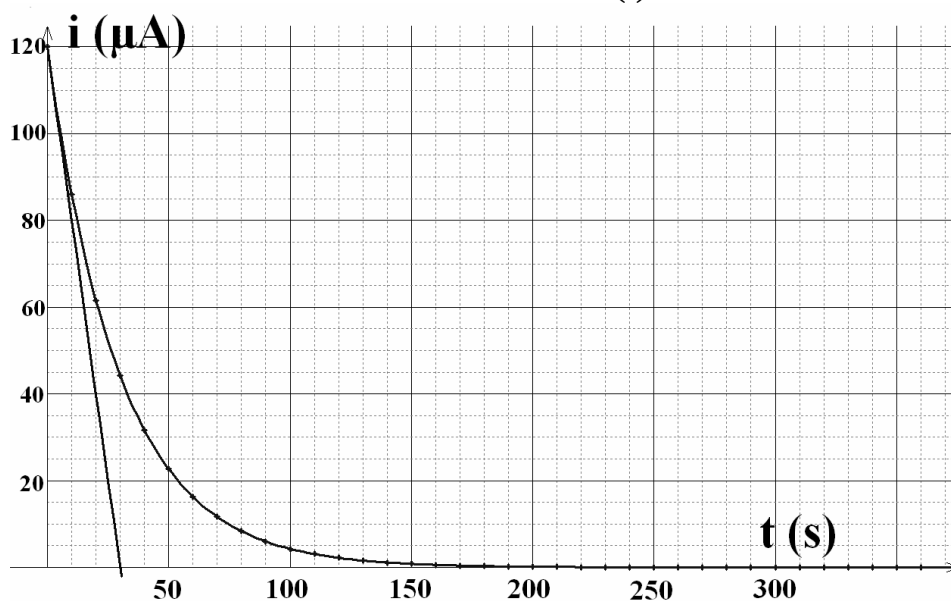
4-2- استنتج تعبير الطاقة المخزنة في المكثف بدلالة الزمن t أثناء عملية التفريغ.

دراسة مكثف الوامض:

للتحقق من قيمة سعة هذا المكثف أنجز تلميذ الدارة الكهربائية التالية مستعملا مكثف وامض آلة التصوير السابق بعد تفريغه كليا:



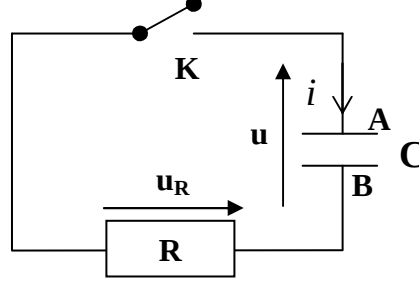
أغلق التلميذ قاطع التيار K عند لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ، ثم سجل في لحظات مختلفة شدة التيار المار في الدارة الكهربائية و مثل منحنى تغير $i(t)$ بدلالة الزمن فحصل على المبيان أسفله.



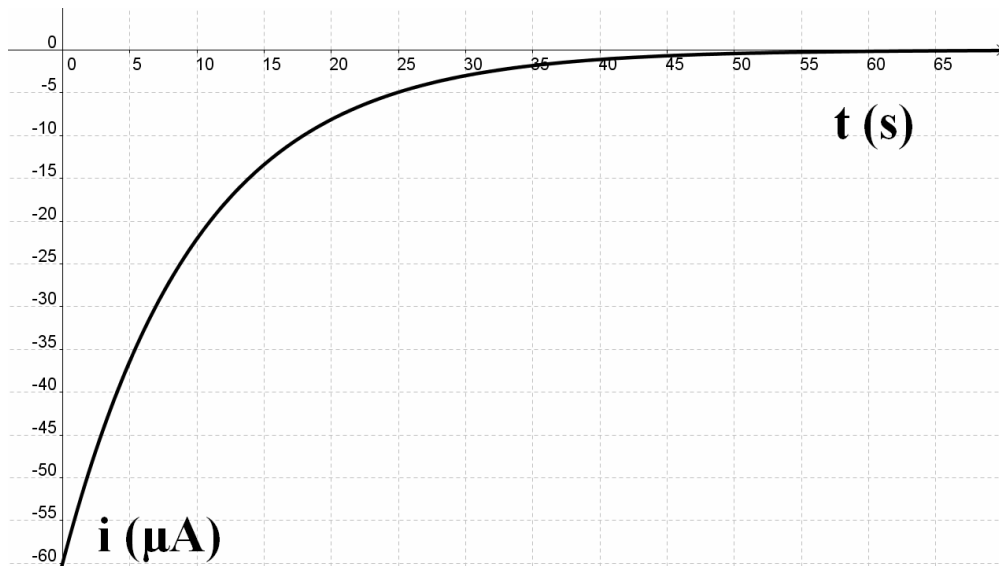
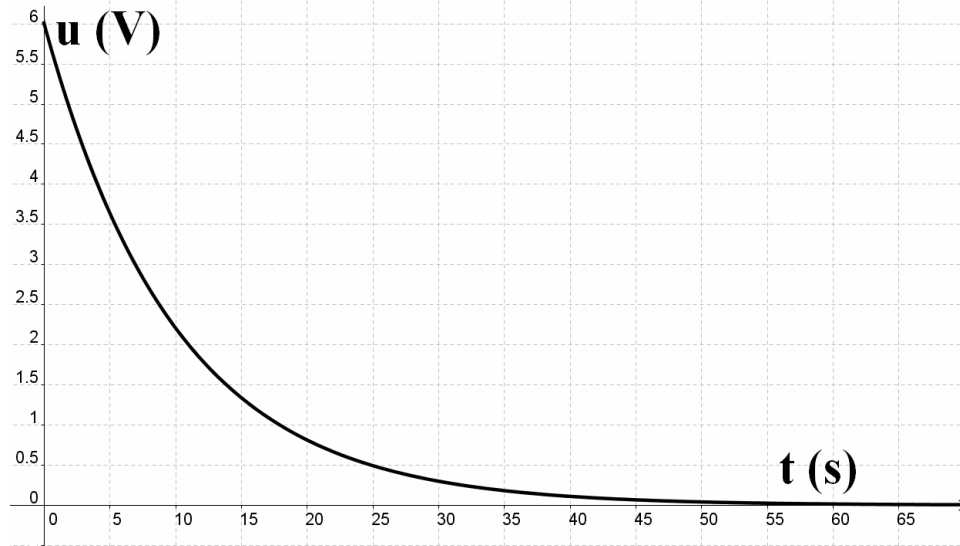
- 1- حدد قيمة المقاومة R .
- 2- استنتج من المبيان قيمة سعة المكثف. هل توافق القيمة المعطاة في بداية التمرين؟

3

نقوم خلال حصة أشغال تطبيقية بتفريغ مكثف يحمل شحنة كهربائية بدئية q_0 باستعمال موصل أومي مقاومته R باعتماد التركيب التجريبي التالي:



نغلق قاطع التيار عند اللحظة $t=0$ ونستعمل حاسوبا مجهزا بواجهة تسمح بتمثيل التوتر u و شدة التيار i بدلالة الزمن t ، بحيث نحصل على المنحنيين التاليين:



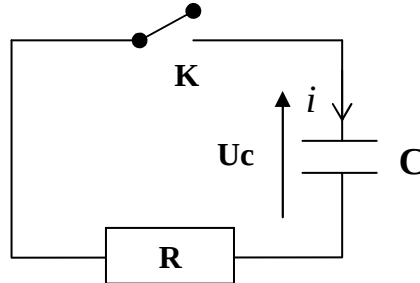
- 1- أوجد العلاقة بين i و $\frac{du}{dt}$.
- 2- حدد إشارة شحنة اللبوس A . علل جوابك.
- 3- حدد المنحى الحقيقي للتيار الكهربائي و منحى انتقال الإلكترونات معللا جوابك.
- 4- حدد قيمة كل من R و C .
- 5- احسب قيمة الشحنة البدئية q_0 للمكثف.
- 6- أعط تعبير كل من التوتر بين قطبي المكثف u و شدة التيار i وشحنة المكثف q و التوتر u_R بين قطبي الموصل الأومي بدلالة الزمن t .

4

- يهدف هذا التمرين إلى دراسة مبدأ اشتغال جهاز الرجفان $dé fibrillateur$ الذي يسمح بتطبيق صدمة كهربائية لشخص ضربات قلبه غير منتظمة.
- يتم في البداية شحن مكثف الجهاز ذي السعة C إلى أن يصبح التوتر بين قطبيه بعد الشحن هو $U = 1,8kV$ ، ثم يُفرغ في القفص الصدري للمريض.
- ننمذج القفص الصدري بموصل أومي مقاومته $R = 50\Omega$.
1. حدد القيمة الدنيا C_m لسعة المكثف لتخزين طاقة $E_0 = 324J$ بعد شحنه.
 2. تتغير الطاقة المخزنة في المكثف أثناء تفريغه في القفص الصدري للمريض وفق التعبير التالي: $E = Ae^{-\alpha t}$ (J)، نعتبر أصل التواريخ لحظة بداية الصدمة الكهربائية.
 - حدد قيمتي A و α . باعتبار $C = C_m$.
 3. احسب القيمة المطلقة $|I_{max}|$ لشدة تيار التفريغ القصوى.
 4. اكتب تعبير القيمة المطلقة $|I|$ لشدة تيار التفريغ بدلالة الزمن t .
 5. اكتب تعبير الطاقة E بدلالة شدة تيار التفريغ I .

5

ننجز في حصة أشغال تطبيقية الدارة الكهربائية التالية:



يحمل المكثف في البداية شحنة كهربائية Q_0 .
نغلق قاطع التيار عند اللحظة $t=0$ ، و ندون في لحظات مختلفة التوتر U_C بين قطبي المكثف و شدة التيار الشحن i ، فنحصل على النتائج التالية:

t (s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
$U_C(V)$	12	4,415	1,624	0,597	0,220	0,081	0,030	0,011	0,004	0,001	0,001	0,000
$\ln(U_C)$	2,485	1,485	0,485	-0,515	-1,515	-2,515	-3,515	-4,515	-5,515	-6,515	-7,52	
$-i(\mu A)$	1000	367,88	135,34	49,787	18,32	6,74	2,48	0,91	0,34	0,12	0,045	0

- 1- أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر U_C .
- 2- تحقق من أن حل هذه المعادلة يكتب كالتالي: $U_C = Ae^{-t/RC}$
- 3- أوجد قيمة A .
- 4- مثل منحى تغيرات $\ln(U_C)$ بدلالة الزمن و استنتج قيم كل من R و C و Q_0



الأجوبة

1

المرحلة الأولى: K_1 مغلق و K_2 مفتوح

-1

لدينا: $\tau = R_1 C$

ت ع: $\tau = 1000 \cdot 2 \cdot 10^{-7} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ s} = 0,2 \text{ ms}$

-2

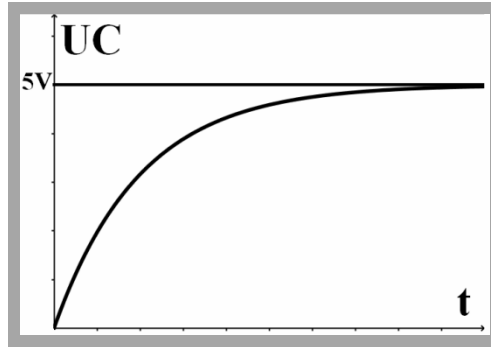
نعلم أن شدة التيار تتناقص تدريجياً مع الزمن خلال مرحلة شحن المكثف ، و بالتالي نحصل على قيمتها القصوى عند اللحظة $t=0$ لحظة إغلاق قاطع التيار ($U_C=0V$):

$$R_1 I_{\max} = E \Rightarrow I_{\max} = \frac{E}{R_1}$$

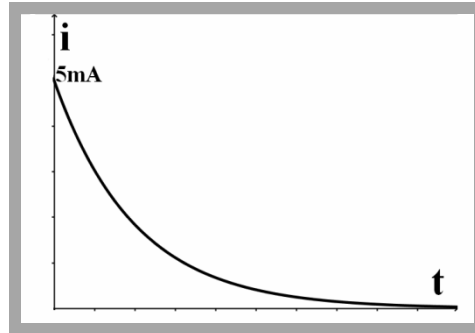
ت ع:

$$I_{\max} = \frac{5}{1000} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 5 \text{ mA}$$

-3



-4



-5

لدينا $t = \tau = 0,2 \text{ ms}$ إذن:

$$U_C(t=0,2 \text{ ms}) = 0,63E = 3,15 \text{ V.}$$

$$i(t=0,2 \text{ ms}) = 0,37I_{\max} = 1,85 \text{ mA.}$$



المرحلة الثانية: K_1 مفتوح و K_2 مغلق

1- عند $t=0$ لدينا:

$$U_C(t=0) = \frac{q(t=0)}{C} = -R_2 i(t=0) = 5V$$

إذن:

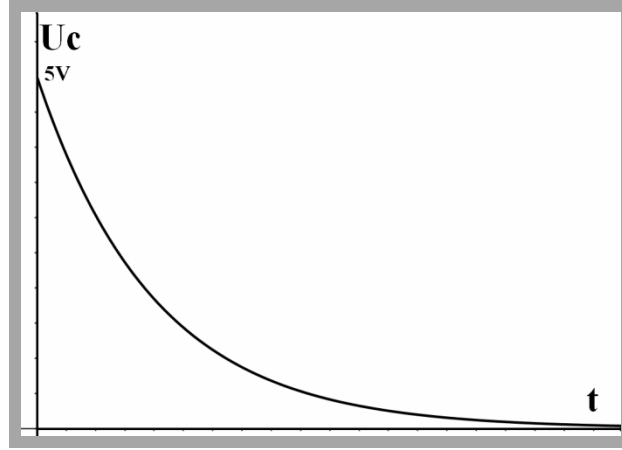
$$q(t=0) = U_C(t=0) \cdot C = 5 \cdot 2 \cdot 10^{-7} = 10^{-6} C = 1 \mu C$$

$$i(t=0) = -\frac{U_C(t=0)}{R_2} = -\frac{5}{2000} = -2,5 \cdot 10^{-3} A = -2,5 mA$$

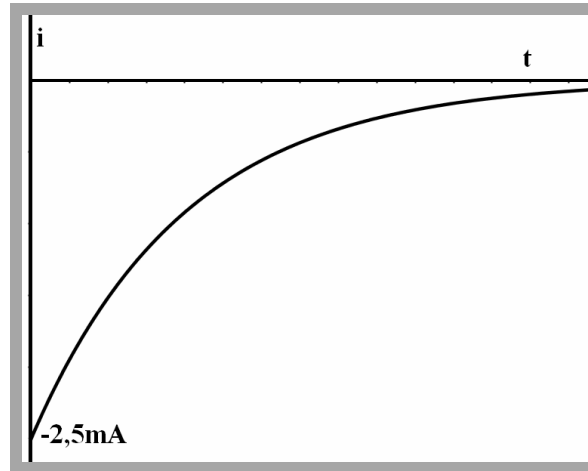
2- تعزى الإشارة السالبة لشدة التيار إلى كون المنحى الذي تم اختياره لمنحى التيار الكهربائي (الممثل على الشكل) معاكس للمنحى الاصطلاحي للتيار الكهربائي.

$$\tau' = R_2 C = 2 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-7} = 4 \cdot 10^{-4} s = 0,4 ms$$

4-



5-



$$U_C(t_1=\tau) = 0,37 U_{C0} = 0,37 \cdot 5 = 1,85 V$$

$$i(t_1=\tau) = 0,37 i_0 = -0,37 \cdot 2,5 mA = -0,925 mA$$

$$U_C(t_2=2\tau) = 0,37 U_C(t_1=\tau) = 0,37 \cdot 1,85 = 0,6845 V$$

$$i(t_2=2\tau) = 0,37 i(t_1=\tau) = -0,37 \cdot 0,925 mA = -0,34225 mA$$



دراسة الواضع:

-1

$$E_e = \frac{1}{2}CU^2$$

ت ع:

$$E_e = \frac{1}{2}1,5.10^{-4}(330)^2 = 8,1675J \approx 8,17J$$

-2

-1-2 لدينا:

$$Uc + U_{R'} = 0$$

$$Uc + R'i = 0$$

$$Uc + R'\frac{dq}{dt} = 0$$

$$Uc + R'C\frac{dUc}{dt} = 0$$

-2-2

نعلم أن $\tau = R'C$ و بما أن $\Delta t = 5\tau = 1ms$ إذن: $\tau = 0,2ms$ و بالتالي

$$R' = \frac{\tau}{C} = \frac{2.10^{-4}}{1,5.10^{-4}} = 1,33\Omega$$

3-3 نعلم أن حل المعادلة التفاضلية هو:

$$Uc = Ae^{-t/\tau}$$

بحيث:

$$A = Uc(t=0) = 330V$$

$$\tau = R'C = 2.10^{-4}s$$

و بالتالي نكتب حل المعادلة كالتالي:

$$Uc = 330e^{-5000t} (V)$$

-4-3 لدينا:

$$E_e = \frac{1}{2}C(Uc)^2$$

و بالتالي:

$$E_e = 8,17.e^{-10000t} (J)$$



$$U_C + U_R = E$$

$$U_C + Ri = E$$

لدينا عند اللحظة $t=0$ المكثف غير مشحون و بالتالي:

$$U_C(t=0) = 0 \Rightarrow Ri(t=0) = E \Rightarrow R = \frac{E}{i(t=0)}$$

لدينا $E=24V$ و حسب المنحنى نستنتج أن $i(t=0) = 120\mu A$ إذن:

$$R = \frac{24}{12 \cdot 10^{-5}} = 2 \cdot 10^5 \Omega = 200k\Omega$$

2- نلاحظ أن المماس للمنحنى عند اللحظة $t=0$ يتقاطع مع محور الزمن في اللحظة $t=\tau=30s$ و لدينا:

$$\tau=RC$$

إذن:

$$C = \frac{\tau}{R} = \frac{30}{2 \cdot 10^5} = 1,5 \cdot 10^{-4} F = 150\mu F$$

و هذه القيمة تطابق القيمة المعطاة في بداية التمرين.

3

1- لدينا:

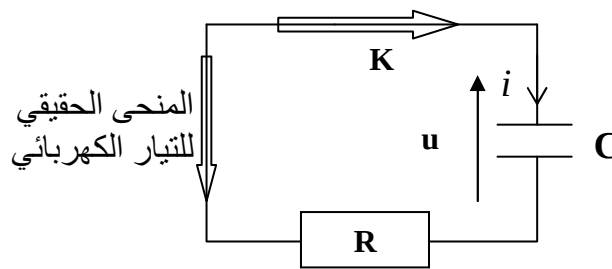
$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(Cu)}{dt} = C \frac{du}{dt}$$

2- نلاحظ من المبيان الأول أن التوتر $u > 0$ و بما أن $u=U_{AB}$ إذن اللبوس A يحمل شحنة موجبة.

3- لدينا حسب المبيان الثاني $i < 0$ و هذا يعني أن المنحنى الذي تم تمثيله في التبيان معاكس للمنحنى الحقيقي للتيار الكهربائي.

التعليل الثاني: بما أن اللبوس A يحمل شحنة موجبة و اللبوس B يحمل شحنة سالبة، فإن الإلكترونات ستنتقل عبر الدارة الكهربائية من اللبوس ذي الشحنة السالبة (B) نحو اللبوس ذي الشحنة الموجبة (A) و بطبيعة الحال سيكون منحنى التيار الكهربائي الحقيقي معاكس لمنحنى انتقال الإلكترونات.

منحنى انتقال الإلكترونات



4- لدينا:

$$u = -Ri \Rightarrow R = -\frac{u}{i} (\forall t)$$

$$R = -\frac{u(t=0)}{i(t=0)} = -\frac{6}{-6.10^{-5}} = 10^5 \Omega = 100k\Omega$$

عند تمثيل المماس لأحد المنحنيين نجد أن هذا المماس يقطع محور الزمن عند اللحظة $t=\tau=10s$ وبما أن:

$$\tau=RC$$

إذن:

$$C = \frac{\tau}{R} = \frac{10}{10^5} = 10^{-4} F = 100\mu F$$

5- لدينا:

$$q_0 = C.u(t=0) = 6.10^{-4} C$$

-6

$$u = 6e^{-0,1t} (V)$$

$$i = -60e^{-0,1t} (\mu A)$$

$$q = 6.10^{-4} e^{-0,1t} (C)$$

$$u_R = -u = -6e^{-0,1t} (V).$$

4

1- لدينا

$$E_m = E_0 = \frac{1}{2} C_m U^2 \Rightarrow C_m = \frac{2E_0}{U^2}$$

ت ع:

$$C_m = \frac{2.324}{1,8^2.10^6} = 2.10^{-4} F = 200\mu F$$

2- بما أن $E = Ae^{-\alpha t}$ إذن A تمثل الطاقة الكهربائية للمكثف عند اللحظة $t=0$ ، أي:

$$A = E_0 = 324J.$$

$$\tau = RC_m = 50.2.10^{-4} = 10^{-2} s = 10ms$$

نرمز للتوتر بين قطبي المكثف في لحظة t بالرمز U_c و بالتالي نعبر عن طاقته الكهربائية في لحظة t بالعلاقة:

$$E = \frac{1}{2} C_m U_c^2$$

و بما أننا نقوم بتفريغ المكثف و أصل التواريخ لحظة بداية الصدمة الكهربائية إذن:

$$U_c = U_{c0} e^{-t/\tau} \Rightarrow E = \frac{1}{2} C_m U_{c0}^2 e^{-2t/\tau} = E_0 e^{-2t/\tau}$$

إذن:

$$\alpha = \frac{2}{\tau} = \frac{2}{RC_m} = \frac{2}{10^{-2}} = 200s^{-1}$$



-3

$$|I_{\max}| = |I(t=0)| = \frac{U_c(t=0)}{R} = \frac{1,8 \cdot 10^3}{50} = 36A$$

-4

$$|I| = |I_{\max}| e^{-t/\tau} = |I_{\max}| e^{-t/0,01} = |I_{\max}| e^{-100 \cdot t} = 36 e^{-100 \cdot t} (A)$$

-5

الطريقة الأولى:
لدينا:

$$E = \frac{1}{2} C_m U_c^2 = \frac{1}{2} C_m (RI)^2 = \frac{1}{2} C_m R^2 I^2 = \frac{2 \cdot 10^{-4} \cdot 50^2}{2} I^2 = 0,25 I^2$$

$$E = 0,25 I^2$$

الطريقة الثانية:
لدينا:

$$E = 324 e^{-200t}$$

$$I = -36 e^{-100t}$$

$$I^2 = 1296 e^{-200t}$$

$$\frac{E}{I^2} = \frac{324}{1296} = 0,25 \Rightarrow E = 0,25 I^2$$

5

-1 - لدينا:

$$U_c + U_R = 0$$

$$U_c + Ri = 0$$

$$U_c + R \frac{dq}{dt} = 0$$

$$U_c + RC \frac{dU_c}{dt} = 0$$

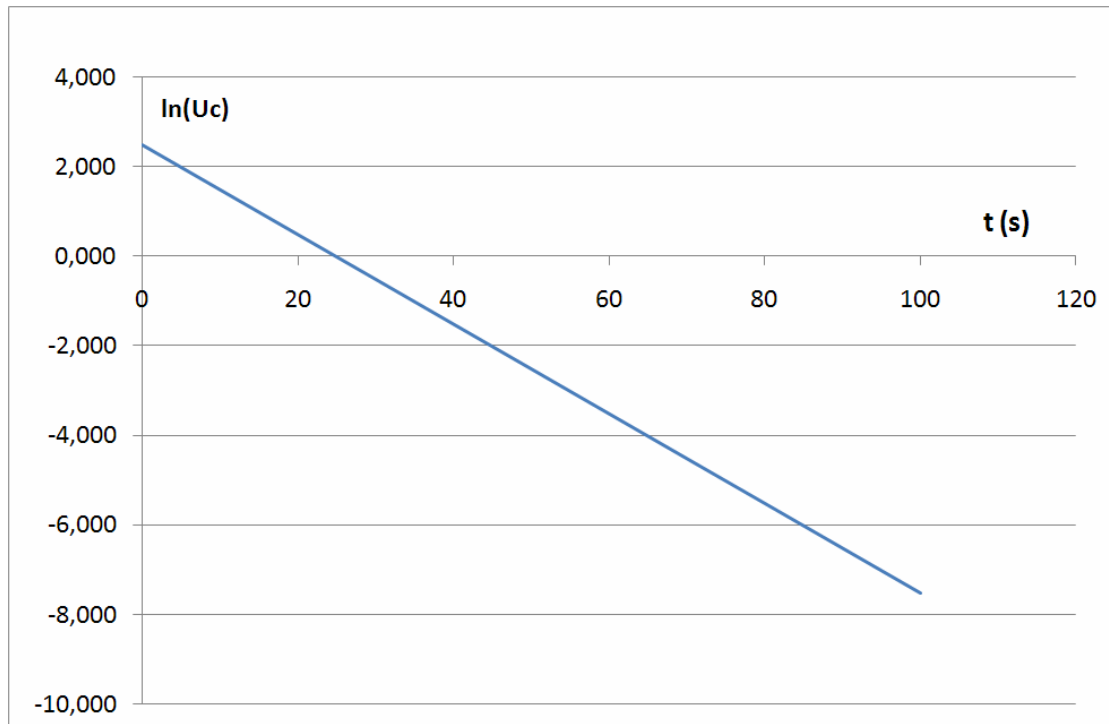
-2

$$U_c = A e^{-t/RC} \Rightarrow \frac{dU_c}{dt} = -\frac{1}{RC} A e^{-t/RC} = -\frac{1}{RC} U_c \Rightarrow U_c + RC \frac{dU_c}{dt} = U_c + RC \cdot \left(-\frac{1}{RC} U_c\right) = 0$$

-3 A=U_c(t=0)=12V (نعمد معطيات الجدول)

$$U_c = 12 e^{-t/RC} (V)$$





لدينا:

$$R = -\frac{U_c(t=0)}{i(t=0)} = -\frac{12}{-10^{-3}} = 12 \cdot 10^3 \Omega = 12k\Omega$$

$$U_c = 12e^{-t/RC} \Rightarrow \ln(U_c) = \ln 12 - \frac{t}{RC} = 2,485 - \frac{t}{RC}$$

إذن: $-\frac{1}{RC}$ يمثل المعامل الموجه للمنحنى:

$$-\frac{1}{RC} = \frac{\Delta(\ln(U_c))}{\Delta t} = \frac{2,485 - (-5,515)}{0 - 80} = -\frac{8}{80} = -0,1s^{-1}$$

$$\tau = RC = 10s$$

و بالتالي:

$$C = \frac{\tau}{R} = \frac{10}{1,2 \cdot 10^4} \approx 8,33 \cdot 10^{-4} F = 833 \mu F$$

$$Q_0 = CU_c(t=0) = 10^{-2} C$$

PCtaroudant
2011

