الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التربية الوطنية ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم – الخروب . قسنطينة

اختبار الثلاثي الثاني للسنة ثالثة ثانوي الأستاذ : فرقاني فارس

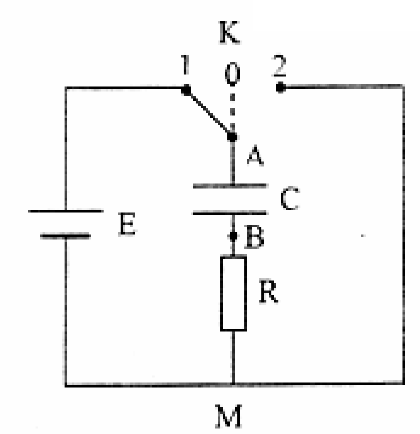
الشعب : علوم تجريبية ، رياضيات ، تقني رياضي السنة الدراسية : 2022/2021

اختبار تجريبي في مادة : العلوم الفيزيائية المدة : 03 ساعة

**الموضوع 3 ثا - 18**

## التمرين الأول : ( بكالوريا 2008 – رياضيات ) (U03-Ex35)

في حصة الأعمال المخبرية ، اقترح الأستاذ على تلاميذه مخطط الدارة الممثلة في (الشكل-2) لدراسة ثنائي القطب RC . تتكون الدارة من العناصر التالية :




الشكل-2

– مولد توتر كهربائي ثابت $E = 12\ V$ .

– مكثفة (غير مشحونة) سعتها $C = 1.0\ \mu F$ .

– ناقل أومي مقاومته $R = 5\ .\ 10^3\ \Omega$ .

– بادلة .

1– نجعل البادلة في اللحظة $(t = 0)$ على الوضع (1) .

أ/ ماذا يحدث .

ب/ كيف يمكن عمليا مشاهدة التطور الزمني للتوتر الكهربائي $u_{AB}$

جـ/ بين أن المعادلة التفاضلية التي تحكم اشتغال الدارة الكهربائية عبارتها $RC\dfrac{du_{AB}}{dt} + u_{AB} = E$ .

د– أعط عبارة $(\tau)$ الثابت المميز للدارة ، و بين باستعمال التحليل البعدي أنه يقدر بالثانية في النظام الدولي للوحدات (SI) .

هـ/ بين أن المعادلة التفاضلية السابقة (1– جـ) تقبل العبارة $u_{AB} = E(1- e^{-t/\tau})$ حل لها .

و/ أرسم شكل المنحنى البياني الممثل للتوتر الكهربائي $u_{AB} = f(t)$ و بين كيفية تحديد $\tau$ من البيان .

ي/ قارن بين قيمة التوتر $u_{AB}$ في اللحظة $t = 5\tau$ و $E$ . ماذا تستنتج ؟

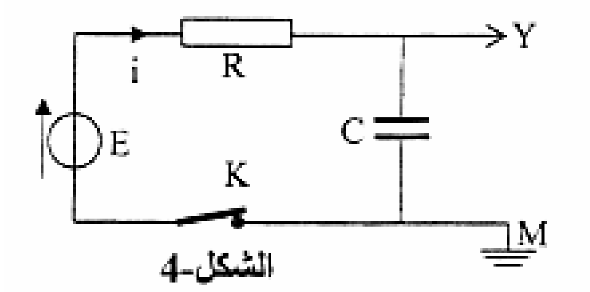
2– بعد الانتهاء من الدراسة السابقة ، نجعل البادلة في الوضع (2) .

أ/ ماذا يحدث للمكثفة .

ب/ أحسب قيمة الطاقة الأعظمية المحولة في الدارة الكهربائية .

**التمرين الثاني :** ( بكالوريا 2008 – علوم تجريبية ) (U03-Ex36)

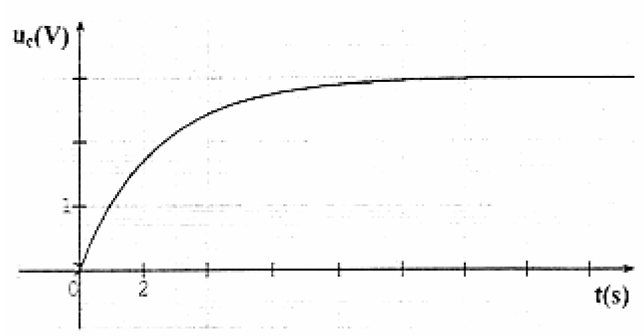
قصد شحن مكثفة مفرغة ، سعتها (C) ، نربطها على التسلسل مع العناصر الكهربائية التالية :




- مولد كهربائي ذو توتر ثابت $E = 3$ V مقاومته الداخلية مهملة .
- ناقل أومي مقاومته $R = 10^4\ \Omega$ .
- قاطعة K .

لإظهار التطور الزمني للتوتر الكهربائي $u_c(t)$ بين طرفي المكثفة . نصلها براسم اهتزاز مهبطي ذي ذاكرة (الشكل−4) .

نغلق القاطعة K في اللحظة $t = 0$ فنشاهد على شاشة راسم الاهتزاز المهبطي المنحنى $u_c(t)$ الممثل في الشكل−5




1− ما هي شدة التيار الكهربائي المار في الدارة بعد مدة $\Delta t = 15$ s من غلقها ؟

2− أعط العبارة الحرفية لثابت الزمن $\tau$ ، و بين أن له نفس وحدة قياس الزمن .

3− عين بيانيا قيمة $\tau$ و استنتج السعة (C) للمكثفة .

4− بعد غلق القاطعة ( في اللحظة $t = 0$ ) :

أ/ اكتب عبارة شدة التيار الكهربائي $i(t)$ المار في الدارة بدلالة $q(t)$ شحنة المكثفة .

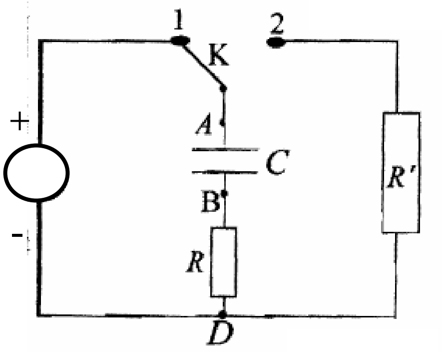
ب/ اكتب عبارة التوتر الكهربائي $u_c(t)$ بين لبوسي المكثفة بدلالة الشحنة $q(t)$ .

ج/ بين أن المعادلة التفاضلية التي تعبر عن $u_C(t)$ تعطى بالعبارة : $u_C + RC\dfrac{du_C}{dt} = E$ .

5− يعطى حل المعادلة التفاضلية السابقة بالعبارة $u_c(t) = E\,(1 - e^{-t/A})$ . استنتج العبارة الحرفية للثابت A ، و ما هو مدلوله الفيزيائي ؟

**التمرين الثالث :** ( بكالوريا 2009 – رياضيات ) (U03-Ex17)

نحقق التركيب الكهربائي التجريبي المبين في الشكل المقابل باستعمال التجهيز




- مكثفة سعتها (C) غير مشحونة .
- ناقلين أوميين مقاومتهما ( $R = R' = 470\ \Omega$ )
- مولد ذي توتر ثابت (E) .
- بادلة (k) ، أسلاك توصيل .

1/ نضع البادلة عند الوضع (1) في اللحظة ( $t = 0$ ) :

أ/ بين على الشكل جهة التيار الكهربائي المار في الدارة ثم مثل بالأسهم التوترين $u_C$ ، $u_R$ .

ب/ عبر عن $u_C$ و $u_R$ بدلالة شحنة المكثفة $q = q_A$ ثم أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة q .

جـ/ تقبل هذه المعادلة حلا من الشكل : $q(t) = A\,(1 - e^{-\alpha t})$ . عبر عن A و $\alpha$ بدلالة C ، R ، E .

د/ إذا كانت قيمة التوتر الكهربائي عند نهاية الشحن بين طرفي المكثفة (5V) ، استنتج قيمة (E) .

هـ/ عندما تشحن المكثفة كليا تخزن طاقة ($E_C = 5$ mJ) . استنتج سعة المكثفة (C) .

2/ نجعل البادلة الآن عند الوضع (2) :

أ/ ماذا يحدث للمكثفة ؟

ب/ قارن بين قيمتي ثابت الزمن الموافق للوضعين (1) ثم (2) للبادلة (k) .

## التمرين الرابع : ( بكالوريا 2011 – علوم تجريبية ) (U02-Ex38)

مكثفة سعتها C شحنت كليا تحت توتر ثابت E = 6V . من أجل معرفة سعتها C نقوم بتفريغها في ناقل أومي مقاومته $R = 4\ k\Omega$ .

1- أرسم مخطط دارة التفريغ .

2- لمتابعة تطور التوتر $u_C(t)$ بين طرفي المكثفة خلال الزمن نستعمل جهاز فولطمتر رقمي و ميقاتية إلكترونية .

أ- كيف يتم ربط جهاز الفولطمتر في الدارة ؟

نغلق القاطعة في اللحظة t = 0 ms و نسجل نتائج المتابعة في الجدول التالي :

| t (ms) | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $u_C$ (V) | 6.00 | 4.91 | 4.02 | 3.21 | 2.69 | 1.81 | 1.21 | 0.81 | 0.54 |

ب- أرسم المنحنى البياني الممثل للدالة $u_C = f(t)$ على ورقة ميليمترية .

جـ- عين بيانيا قيمة ثابت الزمن $\tau$ .

د- احسب سعة المكثفة C .

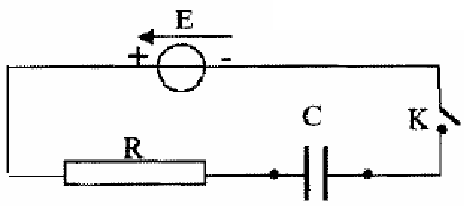
3- أ- بتطبيق قانون جمع التوترات ، أكتب المعادلة التفاضلية للتوتر الكهربائي $u_C(t)$ .

ب- المعادلة التفاضلية السابقة تقبل العبارة $u_C(t) = A\,e^{-\alpha t}$ حلا لها ، حيث $\alpha$ ، A ثابتان يطلب تعينهما .

## التمرين الخامس : ( بكالوريا 2009 – علوم تجريبية ) (U02-Ex37)

تتكون الدارة الكهربائية المبينة في الشكل-1 من العناصر التالية موصولة على التسلسل :

- مولد كهربائي توتره ثابت E = 6 V .
- مكثفة سعتها $C = 1.2\ \mu F$ .




الشكل 1

– ناقل أومي مقاومته $R = 5\ k\Omega$ .

– قاطعة K .

نغلق القاطعة :

1– بتطبيق قانون جمع التوترات أوجد المعادلة التفاضلية التي تربط بين $u_C(t)$ ، $\frac{du_C(t)}{dt}$ ، E ، R و C .

2– تحقق من أن المعادلة التفاضلية المحصل عليها تقبل العبارة : $u_C(t) = E\,(1 - e^{-\frac{1}{RC}t})$ كحل لها .

3– حدد وحدة المقدار RC ، ما مدلوله العملي بالنسبة للدارة الكهربائية ؟ اذكر اسمه .

4– أحسب قيمة التوتر الكهربائي $u_C(t)$ في اللحظات المدونة في الجدول التالي :

| t(ms) | 0 | 6 | 12 | 18 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|
| $u_C$ (V) | | | | | |

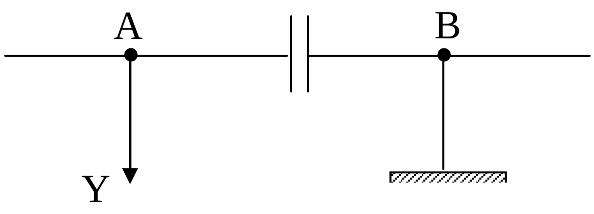
5– أرسم المنحنى البياني $u_C = f(t)$ .

6– أوجد العبارة الحرفية للشدة اللحظية للتيار الكهربائي $i(t)$ بدلالة E ، R ، C ، ثم أوجد قيمتها في اللحظتين ($t = 0$) و ($t = \infty$) .

7– أكتب عبارة الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفة ، أحسب قيمتها عندما ($t = \infty$) .

# حل التمرين الأول

1- أ - عند وضع البادلة في الوضع (1) تشحن المكثفة .
ب- لمشاهدة التطور الزمني للتوتر الكهربائي يمكن ربط ثنائي القطب براسم الإهتزاز المهبطي وفق الشكل التالي :




جـ- إبراز المعادلة التفاضلية :
حسب قانون جمع التوترات

$$u_{AB} + u_{BM} = E$$
$$u_{AB} + R\,i = E$$
$$u_{AB} + R\frac{dq}{dt} = E$$
$$u_{AB} + R\frac{d(C.u_C)}{dt} = E$$
$$u_{AB} + RC\frac{du_{AB}}{dt} = E$$
$$RC\frac{du_{AB}}{dt} + u_{AB} = E$$

د- عبارة $\tau$ :

$$\tau = RC$$

- إثبات أن $\tau$ يقدر بالثانية :

$$[\tau] = [R][C]$$
$$[\tau] = \frac{[U]}{[I]}\frac{[Q]}{[U]} = \frac{[Q]}{[I]} = \frac{[I][T]}{[I]} \rightarrow [\tau] = [T]$$

إذن $\tau$ يقدر بالثانية .

هـ- إثبات أن $u_{AB} = E(1 - e^{-t/\tau})$ هو حل للمعادلة التفاضلية :

- $u_{AB} = E(1 - e^{-t/\tau})$
- $\dfrac{du_{AB}}{dt} = E\,(0 - (-\dfrac{1}{\tau}e^{-t/\tau})) = \dfrac{E}{\tau}e^{-t/\tau} = \dfrac{E}{RC}e^{-t/\tau}$

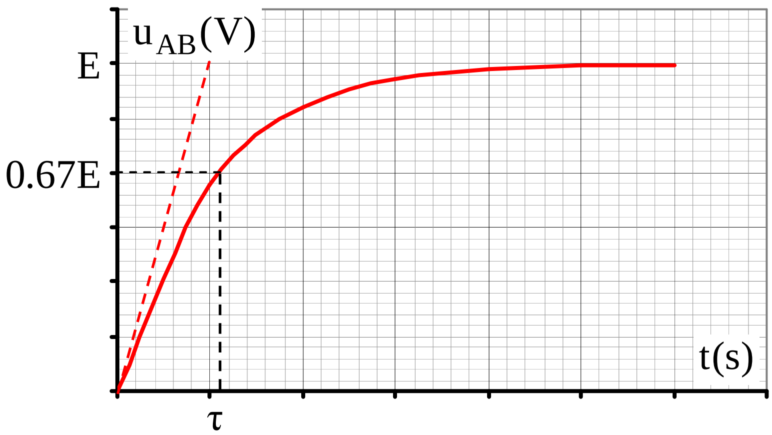
بالتعويض في المعادلة التفاضلية :

$$RC\left(\frac{E}{RC}e^{-t/\tau}\right) + E(1 - e^{-t/\tau}) = E$$

$$Ee^{-t/\tau} + E - Ee^{-t/\tau} = E \rightarrow E = E$$

إذن الحل المعطى هو حل للمعادلة التفاضلية .

- المنحنى البياني :




كيفية تحديد $\tau$ :

طريقة (1) :

نسقط نقطة تقاطع المماس عند $t = 0$ مع المستقيم المقارب $u_{AB} = E$ على محور الأزمنة نجد قيمة $\tau$ .

طريقة (2) :

من تعريف $\tau$ يكون :

$$t = \tau \rightarrow u_{AB} = 0.67\ E = 0.67\ .\ 12 = 8.04\ V$$

بالإسقاط في البيان نجد قيمة $\tau$ التي تمثل اللحظة الموافقة للقيمة $U = 8.04\ V$

ي- المقارنة بين $u_{AB}$ عند $t = 5\tau$ و $E$ :

$$u_{AB} = E(1 - e^{-t/\tau})$$

$$t = 5\tau \rightarrow u_{AB} = E(1 - e^{-5\tau/\tau}) = u_{AB} = E(1 - e^{-5}) \approx E$$

إذن قيمة $u_{AB}$ عند اللحظة $t = 5\tau$ تساوي تقريبا قيمة $E$ ، نستنتج من ذلك أن عملية الشحن تنتهي عند اللحظة $t = 5\tau$ .

2-أ- يحدث تفريغ للمكثفة .

ب- الطاقة الأعظمية المحولة في الدارة الكهربائية :

$$E_{(C)} = \frac{1}{2}C\,u_{AB}{}^2$$

تكون الطاقة أعظمية عندما يكون التوتر أعظمي أين $u_{AB} = E$ و منه :

$$E_{0(C)} = \frac{1}{2}C\,E^2$$

$$E_{0(C)} = \frac{1}{2}10^{-6}\,(12)^2 = 7.2\ .10^{-5}\ J$$

# حل التمرين الثاني

1- شدة التيار المار في الدارة بعد مدة $\Delta t = 15\ s$ :

بعد 15s تكون الجملة الكهربائية (RC) في حالة نظام دائم و عندها يكون :

$u_C = E$

و حسب قانون جمع التوترات :

$E = u_C + u_R$

$E = E + Ri \rightarrow Ri = 0 \rightarrow i = 0$

أي أن شدة التيار معدومة بعد $\Delta t = 15\ s$ ثانية .

2- العبارة الحرفية لثابت الزمن $\tau$ :

$$\tau = RC$$

- إثبات أن لثابت الزمن $\tau$ نفس وحدة قياس الزمن :

$$[\tau] = [R][C]$$

$$[\tau] = \frac{[U]}{[I]}\frac{[Q]}{[U]} = \frac{[Q]}{[I]} = \frac{[I][T]}{[I]} \rightarrow [\tau] = [T]$$

إذن لثابت الزمن $\tau$ نفس وحدة قياس الزمن .

قيمة $\tau$ :

من البيان :

$t = \tau \rightarrow u_C = 0,63\ u_{cmax} = 0,63 . 3 = 1,89\ V$

بالاسقاط مع أخذ سلم الرسم بعين الاعتبار : $\tau = 2\ s$

قيمة C :

$$\tau = RC \rightarrow C = \frac{\tau}{R} \rightarrow C = \frac{2}{10^4} = 2 . 10^{-4}\ F$$

4- أ- عبارة i(t) بدلالة q(t) :

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$$

ب- عبارة $u_C(t)$ بدلالة q(t) :

$$u_C(t) = \frac{q(t)}{C}$$

جـ- إبراز المعادلة التفاضلية :

حسب قانون جمع التوترات :

$u_R + u_C = E$

$$R\,i + u_C = E \rightarrow R\frac{dq}{dt} + u_C = E \rightarrow R\frac{d(C.u_C)}{dt} + u_C = E$$

$$RC\frac{du_C}{dt} + u_C = E \rightarrow \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC}u_C = \frac{E}{RC}$$

و هي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى .

5- العبارة الحرفية لـ A :

لدينا :

- $u_C = E(1 - e^{-t/A})$
- $\frac{du_C}{dt} = E(0 - (-\frac{1}{A}e^{-t/A}) = \frac{E}{A}e^{-t/A}$

بالتعويض في المعادلة التفاضلية :

$$\frac{E}{A}e^{-t/A} + \frac{1}{RC}E\,(1 - e^{-t/A}) = \frac{E}{RC}$$

$$\frac{E}{A}e^{-t/A} + \frac{E}{RC} - \frac{E}{RC}e^{-t/A} = \frac{E}{RC}$$

$$(\frac{E}{A} - \frac{E}{RC})\,e^{-t/A} + \frac{E}{RC} = \frac{E}{RC}$$

الحل المعطى هو حل للمعادلة التفاضلية و لكي تتحقق المساواة يجب أن يكون :

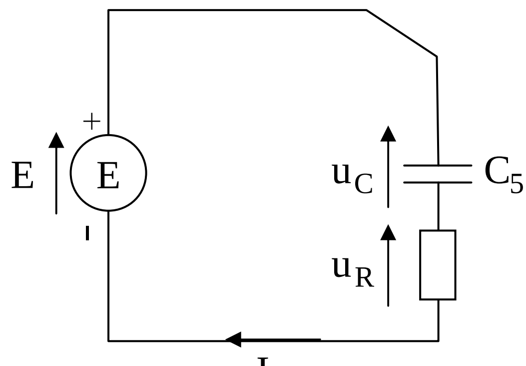
$$(\frac{E}{A} - \frac{E}{RC}) = 0 \rightarrow \frac{E}{A} = \frac{E}{RC} \rightarrow A = RC$$

- المدلول الفيزيائي :

المقدار A هو ثابت الزمن $\tau$ للدارة RC ، يمثل الزمن اللازم لشحن المكثفة بنسبة 67% كما يمثل 20% من زمن إتمام الشحن .

# حل التمرين الثالث

1- أ- جهة التيار و تمثيل التوترين $u_C$ ، $u_R$ بأسهم :




ب- التعبير عن $u_C$ و $u_R$ بدلالة q :

- $u_C = \frac{q}{C}$
- $u_R = R\,i = R\frac{dq}{dt}$

- المعادلة التفاضلية بدلالة q :

حسب قانون جمع التوترات :

$$u_R + u_C = E$$

$$R\,i + \frac{q}{C} = E$$

$$R\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = E \quad \rightarrow \quad \frac{dq}{dt} + \frac{1}{RC}q = \frac{E}{R}$$

جـ- التعبير عن A و α بدلالة C ، R ، E :

- $q = A\,(1 - e^{-\alpha t})$
- $\frac{dq}{dt} = A\,(0 - (-\alpha\, e^{-\alpha t})) = \alpha A\, e^{-\alpha t}$

بالتعويض في المعادلة التفاضلية :

$$\alpha A\, e^{-\alpha t} + \frac{A}{RC}(1 - e^{-\alpha t}) = \frac{E}{R}$$

$$\alpha A\, e^{-\alpha t} + \frac{A}{RC} - \frac{A}{RC}e^{-\alpha t} = \frac{E}{R}$$

$$A\, e^{-\alpha t}(\alpha - \frac{1}{RC}) + \frac{A}{RC} = \frac{E}{R}$$

الحل المعطى هو حل للمعادلة التفاضلية و لكي تتحقق المساواة يجب أن يكون :

- $\alpha - \frac{1}{RC} = 0 \rightarrow \alpha = \frac{1}{RC}$
- $\frac{A}{RC} = \frac{E}{R} \rightarrow A = EC$

د- قيمة E :

من العلاقة المتحصل عليها بقانون جمع التوترات يمكن كتابة :

$$E = R\,i + u_C$$

عند نهاية الشحن تنعدم شدة التيار $(i = 0)$ و منه يصبح :

$E = u_C \rightarrow u_C = E$ ..................... (1)

و من معطيات التمرين لدينا عند نهاية الشحن :

$u_C = 5\ V$ .................................. (2)

من (1) و (2) نستنتج : $E = 5V$ .

هـ- سعة المكثفة :

لدينا :

$$E_{(C)} = \frac{1}{2}C\,u_C^{\,2}$$

و عندما تشحن المكثفة كليا يكون $u_C = E$ (طاقة المكثفة أعظمية) و منه نكتب :

$$E_{(C)0} = \frac{1}{2}C\,E^2 \rightarrow C = \frac{2E_{(C)0}}{E^2}$$

$$C = \frac{2\,(5.10^{-3})}{(5)^2} = 4.10^{-4}\ F = 400\,\mu F$$

2- أ- عند جعل البادلة في الوضع (2) تتفرغ المكثفة في الناقل الأومي .

ب- المقارنة بين $\tau$ في الوضعين (1) ، (2) :

في الوضع (1) يوجد مع المكثفة ناقل أومي وحيد مقاومته R لذا يكون :

$\tau_1 = RC$

في الوضع (2) يوجد مع المكثفة ناقلين أوميين موصولين على التسلسل مقاومتهما R ، R' = R لذا يكون :

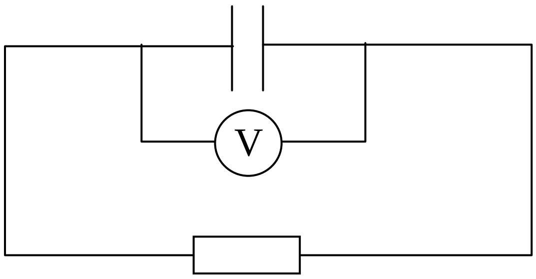
$\tau_2 = (R + R')C = 2RC$

نلاحظ :

$\tau_2 = 2\tau_1 \rightarrow \tau_2 > \tau_1$

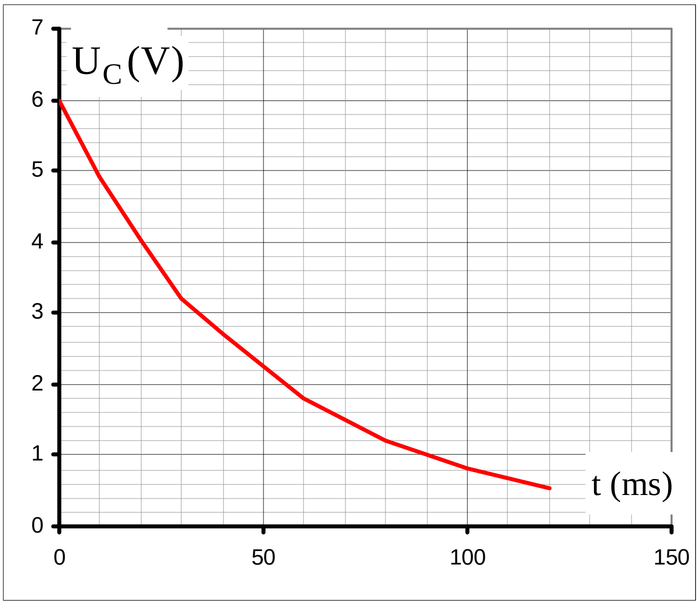
# حل التمرين الرابع

1- مخطط دارة التفريغ :




2- أ- يربط مقياس الفولط على التفرع مع المكثفة كما مبين في الشكل السابق .

ب- المنحنى البياني $u_C = f(t)$ :




جـ- قيمة $\tau$ من البيان :

$t = \tau \rightarrow u_C = 0.37\ E = 0.37 \cdot 6 = 2.22\ V$

بالإسقاط نجد : $\tau = 50\ ms$ .

د- سعة المكثفة :

$$\tau = RC \rightarrow C = \frac{\tau}{R} = \frac{50.10^{-3}}{4.10^{3}} = 1.25.10^{-5}\ F = 12.5\mu F$$

3- أ- المعادلة التفاضلية بدلالة $u_C$ :

حسب قانون جمع التوترات :

$u_R + u_C = 0$

$R\,i + u_C = 0$

$$R\,C\frac{du_C}{dt} + u_C = 0 \rightarrow \frac{du_C}{dt} + \frac{1}{RC}u_C = 0$$

ب- تعيين A و $\alpha$ :

- $u_C = A\,e^{-\alpha t}$
- $\frac{du_C}{dt} = -A\alpha\,e^{-\alpha t}$

بالتعويض في المعادلة التفاضلية :

$$-A\alpha\,e^{-\alpha t} + \frac{A}{RC}e^{-\alpha t} = 0 \rightarrow A\,e^{-\alpha t}\,(-\alpha + \frac{1}{RC})\,e^{-\alpha t} = 0$$

الحل المعطى هو حل للمعادلة التفاضلية و لكي تتحقق المساواة يجب أن يكون :

$$-\alpha + \frac{A}{RC} = 0 \rightarrow \alpha = \frac{1}{RC}$$

و اعتمادا على البيان يمكن كتابة :

$t = 0 \rightarrow u_C = 6 = E$

بالتعويض في العبارة $u_C = A\,e^{-\alpha t}$ يكون :

$E = A\,e^{-\alpha(0)} \rightarrow A = E$

# حل التمرين الخامس

1- إيجاد المعادلة التفاضلية :

حسب قانون جمع التوترات :

$E = u_R + u_C$

$E = Ri + u_C$

$$E = R\frac{dq}{dt} + u_C \rightarrow E = R\frac{d(C.u_C)}{dt} + u_C \rightarrow RC\frac{du_C}{dt} + u_C = E$$

$$\frac{di}{dt} + \frac{1}{RC}u_C = \frac{E}{RC}$$

2- إثبات أن $u_C = E(1-e^{-\frac{1}{RC}t})$ هو حل للمعادلة التفاضلية :

لدينا :

- $u_C = E(1-e^{-\frac{1}{RC}t})$
- $\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{RC} e^{-\frac{1}{RC}t}$

بالتعويض في المعادلة التفاضلية :

$$\frac{E}{RC} e^{-\frac{1}{RC}t} + \frac{E}{RC}(1-e^{-\frac{1}{RC}t}) = \frac{E}{RC}$$

$$\frac{E}{RC} e^{-\frac{1}{RC}t} + \frac{E}{RC} - \frac{E}{RC} e^{-\frac{1}{RC}t} = \frac{E}{RC} \quad \longrightarrow \quad \frac{E}{RC} = \frac{E}{RC}$$

إذن الحل المعطى هو حل للمعادلة التفاضلية .

3- تحديد وحدة $\tau = RC$ :

$$[RC] = [R][C]$$

$$[RC] = \frac{[U]}{[I]}\frac{[Q]}{[U]} = \frac{[Q]}{[I]} = \frac{[I][T]}{[I]} \longrightarrow [\tau] = [T] = s$$

إذن $\tau$ يقدر بالثانية .

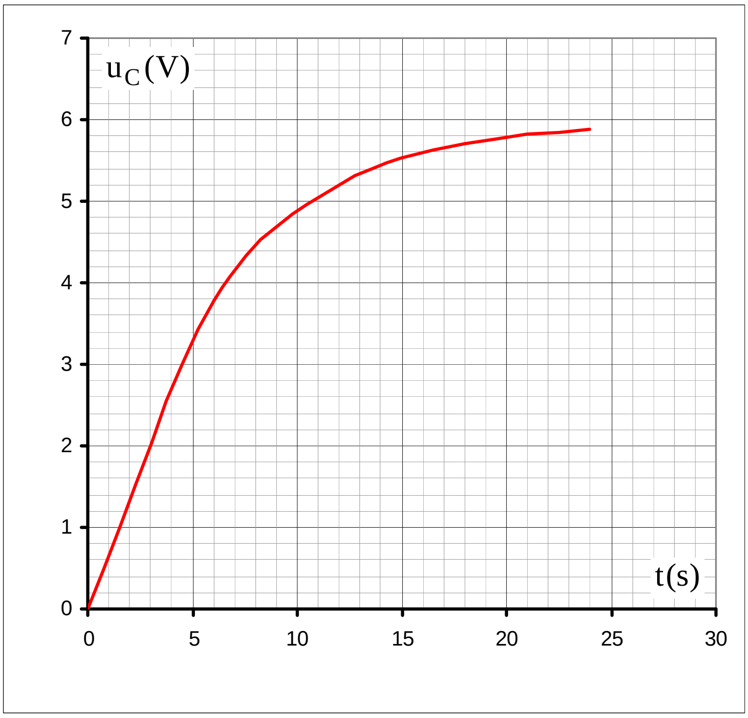
- المدلول العلمي : هو المدة اللازمة لشحن المكثفة بنسبة 63% كما يمثل 20% من زمن اتمام الشحن .

- إسمه : ثابت الزمن

4- الجدول :

| t (ms) | 0 | 6 | 12 | 18 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|
| $u_C$ (V) | 0 | 3.79 | 5.19 | 5.70 | 5.89 |

5- البيان $u_C = f(t)$ :



-6 العبارة الحرفية لـ $i = f(t)$ :

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d(C\,u_C)}{dt} = C\frac{du_C}{dt}$$

لدينا :

- $u_C = E(1 - e^{-\frac{1}{RC}t})$
- $\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{RC}\,e^{-\frac{1}{RC}t}$

و منه يصبح :

$$i = C\frac{E}{RC}\,e^{-\frac{1}{RC}t} \;\rightarrow\; i = \frac{E}{R}\,e^{-\frac{1}{RC}t}$$

$$t = 0 \rightarrow i = I_0 = \frac{E}{R} = \frac{6}{5} = 1.2\text{ A}$$

$$t = \infty \rightarrow i = 0$$

-7 عبارة الطاقة المخزنة في المكثفة :

$$E_{(C)} = \frac{1}{2}C\,u_C{}^2$$

و حيث أن : $u_C = E(1 - e^{-\frac{1}{RC}t})$ يكون :

$$E_{(C)} = \frac{1}{2}C\,E^2(1 - e^{-t/RC})^2$$

قيمتي $E_{(C)}$ عند اللحظتين $t = 0$ ، $t = \infty$ :

- $t \rightarrow \infty \;\rightarrow\; E_{(C)} = \frac{1}{2}C\,E^2 \rightarrow E_{(C)} = \frac{1}{2}.1.2.10^{-6}\,(6)^2 = 2.16.10^{-5}\text{ J} = 21.6\,\mu\text{J}$

# تمنياتي لكم التوفيق و النجاح