سلسلة دروس و تمارين في مادة العلوم الفيزيائية- ثانية ثانوي

إعداد الأستاذ : فرقاني فارس

تمارين مقترحة-01

03

الشعب : علوم تجريبية
رياضيات ، تقني رياضي

التطورات الرتيبة

دراسة ظواهر كهربائية

****

www.sites.google.com/site/faresfergani

تاريخ آخر تحديث : 2013/11/24

التمرين (1):

1- مكثفتان موصولتان على التسلسل الأولى سعتها $C_1 = 1\mu F$ و الثانية سعتها $C_2 = 3\mu F$ ، نطبق بين طرفيهما توترا $u = 300\ V$.

أ- أثبت أن السعة المكافئة للمكثفتين المذكورتين يعبر عنها بالعلاقة : $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ ، أحسب سعة المكثفة المكافئة C .

ب- أحسب شحنة المكثفة المكافئة C .

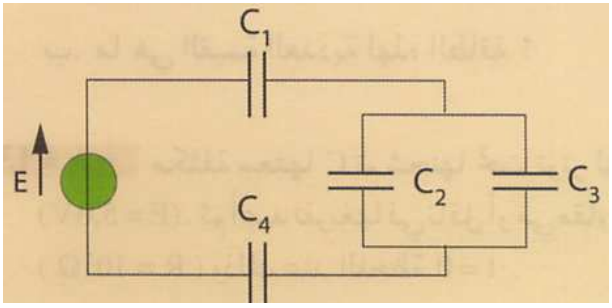
جـ- أحسب U_1 و U_2 التوترين الكهربائيين بين طرفي المكثفتين C_1 ، C_2 على الترتيب .

2- لدينا مجموعة مكثفات متماثلة سعة كل منها $C_1 = 0.2\ mF$.

أ- عين طريقة تجميع عدد من هذه المكثفات للحصول على مكثفة مكافئة سعتها $5mF$.

ب- حدد عدد المكثفات المستعملة .

3- لدينا أربع مكثفات سعاتها : $C_1 = 2\ \mu F$ ، $C_2 = 0.5\ \mu F$ ، $C_3 = 1.5\ \mu F$ ، $C_4 = 4\ \mu F$ تم ربطها بالشكل التالي :



نغذي الدارة بتوتر قيمته $100V$.

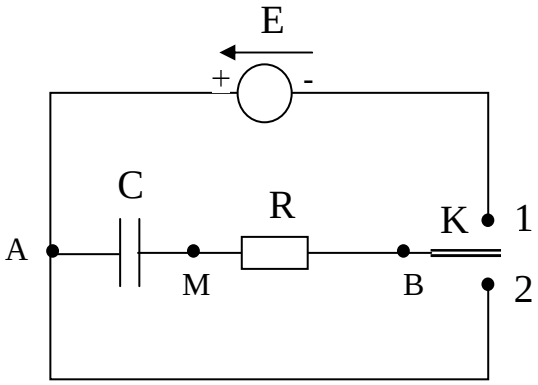
أ- نعتبر C_5 هي السعة المكافئة للمكثفتين ذات السعتين C_2 ، C_3 ، أثبت أن $C_5 = C_2 + C_3$.

ب- إذا اعتبرنا C هي سعة المكثفة المكافئة لكل المكثفات . أوجد قيمة C .

جـ- أوجد شحنة المكثفة المكافئة .

التمرين (2) :

نعتبر الدارة الكهربائية المبينة في الشكل المقابل و التي تتألف مولد للتوتر الثابت قوته المحركة الكهربائية E ، مكثفة سعتها C ، ناقل أومي مقاومته R .

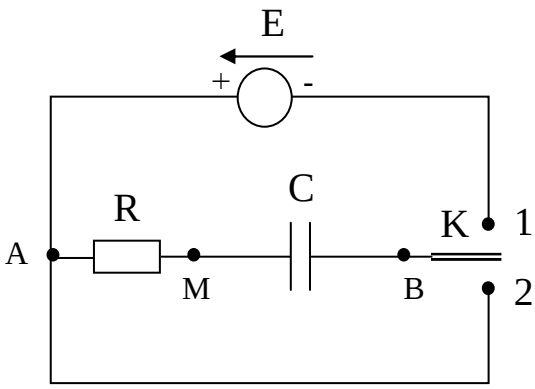


1- نضع البادلة في الوضع (1) عند اللحظة t = 0 فتبدأ عملية الشحن .
أ- بين ماذا يحدث على المستوى المجهري .
ب- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة التوتر $u_C = f(t)$ بين طرفي المكثفة .
جـ- بين أن العبارة $u_C = E\,(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$ هو حل لهذه المعادلة .
د- مثل كيفيا تغيرات u_C بدلالة t .
2- نضع البادلة في الوضع (2) :
أ- بين ماذا يحدث على المستوى المجهري .
ب- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة التوتر $u_C = f(t)$ بين طرفي المكثفة .
3- حل هذه المعادلة التفاضلية هو من الشكل : $u_C = A\,e^{-\frac{t}{B}}$ حيث A و B ثابتان يطلب كتابة عبارتهما .
3- أوجد العبارات الزمنية للمقادير التالية عند شحن المكثفة و عند تفريغها مبينا و بشكل كيفي المنحنيات الموافقة لهذه المقادير:

- شدة التيار .
- شحنة المكثفة .
- التوتر بين طرفي الناقل الأومي R .
- الطاقة المخزنة المخزنة في المكثفة .

التمرين (3) :

نعتبر الدارة الكهربائية المبينة في الشكل المقابل و التي تتألف من مولد للتوتر الثابت قوته المحركة الكهربائية E = 12 V ، مكثفة سعتها C = 1 µF ، ناقل أومي مقاومته $R = 5 \cdot 10^3\ \Omega$. (الشكل-1) .



• نضع البادلة في الوضع (1) عند اللحظة $t = 0$ فتبدأ عملية الشحن .

1- بين على الشكل جهة التيار الكهربائي المار في الدارة و كذا جهة حاملات الشحن (الإلكترونات) ، ثم مثل بالأسهم التوترين u_C ، u_R .

2- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة التوتر $u_C = f(t)$ بين طرفي المكثفة

3- حل المعادلة التفاضلية هو من الشكل : $u_C = A(1 - e^{-\frac{t}{B}})$ حيث A و B ثابت يطلب التعبير عنهما .

4- ماذا يمثل B ، ما هو مدلوله الفيزيائي ، بين بالتحليل البعدي أنه يقدر بالثانية .

5- بين في مخطط كيف يجب وصل الدارة براسم الإهتزاز المهبطي حتى نحصل على البيان الموافق لتغيرات التوتر u_C بدلالة الزمن .

6- مثل بشكل كيفي هذا البيان مبينا عليه كيفية تحدد ثابت الزمن τ .

7- أثبت أن مماس المنحنى $u_C(t)$ عند اللحظة $t = 0$ يقطع المستقيم ذو المعادلة $u_C = E$ في اللحظة $t = \tau$.

8- قارن بين قيمة التوتر u_C في اللحظة $t = 5\tau$ و E . ماذا تستنتج ؟

9- بالإعتماد على المعادلة التفاضلية السابقة ، أثبت أن شدة التيار الأعظمي المار في الدراة يعبر عنه بالعلاقة : $I_0 = \frac{E}{R}$. احسب قيمته .

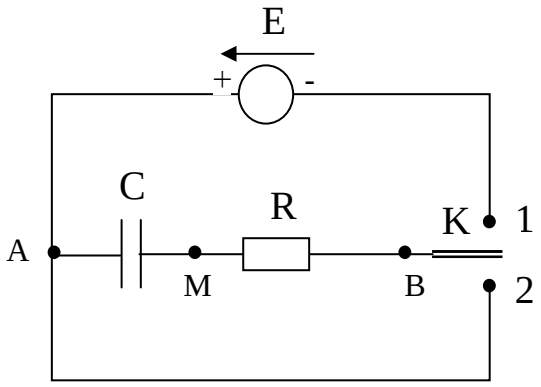
10- أحسب مقدار الطاقة المخزنة في المكثفة عند اللحظة $t = 6\ \tau$.

11- لو استبدلنا المكثفة السابقة بمكثفة سعتها $C' = 2\ \mu F$ و أبقينا على نفس قيمة مقاومة الناقل الأومي $R = 5 . 10^3\ \Omega$ ، في نفس المعلم السابق الذي رسم فيه المنحنى $u_C = f(t)$ أرسم شكل المنحنى $u_{C'} = g(t)$ الذي يمكن مشاهدته على شاشة الجهاز . مع التعليل .

13- نفس السؤال لو استبدلنا الناقل الأومي ذو المقاومة R بناقل أومي مقاومته $R' = 10^3\ \Omega$ مع الإبقاء على نفس سعة المكثفة $C = 1\ \mu F$.

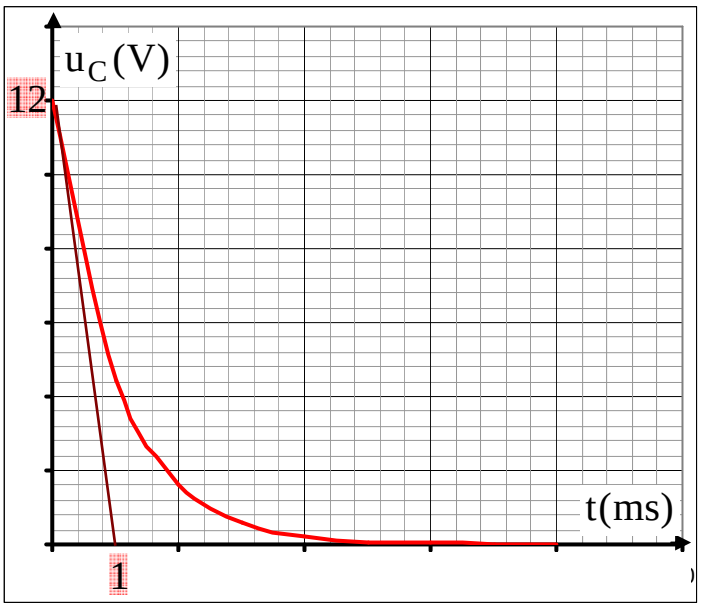
التمرين (4) :

نعتبر الدارة الكهربائية المبينة في الشكل المقابل و التي تتألف مولد للتوتر الثابت قوته المحركة الكهربائية $E = 12$ V ، مكثفة سعتها C ، ناقل أومي مقاومته $R = 100\ \Omega$.



• نضع البادلة في الوضع (2) عند اللحظة $t = 0$ فتبدأ عملية التفريغ .

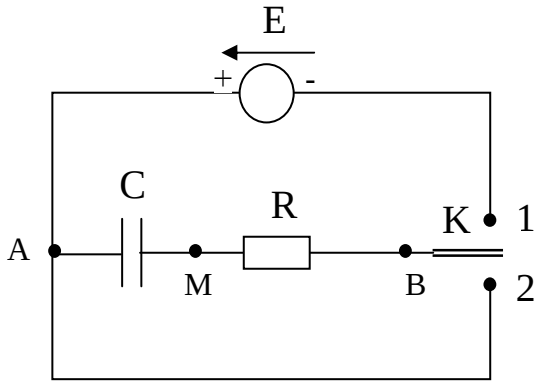
2- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة التوتر $u_C = f(t)$ بين طرفي المكثفة ، مبينا حلها دون برهان .
4- الدراسة التجريبية لتطور التوتر بين طرفي المكثفة أعطت البيان التالي :



اعتمادا على البيان و الدراسة النظرية السابقة أوجد :
- القوة المحركة للمولد E .
- ثابت الزمن τ .
- سعة المكثفة C .
- شدة التيار الأعظمية I_0 .
- الطاقة المكثفة عند اللحظة $t = 0$.

التمرين (5) :

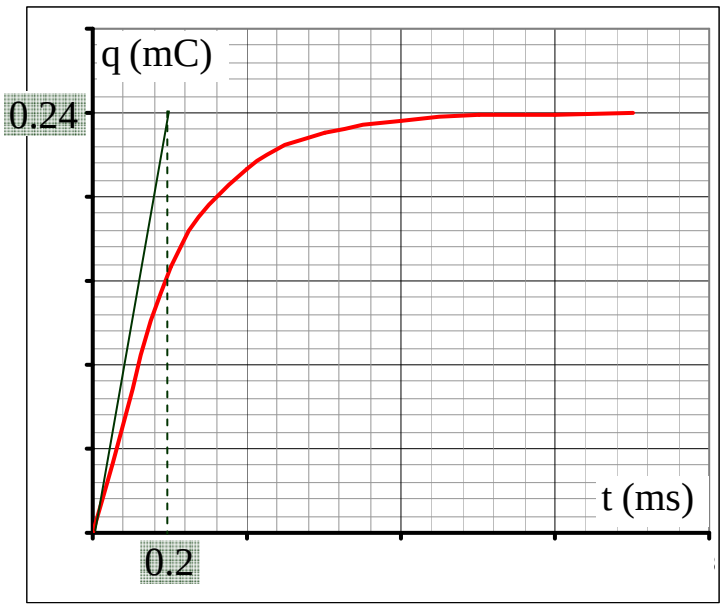
نعتبر الدارة الكهربائية المبينة في الشكل المقابل و التي تتألف مولد للتوتر الثابت قوته المحركة الكهربائية $E = 12$ V ، مكثفة سعتها C ، ناقل أومي مقاومته $R = 100\ \Omega$.



1- نضع البادلة في الوضع (1) عند اللحظة $t = 0$ فتبدأ عملية الشحن .
أ- أوجد المعادلة التفاضلية بدلالة شحنة المكثفة q(t) .

ب- أثبت أن حل هذه المعادلة التفاضلية هو $Q = Q_0 (1 - e^{-t/\tau})$ حيث τ ثابت الزمن و Q_0 هي شحنة المكثفة الأعظمية .

جـ- المنحنى البياني التالي يمثل تغيرات شحنة المكثفة q بدلالة الزمن .



اعتمادا على هذا البيان أوجد سعة المكثفة C ، ثابت الزمن τ .

2- نضع البادلة في الوضع (2) :

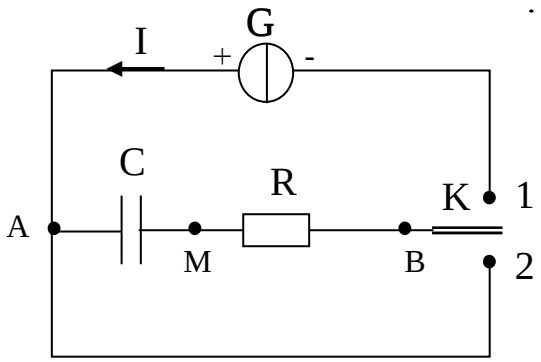
أ- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة شحنة المكثفة $q = f(t)$ مبينا حلها دون برهان بدلالة ثابت الزمن τ و شحنة المكثفة الأعظمية Q_0 .

ب- أثبت أن حل هذه المعادلة التفاضلية هو من الشكل : $q = Q_0 e^{-t/\tau}$ حيث Q_0 هي شحنة المكثفة الأعظمية .

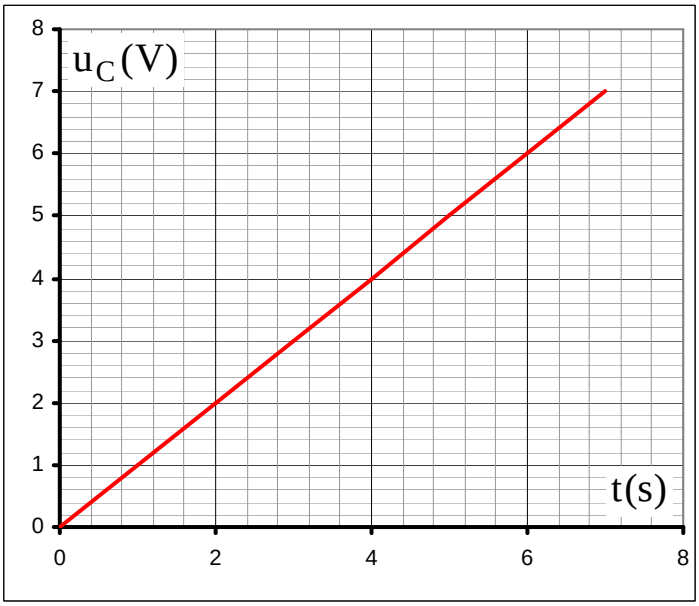
جـ- نعتبر المكثفة تفرغت من شحنتها عندما تصبح شحنة تمثل 1% من شحنتها الأعظمية ، أوجد الزمن Δt اللازم لذلك .

التمرين (6) :

نعتبر الدارة الكهربائية التي تتألف مولد للتوتر الثابت قوته المحركة الكهربائية E ، مكثفة سعتها C ، ناقل أومي مقاومته $R = 10\ \Omega$. (الشكل-1) .

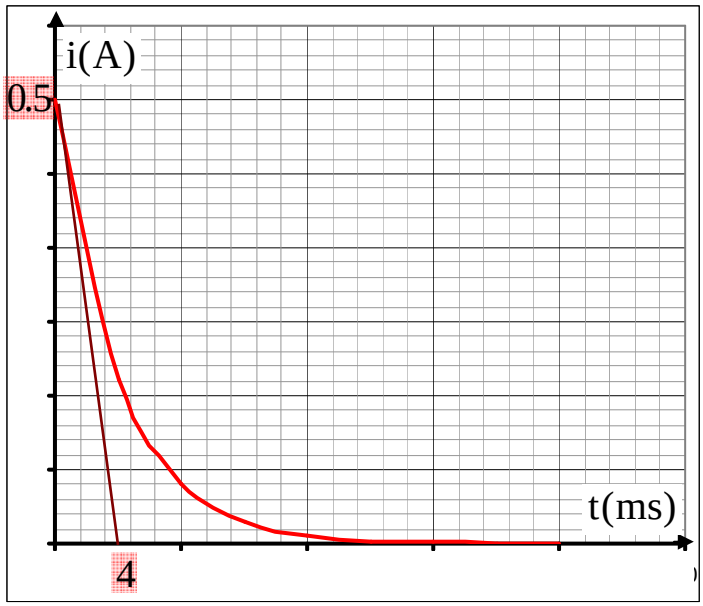


1- نريد تعيين سعة المكثفة C ، لذلك نضع في اللحظة $t = 0$ البادلة k في الوضع (1) لتشحن المكثفة بالمولد G الذي يعطي تيارا ثابتا شدته $i = 0.2\ mA$. بواسطة جهاز ExAO تمكنا من مشاهدة المنحنى البياني لتطور التوتر u_C بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن t (الشكل-1 أ)



أ- أكتب عبارة التوتر u_{AB} بدلالة شدة التيار i المار في الدارة ، و سعة المكثفة C و الزمن t .
ب- استنتج من البيان سعة المكثفة C .

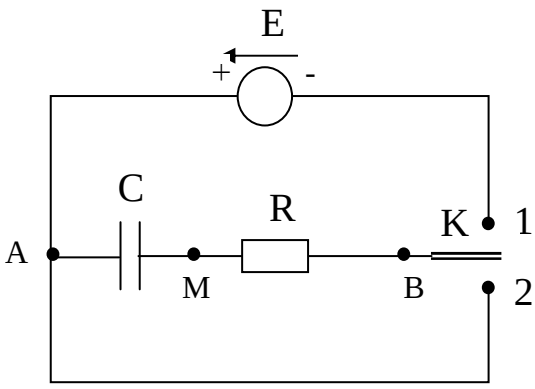
2- للتأكد من قيمة سعة المكثفة السابقة نقوم بتحديدها بطريقة أخرى ، حيث نضع البادلة في الوضع (1) عند اللحظة $t = 0$ بعد استبدال المولد G بمولد للتوتر قوته المحركة الكهربائية $E = 10\ V$ ، تبدأ عملية الشحن وبواسطة تجهيز مناسب و برمجيات خاصة تحصلنا على البيان التالي الذي يمثل تغيرات شدة التيار الكهربائي المار بدلالة الزمن أثناء الشحن .



أ- بين بطريقة عملية كيف يمكن دراسة تطور شدة التيار المار بثنائي القطب AB باستعمال راسم اهتزاز مهبطي .
ب- أوجد العبارة اللحظية لشدة التيار المار بالدارة .
جـ- اعتمادا على البيان أوجد سعة المكثفة C و تأكد إن كانت توافق النتيجة المتحصل عليها سابقا .

التمرين (7) :

نعتبر الدارة الكهربائية التي تتألف مولد للتوتر الثابت قوته المحركة الكهربائية E = 10 V ، مكثفة سعتها C ، ناقل أومي مقاومته R . (الشكل-1) .



1- نضع البادلة في الوضع (1) عند اللحظة t = 0 فتبدأ عملية الشحن .

أ- أكتب العبارة اللحظية لطاقة المكثفة أثناء تفريغ المكثفة بدلالة τ ثابت الزمن و $E_{(C)0}$.

ب- أرسم المنحنى $E_{(C)}$ (t) بشكل كيفي .

2- نضع البادلة في الوضع (2) عند اللحظة t = 0 فتبدأ عملية التفريغ .

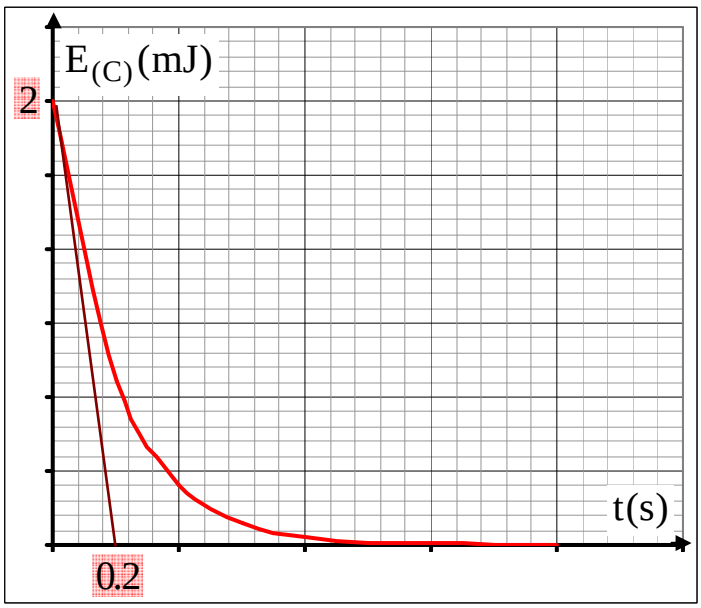
أ- أكتب العبارة اللحظية لطاقة المكثفة أثناء تفريغ المكثفة بدلالة τ ثابت الزمن و $E_{(C)0}$.

ب- أثبت أن مماس المنحنى $E_{(C)}$ (t) يقطع محور الأزمنة في اللحظة $t = \frac{\tau}{2}$.

جـ- أوجد اللحظة $t_{1/2}$ التي تصبح فيها طاقة المكثفة مساوية لنصف قيمتها الأعظمية .

د- عبر بدلالة الزمن عن الطاقة التي تقدمها المكثفة للدارة أثناء تفريغها .

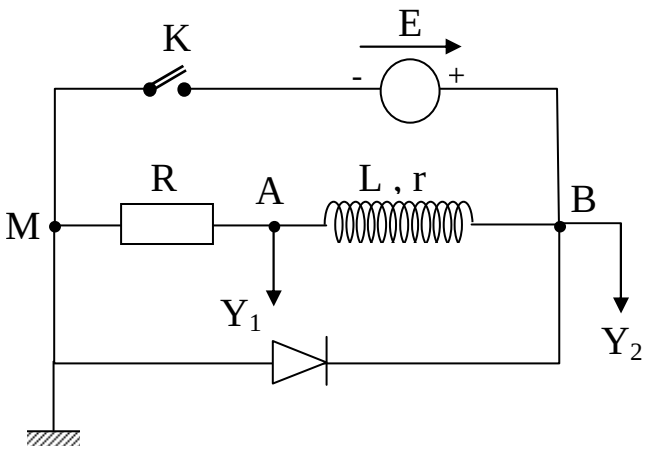
3- الدراسة التجريبية لطاقة المكثفة اثناء التفريغ أعطت البيان التالي :



استنتج من البيان : سعة المكثفة C و مقاومة الناقل الأومي R .

التمرين (8) :

نعتبر الدارة الكهربائية المبينة في الشكل التالي و التي تتكون على التسلسل من مولد للتوتر قوته المحركة الكهربائية E ، قاطعة ، ناقل أومي مقاومتة R ، وشيعة ذاتيتها L و مقاومتها الداخلية r .

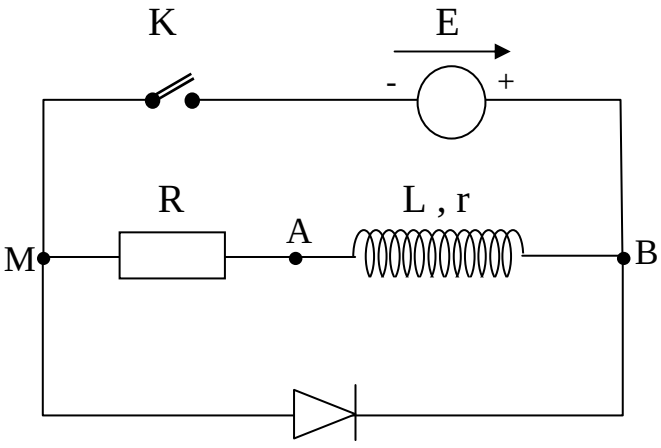


1- أجب على الأسئلة التالية عند غلق القاطعة و عند فتحها في حالة إهمال المقاومة الداخلية للوشيعة (r = 0) .
أ- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة شدة التيار i(t) ، I_0 ، τ ، مبينا حلها دون برهان .
ب- أكتب العبارات اللحظية مع رسم البيان بشكل كيفي لكل من المقادير التالية :
- التوتر بين طرفي الناقل الأومي .
- التوتر بين طرفي الوشيعة .
- الطاقة المخزنة في الوشيعة .

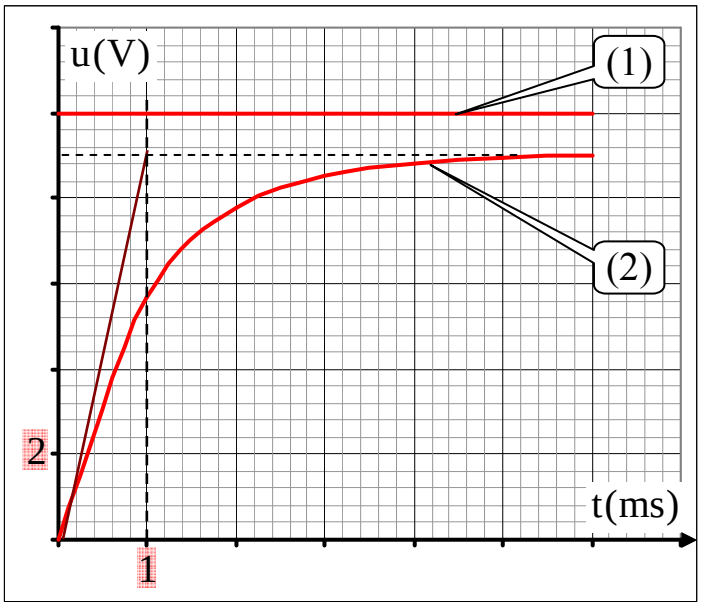
2- أعد كتابة المعادلة التفاضلية بدلالة التوتر u_R بين طرفي الناقل الأومي .
3- أعد نفس الأسئلة عند غلق القاطعة و عند فتحها في حالة عدم إهمال المقاومة الداخلية للوشيعة (r ≠ 0) .

التمرين (9) :

نعتبر الدارة الكهربائية المبينة في الشكل التالي و التي تتكون من مولد للتوتر قوته المحركة الكهربائية E ، قاطعة ، ناقل أومي مقاومته R = 90 Ω ، وشيعة ذاتيتها L و مقاومتها الداخلية r .



1- نغلق القاطعة فيظهر على شاشة راسم الاهتزاز المنحنيين (1) ، (2) المبينين في الشكل التالي ، حيث يمثل المنحنى (1) تغيرات التوتر بين طرفي المولد ، و المنحنى (2) يمثل تغيرات التوتر u_R بين طرفي الناقل الأمي .



أ- بواسطة رسم كيفي بين كيف تم ربط راسم الاهتزاز المهبطي بالدارة حتى تمكنا من الحصول على المنحنيين (1) ، (2) .

ب- اعتمادا على هذين المنحنيين أوجد :

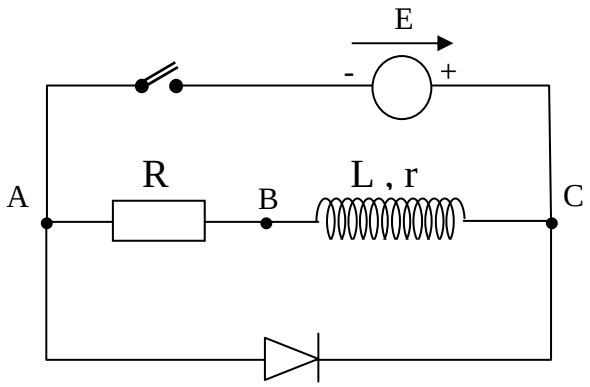
- القوة المحركة الكهربائية E للمولد .
- شدة التيار الكهربائي الأعظمية I_0 و كذلك ثابت الزمن τ للدارة .
- المقاومة الداخلية للوشيعة .
- ذاتية الوشيعة .

2- نقتح الآن القاطعة .

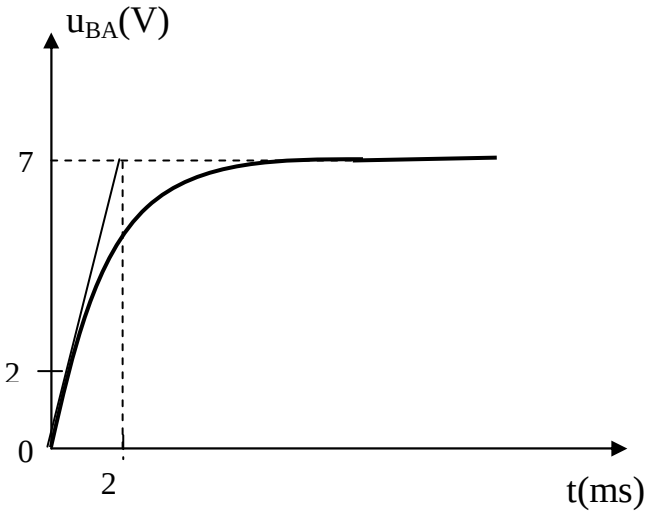
أ- اكتب المعادلة التفاضلية التي تعبر عن شدة التيار $i = f(t)$ المار بالدارة .

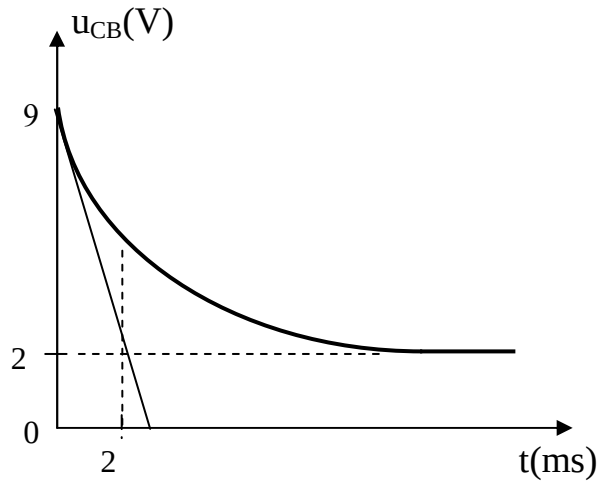
التمرين (10) :

تتكون الدارة الكهربائية المبينة في (الشكل-1) من العناصر التالية موصولة على التسلسل : مولد للتوتر قوته المحركة الكهربائية E ، ناقل أومي مقاومته R ، وشيعة ذاتيتها L و مقاومتها الداخلية $r = 20\ \Omega$.



عند ربط هذه الدارة بمدخلي راسم اهتزاز مهبطي نتحصل على البيانين المبينين في الشكلين (2) ، (3) عند غلق القاطعة .





1- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة i(t) .

2- أثبت $i = \frac{E}{R+r}(1-e^{-\frac{R+r}{L}t})$ هو حل لهذه المعادلة .

3- اعتمادا على المنحنيين أوجد :

أ- القوة المحركة الكهربائية E .

ب- الشدة الأعظمية للتيار الكهربائي .

جـ- مقاومة الناقل الأومي R .

د- ثابت الزمن τ .

هـ- ذاتية الوشيعة .

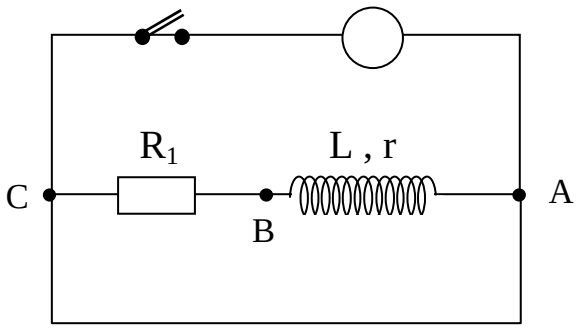
4- عند اللحظة $t = 4\ ms$ أوجد :

أ- شدة التيار الكهربائي .

ب- الطاقة المخزنة في الوشيعة .

التمرين (11) :

بواسطة مولد توتر ثابت قوته المحركة الكهربائية E ، ناقل أومي مقاومته R ، وشيعة ذاتيتها L و مقاومتها الداخلية $r = 20\ \Omega$ ، قاطعة K نحقق الدارة المبينة في الشكل المقابل .



1- نغلق القاطعة :

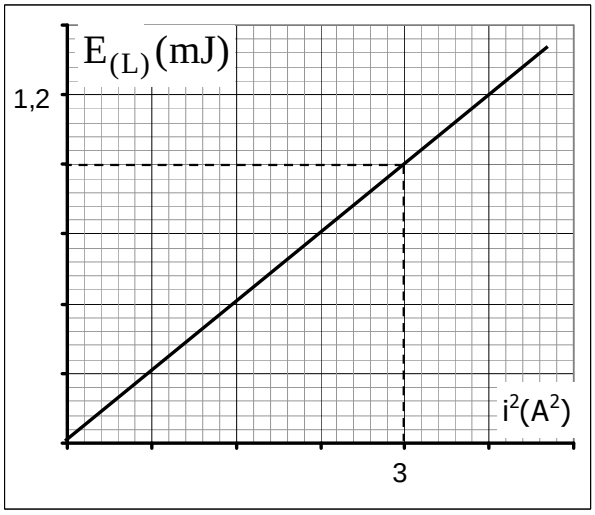
أ- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة u_R حيث u_R التوتر بين طرفي الناقل الأومي .

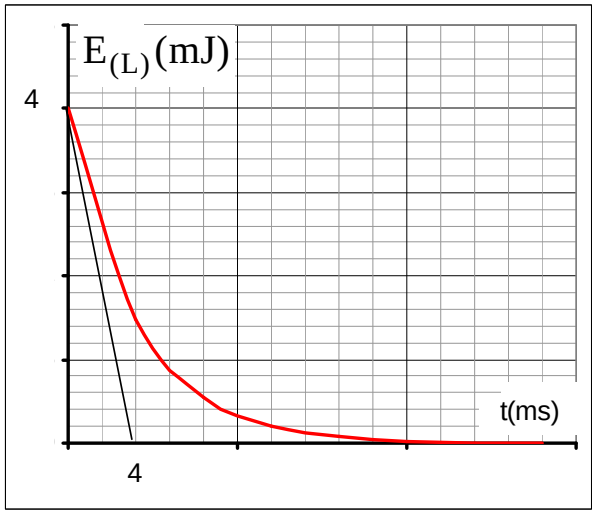
ب- حل المعادلة التفاضلية هو من الشكل $u_R = a\,(1-e^{-b\,t})$ أوجد عبارتي a ، b .

جـ- ما يمثل مقلوب b (أي $\frac{1}{b}$) ، و ما هو مدلوله الفيزيائي .

2- نفتح القاطعة :

الدراسة التجريبية لطاقة الوشيعة أعطت البيانين التاليين :





أ- أكتب عبارة $E_{(L)}$ طاقة الوشيعة :

ب- أوجد اعتمادا على البيانين قيم : L ، I_0 ، τ ، R ، E .

** الأستاذ : فرقاني فارس **
ثانوية مولود قاسم نايت بلقاسم
الخروب - قسنطينة
Fares_Fergani@yahoo.Fr
Tel : 0771998109

نرجو إبلاغنا عن طريق البريد الإلكتروني بأي خلل في الدروس أو التمارين و حلولها .
وشكرا مسبقا

لتحميل نسخة من هذه الوثيقة و للمزيد . أدخل موقع الأستاذ ذو العنوان التالي :

www.sites.google.com/site/faresfergani

سلسلة دروس و تمارين في مادة العلوم الفيزيائية- ثانية ثانوي

إعداد الأستاذ : فرقاني فارس

تمارين مقترحة-02

03

الشعب : علوم تجريبية
رياضيات ، تقني رياضي

التطورات الرتيبة

دراسة ظواهر كهربائية

Bac

****

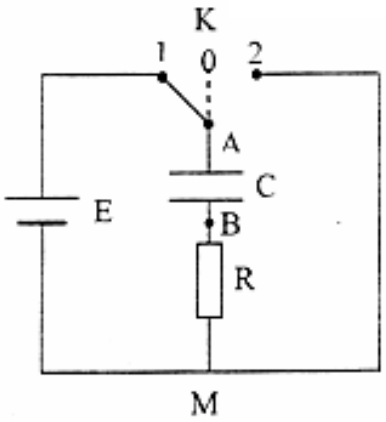
www.sites.google.com/site/faresfergani

تاريخ آخر تحديث : 2013/11/24

التمرين (1) : (بكالوريا 2008 – رياضيات)

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

- 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 .



الشكل-2

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 $RC\frac{du_{AB}}{dt} + u_{AB} = E$.

د- أعط عبارة (τ) 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 τ 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) .

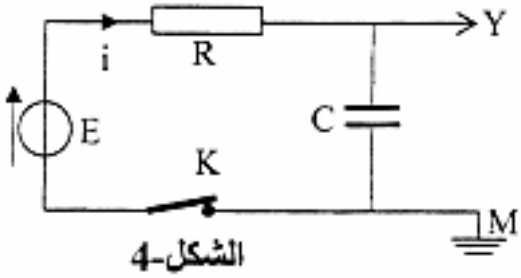
أ/ ماذا يحدث للمكثفة .

ب/ أحسب قيمة الطاقة الأعظمية المحولة في الدارة الكهربائية .

التمرين (2) : (بكالوريا 2008 – علوم تجريبية)

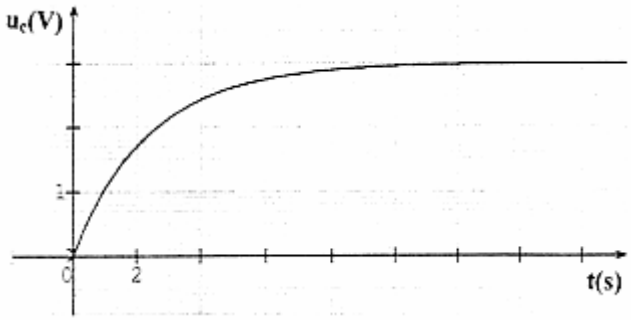
قصد شحن مكثفة مفرغة ، سعتها (C) ، نربطها على التسلسل مع العناصر الكهربائية التالية :

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



الشكل-4

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

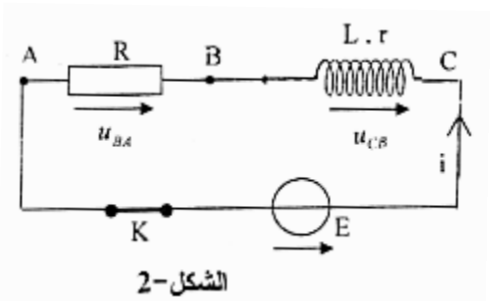


1- ما هي شدة التيار الكهربائي المار في الدارة بعد مدة $\Delta t = 15\ s$ من غلقها ؟
2- أعط العبارة الحرفية لثابت الزمن τ ، و بين أن له نفس وحدة قياس الزمن .
3- عين بيانيا قيمة τ و استنتج السعة (C) للمكثفة .
4- بعد غلق القاطعة (في اللحظة t = 0) :
أ/ اكتب عبارة شدة التيار الكهربائي i(t) المار في الدارة بدلالة q(t) شحنة المكثفة .
ب/ اكتب عبارة التوتر الكهربائي $u_c(t)$ بين لبوسي المكثفة بدلالة الشحنة q(t) .
جـ/ بين أن المعادلة التفاضلية التي تعبر عن $u_C(t)$ تعطى بالعبارة : $u_C + RC\frac{du_C}{dt} = E$.
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 (3) : (بكالوريا 2008 – علوم تجريبية)

تحتوي الدارة الكهربائية المبينة في (الشكل-2) على :

- مولد توتره الكهربائي ثابت E = 12V .
- ناقل أومي مقاومته R = 10 Ω .
- وشيعة ذاتيتها L و مقاومتها r .
- قاطعة K .

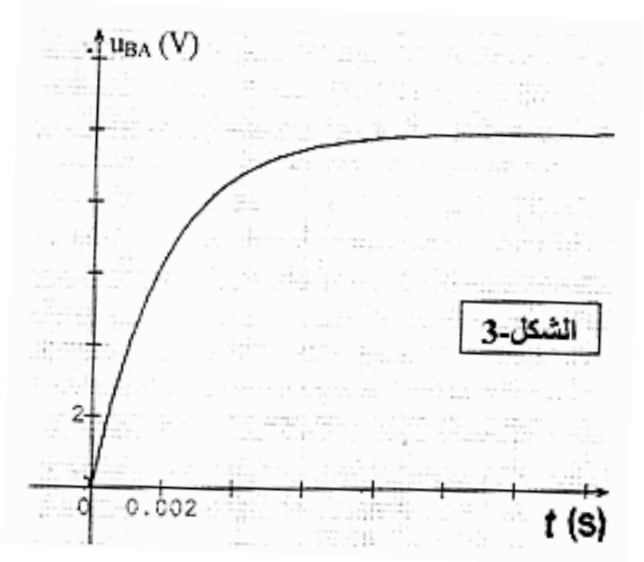


الشكل-2

1- نستعمل راسم اهتزاز مهبطي ذي ذاكرة ، لإظهار التوترين الكهربائيين (u_{AB}) و (u_{CB}) . بين على مخطط الدارة الكهربائية ،

كيف يتم ربط الدارة الكهربائية بمدخلي هذا الجهاز .

2- نغلق القاطعة K في اللحظة $t = 0$ يمثل (الشكل-3) المنحنى $u_{BA} = f(t)$ المشاهد على راسم الاهتزاز المهبطي .



الشكل-3

عندما تصبح الدارة في حالة النظام الدائم أوجد قيمة :

أ/ التوتر الكهربائي (u_{BA}) .

ب/ التوتر الكهربائي (u_{CB}) .

جـ/ الشدة العظمى للتيار المار في الدارة .

3- بالاعتماد على البيان (الشكل-3) . استنتج :

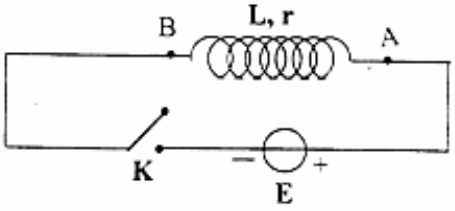
أ/ قيمة (τ) ثابت الزمن المميز للدارة .

ب/ مقاومة و ذاتية الوشيعة .

4- أحسب الطاقة الأعظمية المخزنة في الوشيعة .

التمرين (4) : (بكالوريا 2008 – رياضيات)

بغرض معرفة سلوك و مميزات وشيعة مقاومتها (r) و ذاتيتها (L) نربطها على التسلسل بمولد ذي توتر كهربائي ثابت $E = 4.5V$ و قاطعة K (الشكل-1) .



1- انقل مخطط الدارة على ورقة إجابتك و بين عليه جهة مرور التيار الكهربائي و جهة السهمين الذين يمثلان التوتر الكهربائي بين طرفي الوشيعة و بين طرفي المولد .

2- في اللحظة $t = 0$ نغلق القاطعة : (K) .

أ- بتطبيق قانون جمع التوترات ، أوجد المعادلة التفاضلية التي تعطي الشدة اللحظية $i(t)$ للتيار الكهربائي المار في الدارة .

ب- بين أن المعادلة التفاضلية السابقة تقبل حل من الشكل $i(t) = I_0 \left(1 - e^{-\frac{r}{L}t}\right)$ حيث I_0 هي الشدة العظمى للتيار الكهربائي المار في الدارة .

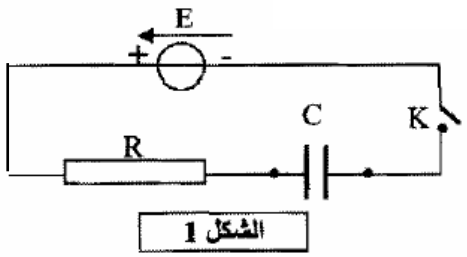
3- تعطى الشدة اللحظية للتيار الكهربائي بالعبارة $i(t) = 0.45 \left(1 - e^{-10t}\right)$ حيث (t) بالثانية و (i) بالأمبير . أحسب المقادير التالية :

أ/ الشدة العظمى (I_0) للتيار الكهربائي المار في الدارة .

ب/ المقاومة (r) للوشيعة .
جـ/ الذاتية (L) للوشيعة .
د/ ثابت الزمن (τ) المميز للدارة .
4-أ/ ما قيمة الطاقة المخزنة في الوشيعة في حالة النظام الدائم ؟
ب/ اكتب عبارة التوتر الكهربائي اللحظي بين طرفي الوشيعة .
جـ/ أحسب قيمة التوتر الكهربائي بين طرفي الوشيعة في اللحظة ($t = 0.3s$) .

التمرين (5) : (بكالوريا 2009 – علوم تجريبية)

تتكون الدارة الكهربائية المبينة في الشكل-1 من العناصر التالية موصولة على التسلسل :
- مولد كهربائي توتره ثابت $E = 6\ V$.
- مكثفة سعتها $C = 1.2\ \mu F$.
- ناقل أومي مقاومته $R = 5\ k\Omega$.
- قاطعة K .



الشكل 1

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 .

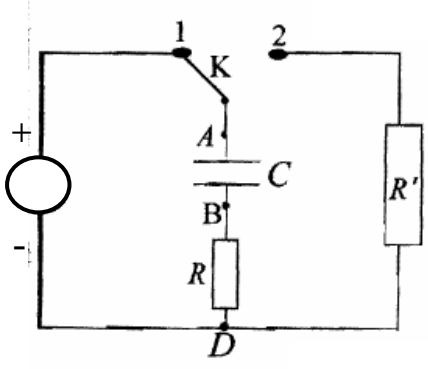
2- تحقق من أن المعادلة التفاضلية المحصل عليها تقبل العبارة : $u_C(t) = E\,(1 - e^{-\frac{1}{RC}t})$ كحل لها .
3- حدد وحدة المقدار RC ، ما مدلوله العملي بالنسبة للدارة الكهربائية ؟ اذكر اسمه .
4- أحسب قيمة التوتر الكهربائي $u_C(t)$ في اللحظات المدونة في الجدول التالي :

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 ($t = \infty$) .

التمرين (6) : (بكالوريا 2009 – رياضيات)

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 α بدلالة C ، R ، E .

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

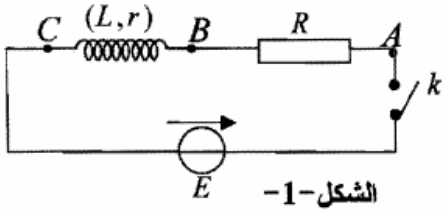
هـ/ عندما تشحن المكثفة كليا تخزن طاقة ($E_C = 5$ mJ) . استنتج سعة المكثفة (C) .

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 (7) : (بكالوريا 2009 – رياضيات)



الشكل-1-

نربط على التسلسل العناصر الكهربائية التالية :

- مولد ذي توتر ثابت ($E = 12V$) .
- وشيعة ذاتيتها ($L = 300$ mH) ومقاومتها ($r = 10\Omega$) .
- ناقل أومي مقاومته ($R = 110\Omega$) .
- قاطعة (k) . (الشكل-1) .

1- في اللحظة ($t = 0$ s) نغلق القاطعة (k) : أوجد المعادلة التفاضلية التي تعطي شدة التيار الكهربائي في الدارة .

2- كيف يكون سلوك الوشيعة في النظام الدائم ؟ و ما هي عندئذ عبارة شدة التيار الكهربائي I_0 الذي يجتاز الدارة ؟

3- باعتبار العلاقة $i = A(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ حلا للمعادلة التفاضلية المطلوبة في السؤال-1 .

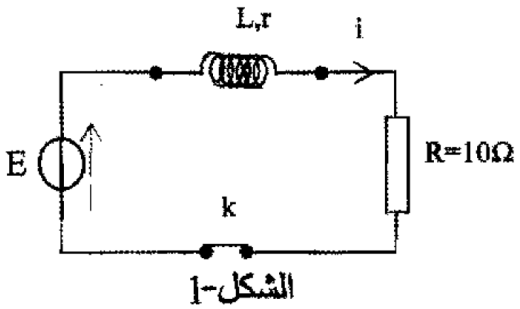
أ/ أوجد العبارة الحرفية لكل من A و τ .

ب/ استنتج عبارة التوتر الكهربائي u_{BC} بين طرفي الوشيعة .

4/.أ/ أحسب قيمة التوتر الكهربائي u_{BC} في النظام الدائم .

ب/ارسم كيفيا شكل البيان $u_{BC} = f(t)$.

التمرين (8) : (بكالوريا 2010 – علوم تجريبية)



الشكل-1-

نريد تعيين (L,r) مميزتي وشيعة نربطها في دارة كهربائية على التسلسل مع :

- مولد كهربائي ذي توتر ثابت $E = 6V$.
- ناقل أومي مقاومته $R = 10\ \Omega$.
- قاطعة k (الشكل-1) .

1- نغلق القاطعة k ، اكتب عبارة كل من :

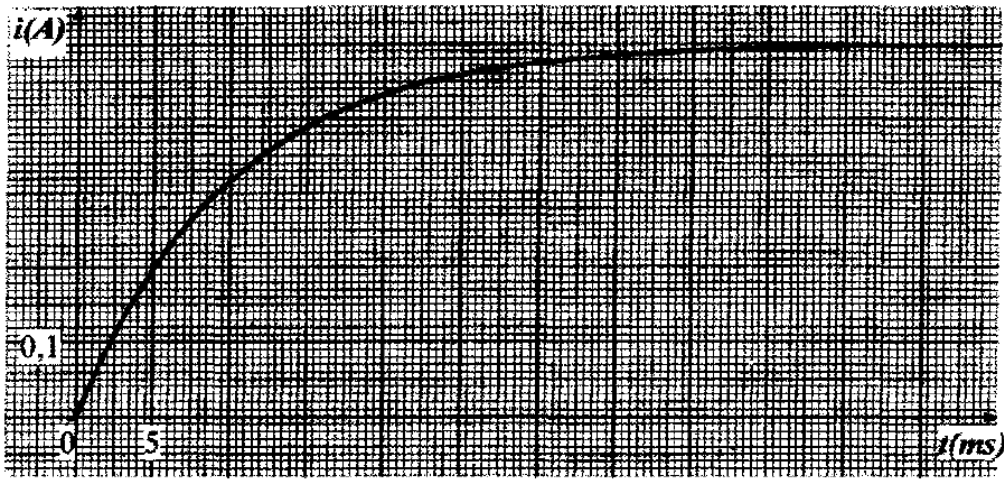
u_R : التوتر الكهربائي بين طرفي الناقل الأومي R .

u_b : التوتر بين طرفي الوشيعة .

2- بتطبيق قانون جمع التوترات ، أوجد المعادلة التفاضلية للتيار الكهربائي i(t) المار في الدارة .

3- بين أن المعادلة التفاضلية السابقة تقبل حلا من الشكل : $i(t) = \frac{E}{R+r}(1-e^{-\frac{(R+r)}{L}t})$.

4- مكنت الدراسة التجريبية بمتابعة تطور شدة التيار الكهربائي المار في الدارة و رسم البيان الممثل له في (الشكل-2) .



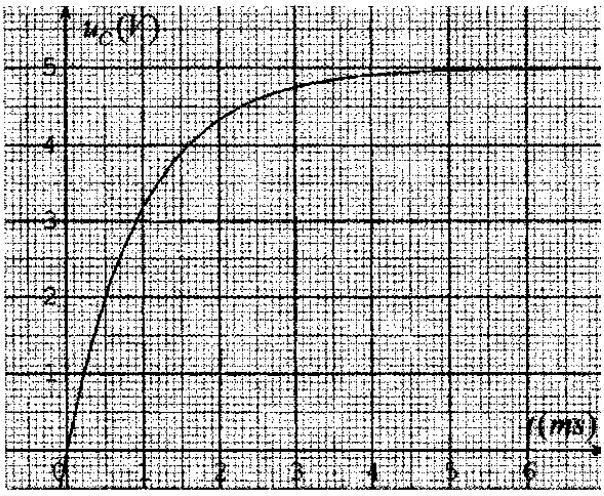
الشكل-2

بالاستعانة بالبيان أحسب :
أ- المقاومة r للوشيعة .
ب- قيمة τ ثابت الزمن ، ثم استنتج قيمة L ذاتية الوشيعة .
5- أحسب قيمة الطاقة الكهربائية المخزنة في الوشيعة في حالة النظام الدائم .

التمرين (9) : (بكالوريا 2010 – علوم تجريبية)

نحقق دارة كهربائية تتكون من :
- مولد ذو توتر كهربائي ثابت E = 5V .
- ناقل أومي مقاومته $R = 100\ \Omega$.
- مكثفة سعتها C .
- قاطعة k .

نوصل طرفي المكثفة A ، B إلى واجهة دخول لجهاز إعلام آلي و عولجت المعطيات ببرمجية "MicrosfteExcel" و تحصلنا على المنحنى البياني $u_C = u_{AB} = f(t)$ (الشكل-2) .



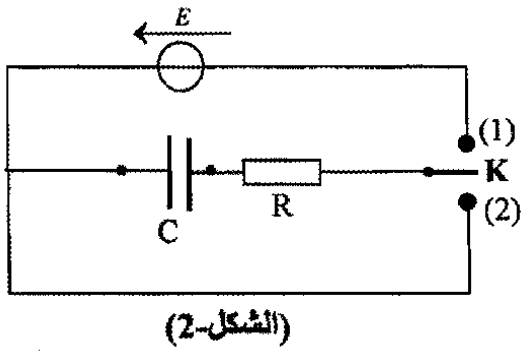
الشكل-2

1/ اقترح مخططا للدارة موضحا اتجاه التيار ثم مثل بسهم كلا من التوترين u_R و u_C .
2/ عين قيمة ثابت الزمن τ و ما مدلوله الفيزيائي ؟ استنتج قيمة سعة المكثفة C .
3/ أحسب شحنة المكثفة عند بلوغ الدارة للنظام الدائم .

4/ لو استبدلنا المكثفة السابقة بمكثفة سعتها C' = 2C ، أرسم كيفيا ، في نفس المعلم السابق شكل المنحنى $u_{C'} = g(t)$ الذي يمكن مشاهدته على شاشة الجهاز . مع التعليل .

التمرين (10) : (بكالوريا 2010 – رياضيات)

بغرض شحن مكثفة فارغة ، سعتها C ، نصلها على التسلسل مع العناصر الكهربائية التالية :
- مولد ذو توتر كهربائي ثابت E = 5V و مقاومته الداخلية مهملة .
- ناقل أومي مقاومته R = 120 Ω .
- بادلة k (الشكل-2) .



(الشكل-2)

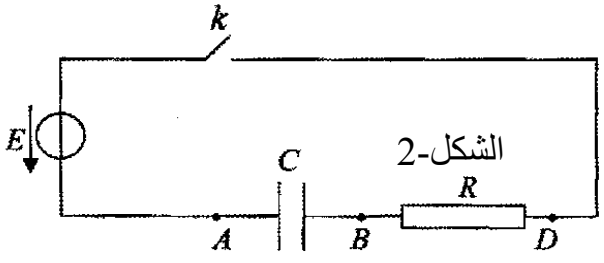
1- لمتابعة تطور التوتر الكهربائي u_C بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن ، نوصل مقياس فولطمتر رقمي بين طرفي المكثفة و في اللحظة t = 0 ، نضع البادلة في الوضع (1) .
و بالتصوير المتعاقب تم تصوير شاشة جهاز الفولط متر الرقمي لمدة معينة و بمشاهدة شريط الفيديو ببطء سجلنا النتائج التالية :

t (ms)	0	4	8	16	20	24	32	40	48	60	68	80
u_C (V)	0	1.0	2.0	3.3	3.8	4.1	4.5	4.8	4.9	5.0	5.0	5.0

أ/ أرسم البيان $u_C = f(t)$.
ب/ عين بيانيا قيمة ثابت الزمن τ لثنائي القطب RC و استنتج قيمة السعة C للمكثفة .
2- كيف تتغير قيمة ثابت الزمن τ في الحالتين ؟
- الحالة (أ): من أجل مكثفة سعتها C' حيث C' > C و R = 120 Ω .
- الحالة (ب): من أجل مكثفة سعتها C'' حيث C'' = C و R' < 120 Ω .
أرسم كيفيا ، في نفس المعلم المنحنيين (1) ، (2) المعبرين عن u_C في الحالتين (أ) و (ب) السابقتين .
3-أ/ بين أن المعادلة التفاضلية المعبرة عن q(t) تعطى بالعبارة : $\frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{RC}q(t) = \frac{E}{R}$.
ب/ يعطى حل المعادلة التفاضلية بالعبارة $q(t) = Ae^{\alpha t} + \beta$ حيث A و α و β ثوابت يطلب تعيينها ، علما أنه في اللحظة t = 0 تكون q(t) = 0 .
4- المكثفة مشحونة نضع البادلة في الوضع (2) في لحظة نعتبرها كمبدأ للأزمنة .
أ/ أحسب في اللحظة t = 0 الطاقة الكهربائية المخزنة E_0 في المكثفة .
ب/ ما هو الزمن الذي من أجله تصبح الطاقة المخزنة في المكثفة $E = \frac{E_0}{2}$ ؟

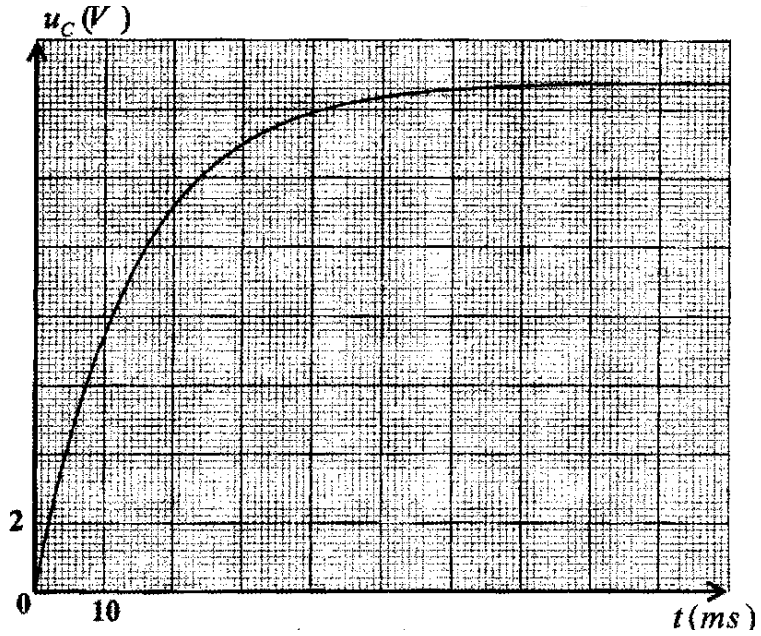
التمرين (11) : (بكالوريا 2010 – رياضيات)

نربط على التسلسل العناصر الكهربائية التالية :
- ناقل أومي مقاومته R = 500 Ω .
- مكثفة سعتها C غير مشحونة .
- مولد ذي توتر كهربائي ثابت E .
- قاطعة k (الشكل-2) .



الشكل-2

مكنت متابعة تطور التوتر الكهربائي $u_C(t)$ بين لبوسي المكثفة برسم البيان (الشكل-3) .



1- عمليا يكتمل شحن المكثفة عندما يبلغ التوتر بين طرفيها 99% من قيمة التوتر الكهربائي بين طرفي المولد .
اعتمادا على البيان :
أ/ عين قيمة ثابت الزمن τ و قيمة التوتر الكهربائي بين طرفي المولد ثم أحسب سعة المكثفة C .
ب/ حدد المدة الزمنية t' لاكتمال عملية شحن المكثفة .
جـ/ ما هي العلاقة بين t' و τ ؟
2/ بتطبيق قانون جمع التوترات أوجد المعادلة التفاضلية بدلالة التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة : $u_{AB} = u_C$ ، ثم بين أنها تقبل حلا من الشكل : $u_C = E(1-e^{-t/\tau})$.
3/ أوجد قيمة الطاقة الكهربائية المخزنة E_C في المكثفة عند اللحظات : $t_0 = 0$ ، $t_1 = \tau$ ، $t_2 = 5\tau$.
4/ توقع (رسم كيفي) شكل المنحنى $E_C = f(t)$.

التمرين (12) : (بكالوريا 2011 - علوم تجريبية)

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 :

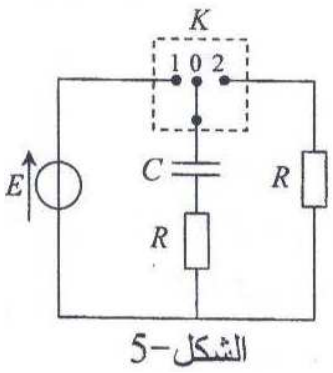
t (ms)	0	10	20	30	40	60	80	100	120
u_C (V)	6.00	4.91	4.02	3.21	2.69	1.81	1.21	0.81	0.54

ب- أرسم المنحنى البياني الممثل للدالة $u_C = f(t)$ على ورقة ميليمترية .
جـ- عين بيانيا قيمة ثابت الزمن τ .
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 α ، A ثابتان يطلب تعينهما .

التمرين (13) : (بكالوريا 2011 - رياضيات)

نحقق الدارة (الشكل-5) ، و التي تتكون من مولد لتوتر ثابت $E = 6.0\ V$ ، مكثفة سعتها $C = 250\ \mu F$ و ناقلين أوميين متماثلين مقاومة كل منهما $R = 200\ \Omega$ ، و بادلة K .



الشكل-5

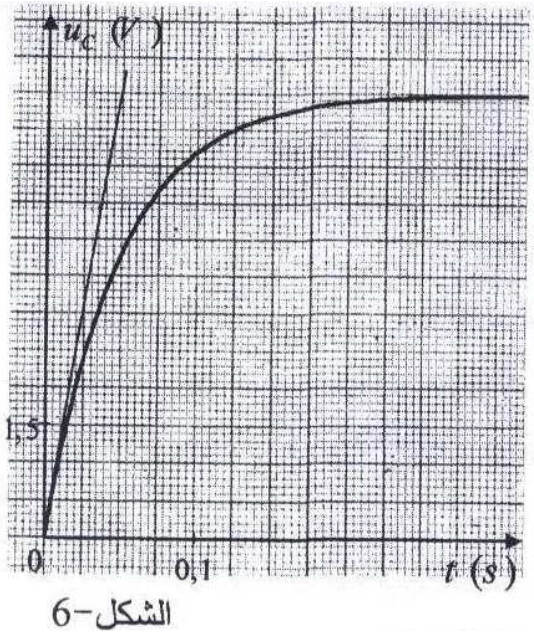
أولا :

1- أعد رسم الدارة (الشكل-5) مبينا عليها جهة انتقال حاملات الشحنة و ما طبيعتها ؟ حدد شحنة كل لبوس و جهة التيار .
ب- ذكر بالعلاقة بين $i(t)$ و $q(t)$ و العلاقة بين $u_C(t)$ و $q(t)$. ثم استنتج العلاقة بين $i(t)$ و $u_C(t)$.

2- أ- أوجد العلاقة بين $u_R(t)$ و $u_C(t)$ و بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها $u_C(t)$ هي من الشكل :

$$\tau_1 \frac{du_C(t)}{dt} + u_C(t) = A$$

ب- أوجد القيمة العددية لكل من τ_1 و A .
جـ- أوجد من المعادلة التفاضلية وحدة τ_1 . عرفه .
3- أ- اقرأ على المنحنى البياني (الشكل-6) قيمة ثابت الزمن τ_1 ، و قارنها بالقيمة المحسوبة سابقا .



الشكل-6

ب- حدد بيانيا المدة الزمنية Δt الصغرى اللازمة لاعتبار المكثفة عمليا مشحونة . قارنها مع τ_1 .

ثانيا :

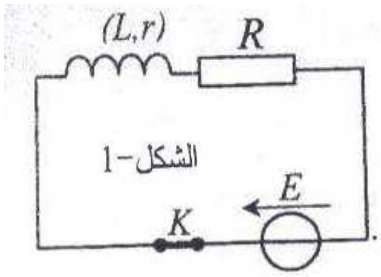
نضع البادلة على الوضع 2 .
أ- ما هي الظاهرة الفيزيائية التي تحدث ؟ أكتب المعادلة التفاضلية لـ $u_C(t)$ الموافقة .

ب- أحسب τ_2 ، قارنها بـ τ_1 . ماذا تستنتج ؟
جـ- مثل بشكل تقريبي المنحنى البياني لتغير $u_C(t)$ مستعينا بالقيم المميزة .

التمرين (14) :

نص التمرين : (بكالوريا 2011 - رياضيات)

بهدف تعيين الثابتين (L,r) المميزين لوشيعة ، نحقق الدارة الكهربائية (الشكل-1) ، حيث : $E = 9V$ و $R = 45\ \Omega$
في اللحظة $t = 0\ s$ نغلق القاطعة K .



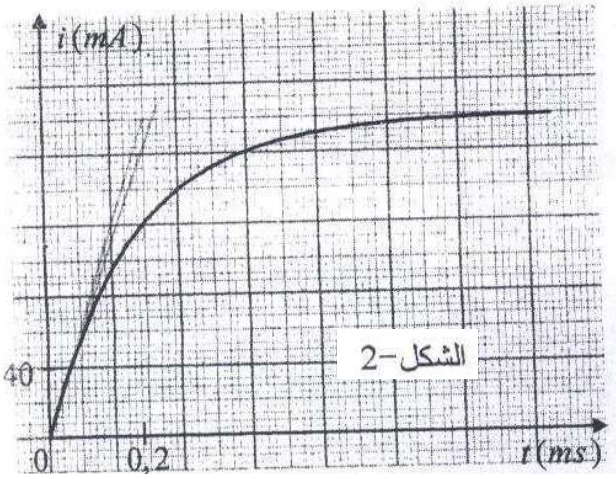
الشكل-1

1- باستخدام قانون جمع التوترات ، بين أن المعادلة التفاضلية لشدة التيار الكهربائي هي : $\frac{di(t)}{dt} + \frac{i(t)}{\tau} = \frac{E}{L}$

2- العبارة $i(t) = A\,(1 - e^{-t/\tau})$ هي حل للمعادلة التفاضلية . أوجد الثابت A . ماذا يمثل .

3- عبر عن ثابت الزمن τ بدلالة L ، r و R و بين بالتحليل البعدي أنه متجانس مع الزمن .

4- بواسطة لاقط أمبير متر موصول بالدارة و مرتبط بواجهة دخول لجهاز إعلام آلي مزود ببرمجية مناسبة ، نحصل على التطور الزمني للتيار الكهربائي i(t) (الشكل-2) .

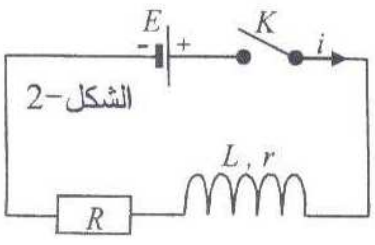


الشكل-2

أ- أوجد بيانيا قيمة ثابت الزمن τ ، مع شرح الطريقة المتبعة .
ب- أوجد قيمة المقاومة r ، ثم احسب قيمة ذاتية الوشيعة L .
5- احسب الطاقة الأعظمية المخزنة في الوشيعة .

التمرين (15) : (بكالوريا 2011 - علوم تجريبية)

تحتوي دارة على العناصر الكهربائية التالية مربوطة على التسلسل (الشكل-2) :
- مولد ذي توتر ثابت E .
- وشيعة ذاتيتها L و مقاومتها r .
- ناقل أومي مقاومته $R = 100\ \Omega$.
- قاطعة K .



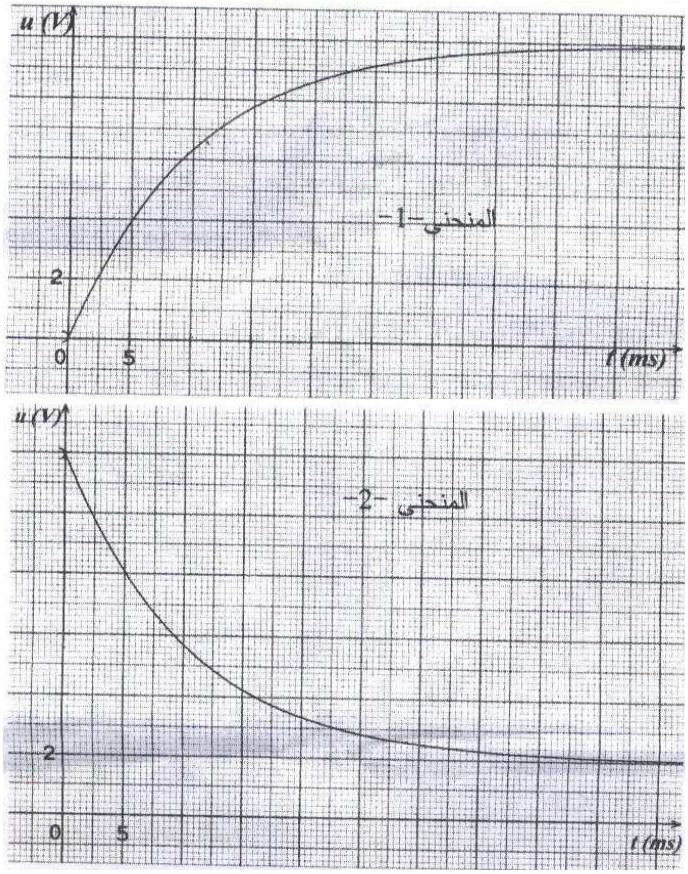
الشكل-2

للمتابعة الزمنية لتطور التوتر بين طرفي كل من الوشيعة $u_b(t)$ و الناقل الأومي

$u_R(t)$ نستعمل راسم اهتزاز مهبطي ذي ذاكرة .

1- أ- بين كيف يمكن ربط راسم الإهتزاز المهبطي بالدارة لمشاهدة كل من $u_b(t)$ و $u_R(t)$ ؟

ب- نغلق القاطعة في اللحظة $t = 0\ ms$ فنشاهد على الشاشة البيانين الممثلين للتوترين $u_b(t)$ و $u_R(t)$ (الشكل) .



- انسب كل منحنى للتوتر الموافق له . مع التعليل .

2- أ- أثبت أن المعادلة التفاضلية لشدة التيار المار في الدارة تكون من الشكل :

$$\frac{di(t)}{dt} + A\, i(t) = B$$

ب- أعط عبارة كل من A و B بدلالة E و L و r و R .

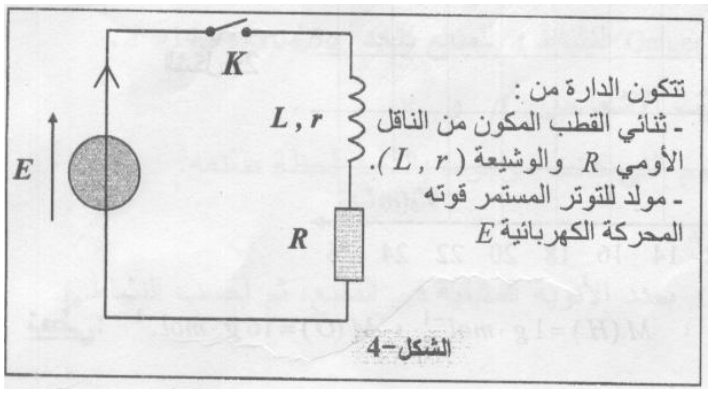
جـ- تحقق من أن العبارة $i(t) = \frac{B}{A}(1 - e^{-A\,t})$ هي حلا للمعادلة التفاضلية السابقة .

د- احسب شدة التيار في النظام الدائم I_0 .

هـ- احسب قيم كل من E و r و τ و L .

و- احسب الطاقة الأعظمية المخزنة في الوشيعة .

التمرين (16) : (بكالوريا 2012 - علوم تجريبية)



لدراسة تطور شدة التيار الكهربائي i(t) المار في ثنائي القطب RL بدلالة الزمن ، و تأثير المقدارين R و L على هذا التطور ، نركب الدارة الكهربائية (الشكل-4) .

1- نتابع تطور التوتر الكهربائي u_R بين طرفي الناقل الأومي R باستعمال راسم اهتزاز مهبطي ذي ذاكرة .

أ- أعد رسم الدارة على ورقة الإجابة ثم بين عليها كيفية ربط راسم ارهتزاز المهبطي .

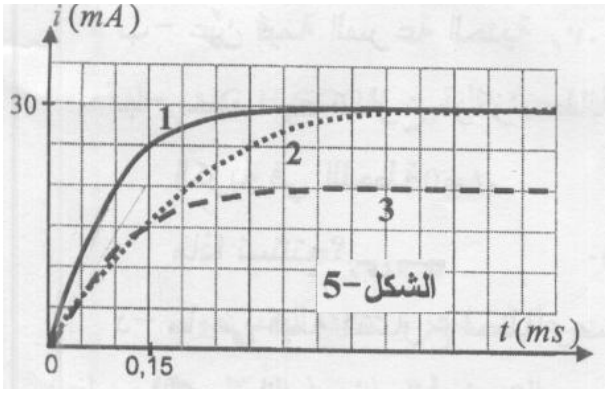
ب- متابعة تطور التوتر الكهربائي $u_R(t)$ مكنتنا من متابعة تطور الشدة i(t) للتيار الكهربائي المار في الدارة . فسر ذلك

2- نغلق القاطعة :

أ- جد المعادلة التفاضلية لشدة التيار الكهربائي i(t) المار في الدارة .

ب- علما أن حل هذه المعادلة من الشكل : $i(t) = A\,(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ جد عبارتي A و τ . ماذا يمثلان ؟

3- ننجز ثلاث تجارب مختلفة باستعمال وشيعة مقاومتها r ثابتة تقريبا و ذاتيتها L قابلة للتغير و نواقل أومية مختلفة . يبين (الشكل-5) المنحنيات البيانية لتطور شدة التيار الكهربائي i(t) بدلالة الزمن t بالنسبة للتجارب الثلاث و يمثل الجدول المرفق قيم L و R المستعملة في كل تجربة :

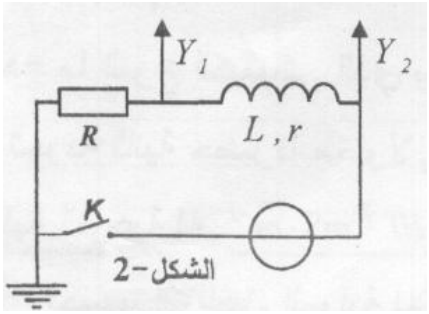


	التجربة 1	التجربة 2	التجربة 3
L(mH)	30	20	40
R (Ω)	290	190	190

أ- أنسب كل تجربة بالمنحنى البياني الموافق لها .

ب- جد قيمة المقاومة r .

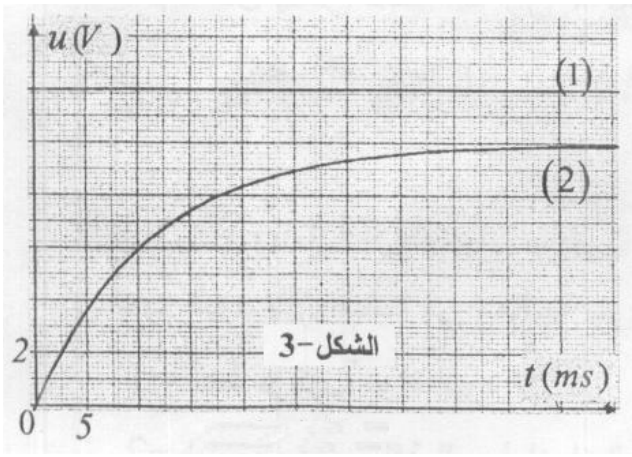
التمرين (17) : (بكالوريا 2012 - علوم تجريبية)



تتكون دارة كهربائية (الشكل-2) من :

- مولد للتوتر الكهربائي قوته المحركة الكهربائية E .
- ناقل أومي مقاومته $R = 100\ \Omega$.
- وشيعة ذاتيها L و مقاومتها r .
- قاطعة k .

نوصل مدخلي راسم الاهتزاز المهبطي ذي ذاكرة (الشكل-2) ، في لحظة $t = 0$ نغلق القاطعة k فنشاهد على الشاشة المنحنيين البيانيين (1) ، (2) (الشكل-3) .

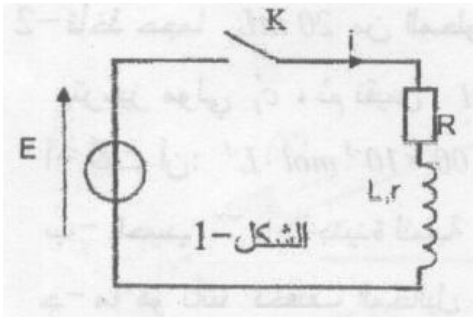


1- أ- حدد لكل مدخل المنحنى البياني الموافق له . علل .
ب- بتطبيق قانون جمع التوترات الكهربائية جد المعادلة التفاضلية لشدة التيار الكهربائي i(t) .
2- أ- ما قيمة التوتر الكهربائي E ؟
ب- جد قيمة شدة التيار الكهربائي الأعظمي I_0 .
جـ- احسب قيمة r مقاومة الوشيعة .

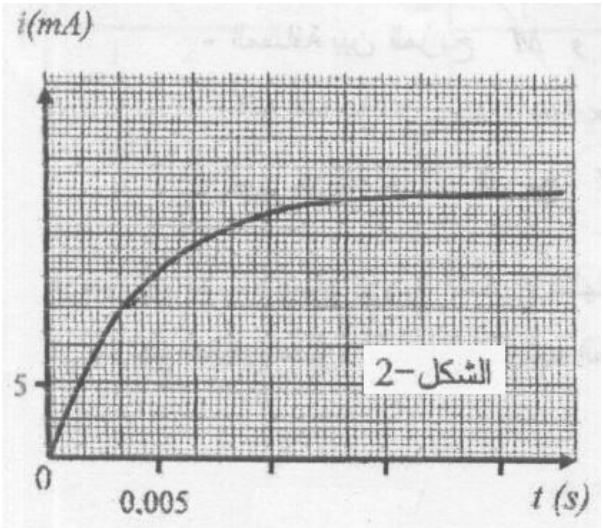
3- أ- جد بيانيا قيمة τ ثابت الزمن . و بين بالتحليل البعدي أنه متجانس مع الزمن .
ب- احسب L ذاتية الوشيعة .
4- احسب الطاقة الأعظمية المخزنة في الوشيعة .

التمرين (18) : (بكالوريا 2012 - رياضيات)

نحقق الدارة الكهربائية (الشكل-1) المكونة من :
- مولد توتر كهربائي ثابت قوته المحركة الكهربائية E = 2V .
- ناقل أومي مقاومته R = 100 Ω .
- وشيعة ذاتيتها L و مقاومتها r .
- قاطعة K .



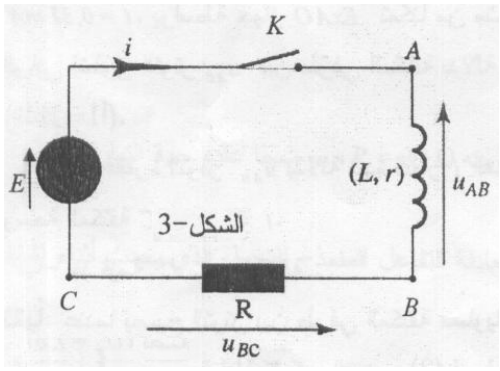
1- نغلق القاطعة K :
أ- اكتب العلاقة التي تربط التوتر الكهربائي بين طرفي الوشيعة $u_b(t)$ و التوتر الكهربائي بين طرفي المقاومة $u_R(t)$ و E .
ب- جد عبارة $u_b(t)$ بدلالة شدة التيار الكهربائي i(t) ، ثم بدلالة $u_R(t)$.
جـ- استنتج المعادلة التفاضلية التي يحققها $u_R(t)$ للدارة .
2- يعطى حل المعادلة التفاضلية التي يحققها بالشكل التالي :
$u_R(t) = A + Be^{-mt}$ حيث A و B و m ثوابت يطلب تعيينها
3- يسمح تجهيز الـ ExAO بمتابعة التطور الزمني لشدة التيار الكهربائي i(t) المار في الدارة فنحصل على المنحنى البياني (الشكل-2)

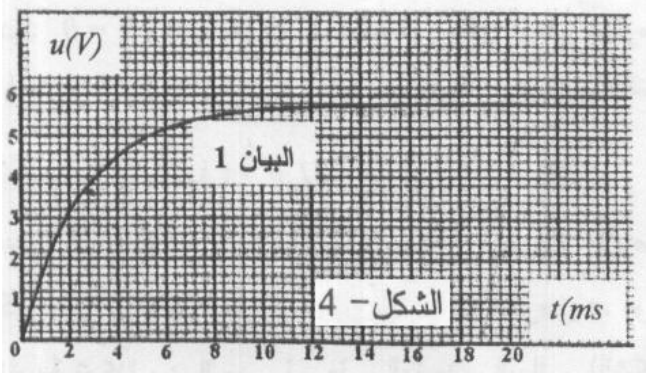


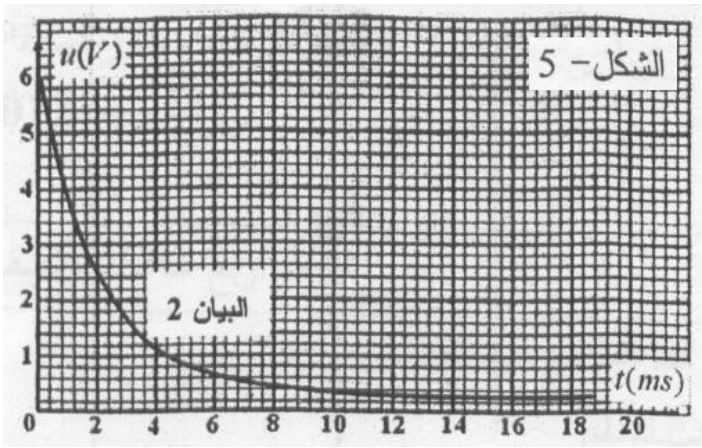
لتكن I_0 شدة التيار الكهربائي الأعظمي في النظام الدائم .
أ- جد العبارة الحرفية للشدة I_0 .
ب- جد بيانيا قيمة الشدة I_0 ، ثم استنتج مقاومة الوشيعة r .
جـ- اكتب عبارة ثابت الزمن τ للدارة و بين بالتحليل البعدي أن τ متجانس مع الزمن .
د- جد بيانا قيمة τ ، ثم استنتج قيمة ذاتية الوشيعة L .

التمرين (19) : (بكالوريا 2012 - رياضيات)

تتكون دارة كهربائية (الشكل-3) مما يلي :
- مولد مستمر قوته المحركة الكهربائية E = 6.0 V .
- قاطعة K .
- وشيعة ذاتيتها L و مقاومتها r = 10 Ω .
- ناقل أومي مقاومته R = 200 Ω .
في اللحظة t = 0 s نغلق القاطعة K ، فبواسطة الـ ExAO يمكن معاينة التوتر الكهربائي u_{AB} و u_{BC} (الشكل-4) و (الشكل-5) .







1- ما هو الجهاز الذي يمكن وضعه بدلا من ExAO لتسجيل المنحنيات البيانية السابقة ؟

2- اكتب عبارة u_{AB} بدلالة $i(t)$ و $\frac{di}{dt}$.

3- اكتب عبارة u_{BC} بدلالة $i(t)$.

4- انسب كل منحنى بياني بالتوتر الكهربائي الموافق له u_{AB} و u_{BC} . برر .

5- اكتب المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار الكهربائي $i(t)$ مع إعطاء حل لها .

6- جد عبارة شدة التيار الأعظمي I_0 الذي يجتاز الدارة عند الوصول إلى النظام الدائم ، ثم احسب قيمته .

7- جد قيمة ثابت الزمن τ بطريقتين مختلفتين مع الشرح .

8- احسب L ذاتية الوشيعة .

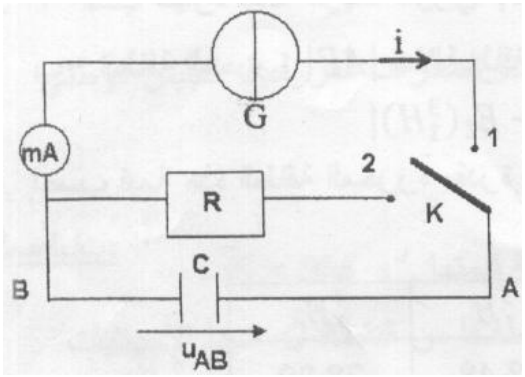
التمرين (20) : (بكالوريا 2012 - رياضيات)

اقترح أستاذ على تلامذته تعيين سعة مكثفة C بطريقتين مختلفتين :

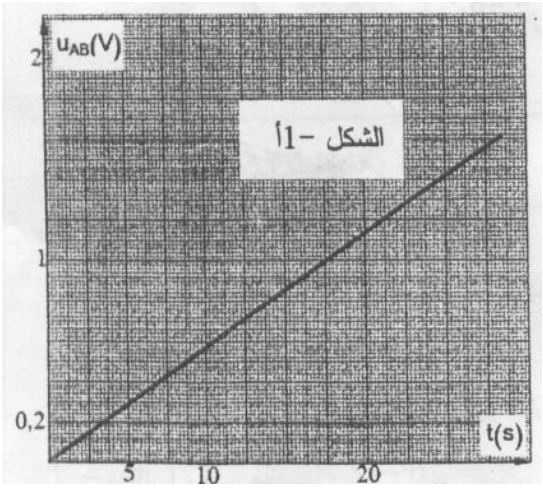
الطريقة الأولى : تفريغ المكثفة بتيار مستمر ثابت الشدة .

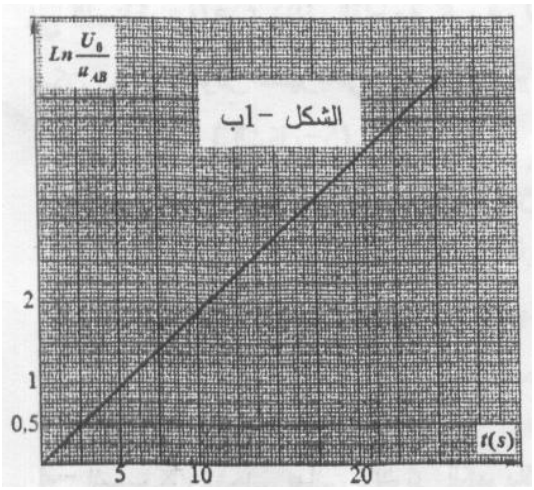
الطريقة الثانية : تفريغ المكثفة في ناقل أومي .

لهذا الغرض تم تحقيق التركيب المقابل .



أولا : المكثفة في البداية فارغة . نضع في اللحظة $t = 0$ البادلة k في الوضع (1) ، فتشحن المكثفة بالمولد G الذي يعطي تيارا ثابتا شدته $i = 0.31\ mA$. بواسطة جهاز ExAO تمكنا من مشاهدة المنحنى البياني لتطور التوتر u_{AB} بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن t (الشكل-1 أ)





أ- أعط عبارة التوتر u_{AB} بدلالة شدة التيار i المار في الدارة ، و سعة المكثفة C و الزمن t .

ب- جد قيمة C سعة المكثفة .

ثانيا : عندما يصبح التوتر بين طرفي المكثفة مساوي إلى القيمة $U_0 = 1.6\ V$ ، نضع البادلة k في الوضع (2) في لحظة نعتبرها من جديد $t = 0$ ، فيتم تفريغ الممكثفة في ناقل أومي مقاومته $R = 1K\Omega$.

أ- جد المعادلة التفاضلية التي يحققها u_{AB} . علما أن حلها : $u_{AB} = U_0\, e^{-\frac{t}{\tau}}$.

ب- أثناء تفريغ المكثفة ، سمح جهاز ExAO من متابعة تطور التوتر الكهربائي u_{AB} بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن t . بواسطة برمجية تمكنا من الحصول على المنحنى البياني (الشكل-1 ب) .

جد بيانيا قيمة ثابت الزمن τ للدارة ، ثم استنتج قيمة سعة المكثفة C .

سلسلة دروس و تمارين في مادة العلوم الفيزيائية- ثانية ثانوي

إعداد الأستاذ : فرقاني فارس

تمارين مقترحة-03

03

إضافية

التطورات الرتيبة

دراسة ظواهر كهربائية

الشعب : علوم تجريبية
رياضيات ، تقني رياضي

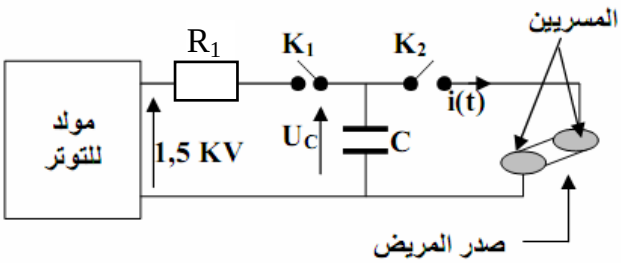
****

www.sites.google.com/site/faresfergani

تاريخ آخر تحديث : 2013/11/24

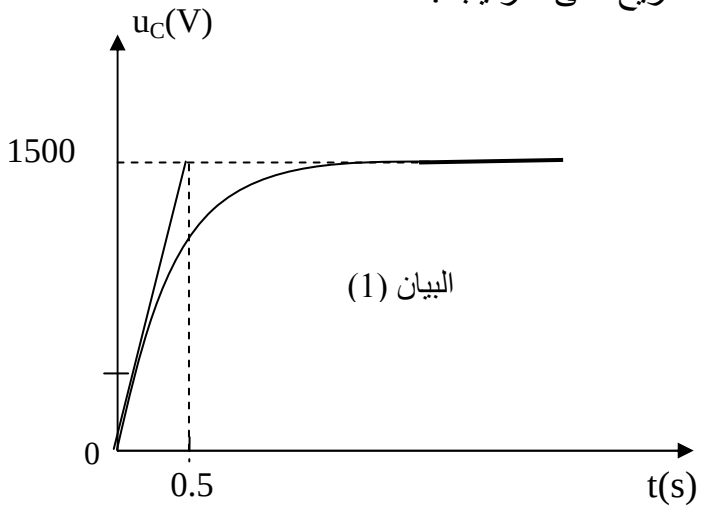
التمرين (1) :

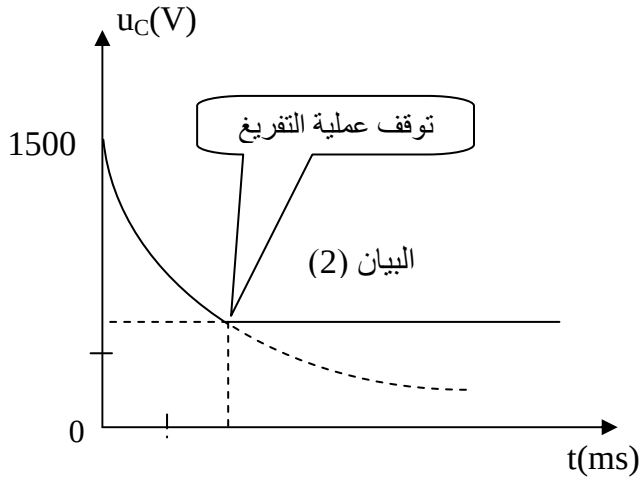
يمثل تمثيل جهاز الصدمات القلبية الذي يستعمل في الحالات الطبية الاستعجالية بالشكل المبسط التالي :



- مولد التوتر ذو قوة محركة كهربائية $E = 1500\ V$.
- سعة المكثفة $C = 470\ \mu f$.
- مقاومة الناقل الأومي (دارة الشحن) R_1 .
- صدر المريض نعتبره ناقل أومي (دارة التفريغ) مقاومته $R = 50\ \Omega$

1- نشغل الجهاز بغلق القاطعة K_1 (K_2 مفتوحة) فتشحن المكثفة C . المنحنيين (1) ، (2) التاليين يمثلان تغيرات التوتر u_C بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن عند الشحن و التفريغ على الترتيب .





أ- اعتمادا على البيان (1) أوجد قيمة ثابت الزمن τ ، R_1 .

ب- عين قيمة الطاقة الأعظمية المخزنة في المكثفة .

د- بفرض أن المكثفة تشحن كليا عندما يصبح التوتر بين طرفيها 97% من التوتر الأعظمي . ما هو الزمن Δt اللازم لشحن هذه المكثفة .

2- في اللحظة t_0 تغلق القاطعة K_2 (K_1 مفتوحة) فتفرغ المكثفة بإرسال صدمات كهربائية بوضع المسريين على صدر المريض بحيث تنتهي عملية التفريغ بمجرد استهلاك الطاقة اللازمة للجهاز و المقدرة بـ 400 joule ، عندما تقدم المكثفة هذه الطاقة تتوقف عملية التفريغ .

أ- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة u_C التوتر بين طرفي المكثفة في دارة التفريغ (صدر المريض) .

ب- حل هذه المعادلة التفاضلية من الشكل $u_C(t) = A\, e^{-t/\tau'}$ عين قيم A ، τ' .

جـ- أحسب الشدة الأعظمية لتيار التفريغ .

د- أكتب عبارة الطاقة التي تحررها المكثفة و التي تقدم للجهاز بدلالة $E_{(C)0}$ (طاقة المكثفة الأعظمية) ، C ، $u_C(t)$.

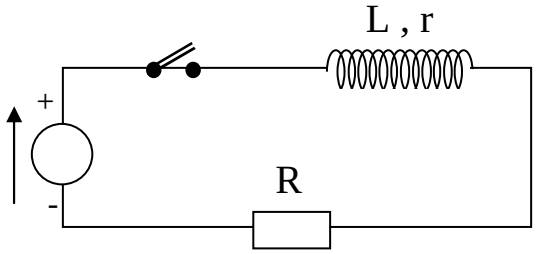
هـ- أوجد قيمة التوتر u_R لحظة توقف عملية التفريغ و ما هي قيمة اللحظة الموافقة .

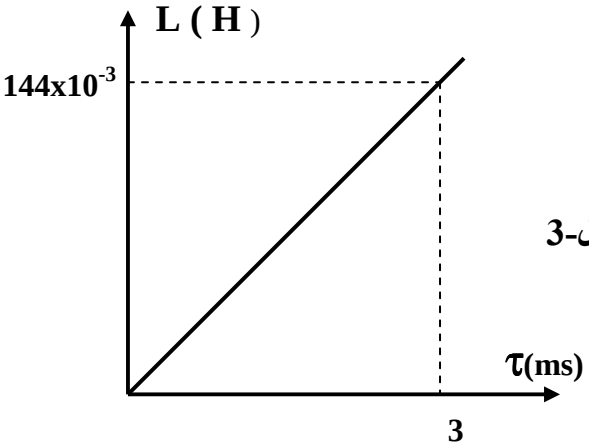
التمرين (2) :

في التركيب المبين في الشكل-1 لدينا دارة كهربائية تشمل على التسلسل على ما يلي :

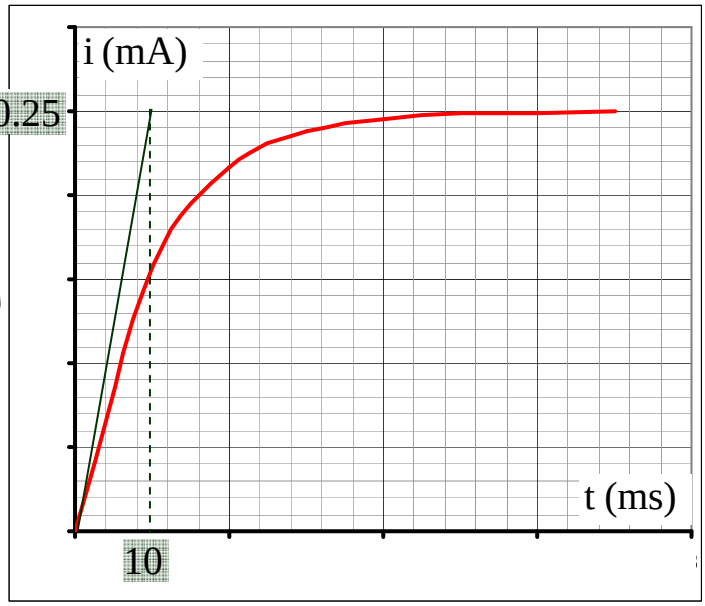
- وشيعة (B) ذاتيتها L و مقاومتها الداخلية r .
- ناقل أومي مقاومته : $R = 40\ \Omega$
- مولد (G) ذو توتر مستمر قوته المحركة الكهربائية $E = 12$ v
- قاطعة k

نغلق القاطعة عند اللحظة : $t = 0$ ، و نتابع تطورات شدة التيار المارة بالدارة فنحصل على البيان التالي (الشكل-2)





الشكل-3



1 – أوجد العبارة الحرفية لشدة التيار المارة في الدارة بدلالة t ، R ، r ، L ، E في النظام الانتقالي .

2- أ- أكتب العبارة الحرفية لشدة التيار المارة في الدارة في النظام الدائم و أحسب قيمته العددية

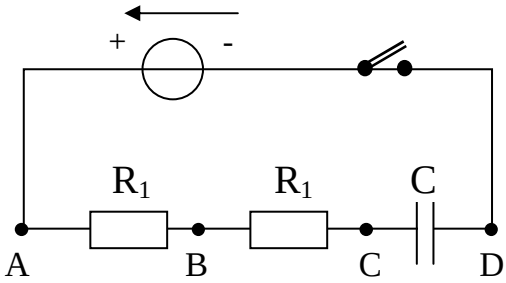
ب- استنتج قيمة r

3- أ- – أ) – أوجد باستعمال البيان قيمة ثابت الزمن τ

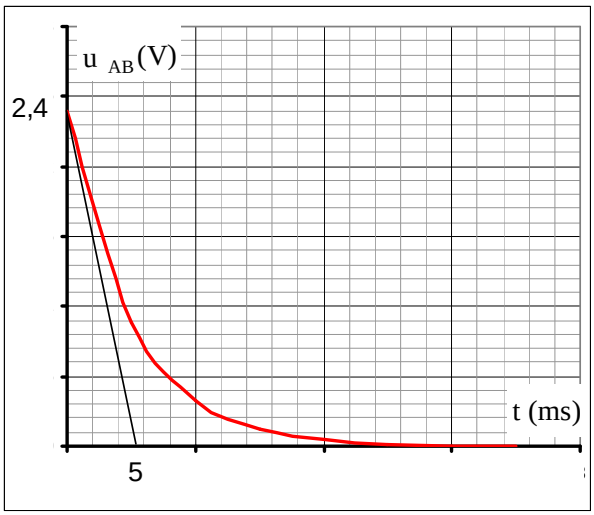
ب- استنتج قيمة L

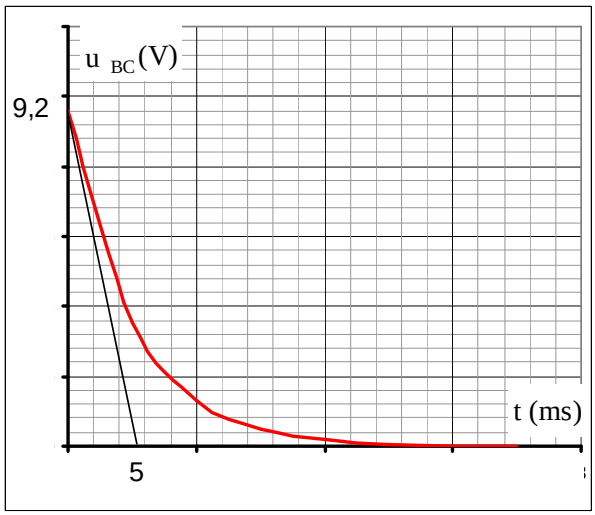
4 – نتائج و قياسات مكنتنا من رسم البيان : (τ) f = L (انظر الشكل-3)
بين أن هذه التجربة تعطي نفس القيمة r السابقة

التمرين (3) :



بواسطة مولد توتر ثابت قوته المحركة الكهربائية E ، ناقلين أوميين مقاومة الأول $R_1 = 5\ \Omega$ و مقاومة الثاني R_2 مجهولة ، مكثفة فارغة سعتها C ، قاطعة K نحقق الدارة المبينة في الشكل التالي ثم نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$.
الدراسة التجريبية لتطور التوتر u_{AB} بين طرفي الناقل الأومي R_1 التوتر u_{BC} بين طرفي الناقل الأومي R_2 بالاعتماد على راسم الاهتزاز المهبطي أعطت البيانين $u_{AB} = f(t)$ ، $u_{BC} = g(t)$ المقابلين :

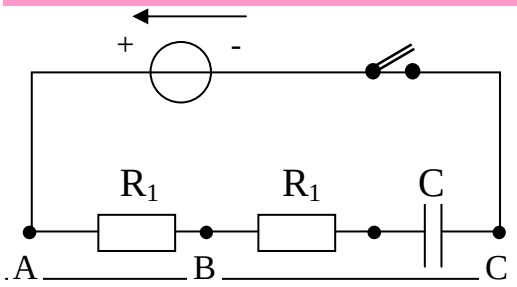




1- بين على الدارة السابقة كيفية وصل راسم الاهتزاز المهبطي بالدارة حتى نحصل على البيانين السابقين .
2- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة $u_{CD} = f(t)$ حيث u_{CD} التوتر بين طرفي المكثفة مبينا حلها دون برهان .
3- أكتب بدلالة E ، R_1 ، R_2 ، C العبارات اللحظية لكل من :
- شدة التيار المار في الدارة .
- التوتر u_{AB} بين طرفي الناقل الأومي R_1 .
- التوتر u_{BC} بين طرفي الناقل الأومي R_2 .

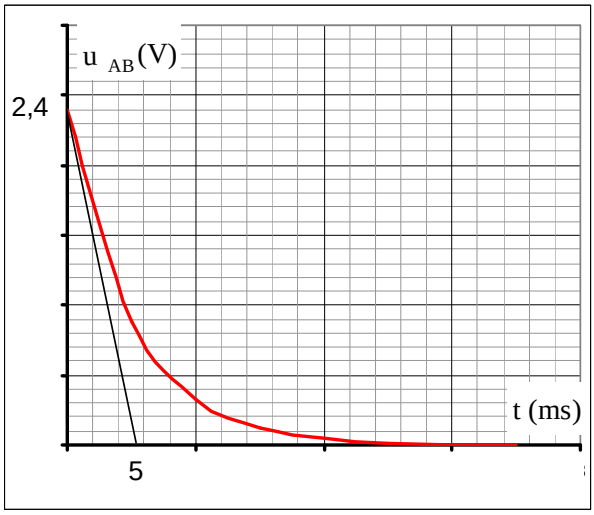
4- أكتب بدلالة E ، R_1 ، R_2 ، C لحظة تقاطع مماس البيان $u_{AB} = f(t)$ عند اللحظة $t = 0$ مع محور الأزمنة .
5- اعتمادا على الدراسة التجريبية و النظرية السابقتين أوجد : E ، I_0 ، R_2 ، C . حيث I_0 شدة التيار الأعظمية المارة بالدرة .

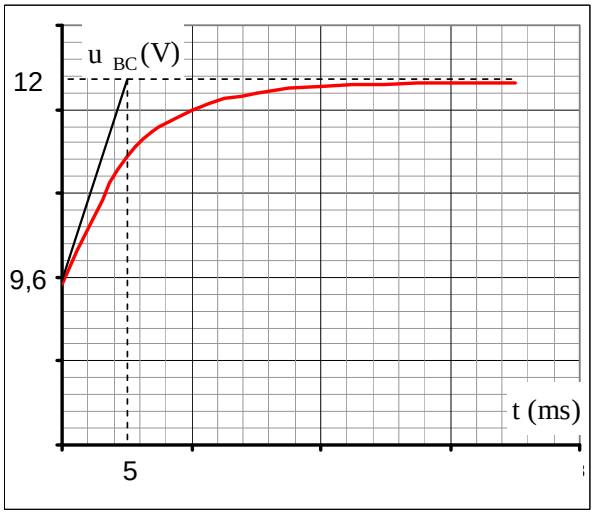
التمرين (4) :



بواسطة مولد توتر ثابت قوته المحركة الكهربائية E ، ناقلين أوميين مقاومة الأول R_1 و مقاومة الثاني R_2 مجهولة ، مكثفة فارغة سعتها C ، قاطعة K نحقق الدارة المبينة في الشكل التالي ثم نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$.

الدراسة التجريبية لتطور التوتر u_{AB} بين طرفي الناقل الأومي R_1 و التوتر u_{BC} بين طرفي الناقل الأومي R_2 و المكثفة معا بالاعتماد على راسم الاهتزاز المهبطي و برمجيات خاصة أعطت البيانين $u_{AB} = f(t)$ ، $u_{BC} = g(t)$ المقابلين :



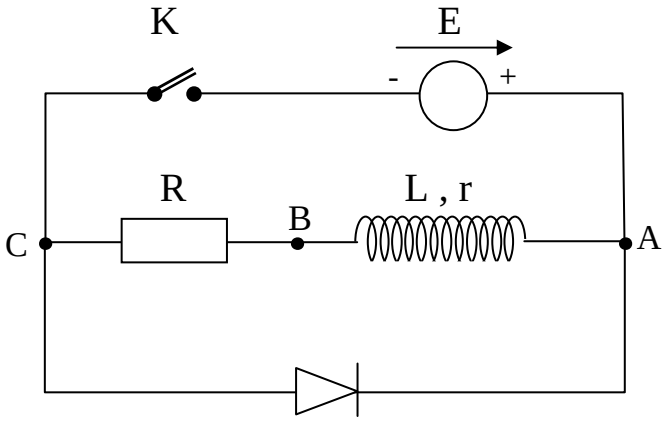


1- بين على الدارة السابقة كيفية وصل راسم الاهتزاز المهبطي بالدارة حتى نحصل على البيانين السابقين .
2- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة $q = f(t)$ حيث q شحنة المكثفة .
3- حل هذه المعادلة التفاضلية من الشكل $q = A(1 - e^{-t/B})$ ، عين A و B ، ماذا يمثل B و ما هو مدلوه الفيزيائي .
4- أكتب بدلالة E ، R_1 ، R_2 ، C العبارات اللحظية لكل من :
- شدة التيار المار في الدارة .
- التوتر u_{AB} بين طرفي الناقل الأومي R_1 .
- التوتر u_{BC} بين طرفي الناقل الأومي R_2 و المكثفة معا .

ثم عبر عن u_{AB} ، u_{BC} عند اللحظة $t = 0$ و اللحظة $t = \infty$ (النظام الدائم) .
5- أكتب بدلالة E ، R_1 ، R_2 ، C لحظة تقاطع مماس البيان $u_{BC} = f(t)$ عند اللحظة $t = 0$ مع محور المستقيم المقارب $u_{BC} = E$.
6- إذا علمت أن شدة التيار الأعظمية المارة في الدارة هي $I_0 = 048A$ أوجد : E ، R_1 ، ، R_2 ، C .

التمرين (5) :

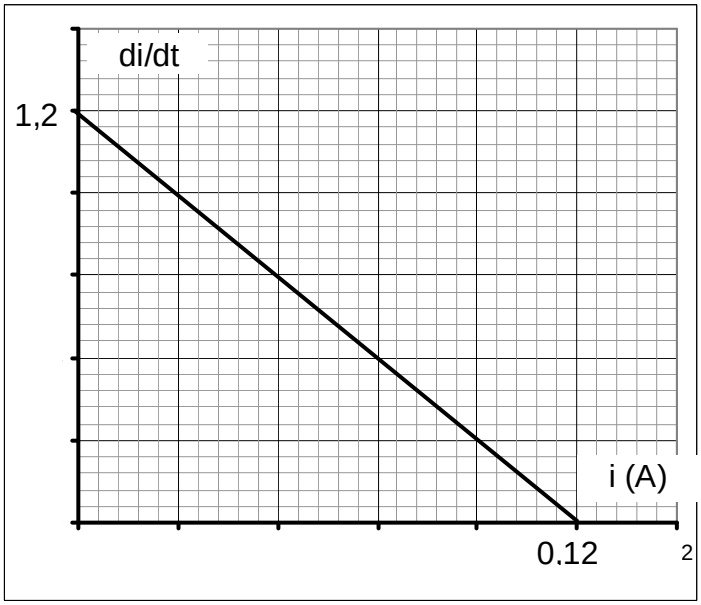
بواسطة مولد توتر ثابت قوته المحركة الكهربائية E ، ناقل أومي مقاومته $R = 90\ \Omega$ ، وشيعة ذاتيتها L و مقاومتها الداخلية r (غير مهملة) ، قاطعة K نحقق الدارة المبينة في الشكل المقابل ثم نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$.



1- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة $i(t)$ ، $\frac{di(t)}{dt}$ ، τ ، I_0 فقط .

2- أثبت أن $i(t) = I_0 (1 - e^{-t/\tau})$ هو حل لهذه المعادلة التفاضلية .

3- الدراسة التجريبية لتغيرات $\frac{d\,i(t)}{dt}$ بدلالة شدة التيار اللحظية i(t) أعطت البيان التالي :

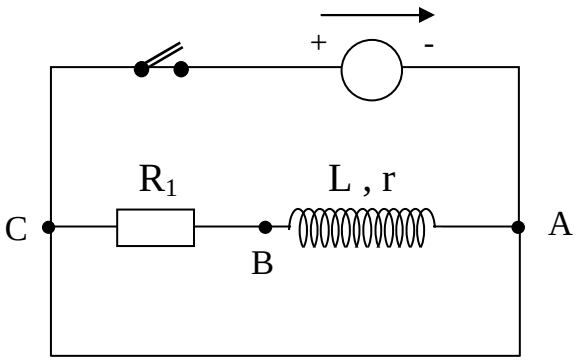


- اعتمادا على هذا البيان و المعادلة التفاضلية أوجد قيمتي τ و I_0 .

4- إذا علمت أن طاقة الوشيعة عند النظام الدائم مساوية لـ $E_{(L)0} = 7.2.\ 10^{-3}$ j أوجد قيم : L ، r ، E .

التمرين (6) :

بواسطة مولد توتر ثابت قوته المحركة الكهربائية E ، ناقل أومي مقاومته R ، وشيعة ذاتيتها L و مقاومتها الداخلية r = 20 Ω ، قاطعة K نحقق الدارة المبينة في الشكل المقابل .



1- نغلق القاطعة :

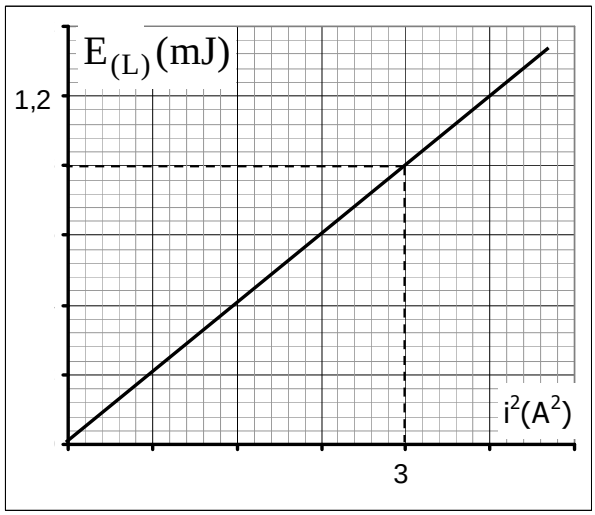
أ- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة u_R حيث u_R التوتر بين طرفي الناقل الأومي .

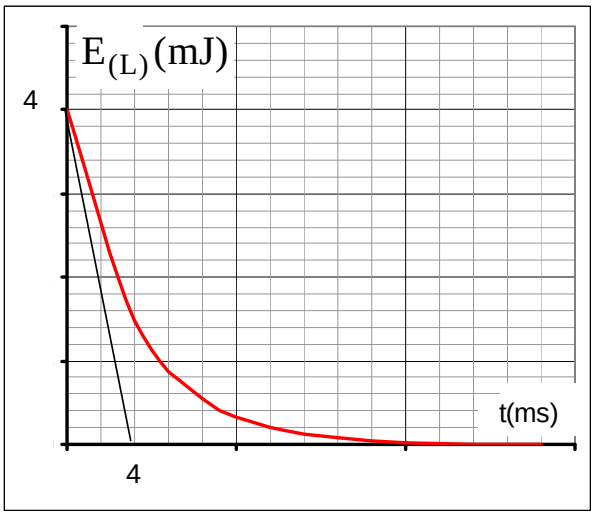
ب- حل المعادلة التفاضلية هو من الشكل $u_R = a\,(1 - e^{-b\,t})$ أوجد عبارتي a ، b .

جـ- ما يمثل مقلوب b (أي $\frac{1}{b}$) ، و ما هو مدلوله الفيزيائي .

2- نفتح القاطعة :

الدراسة التجريبية لطاقة الوشيعة أعطت البيانين التاليين :





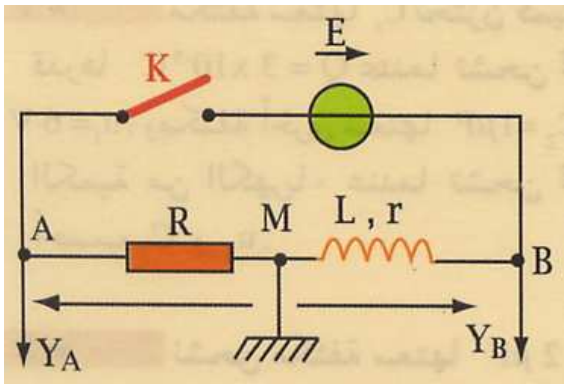
أ- أكتب عبارة $E_{(L)}$ طاقة الوشيعة :

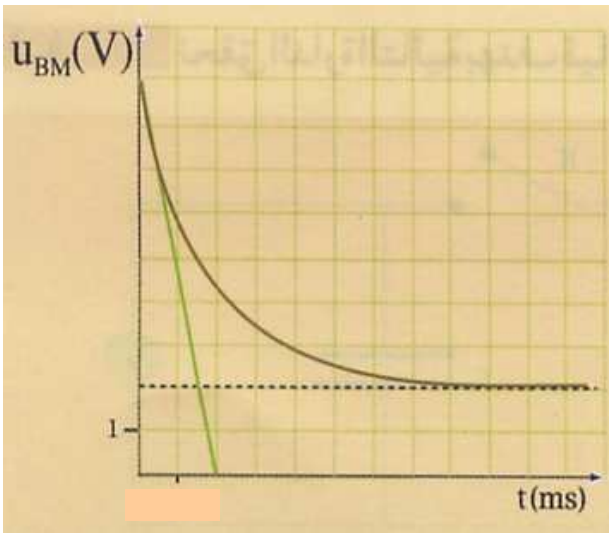
ب- أوجد اعتمادا على البيانين قيم : L ، I_0 ، τ ، R ، E .

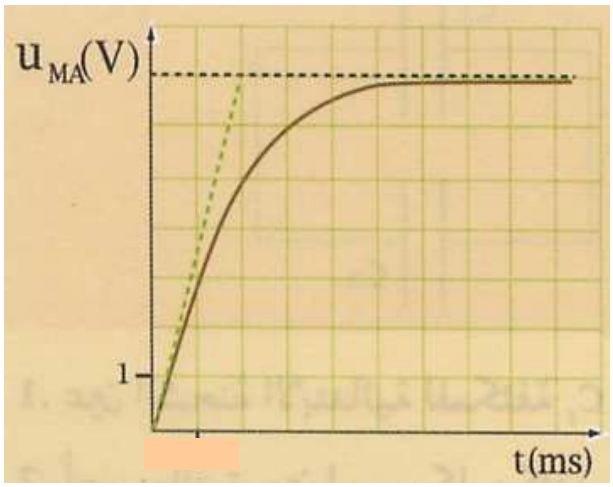
التمرين (7) :

دارة كهربائية تظم على التسلسل مولد توتر مستمر مثالي قوته المحركة الكهربائي E . ناقل أومي مقاومته R ، وشيعة $(L , r = 10\Omega)$.

نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$ و نتابع تغيرات التوتر u_{MA} بين طرفي المقاومة و التوتر u_{BM} بين طرفي الوشيعة بواسطة راسم اهتزاز و الذي يظهر على شاشته البيانين التاليين .







1- أحسب E .

2- أحسب R ، L من دون الإستعانة بثابت الزمن τ .

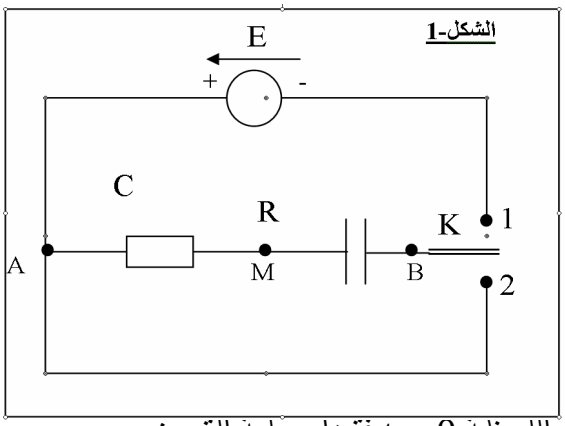
3- عبر عن i بدلالة (R , L , E , r) و احسب قيمته عند اللحظة $t = 3\ ms$.

4- أحسب الطاقة المخزنة في الوشيعة عند نفس اللحظة السابقة .
5- عين ثابت الزمن للدارة .

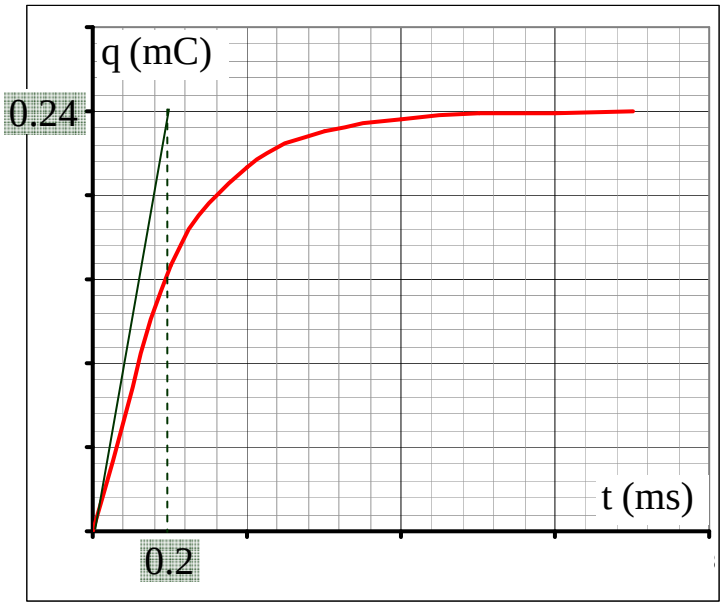
التمرين (8) :

لدراسة تطور التوتر الكهربائي بين طرفي مكثفة نحقق الدارة الكهربائية المبينة في الشكل التالي و المتكونة على التسلسل من : مولد للتوتر الثابت قوته المحركة الكهربائية $E = 12\ V$ ، مكثفة سعتها C ، ناقل أومي مقاومته R .

الشكل-1



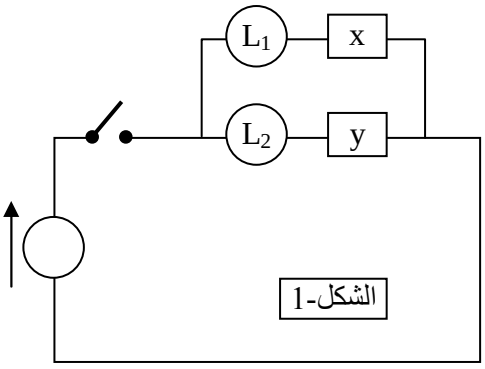
1- نضع البادلة في الوضع (1) عند اللحظة $t = 0$ فتبدأ عملية الشحن .
أ- أوجد المعادلة التفاضلية بدلالة شحنة المكثفة $q(t)$.
ب- حل هذه المعادلة التفاضلية هو $q = A + B\,e^{-\alpha t}$ ، حيث A و B ، α ثوابت يطلب إيجاد عبارتهم .
جـ- المنحنى البياني التالي يمثل تغيرات شحنة المكثفة q بدلالة الزمن .



اعتمادا على هذا البيان أوجد سعة المكثفة C .
2- نضع البادلة في الوضع (2) :
أ- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة شحنة المكثفة $q = f(t)$.
ب- أثبت أن حل هذه المعادلة التفاضلية هو من الشكل : $q = Q_0 e^{-t/\tau}$ حيث Q_0 هي شحنة المكثفة الأعظمية .
جـ- عبر عن طاقة المكثفة $E_{(C)}$ بدلالة الزمن t ، ثابت الزمن τ ، سعة المكثفة C ، شحنة المكثفة الأعظمية Q_0 ، ثم أحسب قيمتها عند بداية التفريغ .

التمرين (9) :

قدم أستاذ في حصة الأعمال المخبرية لفوج من التلاميذ علبتين مغلقتين و متماثلتين x و y تحتوي إحداهما على مكثفة و الثانية على وشيعة مقاومتها مهملة و هذا من أجل معرفة طبيعة ثنائي القطب الذي تحتويه كل علبة .



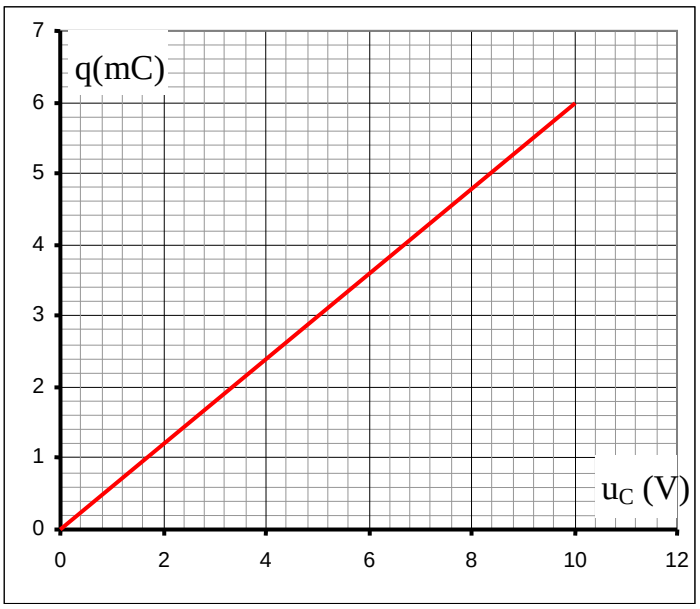
الشكل-1

1- قام أعضاء الفوج بتركيب الدارة الكهربائية (الشكل-1) ، عند غلق القاطعة لاحظوا :

- اشتعال المصباح L_1 .
- اشتعال المصباح L_2 لوقت قصير ثم انطفأ .

أ- اعتمادا على الملاحظات السابقة ، ما هو ثنائي القطب الذي تحتويه كل علبة مع التعليل .

ب- قام أحد التلاميذ باستبدال كل مصباح بميلي أمبير بمؤشر . صف بدقة كيف ينحرف كل مؤشر بعد غلق القاطعة مباشرة .



2- قام تلميذ ثالث بتركيب فولطمتر بمؤشر على التفرع مع كل علبة . صف بدقة كيف ينحرف كل مؤشر بعد غلق القاطعة .

3- قام تلميذ رابع بتركيب ناقل أومي مقاومته R على التسلسل مع المكثفة السابقة بعد نزع مقياسي الفولط ، باستعمال تجهيز مناسب تحصل على المنحنى المقابل الممثل لتغيرات q شحنة هذه المكثفة بدلالة الزمن .

- المعادلة التفاضلية المميزة لهذه الدارة تكون كما يلي :

$$0.6\frac{du_C}{dt} + u_C = 10$$

- اعتمادا على هذه المعادلة التفاضلية و البيان المرفق أوجد :

أ- القوة المحركة الكهربائية E للمولد و ثابت الزمن τ مقدرا بالثانية .

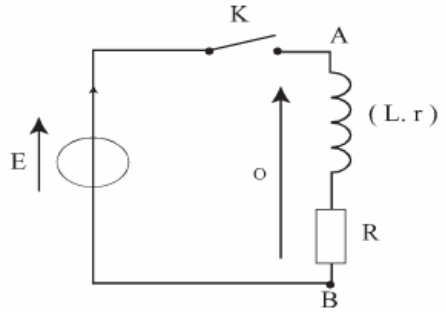
ب- سعة المكثفة C .

جـ- مقاومة الناقل الأومي R .

التمرين (10) :

I- نحقق الدراة المبينة في (الشكل-1) ، من أجل متابعة تطور التيار الكهربائي في ثنائي القطب AB المكون من :

- ناقل أومي مقاومته $R = 50\ \Omega$.
- وشيعة ذاتيتها L و مقاومتها r .
- مولد للتوتر الثابت قوته المحركة الكهربائية $E = 6\ V$.



نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$ ، نسجل بواسطة جهاز مناسب تطور شدة التيار i المار في الدارة بدلالة الزمن t فنحصل على المنحنى المبين في (الشكل-2) .

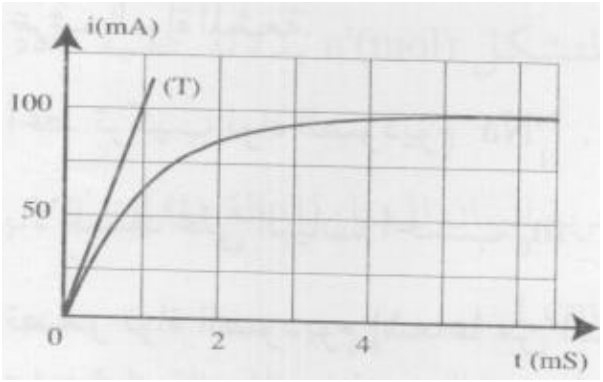
1- أكتب عبارة االتوتر الكهربائي بين طرفي ثنائي القطب AB بدلالة :

L ، R ، r و i .

2- هل يتزايد أو يتناقص المقدار $L\frac{di}{dt}$ في النظام الإنتقالي ؟ علل .

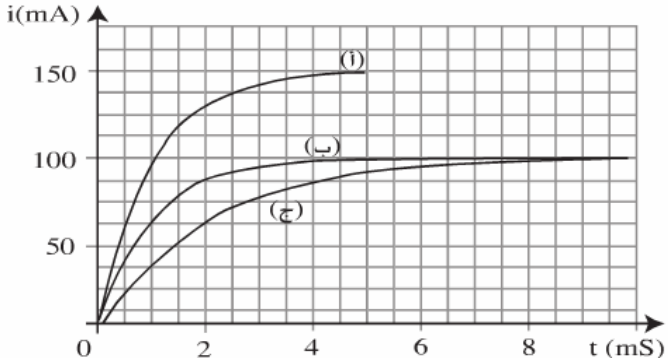
3- عبر في اللحظة t = 0 عن $\frac{di}{dt}$ بدلالة E و L . أوجد قيمة L .

4- أحسب قيمة $\frac{di}{dt}$ بالنسبة لـ : t > 5 ms ثم استنتج قيمة r .



II- نستعمل نفس التركيب السابق (الشكل-1) و نغير في كل حالة قيمة ذاتية الوشيعة L و قيمة مقاومة الناقل الأومي R ، كما يبينه الجدول التالي :

	L (H)	R (Ω)	r (Ω)
الحالة الأولى	$L_1 = 6.0 . 10^{-2}$	$R_1 = 50$	$r_1 = 10$
الحالة الثانية	$L_2 = 1.2 . 10^{-1}$	$R_2 = 50$	$r_2 = 10$
الحالة الثالثة	$L_1 = 4.0 . 10^{-2}$	$R_3 = 30$	$r_3 = 10$



يعطي (الشكل-3) المنحنيات (أ) ، (ب) ، (جـ) التي نحصل عليها في الحالات الثلاثة .

1- عين معللا إجابتك ، المنحنى الموافق للحالة الأولى و المنحنى الموافق للحالة الثانية .

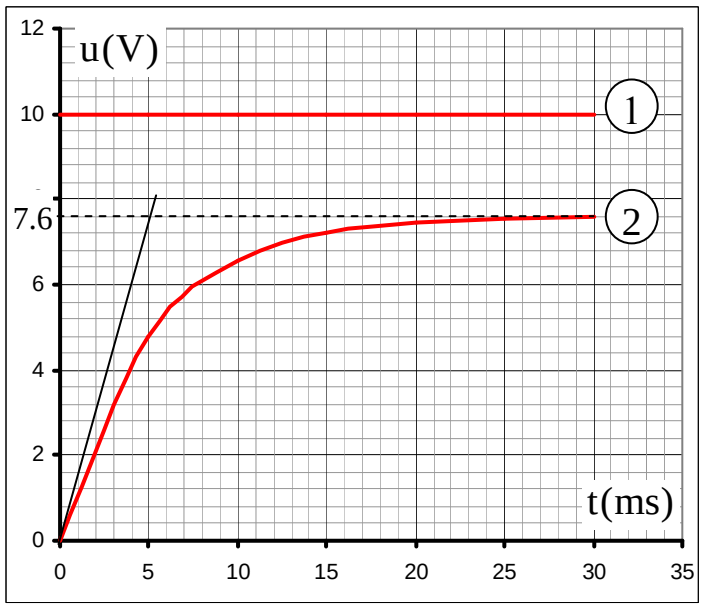
2- نضبط المقاومة R_2 على القيمة R'_2 لتكون قيمة ثابت الزمن نفسها في الحالتين الأولى و الثالثة . عبر عن R_2' بدلالة L_2 ، L_3 ، R_3 و r . أحسب قيمة r_2 .

التمرين (11) :

نحقق الدارة المبينة في (الشكل-1) و التي تتكون من :

- وشيعة (b) معامل تحريضها (ذاتيتها) L و مقاومتها الداخلية r .
- ناقل أومي مقاومته R ..
- قاطعة k .
- مولد للتوتر الثابت قوته المحركة الكهربائية E .
- مقياس أمبير مقاومته مهملة .

نغلق القاطعة عند اللحظة t = 0 و نشاهد بواسطة راسم الاهتزاز المهبطي ذو ذاكرة كل من التوتر بين طرفي المولد $u_{AB}(t)$ و التوتر بين طرفي الناقل الأومي $u_R(t)$ فنحصل على المنحنيين (1) ، (2) (االشكل-2) . يشير مقياس الأمبير في النظام الدائم إلى القيمة $I_0 = 0.1$ A .



1- بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_R تكتب على الشكل :

$$L\frac{du_R}{dt} + (R + r)\,u_R - E\,R = 0$$

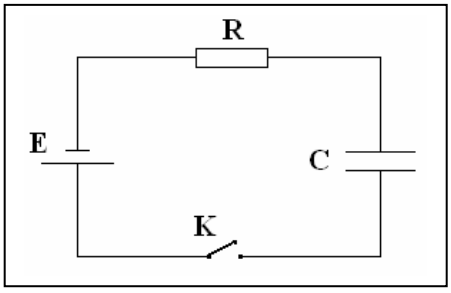
2- إذا علمت أن حل المعادلة التفاضلية يكتب على الشكل : $u_R = U_0\,(1 - e^{-\alpha\,t})$. أوجد عبارة كل من الثابتين U_0 و α بدلالة مميزات الدارة .

3- أوجد عبارة r مقاومة الوشيعة بدلالة E ، I_0 ، U_0 و أحسب قيمتها .

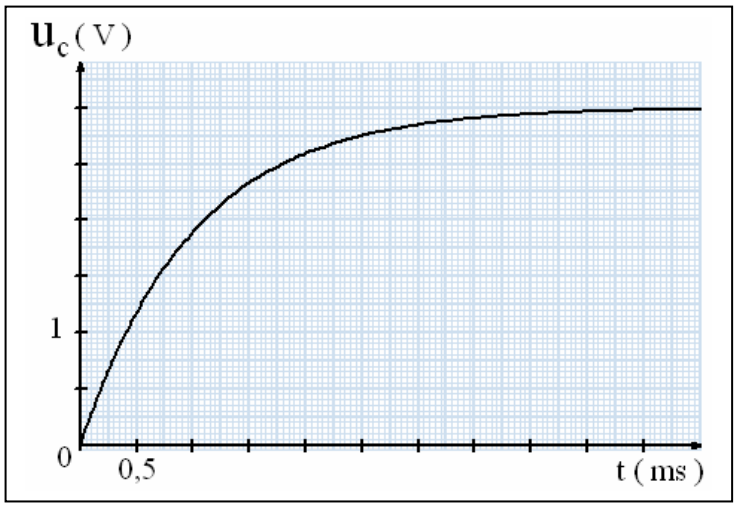
4- عبر عن $(\frac{du_R}{dt})_0$ عند اللحظة $t = 0$ بدلالة E و U_0 و I_0 و L ثم استنتج قيمة الذاتية L

التمرين (12) :

بواسطة مولد (E) ، قاطعة K ، مكثفة C وناقل أومي R ، نشكل التركيب التالي :



عند اللحظة $t = 0$ نغلق القاطعة K . أعطت الدراسة التجريبية البيان التالي :



1 – ما هي الظاهرة التي يُظهرها البيان ؟

2 - كيف يُدعى الجداء R.C ، ثم عين بيانياً وبدون حساب قيمة RC .

3 – إذا كانت $R = 40\ \Omega$ ، أحسب قيمة C .

4 - أكتب المعادلة التفاضلية المحققة من طرف شحنة المكثفة q(t) .

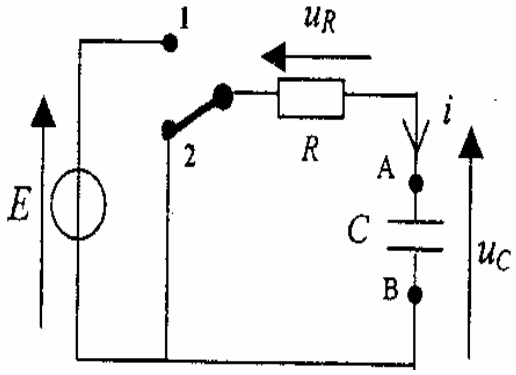
5 - تقبل هذه المعادلة حلا من الشكل : $q(t) = E.C\,(1 - e^{-t/\tau})$.

أ- عبّر عن قيمة q(t) عند اللحظة $\tau = R.C$ بدلالة E و C .

ب- استنتج أن : $u_C(\tau) = K.E$ ، حيث K ثابت يُطلب حسابه .
6- علماً أن : $E = 3V$ عيّن قيمة الجداء R.C بطريقة بيانية تختلف عن الطريقة المستخدمة في السؤال (2) . استنتج C وقارن النتائج .

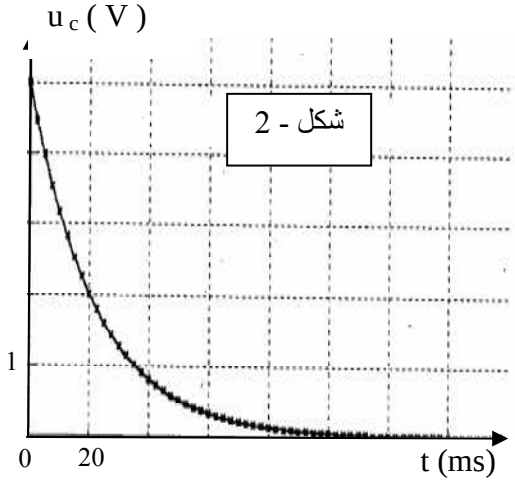
التمرين (13) :

لدراسة تطور التوتر بين طرفي المكثفة (u_C) نحقق الدارة المبينة في (الشكل-1) التالي . تعطى ($E = 5.0\ V$) .



شكل - 1 -

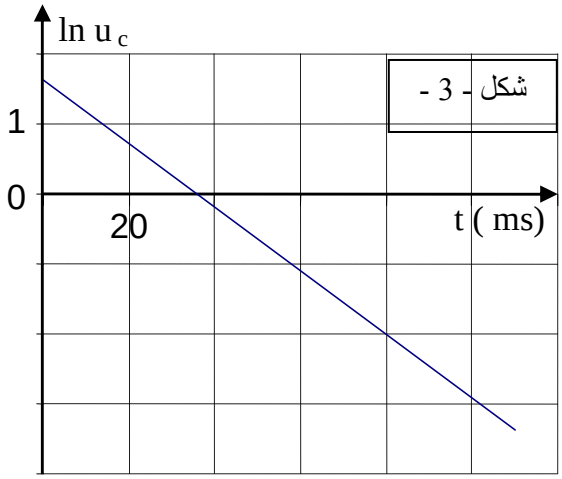
في البداية البادلة في الوضع (2) منذ مدة زمنية والمكثفة غير مشحونة . والدارة موصلة بحاسوب وواجهة دخول تسمح برؤية المنحنى $u_C = f(t)$ المبين في (الشكل-2) التالي :



شكل - 2

1- اذكر الخطوات التجريبية للحصول على المنحنى المبين في (الشكل-2) .
2- حسب توجيه التيار في الدارة حدد جهة تيار التفريغ .
3- أثبت أن المعادلة التفاضلية بدلالة التوتر u_C بين طرفي المكثفة تعطي بالعبارة : $u_C + \frac{1}{\alpha}\frac{du_C}{dt} = 0$.
4- اكتب عبارة المقدار $\frac{1}{\alpha}$. ماذا يمثل ؟
5- تعطى عبارة التوتر u_C بين طرفي المكثفة كما يلي : $u_C = Ee^{-\alpha t}$. تحقق بأن هذه العبارة حل للمعادلة التفاضلية السابقة .

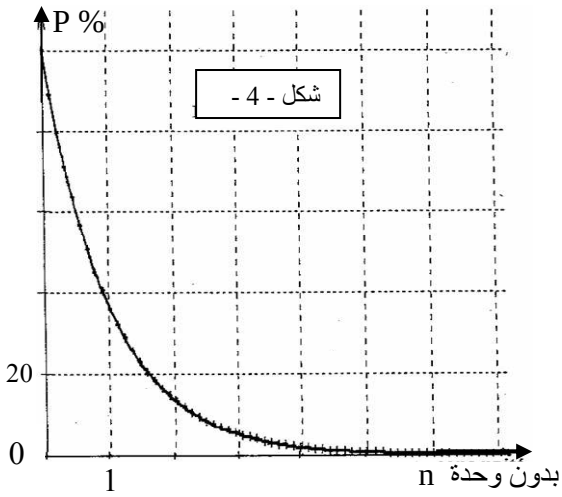
6- تعطى معادلة المنحنى البياني المبين في (شكل-3) كما يلي : $\ln u_C = -45{,}5\, t + 1.61$.



أ- أكتب العبارة النظرية لهذا المنحنى .
ب- أحسب قيمة τ الزمن المميز لهذ ه الدارة .
7- تسمح الدراسة بتعريف مقدارين جد يد ين هما :

- النسبة المئوية للشحنة المتبقية عند اللحظة (t) المعرفة بالعلاقة : $P = 100\dfrac{u_C}{E}$.
- زمن تفريغ المكثفة المعرف بالعلاقة : $n = \alpha\, t = \dfrac{t}{\tau} \Rightarrow t = n\,\tau$.

المنحنى المبين في (الشكل-4) يمثل تغيرا ت المقدار P بدلالة بدلالة n .

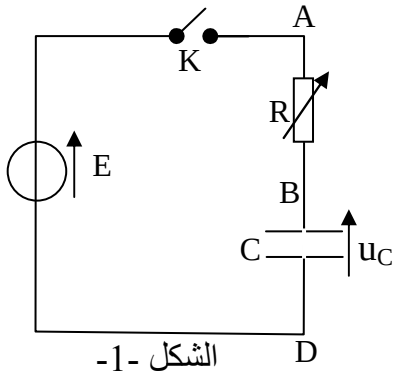


أ- من أجل $n = 1$ حدد بيانيا النسبة المئوية للشحنة المتبقية .
ب- من أجل أي قيمة لـ n يمكن اعتبار عملية التفريغ قد تمت .
جـ- أحسب أصغر مدة زمنية يستغرقها غلق البادلة ليتم الشحن الكلي للمكثفة . علل .

التمرين (14) :

من بين استعمالات المكثفة في الحياة اليومية نذكر مؤقتة الإنارة التي تجهز بها سلالم العمارات و ذلك للتحكم الآلي في إطفاء المصابيح بعد مدة زمنية t_1 قابلة للضبط بهدف التقليل من استهلاك الطاقة .

يمثل (الشكل-1) جزء من التركيب المبسط للمؤقتة و يتكون من مولد للتوتر المستمر قوته المحركة الكهربائية E و مكثفة سعتها $C = 250\ \mu F$ و ناقل أومي مقاومته R قابلة للتغيير و قاطعة K .



الشكل -1-

1- نضبط المقاومة على القيمة R_0 و نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$.

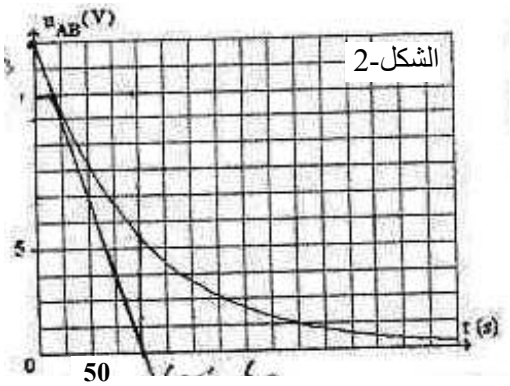
أ- بين أن المعادلة التفاضلية للدارة تعطى بالعبارة : $\tau \dfrac{du_C}{dt} + u_C = E$ ، حيث τ ثابت الزمن .

ب- باستعمال التحليل البعدي ، استنتج وحدة τ في الجملة الدولية .

جـ- تحقق أن حل المعادلة التفاضلية السابقة هو من الشكل : $u_C(t) = A + Be^{-t/\tau}$ ، حيث A و B ثابتين يطلب تعيين عبارتيهما.

د- استنتج عبارة $i(t)$ شدة التيار المار في الدارة أثناء عملية الشحن .

2- نسجل تطور التوتر $u_{AB}(t)$ بين طرفي الناقل الأومي بدلالة الزمن باستعمال راسم الاهتزاز المهبطي فنحصل على المنحنى الممثل في (الشكل-2) التالي .



الشكل-2

أ- أعد رسم الدارة مع تمثيل كيفية ربط راسم الاهتزاز المهبطي لمشاهدة تطور $u_{AB}(t)$.

ب- عين بيانيا قيمة كل من القوة المحركة الكهربائية E ، ثابت الزمن τ واستنتج قيمة المقاومة R_0 و الشدة العظمى للتيار المار في الدارة I_0 .

3- عند صعود شخص سلالم العمارة يضغط على الزر، فتشتعل المصابيح حيث بعد مدة زمنية $t_1 = \tau.\ln\dfrac{E}{E-10}$ تنطفئ هذه المصابيح .

أ- يستغرق شخص للوصول إلى منزله مدة زمنية $\Delta t = 3\ min$. هل تنطفئ المصابيح قبل وصول الشخص إلى منزله ؟

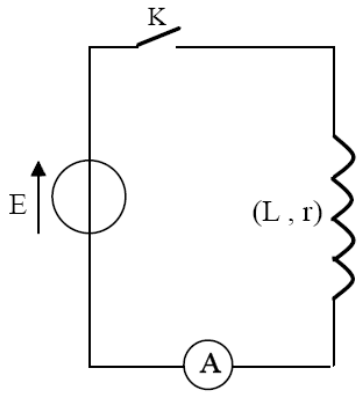
ب- اقترح كيف يمكن عمليا الزيادة من مدة إضاءة المصابيح.

التمرين (15) :

أراد تلميذ أن يتحقق من قيمة مقاومة وشيعة r ذاتيها L = 0.25 H و ذلك بتركيبين مختلفين :

التركيب الأول (الشكل-1) :

مقاومتا الأمبير متر و مولد التوتر مهملتان ، يعطى E = 6V .

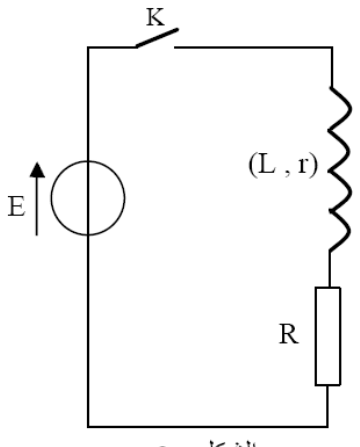


الشكل - 1

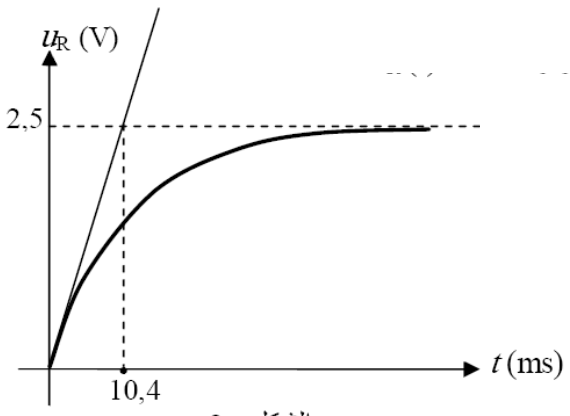
بعد غلق القاطعة K قرأ التلميذ في النظام الدائم على الأمبير متر القيمة I = 430 mA .

التركيب الثاني (الشكل-2) :

أضاف التلميذ ناقلا أوميا مقاومته R = 10 Ω على التسلسل مع الوشيعة . عندما وصل الدراة براسم اهتزاز مهبطي و بعد غلق القاطعة حصل التلميذ على البيان $u_R = f(t)$ المبين في (الشكل-3) .



الشكل - 2



الشكل - 3

1- ما هي قيمة r التي حصل عليها التلميذ في التركيب الأول .

2- كيف يجب وصل الدارة براسم الإهتزاز لمشاهدة $u_R(t)$.

3- هناك طريقتان لحساب r في التركيب الثاني استعملهما و أحسب قيمة r .

4- مثل شكلا تقريبيا للتوتر بين طرفي الوشيعة في المجال الزمني [0 , 52 m] موضحا عليه القيمتين الحديتين .