الوحدة

03

تمارين حول : الظواهر الكهربائية

الشعب : علوم تجريبية – رياضيات – تقني رياضي

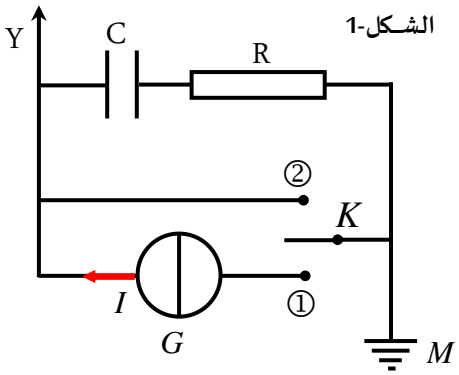
التمرين الأول :

في حصة الأعمال التطبيقية طلب أستاذ العلوم الفيزيائية من التلاميذ تحديد سعة مكثفة فارغة C ، ومقاومة ناقل أومي R ، بطريقتين تجريبيتين مختلفتين .

قام التلاميذ بتحقيق التركيب التجريبي الموضح بالشكل-1 والمكون من :

- مولد التيار المستمر G يعطي تيارا شدته ثابتة $I = 0,2mA$.
- ناقل أومي مقاومته R .
- مكثفة فارغة سعتها C .
- راسم إهتزاز ذي ذاكرة.
- مبدلة التيار K بوضعيتين ① و ②.

الشكل-1

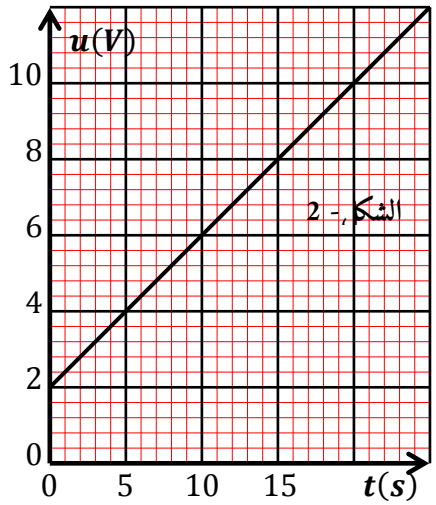


الطريقة الأولى : في اللحظة $t = 0$ نضع البادلة K في الوضع ① فنشاهد على شاشة راسم الاهتزاز البيان الموضح بالشكل-2 .

1. ماذا تمثل دلالة راسم الاهتزاز (المنحنى الناتج).
2. حدد إشارة لبوسي المكثفة ، ثم حدد الأسهم الممثلة للتوتر بين طرفي كل ثنائي قطب.
3. أوجد العبارة اللحظية للتوتر بين طرفي المولد G .
4. بالاستعانة بالبيان بالشكل-2 ، أوجد :

أ- قيمة المقاومة R وسعة المكثفة C .

ب- التوتر U_0 بين طرفي المكثفة عند اللحظة $t = 25s$.



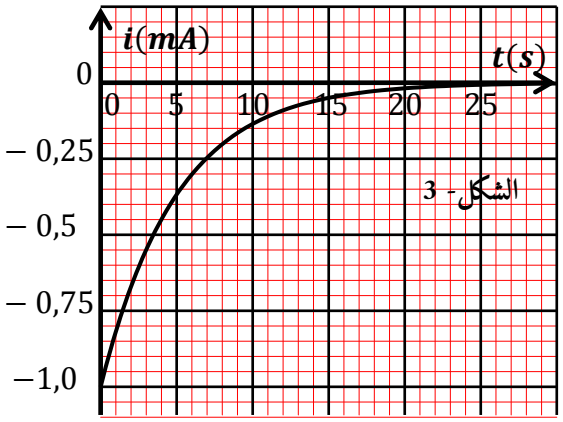
الطريقة الثانية : عند بلوغ التوتر بين طرفي المكثفة القيمة U_0 ، نضع البادلة K في الوضع ② في لحظة نعتبرها من جديد $t = 0$ ، فيتم تفريغ المكثفة في الناقل الأومي R .

بواسطة جهاز ExAO تمكنا من الحصول على المنحنى البياني بالشكل-3 ، الممثل لتطور شدة التيار الكهربائي بدلالة الزمن أثناء التفريغ .

1. بتطبيق قانون جمع التوترات الكهربائية، جد المعادلة التفاضلية لتطور شدة التيار $i(t)$.
2. بين أن : $i(t) = -I_0.e^{-\frac{t}{RC}}$ حلا للمعادلة التفاضلية السابقة.
3. بالاستغلال البيان :

أ- استخرج قيمة كل من شدة التيار الكهربائي العظمى I_0 وثابت الزمن τ لثنائي القطب RC .

ب- احسب قيمة مقاومة الناقل الأومي R واستنتج سعة المكثفة C .



التمرين الثاني :

قصد شحن مكثفة ، نحقق التركيب التجريبي الممثل في الشكل -4 والمكون من :

- مولد مثالي للتوتر قوته الكهرومحركة $E = 9V$.
- ناقل أومي مقاومته R .
- مكثفة فارغة سعتها C و قاطع التيار K .

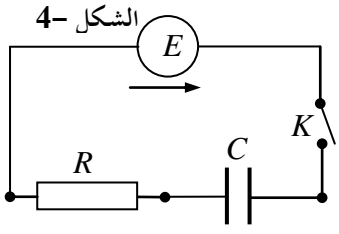
عند اللحظة $t = 0$ ، نغلق الدارة فيمر فيها تيار شدته i تتغير بدلالة الزمن كما هو مبين في الشكل 5.

1. أنقل على ورقة الإجابة التركيب التجريبي ومثل عليه :

- التوتر u_C بين طرفي المكثفة .
- التوتر u_R بين طرفي الناقل الأومي .

2. بين على التركيب التجريبي السابق ،كيفية ربط راسم إهتزاز ذي ذاكرة لمعينة التوتر $u_C(t)$.

الشكل –4



3. أوجد المعادلة التفاضلية التي تحققها شحنة المكثفة $q(t)$.

4. يكب حل المعادلة التفاضلية على الشكل التالي : $q(t)=A\left(1-e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$.

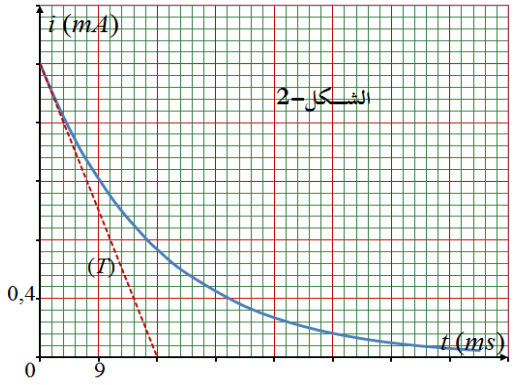
- حدد عبارة ودلالة كل من A و τ .

5. بين أن عبارة شدة التيار المار في الدارة تكتب على الشكل : $i(t)=\frac{E}{R}e^{-\frac{t}{\tau}}$.

6. باستعمال التحليل البعدي ، بين أن للثابت τ بعدا زمنيا .

7. بالإعتماد على البيان ، حدد المقاومة R للناقل الأومي ، والسعة C للمكثفة .

8. احسب الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفة في اللحظة $t=18ms$.



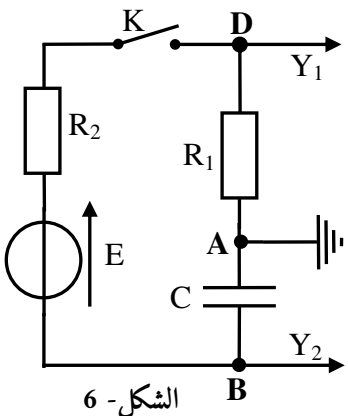
التمرين الثالث :

نحقق دارة كهربائية على التسلسل الشكل – 6 باستعمال العناصر الكهربائية التالية :

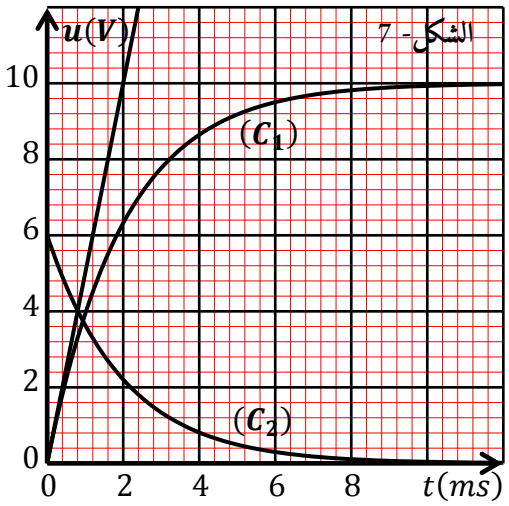
- مولد مثالي للتوتر قوته المحركة الكهربائية E .
- ناقلين أوميين مقاومة أحدهما $R_1=120\Omega$ ، ومقاومة الآخر R_2 مجهولة.
- مكثفة فارغة سعتها C .
- قاطعة التيار K .

- نربط راسم اهتزاز ذو ذاكرة كما في الشكل – 6 ثم نضغط على الزر INV . على المدخل Y_2.

عند اللحظة $t=0$ نغلق القاطعة، المنحنيات الناتجة لتطور التوتر الكهربائي بدلالة الزمن ممثلة في الشكل – 7 .



الشكل- 6



1. أ- بين أن المنحنى (C_2) يمثل التوتر $u_{R_1}(t)$.

ب- بين أنه عند $t=0$ ، التوتر u_{R_1} يعطى بالعلاقة : $u_{R_1}=\frac{R_1}{R_1+R_2}E$.

2. أ- بين أن المعادلة التفاضلية بدلالة u_C تكتب على الشكل : $\frac{du_C}{dt}+\frac{u_C}{\tau}=\frac{E}{\tau}$.

حيث : τ ثابت الزمن يطلب إيجاد عبارته الحرفية.

ب- استنتج أن : $E=U_C$.

حيث : U_C التوتر بين طرفي المكثفة في النظام الدائم ، جد قيمة E .

3. أ- أوجد قيمة المقاومة R_2 .

ب- أوجد بيانيا قيمة τ ، ثم استنتج قيمة C .

4. أوجد الطاقة الكهربائية E_{max} المخزنة في المكثفة في النظام الدائم.

التمرين الرابع :

بغرض معرفة سلوك ومميزات مكثفة سعتها C نحقق التركيب التجريبي المبين في الشكل – 8 ، والذي يتكون من :

- مولد ذي توتر ثابت ، قوته المحركة الكهربائية E . - مكثفة فارغة سعتها C .
- ناقلين أوميين مقاومة أحدهما $R_1=10k\Omega$ ومقاومة الآخر R_2 قابلة للتغيير . - بادلة K .

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

أ- مثل أسهم التوترات على الدارة ، ثم صف مجريا الظاهرة الحادثة .

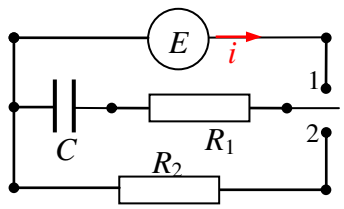
ب- بين كيف يتم توصيل الدارة براسم إهتزاز ذي ذاكرة لمعاينة منحنى $u_R(t)$.

2- من القياسات المتحصل عليها وبواسطة برمجية مناسبة، تمكّنا من رسم المنحنى الممثل للدالة :

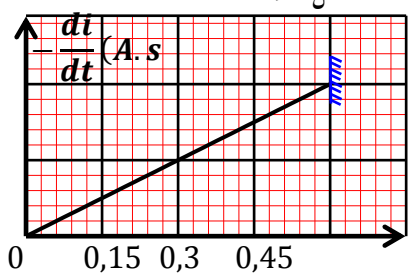
$-\frac{di}{dt}=f(i)$ و المبين الشكل- 9 .

أ- بتطبيق قانون جمع التوترات جد المعادلة التي تتوافق مع المنحنى في الشكل- 9 .

ب- اكتب المعادلة الرياضية للبيان. واستنتج كل من القوة المحركة الكهربائية E وسعة المكثفة C .



الشكل –9

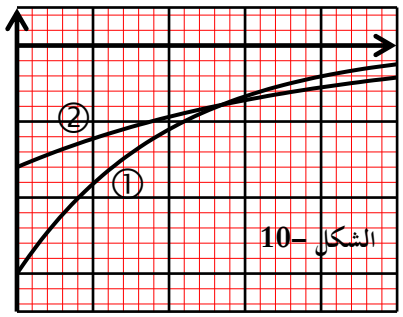


3- بعد شحن المكثفة تماما نستبدل البادلة إلى الوضع (2) في لحظة نعتبرها مبدأ جديدا لقياس الزمن.
يمثل المنحنيين ① و ② في الشكل – 10 تغيرات شدة التيار المار في الدارة بدلالة الزمن، من أجل قيمتين مختلفتين لـ R_2 .

أ- باستغلال المنحنيين جد قيمتي المقاومة R_2 المستعملتين في التجربتين .

ب- جد قيمة الطاقة المحولة الى النواقل الاومية في التجربة ① حتى اللحظة $t = 1ms$.

ج-

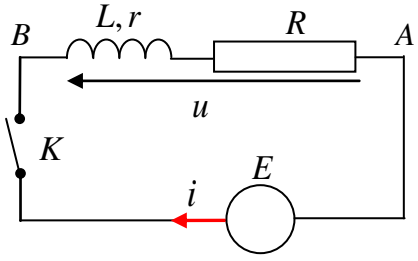


التمرين الخامس :

الجزء أ : دراسة النظام الإنتقالي في وشيعة .

ننجز التركيب الممثل في الشكل -7 ، وذلك لتتبع تغيرات التيار الكهربائي في ثنائي القطب (AB) المكون من ناقل أومي مقاومته R ووشيعة معامل تحريضها L ومقاومتها r .

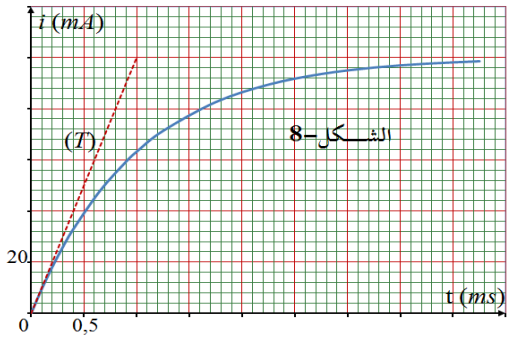
يُطَبِق المولد الكهربائي المثالي توترا ثابتا $E = 6,0V$ بين طرفي ثنائي القطب (AB) .



الشكل –7

1. نضبط المقاومة R على القيمة $R = 50\Omega$ ، ونغلق قاطعة التيار K عند اللحظة $t = 0$ ، نسجل بواسطة جهاز ملائم تطور شدة التيار i المار في الدارة بدلالة الزمن t ، فنحصل على المنحني الممثل في الشكل-8.

يمثل المستقيم (T) المماس للمنحني عند مبدأ الأزمنة.



يعبر عن التوتر u بين طرفي ثنائي القطب (AB) بالعلاقة $u = (R + r)i + L\frac{di}{dt}$.

أ- هل يتزايد أو يتناقص المقدار $L\frac{di}{dt}$ أثناء النظام الإنتقالي ؟ علل جوابك .

ب- عبر ، عند اللحظة $t = 0$ ، عن $\frac{di}{dt}$ بدلالة E و L ، ثم أوجد قيمة L .

جـ- أحسب قيمة $\frac{di}{dt}$ لما $t > 5ms$ واستنتج قيمة r .

2. نستعمل نفس التركيب التجريبي (الشكل-7) ، ونغير في كل حالة قيمة معامل التحريض L للوشيعة وقيمة المقاومة R للناقل الأومي ، كما يبينه الجدول الجانبي :

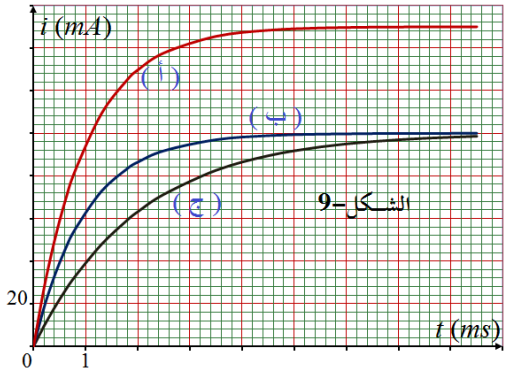
الحالات	L بـ (mH)	R بـ (Ω)	r بـ (Ω)
الأولى	$L_1 = 60$	$R_1 = 50$	10
الثانية	$L_2 = 120$	$R_2 = 50$	10
الثالثة	$L_3 = 40$	$R_3 = 30$	10

يعطي الشكل-9 المنحنيات (أ) ، (ب) و (ج) المحصل عليها في الحالات الثلاث .

- عين معللا جوابك ، المنحني الموافق لكل حالة .

3. نضبط المقاومة R_2 على القيمة R_2' ليكون ثابت الزمن هو نفسه في الحالة الثانية والثالثة.

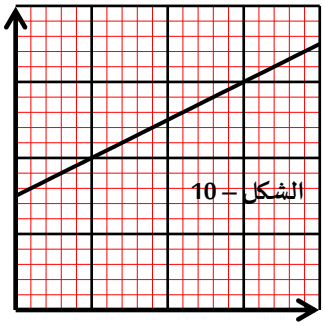
- عبر عن R_2' بدلالة L_2 ، L_3 و R_3 و r . أحسب R_2' .



الجزء ب : دراسة النظام الإنتقالي في مكثفة .

نعوض في التركيب الممثل في الشكل -7 ، الوشيعة بمكثفة فارغة سعتها C ، ونضبط مقاومة الناقل الأومي على القيمة R' .

نغلق القاطعة عند اللحظة $t = 0$ ، بواسطة جهاز ملائم مزود ببرنامج مناسب تمكنا من رسم البيان الموضح في الشكل – 10 الممثل لتطور $-\ln i = f(t)$.



1. أرسم التركيب التجريبي . ثم أكتب المعادلة التفاضلية التي يحققها $i(t)$.

2. يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل $i(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau}}$.

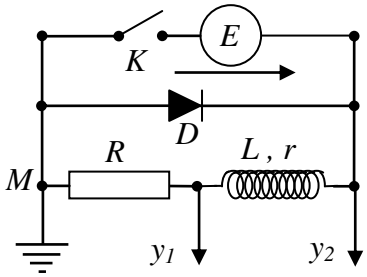
- أوجد بدلالة مميزات الدارة ، عبارة كل من A و τ .

3. بين أنه يمكن كتابة عبارة $i(t)$ على الشكل : $-\ln i(t) = a.t + b$.
حيث : a و b ثابتين يطلب إيجاد عبارتهما بدلالة R' ، C و E .

4. بالاستعانة بالبيان في الشكل - 10 :

- جد قيمة كل من a و b واستنتج قيمة المقاومة R' و السعة C .

التمرين السادس :



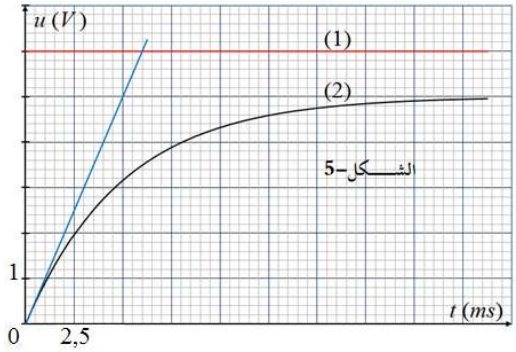
الشكل –

تتألف دارة كهربائية من :

- ✓ مولد للتوتر الثابت قوته المحركة الكهربائية E .
- ✓ وشيعة ذاتيتها L ومقاومتها r .
- ✓ ناقل أومي مقاومته $R=100\Omega$.
- ✓ صمام D و راسم إهتزاز ذو ذاكرة (الشكل -4) .

نغلق القاطعة في اللحظة $t=0$ فيظهر على شاشة راسم الاهتزاز البيانين (1) و (2).

1. أنسب كل منحنى إلى مدخله .
2. إعتماد على البيانين ، أوجد :
   - القوة المحركة الكهربائية E للمولد .
   - التوتر بين طرفي الناقل الأومي في النظام الدائم.
   - شدة التيار الكهربائي I_0 المار في الدارة في النظام الدائم .
   - المقاومة الداخلية r و الذاتية L للوشيعة .

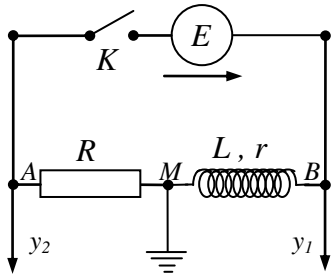


التمرين السابع :

دارة كهربائية تظم على التسلسل مولد توتر مستمر مثالي قوته المحركة الكهربائية E ، ناقل أومي R ، ووشيعة ذاتيتها L ومقاومتها $r=10\Omega$ ، الشكل -10 .

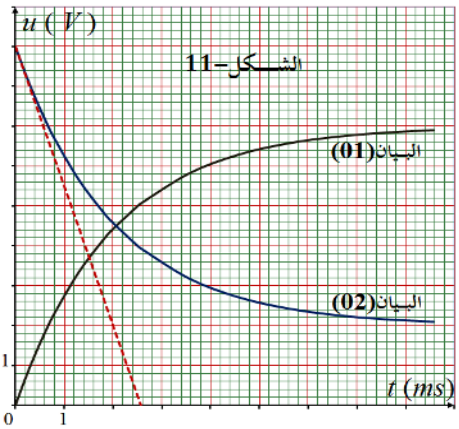
بعد الضغط على الزر INV نغلق القاطعة K عند اللحظة $t=0$ ونتابع تغيرات التوتر u_{MA} بين طرفي الناقل الأومي ،و u_{BM} بين طرفي الوشيعة بواسطة راسم إهتزاز ذي ذاكرة والذي يظهر على شاشته البيانين (1) و (2) بالشكل -11 .

يمثل المستقيم (T) المماس للبيان (2) عند مبدأ الأزمنة .



الشكل –10

1. أنسب كل منحنى إلى مدخله .
2. أكتب المعادلة التفاضلية المميزة للدارة والتي تعبر عن تغير شدة التيار الكهربائي المار في الدارة.
3. إذا علمت أن المعادلة التفاضلية تقبل حل من الشكل : $i(t)=A\left(1-e^{-\alpha.t}\right)$.
   - أوجد عبارة كل من α و A .
4. بالإستعانة بالبيانين ، أوجد كل من :
   - E التوتر بين طرفي المولد .
   - R مقاومة الناقل الاومي .
   - L ذاتية الوشيعة .
   - شدة التيار الكهربائي المار في الدار عند اللحظة $t=4ms$.
5. أحسب الطاقة المخزنة في الوشيعة عند نفس اللحظة $t=4ms$.
6. نريد أن نجعل ثابت الزمن $\tau'=1ms$ ، وذلك بإضافة مقاومة R' إلى الدارة .
   - بين كيف يمكن ربطها بالنسبة للمقاومة R (تسلسل أو تفرع) لتحقيق ذلك ، وما هي قيمتها R' .



التمرين الثامن :

نعتبر التركيب الموضح في الشكل-14 المرفق ، حيث : $L=0,6H$.

عند اللحظة $t=0$ نغلق القاطعة K فيظهر على شاشة راسم الاهتزاز المهبطي البيان الموضح في الوثيقة (1) .

1. ماذا يمثل البيان الملاحظ على شاشة راسم الاهتزاز ، أكتب عبارته بدلالة شدة التيار المار في الدارة .
2. أوجد المعادلة التفاضلية المميزة للدارة والتي تعبر عن تغير شدة التيار المار في الدارة .
3. إعتمادا على البيان أوجد :
   - قيمة التوتر الكهربائي E بين طرفي المولد .
   - التوتر u_b بين طرفي الوشيعة و u_R بين طرفي الناقل الاومي في النظام الدائم .
   - ثابت الزمن τ .
   - شدة التيار I_0 المار في الدارة في النظام الدائم .
   - المقاومة R للناقل الأومي و المقاومة الداخلية r للوشيعة .