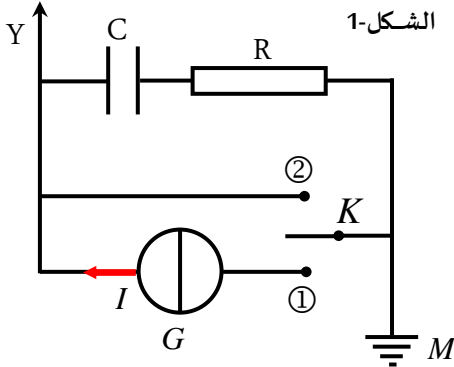


تمارين حول : الظواهر الكهربائية

الشعب : علوم تجريبية – رياضيات – تقني رياضي

التمرين الأول :

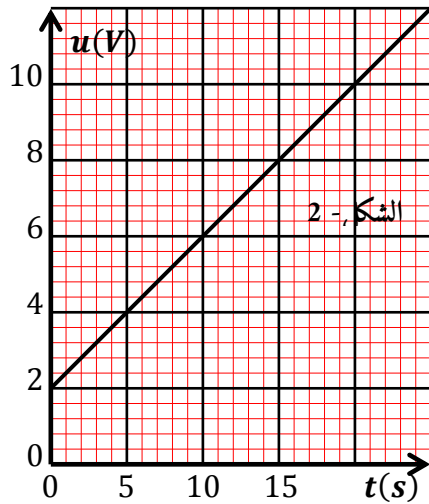


في حصة الأعمال التطبيقية طلب أستاذ العلوم الفيزيائية من التلاميذ تحديد سعة مكثفة فارغة C ، ومقاومة ناقل أومي R ، بطريقتين تجريبيتين مختلفتين .

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 .

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 لبؤسي 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 : $i(t) = -I_0 \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$ 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 وقاطع التيار K .

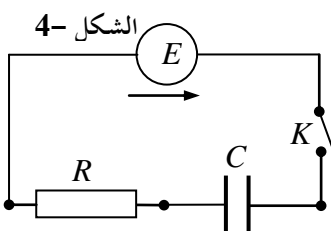
عند اللحظة $t = 0$ ، نغلق الدارة فيمر فيها تيار شدته i تتغير بدلالة الزمن كما هو مبين في الشكل 5.

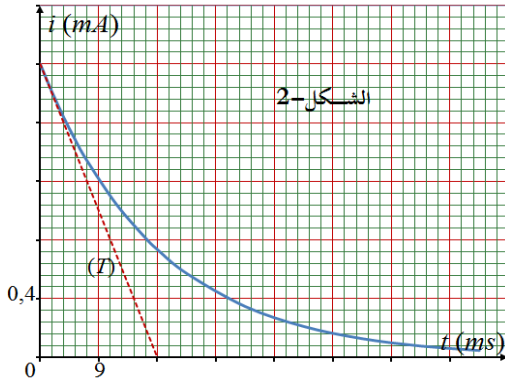
1. أنقل على ورقة الإجابة التركيب التجريبي ومثل عليه :

- 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 $u_C(t)$.





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 $t = 18 \text{ ms}$.

التمرين الثالث :

نحقق دائرة كهربائية على التسلسل الشكل - 6 باستعمال العناصر الكهربائية التالية :

- مولد مثالي للتوتر قوته المحركة الكهربائية E .

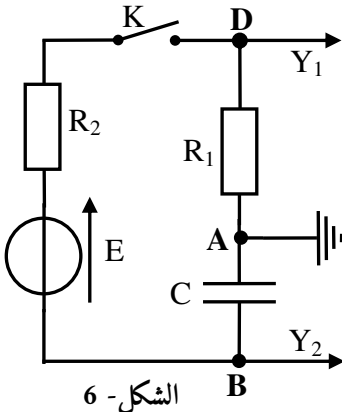
- ناقلين أوميين مقاومة أحدهما $R_1 = 120 \Omega$ ، ومقاومة الآخر R_2 مجهولة.

- مكثفة فارغة سعتها C .

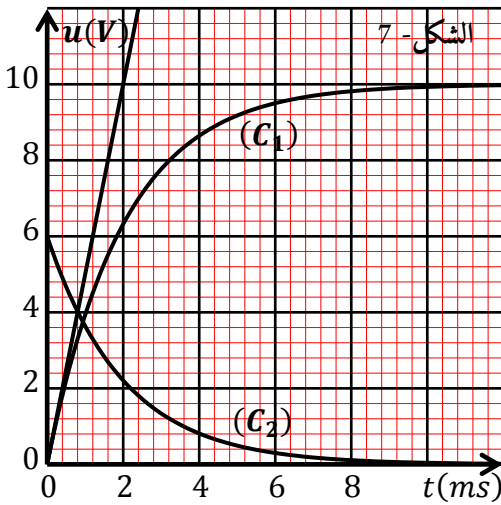
- قاطعة التيار K .

■ 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



الشكل - 7

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 .

- ناقلين أوميين مقاومة أحدهما $R_1 = 10 k\Omega$ 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 مجيريا الظاهرة الحادثة.

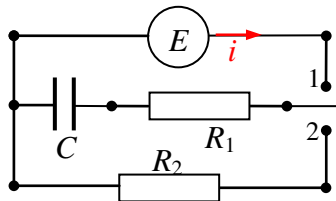
ب- بين كيف يتم توصيل الدارة براسم إهتزاز ذي ذاكرة لمعاينة منحنى $u_R(t)$.

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

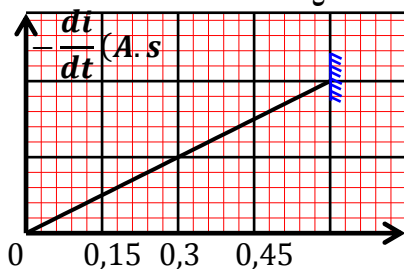
$$f(i) = \frac{di}{dt} \text{ و المبين الشكل- 9.}$$

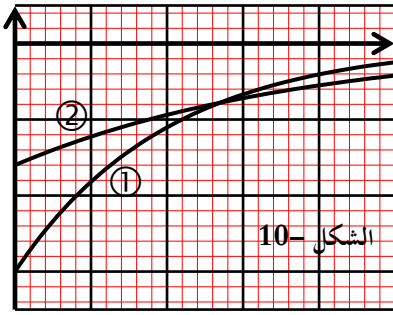
أ- بتطبيق قانون جمع التوترات جد المعادلة التي تتوافق مع المنحنى في الشكل- 9.

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 التجريبتين.

ب- جد قيمة الطاقة المحولة إلى النواقل الأومية 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 .

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

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 .

ج- 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:

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 ، 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 $i(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau}}$.

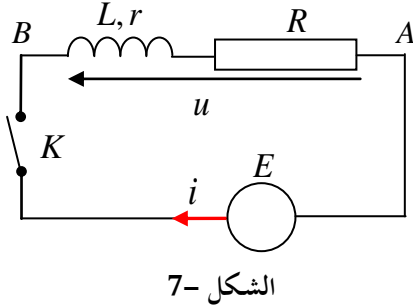
■ أوجد بدلالة مميزات الدارة، عبارة كل من A و τ .

3. بين أنه يمكن كتابة عبارة $i(t)$ على الشكل: $-\ln i(t) = a.t + b$.

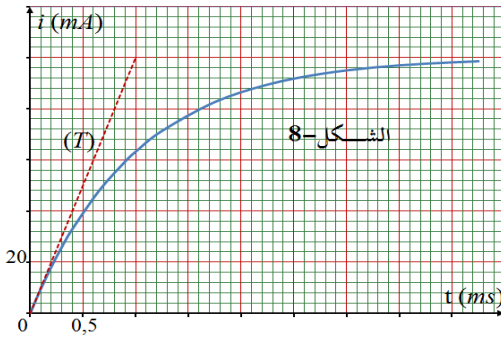
حيث: a و b ثابتين يطلب إيجاد عبارتهما بدلالة R' ، C و E .

4. بالاستعانة بالبيان في الشكل - 10:

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

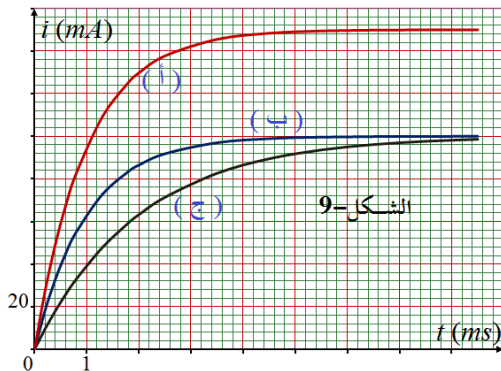


الشكل - 7

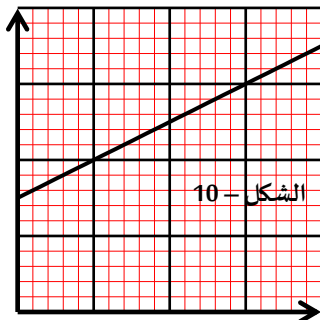


الشكل - 8

الحالات	L (mH)	R (Ω)	r (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

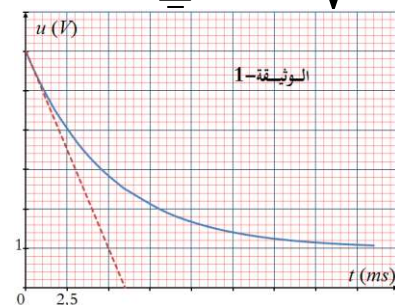
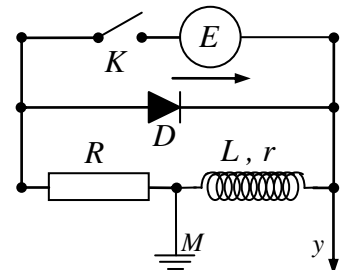
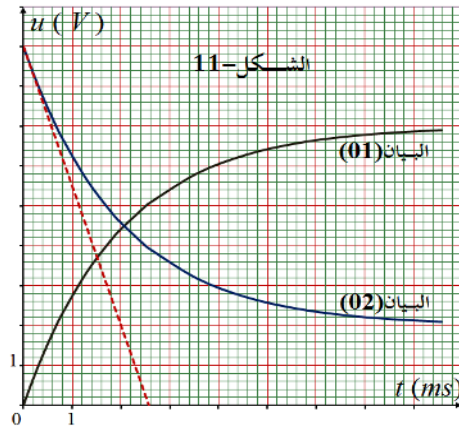
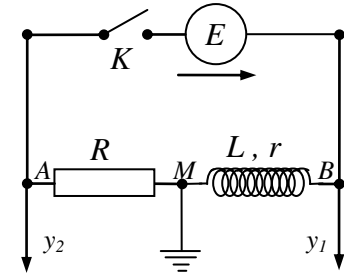
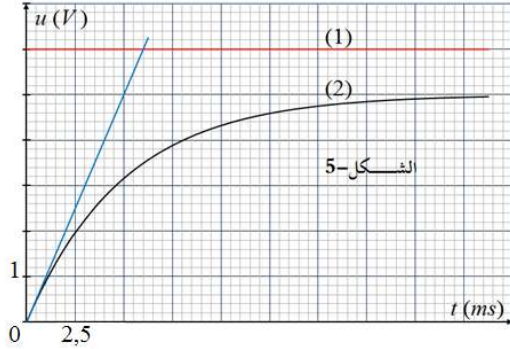
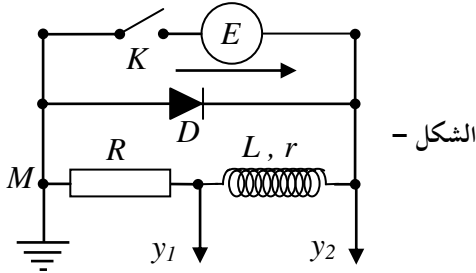


الشكل - 9



الشكل - 10

التمرين السادس :



تتألف دائرة كهربائية من :

- ✓ مولد للتوتر الثابت قوته المحركة الكهربائية E .
 - ✓ وشيعة ذاتيتها L ومقاومتها r .
 - ✓ ناقل أومي مقاومته $R = 100\Omega$.
 - ✓ صمام D ورأس اهتزاز ذو ذاكرة (الشكل-4).
- نغلق القاطعة في اللحظة $t = 0$ فيظهر على شاشة راسم الاهتزاز البياني (1) و (2).

1. أنسب كل منحنى إلى مدخله.
2. إعتد على البيانيين ، 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 والذاتية L للوشيعة.

التمرين السابع :

دائرة كهربائية تضم 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 اهتزاز ذي ذاكرة والذي يظهر على شاشته البياني (1) و (2) بالشكل 11-.

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 : $i(t) = A(1 - e^{-\alpha t})$.

- أوجد عبارة كل من A و α .
- 4. بالاستعانة بالبيانيين ، أوجد كل من :
 - التوتر بين طرفي المولد E .
 - مقاومة الناقل الأومي R .
 - ذاتية الوشيعة L .
 - شدة التيار الكهربائي المار في الدارة 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. إعتد على البيان أوجد :

- قيمة التوتر الكهربائي E بين طرفي المولد.
- التوتر u_b بين طرفي الوشيعة و u_R بين طرفي الناقل الأومي في النظام الدائم.
- ثابت الزمن τ .
- شدة التيار I_0 المار في الدارة في النظام الدائم.
- المقاومة R للناقل الأومي والمقاومة الداخلية r للوشيعة.