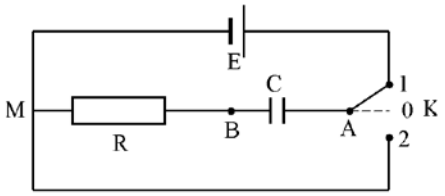
الوحدة الثالثة:

تطور الجمل الكهربائية.

التمرين الأول:

في حصة للأعمال المخبرية، اقترح الأستاذ على تلاميذه مخطط الدارة الممثلة في (الشكل) لدراسة ثنائي القطب RC



تتكون الدارة من العناصر الكهربائية التالية:

- مولد توتر كهربائي ثابت: $E=12V$.
- مكثفة غير مشحونة سعتها: $C=1.0\mu F$
- ناقل أومي مقاومته: $R=5\times10^{3}\ \Omega$. - بادلة: K.

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

أ/ ماذا يحدث للمكثفة؟

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

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

د/ أعط عبارة (τ) الثابت المميز للدارة، وبين باستعمال التحليل البعدي أنه يقدر بالثانية في النظام الدولي للوحدات (SI).

هـ/ بين أن المعادلة التفاضلية السابقة: (1-ج) تقبل العبارة: $u_{AB}=E\,(1-e^{-t/\tau})$ حلا لها.

و/ ارسم شكل المنحنى البياني الممثل للتوتر الكهربائي: $u_{AB}=f(t)$، وبين كيفية تحديد (τ) من البيان.

ز/ قارن بين قيمة التوتر u_{AB} في اللحظة: $t=5\tau$ وE، ماذا تستنتج؟

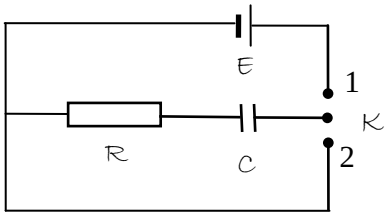
2- بعد الانتهاء من الدراسة السابقة، نجعل البادلة في الوضع (2).

أ/ ماذا يحدث للمكثفة.

ب/ أحسب قيمة الطاقة الأعظمية المحولة في الدارة الكهربائية.

التمرين الثاني:

لتكن الدارة الكهربائية المبينة في الشكل المقابل من العناصر التالية:



- مولد قوته الكهربائية المحركة: $E=100V$.
- قاطعة: K.
- مكثفة سعتها: $C=0.5\mu F$.
- مقاومة: $R=10K\Omega$.

في اللحظة: $t=0$ نضع القاطعة K في الوضع: (1) حيث نغلق دارة المولد.

1- أ/ أثبت أن المعادلة التفاضلية التي تربط u_c بالزمن t تكتب بالشكل: $\dfrac{du_c}{dt}+\dfrac{1}{\tau}u_c=\dfrac{E}{\tau}$. حيث: $\tau=RC$.

ب/ أثبت أن الثابت τ يقدر بالثانية في جملة الوحدات الدولية.

2- تحقق أن حل المعادلة التفاضلية السابقة هو: $u_c=E(1-e^{-t/\tau})$.

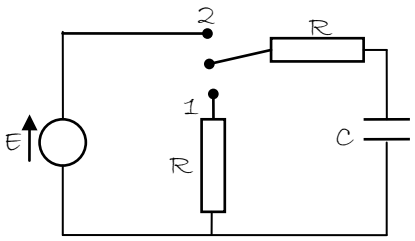
3- أرسم شكل المنحنى البياني الممثل للبيان: $u_c=f(t)$.

- عين إحداثيات نقطة تقاطع المماس عند المبدأ مع الخط المقارب للمنحني.

4- أحسب التوتر u_c في اللحظات: $t=\tau$، $t=5\tau$، وعندما يصبح t كبيرا، ماذا تستنتج؟.

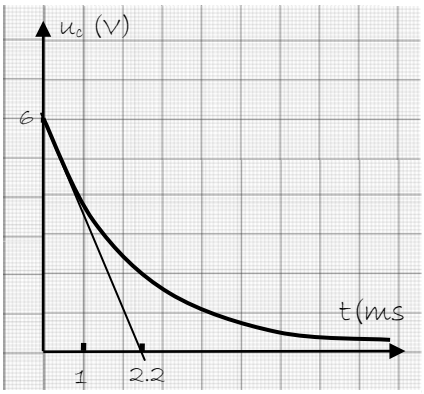
التمرين الثالث:

نحقق التركيب الموضح بالشكل لدراسة تطور التوتر: u_c بين طرفي المكثفة: C الموصولة على التسلسل مع مقاومتين متماثلتين: R.



في البداية توضع القاطعة على الوضع (1) لمدة طويلة للتأكد من أن المكثفة فارغة.

1- بين كيف يوصل راسم الإهتزاز المهبطي بغرض تسجيل المنحنى البياني الذي يمثل التوتر u_c.



2- كيف يمكن التعامل مع المبدلة من أجل الحصول على المنحنى البياني التالي الذي يمثل تغيرات u_c بين طرفي المكثفة.

3- أ/ باحترام مصطلحات التوجيه على الدارة حدد إشارة التيار أثناء التفريغ والإتجاه الحقيقي للتيار.

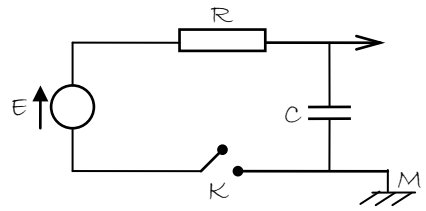
ب/ أثبت أن المعادلة التفاضلية التي يحققها u_c من الشكل:

$$\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{\tau} u_c = 0$$ ، حيث τ ثابت زمن بطلب تحديد عبارته.

4- عين بيانيا القيمة التجريبية لسعة المكثفة: C حيث: $R = 5K\,\Omega$.

التمرين الرابع:

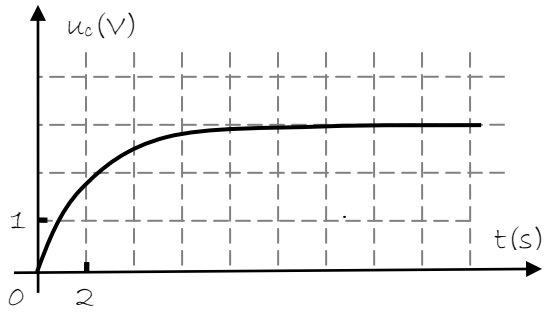
قصد شحن مكثفة مفرغة سعتها: C نربطها على التسلسل مع العناصر الكهربائية:



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

لإظهار التطور الزمني للتوتر الكهربائي: u_c بين طرفي المكثفة نصلها براسم اهتزاز مهبطي ذي ذاكرة.

نغلق القاطعة: K في اللحظة: $t=0$ فنشاهد على شاشة راسم الاهتزاز المهبطي النحنى $u_c = f(t)$ الممثل في الشكل.



1- ما هي شدة التيار المار بعد 15s من غلقها؟

2- أعط العبارة الحرفية لثابت الزمن: τ وبين أن له نفس وحدة الزمن.

3- عين بيانيا قيمة τ واستنتج سعة المكثفة C.

4- بعد غلق القاطعة K في اللحظة: $t = 0$

أ/ أكتب عبارة شدة التيار: i بدلالة الشحنة: q.

ب/ أكتب عبارة التوتر u_c بين لبوس المكثفة بدلالة الشحنة: q.

ج/ بين أن المعادلة التفاضلية التي تعبر عن u_c تعطى بالعبارة: $u_c + RC\frac{du_c}{dt} = E$

5- يعطى حل المعادلة: $u_c = E(1-e^{-t/A})$، استنتج عبارة A وما مدلوله الفيزيائي.

التمرين الخامس:

ثنائي قطب (RC) يتكون من ناقل اومي مقاومته $R = 2{,}2\,K\Omega$ مربوط على التسلسل مع مكثفة مستوية سعتها: $C = 4.7 \times 10^{-7}\,F$.

في لحظة $t = 0s$ نعتبرها مبدأ للأزمنة نطبق على ثنائي القطب (RC) فرقا في الكمون ثابت القيمة $E = 12V$.

1- اكتب المعادلة التفاضلية الموافقة للدارة أثناء شحن المكثفة بدلالة فرق الكمون بين طرفي المكثفة (u_c).

2- فرق الكمون بين طرفي المكثفة أثناء شحنها يعطى بالعلاقة $u_c = E(1-e^{-t/\tau})$. أوجد عبارة شدة التيار أثناء عملية الشحن.

3- احسب ثابت الزمن (τ) لثنائي القطب (RC) وتأكد انه متجانس مع الزمن (باستخدام التحليل البعدي).

4- أ/ ما هو معامل توجيه مماس المنحنى $i(t)$ عند المبدأ ($t=0s$).

ب/ حدد فاصلة نقطة تقاطع هدا المماس مع محور الأزمنة .

5- احسب شدة التيار الكهربائي المار في ثنائي القطب(RC) في اللحظات $t=0s$، $t=\tau$ ، $t=2\tau$ و لما $t \to +\infty$.

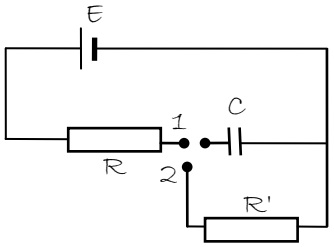
6- باستغلال النتائج السابقة ارسم منحنى تغيرات شدة التيار $i(t)$ بدلالة الزمن.

7- احسب الطاقة الأعظمية المخزنة في المكثفة.

التمرين السادس:

نحقق التركيب المبين في الشكل المقابل .المولد يطبق على الدارة فرقا في الكمون ثابت القيمة

$E=6.0V$



الناقل الاومي مقاومته: $R=67\,K\Omega$ و المكثفة سعتها: $C=15\mu F$، نضع القاطعة K في الوضع (1).

1- أ/ انقل الدارة على ورقة الإجابة مع توجيهها.

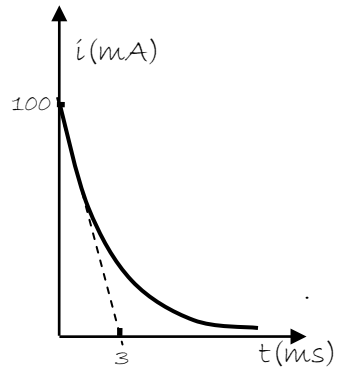
ب/ اثبت ان المعادلة التفاظلية للدارة هي: $\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{RC}u_c = \frac{E}{RC}$.

2- حل المعادلة التفاضلية السابقة يعطى بالعلاقة: $u_c = a + b\,e^{-\alpha t}$ ، حيث α, b, a ثوابت. أوجد عبارة هده الثوابت.

3- أ/ احسب ثابت الزمن (τ) لثنائي القطب (RC)

ب/ إذا أجرينا التجربة بواسطة مكثفة سعتها $C'=2C$ وناقل أومي مقاومته: $R'=R/2$.

كيف تكون قيمة ثابت الزمن (τ') لثنائي القطب ($R'C'$)؟



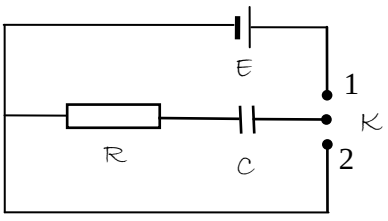
4- احسب الطاقة المخزنة في المكثفة عند نهاية الشحن.

5- في هذه الحالة نقوم بشحن المكثفة تحت توتر ثابت E' اكبر من E، بعد شحن المكثفة نضع القاطعة على الوضع (2).

الدراسة التجريبية تسمح برسم المنحنى البياني لشدة التيار $i(t)$ المارة في ثنائي القطب $R'C$، باستغلال المنحنى أوجد قيمة كل من: E' . R'.

التمرين السابع:

بغرض شحن مكثفة فارغة سعتها C نصلها على التسلسل مع العناصر الكهربائية التالية :



- مولد دو توتر كهربائي ثابت $E=5V$.
- ناقل اومي مقاومته .$R=120\Omega$. - بادلة K.

1- لمتابعة التطور الزمني للتوتر الكهربائي: u_c بين طرفي

المكثفة.نوصل مقياس فولط متر رقمي بين طرفي المكثفة وفي اللحظة: $t=0s$ نضع البادلة في الوضع (1) و بالتصوير المتعاقب تم تصوير شاشة جهاز الفولط متر الرقمي لمدة معينة وبمشاهدة شريط الفيديو يبطئ سجلنا النتائج المدونة في الجدول:

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

أ/ ارسم البيان $u_c = f(t)$

ب/ عين بيانيا قيمة ثابت الزمن (τ) لثنائي القطب RC واستنتج قيمة السعة C للمكثفة.

2- كيف تتغير قيمة ثابت الزمن (τ) في الحالتين.

- الحالة (أ) من أجل مكثفة سعتها C' حيث $C' > C$ و$R = 120\Omega$.
- الحالة(ب) من أجل مكثفة سعتها: C وناقل أومي مقاومته R' حيث: $R' < 120\ \Omega$.
- ارسم كيفيا في نفس المعلم المنحنيين (1)و(2) المعبرين عن: $u_c(t)$ في الحالتين (أ) و(ب) .

3- أ/ بين أن المعادلة التفاضلية المعبرة عن $q(t)$ تعطى بالعلاقة : $\frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{RC}q(t) = \frac{E}{R}$.

ب / يعطى حل المعادلة التفاضلية بالعبارة : $q(t) = Ae^{\alpha t} + B$. حيث: A، B، α ثوابت يطلب تعيينها علما أنه: $q(0) = 0$.

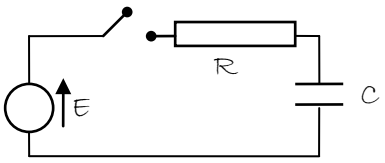
4- المكثفة مشحونة، نضع البادلة في الوضع (2) في لحظة نعتبرها مبدأ للأزمنة.

أ/ احسب في اللحظة $t=0$ الطاقة الكهربائية المخزنة E_0 في المكثفة.

ب/ ما هو الزمن الذي من اجله تصبح الطاقة المخزنة في المكثفة: $E = E0/2$.

التمرين الثامن:

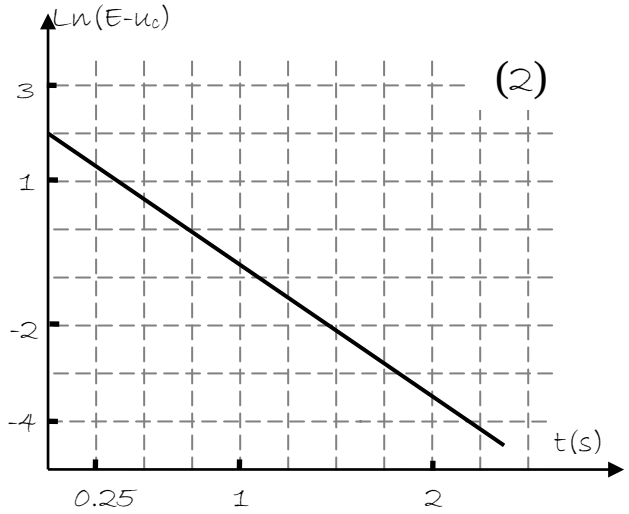
نعتبر الدارة المبينة في الشكل.

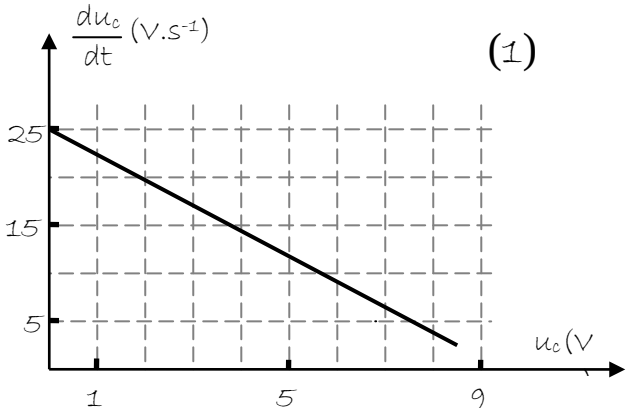


في اللحظة: $t = 0$ حيث تكون المكثفة فارغة تماما، تغلق القاطعة K، (نعطي: $E = 9V$).

u_c فرق الكمون بين طرفي المكثفة.

ليكن البيانين: (1)، (2) الموافقين لهذه الدارة.





1- أوجد المعادلة التفاضلية للدارة بدلالة: u_c.

2- حل المعادلة التفاضلية من الشكل: $uc = K(1-e^{-\frac{1}{RC}t})$ أوجد عبارة الثابت: K.

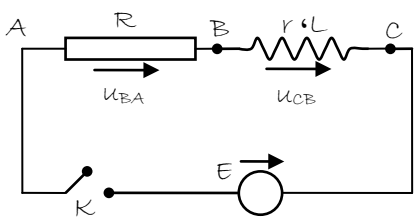
3- استنتج العلاقة بين: $\frac{du_c}{dt}$ و R، C، E، u_c.

4- أوجد العلاقة بين $\ln(E-u_c)$ و $\ln E$، t، R، C.

5- من البيانين: (1)، (2) أوجد ثابت الزمن: τ.

التمرين التاسع:

نحقق الدارة الكهربائية المبينة بالشكل حيث:



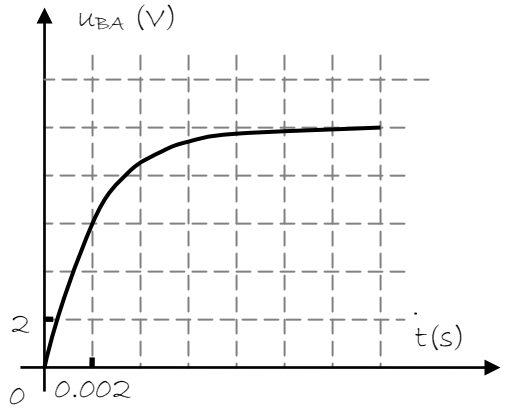
- مولد قوته المحركة الكهربائية: $E = 12V$.
- ناقل أومي مقاومته: $R = 10\ \Omega$.
- وشيعة ذاتيتها: L ومقاومتها: r.- قاطعة: K.

1- نستعمل راسم اهتزاز مهبطي ذي ذاكرة لإظهار التوترين الكهربائيين: u_{BA}، u_{CB}.

- بين على مخطط الدارة الكهربائية كيف يتم ربط الدارة الكهربائية بمدخلي هذا الجهاز.

2- نغلق القاطعة K عند: $t = 0$، يمثل الشكل المقابل المنحنى:

$u_{BA} = f(t)$ المشاهد عل شاشة راسم الاهتزاز المهبطي.



عندما تصبح الدارة في حالة النظام الدائم أوجد:

أ/ التوتر الكهربائي: u_{BA}.

ب/ التوتر الكهربائي: u_{CB}.

ج/ الشدة العظمى للتيار المار في الدارة.

3- بالاعتماد على البيان استنتج:

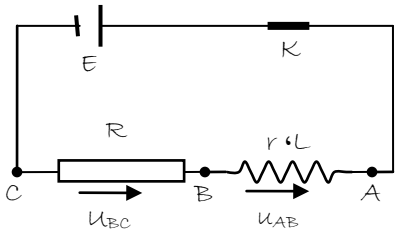
د/ قيمة ثابت الزمن: τ.

هـ/ مقاومة وذاتية الوشيعة.

4- أحسب الطاقة الأعظمية المخزنة في الوشيعة.

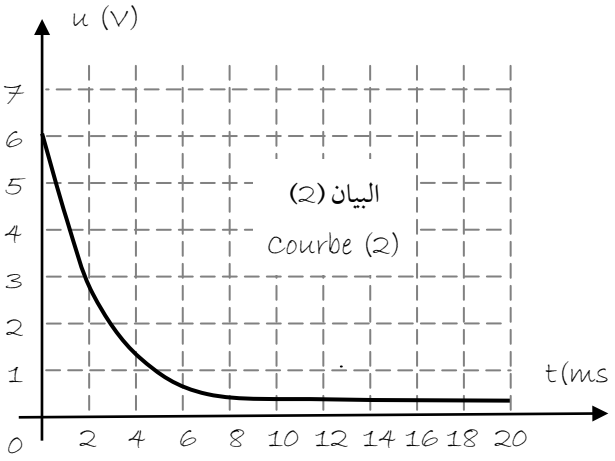
التمرين العاشر:

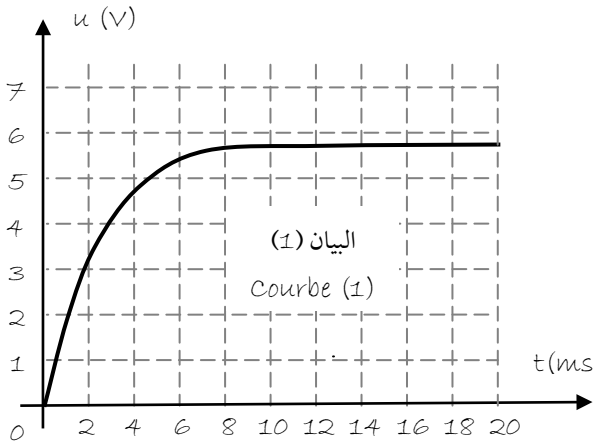
تحتوي دارة كهربائية على مولد للتوتر المستمر قوته المحركة: $E = 6V$، قاطعة: K، وشيعة ذاتيتها: L ومقاومتها الداخلية: $r = 10\ \Omega$، وناقل أومي مقاومته: $R = 200\Omega$، موصولة على التسلسل كما هو ممثل في الشكل التالي.



آلة حاسوب تسمح بمشاهدة قيم التوتر: u_{BC}، u_{AB} بدلالة الزمن.

نغلق القاطعة فنحصل على البيانين (1)، (2).





1- ما هو الجهاز الذي يسمح لنا بمشاهدة الظاهرة نيابة عن الحاسوب؟

2- أكتب عبارة كلا من: u_{AB} ، u_{BC}.

3- انسب البيانين: (1)، (2) للتوترين: u_{AB} ، u_{BC}.

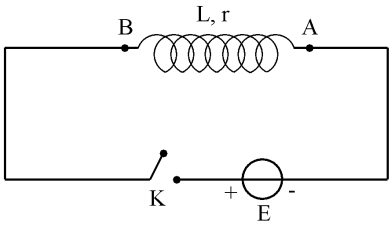
4- طبق قانون جمع التوترات لتحديد عبارة: I_0 شدة التيار في النظام الدائم.

5- أوجد قيمة I_0 باستغلال أحد البيانين.

6- احسب ثابت الزمن: τ للدارة موضحا الطريقة المتبعة.

7- احسب ذاتية الوشيعة: L.

التمرين الحادي عشر:



بغرض معرفة سلوك ومميزات وشيعة مقاومتها: r وذاتيتها: L، نربطها على التسلسل بمولد ذي توتر كهربائي ثابت: $E=4.5V$، وقاطعة: K، (الشكل).

1- انقل مخطط الدارة على ورقة الإجابة وبين عليه جهة مرور التيار الكهربائي وجهتي السهمين الذين يمثلان التوتر الكهربائي بين طرفي الوشيعة وبين 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 حلا من الشكل: $i(t)=I_0(1-e^{-\frac{r}{L}t})$،

حيث: I_0 هي الشدة العظمى للتيار الكهربائي المار في الدارة.

3- تعطى الشدة اللحظية للتيار الكهربائي بالعبارة:

$i(t)=0.45(1-e^{-10t})$،حيث: t بالثانية وi بالأمبير، احسب قيم المقادير الكهربائية التالية:

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

د/ المقاومة (r) للوشيعة.

هـ/ الذاتية (L) للوشيعة.

و/ ثابت الزمن (τ) المميز للدارة.

4- ما قيمة الطاقة المخزنة في الوشيعة في حالة النظام الدائم.

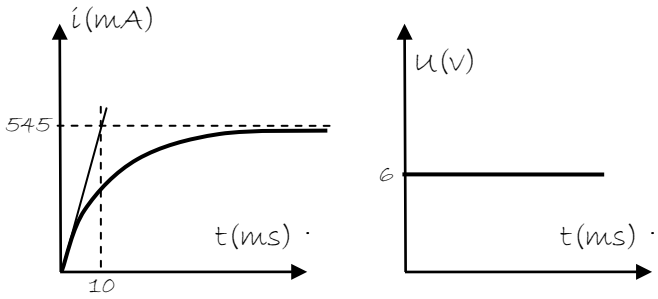
التمرين الثاني عشر:

وشيعة ذاتيتها: L و مقاومتها الداخلية: r مربوطة على التسلسل مع ناقل أومي مقاومته: R، قاطعة، مولد لفرق الكمون ثابت القيمة: E.

1- ارسم مخطط الدارة مبينا كيفية ربط راسم الاهتزاز المهبطي بالدارة لمشاهدة:

– فرق الكمون بين طرفي ثنائي القطب: RL. – شدة التيار المارة بالدارة بعد غلق القاطعة.

2- باستغلال المنحنيين البيانيين أوجد:



– فرق الكمون بين طرفي المولد: E.

– شدة التيار المارة بالدارة في النظام الدائم .

– المقاومة الكلية لثنائي القطب: RL.

– ثابت الزمن (τ) لثنائي القطب.

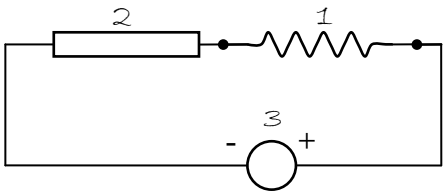
– ذاتية الوشيعة: L.

– مقاومة الوشيعة إذا علمت أن: $R=15\ \Omega$.

3- احسب الطاقة المخزنة في الوشيعة في النظام الدائم.

التمرين الثالث عشر:

نحقق التركيب الممثل بالشكل:



1- أعط أسماء:

- العناصر المكونة للدارة.
- المقادير المكونة لكل عنصر.
- وحدة المقادير المميزة لهذه العناصر.

2- كيف يتم ربط راسم الاهتزاز ألمهبطي بالدارة لمشاهدة :

- شدة التيار المارة في الدارة.
- فرق الكمون بين طرفي العنصر1.

3- اكتب المعادلة التفاضلية المميزة للدارة بدلالة شدة التيار $i(t)$.

4- حل المعادلة التفاضلية يعطى بالعلاقة: $i(t)=a+b\,e^{\alpha t}$.حيث α,b,a ثوابت يطلب إعطاء عبارتها.

5- نعتبر ثنائي القطب (RL) الذي ثابت زمنه $\tau=0.88\ ms$.

أ/ احسب ذاتية الو شيعة إذا علمت أن المقاومة الكلية لثنائي القطب (RL) هي 56Ω.

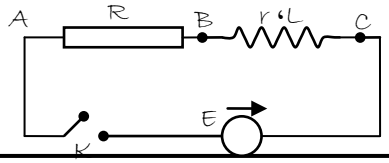
ب/ كيف تصبح قيمة ثابت الزمن إذا ضاعفنا قيمة المقاومة الكلية .

جـ/ كيف تصبح قيمة ثابت الزمن إذا ضاعفنا قيمة الذاتية L.

6- احسب الطاقة المخزنة في النظام الدائم حيث: $\tau=0.88ms$ ، $E=6V$.

التمرين الرابع عشر:

تحتوي دارة كهربائية على مولد للتوتر المستمر قوته المحركة: E، ناقل أومي مقاومته: R، وشيعة ذاتيتها: L ومقاومتها: $r=2\ \Omega$، توصل هذه الأجهزة على التسلسل كما هو مبين في الشكل.



نغلق القاطعة: K عند اللحظة: $t=0s$ بواسطة المدخلين: y_1، y_2 لراسم الاهتزاز المهبطي

نحصل على المنحنيين: $u_{BA}=f(t)$، $u_{CB}=g(t)$.

1- احسب القوة المحركة للمولد: E.

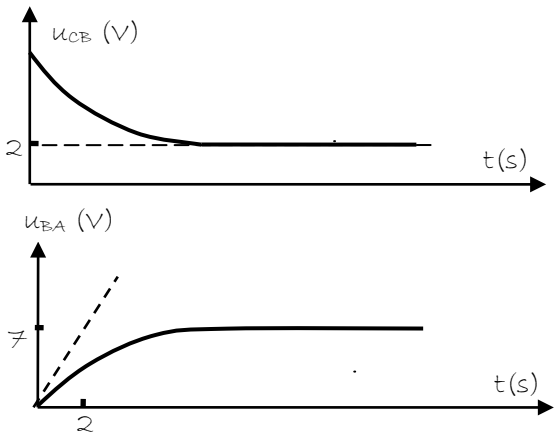
2- احسب مقاومة الناقل الأومي: R وذاتية الوشيعة: L.

3- أوجد المعادة التفاضلية المميزة للدارة.

4- أكتب عبارة شدة التيار الكهربائي بدلالة: E، R، r، L ثم احسب قيمتها لما: $t = 4ms$.

5- أحسب الطاقة المخزنة في الوشيعة عند اللحظة: $t = 4ms$.

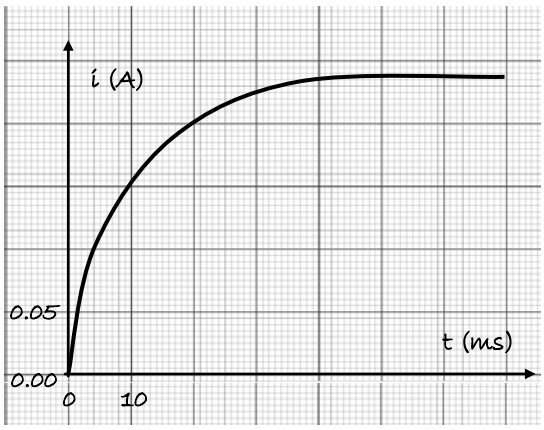
6- احسب قيمة ثابت الزمن τ للدارة.



التمرين الخامس عشر:

تتكون دارة كهربائية من العناصر التالية مربوطة على التسلسل: وشيعة ذاتيتها (L) و مقاومتها (r)، ناقل أومي مقاومته $R = 17.5\Omega$، مولد ذي توتر كهربائي ثابت $E = 6.0V$، قاطعة كهربائية K. نغلق القاطعة في اللحظة $t = 0s$.

سمحت برمجية للإعلام الآلي بمتابعة تطور شدة التيار الكهربائي المار في الدارة مع مرور الزمن بمشاهدة البيان $i = f(t)$.



1- بالاعتماد على البيان :

أ/ استنتج قيم كلا من شدة التيار الكهربائي في النظام الدائم ،قيمة ثابت الزمن(τ) للدارة.

ب/ احسب كلا من المقاومة (r)، و الذاتية (L) للو شيعة .

2- في النظام الانتقالي:

أ/ بتطبيق قانون التوترات اثبت أن المعادلة التفاضلية هي:

$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{\tau} i(t) = \frac{I_0}{\tau}$$

حيث: I_0 شدة التيار في النظام الدائم.

ب/ بين أن حل المعادلة هو من الشكل: $i = I_0 (1 - e^{-t/\tau})$.

3- نغير الآن قيمة الذاتية (L) للو شيعة و بمعالجة المعطيات ببرمجية إعلام ألي نسجل قيمة (τ) ثابت الزمن للدارة (الجدول).

τ(ms)	4	8	12	20
L(H)	0.1	0.2	0.3	0.5

أ/ ارسم البيان $L = h(\tau)$.

ب/ اكتب معادلة البيان .

جـ/ استنتج قيمة مقاومة الوشيعة: r، هل تتوافق هده القيمة مع القيمة المحسوبة في السؤال (1- ب) .