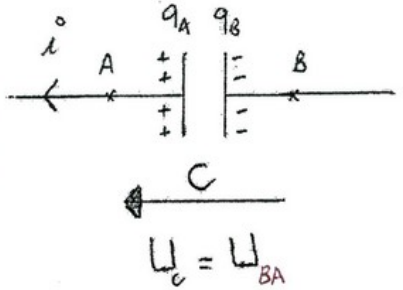
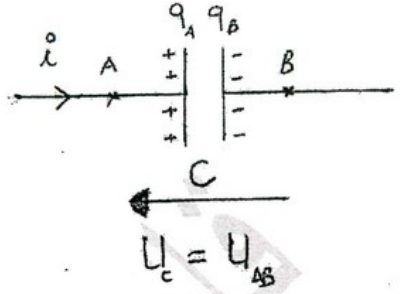
الظـواهر الكهربائية

Condensateur . المكثفة



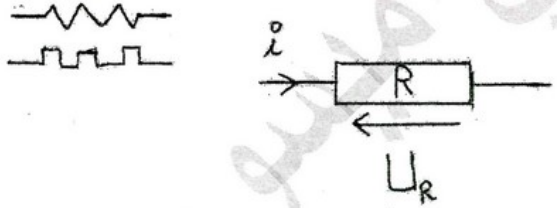


حالة الشحن: $U_c = E(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$

حالة التفريغ: $U_c = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$

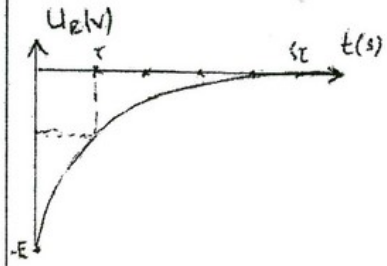
الناقل الأومي و قانون أوم :

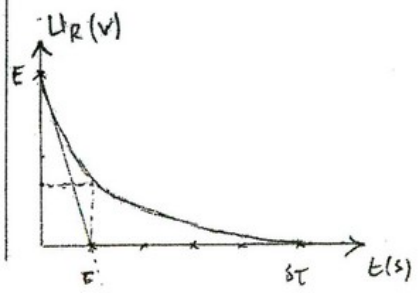
$U_R = R.i$



حالة الشحن: $U_R = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$

حالة التفريغ: $U_R = -Ee^{-\frac{t}{\tau}}$





قانوني جمع التوترات

$U_C + U_R = E$ ⇐ حالة الشحن

$U_C + U_R = 0$ ⇐ حالة التفريغ

التوتر بين طرفي المقاومة

(Ω) ohm
(V)olt — $U_R = R.i$
(A)mpere

شـحنة المـكثفة

(F)arads
(C)oulomb — $q = C.U_C$

ملاحظة : $q = q_A = -q_B$

شدة التيار i:

$$i = \frac{dq}{dt} = c.U_c$$

ثابت الزمن:

(S)econde — $\tau = RC$

الطاقـة المخزنـة في المكثفة:

(J)oule — $E_c = \frac{1}{2} c U_c^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{c} = \frac{1}{2} q U_c$

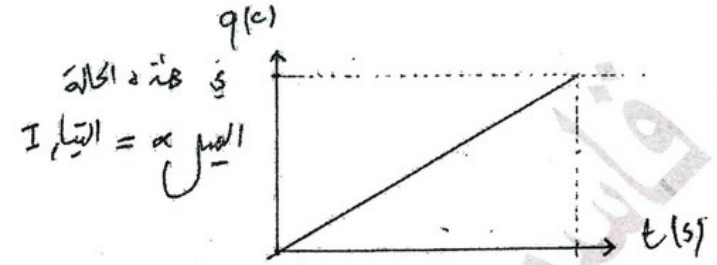
$$E_{c\,(max)} = \frac{1}{2} c E^2$$

MISSOUM KCM 05 55 99 26 90

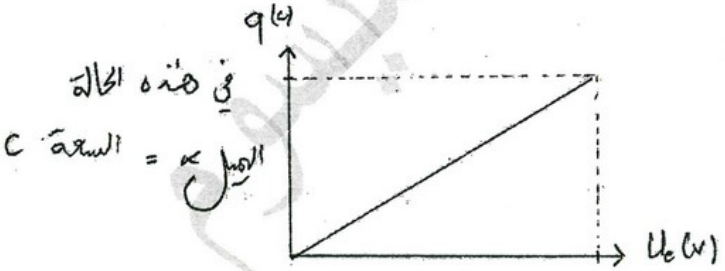
في حالة التيار ثابت :

$$I = \frac{q}{t} = cte$$

غالبا : $q = It + q_0$

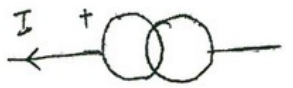


نعلم أن : $q = C.U_c$

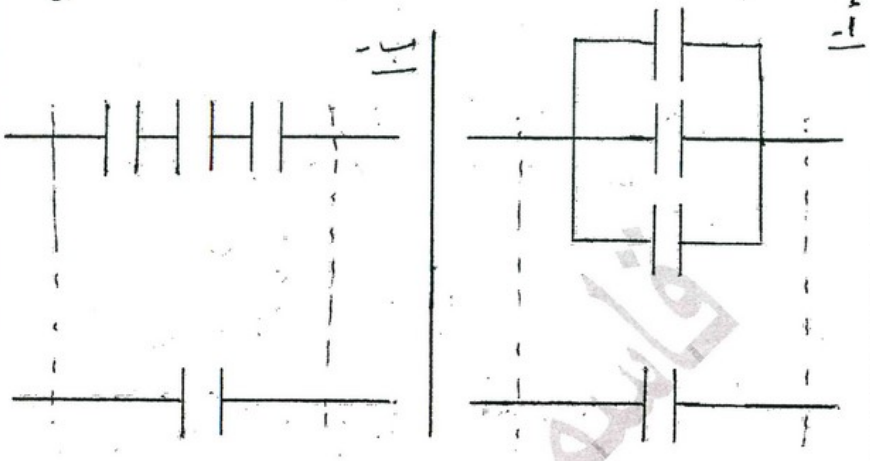


صور لتيار ثابت :

أو :



ضم المكثفات : أ- على التفرع ؛ ب- على التسلسل



$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

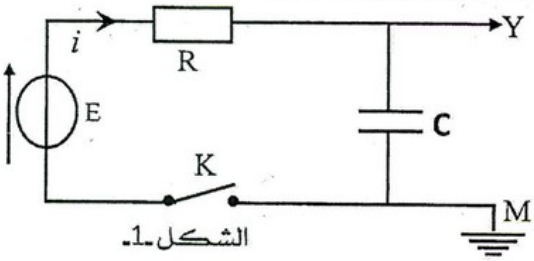
كيف يمكن مشاهدة التوتر بين طرفي المكثفة ؟ (أو الناقل الأومي)

- ربط مدخلي راسم الاهتزاز المهبطي المزود بذاكرة بين طرفي المكثفة
- استعمال جهاز إعلام آلي مزود ببطاقة مدخل ExAO
- ربط فولط متر بين طرفي المكثفة على التفرع

MISSOUM KCM 05 55 99 26 90

التمرين 1:

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

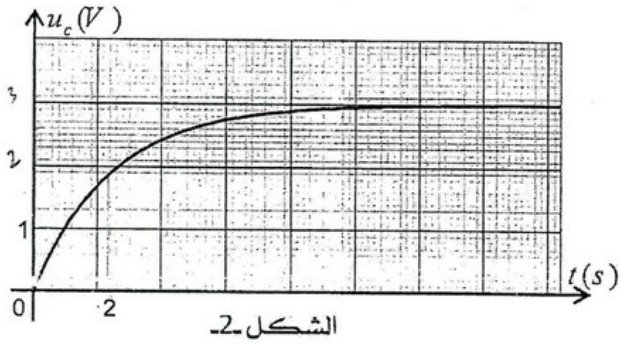


الشكل-1-

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

لإظهار التطور الزمني للتوتر الكهربائي $u_C(t)$ بين طرفي المكثفة، نصلها براسم اهتزاز مهبطي ذي ذاكرة. الشكل-1-

نغلق القاطعة K في اللحظة $t = 0$ فنشاهد على شاشة راسم الاهتزاز المهبطي المنحنى $u_C(t)$ الممثل في الشكل -2-



الشكل-2-

1 - ماهي شدة التيار الكهربائي المار في الدارة بعد مدة $\Delta t = 15s$ من غلقها ؟

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

3 - عين بيانيا قيمة τ واستنتج السعة C للمكثفة.

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

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

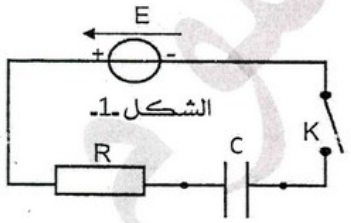
ب - أكتب عبارة التوتر الكهربائي $u_C(t)$ بين لبوسي المكثفة بدلالة $q(t)$ شحنة المكثفة.

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

5 - يعطى حل المعادلة التفاضلية السابقة بالعبارة: $u_C(t) = E\left(1 - e^{-t/A}\right)$. استنتج العبارة الحرفية للثابت A. وما هو مدلوله الفيزيائي ؟

التمرين 2:

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



الشكل-1-

- مولد كهربائي توتره ثابت $E = 6V$.
- مكثفة سعتها $C = 1,2\,\mu F$.
- ناقل أومي مقاومته $R = 5K\Omega$ - قاطعة K.

نغلق القاطعة:

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

2- تحقق إن كانت المعادلة التفاضلية المحصل عليها تقبل العبارة $u_C(t) = E\left(1 - e^{-\frac{1}{RC}t}\right)$ كحل لها.

3- حدد وحدة المقدار RC، ماهو 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
$u_C(t)(V)$					

5- ارسم المنحنى البياني $u_C(t) = f(t)$.

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

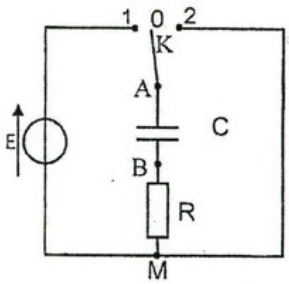
7- اكتب عبارة الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفة، احسب قيمتها عندما $(t \to \infty)$.

التمرين 3:

في حصة للأعمال المخبرية، اقترح الأستاذ على تلاميذه مخطط الدارة الممثل في (الشكل -2-) لدراسة ثنائي القطب RC.

تتكون الدارة من العناصر الكهربائية التالية:

- مولد توتره الكهربائي ثابت $E = 12V$.
- مكثفة (غير مشحونة) سعتها $C = 1,0\mu F$.
- ناقل أومي مقاومته $R = 5K\Omega$.
- بادلة K.



الشكل -2-

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}؟

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، وبين باستعمال التحليل البعدي أنه يقدر بالثانية في النظام الدولي للوحدات SI.

هـ) بين أن المعادلة التفاضلية السابقة (1- جـ) تقبل العبارة: $u_{AB} = E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ 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 $t = 5\tau$ و E. ماذا تستنتج؟

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

أ) ماذا يحدث للمكثفة؟

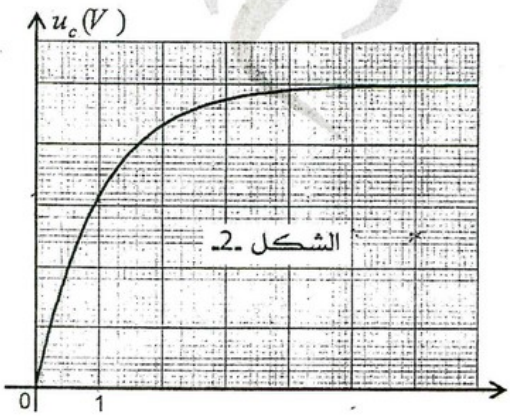
ب) أحسب قيمة الطاقة الاعظمية المحولة في الدارة الكهربائية.

التمرين 4:

نحقق دارة كهربائية على التسلسل 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 الي وعولجت المعطيات ببرمجية "Microsoft Exel" وتحصلنا على المنحنى البياني $u_C = u_{AB} = f(t)$ (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 للدارة وما مدلوله الفيزيائي؟ استنتج قيمة سعة المكثفة C.

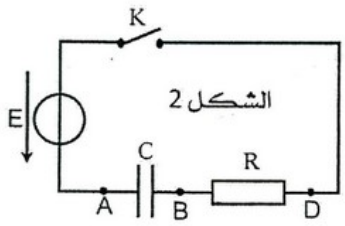
3/ احسب شحنة المكثفة عند بلوغ الدارة للنظام الدائم.

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

التمرين 5:

نربط على التسلسل العناصر الكهربائية التالية:

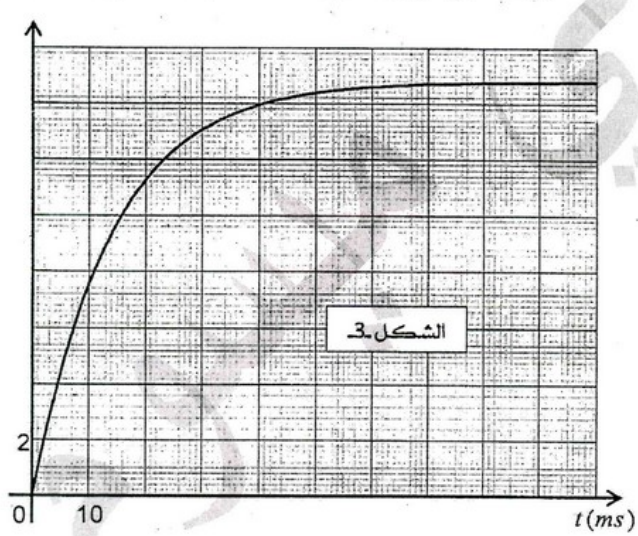
- ناقل أومي مقاومته $R = 500\Omega$.
- مكثفة سعتها C غير مشحونة.
- مولد ذي توتر كهربائي ثابت E.
- قاطعة k (الشكل-2).



الشكل 2

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

1/ عمليا يكتمل شحن المكثفة عندما يبلغ التوتر الكهربائي بين طرفيها 99% من قيمة التوتر الكهربائي بين طرفي المولد.



الشكل-3

اعتمادا على البيان:

أ/ عين قيمة ثابت الزمن τ وقيمة التوتر الكهربائي بين طرفي المولد ثم احسب سعة المكثفة C.

ب/ حدد المدة الزمنية t' لاكتمال عملية الشحن.

جـ/ ماهي العلاقة بين t' و τ؟

2/ بتطبيق قانون جمع التوترات أوجد المعادلة التفاضلية بدلالة التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة: $u_{AB}(t) = u_c(t)$، ثم بين أنها تقبل حلا من الشكل:

$u_c(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$.

3/ اوجد 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 6:

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

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 $t = 0$ ونسجل النتائج في الجدول التالي:

$t\,(ms)$	0	10	20	30	40	60	80	100	120
$u_c\,(t)$	6,00	4,91	4,02	3,21	2,69	1,81	1,21	0,81	0.54

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

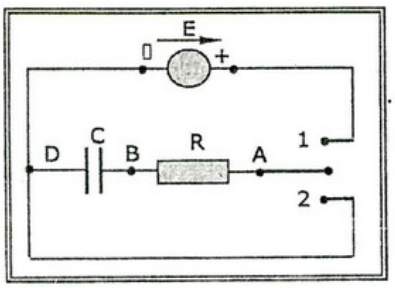
جـ- عين بيانيا ثابت الزمن τ.

د- أحسب سعة المكثفة C.

3- بتطبيق قانون جمع التوترات، أكتب المعادلة التفاضلية للتوتر الكهربائي $u_c\,(t)$.

ب- المعادلة التفاضلية السابقة تقبل العبارة $u_c\,(t) = Ae^{-\alpha t}$ حلا لها، حيث α و A ثابتين يطلب تعيينهما.

التمرين 7:



تتألف دارة كهربائية من مولد للتوتر الثابت $E = 6\ V$ و مكثفة فارغة سعتها $C = 0.1\ \mu F$ و مقاومتها $R = 100\ k\Omega$ ، كما في الشكل :

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

أ - استعمل قانون أوم و قانون التوترات لكتابة المعادلة التفاضلية للدالة بدلالة $u_{BD} = u\,(t)$ ؟

ب - تحقق أن حل هذه المعادلة من الشكل : $U\,(t) = E + ae^{-bt}$ باختيار صحيح لـ b ؟

جـ - بين أن $a = -E$ ؟ ثم أوجد قيمة τ ؟

2) - أكمل الجدول التالي :

$t\,(s)$	0	τ	5τ
$u_{BD}\,(V)$			

3) - أرسم البيان $u_{BD} = f\,(t)$ ؟

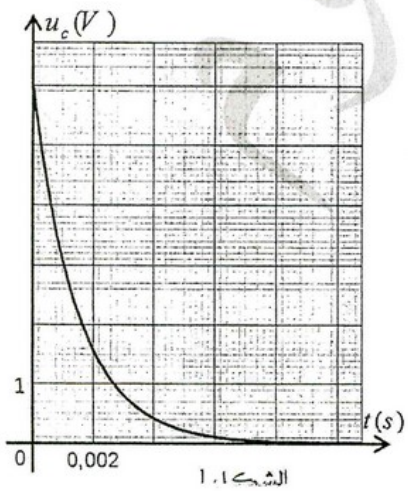
4) - نضع البادلة في الوضع 2 لتفريغ المكثفة ؟

أ - إلى ين تذهب الطاقة المخزنة في المكثفة ؟

ب - ما هي القيمة العددية لهذه الطاقة ؟

التمرين 8:

لدينا مكثفة سعتها $C = 1{,}0 \times 10^{-1}\ \mu F$ مشحونة مسبقا بشحنة كهربائية مقدارها $q = 0{,}6 \times 10^{-6}\ C$ وناقل أومي مقاومته $R = 15\ K\Omega$. نحقق دارة كهربائية على التسلسل باستعمال المكثفة و الناقل الأومي وقاطعة K ، في اللحظة $t = 0$ نغلق القاطعة.



الشكل 1

1- ارسم مخطط الدارة الموصوفة سابقا.

2- مثل على المخطط:

- جهة مرور التيار الكهربائي في الدارة.

3- أوجد علاقة بين u_R و u_C.

4- بالاعتماد على قانون جمع التوترات ، أوجد المعادلة التفاضلية بدلالة u_C.

5- إن حل المعادلة التفاضلية السابقة هو من الشكل : $u_C = ae^{b.t}$ ،

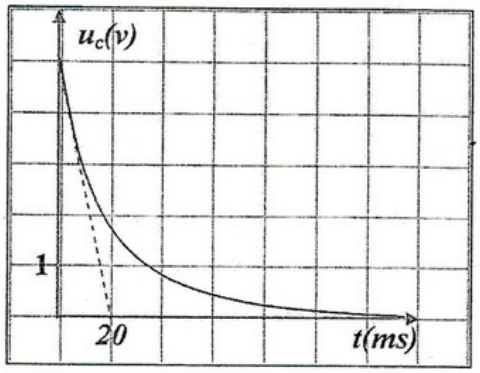
حيث a و b ثابتين يطلب تعيين قيمة كل منهما.

6- أكتب العبارة الزمنية للتوتر u_C.

7- إن العبارة الزمنية u_C تسمح برسم البيان الشكل-1-:

التمرين 9:

تتألف دارة كهربائية من مولد للتوتر الثابت قوته المحركة الكهربائية E ومكثفة فارغة سعتها C ومقاومة $R = 100\ K\Omega$.



1 ـ حقق بهذه العناصر دارة كهربائية تسمح بشحن و تفريغ مكثفة بوجود المقاومة.

2 ـ خلال تفريغ المكثفة كان بيان تطور التوتر (u_c) بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن ممثلاً في البيان التالي:

2 - 1 ـ أكتب المعادلة التفاضلية للدارة المعبرة عن تغير التوتر بين طرفي المكثفة .

2 ـ 2 ـ أثبت أن حل هذه المعادلة هو: $U_C = E\, e^{-\frac{t}{RC}}$

2 ـ 3 ـ أوجد قيمة E .

2 ـ 4 ـ أوجد العلاقة بين u_c و E من أجل $t = \tau$.

3 ـ اعتماداً على البيان أوجد قيمة τ (ثابت الزمن للدارة).

4 ـ أوجد قيمة سعة المكثفة C .

5 ـ ماقيمة التوتر بين طرفي المكثفة عندما تكون الطاقة المخزنة عظمى ؟ أوجد قيمتها العددية.

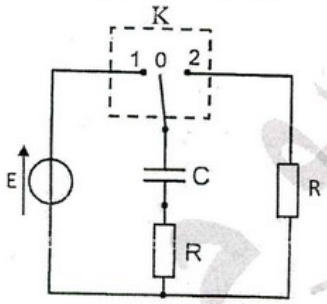
التمرين 10:

نحقق الدارة (الشكل ـ 1 ـ) والتي تتكون من مولد لتوتر ثابت $E = 6.0V$ ، ومكثفة سعتها $C = 250\mu F$ وناقلين أوميين متماثلين و مقاومة كل منهما $R = 200\Omega$ ، وبادلة K.

أولا: نضع البادلة على الوضع 1 .

1ـ أ أعد رسم الدارة (الشكل ـ 1 ـ) مبينا عليها جهة إنتقال حاملات الشحنة ، وما طبيعتها ؟ حدد شحنة كل لبوس و جهة التيار.

بـ ذكر بالعلاقة بين $i(t)$ و $q(t)$، والعلاقة بين $u_c(t)$ و $q(t)$. ثم إستنتج العلاقة بين $i(t)$ و $u_c(t)$.



2ـ أ أوجد العلاقة بين $u_R(t)$ و $u_c(t)$ وبين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها $u_c(t)$ من الشكل: $\tau_1 \frac{du_c(t)}{dt} + u_c(t) = A$.

بـ أوجد القيمة العددية لكل من : τ_1 و A.

جـ أوجد من المعادلة التفاضلية وحدة τ_1 . عرفه.

3ـ أ إقرأ على المنحنى البياني (الشكل ـ 6 ـ) قيمة ثابت الزمن τ_1 ، وقارنها بالقيمة المحسوبة سابقا.

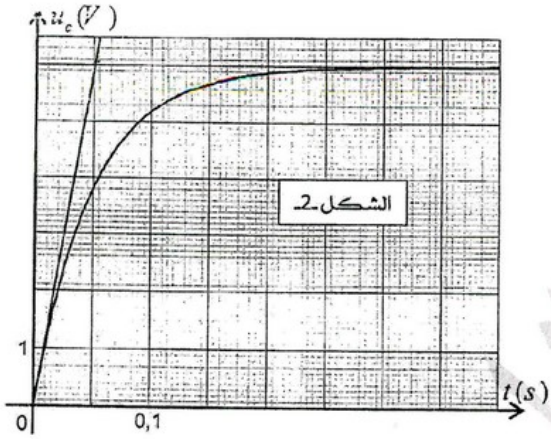
بـ حدد بيانيا المدة الزمنية Δt الصغرى اللازمة لإعتبار المكثفة عمليا مشحونة. قارنها مع τ_1 .

ثانيا: نضع البادلة في الوضع 2.

أ ـ ماهي الظاهرة الفيزيائية التي تحدث ؟ أكتب المعادلة التفاضلية لـ $u_c(t)$ الموافقة.

بـ أحسب τ_2 ، قارنها بـ τ_1 . ماذا تستنتج ؟.

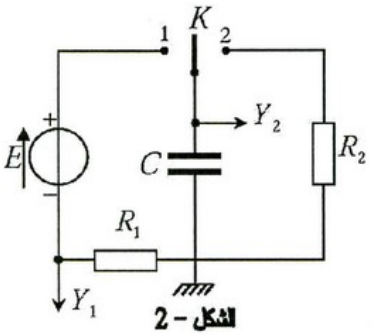
جـ مثل بشكل تقريبي المنحنى البياني لتغير $u_c(t)$ مستعينا بالقيم المميزة.



التمرين 11:

تتكون الدارة الكهربائية (الشكل-2) من مولد لتوتر كهربائي ثابت E، مكثفة سعتها C، ناقلين أوميين مقاومتهما $R_1 = 1k\Omega$ و $R_2 = 2k\Omega$ وبادلة K.

توصل الدارة براسم اهتزاز مهبطي ذي مدخلين Y_1 و Y_2.



الشكل - 2

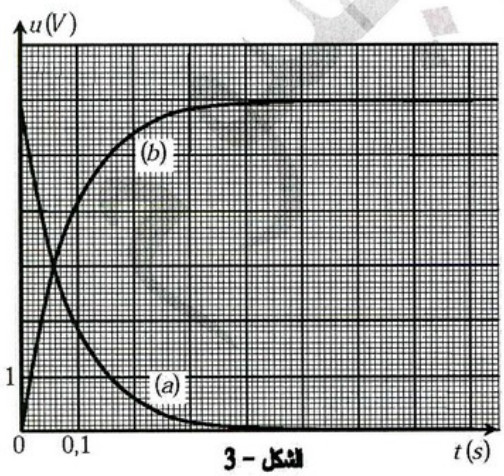
1) نضع البادلة K في الوضع 1، ماذا يمثّل المنحنيان المشاهدان بالمدخلين Y_1 و Y_2 لراسم الاهتزاز المهبطي؟

2) يظهر على شاشة راسم الاهتزاز المهبطي المنحنيان (a) و (b) (الشكل-3).

أ- ما هو المنحنى المعطى بالمدخل Y_1 ؟ برّر إجابتك.

- اكتب المعادلة التفاضلية الموافقة لتطور المقدار الفيزيائي الذي يمثله هذا المنحنى.

ب- جد قيمة ثابت الزمن τ_1 للدارة.



الشكل - 3

3) حدّد قيمة كلاّ من E و C.

4) احسب شدة التيار $i(t)$ في اللحظة $t = 0$ وفي اللحظة $t \geq 0,6\ s$.

5) بعد نهاية شحن المكثفة نضع البادلة K في الوضع 2 في لحظة نعتبرها مبدأ الأزمنة.

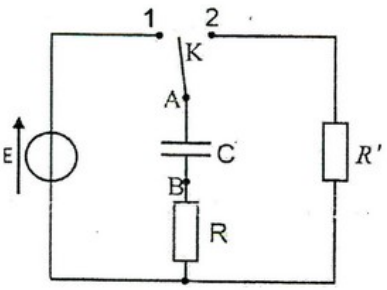
أ- احسب قيمة τ_2 للدارة في هذه الحالة وقارنها بقيمة τ_1، ماذا تستنتج؟

ب- احسب قيمة الطاقة الكهربائية المحولة في الناقل الأومي R_2 بفعل جول في اللحظة $t = \tau_2$.

التمرين 12:

نحقق التركيب الكهربائي التجريبي المبين في الشكل المقابل باستعمال التجهيز:

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



الشكل-2-

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 التفاضلية حلا من الشكل: $q(t) = A\left(1 - e^{-\alpha t}\right)$.

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 قيمة سعة المكثفة C.

2/ نجعل البادلة الآن عند الوضع (2):

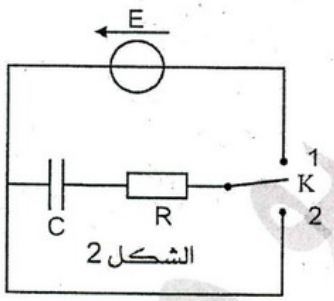
أ/ ماذا يحدث للمكثفة؟

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

التمرين 13:

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

- مولد ذو توتر كهربائي ثابت $E = 5V$ ومقاومته الداخلية مهملة.
- ناقل أومي مقاومته $R = 120\Omega$.
- بادلة K (الشكل-2).



الشكل 2

1- لمتابعة تطور التوتر الكهربائي u_C بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن، نوصل مقياس فولط متر رقمي بين طرفي المكثفة وفي اللحظة $t = 0$، نضع البادلة في الوضع (1).

وبالتصوير المتعاقب تم تصوير شاشة جهاز الفولط متر الرقمي لمدة معينة وبمشاهدة شريط الفيديو ببطء سجلنا النتائج التالية:

$t(ms)$	0	4	8	16	20	24	32	40	48	60	68	80
$u_C(V)$	0,0	1,0	2,0	3,3	3,8	4,1	4,5	4,8	4,9	5,0	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 اجل مكثفة سعتها $C'' = C$ حيث $C'' < C$ و $R' > 120\Omega$.

ارسم، كيفيا، في نفس المعلم المنحيين (1) و (2) المعبرين عن $u_C(t)$ في الحالتين (أ) و (ب) السابقين.

التمرين 14:

تتكون دارة كهربائية على التسلسل من: مولد للتوتر قوته المحركة الكهربائية E، ناقل أومي مقاومته: $R=1k\Omega$ و مكثفة سعتها C و قاطعة K.

نغلق القاطعة K في اللحظة: $t=0$.

1- ارسم الدارة الكهربائية مع توجيهها بالنسبة لشدة التيار والتوتر الكهربائيين.

2- جد المعادلة التفاضلية للدارة بدلالة $q(t)$ خلال شحن المكثفة.

3- حل المعادلة التفاضلية السابقة، يعطى بالشكل: $q(t)=Ae^{\alpha t}+B$.

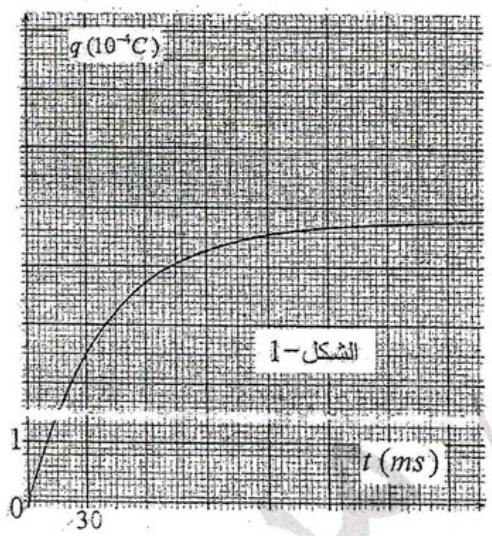
جد عبارة كل من: A,B,α.

4- التمثيل البياني يمثل تطور شحنة المكثفة $q(t)$ بدلالة الزمن t (الشكل-1).

أ- استنتج بيانيا قيمة τ ثابت الزمن، ثم احسب C سعة المكثفة.

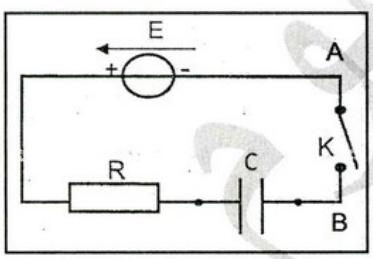
ب- استنتج قيمة E القوة المحركة الكهربائية للمولد.

جـ- احسب الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفة في اللحظة: $t=200\,ms$.



الشكل-1

التمرين 15:



نحقق الدارة المبينة جانبا باستعمال مكثفة سعتها (C) و ناقل أومي مقاومته R و مولد قوته المحركة الكهربائية E كما في الشكل بغية شحن المكثفة انطلاقا من اللحظة $t = 0$.

1- أ- أوجد المعادلة التفاضلية بدلالة u_c التوتر بين طرفي المكثفة ، مبينا حلها دون أي برهان .

ب- أكتب العبارة اللحظية للشحنة الكهربائية q المختزنة على أحد لبوسي المكثفة بدلالة ثابت الزمن τ و Q_0 شحنة المكثفة الأعظمية التي تبلغها في نهاية الشحن .

2- إن الشحة الكهربائية المختزنة على أحد لبوسي المكثفة في اللحظة t تعطى بالعبارة ($q(t) = 10^{-3}\,(1 - e^{-50\,t})$ استنتج من ذلك :

أ- القيمة الأعظمية Q_0 لشحنة المكثفة .

ب- ثابت الزمن . جـ- اللحظة t_1 التي تكون فيها المكثفة مشحونة بنصف شحنتها الأعظمية .

3- علما أن سعة المكثفة المستعملة هي $C = 100\ \mu F$ أوجد :

أ- مقدار القوة المحركة الكهربائية E للمولد . ب- مقاومة الناقل الأومي R .

جـ- الطاقة الكهربائية المختزنة في المكثفة في نهاية الشحن .

التمرين 16:

نحقق التركيب الكهربائي المبين في الشكل (3) و المكون من العناصر التالية :
مكثفة فارغة سعتها $C = 2\mu F$ ، ناقلان أوميان مقاومتهما R_1 ، R'_2 ، مولد قوته المحركة E ، بادلة K ، أسلاك.

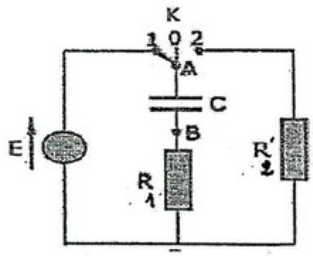
1 / نضع البادلة عند الوضع (1) في اللحظة $t = 0$

أ – ماذا يحدث للمكثفة ؟

ب – بين على الشكل جهة التيار المار في الدارة ثم مثل بالأسهم التوترات : U_C , U_R .

ج – تعطى المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر U_C بالعبارة :

$\frac{dUc}{dt} + 5Uc = 25$ حيث U_C بالفولط ، و t بالثانية



الشكل – 3 –

استنتج : * ثابت الزمن τ_1 ،القوة المحركة للمولد E ، المقاومة R .

2 / نضع البادلة في الوضع (2)

أ – ماذا يحدث للمكثفة ؟

ب – أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر U_C في هذه الحالة .

ج – تقبل هذه المعادلة حلا من الشكل : $U_C(t) = E\,e^{-2,5t}$ استنتج :

* ثابت الزمن τ_2 ، * المقاومة R_2

د – اكتب عبارة الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفة لحظة وضع البادلة في الوضع (2) ، و أحسب قيمتها .

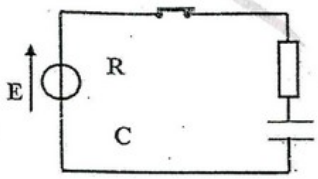
هـ – احسب الزمن اللازم لتتناقص الطاقة الكهربائية إلى 50 % من قيمتها الأعظمية .

التمرين 17:

قصد شحن مكثفة مُفرغة سعتها(C)نربطها على التسلسل مع العناصر الكهربائية التالية

- ✓ مولّد كهربائي ذوا توتر ثابت E مقاومته الداخلية مهملة
- ✓ ناقل أومي مقاومته $R = 10^4\Omega$
- ✓ قاطعة K

في اللحظة$t=0$ نغلق القاطعة ونتابع تطوّر شحنة المكثّفة (q) بدلالة الزمن فنحصل على المنحنى الموّضح بالشكل(2):



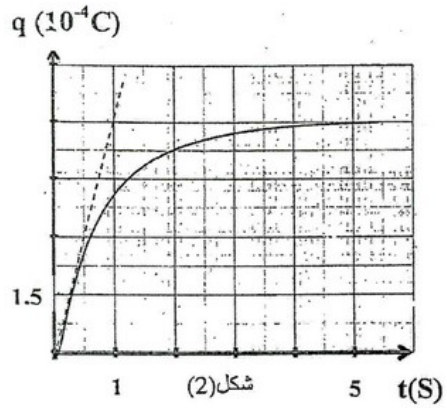
1-أوجد المعادلةالتفاضلية التي تحققها شحنة المكثفة وبيّن أنها تُكتب على الشكل التالي: $\frac{dq(t)}{dt} + Aq(t) = B$ حيث A وB ثابتين يُطلب تحديد عبارتيهما.

2-إستخرج بيانيا قيم كل من $(\frac{B}{A})$ و $(\frac{1}{A})$ وما هو مدلولهما الفيزيائي؟

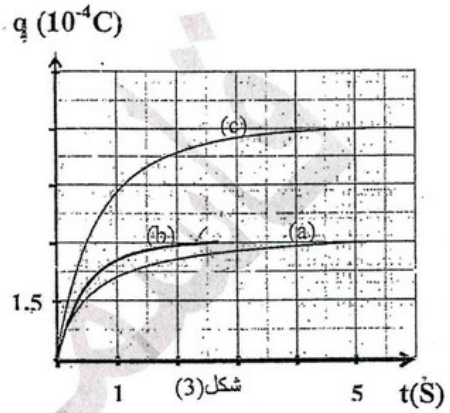
3-أوجد سعة المكثفة C وكذا توتر المولد E.

4- نُكرّر التجربة السابقة بتغيير المقادير المميّزة للدارة كما هو موضّح فيالجدول فتحصلنا على المنحنيات الموّضحة في الشكل (3): أنسب لكل منحنى التجربة الموافقة له مع التعليل؟

رقم التجربة	R(Ω)	C(μF)	E(V)
①	10000	100	6
②	10000	50	6
③	10000	100	3



شكل(2)

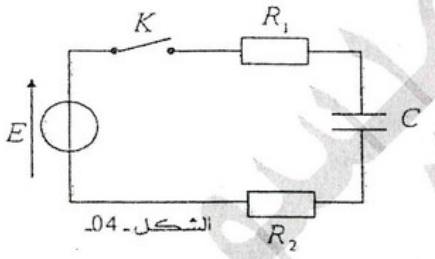


شكل(3)

التمرين 18:

الشكل - 04- يمثل دارة كهربائية تحتوي على العناصر الكهربائية التالية:

- مولد ذو توتر كهربائي ثابت E.
- مكثفة سعتها C.
- ناقلان أوميان مقاومتهما $R_1 = 1K\Omega$ و $R_2 = 4K\Omega$.
- قاطعة K.



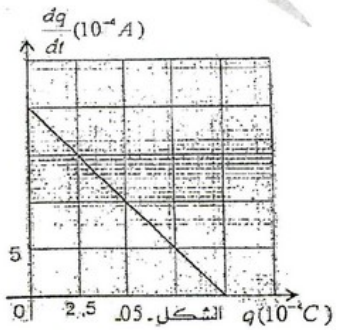
الشكل - 04-

1- عند اللحظة $t = 0s$ نغلق القاطعة K. أعط العبارة الحرفية للتوترات: u_{R_1}، u_{R_2}، u_C بدلالة الشحنة $q(t)$.

2- بتطبيق قانون جمع التوترات، بين أنه يمكن كتابة المعادلة التفاضلية لتطور شحنة المكثفة $q(t)$ على الشكل: $\frac{dq(t)}{dt} + aq(t) + b = 0$. مع إعطاء عبارة كل a و b بدلالة R_1, R_2, C, E.

3- علما أن المعادلة التفاضلية السابقة تقبل حلا من الشكل $q(t) = \alpha(1 - e^{-\beta t})$، جد عبارة الثابتين α و β.

4- الشكل - 05- يمثل تغيرات $\frac{dq(t)}{dt}$ بدلالة $q(t)$:



الشكل - 05-

بالإعتماد على بيان الشكل -05- أوجد كل من:

أ- ثابت الزمن τ.

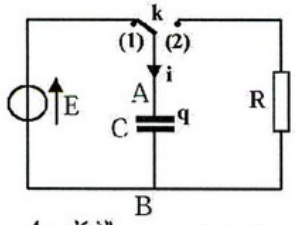
ب - سعة المكثفة C.

جـ- التوتر الكهربائي بين طرفي المولد E.

التمرين 19:

عند عجز القلب عن القيام بوظيفته، تسمح الجراحة اليوم بوضع منشط قلبي اصطناعي في الصدر، يجبر القلب على النبض بانتظام وذلك بإرسال إشارات كهربائية. المنشط عبارة عن مولد لإشارات كهربائية ينمذج بالدارة الكهربائية المبينة في الشكل-4، حيث سعة المكثفة $C=470\,nF$ والقوة المحركة الكهربائية للمولد $E=6,0\,V$.

نضع البادلة في الوضع (1) لمدة طويلة.



الشكل -4

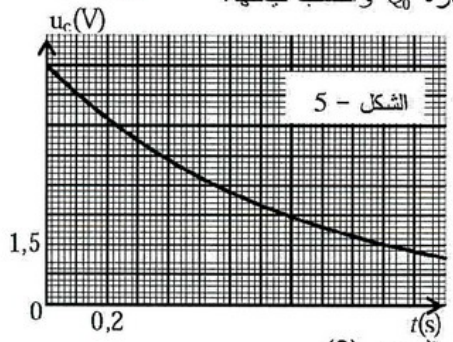
I) نضع البادلة، عند $t=0$، في الوضع (2) وندرس تطور الشحنة q للمكثفة.

1 - بيّن أنّ الشحنة الكهربائية $q(t)$ تحقق المعادلة التفاضلية التالية:

$\frac{dq(t)}{dt}=-\alpha\, q(t)$ وأعط عبارة الثابت α بدلالة المقادير المميزة لعناصر الدارة.

2- علما بأنّ العبارة $q(t)=Q_0\,e^{-\alpha t}$ حل للمعادلة التفاضلية، حدّد عبارة Q_0 واحسب قيمتها.

3- جِد العبارة الحرفية لشدة التيار الكهربائي $i(t)$ في الدارة.



الشكل - 5

II) عندما يصبح التوتر الكهربائي u_{AB} مساويا لـــ 36,8% من قيمته الابتدائية ، تتحول البادلة آليا من الوضع (2) إلى الوضع (1) ، فتصدر إشارة كهربائية تساعد في تقلص العضلة القلبية.

1- يمثل الشكل – 5 منحنى تطور التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة عندما تكون البادلة في الوضع (2).

علما أنّ اللحظة $t_0=0$ توافق لحظة مرور البادلة من الوضع (1) إلى الوضع (2).

أ- حدّد اللحظة t_1 التي تتحول فيها البادلة آليا ولأول مرة من الوضع (2) إلى الوضع (1) مبينا الطريقة المتبعة.

ب- عيّن بيانيا ثابت الزمن τ للدارة المدروسة.

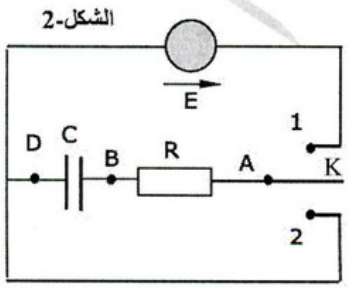
جـ- استنتج قيمة المقاومة R للناقل الأومي المستعمل في الجهاز.

2- إنّ الإشارات الكهربائية المتسببة في التقلص العضلي دورية ودورها (أي قيمة مدة تكرارها) يساوي: $\Delta t=(t_1-t_0)$ ، حدّد عدد تقلصات القلب المفروضة من طرف الجهاز في الدقيقة الواحدة.

3- ما هي قيمة الطاقة المحررة من طرف المكثفة خلال إشارة كهربائية واحدة؟

التمرين 20:

تتألف الدارة الكهربائية المبينة في الشكل-2 من مكثفة فارغة سعتها $C = 100\,nF$، ناقل أومي مقاومته $R = 10\,k\Omega$، مولد مثالي قوته المحركة الكهربائية $E = 5\,V$ و بادلة K.



الشكل-2

I- نضع البادلة في الوضع (1) بغية شحن المكثفة.

1- بيّن على الشكل جهة التيار الكهربائي المار في الدارة ومثّل u_{BD} و u_{AB}

2- باستعمال قانون جمع التوترات الكهربائية، جِد المعادلة التفاضلية لتطور التوتر الكهربائي $u_{BD}(t)$ بين طرفي المكثفة.

3- المعادلة التفاضلية تقبل حلا من الشكل: $u_{BD}(t)=E+Ae^{-bt}$.
جِد عبارة كل من الثابتين A و b.

4- أعط عبارة ثابت الزمن للدارة المدروسة، ماذا يمثل عمليا؟ احسب قيمته.

5- بيّن على الشكل كيفية ربط راسم اهتزاز ذي ذاكرة بالدارة لمشاهدة تطور التوتر $u_{BD}(t)$، ثم مثل شكلا تقريبيا لـ $u_{BD}=f(t)$.

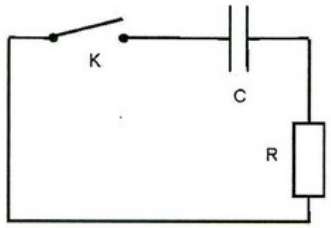
II- بعد شحن المكثفة كليا، نضع البادلة K في الوضع (2).

1- احسب قيمة الطاقة الكهربائية المخزنة في المكثفة في بداية التفريغ وعلى أي شكل تستهلك في الدارة؟

2- بعد تفريغ المكثفة كليا، نربط معها مكثفة أخرى فارغة سعتها C' ثم نعيد البادلة إلى الوضع (1).

أ. كيف يجب ربطها مع المكثفة السابقة حتى تكون قيمة الطاقة الكهربائية المخزنة في مجموعة المكثفتين عند نهاية الشحن $3{,}75\times10^{-6}\ Joules$ ؟ برّر إجابتك. ب. ما قيمة سعتها C'؟

التمرين 21:



الشكل-2

مكثفة سعتها C شحنت كليا تحت توتر كهربائي ثابت: $E=12V$.

لمعرفة سعتها C نحقق الدارة الكهربائية (الشكل-2)، حيث: $R=1K\Omega$

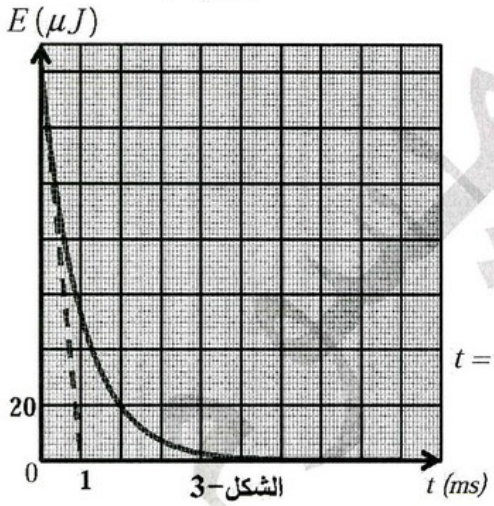
1- نغلق القاطعة K في اللحظة: $t=0\ ms$.

أ- بتطبيق قانون جمع التوترات، جِدْ المعادلة التفاضلية للتوتر الكهربائي $u_C(t)$ بين طرفي المكثفة.

ب- حَل المعادلة التفاضلية السابقة يُعطى من الشكل: $u_c(t)=Ae^{\alpha t}$ ، حيث: A و α ثابتان يطلب كتابة عبارتيهما.

2- اكتب العبارة اللحظية $E_c(t)$ للطاقة المخزنة في المكثفة.

3- (الشكل-3) يمثّل تطوّر $E_c(t)$ ، الطاقة المخزنة في المكثفة بدلالة الزمن.



الشكل-3

أ- استنتج قيمة E_{C0} الطاقة المخزنة العظمى في المكثفة.

ب-من(الشكل-3)، بيّن أن المماس للمنحنى في اللحظة: $t=0\ ms$ يقطع محور الأزمنة في اللحظة: $t=\frac{\tau}{2}$

جـ- احسب τ ثابت الزمن، ثمّ استنتج سعة المكثفة C.

4- أثبت أن زمن تناقص الطاقة إلى النصف هو: $t_{1/2}=\frac{\tau}{2}\ln 2$ ، ثمّ احسب قيمته.

التمرين 22:

تعتبر الدارة الكهربائية التى تتألف مولد للتوتر الثابت قوته المحركة الكهربائية E ومقاومته الداخلية مهملة ، وشيعة مكثفة سعتها C ، ناقل اومي مقاومته R ، راسم اهتزاز مهبطي ذو ذاكرة (الشكل-1) نضع البادلة في الوضع (1) عند اللحظة $t = 0$ فتبدأ عملية الشحن .

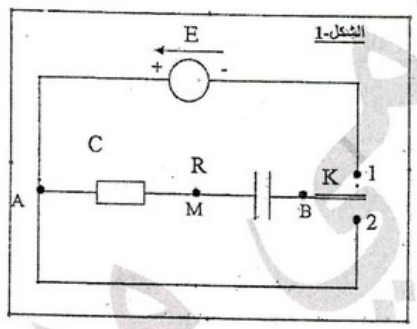
1- أ- بين ماذا يحدث على المستوى المجهري . ب- اكتب المعادلة التفاضلية بدلالة التوتر $u = f(t)$ بين طرفي المكثفة .

جـ- بين أن العبارة $u = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$ هو حل لهذه المعادلة . د- مثل كيفيا تغيرات u بدلالة t .

هـ- اعد من جديد كتابة المعادلة التفاضلية و لكن هذه المرة بدلالة شحنة المكثفة $q = f(t)$.
و- ما هي دلالة نقطة تقاطع المماس مع البيان $u = f(t)$ اللحظة $t = 0$ مع المستقيم $u = E$.
2- نضع البادلة في الوضع (2) :
أ- بين ماذا يحدث على المستوي المجهري .
ب- أكتب المعادلة بدلالة التوتر $u = f(t)$ بين طرفي المكثفة .مبينا حل هذه المعادلة دون برهان .
جـ- أوجد العبارات الزمنية للمقادير التالية عند تفريغ المكثفة مبينا و بشكل كيفي المنحنيات الموافقة لهذه المقادير:

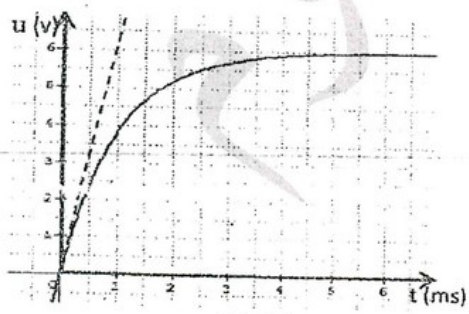
- شدة التيار .
- كمية الكهرباء .
- التوتر بين طرفي الناقل الأومي R .
- الطاقة المخزنة المخزنة في المكثفة .

3- أثبت أن زمن تناقص طاقة مكثفة أثناء تفريغها إلى النصف يعطى بالعبارة : $t_{1/2} = \frac{\tau}{2} \ln 2$.
4- من مخطط الطاقة المخزنة في المكثفة في حالة التفريغ أثبت أن مماس البيان يقطع محور الأزمنة في اللحظة $t = \frac{\tau}{2}$

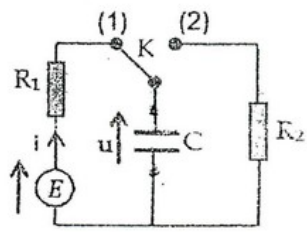


التمرين 23:

نُحقق التركيب التجريبي المكون من مولد مثالي قوته الكهربائية $E = 6\ V$ ، بادلة K ، مكثفة فارغة سعتها C و ناقلين أوميين $R_1 = 100\ \Omega$ و R_2 كما هو موضح في الشكل (a) . نضع البادلة في الوضع (1) لشحن المكثفة و نُعاين بواسطة راسم الاهتزاز ذي الذاكرة، التوتر u بين طرفي المكثفة ، فنحصل على المنحنى الممثل في الشكل (b)



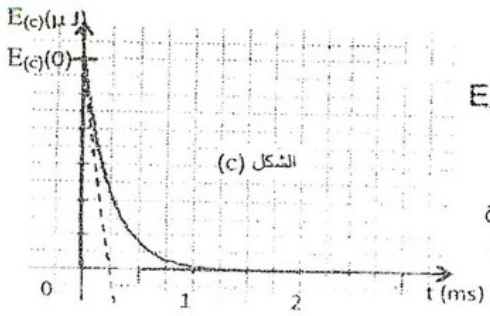
الشكل (b)



الشكل (a)

1. مثل على الشكل (a) كيفية ربط قطبي راسم الاهتزاز المهبطي .
2. أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u .
3. للمعادلة التفاضلية حل من الشكل : $u = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}})$ أوجد عبارة الثابتين A و τ_1 بدلالة مميزات عناصر الدارة

4. باستغلال الشكل (b) أوجد قيمة سعة المكثفة C .
5. عيّن في النظام الدائم شدة التيار المار في الدارة و ما سلوك المكثفة عندئذ؟
6. بعد انتهاء شحن المكثفة كليا ، نضع البادئة في الوضع (2) عند لحظة نعتبرها مبدأ للزمن . يمثل الشكل (c) منحنى تغيرات طاقة المكثفة بدلالة الزمن $E_{(c)}=f(t)$.



أ. من بين الاقتراحين التاليين :

$$E_{(c)}=\frac{1}{2}CE^2e^{-\frac{2t}{\tau_2}} \quad : \quad E_{(c)}=\frac{1}{2}CE^2(1-e^{-\frac{t}{\tau_2}})^2$$

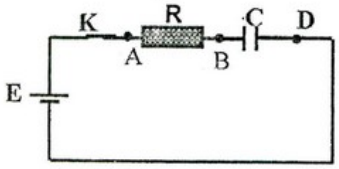
ما هي العبارة الصحيحة للطاقة $E_{(c)}(t)$ ؟

ب. أحسب قيمة $E_{(c)}(0)$.

ج. بيّن أن المماس للمنحنى $E_{(c)}(t)$ عند اللحظة $t=0$ يقطع محور الأزمنة عند $t=\frac{\tau_2}{2}$.

د. أستنتج قيمة R_2 .

التمرين 24:



الشكل-1-

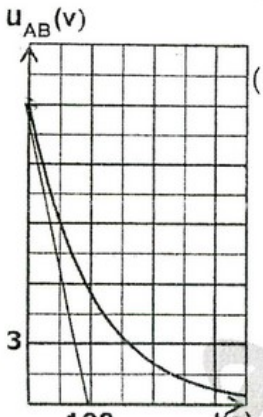
تتكون الدارة الكهربائية المبينة في الشكل – 1- من العناصر التالية موصولة على التسلسل :

- مولد كهربائي توتره ثابت E - مكثفة سعتها $C = 250\mu F$
- ناقل أومي مقاومته R - قاطعة K

عند اللحظة الزمنية $t=0$ تكون المكثفة غير مشحونة، نغلق القاطعة K

1- بين أن المعادلة التفاضلية التي تعبر عن $u_C(t)$ تعطى بالعبارة .

$$E = u_c(t) + R.C.\frac{du_c(t)}{dt}$$



2- أعط عبارة(τ) الثابت المميز للدارة ،و بين انه يقدر بالثانية في النظام الدولي للوحدات(SI)

3- بين أن المعادلة التفاضلية السابقة تقبل العبارة $u(t)=E(1-e^{-t/\tau})$ حلا لها .

4- أستنتج العبارة الحرفية للشدة اللحظية للتيار الكهربائي $i = f(t)$

5- لإظهار التطور الزمني للتوتر الكهربائي بين طرفي الناقل الاومي $u_R(t)$. نصله براسم الإهتزاز مهبطي ذي ذاكرة .

أ- أنقل الشكل-1- على ورقة الإجابة ومثل عليه كيفية ربط راسم الإهتزاز لمشاهدة التوتر $u_R(t)$

ب- عين بيانيا قيمة كل من E و τ و R .

ج- بين أن العبارة الحرفية للزمن t_1 عندما يصبح التوتر بين طرفي المكثفة Uc يساوي u_1 تعطى بالعلاقة : $t_1=\tau.\ln(\frac{E}{E-u_1})$ ثم أحسب قيمة t_1 من أجل $u_1=10V$.

التمرين 25:

مكثفة كتبها عليها من $C = 150\mu F$ موصولة بمقاومة R ذات قيمة كبيرة ربطت المجموعة بمولد توتره $E = 12\ V$ عند اللحظة $t = 0$ نغلق الدارة ونسجل قيم شدة التيار الكهربائي المار في الدارة خلال كل10s فنحصل على النتائج المدونة في الجدول المقابل .

t(s)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
i(μA)	54	40.6	30.6	23	17.4	13.1	9.8	7.3	5.6	4.2

1 – المكثفة فارغة في اللحظة $t = 0$ عين قيمة المقاومة R .

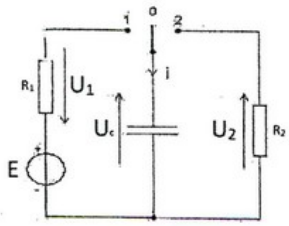
2 – أرسم المنحنى $i = f(t)$ ثم أكتب عبارة شدة التيار i الموافقة لهذا البيان .

3 – أحسب شدة التيار من أجل $t = \tau$.

4 – عين من البيان قيمة τ ثم أستنتج سعة المكثفة C

5 – قارن بين القيمة المتحصل عليها والقيمة المكتوبة على المكثفة من طرف المصنع .

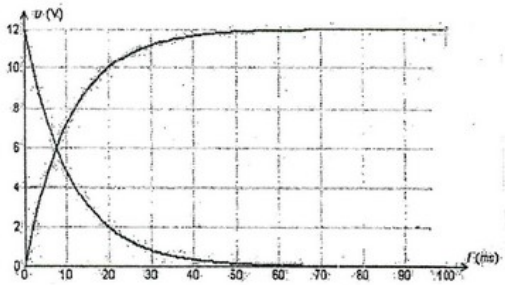
التمرين 26:

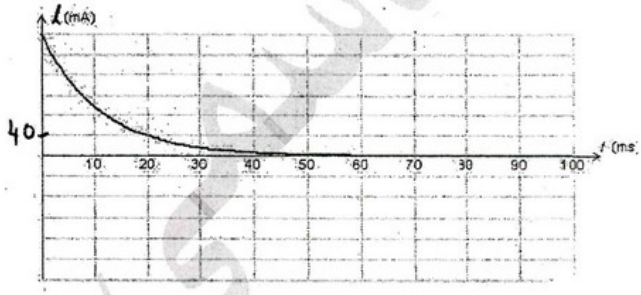


لتكن لدينا الدارة المبينة بالشكل :
- مكثفة سعتها C ومقاومات R_1 ، R_2
- مولد للتيار قوته المحركة الكهربائية E ،
- نضع القاطعة في الوضع 1
بواسطة حاسوب مع واجهة دخول تسمح بمشاهدة المنحنيات البيانية التالية :

1 - تعرف على البيانين.
2 - بين على المخطط كيفية التوصيل لمشاهدة التوترين الممثلين في البيانين
3 - اكتب المعادلة التفاضلية - التي يخضع لها التوتر بين طرفي المكثفة
- التي يخضع لها التوتر بين طرفي الناقل الأومي R_1
4 -تحقق أن حل المعادلة التفاضلية من الشكل $U_C = E(1-e^{-t/\tau})$

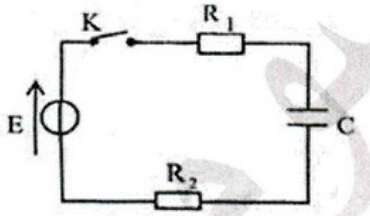
5 - اكتب عبارة شدة التيار $i(t)$ بدلالة I_0 و t و τ
6 - استعن بالبيانات واحسب كل من R_1 و C





التمرين 27:

تتميز المكثفات بخاصية تخزين الطاقة الكهربائية و امكانية استغلالها عند الحاجة. لدراسة هذه الخاصية نربط مكثفة غير مشحونة سعتها C على التسلسل مع العناصر الكهربائية التالية:
مولد كهربائي للتوتر الثابت E ، قاطعة K وناقلين أوميين مقاومتيهما $R_1 = 1\ k\Omega$ و $R_2 = 4\ k\Omega$. أنظر (الشكل-1).



الشكل-1

نغلق القاطعة في اللحظة $t = 0$:

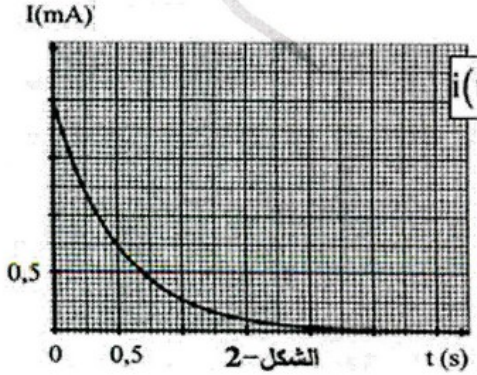
1- أ- اعط تفسيرا مجهريا للظاهرة التي تحدث في المكثفة.

ب- بتطبيق قانون جمع التوترات جد المعادلة التفاضلية للشدة $i(t)$ للتيار الكهربائي المار في الدارة.

جـ - للمعادلة التفاضلية السابقة حلا من الشكل: $i(t) = \alpha . e^{-\beta . t}$

جد عبارتي الثابتين α , β بدلالة E, C, R_2, R_1 .

2 - بواسطة لاقط شدة التيار الكهربائي موصول بالدارة و بواجهة دخول لجهاز إعلام آلي نحصل على منحنى تطور الشدة $i(t)$ للتيار الكهربائي (الشكل-2).



الشكل-2

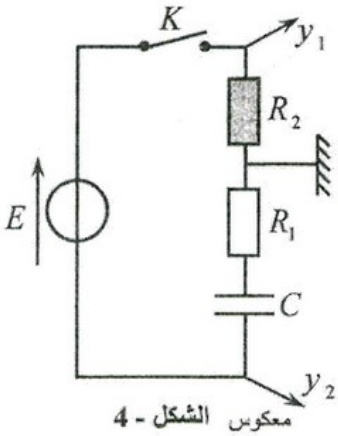
- اعتمادا على البيان اوجد قيمة كل من:

ثابت الزمن τ ، سعة المكثفة C، التوتر الكهربائي E.

3 - اعط العبارة اللحظية للطاقة المخزنة في المكثفة $E_C(t)$ واحسب قيمتها العظمى.

التمرين 28:

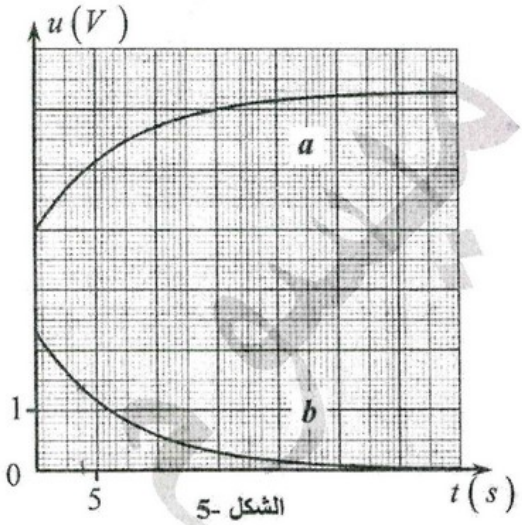
نركب الدارة الكهربائية الموضحة بالشكل-4، والمؤلفة من:



معكوس الشكل - 4

- مولد كهربائي للتوتر الثابت E.
- مكثفة غير مشحونة سعتها C .
- ناقلين أوميين مقاومتيهما $R_1 = 1k\Omega$ و R_2 غير معلومة.
- قاطعة كهربائية K.

نوصل الدارة الكهربائية براسم اهتزاز مهبطي ذي ذاكرة كما هو موضح على الشكل-4 ثم نغلق القاطعة K في اللحظة $t = 0$، فنشاهد على الشاشة المنحنيين البيانيين (a) و (b) (الشكل-5).



الشكل -5

1- ارفق كل منحنى بالمدخل الموافق له مع التبرير.

2- اكتب المعادلة التفاضلية التي تحققها الشدة $i(t)$ للتيار الكهربائي في الدارة.

3- اوجد عبارة الشدة I_0 للتيار الأعظمي المار في الدارة.

4- استنتج عند اللحظة $t = 0$ عبارة التوتر بين طرفي الناقل الأومي R_2 بدلالة E، R_1 و R_2.

5- اعتمادا على البيانين، استنتج قيمة كل من E، I_0، R_2 و C.

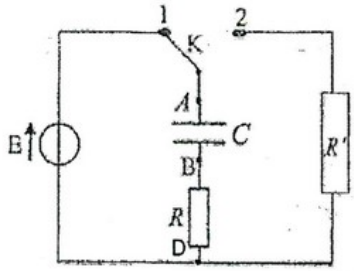
التمرين 29:

نحقق التركيب الكهربائي التجريبي المبين في الشكل المقابل باستعمال التجهيز :

- مكثفة سعتها C غير مشحونة.
- مولد ذي توتر كهربائي ثابت $(E = 9V)$.
- ناقلين اوميين مقاومتيهما $(R = R' = 200\Omega)$.
- بادلة (k)، أسلاك توصيل.

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

1- اعد رسم الدارة مبينا علية جهة انتقال حاملات الشحنة (الالكترونات)؟ وحدد شحنة كل لبوس للمكثفة.



2- بين أن العلاقة التي تربط بين $u_C(t)$ و $u_R(t)$ تكتب من الشكل :

$$u_R(t) = \tau \frac{dU_c(t)}{dt}$$

3- بين أن المعادلة التفاضلية التي يحققها $u_C(t)$ من الشكل :

$$\tau \frac{dU_c(t)}{dt} + U_c(t) = A$$

اوجد من المعادلة التفاضلية وحدة τ ؟ وعرفه ؟

4- عندما تشحن المكثفة كليا تخزن طاقة $(E_C = 0{,}5mJ)$. استنتج سعة المكثفة (C).

II) نجعل البادلة الآن عند الوضع (2) :

أ- ماذا يحدث للمكثفة ؟

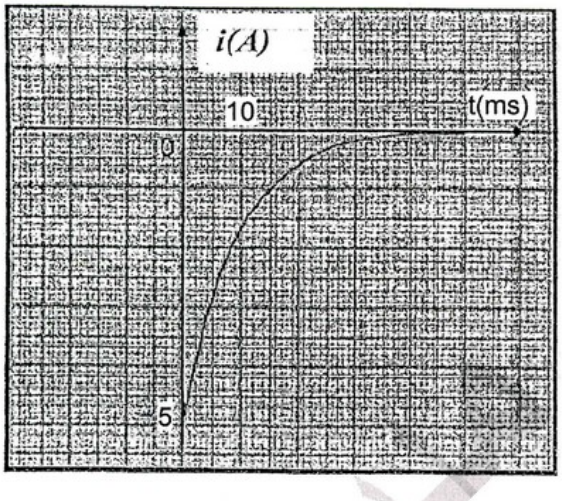
ب- برهن أن المعادلة التفاضلية للدارة المهتزة أثناء التفريغ تعطى بالشكل ; $\frac{dU_c(t)}{dt} + \alpha . U_c(t) = 0$

ت- أعطي عبارة α ووحدته ؟

ث- بين أن المعادلة التفاضلية تقبل حلا من الشكل ;

$$u_C(t) = E.e^{-1/2RC}$$

ج- للمتابعة الزمنية لتطور شدة التيار المارة في الدارة نستعمل راسم الاهتزاز المهبطي ذي ذاكرة فنحصل على البيان $i = f(t)$ التالي ;



أ- اوجد العبارة الحرفية لشدة التيار اللحظية $i(t)$ بدلالة E, R, C ؟

ب- أوجد بطريقتين قيمة ثابت الزمن τ بيانيا ؟

ت- عين اللحظة التي يكون عندها $i=-0.2I$

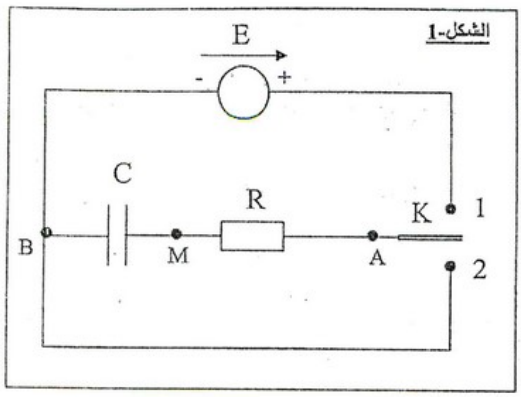
التمرين 30:

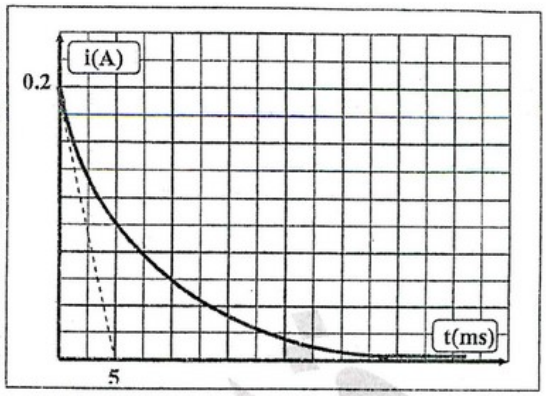
تتألف دارة كهربائية من مولد للتوتر الثابت قوته المحركة الكهربائية E ، مكثفة فارغة سعتها C ، ناقل أومي مقاومته $R = 50\ \Omega$ (الشكل-1) .

1- نضع البادلة في الوضع (1) فتشحن المكثفة ، نتابع تطور شدة التيار المار بالدارة خلال الزمن فنحصل على البيان الموضح في (الشكل-2) .

اعتمادا على البيان أوجد :

- شدة التيار الكهربائي في النظام الدائم .
- القوة المحركة الكهربائية للمولد .
- سعة المكثفة .





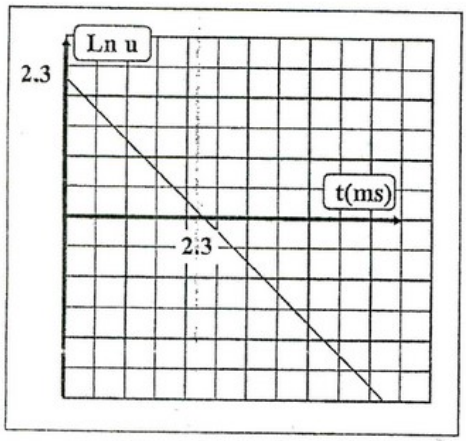
2- نضع البادلة في الوضع (2) .

أ- بين ماذا يحدث في المكثفة على المستوى المجهري .

ب- أوجد المعادلة التفاضلية بدلالة $u = f(t)$ حيث u التوتر بين طرفي المكثفة .

جـ- تحقق من أن حل هذه المعادلة من الشكل $u = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$.

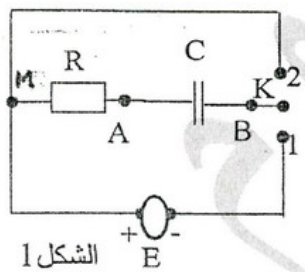
3- نستبدل المكثفة السابقة بمكثفة أخرى سعتها C' ثم نغلق القاطعة و عند انتهاء عملية الشحن نفتح القاطعة من جديد ، يمثل البيان المقابل تغيرات اللوغاريثم النبيري للتوتر بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن ln $u = f(t)$.



أ- أوجد العبارة النظرية بين $\ln u$ ، t ، τ ، E .

ب- اعتمادا على هذه العبارة و كذا البيان المعطى أوجد ثابت الزمن للدارة ثم استنتج سعة المكثفة C' .

التمرين 31:



الشكل 1

في الشكل(1) $R=100\Omega$ ،نضع البادلة K في الوضع 1 لشحن المكثفة ثم في الوضع 2 عند $t=0$

1- اوجد المعادلة التفاضلية بدلالة Uc و بين ان حلها من الشكل $Uc=Ee^{-t/RC}$

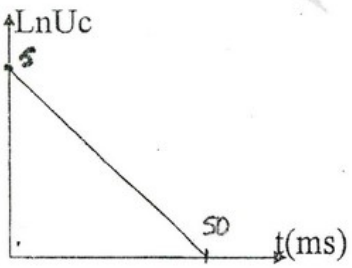
2- يمثل البيان2 :$LnUc=f(t)$

- أكتب العبارة البيانية : $LnUc=f(t)$

- اكتب عبارة ثابت الزمن τ لثنائي القطب وبين انه متجانس مع الزمن ثم استنتج قيمته

- استنتج سعة المكثفة C

- اوجد قيمة E يعطى : $e^5=148$



التمرين 32:

تُستعمل المكثفات في عدة تراكيب كهربائية ذات فائدة علمية في الحياة اليومية.

بغرض حساب سعة مكثفة غير مشحونة مسبقا، نحقق التركيب الموضح بالشكل (2) حيث $R=100\Omega$ والمولد ثابت التوتر قوته المحركة الكهربائية E.

1- أعد رسم الدارة موضحا عليها التوترات بأسهم وجهة التيار الكهربائي.

2- بتطبيق قانون جمع التوترات، جد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$ بين طرفي المكثفة.

3- بيّن أن العبارة $u_C(t)=A(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ هي حلا للمعادلة التفاضلية، حيث A و τ ثابتان يطلب كتابة عبارتيهما.

4- بيّن أن: $ln(E-u_C)=-\frac{1}{\tau}t+ln\,E$.

5 - بيان الشكل (3) يمثل تغيرات $ln(E-u_C)$ بدلالة الزمن، استنتج من البيان:

أ- قيمة E القوة المحركة الكهربائية للمولد.

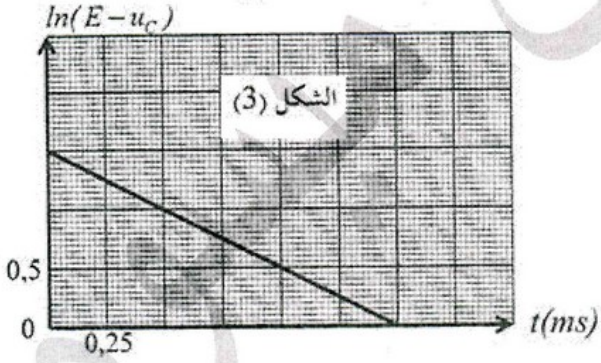
ب- قيمة ثابت الزمن τ، و قيمة سعة المكثفة C.

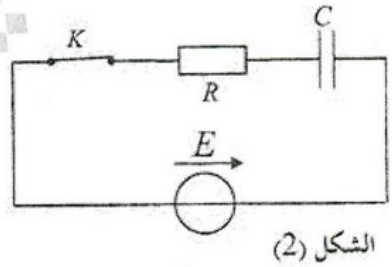
6-أ- اكتب العبارة اللحظية للطاقة المخزنة في المكثفة $E_C(t)$.

ب- نرمز بـ $E_C(\tau)$ للطاقة المخزنة في المكثفة عند اللحظة $t=\tau$ وبـ $E_C(\infty)$ للطاقة العظمى.

- احسب النسبة $\frac{E_C(\tau)}{E_C(\infty)}$.

7- كيف يتم ربط مكثفة سعتها C' مع المكثفة السابقة لكي يأخذ ثابت الزمن القيمة: $\tau'=\frac{\tau}{4}$ ؟ واحسب قيمة C'.





الشكل (2)

التمرين 33:

تحمل مكثفة البيانات التالية 300v .(160µF بدقة 10%)

للتأكد من قيمة سعتها C نقوم بشحنها من الصفر عبر مقاومة R=12.5kΩ بواسطة مولد مثالي لتوتر مستمر E =300 v .

1 – أرسم الدارة الكهربائية الموافقة مبينا عليها جهة التيار المار - واتجاه التوترات U_R ;U_C ;E

2 –أثبت أن المعادلة التفاضلية التي يحققها U_R هي : $RC\frac{dUR}{dt}+U_R=0$

3 – ان حل المعادلة التفاضلية التي يحققها $U_R(t)$ هي : $U_R(t)=ae^{-bt}$

عبر عن كل من a و b بدلالة C . R .E

4 - أ - بين أنه يمكن كتابة $\ln(U_R)=\alpha+\beta t$ بدلالة كل من E ; τ حيث τ هو ثابت الزمن

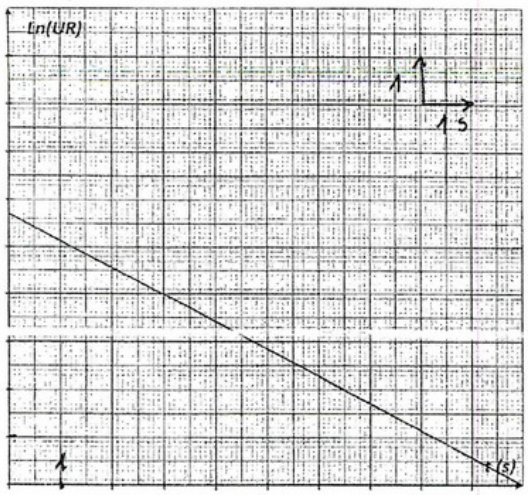
ب – يسمح برنامج خاص برسم البيان $\ln(U_R)=f(t)$

اكتب معادلة المستقيم الموافق لهذا البيان

ج –استنتج سعة المكثفة وهل هي متفقة مع بيانات الصانع ؟

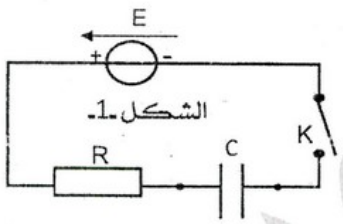
5 – إذا تم شحن المكثفة بنفس المولد عبر مقاومة $R'=\frac{R}{2}$ هل يتغير البيان السابق ؟ علل

يطلب إعطاء عبارة كل من α و β



التمرين 34:

I/نعتبر الدارة الكهربائية التالية :



الشكل-1-

نغلق القاطعة في اللحظة $t=0$

1-1)بين الهدف من هذا التركيب معللا جوابك.

1-2)عين منحنى التيار الكهربائي في الدارة مع التعليل .

1-3)أعط شحنة كل لبوس مع التعليل .

1-4) مثل بسهم التوتر U_R بين طرفي الناقل الأومي ، ثم أعط العلاقة التي تعبر عن قانون أوم بالنسبة لناقل أومي .

1-5) بين أن : $U_R=RC\frac{du_C}{dt}$.

II) 2-1)أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $U_C(t)$.

2-2) حل المعادلة التفاضلية يكتب كما يلي : $u_C(t)=A(1-e^{-\alpha t})$. حدد كل من A، α ثم استنتج عبارة $u_C(t)$

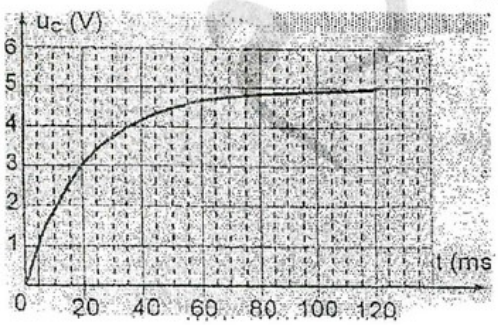
III) نشاهد على راسم الاهتزازات التوتر $u_C(t)$ بدلالة الزمن فنحصل على المنحنى التالي:

3-1) عرف ثابت الزمن لثنائي القطب RC ، ثم حدد قيمته بيانيا معللا إجابتك؟

3-2) علما أن مقاومة الناقل الأومي المستعمل $R=10k\Omega$ استنتج قيمة السعة C.

3-3) لتكن t_1 و t_2 بالتتابع اللحظتان اللتان يصل فيهما التوتر $u_C(t)$ لـ : 20% و60% من قيمته الأعظمية . عين بيانيا t_1 و t_2 و أحسب زمن الصعود حيث : $t_m=t_2-t_1$

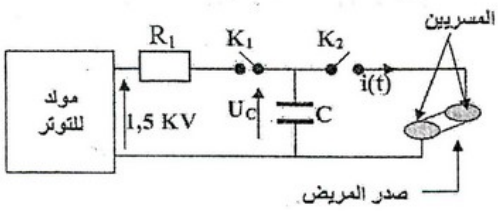
3-4) علما أن $\ln 2=\frac{t_m}{\tau}$. استنتج قيمة C وقارنها بالقيمة المحصل عليها بيانيا



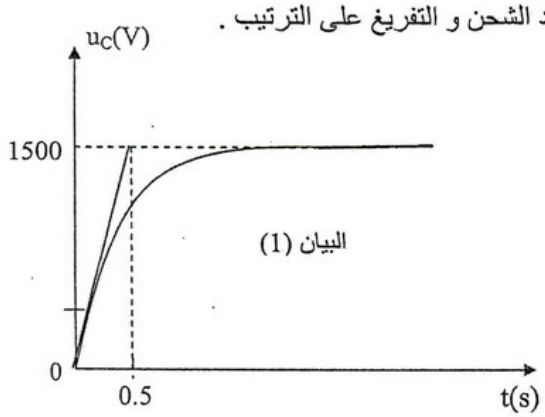
التمرين 35:

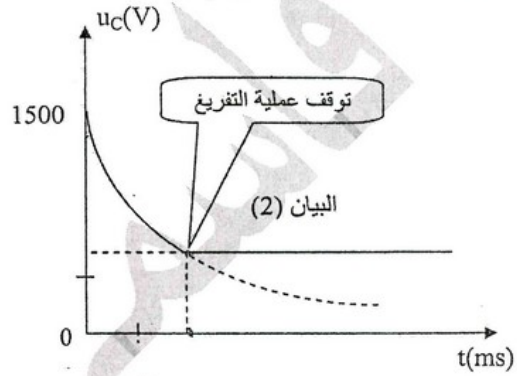
يمثل تمثيل جهاز الصدمات القلبية الذي يستعمل في الحالات الطبية الاستعجالية بالشكل المبسط التالي :

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



1- لتشغيل الجهاز نشحن أولا المكثفة و ذلك بغلق القاطعة K_1 (K_2 مفتوحة) ، فتشحن المكثفة C . البيانين (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 ، و مقاومة الناقل الأومي R الخاص بدارة الشحن .

ب- عين قيمة الطاقة الأعظمية المخزنة في المكثفة أثناء الشحن .

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

2- في اللحظة t_0 تغلق القاطعة K_2 (K_1 مفتوحة) فتتفرغ المكثفة بإرسال صدمات كهربائية عند وضع 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) .

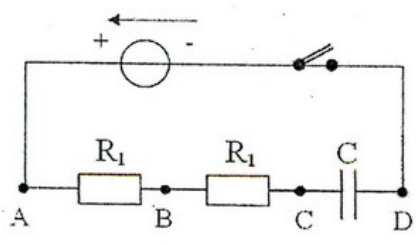
ب- حل هذه المعادلة التفاضلية من الشكل $u_C(t) = A\, e^{-t/\tau'}$ عين قيم τ' ، A

جـ- أحسب الشدة الأعظمية لتيار التفريغ .

د- أوجد بدلالة $E_{(C)0}$ (طاقة المكثفة الأعظمية) ، C ، $u_C(t)$ عبارة الطاقة $E'_{(C)}$ التي تحررها المكثفة أثناء التفريغ و التي تقدمها للجهاز .

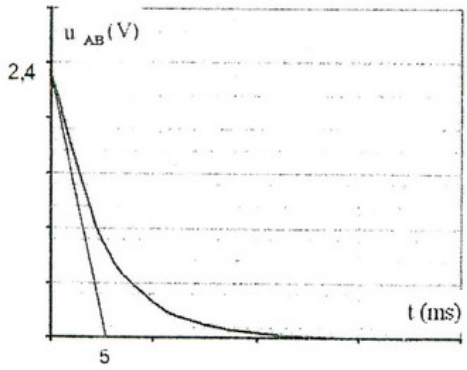
هـ- أوجد قيمة التوتر u_C بين طرفي المكثفة لحظة توقف عملية التفريغ و ما هي قيمة اللحظة الموافقة .

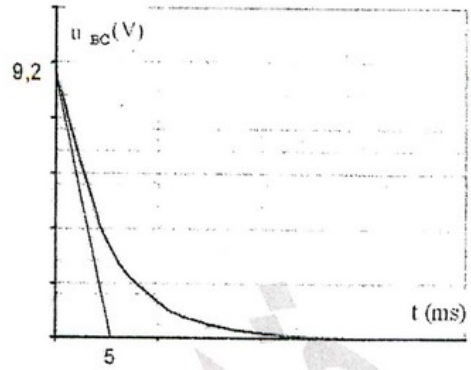
التمرين 36:



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 :

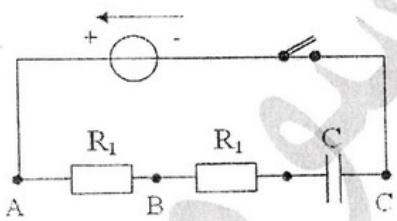




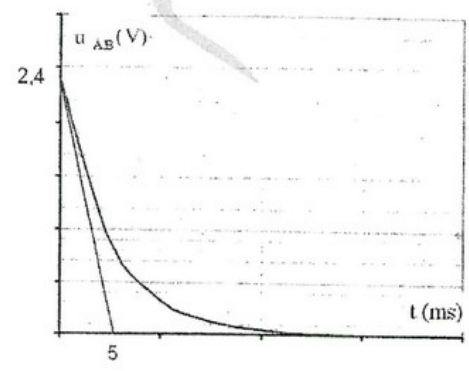
1- بين على الدارة السابقة كيفية وصل راسم الاهتزاز المهبطي بالدارة حتى نحصل على البيانين السابقين .
2- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة $u_{CD} = f(t)$ حيث u_{CD} التوتر بين طرفي المكثفة مبينا حلها دون برهان .
3- أكتب بدلالة E ، R_1 ، R_2 ، C العبارات اللحظية لكل من :
- شدة التيار المار في الدارة .
- التوتر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

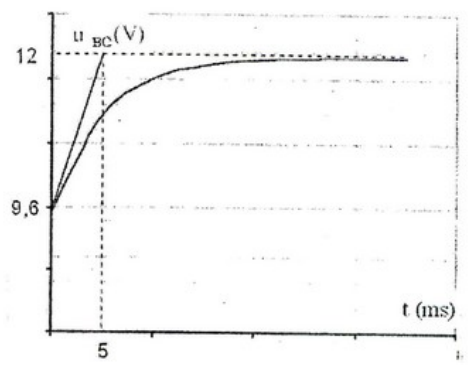
4- أكتب بدلالة E ، R_1 ، R_2 ، C لحظة تقاطع مماس البيان $u_{AB} = f(t)$ عند اللحظة $t = 0$ مع محور الأزمنة .
5- اعتمادا على الدراسة التجريبية و النظرية السابقتين أوجد : E ، I_0 ، R_2 ، C . حيث I_0 شدة التيار الأعظمية المارة بالدرة .

التمرين 37:



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 :

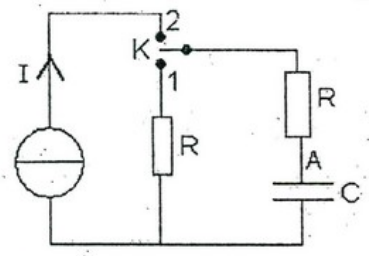




1- بين على الدارة السابقة كيفية وصل راسم الاهتزاز المهبطي بالدارة حتى نحصل على البيانين السابقين .
2- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة $q = f(t)$ حيث q شحنة المكثفة .
3- حل هذه المعادلة التفاضلية من الشكل $q = A(1 - e^{-t/B})$ ، عين A و B ، ماذا يمثل B و ما هو مدلوه الفيزيائي .
4- أكتب بدلالة E ، R_1 ، 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 .

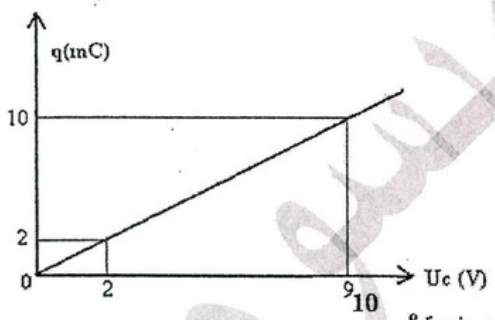
التمرين 38:

لدراسة شحن وتفريغ مكثفة عبر ناقل أومي $R_{TOT} = 2R$ نحقق التركيب التجريبي التالي



I- شحن المكثفة

يسري المولد في الدارة تيارا شدته $I = 0,33mA$ ، البيان التالي يعطي تغيرات شحنة المكثفة q بدلالة التوتر بين طرفيها u_c .

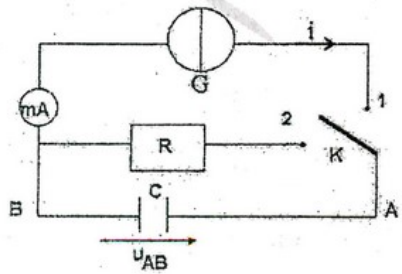


1- أوجد من البيان قيمة سعة المكثفة c .
2- إن القيمة المعطاة من طرف الصانع هي $c = 1mF$ بدقة 20% .
- هل القيمة المتحصل عليها تتوافق مع ما أعطاه الصانع ؟
3- قارن بين الطاقة المخزنة من طرف المكثفة خلال نفس المدة $7,5s$ وهذا عندما نشحنها بتيار شدته $I = 0,330mA$ و $I' = 0,165mA$

II- تفريغ المكثفة

عندما يصل التوتر بين طرفي المكثفة إلى القيمة $u = u_0 = 6,4V$ ، نغير وضع البادلة من 2 إلى 1 نأخذ هذه اللحظة كمبدأ جديد للأزمنة .
1- أحسب الطاقة المخزنة في المكثفة خلال الشحن .
2- أوجد المعادلة التفاضلية التالية. $\frac{du_c}{dt} + \frac{1}{2RC}u_c = 0$
3- إعتمادا على ما درسته ، أعط حل لهذه المعادلة .
4- ما قيمة التوتر بين طرفي المكثفة عند $t = \tau$ ؟
5- نريد تفريغ المكثفة بسرعة ، أيجب علينا إستخدام ناقل مقاومته كبيرة أو صغيرة ؟

التمرين 39:

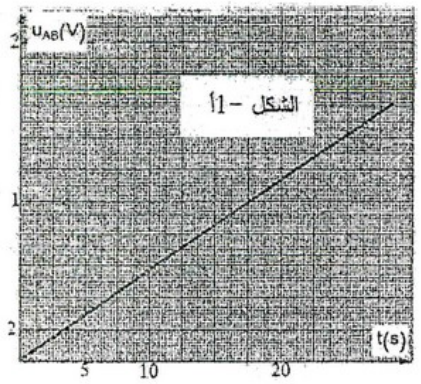


اقترح أستاذ على تلامذته تعيين سعة مكثفة C بطريقتين مختلفتين :
الطريقة الأولى: شحن المكثفة بتيار مستمر ثابت الشدة.
الطريقة الثانية : تفريغ المكثفة في ناقل أومي.
لهذا الغرض تمّ تحقيق التركيب المقابل.

أولاً: 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 $ExAO$ تمكنّا من مشاهدة المنحنى البياني لتطور التوتر u_{AB} بين طرفي المكثفة بدلالة الزمن t (الشكل-1أ).

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

ب- جد قيمة C سعة المكثفة .

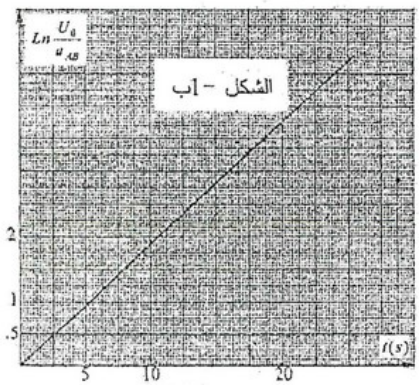


الشكل -1أ

ثانياً: عندما يصبح التوتر بين طرفي المكثفة مساويا إلى القيمة $U_0 = 1,6V$، نضع البادلة K في الوضع (2) في لحظة نعتبرها من جديد $t = 0$ ، فيتم تفريغ المكثفة في ناقل أومي مقاومته $R = 1\ K\Omega$.

أ- جد المعادلة التفاضلية التي يحققها u_{AB} ؛

علماً أن حلها : $u_{AB} = U_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$.



الشكل -1ب

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

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