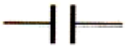
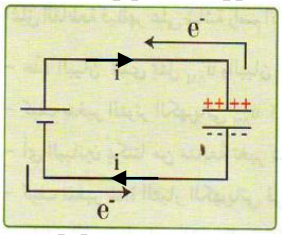
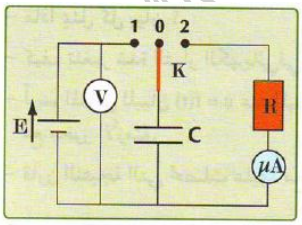
السلسلة : 09 المكثّفة و ثنائي القطب RC

ملخص :

1.. خصائص المكثفة : هي جهاز كهربائي بإمكانه تخزين شحنة كهربائية Q ، تتكون من لبوسين يفصلهما عازل

رمزها 





$$C = \frac{Q}{U_{AB}}$$

سعة المكثفة : هي مقدار فيزيائي يمثل مدى قابليتها للتخزين تتعلق بطبيعة المكثفة فقط (وحدتها هي الفاراد F) .

$$C = \varepsilon \frac{S}{d} \qquad \varepsilon = \varepsilon_0 \times \varepsilon_r \qquad \varepsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12}\,(F.m^{-1})$$

حيث : ε ثابت العزل الكهربائي ، ε_0 : ثابت العزل للفراغ ، ε_r : ثابت العزل النسبي (يميز الفراغ)

جمع المكثفات : على التسلسل : $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$ على التفرع : $C = C_1 + C_2 + C_3$

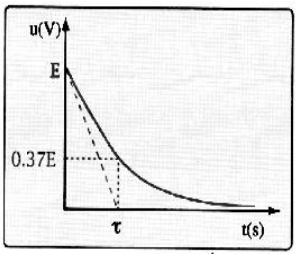
2. العلاقة بين شدة التيار و التوتر بين طرفي مكثفة :

$$i(t) = \frac{dq_A}{dt} = \frac{d(Cu_{AB})}{dt} = C\frac{du_{AB}}{dt}$$

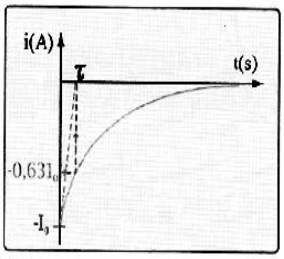
3. الشحن و التفريغ :

يتزايد التوتر بين طرفي مكثفة أسيا بدلالة الزمن أثناء الشحن ، و يتناقص كذلك أسيا أثناء التفريغ .

يتعلق زمن الشحن و التفريغ بقيمة R و C . يدعى الجداء : R . C بثابت الزمن τ . $\tau = R\,C$

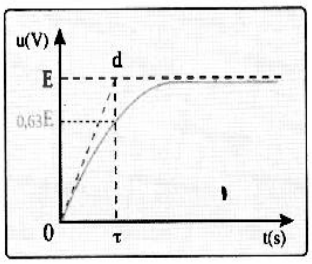


$u(t) = E\,e^{-t/RC}$

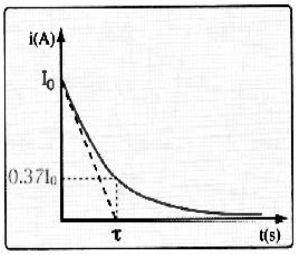


$i(t) = -I_0\,e^{-t/\tau}$

تطور التوتر وشدة التيار أثناء عملية التفريغ



$u(t) = E\,(1 - e^{-t/RC})$



$i(t) = I_0\,e^{-t/\tau}$

تطور التوتر وشدة التيار أثناء عملية الشحن

4. الطاقة المخزنة في مكثفة : $E(C) = \frac{1}{2}CU_c^2$

.. تتناقص هذه الطاقة إلى النصف أثناء التفريغ بعد زمن :

$$t_{1/2} = \frac{\tau}{2}\ln 2$$

تمرين 01: لدينا مجموعة مكثفات متماثلة سعة كل منها $C_1 = 0,1\,mF$.

1ـ عين طريقة تجميع عدد من هذه المكثفات للحصول على مكثفة مكافئة سعتها $5\,mF$.

2ـ حدد عدد المكثفات المستعمل .

3ـ نشحن مجموعة المكثفات المستعملة تحت توتر $U = 40V$.

أ ـ ما هي شحنة المكثفة المكافئة ؟ ب ـ ما هي شحنة كل مكثفة ؟

تمرين 02: مكثفة سعتها $C = 3,3\mu F$ تشحن بواسطة مولد للتوتر المستمر قوته المحرك الكهربائية $E = 9V$.

تتم عملية الشحن عبر ناقل أومي مقاومته $R = 100K\Omega$.

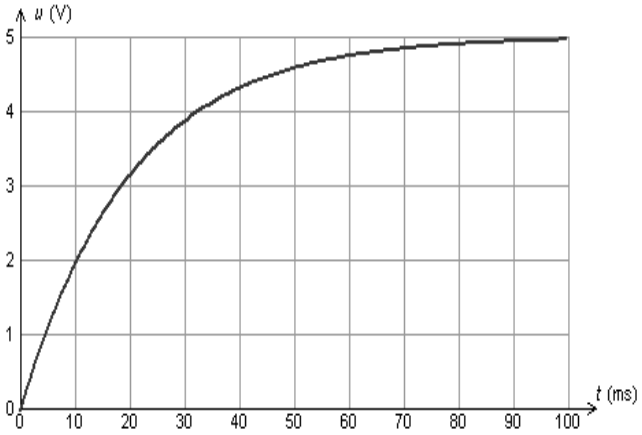
1 – أعط عبارة ثابت الزمن τ لهذه الدارة.

2 – بين أن وحدة τ هي وحدة زمن.

3 – أوجد قيمة ثابت الزمن τ .

4 – عين قيمتي التوتر الكهربائي بين طرفي المكثفة و شدة التيار الكهربائي المار في الدارة بعد 5 ثواني من غلق القاطعة.

تمرين 03: يمثل الشكل تغيرات التوتر الكهربائي بين طرفي مكثفة بدلالة الزمن. تشحن هذه المكثفة بتوتر ثابت قيمته $E = 5V$ عبر ناقل أومي مقاومته $R = 1000\Omega$.



1 – أعط تركيب الدارة الذي يسمح بتحقيق هذه المتابعة.

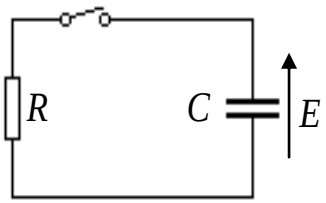
2 – أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر بين طرفي المكثفة.

3 – أعط عبارة حل هذه المعادلة.

4 – استنتج من البيان قيمة ثابت الزمن τ لثنائي القطب RC .

5 – استنتج سعة المكثفة.

تمرين 04: يمثل الشكل المقابل دارة كهربائية تحتوي على مكثفة مشحونة، سعتها $C = 56\mu F$ و التوتر بين طرفيها $E = 4,0V$ ، ناقل أومي مقاومته $R = 100\Omega$ و قاطعة:



1 سلطان في اللحظة $t = 0$ نقوم بغلق القاطعة. ما هي قيمة التوتر u_C بين طرفي المكثفة عند هذه اللحظة؟

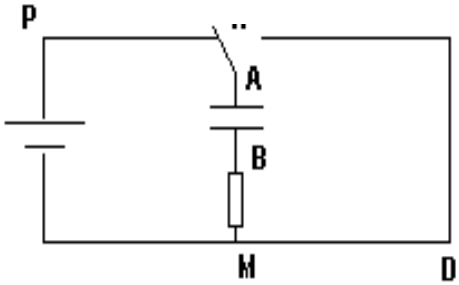
2 سلطان أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C بين طرفي المكثفة.

3 سلطان تأكد أن المعادلة $u_C = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$ تعتبر حلا للمعادلة التفاضلية.

4 سلطان أعط عبارة طاقة المكثفة بدلالة الزمن .

5 سلطان أحسب قيمة هذه الطاقة من أجل $t = \tau$ ثم من أجل $t = 10ms$.

تمرين 05: للمولد PM قوة محركة كهربائية E . و مقاومة داخلية مهملة.



1..أ.. عند اللحظة $t = 0\ s$ نربط النقطة K مع النقطة P .بين أن المعادلة التفاضلية التي تربط U_{AB} الزمن t تكتب كالآتي :

$$RC\frac{dU_{AB}(t)}{dt} + U_{AB}(t) = E$$

ـ بين أن وحدة المقدار $\tau = RC$ في جملة الوحدات الدولية هي : الثانية (seconde) .

ب).. بين أن حل المعادلة أعلاه هو : $U_{AB}(t) = E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$.

جـ).. أرسم شكل المنحنى البياني الذي يمثل $U_{AB}(t)$. عين بالتقريب على الشكل إحداثيات نقطة تقاطع مماس المنحنى عند المبدأ مع الخط المقارب الأفقي للمنحنى .

د).. أحسب ثابت زمن الدارة مع العلم أن : $R = 10k\Omega$ و $C = 0,5\mu F$.

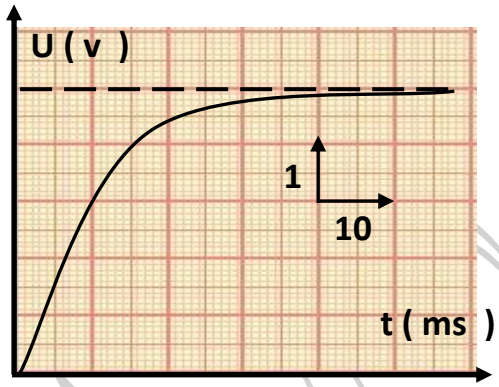
هـ).. أحسب قيمة التوتر U_{AB} عند اللحظات : τ ، 5τ ، ثم عندما يؤول t إلى ما لانهاية . يعطى : E = 100 V .

2.. المكثفة الآن مشحونة ، نربط النقطة K بالنقطة D عند اللحظة : t = 0 المحسوبة بميقاتية جديدة .

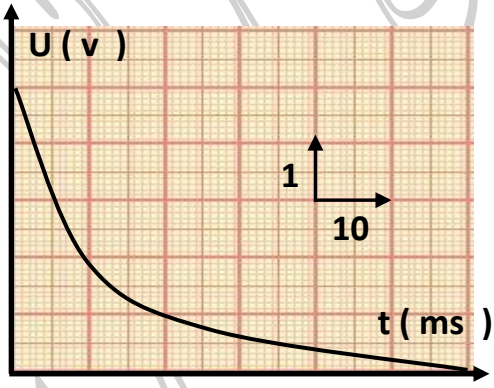
أ).. استخرج المعادلة التفاضلية الجديدة التي تربط $U_{AB}(t)$ بـ t .

ب).. تحقق أن الحل هو : $U_{AB}(t) = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$. أحسب التوتر عند اللحظات : τ ، 5τ ، ثم عندما يؤول t إلى ما لانهاية.

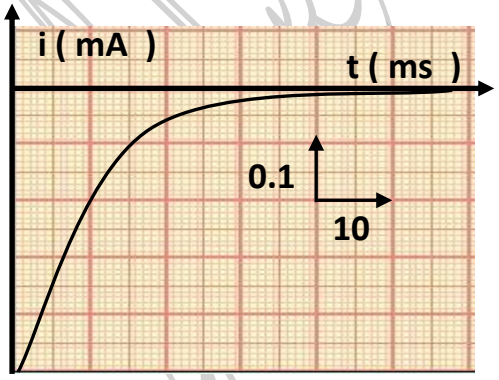
06 توضح الأشكال أسفله مخططات الشحن و التفريغ لمكثفة سعتها (C) مربوطة على التسلسل مع ناقل أومي مقاومته (R) .



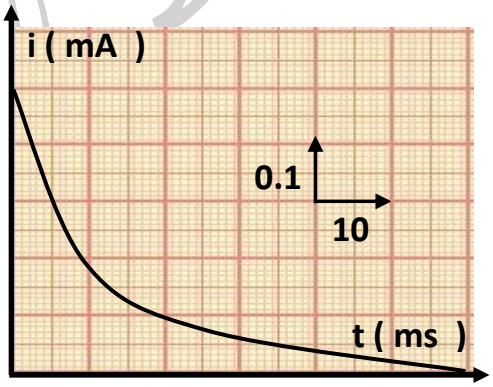
الشكل – 2 -



الشكل – 1 -



الشكل – 4 -



الشكل – 3 -

1ـ بين منحنيات الشحن و منحنيات التفريغ مع التعليل .

2ـ إعتمادا على المنحنيات أعلاه استنتج ما يلي :

أ) الشدة العظمى لتيار الشحن i_0 ، و القيمة العظمى U_0 لتوتر الشحن ، و قيمة المقاومة R .

ب) ثابت الزمن τ للدارة و قيمة السعة (C) للمكثفة المستعملة .

جـ) الطاقة الكهربائية العظمى المخزنة بالمكثفة لحظة بدء التفريغ .

د) زمن تناقص طاقة التفريغ العظمى إلى نصف قيمتها $(t_{1/2})$.

3ـ نغير قيمة سعة المكثفة باستعمال مكثفة أخرى سعتها ($C' = 2C$) و قيمة المقاومة باستعمال مقاومة أخرى $R' = R/2$. استنتج قيمة $(t'_{1/2})$ الجديدة .

07) نريد تعيين سعة مكثفة (C) خلال حصة أعمال تطبيقية. من أجل تحقيق هذا الغرض نستعمل التجهيز التالي:

مولد لتوتر ثابت مقاومته مهملة، ناقل أومي مقاومته R، مكثفة سعتها C، بادلة، أسلاك التوصيل.

1) ضع رسما تخطيطيا للدارة الكهربائية توضح من خلاله آلية شحن وتفريغ مكثفة.

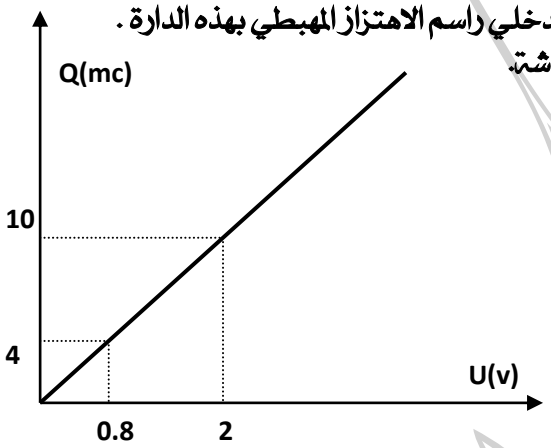
2) كيف يتم تفريغ مكثفة في البداية؟

3) عند اللحظة t=0 نبدأ بشحن المكثفة بالمولد السابق الذي يعطي تيارا شدته ثابتة. باستعمال راسم الاهتزاز المهبطي ذي مدخلين يظهر على شاشته التوترين اللحظيين بين طرفي المولد وطرفي المكثفة.

أ) باستعمال الرسم التخطيطي السابق للدارة بين كيفية ربط مدخلي راسم الاهتزاز المهبطي بهذه الدارة.

ب) ضع شكلا كيفيا للتوترين اللحظيين الملاحظين على الشاشة.

4) أثناء عملية الشحن ومن أجل كل قيمة لـ (t) نحسب قيمة شحنة المكثفة (Q) فنحصل على البيان التالي الذي يمثل تغيرات شحنة المكثفة بدلالة التوتر الكهربائي المطبق بين طرفيها.



1.4) بالاعتماد على البيان: عين سعة المكثفة.

2.4) اذا علمت أن القيمة المسجلة على المكثفة من طرف الصانع هي:

$C = 4700\mu F$ بـ 20%

هل القيمة المتحصل عليها تجريبيا تتفق مع دقة الصانع؟ علل.

بكالوريا الجزائر 2011 (علوم تجريبية) 04 نقط

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

1- ارسم مخطط دارة التفريغ.

2- لمتابعة تطور التوتر $u_C(t)$ بين طرفي المكثفة خلال الزمن نستعمل جهاز فولطمتر رقمي وميقاتية إلكترونية.

أ- كيف يتم ربط جهاز الفولطمتر في الدارة؟

نغلق القاطعة في اللحظة $t = 0\ ms$ ونسجل نتائج المتابعة في الجدول التالي:

$t(ms)$	0	10	20	30	40	60	80	100	120
$u_C(V)$	6,00	4,91	4,02	3,21	2,69	1,81	1,21	0,81	0,54

ب- أرسم المنحنى البياني الممثل للدالة $u_C = f(t)$ على ورقة ميليمترية، **أرفقها مع ورقة إجابتك.**

جـ- عيّن بيانيا قيمة ثابت الزمن τ.

د- احسب سعة المكثفة C.

3 - أ - بتطبيق قانون جمع التوترات، اكتب المعادلة التفاضلية للتوتر الكهربائي $u_C(t)$.

ب- المعادلة التفاضلية السابقة تقبل العبارة $u_C(t) = A\ e^{-\alpha t}$ حلا لها، حيث α ; A ثابتان يطلب تعيينهما.

الحياة ألم يخفيه أمل ... وأمل يحققه عمل ... وعمل ينهيه أجل ..... وبعد ذلك يجزى كل امرىء بما عمل