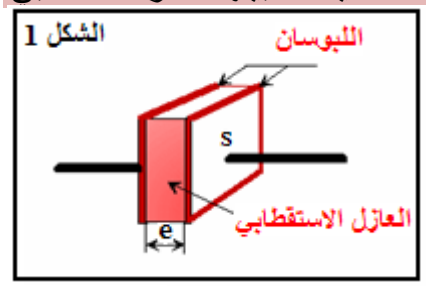
هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

ثنائي القطب RC
Dipôle R C

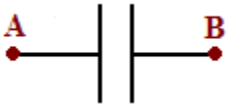
I ـ المكثف: Condensateur

تعريف:

المكثف ثنائي قطب يتكون من موصلين متقابلين يسميان لبوسين Armatures يفصل بينهما عازل استقطابي.



يرمز للمكثف ب :



1 ـ شحن وتفريغ المكثف:

*** نشاط تجريبي 1 :** ننجز التركيب الممثل أسفله (الشكل 2).

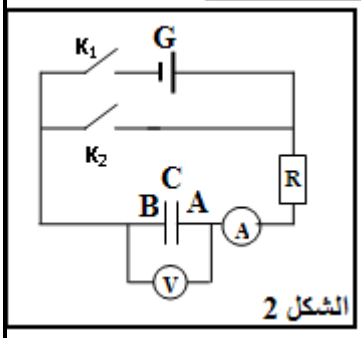
أ ـ الشحن: نفتح قاطع التيار K_2 ونغلق K_1

بمتابعة مؤشر الفولطمتر ومؤشر الأمبيرمتر صف ما يحدث للتوتر بين مربطي المكثف و شدة التيار المار في الدارة ـ كيف تفسر شحن المكثف

ب ـ التفريغ: نفتح قاطع التيار K_1 ثم نغلق K_2

قارن منحى مرور التيار الكهربائي مع منحى مروره عند الشحن .

كيف تفسر تفريغ المكثف.



➢ الشحن: Charge

ـ يشير الأمبيرمتر إلى مرور تيار كهربائي تتناقص شدته إلى أن ينعدم،

يتزايد التوتر U_{AB} إلى أن يصبح مساويا للقوة الكهرمحركة للمولد $U_{AB}=E$.

ـ تنتقل الإلكترونات من اللبوس A نحو اللبوس B وتجد أمامها عازلا فتتركم عليه ،

فيشحن اللبوس A بشحنة q_A موجبة $q_A \rangle 0$ بينما يشحن اللبوس B بشحنة q_B سالبة $q_B \langle 0$ ، بحيث : $q_A = - q_B$.

ـ نسمي شحنة المكثف q ، الكمية الكهربائية التي يتوفر عليها أحد لبوسيه، حيث $q = q_A = -q_B$

ـ عندما يشحن المكثف كليا $(i = 0)$ يصبح $U_{AB} = E$.

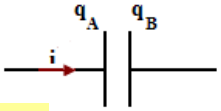
➢ التفريغ: Décharge

ـ نلاحظ مرور تيار عكس المنحى الذي مر فيه أثناء الشحن، حيث الإلكترونات المتراكمة على اللبوس B تغادره نحو اللبوس A عبر الأمبيرمتر نقول إن المكثف ينفرغ (se décharge) ينتهي التفريغ $(i = 0)$ عندما يصبح $U_{AB} = 0$.

2 العلاقة بين الشحنة وشدة التيار i :

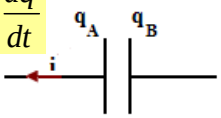
نختار المنحى الموجب لشدة التيار بحيث يدخل من اللبوس A.

إذا مر التيار في المنحى المختار يحسب موجبا $i\rangle 0$ وإذا مر عكس المنحى المختار يحسب سالبا $i\langle 0$



ـ عند تزايد q_A $\frac{dq_A}{dt}\rangle 0$ أي $i\rangle 0$

$i(t) = \frac{dq}{dt}$



ـ عند تناقص q_A $\frac{dq_A}{dt}\langle 0$ أي $i\langle 0$

شدة التيار الكهربائي هي صبيب الشحنات الكهربائية أي كمية الكهرباء dq التي تمر في وحدة الزمن:

$$q = q_A = -q_B \qquad i = \frac{dq}{dt}$$

$$dq = dq_A = -dq_B$$

المكثف مُركبة تخزن كمية من الكهرباء وترجعها عند الحاجة.

2 ـ العلاقة بين شحنة المكثف q والتوتر بين مربطيه U: سعة المكثف (Capacité)

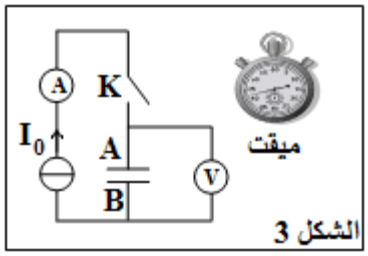
*** نشاط تجريبي 2**

يشحن المكثف بواسطة مولد مؤمثل للتيار (يعطي شدة ثابتة I_0) .

نضبط I_0 على القيمة 0,46mA ثم نقيس التوتر U_{AB} بين مربطي المكثف كل خمس ثوان بفتح K وتوقيف الميقت في

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

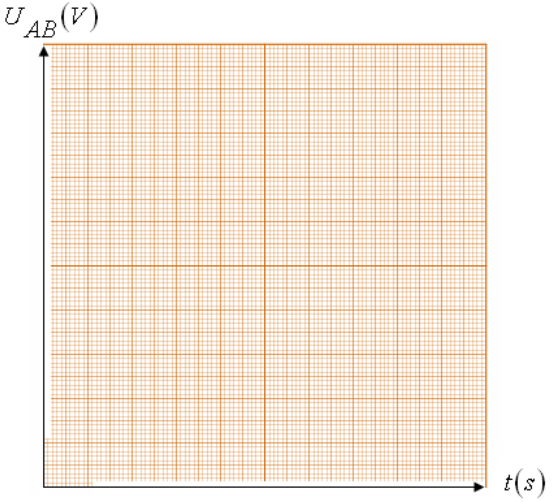
هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma



الشكل 3

نفس الوقت (أنظر التركيب التجريبي جانبه).
نحصل على النتائج التالية:

t(s)	0	5	10	15	20
U_{AB}(V)	0	1	2	3	4



*** استثمار**

1 - مثل المنحنى $U_{AB} = f(t)$ باختيار سلم مناسب.
2 - حدد K المعامل الموجه للمستقيم المحصل عليه.
3 - اعط تعبير q_A شحنة اللبوس A بدلالة شدة التيار I_0 والزمن t.
4 - استنتج تعبير q_A بدلالة I_0 ، K و U_{AB} .
5 - نضع $C = \frac{I_0}{K}$: سعة المكثف. احسب C.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

C : سعة المكثف وحدتها في النظام العالمي **الفاراد Farad** ، رمزها F.
وبالتالي :

$$q_A = C.U_{AB}$$
$$C \quad F \quad V$$

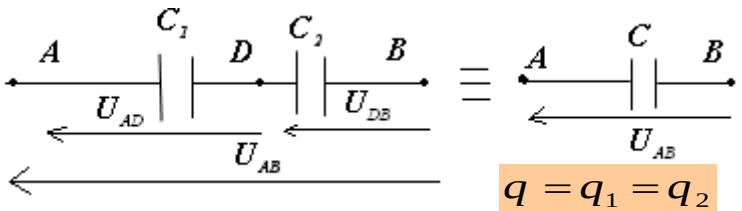
أجزاء الفاراد:

$1mF = 10^{-3}F$	(ميلي فاراد)
$1\mu F = 10^{-6}F$	(ميكروفاراد)
$1nF = 10^{-9}F$	(نانوفاراد)
$1pF = 10^{-12}F$	(بيكوفاراد)

تتناسب شحنة q_A للمكثف مع التوتر U_{AB} بين مربطيه.

II - تجميع المكثفات.

1 - التركيب على التوالي:



$$q = q_1 = q_2$$

حسب قانون إضافيات التوترات:

$$\begin{cases} U_{AB} = U_{AD} + U_{DB} \\ U_{AD} = \frac{q_1}{C_1} \Leftarrow q_1 = C_1 U_{AD} \\ U_{DB} = \frac{q_2}{C_2} \Leftarrow q_2 = C_2 U_{DB} \\ U_{AB} = \frac{q}{C} \Leftarrow q = C\,U_{AB} \end{cases} \Longrightarrow \begin{cases} \frac{q}{C} = \frac{q_1}{C_1} + \frac{q_2}{C_2} \\ \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \end{cases}$$

وبالتالي:

$$C = \frac{C_1.C_2}{C_1 + C_2}$$

C : سعة المكثف المكافئ.

*** بصفة عامة :** التركيب على التوالي لمكثفات سعاتها $C_1, C_2, \ldots\ldots, C_n$ يكافئ مكثفا سعته C بحيث:

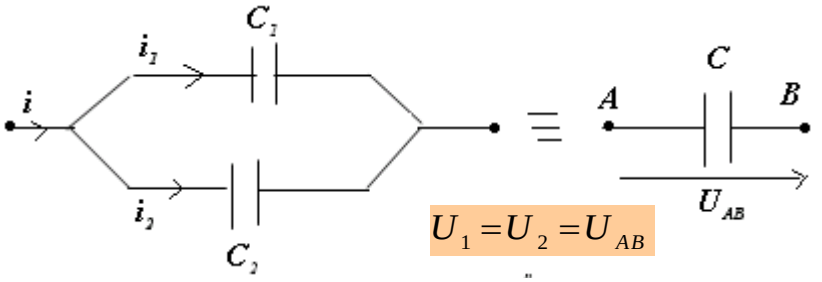
$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \ldots\ldots + \frac{1}{C_n}$$

*** فائدة التركيب على التوالي:** يمكن هذا التركيب من الحصول على سعة قيمتها اصغر مع تطبيق توتر عال قد لا يتحمله كل مكثف إذا استعمل لوحده.

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

2 ـ التركيب على التوازي:



$U_1 = U_2 = U_{AB}$

لدينا:
$$\begin{cases} q = q_1 + q_2 \\ q_1 = C_1 U_1 \\ q_2 = C_2 U_2 \\ q = C U_{AB} \end{cases}$$

$$C U_{AB} = C_1 U_1 + C_2 U_2$$

وبالتالي: $C = C_1 + C_2$

C : سعة المكثف المكافئ.

*** بصفة عامة :** التركيب على التوازي لمكثفات سعاتها $C_1, C_2, \ldots\ldots, C_n$ يكافئ مكثفا سعته **C** بحيث:

$$C = C_1 + C_2 + \ldots\ldots + C_n$$

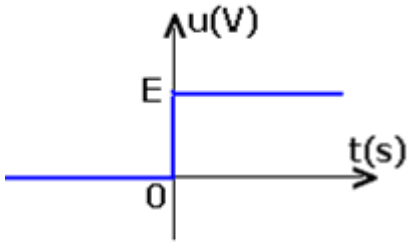
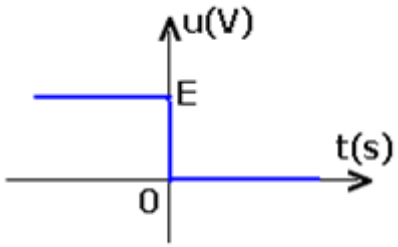
*** فائدة التركيب على التوازي:** يستعمل هذا التركيب لتضخيم السعة وتخزين شحنة كبيرة باستعمال مكثفات سعاتها صغيرة.

III ـ استجابة ثنائي قطب RC لرتبة توتر: Echelon de tension

تعاريف:

ـ ثنائي قطب **RC** هو تجميع على التوالي لموصل أومي مقاومته R ومكثف سعته **C**.

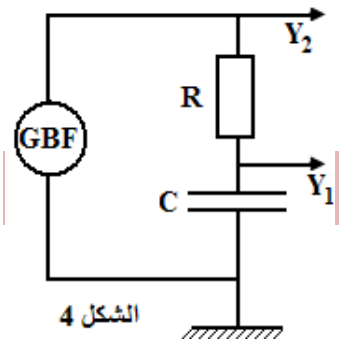
ـ رتبة توتر هي إشارة كهربائية تعرف كالتالي:

* رتبة التوتر الصاعدة:	* رتبة التوتر النازلة :
$U = E \quad t > 0$ $U = 0 \quad t < 0$	$U = 0 \quad t > 0$ $U = E \quad t < 0$
 الشكل 1	 الشكل 2

1 ـ الدراسة التجريبية.

1 ـ 1 ـ نشاط تجريبي: شحن مكثف:

- بعد تفريغ المكثف، ننجز التركيب الكهربائي جانبه حيث R = 1250Ω و C = 0,4µF ، (الشكل 4)
- نضبط مولد GBF ذا توتر مربعي توتره القصوى E = 6V وتردده f = 200Hz ،
- نغلق قاطع التيار K في **الموضع 1** ونعاين بواسطة كاشف التذبذب التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف بدلالة الزمن.



الشكل 4

1 ـ ما هو المنحنى الذي نشاهده على المدخل Y_1 وما هو المنحنى الذي نشاهده على المدخل Y_2 ؟

2 ـ نعتبر حالة توتر ذي رتبة صاعدة. يبرز منحنى تغيرات $u_C(t)$ وجود نظامين:

- نظام انتقالي: يتغير خلاله التوتر $u_C(t)$.
- نظام دائم: يصل خلاله التوتر إلى قيمة حدية ثابتة.

أ ـ عين $u_C(0)$ و $u_C(\infty)$ عندما تؤول t إلى ما لا نهاية.

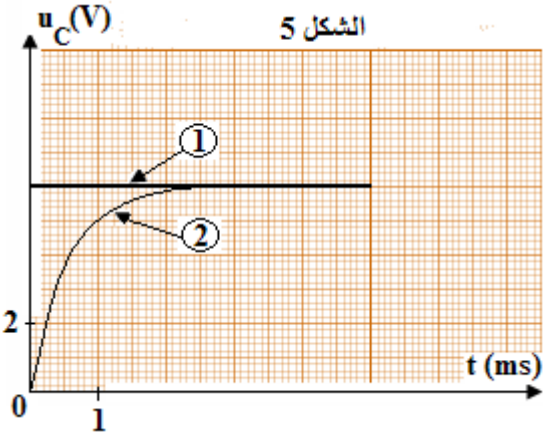
ب ـ نعبر عن المنحنى $u_C(t)$ بدلالة الزمن، بالدالة $u_C(t) = k.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$

حيث k و τ ثابتتان، حدد الثابتة k . ماذا تمثل؟

نعطي: $e^{-\infty} = 0$.

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma



3 ـ تسمى τ ثابتة الزمن لثنائي القطب RC ، وتبين الدراسة النظرية أن: $\tau = RC$
باستعمال معادلة الأبعاد، بين أن τ عبارة عن زمن.
4 ـ نعتبر الدالة الممثلة للمنحنى $u_C(t)$.
أ ـ عبر عن $u_C(t = \tau)$ بدلالة E التي تم التعرف عليها في السؤال (2 ـ ب).
ب ـ استنتج مبيانيا قيمة τ.
د ـ يمكن أن نحدد τ بطريقة مبيانية ثانية حيث تمثل أفصول نقطة تقاطع المماس لمنحنى $u_C(t)$ عند t = 0 مع المنحنى (1). حدد τ باستعمال هذه الطريقة.

الأجوبة:

1 ـ المنحنى الذي نشاهده على المدخل Y_1 هو رقم 2 ،
المنحنى الذي نشاهذه على المدخل Y_2 هو رقم 1 .

2 ـ أ ـ $u_C(0) = 0$ و $u_C(\infty) = E$

2 ـ ب ـ $\begin{cases} u_C(\infty) = k.(1-e^{-\infty}) \\ = E \end{cases} \Leftarrow$ إذن K = E القوة الكهرمحركة للمنبع.

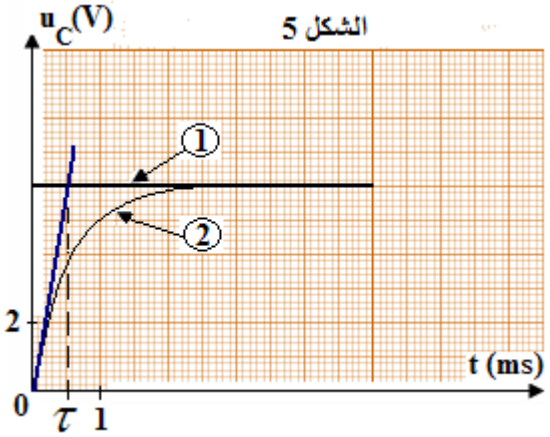
3 ـ معادلة الأبعاد
باستعمال معادلة الأبعاد بين أن للثابتة τ بُعد زمني.
لدينا : $C = \frac{q}{U}$ $\Longleftarrow$ $[C] = \frac{[Q]}{[U]}$ وبالتالي: $[C] = \frac{[I].[t]}{[U]}$

ولدينا: $u = R.i$ بالتالي: $[R] = \frac{[U]}{[I]}$ إذن: $[R].[C] = \frac{[I].[t]}{[U]} \times \frac{[U]}{[I]} = [t]$

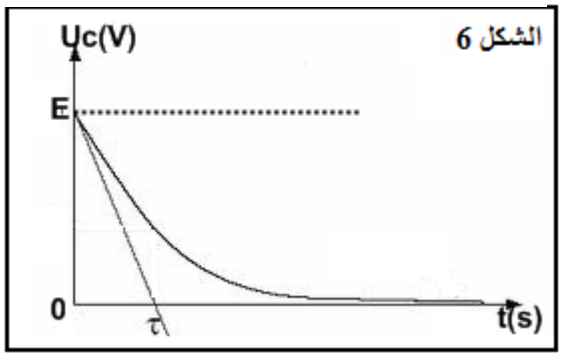
إذن للمقدار $\tau = RC$ بُعد زمني، نسمي τ **ثابتة الزمن** لثنائي القطب RC ونعبر عنه بالثانية (s)

4 ـ أ ـ تعبير $u_C(t = \tau)$:

$$u_C(t=\tau) = E.(1-e^{-\frac{\tau}{\tau}})$$
$$= E.(1-e^{-1})$$
$$= 0,63E$$



4 ـ ب ـ نستنتج مبيانيا قيمة τ:
τ الأفصول الذي يوافق الأرتوب **0,63.E** . ت ع : .....
4 ـ ج ـ $RC = 1250 \times 0,4.10^{-6} = 0,5.10^{-3}\ s = 0,5ms$
4 ـ د ـ تحديد ثابتة الزمن مبيانيا:
يقطع مماس المنحنى $U_C = f(t)$ عند اللحظة t = 0 المقارب **$U_C = E$**
في اللحظة **$t = \tau$**.



2 ـ 1 ـ تفريغ مكثف:
نؤرجح قاطع التيار عند الموضع 2 .
يفرغ المكثف في المقاومة R و**يتناقص** التوتر U_C بين مربطيه.
تحديد ثابتة الزمن مبيانيا:
المماس للمنحنى **$U_C = f(t)$**.

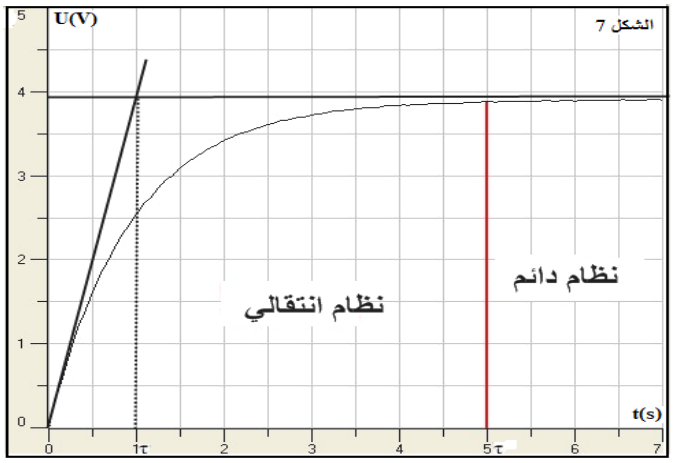
2 ـ النظامان الإنتقالي والدائم.
أ ـ نظام انتقالي: Régime transitoire
يتزايد أو يتناقص خلاله التوتر U_C ونحصل عليه عندما تكون $t \langle 5\tau$

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

ب ـ النظام الدائم: Régime permanent

نحصل عليه عندما يكون $t \rangle 5\tau$ ويبقى خلاله التوتر U_C ثابتا $(U_C = E)$ عند شحن المكثف $(U_C = 0)$ عند تفريغ المكثف.



3 ـ الدراسة النظرية.

3 ـ 1 ـ شحن مكثف.

أ ـ المعادلة التفاضلية:

حسب قانون إضافية التوترات لدينا : $U = U_R + U_C$

$E = Ri + U_C$

و لدينا: $i = \frac{dq}{dt}$ و $q = CU_C$

يعني : $i = C\frac{dU_C}{dt}$

$RC\frac{dU_C}{dt} + U_C = E$

تكتب المعادلة التفاضلية: $\boxed{\frac{dU_C}{dt} + \frac{U_C}{RC} = \frac{E}{RC}}$

ملحوظة:

باعتبار $U_C = \frac{q}{C}$ المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة q : $\boxed{\frac{dq}{dt} + \frac{q}{RC} = \frac{E}{R}}$

ب ـ حل المعادلة التفاضلية:

يكتب حل المعادلة التفاضلية: $\boxed{U_C = Ae^{-\alpha t} + B}$

A ، B و α ثوابت.

❖ **تحديد B و α :**

من المعادلة التفاضلية: $\frac{dU_C}{dt} = -\alpha Ae^{-\alpha t}$ نعوض : $-\alpha Ae^{-\alpha t} + \frac{Ae^{-\alpha t} + B}{RC} = \frac{E}{RC}$

$Ae^{-\alpha t}\left(\frac{1}{RC} - \alpha\right) = \frac{E - B}{RC}$

تتحقق هذه العلاقة كيفما كانت t وعلما أن $A \neq 0$ نستنتج أن $\frac{E - B}{RC} = 0$ و $\frac{1}{RC} - \alpha = 0$

ومنه: $\boxed{E = B \quad \text{و} \quad \alpha = \frac{1}{RC}}$

❖ **تحديد A باستعمال الشروط البدئية:**

عند اللحظة t = 0 فإن $U_C = 0$ (لم يكن المكثف مشحونا).

نعوض في العلاقة التفاضلية فنحصل على: $A + B = 0$ يعني $\boxed{A = -B = -E}$

إذن: $\boxed{U_C = -Ee^{-\frac{t}{RC}} + E}$

$\boxed{U_C = E\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)}$

نضع $\tau = RC$

تعبير التوتر بين مربطي مكثف: $\boxed{U_C = E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)}$

ملحوظة:

لدينا $q = C.U_C$ ومنه:

ـ **الشحنة الكهربائية:** $\boxed{q = CE\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)}$

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma

هذا الملف تم تحميله من موقع : Talamid.ma

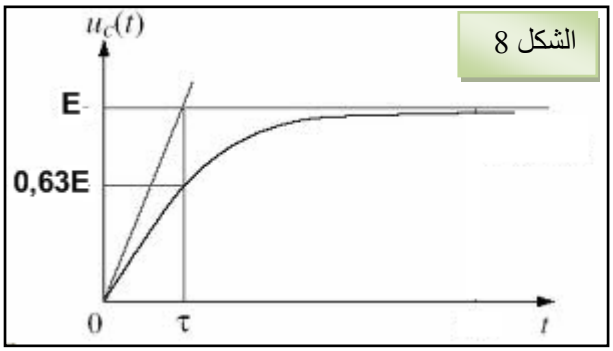
- شدة التيار i : $i=\frac{dq}{dt}$ ومنه: $i=\frac{E}{R}e^{-\frac{t}{\tau}}$

- الطريقة الحسابية لتحديد ثابتة الزمن τ:

لدينا: $U_C=E\left(1-e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$ عند $t=\tau$ فإن الأرتوب:

$$U_C(\tau)=E\left(1-e^{-1}\right)$$
$$U_C(\tau)=0,63E$$

الشكل 8



3 - 2 - تفريغ المكثف:

أ - المعادلة التفاضلية:

نؤرجح قاطع التيار إلى الموضع 2 .

حسب قانون إضافية التوترات $U_R+U_C=0$ لدينا $i=\frac{dq}{dt}$

$$Ri+U_C=0$$

$q=C.U_C$

$$\frac{dq}{dt}=C\frac{dU_C}{dt}$$

بالتالي: $RC.\frac{dU_C}{dt}+U_C=0$ ومنه $\frac{dU_C}{dt}+\frac{U_C}{RC}=0$

ملحوظة:

باعتبار $U_C=\frac{q}{C}$ نجد المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة q : $\frac{dq}{dt}+\frac{q}{RC}=0$

ب - حل المعادلة التفاضلية:

يكتب حل المعادلة التفاضلية على الشكل التالي: $U_C=Ae^{-\alpha t}+B$

❖ **تحديد الثوابت A , B و α :**

$\frac{dU_C}{dt}=-\alpha Ae^{-\alpha t}$

$-\alpha Ae^{-\alpha t}+\frac{Ae^{-\alpha t}+B}{RC}=0$

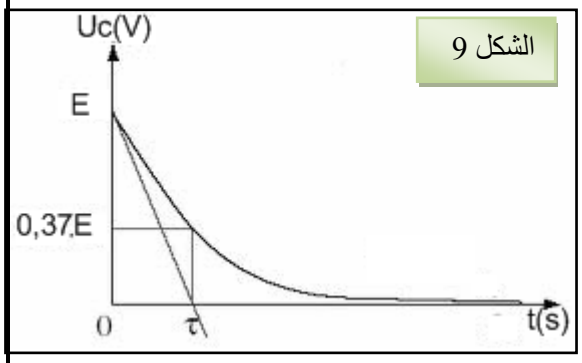
$Ae^{-\alpha t}\left(\frac{1}{RC}-\alpha\right)=-\frac{B}{RC}$

$A\neq 0$ فإن $B=0$ و $\alpha=\frac{1}{RC}$

❖ **تحديد الثوابت عند الشروط البدئية:**

عند t = 0 فإن $U_C=E$ ومنه: $A=E$ إذن : $U_C=Ee^{-\frac{t}{RC}}$

الشكل 9



$\tau=RC$ وبالتالي فإن: $U_C=Ee^{-\frac{t}{\tau}}$

عند $t=\tau$ فإن الأرتوب: $U_C(\tau)=0,37E$

ملحوظة:

لدينا $q=C.U_C$ ومنه:

- الشحنة الكهربائية: $q=C.Ee^{-\frac{t}{\tau}}$

- شدة التيار i : $i=\frac{dq}{dt}$ ومنه: $i=-\frac{E}{R}e^{-\frac{t}{\tau}}$

IV- الطاقة المخزونة في مكثف:

يمكن المكثف من تخزين طاقة كهربائية قصد استعمالها عند الحاجة.

تعبير الطاقة المخزونة في المكثف: $E_e=\frac{1}{2}CU^2$

أو: $E_e=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}$ مع : $q=C.U$

للمزيد من الملفات قم بزيارة الموقع : Talamid.ma