الأستاذ أيوب مرضي	مـــــــادة الـــــفـــــيـــــزيـــــاء	8 صفحات
مستوى الثانية بكالوريا شعبة: علوم الحياة و الأرض – ع ف – ع ر الثانوية التأهيلية		الـجـــزء الثالث: الكهرباء

الدرس السادس

ثنائي القطب RC

Le dipôles RC

I. المكثف le condensateur.

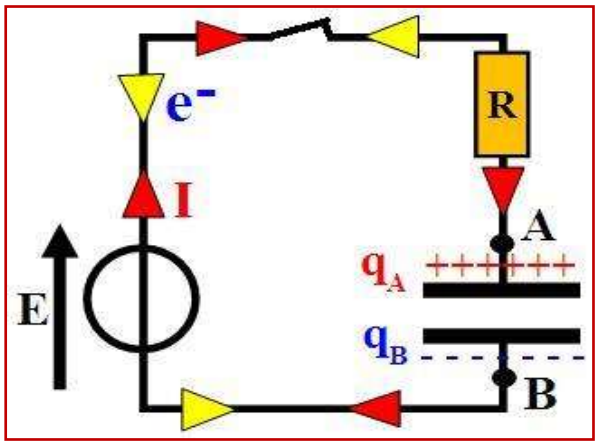
1. تعاريف:

أ. تعريف المكثف:

المكثف ثنائي قطب يتكون أساسا من موصلين متقابلين نسميهما .....، يفصل بينهما عازل يسمى ..... ، وتوجد في أشكال وأحجام مختلفة حسب الاستعمال، يرمز للمكثف في الاصطلاح كما هو مبين في الصورة أسفله.

الرمز الاصطلاحي للمكثف

ب. تعريف الشحنة:



- **شحنتا اللبوسين:** نعتبر التركيب الكهربائي الممثل جانبه، بحيث عند غلق قاطع التيار تتحرك الإلكترونات من اللبوس A نحو اللبوس B، و بوجود عازل استقطابي تتراكم هذه الأخيرة فيشحن اللبوس B بشحنة سالبة ($q_B<0$) بينما يشحن اللبوس A بشحنة موجبة ($q_A>0$). و بما أن الشحنة الكهربائية تنحفظ فإن $q_A = -q_B$ في كل لحظة.
- **شحنة المكثف:** .....
.....
.....
.....

2. العلاقة شحنة – شدة التيار:

شدة التيار الكهربائي هي صبيب الشحن الكهربائية، و هي كمية الكهرباء التي تصل إلى لبوس المكثف في وحدة الزمن.

أ. حالة التيار المستمر:

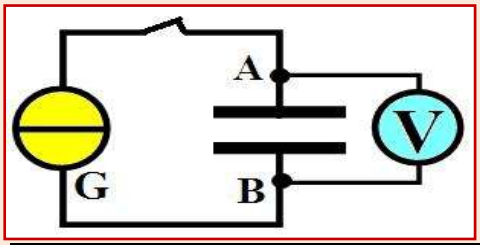
تكون شدة التيار الكهربائي ثابتة، عندما تكون كمية الكهرباء Q التي تجتاز مقطعا من الدارة خلال مدة زمنية Δt ثابتة، بحيث:

ب. حالة التيار المتغير:

عندما تتغير شحنة اللبوس A لمكثف بالمقدار dq خلال مدة زمنية صغيرة dt، فإن شدة التيار الكهربائي تكتب كما يلي:

3. العلاقة شحنة – توتر:

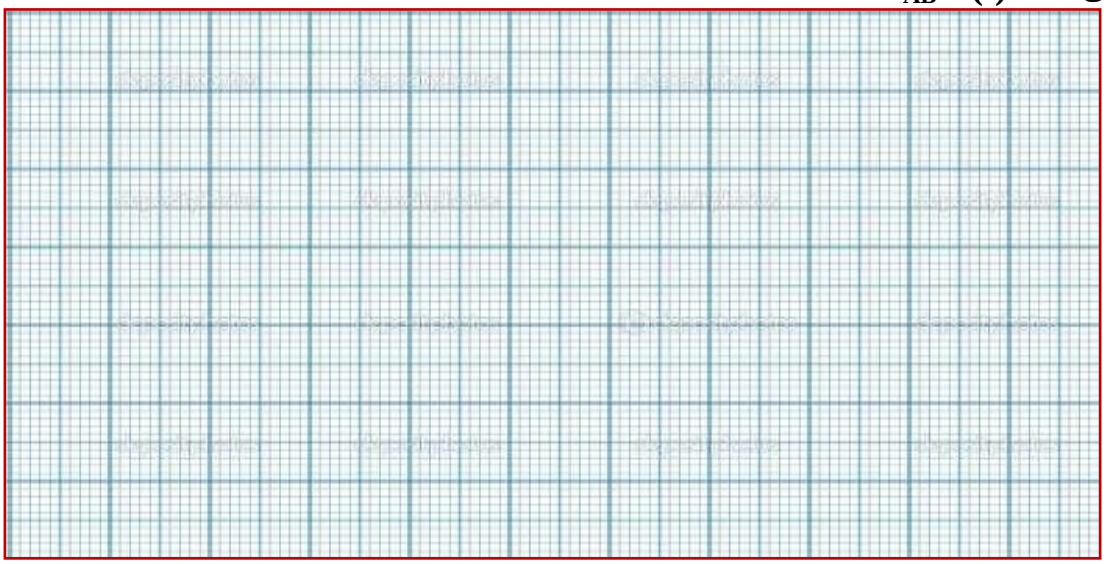
أ. نشاط تجريبي 1:



نعتبر التركيب التجريبي الممثل جانبة و المكون من مولد مؤمثل للتيار، مكثف، فولطمتر رقمي، و قاطع تيار.
نضبط المولد المؤمثل للتيار على القيمة $I = 1mA$.
عند اللحظة $t = 0$ نغلق قاطع التيار و نشغل الميقت و نقيس التوتر بين مربطي المكثف بعد تمام كل 10 ثواني، فنحصل على الجدول أسفله:

t(s)	0	10	20	30	40	50
u_{AB}(V)	0	2,3	4,6	6,9	9,2	11,5

1) مثل منحنى الدالة $u_{AB}=f(t)$.



2) استنتج قيمة α المعامل الموجه للمنحنى المحصل عليه.

.....

.....

.....

3) بين أن تعبير الشحنة q_A تكتب كما يلي: $q_A = \frac{I}{\alpha} \times u_{AB}$.

.....

.....

.....

.....

4) أحسب المقدار $\frac{I}{\alpha}$. ماذا يمثل؟

.....

.....

.....

.....

.....

ب. خلاصة:

.....

.....

.....

.....

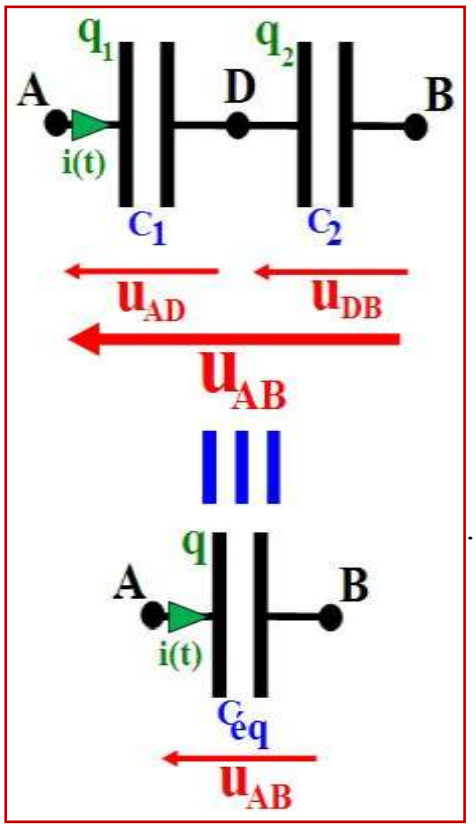
.....

ملاحظات:

- سعة المكثف C مقدار موجب يميز كل مكثف على الآخر، و لا تتعلق بالتوتر المطبق بين طرفيه و لا بمدة الشحن.
- تعتبر الفاراد (F) وحدة كبيرة جدا، لذلك نستعمل إلا أجزاء الفاراد، و منها:
  - ✓ (الميليفاراد $1mF = 10^{-3}F$)
  - ✓ (الميكروفاراد $1\mu F = 10^{-6}F$)
  - ✓ (النانوفاراد $1nF = 10^{-9}F$)
  - ✓ (البيكوفاراد $1pF = 10^{-12}F$)...

4. تجميع المكثفات و فائدته:

أ. التجميع على التوالي و فائدته:



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

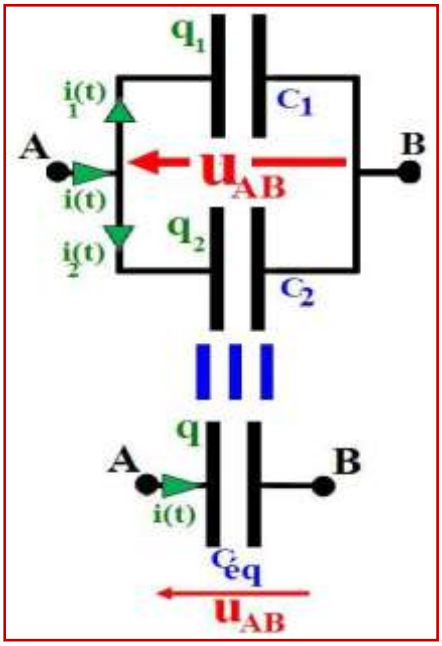
و منه فإن سعة المكثف المكافئ لتجميع عدة مكثفات على التوالي تحقق العلاقة التالية:

♦ **فائدة التركيب على التوالي:** .....

.....

.....

ب. التجميع على التوازي و فائدته:



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

و منه فإن سعة المكثف المكافئ لتجميع عدة مكثفات على التوازي تحقق العلاقة التالية:

♦ **فائدة التركيب على التوازي:** .....

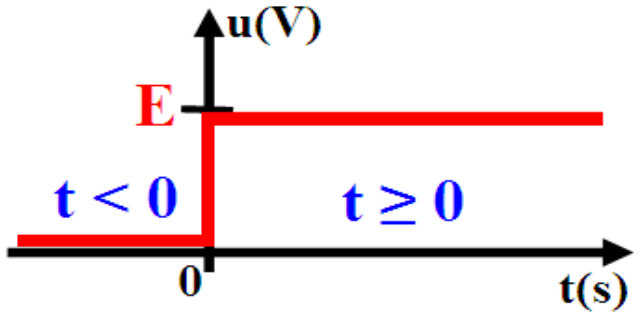
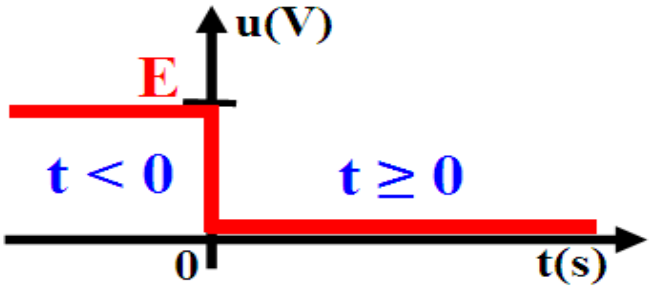
.....

.....

II. استجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر.

♦ ثنائي القطب RC هو تجميع على التوالي لموصل أومي مقاومته R و مكثف سعته C.

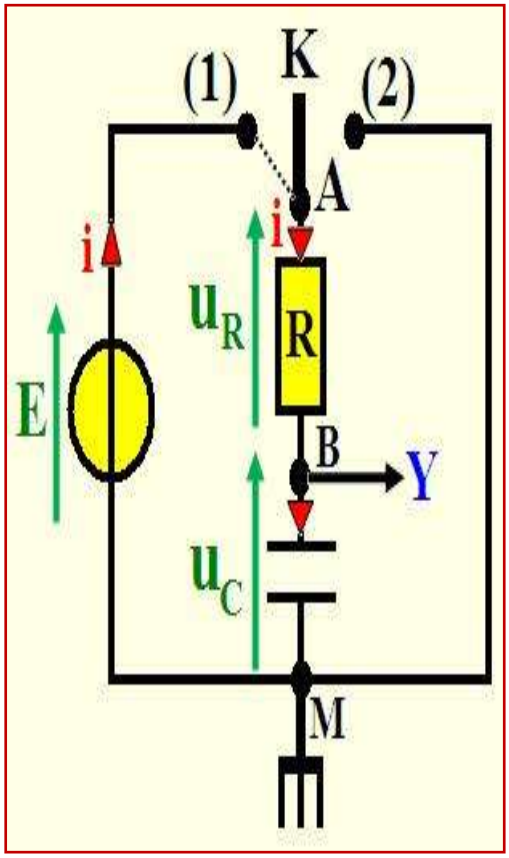
♦ رتبة التوتر هي إشارة كهربائية u، و نميز بين نوعين من الإشارات الكهربائية:

رتبة التوتر الصاعدة:	رتبة التوتر النازلة:
عند $t < 0 \leftarrow u = 0$ و عند $t \geq 0 \leftarrow u = E$	عند $t < 0 \leftarrow u = E$ و عند $t \geq 0 \leftarrow u = 0$
	

1. استجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر صاعدة (شحن المكثف):

أ. المعادلة التفاضلية للدارة:

نعتبر التركيب التجريبي جانبه، نؤرجح قاطع التيار K إلى الموضع (1) في لحظة $t = 0$.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ملاحظة:

- .....
.....
.....

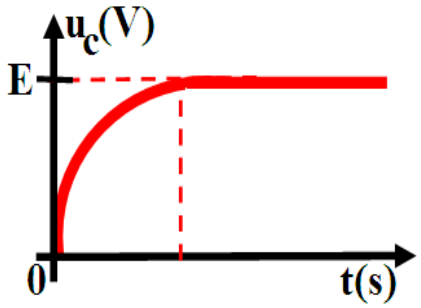
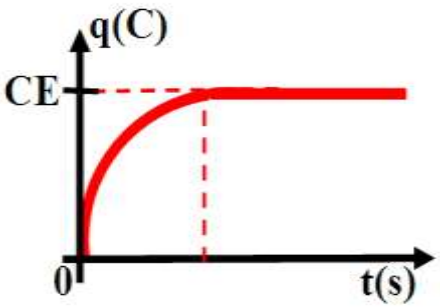
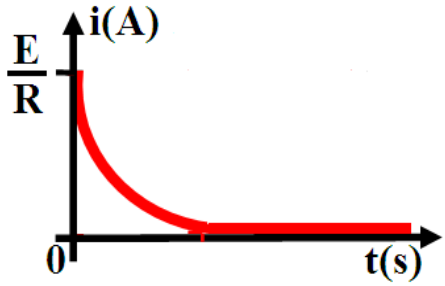
ب. حل المعادلة التفاضلية:

إن حل المعادلة التفاضلية $\tau.\frac{du_C}{dt} + u_C = E$ يكتب على الشكل التالي: $u_C(t) = Ae^{-\alpha t}+B$ بحيث

A، B، و α ثوابت يجب تحديدها كما يلي:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ج. منحنى تغيرات $u_C(t)$ و $q(t)$ و $i(t)$:

منحنى تغيرات u_C بدلالة الزمن	منحنى تغيرات q بدلالة الزمن	منحنى تغيرات i بدلالة الزمن
		
$u_c(t) = E(1- e^{-t/\tau})$	$q(t) = CE(1- e^{-t/\tau})$	$i(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{E}{R} e^{-t/\tau}$

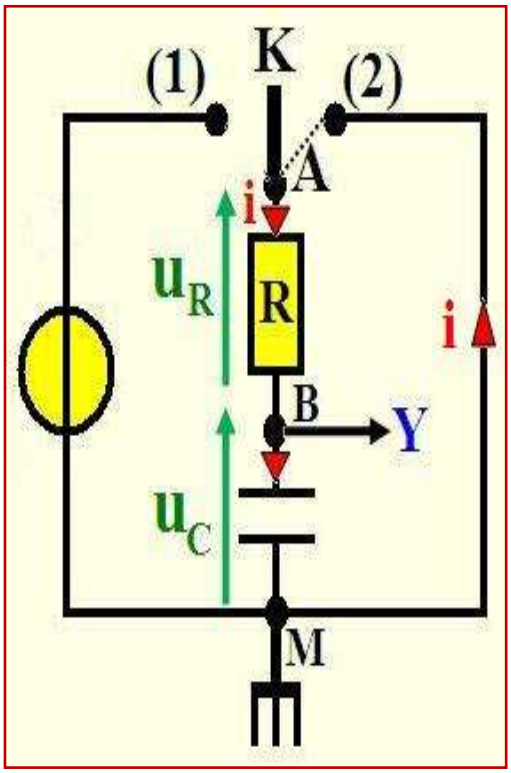
ملاحظة:

- .....
.....
.....
.....

2. استجابة ثنائي القطب RC لرتبة توتر نازلة (تفريغ المكثف):

أ. المعادلة التفاضلية للدارة:

نعتبر التركيب التجريبي جانبه، نؤرجح قاطع التيار K إلى الموضع (2) في لحظة t = 0.



.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ملاحظة:

- .....
.....
.....

ب. حل المعادلة التفاضلية:

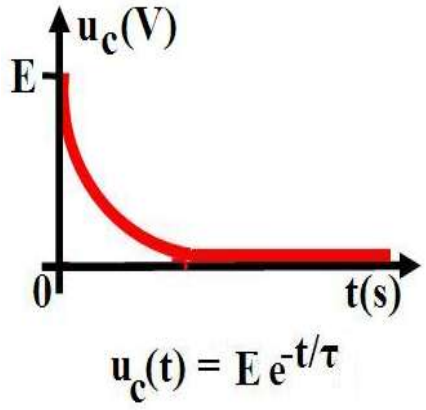
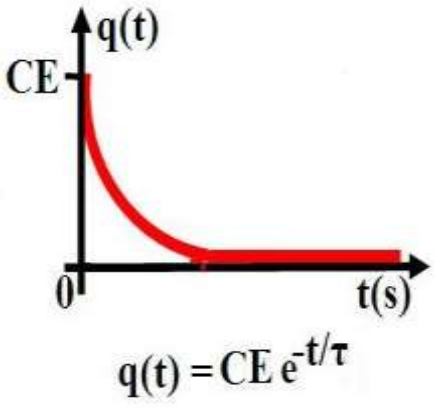
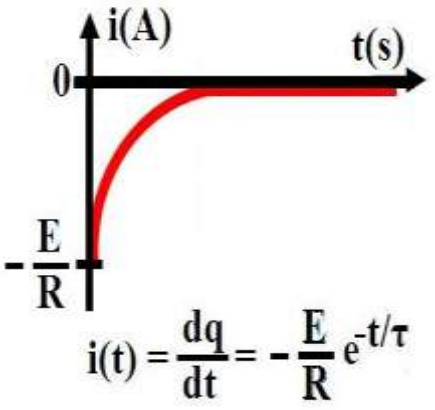
إن حل المعادلة التفاضلية $\tau.\frac{du_C}{dt} + u_C = 0$ يكتب على الشكل التالي: $u_C(t) = Ae^{-\alpha t}+B$ بحيث

A، B، و α ثوابت يجب تحديدها كما يلي:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ج. منحنى تغيرات $u_C(t)$ و $q(t)$ و $i(t)$:

منحنى تغيرات u_C بدلالة الزمن	منحنى تغيرات q بدلالة الزمن	منحنى تغيرات i بدلالة الزمن
		

3. ثابتة الزمن τ:

أ. تعريف:

تعرف ثابتة الزمن لثنائي القطب RC بالعلاقة التالية:

ب. تحليل معادلة الأبعاد للجداء R.C:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

ج. طرق تحديد ثابتة الزمن τ:

- **الطريقة الأولى:** بمعرفة قيم R و C نحسب τ بحيث $\tau=R.C$.
- **الطريقة الثانية:** تمثل τ أفصول تقاطع المماس للمنحنى $u_C(t)$ عند اللحظة $t=0$ و المقارب $u_C=E$.

♦ **الطريقة الثالثة:**

عند شحن المكثف: .....

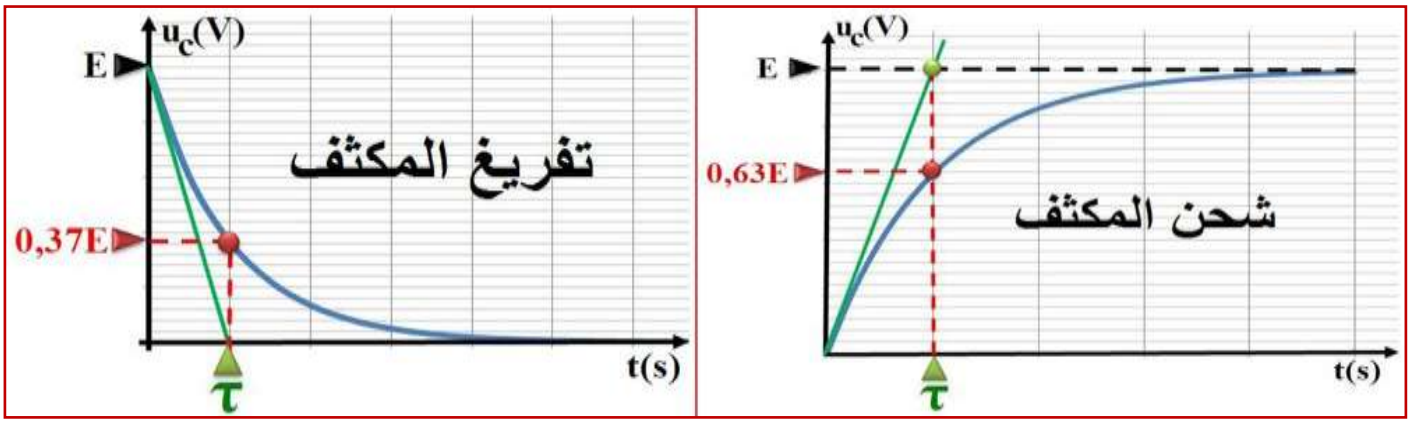
.....

.....

عند تفريغ المكثف: .....

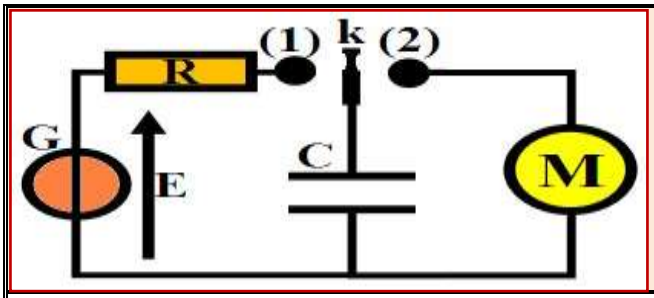
.....

.....



III. الطاقة المخزونة في المكثف.

أ. نشاط تجريبي 2:



نعتبر التركيب التجريبي جانبه، و المكون من مكثف سعته C و موصل أومي مقاومته R ومحرك M و مولد G.
نضع قاطع التيار k في الموضع (1) حتى يشحن المكثف كليا ثم نؤرجح قاطع التيار إلى الموضع (2)، فيشتغل المحرك لمدة زمنية.

1) ما مصدر الطاقة التي تدير المحرك؟

.....

.....

2) كيف تتغير الطاقة المخزونة في المكثف عند زيادة سعة المكثف أو القوة الكهرمحركة E للمولد G؟

.....

.....

.....

.....

ب. خلاصة:

نعتبر مكثفا سعته C يجتازه تيارا كهربائيا شدته i، و التوتر بين مربطيه هو u_C. القدرة الكهربائية المكتسبة من طرف المكثف هي: .....

.....

.....

.....

ومنه تكتب **الطاقة الكهربائية** المخزونة في المكثف التي وحدتها الجول (J) كما يلي: