

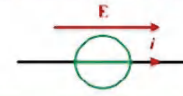
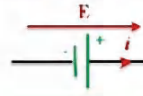
I. المكثفات و ثنائي القطب RC (العلاقات و القوانين)

1. المولد : E

أ. مولد التوتر المثالي : ثابت $E =$

u_G (V) فرق الكمون بين طرفي المولد
 E (V) القوة المحركة للمولد

$$u_G = E$$

ب. مولد التيار المثالي : ثابت $I =$

I (A) شدة التيار الكهربائي

$$i = I$$

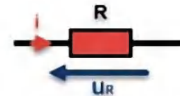


2. الناقل الأومي (المقاومة) : R

أ. قانون اوم

u_R (V) التوتر بين طرفي المقاومة
 R (Ω) المقاومة
 i (A) شدة التيار الكهربائي

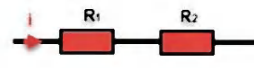
$$u_R = R \cdot i$$



ب. جمع المقاومات على التسلسل

R_{eq} (Ω) المقاومة المكافئة
 R_1 (Ω) المقاومة الاولى
 R_2 (Ω) المقاومة الثانية

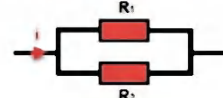
$$R_{eq} = R_1 + R_2$$



ج. جمع المقاومات على التفرع

R_{eq} (Ω) المقاومة المكافئة
 R_1 (Ω) المقاومة الاولى
 R_2 (Ω) المقاومة الثانية

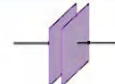
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$



3. المكثفة : C

أ. تعريف المكثفة :

هي ثنائي قطب قادرة على تخزين الشحن الكهربائية تتكون من صفيحتين معدنيتين متماثلتين ومتوازيتين (لبوسين) بينهما عازل كهربائي (الهواء، الميكانيكا..)



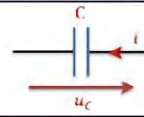
ب. مميزات المكثفة :

- تتميز المكثفة بسعة تخزين C وحدتها الفاراد F .
- أجزاء الفاراد : $1pF = 10^{-12} F$, $1nF = 10^{-9} F$, $1\mu F = 10^{-6} F$, $1mF = 10^{-3} F$.

ج. العلاقة بين الشحنة q و التوتر بين طرفي المكثفة u_C

q (C) كمية الشحنة الكهربائية
 C (F) سعة المكثفة
 u_C (V) التوتر بين طرفي المكثفة

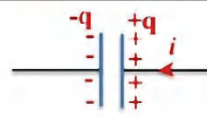
$$q = C \cdot u_C$$

د. العلاقة بين الشحنة q و شدة التيار i المار في المكثفة

i (A) شدة التيار الكهربائي
 dq (C) مشتق الشحنة
 dt (S) مشتق الزمن

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

$$i = \frac{dq}{dt}$$

هـ. الطاقة المخزنة في المكثفة E_C

E_C (J) الطاقة المخزنة في المكثفة
 C (F) سعة المكثفة
 u_C (V) التوتر بين طرفي المكثفة

$$E_C = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u_C^2$$



I. المكثفات وثنائي القطب RC (المفاهيم الأساسية)

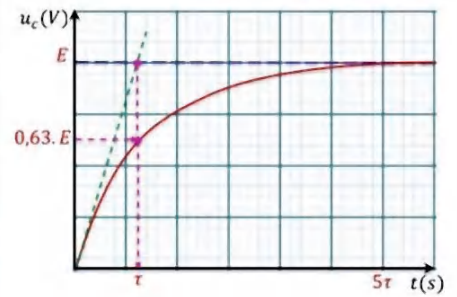
1. ثابت الزمن τ

τ : ثابت الزمن (s)
 R : المقاومة (Ω)
 C : سعة المكثفة (F)

$$\tau = R \cdot C$$

■ ثابت الزمن τ :

■ تحديد ثابت الزمن بيانيا :

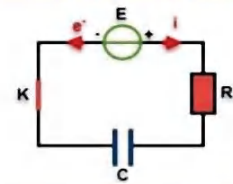


- تعريف ثابت الزمن τ : هو الزمن اللازم لكي تشحن المكثفة بنسبة 63% .
- علاقة τ بـ R و C : ثابت الزمن τ يزداد بزيادة R و C .
- زمن الشحنة العملي t : زمن الشحن العملي للمكثفة هو $t = 5 \cdot \tau$

■ التحليل البعدي لثابت الزمن τ : $[\tau] = [R] \times [C] = \frac{[U]}{[I]} \times \frac{[I] \times [T]}{[U]} = [T] = s$

2. جهة مرور التيار الكهربائي i

- جهة مرور التيار الكهربائي i :
من التوتر المرتفع للمولد (القطب الموجب) نحو التوتر المنخفض (القطب السالب).
- جهة حركة حاملات الشحنة (الإلكترونات) e^- :
عكس جهة التيار الكهربائي



3. التفريغ المجهري لشحنة و تفريغ مكثفة

أ. التفريغ المجهري لشحنة مكثفة

تغادر الإلكترونات اللبوس A باتجاه اللبوس B تنتهي عملية الشحن عندما يتساوى عدد الإلكترونات المغادرة من A بعدد الإلكترونات المتراكمة في B ويصبح التوتر بين طرفي المكثفة مساوي للتوتر بين طرفي المولد $u_C = E$
 $0 < i$



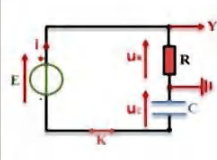
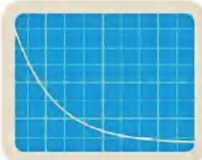
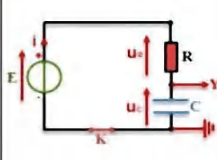
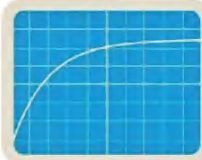
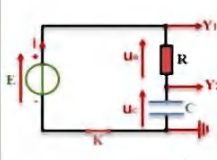
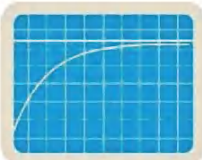
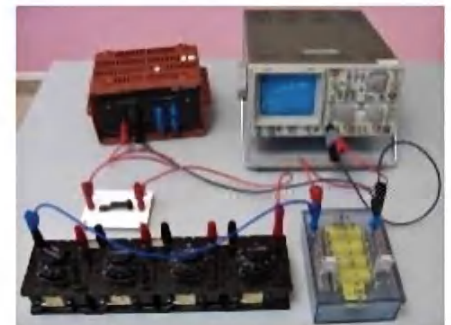
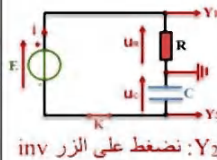
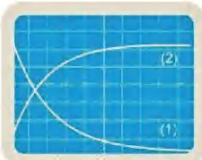
ب. التفريغ المجهري لتفريغ مكثفة

تغادر الإلكترونات اللبوس B باتجاه اللبوس A يتناقص التيار مع مرور الزمن الى ان تنفرغ المكثفة $u_C = 0$
 $0 > i$



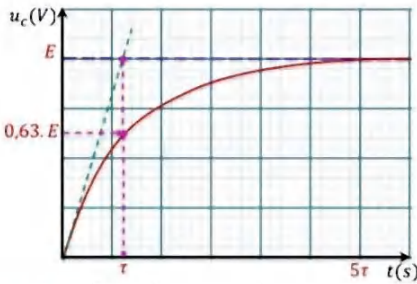
4. كيفية ربط راسم الاهتزاز المهبطي (الاوسيلوسكوب)

1. راسم الاهتزاز المهبطي يعطينا منحنى تطور فرق الكمون u بدلالة الزمن t : $u = f(t)$
2. يتكون راسم الاهتزاز المهبطي من مدخلين $Y_1 \uparrow$ ، $Y_2 \uparrow$ و ارضي مشترك $\perp$
3. يربط راسم الاهتزاز المهبطي على التفرع .

ب. الربط لمشاهدة u_R أ. الربط لمشاهدة u_C د. الربط لمشاهدة u_C و E ج. الربط لمشاهدة u_R و u_C 

I. المكثفات و ثنائي القطب RC (المعادلات التفاضلية في حالة الشحن)

1. كيفية إيجاد المعادلات التفاضلية في حالة شحن المكثف لـ :

1 إيجاد المعادلة التفاضلية لتطور التوتر بين طرفي المكثف $u_C(t)$ 

t(s)	0	τ	5τ	∞
$u_C(V)$	0	0,63E	0,99E	E

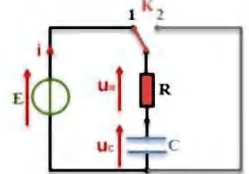
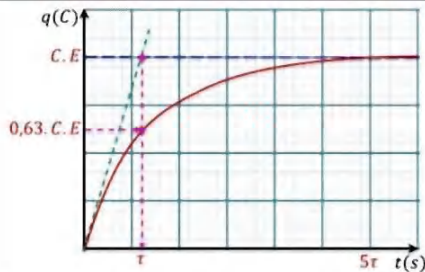
المعادلة التفاضلية : بتطبيق ق ج ت $u_R + u_C = E$
 $\Rightarrow R \cdot i + u_C = E \Rightarrow R \cdot \frac{dq}{dt} + u_C = E$
 $\Rightarrow R \cdot C \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = E$

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot u_C = \frac{E}{R \cdot C}$$

$$u_C = E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

$$U_{C \max} = E$$

- حل المعادلة التفاضلية
- القيمة العظمى

البادلة K في الوضعية 1:
تشحن المكثف2 إيجاد المعادلة التفاضلية لتطور كمية الكهرباء في المكثف $q(t)$ 

t(s)	0	τ	5τ	∞
q(c)	0	0,63CE	0,99CE	CE

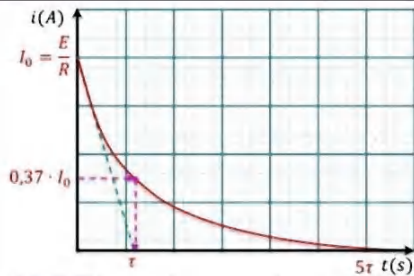
المعادلة التفاضلية : بتطبيق ق ج ت $u_R + u_C = E \Rightarrow R \cdot i + \frac{1}{C} \cdot q = E$
 $\Rightarrow R \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C} \cdot q = E$

$$\frac{dq}{dt} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot q = \frac{E}{R}$$

$$q = C \cdot E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

$$Q_{\max} = C \cdot E$$

- حل المعادلة التفاضلية
- القيمة العظمى

3 إيجاد المعادلة التفاضلية لتطور شدة التيار الكهربائي $i(t)$ 

t(s)	0	τ	5τ	∞
i(A)	$\frac{E}{R}$	$0,37 \frac{E}{R}$	$0,01 \frac{E}{R}$	0

المعادلة التفاضلية : بتطبيق ق ج ت $u_R + u_C = E \Rightarrow R \cdot i + \frac{1}{C} \cdot q = E$

بعد الاشتقاق نجد : $R \cdot \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \cdot \frac{dq}{dt} = 0 \Rightarrow R \cdot \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \cdot i = 0$

$$\frac{di}{dt} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot i = 0$$

$$i = \frac{E}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$I_0 = \frac{E}{R}$$

- حل المعادلة التفاضلية
- القيمة العظمى

4 تطور التوتر بين طرفي المقاومة $u_R(t)$ 

t(s)	0	τ	5τ	∞
$u_R(V)$	E	0,37E	0,01E	0

$$u_R = R \cdot i \dots \dots (1)$$

$$i = \frac{E}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \dots \dots (2)$$

نعوض (2) في (1) فنجد

$$\Rightarrow u_R = R \cdot \frac{E}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

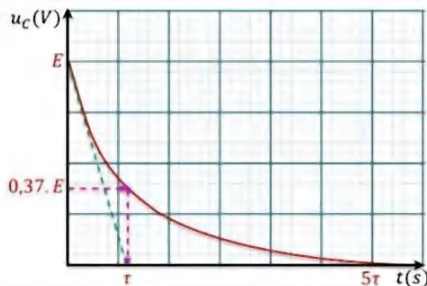
$$u_R = E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$U_{R0} = E$$

- القيمة العظمى

I . المكثفات و ثنائي القطب RC (المعادلات التفاضلية في حالة التفريغ)

1. كيفية إيجاد المعادلات التفاضلية في حالة تفريغ المكثف لـ :

1 إيجاد المعادلة التفاضلية لتطور التوتر بين طرفي المكثف $u_C(t)$ 

t(s)	0	τ	5τ	∞
$u_C(V)$	E	0,37 E	0,01E	0

المعادلة التفاضلية : بتطبيق ق ج ت $u_R + u_C = 0$
 $\Rightarrow R \cdot i + u_C = 0 \Rightarrow R \cdot \frac{dq}{dt} + u_C = 0$
 $\Rightarrow R \cdot C \cdot \frac{du_C}{dt} + u_C = 0$

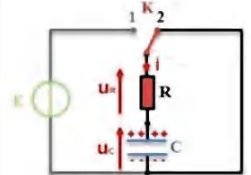
$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot u_C = 0$$

$$u_C = E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$U_{C0} = E$$

حل المعادلة التفاضلية

القيمة العظمى

البادلة K في الوضع 2:
تفريغ المكثف2 إيجاد المعادلة التفاضلية لتطور كمية الكهرباء في المكثف $q(t)$ 

t(s)	0	τ	5τ	∞
q(c)	CE	0,37CE	0,01CE	0

المعادلة التفاضلية : بتطبيق ق ج ت $u_R + u_C = 0 \Rightarrow R \cdot i + \frac{1}{C} \cdot q = 0$
 $\Rightarrow R \cdot \frac{dq}{dt} + \frac{1}{C} \cdot q = 0$

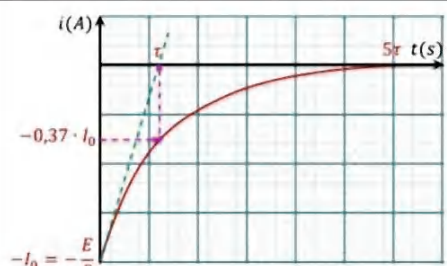
$$\frac{dq}{dt} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot q = 0$$

$$q = C \cdot E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$Q_0 = C \cdot E$$

حل المعادلة التفاضلية

القيمة العظمى

3 إيجاد المعادلة التفاضلية لتطور شدة التيار الكهربائي $i(t)$ 

t(s)	0	τ	5τ	∞
i(A)	$-\frac{E}{R}$	$-0,37 \frac{E}{R}$	$-0,01 \frac{E}{R}$	0

المعادلة التفاضلية : بتطبيق ق ج ت $u_R + u_C = 0 \Rightarrow R \cdot i + \frac{1}{C} \cdot q = 0$
 $R \cdot \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \cdot \frac{dq}{dt} = 0 \Rightarrow R \cdot \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \cdot i = 0$
 بعد الاشتقاق نجد :

$$\frac{di}{dt} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot i = 0$$

$$i = -\frac{E}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$I_0 = \frac{E}{R}$$

حل المعادلة التفاضلية

القيمة العظمى

4 تطور التوتر بين طرفي المقاومة $u_R(t)$ 

t(s)	0	τ	5τ	∞
$u_R(V)$	-E	-0,37E	-0,01E	0

$$u_R = R \cdot i \dots \dots (1)$$

$$i = -\frac{E}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \dots \dots (2)$$

نعوض (2) في (1) فنجد

$$\Rightarrow u_R = R \cdot \left(-\frac{E}{R} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

$$u_R = -E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$U_{R0} = E$$

القيمة العظمى

I. المكثفات و ثنائي القطب RC (البراهين)

1. الطاقة المخزنة في المكثف

أ. الطاقة المخزنة في المكثف في حالة شحنه المكثف

الطاقة المخزنة في لحظة t

$$\begin{cases} E_C = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u_C^2 \\ u_C = E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \end{cases} \Rightarrow E_C = \frac{1}{2} \cdot C \cdot E^2 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)^2$$

$$E_C = E_{Cmax} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)^2$$

الطاقة المخزنة الاعظمية

$$E_{Cmax} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot E^2$$

ب. الطاقة المخزنة في المكثف في حالة تفريغ المكثف

الطاقة المخزنة في لحظة t

$$\begin{cases} E_C = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u_C^2 \\ u_C = E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \end{cases} \Rightarrow E_C = \frac{1}{2} \cdot C \cdot E^2 \cdot \left(e^{-\frac{t}{\tau}}\right)^2$$

$$E_C = E_{C0} \cdot e^{-2 \cdot \frac{t}{\tau}}$$

الطاقة المخزنة الاعظمية

$$E_{C0} = \frac{1}{2} \cdot C \cdot E^2$$

2. اوجد الثوابت : A , B , α علما ان حل المعادلة التفاضلية في حالة الشحنه هو الشكل : $u_C(t) = A + B \cdot e^{-\alpha \cdot t}$

$$\begin{cases} \frac{B}{R \cdot C} - \alpha \cdot B = 0 \\ \frac{A}{R \cdot C} - \frac{E}{R \cdot C} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \alpha = \frac{1}{R \cdot C} \\ A = E \end{cases}$$

مع الشروط الابتدائية لما $t = 0$ فاه $u_C(0) = 0$

$$u_C(0) = A + B \cdot e^{-\alpha \cdot (0)} \Rightarrow 0 = A + B \Rightarrow B = -A$$

و منه الحل هو

$$u_C(t) = E - E \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}} \Rightarrow u_C(t) = E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}}\right)$$

حل المعادلة التفاضلية $u_C(t) = A + B \cdot e^{-\alpha \cdot t} \dots (1)$ نشتق حل المعادلة التفاضلية $\frac{du_C(t)}{dt} = -\alpha \cdot B \cdot e^{-\alpha \cdot t} \dots (2)$

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot u_C = \frac{E}{R \cdot C} \dots (3)$$

المعادلة التفاضلية

نعوض (1) و (2) في (3) نجد :

$$\begin{aligned} -\alpha \cdot B \cdot e^{-\alpha \cdot t} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot (A + B \cdot e^{-\alpha \cdot t}) &= \frac{E}{R \cdot C} \\ \Rightarrow \left(\frac{B}{R \cdot C} - \alpha \cdot B\right) \cdot e^{-\alpha \cdot t} + \left(\frac{A}{R \cdot C} - \frac{E}{R \cdot C}\right) &= 0 \end{aligned}$$

3. اثبت ان : $u_C(t) = E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}}\right)$ هو حل للمعادلة التفاضلية في حالة الشحنه

نعوض (1) و (2) في (3) نجد :

$$\begin{aligned} \frac{E}{R \cdot C} \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}} + \frac{E}{R \cdot C} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}}\right) &= \frac{E}{R \cdot C} \\ \Rightarrow \left(\frac{E}{R \cdot C} - \frac{E}{R \cdot C}\right) \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}} + \left(\frac{E}{R \cdot C} - \frac{E}{R \cdot C}\right) &= 0 \\ \Rightarrow 0 &= 0 \end{aligned}$$

هو حل للمعادلة التفاضلية $u_C(t) = E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}}\right)$ ومنهحل المعادلة التفاضلية $u_C(t) = E \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{R \cdot C}}\right) \dots (1)$ نشتق حل المعادلة التفاضلية $\frac{du_C(t)}{dt} = \frac{E}{R \cdot C} \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C}} \dots (2)$

$$\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{R \cdot C} \cdot u_C = \frac{E}{R \cdot C} \dots (3)$$

المعادلة التفاضلية

4. برهه على ان المماس عند اللحظة $t=0$ يقطع محور الأزمنة عند نقطة فاصلتها $t = \tau$ خلال مرحلة تفريغ المكثف

B هو نقطة تقاطع المنحنى مع محور الترتيب

$$u_C(t) = E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{حل المعادلة التفاضلية اثناء التفريغ :}$$

$$B = u_C(0) = E$$

عند اللحظة $t=0$

A هو معامل توجيه المنحنى

$$\frac{du_C(t)}{dt} = -\frac{E}{\tau} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{مشتق حل المعادلة التفاضلية :}$$

$$A = \frac{du_C(0)}{dt} = -\frac{E}{\tau} \quad \text{عند اللحظة } t=0$$

ومنه معادلة المماس هي : $u_C = -\frac{E}{\tau} \cdot t + E$ عندما يقطع المماس محور الأزمنة فان : $u_C = 0$

$$u_C = 0 \Rightarrow 0 = -\frac{E}{\tau} \cdot t + E \Rightarrow t = \tau$$



معادلة المماس : المماس خط مستقيم لا يمر من المبدأ معادلته

$$y = A \cdot x + B$$