منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

الوحدة 03: الظواهر الكهربائية

في هذا الدرس سنتطرق إلى

- **مفاهيم أساسية في الكهرباء .**
- دراسة ثنائي القطب RC .
- شحن مكثفة
- تفريغ مكثفة
- دراسة ثنائي القطب RL .
- مرور التيار (قاطعة مغلقة)
- انقطاع التيار (قاطعة مفتوحة)

تمرينات

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

التيار نة

مولد توتر ثابت

مولد تيار ثابت

$I = \frac{q}{t}$ بحيث

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

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

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

التوتر الكهربائي

X

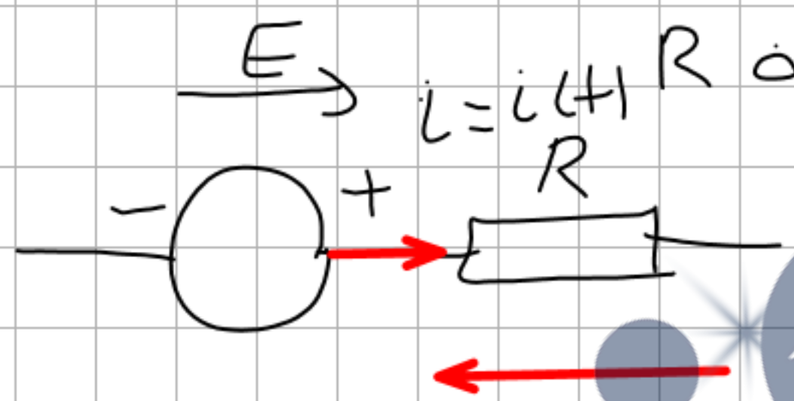
V

$U_x =$ التوترين طرفي العنصر x

$\mathcal{E}$

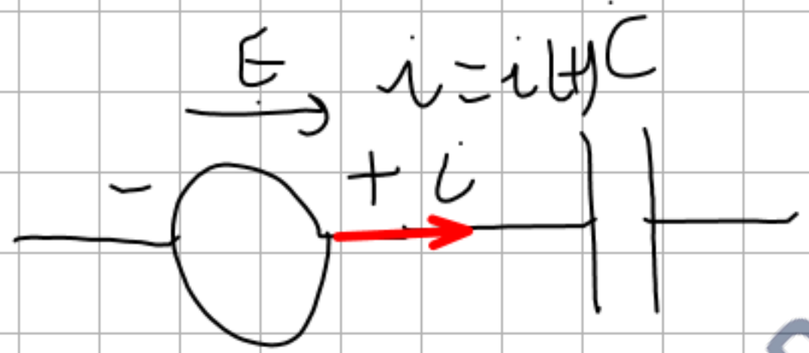
R

$U = \mathcal{E}$ U_C U_R



$$U_R = R \cdot i$$

$$U_R(t) = R\, i(t)$$

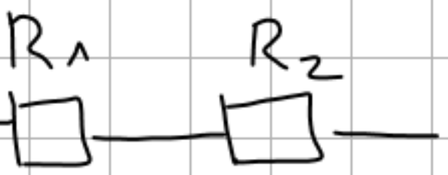


المكثفة (C)

$$U_C = \frac{q}{C}$$

$$U_C(t) = \frac{q(t)}{C}$$

$R_{éq} = R_1 + R_2$ ≡



R_{eq} ≡

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

مجموع المقاومات على التسلسل

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

المجموع على التسلسل

$$C_{eq} = C_1 + C_2$$

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

راسم الاهتزاز المهبطي :

- **دوره :** يقيس التوتر بين طرفي ثنائي قطب ، و يرسم لنا بيان توتره بدلالة الزمن .
- **صورة لراسم الاهتزاز المهبطي :**

زر عكس التوتر
INV

مدخل Y_1 — مدخل Y_2 — مدخل أرضي

ولكي يتمّ رسم البيان يجب أن يُربط:

مَعَ Y_2 أو مَعَ Y_1

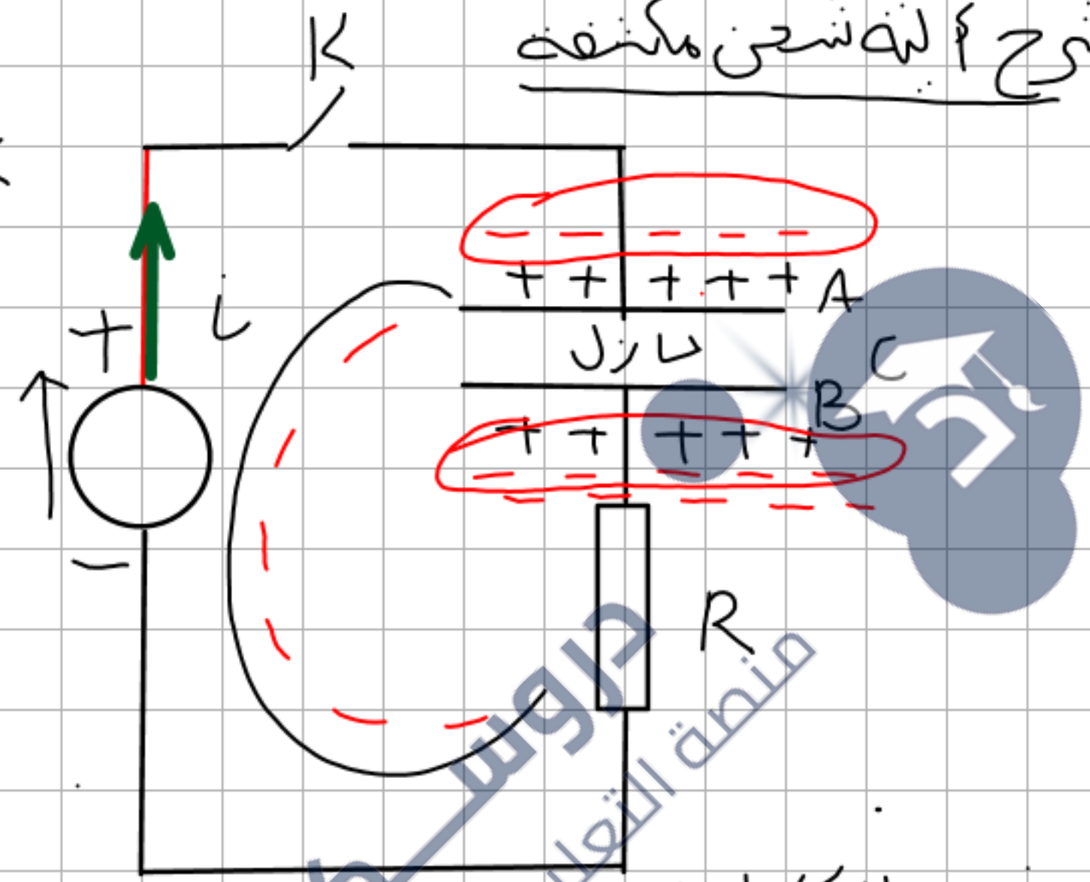
دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

شرح آلية شحن مكثف

K مفتوحة

ماهي شحنة كل من اللبوس A E واللبوس B .

$q_A = q_B = 0$



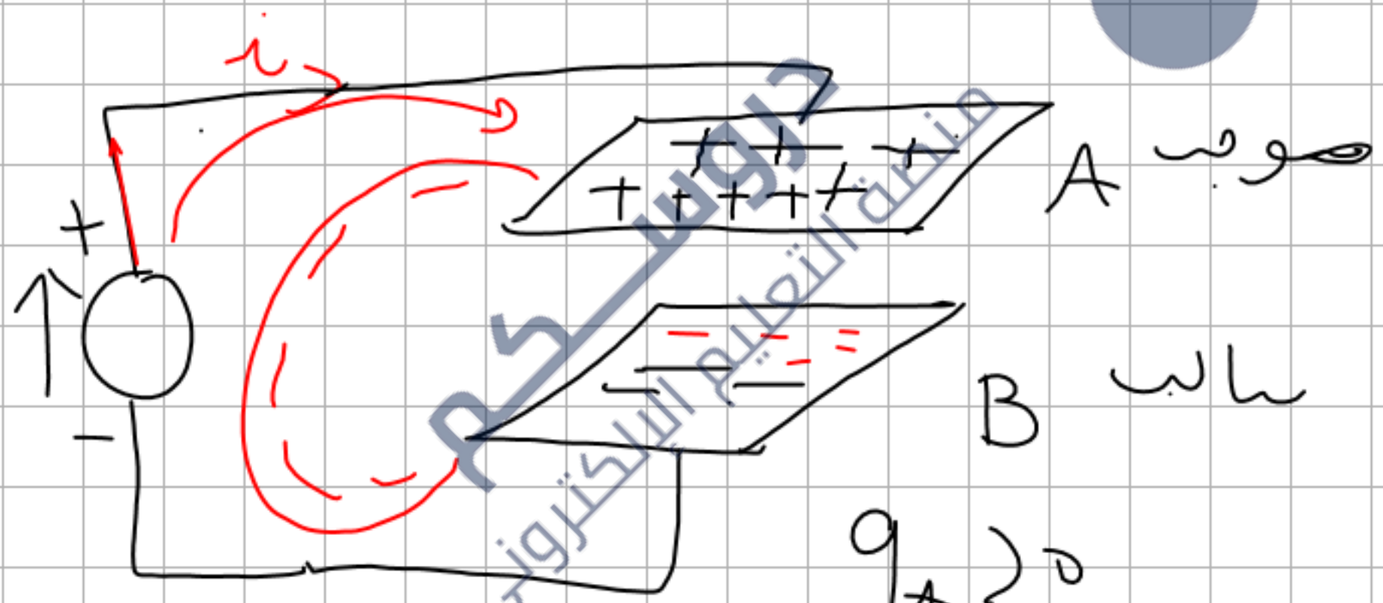
عند غلق القاطعة K مباشرة تمر التيار من ⊕ المولد نحو ⊖ والالكترونات تنتقل عكسيا من ⊖ نحو الموجب فتغادر اللبوس A باتجاه البطارية حتى اكتساب اللبوس B شحنات سالبة فاللبوس B سيصبح B مشحونا سالبا

=

اما اللوحي A فيصبح مشحونا الحانا

$q_A > 0$ (موجب)

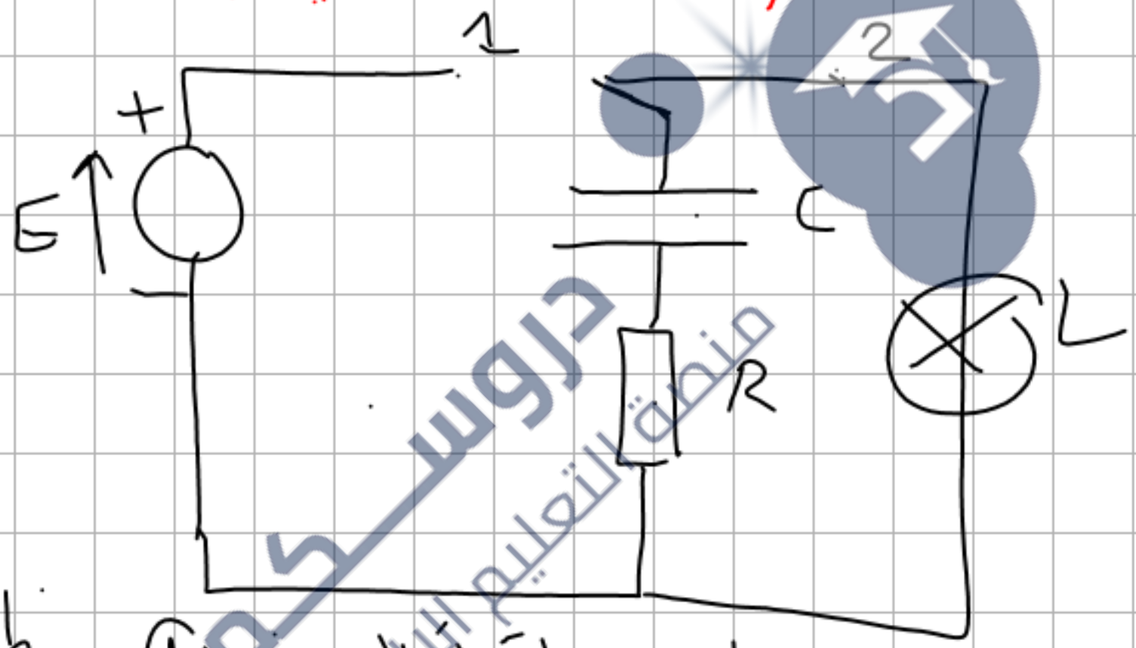
$q_B < 0$ (سالب)



منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

الدراسة النظرية وكتابة المعادلات التفاضلية

I/ المعادلة التفاضلية بدلالة $\frac{dq}{dt}$



① البادلة في الوضع 1 ظاهرة شحن مكثفة

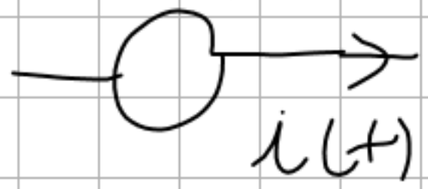
② البادلة في الوضع 2 ظاهرة التفريغ

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

ثابت $\mathcal{E}$ (V)

ثابت C (F)

ثابت R (Ω)



$i(t)$

ثابت E

$U_C(t)$

$U_R(t)$

$q(t)$

$i(t)$

G

ثابت I =

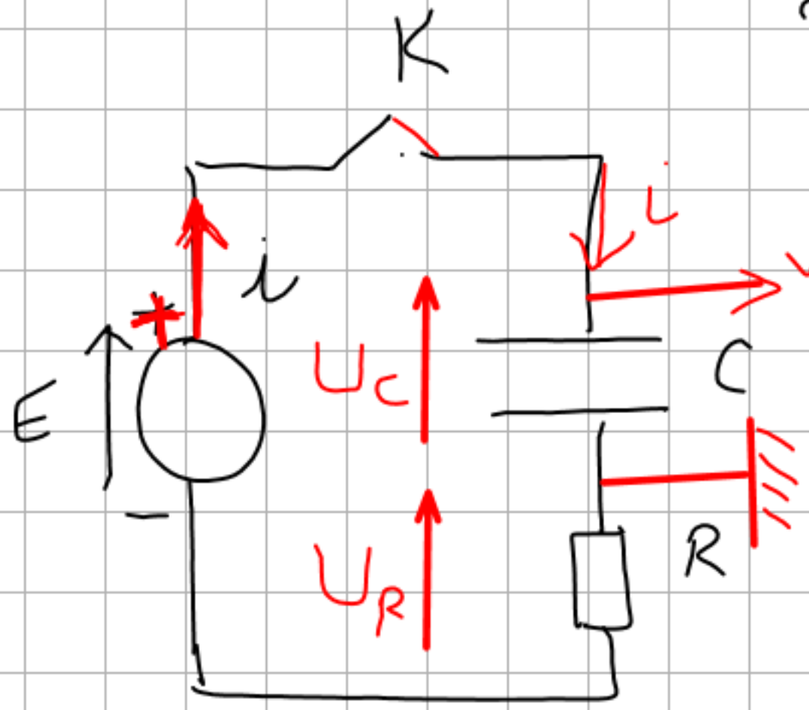
$U_C(t) = \frac{q(t)}{C}$ $\quad U_R(t) = R\,i(t)$

المقادير الثابتة R و C و E

و المميزة الأخرى بالزمن

$i(t)$, $U_R(t)$, $q(t)$, $U_C(t)$

دراسة شحن مكثفة



1- عند غلق القاطع K
ما هي الظاهرة المشاهدة على Y_2
ظاهرة شحن مكثفة C / R_1

2- حدد جهة التيار i
مع التعليل
نأخذ دوما من ⊕ نحو القطب ⊖ (التعليل)

3- مثل بسهم على الدارة (دوما عكس جهة التيار)

4- لمشاهدة U_C و U_R على الرسم كيفية ربط راسم الاهتزاز المهبطي

س5/ في غياب راسم الاهتزاز المهبطي ما هو الجهاز الذي يعوضه.

ج5/ يمكن تعويضه بجهاز (EXAO) أو PC ذو ذاكرة.

س6/ أكتب عبارة U_R بدلالة R و C و $\frac{dU_c}{dt}$

$$U_R(t) = R \cdot i(t)$$

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

$$i(t) = \frac{d C U_c(t)}{dt} = C \frac{dU_c}{dt} = i$$

$$U_c = \frac{q}{C}$$

$$q = C U_c$$

إذن

$$U_R(t) = RC \frac{dU_c}{dt}$$

منصة التعليم الإلكتروني

$$U_R(t) = R\,i(t) = R\,\frac{dq(t)}{dt} = R\,\frac{d\,C\,U_c(t)}{dt}$$

$$\boxed{U_R(t) = RC\,\frac{dU_c(t)}{dt}}$$

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

$$U_c = \frac{q}{C}$$

$$U_R = R\,i = R\,\frac{dq}{dt}$$

$$U_R = R\,\frac{dq}{dt} = R\,\frac{d\,C\,U_c}{dt}$$

$$\boxed{U_R = RC\,\frac{dU_c}{dt}}$$

$$q = C\,U_c$$

$$U_R = R\,i$$

/ 7 5 بتطبيق قانون جمع التوترات اكتب المعادلة التفاضلية

$\frac{dU_c}{dt}$ و U_c دالة بـ

$$U_c + U_R = E$$

$$U_c + RC\frac{dU_c}{dt} = E$$

$$\frac{dU_c}{dt} + \frac{U_c}{RC} = \frac{E}{RC}$$

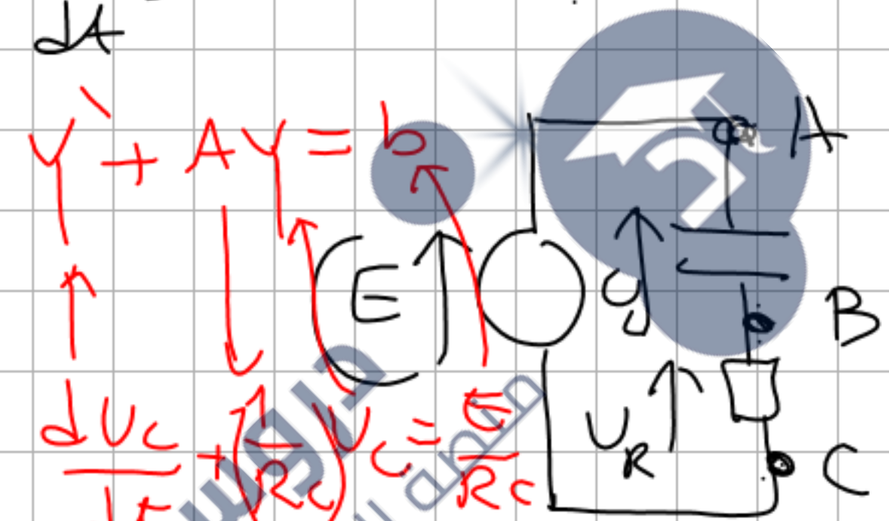
U_c مشتق $\quad U_c \quad$ ثابت

$$Y' + AY + b$$

معادلة تفاضلية رتبتها 1.

$$Y' + AY = b$$

$$\frac{dU_c}{dt} + \frac{U_c}{RC} = \frac{E}{RC}$$



$$U_{AB} + U_{BC} = U_{AC}$$

$$U_c + U_R = E$$

$$\frac{dU_c}{dt} + \frac{U_c}{RC} = \frac{E}{RC}$$

حلها من الشكل

$$U_c(t) = A e^{\alpha t} + B$$

A و α و B ثوابت يطلب إثبات

تحديد عبارتهما ومدلولها الفيزيائي

$$y' + a y = b$$

$$\left(\frac{1}{\tau}\right)$$

(τ ثابت الزمن)

$$\frac{dU_c}{dt} + \left(\frac{1}{RC}\right) U_c = \frac{E}{RC}$$

$$\frac{1}{\tau} = \frac{1}{RC}$$

$$\frac{1}{\tau}$$

$$\tau = R \cdot C$$

دروس كم
منصة التعليم الإلكتروني

$$\frac{dU_c}{dt} + \frac{U_c}{RC} = \frac{E}{RC} \quad \dots \text{I}$$

ليكن

$$A \neq 0 \quad U_c(t) = Ae^{\alpha t} + B \quad \dots (1)$$

$$\frac{dU_c}{dt} = \left(Ae^{\alpha t} + B\right)'$$

$$= A\alpha e^{\alpha t} \quad \dots (2)$$

(I) في (2) و (1) نعوض

$$A\alpha e^{\alpha t} + \frac{Ae^{\alpha t} + B}{RC} = \frac{E}{RC}$$

$$A\alpha e^{\alpha t} + \frac{Ae^{\alpha t}}{RC} + \frac{B}{RC} = \frac{E}{RC}$$

$$Ae^{\alpha t}\left[\alpha + \frac{1}{RC}\right] + \frac{B}{RC} = \frac{E}{RC}$$

$$Ae^{\alpha t}\left[\alpha + \frac{1}{RC}\right] + \left(\frac{B}{RC} - \frac{E}{RC}\right) = 0$$

$\neq 0$ $\quad$ $= 0$

$$\begin{cases} \alpha + \frac{1}{RC} = 0 \\ \alpha = -\frac{1}{RC} = -\frac{1}{\tau} \end{cases}$$

α هو مقلوب ثابت الزمن معكوس

$$\frac{B}{RC} - \frac{E}{RC} = 0$$

$$\frac{B}{RC} = \frac{E}{RC}$$

$$\boxed{B = E}$$

$\alpha = -\frac{1}{RC}$ $\quad B = E$ (التوتر بين طرفي المولد)

$-\frac{1}{\tau} = -\frac{1}{RC}$ $\quad \tau = RC$ $\quad E \uparrow$

E القوة المحركة الكهربائية للمولد.

$$U_C(t) = Ae^{\alpha t} + B$$

$t = 0$ ؟

من الشروط الابتدائية

$U_C(0) = 0$ (المكثف لحظة الشحن)

$$U_C(0) = Ae^{\alpha \cdot 0} + B = 0$$

بعد الاشتقاق

$$A + B = 0$$

$$A = -B = -E$$

$$U_C(t) = Ae^{\alpha t} + B$$

$$= -Ee^{-\frac{t}{\tau}} + E$$

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني

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

أكمل الجدول

t	0	τ	5τ	∞
$u_c(t)$	0	$0,63E$ $63\%E$	$0,99E$ $99\%E$	E

$$u_c(0) = E\left(1 - e^{0}\right) = 0$$

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

$$u_c(5\tau) = E\left(1 - e^{-\frac{5\tau}{\tau}}\right) = E\left(1 - e^{-5}\right) = E(0,99) = 99\%E$$

$$u_c(\infty) = E\left(1 - e^{-\infty}\right) = \dots$$

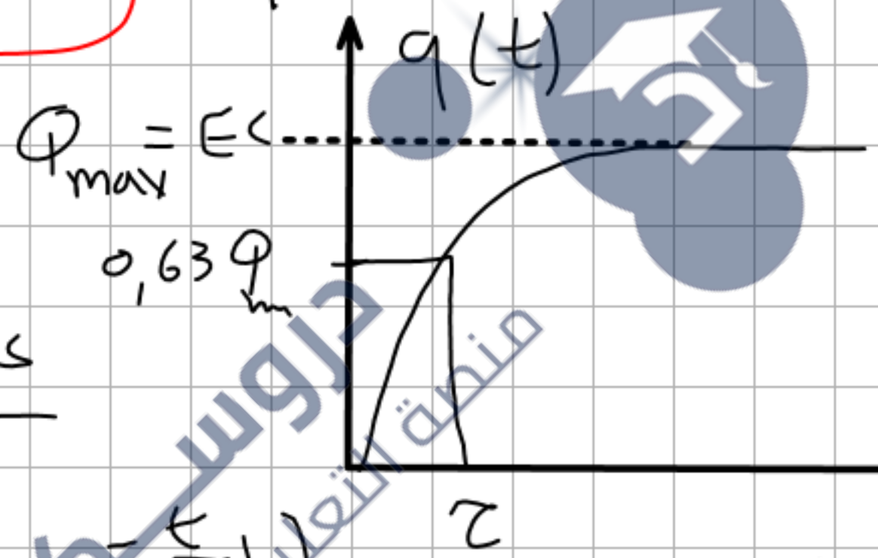
$$U_c(t) = E\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

$$U_c = \frac{q}{C}$$

$$\boxed{q(t) = C U_c(t) = EC\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)}$$

$$q = C \times U_c$$

عبارة $q(t)$ الشحنة بدلالة الزمن



عبارة شدة التيار $i(t)$

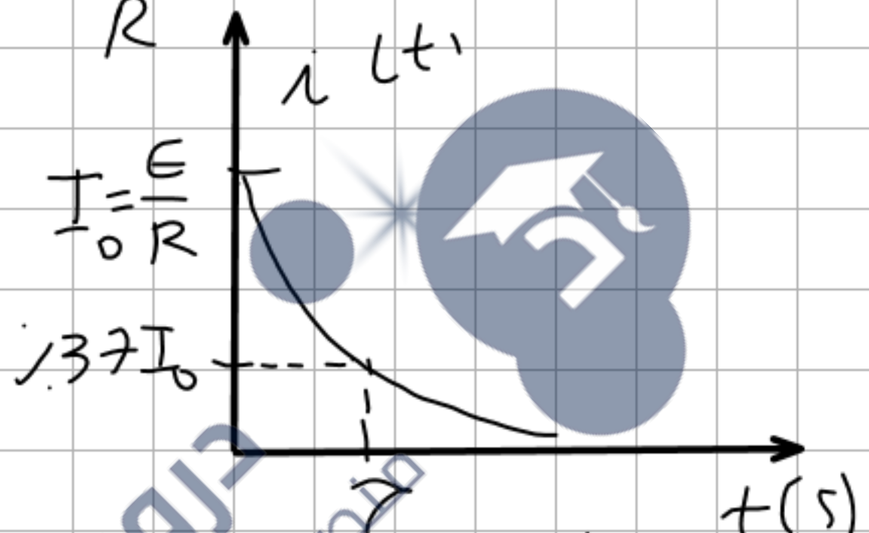
$$i(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{d\left(EC\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)\right)}{dt} = \left(EC\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)\right)'$$

$$= \left(EC - EC e^{-\frac{t}{\tau}}\right)'$$

$$0 \quad \frac{EC}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \cdots \quad i(t) = \frac{E\cancel{C}}{R\cancel{C}} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

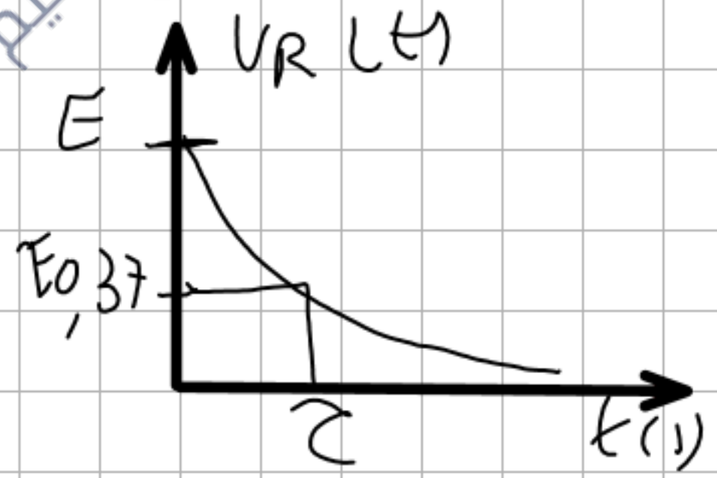
$$i(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

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



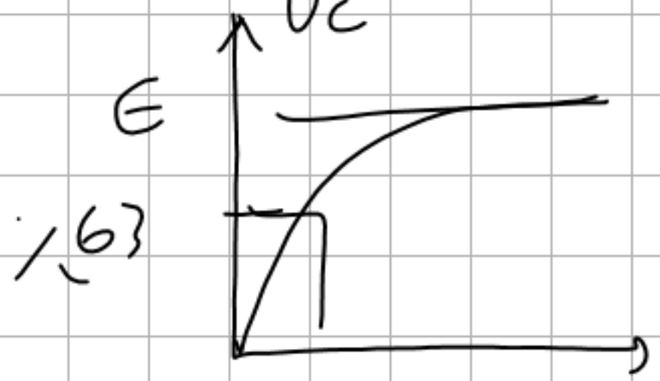
$u_R(t)$ على τ بدلالة

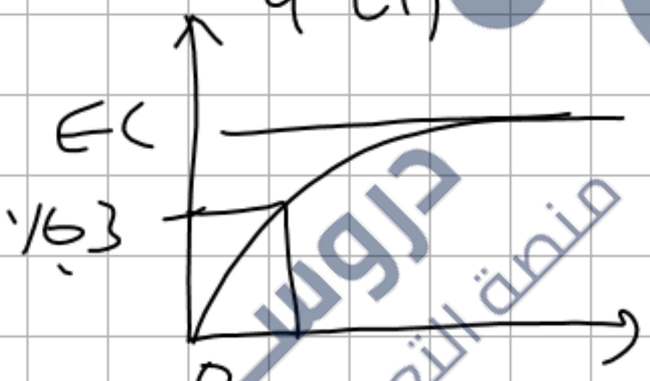
$$u_R(t) = R\,i(t) = R \cdot \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{\tau}} = E e^{-\frac{t}{\tau}}$$

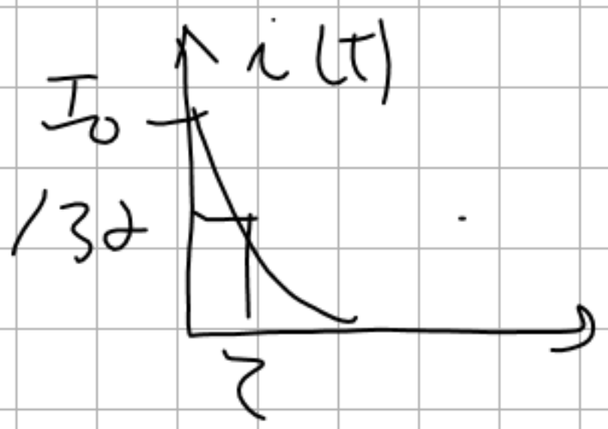


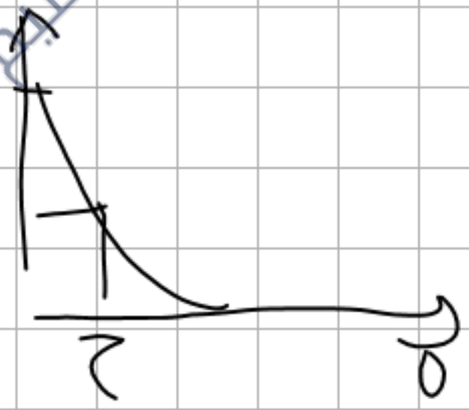
$$U_c(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \xrightarrow{\times C} q(t) = EC(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

$$\xrightarrow{\frac{dq}{dt}} i(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{\tau}} \xrightarrow{\times R} U_R = E e^{-\frac{t}{\tau}}$$









$$U_C + U_R = E$$

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

$$= \cancel{E} - \cancel{E} + E e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$U_R(t) = R i \qquad i = \frac{U_R}{R} = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

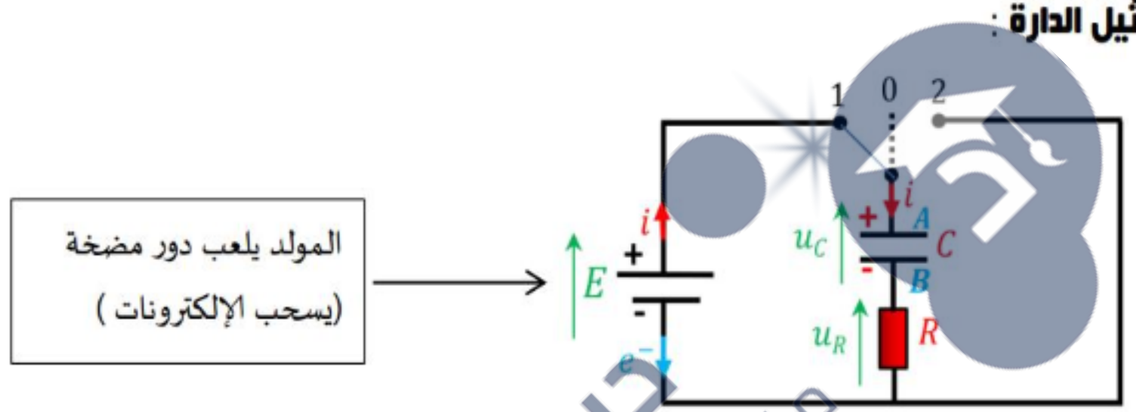
دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

1- دراسة ثنائي القطب RC :

1-1 دراسة دارة الشحن :

تمثيل الدارة :



المولد يلعب دور مضخة
(يسحب الإلكترونات)

نضع البادلة في الوضع (1) : المكثفة تشحن .

التفسير المجهري :

يقوم المولد بسحب الإلكترونات من اللبوس A ويدفعها نحوس اللبوس B .

يصبح اللبوس A موجبا واللبوس B سالبا .

وتتوقف هذه العملية عندما يصبح التوتر بين طرفي المكثفة يساوي التوتر بين طرفي المولد $U_{c_{max}} = E$.

(يصبح المولد غير قادر على سحب المزيد من الالكترونات)

ملاحظة01:

عند نهاية عملية الشحن تصبح المكثفة تلعب دور قاطعة مفتوحة .

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

2-1- المعادلة التفاضلية بدلالة u_C وحلها .

اولا : تمثيل جهة التيار وجهة التوترات

ثانيا: بتطبيق قانون جمع التوترات نجد :

$$u_R + u_C = E$$

و بالتالي :

$$R\,.i + u_C = E$$

و بالتالي :

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

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

و منه :

و هي معادلة تفاضلية من الرتبة الأولى حلها عبارة عن دالة اسية متزايدة :

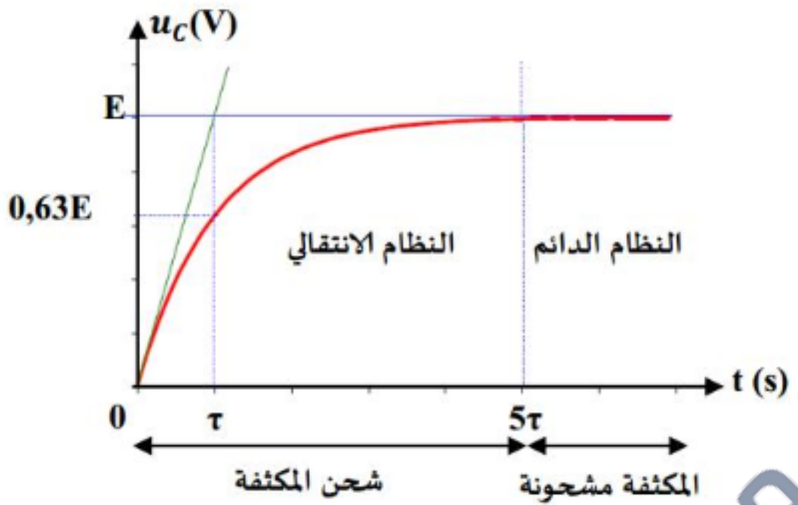
$$u_C(t) = E\,(1 - e^{\frac{-t}{\tau}})$$

حيث : $\tau = RC$

ويسمى ثابت الزمن

رسم بيان $u_c = f(t)$.

$t(s)$	0	τ	5τ	$t \to +\infty$
$u_c(V)$	0	0.63E	0.99E	E



دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

اثبات ان حل المعادلة التفاضلية هو $u_C(t) = E\,(1-e^{\frac{-t}{\tau}})$

نفرض ان حل المعادلة التفاضلية هو $u_C(t) = A + B\,e^{\alpha.t}$ ثم نقوم بإيجاد عبارة الثوابت .

نشتق عبارة الحل نجد :

$$\frac{du_c}{dt} = \alpha.B.e^{\alpha.t}$$

نعوض بعبارة الحل ومشتق الحل في المعادلة التفاضلية نجد :

$$\alpha.B.e^{\alpha.t} + \frac{1}{R.C}(A + B\,e^{\alpha.t}) = \frac{E}{R.C}$$

$$\alpha.B.e^{\alpha.t} + \frac{A}{R.C} + \frac{B}{R.C}e^{\alpha.t} = \frac{E}{R.C}$$

$$B.e^{\alpha.t}(\alpha + \frac{1}{R.C}) + \frac{A}{R.C} - \frac{E}{R.C} = 0$$

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

نجد عبارة B من الشروط الإبتدائية لما t=0 :

$$\begin{cases} u_c(t=0) = 0 \\ u_c(t=0) = A + B \end{cases} \Rightarrow B = -A = -E$$

ومنه تصبح عبارة الحل من الشكل :

$$u_C(t) = E - E\,e^{\frac{-t}{R.C}}$$

$$u_C(t) = E(1-e^{\frac{-t}{R.C}})/\tau = R.C$$

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

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11
Activer Wi

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

تقويم 01 :

1- العبارة الزمنية لشدة التيار الكهربائي $i(t)$:

لدينا : $i(t) = C \cdot \frac{d\,u_C(t)}{dt}$

حيث : $u_C(t) = E\,(1 - e^{\frac{-t}{\tau}})$

بالاشتقاق نجد : $i(t) = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$

و منه : $i(t) = I_0\, e^{\frac{-t}{\tau}}$

حيث : $\tau = RC$

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

تقويم 02 :

1- العبارة الزمنية للتوتر $u_R(t)$:

ط 01:

لدينا : $u_R(t) = R.i(t)$

حيث : $i(t) = I_0\, e^{\frac{-t}{\tau}}$

$u_R(t) = R.I_0\, e^{\frac{-t}{\tau}} / E = R.I_0$

$u_R(t) = E\, e^{\frac{-t}{\tau}}$

ط02:

بتطبيق قانون جمع التوترات : $u_R + u_C = E$

ومنه: $u_R(t) = E - u_C(t)$

حيث: $u_C(t) = E - E\, e^{\frac{-t}{\tau}}$

ومنه :

$u_R(t) = E - E + E\, e^{\frac{-t}{\tau}}$

$u_R(t) = E\, e^{\frac{-t}{\tau}}$

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني

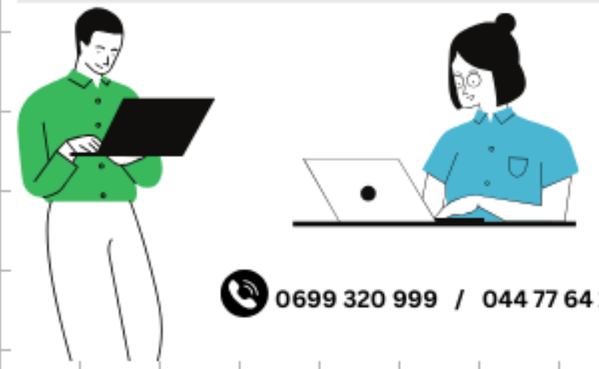
ملف الحصة المباشرة و المسجلة

1 حصص مباشرة

2 حصص مسجلة

3 دورات مكثفة

أحصل على بطاقة الإشتراك



0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

-2 المعادلة التفاضلية بدلالة $i(t)$.

بتطبيق قانون جمع التوترات نجد: $u_R + u_C = E$

و بالتالي : $R.i + \frac{q}{C} = E$

باشتقاق طرفي المعادلة نجد :

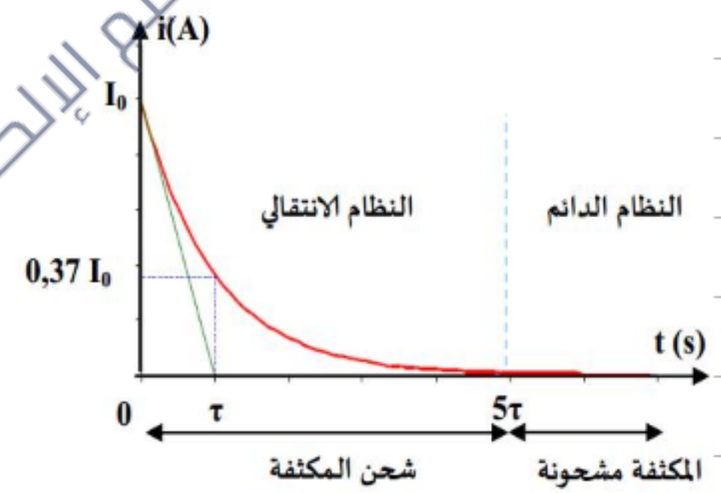
$$R.\frac{di}{dt} + \frac{1}{C}.\frac{dq}{dt} = 0$$

و بالتالي : $R.\frac{di}{dt} + \frac{1}{C}.i = 0$

و منه : $\frac{di}{dt} + \frac{1}{RC}.i = 0$

-3 رسم بيان $i = f(t)$.

$t(s)$	0	τ	5τ	$t \to +\infty$
$i(A)$	I_0	$0,37\ I_0$	$0,01\ I_0$	0



-2 المعادلة التفاضلية بدلالة $u_R(t)$.

بتطبيق قانون جمع التوترات : $u_R + u_C = E$

و بالتالي : $u_R + \frac{q}{C} = E$

باشتقاق طرفي المعادلة نجد :

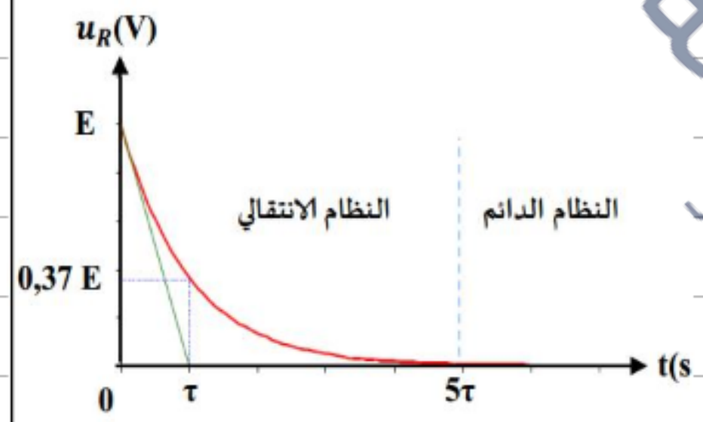
$$\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{C}.\frac{dq}{dt} = 0$$

و بالتالي : $\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{C}.i = 0$

و منه : $\frac{du_R}{dt} + \frac{1}{RC}.u_R = 0$

-3 رسم بيان $u_R(t) = f(t)$.

$t(s)$	0	τ	5τ	$t \to +\infty$
$u_R(V)$	E	0,37 E	0,01 E	0



دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

ملف الحصة المباشرة و المسجلة

1 حصص مباشرة

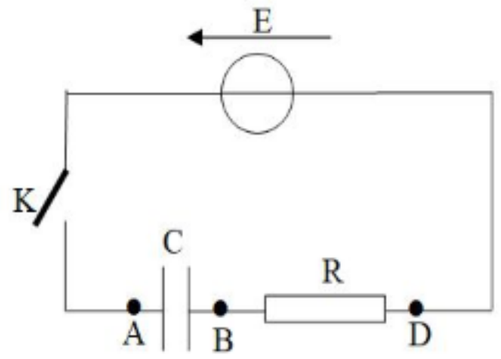
2 حصص مسجلة

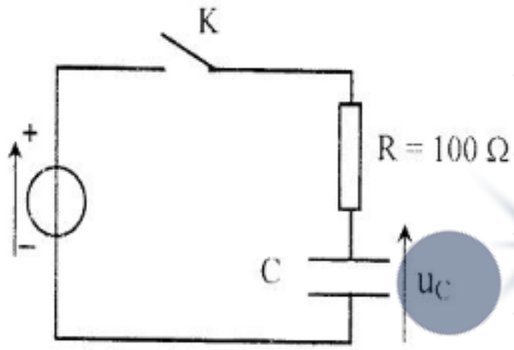
3 دورات مكثفة

أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com





دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

ملف الحصة المباشرة و المسجلة

1 حصص مباشرة

2 حصص مسجلة

3 دورات مكثفة

أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

ملف الحصة المباشرة و المسجلة

1 حصص مباشرة

2 حصص مسجلة

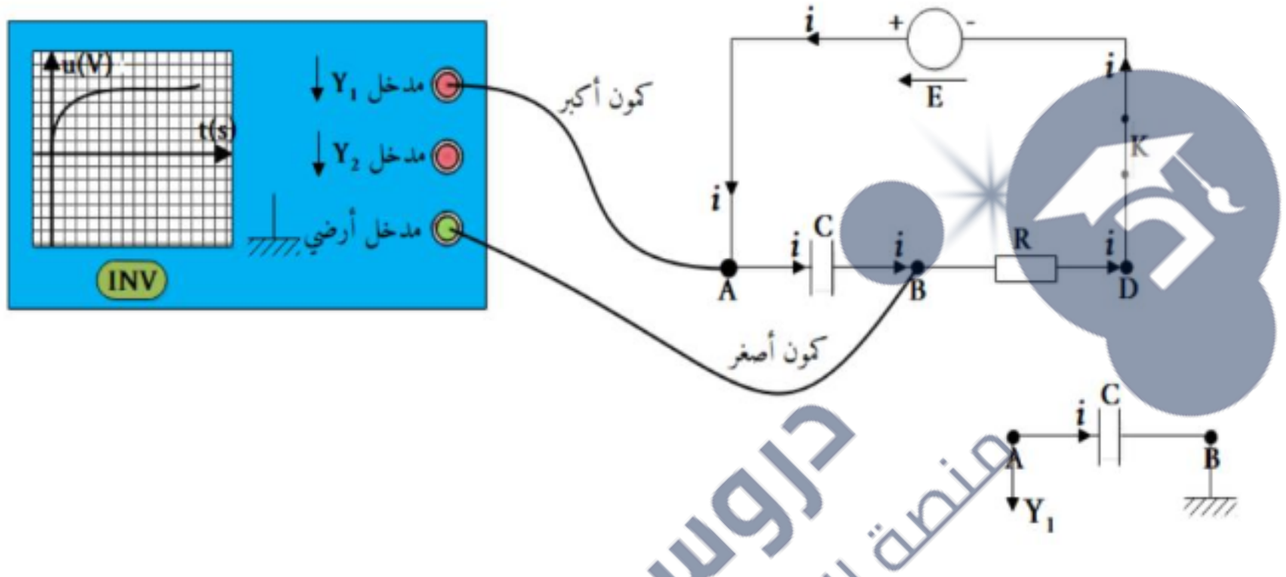
3 دورات مكثفة

أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

طريقة ربطه :



لمشاهدة بيان التوتر بين طرفي المكثفة نقوم بربط المدخل Y_1 في النقطة A والمدخل الارضي ⏚ في النقطة B

فنتحصل على البيان الموجود على الشاشة .

ملاحظة :

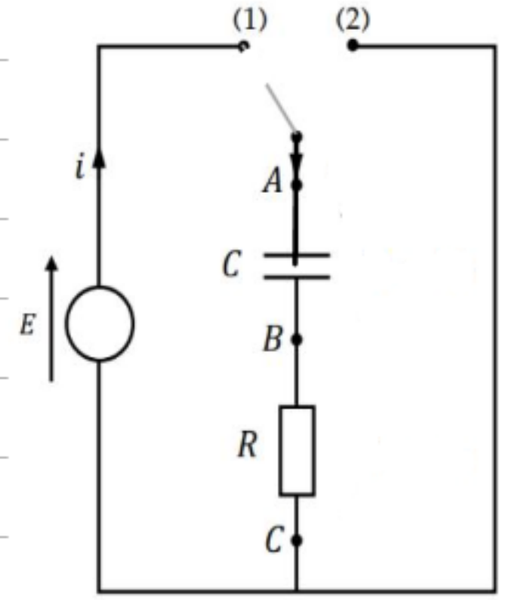
في حالة عكس المدخلين فنتحصل على بيان التوتر معكوس في هذه الحالة نضغط على الزر INV

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

تطور التوتر بين طرفي المكثفة $U_C(t)$



حالة الشحن

ماهي الظاهرة التي نحدث في الدارة ؟

حدد على الشكل جهة التيار الذي يجتاز الدارة، مثل على الرسم بالأسهم التوترات u_C، u_R.

في غياب الحاسوب، ما هو الجهاز البديل الممكن استخدامه للقيام بعملية المتابعة ؟

بالاعتماد على قانون جمع التوترات ، أنشئ المعادلة التفاضلية للدارة بدلالة u_C.

دروسكم منصة التعليم الإلكتروني
ملف الحصة المباشرة و المسجلة
1 حصص مباشرة
2 حصص مسجلة
3 دورات مكثفة
أحصل على بطاقة الإشتراك
0699 320 999 / 044 77 64 11

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

منصة دروسكم - دعم مدرسي عبر الأنترنت - www.dorouscom.com

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

ملف الحصة المباشرة و المسجلة

1 حصص مباشرة

2 حصص مسجلة

3 دورات مكثفة

أحصل على بطاقة الإشتراك

0699 320 999 / 044 77 64 11

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني

دروسكم
منصة التعليم الإلكتروني