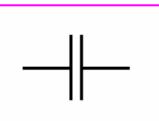


ثنائي القطب (RC)

I. المكثف

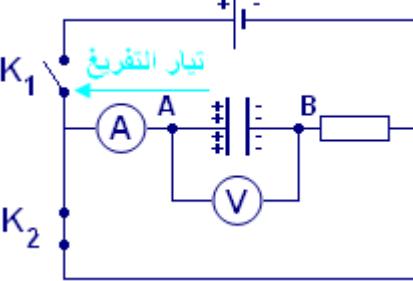
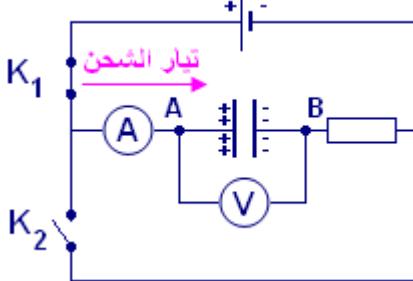
• تعريف المكثف

المكثف ثنائي قطب يتكون من موصلين متقابلين يسميان لبوسين يفصل بينهما عازل كهربائي يسمى العازل الاستقطابي. رمزه الاصطلاحي هو:



تعريف

• شحن مكثف و تفريغه

تفريغ المكثف	شحن المكثف
 <p>يمر تيار انتقالی مصدره المولد. يفرغ المكثف و عند نهاية التفريغ: $i = 0$ و $U_{AB} = 0$</p>	 <p>يمر تيار انتقالی مصدره المولد. يشحن المكثف و عند نهاية الشحن: $i = 0$ و $U_{AB} = E$ القوة الكهرومagnetica للمولود.</p>

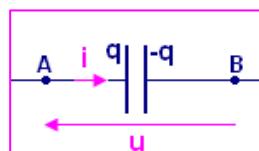
$q = q_A = -q_B$ في كل لحظة شحنة المكثف هي:

• الاصطلاح مستقبل

يتغير منحى التيار المار في دارة مكثف حسب شحنه أو تفريغه لذلك وجب اعتبار شدة التيار مقدارا جديريا. بعد اختيار منحى موجبا اعتباطيا يحدد بسهم على الدارة، نعتبر:

- $i > 0$: التيار يمر في المنحى +
- $i < 0$: التيار يمر في المنحى -

في الاصطلاح مستقبل يمثل التوتر بين مربطي المكثف بسهم منحى معاكس لمنحى توجيه الدارة.



• العلاقة شحنة - شدة التيار

باعتبار الاصطلاح مستقبل، العلاقة بين شدة التيار وشحنة المكثف خلال شحنه أو تفريغه هي:

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

خلال التفريغ

خلال الشحن

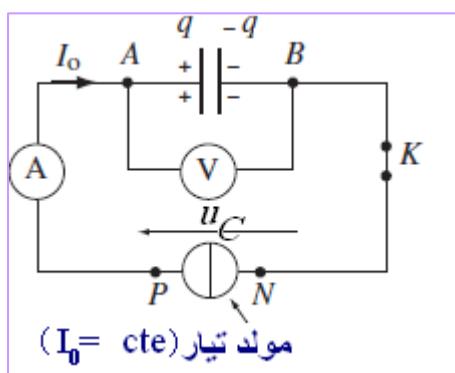
$$q \text{ تناقصية} \leftarrow i < 0$$

$$q \text{ تزايدية} \leftarrow i > 0$$

تيار التفريغ يمر عكس المنحى الموجب الاعتباطي

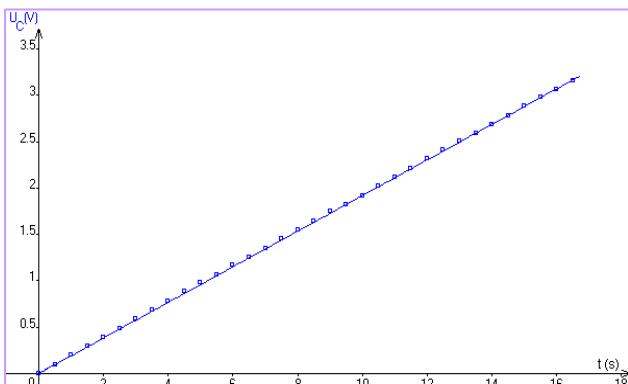
تيار الشحن يمر في المنحى الموجب الاعتباطي

في حالة تيار شدته ثابتة $I = \frac{q}{t}$ لدينا:



يشحن المكثف بتيار شدته ثابتة وتقاس قيم التوتر بين مربطي المكثف بدلالة مدة الشحن. يحصل على المبيان التالي.

• العلاقة شحنة - توتر



$$(1) \quad u_C = k \cdot t$$

$$(2) \quad q = I_0 \cdot t$$

$$\frac{q}{u_C} = \frac{I_0}{k} = \text{cte} = C$$

معادلة المنحنى هي:
باعتبار المكثف يشحن بتيار شدته ثابتة فإن:
(2) على (1) تعطي:

شحنة مكثف تتناسب طردياً مع التوتر المطبق بين مربطيه سواء خلال شحنه أو تفريغه:

$$q = C u$$

خاصية

معامل التناسب C مقدار يميز المكثف ويسمى سعة المكثف. وحدته تسمى الفاراد(F)

عملياً تستعمل أجزاء الفاراد وهي:

- الميليفاراد: $1 \text{ mF} = 10^{-3} \text{ F}$
- الميكروفاراد: $1 \mu\text{F} = 10^{-6} \text{ F}$
- النانوفاراد: $1 \text{ nF} = 10^{-9} \text{ F}$
- البيكوفاراد: $1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$

• تجميع المكثفات

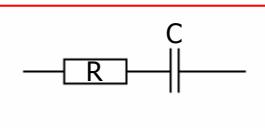
	تكمن أهمية هذا التركيب في الحصول على سعة مرتفعة.	$C = \sum_{i=1}^n C_i$	على التوازي
	يستعمل هذا التركيب للحصول على مكثف يمكنه تحمل توتر أعلى من التوتر الذي يتحمله كل مكثف بمفرده.	$\frac{1}{C} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{C_i}$	على التوالى

• طاقة مكثف

هي طاقة كهربائية تخزنها المكثف خلال شحنه و يحررها خلال تفريغه، و تعبيرها هو:

$$E_e = \frac{1}{2} C U^2 = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C}$$

II. ثنائي القطب (RC)



يتكون ثنائي قطب RC المتوازي من مكثف سعته C مركب على التوالى مع موصل أومي مقاومته R .

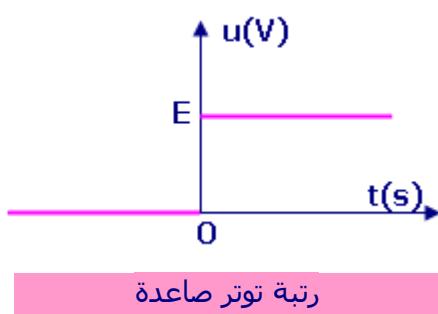
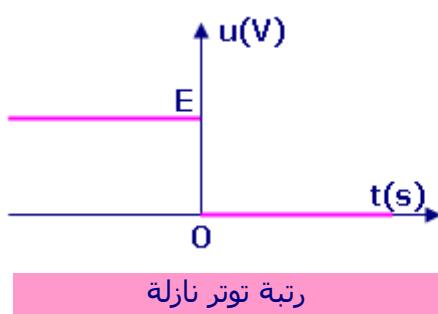
تعريف

• استجابة ثنائي قطب(RC) لرتبة توتر

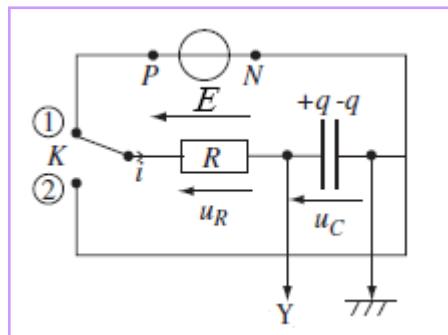
• رتبة توتر

يقال أن ثنائي قطب يخضع لرتبة توتر إذا تغير التوتر المطبق بين مربطيه من 0 إلى قيمة ثابتة E لحظيا(رتبة صاعدة) أو العكس(رتبة نازلة).

تعريف



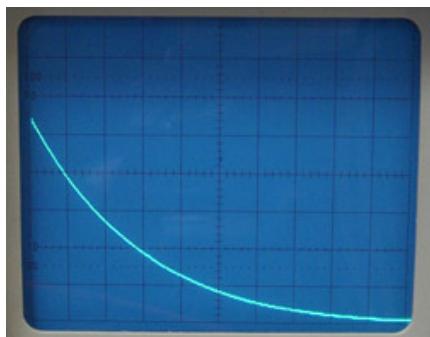
• دراسة تجريبية



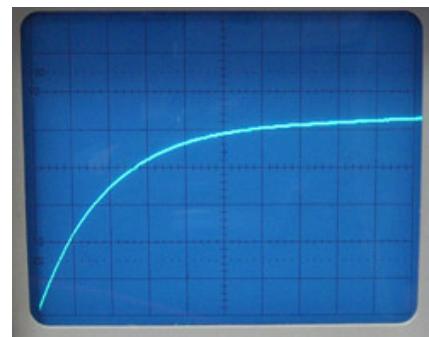
في المدخل ٢ لراسم تذبذب ذاكراتي تعانى تغيرات التوتر u_C بين مربطي المكثف خلال شحنه ثم خلال تفريغه.

القاطع K في الموضع 2 : استجابة RC لرتبة توتر نازلة
(تفرغ المكثف)

القاطع K في الموضع 1 : استجابة RC لرتبة توتر صاعدة
(شحن المكثف)



$$u_C(t)$$



$$u_C(t)$$

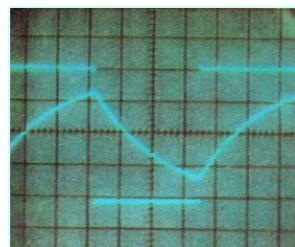
• دراسة نظرية

الاستجابة لرتبة توتر نازلة: تفرغ	الاستجابة لرتبة توتر صاعدة: شحن	المعادلة التفاضلية
$RC \frac{du}{dt} + u = 0$	$RC \frac{du}{dt} + u = E$	تعبير التوتر u بين مرطبي المكثف (حل المعادلة التفاضلية)
$u = E e^{-\frac{t}{RC}}$	$u = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$	
$\tau = RC$ هي المدة اللازمة لكي يفرغ المكثف 63% من شحنته البدنية.	$\tau = RC$ هي المدة اللازمة لكي يشحن المكثف بـ 63% من شحنته النهائية(القصوى).	ثابتة الزمن

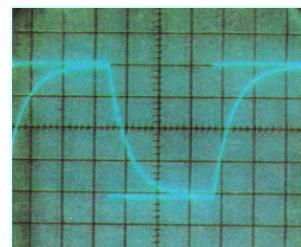
يمكن تحديد معادلة شدة التيار انطلاقاً من اشتتقاق معادلة التوتر باعتبار أن: →

• تأثير ثابتة الزمن على الشحن والتفرير

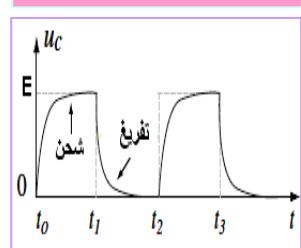
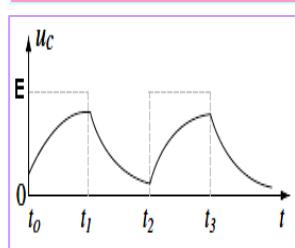
يطبق على ثنائي القطب RC توبرا مربعا وتعين قيمة R و/أو C . تعانى على أحد مدخلين راسم التذبذب تغيرات التوتر بين مربطي المكثف.



$\tau = RC$ كبيرة



$\tau = RC$ صغيرة



يكون الشحن والتفرير سريعين كلما صغرت قيمة ثابتة الزمن.
التوتر بين مربطي المكثف دالة زمنية متصلة.

تمرين (باك 2008 الدورة العادية)

تتميز المكثفات بخاصية تخزين الطاقة مع إمكانية استرجاعها عند الحاجة. ولهذا تستعمل المكثفات في عدة أجهزة ومنها نظام تشغيل مصباح وأمراض آلات التصوير.

(1) الجزء الأول: شحن مكثف.

ننجز التركيب التجربى التالي(ش.1) والمكون من مكثف سعته C غير مشحون بدنيا، مركب على التوالى مع موصل أومي مقاومته R وقاطع التيار K .

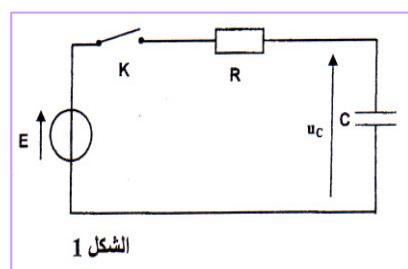
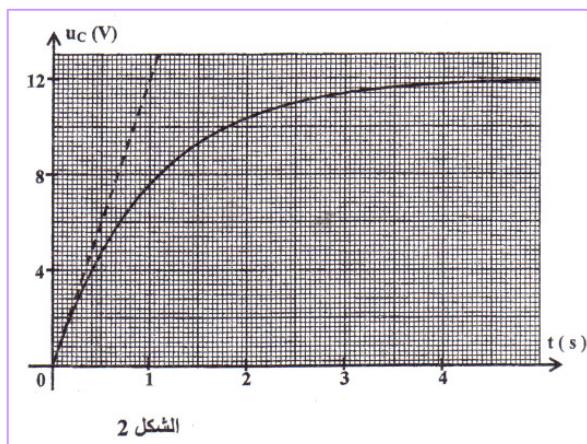
يُخضع ثنائي القطب RC لرتبة توتر معرفة كما يلى:

- بالنسبة ل $0 < t < 0$: $U = 0$

- بالنسبة ل $t \geq 0$: $U = E$ حيث $E = 12$ V

نغلق قاطع التيار عند اللحظة $t = 0$ ونعاين باستعمال وسيط معلوماتي على شاشة حاسوب تغيرات التوتر U بين

مربطي المكثف بدلالة الزمن. يمثل الشكل 2 المنحنى $u_C = f(t)$.



الشكل 1

- 1.1- أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u .

- 1.2- تحقق من أن التعبير $u = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$ هو حل للمعادلة التفاضلية السابقة بالنسبة ل $t \geq 0$ ، حيث τ ثابتة الزمن.

- 1.3- حدد تعبير τ و بين، باعتماد معادلة الأبعاد، أن τ بعدا زمنيا.

- 1.4- عين مبيانا قيمة τ واستنتج أن قيمة سعة المكثف هي $C = 100 \mu F$. نعطي: $R = 10 k\Omega$

- 1.5- أحسب الطاقة الكهربائية التي يخزنها المكثف في النظام الدائم.

(2) الجزء الثاني: تفريغ مكثف.

يتطلب تشغيل وامض آلة التصوير طاقة عالية لا يمكن الحصول عليها باستعمال المولد السابق. للحصول على الطاقة اللازمة يشحن المكثف السابق بواسطة دارة إلكترونية تمكن من تطبيق توتر مستمر بين مربطي المكثف قيمته: $U_C = 360 V$.

نفرغ المكثف عند اللحظة $t = 0$ في مصباح وامض آلة التصوير الذي يندمج بموصل أومي مقاومته r (ش3) فيتغير التوتر u بين مربطي المكثف وفق المعادلة الزمنية التالية:

$$u_C = 360 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{حيث } \tau \text{ ثابتة الزمن و } u_C \text{ معبر عنها بالفولط.}$$

- 2.1- أوجد قيمة r مقاومة مصباح وامض آلة التصوير علما أن التوتر بين مربطي المكثف يأخذ القيمة $U_C = 132,45 V$ عند اللحظة $t = 2 ms$.

- 2.2- اشرح كيف يجب اختيار مقاومة وامض آلة التصوير لضمان تفريغ أسرع للمكثف.

