

الوحدة 03: دراسة الظواهر الكهربائية	
<p><b>المستوى:</b> نهائي جميع الشعب</p> <p><b>المجال:</b> التطورات الريبية.</p> <p><b>الوحدة 03:</b> دراسة الظواهر الكهربائية</p>	<p><b>الأستاذ:</b> ملكي علي.</p> <p><b>المدة الإجمالية للوحدة:</b> (3أ.م + 6سا نظري)</p>
<p><b>مؤشرات الكفاءة:</b></p> <p>☞ يعرف المكثفة ويكتب عبارة التوتر بين طرفيها</p> <p>☞ يحدد ثابت الزمن والعوامل المؤثرة فيه</p> <p>☞ يحسب الطاقة الكهربائية المخزنة</p> <p>☞ يؤسس المعادلات التفاضلية</p> <p>☞ يعرف الوشيعية</p> <p>☞ يقدر ثابت الزمن يحسب الطاقة المخزنة</p> <p>☞ يؤسس المعادلات التفاضلية</p> <p>☞ يقيس الثوابت <math>L, \tau, C</math></p>	<p><b>البطاقات التجريبية</b></p> <p>☞ شحن وتفريغ مكثفة</p> <p>☞ تحقيق دائرة الشحن والتفريغ</p> <p>☞ العوامل المؤثرة في ثابت الزمن</p> <p>☞ دراسة دائرة تحتوي وشيعة وناقل أومي</p> <p>☞ العوامل المؤثرة في ثابت الزمن</p>
<p><b>مراحل سير الوحدة:</b></p> <p><b>I- المكثفات وثنائي القطب (RC)</b></p> <p>1-ثنائي القطب (RC)</p> <p>2-وصف المكثفة وخصائصها</p> <p>- وحدات قياس سعة المكثفات</p> <p>- العلاقة بين شحنة المكثفة (<math>q</math>) وشدة التيار</p> <p>- ربط المكثفات</p> <p>3-سعة مكثفة (عمل مخبري)</p> <p>4-التفسير المجبري للشحن والتفريغ:</p> <p>5-شحن وتفريغ مكثفة (دراسة تجريبية)</p> <p>- العوامل المؤثرة في زمن الشحن أو التفريغ</p> <p>6-طريقة ربط راسم الاهتزاز لمشاهدة بيانات التوتر</p> <p>7-الدراسة النظرية لظاهرة شحن وتفريغ مكثفة</p> <p>8-مميزات دائرة الشحن أو التفريغ</p> <p><b>II- الوشائع وثنائي القطب (RL)</b></p> <p>1-تعريف الوشيعية</p> <p>2-تصرف وشيعة في دائرة كهربائية</p> <p>3-تطور شدة الخيار الكهربائي المار في وشيعة</p> <p>4-المعادلات التفاضلية لثنائي القطب (RL)</p> <p>5-مميزات دائرة ثنائي القطب (RL)</p>	<p><b>أهداف التعلم:</b></p> <p>☞ كيف يتعرف على دور المكثفة في الدارة الكهربائية</p> <p>☞ يحقق دائرة الشحن والتفريغ ويتحكم في العوامل المؤثرة في زمن الشحن الطاقة المخزنة</p> <p>☞ يتعرف على الوشيعية</p> <p>☞ تأثير الوشيعية على شدة التيار الكهربائي الطاقة المخزنة</p> <p>☞ يدرس عمليا تطور شدة التيار نحو قيمة ثابتة ونحو قيمة معدومة</p> <p><b>المراجع:</b></p> <p>◀ الكتاب المدرسي-الوثيقة المرافقة-المنهاج-وثائق الأنترنت</p> <p><b>التقويم:</b> تمارين من الكتاب المدرسي</p> <p><b>الوسائل المستعملة:</b></p> <p>مكثفات ووشائع مختلفة-مولد كهربائي مستمر – مولد تيار ثابت-غلفانومتر – أسلاك توصيل -جهاز فولط متري- جهاز أمبير متري -مصباح –مقاومة– وراسم الإهتزاز المهبطي</p>

المستوى: نهائي علوم تجريبية وتقني	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
بطاقة الحصة -1- نظري		
الوحدة: دراسة الظواهر الكهربائية	الموضوع: سعة مكثفة	

**مؤشرات الكفاءة:**

- يعرف المكثفة والمقادير المميزة لها
- يتعرف على سلوك المكثفة وخصائصها في الدارة
- يحسب سعة مكثفة

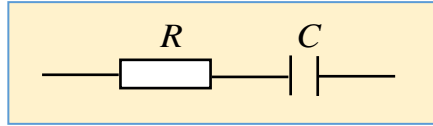
**الوسائل / الأدوات والوثائق المستعملة:**

- المنهاج + الوثيقة المرفقة+ دليل الأستاذ+ كتاب مدرسي
- بطارية  $E = 4,5V$ , ثلاث مصابيح لايد  $LED$ , مكثفة سعتها  $C = 1000\mu F$ , أسلاك توصيل, قاطعات بادلة, مقياس غلفاني, مولد للتيار الثابت  $I = 100\mu A$ , فولط متر.

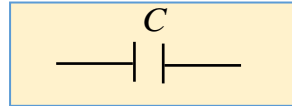
المدة	عناصر الدرس	الأنشطة	عمل التلميذ	عمل الأستاذ	التقويم
30د	1-ثنائي القطب $(RC)$ 2-وصف المكثفة وخصائصها وحدات قياس سعة المكثفات	مشاهدة مكثفات مختلفة	كتابة الملاحظات عن أنواع المكثفات	تشويق التلميذ	
10د	- العلاقة بين شحنة المكثفة $(q)$ وشدة التيار - ربط المكثفات	يكتب عبارة شحنة المكثفة	التعرف على المكثفة ورمزها شحن وتفريغ مكثفة ربط المكثفات	توجيه الإجابات وتصحيحها	
80د	3-سعة مكثفة (عمل مخبري) 4-التفسير المجبري للشحن والتفريغ	وثيقة التلميذ يتعرف على دور المكثفة في الدارة الكهربائية	تدوين الملاحظات الإجابة عن أسئلة الوثيقة	توجيه الإجابات وتصحيحها	

**I- المكثفات وثنائي القطب (RC)****1-ثنائي القطب (RC):**

ندعو ثنائي القطب (RC) الدارة الكهربائية التي تتألف من مكثفة سعتها (C) وناقل أومي مقاومته (R) موصولان على التسلسل.



**2-وصف المكثفة وخصائصها:** هي عبارة عن عنصر كهربائي يتكون من صفيحتين معدنيتين (لبوسين) ويفصل بينهما عازل كهربائي (هواء، خبز، شمع....) وتعمل المكثفة على تخزين الشحنات الكهربائية ويرمز للمكثفات في الدارات الكهربائية بالرمز:



للمكثفات سعة استيعاب يرمز لها بـ C تستخدم لتخزين الكهرباء ووحدها هي الفاراد (farad) وتناسب مع كمية الكهرباء التي تخزنها.

**وحدات قياس سعة المكثفات:**  
 $1mF = 10^{-3} F$  (الميلي فاراد)       $1\mu F = 10^{-6} F$  (ميكروفاراد)  
 $1nF = 10^{-9} F$  (نانوفاراد)       $1pF = 10^{-12} F$  (بيكو فاراد)

**العلاقة بين شحنة المكثفة وشدة التيار:**

شدة التيار الكهربائي هي تدفق الشحنات الكهربائية في أية لحظة ونكتب  $\left( i(t) = \frac{dq(t)}{dt} \right)$

عند شحن المكثفة بتيار مستمر تصبح العلاقة بالشكل  $(q = I.t)$  حيث وحدة (q) هي الكولوم (C) يمكن إعطاء كمية الكهرباء بعلاقة أخرى:  $(q = n.e)$  حيث (n) عدد الإلكترونات  $(|e| = 1,6. 10^{-19} C)$

**ملاحظة:** سعة المكثفة تتغير بحسب نوع عازلها وعرضه ومساحة سطح لبوسها وتعطى بالعلاقة  $\left( C = 8.85 \times 10^{-12} \cdot \epsilon \cdot \frac{S}{d} \right)$

**حيث:** ( $\epsilon$ ): ثابت العزل الكهربائي للعازل (هواء=1، زجاج = 6.4 ...)

(S): مساحة سطح لبوسها المشترك ( $m^2$ )

(d): عرض عازلها (m)

**ربط المكثفات:** يمكن ربط المكثفات على التفرع، التسلسل، مختلط

**على التفرع:** تصبح سعة المكثفة كبيرة وتعطى علاقة سعتها بـ:  $C_{eq} = C_1 + C_2 + \dots + C_n$

**على التسلسل:** تصبح سعة المكثفة ضعيفة وتعطى علاقة سعتها بـ:  $\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$

**3-سعة مكثفة (عمل مخبري)**

المستوى: نهائي علوم تجريبية وتقني	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
الوحدة: دراسة الظواهر الكهربائية	الموضوع: سعة مكثفة	

### بطاقة عمل الأستاذ



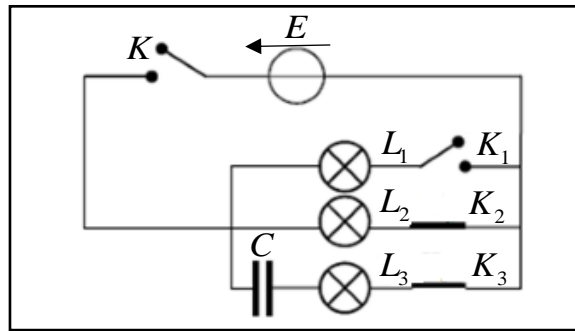
**الإشكالية:** للمكثفة استعمالات كثيرة في حياتنا اليومية مثلا نجد استعمالها في وماض الات التصوير ومولدات التوتر الثابت... الخ. فما هو دورها في الدارات الكهربائية؟

### الأدوات والمواد المستعملة

بطارية ( $E = 4,5V$ )، ثلاث مصابيح لايد ( $LED$ )، مكثفة سعتها ( $C = 1000\mu F$ )، أسلاك توصيل، قاطعات، بادلة، مقياس غلفاني، مولد للتيار الثابت ( $I = 100\mu A$ )، فولط متر.

### النشاط التجريبي 01 سلوك المكثفة في الدارة الكهربائية

نركب الدارة المبينة في الشكل. اغلق القاطعة ( $K$ ) ودون ملاحظاتك ثم وفسرها؟



الملاحظات	التفسير
$L_1$ لا يتوهج	التيار لا يمر في $L_1$ لأن القاطعة $K_1$ مفتوحة
$L_2$ يتوهج	التيار يمر في $L_2$ لأن القاطعة $K_2$ مغلقة
$L_3$ يتوهج ثم ينطفئ بعد مدة	التيار يمر في $L_3$ لأن شدة التيار تنتقل من الصفر الى أعظم قيمة لها ثم تعود الى الصفر تدريجيا

**نتيجة:** عند نهاية الشحن تتحول المكثفة الى قاطعة مفتوحة

### النشاط التجريبي 02 التفسير المجبري لشحن وتفريغ مكثفة

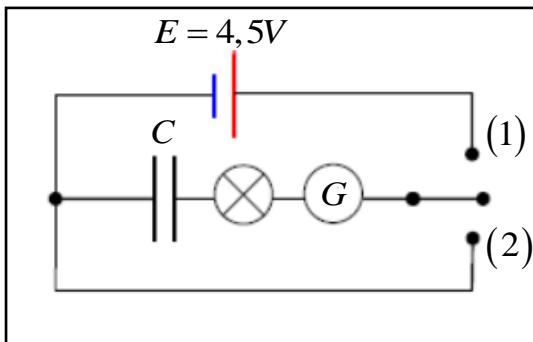
حقق التركيب للدارة المبينة في الشكل المقابل نضع البادلة في

الوضع 1 ثم الوضع 2

حسب وضعية البادلة بين على الشكل اتجاه التيار في الدارات الفرعية

- ماذا تلاحظ

- كيف تفسر هذه الملاحظات



البادلة في الوضع 2	البادلة في الوضع 1
<p><b>اتجاه التيار:</b></p>	<p><b>اتجاه التيار:</b></p> <p><math>E = 4,5V</math></p>
<p><b>الملاحظة:</b></p> <p>المصباح يتوهج ثم ينطفئ تدريجيا وينحرف مؤشر الغلفانومتر في الجهة الأخرى ثم يعود الى الصفر</p>	<p><b>الملاحظة:</b></p> <p>المصباح لايد يتوهج ثم ينطفئ تدريجيا وينحرف مؤشر الغلفانومتر في جهة ثم يعود الى الصفر</p>
<p><b>التفسير:</b> انحراف مؤشر الغلفانومتر في الجهة الأخرى ثم يعود للصفر يدل على مرور التيار في الاتجاه المعاكس حيث تتفرغ المكثفة تدريجيا في المصباح الى وانعدامه دليل على تفريغ المكثفة</p>	<p><b>التفسير:</b> تشحن المكثفة تدريجيا عبر المصباح الذي يشتغل ثم ينطفئ تدريجيا، انحراف المؤشر وعودته للصفر دليل على تناقص شدة التيار الى ان ينعدم وتصبح المكثفة قاطعة مفتوحة</p>

### النشاط التجريبي 03 إيجاد سعة المكثفة

حقق التركيب لدارة المبينة في الشكل حيث نستعمل مولد للتيار الثابت  $I = 100\mu A$

1- بعد غلق القاطعة أكمل الشكل بتمثيل جهة التيار والتوتر في الدارة

2- اكتب عبارة شحنة المكثفة بدلالة شدة التيار والمدة الزمنية

$$I = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = I \cdot t$$

3- قس التوترين طرفي المكثفة في فترات زمنية مختلفة ثم املا الجدول

$U_C (V)$	0	2	4	6	8	10
$t(s)$	0	4,3	8,6	12,6	17,1	21,4
$q_A (10^{-4} C)$	0	4,3	8,6	12,6	17,1	21,4

4- مثل المنحنى البياني  $q_A = f(U_C)$  وماذا تستنتج؟

المنحنى عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ معادلته من

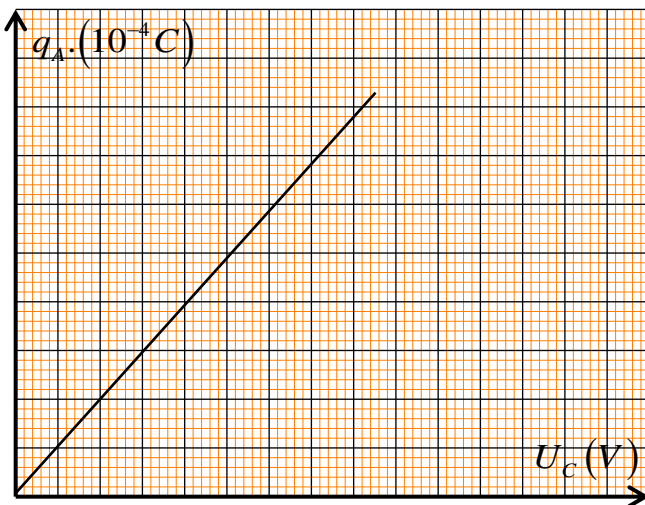
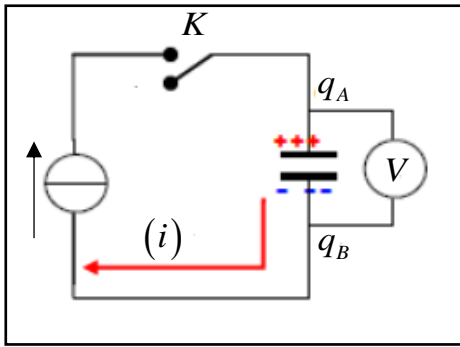
الشكل  $(q_A = a \cdot U_{AB})$  حيث  $(a)$  يمثل معامل توجيه المستقيم

$$a = \frac{\Delta q_A}{\Delta U_{AB}} = \frac{(21,4 - 0) \cdot 10^{-4}}{10 - 0} = 2,14 \cdot 10^{-3} (C/V)$$

5- استنتج العلاقة بين شحنة المكثفة  $q(t)$  و  $U_C(t)$

من العلاقة السابقة (العلاقة البيانية) نجد

$$q(t) = C \cdot U_C(t)$$



**ملاحظة** عندما نتكلم عن شحنة المكثفة نقصد شحنة أحد اللبوسين لأن الشحنة الكلية للمكثفة معدومة (شحنة اللبوس

المشحون ايجابا تساوي شحنة اللبوس المشحون سلبا)

المستوى: نهائي علوم تجريبية وتقني	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
الوحدة: دراسة الظواهر الكهربائية	الموضوع: سعة مكثفة	

### بطاقة عمل التلميذ



**الإشكالية:** للمكثفة استعمالات كثيرة في حياتنا اليومية مثلا نجد استعمالها في ومامض

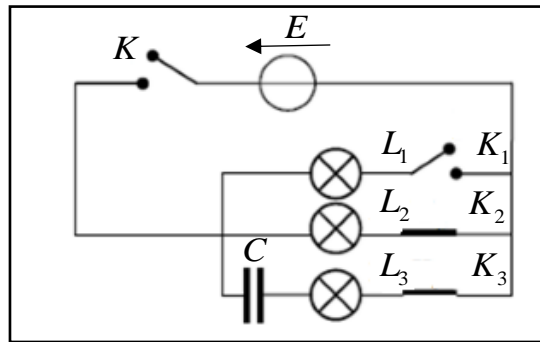
الات التصوير ومولدات التوتر الثابت... الخ. فما هو دورها في الدارات الكهربائية؟

### الأدوات والمواد المستعملة

بطارية ( $E = 4,5V$ )، ثلاث مصابيح لايد ( $LED$ )، مكثفة سعتها ( $C = 1000\mu F$ )، أسلاك توصيل، قاطعات، بادلة، مقياس غلفاني، مولد للتيار الثابت ( $I = 100\mu A$ )، فولط متر.

### النشاط التجريبي 01 سلوك المكثفة في الدارة الكهربائية

نركب الدارة الميينة في الشكل. اغلق القاطعة ( $K$ ) ودون ملاحظاتك ثم وفسرها؟



الملاحظات	التفسير
..... ..... .....	..... ..... .....
..... ..... .....	..... ..... .....
..... ..... .....	..... ..... .....

### نتيجة:

### النشاط التجريبي 02 التفسير المجبري لشحن و تفريغ مكثفة

حقق التركيب للدارة الميينة في الشكل المقابل نضع البادلة في

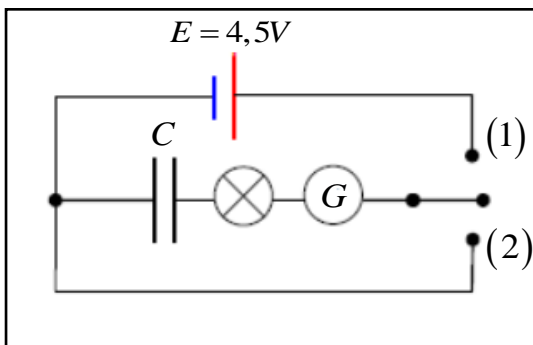
الوضع 1 ثم الوضع 2

حسب وضعية البادلة بين على الشكل اتجاه التيار في الدارات الفرعية

1- حدد اتجاه التيار

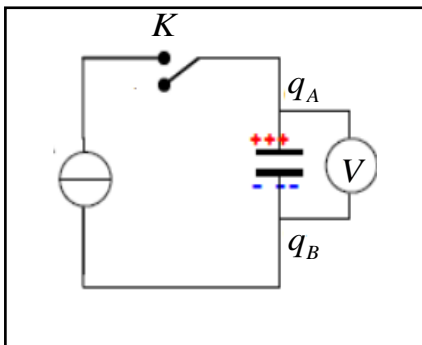
2- ماذا تلاحظ

3- كيف تفسر هذه الملاحظات



البادلة في الوضع 2	البادلة في الوضع 1
<p><u>اتجاه التيار:</u></p> <p>(2)</p>	<p><u>اتجاه التيار:</u></p> <p><math>E = 4,5V</math></p> <p>(1)</p>
<u>الملاحظة:</u>	<u>الملاحظة:</u>
.....	.....
.....	.....
<u>التفسير:</u>	<u>التفسير:</u>
.....	.....
.....	.....
.....	.....
.....	.....

النشاط التجريبي 03 إيجاد سعة المكثفة



حقق التركيب لدارة المبينة في الشكل حيث نستعمل مولد للتيار الثابت  $I = 100\mu A$

1- بعد غلق القاطعة أكمل الشكل بتمثيل جهة التيار والتوتر في الدارة

2- أكتب عبارة شحنة المكثفة بدلالة شدة التيار والمدة الزمنية

3- قس التوتر بين طرفي المكثفة في فترات زمنية مختلفة ثم املا الجدول

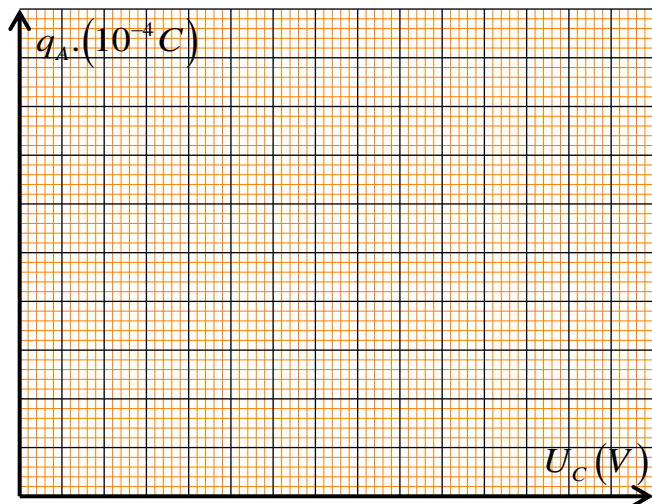
$U_c (V)$						
$t (s)$						
$q_A (10^{-4} C)$						

4- مثل المنحنى البياني  $q_A = f(U_c)$  وماذا تستنتج؟

المنحنى عبارة عن خط مستقيم يمر من المبدأ معادلته من

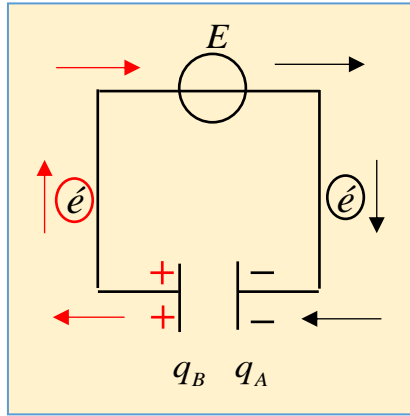
الشكل ..... حيث  $(a)$  يمثل معامل توجيه المستقيم

5- استنتج العلاقة بين شحنة المكثفة  $q(t)$  و  $U_c(t)$



**ملاحظة** عندما نتكلم عن شحنة المكثفة نقصد شحنة أحد اللبوسين لان الشحنة الكلية للمكثفة معدومة (شحنة اللبوس

المشحون ايجابا تساوي شحنة اللبوس المشحون سلبيًا)

**4-التفسير المجبري للشحن والتفريغ:****أ-عند الشحن**

يضخ المولد الإلكترونات من قطبه السالب (الكمون المنخفض) إلى اللبوس (A) للمكثفة (الكمون المرتفع) ويسحب الإلكترونات من اللبوس (B) للمكثفة (الكمون المنخفض) إلى القطب الموجب للمولد (الكمون المرتفع) وتتوقف هذه العملية عندما لا يقوى المولد على ضخ مزيد من الإلكترونات. في كل الحالات كخلاصة تنتقل الإلكترونات من أخفض كمون إلى أعلاه في جميع النواقل

**ب-عند التفريغ**

يلغى المولد ضخ الإلكترونات فتنتقل الإلكترونات من اللبوس (A) للمكثفة إلى من اللبوس (B) وتستمر هذه العملية حتى تتفرغ المكثفة

**5-شحن وتفريغ مكثفة (دراسة تجريبية):**



المستوى: نهائي علوم تجريبية وتقني	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
بطاقة الحصة -2- عملي		
الوحدة: دراسة الظواهر الكهربائية	الموضوع: شحن وتفريغ مكثفة والعوامل المؤثرة في زمن الشحن	

مؤشرات الكفاءة:

- ◀ يكشف يحقق تجريبيا ظاهرتي الشحن والتفريغ
- ◀ يحسب ثابت الزمن والعوامل المؤثرة فيه

الوسائل /الأدوات والوثائق المستعملة:

- ◀ المنهاج + الوثيقة المرفقة+ دليل الأستاذ+ كتاب مدرسي
- ◀ مولد للتوتر الثابت ( $E = 8,5V$ ) , مكثفة سعتهما ( $C = 2200\mu F$ ) , أسلاك توصيل , قاطعة , بادلة مقياس فولط متر وأمبير متر, مقاومة ( $R = 10k\Omega$ ) , ميقاوية

المدة	عناصر الدرس	النشاط	عمل التلميذ	عمل الأستاذ	التقويم
120د	<u>5-شحن وتفريغ مكثفة</u> <u>(دراسة تجريبية)</u> العوامل المؤثرة في زمن الشحن أو التفريغ	وثيقة التلميذ يحقق دائرة الشحن والتفريغ ويتحكم في العوامل المؤثرة في زمن الشحن	ربط الدارة الكهربائية للشحن والتفريغ وتسجيل النتائج	يوجه التلميذ عمل مخبري : تحقيق دائرة الشحن والتفريغ والعوامل المؤثرة في ثابت الزمن	

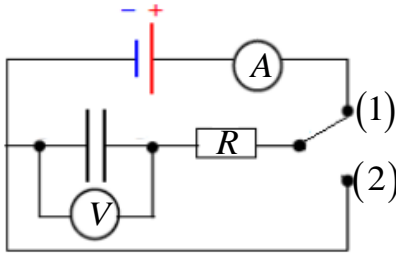
المستوى: نهائي علوم تجريبية وتقني	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
الوحدة: دراسة الظواهر الكهربائية	الموضوع: شحن وتفريغ مكثفة	

### بطاقة عمل الأستاذ

#### الأدوات والمواد المستعملة

مولد للتوتر الثابت ( $E = 8,5V$ ) , مكثفة سعتها ( $C = 2200\mu F$ ) , أسلاك توصيل , قاطعة , بادلة , مقياس فولط متر وأمبير متر , مقاومة ( $R = 10k\Omega$ ) , ميقاتية

#### النشاط التجريبي 01 تحقيق ظاهري الشحن والتفريغ لمكثفة



**ظاهرة الشحن:** حقق الدارة المقابلة بالشكل. ضع البادلة في الوضع 1

خذ قيم التوتر ( $U_C(t)$ ) بين طرفي المكثفة خلال لحظات زمنية مختلفة

بواسطة جهاز الفولط متر ودون النتائج في الجدول التالي:

$t(s)$	0	2	4	6	8	10	12	15	17	21	25	29	35	43	54	78	120
$U_C(V)$	0	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,2

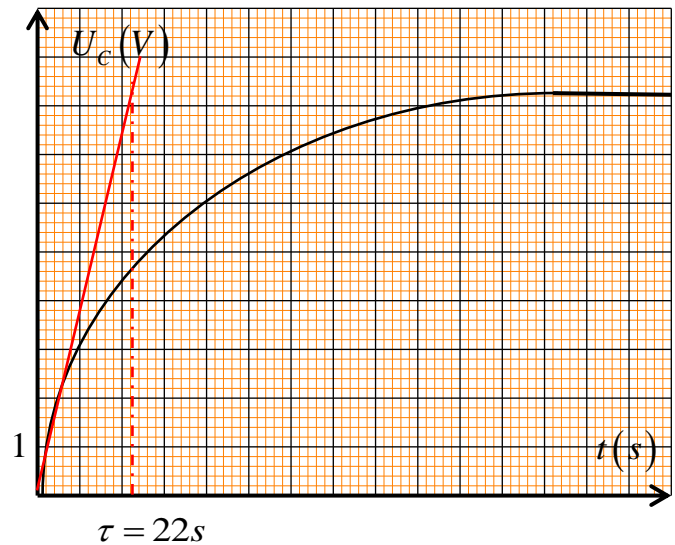
**الأسئلة:** مثل البيان  $U_C = f(t)$  ماذا تلاحظ، أحسب بيانيا ثابت الزمن وماذا تستنتج؟

#### الملاحظة

البيان عبارة عن دالة رتيبة أسية متزايدة، بالتالي التوتر يزداد تدريجيا حتى يبلغ قيمته الأعظمية، ونميز فيه نظامين انتقالي ودائم

#### قيمة الزمن المميز لشحن المكثفة:

الزمن ( $\tau$ ) هو زمن شحن المكثفة بنسبة (63%) يعني عند اللحظة ( $t = \tau$ ) يكون ( $U_C(\tau) = 0,63E$ ) بعد الإسقاط نجد ( $\tau = 22s$ ) وهو يساوي المقدار ( $R.C$ )  
اذن  $\tau = RC$



**ظاهرة التفريغ:** نفس الدارة السابقة. ضع البادلة في الوضع 2 خذ قيم التوتر ( $U_C(t)$ ) بين طرفي المكثفة خلال لحظات زمنية

مختلفة بواسطة جهاز الفولط متر ودون النتائج في الجدول التالي:

$t(s)$	0	2	4	6	8	10	12	15	17	21	25	29	35	43	54	78	120
$U_C(V)$	8,5	8	7,5	7	6,5	6	5,5	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5

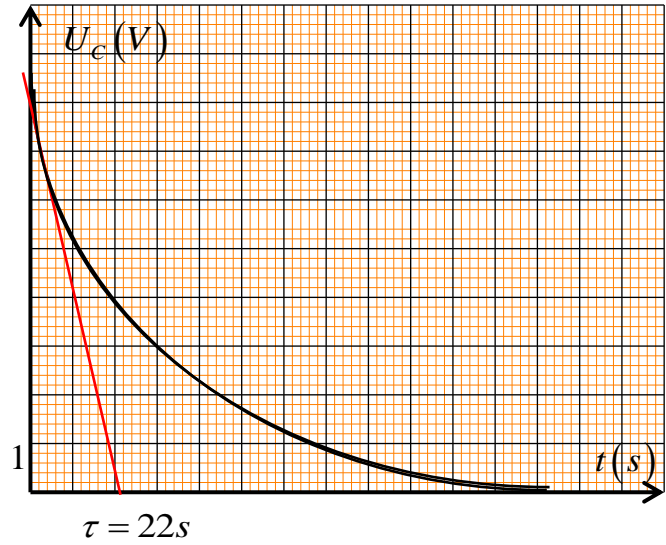
الأسئلة: مثل البيان  $U_C = f(t)$  ماذا تلاحظ , أحسب بيانيا ثابت الزمن و ماذا تستنتج؟

### الملاحظة

البيان عبارة عن دالة رتيبة أسية متناقصة، بالتالي التوتريتناقص تدريجيا حتى ينعدم، ونميز فيه نظامين انتقالي ودائم

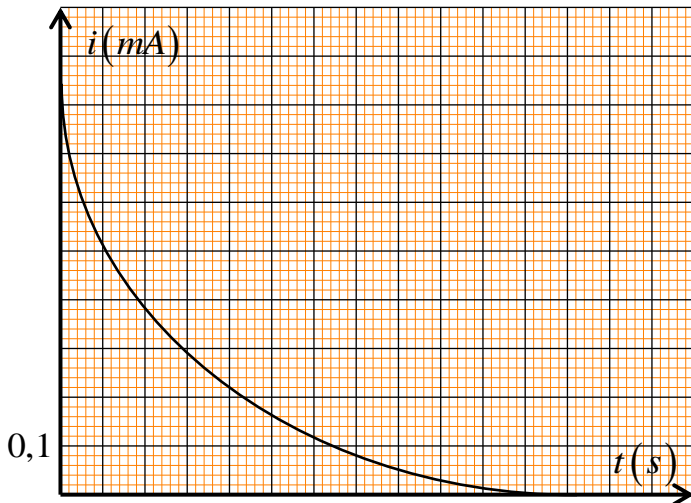
### قيمة الزمن المميز لشحن المكثفة:

الزمن ( $\tau$ ) هو زمن تفريغ المكثفة بنسبة (37%) يعني عند اللحظة ( $t = \tau$ ) يكون ( $U_C(\tau) = 0,37E$ ) بعد الإسقاط نجد ( $\tau = 22s$ ) وهو يساوي المقدار ( $R.C$ ) اذن  $\tau = RC$



متابعة بيان التيار في ظاهرة الشحن: نفس الدارة السابقة. ضع البادلة في الوضع 1 خذ قيم شدة التيار  $i(t)$  في الدارة خلال

لحظات زمنية مختلفة بواسطة جهاز الأمبير مترودون النتائج في الجدول التالي:



$t(s)$	0	2	4	6	8	10
$i(mA)$	0,85	0,78	0,72	0,66	0,62	0,55
$t(s)$	12	14	18	20	25	30
$i(mA)$	0,52	0,47	0,40	0,37	0,31	0,26
$t(s)$	35	40	45	50	60	70
$i(mA)$	0,22	0,18	0,15	0,13	0,10	0,08
$t(s)$	80	90	110	120	130	
$i(mA)$	0,06	0,05	0,03	0,02	0	

### النشاط التجريبي 03 العوامل المؤثرة في زمن الشحن أو التفريغ

نعيد الدارة السابقة ونغير في كل مرة قيمة مقاومة الناقل الاومي وسعة المكثفة ونحسب الزمن الكلي للشحن

$R$	$10K\Omega$	$5K\Omega$	$10K\Omega$
$C$	$1\mu F$	$1\mu F$	$0,22\mu F$
$\tau(\text{exp})$	$11ms$	$5ms$	$2ms$
$\tau(\text{théo}) = RC$	$10ms$	$5ms$	$2,2ms$

نتيجة: كلما زادت قيمة الناقل الأومي أو سعة المكثفة كلما زاد زمن الشحن أو التفريغ

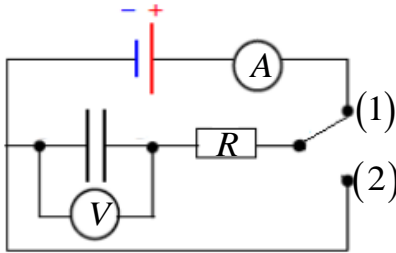
<b>المستوى: نهائي علوم تجريبية وتقني</b>	<b>ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي</b>	<b>الأستاذ: ملكي علي</b>
<b>الوحدة: دراسة الظواهر الكهربائية</b>	<b>الموضوع: شحن وتفريغ مكثفة</b>	

### بطاقة عمل التلميذ

#### الأدوات والمواد المستعملة

مولد للتوتر الثابت ( $E = 8,5V$ ) , مكثفة سعتها ( $C = 2200\mu F$ ) , أسلاك توصيل , قاطعة , بادلة , مقياس فولط متر وأمبير متر , مقاومة ( $R = 10k\Omega$ ) , ميقاتية

#### النشاط التجريبي 01 تحقيق ظاهري الشحن والتفريغ لمكثفة



**ظاهرة الشحن:** حقق الدارة المقابلة بالشكل. ضع البادلة في الوضع 1

خذ قيم التوتر ( $U_C(t)$ ) بين طرفي المكثفة خلال لحظات زمنية مختلفة

بواسطة جهاز الفولط متر ودون النتائج في الجدول التالي:

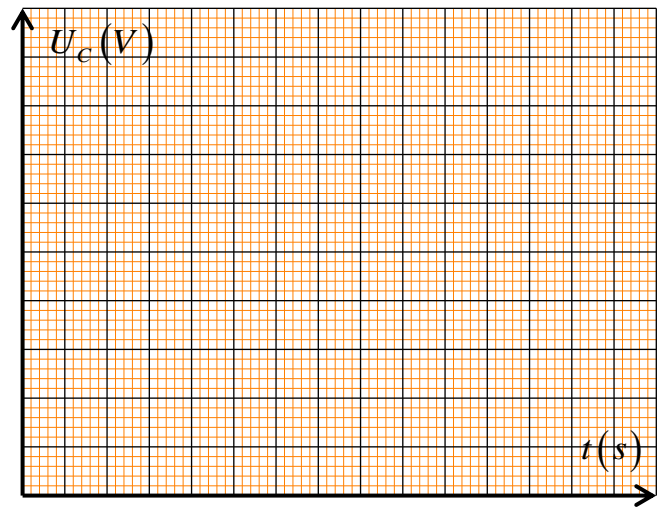
$t(s)$																				
$U_C(V)$																				

**الأسئلة:** مثل البيان  $U_C = f(t)$  ماذا تلاحظ، أحسب بيانيا ثابت الزمن وماذا تستنتج؟

#### الملاحظة

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

#### قيمة الزمن المميز لشحن المكثفة:



**ظاهرة التفريغ:** نفس الدارة السابقة. ضع البادلة في الوضع 2 خذ قيم التوتر ( $U_C(t)$ ) بين طرفي المكثفة خلال لحظات زمنية

مختلفة بواسطة جهاز الفولط متر ودون النتائج في الجدول التالي:

$t(s)$																				
$U_C(V)$																				

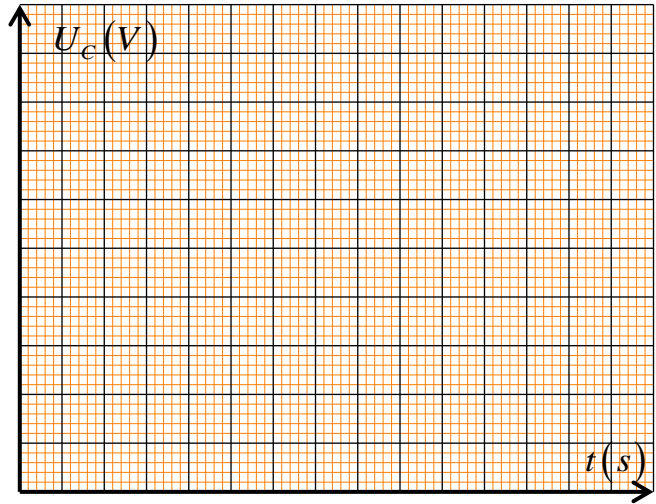
**الأسئلة:** مثل البيان  $U_C = f(t)$  ماذا تلاحظ , أحسب بيانيا ثابت الزمن و ماذا تستنتج؟

الملاحظة

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

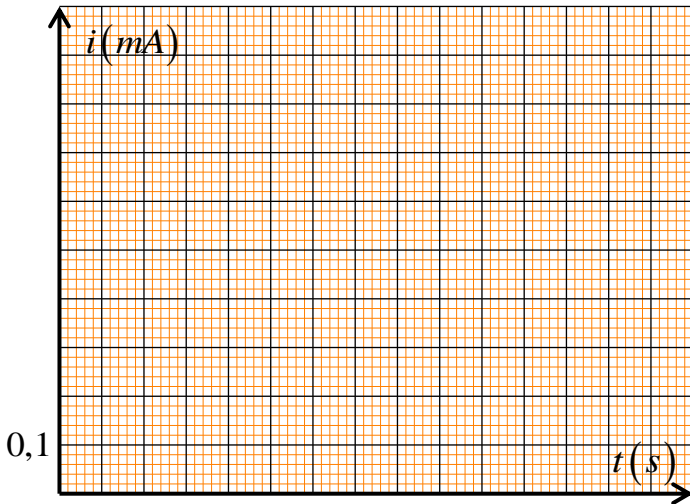
قيمة الزمن المميز لشحن المكثفة:

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



متابعة بيان التيار في ظاهرة الشحن: نفس الدارة السابقة. ضع البادلة في الوضع 1 خذ قيم شدة التيار  $i(t)$  في الدارة خلال

لحظات زمنية مختلفة بواسطة جهاز الأمبير مترودون النتائج في الجدول التالي:



$t(s)$					
$i(mA)$					
$t(s)$					
$i(mA)$					
$t(s)$					
$i(mA)$					
$t(s)$					
$i(mA)$					

النشاط التجريبي 03 العوامل المؤثرة في زمن الشحن أو التفريغ

نعيد الدارة السابقة ونغير في كل مرة قيمة مقاومة الناقل الاومي وسعة المكثفة ونحسب الزمن الكلي للشحن

$R$	$10K\Omega$	$5,6K\Omega$	$10K\Omega$
$C$	$1\mu F$	$1\mu F$	$0,22\mu F$
$\tau(\text{exp})$	$11ms$	$5ms$	$2ms$
$\tau(\text{théo}) = RC$			

..... نتيجة:

المستوى: نهائي علوم تجريبية وتقني	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
بطاقة الحصة -3- نظري		
الوحدة: دراسة الظواهر الكهربائية	الموضوع: الدراسة النظرية لشحن وتفريغ مكثفة	

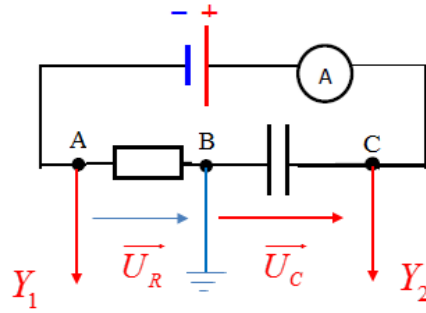
مؤشرات الكفاءة:

- ◀ يكتب المعادلات التفاضلية
- ◀ يحدد مميزات دائرة الشحن والتفريغ

الوسائل /الأدوات والوثائق المستعملة:

- ◀ المنهاج + الوثيقة المرفقة+ دليل الأستاذ+ كتاب مدرسي

المدة	عناصر الدرس	النشاط	عمل التلميذ	عمل الأستاذ	التقويم
60د	6-طريقة ربط راسم الاهتزاز لمشاهدة بيانات التوتر 7-الدراسة النظرية لظاهرة شحن وتفريغ مكثفة	ربط جهاز راسم الاهتزاز المهبطي لمتابعة بيانات التوتر	كتابة المعادلات التفاضلية	المعادلة التفاضلية لدائرة الشحن والتفريغ -حل المعادلة التفاضلية -الطاقة المخزنة في مكثفة ثابت الزمن	
60 د	8-مميزات دائرة الشحن أو التفريغ	مفاهيم	تدوين الملاحظات	توجيه الإجابات وتصحيحها	

6- طريقة ربط راسم الاهتزاز المهبطي لمشاهدة بيانات التوتر:

نوصل مدخل راسم الإهتزاز المهبطي  $Y_1$  مع النقطة  $A$  الموصلة بالقطب الموجب السالب. ونوصل الأرضي مع النقطة  $B$  و نوصل مدخل راسم الإهتزاز المهبطي  $Y_2$  مع النقطة  $C$ . على المدخل  $Y_2$  نقرأ البيان  $U_C(t) = f(t)$ . على المدخل  $Y_1$  نقرأ البيان  $U_R(t) = f(t)$  وذلك بعد الضغط على الزر الخاص بقلب البيان لأن توتر الدارة عكس توتر الجهاز. بيان  $i(t) = f_2(t)$  له نفس شكل البيان  $U_R(t) = f(t)$  لأن  $U_R(t) = R.i(t)$  و  $R$  مقدار موجب وثابت.

7- الدراسة النظرية لظاهرة شحن وتفريغ مكثفةأ- عند عملية الشحن:

البيانات الملاحظة على راسم الإهتزاز المهبطي تبين أن  $U_C(t)$  ذو تغير أسي لهذا علينا بإيجاد المعادلة التفاضلية المميزة لعملية الشحن .

$$U_R(t) + U_C(t) = E \quad \text{نستعمل قانون جمع التوترات:}$$

$$R.i(t) + U_C(t) = E \quad \text{حسب قانون أوم } U_R = R.i(t)$$

$$R \frac{dq(t)}{dt} + U_C(t) = E \quad \text{حسب العلاقة } i = \frac{dq(t)}{dt}$$

$$R.C \frac{dU_C(t)}{dt} + U_C(t) = E \quad \text{حسب العلاقة } q(t) = C.U_C(t)$$

$$\frac{dU_C(t)}{dt} + \frac{1}{R.C} U_C(t) = \frac{E}{R.C}$$

وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الأولى تقبل حلا أسيا من الشكل:  $U_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$

يمكن إعطاء علاقة كمية الكهرباء والتيار بالعلاقتين:  $\left( q(t) = C.U_C = CE(1 - e^{-\frac{t}{RC}}) \right)$  و  $\left( i(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{RC}} \right)$

ب- عند عملية التفريغ:

نعزل المولد وباستعمال قانون جمع التوترات:

$$U_R(t) + U_C(t) = 0 \Rightarrow R.i(t) + U_C(t) = 0 \Rightarrow R \frac{dq(t)}{dt} + U_C(t) = 0$$

$$R.C \frac{dU_C(t)}{dt} + U_C(t) = 0 \Rightarrow \frac{dU_C(t)}{dt} + \frac{1}{R.C} U_C(t) = 0$$

وهي معادلة تفاضلية من الرتبة الأولى تقبل حلا أسيا من الشكل:  $\left( U_C(t) = E.e^{-\frac{t}{RC}} \right)$  كما يمكن إعطاء علاقة كمية

الكهرباء والتيار بالعلاقتين:  $\left( q(t) = C.U_C = CE.e^{-\frac{t}{RC}} \right)$  و  $\left( i(t) = \frac{dq}{dt} = -\frac{E}{R} e^{-\frac{t}{RC}} \right)$

**8-مميزات دائرة الشحن أو التفريغ:** تتميز دائرة الشحن أو التفريغ بميزتين رئيسيتين:**زمن نصف الشحن أو التفريغ:**

وهو الزمن اللازم لبلوغ التوتريين طرفي المكثفة نصف قيمته الأعظمية  $\left(\frac{E}{2}\right)$  يرمز له بالرمز  $(t_{1/2})$  باستخدام حل المعادلة التفاضلية ومن أجل  $(t = t_{1/2})$  فإن

$$\left( U_c = \frac{E}{2} \Rightarrow \frac{E}{2} = Ee^{-\frac{1}{RC}t_{1/2}} \Rightarrow t_{1/2} = RC \cdot \ln 2 \right)$$

**ثابت الزمن:** هو الزمن اللازم لبلوغ (63%) من عملية الشحن أو (37%) من عملية التفريغ يرمز لثابت الزمن بالرمز  $(\tau)$  وحدته S وتعطى قيمته بالعلاقة  $(\tau = RC)$

**وحدة المقدار ثابت الزمن**

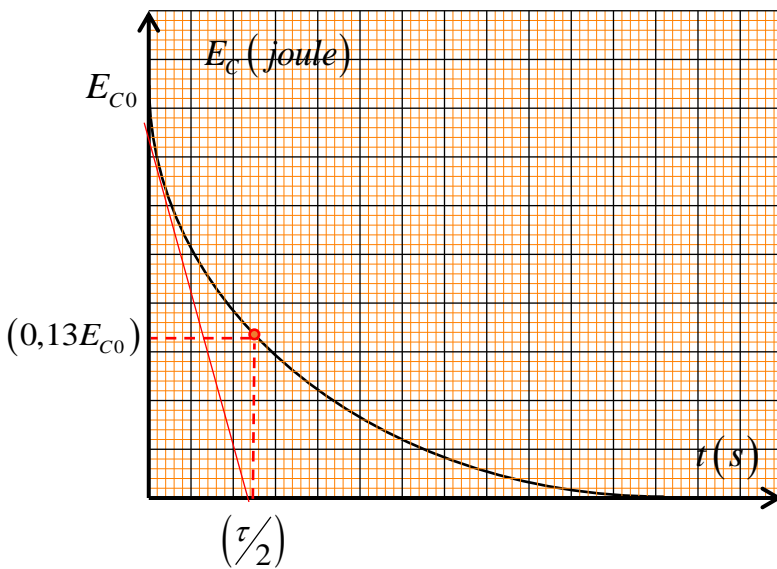
لإثبات وحدة ثابت الزمن نستعمل التحليل البعدي:

$$[\tau] = [R] \times [C] \dots \dots \begin{cases} U_R(t) = Ri(t) \Rightarrow R = \frac{U_R(t)}{i(t)} \Rightarrow [R] = \frac{[U]}{[I]} \\ C = \frac{q}{U_c(t)} = \frac{I \times T}{U_c(t)} \Rightarrow [C] = \frac{[I] \times [T]}{[U]} \end{cases} \Rightarrow [\tau] = [R] \times [C] = \frac{[U] \times [I] \times [T]}{[U] \times [I]} = [T]$$

الجداء  $(\tau = RC)$  له أبعاد الزمن (مقدار متجانس مع الزمن)

**الطاقة المخزنة في مكثفة:**

تخزن المكثفة الطاقة بشكل كمية كهرباء تعيده للدائرة في شكل تيار كهربائي حيث تتعلق هذه الطاقة بتوتر الشحن



$$\left( E_{ele} = \frac{1}{2} C U_c^2 = \frac{1}{2} q U_c = \frac{1}{2} \frac{q^2}{C} \right) \text{ والسعة}$$

وحدها (Joule)

**ملاحظة:**

إن الزمن اللازم لفقدان المكثفة نصف

طاقتها يعطى بالعلاقة:  $(t_{1/2} = \frac{1}{2} \tau \cdot \ln 2)$

يطلب برهانها



**بعض الأسئلة الإضافية قد يصادفها التلميذ في شهادة البكالوريا**

بين أن خلال عملية التفريغ الزمن اللازم لفقدان المكثفة نصف طاقتها هو  $t_{1/2} = \frac{\tau}{2} \ln 2$

لدينا الطاقة المخزنة في المكثفة أثناء التفريغ:  $E_C(t) = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U_C^2 = \frac{1}{2} \cdot C \cdot (E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}})^2 = E_{C_{\max}} e^{-\frac{2t}{\tau}}$

$$\begin{cases} E_C(t_{1/2}) = \frac{E_{C_{\max}}}{2} \\ E_C(t_{1/2}) = E_{C_{\max}} e^{-\frac{2t_{1/2}}{\tau}} \end{cases} \Rightarrow \frac{E_{C_{\max}}}{2} = E_{C_{\max}} e^{-\frac{2t_{1/2}}{\tau}} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\frac{2t_{1/2}}{\tau}} \Rightarrow$$

$$\ln \frac{1}{2} = -\frac{2t_{1/2}}{\tau} \Rightarrow \ln 2 = \frac{2t_{1/2}}{\tau} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{\tau}{2} \ln 2$$

بين أن مماس منحنى الطاقة ( $E_C$ ) عند اللحظة ( $t = 0s$ ) يقطع محور الأزمنة ( $t = \frac{\tau}{2}$ )

لدينا معادلة المماس ( $y = f'(x)(x - x_0) + f(x_0)$ ) حيث أن  $y = 0, x = t, x_0 = 0$  نعوض  $x$  بالمتغير  $t$  ونشتق

$$f(t) = E_{C_{\max}} e^{-\frac{2t}{\tau}} \Rightarrow f'(t) = -\frac{2}{\tau} E_{C_{\max}} e^{-\frac{2t}{\tau}}$$

بالتعويض نجد:

$$y = f'(t)(t - t_0) + f(t_0) = -\frac{2}{\tau} E_{C_{\max}} (t - 0) + E_{C_{\max}} = 0 \Rightarrow -\frac{2}{\tau} E_{C_{\max}} t = -E_{C_{\max}} \Rightarrow -\frac{2}{\tau} t = -1 \Rightarrow t = \frac{\tau}{2}$$

المستوى: نهائي علوم تجريبية وتقني	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	الأستاذ: ملكي علي
بطاقة الحصة -4- عملي		
الوحدة: دراسة الظواهر الكهربائية	الموضوع: الوشائع وثنائي القطب ( $RL$ )	

مؤشرات الكفاءة:

- ◀ يعرف الوشيعة
- ◀ يحدد ثابت الزمن
- ◀ يحسب الطاقة الكهربائية المخزنة
- ◀ يؤسس المعادلات التفاضلية
- ◀ يقيس الثوابت  $L, \tau, c$

الوسائل /الأدوات والوثائق المستعملة:

- ◀ المنهاج + الوثيقة المرفقة+ دليل الأستاذ+ كتاب مدرسي
- ◀ مولد  $E = 6V$ , وشيعة 1000 لفة ذات نواة حديدية, مصباحين  $LED$ , أسلاك توصيل , قاطعات ,

المدة	عناصر الدرس	الأنشطة	عمل التلميذ	عمل الأستاذ	التقويم
1سا نظري	<b>II-الوشائع وثنائي القطب <math>RL</math></b> 1-تعريف الوشيعة 2-تصرف وشيعة في دائرة كهربائية	مشاهدة وشائع مختلفة	يتعرف على الوشيعة	تشويق التلميذ وتقديم تعريف للوشيعة	
2سا علمي	3-تطور شدة الخيار الكهربائي المار في وشيعة 4-المعادلات التفاضلية لثنائي القطب	وثيقة عمل التلميذ	كتابة المعادلات التفاضلية	توجيه الإجابات وتصحيحها	
1سا نظري	5-مميزات دائرة ثنائي القطب $RL$	وثيقة التلميذ	التعرف على عبارة الطاقة المخزنة في وشيعة	توجيه الإجابات وتصحيحها	

<b>المستوى: نهائي علوم تجريبية وتقني</b>	<b>ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي</b>	<b>الأستاذ: ملكي علي</b>
<b>الوحدة: دراسة الظواهر الكهربائية</b>		<b>الموضوع: تصرف وشيعة في دارة كهربائية</b>

### بطاقة عمل الأستاذ

**الإشكالية:** بماذا تتميز الوشيعة وما سلوكها في دارة كهربائية؟

#### الأدوات والمواد المستعملة

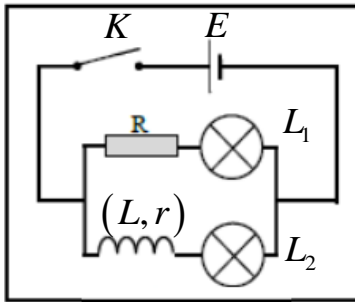
مولد ( $E = 6V$ )، وشيعة 1000 لفة ذات نواة حديدية، مصباحين LED، أسلاك توصيل، قاطعات

#### النشاط التجريبي 01 هل للوشيعة خاصية المقاومة

التجربة	التركيب الأول	التركيب الثاني	التركيب الثالث
نركب الدارة الميمنة في الشكل. اغلق القاطعة K ودون ملاحظتك			
<u>الملاحظات</u>	توهج شديد للمصباح	يقبل توهج المصباح مقارنة مع الاول	يقبل توهج المصباح مقارنة مع الثاني
<b>النتيجة للوشيعة خاصية المقاومة ونرمز لها بالرمز <math>r</math></b>			

#### النشاط التجريبي 02 الخاصية التحريضية للوشيعة

حقق التركيب للدارة الميمنة في الشكل 1 المقابل ثم املا الجدول في حالة غلق القاطعة وفتحها ودون الملاحظات وفسرها



عند غلق القاطعة		عند فتح القاطعة	
$L_1$	يتوهج قبل المصباح $L_2$	$L_1$	ينطفئ المصباحان معا تدريجيا
$L_2$	يزداد توهج المصباح تدريجيا حتى يصبح مثل $L_1$	$L_2$	لأن الدارة يسري بها نفس التيار
<b>التفسير</b> تأخر المصباح $L_2$ عن التوهج بسبب حدوث ظاهرة التحريض الذاتي للوشيعة حيث ظهر حقل مغناطيسي داخلها وأنتج تيار عكس تيار الدارة		<b>التفسير</b> انطفاء المصباحان تدريجيا بسبب تحريض الوشيعة بحيث تنتج تيار متحرض معاكس للتيار في حالة غلق الدارة فتقاوم الوشيعة انقطاع التيار في الدارة	
<b>النتيجة</b> تتميز الوشيعة بمقدار فيزيائي يدعى ذاتية الوشيعة يظهر تأثيره في الفترة الانتقالية حيث تكون شدة التيار متغيرة			

<b>المستوى:</b> نهائي علوم تجريبية وتقني	ثانوية الشهيد داسي خليفة بالوادي	<b>الأستاذ:</b> ملكي علي
<b>الوحدة:</b> دراسة الظواهر الكهربائية		<b>الموضوع:</b> تصرف وشيعة في دارة كهربائية

### بطاقة عمل التلميذ

**الإشكالية:** بماذا تتميز الوشيعة وما سلوكها في دارة كهربائية؟

#### الأدوات والمواد المستعملة

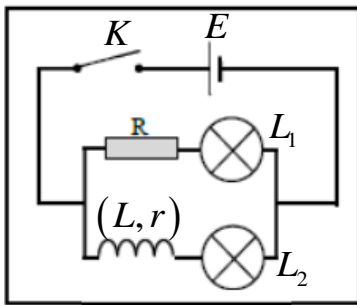
مولد ( $E = 6V$ )، وشيعة 1000 لفة ذات نواة حديدية، مصباحين LED، أسلاك توصيل، قاطعات

#### النشاط التجريبي 01 هل للوشيعة خاصية المقاومة

<u>التجربة</u>	<u>التركيب الأول</u>	<u>التركيب الثاني</u>	<u>التركيب الثالث</u>
نركب الدارة المبينة في الشكل. اغلق القاطعة K ودون ملاحظتك			
<u>الملاحظات</u>	.....	.....	.....
<u>النتيجة</u> .....			

#### النشاط التجريبي 02 الخاصية التحريضية للوشيعة

حقق التركيب للدارة المبينة في الشكل 1 المقابل ثم املا الجدول في حالة غلق القاطعة وفتحها ودون الملاحظات وفسرها



عند فتح القاطعة		عند غلق القاطعة	
.....	$L_1$	.....	$L_1$
.....	$L_2$	.....	$L_2$
.....		.....	

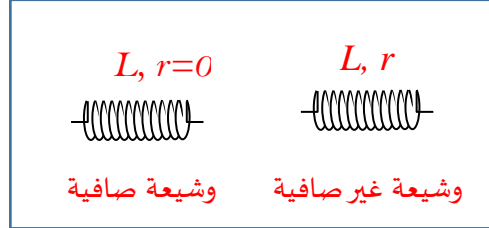
<u>النتيجة</u>	<u>التفسير</u>	<u>التفسير</u>
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....
.....	.....	.....

**II-دراسة ثنائي القطب  $RL$  :**

ثنائي القطب ( $RL$ ) هو الربط على التسلسل لناقل أومي مقاومته ( $R$ ) ووشية ذاتيتها ( $L$ ) ومقاومتها ( $r$ ).

**1-وصف الوشية:**

هي ثنائي قطب تتكون من سلك ناقل محاط بعازل ملفوف بشكل حلقات متواصلة تتميز بذاتيتها ( $L$ ) وحثها الهنري ( $H$ ) المقاومة الداخلية رمزها ( $L$ ) وحثها الأوم ( $\Omega$ ) يرمز للوشائع في الدارات الكهربائية بالرمز

**1-1-خصائص الوشية** تتميز الوشية بتأثيرين عند ربطها في الدارة

**تأثير مقاومي** ناتج عن السلك الطويل الذي تتركب منه الوشية وتتصرف كناقل أومي عندما يجتازها تيار ثابت الشدة (نظام دائم)

**تأثير تحريضي** عند اجتياز تيار لوشية تحريضية فإنها تعرقل مروره بتوليدها لتيار عكس جهة تيار الدارة وتسمى ظاهرة الممانعة (نظام انتقالي)

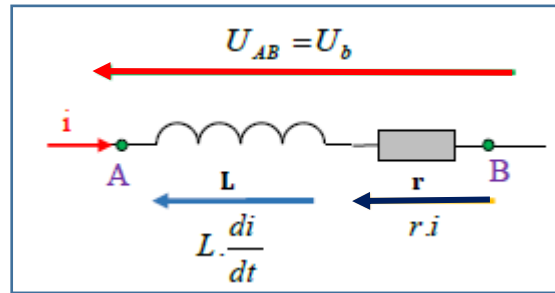
- تتميز الوشية بمقدار فيزيائي يدعى ذاتيتها ( $L$ )، يظهر تأثيره في الفترة الإنتقالية حيث شدة التيار متغيرة.

**1-2-العبارة اللحظية لتوتر الوشية**

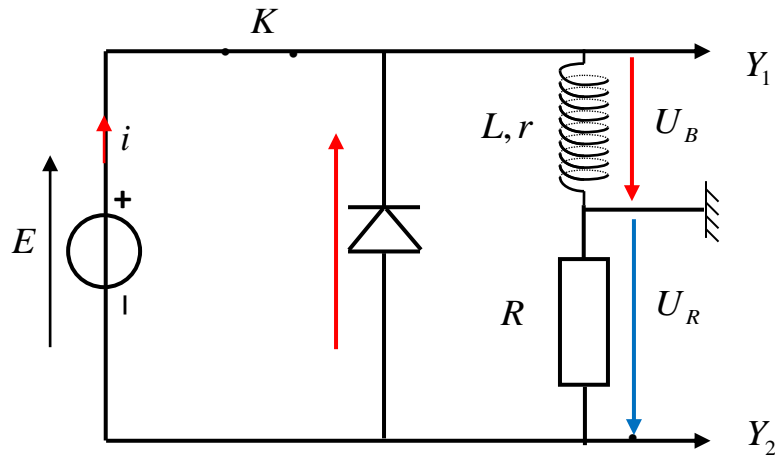
عبارة التوتر اللحظي بين طرفي وشية ذاتيتها  $L$  ومقاومتها الداخلية  $r$  كما يلي

$$U_b(t) = U_L(t) + U_r(t) = L \cdot \frac{di}{dt} + r \cdot i$$

$$U_b(t) = U_L(t) = L \cdot \frac{di(t)}{dt} \quad (\text{إذا كانت الوشية صافية (مقاومتها الداخلية مهملة)})$$

**3-تطور شدة التيار الكهربائي المار في وشية**

نحقق الدارة الكهربائية الموضحة بالشكل نوصّل راسم اهتزاز مهبطي (لان الظاهرة الكهربائية سريعة) مزود بذاكرة بين الوشية والناقل الأومي من أجل تحقيق هذه الظاهرة نستخدم مولد لتوتر ثابت مثالي إضافة إلى قاطعة للانتقال من عملية إلى أخرى. أو استخدام مولد التوترات المنخفضة GBF للاستغناء عن القاطعة.



يتغير كل من التوتربين طرفي الوشيعة والتوتربين طرفي الناقل الأومي (وايضا التيار المار في الدارة) بشكل أسي. كلما زادت مقاومة الناقل الأومي R، تنقص مدة النظام الانتقالي وكلما زادت ذاتية الوشيعة، تزداد مدة النظام الانتقالي

عند غلق القاطعة (ظهور التيار الكهربائي)	عند فتح القاطعة (انقطاع التيار الكهربائي)
<p>شدة التيار الكهربائي تزايد أسيا (نظام انتقالي) انطلاقا من <math>i(0) = 0</math> الى <math>i(\infty) = I_0</math> (نظام دائم)</p>	<p>شدة التيار الكهربائي تتناقص أسيا (نظام انتقالي) انطلاقا من <math>i(0) = I_0</math> الى <math>i(\infty) = 0</math> (نظام دائم)</p>

**4-المعادلات التفاضلية لثنائي القطب RL****عند غلق القاطعة:** حسب قانون جمع التوترات  $U_B(t) + U_R(t) = E$ 

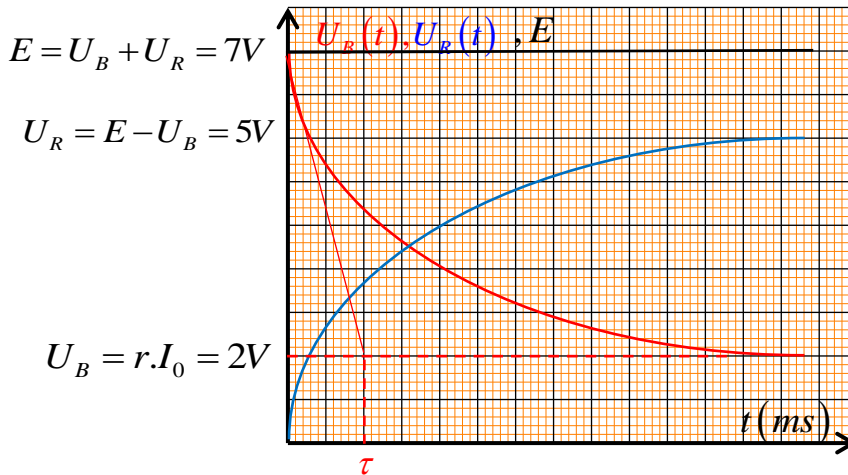
$$L \frac{di(t)}{dt} + ri(t) + Ri(t) = E \Rightarrow L \frac{di(t)}{dt} + (R+r)i(t) = E$$

بالقسمة على  $L$  نجد  $\frac{di(t)}{dt} + \left(\frac{R+r}{L}\right)i(t) = \frac{E}{L}$  هي معادلة تفاضلية من الرتبة  $I$  حلها من الشكل :

$$i(t) = I_{\max} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \text{ حيث } I_0 = \frac{E}{R+r}$$

**عند فتح القاطعة:** حسب قانون جمع التوترات  $U_B(t) + U_R(t) = 0$ 

$$L \frac{di(t)}{dt} + ri(t) + Ri(t) = 0 \Rightarrow L \frac{di(t)}{dt} + (R+r)i(t) = 0$$

بالقسمة على  $L$  نجد  $\frac{di(t)}{dt} + \left(\frac{R+r}{L}\right)i(t) = 0$ وهي معادلة تفاضلية من الرتبة  $I$  حلها من الشكل  $i(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$  حيث  $I_0 = \frac{E}{R+r}$ **تطور التوترات في ثنائي القطب RL: مثال عددي للتوضيح** $U_R(t)$  بين طرفي الناقل الأومي $U_B(t)$  بين طرفي الوشيجة $E$  بين طرفي المولد**عبارة شدة التيار الأعظمي**

منحنيات التطور تتكون من نظامين نظام انتقالي تكون فيه الشدة متغيرة ونظام دائم تكون فيه الشدة ثابتة

$$I_0 = \frac{E}{(R+r)} \Leftrightarrow (R+r).I_0 - E = 0 \Leftrightarrow \frac{di}{dt} = 0 \text{ أي أن } i(t) = I_0 \text{ يكون النظام الدائم يكون}$$

**4-مميزات لثنائي القطب RL****أ-زمن النصف  $t_{1/2}$ :** يستخرج بيانيا كما هو موضح في البيان ويعطى بالقانون  $\left(t_{1/2} = \frac{L}{(R+r)} \cdot \ln 2\right)$ **ب-ثابت الزمن  $\tau$**  وهو الزمن اللازم لظهور التيار أو ينقطع بنسبة (63%) ويستخرج بيانيا كما هو موضح في البيان ويعطى

$$\text{بالعلاقة: } \left(\tau = \frac{L}{(R+r)} = \frac{t_{1/2}}{\ln 2}\right)$$

ج- إيجاد وحدة الثابت الزمني (التحليل البعدي):

$$[\tau] = \frac{[L]}{[R+r]} \left\{ \begin{array}{l} U_B(t) = L \frac{di(t)}{dt} \Rightarrow [U] = \frac{[L][I]}{[T]} \Rightarrow [L] = \frac{[U][T]}{[I]} \\ [R+r] = \frac{[U]}{[I]} \end{array} \right. \Rightarrow [\tau] = \frac{[L]}{[R+r]} = \frac{[U] \times [I] \times [T]}{[U] \times [I]} = [T]$$

ومنه  $\tau = \frac{L}{R+r}$  مقدار متجانس مع الزمن

د- الطاقة المخزنة في وشيعة:

تخزن الوشيعة طاقة كهرومغناطيسية وتولد حقلًا مغناطيسيًا حول حلقاتها. وتعطى عبارة الطاقة عند ظهور التيار

$$E(L) = \frac{1}{2} Li(t)^2 = \frac{1}{2} L \cdot [I_0(1 - e^{-t/\tau})]^2 \text{ (joule)}$$

$$E(L) = \frac{1}{2} Li(t)^2 = \frac{1}{2} L \cdot [I_0 e^{-t/\tau}]^2 \text{ (joule)}$$

عند انقطاع التيار تصبح (joule) الوشيعة لا تخزن كل الطاقة المقدمة من طرف المولد، بل تضيع جزء منها بفعل جول في المقاومة الداخلية

معلومة جميلة:

في الدارة (RC) المولد يعطي تيارًا خلال الشحن فقط، لأنه ينعدم بعد شحن المكثفة ومنه ينعدم الضياع في الطاقة بفعل جول.

في الدارة (RL) يواصل المولد الاعطاء لتيار ليستمر إنشاء الحقل المغناطيسي ومنه الوشيعة تستهلك طاقة معتبرة مقارنة مع الطاقة التي تستهلكها المكثفة لتخزين نفس الطاقة.



## جميع المعادلات التفاضلية لثنائي القطب RC

## المعادلة التفاضلية بدلالة الشحنة (حالة شحن)

بتطبيق قانون جمع التوترات  $U_C(t) + U_R(t) = E$ 

$$\frac{q(t)}{C} + Ri(t) = E$$

$$\frac{q(t)}{C} + R \cdot \frac{dq(t)}{dt} = E$$

$$\frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{RC} q(t) = \frac{E}{R}$$

معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى حلها

$$q_{\max} = q_0 = CE \quad \text{حيث} \quad q(t) = q_{\max} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

## المعادلة التفاضلية بدلالة التوتر (حالة شحن)

بتطبيق قانون جمع التوترات:  $U_C(t) + U_R(t) = E$ 

$$U_C(t) + Ri(t) = E$$

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

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

$$\frac{dU_C(t)}{dt} + \frac{1}{RC} U_C(t) = \frac{E}{RC} \quad \text{بالقسمة على } RC \text{ نجد}$$

$$U_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) \quad \text{معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى حلها:}$$

## المعادلة التفاضلية بدلالة شدة التيار (حالة شحن)

بتطبيق قانون جمع التوترات:  $U_C(t) + U_R(t) = E$ 

$$\frac{q(t)}{C} + Ri(t) = E$$

$$\frac{1}{C} \frac{dq(t)}{dt} + R \cdot \frac{di(t)}{dt} = \frac{dE}{dt} \quad \text{نشق جميع الأطراف}$$

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

$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{RC} i(t) = 0 \quad \text{تصبح:}$$

وهي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى حلها من

$$: I_{\max} = \frac{E}{R} \quad \text{حيث: } i(t) = I_{\max} e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{الشكل}$$

## المعادلة التفاضلية بدلالة توتر المقاومة (حالة شحن)

بتطبيق قانون جمع التوترات:  $U_C(t) + U_R(t) = E$ 

$$\frac{q(t)}{C} + U_R(t) = E$$

$$\frac{1}{C} \frac{dq(t)}{dt} + \frac{dU_R(t)}{dt} = \frac{dE}{dt} \quad \text{نشق جميع الأطراف}$$

$$\frac{1}{C} i(t) + \frac{dU_R(t)}{dt} = 0$$

$$\frac{1}{C} \frac{U_R(t)}{R} + \frac{dU_R(t)}{dt} = 0$$

$$\frac{dU_R(t)}{dt} + \frac{1}{RC} U_R(t) = 0$$

$$U_R(t) = E e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى حلها}$$

## كتابة المعادلة التفاضلية بدلالة التوتر (حالة تفريغ)

بتطبيق قانون جمع التوترات:

$$U_C(t) + U_R(t) = 0$$

$$U_C(t) + Ri(t) = 0$$

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

$$U_C(t) + RC \frac{dU_C(t)}{dt} = 0$$

بالقسمة على RC نجد

$$\frac{dU_C(t)}{dt} + \frac{1}{RC} U_C(t) = 0$$

## المعادلة التفاضلية بدلالة الشحنة (حالة تفريغ)

بتطبيق قانون جمع التوترات  $U_C(t) + U_R(t) = 0$ 

$$\frac{q(t)}{C} + Ri(t) = 0$$

$$\frac{q(t)}{C} + R \cdot \frac{dq(t)}{dt} = 0$$

$$\frac{dq(t)}{dt} + \frac{1}{RC} q(t) = 0$$

معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى حلها من الشكل

$$q_{\max} = q_0 = CE \quad \text{حيث} \quad q(t) = q_{\max} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

**المعادلة التفاضلية بدلالة توتر المقاومة (حالة تفريغ)**

بتطبيق قانون جمع التوترات :  $U_C(t) + U_R(t) = 0$

$$\frac{q(t)}{C} + U_R(t) = 0$$

$$\frac{1}{C} \frac{dq(t)}{dt} + \frac{dU_R(t)}{dt} = 0 \quad \text{نشق جميع الأطراف}$$

$$\frac{1}{C} i(t) + \frac{dU_R(t)}{dt} = 0$$

$$\frac{1}{C} \frac{U_R(t)}{R} + \frac{dU_R(t)}{dt} = 0$$

$$\frac{dU_R(t)}{dt} + \frac{1}{RC} U_R(t) = 0$$

معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى حلها  $U_R(t) = -Ee^{-\frac{t}{\tau}}$

**المعادلة التفاضلية بدلالة شدة التيار (حالة تفريغ)**

بتطبيق قانون جمع التوترات :  $U_C(t) + U_R(t) = 0$

$$\frac{q(t)}{C} + Ri(t) = 0$$

$$\frac{1}{C} \frac{dq(t)}{dt} + R \frac{di(t)}{dt} = 0 \quad \text{نشق جميع الأطراف}$$

$$\frac{1}{C} i(t) + R \frac{di(t)}{dt} = 0$$

$$\frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{RC} i(t) = 0 \quad \text{تصبح :}$$

وهي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى حلها من

$$\text{الشكل } i(t) = -I_{\max} e^{-\frac{t}{\tau}} \text{ حيث } I_{\max} = \frac{E}{R}$$

**جميع المعادلات التفاضلية لثنائي القطب RL**

**المعادلة التفاضلية بدلالة التوترين طرفي**

**الوشيجة عند غلق التيار**

$$U_B(t) + U_R(t) = E \Rightarrow U_R(t) = E - U_B(t)$$

$$\frac{dU_R(t)}{dt} = \frac{d(E - U_B(t))}{dt} = -\frac{dU_B(t)}{dt}$$

بالتعويض في المعادلة التفاضلية بدلالة  $U_R$

$$\frac{dU_R(t)}{dt} + \left(\frac{r+R}{L}\right) U_R(t) = \frac{ER}{L}$$

$$-\frac{dU_B(t)}{dt} + \left(\frac{r+R}{L}\right) (E - U_B(t)) = \frac{ER}{L}$$

$$-\frac{dU_B(t)}{dt} + E \left(\frac{r+R}{L}\right) - \left(\frac{r+R}{L}\right) U_B(t) = \frac{ER}{L}$$

$$-\frac{dU_B(t)}{dt} + \frac{Er}{L} + \frac{ER}{L} - \left(\frac{r+R}{L}\right) U_B(t) = \frac{ER}{L}$$

$$-\frac{dU_B(t)}{dt} - \left(\frac{r+R}{L}\right) U_B(t) = -\frac{Er}{L}$$

$$\frac{dU_B(t)}{dt} + \left(\frac{r+R}{L}\right) U_B(t) = \frac{Er}{L}$$

معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى حلها من الشكل :

$$U_B(t) = E - U_{R \max} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

**المعادلة التفاضلية بدلالة التوترين طرفي**

**طرفي المقاومة عند غلق التيار**

$$U_B(t) + U_R(t) = E$$

$$L \frac{di(t)}{dt} + ri(t) + U_R(t) = E$$

$$L \frac{d\left(\frac{U_R(t)}{R}\right)}{dt} + r \left(\frac{U_R(t)}{R}\right) + U_R(t) = E$$

$$\frac{L}{R} \frac{dU_R(t)}{dt} + U_R(t) \left(\frac{r}{R} + 1\right) = E$$

بالضرب في  $\frac{R}{L}$  نجد :

$$\frac{dU_R(t)}{dt} + U_R(t) \left(\frac{r+R}{L}\right) = \frac{ER}{L}$$

وهي معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى

حلها من الشكل :

$$U_R(t) = U_{R \max} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right) \text{ حيث}$$

$$U_{R \max} = \frac{ER}{R+r}$$

**المعادلة التفاضلية بدلالة**

**التيار عند غلق التيار**

حسب قانون جمع التوترات

$$U_B(t) + U_R(t) = E$$

$$L \frac{di(t)}{dt} + ri(t) + Ri(t) = E$$

$$L \frac{di(t)}{dt} + (R+r)i(t) = E$$

بالقسمة على  $L$  نجد :

$$\frac{di(t)}{dt} + \left(\frac{R+r}{L}\right) i(t) = \frac{E}{L}$$

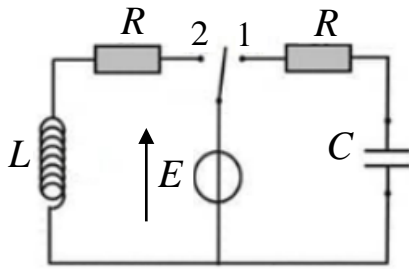
وهي معادلة تفاضلية من

الدرجة الأولى حلها من الشكل :

$$i(t) = I_{\max} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

$$\text{حيث } I_{\max} = \frac{E}{R+r}$$

المستوى: 3 ثانوي جميع الشعب	ثانوية الشهيد داسي خليفة	الأستاذ: ملكي علي
البطاقة التربوية للحصة التعليمية 03		
المجال: التطورات الرتبية	الوحدة 03: دراسة الظواهر الكهربائية	الموضوع: تقويم الوحدة 3

**التمرين الأول:**

الشكل 1

يهدف تحديد مميزات سعة مكثفة  $C$  وذاتية وشيعة مثالية  $L$  نحقق التركيب التجريبي الموضح في الشكل 1 ويحتوي مولد كهربائي قوته المحركة  $E$  ووشيعة مثالية صافية وذاتيتها  $L$  ومكثفة فارغة كهروكيميائية سعتها  $C$  وناقلان أوميان متماثلان قيمة كل واحد  $R = 50\Omega$

**I- دراسة ثنائي القطب RC** في اللحظة  $t = 0$  نضع البادلة في الوضع 1

أ- أكتب المعادلة التفاضلية بدلالة التوتربين طرفي المكثفة  $U_C(t)$

ب- يعطى الحل التحليلي للمعادلة التفاضلية من الشكل  $U_C(t) = A(1 - e^{-\frac{t}{B}})$  حيث يطلب إيجاد عبارة كل من  $B, A$  بدلالة مميزات الدارة.

**II- دراسة ثنائي القطب RL**

غير البادلة الى الوضع 2 ونعتبره مبدأ جديدا للأزمنة.

أ- بين أن المعادلة التفاضلية لتطور التوتربين طرفي الوشيعة من الشكل  $\frac{dU_B(t)}{dt} + \alpha U_B(t) = 0$

حيث يطلب تعيين دلالة الثابت  $\alpha$  ووحدته

ب- تحقق أن العبارة  $U_B(t) = Ae^{-\alpha t}$  حلا للمعادلة التفاضلية.

**III- استغلال البيانات**

بواسطة راسم الاهتزاز ذو مدخلين  $Y_1, Y_2$  ومزود ببطاقة معلومات تمكنا من مشاهدة المنحنيات البيانية الموضحة في كل من الشكل 2 والشكل 3

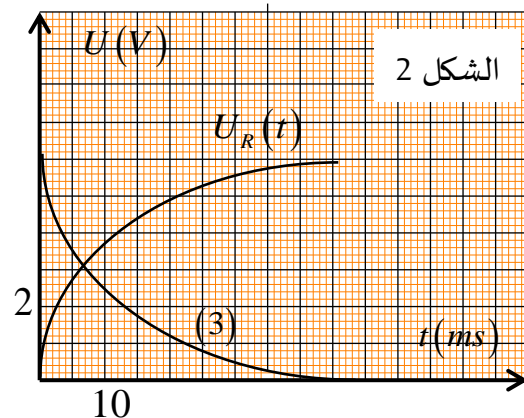
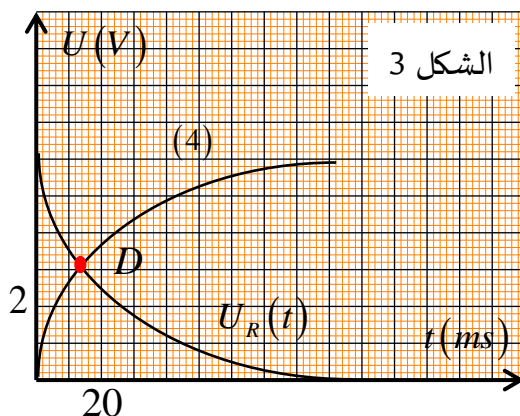
1- أعد رسم مخطط الدارة مبينا كيفية ربط راسم الاهتزاز في كل حالة.

2- أنسب كل من الشكل 2 والشكل 3 بالوضعية المناسبة للبادلة مع التعليل.

3- حدد التوتربين الكهربائي المدروس لكل من المنحنى البياني 3 و4.

4- جد بيانيا قيمة كل من ثابت الزمن  $\tau$  في كل وضعية للبادلة، وقيمة كل من  $L, C, I_0$

5- أثبت أن عبارة الفاصلة الزمنية للنقطة  $D$  في الشكل 3 تعطى بالشكل  $t_D = \tau \ln 2$



المستوى: 3 ثانوي جميع الشعب	ثانوية الشهيد داسي خليفة	الأستاذ: ملكي علي
الإجابة النموذجية للبطاقة التقويمية للوحدة التعليمية 3		
المجال: التطورات الرتيبة	الوحدة: دراسة الظواهر الكهربائية	الموضوع: حل تقويم الوحدة 3

أ- المعادلة التفاضلية بدلالة التوتر بين طرفي المكثفة

$$U_C(t) + U_R(t) = E \quad \text{قانون جمع التوترات:}$$

$$U_C(t) + Ri(t) = E$$

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

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

$$\frac{dU_C(t)}{dt} + \frac{1}{RC} U_C(t) = \frac{E}{RC} \quad \text{بالقسمة على } RC \text{ نجد}$$

ب- إيجاد عبارة كل من  $B, A$  بدلالة مميزات الدارة نعوض الحل  $U_C(t) = A(1 - e^{\frac{t}{B}})$  في المعادلة التفاضلية

$$\frac{d\left(A - Ae^{\frac{t}{B}}\right)}{dt} + \frac{1}{RC} \left(A - Ae^{\frac{t}{B}}\right) = \frac{E}{RC} \Rightarrow -\frac{1}{B} Ae^{\frac{t}{B}} + \frac{1}{RC} A - \frac{1}{RC} Ae^{\frac{t}{B}} = \frac{E}{RC}$$

$$Ae^{\frac{t}{B}} \left(-\frac{1}{B} - \frac{1}{RC}\right) + \frac{1}{RC} A = \frac{E}{RC} \Leftrightarrow \begin{cases} -\frac{1}{B} - \frac{1}{RC} = 0 \\ \frac{1}{RC} A = \frac{E}{RC} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} B = -RC \\ A = E \end{cases}$$

II-أ- المعادلة التفاضلية لتطور التوتر بين طرفي الوشيعة

$$U_B(t) + U_R(t) = 0 \Rightarrow L \frac{di(t)}{dt} + U_R(t) = 0 \quad \text{حسب قانون جمع التوترات}$$

$$L \frac{d\left(\frac{U_R(t)}{R}\right)}{dt} + U_R(t) = 0 \Rightarrow \frac{dU_R(t)}{dt} + \left(\frac{R}{L}\right) U_R(t) = 0 \quad \text{بالضرب في } \frac{R}{L} \text{ نجد}$$

ولدينا من خلال قانون جمع التوترات أيضا  $U_B(t) = -U_R(t)$

$$-\frac{d(U_B(t))}{dt} - \left(\frac{R}{L}\right) U_B(t) = 0 \quad \text{نعوض في المعادلة التفاضلية السابقة}$$

$$\frac{dU_B(t)}{dt} + \left(\frac{R}{L}\right) U_B(t) = 0$$

تعيين دلالة الثابت  $\alpha$  ووحدته

$$\alpha = \frac{1}{\tau} = \left(\frac{R}{L}\right) \text{ وهو يمثل مقلوب ثابت الزمن } \begin{cases} \frac{dU_B(t)}{dt} + \left(\frac{R}{L}\right) U_B(t) = 0 \\ \frac{dU_B(t)}{dt} + \alpha U_B(t) = 0 \end{cases} \Rightarrow \alpha = \left(\frac{R}{L}\right) \text{ بالمطابقة نجد}$$

وحدته باستعمال التحليل البعدي

$$[U_B(t) = L \frac{di(t)}{dt}] \Rightarrow [U] = \frac{[L][I]}{[T]} \Rightarrow [L] = \frac{[U][T]}{[I]} \Rightarrow [\tau] = \frac{[L]}{[R]} = \frac{[U] \times [I] \times [T]}{[U] \times [I]} = [T]$$

ومنه  $\tau = \frac{L}{R}$  مقدار متجانس مع الزمن

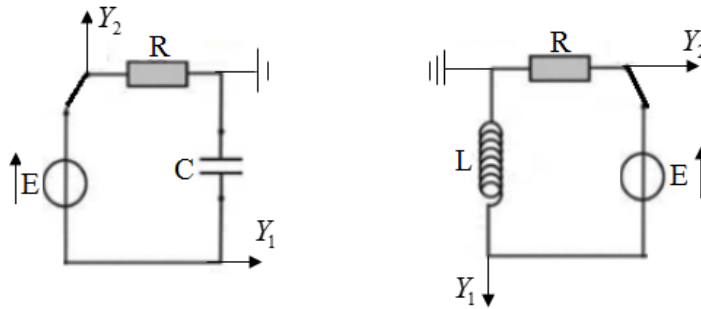
يب-تحقق أن العبارة  $U_B(t) = Ae^{-\alpha t}$  حلا تحليليا للمعادلة التفاضلية وإيجاد الثوابت.

نعوض في المعادلة التفاضلية

$$\frac{d(Ae^{-\alpha t})}{dt} + \left(\frac{R}{L}\right)(Ae^{-\alpha t}) = 0 \Rightarrow -\alpha Ae^{-\alpha t} + \left(\frac{R}{L}\right)(Ae^{-\alpha t}) = 0 \Rightarrow -\left(\frac{R}{L}\right)Ae^{-\alpha t} + \left(\frac{R}{L}\right)(Ae^{-\alpha t}) = 0$$

اذن فهو حل للمعادلة التفاضلية

**III-1 -رسم مخطط الدارة مبينا كيفية ربط راسم الاهتزاز في كل حالة.**



2-أنساب كل من الشكل 2 والشكل 3 بالوضعية المناسبة للبادلة مع التعليل

الشكل 3 يوافق البادلة في الوضع 1 دائرة RC لأن عند  $t = 0$  يكون  $i = I_0$  ثم يتناقص تدريجيا ولدينا  $U_R(t) = R.i$   
الشكل 2 يوافق البادلة في الوضع 2 دائرة RL لأن الوشيعنة تمنع مرور التيار في البداية  $i = 0$  ثم يتزايد تدريجيا ولدينا

$$U_R(t) = R.i$$

3-تحديد التوتر الكهربائي المدروس لكل من المنحنى البياني 3 و4.

التوتر الكهربائي المدروس للمنحنى البياني 4 هو التوتر بين طرفي المكثفة  $U_C(t)$   
التوتر الكهربائي المدروس للمنحنى البياني 3 هو التوتر بين طرفي الوشيعنة  $U_B(t)$

4-ايجاد بيانيا قيمة كل من ثابت الزمن  $\tau$  في كل وضعية للبادلة

من خلال البيان وباستخدام المماس عند الزمن  $t = 0$  نجد

- بالنسبة لوضعية البادلة 1 وباستخدام المنحنى 4 نجد  $\tau = 20ms$

- بالنسبة لوضعية البادلة 2 وباستخدام المنحنى 3 نجد  $\tau = 10ms$

قيمة كل من  $L, C, I_0$ .

- من خلال الشكل 3 لدينا  $U_R(0) = 6V$  عند  $t = 0$  ولدينا  $I_0 = \frac{U_R(0)}{R} = \frac{6}{50} = 0,12A$

- من خلال الشكل 3 لدينا  $\tau = 20ms$  ونعلم أن  $\tau = RC$  اذن  $C = \frac{\tau}{R} = \frac{20 \cdot 10^{-3}}{50} = 4 \cdot 10^{-4} F$

- من خلال الشكل 2 لدينا  $\tau = 10ms$  ونعلم أن  $\tau = \frac{L}{R}$  اذن  $L = \tau \cdot R = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 50 = 0,5H$

5-اثبات أن عبارة الفاصلة الزمنية للنقطة D في الشكل 3 تعطى بالشكل  $t_D = \tau \ln 2$

$$U_R(t) = U_C(t) \Rightarrow Ee^{-\frac{t_D}{\tau}} = E(1 - e^{-\frac{t_D}{\tau}}) \Rightarrow e^{-\frac{t_D}{\tau}} = 1 - e^{-\frac{t_D}{\tau}} \Rightarrow 2e^{-\frac{t_D}{\tau}} = 1$$

لدينا عند النقطة D يكون

$$e^{-\frac{t_D}{\tau}} = \frac{1}{2} \Rightarrow -\frac{t_D}{\tau} = \ln\left(\frac{1}{2}\right) \Rightarrow \frac{t_D}{\tau} = \ln 2 \Rightarrow t_D = \tau \ln 2$$