الأستاذ أيوب مرضي	مـــــــادة الـــــفـــــيـــــزيـــــاء	7 صفحات
مستوى الثانية بكالوريا شعبة: علوم الحياة و الأرض – ع ف الثانوية التأهيلية		الـجــزء الثالث: الكهرباء

الدرس السابع

ثنائي القطب RL

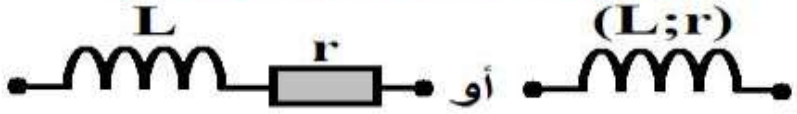
Le dipôles RL

I. الوشيعة la bobine.

1. تعريف الوشيعة:

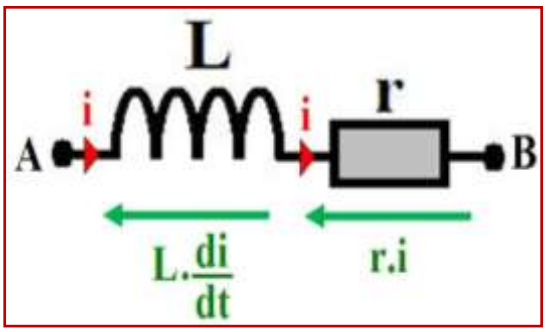
الوشيعة ثنائي قطب يتكون أساسا من سلك موصل (نحاس)،ملفوف حول أسطوانة عازلة، كما أن هذه اللفات غير متصلة فيما بينها لكونها مطلية ببرنيق عازل كهربائيا. وتوجد الوشيعة في أشكال و أحجام مختلفة حسب الاستعمال، و يرمز لها في الاصطلاح كما هو مبين في الصورة أسفله. حيث .....،
و **L** معامل يميز الوشيعة و يسمى .....
.....

الرمز الاصطلاحي للوشيعة



2. التوتر بين مربطي الوشيعة:

يعبر عن التوتر $u_L(t)$ بين مربطي وشيعة في اصطلاح المستقبل بالعلاقة التالية:



$$u_L(t) = L.\frac{di}{dt} + r.i$$

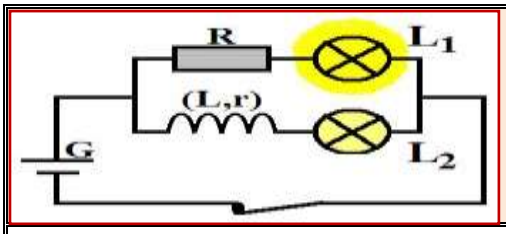
بحيث: $u_L(t)$ بالفولط (V) - **i** شدة التيار بالأمبير (A) - **r** مقاومة الوشيعة بالأوم (Ω) - **L** معامل تحريض الوشيعة بالهنري (H) و يتعلق بطول الوشيعة ومساحتها و عدد لفاتها و كذلك بطبيعة الوسط الذي توجد فيه.

ملاحظات:

- يوافق الطرف r.i التوتر الناتج عن المقاومة الداخلية للوشيعة.
- يتعلق الطرف $L.\frac{di}{dt}$ بتغيرات شدة التيار.
- عند تزايد i فإن $L.\frac{di}{dt} > 0$ تتصرف الوشيعة كمستقبل.
- عند تناقص i فإن $L.\frac{di}{dt} < 0$ تتصرف الوشيعة كمولد.
- في النظام المستمر (الدائم) حيث i = cte أي $\frac{di}{dt} = 0$ أن يصير قانون أوم لوشيعة كالتالي $u_L=r.I$ ، وفي هذه الحالة **تتصرف الوشيعة كموصل أومي.**
- إذا كانت المقاومة الداخلية للوشيعة مهملة (r=0) فإن الوشيعة تنعث بالمثالية، فيصبح التوتر: $u_L(t) = L.\frac{di}{dt}$.
- إذا كان تغير شدة التيار سريعا جدا، يأخذ اشتقاق i بدلالة الزمن قيمة كبيرة جدا وبدوره التوتر بين مربطي الوشيعة، مما يؤدي إلى ظهور شرارات بين مربطي الوشيعة، و تعرف هذه الظاهرة بظاهرة **فرط التوتر**.

3. دور الشيعة في الدارة:

أ. نشاط تجريبي 1:



نعتبر التركيب التجريبي الممثل جانبة و المكون من مولد، وشيعة ، موصل أومي ، مصباحين L_1 و L_2، و قاطع تيار.
نقوم بغلق قاطع التيار وبعد مدة قصيرة نقوم بفتحه.

1) ماذا تلاحظ؟

.....

ب. خلاصة:

.....

.....

.....

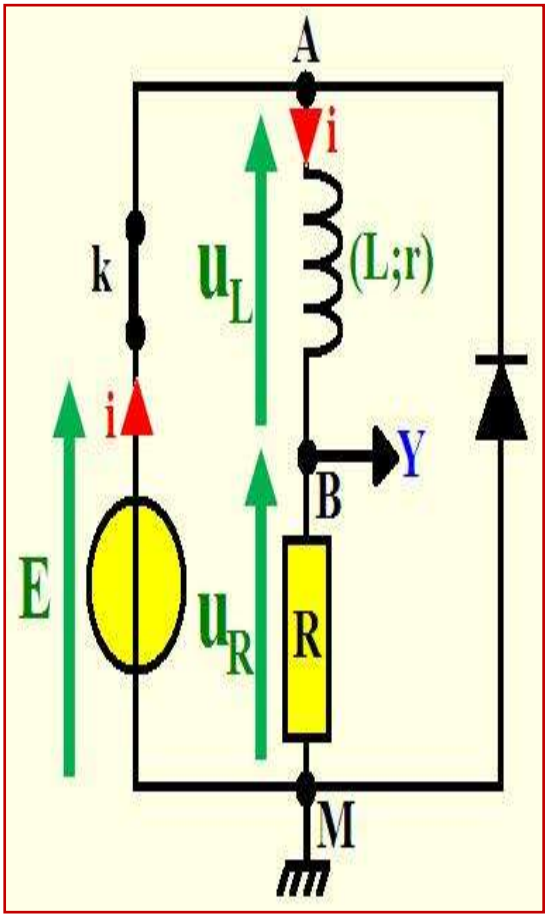
II. استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر.

- ثنائي القطب RL هو تجميع على التوالي لموصل أومي مقاومته R و وشيعة معامل تحريضها L و مقاومتها الداخلية r.
- المقاومة الكلية لثنائي القطب RL هي: **R' = R + r**.

1. استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر صاعدة (إقامة التيارذ):

أ. المعادلة التفاضلية للدارة:

نعتبر التركيب التجريبي جانبه، نغلق قاطع التيار K إلى الموضع في لحظة t = 0.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

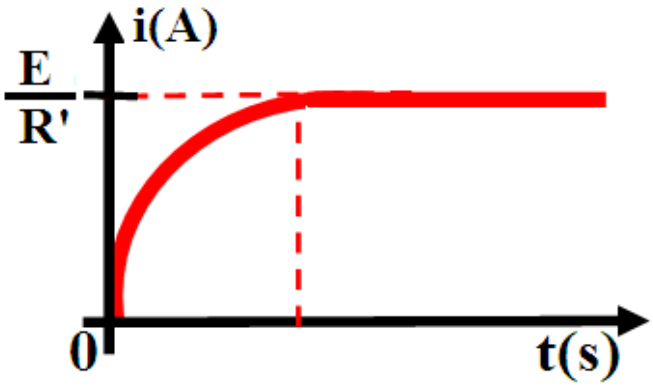
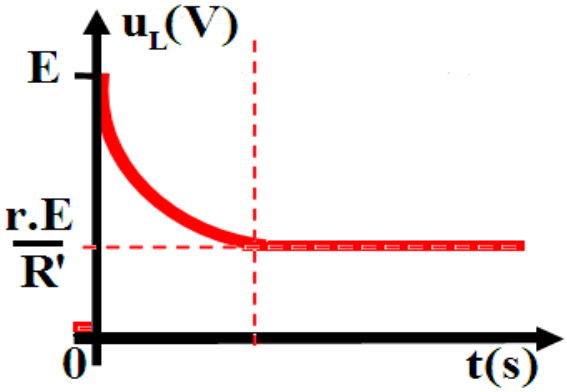
.....

.....

ب. حل المعادلة التفاضلية:

إن حل المعادلة التفاضلية $\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau}.i = \frac{E}{L}$ يكتب على الشكل التالي: $i(t) = Ae^{-\alpha t}+B$ بحيث A، B، و α ثوابت يجب تحديدها كما يلي:

ج. منحنى تغيرات $i(t)$ و $u_L(t)$:

منحنى تغيرات i بدلالة الزمن	منحنى تغيرات u_L بدلالة الزمن
 $i(t) = \frac{E}{R'}(1 - e^{-t/\tau})$	 $u_L(t) = E\,e^{-t/\tau} + \frac{r.E}{R'}(1 - e^{-t/\tau})$

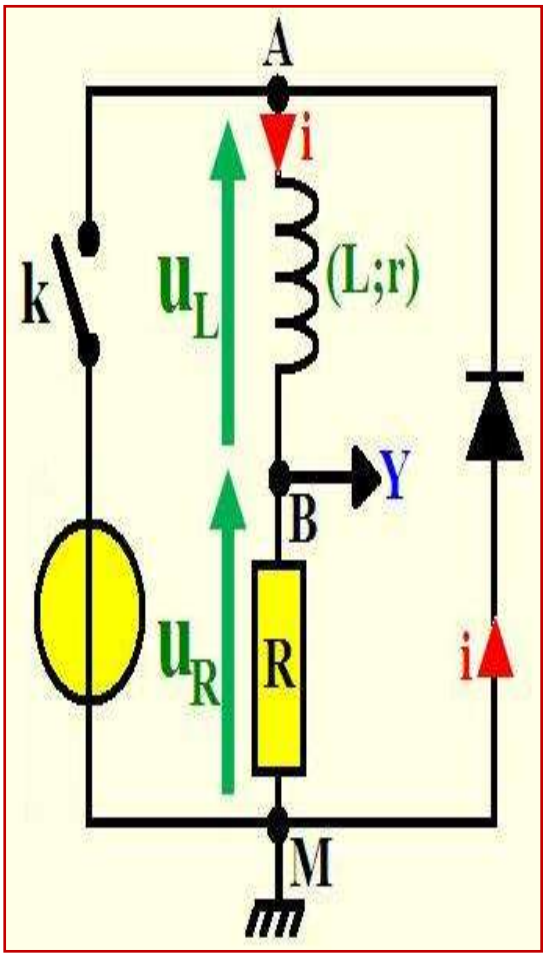
ملاحظة:

- تبرز هذه المنحنيات وجود نظامين أساسيين:
  - ✓ **نظام انتقالي:** تتغير خلاله i (أو u_L) مع الزمن.
  - ✓ **نظام دائم:** تأخذ فيه i (أو u_L) قيمة ثابتة.

2. استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر نازلة (انقطاع التيار):

أ. المعادلة التفاضلية للدارة:

نعتبر التركيب التجريبي جانبه، نفتح قاطع التيار K في لحظة $t = 0$.



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

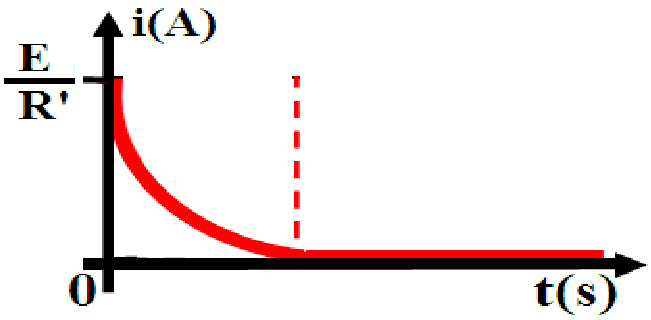
ب. حل المعادلة التفاضلية:

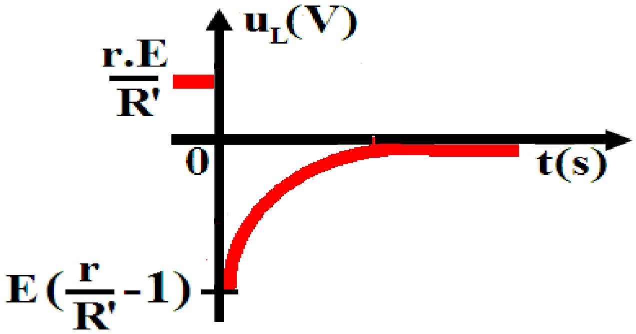
إن حل المعادلة التفاضلية $\frac{di}{dt}+\frac{1}{\tau}.i=0$ يكتب على الشكل التالي: $i(t) = Ae^{-\alpha t}+B$ بحيث

A، B، و α ثوابت يجب تحديدها كما يلي:

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

ج. منحنى تغيرات $i(t)$ و $u_L(t)$:

<table>
<tr><th>منحنى تغيرات i بدلالة الزمن</th><th>منحنى تغيرات u_L بدلالة الزمن</th></tr>
<tr><td>


$i(t)=\frac{E}{R'}e^{-t/\tau}$
</td><td>


$u_L(t)=E(\frac{r}{R'}-1)e^{-t/\tau}$
</td></tr>
</table>

3. ثابتة الزمن τ:

أ. تعريف:

تعرف ثابتة الزمن لثنائي القطب RL بالعلاقة التالية:

ب. تحليل معادلة الأبعاد لثابتة الزمن لثنائي القطب RL :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

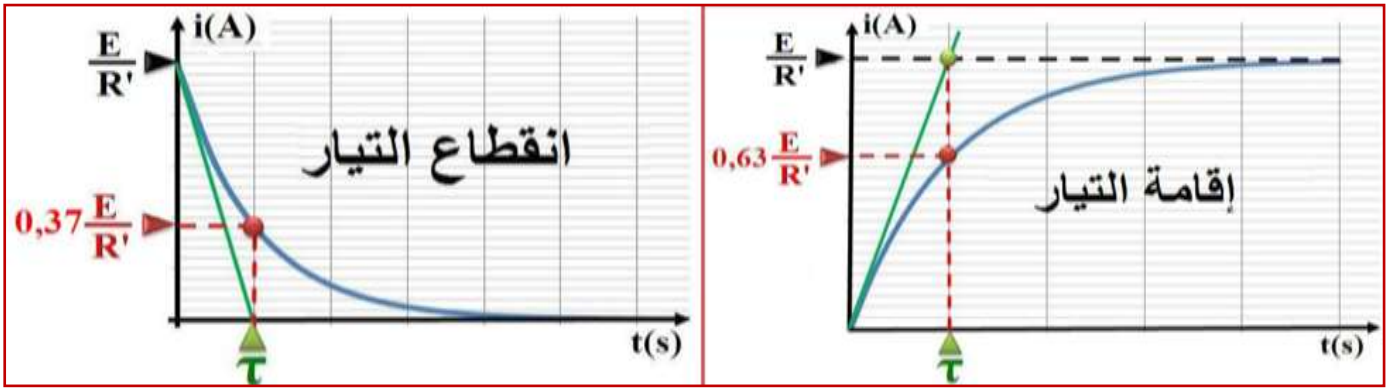
.....

.....

.....

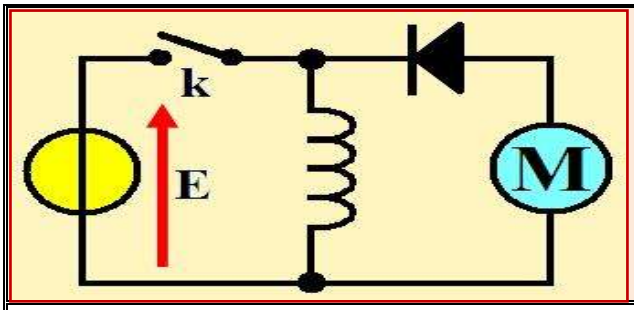
ج. طرق تحديد ثابتة الزمن τ:

(نفس الطرق المعتمدة في تحديد ثابتة الزمن لثنائي القطب RC)



III. الطاقة المخزونة في الوشيعة.

أ. نشاط تجريبي 2:



نعتبر التركيب التجريبي جانبه، و المكون من وشيعة معامل تحريضها L و محرك M ومولد G. نغلق قاطع التيار k فيمر في الوشيعة تيارا كهربائيا، في حين أن الصمام الثنائي المركب في المنحى الحاجز يمنع مرور التيار الكهربائي للمحرك، و بعد فتح قاطع التيار يشتغل المحرك لمدة زمنية.

1) ما مصدر الطاقة التي تدير المحرك؟

.....

.....

2) كيف تتغير الطاقة المخزونة في الوشيعة عند ارتفاع قيمة L أو شدة التيار المار في الدارة؟

.....

.....

.....

ب. خلاصة:

نعتبر وشيعة معامل تحريضها L يجتازها تيارا كهربائيا شدته i، و التوتر بين مربطيها هو u_L. القدرة الكهربائية المكتسبة من طرف الوشيعة هي: $\mathbf{P=u_L.i}$

أي أن: $\mathbf{P = r.i^2 + i.L\frac{di}{dt}}$ أي أن: $\mathbf{P = r.i^2 + \frac{d(\frac{1}{2}L.i^2)}{dt}}$ ، بحيث أن: $\mathbf{r.i^2}$ القدرة المبددة بمفعول جول في الوشيعة و $\mathbf{\frac{d(\frac{1}{2}L.i^2)}{dt}}$ القدرة المخزونة في الوشيعة و تسمى القدرة المغناطيسية ،

و لدينا $\mathbf{P = \frac{dE_m}{dt}}$ ومنه نستنتج **الطاقة المغناطيسية** المخزونة في الوشيعة التي وحدتها الجول (J) وهي كما يلي: