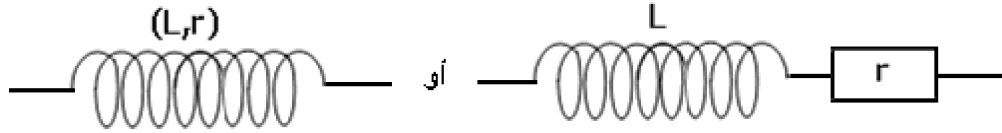


ثنائي القطب RL

1. الوشيجة:

تعريف:

- الوشيجة ثنائي قطب يتكون من لفات، لسلك موصل مغطى بمادة عازلة ملفوفة على أسطوانة
- نحدد نوعين من الوشيجة:
 - الوشيجة المسطحة: طولها أصغر من شعاعها
 - الملف اللولبي: طوله أكبر من شعاعها
- رمز الوشيجة:



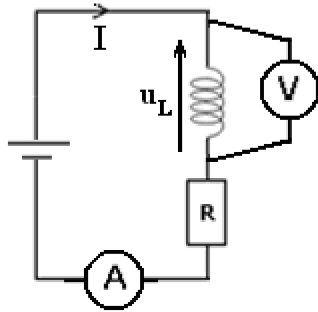
حيث: r : مقاومة الوشيجة وحثتها (Ω)

L : معامل التحريض الذاتي للوشيجة يقاس بجهاز مقياس معامل التحريض الذاتي و وحدته الهنري H

التوتر بين مربطي الوشيجة:

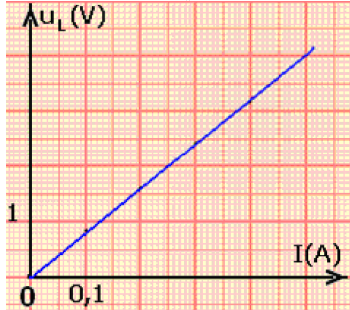
1. ننجز التركيب التجريبي الممثل جانبه و الذي يتكون من:

- مولد التوتر المستمر
- معدلة و وشيجة دون نواة الحديد معامل تحريضها الذاتي $L=10\text{mH}$
- موصل أومي مقاومته $R=100\Omega$
- أمبيرمتر لقياس شدة التيار الكهربائي المار في الدارة
- فولطمتر لقياس التوتر بين مربطي الوشيجة



نغير قيم التوتر بواسطة المعدلة و في كل مرة نقيس التوتر u_L بين مربطي الوشيجة و كذلك شدة التيار I المار في الدارة فنحصل على النتائج التالية:

3.2	2.4	1.6	0.8	0	$u_L(\text{V})$
0.4	0.3	0.2	0.1	0	$I(\text{A})$



استثمار النتائج:

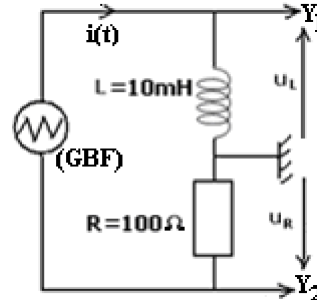
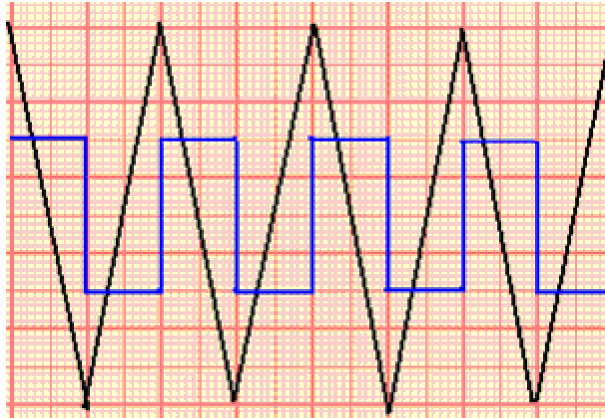
مثل المنحنى u_L بدلالة I

بين أن الوشيجة تتصرف كموصل أومي

حدد r مقاومة الوشيجة

2. ننجز نفس التركيب التجريبي السابق (مع العلم أن الوشيجة مقاومتها مهملة) و ذلك بتعويض مولد التوتر المستمر بواسطة مولد ذي ترددات منخفضة GBF، حيث يعطي تيارا مثلثيا تردده f ، و توتره الأقصى U_m .

ونعاين على شاشة كاشف التذبذب



1V/div	الحساسية الرأسية في المدخل Y_1
2V/div	الحساسية الرأسية في المدخل Y_2
1ms/div	الحساسية الأفقية

استثمار:

2.1. حدد الدور T و التردد f و التوتر الأقصى U_m للتوتر المثلثي

2.2. لماذا يمكن المدخل Y_2 لكاشف التذبذب من معاينة تغيرات شدة التيار الكهربائي المار في الدارة

2.2. خلال الدور الأول حدد تعبير شدة التيار الكهربائي

3.2. أوجد قيمة الوتر u_L و استنتج قيم التعبير $\frac{u_L}{di}$ و استنتج $\frac{u_L}{dt}$

خلاصة:

التجربة الأولى:	التجربة الثانية:
$u_L = r \cdot I$	$u_L = L \cdot \frac{di}{dt}$

بالنسبة لوشية دون نواة حديد، و في الاصطلاح مستقبل يعبر عن التوتر u_L بين مربطي و شية بالعلاقة:

$$u_L = r \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt}$$

تأثير و شية على دارة كهربائية:

ننجز التركيب التجريبي الممثل جانبه:

1. تتغير شدة التيار الكهربائي الذي ينتجه المولد فجأة من قيمة منعومة إلى قيمة معينة ماذا عن تألق المصباحين L_1 و L_2 بعد إغلاق الدارة و كيف تتغير شدة التيار

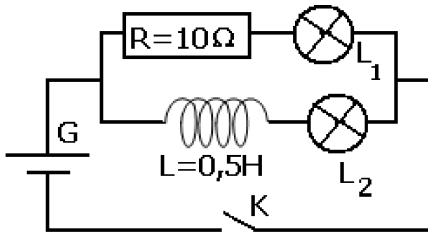
يتألق المصباح L_1 قبل المصباح L_2

تتغير شدة التيار في L_1 لحظيا بينما تدريجيا في L_2 متأخرة بلحظات عن تألق L_1

2. ما تأثير الوشية على إقامة التيار في كل من L_1 و L_2

3. ماذا يحدث عند فتح الدارة؟ ما تأثير الوشية عند انعدام التيار

الوشية تؤخر انعدام التيار الكهربائي في الفرع الذي يضمها



عند غلق الدارة الكهربائية: يلمع المصباح L_1 أولا ثم يليه L_2 . و عندما نفتح الدارة يتأخر المصباح L_2 في الانطفاء. نقول أن الوشية تقاوم إقامة أو انعدام التيار (نقطاعه)

خلاصة:

في دارة كهربائية تحتوي علة و شية، تؤخر هذه الأخيرة إقامة شدة التيار أو انعدام التيار في هذه الدارة أي بصفة عامة فالوشية تقاوم

$$u_L = L \cdot \frac{di}{dt}$$

ملحوظة:

عند إهمال مقاومة الوشية، يصبح التوتر u_L بين مربطي الوشية كالتالي:

$$u_L = r \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt} = L \cdot \frac{di}{dt}$$

2. ثنائي القطب RL:

يتكون ثنائي القطب RL من موصل أو مقي مقاومته R مركب على التوالي مع و شية مقاومتها r و معامل تحريضها L
 $R_t = R + r$: المقاومة الكلية لثنائي القطب RL

استجابة ثنائي القطب RL لرتبة صاعدة:

يأخذ التوتر بين مربطي الدارة RL لحظيات القيمة E (رتبة صاعدة للتوتر)

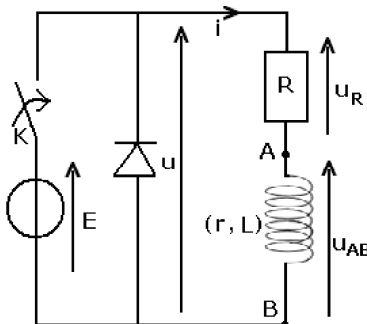
$$u = u_{AB} + u_R$$

$$u_{AB} = r \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt} \text{ و } u_R = R \cdot i \text{ و } u = E$$

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

$$\tau = \frac{L}{R_t} \text{ نضع } \frac{L}{R_t} \cdot \frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R_t}$$

$$\text{و بالتالي: } \tau \cdot \frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R_t} \text{ : المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار } i(t)$$

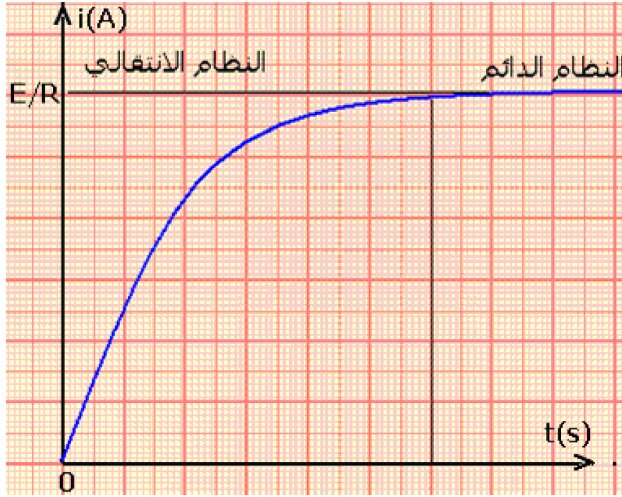


$$i(t) = A.e^{-x.t} + B \text{ حل المعادلة التفاضلية:}$$

حيث A و B و x ثوابت يجب تحديدها

$$-\tau.A.x.e^{-x.t} + A.e^{-x.t} + B = \frac{E}{R_t} \text{ و منه } \tau \frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R_t}$$

$$A(1 - \tau.x).e^{-x.t} + B = \frac{E}{R_t} \text{ وبالتالي:}$$



$$\text{استنتاج: } x = \frac{1}{\tau} \text{ و } B = \frac{E}{R_t} \text{ و } 1 - \tau.x = 0 \text{ أي أن } x = \frac{1}{\tau}$$

$$i(t) = A.e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{E}{R_t} \text{ و حل المعادلة يكتب كالتالي}$$

حسب الشروط البدئية $i(t)=0$

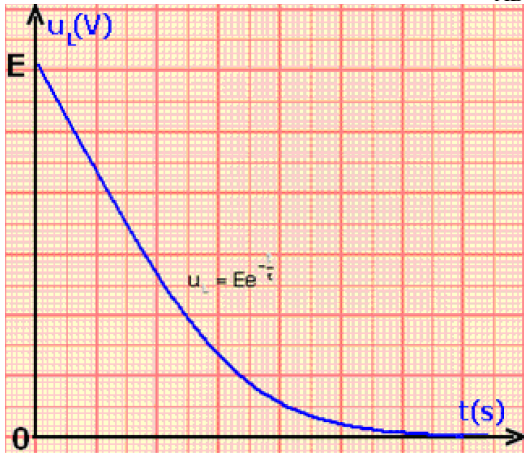
$$\text{و منه } i(0) = A + \frac{E}{R_t} = 0 \text{ و } A = -\frac{E}{R_t}$$

$$I_0 = \frac{E}{R_t} \text{ نضع } i(t) = -\frac{E}{R_t}.e^{-\frac{t}{\tau}} + \frac{E}{R_t} = \frac{E}{R_t}(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

$$i(t) = I_0.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

تعبير التوتر بين مربطي الوشيجة:

حسب قانون إضافية التوترات $u = u_{AB} + u_R$ و منه $u_{AB} = u - u_R$ وبالتالي $u_{AB} = u - R.i(t)$



$$u_{AB} = E - R.I_0.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}) = E - R.\frac{E}{R_t}.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

نهمل مقاومة الوشيجة أما مقاومة الموصل الأومي فتصبح $R_t = R$ و بالتالي:

$$u_{AB} = E - R.\frac{E}{R_t}.(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

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

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

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

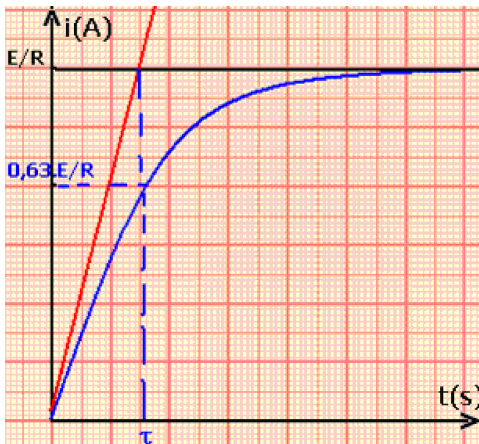
ثابتة الزمن τ :

$$\tau = \frac{E}{R_t} \text{ ثابتة الزمن و تميز ثنائي القطب RL}$$

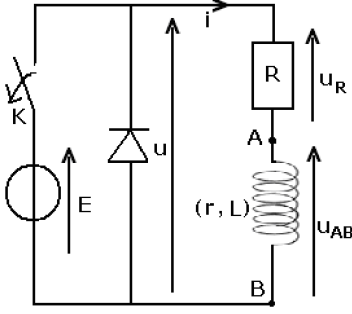
تحدد τ بطريقتين:

- الطريقة الأولى: حساب $i(\tau)$ و نحدد أفصولها على المنحنى $i(t)$
- الطريقة الثانية: استعمال المماس في اللحظة $t=0$ و نحدد نقطة

$$\text{تقاطعه مع المستقيم } \frac{E}{R}$$



انعدام التيار الكهربائي في دارة تضم ثنائي قطب RL:



عند فتح قاطع التيار، يتغير التوتر من القيمة E إلى القيمة الصفر (رتبة توتر نازلة) نقول أن هناك انعدام التيار الكهربائي في الدارة RL

نطبق قانون إضافية التوترات نتوصل إلى العلاقة التالية:

$$u_{AB} + u_R = R \cdot i + r \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt} = (R+r) \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt} = R_t \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt} = 0$$

$$\text{و منه: } \tau = \frac{L}{R_t} \text{ نضع } \frac{L}{R_t} \cdot \frac{di}{dt} + i = 0$$

و بالتالي: $\tau \cdot \frac{di}{dt} + i = 0$: المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار $i(t)$

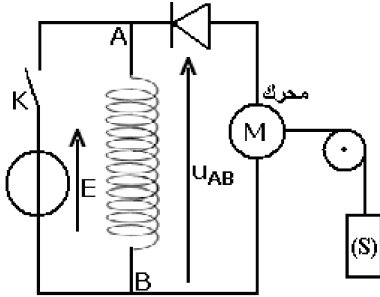
$$\text{حل المعادلة: } i(t) = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \text{ نضع } I_0 = \frac{E}{R_t}$$

في هذه الحالة نحدد مبيانيا ثابتة الزمن بتطبيق العلاقة $i(\tau) = 0.37 \cdot I_0$ ملحوظة:

كلما كانت τ صغيرة كلما كانت مدة إقامة و انعدام التيار صغيرة كذلك. نستعمل في التركيب الصمام من أجل حماية الدارة RL من فرط التوتر الذي يحدث بين مربطيهما عند فتح قاطع التيار K.

3. الطاقة المخزنة في وشيعة:

عند غلق قاطع التيار K يمر تيار كهربائي في الوشيعة. يمنع الصمام الثنائي المركب في المنحى لحاجز مرور التيار الكهربائي في المحرك. عند فتح قاطع التيار K يشتغل المحرك يرتفع الجسم (S)



تفسير:

يتبين أن الوشيعة اختزننت، أثناء إغلاق الدارة الكهربائية طاقة مغناطيسية في الفضاء المحيط بها، ثم حررت هذه الطاقة عند فتح الدارة

الطاقة المخزنة في الوشيعة:

$$E \cdot i \cdot dt = R_t \cdot i^2 \cdot dt + L \cdot i \cdot di \text{ و } E \cdot i = R_t \cdot i^2 + L \cdot i \cdot \frac{di}{dt} \text{ و بالتالي:}$$

$$E \cdot i \cdot dt = R_t \cdot i^2 \cdot dt + d\left(\frac{1}{2} L \cdot i^2\right)$$

مع:

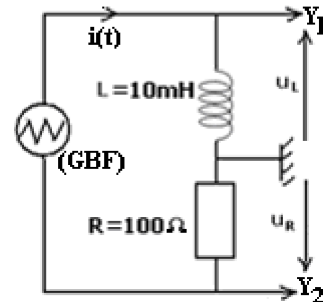
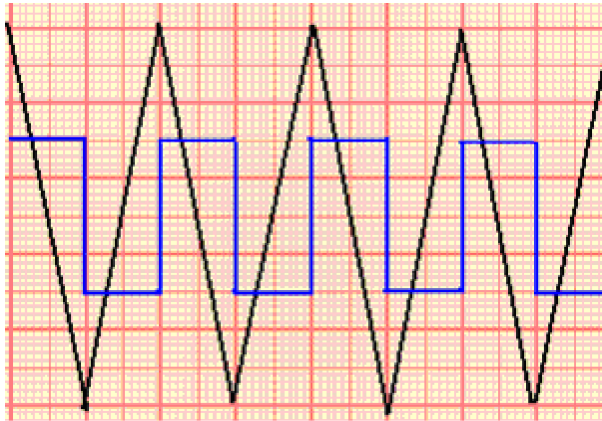
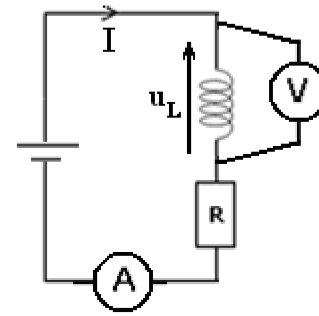
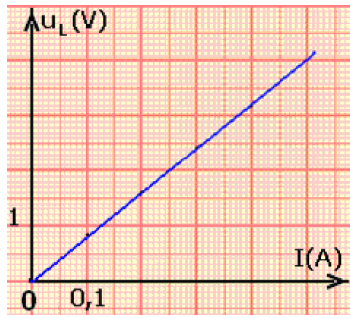
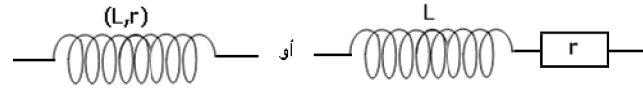
$E \cdot i \cdot dt$: الطاقة الممنوحة من المولد للوشيعة خلال المدة الزمنية dt
 $R_t \cdot i^2 \cdot dt$: الطاقة المبذولة بمفعول جول في الوشيعة.

$d\left(\frac{1}{2} L \cdot i^2\right)$: الطاقة التي تخزننها الوشيعة.

نعرف الطاقة المخزنة في الوشيعة بين لحظتين 0 و t هي:

$$\xi_m = \int_0^t d\left(\frac{1}{2} L \cdot i^2\right) = \frac{1}{2} L \cdot i^2$$

تتناسب الطاقة المخزنة في وشيعة، معامل تحريضها L، مع مربعه شدة التيار الكهربائي المار فيها



1V/div	الحساسية الرأسية في المدخل Y ₁
2V/div	الحساسية الرأسية في المدخل Y ₂
1ms/div	الحساسية الأفقية

