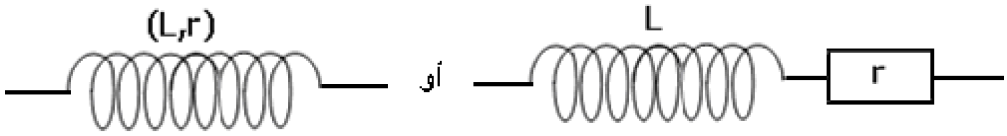
# ثنائي القطب RL

## 1. الوشيعة:

### تعريف:

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

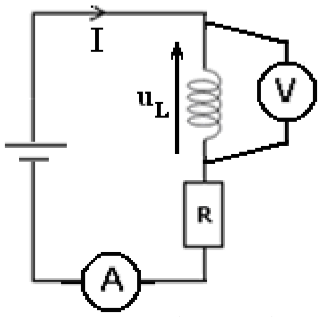



حيث: r:مقاومة الوشيعة وحدتها (Ω)

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

### التوتر بين مربطي الوشيعة:

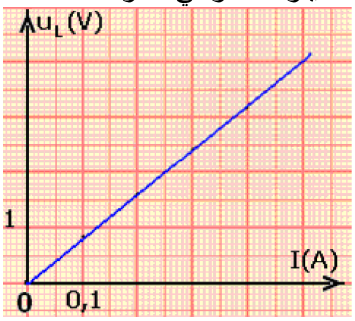
1. ننجز التركيب التجريبي الممثل جانبه و الذي يتكون من:




- مولد التوتر المستمر
- معدلة و وشيعة دون نواة الحديد معامل تحريضها الذاتي L=10mH
- موصل أومي مقاومته R=100Ω
- أمبيرمتر لقياس شدة التيار الكهربائي المار في الدارة
- فولطمتر لقياس التوتر بين مربطي الوشيعة

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

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $u_L$(V) | 0 | 0.8 | 1.6 | 2.4 | 3.2 |
| I(A) | 0 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 |




استثمار النتائج:

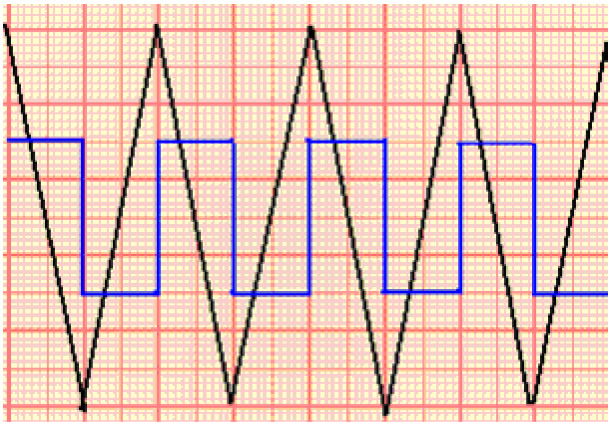
مثل المنحنى $u_L$ بدلالة I

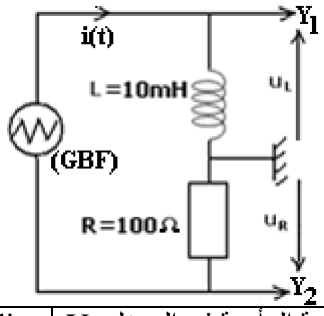
بين أن الوشيعة تتصرف كموصل أومي

حدد r مقاومة الوشيعة

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

ونعاين على شاشة كاشف التذبذب






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

استثمار:

2.1. حدد الدور T و التردد f و التوتر الأقصى Um 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 $\frac{u_L}{\frac{di}{dt}}$ و استنتج

**خلاصة:**

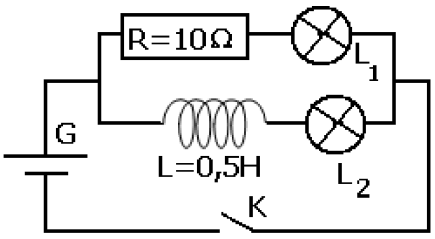
| التجربة الأولى: | التجربة الثانية: |
|---|---|
| $u_L=r.I$ | $u_L = L.\frac{di}{dt}$ |

بالنسبة لوشيعة دون نواة حديد، و في الاصطلاح مستقبل يعبر عن التوتر $u_L$ بين مربطي وشيعة بالعلاقة:

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

**تأثير وشيعة على دارة كهربائية:**

ننجز التركيب التجريبي الممثل جانبه:




1. تتعير شدة التيار الكهربائي الذي ينتجه المولد فجأة من قيمة منعدمة 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 الوشيعة على إقامة التيار في كل من $L_1$ و $L_2$
3. ماذا يحدث عند فتح الدارة؟ ما تأثير الوشيعة عند انعدام التيار

**الوشيعة 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 الوشيعة تقاوم إقامة أو انعدام التيار(انقطاعه)**

**خلاصة:**

في دارة كهربائية تحتوي علة وشيعة، تؤخر هذه الأخيرة إقامة شدة التيار أو انعدام التيار في هذه الدارة أي بصفة عامة فالوشيعة تقاوم تغير شدة التيار الذي يمر فيها. و هذا ناتج عن تأثير الجذاء $u_L = L.\frac{di}{dt}$

ملحوظة:

عند إهمال مقاومة الوشيعة، يصبح التوتر $u_L$ بين مربطي الوشيعة كالتالي:

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

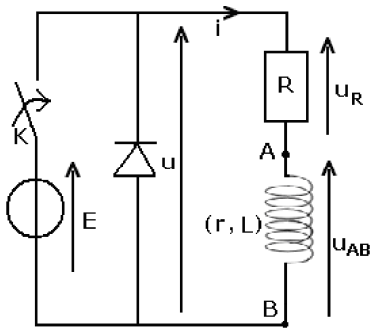
## 2. ثنائي القطب RL:

يتكون ثنائي القطب RL من موصل أومي مقاومته R مركب على التوالي مع وشيعة 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)




حسب قانون إضافية التوترات $u=u_{AB}+u_R$

بحيث: $u=E$ و $u_R=R.i$ و $u_{AB}=r.i+L.\frac{di}{dt}$

أي أن: $E=R.i+r.i+L.\frac{di}{dt}=(R+r).i+L.\frac{di}{dt}=R_t.i+L.\frac{di}{dt}$

و منه: $\frac{L}{R_t}.\frac{di}{dt}+.i=\frac{E}{R_t}$ نضع $\tau=\frac{L}{R_t}$

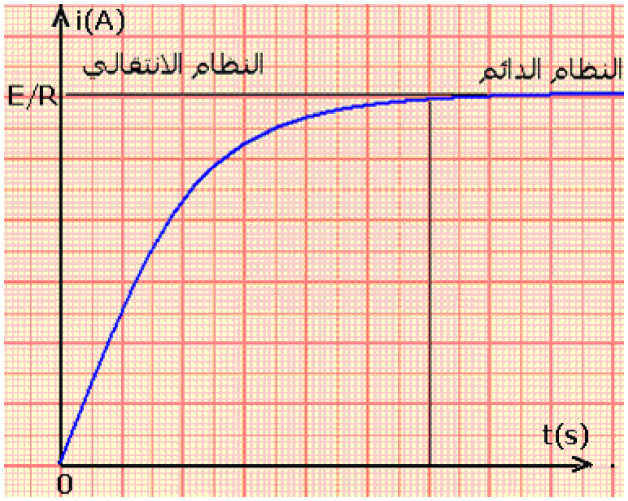
و بالتالي: $\tau.\frac{di}{dt}+.i=\frac{E}{R_t}$ : المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار i(t)

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

حيث A و B و x ثوابت يجب تحديدها

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

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




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

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

حسب الشروط البدئية $i(t)=0$

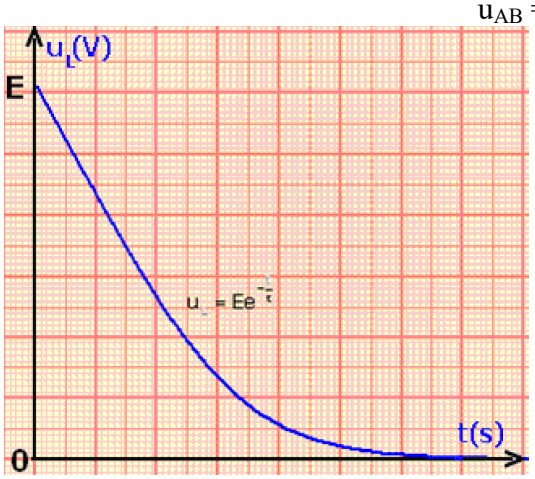
و منه $i(0) = A + \frac{E}{R_t} = 0$ و $A = -\frac{E}{R_t}$

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

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

## تعبير التوتر بين مربطي الوشيعة:

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




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

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

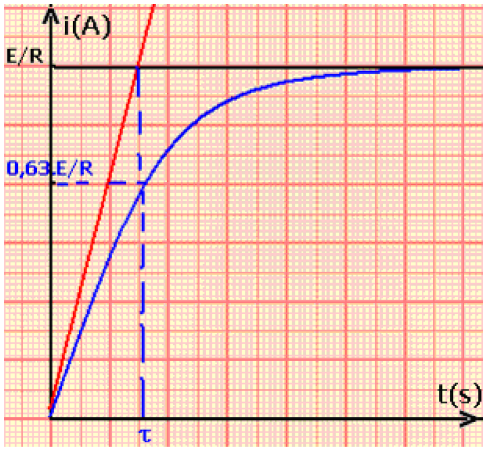
$$\begin{aligned} u_{AB} &= E - R.\frac{E}{R_t}.(1-e^{-\frac{t}{\tau}}) \\ &= E - R.\frac{E}{R}.(1-e^{-\frac{t}{\tau}}) \\ &= E.(1-(1-e^{-\frac{t}{\tau}})) \\ &= E.e^{-\frac{t}{\tau}} \end{aligned}$$

## ثابتة الزمن τ:

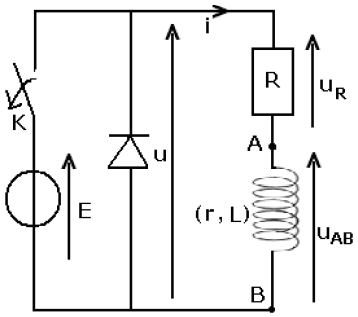
$\tau = \frac{E}{R_t}$ : ثابتة الزمن و تميز ثنائي القطب RL

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 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:

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

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

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

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

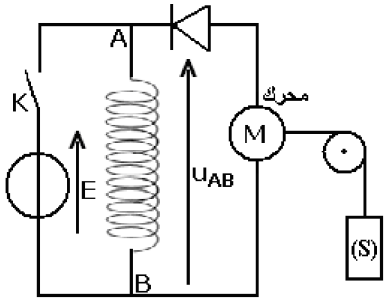
في هذه الحالة نحدد مبيانيا ثابتة الزمن بتطبيق العلاقة $i(\tau)=0.37.I_0$

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 مربطيها عند فتح قاطع التيار K.

## 3. الطاقة المخزونة 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 اختزنت، أثناء إغلاق الدارة الكهربائية طاقة مغنطيسية في الفضاء المحيط بها، ثم حررت هذه الطاقة عند فتح الدارة

**الطاقة المخزونة في الوشيعة:**

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

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

مع:

E.i.dt: الطاقة الممنوحة من المولد للوشيعة خلال المدة ازمنية dt

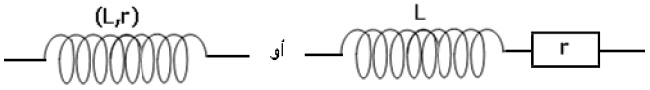
$R.i^2.dt$: الطاقة المبددة بمفعول جول في الوشيعة.

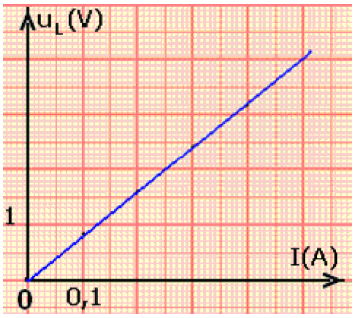
$d(\frac{1}{2}L.i^2)$ : الطاقة التي تختزنها الوشيعة.

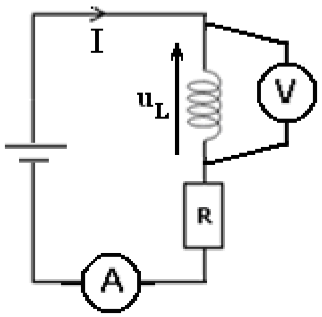
نعرف الطاقة المخزونة في الوشيعة بين لحظتين 0 و t هي:

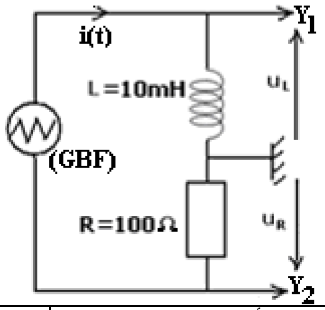
$$\xi m=\int_0^t d(\frac{1}{2}L.i^2)=\frac{1}{2}L.i^2$$

تتناسب الطاقة المخزونة في وشيعة، معامل تحريضها L، مع مربه شدة التيار الكهربائي المار فيها






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