

ثنائي القطب (RL)

I. الوشيعية

• تعريف الوشيعية

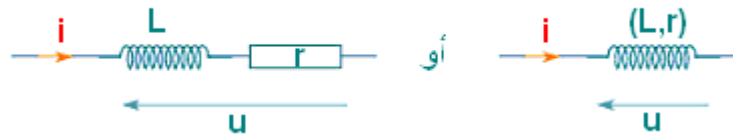
الوشيعية ثنائي قطب يتكون من سلك موصل و معزول كهربائيا ملفوف حول أسطوانة عازلة. نميز وشيعية بمقدارين :



- مقاومتها: r وحدتها الأوم (Ω)
- معامل تحريضها الذاتي: L وحدته الهنري (H)

تعريف

في الاصطلاح مستقبل يرمز للوشيعية بأحد الرمزتين التاليين:



في الحالة $r = 0$ تنعت الوشيعية بالمثالية.

• تصرف وشيعية في دائرة

▪ تجربة 1

- ملاحظة:

عند غلق القاطع يتأخر المصباح L_1 في الإضاءة مقارنة مع المصباح L_2 .

- استنتاج:

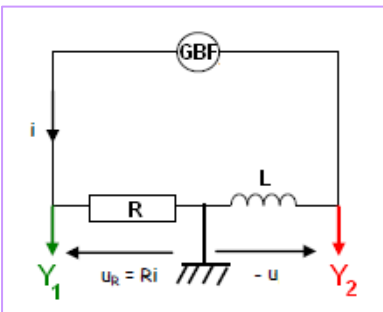
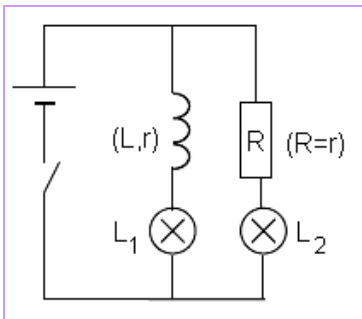
تؤخر الوشيعية إقامة التيار. و عموما تقاوم الوشيعية كل تغير في شدة التيار المار فيها.

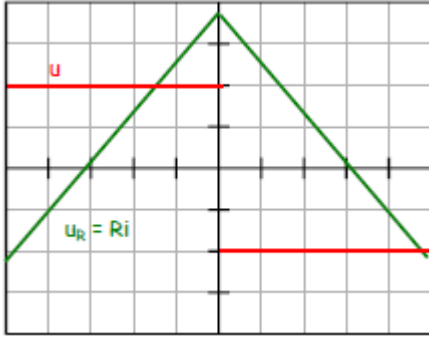
▪ تجربة 2

يطبق المولد GBF توترا مثلثيا.

في المدخل Y_1 تعانين تغيرات التوتر بين مربطي الموصل الأومي و بالتالي تغيرات شدة التيار.

و في المدخل Y_2 تعانين تغيرات التوتر بين مربطي الوشيعية.





- استنتاج:

باستغلال الرسم التذبذبي المعين يتوصل إلى الخاصية

$$\frac{u}{\frac{di}{dt}} = cte = L$$

التالية:

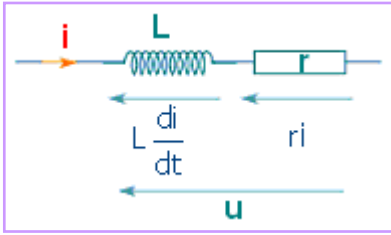
يتناسب التوتر بين مربطي وشيعة مع المشتقة $\frac{di}{dt}$. معامل التناسب L مقدار موجب يتعلق بالميزات الهندسية للوشيعة (طولها، قطرها، عدد لفاتها) و يسمى معامل التحريض الذاتي.

• قانون أوم لوشيعة

$$u = L \frac{di}{dt} + ri$$

باعتبار الاصطلاح مستقبل تعبير التوتر بين مربطي وشيعة هو:

خاصية

- يوافق الطرف ri التوتر الناتج عن مقاومة الوشيعة،- يتعلق الطرف $L \frac{di}{dt}$ بتغيرات شدة التيار:

▪ عند تزايد i : $L \frac{di}{dt} > 0$ ، تتصرف الوشيعة كمستقبل.

▪ عند تناقص i : $L \frac{di}{dt} < 0$ ، تتصرف الوشيعة كمولد.

أي تقاوم الوشيعة تغيرات شدة التيار المار فيها.

♦ حالة خاصة: في النظام الدائم حيث $i = cte$ أي $\frac{di}{dt} = 0$ يصبح قانون أوم لوشيعة كالتالي:

$u = ri$ وفي هذه الحالة تتصرف الوشيعة كموصل أومي.

• طاقة وشيعة

طاقة وشيعة هي طاقة مغناطيسية تخزنها الوشيعة عند تزايد شدة التيار (إقامة التيار)

تعريف

$$E_m = \frac{1}{2} Li^2$$

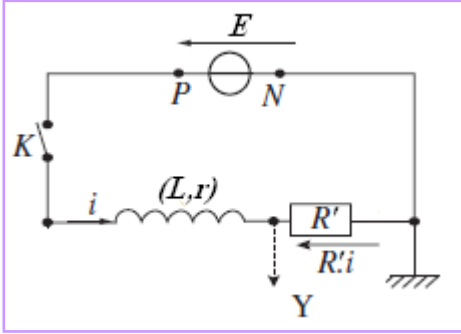
و تحررها عند تناقصها (انقطاع التيار)، و تعبيرها هو:

يتكون ثنائي قطب (RL) من وشيعة مقاومتها r و معامل تحريضها L مركبة على التوالي مع موصل أومي مقاومته R' .
المقاومة المكافئة لثنائي القطب (RL) هي: $R = R' + r$

تعريف

• استجابة ثنائي قطب (RL) لرتبة توتر

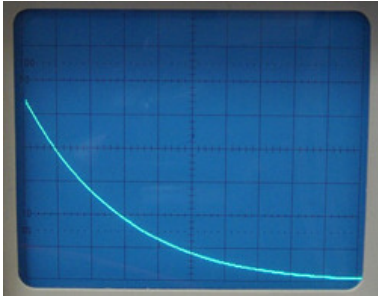
▪ دراسة تجريبية



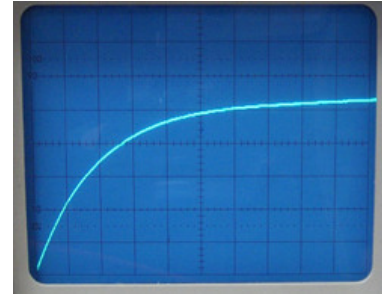
في المدخل Y لرسم تذبذب ذاكراتي تعالين تغيرات التوتر u_R بين مبرطي الموصل الأومي و بالتالي تغيرات شدة التيار خلال إقامة التيار (غلق K) ثم خلال انقطاعه (فتح K).

عند فتح القاطع K: استجابة RL لرتبة توتر نازلة (انقطاع التيار)

عند غلق القاطع K: استجابة RL لرتبة توتر صاعدة (إقامة التيار)



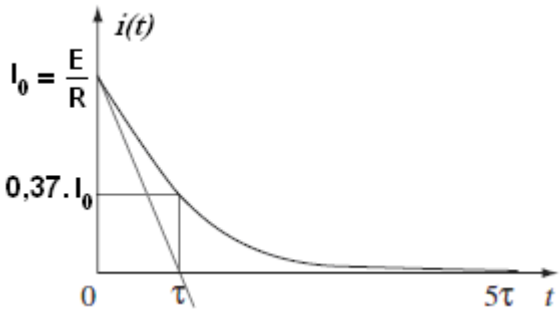
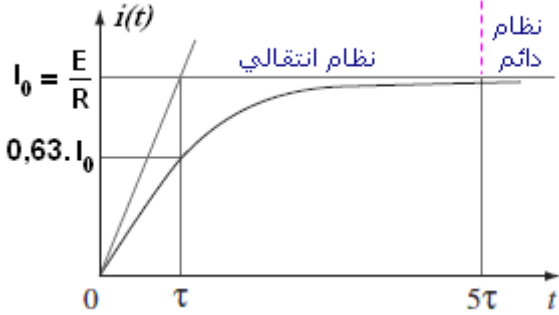
$$u_{R'}(t) = R' \cdot i(t)$$



$$u_{R'}(t) = R' \cdot i(t)$$

تقاوم الوشيعة إقامة التيار كما تقاوم انقطاعه حيث تتغير شدة التيار تدريجيا وفق دالة زمنية متصلة: و هي ظاهرة التحريض الذاتي.

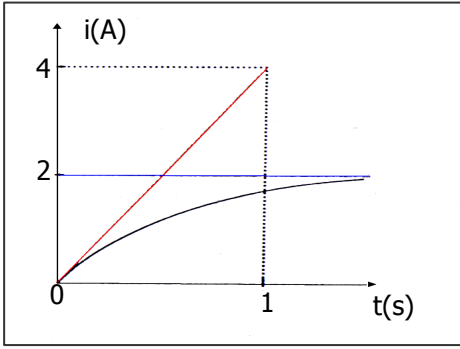
دراسة نظرية

الاستجابة لرتبة توتر نازلة: انقطاع التيار	الاستجابة لرتبة توتر صاعدة: إقامة التيار	المعادلة التفاضلية
$\frac{L}{R} \cdot \frac{di}{dt} + i = 0$	$\frac{L}{R} \cdot \frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R}$	
$i = \frac{E}{R} \cdot e^{-\frac{R}{L}t}$	$i = \frac{E}{R} (1 - e^{-\frac{R}{L}t})$	تعبير شدة التيار (حل المعادلة التفاضلية)
$\tau = \frac{L}{R}$ <p>هي المدة اللازمة لكي تتناقص شدة التيار ب 63% من قيمتها البدئية.</p> 	$\tau = \frac{L}{R}$ <p>هي المدة اللازمة لكي تصل شدة التيار 63% من قيمتها النهائية (القوى).</p> 	ثابتة الزمن

تمارين

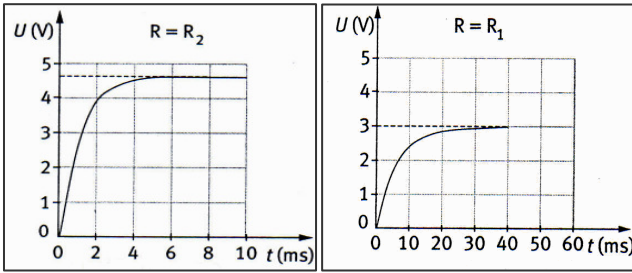
تمرين 1

- 1- أحسب قيمة التوتر بين مربطي وشيعة مقاومتها مهملة و معاملها للتحريض $L = 0,2 \text{ H}$ في كل من الحالتين التاليتين:
- أ- يمر فيها تيار مستمر شدته $I = 1,5 \text{ A}$ ،
- ب- يمر فيها تيار شدته تتغير خطيا من 0 إلى 70 mA خلال مدة تساوي 10 ms .
- 2- أحسب ثابتة الزمن لدارة تتكون من وشيعة مقاومتها $r = 10 \Omega$ و معاملها للتحريض $L = 9 \text{ mH}$ مركبة على التوالي مع موصل أومي مقاومتها $R = 90 \Omega$.
- 3- يتكون ثنائي قطب RL من وشيعة مقاومتها r و معاملها للتحريض L يمثل المنحنى التالي استجابته لرتبة توتر صاعدة قيمتها القصوى $E = 20 \text{ V}$.
- أ- حدد r و L .
- ب- أحسب الطاقة القصوى للوشيعة.



تمرين 2

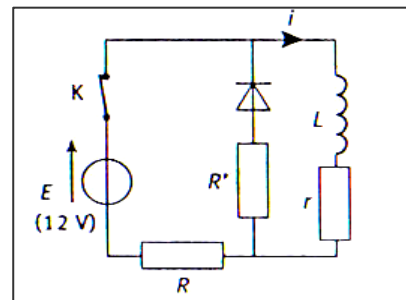
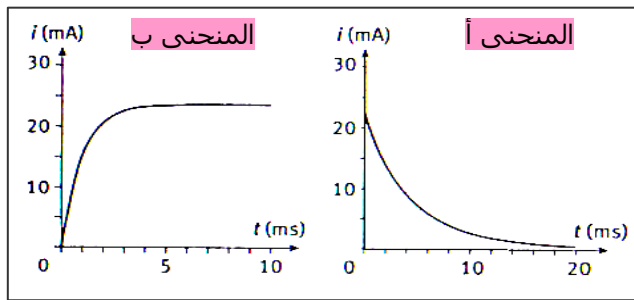
- يراد تحديد قيمة L معامل التحريض لوشيعة و r مقاومتها. من أجل ذلك تتركب الوشيعة على التوالي مع موصل أومي مقاومتها R قابلة للتغيير و مولد مؤمثل قوته الكهرومحرقة $E = 5 \text{ V}$ بواسطة راسم التذبذب تعابن تغيرات التوتر بين مربطي الموصل الأومي بالنسبة لقيمتين ل R : $R_1 = 10 \Omega$ و $R_2 = 100 \Omega$ فيحصل على المبيانين التاليين:



- 1- حدد مبيانيا τ_1 و τ_2 ثابتة الزمن لكل حالة.
- 2- أثبت العلاقة التالية: $L = \frac{\tau_1 \tau_2}{\tau_1 - \tau_2} \cdot (R_2 - R_1)$ ثم أحسب قيمة L .
- 3- استنتج قيمة r .

تمرين 3

- في دراسة تجريبية أنجز التركيب الممثل في الشكل التالي حيث $E = 12 \text{ V}$ و $R = 500 \Omega$ و $R' = 100 \Omega$ و $r = 10 \Omega$ يغلق قاطع التيار K و بعد مدة زمنية يفتح. يمكن نظام معلوماتي من تسجيل تغيرات شدة التيار المار في الدارة خلال إقامته و خلال انقطاعه.



- 1- حدد المنحنى الموافق لكل حالة.
- 2- ما دور الصمام الثنائي؟
- 3- عند فتح قاطع التيار K عند $t=0$ بين أن المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار $i(t)$ هي:
- $$\frac{di}{dt} + \frac{1}{\tau} i = 0$$
- حيث: $\tau = \frac{L}{R' + r}$ (يهمل التوتر بين مربطي الصمام الثنائي)
- 4- حل هذه المعادلة يكتب على الشكل التالي: $i(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + B$ حيث A و B ثابتان. حدد هاتين الثابتتين.
- 5- من خلال دراسة رياضية للدالة $i(t)$ قارن تغيراتها مع المنحنى المحصل عليه تجريبيا.
- 6- حدد بطريقتين ثابتة الزمن لثنائي القطب $L(R' + r)$ ثم استنتج قيمة L .