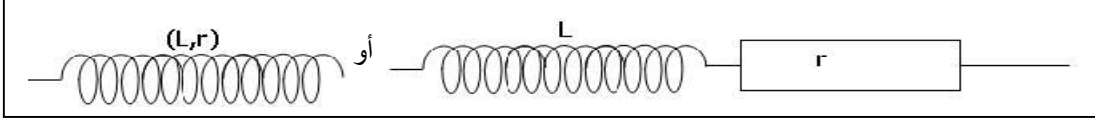


1-1: تعريف

الوشيجة ثنائي قطب ، يتكون من سلك موصل معزول (مطلي بطبقة برنيق رقيقة عازلة) قطره ثابت ملفوف بانتظام حول أسطوانة عازلة.



* رمز الوشيجة:

r : المقاومة الداخلية للوشيجة.

L : معامل التحريض الذاتي للوشيجة ، وحدته الهنري (H) (Henry).

1-2: التوتر بين مرطبي وشيجة معامل تحريضها L و مقاومتها r

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

في النظام الدائم : $I = Cte \iff \frac{dI}{dt} = 0$ و بالتالي : $u_L(t) = r.I$

2- الطاقة المخزونة في وشيجة

تكتسب الوشيجة طاقة E فتخزن جزء منها على شكل طاقة مغنطيسية E_m و يبذل الجزء الاخر على شكل طاقة حرارية بسبب المقاومة الداخلية

نعلم ان $u_L(t) = r.i(t) + L \frac{di}{dt}$ نضرب هذه العلاقة في $i(t).dt$ أي أن : $E.i.dt = R.i^2.dt + L.i.di$ مع أي :

* $U_L.i(t).dt$: الطاقة التي يمنحها المولد للدائرة RL خلال المدة dt .

* $R.i^2 dt$: الطاقة المبذولة بمفعول جول في المقاومة الداخلية .

$$d\left(\frac{1}{2} L.i^2\right) : \text{الطاقة التي تخزنها الوشيجة مع العلم ان } L.i.di = d\left(\frac{1}{2} L.i^2\right) \text{ ومنه } dE_m = d\left(\frac{1}{2} L.i^2 + k\right)$$

" الطاقة المغنطيسية المخزونة في الوشيجة بين اللحظتين 0 و t هي :

$$E_m = \frac{1}{2} L.i^2 + k$$

($k = Cte$) تمثل الطاقة البدئية بالوشيجة : عند $(t=0)$ ، تكون الوشيجة غير مشحونة و بالتالي $E_e(t=0) = 0$ و $i(0)=0$ أي أن $k=0$

3- استجابة ثنائي القطب RL لرتبة صاعدة للتوتر

1-3- المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار المار في الدارة RL و حلها

في لحظة نعتبرها اصلا للتواريخ نغلق قاطع التيار K

- قانون إضافية التوترات : $u_{AB}(t) + u_R(t) = u(t)$

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

$$u_{AB}(t) + u_R(t) = u(t)$$

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

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

مع $R_t = R + r$: المقاومة الكلية لثنائي القطب RL. أي أن :

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

2-3- تعبير شدة التيار

تعبير شدة التيار المار في الدارة RL ؛ هو حل المعادلة التفاضلية التي يحققها على شكل : $i(t) = A.e^{-k.t} + B$ حيث A و B و k ثوابت.

$$\frac{di(t)}{dt} = -A.k.e^{-k.t} \text{ . نعوض في المعادلة التفاضلية : } \frac{di(t)}{dt} = -A.k.e^{-k.t} - \tau.A.k.e^{-k.t} + A.e^{-k.t} + B = \frac{E}{R_t}$$

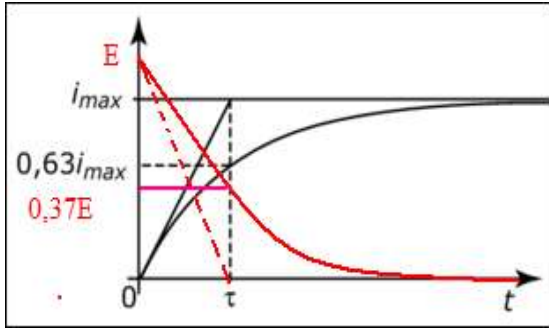
$$A.e^{-k.t}(1 - \tau.k) = \frac{E}{R_t} - B$$

في النظام الدائم $t \rightarrow +\infty$ فإن $e^{-k.t} = 0$ اي $B = \frac{E}{R_t}$

عند لحظة t فإن $e^{-kt} \neq 0$ ، أي ، $1 - \tau.k = 0$: أي أن $k = \frac{1}{\tau} = \frac{R_t}{L}$ نستنتج $\tau = \frac{L}{R_t}$

- نحدد A عند $(t=0)$ حيث $i(t=0) = 0$ ، أي : $0 = A.e^0 + B$ $\Leftarrow A = -B = -\frac{E}{R_t}$

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



3-3: تعبير التوتر بين مربطي وشيعة

حسب قانون إضافية التوترات : $u_L(t) + R.i(t) = E$

$$u_L(t) = E - R.i(t)$$

مع $R_t = R + r$

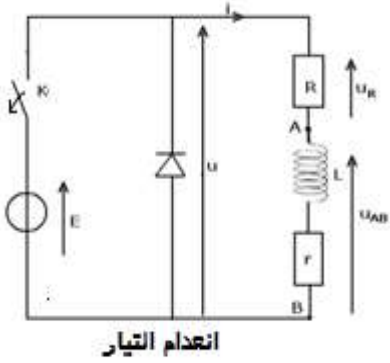
$$u_L(t) = E - R_t \cdot \frac{E}{R_t} (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

مع إهمال r أمام R ، تصبح $R_t \approx R$ ، وبالتالي : $u_L(t) = E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$ مع $\tau = \frac{L}{R}$

4- استجابة ثنائي القطب RL لرتبة نازلة للتوتر

1-1 المعادلة التفاضلية للدائرة

في لحظة نعتبرها أصلاً للتواريخ نفتح قاطع التيار K
- قانون إضافة التوترات :



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

$$\text{مع } 0 = L \cdot \frac{di(t)}{dt} + (R+r)i(t)$$

$$\frac{L}{R+r} \cdot \frac{di(t)}{dt} + i(t) = 0 \quad \text{أي :}$$

2-2 تعبير شدة التيار

هو حل هذه المعادلة التفاضلية والذي يكتب على شكل : $i(t) = A.e^{-k.t} + B$

$$\Leftarrow -\tau.k.A.e^{-k.t} + A.e^{-k.t} + B = 0 \quad \text{نعوض في المعادلة التفاضلية : } \frac{di(t)}{dt} = -kA.e^{-k.t}$$

$$. B = 0 \quad \text{و } k = \frac{1}{\tau} \quad \text{أي أن : } A.e^{-k.t}(1 - k.\tau) + B = 0$$

$$\text{عند } (t=0) : i(t=0) = A.e^0 = A = I_0 = \frac{E}{R+r}$$

$$i(t) = \frac{E}{R+r} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} = I_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}} \quad \text{و بالتالي :}$$

3-3 تعبير التوتر بين مربطي الوشيعة

سب قانون إضافية التوترات : $U_L(t) + U_R(t) = 0$ ومنه $U_L(t) = -U_R(t)$

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

نكتب : مع إهمال r أمام R ، تصبح $R_t \approx R$ ، وبالتالي : $U_L(t) = -E \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$ مع $\tau = \frac{L}{R}$

ملحوظة :



- فائدة \uparrow الصمام الثنائي في التركيب هو لتفادي الشرارات الكهربائية الناتجة عن فرط التوتر في الوشيعة
- لا يمر فيه التيار أثناء إقامة التيار في الوشيعة
 - يسمح بمرور التيار أثناء انعدام التيار في الوشيعة