التمرين 01

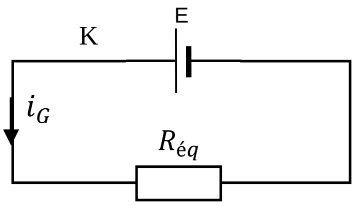
I -

1 - التوتر بين طرفي المصباح هو $u_l = E = 12V$ ، وهذه القيمة أقل من $220V$ ، وبالتالي المصباح لا يشتعل .

$$i_l = \frac{E}{R} = \frac{12}{400} = 0{,}03A$$

2 - مقاومة الوشيعة : $r = \frac{E}{i_b} = \frac{12}{1{,}2} = 10\Omega$

3 - الطريقة الأولى : $i_G = i_b + i_l = 1{,}2 + 0{,}03 = 1{,}23A$



الطريقة الثانية : $R_{éq} = \frac{R \times r}{R + r} = \frac{400 \times 10}{400 + 10} = 9{,}75\Omega$ ، ولدينا $i_G = \frac{E}{R_{éq}} = \frac{12}{9{,}75} = 1{,}23A$

4 - عند لحظة فتح القاطعة ينعدم التيار i_l آنيّا (الناقل الأومي لا يؤخّر قطع التيار) ، وعندها يمر في المصباح التيار i_b ، وبالتالي : $u_l = R \times i_b = 400 \times 1{,}2 = 480V$ ، وبما أن هذا التوتر أكبر من 220 V ، إذن الظاهرة هي أن المصباح يشتعل بشدة لمدة وجيزة ثم ينطفئ لأن التيار سينعدم في الدارة (الوشيعة تعمل فقط على تأخّر انعدامه) .

II -

1 – قانون جمع التوترات : $u_B = E$ ، أي $ri + L\frac{di}{dt} = E$ ، $\frac{di}{dt} + \frac{r}{L}i = \frac{E}{L}$ (1)

2 – لدينا $i = Ae^{-\frac{t}{\alpha}} + B$ (2)

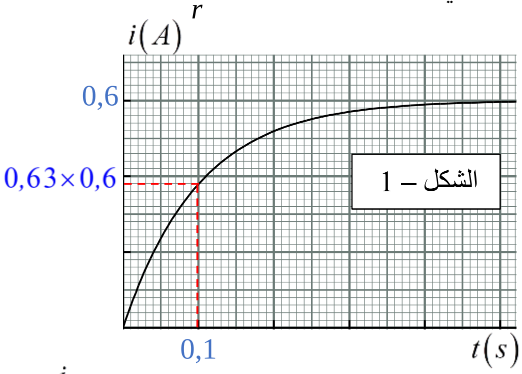
باشتقاق هذه العلاقة بالنسبة للزمن : $\frac{di}{dt} = -\frac{A}{\alpha}e^{-\frac{t}{\alpha}}$ ، وبالتعويض في العلاقة (1) : $\frac{E}{L} = \frac{Br}{L} + \underbrace{\left(\frac{r}{L} - \frac{1}{\alpha}\right)}_{0} Ae^{-\frac{t}{\alpha}}$

$\frac{r}{L} - \frac{1}{\alpha} = 0 \Rightarrow \alpha = \frac{L}{r}$ ، وكذلك $\frac{Br}{L} = \frac{E}{L}$ ، وبالتالي $B = \frac{E}{r}$

لكي تكون (2) حلا لـ (1) يجب أن يكون $\alpha = \frac{L}{r}$ و $B = \frac{E}{r}$.

لكي نحدّد عبارة A نعوّض في العلاقة (2) $t = 0$ و $i = 0$ (بسبب تأخير الوشيعة للتيار) ، وبالتالي : $A + B = 0$ ، ومنه $A = -\frac{E}{r}$.

3 -



أ / ثابت الزمن يوافق $i = 0{,}63 \times 0{,}6 = 0{,}38A$ (الشكل – 1) ، وبالتالي $\tau = 0{,}1s$

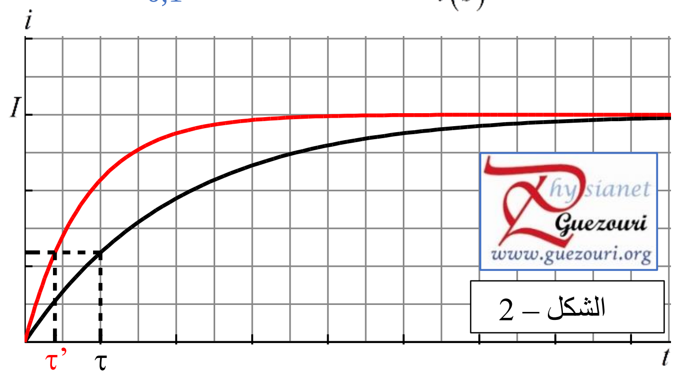
ب / ذاتية الوشيعة : $L = \tau \times r = 0{,}1 \times 10 = 1H$.

$E' = rI = 10 \times 0{,}6 = 6V$

جـ / عندما نسحب جزءا من النواة الحديدية خارج الوشيعة تنقص ذاتيتها ، أي $L' < L$

وبالتالي يكون $\tau' < \tau$

التمثيل : الشكل – 2 .



التمرين 02

1 - $u_1 = R_1 i = R_1 I\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$

$u_2 = E - u_1 = E - R_1 I + R_1 I e^{-\frac{t}{\tau}}$

ولدينا $E - R_1 I = (R_2 + r)I$ ، وبالتالي $u_2 = (R_2 + r)I + R_1 I e^{-\frac{t}{\tau}}$

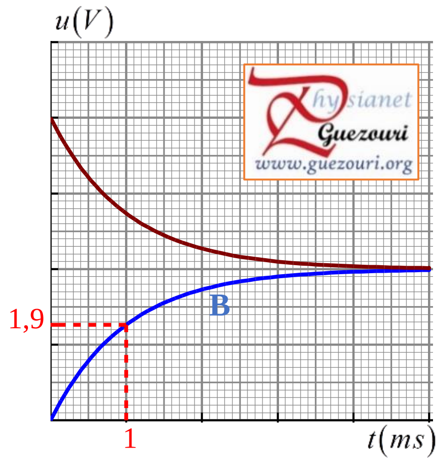
2 - التوتر u_1 يوافق البيان B ، لأن عند اللحظة $t = 0$ يكون $i = 0$

وبالتالي $u_1 = R_1 i = 0$.

التوتر u_2 يوافق البيان A ، لأن حسب قانون جمع التوترات $u_2 + u_1 = E$. لدينا عند $t = 0$ يكون $u_1 = 0$ ، وبالتالي $u_2 = E$.

3 – ذاتية الوشيعة : $L=\tau(R_1+R_2+r)$ (1)

لدينا في النظام الدائم من البيانين : $R_1 I=3$ و $(R_2+r)I=3$ ، وبالتالي $(R_2+r)=R_1$ ، وبالتعويض في (1) : $L=\tau(2R_1)$ (2)



من البيان B مثلا ، ثابت الزمن يوافق $u_1=0,63\times3=1,9V$ ، وبالتالي $\tau=1ms$.

بالتعويض في العلاقة (2) $L=1\times10^{-3}\times2\times100=0,2H$

4 - $I=\frac{u_{1(max)}}{R_1}=\frac{3}{100}=0,03A$.

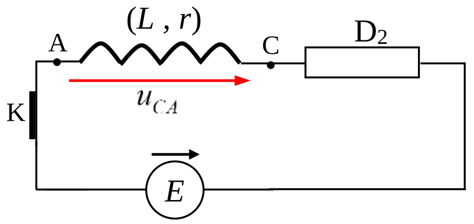
5 - $R_2=100-r=100-20=80\Omega$

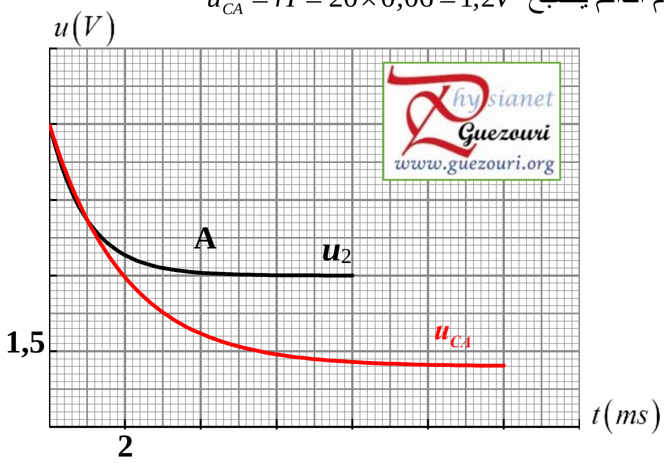
6 - $E=(R_1+R_2+r)I=200\times0,03=6V$

7 – عندما ننزع D1 من الدارة ، فإن $I=\frac{E}{R_2+r}=\frac{6}{100}=0,06A$

$\tau=\frac{L}{R_2+r}=\frac{0,2}{100}=2\times10^{-3}s=2ms$

في النظام الدائم يصبح $u_{CA}=rI=20\times0,06=1,2V$

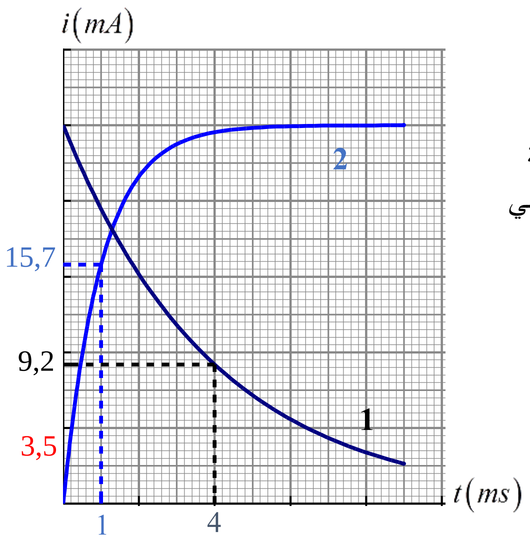




التمرين 03

1 – البيان (2) : تطبيق التيـار (شدّة التيار تتزايد) ، البيان (1) : قطع التيـار (شدّة التيار تتناقص)

2 - $\tau=\frac{L}{R+r}$



3 – من البيان (2) $I=25mA$ ، $E=(R+r)I=(380+20)\times0,025=10V$

4 – دور الصمّام عند فتح القاطعة :

عند فتح القاطعة يمرّ التيار في الصمام ، وتتحوّل الطاقة المغناطيسية التي كانت في الوشيعة تدريجيا إلى حرارة بفعل جول في مقاومة دارة الصمام ، وبالتالي نمنع حدوث التفريغ اللحظي لهذه الطاقة بين طرفي القاطعة ، والذي يؤدّي إلى احتمال اتلاف هذه الأخيرة .

5 – قانون جمع التوترات : $u_B+u_{R'}=0$ ، $\frac{di}{dt}+\frac{R'+r}{L}i=0$ (1)

6 - لدينا $i=Ae^{-\frac{t}{\alpha}}$ (2)

باشتقاق طرفي (2) بالنسبة للزمن : $\frac{di}{dt}=-\frac{A}{\alpha}e^{-\frac{t}{\alpha}}$ ، وبالتعويض في (1) :

$Ae^{-\frac{t}{\alpha}}\underbrace{\left(-\frac{1}{\alpha}+\frac{R'+r}{L}\right)}_{0}=0$ ، وبالتالي $\alpha=\frac{L}{R'+r}=\tau_1$

نحدّد عبارة A بالشروط الابتدائية ، حيث عند $t=0$ يكون $i=\frac{E}{R+r}$ ، وبالتالي بالتعويض في (2) نجد $A=\frac{E}{R+r}=25mA$.

من البيان (1) ، عند $t=\tau_1$ يكون $i=0,37\times25=9,2mA$ ، وبالتالي $\alpha=4ms$

التحليل البعدي لـ α : $[\alpha]=\frac{[L]}{[R]}$ ، ولدينا $\left[L\frac{di}{dt}\right]=[U]$ ، ومنه $[L]=\frac{[T]\times[U]}{[I]}$ ، وبالتالي $[\alpha]=\frac{\frac{[T]\times\cancel{[U]}}{\cancel{[I]}}}{\frac{\cancel{[U]}}{\cancel{[I]}}}=[T]$

7 – ذاتية الوشيعة : $L=\tau_2(R+r)$ (3)

من البيان (2) ، عند اللحظة $t=\tau_2$ يكون $i=0,63\times 25=15,7mA$ ، وبالتالي $\tau_2=1ms$ ، وبالتعويض في العلاقة (3) :

$$L=1\times 10^{-3}\times 400=0,4H$$

لدينا $\tau_1=\frac{L}{R'+r}$ ، ومنه $R'=\frac{L}{\tau_1}-r=\frac{0,4}{4\times 10^{-3}}-20=80\Omega$

8 – الطاقة المحوّلة لحرارة بفعل جول : $E_d=E_{B(max)}-E_B(t)=\frac{1}{2}L\left(I^2-i^2\right)$ ، ولدينا من البيان (1) عند اللحظة $t=4ms$: $i=9,2mA$

$$\frac{E_d}{E_{B(max)}}=\frac{\frac{1}{2}L\left(I^2-i^2\right)}{\frac{1}{2}LI^2}=\frac{\left(I^2-i^2\right)}{I^2}=\frac{25^2-9,2^2}{25^2}=0,86$$

9 – التمثيل البياني للطاقة عند فتح القاطعة :

t	0	τ_1	∞
E_B	$E_{B(max)}$	$0,13\times E_{B(max)}$	0