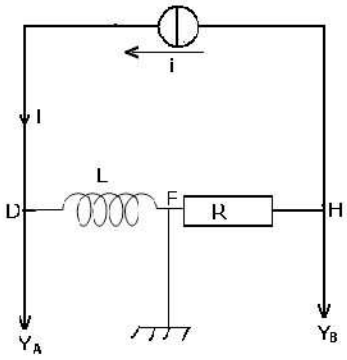
ثنائي القطب RL
السنة الثانية بكالوريا علوم فيزيائية وعلوم رياضية

تمرين 1



يتكون التركيب جانبه من :

- وشيعة معامل تحريضها L=100mH ومقاومتها مهملة .

ـ موصل أومي مقاومته R=10Ω .

- راسم التذبذب تم ضبطه كما يلي :

ـ الحساسية الأفقية 1ms/div

الحساسية الرأسية 10V/div بالنسبة للمدخل A و 2V/div بالنسبة للمدخل B .

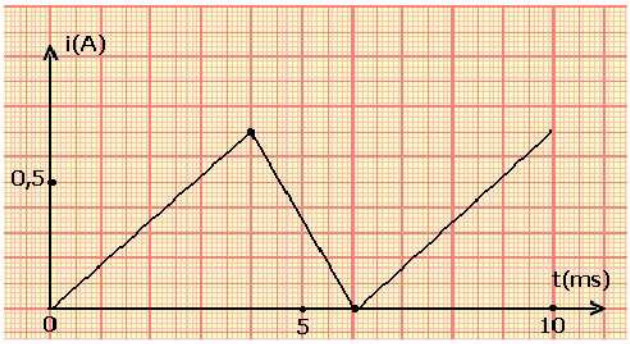
- مولد للتيار يزود الدارة بتيار تتغير شدته مع الزمن كما يبين المبيان جانبه :

1 ـ ما التوترات التي نعاينها على شاشة راسم التذبذب ؟

2 ـ أثبت تعبير التوتر $u_{DF}(t)$ بدلالة L و i(t) ثم استنتج تعبير u_{DF} بدلالة الزمن في المجال [0ms,6ms]

3 ـ مثل شكل الرسمين التذبذبيين المحصل عليهما .

تمرين 2



نعتبر وشيعة معامل تحريضها L=42,2mH ومقاومتها r=8,5Ω .

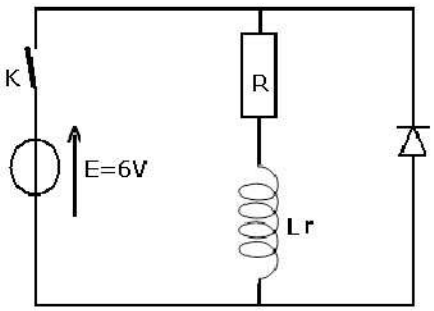
1 ـ أحسب قيمة التوتر بين مربطي الوشيعة عندما يجتازها تيار كهربائي شدته i=1,20A .

2 ـ يمر في الوشيعة تيار كهربائي متغير i=1,50-200t (A)

أ ـ ما قيمة التوتر بين مربطي الوشيعة عند اللحظة t=0 ؟

ب ـ في أي لحظة t_1 ينعدم التوتر بين مربطي الوشيعة ؟

تمرين 3



ننجز التركيب الكهربائي الممثل في الشكل جانبه باستعمال مولد قوته الكهرمحركة أومي مقاومته R=100Ω ووشيعة معامل تحريضها L=100mH وصمام متألق كهربائيا . نغلق الدارة عند اللحظة t=0 .

1 ـ عند إهمال مقاومة الوشيعة ، أحسب شدة التيار المار بالوشيعة في النظام الدائم .

2 ـ في حالة عدم إهمال مقاومة الوشيعة r=15,0Ω .

2 ـ 1 ما قيمة الطاقة المخزونة في الوشيعة عند تحقق النظام الدائم ؟

2 ـ 2 نفتح قاطع التيار K فنلاحظ تألق الصمام ، فسر ذلك . ما الأشكال الطاقية التي تتحول إليها الطاقة المخزونة في الوشيعة .

تمرين 4

تحتوي دارة كهربائية متوالية على مولد قوته الكهرمحركة E=6V ، وموصل أومي مقاومته r'=300Ω ووشيعة معامل تحريضها L=1H ومقاومتها r=10Ω ، وقاطع التيار K . تعبير شدة التيار المار في الدارة عند فتح قاطع التيار هو : $i = \frac{E}{r+r'} e^{-t/\tau}$

1 ـ ما تعبير الطاقة المخزونة في الوشيعة عند اللحظة t ؟

2 ـ عبر عن ξ_m بدلالة E و r و r' و L .

3 ـ أحسب ξ_m عند اللحظات : $t = \frac{\tau}{2}$ و $t = \tau$ و $t = 5\tau$. ماذا تستنتج ؟

Moutamadris.ma

تمرين5

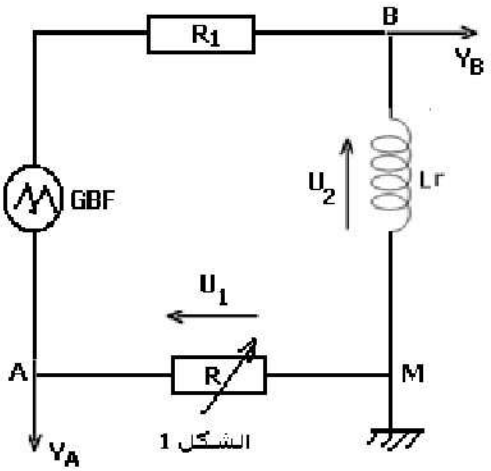
نريد تحديد معامل التحريض L لوشيعة مقاومتها r .

نقيس مقاومة الوشيعة فنجد r=8Ω .

ننجز التركيب الممثل في الشكل أسفله بعد ضبط مقاومة المعدلة على القيمة R=1KΩ .

يزود GBF الدارة بتوتر مثلثي .

نضغط على الزر ADD لكاشف التذبذب لمعاينة التوتر $u_S=u_1+u_2$ في المدخل Y_B .

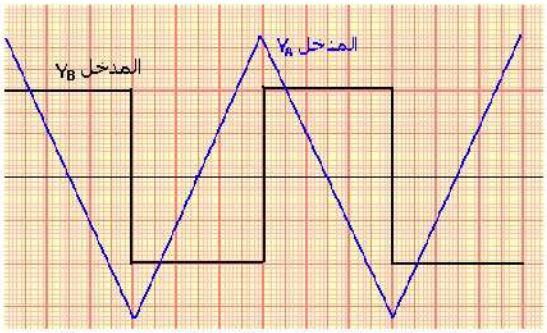


الشكل 1

1 ـ ما اسم الجهاز الذي يمكننا من قياس r مقاومة الوشيعة ؟

2 ـ عبر بدلالة i و r و R و L عن التوترات u_{AM} و u_{BM} و u_S .

3 ـ عند ضبط مقاومة المعدلة على القيمة R=r نحصل على الرسم التذبذبي الممثل في الشكل أسفله . نعطي : الحساسية الرأسية 5ms/div ، المدخل Y_A :



20mV/div ، المدخل Y_B : 0,5V/div .

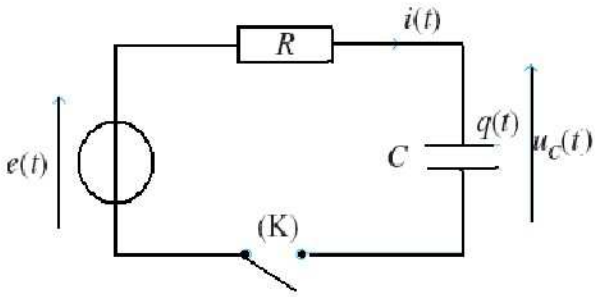
بين أن في هذه الحالة $u_S = -\frac{L}{R}\frac{du_1}{dt}$

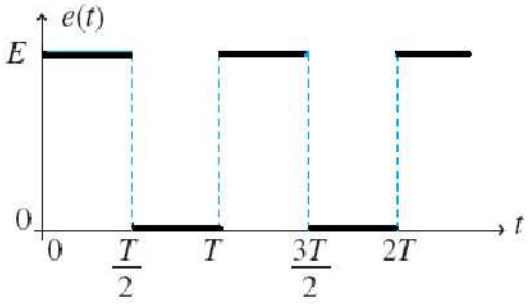
4 ـ حدد L باستعمال الرسم التذبذبي .

تمارين توليفية حول RL

تمرين 1 مولد لتوترات مربعية .

I ـ نغذي دارة كهربائية تتوفر على مكثف سعته C=0,33mF مركب على التوالي مع موصل أومي مقاومته R=3,0Ω بواسطة مولد ذي توترات مربعية دورها T و E=6,0V .





عند اللحظة t=0 قاطع التيار مغلق و يكون المكثف بدئيا مفرغا .

1 ـ بالنسبة ل $t\in\left[0;\frac{T}{2}\right[$ ، فسر لماذا أن دراسة التوتر $u_C(t)$ تعتبر كدراسة شحن مكثف عند استجابة ثنائي قطب RC لرتبة صاعدة للتوتر .

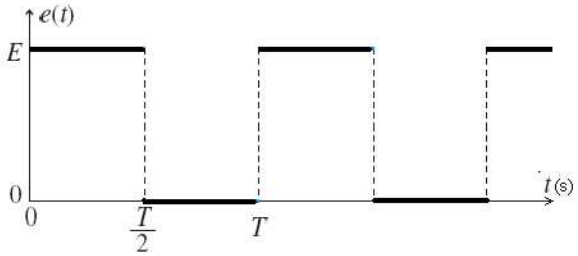
احسب القيمة الدنوية التقريبية ل T حيث يحصل النظام الدائم خلال نهايتها .

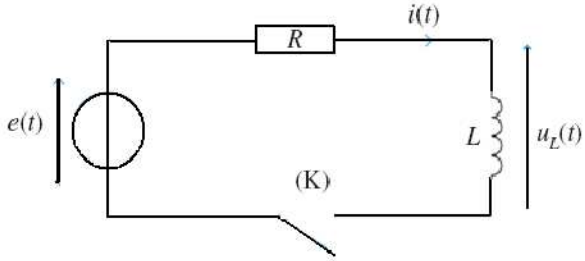
2 ـ بالنسبة ل $t\in\left[\frac{T}{2};T\right[$ ، أجب على نفس السؤال السابق باعتبار أن المكثف يفرغ .

3 ـ مثل في هذه الحالة $u_C(t)$ و i(t) في المجال $t\in[0;3T]$

II ـ في التركيب السابق نعوض المكثف بوشيعة معامل تحريضها L =250mH ومقاومتها مهملة بحيث أن مقاومة الموصل الأومي R=50,0Ω و E=6,0V .

Moutamadris.ma





في اللحظة t=0 نغلق قاطع التيار ونعتبر أن الوشيعة بدئيا لا يمر فيها أي تيار كهربائي .

1 ـ بالنسبة ل $t \in \left[0;\frac{T}{2}\right[$ ، فسر لماذا أن دراسة التوتر i(t) تعتبر كدراسة إقامة التيار في الدارة RL عند استجابjihة لرتبة صاعدة للتوتر .

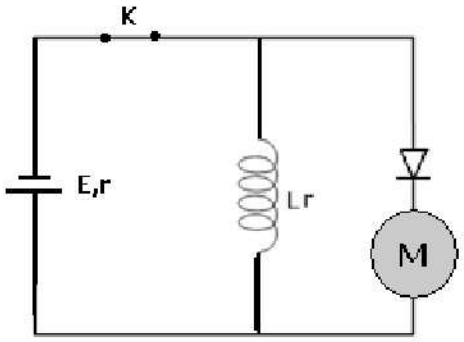
احسب القيمة الدنوية التقريبية ل T حيث يحصل النظام الدائم خلال نهايتها .

2 ـ بالنسبة ل $t \in \left[\frac{T}{2};T\right[$ ، أجب على نفس السؤال السابق باعتبار أن الدارة تخضع لانعدام التيار .

3 ـ مثل في هذه الحالة $u_C(t)$ و i(t) في المجال $t \in [0;3T]$ إذا اعتبرنا أن T=0,10s .

تمرين 2 الطاقة المخزونة في وشيعة

نركب مولدا قوته الكهرمحركة E ، ومقاومته الداخلية r ، بين مربطي وشيعة معامل تحريضها الذاتي L ومقاومتها الداخلية r′ ، مركبة على التوازي مع صمام ثنائي ، ومحرك كما في الشكل أسفله .



نعطي E=9,0V ، R=r+r′=90Ω ، و L=1,0H .

1 ـ عند غلق قاطع التيار K ، تأخذ شدة التيار الكهربائي المار في الدارة بعد مدة زمنية قيمة ثابتة I .

أ ـ أحسب I .

ب ـ هل يشتغل المحرك ؟ لماذا ؟

ج ـ أحسب الطاقة المخزونة في الوشيعة .

2 ـ نفتح قاطع التيار K ، فيشتغل المحرك ، ترتفع كتلة معلمة m=5,0g معلقة بحبل ملفوف حول مرود المحرك . أحسب الارتفاع h للكتلة المعلمة . نأخذ g=9,8N/kg .

4 ـ في الحقيقة ارتفاع الكتلة المعلمة هو h′=7,0cm .

أ ـ فسر لماذا ؟

ب ـ أحسب مردود المحرك .

Moutamadris.ma

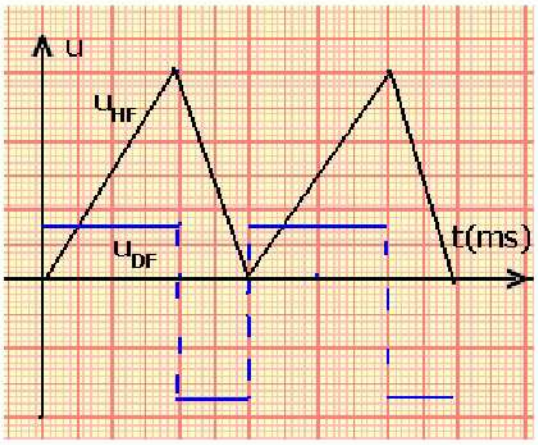
ثنائي القطب RL

تمرين 1

1 ـ التوترات المعاينة على شاشة راسم التذبذب :
$u_R(t)$ و $u_L(t)$.

2 ـ تعبير التوتر $u_{DF}(t)$ بدلالة L و i(t) :

$$u_{DF}(t) = L.\frac{di}{dt}$$



نستنتج تعبير $u_{DF}(t)$ بدلالة الزمن في المجال [0ms,6ms] :
حسب الشكل وفي المجال [0ms,6ms] i(t) لها معادلتين :
في المجال [0ms,4ms] لدينا $i_1(t)=a_1t$ بحيث أن a_1 المعامل الموجه للجزء من المستقيم المار من أصل النظمة :

$a_1 = \frac{\Delta i}{\Delta t} = \frac{0,7}{4.10^{-3}} = 175A/s$ وبالتالي فإن $i_1(t) = 175t$ أي أن

$u_{DF}(t) = 100.10^{-3}.175 = 17,5V$ في المدخل Y_A و

$$u_R(t) = 1750t$$

في المجال [4ms,6ms] لدينا $i_2(t) = a_2t + b$

$$a_2 = \frac{\Delta i}{\Delta t} = -\frac{0,7}{2.10^{-3}} = -350A/s$$

$$i_2(t) = -350t + b \Rightarrow 0 = -350 \times 6.10^{-3} + b$$

$$b = 2,10A$$

$i_2(t) = -350t + 2,10$ أي أن $u_{DF}(t) = -100.10^{-3}.350 = -35V$ في المدخل Y_A و

$$u_2(t) = -3500t + 21,0$$

تمرين 2

Moutamadris.ma

1 ـ قيمة التوتر u_L بين مربطي الوشيعة عندما يمر بها تيار كهربائي شدته i=1,20A :

$$u_L = ri + L\frac{di}{dt} \qquad \frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow u_L = r.i = 10,2V$$

بما أن شدة التيار ثابتة

2 ـ أ قيمة التوتر بين مربطي الوشيعة عند اللحظة t=0 :

نحسب التوتر بين مربطي الوشيعة في اللحظة t :

$$u_L = ri + L\frac{di}{dt} = 8,5(1,50 - 200t) + 42,2.10^{-3}(-200)$$

$$u_L = 12,75 - 1700t - 8,440 = 4,31 - 1700t$$

$$t = 0 \Rightarrow u_L = 4,31V$$

ب ـ اللحظة التي ينعدم فيها التوتر u_L :

$$u_L = 4,31 - 1700t$$

$$u_L = 0 \Rightarrow t = 2,5ms$$

تمرين 3

1 ـ حساب شدة التيار المار بالوشيعة في النظام الدائم :

النظام الدائم هو عندما تصبح شدة التيار ثابتة أي أن $\frac{di}{dt} = 0$

لدينا حسب قانون إضافية التوترات : $E = R.i + L.\frac{di}{dt} = Ri$

وبالتالي فإن $E = Ri \Rightarrow i = \frac{E}{R} = 60mA$

2 ـ في حالة عدم إهمال مقاومة الوشيعة :

2 ـ 1 الطاقة المختزنة في الوشيعة في النظام الدائم :

في هذه الحالة ستكون شدة التيار في النظام الدائم هي : $E = (R + r)i \Rightarrow i = \frac{E}{R + r}$

الطاقة المختزنة في الوشيعة هي :

$$\xi_m = \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}L\left(\frac{E}{R + r}\right)^2 = 1,4.10^{-4}J$$

2 ـ 2 لماذا يتألق الصمام :

عند فتح الدارة فالوشيعة تزود الدارة عبر الصمام بالطاقة المغنطيسية المختزنة في الوشيعة الصمام مركب في المنحى المباشر وهو منحى التيار الكهربائي وبالتالي سيتألق هذا الأخير

أشكال الطاقة التي ستتحول إليها الطاقة المغنطيسية :

ـ طاقة حرارية بمفعول جول في كل من الموصل الأومي والوشيعة .

ـ طاقة ضوئية في الصمام .

تمرين 4

1 ـ تعبير الطاقة المخزونة في الوشيعة عند اللحظة t :

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

2 ـ ξ_m بدلالة E و r و r' و L :

$$\xi_m = \frac{1}{2}L\left(\frac{E}{r + r'}\right)^2 exp(-2t/\tau)$$

3 ـ حساب ξ_m عند اللحظات :

$t = \frac{\tau}{2}$:

Moutamadris.ma

$$\xi_m\left(\frac{\tau}{2}\right)=\frac{1}{2}L\left(\frac{E}{r+r'}\right)^2\left(\frac{1}{e}\right)=1,8.10^{-4}\left(\frac{1}{e}\right)$$

$$\xi_m(\tau)=\frac{1}{2}L\left(\frac{E}{r+r'}\right)^2\left(\frac{1}{e^2}\right)=1,8.10^{-4}\left(\frac{1}{e^2}\right)$$

$$\xi_m(5\tau)=\frac{1}{2}L\left(\frac{E}{r+r'}\right)^2\left(\frac{1}{e^{10}}\right)=1,8.10^{-4}\left(\frac{1}{e^{10}}\right)\to 0$$

تمرين5

1 ـ اسم الجهاز الذي يمكننا من قياس مقاومة الموصل الأومي هو الأوممتر .

2 ـ التعبير عن التوتر u_{AM} : $u_{AM}(t)=-u_1(t)=-R.i(t)$

التعبير عن u_{BM} : $u_{BM}(t)=u_2(t)=ri+L\frac{di}{dt}$

التعبير على u_S : $u_S(t)=u_1(t)+u_2(t)=(r-R).i(t)+L\frac{di}{dt}$

3 ـ عند ضبط المقاومة R=r لدينا حسب التعبير السابق : $u_S(t)=L\frac{di}{dt}$

ولدينا التوتر بين مربطي الموصل الأومي R هو : $u_R=-Ri\Rightarrow i=-\frac{1}{R}u_R$

وبالتالي فإن $u_S(t)=-\frac{L}{R}\frac{du_R}{dt}$

4 ـ حسب الشكل وفي المجال [0ms,15ms] لدينا :

$$u_R(t)=at+b\Rightarrow u_R(t)=-9,33t+b$$

$$\frac{du_R}{dt}=-9,33V$$

لدينا كذلك : $u_S(t)=1V$

$$u_S(t)=-\frac{L}{R}\frac{du_R}{dt}\Rightarrow L=\frac{R\times u_s}{\frac{du_R}{dt}}=\frac{8\times 1}{9,33}=0,86H$$

<u>تمارين توليفية حول RL</u>

تمرين 1 مولد لتوترات مربعية .

1 ـ في المجال $t\in\left[0;\frac{T}{2}\right[$ ، لدينا $e(t)=E$ أي أن المولد يتصرف كمولد للتوتر ثابت وهي رتبة صاعدة للتوتر t>0 وبالتالي سيكون هناك في هذه الحالة شحن المكثف .

للحصول على النظام الدائم يجب أن تكون $t\geq 5\tau$ أي أن $5\tau\leq\frac{T}{2}\Rightarrow T\geq 10\tau=10.RC$ وبالتالي

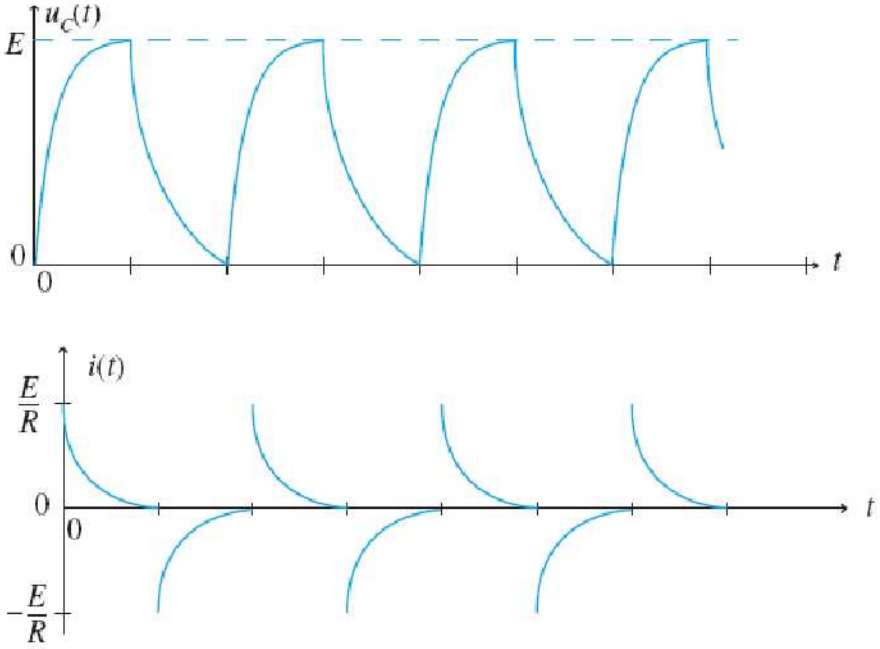
فالقيمة الدنوية التقريبية للدور T هي : $T_{\min}=10.R.C\approx 10s$

2 ـ في المجال $t\in\left[\frac{T}{2};T\right[$ ، لدينا $e(t)=0$ أي أن المولد يتصرف كقاطع التيار وهي رتبة نازلة للتوتر t>0 وبالتالي سيكون هناك في هذه الحالة تفريغ المكثف .

للحصول على النظام الدائم يجب أن تكون $t\geq 5\tau$ أي أن $5\tau\leq T\Rightarrow T\geq 5\tau=5.RC$ وبالتالي فالقيمة الدنوية التقريبية للدور T هي : $T_{\min}=5.R.C\approx 5s$

Moutamadris.ma

3 ـ التمثيل النبياني :



II ـ

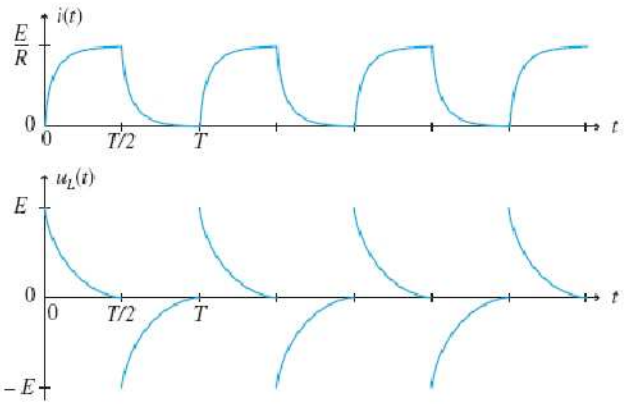
1 ـ في المجال $t \in \left[0;\frac{T}{2}\right[$ ، لدينا $e(t)=E$ أي أن المولد يتصرف كمولد للتوتر ثابت للتوتر t>0 وتعتبر كإقامة التيار في الوشيعة والموصل الأومي.

للحصول على النظام الدائم يجب أن تكون $t \geq 5\tau$ أي أن $5\tau \leq \frac{T}{2} \Rightarrow T \geq 10\tau = 10.\frac{L}{R}$ وبالتالي فالقيمة الدنوية التقريبية للدور T هي : $T_{\min} = 10.\frac{L}{R} \approx 0,05s$

2 ـ في المجال $t \in \left[\frac{T}{2};T\right[$ ، لدينا $e(t)=0$ أي أن المولد يتصرف كقاطع التيار وهي رتبة نازلة للتوتر t>0 وبالتالي سيكون هناك انعدام التيار في الدارة RL .

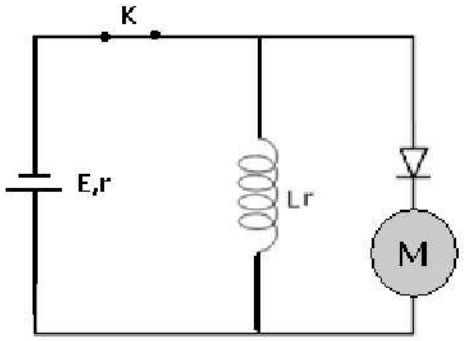
للحصول على النظام الدائم يجب أن تكون $t \geq 5\tau$ أي أن $5\tau \leq T \Rightarrow T \geq 5\tau = 5.\frac{L}{R}$ وبالتالي فالقيمة الدنوية التقريبية للدور T هي :

$$T_{\min} = 5.\frac{L}{R} \approx 0,025s$$



Moutamadris.ma

تمرين 2 الطاقة المخزونة في وشيعة



1 ـ

أ ـ عندما تصبح قيمة I ثابتة سيكون النظام الدائم وبالتالي فإن

$$I = \frac{E}{R} = 0,1A$$

ب ـ الصمام مركب في المنحى غير المباشر وبالتالي فلا يسمح بمرور التيار الكهربائي في المحرك .

ج ـ الطاقة المخزونة في الوشيعة :

$$\xi_m = \frac{1}{2}LI^2 = 0,5.10^{-2}J$$

2

$$\Delta E_m = \xi_m = \Delta E_{pp} - \Delta E_C$$

$$\Delta E_C = 0\left(v_i = v_f = 0\right)$$

$$\Delta E_m = \xi_m = \Delta E_{pp} = mgh \Rightarrow h = \frac{\xi_m}{mg} = 0,102m = 10,2cm$$

4 ـ هناك ضياع الطاقة المغنطيسية في الدارة بمفعول جول في الموصلات الأومية .

الطاقة المستهلكة من طرف المحرك هي : $\Delta E' = mgh = 0,343.10^{-2}J$

مردود المحرك هو :

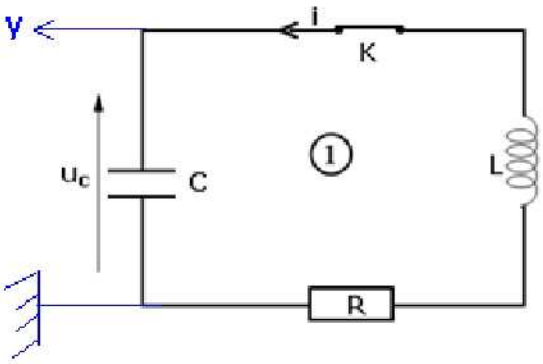
$$\rho = \frac{\Delta E'}{\Delta E} = \frac{0,343.10^{-2}}{0,5.10^{-2}} = 67\%$$

التذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية .

تمرين 1

1 ـ الكيفية التي سيتم بها ربط كاشف التذبذب لمعاينة $u_C(t)$:

أنظر الشكل جانبه



2 ـ نظام التذبذبات شبه دوري لأن الوسع يتناقص خلال الزمن t .

3 ـ تحديد شبه الدور من الشكل :

T=4ms

4 ـ تحديد معامل التحريض الذاتي L للوشيعة :

لدينا أن شبه الدور يساوي الدور الخاص للتذبذبات T_0

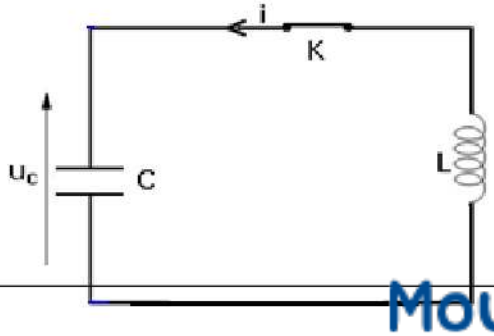
$$T = T_0 \Leftrightarrow T = 2\pi\sqrt{L.C}$$

$$T^2 = 4\pi^2 L.C \Rightarrow L = \frac{T^2}{4\pi^2.C} = 0,40H$$

تمرين 2

1 ـ تبيانة التركيب التجريبي :

أنظر الشكل



2 ـ تعبير i(t) :

Moutamadris.ma