نربط المكثف السابق على التوالي مع فولطمتر ذي إبرة والذي يتصرف كموصل أومي مقاومته R_V .

باستعمال كاميرا رقمية ومعالجة الصور الملتقطة للفولطمتر نحصل على النتائج التالية

t(s)	0	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
u(V)	9.00	6.58	4.82	3.52	2.58	1.89	1.38	1.01	0.74	0.54	0.40

1 ــ لماذا تم استعمال كاميرا رقمية لتتبع تطور إشارة الفولطمتر ؟

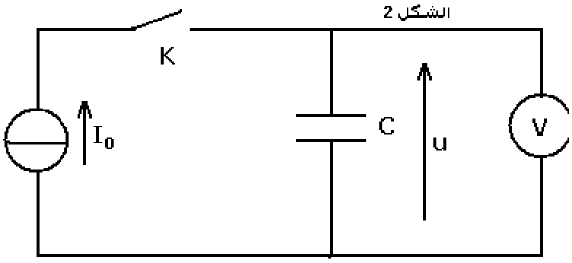
2 ــ أكتب المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u بين مربطي المكثف .

3 ــ مثل مبيانيا تغير التوتر . أوجد مبيانيا الثابتة الزمنية للدارة ثم استنتج R_V .

II ــ في تجربة أخرى نستعمل مولدا مؤمثلا

I=65.0μA . الشكل (2) ونستعمل نفس الطريقة السابقة لتسجيل تغيير التوتر فنحصل على مبيان الشكل (3) .

الشكل 2



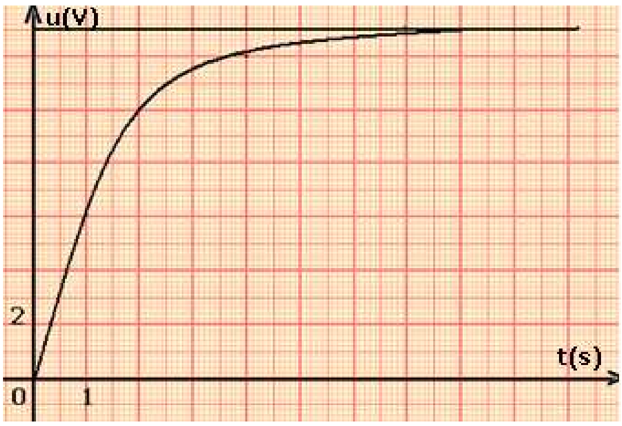
1 ــ أوجد العلاقة بين الشدة i(t) والتوتر u بين مربطي المكثف .

2 ــ أوجد العلاقة بين $i_1(t)$ شدة التيار المار في الفولطمتر والتوتر u بين مربطيه .

3 ــ باستعمال قانون العقد أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u بين مربطي المكثف .

4 ــ بين أن الشحن يتم كأنه تم بواسطة مولد قوته الكهرمحركة $E=R_V.I$ عبر موصل أومي مقاومته R_V .

5 ــ تأكد من هذه النتائج باستعمال مبيان الشكل (3)



تصحيح تمارين الكهرباء
الدارة RL و RC و RLC
السنة الثانية بكالوريا علوم فيزيائية وعلوم رياضية

المكثفات

تمرين 1

1 ــ حساب التوترين U_1 و U_2

بما أن المكثفين مركبين على التوالي فإن التوتر بين مربطيهما هو : $U=U_1+U_2$

ونعلم أن $U_1=\frac{Q_1}{C_1}$ و $U_2=\frac{Q_2}{C_2}$ و $U=\frac{Q}{C}$

أي أن $U=\frac{Q_1}{C_1}+\frac{Q_2}{C_2}$ وبما أن التيار المار في الدارة متوالية هو نفسه في جميع نقط الدارة .

$Q=Q_1=Q_2$ أي أن $U=Q\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\right)\Rightarrow Q=\frac{U}{\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\right)}$

وبالتالي :

$$U_1=\frac{Q_1}{C_1}=\frac{Q}{C_1}$$

$$U_1=\frac{\frac{U}{\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\right)}}{C_1}=\frac{U}{C_1.\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\right)}$$

$$U_1=\frac{C_2.U}{C_1+C_2}=200V$$

$$U_2=\frac{C_1.U}{C_1+C_2}=100V$$

2 ــ من خلال السؤال السابق لدينا :

$$Q_1=Q_2=C_1U_1=2.10^{-4}C$$

تمرين 2

نشحن مكثفا سعته $C_1=2\mu F$ تحت توتر $U=100V$ ثم نربطه بقطبي مكثف آخر غير مشحون ، سعته $C_2=0,5\mu F$.

1 ــ عين الشحنة الابتدائية Q للمكثف الذي سعته C_1 .

2 ــ احسب التوتر بين مربطي كل من المكثفين بعد ربطهما .

أجوبة :1 ــ $Q=2.10^{-4}C$ 2 ــ $U_1=U_2=80V$

تمرين3

من خلال المعطيات أننا نريد الحصول على مكثف مكافئ سعته أكبر بالنسبة لكل مكثف أي يجب أن نركب المكثفات على التوازي .

بما أن لها نفس السعة :

$$C = \sum_{i=1}^{n} C_i = n.C_1 \Rightarrow n = \frac{C}{C_1}$$

$$n = 50$$

2 ــ شحنة هذا التجميع :

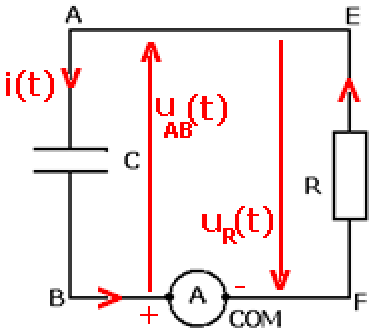
$$Q = C.U = 0,20C$$

ــ شحنة كل مكثف هي :

$$Q_1 = C_1.U = 4.10^{-3}C$$

الدارة RC

تمرين 1



1 ــ توجيه الدارة وتحديد منحى التيار الكهربائي المار في الدارة :
نعلم أن طريقة طريقة تركيب الأومبيرمتري المربط المشترك Com) يعتبر كقطب سالب) هي أن التيار يخرج من القطب السالب ويدخل من القطب الموجب بالنسبة للمكثف فهو يدخل من اللبوس A أي يوافق المنحى الاصطلاحي .

شحنة اللبوس A هي q بحيث أن q دالة تزايدية إذن $i = \frac{dq}{dt} > 0$

2 ــ الاصطلاح المستعمل هو : اصطلاح مستقبل بالنسبة للمكثف وبالنسبة للموصل الأومي .
تعبير التوتر بين مربطيهما هو :

$$u_{AB} = \frac{q_A}{C} = -u_R = -Ri(t)$$

$$u_{AB} = -R.i(t)$$

4 ــ نطبق قانون إضافية التوترات :

$$u_{AB} = -u_R \Rightarrow u_{AB} + u_R = 0$$

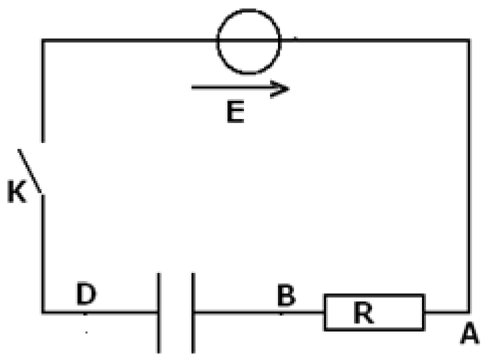
$$u_{AB} + Ri(t) = 0 \quad (1)$$

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_{AB}}{dt}$$

$$(1) \Leftrightarrow u_{AB} + RC\frac{du_{AB}}{dt} = 0$$

تمرين 2 شحن مكثف

نشحن مكثفا سعته C=10μF من خلال التركيب التالي :
تغذية المولد مستقرة ، يزود الدارة بتوتر E=12,0V . مقاومة الموصل الأومي R=10kΩ .
عند اللحظة t=0 المكثف غير مشحون ونغلق قاطع التيار K .



1 ــ لتكن $q_B=q$ شحنة اللبوس B للمكثف . نضع $i = \frac{dq}{dt}$ ، وجه على الدارة التيار i(t) .

2 ــ نضع $u_{BD}=u$ ، أكتب تعبير u_{AB} بدلالة u و عناصر الدارة .

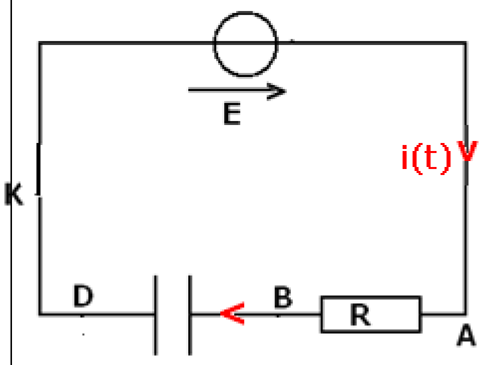
$$u_{BD} = u$$

$$u = u_{BD} = \frac{q_B}{C}$$

ولدينا كذلك :

$$i(t)=\frac{dq}{dt}, u_{AB}=Ri(t)$$

$$u_{AB}=R.\frac{dq}{dt}=RC\frac{du}{dt}$$



نطبق قانون إضافية التوترات بين A و D :

$$u_{AD}=u_{AB}+u_{BD}$$

$$E=RC.\frac{du}{dt}+u$$

3 ـ أكتب المعادلة التفاضلية التي تحقق u(t) .

المعادلة التفاضلية التي تحقق u(t) هي :

$$E=RC.\frac{du}{dt}+u$$

4 ـ حل المعادلة التفاضلية هو على الشكل التالي : $u(t)=A(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$

4 ـ 1 حدد التعابير الحرفية ل A و τ وأحسب قيمها .

نعوض في المعادلة التفاضلية الحل $u(t)=A(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$

$$E=RCA.\left(0+\frac{1}{\tau}e^{-t/\tau}\right)+A\left(1-e^{-t/\tau}\right)$$

$$\left(\frac{RC}{\tau}-1\right)=0\Rightarrow RC=\tau$$

$$A=E$$

$$u(t)=10\left(1-exp\left(-t/0{,}1\right)\right)$$

A قيمة القوة الكهرمحركة للمولد و ثابتة الزمن τ تساوي RC

$$\tau=RC$$

تطبيق عددي :

A=10V و $\tau=RC=0{,}1s$

4 ـ 2 عبر عن تيار الشحن i(t)

تعبير تيار الشحن i(t) :

$$i(t)=\frac{dq}{dt}\Rightarrow i(t)=C\frac{du}{dt}\Rightarrow i(t)=\frac{E}{\tau}exp(-t/\tau)$$

$$u=10\left(1-exp(-t/0{,}1)\right)\Rightarrow i(t)=10^2\,exp(-t/0{,}1)$$

5 ـ عبر حرفيا ، عند اللحظة t=0 ، ثم أحسب قيم :

ـ u ، $\frac{du}{dt}$ ، i و $\frac{di}{dt}$

عند t=0 لدينا :

$$\left(\frac{du}{dt}\right)_{t=0}=\frac{E}{\tau}=10^{2}\,V/s$$

$$i(0)=\frac{E}{\tau}=10^{2}\,V/s$$

$$\frac{di}{dt}=-\frac{E}{\tau^{2}}\,exp(-t/\tau)\Rightarrow\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0}=-\frac{E}{\tau^{2}}$$

$$u(0)=0$$

6 ـ 1 حدد عند $t_{1/2}$ اللحظة التي يصل فيها التوتر u(t) إلى القيمة $\frac{E}{2}$. ثم قارنها مع ثابتة الزمن τ .

$$u(t_{1/2})=E\left(1-exp(-t_{1/2}/\tau)\right)$$

عند $t_{1/2}$ تكون

$$u(t_{1/2})=\frac{E}{2}=E\,exp(-t_{1/2}/\tau)$$

$$ln\,2=\frac{t_{1/2}}{\tau}\Rightarrow t_{1/2}=\tau.ln\,2$$

6 ـ 2 في أية لحظة تكون عندنا $\frac{E}{4}$ ثم $\frac{E}{8}$ ؟

بنفس الطريقة نحصل بالنسبة ل $\frac{E}{4}$ على :

$$t'=2\tau\ln 2$$

بالنسبة ل $\frac{E}{8}$

$$t'=3\tau\ln 2$$

تمرين 3

1 ـ المعادلة التفاضلية التي تعبر عن تغيرات شحنة المكثف بدلالة الزمن :

عند غلق قاطع التيار K ، حسب قانون لإضافية التوترات لدينا :

$$E=u_R(t)+u(t)\Rightarrow E=Ri(t)+\frac{q}{C}$$

$$i(t)=\frac{dq}{dt}\Rightarrow E=R\frac{dq}{dt}+\frac{q}{C}$$

$$EC=RC\frac{dq}{dt}+q$$

2 ـ حل المعادلة التفاضلية هو $q(t)=Ae^{-\frac{t}{\tau}}+B$

2 ـ 1 شحنة المكثف $q(\infty)$

$$q(t)=A\,exp(-t/\tau)+B$$

$$q(\infty)=B$$

في النظام الدائم شحنة المكثف $q(\infty)=C.u(\infty)$.

عندما تؤول $t\to\infty$ فإن u(t) تؤول إلى E أي أن $q(\infty)=C.E$ ، وبالتالي فإن $B=CE$

2 ـ 2 الشروط البدئية :

عند اللحظة t=0 لدينا $q(0)=0$ أي أن $q(0)=A+CE=0\Rightarrow A=-CE$

وبالتالي فتعبير q(t) هو على الشكل التالي :

$$q(t)=C.E\left(1-exp\left(-t/\tau\right)\right)$$

تمرين 4 الطاقة في المكثف

1 ـ عند اللحظة t=0 لدينا :

$q(0)=0$ أي أن $q(0)=C.u(0)=0\Rightarrow u(0)=0$

بما أنه لدينا مولد مؤمثل للتيار فهو يزود الدارة بتيار مستمر ثابت $I_0=0,2mA$ فإن

$$u_R(0)=R.i(0)=R.I_0=0,2V$$

حسب قانون إضافية التوترات فإن

$$u_G(0)=u_C(0)+u_R(0)$$

$$t=0, u_C(0)=0\Rightarrow u_G(0)=u_R(0)=0,2V$$

2 ـ نوقف الشحن عند اللحظة t=10s

2 ـ 1 حساب الشحنة $q(t_1)$ للمكثف :

لدينا شدة التيار المار في الدارة هو :

$$I_0=\frac{dq}{dt}\Rightarrow dq=I_0dt$$

$$\int_0^{q_1}dq=I_0\int_0^{t_1}dt\Rightarrow q_1=I_0.t_1=2.10^{-3}C$$

2 ـ 2 التوتر $u_C(t)$

$$q_1=C.u_C(t)\Rightarrow u_C(t)=\frac{q_1}{C}=5V$$

2 ـ 3 الطاقة $\xi_e(t)$ المخزونة في المكثف :

$$\xi_e(t_1)=\frac{1}{2}C.u_C(t_1)^2=5.10^{-3}J$$

3 ـ 1 الطاقة المبددة بمفعول جول في الموصل الأومي :

$$E'=RI_0^2\Delta t=4.10^{-4}J$$

3 ـ 2 مردود المولد r :

$$r=\frac{\xi_e(t_1)}{\xi_e(t_1)+E'}=93\%$$

أن شحن المكثف يتم بشكل جيد لأن ضياع الطاقة بفعول جول ضعيف لا يمثل سوى

4 ـ في حالة ما تم استمرار في شحن المكثف دون توقف سيتلف هذا الأخير .

تمرين 6

1 ـ تعبير q_D بدلالة I و t :

لدينا شدة التيار المار في الدارة هو :

$$I=\frac{dq}{dt}\Rightarrow dq=Idt$$

$$\int_0^{q_D}dq=I\int_0^{t}dt\Rightarrow q_D=I.t$$

2 ـ حساب q_D إذا كانت مدة الشحن 20ثانية :

لدينا شدة التيار المار في الدارة هو :

$$I_0 = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q_D = I_0 \Delta t = 4.10^{-5} C$$

3 ـ حساب التوتر U_{DF} :

$$q_D = C.u_{DF} \Rightarrow u_{DF} = \frac{q_D}{C} = \frac{I_0.\Delta t}{C} = 1,82V$$

4 ـ المدة الزمنية اللازمة لشحن المكثف كليا هي :

$$q_D = I_0.\Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{q_D}{I_0} = \frac{C.u_{DF max}}{I_0} = 692s$$

تمارين توليفية حول RC

1

العين المجردة أي أن الإبرة لا تستقر على قيمة معينة .

2 ـ المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C بين مربطي المكثف :

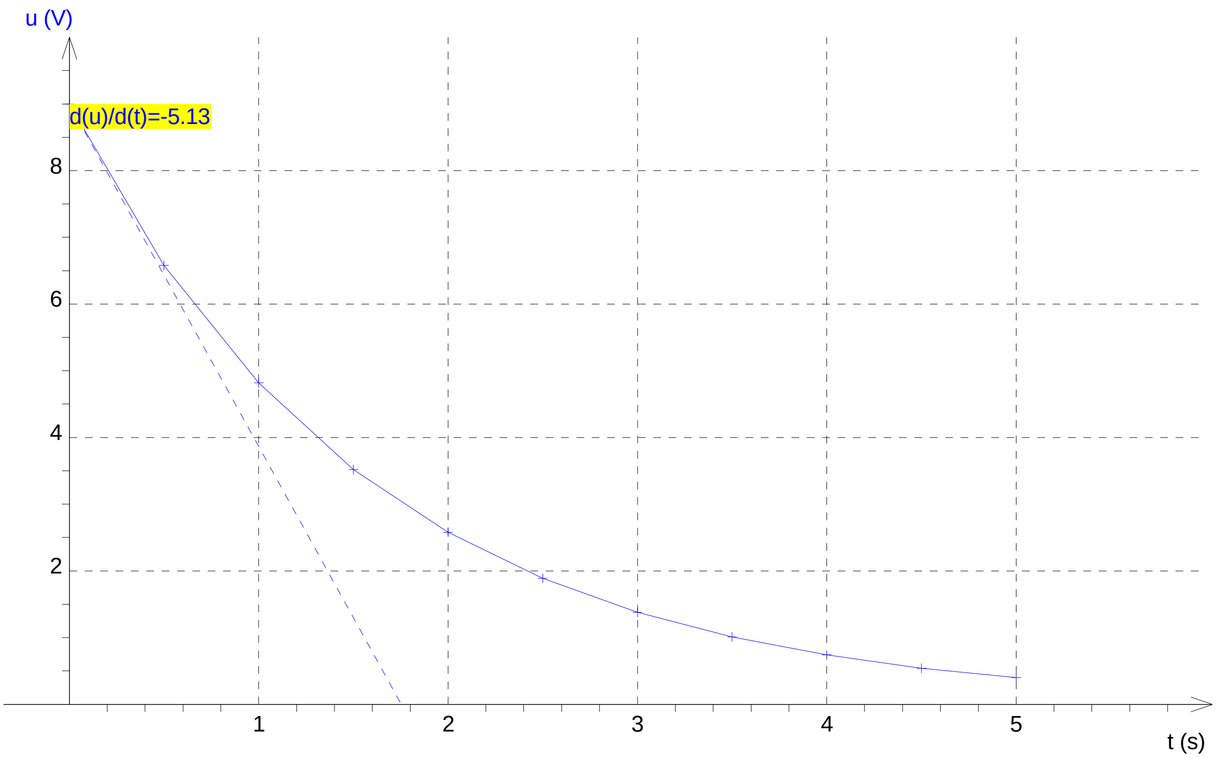
عند غلق قاطع التيار وحسب قانون إضافية التوترات :

$$u_C + u_V = 0 \Rightarrow u_C + R_V.i(t) = 0$$

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = C.\frac{du_C}{dt}$$

$$u_C + R_V.C\frac{du_C}{dt} = 0$$

3 ـ التمثيل المبياني للتوتر u بدلالة الزمن t :



من خلال المنحنى يتبين أن $\tau = 1,8s$

نستنتج R_V :

$$\tau = R_V.C \Rightarrow R_V = \frac{\tau}{C} = 225k\Omega$$

II ـ 1 العلاقة بين الشدة i(t) والتوتر u بين مربطي المكثف :

$$i(t)=\frac{dq}{dt}=C.\frac{du}{dt}$$

2 ـ العلاقة بين شدة التيار الكهربائي $i_1(t)$ المار في الفولطمتر و التوتر u بين مربطيه :

حسب قانون أوم لدينا : $u=R_V.i_1(t)\Rightarrow i_1(t)=\frac{u}{R_V}$

3 ـ نطبق قانون العقد لدينا :

$$I=i(t)+i_1(t)\Rightarrow I=C.\frac{du}{dt}+\frac{u}{R_V}$$

$$u+R_V.C\frac{du}{dt}=R_V.I$$

4 ـ نضع $E=R_V.I$ و $\tau=R_V.C$ تصبح المعادلة التفاضلية على الشكل التالي :

$$u+\tau\frac{du}{dt}=E$$

ونعلم أن حل هذه المعادلة التفاضلية هو على الشكل التالي : $u=E\left(1-exp\left(-t/\tau\right)\right)$

مما يبين أن الشحن تم كأنه بواسطة مولد قوته الكهرمحركة E بحيث أن $E=R_V.I$.

5 ـ التأكد من هذه النتيجة ، نقوم بحساب $E=R_V.I=14,625V$

وهذا لايتوافق مع التمثيل المبياني ، من الممكن أن يكون الشكل غير صحيح .

ثنائي القطب RL

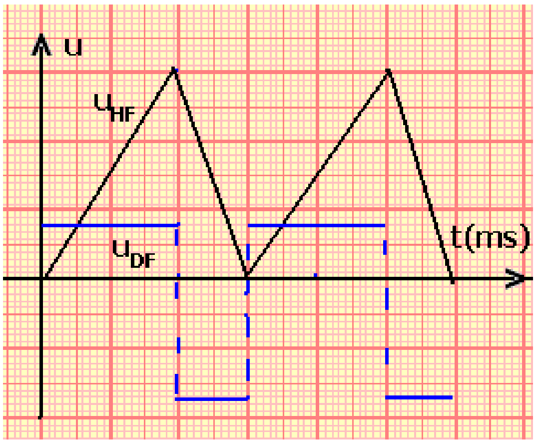
تمرين 1

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 $i_2(t)=a_2t+b$

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

$$i_2(t)=-350t+b\Rightarrow 0=-350\times6.10^{-3}+b$$

$$b=2,10A$$

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

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

تمرين 2

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

$$u_L = ri + L\frac{di}{dt}$$ بما أن شدة التيار ثابتة $$\frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow u_L = r.i = 10,2V$$

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 :

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

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

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

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

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 .

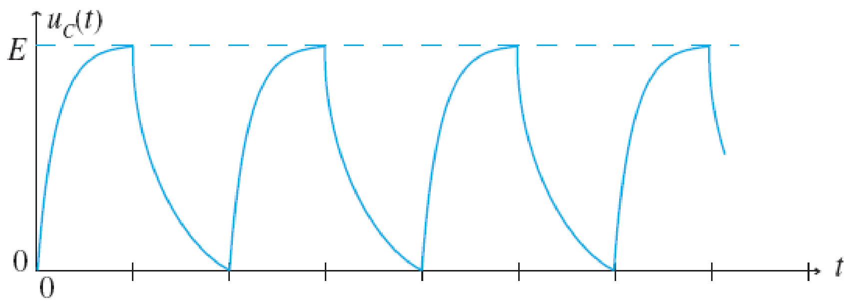
1 ـ في المجال $t\in\left[0;\frac{T}{2}\right[$ ، لدينا $e(t)=E$ أي أن المولد يتصرف كمولد للتوتر ثابت وهي رتبة صاعدة للتوتر t>0 وبالتالي سيكون هناك في هذه الحالة شحن المكثف .

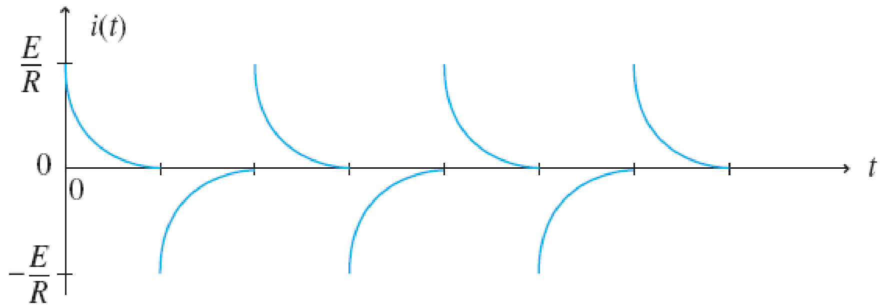
للحصول على النظام الدائم يجب أن تكون $t\geq 5\tau$ أي أن $5\tau\leq\frac{T}{2}\Rightarrow T\geq 10\tau=10.RC$ وبالتالي فالقيمة الدنوية التقريبية للدور T هي : $T_{min}=10.R.C\approx 10s$

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 : $T_{min}=5.R.C\approx 5s$

3 ـ التمثيل النبياني :





ـ II

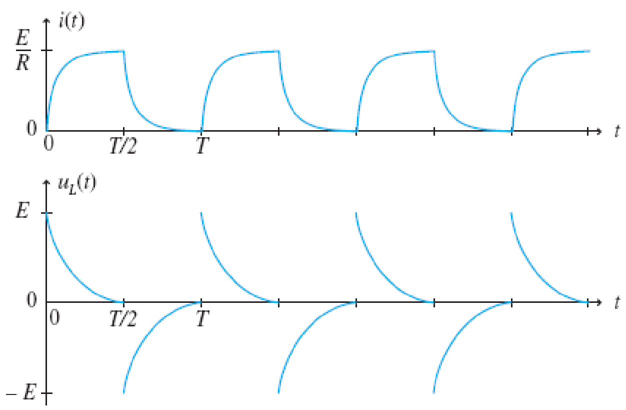
1 ـ في المجال $t\in\left[0;\frac{T}{2}\right[$ ، لدينا $e(t)=E$ أي أن المولد يتصرف كمولد للتوتر ثابت للتوتر t>0 وتعتبر كإقامة التيار في الوشيعة والموصل الأومي.

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 : $T_{\min}=10.\frac{L}{R}\approx 0,05s$

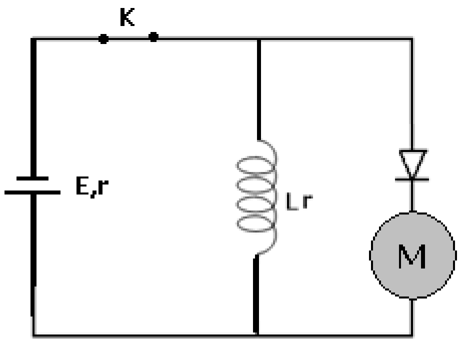
2 ـ في المجال $t\in\left[\frac{T}{2};T\right[$ ، لدينا $e(t)=0$ أي أن المولد يتصرف كقاطع التيار وهي رتبة نازلة للتوتر t>0 وبالتالي سيكون هناك انعدام التيار في الدارة RL .

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 :

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



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 :

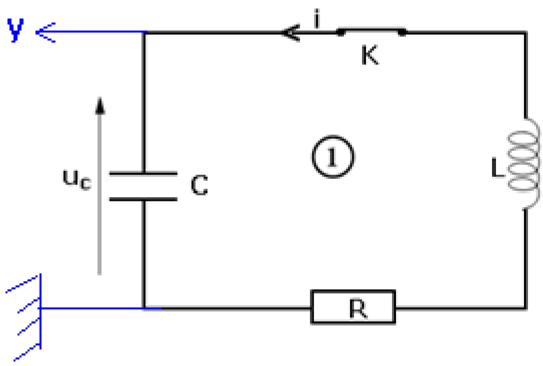
$$\rho=\frac{\Delta E'}{\Delta E}=\frac{0,343.10^{-2}}{0,5.10^{-2}}=67\%$$

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

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

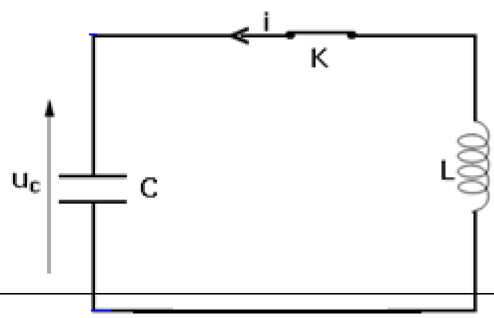
$$T^2=4\pi^2L.C\Rightarrow L=\frac{T^2}{4\pi^2.C}=0,40H$$

تمرين 2

1 ـ تبيانة التركيب التجريبي :

أنظر الشكل

2 ـ تعبير i(t) :



$$i(t)=\frac{dq}{dt}=-\frac{2\pi}{T}Q_0\,sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$$

3 ـ الطاقة الكلية للدارة في اللحظة t بطريقتين :

الطريقة الأولى : بما أن الدارة مثالية فإن الطاقة الكلية للدارة في كل لحظة هي مجمع الطاقة الكهربائية في المكثف والطاقة المغنطيسية في الوشيعة أي أن :

$$\xi_t=\xi_e+\xi_m=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}+\frac{1}{2}Li^2$$

الطريقة الثانية :

الطاقة الكلية للدارة هي الطاقة القصوية المخزونة في المكثف أي أن :

$$\xi_t=\frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C}$$

تمرين 3

1 ـ التمثيل على التبيانة لكل من u_C و u_L :

2 ـ المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$

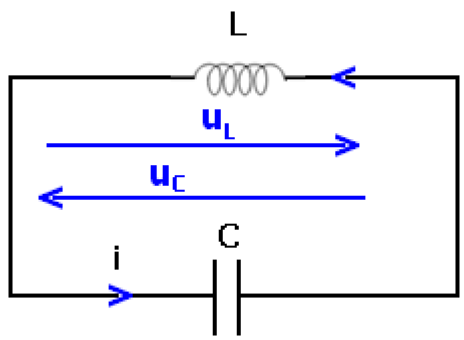
حسب قانون إضافية التوترات :

$$u_C+u_L=0$$

$$u_L=L\frac{di}{dt},i=\frac{dq}{dt},q=u_C.C$$

$$u_L=LC\frac{d^2q}{dt^2}$$

$$LC\frac{d^2q}{dt^2}+u_C=0\Rightarrow\frac{d^2q}{dt^2}+\frac{1}{L.C}u_C=0$$



3 ـ حل المعادلة التفاضلية هو $u_C(t)=U_m\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$.

تحديد U_m و T_0 :

تحديد U_m :

عند اللحظة t=0 المكثف مشحون التوتر بين مربطيه قصوي أي أن $u_C(o)=U_0=U_m\cos 0$

وبالتالي فإن $U_m=U_0$

تحديد الدور الخاص T_0 :

نعوض الحل في المعادلة التفاضلية :

$$\frac{d^2u_C}{dt^2}+\frac{1}{L.C}u_C=0$$

$$u_C(t)=U_m\,cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)\Rightarrow\frac{d^2u_C}{dt^2}=-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2U_m\,cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$$

$$-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2U_m\,cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)+\frac{1}{L.C}U_m\,cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)=0$$

$$\left(\frac{1}{L.C}-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2\right)U_m\,cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)=0\Rightarrow\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2=\frac{1}{L.C}$$

$$T_0=2\pi\sqrt{L.C}=0,34ms$$

تمرين 4

1 ـ نظام الذبذبات الملاحظ هي شبه دورية لأن الموسع يتناقص مع الزمن t .

2 ـ تفسير خمود الذبذبات :

يفسر خمود الذبذبات إلى تناقص الطاقة الكلية نتيجة وجود المقاومة r للوشيعة والتي تتحول فيها الطاقة الكلية المتناقصة إلى طاقة حرارية بمفعول جول .

3 ـ المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C بين مربطي المكثف :

حسب قانون إضافية التوترات :

$$u_L + u_C = 0 \Rightarrow ri(t) + L\frac{di}{dt} + u_C = 0$$

$$i(t) = C\frac{du_C}{dt}, \frac{di}{dt} = C\frac{d^2u_C}{dt^2}$$

$$rC\frac{du_C}{dt} + LC\frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = 0$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{r}{L}\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{LC}u_C = 0$$

4 ـ تعيين شبه الدور T للذبذبات هو : T=1ms .

5 ـ نعتبر المقاومة r للوشيعة منعدمة :

5 ـ 1 المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C :

$$u_L + u_C = 0 \Rightarrow L\frac{di}{dt} + u_C = 0$$

$$i(t) = C\frac{du_C}{dt}, \frac{di}{dt} = C\frac{d^2u_C}{dt^2}$$

$$LC\frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = 0$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_C = 0$$

5 ـ 2 حل المعادلة التفاضلية على الشكل التالي : $u_c(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$

تعبير U_m :

عند اللحظة t=0 لدينا : $u_c(0) = E = U_m \cos(\varphi) \Rightarrow \cos\varphi = \frac{E}{U_m}$

في اللحظة t=0 تكون شدة التيار في الوشيعة منعدمة :

$$u_c(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$$

$$i(t) = -C.\omega U_m \sin(\omega t + \varphi) \Rightarrow i(0) = -C.\omega U_m \sin(\varphi) = 0$$

$$\sin\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 0 \;\; ou \;\; \varphi = \pi$$

$$\cos\varphi > 0 \Rightarrow \varphi = 0$$

وبالتالي ستكون $\cos\varphi = 1 = \frac{U_m}{E} \Rightarrow U_m = E$

تحديد ω

من خلال السؤال السابق أن شبه الدور يساوي الدور الخاص للدارة المثالية LC : $T_0 = T = 1ms$

وبالتالي ستكون المعادلة الزمنية على الشكل التالي :

$$u(t) = 6\cos(2.10^3\pi t)$$

5 ـ 3 تعبير q(t) :

نعلم أن

$$q(t)=C.u_c(t)=1{,}5.10^{-6}\cos(2000\pi t)$$

تعبير i(t) :

$$i(t)=\frac{dq(t)}{dt}=-3\pi.10^{-3}\sin(2000\pi t)$$

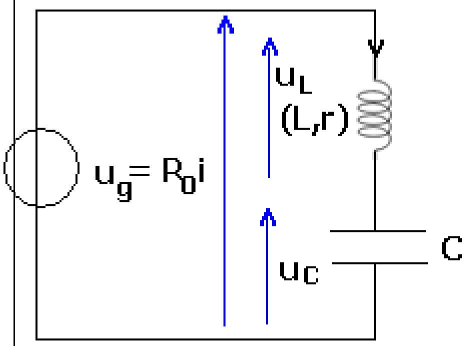
5 ـ 3 تعبير الدور الخاص للذبذبات :

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

6 ـ حساب قيمة معامل التحريض الذاتي L للوشيعة علما أن شبه الدور يساوي الدور الخاص T_0 :

$$T=T_0=2\pi\sqrt{L.C}\Rightarrow T_0^2=4\pi^2L.C$$

$$L=\frac{T_0^2}{4\pi^2.C}=0{,}1H$$



7 ـ قيمة المقاومة R_0 للحصول على ذبذبات جيبية :

$$u_g=ri+L\frac{di}{dt}+\frac{1}{C}\frac{d^2i}{dt^2}\Rightarrow R_0i=ri+L\frac{di}{dt}+\frac{1}{C}\frac{d^2i}{dt^2}$$

$$(r-R_0)i+L\frac{di}{dt}+\frac{1}{C}\frac{d^2i}{dt^2}=0$$

للحصول على ذبذبات جيبية يجب أن تكون المعادلة التفاضلية على الشكل التالي :

$$(r-R_0)i+L\frac{di}{dt}+\frac{1}{C}\frac{d^2i}{dt^2}=0\Rightarrow R_0=r\Rightarrow L\frac{di}{dt}+\frac{1}{C}\frac{d^2i}{dt^2}=0$$

تمرين 5

1 ـ في حالة مقاومة الوشيعة مهملة :

1 ـ 1 المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$:

$$u_L+u_C=0\Rightarrow L\frac{di}{dt}+u_C=0$$

$$i(t)=C\frac{du_C}{dt},\frac{di}{dt}=C\frac{d^2u_C}{dt^2}$$

$$LC\frac{d^2u_C}{dt^2}+u_C=0$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2}+\frac{1}{LC}u_C=0$$

1 ـ 2 تعبير الطاقة الكلية ξ_t :

$$\xi_t = \frac{1}{2}Li(t)^2 + \frac{1}{2}Cu_C(t)^2$$

$$u_C(t) = E\cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$$

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = C.\frac{du_C}{dt} = -C\frac{2\pi E}{T}\sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$$

$$\xi_t = \frac{1}{2}LC^2\frac{4\pi^2E^2}{T^2}\sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right) + \frac{1}{2}CE^2\cos^2\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$$

$$T^2 = 4\pi^2 L.C \Rightarrow L.C = \frac{T^2}{4\pi^2}$$

$$\xi_t = \frac{1}{2}CE^2\sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right) + \frac{1}{2}CE^2\cos^2\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$$

$$\xi_t = \frac{1}{2}CE^2\left(\sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right) + \cos^2\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)\right)$$

$$\xi_t = \frac{1}{2}CE^2$$

2 ـ في حالة مقاومة الوشيعة غير مهملة :

2 ـ 1 المعادلة التي يحققها التوتر u_C :

$$u_L + u_C = 0 \Rightarrow ri(t) + L\frac{di}{dt} + u_C = 0$$

$$i(t) = C\frac{du_C}{dt}, \frac{di}{dt} = C\frac{d^2u_C}{dt^2}$$

$$rC\frac{du_C}{dt} + LC\frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = 0$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{r}{L}\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{LC}u_C = 0$$

2 ـ باستعمال المعادلة التفاضلية نبين أن $\frac{d\xi_t}{dt} = -ri^2$

$$\xi_t = \frac{1}{2}Li(t)^2 + \frac{1}{2}Cu_C(t)^2$$

$$\frac{d\xi_t}{dt} = Li(t)\frac{di}{dt} + Cu_C\frac{du_C}{dt} \Rightarrow \frac{d\xi_t}{dt} = LC^2\frac{du_C}{dt}\frac{d^2u_c}{dt^2} + Cu_C\frac{du_C}{dt}$$

$$\frac{d\xi_t}{dt} = LC^2\frac{du_C}{dt}\left(\frac{d^2u_c}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_C\right)$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{r}{L}\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{LC}u_C = 0 \Rightarrow \frac{d^2u_c}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_C = -\frac{r}{L}\frac{du_C}{dt}$$

$$\frac{d\xi_t}{dt} = -\frac{r}{L}LC^2\left(\frac{du_C}{dt}\right)^2 = -ri^2$$

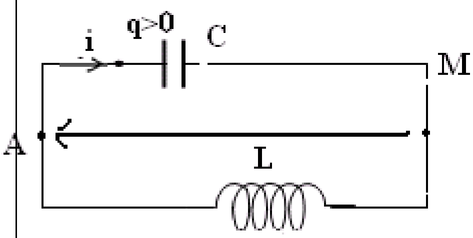
تمرين 6

1 ــ المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة :

$u_{AM}=\frac{q}{C}$ وبين مربطي الوشيعة لدينا $u_{AM}=-L\frac{di}{dt}$

وبما أن التوتر بين الوشيعة هو التوتر بين المكثف :

$$\frac{q}{C}=-L\frac{d^2q}{dt^2}\Rightarrow\frac{d^2q}{dt^2}+\frac{1}{LC}q=0$$



2 ــ المعادلة الزمنية q(t) :

$q(t)=Q_0\cos(\omega_0 t+\varphi)$ في اللحظة t=0 لدينا

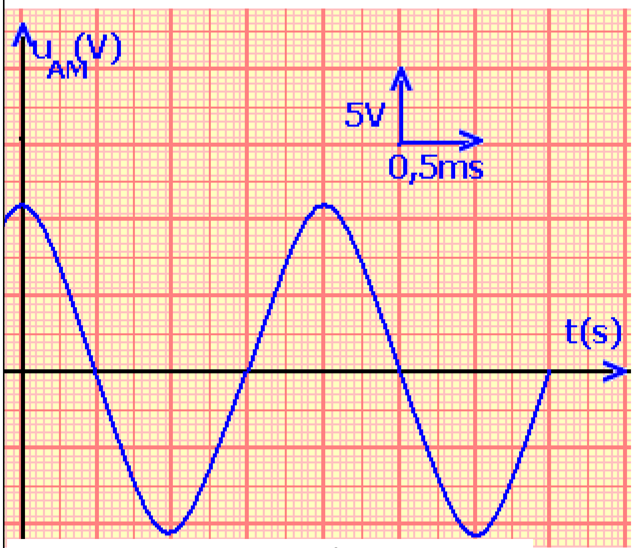
$q(t)=Q_0=CU_0=1{,}2.10^{-6}C$ يعني أن $\cos\varphi=1\Rightarrow\varphi=0$ إذن

$$q(t)=1{,}2.10^{-6}\cos(3162t)$$

3 ــ حساب الدور الخاص $T_0=2\pi\sqrt{LC}$ تطبيق عددي :

$$T_0=2ms$$

تمثيل التوتر u_{AM} . نعلم أن $u_{AM}=\frac{q}{C}=12\cos(3162t)$



4 ــ 1 اسم المركبة (1) في التركيب : المضخم العملياتي

حسب الشكل أسفله :

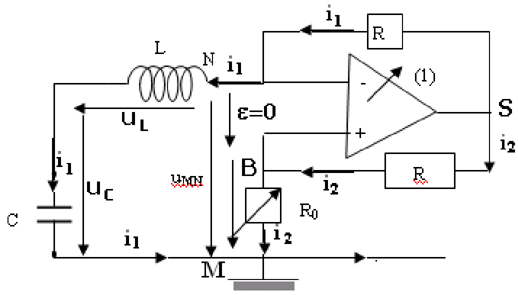
$$u_{MN}=\varepsilon-R_0 i_2=-R_0 i_2$$

من جهة أخرى $u_{NS}=u_{NB}+u_{BS}$ أي أن

$$-Ri_1=0-Ri_2$$

وبالتالي $i_1=i_2=i$

أي أن $u_{MN}=-R_0 i$



القيمة الدنوية للحصول على التذبذبات مصانة هي :

حسب قانون إضافية التوترات بين M و N :

$$u_{MN}=u_L+u_C=-L\frac{di}{dt}-ri-\frac{q}{C}$$

$$-R_0 i=-L\frac{di}{dt}-\frac{q}{C}-ri$$

$$L\frac{di}{dt}+\frac{q}{C}+(r-R_0)i=0$$

لكي تكون هناك تذبذبات مصانة : $r-R_0=0\Rightarrow R_0=r=350\Omega$

ثنائي القطب RL
Dipôle RL

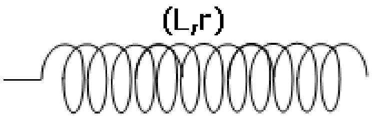
I ـ الوشيعة : la bobine

1 ـ التعريف

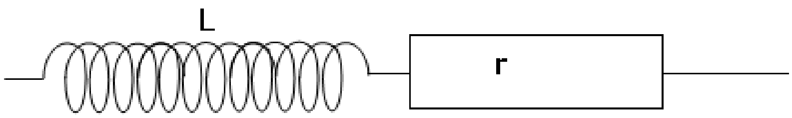
الوشيعة ثنائي قطب يتكون من لفات ، من سلك من النحاس ، غير متصلة فيما بينها لكونها مطلية ببرنيق عازل كهربائي .

رمز الوشيعة :

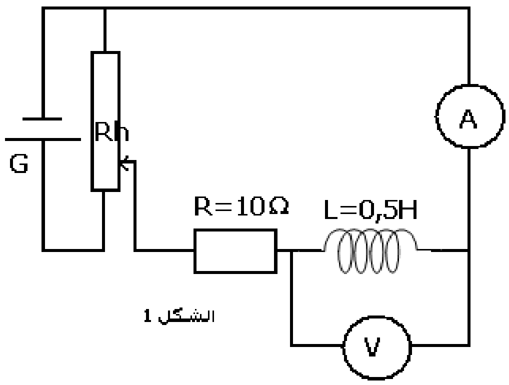
لتمثيل لوشيعة نستعمل أحد الرمزين التاليين :



الشكل 1



الشكل 2



حيث r مقاومة الوشيعة و L معامل يميز الوشيعة يسمى معامل التحريض الذاتي . وحدته في النظام العالمي للوحدات هي الهنري (H) Henry .

وتقاس L بوسطة جهاز مقياس معامل التحريض الذاتي .

2 ـ التوتر بين مربطي وشيعة .

النشاط التجريبي 1

I ـ ننجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل (1) والذي يتكون من مولد التوتر المستمر ومعدلة ووشيعة دون نواة الحديد معامل تحريضها الذاتي L=10mH ومقاومتها صغيرة ، وموصل أومي مقاومته R=100Ω وأمبيرمتر لقياس التيار الكهربائي المار في الدارة

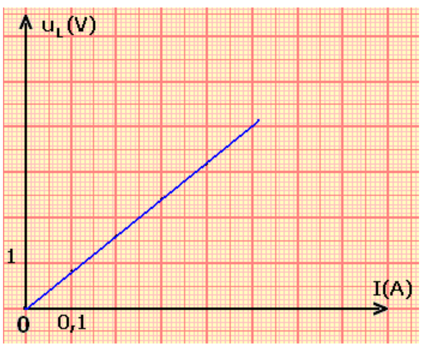
نضع فولطمتر لقياس التوتر بين مربطي الوشيعة ونغلق قاطع التيار K .

نغير قيم التوتر بواسطة المعدلة وفي كل مرة نقيس التوتر u_L بين مربطي الوشيعة وكذلك 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 :



1 ـ مثل المنحنى u_L بدلالة الشدة I .

2 ـ بين أن الوشيعة تتصرف كموصل أومي .

حسب المنحنى المحصل عليه أن التوتر بين مربطي الوشيعة يتناسب اطرادا مع شدة التيار المار فيها ، مما يبين أن الوشيعة تتصرف كموصل أومي مقاومته r

3 ـ حدد r مقاومة الوشيعة وقارنها بالقيمة التي يشير إليها الصانع .

r المعامل الموجه للمنحنى : $r=\dfrac{\Delta U_L}{\Delta I}=\dfrac{2,4-0,8}{0,3-0.1}=8\Omega$

4 ـ استنتج العلاقة بين u_L و r و I .

$$U_L = rI$$

II

منخفضة GBF ، حيث يعطي تيارا مثلثيا تردده f=400Hz ، وتوتره الأقصى 5V . نستعمل برنم إلكتروني ننجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل (2)

نرسم على ورق مليمتري الرسم التذبذبي المحصل عليه .

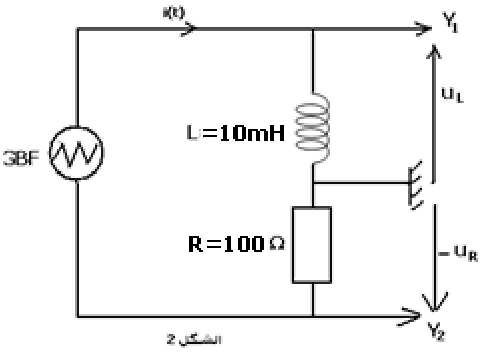
استثمار

1 ـ لماذا يمكن المدخل Y_2 لكاشف التذبذب من معاينة تغيرات شدة التيار الكهربائي المار في الدارة ؟

Y_2 تعاين التوتر بين مربطي الموصل الأومي : $u_R = -Ri$ أي أن u_R و i يتناسبان اطرادا ، المنحنى المحصل عليه له نفس شكل المنحنى لتغيرات شدة التيار الكهربائي $i(t)$ المار في الدارة

2

2 ـ 1 حدد قيمة المعامل a ، ما وحدته ؟



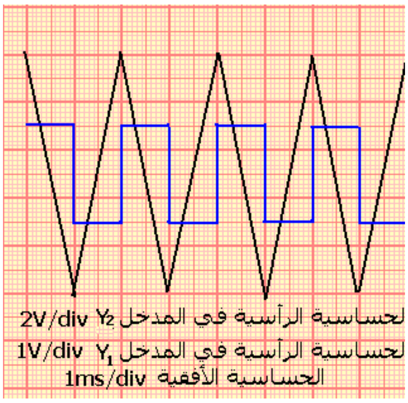
$$i(t) = \frac{-u_R}{R} = \frac{a't + b'}{R} = at + b$$

$$a = \frac{a'}{R} = \frac{\Delta u}{R.\Delta t} = \frac{-10}{100.10^{-3}} = -100 A/s$$

$$b = \frac{5}{100} = 5.10^{-2} A$$

$$i(t) = -100t + 5.10^{-2}$$

2 ـ 2 عين ، بالنسبة للنصف الأول من الدور ، قيمة التوتر $u_L(t)$ بين مربطي الوشيعة ، ثم استنتج النسبة $\frac{u_L(t)}{\frac{di}{dt}}$.



حسب المعاينة على شاشة راسم التذبذب لدينا $u_L = 1V$

$$\frac{u_L}{\frac{di}{dt}} = \frac{1}{100} = 10^{-2} H = 10 mH$$

$$\frac{u_L}{\frac{di}{dt}} = L \Rightarrow u_L = L\frac{di}{dt}$$

2 ـ 3 قارن هذه النسبة مع L معامل التحريض الذاتي للوشيعة المستعملة .

استنتج العلاقة بين u_L و L و $\frac{di}{dt}$.

3

التجربة لم تؤخذ هذه المقاومة بعين الاعتبار لكون تأثيرها مهملا .

اقترح علاقة عامة للتوتر u_L بين مربطي الوشيعة تضم r و $i(t)$ و L و $\frac{di}{dt}$.

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

خلاصة :

بالنسبة لوشيعة دون نواة حديد ، وفي الاصطلاح مستقبل يعبر عن التوتر $_L$ بين مربطي وشيعة بالعلاقة :

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

$u_L(t)$ بالفولط (V) ، $i(t)$ بالأمبير ، r بالأوم ، L بالهنري .

النشاط التجريبي 2 : تأثير الوشيعة على دارة كهربائية .

ننجز التركيب التجريبي الممثل في الشكل (3)

نغلق قاطع التيار K .

استثمار :

1

1 ـ 1 هل يتألق المصبحان L_1 و L_2 مباشرة بعد إغلاق الدارة ؟

نعم يتألق المصبحان L_1 و L_2 ونلاحظ أن المصباح L_1 يتألق قبل المصباح L_2

1 ـ 2 كيف تتغير شدة التيار المار في كل من L_1 و L_2 ؟

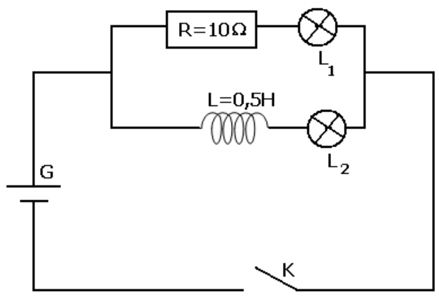
تتغير شدة التيار في المصباح L_1 لحظيا بينما في المصباح L_2 تتغير تدريجيا متأخرة بلحظات عن تألق L_1

2 ـ ما تأثير الوشيعة على إقامة التيار ؟

الوشيعة تؤخر إقامة التيار

3 ـ ماذا يحدث عند فتح الدارة ؟ ما تأثير الوشيعة ، عند انعدام التيار ؟

نفس الملاحظة أن الوشيعة تؤخر انعدام التيار في الفرع الذي يضمها .



خلاصة :

في دارة كهربائية تحتوي على وشيعة ، تؤخر هذه الأخيرة إقامة التيار أو انعدام التيار في هذه الدارة أي بصفة عامة فالوشيعة تقاوم تغير شدة التيار الذي يمر فيها . وهذا ناتج عن تأثير الجداء $L.\dfrac{di}{dt}$.

3 ـ استغلال تعبير التوتر بين مربطي وشيعة .

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

$$u_L(t) = L\frac{di(t)}{dt}$$

* $i(t)$ تزايدية فإن $u_L(t)>0$

* إذا كان تغير شدة التيار الكهربائي سريع جدا (dt صغيرة جدا بينما di كبيرة جدا أي أن الإشتقاق له قيمة كبيرة جدا) وبالتالي $u_L(t)$ تأخذ قيمة كبيرة جدا مما يؤدي إلى ظهور **فرط التوتر** بين مربطي الوشيعة

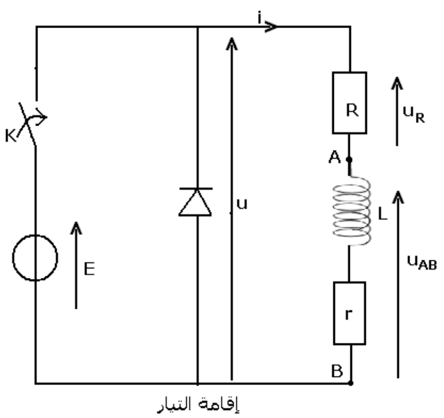
II ـ ثنائي القطب RL

يتكون ثنائي القطب RL من موصل أومي مقاومته R مركب على التوالي مع وشيعة مقاومتها r ومعامل تحريضها L .

نسمي المقاومة الكلية لثنائي القطب هذا $R_t=R+r$.

1 ـ استجابة ثنائي القطب RL لرتبة صاعدة للتوتر .

1 ـ 1 المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار المار في الدارة RL .



نعتبر الدارة RL الممثلة في الشكل جانبه .

نغلق قاطع التيار K في اللحظة t=0 . يأخذ التوتر بين مربطي الدارة RL لحظيا القيمة E (رتبة صاعدة للتوتر) . $i(t)$ شدة التيار الذي يمر في الدارة عند **إقامة التيار** استجابة لرتبة توتر صاعدة .

حسب قانون إضافية التوترات لدينا :

$$u = u_{AB} + u_R$$

بحيث أن $u = E$ و $u_R = Ri(t)$ و $u_{AB} = ri + L\dfrac{di}{dt}$ أي أن

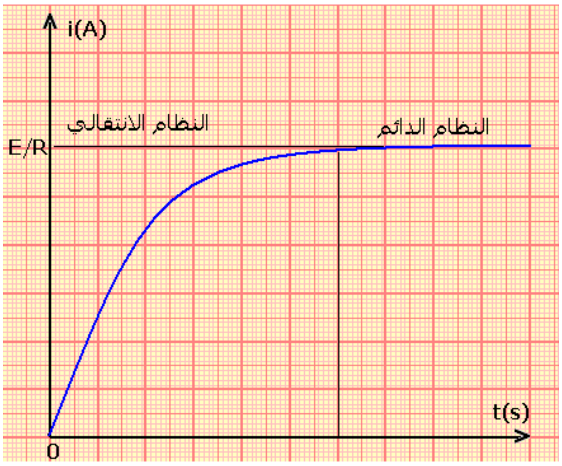
$$E = L\frac{di}{dt} + (R+r)i$$

بما أن $R+r=R_t$ فإن $L\frac{di}{dt} + R_t i = E \Rightarrow \frac{L}{R_t}\frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R_t}$

نضع $\tau = \frac{L}{R_t}$ فتصبح المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة

التيار $i(t)$ المار في الدارة RL هي :

$$\tau\frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R_t}$$



<u>1 ـ 2 حل المعادلة التفاضلية .</u>

يكتب المعادلة التفاضلية التالية : $\tau\frac{di}{dt} + i = \frac{E}{R_t}$

على الشكل التالي : $i(t) = Ae^{-\alpha t} + B$ حيث A و B و α ثابت يجب تحديدها .

نعوض الحل في المعادلة التفاضلية :

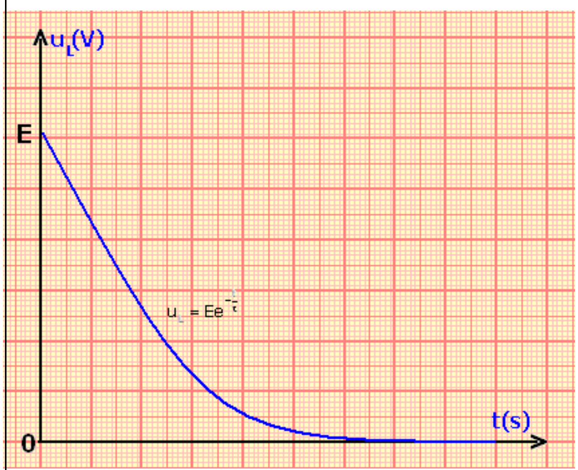
$$\tau\left(-\alpha Ae^{-\alpha t}\right) + Ae^{-\alpha t} + B = \frac{E}{R_t} \Rightarrow (1-\alpha\tau)Ae^{-\alpha t} + B = \frac{E}{R_t}$$

$$1 - \alpha\tau = 0 \Rightarrow \alpha = \frac{1}{\tau}$$

$$B = \frac{E}{R_t}$$

وبالتالي سيكون حل المعادلة التفاضلية على الشكل التالي : $i(t) = Ae^{\frac{-t}{\tau}} + \frac{E}{R_t}$

تحديد الثابتة A حسب الشروط البدئية : i(0)=0 وهي ناتجة عن كون i(t) دالة متصلة في أي لحظة من لحظات تشغيل الوشيعة بما في ذلك اللحظة t=0 حيث يمكن أن نكتب $i(t) = i(t+\varepsilon) = i(t-\varepsilon)$ بحيث أن ε عدد موجب قريب من الصفر .



حسب حل المعادلة لدينا i(0)=A+B=0 أي أن $A = -\frac{E}{R_t}$

نضع $I_0 = \frac{E}{R_t}$ فيكون حل المعادلة التفاضلية هو :

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

2 ـ تعبير التوتر بين مربطي وشيعة .

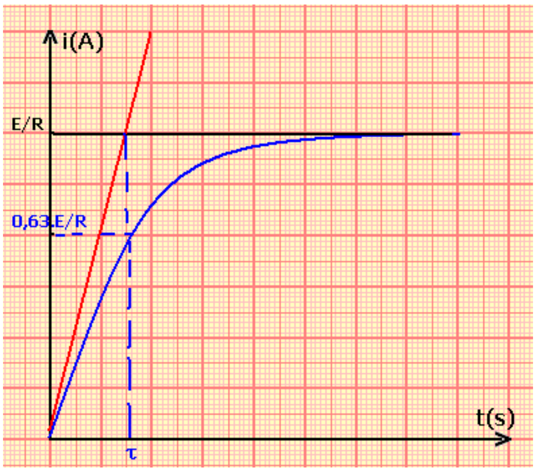
حسب قانون إضافية التوترات لدينا :

أي أن $u = u_{AB} + Ri(t)$

$$u_L = u - Ri(t) \Rightarrow u_L = E - R.\frac{E}{R_t}\left(1 + e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

نهمل مقاومة الوشيعة أمام المقاومة R فتصبح $R_t=R$ وبالتالي :

$$u_L = E\left(1-\left(1+e^{-\frac{t}{\tau}}\right)\right) \Rightarrow u_L = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$$



3 ـ ثابتة الزمن τ

<u>3 ـ 1 معادلة الأبعاد لثابتة الزمن</u> $\tau=\frac{E}{R_t}$

نعلم أن $\left[\frac{L}{R_t}\right]=\frac{[L]}{[R]}$ ولدينا كذلك $L=\frac{u_L}{\frac{di}{dt}} \Rightarrow [L]=\frac{[V][s]}{[A]}$:

أي أن $[R]=\frac{[V]}{[A]}$:

$$\left[\frac{L}{R_t}\right]=\frac{[V][s]}{[A]}\times\frac{[A]}{[V]}$$ أي أن $$\left[\frac{L}{R_t}\right]=[s]$$

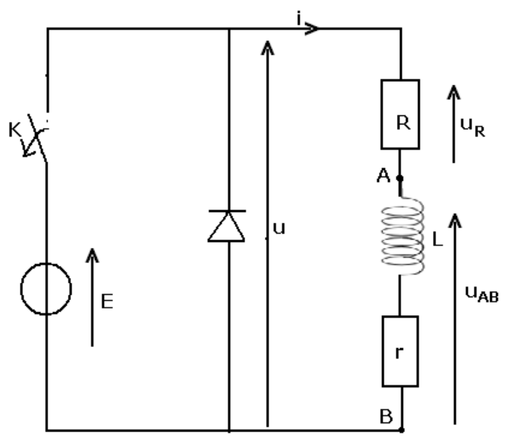
أي أن القيمة $\tau=\frac{E}{R_t}$ لها بعد زمني تسمى ثابتة الزمن وتميز ثنائي القطب RL .

<u>3 ـ 2 كيفية تحديد τ</u>

هناك طريقتين :

ـ الطريقة الأولى وهي : حساب $i(\tau)$ ونحدد أفصولها على المنحنى $i(t)$.

ـ الطريقة الثانية : استعمال المماس في اللحظة $t=0$ ونحدد نقطة تقاطعه مع E/R . أنظر الشكل جانبه .



انعدام التيار

4 ـ انعدام التيار 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 في الدارة RL .

نطبق قانون إضافية التوترات نتوصل إلى العلاقة التالية :

$L\frac{di}{dt}+(R+r)i=0$ أي $\tau\frac{di}{dt}+i=0$ بحيث أن

$\tau=\frac{L}{R_t}=\frac{L}{R+r}$.

حل هذه المعادلة التفاضلية هو :

$i(t)=I_0e^{-\frac{t}{\tau}}$ بحيث أن $\tau=\frac{L}{R_t}$ و $I_0=\frac{E}{R_t}$ باعتبار أن $i(0)=I_0$.

في هذه الحالة نحدد مبيانيا ثابتة الزمن بتطبيق العلاقة : $i(\tau)=0,37I_0$

ملحوظة : كلما كانت τ صغيرة كلما كانت مدة إقامة وانعدام التيار صغيرة كذلك .

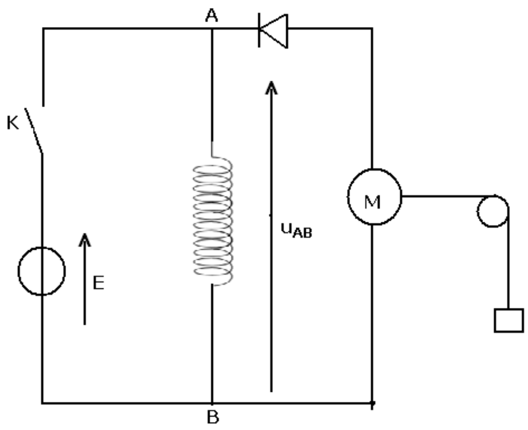
نستعمل في التركيب التجريبي الصمام من أجل حماية الدارة RL من فرط التوتر الذي يحدث بين مربطيها عند فتح قاطع التيار K .

III ـ الطاقة المخزونة في وشيعة

1 ـ الإبراز التجريبي .

نعتبر التركيب الممثل في الشكل جانبه .

عند غلق قاطع التيار K يمر تيار كهربائي في الوشيعة . يمنع الصمام الثنائي المركب في المنحى الحاجز مرور تيار كهربائي في المحرك .
عند فاح قاطع التيار K يشتغل المحرك فيرتفع الجسم S .
فسر هذه الظاهرة .
يتبين أن الوشيعة اختزنت ، أثناء إغلاق الدارة الكهربائية طاقة مغنطيسية في الفضاء المحيط بها ، ثم حررت هذه الطاقة عند فتح الدارة .



2 ـ تعبير الطاقة المخزونة في وشيعة

عند إغلاق الدارة تكتب المعادلة التفاضلية على الشكل التالي :

$$E = Ri + L\frac{di}{dt} \Rightarrow E.i = Ri^2 + L\frac{di}{dt}.i$$

$$Eidt = Ri^2dt + d(\frac{1}{2}Li^2)$$

من خلال هذه المعادلة نلاحظ :

$Eidt$ تمثل الطاقة الممنوحة من المولد للوشيعة خلال المدة dt .

Ri^2dt الطاقة المبددة بمفعول جول في الوشيعة .

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

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

$$\xi_m = \int_0^t d(\frac{1}{2}Li^2) = \frac{1}{2}Li^2$$

خلاصة :

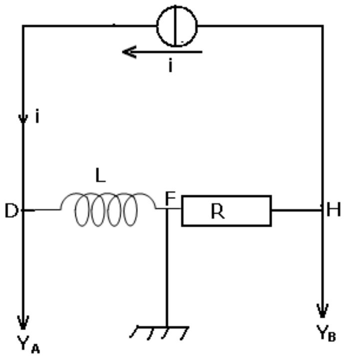
تتناسب الطاقة المخزونة في وشيعة ، معامل تحريضها L ، مع مربع شدة التيار الكهربائي المار فيها :

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

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

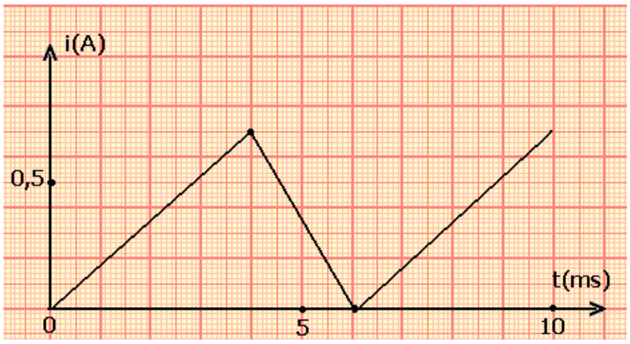
الحساسية الرأسية 10V/div بالنسبة للمدخل A و 2V/div بالنسبة للمدخل B .

- 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 .

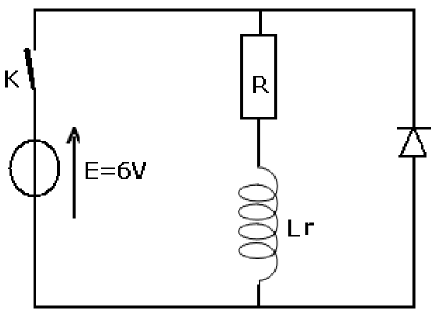
2 ـ يمر في الوشيعة تيار كهربائي متغير i=1,50-200t (A)

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

نتجز 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 : $i=\dfrac{E}{r+r'}e^{-t/\tau}$

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 : $t=\dfrac{\tau}{2}$ و $t=\tau$ و $t=5\tau$. ماذا تستنتج ؟

تمرين5

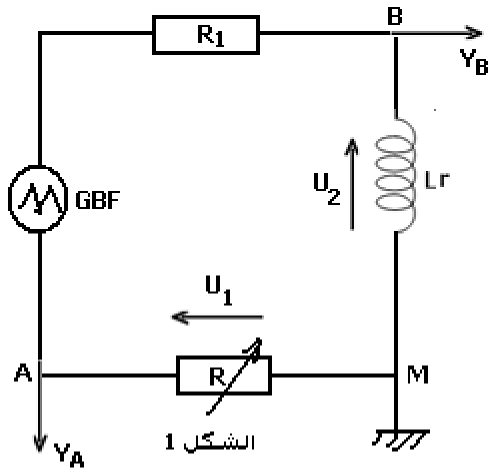
نريد تحديد معامل التحريض L لوشيعة مقاومتها r .

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 .

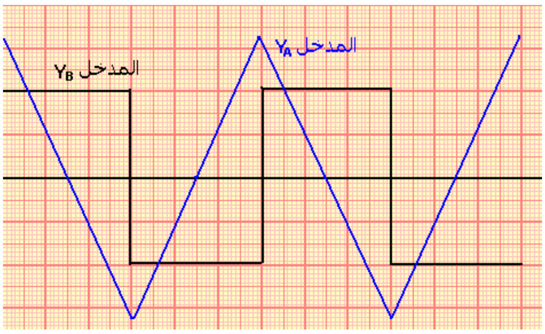


1 ـ ما اسم الجهاز الذي يمكننا من قياس r مقاومة الوشيعة ؟

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 .



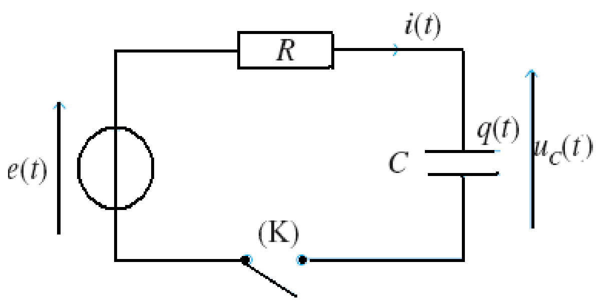
بين أن في هذه الحالة $u_S = -\frac{L}{R}\frac{du_1}{dt}$

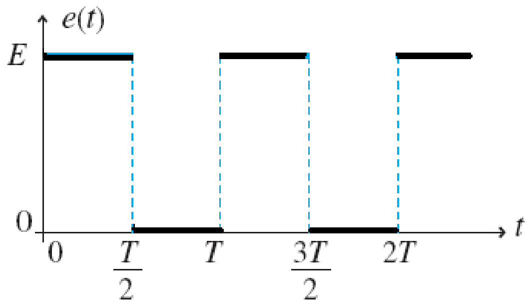
4 ـ حدد L باستعمال الرسم التذبذبي .

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 .

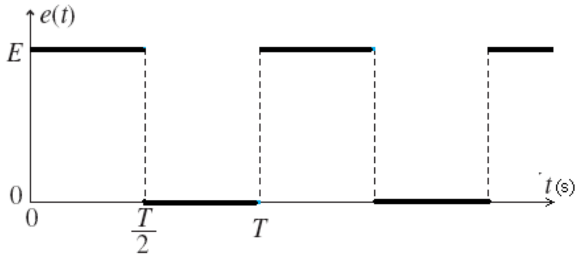
1 ـ بالنسبة ل $t\in\left[0;\frac{T}{2}\right[$ ، فسر لماذا أن دراسة التوتر $u_C(t)$ تعتبر كدراسة شحن مكثف عند استجابة ثنائي قطب RC لرتبة صاعدة للتوتر .

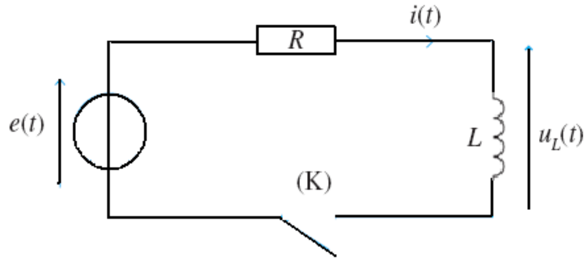
احسب القيمة الدنوية التقريبية ل T حيث يحصل النظام الدائم خلال نهايتها .

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 .





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 استجابjih لرتبة صاعدة للتوتر .

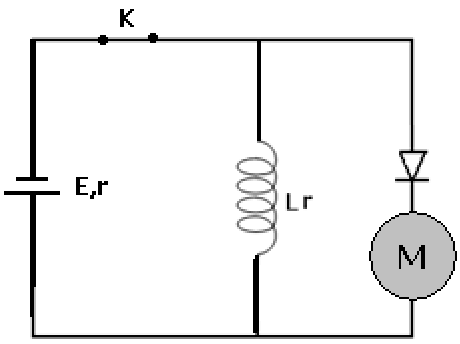
احسب القيمة الدنوية التقريبية ل T حيث يحصل النظام الدائم خلال نهايتها .

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 .

تصحيح تمارين الكهرباء
الدارة RL و RC و RLC
السنة الثانية بكالوريا علوم فيزيائية وعلوم رياضية

المكثفات

تمرين 1

1 ـ حساب التوترين U_1 و U_2

بما أن المكثفين مركبين على التوالي فإن التوتر بين مربطيهما هو : $U=U_1+U_2$

ونعلم أن $U_1=\frac{Q_1}{C_1}$ و $U_2=\frac{Q_2}{C_2}$ و $U=\frac{Q}{C}$

أي أن $U=\frac{Q_1}{C_1}+\frac{Q_2}{C_2}$ وبما أن التيار المار في الدارة متوالية هو نفسه في جميع نقط الدارة .

$Q=Q_1=Q_2$ أي أن $U=Q\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\right)\Rightarrow Q=\frac{U}{\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\right)}$

وبالتالي :

$$U_1=\frac{Q_1}{C_1}=\frac{Q}{C_1}$$

$$U_1=\frac{\frac{U}{\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\right)}}{C_1}=\frac{U}{C_1.\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\right)}$$

$$U_1=\frac{C_2.U}{C_1+C_2}=200V$$

$$U_2=\frac{C_1.U}{C_1+C_2}=100V$$

2 ـ من خلال السؤال السابق لدينا :

$$Q_1=Q_2=C_1U_1=2.10^{-4}C$$

تمرين 2

نشحن مكثفا سعته $C_1=2\mu F$ تحت توتر $U=100V$ ثم نربطه بقطبي مكثف آخر غير مشحون ، سعته $C_2=0{,}5\mu F$.

1 ـ عين الشحنة الابتدائية Q للمكثف الذي سعته C_1 .

2 ـ احسب التوتر بين مربطي كل من المكثفين بعد ربطهما .

أجوبة :1 ـ $Q=2.10^{-4}C$ 2 ـ $U_1=U_2=80V$

تمرين3

من خلال المعطيات أننا نريد الحصول على مكثف مكافئ سعته أكبر بالنسبة لكل مكثف أي يجب أن نركب المكثفات على التوازي .

بما أن لها نفس السعة :

$$C=\sum_{i=1}^{n}C_i=n.C_1 \Rightarrow n=\frac{C}{C_1}$$

$$n=50$$

2 ـ شحنة هذا التجميع :

$$Q=C.U=0,20C$$

ـ شحنة كل مكثف هي :

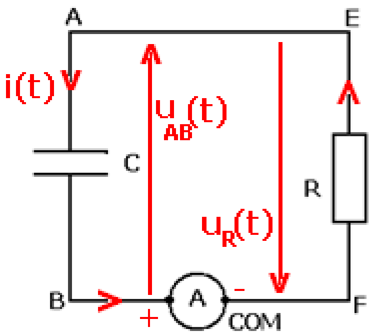
$$Q_1=C_1.U=4.10^{-3}C$$

الدارة RC

تمرين 1

1 ـ توجيه الدارة وتحديد منحى التيار الكهربائي المار في الدارة :

نعلم أن طريقة طريقة تركيب الأومبيرمتري المربط المشترك Com) يعتبر كقطب سالب) هي أن التيار يخرج من القطب السالب ويدخل من القطب الموجب بالنسبة للمكثف فهو يدخل من اللبوس A أي يوافق المنحى الاصطلاحي .



شحنة اللبوس A هي q بحيث أن q دالة تزايدية إذن $i=\frac{dq}{dt}>0$

2 ـ الاصطلاح المستعمل هو : اصطلاح مستقبل بالنسبة للمكثف وبالنسبة للموصل الأومي .

تعبير التوتر بين مربطيهما هو :

$$u_{AB}=\frac{q_A}{C}=-u_R=-Ri(t)$$

$$u_{AB}=-R.i(t)$$

4 ـ نطبق قانون إضافية التوترات :

$$u_{AB}=-u_R \Rightarrow u_{AB}+u_R=0$$

$$u_{AB}+Ri(t)=0 \quad (1)$$

$$i(t)=\frac{dq}{dt}=C\frac{du_{AB}}{dt}$$

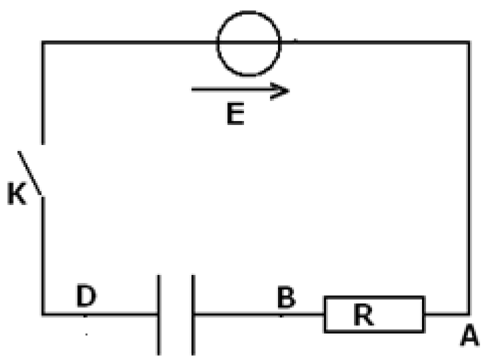
$$(1) \Leftrightarrow u_{AB}+RC\frac{du_{AB}}{dt}=0$$

تمرين 2 شحن مكثف

نشحن مكثفا سعته C=10μF من خلال التركيب التالي :

تغذية المولد مستقرة ، يزود الدارة بتوتر E=12,0V . مقاومة الموصل الأومي R=10kΩ .

عند اللحظة t=0 المكثف غير مشحون ونغلق قاطع التيار K .



1 ـ لتكن $q_B=q$ شحنة اللبوس B للمكثف . نضع $i=\frac{dq}{dt}$ ، وجه على الدارة التيار i(t) .

2 ـ نضع $u_{BD}=u$ ، أكتب تعبير u_{AB} بدلالة u و عناصر الدارة .

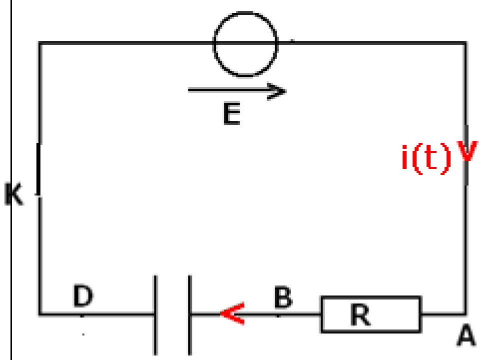
$$u_{BD}=u$$

$$u=u_{BD}=\frac{q_B}{C}$$

ولدينا كذلك :

$$i(t)=\frac{dq}{dt}, u_{AB}=Ri(t)$$

$$u_{AB}=R.\frac{dq}{dt}=RC\frac{du}{dt}$$



نطبق قانون إضافية التوترات بين A و D :

$$u_{AD}=u_{AB}+u_{BD}$$

$$E=RC.\frac{du}{dt}+u$$

3 ـ أكتب المعادلة التفاضلية التي تحقق u(t) .

المعادلة التفاضلية التي تحقق u(t) هي :

$$E=RC.\frac{du}{dt}+u$$

4 ـ حل المعادلة التفاضلية هو على الشكل التالي : $u(t)=A(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$

4 ـ 1 حدد التعابير الحرفية ل A و τ وأحسب قيمها .

نعوض في المعادلة التفاضلية الحل $u(t)=A(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$

$$E=RCA.\left(0+\frac{1}{\tau}e^{-t/\tau}\right)+A\left(1-e^{-t/\tau}\right)$$

$$\left(\frac{RC}{\tau}-1\right)=0\Rightarrow RC=\tau$$

$$A=E$$

$$u(t)=10\left(1-exp\left(-t/0{,}1\right)\right)$$

A قيمة القوة الكهرمحركة للمولد و ثابتة الزمن τ تساوي RC

$$\tau=RC$$

تطبيق عددي :

A=10V و $\tau=RC=0{,}1s$

4 ـ 2 عبر عن تيار الشحن i(t)

تعبير تيار الشحن i(t) :

$$i(t)=\frac{dq}{dt}\Rightarrow i(t)=C\frac{du}{dt}\Rightarrow i(t)=\frac{E}{\tau}exp(-t/\tau)$$

$$u=10\left(1-exp\left(-t/0{,}1\right)\right)\Rightarrow i(t)=10^2\,exp(-t/0{,}1)$$

5 ـ عبر حرفيا ، عند اللحظة t=0 ، ثم أحسب قيم :

ـ u ، $\frac{du}{dt}$ ، i و $\frac{di}{dt}$

عند t=0 لدينا :

$$\left(\frac{du}{dt}\right)_{t=0}=\frac{E}{\tau}=10^2\,V/s$$

$$i(0)=\frac{E}{\tau}=10^2\,V/s$$

$$\frac{di}{dt}=-\frac{E}{\tau^2}\,exp(-t/\tau)\Rightarrow\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0}=-\frac{E}{\tau^2}$$

$$u(0)=0$$

6 ـ 1 حدد عند $t_{1/2}$ اللحظة التي يصل فيها التوتر u(t) إلى القيمة $\frac{E}{2}$. ثم قارنها مع ثابتة الزمن τ .

$$u(t_{1/2})=E\left(1-exp(-t_{1/2}/\tau)\right)$$

عند $t_{1/2}$ تكون

$$u(t_{1/2})=\frac{E}{2}=E\,exp(-t_{1/2}/\tau)$$

$$\ln 2=\frac{t_{1/2}}{\tau}\Rightarrow t_{1/2}=\tau.\ln 2$$

6 ـ 2 في أية لحظة تكون عندنا $\frac{E}{4}$ ثم $\frac{E}{8}$ ؟

بنفس الطريقة نحصل بالنسبة ل $\frac{E}{4}$ على :

$$t'=2\tau\ln 2$$

بالنسبة ل $\frac{E}{8}$

$$t'=3\tau\ln 2$$

تمرين 3

1 ـ المعادلة التفاضلية التي تعبر عن تغيرات شحنة المكثف بدلالة الزمن :

عند غلق قاطع التيار K ، حسب قانون لإضافية التوترات لدينا :

$$E=u_R(t)+u(t)\Rightarrow E=Ri(t)+\frac{q}{C}$$

$$i(t)=\frac{dq}{dt}\Rightarrow E=R\frac{dq}{dt}+\frac{q}{C}$$

$$EC=RC\frac{dq}{dt}+q$$

2 ـ حل المعادلة التفاضلية هو $q(t)=Ae^{-\frac{t}{\tau}}+B$

2 ـ 1 شحنة المكثف $q(\infty)$

$$q(t)=A\,exp(-t/\tau)+B$$

$$q(\infty)=B$$

في النظام الدائم شحنة المكثف $q(\infty)=C.u(\infty)$.

عندما تؤول $t\to\infty$ فإن u(t) تؤول إلى E أي أن $q(\infty)=C.E$ ، وبالتالي فإن $B=CE$

2 ـ 2 الشروط البدئية :

عند اللحظة t=0 لدينا $q(0)=0$ أي أن $q(0)=A+CE=0 \Rightarrow A=-CE$

وبالتالي فتعبير q(t) هو على الشكل التالي :

$$q(t)=C.E\left(1-exp(-t/\tau)\right)$$

تمرين 4 الطاقة في المكثف

1 ـ عند اللحظة t=0 لدينا :

$q(0)=0$ أي أن $q(0)=C.u(0)=0 \Rightarrow u(0)=0$

بما أنه لدينا مولد مؤمثل للتيار فهو يزود الدارة بتيار مستمر ثابت $I_0=0,2mA$ فإن

$$u_R(0)=R.i(0)=R.I_0=0,2V$$

حسب قانون إضافية التوترات فإن

$$u_G(0)=u_C(0)+u_R(0)$$

$$t=0, u_C(0)=0 \Rightarrow u_G(0)=u_R(0)=0,2V$$

2 ـ نوقف الشحن عند اللحظة t=10s

2 ـ 1 حساب الشحنة $q(t_1)$ للمكثف :

لدينا شدة التيار المار في الدارة هو :

$$I_0=\frac{dq}{dt} \Rightarrow dq=I_0 dt$$

$$\int_0^{q_1} dq=I_0\int_0^{t_1} dt \Rightarrow q_1=I_0.t_1=2.10^{-3}C$$

2 ـ 2 التوتر $u_C(t)$

$$q_1=C.u_C(t) \Rightarrow u_C(t)=\frac{q_1}{C}=5V$$

2 ـ 3 الطاقة $\xi_e(t)$ المخزونة في المكثف :

$$\xi_e(t_1)=\frac{1}{2}C.u_C(t_1)^2=5.10^{-3}J$$

3 ـ 1 الطاقة المبددة بمفعول جول في الموصل الأومي :

$$E'=RI_0^2\Delta t=4.10^{-4}J$$

3 ـ 2 مردود المولد r :

$$r=\frac{\xi_e(t_1)}{\xi_e(t_1)+E'}=93\%$$

أن شحن المكثف يتم بشكل جيد لأن ضياع الطاقة بفعول جول ضعيف لا يمثل سوى

4 ـ في حالة ما تم استمرار في شحن المكثف دون توقف سيتلف هذا الأخير .

تمرين 6

1 ـ تعبير q_D بدلالة I و t :

لدينا شدة التيار المار في الدارة هو :

$$I=\frac{dq}{dt} \Rightarrow dq=Idt$$

$$\int_0^{q_D} dq=I\int_0^{t} dt \Rightarrow q_D=I.t$$

2 ـ حساب q_D إذا كانت مدة الشحن 20ثانية :

لدينا شدة التيار المار في الدارة هو :

$$I_0 = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q_D = I_0 \Delta t = 4.10^{-5} C$$

3 ـ حساب التوتر U_{DF} :

$$q_D = C.u_{DF} \Rightarrow u_{DF} = \frac{q_D}{C} = \frac{I_0.\Delta t}{C} = 1{,}82V$$

4 ـ المدة الزمنية اللازمة لشحن المكثف كليا هي :

$$q_D = I_0.\Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{q_D}{I_0} = \frac{C.u_{DF\,max}}{I_0} = 692s$$

تمارين توليفية حول RC

1

العين المجردة أي أن الإبرة لا تستقر على قيمة معينة .

2 ـ المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C بين مربطي المكثف :

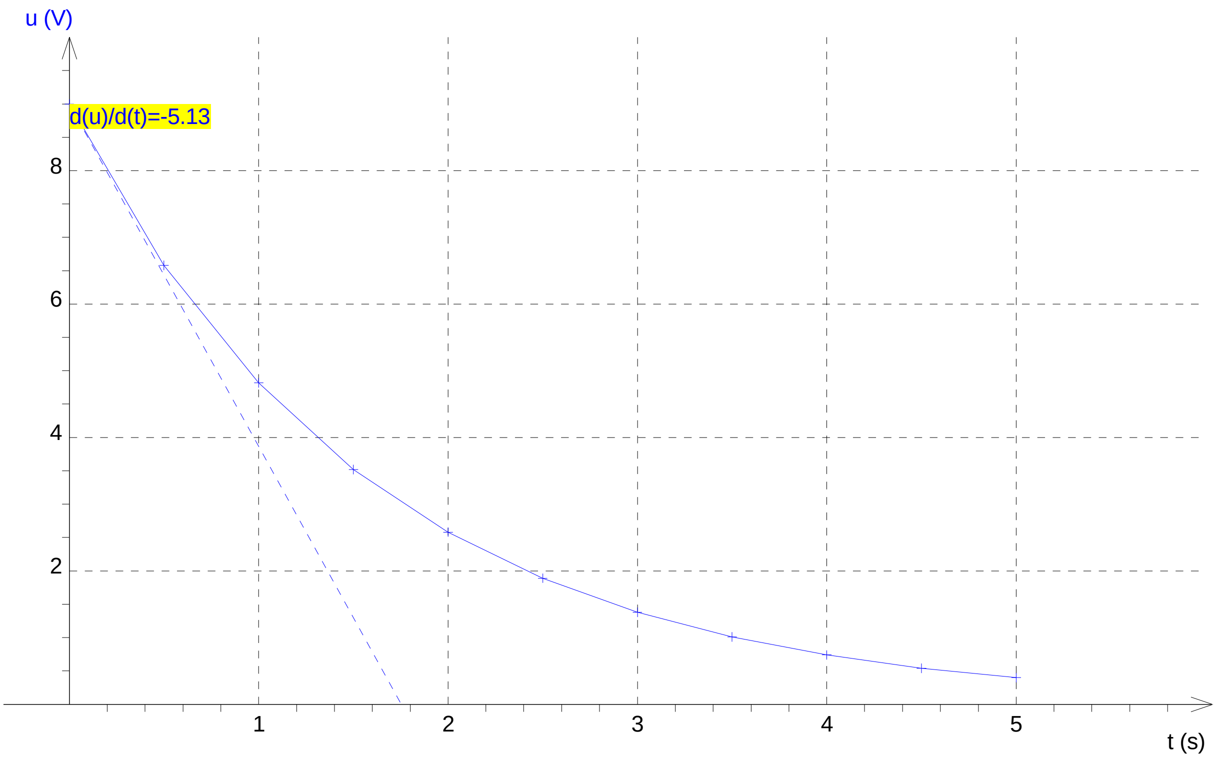
عند غلق قاطع التيار وحسب قانون إضافية التوترات :

$$u_C + u_V = 0 \Rightarrow u_C + R_V.i(t) = 0$$

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = C.\frac{du_C}{dt}$$

$$u_C + R_V.C\frac{du_C}{dt} = 0$$

3 ـ التمثيل المبياني للتوتر u بدلالة الزمن t :



من خلال المنحنى يتبين أن $\tau = 1{,}8s$

نستنتج R_V :

$$\tau = R_V.C \Rightarrow R_V = \frac{\tau}{C} = 225k\Omega$$

II ـ 1 العلاقة بين الشدة i(t) والتوتر u بين مربطي المكثف :

$$i(t)=\frac{dq}{dt}=C.\frac{du}{dt}$$

2 ـ العلاقة بين شدة التيار الكهربائي $i_1(t)$ المار في الفولطمتر و التوتر u بين مربطيه :

حسب قانون أوم لدينا : $u=R_V.i_1(t)\Rightarrow i_1(t)=\frac{u}{R_V}$

3 ـ نطبق قانون العقد لدينا :

$$I=i(t)+i_1(t)\Rightarrow I=C.\frac{du}{dt}+\frac{u}{R_V}$$

$$u+R_V.C\frac{du}{dt}=R_V.I$$

4 ـ نضع $E=R_V.I$ و $\tau=R_V.C$ تصبح المعادلة التفاضلية على الشكل التالي :

$$u+\tau\frac{du}{dt}=E$$

ونعلم أن حل هذه المعادلة التفاضلية هو على الشكل التالي : $u=E\left(1-exp(-t/\tau)\right)$

مما يبين أن الشحن تم كأنه بواسطة مولد قوته الكهرمحركة E بحيث أن $E=R_V.I$.

5 ـ التأكد من هذه النتيجة ، نقوم بحساب $E=R_V.I=14,625V$

وهذا لايتوافق مع التمثيل المبياني ، من الممكن أن يكون الشكل غير صحيح .

ثنائي القطب RL

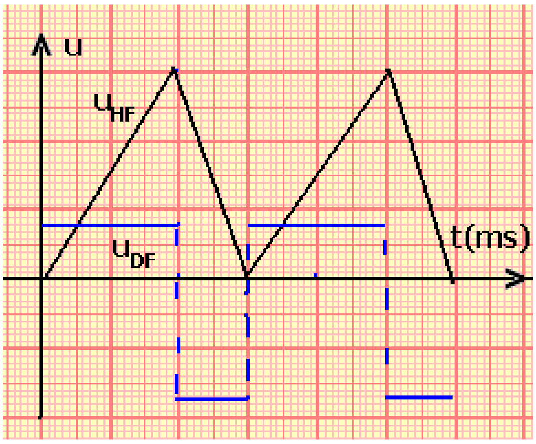
تمرين 1

1 ـ التوترات المعاينة على شاشة راسم التذبذب :

$u_L(t)$ و $u_R(t)$.

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 $i_2(t)=a_2t+b$

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

$$i_2(t)=-350t+b\Rightarrow 0=-350\times6.10^{-3}+b$$

$$b=2,10A$$

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

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

تمرين 2

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

$$u_L = ri + L\frac{di}{dt}$$ بما أن شدة التيار ثابتة $$\frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow u_L = r.i = 10,2V$$

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 :

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

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

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

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

تمرين5

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

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 : $u_S(t)=1V$

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

تمارين توليفية حول RL

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 .

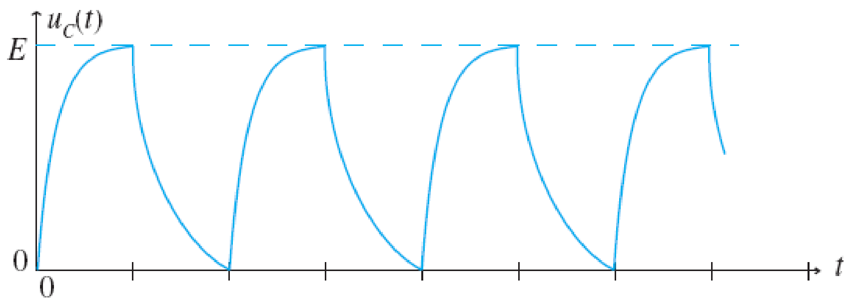
للحصول على النظام الدائم يجب أن تكون $t\geq 5\tau$ أي أن $5\tau\leq\frac{T}{2}\Rightarrow T\geq 10\tau=10.RC$ وبالتالي

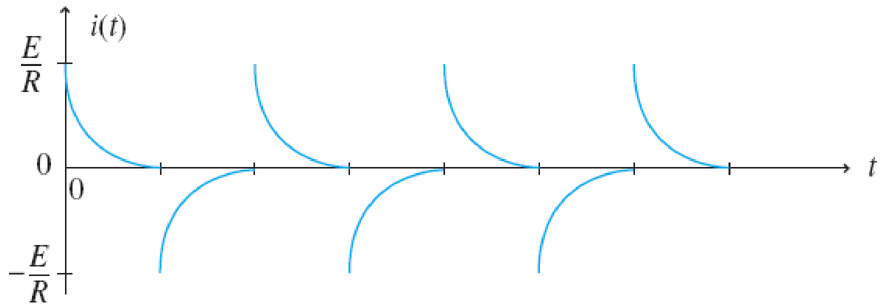
فالقيمة الدنوية التقريبية للدور T هي : $T_{min}=10.R.C\approx 10s$

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 : $T_{min}=5.R.C\approx 5s$

3 ـ التمثيل النبياني :





II ـ

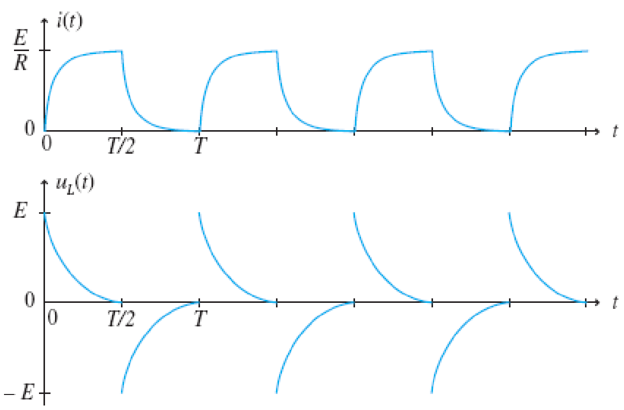
1 ـ في المجال $t\in\left[0;\frac{T}{2}\right[$ ، لدينا $e(t)=E$ أي أن المولد يتصرف كمولد للتوتر ثابت للتوتر t>0 وتعتبر كإقامة التيار في الوشيعة والموصل الأومي.

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 : $T_{\min}=10.\frac{L}{R}\approx 0,05s$

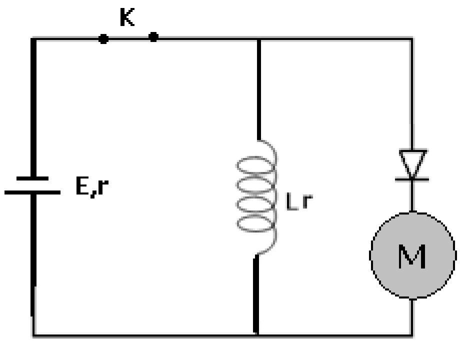
2 ـ في المجال $t\in\left[\frac{T}{2};T\right[$ ، لدينا $e(t)=0$ أي أن المولد يتصرف كقاطع التيار وهي رتبة نازلة للتوتر t>0 وبالتالي سيكون هناك انعدام التيار في الدارة RL .

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 :

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



تمرين 2 الطاقة المخزونة في وشيعة



1 ــ

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

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

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

ج ــ 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 ــ هناك ضياع الطاقة المغنطيسية في الدارة بمفعول جول في الموصلات الأومية .

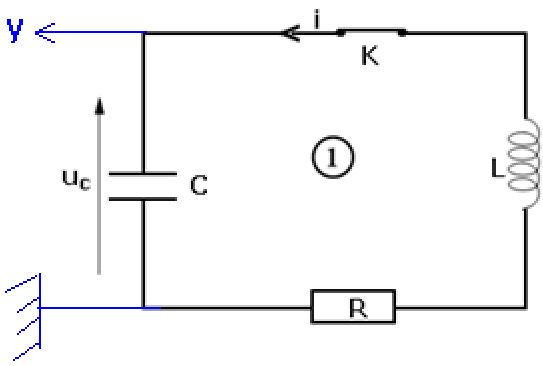
الطاقة المستهلكة من طرف المحرك هي : $\Delta E'=mgh=0,343.10^{-2}\,J$

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

أنظر الشكل جانبه

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

3 ــ تحديد شبه الدور من الشكل :

T=4ms

4 ــ تحديد معامل التحريض الذاتي L للوشيعة :

لدينا أن شبه الدور يساوي الدور الخاص للتذبذبات T_0

$$\mathrm{T}=\mathrm{T}_0\Leftrightarrow \mathrm{T}=2\pi\sqrt{\mathrm{L.C}}$$

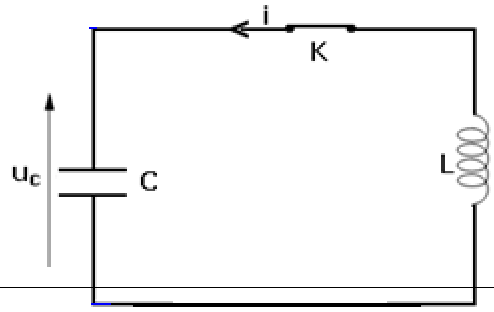
$$\mathrm{T}^2=4\pi^2\mathrm{L.C}\Rightarrow \mathrm{L}=\frac{\mathrm{T}^2}{4\pi^2.\mathrm{C}}=0,40\mathrm{H}$$

تمرين 2

1 ــ تبيانة التركيب التجريبي :

أنظر الشكل

2 ــ تعبير i(t) :



$$i(t)=\frac{dq}{dt}=-\frac{2\pi}{T}Q_0\,\boldsymbol{sin}\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$$

3 ـ الطاقة الكلية للدارة في اللحظة t بطريقتين :

الطريقة الأولى : بما أن الدارة مثالية فإن الطاقة الكلية للدارة في كل لحظة هي مجمع الطاقة الكهربائية في المكثف والطاقة المغنطيسية في الوشيعة أي أن :

$$\xi_t=\xi_e+\xi_m=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}+\frac{1}{2}Li^2$$

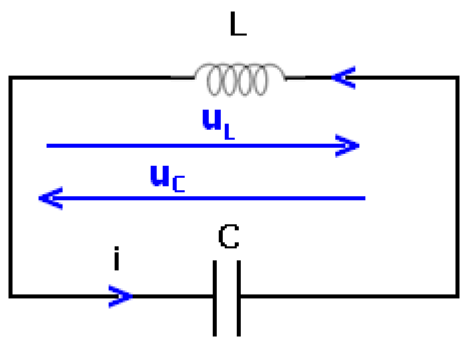
الطريقة الثانية :

الطاقة الكلية للدارة هي الطاقة القصوية المخزونة في المكثف أي أن :

$$\xi_t=\frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C}$$

تمرين 3

1 ـ التمثيل على التبيانة لكل من u_C و u_L :



2 ـ المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$

حسب قانون إضافية التوترات :

$$u_C+u_L=0$$

$$u_L=L\frac{di}{dt},i=\frac{dq}{dt},q=u_C.C$$

$$u_L=LC\frac{d^2q}{dt^2}$$

$$LC\frac{d^2q}{dt^2}+u_C=0\Rightarrow\frac{d^2q}{dt^2}+\frac{1}{L.C}u_C=0$$

3 ـ حل المعادلة التفاضلية هو $u_C(t)=U_m\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$.

تحديد U_m و T_0 :

تحديد U_m :

عند اللحظة t=0 المكثف مشحون التوتر بين مربطيه قصوي أي أن $u_C(o)=U_0=U_m\cos 0$

وبالتالي فإن $U_m=U_0$

تحديد الدور الخاص T_0 :

نعوض الحل في المعادلة التفاضلية :

$$\frac{d^2u_C}{dt^2}+\frac{1}{L.C}u_C=0$$

$$u_C(t)=U_m\,\boldsymbol{cos}\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)\Rightarrow\frac{d^2u_C}{dt^2}=-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2U_m\,\boldsymbol{cos}\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$$

$$-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2U_m\,\boldsymbol{cos}\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)+\frac{1}{L.C}U_m\,\boldsymbol{cos}\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)=0$$

$$\left(\frac{1}{L.C}-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2\right)U_m\,\boldsymbol{cos}\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)=0\Rightarrow\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2=\frac{1}{L.C}$$

$$T_0=2\pi\sqrt{L.C}=0,34ms$$

تمرين 4

1 ـ نظام الذبذبات الملاحظ هي شبه دورية لأن الموسع يتناقص مع الزمن t .

2 ـ تفسير خمود الذبذبات :

يفسر خمود الذبذبات إلى تناقص الطاقة الكلية نتيجة وجود المقاومة r للوشيعة والتي تتحول فيها الطاقة الكلية المتناقصة إلى طاقة حرارية بمفعول جول .

3 ـ المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C بين مربطي المكثف :

حسب قانون إضافية التوترات :

$$u_L + u_C = 0 \Rightarrow ri(t) + L\frac{di}{dt} + u_C = 0$$

$$i(t) = C\frac{du_C}{dt}, \frac{di}{dt} = C\frac{d^2u_C}{dt^2}$$

$$rC\frac{du_C}{dt} + LC\frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = 0$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{r}{L}\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{LC}u_C = 0$$

4 ـ تعيين شبه الدور T للذبذبات هو : T=1ms .

5 ـ نعتبر المقاومة r للوشيعة منعدمة :

5 ـ 1 المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C :

$$u_L + u_C = 0 \Rightarrow L\frac{di}{dt} + u_C = 0$$

$$i(t) = C\frac{du_C}{dt}, \frac{di}{dt} = C\frac{d^2u_C}{dt^2}$$

$$LC\frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = 0$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_C = 0$$

5 ـ 2 حل المعادلة التفاضلية على الشكل التالي : $u_c(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$

تعبير U_m :

عند اللحظة t=0 لدينا : $u_c(0) = E = U_m \cos(\varphi) \Rightarrow \cos\varphi = \frac{E}{U_m}$

في اللحظة t=0 تكون شدة التيار في الوشيعة منعدمة :

$$u_c(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$$

$$i(t) = -C.\omega U_m \sin(\omega t + \varphi) \Rightarrow i(0) = -C.\omega U_m \sin(\varphi) = 0$$

$$\sin\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 0 \;\; ou \;\; \varphi = \pi$$

$$\cos\varphi > 0 \Rightarrow \varphi = 0$$

وبالتالي ستكون $\cos\varphi = 1 = \frac{U_m}{E} \Rightarrow U_m = E$

تحديد ω

من خلال السؤال السابق أن شبه الدور يساوي الدور الخاص للدارة المثالية LC : $T_0 = T = 1ms$

وبالتالي ستكون المعادلة الزمنية على الشكل التالي :

$$u(t) = 6\cos(2.10^3\pi t)$$

5 ـ 3 تعبير q(t) :

نعلم أن

$$q(t)=C.u_c(t)=1,5.10^{-6}\cos(2000\pi t)$$

تعبير i(t) :

$$i(t)=\frac{dq(t)}{dt}=-3\pi.10^{-3}\sin(2000\pi t)$$

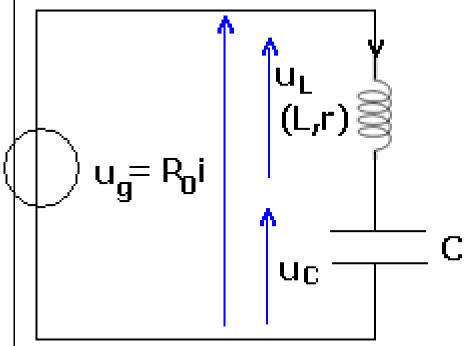
5 ـ 3 تعبير الدور الخاص للذبذبات :

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

6 ـ حساب قيمة معامل التحريض الذاتي L للوشيعة علما أن شبه الدور يساوي الدور الخاص T_0 :

$$T=T_0=2\pi\sqrt{L.C}\Rightarrow T_0^2=4\pi^2L.C$$

$$L=\frac{T_0^2}{4\pi^2.C}=0,1H$$



7 ـ قيمة المقاومة R_0 للحصول على ذبذبات جيبية :

$$u_g=ri+L\frac{di}{dt}+\frac{1}{C}\frac{d^2i}{dt^2}\Rightarrow R_0i=ri+L\frac{di}{dt}+\frac{1}{C}\frac{d^2i}{dt^2}$$

$$(r-R_0)i+L\frac{di}{dt}+\frac{1}{C}\frac{d^2i}{dt^2}=0$$

للحصول على ذبذبات جيبية يجب أن تكون المعادلة التفاضلية على الشكل التالي :

$$(r-R_0)i+L\frac{di}{dt}+\frac{1}{C}\frac{d^2i}{dt^2}=0\Rightarrow R_0=r\Rightarrow L\frac{di}{dt}+\frac{1}{C}\frac{d^2i}{dt^2}=0$$

تمرين 5

1 ـ في حالة مقاومة الوشيعة مهملة :

1 ـ 1 المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$:

$$u_L+u_C=0\Rightarrow L\frac{di}{dt}+u_C=0$$

$$i(t)=C\frac{du_C}{dt},\frac{di}{dt}=C\frac{d^2u_C}{dt^2}$$

$$LC\frac{d^2u_C}{dt^2}+u_C=0$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2}+\frac{1}{LC}u_C=0$$

1 ـ 2 تعبير الطاقة الكلية ξ_t :

$$\xi_t=\frac{1}{2}Li(t)^2+\frac{1}{2}Cu_C(t)^2$$

$$u_C(t)=E\cos\left(\frac{2\pi}{T}t+\varphi\right)$$

$$i(t)=\frac{dq}{dt}=C.\frac{du_C}{dt}=-C\frac{2\pi E}{T}\sin\left(\frac{2\pi}{T}t+\varphi\right)$$

$$\xi_t=\frac{1}{2}LC^2\frac{4\pi^2E^2}{T^2}\sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t+\varphi\right)+\frac{1}{2}CE^2\cos^2\left(\frac{2\pi}{T}t+\varphi\right)$$

$$T^2=4\pi^2L.C\Rightarrow L.C=\frac{T^2}{4\pi^2}$$

$$\xi_t=\frac{1}{2}CE^2\sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t+\varphi\right)+\frac{1}{2}CE^2\cos^2\left(\frac{2\pi}{T}t+\varphi\right)$$

$$\xi_t=\frac{1}{2}CE^2\left(\sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t+\varphi\right)+\cos^2\left(\frac{2\pi}{T}t+\varphi\right)\right)$$

$$\xi_t=\frac{1}{2}CE^2$$

2 ـ في حالة مقاومة الوشيعة غير مهملة :

2 ـ 1 المعادلة التي يحققها التوتر u_C :

$$u_L+u_C=0\Rightarrow ri(t)+L\frac{di}{dt}+u_C=0$$

$$i(t)=C\frac{du_C}{dt},\frac{di}{dt}=C\frac{d^2u_C}{dt^2}$$

$$rC\frac{du_C}{dt}+LC\frac{d^2u_C}{dt^2}+u_C=0$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2}+\frac{r}{L}\frac{du_C}{dt}+\frac{1}{LC}u_C=0$$

2 ـ باستعمال المعادلة التفاضلية نبين أن $\frac{d\xi_t}{dt}=-ri^2$

$$\xi_t=\frac{1}{2}Li(t)^2+\frac{1}{2}Cu_C(t)^2$$

$$\frac{d\xi_t}{dt}=Li(t)\frac{di}{dt}+Cu_C\frac{du_C}{dt}\Rightarrow\frac{d\xi_t}{dt}=LC^2\frac{du_C}{dt}\frac{d^2u_c}{dt^2}+Cu_C\frac{du_C}{dt}$$

$$\frac{d\xi_t}{dt}=LC^2\frac{du_C}{dt}\left(\frac{d^2u_c}{dt^2}+\frac{1}{LC}u_C\right)$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2}+\frac{r}{L}\frac{du_C}{dt}+\frac{1}{LC}u_C=0\Rightarrow\frac{d^2u_c}{dt^2}+\frac{1}{LC}u_C=-\frac{r}{L}\frac{du_C}{dt}$$

$$\frac{d\xi_t}{dt}=-\frac{r}{L}LC^2\left(\frac{du_C}{dt}\right)^2=-ri^2$$

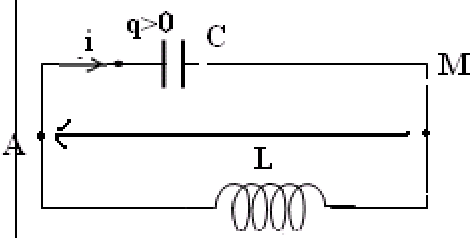
تمرين 6

1 ـ المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة :

$u_{AM}=\frac{q}{C}$ وبين مربطي الوشيعة لدينا $u_{AM}=-L\frac{di}{dt}$

وبما أن التوتر بين الوشيعة هو التوتر بين المكثف :

$$\frac{q}{C}=-L\frac{d^2q}{dt^2}\Rightarrow\frac{d^2q}{dt^2}+\frac{1}{LC}q=0$$



2 ـ المعادلة الزمنية q(t) :

$q(t)=Q_0\cos(\omega_0 t+\varphi)$ في اللحظة t=0 لدينا

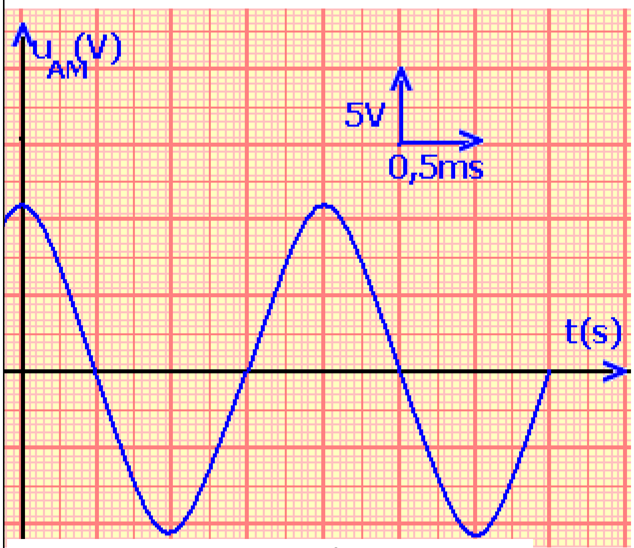
$q(t)=Q_0=CU_0=1,2.10^{-6}C$ يعني أن $\cos\varphi=1\Rightarrow\varphi=0$ إذن

$$q(t)=1,2.10^{-6}\cos(3162t)$$

3 ـ حساب الدور الخاص $T_0=2\pi\sqrt{LC}$ تطبيق عددي :

$$T_0=2ms$$

تمثيل التوتر u_{AM} . نعلم أن $u_{AM}=\frac{q}{C}=12\cos(3162t)$



4 ـ 1 اسم المركبة (1) في التركيب : المضخم العملياتي

حسب الشكل أسفله :

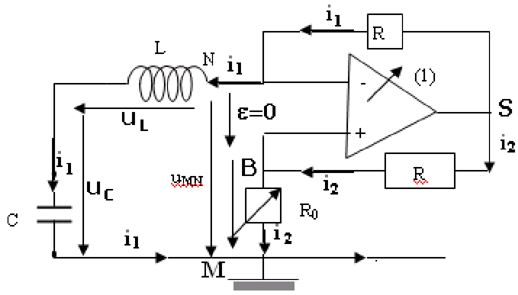
$$u_{MN}=\varepsilon-R_0i_2=-R_0i_2$$

من جهة أخرى $u_{NS}=u_{NB}+u_{BS}$ أي أن

$$-Ri_1=0-Ri_2$$

وبالتالي $i_1=i_2=i$

أي أن $u_{MN}=-R_0i$



القيمة الدنوية للحصول على التذبذبات مصانة هي :

حسب قانون إضافية التوترات بين M و N :

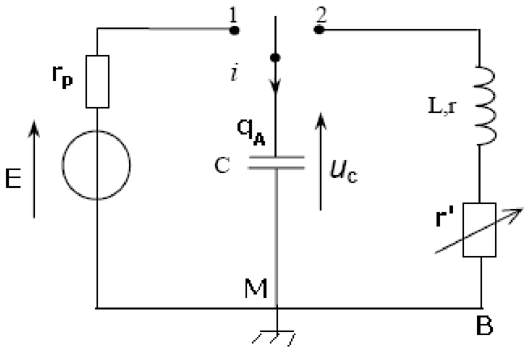
$$u_{MN}=u_L+u_C=-L\frac{di}{dt}-ri-\frac{q}{C}$$

$$-R_0i=-L\frac{di}{dt}-\frac{q}{C}-ri$$

$$L\frac{di}{dt}+\frac{q}{C}+(r-R_0)i=0$$

لكي تكون هناك تذبذبات مصانة : $r-R_0=0\Rightarrow R_0=r=350\Omega$

التذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية



I ـ تفريغ مكثف في وشيعة

1ـ النشاط التجريبي

ننجز التركيب الكهربائي الممثل جانبه حيث نستعمل وسيط معلوماتي وحاسوب وبرنم يعالج المعطيات أو راسم التذبذب ذاكراتي .

+ نضبط التوتر المستمر الذي يعطيه المولد على القيمة E=3Vومقاومة الموصل الاومي على $r'=0\Omega$

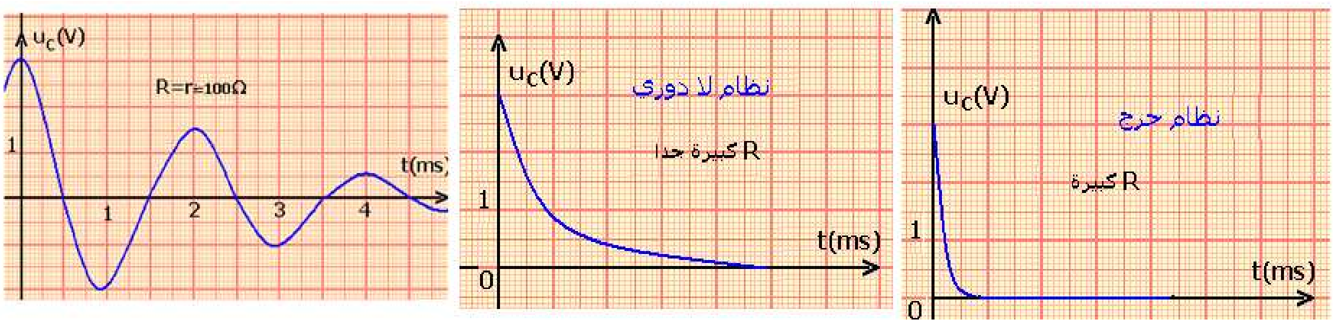
+نؤرجح قاطع التيار إلى الموضع (1) لمدة زمنية كافية لشحن المكثف كليا .

+نؤرجح قاطع التيار إلى الموضع (2) فنحصل على دارة RLC متوالية مقاومتها الكلية $R=r+r'$ حيث r مقاومة الو شيعة .

+نعاين التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف

+نعيد التجربة عدة مرات برفع المقاومة r'

النتائج :



الاستثمار:

1ـ يمثل الرسم التذبذبي الممثل باللون الأزرق في الشكل (2) نموذجا للمنحنى المحصل عليه بالنسبة $r'=0$

1-1 كيف يتغير وسع التوتر $u_c(t)$ ؟ هل $u_c(t)$ دالة دورية ؟

عند وضع K في الموضع (1) يشحن المكثف وعند وضعه في الموضع (2) نحصل على دارة RLC متوالية حيث في هذه الحالة يفرغ المكثف في الوشيعة .

ويكون التوتر $u_c(t)$ بين مربطي المكثف متناوبا . $u_c(t)$ ليست بدالة دورية .

-وسع التوتر $u_c(t)$ يتناقص مع الزمن t نقول **أن التذبذبات مخمدة**

بما أن الذبذبات تتم دون أن نزود الدارة RLC بالطاقة غير الطاقة المخزونة في المكثف ، نقول **أن الذبذبات حرة .**

خلاصة :

يؤدي تفريغ مكثف ، مشحون ، في وشيعة دارة RLC متوالية ، إلى ظهور تذبذبات حرة ومخمدة .

نقول أن الدارة RLC المتوالية تكون متذبذبا كهربائيا حرا ومخمدا .

أنظمة الذبذبات الحرة :

2-1 نسمي شبه الدور Tالمدة الزمنية الفاصلة بين قيمتين قصويتين متتاليين للتوتر $u_c(t)$.عين مبيانيا T من خلال المبيان يمكن أن نعين شبه الدور وهو المدة الزمنية الفاصلة بين قيمتين قصويتين متتاليتين للتوتر $u_c(t)$.

ـ تعريف بشبه الدور T

نسمي شبه الدور Tالمدة الزمنية الفاصلة بين قيمتين قصويتين متتاليين للتوتر $u_c(t)$.

R

2 ـ ما تأثير المقاومة R على :

2-1 وسع التذبذبات ؟

عندما نغير المقاومة الكلية للدارة يتغير وسع الذبذبات.

2-2 شبه الدور T ؟

بالنسبة لقيم المقاومة صغيرة جدا يلاحظ أن شبه الدور لا يتعلق بقيمة R

3-عندما تأخذ المقاومة r′ قيمة كبيرة جدا : هل التوتر $u_c(t)$ المعاين تذبذبي ؟

عندما تأخذ R قيم كبيرة جدا $u_c(t)$ توتر غير تذبذبي أي أن الذبذبات تزول يكون لدينا خمود مهم .

4-حسب قيم المقاومة الكلية R للدارة RLC يلاحظ تجريبيا وجود نظامين للذبذبات : نظام شبه دوري ونظام لا دوري .

تعرف على هاذين النظامين من خلال الشكل 2

النظام شبه الدوري يحدث إذا كانت قيمة المقاومة R صغيرة .

النظام لا دوري عندما تكون R كبيرة جدا حيث تزول الذبذبات نظرا لوجود خمود مهم .

5- نضبط من جديد r′ على القيمة 0

في مرحلة أولى نأخذ L=11mH و C=1µF ونقيس شبه الدور T .

في مرحلة ثانية : نأخذ L=11mH و C=0,22µF ونقيس T .

هل يتعلق شبه الدور بكل من L و C ؟

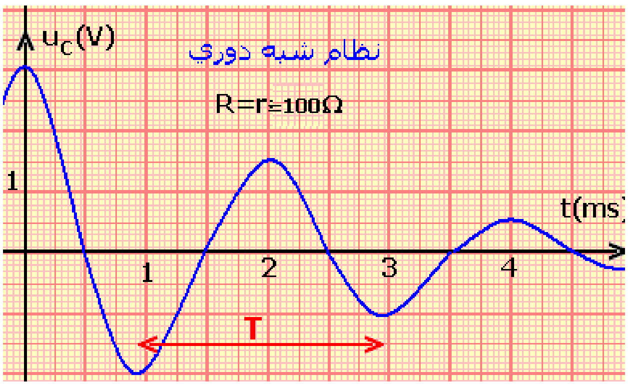
نعم يتعلق شبه الدور بقيم L و C ولا يتعلق بقيم R

ـ أنظمة الذبذبات الحرة

حسب مقاومة الدارة RLC نحصل على ثلاثة أنظمة

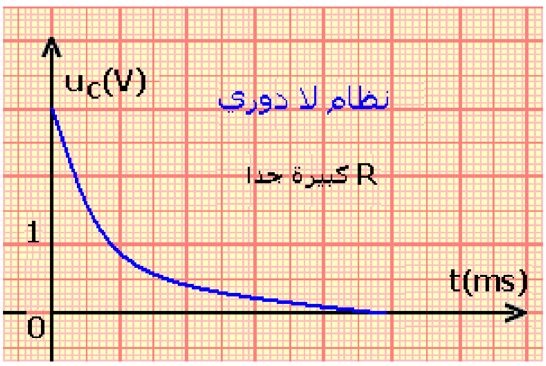
أ-نظام شبه دوري

R صغيرة نحصل على ذبذبات يتناقص وسعها تدريجيا مع الزمن



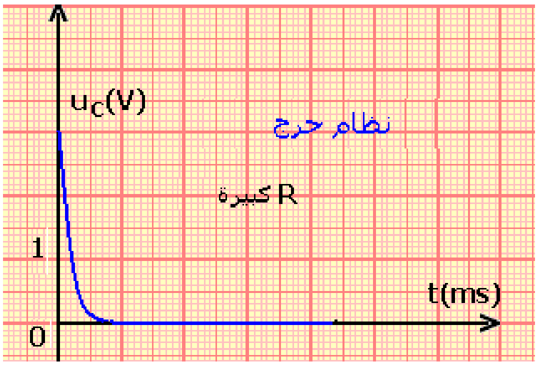
ب- نظام لا دوري

R كبيرة جدا = تزول الذبذبات نظرا لوجود خمود مهم ونسمي هدا النظام نظام لا دوري



R

ج- نظام حرج



في الذبذبات الحرة توجد قيمة معينة للمقاومة نرمز لها ب R_C وتسمى مقاومة حرجة وهي مقاومة تفصل بين النظام شبه الدوري والنظام اللا دوري ونسمي النظام في هده الحالة بالنظام الحرج وفي هده الحالة يرجع التوتر $u_c(t)$ إلى صفر بسرعة ودون تذبذب وتتعلق R_C ب C و L .

2 ـ المعادلة التفاضلية لدارة RLC متوالية .

نعتبر الدارة المتوالية الممثلة في الشكل جانبه :

نطبق قانون إضافية التوترات بين F و D فنجد :

$$u_c + u_R + u_L = 0 \qquad (1)$$

$$u_R = r'.i \qquad u_L = ri + L\frac{di}{dt} \qquad i = C.\frac{du_C}{dt}$$

$$u_R = r'.C\frac{du_c}{dt} \qquad u_L = rC\frac{du_C}{dt} + LC\frac{d^2u_C}{dt^2}$$

نعوض في المعادلة (1)

$$u_c + r'.C\frac{du_c}{dt} + rC\frac{du_C}{dt} + LC\frac{d^2u_C}{dt^2} = 0$$

$$LC\frac{d^2u_C}{dt^2} + (r + r')C\frac{du_C}{dt} + u_C = 0$$

$$r + r' = R$$

$$LC\frac{d^2u_C}{dt^2} + RC\frac{du_C}{dt} + u_C = 0$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{R}{L}\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{LC}u_C = 0 \quad (2)$$

المعادلة التفاضلية لدارة RLC متوالية التي يحققها التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف هي :

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{R}{L}\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{LC}u_C = 0 \qquad (2)$$

يعبر المقدار $\frac{R}{L}\frac{du_C}{dt}$ عن ظاهرة خمود الذبذبات ، ويحدد حسب قيم R نظام هذه الذبذبات .

II ـ الذبذبات غير المخمدة في دارة مثالية LC .

تتكون الدارة من مكثف سعته C وشحنته البدئية q_0

ووشيعة معامل تحريضها L ومقاومتها الداخلية r ونعتبرها مهملة . تنعت هذه الدارة بالمثالية لاستحالة تحقيقها تجريبيا لكون أن كل الوشيعات تتوفر على مقاومة داخلية .

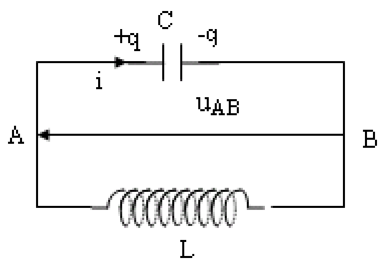
1 ـ المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$.

حسب قانون إضافية التوترات لدينا :

$$u_c + u_L = 0 \qquad (1)$$

$$u_L = L\frac{di}{dt} \qquad i = C.\frac{du_C}{dt}$$

$$u_L = LC\frac{d^2u_C}{dt^2}$$



نعوض في المعادلة (1)

$$LC\frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = 0$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_C = 0 \quad (2)$$

خلال الذبذبات الكهربائية الحرة غير المخمدة لدارة LC ، يحقق التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف المعادلة التفاضلية التالية :

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_C = 0$$

2 ـ حل المعادلة التفاضلية :

المعادلة التفاضلية $\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_C = 0$ معادلة خطية من الدرجة الثانية ، رياضيا حلها يكتب على الشكل التالي :

$$u_C(t) = U_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$$

ـ U_m وسع الذبذبات .

ـ $\left(\frac{2\pi}{T_0} + \varphi\right)$ الطور في اللحظة ذات التاريخ t .

T_0 : الدور الخاص للذبذبات .

φ : الطور عند أصل التواريخ (t=0)

أ ـ تحديد تعبير الدور الخاص :

نعوض الحل $u_C(t) = U_m \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right)$ ف العادلة التفاضلية :

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} = -U_m\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 \cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi\right) = -\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 u_C(t)$$

$$-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 u_C(t) = -\frac{1}{LC}u_C(t)$$

$$\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$$

يتعلق الدور الخاص للذبذبات الحرة غير المخمدة بمعامل التحريض L وبسعة المكثف C :

$$T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$$

وحدة الدور الخاص T_0 في النظام العالمي للحدات هي الثانية . (s)

تمرين تطبيقي :

بين من خلال معادلة الأبعاد أن وحدة T_0 هي الثانية .

ب ـ تحديد φ و U_m :

لتحديد قيم φ و U_m نحدد الشروط البدئية عند تفريغ المكثف في الوشيعة . أي نعبر عن المقدارين $u_C(t)$ و $i(t)$ في اللحظة $t=0$ باعتبار أن هاتين الدالتين متصلتين كيف ما كانت t .

لدينا $$i(t)=C.\frac{du}{dt}\Rightarrow i(t)=-\frac{2\pi}{T_0}.C.\sin\left(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi\right)$$

عند اللحظة $t=0$ لدينا $i(0)=0$ الوشيعة لا يمر فيها أي تيار كهربائي

$$i(0)=-\frac{2\pi}{T_0}.C.\sin(\varphi)=0\Rightarrow \sin\varphi=0\Rightarrow\varphi=0 \quad ou \quad \varphi=\pi$$

في البداية شحنة المكثف مشحون : $u_C(0)=E$.

$u_C(0)=U_m\cos(\varphi)=E$ وبما أن $E>0$ و $U_m>0$ فإن $\cos(\varphi)>0\Rightarrow\varphi=0$

وبالتالي فإن :

$$u_C(t)=E\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$$

ج ـ تعبير الشحنة $q(t)$ و $i(t)$.

نعلم أن شحنة المكثف هي :

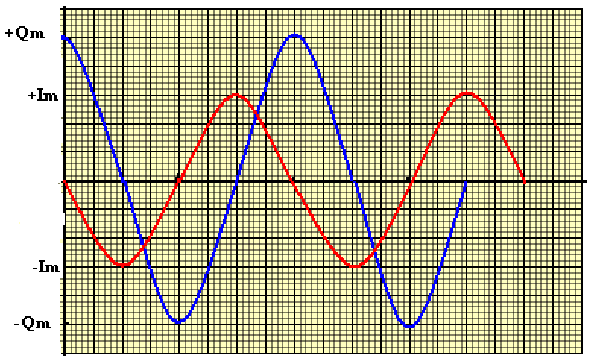
$$q(t)=C.u_C(t)=CU_m\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi\right)=q_m\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi\right)$$

$$q_m=CU_m$$

شدة التيار الكهربائي :

$$i(t)=\frac{dq}{dt}=-q_m\omega_0\sin(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi)$$

$$=q_m\frac{2\pi}{T_0}\cos(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi+\frac{\pi}{2})=I_m\cos(\frac{2\pi}{T_0}t+\varphi+\frac{\pi}{2})$$



$i(t)$ متقدمة في الطور ب $\frac{\pi}{2}$ بالنسبة ل $q(t)$ و $u(t)$

نقول أن $u(t)$ و $q(t)$ على تربيع في الطور

التمثيل المبياني ل $q(t)$ و $u(t)$

في اللحظة $t=0$ عندنا $q=Q_m$ و $\varphi=0$

$$q(t)=Q_m\cos\frac{2\pi}{T_0}t$$

$$i(t)=I_m\cos(\frac{2\pi}{T_0}t+\frac{\pi}{2})$$

ملحوظة : عندما تكون شحنة المكثف قصوية تكون شدة التيار الكهربائي منعدمة .

III ـ انتقالات الطاقة بين المكثف والوشيعة .

توصلنا في الدروس السابقة أن المكثف بإمكانه أن يخزن طاقة كهربائية $\xi_e=\frac{1}{2}Cu_C^2$ وأن الوشيعة كذلك

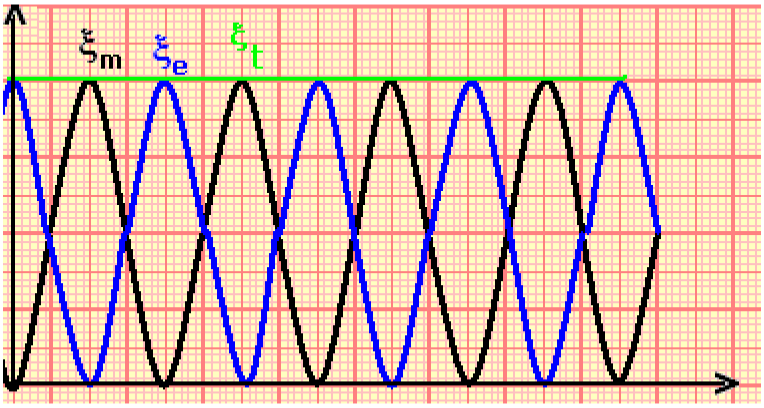
بإمكانها أن تخزن طاقة مغنطيسية $\xi_m=\frac{1}{2}Li^2$.

R

1 ـ الطاقة في الدارة LC مثالية :

دراسة منحنيات تغير الطاقات ξ_t, ξ_e, ξ_m بدلالة الزمن في دارة RL مثالية .

الطاقة الكلية في المخزونة في الدارة LC هي في كل لحظة مجموع الطاقة الكهربائية في المكثف $\xi_e = \frac{1}{2}Cu_C^2$ والطاقة المخزونة في الوشيعة $\xi_m = \frac{1}{2}Li^2$.



$$\xi_t = \xi_e + \xi_m = \frac{1}{2}Cu_C^2 + \frac{1}{2}Li^2$$

تمثل الشكل جانبه تغيرات ξ_t, ξ_e, ξ_m بدلالة الزمن .

1 ـ كيف تتغير الطاقة ξ_m عندما تنقص الطاقة المخزونة في المكثف ؟

2 ـ كيف تتغير الطاقة ξ_e عندما تنقص الطاقة المخزونة في الوشيعة ؟

3 ـ كيف تتغير الطاقة الكلية ξ_t ؟ أكتب تعبير الطاقة الكلية بطريقتين .

4 ـ أثبت رياضيا أن الطاقة الكلية لدارة مثالية LC ثابتة خلال الزمن t . بطريقتين ، استعمال حل المعادلة التفاضلية واستعمال المعادلة التفاضلية مباشرة .

خلاصة :

تكون الطاقة الكلية لدارة مثالية LC ثابتة خلال الزمن وتساوي الطاقة البدئية المخزونة في المكثف .

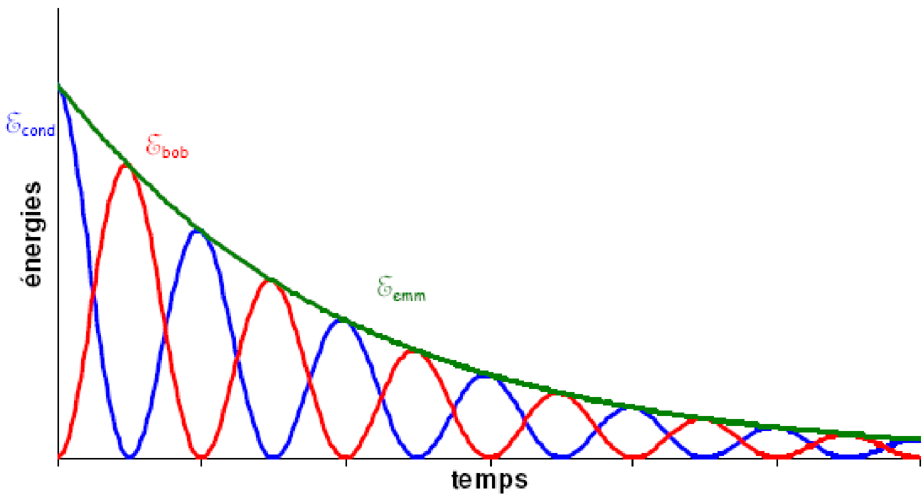
خلال الذبذبات غير المخمدة تتحول الطاقة الكهربائية في المكثف إلى طاقة مغنطيسية في الوشيعة والعكس صحيح .

$$\xi_t = \xi_e + \xi_m = \frac{1}{2}Cu_C^2 + \frac{1}{2}Li^2 = \frac{1}{2}CU_m^2 = \frac{1}{2}Li_m^2$$

2 ـ الطاقة في الدارة RLC المتوالية .

دراسة منحنيات تغير الطاقة ξ_t, ξ_e, ξ_m بدلالة الزمن في RLC متوالية

خلال دراسة تجريبية لدارة RLC متوالية حيث المقاومة الكلية R غير منعدمة نعاين بواسطة جهاز ملائم لهذا الغرض منحنيات تغيرات الطاقة ξ_t, ξ_e, ξ_m بدلالة الزمن فنحصل على المنحنيات الممثلة في الشكل جانبه :



1 ــ كيف تتغير الطاقة ξ_e عند تزايد ξ_m ؟

نفس السؤال عند تناقص ξ_m . ماذا تستنتج ؟

عندما تنقص الطاقة في المكثف تزداد الطاقة المخزونة في الوشيعة والعكس صحيح . أي أن هناك تبادل طاقي بين المكثف والوشيعة

2 ــ كيف تتغير بصفة عامة الطاقة الكلية ξ_t المخزونة في الدارة بدلالة الزمن ؟

يلاحظ أن خلال كل تبادل طاقي بين المكثف والوشيعة تتناقص الطاقة الكلية نتيجة وجود المقاومة R .

2 ــ ما الظاهرة المسؤولة عن هذا التغيير ؟

ظاهرة خمود نتيجة تحول جزء من الطاقة الكلية بمفعول جول إلى طاقة حرارية .

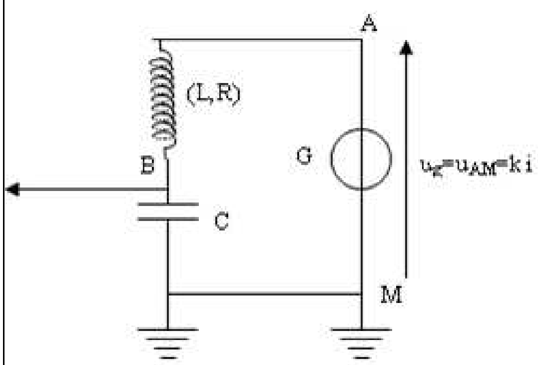
4 ــ ما المقدار الذي يحول دون الحصول على ذبذبات غير مخمدة ؟

$$\xi_t = \xi_e + \xi_m = \frac{1}{2}\frac{q^2}{C} + \frac{1}{2}Li^2$$

$$\frac{d\xi_t}{dt} = Li\frac{di}{dt} + \frac{q}{C}.\frac{dq}{dt} = i\left(L\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{C}\right)$$

$$L\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{C} = -R\frac{dq}{dt}$$

$$\frac{d\xi_t}{dt} = -Ri^2$$



من خلال هذه النتيجة يتبين أن الطاقة الكلية تناقصية :

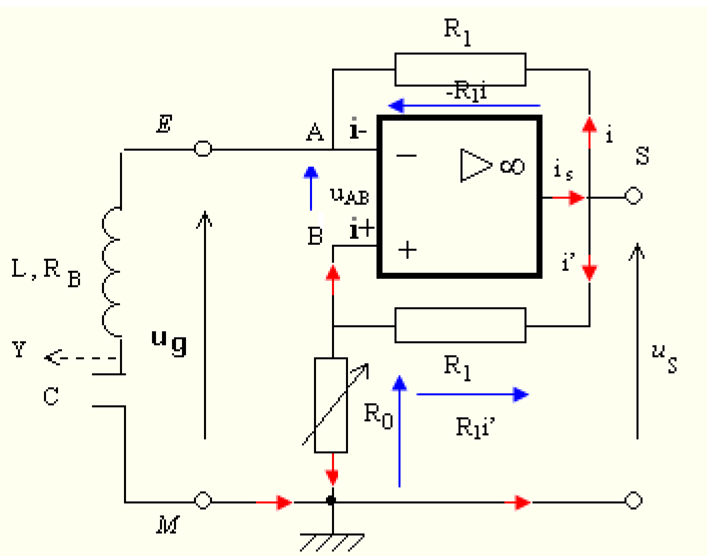
$\frac{d\xi_t}{dt} = -Ri^2 < 0$ ويعزى هذا التناقص إلى وجود المقاومة R .

خلاصة :

تتناقص الطاقة الكلية لدارة RLC متوالية تدريجيا بسبب مفعول جول .

VI ــ صيانة الذبذبات .

في كل لحظة يمكن كتابة



$$u_{AM} = u_{AB} + u_{BM}$$

$$ki = Ri + L\frac{di}{dt} + \frac{q}{c}$$

$$i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du}{dt}\ et\ \ u = u_{BM}$$

$$LC\frac{d^2u}{dt^2} + (R-k)C\frac{du}{dt} + u = 0$$

بالنسبة لـk=R نحصل على المعادلة التفاضلية

التالية $\frac{d^2u}{dt^2} + \frac{1}{LC}u = 0$ وهي المعادلة المميزة

للمتذبذب (L,C) ذي مقاومة غير مهملة .

إذن فالتركيب المدروس يمكن من صيانة التذبذبات

.

إنجاز المولد G

المضخم العملياتي كاملا ويشتغل في النظام الخطي .

$u_{AB}=0$ و $i^{-}=i^{+}=0$

$$u_g = u_{AM} = u_{AS} + u_{SB} + u_{BM}$$

$$= -R_1 i + R_1 i' + R_0 i'$$

$$u_{AS} = u_{AB} + u_{BS}$$

$$-R_1 i = 0 - R_1 i' \Leftrightarrow i = i'$$

$$u_g = R_0 i \Leftrightarrow u_g = ki$$

$$k = R_0$$

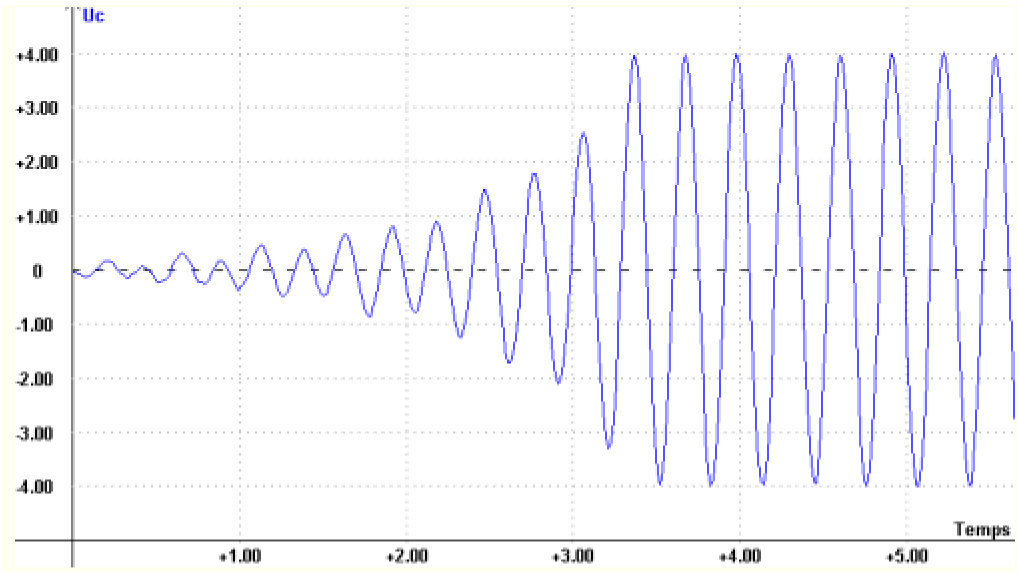
معاينة التوتر بين مربطي مكثف الدارة (L,C) الذي يوجد بها المولد G

عند معاينة التوتر بين مربطي مكثف نلاحظ :

$R_0 < R$ لاتكون هناك تذبذبات

$R_0 > R$ تكون هناك تذبذبات لا جيبية

R_0 أكبر بقليل من R تكون التذبذبات جيبية



R

التذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية .
السنة الثانية بكالوريا علوم فيزيائية وعلوم رياضية .

تمرين 1

نركب مكثفا مشحونا بين مربطي ثنائي قطب RL . الشكل (1) .

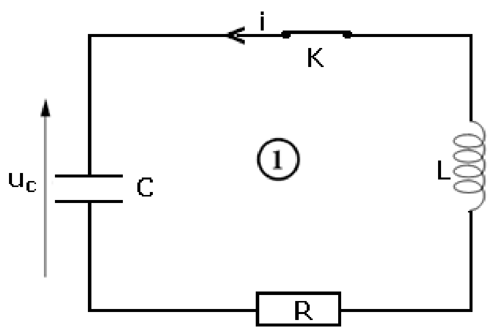
يمثل الشكل (2) تغيرات التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف .

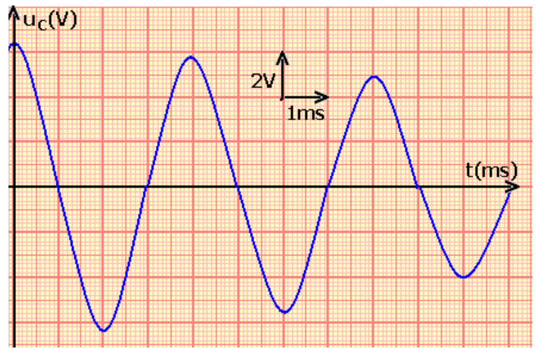
1 ـ انقل الشكل (1) وبين عليه كيفية ربط كاشف التذبذب لمعاينة التوتر $u_C(t)$.

2 ـ ما هو نظام التذبذبات ؟

3 ـ حدد شبه الدور T .

4 ـ علما أن سعة المكثف المستعمل هي C=1μF حدد معامل التحريض الذاتي للوشيعة . نعتبر أن شبه الدور T يساوي الدور الخاص .





تمرين 2

نعتبر الدارة المكونة من مكثف سعته C ووشيعة معامل تحريضها الذاتي L وقاطع التيار K . المقاومة الكلية للدارة منعدمة . نشحن المكثف بحيث يحمل أحد لبوسيه كمية الكهرباء Q_0 ثم نغلق قاطع التيار K .

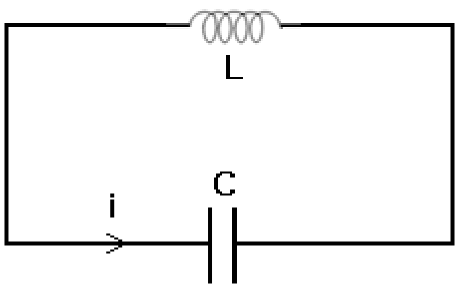
1 ـ أرسم تبيانة التركيب التجريبي .

2 ـ حدد تعبير i(t) علما أن / $q(t)=Q_0\cos\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$

3 ـ عبر عن الطاقة الكلية للدارة عند اللحظة t بطريقتين .

تمرين 3

نعتبر مكثفا سعته C=47,0nF مشحونا مسبقا تحت توتر مستمر U_0=6,0V . نصل مربطي المكثف بوشيعة معامل تحريضها الذاتي L=65mH ومقاومتها مهملة ، المنحى الموجب لمرور التيار الكهربائي ممثل في الشكل أسفله :



1 ـ أنقل التبيانة ومثل عليها التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف والتوتر $u_L(t)$ بين مربطي الوشيعة في الاصطلاح مستقبل .

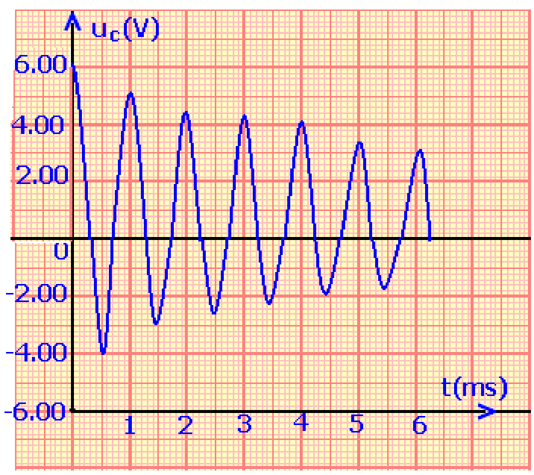
2 ـ اوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$.

3 ـ حل المعادلة التفاضلية هو $u_C(t)=U_m\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$. حدد قيمتي U_m و T_0 .

تمرين 4

نشحن مكثفا سعته C=0,25μF بواسطة مولد قوته الكهرمحركة E=6,0V ، ونركبه عند اللحظة t=0 بين مربطي وشيعة معامل تحريضها الذاتي L ومقاومتها r .

نعاين بواسطة راسم التذبذب تغيرات التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف ، فنحصل على الشكل أسفله :

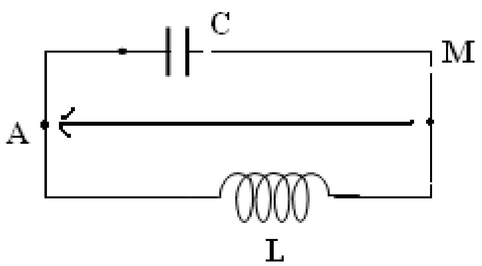


1 ـ ما نظام الذبذبات الملاحظ ؟
2 ـ كيف تفسر خمود هذه الذبذبات ؟
3 ـ أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C بين مربطي المكثف .
4 ـ عين مبيانيا شبه الدور T للذبذبات .
5 ـ نعتبر المقاومة r منعدمة .
5 ـ 1 أكتب في هذه الحالة المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C .
5 ـ 2 حل هذه المعادلة هو : $u_C(t)=U_m\cos(\alpha t+\varphi)$. ما تعبير كل من U_m,φ,α ؟
5 ـ 3 استنتج تعبير كل من الشحنة q(t) للمكثف وشدة التيار i(t) المار في الدارة .
5 ـ 4 أعط تعبير الدور الخاص T_0 للذبذبات .
6 ـ أحسب قيمة معامل التحريض الذاتي L للوشيعة ، علما أن شبه الدور T يساوي شبه الدور الخاص T_0 .
7 ـ لصيانات الذبذبات ، نركب على التوالي في الدارة RLC مولد يزودها بتوتر $u_g=R_0i$.
ما قيمة المقاومة R_0 التي تمكن من الحصول على ذبذبات جيبية ؟

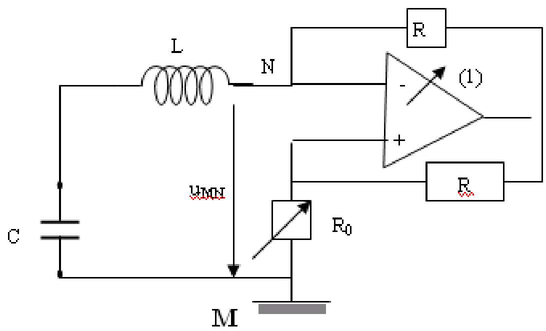
تمرين 5

نعتبر مكثفا سعته C مشحونا تحت توتر E .
عند اللحظة t=0 نربط المكثف بوشيعة معامل تحريضها الذاتي L ومقاومتها r .
1 ـ نعتبر مقاومة الوشيعة مهملة .
1 ـ 1 أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C بين مربطي المكثف .
1 ـ 2 حل هذه المعادلة هو : $u_C(t)=E\cos(\frac{2\pi}{T}t+\varphi)$. أوجد تعبير الطاقة الكلية ξ_t وبين أنها ثابتة .
2 ـ في الحقيقة ، مقاومة الوشيعة r غير مهملة .
2 ـ 1 أوجد ، في هذه الحالة ، المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$.
2 ـ 2 باستعمال هذه المعادلة بين أن : $\frac{d\xi_t}{dt}=-ri^2$ حيث : ξ_t الطاقة الكلية للدارة عند اللحظة t و i شدة التيار المار في الدارة عند اللحظة t . ماذا تستنتج ؟

تمرين 6



نشحن مكثف سعته C=0.1µF تحت توتر U_0=12V تم نركبه عند اللحظة t=0 بين مربطي وشيعة ذات معامل تحريض L=1.0H ومقاومة نفترض أنها مهملة.
1 ـ اثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شحنة المكثف q (q شحنة اللبوس المرتبط بالنقطة A)
2 ـ عبر عن الشحنة q بدلالة الزمن t
3 ـ احسب الدور الخاص T_0 ثم مثل التوتر u_{AM} بدلالة الزمن في المجال $[0ms , 6ms]$



4 ـ في هذه الحالة نأخذ بعين الاعتبار مقاومة الوشيعة بحيث قيمتها r=350Ω ولصيانة التذبذبات ننجز التركيب التالي :
أ ـ ما اسم المركبة (1) في هذا التركيب ؟
ب ـ باعتبار أن المضخم العملياتي كاملا بين أن $u_{MN}=-R_0i$.
ما هي القيمة الدنوية للحصول على تذبذبات مصانة ؟

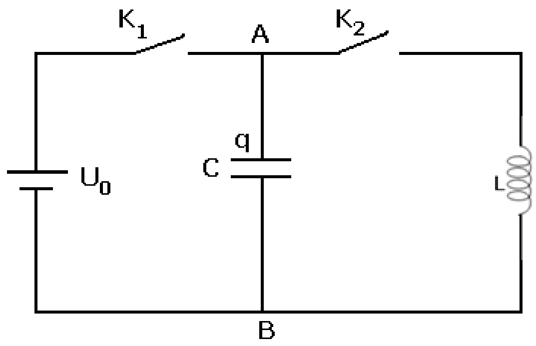
تمرين 7

نعتبر التركيب الممثل في الشكل أسفله
حيث L=0,8H و C=0,4µF و U_0=12V .
نحتفظ بقاطع التيار K_2 مفتوحا ونغلق قاطع التيار K_1 ثم نفتحه بعد لحظات .

1 ـ أحسب الشحنة القصوى للمكثف وعين على التبيانة اللبوس الذي يحمل الشحنة الموجبة .

2 ـ عند اللحظة t=0 نفتح قاطع التيار K_1 ونغلق قاطع التيار K_2 .

2 ـ 1 حدد عند اللحظة t=0 قيمة التوتر u_0 للتوتر u_{AB} وقيمة الشدة i_0 للتيار في الدارة LC .



2 ـ 2 أثبت المعادلة التفاضلية للدارة : $\frac{d^2u}{dt^2}+\frac{1}{LC}.u=0$

2 ـ 3 تحقق من أن حل هذه المعادلة يكتب على الشكل التالي : $u_C(t)=U_m\cos(\omega_0 t+\varphi)$. أحسب φ, U_m .

2 ـ 4 حدد قيمة الدور الخاص T_0 واحسب عند اللحظات $T_0, \frac{3T_0}{4}, \frac{T_0}{2}, \frac{T_0}{4}, 0$

أ ـ شحنة q للبوس A .

ب ـ الشدة i للتيار في الوشيعة .

ج ـ مثل في نفس المبيان i(t) و q(t) .

2 ـ 5 عبر عن الطاقة الكهرساكنة ξ_e والطاقة المغنطيسية ξ_m بدلالة الزمن t .

مثل في نفس المبيان ξ_e و ξ_m علق على المنحنيين .

تصحيح تمارين الكهرباء
الدارة RL و RC و RLC
السنة الثانية بكالوريا علوم فيزيائية وعلوم رياضية

المكثفات

تمرين 1

1 ـ حساب التوترين U_1 و U_2

بما أن المكثفين مركبين على التوالي فإن التوتر بين مربطيهما هو : $U=U_1+U_2$

ونعلم أن $U_1=\frac{Q_1}{C_1}$ و $U_2=\frac{Q_2}{C_2}$ و $U=\frac{Q}{C}$

أي أن $U=\frac{Q_1}{C_1}+\frac{Q_2}{C_2}$ وبما أن التيار المار في الدارة متوالية هو نفسه في جميع نقط الدارة .

$Q=Q_1=Q_2$ أي أن $U=Q\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\right)\Rightarrow Q=\frac{U}{\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\right)}$

وبالتالي :

$$U_1=\frac{Q_1}{C_1}=\frac{Q}{C_1}$$

$$U_1=\frac{\frac{U}{\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\right)}}{C_1}=\frac{U}{C_1.\left(\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}\right)}$$

$$U_1=\frac{C_2.U}{C_1+C_2}=200V$$

$$U_2=\frac{C_1.U}{C_1+C_2}=100V$$

2 ـ من خلال السؤال السابق لدينا :

$$Q_1=Q_2=C_1U_1=2.10^{-4}C$$

تمرين 2

نشحن مكثفا سعته $C_1=2\mu F$ تحت توتر $U=100V$ ثم نربطه بقطبي مكثف آخر غير مشحون ، سعته $C_2=0,5\mu F$.

1 ـ عين الشحنة الابتدائية Q للمكثف الذي سعته C_1 .

2 ـ احسب التوتر بين مربطي كل من المكثفين بعد ربطهما .

أجوبة :1 ـ $Q=2.10^{-4}C$ 2 ـ $U_1=U_2=80V$

تمرين3

من خلال المعطيات أننا نريد الحصول على مكثف مكافئ سعته أكبر بالنسبة لكل مكثف أي يجب أن نركب المكثفات على التوازي .

بما أن لها نفس السعة :

$$C=\sum_{i=1}^{n}C_i=n.C_1 \Rightarrow n=\frac{C}{C_1}$$
$$n=50$$

2 ـ شحنة هذا التجميع :

$$Q=C.U=0,20C$$

ـ شحنة كل مكثف هي :

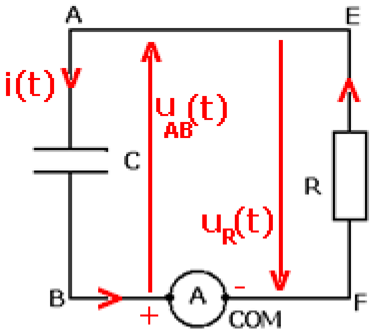
$$Q_1=C_1.U=4.10^{-3}C$$

الدارة RC

تمرين 1

1 ـ توجيه الدارة وتحديد منحى التيار الكهربائي المار في الدارة :

نعلم أن طريقة طريقة تركيب الأومبيرمتري المربط المشترك Com) يعتبر كقطب سالب) هي أن التيار يخرج من القطب السالب ويدخل من القطب الموجب بالنسبة للمكثف فهو يدخل من اللبوس A أي يوافق المنحى الاصطلاحي .



شحنة اللبوس A هي q بحيث أن q دالة تزايدية إذن $i=\frac{dq}{dt}>0$

2 ـ الاصطلاح المستعمل هو : اصطلاح مستقبل بالنسبة للمكثف وبالنسبة للموصل الأومي .

تعبير التوتر بين مربطيهما هو :

$$u_{AB}=\frac{q_A}{C}=-u_R=-Ri(t)$$
$$u_{AB}=-R.i(t)$$

4 ـ نطبق قانون إضافية التوترات :

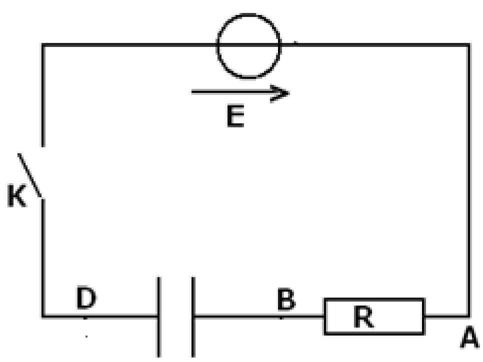
$$u_{AB}=-u_R \Rightarrow u_{AB}+u_R=0$$
$$u_{AB}+Ri(t)=0 \quad (1)$$
$$i(t)=\frac{dq}{dt}=C\frac{du_{AB}}{dt}$$
$$(1)\Leftrightarrow u_{AB}+RC\frac{du_{AB}}{dt}=0$$

تمرين 2 شحن مكثف

نشحن مكثفا سعته C=10μF من خلال التركيب التالي :

تغذية المولد مستقرة ، يزود الدارة بتوتر E=12,0V . مقاومة الموصل الأومي R=10kΩ .

عند اللحظة t=0 المكثف غير مشحون ونغلق قاطع التيار K .

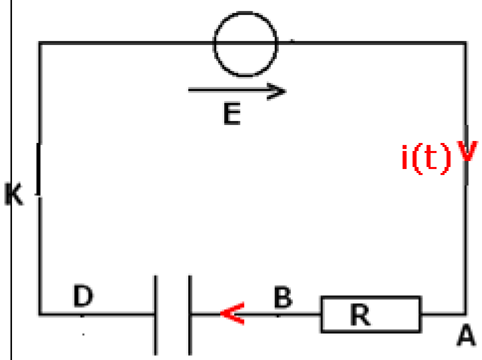


1 ـ لتكن $q_B=q$ شحنة اللبوس B للمكثف . نضع $i=\frac{dq}{dt}$ ، وجه على الدارة التيار i(t) .

2 ـ نضع $u_{BD}=u$ ، أكتب تعبير u_{AB} بدلالة u و عناصر الدارة .

$$u_{BD}=u$$
$$u=u_{BD}=\frac{q_B}{C}$$

ولدينا كذلك :



$$i(t)=\frac{dq}{dt}, u_{AB}=Ri(t)$$

$$u_{AB}=R.\frac{dq}{dt}=RC\frac{du}{dt}$$

نطبق قانون إضافية التوترات بين A و D :

$$u_{AD}=u_{AB}+u_{BD}$$

$$E=RC.\frac{du}{dt}+u$$

3 ــ أكتب المعادلة التفاضلية التي تحقق u(t) .

المعادلة التفاضلية التي تحقق u(t) هي :

$$E=RC.\frac{du}{dt}+u$$

4 ــ حل المعادلة التفاضلية هو على الشكل التالي : $u(t)=A(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$

4 ــ 1 حدد التعابير الحرفية ل A و τ وأحسب قيمها .

نعوض في المعادلة التفاضلية الحل $u(t)=A(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$

$$E=RCA.\left(0+\frac{1}{\tau}e^{-t/\tau}\right)+A\left(1-e^{-t/\tau}\right)$$

$$\left(\frac{RC}{\tau}-1\right)=0\Rightarrow RC=\tau$$

$$A=E$$

$$u(t)=10\left(1-exp\left(-t/0,1\right)\right)$$

A قيمة القوة الكهرمحركة للمولد و ثابتة الزمن τ تساوي RC

$$\tau=RC$$

تطبيق عددي :

A=10V و $\tau=RC=0,1s$

4 ــ 2 عبر عن تيار الشحن i(t)

تعبير تيار الشحن i(t) :

$$i(t)=\frac{dq}{dt}\Rightarrow i(t)=C\frac{du}{dt}\Rightarrow i(t)=\frac{E}{\tau}exp(-t/\tau)$$

$$u=10\left(1-exp\left(-t/0,1\right)\right)\Rightarrow i(t)=10^{2}\,exp\left(-t/0,1\right)$$

5 ــ عبر حرفيا ، عند اللحظة t=0 ، ثم أحسب قيم :

ــ u ، $\frac{du}{dt}$ ، i و $\frac{di}{dt}$

عند t=0 لدينا :

$$\left(\frac{du}{dt}\right)_{t=0}=\frac{E}{\tau}=10^2\,V/s$$

$$i(0)=\frac{E}{\tau}=10^2\,V/s$$

$$\frac{di}{dt}=-\frac{E}{\tau^2}\exp(-t/\tau)\Rightarrow\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0}=-\frac{E}{\tau^2}$$

$$u(0)=0$$

6 ـ 1 حدد عند $t_{1/2}$ اللحظة التي يصل فيها التوتر u(t) إلى القيمة $\frac{E}{2}$. ثم قارنها مع ثابتة الزمن τ .

$$u(t_{1/2})=E\left(1-\exp\left(-t_{1/2}/\tau\right)\right)$$

عند $t_{1/2}$ تكون

$$u(t_{1/2})=\frac{E}{2}=E\exp\left(-t_{1/2}/\tau\right)$$

$$\ln 2=\frac{t_{1/2}}{\tau}\Rightarrow t_{1/2}=\tau.\ln 2$$

6 ـ 2 في أية لحظة تكون عندنا $\frac{E}{4}$ ثم $\frac{E}{8}$ ؟

بنفس الطريقة نحصل بالنسبة ل $\frac{E}{4}$ على :

$$t'=2\tau\ln 2$$

بالنسبة ل $\frac{E}{8}$

$$t'=3\tau\ln 2$$

تمرين 3

1 ـ المعادلة التفاضلية التي تعبر عن تغيرات شحنة المكثف بدلالة الزمن :

عند غلق قاطع التيار K ، حسب قانون لإضافية التوترات لدينا :

$$E=u_R(t)+u(t)\Rightarrow E=Ri(t)+\frac{q}{C}$$

$$i(t)=\frac{dq}{dt}\Rightarrow E=R\frac{dq}{dt}+\frac{q}{C}$$

$$EC=RC\frac{dq}{dt}+q$$

2 ـ حل المعادلة التفاضلية هو $q(t)=Ae^{-\frac{t}{\tau}}+B$

2 ـ 1 شحنة المكثف $q(\infty)$

$$q(t)=A\exp(-t/\tau)+B$$

$$q(\infty)=B$$

في النظام الدائم شحنة المكثف $q(\infty)=C.u(\infty)$.

عندما تؤول $t\to\infty$ فإن u(t) تؤول إلى E أي أن $q(\infty)=C.E$ ، وبالتالي فإن $B=CE$

2 ـ 2 الشروط البدئية :

عند اللحظة t=0 لدينا $q(0)=0$ أي أن $q(0)=A+CE=0 \Rightarrow A=-CE$

وبالتالي فتعبير q(t) هو على الشكل التالي :

$$q(t)=C.E\left(1-exp\left(-t/\tau\right)\right)$$

تمرين 4 الطاقة في المكثف

1 ـ عند اللحظة t=0 لدينا :

$q(0)=0$ أي أن $q(0)=C.u(0)=0 \Rightarrow u(0)=0$

بما أنه لدينا مولد مؤمثل للتيار فهو يزود الدارة بتيار مستمر ثابت $I_0=0,2mA$ فإن

$$u_R(0)=R.i(0)=R.I_0=0,2V$$

حسب قانون إضافية التوترات فإن

$$u_G(0)=u_C(0)+u_R(0)$$

$$t=0, u_C(0)=0 \Rightarrow u_G(0)=u_R(0)=0,2V$$

2 ـ نوقف الشحن عند اللحظة t=10s

2 ـ 1 حساب الشحنة $q(t_1)$ للمكثف :

لدينا شدة التيار المار في الدارة هو :

$$I_0=\frac{dq}{dt} \Rightarrow dq=I_0dt$$

$$\int_0^{q_1} dq=I_0\int_0^{t_1} dt \Rightarrow q_1=I_0.t_1=2.10^{-3}C$$

2 ـ 2 التوتر $u_C(t)$

$$q_1=C.u_C(t) \Rightarrow u_C(t)=\frac{q_1}{C}=5V$$

2 ـ 3 الطاقة $\xi_e(t)$ المخزونة في المكثف :

$$\xi_e(t_1)=\frac{1}{2}C.u_C(t_1)^2=5.10^{-3}J$$

3 ـ 1 الطاقة المبددة بمفعول جول في الموصل الأومي :

$$E'=RI_0^2\Delta t=4.10^{-4}J$$

3 ـ 2 مردود المولد r :

$$r=\frac{\xi_e(t_1)}{\xi_e(t_1)+E'}=93\%$$

أن شحن المكثف يتم بشكل جيد لأن ضياع الطاقة بفعول جول ضعيف لا يمثل سوى

4 ـ في حالة ما تم استمرار في شحن المكثف دون توقف سيتلف هذا الأخير .

تمرين 6

1 ـ تعبير q_D بدلالة I و t :

لدينا شدة التيار المار في الدارة هو :

$$I=\frac{dq}{dt} \Rightarrow dq=Idt$$

$$\int_0^{q_D} dq=I\int_0^{t} dt \Rightarrow q_D=I.t$$

2 ـ حساب q_D إذا كانت مدة الشحن 20ثانية :

لدينا شدة التيار المار في الدارة هو :

$$I_0 = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow \Delta q_D = I_0 \Delta t = 4.10^{-5} C$$

3 ــ حساب التوتر U_{DF} :

$$q_D = C.u_{DF} \Rightarrow u_{DF} = \frac{q_D}{C} = \frac{I_0.\Delta t}{C} = 1{,}82V$$

4 ــ المدة الزمنية اللازمة لشحن المكثف كليا هي :

$$q_D = I_0.\Delta t \Rightarrow \Delta t = \frac{q_D}{I_0} = \frac{C.u_{DF\,max}}{I_0} = 692s$$

تمارين توليفية حول RC

1

العين المجردة أي أن الإبرة لا تستقر على قيمة معينة .

2 ــ المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C بين مربطي المكثف :

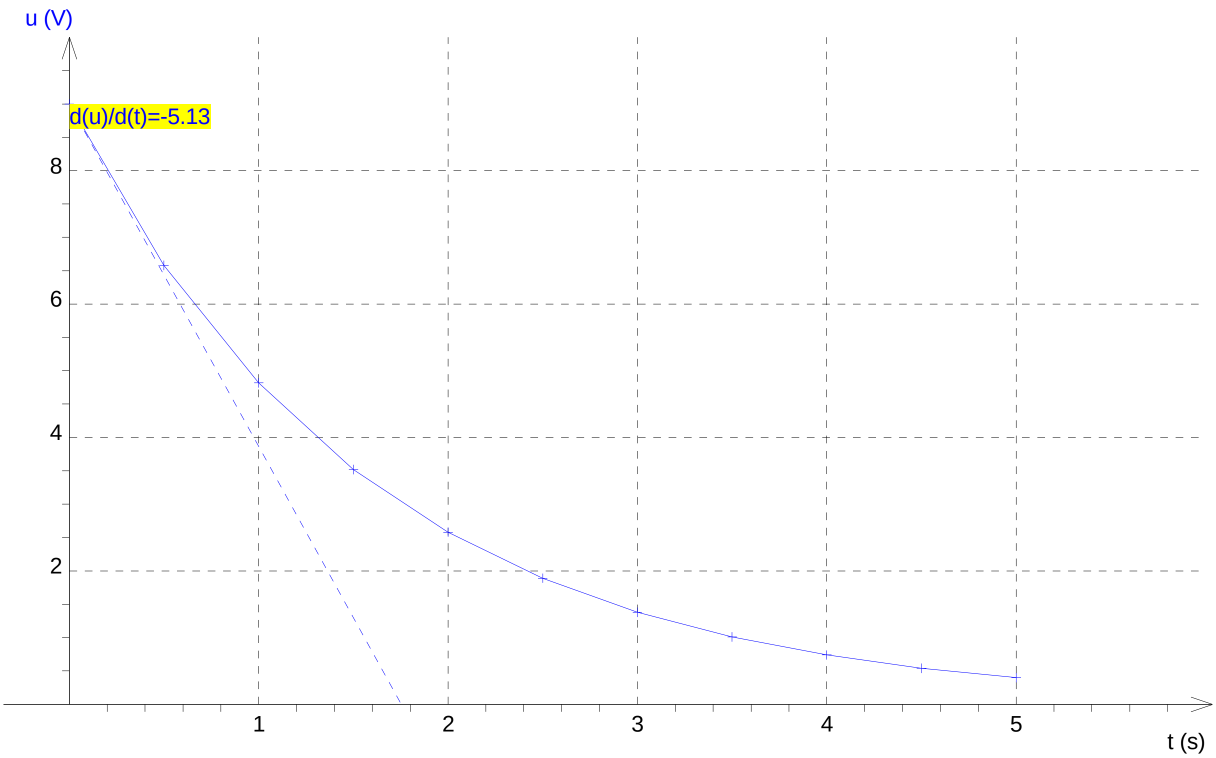
عند غلق قاطع التيار وحسب قانون إضافية التوترات :

$$u_C + u_V = 0 \Rightarrow u_C + R_V.i(t) = 0$$

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = C.\frac{du_C}{dt}$$

$$u_C + R_V.C\frac{du_C}{dt} = 0$$

3 ــ التمثيل المبياني للتوتر u بدلالة الزمن t :



من خلال المنحنى يتبين أن $\tau = 1{,}8s$

نستنتج R_V :

$$\tau = R_V.C \Rightarrow R_V = \frac{\tau}{C} = 225k\Omega$$

II ــ 1 العلاقة بين الشدة i(t) والتوتر u بين مربطي المكثف :

$$i(t)=\frac{dq}{dt}=C.\frac{du}{dt}$$

2 ـ العلاقة بين شدة التيار الكهربائي $i_1(t)$ المار في الفولطمتر و التوتر u بين مربطيه :

حسب قانون أوم لدينا : $u=R_V.i_1(t)\Rightarrow i_1(t)=\frac{u}{R_V}$

3 ـ نطبق قانون العقد لدينا :

$$I=i(t)+i_1(t)\Rightarrow I=C.\frac{du}{dt}+\frac{u}{R_V}$$

$$u+R_V.C\frac{du}{dt}=R_V.I$$

4 ـ نضع $E=R_V.I$ و $\tau=R_V.C$ تصبح المعادلة التفاضلية على الشكل التالي :

$$u+\tau\frac{du}{dt}=E$$

ونعلم أن حل هذه المعادلة التفاضلية هو على الشكل التالي : $u=E\left(1-\boldsymbol{exp}\left(-t/\tau\right)\right)$

مما يبين أن الشحن تم كأنه بواسطة مولد قوته الكهرمحركة E بحيث أن $E=R_V.I$.

5 ـ التأكد من هذه النتيجة ، نقوم بحساب $E=R_V.I=14,625V$

وهذا لايتوافق مع التمثيل المبياني ، من الممكن أن يكون الشكل غير صحيح .

ثنائي القطب RL

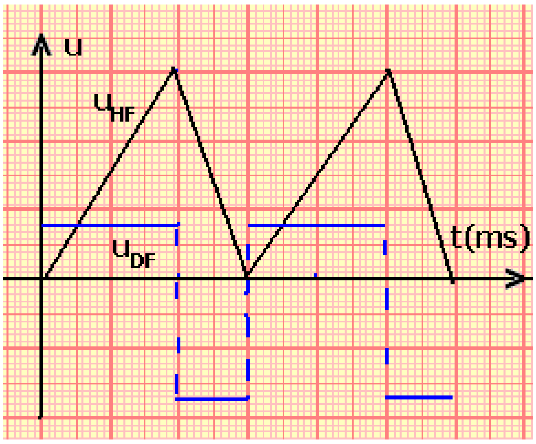
تمرين 1

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

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

$$u_L = ri + L\frac{di}{dt}$$ بما أن شدة التيار ثابتة $$\frac{di}{dt} = 0 \Rightarrow u_L = r.i = 10,2V$$

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 :

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

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

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

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

تمرين5

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

2 ــ 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 ــ 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 ــ 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 : $u_S(t)=1V$

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

تمارين توليفية حول RL

تمرين 1 مولد لتوترات مربعية .

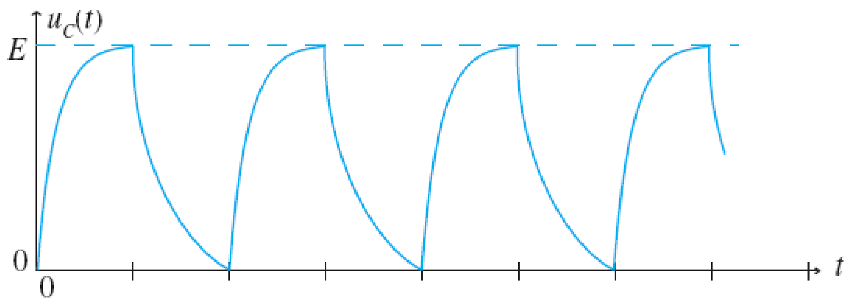
1 ــ في المجال $t\in\left[0;\frac{T}{2}\right[$ ، لدينا $e(t)=E$ أي أن المولد يتصرف كمولد للتوتر ثابت وهي رتبة صاعدة للتوتر t>0 وبالتالي سيكون هناك في هذه الحالة شحن المكثف .

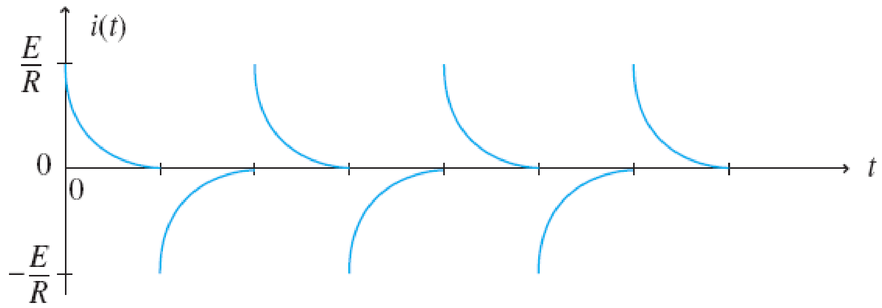
للحصول على النظام الدائم يجب أن تكون $t\geq 5\tau$ أي أن $5\tau\leq\frac{T}{2}\Rightarrow T\geq 10\tau=10.RC$ وبالتالي فالقيمة الدنوية التقريبية للدور T هي : $T_{min}=10.R.C\approx 10s$

2 ــ 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 : $T_{min}=5.R.C\approx 5s$

3 ـ التمثيل النبياني :





II ـ

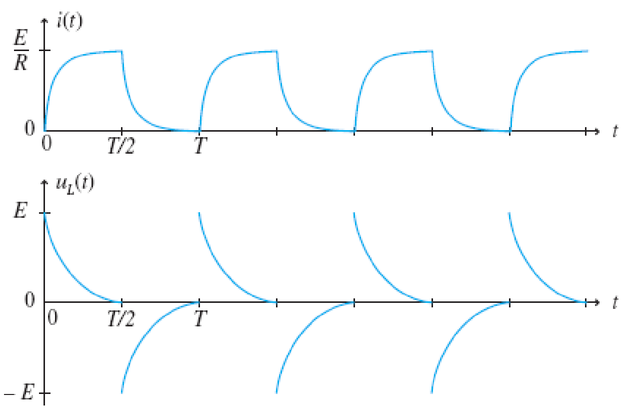
1 ـ في المجال $t\in\left[0;\frac{T}{2}\right[$ ، لدينا $e(t)=E$ أي أن المولد يتصرف كمولد للتوتر ثابت للتوتر t>0 وتعتبر كإقامة التيار في الوشيعة والموصل الأومي.

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 : $T_{\min}=10.\frac{L}{R}\approx 0,05s$

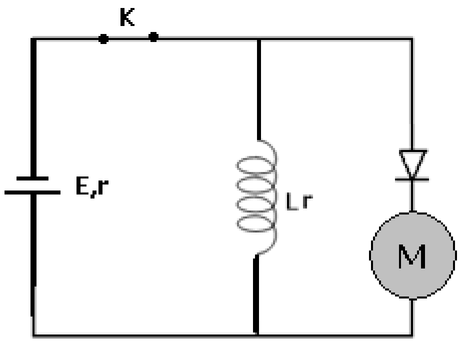
2 ـ في المجال $t\in\left[\frac{T}{2};T\right[$ ، لدينا $e(t)=0$ أي أن المولد يتصرف كقاطع التيار وهي رتبة نازلة للتوتر t>0 وبالتالي سيكون هناك انعدام التيار في الدارة RL .

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 :

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



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 :

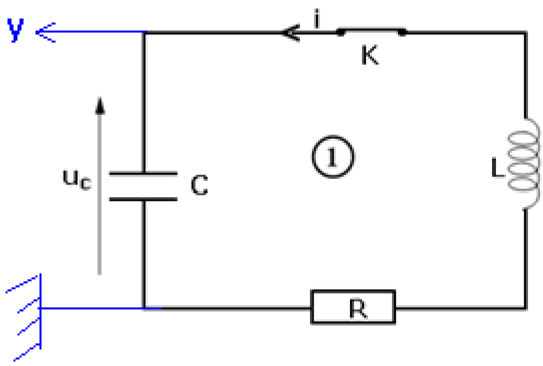
$$\rho=\frac{\Delta E'}{\Delta E}=\frac{0{,}343.10^{-2}}{0{,}5.10^{-2}}=67\%$$

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

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

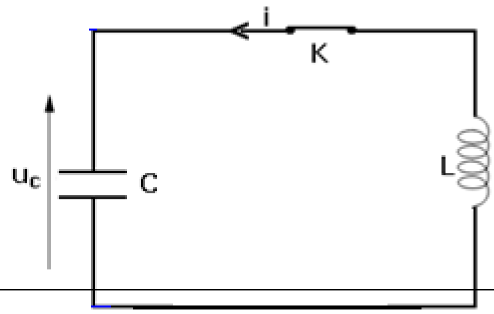
$$T^2=4\pi^2L.C\Rightarrow L=\frac{T^2}{4\pi^2.C}=0{,}40H$$

تمرين 2

1 ـ تبيانة التركيب التجريبي :

أنظر الشكل

2 ـ تعبير i(t) :



$$i(t)=\frac{dq}{dt}=-\frac{2\pi}{T}Q_0\,sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$$

3 ـ الطاقة الكلية للدارة في اللحظة t بطريقتين :

الطريقة الأولى : بما أن الدارة مثالية فإن الطاقة الكلية للدارة في كل لحظة هي مجمع الطاقة الكهربائية في المكثف والطاقة المغنطيسية في الوشيعة أي أن :

$$\xi_t=\xi_e+\xi_m=\frac{1}{2}\frac{q^2}{C}+\frac{1}{2}Li^2$$

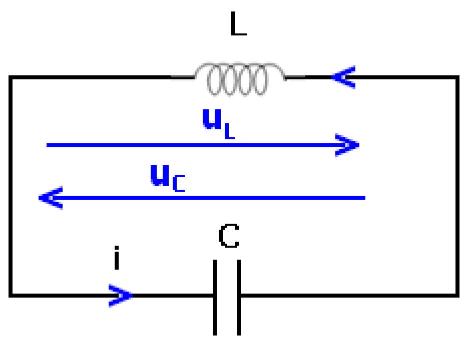
الطريقة الثانية :

الطاقة الكلية للدارة هي الطاقة القصوية المخزونة في المكثف أي أن :

$$\xi_t=\frac{1}{2}\frac{Q_0^2}{C}$$

تمرين 3

1 ـ التمثيل على التبيانة لكل من u_C و u_L :



2 ـ المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$

حسب قانون إضافية التوترات :

$$u_C+u_L=0$$

$$u_L=L\frac{di}{dt},i=\frac{dq}{dt},q=u_C.C$$

$$u_L=LC\frac{d^2q}{dt^2}$$

$$LC\frac{d^2q}{dt^2}+u_C=0\Rightarrow\frac{d^2q}{dt^2}+\frac{1}{L.C}u_C=0$$

3 ـ حل المعادلة التفاضلية هو $u_C(t)=U_m\cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$.

تحديد U_m و T_0 :

تحديد U_m :

عند اللحظة t=0 المكثف مشحون التوتر بين مربطيه قصوي أي أن $u_C(o)=U_0=U_m\cos 0$

وبالتالي فإن $U_m=U_0$

تحديد الدور الخاص T_0 :

نعوض الحل في المعادلة التفاضلية :

$$\frac{d^2u_C}{dt^2}+\frac{1}{L.C}u_C=0$$

$$u_C(t)=U_m\,cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)\Rightarrow\frac{d^2u_C}{dt^2}=-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2U_m\,cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)$$

$$-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2U_m\,cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)+\frac{1}{L.C}U_m\,cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)=0$$

$$\left(\frac{1}{L.C}-\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2\right)U_m\,cos\left(\frac{2\pi}{T_0}t\right)=0\Rightarrow\left(\frac{2\pi}{T_0}\right)^2=\frac{1}{L.C}$$

$$T_0=2\pi\sqrt{L.C}=0,34ms$$

تمرين 4

1 ــ نظام الذبذبات الملاحظ هي شبه دورية لأن الموسع يتناقص مع الزمن t .

2 ــ تفسير خمود الذبذبات :

يفسر خمود الذبذبات إلى تناقص الطاقة الكلية نتيجة وجود المقاومة r للوشيعة والتي تتحول فيها الطاقة الكلية المتناقصة إلى طاقة حرارية بمفعول جول .

3 ــ المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C بين مربطي المكثف :

حسب قانون إضافية التوترات :

$$u_L + u_C = 0 \Rightarrow ri(t) + L\frac{di}{dt} + u_C = 0$$

$$i(t) = C\frac{du_C}{dt}, \frac{di}{dt} = C\frac{d^2u_C}{dt^2}$$

$$rC\frac{du_C}{dt} + LC\frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = 0$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{r}{L}\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{LC}u_C = 0$$

4 ــ تعيين شبه الدور T للذبذبات هو : T=1ms .

5 ــ نعتبر المقاومة r للوشيعة منعدمة :

5 ــ 1 المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C :

$$u_L + u_C = 0 \Rightarrow L\frac{di}{dt} + u_C = 0$$

$$i(t) = C\frac{du_C}{dt}, \frac{di}{dt} = C\frac{d^2u_C}{dt^2}$$

$$LC\frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = 0$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_C = 0$$

5 ــ 2 حل المعادلة التفاضلية على الشكل التالي : $u_c(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$

تعبير U_m :

عند اللحظة t=0 لدينا : $u_c(0) = E = U_m \cos(\varphi) \Rightarrow \cos\varphi = \frac{E}{U_m}$

في اللحظة t=0 تكون شدة التيار في الوشيعة منعدمة :

$$u_c(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi)$$

$$i(t) = -C.\omega U_m \sin(\omega t + \varphi) \Rightarrow i(0) = -C.\omega U_m \sin(\varphi) = 0$$

$$\sin\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 0 \;\; ou \;\; \varphi = \pi$$

$$\cos\varphi > 0 \Rightarrow \varphi = 0$$

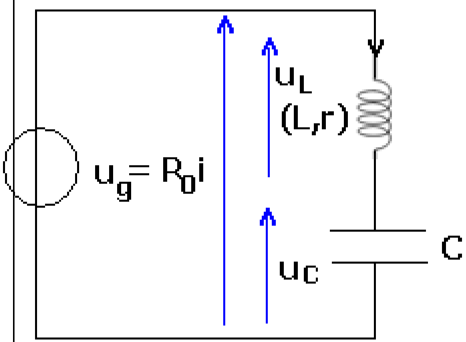
وبالتالي ستكون $\cos\varphi = 1 = \frac{U_m}{E} \Rightarrow U_m = E$

تحديد ω

من خلال السؤال السابق أن شبه الدور يساوي الدور الخاص للدارة المثالية LC : $T_0 = T = 1ms$

وبالتالي ستكون المعادلة الزمنية على الشكل التالي :

$$u(t) = 6\cos(2.10^3\pi t)$$

5 ـ 3 تعبير q(t) :
نعلم أن
$$q(t)=C.u_c(t)=1,5.10^{-6}\cos(2000\pi t)$$
تعبير i(t) :
$$i(t)=\frac{dq(t)}{dt}=-3\pi.10^{-3}\sin(2000\pi t)$$
5 ـ 3 تعبير الدور الخاص للذبذبات :
$$T_0=2\pi\sqrt{L.C}$$
6 ـ حساب قيمة معامل التحريض الذاتي L للوشيعة علما أن شبه الدور يساوي الدور الخاص T_0 :
$$T=T_0=2\pi\sqrt{L.C}\Rightarrow T_0^2=4\pi^2L.C$$
$$L=\frac{T_0^2}{4\pi^2.C}=0,1H$$


7 ـ قيمة المقاومة R_0 للحصول على ذبذبات جيبية :
$$u_g=ri+L\frac{di}{dt}+\frac{1}{C}\frac{d^2i}{dt^2}\Rightarrow R_0i=ri+L\frac{di}{dt}+\frac{1}{C}\frac{d^2i}{dt^2}$$
$$(r-R_0)i+L\frac{di}{dt}+\frac{1}{C}\frac{d^2i}{dt^2}=0$$
للحصول على ذبذبات جيبية يجب أن تكون المعادلة التفاضلية على الشكل التالي :
$$(r-R_0)i+L\frac{di}{dt}+\frac{1}{C}\frac{d^2i}{dt^2}=0\Rightarrow R_0=r\Rightarrow L\frac{di}{dt}+\frac{1}{C}\frac{d^2i}{dt^2}=0$$
تمرين 5
1 ـ في حالة مقاومة الوشيعة مهملة :
1 ـ 1 المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$:
$$u_L+u_C=0\Rightarrow L\frac{di}{dt}+u_C=0$$
$$i(t)=C\frac{du_C}{dt},\frac{di}{dt}=C\frac{d^2u_C}{dt^2}$$
$$LC\frac{d^2u_C}{dt^2}+u_C=0$$
$$\frac{d^2u_C}{dt^2}+\frac{1}{LC}u_C=0$$
1 ـ 2 تعبير الطاقة الكلية ξ_t :

$$\xi_t = \frac{1}{2}Li(t)^2 + \frac{1}{2}Cu_C(t)^2$$

$$u_C(t) = E\cos\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$$

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = C.\frac{du_C}{dt} = -C\frac{2\pi E}{T}\sin\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$$

$$\xi_t = \frac{1}{2}LC^2\frac{4\pi^2E^2}{T^2}\sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right) + \frac{1}{2}CE^2\cos^2\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$$

$$T^2 = 4\pi^2L.C \Rightarrow L.C = \frac{T^2}{4\pi^2}$$

$$\xi_t = \frac{1}{2}CE^2\sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right) + \frac{1}{2}CE^2\cos^2\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)$$

$$\xi_t = \frac{1}{2}CE^2\left(\sin^2\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right) + \cos^2\left(\frac{2\pi}{T}t + \varphi\right)\right)$$

$$\xi_t = \frac{1}{2}CE^2$$

2 ـ في حالة مقاومة الوشيعة غير مهملة :

2 ـ 1 المعادلة التي يحققها التوتر u_C :

$$u_L + u_C = 0 \Rightarrow ri(t) + L\frac{di}{dt} + u_C = 0$$

$$i(t) = C\frac{du_C}{dt}, \frac{di}{dt} = C\frac{d^2u_C}{dt^2}$$

$$rC\frac{du_C}{dt} + LC\frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C = 0$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{r}{L}\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{LC}u_C = 0$$

2 ـ باستعمال المعادلة التفاضلية نبين أن $\frac{d\xi_t}{dt} = -ri^2$

$$\xi_t = \frac{1}{2}Li(t)^2 + \frac{1}{2}Cu_C(t)^2$$

$$\frac{d\xi_t}{dt} = Li(t)\frac{di}{dt} + Cu_C\frac{du_C}{dt} \Rightarrow \frac{d\xi_t}{dt} = LC^2\frac{du_C}{dt}\frac{d^2u_c}{dt^2} + Cu_C\frac{du_C}{dt}$$

$$\frac{d\xi_t}{dt} = LC^2\frac{du_C}{dt}\left(\frac{d^2u_c}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_C\right)$$

$$\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{r}{L}\frac{du_C}{dt} + \frac{1}{LC}u_C = 0 \Rightarrow \frac{d^2u_c}{dt^2} + \frac{1}{LC}u_C = -\frac{r}{L}\frac{du_C}{dt}$$

$$\frac{d\xi_t}{dt} = -\frac{r}{L}LC^2\left(\frac{du_C}{dt}\right)^2 = -ri^2$$

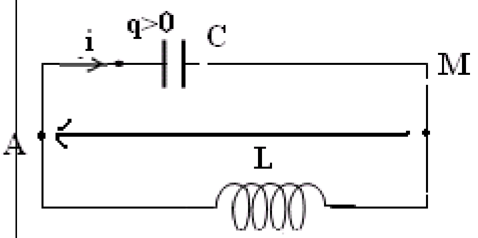
تمرين 6

1 ــ المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة :

$u_{AM} = \frac{q}{C}$ وبين مربطي الوشيعة لدينا $u_{AM} = -L\frac{di}{dt}$

وبما أن التوتر بين الوشيعة هو التوتر بين المكثف :

$$\frac{q}{C} = -L\frac{d^2q}{dt^2} \Rightarrow \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}q = 0$$



2 ــ المعادلة الزمنية q(t) :

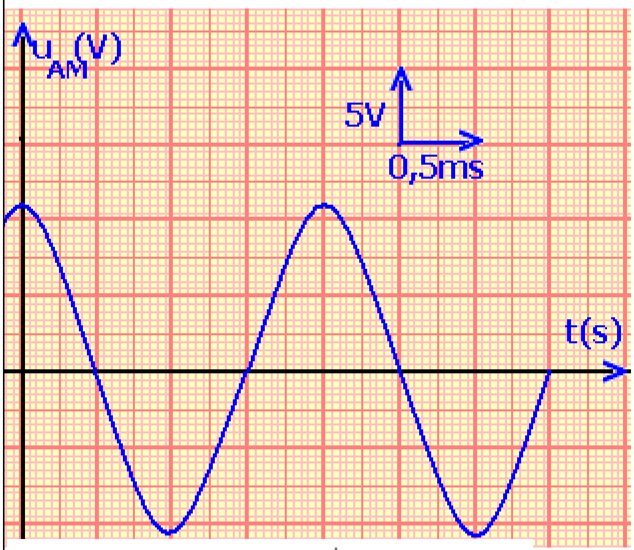
$q(t) = Q_0\cos(\omega_0 t + \varphi)$ في اللحظة t=0 لدينا

$q(t) = Q_0 = CU_0 = 1{,}2.10^{-6}\,C$ يعني أن $\cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$ إذن

$$q(t) = 1{,}2.10^{-6}\cos(3162t)$$

3 ــ حساب الدور الخاص $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$ تطبيق عددي :

$$T_0 = 2ms$$



تمثيل التوتر u_{AM} . نعلم أن $u_{AM} = \frac{q}{C} = 12\cos(3162t)$

4 ــ 1 اسم المركبة (1) في التركيب : المضخم العملياتي

حسب الشكل أسفله :

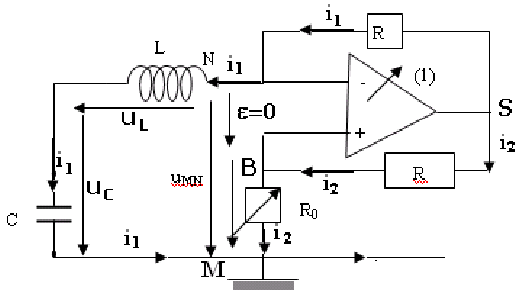
$$u_{MN} = \varepsilon - R_0 i_2 = -R_0 i_2$$

من جهة أخرى $u_{NS} = u_{NB} + u_{BS}$ أي أن

$$-Ri_1 = 0 - Ri_2$$

وبالتالي $i_1 = i_2 = i$

أي أن $u_{MN} = -R_0 i$



القيمة الدنوية للحصول على التذبذبات مصانة هي :

حسب قانون إضافية التوترات بين M و N :

$$u_{MN} = u_L + u_C = -L\frac{di}{dt} - ri - \frac{q}{C}$$

$$-R_0 i = -L\frac{di}{dt} - \frac{q}{C} - ri$$

$$L\frac{di}{dt} + \frac{q}{C} + (r - R_0)i = 0$$

لكي تكون هناك تذبذبات مصانة : $r - R_0 = 0 \Rightarrow R_0 = r = 350\Omega$

الدارة (R,L,C) المتوالية في النظام الجيبي والقسري .
Circuit (R,L,C)en série en régime sinusoïdal forcé

رأينا سابقا أن الدارة RLC المتوالية تكون متذبذبا كهربائيا مخمدا . عند إضافة مولد كهربائي مركب على التوالي إلى الدارة ويزودها بتوتر متناوب جيبي أي أنه يفرض على المتذبذب نظام متناوب جيبي ، نقول أن الدارة RLC توجد في **نظام جيبي قسري** .

I ـ النظام المتناوب الجيبي

1 ـ شدة التيار المتناوب الجيبي

$$i(t)=I_m \cos(\omega.t+\varphi_i)$$

I_m الوسع أو شدة القصوى للتيار .

ω : نبض التيار $\omega = 2\pi N = \frac{2\pi}{T}$

$(\omega.t+\varphi_i)$: طور التيار في اللحظة t .

φ_i : الطور في أصل التاريخ

مثال : عند أصل التواريخ t=0 شدة التيار قصوية $i(t)=I_m$ أي أن $\cos\varphi_i = 1 \Rightarrow \varphi_i = 0$ وبالتالي

$$\boldsymbol{i(t)=I_m \cos\omega.t}$$

الشدة الفعالة I للتيار :

تقاس الشدة الفعالة I للتيار بواسطة جهاز الأمبيرمتر وتربطها بالشدة الفصوى للتيار العلاقة :

$$I=\frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

2 ـ التوتر المتناوب الجيبي

التوتر اللحظي u(t)

التوتر المتناوب الجيبي دالة جيبية للزمن :

$$u(t)=U_m \cos(\omega.t+\varphi_2)$$

U_m الشدة القصوى للتوتر u(t) وهي تقاس بواسطة جهاز راسم التذبذب .

ω : نبض التوتر اللحظي u(t) $\qquad \omega = 2\pi N = \frac{2\pi}{T}$

$(\omega.t+\varphi_u)$: طور التوتر في اللحظة t .

φ_u : الطور في أصل التاريخ t=0

مثال عند أصل التواريخ t=0 عندنا $u(t)=U_m=U_m\cos\varphi_u$ وبالتالي أن $\varphi_u = 0$

$$\boldsymbol{u(t)=U_m \cos\omega.t}$$

التوتر الفعال U

يقاس التوتر الفعال U بواسطة جهاز الفولطمتر ، وتربطه بالتوتر الأقصى العلاقة :

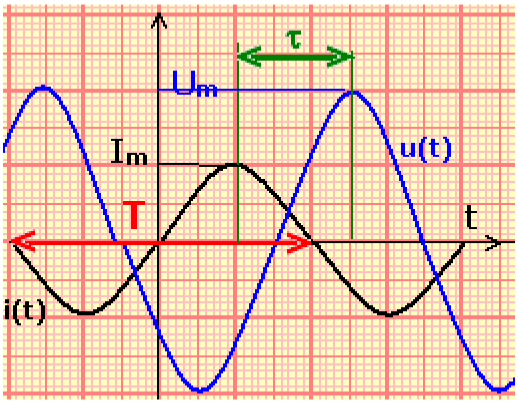
$$U=\frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

3 ـ مفهوم الطور

لنعتبر المقدارين المتناوبين الجيبيين :

$u(t)=U_m \cos(\omega.t+\varphi_u)$ و $i(t)=I_m \cos(\omega.t+\varphi_i)$

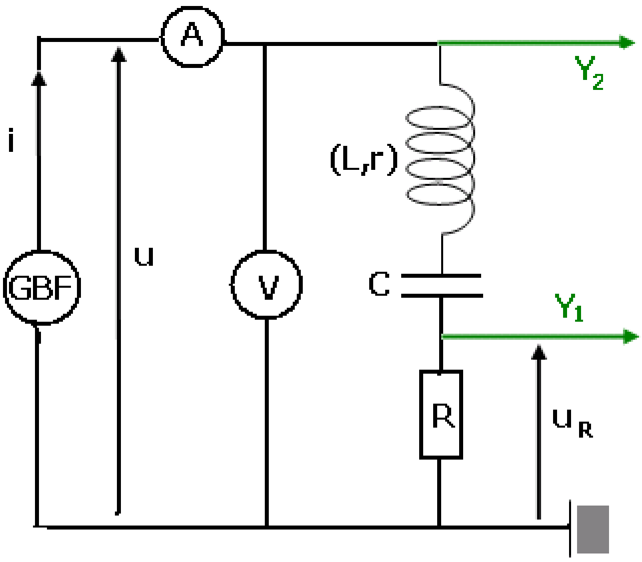
نسمي طور الدالة $\boldsymbol{u(t)}$ بالنسبة للدالة $\boldsymbol{i(t)}$: $\varphi_{u/i}=\varphi_u-\varphi_i$



وطور الدالة $i(t)$ بالنسبة للدالة $u(t)$: $\varphi_{i/u} = \varphi_i - \varphi_u$
و $\varphi_{u/i}$ $(\varphi_{i/u})$ تقيس تقدم وتأخر طور الدالة $u(t)$ بالنسبة $i(t)$
ونعبر عنه بالرديان .
$\varphi_{u/i} > 0$ نقول أن $u(t)$ متقدمة في الطور على $i(t)$
$\varphi_{u/i} < 0$ نقول أن $u(t)$ متأخرة في الطور على $i(t)$
$\varphi_{u/i} = \frac{\pi}{2}$ نقول أن $u(t)$ و $i(t)$ على تربيع في الطور . ونفس
الشيء بالنسبة $\varphi_{u/i} = -\frac{\pi}{2}$
$\varphi_{u/i} = \pi$ نقول أن $u(t)$ و $i(t)$ على تعاكس في الطور .
كيف نحدد قيمة φ ؟
لتبسيط الدراسة نختار $\varphi_i = 0$ أي أن $\varphi = \varphi_u$ فتصبح العلاقة $i(t) = I_m \cos \omega t$ و

$$u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi) \Rightarrow u(t) = U_m \cos\left(\omega\left(t + \frac{\varphi}{\omega}\right)\right) = U_m \cos(\omega(t+\tau))$$

يوافق الطور $\varphi = \varphi_u$ للتوتر u(t) بالنسبة للتيار i(t) ، المدة الزمنية τ . حيث $\tau = \frac{\varphi}{\omega}$



يسمى τ الفرق الزمني بين منحنيي u(t) و i(t) .
يمكّن قياس τ على شاشة راسم التذبذب من
تحديد القيمة المطلقة للطور φ .

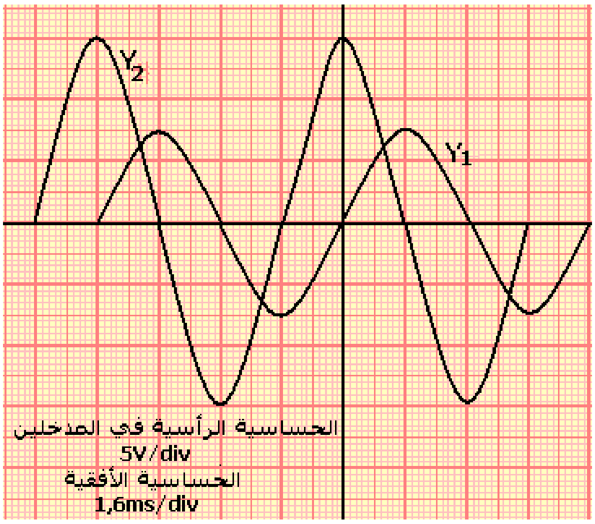
II ـ دراسة دارة RLC متوالية في نظام جيبي قسري .

1 ـ النشاط التجريبي 1 : معاينة التوتر u(t) بين مربطي الدارة RLC و i(t) بدلالة الزمن .

ننجز التركيب الكهربائي جانبه ، حيث نضبط مولد
التردد المنخفض على توتر متناوب جيبي قيمته
القصوى $U_m=2V$ وعلى التردد $N=100Hz$.
نعاين بواسطة راسم التذبذب التوتر $u_R(t)$ بين
مربطي الموصل الأومي ، والتوتر u(t) بين مربطي
الدارة RLC .
نقيس بواسطة أمبير متر الشدة الفعالة I للتيار المار
في الدارة ، ونقيس بواسطة فولطمتر التوتر الفعال U بين مربطي الدارة RLC .
استثمار :
يزود المولد GBF الدارة RLC المتوالية بتوتر متناوب جيبي :
$u(t) = U_m \cos(\omega.t + \varphi_u)$
فيظهر في الدارة RLC المتوالية تيار كهربائي شدته $i(t) = I_m \cos \omega t$ يمثل التيار i(t) استجابة الدارة RLC المتوالية للإثارة التي يفرضها المولد ذي تردد منخفض .
نسمي الدارة RLC المتوالية **الرنان** والمولد **المثير**
يمكن المدخلان Y_1 و Y_2 لراسم التذبذب من معاينة التوتر $u_R(t)$ بين مربطي الموصل الأومي والتوتر u(t) المطبق بين مربطي الدارة RLC .
1 ـ فسر لماذا تمكن معاينة التوتر $u_R(t)$ من معاينة تغيرات شدة التيار اللحظية i(t) .

حسب قانون أوم لدينا $u_R(t) = Ri(t) \Rightarrow i(t) = \frac{1}{R}u(t)$ مما يدل على أن المنحنى المعين على المدخل Y_1 يتناسب اطرادا مع i(t) .

2 ـ أحسب شدة التيار القصوى I_m ، ثم تحقق من العلاقة $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$.



3 ـ عين القيمة القصوى U_m للتوتر u(t) ، ثم تحقق من العلاقة : $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$

4 ـ هل لمنحنيي الرسم التذبذبي :

ـ نفس الوسع ؟ نفس التردد ؟ نفس الطور ؟

ـ نقول أن الدارة توجد في نظام قسري ، فسر ذلك ؟

5 ـ نرمز للفرق الزمني بين منحنيي التوتر u(t) و i(t) بالحرف τ .

5 ـ 1 بين أن تعبير الطور φ للتوتر u(t) بالنسبة لشدة التيار i(t) يكتب كالتالي : $\varphi = 2\pi\frac{\tau}{T}$

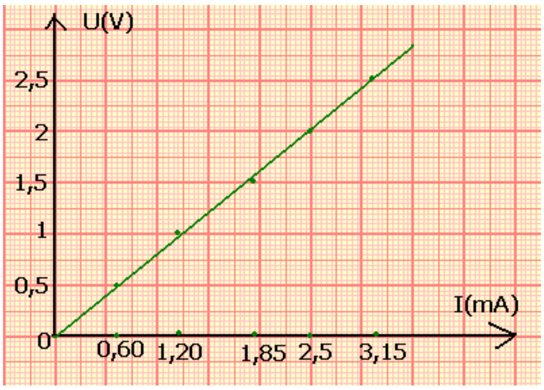
حيث T هو دور كل من المقدارين الجيبيين u(t) و i(t) .

5 ـ 2 تحقق تجريبيا من أن المقادير : معامل التحريض الذاتي L للوشيعة وسعة المكثف C ، والتردد N للمولد GBF تؤثر في الفرق الزمني τ .

2 ـ مفهوم الممانعة .

<u>تجربة</u> : في التركيب الكهربائي السابق نحتفظ بالتردد ثابتا ونغير التوتر الفعال U بدلالة الشدة الفعالة I فنحصل على الجدول التالي :

U(V)	0	0,5	1	1,5	2	2,5
I(mA)	0	0,60	1,20	1,85	2,50	3,15



نستنتج من خلال الجدول أن U و I يتناسبان اطرادا .

$\boldsymbol{U = ZI}$

تسمى الثابتة Z بممانعة الدارة ويعبر عنها في النظام العالمي للوحدات بالأوم Ω

<u>تأثير التردد على الدارة RLC</u>

نغير التردد في التجربة السابقة N'=500Hz ماذا نلاحظ ؟

عندما نغير التردد نلاحظ أن الطور يتغير وكذلك الممانعة Z .

<u>2 ـ الدراسة النظرية لدارة (R,L,C) في النظام الجيبي والقسري</u> .

2 ـ 1 ـ المعادلة التفاضلية للدارة :

نختار أصل التواريخ حيث يكون تعبير الشدة اللحظية كالتالي : $i(t) = I_m \cos \omega t$ و

$u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi_u)$

φ طور التوتر بالنسبة للشدة i .

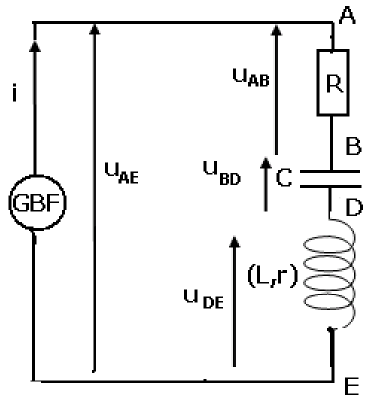
نطبق قانون إضافية التوترات : $u = u_{AE} = u_{AB} + u_{BD} + u_{DE}$

بتطبيق قانون أوم :

* على الموصل الأومي :

$u_{AB} = Ri$

* بالنسبة للوشيعة مقاومتها الداخلية مهملة ومعامل تحريضها L :



$$u_{DE} = L\frac{di}{dt}$$

* بالنسبة للمكثف سعته C :

$u_{BD} = \frac{q}{C}$ وبما أن $i = \frac{dq}{dt}$ فإن u دالة أصلية لشدة التيار i التي تنعدم

عند t=0 :

$$q(t) = \int_0^t idt \Leftrightarrow u_{DE} = \frac{1}{c}\int_0^t idt$$

نستنتج المعادلة التفاضلية للدارة (R,L,C) : $u = Ri + L\frac{di}{dt} + \frac{1}{c}\int_0^t idt$

u و i عندهما نفس التردد N وبما أن ω=2πN فإن u و i لهما نفس النبض .

$$i = I_m \cos\omega t$$

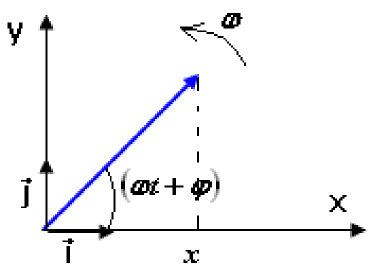
$$u = U_m \cos(\omega t + \varphi)$$

$$\frac{di}{dt} = I_m \frac{d(\cos\omega t)}{dt} = -\omega I_m \sin\omega t$$

$$\int_0^t idt = I_m \int_0^t \cos\omega t dt = \frac{I_m}{\omega}\sin\omega t$$

في المعادلة التفاضلية المحصل عليها سابقا :

$$u = RI_m \cos\omega t + L\omega I_m \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) + \frac{I_m}{C\omega}\cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$$



2 ـ 2 حل المعادلة التفاضلية ـ إنشاء فرينل

أ ـ تمثيل فرينل لمقدار جيبي

نعتبر المقدار الجيبي التالي : $x(t) = a\cos(\omega t + \varphi)$

نقرن المتجهة بالدالة $\vec{U}$ $x(t)$ بحيث في معلم $(O, \vec{i}, \vec{j})$ عندنا $\|\vec{U}\| = a$ و $(\vec{i}, \vec{U}) = \omega t + \varphi$

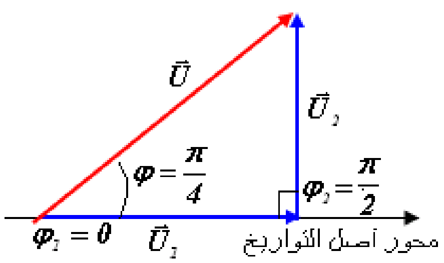
المتجهة تدور حول النقطة O بسرعة زاوية ωt . عند إسقاط $\vec{U}$ على Ox : $x(t) = a\cos(\omega t + \varphi)$

نلاحظ أن المقدار الجيبي x يطابق القياس الجبري لإسقاط المتجهة $\vec{U}$ على المحور Ox .

إذن يمكن إقران كل مقدار جيبي أو دالة جيبية $x(t) = a\cos(\omega t + \varphi)$ بمتجهة تدور بسرعة زاوية ω .

كما أن العكس صحيح كذلك : يمكن أن نقرن كل متجهة دوارة بمقدار جيبي نبضه مساو للسرعة الزاوية للدوران . المتجهة المقرونة بالدالة الجيبية تسمى بمتجهة فرينل .

ب ـ مجموع دالتين جيبيتين لهما نفس النبض .



نعتبر الدالتين الجيبيتين التاليتين : $x_1(t) = a_1\cos\omega t$ و

$x_2 = a_2\cos\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$ بحيث أن $a_1 = a_2 = a$

أوجد المجموع $x = x_1 + x_2$ باستعمال متجهة فرينل .

نقرن x_1 بمتجهة $\vec{U}_1$ بحيث أن $\|\vec{U}_1\| = a_1$ و طورها عند اللحظة t=0

هو $\varphi_1 = 0$

ونقرن x_2 بمتجهة $\vec{U}_2$ بحيث أن $\|\vec{U}_2\| = a_2$ وطورها في اللحظة t=0 هو $\varphi_2 = \frac{\pi}{2}$

$$\vec{U} = \vec{U}_1 + \vec{U}_2$$

المتجهة $\vec{U}$ منظمها $a\sqrt{2}$

وطورها عند اللحظة t=0 هو $\varphi = \dfrac{\pi}{4}$

لأن $\tan\varphi = 1$

إذن $x(t) = a\sqrt{2}\cos\left(\omega t + \dfrac{\pi}{4}\right)$

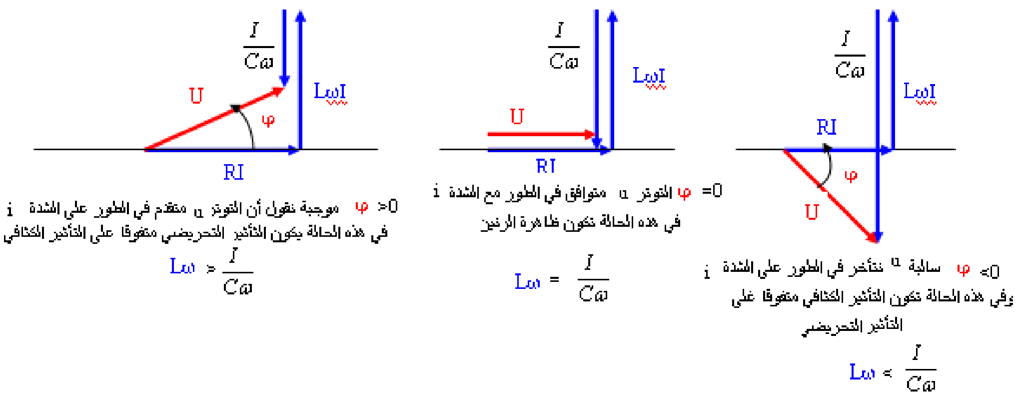
ج ـ إنشاء فرينل للحصول على مجموع الدالات الثلاث .

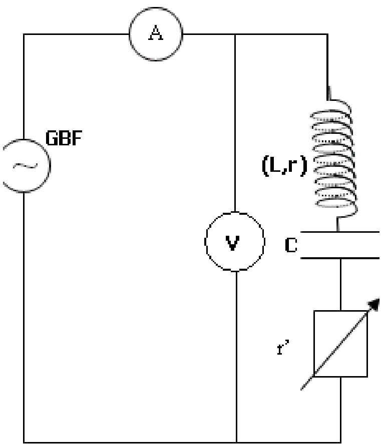
اعتمادا على الإنشاء الهندسي والعلاقات في المثلث فائم الزاوية يمكن الحصول على

$U_m = \sqrt{R^2 + (L\omega - \dfrac{1}{C\omega})^2}\ I_m$ من هنا نستنتج الممانعة $Z = \dfrac{U_m}{I_m} = \dfrac{U}{I}$ أي أن

$$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

الطور φ نحسب $tg\varphi = \dfrac{L\omega - \dfrac{1}{C\omega}}{R}$ أو كذلك $\cos\varphi = \dfrac{RI_m}{U_m} = \dfrac{R}{Z}$





III ـ ظاهرة الرنين الكهربائي .

1 ـ الدراسة التجريبية :

ننجز التركيب التجريبي الممثل جانبه حيث يعطي مولد التوتر المنخفض GBF توترا متناوبا قيمته الفعالة U وتردده N قابلان للضبط .

ـ الوشيعة معامل تحريضها الذاتي L=0,95H ومقاومتها r صغيرة .

ـ مكثف سعته C=0,5μF

ـ نثبت التوتر الفعال U على القيمة U=2V والمقاومة الكلية R=r+r′ على القيمة $R_1=40\Omega$.

ـ نغير التردد N للمولد وفي كل مرة نقيس الشدة الفعالة I للتيار .

ـ نضبط المقاومة الكلية R للدارة على القيمة $R_2=100\Omega$ وذلك بتغيير المقاومة r′ للموصل الأومي ، ونعيد التجربة السابقة .

ندون النتائج في الجدول التالي :

نغير المقاومة R للدارة بتغيير المقاومة r′ للموصل الأومي ، فنحصل على النتائج التالية :

N(Hz)	100	120	130	140	150	155	158	160	161	166	170	180	200
$R_1=40\Omega$,I(mA)	2	3,12	4,37	6,25	11,25	16,6	22,5	25	25,75	23,12	16	9,37	53,7
$R_2=100\Omega$,I(mA	2	3,75	4,37	6,25	10	12,5	14,5	14,75	14,87	14,5	12,5	8,25	4,75

استثمار النتائج :
1 ـ مثل في نفس المعلم ، المنحنيين I بدلالة N بالنسبة للمقاومتين الكليتين R_1 و R_2 للدارة .
2 ـ يطلق اسم الرنان على المتذبذب RLC واسم المثير على مولد التردد المنخفض GBF .
عندما يأخذ التردد N للمثير قيمة مساوية للتردد الخاص N_0 للرنان ، تصبح الشدة الفعالة للتيار المار في الدارة قصوى ، نقول في هذه الحالة إن الدارة RLC التوالية في حالة رنين .
2 ـ 1 حدد بالنسبة لكل منحنى :
ـ التردد N_0 عند الرنين .
ـ الشدة الفعالة I_0 عند الرنين .
2 ـ 2 أحسب Z_1 ممانعة الدارة عند الرنين ، ثم قارنها بالمقاومة الكلية R_1 للدارة .
كيف تتصرف الدارة RLC عند الرنين ؟
3 ـ المنطقة الممرّة ذات ـ 3dB ـ 3décibel لدارة RLC متوالية هي مجال الترددات $[N_1,N_2]$ للمولد
حيث تحقق الشدة الفعالة I للتيار العلاقة : $I \geq \frac{I_0}{\sqrt{2}}$.
3 ـ 1 عين كلا من N_1 و N_2 بالنسبة للمنحنى الموافق ل R_1 .
3 ـ 2 أحسب العرض $\Delta N = N_2 - N_1$ للمنطقة الممررة ثم قارنه مع القيمة النظرية $\Delta N = \frac{R_1}{2\pi L}$ ، ماذا تستنتج ؟
3 ـ 3 ما تأثير المقاومة الكلية للدارة على عرض المنطقة الممررة ؟
4 ـ نضبط تردد المثير على القيمة N_0 .
4 ـ 1 كيف يجب ربط كاشف التذبذب لمعاينة التوترين u(t) و $u_R(t)$ ؟
4 ـ 2 هل التوتران u(t) و $u_R(t)$ على توافق في الطور ؟ علل إجابتك .

2 ـ دراسة منحنيات رنين الشدة

أ ـ قيمة تردد الرنين

حسب المنحنيات نلاحظ:
ـ أنها تتوفر على قيمة قصوية توافق نفس القيمة والتي تساوي N=160Hz بالنسبة للدارة كيفما كانت R .
ـ حساب التردد الخاص N_0 للدارة :

$$N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$N_0 \cong 604Hz$$

نستنتج أن $N=N_0$ نقول أن هناك رنينا.

تحدث ظاهرة الرنين عندما يكون التردد N للتوتر المطبق مساويا للتردد الخاص N_0 للدارة $N=N_0$

ب ـ دور مقاومة الكلية للدارة

يلاحظ من خلال المنحنيات الاستجابة :
مهما كانت المقاومة R للدارة صغيرة تكون شدة التيار الفعالة القصوية عند الرنين كبيرة ويكون الرنين حادا .
عندما تكون R كبيرة يزول الرنين ، نقول أن الرنين أصبح ضبابيا .

3 ـ الدراسة النظرية لظاهرة الرنين :

1 ـ قيم المقادير المميزة

أ ـ التردد عند الرنين

$\omega = 2\pi N \quad I = f(N)$

$I = f(\omega)$

$$I = \frac{U}{Z} = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}}$$

I تكون قصوية عندما تكون الممانعة Z دنوية أي $L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0$

$$LC\omega^2 = 1$$

$$\omega = \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

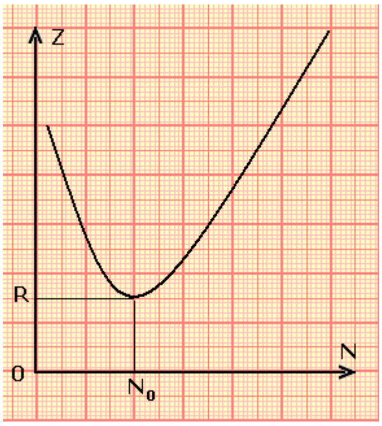
$$N = N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

I قصوية بالنسبة $N=N_0$ وهذا يتطابق مع النتائج التجريبية.

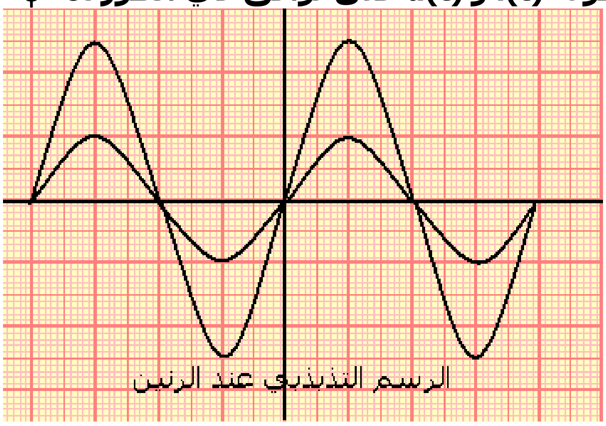
ب ـ ممانعة الدارة عند الرنين

عند الرنين $Z = R \Leftrightarrow L\omega = \frac{1}{C\omega}$ أي تكون ممانعة الدارة دنوية وتساوي المقاومة الكلية للدارة .

وتكون القيمة القصوية I_0 للشدة الفعالة I : $Z = R \Leftrightarrow I = \frac{U}{Z} \Leftrightarrow I_0 = \frac{U}{R}$



ج ـ عند الرنين تكون i(t) و u(t) على توافق في الطور: φ=0



2 ـ المنطقة الممرّرة. " ذات3db "

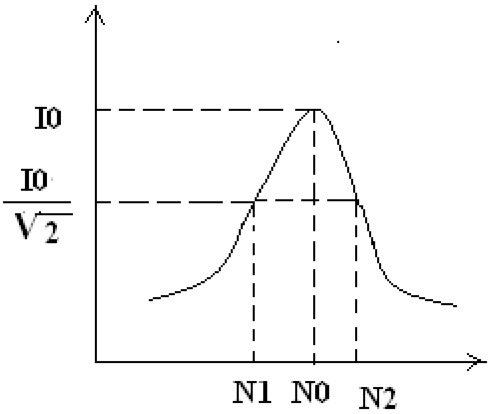
* **تعريف**: المنطقة الممررة . " ذات3db "لدارة (R,L,C) في مجال الترددات $[N_1, N_2]$ للمولد حيث تكون الاستجابة I أكبر أو على الأقل تساوي $\frac{I_0}{\sqrt{2}}$ (I_0 تمثل الشدة الفعالة للتيار عند الرنين)

$\Delta N = N_2 - N_1$ عرض المنطقة الممررة

ـ تحديد المنطقة الممررة:

لنبحث عن القيمتين ω_1 و ω_2 اللتين تحدان المنطقة الممررة ،

حيث تكون الاستجابة $I \geq \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ ويكون عرضها



$\Delta N = N_2 - N_1$ و $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$

$$\Delta N = \frac{\omega_2}{2\pi} - \frac{\omega_1}{2\pi}$$

$$2\pi\Delta N = \Delta\omega$$

يعبر عن عرض المنطقة الممررة بالراديان على الثانية rad/s أو بالهرتز .

حساب عرض المنطقة الممررة:

$$I = \frac{U}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})}}$$

قيمتها عند الرنين $I_0 = \frac{U}{R}$

نبحث عن قيمتين ω_1 و ω_2 اللتين تحددان المنطقة الممررة أي المجال الذي تتحقق فيه

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}} \Leftrightarrow \mathrm{I} = \frac{\mathrm{U}}{\mathrm{R}}\frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\frac{U}{\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}\frac{U}{R}$$

$$\frac{U}{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} = \frac{1}{2R^2} \Leftrightarrow 2R^2 = R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2 \Leftrightarrow L\omega - \frac{1}{C\omega} = \pm R$$

$$LC\omega^2{}_1 - 1 = -RC\omega_1 \text{ و } LC\ \omega_2 - 1 = +RC\omega_2$$

$$LC(\omega^2{}_2 - \omega_1^2) = RC(\omega_2 + \omega_1)$$

$$LC(\omega_2 - \omega_1) = RC \Leftrightarrow \Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 = \frac{R}{L}$$

$$\Delta N = \frac{\Delta\omega}{2\pi} = \frac{R}{2\pi L}$$

- عرض المنطقة الممررة لا يتعلق إلا ب R و L ويتناسب اطرادا مع R .
- في الحالة التي تكون فيها R صغيرة جدا يكون الرنين حادا أي أن ΔN كذلك صغيرة .

3 ـ معامل الجودة

يعرف معامل الجودة بالعلاقة التالية :

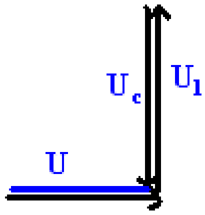
$$Q = \frac{N_0}{\Delta N} = \frac{\omega_0}{\Delta\omega}$$

$$\Delta\omega = \frac{L}{R} \Leftrightarrow Q = \frac{L\omega_0}{R}$$

Q معامل الجودة يتناسب عكسيا مع عرض المنطقة الممررة نعبر عنه بدون وحدة و تميز حدة الرنين .
، كلما كان الرنين حادا كلما كانت قيمة Q كبيرة .
كلما كانت Q صغيرة كلما كانت الدارة مخمدة .

عند الرنين $L\omega_0 = \frac{1}{C\omega_0}$ أي $Q = \frac{L\omega_0}{R} = \frac{1}{RC\omega_0} = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$

إنشاء فرينل عند الرنين



نسمي معامل الجودة كذلك **معامل فرط التوتر** .
تعبيري التوتر بين مربطي المكثف والوشيعة عند الرنين :

$$U_L = L\omega_0 I_0 \text{ و } U_c = \frac{I_0}{C\omega_0}$$

$$U_c = U_L \Leftrightarrow L\omega_0 I_0 = \frac{I_0}{C\omega_0}$$

$$U = R.I_0$$

$$U_C = \frac{I_0}{C\omega_0} = \frac{U}{RC\omega_0} = Q.U$$

$$U_L = L\omega_0 I_0 = \frac{L\omega_0 U}{R} = Q.U$$

$$Q = \frac{U_C}{U} = \frac{Q_L}{U}$$

يلاحظ أنه عندما يكون الرنين حادا تكون Q كبيرة . وهذا يعني أن $U_C > U$ و $U_L > U$ مما يدل على أنه عند الرنين يظهر فرط التوتر . وهي ظاهرة تشكل بعض المخاطر قد تؤدي إلى إتلاف عناصر الدارة .

VI ــ القدرة في النظام المتناوب الجيبي .

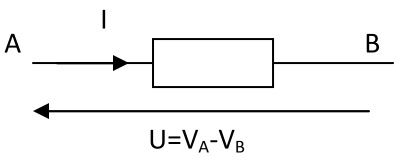
1 ــ القدرة اللحظية

حالة التيار المستمر

خلال المدة Δt تكون الطاقة المكتسبة من طرف ثنائي القطب X هي: W=U I Δt

والقدرة الكهربائية $P = UI$

في النظام المتناوب الجيبي



$$i = I\sqrt{2}\cos\omega t$$

$$u = U\sqrt{2}\cos(\omega t + \varphi)$$

في هذه الحالة تكون القدرة اللحظية p=ui

$$p = 2UI\cos\omega t.\cos(\omega t + \varphi)$$

$$\cos\omega t.\cos(\omega t + \varphi) = \frac{1}{2}(\cos(2\omega t + \varphi) + \cos\varphi)$$

$$p = UI[\cos(2\omega t + \varphi) + \cos\varphi]$$

هذه القدرة لا تمكن من تقييم حصيلة الطاقة المكتسبة من طرف ثنائي القطب فهي تبين فقط في لحظة معينة ما إذا كان ثنائي القطب يكتسب طاقة p>0 أو يفقدها p<0 لذا فمن الضروري تعريف القدرة المتوسطة .

2 ـ القدرة المتوسطة

الطاقة الكهربائية المكتسبة من طرف ثنائي القطب خلال الدور T :

$$p=\frac{dE}{dt}$$

$$p=2UI\left[\cos(2\omega t+\varphi)+\cos\varphi\right]$$

$$E=UI\int_0^t\left[\cos(2\omega t+\varphi)+\cos\varphi\right]dt=UI\cos\varphi\int_0^T dt+UI\int_0^T\cos(2\omega t+\varphi)dt$$

$$E=UIT\cos\varphi+0=UIT\cos\varphi$$

$$P=\frac{E}{T}\Leftrightarrow P=UI\cos\varphi$$

معامل القدرة Cosφ

القدرة الظاهرية

$$S=UI$$

$$P=UI\cos\varphi$$

$$\cos\varphi=\frac{P}{S}$$

معامل القدرة

$$U=ZI$$

$$\cos\varphi=\frac{R}{Z}$$

$$P=UI\cos\varphi=ZI^2\frac{R}{Z}$$

$$P=RI^2$$

في الدارة RLC المتوالية لا تستهلك القدرة الكهربائية المتوسطة إلا من طرف المقاومة R بمفعول جول وتساوي هذه القدرة $P=RI^2$

ملحوظة : أهمية معامل القدرة

عند استهلاك طاقة كهربائية من طرف مستهلك فإن المؤسسة الموزعة تضمن للمستهلك توترا أي أن هذا الاستهلاك يقابله مرور تيار كهربائي i(t) في خطوط الشبكة الموصلة وتقدمه أو تأخره في الطور φ يتعلق بنوع الأجهزة الكهربائية المستعملة .

من العلاقة $P=UI\cos\varphi$ نستخرج $I\cos\varphi=\frac{P}{U}$ بالنسبة لقدرة P محددة يكون Icosφ محدد كذلك

وبالتالي I يكبر كلما صغر معامل القدرة cosφ . وبما أن مفعول جول في خطوط الشبكة يتناسب اطرادا مع I^2

القدرة وتفرضه على المستهلك وهو عموما لايقل عن 0.8

الدارة RLC المتوالية في النظام الجيبي القسري .
تمارين

تمرين 1

نطبق بين مربطي وشيعة$(r=10\Omega, L=0.1H)$ توترا جيبيا :

$u = 10\sqrt{2}\cos 100\pi\, t$

1ـ أحسب ممانعة هذه الدارة .

2ـ ما هو طور $\varphi_{i/u}$ الشدة اللحظية i (t) بالنسبة للتوتر u (t) ؟

3 ـ أوجد تعبير الشدة اللحظية i(t) .

تمرين 2

يمر في دارة (R ,L,C) على التوالي تيار متناوب جيبي شدته اللحظية (بـmA) :

$i(t)=13.5\cos 300t$

نعطي $R=110\ \Omega$. و $L=250mH$ و $C=12\mu F$

باعتمادك على إنشاء فرينل المناسب لهذه الدارة :

1 ـ احسب التوتر الفعال بين مربطي ثنائي القطب (R ,L,C) .

2 ـ احسب طور شدة التيار بالنسبة للتوتر $\varphi_{i/u}$.

تمرين 3

I ـ تشتمل دارة كهربائية على المركبات التالية :

ـ موصل أومي مقاومته $R=24\Omega$.

ـ مكثف سعته C .

ـ وشيعة معامل تحريضها L ومقاومتها الداخلية r .

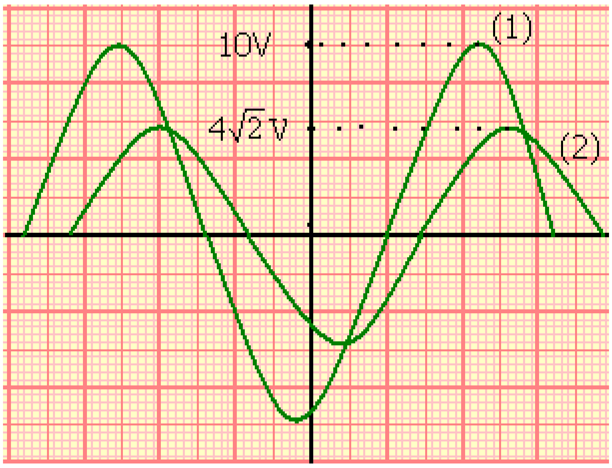
نغدي المجموعة الكهربائية المركبة على التوالي بمولد GBF بتوتر متناوب جيبي $u(t)=U_m\cos 2\pi Nt$

بحيث أن $U_m=10V$ والتردد N قابل للضبط .

الشدة اللحظية للتيار الكهربائي هي $i(t) = I\sqrt{2}\cos(2\pi Nt + \varphi_{i/u})$

1 ـ بواسطة راسم التذبذب ذي مدخلين نعاين في المدخل Y_1 التوتر u(t) وفي المدخل Y_2 التوتر $u_R(t)$ بين مربطي الموصل الأومي .

على تبيانة واضحة بين الكيفية التي يتم بها ربط راسم التذبذب .



2 ـ عند ضبط التردد على القيمة N=202Hz نلاحظ على شاشة راسم التذبذب المنحنيان (1) و (2) في الشكل جانبه .

2 ـ 1 بين أن المنحنى (1) يمثل التوتر u(t) واستنتج طبيعة الدارة (تحريضية ، كثافية أو مكافئة لموصل أومي)

2 ـ 2 حدد القيمة الفعالة للتيار الكهربائي I و الطور $\varphi_{i/u}$

3 ـ بإنشاء فرينل وباختيار سلم $1cm \leftrightarrow \frac{\sqrt{2}}{2}Volt$ أوجد قيمة مقاومة الوشيعة r وسعة المكثف C

4 ـ نحتفظ بـ U_m ثابتة ونغير التردد على أساس الحصول على توافق في الطور بين u(t) و $u_R(t)$

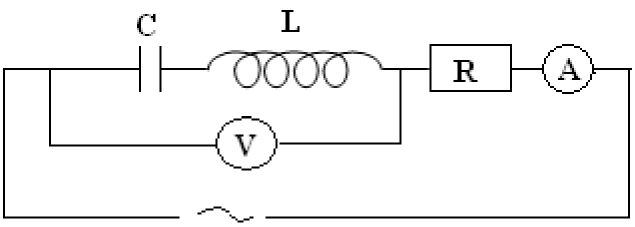
4 ـ 1 ما اسم الظاهرة المحصل عليها ؟

4 ـ 2 لتحقيق هذه الظاهرة هل نقوم بالزيادة لقيمة N أو بنقصانها ؟ علل الجواب .

تمرين4

تشتمل دارة كهربائية على العناصر التالية مركبة على التوالي :

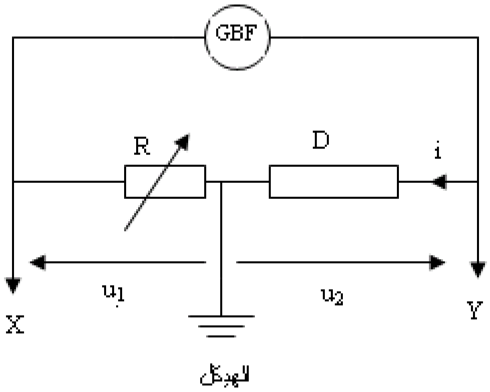
مكثف سعته $C=5\mu F$ و وشيعة معامل تحريضها $L=0,5H$ ومقاومتها الداخلية مهملة وموصل أومي مقاومته $R=10\Omega$ وأمبيرمتر مقاومتها مهملة .



نغدي الدارة بتوتر كهربائي متناوب جيبي

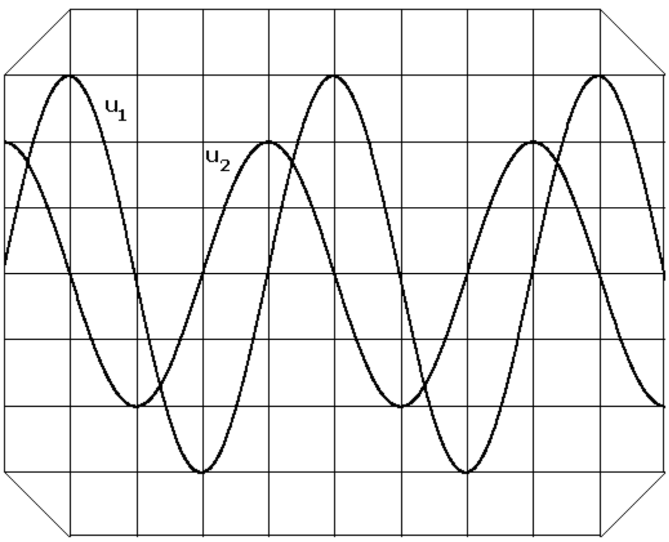
$u(t) = 20\cos 2\pi Nt$. فولطمتر ذي مقاومة كبيرة جدا مركبة بين مربطي (C,L) .
1 ــ عندما نغير التردد N ونضبطه على القيمة N_0 نلاحظ أن الفولطمتر تشير إلى قيمة منعدمة أي أن التوتر منعدما .
1 ــ 1 فسر إشارة الفولطمتر . واستنتج قيمة التردد N_0 .
1 ــ 2 أعط تعبيري الشحنة q(t) والشدة i(t) بالنسبة ل $N=N_0$.
1 ــ 3 أعط تعبير الطاقة الكلية E للمتذبذب (R,L,C) في لحظة t بالنسبة لتردد N .
1 ــ 4 بين أن الطاقة الكلية E ثابتة بالنسبة ل $N=N_0$ واحسب E بالنسبة لهذه القيمة (N_0) .
1 ــ 5 عرف واحسب معامل فوق التوتر عند الرنين بالنسبة لهذه الدارة .
2 ــ نضبط التردد N على قيمة N_1 =90Hz . تعبير الشدة اللحظية للتيار الكهربائي المار في الدارة هو :
$i(t) = I\cos(\omega_1 t + \varphi)$
2 ــ 1 باستعمال إنشاء فرينل ، حدد الشدة I و الطور φ . هل الدارة كثافية أم تحريضية ؟
2 ــ 2 أحسب معامل القدرة لهذه الدارة والقدرة المتوسطة المستهلكة بالنسبة للقيمة N_1 . ـ

تمرين 5



تتكون الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل 1 من :
- موصل أومي مقاومته R قابلة للضبط .
- ثنائي قطب D طبيعته مجهولة , لكنه لا يمكن أن يكون إلا مكثفا أو وشيعة مقاومتها مهملة .
- مولد ذي تردد منخفض G.B.F يزود الدارة بتيار كهربائي متناوب جيبي شدته اللحظية : $i(t)=I_m \cos \omega t$.

1 ــ نعاين بواسطة راسم التذبذب التوتر $u_1(t)$ بين مربطي الموصل الأومي والتوتر $u_2(t)$ بين مربطي ثنائي القطب D . فنحصل على الرسم المبين في الشكل أسفله .
وذلك بعد ضبط الكسح الأفقي على 5.10^{-3}s/div. و الحساسية الرأسية على 1V/div. .



1 ــ1 حدد مبيانيا :
أ ــ القيمتين القصويتين U_{1m} و U_{2m} للتوترين u_1 و u_2 ,
ب ــ طور u_2 بالنسبة ل i(t) ثم استنتج طبيعة ثنائي القطب D .
1 ــ 2 أوجد قيمة المقدار الفيزيائي الذي يميز ثنائي القطب D
علما أن R=300Ω .
2 ــ استنتج التعبير $u_2(t)$, $u_1(t)$, i(t) .

تمرين 6

تغدي ثنائي القطب AB بتوتر جيبي
$u(t) = 40\sqrt{2}\cos 100\pi t$
يتكون ثنائي القطب AB من تجميع لثنائيات القطب D_1 و D_2 :
D_1 موصل أومي مقاومته R_1=7Ω .
D_2 وشيعة معامل تحريضها L ومقاومتها الداخلية R_2 .
تشير الفولطمتر عندما نركبها بين مربطي D_1 إلى التوتر الفعال U_1=14V وعندما نركبها بين مربطي D_2 تشير إلى U_2=30V .
1 ــ أحسب الشدة الفعالة للتيار الذي يمر في ثنائي القطب AB .
2 ــ أحسب الممانعة Z_2 للوشيعة والممانعة Z لثنائي القطب AB .
3 ــ أعط إنشاء فرينل بالنسبة لهذه الممانعات . واحسب قيم L وR_2 .
4 ــ احسب فرق الطور φ_2 للتوتر بالنسبة للشدة i(t) .
5 ــ أحسب فرق الطور φ_1 للتوتر بين مربطي ثنائي القطب AB بالنسبة للشدة i(t) .

الدارة RLC المتوالية في النظام الجيبي القسري .

تمارين

تمرين 1

نطبق بين مربطي وشيعة(r=10Ω,L=0.1H) توترا جيبيا :

$$u = 10\sqrt{2}\cos 100\pi\, t$$

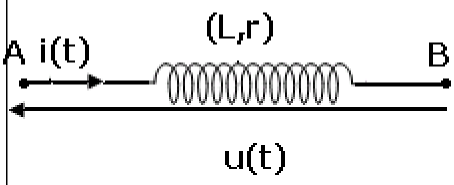
1ـ أحسب ممانعة هذه الدارة .

2ـ ما هو طور $\varphi_{i/u}$ الشدة اللحظية i (t) بالنسبة للتوتر u (t)؟

3 ــ أوجد تعبير الشدة اللحظية i(t) .

الجواب :

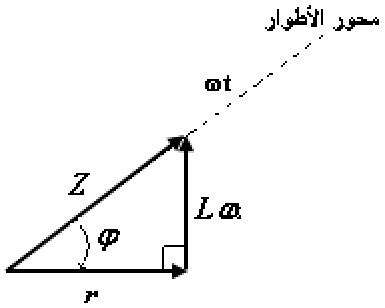
1 ــ ممانعة الدارة



حسب إنشاء فرينل لدينا بين مربطي الوشيعة $u(t) = ri(t) + L\dfrac{di}{dt}$ نضع

$$i(t) = I_m \cos(100\pi t + \varphi)$$

$$10\sqrt{2}\cos 100\pi t = rI_m \cos(100\pi t + \varphi) + L\omega I_m \cos\left(100\pi t + \varphi + \frac{\pi}{2}\right)$$



$Z = \sqrt{r^2 + (L\omega)^2}$ بحيث أن $\omega = 100\pi$ و $r = 10\Omega$, $L = 0{,}1H$

$Z = 104{,}8\Omega$

2 ــ طور الشدة اللحظية i بالنسبة للتوتر u هو : $\varphi = -\varphi_{i/u}$

$\tan\varphi = \dfrac{L\omega}{r} = \dfrac{0{,}1.100\pi}{10} = \pi$ أي أن $\varphi = 72{,}34°$ أو

$$\varphi = \frac{2\pi}{5} rad$$

$$\varphi_{i/u} = -\frac{2\pi}{5} rad$$

3 ــ تعبير الشدة اللحظية i هو :

نحسب I_m . نطبق العلاقة $U_m = ZI_m \Rightarrow I_m = \dfrac{U_m}{Z} = 0{,}13A$ وبالتالي :

$$i(t) = 0{,}13\cos\left(100\pi t - \frac{2\pi}{5}\right)$$

تمرين 2

يمر في دارة (R ,L,C) على التوالي تيار متناوب جيبي شدته اللحظية (بـmA) : i(t)=13.5cos300t

نعطي R=110 Ω . و L=250mH و C=12μF

باعتمادك على إنشاء فرينل المناسب لهذه الدارة :

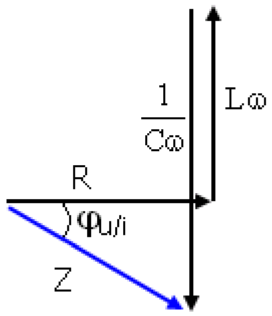
1 ــ احسب التوتر الفعال بين مربطي ثنائي القطب (R ,L,C) .

2 ــ احسب طور شدة التيار بالنسبة للتوتر $\varphi_{i/u}$.

الجواب :

إنشاء فرينل للدارة R,L,C

هل الدارة حثية أم كثافية ؟ في هذه الحالة نقارن بين Lω و $\dfrac{1}{C\omega}$ بحيث أن ω=300rad/s



$L\omega = 75$ و $\frac{1}{C\omega} = 277,7$ وبالتالي $\frac{1}{C\omega} > L\omega$ أي أن الدارة كثافية

وإنشاء فرينل سيكون على الشكل التالي :

1 ـ حساب التوتر الفعال بين مربطي ثنائي القطب R,L,C

نطبق العلاقة التالية :

$$U_m = ZI_m \Rightarrow U = ZI$$

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{C\omega} - L\omega\right)^2} = 230,7\Omega$$

ولدينا I=9,54mA وبالتالي $U = 2,2V$

2 ـ حساب طور شدة التيار بالنسبة للتوتر :

$\cos\varphi = \frac{R}{Z} = 0,40$ أي أن $\varphi_{i/u} = 0,37\pi$

تمرين 3

I ـ تشتمل دارة كهربائية على المركبات التالية :

ـ موصل أومي مقاومته $R=24\Omega$.

ـ مكثف سعته C .

ـ وشيعة معامل تحريضها L =1H ومقاومتها الداخلية r .

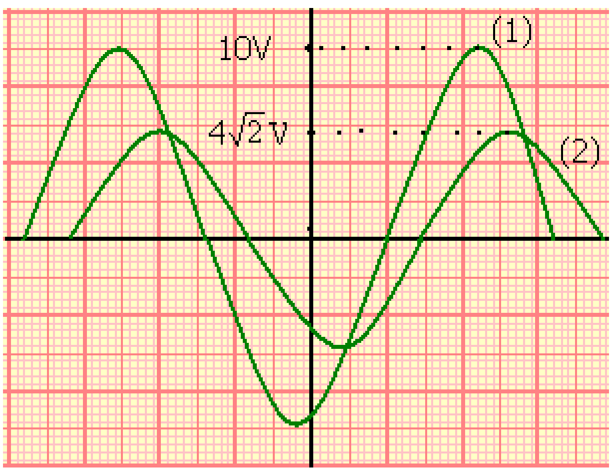
نغذي المجموعة الكهربائية المركبة على التوالي بمولد GBF بتوتر متناوب جيبي $u(t)=U_m\cos 2\pi Nt$

بحيث أن $U_m=10V$ والتردد N قابل للضبط .

الشدة اللحظية للتيار الكهربائي هي $i(t) = I\sqrt{2}\cos(2\pi Nt + \varphi_{i/u})$

1 ـ بواسطة راسم التذبذب ذي مدخلين نعاين في المدخل Y_1 التوتر u(t) وفي المدخل Y_2 التوتر $u_R(t)$ بين مربطي الموصل الأومي .

على تبيانة واضحة بين الكيفية التي يتم بها ربط راسم التذبذب .



2 ـ عند ضبط التردد على القيمة N=202Hz نلاحظ على شاشة راسم التذبذب المنحنيان (1) و (2) في الشكل جانبه .

2 ـ 1 بين أن المنحنى (1) يمثل التوتر u(t) واستنتج طبيعة الدارة (تحريضية ، كثافية أو مكافئة لموصل أومي)

2 ـ 2 حدد القيمة الفعالة للتيار الكهربائي I و الطور $\varphi_{i/u}$

3 ـ بإنشاء فرينل وباختيار سلم $1cm \leftrightarrow \frac{\sqrt{2}}{2}$ Volt أوجد قيمة مقاومة الوشيعة r وسعة المكثف C

4 ـ نحتفظ ب U_m ثابتة ونغير التردد على أساس الحصول على توافق في الطور بين u(t) و $u_R(t)$

4 ـ 1 ما اسم الظاهرة المحصل عليها ؟

4 ـ 2 لتحقيق هذه الظاهرة هل نقوم بالزيادة لقيمة N أو بنقصانها ؟ علل الجواب .

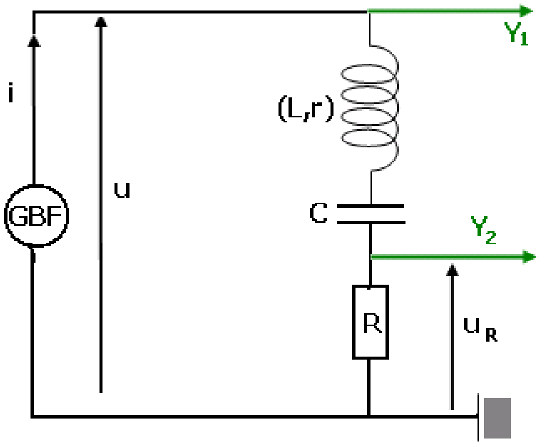
الجواب :

1 ـ تبيانة التركيب التجريبي وكيفية ربط راسم التذبذب . أنظر الشكل جانبه .

2 ـ 1 ـ لنبين أن المنحنى (1) يمثل التوتر u(t) التوتر بين مربطي الدارة :

نقارن التوترين القصويين لكل من $u_R(t)$ التي توجد في المدخل Y_2 و u(t) التي توجد في المدخل Y_1

حسب قانون أوم لدينا : $U_{mR} = RI_m$ و $U = ZI_m = \sqrt{(R+r)^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}.I_m$



وبمقارنة R مع Z يتبين أن $R < Z$ أي أن $U_{mR} < U$ ومن خلال المنحنيين يتبين أن المنحنى ذي التوتر القصوي الأكبر هو المنحنى (1) وبالتالي فإن المنحنى (1) يمثل u(t) .

بما أن u(t) متقدمة في الطور على i(t) ($u_R(t)$) فإن $\varphi_{u/i} > 0$ ، نستنتج أن الدارة تحريضية $L\omega > \frac{1}{C\omega}$.

2 ـ 2 القيمة الفعالة للتيار الكهربائي I :

من خلال المنحنى (2) لدينا

$$U_{mR} = R.I_m \Rightarrow U_{Rm} = RI\sqrt{2}$$

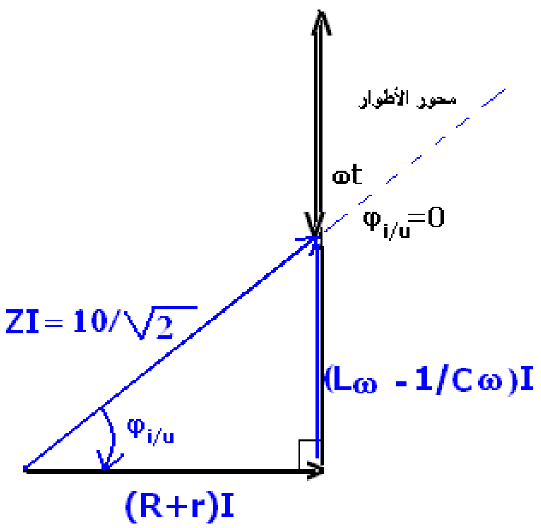
$$I = \frac{U_{Rm}}{R\sqrt{2}}$$

تطبيق عددي : $I = \frac{4\sqrt{2}}{24\sqrt{2}} = 0{,}17A$

الطور $\varphi_{i/u} = -\varphi_{u/i}$ ومن خلال المنحنيين لدينا $\varphi_{u/i} = \frac{2\pi\tau}{T}$

$\varphi_{u/i} = \frac{2\pi\tau}{T} = \frac{0{,}6\times 2\pi}{4{,}8} = \frac{\pi}{4}$ وبالتالي فإن $\varphi_{i/u} = -\frac{\pi}{4}$

3 ـ إنشاء فرينل باختيار السلم $1cm \leftrightarrow \frac{\sqrt{2}}{2}V$



ملاحظات مهمة :

بما $\varphi_{u/i} = \frac{\pi}{4}$ سيكون الشكل المحصل عليه بواسطة إنشاء فلاينل مثلث متساوي الأضلاع وقائم الزاوية أنظر الشكل . وكذلك لدينا

$$\tan\varphi_{i/u} = 1 \Rightarrow \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right) = R + r$$

بالنسبة للسلم :

$$U = ZI = \frac{10}{\sqrt{2}}V$$

$$(R+r)I = \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)I$$

أ ـ نستنتج المقاومة r :

من خلال الشكل نحسب $\cos\varphi_{u/i} = \frac{R+r}{Z} \Rightarrow r = Z\cos\varphi - R$

تطبيق عددي : $r = 30 - 24 = 6\Omega$

ب ـ سعة المكثف C :

$$(R+r) = \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right) \Rightarrow \frac{1}{C\omega} = L\omega - (R+r)$$

$$C\omega = \frac{1}{L\omega - (R+r)} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega\left(L\omega - (R+r)\right)}$$

تطبيق عددي : $C=\dfrac{1}{\omega\left(L\omega-(R+r)\right)}=0,6\mu F$

4 ـ 1 ـ بما $u(t)$ و $u_R(t)$ على توافق في الطور فالظاهرة الملاحظة هي ظاهرة الرنين .

4 ـ 2 بما أن الدارة تحريضية $\left(L\omega_1-\dfrac{1}{C\omega_1}>0\Rightarrow LC\omega_1^2>1\Rightarrow LC\omega_1^2>LC\omega_0^2\Rightarrow\omega_1>\omega_0\right)$ وباعتبار

أن N_0 التردد عند الرنين فإن $N_1>N_0$ أي أنه للحصول على ظاهرة الرنين يجب أن ننقص من التردد .

تمرين4

تشتمل دارة كهربائية على العناصر التالية مركبة على التوالي :

مكثف سعته $C=5\mu F$ و وشيعة معامل تحريضها $L=0,5H$ ومقاومتها الداخلية مهملة وموصل أومي مقاومته $R=10\Omega$ وأمبيرمتر مقاومتها مهملة .

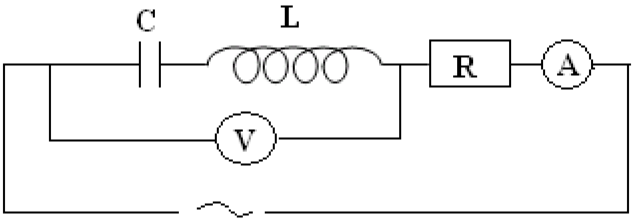
نغدي الدارة بتوتر كهربائي متناوب جيبي $u(t)=20\cos 2\pi Nt$. فولطمتر ذي مقاومة كبيرة جدا مركبة بين مربطي (C,L) .

1 ـ عندما نغير التردد N ونضبطه على القيمة N_0 نلاحظ أن الفولطمتر تشير إلى قيمة منعدمة أي أن التوتر منعدما .

1 ـ 1 فسر إشارة الفولطمتر . واستنتج قيمة التردد N_0 .

1 ـ 2 أعط تعبيري الشحنة $q(t)$ والشدة $i(t)$ بالنسبة ل $N=N_0$.

1 ـ 3 أعط تعبير الطاقة الكلية E للمتذبذب (R,L,C) في لحظة t بالنسبة لتردد N .



1 ـ 4 بين أن الطاقة الكلية E ثابتة بالنسبة ل $N=N_0$ واحسب E بالنسبة لهذه القيمة (N_0) .

1 ـ 5 عرف واحسب معامل فوق التوتر عند الرنين بالنسبة لهذه الدارة .

2 ـ نضبط التردد N على قيمة $N_1=90Hz$. تعبير الشدة اللحظية للتيار الكهربائي المار في الدارة هو :

$i(t)=I\cos(\omega_1 t+\varphi)$

2 ـ 1 باستعمال إنشاء فرينل ، حدد الشدة I و الطور φ . هل الدارة كثافية أم تحريضية ؟

2 ـ 2 أحسب معامل القدرة لهذه الدارة والقدرة المتوسطة المستهلكة بالنسبة للقيمة N_1 . ـ

<u>الجواب :</u>

1 ـ تفسير إشارة الفولطمتر :

بين مربطي الوشيعة والمكثف لدينا حسب قانون إضافية التوترات $u_1(t)=u_L(t)+u_C(t)$

نعتبر أن Z_1 ممانعة هذا الجزء من الدارة ، $U_1=Z_1I$ بحيث أن $Z_1=L\omega-\dfrac{1}{C\omega}$

وبما ان التوتر المشار إليه من طرف الفولطمتر منعدم فإن

$$U_1=Z_1I=\left(L\omega-\frac{1}{C\omega}\right).I=0\Rightarrow L\omega=\frac{1}{C\omega}$$

وبالتالي ستكون الدارة مقرا لظاهرة الرنين عند $N=N_0$ أي أن انعدام التوتر هو نتيجة لظاهرة الرنين .

نستنتج قيمة N_0 :

$$N_0=\frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}=100Hz$$

1 ـ 2 تعبيري الشحنة $q(t)$ و $i(t)$ بالنسبة ل $N=N_0$:

نعلم أن $i(t)=I\sqrt{2}\cos\left(100\pi t+\varphi_{i/u}\right)$

بما أن الدارة في حالة الرنين : $\varphi_{i/u}=0$

لدينا كذلك أن Z=R أي أن U=RI وبالتالي : $I=\frac{U}{R}=\frac{U_m}{R\sqrt{2}}=\frac{\sqrt{2}}{2}A=0,707A$

إذن $i(t)=2\cos(200\pi t)$

نستنتج q(t) :

نعلم أن

$$i(t)=\frac{dq}{dt}\Rightarrow dq=\int_0^t i(t)$$

$$q(t)=\int_0^t i(t)dt=\int_0^t \cos(200\pi t)dt$$

$$q(t)=\frac{2}{200\pi}\sin(200\pi t)$$

1 ـ 3 تعبير الطاقة الكلية E للمتذبذب عند التردد N :

$$\xi_t=\xi_m+\xi_e\Rightarrow\xi_t=\frac{1}{2}Li(t)^2+\frac{1}{2}\frac{q(t)^2}{C}$$

1 ـ 4 لنبين أن الطاقة الكلية ثابتة عند الرنين :

$$\xi_t=\xi_m+\xi_e\Rightarrow\xi_t=\frac{1}{2}Li(t)^2+\frac{1}{2}\frac{q(t)^2}{C}$$

$$i(t)=I_m\cos(\omega_0 t),q(t)=-\frac{I_m}{\omega_0}\sin(\omega_0 t)$$

$$\omega_0=\frac{1}{\sqrt{LC}}\Rightarrow\omega_0^2=\frac{1}{LC}$$

$$\xi_t=\frac{1}{2}LI_m^2\cos^2(\omega_0 t)+\frac{1}{2}I_m^2\frac{\sin^2(\omega_0 t)}{C\omega_0^2}$$

$$L=\frac{1}{C\omega_0^2}\Rightarrow\xi_t=\frac{1}{2}LI_m^2\left(\cos^2(\omega_0 t)+\sin^2(\omega_0 t)\right)$$

$$\xi_t=\frac{1}{2}LI_m^2$$

تطبيق عددي :

$\xi_t=1J$

1 ـ 5 معامل الجودة أو معامل فوق التوتر هو : $Q=\frac{\omega_0}{\Delta\omega}=\frac{L\omega_0}{R}$

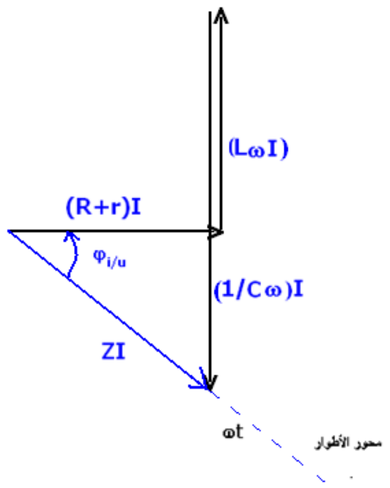
حساب معامل الجودة : $Q=\frac{L\omega_0}{R}=31,4$

2 ـ نضبط التوتر على N=90Hz أي أن $N<N_0$:

2 ـ 1 نحسب المقادير التالية :

$$L\omega_1=283,\frac{1}{C\omega_1}=354\Rightarrow\frac{1}{C\omega_1}>L\omega_1$$

إنشاء فرينل أنظر الشكل جانبه .



حساب I :

$$U = Z.I$$

لدينا العلاقة التالية : $Z = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{C\omega_1} - L\omega_1\right)} = 71,7\Omega$

$$I = \frac{U}{Z} = 0,2A$$

حساب $\varphi_{i/u}$

$$\tan \varphi_{i/u} = \frac{\left(\frac{1}{C\omega_1} - L\omega_1\right)}{R} = 7,1$$

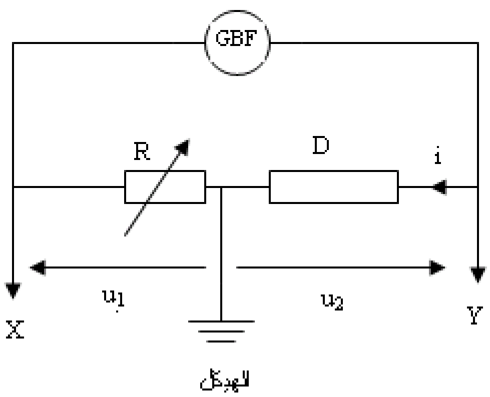
$$\varphi_{i/u} = 82° = 1,43rad$$

بما أن $\frac{1}{C\omega_1} > L\omega_1$ فإن الدارة كثافية .

2 ـ 2 معاكل القدرة : $\cos \varphi = 0,94$

القدرة المتوسطة المستهلكة من طرف الدارة : $\mathcal{P}_m = RI^2 = 10 \times 0,04 = 0,4J$

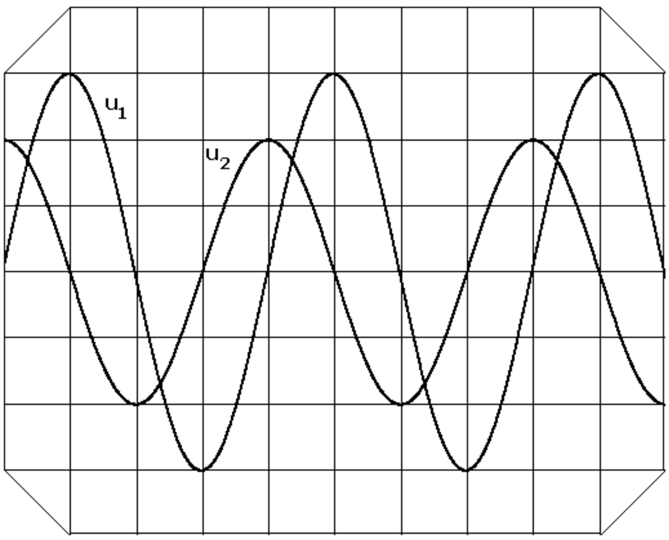
تمرين 5



تتكون الدارة الكهربائية الممثلة في الشكل 1 من :

- موصل أومي مقاومته R قابلة للضبط .
- ثنائي قطب D طبيعته مجهولة , لكنه لا يمكن أن يكون إلا مكثفا أو وشيعة مقاومتها مهملة .
- مولد ذي تردد منخفض G.B.F يزود الدارة بتيار كهربائي متناوب جيبي شدته اللحظية : $i(t)=I_m \cos \omega t$.

1 ــ نعاين بواسطة راسم التذبذب التوتر $u_1(t)$ بين مربطي الموصل الأومي والتوتر $u_2(t)$ بين مربطي ثنائي القطب D .
فنحصل على الرسم المبين في الشكل أسفله .
وذلك بعد ضبط الكسح الأفقي على 5.10^{-3}s/div. و الحساسية الرأسية على 1V/div. .



1 ــ1 حدد مبيانيا :
أ ــ القيمتين القصويتين U_{1m} و U_{2m} للتوترين u_1 و u_2 ,
ب ــ طور u_2 بالنسبة ل $i(t)$ تم استنتج طبيعة ثنائي القطب D .
1 ــ 2 أوجد قيمة المقدار الفيزيائي الذي يميز ثنائي القطب D
علما أن R=300Ω .
2 ــ استنتج التعبير $u_2(t)$, $u_1(t)$, $i(t)$.

الجواب :

1 ــ القيمة القصوية U_{1m}

$$U_{1m} = S_y . y_1$$
$$= 1 \times 3V$$

القيمة القصوية U_{2m}

$$U_{2m} = S_y . y_2$$
$$= 1 \times 2V = 2V$$

R

2 ـ الطور u_2 بالنسبة لـ$i(t)$

حسب الشكل يلاحظ أن $u_2(t)$ متقدمة في الطور على $u_1(t)$ بحيث أن $\varphi_{u_2/u_1}=\frac{\pi}{2}$ ولدينا كذلك -=$u_1(t)$

$Ri(t)$ أي أن $\varphi_{u_2/i}=-\varphi_{u_2/u_1}=-\frac{\pi}{2}$ وبالتالي أن طبيعة ثنائي القطب D هو مكثف

3 ـ المقدار الذي يميز ثنائي القطب D :

$$U_2=Z_CI\Rightarrow U_2=\frac{U_1}{RC\omega}\Rightarrow C=\frac{U_1}{U_2R\omega}=16\mu F$$

4 ـ تعبير الشدة $i(t)$ و $u_1(t)$ و $u_2(t)$

$$u_1(t)=-Ri(t)\Rightarrow i(t)=-\frac{1}{R}u_1(t)$$

بناءا على شكل المنحنى $u_1(t)=U_{1m}\cos\omega t$ بحيث أن $\omega=\frac{2\pi}{T}$ وحسب المنحنى فإن $T=K_x.x$

بحيث أن K_x الحساسية الأفقية أو سرعة الكسح $K_x=5.10^{-3}s/div$ و $x=4div$

أي أن $T=20.10^{-3}s$ وبالتالي $\omega=\frac{2\pi.10^3}{20}=100\pi rad/s$

و $U_{1m}=3V$ وبالتالي فإن $u_1(t)=3\cos 100\pi t$ ومنه $i(t)=-10^{-2}\cos 100\pi t$

بالنسبة لـ $u_2(t)=2\cos\left(100\pi t-\frac{\pi}{2}\right)$

تمرين 6

تغدي ثنائي القطب AB بتوتر جيبي $u(t)=40\sqrt{2}\cos 100\pi t$

يتكون ثنائي القطب AB من تجميع لثنائيات القطب D_1 و D_2 :

D_1 موصل أومي مقاومته $R_1=7\Omega$.

D_2 وشيعة معامل تحريضها L ومقاومتها الداخلية R_2 .

تشير الفولطمتر عندما نركبها بين مربطي D_1 إلى التوتر الفعال $U_1=14V$ وعندما نركبها بين مربطي D_2 تشير إلى $U_2=30V$.

1 ـ أحسب الشدة الفعالة للتيار الذي يمر في ثنائي القطب AB .

2 ـ أحسب الممانعة Z_2 للوشيعة والممانعة Z لثنائي القطب AB .

3 ـ أعط إنشاء فرينل بالنسبة لهذه الممانعات . واحسب قيم L وR_2 .

4 ـ احسب فرق الطور φ_2 للتوتر بالنسبة للشدة $i(t)$.

5 ـ أحسب فرق الطور φ_1 للتوتر بين مربطي ثنائي القطب AB بالنسبة للشدة $i(t)$.

الجواب :

1 ـ الشدة الفعالة للتيار الذي يمر في ثنائي القطب AB :

عند تركيب الفولطمتر بين مربطي ثنائي القطب D_1 وهو موصل أومي مقاومته R=7☐ لدينا حسب قانون أوم $U_1=R_1I$ بحيث أن I الشدة الفعالة للتيار $I=\frac{U_1}{R_1}=2A$.

2 ـ حساب الممانعة Z_2 للوشيعة : عندما نركب الفولطمتر بين مربطي الوشيعة تكون العلاقة كالتالي :

$U_2=Z_2I$ أي أن $Z_2=\frac{U_2}{I}=15\Omega$

بالنسبة للممانعة Z لثنائي القطب AB . حسب المعطيات التوتر الفعال المطبق بين مربطي ثنائي القطب AB هو $U=40V$ (انطلاقا من المعادلةالزمنية لـ$u(t)$) وحسب قانون أوم

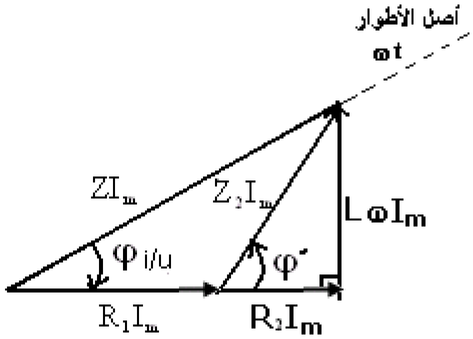
$$U=ZI\Rightarrow Z=\frac{U}{I}=20\Omega$$

3 ـ إنشاء فرينل بالنسبة لممانعات الدارة :

المعادلة التفاضلية هي على الشكل التالي

$$ZI_m\, cos(100\pi t) = R_1 I_m\, cos(100\pi t + \varphi_{i/u}) + Z_2 I_m\, cos(100\pi t + \varphi')$$

بالنسبة لإنشاء فرينل نختار أصل الأطوار متطابق مع ZI_m



حساب القيم L و R_2

$$Z^2 = (R_1 + R_2)^2 + (L\omega)^2 \,(1)$$

$$Z_2{}^2 = R_2{}^2 + (L\omega)^2 \,(2)$$

(2)-(1) نحصل على

$$Z^2 - Z_2{}^2 = R_1{}^2 + 2R_1R_2 \Rightarrow R_2 = \frac{Z^2 - Z_2{}^2 - R_1{}^2}{2R_1}$$

تطبيق عددي : $R_2 = 9\Omega$

ومن المعادلة (2) نحصل على معامل التحريض L :

$$L^2\omega^2 = Z_2{}^2 - R_2{}^2 \Rightarrow L = \frac{1}{\omega}\sqrt{Z_2{}^2 - R_2{}^2}$$

تطبيق عددي: L= 0,0382H

4 ـ فرق الطور φ_2 للتوتر u_2 بالنسبة للشدة i(t)

نحسب $tan\,\varphi_2 = \dfrac{L\omega}{R_2}$

تطبيق عددي $\varphi_2 = 0,93$rad

5 ـ فرق الطور $\varphi_1 = \varphi_{u/i}$ حسب تمثيل فرينل

$$tan\,\varphi_1 = \frac{L\omega}{R_1 + R_2} = 0,75 \Rightarrow \varphi_1 = 0,64\text{rad}$$

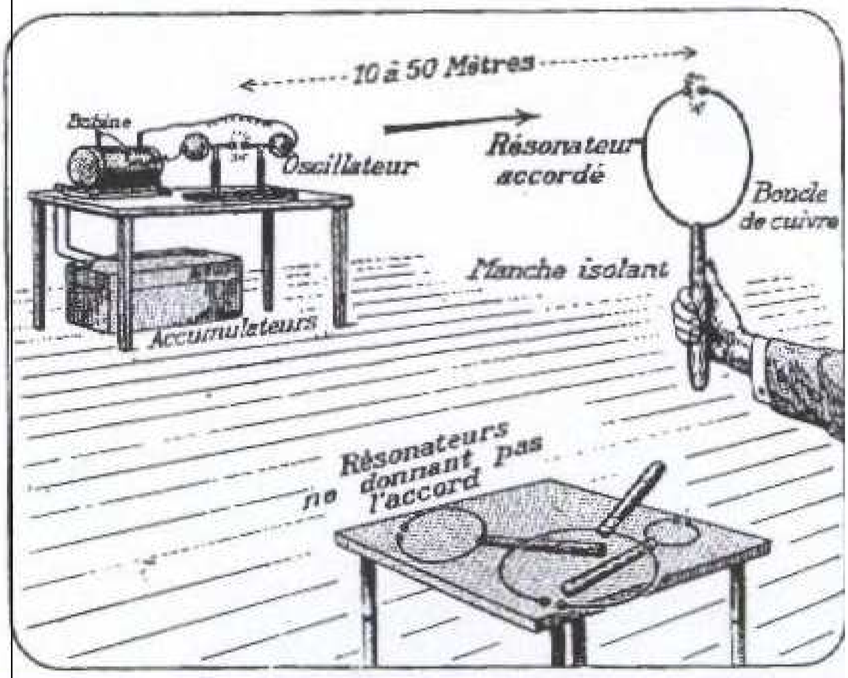
الموجات الكهرمغنطيسية
نقل المعلومات

لنقل المعلومات عبر الأقمار الاصطناعية ، نستعمل الموجات الكهرمغنطيسية ذات ترددات جد عالية
ما هي الموجة الكهرمغنطيسية ؟ وكيف توظف في نقل معلومة ما ؟

I ـ لمحة تاريخية

نشاط وثائقي :

يعتبر الفيزيائي الألماني هرنيش هرتز أول من أبرز تجريبيا وجود الموجات الكهرمغنطيسية وكذا انتشارها في الهواء . وقد أطلق على هذه الموجات اسم الموجات الهيرتزية . قد اكتشف أن الموجات الكهرمغنطيسية ذات ترددات جد كبيرة يمكن إرسالها إلى مسافات بعيدة وفي كل الاتجاهات



Expérience réalisée par HERTZ en 1885

1 ـ ما هي مكونات باعث موجات هيرتز وكذا مستقبلها ؟ وما المسافة التي قطعتها هذه الموجات ؟

2 ـ ما وحدة التردد ؟ وما رمزها ؟

3 ـ ما اسم العالم الإيطالي الذي أنجز أول اتصال لا سلكي عابر للمحيط الأطلنتي بواسطة الموجات الهيرتزية . وفي أي سنة ؟

4 ـ ما مجال ترددات موجات الراديو ؟

II ـ نقل المعلومة

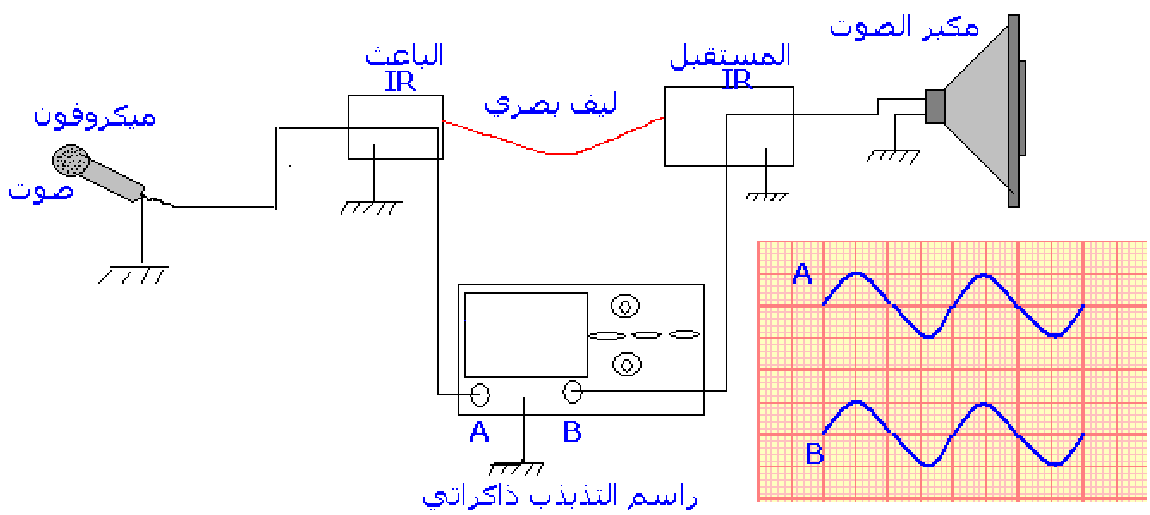
النشاط التجريبي 2

ننجز التركيب التجريبي أسفله ونصدر صوتا أمام الميكروفون ونسمع الصوت من مكبر الصوت .

نعوض الميكروفون بمولد التردد المنخفض GBF ضبط على توتر متناوب جيبي تردده مسموع وقيمته 440Hz .

نعاين على شاشة راسم التذبذب الإشارتين ؛ المنبعثة من جهاز GBF والمستقبلة من طرف مكبر الصوت .

1 ـ نقل إشارة بواسطة حزمة ضوئية



الصوت المحدث أمام الميكروفون هو المعلومة المراد إرسالها .
1 ـ 1 حدد الدور الذي يلعبه كل من الميكروفون و مكبر الصوت .
1 ـ 2 ما دور الليف البصري ؟
1 ـ 3 قارن بين شكلي ودوري ووسعي الإشارة المنبعثة من GBF والإشارة التي يستقبلها مكبر الصوت

2 ـ الإشارة والموجة الحاملة

تسمى الحزمة الضوئية المنتشرة داخل الليف البصري بالموجة الحاملة ، لأنها تحمل المعلومة المراد إرسالها .
2 ـ 1 ما طبيعة الموجة الحاملة ؟ وما رتبة قدر سرعة انتشارها ؟
2 ـ 2 ما الإشارة المضمِّنة ؟ وما الإشارة المضمَّنة ؟
2 ـ 3 أعط تعريفا لعملية التضمين .

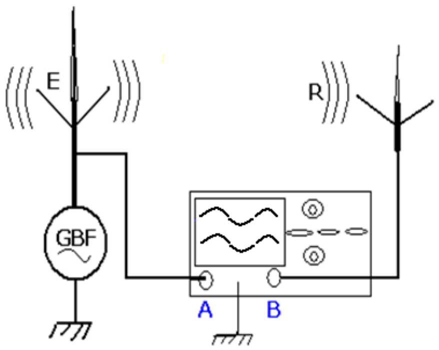
عندما تضمِّن إشارة إحدى مميزات الموجة الحاملة تسمى هذه العملية التضمين

3 ـ خلاصة :
الموجة الحاملة هي الحامل الذي يتم بواسطته نقل المعلومة ، فهي موجة جيبية ترددها مرتفع
تحوَّل المعلومة إلى إشارة كهربائية ذات تردد منخفض . تتغير الموجة الحاملة حسب الإشارة الكهربائية المراد نقلها ، نقول أن الموجة الحاملة مضمَّنة أو أن الإشارة مضمِّنة لأحد
يمكن للموجة الحاملة أن تكون موجة ضوئية أو موجة هيرتيزية (الراديو ، الهاتف المحمول إلخ .....)
عند الاستقبال يجب فصل الإشارة عن الموجة الحاملة تسمى هذه العملية بإزالة التضمين .

II ـ الموجات الكهرمغنطيسية .

2 ـ 1 إرسال واستقبال موجة كهرمغنطيسية .

النشاط التجريبي 3



ننجز التركيب التجريبي الممثل أعلاه .
نغذي السلك الكهربائي E بواسطة مولد التردد المنخفض GBF ضبط على توتر جيبي وسعه $U_m=5V$ وتردده $f=20kHz$.
نعاين على شاشة راسم التذبذب التوتر بين مربطي GBF والتوتر الذي يستقبله السلك الكهربائي R .
1 ـ ما دور كل من السلكين الكهربائيين E و R ؟
2 ـ قارن بين التوترين المشاهدين على شاشة راسم التذبذب . ماذا تستنتج ؟
3 ـ ما طبيعة الموجة المنتشرة بين السلكين E و R ؟ وما سرعة انتشارها ؟
4 ـ هل هناك انتقال للمادة بين E و R ؟

خلاصة :

يتم نقل المعلومات بواسطة موجة كهرمغنطيسية بدون نقل للمادة وإنما بنقل الطاقة
يستقبل الهوائي الباعث E إشارة كهربائية ، ويبعث موجة كهرمغنطيسية . للموجة الكهرمغنطيسية المرسلة من هوائي باعث نفس تردد الإشارة الكهربائية التي يستقبلها .
للموجة الكهرمغنطيسية الواردة على هوائي مستقبل والإشارة الكهربائية الناتجة عنها نفس التردد

2 ـ 2 مميزات الموجة الكهرمغنطيسية .

الموجة الكهرمغنطيسية هي تركيب لمجال مغنطيسي ومجال كهربائي .

تنتشر الموجات الكهرمغنطيسية في وسط متجانس وعازل وفق مسار مستقيمي في جميع الاتجاهات ، وتنعكس على السطوح الموصلة . عكس الموجات الميكانيكية ، فإن الموجات الكهرمغنطيسية تنتشر كذلك في الفراغ بسرعة الضوء $c=3.10^8 m/s$.

تتميز الموجة الكهرمغنطيسية بترددها f ، وترتبط بطول الموجة λ العلاقة : $\lambda = C.T = \frac{C}{f}$ حيث T دور الموجة .

2 ـ 3 استعمال الموجات الكهرمغنطيسية

ـ تنقل الموجات الكهرمغنطيسية إشارة تضم معلومة لمسافات كبيرة جدا ، دون انتقال المادة وبسرعة الموجة الكهرمغنطيسية وهب سرعة الضوء .

ـ كلما كان تردد الموجة عاليا كلما قطعت الموجة مسافة أكبر وهذا ما يجعل استعمالها متعددا

ـ يستعمل مجال الترددات المنخفضة والمتوسطة والعالية للموجات الكهرمغنطيسية الهرتيزية في نقل موجات الراديو أما مجال الترددات العالية جدا ، فيستعمل في نقل المعلومات عبر الأقمار الاصطناعية .

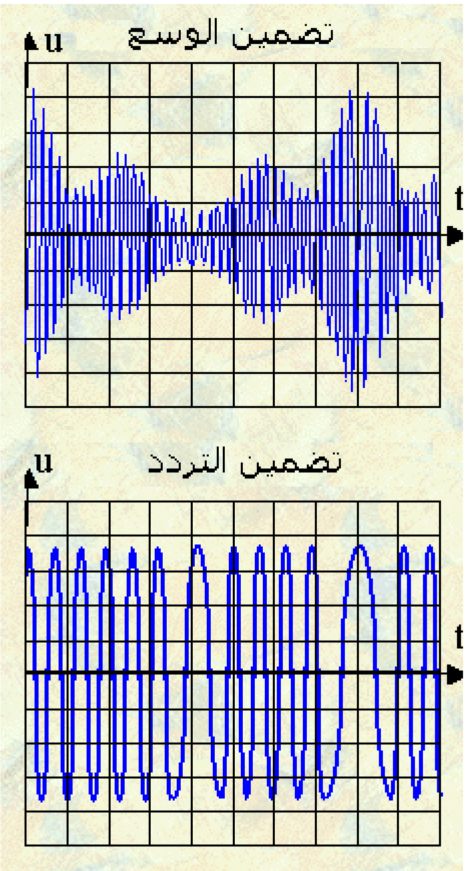
III ـ تضمين توتر جيبي .

3 ـ 1 ـ ضرورة عملية التضمين .

المعلومات التي تنقل هي إشارات(موسيقى ، صوت ، صورة ، ...)ذات ترددات منخفظة BF من رتبة قدر كيلوهرتز ، إلا أن هذه الإشارات لا يمكن أن تنقل وهذا راجع للأسباب التالية :

ـ أبعاد الهوائي المستقبل لموجة معينة يجب أن تقارب نصف طول الموجة $\lambda = \frac{C}{f} = \frac{3.10^8}{10^3} = 3.10^5 m = 300km$ وهذا غير قابل للإنجاز نظرا لطول الموجة الكبير جدا .

ـ مجال الترددات المنخفضة هو جد ضيق مما يجعل المستقبل غير قادر على التمييز بين مختلف الإرساليات .



ـ الإشارات BF تخمد مع طول المسافة .

وهذا يستدعي أن يتم نقل المعلومة في مجال ترددات عالية ، الشيء الذي يستلزم استعمال موجة حاملة ذات تردد عال ، تحمل الإشارة BF على شكل موجة مضمَّنة .

لنقل إشارة ذات تردد منخفض ، يجب تضمين موجة حاملة ترددها عال بهذه الإشارة .

3 ـ 2 التوتر الجيبي :

التعبير الرياضي لتوتر u(t) جيبي هو : $u(t) = U_m \cos(2\pi f t + \varphi)$

U_m : الوسع بالفولط (V)

f : التردد بالهرتز (Hz)

φ : الطور عند أصل التواريخ .

3 ـ 3 المقادير الممكن تضمينها .

الموجة الحاملة هي عبارة عن توتر جيبي ، والمقادير الممكن تضمينها هي الوسع U_m والتردد f والطور φ عند أصل التواريخ .

ـ تضمين الوسع M.A

وسع الموجة الحاملة يتغير حسب الإشارة المضمّنة ، تعبير التوتر المضمن الوسع هو :

$$u(t) = U_m(t) \cos(2\pi f t + \varphi)$$

حيث φ و f ثابتتان .

ـ تضمين التردد

ترد الموجة الحاملة يتغير حسب الإشارة المضمّنة ، تعبير التوتر المضمن التردد هو :

$$u(t) = U_m \cos\left(2\pi f(t)\, t + \varphi\right)$$

حيث φ و U_m ثابتتان .

ـ تضمين الطور

طور الموجة الحاملة يتغير حسب الإشارة المضمِّنة ، تعبير التوتر المضمن للطور هو

$$u(t) = U_m \cos\left(2\pi f t + \varphi(t)\right)$$

حيث U_m و f ثابتتان .

تضمين الوسع
Modulation d'amplitude

I ـ مبدأ تضمين الوسع
1 ـ 1 الإبراز التجريبي
أ ـ الدارة المتكاملة المنجزة للجداء AD633

نعتبر دالتين $s(t)$ و $p(t)$ حيث تمثل $s(t)$ الإشارة التي تضم المعلومة و $p(t)=P_m\cos(2\pi F_p.t)$ الموجة الحاملة .

نقوم بعملية الجمع $s(t)+p(t)$ وبعملية الجداء $s(t).p(t)$.

1 ـ تحقق من أن عملية الجداء تمكن من الحصول على دالة $u(t)$ ذات وسع يتغير مع الزمن $u(t)=U_m(t)\cos(2\pi F_p.t)$.

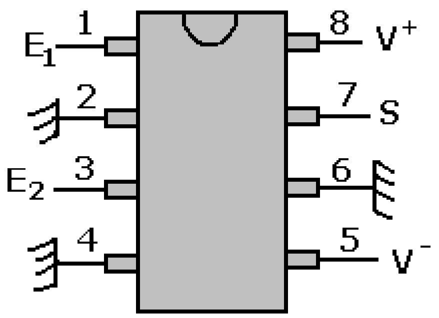
ما اسم هذه العملية ؟

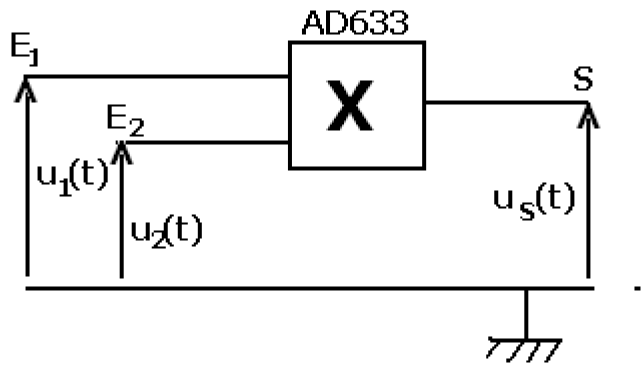
2 ـ تقوم الدارة الكهربائية المتكاملة AD633 بإنجاز جداء دالتين ، وهي عبارة عن علبة سوداء تسمى بقة إلكترونية Bus ، تتوفر على ثمانية مرابط ، يتم التعرف عليها بواسطة علامة توجد أعلى الدارة وتدعى علامة الترقيم .

نأخذ الدارة المتكاملة AD633 بحيث تكون علامة الترقيم إلى أعلى ، ونرقم المرابط الثمانية من الرقم 1 إلى الرقم 8 ، في المنحى المعاكس لعقارب الساعة .

2 ـ 1 حدد أرقام المرابط التالية : المدخلان E_1 و E_2 ، المدخل الذي يجب ربطه بتغذية سالبة -15V والمدخل الذي يجب ربطه بتغذية موجبة +15V والمخرج S .

2 ـ 2 كيف يجب ربط المرابط 2 و 4 و 6 ؟





خلاصة :

تمكن الدارة المتكاملة AD633 من الحصول عند مخرجها S على دالة $u_s(t)$ تتناسب اضطرادا مع جداء الدالتين $u_1(t)$ و $u_2(t)$ المطبقين عند مدخليهما E_1 و E_2 .

$u_s(t)=k.\ u_2(t).\ u_1(t)$ حيث k ثابتة التناسب وهي تتعلق بالدارة الكهربائية المتكاملة .

ب ـ الإبراز التجريبي لتضمين الوسع

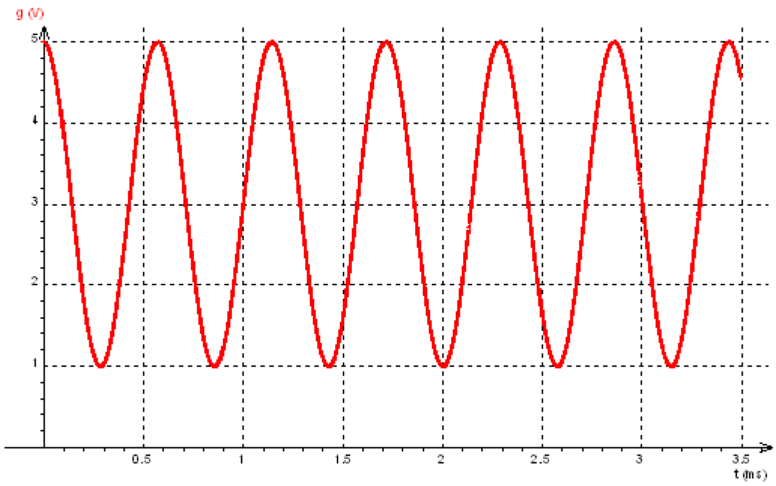
نشاط تجريبي 1 : إنجاز تضمين الوسع

ننجز التركيب التجريبي جانبه حيث :

* يطبق مولد GBF_1 في المدخل E_1 توتر $s(t)+U_0$.

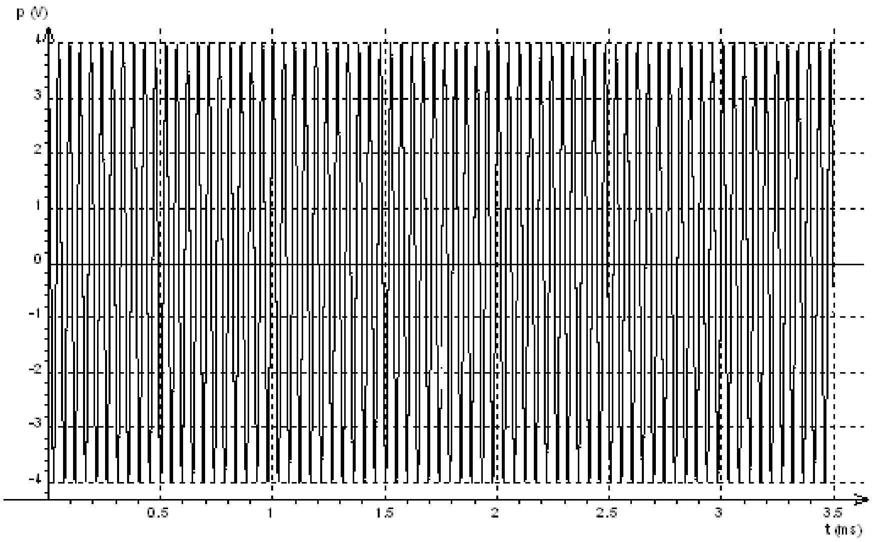
$s(t)$ إشارة جيبية وسعها $S_m=2V$ وترددها $f=100Hz$ و U_0 توتر مستمر ضبط بواسطة GBF_1 على القيمة $U_0=3V>U_m$

نعاين على شاشة راسم التذبذب وفي المدخل Y_1 التوتر $s(t)+U_0$ ، فنحصل على الإشارة (الشكل 1)

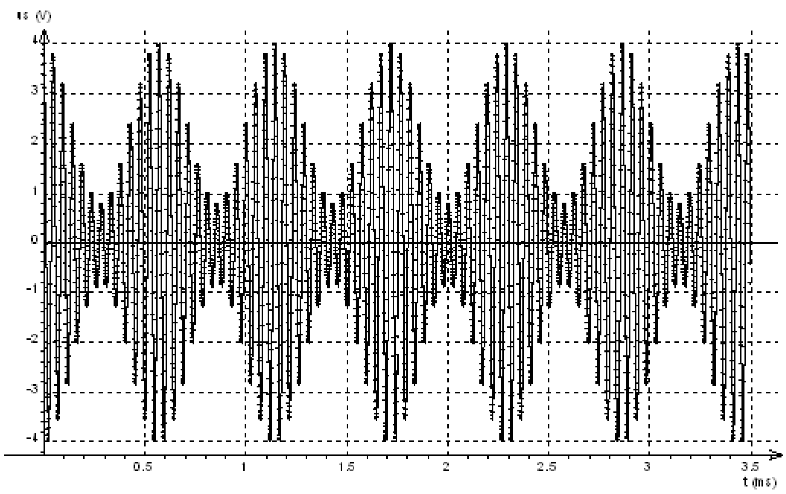


* نطبق في المدخل E_2 ، بواسطة GBF_2 توتر جيبي $p(t)$ وسعه $P_m=4V$ وتردده $F_P=1,2kHz$ ($F_P>10f$)

نعاين $p(t)$ في المدخل Y_2 لراسم التذبذب فنحصل على الشكل (2)



نعاين على شاشة راسم التذبذب توتر الخروج $u_s(t)$ فنحصل على الشكل (3)



1 ـ صف التوتر $u_s(t)$ المحصل عند الخروج .

2 ـ قارن غلاف التوتر $u_s(t)$ مع الإشارة التي تضم المعلومة $s(t)$.

5 ـ ما التوتر الحامل ؟ وما التوتر المضمّن ؟

خلاصة :

التوتر المحصَّل عند مخرج الدارة المتكاملة المنجزة للجداء ، توتر مضمَّن الوسع يضمّن التوتر ذو التردد المنخفض وسع التوتر ذا التردد العالي والذي يسمى التوتر الحامل .

1 ــ 2 تعبير التوتر المضمَّن

عند المدخل E_1 للدارة المتكاملة ، لدينا $s(t)+U_0$ مع أن U_0 المركبة المستمرة للتوتر و $s(t)=S_m\cos(2\pi f_s t)$.

والتوتر المطبق عند المدخل E_2 هو : $p(t)=P_m\cos(2\pi F_P t)$

عند المخرج S لدينا التوتر $u_s(t)=k.p(t).[s(t)+U_0]$

$$u_s(t)=k\times P_m\times(s(t)+U_0).\cos(2\pi F_P t)$$

نعلم أن التعبير العام لتوتر مضمَّن الوسع هو : $u(t)=U_m.\cos(2\pi F_P t)$ فإن

$$U_m(t)=k\times P_m\times(s(t)+U_0)$$

نضع $a=k\times P_m$ و $b=U_0$

فيصبح الوسع : $U_m(t)=a\times(s(t)+b)$ أي عبارة عن دالة تآلفية للتوتر المضمّن $s(t)$. و $U_m(t)$ الوسع المضمَّن أي أنه يعيد تغيرات $s(t)$

1 ــ 3 حالة توتر مضمّن جيبي .

نعتبر أن التوتر المضمّن دالة جيبية على الشكل التالي : $s(t)=S_m\cos(2\pi f_s t)$ يصبح الوسع المضمَّن هو :

$$U_m(t)=k.P_m\times(S_m\cos(2\pi f_s t)+U_0)\Rightarrow U_m(t)=k.P_m.U_0\left(\left(\frac{S_m}{U_0}\right)\cos(2\pi f_s t)+1\right)$$

نضع : $A=k.P_m.U_0$ و $m=\dfrac{S_m}{U_0}$ ، فتصبح العلاقة على الشكل التالي :

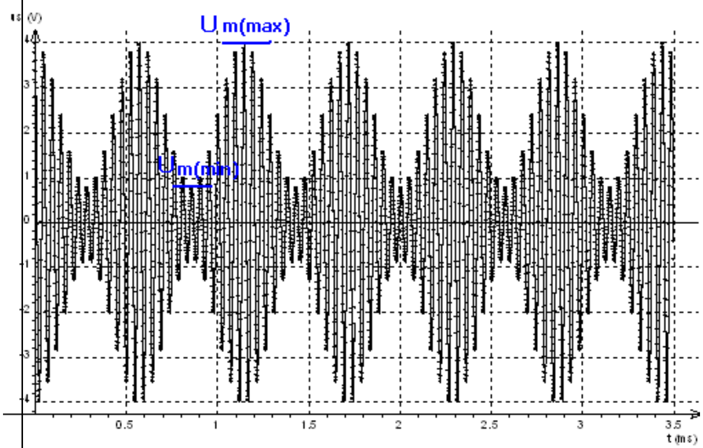
$$U_m(t)=A(m\cos(2\pi f_s t)+1)$$

نسمي m نسبة التضمين le taux de modulation

من خلال العلاقة يتبين أن الوسع المضمَّن يتغير بين قيمتين :

$U_{m\ min}=A(-m+1)$ و $U_{m\ max}=A(m+1)$ ونعبر عن نسبة التضمين بدلالة $U_{m\ max}$ و $U_{m\ min}$ بالعلاقة التالية :

$$m=\frac{U_{m\ max}-U_{m\ min}}{U_{m\ max}+U_{m\ min}}$$



<u>تطبيق :</u>

ما قيمة تردد التوتر المضمّن الممثل في الشكل 3 ؟

$$f_s=\frac{1}{2,3.10^{-3}}\simeq 430Hz$$

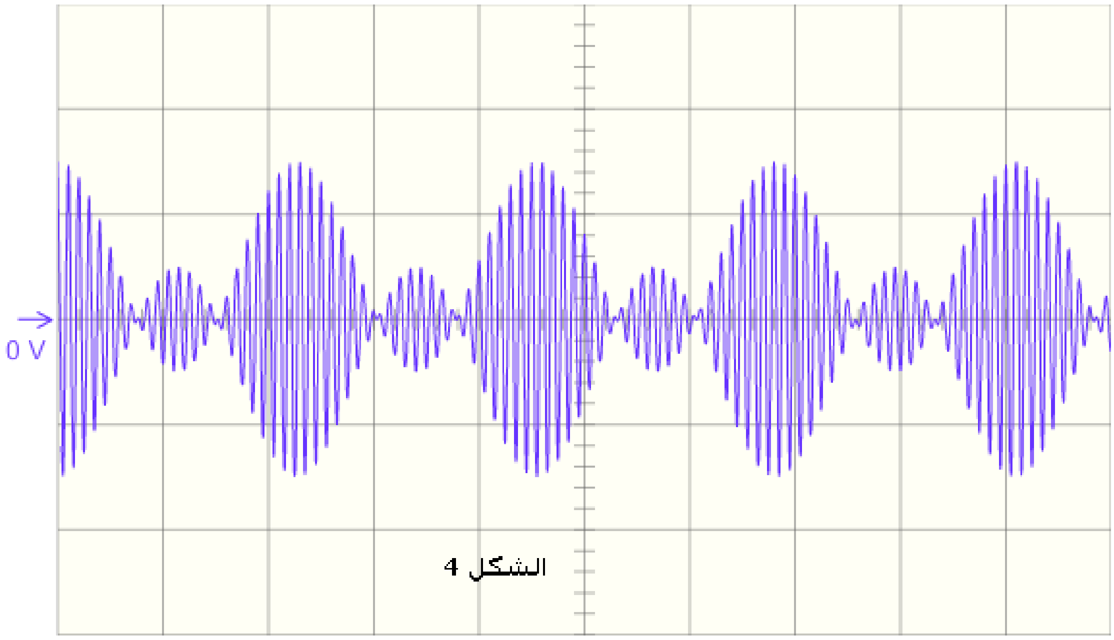
2 ــ أحسب نسبة التضمين نعطي : الحساسية الرأسية هي 1V/div

$$m=\frac{U_{m\ max}-U_{m\ min}}{U_{m\ max}+U_{m\ min}}=\frac{3-1}{3+1}=0,5$$

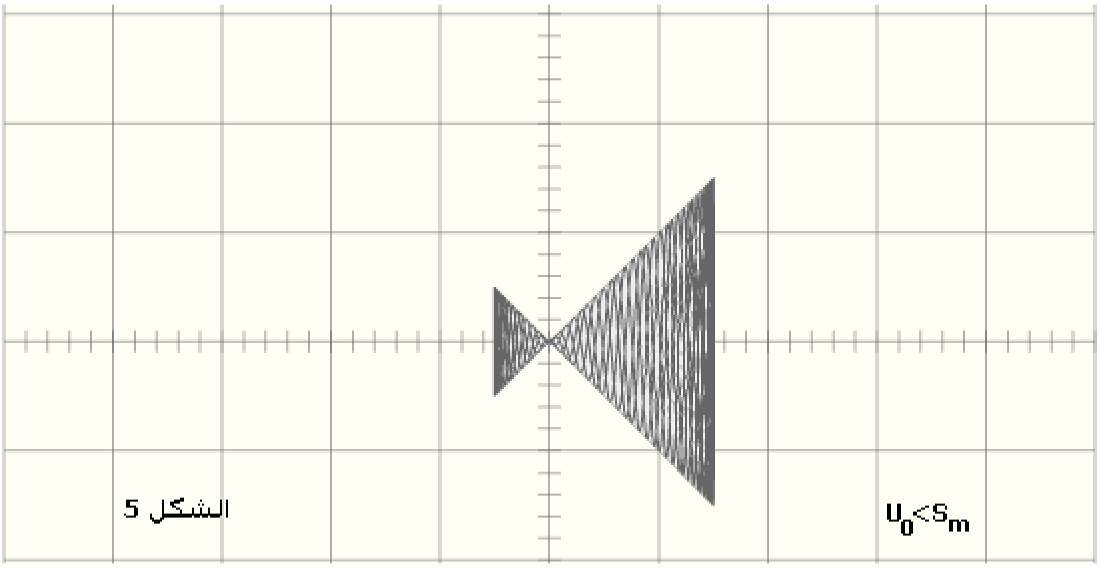
1 ــ 4 جودة التضمين

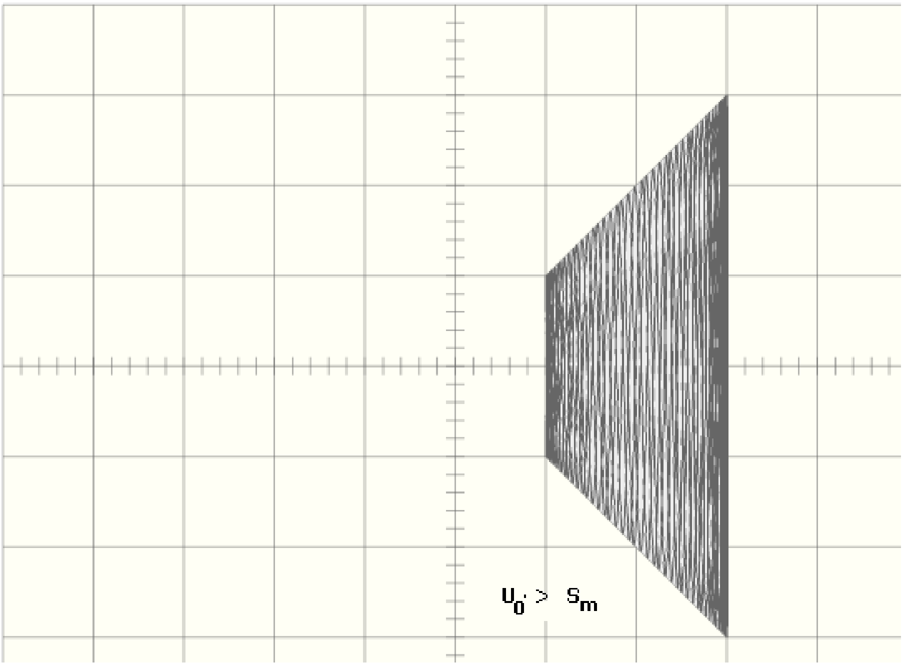
النشاط التجريبي 2 : شروط الحصول على تضمين جيد للوسع .

نحتفظ بالتركيب الكهربائي السابق ونضبط U_0 و S_m بحيث تكون $U_0<S_m$. نشاهد على الشاشة التوتر $u_s(t)$. الشكل 4



نربط التوتر المضمَّن بالمدخل X والتوتر المضمًّن $u_s(t)$ بالمدخل Y لراسم التذبذب ونضبط زر الكسح على النظام XY . يمثل الشكل 5 والشكل 6 نموذجين للرسم التذبذبي المحصل عليه .





1 ـ قارن غلاف التوتر $u_s(t)$ مع الإشارة $s(t)$. هل تضمين الوسع في هذه الحالة جيد ؟
2
شكل شبه منحرف ؟
3 ـ نعيد التجربة بعد ضبط U_0 و S_m حيث $U_0>S_m$.
3 ـ 1 هل تضمين الوسع في هذه الحالة جيد ؟ علل جوابك .
3 ـ 2 تأكد من الحصول على رسم تذبذبي ذي شكل شبه منح
التذبذب على النظام XY .
4 ـ نحتفظ ب $U_0>S_m$ ونغير قيم الترددين F_P و f_s . باستعمال طريقة شبه المنحرف ، تحقق من أن تضمين الوسع يكون ذا جودة عالية إذا كان التردد F_P أكبر بكثير من f_s .

خلاصة :

للتأكد من الحصول على تضمين وسع جيد نستعمل طريقة شبه المنحرف وهي كالتالي
ـ ربط التوتر المضمّن $s(t)$ بالمدخل X لراسم التذبذب .
ـ ربط التوتر المضمًّن $u_s(t)$ بالمدخل Y .
ـ إزالة الكسح لراسم التذبذب (النظام XY) .
فنحصل على شكل شبه منحرف على شاشة راسم التذبذب .

شروط الحصول على تضمين جيد للوسع :

للحصول على تمين للوسع ذي جودة جيدة يجب أن :
ـ يكون التوتر U_0 أكبر من S_m ($U_0>S_m$) أي أن نسبة التضمين تكون m<1

$$S_m < U_0 \Rightarrow \frac{S_m}{U_0} < 1 \Rightarrow m < 1$$

يكون تردد توتر الحامل F_P أكبر بكثير من تردد التوتر المصمّن f_s ($F_P>>f_s$) على الأقل $F_P>10f_s$.

II ـ إزالة التضمين . Démodulation

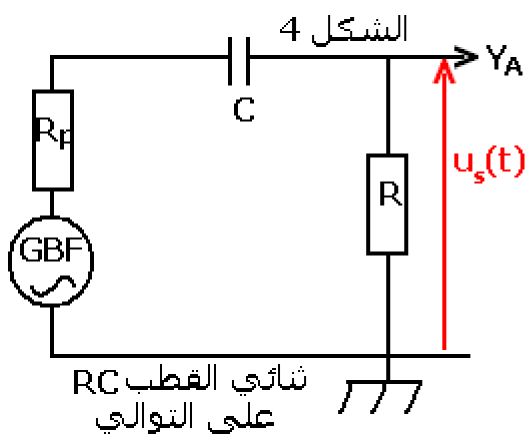
1 ـ المرشحات RC

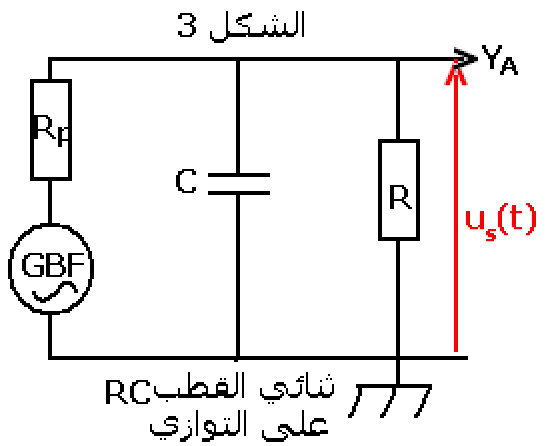
النشاط التجريبي 4

المناولة 1

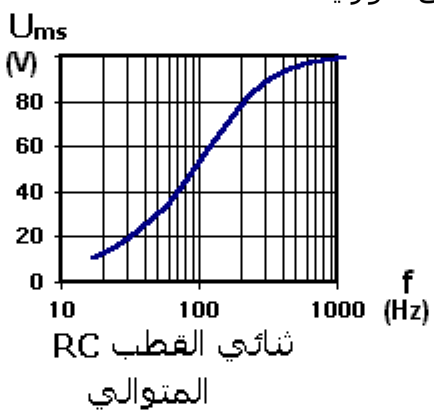
ننجز التركيبين التجريبيين الممثلين في الشكل (1) (RC على التوالي)والشكل (2)

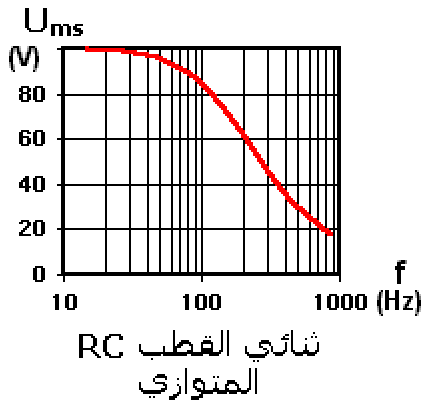
) RC على التوازي (والمكونين من مولد للتردد المنخفض وموصلان أوميان $R_p = 1k\Omega$ للوقاية و $R = 100\Omega$ ومكثف سعته C=5μF وراسم التذبذب رقمي وحاسوب مزود ببرنم ملائم .
نضبط المولد على توتر جيبي وسعه U_m=100V ثابت .





نغير التردد f من القيمة 10Hz إلى 1kHz وفي كل مرة نقيس بواسطة راسم التذبذب الوسع U_{ms} لتوتر الخروج $u_s(t)$ بالنسبة لكل تركيب .
نمثل تغيرات الوسع U_{ms} بدلالة التردد f فنحصل على المنحنيين ذي الشكلين (3) الموافق للتركيب RC على التوالي و (4) يوافق التركيب RC على التوازي .





1 ـ حدد بالنسبة لكل منحنى قيمة الوسع U_{ms} عند الترددات العالية .
2 ـ نسمي مرشح ممرر الإشارات ذات ترددات المنخفضة (filtre passe-bas) الدارة الكهربائية التي تسمح بمرور إشارات ذات ترددات منخفضة . نسمي مرشح ممرر الإشارات ذات ترددات العالية (filtre passe-haut) الدارة الكهربائية التي تسمح بمرور إشارات ذات ترددات عالية .
تعرف على ثنائي القطب RC الذي يلعب دور المرشح الممرر للترددات المنخفضة ، وعلى ثناث القطب RC الذي يلعب دور المرشح الممرر للترددات العالية .
3
تقوم بدالك ؟ علل جوابك .

المناولة 2 : كاشف الغلاف

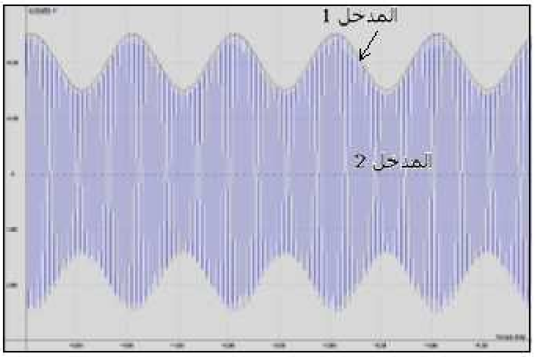
للحصول على الإشارة المعلومة التي الإشارة المضمَّنة $u_s(t)$ يجب استعمال كشف غلاف الإشارة المضمَّنة ، تسمى هذه العملية بإزالة التضمين لهذا الغرض ننجز التركيب الكهربائي وهو عبارة عن

رباعي قطب مكون من صمام ثنائي ودارة متوازية RC . نطبق في مدخل هذا التركيب توترا مضمَّن الوسع $u_e(t)$ ، محصلا بواسطة دارة متكاملة المنجزة للجداء .
نعاين بواسطة راسم التذبذب توتر الدخول $u_e(t)$ وتوتر الخروج $u_s(t)$. يمثل الشكل 5 الرسمين التذبذبين المحصلين بواسطة إشارة كهربائية جيبية .

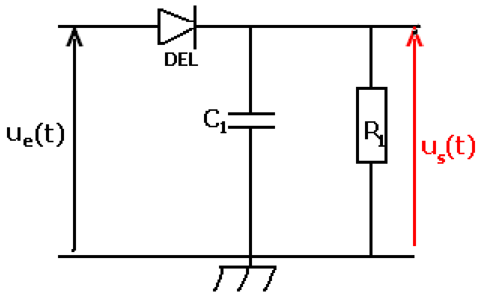
1 ــ كيف يتصرف الصمام الثنائي DEL والذي نعتبره مثاليا في دارة كهربائية ؟

2 ــ قارن بين التوتر $u_s(t)$ وغلاف التوتر المضمَّن $u_e(t)$. ما تأثير الصمام المتألق كهربائيا على الإشارة $u_e(t)$ ؟

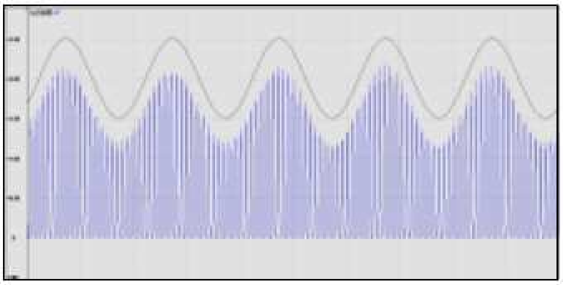
3 ــ تحقق من أن كشف غلاف التوتر المضمَّن $u_e(t)$ يتم بكيفية جيدة ، إذا كان $T_p << R_1C_1 < T_s$ ، حيث T_p دور التوتر الحامل و T_s دور الإشارة المضمَّنة .



المدخل 1 غلاف التوتر المضمّن
المدخل 2 الإشارة $u_e(t)$ مضمّنة للوسع



الشكل 5



خلاصة :

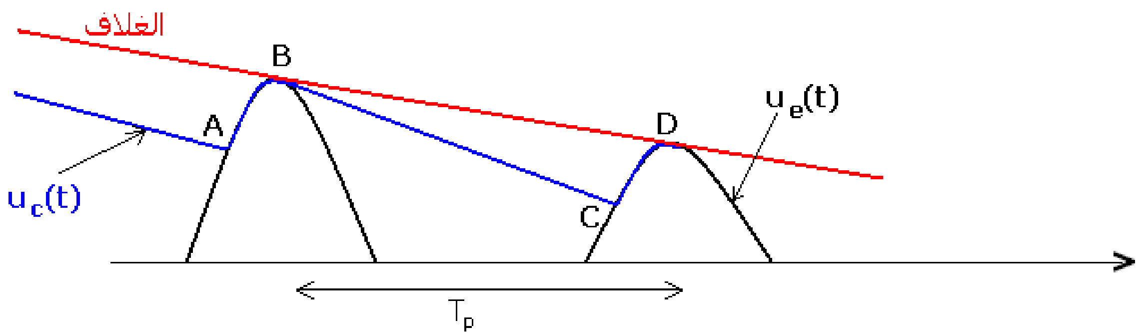
شروط الحصول على كشف غلاف جيد هي :

ــ أن يكون التوتر في مخرج دارة كاشف الغلاف ذا تموجات صغيرة وتتبع بكيفية أحسن شكل الإشارة المضمّنة .

ويتحقق هذا إذا كانت ثابتة الزمن $\tau = RC$ تحقق المتراجحة التالية :

$$T_p \ll \tau < T_s \Rightarrow f_s < \frac{1}{\tau} \ll F_p$$

T_p دور التوتر الحامل و T_s دور الإشارة المضمّنة .



المناولة 3 : إنجاز إزالة تضمين الوسع .

نضيف للتركيب السابق ثنائي قطب R_2C_2 .
نعاين بواسطة راسم التذبذب توتر الدخول $u_e(t)$ وتوتر الخروج $u'_s(t)$.

1 ــ ما اسم ثنائي القطب R_2C_2 المستعمل ؟ ما الدور الذي يلعبه ثنائي القطب R_2C_2 في هذه التجربة ؟

2 ــ أ ــ أذكر مختلف مراحل عملية إزالة تضمين الوسع