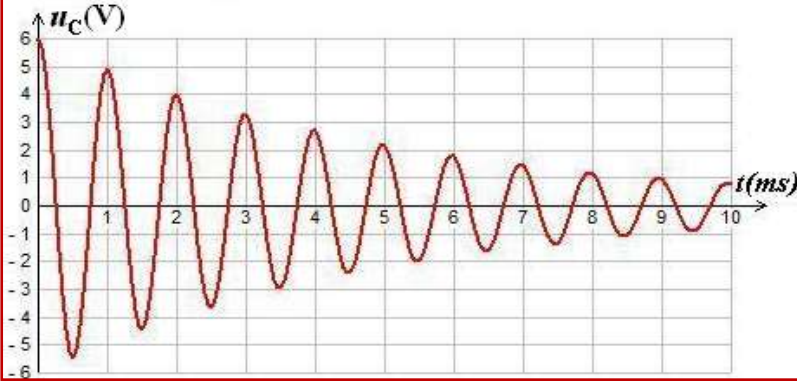


التذبذبات الحرة في دائرة RLC متوالية

سلسلة التمارين

Les oscillations libres dans un circuit RLC série

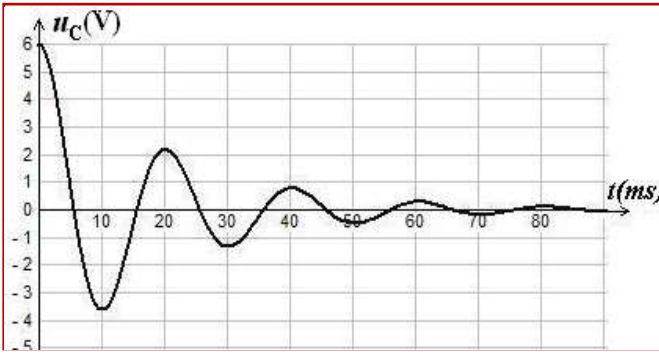
التمرين 1:



نشحن مكثفا سعته $C=0,25\mu F$ بواسطة مولد قوته الكهرومحرقة $E=6V$ 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) ما نظام التذبذبات الملاحظ؟
- (2) كيف تفسر خمود التذبذبات؟
- (3) أوجد المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف.
- (4) عين مبيانيا شبه الدور T للتذبذبات.
- (5) نعتبر المقاومة r للوشيعة منعدمة.
أ. أكتب في هذه الحالة المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر $u_C(t)$.
ب. حل هذه المعادلة هو: $u_C(t)=U_m \cdot \cos(\alpha t + \varphi)$. ما تعبير كل من U_m و α و φ ؟
ج. استنتج تعبير كل من الشحنة $q(t)$ للمكثف وشدة التيار $i(t)$ المار في الدارة.
د. أعط تعبير الدور الخاص T_0 للتذبذبات.
- (6) أحسب قيمة معامل التحريض الذاتي L للوشيعة، علما أن شبه الدور يساوي الدور الخاص.
- (7) لصيانة التذبذبات، نركب على التوالي في الدارة RLC مولدا يزودها بتوتر $u_g=R_0 \cdot i$. ما قيمة المقاومة R_0 التي تمكن من الحصول على ذبذبات جيبيية.

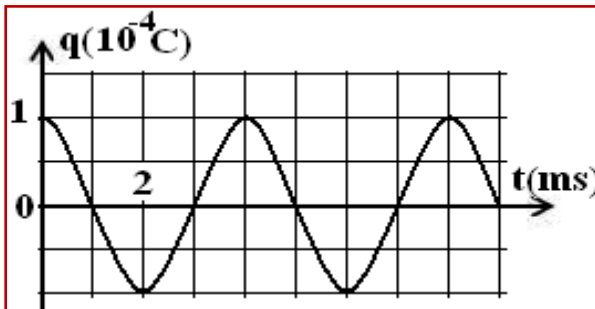
التمرين 2:



نشحن مكثفا سعته $C=10\mu F$ كليا بواسطة مولد قوته الكهرومحرقة $E=6V$ ونفرغه في وشيعة (b) معامل تحريضها L ومقاومتها r ، وعابنا على شاشة راسم التذبذب المنحني المقابل والممثل لتغيرات التوتر $u_C(t)$ بين مربطي المكثف بدلالة الزمن.

- (1) أرسم تبيانية التركيب التجريبي المستعمل. علل خمود التذبذبات.
- (2) عين مبيانيا قيمة شبه الدور T ، واستنتج قيمة معامل التحريض L للوشيعة باعتبار شبه الدور يساوي الدور الخاص (تأخذ $\pi^2 = 10$).
- (3) ما نوع الطاقة المخزونة في الدارة عند اللحظة $t=25ms$ ؟ علل جوابك.
- (4) نركب الوشيعة (b) والمكثف السابق على التوالي مع مولد يزود الدارة بتوتر يتناسب أطرادا مع شدة التيار المار فيه $u=k \cdot i$. تكون التذبذبات مصانة عندما تأخذ $k=50(SI)$. أوجد r مقاومة الوشيعة.

التمرين 3:



نعتبر دائرة مكونة من وشيعة معامل تحريضها الذاتي L ومقاومتها مهملة، مركبة مع مكثف سعته C تم شحنه مسبقا بتوتر $E=250V$. يمثل الشكل المقابل تغيرات شحنة المكثف $q(t)$ بدلالة الزمن.

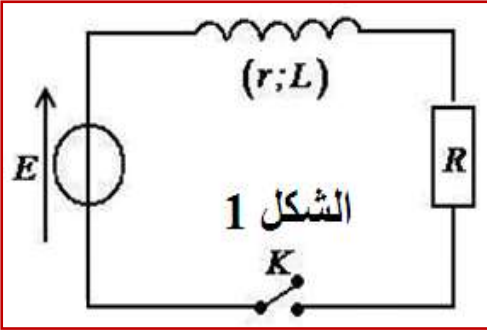
- (1) أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها الشحنة $q(t)$ ثم استنتج تعبير الدور الخاص T_0 .

(2) أوجد مبيانيا قيمة T_0 والشحنة القصوية Q_m للمكثف ، ثم استنتج قيمة كل من C و L .

(3) أكتب تعبير الشحنة $q(t)$ ثم استنتج تعبير $i(t)$ و $u_C(t)$.

التمرين 4:

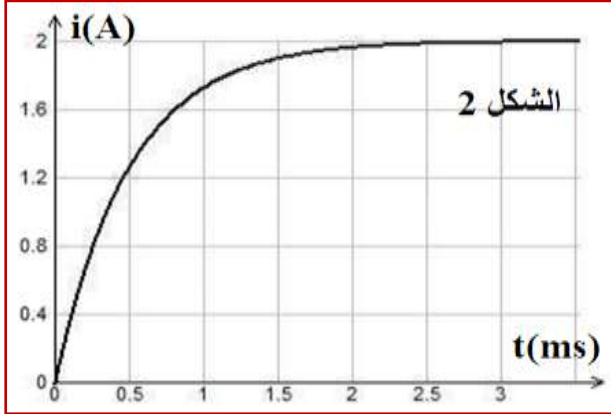
I. استجابة ثنائي القطب RL لرتبة توتر صاعدة .



يشتغل محرك السيارات التي تستخدم البنزين (Essence) كوقود، بفضل شرارات تحدث على مستوى الشمعات. يرتبط تكون الشرارات بفتح وفتح دارة كهربائية تحتوي أساسا على وشيعة (L, r) وبطارية السيارة وقاطع التيار إلكتروني.

يمثل الشكل (1) النموذج المبسط لهذه الدارة حيث R تمثل مقاومة باقى عناصر الدارة . ولمعطيات : القوة الكهرومحرركة للبطارية $E=12V$ والمقاومة

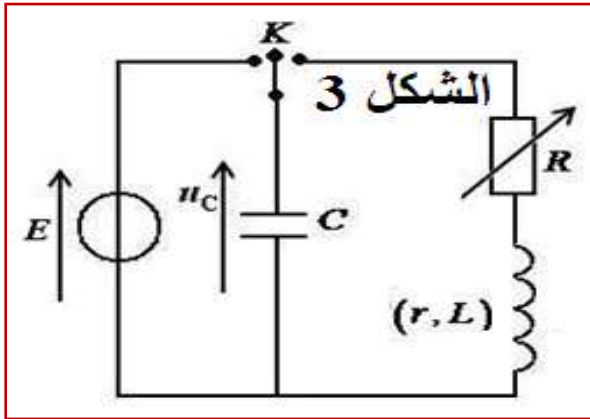
المكافئة لباقي عناصر الدارة $R=5,5\Omega$.



نغلق قاطع التيار K عند اللحظة $t=0$ ، يمثل منحنى الشكل (2) تغيرات شدة التيار الكهربائي المار في الدارة بدلالة الزمن.

- (1) أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها شدة التيار المار في الدارة .
- (2) حل المعادلة التفاضلية هو $i(t)=A.(1-e^{-t/\tau})$. أوجد تعبير كل من A و τ .
- (3) ما تأثير الوشيعة على إقامة التيار عند غلق الدارة .
- (4) عين مبيانيا قيمة ثابتة الزمن τ .
- (5) حدد قيمة كل من L و r .

II. التذبذبات الحرة في دارة RLC متوالية .



لدراسة التذبذبات الكهربائية ، ننجز التركيب الممثل في الشكل (3) والمتكون من وشيعة معامل تحريضها $L=0,1H$ ومقاومتها r وموصل أومي مقاومته R قابلة للضبط ومكثف سعته C ومولد قوته الكهرومحرركة E .

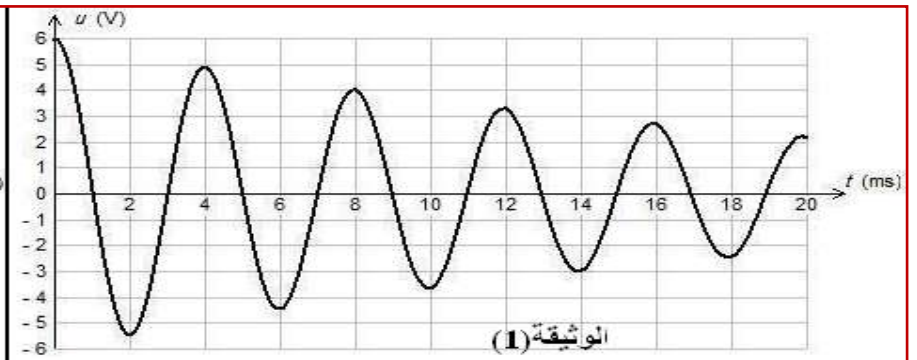
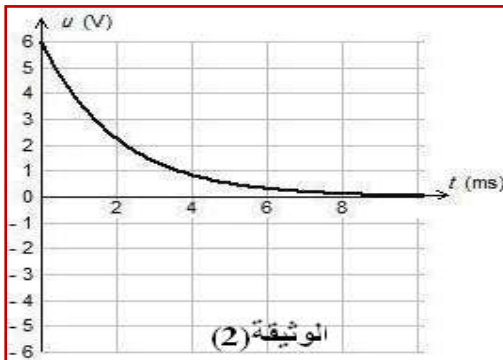
نشحن المكثف ثم نؤرجح قاطع التيار عند اللحظة $t=0$ إلى الموضع 2 . تمثل الوثيقتان (1) و (2) أسفله تغيرات التوتر u_C بين مربطي المكثف بدلالة الزمن بالنسبة لقيمتين مختلفتين للمقاومة R .

(1) أقرن بكل وثيقة نظام التذبذبات الموافق .

(2) حدد قيمة T شبه دور التذبذبات .

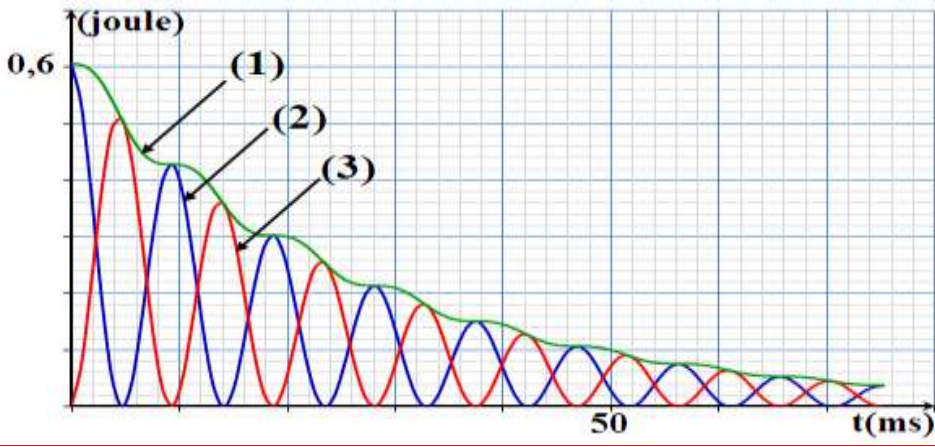
(3) نعتبر أن شبه الدور T يقارب الدور الخاص T_0 للتذبذبات الكهربائية الحرة غير المخمدة . استنتج قيمة C .

(4) حدد في حالة الوثيقة (1) قيمة الطاقة الكهربائية المبددة بمفعول جول في الدارة بين اللحظتين $t=0$ و $t_1=8ms$.



التمرين 5:

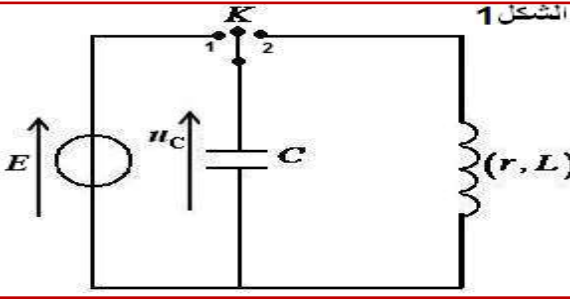
نعتبر التركيب التجريبي. نؤرجح قاطع التيار إلى الموضع 2 ونعاين التوتر بين مربطي كل من المكثف والموصل الأومي وبمعالجة معلوماتية ، نحصل على الرسم التذبذبي الممثل لتغيرات والوشيعة والدارة .



- (1) إعط تعبير E_e و E_m و E_T .
- (2) أقرن كل منحنى بالطاقة التي يمثلها. علل جوابك.
- (3) أحسب الطاقة المبددة بمفعول جول خلال 50ms الأولى.
- (4) لصيانة التذبذبات، نضيف للدارة RLC دائرة متكاملة وخطية. أ. ما دور جهاز الصيانة الذي تمت إضافته. ب. أرسم تبيانة ممثلا عليها كيفية ربط هذا الجهاز.

التمرين 6:

I. شحن مكثف:



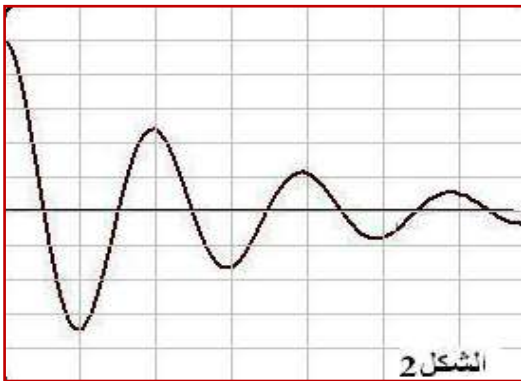
نشحن مكثفا سعته $C=25\mu F$ بمولد قوته الكهرومحرركة $E=10V$ ومقاومته الداخلية مهمة، حتى الوصول إلى النظام الدائم (الشكل 1).

- (1) أحسب الشحنة Q_0 المكثف.
- (2) استنتج الطاقة التي يخترنها.
- II. دراسة الدارة المثالية: (نعتبر مقاومة الدارة مهمة في هذا الجزء).

بعد شحن المكثف، نضع قاطع التيار في الموضع (2) في لحظة نعتبرها أصلا للتواريخ، فيفرغ المكثف في الوشيعه ذات معامل التحريض $L=120mH$ ، ونعاين تغيرات التوتر بين مربطي المكثف بواسطة راسم التذبذب ذاكراتي.

- (1) مثل تركيب كاشف التذبذب على تبيانة الشكل 1.
- (2) أرسم هيئة الشكل التذبذي المحصل عليه ثم أعط تفسيراً طاقيا له.
- (3) أثبت المعادلة التفاضلية التي تحققها $q(t)$ شحنة المكثف. أحسب T_0 الدور الخاص للتذبذبات.
- (4) تعبير الشحنة $q(t)=Q_m \cdot \cos(\frac{2\pi}{T_0}t + \varphi)$. حدد Q_m و φ .
- (5) أحسب القيمة القصوى لشدة التيار ثم استنتج تعبير شدة التيار بدلالة الزمن.
- (6) أعط تعبير الطاقة المخزونة في كل من المكثف والوشيعه عند لحظة t ثم تعبير الطاقة الكلية E_T للدارة المتذبذبة LC.
- (7) بين أن الطاقة الكلية للدارة المتذبذبة ثابتة وأحسب قيمتها.

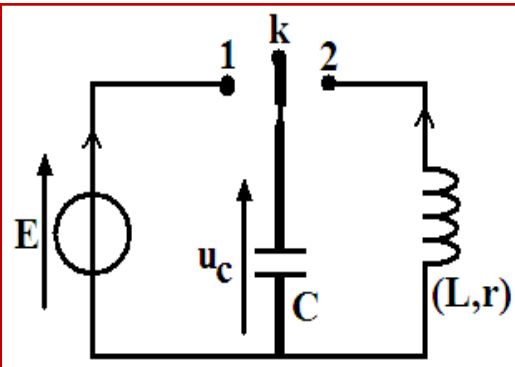
III. دراسة الدارة الحقيقية:



في الواقع، للوشيعه مقاومة داخلية r غير مهمة: نعاين التوتر $u_C(t)$ بواسطة راسم تذبذب ذاكراتي يسمح بمعايينة ظواهر تحدث خلال مدة وجيزة دون أن تتكرر، فنحصل على المنحنى الممثل في الشكل 2 حيث: الحساسية الرأسية: $2V/div$ والحساسية الأفقية: $5ms/div$.

- (1) إعط تفسيراً طاقيا للظاهرة الملاحظة في الرسم التذبذي المحصل عليه.
- (2) قارن شبه الدور T والدور الخاص T_0 .
- (3) أحسب الطاقة المبددة خلال الذبذبة الأولى.

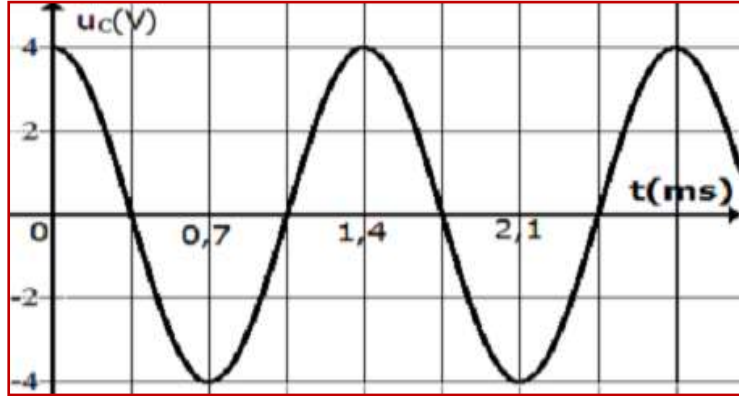
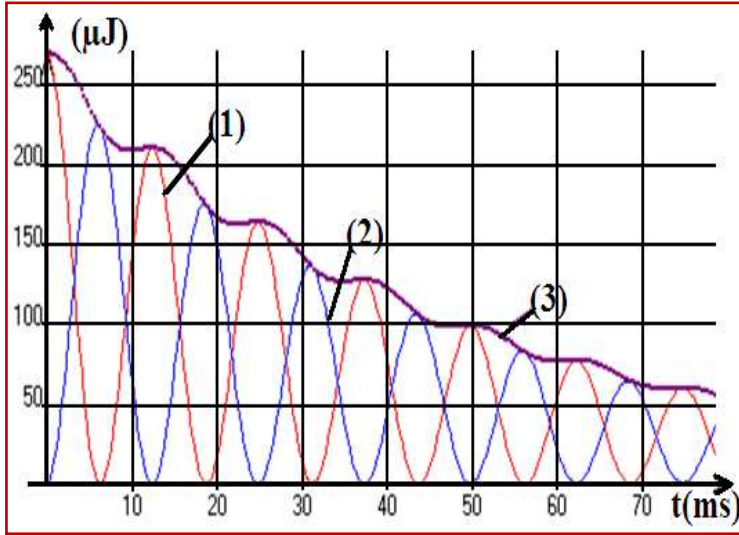
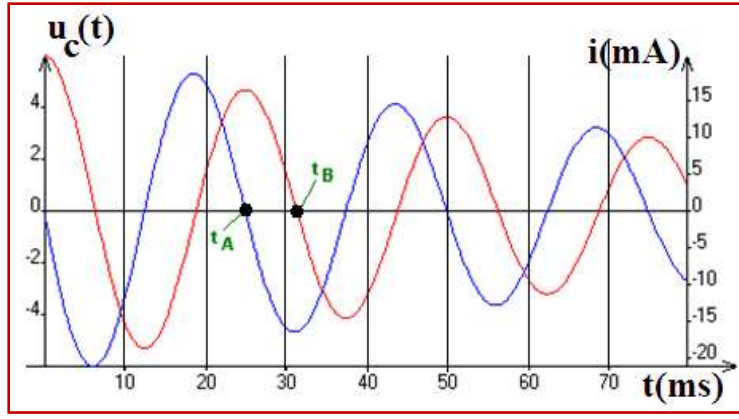
التمرين 7:



ننجز الدارة الكهربائية المتكون من مولد ليقتر مؤتمل، مكثف سعته $C=15\mu F$ و من وشيعه معامل تحريضها $L=1,0H$ ومقاومة r . بعد شحن المكثف نضع قاطع التيار K عند لحظة نعتبرها أصل لتواريخ (t=0s) في الموضع 2. (أنظر الشكل)

- I. نستعمل جهاز استقبال مرتبط بحاسوب يمكننا من معايينة التوتر u_C بين مربطي المكثف، وشدة التيار $i(t)$ المار في الدارة. فنحصل على المنحنيين الممثل في الشكل أسفله.

- (1) حدد نظام التذبذبات الكهربائية ؟ علل جوابك .
 - (2) أحسب شبه الدور T لهذه التذبذبات الكهربائية .
 - (3) أوجد العلاقة بين شدة التيار الكهربائي $i(t)$ والتوتر $u_C(t)$ في الدارة .
 - (4) أثبت المعادلة التفاضلية لتوتر $u_C(t)$ في الدارة .
 - (5) باعتمادك على المنحنى $u_C(t)$ ، هل المكثف يشحن أم يفرغ بين اللحظتين t_A و t_B . (علل جوابك)
- II** نستعمل برنامج يمكننا من تمثيل تغيرات الطاقة في الدارة، فنحصل المنحنيات أسفله .



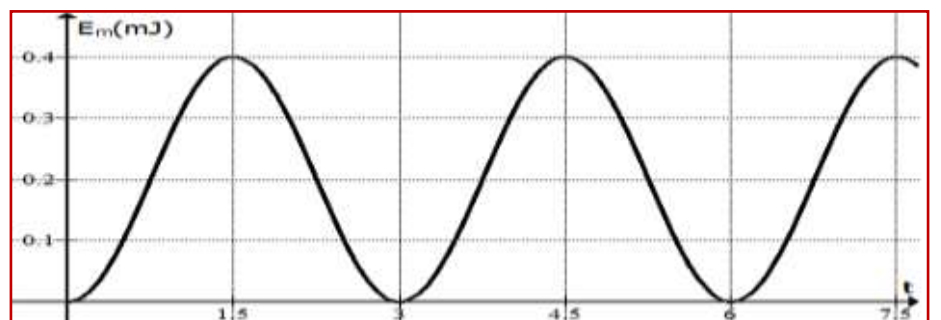
أ. بين أن الطاقة المغناطيسية بين مرطبي الوشيعه تكتب على الشكل التالي : $E_m(t) = \frac{1}{4} CE(1 - \cos(\frac{4\pi}{T_0} t))$

نعطي : $\sin^2(x) = \frac{1}{2}(1 - \cos(2x))$

ب. استنتج تعبير $E_m(\max)$ القيمة القصوية للطاقة المغناطيسية .

ج. باعتمادك على منحنى $E_m(t)$ أحسب C سعة المكثف .

د. أوجد L معامل تحريض الوشيعه .



- (1) حدد الطاقة التي يمثلها كل منحنى . (علل جوابك).
- (2) ما هو تفسيرك لشكل هذه المنحنيات .
- (3) أحسب الطاقة الكهربائية المبددة بين اللحظتين $t=50ms$ و $t=0s$.

III الدارة المثالية: خلال دراسة نظرية لدارة نهمل مقاومة الوشيعه.

- (1) أثبت المعادلة التفاضلية لشحنة المكثف $q(t)$.
- (2) أعط تعبير حل هذه المعادلة .
- (3) أثبت تعبير الدور الخاص T_0 لهذه الدارة . وأحسبه .
- (4) بين أن الطاقة الكلية لدارة تتحفظ ، ومثل شكل منحنيات تغير الطاقة في الدارة .
- (5) حدد قيمة شدة التيار الكهربائي والتوتر u_C عند اللحظتين t_A و t_B .
- (6) أحسب تغير الطاقة الكهربائية الكلية في الدارة بين هاتين اللحظتين .

التمرين 8:

قام مجموعة من التلاميذ بشحن مكثف بواسطة توتر مستمر $E=4,5V$ ، ثم تركيب المكثف بين مرطبي وشيعه معامل تحريضها L و مقاومتها r مهمله .

- (1) أعط التركيب التجريبي للدارة .
- (2) أثبت المعادلة التفاضلية التي يحققها التوتر u_C .
- (3) يمثل المنحنى جانبه التوتر $u_C(t)$ بين مرطبي المكثف باستغلال المنحنى ، أكتب التعبير العددي للتوتر $u_C(t)$.
- (4) تتغير الطاقة المغناطيسية E_m بين مرطبي الوشيعه وفق المنحنى أسفله .