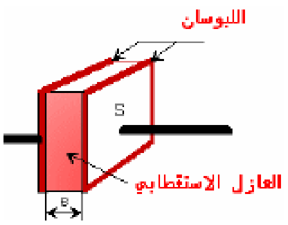
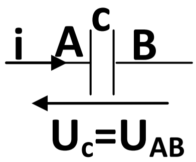
المجال :التطورات الرتيبة   الوحدة 3: دراسة الظواهر الكهربائية

1– الموضوع : المكثفات وثنائي القطب RC

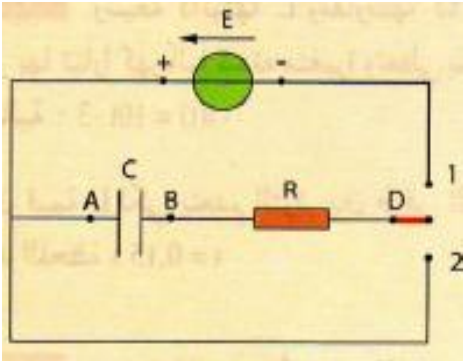


1*ماهي المكثفة ؟ ثنائي قطب يتكون من صفيحتين معدنيتين يفصل بينهما عازل كهربائي (ورق الميكا أو الهواء أو الزجاج...) رمزها في دارة كهربائية هو:



2-هل الدارة التي تحوي على التسلسل مكثفة ومولد للتيار المستمر

يمر فيها التيار باستمرار(دون انقطاع)؟.

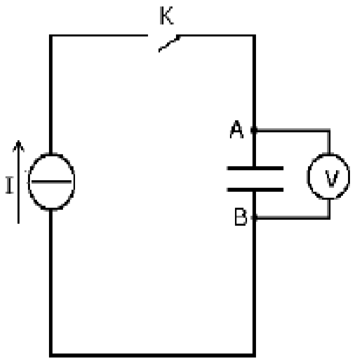


3-شحن وتفريغ مكثفة:نحقق التركيب الموضح في الشكل : نضع القاطعة في الوضع 1.ماذا تسمى هذه العملية؟.ب- مثل على الدارة : -اتجاه التيارو فرق الكمون بين طرفي كل من المقاومةR والمكثفة C .

4-نظيف إلى هذه الدارة جهاز أمبير متر على التسلسل حسب رأيك مادا يحدث لمؤشر جهاز الأمبير متر بعد مدة زمنية من غلق القاطعة

5-أعطي التفسير ألمجهري لعملية الشحن .

6- نضع القاطعة في الوضع 2 ا-ماذا تسمى هذه العملية ؟اجب على نفس الأسئلة السابقة .



7- ماهي العلاقة بين شدة التيار i وشحنة المكثفة q ؟.

8-ماهي العلاقة بين شحنة المكثفة q وفرق الكمون(التوتر) U_c بين طرفي المكثفة ؟.

-نحقق التركيب الموضح بالشكل المجاور وباستخدام تجهيز مناسب نسجل القيم

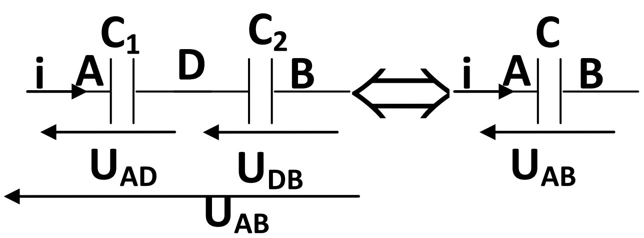
الموضحة في الجدول :   1- ارسم المنحنى $q=f(U_{AB})$

U_{AB} (V)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
$Q\,(10^{-8}C)$	0	10,4	20,8	31,2	41,6	52,0

ب-استنتج بالاعتماد على هذا المنحنى العلاقة بين q وU_c

ج-ماهو المدلول الفيزيائي لمعامل توجيه هذا المنحنى ؟.

9-جمع المكثفات:1-على التسلسل الشكل -1-

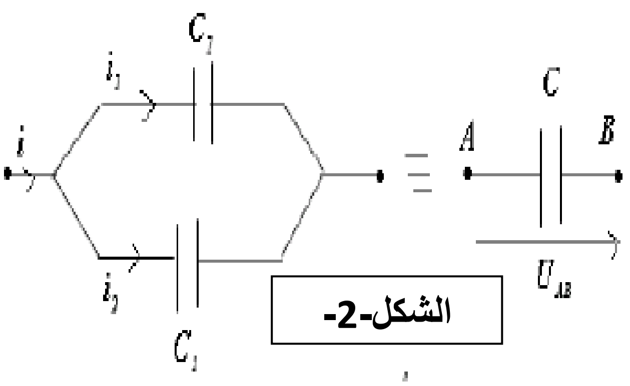


الشكل-1-

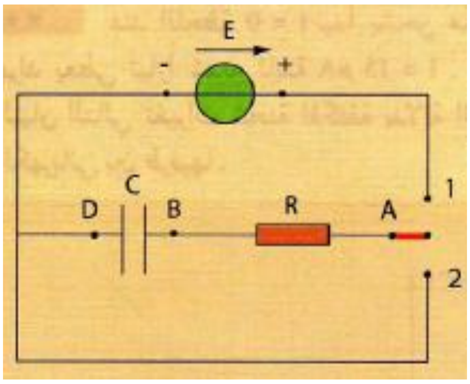
بين ان $\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}$

ب- الربط على التفرع(التوازي) الشكل-2-:بين

ان: $C=C_1+C_2$



الشكل-2-



10-تطور التوتر بين طرفي المكثفة :1--خلا ل عملية الشحن :

كتابة المعادلة التفاضلية : نضع القاطعة في الوضع 1وضح برسم تخطيطي كيف يتم توصيل كل من المكثفة والمقاومة الى راسم الاهتزاز المهبطي

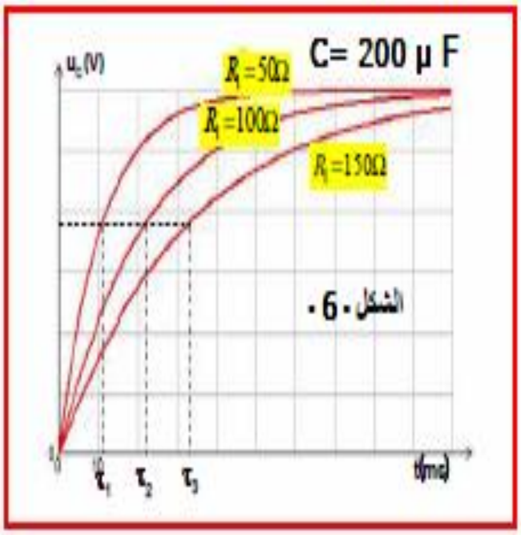
ب- بتطبيق قانون التوترات في دارة مغلقة بن انه اثناء عملية الشحن تتحقق المعادلة التالية: $RC\dfrac{dU_C}{dt}+U_C=E$

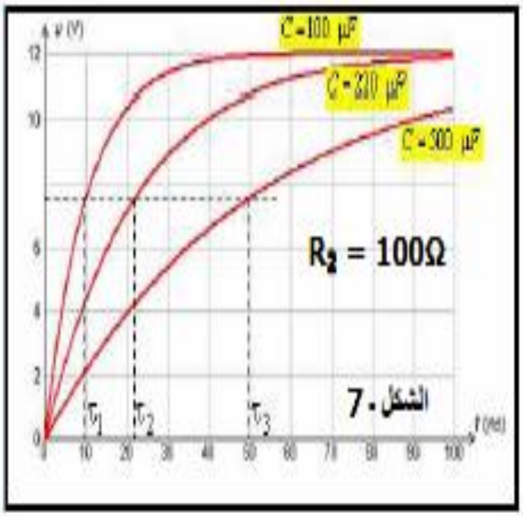
ج- اذا علمت ان الحل العام للمعادلة التفاضلية السابقة هو من الشكل: $U_C=Ae^{\alpha t}+B$ عين في هذه الحالة الثوابت α B A وهذا حسب الشروط الابتدائية المعطيات ($t=0 \rightarrow U_C=0$)

د- يسمى المقدار $\tau=RC$ بثابت الزمن بين باستخدام التحليل البعدي انه متجانس مع الزمن .

هـ- ارسم المنحنى $U_C=f(t)$ ثم وضح عليه طرق تعين ثابت الزمن τ بيانيا.

و- استنتج عبارة تطور كل من شحنة المكثفة وشدة التيار بدلالة الزمن $i=f(t)$ و$q=f(t)$ أثناء عملية الشحن ثم مثلهما بيانيا



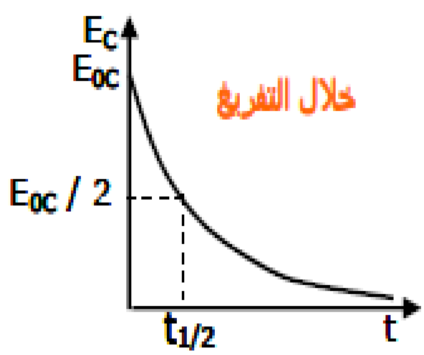


11-العوامل المؤثرة في ثابت الزمن :

1-لاحظ الشكلين المواليين ماذا تستنتج بالنسبة لتأثير كل من المقاومة وسعة المكثفة على ثابت الزمن ؟.

2-نغير من قيمة التوتر بين طرفي المولد هل يتغير ثابت الزمن ؟ لماذا؟

12- تطور التوتر بين طرفي المكثفة أثناء علية التفريغ :نضع القاطعة في الوضع 2 أوجد المعادلة التفاضلية لتطور التوتر بين طرفي المكثفة ثم استنتج عبارة $U_C=f(t)$ ثم مثله بيانيا



2-أوجد عبارة كل من $i=f(t)$ و$q=f(t)$ أثناء عملية التفريغ ثم مثلهما بيانيا

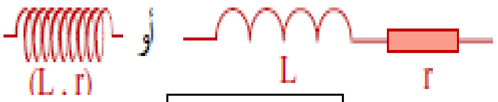
13-الطاقة المخزنة في مكثفة: يمثل الشكل المقابل تغيرات الطاقة بدلالة الزمن أثناء التفريغ .اذا علمت ان عبارة الطاقة هي : $E_{(C)}=\dfrac{1}{2}C\times U_C^2$ استنتج عبارة $E_{(C)}=f(t)$ ثم بين ان زمن تناقص الطاقة إلى النصف هو

$$t_{1/2}=\frac{\tau}{2}\ln 2 \quad \text{حيث} \quad \tau=RC$$

الوحدة 3: الظواهر الكهربائية

2- الموضوع : الوشائع وثنائي القطب RL

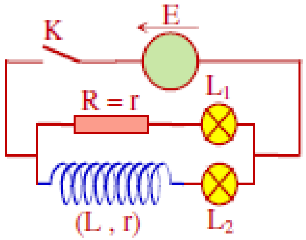
1-وصف الوشيعة وتصرفها في جزء من دارة كهربائية



الشكل-1-

ا-ماهي الو شيعة ؟ عبارة عن ناقل (سلك معدني)محاط به عازل ملفوف بشكل حلزوني له مقاومة (r)

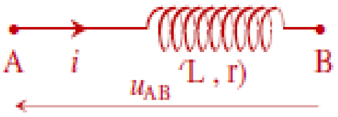
ب- تمثل في دارة كهربائية بالرمز: الشكل-1-



الشكل-2-

وثيقة 02 : الفعل التحريضي لوشيعة

ت-مالفرق بن الناقل الاومي (المقاومة (R والوشيعة ؟. نحقق التركيب الموضح في لشكل -2-المجاور :فنلاحظ تأخر توهج المصباح L_2 عن المصباح L_1 عند غلق القاطعة وعند فتحها فنلاحظ انطفاء المصباح L_1 قبل المصباح L_2 بين بالاعتماد على هذه الملاحظات الفرق بين كل من المقاومة والو شيعة .



ث-تعطى العلاقة بين شدة التيار والتوتر بين طرفي الو شيعة في الحالة العامة بالشكل

$$U_{AB}=U_L+U_r \Rightarrow U_{AB}=L\frac{di}{dt}+ri$$

$$\left(U_L=L\frac{di}{dt}\right)\left(U_r=ri\right)$$

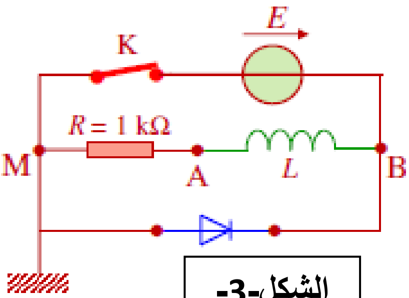
تسمى L ذاتية الو شيعة تقاس في جملة الوحدات الدولية بالهنري H:

r :المقاومة الداخلية للوشيعةتقاس بالاوم(Ω)

ج-اعطي عبارة U_{AB} في حالة تيار مستمر .ماذا تسلك الوشيعة في هذه الحالة

-أعطي عبارةU_{AB} في حالة r=0 ماذا تسمى الوشيعة في هذه الحالة ؟

2-المعادلة التفاضلية لتطور شدة التياردارة ثنائة القطب (RL)



الشكل-3-

1-عند غلق القاطعة: (نشوء التيار في الدارة R L) نحقق التركيب الموضح في الشكل -3- مثل على الشكل باسهم اتجاه التيار i و U_R و U_L

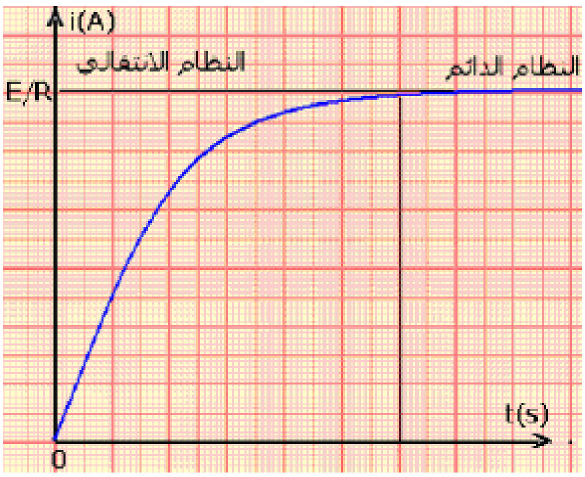
1-بين على الرسم طريقة توصيل كل من الوشيعة والمكثفة الى راسم الاهتزاز المهبطي

2-بين ان المعادلة التفاضلية لتطور شدة التيار في هذه الحالة هي

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

اثبت ان : $i(t)=I_0(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ حلا للمعادلة التفاضلية

حيث: $\tau=\frac{L}{R+r}$ يسمى ثابت الزمن عرفه ثم بين باستخدام التحليل البعدي انه متجانس مع الزمن .



الشكل-6-

1-يمثل الشكل6- المقابل المنحنى i=f(t) في مجال زمني $t\in[0,5\tau]$ بين بالاعتماد على هذا المنحنى كيفية تطور شدة التيار عند غلق القاطعة

2- أعطي طرق تعين ثابت الزمن بيانيا بين ذلك على المنحنى السابق

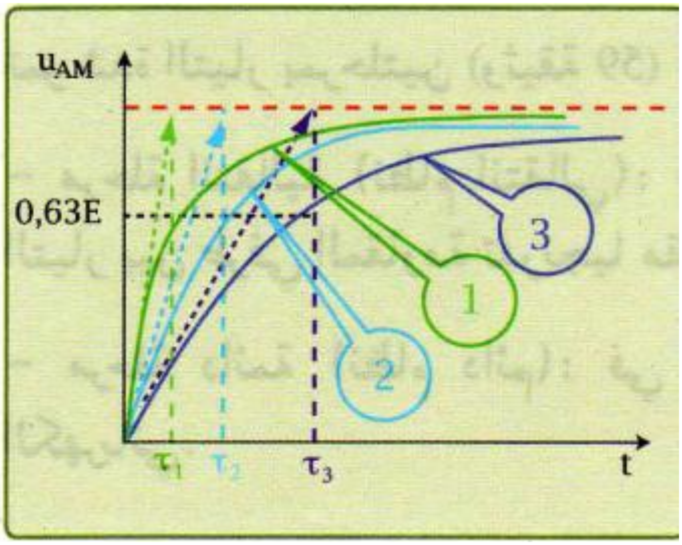
أوجد المعادلة التفاضلية السابقة بدلالة U_R و استنتج عبارة $U_R=f(t)$. ثم مثله بيانيا استنتج عبارة U_L ثم مثله بيانيا

2- المعادلة التفاضلية لتطور شدة التيار في الدارة R L عند فتح القاطعة (انقطاع التيار)

نفتح القاطعة في التركيب السابق :ا-أوجد المعادلة التفاضلية لتطور شدة التيار في الدارة ثم بين انها تقبل حلا من الشكل :

$$i(t)=I_0e^{-\frac{t}{\tau}}$$ ثم مثل i=f(t)

ب- استنتج عبارة كل من $U_R=f(t)$. و $U_L=f(t)$. ومثلهما بيانيا .



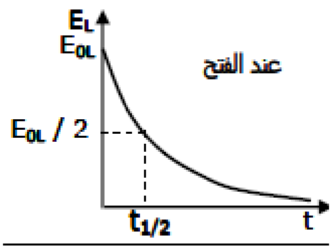
3-العوامل المؤثرة في ثابت الزمن : نحقق الدارة السابقة مع تثبيت المقاومة ونغير في قيمة الذاتية للوشيعة في كل مرة L 2L 4L بين على الرسم التجربة الموافقة لكل قيمة من قيم الذاتية مع التعليل .ماذا تستنتج من هذه التجربة ؟.

-هل يتعلق ثابت الزمن بفرق الكمون بين طرفي المولد ؟علل

4-الطاقة المخزنة في وشيعة : عند غلق القاطعة تخزن الو شيعة طاقة كهرومغناطيسية وعند فتحها تستخدم هذه الطاقة

حيث تعطى هذه الطاقة بالعلاقة : $E_{(L)}=\frac{1}{2}L\times i^2$ عبر عن الطاقة بدلالة : τ L I_0 tعند فتح القاطعة

بين بالاعتماد على الشكل المجاور ان زمن تناقص الطاقة الى النصف هو :



$t_{1/2}=\frac{\tau}{2}\ln 2$ حيث : $\tau=\frac{L}{R+r}$ (ثابت الزمن)

تمارين 9-10 ص 161-12-13-14ص162-163

22ص165 24-25-26-28-29-30ص166-167

من إعداد : الأستاذ خيرات مخلوف ثانوية العربي بن مستورة زعرورة –تيارت 2010-2011

لاتنسونا من دعائكم

المجال التطورات الرتيبة

الوحدة 3: دراسة الظواهر الكهربائية

الموضوع :المكثفات وثنائي القطب RC

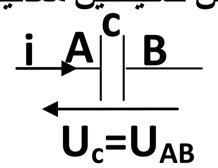
الكفاءات المستهدفة

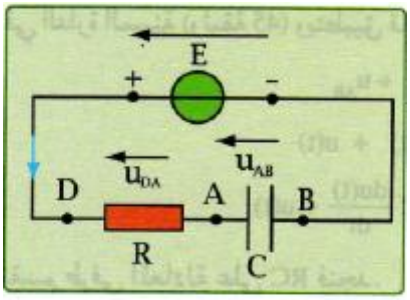
- يتعرف على المكثفات
- يؤسّس المعادلات التفاضلية لتطور بعض الظواهر الكهربائية (في الدارة R,C)
- ينجز تجارب تسمح بالحصول على منحنيات التوترات الكهربائية ثمّ استغلال المنحنيات لتحديد المقدارين المميزين τ، C
- يقيس الثوابت τ، C
- يعرف الطاقة المخزنة في المكثفة
- **المراجع:** منهاج العلوم الفيزيائية و الوثيقة المرافقة . وثائق من مواقع في شبكة الانترنت

(تحليل الوثيقة)

1-*ماهي المكثفة ؟ ثنائي قطب يتكون من صفيحتين معدنيتين يفصل بينهما عازل كهربائي (ورق الميكا او الهواء او الزجاج...)

رمزها في دارة كهربائية هو:

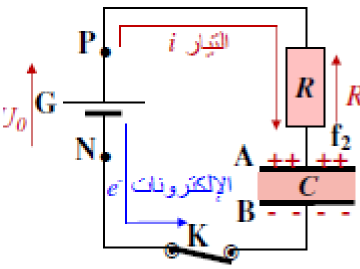




2-الدارة التي تحتوي على مولد للتيار المستمر ومكثفة على التسلسل لايمر فيها التيار باستمرار عندما تشحن المكثفة لان العازل الموجود في المكثفة يحول دون ذلك .

3-شحن وتفرغ مكثفة :1-

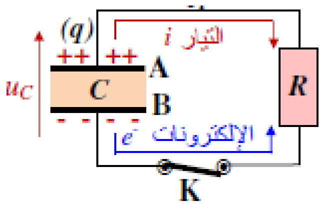
2-عند أضافت جهاز أمبير متر على التسلسل للدارة ينحرف المؤشر في البداية دلالة على مرور التيار في الدارة ثم يعود الى الصفر عندما تشحن المكثفة



الشكل-1-

(تقطع التيار I =0 بحيث يكون $U_c = E$ عند نهاية الشحن)

5- التفسير المجهري لعملية الشحن : اثناء عملية الشحن ينقل المولد الالكترونات من الصفيحة A التي تشحن بالموجب



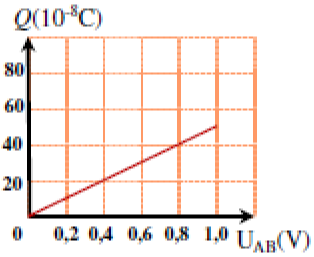
الشكل-2-

الى الصفيحة B التي تشحن بالسالب حتى تصبح $|q_A| = |q_B|$ انظر الشكل -1-

6-التفسير المجهري لعملية التنفريغ :

عند وضع القاطعة في الوضع 2 تسمى هذه العملية بتفريغ مكثفة بحيث تنتقل الالكترونات من الصفيحة B الى الصفيحة A عكس عملية الشحن وتتوقف هذه العملية عندما ينعدم التيار انظر الشكل-2- $(i = 0)$ $(|q_A| = |q_A| = 0)$

7-**العلاقة بين شدة التيار وشحنة المكثفة:** $i=\frac{q}{t}$ (في) حالة تيار ثابت) $i(t)=\frac{dq_A(t)}{dt}$ (في حالة تيار متغير)



الشكل-3-

البيان $Q=f(U_{AB})$

8- **العلاقة بين شحنة المكثفة q وفرق الكمون(التوتر) U_C بين طرفي المكثفة :**

1-رسم المنحنى : انظر الشكل- 3-

2-تفسير المنحنى : المنحنى عبارة عن خط مستقيم يمر من الم المبدأ معادلته من الشكل $q=kU$

حيث kمعامل توجيه المستقيم (الميل) $k=C=tong\alpha=\frac{\Delta q}{\Delta t}=\frac{40\times10^{-8}c}{0.8V}=5\times10^{-6}F=5\mu F\left(1\mu F=10^{-6}F\right)$

تسمى C سعة المكثفة تقاس في جملة الوحدات الدولية بالفاراد F حيث $q=C.U$ $(c)(F)(V)$

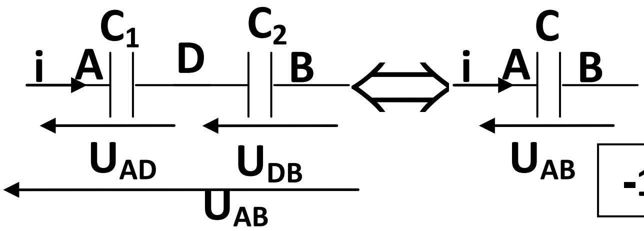
ملاحظة : 1فاراد مقدار كبير جدا كسعة مكثفة لذا تقاس السعة بوحدات صغيرة (أجزاء الفاراد) هي:

$$1mF=10^{-3}F\rightarrow1\mu F=10^{-6}F\rightarrow1nF=10^{-9}F\rightarrow1pF=10^{-12}F$$

9-**جمع المكثفات:**1-على التسلسل الشكل -1

اثبات ان السعة المكافئة في حالة الربط على التسلسل هي :

$$\frac{1}{C}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}$$



الشكل-1-

لدينا حسب قانون فرق الكمون في حالة الربط على التسلسل:

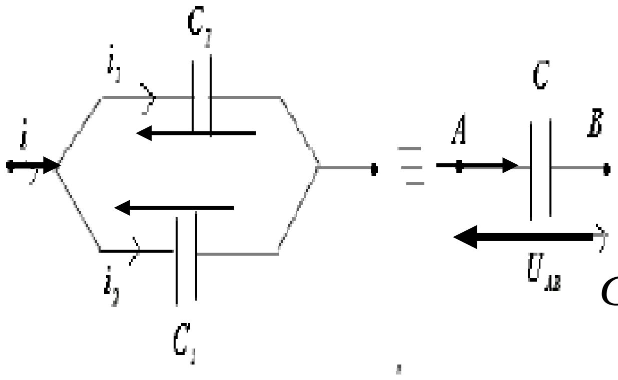
$$U_{AB}=U_{AD}+U_{DB}\Rightarrow\frac{q}{c}=\frac{q}{c_1}+\frac{q}{c_2}\Rightarrow\frac{1}{c}=\frac{1}{c_1}+\frac{1}{c_2}$$

$$(U_{AB}=\frac{q}{c})(U_{AD}=\frac{q}{c_1})(U_{DB}=\frac{q}{c_2})(q_1=q_2=q)(i=c^{cst})$$

تكون شدة التيار نفسها في جميع نقاط الدارة أثناء الربط على التسلسل

-*-تقل سعة المكثفة في حالة الربط على التسلسل

ب- الربط على التفرع(التوازي) الشكل-2-:إثبات أن : $C=C_1+C_2$



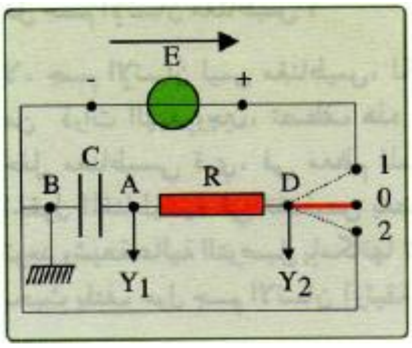
الشكل-2-

لدينا في حالة الربط على التفرع : $U_{AB}=U_1=U_2$

$$i=i_1+i_2\Rightarrow q=q_1+q_2\Rightarrow C\times U_{AB}=C_1\times U_1+C_2\times U_2\Rightarrow C=C_1+C_2$$

تزداد سعة المكثفة في حالة الربط على التسلسل

-تطور التوتر بين طرفي المكثفة :1--خلا ل عملية الشحن :



الشكل-3-

1-طريقة توصيل المكثفة والمقاومة الى راسم الاهتزاز المهبطي الشكل-3-

2-كتابة المعادلة التفاضلية: لدينا حسب قانون التوترات في دارة مغلقة :

$$E = U_R + U_C \rightarrow (1)(U_R = R \times i = R \times \frac{dq}{dt} = RC\frac{dU_C}{dt})$$

$$RC\frac{dU_C}{dt} + U_C = E \rightarrow (2)$$

بالتعويض عن قيمة U_R في المعادلة 1 نجد:

المعادلة التفاضلية لتطور فرق الكمون بين طرفي المكثفة أثناء عملية الشحن .

ج -أيجاد الثوابت α B A بحيث يكون : $U_C(t) = Ae^{\alpha t} + B$ حلا للمعادلة 2 .

بالتعويض عن قيمة U_C في المعادلة 2 نجد :

$$RC\frac{d(Ae^{\alpha t}+B)}{dt} + Ae^{\alpha t} + B = E \Rightarrow RC\frac{d(Ae^{\alpha t})}{dt} + \frac{d(B)}{dt} + Ae^{\alpha t} + B = E$$

$$\Rightarrow RCA\alpha e^{\alpha t} + Ae^{\alpha t} + B = E \Rightarrow (RC\alpha + 1)Ae^{\alpha t} + B = E$$

بالمطابقة نجد :

$$\Rightarrow \{B = E$$

$$\Rightarrow \{Ae^{\alpha t}(RC\alpha + 1) = 0 \rightarrow (Ae^{\alpha t} \neq 0) \Rightarrow RC\alpha + 1 = 0 \Rightarrow \left[\alpha = -\frac{1}{RC}\right]$$

2- تعين قيمة الثابت A: من الشروط الابتدائية لدينا : ($t=0 \rightarrow U_C = 0$) بالتعويض في عبارة $U_C(t) = Ae^{-\frac{1}{RC}t} + E$ نجد:

$$U_C(0) = 0 = Ae^{-\frac{0}{RC}} + E \Rightarrow 0 = A + E \Rightarrow A = -E$$

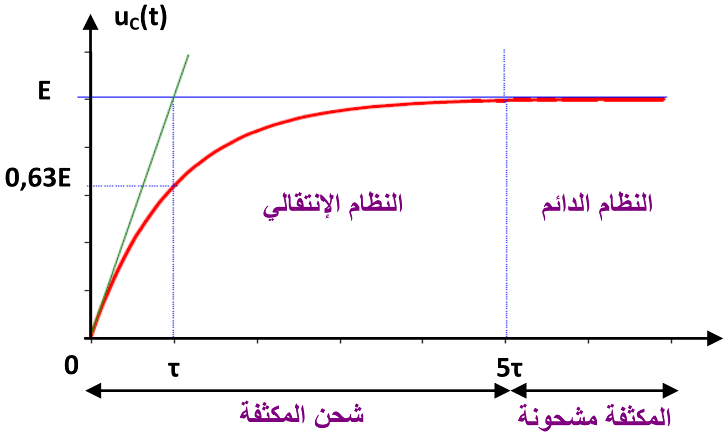
$$U_C(t) = -Ee^{-\frac{t}{RC}} + E \Rightarrow U_C(t) = E(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

د- إثبات ان : $\tau = RC$ (ثابت الزمن) باستخدام التحليل البعدي انه متجانس مع الزمن .

$$[\tau] = [R.C] = \left[\frac{u}{i}.\frac{q}{u}\right] = \left[\frac{q}{i}\right] = \left[\frac{i.dt}{i}\right] = [t] = [T] = s$$

$$[dt] = [t] \qquad [dq] = [q] \qquad [u_R] = [u_C]$$

ومنه $\tau = RC$ متجانس مع الزمن(عبارة عن زمن) وهو يمثل الزمن المميز للمكثفة(الزمن اللازم لبلوغ شحنة المكثفة نسبة 63%من قيمتها الاعظمية)أثناء عملية الشحن .



هـ- رسم المنحنى $U_C = f(t)$ مع توضح عليه طرق تعين ثابت الزمن τ بيانيا. الشكل-5-

و- استنتاج عبارة تطور كل من شحنة المكثفة وشدة التيار بدلالة الزمن q=f(t) i=f(t) اثناء عملية الشحن مع ثمثلهما بيانيا:

1-عبارة q=f(t) الشحنة العظمى للمكثفة $q(t)=cu_c(t) \Rightarrow q(t)=CE(1-e^{-\frac{t}{RC}}) \Rightarrow q(t)=q_0(1-e^{-\frac{t}{RC}})\ (q_0=CE)$

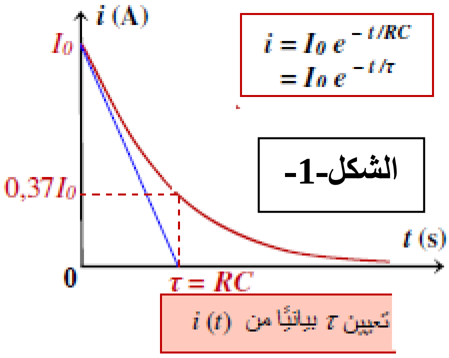
اوجد المعادلة التفاضلية لتطور شحنة المكثفة أثناء عملية الشحن

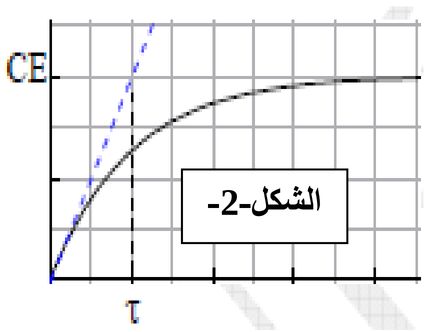
2--عبارة i=f(t) شدة التيارالعظمى $I_0=\frac{E}{R}$

$$i(t)=\frac{dq}{dt}=\frac{d\left[q_0(1-e^{-\frac{t}{RC}})\right]}{dt} \Rightarrow i(t)=\frac{q_0}{RC}e^{-\frac{t}{RC}}=I_0e^{-\frac{t}{RC}} \rightarrow (I_0=\frac{CE}{RC}=\frac{E}{R}) \rightarrow (q_0=CE)$$

التمثيل البياني ل:i=f(t) الشكل-1-

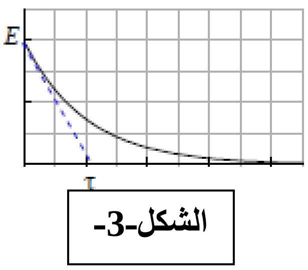
q=f(t)الشكل-2-





عبارة فرق الكمون بين طرفي المقاومة اثناء عملية الشحن مع تمثيل $U_R=f(t)$ الشكل-3-

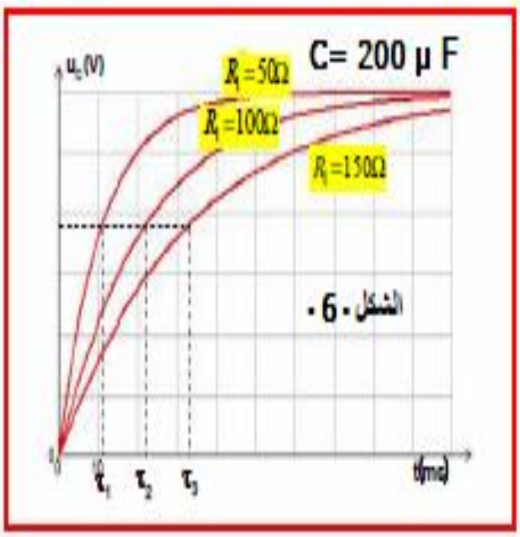
لدينا : $U_R=R\times i \Rightarrow U_R(t)=R\times I_0e^{-\frac{t}{RC}} \Rightarrow U_R(t)=Ee^{-\frac{t}{RC}} \rightarrow (E=R\times I_0)$

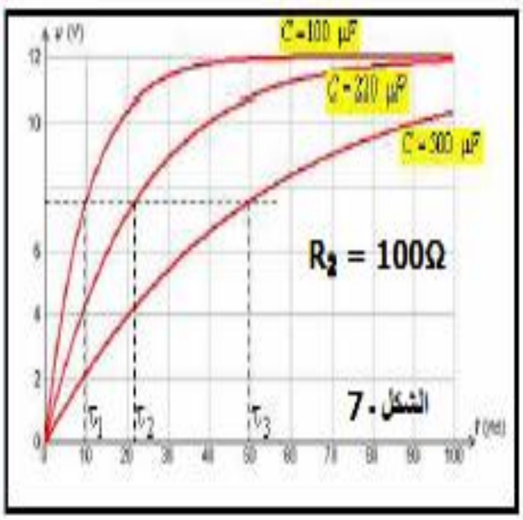


ـالعوامل المؤثرة في ثابت الزمن :

من خلال المنحنين بالشكل المجاور نستنتج ان ثابت الزمن يناسب طردا مع كل من المقاومة Rوسعة المكثفة C لان

$\tau=RC$ $R_1<R_2<R_3 \Rightarrow CR_1<CR_2<CR_3 \Rightarrow \tau_1<\tau_2<\tau_2$

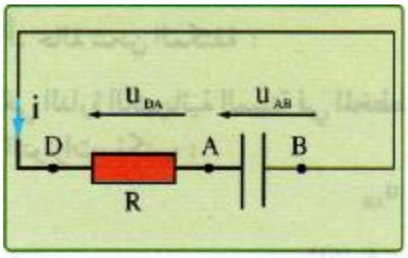




2- عند التغير في قيمة فرق الكمون بين طرفي المولد لايؤثر ذلك في ثابت الزمن للمكثفة لأنه لايتعلق ب:E لان:

($\tau=RC$)

12- تطور التوتر بين طرفي المكثفة أثناء علية التفريغ : إيجاد المعادلة التفاضلية لتطور التوتر بين طرفي المكثفة عند وضع القاطعة في الوضع 2(عملية التفريغ) ثم استنتاج عبارة $U_C=f(t)$ مع تمثيله بيانيا :



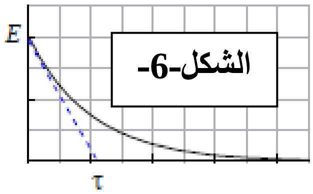
1 ـ المعادلة التفاضلية :عدم وجود مولد: (E=0) من المعادلة-1- او المعادلة 2 نجد

$$0=U_R+U_C \Rightarrow 0=R\times i+U_C=R\times\frac{dq}{dt}+U_C=RC\frac{dU_C}{dt}+U_C=0$$

$$RC\frac{dU_C}{dt}+U_C=0\rightarrow(3)$$ **معادلة تفاضلية من الدرجة الأولى اثبات ان حلها من الشكل :** $$U_C(t)=Ee^{-\frac{1}{RC}t}\rightarrow(4)$$

بالتعويض عن قيمة $U_C(t)=Ee^{-\frac{1}{RC}t}$ **في المعادلة -3-نجد:**

$$RC\frac{dU_C}{dt}+U_C=0\Rightarrow RC\frac{d(Ee^{-\frac{t}{RC}})}{dt}+Ee^{-\frac{t}{RC}}=0\Rightarrow-\frac{RCE}{RC}e^{-\frac{t}{RC}}+Ee^{-\frac{t}{RC}}=0\Rightarrow0=0$$



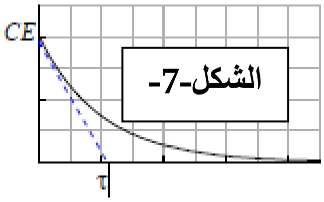
الشكل-6-

التمثيل البياني ل: $U_C=f(t)$ الشكل-6-

1-إيجاد عبارة كل من $i=f(t)$ و $q=f(t)$ اثناء عملية التفريغ ثم تمثلهما بياني:

1- عبارة $q=f(t)$

$$q(t)=C\times U_C(t)=CEe^{-\frac{1}{RC}t}=q_0e^{-\frac{1}{RC}t}$$ $(q_0=CE)$ **الشحنة العظمى للمكثفة عند نهاية الشحن التمثيل البياني لـ $q=f(t)$ الشكل-7-**



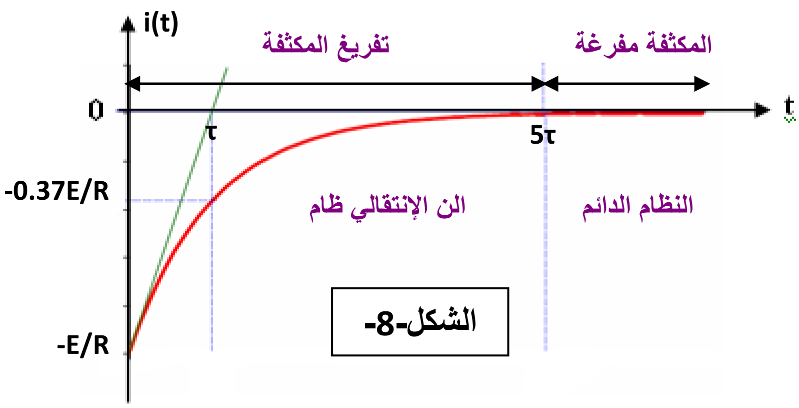
الشكل-7-

عبارة$i=f(t)$:

$$i(t)=\frac{dq(t)}{dt}=\frac{d(CEe^{-\frac{1}{RC}t})}{dt}=CE\frac{d(e^{-\frac{1}{RC}t})}{dt}=-\frac{CE}{RC}e^{-\frac{1}{RC}t}=-\frac{E}{R}e^{-\frac{1}{RC}t}=I_0e^{-\frac{1}{RC}t}$$

التمثيل البياني لـ $i=f(t)$ ـ الشكل -8-

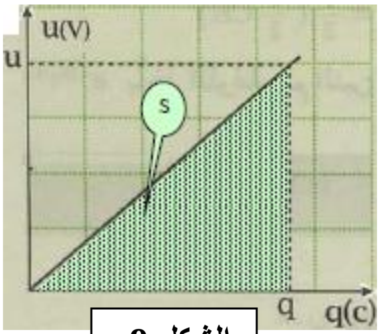
$(I_0=\frac{E}{R})$ **شدة التيار العظمى**



الشكل-8-

13-الطاقة المخزنة في مكثفة

عبارة الطاقة هي : $E_{(C)}(t)=\frac{1}{2}C\times U_C^2$



الشكل-9-

ملاحظة : يمكن ايجاد هذه العلاقة من خلال حساب مساحة المثلث S في منحنى $q=f(U_{AB})$ الشكل-9-

استنتج عبارة $E_{(C)} = f(t)$

ثم إثبات ان زمن تناقص الطاقة الى النصف هو : $t_{1/2} = \frac{\tau}{2}\ln 2$

1- عبارة الطاقة بدلالة الزمن :

$$E_{(C)} = \frac{1}{2}C\times U_C^2 \Rightarrow E_{(c)}(t) = \frac{1}{2}C\times\left[Ee^{-\frac{t}{RC}}\right]^2 = \frac{1}{2}CE^2e^{-\frac{2t}{RC}} = \frac{1}{2}E_0^2e^{-\frac{2t}{RC}} \rightarrow \left(E_0 = \frac{1}{2}CE^2\right)$$

الطاقة العظمى المخزنة في المكثفة عند نهاية الشحن

$$E_{(C)} = \frac{1}{2}C\times U_C^2 = \frac{1}{2}\frac{q}{U_C}\times U_C^2 = \frac{1}{2}q\times U_c = \frac{1}{2}q\times\frac{q}{c} = \frac{1}{2}\frac{q^2}{c}$$

إثبات ان زمن تناقص الطاقة الى النصف هو $t_{1/2} = \frac{\tau}{2}\ln 2$ **لدينا عند:** $t = t_{1/2}$ **يكون**

$$t = t_{1/2} \Rightarrow E_{(c)1/2} = \frac{E_0}{2} = E_0e^{-\frac{2t_{1/2}}{RC}} \Rightarrow \frac{1}{2} = e^{-\frac{2t_{1/2}}{RC}} \Rightarrow \ln\frac{1}{2} = \ln e^{-\frac{2t_{1/2}}{RC}}$$

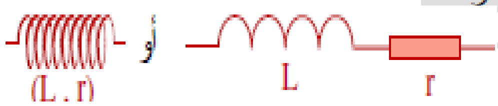
$$\ln 1 - \ln 2 = -\frac{2t_{1/2}}{RC} \Rightarrow t_{1/2} = \frac{RC\ln 2}{2} = \frac{\tau}{2}\ln 2 \Rightarrow t_{1/2} = \frac{\tau}{2}\ln 2$$

2- الموضوع : الو شائع وثنائي القطب RL

الكفاءات المستهدفة

- يتعرف على الوشيعة
- يؤسّس المعادلات التفاضلية لتطور بعض الظواهر الكهربائية (في الدارة RL)
- ينجز تجارب تسمح بتسجيل المنحنيات ثمّ استغلالها لتحديد المقدارين المميزين τ و L
- يقيس الثوابت τ, L
- يعرف الطاقة المخزنة في الوشيعة
- **المراجع:** منهاج العلوم الفيزيائية و الوثيقة المرافقة . وثائق من مواقع في شبكة الانترنت

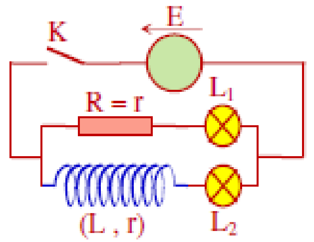
الشكل-1-



1-وصف الو شيعة وتصرفها في جزء من دارة كهربائية

ا-ماهي الو شيعة ؟ عبارة عن ناقل (سلك معدني)محاط به عازل ملفوف بشكل حلزوني ل

ب- تمثل في دارة كهربائية بالرمز: الشكل-1-



وثيقة 02 : الفعل التحريضي لوشيعة

الشكل-2-

ت-الفرق بن الناقل الاومي (المقاومة) R والو شيعة :

الوشيعة تقاوم تطبيق التيار عند غلق القاطعة في المقاومة لاتقاومه .

عند فتح القاطعة يتأخر انطفا ء المصباح لسبب الطاقة المخزنة في الو شيعة لحظة غلق القاطعة

ث-تعطى العلاقة بين شدة التيار والتوتر بين طرفي الو شيعة في الحالة العامة بالشكل :تسمى L ذاتية الو شيعة تقاس في جملة الوحدات الدولية بالهنري H r :المقاومة الداخلية للوشيعة

$$U_{AB}=U_L+U_r \Rightarrow U_{AB}=L\frac{di}{dt}+ri$$

$$\left(U_L=L\frac{di}{dt}\right)\left(U_r=ri\right)$$

ج- عبارة U_{AB} في حالة تيار مستمر $(i=C^{st})$.

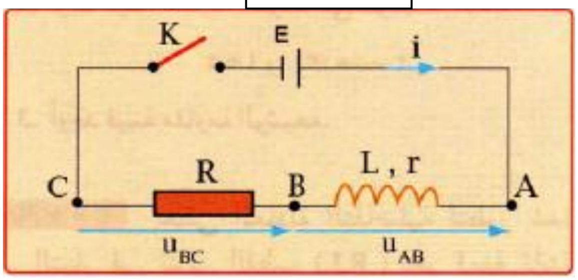
$$U_{AB}=L\frac{di}{dt}+ri \Rightarrow \left(\frac{di}{dt}=0 (i=c^{cst})\right) \Rightarrow \left(U_{AB}=ri\right)$$

الو شيعة تسلك في هذه الحالة سلوك ناقل اومي

د- عبارةU_{AB} في حالة r=0 تسمى الو شيعة في هذه الحالة وشيعة صرفة أو مثالية

$$U_{AB}=L\frac{di}{dt}+ri \rightarrow (r=0) \Rightarrow \left(U_{AB}=L\frac{di}{dt}\right)$$

الشكل-4-

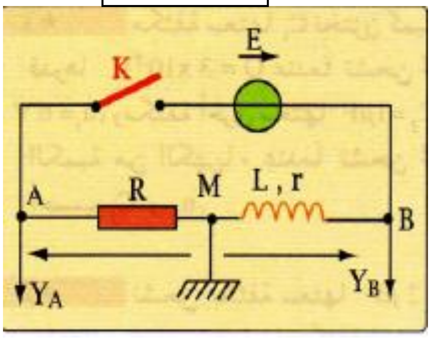


-المعادلة التفاضلية لتطور شدة التيارفي دارة ثنائي القطب (RL)

1-عند غلق القاطعة: (نشوء التيار في الدارة R L)

-1- نمثل على الشكل باسهم اتجاه التيار i و U_R و U_Lانظر الشكل -4-

الشكل-5-



2- طريقة توصيل كل من الو شيعة والمكثفة إلى راسم الاهتزاز المهبطي انظر الشكل-5-

3- إثبات أن المعادلة التفاضلية لتطور شدة التيار في هذه الحالة هي :

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

لدينا حسب قانون التوترات في دارة مغلقة :

$$U_R+U_L=E\rightarrow(1)\Rightarrow Ri+ri+L\frac{di}{dt}=E\Rightarrow(R+r)i+L\frac{di}{dt}=E$$

$$\Rightarrow\frac{di(t)}{dt}+\frac{(R+r)}{L}i(t)=\frac{E}{L}\rightarrow(2)$$

معادلة تفاضلية من الشكل: $y^{-}+Ay=B$

اثبات ان : $i(t)=I_0(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ حلا للمعادلة التفاضلية (1) بالتعويض في المعادلة عن i(t) في المعادلة 2 نجد:

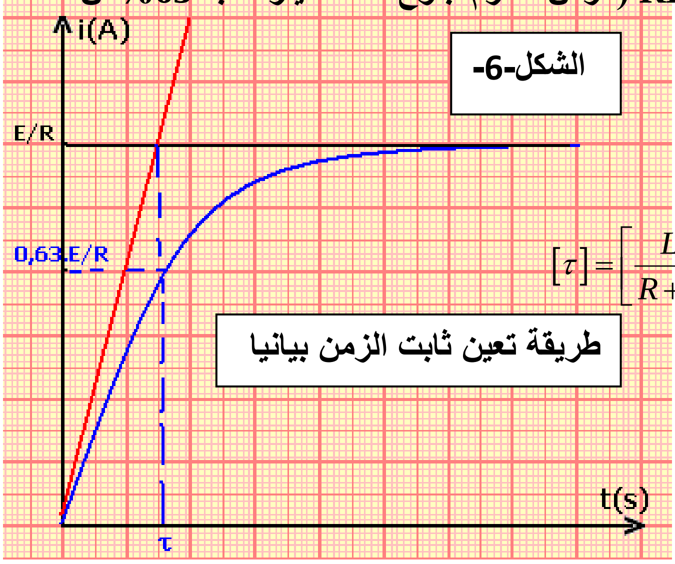
$$\frac{di}{dt}+\frac{(R+r)}{L}i=\frac{E}{L}\Rightarrow\frac{d(I_0(1-e^{-\frac{t}{\tau}}))}{dt}+\frac{(R+r)}{L}I_0(1-e^{-\frac{t}{\tau}})=\frac{E}{L}$$

$$\frac{I_0}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}}+\frac{(R+r)}{L}I_0-\frac{(R+r)}{L}I_0e^{-\frac{t}{\tau}}=\frac{E}{L}\Rightarrow\frac{I_0}{\frac{L}{R+r}}e^{-\frac{t}{\tau}}+\frac{(R+r)}{L}I_0-\frac{(R+r)}{L}I_0e^{-\frac{t}{\tau}}=\frac{E}{L}$$

$$\Rightarrow\frac{(R+r)}{L}I_0e^{-\frac{t}{\tau}}+\frac{(R+r)}{L}I_0-\frac{(R+r)}{L}I_0e^{-\frac{t}{\tau}}=\frac{E}{L}\Rightarrow\frac{(R+r)}{L}I_0=\frac{E}{L}\Rightarrow\frac{(R+r)}{L}\frac{E}{R+r}=\frac{E}{L}$$

ومنه $i(t)=I_0(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$ حلا للمعادلة 2 حيث: I_0شدة التيار العظمى في النظام الدائم $(I_0=\frac{E}{R+r})$

$\tau=\frac{L}{R+r}$ يسمى ثابت الزمن : يمثل الزمن المميز لثنائي القطب RL (الزمن اللازم لبلوغ شدة التيار نسبة 63%من قيمتها الاعظمية I_0)عند غلق القاطعة .



إثبات انه متجانس مع الزمن باستخدام التحليل البعدي :

$$[\tau]=\left[\frac{L}{R+r}\right]=\left[\frac{i}{E}\times\frac{U_L}{\frac{di}{dt}}\right]=\left[\frac{i}{E}\right]\times\left[\frac{U_L dt}{di}\right]=\left[\frac{i}{u}\right]\times\left[\frac{udt}{i}\right]=[dt]=[T]=s$$

$$[dt]=[t]\quad[di]=[i]\quad[u_L]=[E](L=\frac{U_L}{\frac{di}{dt}})$$

$$\frac{1}{R+r}=\frac{1}{\frac{E}{i}}=\frac{i}{E}$$

1 بالاعتماد على هذا المنحنى (الشكل-6-)نلاحظ ان شدة التيار تتطور بشكل أسي عند غلق القاطعة (فهي تتزايد اثناء النظام الانتقالي $0 \le t \le 5\tau$)

حتى تصل الى قيمة عظمى في النظام الدائم $(t \ge 5\tau)\left(i = I_0 = \frac{E}{R+r}\right)$

(الو شيعة تسلك سلوك ناقل اومي في النظام الدائم $t \to +\infty \Rightarrow U = rI_0$)

2- أعطاء طرق تعين ثابت الزمن بيانيا :انظر الشكل 6-

إيجاد المعادلة التفاضلية السابقة بدلالة U_R و استنتاج عبارة $U_R=f(t)$. ثم تمثله بيانيا ثم استنتج عبارة U_L ثم تمثله بيانيا

1-إيجاد المعادلة التفاضلية السابقة بدلالة U_R :

$$(R+r)\times i + L\frac{di}{dt} = E \Rightarrow (R+r)\times\frac{U_R}{R} + L\frac{d(\frac{U_R}{R})}{dt} = E \Rightarrow (R+r)\times\frac{U_R}{R} + \frac{L}{R}\frac{dU_R}{dt} = E$$

$$\Rightarrow \frac{(R+r)}{L}U_R + \frac{dU_R}{dt} = \frac{R}{L}E \Rightarrow \frac{dU_R(t)}{dt} + \frac{(R+r)}{L}U_R(t) = \frac{R}{L}E \to (3)$$

ب- عبارة $U_R=f(t)$: $U_R(t) = R\times i(t) = RI_0(1-e^{-\frac{t}{\tau}}) \Rightarrow U_R(t) = R\frac{E}{R+r}(1-e^{-\frac{t}{\tau}}) = U_{R(max)}(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$

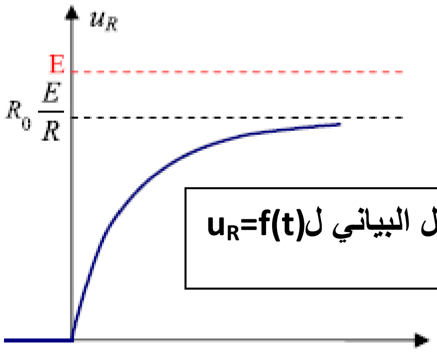
ج-عبارة U_L: لدينا $U_R + U_L = E \Rightarrow U_L = E - U_R = E - RI_0(1-e^{-\frac{t}{\tau}}) = E - R\frac{E}{R+r}(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$

او بالتعويض في عبارة $U_L(t)$:

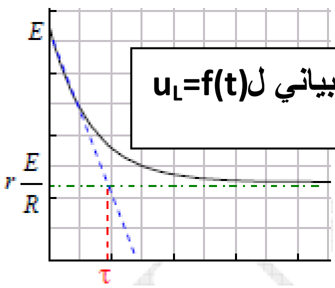
$$U_L = L\frac{di}{dt} + ri \Rightarrow U_L(t) = L\frac{d\left(I_0(1-e^{-\frac{t}{\tau}})\right)}{dt} + rI_0(1-e^{-\frac{t}{\tau}}) = L\frac{I_0e^{-\frac{t}{\tau}}}{\tau} + rI_0(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$$

$$U_L = L\frac{I_0e^{-\frac{t}{\tau}}}{\frac{L}{R+r}} + rI_0(1-e^{-\frac{t}{\tau}}) \Rightarrow U_L = (R+r)I_0e^{-\frac{t}{\tau}} + rI_0(1-e^{-\frac{t}{\tau}})$$

$$u_L = r\frac{E}{R} + Ee^{-\frac{R_t}{L}t}\left(1-\frac{r}{R}\right)$$



التمثيل البياني ل$u_R=f(t)$

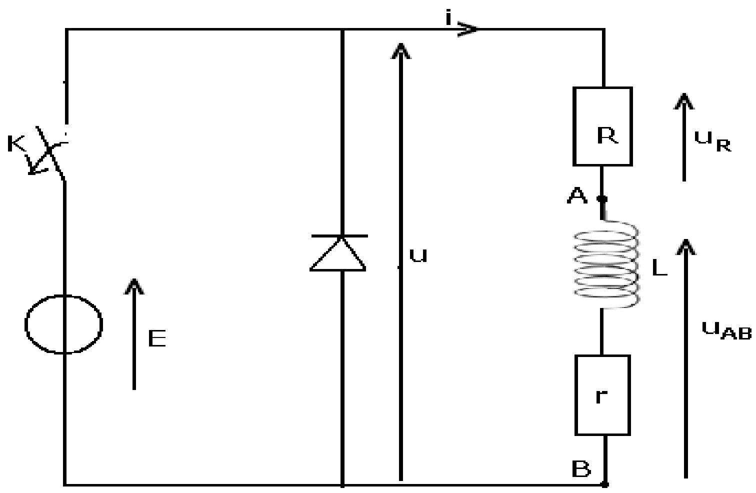


التمثيل البياني ل$u_L=f(t)$

عند غلق القاطعة

- المعادلة التفاضلية لتطور شدة التيار في الدارة R L

2-عند فتح القاطعة (انقطاع التيار)



انعدام التيار

1-ايجاد المعادلة التفاضلية لتطور شدة التيار في الدارة عند فتح القاطعة (انقطاع التيار) ثم اثبات انها تقبل حلا

من الشكل : $i(t)=I_0e^{-\frac{t}{\tau}}$ **ثم التمثيل البياني لـ i=f(t)**

1-ايجاد المعادلة التفاضلية لتطور شدة التيار عند فتح القاطعة (عدم وجود مولد E=0): بالتعويض في المعادلة -1-نجد:

$$U_R+U_L=0\Rightarrow Ri+ri+L\frac{di}{dt}=0\Rightarrow (R+r)i+L\frac{di}{dt}=0$$

$$\frac{di}{dt}+\frac{(R+r)}{L}i=0\rightarrow(3)$$

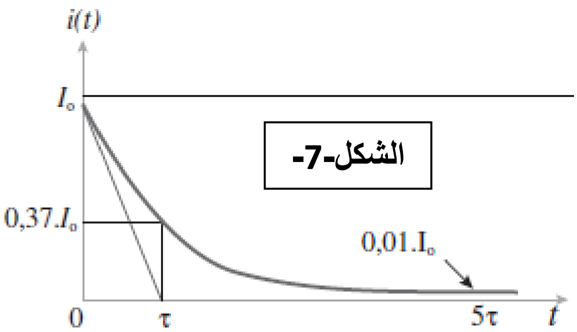
معادلة تفاضلية من الدرجةالاولى من الشكل $y^{-}+Ay=0$ **حلها من الشكل** $i(t)=I_0e^{-\frac{t}{\tau}}$

الاثبات :بالتعويض في المعادلة 3نجد:

$$\frac{dI_0e^{-\frac{t}{\tau}}}{dt}+\frac{(R+r)}{L}I_0e^{-\frac{t}{\tau}}=0\Rightarrow-\frac{I_0e^{-\frac{t}{\tau}}}{\tau}+\frac{(R+r)}{L}I_0e^{-\frac{t}{\tau}}=0$$

$$\Rightarrow-\frac{I_0e^{-\frac{t}{\tau}}}{\frac{L}{R+r}}+\frac{(R+r)}{L}I_0e^{-\frac{t}{\tau}}=0\Rightarrow-\frac{(R+r)}{L}I_0e^{-\frac{t}{\tau}}+\frac{(R+r)}{L}I_0e^{-\frac{t}{\tau}}=0$$

التمثل البياني لـ i=f(t)
انظر الشكل -7-المجاور

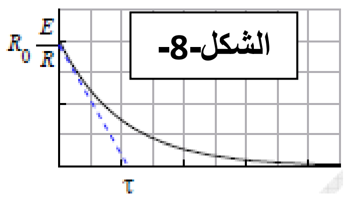


ب- استنتاج عبارة كل من $U_R=f(t)$. **و** $U_L=f(t)$. **وتمثلهما بيانيا .**

1-عبارة $U_R=f(t)$.

$$U_R(t)=R\times i(t)=RI_0e^{-\frac{t}{\tau}}\Rightarrow U_R(t)=R\frac{E}{R+r}e^{-\frac{t}{\tau}}=U_{R(max)}e^{-\frac{t}{\tau}}$$

2-التمثيل البياني لـ $U_R=f(t)$. **الشكل-8-**



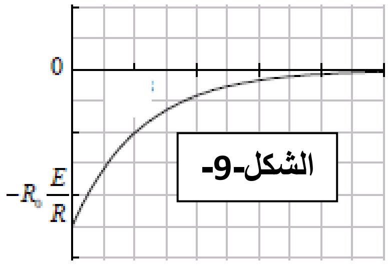
3-عبارة: $U_L=f(t)$

لدينا

$$U_R+U_L=0\Rightarrow U_L=-U_R=-RI_0e^{-\frac{t}{\tau}}=-R\frac{E}{R+r}e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\Rightarrow U_L(t)=-R\frac{E}{R+r}e^{-\frac{t}{\tau}}$$

4-التمثيل البياني لـ: $U_L=f(t)$ الشكل-9-

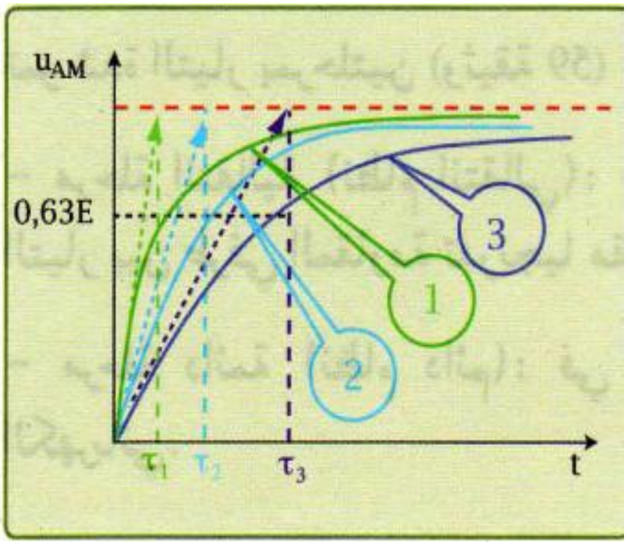


<u>-العوامل المؤثرة في ثابت الزمن :</u>

من الشكل نستنتج ان ثابت الزمن يتناسب طردا مع ذاتية الوشيعة

Lوعكسا مع قيمة المقاومة R لان:

$$\tau=\frac{L}{R+r}\Rightarrow \tau_3>\tau_2>\tau_1\Rightarrow \frac{L_3}{R}>\frac{L_2}{R}>\frac{L_1}{R}\Rightarrow L_3>L_2>L_1$$



-إثبات ان ثابت الزمن لايتعلق بفرق الكمون بين طرفي المولد :

لايتعلق ثابت الزمن بفرق الكمون بين طرفي المولد لان: $\tau=\frac{L}{R+r}$

<u>الطاقة المخزنة في وشيعة</u> : عند غلق القاطعة تخزن الو شيعة طاقة كهرومغناطيسية وعند فتحها تستخدم هذه الطاقة حيث تعطى هذه الطاقة بالعلاقة : $E_{(L)}=\frac{1}{2}L\times i^2$

التعبير عن الطاقة بدلالة : τ t L I_0 عند فتح القاطعة:

بالتعويض عن i(t) بقيمتها في عبارة الطاقة نجد:

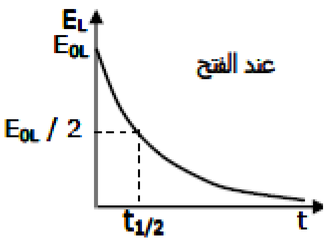
$$E_{(L)}=\frac{1}{2}L\times i^2\Rightarrow E_{(L)}=\frac{1}{2}L\times(I_0e^{-\frac{t}{\tau}})^2\Rightarrow E_{(L)}=\frac{1}{2}L\times I_0^2e^{-\frac{2t}{\tau}}$$

$$\Rightarrow E_{(L)}(t)=E_0e^{-\frac{2t}{\tau}}$$

الطاقة العظمى المخزنة في الو شيعة عند غلق القاطعة $(E_0=\frac{1}{2}L\times I_0^2)$

اثبات ان زمن تناقص الطاقة الى النصف هو : $t_{1/2}=\frac{\tau}{2}\ln 2$ حيث :

$\tau=\frac{L}{R+r}$ (ثابت الزمن)



الشكل-10-

لدينا من الشكل-10- :

$$t=t_{1/2}\Rightarrow \frac{E_0}{2}=E_0e^{-\frac{2t_{1/2}}{\tau}}\Rightarrow \frac{1}{2}=e^{-\frac{2t_{1/2}}{\tau}}\Rightarrow \ln\frac{1}{2}=\ln e^{-\frac{2t_{1/2}}{\tau}}$$

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

من إعداد الأستاذ خيرات مخلوف ثانوية العربي بن مستورة –زعرورة تيارت لاتنسونا من دعائكم

في حالة خطا راسلونا على العنوان التالي: Makhlouf04@gmail.com