GUEZOURI Aek – lycée Maraval - Oran

ثنائي القطب RL

ما يجب أن أعرف حتى أقول : إني استوعبت هذا الدرس

1 – يجب أن أرجع إلى كتاب السنة الثانية لأتذكر أن الوشيعة تصبح منشأ لقوة كهربائية متحرضة عندما تتغير شدة التيار فيها .

2 – يجب أن أعرف أن الوشيعة عنصر كهربائي يقاوم مرور و تغيّر التيار الكهربائي .

3 – يجب أن أعرف أن الوشيعة تتصرف كالناقل الأومي عندما يمر فيها تيار ثابت .

4 – يجب أن اعرف أن التوتر (u_b) بين طرفي الوشيعة هو مجموع توترين $u_b = ri + L\dfrac{di}{dt}$

5 – يجب أن أعرف أن الوشيعة تخزّن طاقة مغناطيسية ولا تخزّن الشحن الكهربائية ، ولا يمكن استعمال هذه الطاقة غير مباشرة .

6 – يجب أن أعرف أنه عند ربط وشيعة لطرفي مولد مثالي قوته المحركة الكهربائية E ، فإن التوتر بين طرفي الوشيعة يرتفع إلى أعظم قيمة ثم يشرع في التناقص إلى أصغر قيمة له في بداية النظام الدائم .

7 – يجب أن أعرف أن عند قطع التيار عن الوشيعة تتحوّل الطاقة المغناطيسية فيها إلى طاقة كهربائية ويمكن الحصول على توتر عال جدا بين طرفي ناقل أومي مربوط معها على التفرّع .

8 – يجب أن أعرف كتابة المعادلتين التفاضليتين اللتين يخضع لها المقداران i ، u_R و u_b أثناء تطبيق وأثناء قطع التيار .

9 – يجب أن أعرف كيفية حل هاتين المعادلتين ورسم البيانات الخاصة بـ $i = f(t)$ ، $u_R = g(t)$ ، $u_b = h(t)$.

10 – يجب أن أعرف كيفية استخراج ثابت الزمن من هذه البيانات .

تطبيق التيار في RL

تطور التيار والتوتر بين طرفي الوشيعة

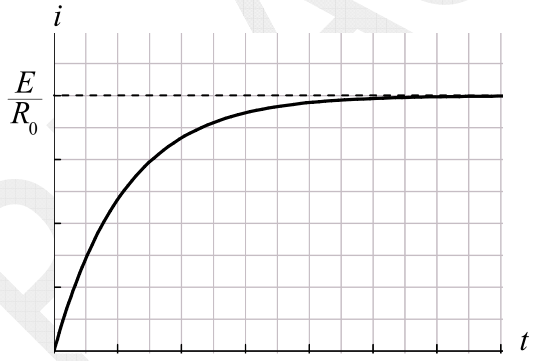
شدة التيار

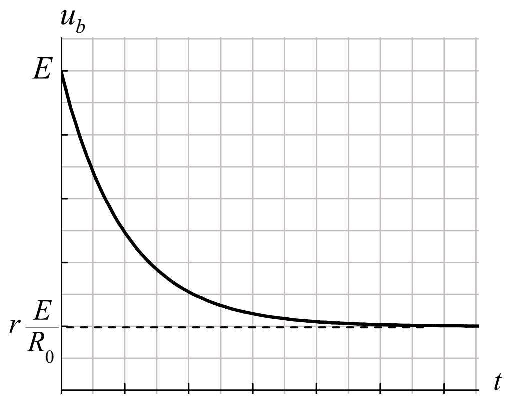
$$i = \frac{E}{R_0}\left(1 - e^{-\frac{R_0}{L}t}\right)$$

التوتر الكهربائي

$$u_b = r\frac{E}{R_0} + Ee^{-\frac{R_0}{L}t}\left(1 - \frac{r}{R_0}\right)$$

اعتبرنا $R_0 = R + r$ حيث R_0 هي مقاومة الدارة ، وبالتالي $I = \frac{E}{R_0} = \frac{E}{R + r}$





قطع التيار في RL

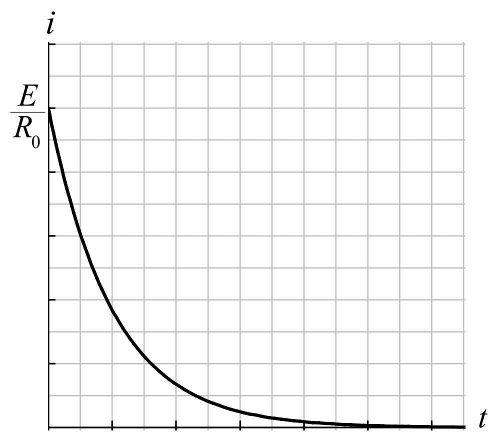
تطور التيار والتوتر بين طرفي الوشيعة

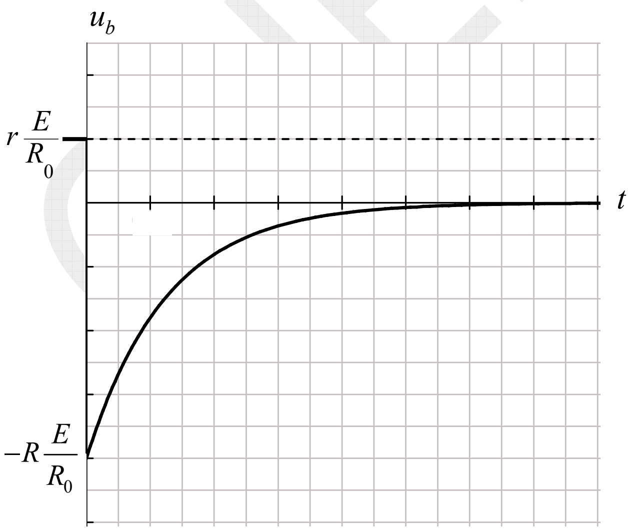
شدة التيـار

$$i = \frac{E}{R_0}e^{-\frac{R_0}{L}t}$$

التوترالكهربـائي

$$u_b = E\ e^{-\frac{R_0}{L}t}\left(\frac{r}{R_0} - 1\right)$$

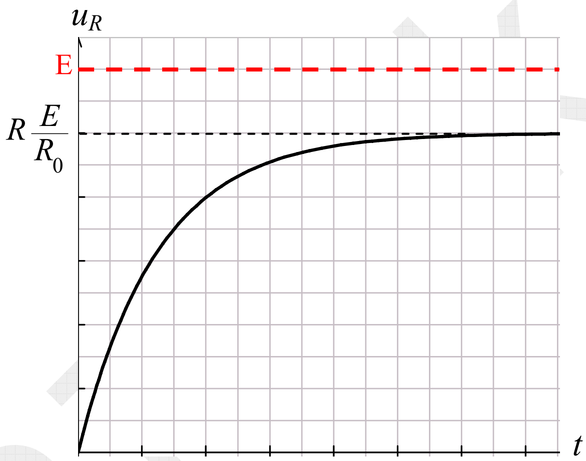




تطور التوتر بين طرفي الناقل الأومي

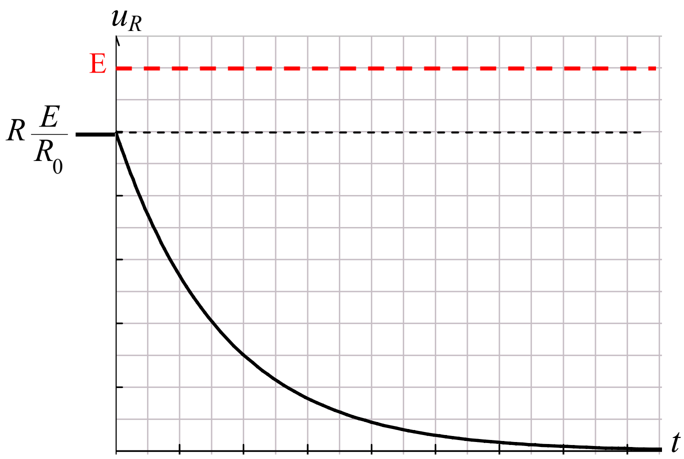
أثنـاء تطبيق التيار

$$u_R = R\frac{E}{R_0}\left(1-e^{-\frac{R_0}{L}t}\right)$$



أثنـاء قطع التيار

$$u_R = R\frac{E}{R_0}e^{-\frac{R_0}{L}t}$$



ثابت الزمن $\tau = \dfrac{L}{R_0}$ هو مقدار متجانس مع الزمن ، وطرق استخراجه من كل هذه البيانات هي نفس الطرق التي أشرنا لها في ثنائي القطب RC .

الطاقة المغناطيسية المخزنة في وشيعة : $E = \frac{1}{2}Li^2$ ، **أعظم طاقة تتخزّن في الوشيعة** : $E = \frac{1}{2}L\left(\frac{E}{R_0}\right)^2$

المعادلات التفاضلية التي تخضع لها المقادير i ، u_R ، u_b

تطبيق التيــار

شدة التيار في الدارة : $\frac{di}{dt} + \frac{R_0}{L}i = \frac{E}{L}$

التوتر بين طرفي الناقل الأومي : $\frac{du_R}{dt} + \frac{R_0}{L}u_R = \frac{ER}{L}$

التوتر بين طرفي الوشيعة $\frac{du_b}{dt} + \frac{R_0}{L}u_b = \frac{rE}{L}$

قطع التيــار

شدة التيار في الدارة : $\frac{di}{dt} + \frac{R_0}{L}i = 0$

التوتر بين طرفي الناقل الأومي : $\frac{du_R}{dt} + \frac{R_0}{L}u_R = 0$

التوتر بين طرفي الوشيعة : $\frac{du_b}{dt} + \frac{R_0}{L}u_b = 0$

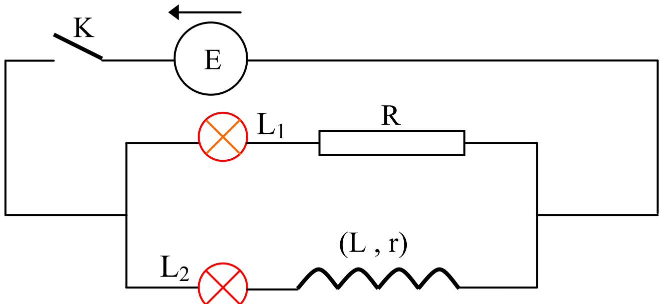
1 – الوشيعة

تجربة :

نربط في دارة كهربائية مولدا للتوتر ومصباحين متماثلين وناقلا أوميّا مقاومته R وشيعة مقاومتها r ، بحيث $R = r$ (الشكل – 1) .

لما نغلق القاطعة نلاحظ :

- المصباح L_1 يشتعل في اللحظة التي نغلق فيها القاطعة .
- المصباح L_2 يشتعل تدريجيا .
- بعد مدة قصيرة تصبح قوة الإضاءة في المصباحين متماثلة .



الشكل – 1

التفسير :

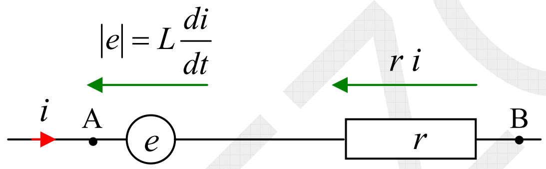
الوشيعة تقاوم تطبيق التيار الكهربائي في مرحلة قصيرة ، وبعد أن تصل قيمة شدة التيار إلى أعظم قيمة لها تصبح الوشيعة مجرد ناقل أومي ، إذن نحدد نظامين ، الأول **انتقالي** والثاني **دائم** بعد أن تصبح شدة التيار عظمى .

إذن الوشيعة ليست مجرد ناقل أومي

ملاحظة : الناقل الأومي يقاوم التيار ، لكن لا يقاوم تغيّر التيار ، أي أن قيمة الشدة التي يسمح بها الناقل الأومي بالمرور تمر بمجرد تطبيق التيار ، أما الوشيعة لها خاصيتان : خاصية مقاومية وخاصية تحريضية ، فهذه الخاصية الأخيرة تظهر في الوشيعة عندما يكون التيار يتغير ، وبمجرّد أن يصبح ثابتا تصبح للوشيعة فقط الخاصية المقاومية .

2 – التوتر بين طرفي الوشيعة :

نركب بين النقطتين A و B وشيعة مقاومتها r وذاتيتها L . (الشكل -2)



الشكل - 2

فإذا كانت شدّة التيار المار فيها i متغيّرة (أي $\frac{di}{dt} \neq 0$) ، تنشأ في الوشيعة قوة محركة كهربائية $e = -L\frac{di}{dt}$ ، وبالتالي يكون فرق الكمون بين طرفيها : $u_{AB} = r\,i - e$

$$u_{AB} = ri + L\frac{di}{dt}$$

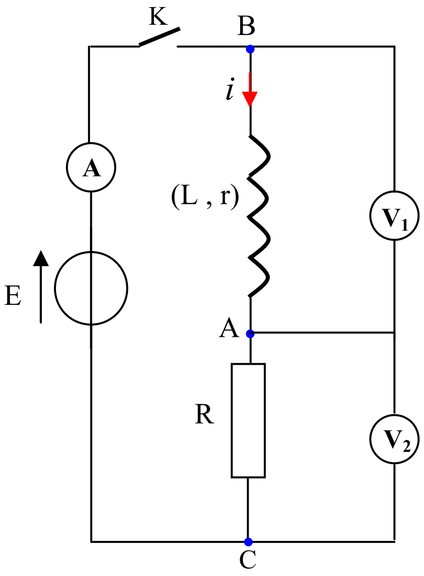
في النظام الدائم تكون شدة التيار ثابتة ، وبالتالي $\frac{di}{dt} = 0$ ، ويكون تصرف الوشيعة هو تصرف ناقل أومي فيصبح التوتر بين طرفيها :

$$u_{AB} = r\,i$$

ملاحظة : إذا كانت مقاومة الوشيعة مهملة ، نسمي الوشيعة عندئذ : وشيعة مثالية ، أو وشيعة صافية .

3 – الدراسة التجريبية

أ – النظام الدائم :



الشكل - 3

نركّب الدارة المبيّنة في الشكل – 3 باستعمال مولد للتوتر نعتبره مثاليا قوته المحركة الكهربائية $E = 4\ V$.

بعد غلق القاطعة K نتحصّل على النتائج التالية :

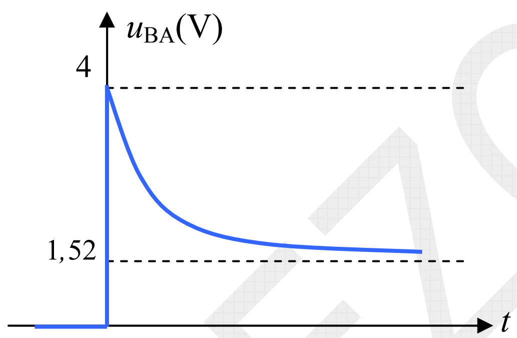
- إشارة مقياس الأمبير A : $I = 185\ mA$
- إشارة مقياس الفولط V_1 : $U_{BA} = 1{,}52\ V$
- إشارة مقياس الفولط V_2 : $U_{AC} = 2{,}47\ V$

نستنتج من هذه القياسات : $r = \dfrac{U_{BA}}{I} = \dfrac{1{,}52}{0{,}185} = 8{,}2\ \Omega$

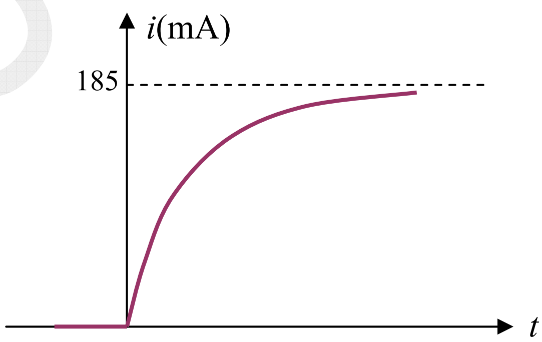
$$R = \frac{U_{AC}}{I} = \frac{2{,}47}{0{,}185} = 13{,}3\ \Omega$$

ب – النظام الإنتقالي :

باستعمال نفس الدارة الكهربائية وإلحاقها بتجهيز خاص يسمح بمشاهدة $i(t)$ و u_{BA} على جهاز كمبيوتر نحصل البيانين في الشكلين 4 و 5 ، وذلك بعد غلق القاطعة .



الشكل - 5



الشكل - 4

نلاحظ :

- شدة التيار في الدارة تتطوّر حسب علاقة أسيّة (في الشكل – 4) ، وذلك من القيمة 0 إلى القيمة 185 mA ، وهذه القيمة هي :

$$I = \frac{E}{R+r} = \frac{4}{13{,}3+8{,}2} = 0{,}186\ A \approx 185\ mA$$

- التوتر بين طرفي الوشيعة يقفز مباشرة إلى القيمة 4 V (قيمة E) (في الشكل – 5) ثم يشرع في التناقص إلى القيمة الحديّة 1,52 V .

هذه القيمة للتوتر هي نفسها التي كانت بين طرفي الوشيعة خلال النظام الدائم وتمثل rI .

4 - قطع التيار في دارة الوشيعة (تقصير دارة الوشيعة)

نركّب في الدارة الكهربائية في الشكل – 6 ناقلا أوميا مقاومته $R = 1\ k\Omega$ على التفرّع مع وشيعة مقاومتها $r = 8\ \Omega$ وذاتيتها L .

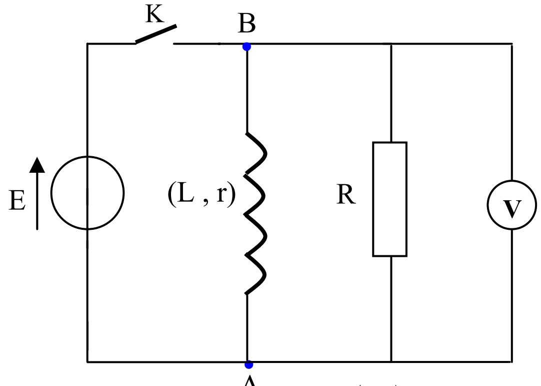
نستعمل مولدا للتوتر $(E = 4\ V\ ,\ r \approx 0)$.

نغلق القاطعة ، فيشير مقياس الفولط إلى للقيمة $E = 4\ V$.

نحسب شدة التيار في الفرعين في النظام الدائم :

في الناقل الأومي : $I_R = \frac{E}{R} = \frac{4}{1000} = 4\times10^{-3}\ A$

في الوشيعة : $I_B = \frac{E}{r} = \frac{4}{8} = 0,5\ A$



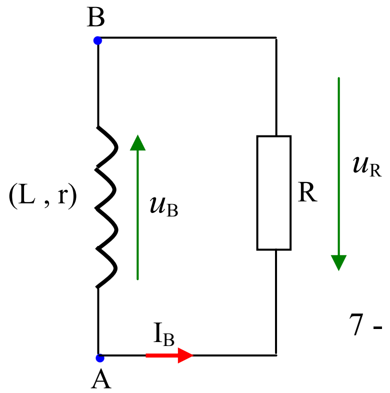
الشكل - 6

نرفع معيار مقياس الفولط تحسّبا لأي ارتفاع في التوترات ، ثم نفتح القاطعة فنلاحظ إبرة مقياس الفولط تنحرف في الجهة المعاكسة للجهة التي انحرفت فيها عند غلق القاطعة (صفر الجهاز يتوسط الواجهة) ، وهذه القيمة أكبر بكثير من E .

تفسير الظاهرة : (الشكل – 7)

عند فتح القاطعة ينعدم التيار في الناقل الأومي (لأن $E = 0$) ، ويمر الآن في الدارة التيار I_B الذي كان يمر في الوشيعة ، لأنه لا ينعدم فجأة بل يتناقص تدريجيا . وبالتالي يبلغ التوتر بين طرفي الناقل الأومي القيمة :

$$|u_R| = u_B = RI_B = 1000\times0,5 = 500\ V$$



الشكل - 7

هل عرفت الآن سبب انحراف إبرة مقياس الفولط في الجهة المعاكسة ؟

ملاحظة : تستعمل هذه الظاهرة في تشغيل المحركات الإنفجارية (السيارات) التي تحتاج إلى توتر عال لا توفره البطارية .

ملاحظة :

لو قطعنا التيار في الدارة (الشكل – 3) ، لحصلنا على توتر بين طرفي الوشيعة $u_b = -RI$ ، حيث I هي شدة التيار التي كانت تمر في الوشيعة والناقل الأومي (لأنهما على التسلسل) . $I = \frac{E}{R+r}$. (يُنصح تجنّب ذلك لأن الدارة غير محمية)

5 – الدراسة النظرية للوشيعة

5 – 1 – تطبيق التيار

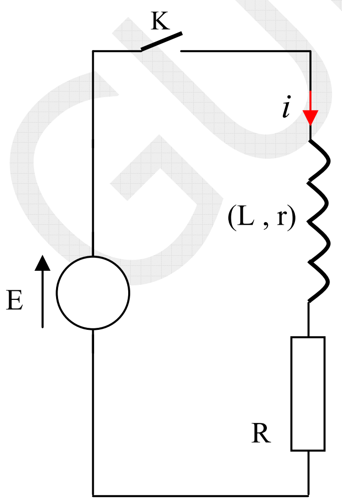
نعتبر في كل ما يلي $R_0 = R + r$ ، حيث R_0 هي مقاومة الدارة .

عند غلق القاطعة K في الشكل – 8 يصبح التوتر بين طرفي ثنائي القطب RL : $u = E$

لدينا حسب قانون جمع التوترات : $u_R + u_b = E$

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

$$R_0 i + L\frac{di}{dt} = E$$



الشكل - 8

وبتقسيم طرفي هذه المعادلة على L ، نكتب : $\frac{di}{dt} + \frac{R_0}{L}i = \frac{E}{L}$ (1)

تخضع شدة التيار في ثنائي القطب RL للمعادلة التفاضلية :

$$\frac{di}{dt}+\frac{R_0}{L}i=\frac{E}{L}$$

هذه المعادلة التفاضلية لها حل من الشكل : $i = A e^{\alpha t} + B$ (2)

حيث : A ، B ، α عبارة عن ثوابت تختلف عن الصفر .

لكي نحدّد B ، α نعوّض في المعادلة (1) : $i = A e^{\alpha t} + B$ و $\frac{di}{dt} = A\alpha e^{\alpha t}$ ، ونكتب بذلك :

$$A\alpha e^{\alpha t}+\frac{R_0}{L}\left(Ae^{\alpha t}+B\right)=\frac{E}{L}$$

$$Ae^{\alpha t}\left(\alpha+\frac{R_0}{L}\right)+\frac{BR_0}{L}=\frac{E}{L} \qquad (3)$$

للتّبسيط : لدينا في المعادلة (3) الطرف الأيمن $\frac{E}{L}$ عبارة عن قيمة ثابتة ، أما الطرف الأيسر يتغير بدلالة الزمن ، وهذا غير معقول ، ولكي يكون معقولا يجب أن يكون هذا الطرف مستقلا عن الزمن .

من أجل هذا يجب أن يكون إما العامل $A e^{\alpha t}$ معدوما ، وهذا غير ممكن لأن $A \neq 0$ و $e^{\alpha t}$ دائما موجب ، أو العامل $\alpha+\frac{R_0}{L}=0$

وهذا ممكن ، وذلك لكي يصبح الطرف الأيسر مساويا لـ $\frac{BR_0}{L}$ ، أي قيمة ثابتة مثل الطرف الأيمن .

وبالتالي $\alpha=-\frac{R_0}{L}$ و $B=\frac{E}{R_0}$.

نستنتج A من المعادلة (2) ، حيث تكون عند اللحظة $t=0$ شدة التيار في الوشيعة $i=0$.

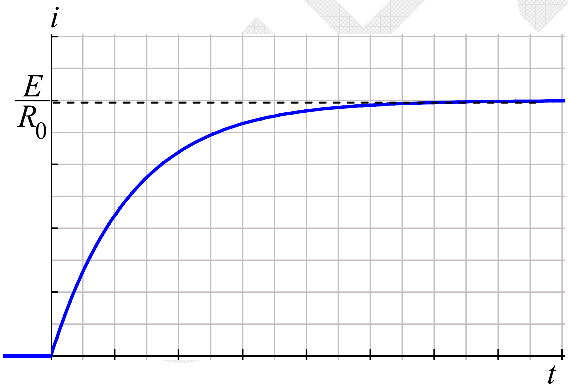
بالتعويض : $0=Ae^0+B$ ، إذن $A=-B=-\frac{E}{R_0}$.

شدة التيار الكهربائي في النظام الانتقالي عند تطبيق التيار

$$i=\frac{E}{R_0}\left(1-e^{-\frac{R_0}{L}t}\right)$$

التمثيل البياني $i=f(t)$

- عند $t=0$ يكون $i=0$
- عندما t يؤول إلى ما لا نهاية ، فإن i يؤول إلى $i=\frac{E}{R_0}$

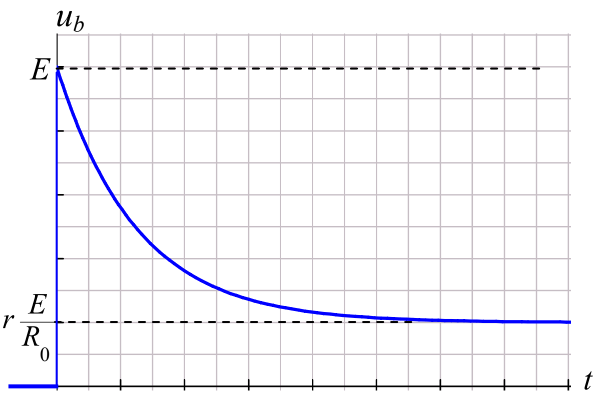


نستنتج العبارة الزمنية للتوتر بين طرفي الوشيعة من العلاقة : $u_b=ri+L\frac{di}{dt}$

$$u_b=r\left(\frac{E}{R_0}\left(1-e^{-\frac{R_0}{L}t}\right)\right)+L\frac{E}{R_0}\frac{R_0}{L}e^{-\frac{R_0}{L}t}=r\frac{E}{R_0}+Ee^{-\frac{R_0}{L}t}\left(1-\frac{r}{R_0}\right)$$

عبارة التوتر بين طرفي الوشيعة في النظام الانتقالي عند تطبيق التيار

$$u_b=r\frac{E}{R_0}+Ee^{-\frac{R_0}{L}t}\left(1-\frac{r}{R_0}\right)$$



التمثيل البياني $u_b = f(t)$

- عند $t = 0$ يكون $u_b = r\frac{E}{R_0} + E - \frac{Er}{R_0} = E$

- عندما t يؤول إلى ما لا نهاية ، فإن u_b يؤول إلى $u_b = r\frac{E}{R_0}$

5 – 2 – قطع التيار

قطع التيار عن ثنائي القطب معناه جعل E = 0 في الدارة المركبة في الشكل – 6 (عزل المولّد) .

في هذه الحالة يعطينا قانون أوم في جمع التوترات : $u_R + u_b = 0$

$$R_0 i + L\frac{di}{dt} = 0 \qquad (4)$$

تخضع شدة التيار في ثنائي القطب RL للمعادلة التفاضلية :

$$\frac{di}{dt} + \frac{R_0}{L} i = 0$$

هذه المعادلة التفاضلية لها حل من الشكل : $i = Ae^{\alpha t} + B \qquad (5)$

حيث : A ، B ، α عبارة عن ثوابت ، حيث A و α يختلفان عن الصفر .

لكي نحدّد B ، α نعوّض في المعادلة (4) : $i = Ae^{\alpha t} + B$ و $\frac{di}{dt} = A\alpha e^{\alpha t}$ ، ونكتب بذلك :

$$A\alpha e^{\alpha t} + \frac{R_0}{L}\left(Ae^{\alpha t} + B\right) = 0$$

$$Ae^{\alpha t}\left(\alpha + \frac{R_0}{L}\right) + \frac{BR_0}{L} = 0 \qquad (6)$$

حتى تكون المعادلة (6) محققة يجب أن يكون $\alpha = -\frac{R_0}{L}$ و $B = 0$.

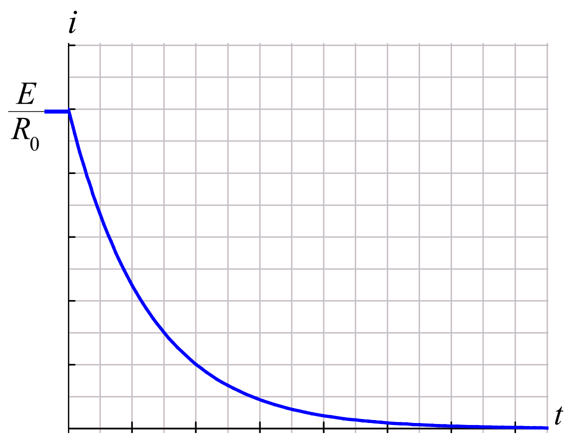
نستنتج A من المعادلة (5) ، حيث تكون عند اللحظة $t = 0$ شدة التيار في الوشيعة $i = \frac{E}{R_0}$.

بالتعويض : $\frac{E}{R_0} = Ae^0 + B$ ، إذن $A = \frac{E}{R_0}$.

شدة التيار الكهربائي في النظام الانتقالي عند قطع التيار

$$i = \frac{E}{R_0} e^{-\frac{R_0}{L}t}$$

التمثيل البياني $i=f(t)$



- عند $t=0$ يكون $i=\frac{E}{R_0}$
- عندما t يؤول إلى ما لا نهاية ، فإن i تؤول نحو الصفر .

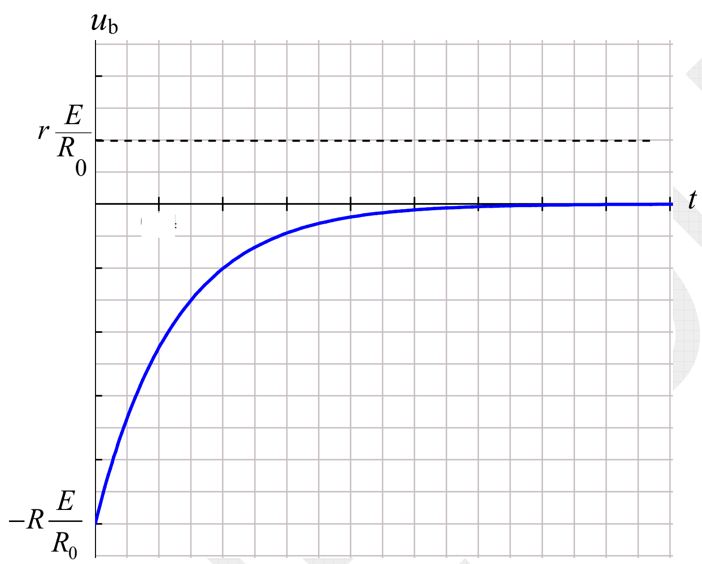
نستنتج العبارة الزمنية للتوتر بين طرفي الوشيعة من العلاقة : $u_b = ri + L\frac{di}{dt}$

$$u_b = r\frac{E}{R_0}e^{-\frac{R_0}{L}t} - L\frac{E}{R_0}\frac{R_0}{L}e^{-\frac{R_0}{L}t} = E\,e^{-\frac{R_0}{L}t}\left(\frac{r}{R_0}-1\right)$$

عبارة التوتر بين طرفي الوشيعة في النظام الانتقالي عند قطع التيار

$$\boldsymbol{u_b = E\,e^{-\frac{R_0}{L}t}\left(\frac{r}{R_0}-1\right)}$$

التمثيل البياني $u_b=f(t)$



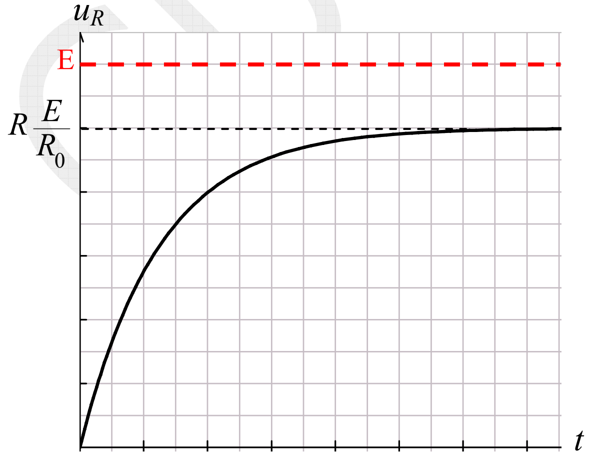
- عند $t=0$ يكون $u_b=-R\frac{E}{R_0}$
- عندما t يؤول إلى ما لا نهاية ، فإن u_b تؤول نحو الصفر

6 – تطور التوتر بين طرفي الناقل الأومي

6 – 1 عند تطبيق التيار :

لدينا التوتر بين طرفي الناقل الأومي : $\boldsymbol{u_R = Ri = R\frac{E}{R_0}\left(1-e^{-\frac{R_0}{L}t}\right)}$

التمثيل البياني $u_R=f(t)$

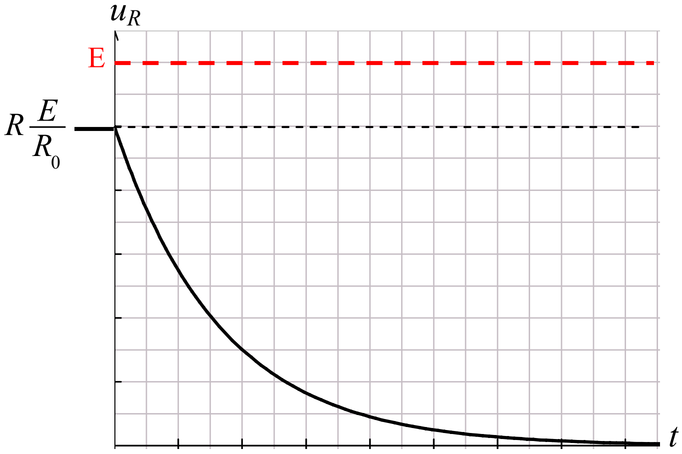


- عند $t=0$ يكون $u_R=0$
- عندما t يؤول إلى ما لا نهاية ، فإن u_R تؤول نحو $u_R=R\frac{E}{R_0}$

ملاحظة : إذا كانت الوشيعة مثـالية (صرفة) فإن u_R يؤول نحو E

6 – 2 عند قطع التيار

لدينا التوتر بين طرفي الناقل الأومي : $u_R = Ri = R\dfrac{E}{R_0}e^{-\frac{R_0}{L}t}$

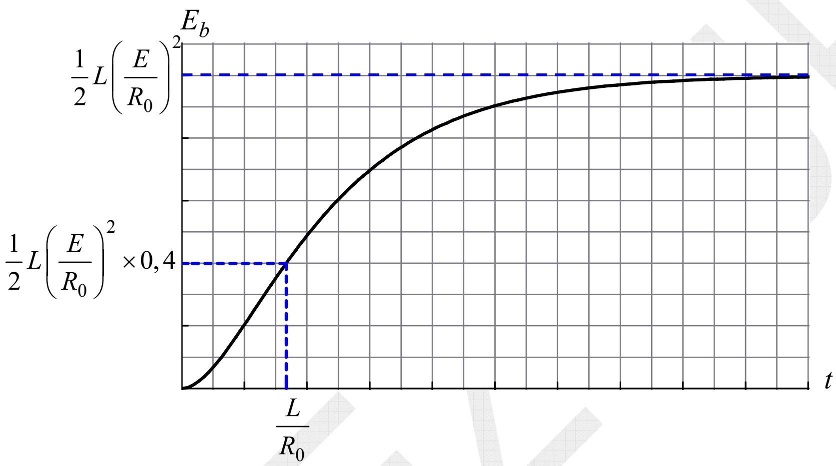


التمثيل البياني $u_b = f(t)$

- عن $t=0$ يكون $u_R = R\dfrac{E}{R_0}$
- عندما t يؤول إلى ما لا نهاية ، فإن u_R يؤول نحو الصفر .

7 – تطور الطـاقة المخزنة في الوشيعة

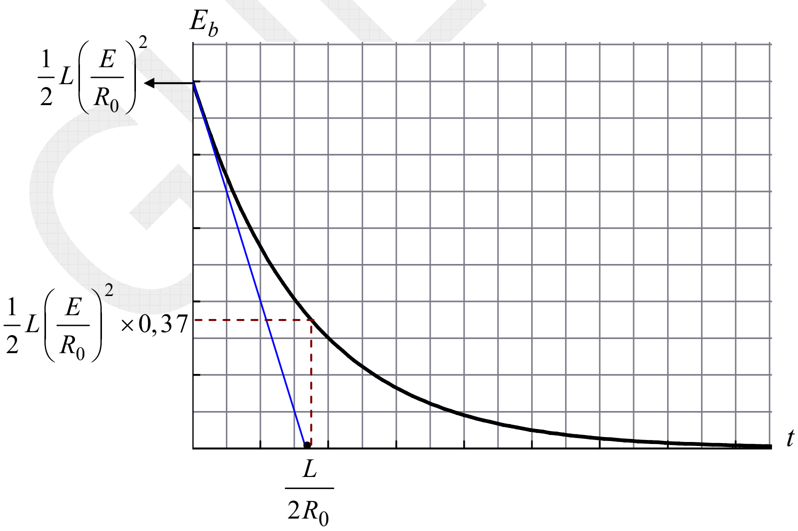
لدينا $E_b = \dfrac{1}{2}Li^2$



تطور الطاقة أثنــاء تطبيق التيار

$$E_b = \frac{1}{2}L\left(\frac{E}{R_0}\right)^2\left(1-e^{-\frac{R_0}{L}t}\right)^2$$

عند $t = \tau = \dfrac{L}{R_0}$ تكون الطاقة المخزنة في الوشيعة 40% من الطاقة الأعظمية



تطور الطاقة أثنــاء قطع التيار

$$E_b = \frac{1}{2}L\left(\frac{E}{R_0}\right)^2 e^{-2\frac{R_0}{L}t}$$

المماس عند $t=0$ يقطع محور الزمن في $t = \dfrac{\tau}{2} = \dfrac{L}{2R_0}$

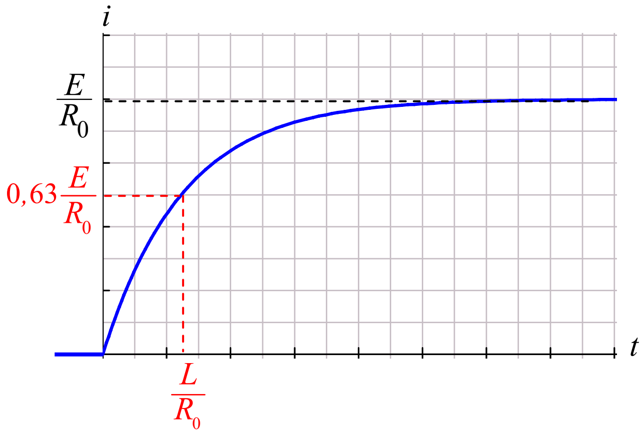
4 – ثابت الزمن

4 – 1 - تعريفه

ثابت الزمن هو $\tau = \dfrac{L}{R_0}$ ، وهو متجانس مع الزمن ، أي يُقاس بالثانية (s) ، يمثّل حوالي $\dfrac{1}{5}$ من مدة النظام الانتقالي .

نستخرجه من البيانات السابقة بنفس الطرق التي استعملناها في ثنائي القطب RC

مثلا : في البيان $i = f(t)$ عند تطبيق التيار .



4 – 2 التحليل البعدي لثابت الزمن :

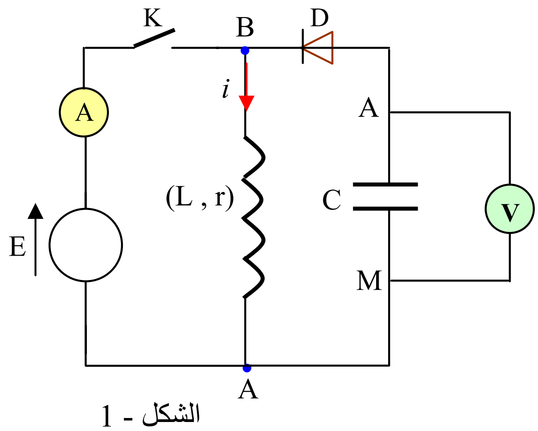
لدينا $e = L\dfrac{di}{dt} \Rightarrow L = \dfrac{e\,dt}{di}$ ، أي أن $[L] = \dfrac{[U][T]}{[I]}$

ولدينا كذلك : $[R] = \dfrac{[I]}{[U]}$ ، وبالتالي : $[\tau] = \left[\dfrac{L}{R}\right] = \dfrac{[U][T]}{[I]} \times \dfrac{[I]}{[U]} = [T]$

الثابت $\tau = \dfrac{L}{R_0}$ مقدار متجانس مع الزمن

ملحق

1 - تجربة تبيّن أحد استعمالات الطاقة المغناطيسية المخزّنة في الوشيعة



الشكل - 1

نركب الدارة الموضحة في الشكل - 1

الوشيعة : ذاتيتها $L = 11,4\ mH$ ومقاومتها r .

مولد التوتر : قوته المحركة الكهربائية $E = 6\ V$ ومقاومته مهملة

المكثّفة : سعتها $C = 5\ \mu F$

الصمام الثنائي D : الصمام الثنائي هو عنصر كهربائي يسمح للتيار الكهربائي بالمرور في جهة واحدة فقط (جهة السهم) ويمنعه من المرور في الجهة الأخرى

– نغلق القاطعة K فيشير مقياس الأمبير في النظام الدائم إلى القيمة $I = 0,76\ A$

المكثفة لا تُشحنُ لأن الصمام يمنع مرور التيار لها .

نفتح القاطعة فيشير مقياس الفولط إلى القيمة $U_{MA} = 28\ V$ ، فتُشحنُ المكثفة .

بعد فتح القاطعة ، التيار يمر في الدارة في نفس الجهة التي كان يمر فيها قبل فتح القاطعة (حتى لو لم يوجد الصمام بعد فتح القاطعة) .

الصمام يمنع تفريغ المكثفة في الوشيعة .

الطاقة المخزّنة في الوشعة بعد غلق القاطعة : $E_b = \frac{1}{2}LI^2$

الطاقة المخزنة في المكثفة بعد فتح القاطعة : $E_c = \frac{1}{2}CU^2$

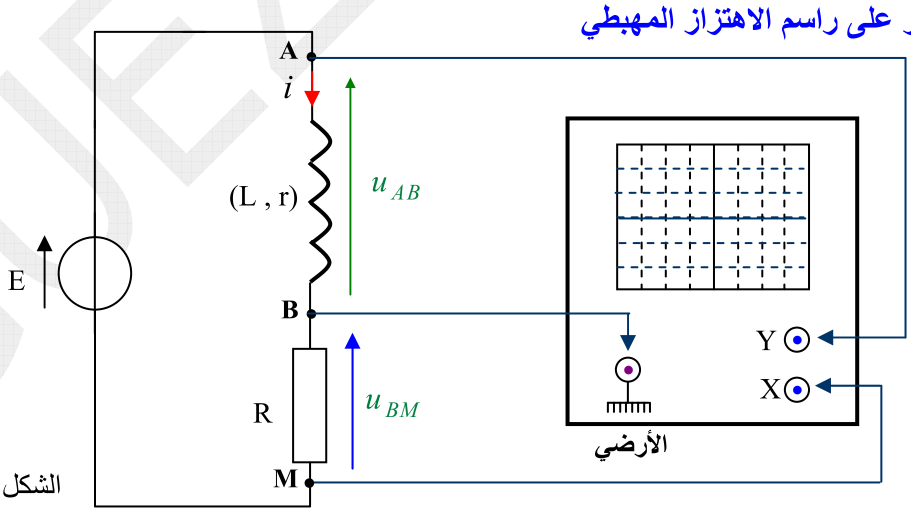
مردود تحويل الطاقة هو : $\eta = \frac{E_c}{E_b} = \frac{CU^2}{LI^2} = \frac{0,5\times10^{-6}\times(28)^2}{0,0114\times(0,76)^2} = 0,6$

هذا يكافئ مردودا قدره $60\ \%$.

رغم أن المردود يظهر ضعيفا ، إلا أننا استطعنا شحن المكثفة تحت توتر قدره $28\ V$ ، وهو أكبر بكثير من E

شُحنت المكثفة بالقوة المحركة الكهربائية التي نشأت في الوشيعة لحظة فتح القاطعة

2 - كيفية مشاهدة التوتر على راسم الاهتزاز المهبطي



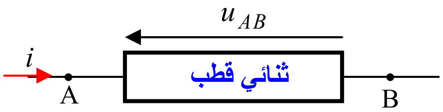
الشكل - 2

لم نمثل في هذا الرسم البسيط أزرار التحكم في الجهاز ، بل اكتفينا بكيفية ربطه فقط . (الشكل 2)

يتوسط الشاشة محوران متعامدان ، المحور الشاقولي هو التوتر والمحور الأفقي هو الزمن .

لكي نشاهد توترا بين نقطتين نربط إحدى النقطتين **لأرضي** راسم الإهتزاز المهبطي والنقطة الأخرى لأحد **المدخلين** X أو Y .

فإذا ربطنا النقطة B للأرضي والنقطة A لأحد المدخلين نشاهد على شاشة راسم الإهتزاز المهبطي التوتر u_{AB} ، أي $V_A - V_B$.



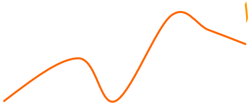
فإذا كان التيار يمر من A نحو B ، فإن V_A يكون أكبر من V_B . (V هو كمون النقطة) .
إذا كان هذا التوتر ثابتا نشاهد خطا أفقيا على الشاشة في النصف العلوي منها .
مقدار انحراف الخط يتعلق بقيمة التوتر بين النقطتين .

الحساسية الشاقولية : هو السلم على محور التراتيب ، أي هي عدد الفولطات لكل تدريجة على المحور الشاقولي . (V/div)

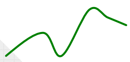
الحساسية الأفقية (سرعة المسح الأفقي) : هو السلم على محور الفواصل ، أي عدد الثواني أو أجزاء الثواني لكل تدريجة على المحور الأفقي (s/div) .

ملاحظة : راسم الإهتزاز عبارة عن مقياس فولط وليس مقياس أمبير ، فهو يرسم التوتر بين نقطتين بدلالة الزمن ، لا يرسم شدة التيار بدلالة الزمن .

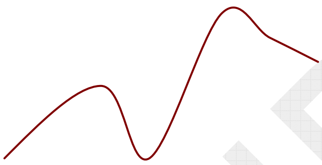
لكن يمكن أن نشاهد عليه صورة لشدة التيار بدلالة الزمن ، فإذا أردنا هذا نربط إليه طرفي ناقل أومي فنشاهد التوتر $u = \mathrm{R}\, i$ ، معناه نشاهد شدة التيار مضروبة في عدد هو R . فإذا كان التوتر الذي شاهدناه شكله هكذا



فإن شدة التيار تكون إما هكذا



أو هكذا

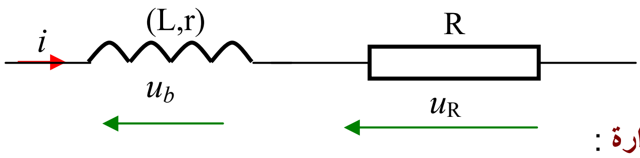


في التركيب في الشكل – 2 نشاهد :

في المدخل X : التوتر بين طرفي الناقل الأومي $u_{MB} = -u_{BM}$

في المدخل Y : التوتر بين طرفي الوشيعة u_{AB}

كيفية كتابة المعادلات التفاضلية عند تطبيق وقطع التيار - ثنائي القطب RL



1 – أثناء تطبيق التيار

المعادلة التي تخضع لها شدة التيار في الدارة :

حسب قانون جمع التوترات : $u_R + u_b = E$

$R\,i + r\,i + L\dfrac{di}{dt} = E$ ، نضع $R + r = R_0$ ، وبالتالي : $R_0 i + L\dfrac{di}{dt} = E$

وبتقسيم طرفي المعادلة على L نكتب :

$$\boldsymbol{\frac{di}{dt} + \frac{R_0}{L} i = \frac{E}{L}}$$

المعادلة التي يخضع لها التوتر بين طرفي الناقل الأومي :

حسب قانون جمع التوترات : $u_b + u_R = E$

$R_0\,i + L\dfrac{di}{dt} = E$ ، ولدينا : $i = \dfrac{u_R}{R}$ ، وبالتالي $R_0\dfrac{u_R}{R} + L\dfrac{d\frac{u_R}{R}}{dt} = E$

$\dfrac{R_0}{R} u_R + \dfrac{L}{R}\dfrac{du_R}{dt} = E$ ، وبتقسيم طرفي هذه المعادلة على $\dfrac{L}{R}$ نجد المعادلة التفاضلية المطلوبة :

$$\boldsymbol{\frac{du_R}{dt} + \frac{R_0}{L} u_R = \frac{ER}{L}}$$

المعادلة التي يخضع لها التوتر بين طرفي الوشيعة :

لدينا $\dfrac{du_R}{dt} + \dfrac{R_0}{L} u_R = \dfrac{ER}{L}$ ، ولدينا كذلك من قانون جمع التوترات $u_b = E - u_R$ ، وبالتالي :

$$\frac{d}{dt}\left(E - u_b\right) + \frac{R_0}{L}\left(E - u_b\right) = \frac{ER}{L} \quad ، \quad -\frac{du_b}{dt} + \frac{R_0 E}{L} - \frac{R_0}{L} u_b = \frac{ER}{L}$$

$$\frac{du_b}{dt} + \frac{R_0}{L} u_b = \frac{R_0 E}{L} - \frac{ER}{L} \quad ، \quad \frac{du_b}{dt} + \frac{R_0}{L} u_b = \frac{(R + r)E}{L} - \frac{ER}{L} = \frac{rE}{L}$$

$$\boldsymbol{\frac{du_b}{dt} + \frac{R_0}{L} u_b = \frac{rE}{L}}$$

2 - أثناء قطع التيــار

نتبع نفس الخطوات بتطبيق قانون جمع التوترات : $u_R + u_b = 0$

$$\boldsymbol{\frac{di}{dt} + \frac{R_0}{L} i = 0}$$

$$\boldsymbol{\frac{du_R}{dt} + \frac{R_0 + r}{L} u_R = 0}$$

$$\boldsymbol{\frac{du_b}{dt} + \frac{R_0}{L} u_b = 0}$$