Chapter Five الفصل الخامس

دوائر التيارات العابرة

Transient Current Circuits

Sequence:42

- المقدمة.
- دائرة مقاومة ومحاثة ومتسعة / الجزء الثالث .

المقدمة

- ***<u>كيفية إنقاذ المصاب بصدمة كهربائية</u>***

- تخليص المصاب مباشرة من الملامسة الكهربائية وذلك عن عن طريق فصل التيار الكهربائي، ومراعاة عدم لمس المصاب بيدين عاريتين طالما ظل المصاب ملامساً للتيار الكهربائي، حتى لا يصاب الشخص المنقذ بنفس التيار الكهربائي.

- وفي الحالات التي يصعب فيها فصل التيار عن المصاب بالسرعة المطلوبة، فمن الضروري استخدام وسائل عزل جافة كالأخشاب والحبال والثياب، أو استخدام عصا عازلة لإبعاد المصاب وشده من ملابسه بعيداً عن السلك، وينصح باستعمال يد واحدة أثناء الإنقاذ، وفي حالة تعذر فك أصابع المصاب عن السلك لتقلص عضلاته أثناء مرور التيار بها يوضع لوح خشبي عازل تحت قدمي المصاب لعزله عن الأرض ويتم عمل ذلك بحذر وانتباه شديدين، كما يمكن للمنقذ عزل نفسه عن الأرض بالوقوف على لوح من أي مادة عازلة وجافة أو لبس الأحذية العازلة.

RLC – Circuit دائرة مقاومة ومحاثة ومتسعة

- ***الحالة الثالثة (شحن المتسعة):*** في هذه الحالة تكون قيمة

$$\left(\frac{R^2}{4L^2}\right) = \left(\frac{1}{LC}\right) \Rightarrow R = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

- (β) مساوية للصفر وتسمى الحالة بالحالة الحرجة ويقال
- للدائرة بأنها في حالة اضمحلال حرج. وللحصول على العلاقة الخاصة بالشحنة المتجمعة على المتسعة بعد مرور زمن مقداره **(t)** من غلق المفتاح نعود للمعادلة **(45)**، ونفرض في بداية عملنا ان قيمة بيتا لا تساوي صفراً وانما تقترب من الصفر. ولذلك يأخذ الحدان الآسيان في المعادلة سابقة الذكر الشكل التالي:

$$e^{\beta t} = 1 + \beta t - \frac{\beta^2 t^2}{2!} + \frac{\beta^3 t^3}{3!} + \ldots$$

$$e^{-\beta t} = 1 - \beta t + \frac{\beta^2 t^2}{2!} - \frac{\beta^3 t^3}{3!} + \ldots$$

- وبما ان قيمة بيتا صغيرة جداً حيث افترضنا ان قيمتها تقترب من الصفر لذلك فاننا سوف نهمل كل الحدود التي تحتوي على مربع قيمة بيتا والحدود التي تليها في العلاقتين اعلاه وبهذا نحصل على :

$$e^{\beta t} \approx 1 + \beta t \qquad \ldots\ldots (66\ a)$$

$$e^{-\beta t} \approx 1 - \beta t \qquad \ldots\ldots (66\ b)$$

- وبتعويض المعادلات (66 a) و (66 b) في المعادلة (45) نحصل على :

$$q = C\mathcal{E} + e^{-\alpha t}\{ A(1+\beta t) + B(1-\beta t)\}$$

$$= C\mathcal{E} + e^{-\alpha t}\{ (A+B) + (A-B)\beta t \} \quad ...... (67)$$

- أما التيار العابر في هذه الحالة فيمكن الحصول عليه بأجراء عملية التفاضل للمعادلة (67) فنحصل على :

$$i = \frac{dq}{dt} = -\alpha e^{-\alpha t}\{ (A+B) + (A-B)\beta t \} + e^{-\alpha t}(A-B)\beta \quad ...... (68)$$

- ولايجاد قيمة الثابتين (A) و (B) في كل من المعادلتين (67) و (68) نستعمل القيم البدائية لكل من الشحنة والتيار في الزمن البدائي (t=0) ، حيث ان (q=i=0) في الزمن (t=0) . نستعمل هذه القيم في المعادلتين سالفتي الذكر فنحصل على:

$$(A+B) = -C\mathcal{E} \quad ...... (69)$$

$$\alpha(A+B) = \beta(A-B) \quad ...... (70)$$

- وعند التعويض عن المقدار (A+B) من المعادلة (69)
- في المعادلة (70) نحصل على :

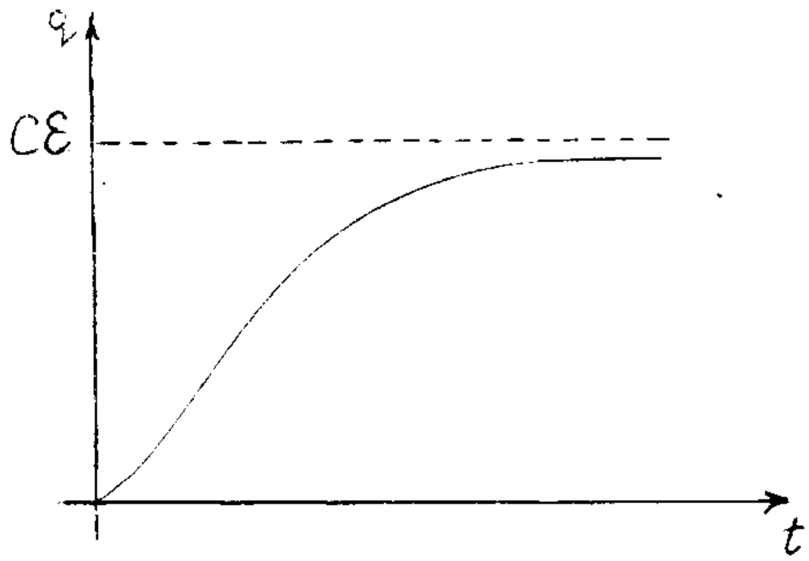
$$(A-B) = -\frac{\alpha}{\beta}(C\mathcal{E}) \quad ...... (71)$$

- وعند استعمال هاتين القيمتين لكل من (A+B) و (A-B) في المعادلتين (67) و (68) نحصل على :
-

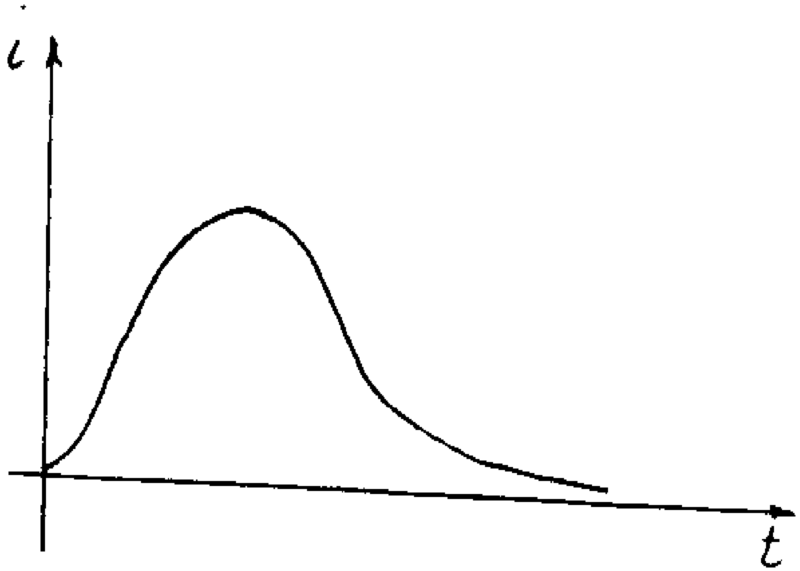
$$q = C\mathcal{E}[\,1 - e^{-\alpha t}(1 + \alpha t)\,] \quad ...... (72)$$

$$i = \alpha^2 C\mathcal{E} e^{-\alpha t}\, t \quad ..... (73)$$

- ويمكن تمثيل المعادلتين (72) و (73) بيانياً فنحصل على الشكلين البيانيين (25) و (26).



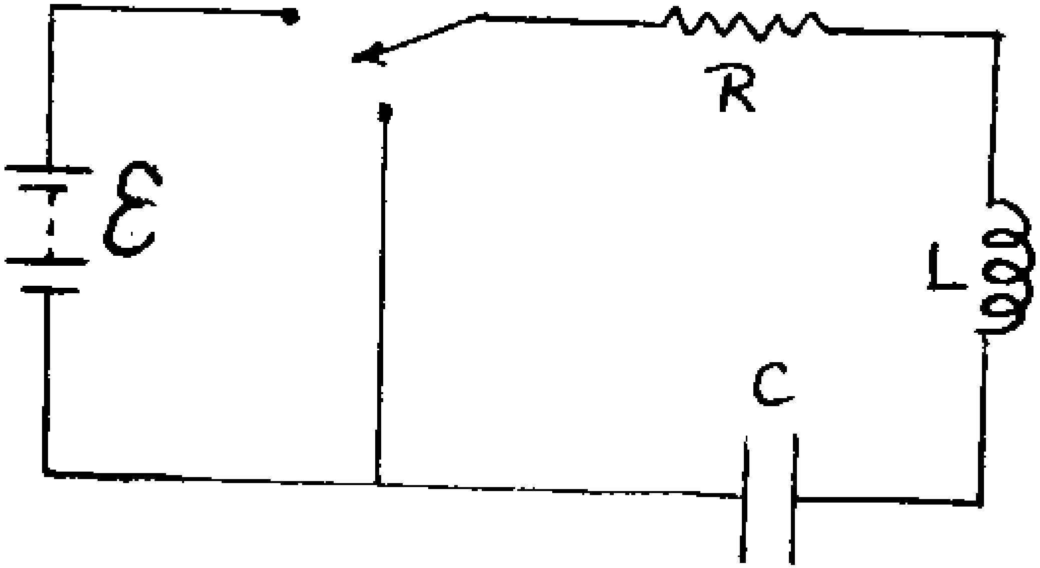
شكل (25): يمثل علاقة الشحنة مع الزمن.



شكل (26): يمثل علاقة التيار مع الزمن.

- ## (أ) تفريـــغ المتسعـة

- **********



شكل (27): دائرة RLC
تفريغ المتسعة

- وبتطبيق قانون كيرشهوف الثاني نجد ان :

$$L\frac{di}{dt} + Ri + \frac{q}{C} = 0$$

- او ان :

$$L\frac{d^2q}{dt^2} + R\frac{dq}{dt} + \frac{q}{C} = 0 \qquad \text{...... (74)}$$

- *************

-

- ولنحاول تجربة الحل التالي لحل هذه المعادلة التفاضلية:

$$q = A\,e^{\gamma_1 t} + B\,e^{\gamma_2 t} \quad \ldots\ldots (75)$$

- اذ ان :

$$\gamma_1 = -\alpha + \beta \qquad , \gamma_2 = -\alpha - \beta$$

- وبذلك تأخذ المعادلة (75) الشكل التالي:

$$q = e^{-\alpha t}\,[\,A\,e^{\beta t} + B\,e^{-\beta t}\,] \quad \ldots\ldots (76)$$

- ***************

- وللحصول على علاقة خاصة بالتيار العابر المار في الدائرة الكهربائية في هذه الحالة فيمكن الحصول عليه بأجراء عملية التفاضل للمعادلة (76) فنحصل على :

$$i = \frac{dq}{dt} = e^{-\alpha t}\left[(\beta - \alpha) A e^{\beta t} - (\beta + \alpha) B e^{-\beta t} \right] \quad \text{......} (77)$$

- ***********

- **توجد ثلاثة حالات للدائرة هي :**

- **أولاً : عندما تكون** $R \rangle 2\sqrt{\frac{L}{C}} \Rightarrow \left(\frac{R^2}{4L^2}\right) \rangle \left(\frac{1}{LC}\right)$ **تكون الدائرة متضائلة (غير متذبذبة) .**

- **ثانياً : عندما تكون** $R \langle 2\sqrt{\frac{L}{C}} \Rightarrow \left(\frac{R^2}{4L^2}\right) \langle \left(\frac{1}{LC}\right)$ **تكون الدائرة متذبذبة.**

- **ثالثاً : عندما تكون** $R = 2\sqrt{\frac{L}{C}} \Rightarrow \left(\frac{R^2}{4L^2}\right) = \left(\frac{1}{LC}\right)$ **تكون الدائرة في حالة اضمحلال حرج.**

مثــــــــال : في اللحظة (t=0) ربط ملفه حثه الذاتي (40) ملي هنري على التوالي مع مقاومة (3) أوم ومتسعة مشحونة سعتها (4.8). (1) وضح هل ان هناك تذبذب في هذه الدائرة (2) احسب التردد

- الحــــــــل:

- لكي تكون الدائرة تذبذبية فأنه يجب أن يتحقق الشرط التالي :

$$\left(\frac{R^2}{4L^2}\right) \langle \left(\frac{1}{LC}\right) \Rightarrow R \langle 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

- من خلال النتائج

$$\left(\frac{R^2}{4L^2}\right) = \frac{3^2}{4\times\left(40\times10^{-3}\right)^2}$$

$$\left(\frac{R^2}{4L^2}\right) = 1406.25\left(\Omega/\mathrm{H}\right)^2$$

$$\left(\frac{1}{LC}\right) = \frac{1}{40\times10^{-3}\times4.8\times10^{-6}} = 5208333\left(\mathrm{H}\cdot\mathrm{Coul.}\right)^{-1}$$

- فأن شرط الدائرة
- التذبذبية قد تحقق.
- لحساب التردد نستخدم المعادلة التالية
- والتي تمثل قيمة التردد في الحالة
- الثانية لدائرة RLC

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC} - \frac{R^2}{4L^2}} = 363.3\ Hz$$

Summary   الخلاصة

- تضمنت المحاضرة النقاط المهمة التالية :
- - ايجاد الصيغة الرياضية لكلا من الشحنة والتيار المار في دائرة RLC في حالة شحن المتسعة ولحالة بيتا تساوي صفرا ، اي ان الدائرة هي دائرة تضاؤل حرج .
- رسم الشكل البياني لكل من الشحنة والتيار لحالة الدائرة هذه.
- - اشتقاق الصيغة الرياضية لكلا من الشحنة والتيار المار في دائرة RLC في حالة تفريغ المتسعة.
- تحديد الشروط الثلاث لحالات الدائرة (في حالة تفريغ المتسعة) وهي:
- 1) دائرة متضائلة 2) دائرة تذبذبية 3) دائرة تضاؤل حرج.
- مثـــــال .
- أختبـــار.

Start Formative Assessment