Chapter Six الفصل السادس

دوائر التيار المتناوب

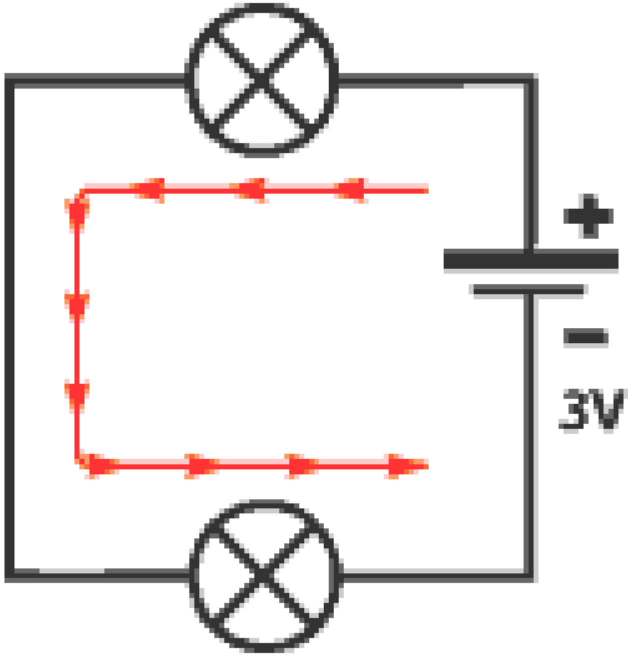
Alternating Current Circuits

Sequence:46

- المقدمة.
- دائرة توالي RLC / الجزء الثاني .

المقدمة

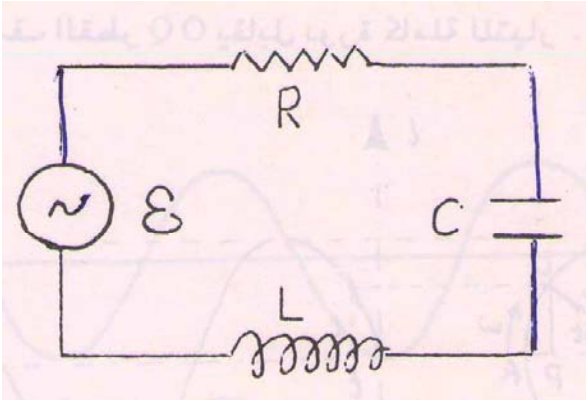
- <u>دائرة التوالي:</u> عند توصيل مصباحين أو أكثر بشكل متسلسل أو متوالي مع بطارية 3 فولت كما بالشكل نقول عن هذه الدائرة دائرة التوالي. نلاحظ أن التيار المستهلك أقل من التيار في دائرة التوازي وأن التيار المستهلك في دائرة التوازي يساوي ضعف التيار المستهلك في دائرة التوالي ولذلك تكون شدة الإضاءة في دائرة التوازي أكثر من شدة الإضاءة في دائرة التوالي.



- ويختلف فرق الجهد بين أطراف المصابيح حيث يقسم فرق
- الجهد بين المصباحين. ولكن في حالة تلف أحد المصابيح
- تفتح الدائرة الإلكترونية مما لا يسمح بمرور التيار

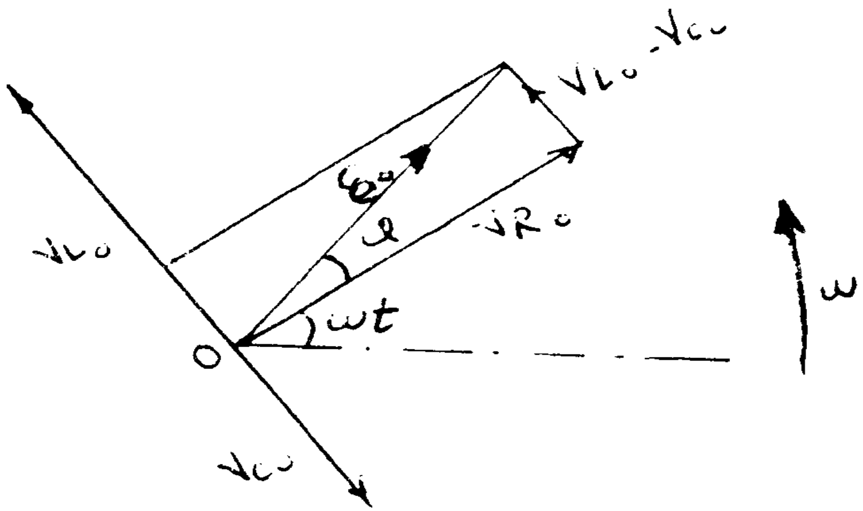
خصائص	التوالي	التوازي
استهلاك التيار	استهلاك عادي	ضعف استهلاك التوالي
فرق الجهد	موزع	ثابت
شدة الإضاءة	ضعيفة	قوية
في حالة تلف أحد اللمبات	لا تعمل	تعمل

دائرة التوالي RLC

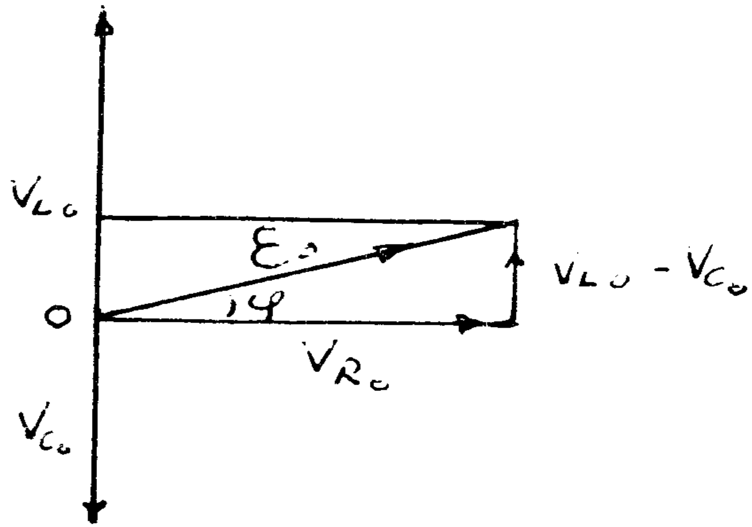


شكل (3): دائرة RLC توالي

- نعود مرة أخرى لدراسة الدائرة الكهربائية المكونة من مقاومة خاصة (R)
- ومحاثة خالصة (L) ومتسعة (C) مربوطة على التوالي مع مصدر
- متناوب للقوة الدافعة الكهربائية كما في الشكل (3) السابق وان التيار
- المار في هذه الدائرة هو تيار جيبي الشكل والمعطى بالمعادلة رقم (1).
- ******************************



شكل (6): المحصلة الكلية لفروق الجهد عندما (wt=/= 0) دائرة RLC توالي



شكل (5): المحصلة الكلية لفروق الجهد عندما (wt=0) دائرة RLC توالي

- وبملاحظة الشكل (5) يمكننا أن نستنتج المعادلة التالية :

$$\mathcal{E}_\circ = \sqrt{V_{R_\circ}^2 + (V_{L_\circ} - V_{C_\circ})^2} \qquad \text{...... (5)}$$

- وبالتعويض عن كل من $V_{R_\circ}$, $V_{C_\circ}$, $V_{L_\circ}$ بما
- يساويها في المعادلة (5) نحصل على :

$$\mathcal{E}_\circ = \sqrt{i_\circ^2 R^2 + (i_\circ \omega L - \frac{i_\circ}{\omega C})^2}$$

$$\mathcal{E}_\circ = i_\circ \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \qquad \text{...... (6)}$$

- أو أن:

$$\mathcal{E}_\circ = i_\circ Z \qquad \text{...... (7)}$$

- أذ أن Z هي ممانعة الدائرة وهي تساوي :

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

- **************
- لذلك يمكن اننكتب العلاقة التالية للقوة الدافعة الكهربائية الأنية في الدائرة:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_\circ \sin(\omega t + \varphi) \qquad \text{...... (8)}$$

- يمكن الحصول على معادلة مشابهة للمعادلة (7) وذلك بالرجوع الى الدائرة الموضحة في الشكل (3) وبأستعمال قانون كيرشهوف الثاني نحصل على معادلة الدائرة التالية:

$$L\frac{di}{dt} + Ri + \frac{q}{C} = \mathcal{E}_\circ \sin \omega t \qquad \text{...... (9)}$$

- ولكي تكون هذه الدائرة متجانسة بالنسبة للتيار فأننا نفاضل طرفيها لنحصل على :

$$L\frac{d^2i}{dt^2} + R\frac{di}{dt} + \frac{i}{C} = \omega\mathcal{E}_\circ \cos \omega t \qquad \text{...... (10)}$$

- بما ان التردد الزاوي للتيار يساوي التردد الزاوي للقوة الدافعة الكهربائية لذلك فأن التردد الزاوي للتيار سوف يكون مساوياً الى **w**. وبملاحظة المعادلة (10) وهي معادلة تفاضلية من الدرجة الثانية فأننا نحاول الحل التالي :

$$i = i_\circ \sin(\omega t - \varphi) \qquad \text{...... (11)}$$

- وبتعويض قيمة التيار ومشتقته الأولى والثانية من المعادلة (11) في المعادلة (10) نحصل على:

$$[-L\omega^2 \cos\varphi + R\omega \sin\varphi + \frac{\cos\varphi}{C}]\, i_\circ \sin \omega t + [(L\omega^2 \sin\varphi + R\omega\cos\varphi - \frac{1}{C}\sin\varphi)\, i_\circ - \mathcal{E}_\circ \omega] \cos \omega t = 0$$

...... (12)

- وبمساواة معاملات الجيب والجيب تمام للزاوية (wt) في طرفي المعادلة (12) نحصل على العلاقتين التالتيتن:

$$\tan\varphi = \frac{\omega L - \dfrac{1}{\omega C}}{R} \quad , \quad i_\circ = \frac{\mathcal{E}_\circ}{R\cos\varphi + (\omega L - \dfrac{1}{\omega C})\sin\varphi} \qquad ......(13)$$

- وبالتعويض عن قيمة $\sin\varphi$ و $\cos\varphi$ نحصل على العلاقة التالية للتيار :

$$i_\circ = \frac{\mathcal{E}_\circ}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \dfrac{1}{\omega C})^2}} \quad \text{-------->} > \quad i_\circ = \frac{\mathcal{E}_\circ}{Z} \qquad ......(14)$$

- أذ أن $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - \dfrac{1}{\omega C})^2}$ ، كما عُرفت سابقاً.

- وبالتعويض عن القيمة العظمى للتيار (i_o) من المعادلة **(13)** في المعادلة **(11)** نحصل على الصيغة الرياضية للتيار وكما يلي :

$$i = \frac{\mathcal{E}_\circ}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \dfrac{1}{\omega C})^2}} \sin(\omega t - \varphi) \qquad ......(15)$$

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

مثـــــــال : دائرة توالي كهربائية RLC فيها $\left(R = 300\,\Omega\ ,\ C = 2\,\mu F\ ,\ L = 0.1\,H\right)$ **ربطت على التوالي مع مصدر متناوب قوته الدافعة الكهربائية** $\left(\varepsilon_o = 100\ volts\right)$ **وترددهُ الزاوي (1000 rad/sec). اوجد**

(1) الرادة الحثية والسعوية **(2) ممانعة الدائرة** **(3) التيار المار في الدائرة**

(4) فرق الجهد على طرفي كل عنصر من عناصر الدائرة.

الحـــــــل:

- **(1) يتم حساب الرادة الحثية و الرادة السعوية**
- **كما هو مبين في المعادلة المجاورة :**

$$X_L = w\,L = 1000 \times 0.1 = 100\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{w\,C} = \frac{1}{1000 \times 2 \times 10^{-6}} = 500\ \Omega$$

- **(2) يتم حساب ممانعة الدائرة من المعادلة**
- **التالية :**

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$Z = \sqrt{(300)^2 + (100 - 500)^2}$$

$$Z = 500\ \Omega$$

- **(3) يتم حساب التيار المار في الدائرة**
- **من المعادلة التالية :**

$$i_o = \frac{\varepsilon_o}{Z} = \frac{100}{500} = 0.2\ \ Amp$$

Summary الخلاصة

- في هذه المحاضرة تم إلقاء الضوء بايجاز على :
- - ان التردد الزاوي للتيار يساوي التردد الزاوي للقوة الدافعة الكهربائية لذلك فأن التردد الزاوي للتيار سوف يكون مساوياً الى w.
- ان التيار يمتلك قيمة اكبر ما يمكن عندما تكون الرادة الحثية تساوي الرادة السعوية
- تم حساب التيار المار في الدائرة وممانعتها بطريقتين هما:
- 1) حساب المحصلة الكلية لفرق الجهد للقوة الدافعة الكهربائية من خلال الرسم البياني الاتجاهي.
- 2) تطبيق قانون كيرشهوف الثاني. حساب الرادة الحثية والرادة السعوية.
- ان وحدة قياس الممانعة هي الأوم , وتم تمثيل لقانون أوم في دوائر التيار المتناوب.
- اذا كان مصدر القوة الدافعة الكهربائية جيبي الشكل فأن التيار المار يكون أيضاً جيبي الشكل.
- مثـــــال .
- أختبــــار.

Start Formative Assessment