Chapter Six الفصل السادس

دوائر التيار المتناوب

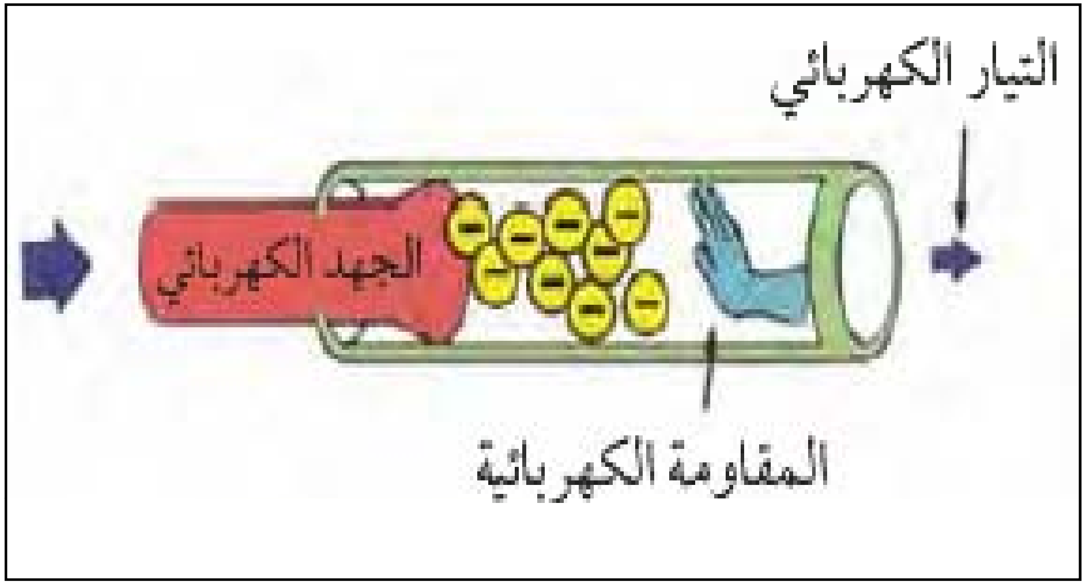
Alternating Current Circuits

Sequence:52

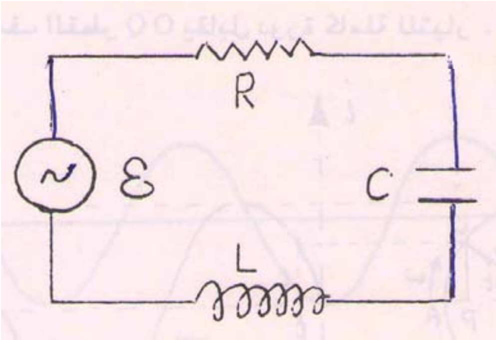
- المقدمة.
- أستعمال الأعداد العقدية في دوائر التيار المتناوب/ الجزء الثاني.

المقدمة

- يحتاج سريان التيار الكهربائي لوجود قوة تؤثر على الالكترونات, و يمكن أن تكون هذه القوة المؤثرة هي فرق الجهد أو القوة الدافعة الكهربائية أو الفولتية و جميعها تسميات قد تتشابه في المعنى. ويمكن تعريفها بأنها القوة التي تجبر الالكترونات (الشحنات) على التحرك في اتجاه معين عبر الموصل أي تسبب سريان التيار الكهربائي. و يعرف فرق الجهد بأنه الشغل المبذول لتحريك شحنة كهربائية من نقطة اقل جهد إلى نقطة أعلى جهدا.
- وتعرف المقاومة الكهربائية بأنها ممانعة المادة لمرور التيار الكهربائي فيها وهناك عدة عوامل تعتمد عليها المقاومة لأي موصل وهي.
-
- 1- نوع المادة المصنوع منها الموصل
- 2- طول الموصل
- 3- مساحة مقطع الموصل
- 4- درجة حرارة الموصل



أستعمال الأعداد العقدية في دوائر التيار المتناوب



شكل (3): دائرة توالي RLC

- في هذه المحاضرة سوف نوضح كيفية استعمال الاعداد العقدية على دائرة التوالي
- الاعتيادية التي سبق شرحها سابقا والمبينة في الشكل (3) السابق.
- أن معادلة الدائرة في هذه الحالة وكما ذكرنا سابقاً تأخذ الشكل التالي:

$$L\frac{d^2\vec{i}}{dt^2}+R\frac{d\vec{i}}{dt}+\frac{\vec{i}}{C}=\frac{d\vec{\varepsilon}}{dt} \qquad ......(57)$$

- لنتصور ان هناك جذرين لحل هذه المعادلة التفاضلية الأول يعتمد على القوة الدافعة الكهربائية ((ε_x)) والتي تساوي ($(\varepsilon_0 \cos wt)$) وهو (i_x) والثاني الذي يعتمد علـــى القوة الدافعة الكهربائية ((ε_y)) والتي تساوي ($(\varepsilon_0 \sin wt)$) وهو (i_y) . أذ ان هذين الحلين يحققان معادلة الدائرة آنفة الذكر. وبتعويض هذه القيم من القوة الدافعة الكهربائية والتيار في معادلة الدائرة السابقة نحصل على العلاقتين التاليتين:

$$L\frac{d^2 i_x}{dt^2}+R\frac{di_x}{dt}+\frac{i_x}{C}=\frac{d}{dt}(\varepsilon_0 \cos wt) \qquad ......(58)$$

$$L\frac{d^2 i_y}{dt^2}+R\frac{di_y}{dt}+\frac{i_y}{C}=\frac{d}{dt}(\varepsilon_0 \sin wt) \qquad ......(59)$$

- وبضرب طرفي المعادلة (59) في (j) وجمع المعادلتين نحصل على :

$$L\frac{d^2 I}{dt^2} + R\frac{dI}{dt} + \frac{I}{C} = \frac{d}{dt}(\varepsilon_0 e^{jwt})$$

- أو أن

$$L\frac{d^2 I}{dt^2} + R\frac{dI}{dt} + \frac{I}{C} = jw\varepsilon_0 e^{jwt} \qquad \text{...... (60)}$$

- اذ ان (I) مقدار عقدي ويكتب كالآتي :

$$I = i_x + ji_y \qquad \text{...... (61)}$$

- وأن $e^{jwt} = \cos wt + j\sin wt$

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

- وبما أن التيار والقوة الدافعة الكهربائية لهما التردد نفسه لذلك فأننا نتوقع الحل التالي للتيار:

$$I = I_0 e^{jwt} \qquad \text{...... (62)}$$

-

- وبأستعمال المعادلة (62) حيث نعوض منها التيار ومشتقته الأولى بالنسبة للزمن ومشتقته الثانية بالنسبة للزمن أيضاً في المعادلة رقم (60) نحصل على :

$$(-Lw^2 + jwR + \frac{1}{C})I_o e^{jwt} = jw\varepsilon_0 e^{jwt}$$

- ومن هذه المعادلة نحصل على :

$$\therefore\ I_0 = \frac{\varepsilon_0}{R + j(wL - \frac{1}{wC})} \qquad ......\ (63)$$

- أو أن :

$$I_0 = \frac{\varepsilon_0}{Z} \qquad ....\ (64)$$

- اذ أن :

$$Z = R + j(wL - \frac{1}{wC}) \qquad ......\ (65)$$

- وتمثل (Z) ممانعة الدائرة بالصيغة العقدية اذ يمكن ان تكتب بالشكل التالي:

$$Z = R + jX \qquad ......\ (66)$$

- أذ تمثل (X) رادة الدائرة. كما أن (Z) يمكن أن تكتب بالصيغة التالية:

$$Z = Z_0 e^{j\varphi} \qquad ......\ (67)$$

- أذ أن :

- $$Z_0 = \sqrt{R^2 + (wL - \frac{1}{wC})^2} \quad \& \quad \varphi = \tan^{-1}\frac{wL - \frac{1}{wC}}{R}$$

- ومن ملاحظة المعادلة رقم (64) نستنتج أن (I_o) يكون عقدياً لكون الممانعة (Z) عقدية القيمة. وبأستخدام المعادلة (67) في المعادلة (64) نحصل على :

$$I_0 = \frac{\varepsilon_0}{Z_0} e^{-j\varphi} \qquad .... (68)$$

- وبأستعمال هذه القيمة للتيار (I_o) في المعادلة (62) نحصل على :

$$I = \frac{\varepsilon_0}{Z_0} e^{-j(wt-\varphi)} \qquad ...... (69)$$

- أو أن :

$$I = i_0 \cos(wt - \varphi) + j \; i_0 \sin(wt - \varphi) \qquad ...... (70)$$

- حيث أن $i_0 = \dfrac{\varepsilon_0}{Z_0}$

- وبمقارنة المعادلة (70) بالمعادلة (61) نحصل على :

$$i_x = i_0 \cos(wt - \varphi) \qquad ...... (71)$$

- 1) وهو التيار الذي يعتمد على القوة الدافعة الكهربائية $(\varepsilon_0 \cos wt)$

$$i_y = i_0 \sin(wt - \varphi) \qquad ...... (72)$$

- 2) وهو التيار الذي يعتمد على القوة الدافعة الكهربائية $(\varepsilon_0 \sin wt)$

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

- **وبصورة عامة ومن العلاقات السابقة نجد ان العلاقة بين كل من التيار والـ ق.د.ك هي كالآتي:**

$$\varepsilon = Z \quad I \qquad \text{......} \ (73)$$

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

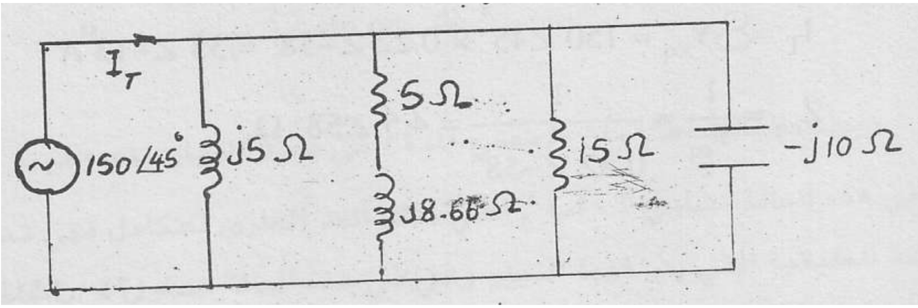
- **المعادلة (73) تشبه قانون أوم للتيار المستمر. لذلك سنتبع نفس طريقة الجمع للممانعات في دوائر التيار المتناوب التي تتبع في دوائر التيار المستمر:**

- **1) إذا كانت الممانعات مربوطة على التوالي فأن الممانعة المكافئة تساوي مجموع الممانعات على انفراد، أي أن:**

$$Z_T = Z_1 + Z_2 + \text{........}$$

- **2) إذا كانت الممانعات مربوطة على التوازي فأن مقلوب الممانعة المكافئة تساوي مجموع مقلوب كل واحدة من الممانعات على انفراد، أي أن:**

- $$\frac{1}{Z_T} = \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \text{........}$$



مثـــــــال : في الدائرة الموضحة في الشكل المجاور

أوجد التيار الكلي المار في الدائرة وقيمة الممانعة الكلية.

الحـــــــل:من الأفضل حساب السماحية بدلاً من الممانعة

ثم نحسب التيار من حاصل ضرب السماحية والقوة الدافعة الكهربائية. أما الممانعة المكافئة فهي مقلوب السماحية المكافئة.

$$Y_1 = \frac{1}{j5} = -j\,0.2\ \Omega^{-1}$$

الفرع الاول يتضمن ممانعة واحدة فقط ممثلا بـ (Y_1)

$$Y_2 = \frac{1}{5 + j\,8.66} = \frac{1}{10\angle 60^\circ} = 0.1\angle -60^\circ\ \Omega^{-1} = 0.05 - j\,0.0866\ \Omega^{-1}$$

الفرع الثاني يتضمن مقاومة وملف ممثلا بـ (Y_2)

الفرع الثالث يتضمن مقاومة فقط ممثلا بـ (Y_3)

الفرع الرابع يتضمن متسعة فقط ممثلا بـ (Y_4)

$$Y_3 = \frac{1}{15} = 0.067\ \Omega^{-1}$$

$$Y_4 = \frac{1}{-j\,10} = j\,0.1\ \Omega^{-1}$$

- **تمثل السماحية المكافئة**

$$Y_{eq} = 0.22\angle -58^\circ\ \Omega^{-1}$$

- **يمثل التيار الكلي المارفي الدائرة**

$$I_T = \mathcal{E}\,Y_{eq} = 150\angle 45^\circ \times 0.22\angle -58^\circ = 33\angle -13^\circ A$$

- **تمثل الممانعة الكلية.**

$$Z_{eq} = \frac{1}{Y_{eq}} = \frac{1}{0.22\angle -58^\circ} = 4.5\angle 58^\circ\ \Omega$$

Summary الخلاصة

- في هذه المحاضرة تم إلقاء الضوء بايجاز على :
- - ان القوة الدافعة الكهربائية في هذه الحالة استعضنا عنها بالقوة الدافعة الكهربائية جيبية الشكل اي بقوة دافعة كهربائية عقدية القيمة.
- -أن كفاءة طريقة الأعداد العقدية تظهر في معالجة دوائر التيار المتناوب المعقدة.
- - ان الدوائر الكهربائية المجزأة هي تلك الدوائر التي تكون مجزأة الى عدة فروع.
- - مهما يكن شكل الدائرة الكهربائية تقسم الدائرة الى ممانعات تجمع على التوالي او التوازي او تستعمل طريقة الشبكات الكهربائية وقاعدتا كيرشهوف لمعالجة تلك الدائرة الكهربائية.
- - طريقة الجمع للممانعات في دوائر التيار المتناوب تشابه الطريقة في دوائر التيار المستمر لجمع المقاومات.
- 1) إذا كانت الممانعات مربوطة على التوالي فأن الممانعة المكافئة تساوي مجموع الممانعات على انفراد.
- 2) إذا كانت الممانعات مربوطة على التوازي فأن مقلوب الممانعة المكافئة تساوي مجموع مقلوب كل واحدة من الممانعات على انفراد.
- مثـــــال .
- أختبـــار.

Start Formative Assessment