# Chapter Six الفصل السادس

## دوائر التيار المتناوب

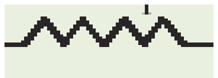
## Alternating Current Circuits

## Sequence:53

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

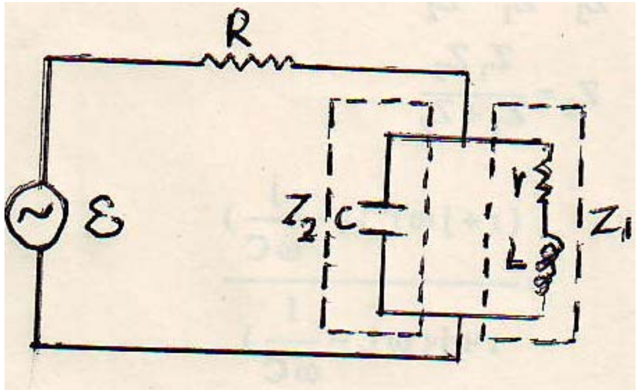
# المقدمة

- ينص قانون اوم على انه إذا مر تيار كهربائي في موصل فان قيمة هذا التيار تتناسب طرديا مع فرق الجهد بين طرفي هذا الموصل و عكسيا مع مقاومته . وسمي قانون اوم نسبة إلى العالم جورج اوم.
- تتكون عناصر الدائرة الكهربائية من مقاومة ومتسعة وملف.
- المقاومة الكهربائية هي ممانعة المادة لمرور التيار الكهربائي من خلالها وتستخدم المقاومة كعنصر كهربائي يستخدم في الدوائر الكهربائي لأغراض عديدة.
- أنواع المقاومات المستخدمة في الدوائر الكهربائية
- المقاومة الثابتة:- هي مقاومة لها قيمة ثابتة لا تتغير وتكون قيمة المقاومة مكتوبة على المقاومة أما بنظام الألوان أو نظام الأرقام ومن أنواع المقاومات الثابتة المقاومات الكربونية والمقاومات السلكية والمقاومات ذات الطبقات المعدنية.




- المقاومة المتغيرة:- هي المقاومة التي يمكن تغيير قيمتها ضمن مدى معين
- التسعة هيعبارة عن عنصر كهربائي يقوم بتخزين الطاقة الكهربائية في أثناء عملية الشحن و يعطيها أثناء عملية التفريغ. تتكون المتسعة من لوحين مصنوعين من مادة معدنية بينهما مادة عازلة. وتحدد أنواع المتسعات حسب سعتها ووحدة قياسها هي الفاراد.

# أستعمال الأعداد العقدية فيي دوائر التيار المتناوب




شكل (21): دائرة مجزأة

- في هذه المحاضرة نود ان نظهر كفاءة طريقة الاعداد العقدية في
- معالجة الدوائر المعقدة للتيار المتناوب وذلك في حساب الممانعة
- الكلية والتيار الكلي المار في الدائرة الموضحة في الشكل (21)
- حيث تسمى هذه الأنواع من الدوائر بالدوائر المجزأة وذلك
- لكون الدائرة الكهربائية مجزأة الى عدة فروع.
- فلو أردنا أتباع الطريقة الاعتيادية في ايجاد الممانعة الكلية للدائرة والتيار الكلي المار فيها لوجدنا هناك صعوبات كبيرة لمعالجة هذه الدائرة بالأضافة الى كون الطريقة مطولة جداً. والآن لنتبع الخطوات التالية في استعمال الأعداد العقدية لحل هذه المسألة:
- 1) نحسب أولاً ممانعة الفرع الأيمن من الدائرة المتكون من مقاومة خالصة مقدارها ( r ) مربوطة على التوالي مع رادة حثية مقدارها ( jwL ) وتسمى هذه الممانعة ( $Z_1$ ) ومقدارها كالآتي :

$$Z_1 = r + j\omega L \qquad \text{...... ( 74 )}$$

- 2) نحسب ثانياً ممانعة الفرع الأيسر من الدائرة وهو عبارة عن متسعة رادتها السعوية ( -j/w C ) وتسمى هذه الممانعة ( $Z_2$ ) ومقدارها كالآتي :

$$Z_2 = \frac{-j}{\omega C} \qquad \text{...... ( 75 )}$$

- 3) نحسب ثالثاً الممانعة ( $Z_3$ ) وهي عبارة عن الممانعة المكافئة لممانعة الفرعين ( $Z_1$ ) و ( $Z_2$ ) وهي مربوطة على التوازي :

$$\frac{1}{Z_3}=\frac{1}{Z_1}+\frac{1}{Z_2}$$

$$Z_3=\frac{Z_1 Z_2}{Z_1+Z_2}$$

$$=\frac{(r+j\omega L)(-\frac{j}{\omega C})}{r+j(\omega L-\frac{1}{\omega C})}$$

- ونضرب الآن البسط والمقام في مرافق المقام للتخلص من العامل ( j ) في مقام
- المقدار العقدي الذي يمثل ( $Z_3$ ) في العلاقة الأخيرة وبذلك نحصل على :

$$Z_3=\frac{(r+j\omega L)(-\frac{j}{\omega C})}{r+j(\omega L-\frac{1}{\omega C})}\times\frac{r-j(\omega L-\frac{1}{\omega C})}{r-j(\omega L-\frac{1}{\omega C})}$$

$$Z_3=\frac{r}{(1-\omega^2 LC)^2+r^2C^2\omega^2}+j\frac{\omega L(1-\omega^2 LC)-r^2C\omega}{(1-\omega^2 LC)^2+r^2C^2\omega^2} \quad \text{...... ( 77 )}$$

- 4) وبما أن المقاومة ( R ) مربوطة مع الممانعة ( $Z_3$ )على التوالي لذلك فأن الممانعة الكلية للدائرة تكون كالآتي:

$$Z_{eq} = R + Z_3$$

$$Z_{eq} = R + \frac{r}{(1-\omega^2 LC) + r^2 C^2 \omega^2} + j\,\frac{\omega L (1-\omega^2 LC) - r^2 C\omega}{(1-\omega^2 LC) + r^2 C^2 \omega^2} \quad ...... (78)$$

- وبصورة عامة نجد ان الممانعة المكافئة في دوائر التيار المتناوب تكون عقدية وتكتب بالشكل التالي :

$$Z = R + j\,X$$

- حيث تمثل ( R ) المقاومة الأومية المكافئة للدائرة بينما يمثل الجزء ( X ) الرادة المكافئة للدائرة الكهربائية.
- 5) لأستخراج التيار الكلي المار في الدائرة نقسم القوة الدافعة الكهربائية على الممانعة المكافئة من العلاقة (78) فنحصل على :

$$I = \frac{\varepsilon}{Z}$$

- ومهما يكن شكل الدائرة الكهربائية تقسم الى ممانعات تجمع على التوالي او التوازي او تستعمل طريقة الشبكات الكهربائية وقاعدتا كيرشهوف والتي سيأتي ذكرها في المحاضرة لمعالجة تلك الدائرة الكهربائية. وبالرغم من سهولة التعامل مع العلاقة الأخيرة التي تربط بين القوة الدافعة الكهربائية والتيار والممانعة (قانون أوم) لكن يمكن استعمال صيغة أخرى في معالجة الدوائر الكهربائية وبصورة خاصة أذا كان ربط الممانعات على التوازي. ففي هذه

- الحالة تستخدم السماحية ( Y ) بدلاً من الممانعة حيث أنها تساوي مقلوب الممانعة. وهذه الصيغة تكتب كالآتي:

$$I = \varepsilon Y \qquad \text{...... ( 79 )}$$

- ومن الطبيعي تكون صيغة السماحية عقدية كونها تساوي مقلوب مقدار عقدي. لذلك فأن السماحية الكلية لدائرة فيها مقاومة ومتسعة ومحاثة مربوطة جميعها على التوازي تكتب بالشكل التالي:

$$Y = \frac{1}{R} - j\left(\frac{1}{\omega L} - \omega C\right) \qquad \text{...... (80)}$$

$$Y = G - jB \qquad \text{...... ( 81 )}$$

- حيث تسمى ( G ) التوصيلية و ( B ) التأثرية الكهربائية وكما جاء سابقاً. ويمكن كتابة السماحية بأعتبارها تساوي مقلوب الممانعة بالشكل التالي:

$$Y = Y_{\circ}\, e^{-j\varphi} \qquad \text{...... ( 82 )}$$

- حيث أن ( $Y_o$ ) هي :

$$Y_{\circ} = \sqrt{G^2 + B^2}$$

- وأن :

$$\tan\varphi = \frac{B}{G} \qquad \text{...... ( 83 )}$$

- وتكون السماحية لدائرة كهربائية فيها الممانعة $( Z=R + j X )$ كالآتي :

$$Y = \frac{1}{Z} = \frac{1}{R + jX}$$

$$Y = \frac{R - jX}{R^2 + X^2}$$

$$Y = \frac{R}{Z_\circ^2} - j\frac{X}{Z_\circ^2} \quad \text{...... ( 84 )}$$

- ومن ذلك نستنتج أن :

$$G = \frac{R}{Z_\circ^2} \;,\; B = \frac{X}{Z_\circ^2} \quad \text{...... ( 85 )}$$

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

- يمكننا ان نستعمل الاعداد العقدية لأي جزء من اجزاء الدائرة تكتب على الشكل التالي :

$$S = VI^*$$

- ووحدة قياسها (فولت.أمبير) ويمثل $( I^* )$ المرافق للمقدار العقدي $( I )$ فأذا كان فرق الجهد يختلف في الطور عن التيار المار في الدائرة يكون المقدار $( S )$ عقدياً يتكون من جزئين احدهما حقيقياً والأخر خيالي القيمة. فأذا كان كل من التيار وفرق الجهد لذلك الجزء من الدائرة كما في المعادلتين التاليتين:

$$V = V_\circ e^{j\omega t}$$

$$I = I_\circ e^{j(\omega t + \varphi)}$$

$$S = VI^*$$

- اذن القدرة العقدية تساوي كما في المعادلة المجاورة:

$$= V_\circ I_\circ e^{-j\varphi}$$

$$= V_\circ I_\circ (\cos\varphi - j\sin\varphi)$$

$$S = F - jK$$

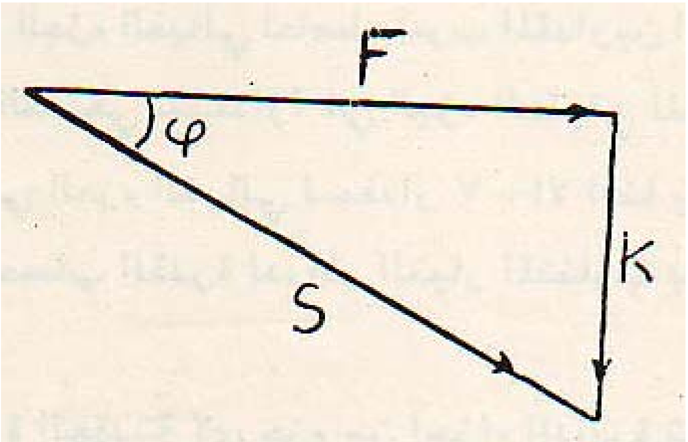
- أذ أن :

$$F = V_\circ I_\circ \cos\varphi$$

$$K = V_\circ I_\circ \sin\varphi$$

- ويسمى ( F ) معدل القدرة .

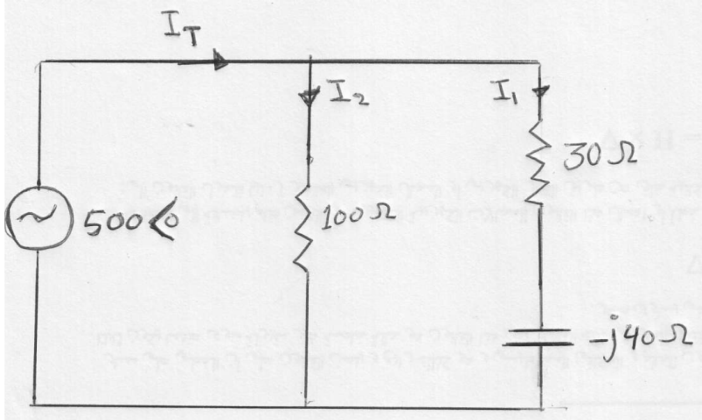
- وتمثل هذه الكيات الثلاثة وهي ( S , F , K ) في مثلث
- خاص بذلك الجزء من الدائرة يسمى مثلث القدرة وكما
- مبين في الشكل رقم (22) .




شكل (22): مثلث القدرة

مثـــــــال : أوجد التيارات الفرعية والتيار الكلي والممانعة الكلية

للدائرة الموضحة في الشكل؟




الحـــــــل:

1) نحسب أولاً ممانعة الفرع الأيمن من الدائرة المتكون من مقاومة خالصة مقدارها **30** أوم مربوطة على التوالي مع متسعة رادتها السعوية ( -j/w C ) وتسمى هذه الممانعة ( $Z_1$ ) ومقدارها :

$$Z_1 = 30 - j40 = 50\angle -53^0 \Omega$$

2) نحسب ثانياً ممانعة الفرع الأيسر من الدائرة والمتكون من مقاومة خالصة مقدارها **100**أوم وتسمى هذه الممانعة ( $Z_2$ ) ومقدارها :

$$Z_2 = 100\Omega$$

- 3) لأستخراج التيار المار في الفرعين الأيمن والأيسر نقسم القوة الدافعة الكهربائية على الممانعة المكافئة لكل فرع:

$$I_1 = \frac{\varepsilon}{Z_1} = \frac{500\ \angle 0}{50\ \angle -53}$$

$$I_1 = 10\angle 53^0 = (6 + j8)\ \ Amp\ .$$

$$I_2 = \frac{\varepsilon}{Z_2} = \frac{500\angle 0}{100\angle 0} = 5\angle 0 \quad Amp.$$

- اما التيار الكلي فيساوي مجموع التيارين في الفرعين الأيمن والأيسر، وكما يلي :

$$I_T = I_1 + I_2 = 6 + j8 + 5 = (11 + j8) \;\; Amp.$$

- 4) يتم حساب ممانعة الدائرة الكلية من خلال قسمة القوة الدافعة الكهربائية على التيار الكلي المار في الدائرة:

$$Z_T = \frac{\varepsilon}{I_T} = \frac{500\angle 0}{11 + j8}$$

$$Z_T = \frac{500\angle 0}{13.6\angle 36^0} = 36.76\angle -36^0 \Omega$$

## الخلاصة Summary

- **في هذه المحاضرة تم إلقاء الضوء بايجاز على :**
- **- أظهار كفاءة طريقة الاعداد العقدية في معالجة الدوائر المعقدة للتيار المتناوب وذلك في حساب الممانعة الكلية والتيار الكلي المار في الدائرة.**
- **- أتباع الطريقة الاعتيادية في ايجاد الممانعة الكلية للدائرة والتيار الكلي المار فيها صعوبات كبيرة لمعالجة الدائرة الكهربائية المجزأة بالأضافة الى كون الطريقة مطولة جداً.**
- **- أن التعامل مع العلاقة ( $(I = \varepsilon / Z)$ ) التي تربط بين القوة الدافعة الكهربائية والتيار والممانعة (قانون أوم) تكون بسيطة ولكن يمكن استعمال صيغة أخرى في معالجة الدوائر الكهربائية وبصورة خاصة أذا كان ربط الممانعات على التوازي وفي هذه الحالة تستخدم السماحية ( Y ) بدلاً من الممانعة حيث أنها تساوي مقلوب الممانعة.**
- **- يمكننا ان نستعمل الاعداد العقدية لأي جزء من اجزاء الدائرة.**
- **مثـــــال .**
- **أختبـــار.**

# Start Formative Assessment