

Chapter Six الفصل السادس

دوائر التيار المتناوب

Alternating Current Circuits

Sequence:49

- المقدمة.
- القدرة في دوائر التيار المتناوب/ الجزء الثاني .
- دائرة التوازي/ الجزء الاول.

المقدمة

- عند التفكير في تركيب توربينة رياح، فإن العامل الهام في تحديد تركيبها من عدمه هو سرعة الرياح، وحيث أن قدرة خرج التوربينة تتناسب مع مكعب سرعة الرياح، لذا فإن أي تغير طفيف في سرعة الرياح ينعكس بشكل مباشر على قدرة الإنتاج ومن ثم تحسين اقتصاديات مزرعة الرياح. وبالتالي فإن دقة البيانات عن تغير سرعات واتجاه الرياح هو أمر حيوي عند إنشاء مزرعة رياح، لذا تجمع البيانات لمدة لا تقل عن سنة للمواقع المرشحة لإقامة مزارع الرياح بها. ويتطلب التقييم المبدئي لمصادر الرياح المتاحة من موقع ما دراسة بيانات أقرب محطة أرصاد للموقع بواسطة برامج متخصصة يمكن من خلالها نمذجة هذه البيانات، وعند اكتشاف أحد المواقع الواعدة لإنشاء مزرعة رياح، تجري قياسات تفصيلية لهذا الموقع وذلك بتركيب أبراج قياس بارتفاعات تتراوح من 30 حتى 50 متر، لقياس سرعة واتجاه الرياح عند ارتفاعات مختلفة مع تزويد هذه الأبراج بأجهزة قياس تُثبت على ارتفاعات مختلفة، وتعمل الدول المهتمة بطاقة الرياح على إصدار أطلس للرياح تتضمن بيانات تفصيلية عن الرياح بالمناطق المختلفة، ففي مصر صدر أطلس رياح تفصيلي لخليج السويس بالتعاون مع معامل ريزو الدنمركية في فبراير 2003، وفي ديسمبر 2005 صدر أطلس رياح جمهورية مصر العربية، ونظرا لما تمثله هذه الأطالس من ثروة معرفية للعاملين في مجال طاقة الرياح أو المجالات البحثية التي تحتاج إلي بيانات تفصيلية عن الرياح، لذا تتيح هيئة الطاقة الجديدة

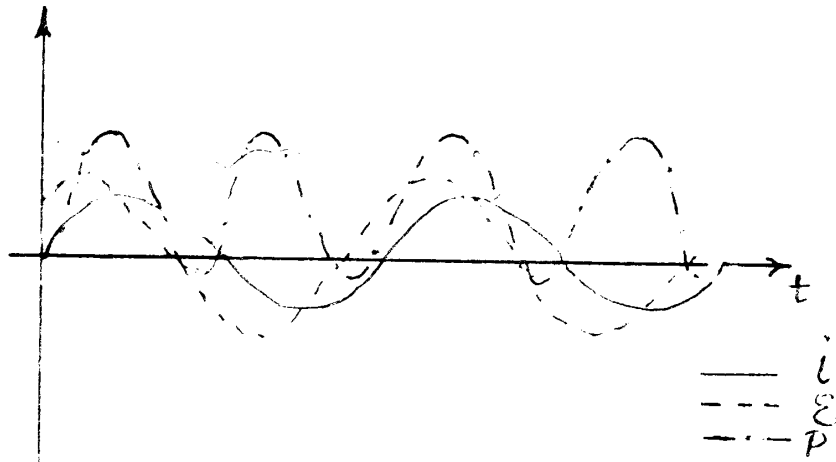
القدرة في دوائر التيار المتناوب

• (4) القدرة المجهزة لدائرة تحتوي على R, L, C مربوطة على التوالي :

• نتصور أن لدينا دائرة كهربائية تحتوي على مصدر للتيار المتناوب بالإضافة الى مقاومة أومية خالصة ومحاثة خالصة ومنتسعة خالصة مربوطة جميعها على التوالي. أن هذه الحالة هي الحالة العامة لتزويد الدائرة الكهربائية بالقدرة. ويكون فرق الطور بين التيار والقوة الدافعة الكهربائية مساوياً (φ) وتكون قيمته موجبة أو سالبة ويعتمد ذلك طبيعة الدائرة فأما أن تكون حثية أو سعوية. ويمكن التعبير عن القدرة الأنية في هذه الحالة بالشكل التالي:

$$P = i \mathcal{E} \quad \dots\dots (32)$$

$$P = i \mathcal{E}_0 \sin \omega t \cdot \sin (\omega t - \varphi) \quad \dots\dots (33)$$



• والشكل (14) يوضح العلاقة بين القدرة الأنية

• وكل من التيار والقوة الدافعة الكهربائية والزمن (t) .

• *****

شكل (14): علاقة كل من التيار المار بالدائرة والقدرة الأنية المجهزة للدائرة مع الزمن t

- لحساب معدل القدرة التي تزود بها الدائرة من قبل المصدر نحسب معدل القدرة لدورة كاملة حيث ان هذه العملية تعيد نفسها في كل دورة كاملة. ويكتب معدل القدرة لدورة واحدة كما يلي :

$$P_{av} = \frac{1}{T} \int_0^T [i_0 \mathcal{E}_0 \sin \omega t \cdot \sin (\omega t - \varphi)] dt \quad \dots\dots (34)$$

$$P_{av} = \frac{i_0 \mathcal{E}_0}{T} \left\{ \int_0^T \sin^2 \omega t \cos \varphi dt - \int_0^T \sin \omega t \cos \omega t \sin \varphi dt \right\}$$

$$= \frac{i_0 \mathcal{E}_0 \cos \varphi}{T} \int_0^T \frac{1}{2} (1 - \cos 2\omega t) dt - 0$$

$$P_{av} = \frac{i_0 \mathcal{E}_0 \cos \varphi}{2T} \left\{ \int_0^T dt - \int_0^T \cos 2\omega t dt \right\}$$

$$P_{av} = \frac{i_0 \mathcal{E}_0 \cos \varphi}{2T} \left\{ T - \left[\frac{\sin 2\omega t}{2\omega} \right]_0^T \right\}$$

$$P_{av} = \frac{i_0 \mathcal{E}_0 \cos \varphi}{2T} (T - 0)$$

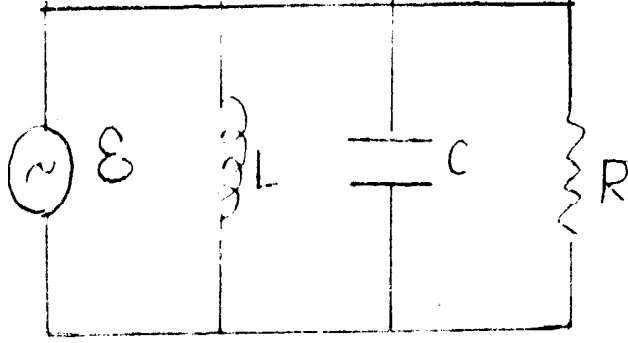
$$P_{av} = \frac{1}{2} i_0 \mathcal{E}_0 \cos \varphi \quad \dots (35)$$

$$P_{av} = \frac{i_0}{\sqrt{2}} \cdot \frac{\mathcal{E}_0}{\sqrt{2}} \cos \varphi$$

$$P_{av} = i_{eff} \mathcal{E}_{eff} \cos \varphi \quad \dots (36)$$

- *****
- أن المعادلة (35) ممكن أن تكتب بالشكل التالي:
- حيث ان كل (i_{eff}) يمثل القيمة الفعالة للتيار.
- بينما (\mathcal{E}_{eff}) يمثل القيمة الفعالة للقوة الدافعة الكهربائية
- وان $(\cos \varphi)$ يسمى بعامل القدرة.

دائرة التوازي RLC



شكل (15): دائرة RLC توازي

- نتصور ان لدينا دائرة كهربائية مكونة من مقاومة خاصة (R) ومحاثة خالصة (L) وامتسعة (C) مربوطة فيما بينها ومع مصدر
- متناوب للقوة الدافعة الكهربائية على التوازي كما في الشكل (15).
- وتسمى هذه الدائرة بدائرة التوازي المثالية.
- ولتوضيح العلاقة بين التيارات المارة في كل فرع من فروع الدائرة والتيار الرئيسي وعلاقة هذه التيارات بالقوة الدافعة الكهربائية
- المجهزة لهذه الدائرة نلاحظ ما يلي من خلال حساب فرق الجهد على طرفي كل عنصر من عناصر هذه الدائرة وهي المقاومة والمحاثة والامتسعة .

• (1) القوة الدافعة الكهربائية المجهزة للدائرة :

- ان فرق الجهد على طرفي كل عنصر من عناصر الدائرة يساوي الجهد على طرفي العنصر الأخر ويساوي في هذه الحالة القوة الدافعة الكهربائية ولتكن:

$$(\varepsilon = \varepsilon_0 \sin(wt))$$

• (2) فرق الجهد على طرفي المقاومة (V_R):

• ان فرق الجهد على طرفي المقاومة يساوي القوة الدافعة الكهربائية ، أي أن : $(V_R = \varepsilon_o \sin(wt))$

• وان التيار المار في المقاومة يكون بالصيغة الرياضية التالية:

$$\left(i_R = \frac{\varepsilon_o}{R} \sin(wt) \right) \dots\dots (37)$$

• ونلاحظ من المعادلتين الأخيرتين ان التيار المار في المقاومة وفرق الجهد بين طرفيها هما في نفس الطور.

• (3) فرق الجهد على طرفي المحاثة (V_L):

• ان فرق الجهد على طرفي المقاومة يساوي القوة الدافعة الكهربائية ، أي أن : $(V_L = \varepsilon_o \sin(wt))$

• وان التيار المار في المحاثة يتأخر عن فرق الجهد على طرفي المقاومة بزاوية طور مقدارها 90 درجة، ولذلك

يمكن كتابة التيار المار في المحاثة بالصيغة الرياضية التالية:

$$\left(i_L = \frac{\varepsilon_o}{wL} \sin(wt - \frac{\pi}{2}) \right) \dots\dots (38)$$

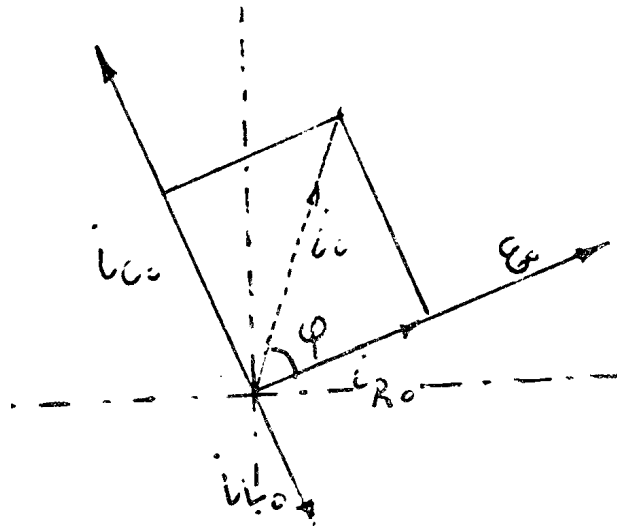
• (4) فرق الجهد بين لوحَي المتسعة (V_c):

• ان فرق الجهد على طرفي المقاومة يساوي القوة الدافعة الكهربائية ، أي أن : $(V_c = \varepsilon_o \sin(wt))$

• وان التيار المار في المتسعة يتقدم عن فرق الجهد على طرفي المقاومة بزاوية طور مقدارها 90 درجة، ولذلك يمكن كتابة تيار المتسعة بالصيغة الرياضية التالية:

$$\left(i_c = \varepsilon_o w C \sin(wt + \frac{\pi}{2}) \right) \dots (39)$$

• ويوضح الشكل (16) المخطط الطوري لكل من التيارات الفرعية والتيار الكلي والقوة الدافعة الكهربائية وعلاقة بعضها ببعض الأخر.



شكل (16): المخطط الطوري للتيارات في دائرة التوازي

• وبهذا يمكن كتابة التيار الكلي المار في الدائرة بالشكل التالي :

$$i_o = \sqrt{i_{R_o}^2 + (i_{C_o} - i_{L_o})^2} \dots (40)$$

مثال: دائرة توالي كهربائية RLC فيها ($R = ? \Omega$, $C = 50 \mu F$, $L = 0.025 H$) ربطت على

التوالي مع مصدر متناوب قوته الدافعة الكهربائية ($\varepsilon_o = 100 \text{ volts}$) وتردده الزاوي (400 rad/sec). وجد ان التيار المار في الدائرة يسبق القوة الدافعة الكهربائية بزاوية مقدارها **53** درجة. اوجد قيمة المقاومة وفرق الجهد على طرفي كل عنصر من عناصر الدائرة.

الحل:

$$X_L = \omega L = 400 \times 0.025 = 10 \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{400 \times 50 \times 10^{-6}} = 50 \Omega$$

$$\tan \varphi = \frac{X}{R} = \frac{10 - 50}{R} \Rightarrow R = 30 \Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(30)^2 + (10 - 50)^2} = 50 \Omega$$

$$i_o = \frac{\varepsilon_o}{Z} = \frac{100}{50} = 2 \text{ Amp}$$

$$V_{R_o} = i_o R = 2 \times 30 = 60 \text{ volts}$$

$$V_{L_o} = i_o X_L = 2 \times 10 = 20 \text{ volts}$$

$$V_{C_o} = i_o X_C = 2 \times 50 = 100 \text{ volts}$$

الخلاصة Summary

- في هذه المحاضرة تم إلقاء الضوء بايجاز على :
- اذا كان لدينا دائرة كهربائية تحتوي على مصدر للتيار المتناوب بالإضافة الى مقاومة أومية خالصة ومحاثة خالصة ومنتسعة خالصة مربوطة جميعها على التوالي. فإن هذه الحالة هي الحالة العامة لتزويد الدائرة الكهربائية بالقدرة. ويكون فرق الطور بين التيار والقوة الدافعة الكهربائية مساوياً (ϕ) وتكون قيمته موجبة أو سالبة ويعتمد ذلك طبيعة الدائرة فأما أن تكون حثية أو سعوية.
- - لحساب معدل القدرة التي تزود بها دائرة التوالي من قبل المصدر نحسب معدل القدرة لدورة كاملة حيث ان هذه العملية تعيد نفسها في كل دورة كاملة.
- - في دائرة التوازي فإن فرق الجهد على طرفي كل عنصر من عناصر الدائرة يساوي الجهد على طرفي العنصر الأخر ويساوي في هذه الحالة القوة الدافعة الكهربائية .
- - ان التيار المار في المقاومة وفرق الجهد بين طرفيها هما في نفس الطور
- - ان التيار المار في المحاثة يتأخر عن فرق الجهد على طرفي المقاومة بزاوية طور مقدارها 90 درجة.
- - ان التيار المار في المنتسعة يتقدم عن فرق الجهد على طرفي المقاومة بزاوية طور مقدارها 90 درجة.
- مثال .
- اختبار.

Start Formative Assessment