

Chapter Six الفصل السادس

دوائر التيار المتناوب

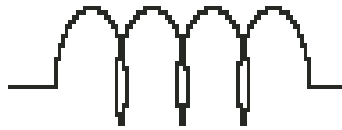
Alternating Current Circuits

Sequence:56

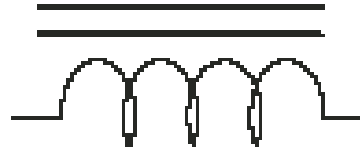
- المقدمة.
- مقاومة ومتسعة في دائرة توالي لتيار متناوب.
- مقاومة وملف ومتسعة في دائرة توالي لتيار متناوب.
- تطبيقات على دوائر التيار المتناوب " حالة الرنين".

المقدمة

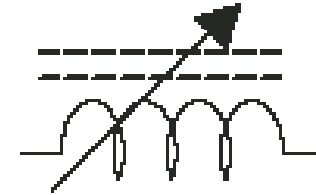
- المواد الكهربائي هو جهاز يتكون من ملف مستطيل يلف على اسطوانة من الحديد المطاوع تدور بين قطبي مغناطيس قوي (يحدث قطع لخطوط الفيض المغناطيسي) ويتصل طرفي الملف بحلقتين وفرشائتين للتوصيل وتكون هي طرفي المصدر الكهربائي حيث المواد يعتبر مصدر للتيار الكهربائي المتناوب.
- الملف عنصر كهربائي له خاصية تخزين الطاقة في مجال مغناطيسي. و يمكن تلخيص خاصية عمل الملف طبقا لنص قانون فارادي الأول (إذا مر تيار كهربائي في موصل على شكل ملف يتولد بين طرفيه مجال مغناطيسي يخرج من احد أطرافه و يسمى قطب شمالي و يدخل في الطرف الآخر و يسمى قطب جنوبي).



ملف ذو قلب هوائي

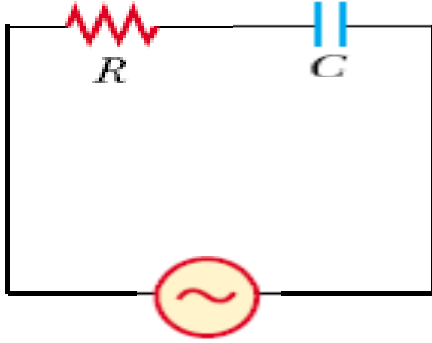


ملف ذو قلب حديدي



ملف متغير

مقاومة و متسعة في دائرة توالي لتيار متناوب



شكل (30): مقاومة و متسعة في دائرة توالي متناوبة.

- يمثل الشكل رقم (30) قوة دافعة كهربائية متناوبة يتصل بها على التوالي متسعة
- سعتها (C) ومقاومة اومية (R) وعند مرور التيار في الدائرة نلاحظ الآتي :
- طبعا عند مرور التيار المتناوب في المقاومة (R) يكون التيار والجهد متفقين في الطور. وعند مرور التيار في المتسعة يتأخر الجهد (V_C) عن
- التيار بمقدار 90° وهذا بسبب سعة المتسعة وعند تمثيل ذلك اتجاهيا يتضح
- ان هناك زاوية طور (ϕ) بين محصلة الجهد والتيار ويمكن تعيين الممانعة الكلية للدائرة (Z) كما يلي:-

• نجد أن محصلة الجهد هي: $V = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$ وحيث ($V_C = I X_C$, $V_R = I R$, $V = I Z$)

• بالتعويض في المعادلة السابقة والاختصار ينتج:-

$$IZ = I\sqrt{R^2 + X_C^2}$$

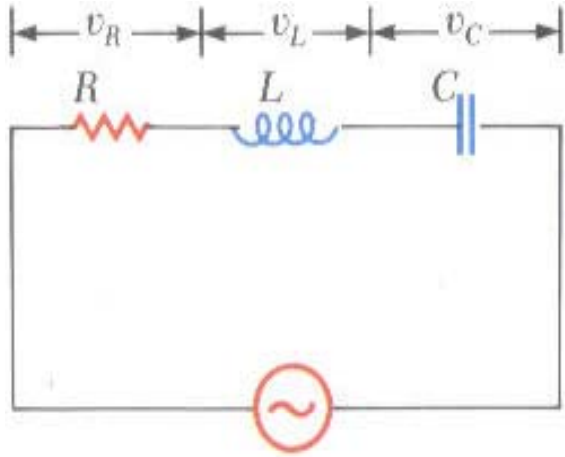
$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

• ولحساب زاوية الطور (ϕ) نجد ظل الزاوية التي

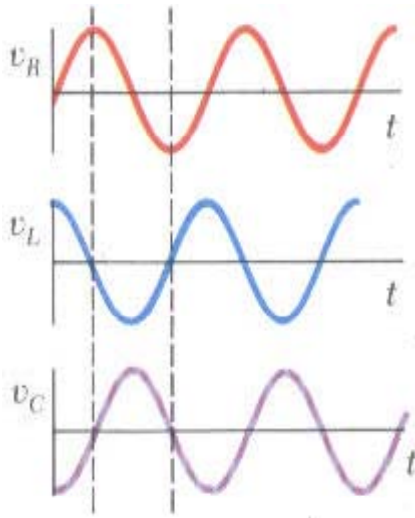
$$\tan \phi = \frac{-V_C}{V_R} = \frac{-I X_C}{I R} = \frac{-X_C}{R}$$

• تصنعها محصلة الجهد مع التيار وتكون:-

مقاومة وملف وملتسعة في دائرة توالي لتيار متناوب



شكل (31): مقاومة ومالف وملتسعة في دائرة توالي لتيار متناوب.



شكل (32): طور الجهد على المقاومة والمالف وملتسعة

- يمثل الشكل رقم (31) قوة دافعة كهربائية متناوبة يتصل بها على التوالي
- ملتسعة سعتها (C) ومقاومة اومية (R) وملف حثه الذاتي (L) .
- ويكون الجهد المطبق يعطى بالعلاقة التالية:

$$V = V_m \sin \omega t$$

- في الشكل المجاور توضيح لعلاقة اختلاف الطور في الجهد الكهربائي المطبق على كل عنصر من العناصر الثلاثة في الدائرة الكهربائية
- أعلاه . وحيث أن التوصيل على التوالي فإن التيار الكهربائي المار في كل عنصر له نفس المقدار والطور عند أي زمن . وسيكون الجهد الكهربائي المطبق على كل عنصر يتغير طوره تبعا للعنصر . طبعا في المقاومة (التيار والجهد متفقين في الطور) . وعند مرور التيار في الملف يتقدم الجهد بمقدار 90° . وعند مرور التيار في المكثف يتخلف الجهد عن التيار بمقدار 90° . وعند تمثيل ذلك اتجاهيا يتضح ان هناك زاوية طور (ϕ)
- بين محصلة الجهد والتيار . ويمكن تعيين الممانعة الكلية للدائرة (Z) كما يلي:-

$$V = \sqrt{V_R^2 + V_C^2}$$

• من الرسم الاتجاهي نجد أن:

• وحيث ($V_L = I X_L$, $V_C = I X_C$, $V_R = I R$, $V = I Z$) وبالتعويض في المعادلة السابقة ينتج:-

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

•

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

• ومنها يكون المعاوقة الكلية \Leftarrow

• ولحساب زاوية الطور (φ) نجد ظل الزاوية التي

• نصنعها محصلة الجهد مع التيار وتكون:-

$$\tan \varphi = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{X_L - X_C}{R}$$

• **ملاحظة:**

• 1- عندما تكون الرادة الحثية اكبر من الرادة السعوية $X_C < X_L$ وهذا يكون عند الترددات العالية وتكون زاوية

الطور φ موجبة. وهذا يعني أن التيار يتأخر عن الجهد.

• 2- عندما تكون الرادة الحثية اصغر من الرادة السعوية $X_C > X_L$ وهذا يكون عند الترددات المنخفضة وتكون زاوية



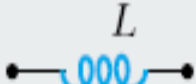


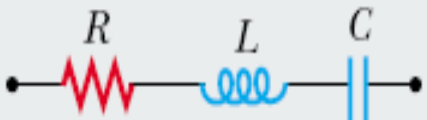
الطور φ سالبة. وهذا يعني أن التيار يتقدم الجهد.

• 3- عندما تكون الرادة الحثية تساوي الرادة السعوية $X_C = X_L$ وهذا يعني أن ممانعة الدائرة للتيار المتناوب تساوي

المقاومة R فقط. وهذا يحدث عند تردد يعرف بتردد الرنين.

- الجدول التالي يلخص دوائر التيار المتناوب.

Impedance Values and Phase Angles for Various Circuit-Element Combinations^a

Circuit Elements	Impedance Z	Phase Angle ϕ
	R	0°
	X_C	-90°
	X_L	$+90^\circ$
	$\sqrt{R^2 + X_C^2}$	Negative, between -90° and 0°
	$\sqrt{R^2 + X_L^2}$	Positive, between 0° and 90°
	$\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$	Negative if $X_C > X_L$ Positive if $X_C < X_L$

تطبيقات على دوائر التيار المتناوب " حالة الرنين "

- وهي تطبيق على الدائرة الاخيرة المكونة من ملف ومتسعة ومقاومة اومية ومصدر متناوب على التوالي كما في الشكل (31).

• وعند مرور التيار في الدائرة نلاحظ الآتي:-

• معروف أن الجهد يتقدم في الملف ويتخلف في المتسعة عن التيار.

• حالة هامة وخاصة:

- إذا تساوى كل من جهد الملف مع جهد المتسعة بمعنى ان: $(V_L = V_C)$ تسمى هذه الحالة " حالة الرنين " وتسمى هذه الدائرة " دائرة الرنين " ويترتب على ذلك ما يلي:- (خصائص دائرة الرنين)

• جهد الملف = جهد المتسعة $(V_L = V_C)$ هذا يؤدي إلى $(I_{X_L} = I_{X_C})$

• الرادة الحثية = الرادة السعوية $(X_L = X_C)$ بالتعويض في معادلة الممانعة الكلية $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

• ينتج التالي:

• الممانعة الكلية للدائرة = المقاومة الاومية $(Z = R)$

• الممانعة الكلية اقل ما يمكن (لان الرادة السعوية تلاشي الرادة الحثية)

• شدة التيار في الدائرة اكبر ما يمكن

• شدة التيار والجهد متفقين في الطور (V , I متفقين في الطور)

• زاوية الطور = صفر ($\varphi = 0$)

• يمكن حساب تردد الرنين كما يلي:-

• حيث أن ($X_L = X_C$) فيكون ($\omega L = \frac{1}{\omega C}$) بالتعويض عن قيمة ($\omega = 2\pi f$) ينتج أن:

$$2\pi f.L = \frac{1}{2\pi f.C}$$

• ومنها يكون تردد الرنين هو:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

- **مثال:** في دائرة تيار متناوب مكونة من مقاومة وملف ومتسعة ومصدر متناوب على التوالي كان فرق الجهد بين لوحي المتسعة يساوي فرق الجهد بين طرفي الملف ويساوي 22 فولت. فإذا علمت ان تردد المصدر 50 هرتز وسعة المكثف 100 μf . احسب:
 - معامل الحث الذاتي
 - شدة التيار المار في الدائرة

الحل:

$$V_L = V_C = 22 \text{ V} , f = 50 \text{ Hz} , C = 1 \times 10^{-6} \text{ F} , L = ?? , I = ??$$

أ - معامل الحث الذاتي اولاً نجد الرادة السعوية :

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 100 \times 10^{-6}} = 31.8 \ \Omega$$

وحيث ان: $X_L = X_C$ فيكون: $X_L = 31.8 \ \Omega$ ومنها نحصل على الحث الذاتي:

$$X_L = \omega \cdot L$$

$$31.8 = 2 \times \pi \times 50 \times L = 0.1 \text{ H}$$

ب - شدة التيار المار في الدائرة

وحيث: $V_C = I \cdot X_C$ ومنها يكون: $22 = I \times 31.8$ فيكون: $I = 0.69 \text{ A}$

الخلاصة Summary

- في هذه المحاضرة تم إلقاء الضوء بإيجاز على :
- - في دائرة مقاومة و متسعة فإنه عند مرور التيار المتناوب في المقاومة (R) يكون التيار والجهد متفقين في الطور. وعند مرور التيار في المتسعة يتأخر الجهد (V_C) عن التيار بمقدار 90° .
- ان هناك زاوية طور (ϕ) بين محصلة الجهد والتيار.
- في التوصيل على التوالي يكون التيار الكهربائي المار في كل عنصر له نفس المقدار والطور عند أي زمن. وسيكون الجهد الكهربائي المطبق على كل عنصر يتغير طوره تبعاً للعنصر. طبعاً في المقاومة (التيار والجهد متفقين في الطور). وعند مرور التيار في الملف يتقدم الجهد بمقدار 90° . وعند مرور التيار في المكثف يتخلف الجهد عن التيار بمقدار 90° .
- إذا تساوى كل من جهد الملف مع جهد المتسعة بمعنى ان: ($V_L = V_C$) تسمى هذه الحالة " حالة الرنين " وتسمى هذه الدائرة " دائرة الرنين "
- - مثال .
- أختبار.

Start Formative Assessment