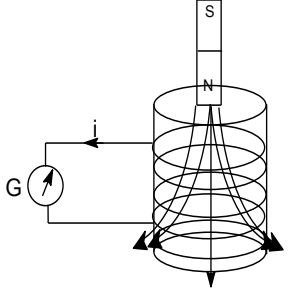


## توليد تيار كهربائي في ملف بواسطة مغناطيس

يمكن توليد تيار حثي في ملف بواسطة إدخال و إخراج مغناطيس في

الملف كما هو موضح بالشكل (2)



إذ عند إدخال المغناطيس داخل الملف يتغير الفيض المغناطيسي خلال

الملف فيتولد تيار كهربائي في السلك ويستدل عليه بانحراف إبرة

الجالفانومتر. وكذلك عند إخراج المغناطيس ولكن اتجاه التيار يصبح

عكس الاتجاه السابق كما يدل على ذلك الانحراف العكسي لإبرة

الجالفانومتر.

الشكل (2)

نستنتج من هذه التجربة أن اتجاه التيار الحثي المتولد في الملف يعتمد على اتجاه حركة

المغناطيس. ولقد صاغ العالم "لنز" هذه الظاهرة في قاعدته الشهيرة:

قاعدة "لنز": اتجاه التيار الحثي المتولد في الملف يكون دائما بحيث أنه ينتج فيضا مغناطيسيا

يضاد التغير في الفيض المغناطيسي الذي يولده.

## 4) القوة الدافعة الكهربائية المنتجة بالحث: (ق.د.ك.ح)

من الطبيعي أن يعزى التيار الحثي إلى قوة دافعة كهربائية تسمى (ق.د.ك.ح). وقد أثبت العالم

فاراداي أنها تتناسب طرديا مع معدل التغير في الفيض المغناطيسي.

$$e_{ind} = - \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad (3)$$

وإشارة (-) معناها أن التغير في مقدار  $e_{ind}$  يكون عكس التغير في الفيض المغناطيسي.

وتسمى هذه الصيغة بقانون فاراداي.

باسترجاع المعادلة (2) وإذا كان الملف يحتوي على  $N$  لفة فإن (ق.د.ك.ح) تصبح على النحو

$$e_{ind} = -N \times A \times \frac{\Delta B}{\Delta t} \quad (4) \quad \text{الآتي:}$$

## (5) الحث الذاتي لملف:

يعرف الحث الذاتي لملف بأنه التأثير الكهرومغناطيسي الحادث في الملف أثناء تغير شدة التيار الكهربائي.

إذا مر تيار كهربائي في ملف و كانت شدته ( i ) فإنه يولد مجال مغناطيسي خلال الملف وليكن الفيض المغناطيسي المتولد هو (  $\phi$  ) , فإذا حدث وأن تغير التيار بمقدار  $\Delta i$  في زمن قدره  $\Delta t$  فإنه ينتج عن ذلك تغير في الفيض المغناطيسي بمعدل يتناسب مع معدل تغير التيار بحيث يمكن أن نكتب:

$$(5) \quad \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = L \times \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

حيث  $L$  هو ثابت التناسب ويسمى **معامل الحث الذاتي للملف** ووحدة قياسه ”هنري“

بالاعتماد على قانون فاراداي وبالتعويض في المعادلة (5) نحصل على المعادلة:

$$(6) \quad e_{ind} = -L \frac{\Delta i}{\Delta t}$$

حيث  $e_{ind}$  هي القوة الدافعة الحثية المتولدة في الملف نتيجة للتغير في الفيض المغناطيسي المصاحب للتغير في التيار .

لذا يمكن تعريف معامل الحث الذاتي لملف  $L$  بطريقة ثانية:

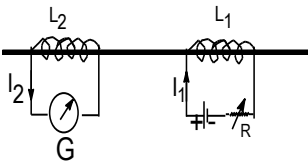
$L$  هو القوة الدافعة الكهربائية الحثية المتولدة في الملف عندما يتغير شدة التيار الكهربائي في الملف لمعدل أمبير واحد في الثانية.

وكذلك تعريف وحدة قياس معامل الحث الذاتي الهنري (H) :

هو معامل الحث الذاتي لملف الذي يتولد فيه قوة دافعة حثية مقدارها 1volt عندما يكون معدل التغير في شدة التيار أمبير واحد في الثانية .

## (6) الحث المتبادل: (M)

$M$  هو التأثير الحادث بين ملفين متجاورين أو متداخلين أحدهما يمر به تيار كهربائي متغير الشدة فينتأثر به الملف الثاني ويقاوم التغير الحادث في الملف الأول.



مثال(1):

احسب القوة الدافعة الحثية المتولدة في ملف عدد لفاته لفاته 100 ومساحته  $10\text{cm}^2$  إذا كان معدل التغير في كثافة الفيض المغناطيسي هي  $0.01\text{Tesla/sec}$

الحل:

$$e_{\text{ind}} = -N \times A \times \frac{\Delta B}{\Delta t} = -100 \times \frac{10}{100 \times 100} \times 0.01 = -10^{-3} \text{ V}$$

وبإهمال إشارة السالب  $e_{\text{ind}} = 1 \text{ mV}$

مثال(2):

يؤثر مجال مغناطيس منتظم كثافة فيضه  $B = 200 \times 10^{-4} \text{ Wb/m}^2$  في اتجاه عمودي على مستوى ملف عدد لفاته 50 لفة فتتولد قوة دافعة حثية في الملف مقدارها  $0.1 \text{ volt}$  وذلك إذا أبعد الملف عن المجال في  $0.1 \text{ sec}$  احسب مساحة الملف بالسم<sup>2</sup>

الحل:

$$e_{\text{ind}} = -N \times A \times \frac{\Delta B}{\Delta t} = -50 \times A \times \frac{200 \times 10^{-4}}{0.1} = -0.1 \text{ V}$$

$$A = \frac{0.1 \times 0.1}{50 \times 200 \times 10^{-4}} = 100 \text{ cm}^2 \quad \text{وبإهمال إشارة السالب :}$$

مثال(3):

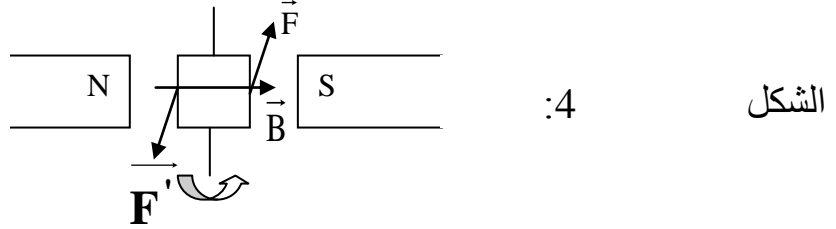
احسب معامل الحث الذاتي لملف إذا كانت القوة الدافعة الحثية المتولدة هي  $0.25 \text{ V}$  عندما يتغير التيار الأصلي المار به بمعدل  $10 \text{ Amp/sec}$

الحل:

$$e_{\text{ind}} = -L \frac{\Delta i}{\Delta t} \Rightarrow 0.25 = L \times 10 \Rightarrow L = \frac{0.25}{10} = 0.025 \text{ Henry} = 25 \text{ mH}$$

1- دينامو التيار المتردد

يتركب دينامو التيار المتردد من ملف مستطيل عدد لفاته  $N$  يدور في مجال مغناطيسي منتظم بين قطبي مغناطيس وكثافة الفيض المغناطيسي هي  $B$  كما هو موضح الشكل 4 . ( يتصل طرفا الملف بحلقتين يلامسان فرشتان ليوصلا دائرة مغلقة بها مقاومة).



عند دوران الملف بسرعة زاوية  $\omega$  ليقطع خطوط القوى المغناطيسية فإنه يتولد تيار كهربائي حثي في الملف ويمر في المقاومة  $R$  وبذلك ينتج قوة دافعة كهربية حثية في الدائرة تعطى بالعلاقة .

$$e_{ind} = -N \frac{d\Phi}{dt} \quad \text{وبما أن} \quad \Phi = B \times A \times \cos \theta = B \times A \times \cos \omega t \quad \text{إذا باشتقاق الـ} \Phi \quad \text{بالنسبة للزمن}$$

$$(1) \quad e_{ind} = N \times A \times B \times \omega \times \sin \omega t \quad \text{نحصل على العلاقة التالية:}$$

حيث:  $N$  عدد لفات الملف

$A$  مساحة الملف بالمتر

$B$  كثافة الفيض المغناطيسي (تسلا)

$$\omega = \frac{2\pi}{T} \quad \text{السرعة زاوية لدوران الملف. أما} \quad T \quad \text{فهو زمن دورة واحدة وتسمى الزمن}$$

الدوري.

مع العلم أن زاوية دوران الملف :  $\theta = \omega t$  و هي الزاوية المحصورة بين الخط المتعامد على مساحة الملف واتجاه خطوط القوى المغناطيسية (انظر الشكل 1 في الباب الأول).

$$e_{ind} = 0 \Leftrightarrow \theta = 0 \quad \text{عندما يكون الملف عمودي على خطوط القوى تكون}$$

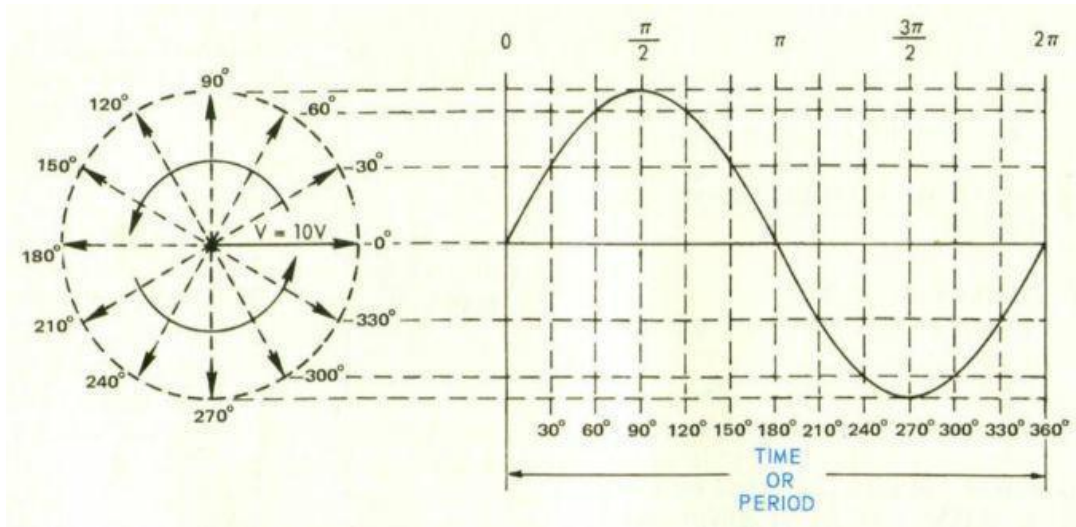
وعندما يكون الملف موازى لخطوط القوى تكون  $\theta = 90^\circ$  وعندها نحصل على القيمة العظمى للقوة الدافعة الحثية المتولدة في الملف وهي :

$$e_{\max} = N \times A \times B \times \omega \quad (2)$$

وبذلك يمكن كتابة المعادلة (1) على النحو التالي:

$$e_{\text{ind}} = e_{\max} \sin \omega t \quad (3)$$

وإذا رسمنا تغيرات الـ  $e_{\text{ind}}$  في الزمن نحصل على الرسم البياني التالي:



الشكل 5:

## 2- تعريف التيار المتردد

باسترجاع المعادلة (3) والتي تعطي العلاقة الخاصة بالقوة الدافعة الحثية المتولدة بين طرفي ملف يدور في مجال مغناطيسي، ثم بقسمة هذه المعادلة على المقاومة الخارجية في الدائرة (

أنظر شكل 6) نحصل على المعادلة: (4) 
$$\frac{e_{\text{ind}}}{R} = \frac{e_{\max}}{R} \sin \omega t$$

الشكل 6:

وباستعمال قانون أوم:  $e = RI$  نستطيع كتابة المعادلة (4) على النحو التالي:

$$I = I_{\max} \sin \omega t \quad (5)$$

حيث  $I$  هو التيار الحثي المتولد في المقاومة و  $I_{\max}$  القيمة العظمى لهذا التيار.

وهذه هي معادلة التيار الحثي المتولد عند دوران الملف في المجال المغناطيسي ونلاحظ أن المعادلة هي معادلة جيبية  $\sin \omega t$  ولذلك قيمة  $I$  تتردد بين  $I_{\max}$  و  $-I_{\max}$  لذلك يسمى هذا التيار بالتيار المتردد ويمثل بالرسم البياني السابق للدالة الجيبية.

ولذلك يعرف التيار المتردد على أنه هو التيار الكهربائي الذي تتغير شدته من صفر إلى قيمة عظمى  $I_{\max}$  ثم يعود إلى الصفر خلال نصف دورة من دورات ملف في مجال مغناطيسي ثم ينعكس اتجاه التيار في نصف الدورة الأخرى كما هو موضح بالشكل (5) في معادلة التيار المتردد (5) تسمى  $\omega$  بالتردد الزاوي للتيار.

$$\omega = 2\pi F = \frac{2\pi}{T} \quad \text{حيث :}$$

$F$  : تردد التيار وهو " عدد الدورات الكاملة للملف في الثانية الواحدة " ووحدته: هرتز "Hz"

### 3- القيمة الفعالة للتيار المتردد: $I_{r.m.s}$

يختلف التيار المتردد عن التيار المستمر فالتيار المتردد تتغير قيمته في الموصل من  $I_{\max}$  إلى  $-I_{\max}$  أما التيار المستمر فقيمته ثابتة فعلى الرغم من هذا فإن درجة حرارة الموصل ترتفع عند مرور التيار المتردد بها كما لو كان تيار مستمر .

تعرف القيمة الفعالة للتيار المتردد  $I_{r.m.s}$  بأنها " قيمة ذلك التيار المستمر الذي يولد نفس معدل الحرارة في مقاومة معينة "

$$I_{rms} = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} = 0.707 I_{\max} \quad (6)$$

وتستخدم هذه القيمة في أكثر الحسابات وهي التي يقيسها جهاز الأميتر للتيار المتردد

### 4- مميزات التيار المتردد:

1- يمكن رفع أو خفض القوة الدافعة للتيار المتردد تبعاً لحاجة العمل باستخدام المحولات الكهربائية.

2- يمكن نقل الطاقة الكهربائية للتيار المتردد من مصادر توليدها إلى أماكن استهلاكها على مسافات طويلة دون فقد نسبة كبيرة منها .

3- يمكن تحويله إلى تيار مستمر بطرق زهيدة التكاليف للاستفادة منه في بعض العمليات التي تحتاج إلى تيار مستمر مثل الطلاء بالكهرباء والتحليل الكهربائي وبعض الأجهزة الكهربائية .

4- يتفق التيار المتردد مع التيار المستمر في توليد الحرارة إذ أن التأثير الحراري لا يتوقف على اتجاه التيار

ملاحظة هامة:

المعادلة (6) مستنتجة من الدالة الجيبية للتيار المتردد علما بأنه يوجد أشكال موجية أخرى للتيار المتردد ويمكن استنتاج  $I_{rms}$  لها, لكنها خارج هذا المقرر .

### مثال(1):

يدور ملف لمولد كهربائي بسرعة ثابتة بمعدل 1800 دورة في الدقيقة في مجال مغناطيسي منتظم كثافة الفيض  $0.85 \text{ Web / m}^2$  فإذا كانت مساحة الملف هي  $0.06 \text{ m}^2$  احسب:

أ - أقصى قيمة للقوة الدافعة الحثية المتولدة في الملف المحتوي على 25لفة

ب - القوة الدافعة المتولدة في الملف عند دورانه بزاوية مقدارها  $30^\circ$  مع اتجاه خطوط المجال المغناطيسي.

### الحل:

أ - السرعة الزاوية لدوران الملف :

$$\omega = \frac{2\pi \times \text{عدد الدورات}}{\text{الزمن}} = \frac{2 \times 3.14 \times 1800}{60} = 188.5 \text{ rad / sec}$$

إذا: أقصى قيمة للقوة الدافعة الحثية:

$$e_{\max} = N \times A \times B \times \omega = 25 \times 0.06 \times 0.85 \times 188.5 = 240.3 \text{ V}$$

ب - إذا كانت زاوية الدوران  $30^\circ$  :  $e_{\text{ind}} = e_{\max} \sin 30 = 120.15 \text{ V}$

### مثال(2):

إذا كانت القيمة العظمى للتيار المتردد هي 10Amp فاحسب شدة التيار عند دوران الملف في المجال المغناطيسي بالزوايا الآتية:  $20^0, 50^0, 100^0, 170^0$

**الحل:**

$$I = I_{\max} \sin \omega t$$

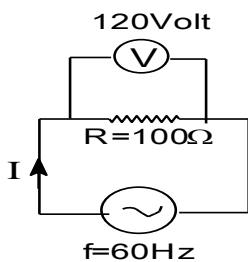
$$I = 10 \sin \omega t$$

$$\theta = \omega t = 20^0 \Rightarrow I = 10 \times \sin 20^0 = 3.4 \text{Amp}$$

$$\theta = \omega t = 50^0 \Rightarrow I = 10 \times \sin 50^0 = 7.6 \text{Amp}$$

$$\theta = \omega t = 100^0 \Rightarrow I = 10 \times \sin 100^0 = 9.8 \text{Amp}$$

$$\theta = \omega t = 170^0 \Rightarrow I = 10 \times \sin 170^0 = 1.7 \text{Amp}$$



**مثال (3)**

في الدائرة الموضحة بالشكل 7 مصدر للتيار المتردد تردده  $F = 60 \text{Hz}$  متصل بمقاومة  $100\Omega$  وجهاز الفولتميتر يعطي فرق الجهد بين طرفي المقاومة  $120 \text{V}$

اكتب معادلة شدة التيار المتردد للمصدر.

الشكل

:7

**الحل:**

المعادلة العامة لشدة التيار المتردد هي:  $I = I_{\max} \sin \omega t$

$$\omega = 2\pi f = 2 \times 3.14 \times 60 = 376.8 \approx 377 \text{ rad/sec}$$

$$V_{\text{rms}} = 120 = \frac{V_{\max}}{\sqrt{2}} \text{ الفولتميتر يقيس القيمة الفعالة:}$$

$$V_{\max} = 120\sqrt{2} = 169.7 \approx 170 \text{ Volt. إذا:}$$

$$I_{\max} = \frac{V_{\max}}{R} = \frac{170}{100} = 1.7 \text{ Amp.}$$

ويمكن كتابة معادلة شدة التيار المتردد كالآتي:

$$I = I_{\max} \sin \omega t = 1.7 \sin 377t$$

**مثال (4):**



ملف دينامو للتيار المتردد عدد لفاته 150 لفة يدور في مجال مغناطيسي منتظم كثافة الفيض  $0.15\text{Tesla}$  احسب مساحة الملف إذا علمت أن معادلة التيار المتردد الذي يمر في مقاومة خارجية (قيمتها  $R = 17\Omega$ ) هي:  $I = 10\sin 377t$

**الحل:**

$$N = 150, B = 0.15T, A = ?$$

$$I = I_{\max} \cdot \sin \omega t = 10 \sin 377t$$

$$\omega = 377\text{S}^{-1}, I_{\max} = 10$$

$$e_{\max} = N \times A \times B \times \omega$$

$$e_{\max} = I_{\max} \times R = 10 \times 17 = 170\text{v}$$

$$170 = 150 \times A \times 0.15 \times 377 \Rightarrow A = \frac{170}{150 \times 0.15 \times 377} = 0.02\text{m}^2$$

### دوائر التيار المتردد

إذا اعتبرنا أن تغيرات التيار المتردد على شكل موجة جيبية (وهو أشهر الأشكال) فإن معادلة التيار المتردد تكتب على النحو التالي:

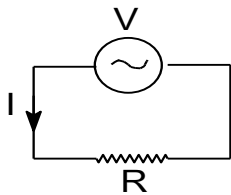
$$I = I_{\max} \sin \omega t$$

فما هو شكل الجهد بين طرفي مقاومة ومكثف وملف؟ وما هي مقاومة كل عنصر من هذه العناصر للتيار المتردد والتي نسميها معاوقة ونعرفها كالتالي:

$$\text{المعاوقة} = \frac{\text{القيمة العظمى للجهد}}{\text{القيمة العظمى للتيار}}$$

$$\frac{V_{\max}}{I_{\max}} = X$$

### (1)- دائرة المقاومة:



فرق الجهد بين طرفي المعاوقة (أنظرا لشكل 1-1) يعطى من قانون أوم:

$$V = RI$$

$$V = R \cdot I_{\max} \sin \omega t$$

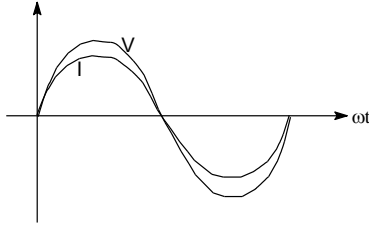
$$V = V_{\max} \sin \omega t$$

**الشكل (1-1)**

حيث عوضنا  $I$  باستعمال معادلة التيار المتردد ثم عوضنا  $RI_{\max}$  بـ  $V_{\max}$  ومن ثم يمكن

حساب المعاوقة الأومية:  $X_R$

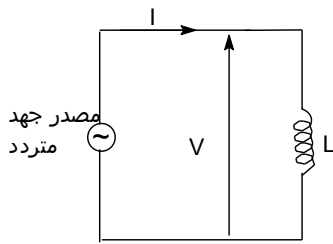
$$X_R = \frac{V_{\max}}{I_{\max}} = \frac{RI_{\max}}{I_{\max}} = R \quad \boxed{X_R = R} \quad \text{إذا معاوقة المقاومة هي:}$$



نلاحظ أن تغيرات الجهد متزامنة مع التيار ويقال أن التيار والجهد في نفس الطور, كما هو موضح بالشكل (2-1)

الشكل (2-1)

(2) - دائرة الملف:



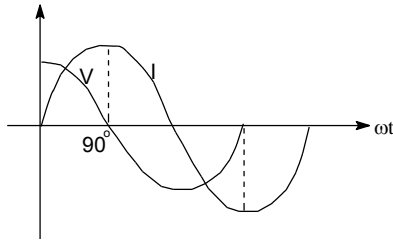
من قانون فاراداي (أنظر الشكل (1-2)) يكون فرق الجهد بين طرفي الملف:

$$V = L \frac{dI}{dt} = L \frac{d}{dt} (I_{\max} \sin \omega t) = I_{\max} L \omega \cos \omega t$$

$$V = V_{\max} \sin \left( \omega t + \frac{\pi}{2} \right) \quad \text{ويمكن كتابته على النحو التالي:}$$

الشكل (1-2)

$$\boxed{X_L = L\omega} \quad \text{حيث:} \quad X_L = \frac{V_{\max}}{I_{\max}} = \frac{L\omega I_{\max}}{I_{\max}} = L\omega \quad \Leftarrow \quad V_{\max} = L\omega I_{\max} \quad \text{إذا معاوقة الملف هي:}$$

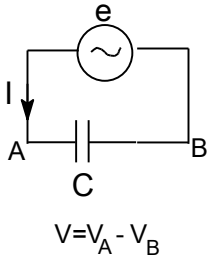


نلاحظ أن تغيرات الجهد غير متزامنة مع التيار ويقال أن الجهد  
سابق التيار بزاوية  $90^\circ = \frac{\pi}{2}$  ويسمى فرق الطور, كما هو موضح

بالشكل (2-2):

الشكل (2-2)

(3)- دائرة المكثف:



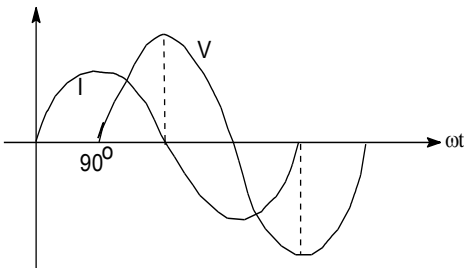
فرق الجهد بين طرفي المكثف (أنظر الشكل (1-3)) يعطى بالمعادلة التالية:

$$V = \frac{1}{C} \int I dt = \frac{1}{C} \int I_{\max} \sin \omega t dt = \frac{I_{\max}}{C\omega} (-\cos \omega t) = \frac{I_{\max}}{C\omega} \sin \left( \omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

ويمكن كتابته على النحو التالي:  $V = V_{\max} \sin \left( \omega t - \frac{\pi}{2} \right)$

الشكل (1-3)

حيث:  $V_{\max} = \frac{I_{\max}}{C\omega} \Leftrightarrow X_C = \frac{V_{\max}}{I_{\max}} = \frac{1}{C\omega}$  إذا معاوقة المكثف هي:  $X_C = \frac{1}{C\omega}$



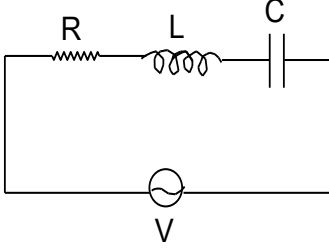
نلاحظ أيضا أن تغيرات الجهد غير متزامنة مع التيار ويقال  
أن الجهد متأخر عن التيار بزاوية  $90^\circ = \frac{\pi}{2}$ , ويسمى فرق

الطور, كما هو موضح بالشكل (2-3):

:

### الشكل (2-3)

#### (4)- دائرة LCR :



سندرس باختصار الدائرة المتصلة على التوالي والمبينة في الشكل)

#### (1-4

والتي تحتوي على العناصر الثلاثة السابق مناقشتها في الفقرات السابقة.

يكون قانون أوم المكافئ بالنسبة لهذه الدائرة هو  $V = I \times Z$  ،

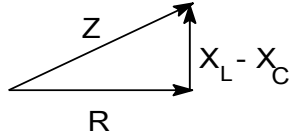
$$V = Z \times I_{\max} \sin(\omega t + \theta)$$

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

و تسمى الكمية  $Z$  معاوقة الدائرة ووحدتها هي الأوم.

الشكل)

#### (1-4



لا يكون التيار المار في الدائرة ( أنظر الشكل (2-4) ) دائما في طور

واحد مع فرق الجهد  $V$  ، فمن الممكن إيجاد فرق الطور  $\theta$  بينهما

بواسطة مخطط بيان المتجهات الموضح في الشكل (2-4) .

الشكل (2-4)

مثال :

افترض أن مصدر الجهد في الشكل (1-4) كانت قيمته الفعالة ( $V_{\text{rms}} = 50\text{v}$ ) وكان التردد

$$f = 600\text{Hz} \text{ و } C = 10.0\mu\text{F} \text{ و } L = 4.0\text{mH} .$$

أوجد ( أ ) التيار المار في الدائرة (ب) قراءات الفولتميتر عبر  $R$  و  $C$  و  $L$  كل على حدة.

الحل :

$$X_c = \frac{1}{2\pi f c} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 600 \times 10 \times 10^{-6}} = 26.5\Omega$$

$$X_L = \omega L = 2\pi f L = 2 \times 3.14 \times 600 \times 4 \times 10^{-3} = 15.1\Omega$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(20)^2 + (15.1 - 26.5)^2} = 23.0\Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} \Rightarrow I = \frac{50}{23} = 2.17A \quad \text{القيمة الفعالة للتيار هي : } 2.17A$$

ولإيجاد فرق الجهد عبر R نستعمل قانون أوم

$$V_R = IR$$

$$V_R = 2.17 \times 20 = 43.4V$$

أما فرق الجهد عبر الملف الحثي فيعطى بالعلاقة

$$V_L = IX_L$$

$$V_L = 2.17 \times 15.1 = 32.8V$$

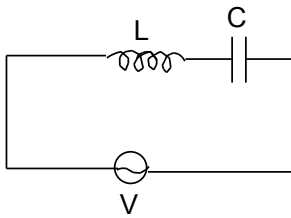
$$V_C = IX_C$$

وبالمثل نجد

$$V_C = 2.17 \times 26.5 = 57.5V$$

لاحظ أن فرق الجهد عبر المكثف أكبر من جهد المصدر وهذا يشير إلى سمة خاصة لدوائر التيار المتردد وهو أن مجموع قراءات الفولتميتر حول دائرة مغلقة لا يكون صفرا . وفروق الجهد لا تجمع بشكل صحيح إذا استعملت القيم الفعالة للجهود وعلى هذا لا يمكن تطبيق القانون الثاني لكيرتشف على هذه القيم .

## (5)- الرنين الكهربائي



لدوائر التيار المتردد (AC) التي تحتوي على **مكثف وملف** ظاهرة

رنين هامة ، وليبيان هذه الحقيقة اعتبر الدائرة الموضحة في الشكل (5-5).

(1). نعلم أن التيار المتردد في هذه الدائرة التي لا مقاومة فيها يعطى

بالمعادلة :

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{V}{X_L - X_C}$$

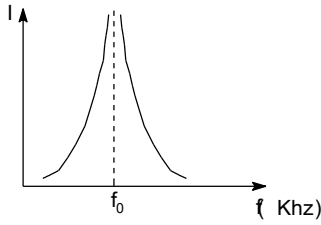
الشكل (1-5)

لاحظ أنه عندما  $X_C = X_L$  فإن التيار في الدائرة يجب أن يصبح لا نهائياً. من السهل تحقيق الشرط  $X_L - X_C = 0$  وذلك لأن  $X_L$  تتزايد مع التردد بينما تتضاءل  $X_C$  والتردد الذي يصبح عنده  $X_C = X_L$  يسمى تردد الرنين ويرمز له بالرمز  $f_0$  حيث أن  $X_L = 2\pi f_0 \times L$  و  $X_C = \frac{1}{2\pi f_0 C}$  فإننا نجد عند الرنين:

$$2\pi f_0 = \frac{1}{2\pi f_0 C}$$

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

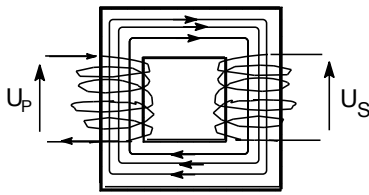
الذي هو تردد الرنين



يبين الشكل ( 2-5 ) كيف يتغير تيار هذه الدائرة كلما تغير تردد الذبذبات. كما هو واضح فإن التيار يبلغ ذروته بشكل حاد عند تردد الرنين، وفي الدوائر العملية تكون ذروة التيار ذات قيمة محددة وليست لا نهائية لأن أسلاك الدائرة لها بعض المقاومة.

الشكل (2-5)

## 6- المحول ونقل القدرة



المحول هو محاطة متبادلة صممت بحيث تحول جهداً متردداً ( AC ) إلى جهد آخر متردد أكبر منه أو أصغر. يتكون المحول من ملفين من السلك ملفوفين على قلب من الحديد كما في الشكل 6 .

يوجد جهد متردد  $U_p$  عبر طرفي الملف الابتدائي مما يسبب مرور تيار في هذا الملف وهذا التيار بدوره ينشئ فيضا في القلب الحديدي كما هو مبين بالشكل.

الشكل 6

وحيث أن الفيض يتحول وفق القلب الحديدي لذا فهو يمر أيضا خلال الملف الآخر . ومن الطبيعي أن يتغير الفيض طول الوقت وذلك لأن  $U_p$  تتغير جيبيًا . ويستحث هذا الفيض المتغير ق.د.ك جيبيية قيمتها  $U_s$  في الملف الثانوي .

لمعظم المحولات مقاومة ضئيلة جدا في أسلاكها ولهذا فإن التيار خلال الملف الابتدائي لا يجد ما يعوقه سوى محاثّة الملف نفسه.

$$(1) \quad V_p = N_p \frac{d\Phi}{dt} \quad \text{وبتطبيق قانون فاراداي نجد أن:}$$

حيث  $N_p$  هي عدد لفات الملف الابتدائي و  $\frac{d\Phi}{dt}$  هو معدل تغير الفيض خلال الملف الابتدائي وهذا الفيض يجمع بواسطة القلب الحديدي ويمر خلال الملف الثانوي فينتج فيه ق.د.ك هي:

$$(2) \quad V_s = N_s \frac{d\Phi}{dt}$$

بقسمة المعادلتين (1) و(2) نحصل على معادلة المحول:

$$\boxed{\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}}$$

وهذه المعادلة تنطبق على القيم اللحظية أو الفعالة للجهد.

- إذا كان  $V_s > V_p \Leftarrow N_s > N_p$  يسمى المحول في هذه الحالة محول رافع.
- إذا كان  $V_s < V_p \Leftarrow N_s < N_p$  يسمى المحول في هذه الحالة محول خافض.