



مدونة المناهج السعودية

<https://eduschool40.blog>

الموقع التعليمي لجميع المراحل الدراسية

في المملكة العربية السعودية

## الوحدة الثانية

### التيار المتردد (المتناوب)

### Alternating Current

أنواع التيار الكهربائي:

تيار مستمر (D.C): أي تيار موحد الشدة والاتجاه نحصل عليه من البطاريات.

تيار متردد (A.C): أي تيار متغير الشدة والاتجاه نحصل عليه من الدينامو.

التيار المتردد +

يستخدم التيار المتردد في حياتنا اليومية مثل تشغيل

المصانع وإضاءة المنازل والشوارع ومشارك في

التقدم الحضاري.

أنواعه:

ينقسم حسب المنحنى الموضح للعلاقة بين ت ، ز

إلى:

تيار متردد مربع.

تيار متردد مثلثي.

تيار متردد منشاري.

تيار جيبي:

التيار المتردد الجيبي:

هو أشهر التيارات المترددة لأنه يستخدم في المنازل

والشوارع والمصانع.

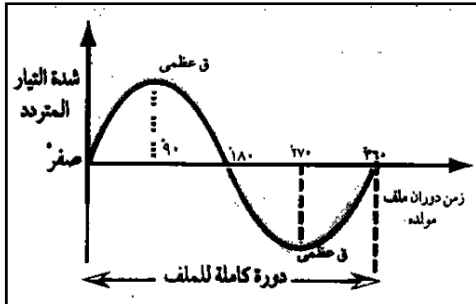
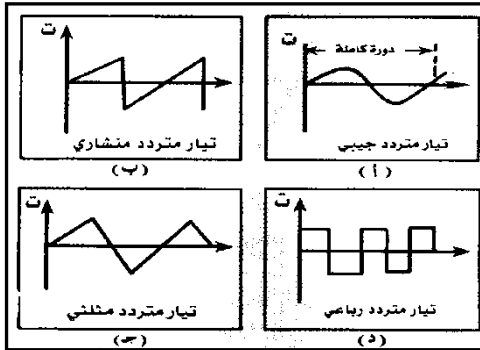
سبب تسمية التيار المتردد بالجيبي

لأن شدته وقوته الدافعة الكهربائية واتجاهه يتغيران حسب تغير جيب زاوية الدوران (من

صفر إلى  $360^\circ$ ).

تعريف التيار المتردد الجيبي:

هو تيار متغير الشدة لحظياً ومتغير الاتجاه كل نصف دورة من دورات ملف مولده.



أو: هو تيار تبدأ شدته من الصفر ثم تزداد إلى نهاية عظمى ثم تهبط للصفر في نصف الدورة الأولى ثم يغير اتجاهه وتزداد شدته إلى نهاية عظمى ثم تهبط للصفر في نصف الدورة الثانية.



ويعتبر الدينامو هو مصدر التيار المتردد وأساس عمله.

تجربة لتوضيح فكرة عمل الدينامو:

التيار الكهربائي المتردد (الظاهرة الكهرومغناطيسية)

التجربة العملية (الأولى)

تكون الأدوات كما بالشكل مع وضع المغناطيس على سطح

منضدة خشبية.

تحرك السلك أفقياً نشاهد عدم انحراف مؤشر الجلفانومتر دليلاً على عدم مرور تيار.

تحرك السلك بسرعة لأسفل نشاهد انحراف مؤشر الجلفانومتر في اتجاه معين.

تحرك السلك بسرعة لأعلى نشاهد مرور تيار في الاتجاه المضاد.

نوقف حركة السلك نشاهد عدم انحراف مؤشر الجلفانومتر.

الاستنتاج:

عند حركة سلك بين قطبي مغناطيس بحيث يقطع خطوط الفيض (المجال المغناطيسي)

فإنه تتولد بين طرفي السلك ق.د.ك. ينتج عنها تيار تأثيري كهربائي.

اتجاه التيار التأثيري يتحدد بقاعدة فلمنج لليد اليمنى تجعل

أصابع اليد اليمنى الثلاث متعامدة وهم الإبهام ويشير إلى اتجاه

الحركة والسبابة وتشير إلى اتجاه المجال فإن الوسطى تشير إلى

اتجاه التيار".



**الدينامو (المولد الكهربائي)**

الغرض منه:

جهاز لتحويل الطاقة الحركية (الميكانيكية) إلى طاقة كهربائية.

استخدامه ( وظيفته ):

(١) في محطات توليد الكهرباء. (٢) في إنارة القرى الصغيرة. (٣) في السيارات/ المصانع.

فكرة عمله (نظرية عمله):

عند دوران ملف بين قطبي مغناطيس قوي فإنه يقطع خطوط الفيض المغناطيسي وتنتول

بين طرفيه قوة دافعة كهربية تأثيرية ويمكن الحصول منها على تيار تأثيري.



تركيبه:

كما بالرسم المقابل .

شرح عمله:

عند دوران الملف من الوضع العمودي فإنه:

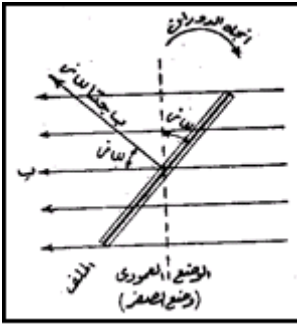
(١) في نصف الدورة الأولى يتولد تيار في الاتجاه أ ب ج د إلى ف٢ إلى ف١  
 .: ف٢ قطب موجب. ف١ قطب سالب.

(٢) في نصف الدورة الثانية يتولد تيار في الاتجاه د ج ب أ إلى ف١ إلى ف٢.  
 .: ف١ قطب موجب. ف٢ قطب سالب.

(٣) التيار الناتج متغير الاتجاه ومتغير الشدة ولذلك يسمى تيار متردد.

### حساب مقدار ق. د. ك المتولدة في ملف الدينامو

بفرض الملف مكون من لفه واحدة (ن = ١) وعند دوران الملف عمودياً مجال مغناطيسي



كثافة فيضه (ب) بسرعة زاوية منتظمة ( $\omega$ ).

.: بعد زمن ز يقطع زاوية  $\theta = \omega z$

وتكون مركبة كثافة الفيض العمودية = ب جتا  $\omega z$ .

بما أن الفيض العموي خلال الملف:

الفيض = مساحة الملف × مركبة كثافة الفيض العمودية على مستوى

الملف

$$\phi = \text{س} \times \text{ب جتا } \omega z \quad (١)$$

تنتول قوة دافعة تأثيرية كهربية حسب قانون فاراداي:

$$\text{ق} = - \frac{d\phi}{dz} \quad (٢)$$

والإشارة السالبة تعني أن اتجاه ق يضاد التغير في الفيض المسبب له.

بالتعويض عن ( $\phi$ ) من (١) في (٢)

$$- \frac{d(s \times b \times \omega \cos z)}{dz}$$

$$= q \quad \therefore$$

$$(3) \dots\dots\dots$$

$$\therefore q = s \times b \times \omega \times \cos z - \omega \sin z$$

لأن تفاضل جتا  $\omega z = -\omega \sin z$

عندما يكون عدد لفات الملف (ن) فإن:

$$(4) \dots\dots\dots$$

$$q = s \times b \times n \times \omega \times \cos z$$

المقادير س ، ب ،  $\omega$  ، ن مقادير ثابتة:

∴ تتغير قيمة القوة الدافعة التأثيرية بتغير (جا  $\omega z$ )

وتصبح (ق) نهاية عظمى أي (قع) عندما جا  $\omega z = 1$  أي  $\omega z = 90^\circ$

$$(5) \dots\dots\dots$$

$$\therefore q = s \times b \times n \times \omega$$

من (4) ، (5)

$$(6) \dots\dots\dots$$

∴ القوة الدافعة في أي لحظة ق = قع × جا  $\omega z$

العوامل التي تتوقف عليها ق.د. ك التأثيرية عند أي لحظة:

\* من المعادلة (4) يتضح أن العوامل هي:

(1) مساحة الملف (س): حيث ق  $\propto$  س

أي تتناسب ق طردياً مع مساحة الملف.

(2) كثافة الفيض (ب): حيث ق  $\propto$  ب

أي تتناسب ق طردياً مع كثافة الفيض المغناطيسي.

(3) عدد لفات الملف (ن) : حيث ق  $\propto$  ن

أي تتناسب ق طردياً مع عدد لفات الملف.

(4) السرعة الزاوية للملف ( $\omega$ ) : حيث ق  $\propto$   $\omega$

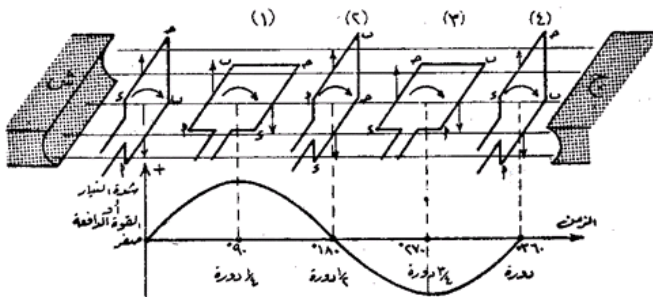
أي تتناسب ق طردياً مع السرعة الزاوية لدوران الملف.

(5) جيب الزاوية بين وضع الملف في هذه

اللحظة والوضع العمودي (جا  $\omega z$ ):

حيث ق  $\propto$  جا  $\omega z$  أي تتناسب ق طردياً مع

جيب الزاوية.



التغيرات التي تطرأ على القوة الدافعة التأثيرية المتولدة في الملف خلال دورة كاملة:

(أ) عند بدء الدوران مستوى الملف عمودي على اتجاه المجال.

∴ لا يقطع خطوط الفيض ولا تتولد ق تأثيرية

$$\text{حيث } \phi = \text{ق} \times \text{جا } \omega z$$

$$\therefore \omega z = \text{صفر}$$

$$\therefore \text{جا } \omega z = \text{صفر}$$

$$\therefore \text{ق} = \text{صفر}$$

(ب) باستمرار الدوران تزداد ق حتى يصبح مستوى الملف موازي لخطوط الفيض وذلك

$$\text{بعد } \frac{1}{4} \text{ دورة.}$$

$$\therefore \omega z = 90^\circ \therefore \text{جا } \omega z = 1 \therefore \text{ق} = \text{ق} \text{ (نهاية عظمى)}$$

(ج) باستمرار الدوران تقل ق حتى تنعدم عندما يكون مستواه عمودياً على اتجاه المجال

$$\text{وذلك بعد } \frac{1}{2} \text{ دورة.}$$

$$\therefore \omega z = 180^\circ \therefore \text{جا } \omega z = -1 \therefore \text{ق} = -\text{ق} \text{ (صفر)}$$

(د) باستمرار الدوران يتغير اتجاه التيار في الملف وتزداد ق حتى تصبح نهاية عظمى

$$\text{وذلك بعد } \frac{3}{4} \text{ دورة.}$$

$$\therefore \omega z = 270^\circ \therefore \text{جا } \omega z = -1 \therefore \text{ق} = -\text{ق} \text{ (صفر)}$$

(هـ) باستمرار الدوران تقل ق حتى تنعدم (دورة كاملة):

$$\therefore \omega z = 360^\circ \therefore \text{جا } \omega z = \text{صفر} \therefore \text{ق} = \text{ق} \text{ (صفر)}$$

ويتكرر ذلك في كل دورة لذلك يطلق على التيار الناتج اسم التيار المتردد (A.C)

عندما يكون مستوى الملف موازي لخطوط الفيض فإن معدل القطع للخطوط يكون أكبر ما

يمكن والقوة الدافعة المتولدة نهاية عظمى.

عندما يكون مستوى الملف عمودي على خطوط الفيض فإن معدل القطع يكون صفر

والقوة الدافعة المتولدة صفر

## لحل المسائل

(١) السرعة الزاوية  $\omega = 2\pi f$ .

حيث: ( $f$ ) التردد وهو عدد دورات ملف: الدينامو حول محورة في الثانية الواحدة:  $\pi = \frac{22}{7}$

(٢) لحساب الزاوية ( $\theta$ ) بالتقدير السيني:

$$\boxed{\theta = \omega z = 2\pi f z}$$

فإن: حيث  $\pi = 180^\circ$  بالتقدير السيني

(٣) في حالة إعطاء سرعة خطية ( $v$ ):

$$\boxed{\frac{v}{r} = \omega}$$

حيث  $\frac{v}{r} = \omega$  عرض الملف (م)

مثال (١):

ملف دينامو مستطيل الشكل طوله ٥٠ سم وعرضه ٢٠ سم مكون من ٥٠٠ لفة يدور حول محور مواز لطوله بسرعة ٥٠ دورة في الثانية في مجال مغناطيسي كثافة فيضه

٠.٠١٤ تسلا احسب: أقصى قوة دافعة نحصل عليها؟ (القوة الدافعة بعد  $\frac{1}{4}$  دورة -  $\frac{3}{4}$  دورة). القوة الدافعة عندما يميل مستواه على العمودي على المجال بزاوية ٥٣٠؟ (القوة الدافعة بعد  $\frac{1}{12}$  دورة)

الإجابة النموذجية :

$$n = 500 = 210 \times 5 \quad s = 50 \times 20 \times 10^{-4} = 10^{-2} \text{ م}$$

$$f = 50 \text{ هرتز} \quad b = 0.014 = 14 \times 10^{-3} \text{ تسلا}$$

$$(1) \quad \text{قع} = ? \quad (\omega z = \frac{1}{4} \text{ دورة} = \frac{1}{4} \times 360 = 90)$$

$$\therefore \text{قع} = s \times b \times n \times \omega \leftarrow \text{قع} = s \times b \times n \times 2\pi f$$

$$\text{قع} = 10^{-2} \times 14 \times 10^{-3} \times 210 \times 5 \times 2 \times \frac{22}{7} \times 50 = 22000 \times \text{قع} = 210$$

$\therefore \text{قع} = 220$  فولت.

$$(2) \quad \omega z = 30 \quad \text{ق لحظية} = ? \quad (\omega z = \frac{1}{12} \times 360 = 30)$$

$$\therefore \text{ق} = \text{قع} \times \text{جا} \omega$$

$$\therefore \text{ق} = \frac{1}{2} \times 220 = 110 \text{ فولت}$$

مثال (٢):

ملف دينامو مستطيل أبعاده ٢٠، ١٠ سم مكون من ١٠٠٠ لفة يدور حول محور لطوله بسرعة ٤٥٠٠ دورة في دقيقة ونصف في مجال مغناطيسي كثافة فيضه ٠.٠٧ تسلا احسب: (١) النهاية العظمى للقوة الدافعة المتولدة فيه.

(٢) القوة الدافعة المتولدة بعد 300 ثانية من بدء الدوران.

(٣) القوة الدافعة العظمى عندما يتحرك بسرعة خطية ٢٤ م/ث.

الإجابة النموذجية :

$$\text{س} = 10 \times 20 \times 10^{-2} = 2 \text{ م}^2$$

$$\text{ن} = 1000 = 10^3 \text{ لفة}$$

$$f = \frac{4500 \text{ دورة}}{60 \times 15 \text{ دقيقة}} = \frac{4500}{90} = 50 \text{ هرتز} = 10 \times 7 \text{ تسلا}$$

$$\text{ق} = \text{ق} \omega = 2 \times 10^3 \times 50 = 10^5 \text{ فولت}$$

$$\text{ق} = \text{س} \times \text{ب} \times \text{ن} \times \omega = \text{ق} \leftarrow \text{ق} = \text{س} \times \text{ب} \times \text{ن} \times \pi^2 f$$

$$\text{ق} = 2 \times 10^3 \times 7 \times 10^3 \times 50 = 7 \times 10^8 \text{ فولت}$$

$$\text{ق} = 10^5 \times 440 = 44000 \text{ فولت}$$

$$\text{ز} = \frac{1}{300} \omega = \text{ق} \leftarrow \text{ق} = \text{س} \times \text{ب} \times \text{ن} \times \omega$$

$$\omega = \frac{1}{300} \times 50 \times 180 \times 2 = 60^\circ$$

$$\text{ق} = \text{ق} \times \text{جا} \omega = \text{ق} \leftarrow \text{ق} = \frac{3}{2} \times 440 = 660 \text{ فولت}$$

$$\text{ع} = 24 \text{ م/ث} \quad \omega = \text{ق} \leftarrow \text{ق} = \text{س} \times \text{ب} \times \text{ن} \times \omega$$

$$\omega = \frac{24}{2 \times 10 \times \frac{10}{2}} = \frac{24}{100} = 0.24 \text{ راد/ث} = 80^\circ = \frac{2400}{5} = \frac{2 \times 10 \times 24}{5}$$

$$\therefore \text{ق} = \text{س} \times \text{ب} \times \text{ن} \times \omega = 2 \times 10^3 \times 7 \times 10^3 \times 0.24 = 336000 \text{ فولت}$$

مصطلحات متعلقة بالتيار المتردد:

الذبذبة الكاملة (الدورة / الاهتزاز) للتيار المتردد:

هي التغير الذي يحدث للتيار المتردد أثناء دوران ملف مولده دورة كاملة.

زمن الذبذبة (الزمن الدوري ز):



هو الزمن الذي يستغرقه حدوث دورة كاملة لملف الدينامو أو حدوث ذبذبة كاملة للتيار المتردد.

التردد ( f ):

هو عدد الذبذبات التي يعملها التيار المتردد في الثانية الواحدة، ويساوي نفس عدد دورات الملف المولد له في الثانية الواحدة.

$$\text{حيث: } f = \frac{1}{T} \text{ هيرتز (Hz)}$$

ملاحظات:

(١) يتوقف تردد التيار الذي يولده الدينامو على عدد دورات الملف في الثانية.

$$f = \frac{\text{عدد الدورات}}{\text{الزمن بالثواني}} = \frac{\omega}{\pi 2} \text{ هرتز (ذ/ث)}$$

(٢) عدد مرات وصول شدة التيار المتردد إلى الصفر في الثانية =  $f \times 2 + 1$

مثال (٣):

ما معنى قولنا أن تردد التيار في صنعاء ٥٠ هرتز؟ ثم احسب عدد مرات وصول شدة التيار للصفر.

ومنها استنتج لماذا لا نلاحظ انطفاء المصابيح في المنازل عند وصول شدته للصفر. الإجابة النموذجية :

أي أن عدد (الدورات) التي يعملها التيار المتردد في الثانية الواحدة ٥٠ دورة.

$$\text{عدد المرات} = 1 + f \times 2 = 1 + 50 \times 2 = 101 \text{ مرة/ث}$$

التعليق: لكبر التردد وصغر الزمن وحدث ظاهرة مداومة الرؤية

(تحدث عندما يكون  $f < 16$  هرتز)

القيمة الفعالة للتيار المتردد:

(١) تختلف قيمة التيار المتردد بالزيادة أو النقص باستمرار من لحظة إلى أخرى تبعاً

لمنحنى جيبى.

(٢) لذا تقاس شدة التيار المتردد بقيمة تكافئها من التيار المستمر تُعرف بالقيمة الفعالة

للتيار المتردد.

٣) وأساس تقديرها أنه إذا تساوت الطاقة الحرارية التي يولدها تيار متردد في زمن معين والطاقة الحرارية التي يولدها تيار مستمر في نفس الزمن في نفس الموصل فإن شدة التيار المستمر المار في الموصل هي ما نسميه: (بالقيمة الفعالة للتيار المتردد).

### تعريف القيمة الفعالة للتيار المتردد:

هي قيمة التيار المستمر الذي يولد نفس الطاقة الحرارية التي يولدها التيار المتردد عند مرورهم في نفس الموصل ولنفس الزمن.  
معنى قولنا أن القيمة الفعالة للتيار المتردد ٢ أمبير أي أن تيار مستمر شدته ٢ أمبير يولد نفس الطاقة الحرارية التي يولدها هذا التيار المتردد عند مرورهم في نفس الموصل ولنفس الزمن.  
حساب القيمة الفعالة للتيار المتردد:  
أمكن رياضياً إثبات أن:

$$\frac{\text{النهاية العظمى لشدته}}{2\sqrt{I}} = \text{القيمة الفعالة للتيار المتردد} = \frac{I_{\text{ع}}}{2\sqrt{I}} \therefore I_{\text{فعاله}} = \frac{I_{\text{ع}}}{2}$$

$$\frac{1414}{2} \times I_{\text{ع}} = 2\sqrt{I} \times I_{\text{ع}} = \frac{2\sqrt{I}}{2\sqrt{I}} \times \frac{I_{\text{ع}}}{2\sqrt{I}} = I_{\text{ع}} \therefore I_{\text{فعاله}} = 0.707 \times I_{\text{ع}}$$

$$\text{وبالمثل: } I_{\text{فعاله}} = \frac{I_{\text{ع}}}{2\sqrt{I}}, \text{ } I_{\text{فعاله}} = 0.707 \times I_{\text{ع}}$$

مثال (٤):

إذا كانت القوة الدافعة العظمى المتولدة في ملف دينامو ١٠٠ فولت فاحسب القيمة الفعالة لها؟

الإجابة النموذجية :

$$I_{\text{ع}} = \frac{2\sqrt{I} \times 100}{2\sqrt{I}} = \frac{100}{2\sqrt{I}} = I_{\text{ع}} \therefore I_{\text{ع}} = 70.7 \text{ فولت.}$$

مثال (٥):

تيار قيمته الفعالة ٣.٥٣٥ أمبير. احسب النهاية العظمى لشدته.

### الإجابة النموذجية :

$$ت = 3.535 = ٠.٧٠٧ \times ت \Leftarrow ت = \frac{3,535}{,707} = ٥ \text{ أمبير.}$$

مثال (٦):

ملف دينامو مستطيل الشكل أبعاده ٥٠ ، ٢٠ سم مكون من ٥٠٠ لفة موضوع في مجال مغناطيسي كثافة فيضه ٠.٠١٤ تسلا فإذا تولدت فيه ق.د.ك فعالة ٢١١٠ فولت فاحسب:

(١) أقل سرعة يجب أن يدور بها الملف.

(٢) القوة الدافعة المتولدة عندما يدور ملفه بزاوية ٥٣٠.

### الإجابة النموذجية :

$$س = ٢٠ \times ٥٠ = ١٠٠٠ \text{ م}^2$$

$$ن = ١٠ \times ٥ = ٥٠٠ \text{ لفة}$$

$$ت = ١٤ \times ١٠ = ١٤٠ \text{ تسلا}$$

$$ق \text{ فعالة} = ١١٠ = ٢ \text{ } \omega = ٣٠^\circ \text{ ؟ ق لحظية} = ؟$$

$$(١) ق = \frac{٤}{2} = ١١٠ \Leftarrow \frac{٤}{2} = ١١٠ \Leftarrow ق = ٢٢٠ \text{ فولت}$$

$$\therefore ق = س \times ن \times ب \times \omega \Leftarrow ق = س \times ن \times ب \times f \pi$$

$$٢٢٠ = ١٠ \times ١٤ \times ١٠ \times ٢ \times \frac{22}{7} \times f$$

$$٢٢٠ = ١٠ \times ٤٤٠ \times f$$

$$f = \frac{220}{2 \times 10 \times 440} = \frac{10}{2} = \frac{100}{2} = ٥٠ \text{ هرتز.}$$

$$(٢) \therefore ق = ق \times \omega$$

$$ق \text{ لحظية} = \frac{1}{2} \times ٢٢٠ = ١١٠ \text{ فولت.}$$

مميزات التيار المتردد عن التيار المستمر:

١. أجهزة الحصول عليه أرخص ثمناً وأبسط تركيباً من أجهزة المستمر.
٢. يمكن رفع أو خفض قوته الدافعة باستخدام المحولات الكهربائية بحسب حاجة الإنسان لاستخدامه.
٣. يمكن تقويمه أي تحويله إلى تيار مستمر يستخدم في التحليل / الطلاء الكهربائي.
٤. تكاليف نقله منخفضة.
٥. ينقل عبر أسلاك من محطات توليده إلى أماكن استخدامه دون فقد يذكر في الطاقة.
٦. يمر في الدوائر التي بها مكثفات بينما لا يمر التيار المستمر إلا لحظياً.

عيوبه :

ضعف شدته أو زيادتها فجأة مما يؤدي لاحتراق الأجهزة الكهربائية.

وجه الاتفاق بين التيار المتردد / التيار المستمر.

ينتقا في توليدهما طاقة حرارية عند مرورهم في الموصلات الكهربائية.

قياس شدة التيار المتردد:

لا يستخدم الأميتر العادي (أو الأميتر ذو الملف المتحرك) في قياس شدة التيار المتردد  
(علل)

لأن عمله مبني على ثبوت اتجاه التيار المار فيه بينما التيار المتردد متغير الاتجاه.  
ولذا يستخدم جهاز الأميتر الحراري لقياس شدة التيار المتردد وتبني فكرته على التأثير  
الحراري.

الأميتر الحراري

وظيفته :

١. قياس القيمة الفعالة للتيار المتردد أي قياس شدة التيار المتردد.

٢. قياس شدة التيار المستمر.

نظرية (فكرة) عمله:

بني عمله على فكرة التأثير الحراري للتيار الكهربائي.

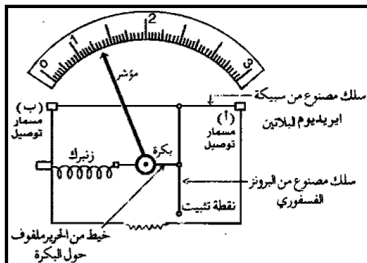
بمعنى عند مرور تيار كهربائي في موصل فإنه تتولد فيه طاقة حرارية لا تتوقف على اتجاه

التيار بل على شدته ولذا يقيس التيار بنوعية متردد/

مستمر .

تركيبه:

كما بالرسم:



## شرح عمله:

١. يوصل الأميتر الحراري في الدائرة الكهربائية على التوالي مع مصدر التيار المتردد (أو المستمر).
٢. عند مرور التيار في السلك (أ ب) فإنه يسخن وترتفع درجة حرارته ويرتخي فيقوم الزنبرك بشد خيط الحرير نحوه فتدور البكرة ومعها المؤشر ببطء.
٣. بعد فترة زمنية يقف التمدد ويثبت المؤشر عند قراءة هي القيمة الفعالة للتيار المتردد.
٤. عند قطع التيار فإن السلك يبرد وينكمش هو والبرونز فيشد خيط الحرير لليمين فيعود المؤشر إلى صفر التدريج ببطء.

## تدريج الأميتر الحراري:

١. يدرج بمقارنته بأميتر ذي الملف المتحرك عندما يوصل معه على التوالي ثم يمر فيهما تيار مستمر ونعين قراءات الأميتر ونسجلها أمام مؤشر الأميتر الحراري.
٢. بذلك أمكن معايرة تدريج الأميتر الحراري لقياس شدة التيار المتردد وشدة التيار المستمر.

## تعليقات

- ١) تدرج الأميتر الحراري غير متساوية الأبعاد (التدريج غير منتظم). لأن كمية الحرارة المتولدة فيه تتناسب طردياً مع مربع شدة التيار وليس مع شدة التيار (ح  $\alpha$  ت<sup>٢</sup>)
- ٢) يتحرك مؤشر الاميتر ببطء سواءً عند مرور التيار أو عند قطعة. لأنه لا بد من فترة زمنية تتساوى فيها الحرارة المتولدة مع الحرارة المفقودة منه في الهواء المحيط به حتى يقف التمدد ويثبت المؤشر.
- ٣) سلك التسخين في الأميتر الحراري من سبيكة إيريديوم بلاتين. لأن مقاومتها النوعية عالية فتتمدد بمقدار ملحوظ عند مرور التيار الكهربائي فيها حتى الضعيف منها.

## مميزاته:

- ١) يصلح لقياس التيار المتردد والمستمر.

(٢) لا يتوقف عمله على اتجاه التيار المار فيه على شدته.

**عيوبه:**

(١) يتحرك مؤشره ببطء سواء عند مرور التيار أو عند قطعة.

(٢) يتأثر عمله بدرجة حرارة الجو المحيط به (اختلاف درجة حرارة الجو عن درجة

حرارة تدريج الجهاز) مما يسبب خطأ في قراءة الأميتر.

## علاجه:

يشد سلك التسخين (ايريديوم البلاطين) على لوحة لها نفس معامل تمدده مع عازلة عنها لعلاج تأثير عمله بدرجة حرارة الجو المحيط به فلا تتأثر قراءته بدرجة حرارة الجو مهما ارتفعت أو انخفضت.

## دوائر التيار المتردد

تحتوي دوائر التيار المتردد عادة على:

(١) مقاومات أومية. (٢) ملفات. (٣) مكثفات.

ولكل من هذه المكونات تأثير على شدة التيار المتردد وجهده.

(١) دائرة تحتوي على مقاومة أومية عديمة الحث:

(أ) عند مرور التيار في مقاومة أومية فإنه يلاقي مقاومة تتوقف على طول

السلك / مساحة مقطعة / نوع مادته حيث  $(\rho = \frac{L \times m}{S})$  أوم

ونتيجة لذلك تفقد طاقة كهربية تظهر على شكل طاقة حرارية في السلك نتيجة المقاومة.

(ب) تكون شدة التيار وفرق الجهد (ق.د. ك للمصدر) متفقين في الطور:

أي يمر منحنى كل منهما بالنهايات العظمى والصغرى في نفس الوقت وفي نفس الاتجاه فتكون لهما نفس زاوية الطور.

(ج) تتعين شدة التيار في أي لحظة من العلاقة  $t = \frac{Q}{I}$  أمبير.

(٢) دائرة تحتوي على مكثف:

**المكثف:**

أداة لتخزين الشحنات الكهربائية ويستخدم في الأجهزة الإلكترونية.

حيث: سعة المكثف =  $\frac{\text{الشحنة}}{\text{فرق الجهد}}$

∴ سع =  $\frac{\text{ش}}{\text{ج}}$  فاراد

وعرفنا من مميزات التيار المتردد أنه يمر في المكثفات بينما لا يمر التيار المستمر في المكثفات فما السبب في ذلك؟

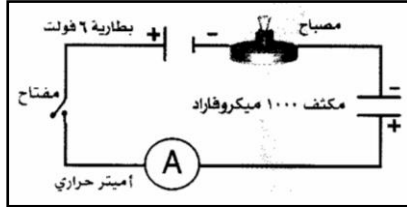
**للإجابة نقوم بالنشاط التالي:**

# التيار الكهربى المتردد يمر بين لوحي المكثف بينما لا يمر التيار المستمر

## التجربة:

### خطوات التجربة:

- 1) نصل الدائرة الكهربائية كما بالشكل على التوالى.
- 2) أغلق الدائرة الكهربائية بواسطة المفتاح نلاحظ عدم إضاءة المصباح.
- 3) استبدل البطارية السابقة بمصدر تيار متردد باستخدام محول خافض للجهد قوته الدافعة 6 فولت ثم أغلق الدائرة نلاحظ إضاءة المصباح.



### الاستنتاج:

1) في حالة التيار المستمر: يمر تيار لحظى يشحن المكثف فيتكون فرق جهد بين لوحي المكثف يزداد حتى يصبح يساوي ويضاد فرق الجهد بين قطبي البطارية فينعدم مرور التيار بعد فترة قصيرة جداً لا تكفى لتسخين فتيلة المصباح حتى يضيء.

2) في حالة التيار المتردد: يمر تيار كهربى لحظى في اتجاه ما يشحن المكثف وعندما ينعكس اتجاه التيار المتردد فإن المكثف يفرغ شحنته ثم يعاد شحنه في الاتجاه المعاكس وهكذا فتستمر إضاءة المصباح لمرور تيارات الشحن والتفريغ في الدائرة الكهربائية.

### ملاحظة:

لا يمر التيار المستمر أو التيار المتردد خلال لوحي المكثف لوجود مادة عازلة بينهما وإنما يمر التيار من أحد لوحي المكثف إلى اللوح الآخر المتصل بالدائرة الخارجية فقط.

## العلاقة بين شدة التيار وسعة المكثف

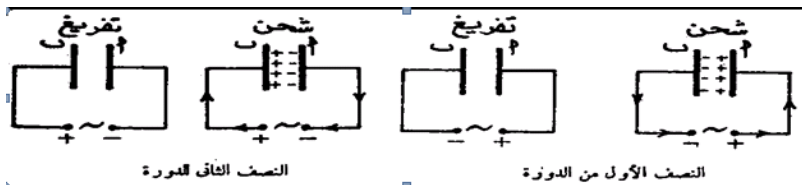
### تجربة:

- 1) نكون الدائرة الكهربائية السابقة في وجود مصدر التيار المتردد.
- 2) نغلق الدائرة الكهربائية بالمفتاح نلاحظ إضاءة المصباح شديدة.
- 3) نستبدل المكثف الذي سعته 1000 ميكروفاراد بمكثف آخر سعته أقل 100 ميكروفاراد نلاحظ أن إضاءة المصباح تقل.

### الاستنتاج:

- 1) كلما زادت سعة المكثف فإن تيارات الشحن والتفريغ تزداد فتزداد قدرته على إمرار التيار المتردد أي تقل مقاومته.
- 2) كلما قلت سعة المكثف فإن تيارات الشحن والتفريغ تقل فتقل قدرته على إمرار التيار المتردد أي تزداد مقاومته.
- 3) المقاومة التي يبديها المكثف لمرور التيار الكهربى المتردد تسمى المفاعلة السعوية.

## تفسير مرور التيار المتردد في المكثف:



عند توصيل لوحي مكثف بمصدر تيار متردد نلاحظ:

- 1) في النصف الأول من الدورة: يشحن المكثف تدريجياً حتى يصل فرق الجهد بين لوحيه إلى قيمة عظمى (ج=ج) أي مساوي للنهاية العظمى للقوة الدافعة للمصدر (ق.د.ك) وتكون الشحنات عليه أعلى ما يمكن فيتوقف الشحن وينعدم التيار (ت = صفر).

ثم تبدأ (ق. د. ك) للمصدر في الهبوط ويفرغ المكثف شحنته حتى تصل القوة الدافعة للصفر فيصل جهد المكثف للصفر أيضاً (ج = صفر) فيكون معدل التفريغ أي التيار أكبر ما يمكن أي قيمة عظمى (ت = ت ع).

(٢) في النصف الثاني من الدورة: يسري تيار في اتجاه معاكس ويشحن المكثف ثانية في الاتجاه المضاد حتى يصل فرق جهده إلى نهاية عظمى تساوي ق للمصدر (ج = -ج ع) فيتوقف الشحن وينعدم التيار ثم يبدأ جهده في الانخفاض ويفرغ شحنته حتى يصل التيار لقيمه عظمى (ت = - ت ع) عندما يكون المكثف مفرغ تماماً من الشحنات فيصبح جهده والقوة الدافعة للمصدر صفر وهكذا في كل الدورات.

أي يسمح المكثف بمرور التيار المتردد في الدائرة لحدوث عمليتي شحن وتفريغ =

علاقة الطور بين الجهد والتيار والشحنة الكهربائية في دائرة المكثف الكهربائي:

عند مرور تيار متردد في دائرة تحتوي على مكثف فإن:  
 (١) شدة التيار المتردد المار في أية لحظة تتناسب طردياً مع معدل التغير في شحنة المكثف أو جهده.

$$\boxed{ج = ج ع \times ج ا \omega z} \dots (١)$$

(٢) الشحنة الكهربائية على المكثف في أي لحظة زمنية تتعين من العلاقة:

$$ش = سع \times ج$$

بالتعويض من (١)  $ش = سع \times ج ع \times ج ا \omega z$

(٣) باشتقاق طرفي المعادلة بالنسبة للزمن:

$$\frac{د ش}{د ز} = سع \times \frac{د (ج ع \times ج ا \omega z)}{د ز}$$

$$\therefore \frac{د ش}{د ز} = سع \times ج ع \times ج ا \omega z$$

(٤)  $\therefore$  شدة التيار الكهربائي اللحظي (ت) المار في الدائرة تتعين من:

$$\therefore ت = \frac{د ش}{د ز}$$

$$\therefore ت = سع \times ج ع \times ج ا \omega z$$

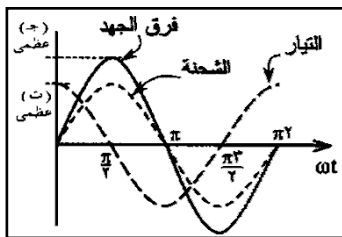
(٥) تكون شدة التيار المار قيمه عظمى عندما:

$$\omega z = صفر \quad \therefore ج ا \omega z = ١ \quad \therefore ت = ت ع$$

$$\therefore ت ع = سع \times ج ع$$

(٦)  $\therefore$  شدة التيار عند أي لحظة يمكن وضعها في الصورة التالية:

(٢) .....



$$\boxed{ت لحظة = ت ع \times ج ا \omega z}$$

وعند استخدام العلاقة المثلثية فإن:

$$ج ا \omega z = ج ا \left( \frac{\pi}{2} + \omega z \right)$$

$$\therefore ت لحظة = ت ع \times ج ا \left( \frac{\pi}{2} + \omega z \right)$$

ومن العلاقة (١)

$$\therefore ج لحظة = ج ع \times ج ا \omega z$$

$$\therefore ج لحظة = ج ع \times ج ا \left( \frac{\pi}{2} - \omega z \right)$$

$$\therefore ج ع = \frac{ت ع}{سع \omega}$$



٧) بمقارنة المعادلتين (١ ، ٢) يتضح أن الجهد بين طرفي المكثف في أي لحظة دالة في جيب الزاوية ( $\omega z$ ) بينما شدة التيار في أي لحظة في دائرة المكثف دالة في جيب تمام الزاوية ( $\cos \omega z$ ).

∴ منحني التيار يتقدم على منحني الجهد بزاوية طور ثابتة قيمتها  $\frac{\pi}{2}$  حيث ( $\omega z < \pi$ )

والشكل يوضح العلاقة البيانية للطور بين الشحنة الكهربائية (ش) وفرق الجهد الكهربائي بين لوحي المكثف (ج) وشدة التيار الكهربائي (ت).  
ومن المنحني يتضح أن التيار المتردد في المكثف يتقدم عن فرق جهده بزاوية طور مقدارها  $\frac{\pi}{2}$  (٩٠ أي  $\frac{1}{4}$  دورة).

## المفاعلة السعوية للمكثف:

### تعريف المفاعلة السعوية (م سع):

هي المقاومة (الممانعة) التي يلقاها التيار الكهربائي المتردد عند مروره في مكثف بسبب سعته

### الفرق بين المقاومة الأومية/المفاعلة السعوية

#### المقاومة الأومية:

تقاوم مرور التيار المتردد وتستنفذ (تحول) جزء من الطاقة الكهربائية على صورة طاقة حرارية.

#### المفاعلة السعوية:

تقاوم مرور التيار المتردد ولا تستنفذ أي جزء من الطاقة الكهربائية ولكنها تخزنها في صورة مجال كهربائي.

### حساب المفاعلة السعوية لمكثف (م سع).

(١) .....

$$\frac{I_{\text{عظمى}}}{U_{\text{عظمى}}} = \text{م سع} \quad \therefore$$

$$\omega \text{ سع ج ع} = \text{م سع} \quad \therefore$$

بالتعويض في (١)

$$\frac{I_{\text{عظمى}}}{\omega \text{ سع ج ع}} = \text{م سع} \quad \therefore$$

$$\frac{1}{\omega \text{ سع}} = \text{م سع} \quad \therefore$$

$$\omega = 2\pi f \text{ حيث } (f) \text{ التردد.} \quad \therefore$$

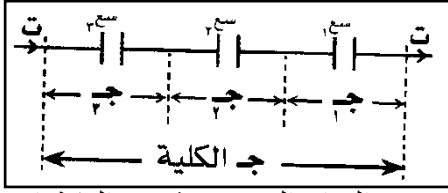
$$\therefore \text{م سع} = \frac{1}{2\pi f \text{ سع}} \quad \text{أوم.}$$

### العوامل التي تتوقف عليها المفاعلة السعوية:

- (١) تردد التيار ( $f$ ): (م سع) تتناسب عكسياً مع ( $f$ ). أي كلما زاد التردد قلت المفاعلة السعوية.
- (٢) سعة المكثف (سع): (م سع) تتناسب عكسياً مع (سع). أي كلما زادت سعة المكثف قلت المفاعلة السعوية والعكس صحيح.

## المفاعلة السعوية الكلية لعدة مكثفات متصلة معاً:

أولاً: على التوالي



بفرض ثلاثة مكثفات سعاتها (سع 1 ، سع 2 ، سع 3) متصلة معاً على التوالي بدائرة كهربائية كما بالشكل وعند مرور التيار المتردد تشحن المكثفات بشحنات متساوية (ش) كولوم فإذا كانت فروق الجهد لها على الترتيب هي ج 1 ، ج 2 ، ج 3.

$$\therefore ج = ج 1 + ج 2 + ج 3$$

$$\therefore ج = \frac{ش}{سع}$$

$$\therefore \frac{ش}{سع} = \frac{ش}{سع 1} + \frac{ش}{سع 2} + \frac{ش}{سع 3} \leftarrow \frac{ش}{سع} = \left( \frac{1}{سع 1} + \frac{1}{سع 2} + \frac{1}{سع 3} \right) ش$$

$$\therefore \frac{1}{سع} = \frac{1}{سع 1} + \frac{1}{سع 2} + \frac{1}{سع 3}$$

ومنها نوجد المفاعلة السعوية الكلية من العلاقة:  $م سع ك = \frac{1}{سع ك f \pi 2}$  أوم.

### ملاحظات:

- (١) نقل السعة الكلية فتزداد المفاعلة السعوية فتقل شدة التيار في حالة التوصيل على التوالي.
- (٢) إذا كانت المكثفات متساوية السعة وسعة كلاً منها (سع ١) وعددها (ن).

$$\therefore سع ك = \frac{1 سع}{ن} \text{ فاراد}$$

- (٣) في حالة مكثفين فقط.  $\therefore سع ك = \frac{2 سع \times 1 سع}{2 سع + 1 سع}$  فاراد

## ثانياً: على التوازي:

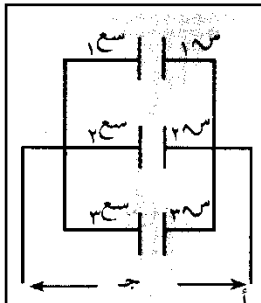
بفرض توصيل المكثفات الثلاثة السابقة على التوازي بمصدر تيار كهربائي متردد جهده (ج) كما بالشكل فإن شحناتها هي ش 1 ، ش 2 ، ش 3 على الترتيب وتكون جهودها متساوية.

$$\therefore ش = ش 1 + ش 2 + ش 3$$

$$\therefore ش = سع \times ج$$

$$\therefore سع ك \times ج = سع 1 \times ج + سع 2 \times ج + سع 3 \times ج$$

$$سع ك \times ج = ج (سع 1 + سع 2 + سع 3)$$



أوم.

ومنها نوجد المفاعلة السعوية الكلية من العلاقة:  $م سع ك = \frac{1}{سع ك f \pi 2}$

### ملاحظات:

- (١) تزداد السعة الكلية فتقل المفاعلة السعوية فيزداد شدة التيار.
- (٢) إذا تساوت السعة.  $\therefore سع ك = سع 1 \times ن$  فاراد

٣) وحدات قياس السعة الكهربية لمكثف:

- (أ) الفاراد (F)  
 (ب) مللي فاراد (mF) =  $10^{-3}$  فاراد.  
 (ج) ميكروفاراد ( $\mu f$ ) =  $10^{-6}$  فاراد.  
 (د) بيكوفاراد =  $10^{-12}$  فاراد.

## ملاحظات هامة لحل المسائل:

(١) حساب شدة التيار في الدائرة:

الخطوات:

أ) نوجد السعة الكلية سعك ← توالي حسب المعطى في المسألة كما سبق.

ب) نوجد المفاعلة السعوية الكلية: م سعك =  $\frac{1}{2\pi f \text{ سعك}}$  ← توازي

ج) نوجد شدة التيار ت =  $\frac{ق}{م}$  مع ملاحظة ت، ق } أما عظمى  
 أو فعالة  
 (٢) إذا طلب منك فرق الجهد بين طرفي كل مكثف (في حالة التوصيل على التوالي) شدة التيار في كل مكثف (في حالة التوصيل على التوازي).

الخطوات:

أ) نوجد مفاعلة كل مكثف على حدة: م سعك =  $\frac{1}{2\pi f \text{ سعك}}$

ب) نوجد الجهد في كل مكثف: ح = ت × م سعك

ج) نوجد التيار في كل مكثف: ت =  $\frac{ح}{م سعك}$

## مثال (٧):

مكثف سعته ٧ ميكروفاراد يتصل بمصدر تيار متردد قوته الدافعة العظمى ٢٠٠ فولت تردده

٥٠ هرتز احسب: (١) شدة التيار العظمى.

(٢) القيمة الفعالة لشدة التيار.

الإجابة النموذجية:

سع = ٧ ميكروفاراد =  $7 \times 10^{-6}$  فاراد ق = ٢٠٠ ت ع = ؟ ت فعالة = ؟

$$(١) \therefore م سع = \frac{1}{2\pi f \text{ سع}} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 7 \times 10^{-6}} = \frac{1}{6.28 \times 10 \times 2200}$$

$$م سع = \frac{1}{4 \times 10 \times 22} = \frac{410}{22} \text{ أوم}$$

$$\therefore ت ع = \frac{ق ع}{م سع} = \frac{200}{\frac{410}{22}} = \frac{22 \times 200}{410} = \frac{44}{100} = 0.44 \text{ أمبير.}$$

$$(٢) \therefore ت = ت ع \times 0.707 = 0.44 \times 0.707 = 0.311 \text{ أمبير}$$

## مثال (٨):

مكثف يتصل بمصدر تيار متردد قوته الدافعة الفعالة ١١٠ فولت يدور ملفه بسرعة ٣١٥٠ دورة في دقيقة ونصف فمر تيار شدته العظمى ٠.٤ أمبير احسب سعة المكثف.

الإجابة النموذجية:

$$ق\ فعاله = 110 = \sqrt{2} \times \frac{3150}{60 \times 15} = \sqrt{2} \times \frac{3150}{90} = 35 \text{ هرتز}$$

$$ت\ ع = 0.4 = \text{سع} \quad ؟ = \text{سع}$$

$$\therefore ق\ فعاله = \frac{ع\ ق}{2} = 110 \times \sqrt{2} = \frac{ع\ ق}{2}$$

$$ق\ ع = 110 \times \sqrt{2} = 2 \times 110 = 220 \text{ فولت}$$

$$\therefore ت\ ع = \frac{ع\ ق}{م\ سع} = 0.4 = \frac{220}{م\ سع} \Rightarrow م\ سع = \frac{220}{4} = 55 \text{ أوم}$$

$$\therefore م\ سع = \frac{1}{2\pi f \text{ سع}} = 55 \Rightarrow \frac{1}{2\pi \times 35 \times \frac{22}{7} \times 2} = 55$$

$$\text{سع} = \frac{1}{550 \times 220} = \frac{1}{121000} \text{ فاراد}$$

## مثال (٩):

٣ مكثفات سعاتها ٢٠ ، ٤٠ ، ٦٠ ميكروفاراد تتصل بمصدر تيار متردد جهده ٢٠٠ فولت تردده ٣٥ هرتز. احسب شدة التيار المار إذا وصلت:

(١) على التوالي. (٢) على التوازي. وقارن بينهم؟

الإجابة النموذجية:

$$\begin{aligned} \text{سع} = 20 & \quad \text{سع} = 40 & \quad \text{سع} = 60 \\ \text{ق} = 200 & \quad \text{ق} = 35 & \quad \text{ق} = 35 \end{aligned}$$

$$(١) \text{ على التوالي: } \frac{1}{\frac{1}{60} + \frac{1}{40} + \frac{1}{20}} = \frac{1}{\frac{1}{3} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1}} = \frac{1}{\frac{1}{3} + \frac{1}{2} + \frac{1}{1}} = \frac{1}{\frac{11}{6}} = \frac{6}{11} \text{ ميكروفاراد}$$

$$\frac{1}{\frac{6}{11}} = \frac{11}{6} = \frac{5.5}{60} = \frac{1}{\text{سع}ك} \Rightarrow \text{سع}ك = \frac{5.5}{60} = \frac{11}{120} \text{ ميكروفاراد}$$

$$\therefore \text{سع}ك = \frac{120}{11} \times 10^{-6} \text{ فاراد}$$

$$\therefore م\ سعك = \frac{1}{2\pi f \text{ سع}ك} = \frac{1}{2\pi \times 35 \times \frac{120}{11} \times 10^{-6}} = \frac{1}{6 \times 10 \times 2400} = \frac{1}{4 \times 10 \times 24} = \frac{410}{24} \text{ أوم}$$

$$\therefore ت = \frac{ق}{م\ سع} = \frac{200}{\frac{410}{24}} = \frac{24 \times 200}{410} = \frac{48}{100} = 0.48 \text{ أمبير.}$$

(٢) على التوازي: سعك = سع١ + سع٢ + سع٣

$$\therefore \text{سع}ك = 20 + 40 + 60 = 120 \text{ ميكروفاراد} = 120 \times 10^{-6} \text{ فاراد}$$

$$\text{م\ سع}ك = \frac{1}{2\pi f \text{ سع}ك} = \frac{1}{2\pi \times 35 \times \frac{22}{7} \times 120 \times 10^{-6}} = \frac{1}{6 \times 10 \times 26400}$$

$$\text{م\ سع}ك = \frac{410}{264} \text{ أوم.}$$

$$ت = \frac{ق}{م \text{ سعك}} = \frac{200}{\frac{410}{264}} = \frac{264 \times 200}{10000} = \frac{528}{100} = 5.28 \text{ أمبير}$$

ت توازي < ت التوالي لأن مسع توازي > مسع التوالي.  
\* احسب فرق الجهد بين طرفي كل مكثف في حالة التوالي في المثال السابق.

$$مسع_1 = \frac{1}{\pi^2 f \text{ سع}_1} = \frac{1}{6^{-10} \times 20 \times 35 \times \frac{22}{7} \times 2} = \frac{1}{6^{-10} \times 4400} = \frac{410}{44} \text{ أوم}$$

$$مسع_2 = \frac{1}{\pi^2 f \text{ سع}_2} = \frac{1}{6^{-10} \times 40 \times 35 \times \frac{22}{7} \times 2} = \frac{1}{6^{-10} \times 8800} = \frac{410}{88} \text{ أوم}$$

$$مسع_3 = \frac{1}{\pi^2 f \text{ سع}_3} = \frac{1}{6^{-10} \times 60 \times 35 \times \frac{22}{7} \times 2} = \frac{1}{6^{-10} \times 13200} = \frac{410}{132} \text{ أوم}$$

$$ج_1 = ت \times مسع_1 = 0.48 \times \frac{410}{44} = \frac{10000 \times 48}{44} = \frac{4800}{44} = 109.09 \text{ فولت.}$$

$$ج_2 = ت \times مسع_2 = 0.48 \times \frac{410}{88} = \frac{10000 \times 48}{88} = \frac{4800}{88} = 54.54 \text{ فولت}$$

$$ج_3 = ت \times مسع_3 = 0.48 \times \frac{410}{132} = \frac{10000 \times 48}{132} = \frac{4800}{132} = 36.36 \text{ فولت.}$$

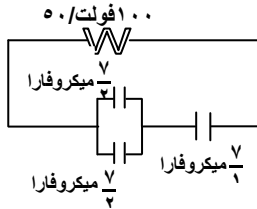
التأكد:  $ج = ج_1 + ج_2 + ج_3$

$$ج = 109.09 + 54.54 + 36.36 = 199.99 \approx 200 \text{ فولت} = ق$$

## مثال (١٠):

في الشكل المرسوم. احسب شدة التيار المار في الدائرة.

الإجابة النموذجية:



$$ق = 100 = f = 50 \text{ هرتز} ?$$

لاحظ: هناك مكثفان على التوازي نحسب سعتهما الكلية ثم مع المكثف الثالث يصبح التوصيل التوالي.

$$\text{المكثفان على التوازي: سعك} = \text{سع}_1 \times ن = \text{سعك} = 2 \times \frac{7}{22}$$

$$= \frac{7}{11} \text{ ميكروفاراد}$$

$$\text{المكثفان على التوالي: سعك} = \frac{\text{سع}}{ن} = \frac{\frac{7}{11}}{2}$$

$$\text{سعك} = \frac{7}{2 \times 11} = \frac{7}{22} \text{ ميكروفاراد} = 10^{-6} \times \frac{7}{22} \text{ فاراد}$$

$$مسعك = \frac{1}{\pi^2 f \text{ سعك}} = \frac{1}{6^{-10} \times \frac{22}{7} \times 50 \times \frac{7}{22} \times 2} = \frac{1}{6^{-10} \times 100} = \frac{1}{4^{-10}} \text{ أوم}$$

$$ت = \frac{ق}{م \text{ سعك}} = \frac{100}{\frac{100}{410}} = \frac{100}{10000} = \frac{100}{410} = 0.24 \text{ أمبير}$$

## مثال (١١):

وصل مكثف سعته  $\frac{100}{11}$  ميكروفاراد مع آخر سعته  $\frac{400}{10}$  ميكروفاراد على التوالي بمصدر تيار متردد

قوته الدافعة الفعالة ١٢٥ فولت فمر تيار شدته العظمى ٠.٤ أمبير احسب:

(١) تردد المصدر. (٢) فرق الجهد بين طرفي كل مكثف.

الإجابة النموذجية :

$$\text{سع}_1 = \frac{100}{11} \quad \text{سع}_2 = \frac{400}{11} \quad \text{ق فعالة} = 125 = \text{ت ع} = 0.4 \sqrt{2}$$

$$f = ? \quad \text{ج}_1 = ? \quad \text{ج}_2 = ?$$

$$\therefore \text{ت} = \frac{\text{ت ع}}{\sqrt{2}} = 0.4 \sqrt{2} = 0.56 \text{ أمبير}$$

$$(1) \therefore \text{ت فعالة} = \frac{\text{ق فعالة}}{\text{سع م}} = 0.4 \leftarrow \frac{125}{\text{سع م}} \leftarrow \frac{125}{4} = 312.5 \text{ أوم}$$

$$\therefore \text{سع ك} = \frac{\text{سع}_1 \times \text{سع}_2}{\text{سع}_1 + \text{سع}_2} \leftarrow \text{سع ك} = \frac{\frac{400}{11} \times \frac{100}{11}}{\frac{400}{11} + \frac{100}{11}} = \frac{400 \times 100}{500} = \frac{400}{5}$$

$$\text{سع ك} = \frac{80}{11} \text{ ميكروفاراد} = \frac{80}{11} \times 10^{-6} \text{ فاراد}$$

$$\therefore \text{سع ك} = \frac{1}{f \pi 2} \leftarrow 312.5 = \frac{1}{f \pi 2} \Rightarrow f = \frac{1}{312.5 \times 2 \times \pi} = \frac{1}{1000000} = 10^{-6} \text{ هرتز}$$

$$f = \frac{1}{312.5 \times 2 \times \pi} = \frac{1}{1000000} = 10^{-6} \text{ هرتز}$$

$$(2) \text{سع}_1 = \frac{1}{f \pi 2} = \frac{1}{10^{-6} \times \pi \times 2} = \frac{1}{6.28 \times 10^{-6}} = \frac{10^6}{6.28} = 159154.94 \text{ أوم}$$

$$\text{سع}_2 = \frac{1}{f \pi 2} = \frac{1}{10^{-6} \times \pi \times 2} = \frac{1}{6.28 \times 10^{-6}} = \frac{10^6}{6.28} = 159154.94 \text{ أوم}$$

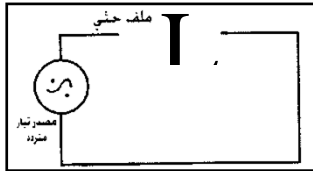
$$\therefore \text{ج}_1 = \text{ت} \times \text{سع}_1 = 0.4 \times 159154.94 = 63661.98 \text{ فولت}$$

$$\text{ج}_2 = \text{ت} \times \text{سع}_2 = 0.4 \times 159154.94 = 63661.98 \text{ فولت}$$

التأكد: ج = ج<sub>١</sub> + ج<sub>٢</sub> = 100 + 63661.98 = 63761.98 فولت

(٣) دائرة تحتوي على ملف حث:

(١) عند توصيل ملف حثه الذاتي (حث) هنري مهملة المقاومة الأومية بمصدر تيار متردد مع وضع أميتر وفولتيتر صفر تدريج كل منهما في المنتصف كما بالشكل



(٢) عند غلق الدائرة نجد أن فرق الجهد (ج) يصل إلى نهايته العظمى عندما تكون شدة التيار (ت) = صفر ثم يقل فرق الجهد تدريجياً حتى يساوي الصفر وعندئذ تصل قيمة شدة التيار إلى نهايته العظمى وهكذا.

(٣) عندئذ يقال أن فرق الجهد المتردد وشدة التيار المتردد ليس في

نفس الطور بل يختلفان في الطور بزاوية مقدارها  $\frac{\pi}{2}$  راديان =  $90^\circ$  عند مرور التيار في ملف

حث حيث يتقدم الجهد عن شدة التيار بزاوية طور  $\frac{\pi}{2}$  في الملف بعكس المكثف.

## التفسير:

عند مرور التيار المتردد في الملف فإنه يولد مجالاً مغناطيسيًا متغيراً فيتولد بالحث الذاتي في الملف (ق.د.ك) تأثيرية عكسية تقاوم القوة الدافعة الكهربائية للمصدر أي تمنع التيار المتردد في الملف وتسمى بالمفاعلة الحثية.

## علاقة الطور بين الجهد وشدة التيار في دائرة ملف حث:

(١) عند مرور تيار كهربائي متردد في الملف فإن شدته اللحظية (ت) في الملف تتعين من العلاقة:

$$(١) \dots\dots\dots$$

$$\boxed{ت = ت ع \times ج ا \omega ز}$$

(٢) تنشأ في الملف نتيجة مرور التيار (ق. د. ك) تأثيرية عكسية (ج) تتعين في أي لحظة من:

$$ج = - حث \times جتا \frac{ت}{د ز} \quad (\text{قانون فاراداي})$$

حيث الإشارة السالبة تعني أن اتجاه القوة العكسية مضاد لاتجاه القوة الدافعة للمصدر.

(٣) وحيث أن القوة المتولدة بالحث الذاتي (ج) تساوي مقداراً وتضاد اتجاهها القوة الدافعة للمصدر (د):

$$\therefore ج = - د$$

$$\therefore ج = حث \times \frac{د}{د ز}$$

(٤) وبالتعويض من (١) عن قيمة ت:

$$\therefore ج = حث \times \frac{(ت ع \times ج ا \omega ز)}{د ز}$$

$$\therefore ج = حث \omega ت ع \times جتا \omega ز$$

(٥) يكون فرق الجهد قيمة عظمى عندما:

$$\omega ز = \text{صفر} \quad \therefore جتا \omega ز = ١ \quad \therefore ج = ج ع$$

$$\therefore ج ع = حث \omega ت ع$$

(٦) فرق الجهد في أي لحظة يمكن وضعه في الصورة التالية:

$$(٢) \dots\dots\dots$$

$$\boxed{ج = ج ع \times جتا \omega ز}$$

ويمكن وضع العلاقة في الصورة:

$$ج = ج ع \times ج ا \left( \omega ز + \frac{\pi}{2} \right)$$

(٧) بمقارنة العلاقتين (١ ، ٢) يتضح أن التغير في الجهد يتبع دالة جيب التمام بينما التيار يتبع دالة الجيب.

∴ منحنى الجهد يتقدم على منحنى التيار بزاوية طور قيمتها  $\frac{\pi}{2}$

وفي الشكل يتضح أن:

فرق الجهد في الملف يتقدم عن التيار المتردد في الملف بزاوية طور مقدارها

$$\frac{\pi}{2} \quad (٩٠^\circ \text{ أي } \frac{1}{4} \text{ دورة})$$

## توضيح:

يبلغ فرق الجهد (د) نهايته العظمى عند الزاوية  $(\frac{\pi}{2} = ٩٠^\circ)$  بينما تبلغ شدة التيار (ت) النهاية

العظمى عند الزاوية  $(\pi = ١٨٠^\circ)$  ومعنى ذلك أن فرق الجهد يتقدم على شدة التيار بزاوية قدرها  $(٩٠^\circ)$ .

## المفاعلة الحثية للملف

### تعريف المفاعلة الحثية (محث)

هي المقاومة (الممانعة) التي يلاقيها التيار عند مروره في ملف بسبب حثه الذاتي.  
س/ ما الفرق بين المقاومة الأومية/ المفاعلة السعوية؟

### المقاومة الأومية:

تقاوم مرور التيار المتردد وتستنفذ طاقة كهربائية على صورة حرارة.

### المفاعلة الحثية:

تقاوم مرور التيار المتردد ولا تستنفذ طاقة كهربائية ولكنها تخزنها في صورة مجال مغناطيسي.

### حساب المفاعلة الحثية لملف (محث):

(١) .....

$$\frac{\epsilon}{t} = \text{محث} ::$$

جـ =  $\omega$  حث ت ع  
بالتعويض في (١)

$$\text{محث} = \frac{\epsilon \text{ حث ت}}{t} \leftarrow \text{محث} = \omega \times \text{حث}$$

$$\omega = f \pi^2 ::$$

$$\text{محث} = f \pi^2 \text{ حث} \text{ أوم.}$$

### العوامل التي تتوقف عليها المفاعلة الحثية:

(١) تردد التيار ( $f$ ): (محث) تتناسب طردياً مع ( $f$ ).

أي كلما زاد التردد زادت المفاعلة الحثية والعكس صحيح.

(٢) معامل الحث الذاتي (حث): (محث) تتناسب طردياً مع (حث).

أي كلما زاد الحث الذاتي للملف زادت المفاعلة الحثية والعكس.

### المفاعلة الحثية الكلية للتيار المتردد

### في عدة ملفات متصلة معاً:

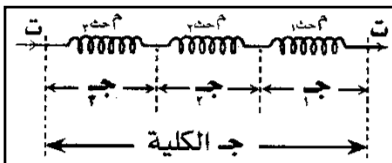
### أولاً: على التوالي:

كما في المقاومات الأومية فإن:

المفاعلة الحثية الكلية = مجموع مفاعلة الملفات كلاً على حدة

$$\text{محث ك} = \text{محث ١} + \text{محث ٢} + \text{محث ٣} \text{ أوم}$$

$$\text{صيغة أخرى: } \text{محث ك} = f \pi^2 \text{ حث ١} + f \pi^2 \text{ حث ٢} + f \pi^2 \text{ حث ٣}$$



$$\text{محث ك} = f \pi^2 (\text{حث ١} + \text{حث ٢} + \text{حث ٣})$$

$$\text{محث ك} = f \pi^2 \text{ حث ك}$$

(١) تزداد المفاعلة الكلية فيقل شدة التيار المار.

(٢) في حالة تساوي المفاعلة للملفات التي عددها ن:

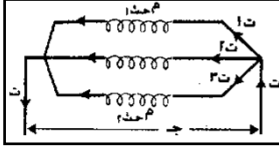
$$\text{محث ك} = \text{محث ١} \times \text{ن} \text{ أوم}$$



## ثانياً: على التوازي:

$$\frac{1}{3 \text{ حث م}} + \frac{1}{2 \text{ حث م}} + \frac{1}{1 \text{ حث م}} = \frac{1}{\text{حث م}}$$

ملاحظات:



(١) تقل المفاعلة الكلية فيزداد شدة التيار.

(٢) في حالة تساوي المفاعلة للملفات:  $M \text{ حث م} = \frac{M \text{ حث م}}{N}$  أوم

(٣) في حالة ملفين فقط:  $M \text{ حث م} = \frac{M_1 \text{ حث م} \times M_2 \text{ حث م}}{M_1 \text{ حث م} + M_2 \text{ حث م}}$  أوم.

## ملاحظات هامة لحل المسائل:

(١) حساب شدة التيار المار في الدائرة:

الخطوات:

(أ) نوجد مفاعلة كل ملف  $M \text{ حث م} = \frac{1}{2} \pi f \times \frac{1}{3} \text{ حث م}$

(ب) نوجد المفاعلة الكلية  $\leftarrow$  حسب المعطى في المسألة كما سبق.

توازي  $\leftarrow$

(ت) (ج) نوجد شدة التيار:  $I = \frac{U}{M \text{ حث م}}$

(ث) (٢) إذا طلب منك فرق الجهد بين طرفي كل ملف (في حالة التوصيل على التوالي) شدة التيار في كل ملف (في حالة التوصيل على التوازي):

(ج) أ) نوجد ت كما سبق.

(ح) ب) نوجد الجهد في كل ملف:  $U = \frac{1}{2} \pi f \times \frac{1}{3} \text{ حث م} \times I$

(خ) ج) نوجد  $I = \frac{U}{M \text{ حث م}} = \frac{1}{2} \pi f \times \frac{1}{3} \text{ حث م}$

## (د) مثال (١٢):

(ذ) ملف حثه الذاتي ٠.٣٥ هرتز يتصل بمصدر تيار متردد قوته ٢٢٠ فولت تردده ٥٠ هرتز. احسب شدة التيار المار في الملف.

(ر) الإجابة النموذجية:

(ز) حث = ٠.٣٥      ق = ٢٢٠       $f = ٥٠$       ت = ؟

(س)  $\therefore M \text{ حث} = \frac{1}{2} \pi f \times \frac{1}{7} \times 2 = 35 \times 50 \times \frac{22}{7}$  أوم = ١١٠

(ش)  $\therefore I = \frac{U}{M \text{ حث}} = \frac{220}{110} = ٢$  أمبير.

### مثال (١٣):

ملف يتصل بمصدر تيار قوته العظمى ١١٠ فولت تردده ٣٥ هرتز فمر تيار شدته الفعالة ٢ أمبير احسب معامل الحث الذاتي للملف.

الإجابة النموذجية:

$$\begin{aligned} \text{ق ع} = 110 = f = 35 \text{ ت فعالة} = 2\sqrt{2} \text{ حث} = ? \\ \text{ت} = \frac{\text{ق ع}}{2\sqrt{2}} = 2\sqrt{2} = \frac{\text{ت ع}}{2\sqrt{2}} \leftarrow \text{ت ع} = 2 \times 2\sqrt{2} = 4 \text{ أمبير} \\ \therefore \text{ت ع} = \frac{\text{ق}}{\text{م حث}} = 4 = \frac{110}{\text{م حث}} \leftarrow \text{م حث} = \frac{110}{4} = 27.5 \text{ أوم.} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{م حث} = \frac{2}{\pi} f \text{ حث}$$

$$27.5 = \frac{2}{\pi} \times 35 \times \frac{22}{7} \times \text{حث} \leftarrow \text{حث} = \frac{27.5}{220} = \frac{2.5}{20} = 0.125 \text{ هنري.}$$

### مثال (١٤):

٣ ملفات الحث الذاتي لكل منها ٠.١٤ ، ٠.٢١ ، ٠.٣٥ هنري وصلت معاً على التوالي بمصدر تيار متردد قوته الدافعة ١١٠ فولت تردده ٥٠ هرتز. احسب:

(١) شدة التيار المار. (٢) فرق الجهد بين طرفي كل ملف.

الإجابة النموذجية:

$$\text{حث}_1 = 0.14 = \text{حث}_2 = 0.21 = \text{حث}_3 = 0.35$$

$$\text{ق} = 110 = f = 50 \text{ ت} = \text{ج} = 3, 2, 1 \text{ أمبير}$$

$$\text{م حث}_1 = \frac{2}{\pi} f \text{ حث}_1 = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 0.14 = 44 \text{ أوم} \quad (1)$$

$$\text{م حث}_2 = \frac{2}{\pi} f \text{ حث}_2 = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 0.21 = 66 \text{ أوم}$$

$$\text{م حث}_3 = \frac{2}{\pi} f \text{ حث}_3 = 2 \times \frac{22}{7} \times 50 \times 0.35 = 110 \text{ أوم}$$

$$\text{م ك} = \text{م}_1 + \text{م}_2 + \text{م}_3 = 44 + 66 + 110 = 220 \text{ أوم}$$

$$\text{ت} = \frac{\text{ق}}{\text{م ك}} = \frac{110}{220} = \frac{1}{2} \text{ أمبير}$$

$$\text{ج}_1 = \text{ت} \times \text{م}_1 = \frac{1}{2} \times 44 = 22 \text{ فولت} \quad (2)$$

$$\text{ج}_2 = \text{ت} \times \text{م}_2 = \frac{1}{2} \times 66 = 33 \text{ فولت}$$

$$\text{ج}_3 = \text{ت} \times \text{م}_3 = \frac{1}{2} \times 110 = 55 \text{ فولت}$$

### مثال (١٥):

احسب شدة التيار المار في المثال السابق إذا وصلت الملفات على التوازي.

الإجابة النموذجية:

$$\frac{1+16+25}{110} = \frac{1}{110} + \frac{1}{66} + \frac{1}{44} = \frac{1}{3\text{م}} + \frac{1}{2\text{م}} + \frac{1}{1\text{م}} = \frac{1}{\text{م ك}}$$

$$\frac{1}{\text{م ك}} = \frac{51}{110} \leftarrow \text{م ك} = \frac{110}{51} = 21.6 \text{ أوم}$$

$$\text{ت} = \frac{\text{ق}}{\text{م ك}} = \frac{110}{21.6} = 5.1 \text{ أمبير.}$$

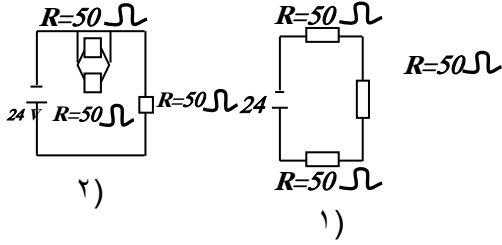
## مثال (١٦):

في أي من الشكلين يمر أكبر تيار ولماذا؟

الشكل (١):

$$I_1 = n \times I_2 \Rightarrow I_1 = 3 \times 50 = 150 \text{ أمبير}$$

$$I_1 = \frac{Q}{t} = \frac{24}{150} = 0.16 \text{ أمبير}$$



الشكل (٢):

المقاومة الكلية للتوازي.

$$I_2 = \frac{I_1}{n} = \frac{50}{2} = 25 \text{ أمبير}$$

## المقاومة الكلية للتوالي:

$$I_1 = I_2 = I_3 = 75 \text{ أمبير}$$

$$I_2 = \frac{Q}{t} = \frac{24}{75} = 0.32 \text{ أمبير}$$

∴ شدة التيار في الشكل (٢) أكبر من الشكل (١).

## مثال (١٧):

وصل ملفان على التوالي بمصدر تيار متردد قوته ١٠٠ فولت تردده ٧٠ هرتز فمر في الدائرة

تيار شدته العظمى ٢ أمبير وعند توصيلهم على التوازي كانت شدة التيار العظمى ٨ أمبير

احسب الحث الذاتي لكلا الملفين.

الإجابة النموذجية:

$$f = 70 \text{ حث}^{-1} = \frac{1}{T} \Rightarrow T = \frac{1}{70} \text{ ث}$$

توازي:  $I_1 = 2 \text{ أمبير}$

$$I_1 = \frac{Q}{t} = \frac{100}{2} = 50 \text{ أمبير}$$

(١) ←

$$I_1 = I_2 + I_3 = 50 \Rightarrow I_2 = I_3 = 25 \text{ أمبير}$$

توازي:  $I_1 = 8 \text{ أمبير}$

$$I_1 = \frac{Q}{t} = \frac{100}{8} = 12.5 \text{ أمبير}$$

(٢) ←

$$\frac{2I_1 \times I_2}{2I_1 + I_2} = 12.5$$

$$I_1 = \frac{2I_2}{2I_1 + I_2}$$

نعوض من (١) في (٢)

$$2I_1 - 2I_1 I_2 = 62.5 \Rightarrow \frac{2I_1 \times (2I_1 - 50)}{2I_1 + (2I_1 - 50)} = 12.5$$

$$2I_1 - 2I_1 I_2 = 62.5 \Rightarrow 2I_1 - 2I_1 I_2 = 62.5$$

$$2I_1 - 2I_1 I_2 = 62.5 \Rightarrow 2I_1 - 2I_1 I_2 = 62.5$$

$$2I_1 - 2I_1 I_2 = 62.5 \Rightarrow 2I_1 - 2I_1 I_2 = 62.5$$

$$2I_1 - 2I_1 I_2 = 62.5 \Rightarrow 2I_1 - 2I_1 I_2 = 62.5$$

$$2I_1 - 2I_1 I_2 = 62.5 \Rightarrow 2I_1 - 2I_1 I_2 = 62.5$$

$$١م = \pi^2 f \text{ حث} \leftarrow ٢٥ = ٢ \times \frac{22}{7} \times ٧٠ \times \text{حث} \leftarrow \text{حث} = ١ \text{ حث} = \frac{25}{440} = \frac{5}{88} \text{ هرتز.}$$

## مثال (١٨):

وصل ملفان الحث الذاتي لاجدهما ٤ أمثال الآخر على التوازي بمصدر تيار متردد قوته الدافعة الفعالة ١١٠ فولت تردده ٣٥ هرتز فمر تيار شدته العظمى ٢.٥ أمبير احسب الحث الذاتي لكلا الملفين.

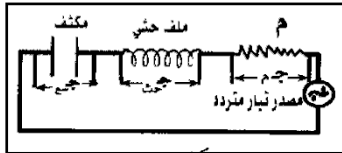
### الإجابة النموذجية :

$$\begin{aligned} \text{حث} = ٢ \text{ حث} \leftarrow \text{ق فعالة} = ١١٠ \text{ فولت} \quad ٣٥ = f \quad \text{ت} = ٢.٥ \\ \therefore \text{ق} = \frac{\text{ق}}{2} = ١١٠ \text{ فولت} \quad \frac{\text{ق}}{2} = ١١٠ \text{ فولت} \quad \text{ق} = ٢٢٠ \text{ فولت} \\ \therefore \text{ت} = \frac{\text{ق}}{\text{م}} = ٢.٥ \leftarrow \frac{220}{\text{م}} = ٢.٥ \leftarrow \text{م} = \frac{220}{2.5} = ٨٨ \text{ أوم} \\ \therefore ١م = \pi^2 f \text{ حث} \leftarrow ٢٥ = ٢ \times \frac{22}{7} \times ٣٥ \times \text{حث} \leftarrow \text{حث} = ٢٢٠ \text{ حث} \\ ٢م = \pi^2 f \text{ حث} \leftarrow ٢٥ = ٢ \times \frac{22}{7} \times ٤ \times \text{حث} \leftarrow \text{حث} = ٨٨٠ \text{ حث} \\ \therefore \frac{220 \times 1 \text{ حث} \times 880 \text{ حث}}{1100 \text{ حث}} = ٨٨ \leftarrow \frac{220 \times 1 \text{ حث} \times 880 \text{ حث}}{1100 \text{ حث}} = ٨٨ \leftarrow \frac{2 \text{ م} \times 1 \text{ م}}{2 \text{ م} + 1 \text{ م}} = \text{م} \\ \therefore ٨٨ = ١٧٦ \text{ حث} \\ \therefore \text{حث} = \frac{88}{176} = \frac{1}{2} \text{ هنري.} \quad \therefore \text{حث} = ٢ = \frac{1}{2} \times ٤ = ٢ \text{ هنري.} \end{aligned}$$

## المعاوقة ( مق ) Impedance

كثيراً ما تحتوي دوائر التيار المتردد على ملفات ومكثفات ومقاومات متصلة مع بعضها على التوالي بمصدر تيار متردد.

وعليه فإن المقاومة الكلية تزداد ونطلق عليها المعاوقة.



### تعريف المعاوقة (مق):

هي مكافئ (محصلة) المقاومة والمفاعلة (حثية/سعوية) إذا اتصلت معاً على التوالي بمصدر تيار متردد.

**أو:** هي المقاومة الكلية لدائرة تحتوي على مقاومة / مفاعلة يتصلان على التوالي بمصدر تيار متردد.

## إيجاد المعاوقة في دائرة تيار متردد بها

### مقاومة/ ملف حث/ مكثف على التوالي:

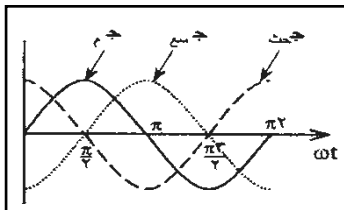
### في الأشكال يتضح أن:

(١) شدة التيار المار في أي لحظة في العناصر الثلاثة يساوي تيار المصدر لأن التوصيل على التوالي.

(٢) فرق الجهد بين أطراف العناصر الثلاثة تختلف في الطور والسعة كما يأتي.

في حالة المقاومة  $\leftarrow$  جـ يتفق مع ت في الطور.

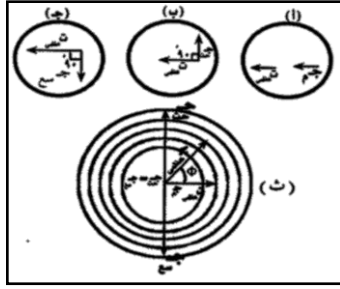
في حالة الملف  $\leftarrow$  جـ يسبق ت بمقدار  $\frac{1}{4}$  دورة ( $٩٠^\circ = \frac{\pi}{2}$ ).



في حالة المكثف ت يسبق ج سع بمقدار  $\frac{1}{4}$  دورة ( $\frac{\pi}{2} = 90^\circ$ ).

(٣) وعليه لا تجمع الجهود جبرياً في حالة المعاوقة لوجود اختلاف في الطور ولذلك تجمع كمتجهات متعامدة.

(٤) في الشكل (٣) نلاحظ أن القيمة العظمى لجهد مصدر الدائرة المتردد (ج ع) يمثل بمتجه يصنع زاوية طور ( $\phi$ ) مع المتجه الدوار (ت ع) والمتجهين (ج ع، ج ح) باتجاهين متعاكسين.



شكل (٣)

$$\begin{aligned} \text{حيث: ج ع} &= \sqrt{(\text{ج ح} - \text{ج سع})^2 + (\text{ج م})^2} \\ &= \sqrt{(\text{م ح} - \text{م سع} \times \text{ت ع})^2 + (\text{م} \times \text{ت ع})^2} \\ &= \sqrt{[\text{م}(\text{ح} - \text{سع}) - \text{م ح} \times \text{ت ع}]^2 + \text{م}^2 \times \text{ت ع}^2} \\ &= \sqrt{\text{م}^2(\text{ح} - \text{سع})^2 + \text{م}^2 \times \text{ت ع}^2} \\ \therefore \text{م ح} &= \sqrt{\text{م}^2(\text{ح} - \text{سع})^2 + \text{م}^2 \times \text{ت ع}^2} \text{ أوم} \end{aligned}$$

$$\text{ومنها: ت ع} = \frac{\text{ع}}{\sqrt{\text{م}^2(\text{ح} - \text{سع})^2 + \text{م}^2}}$$

$$\therefore \text{ج ع} = \text{ت ع} \times \text{م ح}$$

**حساب زاوية الطور ( $\phi$ ) بين الجهد والتيار:**  $\phi = \frac{\text{م ح} - \text{م سع}}{\text{م}}$

(١) إذا كانت م ح < م سع  $\therefore \phi$  موجبة  $\therefore$  الجهد يسبق ت  $\therefore$  التأثير العام للدائرة حثي.

(٢) إذا كانت م ح > م سع  $\therefore \phi$  سالبة  $\therefore$  التيار يسبق الجهد  $\therefore$  التأثير العام للدائرة سعوي.

(٣) إذا كانت م ح = م سع  $\therefore \phi = 0$   $\therefore$  الجهد والتيار متفقين في الطور.

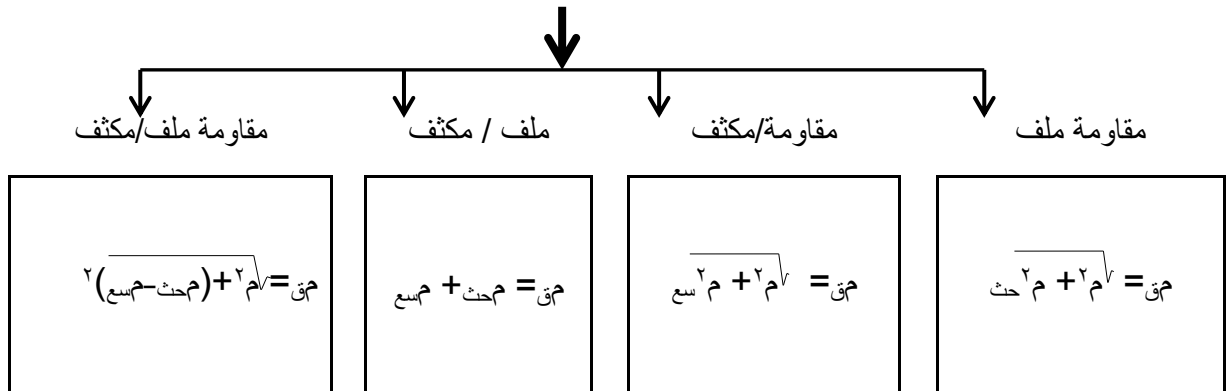
$\therefore$  الدائرة في حالة رنين (مرور أكبر تيار في الدائرة) **لأن م ح = م سع**

## العوامل التي تتوقف عليها المعاوقة:

(١) المقاومة الأومية. (٢) المفاعلة الحثية/ السعوية.

ملحوظة هامة جداً:

إذا احتوت الدائرة على:



## ملاحظات هامة لحل المسائل:

(١) حساب شدة التيار المار في الدائرة.

**الخطوات:** (أ) نوجد  $M$  ،  $M$  سع حيث:  $M = \pi^2 f$  حث ،  $M$  سع =  $\frac{1}{f \pi^2}$

(ب) نوجد  $M$  كما سبق.

(ج) نوجد  $T = \frac{Q}{M}$  حيث  $T$  ،  $T$  من نوع واحد إما فعالة ، أو عظمى.

(٢) إذا طلب منك فرق الجهد بين طرفي كلٍ من المقاومة/ الملف/ المكثف:

(أ) نوجد  $T$  كما سبق.

(ب) نوجد  $M = T \times M$  ،  $M = T \times M$  ،  $M = T \times M$  ،  
مع ملاحظة أن  $M \neq M + M + M$  ، والتأكد  $M = \sqrt{(M)^2 + (M)^2}$  ،  
وإذا كان فرق الجهد بين طرفي كل منهم متساوي.  $\therefore M = M = M$

(٣) إذا أعطى ملف حث له مقاومة يتصل:

(أ) بمصدر تيار متردد  $\therefore$  نوجد  $M \leftarrow$  نوجد  $M$

$\therefore T = \frac{Q}{M}$  أمبير

(ب) بمصدر تيار مستمر  $\therefore$  لا نوجد  $M \leftarrow$  لا نوجد  $M \leftarrow$  نوجد  $M$  فقط.

$\therefore T = \frac{Q}{M}$  أمبير

## مثال (١٩):

ملف مقاومته ٦ أوم حثه الذاتي  $\frac{7}{275}$  هرتز احسب شدة التيار المار فيه إذا اتصل:

(١) بمصدر تيار متردد قوته ٦ فولت تردده ٥٠ هرتز.

(٢) بمصدر تيار مستمر قوته ٦ فولت.

الإجابة النموذجية :

$$M = 6 \text{ حث} = \frac{7}{275} \text{ ت} = ?$$

$$Q = f M = 50 = f M \quad (1)$$

$$M = \pi^2 f M = \text{حث} = \frac{7}{275} \times 50 \times \frac{22}{7} \times 2 = 8 \text{ أوم}$$

$$M = \sqrt{M^2 + M^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = \sqrt{36 + 64} = 10 \text{ أوم}$$

$$T = \frac{Q}{M} = \frac{6}{10} = 0.6 \text{ أمبير.}$$

$$Q = 6 \text{ لا توجد } M \text{ حث} \leftarrow \text{لا توجد } M \quad (2)$$

$$\therefore T = \frac{Q}{M} = \frac{6}{6} = 1 \text{ أمبير}$$

## مثال (٢٠):

وصلت مقاومة ٣٠ أوم مع ملف على التوالي بمصدر تيار متردد جهده الفعال ١٠٠ فولت تردده

٣١٥٠ دورة/دقيقة ونصف فمر تيار شدته الفعالة ٢٠ أمبير. احسب:

(١) معامل الحث الذاتي للملف. (٢) فرق الجهد بين طرفي المقاومة / الملف.







$$\therefore \text{م}^2 \text{سع} = 2500 = 900 - 1600 = 1600 \leftarrow \text{سع} = \sqrt{1600} = 40 \text{ أوم.}$$

$$\therefore \text{م}^2 \text{سع} = \frac{1}{\text{سع} f \pi 2} = 40 \leftarrow \frac{1}{\text{سع} \times 50 \times \frac{22}{7} \times 2}$$

$$\therefore \text{سع} = \frac{7}{40 \times 2200} = \frac{7}{88000} \text{ فاراد}$$

$$(2) \text{ج}^2 \text{سع} = \text{ت} \times \text{م}^2 \text{سع} \leftarrow \text{ج}^2 \text{سع} = 40 \times 2 = 80 \text{ فولت.}$$

$$\text{ج} = \sqrt{(\text{ج}^2 \text{سع}) + (\text{م}^2 \text{سع})} = \sqrt{80 + 160} = \sqrt{240} = 15.5 \text{ فولت}$$

**الاستنتاج:**

**تجمع الجهود كمتجهات في حالة المعاوقة ولا تجمع جبرياً:**  
(ح=) 40=80+60= (فولت لا تساوي ق)

### مثال (٢٥):

مولد تيار متردد يعطي فرق جهد ٢٠٠ فولت تردده ٥٠ هرتز وصل على التوالي مع ملف حثه الذاتي ٠.٢٨ هنري ومقاومة ٦٠ أوم ومكثف سعته  $\frac{70}{176}$  مللي فاراد احسب:

- (١) شدة التيار المار في الدائرة.
- (٢) فرق الجهد بين طرفي المقاومة / الملف / المكثف.
- (٣) زاوية الطور بين الجهد والتيار.

**الإجابة النموذجية :**

$$ق = 220 = f = 50 \text{ حث} = 0.28 = \text{م} = 60 \text{ سع} = \frac{70}{176} \times 10^{-3} \text{ فاراد}$$

$$\text{ت} = \text{ج} = \phi = ?$$

$$\text{م}^2 \text{حث} = \text{ق}^2 \pi^2 f^2 \text{حث}^2 = 2 \times 220^2 \times \frac{22}{7} \times 0.28^2 = 88 \text{ أوم} \quad (1)$$

$$\text{م}^2 \text{سع} = \frac{1}{\text{سع} f \pi 2} = \frac{1}{\frac{70}{176} \times 50 \times \frac{22}{7} \times 2} = 8 \text{ أوم.}$$

$$\text{ق} = \sqrt{(\text{م}^2 \text{حث}) + (\text{م}^2 \text{سع})} = \sqrt{88 + 64} = \sqrt{152} = 12.3 \text{ أوم}$$

$$\text{ت} = \frac{ق}{\text{م}} = \frac{220}{100} = 2.2 \text{ أمبير}$$

$$\text{ج}^2 \text{سع} = \text{ت} \times \text{م} = 60 \times 2.2 = 132 \text{ فولت} \quad (2)$$

$$\text{ج}^2 \text{حث} = \text{ت} \times \text{م}^2 \text{حث} = 88 \times 2.2 = 193.6 \text{ فولت}$$

$$\text{ج}^2 \text{سع} = \text{ت} \times \text{م}^2 \text{سع} = 8 \times 2.2 = 17.6 \text{ فولت.}$$

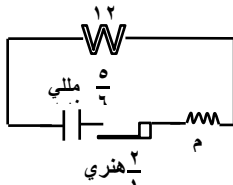
$$\therefore \text{ظا} \phi = \frac{\text{م}^2 \text{حث} - \text{م}^2 \text{سع}}{\text{م}} \quad (3)$$

$$\therefore \phi = 53.1$$

$$\therefore \text{ظا} \phi = \frac{80}{60} = \frac{8-88}{60}$$

### مثال (٢٦):

في الشكل إذا كان تردد المصدر ٣٥ هرتز ومر تيار شدته ٠.٤ أمبير. احسب:  
(١) المقاومة الكلية للدائرة.



## الإجابة النموذجية :

$$ق = 12 \quad f = 35 \text{ ت} = 0.4 \quad \text{حث} = \frac{21}{55}$$

$$\text{سع} = 10^{-10} \times \frac{5}{66} \text{ فاراد} \text{ مقي} = ? \quad \text{م} = ?$$

$$(1) \quad \therefore \text{ت} = \frac{ق}{\text{مقي}} = 0.4 \leftarrow \frac{12}{\text{مقي}} \leftarrow \frac{12}{4} = \text{مقي} = 30 \text{ أوم.}$$

$$(2) \quad \text{محت} = 2 \pi f \text{ حث} = 2 \times \frac{22}{7} \times 35 \times \frac{21}{55} = 84 \text{ أوم}$$

$$\text{مسع} = \frac{1}{f \pi^2 \text{ سع}} = \frac{1}{3 \times 10^3 \times \frac{5}{66} \times 35 \times \frac{22}{7} \times 2} = \frac{3 \times 10^3}{50} = \frac{3000}{50} = 60 \text{ أوم}$$

$$\therefore \text{مقي} = \sqrt{\text{محت} - \text{مسع}} = 30 \leftarrow \sqrt{84 - 60} = 30 \leftarrow \sqrt{324} = 18 \text{ أوم} \\ \therefore 900 = \text{م} + 576 \leftarrow 900 - 576 = 324 = \text{م} \leftarrow 324 = 18 \text{ أوم}$$

## دائرة الرنين

# Tuning Circuit

### الغرض منها:

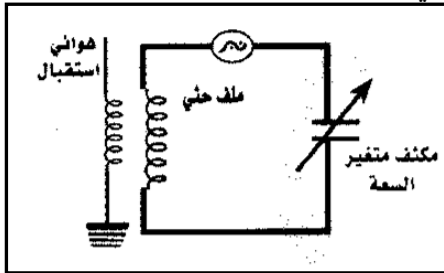
اختيار المحطة المراد سماعها أو القناة المراد مشاهدتها وتسمى عملية التوليف.

### استخدامها:

في أجهزة الاستقبال اللاسلكي (الراديو / التلفزيون.....).

### معنى الرنين:

حالة نصل إليها في الدائرة الكهربائية عند تساوي المفاعلة الحثية للملف مع المفاعلة السعوية للمكثف فيمر أقصى شدة تيار في الدائرة.



### التركيب:

- (1) ملف حث يمكن تغيير عدد لفاته.
- (2) مكثف متغير السعة.

### توضيح (فكرة) عملها:

- (1) في الدوائر التي تحتوي على مقاومة أومية / ملف / مكثف متصلة على التوالي

$$\text{تكون المعاوقة: } \sqrt{\text{م}^2 + (\text{محت} - \text{مسع})^2}$$

( نظراً لأن ملف الحث يعمل على تأخر التيار في الطور عن فرق الجهد بينما يعمل المكثف على تقدم التيار في الطور عند فرق الجهد فإنه يمكن التحكم في قيمة مفاعلة كل منهما بتغيير الحث الذاتي للملف أو سعة المكثف بحيث يلاشي تأثير إحداهما تأثير الأخرى.   
 ∴ المفاعلة الحثية = المفاعلة السعوية

$$\boxed{\text{محت} = \text{مسع}}$$

(3) في هذه الحالة تكون مقاومة الدائرة أصغر ما يمكن (م=م) وتصبح شدة التيار في الدائرة أكبر ما يمكن كما أن التيار يكون متفق في الطور مع الجهد فتكون الدائرة في حالة رنين كهربائي.



دائرة كهربية مكونة من مقاومة مقدارها ٢٠ أوم وملف حثه الذاتي  $\frac{3}{44}$  هنري يتصلان على التوالي بمصدر تيار متردد قوته الدافعة ٢٠٠ فولت تردده ٣٥ هرتز احسب: (١) شدة التيار المار في الدائرة.

(٢) سعة المكثف اللازم إدخاله في الدائرة حتى نصل لحالة الرنين (بمر أقصى شدة تيار).  
(٣) كم تكون شدة التيار في هذه الحالة؟

الإجابة النموذجية :

$$\begin{aligned} \text{م} = 20 \text{ حث} &= \frac{3}{44} \text{ هنري} & \text{ق} = 200 & \text{ف} = 35 \\ \text{م} &= \sqrt{\text{م}^2 + \text{حث}^2} = \sqrt{(20)^2 + (15)^2} = \sqrt{400 + 225} = \sqrt{625} = 25 \text{ أوم} \end{aligned} \quad (1)$$

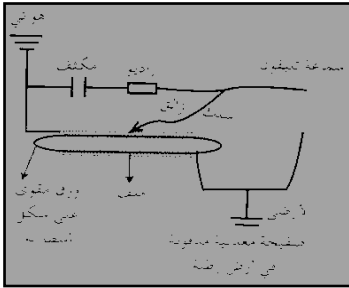
$$\text{ت} = \frac{\text{ق}}{\text{م}} = \frac{200}{25} = 8 \text{ أمبير}$$

$$\begin{aligned} \text{م} \text{ حث} &= \text{م} \text{ سع} \Rightarrow \text{م} \text{ سع} = 15 \text{ أوم} \\ \text{م} \text{ سع} &= \frac{1}{\pi^2 f^2} = \frac{1}{\pi^2 \times 35^2} = \frac{1}{3300} \text{ فاراد} \\ \text{م} \text{ سع} &= 15 \Rightarrow \frac{1}{\pi^2 f^2} = \frac{1}{15 \times 220} = \frac{1}{3300} \text{ فاراد} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \text{ت} = \frac{\text{ق}}{\text{م}} &= \text{م} \text{ في حالة الرنين} \\ \text{ت} &= \frac{200}{20} = 10 \text{ أمبير} \end{aligned} \quad (3)$$

التطبيق العملي على دائرة الرنين (التجربة العملية الثالثة)

الأدوات:



(١) سلك نحاس قطره (٣.٠ مم) يلف حول أسطوانة من الورق المقوى.  
(٢) مكثف سعته الكهربية ما بين (١٠٠/٤٧٠) ميكروفاراد.  
(٣) دايود/ سماعة تلفون/ أسلاك توصيل.

خطوات العمل:

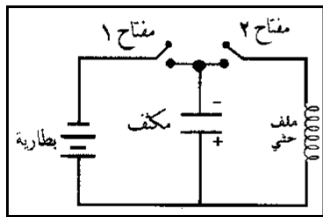
(١) كون الدائرة كما بالشكل. (٢) حرك الزايق يمينا ويساراً على الملف.  
(٣) ضع السماعة قريبة من أذنك حتى تسمع صوت لإحدى المحطات المحلية.

الاستنتاج:

(١) تصطمم الموجات بالهوائي فيتولد فيه تيارات تأثيرية لها ترددات مختلفة.  
(٢) بتغيير المفاعلة الحثية للملف حتى تصبح مساوية للمفاعلة السعوية للمكثف فإن الدائرة تلتقط تردد المحطة الإذاعية وتكون شدة التيار في هذه الحالة أكبر ما يمكن.

الدائرة المهتزة

التركيب:



(١) ملف حث (٢) مكثف ثابت السعة.

## الغرض منها:

- (١) توليد ذبذبات عالية التردد.
- (٢) توليد موجات كهرومغناطيسية لنقل الطاقة الصوتية/ الضوئية إلى الجو.

## الاستخدام:

في أجهزة الإرسال اللاسلكي (محطة إذاعة / تليفزيون / رادار)

## تجربة لتوضيح فكرة عملها:

- (١) تكون الدائرة كما بالشكل.
- (٢) نغلق ح<sub>١</sub> ونفتح ح<sub>٢</sub> فيمر تيار لحظي يشحن المكثف وتختزن طاقة كهربائية في المجال الكهربائي للمكثف.
- (٣) نفتح ح<sub>١</sub> ونغلق ح<sub>٢</sub> فيفرغ المكثف شحنته ويتولد خطوط فيض في الملف وتتحول الطاقة الكهربائية إلى طاقة مغناطيسية تختزن في المجال المغناطيسي للملف.
- (٤) نظراً لأن الفيض يقل فيتولد في الملف تيار تأثيري طردي يشحن اللوح (ب) شحنة موجبة واللوح (أ) بشحنة سالبة وتتحول الطاقة المغناطيسية إلى طاقة كهربائية.
- (٥) يفرغ المكثف شحنته كما سبق ويتولد طردي ويتكرر ما سبق.
- (٦) نظراً لأن الشحنات تتحرك ذهاباً وإياباً فإن الدائرة تولد ذبذبات كهرومغناطيسية عالية التردد.

**علل: لا تصلح الدائرة المهتزة لوحدها في توليد ذبذبات عالية التردد سعتها ثابتة أو الدائرة المهتزة تولد ذبذبات مضمحلة.**

ج/ لوجود مقاومة في أسلاك الدائرة فتفقد طاقة كهربائية في صورة طاقة حرارية.

## العلاج:

تغذية المكثف بشحنات إضافية.

## العوامل التي تتوقف عليها تردد الدائرة المهتزة:

$$\frac{1}{\pi^2 \sqrt{L \times C}} = f \therefore$$

∴ العوامل هي:

$$(١) \text{ الحث الذاتي للملف (حث): } \frac{1}{C} \propto f \therefore \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{f} \text{ حث}$$

$$(٢) \text{ سعة المكثف (سع) } \frac{1}{C} \propto f \therefore \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{f} \text{ سع}$$

أي أن تردد الدائرة المهتزة يتناسب عكسياً مع الجذر التربيعي لكل من سعة المكثف والحث الذاتي للملف.

$$(١) \text{ حث} = \frac{\mu \times N^2 \times S}{L} \text{ حيث } \mu \text{ معامل النفاذية المغناطيسي للوسط أي قلب الملف.}$$

وهو يساوي  $4\pi \times 10^{-7}$  وبر/ أمبير. متر في حالة الهواء،

، ن عدد لفات الملف ، س مساحة مقطع الملف، ل طول الملف.

وبالتعويض في العلاقة السابقة:

$$\therefore f = \frac{1}{\pi \sqrt{4 \times N^2 \times S \times \mu \times C}}$$

$$(٢) \text{ يمكن عمل مقارنة بين دائرتين حيث: } \sqrt{\frac{L_1}{C_1}} = \frac{1}{f_1} \text{ حث } \sqrt{\frac{L_2}{C_2}} = \frac{1}{f_2} \text{ سع}$$

(٣) إذا طلب الطول الموجي للموجة المنطلقة من الدائرة؟

$$(أ) \text{ نوجد تردد الدائرة: } \frac{1}{\pi \sqrt{2 \times C \times L}} = f \text{ هرتز.}$$

$$(ب) \text{ نوجد الطول الموجي: } \lambda = \frac{c}{f} \text{ حيث } c = 3 \times 10^8 \text{ م/ث}$$



$$3 = \frac{3 \times 10^3 \times 750}{2f} \leftarrow \sqrt{\frac{5 \text{ حث} \times 10^6 \times 72 \times 1}{\text{حث} \times 10^6 \times 40 \times 1}} = \frac{3 \times 10^3 \times 750}{2f} \leftarrow \sqrt{\frac{2 \text{ حث} \times 2 \text{ سع}}{\text{حث} \times 1 \text{ سع}}} = \frac{1f}{2f} \therefore$$

$$3 \times 10^3 \times 750 = \frac{3 \times 10^3 \times 750}{3} = 2f \text{ هرتز}$$

## تعريف

- (١) **أنواع التيار الكهربى:** (١) تيار مستمر: أي تيار موحد الشدة والاتجاه
- (٢) تيار متردد: أي تيار متغير الشدة والاتجاه.
- (٢) **أنواع التيار المتردد:** (١) تيار مربع. (٢) تيار مثلثي. (٣) تيار منشاري.
- (٤) تيار جيبى: وهو أشهر التيارات المستخدمة في الحياة.
- (٣) **التيار المتردد الجيبى:** هو تيار متغير الشدة لحظياً ومتغير الاتجاه كل نصف دورة من دورات ملف مولدة.
- (٤) **الدينامو:** جهاز لتحويل الطاقة الحركية إلى طاقة كهربية.
- وهو يستخدم في محطات توليد الكهرباء/ إنارة القرى الصغيرة.
- (٥) **العوامل التي تتوقف عليها (ق.د.ك) التأثيرية في ملف الدينامو:**
  - (١) مساحة الملف.
  - (٢) كثافة الفيض المغناطيسي.
  - (٣) عدد لفات الملف.
  - (٤) السرعة الزاوية للملف.
  - (٥) جيب الزاوية بين وضع الملف والوضع العمودي.
- (٦) **الذبذبة الكاملة للتيار المتردد:** هي التغير الذي يحدث للتيار المتردد أثناء دوران ملف مولده دورة كاملة.
- (٧) **زمن الذبذبة الكاملة:** هو الزمن الذي يستغرقه حدوث دورة كاملة لملف الدينامو أو حدوث ذبذبة كاملة للتيار المتردد.
- (٨) **التردد:** هو عدد الذبذبات التي يعملها التيار المتردد في الثانية الواحدة، ويساوي نفس عدد دورات الملف المولد له في الثانية الواحدة.
- (٩) **القيمة الفعالة للتيار المتردد:** هي قيمة التيار المستمر الذي يولد نفس الطاقة الحرارية التي يولدها التيار المتردد عند مرورهم في نفس الموصل ولنفس الزمن.
- (١٠) **الأميتر الحراري:** جهاز لقياس القيمة الفعالة للتيار المتردد/ قياس شدة التيار المستمر ويبنى عمله على التأثير الحراري للتيار الكهربى.
- (١١) **المفاعلة السعوية للمكثف:** هي المقاومة (الممانعة) التي يلقاها التيار الكهربى المتردد عند مروره في مكثف بسبب سعته.
- (١٢) **المفاعلة الحثية لملف:** هي المقاومة (الممانعة) التي يلاقيها التيار عند مروره في ملف بسبب حثه الذاتي.
- المعاوقة:** هي مكافئ (محصلة) المقاومة والمفاعلة (حثية/سعوية) إذا اتصلا معاً على التوالي بمصدر تيار متردد.
- (١٣) **دائرة الرنين:** دائرة كهربية تقوم بعملية التوليف وتستخدم في أجهزة الاستقبال اللاسلكي.
- (١٤) **الدائرة المهتزة:** دائرة كهربية تقوم بعملية توليد ذبذبات كهرومغناطيسية عالية التردد وتستخدم في أجهزة الإرسال اللاسلكي.
- (١٥) **معنى الرنين:** حالة نصل إليها في الدائرة الكهربائية عند تساوي المفاعلة الحثية للملف مع المفاعلة السعوية للمكثف فيمر أقصى شدة تيار في الدائرة.

# القوانين

(١) في المولد الكهربائي (الدينامو):

$$* \text{ق} = \text{س} \times \text{ب} \times \text{ن} \times \omega (f \pi^2)$$

$$* \text{ق لظييه} = \text{ق} \times \text{جا} \omega$$

$$* \omega = \text{ز} = f \pi^2$$

$$* \frac{\text{ع}}{\text{نق}} = \omega$$

(مثال ١، ٢، ٦)

(٢) عدد مرات وصول شدة التيار المتردد إلى الصفر في الثانية:

$$\text{عدد المرات} = 1 + f^2$$

(مثال ٣)

(٣) القيمة الفعالة للتيار المتردد:

$$\text{ت فعاله} = \frac{\text{ت}}{2} \text{ وأيضاً } \text{ت} = 0.707 \times \text{ع}$$

(مثال ٤، ٥، ٦)

$$\text{ق فعاله} = \frac{\text{ق}}{2} \text{ وأيضاً } \text{ق} = 0.707 \times \text{ع}$$

(٤) دائرة تحتوي على مقاومة أومية:

$$\text{ت} = \text{ق (د)}$$

(٥) دائرة تيار متردد تحتوي على مكثف:

$$\text{أ) م سع ك} = \frac{1}{f \pi^2 \text{ سع ك}}$$

(ب) السعة الكلية لعدة مكثفات متصلة على التوالي:

$$\frac{1}{\text{سع ك}} + \frac{1}{\text{سع ١}} + \frac{1}{\text{سع ٢}} + \frac{1}{\text{سع ٣}} = \frac{1}{\text{سع ك}}$$

$$\text{وفي حالة تساوي السعات سع ك} = \frac{\text{سع ١}}{\text{ن}}$$

$$\text{وفي حالة مكثفين فقط سع ك} = \frac{\text{سع ١} \times \text{سع ٢}}{\text{سع ١} + \text{سع ٢}}$$

(ج) السعة الكلية لعدة مكثفات متصلة معاً على التوازي سع ك = سع ١ + سع ٢ + سع ٣

(د) شدة التيار المار في الدائرة:

(مثال ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١)

$$\text{ت} = \frac{\text{ق (د)}}{\text{م سع ك}}$$

(٦) دائرة تيار متردد تحتوي على ملف حث:

$$\text{أ) م حث} = f \pi^2 \text{ حث}$$

(ب) المفاعلة الكلية لعدة ملفات متصلة معاً على التوالي م حث ك = م حث ١ + م حث ٢ + م حث ٣

(ج) المفاعلة الكلية لعدة ملفات متصلة معاً على التوازي:

$$\frac{1}{\text{م حث ك}} + \frac{1}{\text{م حث ١}} + \frac{1}{\text{م حث ٢}} + \frac{1}{\text{م حث ٣}} = \frac{1}{\text{م حث ك}}$$

$$\text{وفي حالة تساوي المفاعلة م حث ك} = \frac{\text{م حث ١}}{\text{ن}}$$

$$\text{وفي حالة ملفين فقط م حث ك} = \frac{\text{م حث ١} \times \text{م حث ٢}}{\text{م حث ١} + \text{م حث ٢}}$$

(د) شدة التيار المار في الدائرة:



(مثال: ١٢، ١٣، ١٤، ١٥، ١٦، ١٧، ١٨)

$$ت = \frac{ق}{م}$$

٧) المعاوقة في دائرة تيار متردد:

$$م = م + م \quad (مثال: ١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢)$$

$$م = م + م \quad (مثال: ٢٣، ٢٤)$$

$$م = م - م$$

$$م = م + (م - م) \quad (مثال: ٢٥، ٢٦)$$

$$ت = \frac{ق}{م}$$

$$\phi = \frac{م - م}{م}$$

أ) عند توصيل مقاومة/ ملف

ب) عند توصيل مقاومة/ مكثف

ج) عند توصيل ملف / مكثف

د) عند توصيل مقاومة/ ملف/ مكثف

هـ) حساب شدة التيار:

و) حساب زاوية الطور بين الجهد والتيار

٨) الدائرة المهتزة/ دائرة الرنين:

$$f = \frac{1}{2\pi \times م \times س}$$

(مثال: ٢٧، ٢٨، ٢٩، ٣٠، ٣١)

$$\frac{ع}{f} = \lambda$$

$$\frac{م}{س} = \frac{1}{f} \quad (مثال: ٣٢، ٣٣)$$

## التعليقات

التعليق (التفسير)	الحقيقة العلمية
لأنه يقطع خطوط الفيض الفيوثر المغناطيس عليه بقوة تجعل الشحنات الموجبة تتحرك في طرف والشحنات السالبة في الطرف الآخر للسلك فينشأ فرق جهد بين طرفي السلك تنتج عنه ق.د.ك تأثيرية.	١ عند حركة سلك عمودي على مجال مغناطيسي تتولد ق.د.ك تأثيرية.
لأن معدل قطع خطوط الفيض يكون أكبر ما يمكن فتتولد ق.د.ك تأثيرية عظمى (ω) ز = ٩٠°. ج = ω ز = ١. ق = ع.	٢ القوة الدافعة التأثيرية المتولدة في ملف الدينامو تكون قيمة عظمى عندما يكون مستوى الملف موازي للمجال.
لكبر تردد التيار وصغر الزمن وحدوث ظاهرة مداومة الرؤية.	٣ لا نلاحظ انطفاء المصابيح الكهربائية في المنازل عند وصول شدة التيار للصفر.
لأن: ١) أجهزته اارخص ثمناً. ٢) يمكن رفع أو خفض قوته الدافعة. ٣) يمكن تحويله إلى تيار مستمر. ٤) تكاليف نقله منخفضة.	٤ يفضل استخدام التيار المتردد عن التيار المستمر في الحياة العملية.
لأن عمله مبني على تولد حرارة في الموصل عند مرور تيار كهربى فيه والحرارة الناتجة لا تتوقف على اتجاه التيار.	٥ يصلح الأميتر الحراري لقياس التيار الكهربى بنوعية متردد ومستمر.
لكبر مقاومتها النوعية فتتمدد بمقدار ملحوظ عند مرور التيار الكهربى فيها حتى الضعيف منها.	٦ سلك التسخين في الأميتر الحراري من سبيكة إيريديوم بلاتين
لأنه لا بد من فترة زمنية تتساوى فيها الحرارة المتولدة مع الحرارة المفقودة منه في الهواء المحيط حتى يقف التمدد ويثبت المؤشر.	٧ يتحرك مؤشر الأميتر الحراري ببطء عند مرور التيار أو عند قطعة.

التعلييل (التفسير)	الحقيقة العلمية
لان الحرارة المتولدة فيه تتناسب طرديا مع مربع شدة التيار.	٨ أقسام تداييج الاميتر الحراري غير متساوية الأبعاد.
لعلاج تاثير عمله بدرجة حرارة الجو المحيط به.	٩ يشد سلك التسخين في الاميتر الحراري على لوحة لها نفس معامل تمدده مع عزله عنها.
لانه يمر تيار لحظي يشحن المكثف فيصبح جهد المكثف يساوي جهد البطارية فيقف مرور التيار، بينما في التيار المتردد تحدث عمليات شحن وتفريغ فيستمر مرور التيار الكهربائي.	١٠ لا يمر التيار المستمر في المكثف إلا لحظياً بينما يمر التيار المتردد في المكثف.
لانه في حالة الرنين تكون $Z = R$ وتكون المعاوقة أصغر ما يمكن ( $Z = R$ ) لذا تكون شدة التيار أكبر ما يمكن.	١١ عندما تكون الدائرة المهتزة في حالة رنين تكون شدة التيار فيها أكبر ما يمكن.
لوجود مقاومة في اسلاك الدائرة فتفقد طاقة كهربية في صورة طاقة حرارية.	١٢ لا تصلح الدائرة المهتزة لوحدها في توليد ذبذبات عالية التردد سعتها ثابتة.
لان تردد المحطة يساوي تردد دائرة الرنين بالجهاز فتسمح بمرورها فقط دون غيرها.	١٣ يلتقط الراديو محطة (موجة) دون غيرها من بقية المحطات.

## مقارنة بين

وجه المقارنة	الدائرة المهتزة	دائرة الرنين
(١) التركيب.	ملف حث/مكثف ثابت السعة	ملف حث/ مكثف متغير السعة.
(٢) الغرض منها.	توليد ذبذبات عالية التردد/ موجات كهرومغناطيسية	التوليف (ضبط الموجة)
(٣) الاستخدام	تستخدم في اجهزة الإرسال اللاسلكي	تستخدم في اجهزة الاستقبال اللاسلكي.

## الإجابات النموذجية لتقويم الوحدة من الكتاب المدرسي

### (١) أكمل الفراغات بما يناسبها من كلمات للفقرات الآتية:

- (أ) التيار المتردد..... هو التيار الأكثر استخداماً في الحياة.  
(ب) يتميز التيار الكهربائي المتردد عن التيار المستمر في:.....  
(ج) يتفق كل من التيار المتردد والتيار المستمر عند مرورهما في الموصلات الكهربائية في توليد طاقة.....  
(د) التغيير الذي يحدث للتيار المتردد خلال دورة كاملة لملف مولده يسمى.....  
ج١ / (أ) الحثي.  
(ب) (١) أجهزته أرخص ثمناً.  
(٢) يمكن تحويله إلى تيار مستمر يستخدم في الطلاء الكهربائي  
(٣) تكاليف نقله قليلة.  
(ج) حرارية.  
(د) الذبذبة الكاملة.

### (٢) ضع علامة (✓) أمام الفقرة الصحيحة وعلامة (x) أمام الفقرة الخاطئة فيما يأتي:

- (أ) عند توصيل مكثف ومصباح في دائرة كهربائية مترددة فإن المصباح يضيء. (☐)  
(ب) إذا وصل مصباح مع مكثف في بطارية فإن المصباح يضيء. (⊙)  
(ج) عندما تكون إضاءة مصباح شديدة متصل مع مكثف على التوالي لمصدر تيار متردد فهذا يدل على أن السعة الكهربائية للمكثف كبيرة. (☐)  
(د) يمكن حساب شدة التيار المتردد المار في دائرة مكثف عند أية لحظة من العلاقة:  
 $t = t \text{ عظمى} \times \text{جتا } \omega z$  (☐)

ه) المقاومة الأومية تستنفذ من التيار المار بها جزءاً على شكل مجال مغناطيسي بينما المكثف أو الملف يستنفذ منه جزء على شكل حرارة. (⊙)

و) الجهد المتردد بين لوحي مكثف والتيار المار فيه مختلفان في الطور ويتقدم التيار عن الجهد بزواوية مقدارها  $\frac{\pi}{2}$  راديان. (□)

ز) يلقي التيار المتردد عند مروره في مكثف إعاقة في تحركه هذه الإعاقة تسمى مقاومة أومية (⊙)

### ٣) أختار الإجابة الصحيحة للفقرات الآتية من بين الأقواس:

أ) عند مرور التيار المتردد في مقاومة أومية فإن هذه المقاومة....

[تستنفذ جزءاً من طاقة التيار المتردد / لا تستنفذ طاقة منه / لا شيء مما ذكر]

ب) إذا كانت سعة مكثف  $10 \times 7^{-1}$  فاراد وكان طرفاه متصلين بمصدر تيار متردد ، وتردده... (٥٠ هيرتز) فإن المفاعلة السعوية للمكثف تكون قيمتها....

$$\left[ \frac{610}{22} / \frac{510}{22} / \frac{410}{22} / \frac{310}{22} \right] \text{ أوم.}$$

ج) وصل مكثف سعته ١٤ ميكروفاراد بمصدر تيار متردد تردده (٥٠ هيرتز) وجهد مقداره ٢٥٠ فولت فإن شدة التيار المار به تساوي.....

$$[1.1 / 1.2 / 1.3 / 1.5] \text{ أمبير}$$

د) عند مرور تيار متردد في ملف حثي فإن الملف يولد (ق. د. ك) تأثيرية اتجاهها يكون في اتجاه.. [القوة المولدة لها / معاكس لاتجاه القوة المولدة لها/ كل ما ذكر صحيح].

ه) يمكن حساب الجهد الكهربائي المتردد بين طرفي ملف حثي عند أية لحظة من العلاقة:

$$[ \text{ج عظمى} = \omega \text{ حث ت عظمى} / \text{ج} = \text{ج عظمى جتا} \omega \text{ ز} / \text{ج} = - \text{حث} \frac{d \text{ ت}}{d \text{ ز}} ]$$

و) تنشأ المفاعلة الحثية لملف حثي يمر به تيار متردد بسبب..... [حثه الذاتي / المقاومة الأومية له / شكل الملف]

ز) يمكن حساب المفاعلة السعوية لمكثف متصل بمصدر تيار متردد من العلاقة.....

$$[ f \pi^2 \text{ سع} / f \pi^4 \text{ سع} / \frac{1}{f \pi^2 \text{ سع}} ]$$

ح) يحدث الرنين الكهربائي في دائرة الرنين عندما تكون قيمة.....

$$[ \text{م سع} > \text{م حث} / \text{م سع} < \text{م حث} / \text{م سع} = \text{م حث} ]$$

ط) وصل ملف حثي ومكثف على التوالي بتيار متردد، وفي حالة مرور التيار المتردد فإن فرق الجهد المتردد بين طرفي الملف الحثي يسبق شدة التيار المار في الملف الحثي بزواوية مقدارها...

$$[ \frac{\pi}{3} / \frac{\pi}{4} / \frac{\pi}{2} / \pi ] \text{ راديان.}$$

ي) يمكن حساب قيمة فرق الجهد العظمى لدائرة مترددة متصل معها على التوالي ملف حثي ومكثف ومقاومة أومية من العلاقة.....

$$[ (\text{ج حث} - \text{ج سع}) / (\text{ت عظمى} = \frac{\text{ج عظمى}}{\text{م}}) / (\text{ج عظمى} = \text{ت عظمى} \times \text{م ق}) ]$$

ك) يمكن تعيين قيمة زاوية الطور  $\phi$  بين شدة التيار المتردد وفرق الجهد لدائرة متصل معها على التوالي مكثف وملف حثي ومقاومة أومية من العلاقة.....

$$[ \frac{(\text{م حث} - \text{م سع})}{\text{م}} \frac{(\text{ج عظمى})}{(\text{ت عظمى})} / (\text{ت عظمى} \times \text{م جا} \omega \text{ ز}) ]$$

ل) مكثف سعته الكهربائية ٢٠ ميكروفاراد، فإذا وصل بمصدر متردد تردده (٢٥ هيرتز) تكون قيمة مفاعلة السعوية مساوية ل:- [٣١٦ / ٣١٨ / ٣٢٠] أوم.

م) إذا كان الحث الذاتي لملف ٠.٠٥ هنري فإن مفاعله الحثية عندما يمر به تيار تردده ٢٥ هيرتز تساوي..... [٥.٨٥ / ٦.٨٥ / ٧.٨٥] أوم.



ب) القيمة الفعالة لشدة التيار المار في الدائرة قبل إدخال المكثف.  
 ج) شدة التيار الفعال المار في الدائرة بعد إدخال المكثف.

$$\text{ج ٧/ م} = 150 \quad \text{محت} = 20 \quad \text{ج فعاله} = 150 \quad f = 60$$

أ) ∴ التيار والجهد متفقين في الطور ∴ محت = مسع ← مسع = 20 أوم.  
 ∴ مسع =  $\frac{1}{\pi 2 f} = 20 \leftarrow \frac{1}{\text{سع} \times 60 \times \frac{22}{7} \times 2} = 20 \leftarrow \frac{1}{2 \times 2640} = \frac{1}{7} = 1.33 \times 10^{-4}$  فاراد

ب) قبل إدخال المكثف:

$$\text{مق} = \sqrt{\text{م}^2 + \text{لم}^2} = \sqrt{(20)^2 + (150)^2} = 25 \text{ أمبير}$$

$$\text{ت} = \frac{\text{ق}}{\text{م}} = \frac{150}{25} = 6 \text{ أمبير}$$

ج) بعد إدخال المكثف:

$$\text{ت} = \frac{\text{ق}}{\text{م}} = \frac{150}{15} = 10 \text{ أمبير}$$

تم التحميل من مدونة اقرا معي وتعلم على الانترنت  
 للمزيد قم بزيارة مدونة اقرا معي وتعلم على الانترنت

<https://aimn2013.blogspot.com>

او مدونة ملخصات الثانوية العامة

<https://ye-thirdsecondr.blogspot.com>