الوحــدة الثانيـــة

التيار المتردد (المتناوب)

Alternating Current

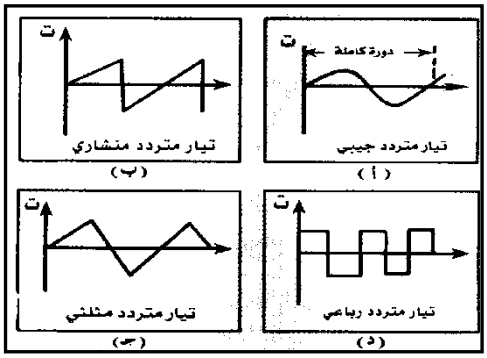
أنواع التيار الكهربي:

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.

التيـــار المتردد+

يستخدم التيار المتردد في حياتنا اليومية مثل تشغيل المصانع وإضاءة المنازل والشوارع ومشارك في التقدم الحضاري.



أنواعـه:

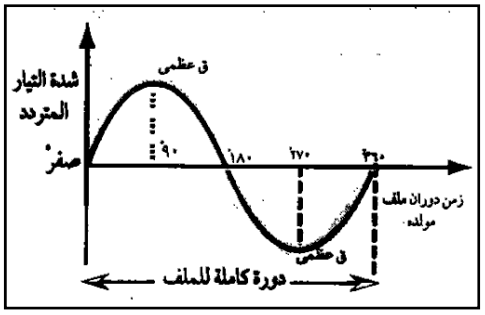
ينقسم حسب المنحنى الموضح للعلاقة بين ت ، ز إلى:

تيار متردد مربع.

تيار متردد مثلثي.

تيار متردد منشاري.

تيار جيبي:



التيار المتردد الجيبي:

هو أشهر التيارات المترددة لأنه يستخدم في المنازل والشوارع والمصانع.

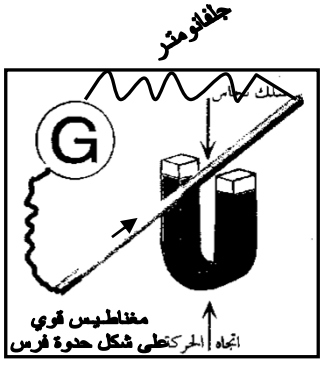
سبب تسمية التيار المتردد بالجيبي

لأن شدته وقوته الدافعة الكهربائية واتجاهه يتغيران حسب تغير جيب زاوية الدوران (من صفر إلى ٣٦٠°).

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 الكهربي المتردد (الظاهرة الكهرومغناطيسية)

التجربة العملية (الأولى)

نكون الأدوات كما بالشكل مع وضع المغناطيس على سطح منضدة خشبية.

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

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

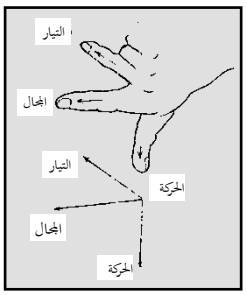
نحرك السلك بسرعة لأعلى نشاهد مرور تيار في الاتجاه المضاد.

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 كهربي.

اتجاه التيار التأثيري يتحدد بقاعدة فلمنج لليد اليمنى"نجعل أصابع اليد اليمنى الثلاث متعامدة وهم الإبهام ويشير إلى اتجاه الحركة والسبابة وتشير إلى اتجاه المجال فإن الوسطى تشير إلى اتجاه التيار".



الديـــنـــامـــــــو (المولد الكهربـي)

الغرض منه:

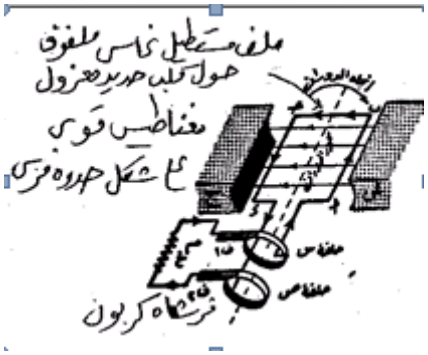
جهاز لتحويل الطاقة الحركية (الميكانيكية) إلى طاقة كهربية.

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 وتتولد 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 جـ د إلى ف٢ إلى ف١

∴ ف٢ قطب موجب. ف١ قطب سالب.

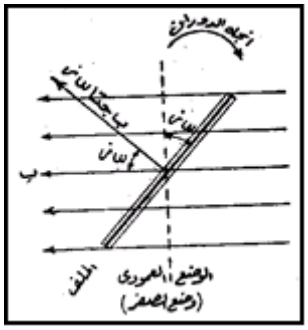
٢) في نصف الدورة الثانية يتولد تيار في الاتجاه د جـ ب أ إلى ف١ إلى ف٢.

∴ 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 (ω).



∴ بعد زمن ز يقطع زاوية $\theta = \omega$ ز

وتكون مركبة كثافة الفيض العمودية = ب جتا ω ز.

بما أن الفيض العموي خلال الملف:

الفيض = مساحة الملف × مركبة كثافة الفيض العمودية على مستوى الملف

∴ ϕ = س × ب جتا ω ز ..... (١)

تتولد قوة دافعة تأثيرية كهربية حسب قانون فاراداي:

$$ق = - \frac{د \phi}{د ز} \quad \text{.....} \quad (٢)$$

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

بالتعويض عن (ϕ) من (١) في (٢)

$$\therefore ق = \frac{-د(س \times ب \ جتا \ \omega ز)}{د ز}$$

$$\therefore ق = س \times ب \times \omega \times - جا \omega ز \quad ..... (٣)$$

لأن تفاضل جتا $\omega ز = - \omega$ جا $\omega ز$

عندما يكون عدد لفات الملف (ن) فإن:

$$ق = س \times ب \times ن \times \omega \times جا \omega ز \quad ..... (٤)$$

المقادير س ، ب ، ω ، ن مقادير ثابتة:

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

وتصبح (ق) نهاية عظمى أي (قع) عندما جا $\omega ز = ١$ أي $\omega ز = ٩٠^\circ$

$$\therefore \ قع = س \times ب \times ن \times \omega \quad ..... (٥)$$

من (٤) ، (٥)

$$\therefore \text{ القوة الدافعة في أي لحظة } \ ق = قع \times جا \omega ز \quad ..... (٦)$$

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

*من المعادلة (٤) يتضح أن العوامل هي:

١) مساحة الملف (س): حيث ق α س

أي تتناسب ق طردياً مع مساحة الملف.

٢) كثافة الفيض (ب): حيث ق α ب

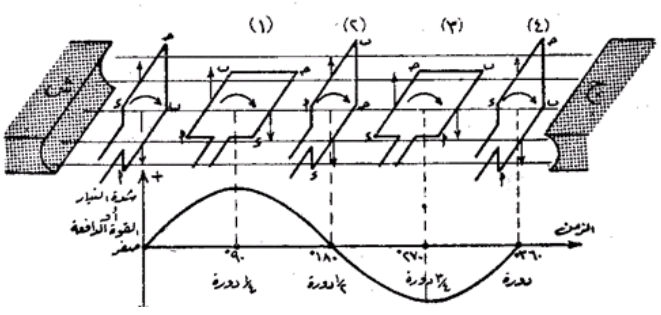
أي تتناسب ق طردياً مع كثافة الفيض المغناطيسي.

٣) عدد لفات الملف (ن) : حيث ق α ن

أي تتناسب ق طردياً مع عدد لفات الملف.

٤) السرعة الزاوية للملف (ω) : حيث ق $\alpha \ \omega$

أي تتناسب ق طردياً مع السرعة الزاوية لدوران الملف.



٥) جيب الزاوية بين وضع الملف في هذه اللحظة والوضع العمودي (جا $\omega ز$):

حيث ق α جا $\omega ز$ 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

حيث ق = قع× جا ωز

∴ ωز = صفر

∴ جا ωز = صفر

∴ ق = صفر

(ب) باستمرار الدوران تزداد ق حتى يصبح مستوى الملف موازي لخطوط الفيض وذلك بعد $\frac{1}{4}$ دورة.

∴ ωز = ٩٠° ∴ جا ωز = ١ ∴ ق = قع (نهاية عظمى)

(ج) باستمرار الدوران تقل ق حتى تنعدم عندما يكون مستواه عمودياً على اتجاه المجال وذلك بعد $\frac{1}{2}$ دورة.

∴ ωز = ١٨٠° ∴ جا ωز=١ ∴ ق = صفر.

(د) باستمرار الدوران يتغير اتجاه التيار في الملف وتزداد ق حتى تصبح نهاية عظمى وذلك بعد $\frac{1}{4}$دورة.

∴ ωز = ٢٧٠° ∴ جا ωز=-١ ∴ ق = -قع.

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

∴ ωز = ٣٦٠° ∴ جا ωز=صفر ∴ ق = 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 المسائـل

(١) السرعة الزاوية $\omega = ٢ \pi f$.

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

(٢) لحساب الزاوية (θ) بالتقدير السيني:

فـإن: $\theta = \omega$ ز $= ٢ \pi f$ ز

حيث $\pi = ١٨٠^\circ$ بالتقدير السيني

(٣) في حالة إعطاء سرعة خطية (ع):

فإن السرعة الزاوية $\omega = \frac{ع}{نق}$

حيث نق $= \frac{\text{عرض الملف}}{2}$ (م)

مثال(١):

ملف دينامو مستطيل الشكل طوله ٥٠سم وعرضه ٢٠سم مكون من ٥٠٠لفه يدور حول محور مواز لطوله بسرعة ٥٠دورة 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 :

س = ٥٠ × ٢٠ × ١٠−٤ = ١٠−١م٢ ن = ٥٠٠ = ٥ × ٢١٠ لفه

f = ٥٠ هرتز ب = ٠.٠١٤ = ١٤ × ١٠−٣ تسلا

(١) قع = ؟ (ωز $= \frac{1}{4}$ دورة $= \frac{1}{4} \times ٣٦٠ = ٥٩٠$)

∵ قع = س × ب × ن × ω ⇐ قع = س × ب × ن× $٢ \pi f$

قع = ١٠−١ × ١٤ × ١٠−٣× ٥ × ٢١٠× ٢ × $\frac{22}{7}$ × ٥٠ ⇐ قع = ٢٢٠٠٠× ١٠−٢

∴ قع = ٢٢٠ فولت.

(٢) ωز = ٣٠ ق لحظية = ؟ (ωز $= \frac{1}{12} \times ٣٦٠ = ٥٣٠$)

∵ ق = قع × جا ωز

∴ ق = ٢٢٠ × $\frac{1}{2}$ = ١١٠ فولت

مثال(٢):

ملف دينامو مستطيل أبعاده ٢٠، ١٠سم مكون من ١٠٠٠ لفه 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 $\frac{1}{300}$ ثانية من بدء الدوران.

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

الإجابة النموذجية :

س = ٢٠× ١٠× ١٠-٤ = ٢ × ١٠-٢م٢ ن = ١٠٠٠ = ١٠٣ لفه

$f = \frac{4500 \text{ دورة}}{1,5 \text{ دقيقة}} = \frac{4500}{60\times1,5} = \frac{4500}{90}$ = ٥٠ هرتز ب = ٧ × ١٠-٢تسلا

١) قع = ؟

قع = س× ب × ن × ω ⇐ قع = س × ب × ن × ٢ $f\pi$

قع = ٢ ×١٠-٢× ٧ ×١٠-٢ ×١٠٣ × ٢ × $\frac{22}{7}$ × ٥٠

قع = ٤٤٠٠ × ١٠-١ ⇐ قع = ٤٤٠ فولت.

٢) ز = $\frac{1}{300}$ ωز = ؟ قلحظية = ؟

ωز = ٢ $f\pi$ ز ⇐ ωز = ٢ × ١٨٠ × ٥٠ × $\frac{1}{300}$ = ٦٠٥

ق = قع × جا ω ز ⇐ ق = ٤٤٠ × $\frac{\sqrt{3}}{2}$ = ٢٢٠ $\sqrt{3}$ فولت.

٣) ع = ٢٤م/ث ω = ؟ قع = ؟

ω = $\frac{ع}{نق} = \frac{24}{10\times\frac{10}{2}^{-2}} = \frac{24}{10\times5^{-2}} = \frac{24}{5} = \frac{2400}{5}$ = ٤٨٠ زاوية نصف قطرية/ ثانية.

∵ قع = س × ب × ن × ω

∴ قع = ٢ × ١٠-٢× ٧× ١٠-٢×١٠٣ × ٤٨٠ = ٦٧٢٠× ١٠-١ = ٦٧٢ فولت.

مصطلحات متعلقة بالتيار المتردد:

الذبذبة الكاملة (الدورة / الاهتزازة) 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 لهُ في الثانية الواحدة.

حيث: $f = \frac{1}{ز}$ هيرتز (Hz)

ملاحظات:

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

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

٢) عدد مرات وصول شدة التيار المتردد إلى الصفر في الثانية = ٢ f + ١

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.

عدد المرات = ٢f + ١ = ٢ × ٥٠ + ١ = ١٠١ مرة/ث

التعليل: لكبر التردد وصغر الزمن وحدوث ظاهرة مداومة الرؤية

(تحدث عندما يكون f > ١٦ هرتز)

القيمة الفعالة للتيار المتردد:

١) تختلف قيمة التيار المتردد بالزيادة أو النقص باستمرار من لحظة إلى أخرى تبعاً لمنحنى جيبي.

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

٣) وأساس تقديرها أنهُ 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:

$$\text{القيمة الفعالة للتيار المتردد} = \frac{\text{النهاية العظمى لشدته}}{\sqrt{2}}$$

$$\therefore \text{ت}_{\text{فعاله}} = \frac{\text{ت}_{ع}}{\sqrt{2}}$$

$$\therefore \text{ت} = \frac{\text{ت}_{ع}}{\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \text{ت}_{ع} \times \frac{\sqrt{2}}{2} = \text{ت}_{ع} \times \frac{1.414}{2}$$

$$\therefore \text{ت}_{\text{فعالة}} = \text{ت}_{ع} \times ٠.٧٠٧$$

وبالمثل: $\text{ق}_{\text{فعالة}} = \frac{\text{ق}_{ع}}{\sqrt{2}}$ ، $\text{ق}_{\text{فعالة}} = \text{ق}_{ع} \times ٠.٧٠٧$

مثال(٤):

إذا كانت القوة الدافعة العظمى المتولدة في ملف دينامو ١٠٠ $\sqrt{2}$ فولت فاحسب القيمة الفعالة لها؟

الإجابة النموذجية :

$\text{ق}_{ع} = ١٠٠\sqrt{2}$ ق =؟ ∵ $\text{ق} = \frac{\text{ق}_{ع}}{\sqrt{2}} = \frac{100\sqrt{2}}{\sqrt{2}}$ = ١٠٠ فولت.

مثال(٥):

تيار قيمته الفعالة ٣.٥٣٥ أمبير. احسب النهاية العظمى لشدته.

الإجابة النموذجية :

ت = ٣.٥٣٥ ت$_{ع}$ = ؟ ∵ ت = ت$_{ع}$ × ٠.٧٠٧ ⇐ ت$_{ع}$ = $\frac{3,535}{,707}$ = ٥ أمبير.

مثال (٦):

ملف دينامو مستطيل الشكل أبعاده ٥٠ ، ٢٠سم مكون من ٥٠٠ لفه موضوع في مجال مغناطيسي كثافة فيضه ٠.٠١٤تسلا فإذا تولدت فيه ق.د.ك فعالة ١١٠√٢ فولت فاحسب:

١) أقل سرعة يجب أن يدور بها الملف.

٢) القوة الدافعة المتولدة عندما يدور ملفه بزاوية ٣٠°.

الإجابة النموذجية :

س = ٥٠×٢٠ × ١٠$^{-٤}$ = ١٠$^{-١}$م^{٢}.

ن = ٥٠٠ = ٥ × ١٠^{٢}لفه

ت = ١٤×١٠$^{-٣}$تسلا

ق$_{فعاله}$= ١١٠ ٢ f = ؟ ق$_{لحظية}$ = ؟ ω ز = ٣٠°

١) ق = $\frac{ق_ع}{2}$ ⇐ ١١٠ ٢ = $\frac{ق_ع}{2}$ ⇐ ق$_{ع}$ = ١١٠ ٢ × √٢ ± ٢٢٠ فولت

∵ ق$_{ع}$ = س × ب × ن × ω ⇐ ق$_{ع}$ = س × ب × ن × ٢ π f

٢٢٠ = ١٠$^{-١}$ × ١٤ × ١٠$^{-٣}$ × ٥×١٠^{٢} × ٢ × $\frac{22}{7}$ × f

٢٢٠ = ٤٤٠ × ١٠$^{-٢}$ × f

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

٢) ∵ ق = ق$_{ع}$ × جا ωز

ق$_{لحظية}$ = ٢٢٠× $\frac{1}{2}$ = ١١٠ 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 الكهربية بحسب حاجة الإنسان لاستخدامه.
٣. يمكن تقويمه أي تحويله إلى تيار مستمر يستخدم في التحليل / الطلاء الكهربي.
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 الكهربية.

وجه الاتفاق بين التيار المتردد / التيار المستمر.

يتفقا في توليدهما طاقة حرارية عند مرورهم في الموصلات الكهربية.

قيـــاس شـــدة التيار المتـــردد:

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 وتبنى فكرته على التأثير الحراري.

الأميتـــر الحـــراري

وظيفته :

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

٢. قياس شدة التيار المتسمر.

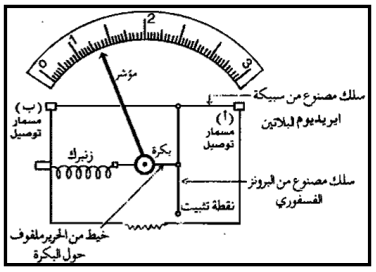
نظرية (فكرة)عملـه:

بني عمله على فكرة التأثير الحراري للتيار الكهربي.

بمعنى عند مرور تيار كهربي في موصل فإنه تتولد فيه طاقة حرارية لا تتوقف على اتجاه التيار بل على شدته ولذا يقيس التيار بنوعية متردد/ مستمر.

تركيبة:

كما بالرسم:



شرح عملـه:

١. يوصل الأميتر الحراري في الدائرة الكهربية 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 البكره 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.

تعليلات

١) تداريج الأميتر الحراري غير متساوية الأبعاد (التدريج غير منتظم). لأن كمية الحرارة المتولدة فيه تتناسب طردياً مع مربع شدة التيار وليس مع شدة التيار (ح α ت^{٢})

٢) يتحرك مؤشر الاميتر ببطء سواءً عند مرور التيار أو عند قطعة.
لأنه لابد من فترة زمنية تتساوى فيها الحرارة المتولدة مع الحرارة المفقودة منهُ 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 الكهربي فيها حتى الضعيف منها.

مميزاتــه:

١) يصلح لقياس التيار المتردد والمستمر.

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

عيوبــه:

١) يتحرك مؤشرة 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.

علاجــه:

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

دوائـــــر التيـــــار المتردد

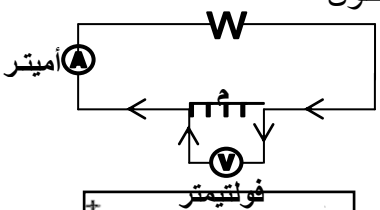
تحتوي دوائر التيار المتردد عادة على:

(١) **مقاومات** أوميه. (٢) ملفات. (٣) مكثفات.

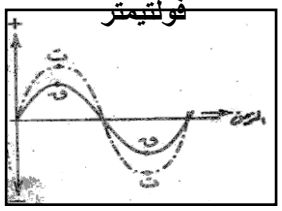
ولكل **من** هذه المكونات تأثير على شدة التيار المتردد وجهده.

(١) دائرة تحتوي على مقاومة أوميه عديمة الحث:

أ) عند مرور التيار في مقاومة أوميه فإنه يلاقي مقاومة تتوقف على طول السلك/ مساحة مقطعة / نوع مادته حيث (م = $\frac{\text{م} \times \text{ل}}{\text{س}}$) أوم



ونتيجة لذَلك 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.

جـ) تتعين شدة التيار في أي لحظة من العلاقة ت = $\frac{\text{ق(جـ)}}{\text{م}}$ أمبير.

(٢) دائرة تحتوي على مكثف:

المكثف:

أداة لتخزين الشحنات الكهربية ويستخدم في الأجهزة الإلكترونية.

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

∴ $\boxed{\text{سع} = \frac{\text{ش}}{\text{جـ}}}$ فـــاراد

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

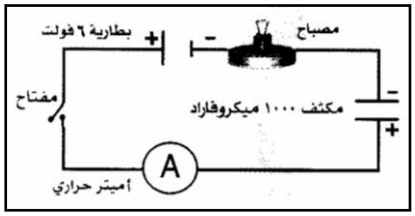
لــلإجـابة نقوم بالنشاط التالي:

التيار الكهربي المتردد يمر بين لوحي المكثف بينما لا يمر التيار المستمر

التجربة:

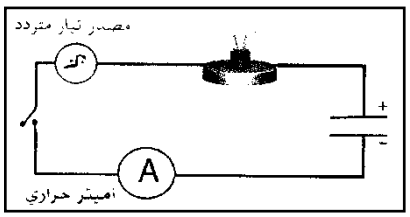
خطوات التجربة:

١) نصل الدائرة الكهربية كما بالشكل على التوالي.
٢) أغلق الدائرة الكهربية بواسطة المفتاح نلاحظ عدم إضاءة المصباح.
٣) استبدل البطارية السابقة بمصدر تيار متردد باستخدام محول خافض للجهد قوته الدافعة ٦فولت ثم أغلق الدائرة نلاحظ إضاءة المصباح.



الاستنتـــاج:

١) **فـي حالـة التيـار المستمر:** يمر تيار لحظي 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 تكفي لتسخين فتيلة المصباح حتى يضيء.



٢) **فـي حالة التيار المتردد:** يمر تيار كهربي لحظي 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 الكهربية.

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 بيَّن شدة التيار وسعة المكثف

تجربـة:

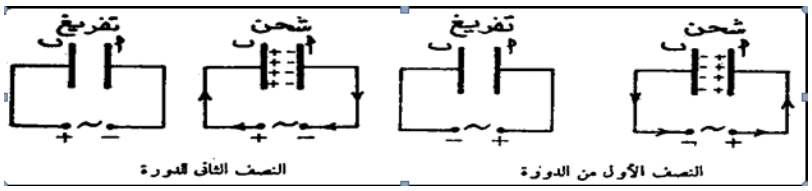
١) نكون الدائرة الكهربية السابقة في وجود مصدر التيار المتردد.
٢) نغلق الدائرة الكهربية بالمفتاح نلاحظ إضاءة المصباح إضاءة شديدة.
٣) نستبدل المكثف الذي سعته ١٠٠٠ميكروفاراد بمكثف آخر سعته أقل ١٠٠ميكروفاراد نلاحظ أن إضاءة المصباح تقل.

الاستنتـــاج:

١) كلما زادت سعة المكثف فإن تيارات الشحن والتفريغ تزداد فتزداد قدرته على إمرار التيار المتردد أي تقل مقاومته.
٢) كلما قلت سعة المكثف فإن تيارات الشحن والتفريغ تقل فتقل قدرته على إمرار التيار المتردد أي تزداد مقاومته.
٣) المقاومة التي يبديها المكثف لمرور التيار الكهربي المتردد تسمى المفاعلة السعوية.

تفسير مرور التيار المتردد في المكثف:

عنـد توصـيل لـوحي مكثـف بمصدر تيار متردد نلاحظ:



١) **فـي النصف الأول من الدورة:** يشحن المكثف تدريجياً حتى يصل فرق الجهد بين لوحيه إلى قيمة عظمى(جـ=جـع)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 (جـ = 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 (جـ=-جـع) 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 الكهربي:

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.

∴ $\boxed{\text{جـ} = \text{جـ}_ع \times \text{جا}\omega\text{ز}}$ ..... (١)

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

ش = سـع × جـ

بالتعويض من (١) ∴ ش = سـع × جـع × جا ωز

٣) باشتقاق طرفي المعادلة بالنسبة للزمن:

$$\frac{\text{د ش}}{\text{د ز}} = \text{سـع} \times \frac{\text{د (جـ}_ع \times \text{جا}\omega\text{ ز)}}{\text{د ز}}$$

$$\therefore \frac{\text{د ش}}{\text{د ز}} = \text{سـع} \times \text{جـ}_ع \times \omega \times \text{جتا}\omega\text{ز}$$

٤) ∵ شدة التيار الكهربي اللحظي (ت) المار في الدائرة تتعين من:

$$\because \text{ت} = \frac{\text{د ش}}{\text{د ز}}$$

∴ ت = ω سـع × جـع × جتا ωز

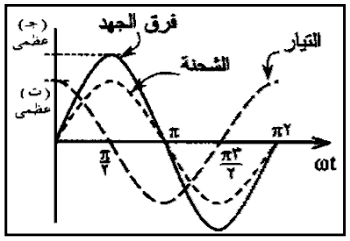
٥) تكون شدة التيار المار قيمه عظمى عندمـا:

ωز = صفر ∴ جتا ωز = ١ ∴ ت = ت ع

∴ ت ع = ω سـع جـع

٦) ∴ شدة التيار عند أي لحظة يمكن وضعها في الصورة التالية:

$\boxed{\text{ت}_{\text{لحظية}} = \text{ت ع} \times \text{جتا}\omega\text{ز}}$ ..... (٢)



وعند استخدام العلاقة المثلثيه فإن:

$$\text{جتا}\omega\text{ز} = \text{جا}\left(\frac{\pi}{2} + \omega\text{ز}\right)$$

$$\therefore \text{ت}_{\text{لحظية}} = \text{ت}_ع \times \text{جا}\left(\frac{\pi}{2} + \omega\text{ز}\right)$$

ومن العلاقـــــة (١)

$$\therefore \text{جـ}_{\text{لحظية}} = \text{جـ}_ع \times \text{جا}\omega\text{ز}$$

$$\text{جـ}_{\text{لحظية}} = \text{جـ}_ع \times \text{جا}\left(\frac{\pi}{2} - \omega\text{ز}\right)$$

$$\therefore \text{جـ}_ع = \frac{\text{ت}_ع}{\omega\ \text{سع}}$$

٧) **بمقارنة المعادلتين (١ ، ٢)** يتضح أن الجهد بين طرفي المكثف في أي لحظة دالة في جيب الزاوية (جا ω ز) بينما شدة التيار في أي لحظة في دائرة المكثف دالة في جيب تمام الزاوية (جتا ω ز).

∴ منحنى التيار يتقدم على منحنى الجهد بزاوية طور ثابتة قيمتها $\frac{\pi}{2}$ حيث (ω ز>١)

والشكل يوضح العلاقة البيانية للطور بين الشحنة الكهربية (ش) وفرق الجهد الكهربي بين لوحي المكثف (جـ) وشدة التيار الكهربي (ت).

ومن المنحنى يتضح أن التيار المتردد في المكثف يتقدم عن فرق جهده بزاوية طور مقدارها $\frac{\pi}{2}$ (٩٠° أي $\frac{1}{4}$دورة).

المفاعلة السعودية للمكثف:

تعريف المفاعلة السعويه (م سع):

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

الفرق بين المقاومة الأوميه/المفاعلة السعوية

المقاومة الأوميه:

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

المفاعلة السعوية:

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

حساب المفاعلة السعوية لمكثف (م سع).

∵ $م_{سع} = \frac{جـ_{عظمى}}{ت_{عظمى}}$ ..... (١)

∵ $ت_ع = \omega$ سع $جـ_ع$

بالتعويض في (١) ∴ $م_{سع} = \frac{جـ_ع}{\omega \text{ سع } جـ_ع}$

∴ $م_{سع} = \frac{1}{\omega \text{ سع}}$

∵ $\omega = ٢ \pi f$ حيث (f) التردد.

∴ $\boxed{م_{سع} = \frac{1}{٢ \pi f \text{ سع}}}$ أوم.

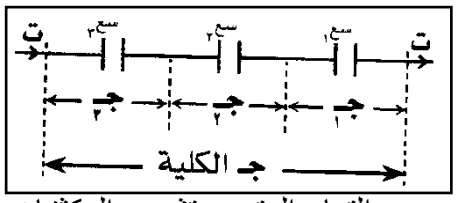
العوامل التي تتوقف عليها المفاعلة السعوية:

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 (سع١ ، سع٢ ، سع٣) متصلة معه على التوالي بدائرة كهربية كما بالشكل وعند مرور التيار المتردد تشحن المكثفات بشحنات متساوية (ش) كولوم فإذا كانت فروق الجهد لها على الترتيب هي جـ١ ، جـ٢ ، جـ٣.

∴ جـ = جـ١ + جـ٢ + جـ٣

∵ $جـ = \frac{ش}{سع}$

∴ $\frac{ش}{سع_ك} = \frac{ش}{سع_1} + \frac{ش}{سع_2} + \frac{ش}{سع_3} \Leftarrow ش = ش\left(\frac{1}{سع_1} + \frac{1}{سع_2} + \frac{1}{سع_3}\right)$

∴ $\boxed{\frac{1}{سع_ك} = \frac{1}{سع_1} + \frac{1}{سع_2} + \frac{1}{سع_3}}$

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

ملاحظات:

١) تقل السعة الكلية فتزداد المفاعلة السعوية فتقل شدة التيار في حالة التوصيل على التوالي.

٢) إذا كانت المكثفات متساوية السعة وسعة كلاً منها (سع١) وعددها (ن).

∴ $\boxed{سع_ك = \frac{سع_1}{ن}}$ فـــاراد

٣) في حالة مكثفين فقط. ∴ $\boxed{سع_ك = \frac{سع_1 \times سع_2}{سع_1 + سع_2}}$ فـــاراد

ثانياً: على التوازي:

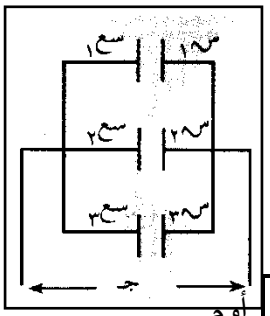
بفرض توصيل المكثفات الثلاثة السابقة على التوازي بمصدر تيار كهربي متردد جهده (جـ) كما بالشكل فإن شحناتها هي ش١، ش٢، ش٣ على الترتيب وتكون جهودها متساوية.

∴ ش$_ك$ = ش١ + ش٢ + ش٣

∵ ش = سع × جـ

∴ سع$_ك$ × جـ = سع١ × جـ + سع٢ × جـ + سع٣ × جـ × جـ

سع$_ك$ × جـ = جـ (سع١ + سع٢ + سع٣)



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

ملاحظات:

١) تزداد السعة الكلية فتقل المفاعلة السعوية فيزداد شدة التيار.

٢) إذا تساوت السعة. ∴ $\boxed{سع_ك = سع_1 \times ن}$ فـــاراد

٣) وحدات قياس السعة الكهربية لمكثف:

(أ) الفـــاراد (F)

(ب) مللي فاراد(mF)=١٠$^{-٣}$ فـــــاراد.

(ج)ميكروفاراد(μf) = ١٠$^{-٦}$فـــــاراد.

(د) بيكـــوفـــاراد = ١٠$^{-١٢}$ فـــــاراد.

ملاحظات هامة لحل المسائل:

(١) حساب شدة التيار في الدائرة:

الخطوات:

أ) نوجد السعة الكلية سع$_{ك}$ حسب المعطى في المسألة كما سبق. ← توالي / توازي

ب) نوجد المفاعلة السعوية الكلية: م سع ك = $\frac{1}{\text{سع}_{ك} \times f \times \pi 2}$

ج) نوجد شدة التيار ت = $\frac{\text{ق(جـ)}}{\text{م سع}}$ 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 $\text{سع}_{\substack{1\\2\\3}}$ = $\frac{1}{\text{سع}_{\substack{1\\2\\3}} \times f \times \pi 2}$

ب) نوجد الجهد في كل مكثف: $\text{حـ}_{\substack{1\\2\\3}}$ = ت × م $\text{سع}_{\substack{1\\2\\3}}$

ج) نوجد التيار في كل مكثف: $\text{ت}_{\substack{1\\2\\3}}$ = $\frac{\text{حـ (ق)}}{\text{م سع}_{\substack{1\\2\\3}}}$

مثال (٧):

مكثف سعته ٧ ميكروفاراد يتصل بمصدر تيار متردد قوته الدافعة العظمى ٢٠٠فولت تردده ٥٠ هرتز احسب: (١) شدة التيار العظمى.

(٢) القيمة الفعالة لشدة التيار.

الإجابة النموذجية :

سع = ٧ ميكروفاراد = ٧ × ١٠$^{-٦}$فاراد ق$_{ع}$= ٢٠٠ ت$_{ع}$ = ؟ت فعالة = ؟

١) ∵ م$_{سع}$ = $\frac{1}{\text{سع} \times f \times \pi 2}$ = $\frac{1}{10^{-6} \times 7 \times 50 \times \frac{22}{7} \times 2}$ = $\frac{1}{10^{-6} \times 2200}$

م$_{سع}$ = $\frac{1}{22 \times 10^{-4}}$ = $\frac{10^{4}}{22}$ أوم

∵ ت$_{ع}$ = $\frac{\text{ق}_{ع}}{\text{م سع}}$ = $\frac{200}{\frac{10^{4}}{22}}$ = $\frac{22 \times 200}{1000}$ = $\frac{44}{100}$ = ٠.٤٤ أمبير.

٢) ∵ ت = ت$_{ع}$ × ٠.٧٠٧

ت = ٠.٤٤ × ٠.٧٠٧ = ٠.٣١١ أمبير

مثال (٨):

مكثف يتصل بمصدر تيار متردد قوته الدافعة الفعالة ١١٠ ٢ فولت يدور ملفه بسرعة ٣١٥٠ دورة في دقيقة ونصف فمر تيار شدته العظمى ٠.٤ أمبير احسب سعة المكثف.

الإجابة النموذجية :

$ق_{فعاله} = ١١٠\sqrt{2}$ $\quad f = \frac{3150}{1,5 \text{ دقيقة}} = \frac{3150}{60 \times 1,5} = \frac{3150}{90} = ٣٥$ هرتز

$ت_ع = ٠.٤$ $\quad$ سع = ؟

$\because ق_{فعاله} = \frac{ق_ع}{2} \Leftarrow ١١٠\sqrt{2} = \frac{ق_ع}{2}$

$ق_ع = ١١٠\sqrt{2} \times 2 = ١٢٢\sqrt{2} \times 2 = ٢٢٠$ فولت

$\because ت_ع = \frac{ق_ع}{م_{سع}} \Leftarrow ٠.٤ = \frac{220}{م_{سع}} \Leftarrow م_{سع} = \frac{220}{0,4} = ٥٥٠$ أوم

$\because م_{سع} = \frac{1}{2\pi f \text{ سع}} \Leftarrow ٥٥٠ = \frac{1}{\text{سع} \times 35 \times \frac{22}{7} \times 2}$

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

مثال (٩):

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

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

الإجابة النموذجية :

$سع_١ = ٢٠$ $\quad سع_٢ = ٤٠$ $\quad سع_٣ = ٦٠$ (نحول بعد إيجاد السعة الكلية أفضل)

ق = ٢٠٠ $\quad f = ٣٥$ $\quad$ ت = ؟

(١) على التوالي: $\frac{1}{\text{سع}_ك} = \frac{1}{\text{سع}_1} + \frac{1}{\text{سع}_2} + \frac{1}{\text{سع}_3} = \frac{1}{20} + \frac{1}{40} + \frac{1}{60} = \frac{1+1,5+3}{60}$

$\frac{1}{\text{سع}_ك} = \frac{5,5}{60} \Leftarrow \text{سع}_ك = \frac{60}{5,5} = \frac{600}{55} = \frac{120}{11}$ ميكروفاراد

$\therefore \text{سع}_ك = \frac{120}{11} \times ١٠^{-٦}$ فاراد

$\because م_{سع\,ك} = \frac{1}{2\pi f \text{ سع}_ك} = \frac{1}{10^{-6} \times \frac{120}{11} \times 35 \times \frac{22}{7} \times 2} = \frac{1}{10^{-6} \times 2400} = \frac{1}{10^{-4} \times 24} = \frac{10^4}{24}$ أوم

$\because ت = \frac{ق}{م_{سع}} = \frac{200}{\frac{10^4}{24}} = \frac{24 \times 200}{10000} = \frac{48}{100} = ٠.٤٨$ أمبير.

(٢) على التوازي: $\text{سع}_ك = \text{سع}_١ + \text{سع}_٢ + \text{سع}_٣$

$\therefore \text{سع}_ك = ٢٠+٤٠+٦٠ = ١٢٠$ ميكروفاراد $= ١٢٠ \times ١٠^{-٦}$ فاراد

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

$م_{سع\,ك} = \frac{10^4}{264}$ أوم.

$$ت = \frac{ق}{م_{سع_ك}} = \frac{200}{\frac{4}{264}10} = \frac{264\times200}{10000} = \frac{528}{100} = ٥.٢٨ \text{ أمبير}$$

ت توازي > ت توالي لأن $م_{سع}$ توازي < $م_{سع}$ توالي.

*** احسب فرق الجهد بين طرفي كل مكثف في حالة التوالي في المثال السابق.**

$$م_{سع_١} = \frac{1}{2\pi f \, سع_1} = \frac{1}{6-10\times20\times35\times\frac{22}{7}\times2} = \frac{1}{6-10\times4400} = \frac{4}{44}10 \text{ أوم}$$

$$م_{سع_٢} = \frac{1}{2\pi f \, سع_2} = \frac{1}{6-10\times40\times35\times\frac{22}{7}\times2} = \frac{1}{6-10\times8800} = \frac{4}{88}10 \text{ أوم}$$

$$م_{سع_٢} = \frac{1}{2\pi f \, سع_3} = \frac{1}{6-10\times60\times35\times\frac{22}{7}\times2} = \frac{1}{6-10\times13200} = \frac{4}{132}10 \text{ أوم}$$

$$جـ_١ = ت \times م_{سع_١} = ٠.٤٨ \times \frac{4}{44}10 = \frac{10000\times48}{44} = \frac{4800}{44} = ١٠٩.٠٩ \text{ فولت.}$$

$$جـ_٢ = ت \times م_{سع_٢} = ٠.٤٨ \times \frac{4}{88}10 = \frac{10000\times48}{88} = \frac{4800}{88} = ٥٤.٥٤ \text{ فولت}$$

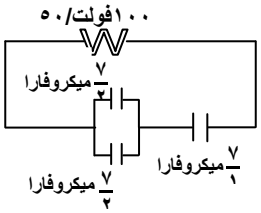
$$جـ_٣ = ت \times م_{سع_٣} = ٠.٤٨ \times \frac{4}{132}10 = \frac{10000\times48}{132} = \frac{4800}{132} = ٣٦.٣٦ \text{ فولت.}$$

التأكـد: $جـ = جـ_١ + جـ_٢ + جـ_٣ \Leftarrow$

$جـ = ١٠٩.٠٩ + ٥٤.٥٤ + ٣٦.٣٦ = ١٩٩.٩ = ٢٠٠$ فولت = ق

مثال (١٠):

في الشكل المرسوم. احسب شدة التيار المار في الدائرة.



الإجابة النموذجية :

ق = ١٠٠ f = ٥٠ت = ؟

لاحظ: هناك مكثفان على التوازي نحسب سعتهم الكلية ثم مع المكثف الثالث يصبح التوصيل توالي.

المكثفان على التوازي: $سع_ك = سع_١ \times ن \Leftarrow سع_ك = \frac{7}{22} \times ٢$

$= \frac{7}{11}$ ميكروفاراد

المكثفان على التوالي: $سع_ك = \frac{سع_1}{ن} = \frac{\frac{7}{11}}{2}$

$سع_ك = \frac{7}{2\times11} = \frac{7}{22}$ ميكروفاراد $= \frac{7}{22} \times ١٠^{-٦}$ فاراد

$م_{سع_ك} = \frac{1}{2\pi f \, سع_ك} = \frac{1}{6-10\times\frac{22}{7}\times50\times\frac{22}{7}\times2} = \frac{1}{6-10\times100} = \frac{1}{4-10} = ١٠^{٤}$ أوم

$ت = \frac{ق}{م_{سع_ك}} = \frac{100}{\frac{4}{10}10} = \frac{100}{10000} = \frac{1}{100} = ٠.٠١$ 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 √٢ أمبير احسب:

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

الإجابة النموذجية :

$سع_1 = \frac{100}{11}$ $سع_2 = \frac{400}{11}$ $ق_{فعاله} = ١٢٥$ $ت_ع = ٠.٤\sqrt{٢}$

$f = ؟$ $جـ_1 = ؟$ $جـ_2 = ؟$

$\because ت = \frac{ت_ع}{\sqrt{٢}} \Leftarrow ت = \frac{٠.٤\sqrt{٢}}{\sqrt{٢}} = ٠.٤$ أمبير

(١) $\because ت_{فعاله} = \frac{ق_{فعاله}}{م_{سع}} \Leftarrow ٠.٤ = \frac{125}{م_{سع}} \Leftarrow م_{سع} = \frac{125}{400} = ٣١٢.٥$ أوم

$\because سع_ك = \frac{سع_1 \times سع_2}{سع_1 + سع_2} \Leftarrow سع_ك = \frac{\frac{400}{11} \times \frac{100}{11}}{\frac{400}{11} + \frac{100}{11}} = \frac{\frac{400}{11} \times \frac{100}{11}}{\frac{500}{11}}$

$سع_ك = \frac{80}{11}$ ميكروفاراد $= \frac{80}{11} \times ١٠^{-٦}$ فاراد

$\because م_{سع_ك} = \frac{1}{2\pi f سع_ك} \Leftarrow ٣١٢.٥ = \frac{1}{2 \times \frac{22}{7} \times f \times \frac{80}{11} \times 10^{-6}}$

$f = \frac{1}{312,5 \times 10^{-6} \times 320} = \frac{1}{10^{-6} \times 100000} = \frac{7}{10^{-1}} = ٧ \times ١٠ = ٧٠$ هرتز.

(٢) $م_{سع_1} = \frac{1}{2\pi f سع_1} = \frac{1}{2 \times \frac{22}{7} \times 7 \times \frac{100}{11} \times 10^{-6}} = \frac{1}{4 \times 10^{-3}} = \frac{10^3}{4} = \frac{1000}{4} = ٢٥٠$ أوم

$م_{سع_2} = \frac{1}{2\pi f سع_2} = \frac{1}{2 \times \frac{22}{7} \times 70 \times \frac{400}{11} \times 10^{-6}} = \frac{1}{16 \times 10^{-3}} = \frac{10^3}{16} = \frac{1000}{16} = ٦٢.٥$ أوم

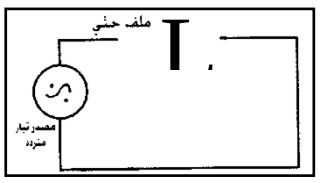
$\because جـ_1 = ت \times م_1 = ٠.٤ \times ٢٥٠ = ١٠٠$ فولت

$جـ_2 = ت \times م_2 = ٠.٤ \times ٦٢.٥ = ٢٥$ فولت

التأكـد: $جـ = جـ_1 + جـ_2 \Leftarrow جـ = ١٠٠ + ٢٥ = ١٢٥$ فولت

(٣) دائرة تحتوي على ملف حث:

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



٢) عند غلق الدائرة نجد أن فرق الجهد (جـ) 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 $= ٩٠^\circ$ 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 مجال مغناطيسي متغير فيتولد بالحث الذاتي في الملف (ق.د.ك) تأثيرية عكسية تقاوم القوة الدافعة الكهربية للمصدر أي تمانع التيار المتردد في الملف وتسمى بالمفاعلة الحثية.

علاقة الطور بين الجهد وشدة التيار في دائرة ملف حث:

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

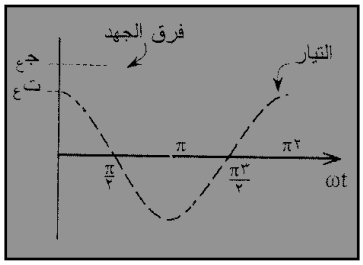
$$\boxed{ت = ت_ع \times جا \omega ز} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (١)$$

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

$$ج = -حث \times \frac{د ت}{د ز}$$ (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 اتجاهاً القوة الدافعة للمصدر (حـ):



$$\therefore ج = - جـ$$

$$\therefore جـ = حث \times \frac{د ت}{د ز}$$

٤) وبالتعويض من (١) عن قيمة ت:

$$\therefore جـ = حث \times \frac{(ت_ع \times جا \omega ز)}{د ز}$$

$$\therefore جـ = حث \omega ت_ع \times جتا \omega ز$$

٥) يكون فرق الجهد قيمة عظمى عندما:

$\omega ز$ = صفر $\quad \therefore$ جتا $\omega ز = ١$ $\quad \therefore جـ = جـ_ع$

$\therefore جـ_ع = \omega حث ت_ع$

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

$$\boxed{جـ = جـ_ع \times جتا \omega ز} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (٢)$$

ويمكن وضع العلاقة في الصورة:

$$جـ = جـ_ع \times جا (\omega ز + \frac{\pi}{2})$$

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

$\frac{\pi}{2}$ (٩٠° أي $\frac{1}{4}$ دورة)

توضيح:

يبلغ فرق الجهد (حـ) نهايته العظمى عند الزاوية ($\frac{\pi}{2}$ = ٩٠°) بينما تبلغ شدة التيار (ت) النهاية العظمى عند الزاوية (π = ١٨٠°) ومعنى ذلك أن فرق الجهد يتقدم على شدة التيار بزاوية قدرها (٩٠°).

المفاعلـــــــــة الحثيـــــــــة للملـــــــــف

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 الأوميه:

تقاوم مرور التيار المتردد وتستنفذ طاقة كهربية على صورة حرارة.

المفاعلة الحثية:

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

حساب المفاعلة الحثية لملف (محث):

∵ م$_{حث}$ = $\frac{جـ_ع}{ت_ع}$ ..... (١)

∵ جـ$_ع$ = ω$_{حث}$ ت$_ع$

بالتعويض في (١)

∴ م$_{حث}$ = $\frac{ω_{حث} ت_ع}{ت_ع}$ ⇐ م$_{حث}$ = ω$_{حث}$ × حث

∵ ω = ٢ π f

∴ **م$_{حث}$ = ٢ π f حث** أوم.

العوامل التي تتوقف عليها المفاعلة الحثية:

(١) تردد التيار (f): (م$_{حث}$) تتناسب طردياً مع (f).

أي كلما زاد التردد زادت المفاعلة الحثية والعكس صحيح.

(٢) معامل الحث الذاتي (حث): (م$_{حث}$) تتناسب طردياً مع (حث).

أي كلما زاد الحث الذاتي للملف زادت المفاعلة الحثية والعكس.

المفاعلـــة الحثيـــة الكلية للتيار المتردد في عـــــــدة ملفات متصلـــة معـاً:

أولاً:على التوالي:

كما في المقاومات الأوميه فإن:

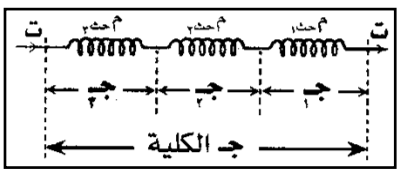
المفاعلة الحيثية الكلية = مجموع مفاعلة الملفات كلاً على حدة

∴ **م$_{حث\ ك}$ = م$_{حث\ ١}$ + م$_{حث\ ٢}$ + م$_{حث\ ٣}$** أوم

صيغـة أخرى: م$_{حث\ ك}$ = ٢ π f حث$_١$ + ٢ π f حث$_٢$ + ٢ π f حث$_٣$

م$_{حث\ ك}$ = ٢ π f (حث$_١$ + حث$_٢$ + حث$_٣$)

م$_{حث\ ك}$ = ٢ π f حث$_ك$



١) تزداد المفاعلة الكلية فيقل شدة التيار المار.

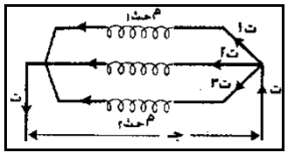
٢) في حالة تساوي المفاعلة للملفات التي عددها ن:

∴ **م$_{حث\ ك}$ = م$_{حث\ ١}$ ×ن** أوم

ثانياً: على التوازي:

$$\frac{1}{م_{حث\,ك}} = \frac{1}{م_{حث\,1}} + \frac{1}{م_{حث\,2}} + \frac{1}{م_{حث\,3}}$$

ملاحظات:



١) تقل المفاعلة الكلية فيزداد شدة التيار.

٢) في حالة تساوي المفاعلة للملفات: $م_{حث\,ك} = \frac{م_{حث\,1}}{ن}$ أوم

٣) في حالة ملفين فقط: $م_{حث\,ك} = \frac{م_{حث\,1} \times م_{حث\,2}}{م_{حث\,1} + م_{حث\,2}}$ أوم.

ملاحظات هامة لحل المسائل:

(١)حساب شدة التيار المار في الدائرة:

الخطوات:

أ) نوجد مفاعلة كل ملف $م_{حث\,1\,2\,3} = ٢\ \pi\ f\ حث_{1\,2\,3}$

ب) نوجد المفاعلة الكلية حسب المعطى في المسألة كما سبق. (توالي / توازي)

ت) جـ) نوجد شدة التيار : $ت = \frac{ق(جـ)}{م_{حث\,ك}}$.

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: $جـ_{1\,2\,3} = ت \times م_{حث\,1\,2\,3}$

خ) ج) نوجد $ت_{1\,2\,3} = \frac{جـ\,(ق)}{م_{حث\,1\,2\,3}}$

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) ∴ $م_{حث} = ٢\ \pi\ f$ حث = $٢ \times \frac{22}{7} \times ٥٠ \times ٣٥ = ١١٠$ أوم

ش) ∴ $ت = \frac{ق}{م_{حث}} = \frac{220}{110} = ٢$ 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 :

$ق_ع = ١١٠$ $f = ٣٥$ $ت_{فعاله} = ٢\sqrt{٢}$ حث = ؟

$ت = \frac{ت_ع}{2\sqrt{2}} \Leftarrow 2\sqrt{2} = \frac{ت_ع}{2\sqrt{2}} \Leftarrow ت_ع = 2\sqrt{2} \times 2 = ٤$ أمبير

$\because ت_ع = \frac{ق}{م_{حث}} \Leftarrow ٤ = \frac{110}{م_{حث}} \Leftarrow م_{حث} = \frac{110}{4} = ٢٧.٥$ أوم.

$\because م_{حث} = 2\pi f$ حث

$٢٧.٥ = ٢ \times \frac{22}{7} \times ٣٥ \times$ حث $\Leftarrow$ حث $= \frac{27,5}{220} = \frac{2,5}{20} = ٠.١٢٥$ 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 :

$حث_١ = ٠.١٤$ $حث_٢ = ٠.٢١$ $حث_٣ = ٠.٣٥$

ق= ١١٠ $f = ٥٠$ ت=؟ جـ$_{١،٢،٣}$=؟

١) $م_١ = 2\pi f$ حث$_١$ $= ٢ \times \frac{22}{7} \times ٥٠ \times ٠.١٤ = ٤٤$ أوم

$م_٢ = 2\pi f$ حث$_٢$ $= ٢ \times \frac{22}{7} \times ٥٠ \times ٠.٢١ = ٦٦$ أوم

$م_٣ = 2\pi f$ حث$_٢$ $= ٢ \times \frac{22}{7} \times ٥٠ \times ٠.٣٥ = ١١٠$ أوم

$م_ك = م_١ + م_٢ + م_٣ = ٤٤ + ٦٦ + ١١٠ = ٢٢٠$ أوم

$ت = \frac{ق}{م_ك} = \frac{110}{220} = \frac{1}{2}$ أمبير

٢) جـ$_١$ $= ت \times م_١ = \frac{1}{2} \times ٤٤ = ٢٢$ فولت

جـ$_٢$ $= ت \times م_٢ = \frac{1}{2} \times ٦٦ = ٣٣$ فولت

جـ$_٣$ $= ت \times م_٣ = \frac{1}{2} \times ١١٠ = ٥٥$ فولت

مثال (١٥):

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

الإجابة النموذجية :

$\frac{1}{م_ك} = \frac{1}{م_1} + \frac{1}{م_2} + \frac{1}{م_3} = \frac{1}{44} + \frac{1}{66} + \frac{1}{110} = \frac{1+1,6+2,5}{110}$

$\frac{1}{م_ك} = \frac{5,1}{110} \Leftarrow م_ك = \frac{110}{5,1} = ٢١.٦$ أوم

$ت = \frac{ق}{م_ك} = \frac{110}{21,6} = ٥.١$ أمبير.

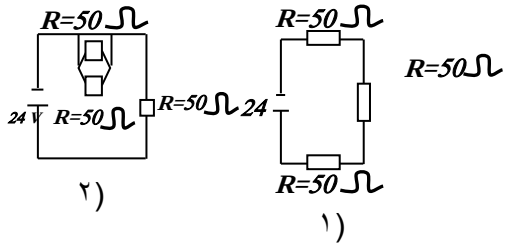
?مثال (١٦):

في أيٍّ من الشكلين يمر أكبر تيار ولماذا؟

الشكل (١):

مك= م١ × ن ⇐ مك = ٥٠ × ٣ = ١٥٠ أوم

ت = $\frac{ق}{م_ك}$ = $\frac{24}{150}$ = ٠.١٦ أمبير



١)

٢)

الشكل (٢):

المقاومة الكلية للتوازي.

مك = $\frac{م_1}{ن}$ = $\frac{50}{2}$ = ٢٥ أوم

المقاومة الكلية للتوالي:

مك = م١ + م٢ = ٢٥ + ٥٠ = ٧٥ أوم

ت = $\frac{ق}{م_ك}$ = $\frac{24}{75}$ = ٠.٣٢ 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 :

قع = ١٠٠ f = ٧٠ حث١ = ؟ حث٢ = ؟

توالـي: تع = ٢أمبير

∵ تع = $\frac{ق_ع}{م_ك}$ ⇐ ٢ = $\frac{100}{م_ك}$ ⇐ مك = $\frac{100}{2}$ = ٥٠ أوم

∵ مك = م١ + م٢ ⇐ $\boxed{م_1 + م_2 = ٥٠}$ ⇐ (١)

توازي: ت = ٨ أمبير

ت= $\frac{ق}{م_ك}$ ⇐ ٨ = $\frac{100}{م_ك}$ ⇐ مك = $\frac{100}{8}$ = ١٢.٥ أوم

∵ مك = $\frac{م_1 \times م_2}{م_1 + م_2}$ ⇐ $\boxed{\frac{م_1 \times م_2}{م_1 + م_2} = ١٢.٥}$ ⇐ (٢)

نعوض من (١) في (٢)

$\frac{م_2 \times (50 - م_2)}{م_2 + (50 - م_2)}$ = ١٢.٥ ⇐ ٦٢٥ = ٥٠م٢ − $م_2^2$

∴ $م_2^2$ − ٥٠م٢ + ٦٢٥ = صفر

(م٢ − ٢٥) (م٢ − ٢٥) = صفر ∴ م٢ = ٢٥ أوم.

نعوض في (١) م١ = ٥٠ − ٢٥ = ٢٥ أوم

∵ م١ = م٢ ∴ حث١ = حث٢

$م_{1} = 2\pi f\ حث_{1} \Leftarrow 25 = 2 \times \frac{22}{7} \times 70 \times حث_{1} \Leftarrow حث_{1} = حث_{2} = \frac{25}{440} = \frac{5}{88}$ هرتز.

? مثال (١٨):

وصل ملفان الحث الذاتي لاحدهما ٤ أمثال الآخر على التوازي بمصدر تيار متردد قوته الدافعة الفعالة ١١٠ √٢ فولت تردده ٣٥ هرتز فمر تيار شدته العظمى ٢.٥ أمبير احسب الحث الذاتي لكلا الملفين.

الإجابة النموذجية :

$حث_{2} = 4\ حث_{1}$ ق فعاله $= 110\sqrt{2}$ $f = 35$ $ت_{ع} = 2.5$

$\therefore ق = \frac{ق_{ع}}{\sqrt{2}} \Leftarrow 110\sqrt{2} = \frac{ق_{ع}}{2}$ ⇐ $ق_{ع} = 110\sqrt{2} \times \sqrt{2} = 220$ فولت

$\therefore ت_{ع} = \frac{ق_{ع}}{م_{ك}} \Leftarrow 2.5 = \frac{220}{م_{ك}} \Leftarrow م_{ك} = \frac{220}{2,5} = 88$ أوم

$\therefore م_{1} = 2\pi f\ حث_{1} = 2 \times \frac{22}{7} \times 35 \times حث_{1} = 220\ حث_{1}$

$م_{2} = 2\pi f\ حث_{1} = 2 \times \frac{22}{7} \times 35 \times 4 حث_{1} = 880\ حث_{1}$

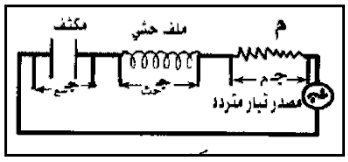
$\therefore م_{ك} = \frac{م_{1} \times م_{2}}{م_{1} + م_{2}} = 88 \Leftarrow \frac{220حث_{1} \times 880حث_{1}}{220حث_{1} + 880حث_{1}} = \frac{220حث_{1} \times 880حث_{1}}{1100حث_{1}} = 88$

$\therefore 88 = 176\ حث_{1}$

$\therefore حث_{1} = \frac{88}{176} = \frac{1}{2}$ هنري. $\therefore حث_{2} = 4 \times \frac{1}{2} = 2$ هنري.

المعاوقـــــــة (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 وتطلق عليها المعاوقة.

تعريف المعاوقة (مق):

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

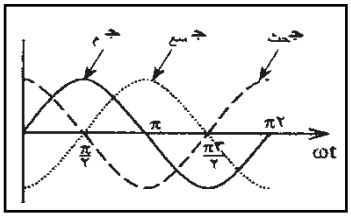
أو: هي المقاومة الكلية لدائرة تحتوي على مقاومة / مفاعلة يتصلان على التوالي بمصدر تيار متردد.

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.



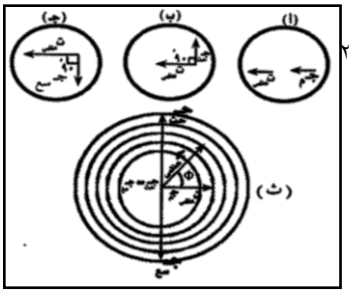
في حالة المقاومة ⇐ $جـ_{م}$ يتفق مع ت في الطور.

في حالة الملف ⇐ $جـ_{حث}$ يسبق ت بمقدار $\frac{1}{4}$ دورة($\frac{\pi}{2}$ = ٩٠°).

في حالة المكثف ت يسبق جـ سع بمقدار $\frac{1}{4}$ دورة($\frac{\pi}{2}$ = ٩٠°).

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 (جـ ع) يمثل بمتجه يصنع زاوية طور (ϕ) مع المتجه الدوار (ت ع) والمتجهين (جـ حث، جـ سع) باتجاهين متعاكسين.



شكل(٣)

حيث: $جـ_ع = \sqrt{(جـ_م)^2 + (جـ_{حث} - جـ_{سع})^2}$

$= \sqrt{(ت_ع \times م)^2 + (ت_ع \times م_{حث} - ت_ع \times م_{سع})^2}$

$= \sqrt{ت_ع^2 [م^2 + (م_{حث} - م_{سع})^2]}$

$= ت_ع \sqrt{م^2 + (م_{حث} - م_{سع})^2}$

$\therefore$ $\boxed{م_ق = \sqrt{م^2 + (م_{حث} - م_{سع})^2}}$ أوم

ومنها: $ت_ع = \frac{جـ_ع}{\sqrt{م^2 + (م_{حث} - م_{سع})^2}}$

$\therefore جـ_ع = ت_ع \times م_ق$

حساب زاوية الطور (ϕ) بين الجهد والتيار:

$$\boxed{ظا\ \phi = \frac{م_{حث} - م_{سع}}{م}}$$

) إذا كانت م حث > م سع $\therefore$ ϕ موجبة $\therefore$ الجهد يسبق ت $\therefore$ التأثير العام للدائرة حثي.

٢) إذا كانت $م_{حث} < م_{سع}$ $\therefore$ ϕ سالبة $\therefore$ التيار يسبق الجهد $\therefore$ التأثير العام للدائرة سعوي.

٣) إذا كانت $م_{حث} = م_{سع}$ $\therefore$ ϕ = صفر $\therefore$ الجهد والتيار متفقين في الطور.

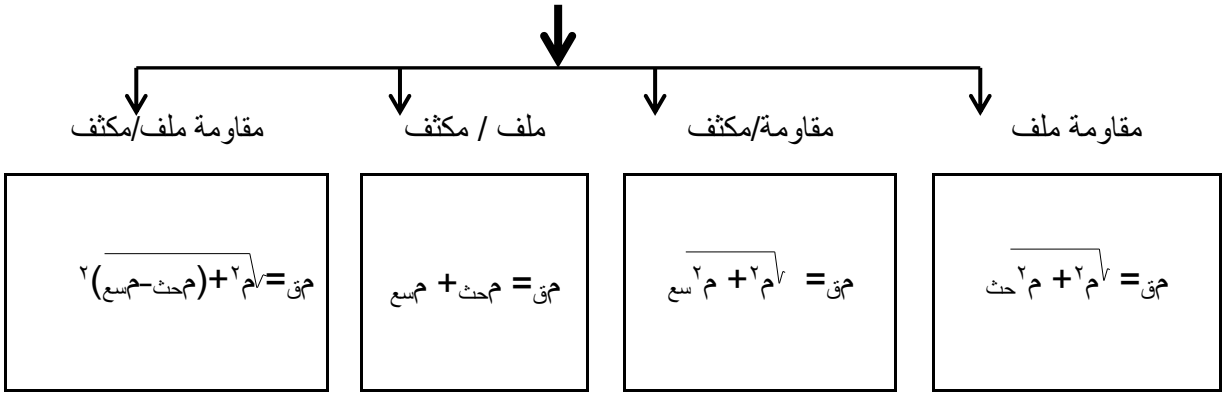
$\therefore$ **الدائرة في حالة رنين (مرور أكبر تيار في الدائرة)** $\boxed{\text{لأن } م_ق = م}$

العوامل التي تتوقف عليها المعاوقة:

١) المقاومة الأوميه. ٢) المفاعلة الحثيه/ السعوية.

ملحوظة هامة جداً:

إذا احتوت الدائرة على:



ملاحظات هامة لحل المسائل:

(١) حساب شدة التيار المار في الدائرة.

الخطوات: أ) نوجد $م_{حث}$ ، $م_{سع}$ حيث: $م_{حث} = ٢\pi f$ حث ، $م_{سع} = \frac{1}{٢\pi f \text{ سع}}$

ب) نوجد $م_{ق}$ كما سبق.

ج) نوجد ت = $\frac{ق_{(د)}}{م_{ق}}$ حيث ت ، حـ من نوع واحد إما فعالة ، أو عظمى.

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

أ) نوجد ت كما سبق.

ب) نوجد $حـ_{م}$ = ت×م ، $حـ_{حث}$ = ت × $م_{حث}$ ، $حـ_{سع}$ = ت × $م_{سع}$

مع ملاحظة أن $حـ_{م} \neq حـ_{م} + حـ_{حث} + حـ_{سع}$ والتأكد $حـ = \sqrt{(حـ_{م})^{٢} + (حـ_{حث} - حـ_{سع})^{٢}}$

وإذا كان فرق الجهد بين طرفي كل منهم متساوي. ∴ م= $م_{حث}$= $م_{سع}$

(٣) إذا أعطى ملف حث لهُ مقاومة يتصل:

أ) بمصدر تيار متردد ∴ توجد $م_{حث}$ ⇐ توجد $م_{ق}$

∴ ت = $\frac{ق}{م_{ق}}$ أمبير

ب) بمصدر تيار مستمر ∴ لا توجد $م_{حث}$ ⇐ لا توجد $م_{ق}$ ⇐ توجد م فقط.

∴ ت = $\frac{ق}{م}$ أمبير

مثال (١٩):

ملف مقاومته ٦ أوم حثة 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 :

م = ٦ حث = $\frac{7}{275}$ ت = ؟

(١) ق = ٦ f = ٥٠

$م_{حث} = ٢\pi f$ حث = ٢ × $\frac{22}{7}$ × ٥٠ × $\frac{7}{275}$ = ٨ أوم

$م_{ق} = \sqrt{م^{٢} + م_{حث}^{٢}} = \sqrt{(٦)^{٢} + (٨)^{٢}} = \sqrt{٣٦ + ٦٤} = \sqrt{١٠٠}$ = ١٠ أوم

ت = $\frac{ق}{م_{ق}}$ = $\frac{6}{10}$ = ٠.٦ أمبير.

(٢) ق = ٦ لا توجد $م_{حث}$ ⇐ لا توجد $م_{ق}$

∴ ت = $\frac{ق}{م}$ = $\frac{6}{6}$ = ١ أمبير

مثال (٢٠):

وصلت مقاومة٣٠أوم 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.

الإجابة النموذجية :

م = ٣٠ حـ(ق) = ١٠٠ $f = \frac{3150}{60\times1,5}$ = ٣٥ هرتز ت= ٢ حث = ؟ جـم = ؟

جـسع = ؟

(١) ∵ ت = $\frac{ق}{م_{ق}}$ ⇐ ٢ = $\frac{100}{م_{ق}}$ ⇐ $م_{ق} = \frac{100}{2}$ = ٥٠ أوم

∵ $م_{ق} = \sqrt{م^{٢} + م_{حث}^{٢}}$ ⇐ ٥٠ = $\sqrt{(٣٠)^{٢} + م_{حث}^{٢}}$ ⇐ ٥٠ × ٥٠ = ٩٠٠ + $م^{٢}$ حث

٢٥٠٠ − ٩٠٠ = $م^{٢}$حث ⇐ ١٦٠٠ = $م^{٢}$ حث ⇐ $م_{حث} = \sqrt{١٦٠٠}$ = ٤٠ أوم.

∵ $م_{حث} = ٢\pi f$ حث ⇐ ٤٠ = ٢ × $\frac{22}{7}$ × ٣٥ × حـــث ⇐ حـــث = $\frac{40}{220} = \frac{2}{11}$

هنري

(٢) جـم = ت × م = ٢ × ٣٠ = ٦٠ فولت

جـ$_{حث}$ = ت×$م_{حث}$ = ٢ × ٤٠ = ٨٠ فولت.

لاحظ: لا تجمع الجهود جبرياً (جـ = ٦٠ + ٨٠ = ١٤٠ ≠ ق) في حالة المعاوقة وتجمع كمتجهات.

مثال (٢١):

اتصلت مقاومة مع ملف حث على التوالي بمصدر تيار متردد جهده الفعال ١٢٠فولت تردده ٣٥هرتز فمر تيار كهربي قيمته الفعالة ٤أمبير فإذا كان فرق الجهد بين طرفي المقاومة هو نفسه فرق الجهد بين طرفي الملف. **احسب:**

١) مقدار المقاومة. ٢) معامل الحث الذاتي للملف.

الإجابة النموذجية :

ق = ١٢٠ ت = ٤ f = ٣٥ م = ؟ حث = ؟

(١) ∵ ت = $\frac{ق}{م_{ق}}$ ⇐ ٤ = $\frac{120}{م_{ق}}$ ⇐ $م_{ق} = \frac{120}{4}$ = ٣٠ أوم.

∵ $م_{ق} = \sqrt{م^{٢} + م_{حث}^{٢}}$ ، ∵ جـم = جـحث (معطى) ∴ م = $م_{حث}$ (لأن ت ثابتة).

∴ ٣٠ = $\sqrt{م^{٢} + م^{٢}}$ ⇐ ٣٠ = $\sqrt{٢م^{٢}}$ ⇐ ٩٠٠ = $٢م^{٢}$ ⇐ $م^{٢} = \frac{900}{2}$ = ٤٥٠ ⇐ م = $\sqrt{٤٥٠}$

= ٢١.٢ أوم

(٢) $م_{حث}$ = م = ٢١.٢ أوم.

∵ $م_{حث} = ٢\pi f$ حث ⇐ ٢١.٢ = ٢ × $\frac{22}{7}$ × ٣٥ × حث ⇐ حث = $\frac{212}{220}$ = ٠.١ هنري.

مثال (٢٢):

إذا أتصل ملف بمصدر تيار مستمر قوته ١١ فولت مر تيار شدته ٢.٢ أمبير ولما وصل الملف بمصدر تيار متردد قوته الدافعة العظمى ١٣ فولت تردده ٥٠ هرتز مر تيار شدته الفعالة ٠.٥ $\sqrt{٢}$ أمبير. احسب الحث الذاتي للملف.

الإجابة النموذجية :

تيار مستمر ⇐ ق = ١١ ت = ٢.٢ م= ؟

∵ ت = $\frac{ق}{م}$ ⇐ ٢.٢ = $\frac{11}{م}$ ⇐ م = $\frac{11}{2,2}$ = ٥ أوم

تيار متردد ⇐ م = ٥ $ق_{ع}$ = ١٣ $f = \frac{50}{\pi}$ ت فعالة = ٠.٥ $\sqrt{٢}$ حث = ؟

∵ ت = $\frac{ت_ع}{2}$ ⇐ ٥٠ = $\frac{ت_ع}{2}$ = $\sqrt{٢}$ ت$_ع$ = $\sqrt{٢}$ × $\sqrt{٢}$ × ٥٠ = ٢ × ١ أمبير

∵ ت = $\frac{ق}{م_ق}$ ∴ $\frac{13}{م_ق}$ = ١ ⇐ م$_ق$ = ١٣ أوم

∵ م$_ق$ = $\sqrt{م^2 + م^2_{حث}}$ ⇐ ١٣ = $\sqrt{(٥)^2 + م^2_{حث}}$

بتربيع الطرفين ∴ ١٦٩ = ٢٥ + م$^2_{حث}$ ∴ م$^2_{حث}$ = ١٦٩ – ٢٥ = ١٤٤

∴ م$_{حث}$ = $\sqrt{١٤٤}$ = ١٢ أوم ∵ م$_{حث}$ = ٢ π f حث.

∴ ١٢ = ٢ × $\frac{22}{7}$ × ٥٠ × حث

حث = $\frac{12\times7}{2200}$ = $\frac{21}{55}$ هنري = ٠.٠٤ هنري.

مثال (٢٣):

وصلت مقاومة ٨٠ أوم مع مكثف سعته $\frac{25}{33}$ × ١٠$^{-٢}$ ميكروفاراد على التوالي بمصدر تيار متردد جهده الفعال ٢٢٠ فولت تردده ٣٥ هرتز. احسب:

١) شدة التيار الفعالة المار. ٢) فرق الجهد بين طرفي المقاومة /المكثف.

الإجابة النموذجية :

جـ$_م$ = ؟ جـ$_{سع}$ = ؟ ت = ؟

م = ٨٠ سع = $\frac{25}{33}$ × ١٠$^{-٦}$ × ١٠^{٢} = $\frac{25}{33}$ × ١٠$^{-٤}$ فاراد ق = ٢٢٠ f = ٣٥٠

١) م$_{سع}$ = $\frac{1}{2\pi\ f\ سع}$ = $\frac{1}{4-10\times\frac{25}{33}\times35\times\frac{22}{7}\times2}$ = $\frac{3}{4-10\times500}$ = $\frac{3}{2-10\times5}$

م$_{سع}$ = $\frac{3\times10^{2}}{5}$ = $\frac{300}{5}$ = ٦٠ أوم

∵ م$_ق$ = $\sqrt{م^2 + م^2_{سع}}$ = م ق = $\sqrt{(٨٠)^2 + (٦٠)^2}$ = $\sqrt{٦٤٠٠ + ٣٦٠٠}$ = $\sqrt{١٠٠٠٠}$ = ١٠٠ أوم

∵ ت = $\frac{ق}{م_ق}$ = $\frac{220}{100}$ = ٢.٢ أمبير

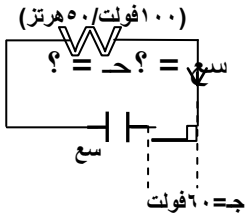
٢) جـ$_م$ = ت × م = ٢.٢ × ٨٠ = ١٧٦ فولت.

جـ$_{سع}$ = ت × م$_{سع}$ = ٢.٢ × ٦٠ = ١٣٢ فولت.

مثال (٢٤):

في الشكل الموضح احسب:

١) سعة المكثف. ٢) فرق الجهد بين طرفي المقاومة والمكثف معاً وماذا تستنتج؟



الإجابة النموذجية :

ق = ١٠٠ f = ٥٠م= ٣٠ حـ$_م$ = ٦٠

١) ∵ حـ$_م$ = ت × م ⇐ ٦٠ = ت × ٣٠ ⇐ ت = $\frac{60}{30}$ = ٢ أمبير

∵ ت = $\frac{ق}{م_ق}$ ⇐ ٢ = $\frac{100}{م_ق}$ ⇐ م$_ق$ = $\frac{100}{2}$ = ٥٠ أوم.

∵ م$_ق$ = $\sqrt{م^2 + م^2_{سع}}$ ⇐ ٥٠ = $\sqrt{(٣٠)^2 + م^2_{سع}}$ ⇐ ٢٥٠٠ = ٩٠٠ + م$^2_{سع}$

∴ م^{2}سع = ٢٥٠٠ − ٩٠٠ = ١٦٠٠ ⇐ مسع = $\sqrt{١٦٠٠}$ = ٤٠ أوم.

∵ م سع = $\frac{1}{\text{سع } f\ 2\pi}$ ⇐ ٤٠ = $\frac{1}{\text{سع} \times 50 \times \frac{22}{7} \times 2}$

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

٢) جـسع = ت × م سع ⇐ جـسع = ٢ × ٤٠ = ٨٠ فولت.

جـ = $\sqrt{(\text{جـم})^{2} + (\text{جـسع})^{2}}$ ⇐ جـ = $\sqrt{(٦٠)^{2} + (٨٠)^{2}}$ = ١٠٠ فولت

الاستنتاج:

تجمع الجهود كمتجهات في حالة المعاوقة ولا تجمع جبرياً:

(جـ = ٦٠ + ٨٠ = ١٤٠ 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 = ٢٢٠ f = ٥٠ حث = ٠.٢٨ ⇐ م = ٦٠ سـع = $\frac{70}{176}$ × ١٠$^{-3}$ فـاراد

ت =؟ جـم =؟ ϕ =؟

١) م حث = ٢ f π ٢ حث = ٢ × $\frac{22}{7}$ × ٥٠ × ٠.٢٨ = ٨٨ أوم

مسع = $\frac{1}{\text{سع } f\ 2\pi}$ = $\frac{1}{\frac{70}{176} \times 10^{-3} \times 50 \times \frac{22}{7} \times 2}$ = ٨ أوم.

مق = $\sqrt{\text{م}^{2} + (\text{م حث} - \text{م سع})^{2}}$ ⇐ مق = $\sqrt{(٦٠)^{2} + (٨٨-٨)^{2}}$ = $\sqrt{٣٦٠٠ + ٦٤٠٠}$

مق = $\sqrt{١٠٠٠٠}$ = ١٠٠ أوم

ت = $\frac{\text{ق}}{\text{م ق}}$ = $\frac{220}{100}$ = ٢.٢ أمبير

٢) جـم = ت × م = ٢.٢ × ٦٠ = ١٣٢ فولت

جـحث = ت × م حث = ٢.٢ × ٨٨ = ١٩٣.٦ فولت

جـسع = ت × م سع = ٢.٢ × ٨ = ١٧.٦ فولت.

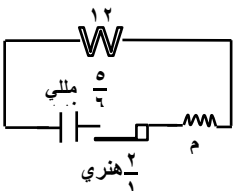
٣) ∵ ظا ϕ = $\frac{\text{م حث} - \text{م سع}}{\text{م}}$

∴ ظا ϕ = $\frac{8 - 88}{60}$ = $\frac{80}{60}$ = ١.٣٣ ∴ ϕ = ٥٣.١

مثال (٢٦):

في الشكل إذا كان تردد المصدر ٣٥ هرتز ومر تيار شدته ٠.٤ أمبير. احسب:

(١) المقاومة الكلية للدائرة.



الإجابة النموذجية :

ق= ١٢ f = ٣٥ت = ٠.٤ حث = $\frac{21}{55}$

سع = $\frac{5}{66}$ × ١٠$^{-3}$فاراد مق=؟ م = ؟

(١) ∵ ت = $\frac{ق}{م_ق}$ ⇐ ٠.٤ = $\frac{12}{م_ق}$ ⇐ مق = $\frac{12}{4}$ = ٣٠ أوم.

(٢) محث = ٢ $f\pi$ حث = ٢ × $\frac{22}{7}$ × $\frac{21}{55}$ × ٣٥ = ٨٤ أوم

مسع = $\frac{1}{2\pi f \text{ سع}}$ = $\frac{1}{-3 10\times \frac{5}{66}\times 35\times \frac{22}{7}\times 2}$ = $\frac{3\times 10^{3}}{50}$ = $\frac{3000}{50}$ = ٦٠ أوم

∵ م$_{ق}$ = $\sqrt{م^{2} + (م_{حث} - م_{سع})^{2}}$ ⇐ ٣٠ = $\sqrt{م^{2} + (٨٤ - ٦٠)^{2}}$

∴ ٩٠٠ = م^{2} + ٥٧٦ ⇐ ٩٠٠ – ٥٧٦ = م^{2} ⇐ م^{2} = ٣٢٤ ⇐ م = $\sqrt{٣٢٤}$ = ١٨ أوم

دائـــرة الرنيـــن

Tunning Circuit

الغرض منها:

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

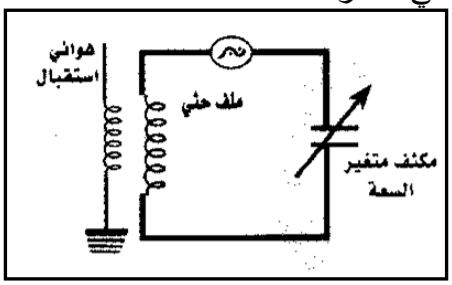
استخدامها:

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

معنى الرنين:

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

التركيـب:



(١) ملف حث يمكن تغير عدد لفاتة.
(٢) مكثف متغير السعة.

توضيح (فكرة) عملها:

١) في الدوائر التي تحتوي على مقاومة أومية/ ملف/ مكثف متصلة على التوالي

تكون المعاوقة: مق= $\sqrt{م^{2} + (م_{حث} - م_{سع})^{2}}$.

) 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 الحثيه = المفاعلة السعوية**

م$_{حث}$= م$_{سع}$

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

حساب تردد الدائرة في حالة الرنين (fo):

∵ م حث = م سع عند الرنين.

$$\text{حث } \pi 2 f_o = \frac{1}{\text{سع } f_o \pi 2}$$

$$\text{حث سع } f_o^{\,2} \pi 4 = 1$$

$$f_o^{\,2} = \frac{1}{\text{حث سع } \pi 4^2}$$

$$\therefore \boxed{f_o = \frac{1}{\sqrt{\text{حث} \times \text{سع } \pi 2}}} \text{ هرتز}$$

دورها في أجهزة الاستقبال:

١) عند اصطدام الموجات بالهوائي تتولد فيه تيارات تأثيرية ضعيفة مختلفة التردد.
٢) نقوم بعملية التوليف فيمر تيار واحد فقط هو الذي يتساوى تردده مع تردد دائرة الرنين وبالتالي نستقبل موجات البث الإذاعي/ التليفزيوني/ الاتصالات اللاسلكية.

عـلــل: يلتقط جهاز الراديو تردد محطة (موجة) دون غيرها.

ج/ لأن تردد الموجه يساوي تردد دائرة الرنين بالجهاز.

مثال (٢٧):

محطة ترسل موجات طولها ٦ × ١٠^{٣} متر فهل يستقبلها جهاز راديو به دائرة رنين مكونة من ملف حثه الذاتي $\frac{7}{121}$ × ١٠$^{-٤}$ هرتز ومكثف سعة $\frac{7}{4}$ ميكروفاراد أم لا وضح إجابتك.

الإجابة النموذجية :

موجة مرسلة: λ = ٦ × ١٠^{٣} م ع = ٣ × ١٠^{٨} f_1 = ؟

دائرة رنيـــــن: حث = $\frac{7}{121}$ × ١٠$^{-٤}$ سع = $\frac{7}{4}$ × ١٠$^{-٦}$ فاراد f_2 = ؟

$$\because f_1 = \frac{\text{ع}}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{3}}{6 \times 10} = \frac{10^{5}}{2} \text{ هرتز.}$$

$$f_2 = \frac{1}{\sqrt{\text{حث} \times \text{سع } \pi 2}} = \frac{1}{\sqrt{10^{-4} \times \frac{7}{121} \times 10^{-6} \times \frac{7}{4} \times 2 \times \frac{22}{7}}} = \frac{1}{10^{-5} \times \frac{7}{2 \times 11} \times \frac{22}{7} \times 2} = \frac{10^{5}}{2} \text{ هرتز}$$

∵ $f_2 = f_1$ ∴ **يمكن استقبال الموجة.**

مثال (٢٨):

محطة صنعاء تبث برامجها على موجة طولها ١٢ × ١٠^{٤} متر فاحسب سعة المكثف اللازم توصيلة مع ملف حثه الذاتي $\frac{49}{484}$ هنري لتكوين دائرة رنين تستقبل بها الموجة.

الإجابة النموذجية :

موجة مرسله λ = ١٢ × ١٠^{٤} ع = ٣ × ١٠^{٨} f_1 = ؟

دائرة رنين: $f_2 = f_1$ **(نستقبل الموجة)** حث = $\frac{49}{484}$ سع = ؟

$$\because f_1 = \frac{\text{ع}}{\lambda} = \frac{3 \times 10^{4}}{12 \times 10} = \frac{10^{4}}{4} \text{ هرتز}$$

$$\because f_2 = f_1 = \frac{1}{\sqrt{\text{حث} \times \text{سع } \pi 2}} \Leftarrow \frac{1}{\frac{49}{484} \times 2 \times \sqrt{\frac{22}{7}}} = \frac{10^{4}}{4} \Leftarrow \frac{1}{\text{سع } \frac{7}{22} \times \frac{22}{7} \times 2} = \frac{10^{4}}{4}$$

$$\text{سع} = \frac{1}{4 \text{ سع}} \Leftarrow \frac{16}{10^{8} \times 4} = \frac{10^{8}}{16} \text{ فـــــاراد} = ٤ \times ١٠^{-٨}$$

مثال (٢٩):

دائرة كهربية مكونة من مقاومة مقدارها ٢٠أوم 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 (يمر أقصى شدة تيار).

(٣) كم تكون شدة التيار في هذه الحالة؟

الإجابة النموذجية :

م = ٢٠ حث = $\frac{3}{44}$ ق = ٢٠٠ f = ٣٥ ت = ؟

(١) ∵ م$_{حث}$ = ٢ π f حث = ٢ × $\frac{22}{7}$ × ٣٥ × $\frac{3}{44}$ = ١٥ أوم

م$_{ق}$ = $\sqrt{م^{٢} + م_{حث}^{٢}}$ = $\sqrt{(٢٠)^{٢} + (١٥)^{٢}}$ = $\sqrt{٤٠٠ + ٢٢٥}$ = $\sqrt{٦٢٥}$ = ٢٥ أوم.

∵ ت = $\frac{ق}{م_{ق}}$ = $\frac{200}{25}$ = ٨ أمبير

(٢) ∵ الدائرة في حالة رنين م$_{حث}$ = م$_{سع}$ ⇐ م$_{سع}$ = ١٥ أوم

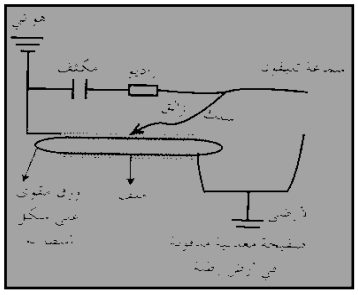
∵ م$_{سع}$ = $\frac{1}{2\pi f \text{ سع}}$ = ١٥ ⇐ سع = $\frac{1}{2 \times \frac{22}{7} \times 35 \times \text{سع}}$ ⇐ سع = $\frac{1}{15 \times 220}$ = $\frac{1}{3300}$ فـاراد

(٣) ت = $\frac{ق}{م}$ (م$_{ق}$ = م في حالة الرنين)

ت = $\frac{200}{20}$ = ١٠ أمبير.

التطبيق العملي على دائرة الرنـين (التجربة العملية الثالثة)

الأدوات:



١) سلك نحاس قطره (٠.٣مم) يلف حول أسطوانة من الورق المقوى.
٢) مكثف سعته الكهربية ما بين (٤٧٠/١٠٠) ميكروفاراد.
٣) دايود/ سماعة تلفون/ أسلاك توصيل.

خطوات العمل:

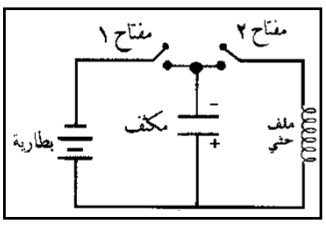
١) كون الدائرة كما بالشكل. ٢) حرك الزالق يميناً ويساراً على الملف.
٣) ضع السماعة قريبة من أذنك حتى تسمع صوت لإحدى المحطات المحلية.

الاستنتاج:

١) تصطدم 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.

الدائـــــــرة المهتـــــــــزة

التركيب:



(١) ملف حث (٢) مكثف ثابت السعة.

الغرض منهـا:

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) نكون الدائرة كما بالشكل.
٢) نغلق ح١ ونفتح ح٢ فيمر تيار لحظي يشحن المكثف وتختزن طاقة كهربية في المجال الكهربي للمكثف.
٣) نفتح ح١ ونغلق ح٢ فيفرغ المكثف شحنته ويتولد خطوط فيض في الملف وتتحول الطاقة الكهربية 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 كهربية.
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 كهربية في صورة طاقة حرارية.

العـــلاج:

تغذية المكثف بشحنات إضافية.

العوامل التي تتوقف عليها تردد الدائرة المهتزة:

$$\because f = \frac{1}{2\pi\sqrt{\text{حث} \times \text{سع}}}$$

∴ العوامل هـــي:

١) الحث الذاتي للملف (حث): $f \propto \frac{1}{\text{حث}}$ ∴ $\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{\text{حث}_2}{\text{حث}_1}}$

٢) سعة المكثف(سع) $f \propto \frac{1}{\text{سع}}$ ∴ $\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{\text{سع}_2}{\text{سع}_1}}$

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

١) حث = $\frac{\mu \times \text{ن}^2 \times \text{س}}{\text{ل}}$ حيث μ معامل النفاذية المغناطيسي للوسط أي قلب الملف.

وهو يساوي $٤\pi \times ١٠^{-٧}$ وبر/ أمبير. متر في حالة الهواء،

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

وبالتعويض في العلاقة السابقة:

$$\because f = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{\text{ل}}{4\pi \text{ن} \times \mu \times \text{س} \times \text{سع}}}}$$

٢) يمكن عمل مقارنة بين دائرتين حيث: $\frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{\text{حث}_2 \text{ سع}_2}{\text{حث}_1 \text{ سع}_1}}$

٣) إذا طلب الطول الموجي للموجة المنطلقة من الدائرة؟

أ) نوجد تردد الدائرة: $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{\text{حث} \text{ سع}}}$ هرتز.

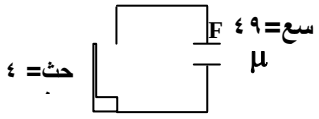
ب) نوجد الطول الموجي: $\lambda = \frac{ع}{f}$ **حيث ع**: سرعة الضوء = ٣ × ١٠^٨ م/ث

٤) تعتبر الأمواج الكهرومغناطيسية وسيلة لنقل الطاقة الصوتية/ الطاقة الضوئية في الجو إلى أماكن بعيدة.

٥) يحدث في الدائرة المهتزة تبادل للطاقة المخزونة بين المجال المغناطيسي للملف والمجال الكهربي للمكثف.

مثال (٣٠):

في الشكل المرسوم ما طول الموجة المنطلقة من الدائرة بسرعة ٣ × ١٠^٨ م/ث؟



الإجابة النموذجية :

حث = ٤ سع = ٤٩ μ f = ٤٩ ميكروفاراد = ٤٩ × ١٠^-٦ فاراد λ=؟

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{\text{حث} \times \text{سع}}} = \frac{1}{2 \times \frac{22}{7} \times \sqrt{4 \times 49 \times 10^{-6}}} = \frac{1}{2 \times \frac{22}{7} \times 7 \times 10^{-3}} = \frac{10^{3}}{88}$$ هرتز

$$\because \lambda = \frac{ع}{f} = \frac{3 \times 10^{8}}{\frac{10^{3}}{88}} = ٣ \times ٨٨ \times ١٠^{٥} = ٢٦٤ \times ١٠^{٥}$$ م

مثال (٣١):

احسب الحث الذاتي لملف موصل مع مكثف سعته ١٦ ميكروفاراد لتكوين دائرة مهتزة ترسل موجات طولها ١٢ × ١٠^٤ م.

الإجابة النموذجية :

سع = ١٦ ميكروفاراد = ١٦ × ١٠^-٦ فاراد λ = ١٢ × ١٠^٤ حث = ؟

$$\because \lambda = \frac{ع}{f} \Leftarrow ١٢ \times ١٠^{٤} = \frac{3 \times 10^{8}}{f}$$

$$f = \frac{3 \times 10^{8}}{12 \times 10^{4}} = \frac{10^{4}}{4}$$ هرتز.

$$\because f = \frac{1}{2\pi \sqrt{\text{سع} \times \text{حث}}} \Leftarrow \frac{10^{4}}{4} = \frac{1}{2 \times \frac{22}{7} \times \sqrt{16 \times 10^{-6} \times \text{حث}}}$$

$$\therefore \frac{10^{8}}{16} = \frac{1}{4 \times \frac{484}{49} \times 10^{-6} \times \text{حث} \times 16} \Leftarrow ١٠^{٨} = \frac{49}{4 \times 484 \times 10^{-6} \times \text{حث}}$$

$$\text{حث} = \frac{49}{1936 \times 10^{-6} \times 10^{8}} = ٠.٠٢٥ \times 10^{2}$$ هنري

مثال (٣٢):

دائرة مهتزة مكونة من ملف ومكثف سعته ١٨ ميكروفاراد تولد ذبذبات ترددها ١٠٠٠٠٠ هرتز ولما وصل نفس الملف مع مكثف آخر كان تردد الدائرة ٥٠٠٠٠ هرتز. احسب: سعة المكثف الثاني.

الإجابة النموذجية :

سع١ = ١٨ × ١٠^-٦ فاراد سع٢ = ؟ f١ = ١٠٠٠٠٠ f٢ = ٥٠٠٠٠

$$\because \frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{\text{سع}_2}{\text{سع}_1}} \Leftarrow \sqrt{\frac{100000}{50000}} = \frac{\text{سع}_2}{18 \times 10^{-6}} \Leftarrow ٤ = \frac{\text{سع}_2}{18 \times 10^{-6}} \Leftarrow$$ سع٢ = ٧٢ × ١٠^-٦ فاراد

مثال (٣٣):

دائرة مهتزة مكونة من ملف ومكثف سعته ٤٠ ميكروفاراد تولد ذبذبات ترددها ٧٥٠كيلوهرتز استبدل ملفها بآخر حثه الذاتي ٥ أمثال الأول وزيدت سعة مكثفها بمقدار ٣٢ميكروفاراد احسب تردد الدائرة في هذه الحالة.

الإجابة النموذجية :

سع١ = ٤٠ × ١٠^-٦ فاراد سع٢ = ٤٠ + ٣٢ = ٧٢ × ١٠^-٦ فاراد

f١ = ٧٥٠ ك هرتز = ٧٥٠ × ١٠^٣ هرتز حث٢= ٥ حث١ f٢ =؟

$$\because \frac{f_1}{f_2} = \sqrt{\frac{\text{حث}_2 \times \text{سع}_2}{\text{حث}_1 \times \text{سع}_1}} \Leftarrow \frac{10\times 750^{3}}{f_2} = \sqrt{\frac{10\times 72\times 5\text{حث}_1}{10\times 40\times \text{حث}_1}^{-6}} \Leftarrow \frac{10\times 750^{3}}{f_2} = ٣$$

$$f_٢ = \frac{10\times 750^{3}}{3} = ٢٥٠ \times ١٠^{٣} \text{ هرتز}$$

تعاريف

١) **أنواع التيار الكهربي:** (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 جيبي: وهو أشهر التيارات المستخدمة في الحياة.

٣) **التيار المتردد الجيبي:** هو تيار متغير الشدة لحظياً ومتغير الاتجاه كل نصف دورة من دورات ملف مولدة.

٤) **الدينامـــــــو:** 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) **التـــــردد:** هو عدد الذبذبات التي يعملها التيار المتردد في الثانية الواحدة، ويساوي نفس عدد دورات الملف المولد لهُ 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 ويبني عمله على التأثير الحراري للتيار الكهربي.

١١) **المفاعلة السعوية للمكثف:** هي المقاومة (الممانعة) التي يلقاها التيار الكهربي المتردد عند مروره في مكثف بسبب سعته.

١٢) **المفاعلة الحثيه لملف:** هي المقاومة(الممانعة) التي يلاقيها التيار عند مروره في ملف بسبب حثه الذاتي.

المعاوقـــة: 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 الكهربية عند تساوي المفاعلة الحثية للملف مع المفاعلة السعوية للمكثف فيمر أقصى شدة تيار في الدائرة.

القوانين

١) في المولد الكهربي (الدينامو):

* $ق_ع = س \times ب \times ن \times \omega$ $(f\pi ٢)$

* $ق_{لحظيه} = ق_ع \times جا\ \omega ز$

* $\omega = ٢\pi f$ ز

* $\omega = \frac{ع}{نق}$ (مثال ١ ، ٢ ، ٦)

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

عدد المرات = $٢f + ١$ (مثال ٣)

٣) القيمة الفعالة للتيار المتردد:

$ت_{فعاله} = \frac{ت_ع}{2}$ وأيضاً $ت = ت_ع \times ٠.٧٠٧$

$ق_{فعاله} = \frac{ق_ع}{2}$ وأيضاً $ق = ق_ع \times ٠.٧٠٧$ (مثال ٤ ، ٥ ، ٦)

٤) دائرة تحتوي على مقاومة أوميه:

$ت = \frac{ق(حـ)}{م}$

٥) دائرة تيار متردد تحتوي على مكثف:

أ) $م_{سع_ك} = \frac{1}{2\pi f\ سع_ك}$

ب) السعة الكلية لعدة مكثفات متصلة على التوالي:

$$\frac{1}{سع_ك} = \frac{1}{سع_1} + \frac{1}{سع_2} + \frac{1}{سع_3}$$

وفي حالة تساوي السعات $سع_ك = \frac{سع_1}{ن}$

وفي حالة مكثفين فقط $سع_ك = \frac{سع_1 \times سع_2}{سع_1 + سع_2}$

ج) السعة الكلية لعدة مكثفات متصلة معاً على التوازي $سع_ك = سع_١ + سع_٢ + سع_٣$

وفي حالة تساوي السعات $سع_ك = سع_١ \times ن$

د) شدة التيار المار في الدائرة:

$ت = \frac{ق(حـ)}{م_{سع_ك}}$ (مثال٧ ،٨ ، ٩ ، ١٠ ، ١١)

٦) دائرة تيار متردد تحتوي على ملف حث:

أ) $م_{حث} = ٢\pi f$ حث

ب) المفاعلة الكلية لعدة ملفات متصلة معاً على التوالي $م_{حث_ك} = م_{حث_١} + م_{حث_٢} + م_{حث_٣}$

وفي حالة تساوي المفاعلة $م_{حث_ك} = م_{حث_١} \times ن$

ج) المفاعلة الكلية لعدة ملفات متصلة معاً على التوازي: $\frac{1}{م_{حث_ك}} = \frac{1}{م_{حث_1}} + \frac{1}{م_{حث_2}} + \frac{1}{م_{حث_3}}$

وفي حالة تساوي المفاعلة $م_{حث_ك} = \frac{م_{حث_1}}{ن}$

وفي حالة ملفين فقط $م_{حث_ك} = \frac{م_1 \times م_2}{م_1 + م_2}$

د) شدة التيار المار في الدائرة:

ت = $\frac{\text{ق (حـ)}}{\text{م}_{\text{حث}}}$ (مثال: ١٢، ١٣، ١٤، ١٥، ١٦، ١٧، ١٨)

٧) المعاوقة في دائرة تيار متردد:

أ) عند توصيل مقاومة/ ملف م ق = $\sqrt{\text{م}^2_{\text{حث}} + \text{م}^2}$ (مثال: ١٩، ٢٠، ٢١، ٢٢)

ب) عند توصيل مقاومة/ مكثف م ق = $\sqrt{\text{م}^2 + \text{م}^2_{\text{سع}}}$ (مثال: ٢٣، ٢٤)

ج) عند توصيل ملف / مكثف م ق = م حث – م سع

د) عند توصيل مقاومة/ملف/مكثف م ق = $\sqrt{\text{م}^2 + (\text{م}_{\text{حث}} - \text{م}_{\text{سع}})^2}$ مثال (٢٥ ، ٢٦)

هـ) حساب شدة التيار: ت = $\frac{\text{ق (حـ)}}{\text{م}_{\text{ق}}}$

و) حساب زاوية الطور بين الجهد والتيار ظا $\phi = \frac{\text{م}_{\text{حث}} - \text{م}_{\text{سع}}}{\text{م}}$

٨) الدائرة المهتزة/ دائرة الرنين:

أ) تردد الدائرة: $f = \frac{1}{2\pi \sqrt{\text{حث} \times \text{سع}}}$

ب) الطول الموجي للموجة $\lambda = \frac{\text{ع}}{f}$ (مثال:٢٧، ٢٨، ٢٩، ٣٠، ٣١)

جـ(المقارنة بين ترددي دائرتين $\frac{f_1}{f_2} = \frac{\text{حث}_2}{\text{حث}_1} = \sqrt{\frac{\text{سع}_2}{\text{سع}_1}} = \sqrt{\frac{\text{حث}_2 / \text{سع}_2}{\text{حث}_1 / \text{سع}_1}}$ (مثال:٣٢، ٣٣)

التعليلات

	الحقيقـة العلميـة	التعليـل (التفسيـر)
١	عند حركة سلك عمودي على مجال مغناطيسي تتولد ق.د.ك تأثيرية.	لأنه يقطع خطوط ا لفيض فيؤثر 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.
٢	القوة الدافعة التأثيرية المتولدة في ملف الدينامو تكون قيمة عظمى عندما يكون مستوى الملف موازي للمجال.	لأن معدل قطع خطوط الفيض يكون أكبر ما يمكن فتتولد ق.د.ك تأثيرية عظمى (ω ز=٩٠° ∴جا ωز= ١ ∴ ق = قع).
٣	لا نلاحظ انطفاء المصابيح الكهربية في المنازل عند وصول شدة التيار للصفر.	لكبر تردد التيار وصغر الزمن وحدوث ظاهرة مداومة الرؤية.
٤	يفضل استخدام التيار المتردد عن التيار المستمر في الحياة العملية.	لأن: ١) أجهزته ارخص ثمناً. ٢) يمكن رفع أو خفض قوته الدافعة. ٣) يمكن تحويله إلى تيار مستمر. ٤) تكاليف نقله منخفضة.
٥	يصلح الأميتر الحراري لقياس التيار الكهربي بنوعية متردد ومستمر.	لأن عمله مبني على تولد حرارة في الموصل عند مرور تيار كهربي فيه والحرارة الناتجة لا تتوقف على اتجاه التيار.
٦	سلك التسخين في الأميتر الحراري من سبيكة إيريديوم بلاتين	لكبر مقاومتها النوعية فتتمدد بمقدار ملحوظ عند مرور التيار الكهربي فيها حتى الضعيف منها.
٧	يتحرك مؤشر الأميتر الحراري ببطء عند مرور التيار أو عند قطعة.	لأنه لابد من فترة زمنية تتساوى فيها الحرارة المتولدة مع الحرارة المفقودة منه في الهواء المحيط حتى يقف التمدد ويثبت المؤشر.

	الحقيقــة العلميــة	التعليــل (التفسيــر)
٨	أقسام تداريج الأميتر الحراري غير متساوية الأبعاد.	لأن الحرارة المتولدة فيه تتناسب طرديا مع مربع شدة التيار.
٩	يشد سلك التسخين في الاميتر الحراري على لوحة لها نفس معامل تمدده مع عزله عنها.	لعلاج تاثر عمله بدرجة حرارة الجو المحيط به.
١٠	لا يمر التيار المستمر في المكثف إلا لحظياً بينما يمر التيار المتردد في المكثف.	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 الكهربي.
١١	عندما تكون الدائرة المهتزة في حالة رنين تكون شدة التيار فيها أكبر ما يمكن.	لانه في حالة الرنين تكون مـحث= مـسع وتكون المعاوقة أصغر ما يمكن (مـق= م) لذا تكون شدة التيار أكبر ما يمكن.
١٢	لا تصلح الدائرة المهتزة لوحدها في توليد ذبذبات عالية التردد سعتها ثابتة.	لوجود مقاومة في اسلاك الدائرة فتفقد طاقة كهربية في صورة طاقة حرارية.
١٣	يلتقط الراديو محطة (موجة) دون غيرها من بقية المحطات.	لأن تردد المحطة يساوي تردد دائرة الرنين بالجهاز فتسمح بمرورها فقط دون غيرها.

مقارنة بين

وجــه المقارنة	الدائرة المهتزة	دائرة الرنين
١) التركيب.	ملف حث/مكثف ثابت السعة	ملف حث/ مكثف متغير السعة.
٢) الغرض منها.	توليد ذبذبات عالية التردد/ توليد موجات كهرومغناطيسية	التوليف (ضبط الموجه)
٣) الاستخدام	تستخدم في أجهزة الإرسال اللاسلكي	تستخدم في أجهزة 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) التغير الذي يحدث للتيار المتردد خلال دورة كاملة لملف مولده يسمى.....

جـ١/ (أ) الجيبي.

(ب) ١) أجهزته أرخص ثمناً.

٢) يمكن تحويله إلى تيار مستمر يستخدم في الطلاء الكهربي

٣) تكاليف نقله قليلة.

(ج)حرارية. (د) الذبذبة الكاملة.

٢) ضع علامة (✓) أمام الفقرة الصحيحة وعلامة (✗) أمام الفقرة الخطأ 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:

ت = ت عظمى × جتا ω ز (☐)

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 بزاوية مقدارها $\frac{\pi}{2}$ راديان. (▭)

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

٣) أختر الإجابة الصحيحة للفقرات الآتية من بين الأقواس:

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

[تستنفذ جزءً من طاقة التيار المتردد / لا تستنفذ طاقة منه / لاشيء مما ذكر]

ب) إذا كانت سعة مكثف ٧×١٠$^{-٦}$فاراد وكان طرفاه متصلين بمصدر تيار متردد ، وتردده... (٥٠ هيرتز) فإن المفاعلة السعوية للمكثف تكون قيمتها....

[$\frac{10^{3}}{22}$ / $\frac{10^{4}}{22}$ / $\frac{10^{5}}{22}$ / $\frac{10^{6}}{22}$] أوم.

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

[١.١ / ١.٢ / ١.٣ / ١.٥] 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].

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

[جـ$_{عظمى}$ = ω جث ت$_{عظمى}$ / جـ = جـ$_{عظمى}$ جتا ω ز / جـ = - حث $\frac{\text{د ت}}{\text{د ز}}$]

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.....

[٢π ف سع / ٤π ف سع / $\frac{1}{2\pi \text{ ف سع}}$].

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

[م سع < م حث / م سع > م حث / م سع = 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 بزاوية مقدارها...

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

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

[(جـ حث – جـ سع) / (ت$_{عظمى}$ = $\frac{\text{جـ}_{عظمى}}{\text{م}}$) / (جـ$_{عظمى}$ = ت$_{عظمى}$ × م ق)]

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

[$\frac{\text{(م حث – م سع)}}{\text{م}}$، $\frac{\text{جـ)}_{عظمى}}{\text{ت)}_{عظمى}}$ / (ت$_{عظمى}$ × م جا ωز)]

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

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

ن) ملف حثي مفاعلته الحثية ٨٥أوم، ومكثف مفاعلته السعوية ٦٠أوم مقاومة أومية مقدارها ٢٠أوم، وصلت جميعها على التوالي بدائرة تيار متردد، فإن أومية مقدارها ٢٠ أوم، وصلت جميعها على التوالي بدائرة تيار متردد، فإن المعاوقة المكافئة لهذه الدائرة تساوي.....
[٣٠ / ٢٩ / ٣٢ / ٣١] أوم تقريباً.

جـ٣/**أ)** تستنفذ جزءاً من طاقة التيار المتردد. **ب)** $\frac{10^4}{22}$

ج) ١.١ **د)** معاكس لاتجاه القوة المولده لها.

هـ) جـ = جـ عظمى جتا ωز **و)** حثه الذاتي.

ز) $\frac{1}{\text{سع } f\ 2\pi}$. **ط)** $\frac{\pi}{2}$

ي) (جـ عظمى = ت عظمى × م ق). **ك)** $\frac{(\text{م حث} - \text{م سع})}{\text{م}}$

ل) ٣١٨ **م)** ٧.٨٥ **ن)** ٣٢

٤) عرّف كلاً مما يلي:
المفاعلة الحثية/ المفاعلة السعوية/ المعاوقة/ الرنين/ التيار المتردد
جـ٤/ أنظر.

٥) ملف تأثيري لهُ مقاومة أومية مقدارها ١٠ أوم ومعامل حثه الذاتي ٠.١ هنري وصل على التوالي مع مكثف سعته ١٠٠ ميكروفاراد ومصدر للتيار المتردد جهده الفعال(٢٥٠): فولت وتردده ($\frac{200}{\pi}$) هيرتز ، احسب:

أ) الشدة الفعالة للتيار. ب) فرق الجهد الفعال بين طرفي الملف.

جـ٥/ م = ١٠ حث = ٠.١ سع = ١٠٠ميكروفاراد = ١٠٠×١٠$^{-٦}$= ١٠$^{-٤}$فاراد

جـ= ٢٥٠ $f = \frac{200}{\pi}$ ت فعاله= ؟ جـحث= ؟

أ) ∵م حث= ٢π f حث ⇐ م حث= ٢×π×$\frac{200}{\pi}$ × ٠.١ = ٤٠ أوم

∵ م سع= $\frac{1}{\text{سع } f\ 2\pi}$ ⇐ م سع= $\frac{1}{10^{-4}\times\frac{200}{\pi}\times 2\pi} = \frac{1}{10^{-2}\times 4} = \frac{10^2}{4}$= ٢٥ أوم

م ق =$\sqrt{\text{م}^2 + (\text{م حث} - \text{م سع})^2}$ ⇐ م ق = $\sqrt{(١٠)^2 + (٤٠-٢٥)^2}$ = $\sqrt{٣٢٥}$ = ١٨ أوم

∵ ت = $\frac{\text{ق(د)}}{\text{م ق}}$ = $\frac{250}{18}$ = ١٣.٩ أمبير

ب) ∵ جـ حث = ت × م حث ⇐ جـحث = ١٣.٩ × ٤٠ = ٥٥٦ فولت.

٦) ملف حثه الذاتي ١ هنري، وصل على التوالي مع مقاومة مقدارها ٣٠٠ أوم ومصدر تيار متردد قوته الدافعة ٢٠٠ فولت وتردده (٢٠٠ هيرتز). احسب فرق الجهد بين طرفي كل من الملف والمقاومة.

جـ٦/ حث = ١ م = ٣٠٠ ق = ٢٠٠ f = ٢٠٠ جـحث=؟
جـم= ؟

∵ م حث= ٢π f حث ⇐ م حث = ٢ × $\frac{22}{7}$ × ٢٠٠ × ١ = ١٢٥٧.١٤ أوم.

∵ م ق= $\sqrt{\text{م}^2 + \text{م}_{\text{حث}}^2}$ ⇐ م ق= $\sqrt{(٣٠٠)^2 + (١٢٥٧.١٤)^2}$ = ١٢٩٢.٤ أوم.

∵ ت = $\frac{\text{ق}}{\text{م ق}}$ = $\frac{200}{12924}$ = ٠.١٥ أمبير

جـحث= ت× م حث= ٠.١٥ × ١٢٥٧.١٤ = ١٨٨.٦ فولت

جـم= ت × م = ٠.١٥ × ٣٠٠ = ٤٥ فولت.

٧) دائرة كهربائية تتكون من مقاومة مقدارها ١٥ أوم، وملف مفاعلته الحثية ٢٠ أوم وصّلا على التوالي بمصدر للتيار المتردد فرق الجهد الفعال بين طرفيه ١٥٠ فولت، وتردده ٦٠ هيرتز. احسب:

أ) سعة المكثف اللازم إدخاله في الدائرة على التوالي حتى تتفق شدة التيار المتردد وفرق الجهد في زاوية الطور.

ب) القيمة الفعالة لشدة التيار المار في الدائرة قبل إدخال المكثف.

جـ(شدة التيار الفعال المار في الدائرة بعد إدخال المكثف.

جـ/٧ م = ١٥ $م_{حث}$= ٢٠ جـ فعاله = ١٥٠ f= ٦٠

أ) ∵ التيار والجهد متفقين في الطور ∴ $م_{حث}$= $م_{سع}$ ⇐ $م_{سع}$= ٢٠ أوم.

∵ $م_{سع}$= $\frac{1}{2\pi f \text{ سع}}$ = ٢٠ ⇐ سع = $\frac{1}{2\times\frac{22}{7}\times60\times \text{ سع}}$ ⇐ سع = $\frac{7}{2\times2640}$ = ١.٣٣ × ١٠$^{-٤}$ فاراد

ب) قبل إدخال المكثف:

$م_{ق}$= $\sqrt{م^{٢}}$ + $م^{٢}_{حث}$ = $\sqrt{(١٥)^{٢}+(٢٠)^{٢}}$ = ٢٥ أوم

ت = $\frac{\text{ق}}{م_{ق}}$ = $\frac{150}{25}$ = ٦ أمبير

جـ(بعد إدخال المكثف: $م_{ق}$= م

ت = $\frac{\text{ق}}{\text{م}}$ = $\frac{150}{15}$ = ١٠ 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