السادس العلمي

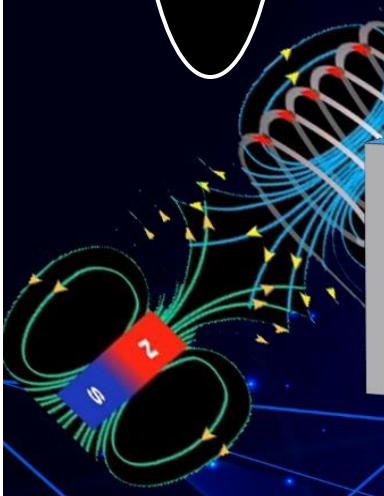
2024

3

التيار المتناوب

الفيزياء

Pysics



اعداد الأستاذ

ايثار كريم الصريفي

اعدادية الشطرة للبنين

07505015126

التيار المستمر: هو التيار المنساب في الدوائر الكهربائية المقفلة ويكون ثابت مقدارا واتجاها بمرور الزمن وتولده البطاريات (مصدر مستمر) ويرمز له بالرمز (dc).

التيار المتناوب: هو التيار المتغير دوريا مع الزمن والذي ينعكس اتجاهه مرات عديدة في الثانية الواحدة وينتج عن المولد الكهربائي (مصدر متناوب) ويرمز له بالرمز (ac).

س/ لماذا يفضل استعمال التيار المتناوب في الدوائر الكهربائية؟

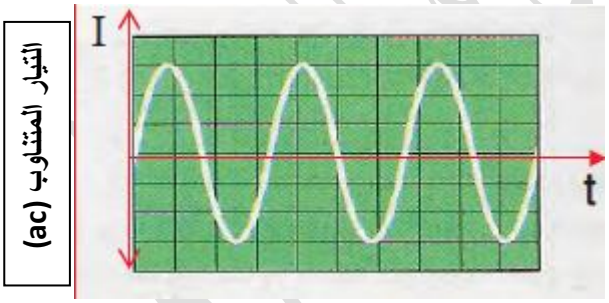
ج/ لسهولة نقله الى مسافات بعيدة بأقل خسائر بالطاقة بفولطية عالية وتيار واطئ باستخدام المحولات الكهربائية.

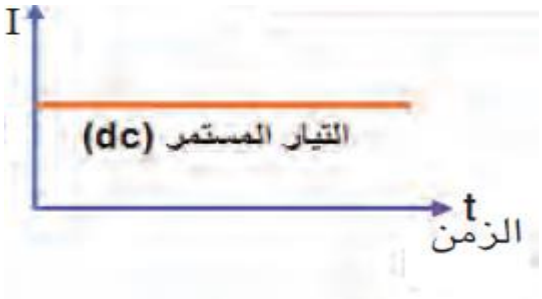
س/ ما الغرض من نقل القدرة الكهربائية في الاسلاك الناقلة (I^2R) والتي تظهر بشكل حرارة حيث $(P\ \alpha\ I^2)$

ج/

ملاحظات:

١- تستعمل محولات رافعة للجهد خافضة للتيار في محطات توليد القدرة الكهربائية.
٢- تستخدم محولات خافضة للجهد رافعة للتيار في مناطق استهلاك القدرة الكهربائية.
٣- يكون تردد التيار المتناوب $(f = 50\ HZ)$ في معظم دول العالم ومنها العراق اذ ينعكس اتجاه التيار المتناوب 100 مرة في الثانية الواحدة , وفي دول اخرى يكون تردد التيار المتناوب $(f = 60\ HZ)$.





دوائر التيار المتناوب

عند دوران ملف نواة المولد بسرعة زاوية منتظمة وفي مجال مغناطيسي منتظم تتولد فولطية محتثة آنية جيبية الموجة (V_{ins}) تعطى بالعلاقة الاتية :

$$V_{ins} = V_m \sin(\omega t) \quad . \because \omega = 2\pi f \quad . \therefore V_{ins} = V_m \sin(2\pi f)$$

حيث:

V_{ins} : الفولطية المحتثة المتولدة في اية لحظة (الفولطية اللحظية).

V_m : أعظم مقدار للفولطية المحتثة وتسمى ذروة الفولطية.

ω : التردد الزاوي للمصد ووحدته هرتز (HZ).

f: تردد المصدر (تردد الفولطية او تردد التيار) ووحدته هرتز (HZ).

ωt : زاوية الطور.

* تكون الفولطية المحتثة الانية (V_{ins}) في اعظم مقدار لها عندما تكون زاوية الطور (ωt) تساوي $(\frac{\pi}{2})$ اي $(90°)$, او $(\frac{3\pi}{2})$ اي $(270°)$ اي عندما :

$$\omega t = \frac{\pi}{2} \Longrightarrow \sin\frac{\pi}{2} = +1 \Longrightarrow V_{ins} = + V_m$$
$$\omega t = \frac{3\pi}{2} \Longrightarrow \sin\frac{3\pi}{2} = -1 \Longrightarrow V_{ins} = - V_m$$

* وهذا يعني ان الفولطية المحتثة الانية تتغير مقدارا واتجاها دوريا مع الزمن بين قيمة عظمى موجبة $(+V_m)$ وقيمة عظمى سالبة $(-V_m)$, وعلى وفق قانون أوم فأن :

$$V_{ind} = I_{ins}.R \quad . V_m = I_m.R$$
$$\therefore I_{ins}.R = I_m.R\sin(\omega t)$$

$$I_{ins} = I_m \sin(\omega t)$$

حيث:

I_{ins}: المقدار الاني للتيار المتناوب في الدائرة . I_m : المقدار الاعظم للتيار المتناوب.

* اي ان التيار المنساب في دائرة تيار متناوب الحمل فيها مقاومة صرف يكون دالة جيبية ايضا.

متجه الطور

س/ ما الطريقة التي يتم من خلالها التعامل مع الفولطية المتناوبة والتيار المتناوب؟

ج/ يتم التعامل معهما من خلال رسم مخطط يسمى مخطط متجه الطور ويسمى ايضا المتجه الدوار حيث تمثل الفولطية المتناوبة والتيار المتناوب بمتجهان طوريان يدوران عكس عقارب الساعة حول نقطة ثابتة تسمى نقطة الاصل (0) بتردد زاوي (ω) ثابت .

س / بم يمتاز متجه الطور؟

١. طول متجه الطور يمثل المقدار الاعظم للفولطية المتناوبة ويرمز له (V_m) واذا كان متجه الطور يمثل التيار فأن طول متجه الطور يمثل المقدار الاعظم للتيار ويرمز له بالرمز (I_m) .

٢. مسقط متجه الطور على المحور الشاقولي (y) يمثل المقدار الاني لذلك المتجه حيث المقدار الاني للفولطية (V) والمقدار الاني للتيار (I) , فيكون مسقط متجه الفولطية $(V_m \sin(\omega t))$ ومسقط متجه التيار $(I_m \sin(\omega t))$.

حيث : ωt: زاوية الطور وهي الزاوية التي يصنعها متجه الطور مع المحور الافقي (X) .

٣. عند بدء الحركة $(t = 0)$ يكون متجه الطور منطبقا على المحور الافقي (X) .

٤. اذا تطابق متجه الطور للفولطية (V_m) مع متجه الطور للتيار (I_m) فهذا يعني ان الفولطية والتيار في طور واحد وان زاوية فرق الطور بينهما تساوي صفر $(\phi = 0)$ ويحصل ذلك اذا كان حمل الدائرة مقاومة صرف .

٥. اذا لم يتطابق المتجهان احدهما على الاخر (في الحالة التي يحتوي فيها الحمل على محث او متسعة او كليهما اضافة للمقاومة) فسوف تتولد بينهما زاوية فرق في الطور (ϕ) يتحدد مقدارها على وفق نوع الحمل في الدائرة .

٦. تقاس كل من زاوية الطور (ωt) وزاوية فرق الطور (ϕ) بالدرجات الستينية او (rad) .

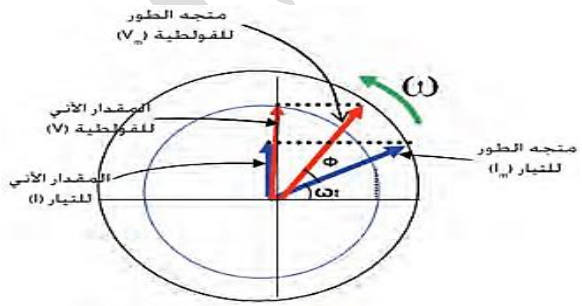
- اذا كانت ϕ موجبة فأن متجه الطور للفولطية يسبق متجه الطور للتيار بفرق طور ϕ .
- واذا كانت ϕ سالبة فأن متجه الطور للفولطية يتأخر عن متجه الطور للتيار بفرق طور ϕ (عندما يؤخذ التيار كأساس) .

تنويه:

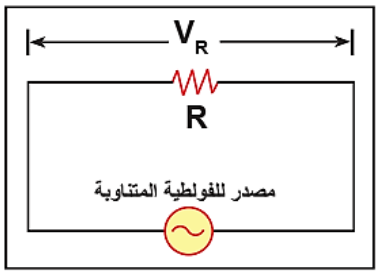
الطور: هو الحالة الحركية للجسم المهتز من حيث الموضع واتجاه الحركة.

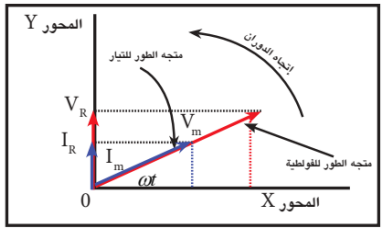
فرق الطور: هو تغير الحالة الحركية للجسم المهتز بين لحظتين مختلفتين او لجسمين مهتزين في اللحظة نفسها.

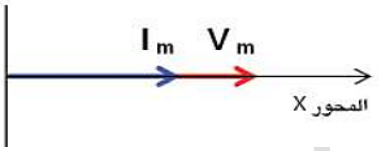
مخطط المتجه الدوار ويوضح المتجه الطوري للفولطية والمتجه الطوري للتيار ويدور كل منهما باتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة حول نقطة ثابتة هي نقطة الاصل (0) بتردد زاوي ω ثابت.



دائرة تيار متناوب الحمل فيها مقاومة صرف







س/ بماذا تمتاز دائرة التيار المتناوب الحمل فيها صرف؟

ج/

١. متجه الطور للفولطية (V_m) ومتجه الطور للتيار (I_m) متطابقان ومتلازمان وهذا يعني انهما يدوران حول نقطة الاصل (0) بطور واحد وباتجاه معاكس لدوران عقارب الساعة .

٢. زاوية فرق الطور بينهما تساوي صفر $(\phi = 0)$ اما زاوية الطور التي يدور بها كل من المتجهين متساوية ومقدارها (ωt) .

٣. عامل القدرة (Pf) يساوي $(\cos\phi)$ ويساوي واحد .

٤. منحني موجة التيار يكون بشكل منحني جيبي ومنحني موجة الفولطية يكون بشكل منحني جيبي ايضا لذلك فان الفولطية المتناوبة والتيار المتناوب في هذه الدائرة تعطى بالعلاقات التالية:

$$V_R = V_m \sin(\omega t)$$
$$I_R = I_m \sin(\omega t)$$

حيث:

V_R : المقدار الآني للفولطية عبر المقاومة R.

V_m : المقدار الاعظم للفولطية عبر المقاومة R.

I_R : المقدار الآني للتيار المنساب في المقاومة R.

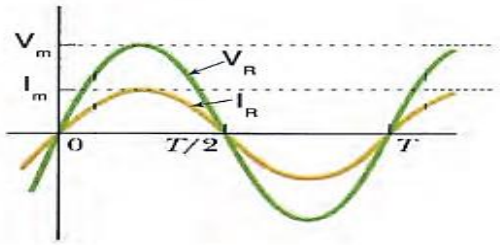
I_m : المقدار الاعظم للتيار المنساب في الدائرة R.

ωt : زاوية الطور للمتجه الطوري وتقاس بـ (rad) (الزاوية المحصورة بين متجه الطور للفولطية او متجه الطور للتيار والمحور X).

٥. مقدار المقاومة الصرف لا يعتمد على تردد الفولطية او تردد التيار.

٦. تستهلك المقاومة قدرة حقيقية بشكل طاقة حرارية ومنحنيها موجب دائما وبشكل منحني جيب التمام $(cosine)$ يتغير بين المقدار الاعظم للقدرة (P_m) والصفر وتردده ضعف تردد الفولطية او التيار .

٧. القدرة المتوسطة لدورة كاملة او لعدد صحيح من الدورات الكاملة تساوي نصف القدرة العظمى.



الشكل يوضح منحني موجة التيار (منحني جيبي) ومنحني موجة الفولطية (منحني جيبي ايضا) يتغيران مع الزمن بالكيفية نفسها اي ينموان معا فيكونان موجبان في آن واحد وسالبان في آن واحد وصفر في آن واحد لذلك لا يوجد فرق بالطور بين متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار.

س/ ما قياس زاوية الطور (ωt) لكل من متجه الطور للفولطية (V_m) ومتجه الطور للتيار (I_m) في الحالة التي يكون عندها $(V_R = V_m)$ وكذلك يكون $(I_R = I_m)$ ؟ وضح ذلك.

$$\omega t = \frac{\pi}{2}$$

$$V_R = V_m \sin(\omega t) = V_m \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \Longrightarrow V_R = V_m \times 1 \Longrightarrow V_R = V_m$$

$$I_R = I_m \sin(\omega t) = I_m \sin\left(\frac{\pi}{2}\right) \Longrightarrow I_R = I_m \times 1 \Longrightarrow I_R = I_m$$

القدرة في دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف

تحسب القدرة الآنية في المقاومة الصرف من حاصل ضرب الفولطية الآنية (V_R) في التيار الآني (I_R) والعلاقة بينهم حسب قانون أوم $(V_R = I_R \cdot R)$ وكما يلي :

$$P_R = I_R \cdot V_R \quad Or \quad P_R = I_R^2 . R \quad Or \quad P_R = \frac{V_R^2}{R}$$

نحسب القدرة العظمى في المقاومة الصرف من حاصل ضرب الفولطية العظمى (V_m) في التيار الاعظم (I_m) والعلاقة بينهم حسب قانون أوم $(V_m = I_m . R)$ وكما يلي :

$$P_m = I_m . V_m \quad Or \quad P_m = I_m^2 \cdot R \quad Or \quad P_m = \frac{V_m^2}{R}$$

اما القدرة المتوسطة فتساوي نصف القدرة العظمى وتحسب من العلاقة:

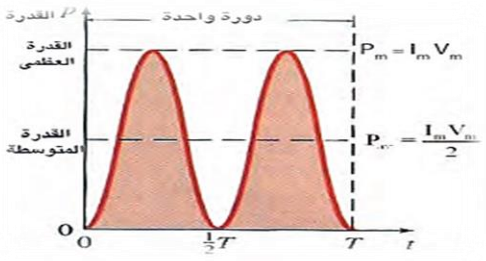
اي ان:

$$(P_{av} = \frac{1}{2} P_m)$$

لذلك فأن:

$$P_{av} = \frac{1}{2} I_m \cdot V_m \quad Or \quad P_{av} = \frac{1}{2} I_m^2 \cdot R \quad Or \quad P_{av} = \frac{1}{2} \frac{V_m^2}{R}$$

$$P_{av} = I_{eff} V_{eff} \quad Or \quad P_{av} = I_{eff}^2 \cdot R \quad Or \quad P_{av} = \frac{V_{eff}^2}{R}$$



الشكل يوضح منحني القدرة لدائرة تحتوي على مقاومة صرف وهو منحني موجب دائما وبشكل موجة الجيب تمام (Cosine) تردده ضعف تردد الفولطية او تردد التيار ويتغير هذا المنحني بين المقدار الاعظم للقدرة (P_m) والصفر لذلك فالقدرة المتوسطة هي نصف القدرة العظمى.

س/ لماذا يكون منحني القدرة الانية في دائرة التيار المتناوب عندما يكون الحمل فيها مقاومة صرف موجب دائما؟

ج/ لان الفولطية والتيار يكونان في طور واحد حيث يكونان موجبين معا وسالبين معا وحاصل ضربهما يساوي كمية موجبة وفق العلاقة الاتية : $(P = I\,V)$

س/ لماذا تكون القدرة متغيرة في دوائر التيار المتناوب؟

ج/ لان الفولطية والتيار متغيرين دائما فحاصل ضربهما (القدرة) متغير ايضا وفق العلاقة الاتية:

$$(P = I\,V)$$

س/ ما المقصود بالمنحني الموجب للقدرة في الدائرة التي يكون فيها الحمل مقاومة صرف؟

ج/ يعني ان القدرة تستهلك بأجمعها في المقاومة بشكل طاقة حرارية.

س/ لماذا لا تتساوى القدرة المتبددة بوساطة تيار متناوب له مقدار اعظم (I_m) مع القدرة التي ينتجها تيار مستمر له نفس المقدار ؟

ج/ لان التيار المتناوب يتغير دوريا مع الزمن بين $(+I_m)$ و $(-I_m)$ ومقداره في اية لحظة لا يساوي دائما مقداره الاعظم وانما فقط في لحظة معينة يتساوى مقداره الاني مع مقداره الاعظم لذلك ينتج قدرة متغيرة مع الزمن بينما التيار المستمر مقداره ثابت دائما فينتج قدرة ثابتة .

المقدار المؤثر للتيار المتناوب (I_{eff})

س/ ما المقصود بالمقدار المؤثر للتيار المتناوب؟

ج/ المقدار المؤثر للتيار المتناوب: هو مقدار التيار المتناوب المساوي للتيار المستمر الذي لو انساب في مقاومة معينة فانه يولد التأثير الحراري نفسه الذي يولده التيار المتناوب المنساب خلال المقاومة نفسها وللفترة الزمنية نفسها.

س/ لماذا لا تعتمد القدرة المستهلكة في مقاومة صرف على اتجاه التيار؟

ج/ لان القدرة المستهلكة في مقاومة صرف ثابتة المقدار تتناسب طرديا مع مربع التيار المنساب فيها $(P = I^2\,R)$, اي ان : $(P\alpha\, I^2)$

س/ اثبت ان المقدار المؤثر للتيار المتناوب يساوي 0.707 من مقداره الاعظم ؟

ج/

$$P_{ins} = I_R^2 R = (I_m \sin(\omega t))^2 R = I_m^2 sin^2(\omega t) R$$

$$sin^2(\omega t) = \frac{1}{2} \rightarrow P_{av} = \frac{1}{2} I_m^2 R$$

$$P_{dc} = P_{av} \Longrightarrow I_{dc}^2 R = \frac{1}{2} I_m^2 R \Longrightarrow I_{dc}^2 = \frac{1}{2} I_m^2 \quad ----I_{dc} = I_{eff}$$

$$I_{eff}^2 = \frac{1}{2} I_m^2 \Longrightarrow I_{eff}^2 = \frac{I_m^2}{2} \Longrightarrow I_{eff} = \sqrt{\frac{I_m^2}{2}} \Longrightarrow I_{eff} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

$$I_{eff} = 0.7071_m$$

س: هل يمكن ان تستعمل اجهزة قياس التيار المستمر في دوائر التيار المتناوب؟ وضح ذلك؟

ج/ لا يمكن ذلك، لان معظم اجهزة قياس التيار المستمر تقيس المقدار المتوسط للتيار المتناوب لذا فأن مؤشرها يقف عند تدريجة الصفر عند وضعها في دائرة التيار المتناوب.

علاقة المقدار المؤثر بالمقدار الاعظم للتيار المتناوب والفولطية المتناوبة

التحويل من مقدار مؤثر للفولطية الى مقدار اعظم	التحويل من مقدار اعظم للفولطية الى مقدار مؤثر	التحويل من مقدار مؤثر للتيار الى مقدار اعظم	التحويل من مقدار اعظم للتيار الى مقدار مؤثر
$V_m = \sqrt{2}\, V_{eff}$ or $V_m = 1.414 V_{eff}$	$V_{eff} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$ or $V_{eff} = 0.707\, V_m$	$I_m = \sqrt{2}\, I_{eff}$ or $I_m = 1.414\, I_{eff}$	$I_{eff} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ or $I_{eff} = 0.707\, I_m$

ملاحظات:

١. ان اجهزة قياس التيار المتناوب مثل الاميترات والفولطيمترات تقيس المقدار المؤثر للتيار والمقدار المؤثر للفولطية .

٢. يسمى المقدار المؤثر للتيار المتناوب بجذر معدل مربع المقدار الاعظم للتيار ويرمز له بالرمز (I_{rms}) وكذلك يسمى المقدار المؤثر للفولطية المتناوبة بجذر معدل مربع المقدار الاعظم للفولطية ويرمز له بالرمز (V_{rms}) .

٣. معدل التيار المتناوب او الفولطية المتناوبة لدورة كاملة او لعدد صحيح من الدورات الكاملة يساوي صفر بينما معدل مربع التيار المتناوب نصف مقداره الاعظم وكذلك معدل مربع الفولطية المتناوبة نصف مقدارها الاعظم.

٤. منحني التيار المتناوب منحني جيبي يتغير بين $(+I_m)$ و $(-I_m)$ بينما منحني مربع التيار المتناوب هو منحني جيب تمام يتغير بين (I_m^2) والصفر .

٥. استفد عند الحاجة:

$$\sqrt{2} = 1.414$$

س : اذا كان التيار المتناوب في الدائرة $(2A)$ فهل يعني ذلك المقدار الاعظم للتيار او المقدار المؤثر له ؟ ولماذا؟

ج/ كلا، لا يعني ذلك المقدار الاعظم للتيار وانما مقداره المؤثر لان المقاييس الكهربائية للتيار المتناوب تقيس مقداره المؤثر ولا تقيس مقداره الاعظم.

س/ اثبت ان القدرة المتوسطة تساوي نصف القدرة العظمى؟

ج/

$$P_{av} = I_{eff} \cdot V_{eff} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \times \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{I_m \cdot V_m}{2} = \frac{1}{2} P_m$$

مثال ١ (كتاب) : مصدر للفولطية المتناوبة مربوط بين طرفي مقاومة صرف ($R = 100\ \Omega$) تعطى الفولطية بالعلاقة التالية : $V = 424.2\ sin(\omega t)$, احسب :

١- المقدار المؤثر للفولطية. ٢- المقدار المؤثر للتيار. ٣- مقدار القدرة المتوسطة.

الحل /

$V_m = 424.2\ \text{V}$

1- $V_{eff} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{424.2}{1.414} = 300\ V$

2- $I_{eff} = \frac{V_{eff}}{R} = \frac{300}{100} = 3\ A$

3- $P_{av} = I_{eff} V_{eff} = 3 \times 300 = 900\ \text{watt}$

مثال٢ : دائرة تيار متناوب تحتوي على مقاومة صرف مقدارها (30Ω) وتيار الدائرة يعطى بالعلاقة الاتية $I_R = 3.2\ sin\ 4000t$, احسب المقدار الاعظم والمقدار المؤثر للتيار وكذلك المقدار الاعظم والمقدار المؤثر للفولطية ؟

الحل /

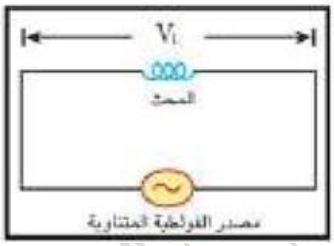
بمقارنة المعادلة $I_R = 3.2 \sin 4000t$ بالمعادلة العامة $I_R = I_m \sin \omega t$ نجد :

$I_m = 3.2\ A$. $I_{eff} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{3.2}{\sqrt{2}} \times \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 1.6\sqrt{2}\ A$

$V_m = I_m \cdot R = 3.2 \times 30 = 96\ V$. $V_{eff} = I_{eff} \cdot R = 1.6\sqrt{2} \times 30 = 48\sqrt{2}\ V$

دائرة تيار متناوب الحمل فيها محث صرف

س: بماذا تمتاز دائرة التيار المتناوب الحمل فيها محث صرف؟

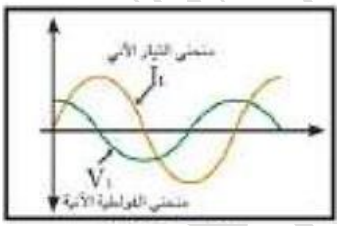


ج/

١. متجه الطور للفولطية يسبق متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور ($\emptyset = \frac{\pi}{2} = 90°$) او ربع دورة , اي ان :

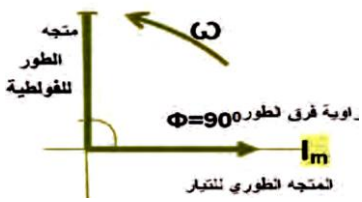
٢. عامل القدرة (Pf) يساوي ($\cos \emptyset$) ويساوي ($\cos 90$) ويساوي صفر .

٣. معادلات الفولطية عبر المحث والتيار المنساب في الدائرة معطاة بالعلاقات التالية:



$$I_L = I_m \sin(\omega t)$$

$$V_L = V_m \sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)$$



حيث:

I_L : المقدار الآني للتيار عبر المحث . I_m : المقدار الاعظم للتيار عبر المحث .

V_L : المقدار الآني للفولطية عبر المحث . V_m : المقدار الاعظم للفولطية عبر المحث .

ωt : زاوية الطور.

٤. يبدي المحث معاكسة ضد التغير بالتيار تسمى رادة الحث (X_L) تقاس بالاوم وتخضع الى قانون اوم الا انها ليست مقاومة ولا تخضع لقانون جول الحراري .
٥. تعتمد رادة الحث على معامل الحث الذاتي للمحث وتتناسب معه طرديا بثبوت التردد الزاوي وعلى التردد الزاوي وتتناسب معه طرديا بثبوت معامل الحث الذاتي.
٦. لا يستهلك المحث الصرف قدرة حقيقية وانما يخزن الطاقة في مجاله المغناطيسي ثم يعيدها اثناء التفريغ الى المصدر بهيئة طاقة كهربائية.
٧. منحني القدرة بشكل منحني الجيب تردده ضعف تردد الفولطية او التيار ومعدلها يساوي صفر لدورة كاملة او لعدد صحيح من الدورات الكاملة لان الاجزاء الموجبة للقدرة تساوي الاجزاء السالبة لها.

رادة الحث (X_L): هي المعاكسة التي يبديها المحث للتغير في التيار المنساب فيه.
وسببها الحث الذاتي تحسب رادة الحث لملف ينساب فيه تيار متناوب من العلاقات الرياضية التالية:

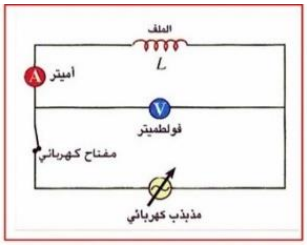
حسب قانون اوم $X_L = \frac{V_L}{I_L}$

حسب العوامل $X_L = \omega L \quad or \quad X_L = 2\pi f L$

حيث:
ω : التردد الزاوي ووحدته rad / s .
L : معامل الحث الذاتي للملف ووحدته هنري (H) .
f : تردد الفولطية او تردد التيار او تردد المصدر ووحدته هرتز (HZ) .

س: علام تعتمد رادة الحث؟
ج/ تعتمد على:
١- معامل الحث الذاتي للمحث (L) وتتناسب معه طرديا بثبوت التردد الزاوي اي ان : $X_L \propto L$.
٢- التردد الزاوي (ω) وتتناسب معه طرديا بثبوت معامل الحث الذاتي اي ان : $X_L \propto \omega$.

نشاط 1: وضح بنشاط تأثير تغير تردد تيار الدائرة (f) في مقدار رادة الحث؟



ادوات النشاط:

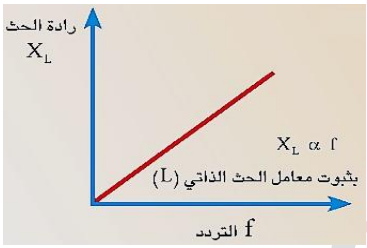
مذبذب كهربائي (مصدر فولطية متناوبة يمكن تغيير تردده)، اميتر، فولطميتر، ملف مهمل المقاومة (محث)، مفتاح كهربائي.

خطوات النشاط:

١. نربط الادوات كما في الشكل المجاور
٢. نغلق الدائرة ونزيد تردد المذبذب الكهربائي تدريجيا مع المحافظة على مقدار الفولطية ثابتا (بمراقبة قراءة الفولطميتر)
٣. نلاحظ حصول نقصان قراءة الاميتر في الدائرة بسبب ازدياد مقدار رادة الحث.

الاستنتاج:

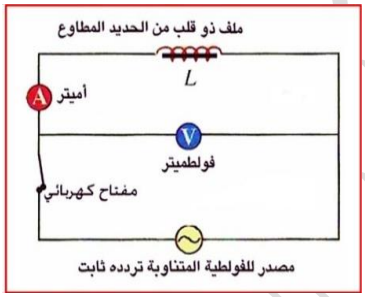
نستنتج من النشاط ان رادة الحث (XL) تتناسب طرديا مع تردد التيار (f) بثبوت معامل الحث الذاتي (L)



س: ارسم مخطط بياني يبين العلاقة بين رادة الحث (XL) مع تردد التيار (f)؟

يمكن رسم مخطط بياني يمثل العلاقة الطردية بين رادة الحث (XL) وتردد التيار (f)

نشاط ٢: وضح بنشاط تأثير تغير معامل الحث الذاتي (L) في مقدار رادة الحث؟



ادوات النشاط:

مصدر فولطية تردده ثابت، قلب من الحديد المطاوع، اميتر ، فولطميتر ، ملف مجوف مهمل المقاومة (محث)، مفتاح كهربائي

خطوات النشاط:

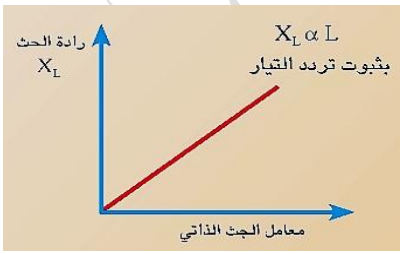
١. نربط الادوات كما في الشكل المجاور
٢. نغلق الدائرة ونلاحظ قراءة الاميتر.
٣. ندخل قلب الحديد تدريجيا في جوف الملف مع المحافظة على بقاء مقدار الفولطية بين طرفي الملف ثابتا (بمراقبة قراءة الفولطميتر)
٤. نلاحظ حصول نقصان في قراءة الاميتر وذلك بسبب ازدياد مقدار رادة الحث (لان ادخال قلب الحديد في جوف الملف يزيد من معامل الحث الذاتي للملف)

الاستنتاج:

نستنتج من النشاط ان رادة الحث (XL) تتناسب طرديا مع معامل الحث الذاتي (L) بثبوت تردد التيار (f)

س : ارسم مخطط بياني يبين العلاقة بين رادة الحث (XL) مع معامل الحث (L) ؟

يمكن رسم مخطط يمثل العلاقة الطردية بين رادة الحث (XL) ومعامل الحث (L)



س (مهم جدا): كيف تفسر ازدياد مقدار رادة الحث بأزدياد تردد الدائرة على وفق قانون لنز؟

ج / ان ازدياد تردد الدائرة يعني ازدياد تردد التيار المنساب في الدائرة اي ازدياد المعدل الزمني للتغير في التيار $(\frac{\Delta I}{\Delta t})$ فتزداد بذلك القوة الدافعة الكهربائية المحتثة في المحث والتي تعمل على عرقلة المسبب لها .

$(\varepsilon \alpha \frac{\Delta I}{\Delta t})$ على وفق قانون لنز اي تعرقل المعدل الزمني للتغير في التيار فتزداد نتيجة لذلك رادة الحث التي تمثل تلك المعاكسة التي يبديها المحث للتغير في التيار.

س (وزاري): ماذا يعمل الملف؟ ولماذا؟ عند:

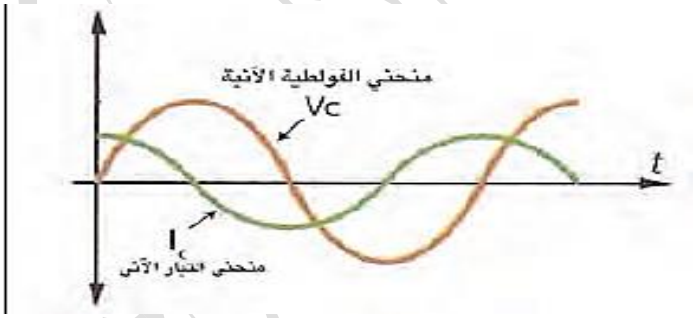
١- الترددات الواطئة جدا. **٢- الترددات العالية جدا.**

ج /

١-عند الترددات الواطئة جدا: يعمل عمل مقاومة صرف لان رادة الحث تقل وقد تصل الى الصفر $(X_L = 2\pi f\ L)$ فهي تتناسب طرديا مع تردد التيار $(X_L\ \alpha\ f)$.

٢- عند الترددات العالية جدا: يعمل عمل مفتاح مفتوح. لان الترددات العالية جدا تؤدي الى زيادة رادة الحث زيادة كبيرة جدا تؤدي الى قطع تيار الدائرة.

س: ارسم المخطط البياني الذي يوضح العلاقة بين الفولطية والتيار لدائرة تحتوي محث صرف؟



س: اثبت ان رادة الحث تقاس بوحدة (ohm)؟

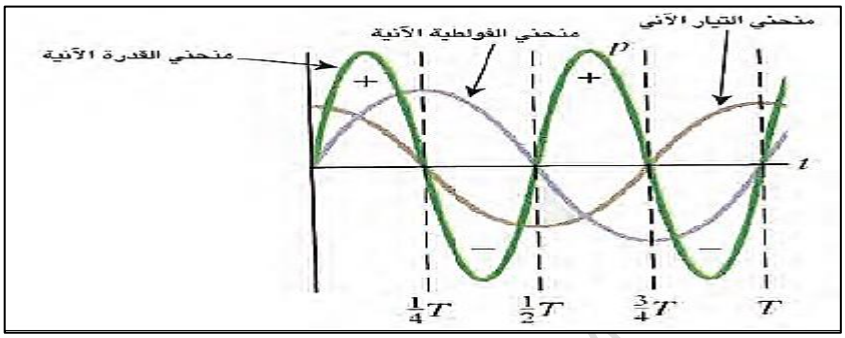
ج /

$$XL = 2\pi fL = HZ \cdot Henry = \left(\frac{1}{Sec}\right)\left(\frac{Volt \cdot Sec}{Amper}\right) = \frac{Volt}{Amper} = Ohm\ \Omega$$

القدرة في دائرة تيار متناوب تحتوي على محث صرف

س: القدرة المتوسطة لدورة كاملة او عدد صحيح من الدورات الكاملة تساوي صفرا لدائرة تيار متناوب تحتوي محث صرف؟ ما سبب ذلك؟

ج / لأنه عند تغير التيار المنساب في المحث من الصفر الى المقدار الاعظم في أحد ارباع الدورة تنتقل الطاقة من المصدر وتختزن في المحث بهيئة مجال مغناطيسي (يمثله الجزء الموجب من منحني القدرة) وعند تغير التيار من المقدار الاعظم الى الصفر في الربع الذي يليه تعاد جميع الطاقة الى المصدر (يمثله الجزء السالب من منحني القدرة)



س: لماذا لا تعد رادة الحث مقاومة اومية ولا تخضع لقانون جول الحراري؟

ج / لأنها لا تستهلك قدرة (القدرة المتوسطة تساوي صفر).

س: لماذا لا يبدد المحث الصرف قدرة في دائرة التيار المتناوب؟

ج / وذلك لعدم وجود مقاومة في الدائرة.

مثال ٢ (الكتاب) : ملف مهمل المقاومة (محث صرف) معامل حثه الذاتي $\frac{50}{\pi}\ mH$ ربط بين قطبي مصدر للفولتية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه (20 V) احسب كل من رادة الحث والتيار في الدائرة عندما يكون تردد التيار : a- f = 10 Hz b- 1 MHz

الحل /

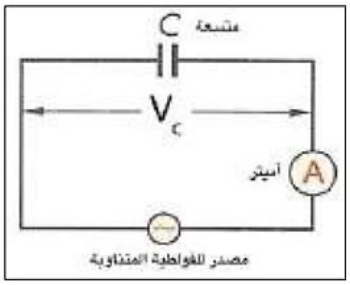
1. $X_L = 2\pi f\, L \quad \Longrightarrow \quad X_L = 2\pi \times 10 \times \frac{50}{\pi} \times 10^{-3} = 1\ \Omega$

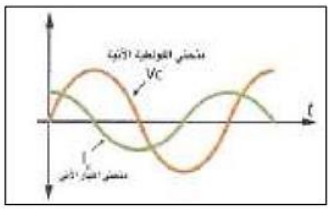
$$I_L = \frac{V_L}{X_L} = \frac{20}{1} = 20\ A$$

2. $X_L = 2\pi f\, L \quad \Longrightarrow \quad X_L = 2\pi \times 1 \times 10^{6} \times \frac{50}{\pi} \times 10^{-3} = 10^{5}\ \Omega$

$$I_L = \frac{V_L}{X_L} = \frac{20}{10^{5}} = 20 \times 10^{-5}\ A$$

دائرة تيار متناوب الحمل فيها متسعة ذات سعة صرف





س: بماذا تمتاز دائرة تيار متناوب الحمل فيها متسعة صرف؟

ج /

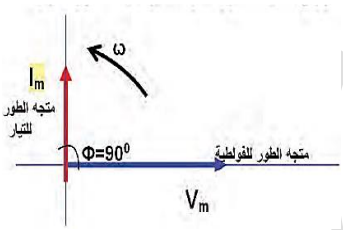
١. متجه الطور للتيار يسبق متجه الطور للفولطية بزاوية فرق طور $(\phi = \frac{\pi}{2} = 90°)$ او ربع دورة .

٢. عامل القدرة (pf) يساوي $(\cos\phi)$ ويساوي $(\cos 90°)$ ويساوي صفر .

٣. معادلات الفولطية عبر المتسعة والتيار المنساب في الدائرة تعطى بالعلاقات التالية:

$$V_C = V_m \sin(\omega t)$$

$$I_C = I_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$



حيث :

V_C : المقدار الآني للفولطية عبر المتسعة.

V_m : المقدار الاعظم للفولطية عبر المتسعة.

I_C :المقدار الآني للتيار عبر المتسعة .

I_m :المقدار الاعظم للتيار عبر المتسعة .

ωt : زاوية الطور.

٤. تبدي المتسعة معاكسة ضد التغيير في فولطية الدائرة تسمى رادة السعة (X_C) تقاس بالاوم وتخضع لقانون اوم الا انها ليست مقاومة ولا تخضع لقانون جول الحراري .

٥. تعتمد رادة السعة على سعة المتسعة وتتناسب معها عكسيا بثبوت التردد الزاوي وعلى التردد الزاوي وتتناسب معه عكسيا بثبوت سعة المتسعة.

٦. لا تستهلك المتسعة الصرف قدرة حقيقية وانما تختزن الطاقة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها ثم تعيدها اثناء التفريغ الى المصدر بهيئة طاقة كهربائية.

٧. منحني القدرة بشكل منحني الجيب تردده ضعف تردد الفولطية او التيار ومعدلها يساوي صفر لدورة كاملة او لعدد صحيح من الدورات الكاملة لان الاجزاء الموجبة للقدرة تساوي الاجزاء السالبة لها.

رادة السعة (X_C): هي المعاكسة التي تبديها المتسعة للتغير في تردد الفولطية الموضوعة في الدائرة.

تحسب رادة السعة لمتسعة يمر فيها تيار متناوب من العلاقات التالية:

حسب قانون أوم :

$$X_C = \frac{V_C}{I_C}$$

حسب العوامل :

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \quad or \quad X_C = \frac{1}{2\pi f C}$$

حيث:

ω : التردد الزاوي ووحدته rad/s .

C : سعة المتسعة ووحدتها فاراد (F) .

f : تردد الفولطية او تردد التيار او تردد المصدر ووحدته هرتز (Hz) .

س: علام تعتمد رادة السعة؟

ج / تعتمد رادة السعة على:

١- سعة المتسعة (C) وتتناسب معها عكسيا بثبوت التردد الزاوي اي ان : $X_C \alpha \frac{1}{C}$.

٢- التردد الزاوي (ω) وتتناسب معه عكسيا بثبوت سعة المتسعة اي ان : $X_C \alpha \frac{1}{\omega}$.

س: اشتق معادلة التيار لدائرة تيار متناوب تحتوي متسعة ذات سعة صرف؟

ج /

$$I_C = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{\Delta(C \cdot V_C)}{\Delta t} = C \cdot \frac{\Delta V_C}{\Delta t} = C \cdot \frac{\Delta V_m \sin(\omega t)}{\Delta t} = C V_m \frac{\Delta \sin(\omega t)}{\Delta t}$$

$$I_C = \omega C V_m \cos(\omega t) = \frac{1}{X_C} \cdot V_m \cos(\omega t)$$

$$I_C = \frac{V_m}{X_C} \cos(\omega t)$$

$$I_C = I_m \cos(\omega t) \Longrightarrow I_C = I_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$$

س: اثبت ان رادة السعة تقاس بوحدة (ohm)؟

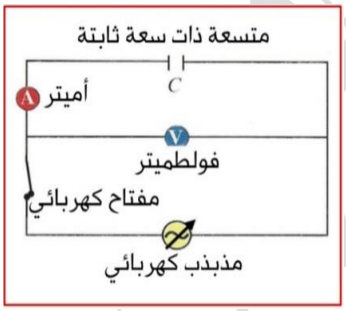
ج /

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{\left(\frac{1}{Sec}\right)\left(\frac{Coulomb}{Volt}\right)} = \frac{Sec \cdot Volt}{Amper \cdot Sec} = \frac{Volt}{Amper} = Ohm\ \Omega$$

نشاط ٣: وضح بنشاط تأثير تغير مقدار تردد فولطية المصدر في مقدار رادة السعة (Xc)؟

ادوات النشاط:

اميتر، فولطميتر، متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين، مذبذب كهربائي، أسلاك توصيل، مفتاح كهربائي.



خطوات النشاط:

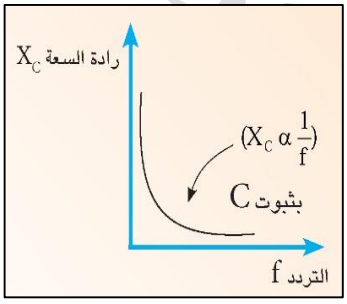
١. نربط الادوات كما في الشكل المجاور

٢. نغلق الدائرة ونبدأ بزيادة تردد المذبذب الكهربائي مع المحافظة على بقاء مقدار فرق الجهد بين صفيحتي المتسعة ثابتا (بمراقبة قراءة الفولطميتر)

٣. نلاحظ ازدياد قراءة الاميتر (ازدياد التيار المنساب بالدائرة مع ازدياد تردد فولطية المصدر)

الاستنتاج:

ان رادة السعة (Xc) تتناسب عكسيا مع تردد فولطية المصدر(f) بثبوت السعة

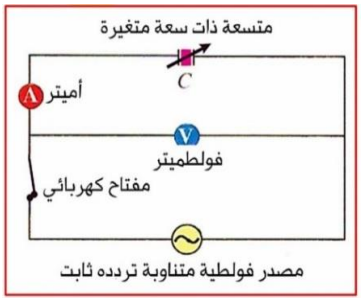


س: ارسم مخطط بياني يبين العلاقة بين رادة السعة (Xc) وتردد الفولطية؟

يمثل هذا المخطط البياني العلاقة العكسية بين رادة السعة (Xc) تردد فولطية المصدر (f)

نشاط ٤: وضح بنشاط تأثير تغير سعة المتسعة في مقدار رادة السعة (Xc) ؟

ادوات النشاط:



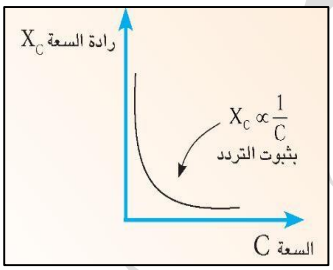
مصدر للفولطية المتناوبة تردده ثابت (ولكن يمكن تغيير مقدار فرق الجهد بين طرفيه)، اميتر، فولطميتر، متسعة ذات الصفيحتين المتوازيتين متغيرة السعة، مفتاح كهربائي.

خطوات النشاط:

١. نربط الادوات كما في الشكل المجاور
٢. نغلق الدائرة ونلاحظ قراءة الاميتر.
٣. نزيد مقدار سعة المتسعة تدريجيا (وذلك بإدخال لوح من مادة عازلة كهربائيا بين صفيحتي المتسعة)
٤. نلاحظ ازدياد قراءة الاميتر (ازدياد التيار المنساب في الدائرة زيادة طردية مع ازدياد سعة المتسعة)

الاستنتاج:

نستنتج ان رادة السعة (Xc) تتناسب عكسيا مع مقدار سعة المتسعة (C) بثبوت تردد فولطية المصدر (f)



س: ارسم مخطط بياني يبين العلاقة بين سعة المتسعة ورادة السعة بثبوت اتردد؟

يمثل هذا المخطط بياني العلاقة العكسية بين رادة السعة (Xc) وسعة المتسعة (C)

س: ما عمل المتسعة؟ ولماذا؟ في الحالات الآتية:

١- عند الترددات العالية جدا. **٢- عند الترددات الواطئة جدا.**

ج /

١. عند الترددات العالية جدا: تعمل المتسعة عمل مفتاح مغلق (تعد المتسعة خارج الدائرة) لان عند الترددات العالية جدا تقل رادة السعة وقد تصل الى الصفر (رادة السعة تتناسب عكسيا مع التردد $X_C \alpha \frac{1}{f}$) .

٢. عند الترددات الواطئة جدا: تعمل عمل مفتاح مفتوح كما يحصل عند وجود المتسعة في دائرة التيار المستمر لأنه عند الترددات الواطئة جدا تزداد رادة السعة الى مقدار كبير جدا يقطع تيار الدائرة (رادة السعة تتناسب عكسيا مع التردد $X_C \alpha \frac{1}{f}$) .

س: ماذا يحصل عند ربط صفيحتي متسعة بين طرفي مصدر ذو فولطية متناوبة؟

ج / المتسعة ستشحن وتتفرغ بالتعاقب وبصورة دورية وبذلك تعتبر دائرتها مغلقة.

مثال ٣ (الكتاب) : ربطت متسعه سعتها $\left(\frac{4}{\pi}\mu F\right)$ بين قطبي مصدر للفولتية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه (2.5 V) . احسب مقدار رادة السعة ومقدار التيار في هذه الدائرة إذا كان تردد الدائرة:

5 Hz -a 5x10 ^{5} Hz -b

الحل /

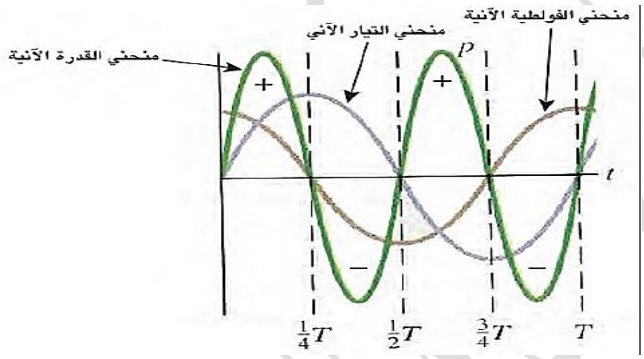
1. $X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \times 5\left(\frac{4}{\pi}\right)\times 10^{-6}} = \frac{10^6}{40} = 25 \times 10^3 \Omega$

$$I_C = \frac{V_C}{X_C} = \frac{2 \cdot 5}{25 \times 10^3} = 1 \times 10^{-4} A$$

2. $X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \times 5 \times 10^5 \left(\frac{4}{\pi}\right)\times 10^{-6}} = \frac{1}{4} = 0 \cdot 25 \ \Omega$

$$I_C = \frac{V_C}{X_C} = \frac{2 \cdot 5}{0.25} = 10 \ A$$

القدرة في دائرة تيار متناوب تحتوي على متسعة ذات سعة صرف



س: القدرة المتوسطة لدورة كاملة او عدد صحيح من الدورات الكاملة يساوي صفرا لدائرة تيار متناوب تحتوي متسعة صرف؟ ما سبب ذلك؟

ج / ان سبب ذلك هو ان المتسعة تشحن خلال الربع الاول من الدورة ثم تفرغ جميع شحنتها الى المصدر خلال الربع الذي يليه من الدورة وبعدها تشحن المتسعة بقطبية معاكسة وتتفرغ وهكذا بالتعاقب.

س: لماذا لا تبدد المتسعة ذات السعة الصرف قدرة في دائرة التيار المتناوب؟

ج / لعدم وجود مقاومة في الدائرة.

س: لماذا لا تعد رادة السعة مقاومة اومية ولا تخضع لقانون جول الحراري؟

ج / لأنها لا تستهلك قدرة (القدرة المتوسطة تساوي صفر).

س: ربط مصباح كهربائي على التوالي مع متسعة ذات سعة صرف ومصدر للتيار المتناوب عند أي الترددات الزاوية العالية ام الواطئة يكون المصباح اكثر توهجا ؟ وعند أي منها يكون المصباح اقل توهجا؟ (بثبوت مقدار فولطية المصدر)، وضح ذلك.

ج: عند الترددات الزاوية العالية تقل (Xc) فيزداد التيار في الدائرة لذا يكون المصباح أكثر توهجا.
عند الترددات الزاوية المنخفضة (الواطئة) تزداد (Xc) فيقل التيار لذا يكون المصباح اقل توهجا.

س(وزاري): ما الذي تمثله كل من الاجزاء الموجبة والاجزاء السالبة في منحني القدرة الانية في دائرة تيار متناوب تحتوي فقط: ١- محث صرف. ٢- متسعة ذات سعة صرف.

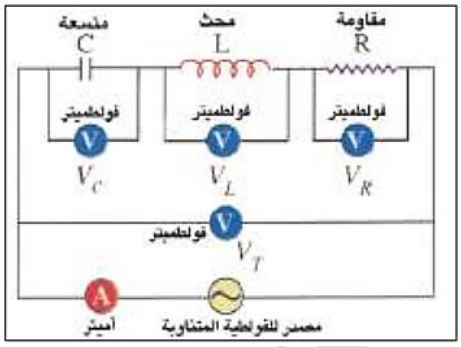
ج: ١- المحث الصرف: الاجزاء الموجبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المختزنة في المجال المغناطيسي للمحث عندما تنقل القدرة من المصدر إلى المحث والاجزاء السالبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المعادة للمصدر عندما تعاد جميع هذه القدرة المختزنة إلى المصدر.

٢- المتسعة الصرف: الاجزاء الموجبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة (المتسعة تشحن) عندما تنقل القدرة من المصدر إلى المتسعة والاجزاء السالبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المعادة للمصدر (المتسعة تفرغ شحنتها) عندما تعاد جميع هذه القدرة المختزنة إلى المصدر.

دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف R-L-C

في حالة ربط عنصرين (R_L) او (R_C) او ثلاثة عناصر (R_L_C) على التوالي الى مصدر متناوب فأننا نتخذ من المحور X محور اسناد (محور مرجع) وعندما ينطبق متجه الطور للتيار (في ربط التوالي) على المحور المرجع يسمى متجه اساس .

ربط العناصر على التوالي:



- المتجهات الطورية للتيارات $(I_R\,.I_L\,.I_C)$ تنطبق على الاتجاه الموجب من محور الاسناد (المحور X)
- المتجهات الطورية للفولطية $(V_R\,.V_L\,.V_C)$ يصنع كل منها زاوية فرق طور ϕ مع المحور X .
- في هذا الربط (V_R) و (I) في طور واحد , (V_L) يسبق (I) بـ $(90°)$, (V_C) يتأخر عن (I) بـ$(90°)$ عند رسم المتجهات الطورية للفولطية .

س: عدد خواص ربط العناصر على التوالي؟

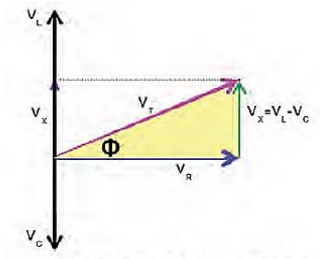
١. مقدار التيار متساوي على جميع عناصر الدائرة ويساوي التيار الكلي (التيار الرئيسي) لذلك نرسم متجه الطور للتيار على محور الاسناد (كأساس).

اي ان : $I_R = I_L = I_C = I_T = I$

٢. مقدار فرق الجهد يختلف من عنصر الى اخر لذلك يمكن حساب الفولطية الكلية (الفولطية المحصلة) والتي رمزها (V_T) وذلك بجمع فروق الجهد لعناصر الدائرة جمعا طوريا (اتجاهيا) (بسبب وجود زاوية فرق الطور) وذلك بتطبيق مبرهنة فيثاغورس وحسب عناصر الدائرة وفقا لمخططات الفولطية الاتية :

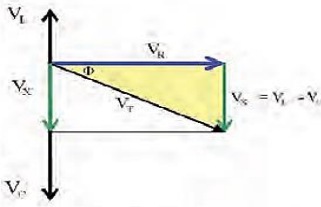
❖ دائرة $(R\ L\ C)$

a) اذا كانت $V_L > V_C$ فأن :



- خواص الدائرة حثية وان فولطية الرادة المحصلة (V_X) موجبة .
- زاوية فرق الطور (ϕ) بين متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) ومتجه الطور للتيار (I) موجبة .
- متجه الطور للفولطية الكلية يسبق متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور (ϕ) .
- مثلث الفولطية يرسم في الربع الاول (نحو الاعلى).

b) اذا كانت $V_L < V_C$ فأن :



- خواص الدائرة سعوية وان فولطية الرادة المحصلة (V_X) سالبة .
- زاوية فرق الطور (ϕ) بين متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) ومتجه الطور للتيار سالبة .
- متجه الطور للفولطية الكلية يتأخر (يتخلف) عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور (ϕ) .
- مثلث الفولطية يرسم في الربع الرابع (نحو الاسفل).

وسواء كانت الخواص حثية او سعوية فمن مثلثات الفولطية اعلاه يمكن ايجاد (V_T) او $(\emptyset)$ او (pf) كما يلي :

$$V_T^2 = V_R^2 + V_X^2 \quad . \quad \tan\phi = \frac{V_X}{V_R} \quad . \quad Pf = \cos\phi = \frac{V_R}{V_T}$$

حيث:

V_X : فولطية الرادة المحصلة وتساوي الفرق بين فولطية الرادتين (رادة الحث ورادة السعة)

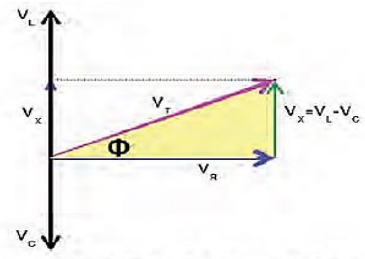
$$V_X = V_L - V_C$$

❖ دائرة $(R\ L)$

اذا وردت عبارة (ملف) او (ملف مقاومة) او (محث ومقاومة) مربوطة الى مصدر متناوب فهذا يعني دائرة $(R\ L)$ ويكون المخطط الطوري للفولطية لهذه الدائرة بالربع الاول .

من مثلث الفولطية يمكن ايجاد (V_T) او $(\emptyset)$ او (Pf) كما يلي :

$$V_T^2 = V_R^2 + V_L^2 \quad . \quad \tan\phi = \frac{V_L}{V_R} \quad . \quad Pf = \cos\phi = \frac{V_R}{V_T}$$

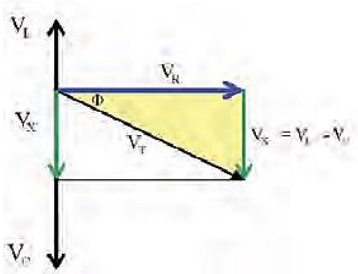


❖ دائرة $(R\ C)$

اذا وردت عبارة (مقاومة و متسعة) فهذا يعني دائرة $(R\ C)$ ويكون المخطط الطوري للفولطية لهذه الدائرة بالربع الرابع .

من مثلث الفولطية يمكن ايجاد (V_T) او $(\emptyset)$ او (Pf) كما يلي :

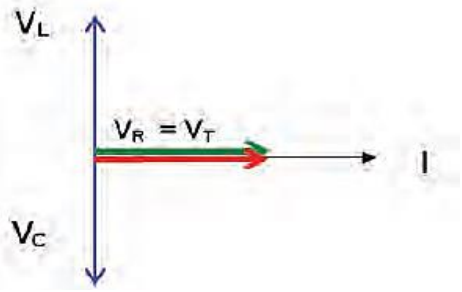
$$V_T^2 = V_R^2 + V_C^2 \quad . \quad \tan\phi = \frac{V_C}{V_R} \quad . \quad Pf = \cos\phi = \frac{V_R}{V_T}$$



حيث (V_C) تعوض باشارة سالبة عند ايجاد (ϕ) .

ملاحظة : اذا كانت $V_L = V_C$ فأن :

- خواص الدائرة خواص مقاومة أومية صرف وان فولطية الرادة المحصلة (V_X) تساوي صفر .
- زاوية فرق الطور (ϕ) بين متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) ومتجه الطور للتيار تساوي صفر
- متجه الطور للفولطية الكلية ينطبق على متجه الطور للتيار (اي انهما في طور واحد).



قانون أوم

يعبر عن قانون اوم في دوائر التيار المتناوب حسب العنصر في الدائرة وكما يلي:

$$R = \frac{V_R}{I_R} \quad . \quad X_L = \frac{V_L}{I_L} \quad . \quad X_C = \frac{V_C}{I_C}$$

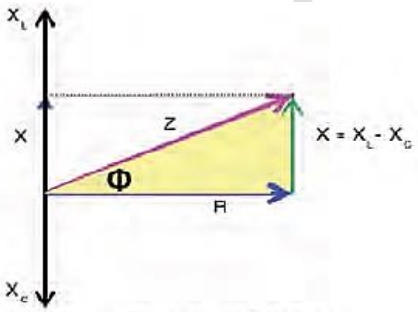
اما نسبة فرق الجهد الكلي (المحصل) ورمزه (V_T) الى التيار الكلي (I_T) فتسمى بالممانعة الكلية للدائرة ورمزها (Z) حيث تقاس بالاوم وتخضع الى قانون اوم الا انها ليست مقاومة لذلك ووفقا لقانون اوم يعبر عن الممانعة

$$Z = \frac{V_T}{I_T}$$

وبعد قسمة كل متجه من المتجهات الطورية في مخطط الفولطية (I) نحصل على مخطط اخر يسمى مخطط الممانعة وحسب عناصر الدائرة وكما يلي :

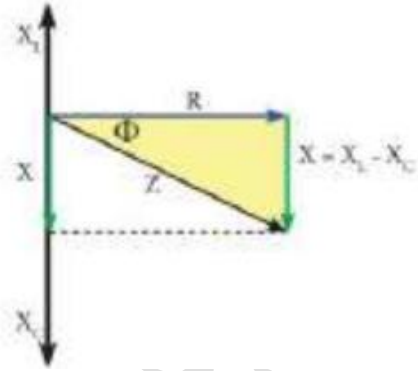
❖ دائرة $(R\ L\ C)$

١- اذا كانت $X_L > X_C$ فأن :



- خواص الدائرة حثية وان الرادة المحصلة (X) موجبة .
- زاوية فرق الطور (ϕ) بين متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) ومتجه الطور للتيار (I) موجبة.
- متجه الطور للفولطية الكلية يسبق متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور (ϕ) .
- مثلث الممانعة يرسم في الربع الاول (نحو الاعلى).

٢- اذا كانت $X_L < X_C$ فأن :



- خواص الدائرة سعوية وان الرادة المحصلة (X) سالبة .
- زاوية فرق الطور (ϕ) بين متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) ومتجه الطور للتيار سالبة .
- متجه الطور للفولطية الكلية يتأخر (يتخلف) عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور (ϕ) .
- مثلث الممانعة يرسم في الربع الرابع (نحو الاسفل).

$$Z^2 = R^2 + X^2 \quad . \tan\phi = \frac{X}{R} \quad . Pf = \cos\phi = \frac{R}{Z}$$

حيث:

X : الرادة المحصلة وتقاس بالأوم (Ω) وتخضع لقانون اوم الا انها ليست مقاومة وتمثل الفرق بين الرادتين (رادة الحث ورادة السعة) .

$$X = X_L - X_C$$

وتعوض (X) بأشارة سالبة اذا كانت $X_L < X_C$ عند حساب (ϕ) من $(\tan\phi)$ او عند حساب (X_L) او (X_C) من الفرق

$$(X = X_L - X_C)$$

Z : الممانعة الكلية للدائرة وتعرف بانها (المعاكسة المشتركة للرادة والمقاومة ضد مرور التيار الكهربائي) وتقاس بالأوم وتخضع لقانون اوم لكنها ليست مقاومة.

❖ دائرة $(R\ L)$

من مثلث الممانعة يمكن ايجاد (Z) او $(\emptyset)$ او (Pf) كما يلي :

$$Z^2 = R^2 + X_L^2 \quad . \quad tan\emptyset = \frac{X_L}{R} \quad . \quad Pf = cos\,\phi = \frac{R}{Z}$$

❖ دائرة $(R\ C)$

من مثلث الممانعة يمكن ايجاد (Z) او $(\emptyset)$ او (Pf) كما يلي :

$$Z^2 = R^2 + X_C^2 \quad . \quad tan\,\phi = \frac{X_C}{R} \quad . \quad Pf = cos\,\phi = \frac{R}{Z}$$

حيث (X_C) تعوض باشارة سالبة عند ايجاد (ϕ) .

ملاحظة : اذا كانت $X_L = X_C$ فان :

- خواص الدائرة خواص مقاومة اومية صرف والرادة المحصلة $(X = 0)$.
- زاوية فرق الطور (ϕ) بين متجه الطور للفولطية (V_T) ومتجه الطور للتيار تساوي صفر .
- متجه الطور للفولطية الكلية ينطبق على متجه الطور للتيار (اي انهما في طور واحد).

القدرة الحقيقية: هي القدرة المستهلكة على طرفي المقاومة وتقاس بالواط. وتحسب القدرة الحقيقية من العلاقات التالية:

$$P_{real} = I_R V_R \quad or \quad P_{real} = I_R^2 . \mathrm{R} \quad \text{or} \quad P_{real} = \frac{V_R^2}{R}$$

القدرة الظاهرية : هي القدرة التي يجهزها مصدر التيار المتناوب للدائرة بأكملها وتقاس بالفولط امبير (VA) . وتحسب من العلاقات التالية:

$$P_{app} = I_T V_T \quad or \quad P_{app} = I_T^2 . \mathrm{Z} \quad \text{or} \quad P_{app} = \frac{V_T^2}{Z}$$

العلاقة بين القدرة الحقيقية والقدرة الظاهرية يعبر عنها كما يلي:

$$P_{real} = I_T V_T \cos\phi \qquad or \qquad P_{real} = P_{app} \cos\phi$$

عامل القدرة : هو نسبة القدرة الحقيقية (P_{real}) الى القدرة الظاهرية (P_{app}) ويرمز له بالرمز (Pf) ,
اي ان :

$$Pf = \frac{P_{real}}{P_{app}} \Longrightarrow Pf = \frac{I_T V_T \cos\phi}{I_T V_T} \Longrightarrow Pf = \cos\phi$$

اي ان عامل القدرة (Pf) يساوي جيب تمام زاوية فرق الطور .

س: هل يمكن؟ ولماذا؟ ان يكون مقدار عامل القدرة أكبر من الواحد الصحيح؟

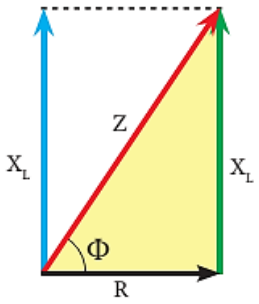
ج / كلا. لأنه لا يمكن ان تكون القدرة الحقيقية اكبر من القدرة الظاهرية $(Pf = \frac{P_{real}}{P_{app}})$.

مثال ٤ (الكتاب): ربط ملف معامل حثه الذاتي $(L = \frac{\sqrt{3}}{\pi} mH)$ بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة فرق جهده 100 V فكانت زاوية فرق الطور (بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار 60° ومقدار التيار المنساب في الدائرة 10 A ما مقدار: ١- مقاومة الملف . ٢ - تردد المصدر

الحل/

$$1)\ Z = \frac{V_T}{I} = \frac{100}{10} = 10\ \Omega$$

من المخطط الطوري



$$Cos\emptyset = \frac{R}{Z} \rightarrow Cos60° = \frac{R}{10}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{R}{10} \rightarrow R = \frac{10}{2} = 5\ \Omega$$

$$2)\ Z^2 = R^2 + {X_L}^2 \rightarrow (10)^2 = (5)^2 + {X_L}^2$$

$$100 = 25 + {X_L}^2 \rightarrow 100 - 25 = {X_L}^2$$

$${X_L}^2 = 75$$ بجذر الطرفين

$$X_L = \sqrt{3 \times 25} = 5\sqrt{3}\ \Omega$$

$$X_L = 2\pi f L \rightarrow 5\sqrt{3} = 2\pi f \times \frac{\sqrt{3}}{\pi} \times 10^{-3}$$

$$f = 2500Hz$$

مثال ٥ (الكتاب) : دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف ومتسعة ومحث صرف $(R\ L\ C)$ مربوطة مع بعضها على التوالي ومجموعتها مربوطة مع مصدر للفولطية المتناوبة $(200\ V)$ وكانت $(X_C = 90\Omega\ .\ X_L = 120\Omega\ .\ R = 40\Omega)$

احسب مقدار:

١- الممانعة الكلية.

٢- التيار المنساب في الدائرة وارسم المخطط الطوري للممانعة.

٣- زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار وما هي خصائص هذه الدائرة.

٤- عامل القدرة.

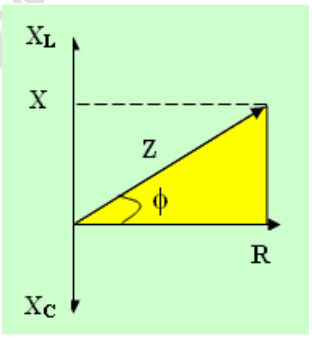
٥- القدرة الحقيقية المستهلكة في المقاومة.

٦- القدرة الظاهرية (القدرة المجهزة للدائرة).

الحل /

1) $Z^2 = R^2 + (X_L - X_c)^2 = (40)^2 + (120 - 90)^2 = 1600 + 900 = 2500$

$Z^2 = 2500 \qquad \Rightarrow Z = 50\ \Omega$



2) $I = \frac{V}{Z} = \frac{200}{50} = 4\ \ A$

3) $\tan\Phi = \frac{X_L - X_c}{R} = \frac{120 - 90}{40} = \frac{30}{40} = \frac{3}{4}$

$\therefore \Phi = 37^\circ$

$\because X_L > X_c$

$\therefore$ الخواص حثية

4) $pf = \cos\Phi = \frac{R}{Z} = \frac{40}{50} = 0.8$

5) $P_{real} = I^2 \times R \qquad \Rightarrow P_{real} = (4)^2 \times 40 = 16 \times 40 = 640\ \ Watt$

6) $P_{app} = I_T \times V_T = 4 \times 200 = 800\ \ VA$

مثال : ربط ملف مقاومته $(60\ \Omega)$ مع مصدر للفولطية المتناوبة تردده $(50\ Hz)$ فكان عامل القدرة في الدائرة (0.6) والقدرة الحقيقية فيها $(240\ W)$, احسب مقدار :

١- ممانعة الدائرة ومعامل الحث الذاتي للملف.

٢- فولطية المصدر.

الحل /

$$1- Pf = \cos\emptyset = \frac{R}{Z} \Longrightarrow 0.6 = \frac{60}{Z} \Longrightarrow Z = \frac{60}{0.6} = 100\ \Omega$$

$$Z^2 = R^2 + X_L^2 \Longrightarrow X_L^2 = Z^2 - R^2 = (100)^2 - (60)^2 = 10000 - 3600 = 6400\ \Omega$$

$$\therefore X_L = 80\ \Omega$$

$$X_L = 2\pi fL \Longrightarrow L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{80}{2\pi \times 50} = \frac{4}{5\pi} H$$

$$2- P_{real} = I^2 \cdot R \Longrightarrow I^2 = \frac{P_{real}}{R} = \frac{240}{60} = 4 \Longrightarrow I = 2\ A$$

$$P_{real} = I_R \cdot V_R \ \rightarrow\ V_R = \frac{P_{real}}{I_R} = \frac{240}{2} = 120\ V$$

مثال : دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي على ملف ومصدر للفولطية المتناوبة مقدارها $(200\sqrt{2}\ V)$ وكان مقدار التيار في الدائرة $(2\ A)$ والقدرة الحقيقية فيها $(400\ W)$ احسب مقدار :

١- عامل القدرة وقياس زاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية والتيار.

٢- معامل الحث الذاتي للملف اذا كان تردد الفولطية في الدائرة $(\frac{100}{\pi} Hz)$.

الحل /

$$1)\ P_{app} = I\ V_T = 2 \times 200\sqrt{2} = 400\sqrt{2}\ VA$$

$$Pf = \frac{P_{real}}{P_{app}} = \frac{400}{2 \times 200\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$Pf = \cos\emptyset \Longrightarrow \cos\emptyset = \frac{1}{\sqrt{2}} \Longrightarrow \emptyset = 45°$$

$$P_{real} = I^2 R \Longrightarrow R = \frac{P_{real}}{I^2} = \frac{400}{(2)^2} = \frac{400}{4} = 100\ \Omega$$

$$2)\ \tan\phi = \frac{X_L}{R} \Longrightarrow X_L = R \cdot \tan\phi = 100 \tan 45° = 100 \times 1 = 100\ \Omega$$

$$X_L = 2\pi fL \Longrightarrow L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{100}{2\pi \times \frac{100}{\pi}} = 0.5\ H$$

مثال : وضعت فولطية مستمرة مقدارها $(25\ V)$ على طرفي ملف فأصبح تيار الدائرة $(1.25\ A)$ ولو وضعت فولطية متناوبة مقدارها $(25\ V)$ وترددها $(500\ Hz)$ بدلا من هذه الفولطية المستمرة على طرفي الملف نفسه اصبح تيار الدائرة $(1\ A)$ ما مقدار معامل الحث الذاتي للملف وعامل القدرة وقياس زاوية فرق الطور بين الفولطية والتيار ؟

الحل /

للمصدر المستمر:

$$R = \frac{V}{I} = \frac{25}{1.25} = 20\Omega$$

للمصدر المتناوب:

$$Z = \frac{V_T}{I} = \frac{25}{1} = 25\ \Omega$$

$$Z^2 = R^2 + X_L^2 \Longrightarrow X_L^2 = Z^2 - R^2 = (25)^2 - (20)^2 = 625 - 400 = 225$$

$$X_L = 15\Omega$$

$$X_L = 2\pi f L \Longrightarrow L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{15}{2\pi \times 500} = \frac{3}{200\pi}\ H$$

$$Pf = \cos\phi = \frac{R}{Z} = \frac{20}{25} = 0.8$$

$$\tan\phi = \frac{X_L}{R} = \frac{15}{20} = \frac{3}{4} \Longrightarrow \phi = 37°$$

مثال: متسعة ذات سعة صرف مقدارها $(0.125\ mF)$ ربطت على التوالي مع مقاومة صرف وربطت المجموعة الى مصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين قطبيه $(200\ V)$ وتردده الزاوي $(100\ rad/sec)$ فاذا كان متجه الطور للفولطية يتأخر عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور $(53°)$ فما مقدار :

١- تيار الدائرة.

٢- عامل القدرة.

٣- القدرة الحقيقية والظاهرية.

الحل /

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{100 \times 0.125 \times 10^{-3}} = \frac{10000}{125} = 80\Omega$$

$$\tan\emptyset = \frac{-X_C}{R} \Longrightarrow \tan(-53°) = \frac{-80}{R} \Longrightarrow -\frac{4}{3} = -\frac{80}{R} \Longrightarrow R = 60\Omega$$

$$Z^2 = R^2 + X_C^2 = (60)^2 + (80)^2 = 3600 + 6400 = 10000 \Longrightarrow Z = 100\Omega$$

1) $I = \frac{V_T}{Z} = \frac{200}{100} = 2\ A$

2) $Pf = \cos\emptyset = \frac{R}{Z} = \frac{60}{100} = 0.6$

3) $P_{real} = I^2 R = 4 \times 60 = 240\ W$

$P_{app} = I\ V_T = 2 \times 200 = 400\ V\ A$

مثال: دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي ملف معامل حثه الذاتي $(\frac{4}{\pi}H)$ ومقاومة صرف (300Ω) ومتسعة ذات سعة صرف ومصدر للفولطية المتناوبة مقدارها $(100\ V)$ بتردد $(50\ Hz)$ فكان مقدار التيار في الدائرة $(0.2\ A)$ ومقدار رادة السعة (100Ω) احسب مقدار :

١- مقاومة الملف وعامل القدرة وقياس زاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية والتيار.

٢- القدرة الحقيقية المستهلكة في الدائرة.

الحل /

$$1)\ X_L = 2\pi fL = 2\pi \times 50 \times \frac{4}{\pi} = 400\ \Omega$$

$$Z = \frac{V_T}{I} = \frac{100}{0.2} = 500\ \Omega$$

$$Z^2 = R_T^2 + (X_L - X_C)^2 \Longrightarrow R_T^2 = Z^2 - (X_L - X_C)^2 = (500)^2 - (400-100)^2$$

$$R_T^2 = 250000 - 90000 = 160000 \Longrightarrow R_T = 400\Omega$$

$$R_T = R_L + R \Longrightarrow R_L = R_T - R = 400 - 300 = 100\ \Omega$$

$$Pf = \cos\emptyset = \frac{R_T}{Z} = \frac{400}{500} = 0.8$$

$$\tan\emptyset = \frac{X_L - X_C}{R_T} = \frac{400-100}{400} = \frac{300}{400} = \frac{3}{4}$$

$$\therefore\ \emptyset = 37°$$

$$2)\ P_{real} = I^2 R_T = (0.2)^2 \times 400 = 16\ watt$$

مثال: مصدر للفولطية المتناوبة تردده الزاوي(40 rad /sec) وفرق الجهد بين قطبيه $(40\ V)$ ربط بين قطبيه على التوالي متسعة سعتها $(1000\mu F)$ وملف معامل حثه الذاتي $(0.125\ H)$ ومقاومته $(15\ \Omega)$ ما مقدار :

١- الممانعة الكلية وتيار الدائرة.

٢- فرق الجهد عبر كل من المقاومة والمحث والمتسعة.

٣- زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار، وما خصائص الدائرة

٤- عامل القدرة.

الحل /

$$X_L = \omega L = 40 \times 0.125 = 5\Omega \quad . \quad X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{40 \times 1000 \times 10^{-6}} = \frac{100}{4} = 25\Omega$$

$$1)\ Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2 = (15)^2 + (5-25)^2 = 225 + 400 = 625$$

$$Z = 25\ \Omega$$

$$I = \frac{V_T}{Z} = \frac{50}{25} = 2\ A$$

$$2)\ V_R = IR = 2 \times 15 = 30V \quad . V_L = IX_L = 2 \times 5 = 10V \ . V_C = IX_C = 2 \times 25 = 50V$$

$$3)\ \tan\phi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{5-25}{15} = -\frac{20}{15} = -\frac{4}{3} \Longrightarrow \phi = -53°$$

خصائص الدائرة سعوية لان $(X_C > X_L)$

$$4)\ Pf = \cos\phi = \frac{R}{Z} = \frac{15}{25} = \frac{3}{5} = 0.6$$

مثال : دائرة تيار متناوب تحتوي ملف ومتسعة ذات سعة صرف مربوطة على التوالي وضعت على الدائرة فولطية متناوبة مقدارها ($200\ V$) بتردد ($\frac{500}{\pi}\ Hz$) فأصبح تيار الدائرة ($4\ A$) وعامل القدرة فيها (0.6) والفولطية عبر المتسعة ($200\ V$) وكانت للدائرة خصائص سعوية , احسب مقدار :

١- سعة المتسعة. ٢- معامل الحث الذاتي.

الحل /

$$1)\quad X_C = \frac{V_C}{I} = \frac{200}{4} = 50\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} \Longrightarrow C = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{2\pi \times \frac{500}{\pi} \times 50} = 2 \times 10^{-5} F$$

$$2)\quad Z = \frac{V_T}{I} = \frac{200}{4} = 50\ \Omega$$

$$Pf = \cos\emptyset = \frac{R}{Z} \Longrightarrow 0.6 = \frac{R}{50} \Longrightarrow R = 30\ \Omega$$

$$Z^2 = R^2 + (X_L - X_C)^2$$

$$(X_L - X_C)^2 = Z^2 - R^2 \quad \rightarrow (X_L - X_C)^2 = (50)^2 - (30)^2$$

$$(X_L - X_C)^2 = 2500 - 900 \quad \rightarrow (X_L - X_C)^2 = 1600$$

للدائرة خصائص سعوية تكون إشارة سالبة

$$\therefore\ X_L - X_C = \pm 40 \Longrightarrow (X_L - 50) = -40 \Longrightarrow X_L = 50 - 40 = 10\ \Omega$$

$$X_L = 2\pi f L \Longrightarrow L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{10}{2\pi \times \frac{500}{\pi}} = 0.01\ H$$

س: ما العلاقة بين القدرة الحقيقية والقدرة الظاهرية في دوائر التيار المتناوب التي تحتوي على مقاومة صرف ومتسعة صرف ومحث صرف؟

ج / $P_{real} = P_{app} \cos\phi$

س: هل يستهلك المحث الصرف قدرة حقيقية؟ ولماذا؟

ج / كلا. لان المحث يختزن الطاقة في مجاله المغناطيسي خلال أحد ارباع الدورة ثم يعيدها الى المصدر بشكل طاقة كهربائية خلال الربع الذي يليه.

س: هل تستهلك المتسعة ذات السعة الصرف قدرة حقيقية؟ ولماذا؟

ج / كلا. لان المتسعة تختزن الطاقة في المجال الكهربائي بين صفيحتيها خلال أحد ارباع الدورة ثم تعيدها الى المصدر بشكل طاقة كهربائية خلال الربع الذي يليه.

س: ملف قلبه حديد ربط على التوالي مع مصدر للفولطية ومصباح ماذا يحصل لتوهج المصباح؟ (مع ذكر السبب) إذا اخرج ساق الحديد من تجويف الملف؟

ج / ان اخراج ساق الحديد سوف يقلل معامل الحث الذاتي للملف وبذلك تقل رادة الحث وبالتالي تقل ممانعة الدائرة فيزداد التيار ويزداد توهج المصباح.

س: وضح ما التغير الذي يحصل في توهج مصباح مربوط في دائرة تيار متناوب عندما يربط مع المصباح على التوالي؟ ١- ملف مهمل المقاومة. ٢- متسعة ذات سعة صرف بدلا من الملف.

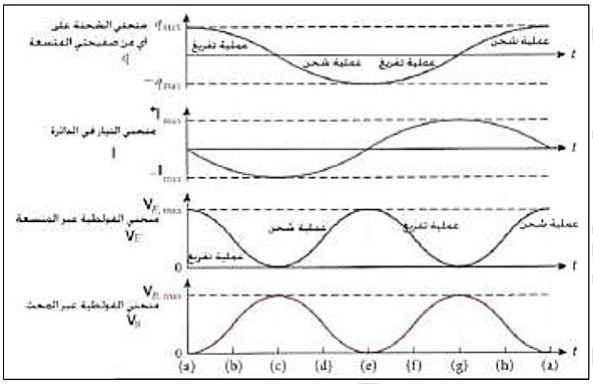
ج /

١. تقل شدة توهج المصباح لنقصان التيار المنساب فيه بسبب ازدياد ممانعة الدائرة نتيجة لتولد رادة حث فضلا عن مقاومة المصباح.

٢. تقل شدة توهج المصباح لنقصان التيار المنساب فيه بسبب ازدياد ممانعة الدائرة نتيجة لتولد رادة سعة فضلا عن مقاومة المصباح.

الاهتزاز الكهرومغناطيسي

هو عملية تبادل الطاقة بين المتسعة والمحث حيث يتغير التيار وفرق الجهد في كل منهما بشكل دالة جيبية وتتناوب الطاقة على التعاقب في كل من المتسعة والمحث.



س: ما المقصود بدائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي؟

ج / هي دائرة كهربائية مقفلة تتألف من ملف مهمل المقاومة معامل حثه الذاتي (L) ومتسعة ذات سعة صرف (C) شحنت بمصدر فولطية مستمرة ثم فصلت عنه وتسمى مثل هذه الدائرة بدائرة المحث - المتسعة (L - C) وان كل من تيار هذه الدائرة وفرق الجهد يتغيران كدالة جيبية مع الزمن وتسمى هذه التغيرات بالاهتزازات الكهرومغناطيسية.

- الطاقة الكهربائية المختزنة في المجال الكهربائي للمتسعة ذات السعة (C) تعطى بالعلاقة الاتية $\left(PE = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}\right)$ حيث (Q) تمثل مقدار الشحنة المختزنة في أي من صفيحتي متسعة ذات سعة صرف سعتها (C).
- الطاقة المغناطيسية المختزنة في المجال المغناطيسي لمحث صرف معامل الحث الذاتي له (L) تعطى بالعلاقة الاتية $(PE = \frac{1}{2}LI^2)$ حيث (I) يمثل التيار المنساب خلال المحث الصرف.
- بعد شحن المتسعة بكامل شحنتها تكون الطاقة الكلية في الدائرة قد اختزنت في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة ثم تبدأ المتسعة بتفريغ شحنتها خلال المحث وفي هذه اللحظة ينساب التيار خلال المحث مولدا مجالا مغناطيسا وبذلك يكون قسما من الطاقة مختزنا في المجال الكهربائي للمتسعة والقسم الأخر في المجال المغناطيسي للمحث وبعد ان تتفرغ المتسعة من شحنتها تفريغا كاملا يكون التيار المنساب في المحث في مقداره الأعظم فتختزن جميع الطاقة في المجال المغناطيسي للمحث ثم تشحن المتسعة مرة أخرى فتختزن الطاقة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة ثم تتفرغ المتسعة لتختزن الطاقة في المجال المغناطيسي للمحث وهكذا يستمر اختزان الطاقة بين المتسعة والمحث من غير نقصان وذلك لان الدائرة لا تحتوي على مقاومة تتسبب في ضياع الطاقة.
- في دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي العملية التي تحتوي متسعة وملفا غير مهمل المقاومة نجد ان سعة اهتزاز الطاقة تتلاشى مع الزمن بسبب احتواء هذه الدائرة مقاومة.

❖ في الدائرة المهتزة يمكن حساب التردد الزاوي الطبيعي (ω) او التردد الطبيعي (f) من العلاقات التالية:

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{LC}} \quad . \quad f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad . (\omega_r = 2\pi f)$$

س: كيف يمكن الحصول على حالة الرنين في دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي ؟

ج / إذا تم توليف هذه الدائرة مع تردد الاشارة المطلوب تسلمها (اي جعل تردد دائرة الاستقبال مساويا لتردد الاشارة المطلوب تسلمها) وهذا ما يحدث في عملية التوليف بين محطات الاذاعة او التلفاز وتردد أجهزة الاستقبال في البيوت وذلك بتغير سعة المتسعة في الدائرة المهتزة.

س: علام يعتمد التردد الطبيعي لدوائر الاهتزاز الكهرومغناطيسي؟ او (ما الذي يحدد التردد الطبيعي لدائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي)؟

ج / يعتمد على:

١- معامل الحث الذاتي للمحث. ٢- سعة المتسعة.

س: هل يستمر الاهتزاز الكهرومغناطيسي في دوائر الاهتزاز العملية المحتوية على متسعة وملف؟ ولماذا؟

ج / كلا. وذلك لان الملف يحتوي على مقاومة تعمل على تلاشي سعة اهتزاز الطاقة بمرور الزمن.

س: علل. تتغير الطاقة الكهربائية والطاقة المغناطيسية بين الصفر والقيمة العظمى في دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي؟

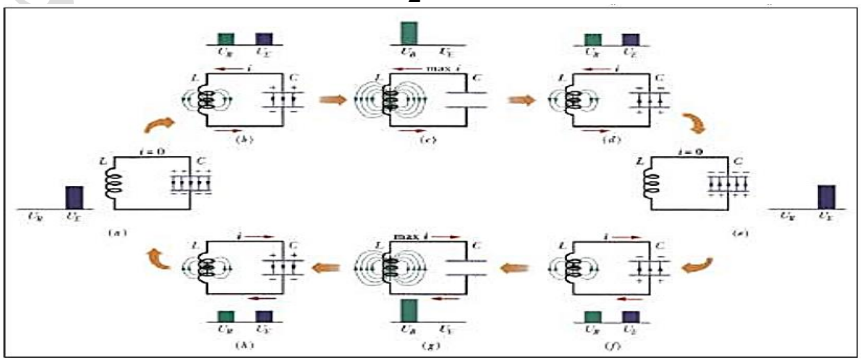
ج / بما ان شحنة المتسعة والتيار المنساب في المحث يتغيران كدالة جيبية مع الزمن فان الطاقة الكهربائية للمتسعة تعتمد على مربع الشحنة (Q^2) والطاقة المغناطيسية للمحث تعتمد على مربع التيار (I^2) فان هذا يعني ان الطاقة الكهربائية والطاقة المغناطيسية تتغير كل منهما بين الصفر والقيمة العظمى كدالة للزمن.

س: علام يعتمد مقدار الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة في دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي؟

ج / تعتمد على مربع الشحنة (Q^2) المختزنة في اي من صفيحتيها. وفقا للعلاقة: $\left(PE = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}\right)$

س: علام يعتمد مقدار الطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي للمحث في دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي؟

ج / تعتمد على مربع التيار (I^2) وفقا للعلاقة: $(PE = \frac{1}{2}LI^2)$



الشكل يمثل عمليات تبادل الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة والطاقة المختزنة في المجال المغناطيسي للمحث خلال دورة كاملة

الرنين في دوائر التيار المتناوب

س : ما الاهمية العملية لدوائر التيار المتناوب (R_L_C) المتوالية الربط ؟

ج / ان اهمية هذه الدوائر تكمن في الطريقة التي تتجاوب فيها هذه الدوائر مع مصادر ذوات ترددات مختلفة والتي تجعل القدرة المتوسطة المنتقلة الى الدائرة بأكبر مقدار.

س: متى يقال ان الدائرة هي دائرة رنين؟

ج / عندما تتجاوب هذه الدائرة مع اشارات ترددها يساوي التردد الطبيعي للدائرة.

س: ما هي مميزات دائرة رنين التوالي؟

ج /

١. رادة الحث (X_L) تساوي رادة السعة (X_C) لذلك فالرادة المحصلة تساوي صفر $(X = 0)$ وهذا يجعل ممانعة الدائرة اقل ما يمكن وتساوي المقاومة $(Z = R)$.

٢. فولطية الحث (V_L) تساوي فولطية السعة (V_C) لذلك فان فولطية الرادة المحصلة تساوي صفر اي ان $(V_T = V_R)$.

٣. زاوية فرق الطور $(\emptyset)$ بين متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار تساوي صفر اي ان متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار متطابقان ومتلازمان .

٤. عامل القدرة (Pf) يساوي واحد لان : $(Pf = \cos\emptyset = \cos 0 = 1)$.

٥. القدرة الحقيقية تساوي القدرة الظاهرية اي ان : $(P_{real} = P_{app})$.

٦. تمتلك دائرة الرنين خواص مقاومة اومية صرف لان $(Z = R)$.

٧. تيار الدائرة يكون في مقداره الاعظم لان الممانعة بأقل مقدار ويعتمد مقدار التيار على مقدار المقاومة $(I_R = \frac{V_T}{R})$.

٨. القدرة المتوسطة المنتقلة الى الدائرة بأكبر مقدار.

٩. يعتمد التردد الرنيني او التردد الزاوي الرنيني على معامل الحث الذاتي للملف وسعة المتسعة.

في دوائر الرنين الكهربائي نحصل على التردد الزاوي الرنيني والتردد الرنيني في الدائرة من العلاقات التالية:

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{L\,C}} \qquad or \qquad f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\,C}}$$

حيث:

ω_r : التردد الزاوي الرنيني.

f_r : التردد الرنيني.

س : وضح ما العلاقة بين مقدار مقاومة الدائرة المتوالية الربط (R_L_C) ومقدار منحني التيار عند التردد الرنيني؟ مع بيان شكل منحني التيار.

ج / تكون العلاقة بينهما عند التردد الرنيني علاقة عكسية فعندما يكون مقدار مقاومة الدائرة صغير جدا يكون منحني التيار رفيعا (حادا) ومقداره كبير، وعندما يكون مقدار المقاومة كبير مثلا يكون منحني التيار واسعا ومقداره صغير.

س : كيف يمكن تغيير التردد الرنيني في دائرة تيار متناوب متوالية الربط (R_L_C) ؟

ج / يمكن تغيير التردد الرنيني للدائرة اما بتغير سعة المتسعة (C) او بتغير معامل الحث الذاتي (L) للمحث .

س: علام يعتمد مقدار الممانعة الكلية لدائرة تيار متناوب متوالية في حالة رنين؟

ج / يعتمد مقدارها على مقاومة الدائرة (تزداد بازدياد المقاومة).

ان الاشارة الراديوية عند تردد معين تنتج تيارا يتغير بالتردد نفسه في دائرة الاستقبال ويكون هذا التيار بأعظم مقدار اذا كان تردد دائرة الاستقبال (دائرة التنغيم) مساويا لتردد الاشارة المستلمة وعندها تكون رادة الحث (X_L) مساوية لرادة السعة (X_C) وهذا يجعل ممانعة الدائرة باقل مقدار $(Z = R)$ فتسمى هذه الحالة الرنين الكهربائي

س: ما هو شرط الرنين الكهربائي؟

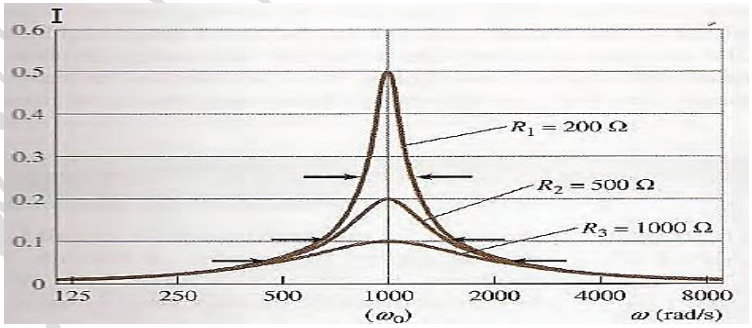
ج / ان تكون رادة الحث تساوي رادة السعة وعندها يكون تردد الدائرة يساوي التردد الرنيني.

س: من شرط الرنين الكهربائي اشتق علاقة رياضية لحساب التردد الرنيني.

$$X_L = X_C \longrightarrow \omega L = \frac{1}{\omega C} \longrightarrow \omega_r{}^2 = \frac{1}{L\,C}$$ بجذر الطرفين

$$\omega_r = \frac{1}{\sqrt{L\,C}}$$

$$\omega = 2\pi f \ . \qquad \therefore f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\,C}}$$



مخطط بياني يوضح تأثير مقدار المقاومة في مقدار منحني التيار عند التردد الرنيني

نطاق التردد الزاوي: هو الفرق بين التردد الزاوي عند منتصف المقدار الاعظم للقدرة المتوسطة.

$$\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1$$

حيث:

$\Delta\omega$: نطاق التردد الزاوي بوحدة $(rad/\sec)$.

ω_1 , ω_2 : قيمتي التردد الزاوي على جانبي التردد الزاوي الرنيني (ω_r) عندما تهبط القدرة المتوسطة الى نصف مقدارها الاعظم .

كذلك هو نسبة المقاومة الى معامل الحث الذاتي , اي ان : $\Delta\omega = \frac{R}{L}$.

س: علام يعتمد نطاق التردد الزاوي؟

ج /

١. مقاومة الدائرة حيث يتناسب نطاق التردد الزاوي طرديا مع المقاومة.
٢. معامل الحث الذاتي للملف حيث يتناسب نطاق التردد الزاوي عكسيا مع معامل الحث الذاتي للملف.

س: ماذا يحصل عندما تهبط القدرة المتوسطة الى نصف مقدارها الاعظم في الدوائر الرنينية المتوالية الربط؟

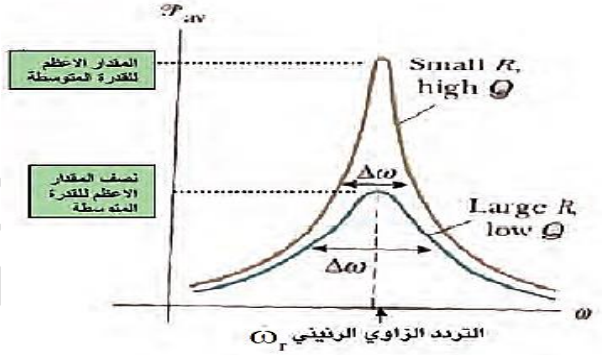
ج / نحصل على قيمتين للتردد الزاوي على جانبي التردد الزاوي الرنيني هما $(\omega_1 . \omega_2)$ وان الفرق بينهما يمثل نطاق التردد الزاوي .

س : متى تتحقق حالة الرنين في دوائر التيار المتناوب المتوالية الربط (R_L_C) ؟

ج / عندما يكون التردد الزاوي للدائرة مساويا للتردد الرنيني اي ان $(\omega = \omega_r)$ وعندها تكون القدرة المتوسطة (P_{av}) في مقدارها الاعظم .

س: متى تكون القدرة الحقيقية والقدرة الظاهرية متساويتين بالمقدار؟ وكيف يتحقق ذلك؟

ج / عندما يكون عامل القدرة يساوي واحد ويتحقق ذلك عندما تكون دائرة التيار المتناوب تحتوي على مقاومة صرف او ان دائرة التيار المتناوب المتوالية الربط تحتوي على مقاومة ومحث ومتسعة في حالة الرنين.



الشكل يوضح العلاقة البيانية بين القدرة المتوسطة والتردد الزاوي لمقدارين مختلفين للمقاومة

س : في دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي على مقاومة ومحث ومتسعة $(R\ L\ C)$ متى يقال عنها :
١- الدائرة تعمل بخواص حثية. ٢- الدائرة تعمل بخواص سعوية. ٣- الدائرة تعمل بخواص مقاومة صرف.

ج /

١. اذا كان تردد الدائرة اكبر من التردد الرنيني لان $(X_L > X_C)$ وكذلك تكون $(V_L > V_C)$.
٢. اذا كان تردد الدائرة اصغر من التردد الرنيني لان $(X_C > X_L)$ وكذلك تكون $(V_C > V_L)$.
٣. اذا كان تردد الدائرة يساوي التردد الرنيني $(X_L = X_C)$ وكذلك تكون $(V_L = V_C)$.

عامل النوعية (Qf) : هو نسبة التردد الزاوي الرنيني (ω_r) الى نطاق التردد الزاوي $(\Delta\omega)$. وهو عدد مجرد من الوحدات، اي ان:

$$Qf = \frac{\omega_r}{\Delta\omega} \quad or \quad Qf = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

س: ماذا يحصل عندما تكون مقاومة دائرة الرنين المتوالية الربط:
١- صغيرة المقدار؟ ٢- كبيرة المقدار؟

ج /

١. يصبح منحني القدرة المتوسطة عاليا وحادا فيكون عرض نطاق التردد الزاوي $(\Delta\omega)$ صغيرا وعندئذ يكون عامل النوعية (Qf) لهذه الدائرة عاليا .
٢. يصبح منحني القدرة المتوسطة واسعا (عريضا) ومقداره صغير فيكون عرض نطاق التردد الزاوي $(\Delta\omega)$ كبيرا وعندئذ يكون عامل النوعية (Qf) لهذه الدائرة واطئا .

س: لماذا يزداد عامل النوعية في الدائرة النوعية الرنينية المتوالية الربط كلما كانت مقاومة هذه الدائرة صغيرة؟

ج / لان عامل النوعية يتناسب عكسيا مع المقاومة وفقا للعلاقة : $Qf = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$

س: ما العوامل التي يعتمد عليها عامل النوعية؟ عزز اجابتك بعلاقة رياضية.

ج / ١- مقاومة الدائرة ٢- معامل الحث الذاتي للملف ٣- سعة المتسعة. $Qf = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$

س: اشتق علاقة رياضية لحساب عامل النوعية.

ج /

$$Qf = \frac{\omega_r}{\Delta\omega} = \frac{\frac{1}{\sqrt{L\,C}}}{\frac{R}{L}} = \frac{1}{R} \times \frac{L}{\sqrt{L\,C}} = \frac{1}{R} \times \frac{\sqrt{L} \times \sqrt{L}}{\sqrt{L\,C}} = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

مثال ٦ (الكتاب) : دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف $(R = 200\Omega)$ ومحث صرف $(L = 2\ H)$ ومتسعة ذات سعة صرف $(C = 0.5\ \mu F)$ ومذبذبا كهربائيا مقدار فرق الجهد بين طرفيه $(100\ V)$ ثابتا والدائرة في حالة رنين , احسب مقدار :

١- التردد الزاوي الرنيني.

٢- رادة الحث ورادة السعة والرادة المحصلة.

٣- التيار المنساب في الدائرة.

٤- الفولطية عبر كل من (المقاومة والمحث والمتسعة والرادة المحصلة).

٥- زاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية والتيار، وعامل القدرة.

الحل /

$$1)\ \omega_r = \frac{1}{\sqrt{L\,C}} = \frac{1}{\sqrt{2 \times 0.5 \times 10^{-6}}} = 1000\ \ {}^{rad}/_{s}$$

$$2)\ X_L = \omega_r\ L\ = 1000 \times 2 = 2000\ \Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega_r\ C}\ = \frac{1}{1000 \times 0.5 \times 10^{-6}} = 2000\ \Omega$$

$$X = X_L - X_C = Zero$$

3) ∵ الدائرة في حالة رنين

$$\therefore Z = R = 500$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{100}{500} = 0.2\quad A$$

$$4)\ V_R = I \times R = 0.2 \times 500 = 100\ \ V$$

$$V_L = I \times X_L = 0.2 \times 2000 = 400\ \ V$$

$$V_C = I \times X_C = 0.2 \times 2000 = 400\ \ V$$

$$V_X = V_L - V_C = Zero$$

$$5)\ \tan \emptyset = \frac{X}{R} = 0$$ الدائرة في حالة رنين

$$pf = \cos\emptyset \quad \Longrightarrow pf = \cos 0 = 1$$

مثال : دائرة رنينية متوالية الربط تتألف من ملف معامل حثه الذاتي $(0.1\ H)$ مقاومته $(2\ \Omega)$ ومتسعة ذات سعة صرف سعتها $(40\ \mu F)$ احسب مقدار :

١- عامل النوعية وعامل القدرة في الدائرة. ٢- تردد الدائرة وممانعتها.

الحل /

1) $Qf = \frac{1}{R} \times \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{2} \times \sqrt{\frac{0.1}{40\times10^{-6}}} = \frac{1}{2} \times \sqrt{2500} = \frac{1}{2} \times 50 = 25$

$Pf = \cos\phi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{R} = 1$

2) $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0.1\times40\times10^{-6}}} = \frac{1}{4\pi\times10^{-3}} = \frac{250}{\pi} Hz \quad . \quad Z = R = 2\ \Omega$

مثال: دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي على ملف معامل حثه الذاتي $(200\ \mu F)$ ومقاومته $(10\ \Omega)$ ومتسعة متغيرة السعة اخذ منها سعة مقدارها $(20\ nF)$ فأذا وضعت على الدائرة فولطية متناوبة مقدارها $(0.1\ V)$ اصبحت هذه الدائرة في حالة رنين احسب مقدار :

١- التردد الرنيني. ٢- تيار الدائرة. ٣- عامل القدرة.

٤- عامل النوعية. ٥- الفولطية عبر المتسعة.

٦- الممانعة الكلية للدائرة وقياس زاوية فرق الطور بين الفولطية والتيار.

الحل /

1) $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{200\times10^{-6}\times20\times10^{-9}}} = \frac{1}{2\pi\times2\times10^{-6}} = \frac{1}{4\pi} \times 10^6 Hz$

2) $I_T = \frac{V_T}{R} = \frac{0.1}{10} = 0.01\ A$

3) $Pf = \cos\emptyset = \frac{R}{Z} = \frac{10}{10} = 1$ $\quad Z = R$ رنين

4) $Qf = \frac{1}{R} \times \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{10} \times \sqrt{\frac{200\times10^{-6}}{20\times10^{-9}}} = \frac{1}{10} \times 100 = 10$

5) $X_C = \frac{1}{2\pi f_r C} = \frac{1}{2\pi\times\frac{250}{\pi}\times20\times10^{-9}} = 100\ \Omega$.

$V_C = I\ X_C = 0.01 \times 100 = 1\ V$

6) $Z = R = 10\ \Omega$

$\tan\emptyset = \frac{X}{R} = 0$

مثال : دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي على ملف مقاومته (4Ω) ومتسعة ذات سعة صرف مقدارها $(20\times10^{-6}\mu F)$ فأذا وضعت على الدائرة فولطية متناوبة قدرها $(100\ V)$ وترددها $(50\ Hz)$ اصبح تيار الدائرة اعظم ما يمكن فما مقدار :

١- معامل الحث الذاتي. ٢- الفولطية عبر المحث والمتسعة. ٣- عامل القدرة. ٤- عامل النوعية.

الحل /

1) $f_r=\frac{1}{2\pi\sqrt{L\,C}}\Longrightarrow 50=\frac{1}{2\pi\sqrt{L\times20\times10^{-6}}}$ بتربيع الطرفين

$$2500=\frac{1}{4\pi^2\times20\,L\times10^{-6}}$$

$$200000\pi^2L\times10^{-6}=1\Longrightarrow L=\frac{1}{200000\pi^2\times10^{-6}}=\frac{5}{\pi^2}$$

$$L=0.5\ H\quad .\quad (\pi^2\approx10)$$

2) $I=\frac{V_T}{R}=\frac{100}{4}=25\ A\quad .\quad X_L=2\pi fL=2\pi\times50\times0.5=50\,\pi\,\Omega$

$$V_L=I\cdot X_L=25\times50\pi=1250\pi\ V\quad .\quad V_C=V_L=125\,\pi\ \mathrm{V}$$

3) $Pf=\cos\varphi\emptyset=\frac{R}{Z}=\frac{4}{4}=1$ رنين $Z=R$

4) $Qf=\frac{1}{R}\times\sqrt{\frac{L}{C}}=\frac{1}{4}\times\sqrt{\frac{\frac{5}{\pi^2}}{20\times10^{-6}}}=\frac{1}{4}\times\sqrt{\frac{25}{\pi^2}\times10^4}=\frac{1}{4}\times\frac{500}{\pi}$

$$Qf=\frac{125}{\pi}=39.8$$

مثال : ربط ملف ومقاومة صرف ومتسعة ذات سعة صرف متغيرة السعة على التوالي مع مصدر للفولطية المتناوبة مقدارها $(240\ V)$ بتردد $(\frac{500}{\pi}Hz)$ فأذا كانت مقاومة الملف $(10\ \Omega)$ ومقدار المقاومة المربوطة في الدائرة $(30\ \Omega)$ ومقدار رادة الحث $(120\ \Omega)$ ومقدار رادة السعة للمتسعة $(90\ \Omega)$ احسب مقدار :

١- معامل الحث الذاتي للملف وسعة المتسعة.

٢- الممانعة الكلية للدائرة وتيار الدائرة وقياس زاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية والتيار.

٣- سعة المتسعة التي تجعل هذه الدائرة في حالة رنين بالتردد نفسه، ارسم مخطط الممانعة للدائرة الرنينية.

٤- التيار وعامل النوعية في الدائرة الرنينية.

الحل /

1) $X_L=2\pi fL\Longrightarrow L=\frac{X_L}{2\pi f}=\frac{120}{2\pi\times\frac{500}{\pi}}=0.12\ \mathrm{H}$

$$X_C=\frac{1}{2\pi fC}\Longrightarrow C=\frac{1}{2\pi f\ X_C}=\frac{1}{2\pi\times\frac{500}{\pi}\times90}=\frac{1}{9}\times10^{-4}F$$

2) $R_T=R_L+R=10+30=40\ \Omega$

$$Z^2=R_T^2+(X_L-X_C)^2=(40)^2+(120-90)^2=1600+900=2500$$

$$\therefore Z=50\ \Omega$$

$$I = \frac{V_T}{Z} = \frac{240}{50} = 4.8\ A$$

$$\tan \emptyset = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{120-90}{40} = \frac{30}{40} = \frac{3}{4} \Longrightarrow \emptyset = 37°$$

3) $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L\,C}} \Longrightarrow \frac{500}{\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0.12\ C}}$ بتربيع الطرفين

$$\left(\frac{500}{\pi}\right)^2 = \frac{1}{4\pi^2 \times 0.12 \times C} \rightarrow \frac{250000}{\pi^2} = \frac{1}{4\pi^2 \times 0.12 \times C}$$

$$\therefore C = \frac{1}{12} \times 10^{-4} F$$

4) $I = \frac{V_T}{I} = \frac{240}{40} = 6\ A$

$$Qf = \frac{1}{R} \times \sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{40} \times \sqrt{\frac{0.12}{\frac{1}{12} \times 10^4}} = \frac{1}{40} \times 12 \times 10 = 3$$

حالات خاصة:

١- اذا كانت الدائرة تحتوي مقاومة صرف او تحتوي مقاومة ومحث ومتسعة على التوالي في حالة رنين فأن:

$$X = 0 \quad . \quad Z = R \quad . \quad \phi = 0$$

اي ان الفولطية والتيار في طور واحد.

٢- إذا كانت دائرة التيار المتناوب تحتوي محث صرف فأن:

$$R = 0 \quad . \quad Z = X_L \quad . \quad \phi = \frac{\pi}{2} = 90°$$

اي ان الفولطية تسبق التيار بزاوية فرق طور $90°$.

٣- إذا كانت دائرة التيار المتناوب تحتوي متسعة صرف فأن:

$$R = 0 \quad . \quad Z = X_C \quad . \quad \phi = -\frac{\pi}{2}$$

اي ان الفولطية تتخلف عن التيار بزاوية فرق طور $90°$.

دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (R-L-C)

ربط العناصر على التوازي:

- المتجهات الطورية للفولطيات $(V_R \ . \ V_L \ . \ V_C)$ تنطبق على الاتجاه الموجب مع محور الاسناد (المحور X) .
- المتجهات الطورية للتيارات $(I_R \ . \ I_L \ . \ I_C)$ يصنع كل منها زاوية فرق طور ϕ مع المحور X .
- في هذا الربط (I_R) و (V) في طور واحد , (I_C) يسبق (V) بـ$(90°)$, (I_L) يتاخر عن (V) بـ$(90°)$ عند رسم المتجهات الطورية للتيار .

س: عدد خواص ربط العناصر على التوازي؟

ج /

١. مقدار فرق الجهد متساوي على جميع عناصر الدائرة ويساوي فرق الجهد الكلي لذلك نرسم متجه الطور للفولطية على محور الاسناد (كأساس) اي ان:

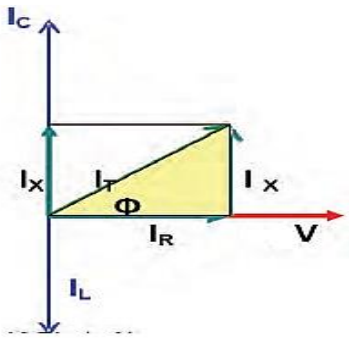
$$V_R = V_L = V_C = V_T = V$$

٢. مقدار التيار يختلف من عنصر الى اخر لذلك يمكن حساب التيار الكلي (التيار المحصل) والذي رمزه (I_T) وذلك بجمع التيارات لعناصر الدائرة جمعا طوريا (اتجاهيا) (بسبب وجود زاوية فرق الطور) وذلك بتطبيق مبرهنة فيثاغورس وحسب عناصر الدائرة وفقا لمخططات التيار الاتية :

❖ دائرة $(R\ L\ C)$

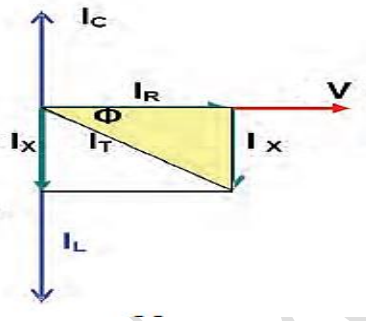
١- اذا كان متجه الطور للتيار خلال المتسعة (I_C) اكبر من متجه الطور للتيار خلال المحث (I_L) فأن للدائرة المتوازية الربط :

- خواص الدائرة سعوية وان تيار الرادة المحصلة (I_X) موجب .
- زاوية فرق الطور (ϕ) بين متجه الطور للتيار الكلي (I_T) ومتجه الطور للفولطية (V) موجبة.
- متجه الطور للتيار الكلي (I_T) يسبق متجه الطور للفولطية (V) بزاوية فرق الطور (ϕ) .
- مثلث للتيار يرسم في الربع الاول (نحو الاعلى)



٢- اذا كان متجه الطور للتيار خلال المتسعة (I_C) اصغر من متجه الطور للتيار خلال المحث (I_L) فأن للدائرة المتوازية الربط :

- خواص الدائرة حثية وان تيار الرادة المحصلة (I_X) سالب .
- زاوية فرق الطور (ϕ) بين متجه الطور للتيار الكلي (I_T) ومتجه الطور للفولطية (V) سالبة.
- متجه الطور للتيار الكلي (I_T) يتأخر عن متجه الطور للفولطية (V) بزاوية فرق طور (ϕ) .
- مثلث التيار يرسم في الربع الرابع (نحو الاسفل).



وسواء كانت الخواص سعوية او حثية فمن مثلثات التيار اعلاه يمكن ايجاد (I_T) او $(\emptyset)$ او (Pf) كما يلي :

$$I_T^2 = I_R^2 + I_X^2 \quad . \quad \tan\phi = \frac{I_X}{I_R} \quad . \quad Pf = \cos\phi = \frac{I_R}{I_T}$$

حيث:

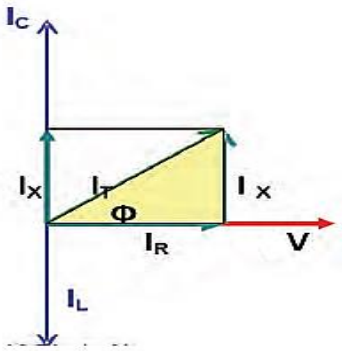
I_X : تيار الرادة المحصلة ويساوي الفرق بين تيار الرادتين (تيار السعة وتيار الحث) اي ان:

$$I_X = I_C - I_L$$

❖ دائرة $(R\ C)$:

من مثلث التيار يمكن ايجاد (I_T) او $(\emptyset)$ او (Pf) كما يلي :

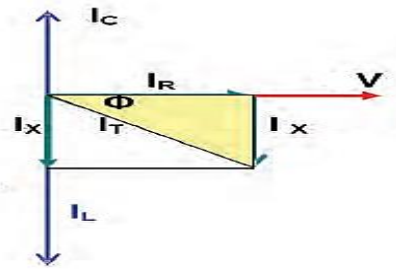
$$I_T^2 = I_R^2 + I_C^2 \quad . \quad \tan\phi = \frac{I_C}{I_R} \quad . \quad Pf = \cos\phi = \frac{I_R}{I_T}$$



❖ دائرة ($R\ L$)

من مثلث التيار يمكن ايجاد (I_T) او ($\emptyset$) او (Pf) كما يلي :

$$Pf = \cos\phi = \frac{I_R}{I_T} \quad . \quad \tan\phi = \frac{I_L}{I_R} \quad . \quad I_T^2 = I_R^2 + I_L^2$$



حيث (I_L) يعوض بأشارة سالبة عند ايجاد ($\emptyset$) .

ملاحظة : اذا كان متجه الطور للتيار خلال المتسعة (I_C) يساوي متجه الطور للتيار خلال المحث (I_L) فأن للدائرة المتوازية الربط :

- خواص مقاومة اومية صرف وان تيار الرادة المحصلة ($I_X = 0$) .
- تكون زاوية فرق الطور (ϕ) بين متجه الطور للتيار الكلي (I_T) ومتجه الطور للفولطية (V) صفر .
- متجه الطور للتيار الكلي (I_T) ينطبق على متجه الطور للفولطية (V) (اي انهما في طور واحد).

مثال ٧ (الكتاب) : دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومحث صرف ربطت المجموعة بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة فرق الجهد بين طرفيه (240V) وكان مقدار المقاومة (80 Ω) ورادة الحث (20 Ω) ورادة السعة (30 Ω) احسب مقدار:

١- التيار المنساب في كل فرع من فروع الدائرة
٢- احسب مقدار التيار الرئيس المنساب في الدائرة مع رسم مخطط متجهات الطور للتيارات
٣- الممانعة الكلية للدائرة
٤- زاوية فرق الطور بين المتجه الطوري للتيار الرئيس ومتجه الطور للفولطية في الدائرة الجهد وما هي خصائص هذه الدائرة
٥- عامل القدرة
٦- كل من القدرة الحقيقية (المستهلكة في الدائرة) والقدرة الظاهرية (المجهزة للدائرة)

الحل:

$\mathbf{V_R = V_L = V_C = 240\ V}$

لان الربط توازي

1) $I_R = \frac{V_R}{R} = \frac{240}{80} = 3\ A$

$I_c = \frac{V_c}{X_c} = \frac{240}{30} = 8\ A$

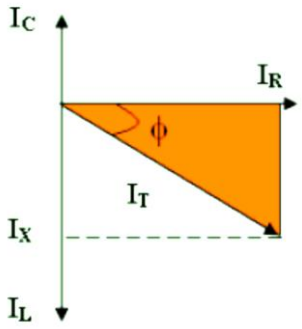
$I_L = \frac{V_L}{X_L} = \frac{240}{20} = 12\ A$

2) $I_T^2 = I_R^2 + (I_C - I_L)^2$

$I_T^2 = 3^2 + (8-12)^2$

$I_T^2 = 9 + 16 = 25$

$I_T = \sqrt{25} = 5\ A$



3) $Z = \frac{V}{I_T} = \frac{240}{5} = 48\ \ \Omega$

4) $\tan\Phi = \frac{I_C - I_L}{I_R} = \frac{8-12}{3} = -\frac{4}{3} \quad \Rightarrow \quad \Phi = -53^\circ$

للدائرة خواص حثية

5) $Pf = \cos\Phi = \frac{I_R}{I_T} \quad \Rightarrow \quad \cos\Phi = \frac{3}{5} = 0.6$

6) $P_R = I_R\ \ V_R = 3 \times 240 = 720\ W$

$P_{app} = I_T\ \ V_T = 5 \times 240 = 1200\ V\,A$

مثال : ربطت مقاومة صرف ($15\ \Omega$) على التوازي مع محث صرف معامل حثه الذاتي ($\frac{1}{5\pi}\ H$) ثم ربطت هذه المجموعة عبر مصدر للفولطية المتناوبة فأصبح التيار في فرع المحث ($3\ A$) والتيار الكلي ($5\ A$) احسب :

١- مقدار فولطية المصدر وترددها.

٢- قياس زاوية فرق الطور بين التيار والفولطية.

٣- ممانعة الدائرة وعامل القدرة مع رسم مخطط التيار بالمتجهات الطورية.

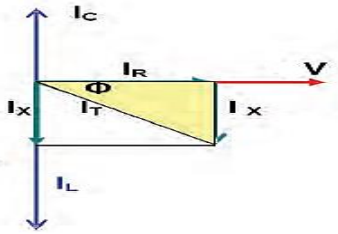
الحل /

$$1)\quad I_T^2 = I_R^2 + I_L^2 \Longrightarrow I_R^2 = I_T^2 - I_L^2 = (5)^2 - (3)^2$$

$$I_R^2 = 25 - 9 = 16 \Longrightarrow I_R = 4\ A$$

$$V = I_R . R = 4 \times 15 = 60\ V$$

$$X_L = \frac{V}{I_L} = \frac{60}{3} = 20\ \Omega$$



$$X_L = 2\pi f L \Longrightarrow f = \frac{X_L}{2\pi L} = \frac{20}{2\pi \times \frac{1}{5\pi}} = 50\ Hz$$

$$2)\quad \tan\phi = \frac{-I_L}{I_R} = \frac{-3}{4} \Longrightarrow \phi = -37°$$

$$3)\quad Z = \frac{V}{I_T} = \frac{60}{5} = 12\ \Omega \quad . \quad \text{Pf} = \cos\phi = \frac{I_R}{I_T} = \frac{4}{5} = 0.8$$

مثال : دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي مقاومة صرف ومتسعة ذات سعة صرف رادة السعة لها ($60\ \Omega$) ومحث صرف معامل حثه الذاتي ($0.3\ \text{H}$) ومصدر للفولطية المتناوبة فرق جهده ($300\ V$) وتردده الزاوي ($500\ rad/sec$) وكانت القدرة الحقيقية في الدائرة ($1200\ W$) احسب مقدار :

١- الممانعة الكلية للدائرة. ٢- عامل القدرة. ٣- القدرة الظاهرية.

الحل /

$$1)\ X_L = \omega L = 500 \times 0.3 = 150\ \Omega$$

$$I_C = \frac{V}{X_C} = \frac{300}{60} = 5\ A \quad . \quad I_L = \frac{V}{X_L} = \frac{300}{150} = 2\ A$$

$$P_{real} = I_R V \Longrightarrow 1200 = I_R \times 300$$

$$I_R = \frac{1200}{300} = 4\ A$$

$$I_T^2 = I_R^2 + (I_C - I_L)^2 = 16 + (5-2)^2$$

$$I_T^2 = 16 + 9 = 25 \Longrightarrow I_T = 5\ A$$

$$Z = \frac{V}{I_T} = \frac{300}{5} = 60$$

$$2)\ Pf = \cos\phi = \frac{I_R}{I_T} = \frac{4}{5} = 0.8$$

$$3)\quad P_{app} = I_T V = 5 \times 300 = 1500\ VA$$

مثال : ربطت مقاومة صرف $(30\ \Omega)$ على التوازي مع متسعة ذات سعة صرف ثم ربطت هذه المجموعة عبر قطبي مصدر للفولطية المتناوبة بتردد $(50\ Hz)$ فأصبحت الممانعة الكلية للدائرة $(24\ \Omega)$ والقدرة الحقيقية المستهلكة بالمقاومة $(480\ watt)$, فما سعة المتسعة ؟

الحل /

$$P_{real} = I_R^2 R \Longrightarrow I_R^2 = \frac{P_{real}}{R} = \frac{480}{30} = 16 \Longrightarrow I_R = 4\ A$$

$$V = I_R . R = 4 \times 30 = 120\ V \quad . \quad I_T = \frac{V}{Z} = \frac{120}{24} = 5\ A$$

$$I_T^2 = I_R^2 + I_C^2 \Longrightarrow I_C^2 = I_T^2 - I_R^2 = (5)^2 - (4)^2$$

$$I_C^2 = 25 - 16 = 9 \Longrightarrow I_C = 3\ A$$

$$X_c = \frac{V}{I_C} = \frac{120}{4} = 40\ \boldsymbol{\Omega}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} \Longrightarrow C = \frac{1}{2\pi f X_C} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 40} = \frac{1}{4\pi} \times 10^{-3} F$$

مثال : دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي على متسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف $(50\ \Omega)$ ومحث صرف معامل حثه الذاتي $(\frac{1}{5\pi} H)$ ومصدر للفولطية المتناوبة بتردد $(100Hz)$ فكانت القدرة المستهلكة في الدائرة $(3200\ watt)$ وعامل القدرة (0.8) و للدائرة خصائص سعوية , فما مقدار :

١- فولطية المصدر. ٣- التيار في فرع المحث والتيار في فرع المتسعة.

٢- التيار الكلي. ٤- ممانعة الدائرة وقياس زاوية فرق الطور بين التيار الكلي والفولطية.

الحل /

$$1)\ P_{real} = I_R^2 \cdot R \Longrightarrow I_R^2 = \frac{P_{real}}{R} = \frac{3200}{50} = 64 \Longrightarrow I_R = 8\ A$$

$$V = I_R \cdot R = 8 \times 50 = 400\ V$$

$$2)\ Pf = \cos\phi = \frac{I_R}{I_T} \Longrightarrow 0.8 = \frac{8}{I_T} \Longrightarrow I_T = \frac{8}{0.8} = 10\ A$$

$$3)\ X_L = 2\pi f L = 2\pi \times 100 \times \frac{1}{5\pi} = 40\ \Omega$$

$$I_L = \frac{V}{X_L} = \frac{400}{40} = 10\ A$$

$$I_T^2 = I_R^2 + (I_C - I_L)^2 \Longrightarrow (I_C - I_L)^2 = I_T^2 - I_R^2 = (10)^2 - (8)^2$$

$$(I_C - I_L)^2 = 100 - 64 = 36$$

$$\therefore I_C - I_L = 6 \Longrightarrow I_C = I_L + 6 = 10 + 6 = 16\ A$$

$$4)\ \ Z = \frac{V}{I_T} = \frac{400}{10} = 40\ \Omega$$

$$\tan\phi = \frac{(I_C - I_L)}{I_R} = \frac{16 - 10}{8} = \frac{6}{8} = \frac{3}{4} \Longrightarrow \phi = 37°$$

مثال : دائرة تيار متناوب تحتوي محث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف ربطت جميعها على التوازي عبر قطبي مصدر للفولطية المتناوبة قدرها $(100\ V)$ وترددها $(50\ Hz)$ وكان مقدار رادة الحث $(50\ \Omega)$ وسعة المتسعة $(\frac{1}{\pi} mF)$ والقدرة الحقيقية في الدائرة $(800\ W)$ احسب مقدار :

١- التيار الكلي في الدائرة. ٢- قياس زاوية فرق الطور بين التيار الكلي والفولطية.

٣- عامل القدرة وممانعة الدائرة.

الحل /

$$1)\ X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times \frac{1}{\pi} \times 10^{-3}} = 10\ \Omega$$

$$I_C = \frac{V}{X_C} = \frac{100}{10} = 10\ A \ .\ I_L = \frac{V}{X_L} = \frac{100}{50} = 2\ A$$

$$P_{real} = I_R\ V \Longrightarrow I_R = \frac{P_{real}}{V} = \frac{800}{100} = 8\ A$$

$$I_T^2 = I_R^2 + (I_C - I_L)^2 = (8)^2 + (10-2)^2$$

$$I_T^2 = 64 + 64 = 128 = 64 \times 2 \Longrightarrow I_T = 8\sqrt{2}\ A$$

$$2)\ \tan\phi = \frac{I_C - I_L}{I_R} = \frac{10-2}{8} = \frac{8}{8} = 1 \Longrightarrow \phi = 45°$$

$$3)\ Pf = \cos\phi = \cos 45° = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$Z = \frac{V}{I_T} = \frac{100}{8\sqrt{2}} = \frac{12.5}{\sqrt{2}}\ \Omega$$

أسئلة الفصل الثالث

س١/ اختر العبارة الصحيحة لكل من العبارات الآتية:

١ـ دائرة تيار متناوب متوالية الربط ، الحمل فيها يتالف من مقاومة صرف (R) يكون فيها مقدار القدرة المتوسطة لدورة كاملة او لعدد صحيح من الدورات :

a- يساوي صفرا ، ومتوسط التيار يساوي صفرا.
b- يساوي صفرا ، ومتوسط التيار يساوي نصف المقدار الاعظم للتيار .
c- نصف المقدار الاعظم للقدرة ، ومتوسط التيار يساوي صفرا
d- نصف المقدار الاعظم للقدرة ، ومتوسط التيار يساوي نصف المقدار الاعظم للتيار.

الجواب / c- نصف المقدار الاعظم للقدرة، ومتوسط التيار يساوي صفرا

٢ـ دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي محث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف (L – C – R) لا يمكن ان يكون فيها :

a-التيار خلال المتسعة متقدما على التيار خلال المحث بفرق طور $\Phi = \pi$
b- التيار خلال المتسعة متقدما على التيار خلال المقاومة بفرق طور $\Phi = \frac{\pi}{2}$
c- التيار خلال المقاومة والتيار خلال المتسعة يكونان بالطور نفسه $\Phi = 0$
d- التيار خلال المحث يتأخر عن التيار خلال المقاومة بفرق طور $\Phi = \frac{\pi}{2}$

الجواب / c- التيار خلال المقاومة والتيار خلال المتسعة يكونان بالطور نفسه $\Phi = 0$

٣ـ في دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي، عند اللحظة التي يكون فيها مقدار التيار صفرا، تكون الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة فيها:

a- صفرا. b- بأعظم مقدار.
c- نصف مقدارها الاعظم. d- تساوي 0.707 من مقدارها الاعظم .

الجواب / b- بأعظم مقدار.

٤ـ دائرة تيار متناوب، تحتوي مذبذب كهربائي فرق جهده ثابت المقدار، ربطت بين طرفيه متسعة ذات سعة صرف سعتها ثابتة المقدار، عند ازدياد تردد فولطية المذبذب:

a- يزداد مقدار التيار في الدائرة
b يقل مقدار التيار في الدائرة
c- ينقطع التيار في الدائرة
d- أي من العبارات السابقة ، يعتمد ذلك على مقدار سعة المتسعة .

الجواب / a-يزداد مقدار التيار في الدائرة

٥ـ دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي محثا صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف (L – C – R) فان جميع القدرة في هذه الدائرة:

a- تتبدد خلال المقاومة. b- تتبدد خلال المتسعة
c-تتبدد خلال المحث. d- تتبدد خلال العناصر الثلاث في الدائرة

الجواب / a-تتبدد خلال المقاومة.

٦ـ دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي محثا صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف $(L - C - R)$ ومذبذب كهربائي عندما يكون تردد المذبذب اصغر من التردد الرنيني لهذه الدائرة ، فانها تمتلك :

a- خواص حثية بسبب كون: $X_L > X_C$
b- خواص سعوية بسبب كون : $X_C < X_L$.
c-خواص اومية خالصة بسبب كون : $X_C = X_L$
d- خواص سعوية بسبب كون : $X_c > X_L$.

الجواب / d- خواص سعوية بسبب كون : $X_c > X_L$.

٧ـ دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي محث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف $(L - C - R)$ عندما تكون الممانعة الكلية للدائرة بأصغر مقدار وتيار هذه الدائرة بأكبر مقدار فان مقدار عامل القدرة فيها:

a– اكبر من الواحد الصحيح. b- اقل من الواحد الصحيح. c- يساوي صفرا d- يساوي واحد صحيح

الجواب / d- يساوي واحد صحيح

٨ ـ دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي على ملف غير مهمل المقاومة $(L - R)$ ، لجعل عامل القدرة في هذه الدائرة يساوي الواحد الصحيح تربط في هذه الدائرة متسعة على:

a- التوالي مع الملف بشرط أن تكون رادة الحث X_L أصغر من رادة السعة X_c
b - التوازي مع الملف بشرط أن تكون رادة الحث X_L تساوي رادة السعة X_c
c- التوالي مع الملف بشرط أن تكون رادة الحث X_L أكبر من رادة السعة X_c
d- التوالي مع الملف بشرط أن تكون رادة الحث X_L تساوي رادة السعة X_c.

الجواب / d- التوالي مع الملف بشرط أن تكون رادة الحث X_L تساوي رادة السعة X_c .

٩ـ دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي محث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف $(L - C - R)$ تكون لهذه الدائرة خواص حثية اذا كانت:

a - رادة الحث X_L أكبر من رادة السعة X_c
b- رادة السعة X_c أكبر من رادة الحث X_L
c- رادة الحث X_L تساوي رادة السعة X_c
d- رادة السعة X_c أصغر من المقاومة.

الجواب / b- رادة السعة X_c أكبر من رادة الحث X_L

١٠ـ مصدران للتيار المتناوب يجهز كل منهما فولطية كدالة جيبية ، فرق جهدهما متساوٍ في قيمته العظمى ولكنهما يمتلكان تردد زاوي مختلف وكان التردد الزاوي للأول (ω_1) أكبر من التردد الزاوي للثاني (ω_2) فأن:

a - المقدار المؤثر لفرق جهد المصدر الأول أكبر من المقدار المؤثر لفرق جهد المصدر الثاني.
b -المقدار المؤثر لفرق جهد المصدر الأول أصغر من المقدار المؤثر لفرق جهد المصدر الثاني.
c -المقدار الآني لفرق جهد المصدر الأول أصغر من المقدار الآني لفرق جهد المصدر الثاني.
d -المقدار الآني لفرق جهد المصدر الأول أكبر من المقدار الآني لفرق جهد المصدر الثاني.

الجواب / d- المقدار الآني لفرق جهد المصدر الأول أكبر من المقدار الآني لفرق جهد المصدر الثاني

س٢ / أثبت أن كلاً من رادة الحث ورادة السعة تقاس بالأوم.

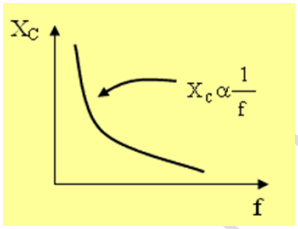
الجواب :

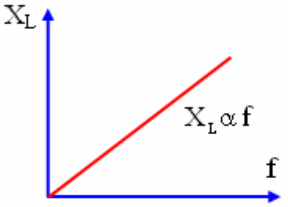
$$1)\ X_L = 2\pi f\, L \quad \Rightarrow \quad X_L = \text{Hz.Henry} = \frac{1}{\text{sec}} \cdot \frac{\text{Volt.sec}}{\text{Ampere}} = \frac{\text{Volt}}{\text{Ampere}} = \text{ohm}\ \Omega$$

$$2)\ X_C = \frac{1}{2\pi f C} \quad \Rightarrow \quad X_C = \frac{1}{\frac{1}{\text{sec}}.\text{Farad}} = \frac{1}{\frac{1}{\text{sec}} \cdot \frac{\text{Coulomb}}{\text{Volt}}} = \frac{\text{sec.Volt}}{\text{Ampere.sec}} = \text{ohm}\ \Omega$$

س ٣ / بين بوساطة رسم مخطط بياني، كيف تتغير كل من رادة الحث مع تردد التيار، وراد السعة مع تردد الفولطية.

الجواب :

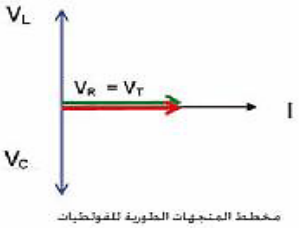




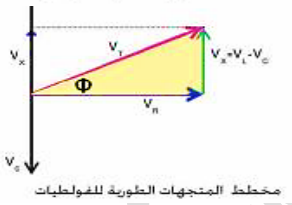
س٤/ دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (R-L-C) مربوطة على التوالي مع بعضها وربطت مجموعتهما مع مصدراً للفولطية المتناوبة. ما العلاقة بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار في الحالات الآتية

a- رادة الحث تساوي رادة السعة ($X_L = X_C$) .
b- رادة الحث أكبر من رادة السعة ($X_L > X_C$) .
c- رادة الحث أصغر من راد السعة ($X_L < X_C$) .

الجواب :



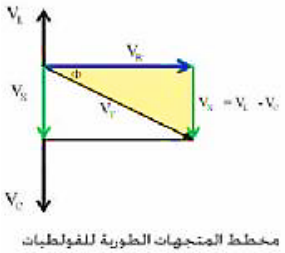
مخطط المتجهات الطورية للفولطيات



مخطط المتجهات الطورية للفولطيات

a. عندما ($X_L = X_C$) فإن: متجه الطور للفولطية الكلية و متجه الطور للتيار يكونان بطور واحد اي ان ($\Phi = 0$) وهذا يعني أن للدائرةخصائص مقاومة صرف (أومية) وهي حالة الرنين الكهربائي .

b. عندما ($X_L > X_C$) فان: متجه الطور للفولطية الكلية V_T يتقدم عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور Φ موجبة، $0 < \Phi < \frac{\pi}{2}$ وتكون للدائرة خصائص حثية .



مخطط المتجهات الطورية للفولطيات

c. عندما ($X_L < X_C$) فان: متجه الطور للفولطية الكلية V_T يتأخر عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور Φ سالبة $-\frac{\pi}{2} < \Phi < 0$ وتكون للدائرة خصائص سعوية .

س ٥ : دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (R − L − C) على التوالي مع بعضها . وربطت مجموعتهما مع مصدر للفولطية المتناوبة. وضح كيف يتغير مقدار كل من المقاومة ورادة الحث ورادة السعة، إذا تضاعف التردد الزاوي للمصدر.

الجواب:

- مقدار R ثابت لا يتغير مع تغير التردد الزاوي(ω).
- مقدار رادة الحث X_L يتضاعف بمضاعفة التردد الزاوي اي الى (2ω) لان:

$$X_L = \omega L \Rightarrow X_L \alpha\, \omega L$$

$$\frac{X_{L2}}{X_{L1}} = \frac{\omega_2}{\omega_1} \Rightarrow \frac{X_{L2}}{X_{L1}} = \frac{2\omega_2}{\omega_1} \Rightarrow X_{L2} = 2X_{L1}$$

- يقل مقدار رادة السعة X_C الى نصف ما كان عليه بمضاعفة التردد الزاوي اي الى (2ω) لان:-

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow X_C \propto \frac{1}{\omega} \quad \text{C بثبوت}$$

$$\frac{X_{C2}}{X_{C1}} = \frac{\omega_1}{\omega_2} \Rightarrow \frac{X_{C2}}{X_{C1}} = \frac{\omega_1}{2\omega_2} \Rightarrow X_{C2} = \frac{1}{2}X_{C1}$$

س ٦ : علامَ يعتمد مقدار كل مما يأتي:

١. الممانعة الكلية لدائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف $(R - L - C)$.

الجواب:

يعتمد مقدار الممانعة الكلية لدائرة تيار متناوب (R-L-C) على:

a. مقدار المقاومة (R) .
b. مقدار معامل الحث الذاتي (L)
c. مقدار سعة المتسعة (C) .
d. مقدار تردد مصدر الفولطية (f)

وفق العلاقة الآتية : $Z^2 = R^2 + (2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC})^2$

٢. عامل القدرة في دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف $(R - L - C)$.

الجواب:

عامل القدرة (Pf) يعتمد على نسبة القدرة الحقيقية P_{real} الى القدرة الظاهرية P_{app}

وفق العلاقة الآتية : $Pf = \frac{P_{real}}{P_{app}}$

أو يعتمد على قياس زاوية فرق الطور Φ بين(V_T) والتيار(I) لأن ($Pf = \cos\Phi$)

أو يعتمد على المقاومة (R) والممانعة (Z) . لأن : $Pf = \cos\Phi = \frac{R}{Z}$

٣. عامل النوعية في دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف $(R-L-C)$.

الجواب:

عامل النوعية (Qf) يعتمد على النسبة بين مقداري التردد الزاوي الرنيني (ω_r) ونطاق التردد الزاوي $(\Delta\omega)$ وفق العلاقة التالية :

$$Qf = \frac{\omega_r}{\Delta\omega}$$

أو يعتمد عامل النوعية على المقاومة (R) ومعامل الحث الذاتي للملف (L) وعلى سعة المتسعة (C) على وفق العلاقة التالية :

$$Qf = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

س7 / ما الذي تمثله كل من الأجزاء الموجبة والأجزاء السالبة في منحني القدرة الآنية في دائرة تيار متناوب تحتوي فقط: ١ـ محث صرف ٢ـ متسعة ذات سعة صرف

الجواب:

١. محث صرف: الأجزاء الموجبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المختزنة في المجال المغناطيسي للمحث عندما تنقل القدرة من المصدر الى المحث. والأجزاء السالبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المعادة للمصدر عندما تعاد جميع هذه القدرة الى المصدر

٢. متسعة ذات سعة صرف: الأجزاء الموجبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة (المتسعة تُشحنْ) عندما تنقل القدرة من المصدر الى المتسعة. والأجزاء السالبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المعادة للمصدر (المتسعة تفرّغ شحنتها) عندما تعاد جميع هذه القدرة الى المصدر.

س٨/

a. لماذا يفضل استعمال محث صرف في التحكم بتيار التفريغ في مصباح الفلورسنت ولا تستعمل مقاومة صرف؟

الجواب:

لان المحث عندما يكون صرف لا يستهلك (لا يبدد) قدرة $(P_{dissipated} = 0)$ بينما المقاومة تبدد قدرة :

$$P_{dissipated} = I^2R$$

b. ما مميزات دائرة رنين التوالي الكهربائية التي تحتوي على) مقاومة ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (ومذبذب كهربائي)؟

الجواب:

١. ترددها (f) يساوي التردد الزاوي الرنيني (f_r) وهذا يجعل $(X_L = X_C)$ وعندئذ تكون الرادة $X = X_L - X_C = 0$ وكذلك تكون $(V_L = V_C)$ وعندئذ تكون :

$$V_X = V_L - V_C = 0$$

٢. تمتلك خواص مقاومة اومية صرف لان $(Z = R)$:

٣. متجه الطور للفولطية (V_m) ومتجه الطور للتيار (I_m) يكونان بطور واحد اي ان زاوية فرق الطور (Φ) بينهما تساوي صفراً.

٤. عامل القدرة (Pf) يساوي الواحد الصحيح لان : $Pf = \cos\Phi = \cos 0 = 1$

٥. مقدار القدرة الحقيقية (P_{real}) يساوي مقدار القدرة الظاهرية (P_{app}) .

$$Pf = \frac{P_{real}}{P_{app}} = 1 \Rightarrow P_{real} = P_{app}$$

٦. التيار المنساب فيها يكون بأكبر مقدار لان ممانعتها (Z) تكون بأقل مقدار . ويعتمد مقدار التيار على

$$I_r = \frac{V}{R}$$

c. ما مقدار عامل القدرة في دائرة تيار متناوب (مع ذكر السبب) إذا كان الحمل فيها يتألف من:
١) مقاومة صرف ٢) محث صرف ٣) متسعة ذات سعة صرف
٤) ملف ومتسعة والدائرة متوالية الربط ليست في حالة رنين

الجواب:

١. عندما يكون الحمل مقاومة صرف : عامل القدرة يساوي واحد $Pf = \cos 0 = 1$
السبب : لان متجه الطور للفولطية(V_R) ومتجه الطور للتيار(I_R) يكونان بطور واحد $\Phi = 0$.

٢. عندما يكون الحمل محث صرف: عامل القدرة يساوي صفر
السبب : لان متجه الطور للفولطية يسبق متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور($\Phi = 90^\circ$) وتوجد معاكسة لتغير التيار (رادة الحث) $Pf = \cos 90^\circ = 0$

٣. عندما يكون الحمل متسعة ذات سعة صرف: عامل القدرة يساوي صفر
السبب : لان متجه الطور للتيار يسبق متجه الطور للفولطية بزاوية فرق طور($\Phi = 90^\circ$) وتوجد معاكسة لتغير التيار (رادة السعة) $(Pf = \cos 90^\circ = 0$

٤. عندما يكون الحمل ملف ومتسعة والدائرة متوالية الربط ليست في حالة رنين :لان زاوية فرق الطور بين الفولطية والتيار تكون ($0 < \Phi < 90^\circ$) فأن $1 > Pf > 0$
السبب : وجود ممانعة كلية بالدائرة (Z) وهي المعاكسة مشتركة للمقاومة والرادة.

س ٩: ما المقصود بكل من:
١ـ عامل القدرة
٢ـ عامل النوعية
٣ـ المقدار المؤثر للتيار المتناوب
٤ـ دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي

الجواب:

١ـ عامل القدرة : Pf هو نسبة القدرة الحقيقية P_{real} الى القدرة الظاهرية P_{app} . $Pf = \frac{P_{real}}{P_{app}}$

٢ـ عامل النوعية : Qf هو نسبة التردد الزاوي الرنيني ω_r الى نطاق التردد $\Delta\omega$.

$$Qf = \frac{\omega_r}{\Delta\omega} \quad \text{أو} \quad Qf = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$$

٣ـ المقدار المؤثر للتيار المتناوب I_{eff} : وهو مقدار التيار في دائرة التيار المتناوب المساوي للتيار المستمر الذي لو انساب خلال مقاومة معينة فإنه يولد التأثير الحراري نفسه الذي يولده التيار المتناوب المنساب خلال المقاومة نفسها وللفترة الزمنية نفسها .

$$I_{aff} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad . I_{aff} = 0.707\, I_m$$

٤ـ دائرة الاهتزاز الكهرومغناطيسي : دائرة كهربائية مغلقة تتألف من ملف مهمل المقاومة معامل حثه الذاتي (L) ومتسعة ذات سعة صرف (C) شحنت بمصدر للفولطية المستمرة ثم فُصلت عنها. تسمى مثل هذه الدائرة بدائرة المحث – المتسعة (L – C) وأن كل تيار من تيار هذه الدائرة وكذلك فرق الجهد يتغيران كدالة جيبية مع الزمن وهذه التغيرات في الفولطية والتيار في دائرة (L – C) تسمى بالاهتزازات الكهرومغناطيسية .

س ١٠ : دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (R - L - C) على التوالي مع بعضها وربطت مجموعتهما مع مصدر للفولطية المتناوبة وكانت هذه الدائرة في حالة رنين ، وضح ما خصائص هذه الدائرة ؟ وما علاقة الطور بين متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار إذا كان ترددها لزاوي:

١) أكبر من التردد الزاوي الرنيني
٢) أصغر من التردد الزاوي الرنيني
٣) يساوي التردد الزاوي الرنيني

الجواب:

١) عندما ($\omega > \omega_r$) تكون للدائرة خصائص حثية أي ان متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) يتقدم عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور Φ زاوية موجبة (تقع في الربع الأول) وهذا يجعل $V_L > V_C$
٢) عندما ($\omega < \omega_r$) تكون للدائرة خصائص سعوية أي ان متجه الطور للفولطية الكلية يتأخر عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور Φ سالبة (وتقع في الربع الرابع) وهذا يجعل $V_L < V_C$.
٣) عندما ($\omega = \omega_r$) تكون للدائرة خصائص مقاومة أومية صرف وأن زاوية فرق الطوربين متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار تساوي صفر.($\Phi = 0$) وتسمى مثل هذه الدائرة بالدائرة الرنينية.

س١١ : ربط مصباح كهربائي على التوالي مع متسعة ذات سعة صرف ومصدر للتيار المتناوب عند أي من الترددات الزاوية العالية أم الواطئة يكون المصباح أكثر توهجاً؟ وعند أي منها يكون المصباح أقل توهجاً؟ (بثبوت مقدار فولطية المصدر) ، وضح ذلك.

الجواب:

- عند الترددات الزاوية العالية تقل X_C فيزداد التيار في الدائرة لذا يكون المصباح أكثر توهجاً.
- عند الترددات الزاوية المنخفضة(الواطئة) تزداد X_C فيقل التيار لذا يكون المصباح أقل توهجاً.

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow X_C \propto \frac{1}{\omega} \quad \text{بثبوت } C$$

$$I_C = \frac{V}{X_C} \Rightarrow I_C \propto \frac{1}{X_C} \Rightarrow I_C \propto \omega \quad \text{بثبوت } C$$

س ١٢ : ربط مصباح كهربائي على التوالي مع محث صرف ومصدر للتيار المتناوب، عند أي من الترددات الزاوية العالية أم الواطئة يكون المصباح أكثر توهجاً؟ وعند أي منها يكون المصباح أقل توهجاً؟ (بثبوت مقدار فولطية المصدر)، وضح ذلك.

الجواب:

- عند الترددات الزاوية العالية تزداد X_L فيقل التيار في الدائرة لذا يكون المصباح أقل توهجاً.
- عند الترددات الزاوية المنخفضة (الواطئة) تقل X_L فيزداد التيار في الدائرة لذا يكون المصباح أكثر توهجا.

$$X_L = \omega L \Rightarrow X_L \alpha \omega \quad \text{بثبوت } L$$

$$I_L = \frac{V}{X_L} \Rightarrow I_L \propto \frac{1}{X_L} \quad \text{بثبوت } L$$

مسائل الفصل الثالث

س ١ : مصدر للفولطية المتناوبة ، ربطت بين طرفيه مقاومة صرف مقدارها 250 Ω ، فرق الجهد بين طرفي المصدر يعطى بالعلاقة الآتية : $V_R = 500 \sin(200\pi t)$

1-أكتب العلاقة التي يعطى بها التيار في هذه الدائرة

2-احسب المقدار المؤثر للفولطية والمقدار المؤثر للتيار

3-احسب تردد الدائرة والتردد الزاوي للدائرة

الحل:

$V_R = V_m \sin(\omega t)$

$V_R = 500 \sin(200\pi t) \rightarrow V_{max} = 500\ V\ .\ \omega = 200\pi\ \ rad/sec$

1) $I_{ins} = I_{max} \sin \omega t$

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

$$V_{max} = 500\ V$$

$$I_{max} = \frac{500}{250} = 2\ A$$

$$\omega = 200\pi$$

$$I_{ins} = 2 \sin(200\pi t)$$

2) $V_{eff} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{500}{\sqrt{2}} = 500 \times 0.707 = 353.5\ V$

$$I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{2}{\sqrt{2}} = 2 \times 0.707 = 1.414\ A$$

3) $\omega = 2\pi f$

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{200\pi}{2\pi} = 100\ \ HZ$$

س ٢ : دائرة اهتزاز كهرومغناطيسي تتألف من متسعة ذات سعة صرف سعتها $\left(\frac{50}{\pi}\mu F\right)$ ومحث صرف معامل حثه الذاتي $\left(\frac{5}{\pi}mH\right)$ احسب :

١- التردد الطبيعي لهذه الدائرة. ٢- التردد الزاوي الطبيعي لهذه الدائرة.

الحل :

$$1)\ f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{5}{\pi}\times 10^{-3}\times\frac{50}{\pi}\times 10^{-6}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{250}{\pi^2}\times 10^{-9}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{25}{\pi^2}\times 10^{-8}}}$$

$$= \frac{1}{2\pi\times\frac{5}{\pi}\times 10^{-4}} = \frac{1}{10\times 10^{-4}} = 1000\ HZ$$

$$2)\ \omega = 2\,\pi\,f = 2\,\pi\times 1000 = 2\times 3.14\ \times 1000\ = 6280\ rad/sec$$

س ٣ : مذبذب كهربائي مقدار فرق الجهد بين طرفيه ثابت (1.5V) اذا تغير تردده من (1Hz) الى (1MHz) أحسب مقدار كل من ممانعة الدائرة وتيار الدائرة عندما يربط بين طرفي المذبذب

أولاً :مقاومة صرف فقط $(R\ =\ 30\ \Omega)$

ثانياً : متسعة ذات سعة صرف فقط سعته $\left(C = \frac{1}{\pi}\mu F\right)$

ثالثاً : محث صرف فقط معامل حثه الذاتي $\left(L = \frac{50}{\pi}mH\right)$

الحل :

$$1)\ Z = R = 30\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{1.5}{30} = \frac{15}{300} = 0.05\ A$$

$$2)\ Z_1 = X_{c_1} = \frac{1}{2\pi f_1 c} = \frac{1}{2\pi\times 1\times\frac{1}{\pi}\times 10^{-6}} = \frac{1}{2}\times 10^6$$

$$X_{c_1} = 5\times 10^5\ \Omega$$

$$I_1 = \frac{V}{X_{c_1}} = \frac{1.5}{5\times 10^5} = 3\times 10^{-6}\ A$$

$$Z_2 = X_{c_2} = \frac{1}{2\pi f_2 c} = \frac{1}{2\pi\times 1\times 10^6\times\frac{1}{\pi}\times 10^{-6}}$$

$$X_{c_2} = 0.5\ \Omega$$

$$I_2 = \frac{V}{X_{c_2}} = \frac{1.5}{0.5} = 3\ A$$

3) $Z_1 = X_{L_1} = 2\pi f_1 L = 2\pi \times 1 \times \frac{50}{\pi} \times 10^{-3}$

$X_{L_1} = 0.1\ \Omega$

$I_1 = \frac{V}{X_1} = \frac{1.5}{0.1} = 15\ A$

$Z_2 = X_{L_2} = 2\pi f_2 L = 2\pi \times 1 \times 10^6 \times \frac{50}{\pi} \times 10^{-3}$

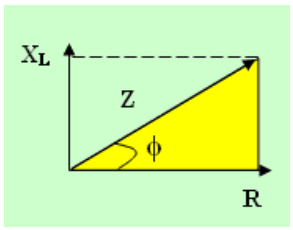
$X_{c_2} = 10^5\ \Omega$

$I_2 = \frac{V}{X_2} = \frac{1.5}{10^5} = 15 \times 10^{-6}\ A$

س ٤ : ربط ملف بين قطبي بطارية فرق الجهد بينهما (20V) كان تيار الدائرة (5A) . فإذا فصل الملف عن البطارية وربط بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة المقدار المؤثر لفرق الجهد بين قطبيه (20V) بتردد ، $\left(\frac{700}{22}\text{Hz}\right)$ كان تيار هذه الدائرة (4A) احسب مقدار:

١- معامل الحث الذاتي للملف.
٢- زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار مع رسم مخطط طوري للممانعة.
٣- عامل القدرة.
٤- كل من القدرة الحقيقية والقدرة الظاهرية.

الحل:



$R = \frac{V}{I} = \frac{20}{5} = 4\ \Omega$ ∵ المصدر مستمر .

$Z = \frac{V}{I} = \frac{20}{4} = 5\ \Omega$ من دائرة المصدر المتناوب .

1) $Z^2 = R^2 + X_L^2$

$25 = 16 + X_L^2 \implies X_L^2 = 25 - 16 = 9 \implies X_L = 3\ \Omega$

$X_L = 2\pi f L \implies L = \frac{X_L}{2\pi f}$

$L = \frac{3}{2\pi \times \frac{700}{22}} = \frac{3}{2 \times \frac{22}{7} \times \frac{700}{22}} = \frac{3}{200} = 0.015\ H$

2) $\tan \Phi = \frac{X_L}{R} = \frac{3}{4} = 0.75 \implies \Phi = 37^\circ$

3) $pf = \cos \Phi = \frac{R}{Z} \implies Pf = \frac{4}{5} = 0.8$

4) $P_{real} = I^2 R = 16 \times 4 = 64\ Watt$

$P_{app} = I\,V = 4 \times 20 = 80\ V\,A$

س ٥ : مقاومة صرف مقدارها (150 Ω) ربطت على التوالي مع ملف مهمل المقاومة معامل حثه الذاتي (0.2H) ومتسعة ذات سعة صرف ، ربطت المجموعة بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة تردده $\left(\frac{500}{\pi}\text{Hz}\right)$ وفرق الجهد بين طرفيه (300V) . احسب مقدار

١- سعة المتسعة التي تجعل الممانعة الكلية في الدائرة(150 Ω)
٢- عامل القدرة في الدائرة. وزاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية والتيار.
٣- ارسم المخطط الطوري للممانعة.
٤- تيار الدائرة
٥- كل من القدرة الحقيقة (المستهلكة) والقدرة الظاهرية (المجهزة للدائرة).

الحل:

$\because Z = R$

$\therefore$ الدائرة في حالة رنين

1) $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow \frac{500}{\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0.2\,C}} \Rightarrow 500 \times 2 = \frac{1}{\sqrt{0.2\,C}}$

$1000 = \frac{1}{\sqrt{0.2\,C}} \Rightarrow 10^6 = \frac{1}{0.2\,C} \Rightarrow C = \frac{1}{0.2 \times 10^6}$

$C = 5 \times 10^{-6}\ F$

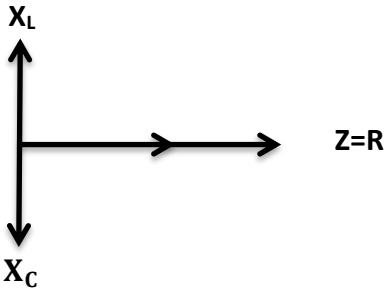
2) $Pf = \cos\Phi = \cos 0 = 1$. او $Pf = \frac{R}{Z} = \frac{150}{150} = 1$ رنين $\Phi = 0$

$\tan\Phi = \frac{X_L - X_C}{R}$

$X_L = 2\pi f_r L = 2\pi \times \frac{500}{\pi} \times 0.2 \Rightarrow X_L = 200\ \Omega = X_C$

$\tan\Phi = \frac{200 - 200}{150} = \text{Zero}$

3)



4) $I = \frac{V}{R} = \frac{300}{150} = 2\ A$

5) $P_{real} = I^2 R = 4 \times 150 = 600\ \text{Watt}$

$P_{app} = I \times V_T = 2 \times 300 = 600\ \text{V A}$

س ٦ : دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي على مقاومة صرف ومتسعة ذات سعة صرف مقدارها ($20\mu F$) ومحث صرف ومصدر للفولطية المتناوبة ، فرق الجهد بين طرفيه ($100V$) بتردد ($\left(\frac{100}{\pi}Hz\right)$, كانت القدرة الحقيقية في الدائرة ($80W$) وعامل القدرة فيها (0.8) وللدائرة خصائص حثية احسب مقدار:

١- التيار في فرع المقاومة والتيار في فرع المتسعة.
٢- التيار الكلي.
٣- زاوية فرق الطور بين التيار الكلي والفولطية مع رسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات.
٤- معامل الحث الذاتي للمحث.

الحل:

$$V_R = V_L = V_C = V_T = 100\ V$$

لان الربط توازي

1) $P_{real} = I_R \times V_R$

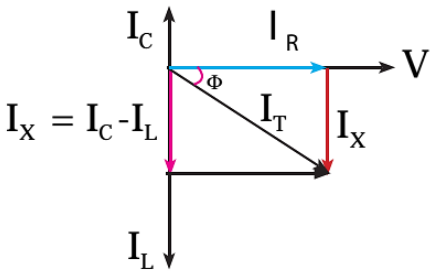
$$80 = I_R \times 100 \qquad \Rightarrow I_R = 0.8\ A$$

$$X_c = \frac{1}{2\pi fc} = \frac{1}{2\pi \times 20 \times \frac{100}{\pi} \times 10^{-6}} = \frac{1}{4000 \times 10^{-6}} = \frac{1}{4 \times 10^{-3}} = \frac{1000}{4}$$

$$X_c = 250\ \ \Omega$$

$$X_c = \frac{V_c}{I_c} \quad \Rightarrow \quad I_c = \frac{V_c}{X_c}$$

$$I_c = \frac{100}{250} = \frac{10}{25} = 0.4\ A$$



2) $\cos\Phi = \frac{I_R}{I_T}$

$$I_T = \frac{I_R}{\cos\Phi} = \frac{0.8}{0.8} = 1\ A$$

3) $I^2 = I_R^2 + (I_C - I_L)^2 \Rightarrow 1 = 0.64 + I_X^2 \Rightarrow I_X^2 = 0.36 \Rightarrow I_X = \pm 0.6\ A$

∵ للدائرة خواص حثية

$\therefore I_X = -0.6\ A \Rightarrow I_X = I_C - I_L \Rightarrow -0.6 = 0.4 - I_L \Rightarrow I_L = 1\ \ A$

$$\tan\Phi = \frac{I_c - I_L}{I_R} = \frac{-0.6}{0.8} = \frac{-3}{4} \Rightarrow \Phi = -37^\circ$$

4) $X_L = \frac{V_L}{I_L} \quad \Rightarrow \quad X = \frac{100}{1} = 100\ \ \Omega$

$$X_L = 2\pi f L$$

$$L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{100}{2\pi \times \frac{100}{\pi}} = \frac{100}{200} = 0.5\ H$$

س ٧ : دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي ملف مقاومته($10\ \Omega$) ومعامل حثه الذاتي ($0.5H$) ومقاومة صرف مقدارها ($20\ \Omega$) ومتسعة ذات سعة صرف ومصدر للفولطية المتناوبة تردده $\left(\frac{100}{\pi}Hz\right)$ وفرق الجهد بين طرفيه ($200V$) كان مقدار عامل القدرة فيها (0.6) وللدائرة خصائص سعوية احسب مقدار:

١-التيار في الدائرة.
٢-سعة المتسعة.
٣-ارسم مخطط الطور للممانعة واحسب قياس زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار.

الحل:

$$1)\ I = \frac{V}{Z}$$

$$R_T = R_L + R_{Circie} = 10 + 20 = 30\ \Omega$$

$$pf = \cos\Phi = \frac{R}{Z} \quad \Longrightarrow \quad Z = \frac{R}{pf} = \frac{30}{0.6} = \frac{300}{6} = 50\ \Omega$$

$$I = \frac{200}{50} = 4\ A = I_R = I_L = I_C$$

$$2)\ X_L = 2\pi f L = 2\pi \times \frac{100}{\pi} \times 0.5 = X_L = 100\ \Omega$$

$$Z^2 = R^2 + (X_L - X_c)^2 \Longrightarrow Z^2 = R^2 + X^2$$

$$(50)^2 = (30)^2 + X^2 \quad \Longrightarrow \quad 2500 = 900 + X^2$$

$$X^2 = 2500 - 900 = 1600$$

$$X = \pm 40$$

∵ للدائرة خصائص سعوية

$$\therefore X = -40 \quad \Longrightarrow X = X_L - X_c \Longrightarrow -40 = 100 - X_C \quad \Longrightarrow \quad X_C = 140\ \Omega$$

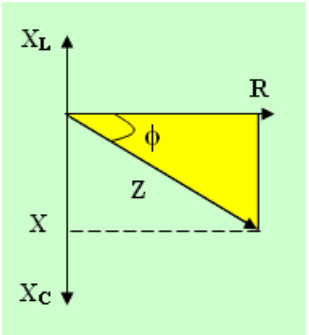
$$X_c = \frac{1}{2\pi fc} \quad \Longrightarrow \quad C = \frac{1}{2\pi f X_c}$$

$$C = \frac{1}{2\pi \times \frac{100}{\pi} \times 140} = \frac{1}{200 \times 140} = \frac{1}{28000} = 35.7 \times 10^{-6}\ F$$

3)

$$\tan\Phi = \frac{X}{R} = \frac{-40}{30} = \frac{-4}{3}$$

$$\therefore \Phi = -53^{\circ}$$



س ٨ : مصدر للفولطية المتناوبة تردده الزاوي (400 rad/s) وفرق الجهد بين قطبيه (500V) ربط بين قطبيه على التوالي متسعة سعتها 10μF وملف معامل حثه الذاتي (0.125H) ومقاومته (150 Ω) ما مقدار:

١- الممانعة الكلية وتيار الدائرة.
٢- فرق الجهد عبر كل من المقاومة والمحث والمتسعة.
٣- زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار .ماهي خصائص هذه الدائرة؟
٤-عامل القدرة.

الحل:

1) $Z^2 = R^2 + (X_L - X_c)^2$

نجد X_L و X_c

$X_L = \omega L = 400 \times 0.125 = 50\ \Omega$

$X_c = \frac{1}{\omega c} = \frac{1}{400 \times 10 \times 10^{-6}} = \frac{1}{4 \times 10^{-3}}$

$X_c = \frac{1000}{4} = 250\ \Omega$

$Z^2 = (150)^2 + (50 - 250)^2$

$Z^2 = 22500 + 40000$

$Z^2 = 62500$

$\therefore Z = 250\ \Omega$

$I = \frac{V}{Z} = \frac{500}{250} = 2\ A = I_R = I_L = I_C$

2) $V_R = I R = 2 \times 150 = 300\ V$

$V_L = I X_L = 2 \times 50 = 100\ V$

$V_C = I X_C = 2 \times 250 = 500\ V$

3) $\tan \Phi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{50 - 250}{150} = \frac{-200}{150} = \frac{-4}{3}$

$\therefore \Phi = -53^\circ$

$\because \Phi$ سالب

$\therefore$ للدائرة خصائص سعوية

4) $pf = \cos \Phi = \frac{R}{Z}$

$pf = \frac{150}{250} = \frac{3}{5} = 0.6$

س ٩ : دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي على (مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف) ومصدر للفولطية المتناوبة مقدار فرق الجهد بين طرفيه (480V) بتردد(100Hz) وكان مقدار القدرة الحقيقية المستهلكة في الدائرة (1920W) ومقدار رادة السعة (32 Ω) ومقدار رادة الحث (40 Ω) , ما مقدار:

١- التيار المنساب في كل من فرع المقاومة وفي فرع المتسعة وفي فرع المحث والتيار الرئيس في الدائرة.
٢- ارسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات.
٣- قياس زاوية فرق الطور بين متجه الطور للتيار الرئيس ومتجه الطور للفولطية. وما هي خواص هذه الدائرة؟
٤- عامل القدرة في الدائرة.
٥-الممانعة الكلية في الدائرة.

الحل:

∵ الربط توازي

$\therefore V = V_R = V_L = V_C = 480\ V$

1) $P_{real} = I_R \times V_R$

$$1920 = I_R \times 480 \quad \Longrightarrow \quad I_R = \frac{1920}{480} = 4\ A$$

$$I_L = \frac{V_L}{X_L} = \frac{480}{40} = 12\ A$$

$$I_C = \frac{V_C}{X_C} = \frac{480}{32} = 15\ A$$

$$I^2 = I_R^2 + (I_C - I_L)^2 = (4)^2 + (15-12)^2 = 16 + 9 = 25 \quad \Longrightarrow \quad I = 5\ A$$

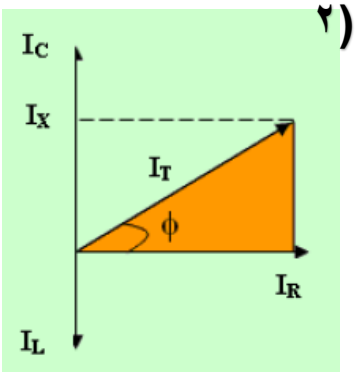
3) $\tan \Phi = \frac{I_C - I_L}{I_R} = \frac{15-12}{4} = \frac{3}{4}$

$\therefore \Phi = 37^\circ$

∵ Φ موجب

∴ للدائرة خصائص سعوية

٢)



4) $pf = \cos \Phi = \frac{I_R}{I} = \frac{4}{5} = 0.8$

5) $Z = \frac{V}{I} = \frac{480}{5} = 96\ \Omega$

س ١٠/ مقاومة (30 Ω) ربطت على التوازي مع متسعة ذي سعة خالصة وربطت هذه المجموعة عبر قطبي مصدر للفولطية المتناوبة بتردد (50Hz) فأصبحت الممانعة الكلية للدائرة (24 Ω) والقدرة الحقيقية(480W) فما مقدار سعة المتسعة؟ ارسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات.

الحل:

$$P_{real} = I_R^2 \times R$$

$$480 = I_R^2 \times 30 \quad \Longrightarrow \quad I_R^2 = \frac{480}{30} = 16$$

$$I_R = 4 \ A$$

$$V_R = I_R \times R = 4 \times 30 = 120 \ V \quad . \quad V_R = V_C = V_T \text{ الربط توازي } \because$$

$$Z = \frac{V}{I} \quad \Longrightarrow \quad I = \frac{V}{Z} \quad \Longrightarrow \quad I = \frac{120}{24} = 5 \ A$$

$$I^2 = I_R^2 + I_C^2$$

$$(5)^2 = (4)^2 + I_C^2 \quad \Longrightarrow \quad 25 = 16 + I_C^2 \quad \Longrightarrow \quad I_C^2 = 9 \quad \Longrightarrow \quad I_C = 3 \ A$$

$$X_c = \frac{V_c}{I_c} = \frac{120}{3} = 40 \ \Omega$$

$$X_c = \frac{1}{2\pi fc} \quad \Longrightarrow \quad C = \frac{1}{2\pi f X_c}$$

$$C = \frac{1}{2\pi \, f \, X_c} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 40} = \frac{1}{100\pi \times 40} = \frac{1}{4000\pi} = \frac{1}{4\pi} 10^{-3}$$

$$= \frac{0.25}{\pi} \times 10^{-3} = \frac{25}{\pi} \times 10^{-5} F$$

س ١١/ دائرة تيار متناوب متوالية الربط الحمل فيها مقاومته (500 Ω) ومتسعة متغيرة السعة .عندما كان مقدار سعتها (50nF) ومصدر للفولطية المتناوبة مقدارها (400V) بتردد زاوي $(10^4 \ rad/s)$ كانت القدرة الحقيقية (المستهلكة) في هذه الدائرة تساوي القدرة الظاهرية (المجهزة) احسب مقدار:

١- معامل الحث الذاتي للملف، وتيار الدائرة.
٢- كل من رادة الحث ورادة السعة.
٣- زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار وما مقدار عامل القدرة؟
٤-عامل النوعية للدائرة.
٥- سعة المتسعة التي تجعل متجه الطور للفولطية الكلية يتأخر عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق الطور $\left(\frac{\pi}{4}\right)$

الحل:

$\because\ P_{real} = P_{app}$

$\therefore$ الدائرة في حالة رنين

1) $X_c = \frac{1}{\omega\, c} = \frac{1}{10^4 \times 50 \times 10^{-9}} = \frac{1}{5 \times 10^5 \times 10^{-9}} = \frac{1}{5 \times 10^{-4}} = \frac{10000}{5}$

$= 2000\ \Omega$

$X_c = X_L = 2000$

$X_L = \omega L \implies 2000 = 10^4\, L$

$L = \frac{2000}{10000} = 0.2\ H$

$I = \frac{V}{R} = \frac{400}{500} = 0.8\ A$

2) $X_c = X_L = 2000\ \Omega$

3) $\tan \Phi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{2000 - 2000}{500} = Zero$

$pf = \cos \Phi = \frac{R}{Z} = \frac{500}{500} = 1$

4) $Qf = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$

$Qf = \frac{1}{500}\sqrt{\frac{0.2}{50 \times 10^{-9}}} = \frac{1}{500}\sqrt{\frac{2}{500 \times 10^{-9}}} = \frac{1}{500}\sqrt{\frac{1}{25 \times 10^{-8}}}$

$\therefore Qf = \frac{1}{500} \times \frac{1}{5 \times 10^{-4}} = \frac{10000}{500 \times 5} = \frac{100}{25} = 4$

5) ∵ الفولطية تتاخر عن التيار

∴ للدائرة خواص سعوية

$$\tan\Phi = \frac{X_L - X_C}{Z} \quad \Rightarrow \tan(-\frac{\pi}{4}) = \frac{2000 - X_C}{500}$$

$$-1 = \frac{2000 - X_C}{500}$$

$$-500 = 2000 - X_C$$

$$X_C = 2500 \quad \Omega$$

$$X_c = \frac{1}{\omega\, c} \quad \Rightarrow C = \frac{1}{\omega\, X_c}$$

$$C = \frac{1}{10^4 \times 2500} = \frac{1}{25} \times 10^{-6} = 40\ \text{nF}$$