مراجعة

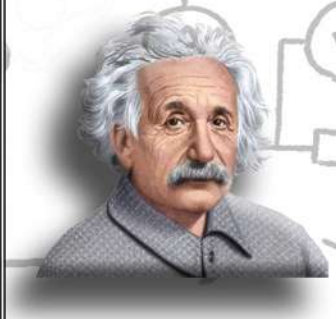
المراجعة المركزة

إعداد الأستاذ/ رامي عبد الفتاح

0507292077

قناة التيليجرام

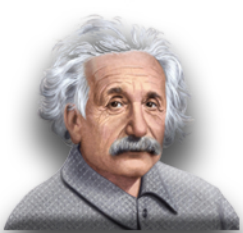
@einstien_gulf_in_physics



سلسلة أينشتاين الخليج

ملاحظات

إعداد الأستاذ/ رامي عبد الفتاح



التيار المتناوب

علل يفضل إستعمال التيار المتناوب في الدوائر الكهربائية ؟

الجواب لسهولة نقله الى مسافات بعيدة بأقل خسائر بالطاقة بفولطية عالية وتيار واطئ بإستخدام المحولات الكهربائية .

سؤال ما الغرض من نقل القدرة الكهربائية بفولطيات عالية وتيار واطئ بإستعمال المحولات الرافعة ؟

الجواب وذلك لتقليل خسائر القدرة الكهربائية في الأسلاك الناقلة ($I^2 R$) والتي تظهر بشكل حرارة .
حيث أن : ($P \propto I^2$) .

سؤال لماذا لا تتساوى القدرة التي ينتجها تيار متناوب له مقدار أعظم (I_m) مع القدرة التي ينتجها تيار مستمر له نفس المقدار ؟

الجواب لأن التيار المتناوب يتغير دورياً مع الزمن بين ($+I_m$) و ($-I_m$) ومقداره في أية لحظة لا يساوي دائماً مقداره الأعظم ، وإنما فقط لحظة معينة يتساوى مقداره الآني مع مقداره الأعظم ، لذلك ينتج قدرة متغيرة مع الزمن بينما التيار المستمر مقداره ثابت دائما فينتج قدرة ثابتة .

سؤال ما المقصود بالمقدار المؤثر للتيار المتناوب ؟

المقدار المؤثر للتيار المتناوب : هو مقدار التيار المتناوب المساوي للتيار المستمر الذي لو إنساب خلال مقاومة معينة فانه يولد التأثير الحراري نفسه الذي يولده التيار المتناوب المنساب خلال المقاومة نفسها والفترة الزمنية نفسها .

سؤال لماذا لا تعتمد القدرة المستهلكة في مقاومة صرف على إتجاه التيار ؟

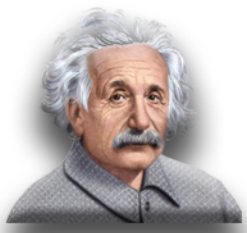
الجواب لأن القدرة المستهلكة في مقاومة صرف ثابتة المقدار في أية لحظة تتناسب طرديا مع مربع التيار المنساب فيها ($P = I^2 R$) ، أي أن : ($P \propto I^2$)

سؤال هل يمكن أن تستعمل أجهزة مقياس التيار المستمر في دوائر التيار المتناوب ؟ وضح ذلك .

الجواب لا يمكن ذلك ، لأن معظم أجهزة قياس التيار المستمر تقيس المقدار المتوسط للتيار المتناوب لذا فإن مؤشرها يقف عند تدريجة الصفر عند وضعها في دائرة التيار المتناوب .

سؤال ما مقدار القدرة المتوسطة في دائرة تيار متناوب تحتوي على محث صرف لدورة كاملة أو عدد صحيح من الدورات ؟ وضح ذلك .

الجواب مقدار القدرة المتوسطة لدورة كاملة أو عدد صحيح من الدورات في هذه الدائرة تساوي صفر ، فعند تغير التيار المنساب خلال المحث من الصفر الى مقداره الأعظم في أحد أرباع الدورة تنتقل الطاقة من المصدر وتخزن في المحث بهيئة مجال مغناطيسي (يُمثله الجزء الموجب من منحني القدرة) ثم تُعاد جميع هذه الطاقة الى المصدر عند تغير التيار من مقداره الأعظم الى الصفر في الربع الذي يليه ، (يُمثله الجزء السالب من منحني القدرة) .



سلسلة أينشتاين الخليج

إعداد الأستاذ رامز عبد الفتاح

سؤال مـــا السبب في كون القدرة المتوسطة لدورة كاملة أو عدد صحيح من الدورات الكاملة تساوي صفراً لدائرة تيار متناوب تحتوي محث صرف ؟

الجواب لأنه عند تغير التيار المنساب في المحث من الصفر الى المقدار الأعظم في أحد أرباع الدورة تنتقل الطـاقة من المصدر وتخزن في المحث بهيئة مجـــــال مغنـاطيسي (يمثله الجزء الموجب من المنحني) وعند تغير التيار من المقدار الأعظم الى الصفر في الربع الذي يليه تُـعاد جميع الطاقـــة الى المصدر (يمثله الجزء السالب من منحني القدرة) .

علل منحني القدرة الآنية في دائرة التيار المتناوب عندما يكون الحمل فيهـا يحتوي مقاومـــة صرف موجباً دائما ؟

الجواب لأن الفولطيـــــة والتيار بطور واحد ، لذلك يكونان موجبان دائما في النصف الأول ، فحاصل ضربهما موجب وسالبان في النصف الثاني فحاصل ضربهما موجب .

سؤال ماذا يعمل الملف عند الترددات الواطئة جداً ؟ ولماذا ؟

الجواب يعمل عمل مقـــاومة صرف هي مقاومة أسلاكه ، لأن رادة الحث تقل وقد تصل الى الصفر ($X_L = 2\pi\ f\ L$) فهي تتناسب طردياً مع تردد التيار ($X_L \propto f$) .

سؤال ماذا يعمل الملف عند الترددات العالية جداً ؟ ولماذا ؟

الجواب يعمل عمل مفتـــاح مفتوح ، لأن الترددات العالية جداً تؤدي الى زيادة رادة الحث زيادة كبيرة جداً قد تؤدي الى قطع تيار الدائرة .

سؤال لماذا لاتعد رادة الحث مقاومة أومية ولا تخضع لقانون جول الحراري ؟

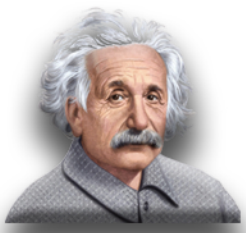
الجواب لأنها لا تستهلك قدرة (القدرة المتوسطة تساوي صفر) .

سؤال ما العلاقة بين القدرة الحقيقية والقدرة الظاهرية في دوائر التيار المتناوب التي تحتوي على مقاومة صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومحث صرف ؟

الجواب $P_{rael} = P_{app} \cdot cos\phi$ أو $Pf = \frac{P_{real}}{P_{app}}$

سؤال متسعة ذات سعة صرف ربطت الى مصدر فولطية متناوبة متغير التردد ، وضح مـا عمل المتسعة عند الترددات العالية جداً ، وعند الترددات الواطئة جداً لفولطية المصدر ؟

الجواب عند الترددات العالية جداً تعمل المتسعة عمل مفتـــــاح مغلق (تعد المتسعة خارج المصدر) لأنه عند الترددات العالية جداً تقل رادة السعة وقد تصل الى الصفر لأن : (رادة السعة تتناسب عكسيا مع التردد) .
أما عند الترددات الواطئة جداً فتعمل عمل مفتـــاح مفتوح كما يحصل عند وجود المتسعة في دائرة التيار المستمر ، لأنه عند الترددات الواطئـــة جداً تزداد رادة السعة الى مقدار كبير جداً قد يقطع تيار الدائرة لأن : (رادة السعة تتناسب عكسياً مع التردد) .



إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

سؤال **ماذا يحصل عندما تكون مقاومة دائرة الرنين المتوالية الربط صغيرة المقدار ؟**

الجواب يصبح منحني القدرة عاليا وحادا ، فيكون عُرض نطـــــاق التردد الزاوي صغيراً وعندئذ يكون عامل النوعية لهذه الدائرة عالياً .

سؤال **ماذا يحصل عندما تكون مقاومة دائرة الرنين المتوالية الربط كبيرة المقدار ؟**

الجواب يصبح منحني القدرة المتوسطـة واسعـــــاً (عريضاً) ومقداره صغير ، فيكون عرض نطاق التردد الزاوي كبيراً وعندئذ يكون عامل النوعية لهذه الدائرة واطئ .

علل **يزداد عامل النوعية في الدائرة الرنينية المتوالية الربط كلمـا كانت مقاومـــة هذه الدائرة صغيرة المقدار ؟**

الجواب لأنه عندمـــــا تكون مقاومـة الدائرة صغيرة المقدار سيكون منحني القدرة المتوسطة حاد جداً ، فيكون عرض نطاق التردد الزاوي صغيراً ، وبالتالي يكون عامل النوعية لهذه الدائرة عالياً .

سؤال **ما الكمية الفيزيائية التي تقاس بوحدة ($Volt\,.\,Amper$) ؟**

الجواب القدرة الظاهرية .

سؤال **علام يعتمد مقدار التردد الزاوي في الدائرة الرنينية ؟**

الجواب يعتمد على الجذر التربيعي لمعامل الحث الذاتي وسعة المتسعة : $\omega_o = \frac{1}{\sqrt{L\,C}}$

سؤال **علام يعتمد نطاق التردد الزاوي ؟**

الجواب يعتمد على :

1. مقاومة الدائرة ، حيث يتناسب نطاق التردد الزاوي طرديا مع المقاومة .
2. معامل الحث الذاتي للمحث ، حيث يتناسب نطاق التردد الزاوي عكسياً مع معامل الحث الذاتي للمحث .

سؤال **مـــــاذا يحصل ؟ ولماذا ؟ لتوهج مصباح كهربائي ربط على التوالي مع متسعة ذات سعة صرف ومصدر للتيار المتناوب عند زيادة التردد الزاوي لفولطية المصدر مع بقاء مقدار الفولطية ثابتاً .**

الجواب يزداد توهج المصباح ، لأنه عند الترددات الزاوية العالية تقل X_C فيزداد التيار في الدائرة .

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

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

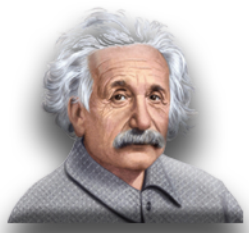
سؤال **ما المقصود بـ (عامل النوعية) ؟ وعلام يعتمد ؟**

عامل النوعية : النسبة بين مقداري التردد الزاوي الرنيني (ω_o) ونطاق التردد الزاوي ($\Delta\omega$) .

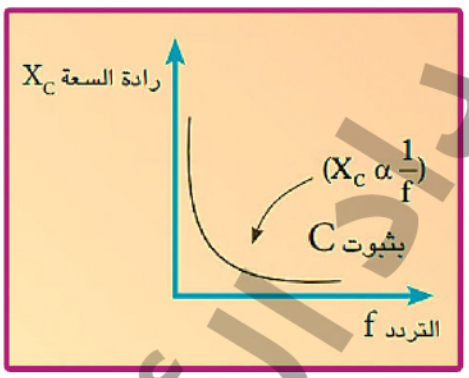
ويعتمد مقدار عامل النوعية (Q) على النسبة بين مقداري التردد الزاوي (ω_o) ونطاق التردد الزاوي ($\Delta\omega$)

لأن :- $Q = \frac{\omega_o}{\Delta\omega}$

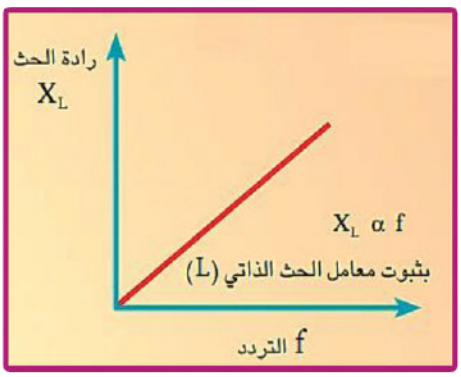
أو يعتمد على ($R - L - C$) على وفق العلاقة الآتية :- $Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$



سؤال ما تأثير تردد فولطية المصدر على كل من : (1) رادة السعة . (2) رادة الحث .
موضحاً ذلك برسم المخطط البياني لكل منهما .



رادة السعة تتناسب عكسياً
مع تردد فولطية المصدر
(بثبوت سعة المتسعة)



رادة الحث تتناسب طرديا
مع تردد فولطية المصدر
(بثبوت معامل الحث الذاتي)

أسئلة الفصل

سؤال إختر الإجابة الصحيحة :

(1) دائرة تيار متناوب متوالية الربط، العمل فيها يتألف من مقاومة صرف (R) يكون فيها مقدار القدرة المتوسطة لدورة كاملة أو لعدد صحيح من الدورات :

✗ يساوي صفراً، ومتوسط التيار يساوي صفراً .

✓ يساوي صفراً، ومتوسط التيار يساوي نصف المقدار الأعظم للتيار .

✗ نصف المقدار الأعظم للقدرة، ومتوسط التيار يساوي صفراً .

✗ نصف المقدار الأعظم للقدرة، ومتوسط التيار يساوي نصف المقدار الأعظم للتيار .

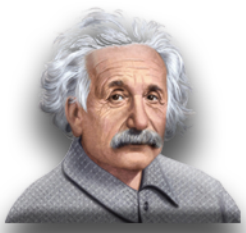
(2) دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي محث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف $(L - C - R)$ لا يمكن أن يكون فيها :

✗ التيار خلال المتسعة متقدماً على التيار خلال المحث بفرق طور $(\phi = \pi)$.

✗ التيار خلال المتسعة متقدماً على التيار خلال المقاومة بفرق طور $(\phi = \frac{\pi}{2})$.

✓ التيار خلال المقاومة والتيار خلال المتسعة يكونان بالطور نفسه $(\phi = 0)$.

✗ التيار خلال المحث يتأخر عن التيار خلال المقاومة بفرق طور $(\phi = \frac{\pi}{2})$.



إعداد الأستاذ/ رامي عبد الفتاح

3 دائرة تيار متناوب ، تحتوي مذبذب كهربـــائي فرق جهده ثابت المقدار ، ربطت بين طرفيه متسعة ذات سعة صرف سعتها ثابتـة المقدار ، عند إزدياد تردد فولطية المذبذب :

✔ يزداد مقدار التيار في الدائرة .
✖ يقل مقدار التيار في الدائرة .
✖ ينقطع التيار في الدائرة .
✖ أي من العبارات السابقة ، يعتمد ذلك على مقدار سعة المتسعة .

4 دائرة تيار متناوب متواليـة الربط تحتوي محثاً صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف $(L-C-R)$ فإن جميع القدرة في هذه الدائرة :

✔ تتبدد خلال المقاومة .
✖ تتبدد خلال المتسعة .
✖ تـتبدد خلال المحث .
✖ تتبدد خلال العناصر الثلاث في الدائرة .

5 دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي محثاً صرف ومتسعـة ذات سعة صرف ومقاومـة صرف $(L-C-R)$ ومذبذب كهربائي ، عندما يكون تردد المذبذب أصغر من التردد الرنيني لهذه الدائرة ، فإنها تمتلك :

✖ خواص حثية ، بسبب كون : $X_L > X_C$
✖ خواص سعوية ، بسبب كون : $X_C < X_L$
✖ خواص أومية خالصة ، بسبب كون : $X_L = X_C$
✔ خواص سعوية ، بسبب كون : $X_C > X_L$

6 دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي محثاً صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقـاومة صرف $(L-C-R)$ عندمـــا تكون الممانعة الكلية للدائرة بأصغر مقدار وتيار هذه الدائرة بأكبر مقدار ، فإن عامل القدرة فيها :

✖ أكبر من الواحد الصحيح .
✖ أقل من الواحد الصحيح .
✖ يساوي صفراً .
✔ يساوي واحد صحيح .

7 دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي محثاً صرف ومتسعـة ذات سعة صرف ومقاومة صرف $(L-C-R)$ تكون لهذه الدائرة خواص حثية إذا كانت :

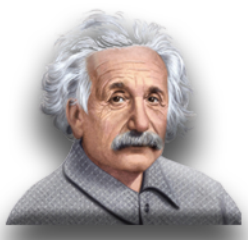
✖ رادة الحث X_L أكبر من رادة السعة X_C .
✔ رادة السعة X_C أكبر من رادة الحث X_L .
✖ رادة الحث X_L تساوي رادة السعة X_C .
✖ رادة السعة X_C أصغر من المقاومة .

سؤال أثبت أن كل من رادة الحث ورادة السعة تقاس بالأوم .

- $X_L = 2\pi f L = Hz \,.\, Henry = \left(\frac{1}{\cancel{sec}}\right) . \left(\frac{Volt \,.\, \cancel{sec}}{Amper}\right) = \frac{Volt}{Amper} = ohm\ (\Omega)$

- $X_c = \frac{1}{2\,\pi\, f\, C} = \frac{1}{Hz\,.Farad} = \frac{1}{(1/sec)\,.\,(Coulomb/Volt)}$

$$= \frac{\cancel{sec}\,.Volt}{Amper\,.\cancel{sec}} = \frac{Volt}{Amper} = Ohm\ (\Omega)$$



سلسلة أينشتاين الخليج

إعداد الأستاذ رامي عبد الفتاح

سؤال دائرة تيار متنـــاوب تحتوي مقاومـــة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ($R-L-C$) مربوطة على التوالي مع بعضهـــا ، وربطت مجموعتها مع مصدر للفولطية المتنـاوبة . وضّح كيف يتغير مقدار كل من المقـاومة وزادة الحث وزادة السعة ، إذا تضاعفت التردد الزاوي للمصدر .

الجواب

- مقدار المقاومة R لا يتغير مع تغير التردد الزاوي (ω) .
- مقدار زادة الحث X_L يتضاعف بمضاعفة التردد الزاوي ، أي الى (2ω) ، لأن :-

$$X_L = \omega L$$

$$X_L \propto \omega \qquad (L) \text{ بثبوت}$$

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

$$\therefore \quad \frac{X_{L2}}{X_{L1}} = 2 \quad \Rightarrow \quad \therefore \quad X_{L2} = 2\, X_{L1}$$

- مقدار زادة السعة X_C تقل الى نصف ما كانت عليه بمضاعفة التردد الزاوي ، أي الى (2ω) ، لأن :-

$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$X_C \propto \frac{1}{\omega} \qquad (C) \text{ بثبوت}$$

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

$$\therefore \quad \frac{X_{C2}}{X_{C1}} = \frac{1}{2} \quad \Rightarrow \quad \therefore \quad X_{C2} = \frac{1}{2} X_{C1}$$

سؤال علام يعتمد مقدار الممانعـــة الكلية لدائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي مقـــاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ($R-L-C$) .

الجواب يعتمد على :-

1. مقدار المقاومة (R) .
2. مقدار معامل الحث الذاتي للمحث (L) .
3. مقدار تردد مصدر الفولطية (f) .
4. مقدار سعة المتسعة (C) .

وذلك وفق العلاقة :

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(2\pi f L - \frac{1}{2\pi f C}\right)^2}$$

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

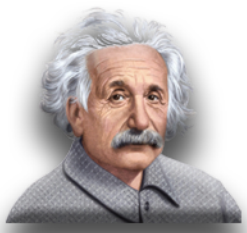
الجواب يعتمد على :-

نسبة القدرة الحقيقية P_{real} الى القدرة الظاهرية P_{app} ، لأن :

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

أو يعتمد على قياس زاوية فرق الطور ϕ بين (I , V_T) ، أو يعتمد على (Z , R) لأن :

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



إعداد الأستاذ / رامي عبد الفتاح

سؤال مـــا الذي تمثله كل من الأجزاء الموجبة والأجزاء السالبة في منحني القدرة الآنية في دائرة تيار متناوب تحتوي فقط : (1) محث صرف . (2) متسعة ذات سعة صرف .

الجواب

(1) **محث صرف** : الأجزاء الموجبـــة من المنحني تُمثل مقدار القدرة المختزنـة في المجال المغناطيسي للمحث عندما تُنقل القدرة من المصدر الى المحث ، والأجزاء السالبة من المنحني تُمثل مقدار القدرة المُعادة للمصدر عندما تُعاد جميع هذه القدرة الى المصدر .

(2) **متسعة ذات سعة صرف** : الأجزاء الموجبـة من المنحني تُمثل مقدار القدرة المختزنـة في المجـال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة عندما تُنقل القدرة من المصدر الى المتسعـــــة ، والأجزاء السالبـــة من المنحني تُمثل مقدار القدرة المُعـادة للمصدر عندمـــا تُعاد جميع هذه القدرة الى المصدر .

سؤال لماذا يُفضل استعمـال محث صرف في التحكم بتيـار التفريغ في مصباح الفلورسنت ولا تُستعمل مقاومة صرف ؟

الجواب لأن المحث عندما يكون صرف لا يستهلك (لا يُبدد) قدرة ($P_{dissipated} = 0$) ، بينما المقاومة تستهلك (تُبدد) قدرة ($P_{dissipated} = I^2 R$) .

سؤال مـــا هي مميزات دائرة رنين التوالي الكهربائيـة التي تحتوي (مقـــاومـة صرف و محث صرف ومتسعة ذات سعة صرف) ومذبذب كهربائي ؟

الجواب مميزات دائرة رنين التوالي الكهربائية :

(1) ترددها (f) يســاوي التردد الزاوي الرنيني (f_r) وهذا يجعل ($X_L = X_C$) وعندئذٍ تكون الرادة المحصلـة ($X = X_L - X_C = 0$) وكذلك تكون ($V_L = V_C$) وعندئذٍ تكون ($V = V_L - V_C = 0$) .

(2) تمتلك خواص مقاومة أومية صرف ، لأن : ($Z = R$) .

(3) متجه الطور للفولطية (V_m) ومتجه الطور للتيار (I_m) يكونان بطور واحد ، أي أن زاويـة فرق الطور (ϕ) بينهما تساوي صفراً .

(4) عامل القدرة (Pf) يساوي الواحد الصحيح ، لأن : $Pf = \cos\phi = \cos 0 = 1$

(5) مقدار القدرة الحقيقية (P_{real}) يساوي مقدار القدرة الظاهرية (P_{app}) ، لأن :

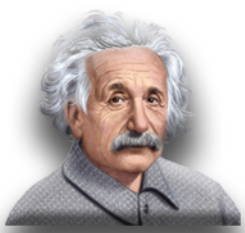
$$Pf = \frac{P_{real}}{P_{app}} \quad \Rightarrow \quad 1 = \frac{P_{real}}{P_{app}} \quad \Rightarrow \quad P_{real} = P_{app}$$

(6) التيار المنساب فيها يكون بأكبر مقدار لأن ممانعتهـــا (Z) تكون بأقل مقدار ، ويعتمد مقدار التيار على مقدار المقاومة ($I_r = \frac{V}{R}$) .

سؤال ما مقدار عامل القدرة في دائرة تيار متناوب (مع ذكر السبب) ، إذا كان الحمل فيها يتألف من :

(1) مقاومة صرف . (2) محث صرف . (3) متسعة ذات سعة صرف .

(4) ملف ومتسعة والدائرة متوالية الربط ليست في حالة رنين .



سلسلة أينشتاين الخليج

إعداد الأستاذ / رامي عبد الفتاح

الجواب عندما يكون الحمل :

1. **مقاومة صرف :** $Pf = \cos\phi = \cos 0 = 1$

السبب : متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار يكونان بطور واحد ، أي أن : ($\phi = 0$) .

2. **محث صرف :** $Pf = \cos\phi = \cos 90 = 0$

السبب : متجه الطور للفولطية يسبق متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور ($\phi = 90$) ،

وتوجد معاكسة لتغير التيار (زادة الحث) : $X_L = 2\pi f L$

3. **متسعة ذات سعة صرف :** $Pf = \cos\phi = \cos 90 = 0$

السبب : متجه الطور للتيار يسبق متجه الطور لفولطية بزاوية فرق طور ($\phi = 90$) ،

وتوجد معاكسة لتغير التيار (زادة السعة) : $X_C = \frac{1}{2\pi f L}$

4. **ملف ومتسعة والدائرة ليست في حالة رنين :** $1 > Pf > 0$ لأن زاوية فرق الطور (ϕ) تكون : $0 < \phi < 90°$

السبب : توجد ممانعة كلية بالدائرة (Z) وهي المعاكسة المشتركة للمقاومة والزادة .

سؤال **ربط مصباح كهربائي على التوالي مع متسعة ذات سعة صرف ومصدراً 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 الواطئة تزداد X_C فيقل التيار في الدائرة ، لذا يكون المصباح أقل توهجاً .

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

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

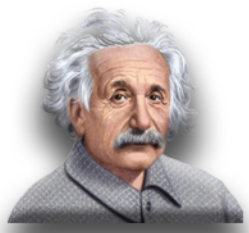
سؤال **ربط مصباح كهربائي على التوالي مع محث صرف ومصدراً للتيار المتناوب ، عند أي من الترددات الزاوية العالية أم الواطئة يكون المصباح أكثر توهجاً ؟ وعند أي منها يكون المصباح أقل توهجاً (بثبوت مقدار فولطية المصدر) ؟ وضح ذلك .**

الجواب

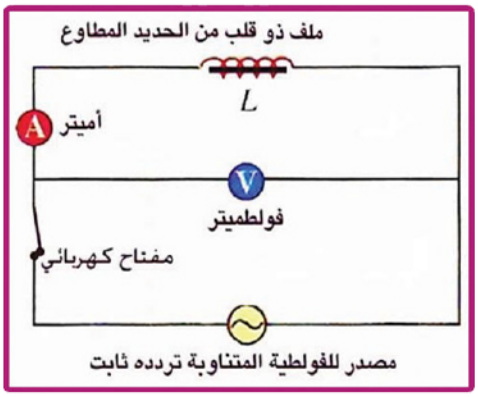
- عند الترددات الزاوية العالية تزداد X_L فيقل التيار في الدائرة ، لذا يكون المصباح أقل توهجاً .
- عند الترددات الزاوية الواطئة تقل X_L فيزداد التيار في الدائرة ، لذا يكون المصباح أكثر توهجاً .

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

$$\therefore I_L = \frac{V_L}{X_L} \quad \Rightarrow \quad I_L \propto \frac{1}{X_L} \qquad L \text{ بثبوت}$$



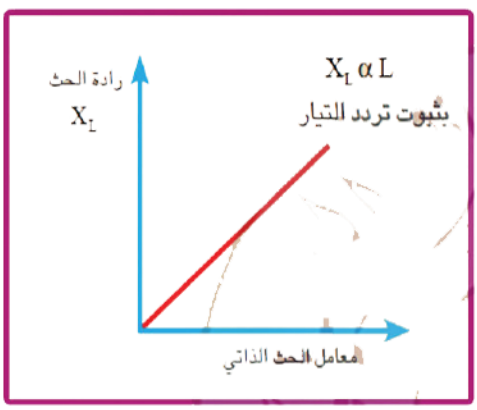
- نُدخل قلب الحديد تدريجياً في جوف الملف مع المحافظة على بقاء مقدار الفولطية بين طرفي الملف ثابتاً (بمراقبة قراءة الفولطميتر) .
- نُلاحظ حصول نقصان في قراءة الأميتر ، وذلك بسبب إزدياد مقدار رادة الحث (لأن إدخال قلب الحديد في جوف الملف يُزيد من مُعامل الحث الذاتي للملف) .



الاستنتاج

نستنتج من النشاط أن رادة الحث (X_L) تتناسب طردياً مع مُعامل الحث الذاتي للملف (L) بثبوت تردد التيار (f) .

الشكل المجاور يوضح مخططاً بيانياً يمثل العلاقة الطردية بين رادة الحث (X_L) ومُعامل الحث الذاتي (L) .



الأمثلة والمسائل

سؤال

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

1. معامل الحث الذاتي للملف .
2. زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار مع رسم مخطط طوري للممانعة .
3. عامل القدرة .
4. كل من القدرة الحقيقية والقدرة الظاهرية .

الحل

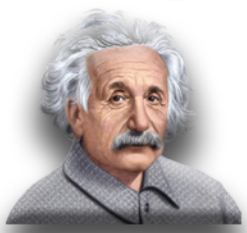
- عند ربط الملف الى المصدر المستمر (البطارية) فإن :

1) $R = \frac{V}{I} = \frac{20}{5} = 4\ \Omega$

- وعند ربط الملف الى المصدر المتناوب فإن :

$Z = \frac{V_T}{I_T} = \frac{20}{4} = 5\ \Omega$

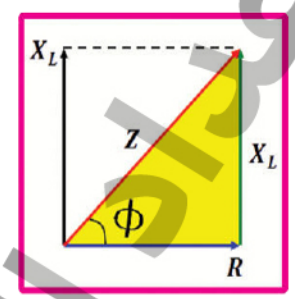
$Z^2 = R^2 + X_L^2 \quad \Rightarrow \quad (5)^2 = (4)^2 + X_L^2$



إعداد الأستاذ / رمضان عبد الفتاح

$$X_L^2 = 25 - 16 = 9 \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} X_L = 3\ \Omega$$

$$X_L = 2\pi f L \quad \Rightarrow \quad L = \frac{X_L}{2\pi f} = \frac{3}{2 \times \frac{22}{7} \times \frac{700}{22}} = 0.015\ H$$



2. $tan\phi = \frac{X_L}{R} = \frac{3}{4} \quad \Rightarrow \quad \phi = 37°$

3. $Pf = cos\phi = \frac{R}{Z} = \frac{4}{5} = 0.8$

4. $P_{real} = I_R^2 . R = 16 \times 4 = 64\ W$

$P_{app} = I_T . V_T = 4 \times 20 = 80\ VA$

موذد R و.ذ.ر

سؤال

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

1. سعة المتسعة التي تجعل الممانعة الكلية في الدائرة ($150\ \Omega$) .
2. عامل القدرة في الدائرة وزاوية فرق الطور بين الفولطية الكلية والتيار .
3. ارسم المخطط الطوري للممانعة .
4. تيار الدائرة .
5. كل من القدرة الحقيقية (المستهلكة) والقدرة الظاهرية (المجهزة للدائرة) .

الحل

1. بما أن : $Z = R$ ، فإن الدائرة في حالة رنين

$$\therefore \quad f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \xrightarrow{\text{بتربيع الطرفين}} f_r^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC}$$

$$\therefore \quad C = \frac{1}{4\pi^2 L f_r^2} = \frac{1}{4\pi^2 \times 0.2 \times \frac{250000}{\pi^2}} = \frac{1}{200000} = 5 \times 10^{-6} = 5\ \mu F$$

2. بما أن الدائرة في حالة رنين تكون زاوية فرق الطور ($\phi = 0$) ، فإن :

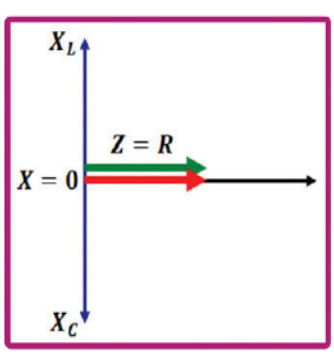
$$Pf = cos\phi = cos\ 0 = 1$$

4. $I_r = \frac{V_T}{R} = \frac{300}{150} = 2\ A$

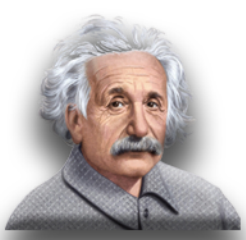
5. $P_{real} = I^2 . R = 4 \times 150 = 600\ W$

$P_{app} = I_T . V_T = 2 \times 300 = 600\ VA$

3.



إعداد الأستاذ / رامي عبد الفتاح



سؤال

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

1. التيار في فرع المقاومة والتيار في فرع المتسعة .
2. التيار الكلي .
3. زاوية فرق الطور بين التيار الكلي والفولطية مع رسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات .
4. معامل الحث الذاتي للمحث .

الحل

■ بما أن الدائرة متوازية الربط ، فإن : $V_T = V_R = V_L = V_C = 100\ V$

1) $P_{real} = I_R \cdot V_R \Rightarrow I_R = \frac{P_{real}}{V_R} = \frac{80}{100} = 0.8\ A$

$$X_C = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2\pi \times \frac{100}{\pi} \times 20 \times 10^{-6}} = \frac{1}{4000 \times 10^{-6}} = 250\ \Omega$$

$$I_C = \frac{V_C}{X_C} = \frac{100}{250} = 0.4\ A$$

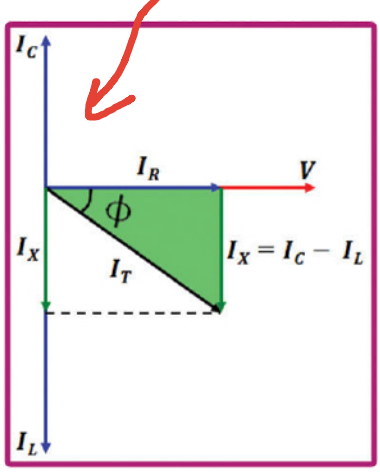
2) $Pf = cos\phi = \frac{I_R}{I_T} \Rightarrow I_T = \frac{I_R}{Pf} = \frac{0.8}{0.8} = 1$

3) $I_T^2 = I_R^2 + (I_C - I_L)^2 \Rightarrow 1 = 0.64 + (I_C - I_L)^2$

$\therefore (I_C - I_L)^2 = 1 - 0.64 = 0.36 \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} (I_C - I_L) = 0.6$

بما أنه للدائرة خواص حثية ، فإن : $(I_C - I_L) = -0.6\ A$

$$tan\phi = \frac{I_C - I_L}{I_R} = \frac{-0.6}{0.8} = \frac{-3}{4} \Rightarrow \phi = -37°$$



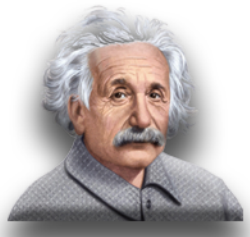
4) $(I_C - I_L) = -0.6 \Rightarrow 0.4 - I_L = -0.6$

$\therefore I_L = 0.4 + 0.6 = 1$

$$X_L = \frac{V_L}{I_L} = \frac{100}{1} = 100\ \Omega$$

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

إعداد الأستاذ / رامي عبد الفتاح



سؤال

مصدر للفولطية المتناوبة تردده الزاوي ($400\ rad/s$) وفرق الجهد بين قطبيه ($500\ V$) ربط بين قطبيه على التوالي [متسعة سعتها ($10\ \mu F$) وملف معامل حثه الذاتي ($0.125\ H$) ومقاومته ($150\ \Omega$)] ، ما مقدار :

1. الممانعة الكلية وتيار الدائرة .
2. فرق الجهد عبر كل من المقاومة والمحث والمتسعة .
3. زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار ، وما خصائص هذه الدائرة ؟
4. عامل القدرة .

الحل

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

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{400 \times 10 \times 10^{-6}} = 250\ \Omega$$

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

$$= 22500 + 40000 = 62500 \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} Z = 250\ \Omega$$

$$I_T = \frac{V_T}{Z} = \frac{500}{250} = 2\ A$$

2. $V_R = I \cdot R = 2 \times 150 = 300\ V$

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

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

3. $\tan \phi = \frac{X_L - X_C}{R} = \frac{50 - 250}{150} = \frac{-200}{150}$

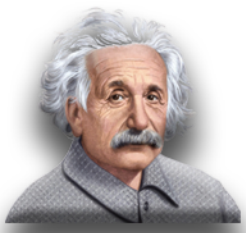
$\Rightarrow \phi = -53°$ وخصائص الدائرة سعوية

4. $Pf = \frac{R}{Z} = \frac{150}{250} = 0.6$

سؤال

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

1. معامل الحث الذاتي للملف وتيار الدائرة .
2. كل من زادة الحث وزادة السعة .
3. زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار وما مقدار عامل القدرة .
4. عامل النوعية للدائرة .
5. سعة المتسعة التي تجعل متجه الطور للفولطية الكلية يتأخر عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور ($\frac{\pi}{4}$) .



إعداد الأستاذ / رامي عبد الفتاح

الحل

بما أن القدرة الحقيقية تساوي القدرة الظاهرية ، فإن الدائرة في حالة رنين .

1 $\omega_r = \frac{1}{\sqrt{L\,C}} \xrightarrow{\text{بتربيع الطرفين}} \omega_r^2 = \frac{1}{L\,C}$

$\therefore\ L = \frac{1}{\omega_r^2 \,.\, C} = \frac{1}{10^8 \times 50 \times 10^{-9}} = \frac{1}{5} = 0.2\ H$

بما أن الدائرة في حالة رنين ، فإن : $Z = R$

$\therefore\ I_r = \frac{V_T}{R} = \frac{400}{500} = 0.8\ A$

2 $X_C = \frac{1}{\omega_r\, C} = \frac{1}{10^4 \times 50 \times 10^{-9}} = \frac{1}{5 \times 10^{-4}} = \frac{1 \times 10^4}{5} = 2000\ \Omega$

$X_L = X_C = 2000\ \Omega$ ← لأن الدائرة في حالة رنين

3 $\phi = 0 \quad \Rightarrow \quad Pf = 1$

4 $Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}} = \frac{1}{500} \times \sqrt{\frac{0.2}{50 \times 10^{-9}}} = \frac{1}{500} \times \sqrt{\frac{1}{25 \times 10^{-8}}}$

$= \frac{1}{500} \times \frac{1}{5 \times 10^{-4}} = \frac{1}{500} \times \frac{1 \times 10^4}{5} = \frac{1}{500} \times 2000$

$\therefore\ Q = 4$

5 $\tan\phi = \frac{X_L - X_C}{R}$

بما أن متجه الطور للفولطية الكلية يتأخر عن متجه الطور للتيار ، فهذا يعني أن الزاوية في الربع الرابع فنعوض عن ϕ بقيمة سالبة ، أي أن :

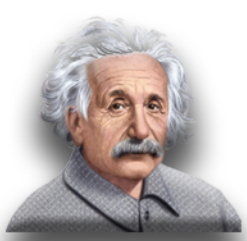
$\tan\left(-\frac{\pi}{4}\right) = \frac{2000 - X_C}{500} \quad \Rightarrow \quad -1 = \frac{2000 - X_C}{500}$

$-500 = 2000 - X_C \quad \Rightarrow \quad X_C = 2000 + 500 = 2500\ \Omega$

$X_C = \frac{1}{\omega\, C} \quad \Rightarrow \quad C = \frac{1}{\omega\, X_C} = \frac{1}{10^4 \times 2500} = \frac{1 \times 10^{-6}}{25}$

$\therefore\ C = 0.04 \times 10^{-6}\ F = 40 \times 10^{-9}\ F = 40\ nF$

إعداد الأستاذ / رامي عبد الفتاح



سؤال

ربط ملف معامل حثه الذاتي ($\frac{\sqrt{3}}{\pi}\ mH$) بين قطبي مصدر للفولطيـــة المتناوبة فرق جهده $(100\ V)$ فكانت زاوية فرق الطور ϕ بين مُتجه الطور للفولطية الكليـــة ومتجه الطور للتيار ($60°$) ومقدار التيار المنســـاب في الدائرة ($10\ A$) ما مقدار :

1. مقاومة الملف .
2. تردد الدائـرة .

الحل

1. $Z = \frac{V_T}{I_T} = \frac{100}{10} = 10\ \Omega$

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

$cos\ 60° = \frac{R}{10} \quad \Rightarrow \quad R = cos\ 60 \times 10 = 5\ \Omega$

2. $Z^2 = R^2 + X_L^2$

$(10)^2 = (5)^2 + X_L^2 \quad \Rightarrow \quad X_L^2 = 100 - 25$

$X_L^2 = 75 \xrightarrow{\text{بجذر الطرفين}} X_L = 5\sqrt{3}\ \Omega$

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

$\Rightarrow \quad f = 2500\ Hz$

سؤال

مصدر للفولطية المتناوبة ، ربط بين طرفيه مقاومة صرف مقدارهـــا ($250\ \Omega$) فرق الجهد بين طرفي المصدر يعطى بالعلاقة التالية : $V_R = 500\ sin\ (200\pi t)$

1. أكتب العلاقة التي يعطى بها التيار في هذه الدائرة .
2. إحسب المقدار المؤثر للفولطية والمقدار المؤثر للتيار .
3. إحسب تردد الدائرة والتردد الزاوي للدائرة .

الحل

1. $I_m = \frac{V_m}{R} = \frac{500}{250} = 2\ A$

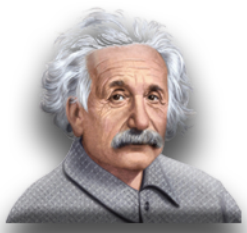
$I_R = I_m\ sin\ (\omega t) \quad \Rightarrow \quad I_R = 2\ sin\ (200\ \pi t)$

2. $V_{eff} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = \frac{500}{1.414} = 353.3\ V$

$I_{eff} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{2}{1.414} = 1.414\ A$

3. $\omega t = 200\ \pi t \quad \Rightarrow \quad \omega = 200\ \pi = 200 \times 3.14 = 628\ rad/s$

$\omega = 2\ \pi\ f \quad \Rightarrow \quad f = \frac{\omega}{2\ \pi} = \frac{200\ \pi}{2\ \pi} = 100\ Hz$



إعداد الأستاذ راضي عبد الله

ملاحظات

إعداد الأستاذ/ رامي عبد الفتاح