الفصل الثالث
التيار المتناوب
طريقة التدريس : باستخدام استراتيجية السكالات التعليمية

انتباه :

عزيزي المدرس . . اليك تلخيصاً لمراحل استراتيجية السكالات التعليمية .

المرحلة الاولى : التقديم :

في هذه المرحلة يعطي المدرس فكرة عامة عن الدرس مع استخدام التلميحات والتساؤلات المثيرة والتفكير مع الطلبة في عناصر الدرس .

المرحلة الثانية : الممارسة الجماعية :

هنا يشارك المدرس طلبته في بعض افكار الدرس ويطرح عليهم التساؤلات تاركاً لهم الاجابة عنها ، وبالامكان ان يجعل الطلبة يعملون في مجموعات صغيرة يعقبها بتقسيم اصغر بحيث يعمل كل طالبين معاً .

المرحلة الثالثة : التعلم الفردي :

في هذه المرحلة يترك كل طالب ليتعلم بمفرده تحت اشراف المدرس ، كما يشترك المدرس مع الطلبة في تدريس تبادلي .

المرحلة الرابعة : التغذية الراجعة :

في هذه المرحلة يعطي المدرس تغذية راجعة وتصحيحاً لأخطاء الطلبة ثم يطلب من كل طالب بعد ذلك استخدام التغذية الراجعة ذاتياً .

المرحلة الخامسة : نقل المسؤولية للمتعلم :

تنقل جميع المسؤوليات التعليمية من المدرس الى الطالب وإلغاء الدعم المقدم له من المدرس مع مراجعة أداء الطالب دورياً حتى يصل لإتقان التعلم ، وبعد نقل المسؤولية الى الطالب تزداد درجة استقلالية الطالب فيترك ليتعلم بمفرده دون تدخل المدرس مع التمهيد لممارسة تعليمية اخرى يقوم بها الطالب بمفرده .

المرحلة السادسة : تقديم ممارسة مستقلة للمتعلم :

يقدم المدرس مواقف تعليمية جديدة للطالب ، ويمارس الطالب نشاطه بشكل فردي لتوسيع وتعميق فهم الطالب للموضوع .

درس تطبيقي بأستخدام استراتيجية السكالات التعليمة :

الموضوع : الرنين في دوائر التيار المتناوب

اولاً : الاهداف الخاصة : اكساب الطلبة معلومات علمية بصورة وظيفية عن موضوع الرنين في دوائر التيار المتناوب من خلال دراستهم المعلومات الآتية :

1 – يقصد برادة الحث لملف ينساب فيه التيار المتناوب على انها المعاكسة يبديها المحث للتغير في تردد التيار المنساب فيه بسبب خاصية المحاثة للملف فيه .

2 – يعبر رياضياً عن رادة الحث لملف ينساب فيه تيار متناوب بالعلاقة : $X_L = 2\pi fL$

3 – يقصد برادة السعة لمتسعة ينساب فيها تيار متناوب على انها المعاكسة التي تبديها المتسعة للتغير في تردد الفولطية الموضوعة في الدائرة.

4 – يعبر رياضياً عن رادة السعة لمتسعة يمر بها تيار متناوب بالعلاقة : $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$

5 – رادة الحث تتناسب طردياً مع كل من تردد تيار الدائرة ومعامل الحث الذاتي للملف .

6 – رادة السعة تتناسب عكسياً مع كل من مقدار تردد فولطية المصدر وسعة المتسعة .

7 – يحدث الرنين في دوائر التيار المتناوب عندما تتساوى قيمتا رادة الحث مع رادة السعة . $\left(X_L = X_C\right)$

8 – تكون زاوية الطور صفراً عندما يتطابق متجه الطور للفولطية مع متجه الطور للتيار.

9 – يعبر عن تردد الرنين بالعلاقة . $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

10 – للرنين الكهربائي تطبيقات مهمة في اجهزة الاستقبال اللاسلكية (الراديو) .

ثانياً : الاغراض السلوكية : بعد دراسة هذا الفصل يكون الطالب قادراً على ان :

1 – يعرف مفهوم رادة الحث لملف يمر به تيار متناوب.

2 – يعرف مفهوم رادة السعة لمتسعة يمر بها تيار متناوب .

3 – يعبر عن رادة الحث بعلاقة رياضية .

4 – يعبر عن رادة السعة بعلاقة رياضية .

5 – يوضح المقصود بالرنين الكهربائي في دوائر التيار المتناوب .

6 – يكتب شرطاً اساسياً لحدوث الرنين في دوائر التيار المتناوب .

7 – يشتق علاقة رياضية لحساب التردد الرنيني .

8 – يطبق علاقة التردد الرنيني في حل مسائل رياضية .

9 – يشرح الاهمية العملية لدراسة الرنين في دوائر التيار المتناوب .

10 – يرسم شكلاً للعلاقة البيانية بين التيار والتردد محدداً التردد الرنيني على الشكل .

ثالثاً : المواد والوسائل التعليمية :

السبورة والطباشير ، أوراق عمل الطلبة خلال مراحل الأنموذج ، عرض التقارير العلمية حول الرنين الكهربائي

رابعاً : خطوات تدريس الموضوع وفقاً لاستراتيجية السكالات التعليمية :

المرحلة الاولى : مرحلة التقديم

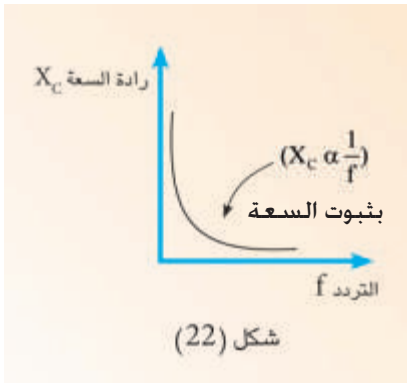
عزيزي المدرس.. أعط لطلبتك فكرة عامة عن الدرس وادعم هذه الفكرة ببعض التساؤلات محاولاً من خلالها إثارة تفكير الطلبة بمادة الدرس وعلى النحو الآتي :

اعزائي الطلبة .. سوف ندرس اليوم موضوعاً غاية في الاهمية العملية لدوائر التيار المتناوب .. وهو الرنين في دوائر التيار المتناوب او الرنين الكهربائي وفي دروس سابقة تعلمنا ان : $X_C \alpha \frac{1}{f}$

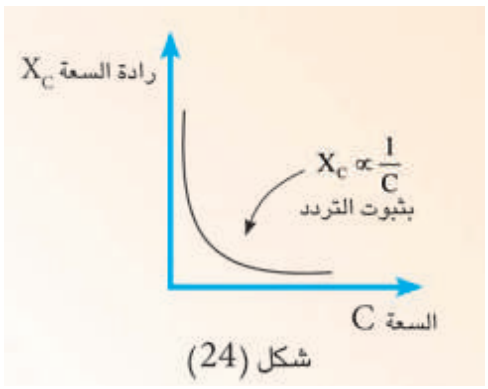
– رادة السعة تتناسب عكسياً مع تردد فولطية المصدر بثبوت سعة المتسعة .

– رادة السعة تتناسب عكسياً مع مقدار سعة المتسعة بثبوت تردد فولطية المصدر . $X_C \alpha \frac{1}{C}$

وعبرنا عن ذلك بيانيا بالشكلين الاتيين :



شكل (22)



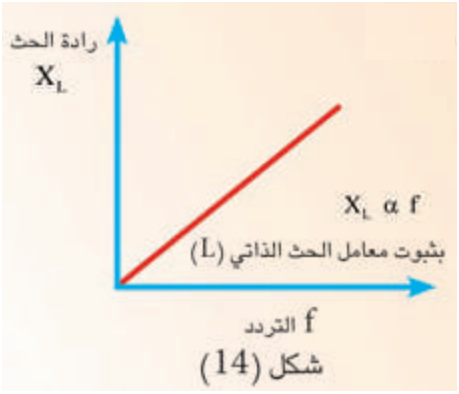
شكل (24)

وفي دراستنا السابقة ايضا تعلمنا ان :

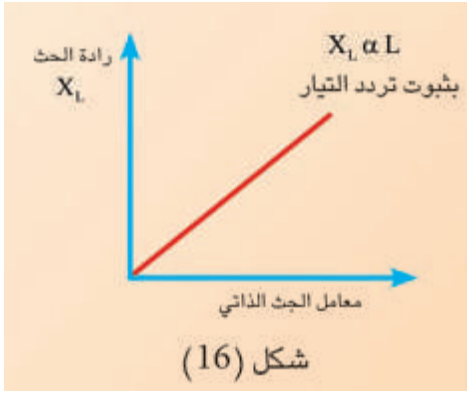
– رادة الحث تتناسب طردياً مع تردد تيار الدائرة . $X_L \alpha f$ بثبوت معامل الحث الذاتي (L)

– رادة الحث تتناسب طردياً مع معامل الحث الذاتي للملف . $X_L \alpha L$ بثبوت تردد التيار

وعبرنا عن ذلك بالشكلين الاتيين :



شكل (14)



شكل (16)

ان الاهمية العلمية لدوائر التيار المتناوب (L-R-C) المتوالية الربط تكمن في الطريقة التي تتجاوب فيها مثل هذه الدوائر مع مصادر ذوات ترددات مختلفة ، والتي تجعل القدرة المتوسطة المنتقلة الى الدائرة باكبر مقدار لقد تعلمنا في دروس سابقة انه اذا كانت $(X_L > X_C)$ اصبحت زاوية الطور Φ موجبة واذا كانت $(X_L < X_C)$ اصبحت زاوية الطور Φ سالبة .

س) دعونا نتسائل عما سيحدث لو كانت $(X_L = X_C)$ بمعنى عندما تتساوى قيمتا رادة الحث ورادة السعة .

اخي المدرس . . التقط عدداً من اجابات الطلبة لهذا السؤال ، وحرك تفكير الطلبة لاستكشاف المعنى والتفسير العلمي لذلك بعد ذلك اخبرهم .

ان معنى ذلك ان زاوية فرق الطور Φ ستصبح صفراً اي ان متجه الطور للفولطية المطبقة على الدائرة يتطابق مع متجه الطور للتيار . وعند توفر هذا الشرط في دائرة التوالي يقال ان الدائرة في حالة رنين .

س) ماذا تتوقعون بشأن ممانعة الدائرة ؟ بعد مناقشة هذا السؤال . اخبرهم .

ان مقدار ممانعة الدائرة عندئذ يصبح أقل ما يمكن وتساوي (R) وأما التيار المتكون في الدائرة فيحصل على اعلى قيمة ممكنة .

ولكي تحدث حالة الرنين في دائرة التوالي يجب ان يكون تردد الفولطية المسلطة مساوياً لقيمة محدودة تدعى تردد الرنين ويرمز له بالحرف (f_r)

والآن اعزائي الطلبة لنتسائل مرة اخرى :

س) ما اهمية دراسة الرنين في دوائر التيار المتناوب ؟

ان الغرض من دائرة الرنين اختيار محطة الاذاعة المراد سماعها ، ففي اجهزة الاستقبال اللاسلكية (الراديو) تكون دائرة الرنين متصلة بهوائي (ايريال) جهاز الاستقبال فعندما تصل الى الهوائي موجات محطات الاذاعة المختلفة التردد فأنها تؤثر في الهوائي وتولد فيه تيارات لها تردد الموجات ولكن دائرة الرنين تسمح فقط بمرور التيار الذي يتفق تردده مع ترددها . فاذا اردنا الاستماع الى اذاعة محطة معينة فأننا نغير من تردد دائرة الرنين بتغيير سعة المتسعة او معامل الحث الذاتي للملف ، فينساب التيار الذي تولده موجات هذه المحطة في هوائي جهاز الاستقبال وينساب التيار المتردد في جهاز الاستقبال ويخضع لعمليات معينة منها تقويمية وتكبيره ثم فصل التيار المعبر عن الصوت فيمر مكبر الصوت محدثا صوتاً مشابهاً للصوت الموجه الى ميكروفون الاذاعة .

ويمكن تشبيه مايحدث في دائرة الرنين ، بالرنين في الصوت ، فمثلاً عندما يتساوى تردد شوكتين رنانتين مهتزتين يقوى الصوت وعندما يختلف ترددهما يضعف الصوت .

س) متى يقال ان الدائرة هي دائرة الرنين ؟

ج) يقال للدائرة انها دائرة رنين اذا تجاوبت هذه الدائرة مع إشارات اخرى ترددها يساوي التردد الطبيعي للدائرة .

المرحلة الثانية : الممارسة الجماعية

عزيزي المدرس في هذه المرحلة اطرح اسئلة واترك لطلبتك الاجابة عنها ، اجعل الطلبة يعملون في مجموعات صغيرة او مجموعات اصغر كأن يعمل كل طالبين سوية .

ونحن مقترح عليك .. ان يكون السؤال التالي والمتعلق باشتقاق التردد الرنيني عملهم .

(س) ما الشرط اللازم لحدوث حالة الرنين ؟

ج) $(X_L = X_C)$ وعندها يكون تردد الدائرة يساوي التردد الرنيني.

(س) باستخدامك لشرط حدوث الرنين ، اشتق علاقة يمكن من خلالها حساب التردد الرنيني ؟ :

ج)

$$X_L = X_C$$

$$2\pi fL = 2\pi fC$$

$$f^2 = \frac{1}{4\pi^2} \cdot \frac{1}{LC}$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

وعند انتهاء المجموعات من الاجابة عن السؤالين السابقين انتقل الى المرحلة الثالثة من الاستراتيجية محاولاً من خلالها منح كل طالب فرصة العمل الفردي ، من خلال الاجابة عن اسئلة اخرى تطرح لمناقشتها .

ناقش طلبتك بطبيعة العلاقة التي تربط التردد بكل من سعة المتسعة ومعامل الحث .

المرحلة الثالثة : التعلم الفردي .

عزيزي المدرس : في هذه المرحلة اعط فرصة التعلم الفردي لكل طالب بمفرده .. فإن ذلك ادعى لبناء الخبرة والمعنى بشكل مستقل على ان يكون ذلك تحت اشرافك وتوجيهك . والآن اطرح التساؤلات التالية ليحاول كل طالب الاجابة عنها .

س1 – يحدث التردد الرنيني عندما :

a– رادة الحث (X_L)= رادة السعة (X_C)

b – رادة الحث (X_L) < رادة السعة (X_C)

c – رادة الحث (X_L) > رادة السعة (X_C)

d– رادة الحث (X_L) = المقاومة في الدائرة

س2 – العلاقة المستخدمة لحساب قيمة التردد الرنيني (f_r) هي :

$$f_r = 2\pi\sqrt{\frac{C}{L}} \quad \text{– a}$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{1}{LC}} \quad \text{–b}$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{L}{C}} \quad \text{–c}$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{–d}$$

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \text{(ج}$$

س3 – لاحظ الشكل البياني

واجب عن الاسئلة الاتية :

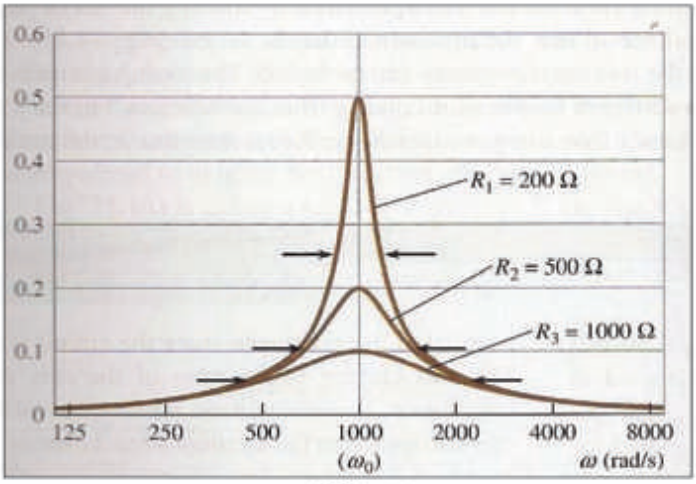
1 – ما الذي يوضحه هذا الشكل البياني ؟

ج – يبين تأثير مقدار المقاومة في مقدار منحنى التيار عند التردد الرنيني.

2 – كيف تجد تردد الرنين ؟

ج – مؤشر على الرسم .

3 – متى وكيف يزداد التيار وصولاً لمقداره الأعظم (ذروته) ؟



شكل (38)

ج– بتغير التردد الرنيني (f_r) للدائرة وذلك بتغير مقدار سعة المتسعة (C) او تغير معامل الحث الذاتي (L) للحث .

س 4 – في دائرة متوالية الربط تحتوي على مقاومة ومحث ومتسعة (RLC) حتى يقال عنها ما يأتي :

1 – الدائرة تعمل بخواص حثية .

ج– اذا كان تردد الدائرة المتوالية اكبر من التردد الرنيني ، لانه تكون $(X_L > X_C)$ وكذلك تكون $V_L > V_C$

2 – الدائرة تعمل بخواص سعوية .

ج– اذا كان تردد الدائرة اصغر من التردد الرنيني ، لانه تكون $(X_L < X_C)$ وكذلك تكون $V_L < V_C$

3 – الدائرة بخواص مقاومة صرف .

ج– اذا كان تردد الدائرة يساوي التردد الرنيني ، لانه تكون $(X_L = X_C)$ وكذلك تكون $V_L = V_C$

س5 – عرف ما يأتي :

1) رادة الحث لملف .

ج– هي المعاكسة التي يبديها المحث لتردد التيار المتناوب بسبب الحث الذاتي فيه ويعبر عنها بالعلاقة :

$$X_L = 2\pi fL$$

2) رادة السعة لمتسعة :

ج– هي المعاكسة التي تبديها المتسعة لتردد فولطية المصدر نتيجة لسعتها ويعبر عنها بالعلاقة :

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

س6 – ملف معامل حث ذاتي H (0.05) ينساب فيه تيار متناوب تردده 35Hz احسب رادة الحث للملف لهذا التيار.

س7 – متسعة سعتها ($14\mu F$) إحسب رادة السعة لتيار تردده (50Hz) .

المرحلة الرابعة : التغذية الراجعة

عزيزي المدرس : يمكنك في هذه المرحلة ان تراجع ما توصل اليه طلبتك من اجابات عن الاسئلة التي طرحناها في المرحلة الثالثة ، وعليك ان تصحح اية اخطاء محتملة لاجابات هذه الاسئلة ، فتصحيحك لهذه الاخطاء هي التغذية الراجعة Feed Back التي تقدمها لهم . وعليك أن لاتنسى ان تقف على اخطاءهم المفاهيمية وتفسيراتهم غير السليمة علمياً وان تناقش هذه الاجابات وصولاً للفهم العلمي السليم لمفهوم الرنين وما يتفرع عنه من مفاهيم تتصل به .

المرحلة الخامسة : نقل المسؤولية للمتعلم .

في هذه المرحلة احرص عزيزي المدرس على نقل مسؤولياتك التعليمية الى المتعلم ، وألغ الدعم المقدم له ونقترح عليك بتكليف طالب او اكثر باستخدام السبورة لحل سؤالٍ من أسئلة نهاية الفصل وهكذا يمكنك تكليف اكثر من طالب في هذه المرحلة للقيام بهذا الاداء.

المرحلة السادسة : تقديم ممارسة مستقلة للمتعلم :

عزيزي المدرس بتحقيق هذه المرحلة يمكنك اختيار الاتي :

1 – تكليف بعض الطلبة بتقديم تقرير علمي قصير عن (الرنين في دوائر التيار المتناوب) ويخصص 10 دقائق لعرض التقرير بداية الحصة اللاحقة .

2 – تكليف الطلبة بحل عدد من الاسئلة كواجب بيتي والمتعلقة بالموضوع .

وينبغي لك عدم الاستهانة بهذه المرحلة لانه تعلم الطالب سيزداد كلما ازدادت درجة استقلاليته وتركه ليتعلم بمفرده .

خامساً : تقويم التعليم

عزيزي المدرس . . لاحظ اننا وزعنا الاسئلة لهذا المحور من الخطة على كافة مراحل الانموذج ولذلك كان التقويم يسير جنباً الى جنب مع عمليات التعلم بمعنى انه تقويمي تكويني .

حل أسئلة الفصل الثالث

التيار المتناوب

س1 – اختر العبارة الصحيحة لكل من العبارات الاتية :

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

a – يساوي صفراً ومتوسط التيار يساوي صفراً .

b– يساوي صفراً ومتوسط التيار يساوي نصف المقدار الاعظم للتيار .

c – نصف المقدار الاعظم للقدرة ومتوسط التيار يساوي صفراً .

d – نصف المقدار الاعظم للقدرة ومتوسط التيار يساوي نصف المقدار الاعظم للتيار .

الجواب :

c – نصف المقدار الاعظم للقدرة متوسط التيار يساوي صفراً .

التوضيح للمدرس :

القدرة المتوسطة $P_{av} = \frac{I_m V_m}{2}$ ومتوسط التيار (I_{av}) يساوي صفراً لدورة كاملة او للعدد صحيح من الدورات الكاملة في دوائر التيار المتناوب فهو دالة جيبية .

2 – دائرة تيار متناوب متوازية الربط تحتوي محث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف $(L - C - R)$ لايمكن أن 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 $(\Phi = \pi / 2)$

c – التيار خلال المقاومة والتيار خلال المتسعة يكونان بالطور نفسه $(\Phi = 0)$

d – التيار خلال المحث يتأخر عن التيار خلال المقاومة وبفرق طور $(\Phi = \pi / 2)$

الجواب : (c) التيار خلال المقاومة والتيار خلال المتسعة يكونان بالطور نفسه $(\Phi = 0)$

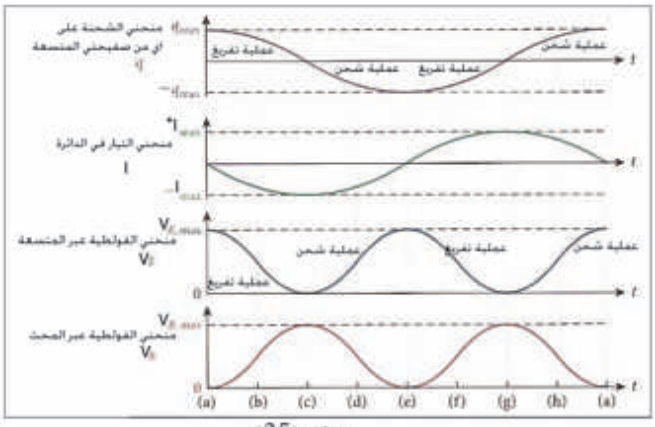
التوضيح للمدرس : في الدائرة المذكورة آنفاً اذا كان مقدار I_C أكبر من مقدار I_L فأن للدائرة خصائص سعوية يكون عندئذ متجه الطور للتيار الكلي I_T متقدم عن متجه الطور للفولطية V بزاوية فرق طور Φ موجبة .

واذا كان I_C أصغر من I_L فأن للدائرة خصائص حثية فأن متجه الطور للتيار الكلي I_T يتأخر عن متجه لطور للفولطية V بزاوية فرق طور Φ سالبة .

3 – في دائرة الإهتزاز الكهرومغناطيسي عند اللحظة التي يكون فيها مقدار التيار صفراً تكون الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة فيها :

a – صفراً، b – بأعظم مقدار، c – نصف مقدارها الأعظم، d – تساوي 0.707 من مقدارها الأعظم

الجواب : (b) بأعظم مقدار .



شكل (35)

التوضيح للمدرس : عندما تكون الطاقة المختزنة في المجال الكهربائي بين صفيحتي المتسعة بأعظم مقدار يكون عند هذه اللحظة تيار الدائرة صفراً ويكون مقدار فرق جهد المتسعة في مقداره الأعظم(المتسعة تشحن بأعظم مقدار) وبعد ذلك تبدأ المتسعة بتفريغ شحنتها وفي هذه اللحظة يتناقص فرق جهد المتسعة وينساب تيار في المحث مولداً مجالاً مغناطيسياً مختزناً فيه قسم من الطاقة الكلية للدائرة ، وعندما تتفرغ المتسعة تماماً من جميع شحنتها يعني أن تياراً ينساب خلال المحث ويكون في قيمته العظمى وعندئذ تكون جميع طاقة الدائرة قد أختزنت في المجال المغناطيسي للمحث. ويحصل الإهتزاز الكهرومغناطيسي في الدائرة جراء تناوب إختزان الطاقة بين المحث والمتسعة ، إذ تتغير الطاقة المختزنة في كل منهما بين الصفر والقيمة العظمى كدالة جيبية مع الزمن ، لاحظ الشكل (35)

4 – 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 .

التوضيح للمدرس :

عند إزدياد تردد فولطية المذبذب(بثبوت فرق جهده) تقل رادة السعة $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$ فيزداد مقدار التيار في الدائرة .

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} \Rightarrow X_C \alpha \frac{1}{f}$$

$$I_C = \frac{\Delta V_C}{X_C} \Rightarrow I_C \alpha \frac{1}{X_C}$$

5 – دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي محث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف (L–C–R) ، فإن جميع القدرة في هذه الدائرة :

a – تتبدد خلال المقاومة .

b – تتبدد خلال المتسعة .

c – تتبدد خلال المحث .

d – تتبدد خلال الثلاث في الدائرة .

الجواب : (a) تتبدد خلال المقاومة .

التوضيح للمدرس : القدرة المتوسطة خلال المقاومة الصرف في الدائرة (L–C–R)

$$P_{av} = I_{eff}^2 \times R$$

6 – دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي محثاً صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف (L–C–R) ، ومذبذب كهربائي عندما يكون تردد المذبذب أصغر من التردد الرنيني لهذه الدائرة ، فإنها تمتلك :

a – خواصاً حثية ، بسبب كون $X_L > X_C$.

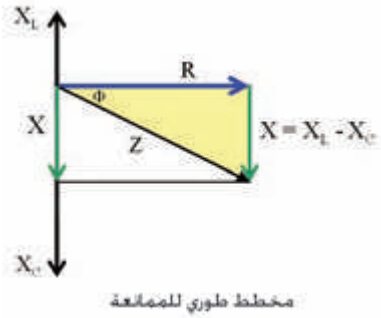
b – خواصاً سعوية بسبب كون $X_C < X_L$.

c – خواصاً أومية خالصة بسبب كون $X_C = X_L$.

d – خواصاً سعوية بسبب كون $X_C > X_L$.

الجواب : (d) خواصاً سعوية بسبب كون $X_C > X_L$.

التوضيح للمدرس :



مخطط طوري للممانعة

عندما يقل التردد ويكون اصغر من التردد الرنيني ($f < f_r$) يزداد مقدار رادة السعة لان :

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} \Rightarrow X_C \alpha \frac{1}{f}$$

ويقل مقدار رادة الحث لان $X_L = 2\pi fC \Rightarrow X_L \alpha f$ وعندئذ تكون ($X_C < X_L$) وبهذا فإن :

(الفولطية الكلية V_T تتأخر عن التيار بزاوية فرق طور Φ سالبة تقع في الربع الرابع فللدائرة خصائص سعوية

7 – دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي محث صرف ومتسعة ذات سعة صرف ومقاومة صرف (L–C–R) ، عندماتكون الممانعة الكلية للدائرة بأصغر مقدار وتيار هذه الدائرة بأكبر مقدار فإن مقدار عامل القدرة فيها :

a – أكبر من الواحد الصحيح .

b – أقل من الواحد الصحيح .

c – يساوي صفراً .

d – يساوي واحداً صحيحاً .

الجواب : (d) يساوي واحداً صحيحاً .

التوضيح للمدرس : عندما تكون الممانعة الكلية للدائرة بأصغر مقدار وتيار هذه الدائرة بأكبر مقدار ، فإن هذه الدائرة في حالة رنين .عند التردد الرنيني تكون الرادة (X) :-

$$X_L = X_C \Rightarrow X = X_L - X_C = 0$$

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

$$\Phi = 0$$

عندها تكون زاوية فرق الطور تساوي صفراً.

$$Pf = \cos\Phi$$

$$= 1 \quad , \quad \Phi = 0$$

انتباه :-

لا يمكن أن يكون عامل القدرة أكبر من الواحد الصحيح لأنه لا يمكن أن تكون القدرة الحقيقية P_{real} أكبر من القدر الظاهرية P_{app} .

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

8 – 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 .

التوضيح للمدرس :

عند التردد الرنيني تكون الرادة ($x=0$) لان $X_L = X_C$

$$X_L = X_C \Rightarrow X = X_L - X_C = 0$$

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

$$\Phi = 0$$

عندها تكون زاوية فرق الطور تساوي صفراً .

$$Pf = \cos\Phi$$

$$Pf = 1 \ , \ \Phi = 0$$

فيكون عامل القدرة يساوي الواحد الصحيح

9 – 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 .

التوضيح للمدرس : في دائرة التيار المتناوب متوازية الربط ، وتمتلك خواصاً حثية يجب ان نبرهن ان مقدار التيار المنساب في فرع المحث (I_L) اكبر من مقدار التيار المنساب في فرع المتسعة (I_C) .

وعلى وفق قانون اوم فأن :-

$$\left(X_L = \frac{V}{I_L} \ , \ X_C = \frac{V}{I_C} \right)$$

وعندها تكون ($X_C > X_L$) فيكون ($\frac{V}{I_C} > \frac{V}{I_L}$) وعندئذ $\frac{1}{I_C} > \frac{1}{I_L}$ وبالتالي يكون $\left(I_L > I_C \right)$ وهذا يعني أن للدائرة خواصاً حثية .

10 – مصدران للتيار المتناوب يجهز كل منهما فولطية كدالة جيبية ، فرق جهدهما متساوٍ في قيمته العظمى ولكنهما يمتلكان تردداً زاوياً مختلفاً 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 .

التوضيح للمدرس : بما أن $V_{m1} = V_{m2}$ و $\omega_1 > \omega_2$ ، على وفق المعادلة الآتية :

$$V_{ins} = V_m \sin(\omega t)$$

فأن : $V_{ins(1)}$ أكبر من $V_{ins(2)}$.

س2 / أثبت أن كلاً من رادة الحث ورادة السعة تقاس بالأوم .

الجواب :

$$X_L = 2\pi fL = Hz \,.Henry$$

$$= (\frac{1}{s}).\left[\frac{Volt.s}{Amper}\right] = \left[\frac{Volt}{Amper}\right] = Ohm(\Omega)$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} = \frac{1}{Hz(Farad)}$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{1}{s}\right)\left(\frac{Coloumb}{Volt}\right)}$$

$$= \frac{s.V}{A.s} = \frac{V}{A}$$

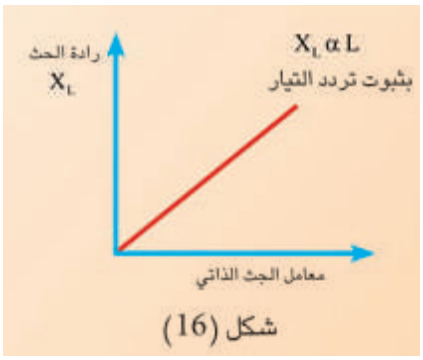
$$X_C = Ohm(\Omega)$$

س3 / بين بوساطة رسم مخطط بياني كيف تتغير كل من رادة الحث مع تردد التيار ، وراد السعة مع تردد الفولطية .

الجواب :

$$X_L = 2\pi fL$$

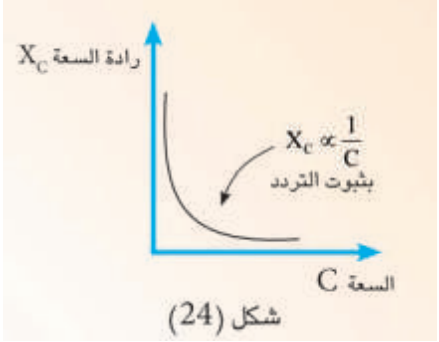
$X_L \alpha f$ بثبوت (L)



شكل (16)

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

$X_C \alpha \frac{1}{f}$ بثبوت (C)



شكل (24)

س4 / دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف(R-L-C) ، مربوطة على التوالي مع بعضها وربطت مجموعتهما مع مصدر للفولطية المتناوبة . ما العلاقة بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار في الحالات الآتية :

a – رادة الحث تساوي رادة السعة $(X_L = X_C)$.

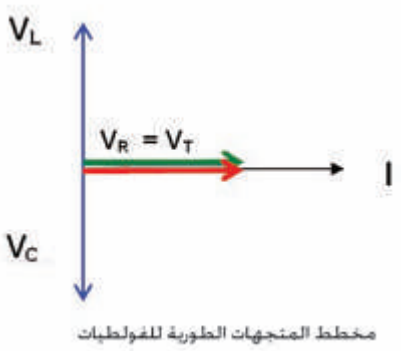
b – رادة الحث أكبر من رادة السعة $(X_L > X_C)$.

c – رادة الحث أصغر من راد السعة $(X_L < X_C)$.

الجواب :

a) عندما $(X_L = X_C)$ فان :

متجه الطور للفولطية الكلية و متجه الطور للتيار يكونان بطور واحد اي ان :- $(\Phi = 0)$ والدائرة لها خصائص مقاومة صرف (أومية) وهي حالة الرنين الكهربائي ، لاحظ الشكل (a)

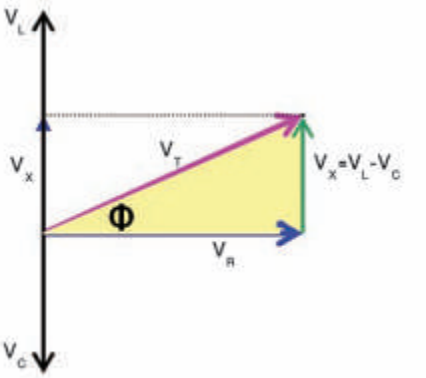


مخطط المتجهات الطورية للفولطيات

b) عندما $(X_L > X_C)$ فان :

متجه الطور للفولطية الكلية V_T يتقدم عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور Φ موجبة ، $\frac{\pi}{2} > \Phi > 0$

وتكون للدائرة خصائص حثية، لاحظ الشكل (b)

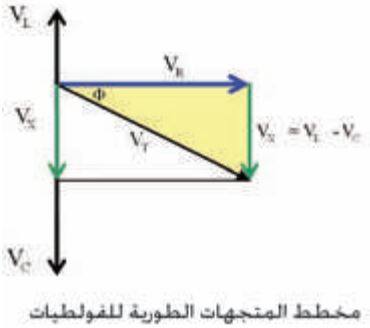


مخطط المتجهات الطورية للفولطيات

c) عندما $(X_L < X_C)$ فان :

متجه الطور للفولطية الكلية يتأخر عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور Φ سالبة $-\frac{\pi}{\pi} < \Phi < 0$

وتكون للدائرة خصائص سعوية . لاحظ الشكل (c)



مخطط المتجهات الطورية للفولطيات

س5 / 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 ، اذا 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 :-

$$X_L = \omega L$$

$$X_L \ \alpha \ \omega \qquad L \text{ بثبوت}$$

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

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

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

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

$$X_C \ \alpha \ \frac{1}{\omega}$$

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

$$X_{C2} = \frac{1}{2} X_{C1}$$

س6 / علامَ يعتمد مقدار كل مما يأتي :

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

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

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

الجواب :

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

a – مقدار المقاومية (R)

b – مقدار معامل الحث الذاتي (L)

c – مقدار سعة المتسعة (C)

d – مقدار تردد مصدر الفولطية (f)

وفق العلاقة الآتية :

$$Z = \sqrt{\left\{ R^2 + \left(2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC} \right)^2 \right\}}$$

2 – عامل القدرة Pf يعتمد على نسبة القدرة الحقيقية P_{real} الى القدرة الظاهرية P_{app} ،

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

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

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

3 – عامل النوعية Qf (Quality factor) يعتمد على النسبة بين مقداري التردد الزاوي الرنيني (ω_r) ونطاق التردد الزاوي ($\Delta\omega$) : $Qf = \frac{\omega_r}{\Delta\omega}$ أو يعتمد على C ، L ، R على وفق العلاقة الآتية :

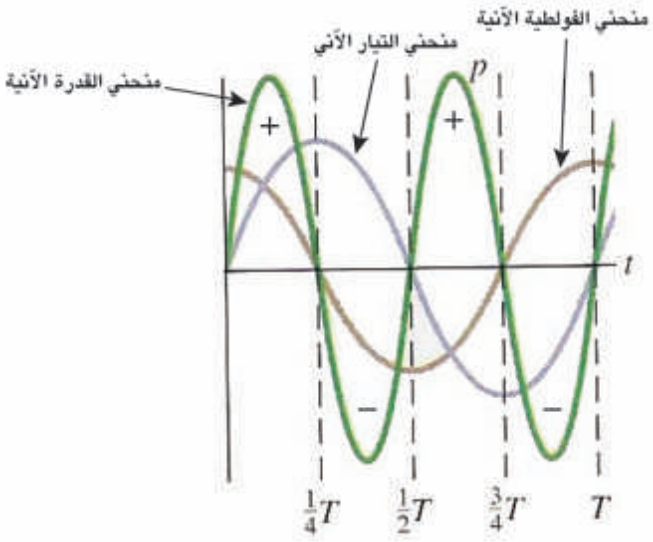
$$Qf = \frac{2\pi fL}{R} = \frac{1}{R}\sqrt{\left(\frac{L}{C}\right)}$$

س7 / ما الذي تمثله كل من الأجزاء الموجبة والأجزاء السالبة في منحني القدرة الآنية في دائرة تيار متناوب تحتوي فقط :

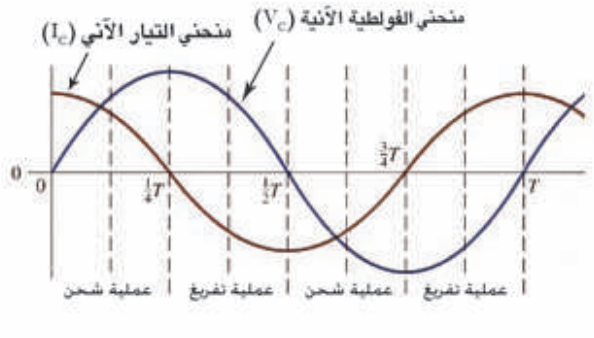
1 – محث صرف .

2 – متسعة ذات سعة صرف .

الجواب :



1 – محث صرف :- الأجزاء 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 ، لاحظ الشكل المجاور.



2 – 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 الأجزاء السالبة من المنحني تمثل مقدار القدرة المعادة للمصدر (المتسعة تفرّغ شحنتها) عندما تعاد جميع هذه القدرة الى المصدر ، لاحظ الشكل المجاور.

س8 /

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

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

c – ما مقدار عامل القدرة في دائرة تيار متناوب (مع ذكر السبب) ، اذا 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.

الجواب :

a – لأن المحث عندما يكون صرف لا يستهلك (لا يبدد) قدرة ($P_{dissipated}=0$) بينما المقاومة تبدد قدرة $P_{dissipated} = I^2R$.

b – مميزات دائرة رنين التوالي الكهربائية :

1 – ترددها (f) يساوي التردد الزاوي الرنيني (f_r) وهذا يجعل $\left(X_L = X_C\right)$ وعندئذ تكون الرادة $\left(X = X_L - X_C = 0\right)$ وكذلك تكون $\left(V_L = V_C\right)$ وعندئذ تكون $\left(V_X = V_L - V_C = 0\right)$

2 – تمتلك خواص مقاومة اومية صرف لان : $\left(Z = R\right)$

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

4 – عامل القدرة (Pf) يساوي الواحد الصحيح لان : $Pf=\cos\Phi=\cos0=1$

5 – مقدار القدرة الحقيقية (P_{real}) يساوي مقدار القدرة الظاهرية (P_{app})

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

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

c – عندما يكون الحمل :

1 – مقاومة صرف :

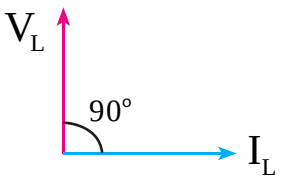
$$Pf = \cos 0 = 1$$

السبب : متجه الطور للفولطية ومتجه الطور للتيار يكونان بطور واحد $\Phi = 0$.

2 – محث صرف $Pf = \cos 90^\circ = 0$

السبب : متجه الطور للفولطية يسبق متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور ($\Phi = 90^\circ$) ، توجد معاكسة لتغير التيار (رادة الحث)

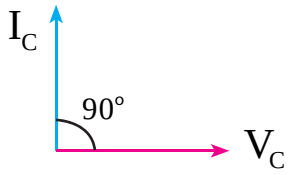
$$X_L = 2\pi fL$$



3 – متسعة ذات سعة صرف $Pf = \cos 90^\circ = 0$

السبب : متجه الطور للتيار يسبق متجه الطور للفولطية بزاوية فرق طور $\Phi = 90^\circ$ وتوجد معاكسة لتغير التيار (زادة السعة)

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$



4 – ملف ومتسعة والدائرة متوالية الربط ليست في حالة رنين لان زاوية فرق الطور (Φ) تكون :

$\left(0 < \Phi < 90^0\right)$

$1 > Pf > 0$

$1 > Pf = \cos\Phi > 0$

السبب : توجد ممانعة كلية بالدائرة (Z) وهي المعاكسة مشتركة للمقاومة والرادة .

س9 / ما المقصود بكل من :

1 – عامل القدرة

2 – عامل النوعية

3 – المقدار المؤثر للتيار المتناوب

4 – دائرة الإهتزاز الكهرومغناطيسي

الجواب :

1 – عامل القدرة Pf : هو نسبة القدرة الحقيقية P_{real} الى القدرة الظاهرية P_{app} .

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

$$Pf = \cos\Phi$$

2 – عامل النوعية Qf : هو نسبة التردد الزاوي الرنيني ω_r الى نطاق التردد $\Delta\omega$

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

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

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

3 – 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

$$I_{eff} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.707\ I_m$$

لذا يسمى المقدار المؤثر للتيار المتناوب بجذر معدل مربع المقدار الأعظم للتيار (root mean square) ويرمز له I_{rms} .

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

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

س10 / دائرة تيار متناوب تحتوي مقاومة صرف ومحث صرف ومتسعة ذات سعة صرف (R–L–C) على التوالي مع بعضها ربطت 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 اذا كان تردده الزاوي :

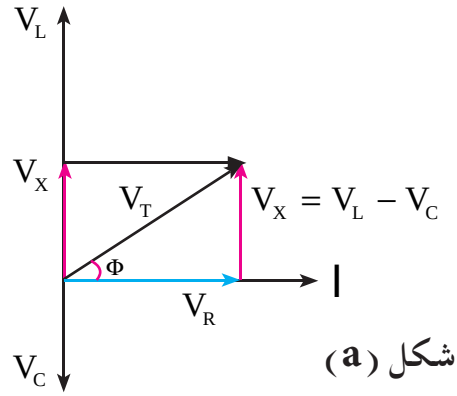
1 – أكبر من التردد الزاوي الرنيني

2 – أصغر من التردد الزاوي الرنيني

3 – يساوي التردد الزاوي الرنيني

الجواب :

1 – عندما ($\omega > \omega_r$) تكون للدائرة خصائص حثية ، زاوية فرق الطور Φ موجبة وتقع في الربع الأول ، متجه الطور للفولطية الكلية (V_T) يتقدم عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور Φ ، لاحظ الشكل (a) وهذا يجعل $V_L > V_C$.



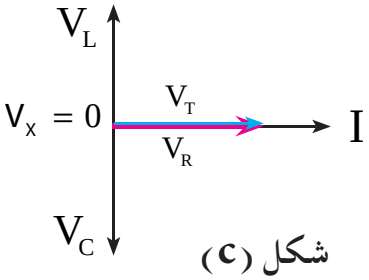
شكل (a)

مخطط متجهات الطور للفولطية

2 – عندما $\omega < \omega_r$ تكون للدائرة خصائص سعوية وزاوية فرق الطور Φ سالبة وتقع في الربع الرابع ومتجه الطور للفولطية الكلية يتأخر عن متجه الطور في التيار بزاوية فرق طور Φ ، لاحظ الشكل (b) وهذا يجعل $V_L < V_C$.

3 – عندما $\omega = \omega_r$ تكون للدائرة خصائص مقاومة أومية صرفة وزاوية فرق الطور (Φ) تساوي صفر ($\Phi = 0$) وعن .

وهذا يجعل $V_L = V_C$ وتسمى مثل هذه الدائرة بالدائرة الرنينية ، لاحظ الشكل (c) .



شكل (c)

س11 / 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 .

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

$$X_C \ \alpha \ \frac{1}{\omega} \qquad \text{بثبوت } C$$

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

$$I_C \alpha \frac{1}{X_C}$$

$I_C \ \alpha \ \omega$ بثبوت C

س12 / 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 توهجاً .

$$X_L = \omega L$$ بثبوت L

$X_L \ \alpha \ \omega$

$$I_L = \frac{V_L}{X_L} \Rightarrow I_L \alpha \frac{1}{X_L}$$ بثبوت L

س1 / مصدر للفولطية المتناوبة ، ربطت بين طرفيه مقاومة صرف مقدارها $250\ \Omega$ ، 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 – أحسب المقدار المؤثر للفولطية والمقدار المؤثر للتيار .

3 – إحسب تردد الدائرة والتردد الزاوي للدائرة .

الحل /

بما أن فرق الجهد بين طرفي المصدر يعطى بالعلاقة $V_R = 500\sin(200\ \pi t)$ والتيار على وفق قانون أوم :

1) $I = \dfrac{V}{R} = \dfrac{V_m}{R}$

$$I = \frac{500}{250}\sin(200\pi t)$$

$$I = 2\sin(200\pi t)$$ تكون العلاقة التي يعطى بها التيار : –

2) $V_{eff} = V_m \times 0.707$

$= 500 \times 0.707 = 353.5\ V$ المقدار المؤثر للفولطية

$I_{eff} = I_m \times 0.707$

$= 2 \times 0.707 = 1.414\ A$ المقدار المؤثر للتيار

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

$V_R = 500\sin(200\ \pi t)$

$\omega = 200\pi$ **rad / s** التردد الزاوي

$\omega = 2\ \pi f$

$200\pi = 2\ \pi f$

$\therefore f = 100\ Hz$ تردد الدائرة

س2 / دائرة اهتزاز كهرومغناطيسي تتألف من متسعة ذات سعة صرف سعتها $\left(\frac{50}{\pi}\right)\mu F$ ومحث صرف معامل حثه الذاتي $\left(\frac{5}{\pi}\right)mH$ إحسب :

1 – التردد الطبيعي لهذه الدائرة .

2 – التردد الزاوي الطبيعي لهذه الدائرة .

الحل /

1) $C = \frac{50}{\pi}\mu F = \frac{50}{\pi}\times 10^{-6} = \frac{5}{\pi}\times 10^{-5} F$

$L = \frac{5}{\pi} mH = \frac{5}{\pi}\times 10^{-3} H$

$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ العلاقة التي تعطي فيها التردد الطبيعي في حالة الرنين :-

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{5}{\pi}\times 10^{-3}\times\frac{5}{\pi}\times 10^{-5}}}$$

$$= \frac{1}{2\pi\times\frac{5}{\pi}\times 10^{-4}} = 10^3 \text{ Hz}$$ التردد الطبيعي للدائرة الرنينية

2) $\omega = 2\pi f = 6.28\times 10^3 \text{ rad / s}$ التردد الزاوي الطبيعي للدائرة

س3 / 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 سعتها $C = \frac{1}{\pi}\mu F$.

ثالثاً : محث صرف فقط معامل حثه الذاتي $L = \frac{50}{\pi} mH$.

الحل /

أولاً : في حالة ربط مقاومة صرف فقط فإن المقاومة لا تتأثر بالتردد لذا يكون مقدار الممانعة Z في الحالتين :

$Z = R = 30\ \Omega$

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

$$= \frac{1.5}{30} = 0.05\ A$$ تيار الدائرة

ثانياً : في حالة ربط متسعة ذات سعة صرف فإن مقدار التردد $f = 1\ Hz$ تكون :

a – عند التردد $f = 1Hz$

$$Z = X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$= \frac{1}{2\pi \times 1 \times \frac{1}{\pi} \times 10^{-6}}$$

$$Z = 0.5 \times 10^6\ \Omega$$ مقدار الممانعة

$$I = \frac{V}{Z}$$ على وفق قانون اوم :–

$$= \frac{1.5}{0.5 \times 10^6} = 3 \times 10^{-6} A$$

$$= 3\ \mu A$$ تيار الدائرة

b – عند التردد $f = 1MHz = 10^6 Hz$

$$Z = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$= \frac{1}{2\pi \times 10^6 \times \frac{1}{\pi} \times 10^{-6}}$$

$$Z = \frac{1}{2} = 0.5\ \Omega$$ مقدار الممانعة

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

$$= \frac{1.5}{0.5} = 3\ A$$ مقدار التيار

ثالثاً : في حالة ربط محث صرف فقط :

a – عند التردد $f = 1Hz$

$$Z = X_L = 2\pi fL$$

$$= 2\pi \times 1 \times \frac{50}{\pi} \times 10^{-3} = 0.1\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{1.5}{0.1} = 15A$$

b – عند التردد $f = 1MHz = 10^6\ Hz$

$$Z = X_L = 2\pi fL$$

$$= 2\pi \times 10^6 \times \frac{50}{\pi} \times 10^{-3} = 0.1 \times 10^6\ \Omega$$

$$I = \frac{V}{Z} = \frac{1.5}{0.1 \times 10^6}$$

$$= 15 \times 10^{-6} A = 15\mu A$$

س4 / 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 $\frac{700}{22}$ Hz ، كان تيار هذه الدائرة (**4A**) . إحسب مقدار :

1 – معامل الحث الذاتي للملف .

2 – زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار مع رسم مخطط طوري للممانعة.

3 – عامل القدرة.

4 – كل من القدرة الحقيقية والقدرة الظاهرية .

الحل /

1 – في دائرة التيار المستمر تحسب المقاومة **R** من العلاقة الآتية :

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

في دائرة التيار المستمر : – الملف يعمل عمل مقاومة صرف لأن $X_L = 0$ ، إذ إن تردد التيار المستمر يساوي صفراً

في دائرة التيار المتناوب يحسب مقدار الممانعة من العلاقة الآتية :

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

من المخطط الطوري الممانعة :

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

$$5^2 = 4^2 + X_L^2$$

$$X_L = 3\ \Omega$$

$$X_L = 2\pi fL$$

$$3 = 2 \times \frac{22}{7} \times \frac{700}{22} \times L$$

$$\therefore L = 15 \times 10^{-3} = 15\ mH$$ مقدار معامل الحث الذاتي للملف

2 –

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

$$= \frac{3\Omega}{4\Omega} = 0.75$$

$$\Phi = 37°$$ زاوية فرق الطور بين I ، V_T

3 –

$$Pf = \cos \Phi = \frac{R}{Z} = \frac{4}{5} = 0.8$$ عامل القدرة

4 –

$$P_{real} = I^2R$$ القدرة الحقيقية

$$= 4^2 \times 4 = 64\ W$$

$$P_{app} = IV_T = 4 \times 20 = 80VA$$ القدرة الظاهرية

س5 / مقاومة صرف مقدارها $150\ \Omega$ ربطت على التوالي مع ملف مهمل المقاومة معامل حثه الذاتي (0.2H) ومتسعة ذات سعة صرف ، ربطت المجموعة بين قطبي مصدر للفولطية المتناوبة تردده $\left(\frac{500}{\pi}\ Hz\right)$ وفرق الجهد بين طرفيه (300V) ، إحسب 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 – إرسم المخطط الطوري للممانعة .

4 – تيار الدائرة

5 – كل من القدرة الحقيقة (المستهلكة) والقدرة الظاهرية (المجهزة للدائرة) .

الحل /

1 – بما أن الممانعة الكلية ($Z = 150\ \Omega$) تساوي مقدار المقاومة ($R = 150\ \Omega$) تكون هذه الدائرة في حالة رنين ($Z = R = 150\ \Omega$)

العلاقة التي يعطى بها التردد الرنيني :-

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

$$\frac{500}{\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0.2 \times C}}$$

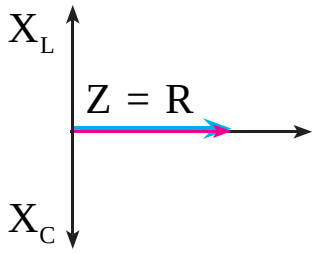
$$C = \frac{1}{0.2 \times 10^6} = 5 \times 10^{-6}\,F = 5\mu F$$ سعة المتسعة

2 – بما ان الدائرة في حالة رنين تكون زاوية فرق الطور ($\Phi = 0$)

$$Pf = \cos\Phi = \cos 0^\circ = 1$$ عامل القدرة

$$Pf = \cos\Phi = \frac{R}{Z} = \frac{150}{150} = 1$$ او

3 –



مخطط طوري للممانعة

4 –

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

$$= \frac{300}{150} = 2A$$ تيار الدائرة

5 –

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

$$= 2^2 \times 150 = 600\ W$$ القدرة الحقيقية

$$P_{real} = I_R \times V_T \cos\Phi$$ أو

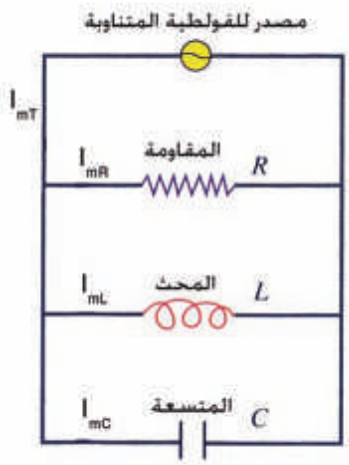
$$= 2 \times 300 \cos 0^\circ = 600\ W$$

$$P_{app} = I_R \times V_T$$

$$= 2 \times 300 = 600\ (VA)$$ القدرة الظاهرية

س6 / 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 $\left(\frac{100}{\pi}\ \text{Hz}\right)$ كانت القدرة الحقيقية في الدائرة (80W) وعامل القدرة فيها (0.8) وللدائرة خصائص حثية .

إحسب مقدار :



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 في الربط فأن :

1 –

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

بما ان القدرة الحقيقية تستهلك فقط في فرع المقاومة فان :

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

$$80 = I_R \times 100 \quad \Rightarrow \quad I_R = 0.8A$$ التيار في فرع المقاومة

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$$

$$= \frac{1}{2\pi \times \frac{100}{\pi} \times 20 \times 10^{-6}}$$

$$= 250\ \Omega$$ مقدار رادة السعة

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

$$= \frac{100}{250} = 0.4\ A$$ التيار في فرع المتسعة

2 – يحسب عامل القدرة من مخطط المتجهات الطورية للتيارات :

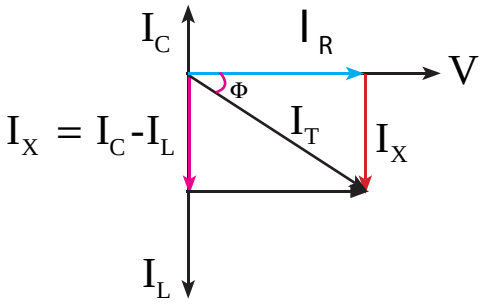
$$Pf = \cos\Phi = \frac{I_R}{I_T}$$

$$0.8 = \frac{0.8}{I_T} \quad \Rightarrow \quad I_T = 1\ A$$ التيار الكلي

– 3

$Pf = \cos\Phi = 0.8 \quad \Rightarrow \quad \Phi = 37°$ زاوية فرق الطور بين التيار الكلي والفولطية المجهز

او للدائرة خصائص حثية ، تقع زاوية فرق الطور في الربع الرابع



مخطط المتجهات الطورية للتيارات

– 4

من مخططط المتجهات الطورية للتيارات $I_T^2 = I_R^2 + I_X^2$

$1^2 = 0.8^2 + I_X^2 \quad \Rightarrow \quad I_X = \pm 0.6\ A \quad \Rightarrow \quad I_X = -0.6\ A$

بما ان للدائرة المتوازية خصائص حثية فان تيار الرادة (I_x) يكون باشارة سالبة : $I_X = I_C - I_L$

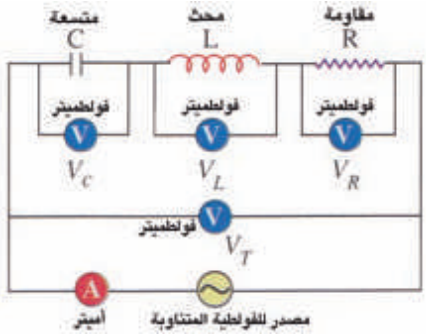
$-0.6 = 0.4 - I_L \quad \Rightarrow \quad I_L = 1A$

$$X_L = \frac{V}{I_L}$$

$$= \frac{100}{1} = 100\ \Omega$$

$$X_L = 2\pi fL \quad \Rightarrow \quad 100 = 2\pi \times \frac{100}{\pi} \times L$$

معامل الحث الذاتي $L = 0.5\ H$



س7/ دائرة تيار متناوب متوالية الربط تحتوي ملف مقاومته ($10\ \Omega$) ومعامل حثه الذاتي ($0.5H$) ومقاومة صرف مقدارها ($20\ \Omega$) ومتسعة ذات سعةصرف ومصدر للفولطية المتناوبة تردده ($\frac{100}{\pi}$ Hz) وفرق الجهد بين طرفيه ($200V$) كان مقدار عامل القدرة فيها (0.6) وللدائرة خصائص سعوية .

إحسب مقدار :

1 – التيار في الدائرة 2 – سعة المتسعة

3 – إرسم مخطط الطور للممانعة وإحسب قياس زاوية فرق الطور بين متجه الطور للفولطية الكلية ومتجه الطور للتيار.

الحل /

1 –

$R_T = 10 + 20 = 30\ \Omega$ المقاومة الكلية في الدائرة

$Pf = \cos\Phi = \frac{R_T}{Z}$

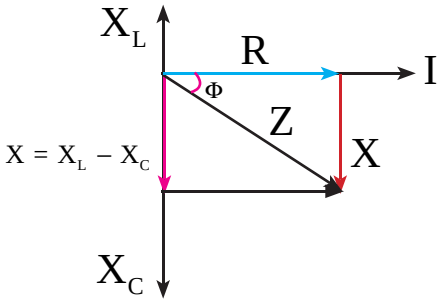
$0.6 = \frac{30}{Z} \Rightarrow Z = 50\ \Omega$ مقدار المقاومة

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

تيار الدائرة

$= \frac{200}{5} = 4\ A$

2 –



مخطط الطور للممانعة

$X_L = 2\pi fL$

$= 2\pi \times \frac{100}{\pi} \times 0.5$

$X_L = 100\ \Omega$

من مخطط الطور للممانعة

$Z^2 = R_T^2 + X^2$

$50^2 = 30^2 + X^2 \Rightarrow X = \pm 40$

بما أن للدائرة خصائص سعوية فإن الرادة تكون باشارة سالبة :

$X = -40\ \Omega$

$X = X_L - X_C$

$-40 = 100 - X_C \Rightarrow X_C = 140\ \Omega$

$X_C = \frac{1}{2\pi fC}$

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

3 – نحسب زاوية فرق الطور للممانعة

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

$$= \frac{-4}{3}$$

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

زاوية فرق الطور تقع في الربع الرابع فتكون باشارة سالبة .

س8 / مصدر للفولطية المتناوبة تردده الزاوي 400 rad/s وفرق الجهد بين قطبيه (500V) ربط بين قطبيه على التوالي متسعة سعتها $10\mu F$ وملف معامل حثه الذاتي (0.125H) ومقاومته 150 Ω 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 . ما خصائص هذه الدائرة؟

4 – عامل القدرة

الحل /

1 –

نحسب مقدار الرادة السعوية :

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

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

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

$$R = 150\ \Omega$$

نحسب مقدار رادة الحث :

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

$$= \sqrt{150^2 + (50 - 250)^2} = \sqrt{62500} = 250\ \Omega$$ الممانعة الكلية

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

$$= \frac{500}{250} = 2\ A$$ تيار الدائرة

2 –

$V_R = IR = 2 \times 150 = 300\ V$ فرق الجهد عبر المقاومة

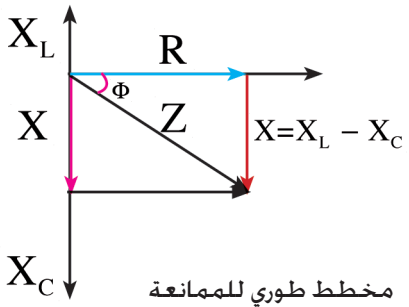
$V_L = IX_L = 2 \times 50 = 100\ V$ فرق الجهد عبر المحث

$V_C = IX_C = 2 \times 250 = 500\ V$ فرق الجهد عبر المتسعة

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

$$= \frac{50 - 250}{150} = \frac{-4}{3} \Rightarrow \Phi = -53^\circ$$

3 –



مخطط طوري للممانعة

للدائرة خصائص سعوية وزاوية فرق الطور Φ سالبة تقع في الربع الرابع ومتجه الطور للفولطية يتأخر عن متجه الطور للتيار بزاوية فرق طور 53° .

4 –

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

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

س9 / 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 ($32\ \Omega$) ومقدار رادة الحث ($40\ \Omega$) ما مقدار :

1 – التيار المنساب في كل من فرع المقاومة وفي فرع المتسعة وفي فرع المحث والتيار الرئيس في الدائرة ؟

2 – إرسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات .

3 – قياس زاوية فرق الطور بين متجه الطور للتيار الرئيس ومتجه الطور للفولطية ؟ وما هي خواص هذه الدائرة ؟

4 – عامل القدرة في الدائرة

5 – الممانعة الكلية في الدائرة

الحل /

بما ان الربط على التوازي فأن :

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

$$P_{real} = I_R V_R$$

$$1920 = I_R \times 480$$

$I_R = 4A$ مقدار التيار المنساب في فرع المقاومة

$$I_C = \frac{V_T}{X_C} = \frac{480}{32} = 15A$$ مقدار التيار المنساب في فرع المتسعة

$$I_L = \frac{V_T}{X_L} = \frac{480}{40} = 12A$$ مقدار التيار المنساب في فرع المحث

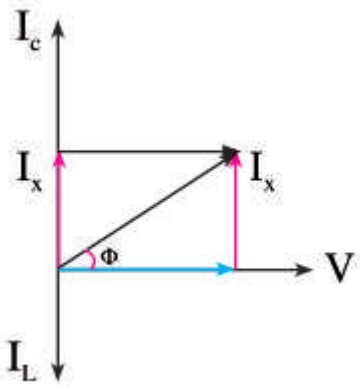
$$I_T = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2}$$

$$I_T = \sqrt{(4)^2 + (15-12)^2} = \sqrt{(4)^2 + (3)^2} = 5A$$ مقدار التيار الرئيس

$$\tan\Phi = \frac{I_X}{R} = \frac{I_C - I_L}{I_C}$$

$$= \frac{15\text{-}12}{4} = \frac{3}{4}$$

$$\Phi = 37^o$$



$$Pf = Cos\Phi = \frac{I_R}{I_T}$$

$$= \frac{4}{5} = 0.8$$ عامل القدرة

$$Z = \frac{V_T}{I_T} = \frac{480}{5} = 96\Omega$$ مقدار الممانعة

س10 / مقاومة ($30\,\Omega$) ربطت على التوازي مع متسعة ذي سعة خالصة وربطت هذه المجموعة عبر قطبي مصدر للفولطية المتناوبة بتردد ($50Hz$) فاصبحت الممانعة الكلية للدائرة ($24\,\Omega$) والقدرة الحقيقية ($480W$)فما مقدار سعة المتسعة ؟ ارسم مخطط المتجهات الطورية للتيارات .

الحل /

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

$$480 = I_R^2 \times 30 \Rightarrow I_R = 4A$$ مقدار التيار المنساب طرفي المقاومة

$$V_R = I_R \; R = 4 \times 30 = 120V$$

بما ان الربط على التوازي يكون

$$V_R = V_C = V_L = V_R = 120V$$

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

$$24 = \frac{120}{I_T} \Rightarrow I_T = 5A$$

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

$$25 = 16 + I_c^2 \Rightarrow I_C = 3A$$

$$X_C = \frac{V}{I_C} = \frac{120}{3} = 40\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} \Rightarrow 40 = \frac{1}{2\pi \times 50 \times C}$$

$$C = \frac{250}{\pi}\mu F$$

س11 / دائرة تيار متناوب متوالية الربط الحمل فيها مقاومته ($500\ \Omega$) 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 :

1 – معامل الحث الذاتي للملف ، وتيار الدائرة .

2 – كل من رادة الحث ورادة 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 الطور ($\frac{\pi}{4}$)

الحل /

$$R = 500\Omega$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{10^4 \times 50 \times 10^{-9}} = 200\Omega$$

$$P_{real} = P_{APP}$$

بما ان

تكون الدائرة في حالة رنين وعامل القدرة ($Pf = 1$)

$$X_C = X_L = 2000\Omega$$

$$X_L = \omega L$$

1) معامل الحث الذاتي للملف $2000 = 10^4 L \Rightarrow L = 0.2H$

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

$$\tan\Phi=\frac{X_L-X_C}{R}=0\Rightarrow\Phi=0$$ زاوية فرق الطور

$$Pf=Cos\Phi=Cos0=1$$ عامل القدرة

$$Qf=\frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}=\frac{1}{500}\sqrt{\frac{0.2}{50\times10^{-9}}}=4$$ عامل النوعية

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

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

$$X_C=2500\Omega$$

$$X_C=\frac{1}{\omega C}\Rightarrow2500=\frac{1}{10^9 C}$$

$$C=40nF$$ سعة المتسعة

حلول فكر

فكر / ص96

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.

الجواب :

عندما $\Delta V_R = \Delta V_m$ تكون زاوية الطور $\omega t = \frac{\pi}{2}$

لأن :-

$$\Delta V_R = \Delta V_m \sin \omega t$$

$$= \Delta V_m \sin \frac{\pi}{2}$$

$$\Delta V_R = \Delta V_m$$

وكذلك عندما $I_R = I_m$ تكون زاوية الطور $\omega t = \frac{\pi}{2}$

$$I_R = I_m \sin \omega t = I_m \sin \frac{\pi}{2}$$

$$I_R = I_m$$

فكر / ص98

يقول زميلك (ان التيار المؤثر يتذبذب كالدالة الجيبية) . ما رأيك في صحة ماقاله زميلك ؟ واذا كانت العبارة خاطئة كيف تصحح قوله ؟

الجواب :

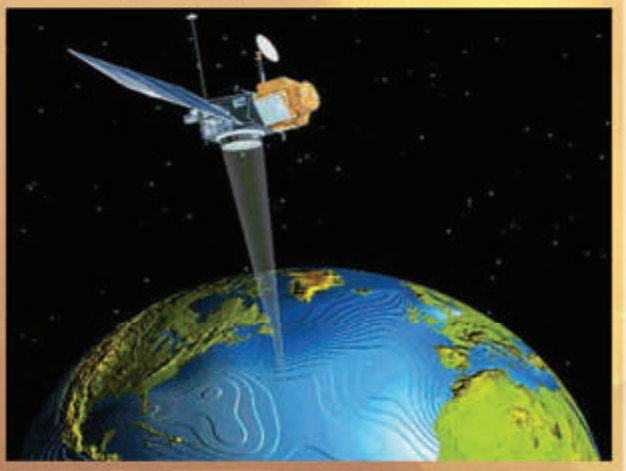
العبارة خاطئة .

لأن المقدار المؤثر للتيار المتناوب هو مقدار 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 .

الفصل الرابع 4

الموجات الكهرومغناطيسة

Electromagnetic Waves



4-1 مقدمة

4-2 ماكسويل والنظرية الكهرومغناطيسية

4-3 توليد الموجات الكهرومغناطيسية من الشحنات المعجلة

4-4 مبادئ الارسال والتسلم للموجات الكهرومغناطيسية

4-5 كيفية عمل دائر الارسال والتسلم

4-6 الكشف عن الموجات الكهرومغناطيسية ذات التردد الراديوي

4-6-1 الكشف عن الموجات الكهرومغناطيسية بوساطة مجالها الكهربائي

4-6-2 الكشف عن الموجات الكهرومغناطيسية بوساطة مجالها المغناطيسي

4-7 التضمين

4-7-1 التضمين السعوي

4-7-2 التضمين الترددي

4-7-3 التضمين الطوري

4-8 مدى الموجات الراديوية

4-9 انتشار الموجات الكهرومغناطيسية

4-9-1 الموجات الارضية

4-9-2 الموجات السماوية

4-9-3 الموجات الفضائية

4-10 بعض تطبيقات الموجات الكهرومغناطيسية