معلومات عليك أن تعرفها
في التيار المتناوب

أ. زينب سليمان

- لدينا حالتين للوصل: 1- التفرع 2- التسلسل
- عند الوصل على التسلسل يكون التيار (ثابت) ويكون التوتر (متغير)
- عند الوصل على التفرع يكون التيار (متغير) ويكون التوتر (ثابت)
- دوماً يوجه طلب عن التوتر المنتج إما عن طريق إنشاء مزين أو عن طريق البرنامج الذي يظهر بالمسألة.

$$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} \qquad I_{eff} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}}$$

- دوماً سوف نجد حساب الاستطاعة بالتوظيف بالسؤال الأول الاستطاعة.
$\cos(\varphi)$ P_{avg}

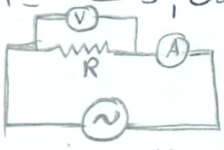
سوف ندرس الاستثناءات على شكل خطوات لسؤال فقط الاستثناء.
لدينا 3 حالات (مقاومة - وشيعة - مكثفة).

السؤال التالي: لدينا دارة تيار متناوب تحوي مقاومة أومية صرفة R ربطت بين طرفي توتر أكهربائي U
حيث $u = U_{max} \cdot \cos(\omega t)$ تيار شدته تعطى بالتابع:

1- ارسم هذه الدارة علماً أن تحوي مقياس أمبير ومقياس فولط.
2- استنتج التابع الزمني للتوتر اللحظي بين طرفي المقاومة ثم استنتج العلاقة التي تربط بين الشدة المنتجة والتوتر المنتج في هذه الدارة.
3- ما هو فرق الطور بين الشدة والتوتر؟ ماذا استنتج؟ ثم رسم إنشاء مزين بالآلة
التوتر المنتج بين طرفي المقاومة.
4- ناقش علاقة الاستطاعة بالتوظيف في المقاومة في هذه الحالة.

سؤال دورة 2016 دورة أولى
صادرة

الخطوات
1) الدارة على شكل:



2) نكتب قانون أوم $U = R \cdot I$
3) نعوض التابع الزمني قانون أوم
4) نسمي $X_R = R$ مقاومة
5) نعوض في قانون أوم X_R بدل R
6) نسمي $U_{max} \rightarrow X_R I_{max}$
7) $U = U_{max} \cos(\omega t + \varphi)$
8) نقسم طرفي العلاقة $U_{max} = X_R I_{max}$ على $\sqrt{2}$
9) نجد القيم المنتجة.
10) فرق الطور بين الشدة والتوتر $\varphi = 0 rad$
11) $U_{eff} \rightarrow R$
12) $P_{avg} = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos(\varphi)$
الاستطاعة طرق حرارية $P_{avg} = R I_{eff}^2$

التيار المتناوب
-1-

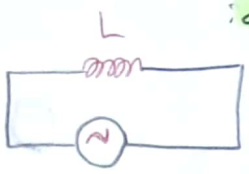
الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

(دورة 2015) - دورة أولى

أ. زينب سليمان

في حالة وشيعة:

1) نرسم الدارة.



2) نكتب قانون أوم $U = L\frac{di}{dt}$

3) نستنتج العلاقة المراد حساب التوتر المعوض في U

4) نكتب $-\sin(\omega t) = \cos(\omega t + \frac{\pi}{2})$

5) نعوض في U

6) نسمي X_L بـ ردية الوشيعة

7) نكتب $U_{max} = X_L \cdot I_{max}$ ونعوض في تابع U

8) نقسم طرفي العلاقة على $\sqrt{2}$ فنجد القيم المنتجة

9) نكتب أن التوتر متقدم على التيار بالطور بمقدار $\frac{\pi}{2}$ (تراجع متقدم)

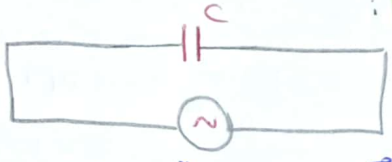
حسب اتفاق مترنل ←

10) الاستطاعة المتوسطة المستهلكة $P_{avg} = U_{eff} I_{eff} \cos(\varphi)$ ⇐ $P_{avg} = 0$

(لا تستهلك طاقة)

في حالة مكثفة:

1) نرسم الدارة.



2) نكتب قانون أوم $U = \frac{q}{C}$

3) نكامل العلاقة $dq = i\,dt$

4) ثم نعوض q في تابع U.

5) نعوض $\sin(\omega t) = \cos(\omega t - \frac{\pi}{2})$

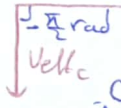
6) نسمي $\frac{1}{\omega C}$ بـ X_C استطاعة المكثفة

7) نسمي المقدار $U_{max} = X_C \cdot I_{max}$

8) نقسم طرفي العلاقة على $\sqrt{2}$ فنحصل على القيم المنتجة

9) نكتب أن التوتر متأخر بالطور على التيار بمقدار $\frac{\pi}{2}$ (تراجع متأخر)

حسب اتفاق مترنل ←



10) الاستطاعة المتوسطة المستهلكة

لا تستهلك الطاقة.

$P_{avg} = 0$

التيار المتناوب

-2-

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

جمل في بالك لتيار ذو دارة في حالة طنين :

أ. زينب سليمان

① التيار بأكبر قيمة له
② التوتر المطبق على توافق بالطور مع التيار بين $\varphi = 0$
③ له استطاعة أكبر ما يمكن.

مسألة قوي (وشيعة) : ثم تقوم بضم مكثفة ومقاومة على التسلسل مع الوشيعة ذات المقاومة r

① دوماً أول طلب التوتر المنتج U_{eff} والتواتر f من خلال ω

$U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$ ، $\omega = 2\pi f$

② الشدة المنتجة $U_{eff} = Z_L \cdot I_{eff}$ لدن الوشيعة ذات المقاومة $Z_L = \sqrt{r^2 + X_L^2}$

③ عامل الاستطاعة $\cos(\varphi) = \frac{r}{Z}$

④ عندوصل مقاومة R ووشيعة L ومكثفة C على التسلسل وكانت قيمة التيار أكبر ما يمكن (أعظمي) فإن $X_L = X_C$ و $Z = R$ وبهذه الحالة I_{eff} سيتغير حسب حسابه. وبهذه الحالة

مثال عليك المسألة الأولى من مسائل اختبر نفسي

مسائل وشيعة مع مقاومة . (تفرعي / تسلسل)

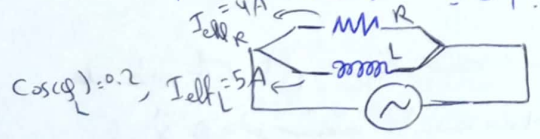
دورة 2020 قديم

مأخذ تيار متناوب جيبي تطبق تابع التوتر اللحظي بين طرفيه بالعلاقة: $U = 200\sqrt{2}\cos(100\pi t)$ Volt

نصل طرفي الدارة قوي فرعي قوي الأول مقاومة صرفة R المرفق تيار شدته المنتجة $I_{eff_R} = 4A$

والفرع الثاني وشيعة عامل استطاعتها 0.2 المرفق تيار شدته المنتجة $I_{eff_L} = 5A$ احسب:

1- احسب قيمة التوتر المنتج بين طرفي المأخذ وتواتر التيار
2- احسب قيمة المقاومة الصرفة R.
3- اكتب التابع الزمني للشدة اللحظية للتيار المار في المقاومة
4- احسب مقاومة الوشيعة وهاتفكر.
5- احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في حالة الفرعين واحسب عامل استطاعة الدارة.



الحل المعطيات : $U = U_{max}\cos(\omega t)$ / $U = 200\sqrt{2}\cos(100\pi t)$

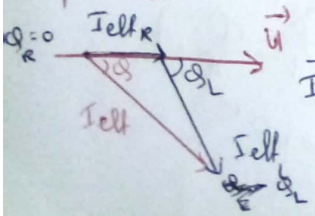
① التوتر المنتج : $U_{eff} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{200\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 200$ Volt

التواتر : $\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50$ Hz

التيار المتناوب - 3 -

② الوصل على التفرع فإن التوتر ثابت $U_{eff} = 200$ Volt

أما التيار هو مجموع التيارات المارة في الفرعين حيث تتواجد هنا تيارات شدتها



$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_R} + \vec{I}_{eff_L} \Rightarrow I_{eff}^2 = I_{eff_R}^2 + I_{eff_L}^2 + 2I_{eff_R}I_{eff_L}\cos(\varphi_L - \varphi_R) \Rightarrow I_{eff} = \sqrt{49} = 7A$

$U_{eff} = R \cdot I_{eff_R} \Rightarrow R = \frac{U_{eff}}{I_{eff_R}} = \frac{200}{4} = 50\Omega$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

$$i = I_{max_R} \cdot \cos(\omega t + \varphi_R)$$ (3)

$$I_{max_R} = I_{eff_R} \cdot \sqrt{2} \Rightarrow I_{max_R} = 4 \times \sqrt{2} = 4\sqrt{2}\ A.$$

$\omega = 100\pi\ rad.s^{-1}$, $\varphi_R = 0\ rad$ لأن التيار كالتوتر متوافق بالطور مع التوتر المطبق

$$\Rightarrow \boxed{i = 4\sqrt{2}\cos(100\pi t + 0)\ A}$$

(4) حساب الوشيعة.

$$U_{eff} = Z_L \cdot I_{eff_L} \Rightarrow Z_L = \frac{U_{eff}}{I_{eff_L}} = \frac{200}{5} = 40\Omega$$

حساب المقاومة r :

$$\cos(\varphi_L) = \frac{r}{Z_L} \Rightarrow r = Z_L \cdot \cos(\varphi_L) = 40 \times 0.2 = 8\Omega$$

(5) $P_{avg} = P_{avg_R} + P_{avg_L}$ بما أن الدارة تحتوي على ناقلين أوميين فإن الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة هي مجموع الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الناقل الأول + الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الناقل الثاني

$$P_{avg_R} = I_{eff_R} \cdot U_{eff} \cdot \cos(\varphi_R) = 4 \times 200 \times 1 = 800\ watt$$

لأن $\varphi_R = 0\ rad$

$$P_{avg_L} = I_{eff_L} \cdot U_{eff} \cdot \cos(\varphi_L) = 5 \times 200 \times 0.2 = 200\ watt$$

$$P_{avg} = 800 + 200 = 1000\ watt.$$

$\cos(\varphi) = ?$ للدارة

$$P_{avg_{\text{للدارة}}} = I_{eff_{\text{للدارة}}} \cdot U_{eff_{\text{للدارة}}} \cdot \cos(\varphi_{\text{للدارة}})$$

$$\cos(\varphi) = \frac{P_{avg}}{I_{eff} \cdot U_{eff}} = \frac{1000}{7 \times 200} = \frac{5}{7}.$$

ملاحظة: يمكن حساب شدة التيار المار في دارة تحتوي على وشيعة ذات مقاومة بالمكثف كما يلي:

$$\vec{I}_{eff} = \vec{I}_{eff_R} + \vec{I}_{eff_L}$$

إذا كانت الوشيعة مثالية (مقاومتها مهملة) فإن $\varphi_L = \frac{\pi}{2}\ rad$

كانت $\varphi_L = \frac{\pi}{2}$ لكن هنا φ_L تحدد حسب الحالة المطبقة

لذلك نطبق مربع الشعاع الأول + مربع الشعاع الثاني + ضعف الأول بالثاني في $\cos(\varphi_L - \varphi_R)$ التي بينهما

$$I_{eff}^2 = I_{eff_R} + I_{eff_L} + 2 I_{eff_R} \cdot I_{eff_L} \cdot \cos(\varphi_L - \varphi_R)$$

لم نذكرها سابقاً هي صفر.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

دورة 2013 تركيا

أ. زينب سلمان

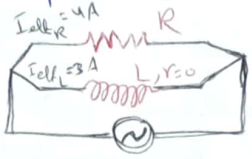
مأخذ تيار متناوب جيبي بين طرفيه توتر لحظي:

$$U = 60\sqrt{2}\cos(100\pi t)$$

نصله لدارة تحوي فرعين حوي الفرع الأول مقاومة صرفة R عبرها تيار شدته اللحظية $I_{elf_R} = 4A$ وحوي الفرع الثاني وشيعة مهملة المقاومة عبرها تيار شدته اللحظية $I_{elf_L} = 3A$

1. احسب القيمة العظمى للتوتر المطبق بين طرفي المأخذ وتواتر التيار
2. احسب قيمة المقاومة الأومية ومردية الوشيعة
3. احسب قيمة الشدة العظمى المارة في الدارة
4. اكتب التابع الزمني للشدة اللحظية في فرع الوشيعة
5. احسب الاستطاعة الوسطية المستهلكة في الدارة.

الحل: المعطيات: دارة تفرعية



① التوتر المطبق: $U_{elf} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{60\sqrt{2}}{\sqrt{2}} = 60 Volt$

$U = U_{max}\cdot\cos(\omega t)$
$U = 60\sqrt{2}\cdot\cos(100\pi t)$

$\omega = 2\pi f \Rightarrow f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{100\pi}{2\pi} = 50 HZ$

② $U_{elf} = R\cdot I_{elf_R}$

$\Rightarrow R = \frac{U_{elf}}{I_{elf_R}} = \frac{60}{4} = 15\ \Omega.$

حساب ردية الوشيعة:

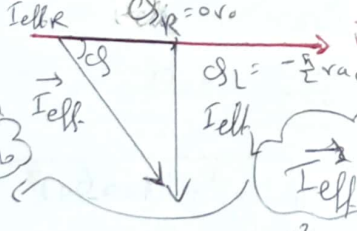
$U_{elf} = Z_L\cdot I_{elf_L} \Rightarrow U_{elf} = X_L\cdot I_{elf_L}$

$X_L = \frac{U_{elf}}{I_{elf_L}} = \frac{60}{3} = 20\ \Omega.$

③ باستخدام دارة فرنيل نظر للوشيعة على أنها ذات مقاومة أم مهملة فإنها تؤخر طور التيار المار فيها عن طور التوتر المطبق بمقدار $\varphi_L = -\frac{\pi}{2} rad$

وعلمنا أن المقاومة موجودة $\varphi_R = 0 rad$ التيار المار فيها يتوافق بالطور مع التوتر المطبق

الوصل على التفرع (التوتر U ثابت والتيار I متغير)



حسب فيثاغورث:

$$\vec{I}_{elf} = \vec{I}_{elf_R} + \vec{I}_{elf_L}$$

$$I_{eff}^2 = I_{elf_R}^2 + I_{elf_L}^2$$

$$I_{elf}^2 = (4)^2 + (3)^2 = 16 + 9 = 25 \Rightarrow I_{elf} = \sqrt{25} = 5A.$$

لتحديد ما كتبناها على شكل $I_{eff}^2 = I_{elf_R}^2 + I_{elf_L}^2 + 2 I_R I_L \cos(\varphi_L - \varphi_R)$ حالة خاصة

لأنه الزاوية بين φ_L و φ_R تشكل مثلث قائم فيثاغورث

④ $i_L = I_{max_L}\cdot\cos(\omega t)$

$\varphi_L = -\frac{\pi}{2} rad$, $I_{elf_L} = \frac{I_{max_L}}{\sqrt{2}} \Rightarrow I_{max_L} = I_{elf_L}\cdot\sqrt{2} = 3\sqrt{2} A$

$$\Rightarrow \boxed{i_L = 3\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})}$$

التيار المتناوب -5-

⑤ $P_{avg} = I_{elf}\cdot U_{elf}\cdot\cos(\varphi)$

لإيجاد $\cos\varphi$ في الشكل:

$\cos(\varphi) = \frac{4}{5}$

$P_{avg} = 5 \times 60 \times \frac{4}{5} = 240$ watt.

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

طريقة ثانية لحساب P_{avg}

$$P_{avg} = P_{avg_R} + P_{avg_L}$$

$$P_{avg_R} = R \cdot I_{eff_R}^2 = 15 \times (4)^2 = 15 \times 16 = 240 \text{ watt.}$$

$P_{avg_L} = 0$ watt ← لأن الوشيعة حولة المقاومة لا تستهلك طاقة

$$\Rightarrow P_{avg} = 240 + 0 = 240 \text{ watt.}$$

(مقاومة + وشيعة + مكثفة)

أزرنية سليمان

دورة 2013 ثانية

تأخذ تيار متناوب جيبي تبعاً $U_{eff} = 50V$ تغذي بتوتر متناوب جيبي $\omega = 100\pi \, rad.s^{-1}$ يغذي التركيب التسلسلي الآتي: مقاومة مقدارها $R = 30\Omega$ ووشيعة معامل تحريضها $L = \frac{1}{\pi} H$ ومكثفة سعتها $\frac{1}{6000\pi} F$ المطلوب:

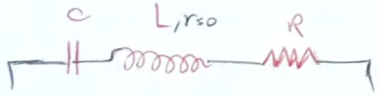
1- احسب ردية الوشيعة والسعة المكافئة للدارة.

2- احسب شدة التيار المار في الدارة.

3- احسب التوتر المنتج بين طرفي المقاومة.

4- احسب الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الدارة.

B) نعوض في المكثفة C مكثفة C' تجعل شدة التيار أكبر ما يمكن لماذا نقول ذلك وجد طريقة لضم واحسب السعة المكافئة C_{eq} للمكثفتين في الدارة في هذه الحالة ؟ احسب سعة المكثفة المضافة C'.



الحل: المعطيات: التسلسل $\omega = 100\pi \, rad.s^{-1}$

$U_{eff} = 50V$

$Z = ?$, $X_C = ?$, $X_L = ?$ (1)

$$X_L = L \cdot \omega = \frac{1}{\pi} \times 100\pi = 100\Omega.$$

$$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{100\pi \times \frac{1}{6000\pi}} = \frac{1}{\frac{100}{6000}} = 60\Omega.$$

$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(30)^2 + (100 - 60)^2} = \sqrt{900 + (40)^2} = \sqrt{900 + 1600}$$

$$= \sqrt{2500} = 50\Omega.$$

$$U_{eff_{دارة}} = Z_{دارة} \cdot I_{eff_{دارة}} \quad (2)$$

$$I_{eff} = \frac{U_{eff}}{Z} = \frac{50}{50} = 1A.$$

التيار المتناوب -6-

$U_{eff_R} = R \cdot I_{eff} = 30 \times 1 = 30$ Volt ← ثبت لأنه لم يطرأ تغيير على التسلسل (3)

$$P_{avg} = U_{eff} \cdot I_{eff} \cdot \cos(\varphi) \quad (4)$$

$$\cos(\varphi) = \frac{R}{Z} = \frac{30}{50} = \frac{3}{5}$$

$$P_{avg} = 50 \times 1 \times \frac{3}{5} = 3 \times 10 = 30 \text{ watt.}$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

التيار أكبر شدة ⇐ الدارة في حالة تجاوب كهربائي

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C'}$$

لكن C' ليست موجودة ⇐ لا يمكن حدوث تسلسل أو تفرع

أ. زينب سلطان

الدارة في حالة تجاوب يمكن أن نستفيد من الفكرة

$$X_L = X_{Ceq} \Rightarrow \omega . L = \frac{1}{\omega . C_{eq}} \Rightarrow C_{eq} = \frac{1}{\omega^2 . L}$$

$$C_{eq} = \frac{1}{(100\pi)^2 \times \frac{1}{\pi}} = \frac{1}{(100)^2 \times \pi^2 \times \frac{1}{\pi}} = \frac{1}{10000\pi}\ F.$$

العلاقة بالتسلسل $C_{eq} > C$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C'} \Rightarrow \frac{1}{C'} = \frac{1}{C_{eq}} - \frac{1}{C}$$

$$\frac{1}{C'} = \frac{1}{\frac{1}{10000\pi}} - \frac{1}{\frac{1}{6000\pi}} = 10000\pi - 6000\pi = 4000\pi$$

$$\Rightarrow C' = \frac{1}{4000\pi}\ F.$$

(مقاومة + مكثفة)

دورة 2015 الثانية

A/ مأخذ تيار متناوب جيبي توتره $f = 50Hz$ التردد، شدة التيار $I_{eff} = 2A$

دارة التسلسل: مقاومة أومية $R = 20\Omega$ ومكثفة سعتها $C = \frac{1}{1500\pi}\ F$

1) اجلب التوتر المنتبع بين طرفي المقاومة.

2) اجلب التوتر المنتبع بين طرفي المكثفة واكتب التباعة الزمنية للتوتر اللحظي بين طرفيه

3) اجلب التوتر المنتبع الكلي بين طرفي المأخذ باستخدام إنشاء فرنيل

B) نعوض الدارة السابقة وشيعة موصلة بالمقاومة بقبل الدارة دارة توافق بالطور مع التوتر

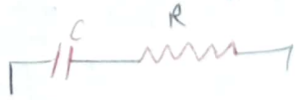
a) احسب ذاتية الوشيعة

b) احسب شدة الوشيعة وفاتة

c) احسب شدة التيار المنتبع والمستمر في الدارة في حالة التجاوب

الحل:

A) المعطيات: $f = 50Hz$ ، $I_{eff} = 2A$ ، التسلسل



1) أوصال دارة التسلسل فإن التيار ثابت

$$U_{eff_R} = R . I_{eff} = 20 \times 2 = 40 Volt$$

2)
$$U_{eff_C} = X_C . I_{eff} = \frac{1}{\omega . C} . I_{eff} = \frac{1}{2\pi f . C} . I_{eff}$$

$$U_{eff_C} = \frac{1}{2\pi \times 50 \times \frac{1}{1500\pi}} \times 2 = \frac{2}{\frac{2}{30}} = \frac{60}{2} = 30 Volt$$

التيار المتناوب

-7-

$$i_C = I_{max_C} . \cos(\omega t + \varphi_C)$$

الممسوحة ضوئيا بـ CamScanner

أ. زينب سليمان

$$U_{eff_C} = \frac{U_{max_C}}{\sqrt{2}} \Rightarrow U_{max_C} = U_{eff_C} \cdot \sqrt{2} = 30\sqrt{2} \text{ Volt.}$$

$$\omega = 2\pi f = 2\pi \times 50 = 100\pi \text{ rad.s}^{-1}$$

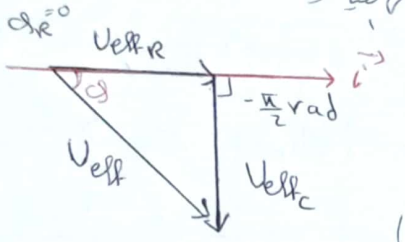
التوتر متأخر بالطور عن التيار. الوصل على التسلسل $\varphi_C = -\frac{\pi}{2}$ rad

$$\boxed{i_C = 30\sqrt{2}\cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})}$$

(3) الوصل على التسلسل (بتيار ثابت وتوتر متغير)

التوتر على توافق بالطور مع التيار. $\varphi_R = 0$ rad

التوتر متأخر بالطور عن التيار. $\varphi_C = -\frac{\pi}{2}$ rad



حسب فيثاغورث

$$\vec{U_{eff}} = \vec{U_{eff_R}} + \vec{U_{eff_C}}$$

$$U_{eff}^2 = U_{eff_R}^2 + U_{eff_C}^2$$

$$U_{eff}^2 = (40)^2 + (30)^2 = 1600 + 900$$

$$U_{eff}^2 = 2500 \Rightarrow U_{eff} = \sqrt{2500} = 50 \text{ Volt}$$

(13)

a) التيار على توافق مع التوتر، الدارة تجاوب كورباي

b) الدارة في حالة تجاوب كورباي

$$X_L = X_C \Rightarrow L.\omega = \frac{1}{\omega C} \Rightarrow L = \frac{1}{\omega^2 . C}$$

$$L = \frac{1}{(100\pi)^2 \times \frac{1}{1500\pi}} = \frac{1}{10000\pi^2 \times \frac{1}{1500\pi}} = \frac{1}{\frac{100\pi}{15}} = \frac{15}{100\pi} \text{ H}$$

$R = Z$ تجاوب كورباي

c)

$$U_{eff} = R \cdot I'_{eff}$$

$$I'_{eff} = \frac{U_{eff}}{R} = \frac{50}{20} = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ A}$$

$$P_{avg} = P_{avg_R} + P_{avg_L} + P_{avg_C}$$

$$P_{avg_R} = R \cdot I'^2_{eff} = 20 \times (\frac{5}{2})^2 = 20 \times \frac{25}{4} = 125 \text{ watt}$$

$P_{avg_L} = P_{avg_C} = 0$ watt الوشيعة والمكثفة لا تستهلكان طاقة.

$$\Rightarrow P_{avg} = P_{avg_R} + P_{avg_L} + P_{avg_C} = 125 + 0 + 0 = 125 \text{ watt.}$$

التمرين الثاني

-8-