

☆ بسيطة

الفيزياء، البكالوريا، الفرع العلمي

التيارات الفرعية

عناصر على التفريع: الشدات المنتجة تُجمع هندسيًا، فرعاً مقاومةً ووشيعاً، والدارة الخانقة الكهربائية والمغناطيسية . الوحدة 2 . الدرس 5 (4 من 4)

في البيت تُوصل الأجهزة على التفريع: المصباح والمروحة والثلاجة تحت التوتر نفسه. في التيار المتناوب لا تُجمع شدات الفروع جمعاً عادياً، فالتيار في الوشيعية يتأخر عن التوتر، وفي المكثفة يتقدم. وفي مسألة دورة 2026 في دمشق مقاومةً ووشيعاً على التفريع، والمطلوب الشدة الكلية بإنشاء فرينل. نتابع مع الكتاب في الصفحات 147 إلى 149.

الشدة المنتجة الكلية والشدات الفرعية

نتبع الكتاب، الصفحة 147: نطبق توتراً متناوباً جيبيًا $\bar{u} = U_{\max} \cos \omega t$ على دائرة فيها على التفريع مقاومة R ، ووشيعاً مهملية المقاومة ذاتيتها L ، ومكثفة سعتها C . التوتر نفسه على الفروع الثلاثة، والشدات اللحظية تُجمع جبرياً:

$$\bar{i} = \bar{i}_1 + \bar{i}_2 + \bar{i}_3$$

ونقيس هنا طور كل شدةٍ بالنسبة للتوتر المطبق، كما يفعل الكتاب: في فرع المقاومة الشدة على توافقٍ بالطور مع التوتر $\bar{\varphi}_R = 0$ ، وفي فرع الوشيعية متأخرةً عنه $\bar{\varphi}_L = -\frac{\pi}{2}$ ، وفي فرع المكثفة متقدمةً عليه $\bar{\varphi}_C = +\frac{\pi}{2}$. لذلك «الشدة المنتجة تُجمع هندسيًا» الكتاب، الصفحة 147، وإنشاء فرينل بفرض $I_L > I_C$:

$$I_{\text{eff}}^2 = I_R^2 + (I_L - I_C)^2$$

$$\cos \bar{\varphi} = \frac{I_R}{I_{\text{eff}}}$$

انتبه: ❗ لا تجمع شدات الفروع جمعاً عادياً: $I_{\text{eff}} \neq I_R + I_L + I_C$. مقياس الأمبير في الدارة الأصلية قد يقرأ أقل من مجموع قراءات الفروع.

مقاومة ووشيعه مهملة المقاومة على التفزع: $I_R = 3 \text{ A}$ و $I_L = 4 \text{ A}$. ما الشدة المنتجة في الدارة الأصلية؟

كيف أبدأ؟ الشدتان متعامدتان: $I_{\text{eff}}^2 = I_R^2 + I_L^2$ ، الكتاب، الصفحة 147.

(أ) $I_{\text{eff}} = 7 \text{ A}$

(ب) $I_{\text{eff}} = 5 \text{ A}$

(ج) $I_{\text{eff}} = 1 \text{ A}$

ب. نعم: $\sqrt{9 + 16} = 5 \text{ A}$.

في الدارة نفسها، $I_R = 3 \text{ A}$ و $I_{\text{eff}} = 5 \text{ A}$. عامل الاستطاعة:

كيف أبدأ؟ $\cos \bar{\varphi} = \frac{I_R}{I_{\text{eff}}}$.

(أ) $\cos \bar{\varphi} = 0.8$

(ب) $\cos \bar{\varphi} \approx 1.67$

(ج) $\cos \bar{\varphi} = 0.6$

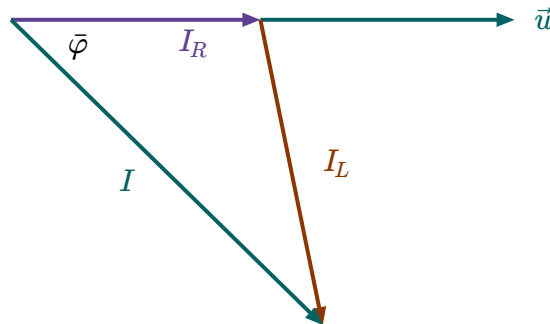
ج. نعم: $\frac{3}{5} = 0.6$.

فرعان: مقاومة ووشيعه لها مقاومة

إن كانت للوشيعه مقاومة r فشدتها متأخرة عن التوتّر بزاوية قيمتها المطلقة $|\bar{\varphi}_L|$ أصغر من $\frac{\pi}{2}$ ، وبالتربيع في إنشاء

فرينل، الكتاب، الصفحة 148:

$$I_{\text{eff}}^2 = I_R^2 + I_L^2 + 2 I_R I_L \cos(\bar{\varphi}_L - \bar{\varphi}_R)$$



إنشاء فرينل للشدات المنتجة في المسألة الثالثة، الكتاب، الصفحة 151: $I_R = 4 \text{ A}$ و $I_L = 5 \text{ A}$ و $I_{\text{eff}} = 7 \text{ A}$. الرسم من عندنا، على نمط الصفحة 148.

المسألة الثالثة، الكتاب، الصفحة 151: مأخذ $\bar{u} = 200\sqrt{2} \cos 100\pi t$ نصل طرفيه بدارة فيها فرعان: الأول مقاومة صرفة تمرّ فيها 4 A ، والثاني وشيعة تمرّ فيها 5 A ، فيمرّ في الدارة الخارجيّة 7 A .

$$R, Z_L, r, P_{\text{avg}}, \cos \bar{\varphi} = ?$$

1. المقاومة والممانعة $U_{\text{eff}} = 200 \text{ V}$ على الفرعين:

$$R = \frac{200}{4} = 50 \Omega$$

$$Z_L = \frac{200}{5} = 40 \Omega$$

2. عامل استطاعة الوشيعة بالعلاقة السابقة و $\bar{\varphi}_R = 0$:

$$49 = 16 + 25 + 2 \times 4 \times 5 \cos \bar{\varphi}_L$$

$$\cos \bar{\varphi}_L = \frac{8}{40} = 0.2$$

3. مقاومة الوشيعة $\cos \bar{\varphi}_L = \frac{r}{Z_L}$:

$$r = 0.2 \times 40 = 8 \Omega$$

4. الاستطاعة الاستطاعات المتوسطة تُجمع، في R وفي r :

$$P_{\text{avg}} = 50 \times 16 + 8 \times 25 = 1000 \text{ W}$$

$$\cos \bar{\varphi} = \frac{1000}{200 \times 7} \approx 0.71$$

الشدات تُجمع هندسيّاً، أمّا الاستطاعات المتوسطة فتُجمع جمعاً عادياً، كما في الكتاب، الصفحة 138:

$$P_{\text{avg}} = P_{\text{avg1}} + P_{\text{avg2}}$$

انتبه: وشيعة لها مقاومة ليست عموديّة على المقاومة في إنشاء فرينل. لا تنس الحد $2 I_R I_L \cos \bar{\varphi}_L$ ، ولا تنس أنّ r تستهلك استطاعة.

في المسألة الثالثة، ما الاستطاعة المتوسطة المستهلكة في الوشيعه وحدها؟

كيف أبدأ؟ الاستطاعة في $r = 8 \Omega$ مع $I_L = 5 A$.

(أ) $P_{avg} = 200 W$

(ب) $P_{avg} = 0$

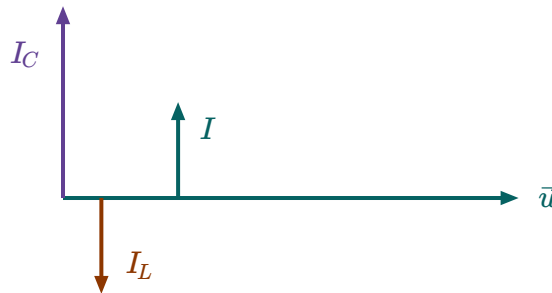
(ج) $P_{avg} = 1000 W$

أ. نعم: $r I_L^2 = 8 \times 25 = 200 W$

فرعان: مكثفة ووشيعه، والدارة الخانقة

في فرع المكثفة الشدة متقدمة على التوتر بـ $\frac{\pi}{2}$ ، وفي فرع الوشيعه مهملة المقاومة متأخرة عنه بـ $\frac{\pi}{2}$: الشدتان متعاكستان، فتُطرح إحداهما من الأخرى، الكتاب، الصفحة 148:

$$I_{eff} = |I_C - I_L|$$



إنشاء فريزل لمكثفة ووشيعه على التفزع حين $X_C < X_L$ ، بقم المسألة السادسة، الكتاب، الصفحة 152. الرسم من عندنا.

إذا كان $X_C < X_L$ فإن $I_C > I_L$ ، وإذا كان $X_L < X_C$ فإن $I_L > I_C$. وإذا كان $X_L = X_C$ تساوت الشدتان «وتعدهم الشدة في الدارة الخارجيّة، وتسمى الدارة في هذه الحالة بالدارة الخانقة للتيار» الكتاب، الصفحة 149، عند التواتر:

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

تذكّر: «تستخدم الدارة الخانقة في وصل خطوط نقل الطاقة الكهربائية مع الأرض بهدف ترشيح التوائرات التي يلتقطها الخط من الجو»: نجعل تواتر تجاوبها مساوياً لتواتر تيار خط النقل، فتكون ممانعتها لا نهائية له، بينما تمر بقية التواترات الملتقطة من الجو إلى الأرض. الكتاب، الصفحة 149.

من المسألة السادسة، الكتاب، الصفحة 152: $U_{\text{eff}} = 100 \text{ V}$ و 50 Hz ، ووشيعه مهمله المقاومة $X_L = 80 \Omega$ ومكثفه $X_C = 40 \Omega$ على التفرع، دون المقاومة.

$$I_{\text{eff}} = ?$$

1. الفرعان التوتّر نفسه على الفرعين:

$$I_L = \frac{100}{80} = 1.25 \text{ A}$$

$$I_C = \frac{100}{40} = 2.5 \text{ A}$$

2. الدارة الأصلية الشدّتان متعاكستان:

$$I_{\text{eff}} = 2.5 - 1.25 = 1.25 \text{ A}$$

والشدّة الكليّة متقدّمة على التوتّر لأنّ $I_C > I_L$. وفي الدارة نفسها على التسلسل كان الطنين عند 35.4 Hz ؛ عند هذا التواتر يصير الفرعان على التفرع دائرة خانقة:

$$I_C = I_L \implies I_{\text{eff}} = 0$$

مكثفه ووشيعه مهمله المقاومة على التفرع: $I_C = 5 \text{ A}$ و $I_L = 2 \text{ A}$. الشدّة في الدارة الأصلية:

| كيف أبدأ؟ الشدّتان متعاكستان.

$$I_{\text{eff}} = 3 \text{ A} \quad (\text{أ})$$

$$I_{\text{eff}} = 7 \text{ A} \quad (\text{ب})$$

$$I_{\text{eff}} \approx 5.39 \text{ A} \quad (\text{ج})$$

$$\text{أ. نعم: } 5 - 2 = 3 \text{ A}$$

في دائرة خانقة، مكثفٌ ووشيعةٌ مهملة المقاومة على التفرّع، يكون التواتر مساوياً تواتر تجاوبها. الشدّة في الدارة الأصليّة:

كيف أبدأ؟ $X_L = X_C$ ف $I_L = I_C$.

(أ) أكبر ما يمكن

(ب) تساوي شدّة الوشيعة

(ج) معدومة

ج. نعم: $I_{\text{eff}} = I_L - I_C = 0$ ، الكتاب، الصفحة 149.

من الكتاب: مصباحٌ ووشيعة على التفرّع

المسألة الرابعة، الكتاب، الصفحة 152: $\bar{u} = 120\sqrt{2} \cos 120\pi t$. نضع بين طرفي المأخذ مصباحاً ذاتيّته مهملة تمرّ فيه

6 A ، ثم نصل على التفرّع وشيعةً عامل استطاعتها $\frac{1}{2}$ تمرّ فيها 10 A .

$R, r, I_{\text{eff}}, P_{\text{avg}}, C = ?$

1. التوتّر والتواتر من التابع، $\omega = 120\pi = 2\pi f$:

$$U_{\text{eff}} = 120 \text{ V}$$

$$f = 60 \text{ Hz}$$

2. المصباح والوشيعة $Z_L = \frac{120}{10} = 12 \Omega$ و $r = Z_L \cos \bar{\varphi}_L$:

$$R = \frac{120}{6} = 20 \Omega$$

$$r = 12 \times \frac{1}{2} = 6 \Omega$$

3. الشدّة الكليّة $\frac{1}{2}$ ، $\cos \bar{\varphi}_L = 0$ و $\bar{\varphi}_R = 0$:

$$I_{\text{eff}}^2 = 36 + 100 + 2 \times 6 \times 10 \times \frac{1}{2} = 196$$

$$I_{\text{eff}} = 14 \text{ A}$$

4. الاستطاعة في المصباح $20 \times 36 = 720 \text{ W}$ ، وفي الوشيعة $6 \times 100 = 600 \text{ W}$:

$$P_{\text{avg}} = 1320 \text{ W}$$

$$\cos \bar{\varphi} = \frac{1320}{120 \times 14} \approx 0.79$$

5. المكثفة لتصبح الشدة الكلية على توافقٍ مع التوتّر نصل مكثّفةً على التفرّع تحت التوتّر نفسه، فتلغي المركبة العموديّة لشدة الوشيعة،

$$I_C = I_L \sin \frac{\pi}{3} \approx 8.66 \text{ A}$$

$$X_C = \frac{120}{8.66} \approx 13.9 \Omega$$

$$C = \frac{1}{X_C \omega} \approx 1.91 \times 10^{-4} \text{ F}$$

إضافة المكثفة لا تغيّر الاستطاعة المتوسطة، لأنّها لا تستهلك. لكنّها تصغّر الشدة الكلية إلى مركبتها على التوتّر:

$$I_{\text{eff}} = 6 + 10 \times \frac{1}{2} = 11 \text{ A}$$

لماذا تمرّ في الدارة الخانقة على خطّ النقل التواترات الملتقطة من الجوّ إلى الأرض، ولا يمرّ تيار الخطّ؟

| كيف أبدأ؟ ما ممانعة الدارة الخانقة عند تواتر تجاوبها؟

(أ) لأنّ مقاومتها الأوميّة كبيرة

(ب) لأنّ ممانعتها لا نهائية لتواتر الخطّ وحده

(ج) لأنّ المكثفة تمنع كلّ تيارٍ متناوب

ب. نعم: تواتر تجاوبها يساوي تواتر الخطّ، فلا يمرّ هذا التيار، الكتاب، الصفحة 149.

المصدر: الفيزياء، الصفحات 147 إلى 149 من الطبعة الرسمية 2025 / 2026.