Electrical Circuits 2

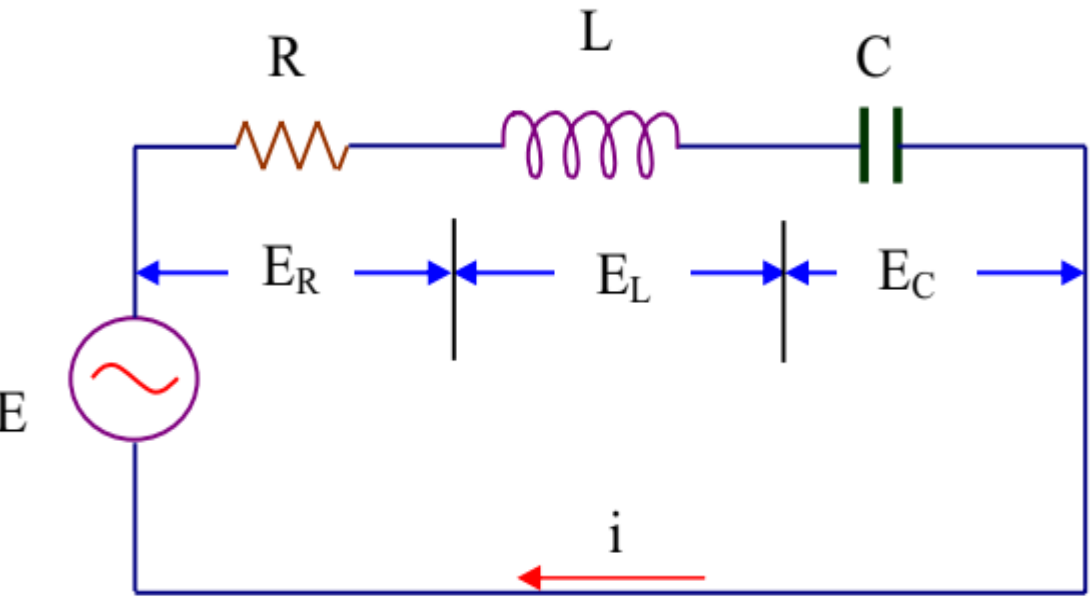
Industrial Education Faculty

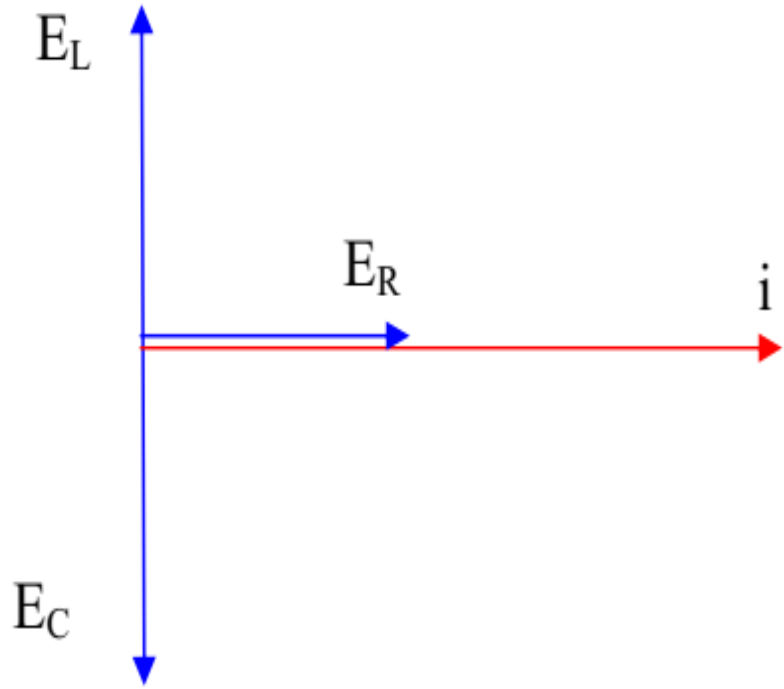
Power and Machines Department

2th Year

Lecture 3

دوائر التيار المتردد





R، L، C على التوالي في دائرة كهربائية.

$$E_r = i \cdot R \qquad E_L = i \cdot \omega L \qquad E_C = \frac{i}{\omega C}$$

دوائر التيار المتردد

$$\frac{E_r + E_L + E_C}{i} = R + j\omega L - \frac{j}{\omega C} = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$$

$$X = j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$$

$$\overline{Z} = R + jX$$

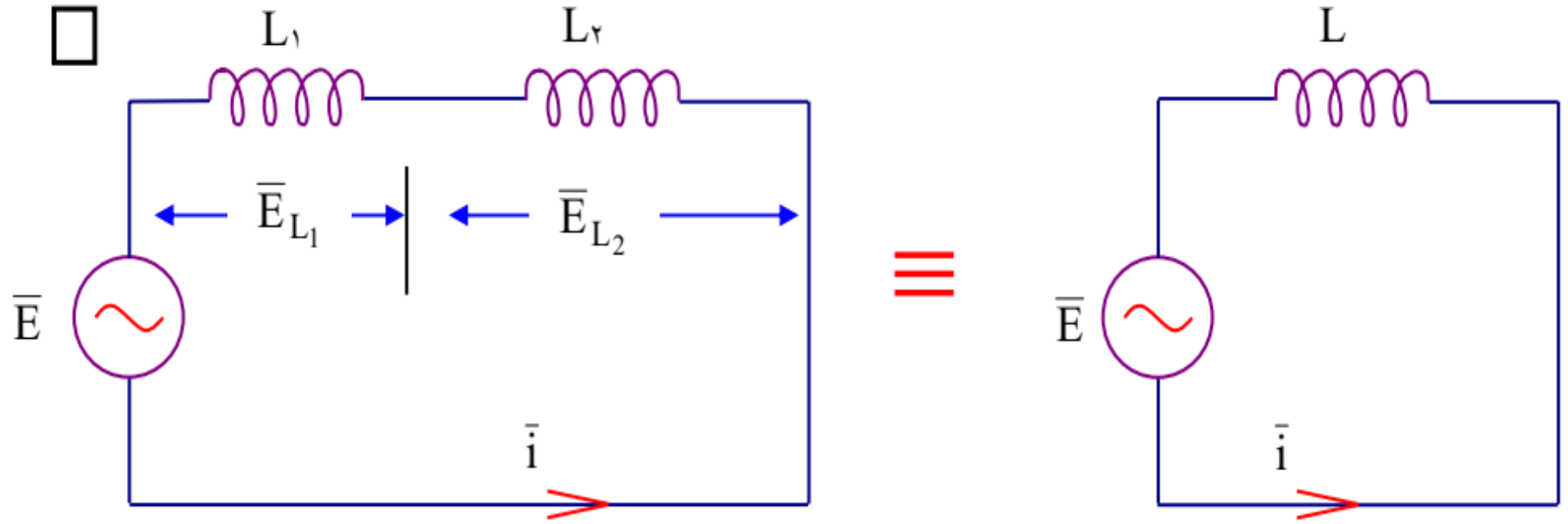
$$|Z| = \sqrt{(R^2 + X^2)}$$

$$\theta_Z = \tan^{-1}\frac{X}{R}$$

دوائر التيار المتردد

التوصيل على التوالي

توصيل الملفات على التوالي

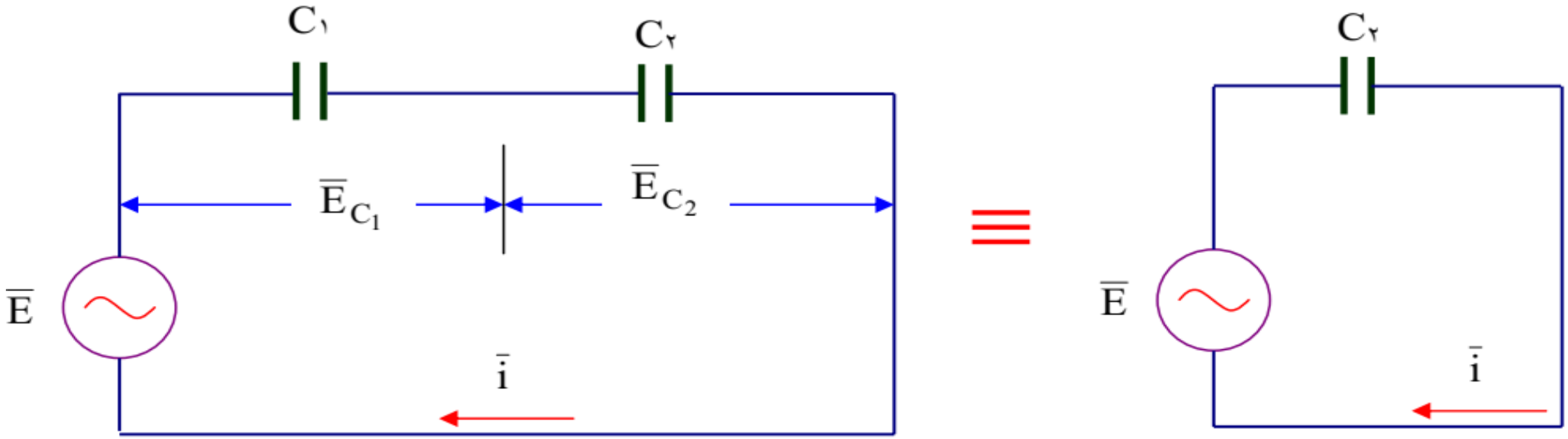


$$X_L = j\omega L = j\omega L_1 + j\omega L_2 = j\omega (L_1 + L_2)$$

$$\therefore L = (L_1 + L_2)$$

دوائر التيار المتردد

توصيل المكثفات على التوالي



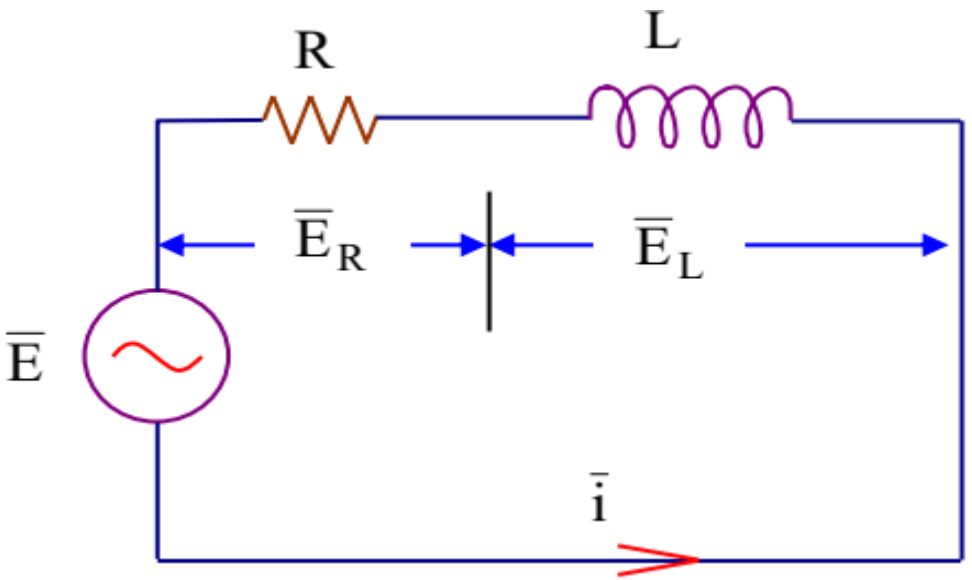
$$X_C = -j\left(\frac{1}{\omega C}\right) = \left(-j\frac{1}{\omega C_1}\right) + \left(-j\frac{1}{\omega C_2}\right) = -j\left(\frac{1}{\omega C_1} + \frac{1}{\omega C_2}\right)$$

$$\left(\frac{1}{C}\right) = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)$$

$$C = \left(\frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}\right)$$

دوائر التيار المتردد

مقاومة موصلة على التوالي مع مفاعلة حثية



$$\bar{Z} = R + j\omega L$$

$$\bar{i} = \frac{\bar{E}}{\bar{Z}} = \frac{|E|\angle\theta_E}{|Z|\angle\theta_Z} = |i|\angle\theta_i$$

$$|i| = \frac{|E|}{|Z|} = \frac{|E|}{\sqrt{(R^2 + \omega^2 L^2)}}$$

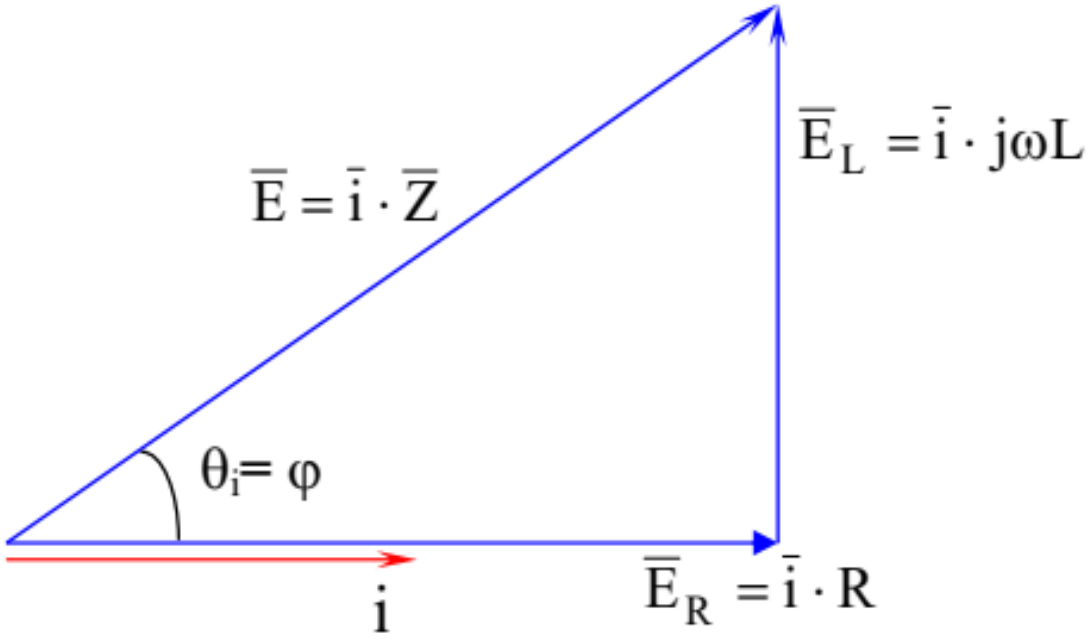
$$\angle\theta_i = \angle\theta_E - \angle\theta_Z$$

$$\bar{E} = |E|\angle 0$$

$$\angle\theta_i = \angle 0 - \angle\theta_Z = \angle -\theta_Z = \angle\varphi$$

دوائر التيار المتردد

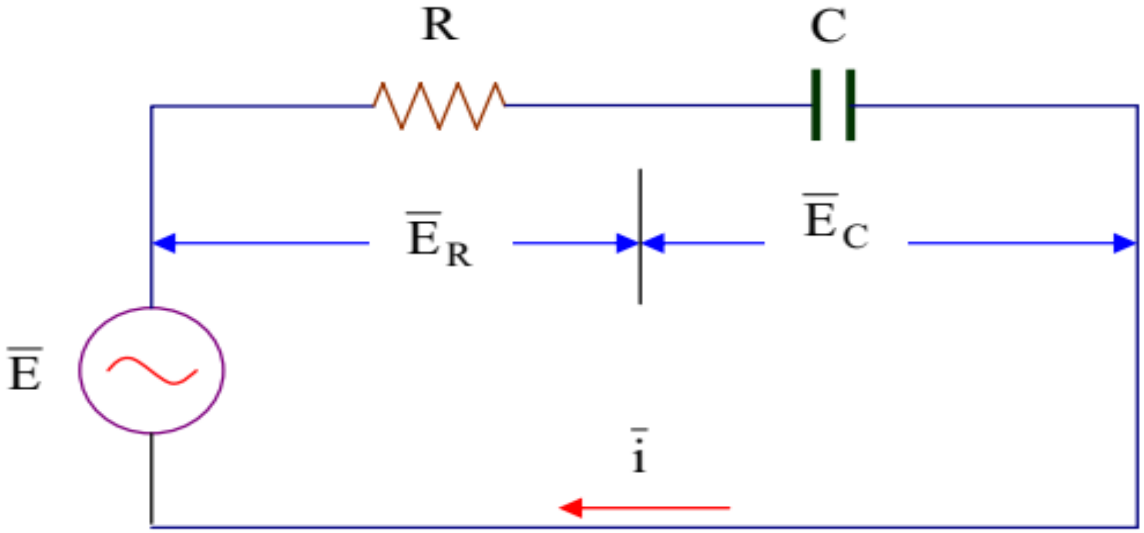
حيث φ هي الزاوية التي تفصل بين اتجاه الجهد واتجاه التيار وتسمى أيضاً زاوية القدرة شرحه فيما بعد)، ويلاحظ أن زاوية التيار سالبة، مما يعني أن التيار يتأخر عن الجهد. المخطط الاتجاهي للدائرة كما هو مبين بشكل رقم (٣ -١٢).

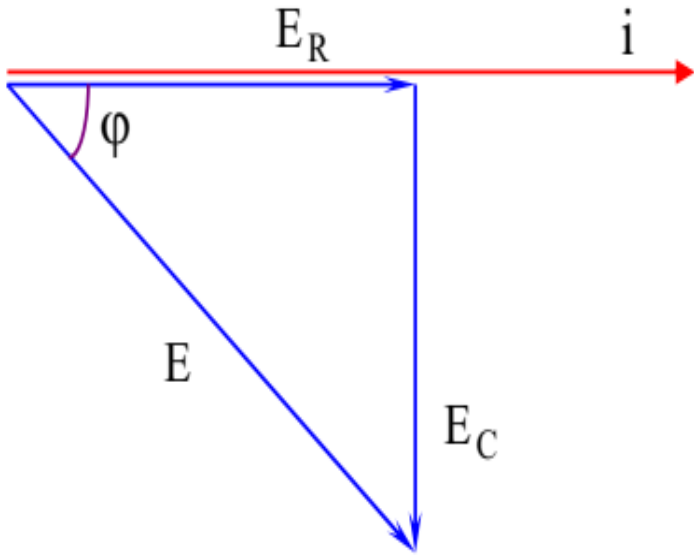


$$\overline{E} = \bar{i} \cdot R + \bar{i} \cdot j\omega L = \bar{i} \cdot (R + j\omega L) = \bar{i} \cdot \overline{Z}$$

دوائر التيار المتردد

مقاومة موصلة على التوالى مع مفاعلة سعوية RC series Circuit





$$\bar{Z} = R - j\frac{1}{\omega C}$$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

$$\angle\theta_Z = \tan^{-1}\left(\frac{-1}{\omega CR}\right)$$

$\Rightarrow$ زاوية سالبة

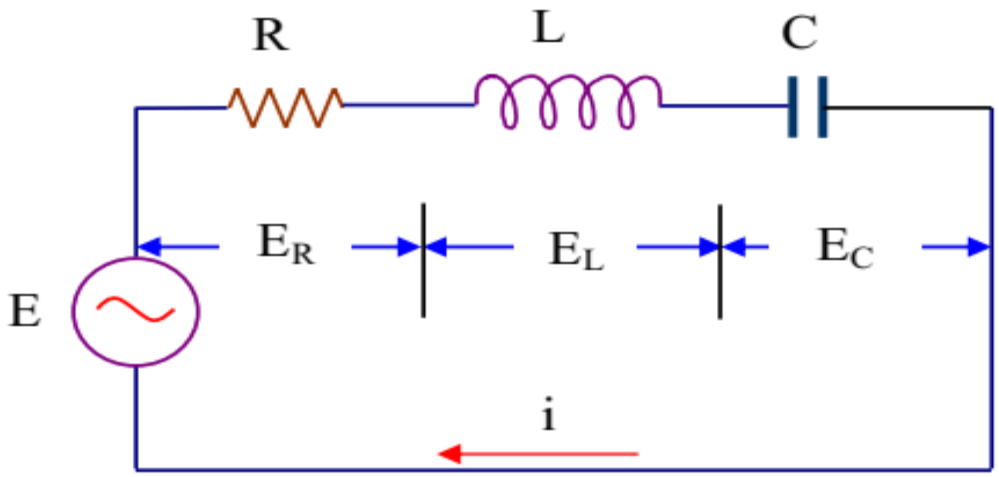
$$|i| = \frac{|E|}{|Z|} = \frac{(E)}{\left(\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}\right)}$$

$$\theta_i = 0° - \theta_Z = \varphi$$

دوائر التيار المتردد

مقاومة موصلة على التوالي مع مفاعلة حثية وعلى التوالي مع مفاعلة سعوية

RLC Series Circuit



$$\bar{Z} = \left(R + j\omega L - j\frac{1}{\omega C}\right) = R + j\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)$$

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

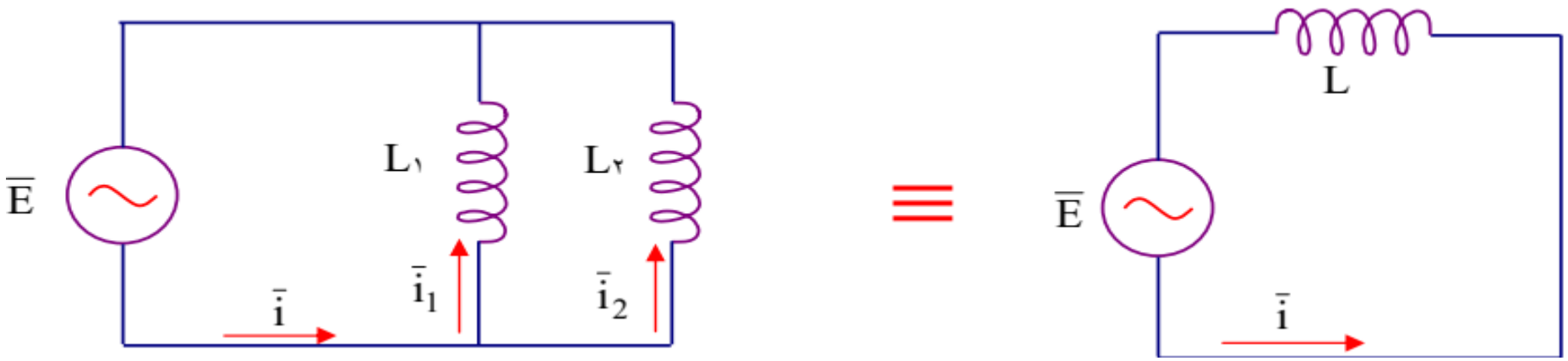
$$\angle\theta_Z = \tan^{-1}\left|\frac{\left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)}{R}\right| = \tan^{-1}\left(\frac{\omega^2 LC - 1}{\omega CR}\right)$$

$$\bar{i} = \frac{E\angle 0^\circ}{|Z|\angle\theta_Z} = \frac{E}{|Z|}\angle -\theta_Z{}^\circ$$

دوائر التيار المتردد

التوصيل على التوازي Parallel Circuits

توصيل الملفات على التوازي



$$\bar{i} = \bar{i}_1 + \bar{i}_2 = \frac{\bar{E}}{j\omega L_1} + \frac{\bar{E}}{j\omega L_2} = \bar{E} \cdot \left(\frac{1}{j\omega L_1} + \frac{1}{j\omega L_2} \right)$$

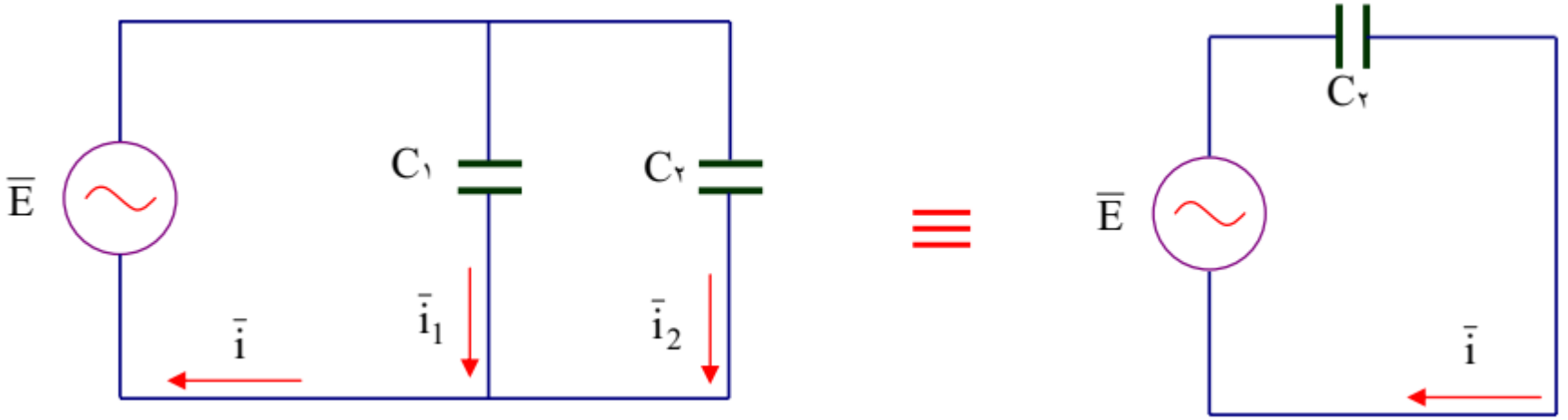
$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$$

$$\therefore L = \left(\frac{L_1 \cdot L_2}{L_1 + L_2} \right)$$

$$X_L = \frac{\bar{E}}{\bar{i}} = j\omega L$$

دوائر التيار المتردد

توصيل المكثفات على التوازي



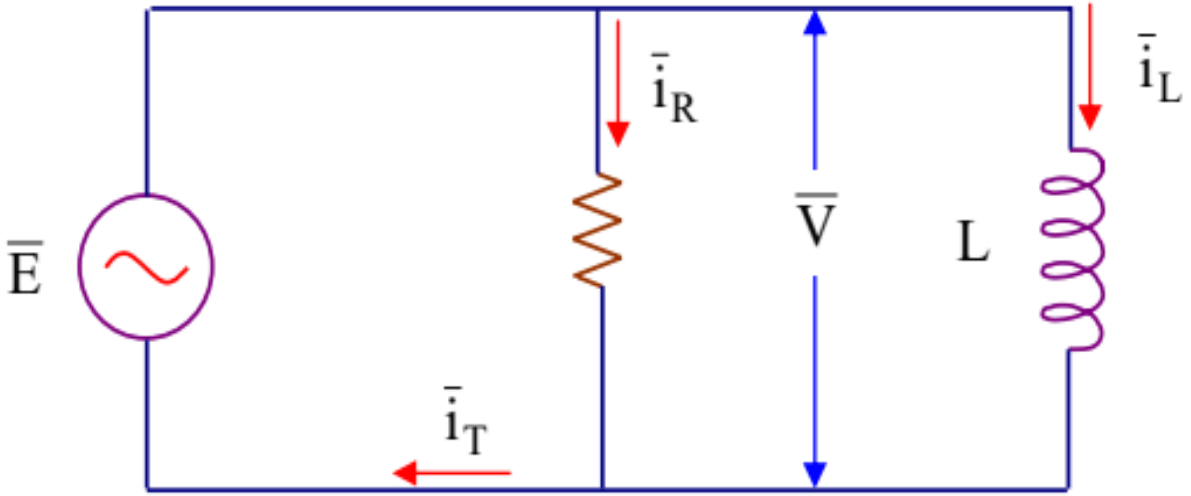
$$\bar{i} = \bar{i}_1 + \bar{i}_2 = \frac{\bar{E}}{(1/j\omega C_1)} + \frac{\bar{E}}{(1/j\omega C_2)} = \bar{E} \cdot j\omega C_1 + \bar{E} \cdot j\omega C_2$$

$$\bar{i} = \bar{E} \cdot j\omega C_1 + \bar{E} \cdot j\omega C_2 = \bar{E} \cdot j\omega C$$

$$C = C_1 + C_2$$

دوائر التيار المتردد

مقاومة موصلة على التوازي مع مفاعلة حثية RL Parallel Circuit



$$\bar{Z} = \frac{R \cdot j\omega L}{R + j\,\omega L}$$

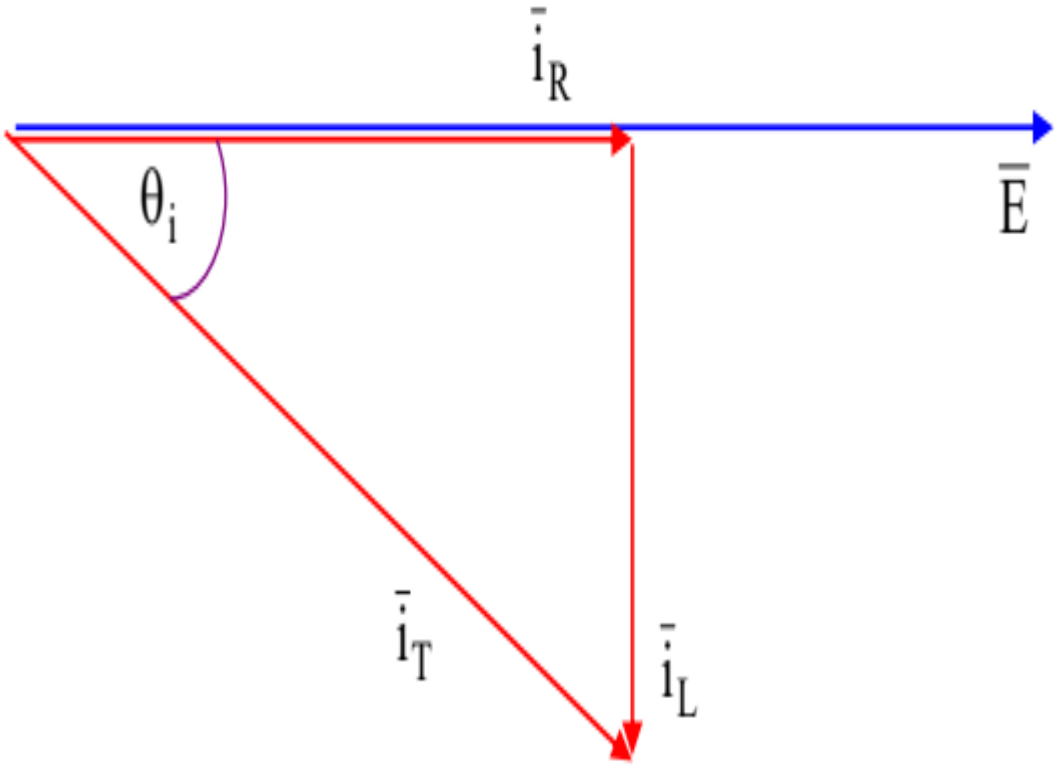
$$\angle\theta_Z = \left(\frac{R}{\omega L}\right)$$

$$\left|\bar{i}_T\right| = E \cdot \sqrt{\left(\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{\omega L}\right)^2\right)}$$

$$\theta_i = \tan^{-1}\left(-\frac{R}{\omega L}\right)$$

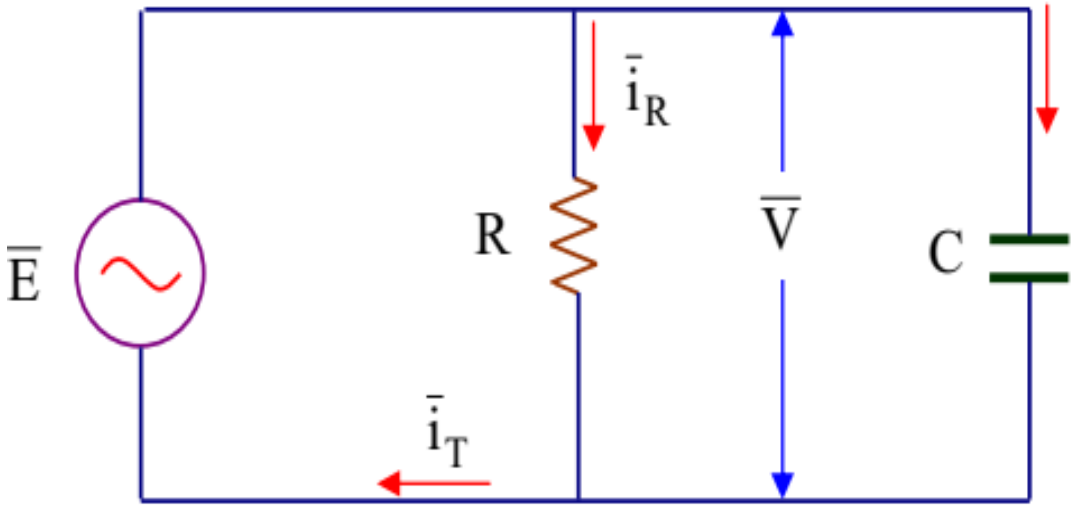
دوائر التيار المتردد

المخطط الاتجاهي لملف ومقاومة على التوازي.



دوائر التيار المتردد

مقاومة موصلة على التوازي مع مفاعلة سعوية RC Parallel Circuit



$$\bar{Z} = \frac{R \cdot \left(-j\left(\frac{1}{\omega C}\right)\right)}{\left(R - j\left(\frac{1}{\omega C}\right)\right)} = \frac{\left(-j\frac{R}{\omega C}\right)}{\left(\frac{(R\omega C - j)}{\omega C}\right)}$$

$$|Z| = \sqrt{\left(\frac{R}{\left(R^2\omega^2C^2+1\right)}\right)^2 + \left(\frac{R^2\omega C}{\left(R^2\omega^2C^2+1\right)}\right)^2}$$

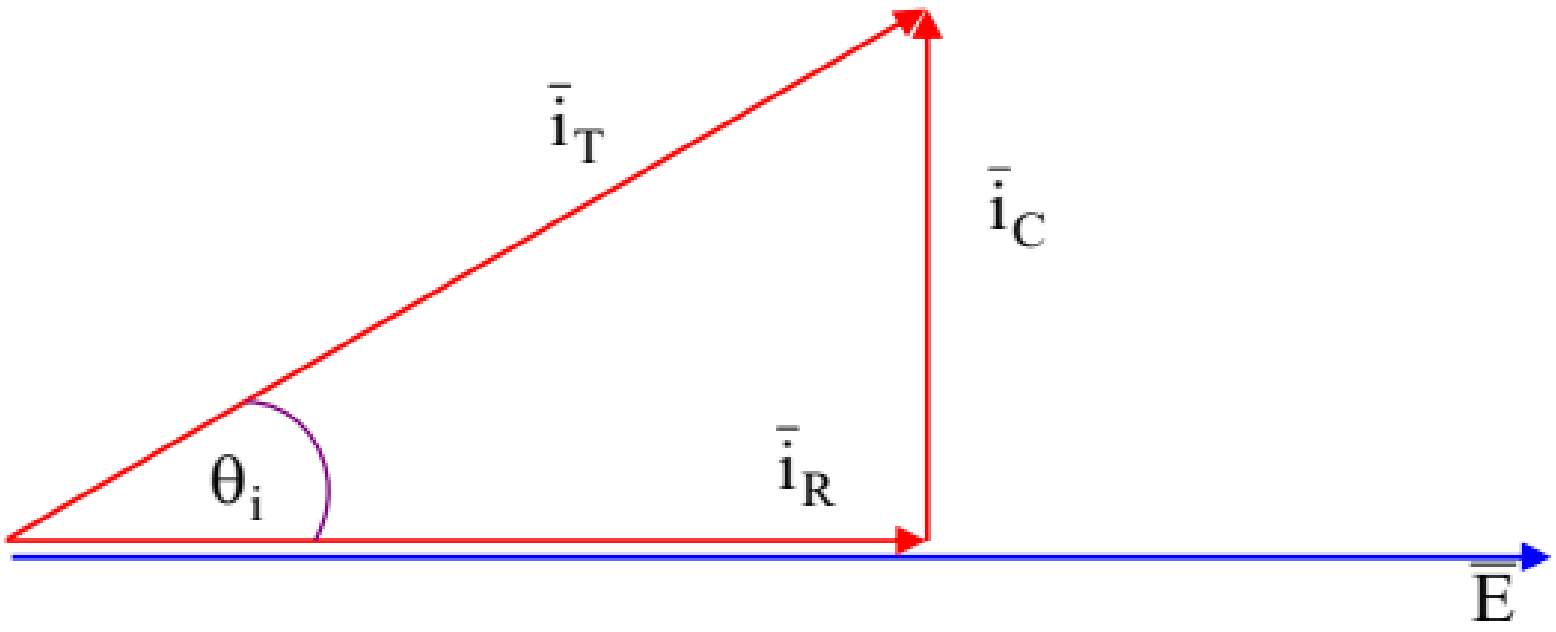
$$|\bar{i}_T| = \sqrt{\left(\frac{E}{R}\right)^2 + (E\omega C)^2}$$

$$\angle\theta_Z = \tan^{-1}\left(\frac{-R^2\omega C}{R}\right)$$

$$\angle\theta_i = \tan^{-1}\left(E\omega C \Big/ \left(\frac{E}{R}\right)\right) = \tan^{-1}(\omega CR)$$

دوائر التيار المتردد

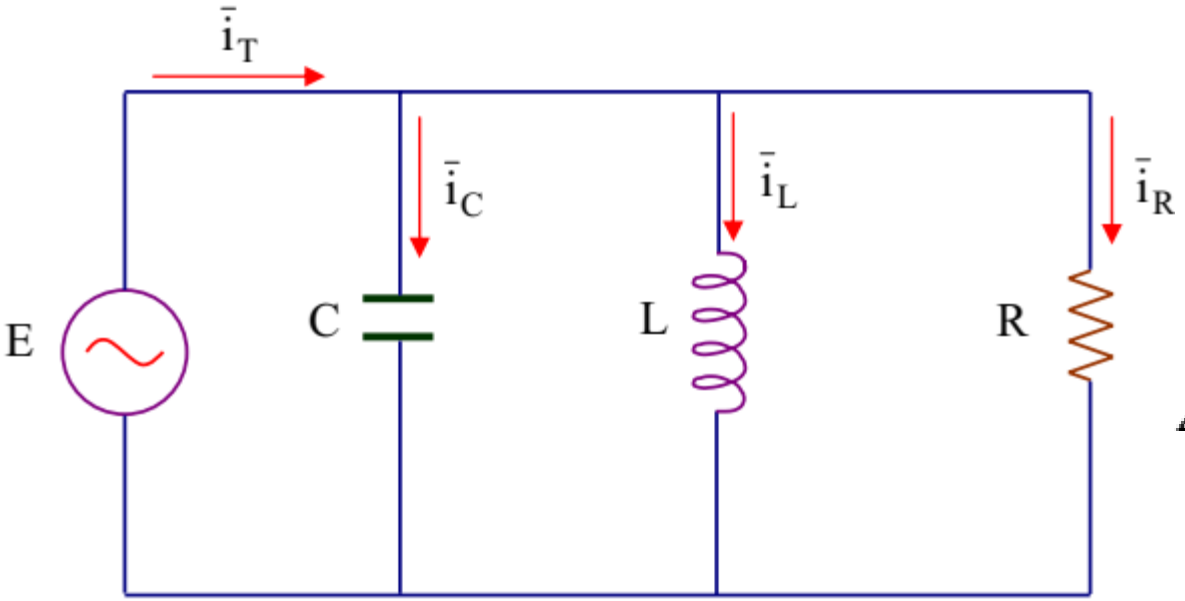
المخطط الاتجاهي لمكثف ومقاومة على التوازي.



دوائر التيار المتردد

مقاومة موصلة على التوازي مع مفاعلة حثية وعلى التوازي مع مفاعلة سعوية

RLC Parallel Circuit



$$|i| = |E| \cdot \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\omega C - \frac{1}{\omega L}\right)^2}$$

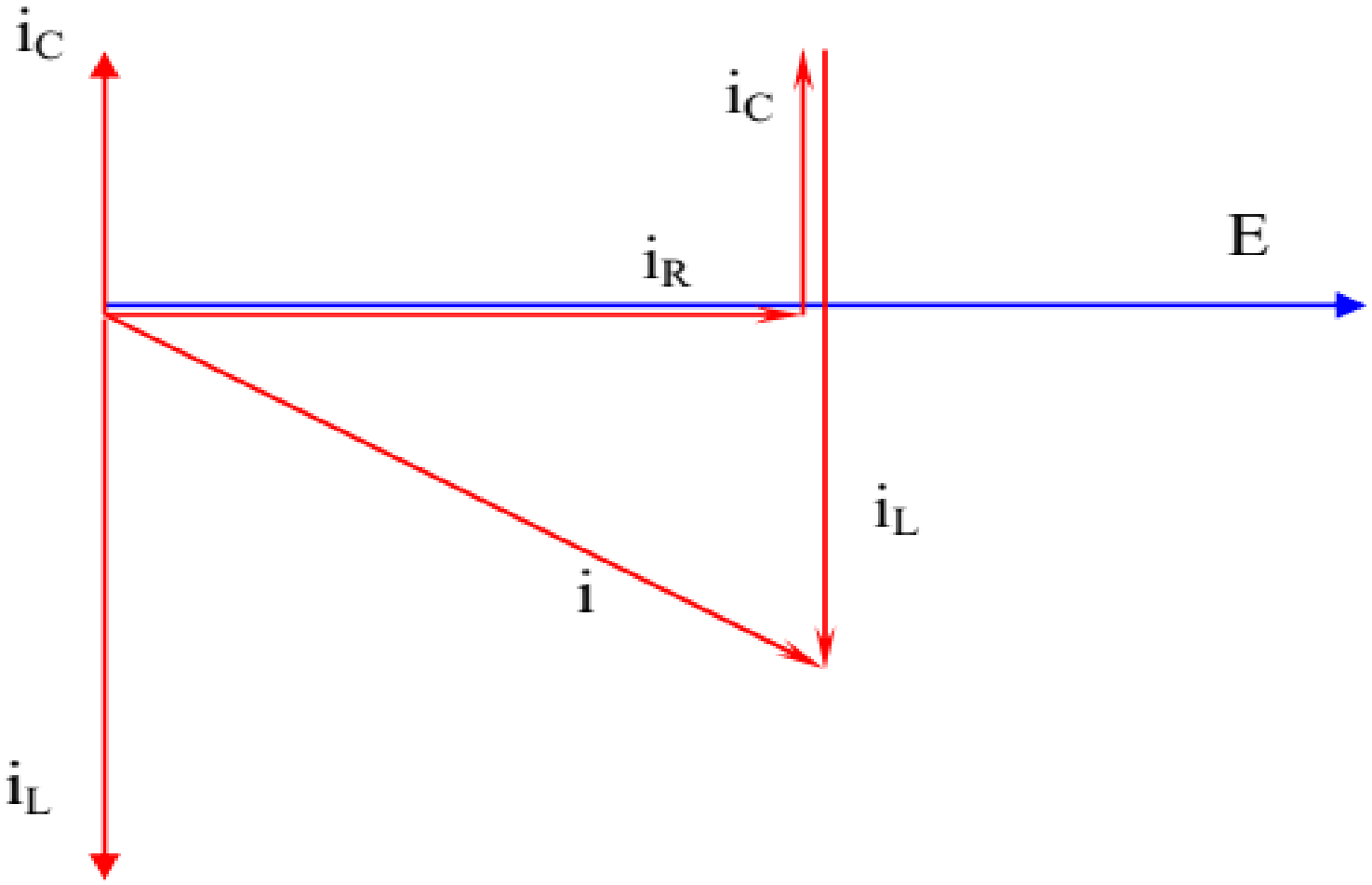
$$\angle\theta_i = \tan^{-1}\left(R\left(\frac{\omega^2 LC - 1}{\omega L}\right)\right)$$

$$\bar{i} = \bar{i}_R + \bar{i}_L + \bar{i}_C$$

$$\bar{i} = \frac{\bar{E}}{R} + \frac{\bar{E}}{j\omega L} + \frac{\bar{E}}{\left(-\frac{j}{\omega C}\right)}$$

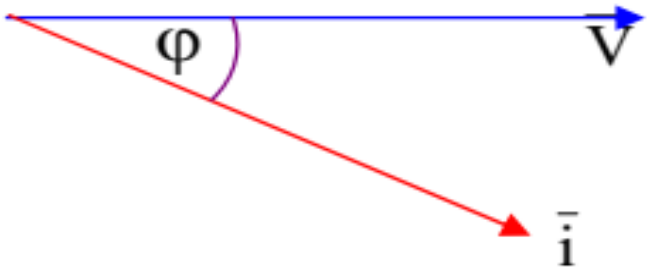
دوائر التيار المتردد

المخطط الاتجاهي لمقاومة وملف ومكثف على التوازي.



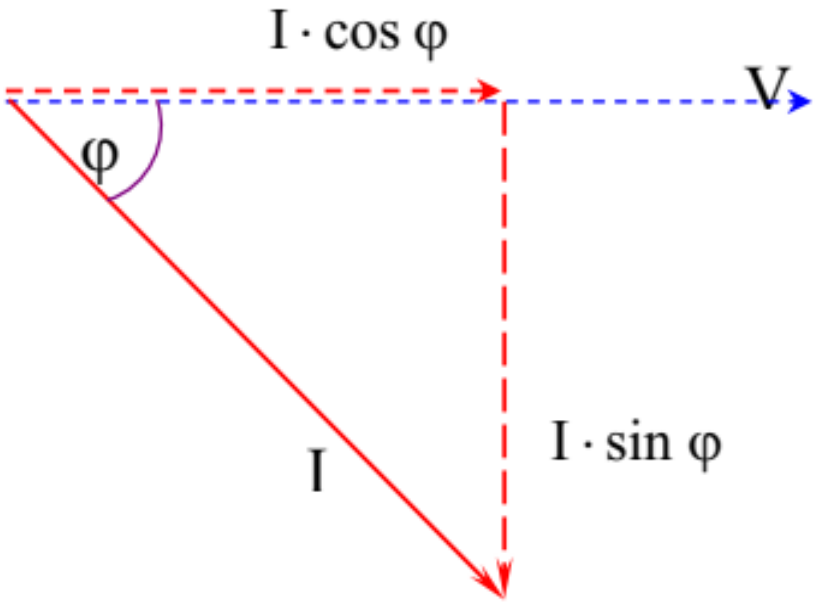
Power in A.C Circuits القدرة في التيار المتردد

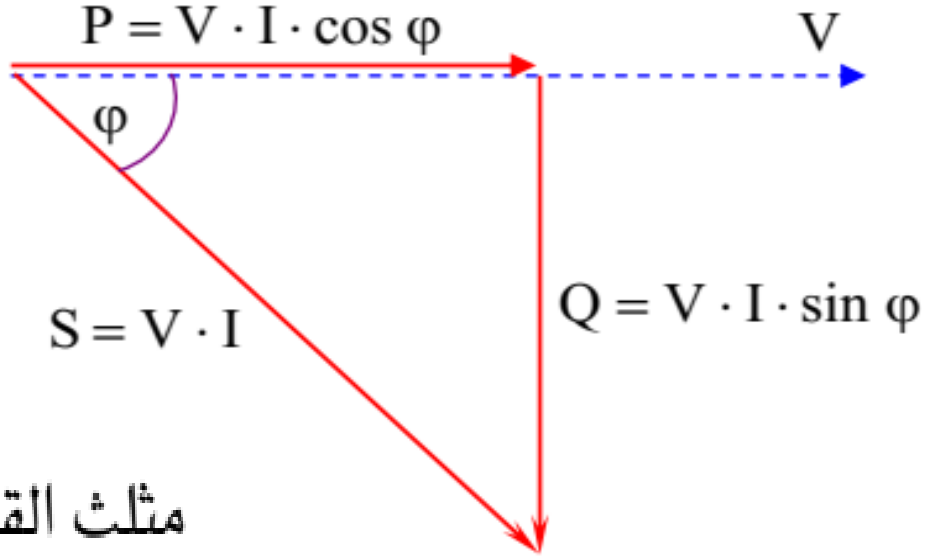
Power Triangle مثلث القدرة



زاوية الطور بين الجهد والتيار.

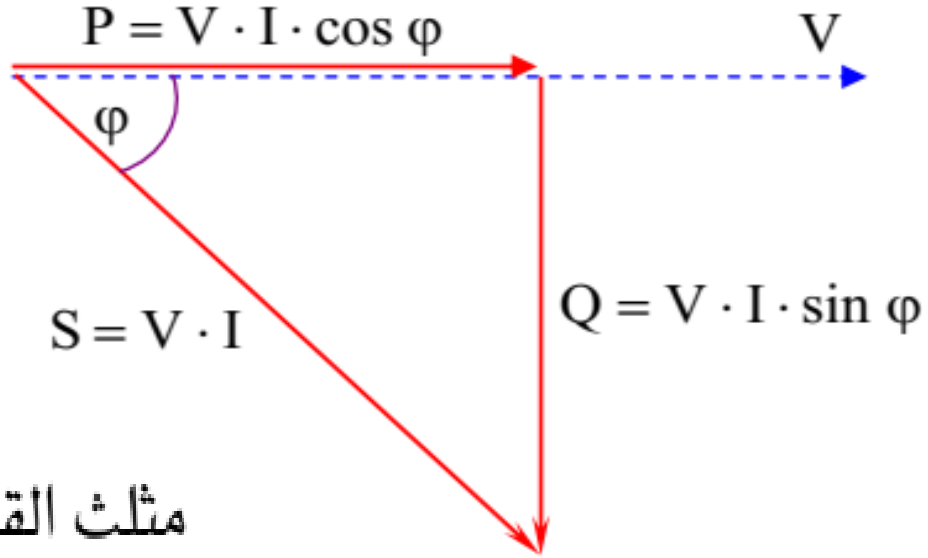
القيمة الفعالة والقيمة غير الفعالة للتيار.





مثلث القدرة

Power in A.C Circuits القدرة في التيار المتردد



مثلث القدرة

القدرة الظاهرية (S): Apparent Power:

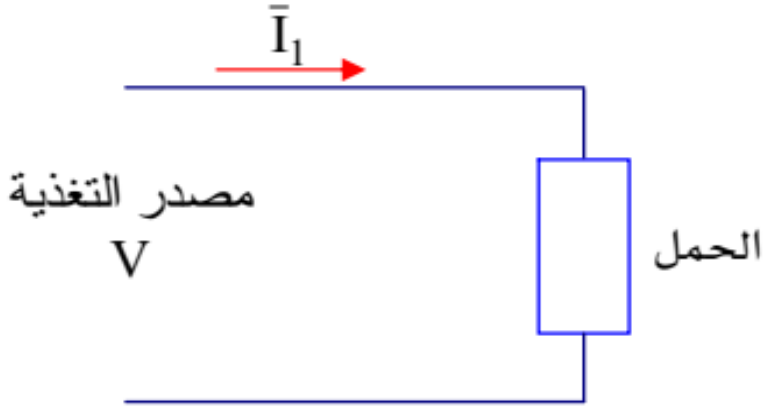
القدرة الفعالة (P): Active Power:

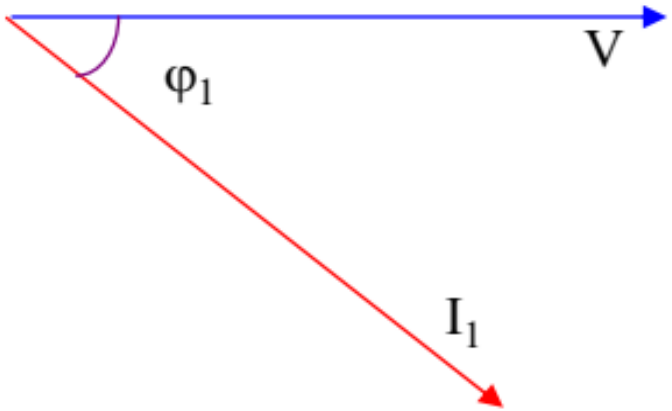
القدرة الغير فعالة (Q): Reactive Power:

معامل القدرة Power Factor

$$\cos(\varphi) = \frac{P}{S}$$

تحسين معامل القدرة Power Factor Correction



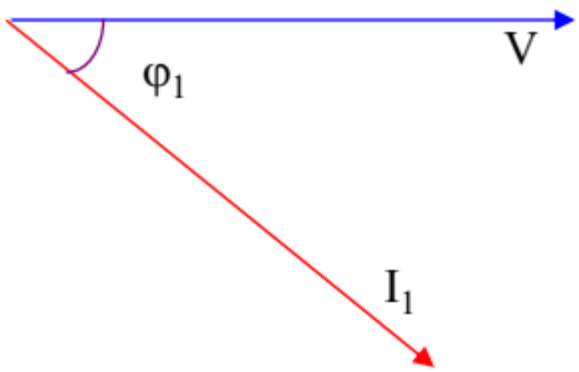


القدرة الفعالة P تمثل القدرة المستفادة بالفعل. والقدرة غير الفعالة Q هي قدرة غير مستفاد منها للمستهلك

تحسين معامل القدرة

لتقريب S من P

Power Factor Correction تحسين معامل القدرة

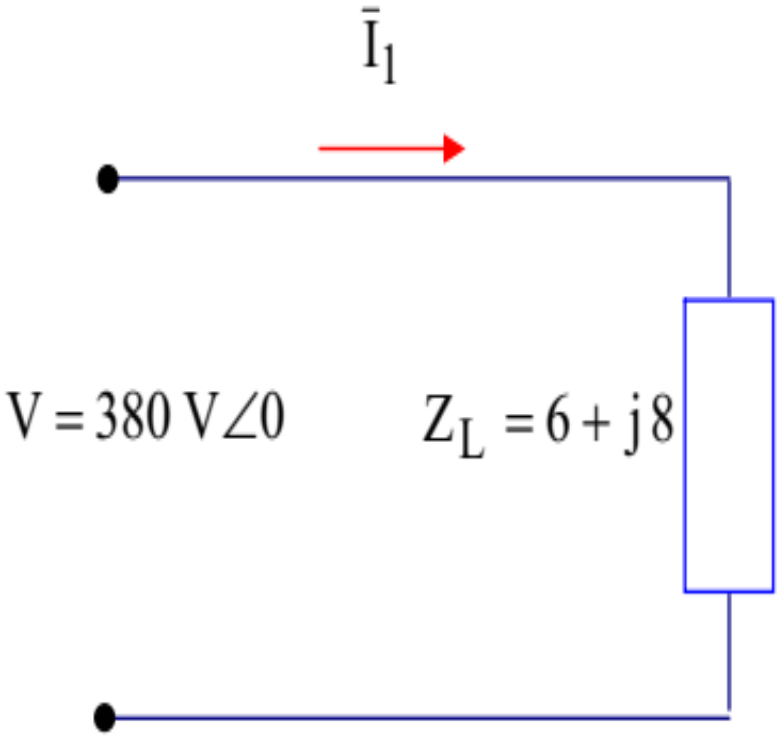


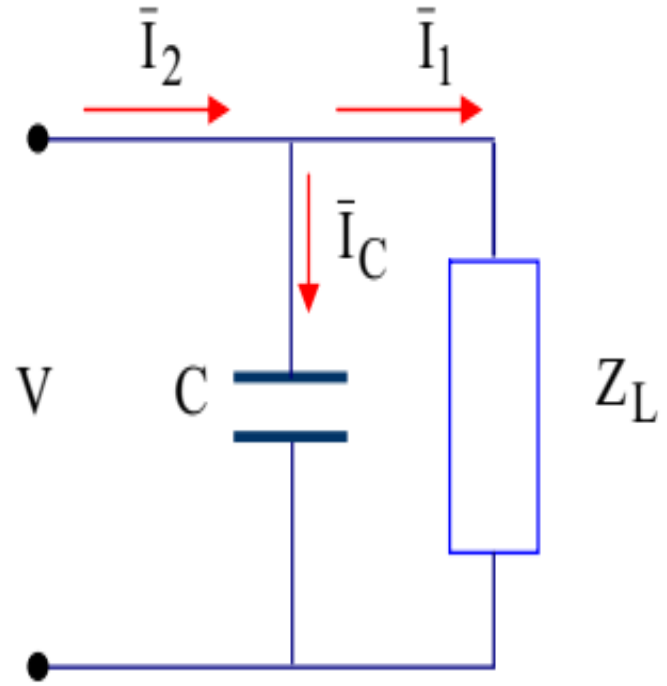
للدوائر الحثية التي يسبق الجهد فيها التيار

تيار المكثف يتقدم دائما على الجهد

Exercises

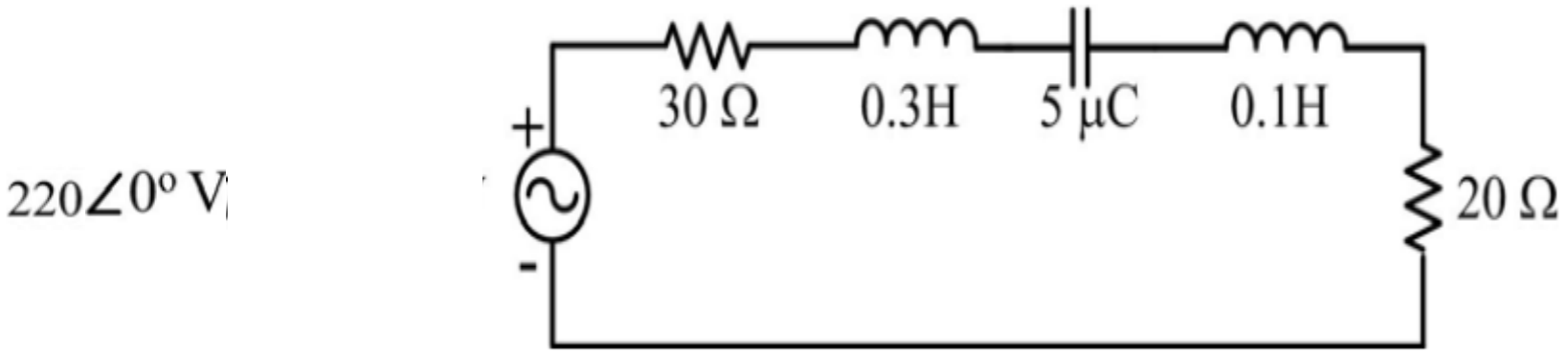
. الشكل التالي يبين الحمل الكهربائي الخاص بمنشأة صناعية صغيرة، احسب سعة المكثف المطلوب لرفع معامل القدرة إلى واحد صحيح.



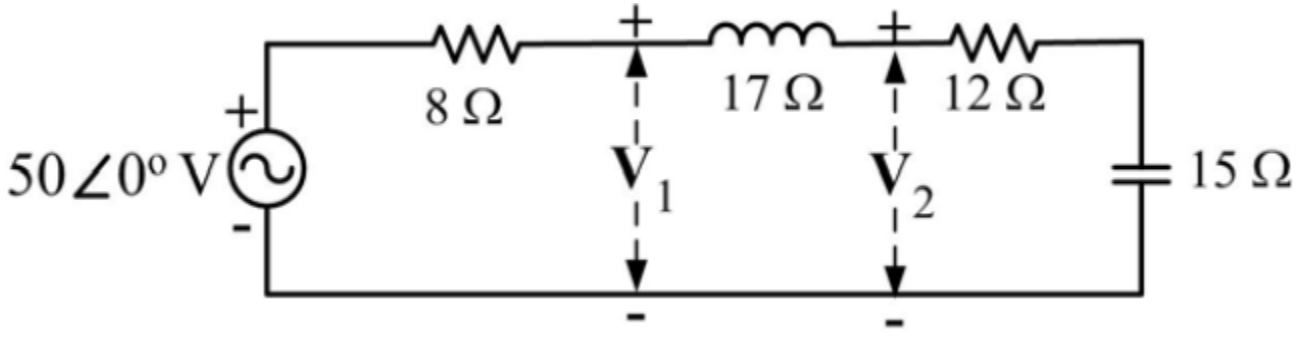


Exercises

احسب المعاوقة المكافئة للدائرة المبينة في الشكل وارسم شكلها ، ثم احسب التيار المار في الدائرة والجهد بين طرفي كل عنصر ، وارسم الشكل المطاور للتيار والجهود.

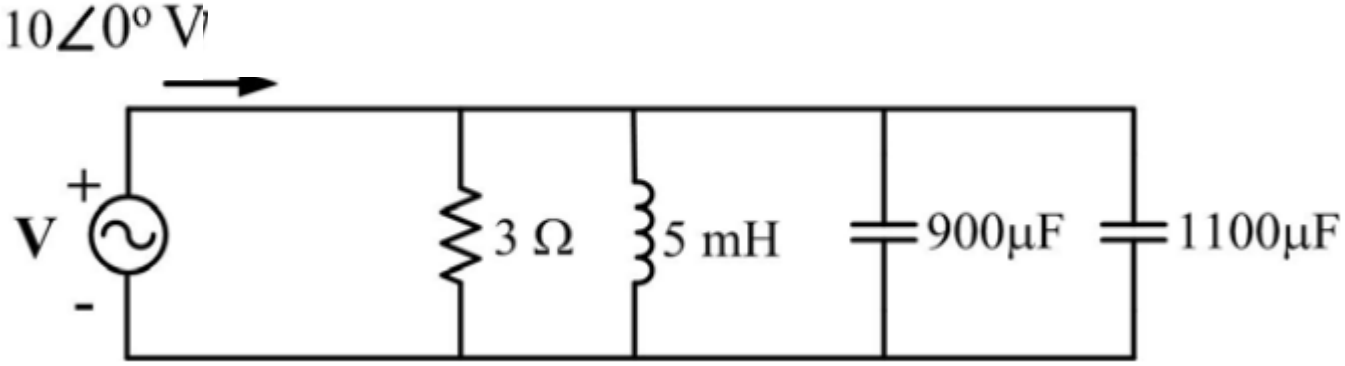


احسب الجهدين $\mathbf{V}_1$ و $\mathbf{V}_2$ في الدائرة المبينة في الشكل

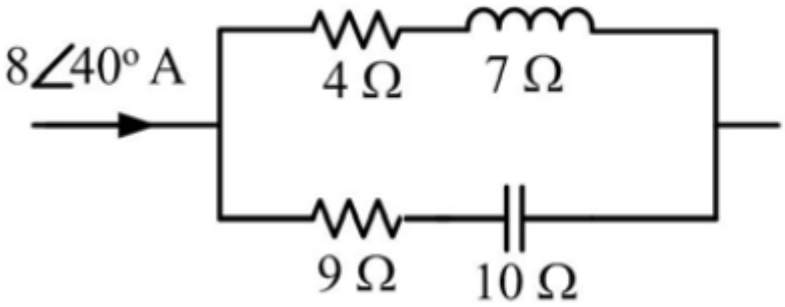


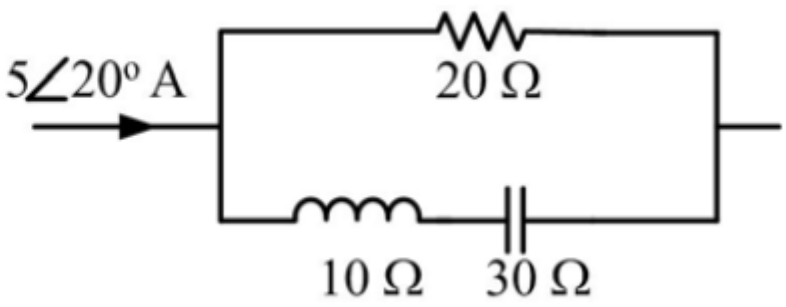
Exercises

احسب السماحية المكافئة للدائرة المبينة في الشكل وارسم شكلها ، ثم احسب الجهد المؤثر وارسم الشكل المطاور للتيارات والجهد المؤثر.



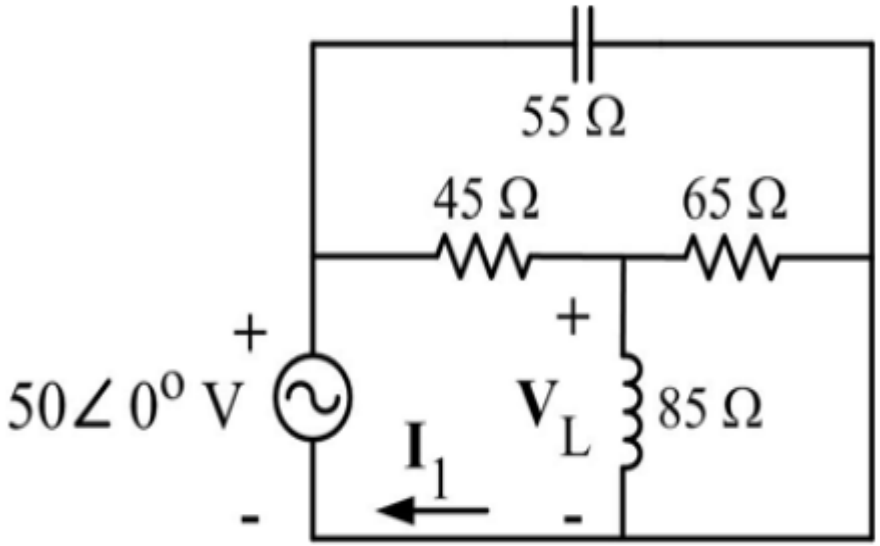
احسب التيار في كل فرع من الدائرتين a و b المبينتين في الشكل





Exercises

في الدائرة الموضحة في الشكل احسب التيار $\mathbf{I}_1$ والجهد $\mathbf{V}_L$؛



Thank You For Kind Attention