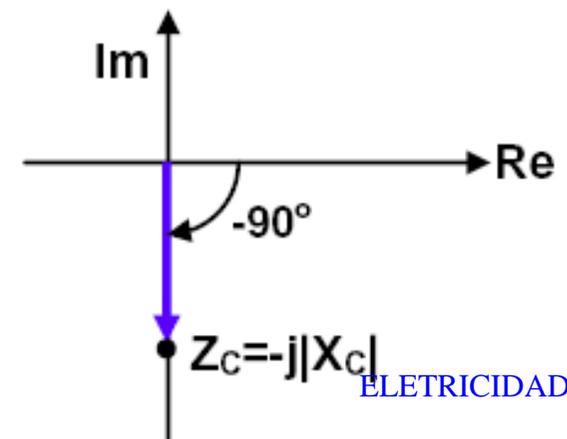
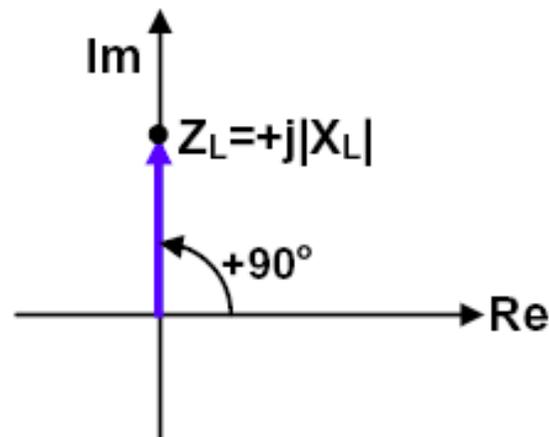
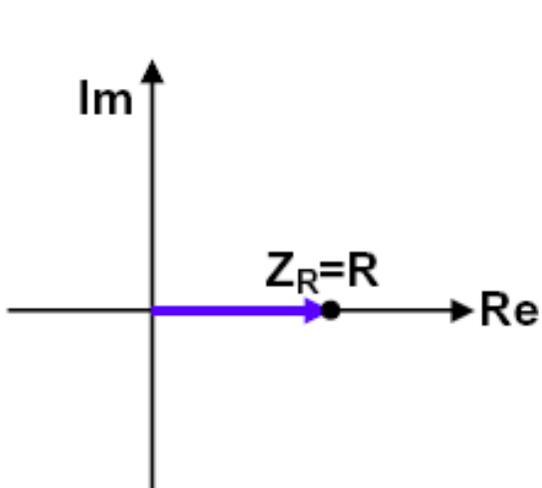
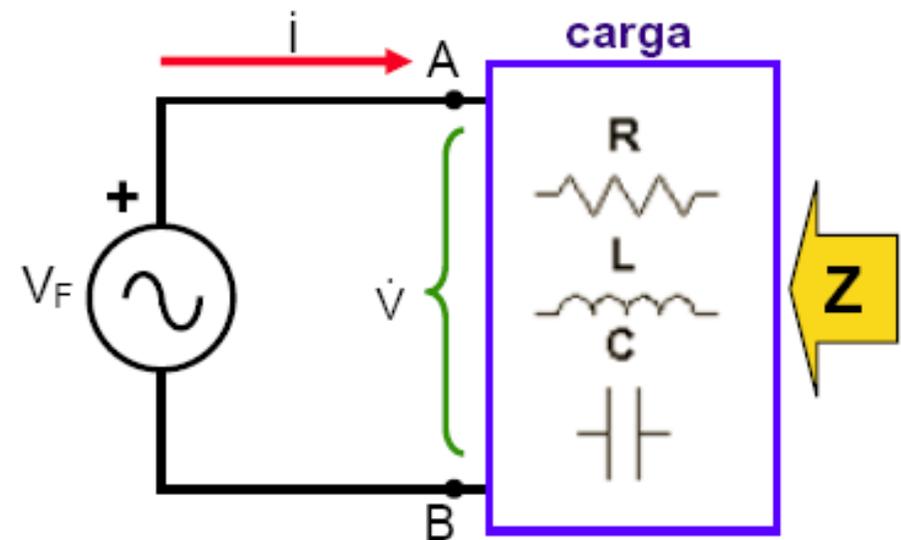


Impedância

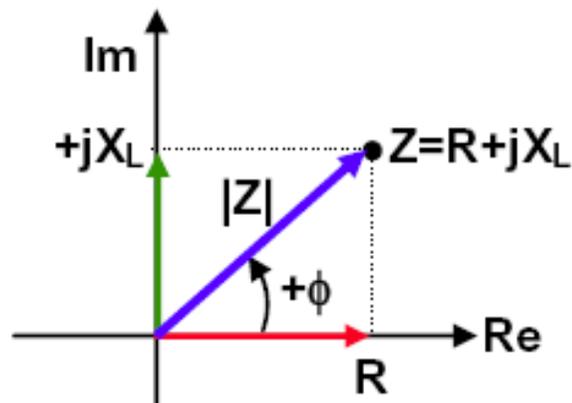
Impedância (Z) de um circuito é definida como a relação entre a tensão e a corrente que atravessa um bipolo de um circuito.

$$Z = \frac{\dot{V}}{\dot{i}}$$

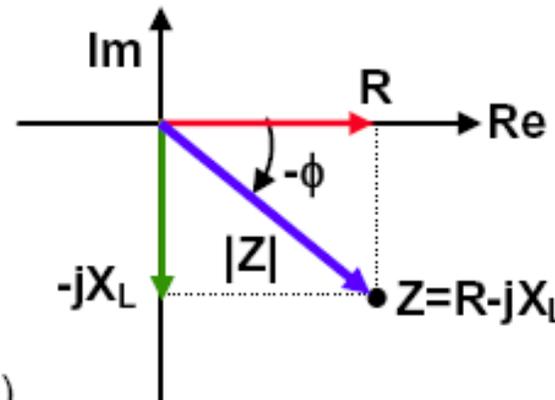


Impedância

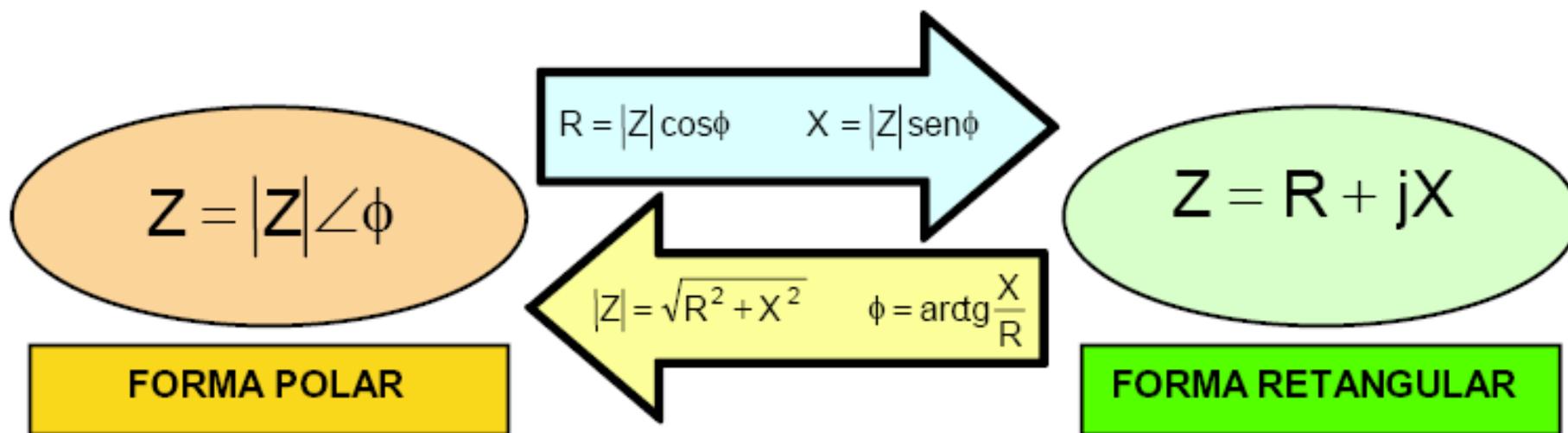
$$Z_{eq} = |Z_{eq}| \angle \pm \phi = R \pm j \cdot X$$



(a)

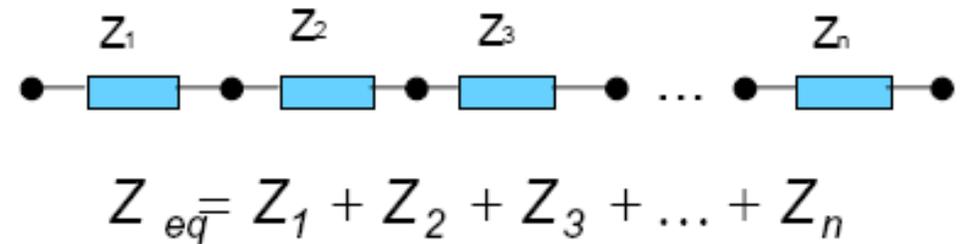


(b)

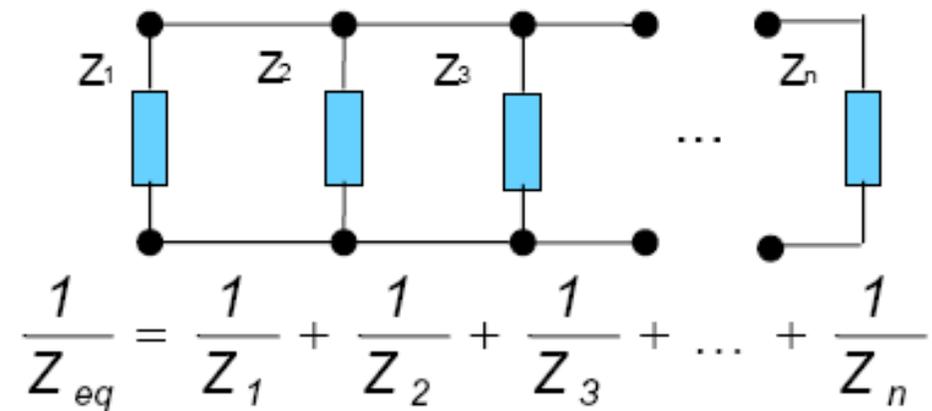


Associação de impedâncias

$$Z_{\text{eq}} = \sum_{i=1}^n Z_i$$



$$\frac{1}{Z_{\text{eq}}} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{Z_i} \right)$$



Resumo das relações de V e I nos elem. passivos

Relações entre Tensão e Corrente nos Elementos Passivos (RLC)					
Elemento	Comportamento	Domínio Tempo		Domínio Fasorial	
		Unidade	Relação	Relação	Unidade
Resistor	Corrente em fase com a tensão	Ohm, Ω	$R = \frac{v_R(t)}{i_R(t)}$	$R = \frac{\dot{V}_R}{\dot{I}_R}$	Ohm, Ω
Capacitor	Corrente adiantada 90° da tensão	Farad, F	$i_C(t) = C \cdot \frac{dv_C(t)}{dt}$	$X_C = \frac{\dot{V}_C}{\dot{I}_C}$	Ohm, Ω
Indutor	Corrente atrasada 90° da tensão	Henry, H	$v_L(t) = L \cdot \frac{di_L(t)}{dt}$	$X_L = \frac{\dot{V}_L}{\dot{I}_L}$	Ohm, Ω
Impedância	Corrente defasada da tensão	Ohm, Ω	-	$Z = \frac{\dot{V}_Z}{\dot{I}_Z}$	Ohm, Ω

Resumo das relações de V e I nos elem. passivos

Relações entre Tensão e Corrente nos Elementos Passivos (RLC)					
	Unidade	Natureza	Forma Retangular	Forma Polar	Módulo
Resistência R	Ohm, Ω	Real	R	R	R
Reatância Capacitiva X_C	Ohm, Ω	Imaginário Negativo	$X_C = \frac{1}{j \cdot \omega \cdot C}$	$X_C = X_C \angle (-90^\circ)$	$ X_C = \frac{1}{\omega \cdot C}$
Reatância Indutiva X_L	Ohm, Ω	Imaginário Positivo	$X_L = j \cdot \omega \cdot L$	$X_L = X_L \angle (+90^\circ)$	$ X_L = \omega \cdot L$
Impedância Z	Ohm, Ω	Complexo	$Z = R \pm jX$	$Z = Z \angle \pm \phi$	$ Z = \sqrt{R^2 + X ^2}$

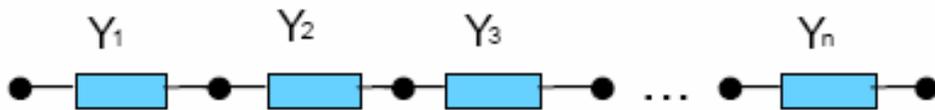
Admitância

Admitância Y é o inverso da Impedância Z
 Condutância G é o inverso da Resistência R
 Susceptância B é o inverso da Reatância X

$$Y = \frac{i}{\dot{V}}$$

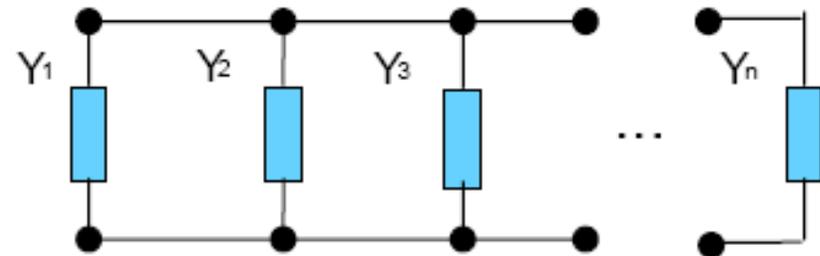
$$Y = G + j \cdot B = \frac{1}{Z} = \frac{1}{R + j \cdot X}$$

$$\frac{1}{Y_{eq}} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{Y_i}$$



$$\frac{1}{Y_e} = \frac{1}{Y_1} + \frac{1}{Y_2} + \frac{1}{Y_3} + \dots + \frac{1}{Y_n}$$

$$Y_{eq} = \sum_{i=1}^n Y_i$$



$$Y_e = Y_1 + Y_2 + Y_3 + \dots + Y_n$$

Potência e energia elétrica

$$E_n = P \cdot t \quad (\text{J})$$

onde:

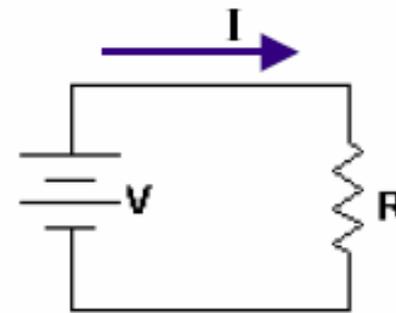
E_n – energia elétrica [J];

P – potência elétrica [W];

t – tempo [s]

$$P = \frac{E_n}{t} \quad (\text{W})$$

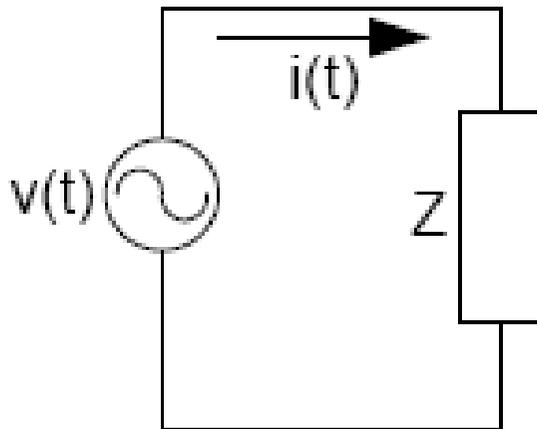
$$P = V \cdot I \quad (\text{W})$$



Potência instantânea

$$v(t) = V_p \cdot \text{sen}(\omega \cdot t + \theta_V)$$

$$i(t) = I_p \cdot \text{sen}(\omega \cdot t + \theta_I)$$



$$\phi = \theta_V - \theta_I = 0 - \theta_I$$

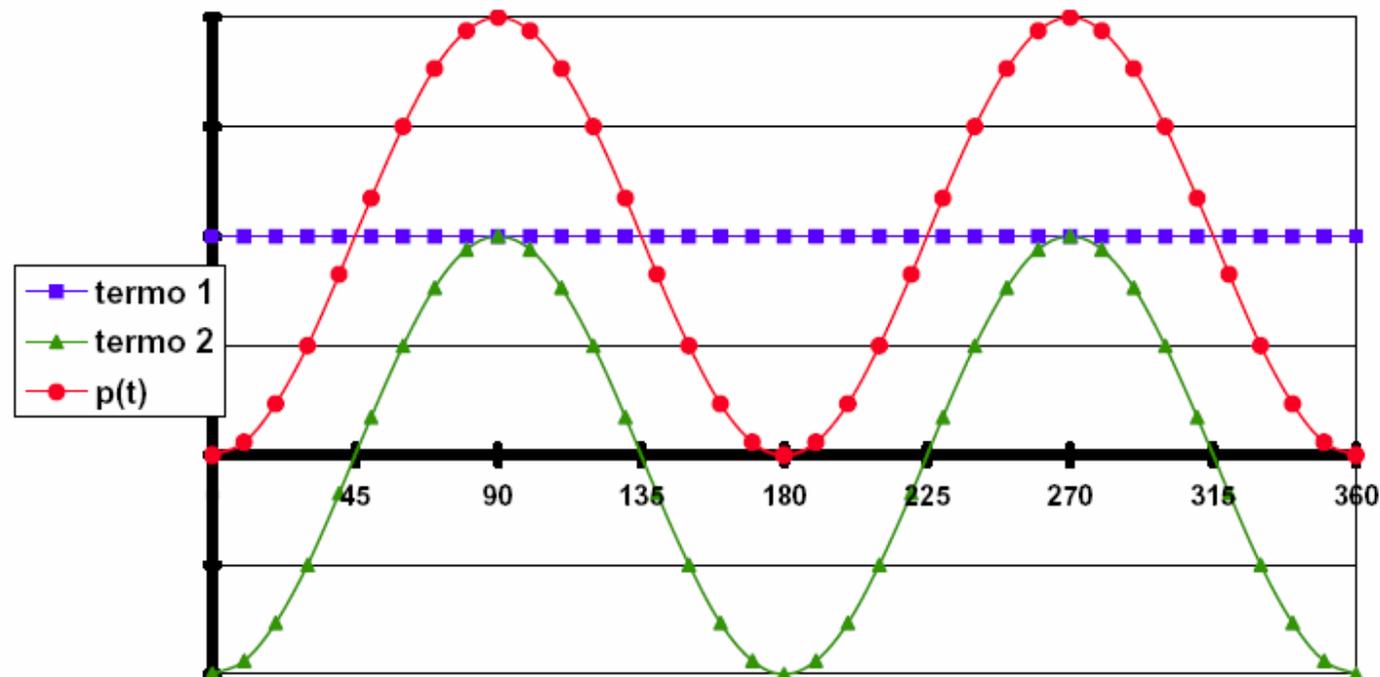
$$v(t) = V_p \cdot \text{sen}(\omega \cdot t)$$

$$i(t) = I_p \cdot \text{sen}(\omega \cdot t - \phi)$$

Potência instantânea

$$p(t) = \frac{1}{2} \cdot V_p \cdot I_p \cdot \cos \phi - \frac{1}{2} \cdot V_p \cdot I_p \cdot \cos(2 \cdot \omega \cdot t - \phi)$$

- um termo constante (independente do tempo) $\Rightarrow p_1(t) = \frac{1}{2} \cdot V_p \cdot I_p \cdot \cos \phi$
- um termo variável (função do tempo) $\Rightarrow p_2(t) = -\frac{1}{2} \cdot V_p \cdot I_p \cdot \cos(2 \cdot \omega \cdot t - \phi)$



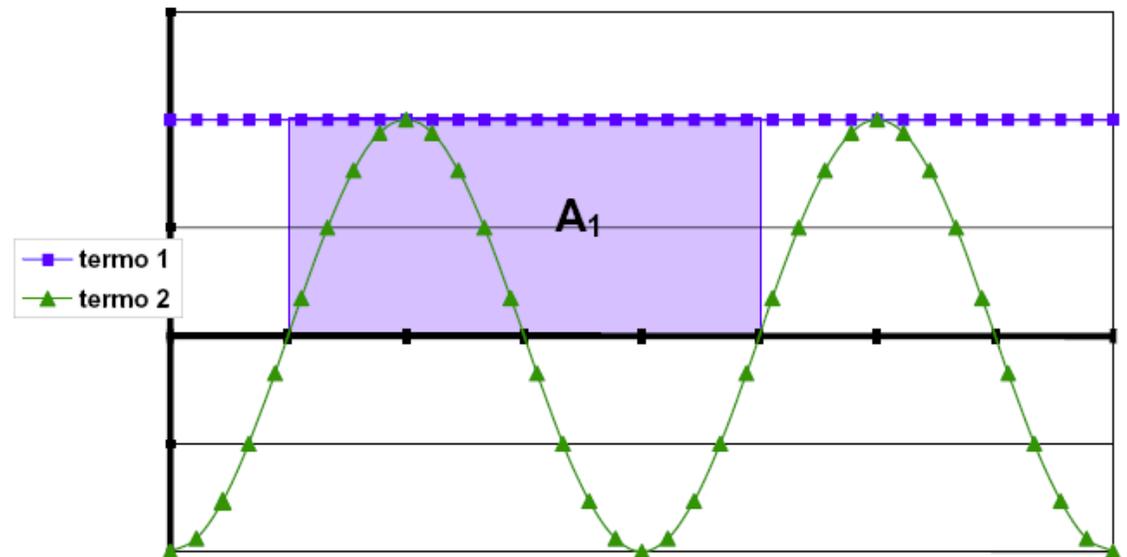
Potência média ou potência ativa

$$P_{\text{med}} = \frac{1}{T} \cdot \int_0^T p(t) \cdot dt$$

Valor médio do termo constante:

$$p_1(t) = \frac{1}{2} \cdot V_p \cdot I_p \cdot \cos \phi$$

$$P_1 = \frac{A_1}{T}$$

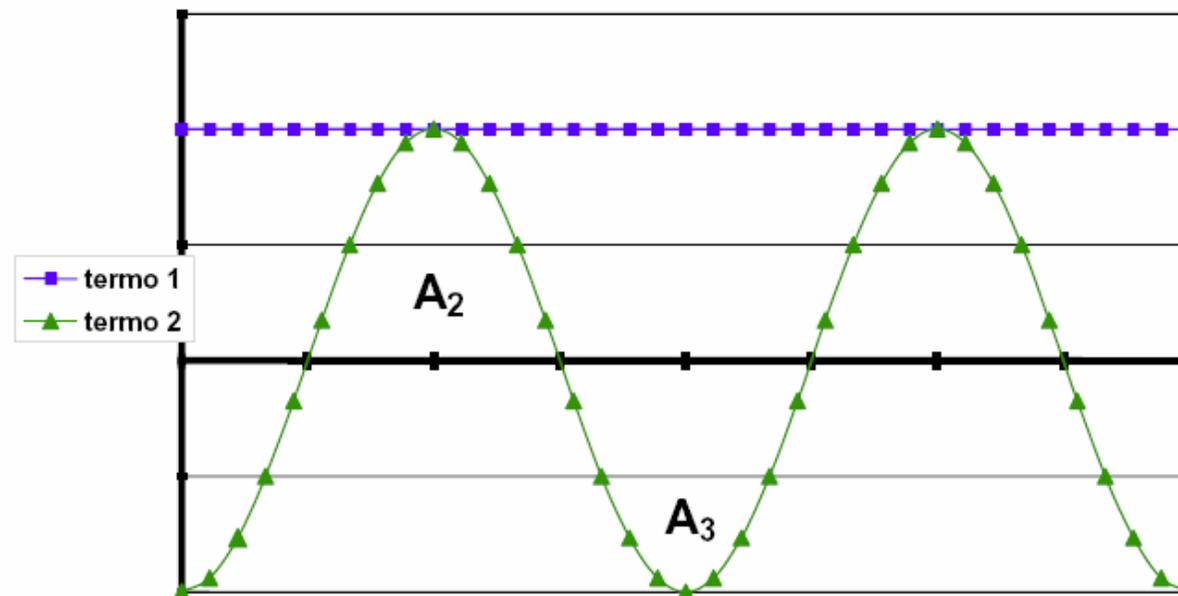


Potência média ou potência ativa

Valor médio do termo variável:

$$p_2(t) = -\frac{1}{2} \cdot V_p \cdot I_p \cdot \cos(2 \cdot \omega \cdot t + \phi)$$

$$P_2 = \frac{A_3 - A_2}{T} \longrightarrow P_2 = 0$$



Potência média ou potência ativa

Portanto:

$$P = \frac{1}{2} V_p \cdot I_p \cos \phi$$

$$V_p = \sqrt{2} \cdot V_{ef} \text{ e } I_p = \sqrt{2} \cdot I_{ef}$$

$$P = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{2} \cdot V_{ef} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{ef} \cdot \cos \phi$$

$$P = \frac{\sqrt{4}}{2} \cdot V_{ef} \cdot I_{ef} \cdot \cos \phi$$

$$P = V_{ef} \cdot I_{ef} \cdot \cos \phi$$

Watt (W)

Potência no resistor

$$Z = R$$

$$\theta_V = \theta_I$$



$$\phi = \theta_V - \theta_I = 0$$

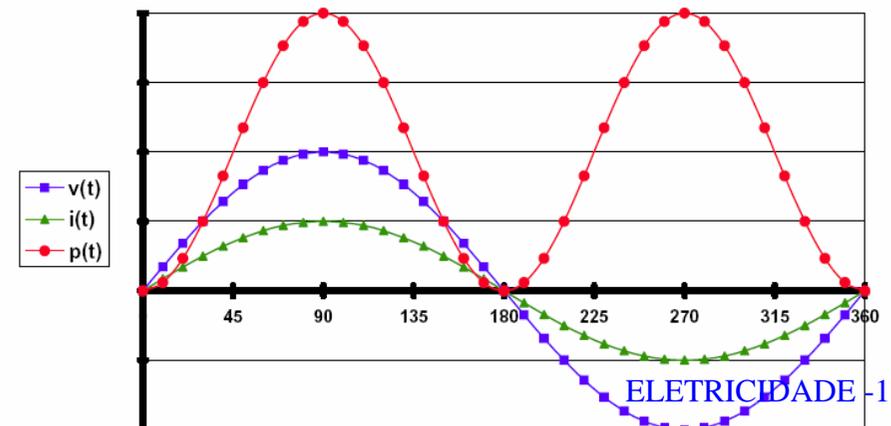
$$\theta_I = -\phi$$

$$\cos \phi = \cos(0) = 1$$

$$p_R(t) = \frac{1}{2} \cdot V_p \cdot I_p - \frac{1}{2} \cdot V_p \cdot I_p \cdot \cos(2 \cdot \omega \cdot t)$$



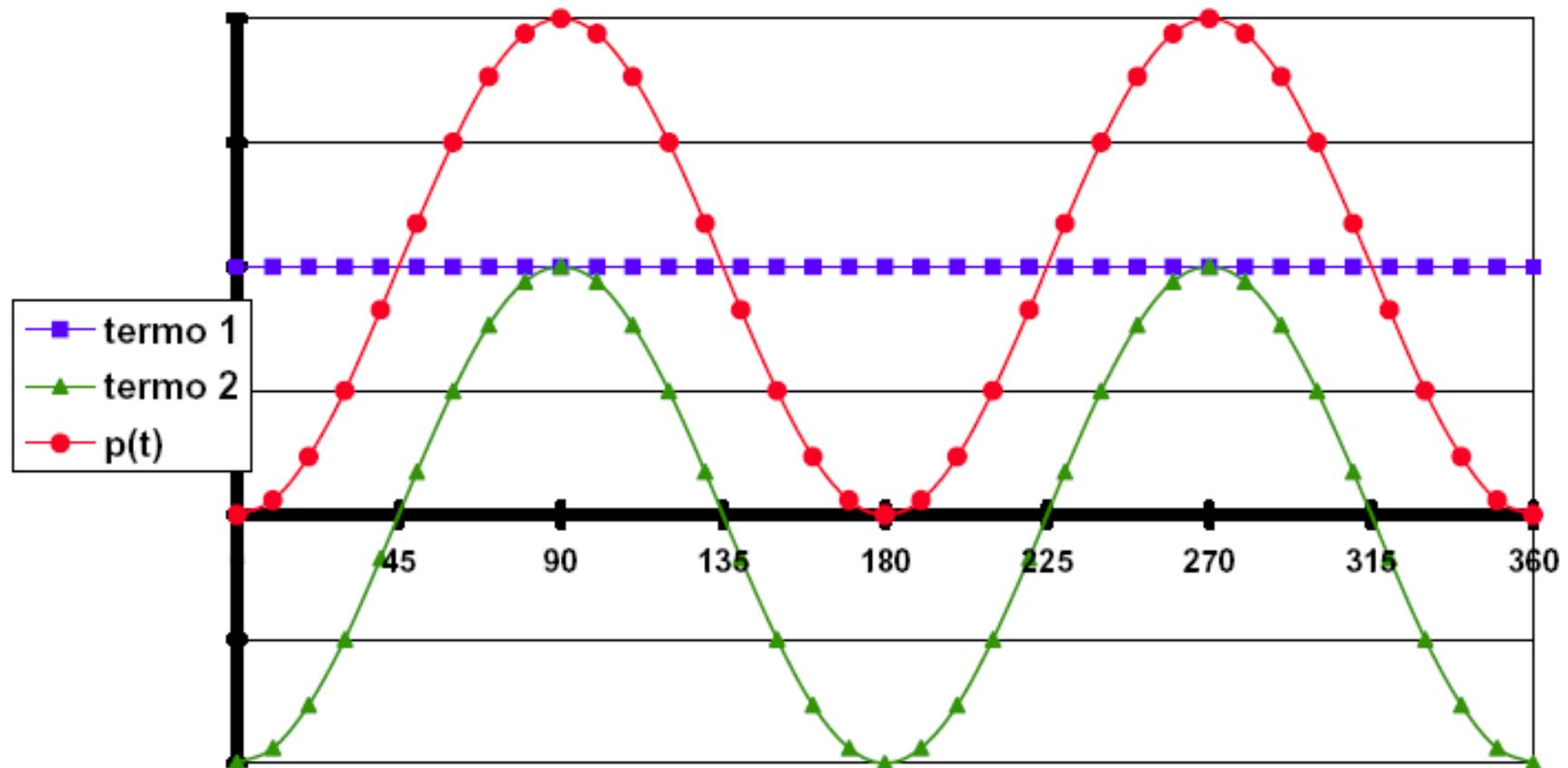
Potência instantânea.



Potência no resistor

$$P_p = V_p \cdot I_p$$

$$P_R = V_{ef} \cdot I_{ef}$$



Potência no indutor

$$Z = X_L$$

$$\theta_I = 0^\circ$$

$$\theta_V = +90^\circ$$

$$\phi = \theta_V - \theta_I = +90 - 0 = +90^\circ$$

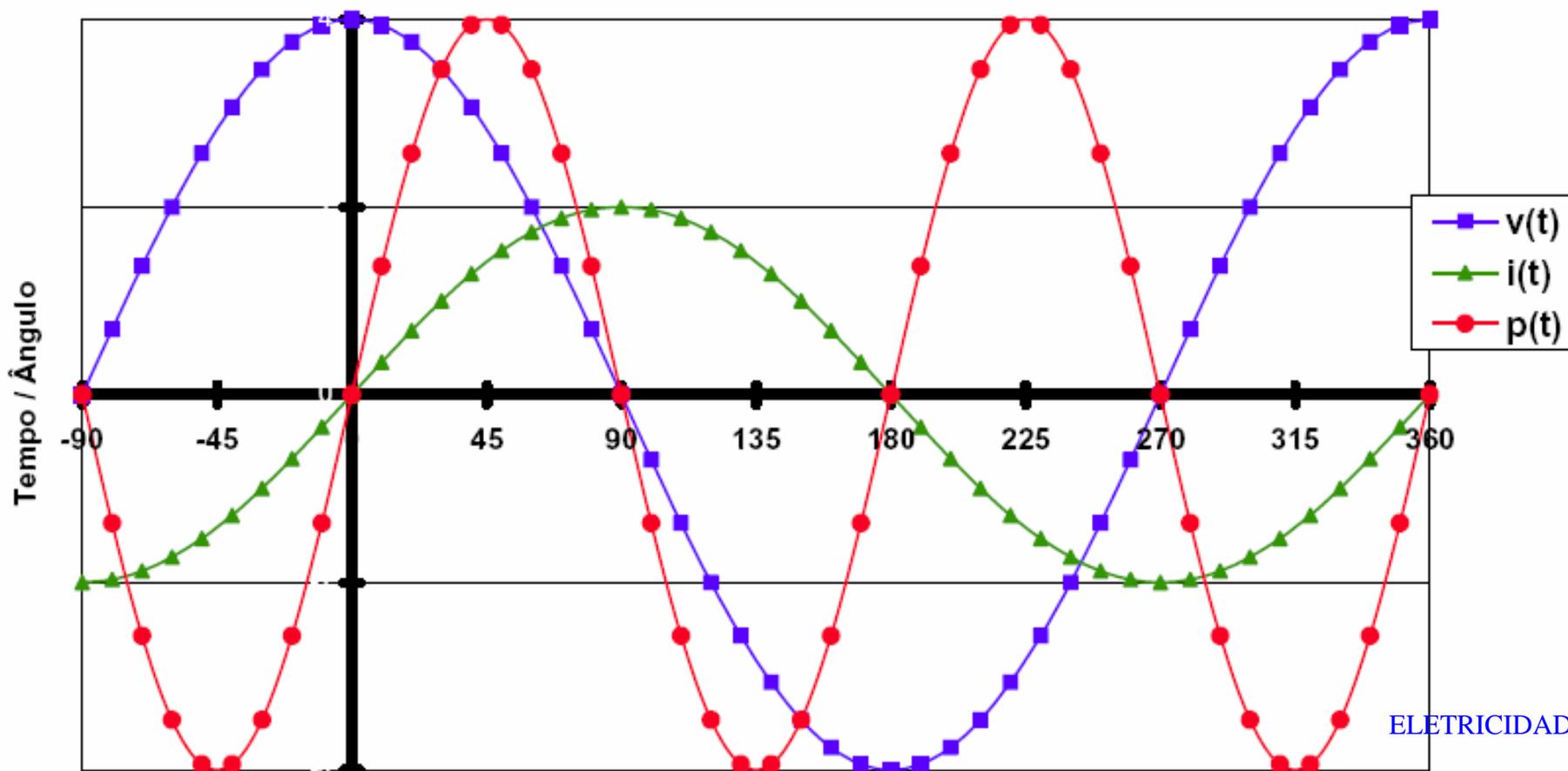
$$\theta_V = +\phi$$

$$\cos \phi = \cos(90^\circ) = 0$$

Potência no indutor

Potência instantânea:

$$p_L(t) = +V_{ef} \cdot I_{ef} \cdot \text{sen}(2 \cdot \omega \cdot t)$$

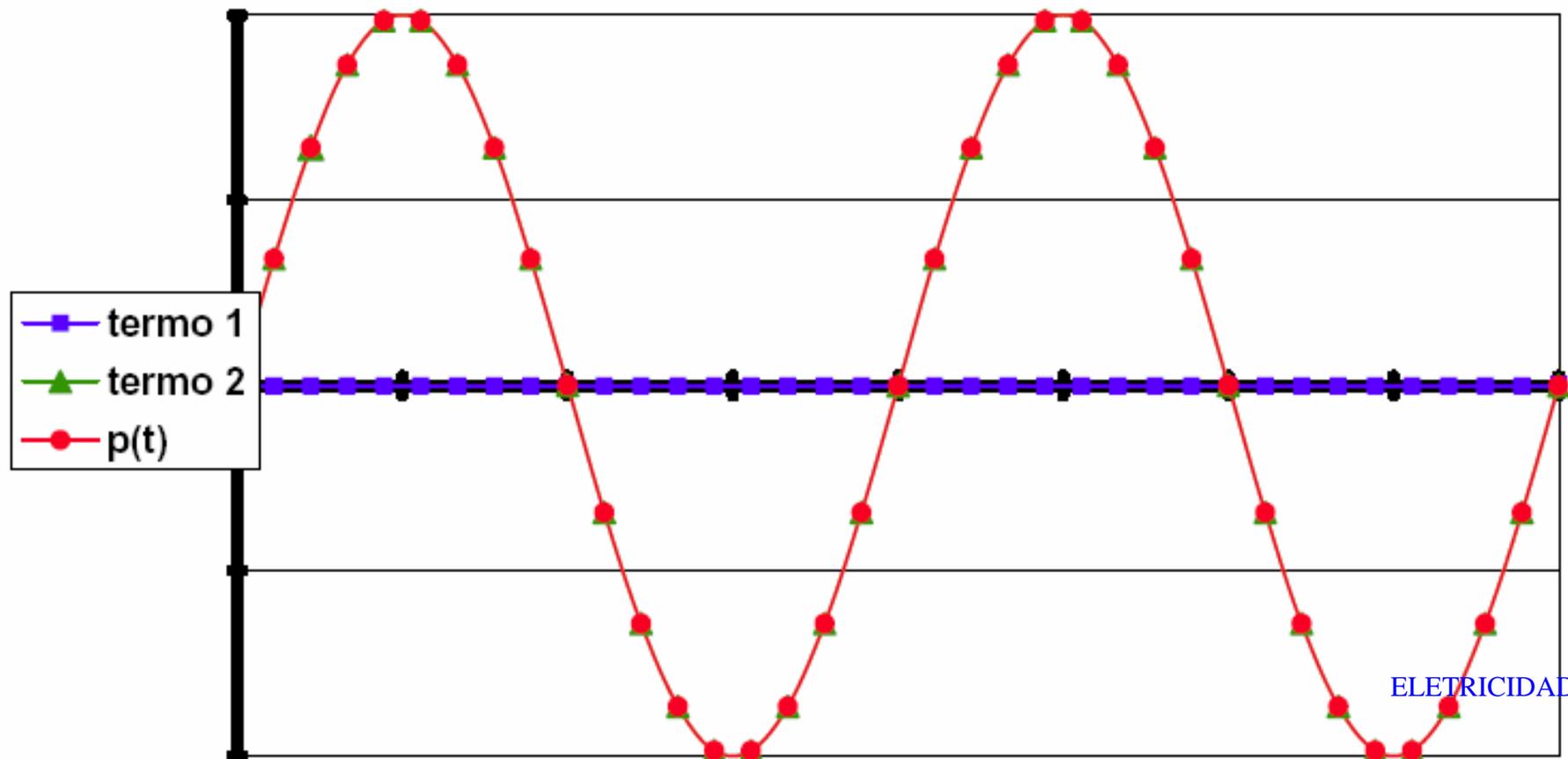


Potência no indutor

Potência média ou ativa:

A potência média no indutor ideal é nula pois não dissipa potência.

$$P_L = \frac{1}{2} \cdot V_p \cdot I_p \cdot \cos \phi = \frac{1}{2} \cdot V_p \cdot I_p \cdot \cos 90^\circ = 0$$



Potência no indutor

Potência reativa:

$$Q_L = V_{\text{ef}L} \cdot I_{\text{ef}L}$$

$$|X_L| = \frac{V_{\text{ef}L}}{I_{\text{ef}L}}$$



$$Q_L = |X_L| \cdot I_{\text{ef}L}^2$$

$$Q_L = \frac{V_{\text{ef}L}^2}{|X_L|}$$

Energia no indutor:

$$E_{nL} = \frac{L \cdot I_p^2}{2} = L \cdot I_{\text{ef}L}^2$$

Potência no capacitor

$$Z = X_C$$

$$\theta_I = 0^\circ$$

$$\theta_V = -90^\circ$$

$$\phi = \theta_V - \theta_I = -90 - 0 = -90^\circ$$

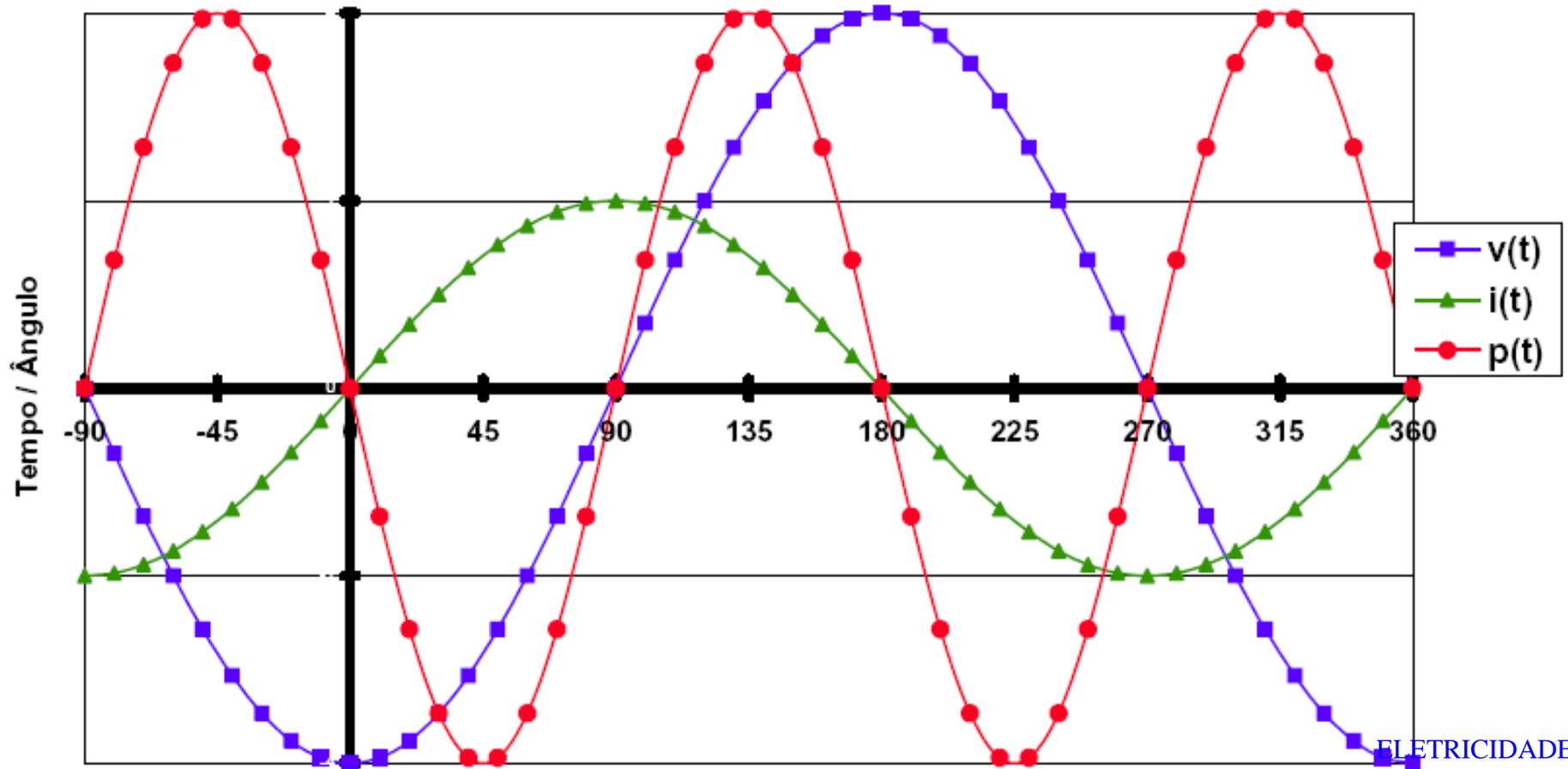
$$\theta_V = -\phi$$

$$\cos \phi = \cos(-90^\circ) = 0$$

Potência no capacitor

Potência instantânea:

$$p_C(t) = +V_{ef} \cdot I_{ef} \cdot \text{sen}(2 \cdot \omega \cdot t)$$

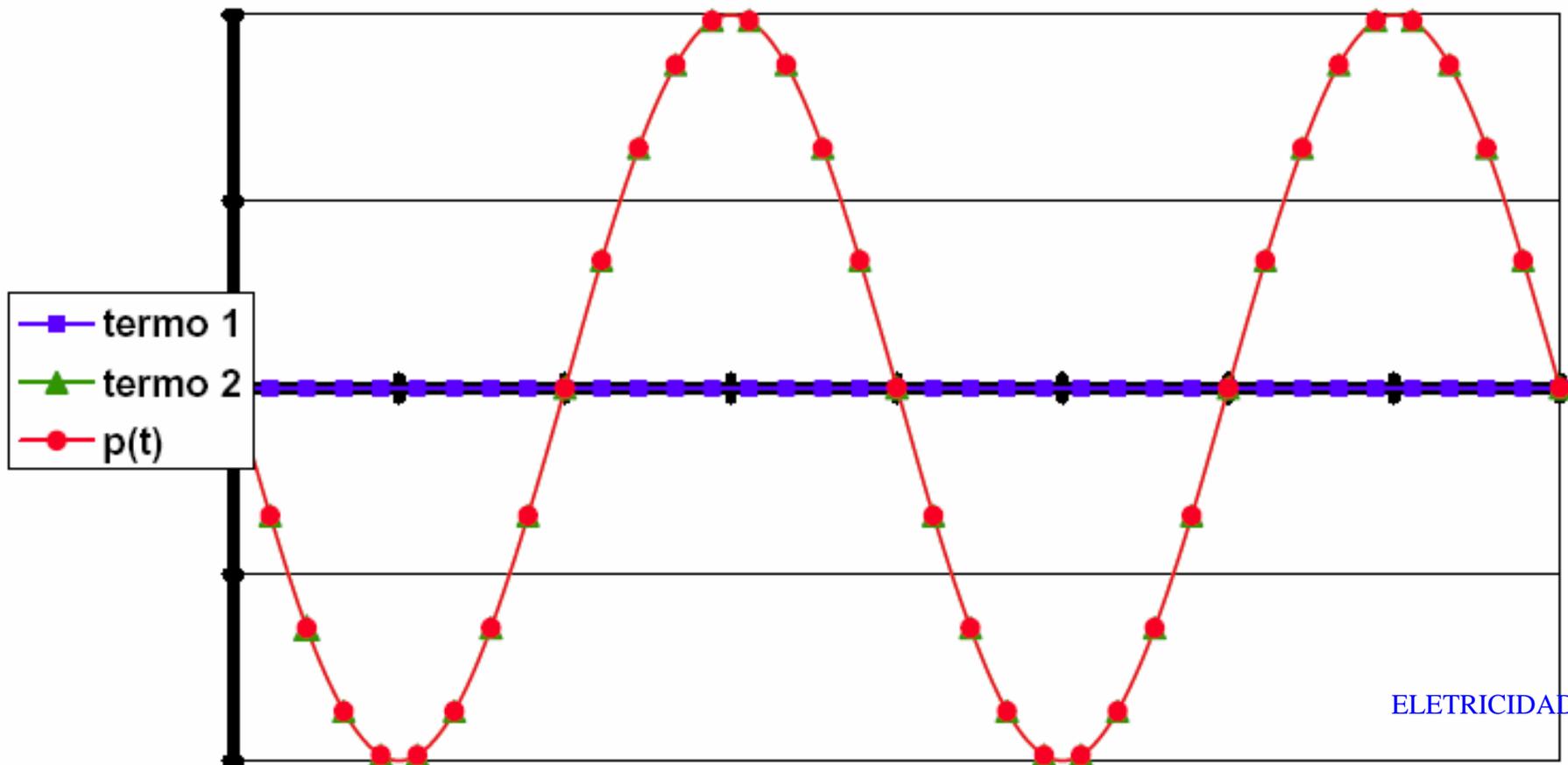


Potência no capacitor

Potência média ou ativa:

A potência média no capacitor ideal é nula pois não dissipa potência.

$$P_C = \frac{1}{2} \cdot V_p \cdot I_p \cdot \cos \phi = \frac{1}{2} \cdot V_p \cdot I_p \cdot \cos(-90^\circ) = 0$$



Potência no capacitor

Potência reativa:

$$Q_C = V_{\text{efC}} \cdot I_{\text{efC}}$$

$$|X_C| = \frac{V_{\text{efC}}}{I_{\text{efC}}}$$



$$Q_C = |X_C| \cdot I_{\text{efC}}^2$$

$$Q_C = \frac{V_{\text{efC}}^2}{|X_C|}$$

Energia no indutor:

$$E_{n_C} = \frac{C \cdot V_p^2}{2} = C \cdot V_{\text{efC}}^2$$