Puissance électrique en régime variable

Régime sinusoïdal

Grandeurs complexes

$u = U\cos(\omega t+\varphi) \leftrightarrow \underline{u} = Ue^{j(\omega t+\varphi)} = \underline{U}e^{j\omega t}$ avec $\underline{U} = Ue^{j\varphi}$

Impédance

$\underline{Z} = \dfrac{\underline{u}}{\underline{i}}$

- Condensateur
  $\underline{Z}_C = \dfrac{1}{jC\omega}$
- Bobine
  $\underline{Z}_L = jL\omega$
- Résistance
  $\underline{Z}_R = R$
- Généralisation
  $\boxed{\underline{Z} = R + jX}$
  - **Résistance**
    R
  - **Réactance**
    X
- Module et argument

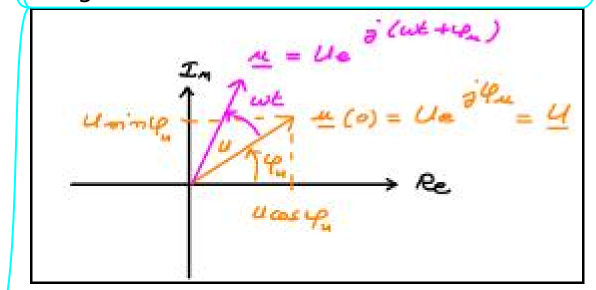
$$\boxed{\begin{array}{l}\arg(\underline{Z}) = \varphi_u - \varphi_i = \varphi \\ |\underline{Z}| = \dfrac{U_{\text{eff}}}{I_{\text{eff}}} = \dfrac{\mathcal{R}e(\underline{Z})}{\cos\varphi} = \dfrac{\mathcal{I}m(\underline{Z})}{\sin\varphi}\end{array}}$$

Puissance moyenne

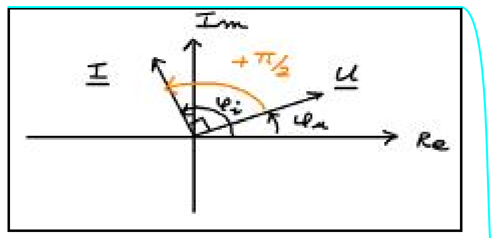
$\boxed{<p> = U_{\text{eff}}I_{\text{eff}}\cos\varphi = \mathcal{R}e(\underline{Z})\ I_{\text{eff}}^2}$

- **Facteur de puissance**
  $\boxed{\varphi = \varphi_u - \varphi_i}$

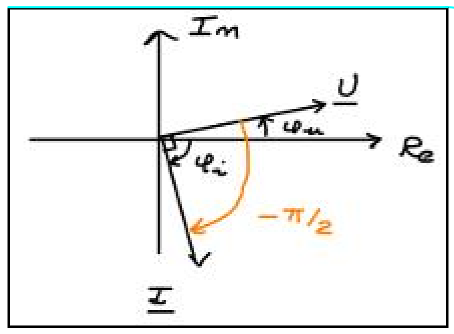
Diagramme de Fresnel



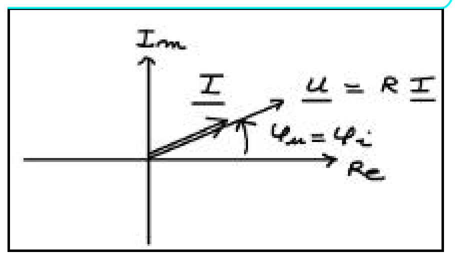
- Condensateur



- Bobine



- Résistance



Signaux **périodiques**

Décomposition en série de Fourier

Valeur moyenne

$\boxed{<s(t)> = \dfrac{1}{T}\displaystyle\int_0^T s(t)\mathrm{d}t}$

- Signaux sinusoïdaux
  $<\cos(\omega t+\varphi)> = 0$
  $<\sin(\omega t+\varphi)> = 0$
- C'est la composante continue (fréquence nulle) de la DSF.
  $a_0 = <s(t)>$

Valeur efficace

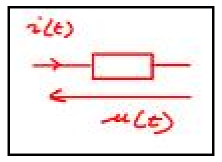
$\boxed{S_{\text{eff}} = \sqrt{<s(t)>}}$

- Signaux sinusoïdaux
  Si $s(t) = S\cos(\omega t+\varphi)$ alors $\boxed{S_{\text{eff}} = \dfrac{S}{\sqrt{2}}}$
  $<\cos^2(\omega t+\varphi)> = 1/2$
  $<\sin^2(\omega t+\varphi)> = 1/2$
- Pour un signal quelconque périodique
  $S_{\text{eff}} = \sqrt{a_0^2 + \dfrac{1}{2}\displaystyle\sum_{n=1}^{\infty}(a_n^2+b_n^2)}$

Régime variable

Puissance reçue par un dipôle

$\boxed{p(t) = u(t)\ i(t)}$

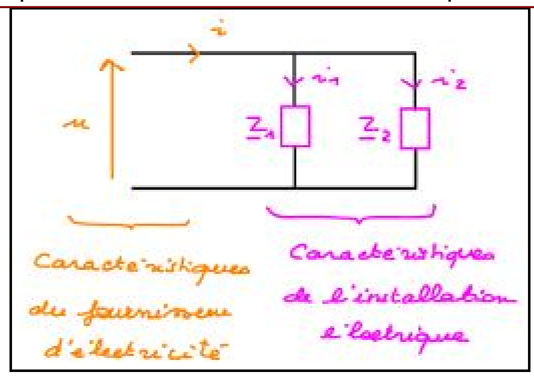


Puissance moyenne

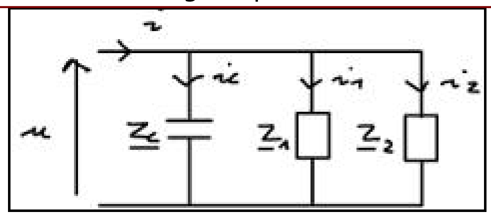
$\boxed{<p(t)> = \dfrac{1}{T}\displaystyle\int_0^T u(t)\ i(t)\ \mathrm{d}t}$

- Condensateur
  $p_C(t) = \dfrac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(\dfrac{1}{2}Cu_c^2(t)\right) = \dfrac{\mathrm{d}W_C(t)}{\mathrm{d}t}$
  $<p_C(t)> = \dfrac{1}{T}\displaystyle\int_0^T \mathrm{d}W_C(t) = 0$ (régime périodique)
  $\boxed{<p_C(t)> = 0}$
- Bobine
  $p_L(t) = \dfrac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(\dfrac{1}{2}Li^2(t)\right)$
  $\boxed{<p_L(t)> = 0}$
- Résistance
  $\boxed{<p_R(t)> = RI_{\text{eff}}^2 = \dfrac{U_{\text{eff}}^2}{R}}$

Exemple de relèvement du facteur de puissance



- Pour une puissance nécessaire donnée, un facteur de puissance faible engendre un courant à fournir élevé : on cherche à **relever**
  le facteur de puissance de l'installation.
  $\cos\varphi = \dfrac{p}{U_{\text{eff}}I_{\text{eff}}}$
- On ajoute une charge capacitive en dérivation.



- Sa valeur permet le relèvement à une valeur proche de l'unité.
  $-C\omega = \mathcal{I}m\left(\dfrac{1}{\underline{Z}_1}\right) + \mathcal{I}m\left(\dfrac{1}{\underline{Z}_2}\right)$