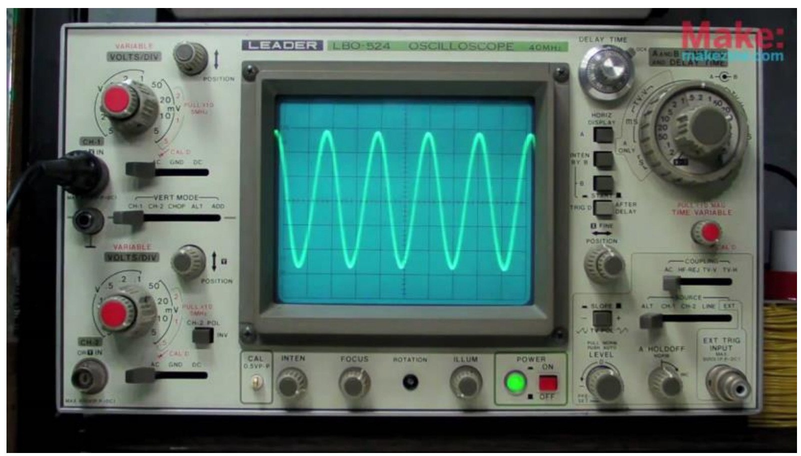
UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE
COMPIÈGNE

SY03

Introduction aux systèmes d’entraînements électriques (SEE)

Systèmes monophasés et triphasés



DAMAY Nicolas
Département IM

utc
Université de Technologie
Compiègne

Intérêt de l’alternatif

- Année 1880 : apparition des premiers transformateurs avec un bon rendement
- Années 1890 : « guerre des courants » avec Thomas Edison (DC) et Nikola Tesla (AC)
- « Victoire » du courant alternatif sur le courant continu pour les réseaux électriques

Réseau actuel
  - Création de l’électricité à tension réduite
  - Augmentation de la tension à l’aide de transformateurs
  - Transport de l’électricité à haute tension (moins de pertes)
  - Réduction de la tension à l’aide de transformateurs
  - Acheminement de la basse tension chez les utilisateurs

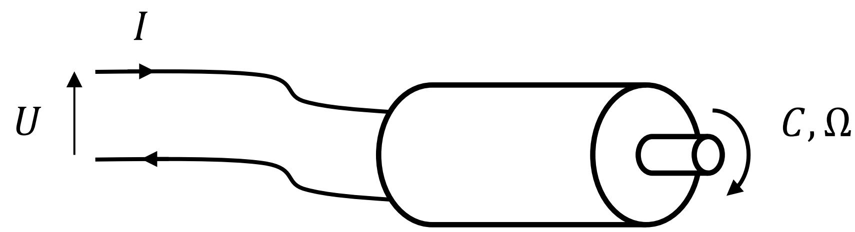
- Aujourd’hui, les transformateurs peuvent atteindre des rendements > 99,5%

- De plus, l’utilisation de tensions/courants alternatifs a permis l’invention de nombreux principes de fonctionnement de machines électriques (synchrone et asynchrone notamment…)

Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

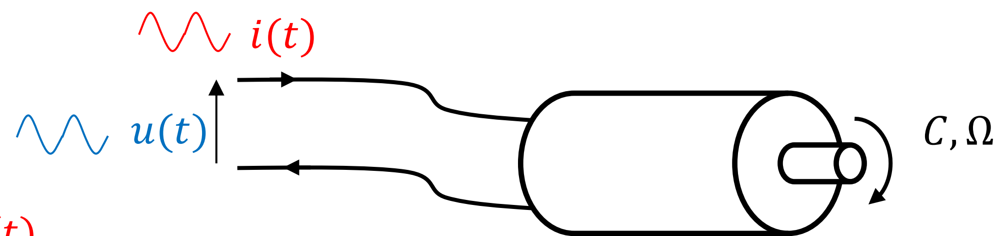
Puissance en continu



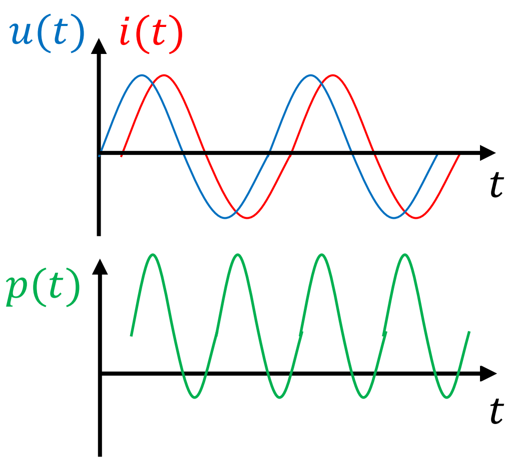
$$P_{elec} = U \times I$$

$$P_{meca} = C \times \Omega$$

Puissance en alternatif monophasé ?



$$P_{meca} = C \times \Omega$$

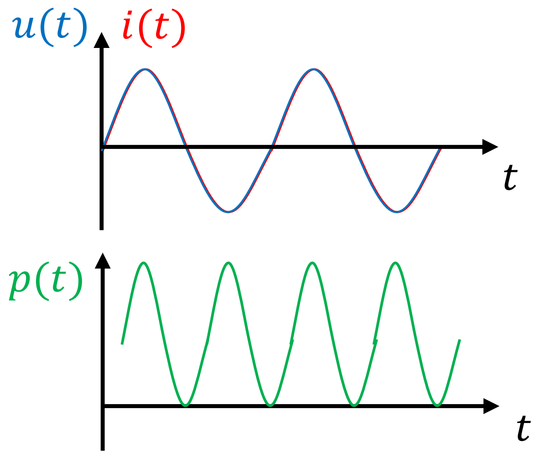


$$\boxed{\boldsymbol{P_{elec}} = ?}$$

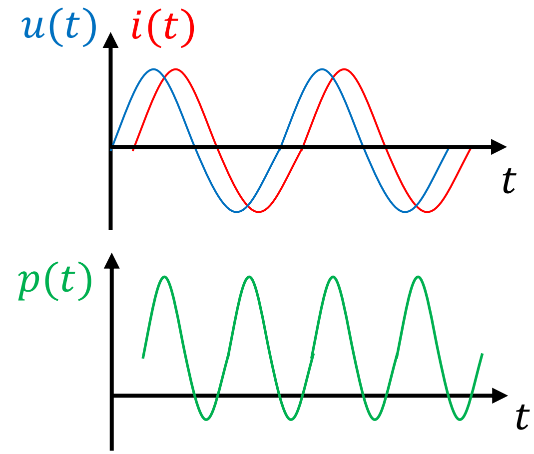
Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

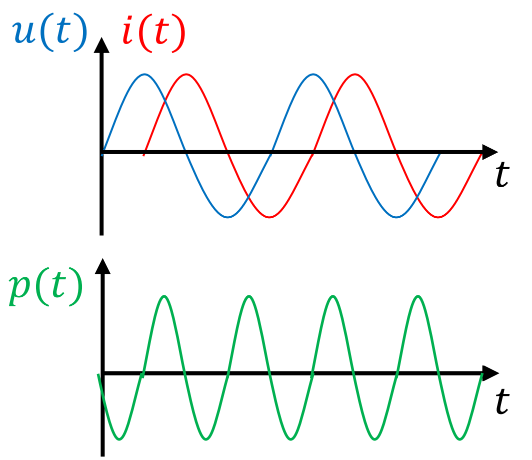
Quelques situations possibles



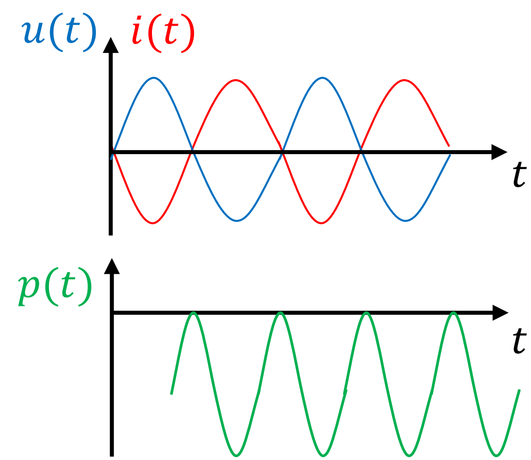
Courant-tension en phase



Courant-tension déphasés



Courant-tension en quadrature

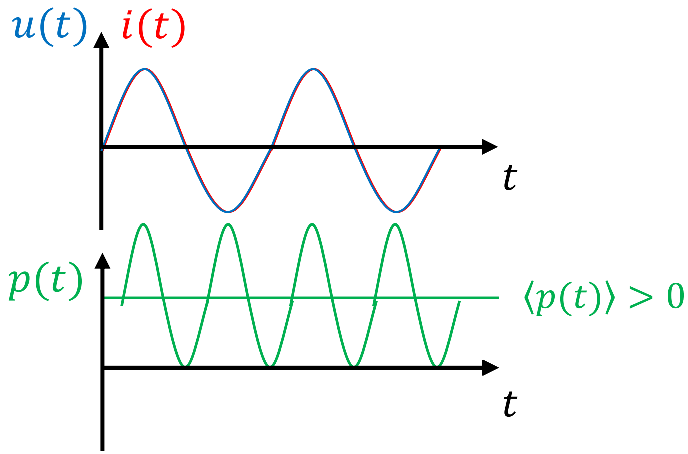


Courant-tension en opposition de phase

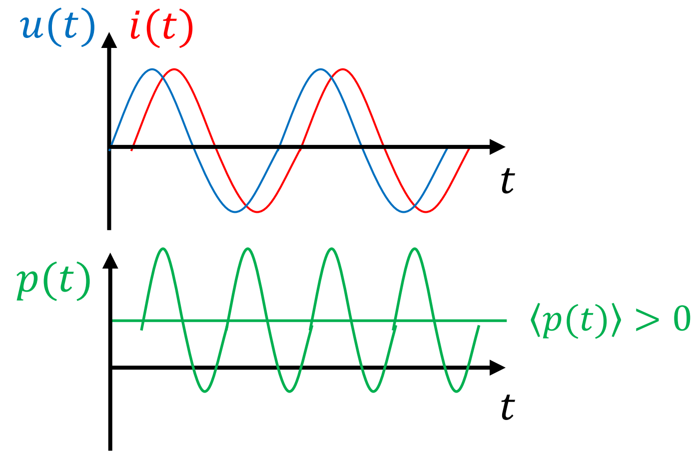
Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

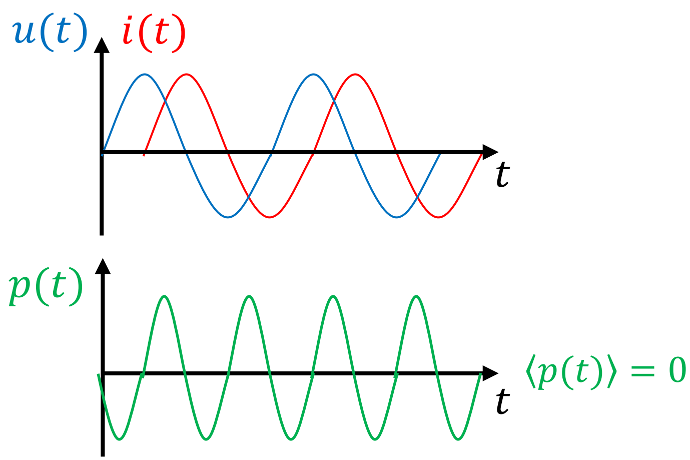
Conclusion : puissance moyenne dépendante du déphasage



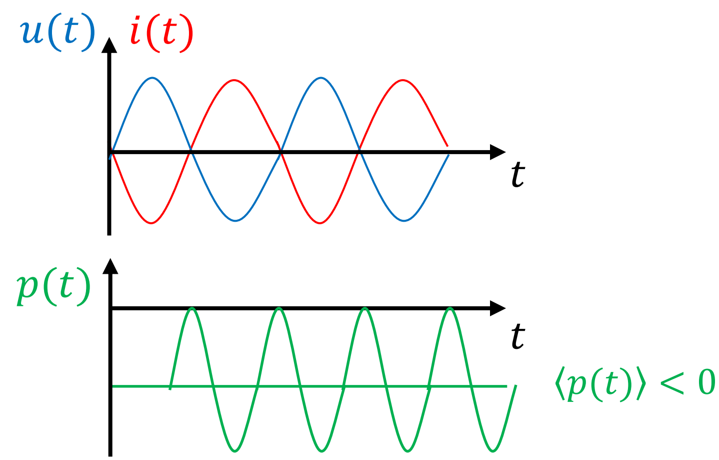
Courant-tension en phase



Courant-tension déphasés



Courant-tension en quadrature



Courant-tension en opposition de phase

Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Notions de base

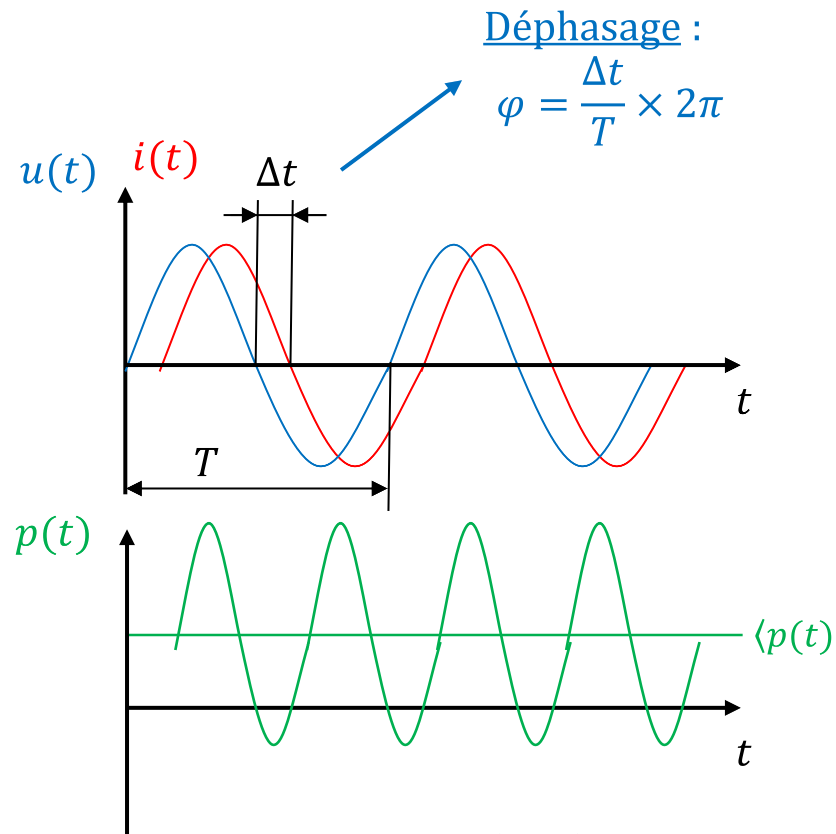
(alternatif monophasé)

Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Notions de base

- Signal périodique de moyenne nulle
- $u(t) = U_{cr} \times \sin(\omega t - \theta_U)$
- $i(t) = I_{cr} \times \sin(\omega t - \theta_I)$
- Amplitudes U_{cr} (V) et I_{cr} (A)
- Pulsation ω (rad/s)
- Fréquence F (Hz) ($\omega = 2\pi F$)
- Période T (s) ($T = 1/F$)
- Phase θ_U et θ_I (rad)
- Déphasage φ ($\varphi = \theta_U - \theta_I = \frac{\Delta t}{T} \times 2\pi$)



Courant-tension déphasés

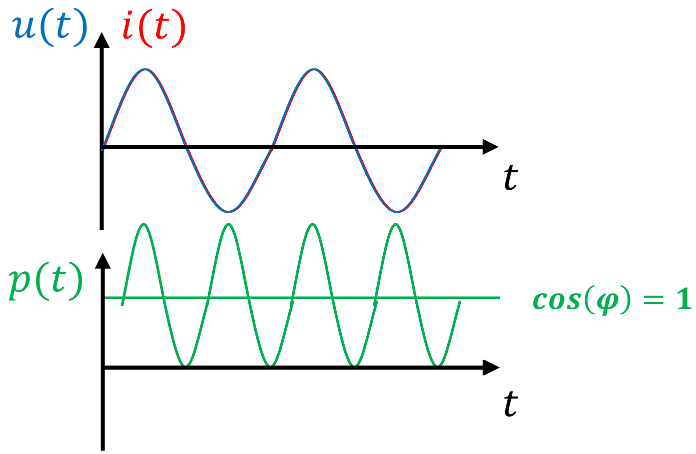
Puissance active P (= moyenne)

- $\langle p(t) \rangle = P = \frac{U_{cr} \times I_{cr}}{2} \times \cos(\varphi)$ avec $\varphi = \frac{\Delta t}{T} \times 2\pi$
- Le terme $\cos(\varphi)$ est appelé facteur de puissance et dépend du déphasage φ

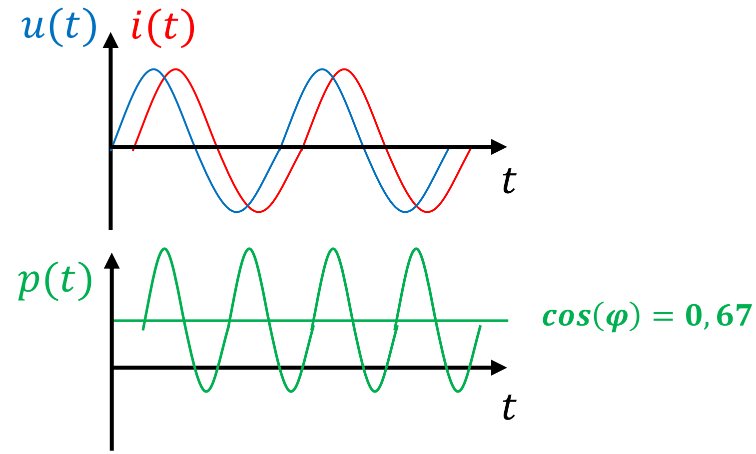
Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

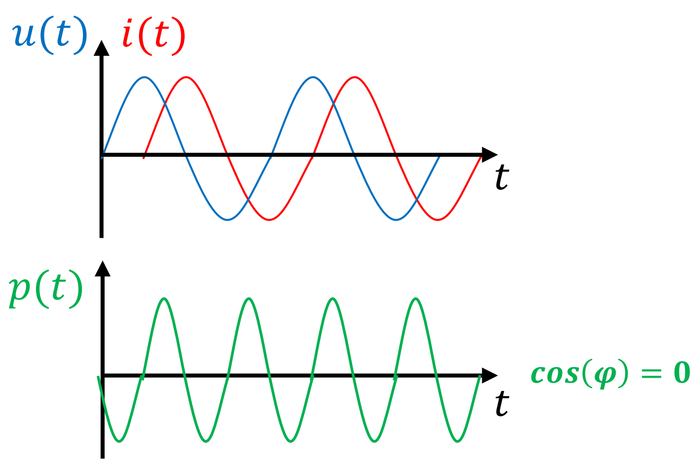
Puissance moyenne dépendante du « facteur de puissance »



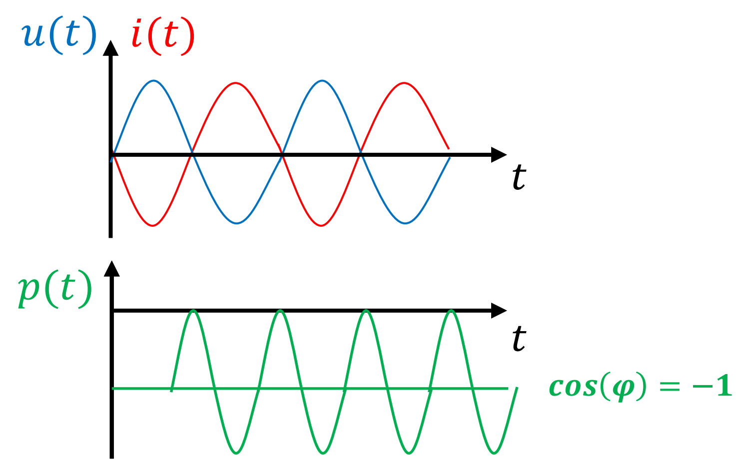
Courant-tension en phase



Courant-tension déphasés



Courant-tension en quadrature



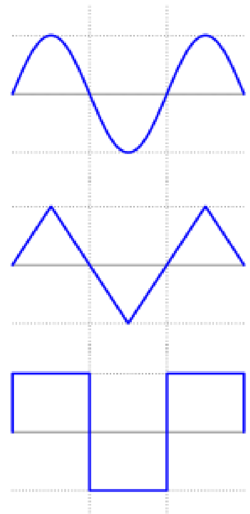
Courant-tension en opposition de phase

Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Notion de valeur efficace

- Signal périodique de moyenne nulle => inutilisable
- On utilise donc sa moyenne quadratique, que l'on appelle **valeur efficace**
- $s_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_{t_0}^{t_0+T} s^2(t)\,.dt}$
- Cas du sinus : $s_{eff} = \frac{s_{cr}}{\sqrt{2}}$
- Cas du « triangle » : $s_{eff} = \frac{s_{cr}}{\sqrt{3}}$
- Cas du « carré » : $s_{eff} = s_{cr}$



- L'utilisation de la valeur efficace simplifie les calculs de puissance

Dans le cas sinusoïdal : $\langle p(t)\rangle = \frac{U_{cr}\times I_{cr}}{2} \times \cos(\varphi) = U_{eff}\, I_{eff} \cos(\varphi)$

Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

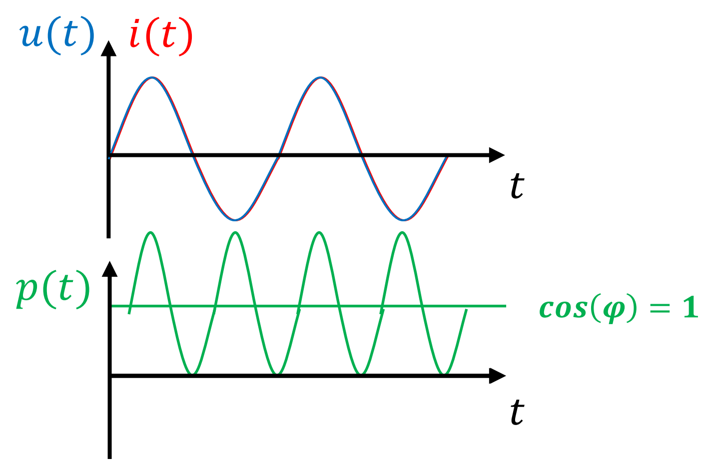
www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Notion de valeur efficace

- L'utilisation de la valeur efficace permet d'effectuer des calculs de puissance ressemblant aux calculs en courant continu.
- Cas continu : $\boldsymbol{P = U \times I}$
- Cas sinusoïdal : $\boldsymbol{P = U_{eff} \times I_{eff} \times \cos(\varphi)}$
  - La valeur efficace est une sorte « d'équivalent au cas continu »
  - Le facteur de puissance $\cos(\varphi)$ permet de tenir compte du déphasage

Exemple du radiateur (2000 W)

- Tension réseau : 230 V efficace (amplitude : 325 V)
- $U = 230\sqrt{2}\sin(\omega t)$ (tension réseau)
- $I = 8{,}7\sqrt{2}\sin(\omega t)$
- $P = 230 \times 8{,}7 \times 2 \times \langle \sin^2(\omega t) \rangle$
- Or, $\sin^2(\omega t) = \frac{1-\cos(2\omega t)}{2}$ (= 0,5 en moyenne)
- $P = 230 \times 8{,}7 \times 2 \times 0{,}5 = \underbrace{230 \times 8{,}7}_{\text{Valeurs efficaces}} = 2000\ W$



Courant-tension en phase

Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Effet d'un mauvais facteur de puissance

- $P = U_{eff} \times I_{eff} \times \cos(\varphi)$
- A puissance active constante, un mauvais facteur de puissance entraîne une augmentation du besoin en tension-courant.
  - Bon facteur de puissance = plus de puissance transmise

Exemple : consommation d'un moteur en direct sur le réseau

- Une machine synchrone devant fournir 5 kW (mécanique) sous 230 V efficace (AC)
  - Rendement : 0,9
  - Il faut une puissance électrique de $P_{elec} = 5{,}56\ kW$
- Avec un facteur de puissance de 0,84 (valeur typique)
  - $P_{elec} = U\ I \cos(\varphi) \Leftrightarrow I = \frac{P_{elec}}{U \cos(\varphi)} = \mathbf{28{,}8\ A}$ (efficace)
- Avec un facteur de puissance de 0,95 (utilisation de condensateurs)
  - $P_{elec} = U\ I \cos(\varphi) \Leftrightarrow I = \frac{P_{elec}}{U \cos(\varphi)} = \mathbf{25{,}4\ A}$ (efficace)

- Un mauvais facteur de puissance entraîne une augmentation du courant demandé au réseau, sans augmentation de puissance *(mais plus de pertes pour le fournisseur d'électricité)*

Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

utc Université de Technologie Compiègne

Représentation complexe

Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

En résumé

- Les grandeurs sinusoïdales sont caractérisées par deux grandeurs essentielles :
  - leurs valeurs efficaces
  - leurs phases
- Pour les calculs de puissance active, les grandeurs essentielles sont :
  - les valeurs efficaces de la tension et du courant
  - le déphasage entre la tension et le courant (différence entre leurs phases)

Transformée complexe

Ici, la tension sert de référence de phase, donc sa phase est considérée nulle

Par <u>convention d'écriture</u>, seuls la valeur efficace et le déphasage sont conservés

- $U(t) = U_{cr}\cos(\omega t) = U\sqrt{2}\cos(\omega t)$ => $\underline{U} = U.e^{j.0}$
- $I(t) = I_{cr}\cos(\omega t - \varphi) = I\sqrt{2}\cos(\omega t - \varphi)$ => $\underline{I} = I.e^{-j\varphi}$
- Le calcul de puissance devient alors :
- $\underline{P} = \underline{U} \times \underline{I} = U.e^{j.0}.I.e^{-j\varphi} = U.I.e^{-j\varphi}$
- Formule d'Euler : $e^{-j\varphi} = \cos(-\varphi) + j.\sin(-\varphi)$
- Transformée inverse : $\underline{P} = U.I.e^{-j\varphi}$ => $P = U.I.\cos(-\varphi) = U.I.\cos(\varphi)$

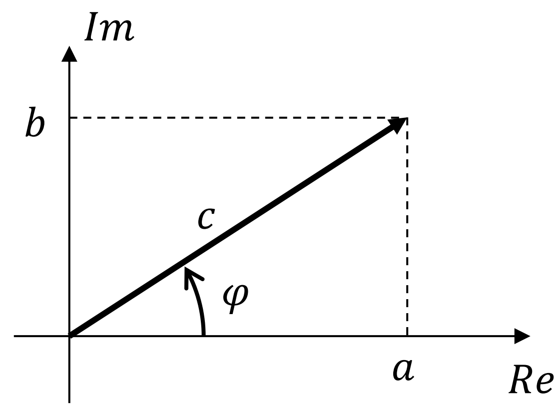
Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

utc Université de Technologie Compiègne

Rappel : propriétés des nombres complexes

- Coordonnées cartésiennes ou polaires
- $\underline{I} = a + j.b = c.e^{j\varphi}$



- Cartésiennes => Polaires
  - $c = \sqrt{a^2 + b^2}$
  - $\varphi = \operatorname{atan}\left(\frac{b}{a}\right)$

- Polaires => Cartésiennes
  - $a = c.\cos(\varphi)$
  - $b = c.\sin(\varphi)$

- Propriétés de l'exponentielle complexe
  - Formule d'Euler : $e^{j\varphi} = \cos(\varphi) + j.\sin(\varphi)$
  - $\frac{1}{e^{j\varphi}} = e^{-j\varphi}$

Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Justification des conventions d'écriture

- Normalement, la transformée complexe consiste à ajouter une partie imaginaire à une grandeur réelle.
  - Ainsi, $U(t) = U_{cr}\cos(\omega t + \theta_U) = U\sqrt{2}\cos(\omega t + \theta_U)$ deviendrait
  - $\underline{U(t)} = U\sqrt{2}\,(\cos(\omega t + \theta_U) + j.\sin(\omega t + \theta_U)) = U\sqrt{2}.e^{j(\omega t + \theta_U)}$

  - De même pour le courant : $I(t) = I_{cr}\cos(\omega t + \theta_I)$
  - $\underline{I(t)} = I\sqrt{2}.e^{j(\omega t + \theta_I)}$
- Souvent, la tension est prise comme « **référence de phase** », ce qui revient à poser $\theta_U = 0\,rad$.
  - Le déphasage vaut alors $\varphi = \theta_U - \theta_I = -\theta_I$, soit $\theta_I = -\varphi$
  - **On peut alors simplifier l'écriture** : $\underline{U} = U\sqrt{2}.e^{j\omega t}$ et $\underline{I(t)} = I\sqrt{2}.e^{j(\omega t - \varphi)}$
- Généralement, on compare la tension et le courant de la manière suivante :

$$\frac{\underline{U(t)}}{\underline{I(t)}} = \frac{U\sqrt{2}.e^{j(\omega t + \theta_U)}}{I\sqrt{2}.e^{j(\omega t + \theta_I)}} = \frac{U}{I}e^{j(\theta_U - \theta_I)} = \frac{U}{I}e^{j\varphi}$$

  - **On constate que les termes $e^{j\omega t}$ et $\sqrt{2}$ disparaissent** et, en pratique, ils ne sont jamais utiles dans les calculs, c'est pourquoi on simplifie l'écriture en les omettant.

D'où l'écriture <u>conventionnelle</u> suivante : $\underline{U} = U.e^{j.0}$ et $\underline{I} = I.e^{-j\varphi}$

Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Représentation des nombres complexes

- $U(t) = U_{cr}\sin(\omega t) = U\sqrt{2}\sin(\omega t)$ => $\underline{U} = U.e^{j.0}$
- $I(t) = I_{cr}\sin(\omega t - \varphi) = I\sqrt{2}\sin(\omega t - \varphi)$ => $\underline{I} = I.e^{-j\varphi}$

- Utilisation des diagrammes de Fresnel
- Représentation générale des grandeurs complexes

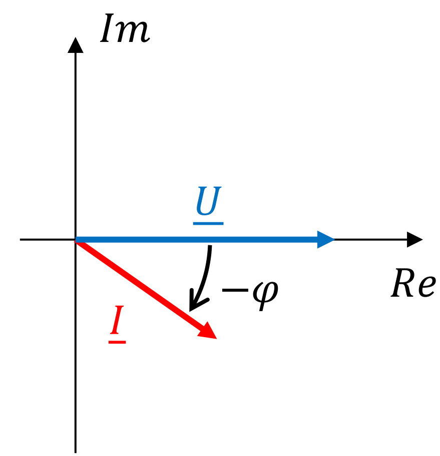
$$\underline{U} = U.e^{j.0}$$

$$\underline{I} = I.e^{-j\varphi}$$

Nombre complexe

Module

Argument (*angle par rapport à l'axe des réels*)

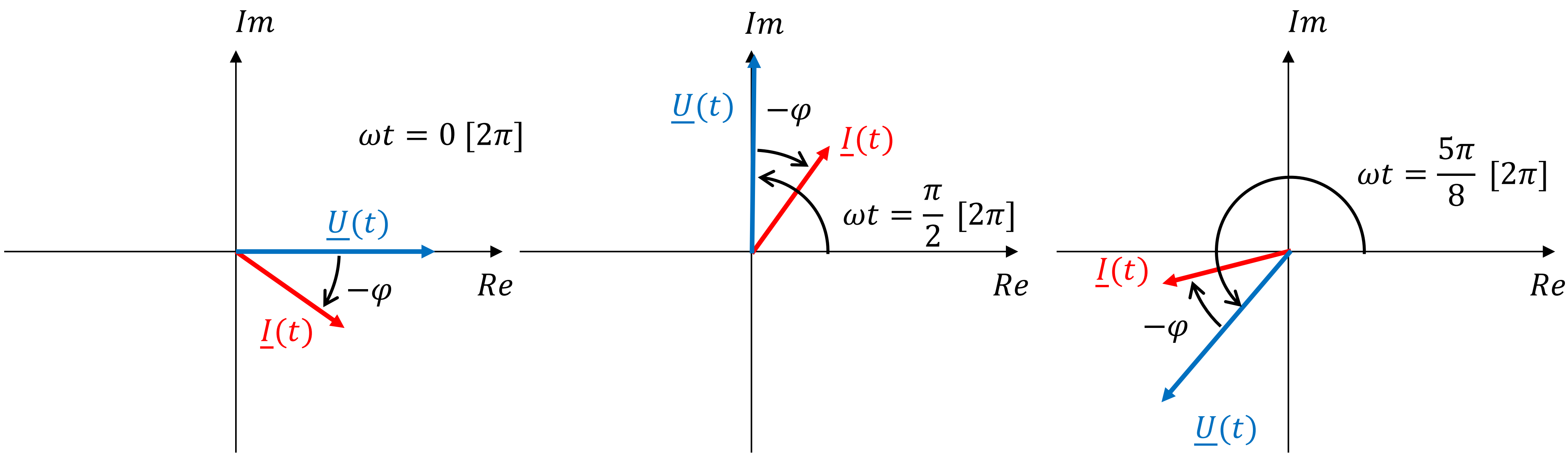


Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Représentation des nombres complexes

- N'oublions pas qu'en réalité, ces grandeurs évoluent dans le temps
  - $U(t) = U_{cr}\sin(\omega t) = U\sqrt{2}\sin(\omega t)$ => $\underline{U} = U.e^{j(\boldsymbol{\omega t+0})}$
  - $I(t) = I_{cr}\sin(\omega t - \varphi) = I\sqrt{2}\sin(\omega t - \theta_I)$ => $\underline{I} = I.e^{j(\boldsymbol{\omega t-\varphi})}$



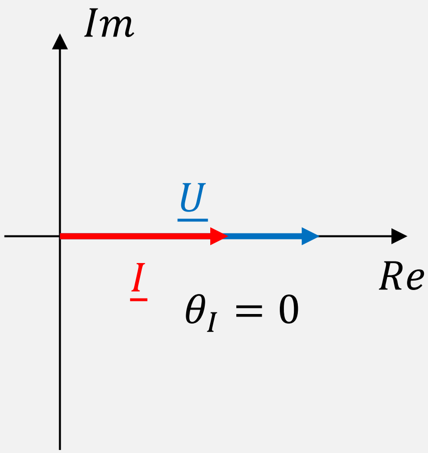
- Les angles des grandeurs varient, mais pas le déphasage φ
- Encore une fois : cette rotation dans le temps est parfois ignorée car inutile pour les calculs de puissance

Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Application aux dipôles usuels

Résistance

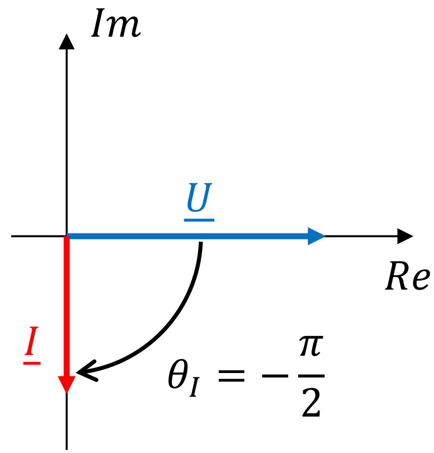


$$\underline{U} = R.\underline{I}$$

$$\underline{U} = \left(R.e^{j.0}\right).\underline{I}$$

$$\underline{I} = \underline{U}.\left(\frac{1}{R}.e^{j.0}\right)$$

Inductance

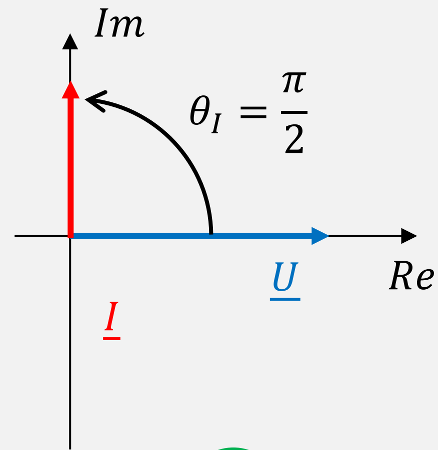


$$\underline{U} = jL\omega.\underline{I}$$

$$\underline{U} = \left(L\omega.e^{j.\frac{\pi}{2}}\right).\underline{I}$$

$$\underline{I} = \underline{U}.\left(\frac{1}{L\omega}.e^{-j.\frac{\pi}{2}}\right).$$

Condensateur



$$\underline{U} = \frac{1}{jC\omega}.\underline{I}$$

$$\underline{U} = \left(\frac{1}{C\omega}.e^{-j.\frac{\pi}{2}}\right).\underline{I}$$

$$\underline{I} = \underline{U}.\left(C\omega.e^{j.\frac{\pi}{2}}\right)$$

Notion d'impédance complexe

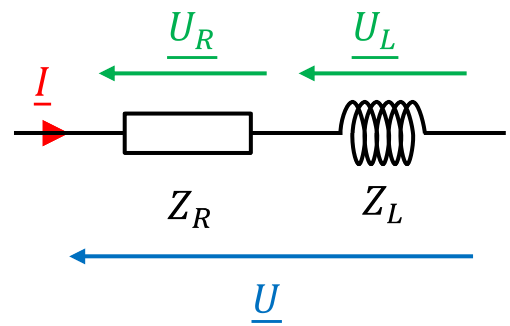
Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

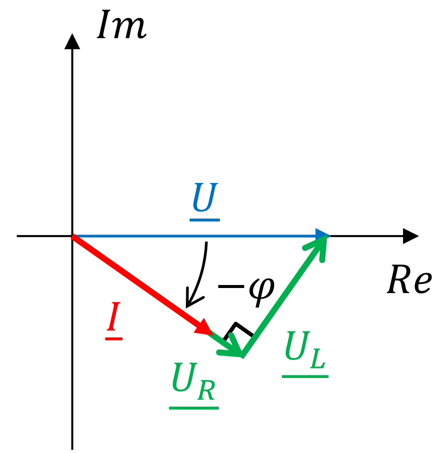
www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Université de Technologie Compiègne

Associations de dipôles

- Résistance en série avec une inductance
- $\underline{U} = \underline{U_R} + \underline{U_L} = R.\underline{I} + jL\omega.\underline{I}$
- $\underline{U} = \underline{Z_{eq}}.\underline{I}$ avec $\underline{Z_{eq}} = R + jL\omega$
- $\underline{Z_{eq}} = Z_{eq}.e^{j\varphi}$
- Relations entre ces grandeurs :





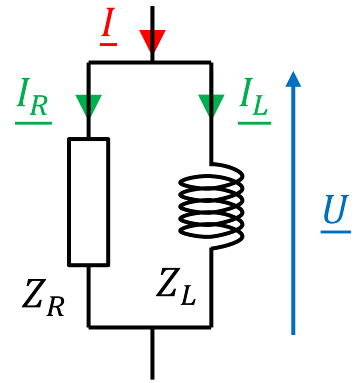
$$\tan(\varphi) = \frac{|\underline{U_L}|}{|\underline{U_R}|} = \frac{L\omega.|\underline{I}|}{R|\underline{I}|} = \frac{L\omega}{R} \Rightarrow \varphi = \operatorname{atan}\left(\frac{L\omega}{R}\right)$$

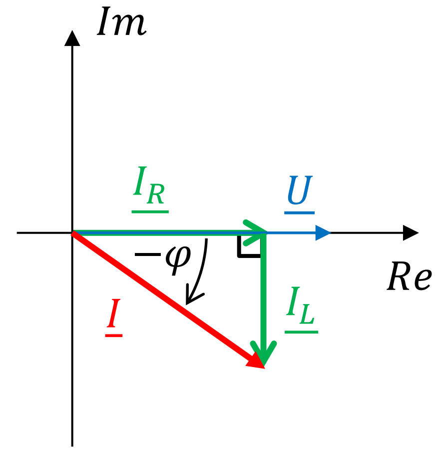
$$U^2 = U_R^2 + U_L^2 = (R.I)^2 + (L\omega.I)^2 \Rightarrow U = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}.I = |\underline{Z_{eq}}|.I$$

Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Associations de dipôles





- Résistance en parallèle avec une inductance
- $\underline{I} = \underline{I_R} + \underline{I_L} = \frac{1}{R}.\underline{U} + \frac{1}{jL\omega}.\underline{U}$
- $\underline{U} = \underline{Z_{eq}}.\underline{I}$ avec $\underline{Z_{eq}} = \frac{1}{\frac{1}{R}+\frac{1}{jL\omega}} = \frac{R.jL\omega}{R+jL\omega}$
- $\underline{Z_{eq}} = Z_{eq}.e^{j\varphi}$
- Relations entre ces grandeurs :

$$\tan(-\varphi) = \frac{|\underline{I_L}|}{|\underline{I_R}|} = \frac{1/L\omega.|\underline{U}|}{1/R.|\underline{U}|} = \frac{R}{L\omega} \Rightarrow -\varphi = \mathrm{atan}\left(\frac{R}{L\omega}\right)$$

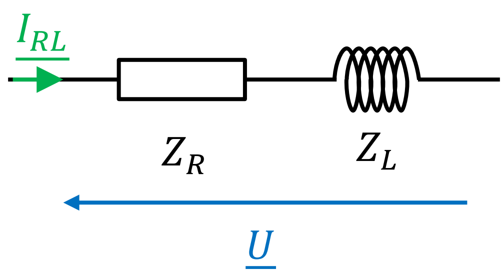
$$I^2 = I_R^2 + I_L^2 = \left(\frac{1}{R}.U\right)^2 + \left(\frac{1}{L\omega}.U\right)^2 \Rightarrow I = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{L\omega}\right)^2}.U$$

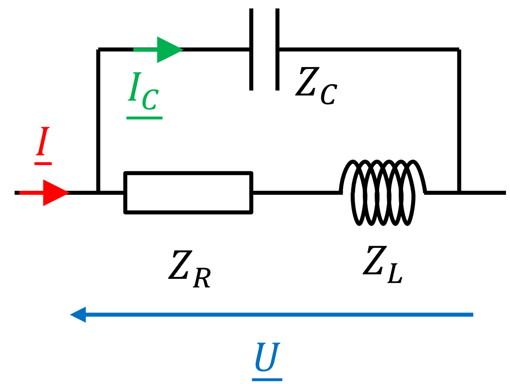
Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

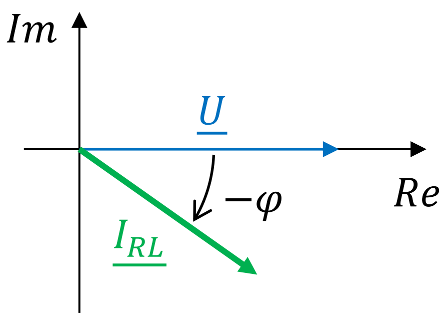
www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

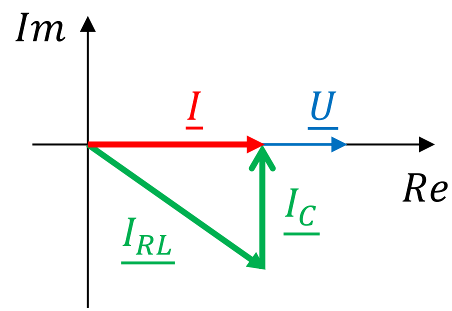
Exemple : redressement du facteur de puissance d'une machine synchrone

- Exemple précédent : une machine synchrone de 5 kW sous 230 V
  - Besoin de 28,8 A avec un facteur de puissance $\cos(\varphi) = 0{,}84$ (charge R-L)
  - Besoin de 24,2 A avec un facteur de puissance redressé ($\cos(\varphi) = 1$)









- Le courant $\underline{I_{RL}}$ dans la machine n'a pas changé, mais le courant $\underline{I}$ a diminué

Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Systèmes triphasés

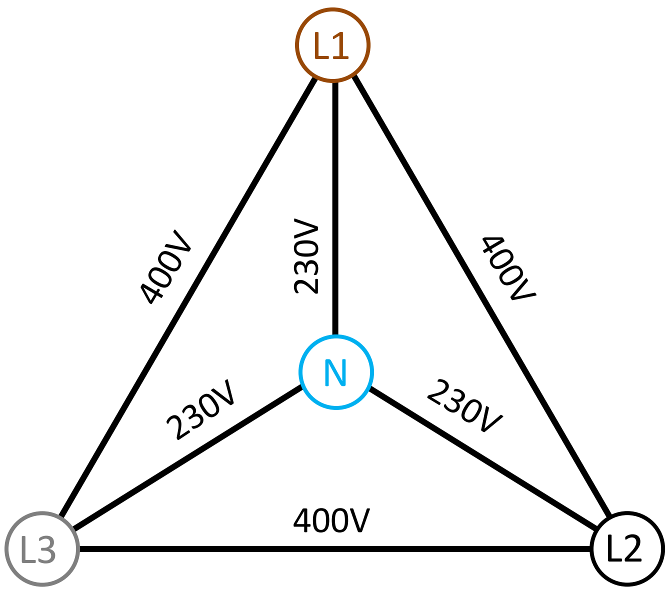
Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

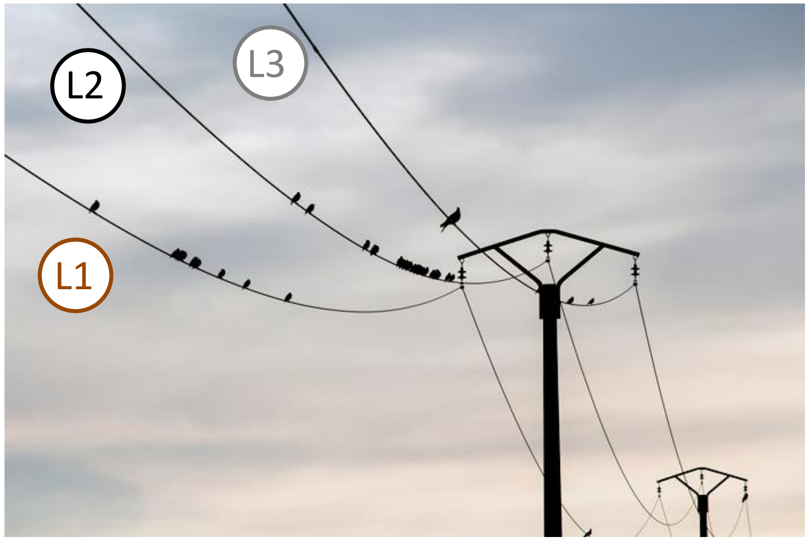
www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Intérêt des systèmes triphasés

- Meilleures puissances massiques et rendements pour les machines électriques
  - Le monophasé est donc réservé aux faibles puissances

- Puissance transmise avec deux fois moins de cuivre qu'en monophasé
  - Somme instantanée des courants ≈ 0
  - Donc : pas besoin de fil de retour comme en monophasé => économies



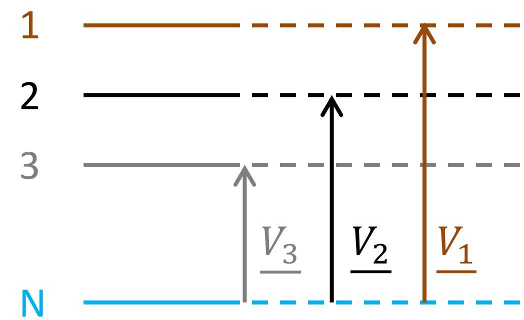


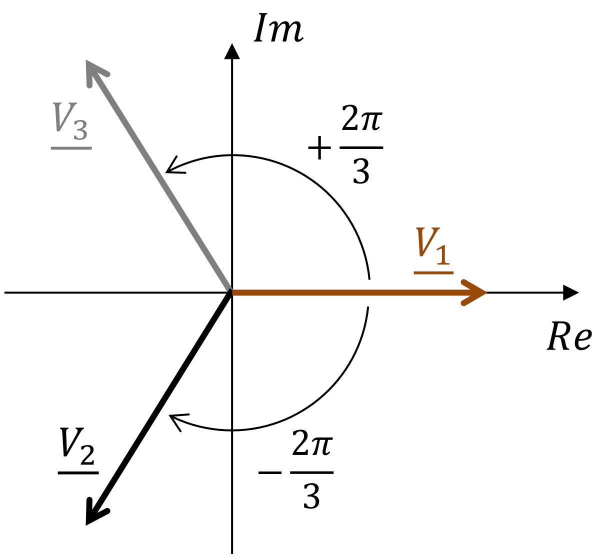
Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Système triphasé équilibré

- Ensemble de trois tensions sinusoïdales décalées dans le temps
- Si le système est <u>équilibré</u>, alors les trois tensions ont la <u>même valeur efficace</u> et <u>leurs déphasages sont égaux</u> (120° ou $2\pi/3$ rad).
- **<u>Tensions simples :</u>**
  - L1 : $V_1(t) = V\sin(\omega t)$ (référence de phase)
  - L2 : $V_2(t) = V\sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$
  - L3 : $V_2(t) = V\sin\left(\omega t - \frac{4\pi}{3}\right) = V\sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$





<u>Câble triphasé</u>

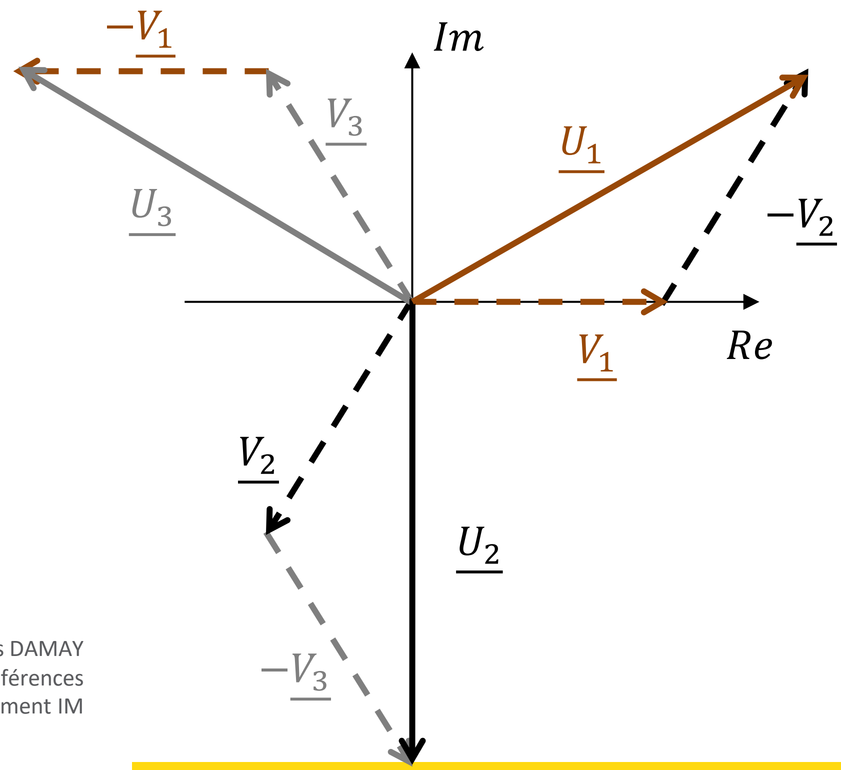
On peut prouver que :
$$\underline{V_1} + \underline{V_2} + \underline{V_3} = 0$$

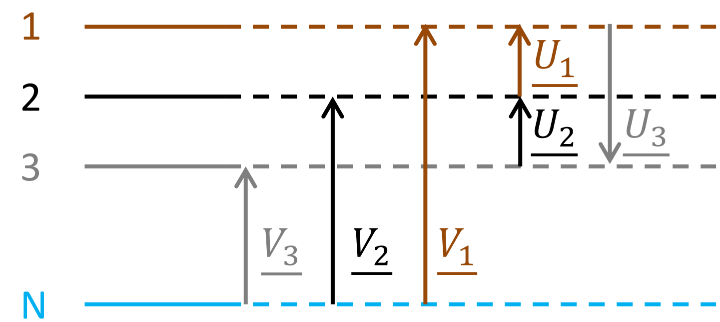
Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Tensions simples et tensions composées

- Possibilité d'utiliser les tensions entre phases
- On parle alors de **tensions composées :**
  - $\underline{U_1} = \underline{V_1} - \underline{V_2}$
  - $\underline{U_2} = \underline{V_2} - \underline{V_3}$
  - $\underline{U_3} = \underline{V_3} - \underline{V_1}$





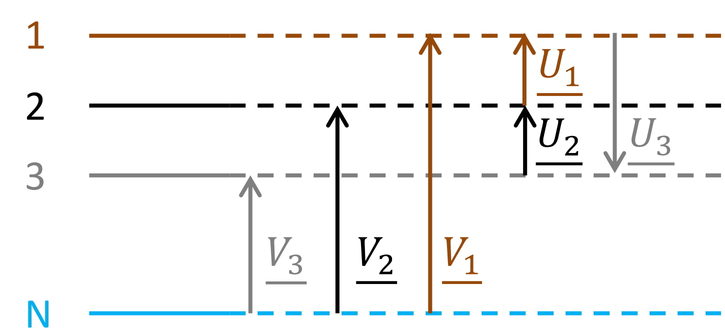
On peut prouver que :
$$\underline{U_1} + \underline{U_2} + \underline{U_3} = 0$$

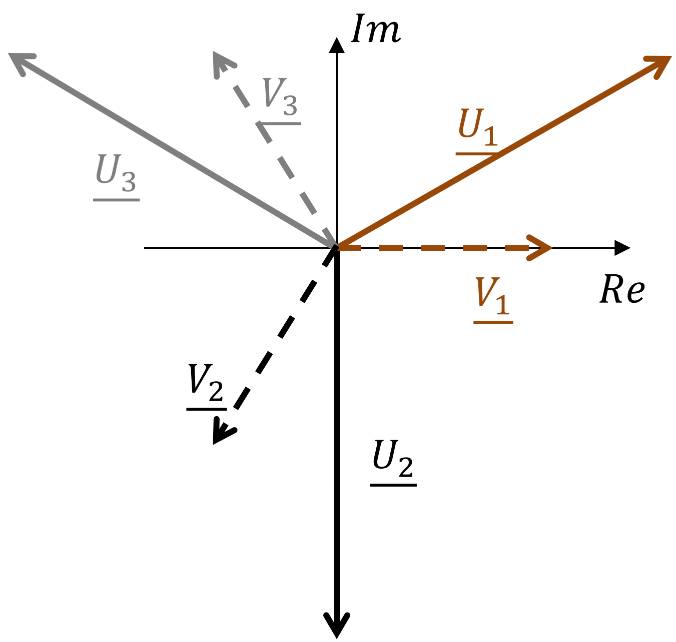
Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Système triphasé équilibré

- On parle alors de **<u>tensions composées :</u>**
- $\underline{U_1} = \underline{V_1} - \underline{V_2}$, soit $\underline{U_1} = \sqrt{3}.V.e^{j\frac{\pi}{6}}$
- $\underline{U_2} = \underline{V_2} - \underline{V_3}$, soit $\underline{U_2} = \sqrt{3}.V.e^{j\frac{5\pi}{6}}$
- $\underline{U_3} = \underline{V_3} - \underline{V_1}$, soit $\underline{U_3} = \sqrt{3}.V.e^{-j\frac{\pi}{2}}$





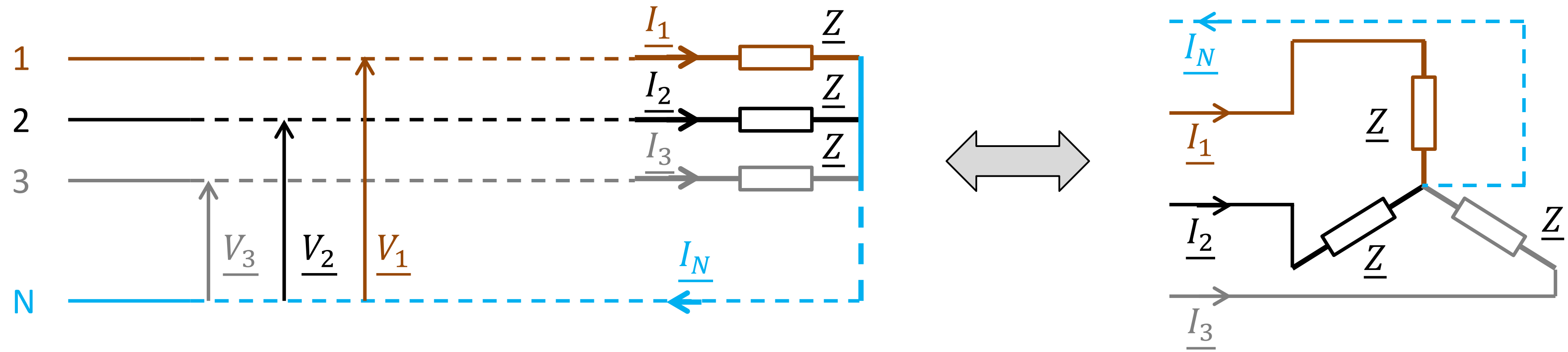
Tensions simples V vs composées U

- **Déphasage de $\pi/6$**
- $\boldsymbol{U = \sqrt{3}\,V}$
- Rmq : U plus accessible à la mesure que V
  - Parfois pas de fil de neutre

Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Branchement d'une charge triphasée (couplage étoile Y)

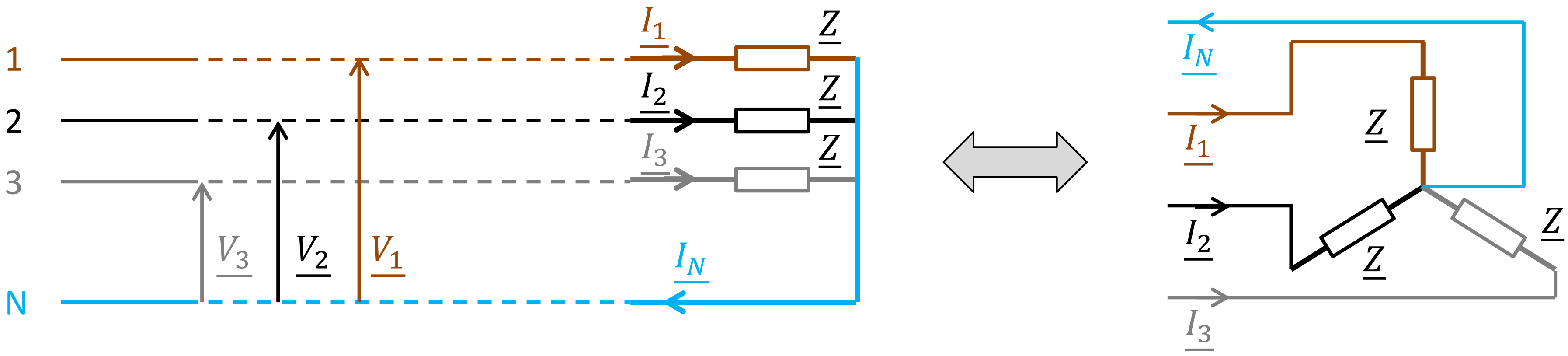


- Charge triphasée équilibrée : même impédance $\underline{Z}$ sur chaque branche
- Ainsi : $\underline{V}_1 + \underline{V}_2 + \underline{V}_3 = \underline{Z}.\underline{I}_1 + \underline{Z}.\underline{I}_2 + \underline{Z}.\underline{I}_3 = 0$
- Donc $\underline{I}_1 + \underline{I}_2 + \underline{I}_3 = \underline{I}_N = 0$ => pas de courant dans le fil de neutre
  - Le fil de neutre peut être supprimé !
  - En pratique, les systèmes sont toujours déséquilibrés, mais cela dépasse le cadre de SY03…

Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Branchement d'une charge triphasée (couplage étoile Y)

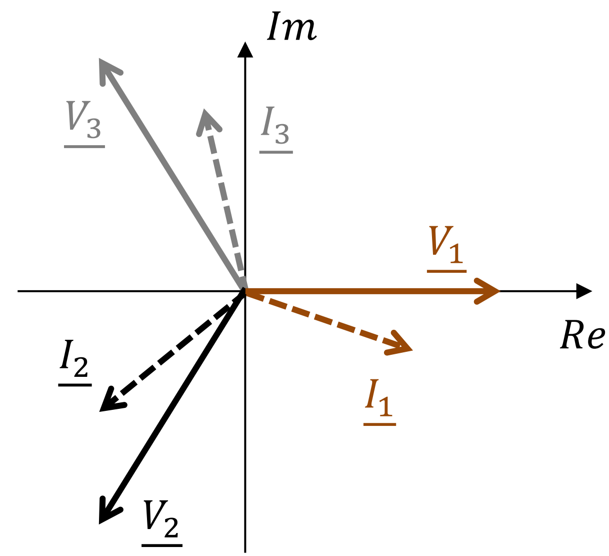


Représentation vectorielle (couplage Y)

- Mêmes principes qu'en monophasé
- Chaque courant est déphasé / sa tension

$$\underline{Z} = \frac{\underline{V}_1}{\underline{I}_1} = \frac{\underline{V}_2}{\underline{I}_2} = \frac{\underline{V}_3}{\underline{3}}$$

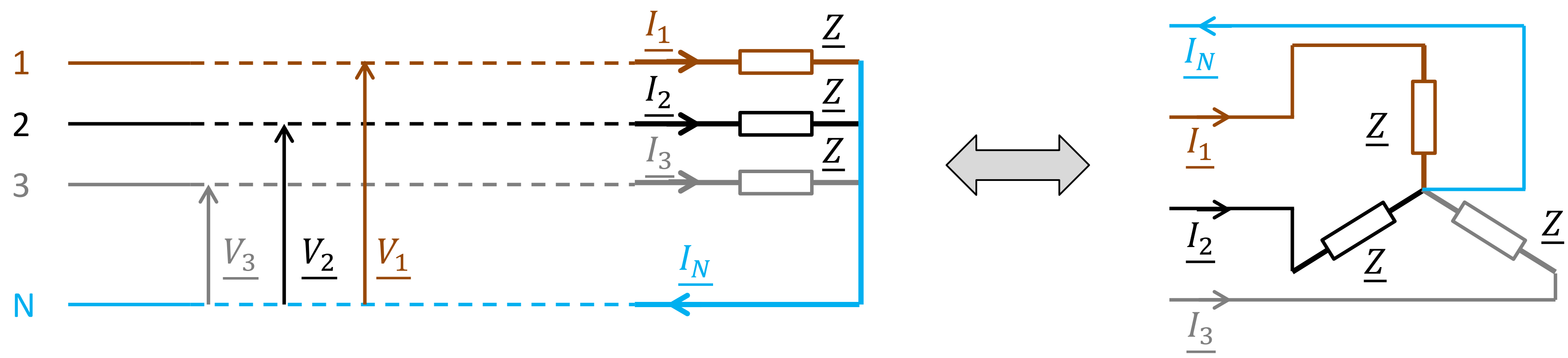
- On constate graphiquement que $\underline{I}_1 + \underline{I}_2 + \underline{I}_3 = \underline{I}_N = 0$



Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

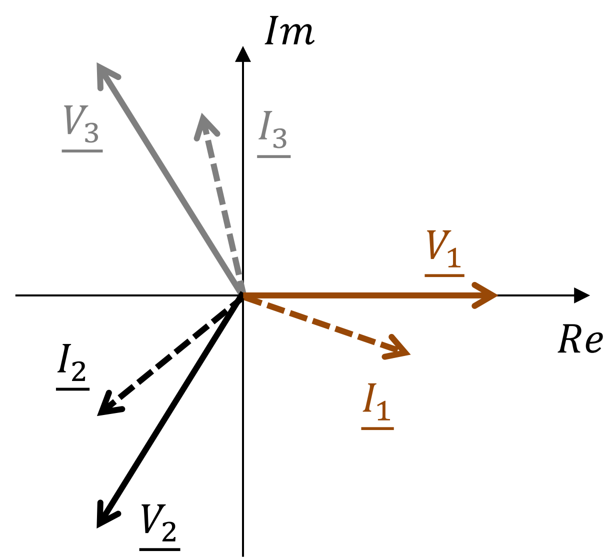
www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Branchement d'une charge triphasée (couplage étoile Y)



Puissance en triphasé (couplage Y)

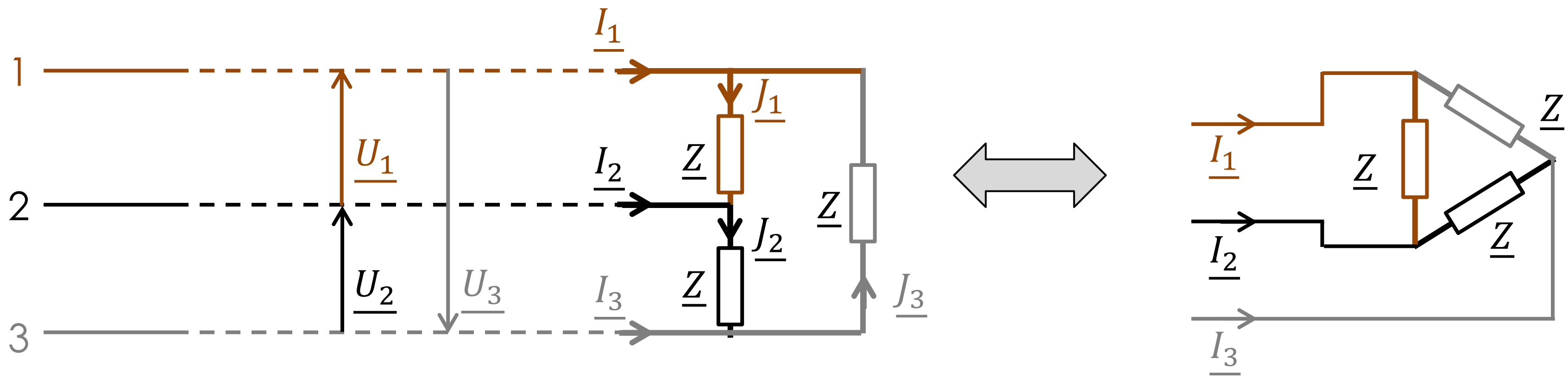
- Somme des puissances des trois phases
- $P_1 = V_1.I_1.\cos(\varphi) = P_2 = P_3$
- D'où la puissance totale :
- $P = 3\,V_1.I_1.\cos(\varphi) = 3\,V.I.\cos(\varphi)$
- **ATTENTION : souvent on ne peut pas mesurer V car il n'y a pas de fil de neutre, mais on peut toujours mesurer U**
- **Alors : $P = 3\,V.I.cos(\varphi) = \boxed{\sqrt{3}\,U.I.\cos(\varphi)}$**



Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Branchement d'une charge triphasée (couplage triangle Δ)

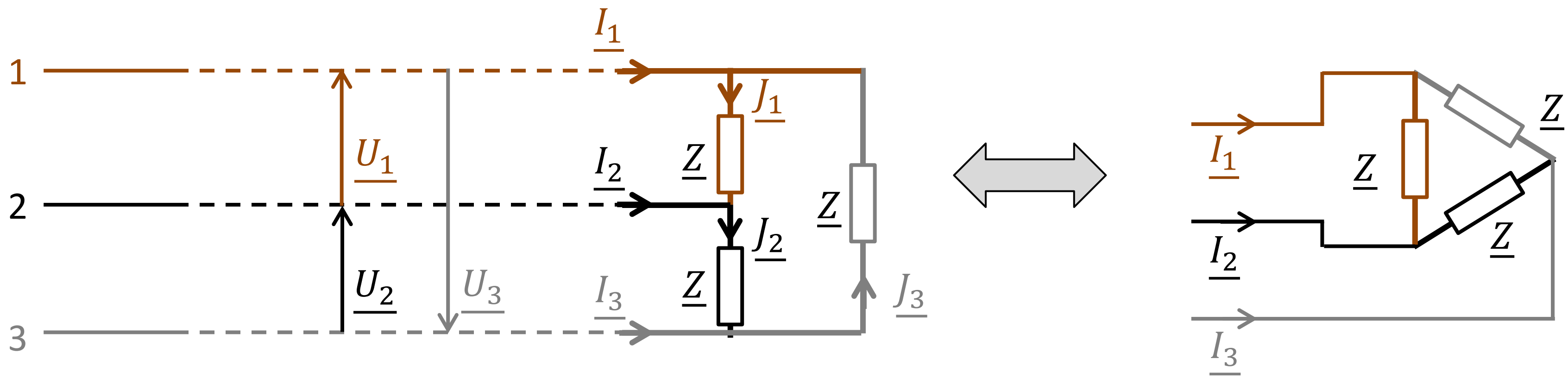


- Charge triphasée équilibrée : même impédance $\underline{Z}$ sur chaque branche
- Ainsi : $\underline{U}_1 = \underline{Z}.\underline{J}_1$ et $\underline{U}_2 = \underline{Z}.\underline{J}_2$ et $\underline{U}_3 = \underline{Z}.\underline{J}_3$
- Or, on peut montrer, par un diagramme de Fresnel, que $I = \sqrt{3}.J$
- Remarque : $U \times J = \sqrt{3}.V \times \frac{I}{\sqrt{3}} = V \times I$

Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Branchement d'une charge triphasée (couplage triangle Δ)



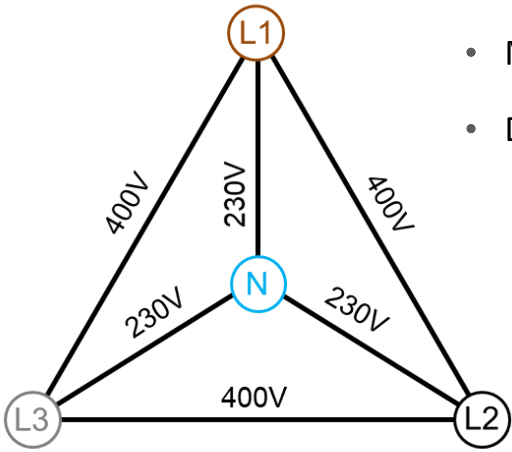
- On peut définir la puissance électrique fournie à une machine triphasée par :
- $P_{elec} = 3\ V\ I\ \cos(\varphi) = 3\ U\ J\cos(\varphi)$

- Cependant, on utilise généralement U et I dans les catalogues de machine car ces valeurs sont facilement accessibles à la mesure.
- Dans ce cas : $\boldsymbol{P_{elec} = \sqrt{3}\ U\ I\cos(\varphi)}$ (comme avec un couplage étoile)

Nicolas DAMAY
Maître de conférences
Département IM

www.utc.fr
nicolas.damay@utc.fr

Extrait de catalogue Leroy Somer



- Machine asynchrone de facteur de puissance $\cos(\varphi) = 0{,}84$
- Disponible en plusieurs versions :
  - Δ 230 V : branchement en triangle avec des tensions composées de 230 V
  - Y 400 V : branchement en étoile avec des tensions composées de 400 V
  - Δ 400 V : branchement en triangle avec des tensions composées de 400 V

Même version

Version différente

- Cas du Y 400 V
  - Puissance mécanique : 30 kW
  - Puissance électrique : $P = \sqrt{3} \times 400 \times 57{,}2 \times 0{,}84 = 33{,}3\ kW$
  - Rendement = 0,9

IP 23
Cl. F - ΔT 80 K
MULTI-TENSION

RÉSEAU Δ 230 / Y 400 V ou Δ 400 V **50 Hz**

Type	Puissance nominale* P_N kW	Vitesse nominale N_N min^{-1}	Moment nominal M_N N.m	Intensité nominale I_N (400 V) A	Facteur de puissance** Cos φ 4/4	Rendement CEI 60034-2 1996*** η	Courant démarrage / Courant nominal I_D/I_N	Moment démarrage / Moment nominal M_D/M_N	Moment maximal / Moment nominal M_M/M_N	Moment d'inertie J kg.m²	Masse IM B3 kg	Bruit LP db(A)
PLS 180 M	30	2936	97,6	57,2	0,84	90,1	7,5	2,6	3,3	0,054	102	78

[catalogue Leroy Somer 2010]