IUT qualité, logistique industrielle et organisation

Electrotechnique

Chapitre 3
Systèmes triphasés

© Fabrice Sincère ; version 3.0.2

http://pagesperso-orange.fr/fabrice.sincere/

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Sommaire

1- Monophasé (1~) et triphasé (3~)

2- Système triphasé

3- Récepteurs triphasés équilibrés

3-1- Couplage étoile (Y) d'un récepteur triphasé

3-2- Couplage triangle (D ou Δ) d'un récepteur triphasé

4- Puissances en régime triphasé équilibré

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Chapitre 3
Systèmes triphasés

1- Monophasé (1~) et triphasé (3~)

- système monophasé
  - installation domestique
- système triphasé
  - installation industrielle
  - production, transport et distribution de l'énergie électrique

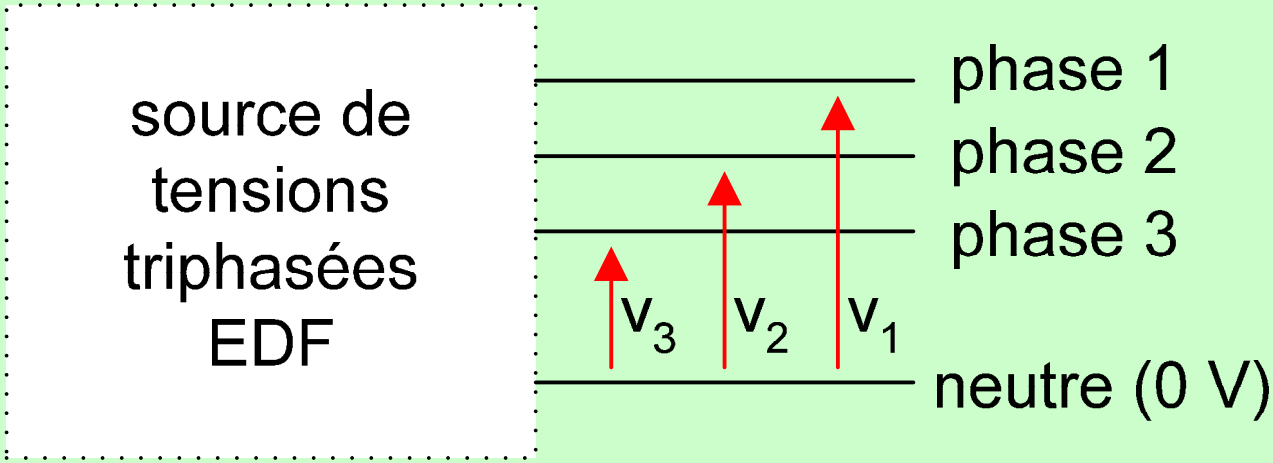
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

2- Système triphasé

• Définitions

On appelle ***tensions [courants] triphasées***, trois tensions [courants] sinusoïdales alternatives, de même fréquence, de même valeur efficace et régulièrement déphasées de 120°.

Fig. 1



Les tensions v_i sont appelées tensions ***entre phase et neutre*** (ou tensions ***simples***).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

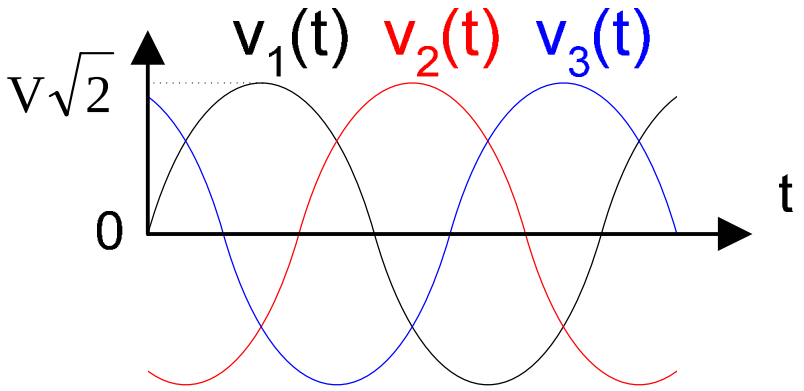
• Représentation temporelle

$$v_1(t) = V\sqrt{2}\sin(\omega t)$$

$$v_2(t) = V\sqrt{2}\sin(\omega t - \frac{2\pi}{3})$$

$$v_3(t) = V\sqrt{2}\sin(\omega t - \frac{4\pi}{3})$$

Fig. 2



V désigne la valeur efficace des tensions simples.

• Représentation de Fresnel

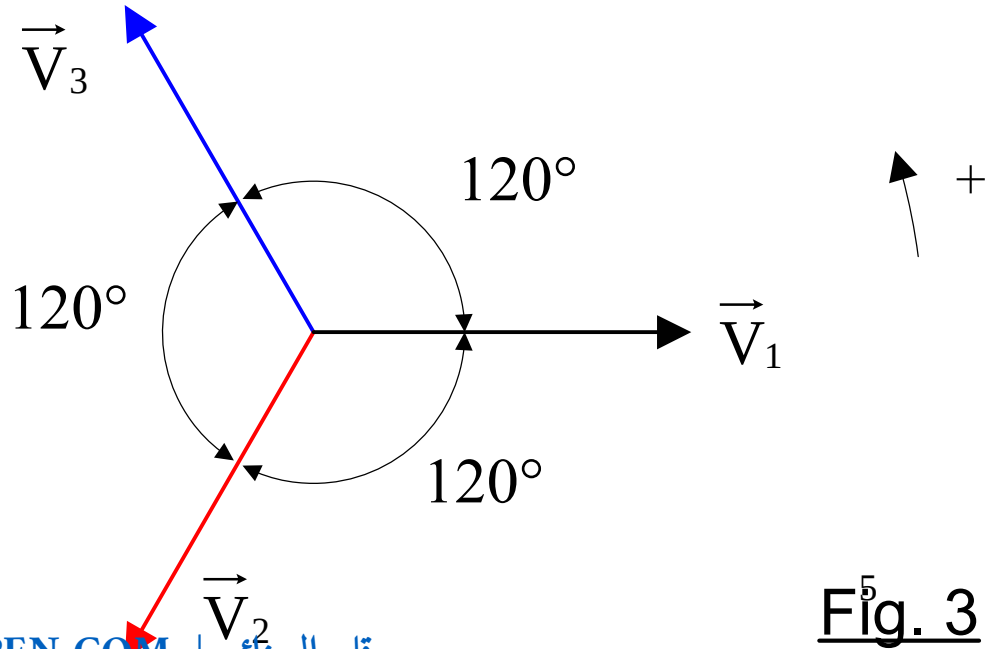
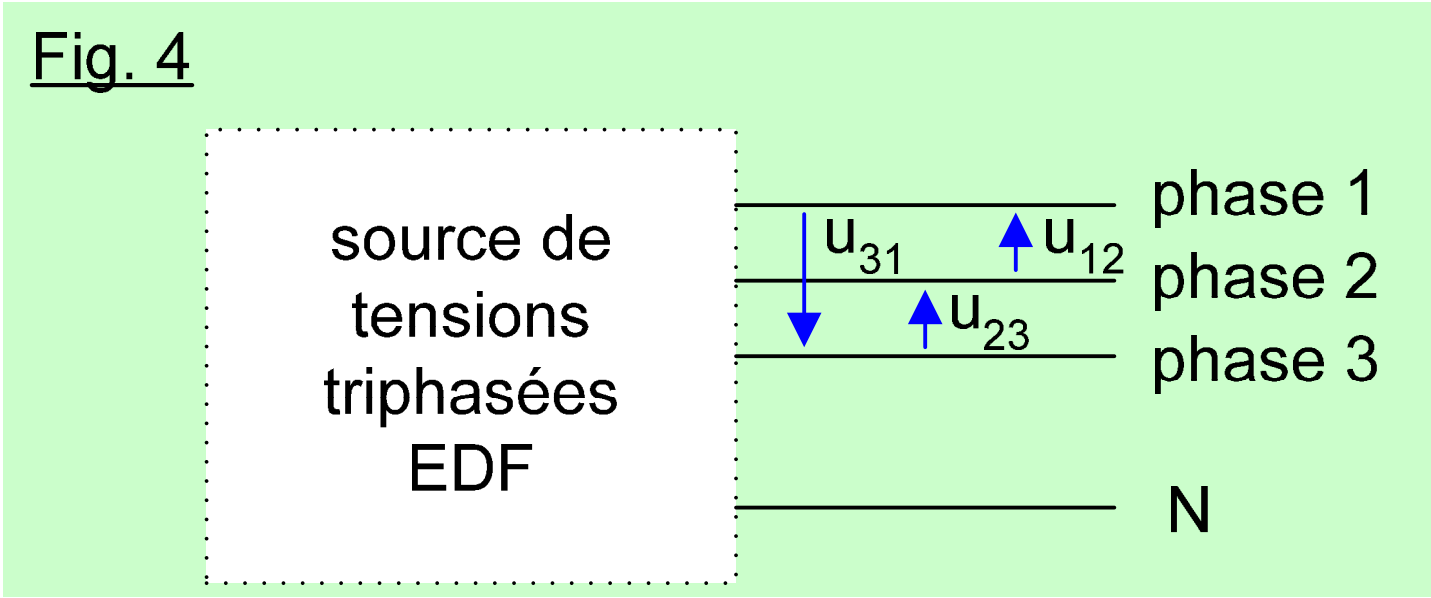


Fig. 3

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

• Tensions entre phases

Fig. 4



Les tensions u_{ij} sont appelées tensions ***entre phases*** (ou tensions ***composées***).

On note U la valeur efficace des tensions entre phases.

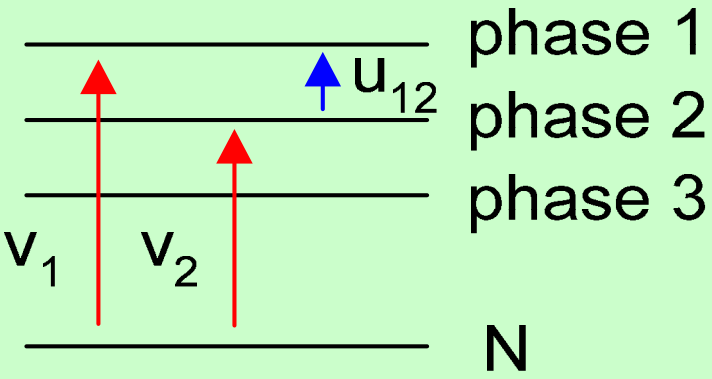
WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- Relation entre U et V

Loi des branches :

$$u_{12} = v_1 - v_2$$
$$u_{23} = v_2 - v_3$$
$$u_{31} = v_3 - v_1$$

Fig. 4



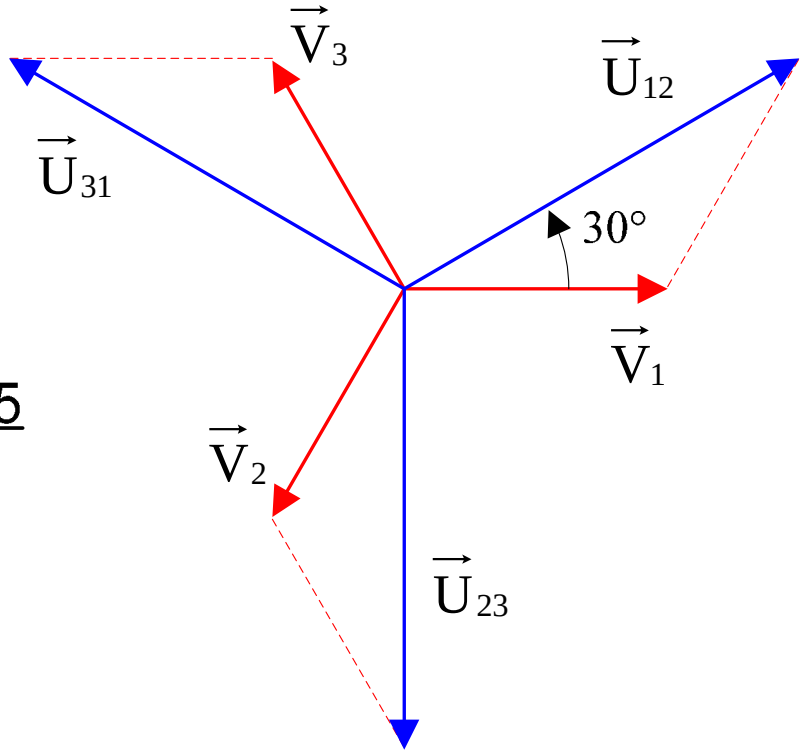


Fig. 5

$$U = \sqrt{3}V$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

Remarque :

En France, EDF distribue un réseau triphasé

- 400 V (valeur efficace entre phases)
- 50 Hz

Valeur efficace des tensions simples : $V = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{400}{\sqrt{3}} \approx 230\ V$

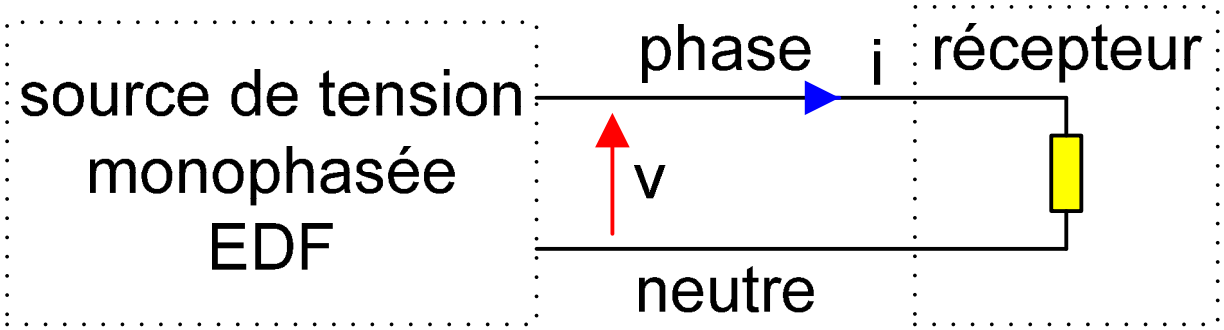
Chez vous, la tension monophasée (le “secteur”) provient d'un réseau triphasé où l'on utilise le neutre avec une des trois phases.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3- Récepteurs triphasés équilibrés

En monophasé, le récepteur est un dipôle.
Une des bornes est reliée au neutre et l'autre à la phase :

Fig. 6

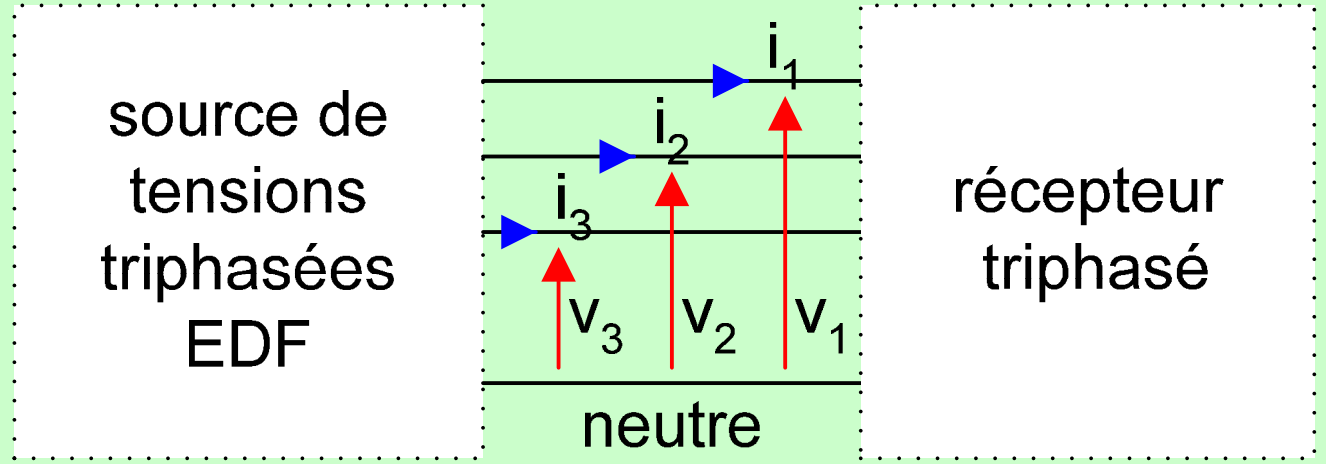




WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

En triphasé, le récepteur possède trois bornes (une par phase) et éventuellement une quatrième pour le neutre :

Fig. 7

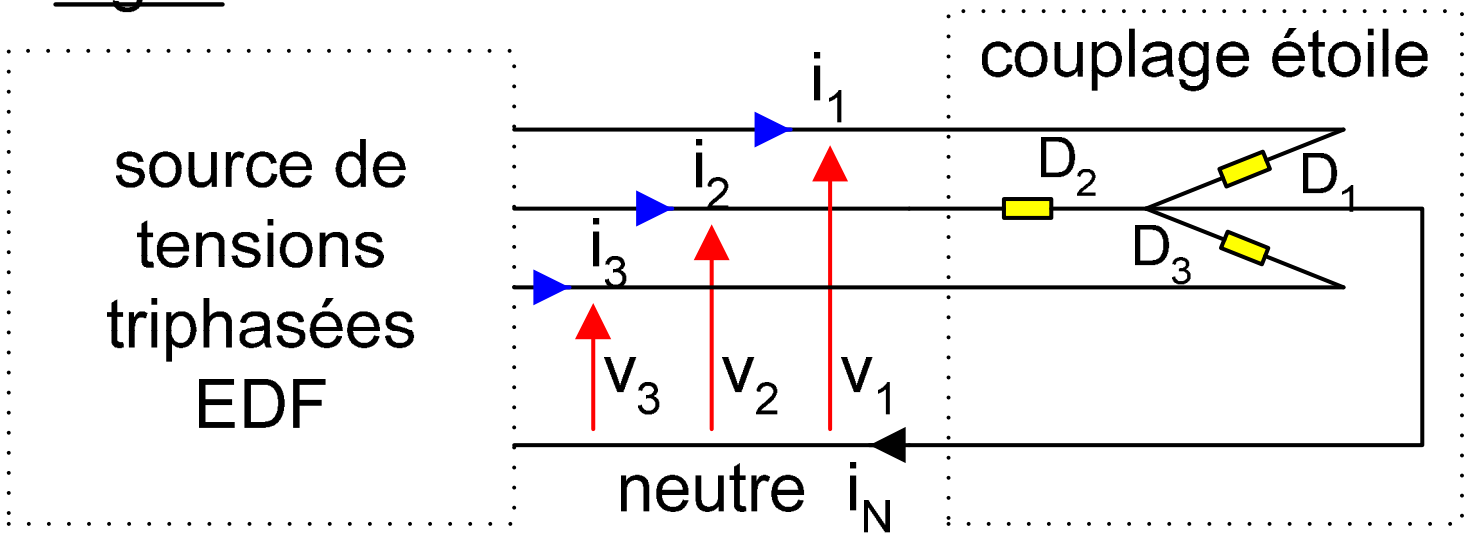


Les courants i_1, i_2 et i_3 sont appelés courants de ***ligne***.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3-1- Couplage étoile (Y) d'un récepteur triphasé

Fig. 8



• Définition : un récepteur triphasé est ***équilibré*** s'il est constitué de trois dipôles identiques.
Autrement, on parle de récepteur triphasé déséquilibré.

• Conséquence : dans un récepteur ***linéaire et équilibré***, les courants de ligne forment un système de courants triphasés (mêmes valeurs efficaces **I** et déphasages de 120°).

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

• Représentation de Fresnel

Fig. 9

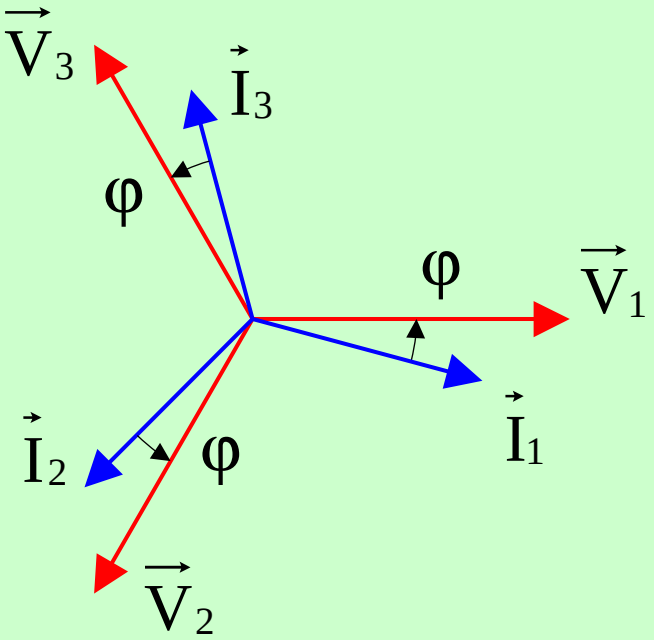
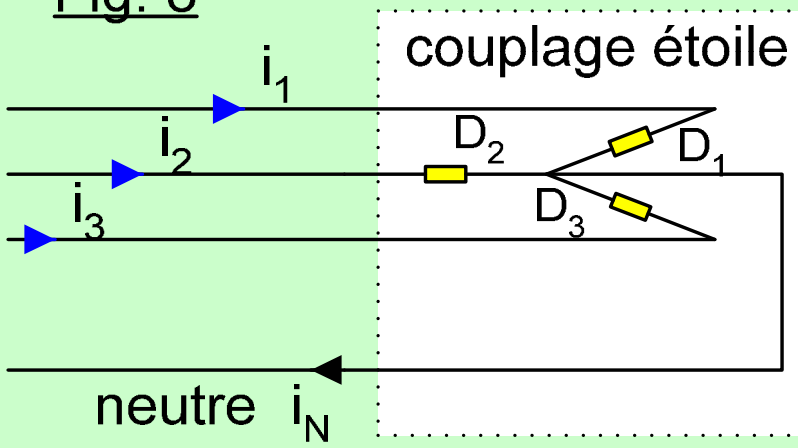


Fig. 8



La loi des nœuds indique que le courant de neutre est nul :

$$i_N(t) = i_1(t) + i_2(t) + i_3(t) = 0$$

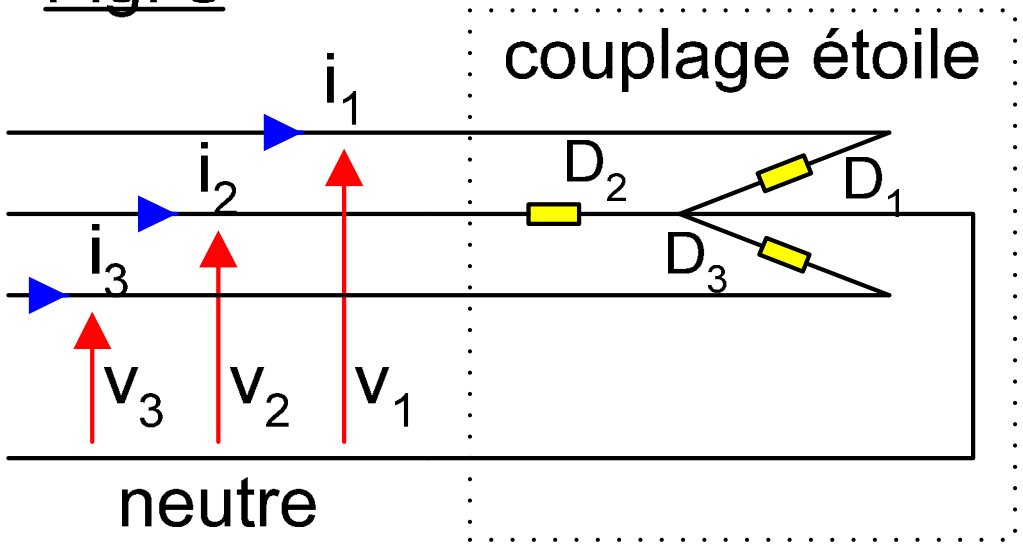
En pratique : non linéarité, déséquilibre $\Rightarrow i_N \neq 0$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

• Puissances

Le récepteur triphasé est constitué de trois dipôles consommant les mêmes puissances :

Fig. 8



$P_1 = P_2 = P_3 = VI \cos\varphi$

$Q_1 = Q_2 = Q_3 = VI \sin\varphi$

Théorème de Boucherot :

$P = P_1 + P_2 + P_3 = 3VI \cos\varphi$

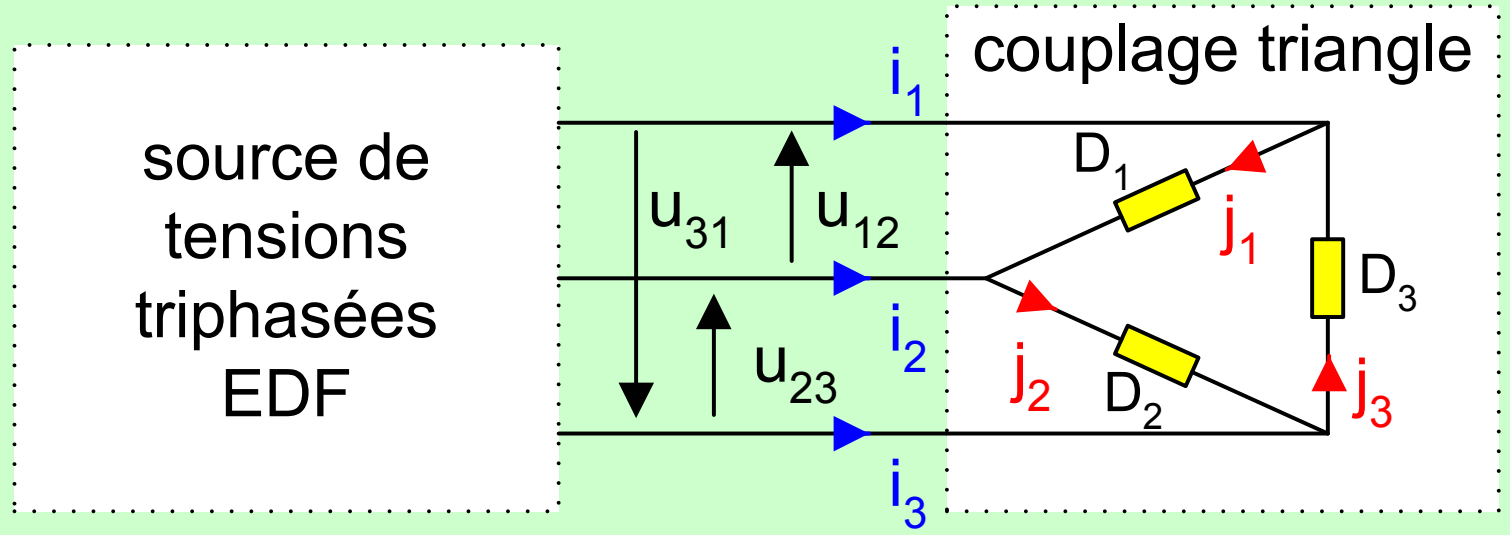
$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 3VI \sin\varphi$

$S = 3VI$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

3-2- Couplage triangle (D ou Δ) d'un récepteur triphasé

Fig. 10



Pour ce couplage : pas de neutre.

Les courants j_1, j_2 et j_3 sont appelés courants de ***phase***.
Si le récepteur est linéaire et équilibré, les courants de phase forment un système de courants triphasés, de valeurs efficaces **J**.

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

- Relation entre I et J

$$i_1 = j_1 - j_3$$
$$i_2 = j_2 - j_1$$
$$i_3 = j_3 - j_2$$

Fig. 10

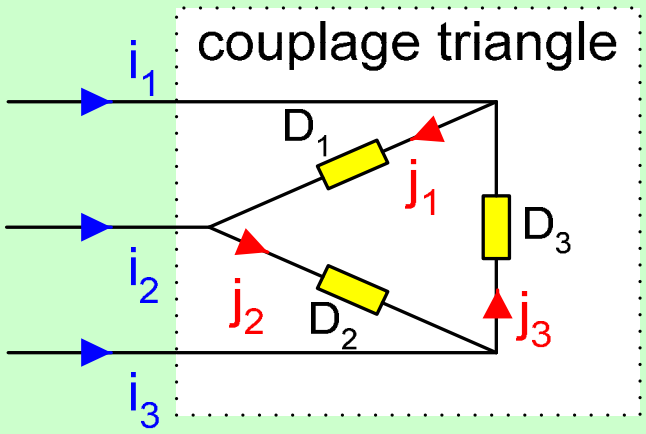
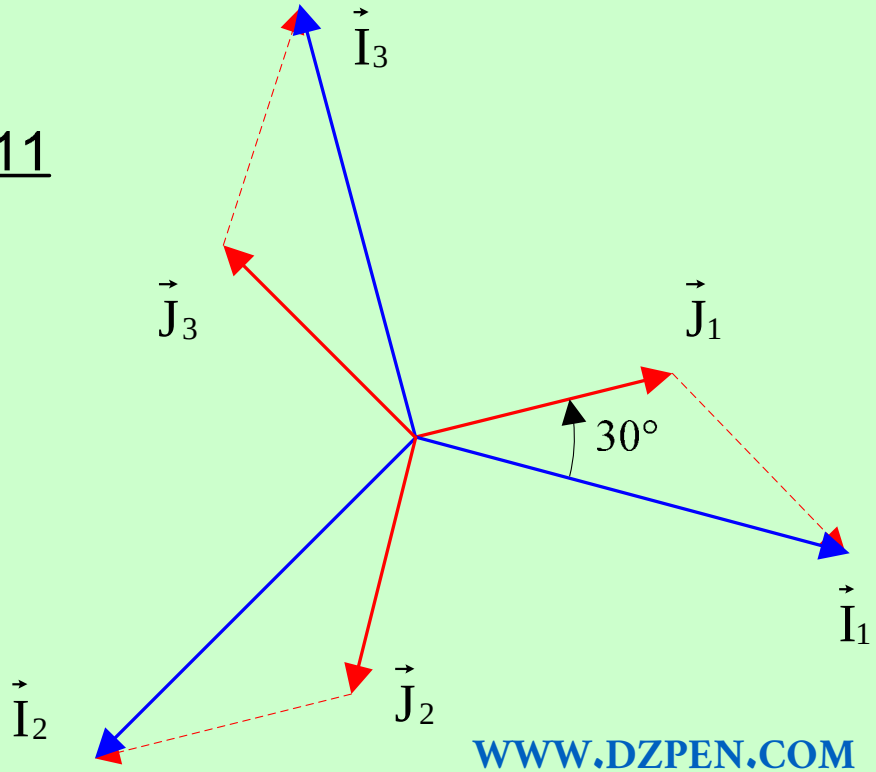


Fig. 11



$$I = \sqrt{3}J$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

• Puissances

$P_1 = P_2 = P_3 = UJ \cos\varphi$
$Q_1 = Q_2 = Q_3 = UJ \sin\varphi$

Puissances consommées par le récepteur triphasé :

$P = 3UJ \cos\varphi$
$Q = 3UJ \sin\varphi$
$S = 3UJ$

Fig. 12

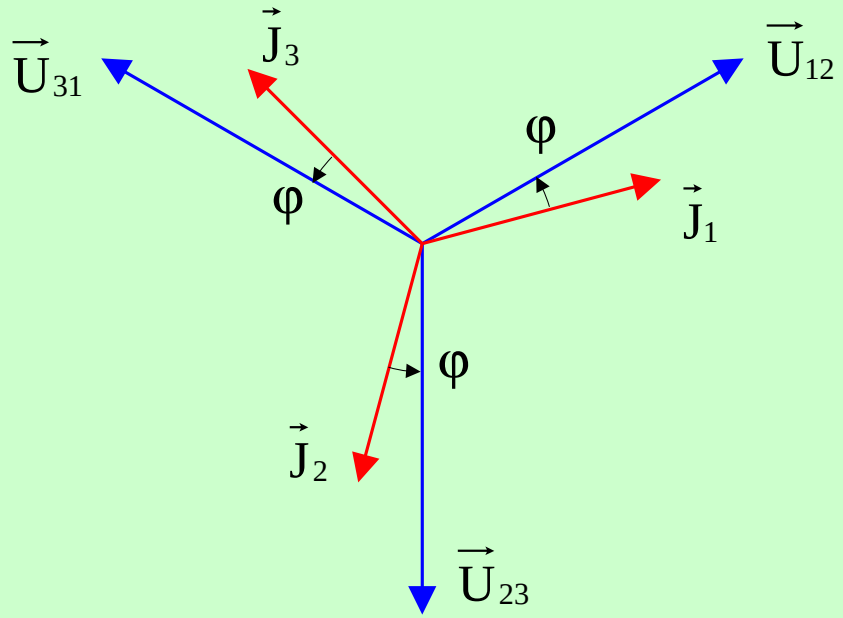
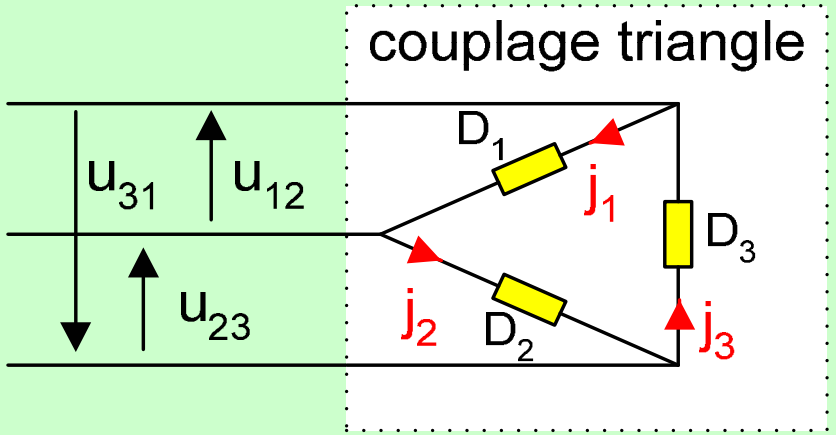


Fig. 10



WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر

4- Puissances en régime triphasé équilibré

• couplage Y

$P = 3VI\cos\varphi_{v/i}$

$U = \sqrt{3}V$

$P = \sqrt{3}UI\cos\varphi_{v/i}$

• couplage Δ

$P = 3UJ\cos\varphi_{u/j}$

$I = \sqrt{3}J$

$P = \sqrt{3}UI\cos\varphi_{u/j}$

$= \sqrt{3}UI\cos\varphi_{v/i}$

• Quel que soit le couplage :

$$P = \sqrt{3}UI\cos\varphi$$
$$Q = \sqrt{3}UI\sin\varphi$$
$$S = \sqrt{3}UI$$
$$k = \cos\varphi$$

WWW.DZPEN.COM | قلم الجزائر