

SYSTÈMES TRIPHASÉS ÉQUILIBRÉS

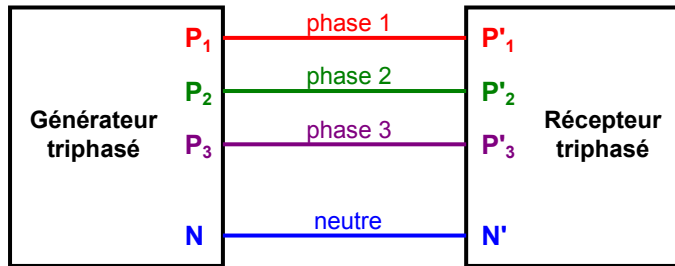
OBJECTIFS

- Présenter physiquement un réseau de distribution triphasé (générateur + récepteur).
- Définir le vocabulaire ainsi que les expressions temporelles des tensions et courants.
- Etudier les différents couplages d'un récepteur triphasé.

I- GÉNÉRALITÉS

1- Présentation

Un circuit triphasé élémentaire est constitué d'un générateur (réseau de distribution de l'énergie) et d'un récepteur. Le schéma est indiqué ci-dessous :



L'énergie est véhiculée par les trois conducteurs de phase, d'où l'appellation "triphasé". Le conducteur de neutre est en général au potentiel 0V et peut ne pas être utilisé.

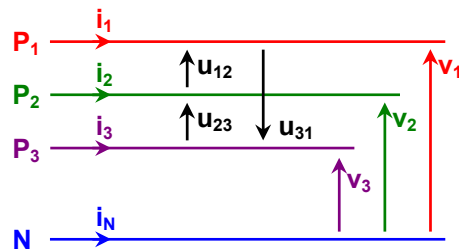
2- Courants et tensions

Le circuit présenté plus haut permet de définir 6 tensions et 4 courants (schéma ci-dessous):

① v_1, v_2 et v_3 sont les **tensions simples** (entre phase et neutre).

② $u_{12} = v_1 - v_2$
 $u_{23} = v_2 - v_3$
 $u_{31} = v_3 - v_1$ } **tensions composées** (entre deux phases)

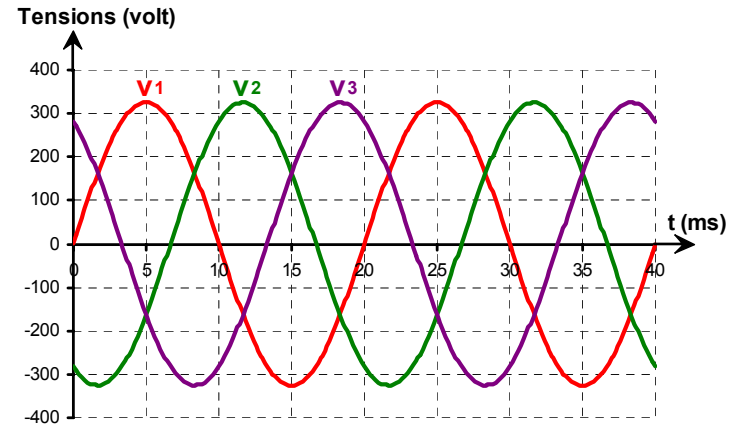
③ i_1, i_2 et i_3 sont les **courants de ligne**.
 On a la relation : $i_1 + i_2 + i_3 = i_N$.
 Si le système est équilibré, le courant de neutre i_N est nul et on a donc $i_1 + i_2 + i_3 = 0$.



II- EXPRESSIONS DES TENSIONS

1- Tensions simples

La figure ci-dessous représente le chronogramme relatif aux tensions simples u_1, u_2 et u_3 :



L'observation du chronogramme donne les propriétés suivantes :

① Les tensions sont sinusoïdales, de valeur efficace $V = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}} = \frac{325}{\sqrt{2}} \approx 230V$ et de

$$\text{fréquence } f = \frac{1}{T} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-3}} = 50\text{Hz.}$$

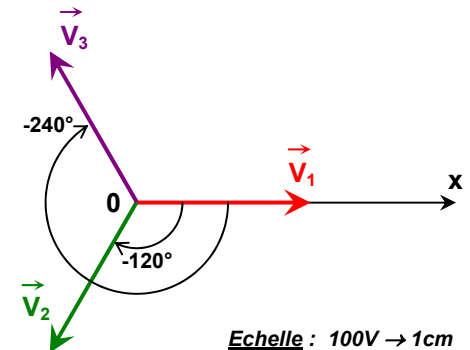
② La tension v_2 est en retard de 1/3 de période soit $-\frac{2\pi}{3}$ rad ou -120° par rapport à v_1 .

On a le même retard entre v_3 et v_2 et entre v_1 et v_3 ce qui donne les expressions :

$$\begin{aligned} v_1(t) &= V\sqrt{2}\sin(\omega t) \\ v_2(t) &= V\sqrt{2}\sin(\omega t - 2\pi/3) \\ v_3(t) &= V\sqrt{2}\sin(\omega t - 4\pi/3) \end{aligned}$$

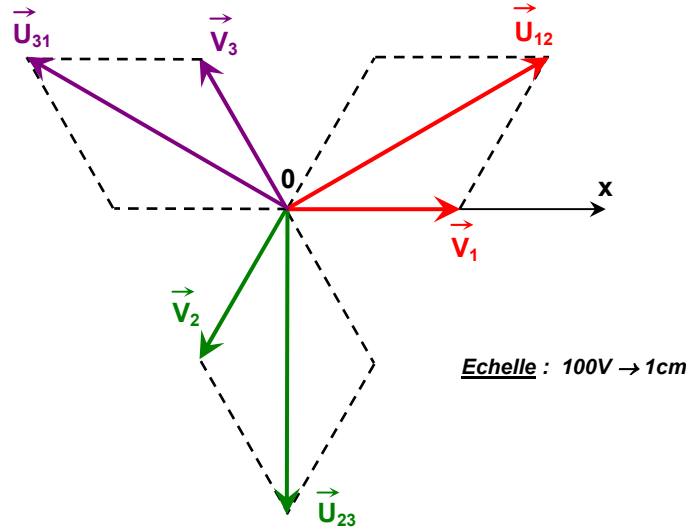
Schéma de Fresnel :

Connaissant la valeur efficace et les phases entre les tensions simples, on peut tracer un schéma de Fresnel :



2- Tensions composées

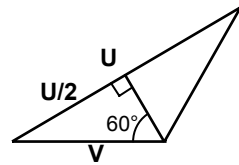
Reprenons le schéma de Fresnel relatif aux tensions simples et ajoutons les vecteurs relatifs aux tension composées : $\vec{U}_{12} = \vec{V}_1 - \vec{V}_2$; $\vec{U}_{23} = \vec{V}_2 - \vec{V}_3$ et $\vec{U}_{31} = \vec{V}_3 - \vec{V}_1$.



Relation entre U et V :

Considérons le triangle formé par "U" et "V" :

$$\text{On a } \frac{U}{2} = V \cos 60^\circ \Rightarrow \frac{U}{2} = V \frac{\sqrt{3}}{2}$$



Ce qui donne la relation fondamentale : $U = V\sqrt{3}$

Réseau de distribution "basse tension"

Pour le réseau de distribution domestique, on a $V = 230V$ et $U = 230 \times \sqrt{3} \approx 400V$.

On a donc 230V entre phase et neutre et 400V entre deux phases.

III- PUISSANCES EN TRIPHASÉ

1- Expression des courants

Le système est supposé équilibré, le récepteur comporte donc trois phases identiques.

Les courants i_1 , i_2 et i_3 auront donc même valeur efficace I et le même déphasage φ par rapport aux tensions respectives v_1 , v_2 et v_3 .

Les expressions temporelles des courants seront donc :

$$\begin{cases} i_1(t) = V\sqrt{2}\sin(\omega t - \varphi) \\ i_2(t) = V\sqrt{2}\sin(\omega t - 2\pi/3 - \varphi) \\ i_3(t) = V\sqrt{2}\sin(\omega t - 4\pi/3 - \varphi) \end{cases}$$

2- Puissance moyenne et puissance apparente

La puissance moyenne P en (W) absorbée par un récepteur triphasé est égale à la somme des puissances absorbées par chaque phase :

$$P = P_1 + P_2 + P_3 = 3VI \cos \varphi = 3 \frac{U}{\sqrt{3}} I \cos \varphi$$

Ce qui donne la relation générale

$$P = \sqrt{3}UI \cos \varphi$$

tension entre phase courant de ligne

déphasage entre courant de ligne i et tension simple v

On a la même relation pour la puissance apparente S en (VA) : $S = \sqrt{3}UI$

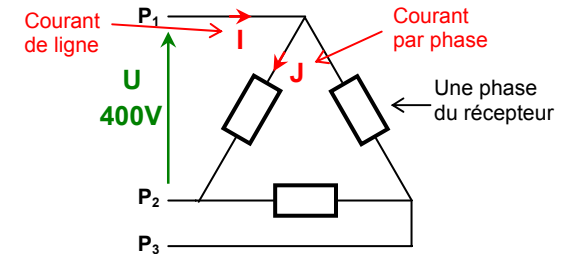
IV- BRANCHEMENTS D'UN RÉCEPTEUR

Etudions deux exemples pour décrire les deux branchements possibles en triphasé.

Exemple 1 : Considérons un récepteur triphasé composé de trois phases (dipôles). Chaque phase fonctionne sous une tension $U = 400V$. Le réseau est de type 230V / 400V soit $V=230V$ et $U=400V$. Le branchement du récepteur sera de type triangle car la tension d'une phase du récepteur doit être la tension entre phases du générateur.

Couplage triangle \Rightarrow

On démontre que : $I = J\sqrt{3}$



Exemple 2 : Considérons un récepteur triphasé composé de trois phases (dipôles). Chaque phase fonctionne sous une tension $U = 230V$. Le réseau est de type 230V / 400V soit $V=230V$ et $U=400V$.

Le branchement du récepteur sera de type étoile car la tension d'une phase du récepteur doit être la tension entre phase et neutre du générateur.

Couplage étoile \Rightarrow

On a démontré que : $U = V\sqrt{3}$

