

Mesures en triphasé

N. Baiboun

November 12, 2020

1 Mesures en triphasé équilibré

1.1 Rappel monophasé

Un circuit électrique monophasé simple peut être schématisé ainsi:

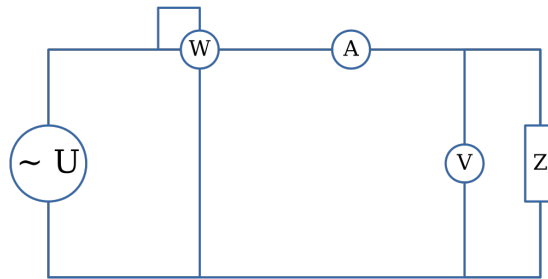


Figure 1: Circuit électrique monophasé

Dans ce schéma, on retrouve:

- la source de tension U
- une impédance Z
- un ampèremètre pour la mesure du courant I
- un voltmètre pour la mesure de la tension U
- un wattmètre pour la mesure de puissance active W

La tension alternative est décrite par $u(t) = U_{max} \sin(\omega t + \varphi)$. La valeur efficace de la tension, notée U_{eff} ou simplement U , est donnée par $U = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}}$.

Le courant alternatif est défini de la même manière que la tension.

L'impédance est définie par la loi d'Ohm généralisée $U = Z * I$, où Z est un nombre complexe défini par $Z = R + jX$.

Enfin, il existe 3 puissances en alternatif, définies ainsi:

- la puissance apparente: $S = U * I$ [VA]
- la puissance active: $P = U * I * \cos(\varphi)$ [W]
- la puissance réactive: $Q = U * I * \sin(\varphi)$ [VAR]

1.2 Triphasé

1.2.1 Source triphasée

Une source triphasée est composée de 3 source monophasées câblées soit en étoile, soit en triangle, comme sur la figure suivante:

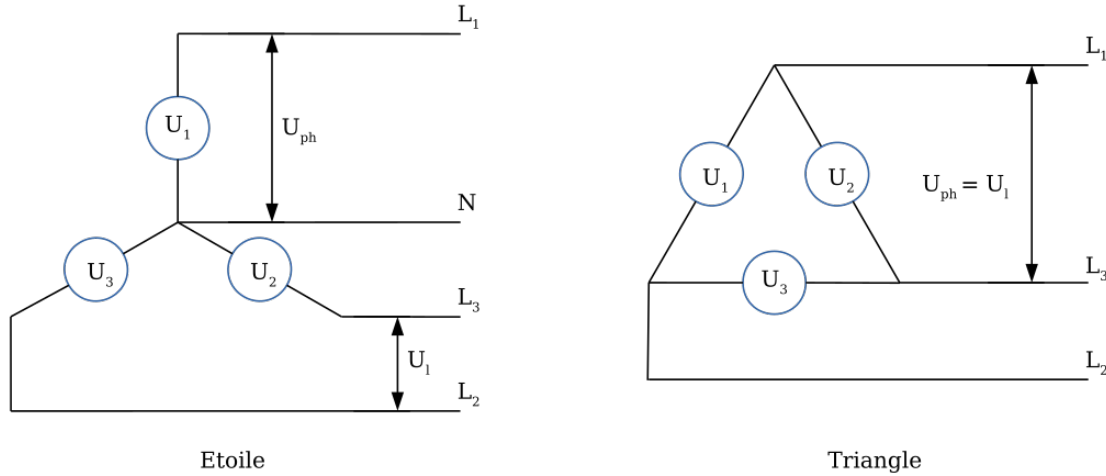


Figure 2: Source triphasée équilibrée

Les tensions sont définies par les équations suivantes:

$$u_1(t) = U_{max} \sin(\omega t) \quad (1)$$

$$u_2(t) = U_{max} \sin(\omega t + \frac{2\pi}{3}) \quad (2)$$

$$u_3(t) = U_{max} \sin(\omega t - \frac{2\pi}{3}) \quad (3)$$

Lorsque les 3 tensions sont égales et déphasées de $\frac{2\pi}{3}$ les unes par rapport aux autres, on dit que la source est équilibrée. Si l'une de ces 2 conditions n'est pas respectée, la source est dite déséquilibrée.

Sur la figure, on aperçoit que la source en étoile possède 3 fils (3 lignes + 1 neutre), alors que la source en triangle ne possède que les 3 lignes.

La tension aux bornes d'une source est appelée tension simple ou tension de phase, alors que la tension aux bornes de 2 lignes est appelée tension composée ou tension de ligne.

La définition précédente implique donc que:

- pour la source en étoile, la tension de ligne U_l est plus grande que la tension de phase U_{ph} et vaut $U_l = \sqrt{3}U_{ph}$
- pour la source en triangle, la tension de ligne et la tension de phase sont identiques: $U_l = U_{ph}$

Charge triphasée

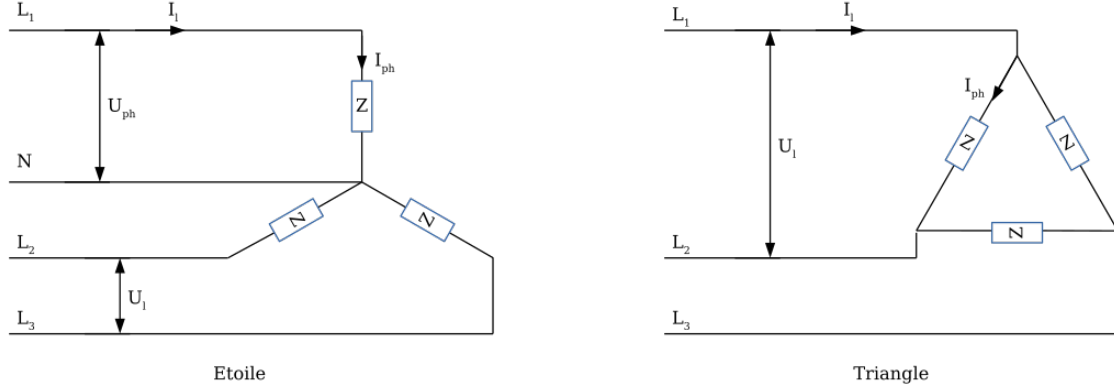


Figure 3: Charge triphasée équilibrée

Une charge triphasée est composée de 3 charges monophasées câblées soit en étoile, soit en triangle, comme sur la figure suivante:

Les charges monophasées sont données par leur impédance Z . Lorsque les 3 charges possèdent la même impédance, la charge est dite équilibrée. Dans le cas contraire, elle est dite déséquilibrée.

Tout comme pour les sources triphasées, la tension aux bornes d'une charge monophasée est appelée tension de phase, alors que la tension aux bornes de 2 lignes est appelées tension de ligne.

Le courant passant à travers une ligne d'alimentation est appelé courant de ligne. Le courant passant à travers une charge est appelé courant de phase.

La définition précédente implique donc que:

- pour la charge en triangle, le courant de ligne I_l est plus grand que le courant de phase I_{ph} et vaut $I_l = \sqrt{3}I_{ph}$
- pour la charge en étoile, le courant de ligne et le courant de phase sont identiques: $I_l = I_{ph}$

1.2.2 Circuit triphasé

Un circuit triphasé est constitué au moins d'une source triphasée et d'une charge triphasée. Chacun des composant peut être câblé soit en étoile soit en triangle, ce qui fait 4 configurations différentes.

En pratique, le câblage de la source est souvent inintéressant car, ce qui importe, c'est le fait qu'on possède les 3 lignes (avec éventuellement le neutre), et la valeur de U_l , la tension de ligne.

Afin qu'un circuit triphasé soit équilibré, il faut que la source ainsi que les charges soient équilibrées. Si un élément possède un déséquilibre, le circuit entier sera dit déséquilibré.

Dans un circuit triphasé, les puissances sont définies ainsi:

$$S = 3U_{ph}I_{ph} = \sqrt{3}U_lI_l \quad (4)$$

$$P = 3U_{ph}I_{ph} \cos(\varphi) = \sqrt{3}U_lI_l \cos(\varphi) \quad (5)$$

$$Q = 3U_{ph}I_{ph} \sin(\varphi) = \sqrt{3}U_lI_l \sin(\varphi) \quad (6)$$

Mesure de puissance

En monophasé, la puissance active est mesurée à l'aide d'un wattmètre. Donc, lorsqu'on possède 2 fils, on utilise 1 wattmètre. En étendant la méthode, nous pouvons dire que pour un circuit possédant N fils, il faut $N - 1$ wattmètres.

La méthode la plus connue est la méthode des 2 wattmètres, représentée dans la figure suivante:

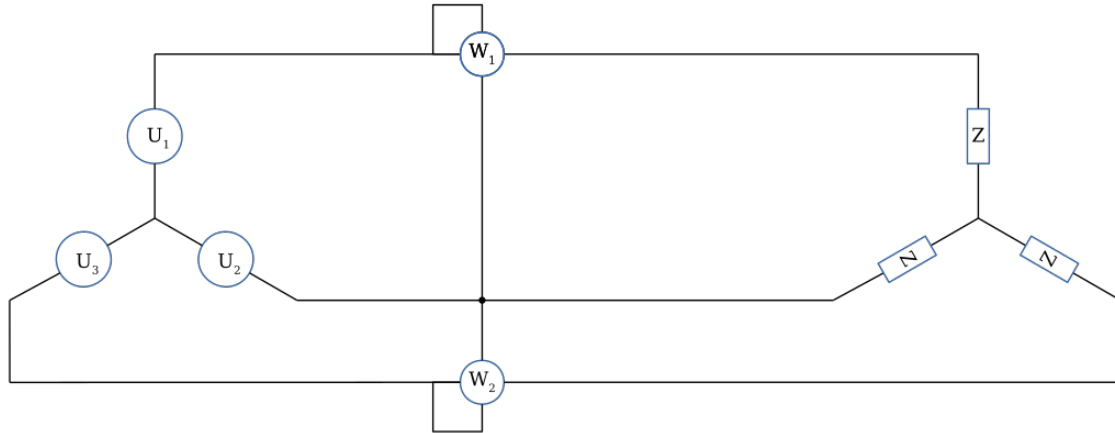


Figure 4: Circuit triphasé équilibré

La puissance active totale vaut la somme des puissances indiquées par les 2 wattmètres, en tenant compte des signes de la mesure: $P_{3\varphi} = P_{W_1} + P_{W_2}$

1.2.3 Câblage des charges

En pratique, les charges triphasées possèdent des borniers semblables à ceux sur la figure suivante:

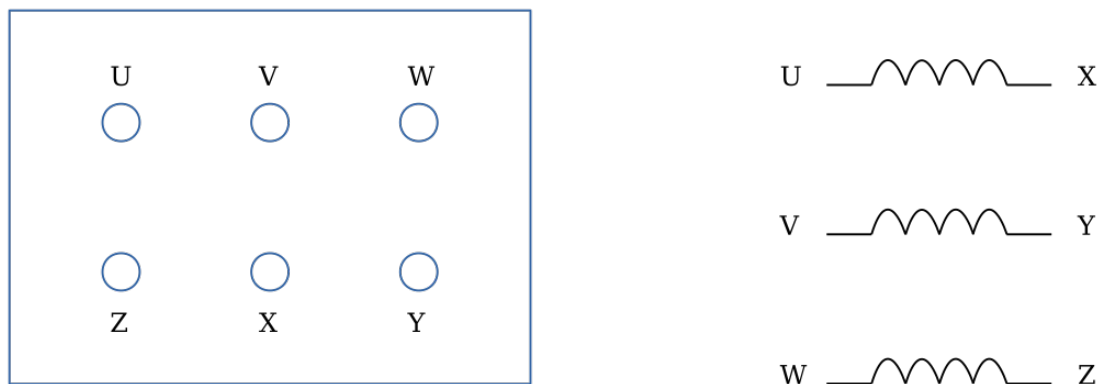


Figure 5: Bornier d'une charge triphasée

La figure suivante montre les câblages étoile et triangle réalisés sur ces borniers.

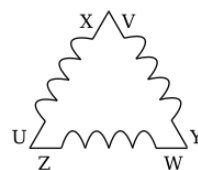
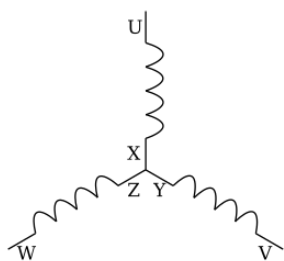
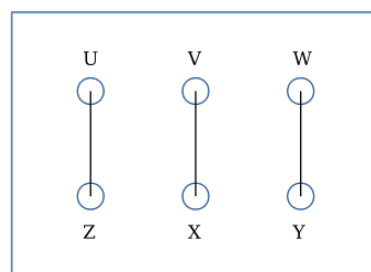
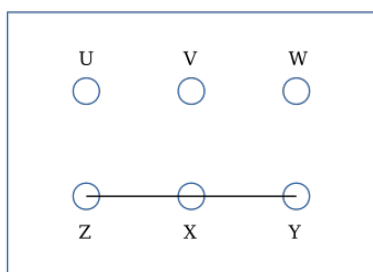


Figure 6: Borniers câblés en étoile et triangle