

Département de Génie Electrique

Filière: Electrotechnique

Spécialité: RE

Suite-partie_1: Généralités sur la production et la consommation de l'énergie électrique

Le: 08/04/2026

Introduction

❑ Afin d'être correctement maîtrisée, l'énergie électrique doit être quantifiée.

Pour cela, les principales grandeurs électriques couramment utilisées sont :

❑ La tension ou différence de potentiel, notée U et exprimée en volts (V),

❑ Le courant, notée I et exprimé en ampères (A),

❑ La puissance active, notée P et exprimée en watt (W),

❑ La puissance réactive, notée Q et exprimée en (VAR),

❑ La puissance apparente, notée S et exprimée en (VA),

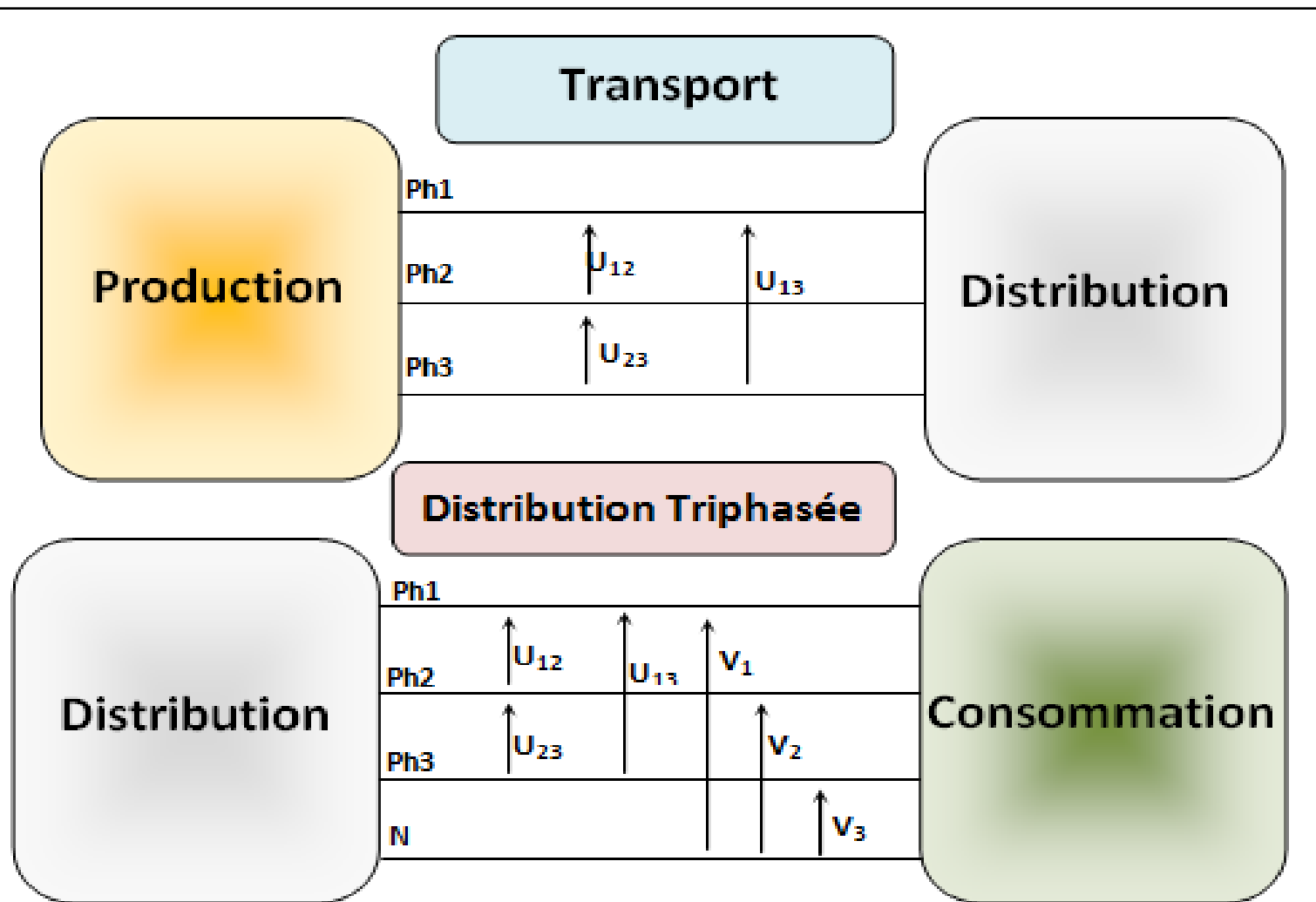


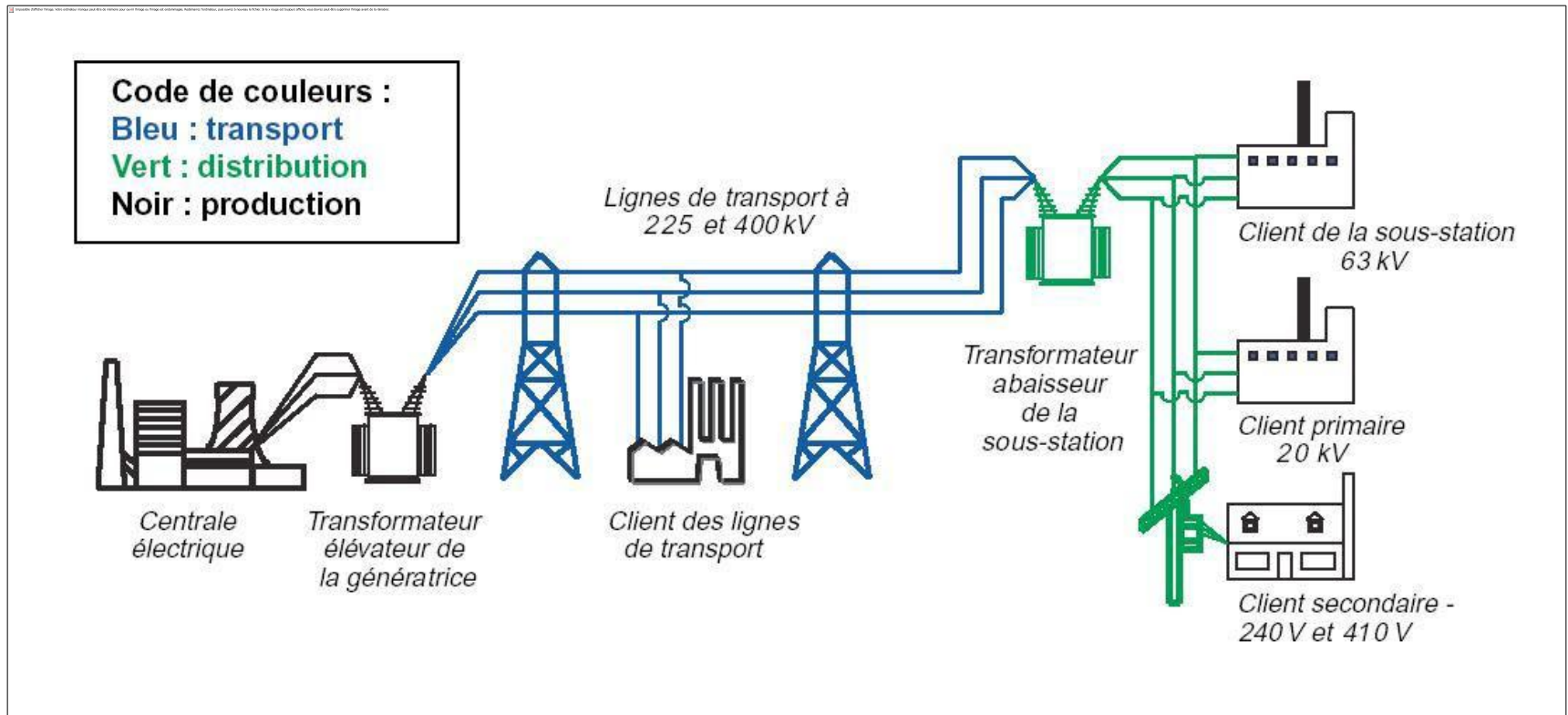
Figure I.1. Configuration du réseau électrique, production, transport, distribution, consommation.

I. 1. Généralités sur les réseaux électriques

Un réseau électrique est constitué par l'ensemble d'infrastructures destinés à la production, au transport, à la distribution et à l'utilisation

de l'électricité depuis la centrale de génération jusqu'aux maisons de campagne les plus éloignées.

Alors un réseau électrique doit aussi assurer la gestion de l'ensemble production - transport – consommation.



I.2. Objectif d'un réseau électrique

Un réseau d'énergie électrique doit assurer la fourniture de l'énergie électrique pour différents types de charges en respectant un certain nombre de critères. En général, un réseau électrique doit :

- ❑ Générer l'énergie électrique en quantité suffisante pour répondre aux besoins des abonnés.
- ❑ Transmettre cette énergie aux différents points de consommation.
- ❑ Distribuer cette énergie aux abonnés en respectant les normes de la qualité de service.

Trois facteurs déterminent cette qualité :

- Fréquence constante,
- Tension constante,
- Continuité de service.

- ❑ Produire cette énergie avec le coût minimum en respectant la sécurité des composants du réseau électrique et l'environnement.

I.3. Éléments constituant un réseau électrique

Un réseau d'énergie électrique est constitué principalement de trois éléments :

- ☐ Les centres de production,
- ☐ Les lignes de transmission,
- ☐ Les systèmes de distribution.

I.4. Systèmes de distribution

Gamme des tensions utilisées par le groupe SONELGAZ, ainsi la nouvelle norme en vigueur en France UTE C18-510 définit les niveaux de tension alternative comme suit :(figure I. 4 & tableau I.1)

Tableau I.1. Domaines de tension

Domaine de tension		Valeur de la tension composée nominale U_n (V)	
		Tension alternatif	Tension continu
Haute tension (HT)	HTA	$1000 < U_n \leq 50000$	$1500 < U_n \leq 75000$
	HTB	$U_n > 50000$	$U_n > 75000$
Basse tension (BT)	BTA	$50 < U_n \leq 500$	$120 < U_n \leq 750$
	BTB	$500 < U_n \leq 1000$	$750 < U_n \leq 1500$
Très Basse tension (TBT)		$U_n \leq 50$	$U_n \leq 120$



Figure I.4. Domaines de tension électriques utilisées par groupe SONEGAS.

Département de Génie Electrique

Filière: Electrotechnique

Spécialité: RE

Réseaux électriques

Partie_02

1e: 08/04/2026

Partie_2:Transformateur

III.2. Transformateur

Le transformateur est un convertisseur statique qui convertit un signal alternatif en un autre signal alternatif de même fréquence, mais de valeur efficace différente. **Basé sur la loi de Lenz, il ne fonctionne qu'en alternatif.** Avec un excellent rendement (99% pour un transfo industriel), il permet de monter (ou abaisser) la tension tout en abaissant (ou montant) l'intensité. Son utilisation est fondamentale pour le transport de l'énergie électrique à longue distance : les lignes haute tension (donc faible intensité I) sont le siège de pertes Joule RI^2 réduites.

Les figures suivantes représentent les symboles des transformateurs les plus souvent rencontrés:

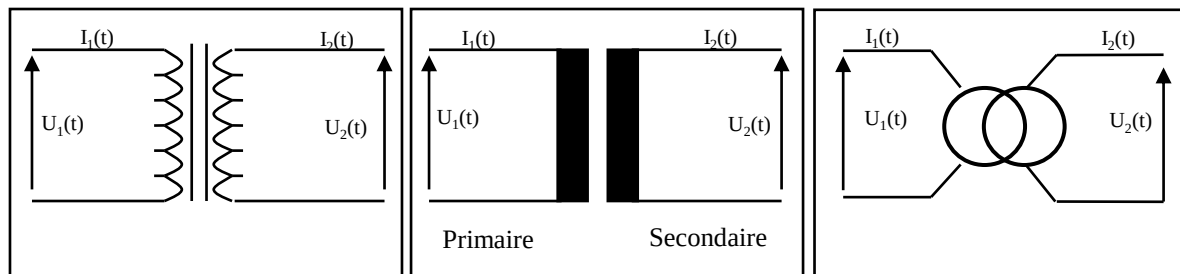


Figure III.13. Symboles de transformateur monophasé.

III.2.1. Constitution des transformateurs monophasés

Un transformateur est constitué d'un circuit magnétique, composé de tôles empilées les unes sur les autres. Sur une colonne de ce circuit magnétique est placé un enroulement réalisé par des spires de fils conducteur. Ce bobinage est appelé enroulement primaire du transformateur. Un second enroulement est bobiné sur le circuit magnétique. Il est appelé enroulement secondaire du transformateur. **La tension secondaire à vide est proportionnelle à la tension primaire.**

$$S_n = U_{1n} * I_{1n} = U_{2n} * I_{2n} \text{ (VA)}$$

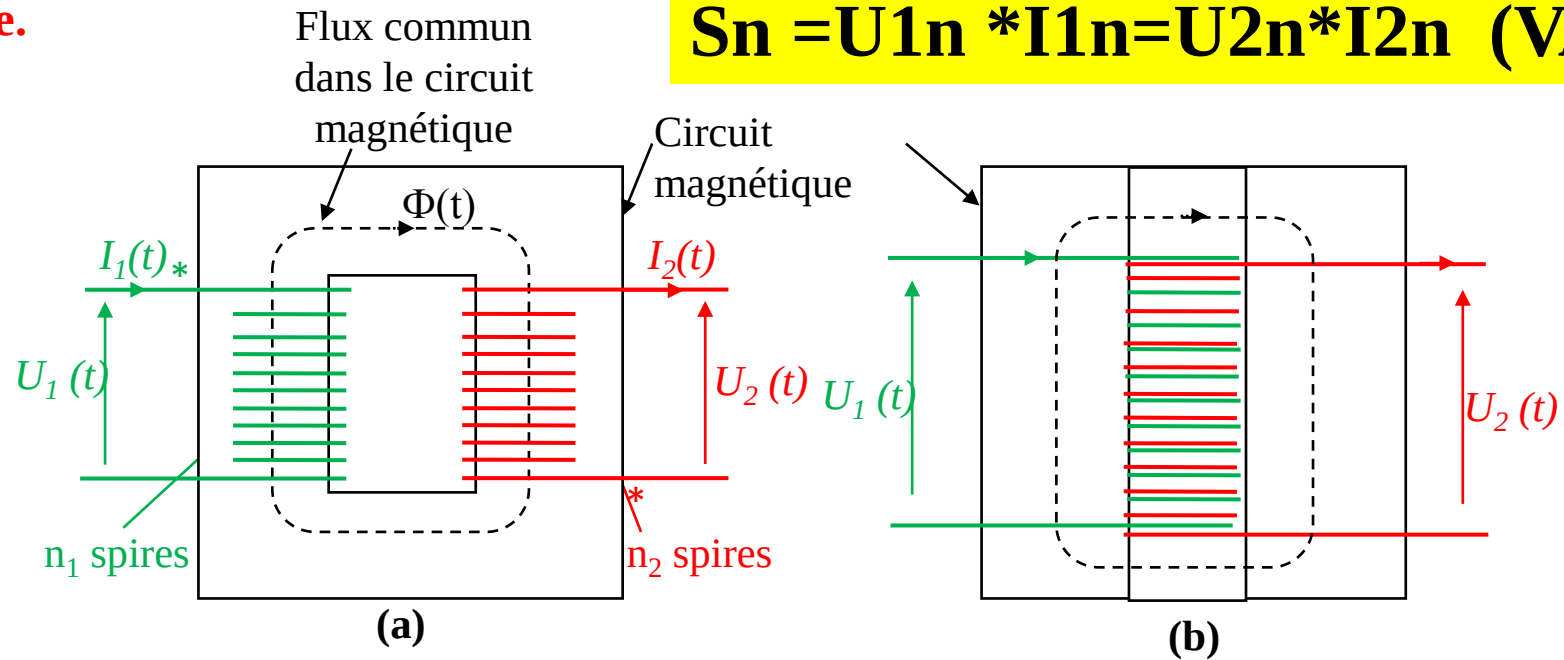


Figure .2. Constitution d'un transformateur monophasé.

Dans la réalité les bobinages primaire et secondaire sont souvent imbriqués afin d'améliorer le couplage. (figure 2(b)).

En triphasé, le circuit magnétique comporte généralement 3 colonnes. Sur chaque colonne, un enroulement primaire est imbriqué avec un enroulement secondaire. Les trois enroulements secondaires sont reliés ensemble par des barres de couplage. On fait de même pour les enroulements primaires. (figure 3).

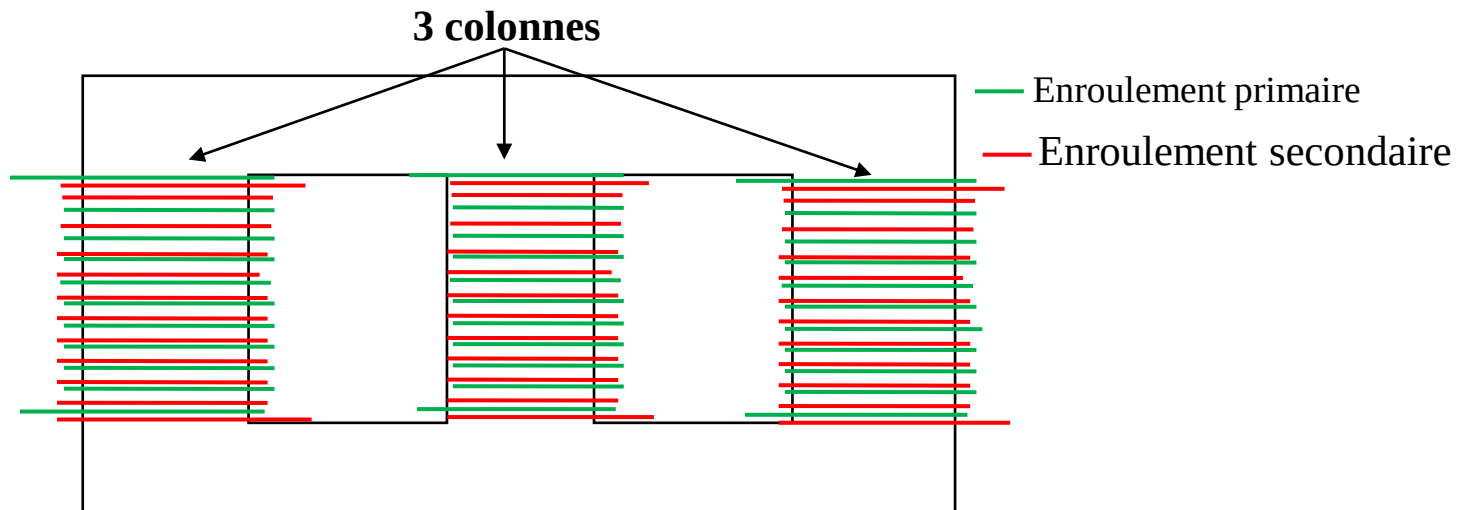


Figure III.15. Constitution d'un transformateur triphasé dans le cas réel

III.2.2. Rapport de transformation

Lorsque le transformateur est soumis à une tension sinusoïdale (figure 2), l'enroulement primaire est parcouru par un courant $I_1(t)$. Ce courant crée par induction un flux $\Phi(t)$ variable dans le circuit magnétique. Il apparaît donc aux bornes de l'enroulement secondaire, une force électromotrice induite, proportionnelle au nombre de spires de cet enroulement (n_2). On appelle rapport de transformation (m), le rapport de U_{20} (tension secondaire à vide) sur U_1 .

$$m = \frac{n_2}{n_1} = \frac{U_{20}}{U_1}$$

$m > 1$ Le transformateur élévateur

$m < 1$ Le transformateur abaisseur

$m = 1$ Transformateur d'isolement

Exercice transfo 01:

La mesure des valeurs efficaces des tensions primaire et secondaire d'un transformateur a donné : $U_1 = 230 \text{ V}$, $U_2 = 24 \text{ V}$, $S_n = 160 \text{ VA}$, 50 Hz .

Calculer :

- ☐ Le rapport de transformation (**m**),
- ☐ Le nombre de spires au secondaire si $n_1 = 1030$.
- ☐ Calculer les courants nominaux I_{1n} , I_{2n} .

Rendement

Dans le transformateur, il faut distinguer :

Les pertes à vide, ou pertes fer P_f , qui sont pratiquement indépendante de la charge, les pertes dues à la charge, ou pertes joules P_j , qui sont proportionnelles au carré de l'intensité du courant.

Le transformateur reste toutefois un appareil qui a un excellent rendement sur une large plage d'utilisation.

$$\eta = \frac{P_u}{P_u + P_f + P_j} = \frac{P_u}{P_a}$$

Le rendement s'exprime en fonction de ces pertes. Il est maximal lorsqu'elles sont égales. ($\eta \text{ max si } P_f = P_j$)

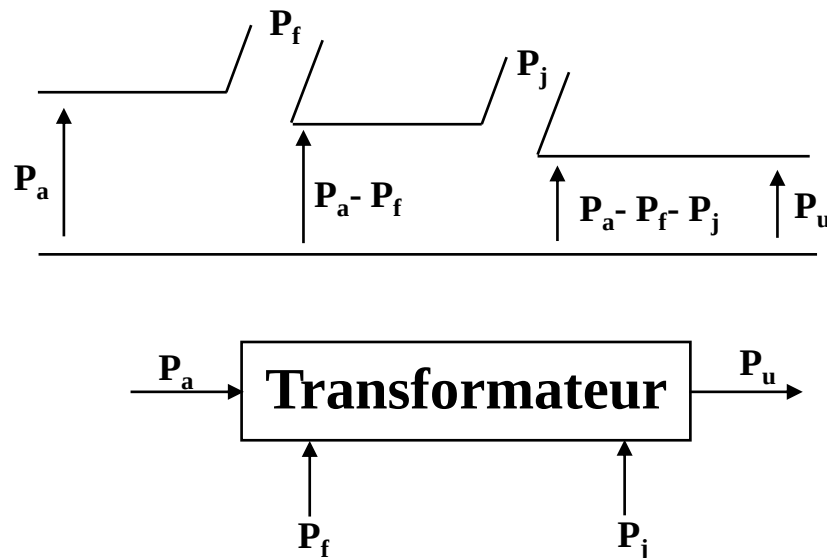
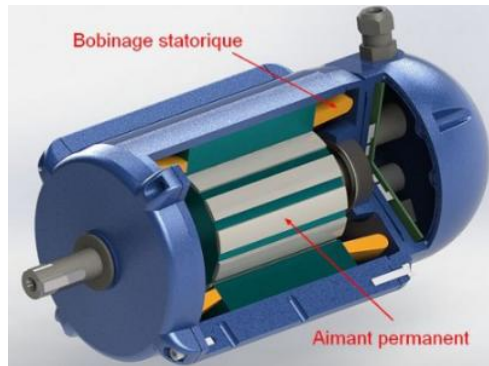


Figure Arbre des puissances.

Partie_3&4: MAS & MS

Synchrone



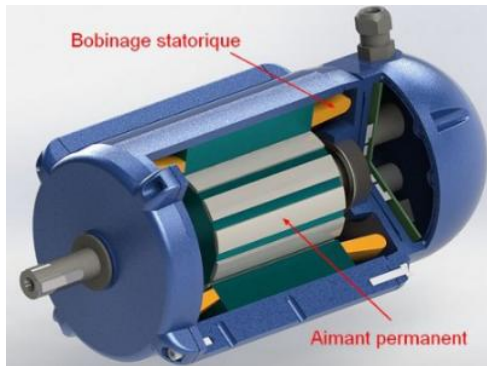
Asynchrone



Machine synchrone: est une machine électrique qui :
soit produit un courant électrique dont la fréquence est déterminée par la vitesse de rotation du rotor : fonctionnement en « générateur électrique ». L'alternateur est une application particulière de la machine synchrone.

Machine asynchrone: Le moteur asynchrone est, de beaucoup, le moteur le plus utilisé dans l'ensemble des applications industrielles, du fait de son faible cout, de son faible encombrement, de son bon rendement et de son excellente fiabilité.

Synchrone



Synchrone:

❑ La vitesse de rotation de l'arbre de sortie est égale à la vitesse de rotation du champ tournant indépendant de la charge.

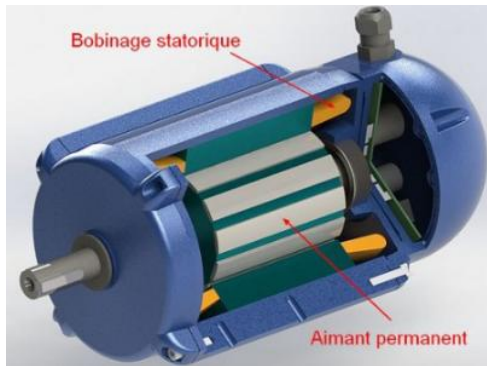
Asynchrone



Asynchrone:

❑ Vitesse du rotor plus petite que la vitesse du champ tournant (sinon, pas de couple).

Synchrone



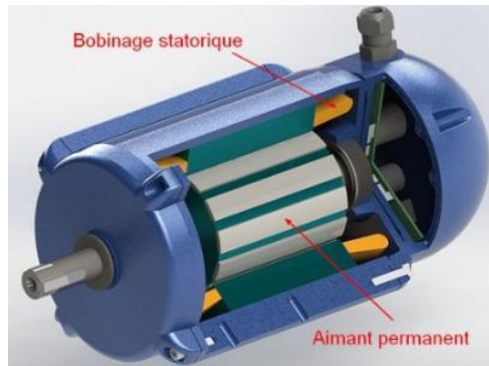
❑ L'augmentation de la charge provoque une variation du déphasage entre le rotor et le champ tournant.

Asynchrone



❑ L'augmentation de la charge fait diminuer la vitesse. (augmentation du glissement; plus de variation du flux dans un matériaux conducteur; de courant dans le rotor et de couple.

Synchrone



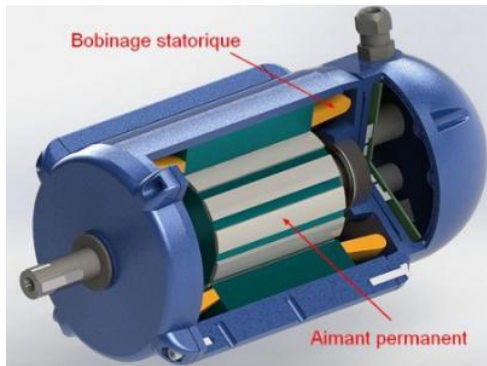
- ❑ Le rotor est constitué d'aimants permanents ou d'électroaimant. Dans le deuxième cas, on doit fournir un courant d'excitation au rotor(bagues de connexion),
- ❑ Le rotor est constitué d'aimants permanents ou d'électroaimant. Dans le deuxième cas, on doit fournir un courant d'excitation au rotor(bagues de connexion),
- ❑ Bon rendement (0.985 pour gros alternateurs)-Facteur de puissance réglable en fonction du courant d'excitation.

Asynchrone



- ❑ Le rotor est constitué de bobinage en court circuit (p.ex cage d'écureuil),
- ❑ Le rotor est constitué de bobinage en court circuit (p.ex cage d'écureuil),

Synchrone



❑ L'augmentation de la charge provoque une variation du déphasage entre le rotor et le champ tournant.

Asynchrone



❑ Certains gros moteurs ont la possibilité d'ajouter des résistance série pour diminuer le courant dans le rotor donc le courant d'alimentation« moteur à bagues » Robuste, peu d'entretiens Démarrage en direct sur le réseau (grand couple de démarrage).

Différent entre moteur synchrone et asynchrone

Synchrone:

- ❑ La vitesse de rotation de l'arbre de sortie est égale à la vitesse de rotation du champ tournant indépendamment de la charge.
- ❑ L'augmentation de la charge provoque une variation du déphasage entre le rotor et le champ tournant.
- ❑ Le rotor est constitué d'aimants permanents ou d'électroaimant. Dans le deuxième cas, on doit fournir un courant d'excitation au rotor(bagues de connexion),
- ❑ Bon rendement (0.985 pour gros alternateurs)-Facteur de puissance réglable en fonction du courant d'excitation.

Inconvénients: Pour les moyens/gros moteurs(électroaimant), demande un entretien des bagues. Si on demande trop de couple à un moteur synchrone, il décroche. Le couple chute alors à zéro, plus d'effet moteur. (sécurité !) Ne permet pas un démarrage en direct sur le réseau (possible pour les moteurs auto synchrones hybrides, ils possèdent une cage d'écureuil qui permet d'atteindre la vitesse synchrone à vide ;accrochage).

Synchrone:

Utilisation :

- ☐ Production d'énergie (alternateur à bon rendement).
- ☐ Application nécessitant une vitesse stable en fonction de la charge.
- ☐ Moteur pas à pas.
- ☐ Moteur brushless.

Asynchrone:

- ❑ Vitesse du rotor plus petite que la vitesse du champ tournant (sinon, pas de couple).
- ❑ L'augmentation de la charge fait diminuer la vitesse. (augmentation du glissement; plus de variation du flux dans un matériaux conducteur; de courant dans le rotor et de couple.
- ❑ Le rotor est constitué de bobinage en court circuit (p.ex cage d'écureuil),
- ❑ Certains gros moteurs ont la possibilité d'ajouter des résistance série pour diminuer le courant dans le rotor donc le courant d'alimentation« moteur à bagues » Robuste, peu d'entretiens Démarrage en direct sur le réseau (grand couple de démarrage).

Inconvénients: La vitesse dépend de la charge Pour les moteur de moyenne et grande puissance et à temps de démarrage long(inertie) , il faut gérer la pointe de courant de démarrage égale à 6-8 fois le courant nominal.

Le $\cos \phi$ à vide est très faible (non réglable)

Rendement moins bon (0.9 pour gros moteurs).

Asynchrone:

Utilisation :

- ☐ Le grand standard industriel,
- ☐ Entraînements divers,
- ☐ Parfois utilisé comme génératrice dans les éoliennes.

Thanks