

• $U = V$: triangle (enroulement) $P_{js} = \frac{3}{2} R_s I_0^2$

tétrapolaire:
4 pôles = 2 paires
des pôles: $p = 2$

• $U = \sqrt{3} V$: étoile (entre phases) $P_{js} = 3 R_s I_0^2$

* $\begin{cases} p=1: n_s = 3000 \text{ tr/min} \\ p=2: n_s = 1500 \text{ tr/min} \\ p=3: n_s = 1000 \text{ tr/min} \end{cases}$

$g = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{\Omega_s - \Omega}{\Omega_s}$ coef. de glissement

$\Omega = \frac{\omega}{p}$, $\omega = 2\pi f$ et $\Omega = \frac{2\pi n}{60}$

$n = \frac{60f}{p}$

• à vide:

- $P_0 = P_g + P_{js} + P_m$, $P_{js} = \frac{3}{2} R_s I_0^2$ (نجمونولوجو على P_g ou P_m)

* à la charge nominale:

- $P_{js} = \frac{3}{2} R_s I_n^2$ (قَبْد I)

- $P_a = \sqrt{3} U I \cos \varphi = \frac{P_u}{\eta}$

- $P_{ja} = g P_{tr} \Rightarrow P_m = \left(\frac{1-g}{g}\right) P_{ja} = (1-g) P_{tr} \Rightarrow g = \frac{P_{ja}}{P_{tr}}$

- $P_{tr} = P_a - (P_g + P_{js}) = \frac{P_{ja}}{g}$

- $P_u = P_a - \Sigma \text{pertes} = P_a - (P_g + P_{js} + P_{ja} + P_m) = P_{tr} - (P_{ja} + P_m)$

- $\eta = \frac{P_u}{P_a}$

- $C_u = \frac{P_u}{\Omega}$

* en régime établi:

- Démarrage moteur possible si $C_d > C_{r \text{ instant}}$

- $C_u = a n + b$ (نظروا b و a) \Rightarrow expression نخرجوها

- régime établi $\Rightarrow C_u = C_r$ (égalité de 2 expressions)
نخرجوها n

$\hookrightarrow C_r$ بعد نرجعو نحسبو

$\Rightarrow C_u = \frac{P_u}{\Omega} = \frac{60 P_u}{2\pi n}$

* Machines Synchrones:

- * machine à C.A. où vitesse en charge et fréquence de la tension induite sont dans un rapport constant, constituée par:
 - Stator (fixe) identique à celui des machines asynchrones.
 - Rotor (mobile): muni d'enroulement monophasé alimenté en C.C.: rotor lisse. ($p=1$ ou $p=2$)
 - rotor à pôles saillants (entre fer variable). ($p > 2$)

* Mode Alternateur:

* f.e.m. induite: $e = \left| \frac{d\phi}{dt} \right|$
 sinusoïdale, de fréquence: $f = p \cdot n$ (en tr/s)
 \rightarrow flux variant entre $+\phi$ et $-\phi \Rightarrow \Delta\phi = 2\phi$

- * rotor en retard sur le champ tournant: fonctionnement **moteur**.
- * rotor en avance sur le champ tournant: fonctionnement **générateur**.

* $\Omega = 2\pi n$ (en rad/s): vitesse angulaire, $\omega = 2\pi f = p\Omega$: pulsation

* f.e.m. théorique:

H1: Toutes les f.e.m. sont en phase \Rightarrow elle s'ajoutent.

H2: f.e.m. supposée, N : nombre des conducteurs, T_2 : demi période, ϕ : flux sous un pôle, f : fréquence, f.e.m. induite moyenne: $E_{moy} = \frac{2N\phi}{T} = 2f \cdot N \cdot \phi$

or $E = \frac{E_m}{\sqrt{2}}$, $E_{moy} = \frac{\pi}{2} E_m$

$\rightarrow E = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} E_{moy} = 1,11 E_{moy}$

$E = 2,22 f N \phi$
 (V) (Hz) (Wb)

* f.e.m. réelle:

$E_a = 2K_d K_f N \phi f = 2K_p N \phi f$

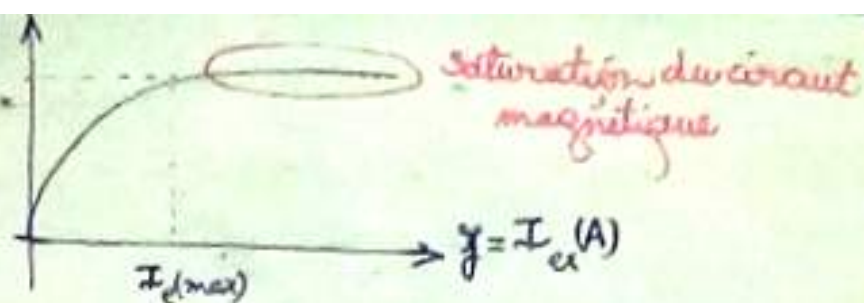
$\left\{ \begin{array}{l} K_d: \text{facteur de distribution} \\ K_f: \text{facteur de forma} \end{array} \right.$

$\rightarrow K_p = 2K_d K_f$: facteur de Kapp

$1,9 < K_p < 2,6$ (حسب construction متاع الا شين)

Caractéristique à vide : $E_v(V)$

$E_v = f(j)$ avec $\begin{cases} n = \text{cte} \\ I = 0 \end{cases}$
 courant d'excitation



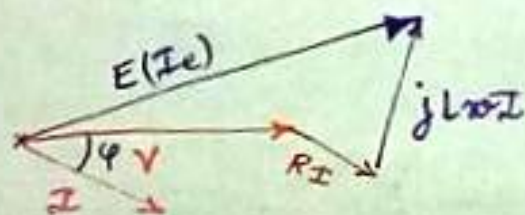
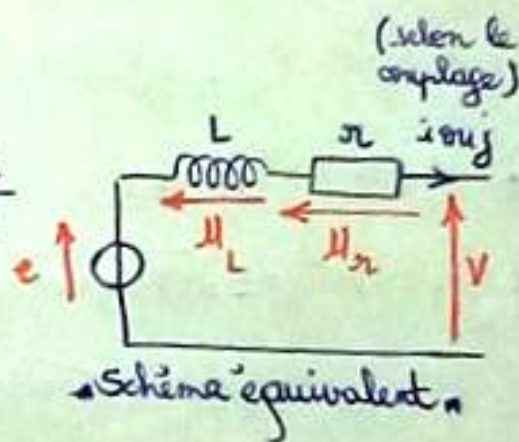
f^t en charge de l'alternateur :

Hypothèse : l'entrefer = cte, circuit magnétique non saturé

$\vec{B}_x = \vec{B}_j + \vec{B}_i$
 $\Phi_r = \Phi + L_c \cdot i$
 $\begin{cases} \cdot B_j : \text{dû au rotor, parcouru par } j \\ \cdot B_i : \text{dû au stator, parcouru par } i \end{cases}$

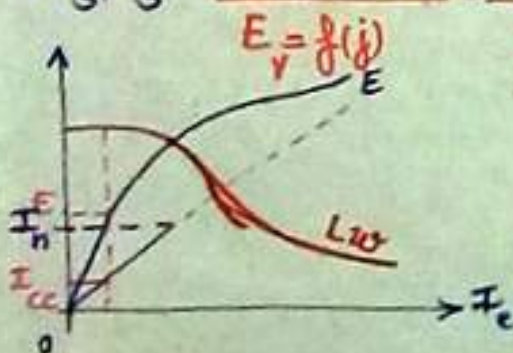
$V = E - R_s i = e - R_s i - L_c \frac{di}{dt} \Leftrightarrow e = V + R_s i + L_c \frac{di}{dt}$

Notation complexe : $\bar{E} = \bar{V} + R_s \bar{I} + j X_s \bar{I}$
 $L_c \omega$



R_s, X_s : essai à vide, essai en charge

$Z = \frac{E}{I_{cc}}$, $X = \sqrt{Z^2 - R^2}$



$I_{cc} = k \cdot j$

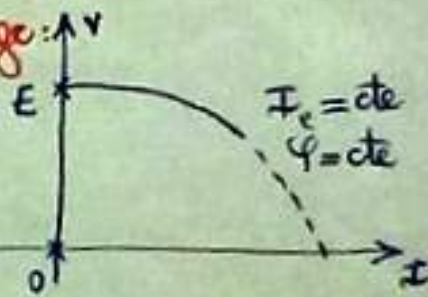
caractéristique en charge :

$V = f(I)$

Hypothèse : on néglige

R_s devant X_s et $j = \text{cte}$

$\Rightarrow \varphi = \text{cte}$



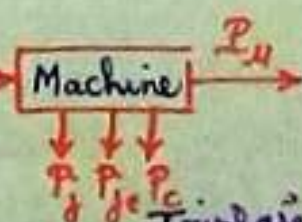
Bilan de puissance et rendement :

Moteur :

Puissance absorbée : $P_a = V I \cos \varphi + \mu_e I_e$ (monophasé)

Puissance utile : $P_u = \Omega_s T_u$

Triphasé : $P_a = \sqrt{3} U I \cos \varphi + \mu_e I_e$



• Alternateur:

Puissance absorbée:

• excitation indépendante •

$$P_a = R_s T_H + U_e I_c$$

• auto-excitation •

$$P_a = R_s T_H$$

Puissance utile:

$$P_u = V I \cos \varphi$$

monophasé

$$P_u = \sqrt{3} U I \cos \varphi$$

triphase

Pertes pour le moteur et l'alternateur:

• Pertes Joules: $P_j = V I^2 + R_e I_c^2$, $P_j = \frac{3}{2} R I^2 + R_e I_c^2$

• Pertes Collectives: $P_c = P_{\text{fer}} + P_{\text{méca}}$

Couplage alternateur sur Réseau:

• cas inductif: $E = \sqrt{(V \cos \varphi + R I)^2 + (V \sin \varphi + X I)^2}$

• cas capacitif: $E = \sqrt{(V \cos \varphi + R I)^2 + (V \sin \varphi - X I)^2}$

• cas résistif: $E = \sqrt{(V \cos \varphi + R I)^2 + (X I)^2}$

• remarque: étoile \rightarrow triangle, $R_Y = \frac{R_\Delta}{3}$

machine synchrone:

⇒ Moteur: Energie électrique \rightarrow Energie mécanique: $\boxed{\bar{E} = \underline{V} - R_s I - j X_s I}$

⇒ Alternateur: Energie mécanique \rightarrow Energie électrique: $\boxed{\underline{V} = \bar{E} - R_s I - j X_s I}$

$$\boxed{\bar{E} = \underline{V} + R_s I + j X_s I}$$