

Figure 26 - Plaque signalétique du générateur synchrone

L'excitation du générateur est assurée par un générateur synchrone secondaire. Celui-ci alimente, par l'intermédiaire d'un pont redresseur, les bobines d'excitation de l'alternateur de l'installation (**figure 27**).

La force électromotrice (fem) de l'alternateur est pilotée par le régulateur de tension qui fournit la tension d'excitation V_{ex} .

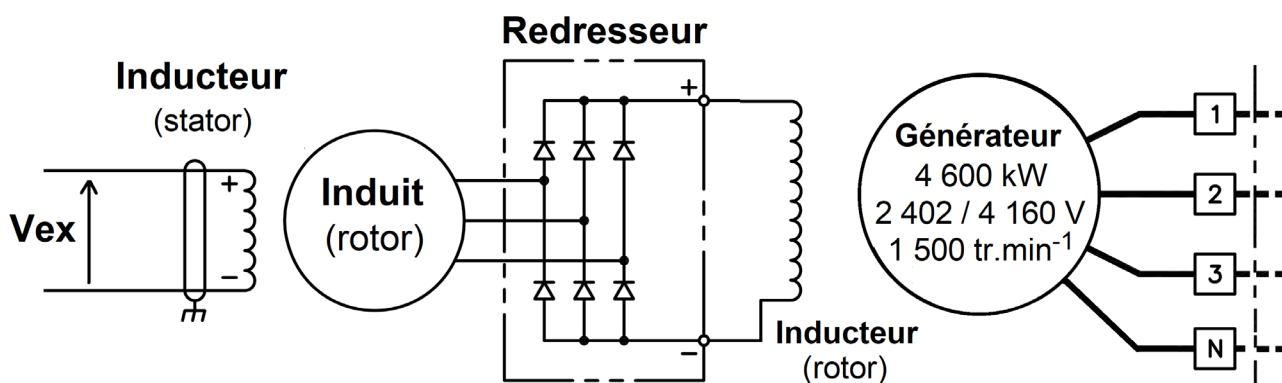


Figure 27 - Système d'excitation de la machine synchrone

VI.2 - Modélisation du générateur

Le modèle retenu pour le générateur est celui de Behn-Eschenburg (**figure 28**)

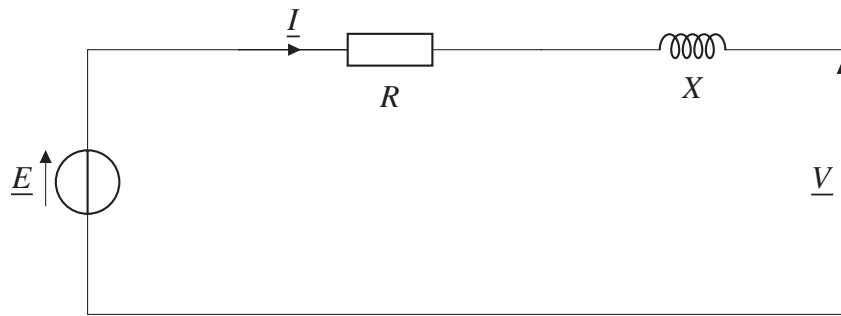


Figure 28 - Modèle monophasé de la machine synchrone

Avec :

- R : résistance d'un enroulement ;
- X : réactance synchrone ;
- $V = |\underline{V}|$: tension simple en sortie ;
- $E = |\underline{E}|$: fem.

Une mesure de résistance a permis d'obtenir $R = 0,1 \Omega$.

Pour identifier la réactance synchrone X deux essais ont été réalisés : un essai à vide et un essai en court-circuit.

Essai à vide

Un essai à vide (sans charge en sortie) a été réalisé ($\underline{I} = 0$). La **figure 29** illustre alors le relevé de tension entre deux phases (U_V) en fonction du courant d'excitation I_{ex} pour une vitesse de rotation de $N = 1\,500 \text{ tr} \cdot \text{min}^{-1}$.

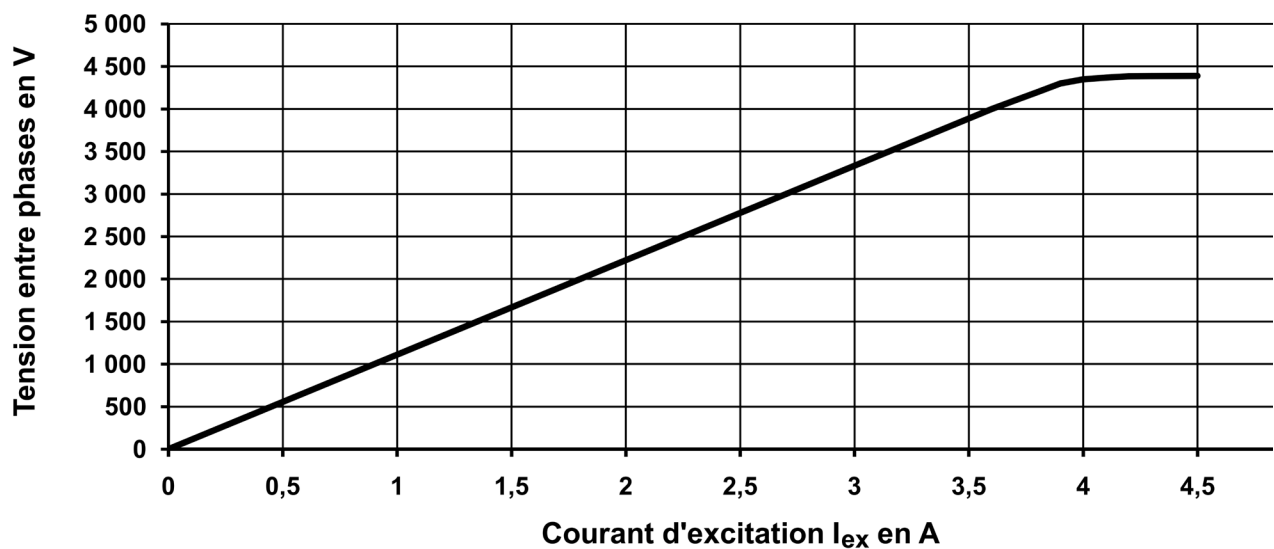


Figure 29 - Tension entre phases en fonction du courant d'excitation lors de l'essai à vide

Essai en court-circuit

Un essai en court-circuit a été réalisé pour obtenir un courant égal au courant nominal : $I_{cc} = 800 \text{ A}$ et une fem E_{cc} pour un courant d'excitation de $I_{Exc} = 1 \text{ A}$.

Pour la suite, on donne $\frac{1\,200}{\sqrt{3}} \approx 700$.

Q41. En utilisant l'essai à vide, déterminer la fem E_{cc} pour le courant d'excitation I_{Exc} .

Q42. En utilisant l'essai en court-circuit, déterminer la réactance synchrone X .

La résistance R est négligeable devant la réactance X , le modèle retenu sera celui de la **figure 30**.

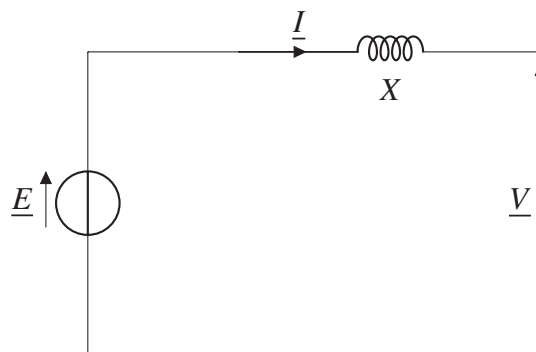


Figure 30 - Modèle monophasé de la machine synchrone

On se place dans le cas du fonctionnement nominal :

- tension entre phase $U = 4\,160 \text{ V}$;
- courant nominal $I = 800 \text{ A}$;
- facteur de puissance $\cos\varphi = 0,8$.

On note $\underline{V}_X = jX\underline{I}$ et on donne l'allure de la représentation de Fresnel (**figure 31**). Par convention, la norme des vecteurs correspond aux valeurs efficaces des grandeurs représentées.

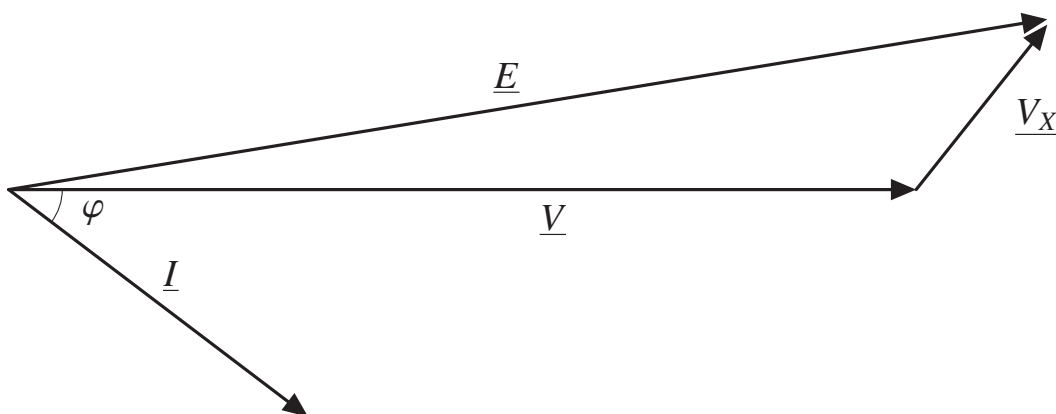


Figure 31 - Représentation de Fresnel

Q43. Exprimer la valeur efficace de la fem E en fonction de V , XI et de φ .

Comme $\frac{XI}{V} \ll 1$, on supposera par la suite que $E = V + XI \sin \varphi$.

VI.3 - Régulation de la tension en sortie

Le schéma-bloc de la régulation de la tension en sortie est le suivant.

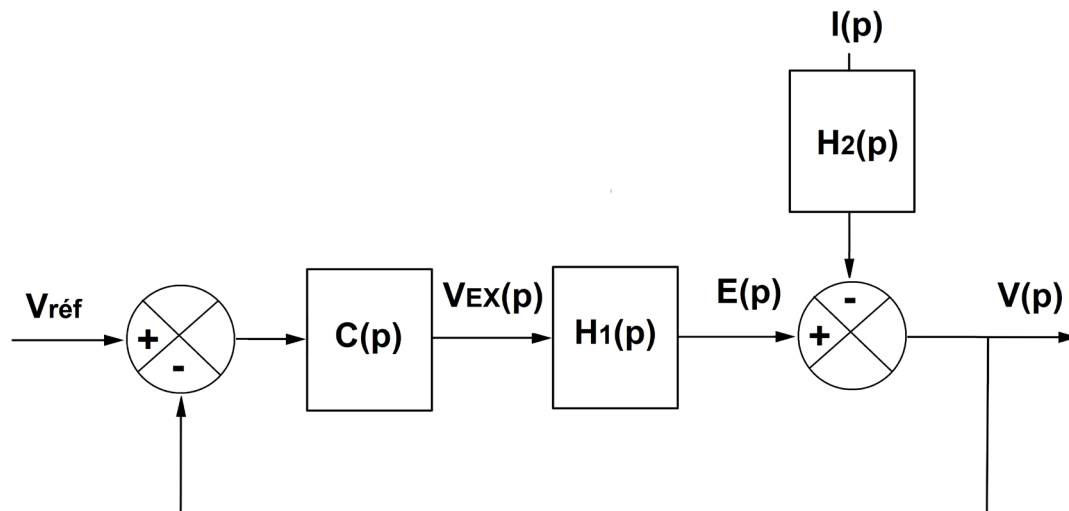


Figure 32 - Schéma-bloc de la régulation de tension

On note $V_{ref}(p)$, $V_{EX}(p)$, $E(p)$, $I(p)$, $V(p)$ les transformées de Laplace des valeurs efficaces respectives V_{ref} , V_{EX} , E , I , V .

Par la suite, on suppose $X = 0,8 \Omega$ et $\cos \varphi = 0,8$.

Un essai indiciel pour un échelon de la tension d'excitation $V_{EX} = 80 \text{ V}$ a été réalisé pour identifier $H_1(p)$ (**DR8**).

Q44. En utilisant l'essai indiciel du **DR8**, déterminer la fonction de transfert $H_1(p) = \frac{E(p)}{V_{EX}(p)}$. La mettre sous forme canonique et préciser les éléments caractéristiques.

Q45. Déterminer la fonction de transfert $H_2(p)$. Réaliser l'application numérique.

Les performances attendues sont :

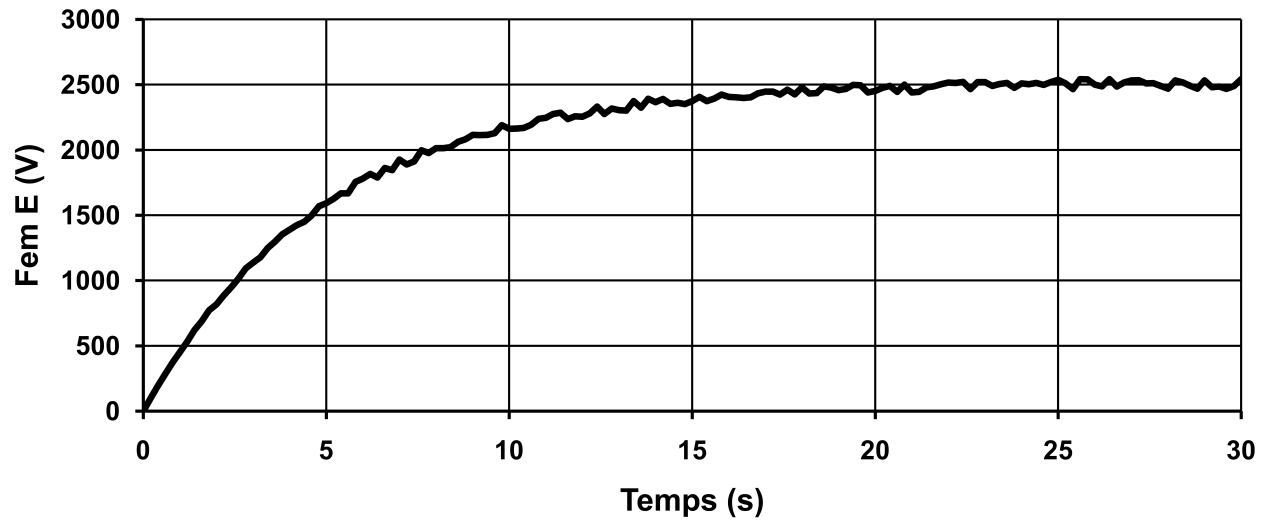
- précision : erreur statique nulle ;
- le système doit être stable ;
- rapidité : le temps de réponse est de 5 s.

Le correcteur choisi par le constructeur est un correcteur PI dont la fonction de transfert est :

$$C(p) = K_P \left(1 + \frac{1}{T_i \cdot p} \right) = K_P \left(\frac{1 + T_i \cdot p}{T_i \cdot p} \right).$$

- Q46.** Déterminer l'expression de $G_1(p) = \left(\frac{V(p)}{V_{ref}(p)} \right)_{I(p)=0}$ et de $G_2(p) = \left(\frac{V(p)}{I(p)} \right)_{V_{ref}(p)=0}$ en fonction de $C(p)$, $H_1(p)$ et de $H_2(p)$.
- Q47.** Choisir T_i pour que la fonction de transfert $G_1(p)$ soit une fonction de transfert du premier ordre.
- Q48.** Déterminer K_P pour que le temps de réponse du système à 5 % soit de 5 s.
- Q49.** Déterminer la valeur finale lorsque V_{ref} est un échelon d'amplitude $V_0 = 2\,400$ V et lorsque le courant consommé est un échelon de $I_0 = 800$ A. Conclure sur les performances du système.

DR8 - Q44

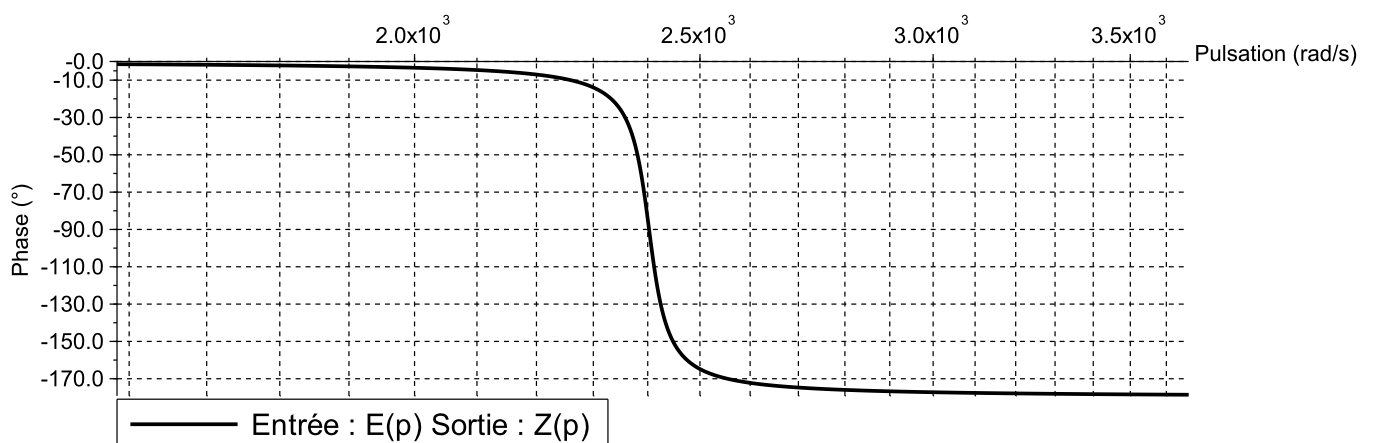


Essai indiciel : fem E en fonction du temps pour $V_{EX} = 80 \text{ V}$

Fonction de transfert :

$$H_1(p) = \frac{E(p)}{V_{EX}(p)} =$$

DR9 - Q56



Zoom du diagramme de phase autour de la résonance