

SYNCHRONOUS AC GENERATOR														
SERIAL NUMBER	CODE	MODEL NUMBER		WEIGHT										
49508	4P10.7-2600	AA29566000		29,300 lb/13290 kg										
IMPORTANT: WHEN ORDERING PARTS INCLUDE SERIAL NUMBER AND MODEL NUMBER														
ALTERNATOR				EXCITER										
KW	PHASE	WIRE	HERTZ	FIELD AMPS	FIELD VOLTS									
4600	3	6	50	3.8	90									
KVA	COSΦ	RPM		PMG VOLTS	PMG HERTZ									
5750	0.8	1500		240	180									
VOLTAGE	AMPERES													
2402/4160 Y	798		WARNING: EXPLOSION HAZARD -											
TEMP RISE	AMBIENT	INSUL. CL.	SEQUENCE	SUBSTITUTION OF COMPONENTS MAY										
80 °C	40 °C	H	T1,T2,T3	IMPAIR SUITABILITY FOR CL. I, DIV. 2.										
ENCLOSURE	MFR. YEAR	ROTATION	SOLAR P/N = 4B631-1010944-1											
IP20	2019	CCWFDE	ROTOR WEIGHT = 7638 lb/3464 kg											
DUTY	CONT.													
		CSA 1881034 CLASS I, DIV. 2, GROUPS B, C & D, T3												
5610 kW, 7012.5 kVA Max. at 15 Deg. C. Amb.		For acc'y ratings see dia. 888-00495-08												
GENERATOR IS AT LEAST IP23 WHEN INSTALLED IN THE TURBINE ENCLOSURE														
Kato Engineering														

157-00103-04

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  $V_{ex}$ .

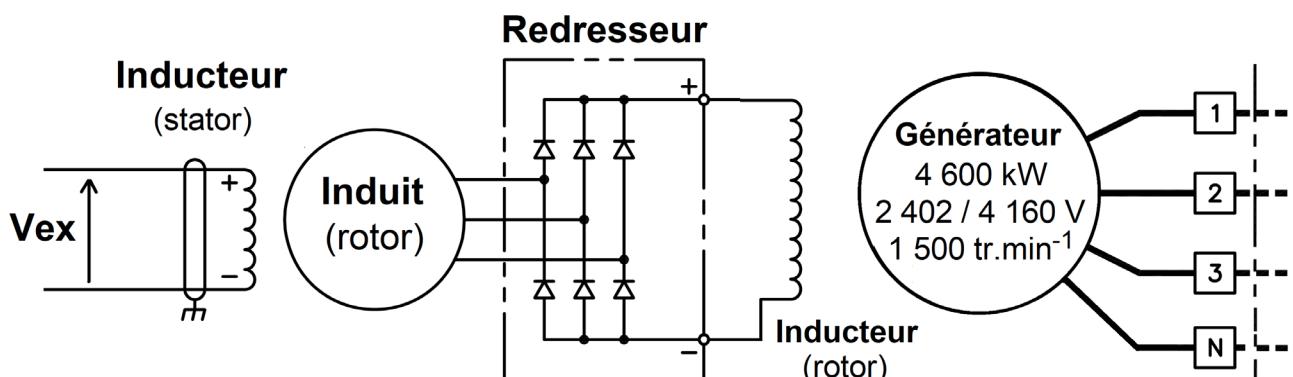
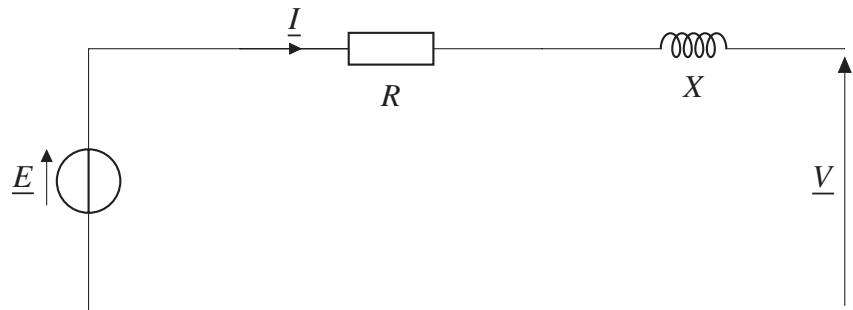


Figure 27 - Système d'excitation de la machine synchrone

## 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 :

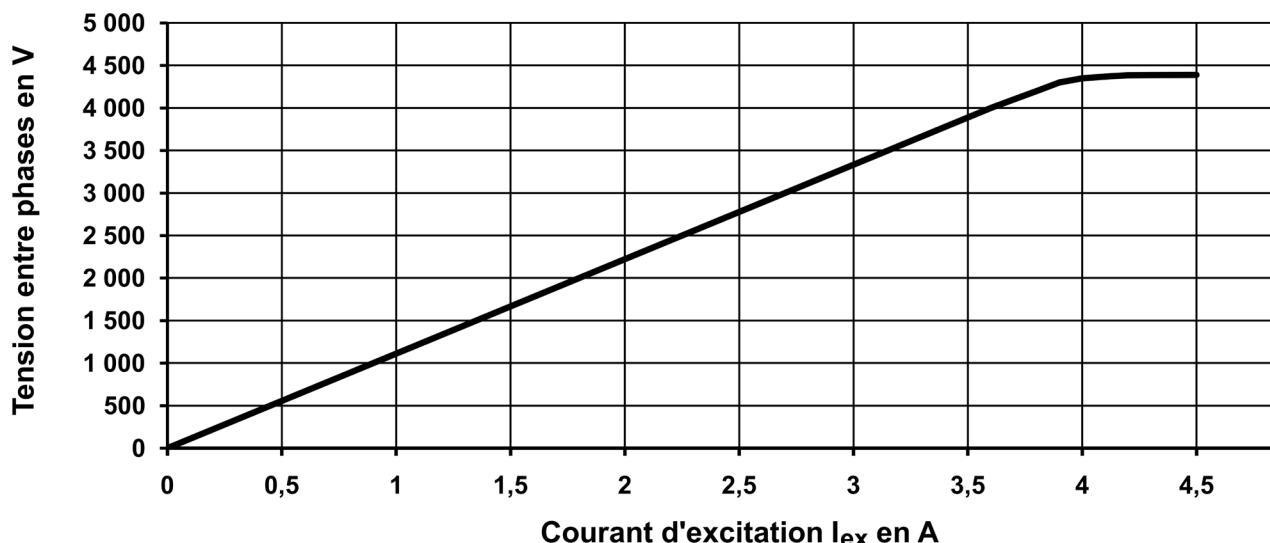
- $R$  : résistance d'un enroulement ;
- $X$  : réactance synchrone ;
- $V = |\underline{V}|$  : tension simple en sortie ;
- $E = |\underline{E}|$  : fem.

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 ( $I = 0$ ). 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

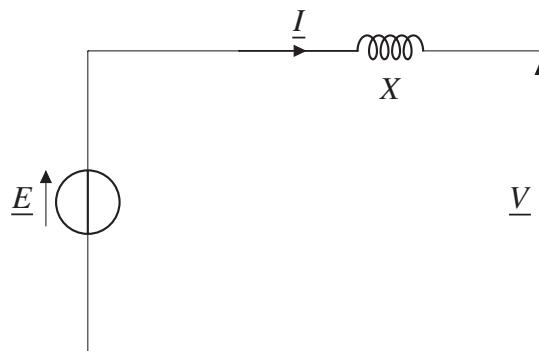
Un essai en court-circuit a été réalisé pour obtenir un courant égal au courant nominal :  $I_{cc} = 800 \text{ A}$  et une fem  $E_{cc}$  pour un courant d'excitation de  $I_{Excc} = 1 \text{ A}$ .

Pour la suite, on donne  $\frac{1200}{\sqrt{3}} \approx 700$ .

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

**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**.

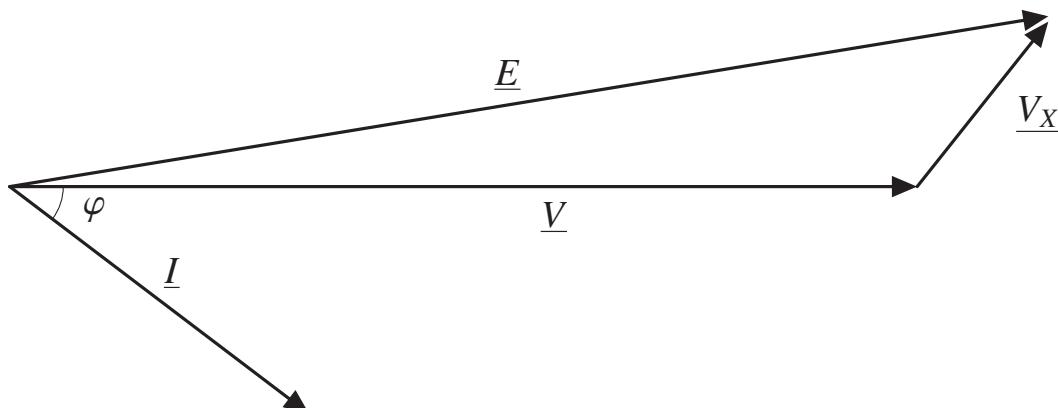


**Figure 30 - Modèle monophasé de la machine synchrone**

On se place dans le cas du fonctionnement nominal :

- tension entre phase  $U = 4160 \text{ V}$ ;
- courant nominal  $I = 800 \text{ A}$ ;
- facteur de puissance  $\cos\varphi = 0,8$ .

On note  $V_X = jXI$  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.



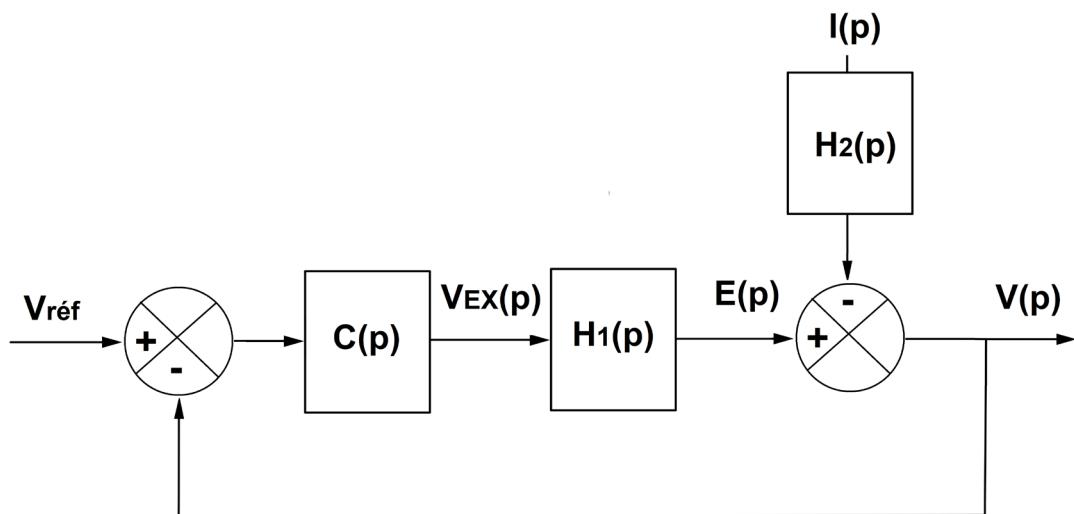
**Figure 31 - Représentation de Fresnel**

**Q43.** Exprimer la valeur efficace de la fem  $E$  en fonction de  $V$ ,  $XI$  et de  $\varphi$ .

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 :

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

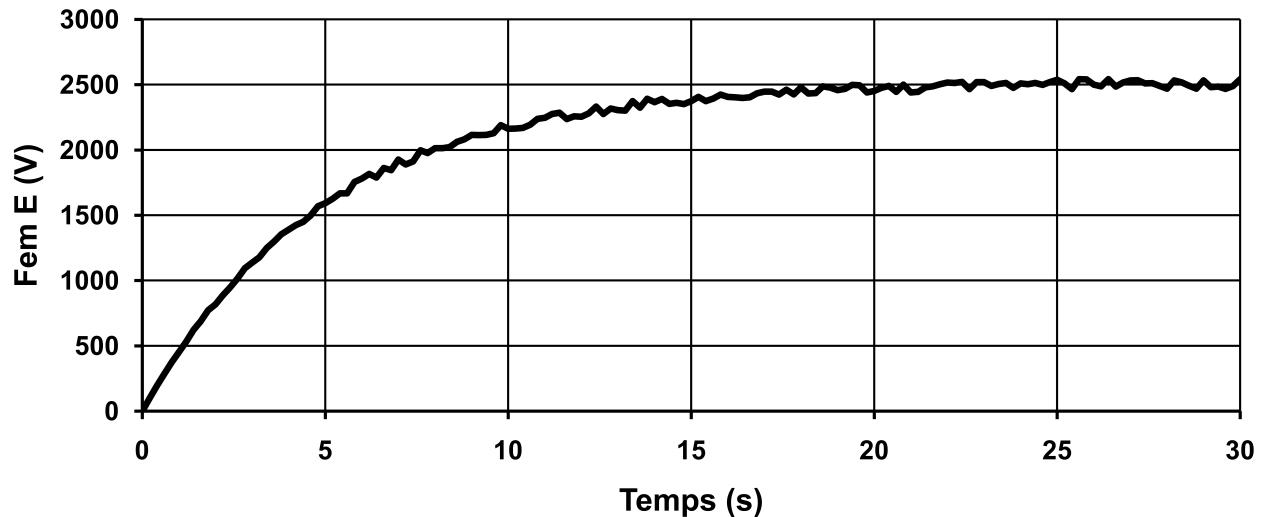
**Q46.** Déterminer l'expression de  $G_1(p) = \left( \frac{V(p)}{V_{ref}(p)} \right)_{I(p)=0}$  et de  $G_2(p) = \left( \frac{V(p)}{I(p)} \right)_{V_{ref}(p)=0}$  en fonction de  $C(p)$ ,  $H_1(p)$  et de  $H_2(p)$ .

**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

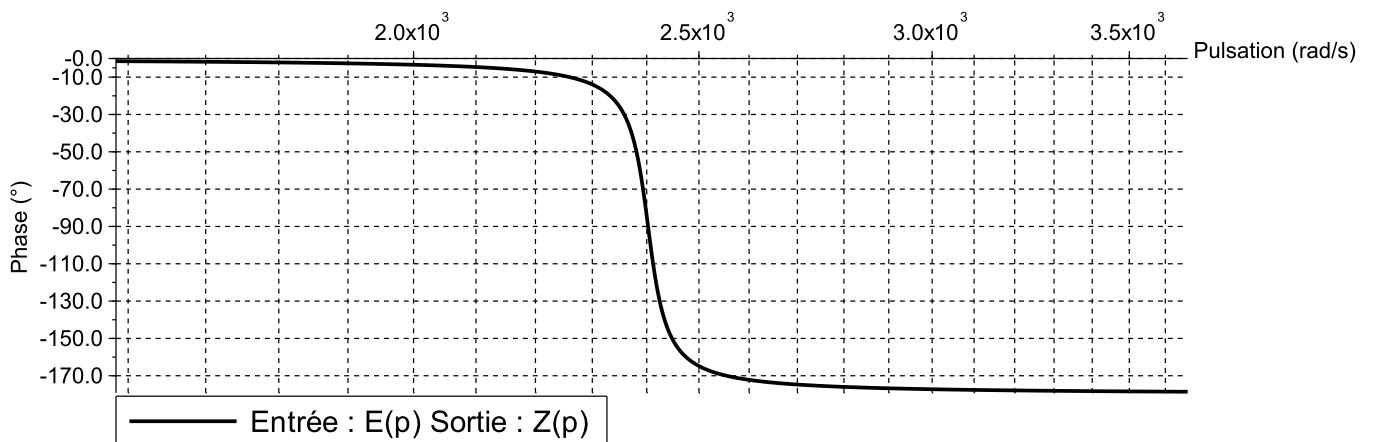


Essai indiciel : fem E en fonction du temps pour  $V_{EX} = 80$  V

## Fonction de transfert :

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

## DR9 - Q56



Zoom du diagramme de phase autour de la résonance