

Terminales STI Electrotechnique : T.P.- Cours n°12 : Fonctionnement autonome d'un alternateur triphasé.

1 . But de la manipulation :

Il s'agit d'étudier le fonctionnement autonome d'un alternateur triphasé, c'est à dire son fonctionnement en génératrice synchrone.

2. Présentation de la machine étudiée :

Il s'agit d'un alternateur triphasé Leroy Somer de 1,2 kVA.

Dans cette machine, la roue polaire est alimentée par une alimentation continue autonome.

L'alternateur est entraîné par un moteur asynchrone triphasé alimenté par un variateur. La fréquence de rotation de l'alternateur est maintenue manuellement à sa valeur nominale de 1500 tr/min.

On peut faire débiter l'alternateur dans un rhéostat de charge triphasé.

Le module Modmeca de Leroy-Somer permet de visualiser la fréquence de rotation, le moment du couple d'entraînement et la puissance mécanique fournie par le moteur à l'alternateur.

Notations :

I_e = Intensité du courant continu d'excitation de l'alternateur: c'est le courant qui passe dans la roue polaire de l'alternateur (courant maximum : 1,8A.) (A).

U_e = Tension aux bornes de l'alimentation continue de l'alternateur. (V)

P_e = U_e.I_e = puissance nécessaire à l'excitation de l'alternateur (W)

V = tension efficace entre phase et neutre de l'alternateur couplé en étoile. (V)

U = tension efficace entre phases de l'alternateur. (V)

I = intensité efficace du courant en ligne débité par l'alternateur. (A)

n = fréquence de rotation du moteur asynchrone et du rotor de la machine synchrone (tr/min)

T_u = moment du couple utile du moteur asynchrone (N.m)

P_{um} = puissance utile du moteur asynchrone (en W).

$$\mathbf{P_{um} = T_u \cdot 2 \pi n}$$

P_a = puissance absorbée par l'alternateur (W)

$$\mathbf{P_a = P_{um} + P_e}$$

P = puissance active fournie par l'alternateur (W).

η = **P/P_a** = rendement de l'alternateur.

Relever les caractéristiques nominales de l'alternateur sur la plaque signalétique et/ou sur la notice technique:

- tension nominale entre phases suivant le couplage :
- puissance apparente nominale :
- facteur de puissance :
- fréquence nominale de rotation :
- l'intensité nominale en ligne suivant le couplage:

3. ESSAIS :

Réaliser le montage. (voir **montage page 3**).

3.1 Caractéristique à vide : $E_1 = f(I_e)$:

C'est la caractéristique donnant E_1 , force électromotrice d'une phase de l'alternateur, en fonction du courant d'excitation I_e de l'alternateur. Cette caractéristique doit être relevée à fréquence de rotation nominale, $n = 1500$ tr/min.

Démarrer le moteur, en réglant la fréquence du variateur à partir de zéro. L'amener à sa fréquence nominale, $n = 1500$ tr/min.

Toutes les résistances du rhéostat de charge étant à l'arrêt, le voltmètre placé entre une phase et le neutre de l'alternateur donne la f.e.m. d'une phase, E_1 .

Relever $E_1 = f(I_e)$ pour $n = 1500$ tr/min (contrôler la fréquence pour chaque mesure).

I_e (A)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,25	1,5	1,8
E_1 (V)												

Effectuer le relevé à I_e croissant (ne pas revenir en arrière). Sur une feuille de papier millimétré, ou à l'aide d'un tableur, tracer la caractéristique à vide $E_1 = f(I_e)$ pour $n = 1500$ tr/min.

3.2 Caractéristique en charge :

C'est la caractéristique $U = f(I)$ où U est la tension entre deux phases de l'alternateur et I est l'intensité efficace débitée par chaque fil de ligne, lorsque **le courant d'excitation I_e est maintenu constant**, l'alternateur étant entraîné à fréquence de rotation constante.

Nous effectuerons un relevé lorsque l'alternateur débite dans un rhéostat triphasé c'est à dire pour une **charge résistive** ($\cos \varphi = 1$).

Brancher le voltmètre entre deux phases de l'alternateur. En maintenant la vitesse à 1500 tr/min, régler l'excitation (I_e) de manière à ce que, à vide, c'est à dire pour $I = 0$, on ait $U = 400$ V.

Noter la valeur de I_e : $I_e =$.

Charger ensuite l'alternateur, en mettant en service, de 200W en 200W les résistances du rhéostat de charge triphasé, *en maintenant constante la valeur de I_e .*

Relever U et I .

I (A)											
U (V)											

Sur du papier millimétré, ou à l'aide d'un tableur, tracer $U = f(I)$.

3.3 Caractéristique de réglage :

C'est la caractéristique $I_e = f(I)$, pour $U = U_n = 400$ V, et $n = 1500$ tr/min, toujours pour la même charge résistive.

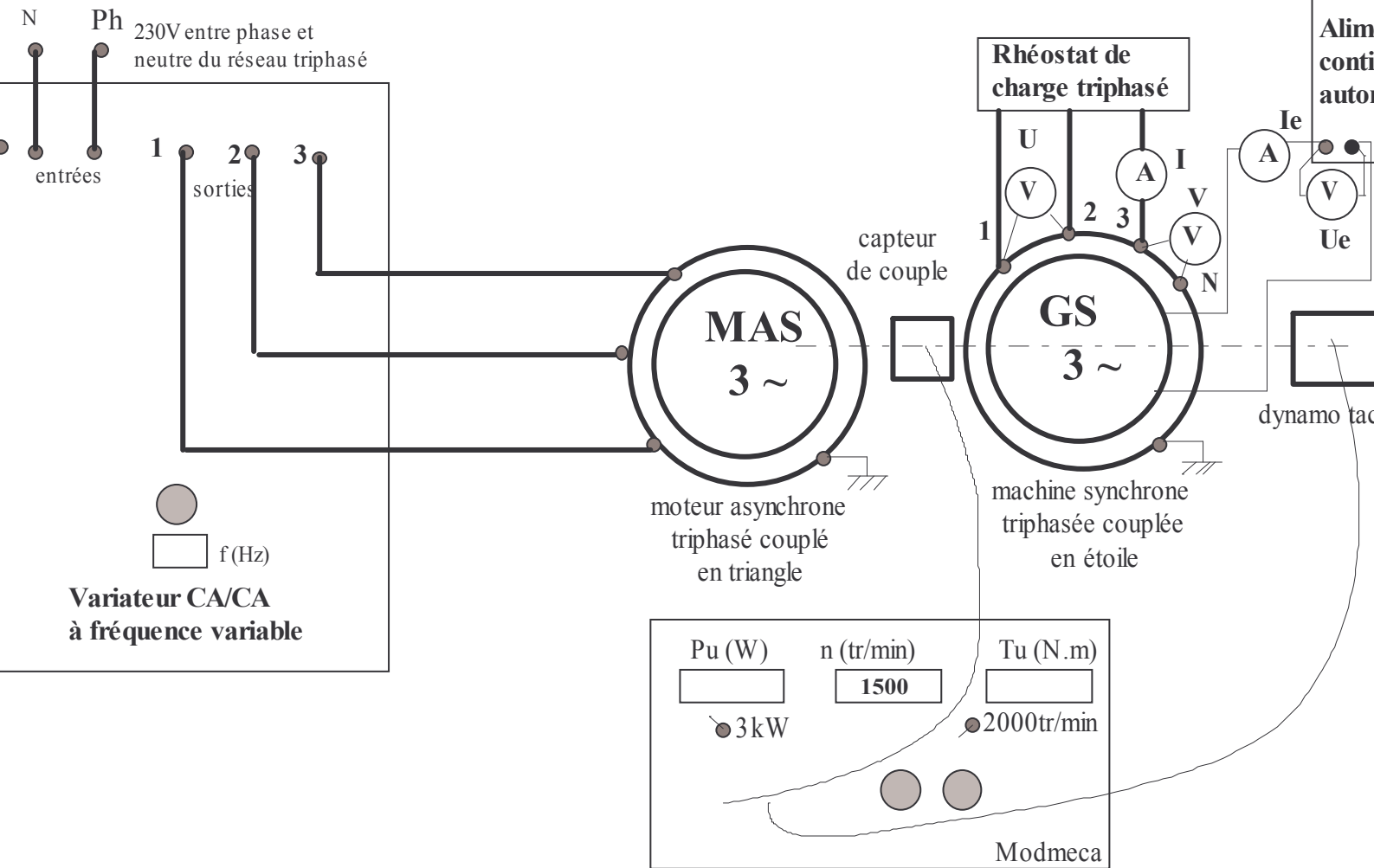
On procède de la même façon que pour l'essai en charge, en maintenant la fréquence de rotation constante en jouant sur la fréquence du variateur et en maintenant U constante en jouant sur l'excitation de l'alternateur. Relever I et I_e . *Veiller à ne pas trop dépasser I_n .*

Pendant cet essai, relever pour chaque point de fonctionnement, la tension d'excitation U_e , le moment du couple du moteur d'entraînement T_u , sa puissance utile P_{um} . Remplir le tableau de la page 4.

Calculer la puissance utile de l'alternateur :
car $\cos \varphi = 1$.

$$P = UI\sqrt{3}\cos \varphi = UI\sqrt{3}$$

SCHEMA DU MONTAGE :



MESURES : U = 400V ; n = 1500tr/min.											
I (A)											
Ie (A)											
Ue (V)											
Pum (W) (moteur)											
Tu (N.m)											
CALCULS:											
Pe (W)											
Pa (W) (alternateur)											
P (W) (alternateur)											
η (%)											

Sur du papier millimétré, ou à l'aide d'un tableur, tracer $I_e = f(I)$.

Tracer de même $\eta = f(P)$.

3.4 Essai en court-circuit:

Arrêter le groupe en arrêtant le moteur. Réaliser le réaliser un court-circuit triphasé au niveau du stator. Démarrer le moteur. L'amener à sa fréquence nominale. Augmenter progressivement I_e de manière à ce que I_{cc} augmente. Effectuer le relevé $I_{cc} = f(I_e)$ pour $n=1500$ tr/min.

Sur une feuille de papier millimétré, ou à l'aide d'un tableur, tracer $I_{cc} = f(I_e)$.

I _{cc} (A)											
I _e (A)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1

4. Exploitation des mesures :

4.1 Détermination de la réactance synchrone de l'alternateur:

On néglige la résistance d'une phase de l'alternateur. Utiliser la méthode étudiée en cours pour déterminer la réactance synchrone X_s de l'alternateur triphasé étudié.

On rappelle que dans le cas où R est négligeable, on a : $X_s = E_1 / I_{cc}$, E_1 et I_{cc} étant la force électromotrice d'une phase de l'alternateur et I_{cc} le courant de court circuit, pour une même valeur du courant d'excitation I_e et en l'absence de saturation de l'alternateur. Il faut donc choisir I_e de façon à se situer dans la partie linéaire de la caractéristique à vide $E_1 = f(I_e)$ de l'alternateur.

4.2 Vérification de la validité du diagramme à réactance synchrone:

Vérifier la validité du diagramme à réactance synchrone pour le point nominal, c'est à dire l'un des derniers points de la caractéristique de réglage de l'alternateur.

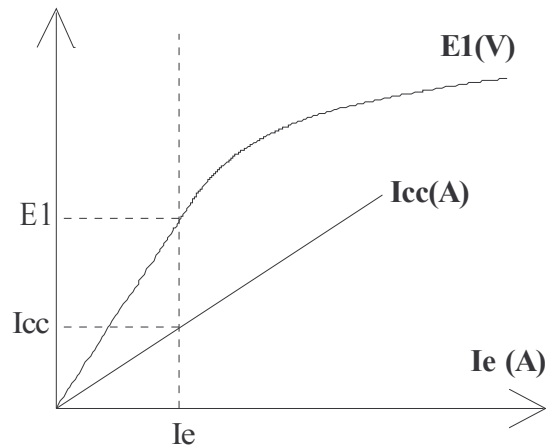
On tiendra compte du fait que l'essai en charge a été réalisé sur une charge résistive c'est à dire avec un facteur de puissance égal à 1.

(Voir compléments en annexe page 5)

ANNEXE : Compléments pour la réponse aux questions posées en 4.1 et 4.2:

4.1 Détermination de la réactance synchrone de l'alternateur:

La caractéristique à vide $E1 = f(Ie)$ et la caractéristique en court-circuit $Icc = f(Ie)$ se présentent de la façon suivante:
Pour calculer la réactance synchrone, il faut donc choisir une certaine valeur de Ie , de telle façon que l'on se trouve dans la partie linéaire de la caractéristique à vide.



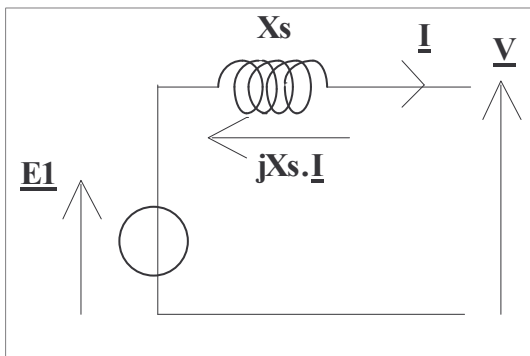
Il faut ensuite faire le relevés pour cette même

rapport entre les valeurs de $E1$ et de Icc valeur de Ie .

$$Xs = \frac{E1}{Icc}$$

4.2 Vérification de la synchrone:

validité du diagramme à réactance



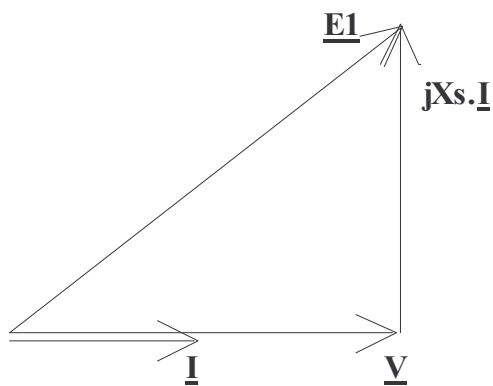
Cela se traduit par la relation :

$$E1 = V + jXs . I$$

Dans le cas du T.P. où la charge est purement résistive (Rhéostat de charge), cette relation donne le diagramme vectoriel suivant:

Ce diagramme permet, connaissant V , I et Xs de calculer la f.e.m. synchrone correspondante $E1$ d'une phase de l'alternateur.

Pour retrouver ensuite le courant d'excitation théorique correspondant il suffit de revenir à la caractéristique à vide, de prolonger sa partie rectiligne et d'utiliser cette partie rectiligne pour retrouver la valeur de Ie correspondante:



Cette méthode est justifiée par le fait que la réactance synchrone est définie en l'absence de saturation de l'alternateur.

