Partie C : ***Étude de l'asservissement de position des panneaux***

Pour une utilisation optimale des panneaux photovoltaïques, la direction des rayons lumineux doit être perpendiculaire à la surface des panneaux. Pour cela il est recommandé de réaliser une poursuite du soleil. On se propose dans cette partie d'étudier un dispositif permettant d'asservir la position angulaire des panneaux à celle du soleil (figure 7 , annexe3 page15) . Pour améliorer l'exposition du panneau vis-à-vis du soleil, l'angle d'inclinaison ψ est constant et vaut environ ***35°*** pour les latitudes méditerranéennes et la surface active du panneau est orientée vers le sud.

Pour élaborer la consigne, on dispose, grâce à un dispositif préprogrammé, de la trajectoire du soleil en fonction des heures de la journée. On choisit de programmer **12** positions journalières c'est à dire que l'entrée de référence varie durant une journée par paliers avec un ***pas***= $\frac{\pi}{12}$ **.** Le dispositif considéré nous délivre une tension de consigne $\mathbf{u_c(t)}$ variant de **0 à +10V**. Le capteur de position utilisé délivre une mesure de la position du panneau $\mathbf{u_{mes}(t)}$ variant de **0 à +10V**.

Le moteur d'entraînement est à Courant Continu (MCC). Il est commandé par l'intermédiaire d'un hacheur modélisé par un gain pur $\mathbf{K_H = 15}$. Le réducteur possède un rapport de réduction $r = \frac{\Omega}{\Omega_p} = 50$. Le schéma fonctionnel de l'asservissement est donné ci-dessous, **figure 3**.

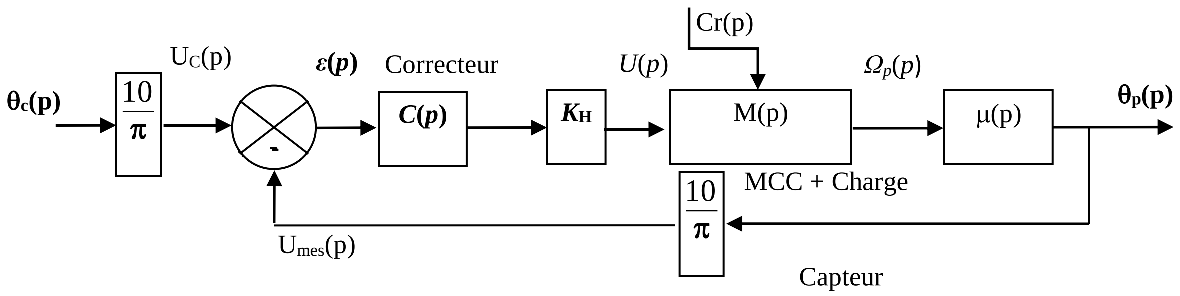


Figure 3 : schéma fonctionnel de l'asservissement de position

Le moteur est à excitation par aimant permanent. L'effet de l'inductance de l'induit est négligé, le comportement électromécanique de la MCC est modélisé par les équations suivantes :

$$u(t) = e(t) + Ri(t) \qquad (1)$$

$$e(t) = k\Omega(t) \qquad (2)$$

$$c_m(t) = ki(t) \qquad (3)$$

avec $\boldsymbol{k = 0,7}$ **V.s^{-1}**.rad, et $\boldsymbol{R = 1,25\ \Omega}$.

L'équation mécanique de l'arbre du moteur est : $J_{eq}\frac{d\Omega(t)}{dt} = C_m(t) - C_r(t)$ *(4)* .

$\boldsymbol{J_{eq}}$ **= 0,8 kg.m^2 :** moment d'inertie équivalent de l'ensemble (Moteur+Charge) ramené à l'arbre moteur.

C.1. Donner la relation reliant la position du panneau $\boldsymbol{\theta_p(t)}$ à la vitesse de rotation $\boldsymbol{\Omega_p(t)}$ de l'arbre de sortie du réducteur**.** En déduire l'expression de **μ(p)**.

C.2. En supposant le couple résistant Cr(t)=0, et toutes les conditions initiales nulles, appliquer les transformées de Laplace des équations (1), (2), (3) et (4).

C.3. Établir alors l'expression de la fonction de transfert $\boldsymbol{M(p)} = \frac{\boldsymbol{\Omega_p(p)}}{\boldsymbol{U(p)}}$ de l'ensemble (Moteur+Réducteur).

C.4. En déduire que l'expression de la Fonction de Transfert en Boucle Ouverte FTBO peut prendre la forme suivante : $H(p) = C(p)\frac{G}{p(1+Tp)}$.

C.5. Donner les expressions et calculer les valeurs des paramètres : **G** et **T**.

Quelque soient les valeurs trouvées, on prendra par la suite **G=1.4, T=2 s**

C.6. On donne en **annexe 4 page 16**, le diagramme de Bode de cette FTBO non corrigée, c'est-à-dire pour C(p) = 1.

a) Que peut-on dire de la stabilité de l'asservissement ?

b) Calculer la valeur de l'erreur de position en régime permanent ? justifier votre réponse.

c) Donner l'expression de la fonction de la fonction de transfert en boucle fermée **F(p)** et la mettre sous la forme : $\boldsymbol{F(p)} = \frac{\boldsymbol{G_F}}{1+\frac{2\boldsymbol{zp}}{\omega_n}+\frac{\boldsymbol{p}^2}{\omega_n^2}}$

d) En déduire les valeurs numériques du gain $\boldsymbol{G_F}$ de la pulsation propre $\boldsymbol{\omega_n}$ et l'amortissement $\boldsymbol{z}$.

e) À partir des abaques de **l'Annexe 4 page 16**, déterminer la valeur du temps de réponse $\mathbf{tr_{5\%}}$ du système bouclé et la valeur du premier dépassement $\mathbf{D_1\%}$.

Annexe 3

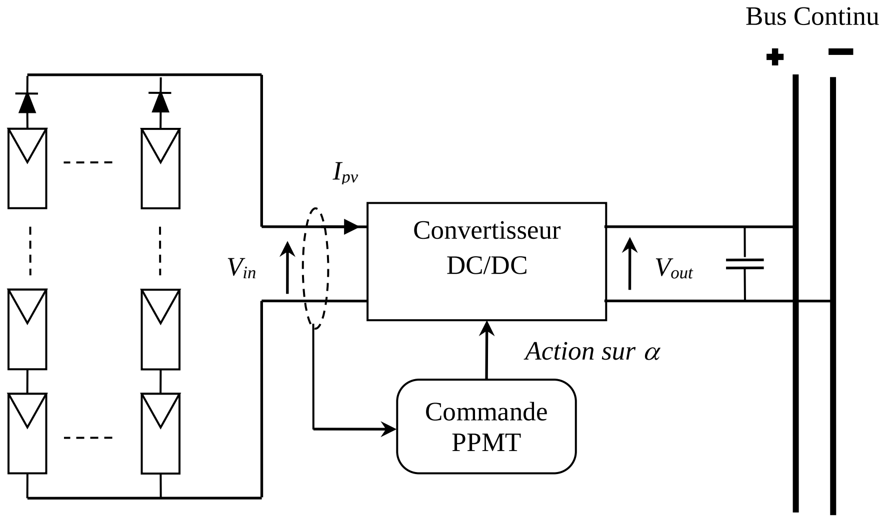


Figure 6 : Commande du convertisseur DC/DC

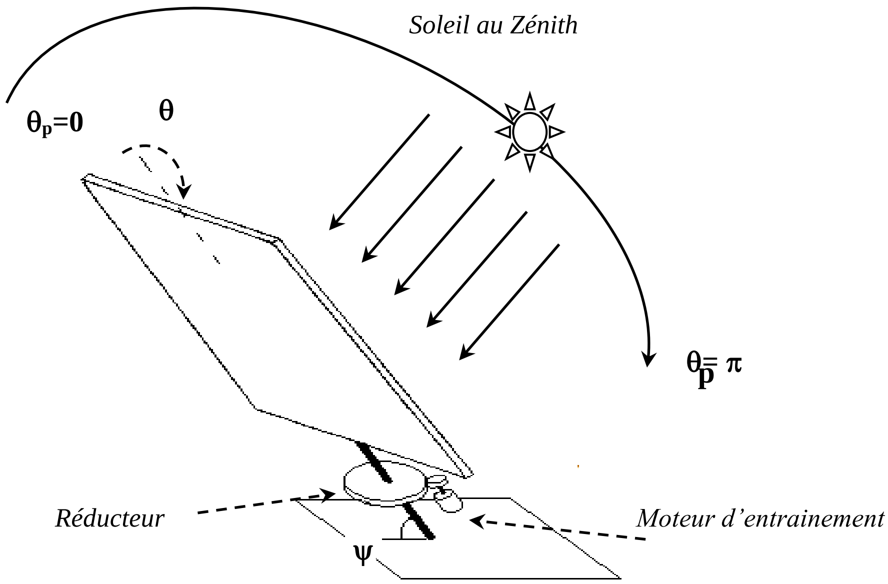
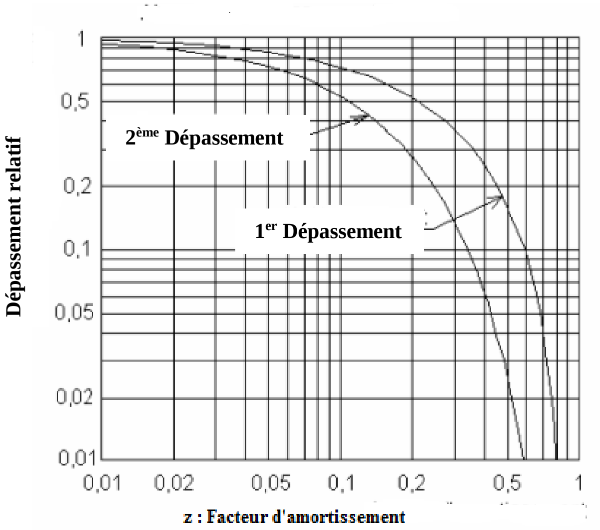


Figure 7 : système d'asservissement de position.

Annexe 4



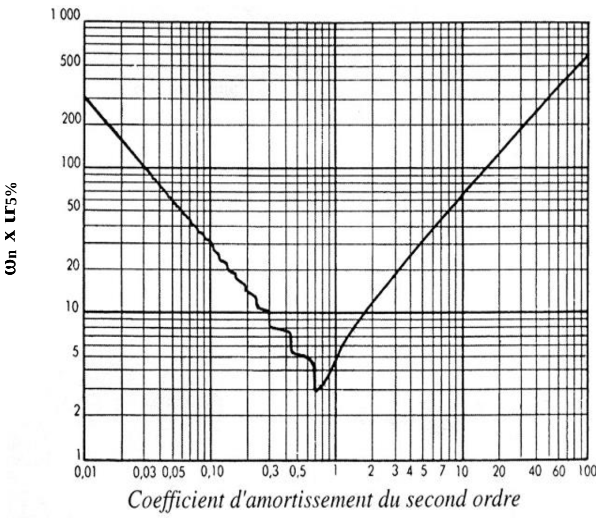


Figure 8 : Dépassement du 2ème ordre   ***figure 9: Temps de réponse du 2ème ordre***

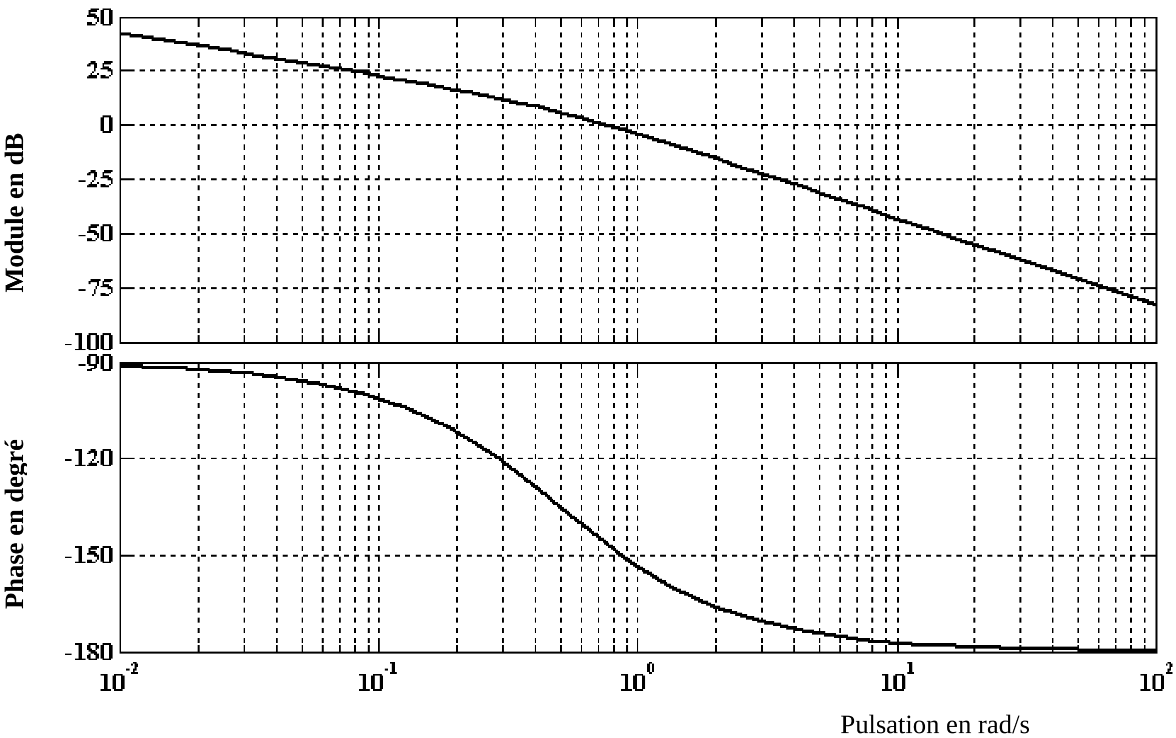


Figure 10 : Tracé de Bode de La FTBO du système non corrigé

Caractéristiques d'un correcteur à avance de phase : $C(p)=K_c\,\frac{1+a\tau p}{1+\tau p}$

Phase maximale apportée φ_M	Pulsation de φ_M	Gain à la pulsation ω_M
$\varphi_M = \arcsin\frac{a-1}{a+1} \quad \Leftrightarrow \quad a = \frac{1+\sin\varphi_M}{1-\sin\varphi_M}$	$\omega_M = \frac{1}{\tau\sqrt{a}}$	$\lvert C(\omega_M)\rvert = Kc\sqrt{a}$