

Chapitre III

Parabole de radar de poursuite

III.1 Généralité

Le radar est d'abord un projecteur d'ondes électromagnétique tout comme un projecteur lumineux, il permet d'envoyer un faisceau d'ondes dans une direction déterminée. Lorsque le faisceau est intercepté par un obstacle (avion ou navire, par exemple), celui-ci diffuse les ondes comme un avion diffuse la lumière dans la nuit lorsqu'il se trouve dans le faisceau d'un projecteur. Il faut ensuite détecter l'onde réfléchie par l'obstacle.

D'une manière semblable, le radar permet de déterminer non seulement dans quelle direction se trouve un obstacle. Cette mesure se fait de la façon suivante :

- un émetteur radioélectrique produit une impulsion brève et très puissante qui est ensuite rayonnée dans une direction déterminée par une antenne chaque fois que les ondes correspondantes rencontrent un obstacle, elles sont réfléchies (en partie ou en totalité).
- l'antenne utilisée précédemment pour l'émission, sert ensuite pour capter les ondes réfléchies par les obstacles.
- un récepteur sensible est ensuite employé pour amplifier ce signal et obtenir une image sur un écran [19].

III.2 Fonctionnement du système

On envisage l'étude de l'asservissement en position angulaire. D'un radar de poursuite destiné à connaître avec précision la position d'un mobile évoluant dans l'espace aérien.

Le système comporte une antenne parabolique émettant dans une direction précise appelée axe radioélectrique, cet axe est repéré par les angles de « site » et de « gisement » comme le montre la figure (III.1).

Des capteurs de position permettent d'avoir en permanence une image des angles θ_s et α_s . En présence d'une cible réfléchissante, l'écho reçu par la parabole dépend du « d'épointage angulaire » entre l'axe radioélectrique et la ligne de visée.

Le dispositif radar est capable de délivrer deux tensions proportionnelles aux écarts angulaires $(\theta_e - \theta_s)$ et $(\alpha_e - \alpha_s)$.

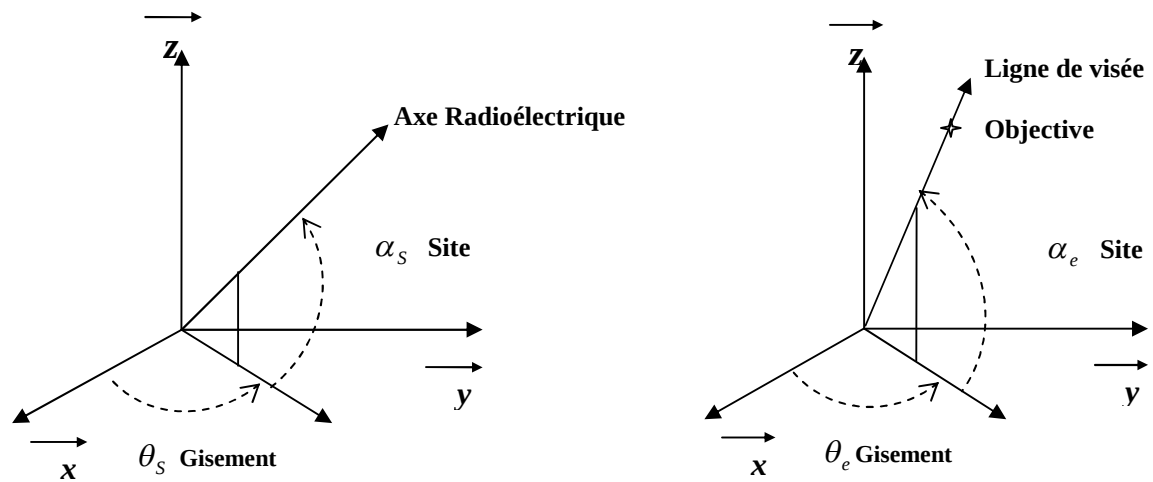


Figure (III.1) Définitions des grandeurs

On se propose d'étudier l'asservissement en gisement de la tourelle port parabole présenté sur la figure (III.2). L'asservissement en site se fera sur le même principe.

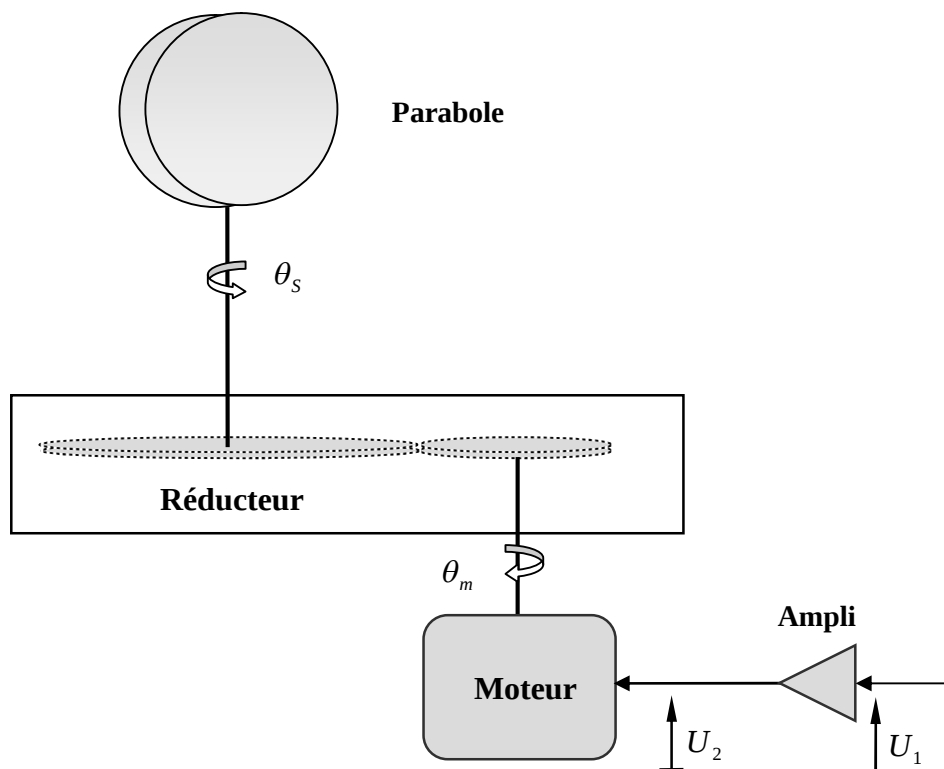


Figure (III.2) Organisation matérielle

III.3 Analyse et performance du système asservi

On admettra les hypothèses suivantes :

Le frottement est négligé.

L'inductance de l'induit du moteur est négligée.

La variation de site ne modifie pas le moment d'inertie autour de l'axe des Z.

Les valeurs numériques :

inertie de l'antenne (+ roue du réducteur) : $j_a = 15000 \text{ Kg m}^2$.

inertie du moteur (+ roue du réducteur) : $j_m = 5 \cdot 10^{-3} \text{ Kg m}^2$.

Rapport de réduction : $r = 1000$; $\theta_m / \theta_s = r$

Coefficient de vitesse du moteur : $k_m = 0,5 \text{ V / (rad/s)}$

Résistance de l'induit du moteur : $R = 0,5 \Omega$

Coefficient d'amplification de puissance : $A = 10$: $U_2/U_1 = A$

Le calcul de l'inertie total ramenée au niveau de l'arbre moteur fait appel aux notions de bases de la dynamique.

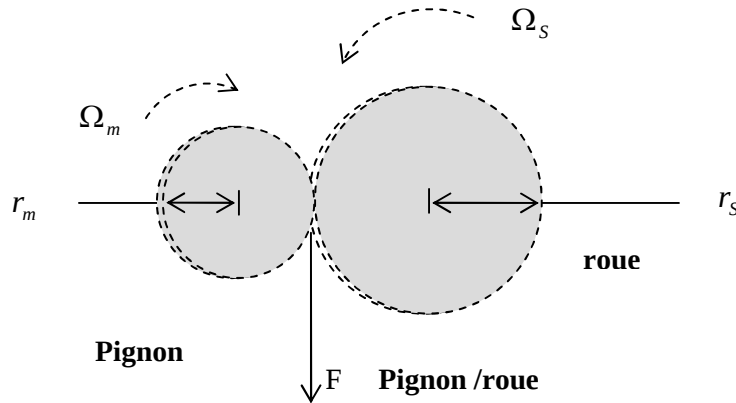


Figure (III.3) La dynamique de réducteur

On note F la force exercée par le pignon sur la roue. Le couple exercé sur la roue est :

$$C_s = F \cdot r_s = J_a \cdot \frac{d\Omega_s}{dt} \quad (\text{III.1})$$

D'où l'expression de la force :

$$F = \frac{J_a}{r_s} \cdot \frac{d\Omega_s}{dt} \quad (\text{III.2})$$

Du coté moteur on peut écrire l'équilibre :

$$C_m - F.r_m = jm \frac{d\Omega_m}{dt} \quad (\text{III.3})$$

Ce qui donne :

$$C_m = \frac{r_m}{r_s} . Ja \frac{d\Omega_s}{dt} + J_m \frac{d\Omega_m}{dt} \quad (\text{III.4})$$

Les vitesses de rotation sont liées par la relation :

$$V = \Omega_s . r_s = \Omega_m . r_m \quad (\text{III.5})$$

Donc :

$$\Omega_s = \frac{r_m}{r_s} . \Omega_m = \frac{1}{r} . \Omega_m \quad (\text{III.6})$$

Et

$$\frac{d\Omega_s}{dt} = \frac{1}{r} . \frac{d\Omega_m}{dt} \quad (\text{III.7})$$

En associant les relations (III-4) et (III-7) on obtient l'inertie J de l'ensemble sur l'arbre moteur.

$$J = J_m + \frac{Ja}{r^2} \quad (\text{III.8})$$

$$J = 0.005 + \frac{1500}{(1000)^2} = 0.02 \text{kgm}^2 \quad (\text{III.9})$$

III.3.1 Fonction de transfert

Dans le domaine temporel on a :

$$U_2(t) = R.i(t) + L . \frac{di(t)}{dt} + e(t) \quad (\text{III.10})$$

$$C_m(t) = J \cdot \frac{d\Omega_m(t)}{dt} \quad (\text{III.11})$$

On passe au domaine de la place :

$$U_2(p) = (R + L \cdot p) \cdot I(p) + E(p) \quad (\text{III.12})$$

$$C_m(p) = J \cdot p \cdot \Omega_m(p) \quad (\text{III.13})$$

Les équations électromécaniques :

$$C_m(p) = K_m \cdot I(p) \quad (\text{III.14})$$

$$E(p) = K_m \cdot \Omega_m(p) \quad (\text{III.15})$$

De l'équation (III 13) et (III 14) on tire $I(p)$

$$I(p) = \frac{J \cdot p}{K_m} \cdot \Omega_m(p) \quad (\text{III.16})$$

On remplace la valeur de $I(p)$ dans l'équation (III 12) on obtient :

$$U_2(p) = \left((R + L \cdot p) \frac{J \cdot p}{K_m} + K_m \right) \cdot \Omega_m(p) \quad (\text{III.17})$$

$$\frac{\Omega_m(p)}{U_2(p)} = \frac{1/K_m}{1 + (R + L \cdot p) \frac{J \cdot p}{K_m^2}} \quad (\text{III.18})$$

Puisque L est négligeable :

$$\frac{\Omega_m(p)}{U_2(p)} = \frac{1/K_m}{1 + \frac{R \cdot J}{K_m^2} \cdot p} \quad (\text{III.19})$$

On peut matérialiser le système sous la forme du schéma bloc donné par la figure (III .4).

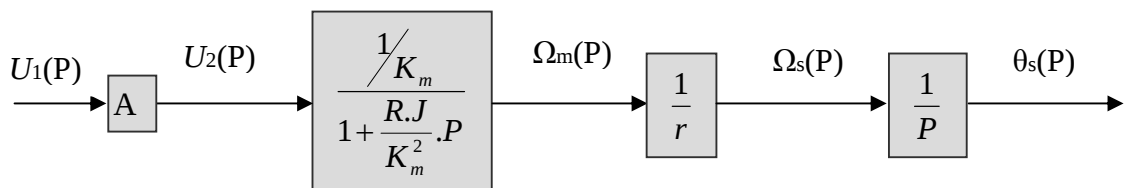


Figure (III.4) Schéma bloc en boucle ouverte

Avec :

$$A = 10 \quad , \quad K_m = 0,5 \quad , \quad \frac{R.J}{K_m^2} = 0,04 \quad , \quad r = 1000$$

Le système en boucle fermée peut se matérialiser par le schéma bloc donné par la figure (III.5).

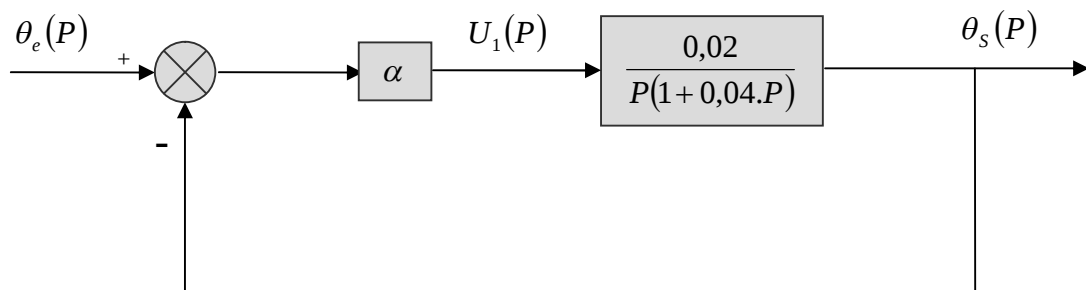


Figure (III.5) Schéma bloc en boucle fermée

On exprime la fonction de transfert :

$$F(p) = \frac{\theta_s(p)}{\theta_e(p)} = \frac{0,02.\alpha}{0,02.\alpha + p(1 + 0,04.p)} = \frac{1}{1 + \left(\frac{1}{0,02.\alpha}\right)p + \left(\frac{0,04}{0,02.\alpha}\right)p^2} \quad (\text{III } 20)$$

$$F(p) = \frac{K_f}{1 + 2Z_f \frac{p}{W_f} + \left(\frac{p}{W_f}\right)^2} \quad (\text{III } 21)$$

Avec :

W_f : La pulsation propre.

Z_f : Le facteur d'amortissement

K_f : Le gain statique.

Par identification on obtient :

$$K_f = 1 \quad , \quad W_f = \sqrt{\frac{\alpha}{2}} \quad , \quad Z_f = \frac{1}{\sqrt{0,0032 \cdot \alpha}}$$

Pour que le temps de réponse à 5% après une excitation en échelon de position soit le plus faible possible il faut que $Z_f = 0,07$

Ce qui conduit aux valeurs :

$$\alpha = 625 \text{ v/ rad} \quad Z_f = 17,68 \text{ rad / s}$$

Dans ces conditions :

$$tr \text{ à } 5 \% = 3 / W_f = 0,17 \text{ s}$$

III.4 Conclusion

Dans ce chapitre on a présentée la parabole de radar de poursuite qui est l'objet de la commande. Dans le chapitre suivant, nous allons voir les résultats offerts par quelques structures d'identification et de contrôle neuronal étudiées, à partir de ces résultats nous allons juger les capacités de ces structures neuronales d'approximation et de génération des commandes nécessaires pour la réalisation des tâches désirées.