	ICAM 2	<i>Date</i> : 13/09/2006 <i>Version</i> : 1.0 <i>Réf.</i> : Automatismes
COMPTE-RENDU	AUTOMATISME	<i>Page</i> : 1 / 8

Affaire : Automatismes	Date : dimanche 18 juin 2006 Etat : Terminé
-------------------------------	---

Asservissement d'une plateforme autonome

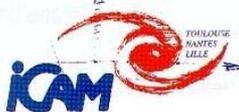
Rédaction : <div style="display: inline-block; margin-left: 100px;"> Florent PAITRAULT </div> <div style="display: inline-block; margin-left: 100px;"> florentpaitrault@yahoo.fr </div>
--

Réf. : C:\Documents and Settings\Florent\Mes documents\automrobot.docx	Nombre de pages : 8
--	----------------------------

	ICAM 2	<i>Date</i> : 13/09/2006 <i>Version</i> : 1.0 <i>Réf.</i> : Automatismes
<i>COMPTE-RENDU</i>	<i>AUTOMATISME</i>	<i>Page</i> : 2 / 8

Sommaire

1	INTRODUCTION.....	3
2	ETUDE DES MOTEURS.....	4
3	CONVERSION DES VITESSES EN DEPLACEMENTS.....	6
4	ASSERVISSEMENT DU SYSTEME	7
5	CONCLUSION	8

	<i>ICAM 2</i>	<i>Date</i> : 13/09/2006 <i>Version</i> : 1.0 <i>Réf.</i> : Automatismes
<i>COMPTE-RENDU</i>	<i>AUTOMATISME</i>	<i>Page</i> : 3 / 8

1 INTRODUCTION

Comme nous pouvons le voir dans la figure ci-dessous, nous avons une plateforme avec deux moteurs sur l'arrière et deux roues folles sur l'avant. Afin de simplifier l'asservissement du système les deux moteurs sont reliés à des cartes d'asservissement séparées s'occupant de toute la partie vitesse. La commande des vitesses se fera donc de manière numérique et via une liaison série à 119200bps. En ce qui concerne le retour d'informations il sera lui aussi assuré par les cartes d'asservissement qui délivreront la valeur instantanée des codeurs et la vitesse instantanée du moteur.

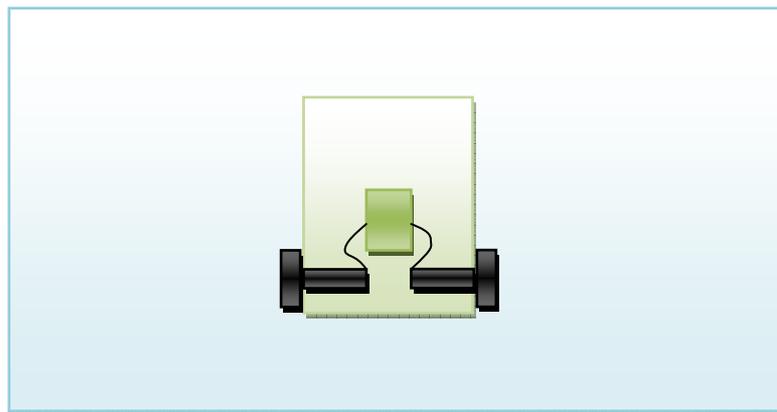


Figure 1 : Aperçu de la plateforme que nous allons utiliser

Nous avons ici un problème purement numérique, avec en entrée la position suivant X et Y, et une commande sur les deux vitesses des moteurs.

Pour réaliser cet asservissement nous allons commencer par étudier la réponse de chacun des moteurs en fonction d'une vitesse donnée. Ensuite nous allons grâce aux résultats obtenus écrire les fonctions de transfert liant la commande de vitesse des moteurs et le déplacement produit. Après cela effectué nous allons réaliser une conversion mathématique qui permettra d'avoir le déplacement suivant X et Y produit en fonction de la commande moteur. Pour terminer nous chercherons un correcteur adapté à la correction de notre système, et nous testerons l'ensemble sur le simulateur afin de valider la correction.

	ICAM 2	Date : 13/09/2006 Version : 1.0 Réf. : Automatismes
<i>COMPTE-RENDU</i>	<i>AUTOMATISME</i>	Page : 4 / 8

2 ETUDE DES MOTEURS

Nous allons maintenant étudier la réponse des deux moteurs à un échelon. Nous rappelons que ceux-ci sont déjà asservis en vitesse.

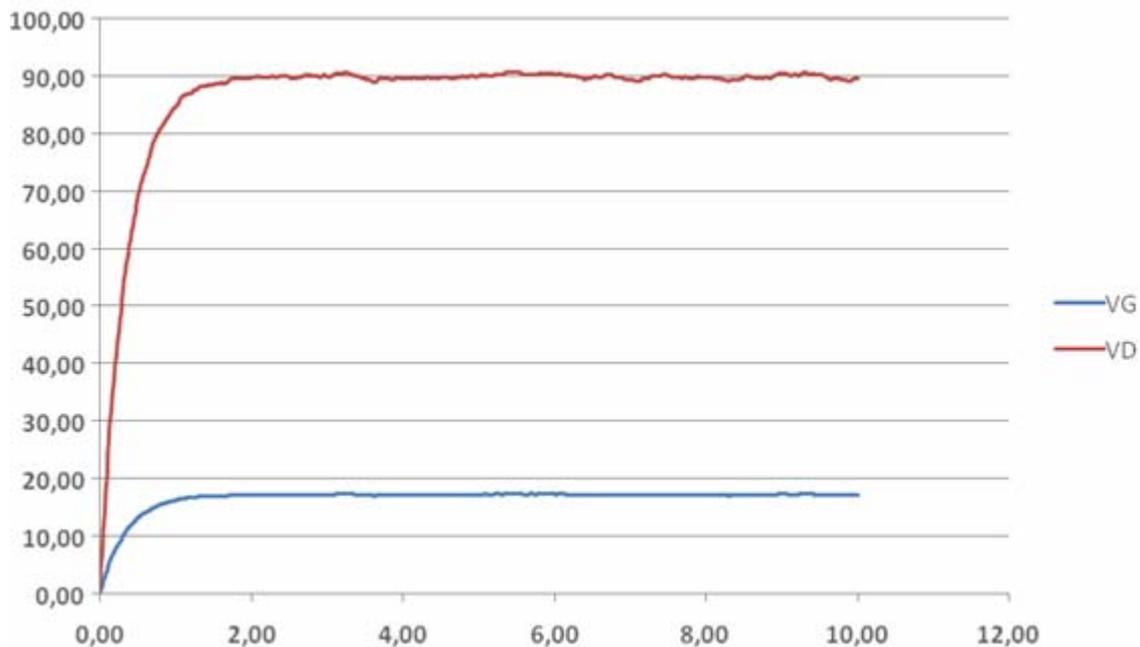
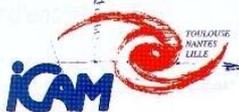


Figure 2 Réponse en vitesse du moteur gauche (VG) et du moteur droit (VD) à VD=90

D'après l'expérience nous avons pu voir que nous avons une symétrie parfaite au niveau des réponses des moteurs. Maintenant grâce à ces courbes nous allons calculer les fonctions de transfert de ces deux ensembles (moteur + carte d'asservissement). Pour cela nous estimons que nous avons affaire à un système du premier ordre (car la tangente à l'origine est quasi verticale).

Nous avons 4 fonctions de transfert à calculer : 2 par moteurs. Une pour exprimer la réponse directe du moteur et une autre pour exprimer le couplage. En effet lorsque la vitesse de commande du moteur droit est égale à 90 nous voyons que la vitesse du moteur gauche ne reste pas nulle mais tend vers les 17.

	ICAM 2	Date : 13/09/2006 Version : 1.0 Réf. : Automatismes
<i>COMPTE-RENDU</i>	<i>AUTOMATISME</i>	Page : 5 / 8

Après calculs on obtient la matrice suivante pour une période d'échantillonnage de 1/32s :

$$\begin{pmatrix} VG \\ VD \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1 - e^{-\frac{3}{32 \cdot 1.056}}}{z - e^{-\frac{3}{32 \cdot 1.056}}} & \frac{220}{1150} \left(1 - e^{-\frac{3}{32 \cdot 1.056}} \right) \\ \frac{220}{1150} \left(1 - e^{-\frac{3}{32 \cdot 1.056}} \right) & z - e^{-\frac{3}{32 \cdot 1.056}} \\ \frac{1 - e^{-\frac{3}{32 \cdot 1.056}}}{z - e^{-\frac{3}{32 \cdot 1.056}}} & 1 - e^{-\frac{3}{32 \cdot 1.056}} \\ z - e^{-\frac{3}{32 \cdot 1.056}} & z - e^{-\frac{3}{32 \cdot 1.056}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} VGc \\ VDc \end{pmatrix}$$

Équation 1 : Matrice des fonctions de transfert des moteurs

Grâce à cette matrice nous pouvons maintenant réaliser une simulation sur Matlab de la réaction de la plateforme en fonction des commandes envoyées sur les moteurs. Il faudra prendre en compte le phénomène de saturation des moteurs pour éviter certaines aberrations dans les simulations. Voici ci-dessous le modèle Matlab que nous allons utiliser :

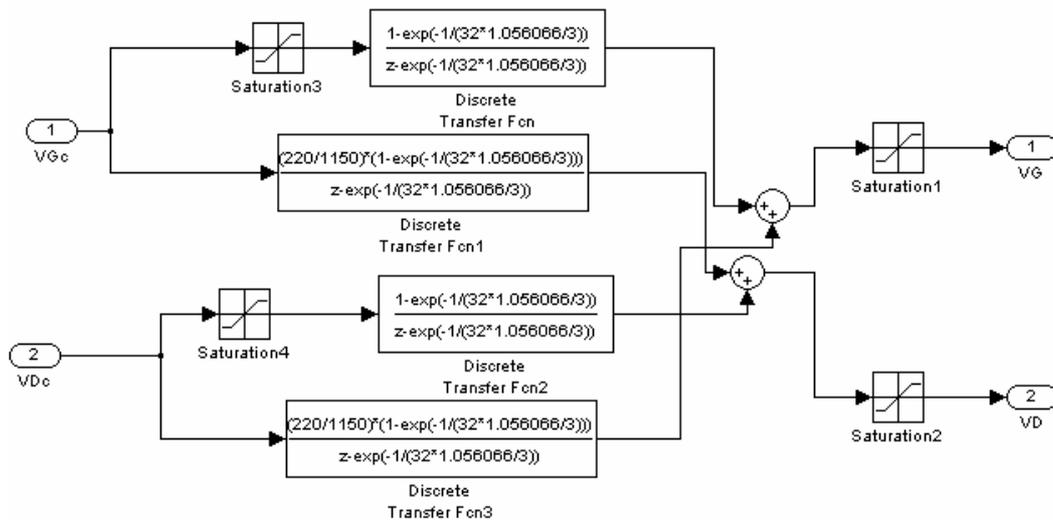
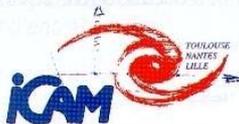


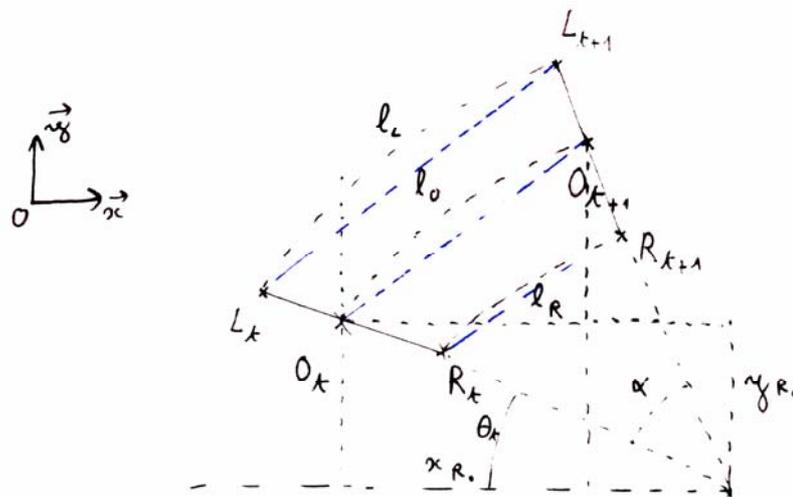
Figure 3 : Modèle Matlab des moteurs utilisé pour les simulations

	ICAM 2	Date : 13/09/2006 Version : 1.0 Réf. : Automatismes
COMPTE-RENDU	AUTOMATISME	Page : 6 / 8

3 CONVERSION DES VITESSES EN DEPLACEMENTS

Nous allons maintenant dans cette partie voir comment réaliser la conversion des vitesses des moteurs en un déplacement élémentaire suivant les X et Y dans le repère absolu du robot. Pour cela nous avons certaines données : (X, Y, α) à l'instant t , les paramètres propres au robot.

La première étape consiste en : connaître dans le repère local du robot le déplacement élémentaire $(dX, dY, d\alpha)$. Voici ci-dessous les formules mathématiques obtenues après calculs :



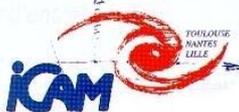
$$\alpha = \frac{l_L - l_R}{E}$$

$$\theta_{t+1} = \theta_t + \alpha$$

$$\beta = \frac{l_L + l_R}{l_L - l_R}$$

$$\begin{cases} x_{t+1} = x_t + \frac{\beta E}{2} (\cos \theta_t - \cos \theta_{t+1}) \\ y_{t+1} = y_t - \frac{\beta E}{2} (\sin \theta_t - \sin \theta_{t+1}) \end{cases}$$

Équation 2 : Relations entre la vitesse des moteurs et le déplacement élémentaire du robot

	ICAM 2	Date : 13/09/2006 Version : 1.0 Réf. : Automatismes
<i>COMPTE-RENDU</i>	<i>AUTOMATISME</i>	Page : 7 / 8

Une fois que nous avons cela il nous suffit maintenant d'intégrer ces déplacements dans le temps et de passer dans le repère absolu. Voici les équations ayant été mises en œuvre :

$$\alpha_n = \alpha_0 + \sum_{k=1}^n \Delta\alpha_k$$

$$X_n = X_0 + \sum_{k=1}^n \Delta x_k \cdot \cos(\alpha_0 + \sum_{i=1}^k \Delta\alpha_i) + \Delta y_k \cdot \sin(\alpha_0 + \sum_{i=1}^k \Delta\alpha_i)$$

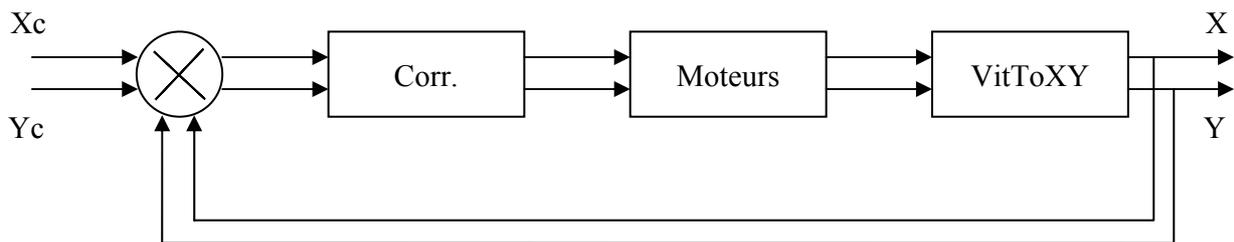
$$Y_n = Y_0 + \sum_{k=1}^n \Delta y_k \cdot \cos(\alpha_0 + \sum_{i=1}^k \Delta\alpha_i) - \Delta x_k \cdot \sin(\alpha_0 + \sum_{i=1}^k \Delta\alpha_i)$$

Équation 3 : Expressions permettant de donner la position et l'angle du robot à l'instant n

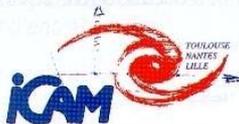
Nous savons donc maintenant relier la commande en vitesse des moteurs à un déplacement sur le plateau. L'asservissement en position de plateforme va donc pour commencer.

4 ASSERVISSEMENT DU SYSTEME

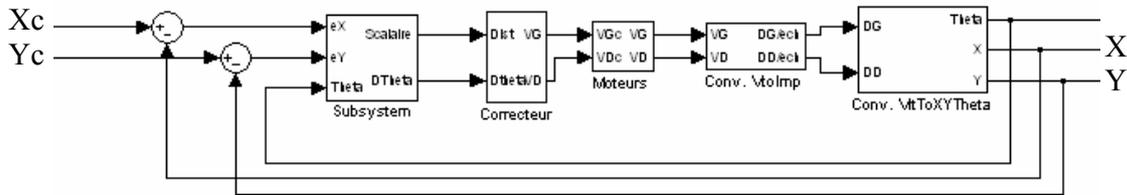
Pour réaliser l'asservissement du système nous avons remarqué tout d'abord, d'après le schéma ci-dessous, que nous ne pourrions pas avoir d'erreur statique dans notre situation car à partir du moment où l'erreur n'est pas nulle les moteurs se trouveront contraints de corriger jusqu'à annulation de celle-ci.



Afin de rendre le problème plus cohérent sur le plan physique nous avons décidé de réaliser un changement de variable supplémentaire juste avant le correcteur, dans le but d'indiquer en entrée de celui-ci la distance restante à parcourir et l'angle à effectuer pour accomplir cela. Ce changement a pour but de séparer les deux variables et de pouvoir raisonner comme sur deux systèmes mono variables (pour aller d'un point à un autre il faut effectuer 2 actions tourner et avancer).

	ICAM 2	Date : 13/09/2006 Version : 1.0 Réf. : Automatisation
COMPTE-RENDU	AUTOMATISME	Page : 8 / 8

Voici ci-dessous le modèle Matlab adopté :



Le correcteur sera une action proportionnelle. Ce qui au final nous donnera une matrice 2x2 avec sur la première colonne la correction à apporter pour effectuer la translation et sur la seconde colonne les corrections de l'action rotation. Ci-dessous le correcteur utilisé et un exemple de trajectoire simulé à l'aide de Matlab :

$$\begin{pmatrix} -0.070 & -30 \\ -0.070 & 30 \end{pmatrix} \text{ Figure 4 : Matrice de correction}$$

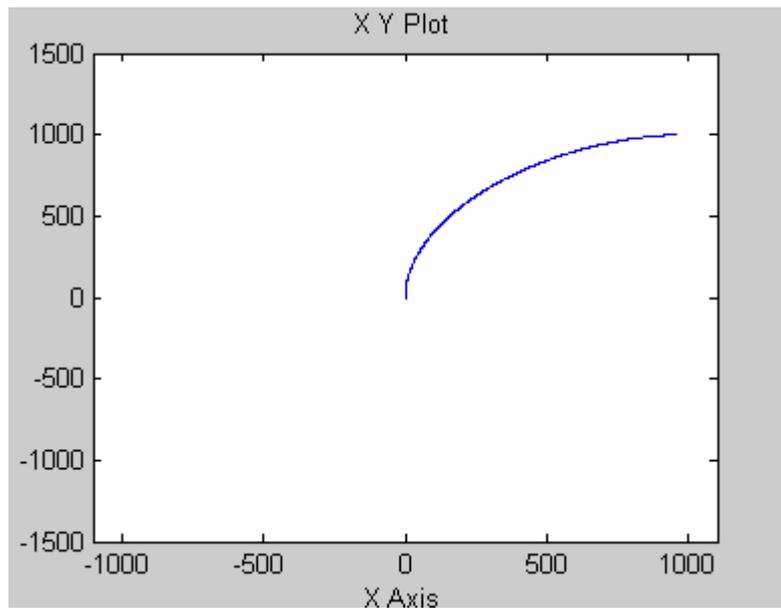


Figure 5 : Trajectoire du robot pour aller en (1000;1000)

5 CONCLUSION

Pour conclure nous pouvons indiquer que nous avons un robot ayant un très bon asservissement lui permettant d'aller très vite d'un point à un autre sans erreur. Seulement il nous reste un point faible assez important : les carte d'asservissement en vitesse du commerce sont un peu lente et de mauvaise qualité (erreurs imprévisibles, pas de quantification de la vitesse faible,...). Nous pouvons donc dire que si nous pouvions réaliser l'asservissement en vitesse et en position des deux moteurs dans le même microcontrôleur nous aurions de bien meilleurs résultats.