

SIMSYS – TD méthodes analytiques

Modélisation et analyse du mouvement d'un robot 3 axes

Contexte et problématique

L'objectif de ce TP est de modéliser et de simuler le comportement dynamique d'un robot manipulateur à 3 axes pour dimensionner ses axes moteurs. On cherchera à simuler le système en dynamique inverse par une méthode semi-analytique.

Une fois téléchargé, pensez à dézipper et ajouter au path de matlab l'ensemble des fichiers et dossiers fournis avec le sujet !

A noter qu'il est également possible de faire ce TD directement sur matlab online en chargeant le dossier dans son matlab drive.

Analyse du robot

On propose le repérage et paramétrage donné en annexe (voir annexe). On considère connues les dimensions, géométries, masses et inerties du robot.

Question 1 : Analyser l'architecture du robot. Réfléchir aux besoins opérationnels d'un tel système. Pour piloter la position du robot, quels sont les degrés de liberté nécessaires ? Combien d'équations du mouvement sont nécessaires pour obtenir un modèle dynamique du robot ?

Les données de paramétrage sont fournies en annexe. Le fichier « definition_modele_3axes.m » définit l'ensemble des données géométriques, inertielles et d'actionnement du robot.

Question 2 : Expliquer en quelques mots comment vous dimensionneriez le poids maximal portable par le robot à partir des caractéristiques géométriques et inertielles et des informations données en annexe 2.

Génération de trajectoires

On va s'intéresser à la manière dont le robot se déplace d'un point A à un point B. Ouvrir le fichier « main_simulation_modele_3axes ».

Question 3 : exécuter les lignes 1 à 32 du script. Que se passe-t-il ?

Question 4 : expliquer le fonctionnement des lignes 12 à 20. A quoi sert la fonction « gene_consignes_3axes » ? A quoi servent les specs.AX12A des paramètres du modèle ?

Définition du modèle dynamique

Nous allons à présent obtenir le modèle dynamique du robot.

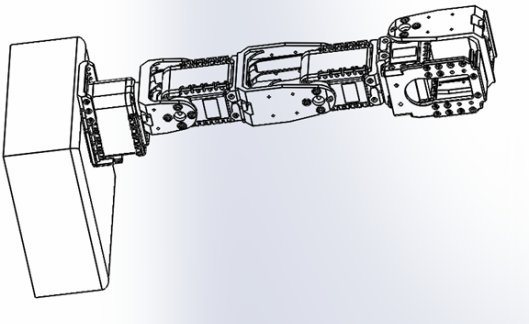
Question 5 : A partir du paramétrage proposé en annexe (paramétrage.pdf), définir le modèle dynamique du robot par la méthode de votre choix. Un squelette de modèle basé sur la méthode Lagrange est disponible sous le nom « MODELE_ANALYTIQUE_3_AXES.mlx ». Il s'agit d'un « live script » qui permet d'avoir des éléments d'affichage un peu plus « performants » qu'un simple script. Suivre la vidéo correspondante pour plus de détails.

Dynamique inverse

Question 6 : Réaliser le calcul par dynamique inverse des couples nécessaires à la réalisation de la trajectoire définie précédemment (pour cela, compléter le script fourni).

Question 7 : En regard des spécifications fournies en annexe 2, conclure quant à la faisabilité de la trajectoire proposée avec le robot. Justifier votre résultat en exploitant notamment des spécifications des actionneurs définies dans le modèle.

Annexe 1 : paramétrage



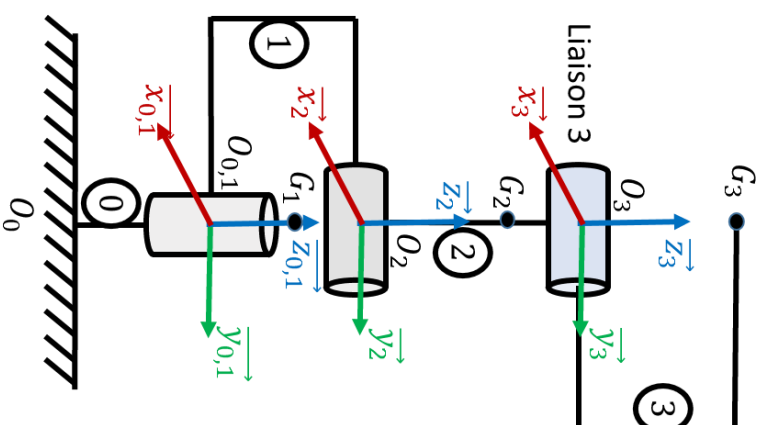
$$\begin{aligned}\overrightarrow{O_0O_2} &= b_1\overrightarrow{z_1} \\ \overrightarrow{O_2O_3} &= b_2\overrightarrow{z_2} \\ \overrightarrow{O_0G_1} &= c_1\overrightarrow{z_1} \\ \overrightarrow{O_2G_2} &= c_2\overrightarrow{z_2} \\ \overrightarrow{O_3G_3} &= c_3\overrightarrow{z_3}\end{aligned}$$

$$\bar{I}(G_1, S_1) = \begin{bmatrix} I_{xx_1} & 0 & 0 \\ 0 & I_{yy_1} & 0 \\ 0 & 0 & I_{zz_1} \end{bmatrix}_{(\overrightarrow{x_1}, \overrightarrow{y_1}, \overrightarrow{z_1})}$$

$$\bar{I}(G_2, S_2) = \begin{bmatrix} I_{xx_2} & 0 & 0 \\ 0 & I_{yy_2} & 0 \\ 0 & 0 & I_{zz_2} \end{bmatrix}_{(\overrightarrow{x_2}, \overrightarrow{y_2}, \overrightarrow{z_2})}$$

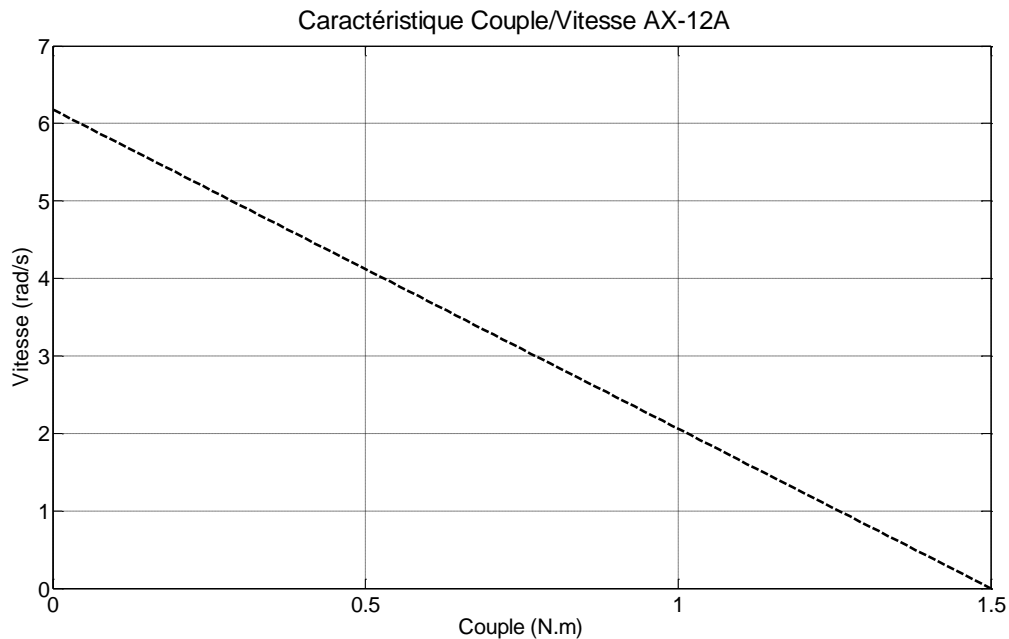
$$\bar{I}(G_3, S_3) = \begin{bmatrix} I_{xx_3} & 0 & 0 \\ 0 & I_{yy_3} & 0 \\ 0 & 0 & I_{zz_3} \end{bmatrix}_{(\overrightarrow{x_3}, \overrightarrow{y_3}, \overrightarrow{z_3})}$$

$$\begin{aligned}{}^0T_1 &= \begin{bmatrix} \cos(q_1) & -\sin(q_1) & 0 & 0 \\ \sin(q_1) & \cos(q_1) & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\ {}^1T_2 &= \begin{bmatrix} \cos(q_2) & 0 & \sin(q_2) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin(q_2) & 0 & \cos(q_2) & b_1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \\ {}^2T_3 &= \begin{bmatrix} \cos(q_3) & 0 & \sin(q_3) & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin(q_3) & 0 & \cos(q_3) & b_2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}\end{aligned}$$



Annexe 2 : caractéristiques AX12-A

Poids	55g
Inertie à vide	3.10^{-7} kg.m^2
Rapport de reduction	1/254
Rendement de reduction	60%
Tension d'entrée (V)	12V
Couple max à 12V (N.m)	1.5
Vitesse max à 12V (rad.s ⁻¹)	6.18



Resolution 0.35°

Operating Angle 300° , Endless Turn

Voltage 7V~10V (Recommended voltage: 9.6V)

Max. Current 900mA

Operate Temperature $-5^\circ\text{C} \sim +85^\circ\text{C}$

Material Engineering Plastic

Caractéristiques électriques du moteur

Résistance induit $R = 8\Omega$

Inductance $L = 5\text{mH}$

Constante de couple/de fem $K_E = 0,00681\text{V.s/rad}$

Non linéarités

Tension max (saturation) $U_{max} = 12\text{V}$

Couple de frottement

$$C_f = \mu\omega$$

Avec $\mu = 4,26.10^{-7}\text{N.m.s/rad}$