

CAPAX-6DOF® Académique

Bras manipulateur

Géométrie inverse "déterministe" ou "redondante"

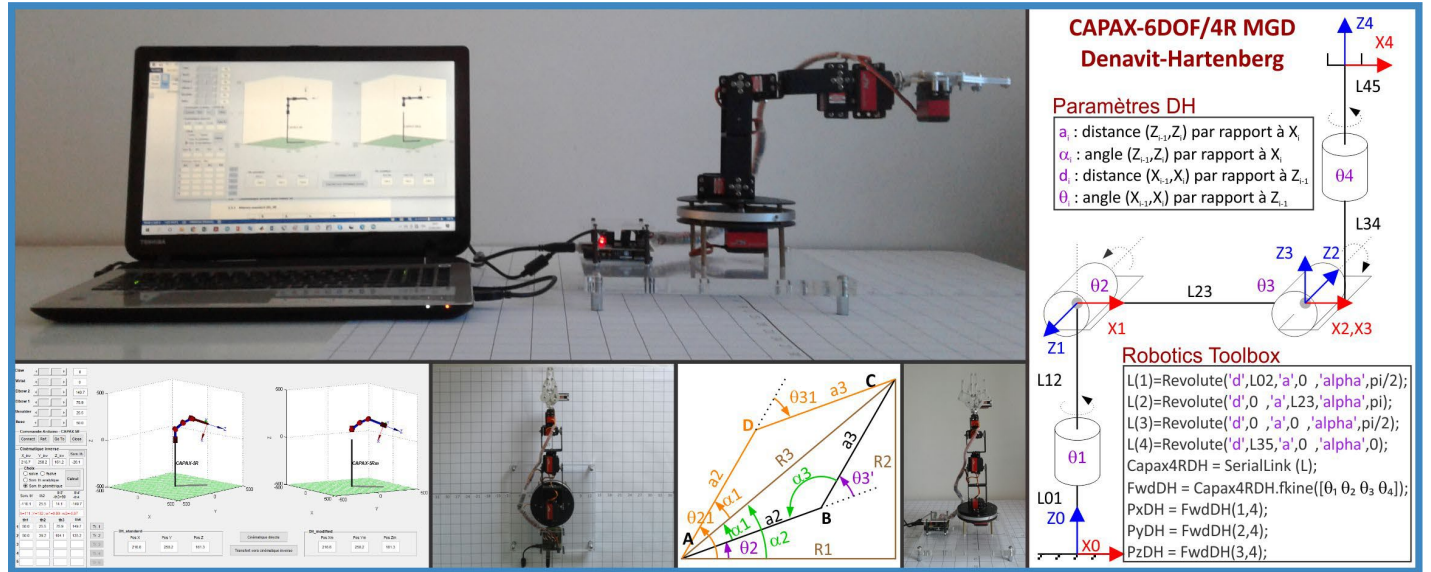


INFO-CONSULT
Systèmes Embarqués et Robotique

Résidence Essadaka - Appt. E44 - Cité Ettahrir - 2042 Tunis - Tunisie
Tél: (+216) 98269521 - Fax: (+216) 71258519 - web : www.infoconsult.tn

CAPAX-6DOF® est un bras manipulateur **académique** 6 ddl, 4 ou 5 articulations rotoïde, conçu pour le cours Robotique tous niveaux (licence, ingénieur et Master).

- ☀ **Modélisation** selon convention **DH** ou **DH modifié**.
- ☀ **Utilisation de 2 bibliothèques** : Symbolic Tool Box de Matlab et Robotic Tool Box de Peter Corke.
- ☀ **Basculement** entre **simulation** et **monde réel** avec **validation** des résultats par **une planche graduée**.
- ☀ **La déclinaison du bras en deux versions 4R ou 5R** présente un avantage indéniable pour l'étude du MGI :
 - ☀ **Le modèle 4R** admet uniquement 2 solutions (**coude en bas ou coude en haut**). Il est "déterministe".
 - ☀ **Le modèle 5R** admet un nombre de solution infini, ce qui ouvre une porte pour l'étude du **contournement d'obstacle**. Il est "redondant"
- ☀ **3 TPs** (modélisation, MGD et MGI) **prêt-à-l'emploi**.



CAPAX-6DOF® : Caractéristiques générales

1. Pour l'enseignement

- ☀ **Système ouvert** pour l'enseignement, les TP ou pour **faire de la recherche** : PFE, Master et thèse.
- ☀ **Simulation théorique avec validation pratique**.
- ☀ **Utilisation ou non de bibliothèque**.
- ☀ **Adaptable pour l'enseignement à distance**
- ☀ **Maquette ouverte** : possibilité de développer d'autres exercices ou TP autres que ceux prédéfinis.

2. Caractéristiques mécaniques

- ☀ **6 DOF** : 4/5 articulations rotoïde (servomoteur).
- ☀ **Hauteur totale du bras** : 42.8cm / 48.9 cm
- ☀ **Longueur du bras en rotation** : 32cm / 38.1 cm
- ☀ **Base** : plexiglass (15 mm).
- ☀ **Planche graduée** (36 cm par 36 cm).

3. Servomoteur

- ☀ **Alimentation** : 4.8/6V, **Couple** : 17/20 kgcm.
- ☀ **Angle de rotation** : 0 – 180°.
- ☀ **Vitesse de rotation** : 0.16 - 0.18 sec/60° (sans charge).
- ☀ **Mécanisme** : engrenage interne en métal.

CAPAX-6DOF® : Approche pédagogique

1. Etude théorique

- ☀ **Préparation au préalable du TP mode "off"** :
 - ☀ Téléchargement de l'énoncé à partir du site web.
 - ☀ Préparation de l'étude théorique du TP et mise en place des équations mathématiques.
 - ☀ Préparation de l'algorithme de programmation.
 - ☀ Familiarisation avec de nouvelles instructions.
 - ☀ Programmation sur Matlab en fonction de la version.
 - ☀ Visite des forums.
- ☀ **Téléchargement et installation des bibliothèques** : Téléchargement et méthodologie d'installation des bibliothèques en fonction de la version de Matlab.

2. Validation

- ☀ **Validation de l'étude théorique par le tapis gradué** :
 - ☀ **MGD** : Vérification des coordonnées cartésiennes de l'effecteur en fonction des angles des articulations.
 - ☀ **MGI** : Vérification des différentes solutions des angles des articulations à partir des mêmes coordonnées cartésiennes de l'effecteur.

Descriptif des TPs prédéfinis (énoncé en libre téléchargement sur www.infoconsult.tn)

Titre	Objectif	Etude théorique	Etude pratique
TP1 : Modélisation du bras manipulateur	<ul style="list-style-type: none"> ✿ Méthodologie de placement des axes selon la convention Denavit-Hartenberg (DH) et Khalil-Kleinfinger, encore appelée Denavit-Hartenberg modifiée (DH_m). ✿ Calcul des matrices homogènes pour chaque articulation. 	<ul style="list-style-type: none"> ✿ Identification des articulations et des liens. ✿ Placement de l'axe Z puis de l'axe X pour chaque articulation. ✿ Pour chaque lien i, calcul des coefficients θ_i, d_i, a_i et α_i. 	<ul style="list-style-type: none"> ✿ Calcul de la table DH pour chaque lien. ✿ Calcul de la matrice de transformation homogène pour chaque articulation. ✿ Calcul de la matrice de transformation homogène globale qui permet le calcul des coordonnées de l'effecteur par rapport à la base.
TP2 : MGD : Modèle Géométrique Direct	<ul style="list-style-type: none"> ✿ Calcul des coordonnées de l'effecteur par rapport à la base du bras manipulateur en fonction des angles des articulations et de la longueur des liens. 	<ul style="list-style-type: none"> ✿ Utilisation de la bibliothèque Matlab <code>symbolic Toolbox</code> (instruction <code>syms</code> et <code>sub</code>) ✿ Utilisation de la bibliothèque <code>Robotics Toolbox</code> de Peter CORKE (instruction <code>Revolute</code>, <code>RevoluteMDH</code>, <code>SerialLink</code>, <code>fkine</code>, <code>teach</code>). ✿ Utilisation de l'interface graphique de Matlab. 	<ul style="list-style-type: none"> ✿ Calcul des coordonnées de l'effecteur pour différentes valeurs des angles des articulations. ✿ Utilisation de l'interface graphique de Matlab pour afficher la posture du bras manipulateur. ✿ Validation de la théorie sur le bras CAPAX-6DOF par exploitation de la planche graduée.
TP3 : MGI : Modèle Géométrique Inverse	<ul style="list-style-type: none"> ✿ Calcul des angles des articulations à partir des coordonnées cartésiennes de l'effecteur et de la longueur des liens. ✿ MGI déterministe (deux solutions). ✿ MGI redondant (plusieurs solutions). 	<ul style="list-style-type: none"> ✿ Méthode algébrique (géométrique) ✿ Méthode analytique (méthode de PAUL). 	<ul style="list-style-type: none"> ✿ Implémentation du code sur Matlab pour chaque méthode. ✿ Vérification réelle sur le bras manipulateur. ✿ Détermination de la position "<i>coude en haut</i>" à partir de celle "<i>coude en bas</i>".