



# Plateforme 6 axes Stewart

Plate-forme de positionnement 6 axes

## Descriptif du système

La **Plateforme Stewart** d'Acrome offre des simulations réalistes à 6-DOF grâce à des actionneurs linéaires très sensibles, un gyroscope et un accéléromètre à trois axes. De par l'accessibilité et à la convivialité de ses composants, elle est adaptée à la simulation de systèmes réels tels que les simulateurs de vol, les machines-outils, la technologie des grues, les taureaux mécaniques, les plates-formes de positionnement de précision (Télescopes, Antennes, Chirurgie orthopédique...)

Le **système didactique Plateforme Stewart** permet aux étudiants d'aborder les grands fondements du contrôle de positionnement tels que les schémas d'espace commun, la génération de trajectoires, la cinématique parallèle...

La Plateforme Stewart se compose d'une partie opérative (réf. **AO00**) avec 6 moteurs linéaires DC, une centrale inertielle 6-DOF et un gyroscope. La partie commande intègre une interface électronique connectée à une carte de contrôle/commande. Celle-ci peut être choisie en fonction du langage de programmation souhaitée par l'équipe enseignante. Les cartes de contrôle/commande disponibles sont :

- ✓ **Carte MyRIO** permettant la programmation à partir de **LabVIEW** (réf. **AO01**)
- ✓ **Carte Arduino Mega** permettant la programmation à partir de **MATLAB Simulink** (réf. **AO02**)
- ✓ **Carte Raspberry Pi3** permettant la programmation à partir de **Python** (réf. **AC//RPi3**)

Il est possible d'acquérir une seule partie opérative et différentes cartes de contrôle/commande pour augmenter la couverture pédagogique de la Plateforme Stewart.

Ce système est accompagné de documents sous format numérique comprenant :

- ✓ Un **manuel de montage et d'utilisation**
- ✓ Un **manuel de cours et travaux pratiques**
- ✓ Les programmes **LabVIEW** et **MATLAB Simulink**

## Solutions techniques abordées

- Plateforme de positionnement 6 axes
- 6 moteurs linéaires DC
- Une centrale inertielle à 6 degrés de libertés
- Carte électronique d'interface entre la partie opérative et les cartes de commandes (myRIO, Arduino et Raspberry)
- Entièrement compatible avec LabVIEW et MATLAB Simulink
- Structure logiciel Open Source pour personnaliser les applications souhaitées

## Points forts

- La **Plateforme Stewart didactisée** permettant d'**appréhender les grands fondements du positionnement 6 axes**.
- Partie commande au choix des utilisateurs avec programmation sous **LabVIEW, MATLAB Simulink, Python**.
- Programmes Open source permettant de réaliser ces propres interfaces de commande.

Classes Préparatoires aux Grandes Ecoles  
IUT - Universités – Ecoles d'ingénieurs

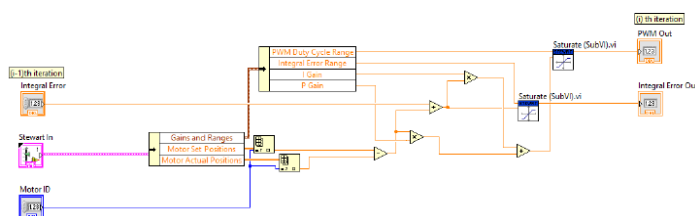
## Thématiques abordées

Mécanique, Instrumentation, Asservissement  
Electronique & Communication  
Robotique

En partenariat avec



Retrouvez la vidéo  
sur la chaîne



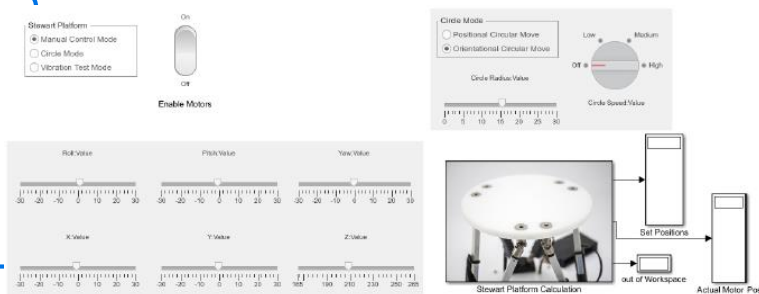
## Références

- AO00** : Plate-forme 6 axes Stewart, sans contrôle commande
- AO01** : Contrôle commande avec MyRIO
- AO02** : Contrôle commande avec Arduino Mega
- AC//RPi3** : Contrôle commande avec Raspberry Pi 3



### Efficacité des simulations

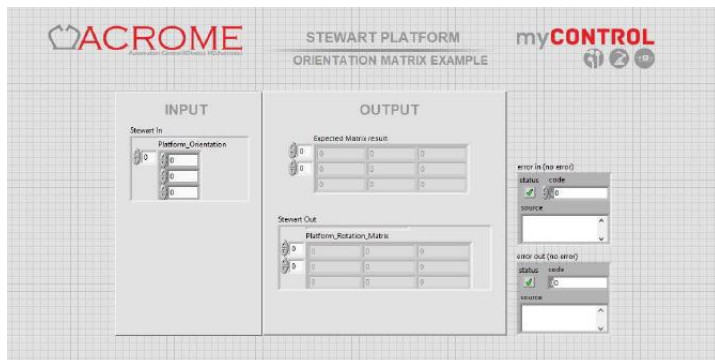
- Chaque articulation de la Plateforme Stewart est contrôlable indépendamment avec le logiciel ouvert modifiable et les utilisateurs peuvent comprendre les effets de différents types de contrôleurs sur le système.
- Grâce à une interface utilisateur simple et claire et une documentation complète, les utilisateurs ont la possibilité d'apprendre les aspects essentiels de la robotique et de couvrir facilement les concepts de conception de contrôleur robotique.



Ecran de contrôle Simulink de la plateforme

### Interface Graphique pour l'éducation

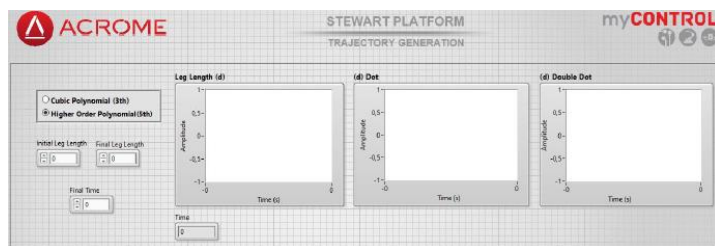
- La Plateforme Stewart est fournie avec une interface graphique « prêt à l'emploi » intégrant la visualisation d'un modèle 3D de la plate-forme
- Ce modèle 3D permet aux étudiants de vérifier leurs algorithmes, tels que la cinématique parallèle ou le générateur de trajectoire avant de l'implémenter sur la plateforme réelle.
- Le modèle 3D fait partie intégrante du logiciel et il peut être personnalisé par le logiciel LabVIEW ou MatLab.
- L'interface graphique fournie donne une idée sur la manière de développer une infrastructure simple de programmation de plateforme 6 axes



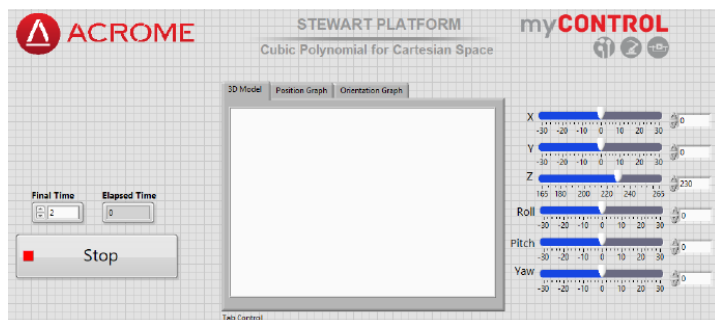
Matrice de calcul de l'orientation sur Labview

### Quelques activités pédagogiques envisageables

- ✓ INTRODUCTION
  - Définition d'un robot
  - Manipulateurs parallèles et plate-forme Stewart
  - Utilisations des plates-formes Stewart
- ✓ GÉNÉRATION DE TRAJECTOIRES
  - Introduction
  - Considérations générales sur la description et la génération de trajectoires
  - Schémas d'espace cartésien
  - Schémas d'espace commun
- ✓ SCHÉMAS D'ESPACE CONJOINT
  - Polynômes cubiques
  - Polynômes cubiques pour un chemin avec des points de passage
  - Polynômes d'ordre supérieur
  - Fonction linéaire avec mélanges paraboliques
  - Fonction linéaire avec des mélanges paraboliques pour un chemin avec des points de passage
- ✓ CINÉMATIQUE PARALLÈLE
  - Description des articulations
  - Cinématique inverse
  - Mobilité de la plate-forme Stewart
- ✓ PROGRAMMATION



Contrôle/Commande avec génération des trajectoires



Ecran « Polynome cubique pour le repère cartésien »



Curriculum Acrome disponible (En français) pour l'environnement Labview

**1 Introduction**

- 1.1 Définition d'un robot
- 1.2 Manipulateurs parallèles et plate-forme Stewart
- 1.3 Utilisations des plates-formes Stewart

**2 Composantes de la plate-forme Stewart**

- 2.1 Actionneur linéaire Actuonix P16-P avec rétroaction
- 2.2 MPU-6050 à six axes (gyroscope + accéléromètre)
- 2.3 DRV8848 (conducteur de moteur à double pont en H)
- 2.4 Boîte de distribution d'électricité ACROME
- 2.5 NI MyRIO

**3 Modulation de la largeur d'impulsion**

- 3.1 Comprendre la modulation de largeur d'impulsion (PWM)

**3.1.1 Exercice en laboratoire**

**4 Cinématique parallèle**

- 4.1 Description commune
- 4.2 Cinématique de la plate-forme Stewart
  - 4.2.1 Matrice d'orientation complète de la plate-forme Stewart
  - 4.2.2 Exercice en laboratoire : Calcul de la matrice de rotation complète pour la plate-forme Stewart
  - 4.2.3 Cinématique inverse de la plate-forme Stewart

**5 Génération de trajectoires**

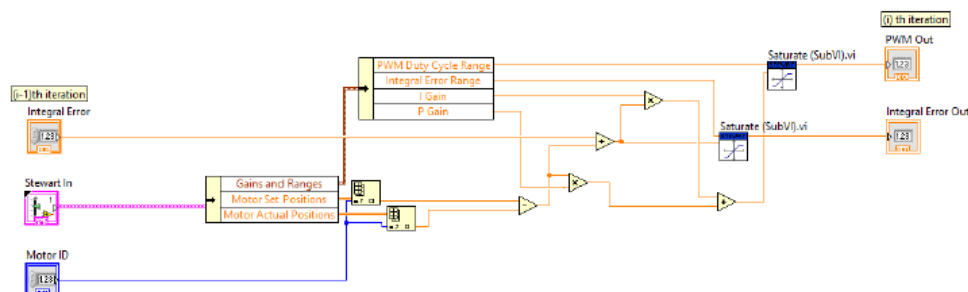
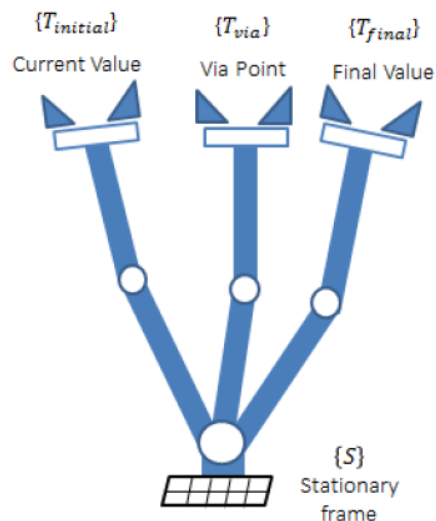
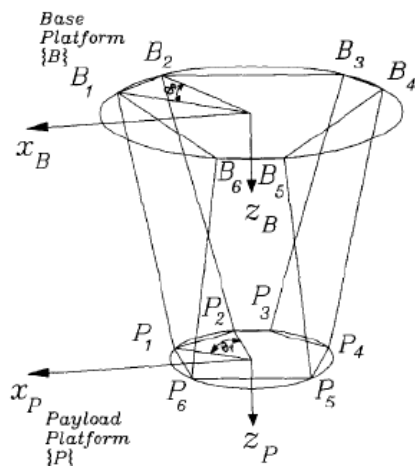
- 5.1 Introduction
- 5.2 Considérations générales sur la description de la voie et la génération
- 5.3 Schémas spatiaux cartésiens
  - 5.3.1 Polynômes cubiques
    - 5.3.1.1 Exercice de laboratoire : Polynômes cubiques pour le point unique
    - 5.3.1.2 Réponse du laboratoire : Polynômes cubiques pour le point unique
    - 5.3.1.3 Exercice de laboratoire : Polynômes cubiques pour l'espace cartésien
  - 5.3.2 Polynômes d'ordre supérieur
    - 5.3.2.1 Exercice en laboratoire : Polynômes d'ordre supérieur pour l'espace cartésien

**6 Conception du système de contrôle**

- 6.1 Contrôleur PI

**7 Programmation**

- 7.1 Démarrage rapide.VI
- 7.2 Contrôle des moteurs.VI
  - 7.2.1 Paramètres des appareils
  - 7.2.2 Mesures



Algorithme du contrôleur PI sur l'environnement Labview



**Curriculum Acrome disponible (En français) pour l'environnement MatLAB Simulink**

**1 Introduction**

- 1.1 Définition d'un robot
- 1.2 Manipulateurs parallèles et plateforme Stewart
- 1.3 Utilisations des plates-formes Stewart

**2 Composantes de la plateforme Stewart**

- 2.1 Actionneur linéaire Actuonix P16-P avec rétroaction
- 2.2 MPU-6050 à six axes (gyroscope + accéléromètre)
- 2.3 DRV8848 (conducteur de moteur à double pont en H)
- 2.4 Boîte de distribution d'électricité ACROME
- 2.5 Arduino Mega 2560

**3 Modulation de la largeur d'impulsion**

- 3.1 Comprendre la modulation de largeur d'impulsion (PWM)
- 3.1.1 Exercice en laboratoire

**4 Cinématique parallèle**

- 4.1 Description commune
- 4.2 Cinématique de la plateforme Stewart
  - 4.2.1 Matrice d'orientation complète de la plateforme Stewart
  - 4.2.2 Exercice en laboratoire : Calcul de la matrice de rotation complète pour la plateforme Stewart
  - 4.2.3 Cinématique inverse de la plateforme Stewart

**5 Génération de trajectoires**

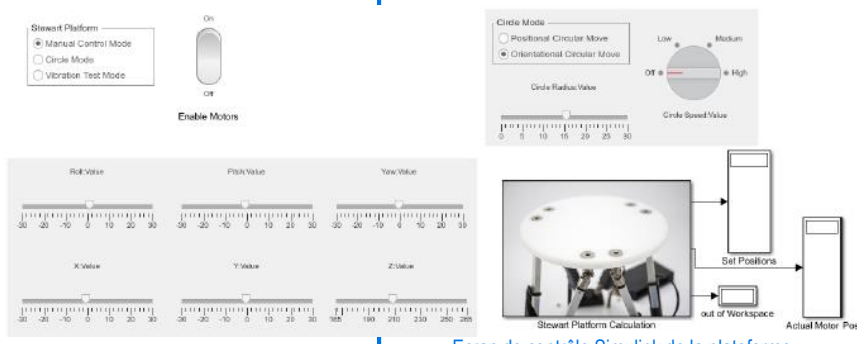
- 5.1 Introduction
- 5.2 Considérations générales sur la description de la voie et la génération
- 5.3 Schémas spatiaux cartésiens
  - 5.3.1 Polynômes cubiques
    - 5.3.1.1 Exercice de laboratoire : Polynômes cubiques pour le point singulier
    - 5.3.1.2 Réponse du laboratoire : Polynômes cubiques pour le point singulier
    - 5.3.1.3 Exercice de laboratoire : Polynômes cubiques pour l'espace cartésien
  - 5.3.2 Polynômes d'ordre supérieur
    - 5.3.2.1 Exercice en laboratoire : Polynômes d'ordre supérieur pour l'espace cartésien
  - 5.3.3 Exercice en laboratoire : Exemple de trajectoire de la plateforme Stewart

**6 Conception du système de contrôle**

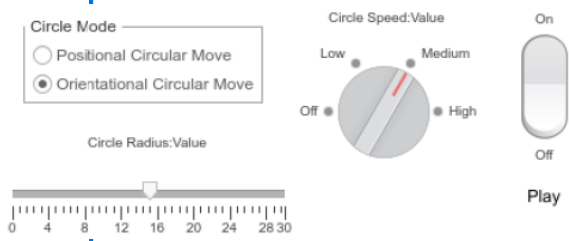
- 6.1 Contrôleur PI

**7 Programmation**

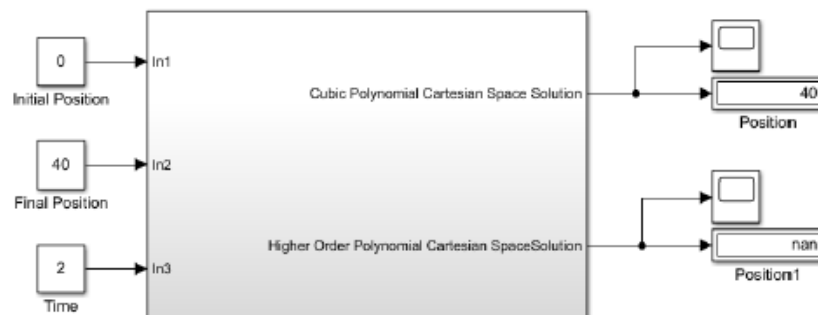
- 7.1 Modèle Stewart\_Platform Simulink
- 7.2 Stewart avec le modèle Simulink du jeu
- 7.3 Paramètres des appareils



Ecran de contrôle Simulink de la plateforme



Ecran de contrôle du mode circulaire



Modèle Simulink Génération de trajectoires