

DMS Formation

L'ingénierie créative pour un *enseignement de qualité*

Mise en oscillation
(Caractéristiques cinétiques)

Centrale inertielle

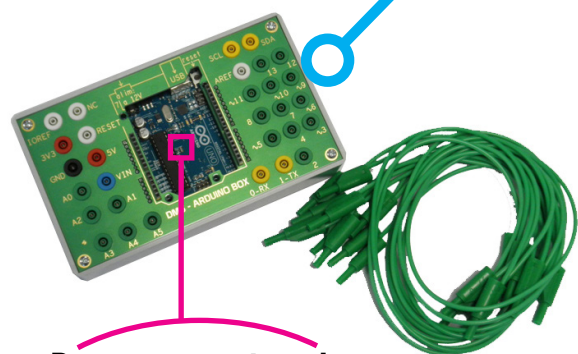
Moteurs brushless triphasés
avec capteurs de vitesse

Capteur d'effort
&
Anémomètre

Microcontrôleur
dsPIC 10µs

Machine à état

Programmation de
la structure discrète
Scilab et/ou Matlab



D2C
DRÔNE DIDACTIQUE
CONTRÔLÉ



DESCRIPTIF



Le Drone Didactique Contrôlé met en oeuvre les technologies qui constituent les drones. Le système D2C permet de tester les solutions technologiques de contrôle commande d'un système asservi.

Les exploitations pédagogiques permettent d'analyser, de simuler et d'expérimenter les technologies de l'information et de la communication embarquée et nécessaires au contrôle / commande d'un drone.

Ce système est un support idéal pour les nouveaux enseignements des Sciences Industrielles pour l'Ingénieur en Classe Préparatoire aux Grandes Écoles. Il permet d'acquérir les compétences, les savoir-faire et les connaissances des nouveaux programmes.

Le D2C se compose d'une enceinte sécurisée avec :

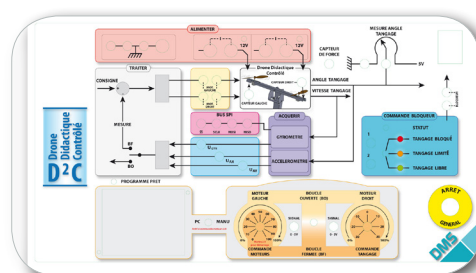
- Un support pivotant mû par deux moteurs brushless (avec capteurs de vitesse) reproduisant le corps d'un drone dans sa capacité de tangage.
- Une centrale intertielle (accéléromètre et gyromètre) permettant d'obtenir les informations nécessaires à la gestion de l'asservissement de tangage.
- Un microcontrôleur dsPIC assurant le contrôle commande ainsi que les communications entre le système et l'interface de la motorisation.

Le pilotage du Drone Didactique Contrôlé s'effectue :

- soit par le pupitre avec possibilité de commande en boucle ouverte et la boucle fermée dans différentes configurations
- soit par un interface PC sur laquelle s'effectuent les commandes et les acquisitions de toutes les grandeurs
- soit par l'ensemble «Arduinobox» qui peut-être connecté au système et traiter les échanges entre les capteurs, les actionneurs et l'ordinateur PC.



Drone Didactique Contrôlé : D2C



Pupitre de contrôle / commande



Arduinobox



Le D²C permet d'aborder les **compétences** et **connaissances** des nouveaux programmes, et plus particulièrement :

	Désignation séquence	Description
Asservissements	Optimiser l'asservissement de tangage du drone	Obtenir le vol stable d'un quadrirotor n'est pas chose facile ; la mise en place de boucles d'asservissement autour de la centrale inertielle et de correcteurs dans le micro-contrôleur permettent d'atteindre cet objectif.
Cinétique	Recherche des caractéristiques cinétiques du drone	Les systèmes de contrôle d'un drone doivent être réglés et ajustés en tenant compte de ses caractéristiques cinétiques (inertie). Il s'agit d'obtenir par différentes méthodes, le moment d'inertie du balancier complet du drone didactique par rapport à son axe de rotation.
Dynamique	Etude dynamique du tangage du drone	On montre que l'étude complète du comportement d'un drone quadrirotor dans l'espace à trois dimensions peut être séparée (moyennant des démarches de linéarisation à l'ordre 1) en quatre études indépendantes décomposées en différents « sous-systèmes » d'équations (démarche traitée dans le sujet de modélisation du concours X-Cachan PSI 2013, question 20).
Evenements discrets	Le traitement numérique des signaux pour le contrôle du tangage du drone	L'unité de traitement du drone didactique D2C (issue de l'unité de traitement d'un drone de loisir) est constituée d'un microcontrôleur DsPic30 fabriqué par Microchip. Il s'agit dans ce TP de remplacer ce dispositif de traitement par un système plus accessible constitué d'une carte à microcontrôleur Arduino dans laquelle on pourra charger différents programmes ; Les programmes chargés dans le microcontrôleur Arduino seront modifiés par des améliorations successives, pour tenter d'obtenir un asservissement performant, permettant de contrôler le tangage du drone didactique. La progression proposée permettra de réaliser le contrôle du drone D2C à l'aide de deux boucles d'asservissement imbriquées : une boucle de vitesse (de tangage) à l'intérieur de la boucle de position (de tangage).
Machine-Etats	Programmation de machine à états : La procédure de mise en service du drone	Lors de la mise en énergie du drone, la centrale inertielle doit transmettre au calculateur ses valeurs de référence. Néanmoins ces valeurs de référence doivent être relevées lorsque la centrale est parfaitement stabilisée, en position horizontale : il est donc nécessaire de réaliser une procédure d'initialisation. Sur un drone réel, l'utilisateur doit poser la machine quelques instants sur une surface horizontale pour réaliser cette phase d'initialisation ; Sur le drone didactique, c'est le « servo-bloqueur » qui positionne automatiquement le balancier à l'horizontal quelques instants, après la mise en énergie, pour que le micro-contrôleur puisse récupérer les valeurs de référence de la centrale inertielle.
Traitement numérique	Le traitement numérique des signaux dans le micro-contrôleur du drone	Les éléments de traitement du signal (intégrateurs, filtres, correcteurs ...) que l'on trouve dans les schéma-blocs peuvent être réalisés physiquement de plusieurs manières : - avec des composants électroniques passifs (résistances, condensateurs, selfs ...) - avec des composants électroniques actifs (transistors, amplificateurs opérationnels ...) - avec des composants programmés (micro-contrôleurs, circuits logiques programmables FPGA ...) Ce TP met en évidence leur utilisation avec le composant programmé micro-contrôleur

DOCUMENTS D'ACCOMPAGNEMENTS

Le système à enseigner « DRÔNE DIDACTIQUE CONTRÔLÉ » est fourni avec des documents d'accompagnement sous la forme numérique :

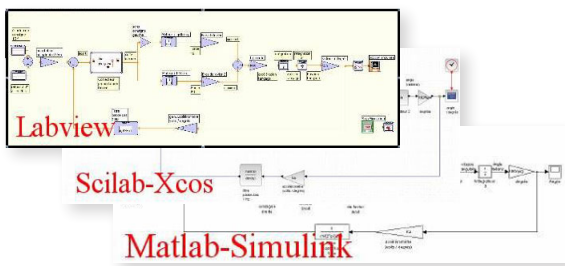
- un dossier technique avec description et définition du système, modélisation, simulation et caractéristiques propres à la didactisation ainsi que la définition des déclinaisons.
- *Un dossier pédagogique complet proposant :*
 - une présentation des Travaux Pratiques avec des tableaux récapitulatifs par centres d'intérêts et un ensemble de fiches génériques TP.
 - des travaux pratiques complètement développés par centres d'intérêt avec des corrigés mettant en oeuvre la démarche de l'ingénieur.
 - une proposition ergonomique des postes en îlots pour un travail en équipe dans un Espace Numérique de travail.
- Un dossier ressources contenant des ressources pédagogiques destinées à l'élaboration des fiches de formalisation et des ressources technologiques, présentant des informations complémentaires susceptibles d'enrichir la culture scientifique et technologique des étudiants.



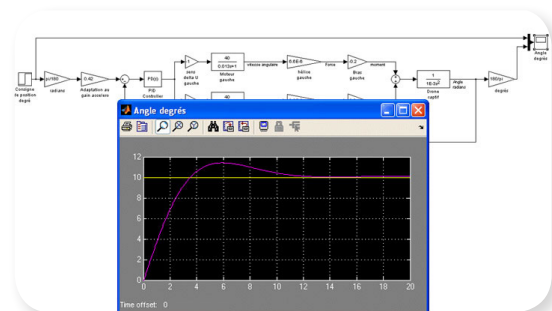
Travail organisé autour d'îlot



Environnement multimédia d'apprentissage



Modélisations sous Scilab et/ou Matlab



Asservissements

POUR COMMANDER

Le système à enseigner « DRÔNE DIDACTIQUE » est proposé à travers deux références :

- La référence **CPGE3100** comprends le Drone Didactique Contrôlé, ses accessoires ainsi que les documents d'accompagnements pour les enseignements CPGE.
- La référence **CPGE3110** correspond au complément ArduinoBox.