

C
P
G
E

PTSI - PT
PCSI - PSI
TSI

Catalogue

2017-2018

PIXIO



GIMBLESS

BGR 300



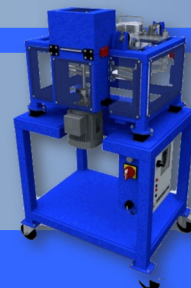
HEMOMIXER V2



COMAX



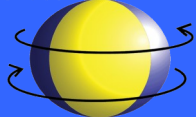
EGRENEUR



DIDASTEL



PROVENCE



PIXIO

Robot Caméraman Suiveur Autonome



"PIXIO" est un robot caméraman "suiveur" qui filme aussi bien en intérieur qu'en extérieur. Grâce à son propre dispositif de géolocalisation utilisant des balises radios, ce robot est capable de suivre sa cible équipée d'une montre spéciale jusqu'à 100 mètres.

Ce système comporte un robot "PIXIO" (SYSTEME SOUHAITÉ) fonctionnel, conçu par la société MOVE'N SEE et modifié spécialement pour DIDASTEL PROVENCE (Accès en temps réel et en fonctionnement à ses données de géolocalisation par liaison USB).
Sur le même châssis et aligné sur le même axe, un robot "LABO" (SYSTEME RÉEL) reprenant les caractéristiques du système souhaité, s'utilise soit "seul" en banc d'asservissement ou bien en association avec le robot "PIXIO" et ses données de géolocalisation pour suivre la montre et ainsi mesurer les écarts entre les deux systèmes.
Le système est accompagné de tous ses accessoires (balises radios et montre spéciale) permettant de mettre en oeuvre un "GPS LOCAL" en laboratoire.

CONSTITUTION ET CARACTERISTIQUES

Le **ROBOT MOVE'N SEE PIXIO** se compose d'un bloc en matière plastique (ABS) sur lequel est installé un caméscope.
A l'intérieur de la partie tournante, se trouvent :

- Un motoréducteur ;
- Une carte électronique de munie de composants radio (6,5GHz) ;
- Une batterie ;
- Une série d'antennes.

Les **BALISE PIXIO** comportent un émetteur/récepteur radio (6,5GHz) et une batterie.

ROBOT LABO ET CHÂSSIS SYSTEME :

- Le robot caméraman "ROBOT LABO" se compose d'un bloc cubique sur lequel est installé une WebCam.
- l'ensemble est monté sur un actionneur rotatif (motoréducteur à courant continu) fixé sur un châssis.
- Le châssis du "ROBOT LABO" comporte à l'arrière un pupitre de mesure.

A l'intérieur du pupitre de mesure, se trouvent :

- une carte de pilotage du motoréducteur (EPOS) ;
- une alimentation à découpage ;
- un "hub" USB destiné au raccordement des équipements .



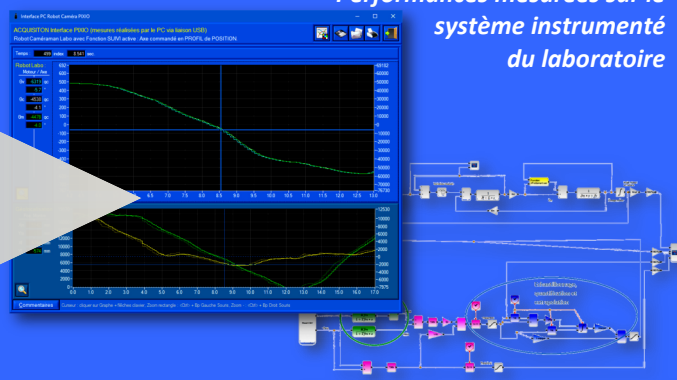
Du système réel



Au système instrumenté



Performances mesurées sur le système instrumenté de laboratoire

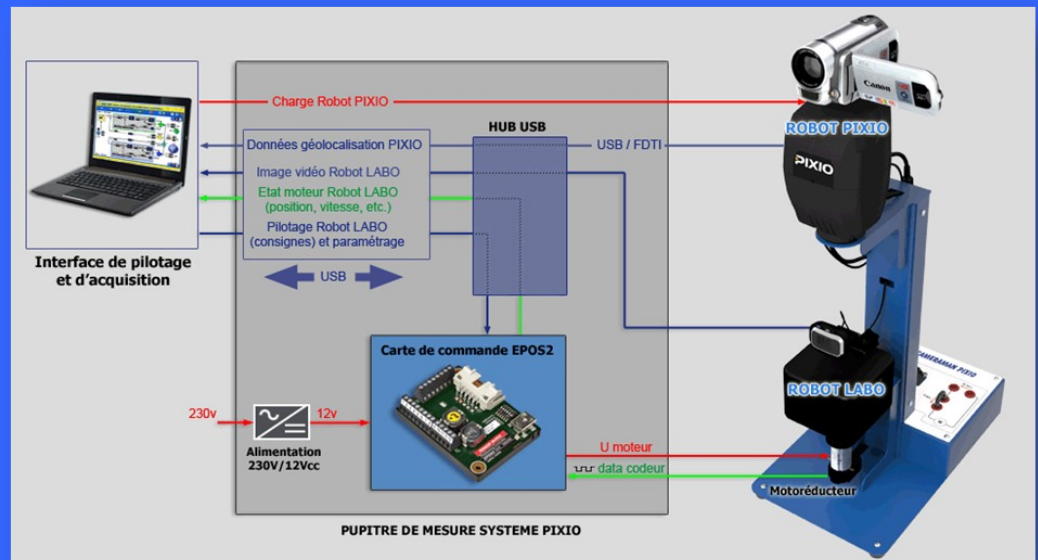


ARCHITECTURE SYSTEME :

Le robot LABO est une version «simplifiée» du robot PIXIO. Il est installé sur le châssis du système juste au dessous du PIXIO.

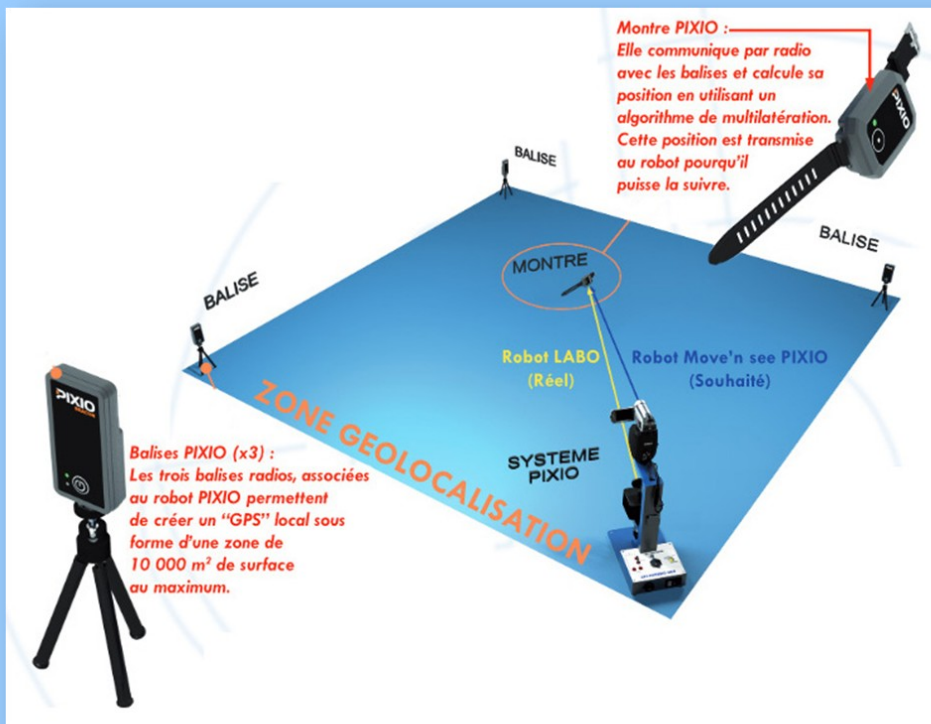
Les caractéristiques de sa motorisation sont très proches de celle du robot PIXIO.

Les deux robots (PIXIO et LABO) ont leur axe de rotation (ci-dessus en pointillés) alignés sur le plan vertical et comme sur le robot PIXIO, le robot LABO embarque une



3 Objectifs du robot LABO :

- Fonctionner seul en banc d'asservissement :**
 - Réglage des paramètres d'asservissement (« PI » courant, « PID » position)
 - Acquisitions réponse de l'axe aux sollicitations classiques
 - Mesures électriques (courant et tension) via le pupitre de mesures du système
- Fonctionner en association avec le robot PIXIO et ses données de géolocalisation**
 - Suivi de la montre avec réglage du filtrage de sa position brute, du calcul de l'angle de visée de celle-ci avec extrapolation ;
 - Mesure des écarts entre les deux robots en fonctionnement (PIXIO et LABO)
 - Visualisation du cadrage de sa caméra sur le sujet en mouvement etc..
- Fonctionner avec des données de géolocalisation simulées**
 - Suivi d'une montre « virtuelle » avec réglage du filtrage de sa position brute, du calcul de l'angle de visée de celle-ci avec extrapolation



LA GEOLOCALISATION

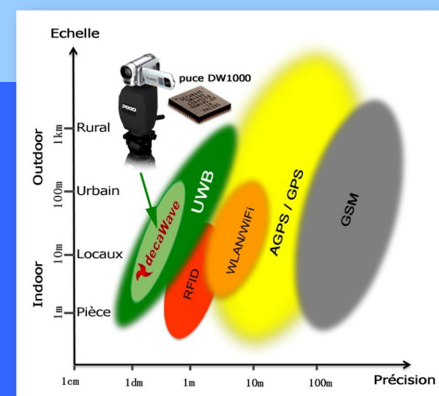
PIXIO utilise la technologie "UWB" au travers d'un composant radio "DW1000" fabriqué par « DecaWave ».

Ce choix permet de garantir une très bonne précision (10cm) et pour une échelle d'utilisation (100m) qui couvre aussi bien le domaine "Indoor" que "Outdoor".

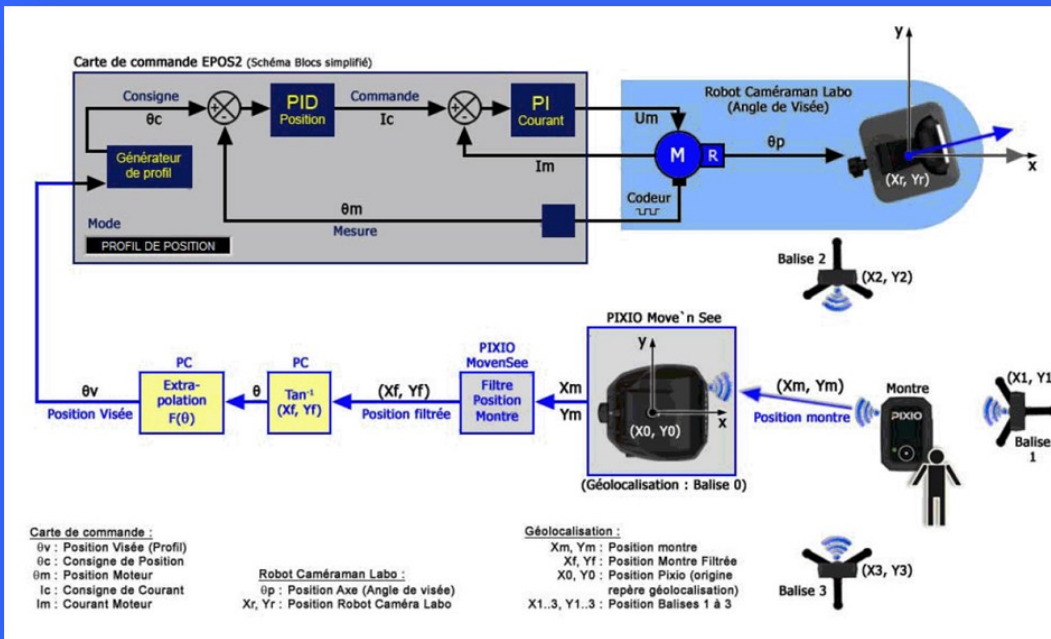
DecaWave utilise une combinaison de protocoles ultralarge bande et de la bande 3,5 GHz à **6,5 GHz** (PIXIO) pour produire des débits de données plus élevés moins exposés aux interférences. Elle fonctionne à des débits de données de 110 kbps, 850 kbps et 6,8 Mbps, et grâce aux fréquences plus élevées, permet également de localiser des objets balisés en intérieur et en extérieur **dans un rayon de 10 cm.**

La géolocalisation "Indoor" se base sur des technologies sans fil que sont principalement le Wi-fi, le Bluetooth et l'UWB (Ultra Wide Band). La RFID (Radio Frequency Identification), via des puces actives ou passives, est également utilisée pour la géolocalisation d'équipements. C'est actuellement et par exemple sur un mix de signaux Wi-Fi et Bluetooth que sont basées de nombreuses solutions du marché à destination des smartphones.

La géolocalisation "Outdoor" utilise en général une constellation de satellites comme le GPS et son système "assisté" dit "AGPS" ou encore le réseau terrestre de d'antennes GSM.



SYNOPTIQUE DE LA FONCTION SUIVI:



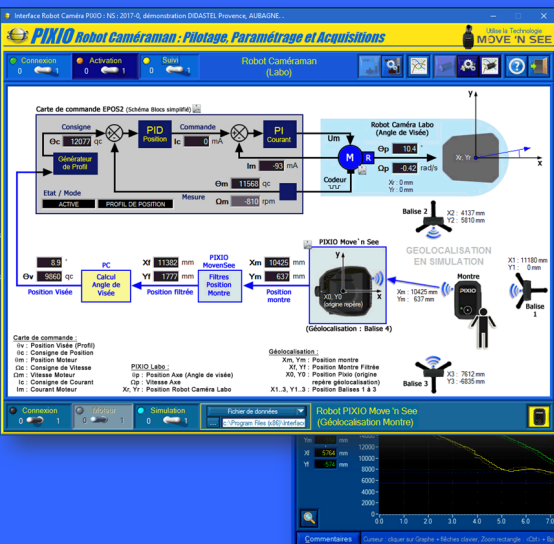
Ce schéma bloc décrit la fonction de suivi de la montre par le système pédagogique PIXIO :

- En bas au centre, le robot PIXIO de MOVE'N SEE avec sur sa droite, sa montre et ses 3 balises ;
- En haut à gauche, la carte de commande EPOS2 (schéma bloc simplifié) avec sur sa droite, le robot LABO et son motoréducteur équipé d'un codeur.
- Entres les deux, une série de trois blocs de traitement des données de géolocalisation issues du PIXIO et qui permettent d'obtenir la « Position Visée θv » :

Le bloc grisé « Filtre Position Montre » (désactivable via l'IHM) développé par MOVE'N SEE qui permet d'obtenir les coordonnées Xf et Yf de la montre (issus du filtrage des coordonnées brutes Xm et Ym) ;
 o Les deux blocs jaunes « PC » (Cf 3.4.2.1 et 3.4.2.2) qui sont mis à disposition de l'élève pour lui permettre, par paramétrage et choix de filtres, de s'approcher au plus près des performances du bloc « Filtre Position Montre » développé par MOVE'N SEE.

L'Environnement Multimédia intuitif :

- Menu d'accueil interactif avec navigation intuitive
- Description contextuelle du fonctionnement
- Description détaillée du système PIXIO et de chaque sous-ensemble fonctionnel E/R radio HF, Montre radio HF,...
- Synoptique complet de la fonction de suivi
- Architecture système (PIXIO réel + PIXIO Labo)
- Accès interactif à la totalité des constituants et leurs caractéristiques
- Guide interactif étapes par étapes pour la mise en œuvre et l'exploitation du système
- Aide sur les techniques de géolocalisation
- Aide sur le principe de multilatération



Le système "PIXIO" est piloté par une Interface de Paramétrage, Pilotage et Acquisition sur PC (raccordement au système par câble USB) :

- Visualisation en temps réel des grandeurs physiques des boucles de régulation sur synoptique animé
- Visualisation des données de Géolocalisation et Cartographie de la position de la Montre PIXIO (cible à suivre)
- Réglage des paramètres des blocs :
- Filtres Position Montre
- Calcul Angle de Visée avec extrapolation
- Réglage des paramètres d'asservissement (Robot LABO) :
 - PI courant
 - PID position
- Image vidéo délivrée par la caméra USB du robot LABO
- Acquisitions réponses de l'axe du robot LABO aux sollicitations classiques
- Sauvegarde, chargement, exportation des acquisitions

ACTIVITES CPGE:

Première Année :

TP1 : Géolocalisation et filtrage des données de la montre

- Mise en oeuvre du suivi de montre sur le robot industriel Pixio ;
- Analyse du fichier de points transmis par la chaîne d'information au « robot labo » : données, période d'échantillonnage ;
- Analyse de la procédure de géolocalisation de la montre ;
- Modélisation de la chaîne d'information du système Labo ;
- Influence des paramètres (gain, constante de temps) du filtrage des données de la montre sur la qualité de l'image en mode suivi.

TP2 : Modélisation de l'asservissement de position du robot « Labo »

- Mise en oeuvre du suivi des positions enregistrées dans un fichier de géolocalisation de la montre ;
- Modélisation de l'architecture de l'asservissement de position : chaîne d'énergie et chaîne d'information ;
- Modélisation acausale de l'asservissement en position de l'axe ;
- Identification et validation d'un modèle causal de l'asservissement de position de l'axe : comparaison entre les courbes simulées et mesurées ;
- Validation des performances par simulation et comparaison aux mesures.

TP3 : Amélioration des performances par extrapolation de la consigne de position

- Evaluation des conséquences sur la qualité de l'image de la différence de période d'échantillonnage entre la géolocalisation et la consigne en position de l'asservissement en position ;
- Approche numérique de l'extrapolation du premier ordre ;
- Evaluation et validation des performances obtenues avec ou sans extrapolation des points de géolocalisation.

TP4 : Influence des non linéarités

- Validation du comportement fréquentiel d'un modèle causal de l'axe asservi en position ;
- Influence des jeux du réducteur et de l'extrapolation sur la qualité de l'image filmée.

Deuxième Année :

TP1 : Modélisation causale de l'asservissement en position du « robot

- Mise en oeuvre du suivi des positions stockées dans un fichier de géolocalisation de la montre ;
- Modélisation de l'architecture de l'asservissement de position : chaîne d'énergie et chaîne d'information ;
- Identification et validation d'un modèle causal de l'asservissement de position de l'axe : comparaison entre les courbes simulées et mesurées ;
- Validation du modèle avec différents types d'entrées : entrée en échelon, en trapèze de position, sinusoïdale.

TP2 : Réglage des correcteurs de l'asservissement de position

- Validation du modèle d'asservissement de position fourni ;
- Validation du réglage du correcteur PI de la boucle de courant ;
- Réglage en simulation du correcteur PID de position composé du produit d'un correcteur à avance de phase et d'un correcteur PI ;
- Validation des réglages et des performances par implantation des coefficients déterminés sur le système réel.

TP3 : Modélisation des non linéarités

- Evaluation des conséquences sur la qualité de l'image de la différence de période d'échantillonnage entre la géolocalisation et l'asservissement en position ;
- Influence et modélisation des jeux du réducteur sur la qualité de l'image filmée ;
- Implantation numérique de l'extrapolation du premier et du second ordre du signal de consigne de position issu des données de géolocalisation.



Un système de laboratoire réel et instrumenté

La Nacelle GIMBLESS: Une nacelle à main BRUSHLESS 3 axes

GIMBLESS est une nacelle 3 axes brushless offrant une liberté de mouvements totale et une stabilité impossible à atteindre avec un steadyCam traditionnel.

NAVEOL et son module NAV-STAB :

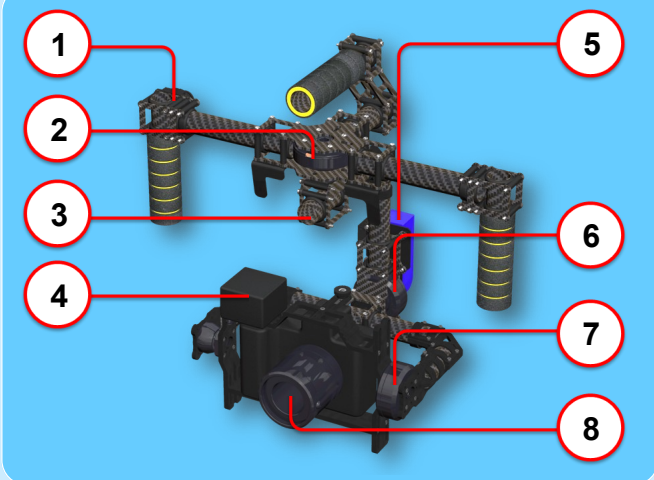
NAVEOL a développé le module électronique NAV-STAB dédié à la stabilisation de caméras ou d'antennes embarqués sur des aéronefs.

NAV-STAB est exploité par Canal+ pour filmer les matchs de foot de ligue 1 (et sera utilisé probablement pour l'Euro2016). Il est monté sur un ballon captif gonflé à l'hélium à 150m au-dessus du Parc-des-Prince à Paris et du Stade Vélodrome à Marseille, permettant une magnifique prise de vue pour le direct.

Ce système est mis en oeuvre par la société **CAMBULLE**.

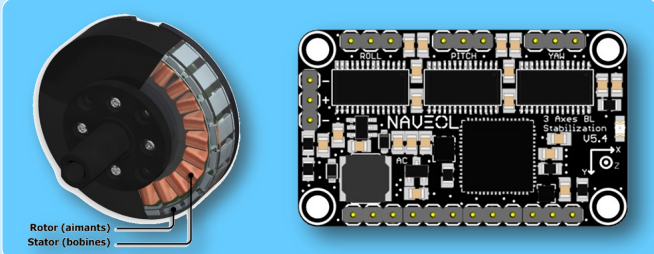
CARACTERISTIQUES

1. Joystick:
 - Pilotage des axes Lacet et Tangage
 - Choix des modes de pilotage
2. Moteur Brushless 22 pôles « Axe Lacet »
3. Structure carbone/aluminium ultralégère
4. Module NAVEOL
 - Carte de commande moteurs « NavStab »
 - Capteur d'attitude et de cap « AHRS »
 - Module de communication Bluetooth
5. Batterie LiFePo4 9,9V 2100 mAh
6. Moteur Brushless 22 pôles « Axe Roulis »
7. Moteur Brushless 22 pôles « Axe Tangage »
8. Appareil Reflex factice
 - Masse réelle et déport de l'objectif réglable

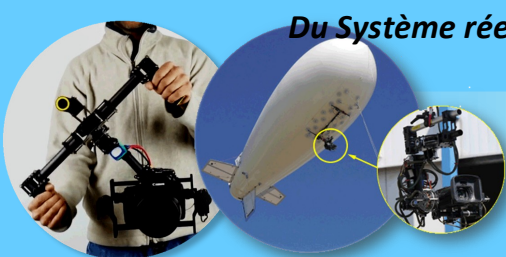


La carte NavStab

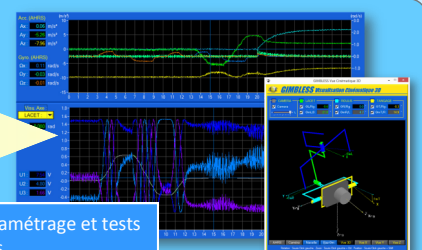
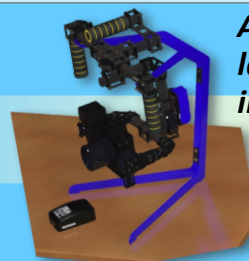
- Triple contrôleur brushless (9 sorties indépendantes, groupées 3 par 3)
- Microcontrôleur performant (70Mips) à sorties PWM hardware indépendantes
- 3 gyromètres et 3 accéléromètres (circuit LSM6DS3). échantillons à 1600 Hz
- 3 magnétomètres LIS3MDL (échantillons à 1000Hz) de chez ST Micro
- Courant jusqu'à 1.5A par moteur, - Hachage à 40khz
- Fréquence de la boucle de pilotage (asservissement) 800 Hz.



Du Système réel



Au système de laboratoire instrumenté



- Modélisation, paramétrage et tests
- Mesure des écarts

Architecture système

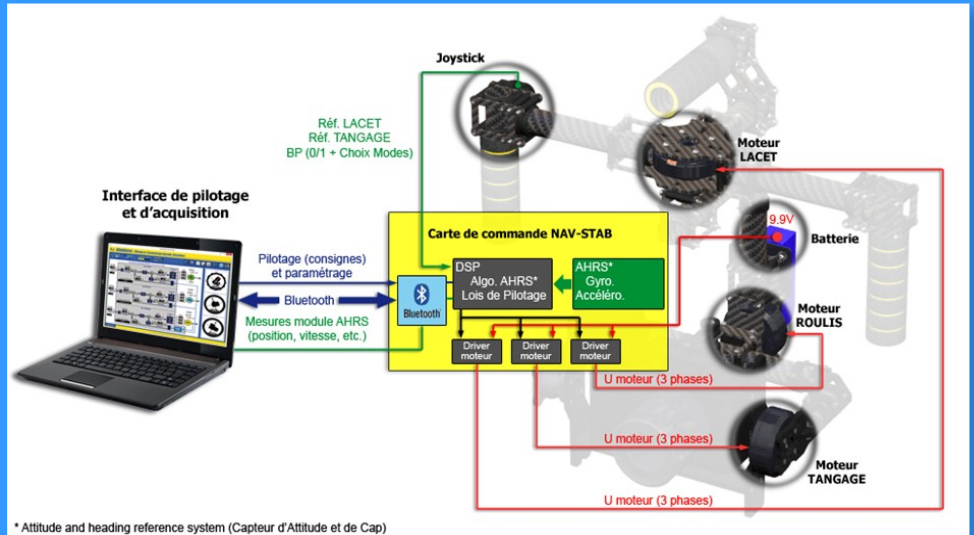
Les capteurs ultra rapides apportent une précision de stabilisation très importante, sont connectés en liaison haut débit avec le processeur qui les traite de manière optimale avant d'attaquer directement l'étage de puissance.

Le circuit mesure directement les 9 axes des capteurs inertiels (gyromètres, accéléromètres et magnétomètres).

Un algorithme «AHRS» calcule le quaternion d'attitude ainsi que les angles d'Euler (Phi, Theta, Psi).

Les lois de pilotage du logiciel embarqué calculent, les commandes à envoyer aux moteurs sous la forme d'un courant haché à 40kHz et selon une projection de Park à 3 phases (moteurs brushless triphasés).

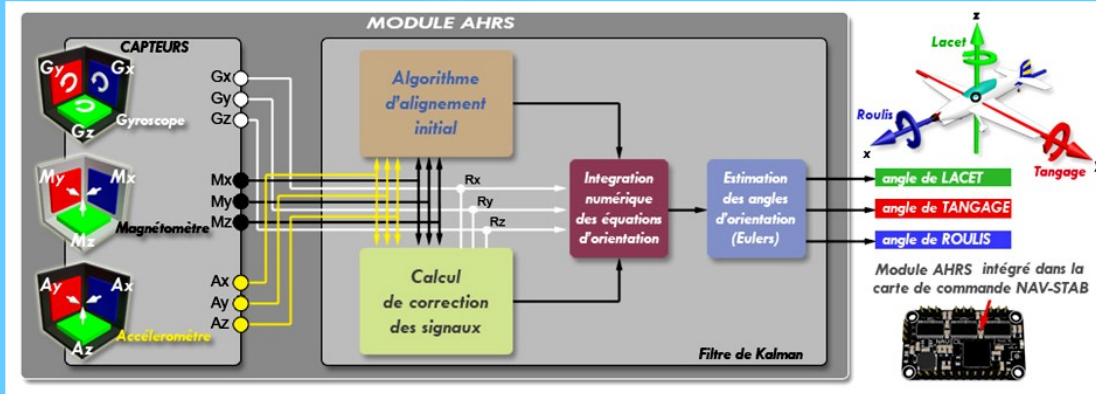
La carte de commande « NavStab » est un contrôleur de 3 moteurs brushless indépendants permettant la stabilisation d'un système de caméra, d'antenne ou autre dispositif.



* Attitude and heading reference system (Capteur d'Attitude et de Cap)

Le module « AHRS » :

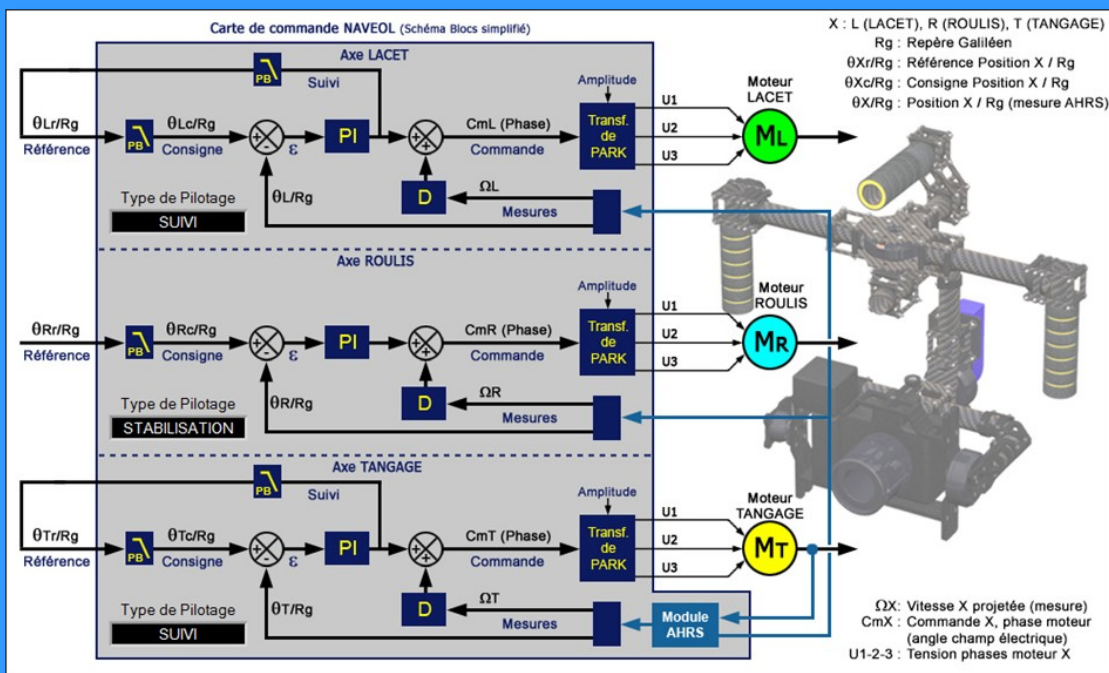
Attitude Heading Reference System



L'Algorithme « AHRS » :

L'algorithme «AHRS» implémenté est la propriété de NAVEOL. De manière générale, on calcule l'orientation du circuit à partir des senseurs inertiels bruts. Ceux-ci sont, grâce à l'algorithme, corrigés en biais et facteur d'échelle. L'algorithme utilise des mathématiques avancées (algèbre des quaternions), de la trigonométrie en espace 3D, des filtres de fusion de données et des astuces de calcul pour tourner à 800Hz sur un microcontrôleur standard.

Synoptique des fonctions



3 modes de pilotage pour chacun des axes :

- **Stabilisation :** Orientation de la caméra par rapport au référentiel terrestre.
- **Stabilisation avec suivi :** Orientation de la caméra par rapport à la position des poignées (suivi de l'orientation de l'opérateur).
- **Bloqué :** Axe moteur fixe, commande en tension constante (Expérimentation axe par axe, FTBO).

L'ENVIRONNEMENT NUMERIQUE DE TRAVAIL :

Le Logiciel EMP (Environnement Multimédia Pédagogique)

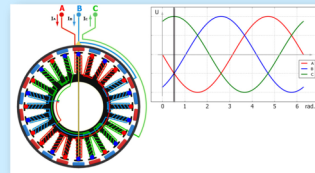


Fourni en version multi-postes

Menus du logiciel :

Ressources multimédia :

- Contextualisation du produit par vidéos
- Description du produit et de ses fonctions
- Accès interactif aux constituants et documentations
- Animation 3D du fonctionnement des moteurs
- Ressource concernant l'architecture commande



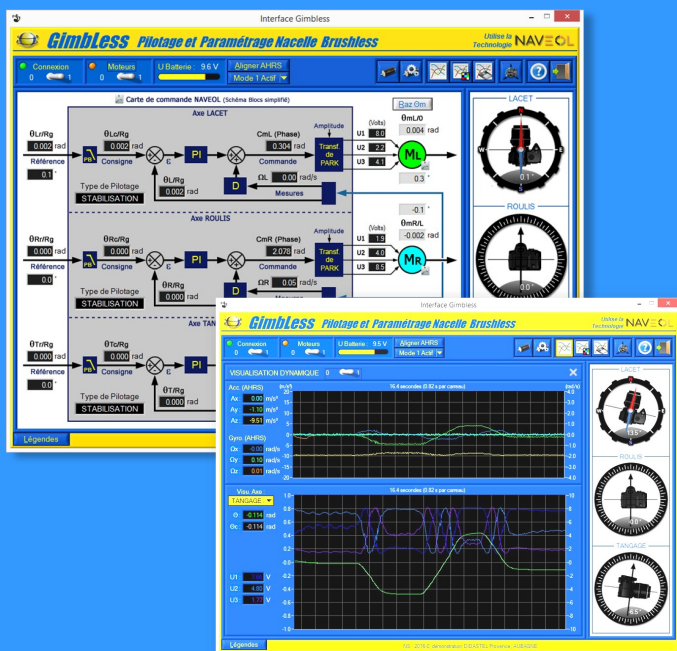
Aides multimédia, diaporamas et démarche pas à pas :

- Mise en œuvre et utilisation du produit
- Connexion à l'interface PC

Documents ressources :

- Fichiers pièces et Assemblage 3D Solidworks
- Documentations constructeurs des constituants (moteurs, carte ...)
- Synoptique des fonctions
- Schémas de câblage

L'interface d'acquisitions (en liaison Bluetooth)

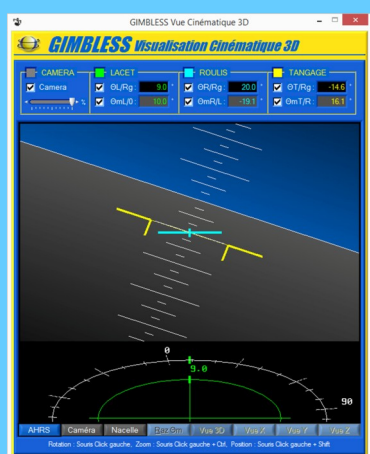
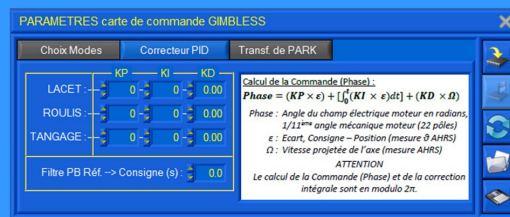


Pilotage, paramétrage et acquisitions :

- Pilotage en position des axes
- Réglage des paramètres d'asservissement (correcteur P.I.D., courant moteur, ...)
- Visualisation sur synoptique et acquisition des grandeurs physiques de l'asservissement pour chaque axe (référence, consigne, mesures AHRS, angles d'Euler, commande et phases moteurs, ...)
- Visualisation cinématique 3D de la nacelle (connectée au réel)
- Visualisation de la visée caméra (module AHRS)

Réglage des paramètres :

- Choix des modes pour les lacet, roulis et tangage : Commande fixe, stabilisation ou suivi.
- Réglage du correcteur PID pour chaque axe
- Réglage de l'amplitude (gain courant) dans la transformée de PARK.



La Vue « AHRS » :

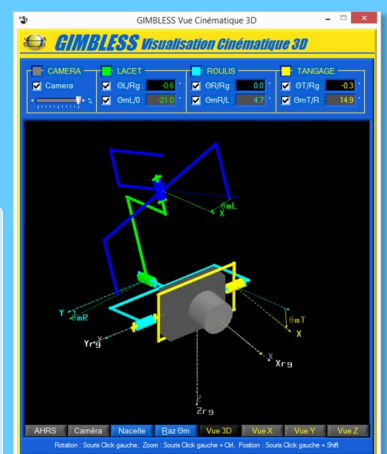
La vue « AHRS » permet de visualiser le point de visée (angle de vue) de la caméra par rapport au référentiel Galiléen mesuré par le module « AHRS ».

La Vue cinématique :

La caméra et la Nacelle (en schéma cinématique) sont représentées dans une vraie fenêtre 3D.

Vue Caméra : vue de la position (angles d'Euler) de la caméra dans le repère Galiléen ;

Vue Nacelle : vue du modèle cinématique de la Nacelle GIMBLESS.



ACTIVITES PRATIQUES :

PREMIERE et DEUXIEME ANNEE

Analyser

- Vérifier les exigences de l'orientation de la caméra quelles que soient les perturbations extérieures (validation à l'aide de la vue 3D « AHRS »);
- Identifier l'architecture (chaînes d'information et d'énergie) de l'asservissement;
- Analyser le fonctionnement et la commande d'un moteur Brushless (moteur asynchrone, transformée de Park, ...).

Modéliser

- Associer et valider des modèles de chaque constituant de la chaîne d'énergie (moteur asynchrone brushless);
- Associer et valider des modèles de comportement du capteur d'attitude et de cap (module «AHRS»);
- Modéliser L'architecture d'asservissement en mode stabilisation ou suivi;
- Modéliser la cinématique de la nacelle et son influence sur l'orientation de la caméra (Angles d'Euler);
- Modéliser l'influence de la charge entraînée (déport objectif ou changement caméra).

Expérimenter

- Mesurer les performances de l'orientation de la Caméra en mode suivi;
- Piloter les axes individuellement et mesurer leur performance;
- Piloter un moteur Brushless en boucle ouverte et mesurer ses performances;
- Identifier le comportement du capteur d'attitude et de cap (module « AHRS ») ;
- Mesurer l'influence de la perturbation (mouvement caméraman) sur les performances ;
- Comparer les mesures accessibles (vitesse, position, tension moteur) aux courbes simulées.

Résoudre

- Simuler le comportement des axes de la GIMBLESS, avec et sans correction, à l'aide d'outils numériques.

Concevoir

- Valider, régler et implanter les correcteurs des axes asservis en position;
- Valider, régler et implanter les filtres passe-bas sur la consigne et en mode suivi.

Communiquer

- Exploiter des documents techniques dans une démarche de modélisation et de validation expérimentale ;
- Décrire les chaînes fonctionnelles selon les formalismes de communication au programme.



Un système de laboratoire réel et instrumenté



Système EUROFLIR™
Vision en réalité augmentée

Ce dispositif, dit à "réalité augmentée" consiste à projeter sur la visière du casque d'un pilote d'avion ou d'hélicoptère une image délivrée par une **boule optronique gyrostabilisée** fixée sous l'aéronef.

Cet ensemble permet aux optiques de conserver une même ligne de visée par rapport au référentiel terrestre, quels que soient les mouvements de l'hélicoptère (porteur).

L'angle de visée des optiques étant commandé par le casque du pilote, l'image numérique se superpose alors parfaitement à la propre vision du pilote.

CARACTERISTIQUES

- 1. Carte de commande Axe 1 « Boule »
- 2. Motoréducteur Axe 1 « Boule »
- 3. Motoréducteur Axe 2 « optique »
- 4. Ensemble optique avec Laser
- 5. Capteur de position relative 2/1
- 6. Masses additionnelles plateau
- 7. Inclinomètre analogique
- 8. Gyromètre
- 9. Butées réglables Axe 1 « Boule »
- 10. Plateau Axe 1



Axe 1 « Boule » (Primaire)

Ensemble Nacelle en rotation avec un plateau de réception des composants et masses d'équilibrage additionnelles pour jouer sur l'inertie.

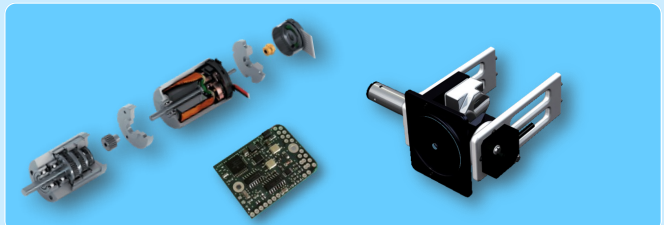
- Moteur DC 20W + réducteur 90:1 + codeur
- Carte de commande numérique EPOS2 (MAXON)



Axe 2 « Optique » (Secondaire)

Ensemble optique en rotation avec optique factice, gyromètre, pointeur laser et masse pour équilibrer l'ensemble.

- Moteur DC 4,35W + réducteur 26:1 + codeur, Carte numérique EPOS2
- Gyromètre numérique avec filtres programmables, plage 254°/s: Vitesse angulaire filtrée et corrigée en biais et en facteur d'échelle.
- Capteur relatif de position angulaire (Axe 2/1) à effet Hall sans contact.

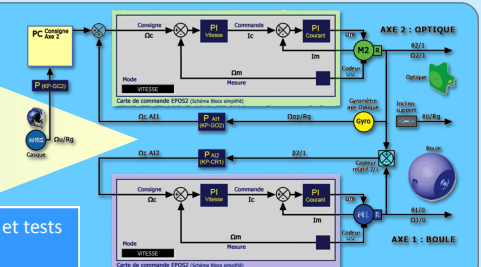


Du Système réel

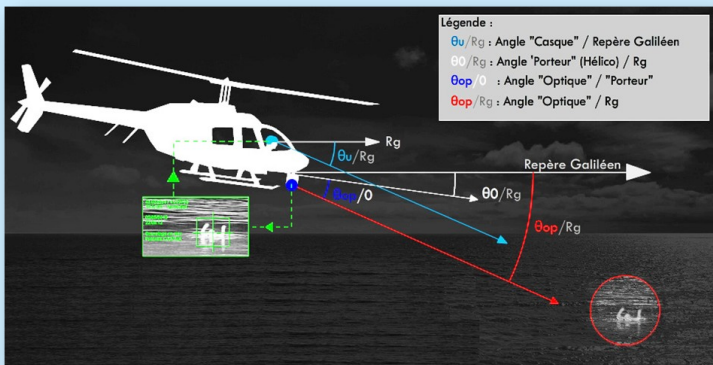


Au système de laboratoire instrumenté

- Modélisation, paramétrage et tests
- Mesure des écarts



Un thème novateur,
Une problématique originale,



Le système réel :

Euroflir 350 est une boule performante et compacte. Elle fournit une image thermique et une image vidéo couleur Haute Définition. Dans sa version de base, elle est équipée de quatre capteurs : une caméra thermique et une caméra TV HD équipées d'un zoom optique continu, un télémètre laser et un pointeur laser.

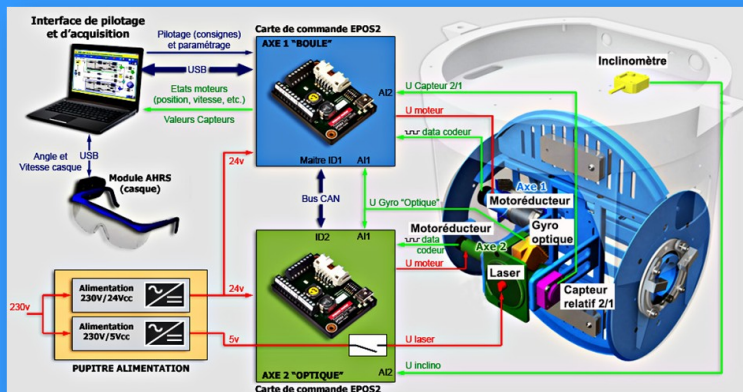
Euroflir 350 permet d'effectuer du suivi de cible mobile, de désigner au pilote une zone d'intérêt, de générer un balayage automatique de paysage, pour les missions de recherche et de sauvetage, ou de fournir la géo-localisation des cibles visées.

La boule **Euroflir 350** équipe notamment des drones tactiques les hélicoptères AS532 Cougar de l'ALAT et EC725 Caracal des forces françaises et plusieurs modèles d'avions de surveillance.

Architecture système

GYROSTABILISATION double-étage :

- Axe 1 "Boule" asservi en vitesse et suiveur du capteur de position 2/1;
- Axe 2 "Optique" asservi en vitesse et suiveur du Gyromètre axe Optique.
- La paire de lunettes avec capteur AHRS : Capteur de mesure de la position et de la vitesse angulaire de



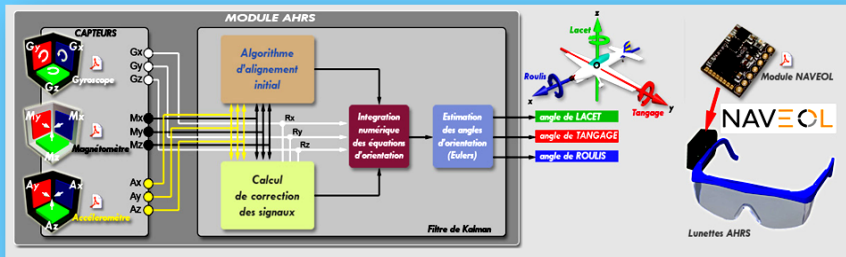
Le module AHRS : Attitude Heading Reference System

AHRS se traduit en français par Système d'Attitude et de Cap. Il s'agit d'un système conçu pour obtenir l'orientation en 3D d'un objet, utilisant des gyroscopes et des capteurs de référence comme les accéléromètres et/ou magnétomètres.

Ces capteurs permettent de mesurer respectivement les vitesses angulaires et les accélérations selon 3 axes (x, y, z).

Dans le cas d'un AHRS, les avantages de chaque capteur sont associés ("fusion" des capteurs) pour obtenir une plus grande précision dans la mesure.

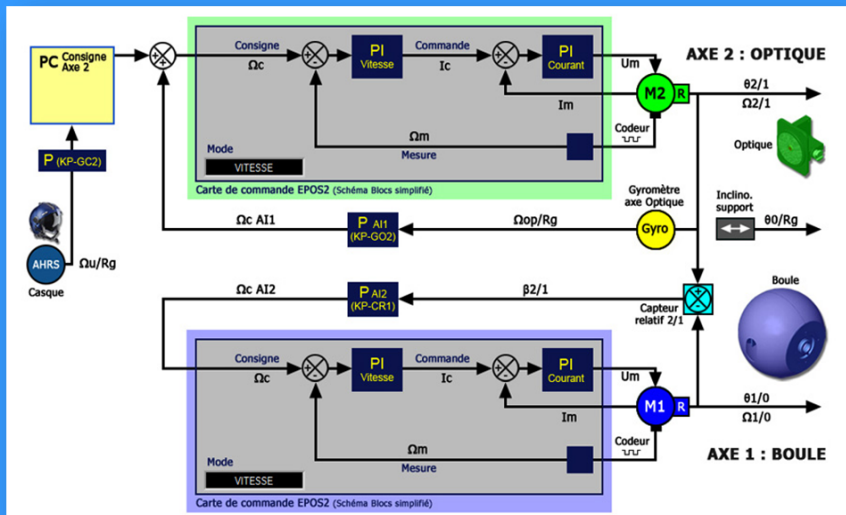
Le gyroscope est très précis sur une courte période mais très peu sur une longue période, c'est ce qu'on appelle le biais gyroscopique, c'est-à-dire l'erreur ou plutôt la valeur obtenue alors que le système est dans un état initial donc immobile (mauvaise calibration ou variations de température et de pression...).



Les capteurs de références (Accéléromètre et Magnétomètres) sont quand à eux très stables dans le temps mais beaucoup moins précis dans la mesure.

L'AHRS permet donc d'intégrer les informations et les erreurs des différents capteurs pour en extraire les angles d'Euler à l'aide de matrices de quaternions.

Ces valeurs d'angle sont ensuite traitées à l'aide d'un **filtre de KALMAN** pour compenser les accélérations passagères, les perturbations et les vibrations magnétiques.



Synoptique des fonctions

Fonctions :

- Gyrostabilisation double-étage
- Gyrostabilisation double-étage avec commande casque
- Gyrostabilisation Axe 1 «BOULE»
- Gyrostabilisation Axe 1 «BOULE» avec commande casque
- Commande casque Axe 1 «Boule» sans gyrostabilisation
- Commande casque Axe 2 «Optique» sans gyrostabilisation
- Commande casque double-étage sans gyrostabilisation

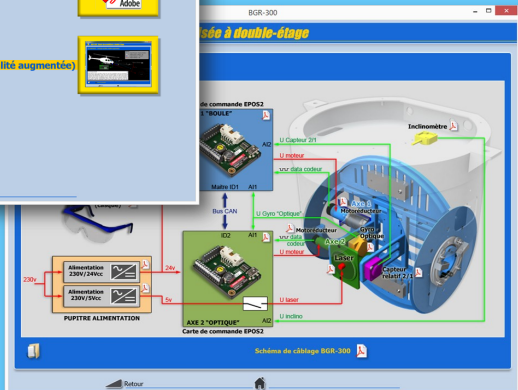
L'ENVIRONNEMENT NUMERQUE DE TRAVAIL:

Le Logiciel EMP (Environnement Multimédia Pédagogique)



Menus du logiciel :

Vidéo de contextualisation EUROFLIR 350



Fourni en version Multi-postes

Ressources multimédia:

- Illustrations et vidéos de contextualisation (Euroflir™)
- Description fonctionnelle animée
- Accès interactif aux constituants (description, documentation)
- Principe et Architecture du système
- Synoptiques des fonctions (gyrostabilisation simple et double-étage)

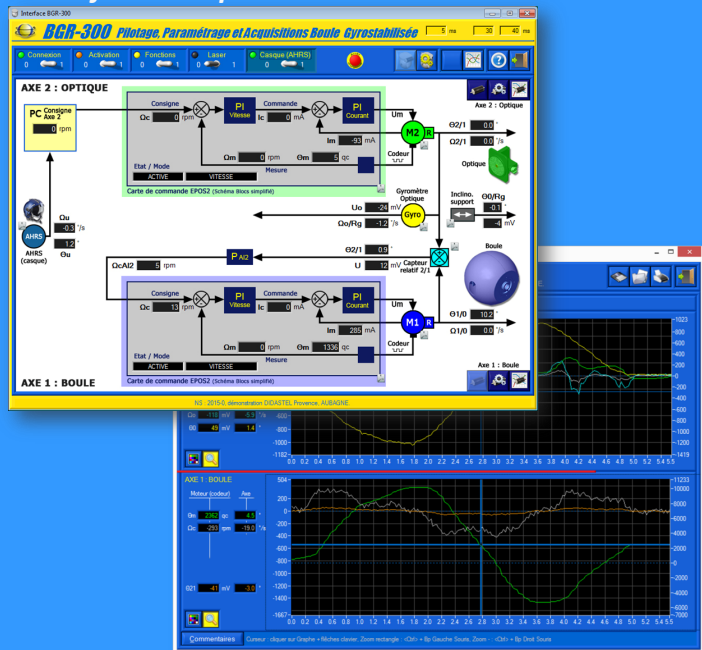
Aides multimédia, diaporamas et démarche pas à pas :

- Installation et mise en oeuvre, manipulations
- Utilisation (connexions, gyrostabilisation, commande casque...)
- Dépose carters pour exploration visuelle

Documents ressources :

- Dossier plans du système BGR-300
- Schémas électriques
- Documentations constructeurs des constituants
- Assemblage 3D Solidworks et modélisation SysML

L'interface d'acquisitions



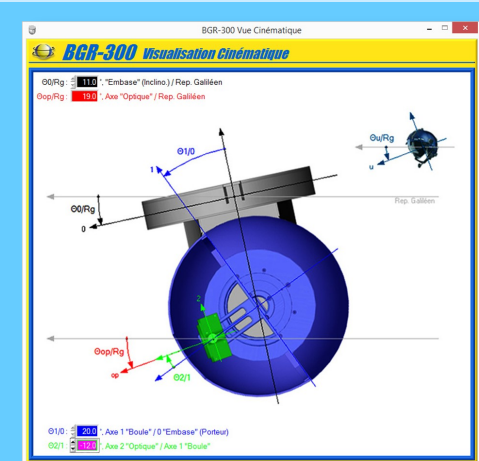
Pilotage, paramétrage et acquisitions :

- Choix des fonctions de gyrostabilisation (double-étage ou simple étage, avec / sans commande casque, etc...)
- Visualisation des boucles de régulation et grandeurs physiques sur synoptiques en temps réel
- Pilotage sans gyrostabilisation: Asservissement en Courant, Vitesse, Position, et Profil de position (trapèze)
- Réglages des paramètres d'asservissement (PI Courant, PI Vitesse, et PID Position)
- Réglages des filtres capteurs (Gyromètre, module AHRS)
- Acquisitions des réponses des axes aux sollicitations classiques

Réponse d'un axe à une sollicitation



Paramétrage de la fonction, du module AHRS, des filtres capteurs...



La Vue cinématique :

BGR-300

- $\Theta 0/Rg$: Position Embase / Rep. Galiléen (Inclinomètre)
- $\Theta 1/0$: Position Axe 1 "BOULE" / Embase (codeur moteur)
- $\Omega 1/0$: Vitesse Axe 1 "BOULE" / Embase (codeur moteur)
- $\Theta 2/1$: Position Axe 2 "OPTIQUE" / Axe 1 (codeur moteur)
- $\Omega 2/1$: Vitesse Axe 2 "OPTIQUE" / Axe 1 (codeur moteur)
- $\beta 2/1$: Position Axe 2 "OPTIQUE" / Axe 1 (capteur relatif)
- $\Theta op/Rg$: Position Axe "OPTIQUE" / rep. Galiléen
- $\Omega op/Rg$: Vitesse Axe "OPTIQUE" / rep. Galiléen (Gyromètre)

Carte de commande:

- Θc : Consigne de Position
- Ωc : Consigne de Vitesse
- Ic : Consigne de Courant
- Θm : Position Moteur
- Ωm : Vitesse Moteur
- $I m$: Courant Moteur



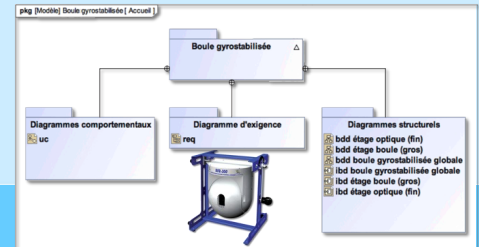
Casque (Utilisateur)

$\Omega u/Rg$: Vitesse Casque/rep. Galiléen (gyro. module AHRS)

TRAVAUX PRATIQUES :

PREMIERE et DEUXIEME ANNEE

* Activités spécifiques à la filière PTSI - PT en rouge



Analyser

- Vérifier la satisfaction des exigences de suivi de la ligne de visée du pilote ;
- Identifier l'architecture (chaînes d'information et d'énergie) de l'asservissement en vitesse (ou position) de l'axe optique et de l'asservissement en position (ou vitesse) de l'axe boule ;
- Identifier l'architecture du BGR dans le cas :
 - ➔ Du suivi de la ligne de visée seul ;
 - ➔ De la réjection des perturbations seule ;
 - ➔ Du suivi de la ligne de visée en présence de perturbations.

Modéliser

- Associer et valider des modèles de chaque constituant des chaînes d'énergie (hacheur, moteur à courant continu, réducteur) ;
- Associer et valider des modèles de comportement des capteurs utilisés (gyromètre, codeur incrémental, centrale inertielle capteur potentiométrique sans contact) ;
- Modéliser la boucle en courant interne des moteurs ;
- Modéliser l'architecture d'asservissement en mode simple étage ;
- Modéliser l'architecture d'asservissement en mode double étages ;
- Modéliser la cinématique du BGR et son influence sur la ligne de visée ;
- Modéliser l'influence des masselottes d'équilibrage sur les performances de l'axe boule.

Résoudre

- Simuler le comportement des axes du BGR, avec et sans correction, à l'aide d'outils numériques

Expérimenter

- Identifier le comportement du gyromètre ;
- Identifier des fonctions de transfert (boucle de courant moteurs) ;
- Identifier les valeurs de certaines caractéristiques (inerties) ;
- Tester, mesurer les performances de l'axe boule en boucle ouverte et fermée (asservis. en vitesse) en mode simple étage ;
- Tester et mesurer les performances des axes optique et boule en boucle ouverte et en boucle fermée (asservissements en vitesse et/ou position) en mode double étages ;
- Mesurer l'influence de la perturbation (actions sur la poignée manuelle) sur les performances ;
- Mesurer les performances du suivi de la ligne de visée avec les lunettes ;
- Associer un modèle de comportement aux modes de vibration de la structure sans filtrage particulier ;
- Comparer les mesures accessibles (vitesses, positions, intensités, tensions) aux courbes simulées.

Concevoir

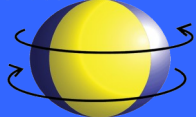
- Valider, régler et implanter les correcteurs des boucles de courant ;
- Valider, régler et implanter les correcteurs des axes asservis en vitesse ou en position ;
- Valider, régler et implanter le filtre réjecteur associé au gyromètre (jeu des réducteurs) ;
- Concevoir les liaisons encastrement démontable motoréducteur axe boule/châssis et motoréducteur axe optique/axe boule* ;
- Concevoir les liaisons pivot axe boule/châssis et axe optique/axe boule*.

Réaliser

- Analyser la relation produit-procédé-matériau pour* :
 - ➔ les pièces métalliques usinées ;
 - ➔ les coques plastiques thermoformées ;
 - ➔ les pièces mécano-soudées.

Communiquer

- Exploiter des documents techniques dans une démarche de modélisation et de validation expérimentale ;
- Décrire les chaînes fonctionnelles selon les formalismes de communication au programme



HEMO-MIXER V2

Automate de prélèvement sanguin



HEMO-MIXER V2 est un système réel pédagogique issu de l'automate professionnel et SEQUENTIEL "HEMO-MIXER" utilisé dans le domaine de la santé.

Cet automate permet de superviser automatiquement le prélèvement de sang en effectuant la pesée (volume) et l'agitation des poches en simultanée.

HEMO-MIXER V2 est un produit mécatronique réel, instrumenté. Sa commande est réalisée par son Interface fonctionnant sur PC via une simple liaison USB.

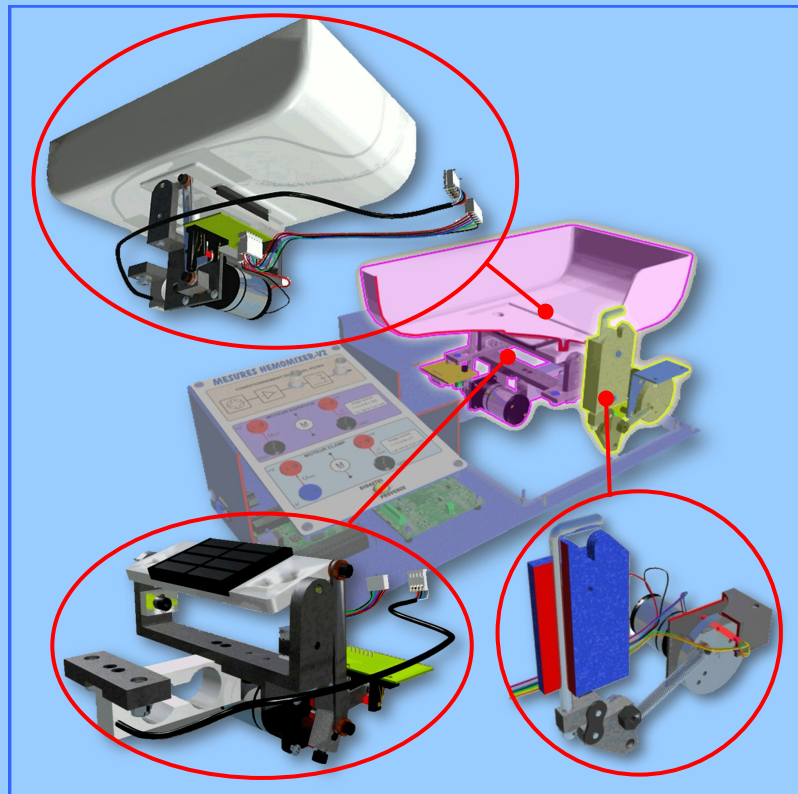
Cette interface permet le traitement séquentiel (**Machine à Etat**), la gestion des cycles et défauts, et la correction algorithmique de la perturbation de la pesée.

De même, elle propose d'acquérir l'ensemble des grandeurs physiques grâce à une carte d'acquisition **National Instruments NI-USB-600x** implantée dans l'automate.

L'architecture de cette nouvelle version permet à l'automate d'être piloté (graphe d'état) par des logiciels de développement d'applications (LabView, MatLab, etc.) via la carte NI-USB-600x.

CONSTITUTION ET CARACTERISTIQUES

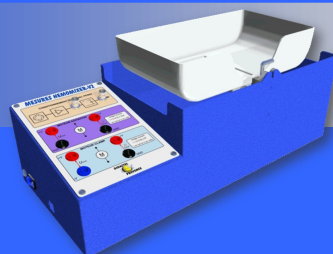
- Automate piloté par PC (Traitement séquentiel, gestion des cycles et défaut, correction algorithmique de la perturbation de la pesée)
- 1 Chaîne d'énergie : Fonction « Agitation » étudiée sur le thème du mouvement
- 1 Chaîne d'énergie : Fonction « Clamper » étudiée sur le thème de l'effort
- 1 Chaîne d'information : La pesée par capteur à jauges de contrainte
- Conditionnement analogique du signal pesée (Amplification, filtrage analogique)
- Traitement numérique du signal pesée : Conversion A/N, Etalonnage, lissage par régression linéaire.
- Interface Homme-Machine pour le paramétrage du cycle, le réglage des paramètres de fonctionnement, et la surveillance du cycle.
- Acquisition numérique via une carte NI600x



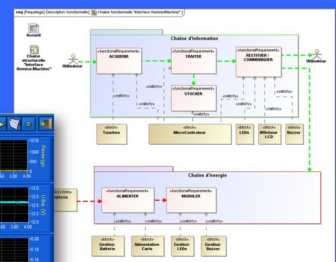
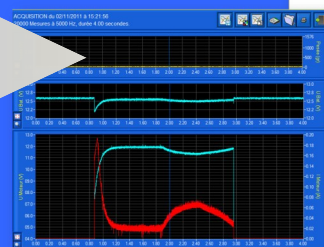
Du système réel



Au système instrumenté



Performances mesurées sur le système instrumenté du laboratoire

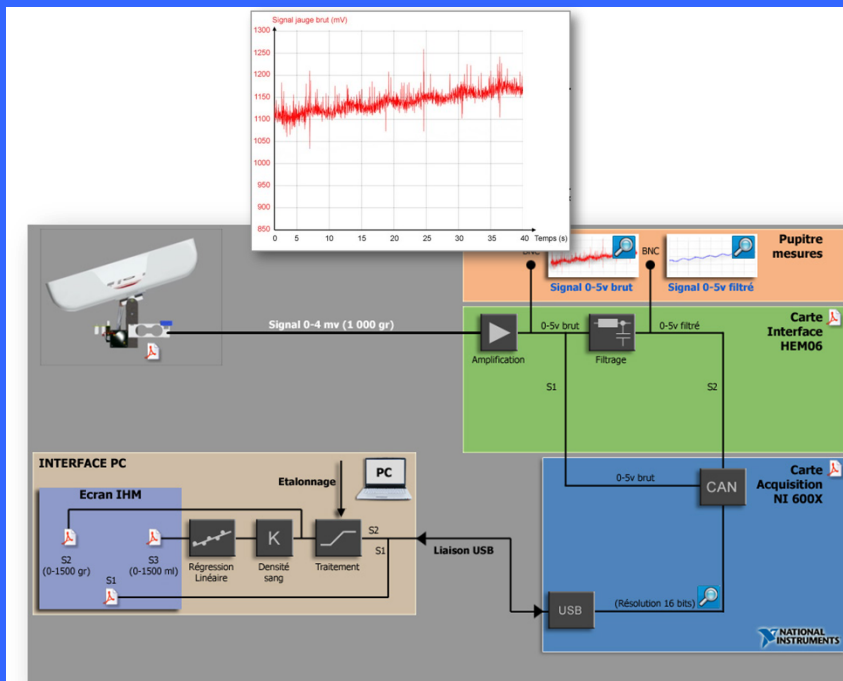


TRAITEMENT DU SIGNAL

Point fort du système : capteur de pesée dynamique avec échantillonnage, traitement de l'information, filtrage et calcul d'information utile : activité élève tout au long de la chaîne d'information .

Le signal du capteur est conditionné (amplification et filtrage) afin d'avoir une excursion suffisamment précise sur le convertisseur AN de la carte NI.

Une fois conditionné (amplification et filtrage), le signal de pesée est lu par une entrée analogique, converti et traité par une régression linéaire.



LES LOGICIELS FOURNIS

1 Environnement Multimédia intuitif comportant:

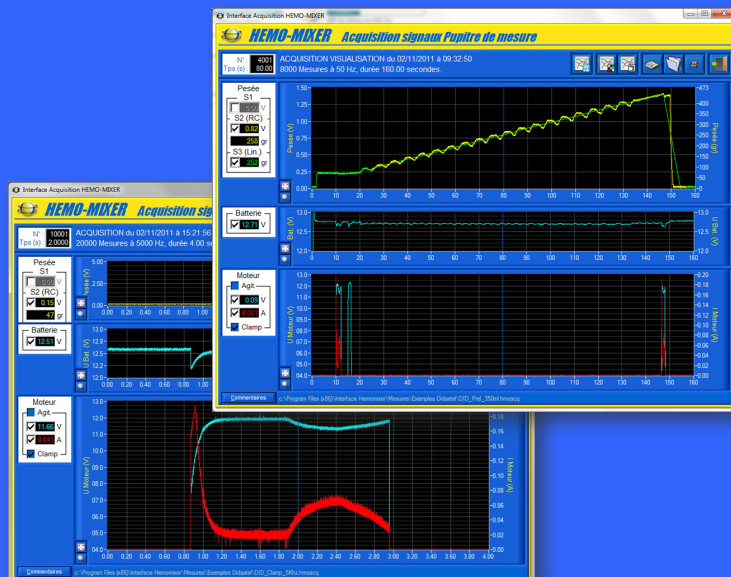
- Menu d'accueil interactif avec navigation intuitive
- Description fonctionnelle en vue 3D à partir d'un éclaté, identification des sous-ensembles
- Description détaillée de chaque sous-ensemble fonctionnel avec animations 3D et ressources documentaires
- Synoptique complet de la chaîne d'information et de traitement du signal, représentation de l'évolution temporelle du signal
- Synoptiques complets des chaînes d'énergies avec schémas de principes et schémas structurels complets
- Guide interactif étapes par étapes pour la mise en œuvre et l'exploitation du système

1 Interface Homme-Machine + logiciel d'acquisition :

- Accès aux réglages des paramètres, du cycle de fonctionnement
- Mode de fonctionnement manuel : Forçage et Pilotage des actionneurs, visualisation des informations capteurs
- Mode visualisation: Le logiciel permet la visualisation en continu d'une grandeur caractéristique et évolutive de la chaîne d'information de pesée.
- Mode graphe d'états : Visualisation animée et temps réel des graphes d'état des différentes séquences de fonctionnement.
- Mode de fonctionnement simulé : La partie opérative étant non connectée, le logiciel doit pouvoir assurer une simulation

Acquisition :

- Toutes les grandeurs physiques: Signal brut pesée, signal pesée corrigé, u + I moteur Clamp, U + I moteur agitation.
- Possibilité d'intégrer et de régler des filtres.



ACTIVITES CPGE:**Analyser :**

- Analyser et différencier le système industriel de la société HemoPharm et le système pédagogique ;
- Analyser l'architecture de la chaîne d'information : identifier les composants réalisant les fonctions acquérir, coder, communiquer, restituer et traiter ;
- Analyser l'architecture de la chaîne d'énergie ;
- Analyser le programme séquentiel (machine à état) du système

Modéliser :

- Proposer, identifier et valider des modèles de chaque constituant de la chaîne d'énergie (agitation et clappeur) : moteur à courant continu, réducteur, frottements : modélisations acausale ;
- Modéliser les actions mécaniques ;
- Modéliser la régression linéaire dynamique pour traiter le signal de pesée en prélèvement ;

Expérimenter :

- Mettre en œuvre une démarche expérimentale et s'approprier le fonctionnement d'un système pluritechnologique ;
- Tester et mesurer les performances (réaliser un prélèvement), vérifier la cohérence du modèle choisi avec les résultats d'expérimentation ;
- Mettre en évidence l'influence du signal filtré sur la qualité de la pesée ;
- Mettre en évidence l'influence de la régression linéaire dynamique sur la qualité de la pesée en prélèvement ;
- Mettre en œuvre la chaîne d'acquisition et comparer les mesures accessibles (pesée, courant moteur) aux courbes simulées ;

Concevoir :

- Proposer une démarche permettant d'établir une loi de mouvement ;
- Paramétrer les mouvements d'un solide indéformable ;
- Résoudre : systèmes de solides à l'équilibre ;

Communiquer :

- Exploiter des documents techniques dans une démarche de modélisation et de validation expérimentale ;
- Décrire les chaînes fonctionnelles selon les formalismes de communication au programme.



COMAX

Robot collaboratif mono-axe

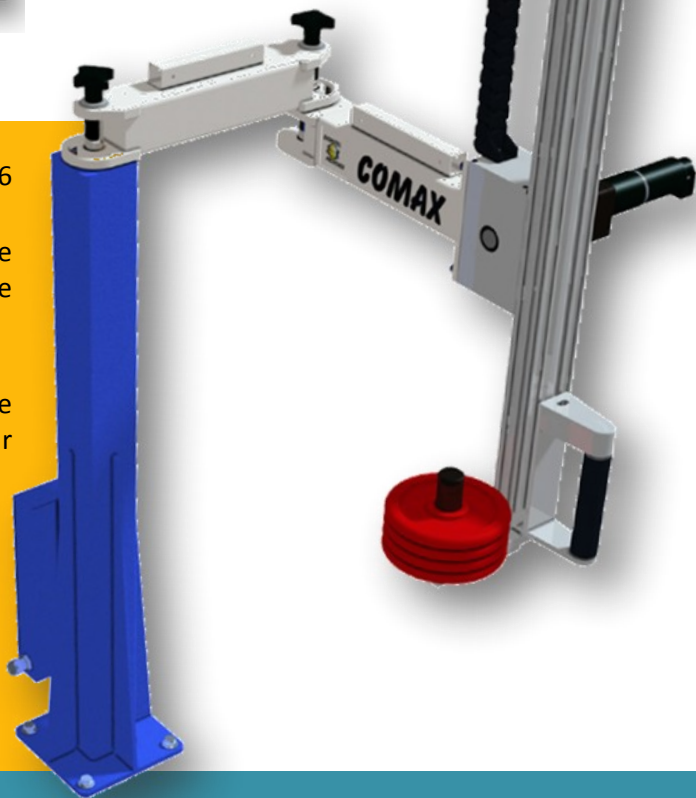


Issu de la technologie des **Cobots** (« Robots collaboratifs »), CoMax permet d'assister l'homme au travail et de diminuer les risques de **TMS** (troubles musculo squelettiques). CoMax est continuellement piloté par l'homme au moyen d'une commande intuitive et **collaborative** permettant de réaliser une tâche sans efforts d'appui et levage.

A des fins ergonomiques, l'objectif de la Fonction collaborative est de faire ressentir une masse légère à l'utilisateur même si le robot avec lequel il collabore déplace une lourde charge. Afin que l'humain puisse coopérer de façon intuitive avec le robot, l'humain est **dans la boucle de commande** et il **interagit** avec le robot.

CONSTITUTION ET CARACTERISTIQUES

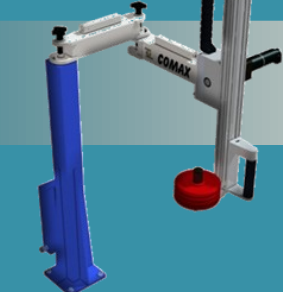
- Moteur Maxon CC 24V - 150W - 7500 rpm avec Réducteur 1:16 et codeur 3 canaux ;
- Axe linéaire vertical réversible avec transmission par courroie crantée et guidage intégré à recirculation de billes, course 500mm - 0.6 m/s ;
- Charge additionnelle de 0 à 4 Kg ;
- Poignée d'interaction humaine avec capteur d'effort (jauge de contrainte) pour mesurer l'intention de l'opérateur (commande collaborative) ;
- Potence avec bras articulés, course angulaire réglable ;
- Carte de commande Maxon EPOS2 24V-5A, asservissement en Courant, Vitesse et Position, acquisition effort poignée ;
- Carte de conditionnement du signal du Capteur d'effort ;
- Interface PC de Pilotage (commande collaborative) ;
- paramétrage et acquisition par liaison USB .



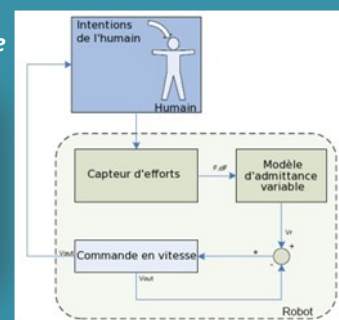
Au système instrumenté



Du système réel



Performances mesurées sur le robot instrumenté du laboratoire

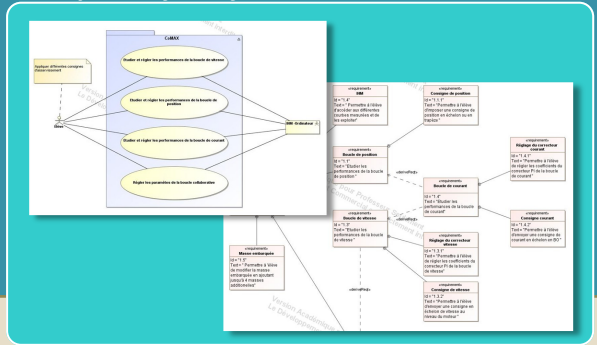


ACTIVITES :**Exploitations en TP :**

- Vérifier les performances du système
- Elaborer et valider une modélisation à partir d'expérimentations

Exploitations en TD :

- Prévoir les performances du système à partir d'une modélisation

Description SysML fournie :**1ère Année****Analyser**

- Vérifier la satisfaction des exigences de pénibilité associées aux tâches répétitives ;
- Identifier l'architecture (chaînes d'information et d'énergie) de l'asservissement en vitesse de la boucle principale ;
- Identifier l'architecture de la boucle collaborative ;
- Analyser la réversibilité de la chaîne cinématique ;
- Valider le dimensionnement statique de la chaîne d'énergie.

Modéliser

- Associer et valider des modèles de chaque constituant de la chaîne d'énergie (hacheur, moteur à courant continu, réducteur, système de transmission poulie courroie) ;
- Associer et valider des modèles de comportement des capteurs utilisés (capteur d'effort par jauges de déformation, codeur) ;
- Modéliser la boucle en courant interne du moteur ;
- Réaliser le schéma cinématique de l'axe linéaire ;
- Modéliser l'influence de la charge entraînée.

Expérimenter

- Identifier le comportement du capteur d'effort ; Identifier une fonction de transfert (boucle de courant moteur) ;
- Tester et mesurer les performances de l'axe en chaîne directe, asservi en vitesse, asservi en position et muni de la boucle collaborative
- Mesurer l'influence de la perturbation (ajout de masses) sur les performances ;
- Comparer les mesures accessibles (effort, vitesse, position, intensité) aux courbes simulées.

Concevoir

- Régler le correcteur de l'axe asservi en vitesse ou en position.

Communiquer

- Exploiter des documents techniques dans une démarche de modélisation et de validation expérimentale ;
- Décrire les chaînes fonctionnelles selon les formalismes de communication au programme.

2ème Année**Analyser**

- Analyser la structure de commande du bras et les structures générales de commande d'axes motorisés, mettre en évidence la boucle de courant du moteur ;
- Analyser la structure de commande implantée dans l'admittance de la boucle collaborative ;
- Analyser la réalisation du correcteur numérique ;
- Valider le dimensionnement de la chaîne d'énergie par rapport aux performances attendues du cahier des charges.

Modéliser

- Modéliser la boucle collaborative (modèle d'admittance variable) ;
- Modéliser les pertes d'énergie dans le système de transmission réversible utilisé ;
- Modéliser la perturbation.

Expérimenter

- Relever et justifier les performances des chaînes d'acquisition (fréquence d'échantillonnage, quantification), pour la boucle de vitesse et la boucle collaborative externe ;
- Tester et mesurer les performances de l'axe asservi en vitesse, asservi en position et boucle collaborative avec différents correcteurs ;
- Tester et mesurer les performances de l'axe avec différents modèles d'admittance pour la boucle collaborative ;
- Comparer les mesures accessibles (effort, vitesse, position, intensité) aux courbes simulées.

Concevoir

- Proposer une structure de commande pour le bras collaboratif ;
- Choisir un régulateur adapté aux boucles d'asservissement de vitesse ou de position du bras et l'implanter ;
- Réaliser un correcteur numérique ;
- Choisir une loi de commande adaptée à la boucle collaborative et implanter le programme.

Communiquer

- Exploiter des documents techniques dans une démarche de modélisation et de validation expérimentale ;
- Décrire les chaînes fonctionnelles selon les formalismes de communication au programme.



EGRENEUR SPW

Systeme d'egrenage de la vendange

Un système réel instrumenté



Issu de la technologie embarquée **Selectiv' Process** Winery de Pellenc, le système Egreneur SPW permet d'étudier le mécanisme breveté utilisé pour séparer les grains de raisins de leur rafle par accélération.

Principe de fonctionnement de l'égrenage:

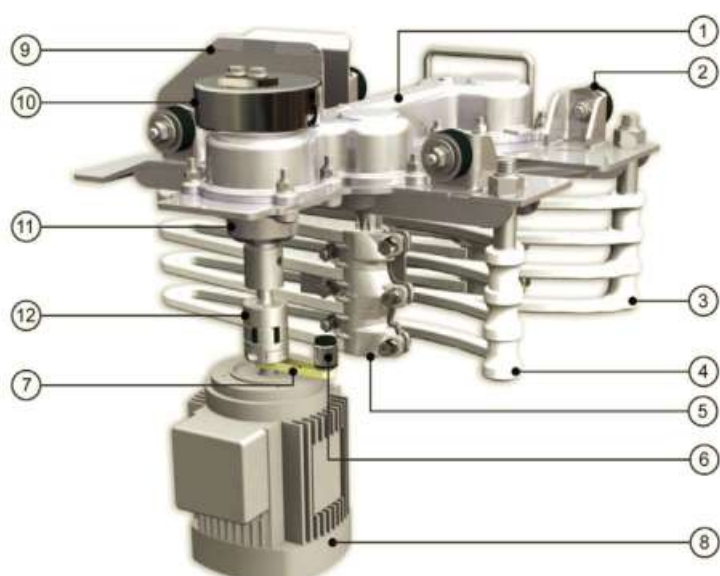
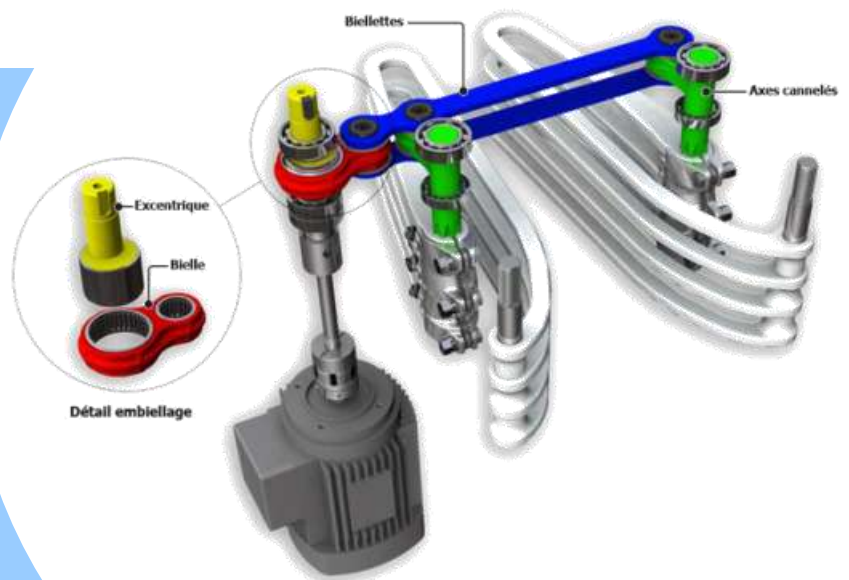
Les doigts égreneurs vibrent à très haute fréquence afin de séparer les grains de la rafle (inertie du fruit plus importante que la rafle). Les baies ainsi égrenées passent au travers d'un tapis à claire voie tandis que les rafles sont emmenées par le convoyeur.

C'est un ensemble complet identique à celui du constructeur qui est intégré au système pédagogique.

LE MECANISME

En entrée du mécanisme, un dispositif de type « bielle manivelle » (excentrique en jaune et bielle en rouge), entraîné par un moteur électrique, transforme le mouvement de rotation du moteur en un mouvement alternatif de translation au niveau des biellettes (en bleu). Articulés sur le bâti du système et raccordés à ces deux biellettes, les deux axes cannelés en sortie du mécanisme sont alors entraînés en oscillation.

C'est ce mouvement oscillatoire à haute fréquence qui permet aux peignes égreneurs de détacher les grains de raisins de la rafle.



CARACTERISTIQUES

- (1) Mécanisme permettant d'animer les peignes
- (3) Peigne égreneur gauche
- (4) Peigne égreneur droit
- (5) Brides permettant de fixer les doigts égreneurs sur les axes oscillants
- (6) Génératrice tachymétrique 1V=260T/mn
- (8) Moteur asynchrone triphasé 250W 6 pôles 1000T/mn
- (10) Volant d'inertie

Pilotage :
Par variateur de vitesse (réglage des rampes et vitesse nominale)

Mesures : Par accéléromètre 3 axes .

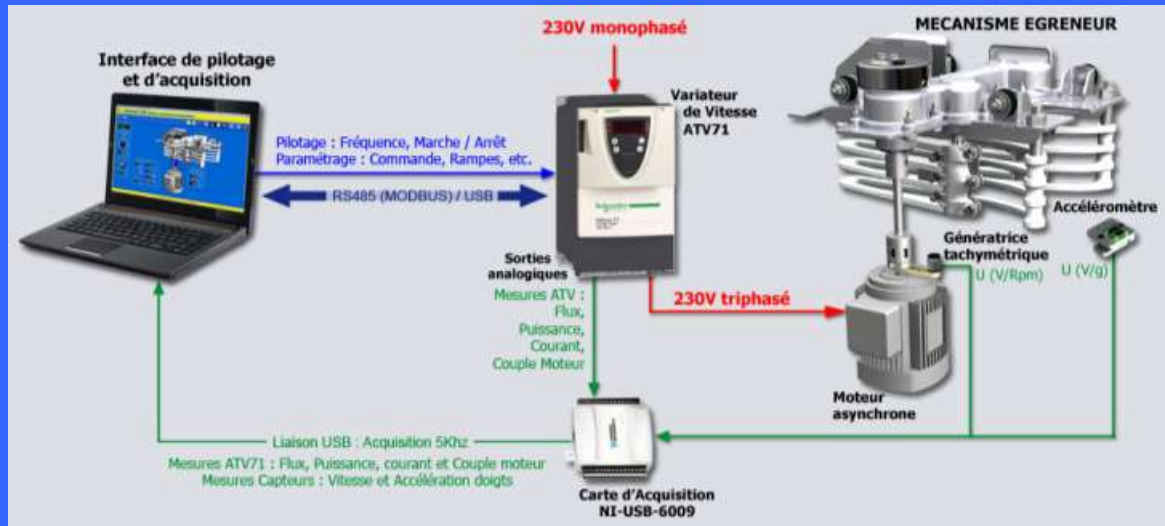


ARCHITECTURE DE COMMANDE

Acquisition numérique par carte National Instrument USB - 6009 à 5KHz :

Mesures ATV : Flux, Puissance, Courant, Couple Moteur

Mesures capteurs : Vitesse et accélération des doigts



LOGICIELS FOURNIS

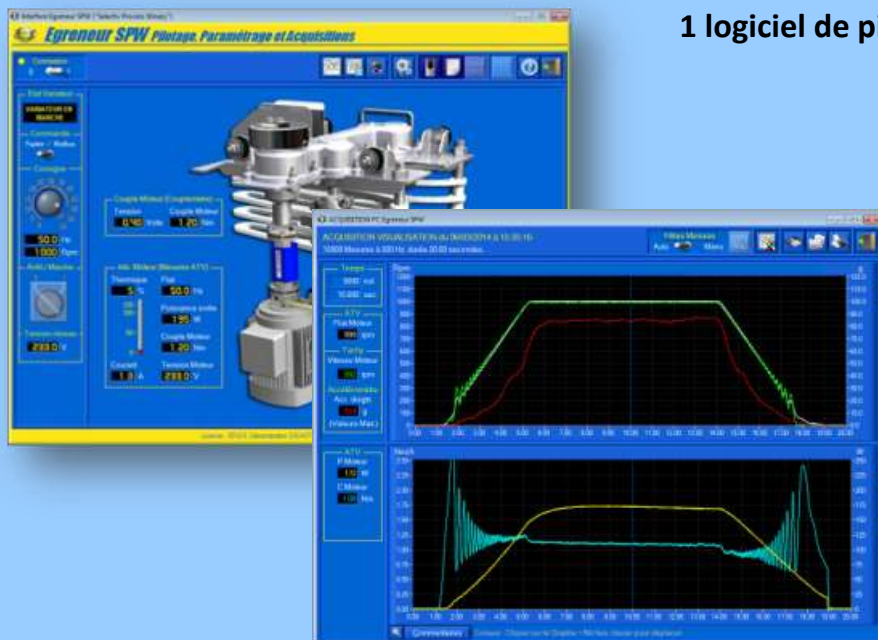
1 Environnement Multimédia Pédagogique

- Menu d'accueil interactif avec navigation intuitive
- Contextualisation du système par vidéos et diaporamas
- Description fonctionnelle en vue 3D à partir d'un éclaté, identification des sous-ensembles
- Description détaillée de chaque sous-ensemble fonctionnel
- Animations 3D du principe de fonctionnement du mécanisme de transformation de mouvement
- Synoptique complet de la chaîne d'information et de traitement du signal, représentation de l'évolution temporelle du signal
- Synoptique complet de l'architecture de commande
- Guide interactif étapes par étapes pour la mise en œuvre et l'exploitation du système



1 logiciel de pilotage et d'acquisition multi-postes :

- Pilotage et paramétrage:
- Loi de commande variateur
- Rampe d'accélération
- Rampe de décélération
- Vitesse de rotation moteur
- Grandeurs visualisées :
- Vitesse moteur (mesurée par la génératrice)
- Accélération des doigts égreneur (Accéléromètre)
- Charge thermique du moteur
- Consigne de vitesse et flux
- Puissance moteur
- Courant moteur
- Couple moteur



LES COMPETENCES ET SAVOIRS-FAIRE ABORDES EN SCIENCES INDUSTRIELLES DE L'INGENIEUR

1 ^{ère} Année			
ANALYSER	Identifier le besoin et les exigences	S1	Diagramme SyML
	Appréhender les analyses fonctionnelle et structurelle	S1 S1 S2	Chaîne de commande Chaîne d'énergie Chaîne d'information
MODELISER	Identifier et caractériser les grandeurs physiques	S2	Dualité temps fréquence
	Proposer un modèle de connaissance et de comportement	S1 S1 S1 S1	Fonction de transfert de composant Réponses temporelle et fréquentielle Schéma bloc Paramétrer les mouvements d'un solide
RESOUDRE	Mise en œuvre d'une démarche analytique	S1	Prévoir la réponse à une consigne
EXPERIMENTER	S'approprier le fonctionnement d'un système pluri technologique	S1	Chaîne d'énergie – chaîne d'information
	Mettre en œuvre un protocole expérimental	S2 S1	Modèle de comportement Identification temporelle et fréquentielle

2 ^{ème} Année			
ANALYSER	Appréhender les analyses fonctionnelle et structurelle	S3	Réversibilité de la chaîne
	Caractériser les écarts	S4	Identification et quantification des écarts (modèle – simulation)
MODELISER	Identifier et caractériser les grandeurs physiques	S3	Energie Puissance Rendement
	Proposer un modèle de connaissance et de comportement	S3	Associer un modèle à un composant de chaîne d'énergie
		S4 S3	Choisir un modèle adapté à l'objectif Torseur dynamique – matrice d'inertie – Energie cinétique
		S4	Chaîne de solides
Valider un modèle	S3 S4	Point de fonctionnement Non-linéarité Enrichir le modèle – minimiser les écarts	
RESOUDRE	Proposer une démarche de résolution	S3	PFD
EXPERIMENTER	S'approprier le fonctionnement d'un système pluri technologique	S4	Régler les paramètres influents
	Proposer et justifier un protocole expérimental	S4 S4	Choisir les grandeurs de mesures Chaines d'acquisition filtrage échantillonnage et quantification
	Mettre en œuvre un protocole expérimental	S4	Régler les paramètres



SYMPACT

Barrière automatique de péage



La barrière SYMPACT est un système aisément identifié par l'élève intégrant des solutions constructives et de commande intéressantes liées à son utilisation dédiée en péage autoroutier et télé-péage :

- Motoréducteur asynchrone triphasé
- Pilotage par variateur de vitesse pour une vitesse de mouvement élevée
- Capteur de position angulaire pour connaître la position intermédiaire de la lyce (télépéage)
- Limitation mécanique du besoin de couple au démarrage dans les deux sens
- Ressort accumulateur d'énergie potentielle pour l'aide à la remontée de la lyce

CONSTITUTION ET CARACTERISTIQUES

La partie opérative (tête de barrière) est constituée d'un mécanisme de transformation de mouvement de type bielle-manivelle mu par un moteur asynchrone triphasé piloté dans les deux sens de marche pour réaliser les mouvements de montée et de descente.

Le système de transformation de mouvement est constitué d'une manivelle pivotant autour de l'axe du moteur sur une plage de 270°. L'extrémité de la manivelle est pourvue d'un galet qui vient rouler dans la rainure d'une bielle fixée à une extrémité d'un axe dont l'autre extrémité supporte la lisse. La limitation de la plage angulaire de rotation de la manivelle est assurée par une butée caoutchouc située dans la partie basse de la rainure de la bielle qui joue également un rôle d'amortisseur.

Ce débattement limité permet d'avoir une symétrie parfaite des positions de la bielle pour les positions de lisse basse et haute car la butée mécanique sert pour les deux sens de rotation.

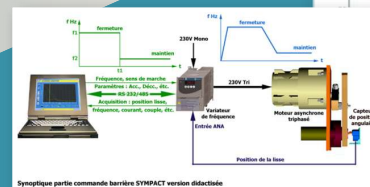
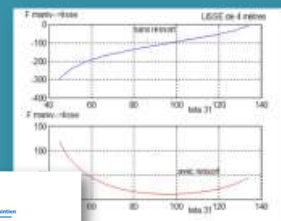


Du système réel

Au système instrumenté

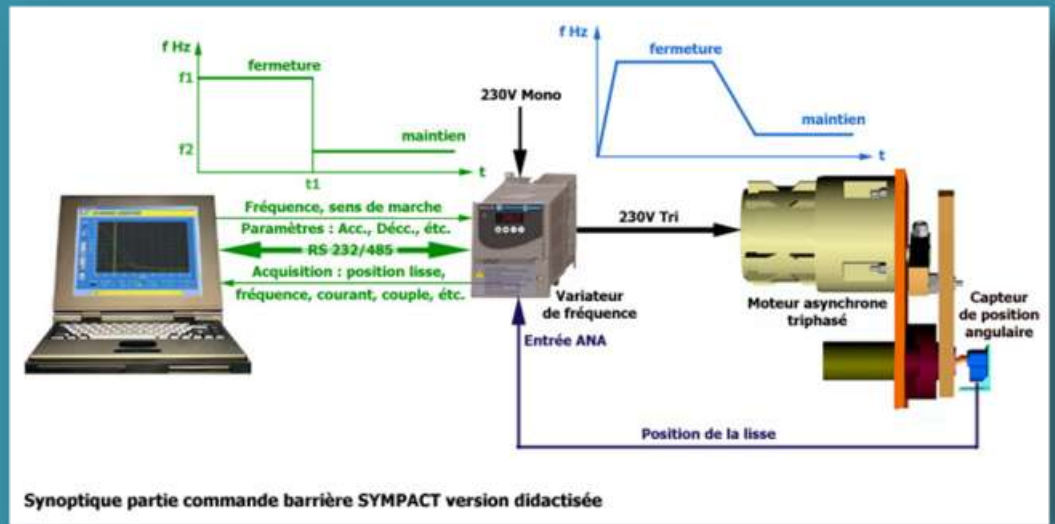


Performances mesurées sur le système instrumenté du laboratoire



SYNOPTIQUE de COMMANDE

La solution de commande par variateur de vitesse et par capteur de position pour connaître instantanément la position de la lisse permet une inversion de sens du mouvement de la lisse en cours de mouvement, permettant un gain de temps pour un cycle complet et permet le réglage de vitesses et accélérations distinctes entre les mouvements de montée et de descente.



LES LOGICIELS FOURNIS

1 Logiciel EMP (Environnement multimédia pédagogique)



Aides et Ressources Multimédia :

- Illustrations et vidéos de contextualisation
- Animation 3D et description fonctionnelle
- Accès interactif aux constituants (description, fonction et documentation)
- Mise en œuvre et conduite
- Synoptiques : de Commande, FAST, Cahier des charges fonctionnel...

Une interface PC de Pilotage, paramétrage et acquisition :

- Paramétrage de la commande variateur (Trapèze de commande)
- Visualisation grandeurs physiques temps réel (Position, Fréquence moteur, I moteur, image couple)
- Commande d'inversion de sens en cours de mouvement

Modélisation:

- Modélisation des liaisons cinématiques 3D animée
- Paramétrage du mécanisme pour l'étude cinématique
- Etude de la loi Entrée/Sortie en fonction des paramètres du mécanisme, tracé de la loi Entrée/Sortie
- Etude statique du mécanisme, calcul des efforts et tracé du couple



ACTIVITES :

T.D. ETUDE DU SYSTÈME: Environnement & Analyse fonctionnelle

- ✓ Etude géométrique et cinématique
- ✓ Mouvement Plan
- ✓ Loi Entrée / Sortie—Vitesse

T.P. CINEMATIQUE: Mouvements limites, performances

- ✓ Etude géométrique ;
- ✓ Mouvement Plan ;
- ✓ Limite et amplitude de mouvement.

T.P. CINEMATIQUE: Mesure et validation de la loi Entrée / Sortie réelle

- ✓ Mesure de la loi Entrée / Sortie réelle ;
- ✓ Paramétrage de la loi de commande ;
- ✓ Comportement qualitatif du moteur.

T.P. COMPOSANTS: Guidage en rotation par roulements

- ✓ Analyser une solution constructive de guidage ;
- ✓ Valider un choix de composant (Roulement) .

T.P. STATIQUE: Equilibre, Torseurs

- ✓ Equilibrage de la lisse ;
- ✓ Couple moteur quasistatique ;
- ✓ Justification de la solution constructive.

T.P. METROLOGIE: Vérification de la conformité du produit

- ✓ Vérification des spécifications ;
- ✓ Mise en œuvre de la métrologie au marbre ;
- ✓ Mise en œuvre de la métrologie au MTT .



MAXPID

CHAINE FONCTIONNELLE ASSERVIE



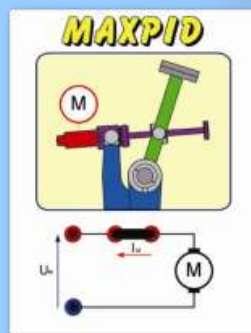
Chaîne asservie en position issu de technologies mécatroniques industrielles, permettant une approche expérimentale et intuitive des asservissements de positions.

Le système peut fonctionner dans un plan horizontal ou vertical, avec des charges, menantes ou non, variables ou non, qui font apparaître les variations des paramètres dynamiques.

Le système rend les fonctionnements physiquement perceptibles par l'utilisateur, qui peut le perturber manuellement. Ces perturbations sont directement visualisées à l'écran.

CARACTERISTIQUES

- Actionneur à vis à billes ;
- Moteur MAXON CC 24V 40W avec génératrice tachymétrique;
- Bras articulé avec une amplitude de 105° à charge variable ;
- Capteur potentiométrique pour la position angulaire ;
- Carte d'asservissement numérique ;
- Points de mesures en douilles de 4mm (U et I Moteur) ;
- Interface PC de pilotage, paramétrage et acquisition ;
- Connexion PC par liaison USB.
- Utilisable en plan horizontal



Points test de mesure (U et I moteur)

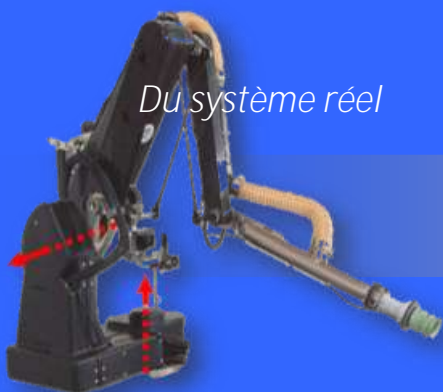
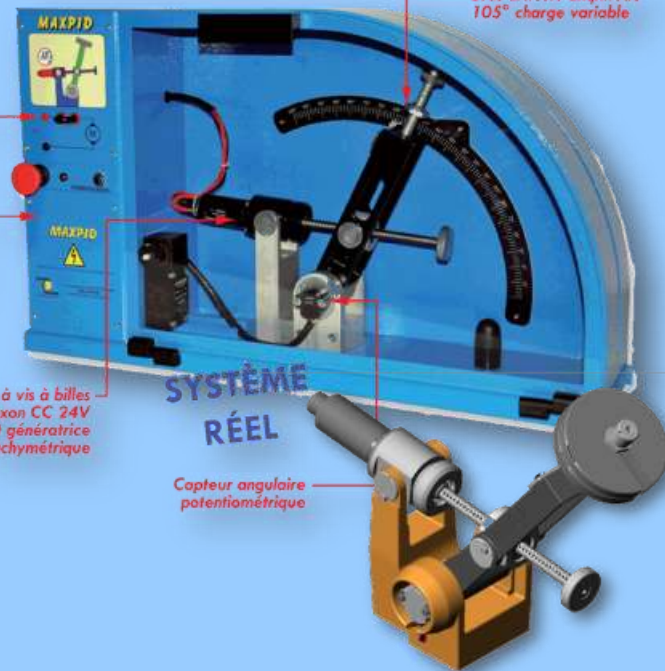
Carte d'asservissement numérique

Actionneur à vis à billes Moteur Maxon CC 24V 40W et génératrice tachymétrique

SYSTÈME RÉEL

Capteur angulaire potentiométrique

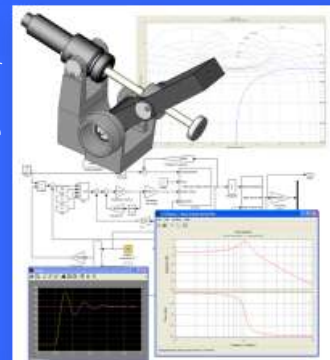
Bras articulé amplitude 105° charge variable



Au système instrumenté



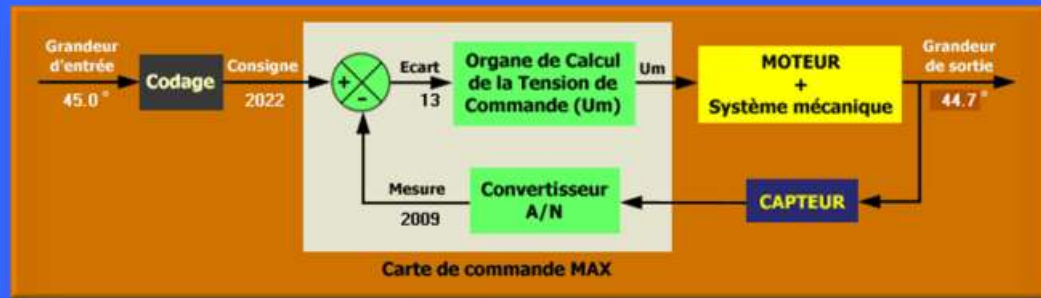
Performances mesurées sur le robot instrumenté du laboratoire



La carte de commande Max inclus :

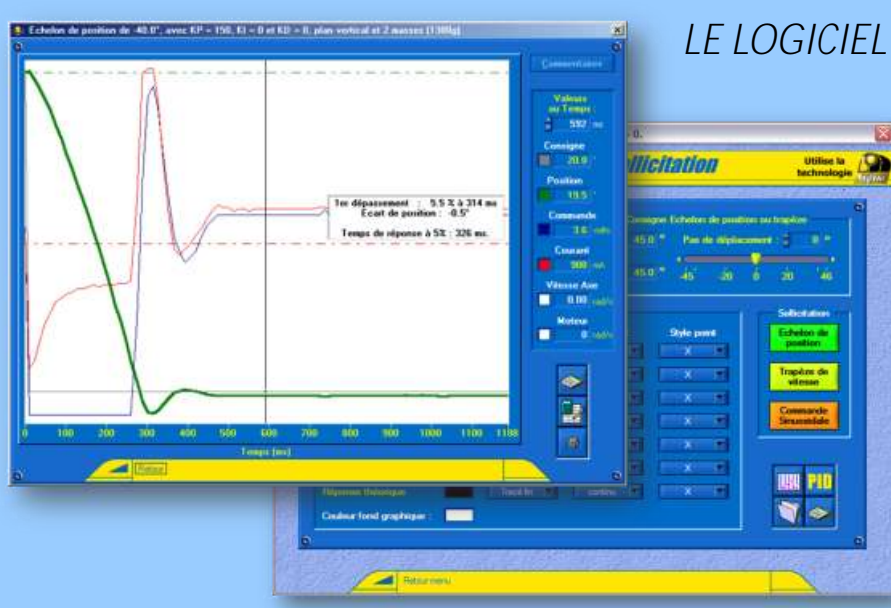
- Le convertisseur analogique/ numérique (CAN) permettant de transformer l'information (en volts) issue du capteur potentiométrique de position en incréments.
- Le comparateur générant l'écart (en incréments) envoyé au correcteur.
- Le correcteur numérique PID

SCHEMA ORGANIQUE



Les valeurs affichées en temps réel sont :

- les grandeurs d'entrée et de sortie en degrés,
- la consigne numérique de la carte de commande MAX,
- l'écart et la mesure de position numérique (en points).



LE LOGICIEL FOURNI

Fonctions du logiciel :

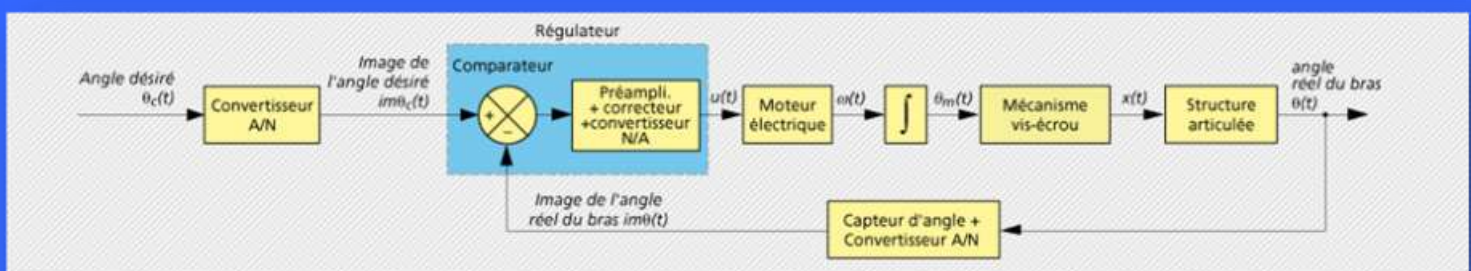
- Vidéos de contextualisation de la chaîne PLANECO, dessins 2D, perspectives...
- Schéma cinématique animé temps réel connecté à la partie opérative
- Ecran de pilotage de l'axe, réglages des paramètres d'asservissements
- Mesure du couple statique du moteur
- Acquisition, visualisation et exploitation des courbes réponse
- Dessin 3D des pièces sous SolidWorks, DMT, SolidConcept

REGLAGES DES PARAMETRES D'ASSERVISSEMENT

- MAXPID Asservi : Indique si l'axe MAXPID doit être asservi en position
- Gain Proportionnel : Coefficient de l'action Proportionnelle
- Gain Intégral : Coefficient de l'action Intégrale de l'asservissement
- Gain Dérivé : Coefficient de l'action Dérivée de l'asservissement
- Facteur de commande : Coefficient amplificateur de l'ensemble de la commande, permet de régler la commande en fonction de la chaîne fonctionnelle
- Erreur Statique admissible : Erreur de position maximum tolérée
- Erreur de Poursuite admissible : Erreur de traînage maximum tolérée



Le schéma blocs de la chaîne fonctionnelle



ACTIVITES :

Analyser:

- ✓ Chaînes d'énergie et d'information accessibles
 - ✓ Structure de la chaîne asservie caractéristique
 - ✓ Réversibilité de la chaîne d'énergie

Modéliser:

- ✓ Modèles de connaissance et de comportement nombreux suivant position et paramètres
 - ✓ Modèles de constituants
 - ✓ Cinématique, Statique et Dynamique en deux positions

Résoudre:

- ✓ Nombreuses modélisations disponibles suivant hypothèses
 - ✓ Identification temporelle

Expérimenter:

- ✓ Echelon, Rampe, Trapèze et Commande sinusoïdale
 - ✓ Mesures: Position bras, Vitesse moteur, Courant moteur
 - ✓ Commande numérique, Algorithme PID fourni

Les sous-systèmes MAXPID:

*La mallette
COMMANDE*



La mallette MECANISME

Logiciel MAXPID V2

NOUVELLE ERGONOMIE



Le logiciel MAXPID V2 est doté d'une nouvelle ergonomie et de nouvelles fonctionnalités telles que le schéma organique animé et rafraîchi en temps réel et est compatible avec toutes les versions MAXPID.

Le logiciel comporte également une partie EMP (Environnement Multimedia Pédagogique) permettant la contextualisation du bras dans le robot, l'accès aux constituants par animations 3D et l'accès aux documentations techniques de manière interactive.

NOUVELLES FONCTIONNALITES

Schémas organique et cinématique 3D animés en temps réel :

- un schéma bloc simplifié « *Carte de commande MAXPID* » qui permet de visualiser l'état de la carte de commande
- Le modèle cinématique animé temps réel
- un bloc « *Consigne de position* » qui permet de visualiser, en degrés et en numérique (points), la consigne de position envoyée
- une zone qui permet de visualiser les grandeurs physiques du moteur :



Contextualisation du bras MAXPID :

Une fenêtre qui permet de jouer pas à pas une vidéo de présentation du robot de tri des corps creux « *PLANEKO* » avec le commentaire associé décrivant les fonctions de PLANEKO.

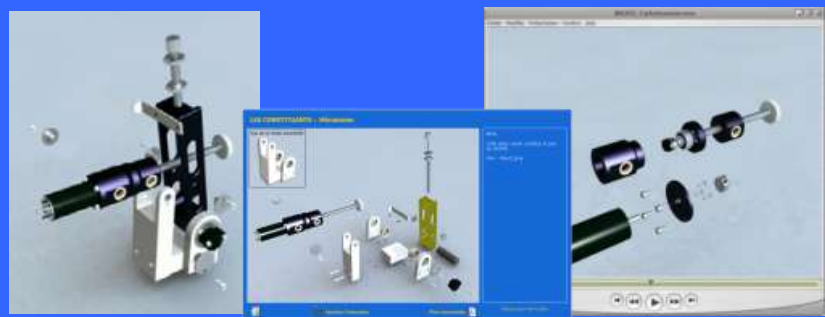
- découverte des axes du robot PLANEKO, axes du type MAXPID ;
- accès aux plans de situation de la chaîne fonctionnelle MAXPID dans le bras PLANEKO.



Accès aux constituants de manière interactive :

Accès par survol souris d'un constituant particulier, avec:

- Animation de transition vers l'éclaté de l'ensemble
- Accès au plan ou documentation par clic souris
- Possibilité d'extraction de la vidéo au format QuickTime pour une exploitation externe



REGLAGES DES PARAMETRES D'ASSERVISSEMENT

- MAXPID Asservi : Indique si l'axe MAXPID doit être asservi en position
- Gain Proportionnel : Coefficient de l'action Proportionnelle
- Gain Intégral : Coefficient de l'action Intégrale de l'asservissement
- Gain Dérivé : Coefficient de l'action Dérivée de l'asservissement
- Facteur de commande : Coefficient amplificateur de l'ensemble de la commande, permet de régler la commande en fonction de la chaîne fonctionnelle
- Erreur Statique admissible : Erreur de position maximum tolérée
- Erreur de Poursuite admissible : Erreur de traînage maximum tolérée

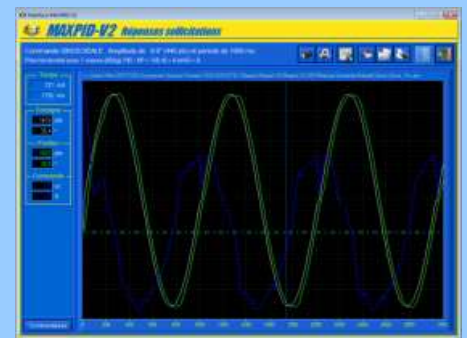


REPONSE A UNE SOLLICITATION



Paramétrage des conditions d'acquisition et envoi de la sollicitation :

- Saisie des conditions de la sollicitation :
 - durée d'acquisition en millisecondes ;
 - délai avant l'envoi de la sollicitation pendant l'acquisition ;
 - le plan d'évolution de MAXPID, « Vertical » ou « Horizontal » ;
 - le nombre de masses embarquées sur le bras MAXPID, » ;
- Activation des variables mesurées souhaitées :
 - Consigne de position, mesure de la position ;
 - commande envoyé en sortie du correcteur PID ;
 - courant mesuré aux bornes du moteur ;
 - vitesse de l'axe calculée à partir de la mesure de position ;
 - vitesse de rotation du moteur mesurée sur la génératrice tachymétrique ;

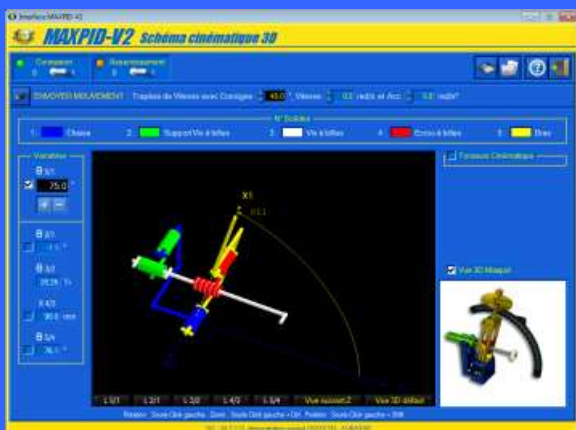
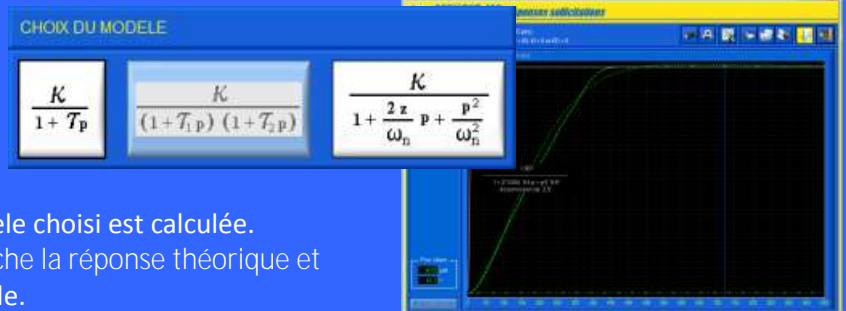


- Consigne Echelon de Position ou Trapèze » qui permet de saisir la consigne de position demandée pour la sollicitation ;
- Choix de la sollicitation: Echelon de position / Trapèze de vitesse / Commande sinusoidale

IDENTIFICATION D'UNE REPONSE

Suite à une sollicitation en échelon de position, le logiciel permet d'obtenir pour une configuration donnée un modèle mathématique du processus et de sa commande en boucle fermée.

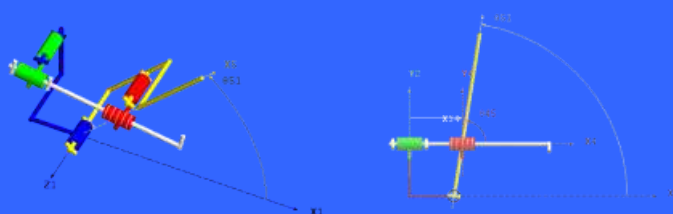
La fonction de transfert en 'p' correspondante au modèle choisi est calculée. La modélisation étant réalisée, le logiciel calcule et affiche la réponse théorique et l'écart quadratique moyen avec la courbe expérimentale.



SCHEMA CINEMATIQUE ANIME

Ecran du modèle cinématique animé, et connecté au système MAXPID:

- numérotation et désignation des solides du mécanisme avec leur couleur de représentation sur le modèle cinématique ;
- Affichage des torseurs cinématiques des liaisons





COMMANDE MAXPID

Mallette d'étude de la commande MAXPID



Logiciel de pilotage et d'acquisition utilisable également avec Maxpid

Maxpid
Mallette commande

La Mallette Commande MAXPID permet de réaliser toutes les connections entre les actionneurs, préactionneurs, alimentation en énergie et capteurs de la chaîne fonctionnelle MAXPID.

Les chaînes d'énergie et d'information du produit sont clairement mises en évidence par des mesures entre chaque constituant.

L'instrumentation de la chaîne est aussi accessible (courant moteur et fréquence de rotation du moteur par génératrice tachymétrique).

CONSTITUTION ET CARACTERISTIQUES

La Commande MAXPID complète:

- Carte d'asservissement numérique équipée de points de mesures pour oscilloscope
- 1 Alimentation 24VCC intégrée
- 1 moteur MAXPID 40W, sa génératrice et le capteur angulaire de position montés sur chassis indépendant
- 1 jeu de masses moteur pour reproduire l'inertie de l'actionneur réel MAXPID non chargé
- 1 logiciel de paramétrage et d'acquisition



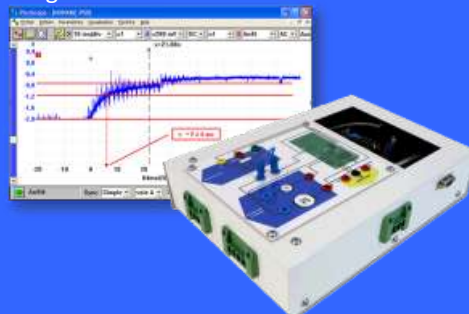
Les outils logiciels de paramétrage et d'acquisition

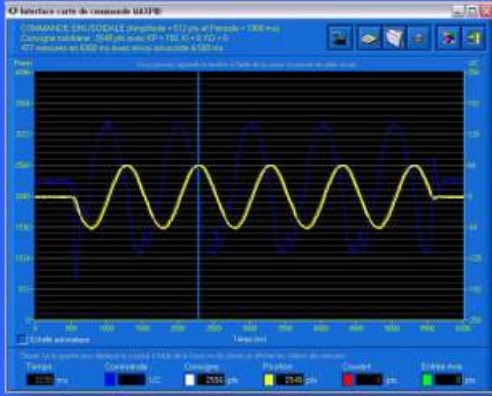


Une mise en œuvre aisée et rapide

Une structure entièrement ouverte,
Une connectivité rapide

Une interface de mesures des signaux tout au long de la chaîne d'information et de commande





LE LOGICIEL FOURNI

Une interface PC de Pilotage, paramétrage et acquisition :

- Visualisation dynamique type moniteur :
 - la commande PWM de pilotage du moteur en UC,
 - la position du capteur mesurée par la carte en points,
 - le courant Moteur mesuré par la carte en points,
 - la valeur de l'entrée analogique (génératrice tachymétrique)
- Pilotage en boucle ouverte ;
- Pilotage en trapèze de vitesse ;
- Pilotage en échelon de position

Réglage d'une sollicitation pour acquisition

- Réglage des paramètres de la boucle ouverte ;
- Réglage des paramètres du trapèze de vitesse ;
- Réglage des paramètres de l'échelon de position
- Réglage des paramètres de la commande sinusoidale



Réglage des paramètres Axe et Asservissement

- Réglage des paramètres du PID ;
- Réglage des paramètres Butée basse et butée haute ;
- Réglage des tolérances admissibles (trainée, poursuite)
- Réglage facteur commande (Coefficient amplificateur)



Commande moteur en mode non asservi :

- Réglage commande en UC (unité carte) de -255 à +255



Commande en trapèze de vitesse :

- Fonctionnement en mode asservi
- Réglage de la consigne position
- Réglage du paramètre vitesse du trapèze
- Réglage du paramètre accélération du trapèze



ACTIVITES

ETUDE des Chaines d'Energie et d'Information

- ✓ Identification des chaînes d'énergie et d'information
 - ✓ Identification des constituants des chaînes
 - ✓ Identification des parties opératives et commande

PARAMETRAGE d'une Chaine d'Energie et d'une Chaine d'Information

- ✓ Paramétrage pour la prise en compte des informations
 - ✓ Suivi des informations tout au long de la chaîne d'information
 - ✓ Découverte et réglage des paramètres disponibles

IDENTIFICATION du moteur, de sa commande, variation de l'inertie

- ✓ Modélisation d'un moteur à courant continu
 - ✓ Identification du moteur et de la boucle ouverte
 - ✓ Effet de l'inertie sur le temps de réponse d'un moteur CC



SHIRODHARA

Appui-Tête de relaxation

SHIRODHARA est un système appui-tête de relaxation grand public fonctionnant sur le principe d'un circuit d'eau tempérée, régulée en température et piloté par microcontrôleur. SHIRODHARA est un produit réel instrumenté issu du domaine du bien-être pour le grand public, au design soigné ; SHIRODHARA est au centre de la problématique analyse, modélisation, simulation système du programme d'enseignement.

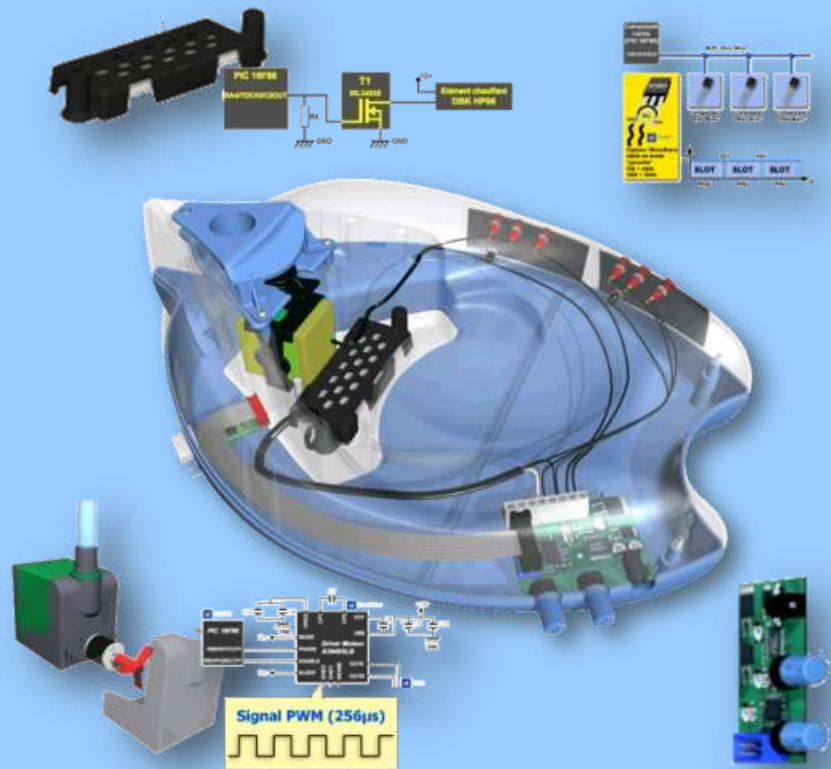
C'est un système ouvert entièrement reprogrammable.

Système réel instrumenté



CONSTITUTION ET CARACTERISTIQUES

- Système de régulation d'eau en boucle fermée
- 1 Chaîne d'énergie : La pompe, pilotée en MLI
- 1 Chaîne d'énergie : Le chauffage, piloté en TOR ou MLI (régulation proportionnelle)
- 1 Chaîne d'information : Le capteur de Température sur Bus « OneWire (Transmission « HalfDuplex »)
- Carte électronique équipée d'un microcontrôleur PIC 16F88. Elle contrôle la pompe à eau et régule la température de l'eau en fonction de la consigne.
- Interface RS232 pour connexion avec un PC : Acquisition, paramétrage, et reprogrammation (via l'adaptateur fourni)



Du système réel



Au système instrumenté



Performances mesurées sur le système instrumenté du laboratoire



La régulation de température:



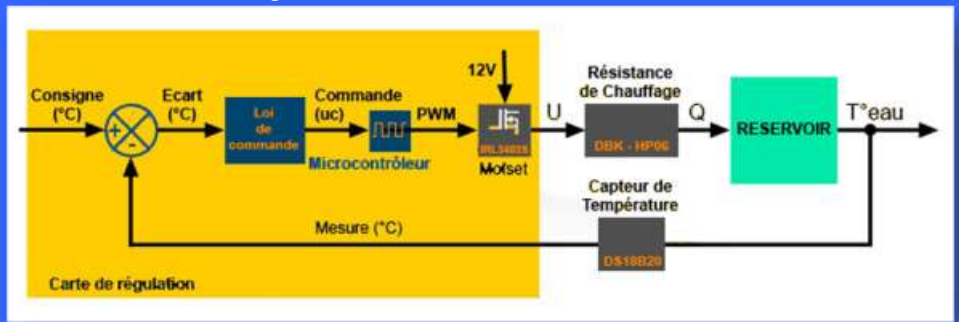
Modèles de connaissance « thermique »

$$\frac{d}{dt} \theta_{cuve}(t) = \frac{1}{M_{cuve} \cdot C_p} [P_{chauffage}(t) - P_{perdas}(t)] \rightarrow \text{« cuve »}$$

$$P_{chauffage}(t) = k \cdot S \cdot [\theta_{cuve}(t) - \theta_{eau}(t)] \rightarrow \text{« DBK HP06 »}$$

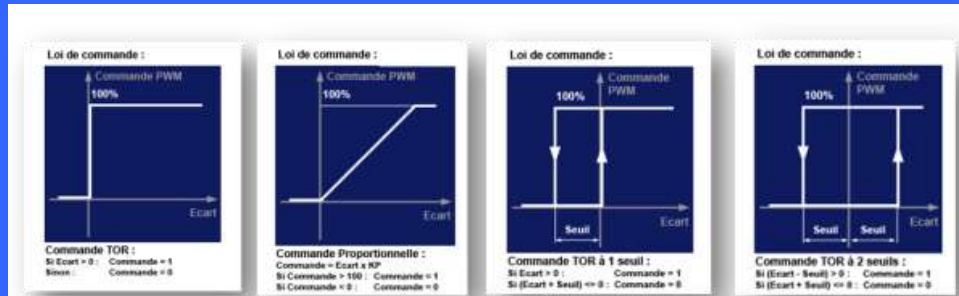
$$P_{perdas}(t) = \frac{\theta_{cuve}(t) - \theta_{ext}}{K} \rightarrow \text{« pertes régulières »}$$

Schéma blocs de la régulation



Les lois de commande:

Quatre lois de commande non linéaires avec deux saturations sont disponibles :



LES LOGICIELS FOURNIS



Un Environnement Multimédia intuitif:

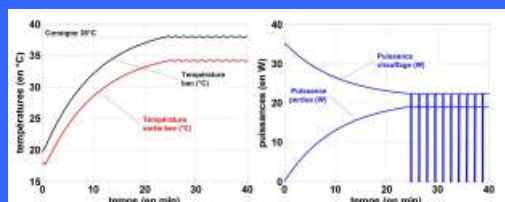
- Menu d'accueil interactif avec navigation intuitive
- Description fonctionnelle en vue 3D à partir d'un éclaté, identification des sous-ensembles
- Description détaillée de chaque sous-ensemble fonctionnel avec animations 3D et documentations
- Synoptique complet de la chaîne de régulation de température (schéma-bloc), synoptique des lois de commande (3 TOR, 1 proportionnelle)
- Synoptiques complets des chaînes d'énergies avec schémas de principes et schémas structurels complets
- Guide interactif étapes par étapes pour la mise en œuvre et l'exploitation du système

1 logiciel de pilotage et d'acquisition multi-postes :

- Connexion à la partie opérative par liaison série
- Accès aux réglages des paramètres de régulation, réglage du cycle de fonctionnement
- Mode de fonctionnement manuel : Forçage manuel des actionneurs, visualisation des informations capteurs
- Choix et paramétrage du type de régulation.
- Acquisition graphique et sauvegarde d'un cycle complet.

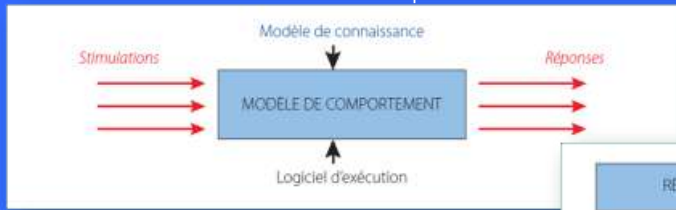


Valider un modèle par le résultat de la simulation numérique

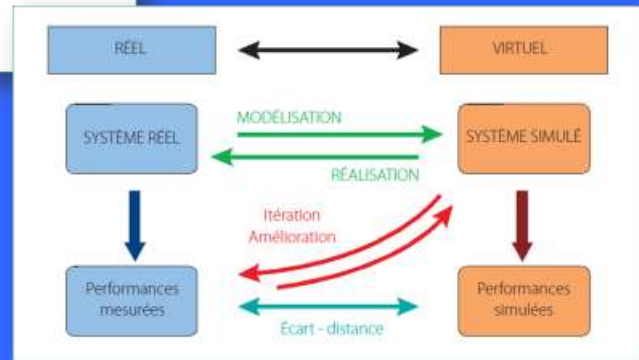


MODELE DE COMPORTEMENT ET SIMULATION NUMERIQUE

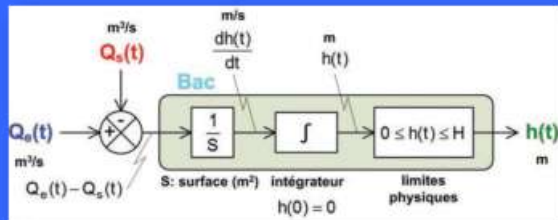
Le schéma fonctionnel du modèle de comportement



Virtuel et Réel



La représentation temporelle



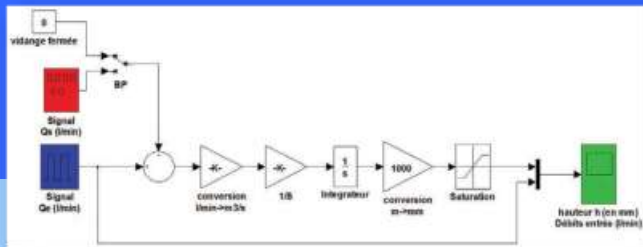
Pour être parfaitement complète et efficace, l'étude numérique est couplée à des résultats expérimentaux.

Le modèle primaire est considéré comme validé. La présence de blocs de conversion permet d'imposer en entrée un débit exprimé dans une unité usuelle (ici en litres par minute), ce qui pédagogiquement est très intéressant.

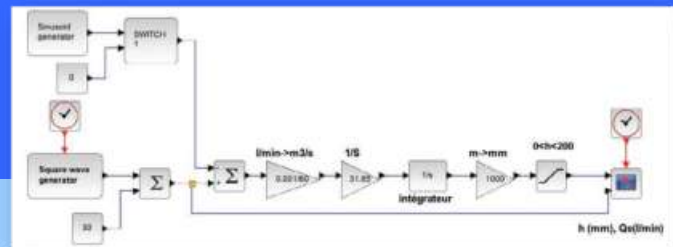
La condition initiale est respectée, et le bloc « saturation » limite correctement la hauteur d'eau $h(t)$ à la taille du bac. Enfin, au bout de 7,6 secondes d'une évolution linéaire, le bac est plein.

Le modèle de simulation

Sous Matlab/Simulink

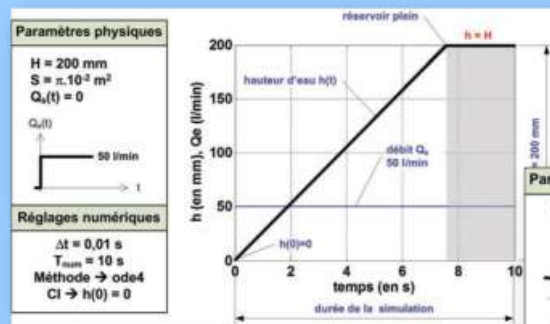


Sous Scilab/Xcos

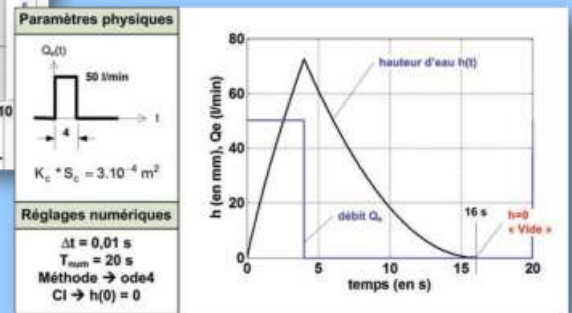


Les résultats de la simulation

Version primaire



Version secondaire





AP25 - FIXION

Attacheur de végétation



L'AP25- Fixion pédagogique est un système réel didactisé construit à partir de l'attacheur de végétation de la société PELLENC, qui permet l'attache automatique d'un élément de végétation sur un support.

Innovant, il permet de mécaniser l'opération d'attachage manuel à l'aide d'un seul actionneur.

Issu des technologies industrielles, l'AP25-Fixion Pédagogique permet une approche expérimentale et intuitive des systèmes mécaniques industriels modernes.

L'AP25- Fixion Pédagogique est équipé d'une carte électronique qui permet de visualiser les différents cycles de fonctionnement du mécanisme, rendant les étapes perceptibles par l'utilisateur.

CONSTITUTION ET CARACTERISTIQUES

Solutions constructives originales et ingénieuses:

- 1 seul actionneur pour réaliser 4 fonctions mécaniques (Transmission principale à combinaisons de roues libres)
- Commande de cycle par micro-contrôleur
- Motoréducteur 2 sens de marche
- Capteurs à effet Hall pour détection des cycles (Capteur linéaire 3 états + capteur bistable)
- 1 pupitre de mesures avec carte d'acquisition NI 6009 USB intégrée
- 1 interface d'acquisition et de mesures sur PC
- Acquisition automatique et synchrone des cycles
- 1 valise supplémentaire avec platine d'essais pour réaliser des cycles d'attache manuellement
- 1 cassette seule sans motoréducteur pour montages / démontages



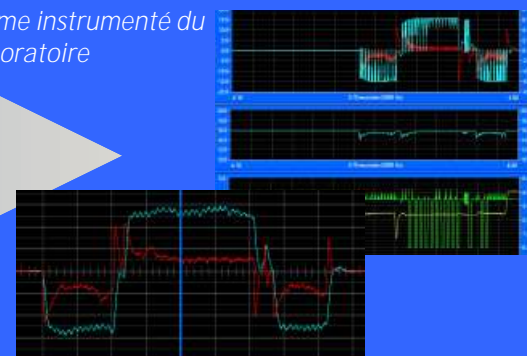
Du système réel



Au système instrumenté



Performances mesurées sur le système instrumenté du laboratoire



LES FONCTIONS MECANIQUES

Avance du lien - Fermeture crochet
L'appui sur la gâchette entraîne la rotation du pignon conique qui provoque la fermeture du crochet et l'avance du lien



Couper le lien
le doigt de coupe est actionné par le pion « coupe » (roue droite) qui entraîne la biellette de coupe. Le lien



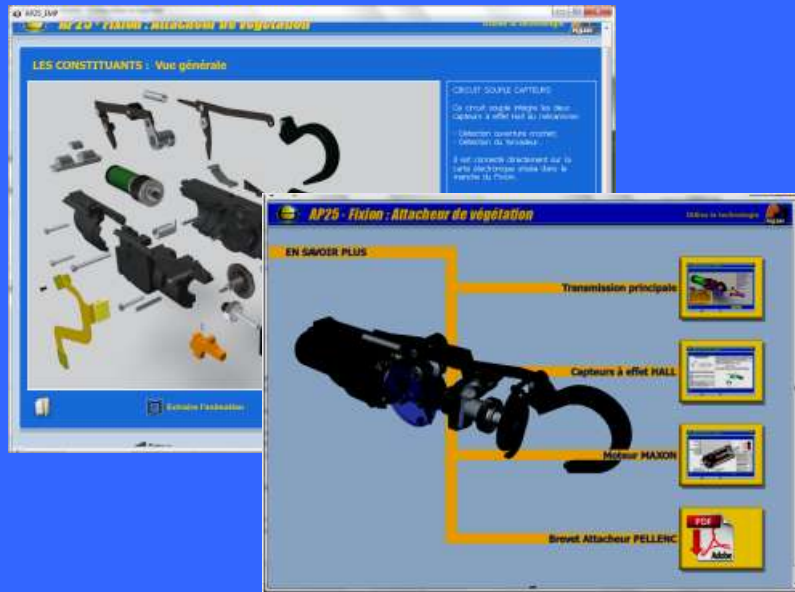
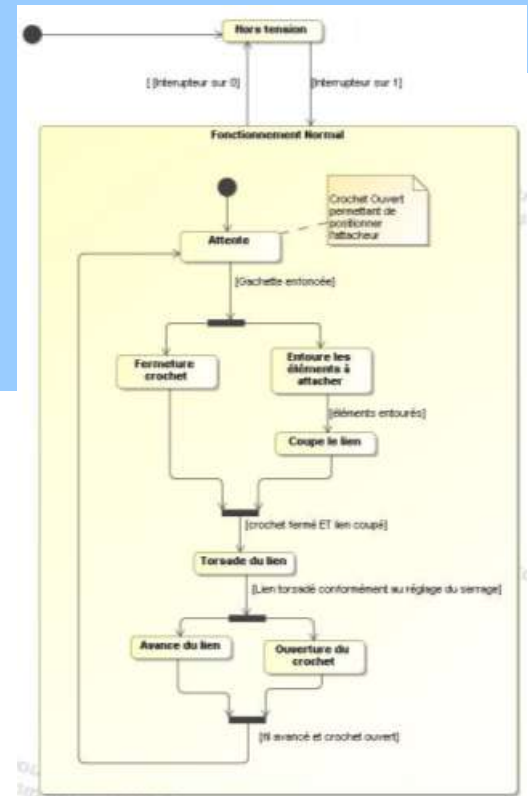
Torsader le lien
L'ensemble torsadeur est entraîné par l'axe torsadeur. Le nombre de tours à effectuer est déterminé par la position du sélecteur.



Ouvrir le crochet mobile
La roue droite est entraînée. Le pion crochet actionne le doigt crochet qui provoque l'ouverture du crochet par l'action de la biellette crochet.



Diagramme d'état



LES LOGICIELS FOURNIS

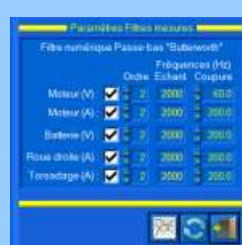
Un Environnement Multimédia intuitif:

- Menu d'accueil interactif avec navigation intuitive
- Illustrations et vidéos de l'attachage de la vigne
- Accès interactifs aux constituants (Description et documentations)
- Découverte des fonctions du mécanisme à l'aide de modélisations 3D jouables et schémas cinématiques 2D
- Animation sur le principe des capteurs à effet Hall
- Assistance multimédia pour la mise en œuvre du système et les mesures
- Aide par diaporama sur les étapes de montage et démontage du mécanisme

1 logiciel d'acquisition des grandeurs physiques en version multi-postes :

- Grandeurs acquises:
- Tension / Courant Batterie
 - Tension / Courant Moteur
 - Signal capteur Cycle
 - Signal capteur Torsades

- Filtrage des mesures:
- Filtrage Auto ou manuel
 - Filtre numérique passe-bas de type Butterworth
 - Saisie de l'ordre du filtre
 - Réglage de la fréquence de coupure



ACTIVITES :

Analyser :

- ✓ 2 chaînes d'énergie imbriquées
- ✓ Chaînes d'information accessibles
- ✓ Réversibilité des chaînes d'énergie

Modéliser :

- ✓ Modèle de connaissance cinématique des fonctions principales
- ✓ Modèles de constituants

Résoudre :

- ✓ Loi Entrée-Sortie géométrique de plusieurs sous-mécanismes
- ✓ Loi Entrée-Sortie de deux fonctions principales

Expérimenter :

- ✓ **Repérer les constituants des chaînes d'énergie et d'information**
- ✓ Mesures : Position angulaire de la roue principale, vitesse moteur, courant moteur
- ✓ Etude du cycle par diagramme de Gantt des capteurs
- ✓ **Mesure du fonctionnement sur platine d'essais manuelle**