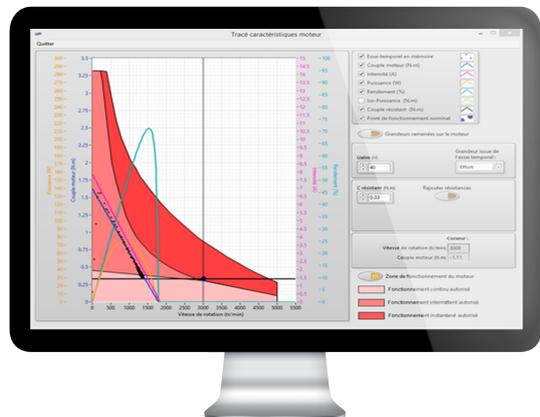


DMS Formation

L'ingénierie créative pour un enseignement de qualité



environnement logiciel unique

asservissements vitesse et position

écarts entre le souhaité, le simulé et le réel

études des 4 quadrants U-I et C-w

de l'horizontal au vertical...



Position X



Position Z



capteur d'effort



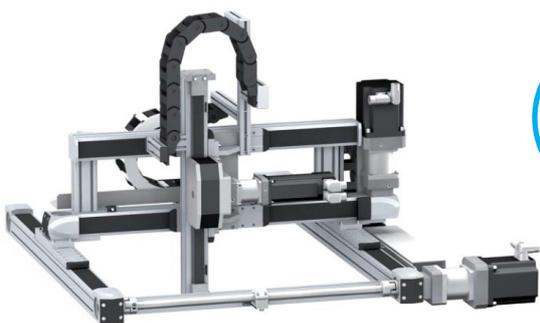
codeur incrémental



complément grue anti-ballant et pendule inversé



présentation vidéo



système industriel de « pick and place »

CONTROL'X / Z



DESCRIPTIF



Le système « Control'X / Z » est un axe linéaire didactisé issu d'un véritable système industriel multi-axes de «Pick and Place». Permettant le positionnement de pièces avec un haut niveau de performances (5g, 10 microns, temps de montée : 100ms)

L'exploitation de Control'X / Z permet :

- Avec Control'Drive, son logiciel associé, de faire de l'expérimentation mais aussi de l'identification, de la modélisation, de la simulation, de la synthèse de correcteur et de l'analyse des écarts dans un unique environnement logiciel.
- Avec Matlab-Simulink et son noyau temps réel permettant d'exécuter n'importe quel code Simulink jusqu'à une fréquence d'échantillonnage de 20kHz. Dans cet environnement simple et intuitif, Control'X devient un système 100 % ouvert.

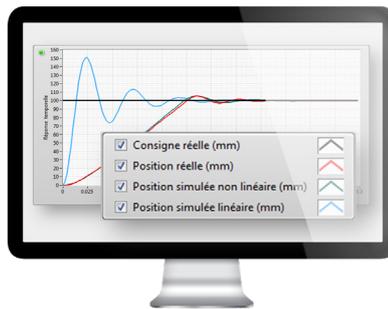
De véritables simulations de type «Hardware in the loop» peuvent être réalisées en quelques clics. Les comportements souhaités, simulés et réels sont observés en temps réel dans un « oscilloscope » unique. L'analyse des écarts est immédiate et les bouclages modèle / réel très rapides.

Les signaux d'entrée-sortie sont tous accessibles et tous les défis peuvent alors être proposés à l'imagination des étudiants : l'axe offre toutes sortes d'applications dérivées : pendule inversé, pont roulant anti-ballant, contrôleur haptique, machine de traction construction parasismique, correcteur flou...

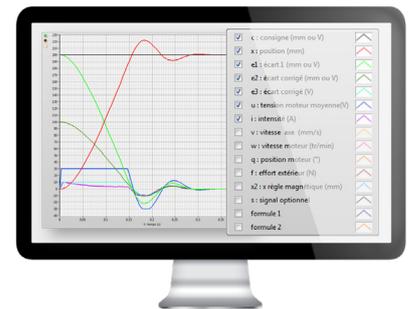
La partie matérielle du système Control'X / Z est constituée :

- d'une **chaîne d'énergie** composée :
 - d'une alimentation de puissance, d'un variateur de vitesse **Maxon**, d'un moteur à courant continu **Sanyo** couplé au chariot de l'axe via un réducteur et un système poulies-courroie.
- d'une **chaîne d'information** composée :
 - d'une carte d'acquisition et de pilotage **National Instrument**, d'un codeur incrémental monté sur l'axe du moteur, d'un capteur d'effort extérieur, d'un capteur de distance, d'un capteur de tension en entrée de variateur, de capteurs de courant et tension moteur.

La richesse de l'instrumentation permet de caractériser l'ensemble des comportements d'une façon rarement observée. Les points clés du programme tel que la dynamique est tracée en quelques clics. L'aspect énergétique est abordé avec une analyse complète du comportement moteur et du rendement du mécanisme. Une large place est faite aux asservissements et les systèmes à événements discrets ne sont pas en reste avec une implémentation possible de diagrammes d'état.



Simulation linéaire ou non linéaire.
Control'X : **des modèles qui collent !**



Très riche instrumentation associée à un conditionnement des signaux de grande qualité sous une fréquence d'échantillonnage de 1kHz

Points forts pédagogiques

- **Performances souhaitées, simulées et réelles** dans un même environnement logiciel.
- Aspect mécanique
- **Commande en BO et BF**
- Correcteurs linéaires classiques, correcteurs industriels (bumpless, antiwindup)
- Calage automatique par **la méthode de Ziegler et Nichols**
- **Mesure et tracé des efforts, tension, intensité, rendement, puissance**
- Points de fonctionnement, **point de fonctionnement nominal** (tension nominale, vitesse nominale, puissance nominale, couple nominal)
- Dimensionnement moteur (critères thermiques en particulier)
- **Loi de commande en trapèze de vitesse**
- PWM : intérêt, effet de la fréquence sur l'ondulation en courant et en vitesse.
- **Etude des 4 quadrants** : tracé du fonctionnement dans le plan U-I et C- ω , intérêt de la commande sur 4 quadrants
- Tracé automatique de **diagramme de Bode**
- Calage de correcteur sur la base d'un diagramme de Bode d'origine expérimentale.
- Etude du **conditionnement des signaux des capteurs** (capteur analogique à comportement linéaire, non linéaire, capteur numérique...)



Control'X / Z permet d'aborder des **compétences** et des **connaissances** des programmes des BTS, et en particulier :

Numéro d'activité	Titre de l'activité	Objectif
TP1	Analyse mécanique de la chaîne de transmission de puissance	Le concepteur d'une chaîne de transmission de puissance a besoin de connaître les relations entrée-sortie. C'est une étape indispensable pour valider le choix du motoréducteur par exemple, pour modéliser finement le comportement de l'asservissement ou pour optimiser ses performances.
TP2	Notion de point de fonctionnement	Comprendre ce qu'est un point de fonctionnement. Comprendre ce qu'un constructeur appelle un point de fonctionnement nominal. Comprendre les termes tension nominale, intensité nominale, couple nominal, vitesse nominale, rendement nominal, puissance nominale.
TP3	Dimensionnement moteur	Apprendre à dimensionner un moteur... où l'on voit qu'il ne suffit pas que le moteur ait le couple suffisant ! Encore faut-il que le moteur puisse délivrer ce couple pendant une durée suffisante. TP où l'on voit que le critère thermique est un critère prépondérant.
TP4	Notion de rendement	Comprendre la notion de rendement (en régime permanent). Apprendre à l'exprimer, à le mesurer. Comprendre qu'il dépend du point de fonctionnement.
TP5	Performance énergétique d'une chaîne de transmission de puissance	Faire comprendre comment le point de fonctionnement peut être positionné en choisissant correctement le couple {moteur, réducteur}.
TP6	D'une commande en boucle ouverte à une commande en boucle fermée	Comprendre l'intérêt d'une commande asservie par rapport à une commande en boucle ouverte... notamment en termes de rejet de perturbations. Faire en sorte que les étudiants trouvent naturelles les opérations de {soustraction + correction}
TP7	Influence du correcteur sur les performances d'un asservissement et synthèse de correcteur par la méthode de Ziegler et Nichols	Faire le lien entre les performances de l'asservissement et le correcteur choisi. On insistera en particulier sur l'effet du gain d'un correcteur proportionnel. Apprendre à caler un correcteur PI (voire PID) sans forcément qu'il soit nécessaire de modéliser tout le système. On s'intéresse successivement à des méthodes de type essayer-erreur, de type Ziegler et Nichols et de type autotuning.
TP8	Commande par PWM	Faire comprendre l'intérêt qu'il y a à piloter un moteur par un signal en PWM. Faire comprendre clairement ce qu'est un rapport cyclique. Faire comprendre les critères de choix de la fréquence du PWM (lissage en vitesse et en courant). Faire comprendre que dans le cadre des asservissements, un pont 4 quadrants (réversible en courant et tension) est souvent indispensable
TP9	Etude des lois de vitesse en trapèze	Faire comprendre aux élèves l'intérêt des lois de vitesses en trapèze. Leur faire comprendre en particulier l'inutilité d'imposer des lois de mouvement type échelon : parce qu'on sait ne pas pouvoir suivre ces échelons et parce que la chaîne de puissance y est très sollicitée (inutilement au demeurant).
TP10	Analyse fréquentielle, autour du diagramme de Bode	Faire comprendre physiquement ce qu'est un diagramme de Bode, leur montrer qu'il comporte des informations précieuses, notamment en termes de rapidité.
TP11	Autour des capteurs et du conditionnement de signal	Présenter des capteurs susceptibles d'être rencontrés fréquemment. Insister sur les principes physiques utilisés. Sensibiliser les étudiants sur la nécessité d'une chaîne de conditionnement du signal. Introduire les notions de fidélité, justesse et précision.



Le système Control'X / Z est compatible avec une **pédagogie en îlot**



permettant de former 3 à 5 étudiants en même temps



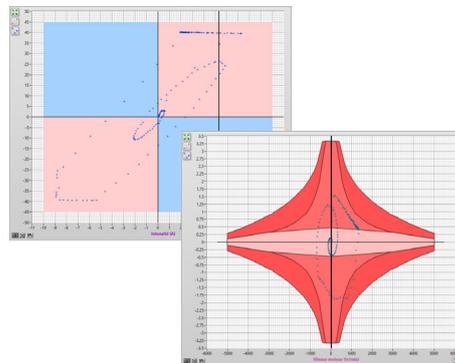
DOCUMENTS D'ACCOMPAGNEMENTS NUMÉRIQUES

Le système à enseigner « CONTROL'X / Z » est fourni avec des documents d'accompagnement au format numérique :

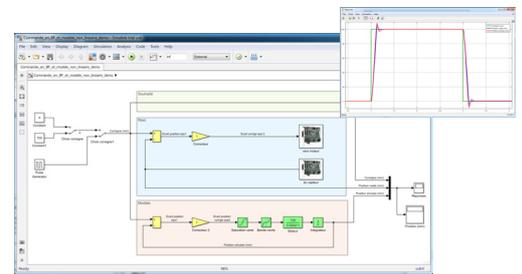
- Un **logiciel d'exception**, Control'Drive avec son ergonomie inégalée, permet dans un environnement numérique (logiciel unique), de mettre en œuvre les compétences des programmes des BTS.
- Un **dossier technique** avec la présentation du système industriel d'origine, sa description fonctionnelle et structurelle et son cahier des charges au format SysML. Les caractéristiques techniques de tous les composants y sont indiquées de façon très exhaustive. Un imposant recueil décline toute une variété de modèles : **tous les constituants de Control'X/Z sont analysés et modélisés**. Les hypothèses y sont formulées et justifiées clairement. Les valeurs numériques nécessaires à l'élaboration des modèles sont toutes précisées. Les modèles peuvent ainsi être validés de façon rapide et spectaculaire. Les modèles **3D SolidWorks, méca3D, causal, multiphysique** acausal sont également disponibles. Un TP0 destiné spécifiquement aux professeurs permet une prise en main immédiate du système.
- Un **dossier pédagogique complet**, des fiches génériques des TP réalisables et des travaux pratiques complètement rédigés et corrigés compatibles avec une pédagogie par ilot.
- Un **dossier ressources** contenant des ressources pédagogiques et technologiques, présentant des informations complémentaires susceptibles d'enrichir la culture scientifique et technologique des étudiants.



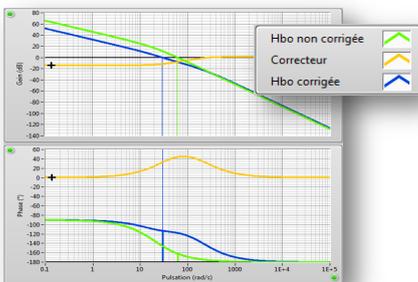
mise en application d'un pendule inversé



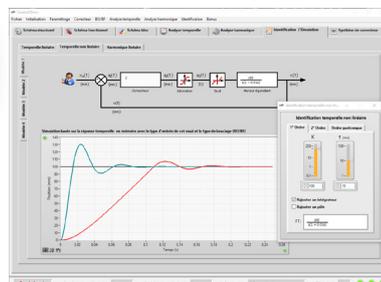
4 quadrants dans le plan U-I ou C- ω



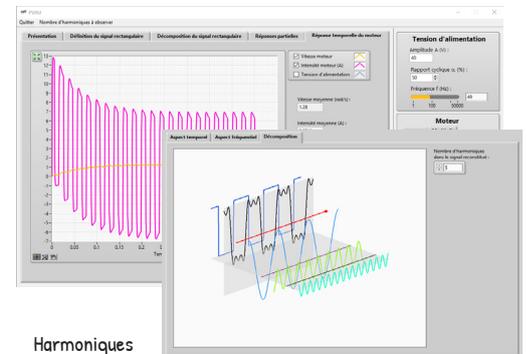
Simulation « Hardware in the loop » période d'échantillonnage jusqu'à 50 μ s



fréquentiel



3 écarts



Harmoniques

Control'Drive, un logiciel de pilotage et de simulation

POUR COMMANDER

Le système à enseigner « Control'X / Z » est proposé en plusieurs références :

- La référence **BTSEL3500** comprend le système Control'X / Z, ses accessoires ainsi que les documents d'accompagnements pour les enseignements de BTS industriel.
- La référence **BTSEL3560** correspond au Poste Informatique Complet pour le système Control'X / Z. Le poste est livré installé, configuré et étalonné
- La référence **BTSEL3510** est le complément Grue anti-ballant et Pendule Inversé

