Asservissement

TEB2022-NTEN_RB

Domaine : **Sciences** Grade académique : **Bachelier en robotique industrielle - Namur**
Niveau de certification : **6** Cycle : **Premier Cycle** Année académique : **2026-2027** (Q1)

CRÉDITS ECTS	VOLUME HORAIRE
8	**82 h**

PRÉREQUIS	CO-REQUIS
TEB1076-NTEN_RB	*Aucun*

IMPLANTATION	DIRECTEUR DE DÉPARTEMENT DU DOMAINE	RESPONSABLE DE L'UE	ENSEIGNANTS INTERVENANTS
Département technique de Namur	Willem Kuypers	Rémi LOSÉRO	Grégory BRUWIER Rémi LOSÉRO

PROGRAMME D'ÉTUDES

Programme	Bloc	Caractère
IE-Bachelier en robotique industrielle	2	Obligatoire

Partie 1 Contribution de l'UE au profil d'enseignement du programme et acquis d'apprentissage spécifiques (AAS) sanctionnés par l'évaluation

CONTEXTUALISATION

- Présenter des prototypes de solution et d'application techniques, en en faisant apparaitre les avantages et inconvénients ;
- Mener une discussion et argumenter en utilisant les termes techniques adéquats ;
- Comprendre les notices techniques rédigées en anglais propres aux appareils rencontrés en milieu industriel ;
- Analyser une situation donnée sous ses aspects techniques et scientifiques, puis proposer des solutions qui tiennent compte des contraintes ;
- Concevoir et mettre en œuvre une boucle de régulation en calculantet en adaptant les paramètres du régulateur aux besoins du processus concerné ;

ACQUIS D'APPRENTISSAGE SPÉCIFIQUES (AAS)

Acquis communs:

Au terme de cette unité d'enseignement, l'étudiant sera capable de :

- Modéliser un processus suivant le modèle de connaissance ou l'identifier de manière empirique suivant des méthodes connues dans l'industrie.

- Déterminer les paramètres du correcteur qui permettent de satisfaire les exigences de régulation grâce à l'identification ou la modélisation préalable du processus.

Asservissement:

Cette unité de formation vise à construire les compétences de base nécessaires à l'étude de l'asservissement/régulation des systèmes linéaires. Cette étude sera orientée sur les systèmes continus.

On insistera sur les capacités à interpréter physiquement les phénomènes étudiés.

Sur la base des lois physiques des processus (électrique, mécanique, électromécanique, thermique et hydraulique) synthétisées sous forme d'aide-mémoire, l'étudiant sera capable de modéliser un système (ordre limité à 3).

A partir de l'équation différentielle qui modélise un processus ou à partir des impédances complexes et en utilisant la transformée de Laplace , l'étudiant sera capable d'exprimer la fonction de transfert de ce processus.

A partir de l'équation différentielle modélisant un processus, ou à partir de la fonction de transfert de ce processus, l'étudiant sera capable de :

- Identifier l'ordre du système ;

- Cerner les paramètres essentiels utilisés pour l'asservissement ou la régulation ;

- Tracer le diagramme de Bode de la fonction de transfert et calculer ses caractéristiques essentielles ;

- Exprimer mathématiquement et tracer la réponse indicielle du système ;

- Utiliser le théorème de la valeur initiale et le théorème de la valeur finale pour différentes sollicitations (échelon, rampe, ...) ;

- Sélectionner le type de correcteur adéquat et exprimer sa fonction de transfert en fonction des exigences de régulation ou d'asservissement donnés, le régulateur sera principalement analogique ;

- Calculer les gains du régulateur à partir d'un cahier des charges et de la fonction de transfert du système étudié.

A partir de la fonction de transfert d'un système et de la fonction de transfert de son correcteur, l'étudiant sera capable de justifier la stabilité ou l'instabilité du processus en boucle fermée en appliquant la méthode appropriée (critère de Routh, critère de Nyquist, marge de gain et marge de phase)

Laboratoire de régulation:

Cette unité de formation vise à construire les compétences de base nécessaires à la régulation des systèmes linéaires (ou linéarisés, ou linéaires par morceaux). Cette étude sera orientée sur les systèmes continus. Ce laboratoire est le complément indispensable au cours théorique sur les asservissements linéaires de deuxième année et est également la mise en pratique des notions de régulations abordées en première année.

Au terme de ce laboratoire, l'étudiant sera capable de :

- Utiliser le logiciel de développement, de modélisation et de simulation Scilab ainsi que le logiciel itools;

- Tracer des réponses indicielles en boucle ouverte ou en boucle fermée en utilisant le logiciel Scilab et dans le logiciel Itools;

- Déterminer des réponses statiques et dynamiques de systèmes en boucle ouverte et fermée. Etudier les réponses temporelle pour en déterminer les temps de réponses, les dépassements, les erreurs statiques et la stabilité de ces système.

- Identifier un système d'ordre 1 ou 2 sur la base de sa réponse indicielle en utilisant les méthodes graphiques et mathématiques ;

- Identifier un système d'ordre supérieur à 2 sur la base de sa réponse indicielle en utilisant entre autre le modèle de Broïda et le modèle de Strejc/Strejc-Davoust ;

- Réaliser une régulation P, PI et PID, appliquer les paramètres imposés, rechercher les paramètres optimaux en utilisant entre autre la méthode de Ziegler et Nichols et interpréter les résultats sur la base des critères utilisés en régulation (vitesse, précision, dépassement, stabilité) ;

- Rédiger un rapport en respectant les consignes imposées : Choix judicieux des tracés accompagnés de méthodes graphiques et mathématiques, présentation agréable (forme), respect des délais (La date de restitution du rapport sera stipulé par le professeur lors des premières séances) et une interprétation des résultats montrant la maîtrise du sujet.

Mathématiques appliquées:

Au terme de l'activité d'apprentissage, l'étudiant sera capable

- d'interpréter correctement la notion de dérivée et de la liée avec les pratiques discrètes en automatisation

- d'interpréter les notions d'intégrale et de primitive et de lier les deux

- d'énoncer et de reconstruire le théorème fondamental de l'analyse

- de lier une équation différentielle avec ses solutions homogène et particulière

- d'effectuer des développements en séries de Taylor-Mac Laurin et en séries de Taylor

- d'expliquer d'interpréter et d'effectuer des calculs simples de séries de Fourier, de transformées de Fourier et de transformées de Laplace

- de manipuler les outils de base pour l'analyse des systèmes linéaires continus

- d'analyser un système linéaire continu et formaliser cette analyse

- d'interpréter des résultats statistiques obtenus sur des grands fichiers de données

Description des activités d’apprentissage de cette UE

OBJECTIFS DE DÉVELOPPEMENT DURABLE

Document annexe à la fiche UE accessible via un lien explicitant en quoi le programme d’études s’inscrit dans une politique de développement durable. Une ou plusieurs UE spécifique(s) pourraient être ciblée(s) dans cette annexe.

Partie 2 Description de l'unité d'enseignement

OBJECTIFS

À définir

CONTENU

Asservissement:

Modélisation d'un système (LTI)

Etude théorique axée sur la réponse temporelle d'un système d'ordre 1 et 2

Calcul des paramètres d'un correcteur en temporel

Analyse harmonique d'un système.

Analyse de la stabilité d'un système en fréquentiel

Calcul des paramètres d'un correcteur en fréquentiel

Laboratoire de régulation:

Séance 1 :

Introduction à Scilab et XCOS

Introduction à Itools et le régulateur eurotherm

Etude graphique en boucle ouverte d'un système du premier ordre

Synthèse du régulateur PID par approche successive.

Séance 2 :

Etude de la régulation d'un moteur électrique par la méthode de Broïda.

Séance 3 :

Etude de la régulation de niveau de cuve via la méthode de modélisation Strejc-Davoust et la méthode de calcul de régulateur Ziegler Nichols et ses améliorations**.**

Séance 4 :

Etude de la régulation de débit via la méthode de Ziegler-Nichols en boucle fermée.

Séance 5:

Etude de la régulation d'un moteur électrique par la méthode de placement de pôles.

Temps restant :

Révision, rattrapage, questions.

Laboratoire à distance : Etude de courbes temporelles issues de mesures de systèmes industriels réels. Identification des systèmes et calcul des paramètres de régulateurs PID en fonction de l'étude temporelle. Rédaction en groupe d'un rapport technique .

Lors de ces laboratoires, des éléments importants seront apportés en vue de préparer les étudiants pour la formation en instrumentation et régulation au sein du centre de compétence TechnoCampus prévue au deuxième quadrimestre. Le but est de rendre les étudiants autonomes et compétants sur les méthodologies pratiques d'identification et de calibration de régulateur.

Mathématiques appliquées:

-- Contextualisation

- Dérivées

- Intégrales et primitives

- Théorème fondamental de l'analyse

-- Bases mathématiques pour l'analyse des systèmes continus

- Séries de Fourier

- Equations différentielles

- Développements en série de Taylor-Mac Laurin et de Taylor

- Transformées de Laplace

- Fonction de transfert

- Exercices

-- Analyse des systèmes continus

- systèmes d'ordre 1 (réponse impulsionnelle /indicielle/ rampe / fréquentielle)

- systèmes d'ordre 2 (idem)

- systèmes d'ordre supérieur à 2

SOURCES ET RÉFÉRENCES

Asservissement:

AUTOMATIQUE : Systèmes linéaires et continus (Sandrine Le Ballois,Pascal Codron);

AUTOMATIQUE : Contrôle et régulation (Patrick Prouvost)

Laboratoire de régulation:

Mathématiques appliquées:

SUPPORTS DE COURS

Activité d'apprentissage	Support

ATEN2022-A — Asservissement	Les supports de cours théoriques sont constitués de: -Supports visuels powerpoint -Support papier pour les exercices graphiques -Explications et schémas subsidiaires au tableau. -Formulaire des transformées de Laplace est également fourni. L'ensemble des supports numériques seront accessibles sur la page moodle du cours.
ATEN2022-B — Laboratoire de régulation	Les supports de laboratoire sont constitués de : -Un recueil technique des différentes méthodologies étudiées et de leur mise en œuvre. -Des supports pdf de suivi de manipulation. -Les activitées pratiques pourront être effectuée sur le logiciel open source Scilab et/ou sur les différents bancs de régulation de l'école via le logiciel ITools. D'autres outils numériques aidant à la compréhension de la régulation des systèmes dynamiques pourront être utilisés, ils seront alors fournis aux étudiants.
ATEN2022-C — Mathématiques appliquées	L'ensemble des supports numériques seront accessibles sur la page moodle du cours.

Partie 3 Méthodologie mise en œuvre et éventuel découpage de l'UE

DESCRIPTION DES ACTIVITÉS D'APPRENTISSAGE (AA) AU REGARD DE LEUR STATUT

Activité d'apprentissage	Heures	Langue d'enseignement	Langue d'évaluation
ATEN2022-A — Asservissement	40 h	Français.	Français.
ATEN2022-B — Laboratoire de régulation	20 h	Français.	Français.
ATEN2022-C — Mathématiques appliquées	22 h	Français	Français

MÉTHODES D'ENSEIGNEMENT ET D'APPRENTISSAGE

Activité d'apprentissage	Méthodes d'enseignement et d'apprentissage
ATEN2022-A — Asservissement	Cours théoriques : Cours magistraux accompagnés d'exercices guidés, de discussion et de questions - réponses.
ATEN2022-B — Laboratoire de régulation	Laboratoire: Les étudiants sont amener à construire leur compétences par la mise en situation réelle. Les supports de laboratoires ont pour but de centraliser les compétences visées, de les mettre en œuvre en pratique et d'apporter un regard critique sur les résultats obtenus.
ATEN2022-C — Mathématiques appliquées	-Exposés magistraux interactifs des différents outils mathématiques à acquérir. -Séances d'exercices progressifs

DÉTERMINATION DE LA COHÉRENCE PÉDAGOGIQUE EN CAS DE REGROUPEMENT D'AA FAISANT L'OBJET D'UNE ÉVALUATION DISTINCTE

À définir

Partie 4 Évaluation de l'unité d'enseignement

STRUCTURE DU DISPOSITIF GÉNÉRAL D'ÉVALUATION (EN LIEN AVEC LE PROGRAMME D'ÉTUDES)

Evaluation partiellement intégrée.

Epreuve intégrée pour l'évaluation du cours d'asservissement et du cours de mathématiques appliquées ; la partie laboratoire, quant à elle, est évaluée séparément.

MÉTHODOLOGIE DE CONSTRUCTION DE LA NOTE FINALE DE L'UE

À définir

LA PONDÉRATION DE L'ÉVALUATION DE L'UE À DES FINS DE DÉLIBÉRATION LORS DU CALCUL DE LA MOYENNE

Au sein du programme d'études, lors du calcul de la moyenne, la pondération de l'évaluation de l'unité d'enseignement est effectuée sur base des crédits affectés à cette unité d'enseignement et évalués

MODALITÉS D'ÉVALUATION PAR ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE

Activité d'apprentissage	Modalités d'évaluation

ATEN2022-A — Asservissement	Examen intégré à Mathématique. Examen oral. Première session : Oral à 100% Seconde session : Oral à 100%
ATEN2022-B — Laboratoire de régulation	Examen pratique. Première session : oral à 100% Seconde session : oral à 100%
ATEN2022-C — Mathématiques appliquées	Examen oral intégré.

MODALITÉS CONCRÈTES D'ÉVALUATION

Une mention sur la fiche informera les étudiants du fait que les précisions sur les épreuves seront disponibles sur Moodle au plus tard 6 semaines avant l'évaluation.