

MASTERE PRO Systèmes Mécatroniques PROGRAMMES DES ENSEIGNEMENTS
--

PROBABILITES ET STATISTIQUES : (S1)

14H C, 7H TD

Statistiques descriptives, résumés numériques et représentations, régression linéaire, Probabilités, variables aléatoires, indépendance et probabilités conditionnelles, générateurs pseudo-aléatoires. Variables aléatoires réelles, discrètes et à densité, fonction de répartition, espérance et variance, Couples de variables aléatoires : lois marginales, densité, espérance et matrice de corrélation, cas des vecteurs gaussiens, Convergences et théorèmes limites : théorème central-limite, loi forte des grands nombres. Estimateurs et intervalles de confiance, Introduction aux tests d'hypothèse, test sur l'espérance, sur une proportion.

RECHERCHE OPERATIONNELLE ET OPTIMISATION : (S1)

14H C, 7H TD

Introduction à la théorie des graphes. Plus court chemin. Ordonnancement. Flot maximum. Programmation linéaire. Le simplexe. Dualité.

PROGRAMMATION ORIENTEE OBJET : (S1)

14H C, 7H TD, 9H TP

Techniques de la programmation par objet: type abstrait de données, relations d'utilisation et d'héritage, polymorphisme, encapsulation de données. Un rappel sur le langage C et une présentation des extensions apportées par le langage C++. Une mise en pratique en utilisant le langage C++. (Implémentation d'une application avec les techniques de la POO).

AUTOMATIQUE (S1)

14H C, 7H TD

Rappel sur la modélisation des systèmes dynamiques, Représentation d'état continue (Définitions, Relation entre la représentation d'état et la fonction de transfert, Résolution des équations d'état, Commandabilité, Observabilité, Réalisations minimales, Interprétation physique des pôles et des zéros), Représentation d'état échantillonnée (Définitions, Relation entre la représentation d'état et la fonction de transfert, Résolution des équations d'état, Commandabilité, Observabilité, Réalisations minimales, Interprétation physique des pôles et des zéros, Effets de

l'échantillonnage), Commande et observation (Commande avec retour d'état, Observation, Commande avec retour de sortie).

MODELISATION ET IDENTIFICATION DES SYSTEMES (S1)

14H C, 7H TD

Modélisation et Identification des systèmes : Introduction à l'identification, Méthodes d'identification non-paramétrique (Méthodes temporelles, Méthodes fréquentielles), Méthodes d'identification paramétrique (Principe, Algorithmes non récursifs, Algorithmes récursifs, Choix du signal d'excitation, Effets des perturbations aléatoires, Méthodes d'identification basées sur le blanchissement de l'erreur de prédiction, Méthodes d'identification basées sur la décorrélation du vecteur des observations et l'erreur de prédiction, Validation des modèles identifiés).

ATELIER AUTOMATIQUE 1 (S1)

15H TP

Synthèse et mise en œuvre d'une commande par retour d'état avec observateur sur un procédé, Identification d'une unité didactique.

AUTOMATISMES ET API (S1)

15H TP

Automates Programmables : Introduction aux systèmes automatisés, Automate programmable industriel, Langages de programmation avec CEI 1131, Mise en œuvre d'un automate programmable industriel, Communication avec un automate programmable industriel.

ELECTRONIQUE PROGRAMMEE (S1)

14H C, 7H TD

Introduction, Architecture du microprocesseur, Introduction au jeu d'instructions du microprocesseur, La pile, Les interruptions, microcontrôleurs, Concepts de base de VHDL, Eléments de base de VHDL, Description comportementale des fonctions combinatoires et séquentielles, Construction hiérarchique, circuits logiques, structures des différentes familles logiques, Circuits programmables.

ATELIER INFORMATIQUE INDUSTRIELLE 1 (S1)

15H TP

Programmation d'un Automate programmable, Microprocesseur 8086, Microcontrôleur 8052, Programmation VHDL, simulation et mise en œuvre sur FPGA.

MECANIQUE DES FLUIDES ET ENERGETIQUE (S1)

14H C, 7H TD

Statique des fluides isovolumes, Dynamique des fluides parfaits isovolumes et bilans, Pertes de charge linéaires, Ecoulements turbulents, Ecoulements laminaires, Compléments sur les circuits fluidiques et la statique des fluides non isovolumes, Composants fluidiques (pompes, récepteurs, distributeurs, valves, débitmètres, pressostats, filtres, etc.), Commande des composants fluidiques (tout ou rien, proportionnel), Schématisation et circuits.

THERMODYNAMIQUE ET MACHINES THERMIQUES (S1)

14H C, 7H TD

Rappel et compléments de thermodynamique (Bases de la thermodynamique, premier principe, deuxième principe, expression mathématique des deux principes, gaz parfait, fluide réel, changement d'état, vapeur), Transfert de la chaleur en régime permanent (conduction, convection, rayonnement), Machines frigorifiques, Pompes à chaleur, Compresseurs, Échangeurs de chaleur, Moteurs à explosion et Diesel.

ATELIER MECANIQUE 1 (S1)

Etude d'une machine frigorifique, Etude d'un moteur à explosion, Etude des composants fluidiques, Etude des pertes de charge.

ELECTROTECHNIQUE DES INSTALLATIONS (S1)

14H C, 7H TD

Dangers et prévention des risques électriques, Généralités sur les réseaux équilibrés et déséquilibrés, Méthodologie de conception. Normalisation, Schéma de Liaison à la terre, Compensation énergie électrique, Appareillage, Canalisations électriques, Calcul des courants de court-circuit, Eclairage.

ENERGIES NOUVELLES (S1)

14H C, 7H TD

Connaissances générales, Energie solaire, Energie hydroélectrique, Energie éolienne, Energie de la biomasse, Energie géothermique.

AUDIT ENERGETIQUE: (S1)

14H C, 7H TD

Energie dans l'industrie, Energie habitat, Energie renouvelables, Systèmes de gestion de l'énergie, Quantification et qualification de l'énergie consommée pour chaque activité (La qualification : décrire les combustibles utilisés, les températures et les fluides nécessaires à la combustion ainsi que les prix de revient de chaque élément. La quantification : il s'agit d'évaluer les débits d'énergie consommée par unités de temps)., Calcul des performances du ou des procédés de production (Cette étape permet de comparer les procédés de production de l'entreprise aux meilleures pratiques disponibles), Mesure des performances des équipements (Dans cette étape, la consommation effective de chaque équipement est d'abord estimée et est ensuite comparée à la consommation des équipements lors de leur mise en service), Formulation de pistes d'amélioration.

RESEAUX ELECTRIQUES EMBARQUES (S1)

14H C, 7H TD

Dimensionnement électrotechnique de réseau électrique de bord d'un véhicule automobile thermique Le réseau de puissance, les organes importants, leurs caractéristiques : comportements d'une batterie, d'un alternateur, d'un démarreur. Apport de la modélisation. Fonctionnement du réseau de bord (véhicule en parking, en phase démarrage, en roulage), les usages clients et le dimensionnement de la génération d'énergie. Processus de développement : cadencement, jalonnement inhérent à la production grande série. Processus de validation. Les contraintes de fabrication et de logistique. Exemple simple de dimensionnement.

CREATION D'ENTREPRISES 1 (S2)

14H C, 7H TD

Naissance de l'idée (Où trouver l'idée ? De l'idée au projet) ; L'élaboration du projet (L'étude commerciale, L'étude financière, L'étude juridique).

- **ANGLAIS (S2)**

- **21 CI**

Syntaxe de l'anglais général ; Expression écrite : Correspondances professionnelles, rapports, lettres de motivations, CV. Compréhension orale et écrite: Anglais de l'entreprise.

QUALITE ET NORMES (S2)

14H C, 7H TD

Approche globale de la qualité ; Synthèse et discussion sur la qualité et les normes ; Méthode pédagogique ; Démarche Qualité.

MINI-PROJET (S2)

15H TP

Mini-Projet : Idée de projet et étude du marché.

COMMANDE NUMERIQUE (S2)

14H C, 7H TD

Etude des éléments constitutants d'une boucle de régulation discrète, étude de systèmes de premier et de deuxième ordre discret, performances des systèmes échantillonnés, correction des systèmes échantillonnés (PID, régulateurs à réponse pile...).

REGULATION INDUSTRIELLE (S2)

14H C, 7H TD

Modélisation des procédés (mécanique, hydraulique, variateurs, actionneurs,...) ; Boucle de régulation industrielle (Structure d'une boucle de régulation, Fonctions de transfert du régulateur PID) ; - Etude des actions P, I et D ; - Méthodes d'identification des modèles (Méthodes temporelles, Méthodes fréquentielles) ; - Calcul des coefficients des régulateurs industriels (Méthodes empiriques, Méthodes analytiques) ; - Discrétisation d'un régulateur PID analogique ; - Calcul des régulateurs numériques (Calcul des régulateurs numériques équivalents aux régulateurs analogiques, calcul direct de régulateurs RST).

ATELIER AUTOMATIQUE (S2)

15H TP

Identification d'une unité didactique avec différentes méthodes, Synthèse et mise en œuvre d'une régulation PID sur un procédé.

CAPTEURS ET CHAINE DE MESURES (S2)

14H C, 7H TD

Capteurs et chaîne de mesures : mesure des grandeurs électriques, mesure des grandeurs mécaniques, mesure des grandeurs optiques, acoustiques et thermiques, Analyse des erreurs de mesure, Manipulation d'un système d'acquisition de données, Systèmes intégrés de capteurs, Capteurs intelligents et miniaturisation, Mise en réseau des capteurs par des structures de bus, Systèmes d'acquisition de données.

ACTIONNEURS HYDRAULIQUES ET PNEUMATIQUES (S2)

14H C, 7H TD

Composants pneumatiques, Circuits fondamentaux en pneumatique, Conception et simulation des circuits pneumatiques, Asservissements pneumatiques, Composants et pompes hydrauliques, Circuits fondamentaux en hydraulique, Conception et simulation des circuits hydrauliques, Asservissements hydrauliques.

ACTIONNEURS ELECTRIQUES (S2)

14H C, 7H TD

Notions de base des servocommandes, Commandes à C. C., Moteur pas à pas, Moteur à C. C. sans balais, Commandes d'alimentation pour les machines à CNC, Miniaturisation.

MECANIQUE GENERALE ET CALCUL DE STRUCTURES (S2)

14H C, 7H TD

Mécanique générale (Equilibre de systèmes mécaniques, Cinématique du solide), systèmes à un degré de liberté (oscillations libres et forcées, résonances, transmissibilité, isolation vibratoire des équipements), Etude de mécanisme (boîte de vitesse), Calcul de structures (Elasticité linéaire, Introduction aux éléments finis, Théorie des plaques).

CONCEPTION MECANIQUE (S2)

14H C, 7H TD

Composants mécaniques de guidage : roulements, paliers : principaux types, règles et méthodes de montage, de réglage, durée de vie, fiabilité d'un ensemble, principaux défauts, maintenance. Composants de transmission de puissance : engrenages, courroies, chaînes, embrayage, frein, accouplement, etc. (caractéristiques principales, procédures de montage et de réglage, principaux défauts, maintenance). Composants de lubrification et d'étanchéité (différents types, utilisation, choix). Notices et gammes de montage-démontage. Diagnostic : recensement des avaries possibles et connues sur les composants usuels de guidages, transmission de puissance.

CFAO (S2)

14H C, 7H TD

Conception assistée par ordinateur CAO/FAO, Application des outils logiciels CAO/FAO-3d, Conception des composants, des dispositifs et de l'équipement, Notions de base de la conception, la projection, la fabrication et l'assurance qualité avec la CIM, Processus de travail du métal à l'aide des machines à CN, Tournage, fraisage, perçage, meulage, taille, poinçonnement, etc., Traitement au laser, Traitement des matières plastiques, Technologies de soudage, de brasage et de collage.

TECHNIQUE DE MIE EN ŒUVRE (S2)

14H C, 7H TD

Structure de régulation, Les différents types de la commande (analogique, Numérique/Analogique, Numérique), Convertisseur A/N et N/A, Choix de la période d'échantillonnage, Conception d'un système de Commande Numérique (Démarche à suivre, Définition du procédé, Modélisation du procédé, Acquisition des mesures, Traitement de mesures, Choix de la structure du modèle et d'une méthode d'identification, Estimation des paramètres, Validation),

Synthèse de la commande (Choix des performances désirées, Choix de la méthode, Calcul des paramètres du régulateur, Implémentation de régulateur, Validation.

Commande par Modèle Interne, Mise en Œuvre de l'Identification (Acquisition des mesures, Filtre anti-repliement, Signal d'excitation, Traitement des mesures, Analyse des mesures d'E/S par les méthodes d'identifications non paramétriques, Détermination de la structure).

Mise en Œuvre de la Commande (Choix des performances, Effet de convertisseur Numérique Analogique, Effet de retard de Calcul, Analyse de qualité d'un système de commande, Algorithme de commande.

REGULATION DES SYSTEMES ENERGETIQUE (S2)

14H C, 7H TD

Réglage de puissance des échangeurs, Comportement dynamique des équipements climatiques, Schémas de régulation d'installations climatiques types, Logique de fonctionnement d'une CTA, Télésuivis d'installation de PAC industrielle, chaudières, cogénération, lien entre régulation, confort et consommation, Courbes caractéristiques de vannes de réglage. Étude de PID. Méthodes de réglage, Applications à des schémas-type.

DIAGNOSTIC DES DEFAUTS (S2)

14H C, 7H TD

Généralités (quelques définitions, les étapes d'une procédure de diagnostic, domaine d'application), Diagnostic à base de modèle, Diagnostic à base de connaissances, Classification pour le diagnostic, Éléments statistiques pour la détection de défauts

PRODUCTION D'ENERGIE ELECTRIQUE (S2)

Panorama des différentes filières technologies de production, Evaluation des risques et de leurs causes pour les systèmes et leurs composants, Renouvellement d'un parc de production

CREATION D'ENTREPRISES (S3)

14H C, 7H TD

Lancement des opérations : Sur le plan juridique ; Sur le plan financier ; Sur le plan commercial.

ANGLAIS (S3)

14H C, 7H TD

Etude en semi-autonomie, encadrement assuré par des formateurs anglophones. Les activités comprennent des ateliers d'expression orale déclinés en niveaux. Expression écrite anglais générale et de l'entreprise.

SECURITE ELECTRIQUE (S3)

21H CI

Règles spéciales de sécurité ; Distribution de l'énergie électrique ; Canalisations. Effets physiologique du courant électrique ; Appareillage de sectionnement ; Commande et protection ; Protection contre les contacts directs et indirects.

MINI-PROJET (S3)

15 TP

Etude d'un mini-projet.

RESEAUX LOCAUX INDUSTRIELS ET SUPERVISION (S3)

14H C, 7H TD

Introduction aux réseaux informatiques (Définition, Topologie, Le modèle OSI, Les protocoles de communication, Les composants d'un réseau informatique), Réseaux Locaux Industriels (Généralités, La méthodologie CIM (Computer Integrated Manufacturing), Architecture et Caractéristiques d'un Réseau Local, Bus de Terrain), Etude de quelques réseaux de terrain (Asi, Profibus DP et FMS, Interbus S, Fipway et Uni-Telway), Réseaux Locaux et Supervision (Systèmes d'information pour l'industrie, Communication temps réel, Le protocole OPC, Réseaux d'automates, Introduction à la télégestion).

TELECOMMUNICATION (S3)

14H C, 7H TD

Modulations analogique et numérique, Notions sur la théorie de l'information (Quantité d'informations, entropie, capacité d'un canal) , Généralités sur la transmission(Structure générale d'un système de transmission, Communication analogique et/ou numérique, Bandes de base et ondes porteuses), Communications analogiques (Rapport S/B, égalisation, modulations par impulsion, sur ondes porteuses), Communications numériques (En bande de base, codes en ligne, densité spectrale, critère de Nyquist, diagramme de l'oeil, probabilité d'erreur et sur fréquences porteuses, modulations MDA, MDP, MDF, MAQ- et démodulations, récupération de porteuse, ambiguïté de phase).

ATELIER INFORMATIQUE INDUSTRIELLE (S3)

15H TP

Mise en œuvre d'un système de supervision.

MODELISATION ET COMMANDE DES ROBOTS (S3)

14H C, 7H TD

Introduction, Modélisation, Représentation dans l'espace (repères, transformations, etc.), Cinématique directe : Exemples sur des robots à 4ddl, 5ddl, etc., Cinématique inverse, Dynamique : Dynamique, prépondérante, Dynamiques élevées (oscillation sur les bras souples), Frottements.

Identification, estimation et commande, Détermination des paramètres, Commande en position et orientation : Commande des actionneurs locaux, (PID, commande robuste), Passivité, découplage non linéaire, Génération de trajectoires dans un environnement connu, évitement, l'obstacle, etc., Exemples sur robots fixe et mobile, Commande en effort, Quelques remarques sur les points non abordés : Analyse d'image, Référence capteur, etc.

SYSTEMES MULTIVARIABLES ET NON LINEAIRES (S3)

14H C, 7H TD

SMV : Introduction, Les différentes représentations : état, transfert, factorisations polynomiales, Pôles et zéros multivariables, Théorie géométrique : sous-espaces (A-B) invariants, de commandabilité, Rejet de perturbations. SNL.

Introduction aux systèmes non linéaires : outils de représentation et spécificités. Analyse des systèmes non linéaires : stabilité, linéarisation tangente, méthodes de Lyapunov, Commande par retour d'état de systèmes non linéaires : linéarisation tangente, linéarisation exacte, backstepping, modes glissants. Observation d'état de systèmes non linéaires : Kalman étendu, injection de sortie, grand gain, Couplage observation-commande : méthodes adaptatives, commande par retour de sortie.

COMMANDE DES MACHINES (S3)

14H C, 7H TD

Modélisation et commande d'une machine à courant continu ; Modélisation d'une machine asynchrone ; commande scalaire, commande vectorielle;

ATELIER ROBOTIQUE (S3)

15H TP

PHYSIQUE DES SEMI-CONDUCTEURS (S3)

14H C, 7H TD

Physique des semi-conducteurs: Techno-fabrication du silicium - fonctionnement du transistor base & fabrication d'un wafer - les autres technologies (capteur, imager, analogique...); Conception d'un circuit (architecture de circuit, conception numérique, testabilité, implémentation physique - de la porte logique au layout...).

MATERIAUX COMPOSITES ET POLYMERES (S3)

14H C, 7H TD

Polymères et matières plastiques (Classification : élastomères, thermodurs, thermoplastiques, Structures amorphes, semi-cristallines, Composition, charges, renforts, additifs); Méthodes de caractérisation (Essais mécaniques, Propriétés thermiques, Propriétés électriques, Comportement au feu); Grandes familles de polymères; Mise en œuvre des thermoplastiques; Techniques de transformation (extrusion, injection, thermoformage, rotomoulage); Rhéologie des polymères.

SURETE DE FONCTIONNEMENT – MAINTENANCE (S3)

14H C, 7H TD

Sûreté de fonctionnement (SDF)(Généralités, Méthodologie d'analyse de la sûreté de fonctionnement, Méthode d'analyse des risques de défaillances, Mathématiques de la sûreté de fonctionnement, Méthodes quantitatives de sûreté de fonctionnement); Concepts de la Maintenance Conditionnelle (Méthodes de surveillance (préventive,...), Principes de surveillance, Distinction suivi / contrôle / bilan / expertise); Contrôles non destructifs (CND) hors paragraphes (Utilisation des 5 sens, Examens des états de surface, Examens structurels, Suivi de caractéristique, Autres CND); Analyse vibratoire (La mesure vibratoire, Le diagnostic vibratoire, Typologie de spectres vibratoires, Modes propres – résonance, Suivi vibratoire - maintenance conditionnelle, Etude de cas); Thermographie infrarouge (Principe, Matériel, Avantages, Applications); Analyse et la mesure électrique (Distribution électrique type d'un site industriel, Définition des mesures types (moteur,...), Exemples de mesures); Lubrifiants (Origine, Rôle, Analyses physico-chimiques, Analyses spécifiques (spectrométrie, ferrométrie, ferrographie).

COMMANDE NEURO-FLOUE (S3)

14H C, 7H TD

- Ensembles flous, Contrôleur Flous, Méthodes de Mamdani et Sugeno,
- Le processeur flou de Yamakawa ; -Bases des réseaux de neurones,
- Perceptrons multicouches et rétropropagation du gradient, Principes de la Commande neuronale,
- Apprentissage hors ligne, en ligne,
- Application à la commande des robots.

MECATRONIQUE DES SYSTEMES ELECTRO-HYDRAULIQUES (S3)

14H C, 7H TD

Les composants d'un système électro-hydraulique (actionneurs linéaires et rotatifs, vannes, distributeurs, solénoïdes, les vannes, les pompes...).

Interaction entre les différents éléments (Flux d'information et de matière).

Analyse et conception des circuits électro-hydraulique.

Contrôle de débit, de pression et de position dans les systèmes électro-hydrauliques.

Symboles graphiques et schémas de circuits hydrauliques

MECATRONIQUE DES PROCÉDES CHIMIQUES (S3)

14H C, 7H TD

Approche Systémique des procédés chimiques (Notion de bilan et de transfert de matière et d'énergie). Application aux réacteurs chimiques.

Structure d'un procédé chimique (Les composantes mécaniques, électriques et électroniques).

Interaction entre les différents éléments (Flux d'information et de matière).

Nécessité de régulation dans les procédés chimiques (régulation de température de débit, de pression...)

Application à une colonne de distillation (ou autre procédés chimiques)

MECATRONIQUE DES SYSTEMES DE TRANSPORT (S3)

14H C, 7H TD

Les composants mécaniques, électroniques et électriques dans un système de transport (moteur, cartes électroniques, moteurs électriques...).

Interaction entre les différents éléments.

Régulation dans les systèmes de transports (exemples)

Mécatronique dans l'industrie automobile (Le système de freinage ABS, Le système de contrôle électronique du moteur, Système d'injection électronique, Suspension active)

ETUDE DE CAS

15H TP

Etude d'un mini-projet d'un système mécatronique.