
Guide pédagogique
«Capteurs et actionneurs »
Module PRISM-SYM-9.3 (5 crédits ECTS)

Place du module et enjeux

Les systèmes mécatroniques perçoivent leur environnement et leur propre état par des capteurs et agissent sur et dans leur environnement par l'intermédiaire d'actionneurs.

Teaching guide and syllabus
"Sensors and actuators"
PRISM-SYM-9.3 (5 ECTS credits)

Subject matter importance and associated issues

Mechatronic systems perceive their environment and their own state through sensors and act on and in their environment via actuators.

Responsable :Nicolas DACLIN
Téléphone : 04 34 24 62 66
Courriel : nicolas.daclin@mines-ales.fr

ENSEIGNEMENTS ACADEMIQUES	Volume horaire	Détail des coefficients	Crédits
Capteurs et actionneurs	66 h		
○ Actionneurs pour la mécatronique	20	1	5
○ Capteurs et interfaces	28	1	
○ Électronique analogique	18	1	

Matière 1 :

Actionneurs pour la mécatronique	
Code : PRISM-SYM 9.3.1	Titre du module : Capteurs et actionneurs
Semestre : S9	Cursus de rattachement : Département PRISM, Option SyM

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
20	25	8	10	0	0	2	5	1	/

Titre	<i>Actionneurs pour la mécatronique</i>
résumé	Présentation de différentes familles d'actionneurs et d'autres dispositifs qui composent une chaîne de motorisation typique d'un système mécatronique.

Responsable	Isabelle Marc
Equipe enseignante	Isabelle Marc (LGI2P)

Mots-clés	Conversion électromécanique, moteurs électriques, réducteurs, variateurs, vérins,
Prérequis	Notions de base en électricité (impédances RLC, puissance active, réactive et apparente) Notions de base en électromagnétisme (champs électriques et magnétiques, induction, forces de Laplace) Notions de base en mécanique (principes fondamentaux de la dynamique. couple, puissance, moment d'inertie, vitesse linéaire et vitesse angulaire).

Contexte et objectif général :

A l'issue d'une formation en mécatronique, un ingénieur doit avoir acquis les compétences nécessaires pour appréhender dans sa globalité tout système mécatronique, et en particulier être capable de maîtriser la conception et la commande d'une chaîne de motorisation, en identifiant les contraintes liées à l'intégration de ses différents composants. Différentes technologies sont possibles pour les actionneurs, chacune d'elles étant plus particulièrement adaptées à certains champs d'application, en fonction de ses performances mécaniques et de ses possibilités de contrôle/commande par une électronique adaptée. Ce cours est une présentation de ces différentes familles d'actionneurs et des autres dispositifs qui composent une chaîne de motorisation typique (réducteurs, variateurs de vitesse, capteurs).

Programme et contenu :

Présentation des différents types d'actionneurs, en fonction de leur énergie primaire (pneumatique, hydraulique, électrique) et du mouvement réalisé (linéaire ou rotatif).
Présentation des différents éléments de la chaîne de conversion mécanique (entraînement, capteurs, conversion d'énergie)
Choix et dimensionnement des actionneurs, à partir des données de loi de commande, d'efforts à développer, de vitesse, de temps d'action et d'inertie.

Méthode et organisation pédagogique :

Cours (4*2h) en classe inversée + TD (5*2h)

Acquis d'apprentissage visés :

- Connaître les différentes technologies d'actionneurs (pneumatiques, hydrauliques et électriques) avec les paramètres importants pour le choix et les capteurs associés.
- Etre capable d'établir le cahier des charges d'une chaîne de conversion mécanique.
- Etre capable de choisir les actionneurs et les autres éléments de la chaîne pour une application donnée.
- Etre capable d'extraire les paramètres importants d'une documentation technique de moteur électrique

Evaluation : contrôle écrit

Retour sur l'évaluation fait à l'élève :

- mise à disposition des corrections,
- consultation des copies sur demande

Support pédagogique et références :

- 1 Poly
- 1 recueil de TD
- Des QCM avec corrections sur des questions de cours, pour l'autoévaluation
- Les annales corrigées des 3 années précédentes
- références ouvrages, internet...

Matière 2 :

Capteurs et interfaces

Code : PRISM-SYM 9.3.2

Titre du module : Capteurs et Actionneurs

Semestre : S9

Cursus de rattachement : Département PRISM, Option SyM

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
28	35	8	0	0	16	4	7	1	/

Titre	Capteurs et interfaces
résumé	Présentation des fonctions et composants d'une chaîne d'acquisition de mesures et mise en œuvre.

Responsable	<i>Denis Arbonnier</i>
Equipe enseignante	<i>Denis Arbonnier</i>

Mots-clés	Conversion analogique numérique, conditionnement, résolution, précision, linéarité, liaison série synchrone et asynchrone.
Prérequis	Notions de programmation en langage C Notions sur les microcontrôleurs. Notions sur les interruptions Notions de lecture d'un schéma structurel.

Contexte et objectif général :

Un système mécatronique perçoit son environnement et son propre état par l'intermédiaire de capteurs. Comment mettre en forme et transmettre ces données de perception à l'unité de traitement qui pourra les traiter et exploiter l'information qu'elles contiennent ?

Programme et contenu :

Présentation de différents projets permettant ainsi d'aborder le conditionnement et le traitement d'une chaîne d'acquisition comportant un capteur.
Cours sur le Bus CAN, codeurs incrémentaux, jauge de contrainte. Chaîne de pilotage d'un moteur et asservissement numérique avec correcteur.

Méthode et organisation pédagogique :

Cours (présentation des projets et apports de connaissances) et projets

Acquis d'apprentissage visés :

Comprendre les problématiques d'interfaçage de données capteurs vers une unité de traitement numérique.
Etre capable de mettre en œuvre un exemple de chaîne d'acquisition de mesures conformément à un cahier des charges.

Evaluation :

Rapport de projet, fonctionnement de tout ou partie du projet confié et présentation orale à la promotion

Retour sur l'évaluation fait à l'élève :

- Mise à disposition d'éléments de correction (schéma structurel et programme associé)

Support pédagogique et références :

- Schéma structurel de chaîne d'acquisition
- Environnement de développement
- Carte microcontrôleur
- Cahier des charges de chaque projet

Matière 3 :

Electronique analogique

Code : PRISM-SYM 9.3.3

Titre du module : Capteurs et Actionneurs

Semestre : S9

Cursus de rattachement : Département PRISM, Option SyM

Heures présentiel	Heures total	Cours	TD	TP	Projet	Contrôles	Travail personnel	Coef /module	ECTS
18	25	2	0	0	16		6	1	/

Titre	Electronique analogique
résumé	Pratique de l'électronique analogique du schéma à la réalisation d'une carte testée et validée

Responsable	<i>Alexandre Meimouni</i>
Equipe enseignante	<i>Alexandre Meimouni, Sébastien Moulin</i>

Mots-clés	Filtrage, Amplification, CAO électronique, Test
Prérequis	Bases de l'électricité

Contexte et objectif général : Les élèves arrivant en option SYM manquent de base en génie électrique. L'objectif est que ces élèves apprennent à raisonner et à acquérir des compétences dans le domaine de l'électronique analogique qui est souvent présent dans les chaines d'acquisition de signaux des systèmes mécatroniques.
Programme et contenu : Analyse des fonctions des composants électroniques, montages à amplificateurs opérationnels, filtrage, adaptation d'impédance... Réalisation d'une carte électronique : CAO (schématique / routage), montage, test, mise au point.
Méthode et organisation pédagogique : Autoformation et projet mené en groupe
Acquis d'apprentissage visés : Acquisition de bases du raisonnement en électronique analogique à travers un travail de conception à base de montages classiques à amplificateurs opérationnels Etre capable de créer une carte électronique avec une CAO électronique (Eagle).
Evaluation : Soutenance orale.
Retour sur l'évaluation fait à l'élève : - Retour des avis des membres du jury
Support pédagogique et références : - Références de documents accessibles sur internet - Tutoriels - Equipements nécessaires à la réalisation et au test d'un montage électronique

Méthode et organisation pédagogique

Cf. détail par matières ci-dessus.

Modalité d'évaluation

Le niveau d'acquisition des compétences sera évalué selon les exigences suivantes :

N° indicateur	Indicateur
1	connaître les savoirs formels et pratiques du socle des fondamentaux
2	Exploiter les savoirs théoriques et pratiques
3	Analyser, interpréter, modéliser, émettre des hypothèses, et résoudre

Répartition

Matière	Contrôle	Coefficients	Type de notation	Indicateurs évalués	Chapitres
<i>Actionneurs pour la mécatronique</i>	Contrôle	1	Individuelle	3	Tous

	écrit				
Capteurs et interfaces	Rapport	1	En groupe	3	
	Restitution orale	1	En groupe	3	
Electronique analogique	Soutenance orale	1	En groupe	3	

Engagement de l'étudiant, éthique et professionnalisme

La démarche éthique est définie dans le règlement intérieur de l'établissement. Chaque étudiant s'engage à en prendre connaissance et à la respecter.

Nombre d'heures estimées de travail personnel : pour acquérir les compétences demandées, il est nécessaire que l'étudiant consacre minimum 45 min de travail personnel de compréhension et d'approfondissement par séance de cours.

Nombre d'heures estimées de préparation aux travaux dirigés (TD) :

Pour chaque enseignement un temps de travail personnel est conseillé. Ce volume est indiqué dans la colonne « Travail personnel » de chaque matière

Pénalité pour retard (Conformément à l'article 3.3 du Règlement de scolarité, les enseignants peuvent appliquer des pénalités en cas de remise tardive de rapport sans motif valable (la validité du motif est laissée à l'appréciation de l'enseignant).

Tout travail remis en retard sans motif valable peut être pénalisé de 1 point par jour de retard, ou se voir attribuer la note de zéro.

Équipe enseignante

Nom	Domaine d'expertise	Téléphone	Courriel
Isabelle Marc	Actionneurs	04 66 78 62 61	Isabelle.Marc@mines-ales.fr
Denis Arbonnier	Electronique	06 50 26 17 03	denis.arbonnier@ac-montpellier.fr
Alexandre Meimouni	Electronique	04 66 78 56 19	Alexandre.Meimouni@mines-ales.fr
Sébastien Moulin	Réalisation de carte électronique, CAO	04 66 78 62 55	Sebastien.Moulin@mines-ales.fr

ACADEMIC TEACHING	Teaching hours	Coefficients	Credits
Sensors and actuators	66 h		
○ Actuators for mechatronics	20	1	5
○ Sensors and interfaces	28	1	
○ Electronics	18	1	

Class 1

Actuators for mechatronics	
Code : PRISM-SYM 9.3.1	Module title: Sensors and actuators
Semester: S9	Classification : PRISM department, SYM option

Hours of presence	Total hours	Lectures	Workshop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
20	25	8	10	0	0	2	5	1	/

Title	Sensors and actuators
Summary	

Head	Isabelle Marc
Teaching team	Isabelle Marc (LGI2P)

Key words	Electromechanical conversion, electric motors, reducers, drives, cylinders
Prerequisites	Basics in electricity (RLC impedance, active reactive and apparent power) Basics in electromagnetism (electric and magnetic fields, induction, Laplace forces) Basic concepts in mechanics (fundamental principles of dynamics: torque, power, moment of inertia, linear velocity and angular velocity).

Context and general objective:	A mechatronics engineer should have the skills that are necessary to be able to design and control a complex system such as motorization chain with actuators, electronics and mechanics, and to identify the constraints related to the integration of its different components. Different technologies of actuators exist, each one being more particularly adapted to a given field of application, according to its mechanical performances and its possibilities of control / command by an adapted electronics. This course is a presentation of these different families of actuators and devices which are part of a typical motorization chain chain (speed reducers, speed drives, sensors).
Programme and contents:	<ul style="list-style-type: none"> - Presentation of the different types of actuators, according to their primary energy (pneumatic, hydraulic, electric) and the type of movement (linear or rotary). - Presentation of the different elements of the mechanical conversion chain (drive, sensors, electro-mechanical conversion) - Choice and dimensioning of the actuators, according to the needed movement, torque, power, speed, and inertia
Method and pedagogic organisation:	4*2h : flipped classroom 5*2h: tutorials
Targeted skills or knowledge:	<ul style="list-style-type: none"> - know the different technologies of actuators (pneumatic, hydraulic and electric), the most important parameters to make a choice, and to know the associated sensors. - be able to establish the specifications of a mechanical conversion chain. - be able to choose the actuators and other elements of the chain for a given application. - be able to extract the important parameters of a technical documentation of electric motor
Evaluation:	Written exam at the end of the module
Feedback made to the student:	Exam corrections available, Consultation of exam copies on demand

Teaching material and references:

Course resources provided by the teacher
 Multiple choice questions for self-assessment, with corrections
 Exercises with corrections
 Corrections of the 3 past year exams
 Books, internet...

Class 2

Sensors and interfaces

Code : PRISM-SYM 9.3.2 **Module title :** Sensors and actuators

Semester: S9 **Classification :** PRISM department, SYM option

Hours of presence	Total hours	Lectures	Workshop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
28	35	8	0	0	16	4	7	1	/

Title	<i>Sensors and interfaces</i>
Summary	

Head	<i>Denis Arbonnier</i>
Teaching team	<i>Denis Arbonnier</i>

Key words	Digital analog conversion, conditioning, resolution, accuracy, linearity, synchronous and asynchronous serial link.
Prerequisites	Programming concepts in C language Notions on microcontrollers. Notions on interruptions Notions of reading a structural schema.

Context and general objective:

A mechatronic system perceives its environment and its own state through sensors. How to format and transmit this perception data to the processing unit that will be able to process them and exploit the information they contain?

Programme and contents:

Presentation of different projects addressing the conditioning and processing of an acquisition chain with a sensor. Course on the CAN bus, incremental encoders, strain gage. Chain of control of a motor and digital servocontrol with corrector.

Method and pedagogic organisation:

Courses (presentation of projects and contributions of knowledge) and projects

Targeted skills or knowledge:

Understand the problems of interfacing sensor data to a digital processing unit.
 Being able to implement an example of a measurement acquisition chain according to a specification.

Evaluation:

Project report on the project carried on and oral presentation to the promotion

Feedback made to the student:

- Provision of correction elements (structural schema and associated program)

Teaching material and references:

Structural schema of acquisition chain
 - Development environment
 - Microcontroller card
 - Specifications for each project

Class 3 :

Analog electronics

Code : PRISM-SYM 9.3.3 *Sensors and actuators*

Semestre : S9

Hours of presence	Total hours	Lectures	Workshop	Labs	Project	Testing	Personal work	Coef /module	ECTS
18	25	2	0	0	16		6	1	/

Title	Analog electronics
Summary	Practice of analog electronics from the idea to the production of a tested and validated card

Head	<i>Alexandre Meimouni</i>
Teaching team	<i>Alexandre Meimouni, Sébastien Moulin</i>

Key words	Filtering, Amplification, Electronic CAD, Test
Prerequisites	Basics of electricity

Context and general objective:
Students arriving in the SYM option lack some basic electrical engineering. The objective is that these students learn to reason and acquire skills in the field of analog electronics which is often present in the signal acquisition chains of mechatronic systems.
Programme and contents:
Analysis of the functions of electronic components, operational amplifiers, filtering, impedance adaptation, etc. Realization of an electronic board: CAD (schematic / routing), assembly, test, development
Method and pedagogic organisation:
Self-training and group project
Targeted skills or knowledge:
Acquisition of the basics of reasoning in analog electronics through design work based on conventional assemblies with operational amplifiers Be able to create an electronic board with an electronic CAD (Eagle).
Evaluation:
Oral defense.
Feedback made to the student:
- Feedbacks from the members of the jury
Teaching material and references:
- References of documents available on the internet
- Tutorials
- Equipment necessary for the production and testing of an electronic assembly

Method and teaching organisation

See details by subject above.

Testing procedures

The student's level of knowledge acquisition will be evaluated according to the following points :

N° Indicator	Indicator
1	To know the formal and practical knowledge constituting the foundation of a given field
2	Exploit theoretical and practical knowledge
3	Analyse, interpret, model, hypothesize and solve problems

Grading scheme:

Class	Exam	Coefficients	Administration mode	Evaluated Indicators	Chapters
<i>Actuators for mechatronics</i>	Written exam	1	Individual	3	all

<i>Sensors and interfaces</i>	- Written report - Oral report	1 1	In group	3	all
<i>Analog electronics</i>	- Oral defense	1	In group	3	all

Student commitments, ethics and professionalism

Expectations concerning ethics are defined in the establishment's code of conduct. Each student is expected to know and respect the code of conduct.

Estimated hours of personal study: *in order to acquire the required learning level, the student is expected (must) to spend a minimum of 45min of personal study time per hour spent in class.*

Estimated hours of preparation required for labs/Work Shop:

For each class a personal working time is recommended. This volume is indicated in the "Personal work" column of each subject

Late penalties *(According to article 3.3 of the Teaching Code, teachers can administer penalties for reports/homework that are late without a valid justification (validity is left to the teacher's best judgment)).*

Any work submitted late without valid reason may be penalized by 1 point per day of delay, or given a score of zero.

Teaching team

<i>Name</i>	Field of expertise	Téléphone	Courriel
<i>Isabelle Marc</i>	Actuators	04 66 78 62 61	Isabelle.Marc@mines-ales.fr
<i>Denis Arbonnier</i>	Electronics	06 50 26 17 03	denis.arbonnier@ac-montpellier.fr
<i>Alexandre Meimouni</i>	Electronics	04 66 78 56 19	Alexandre.Meimouni@mines-ales.fr
<i>Sébastien Moulin</i>	PCB assembly	04 66 78 62 55	Sebastien.Moulin@mines-ales.fr

Approbation

Ce guide pédagogique entre en vigueur à compter du....

Il est porté à la connaissance des élèves par une publication sur

Rédaction	Vérification	Validation
L'enseignant responsable du module :	Le responsable d'UE / de département :	Le directeur de l'école, Pour le directeur et par délégation, Le directeur de la DFA / de la DE :