
**PROGRAMME INGÉNIEUR,
SPÉCIALITÉ SYSTÈMES
EMBARQUÉS**

2025-2026
2e année

RESPONSABLE DU PROGRAMME
Olivier Henri ROUX



2e année

UE	Crédits UE	Type de cours	Acronyme	Libellé cours
UE200	20	Tronc commun	SEC2_ENT	Travail en entreprise
		Tronc commun	SEC2_PFE	Préparation projet de fin d'étude
UE201	4	Tronc commun	SEC2_ADP	Analyse des pratiques
		Tronc commun	SEC2_SSAT	Sciences sociales appliquées au travail
UE202	4	Tronc commun	SEC2_EE	Economie de l'entreprise
		Tronc commun	SEC2_ESE	Enjeux de Société et Entreprises
UE203	5	Tronc commun	SEC2_LE	Linux Embarqué
		Tronc commun	SEC2_PS	Programmation smartphone
UE204	4	Tronc commun	SEC2_PTR	Programmation temps réel
		Tronc commun	SEC2_SI	Sécurité informatique
UE205	4	Tronc commun	SEC2_SINT	Systèmes interconnectés
UE206	4	Tronc commun	SEC2_CE	Circuit Electronique
		Tronc commun	SEC2_RTOS	Construction d'un RTOS
UE207	8	Tronc commun	SEC2_ALC	Actionneur et Lois de commande
		Tronc commun	SEC2_CI	Instrumentation Capteurs et intégration
UE208	5	Tronc commun	SEC2_COMP	Compilation
		Tronc commun	SEC2_CPP	Programmation orientée objet
UE209	2	Tronc commun	SEC2_ANG	Anglais Toeic
		Tronc commun	SEC2_PSI	Stage à l'Etranger - Séjour International

INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE200

Travail en entreprise [SEC2_ENT]

Responsable(s) du cours : Olivier Henri ROUX

Objectifs

Formation par apprentissage

Plan de l'enseignement

Alternance d'environ 4 à 5 semaines

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Éducation de qualité

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

La partie entreprise permet aux étudiants de participer à des projets responsables, de comprendre les enjeux de performance durable des organisations et de contribuer à des solutions qui intègrent efficacité économique, responsabilité sociale et préservation de l'environnement.

Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	0 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE200

Préparation projet de fin d'étude [SEC2_PFE]

Responsable(s) du cours : Olivier Henri ROUX

Objectifs

- questionner sa mission PFE sous 4 angles (technique et scientifique / travail humain / organisationnel / économique).
- construire une problématique.
- formuler des hypothèses de travail.
- Identifier les données à recueillir.

Plan de l'enseignement

Atelier de travail autour de la mission confiée à l'apprenti et en compagnie de son équipe tutorale (tuteur industriel, référent apprentissage, tuteur pédagogique).

Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

Luc Van Campenhoudt (van) L.; Marquet J. Quivy R., Manuel de recherche en sciences sociales, Dunod, 2017 (5ème édition).

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Éducation de qualité

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Le PFE permet aux étudiants de participer à des projets responsables, de comprendre les enjeux de performance durable des organisations et de contribuer à des solutions qui intègrent efficacité économique, responsabilité sociale et préservation de l'environnement.

Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	6 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE201

Analyse des pratiques [SEC2_ADP]

Responsable(s) du cours : Olivier Henri ROUX

Objectifs

- Identifier les modes et méthodologies d'apprentissage
- Partager ses expériences à travers des techniques d'analyse de pratique
- Construire un plan d'action pour apporter une solution à une situation critique
- Permettre aux apprenants de passer d'une position «d'étudiant» à une position de «professionnel» à travers des échanges de pratiques entre pairs.

Plan de l'enseignement

Exemples de thèmes : L'intégration de l'apprenti en entreprise,

- L'utilisation des outils de l'information et de la communication,
- La formation à l'école,
- La formation entre pairs,
- L'appropriation du dispositif de formation.

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Partenariats pour la réalisation des objectifs

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Ce cours permet de développer des compétences collaboratives et réflexives favorisant des pratiques professionnelles responsables, contribuant à des décisions durables et à des solutions ayant un impact positif sur la société et l'environnement.

Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	0 hrs	0 hrs	6 hrs	0 hrs	0 hrs

INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE201

Sciences sociales appliquées au travail [SEC2_SSAT]

Responsable(s) du cours : Fabien THOMAS / Olivier Henri ROUX

Pré-requis

- Maîtriser la synthèse de documents
- Maîtriser l'écrit argumenté
- Maîtriser la langue française

Objectifs

Année 2 : Déterminer un cadre de recherche Collecter des données
Exploiter une documentation professionnelle

- L'acquisition d'une démarche rationnelle de questionnement dans le cadre d'une pratique liée au travail humain.
- L'acquisition d'une méthodologie de recueil de données adaptée à ce questionnement.
- Faire la jonction entre pratique et théorie à partir de l'expérience professionnelle des élèves ingénieurs en apprentissage
- Questionner les organisations de travail
- Développer une capacité d'étonnement liée aux pratiques professionnelles
- Construire une démarche de recherche
- Mettre en œuvre une démarche de recherche
- Analyser une situation professionnelle

Plan de l'enseignement

L'enquête de terrain
Pratique de l'écrit A2
Évaluer le travail
Travailler en équipe
Soutenances d'étape
Atelier post-soutenances
Environnement juridique et social

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)
EVI 2 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	0 hrs	0 hrs	49 hrs	0 hrs	0 hrs

INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE202

Economie de l'entreprise [SEC2_EE]

Responsable(s) du cours : Jean GUERNIC / Olivier Henri ROUX

Objectifs

A l'issue de la formation, l'étudiant doit être capable de :

- ∅ comprendre les enjeux de l'économie actuelle, et, les décisions politiques associées,
- ∅ resituer les enjeux des entreprises dans la RSE,
- ∅ identifier et comprendre les stratégies de l'entreprise,
- ∅ comprendre la déclinaison opérationnelle d'une stratégie,
- ∅ intégrer ces dimensions dans son PFE

Plan de l'enseignement

Introduction : Economie et entreprise (retour sur les connaissances acquises en SEC1)

Partie 1. La prise de décision en temps de crise

A/ Economie : une situation exceptionnelle à plus d'un titre

- o La situation sociétale : mars 2020
- o Déconnexion économie / finance
- o Un niveau d'incertitude sans précédent
- o Analyse systémique de l'impact du COVID
- o Grille de décision

B/ Economie et décisions politiques

- o Contexte & valeurs humaines
- o Conséquences & typologie de résultats
- o Conclusion : Prix d'une vie humaine & compétitivité

C/ Réponses politiques

- o Françaises
- o Européennes

Conclusion : Déploiement opérationnel d'un plan d'activité

D/ Plan de Continuité d'Activité

- o Le contexte sanitaire
- o L'adaptation des organisations du travail
- o Le plan de continuité d'activité
- o La prise en compte de la Santé et de la Sécurité

Partie 2. La stratégie en entreprise

A/ Stratégie & vocabulaire

- o La mission de l'entreprise
- o La définition de la stratégie
- o Vocabulaire & notions associées

o La stratégie & vous !

B/ Stratégie & opérationnalité

- o Les 3 piliers de la stratégie
- o La notion de valeur
- o Analyse & déclinaison
- o Le diagnostic stratégique

C/ Les outils de base

- o Le SWOT
- o Le PESTEL
- o 5 forces de Porter
- o La chaîne de valeur

Partie 3. RSE & mesure de la performance

A/ RSE / Développement durable

- o La RSE : c'est quoi ?
- o Pourquoi une politique RSE ?

B/ RSE & performance

- o La notion de performance globale
- o Le Balanced ScoreCard[®]
- o La RSE et la performance durable (environnementale & humaine)

Partie 4. La santé : un des facteurs clefs de la performance

A/ La Sécurité et la Santé au travail

- o Les enjeux
- o Les obligations de l'entreprise
- o Accidents du travail et maladies professionnelles : définitions, coûts

B/ Le management Hygiène et Santé intégré

- o Management et promotion de la Santé
- o Qualité de vie au travail : performance économique et sociale

Partie 5. La dimension économique au sein du PFE

A/ Le principe de la synthèse économique

- o Le QQQQCP appliqué à la conception de la synthèse
- o Le QQQQCP appliqué au contenu de la synthèse
- o Le contexte sociétal & juridique de la réflexion

B/ Le contenu de la synthèse économique

- o Les 10 items
- o Le retour d'expérience

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Partenariats pour la réalisation des objectifs

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Ce cours permet aux étudiants de comprendre les enjeux économiques et stratégiques actuels, d'intégrer les principes de la responsabilité sociétale des entreprises (RSE) dans l'analyse des décisions et des stratégies, et de concevoir des projets de fin d'études alignés avec des pratiques durables et responsables.

Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	28 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE202

Enjeux de Société et Entreprises [SEC2_ESE]

Responsable(s) du cours : Olivier Henri ROUX / Stéphane GUYARD

Objectifs

- Aptitude à mobiliser les ressources des sciences sociales
- Initiation à la méthodologie de la recherche scientifique
- Aptitude au travail collectif sur un temps long

Les élèves sont amenés à s'initier à la méthodologie de construction d'une démarche scientifique d'analyse :

- Méthodologie de production d'un questionnement scientifique
- Méthodologie de production d'un corpus de données (bibliographiques et empiriques)
- Méthodologie d'analyse et d'interprétation des données recueillies
- Méthodologie de présentation des résultats d'enquête

Plan de l'enseignement

Plan de l'enseignement

Organisation année A2 :

- réalisation de l'enquête empirique (entretiens scientifiques, questionnaires, observations, analyse documentaire) ;
- analyse des données recueillies ;
- présentation de l'enquête et des résultats lors d'une soutenance en fin d'année.

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Partenariats pour la réalisation des objectifs

Travail décent et croissance économique

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Ce cours développe des compétences en méthodologie de recherche et en sciences sociales qui sont essentielles pour aborder les enjeux du développement durable. La capacité à formuler des questionnements scientifiques, à collecter et analyser des données, et à travailler collectivement sur des projets de longue durée permet de mieux comprendre les impacts sociaux, économiques et environnementaux des technologies et des politiques publiques.

Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	0 hrs	0 hrs	20 hrs	0 hrs	0 hrs

INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE203

Linux Embarqué [SEC2_LE]

Responsable(s) du cours : Mikael BRIDAY / Vincent LE CAM

Objectifs

base de l'utilisation de la ligne de commande
 Savoir appréhender un système à Linux embarqué industriel
 Cross compiler : configurer et compiler son propre noyau, flasher, booter, mettre à jour...
 Développer ses propres applications
 Développer les drivers du noyau Linux suivant le principe des Device Tree : être à l'aise avec notion Kernel / user space, les DTS, les interruptions, ...
 Savoir positionner les enjeux logiciels/drivers pour un développement d'application métier

Plan de l'enseignement

utilisation du terminal
 développement sur cible embarqué (user space)
 développement niveau pilote (kernel space)
 développement application complète sur Pegase 3

Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

Linux embarqué - Pierre Ficheux, éditions Eyrolles - 2016
 solutions temps réel sous Linux - Christophe Blaess - 2015
 Linux - Maîtrisez l'administration du système - Sébastien Rohaut - 2020

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Consommation et production responsables
 Éducation de qualité
 Énergie propre et d'un coût abordable
 Industrie, innovation et infrastructures

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Ce cours aborde la conception de systèmes Linux embarqués robustes et maîtrisés, en mettant l'accent sur l'adéquation entre besoins applicatifs, ressources matérielles et consommation énergétique. Il sensibilise les étudiants à la responsabilité de l'ingénieur dans le choix des composants logiciels (user space et kernel space), la maintenance des systèmes embarqués et la pérennité des solutions déployées.

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	6 hrs	4 hrs	32 hrs	0 hrs	0 hrs

INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE203

Programmation smartphone [SEC2_PS]

Responsable(s) du cours : Mikael BRIDAY

Objectifs

Le but de cet enseignement est d'apprendre à programmer sur une plateforme de type smartphone ou tablette.

L'enseignement se focalise sur les technologies Android et Kotlin.

À la fin de l'enseignement les étudiants seront capables de :

- concevoir et programmer une interface utilisateur
- comprendre et mettre en œuvre la persistance des données
- réaliser une application concurrente
- mettre en place une communication via BLE

Plan de l'enseignement

Les points suivants seront abordés :

- les spécificités du développement smartphone
- l'architecture d'un système Android
- le développement d'applications Android
- le langage Kotlin
- la persistance des données
- la programmation concurrente sur Android
- le Bluetooth Low Energy

L'ensemble des concepts sont ensuite mis en œuvre à travers des TP et la réalisation d'une application de monitoring d'un système embarqué.

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Consommation et production responsables
Industrie, innovation et infrastructures

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Ce cours sensibilise aux impacts environnementaux et sociétaux inhérents à la fabrication et l'utilisation des smartphones

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	12 hrs	18 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE204

Programmation temps réel [SEC2_PTR]

Responsable(s) du cours : Olivier Henri ROUX

Objectifs

Les systèmes embarqués sont soumis à de nombreuses contraintes et sont en interaction étroite avec des procédés. Certains systèmes embarqués par exemple dans l'avionique ou l'automobile sont particulièrement critiques et avec de fortes contraintes temps réel.

L'objectif de ce cours est d'aborder ces systèmes embarqués à 2 niveaux d'abstraction:

- avec une programmation directe sur carte embarquée;
- en utilisant un système d'exploitation temps réel (RTOS pour real-time operating system) qui offre des services de plus haut niveau;

Dans ce dernier cas, la programmation multi-tâche et les mécanismes de synchronisation entre tâches sont traitées.

Plan de l'enseignement

Utilisation d'un exécutif temps réel:

- Décomposition fonctionnelle des systèmes embarqués ;
- Architecture logicielle d'un système de pilotage ;
- Implantation synchrone et asynchrone : rôle de l'exécutif ;
- Structure générale d'un exécutif ;
- Primitives de synchronisation, de gestion des événements et du temps ;
- Exemples d'applications Temps Réel.
- Ordonnancement Temps Réel
- Du mono-cœur au multi-cœurs

Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

- D. Patterson & J. Hennessy, Computer Organization and Design – ARM Edition, Morgan Kaufmann, 2017
- Les systèmes d'exploitation temps réel - Techniques de l'Ingénieur R5080 et R5082 - J.P. Elloy Y. Trinquet

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Consommation et production responsables

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

La programmation directe sur carte embarquée et l'utilisation de systèmes d'exploitation temps réel (RTOS) permettent d'optimiser l'utilisation du processeur, de la mémoire et de l'énergie, favorisant ainsi des systèmes plus sobres, durables et robustes. Ces approches sont particulièrement pertinentes pour les applications liées à la mobilité durable, à l'automatisation industrielle et à la gestion intelligente des ressources.

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	12 hrs	0 hrs	20 hrs	0 hrs	0 hrs

INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE204

Sécurité informatique [SEC2_SI]

Responsable(s) du cours : Mikael BRIDAY / Xavier LEPREVOST

Objectifs

- Approche de la sécurité dans les systèmes embarqués
- éléments matériels disponibles pour faire du code sécurisé
- techniques de programmation pour sécuriser le code dans un microcontrôleur

Plan de l'enseignement

- présentation générale de la sécurité
- hardware lié à la sécu (ARM trustzone notamment)
- technique de programmation liées à la sécu (side attack channel, attaque par analyse de conso)
- mise en œuvre (TP) d'une liaison sécurisée (hachage SHA256 / chiffrement AES256+CBC) dans l'environnement Segger embedded Studio

Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

- datasheet SAML11, SAMD10
- SAM L11 Security Reference Guide AN5365
- Definitive Guide to Arm Cortex-M23 and Cortex-M33 Processors by Joseph Yiu
- <https://www.ssi.gouv.fr/guide/regles-de-programmation-pour-le-developpement-secure-de-logiciels-en-langage-c/>

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Éducation de qualité
Industrie, innovation et infrastructures

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Ce cours met en évidence l'importance de la sécurité des systèmes embarqués pour garantir la fiabilité et la confiance dans les usages numériques. Il sensibilise les étudiants à la responsabilité de l'ingénieur dans la conception de systèmes sécurisés et durables, protégeant les données et les infrastructures.

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	18 hrs	12 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE205

Systemes interconnectés [SEC2_SINT]

Responsable(s) du cours : Pierre-Emmanuel HLADIK

Objectifs

Cet enseignement a pour objectif de comprendre comment réaliser des échanges de données entre micro-contrôleurs : liaison série asynchrone, bus I2C, SPI et CAN, Ethernet TSN, Wifi, etc.

Le cours et les TP sont basés sur les cartes Adafruit Feather MO Wifi et Teensy 3.6, programmées via l'IDE Arduino.

A la fin de l'enseignements les étudiants seront capable de :

- comprendre les principaux moyens d'échange de données entre les systèmes dans une architecture embarquée hétérogène,
- mettre en oeuvre différentes technologies (liaison série asynchrone, bus I2C, SPI, CAN, Ethernet TSN, WiFi, etc.) d'échange de données,
- concevoir l'infrastructure logicielle assurant la communication dans une plateforme hétérogène.

Plan de l'enseignement

L'enseignement présente différents médiums de communication pour le systèmes embarqués et suit le plan suivant :

- Introduction sur l'interconnection des systèmes
- Liaison série asynchrone
- Bus I2C
- Lignes de transmission
- Bus SPI
- CRC (Cyclic Redundancy Checksum)
- Réseau CAN (Controller Area Network)
- Ethernet (TSN)
- MQTT

Les différentes notions vues en cours et en TD sont ensuite mises en pratique en TP et lors d'un projet intégrateur.

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Industrie, innovation et infrastructures

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Ce cours contribue à la formation d'ingénieurs capables de concevoir des architectures de communication embarquées efficaces et pérennes, en mettant en perspective le choix des technologies de communication en fonction des contraintes énergétiques, matérielles et d'usage. Il sensibilise aux enjeux de sobriété numérique, de durabilité des infrastructures logicielles et de maintenabilité des systèmes, en favorisant des solutions adaptées aux besoins réels et limitant la surconsommation de ressources.

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	18 hrs	16 hrs	28 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE206

Circuit Electronique [SEC2_CE]

Responsable(s) du cours : Olivier Henri ROUX / Yves BLOT

Objectifs

- étude complète d'une application embarquée, incluant un micro-contrôleur
- conception électronique d'une carte, schéma/routage
- programmation bas niveau avec contraintes de tailles de code (assembleur)
- assemblage, mise au point et test de carte.
- utilisation des outils de CAD Kicad, Freecad.

Plan de l'enseignement

- conception électronique
- réalisation du schéma/routage du PCB
- soudage des composants
- mise au point électronique
- programmation
- validation de la carte

Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

<https://www.kicad.org/>

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Industrie, innovation et infrastructures

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Ce cours permet de concevoir des systèmes embarqués optimisés et durables, en privilégiant l'efficacité énergétique et la réduction des déchets électroniques grâce à une conception réfléchie et à l'usage d'outils de CAO libres.

Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	10 hrs	18 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE206

Construction d'un RTOS [SEC2_RTOS]

Responsable(s) du cours : Pierre MOLINARO

Objectifs

Ce cours présente la construction pas-à-pas d'un noyau d'exécutif Temps-Réel pour processeur ARM, en une quinzaine d'étapes. Pour chaque étape, la présentation est suivie de l'application immédiate par programmation d'une carte micro-contrôleur.

Le langage de programmation est le langage C++, et en moindre mesure l'assembleur ARM.

À l'issue de ce cours, les étudiants auront compris la structure d'un exécutif Temps Réel, les interruptions matérielles et logicielles, comment écrire un service de l'exécutif et un outil de synchronisation tel que le sémaphore de Dijkstra.

Plan de l'enseignement

- Installation de la chaîne de développement
- Faire clignoter une LED
- modes logiciels
- Interruption Temps Réel SysTick
- Leds utilisateurs
- Boutons poussoir
- Afficheur LCD
- Appel SVC
- Structure d'un noyau d'exécutif
- Lancement d'une unique tâche
- Preemption
- Fin des tâches
- Attente délai
- Sémaphore
- Attente échéance
- Buffer affichage LCD
- Primitive d'attente multiple

Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

Système d'exploitation Temps Réel : https://fr.wikipedia.org/wiki/Système_d%27exploitation_temps_réel

Joseph Yiu, The Definitive Guide to ARM® Cortex®-M3 and Cortex®-M4 Processors, Newnes editor, ISBN-13 978-0124080829

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	10 hrs	20 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE207

Actionneur et Lois de commande [SEC2_ALC]

Responsable(s) du cours : Mohamed Assaad HAMIDA

Objectifs

Un signal est une grandeur physique évoluant au cours du temps (par exemple, altitude d'un drone, température dans un bâtiment, taux d'infection virale). Un système est une relation de cause à effet entre un ou plusieurs signaux d'entrée (la cause, l'excitation) et un ou plusieurs signaux de sortie (l'effet, la réponse à l'excitation). Un système automatique (ou automatisé) est un système dont le pilotage est confié à un organe plus ou moins autonome, de nos jours un système informatique, qui va agir sur l'excitation pour obtenir certaines performances (obtenir le plus rapidement possible une certaine température dans un bâtiment climatisé, sans passer par une phase de température excessive, et en préservant la fiabilité future du climatiseur).

Pour fonctionner, un système de pilotage opère en général en boucle fermée, c'est-à-dire qu'il analyse au cours du temps des signaux de mesure, pour en déduire les signaux d'excitation appropriés pour obtenir un comportement désiré, ou approcher au mieux ce comportement. Il faut alors concevoir et mettre en œuvre un algorithme qui, à partir des mesures et des spécifications, calcule les excitations.

Plan de l'enseignement

- 1) Analyse et caractérisation des signaux à temps continu
 - transformées de Fourier, de Laplace,
- 2) Modélisation et représentation des systèmes dynamiques linéaires invariants à temps continu
 - fonction de transfert, espace d'état
 - Pôles, zéros, stabilité - Réponses temporelle et fréquentielle
 - Simulation
 - Systèmes du premier ordre et du second ordre
- 3) Commande des systèmes linéaires SISO
 - Définition du problème de commande
 - De la commande en boucle ouverte à la commande en boucle fermée.
 - Commande à deux degrés de liberté (compensation et pré-compensation)
 - Quelles propriétés imposer à la boucle fermée.
- 4) Stabilité nominale et stabilité robuste de la boucle fermée.
- 5) Performances nominales et Performances robustes de la boucle fermée.
- 6) Les régulateurs de type PID, retard de phase, avance de phase.

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Énergie propre et d'un coût abordable
Industrie, innovation et infrastructures

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Ce cours contribue au développement durable en soutenant la transition vers l'électrification et la réduction des émissions de gaz à effet de serre, notamment grâce à des contenus dédiés aux machines électriques et aux convertisseurs de puissance.

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.4)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.6)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	26 hrs	12 hrs	16 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE207

Instrumentation Capteurs et intégration [SEC2_CI]

Responsable(s) du cours : Said MOUSSAOUI

Objectifs

- Maîtriser les concepts généraux sur les capteurs et leur fonctionnement
- Expliquer les techniques d'utilisation des capteurs dans une chaîne de mesure
- Savoir mettre en oeuvre des étapes d'acquisition de données et de traitement du signal pour l'extraction de l'information utile
- Etudier des cas concrets liée au pilotage de processus physiques à l'aide de techniques issue de l'automatique

Plan de l'enseignement

1. Principe généraux des capteurs
2. Caractérisation métrologiques de capteurs
3. Conditionnement de capteurs
4. Instrumentation et acquisition de données
5. Analyse de données par traitement du signal
6. Applications en commande de systèmes

Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

Les capteurs en instrumentation industrielle. Georges Asch, Dunod, 2002
 LabVIEW : Programmation et applications. Francis Cottet, Dunod, 2008
 Control System Design, G.C. Goodwin, S.F. Graebe, M.E. Salgado, Prentice Hall, 2001.

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Bonne santé et bien-être
 Éducation de qualité
 Industrie, innovation et infrastructures

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Contribution à la formation d'ingénieurs ayant une maîtrise des outils numériques des technologies de l'information et de la communication pour appréhender des problèmes dans plusieurs secteurs

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.4)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.6)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	18 hrs	16 hrs	20 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE208

Compilation [SEC2_COMP]

Responsable(s) du cours : Pierre MOLINARO

Objectifs

Ce cours a pour but de donner aux étudiants une vue d'ensemble des outils et techniques de compilation. Un long TP fait construire un compilateur complet d'un petit langage jouet, depuis l'analyseur lexical jusqu'à la génération de code LLVM.

Plan de l'enseignement

- Introduction
- Les différentes phases de la compilation
- Utilisation de GCC et binutils
- Cross compilateurs
- Utilisation de LLVM - CLANG
- Analyse lexicale
- Analyse syntaxique
- Construction de l'arbre syntaxique abstrait
- Analyse sémantique
- Sections, assembleur et édition des liens
- Le langage LLVM

Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

Alfred V. Aho, Monica S. Lam, Ravi Sethi. Compilers: Principles, Techniques, and Tools (2nd edition). Addison Wesley. 2006

Legendre Romain, Schwarzentruher François, Compilation : analyse lexicale et syntaxique - Du texte à sa structure en informatique, édition Ellipses, ISBN : 9782340003668

Kai Nacke, Learn LLVM 12, éditeur Packt Publishing, ISBN : 9781839210037

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 0.5)

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 0.5)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	10 hrs	20 hrs	0 hrs	0 hrs	2 hrs

INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE208

Programmation orientée objet [SEC2_CPP]

Responsable(s) du cours : Myriam SERVIÈRES

Objectifs

Ce cours a pour objectif l'approfondissement d'éléments de programmation C++. Il débute par une révision des notions de conception objet, d'écriture de classes et d'utilisation de STL. Ensuite il aborde l'héritage multiple, les exceptions, les templates et termine par une initiation à la programmation multi-thread et aux enjeux du parallélisme.

Afin de maîtriser le langage de façon opérationnelle, un grand nombre de TP de mise en pratique sont prévus.

Plan de l'enseignement

- conception objet, écriture de classes et STL
- Héritage multiple
- exceptions
- templates
- Initiation à la programmation multi-thread et enjeux du parallélisme

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Éducation de qualité
Industrie, innovation et infrastructures

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Ce cours de programmation C++ avancée contribue aux objectifs de développement durable en formant les étudiants à des techniques de programmation performantes et robustes, adaptées au développement de logiciels complexes. Il participe à l'Objectif de Développement Durable n°4 (Éducation de qualité) en renforçant l'acquisition de compétences avancées et opérationnelles en programmation orientée objet, en conception logicielle et en programmation concurrente, mobilisant des concepts et outils directement applicables dans les environnements professionnels. Il contribue à l'Objectif de Développement Durable n°9 (Industrie, innovation et infrastructures) en préparant les étudiants à concevoir et développer des logiciels fiables, performants et maintenables, capables de répondre aux contraintes de performance, de parallélisme et de robustesse rencontrées dans les systèmes contemporains.

Évaluation

Évaluation collective : EVC 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	8 hrs	0 hrs	24 hrs	0 hrs	0 hrs

INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE209

Anglais Toeic [SEC2_ANG]

Responsable(s) du cours : James RATCLIFF

Objectifs

- Préparer les étudiants à atteindre au moins 785 au TOEIC (grammaire, vocabulaire, écoute, lecture)

Plan de l'enseignement

Programme de formation

TOEIC blancs avec correction systématique
Vocabulaire professionnel et TOEIC
Activités socio-professionnelles (selon niveau du groupe)

Bibliographie sur laquelle s'appuie le cours

Collins Practice Tests for The TOEIC TEST
English Grammar in Use with answers - Raymond Murphy

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Éducation de qualité

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Compétences essentielles en matière de durabilité Collaboration : capacité d'apprendre, de comprendre et respecter les autres; d'apaiser les conflits au sein d'un groupe et de faciliter la résolution des problèmes sur la base de la collaboration et de la participation. Réflexion critique : capacité de réfléchir à ses valeurs, perceptions et actions propres. Connaissance de soi : capacité de réfléchir à son propre rôle au sein d'un groupe, d'évaluer sans cesse ses propres actions et d'en approfondir les motivations, et de maîtriser ses sentiments et ses désirs.

Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	0 hrs	28 hrs	0 hrs	0 hrs	0 hrs

INGÉNIEUR, SPÉCIALITÉ SYSTÈMES EMBARQUÉS

2e année - UE209

Stage à l'Etranger - Séjour International [SEC2_PSI]

Responsable(s) du cours : Anais COUTE / Olivier Henri ROUX

Objectifs

Stage de 10 semaines à l'Etranger

Objectifs de Développement Durable (ODD) couverts par cet enseignement

Éducation de qualité
Villes et communautés durables

Positionnement Développement Durable et Responsabilité Sociétale

Le séjour international permet aux étudiants de développer une ouverture interculturelle tout en favorisant des pratiques responsables et durables, en tenant compte de l'impact social, économique et environnemental de leurs activités à l'étranger.

Évaluation

Évaluation individuelle : EVI 1 (coefficient 1)

LANGUE DU COURS	CRÉDITS ECTS	COURS MAGISTRAUX	TRAVAUX DIRIGÉS	TRAVAUX PRATIQUES	PROJET	DEVOIRS SURVEILLÉS
Français	-	4 hrs	0 hrs	8 hrs	0 hrs	0 hrs