ELE118 - Programmation avancée des microcontrôleurs

Mis à jour le 28-01-2026

Code : ELE118

Unité d'enseignement de type mixte

6 crédits

Volume horaire de référence (+/- 10%) : **50 heures**

Responsabilité nationale :
EPN03 - Electroniques, électrotechnique, automatique et mesure (EEAM) / Lounis ZERIOUL

Contact national :

EPN03 - Easy

292 rue Saint-Martin
11-B-2
75141 Paris Cedex 03
01 40 27 24 81
Virginie Dos Santos Rance
virginie.dos-santos-rance@lecnam.net

Présentation

Prérequis

- Posséder quelques notions en électronique numérique, numération et logique combinatoire
- Posséder des notions de programmation en langage C/C++ et d'algorithmique

Objectifs pédagogiques

- Comprendre et maîtriser les outils modernes de programmation des microcontrôleurs, principalement leur programmation en langage C/C++ ;
- Mettre en œuvre un microcontrôleur, utiliser ses périphériques internes et interagir avec différents types de modules externes ;
- Sensibiliser aux contraintes de temps réel dans les systèmes à microcontrôleurs pour l'embarqué (gestion par interruptions et système temps réel) ;
- **Ce cours nécessite l'acquisition d'une carte de développement STMicroelectronics Nucleo-F439ZI (ou F756ZG ou F767ZI)** et de quelques accessoires annexes (liste détaillée dans l'espace dédié au cours sur la plateforme Moodle **lecnam.net**), d'un ordinateur de type PC, sous Windows, MacOs ou Linux.

Compétences

Aptitude et autonomie dans le développement d'application sur microcontrôleurs

Programme

Contenu

- Présentation détaillée de la **carte Nucleo-F439ZI** et des caractéristiques principales du microcontrôleur **STM32F439ZI**
- Installation et prise en main de l'environnement de développement **STM32CUBE IDE** de STMicroelectronics, descriptif rapide des **APIs** (**Application Programming Interfaces**) de la librairie HAL (**Hardware Abstraction Layer**)
- Utilisation des entrées/sorties d'usage général **GPIO** (**General Purpose Input Output**)
- Fonctionnement en "**temps réel**" par **interruptions** dans un microcontrôleur, différence avec le mode “**Polling**”
- Communication microcontrôleur <--> ordinateur de développement via une interface série **UART**
- Conversion analogique-numérique (**CAN**) en mode “**Polling**”, “**Interruption**” ou “**DMA**” (**Direct Memory Access**)
- Gestion de temps par temporisateurs (**Timer**)
- Commande **PWM** de dispositifs divers : LED, moteur à courant continu, etc. Contrôle/commande (**asservissement numérique**) en temps réel de la vitesse de rotation **d'un moteur à courant continu**
- Acquisition de signaux analogiques pour visualisation en temps réel sur l'ordinateur de développement (**simulation d'oscilloscope**)
- Conversion numérique-analogique (**CNA**), synthèse de signaux de différentes formes
- **Traitement numérique du signal** à l'aide de filtres **RIF** (**Réponse impulsionnelle finie**) ou **RII** (**Réponse impulsionnelle infinie**) en **temps différé** ou en **temps réel**, mesures de performance
- Écriture d'un **driver I2C** pour un écran LCD, un capteur de température-pression-humidité Bosh Sensortech
- Introduction au noyau temps réel embarqué **CMSIS RTOS** de **arm** (**Real Time Operating System**)

Modalités de validation

- Projet(s)
- Examen final

Description des modalités de validation

Evaluation des travaux personnels déposés sur la plateforme Moodle du cours (½ de la note finale)
et examen final sous forme d'un QCM (sans possibilité de retour en arrière) en ligne sous Moodle.