Universidad de Navarra

Microprocesadores y Microcontroladores (Ing.Gr)

Guía docente 2025-26

PRESENTACIÓN

Breve descripción:

Titulación (Módulo/Materia):

- Ingeniería en Electrónica Industrial (Bloque Especializado de Electrónica Industrial/Sistemas Digitales y Control)
  - Ingeniería en Sistemas de telecomunicación (Bloque Común a la Rama de Telecomunicación/Electrónica Analógica y Digital)

Detalles:

- **ECTS**: 4 ECTS
- **Curso, semestre**: 4.º curso, 1.º semestre
- **Carácter**: Obligatorio
- **Idioma**: Castellano

Profesores de la asignatura:

- Cortés Vidal, Ainhoa / Profesor colaborador
- Zalbide Aguirrezabalaga, Ibon / Invitado

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Competencias)

INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

CG10 - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

CE21 - Conocimiento de los fundamentos y aplicaciones de la electrónica digital y microprocesadores.

CE24 - Capacidad para diseñar sistemas electrónicos analógicos, digitales y de potencia.

CE25 - Conocimiento y capacidad para el modelado y simulación de sistemas.

CE28 - Conocimiento aplicado de informática industrial y comunicaciones.

INGENIERÍA EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN

CG4 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación.

CE7 - Capacidad de utilizar aplicaciones de comunicación e informáticas (ofimáticas, bases de datos, cálculo avanzado, gestión de proyectos, visualización, etc.) para apoyar el desarrollo y explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica.

Universidad de Navarra

CE14 - Capacidad de análisis y diseño de circuitos combinacionales y secuenciales, síncronos y asíncronos, y de utilización de microprocesadores y circuitos integrados.

CE15 - Conocimiento y aplicación de los fundamentos de lenguajes de descripción de dispositivos de hardware.

CE9 - Capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones.

PROGRAMA

La asignatura está orientada a que el alumno adquiera los conocimientos descritos en los objetivos junto con las capacidades para estar en disposición de diseñar sus propias aplicaciones en un un microcontrolador de 16 bits (MSP430). Para ello se divide el contenido en 3 partes fundamentales. La primera parte está dedicada a dar una introducción a los objetivos globales de la asignatura y a describir las diferentes plataformas para la implementación de circuitos digitales. La segunda se centra en la arquitectura de los MSP430, su funcionamiento, descripción de los periféricos más importantes. En esta segunda parte también se explica el lenguaje ensamblador. La tercera parte se ocupa del lenguaje C y de la introducción a diseñar aplicaciones completas para el MSP430.

A continuación se describe el contenido de las 3 partes mencionadas:

1. Introducción

En primer lugar, se presentan los objetivos globales de la asignatura, la planificación y la evaluación de las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro de la asignatura. Por otro lado, se explican las plataformas existentes de implementación de circuitos digitales: microprocesador, microcontrolador, FPGA, ASIC, DSP, incidiendo en la descripción de un microcontrolador y marcando las diferencias entre microprocesador y microcontrolador.

2. Periféricos del MSP430 y lenguaje ensamblador

Se comienza con una introducción al MSP430 que se va a utilizar durante el curso presentando su arquitectura. Se explica la definición de los puertos y su utilidad así como el concepto de contador de programa, memorias, timers e interrupciones.

Además de las nociones de hardware, la asignatura introduce al alumno en lenguajes de programación orientados a un hardware específico, esto es, le enseña a programar teniendo en cuenta los recursos hardware existentes. Se comienza programando en lenguaje ensamblador porque se está más cerca del hardware y es más didáctico a la hora de relacionarlo con bits, registros, etc. a pesar de la dificultad de un lenguaje de bajo nivel como es ensamblador. Se enseña al alumno a estructurar un programa en lenguaje ensamblador y a utilizar las instrucciones básicas del MSP430. Por otro lado, se da al alumno nociones de pseudocódigo y diagramas de flujo para que tenga herramientas que le ayuden a plasmar los elementos básicos de un lenguaje de programación así como las acciones elementales siendo capaz de representar los algoritmos mediante dichas herramientas.

3. Lenguaje C

Una vez que el alumno tiene adquirido el conocimiento del lenguaje ensamblador, se comienza con C presentando las diferencias entre C y ensamblador. Se dan las nociones básicas para programar en C: tipos de datos, formatos, operadores lógicos, ámbito de las variables, punteros, arrays, matrices, definición de macros, definición de funciones, etc.

Universidad de Navarra

Los alumnos tienen conocimiento previo de programación en C con lo que esta primera parte es una revisión de lo que ya saben aplicándolo a plataformas de más bajo nivel.

Los alumnos programan en C durante un gran período de la asignatura con el objetivo de adquirir soltura en la programación de Microcontroladores utilizando este lenguaje de alto nivel. De hecho, hacen prácticas sobre diferentes plataformas de tal forma que pueden ver las diferencias entre el diseño sobre un microcontrolador de 16 bits y el diseño sobre un microprocesador con arquitectura ARM (en el caso del módulo subGHz). Además, también desarrollan un proyecto completo en el cual se encargan de definir las especificaciones del mismo entre los diferentes grupos. El proyecto final se basa en adquirir información de sensores, enviar la información por cable y por RF a diferentes nodos y actuar en función de esa información. Los alumnos tienen que definir entre otras cosas las interfaces de comunicaciones entre los bloques del sistema: datos que se envían, tasa de datos, orden y formato de los datos, etc. Además, también se encargan de poner en contexto el proyecto en cuestión dando una aplicación real del mismo.

CONTENTS OF THE COURSE

The course is aimed at the student acquiring the knowledge described in the objectives together with the abilities to be in a position to design their own applications on a 16-bit microcontroller (MSP430). For this, the content is divided into 3 fundamental parts. The first part is dedicated to giving an introduction to the global objectives of the subject and to describing the different platforms for the implementation of digital circuits. The second focuses on the architecture of the MSP430, its operation, description of the most important peripherals. Assembly language is also explained in this second part. The third part deals with the C language and an introduction to designing applications for the MSP430.

The content of the 3 mentioned parts is described below:

1. Introduction

In the first place, the global objectives of the subject are presented, as well as the planning and evaluation of the different activities that are carried out within the subject. On the other hand, the existing platforms for the implementation of digital circuits are explained: microprocessor, microcontroller, FPGA, ASIC, DSP, focusing on the description of a microcontroller and marking the differences between microprocessor and microcontroller.

2. MSP430 Peripherals and Assembly Language

It begins with an introduction to the MSP430 that will be used during the course, presenting its architecture. The definition of ports and their usefulness is explained, as well as the concept of program counter, memories, timers and interruptions.

In addition to the notions of hardware, the course introduces the student to programming languages oriented to a specific hardware, that is, it teaches him to program taking into account the existing hardware resources. You start by programming in assembly language because you are closer to the hardware and it is more didactic when it comes to relating it to bits, registers, etc. despite the difficulty of a low-level language like assembler. The student is taught to structure an assembly language program and to use the basic instructions of the MSP430. On the other hand, the student is given notions of pseudocode and flow diagrams

so that they have tools that help them to capture the basic elements of a programming language as well as the elementary actions, being able to represent the algorithms using these tools.

3. Language C

Once the student has acquired the knowledge of assembly language, he begins with C presenting the differences between C and assembler. The basic notions for programming in C are given: data types, formats, logical operators, scope of variables, pointers, arrays, matrices, definition of macros, definition of functions, etc.

Students have prior knowledge of C programming so this first part is a review of what they already know by applying it to lower-level platforms.

Students program in C for a long period of the course with the aim of acquiring proficiency in Microcontroller programming using this high-level language. In fact, they practice on different platforms in such a way that they can see the differences between the design on a 16-bit microcontroller and the design on a microprocessor with ARM architecture (in the case of the subGHz module). In addition, they also develop a complete project in which they are responsible for defining the specifications of the same between the different groups. The final project is based on acquiring information from sensors, sending the information by cable and RF to different nodes and acting on the basis of that information. The students have to define, among other things, the communication interfaces between the blocks of the system: data that is sent, data rate, order and format of the data, etc. In addition, they are also responsible for putting the project in question in context by giving a real application of it.

ACTIVIDADES FORMATIVAS

La **dedicación de 100-120h (4 ECTS)** a la asignatura de Microprocesadores y Microcontroladores se divide en las siguientes actividades formativas:

- Clases presenciales teóricas: 8 horas.
- Clases presenciales prácticas: 12 horas
- Elaboración y defensa del proyecto final: 15 horas
- Estudio personal: 65 horas
- Evaluación: 20 horas

METODOLOGÍAS DOCENTES

- Clases expositivas
- Clases en laboratorio
- Trabajo en grupo en laboratorio y realización de informes
- Estudio del alumno basado en diferentes fuentes de información

En esta asignatura se deben complementar la comprensión de los contenidos teóricos y la realización de prácticas de laboratorio.

· 5 sesiones de un total de 8 horas de exposición del profesor de los contenidos básicos de la asignatura.

El alumno debe asistir a las clases teóricas ya que son la base para poder realizar las prácticas de laboratorio. Se valorará de forma positiva la asistencia a las clases teóricas y la participación activa del alumno.

· **Prácticas semanales en laboratorio (5 laboratorios de un total de 12 horas más un proyecto de 15 horas)**

Los alumnos tienen 5 laboratorios a realizar aplicando los conceptos teóricos explicados previamente por el profesor. Las prácticas son guiadas y muy importantes para que el alumno vaya asimilando los conceptos que se van introduciendo en teoría. Además, la realización de las prácticas tendrá un peso de un 20% sobre la nota final. Una vez terminados los 5 laboratorios, el alumno tiene que realizar un proyecto final que tendrá un peso del 40% sobre la nota final. Para realizar este proyecto el alumno tiene unas 5 semanas. El proyecto se evalúa con un informe donde el alumno tiene que explicar cómo funciona su diseño, con una exposición del trabajo y con una demostración que tiene que hacer al profesor para comprobar que su diseño funciona correctamente una vez implementado sobre la placa de evaluación.

EVALUACIÓN

CONVOCATORIA ORDINARIA

· Realización de prácticas y asistencia y participación en clase: 20% de la nota. De esta forma, el profesor puede hacer un seguimiento de los conocimientos que van adquiriendo los alumnos a lo largo del curso.

· Proyecto final en equipo: 40% de la nota

· Examen final práctico: 40% de la nota

· Superará la asignatura el alumno que obtenga al menos un 5 en la asignatura, como resultado de sumar aritméticamente la EVALUACIÓN DE ACTIVIDADES A LO LARGO DEL CURSO + PROYECTO FINAL + EXAMEN FINAL siempre y cuando apruebe tanto el proyecto como el examen final.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

Dependiendo de la situación particular del alumno, el examen de esta convocatoria será:

1. Si el alumno ha aprobado el proyecto pero no el examen final, se le conservarán las notas de las diferentes actividades y del proyecto y sólo tendrá que presentarse al examen final, siendo el valor del examen proporcional al porcentaje correspondiente.

2. Si el alumno ha aprobado el examen final pero no el proyecto, se le conservarán las notas de las diferentes actividades y tendrá que mejorar el proyecto demostrando que cumple con los objetivos planteados. Tendrá que preparar también una presentación, un informe y la demo del proyecto.

2. Si el alumno no ha aprobado ni el examen final ni el proyecto, se le conservarán las notas de las diferentes actividades y tendrá que presentarse al examen final y mejorar el proyecto demostrando que cumple con los objetivos planteados. Tendrá que preparar también una presentación, un informe y la demo del proyecto.

Para esta convocatoria, se conservará la nota obtenida por actividades realizadas en clase.

En ningún caso, se guardarán la/s parte/s aprobada/s para el siguiente curso académico. Es decir, si el alumno no aprueba en esta convocatoria, pasará al siguiente curso con la asignatura completa aunque alguna de las partes la tenga aprobada.

CASOS ESPECIALES

En el caso de que por circunstancias especiales algún alumno no vaya a poder realizar todas las actividades descritas, debe comunicarlo antes del comienzo de la asignatura, preferiblemente antes de la matrícula, para establecer, si es posible, una alternativa de valoración de las distintas partes o alguna actividad que sustituya a la que no puede realizar.

HORARIOS DE ATENCIÓN

- Los alumnos podrán acudir a la tutoría previa cita con el profesor para resolver dudas que hayan podido surgir en relación a la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica recomendada:

- Microprocesadores: Teoría (apuntes de la asignatura, están en Contenidos del AulaVirtual ADI), Ainhoa Cortés, Ibon Zalbide
- Microprocesadores: Laboratorios (apuntes de la asignatura, están en Contenidos del AulaVirtual ADI), Ainhoa Cortés, Ibon Zalbide

Bibliografía complementaria:

- Embedded systems design using the TI MSP430 series. Nagy, Chris. Amsterdam ; Boston : Newnes, 2003. Localízalo en la biblioteca, versión electrónica
- Introduction to Embedded Systems: Using Microcontrollers and the MSP430. Manuel Jiménez, Rogelio Palomera, Isidoro Couvertier. New York, NY : Springer New York, 2014 Localízalo en la biblioteca, versión electrónica