

TÉCNICAS DIGITALES III

Análisis de la asignatura

1. Análisis de los objetivos

El objetivo propuesto para esta materia en la ordenanza N° 1077 es: *"Capacitar al alumno para el diseño de: interfaces sobre arquitectura de computadoras personales, sistemas de procesamiento digital de señales y sistemas de transmisión de datos digitales"*.

Por otra parte, el perfil propuesto para el Ingeniero Tecnológico es el siguiente:

"Es un profesional capacitado para desarrollar sistemas de ingeniería y paralelamente aplicar la tecnología existente, comprometido con el medio, lo que le permite ser promotor del cambio, con capacidad de innovación, al servicio de un conocimiento productivo, generando empleos y posibilitando el desarrollo social."

Asimismo, algunos párrafos referidos al perfil buscado para el Ingeniero Electrónico egresado de la UTN dicen lo siguiente:

"Es un profesional formado y capacitado para afrontar con solvencia el planeamiento, desarrollo, dirección y control de sistemas electrónicos."

...

Por su sólida formación físico matemática está preparado para generar tecnología, resolviendo problemas inéditos en la industria."

...

La formación recibida le permite desarrollar estrategias de auto-aprendizaje, mediante las cuales orientará acciones de actualización continua."

La materia abarca un amplio espectro de temas, cada uno de los cuales tiene asociada una cierta cuota de teoría, orientada a que el alumno adquiera una sólida base conceptual en los diferentes tópicos que se tratan. Esto es importante, debido a que la materia está fuertemente ligada a tecnologías en permanente evolución, y es imprescindible que el ingeniero esté en condiciones de asimilar nuevos conceptos a partir de sus conocimientos y experiencia previa. Asimismo, es importante que el ingeniero tenga conciencia de la necesidad de capacitación continua y auto-aprendizaje a lo largo de su trayectoria profesional.

Por otra parte, como la materia está fuertemente vinculada con la actividad profesional del Ingeniero Electrónico, durante el curso se realizan distintos trabajos de laboratorio mediante los cuales se pretende que el alumno (ya sobre el final de su carrera) trabaje sobre casos concretos y cercanos a la realidad. Esto requiere que año a año dichos laboratorios deban ser revisados, para evitar trabajar sobre tecnologías y equipos obsoletos e incorporar nuevos, en la medida de las posibilidades.

2. Competencias que desarrolla.

Las competencias (siguiendo las enunciadas en el Libro Rojo de CONFEDI) que se pretende contribuir a desarrollar en esta asignatura son:

- Competencias genéricas:

- Tecnológicas:

1. Competencia para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
2. Competencia para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
4. Competencia para utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de la ingeniería.
5. Competencia para contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

- Sociales, políticas y actitudinales:

6. Competencia para desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
7. Competencia para comunicarse con efectividad.

- Competencias específicas:

La competencia específica 1.1 para el Ingeniero Electrónico, que enuncia el Libro Rojo de CONFEDI, consiste en:

Diseñar, proyectar y calcular sistemas, equipos y dispositivos de generación, transmisión y/o procesamiento de campos y señales analógicos y digitales; circuitos integrados; hardware de sistemas de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos y dispositivos lógicos programables; sistemas de automatización y control; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos y sistemas irradiantes, para brindar soluciones óptimas de acuerdo a las condiciones técnicas, legales, económicas, humanas y ambientales.

De acuerdo a ello, las competencias específicas a cuyo desarrollo contribuye esta materia están relacionadas con:

Diseñar, proyectar y calcular hardware de sistemas de cómputo de propósito general y/o específico y el software a él asociado; hardware y software de sistemas embebidos; sistemas de procesamiento y de comunicación de datos.

3. Análisis de los contenidos.

La Ordenanza N° 1077 establece los siguientes contenidos mínimos:

- Arquitectura de la PC.
- Microprocesadores de 16 y 32 bits.
- Procesamiento digital de señales.
- Instrumentación digital.
- Redes de datos. Protocolos

En base a estos contenidos mínimos se ha desarrollado el programa analítico, que consta de las siguientes unidades temáticas:

- U.T. I: Redes de datos. Protocolos de comunicación.

- U.T. II: Gestión de memoria y de procesos en sistemas de cómputo de propósito general y en sistemas embebidos.
- U.T. III: Procesamiento digital de señales.

Se puede considerar que la materia tiene tres bloques bastante independientes entre sí, aunque tienen puntos de contacto en cuanto que se trabaja sobre la misma plataforma básica de microcontrolador para realizar actividades prácticas en las tres unidades temáticas. En la U.T. I para implementar comunicación mediante TCP/IP usando la librería LwIP; en la U.T. II para experimentar y desarrollar aplicaciones basadas en un sistema operativo para embebidos (FreeRTOS) y en la U.T. III para implementar filtros digitales y otras aplicaciones de procesamiento digital de señales.

En la Unidad I se introduce al alumno en el estudio de las redes y protocolos de comunicación. Se parte del modelo OSI, para luego presentar el modelo TCP/IP. Se estudian con mayor detalle las capas inferiores (física, enlace, red y algo de transporte), debido a que son las más afines al trabajo del ingeniero electrónico. En la capa física se presenta una reseña de los problemas que afectan a la transmisión de datos por medios físicos (los medios inalámbricos se dejan para una materia electiva posterior). A continuación se estudian los fundamentos de los protocolos de comunicación y el principio de funcionamiento de las redes locales y conceptos básicos de redes de área extensa. Se estudian distintas técnicas de control de acceso al medio usadas en redes locales, tanto cableadas como inalámbricas. Luego se hace una introducción a las funciones de la capa de red y el enrutamiento. Se presentan los conceptos básicos de enrutamiento dinámico, tomando como base los del tipo vector-distancia. Se deja para una materia electiva posterior el tratamiento de otras técnicas más avanzadas de enrutamiento dinámico. Desde el punto de vista práctico, se hacen experiencias de laboratorio tales como analizar el tráfico en una red local, diseñar redes con distintos esquemas de direccionamiento IP – incluyendo división en subredes– y enrutamiento. Se implementan interredes de complejidad simple a mediana, utilizando routers y switches. Esta última parte es de gran interés práctico, debido a que el alumno puede trabajar con equipamiento comercial, similar al que se utiliza en el mercado.

Otro ítem de interés en esta Unidad es el desarrollo de programas en C/C++ y/o Python, que manejen la comunicación por IP, tanto sobre computadoras de propósito general como sistemas embebidos basados en microcontrolador.

En la Unidad I, se introducen conceptos de la arquitectura IA-32 de Intel, a fin de permitir comprender los fundamentos de la gestión de memoria y procesos que realiza típicamente un sistema operativo. Se tratan algunas cuestiones relativas a la interacción del procesador con un sistema operativo, debido a que las funciones incorporadas en los microprocesadores a partir de 32 bits (por ejemplo: memoria virtual, paginación, protecciones, conmutación de tareas) están diseñadas teniendo en cuenta dicha interacción.

A continuación, dentro la misma Unidad I, un tópico muy importante es el estudio y trabajo sobre microcontroladores de 32 bits orientados a sistemas embebidos. Éste es un área de creciente importancia dentro de la ingeniería electrónica, que se pretende potenciar desde la materia. En otras Unidades dentro de la materia se continúa trabajando en la línea de los sistemas embebidos, tanto en lo referido a redes, instrumentación digital y procesamiento digital de señales.

Se pretende que alumno logre una cierta experiencia práctica y una buena base conceptual que le permita adaptarse a la evolución tecnológica en éste área, a fin de seleccionar la plataforma y herramientas de desarrollo más convenientes para el proyecto en que se encuentre involucrado, como así también para poder investigar, profundizar y actualizarse por su cuenta en esta temática.

En esta misma Unidad se introducen conceptos de sistemas operativos multitarea, el diagrama de

estado de procesos y los mecanismos típicos para la comunicación y sincronización entre ellos. Se trabaja en la parte experimental desarrollando y evaluando programas sobre sistemas operativos Linux y FreeRTOS, y se analizan las similitudes conceptuales y diferencias de implementación entre ellos.

En la Unidad III, se parte de los conceptos vistos en Análisis de Señales y Sistemas y Teoría de Circuitos II (sistemas LTI, filtros digitales, Transformada Z, Transformada de Discreta Fourier), para llevarlos a su implementación práctica mediante el desarrollo de software sobre procesadores para señales digitales (DSP) y otras arquitecturas. Los alumnos hacen experiencia sobre los kits de DSP de Analog Devices de que se dispone en la carrera (y otros que se puedan incorporar a futuro). Se utilizan distintas herramientas de software para el diseño de filtros digitales (por ej.: Scilab, QEDLite). Asimismo, se utiliza Scilab para hacer algunas experiencias preliminares mediante simulaciones.

Otro tema dentro de esta unidad es la Transformada Rápida de Fourier (FFT). Partiendo de los conceptos de Transformada Discreta de Fourier estudiados en Análisis de Señales y Sistemas, se deducen los algoritmos para el cálculo de la FFT y su implementación en software.

Esta Unidad se complementa con la Unidad II, dado que se estudian algunas arquitecturas de procesadores orientados al procesamiento digital de señales, a fin de analizar las diferencias con respecto a otros microprocesadores y microcontroladores que los hacen ventajosos para las operaciones típicas de DSP. Se utiliza lenguaje C para el desarrollo de programas de procesamiento digital de señales, como así también lenguaje ensamblador, a fin de apreciar ciertos detalles de la arquitectura de los procesadores. A tal fin se implementan algunas soluciones (filtros, operación “mariposa”, etc.), tratando de evaluar las ventajas desde el punto de vista de la performance.

4. Metodología a emplear en el cursado.

Las actividades que se desarrollan durante el cursado son:

- Clases con exposición por parte del docente y debate con y entre los alumnos.
- Guías de problemas, para que los alumnos profundicen conceptos y estrategias de resolución de problemas.
- Actividades de formación práctica que, de acuerdo, al tema pueden constar de:
 - Diseño, desarrollo y prueba de software, sobre todo en lenguajes C y C++.
 - Diseño, implementación y evaluación de filtros digitales, en forma simulada y sobre procesadores de tipo DSP y/u otros.
 - Captura y análisis de tráfico en una red. Diagnóstico y solución de fallas en redes.
 - Diseño e implementación de redes y configuración del equipamiento (routers, switches y hosts).
 - Diseño y desarrollo de aplicaciones, en C y/o C++, usando socket para el envío y recepción de mensajes sobre una red TCP/IP, y distintos mecanismos provistos por el sistema operativo para la comunicación y sincronización entre procesos.
- Realización de informes y presentaciones, a fin de favorecer la capacidad de comunicación escrita y oral del futuro ingeniero.

5. Metodología de evaluación y calificación.

La evaluación durante el cursado se efectuará según lo establecido por la Ord. 1549, que incluye la posibilidad de aprobación directa. El alumno deberá:

- i. Cumplir con los requisitos de asistencia
- ii. Cumplimentar en tiempo y forma las actividades de formación práctica y la entrega y/o exposición de sus respectivos informes.
- iii. Cumplimentar en tiempo y forma la realización de cuestionarios dados por la cátedra.
- iv. Aprobar las tres instancias de evaluación (o sus respectivos recuperatorios) con una calificación mínima de 6 puntos en cada uno.

La aprobación directa de la materia se logra mediante el cumplimiento de i, ii, iii y iv. La calificación final surge de un promedio ponderado, donde el 70% surge de las tres instancias de evaluación y el otro 30% de las actividades en aula, laboratorio e informes.

El cursado, que habilita a rendir posteriormente un examen final, se obtiene mediante el cumplimiento de **i, ii y iii**, sumado a la aprobación de dos de las tres instancias de evaluación.

La evaluación de las actividades en el aula, laboratorio, presentaciones e informes se realizará en base a una rúbrica mediante la que se observarán los siguientes aspectos:

- Dominio de fundamentos teóricos.
- Dominio y capacidad para el trabajo sobre aplicaciones básicas de los conceptos teóricos.
- Capacidad y habilidad para la proyección tecnológica de conceptos y técnicas.
- Desempeño en el aula/laboratorio. Trabajo en equipo.
- Presentación oral.
- Presentación escrita.

6. Análisis sobre la articulación horizontal y vertical, teniendo en cuenta el área, el régimen de correlatividades y el alcance del título establecidos en el diseño curricular.

Esta asignatura está articulada en forma vertical principalmente con Técnicas Digitales II, y en tal sentido hay una continuidad en los contenidos desarrollados por ambas materias. En Técnicas Digitales II se introduce al alumno en el mundo de los microprocesadores (y microcontroladores) de 8 bits y posteriormente las arquitecturas de 16 bits. Se trabaja a nivel de diseño y desarrollo de hardware y software (en lenguaje ensamblador), y se tratan algunos otros temas como por ejemplo comunicación serie asincrónica y conversores A/D. A partir de allí, en esta materia se estudian arquitecturas de 16 y 32 bits, y arquitecturas orientadas al procesamiento digital de señales.

También puede verse que hay una importante articulación vertical con Informática II, debido a que en temas de procesamiento digital de señales se trabaja con lenguaje C y/o C++, ambos desarrollados en aquella materia.

Otro par de materias con las que hay una importante articulación vertical son Análisis de Señales y Sistemas y Teoría de Circuitos II, debido a que en la primera se estudian los fundamentos matemáticos del procesamiento digital de señales y en la segunda se estudian conceptos, análisis y diseño de filtros digitales. En Técnicas Digitales III se trata de llegar a la implementación práctica de lo

estudiado en ambas materias.

En lo que hace a la articulación vertical hacia materias posteriores, por ser ésta una materia del 5° nivel, solamente pueden considerarse algunas materias electivas. En tal sentido, Comunicaciones II es en gran medida una continuación de los temas de redes y protocolos tratados en esta materia. Otras materias electivas que, sin requisitos de correlatividad, tienen puntos de contacto con Técnicas Digitales III son Software de Tiempo Real, Electrónica Industrial, Sistemas de Control Industrial y Diseño Digital con FPGA y Lenguajes de Descripción de Hardware.

Esta asignatura tiene una fuerte relación con el alcance del título, ya que dentro de las actividades profesionales reservadas al título de ingeniero electrónico se mencionan:

A) Proyectar, planificar, diseñar, el estudio de factibilidad, dirección, construcción, instalación, programación, operación, ensayo, medición, mantenimiento, reparación, reforma, transformación, puesta en funcionamiento e inspección de:

1. Sistemas, subsistemas, equipos, componentes, partes y piezas de generación, transmisión, recepción, distribución, conversión, control, medición, automatización, registro, reproducción procesamiento y/o utilización de señales de cualquier contenido, aplicación y/o naturaleza, ya sea eléctrica, electromagnética, óptica, acústica, o de otro tipo, en todas las frecuencias y potencias.

2. Sistemas, subsistemas, equipos, componentes, partes de sistemas irradiantes o de otros medios de enlace para comunicaciones, incluidos los satélites y/o de aplicación espacial en todas las frecuencias y potencias.

3. Sistemas, subsistemas, equipos, componentes, partes, y piezas (Hardware), de procesamiento electrónico de datos en todas sus aplicaciones incluyendo su programación (Software) asociada.

Mg. Guillermo R. Friedrich
Profesor Asociado Ordinario