



Plan 95 Adecuado

TÉCNICAS DIGITALES II

Departamento : Electrónica

Área: Técnicas Digitales

Bloque Técnicas Básicas

Nivel: 4|.

Tipo : Obligatoria

Modalidad : anual

Carga Horaria total. Hs Reloj: 128

Hs. Cátedra: 160

FUNDAMENTACIÓN

Esta materia cumple la función de relacionar al alumno con los sistemas dedicados embebidos que son sistemas que emplean microcontroladores pero que operan en forma autónoma para realizar tareas específicas (no de propósito general).

Recibe a los alumnos de Informática I y II en donde se han introducido a las técnicas de programación y de Técnicas Digitales I donde han aprendido tecnologías y métodos de diseño de sistemas electrónicos digitales y será la base de Técnicas Digitales III en el uso de herramientas de desarrollo interactivas y de sistemas embebidos.

Es de destacar, que como esta asignatura se halla inmediatamente antes del otorgamiento del título intermedio, debe dar todos los conocimientos imprescindibles para que el Técnico Superior en Electrónica pueda desempeñarse en el diseño de sistemas mínimos que empleen microprocesadores y microcontroladores para funciones de adquisición de datos y control

OBJETIVOS

Capacitar al alumno para el diseño de circuitos desarrollados con microprocesadores y sus interfaces con el mundo real.

Se analizará el repertorio de instrucciones tanto de un microcontrolador de 32 bits y se escribirán programas en lenguaje ensamblador y en C, se los compilará, vinculará y depurará. Se presentarán metodologías de fraccionamiento de programas para el desarrollo de una aplicación por varios desarrolladores.

Con el análisis de las distintas partes constitutivas, se irán fijando las reglas de selección de componentes e interconexión de los mismos. Se hará hincapié en la utilización de sistemas prearmados (cores) y se analizarán metodologías para minimizar el tiempo de desarrollo del firmware para los mismos con el uso de Sistemas Operativos en Tiempo Real

Se introducirá al alumno en los dispositivos inteligentes creados para delegar tareas que originariamente recaían en el procesador principal e iniciar la programación de dichos controladores e interfaces.

Se discutirán las metodologías de conexionado del sistema dedicado con el mundo exterior, enfatizando en aplicaciones con RS-485 y USB y se presentarán las comunicaciones intraplaca I2C y SPI. Se introducirán alternativas de transmisión a distancia como módems GPRS.

Se presentarán los sistemas de adquisición de datos y control por medio de conversores analógico a digital y digital a analógico para poder formar equipos autónomos con dichas funciones.

CONTENIDOS

- Contenidos mínimos según Ord 1077/05 CS
 - Muestreo .
 - Conversión A/D y D/A .
 - Microprocesadores de 8 bits .
 - Microcontroladores .
 - Introducción a los Procesadores de 16 bits

- Contenidos analíticos

CAPÍTULO 1: Diseño, Desarrollo y Depuración.

Técnicas de diseño y desarrollo de circuitos y programas. Análisis de herramientas CAD y Entornos de desarrollo y depuración.

Fragmentación en módulos de fácil depuración. Elaboración de macros y bibliotecas con criterio de reuso de los mismos. Sistemas secuenciales. Repaso de diagramas de estados. Especificación y limitación de métodos formales: máquinas de estado finito, Empleo de tablas. Parsing. Gráficos de estado (*statecharts*), Redes de Petri, UML.

Técnicas de puesta a punto y depuración. Simulación y emulación. Programas monitores, simuladores por software y emuladores de hardware. Kits de evaluación y desarrollo. JTAG y serial wire protocol. Principios de operación y uso. Breakpoints sobre instrucciones y data watchpoints. Trace.

Técnicas de cálculo de la duración de un proyecto. Costeo.

CAPÍTULO 2: Microcontroladores de 32 bits.

Arquitectura de un microcontrolador de 32 bits. Estructura de registros. Contador de programa, Link register, punteros a la pila. Registros especiales. Modos de trabajo. Niveles de privilegio.

Repertorio de instrucciones. Thumb-2. Caso de estudio: Cortex-M3. Ejemplos. Evolución desde ARM7. Aplicaciones de Systick.

Herramientas de depuración incorporadas. Halting y stepping, Breakpoints y watchpoints. Accesos a memoria y registros. Perfilado y trazado. Debug Access Port, Debug Port. Debug Trace Macrocell. Breakpoints sobre memoria Flash. Interfaz con dispositivos externos de depuración.

Temporizadores. Reloj de tiempo real y watchdog. Programación y empleo en sistemas con interrupciones.

Reusabilidad de código. CMSIS. Ejemplos sobre diversos fabricantes

Manejos de bits. Bit banding e instrucciones específicas.

Excepciones e Interrupciones. Controlador de interrupciones avanzado NVIC. NMI y soporte de interrupciones vectorizadas. Asignación dinámica de prioridades. Enmascarado. Latencia. Tablas de vectores. Implementación y uso de la pila en las excepciones.

Mapa de memoria. Unidad de protección de memoria (MPU). Pipeline. Buses.

CAPÍTULO 3: **Memorias.**

Descripción de las memorias. Clasificación. Tiempos de acceso. Distintos tiempos intervinientes. Memorias dinámicas. Características y circuitos de refresco. Memorias EPROM (programación inteligente), EEPROM y flash. Programación inteligente. In System Programming. In Application Programming.

CAPÍTULO 4: **Estrategias de control de periféricos.**

Políticas de manejo de entrada / salida. Manejo por flag, ready, interrupción y acceso directo a memoria. Concepto de sincronización. Handshake. Líneas de control. Elección del tipo de entrada salida más adecuado según cada aplicación. Supervisores de circuito. Uso de rutinas de atención de interrupción. Buffer de memoria de entrada y salida. Manejo de colas. Implementación sobre Cortex M3. Ejemplos.

CAPÍTULO 5: **Conectividad Serie de Sistemas Embebidos.**

Necesidad de la comunicación serie. Normas de conexión entre equipos y circuitos asociados. RS232, RS422, RS423, RS485. Uso de temporizadores como generadores de baud-rate.

Modems. Parámetros de programación. Programación y códigos AT y registros S. Ejemplos de conexión a microprocesadores y entre módems. Modems internos y externos. Líneas conmutadas y líneas dedicadas. Líneas RTS, CTS, DTR y DSR. Modems GPRS. Conceptos elementales.

Conexión de periféricos intra-placa. I2C y SPI. Ejemplos (memorias, procesadores, conversores, etc.). Implementación sobre Cortex M3. Ejemplos.

CAPÍTULO 6: Interfaz USB.

Descripción del Bus USB. Características eléctricas y temporales. Modelo de Arquitectura en capas. Evolución. Host, device y On-the-go. Transferencias. Endpoint, pipes, tipos de transferencias. Inicio de una transferencia. Bloques constitutivos de la misma. Fases de la transferencia. Handshake y procesamiento de errores. Conexión de dispositivos y su detección.

Transferencias de control, a granel, por interrupción e isócronas. Tramas y división de tiempos. Latencias y requerimientos al host.

El proceso de enumeración. Incorporación y remoción de un dispositivo. Descriptores. Distintos tipos (de dispositivo, calificador, de configuración, de interfaz, de string, de endpoint, etc).

Clases de dispositivos, principales características. La clase de los dispositivos de interfaz con el ser humano (HID). Su caracterización. Configuración de un controlador para ser interpretado por un sistema operativo.

Técnicas de diseño de un dispositivo USB device y host empleando un microcontrolador comercial que contenga ambas opciones. Campos de aplicación. Ejemplos.

CAPÍTULO 7: Sistemas Operativos en Tiempo Real

Núcleo de Tiempo Real: Pseudo-kernels, sistemas *foreground/background*, sistemas manejados por interrupciones: por prevaciado o cooperativos. Ventajas y Desventajas de los sistemas sin administrador de Tareas. Diferencias entre un sistema operativo tradicional y un RTOs. Determinismo.

Fundamentos teóricos de Sistemas Operativos de Tiempo Real: Planificación de tareas; tipos de planificadores. Componentes de un sistema de tiempo real. Sistemas de tiempo real relajados y estrictos.

Estados de una tarea. Descriptores de tareas. Creación y eliminación de tareas. Asignación de prioridades. Algoritmos específicos. Llamadas al sistema. Comunicación entre tareas. Sincronización. Semáforos binarios, contadores y mutex. Riesgos de inversión de prioridad.

Scheduling. Gerenciación de memoria.

Caso de estudio: Un sencillo núcleo de tiempo real. FreeRTOS. Implementación sobre un hardware estándar.

CAPÍTULO 8: Muestreo

Magnitudes analógicas y digitales, unipolares y bipolares. Muestreo de señales analógicas. Circuitos de muestreo y retención (sample and hold). Niveles de cuantización. Teoría de Shannon. Criterio de Nyquist. Filtros anti-aliasing. Diseño asistido por computadora. Circuitos de acondicionamiento de entrada y salida.

CAPÍTULO 9: Conversión Analógica a Digital y Digital a Analógica.

Sistemas de adquisición de datos. Conversores D/A. Principios de operación. Abanicos de resistores. Redes R-2R. Conversores integradores y multiplicadores de 1, 2 y 4 cuadrantes. Análisis de errores. Selección del convertor más adecuado para una aplicación. Conexión a microprocesadores.

Conversores A/D. Principios de operación. Conversores A/D basados en un D/A y en contadores. Conversores serie. Servo-convertidores. Sigma delta. Conversores con comunicación serie intraplaca.

Análisis de errores. Selección del convertor más adecuado para una aplicación. Resolución, exactitud, y precisión. Conexión a microprocesadores.

Microcontroladores Cortex M3 con convertidores incorporados.

DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Utilizar como guía de actividades prácticas el instructivo que se copia al pie del cuadro.

Tipo de actividad	Carga horaria total en hs. reloj	Carga horaria total en hs. cátedra
Teórica	77	96
Formación Práctica	51	64
Formación experimental		
Resolución de problemas	32	40
Proyectos y diseño	19	24
Práctica supervisada		

(*) Fundamentalmente actividad extraaulica.

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

- Modalidades de enseñanza empleadas según tipo de actividad (teórica-práctica)

Hemos intentando abordar problemas ingenieriles, vinculados con la realidad profesional con gradual y creciente grado de complejidad.

Se ha buscado secuenciar los contenidos con las teorías del aprendizaje, los procedimientos didácticos con los principios lógicos científicos y profesionales.

Se ha planteado en la programación de las clases, hacer especial énfasis en la actividad práctica tanto de problemas como en el uso de las herramientas de laboratorio buscando que el alumno aprehenda los conocimientos teóricos con la inmediata ejercitación.

En todos los casos se ha buscado que las herramientas de trabajo que emplea en el laboratorio puedan ser utilizada para el proceso de consolidación de la enseñanza en su casa. Por tal motivo se ha implementado la actividad práctica con compiladores y depuradores de libre distribución o en su versión demostrativa.

- Recursos didácticos para el desarrollo de las distintas actividades (guías, esquemas,

lecturas previas, computadoras, software, otros)

Todas las figuras que se emplean en el dictado de la materia se hallan en transparencias proyectables o presentaciones powerpoint y los alumnos disponen con anterioridad **en el Campus Virtual de la Cátedra**, de esa manera se puede aprovechar mucho mejor el tiempo no debiendo dedicar tiempo a la graficación de circuitos o diagramas temporales complejos que no solamente consumirían mucho tiempo sino que además facilitarían la pérdida de atención del alumno.

Algunas clases que requieren interactividad (como por ejemplo cuando se muestra el uso de herramientas de software, simuladores o depuradores) obligan al empleo de un proyector de video (cañón), con lo que se puede mostrar al curso la actuación real del programa que **simultáneamente** emplearán.

EVALUACIÓN

Modalidad (tipo, cantidad, instrumentos)

Requisitos de regularidad

Para tener cursada regularmente la asignatura, el alumno deberá:

- Aprobar **DOS** exámenes parciales
- Aprobar los Trabajos Prácticos
- Tener la asistencia a clases reglamentaria

Requisitos de aprobación

Se tomarán **DOS** exámenes parciales. De ser factible, los parciales se tomarán directamente sobre computadoras, reproduciendo las condiciones de los TPs y del proyecto integrador.

48 horas antes de cada parcial, se levantará un parcial tipo **en el Campus Virtual de la Cátedra** a fin de que el alumno pueda ponerse a prueba. Las notas serán comunicadas a los alumnos en dicho campus virtual.

Aquellos que en esas ocasiones no hubieran aprobado algún parcial (o todos), dispondrán de 4 oportunidades para recuperarlos, dos en el período de exámenes Noviembre-Diciembre y otras dos en el período de exámenes Febrero-Marzo. Las fechas serán fijadas por la Cátedra y se comunicarán en forma fehaciente a través del **Campus Virtual de la Cátedra**

ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS

Se ha buscado interrelacionar conocimientos de múltiples disciplinas, articulando conocimientos con otras asignaturas, buscando ejemplificar no con ejemplos abstractos sino con aquellos que presenten vinculación efectiva con la realidad profesional y con asignaturas del mismo nivel.

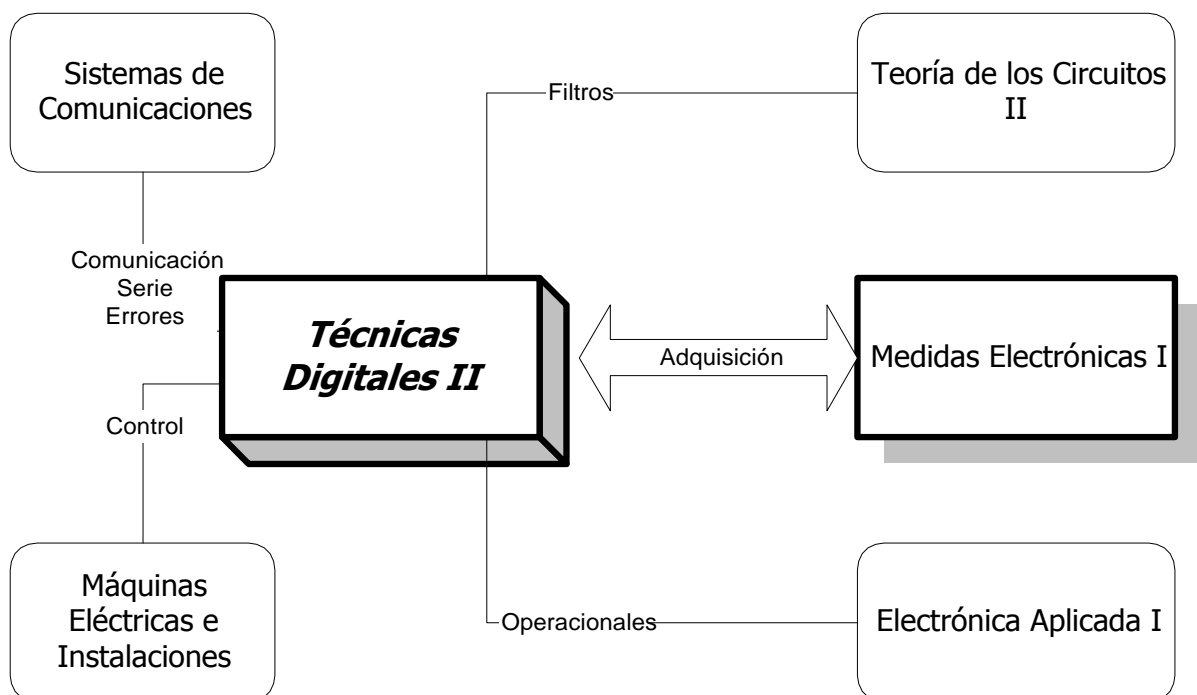
▪ **Articulación con las asignaturas del Nivel**

Buscamos planificar actividades para promover situaciones que generen aprendizajes significativos en los alumnos con relación a su modalidad intelectual, sus intereses, sus aptitudes y su tiempo.

Hemos intentando abordar problemas ingenieriles, vinculados con la realidad profesional con gradual y creciente grado de complejidad.

Se ha buscado secuenciar los contenidos con las teorías del aprendizaje, los procedimientos didácticos con los principios lógicos científicos y profesionales.

En el caso de Técnicas Digitales II, a fin de poder satisfacer los postulados anteriores, planteamos su vinculación con el resto de las asignaturas del nivel.



Mediciones Electrónicas I

La vinculación con la misma se da fundamentalmente a través de los principios de la metrología que se emplean en los sistemas de adquisición y procesamiento de datos.

Concretamente nos referimos a la necesidad de que al diseñar un sistema de adquisición y/o medición se minimicen los errores sistemáticos de método e instrumental y que en la selección de los componentes del mismo se busquen los adecuados para la velocidad de la medición, la resolución, exactitud y precisión que sean necesarias para las especificaciones propuestas.

También en la selección de transductores, se buscará el más adecuado para la magnitud a medir y para la exactitud requerida.

Mediciones Electrónicas empleará los conceptos de automatización de mediciones (control y adquisición por medio de línea serie) .

Algunos de los proyectos integradores realizados por los alumnos consisten en sistemas de adquisición y almacenamiento de información analógica ***y se realizan y evalúan en forma conjunta entre ambas asignaturas.***

Sistemas de comunicaciones.

Con esta asignatura se compartirán los principios de muestreo (con los teoremas asociados), comunicación serie y fundamentalmente los principios de manejo de errores en las comunicaciones.

Buena parte de los proyectos integradores planteados por los alumnos se basan en el empleo de dispositivos inteligentes para establecer comunicaciones digitales entre, típicamente, un microcontrolador y un dispositivo exterior.

Máquinas e instalaciones eléctricas.

Aquí se emplean las características de las máquinas eléctricas para el desarrollo de sistemas de medición (por ejemplo de velocidad) y control y la inducción de lo que sería un sistema de control a lazo cerrado.

Electrónica Aplicada II.

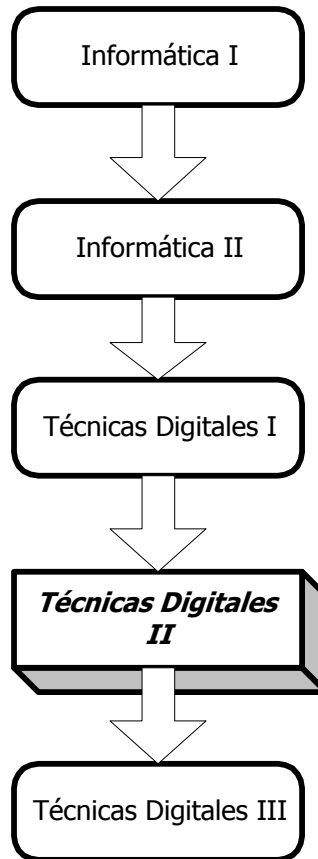
En esta asignatura se analizan en detalle los amplificadores operacionales y los efectos de la realimentación. Ello es de fundamental importancia para el estudio de los convertidores D/A y A/D, el empleo de comparadores, seguidores de tensión integradores y derivadores y los circuitos de muestreo y retención con los problemas de ancho de banda y velocidad involucrados.

Por otro lado, se requerirá de esta asignatura para el diseño de los circuitos acondicionadores de señal de entrada a los convertidores A/D y de salida de los D/A, para lograr las características de nivel de señal, potencia y ancho de banda.

Teoría de los Circuitos II.

Los principios de los filtros activos son necesarios para el desarrollo de los filtros antialias presentes en las etapas previas de los convertidores A/D y en los circuitos de acondicionamiento de señal de entrada y salida.

- **Articulación con el Área.**



Informática I y II.

Con las modificaciones curriculares que se han realizado en los últimos años en estas dos asignaturas, se ha producido un importante cambio favorable en el dictado de Técnicas Digitales II.

Hasta hace no muchos años, era obligatorio trabajar exclusivamente en lenguaje ensamblador, ya que los alumnos llegaban de las informáticas sabiendo ordenar vectores por burbujeo y manejar colas y listas, pero no podían emplear el lenguaje C para encender un LED o para leer el estado de un interruptor.

Desde 1998 se implementó un programa analítico (producto de una provechosa discusión con las Técnicas Digitales) en el cual las Informáticas se orientaron hacia los requerimientos reales del Ingeniero en Electrónica, con lo que actualmente el docente de Técnicas Digitales II ó III pueden utilizar indistintamente ensamblador ó C.

Técnicas Digitales I

En Técnicas Digitales I se han introducido los conceptos básicos de los sistemas de numeración (fundamentalmente hexadecimal), los componentes básicos a nivel de compuertas y la síntesis de funciones complejas mediante Karnaugh ó Quine-Mc Cluskey (que permitirá decodificaciones completas exigentes).

Además se ven los componentes MSI (multiplexores y decodificadores) necesarios para describir el funcionamiento interno de un microprocesador y los distintos flip-flops que permitirán desde demultiplexar un bus hasta explicar la operación de los flags del procesador.

Finalmente el análisis y síntesis de circuitos secuenciales sincrónicos permite que el alumno pueda encarar el diseño de un detector de secuencias con un microprocesador de una manera no trivial (prueba y error) empleando máquinas de estados y statecharts

Se encuentra en proceso de incorporación a nuestra asignatura la ampliación de aplicaciones de los lenguajes descriptores de Hardware introducidos en Técnicas Digitales I.

Técnicas Digitales III.

Hacia el nivel superior, las bases que se brindan al alumno de Técnicas Digitales III, le permite iniciar el año con procesadores de 32 bits y saltar a modo protegido con los conocimientos básicos de lenguaje ensamblador y su interfaz con el lenguaje C.

Por otro lado, los conceptos de muestreo y conversión de Digitales II permiten desarrollar adecuadamente los Procesadores Digitales de Señales (DSP) con sus circuitos de filtrado y acondicionamiento conexos.

Finalmente los principios de Comunicación Serie y el manejo de errores son empleados como introductorios del Capítulo de Redes.

▪ **Articulación con el Diseño Curricular.**

Técnicas Digitales II emplea múltiples elementos de diversas asignaturas fuera del área y del nivel.

Además de las obviedades como los requerimientos de física y matemática y de los rudimentos de la física electrónica y de dispositivos, se emplea de Teoría de los Circuitos I los conceptos para el cálculo de las resistencias de pull-up u pull-down, de los valores eficaces para el diseño del circuito que permite la operación de un display multiplexado.

Hacia las electivas, la vinculación de esta asignatura se da en forma directa con requerimiento de correlatividades hacia:

- Sistemas de Control Aplicado.
- Control Numérico.
- Robótica.
- Electrónica Industrial.

Y en forma indirecta con:

- Software de tiempo Real.
- Técnicas Digitales IV.
- Sistemas de Comunicaciones II.
- Control de Procesos.
- Electrónica del Automotor.

CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES

Unidad Temática	Duración en hs cátedra
CAPÍTULO 1: Diseño, Desarrollo y Depuración	15
CAPÍTULO 2: Microcontroladores de 32 bits	35
CAPÍTULO 3: Memorias.	5
CAPÍTULO 4: Estrategias de control de periféricos.	5
CAPÍTULO 5: Conectividad Serie de Sistemas Embebidos.	15
CAPÍTULO 6: Interfaz USB.	27
CAPÍTULO 7: Sistemas Operativos en Tiempo Real	30
CAPÍTULO 8: Muestreo	3
CAPÍTULO 9: Conversión Analógica a Digital y Digital a Analógica	15
Evaluaciones	10

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

The Definitive Guide to the ARM Cortex-M3, Second Edition – Joseph Yiu – Newnes – 2009 - ISBN-13: 978-1856179638

Cortex-M3 Technical Reference Manual

(http://infocenter.arm.com/help/topic/com.arm.doc.ddi0337i/DDI0337I_cortexm3_r2p1_trm.pdf)

The Cortex Microcontroller Software Interface Standard

(<http://www.onarm.com/cmsis/download/10/version-2-0-of-the-cortex-microcontroller-software-interface-standard-cmsis/>)

ARM®v7-M Architecture Reference Manual

(<http://infocenter.arm.com/help/index.jsp?topic=/com.arm.doc.set.architecture/index.html>)

ARM Generic Interrupt Controller

(http://infocenter.arm.com/help/topic/com.arm.doc.ihl0048a/IHL0048A_gic_architecture_spec_v1_0.pdf)

Practical UML Statecharts in C/C++, Second Edition: Event-Driven Programming for Embedded Systems - Miro Samek – Newnes – Octubre 2008 - ISBN-13: 978-0750687065

ARM Architecture Reference Manual – Seal - Addison Wesley – 2000 – ISBN 0 201 737191

ARM system-on-chip architecture – Second edition -Furber – Addison Wesley 2000 – ISBN 0-201-67519-6

ARM System Developer's Guide: Designing and Optimizing System Software – Sloss, Symes, Wright – Morgan Kaufmann – 2004 - ISBN-13: 978-1558608740

Real-Time Concepts for Embedded Systems - Qing Li Caroline Yao – CMP – Julio 2003 - ISBN-13: 978-1578201242

Real Time Embedded Multithreading Second Edition – Lamie – Newnes – 2009 - ISBN-13: 978-1856176019

USB Design by Example: A Practical Guide to Building I/O Devices – John Hyde – Intel University Press - ISBN-13: 978-0970284655

Analog Digital Conversion Handbook – Engineering Staff of Analog Devices – Prentice Hall – 1996

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Microcomputer Based Design – Peatman – Mc Graw Hill – 1977

Digital Electronics – Ryan & Doyle – Mc Graw Hill – 1998

Linux Embarqué – 2e édition – Eyrolles 2005 – ISBN 2-212-11674-8

Embedded Systems Building Blocks, Second Edition: Complete and Ready-to-Use Modules in C – CMP – Enero 1999 - ISBN-13: 978-0879306045

Real Time Systems Development – Rob Williams - Butterworth-Heinemann (Diciembre 2005) - ISBN-13: 978-0750664714

Simple Real time Operating Systems - Chowdary Venkateswara Penumuchu- Trafford Publishing (Agosto, 2007) - ISBN-13: 978-1425117825

USB Explained Mc Dowell Seyer – Prentice Hall Agosto 1999 - ISBN-13: 978-0130811530

USB Complete: The Developer's Guide (Complete Guides series) – Axelson – Lakeview Research – 2000 - ISBN-13: 978-1931448086