

TÉCNICAS DIGITALES II

Carrera:	Ingeniería Electrónica	N° de orden:	22
Asignatura:	TÉCNICAS DIGITALES II	Horas cat./sem:	5
Departamento:	Electrónica	Horas reloj/año:	120
Bloque:	Tecnología Básicas	Nivel:	4
Área:	Técnicas Digitales	RTF	
Competencias	Genéricas	Específicas	
	CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.	CE 1.1: 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.	
	CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.		
	CG3: Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería.		
	CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.		
	CG5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.	CE 1.2: Plantear, interpretar, modelar y resolver los problemas de ingeniería descriptos. CE 1.4: Diseñar, proyectar y calcular circuitos y sistemas digitales.	
CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.			

	<p>CG7: Comunicarse con efectividad.</p> <p>CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global.</p> <p>CG9: Aprender en forma continua y autónoma.</p> <p>CG10: Actuar con espíritu emprendedor</p>	
Objetivos		
<p>Que los y las estudiantes sean capaces de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diseñar hardware de sistemas embebidos y sus interfaces con el mundo real, para un rango de aplicaciones amplio. • Desarrollar firmware para sistemas embebidos. • Desarrollar proyectos de software que involucren un Sistema Operativo de Tiempo Real (RTOS), su relación con los recursos de hardware de la CPU, y sus requerimientos particulares. 		
Contenidos que se trabajan en la actividad (Mínimo)		
<p>CONTENIDOS MINIMOS:</p> <p>Convertidores Analógicos/ Digitales y Digitales/ Analógicos.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Memorias electrónicas. - Arquitecturas y organización de procesadores. - Hardware y Software de sistemas embebidos. - Comunicaciones y protocolos digitales seriales de baja y alta velocidad. - Introducción a los Sistemas Operativos en Tiempo Real. 		
Unidad/Módulo		
<p>UNIDAD TEMÁTICA 1: Diseño, Desarrollo y Depuración.</p> <p>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</p>		

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.

UNIDAD TEMÁTICA 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-M4. 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.

UNIDAD TEMÁTICA 3: 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 adminis-trador 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 es-strictos. 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. Deadlocks, Riesgos de inversión de prioridad. Scheduling. Gerenciación de memoria. Caso de estudio: Un sencillo núcleo de tiempo real. FreeRTOS. Implementación sobre un hardware estándar.

UNIDAD TEMÁTICA 4: Memorias.

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

UNIDAD TEMÁTICA 5: 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 M4. Ejemplos.

UNIDAD TEMÁTICA 6: Internet de las cosas y Conectividad Serie de Sistemas Embebidos

Necesidad de la comunicación serie. Normas de conexión entre equipos y circuitos asociados. RS232, RS422, RS423, RS485. Conexión de periféricos intra-placa. I2C y SPI. Ejemplos (memorias, procesadores, conversores, etc.). Implementación sobre Cortex M4. Ejemplos. Internet de las cosas. Principios básicos. Ejemplos de aplicación. Seguridad, topología, velocidad de comunicación y alcance. Teorema de Shannon Hartley. Modems. Parámetros AT de programación. Registros S. Ejemplos de conexión a microprocesadores y entre módems. Modems internos y externos. Líneas RTS, CTS, DTR y DSR. Modems GPRS, Bluetooth, Zigbee y LoRa. Conceptos elementales.

UNIDAD TEMÁTICA 7: 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.

UNIDAD TEMÁTICA 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.

UNIDAD TEMÁTICA 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 convertidor 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 convertidor más adecuado para una aplicación. Resolución, exactitud, y precisión. Conexión a microprocesadores. Microcontroladores Cortex M4 con convertidores incorporados.

UNIDAD TEMÁTICA 10: Introducción al Diseño de Circuitos Impresos.

Factores que condicionan el Diseño de Circuitos Impresos, Uso de Herramientas de Software en el Diseño de Circuitos Impresos, Dibujo del Esquema Eléctrico, Dibujo del Circuito Impreso, Casos Típicos de Estudio

Bibliografía

- Zachary Lasiuk , Pareena Verma. – 2022 -The Insider’s Guide to Arm Cortex-M Development: Leverage embedded software development tools and examples to become an efficient Cortex - M developer Packt Publishing - ISBN13 978-1803231112

- Yifeng Zhu - 2023Embedded Systems with ARM Cortex-M Microcontrollers in Assembly Language and C: Fourth Edition E - Man Press LLC – ISBN13 978-0982692677

Brian Amos – 2020 - Hands-On RTOS with Microcontrollers: Building real-time embedded systems using FreeRTOS, STM32 MCUs, and SEGGER debug tools - Packt Publishing - ISBN13 978-1838826734

Ariel Lutenberg, Pablo Gomez, Eric Pernia – 2022- A Beginner's Guide to Designing Embedded System Applications on Arm Cortex-M Microcontrollers - Arm Education Media ISBN13 978-1911531418

– Joseph Yiu – 2014 - The Definitive Guide to ARM® Cortex®-M3 and Cortex®-M4 Processors . Third Edition – Newnes – ISBN 13: 978-0124080829

Cortex-M4 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)

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

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

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

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

Qing Li Caroline Yao – 2003 - Real-Time Concepts for Embedded Systems — CMP - ISBN-13: 978-1578201242
Lamie - 2009 - Real Time Embedded Multithreading Second Edition — Newnes - ISBN-13: 978-1856176019
Rob Williams - 2005 - Real Time Systems Development — Butterworth-Heinemann - ISBN-13: 978-0750664714
Chowdary Venkateswara Penumuchu – 2007 - Simple Real time Operating Systems - Trafford Publishing - ISBN-13: 978-1425117825
Mc Dowell Seyer - 1999 - USB Explained– Prentice Hall - ISBN-13: 978-0130811530
Axelsson - 2000 - USB Complete: The Developer's Guide (Complete Guides series) – Lakeview Research – 2000 - ISBN-13: 978-1931448086
John Hyde – 2005 - USB Design by Example: A Practical Guide to Building I/O Devices– Intel University Press - ISBN-13: 978-0970284655
Kester C. - 1996 - Analog Digital Conversion Handbook – Engineering Staff of Analog Devices – Prentice Hall

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Peatman - 1977 - Microcomputer Based Design – Mc Graw Hill
Ryan & Doyle - 1998 - Digital Electronics – Mc Graw Hill – 1998
Eyrolles - 2005 - Linux Embarqué – 2e édition - ISBN 2-212-11674-8
Zhu – 1999 - Embedded Systems Building Blocks, Second Edition: Complete and Ready-to-Use Modules in C – CMP - ISBN-13: 978-0879306045