

UTN bhi		Universidad Tecnológica Nacional				1/6	
Facultad Regional Bahía Blanca							
DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELECTRÓNICA							
PROGRAMA DE:		<i>Técnicas Digitales II</i>				DICTADO: Anual	
						TRONCAL	
HORAS DE CLASE				PROFESOR RESPONSABLE			
TEÓRICO-PRÁCTICAS				Ing. Adrián Laiuppa			
120 h. reloj totales							
5 h. cátedra semanales							
ASIGNATURAS CORRELATIVAS PRECEDENTES							
PARA CURSAR Y RENDIR							
CURSADAS				APROBADAS			
- Informática II - Técnicas Digitales I - Electrónica Aplicada I				- Química General - Física II			
PROGRAMA SINTÉTICO							
- Conversores Analógicos/ Digitales y Digitales/ Analógicos. - 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.							
CONTENIDO TEMÁTICO PROGRAMA ANALÍTICO							
En todos los capítulos de realizarán actividades prácticas de Resolución de problemas estructurados orientados al Aprendizaje por proyectos							
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. 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-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							
VIGENCIA AÑOS	2026	2027	2028	2029	2030	2031	



UTN bhi		Universidad Tecnológica Nacional				2/6	
Facultad Regional Bahía Blanca							
DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELECTRÓNICA							
PROGRAMA DE:		Técnicas Digitales II					DICTADO:
							Anual
		TRONCAL					
vectores. Implementación y uso de la pila en las excepciones. Mapa de memoria. Unidad de protección de memoria (MPU). Pipeline. Buses. CAPÍTULO 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 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. 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. CAPÍTULO 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 Programming. In Application Programming. CAPÍTULO 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. CAPÍTULO 6: 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 intraplaca. I2C y SPI. Ejemplos (memorias, procesadores, conversores, etc.). Implementación sobre Cortex M4. Ejemplos. 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. CAPÍTULO 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. 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 antialiasing. Diseño asistido por computadora. Circuitos de acondicionamiento de entrada y salida.							
VIGENCIA AÑOS		2026	2027	2028	2029	2030	2031



UTN  bhi	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca	3/6
---	--	-----

DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PROGRAMA DE:	<i>Técnicas Digitales II</i>	DICTADO: Anual
		TRONCAL

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 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. Convertidores 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

CAPÍTULO 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 ejemplo.

Distribución de carga horaria entre actividades teóricas y prácticas

Modalidad organizativa de las clases	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	Horas totales
Teórica	64		64
Formación práctica	96		96

Tipo de prácticas	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	Lugar donde se desarrolla la práctica (si corresponde indicar laboratorio, ámbito externo)
Formación experimental	32		Laboratorio Electrónica
Problemas abiertos de Ingeniería (ABP)			
Proyecto y diseño	64		Laboratorio Electrónica
Otras:			
Práctica supervisada			
Total de horas	96		

PRÁCTICAS EN GABINETE:

Se desarrollan las prácticas de problemas tratando de inducir al alumno para que las desarrolle por sus propios medios y que consulte sobre las dudas que tuvo para resolverlos. Para ello se abre un espacio después de la teoría, para dichos planteos. Cuando es necesario resolver problemas tipos en clase, se trata de que un alumno los desarrolle en clase y el resto trate de ayudar para

VIGENCIA AÑOS	2026	2027	2028	2029	2030	2031
---------------	------	------	------	------	------	------



UTN bhi	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca		4/6
DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELECTRÓNICA			
PROGRAMA DE:	<i>Técnicas Digitales II</i>	DICTADO: Anual	
		TRONCAL	
buscar la solución, con la asistencia de los docentes de la cátedra.			
PRÁCTICAS EN LABORATORIO Y/O CAMPO y/o TALLER:			
Laboratorio 1:			
Presentación de herramientas de desarrollo de hardware, diseño electrónica y simulación. Desarrollo de una práctica guiada			
Laboratorio 2:			
Presentación de herramientas de desarrollo para microprocesadores: editores, ensambladores, simuladores, kits de desarrollos, monitores, etc. Desarrollo de una práctica guiada.			
Laboratorio 3:			
Elección, desarrollo de un ante proyecto-			
Laboratorio 4:			
Utilización de interfaces de entrada/salida digital. Manejo de teclado matricial.			
Desarrollo de una práctica guiada.			
Laboratorio 5:			
Manejo de un display LCD alfanumérico y reloj del sistema para temporizado de procesos o tareas.			
Desarrollo de una práctica guiada.			
Laboratorio 6:			
Utilización de Temporizadores y distintos modos de funcionamiento.			
Desarrollo de una práctica guiada.			
Laboratorio 7:			
Utilización de interfaces ADC y DAC.			
Desarrollo de una práctica guiada.			
Laboratorio 8:			
Utilización de interfaces de comunicación serie asincrónica tipo RS232			
Desarrollo de una práctica guiada.			
Laboratorio 9:			
Presentación de herramientas de software Control de versiones,. Desarrollo de una práctica guiada.			
Laboratorio 10:			
PROYECTO INTEGRADOR			
El proyecto integrador consiste en el armado de un sistema (elegido por los alumnos) donde utilicen una electrónica de interfaz con el medio (convertores A/D, control digital directo, interfaces de potencia, etc) empleando fundamentalmente interrupciones, temporizadores (timers), Puerto de I/O programables, interfaz de comunicación serie asincrónica. Se debe entregar un prototipo funcional, informe del proyecto, manuales de operación y servicio técnico.			

VIGENCIA AÑOS	2026	2027	2028	2029	2030	2031
------------------	------	------	------	------	------	------



utn bhi	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca	5/6
----------------	--	-----

DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELECTRÓNICA		
--	--	--

PROGRAMA DE:	<i>Técnicas Digitales II</i>	DICTADO: Anual
		TRONCAL

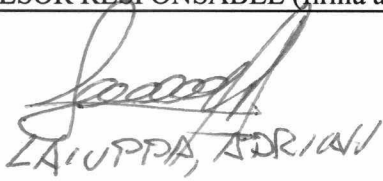
BIBLIOGRAFÍA:

Textos obligatorios

- The Insider's Guide to Arm Cortex-M Development: Leverage embedded software development tools and examples to become an efficient Cortex-M developer - Zachary Lasiuk , Pareena Verma. - Packt Publishing – 2022 – ISBN13 978-1803231112
- Embedded Systems with ARM Cortex-M Microcontrollers in Assembly Language and C: Fourth Edition - Yifeng Zhu - E-Man Press LLC – 2023 – ISBN13 978-0982692677
- Hands-On RTOS with Microcontrollers: Building real-time embedded systems using FreeRTOS, STM32 MCUs, and SEGGER debug tools - Brian Amos - Packt Publishing - 15 Mayo 2020 – ISBN13 978-1838826734
- A Beginner's Guide to Designing Embedded System Applications on Arm Cortex-M Microcontrollers - Ariel Lutenberg, Pablo Gomez, Eric Pernia - Arm Education Media - 24 Enero 2022 – ISBN13 978-1911531418
- The Definitive Guide to ARM® Cortex®-M3 and Cortex®-M4 Processors - Third Edition – Joseph Yiu – Newnes – 2014 – 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)
- 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
- 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
- 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

VIGENCIA AÑOS	2026	2027	2028	2029	2030	2031
------------------	------	------	------	------	------	------



UTN  bhi	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca		6/6
DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELECTRÓNICA			
PROGRAMA DE:	<i>Técnicas Digitales II</i>	DICTADO: Anual	
		TRONCAL	
<i>Textos de apoyo</i> - 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			
PROFESOR RESPONSABLE (firma aclarada)			
			
Programa aprobado por resolución de Consejo Directivo N°: 184/26			

VIGENCIA AÑOS	2026	2027	2028	2029	2030	2031
------------------	------	------	------	------	------	------

