

1. PRESENTACIÓN DEL ESPACIO CURRICULAR

Espacio curricular: Microcontroladores y Electrónica de Potencia				
Código SIU-guaraní:		Horas Presenciales	60	Ciclo lectivo: 2024
Carrera:	Ingeniería Mecatrónica		Plan de Estudio:	ORD 33/2009-CS
Dirección a la que pertenece	Ingeniería Mecatrónica		Bloque/ Trayecto	Tecnologías Aplicadas
Ubicación curricular:	7mo Semestre	Créditos 6	Formato Curricular	Taller
EQUIPO DOCENTE				
Cargo: Titular	Nombre: Eduardo Iriarte	Correo: eduardo.iriarte@ingenieria.uncuyo.edu.ar		
Cargo: JTP	Nombre: Martín Cruz	Correo: martin.cruz@ingenieria.uncuyo.edu.ar		

Fundamentación

Un sistema mecatrónico comprende mecanismos impulsados por uno o más actuadores para cumplir funciones de desplazamiento, posicionamiento, esfuerzo etc. Estos actuadores o motores, que pueden ser eléctricos, neumáticos hidráulicos u otros, deberán ser controlados para obtener el comportamiento buscado. El control es realizado generalmente mediante un sistema electrónico que incluye una etapa de procesamiento/control y una etapa de potencia. El procesamiento actualmente se realiza en plataformas con microcontroladores, DSPs y lógica programable, denominadas genéricamente *sistemas embebidos*.

La etapa de potencia depende del tipo y tamaño de motor, y puede ser desde un simple transistor a puentes de transistores, normalmente trabajando en régimen de conmutación (como llaves)..

Si bien los Sistemas Embebidos y la Electrónica de potencia son especialidades distintas de la Electrónica, en el análisis y diseño de sistemas mecatrónicos es conveniente su estudio conjunto.

Microcontroladores y Electrónica de Potencia busca explotar todos los recursos de un sistema embebido orientados al control de un sistema mecatrónico, en la interacción con sensores específicos de control de movimiento y sistemas de potencia para accionamientos como motores PaP, BDC y BLDC, en el procesamiento con criterios determinismo y robustez, y en las comunicaciones con otros dispositivos y sistemas para coordinación y supervisión.

Aportes al perfil de egreso (En la Matriz de Tributación)

CE-E Competencias de Egreso Específicas	CE-GT Competencias Genéricas Tecnológicas	CE-GSPA Competencias Sociales – Político - Actitudinales
<p>Contribución Alta CE-E 2.1: Elaborar soluciones tecnológicas en la construcción de sistemas mecatrónicos. CE-E 2.3 : Identificar, seleccionar y utilizar las técnicas y herramientas disponibles más adecuadas para la construcción, operación y mantenimiento de sistemas mecatrónicos.</p> <p>Contribución Media CE-E 1.1: Diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería mecatrónica. CE-E 1.2: Calcular sistemas mecatrónicos, sus subsistemas constituyentes y su funcionamiento integral. CE-E 1.3: Implementar tecnológicamente sistemas mecatrónicos. CE-E 3.1: Interpretar la funcionalidad y aplicación de sistemas mecatrónicos. CE-E 3.2: Determinar el funcionamiento y condiciones de uso de dispositivos o sistemas mecatrónicos de</p>	<p>Contribución Alta CE-GT1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería mecatrónica en los distintos ámbitos de su desempeño profesional. CE-GT4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería mecatrónica.</p> <p>Contribución Media CE-GT2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería mecatrónica. CE-GT3: Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería mecatrónica. CE-GT5: Contribuir a la generación de desarrollos</p>	<p>Contribución Alta Elija un elemento. Elija un elemento.</p> <p>Contribución Media CE-GSPA3: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global. CE-GSPA4: Aprender en forma continua y autónoma participando activamente en la elaboración de los propios trayectos de aprendizaje y reconociendo la necesidad de perfeccionarse permanentemente</p>

<p>acuerdo con especificaciones, normas o estándares de aplicación.</p> <p>CE-E 5.3: Proyectar, dirigir y controlar la aplicación e integración de la automatización y el control.</p> <p>CE-E 6.1: Utilizar entornos de software para diseño, modelización, simulación, ensayo y supervisión de sistemas mecatrónicos.</p> <p>CE-E 6.3: Utilizar diversos entornos de desarrollo y sus herramientas para la codificación y depuración de programas aplicados al control y supervisión de sistemas mecatrónicos.</p> <p>CE-E 8.1: Participar en proyectos de desarrollo tecnológico que involucren el uso de las tecnologías mecatrónicas en otros campos</p> <p>CE-E 9.1: Participar en la generación y concreción de emprendimientos de base tecnológica.</p>	<p>tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas en la ingeniería mecatrónica.</p>	
---	---	--

Objetivos

- Analizar, diseñar y seleccionar esquemas y dispositivos para el comando electrónico de mecanismos, involucrando la adquisición, transmisión, procesamiento digital y regulación de potencia.
- Establecer los requerimientos físicos del control (topología, señales de entrada/salida, velocidad de adquisición y procesamiento, memoria, interfaces de comunicación, tensiones, corrientes, potencias, etc) a partir de las especificaciones del sistema a controlar..

Contenidos mínimos (En punto 8 del Plan de Estudios)

Dispositivos electrónicos de regulación de potencia, aislación y protección. Características, Ámbitos de aplicación. Circuitos básicos.

Dispositivos integrados y módulos híbridos específicos de potencia: Puentes, convertidores.

Esquemas de regulación de potencia en motores de CA trifásicos, motores de CC y motores de paso.

Reguladores lineales y conmutados. PWM. Lazos de regulación de tensión y corriente. Aplicaciones.

Microcontroladores y otros sistemas embebidos. Alternativas comerciales. Ámbitos de aplicación.

Subsistemas. Configuración. Dispositivos integrados asociados para adquisición y transmisión.

Programación. Entornos de desarrollo en lenguajes de alto nivel.

Comunicación del microcontrolador: UART, I2C, SPI, CAN, USB, Ethernet.

Aplicaciones: Automatismos de eventos discretos, adquisición de señales analógicas, transmisión de datos, regulación conmutada.

Correlativas (En planilla de Correlatividades)

Previas:

Fuertes:

Débiles: Sistemas de Automatización - Electrónica General y Aplicada - Informática

Posteriores: Robótica II

2. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

RA1 Obtiene las especificaciones y requerimientos de potencia, control y comunicaciones de un sistema mecatrónico analizando la aplicación.

RA2 Implementa controladores dadas las especificaciones de la aplicación, configurando adecuadamente el hardware.

RA3 Concibe topologías y selecciona los dispositivos de potencia y accesorios dados los requerimientos de la aplicación.

3. CONTENIDOS/SABERES (Organizados por unidades, ejes u otros)

UNIDAD 1: Introducción: Posicionamiento con ejes electromecánicos servocontrolados, sensores y actuadores.

1.A Eje mecánico servocontrolado.

Componentes mecánicos, electromecánicos y electrónicos. Modos de funcionamiento habituales, lazos de control: Posición-Velocidad-Torque. Referenciado (homing). Consignas de posicionamiento y tipos de trayectorias para sistemas de un eje. Lazos de control, parámetros y máquinas de estados de un servocontrolador.

1.B Sistemas multi-eje. Generación de trayectorias.

Generación de trayectorias en sistemas multi-eje. Tipos de movimiento para aplicaciones Punto a Punto y con control continuo de trayectoria.

1.C Accionamiento de motores. Topologías y técnicas de control electrónico

Clasificación general de motores e identificación de los principales tipos utilizados en aplicaciones mecatrónicas.

PaP unipolares y bipolares. Esquemas para accionamiento en paso completo, medio paso micropaso. Control de corriente. Integrados específicos. Conexionados.

DC con escobillas (BDC). Esquemas para control unidireccional y bidireccional, modos de puente completo. Integrados específicos.

DC sin escobillas (BLDC). Características y aplicaciones. Esquemas para control, puente trifásico. Técnicas de conmutación por sensores Hall y por fuerza contra-electromotriz. Uso de microcontroladores o Integrados específicos.

1.D Sensores de posición lineal y angular

Synchros y Resolvers. Codificador óptico absoluto. Codificador óptico Incremental. Otros. Cableado y acondicionamiento, ventajas, limitaciones.

UNIDAD 2: Principios de Electrónica de Potencia

2. A Introducción

Problemas de la regulación de potencia en régimen de conmutación.

Panorama de los dispositivos de conmutación de potencia, análisis comparativo en coordenadas Tensión/Corriente/Potencia/Frecuencia de conmutación.

2.B Dispositivos

Tiristores, GTOs, IGCTs. Características constructivas, curvas de salida, similitudes y diferencias en el funcionamiento. Ámbito de aplicación.

Transistor bipolar de potencia. Estructura física, curvas de salida, SOA. Segunda ruptura.

MOSFET de potencia. Curvas de salida. SOA. Estructura física en tecnologías clásica, trench y superjuntura. Elementos intrínsecos y su influencia en el encendido, bloqueo y encendido inducido. IGBT. Estructura física. Similitudes y diferencias con el MOSFET. Generaciones. Curvas de salida, SOA. Elementos intrínsecos y su influencia en el encendido, bloqueo y encendido inducido.

2.C Agrupamiento de dispositivos

Conexión en serie y paralelo de dispositivos. Circuitos. Precauciones y limitaciones.

2.D Encapsulados y montaje.

Encapsulados stud, base plana, disco (press pack), módulos. Descripción de estructura y modo de montaje. Técnicas de conexión eléctrica-mecánica, factores para análisis comparativo.

2.E Análisis térmico

Modelos y ecuaciones para representar la generación, transmisión y disipación de calor en semiconductores de potencia. Resistencia Térmica. Impedancia térmica. Interpretación de hojas de datos. Disipadores en aire. Disipadores de agua/aceite. Cálculos térmicos sobre ejemplos.

2.F Nuevos materiales semiconductores para dispositivos de potencia

UNIDAD 3: Microcontroladores y otros sistemas embebidos

3.A Microcontroladores, DSPs, FPGAs

Sinopsis comparativa de dispositivos de procesamiento y control. Sistemas programables vs lógica cableada (FPGAs vs DSPs/ μ Cs) en el ámbito del comando electrónico de mecanismos. Lectura de las especificaciones del fabricante (*datasheets*).

3.B Programación

Lenguaje ensamblador y lenguaje de alto nivel. Características de compiladores orientados a microcontrolador. Tipos de datos en C. Manipulación de bits: operaciones de desplazamiento y enmascaramiento.

3.C Configuración y uso de subsistemas.

Interrupciones. Lógica de interrupciones. Registros asociados. Latencia de interrupciones.

Interfaces de comunicación serie asíncronas y síncronas. UART, SPI, I2C, etc. Características eléctricas, topologías y modos de operación.

Subsistemas para control de movimiento: Interfaz A/D. Interfaces de lectura de codificadores ópticos incrementales en cuadratura (QEI). Interfaces de comando PWM para topologías de un transistor, puentes H y trifásicos.

3.D Control en tiempo real.

Uso de temporizadores. Latencias. Conceptos de sistemas de tiempo real (RTOS): Planificación de Tareas, prioridad, sincronización y comunicación. Uso de un RTOS en microcontrolador.

UNIDAD 4: Aplicaciones de control, velocidad, torque

4.A Controlador de eje con motor PaP, comandado por puerto serie, utilizando interrupción, con homing, posicionamiento y cambio de velocidad.

4.B Controlador de eje con motor DC con escobillas, comandado por puerto serie, utilizando interrupción, con homing, posicionamiento y cambio de velocidades, banda proporcional etc.

4.C Coordinador de dos o más ejes con microcontroladores intermediarios. Desarrollo del programa del coordinador y de los intermediarios.

4.D Controlador básico de eje con motor BLDC.

UNIDAD 5: Comunicaciones en sistemas multi-eje

5.A Conceptos básicos del Nivel de Enlace de Datos

Sincronización de movimientos en sistemas multi-eje. Requisitos de la comunicación. Análisis comparativo de sistemas Maestro-esclavo, CSMA-CD y CSMA-CA. Ethernet conmutada.

5.B CAN-CANopen

El bus CAN (ISO 11898). Ubicación en el modelo OSI. Funciones. CAN2.0A/2.0B. Trama, características funcionales, características eléctricas. Hardware específico de microcontroladores con CAN.

CANopen. Características y aplicaciones. Ubicación en el modelo OSI. Especificaciones DS-301 y DS-402. Tramas SDO y PDO. Comando de un servocontrolador por CANopen.

5.C Otros protocolos de tiempo real y bajo jitter.

Características y aplicaciones. Perfiles de dispositivo. Tramas

4. MEDIACION PEDAGOGICA (metodologías, estrategias, recomendaciones para el estudio)

La modalidad de clase predominante es aula-taller, con permanente alternancia de teoría y práctica. Las fases posibles son:

- Introducción teórica o presentación de procedimientos.
- Ejemplificación con uso de simulaciones y gráficas.
- Demostración práctica sobre circuitos y sistemas reales.
- Ejercicios prácticos, planteo de problemas a resolver por los alumnos, con entrega y revisión periódica.
- Diálogo sobre resultados de los trabajos realizados.
- Cuestionario a través de formularios web, con el propósito de relevar el grado de entendimiento de los temas y la participación.
- Se hace uso de compiladores C, simuladores y programadores de microcontrolador, llevando algunos ejercicios a circuito experimental. La mayoría de las experiencias son realizables con materiales accesibles por parte de los alumnos (microcontroladores, placas drivers de motores, motores etc).

5. INTENSIDAD DE LA FORMACION PRACTICA

Ámbito de formación práctica	Carga horaria	
	Presencial	No presencial
Formación Experimental	15	
Resolución de problemas Abiertos de Ingeniería	15	
Actividades de proyecto y diseño		30
Práctica profesional Supervisada		
Carga horaria total	30	30

6. SISTEMA DE EVALUACIÓN

6.1. Criterios de evaluación

Criterios de Evaluación:

En concordancia con una metodología basada en resolución de problemas integrados de programación de microcontroladores, aplicado a problemas de control y sensado de ejes mecánicos servocontrolados, se procura que el estudiante alcance en grado adecuado los siguientes resultados:

Saber conocer:

- Concepto de eje mecánico servocontrolado y de sistemas multi-eje. Características y requerimientos básicos de control.
- Concepto de control en cascada y modos operativos de un servo industrial.
- Principios de funcionamiento de sensores y actuadores para posicionamiento.
- Determinar y comparar características y requerimientos de los circuitos y señales de excitación de sensores y actuadores para posicionamiento.
- Sistemas embebidos y entornos de desarrollo.
- Subsistemas de microcontroladores. Arquitecturas de 8 y 32 bits.
- Topologías de control de motores PaP, BDC y BLDC, dispositivos de potencia y circuitos de excitación.
- Protocolos de comunicación aplicados a control de sistemas multi-eje.

Saber hacer:

- Seleccionar, montar y programar sistemas embebidos.
- Realizar ajustes de hardware y software.
- Dominar entornos de programación.
- Programar en lenguajes de alto nivel.
- Aplicar métodos de configuración de subsistemas, técnicas de manipulación de bits y técnicas de planteo de aplicaciones.
- Montar circuitos de ensayo, manipular dispositivos e instrumentos, realizar mediciones.
- Realizar el enfoque sistémico, identificar los bloques de sistemas simples y las señales que circulan entre ellos.
- Extraer requerimientos de controladores (básico).
- Interpretar hojas de datos y manuales de usuario de dispositivos, identificar bloques funcionales en sistemas de mediana complejidad.

Saber ser:

- Sentido del reto.
- Confianza y autoestima para preguntar, cuestionar, proponer o conjeturar, con la aceptación del error como fenómeno cotidiano en el aprendizaje.
- Respeto por quien se equivoca o tiene más dificultades.
- Desempeño en equipos de trabajo.
- Responsabilidad en la realización y puntualidad en la entrega de los trabajos.
- Responsabilidad en la realización de las prácticas.
- Respeto a directivas de seguridad y de buen uso de dispositivos y equipos.
- Valoración de las diferentes soluciones que aporta cada estudiante.
- Rigor en el análisis de especificaciones.
- Sentido crítico y rigor en la evaluación de lo realizado.

Para la aprobación de la materia se ha establecido la siguiente rúbrica. El nivel Básico se considera suficiente para la obtención de la Regularidad, en tanto para la aprobación de la asignatura se requiere alcanzar el nivel de Competente.

Calificación. A partir de los trabajos resueltos y el desarrollo del Trabajo Integrador se obtiene una estimación de 5 aspectos:

Nivel de logro Criterio	(%)	Principiante	Básico (obtención de regularidad)	Competente (aprobado)	Avanzado
Criterio 1: Obtiene las especificaciones y requerimientos Analizando la aplicación	20	No reconoce los bloques ni las señales que circulan entre ellos.	Reconoce los bloques principales pero no puede especificar las señales que circulan entre ellos.	Reconoce los bloques e interpreta correctamente las señales principales, características y rangos.	Reconoce los bloques, especifica correctamente las señales principales, características y rangos, y tiene en cuenta aspectos prácticos no triviales.
Criterio 2: Configura Hardware	20	Tiene dificultades para configurar subsistemas simples de microcontrolador	Puede configurar subsistemas simples solamente utilizando drivers de terceros.	Configura subsistemas y microcontroladores simples (8 bits) con drivers o manipulando registros. Es capaz de hacer sus propios drivers	Configura subsistemas y microcontroladores de 8 y 32 bits con drivers o manipulando registros. Es capaz de hacer sus propios drivers
Criterio 3: Implementa Controladores	20	No resuelve problemas simples de automatismos y control.	Resuelve problemas simples de automatismo y control en uC de 8 bits con herramientas estándar	Resuelve problemas de automatismo y control de mediana complejidad en uC de 8 bits con herramientas estándar	Resuelve problemas de automatismo y control de mediana complejidad en uC de 8 y 32 bits con herramientas estándar
Criterio 4: Determina soluciones viables de control y comunicaciones	20	No puede cotejar requerimientos de aplicación con especificaciones de microcontrolador.	Puede determinar sistemas embebidos y herramientas de desarrollo viables para aplicaciones simples o de bajos requerimientos.	Puede determinar sistemas embebidos y herramientas de desarrollo viables para aplicaciones de mediana complejidad.	Puede determinar distintos sistemas embebidos y herramientas de desarrollo viables para aplicaciones de mediana complejidad.
Criterio 5: Concibe topologías, selecciona dispositivos de potencia y circuitos accesorios	20	No puede realizar cálculos básicos de potencia. No reconoce topologías básicas de control de motores.	Resuelve problemas básicos de cálculo térmico, con criterios de básicos de selección de dispositivos. Reconoce topologías básicas de control de motores.	Puede determinar dispositivos adecuados a partir del cálculo, seleccionar topologías y circuitos accesorios (drivers y protecciones).	Puede concebir de forma integral diferentes topologías, dispositivos y circuitos accesorios, con criterio técnico.

Criterio	Nivel de logro	Peso relativo	Principiante 2 puntos	Básico 6 puntos	Competente 8 puntos	Avanzado 10 puntos
1: Interpretación		20	0,4	1,2	1,6	2
2: Procedimiento		20	0,4	1,2	1,6	2
3: Concepción - uC		20	0,4	1,2	1,6	2
4: Delimitación		20	0,4	1,2	1,6	2
5: Concepción y delimitación - EP		20	0,4	1,2	1,6	2
			2	6	8	10

6.2. Condiciones de regularidad

Para la obtención de la regularidad es necesaria:

La realización del 100% de los cuestionarios de clase y resolución del 100% de los ejercicios obligatorios planteados.

La aprobación de Examen Global integrador: Resolución de uno o más problemas de programación, cálculo y cuestionario conceptual.

6.3. Condiciones de promoción

Para la aprobación de la asignatura es necesario:

Haber obtenido la regularidad.

Realizar un Proyecto Integrador: Diseño e implementación de un sistema mecatrónico de mediana complejidad con microcontrolador. Informe, exposición y defensa. La cátedra dispone de proyectos sugeridos, pero el alumno puede proponer el tema mediante un anteproyecto.

La exposición y defensa del Proyecto Integrador tiene carácter de examen final, y requiere etapas de seguimiento con al menos dos puntos de control, una aprobación previa del Informe y comprobación del funcionamiento del sistema desarrollado, con al menos una semana de anticipación a la mesa de examen.

6.4. Régimen de acreditación para

▪ Para promoción

No se implementa.

▪ Para regular

Realización de un Proyecto Integrador, Informe y defensa.

▪ Para libres

A. Estudiante libre en el espacio curricular por no haber cursado la asignatura. No puede acreditar.

B. Estudiante libre en el espacio curricular por insuficiencia; *es decir, haber cursado la asignatura, y haber aprobado actividades específicas del espacio curricular y no haber cumplido con el resto de las condiciones para alcanzar la regularidad. En caso de haber cumplido con el 100% de las actividades obligatorias, y no haber aprobado el global y recuperatorio, tendrá los mismos requisitos del estudiante regular, más la obligación de rendir un examen global integrador previo a la defensa del proyecto. No serán admitidos quienes no hayan cumplido el 100% de las actividades obligatorias.*

C. Estudiante libre en el espacio curricular por pérdida de regularidad (LPPR) por vencimiento de la vigencia de la misma y no haber acreditado la asignatura en el plazo estipulado. Tiene los mismos requisitos que el estudiante regular, siempre que no hubiera cambios sustanciales en los contenidos de la asignatura. Caso contrario deberá recurrir.

D. Estudiante libre en el espacio curricular por pérdida de regularidad (LPPR), por haber rendido CUATRO (4) veces la asignatura, en condición de estudiante regular, sin lograr su aprobación. Tiene los mismos requisitos que el estudiante regular, previo coloquio para determinar las causas de su desempeño insuficiente. Es una situación que - con la modalidad de proyecto integrador con informe y defensa, previa aprobación del informe – difícilmente pueda producirse.

7. BIBLIOGRAFIA

Titulo	Autor /es	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles	Sitios digitales
Los microcontroladores AVR de Atmel	Espinosa FS	UT de la Mixteca	2012	web	http://repositorio.utm.mx/bitstream/123456789/389/1/2012-Micros AVR de ATMEL-FSE.pdf
A Beginner's Guide to Designing Embedded System Applications on Arm Cortex-M Microcontrollers	Ariel Lutenberg, Pablo Gomez, Eric Pernia	ARM Education Media	2022	web	https://www.arm.com/resources/ebook/designing-embedded-systems (requiere registro, gratuito)

Título	Autor /es	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles	Sitios digitales
Mecatrónica : sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y eléctrica	Bolton, W	Alfaomega	2010	1	
Electrónica de Potencia: componentes, topologías y equipos	Martínez García, S et al	Paraninfo	2006	1 (Lab de Electrónica)	
Electrónica de Potencia	Hart, D	Pearson Ed	2001	1 (Lab de Electrónica)	
Electrónica de potencia : circuitos, dispositivos y aplicaciones	Rashid, M	Pearson Ed	1995	1 (Lab de Electrónica)	
Autómatas Programables	Balcells, J. Romeral J.L	Marcombo	1997	1 (Lab de Electrónica)	

Bibliografía complementaria

Título	Autor /es	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles	Sitios digitales
Embedded C Coding Standard	Barr, M	Barr-group	2018	Web, libre descarga	
C algorithms for real-time DSP	Embree, P	Prentice-Hall	1995	-	
Comunicaciones y redes de computadores	Stallings, William	Prentice-Hall	2004	1	
Introd. to the CANopen Documentation Family V 2.2.	Emaus B, Klueser J.	Vector Inc. Germany	2010	Web, libre descarga	https://cdn.vector.com/cms/content/know-how/_application-notes/canopen/AN-AON-1-1101_Introduction_to_the_CANopen_Documentation_Family.pdf
NEMA Standards ICS 16	NEMA	NEMA	2001	Web, libre descarga previo registro	https://www.nema.org/standards
Multiplexed Networks for Embedded Systems.	Paret, D.	Wiley	2007	-	
Application Manual Power Semiconductors 2nd Ed	Wintrich, A et al (Semikron GmbH)	ISLE Verlag	2011	web	https://www.semikron-danfoss.com/service-support/application-manual.html

Hojas de datos, manuales de referencia, guías de uso

Título	Autor /es	Editorial	Año	Sitios digitales
AVR libc user manual 2.0	Savanna.gnu.org	-	2016	https://www.nongnu.org/avr-libc/user-manual/pages.html
ATmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P Datasheet	Atmel	Atmel	2018	https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/ATmega48A-PA-88A-PA-168A-PA-328-P-DS-DS40002061A.pdf
ATmega640/1280/1281/2560/2561	Atmel	Atmel	2014	https://ww1.microchip.com/downloads/aemDocuments/documents/OTH/ProductDocuments/DataSheets/ATmega640-1280-1281-2560-2561-Datasheet-DS40002211A.pdf
Microchip Studio – User guide	Microchip	Atmel	2020	https://www.microchip.com/content/dam/mchp/documents/MCU08/ProductDocuments/UserGuides/Getting-Started-with-Microchip-Studio-DS50002712B.pdf



Título	Autor /es	Editorial	Año	Sitios digitales
STM32F4xx Reference Manual RM0090	ST Microelectronics	ST Microelec	2021	https://www.st.com/resource/en/reference_manual/dm00031020-stm32f405-415-stm32f407-417-stm32f427-437-and-stm32f429-439-advanced-arm-based-32-bit-mcus-stmicroelectronics.pdf
STM32F3,F4,L4 Programming Manual PM0214	ST Microelectronics	ST Microelec	2020	https://www.st.com/resource/en/programming_manual/pm0214-stm32-cortexm4-mcus-and-mpus-programming-manual-stmicroelectronics.pdf
CANopen Device profile for drives and motion control, CiA DS402.	CiA (CAN in Automation)	CiA	2006	https://www.can-cia.org/can-knowledge/canopen/cia402/

7.1. Recursos digitales del espacio curricular (enlace aula virtual y otros)

Página de la asignatura en Aulaabierta, con apuntes, prácticos, videos, ejercicios y ejemplos resueltos.

<https://aulaabierta.ingenieria.uncuyo.edu.ar/course/view.php?id=2160§ion=0>



DOCENTE RESPONSABLE A CARGO
Fecha 2/2/2024

V°B° DIRECTOR/A DE CARRERA