



INGENIERÍA MECATRÓNICA									
SISTEMAS EMBEBIDOS									
DEPARTAMENT O		Automatización, Control y Robótica							
PLAN DE ESTUDIOS		CARÁCTER				DICTADO			
2023		X	Obligatoria		Optativa		Anual	X	Cuatrimstral
AÑO	MÓDULO	RÉGIMEN				CUATRIMESTRE DE CURSADO			
4	8		Teórica	X	Teórica-Práctica		Primero	X	Segundo
CARGA HORARIA TOTAL				75	CANTIDAD DE SEMANAS				15

DISTRIBUCIÓN DE LA CARGA HORARIA	Carga horaria
Bloques	Presencial
Ciencias Básicas de la Ingeniería	0
Tecnologías Básicas	0
Tecnologías Aplicadas	75
Ciencias y Tecnologías Complementarias	0
<b>TOTAL</b>	<b>75</b>

CARGA HORARIA DESTINADA A LAS ACTIVIDADES DE FORMACIÓN PRÁCTICA	Carga horaria
	Presencial
Instancias supervisadas de Formación Práctica	27,5
Proyecto Integrador	10,0
Práctica Profesional Supervisada	0
<b>TOTAL</b>	<b>37,5</b>

CARGA HORARIA SEMANAL	Presencial
Teoría	2,5
Formación Práctica	2,5
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>

### 1. Fundamentación.

En la actualidad, los sistemas embebidos se han convertido en una parte integral de la

## RESOLUCION C.D. N° 357/24

Ingeniería Mecatrónica, ya que se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, desde sistemas de control y automatización industrial hasta robótica y dispositivos médicos. La investigación y el desarrollo en el campo de la mecatrónica dependen en gran medida de los avances en sistemas embebidos. Nuevas técnicas de control, algoritmos de procesamiento de señales, interfaces hombre-máquina y sistemas de comunicación están continuamente siendo desarrollados para mejorar el rendimiento, la eficiencia y la usabilidad de los sistemas mecatrónicos. Por lo tanto, una sólida comprensión de los sistemas embebidos es esencial para impulsar la innovación y el avance en este campo. Es fundamental para proporcionar a los estudiantes los conocimientos y habilidades necesarios para diseñar, implementar y optimizar sistemas mecatrónicos modernos. Abarca una amplia cantidad de temas, desde la programación de microcontroladores hasta el diseño de algoritmos de control, y prepara a los ingenieros mecatrónicos para enfrentar los desafíos de la industria y contribuir al avance tecnológico en este campo en constante evolución.

### **2. Objetivos.**

Se espera que los estudiantes puedan:

1. Comprender los conceptos fundamentales de los sistemas embebidos, su importancia en la ingeniería mecatrónica y su aplicación en diversas áreas, como control de sistemas, robótica y automatización.
2. Desarrollar habilidades de programación para controlar dispositivos y periféricos en sistemas embebidos utilizando sistemas operativos de propósito general y de tiempo real, incluyendo la programación de interfaces de comunicación y la interacción con sensores, actuadores y otros componentes.
3. Integrar sistemas embebidos en aplicaciones mecatrónicas comprendiendo cómo interactúan los componentes mecánicos, eléctricos y de software en un sistema completo diseñando interfaces de hardware y software que garanticen la compatibilidad y la interoperabilidad entre los diferentes componentes del sistema.
4. Alentar a los estudiantes a aplicar sus conocimientos en sistemas embebidos de manera creativa e innovadora, explorando nuevas ideas y soluciones para problemas en el campo de la mecatrónica a través de proyectos de diseño y desarrollo de sistemas embebidos.

### **3. Competencias y Descriptores.**

La asignatura asegura el desarrollo de los contenidos mínimos previstos en el Plan de Estudios, los descriptores de conocimiento y los ejes y enunciados multidimensionales y transversales previstos en la Resolución CD N° 580/23.

Dicha Resolución del Consejo Directivo dispone, entre otras cuestiones, la contribución de cada asignatura a la matriz de tributación de los descriptores de conocimiento. Asimismo, establece el aporte mínimo que cada asignatura deberá realizar para el desarrollo de las competencias y/o ejes y enunciados multidimensionales y transversales previstos en la normativa ministerial correspondiente.

La contribución de esta asignatura a los contenidos mínimos y a los descriptores de conocimiento, puede evidenciarse en los contenidos analíticos detallados en el apartado específico de este Programa Analítico.

## RESOLUCION C.D. N° 357/24

En cuanto a las competencias y/o ejes y enunciados multidimensionales y transversales, los mismos se desarrollan en la intensidad prevista en la Resolución CD N° 580/23, siendo abordados de manera integral, articulando la metodología empleada, los contenidos analíticos, las actividades de formación práctica, las formas de evaluación, junto a los demás aspectos intervinientes en el proceso de enseñanza y aprendizaje llevado a cabo por esta asignatura.

Por ello, el presente Programa Analítico se ajusta a la normativa dictada por la unidad académica para dar cumplimiento a la normativa nacional vigente vinculada a la carrera.

### **4. Contenidos.**

#### **4.1. Contenidos Mínimos.**

Introducción a sistemas embebidos. Interfaces de usuario: LEDs, pulsadores, displays. Periféricos: USARTs, I2C, SPI, USB, GPIOs, ADCs, DACs. Timers. Arquitectura de software: Control con loop simple. Control por sistemas de interrupciones. Sistemas operativos de tiempo real. Programación. Aplicaciones de sistemas embebidos a sistemas mecatrónicos.

#### **4.2. Contenidos Analíticos.**

**TEMA I:** Introducción a los sistemas embebidos: Descripción. Características de sistemas embebidos. Arquitectura de sistemas embebidos: Microcontroladores y microprocesadores - FPGA.

**TEMA II:** Programación de sistemas embebidos (C, C++, etc.). Arquitectura de software. Control con loop simple. Control con interrupciones. Interfaces de usuario (Displays, PCs, etc.).

**TEMA III:** Sistemas operativos de tiempo real: Implementación y planificación de tareas. Sincronización y comunicación entre tareas.

**TEMA IV:** Integración de componentes y periféricos. Timers. Conexión y control de sensores, actuadores y otros periféricos (USARTs, I2C, SPI, ADC, DACs, etc.). Ejemplos prácticos de control de dispositivos en sistemas embebidos. Aplicaciones a la Mecatrónica.



### **5. Metodología de enseñanza y de aprendizaje.**

Se involucra al estudiante en la programación de los distintos paradigmas que abarcan los sistemas embebidos por medio de ejercicios y proyectos propuestos para cada unidad, que provoquen en él cuestiones que lo lleven a investigar, diseñar y desarrollar soluciones que le permitan adquirir técnicas de resolución de problemas y fomentar el aprendizaje continuo.

Estos ejercicios o proyectos estarán debidamente organizados en forma tal que vayan poniendo a prueba todos los puntos necesarios para poder realizar los ejercicios propuestos. Se les presentarán en clases todos los elementos, esto favorecerá el intercambio de las diferentes formas de realizar lo que uno desea con las herramientas propuestas para

**RESOLUCION C.D. N° 357/24**

trabajar la resolución de un problema. Se seguirá el contenido de las unidades, las cuales contienen los distintos tópicos organizados en orden de los conocimientos necesarios.

En cada unidad, se proponen ejercicios de ejemplo que contemplan la mayoría de las posibilidades. La discusión del ejemplo pondrá en evidencia los problemas que pueda encontrar el alumno. Los ejercicios o proyectos propuesto en cada unidad alimentarán la generación de un proyecto final integrador orientado a la mecatrónica para que el alumno pueda trabajar en la identificación del problema y encontrar la resolución del mismo, esto hará que deba utilizar las herramientas tecnológicas adecuadas. Este proyecto deberá estar debidamente documentado ayudando a fomentar su capacidad de comunicación.

Se buscará que el estudiante tenga una participación activa de su aprendizaje, que se anime a experimentar y aplicar las soluciones, realizando debates en grupos y estudiando los distintos casos de resolución.

## **6. Descripción de las actividades Teóricas y de Formación Práctica.**

### **6.1. Actividades Teóricas.**

Las actividades teóricas se complementan inmediatamente con las actividades prácticas, se busca de esta forma que el alumno incorpore los tópicos dados en la teoría mediante trabajos prácticos, se entiende que para la programación esto es relevante ya que siempre se necesita poder visualizar el resultado de lo aprendido experimentado que el programa realizado hace lo esperado.

### **6.2. Actividades de Formación Práctica.**

Las actividades de formación prácticas se realizarán mediante trabajos prácticos que podrán enmarcarse como trabajos de laboratorio, resoluciones de problemas y ejercicios prácticos. Estos trabajos buscan que los alumnos afiancen los conceptos teóricos y prácticos mediante la realización de ejercicios que aborden los conceptos desarrollados en las clases. Se realizarán prácticas utilizando placas de desarrollo de sistemas embebidos haciendo uso de las entradas y salidas digitales, timers, módulos de comunicación y adquisición. Por último, en un trabajo final los estudiantes van a integrar lo que han visto en los trabajos anteriores, realizando un sistema embebido que controle un sistema mecatrónico.

### **6.3. Ámbitos donde se desarrollan las actividades de Formación Práctica.**

Para la realización de las clases teórica-prácticas se necesitará:

- Sala de computación
- Laboratorio de Mecatrónica

Respecto del aula esta debe ser amplia provista con computadoras con posibilidad de acceso a internet, capacidad para poder instalar todo el software que se utiliza en la

**RESOLUCION C.D. N° 357/24**

programación de microcontroladores y el software para el desarrollo de las aplicaciones en PC. Las aulas deben constar con mesas largas para que se puedan apoyar todos los instrumentos y placas de desarrollo que se utilizarán en el transcurso del dictado de las clases. El aula debe tener una buena distribución de tomacorrientes, buena iluminación y acceso a los componentes e instrumentos básicos de electrónica.

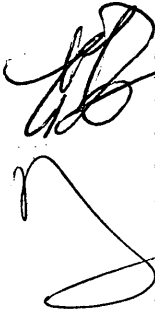
## 7. Articulación con otros espacios.

*Sistemas Embebidos* es una materia que aporta verticalmente conocimientos esenciales para la mecatrónica sobre todo en temas de automatización y control con microcontroladores el cual es un dispositivo fundamental en cualquier sistema de control. Es una herramienta importante para la automatización de un proceso mecatrónico.

Para la realización de los contenidos y la aplicación práctica es necesario que el alumno tenga conocimientos de electrónica básica y digital, programación en lenguaje C, de mediciones electrónicas, conocimientos matemáticos para la implementación numérica de algoritmos, estos conocimientos se articulan bien con el régimen de correlatividades propuesto por la FCAL, es deseable que tengan avanzados conocimientos de Inglés para la lectura y comprensión de la mayoría de las hojas de datos, manuales de referencia, y notas de aplicación de los microcontroladores y elementos de electrónica utilizados que están escrito en inglés, esto ayudará al alumno en la lectura de estos materiales los cuales se usan con frecuencia durante el desarrollo de la materia

## 8. Formas de evaluación.

Se sostendrá una evaluación formativa, para poder estar en todas y cada una de las etapas del proceso de aprendizaje. Así se podrá guiar a los estudiantes para que logren sus objetivos a medio y largo plazo. Se incitará a los alumnos a asumir un papel activo para que sean autosuficientes y, en el futuro puedan continuar con el proceso de aprendizaje con las habilidades y conocimientos adquiridos, cuando los estudiantes saben lo que están aprendiendo y cómo lo están estudiando, les resulta más fácil lograrlo por sí mismos. Para ello los docentes guiaremos y animaremos a los estudiantes a seguir por la buena dirección y mantener el ritmo.

 Cabe agregar que, al inicio de cada ciclo lectivo, se llevará adelante o se propondrá una evaluación inicial para determinar el grado de conocimiento de los estudiantes, y adaptar así las estrategias de enseñanza, en pos de que los estudiantes puedan acomodar su enfoque de aprendizaje. El objetivo principal de estas evaluaciones para el aprendizaje es impulsar el deseo de los estudiantes de aprender, acentuando el desarrollo y el logro académico en lugar del fracaso.

Se emplearán para la evaluación proyectos, presentaciones y actividades grupales. En primera instancia, se evaluará al alumno por medio de ejercicios que indiquen el grado de conocimiento de la materia, a partir de aquí se seleccionarán ejercicios niveladores en el caso que sea necesario. De esta manera la evaluación continua del alumno, por medio de ejercicios propuestos de forma que le permitan ver dónde necesita enfocarse. Por último, se realizará un trabajo final que involucre todos los temas dados para valorar todo aquello que el alumno ha aprendido y cómo logró integrar esos conocimientos en su día a día.



**RESOLUCION C.D. N° 357/24**



En todo momento se proporcionarán al estudiante detalles sobre cómo pueden mejorar su aprendizaje, se les brindará habilidades, ejemplos para que pueda resolver los problemas. Este hecho hace que muchos alumnos mejoren su rendimiento, pero, sobre todo, que muchos otros no den por perdido el curso. También, se va a poner en claro en las clases que es lo que se va a enseñar, de esta forma el estudiante puede saber de antemano que va a aprender y pueda comprobarlo al final de las mismas. En todo momento se tratará de vincular lo que se está enseñando con su uso en la vida real así los estudiantes adquieren otra perspectiva; entienden mejor lo que están aprendiendo y para qué sirve.

**9. Condiciones de Regularidad y Promoción.**

**9.1. Condiciones de Regularidad.**

- **Resolución CD N° 200/12 - Artículo 14° - Inciso c):** Cátedras con un sistema de clases teóricas-prácticas 70% de asistencia para las clases dictadas.
- **Resolución CD N° 200/12 - Artículo 15° (los alumnos inscriptos en esta unidad académica, que presenten certificado de trabajo) - Inciso c):** Cátedras con un sistema de clases teóricas-prácticas 60% de asistencia para las clases dictadas.
- **Resolución CD N° 200/12 - Artículo 14° y 15° - Inciso d):** Haber presentado los informes de las actividades prácticas establecidos en la Programación de Cátedra.
- **Para esta asignatura esto último incluye:** La presentación que acredite la realización del 100% de los Trabajos Prácticos y Cuestionarios (Actividades de Formación Práctica Planificadas) será condición necesaria para regularizar y promocionar la asignatura.

**9.2. Condiciones de Promoción.**

- 
- 
- Cumplir con los requerimientos indicados en el régimen de correlativas de la carrera.
  - La asignatura será promocionable con 2 (DOS) parciales, el último como proyecto integrador.
  - Se deben cumplir los requisitos académicos para ser alumno regular del Reglamento Académico de la facultad (Resolución CD N° 200/12), de asistencia y actividades prácticas obligatorias.
  - Para esta asignatura: La presentación que acredite la realización del 100% de los Trabajos Prácticos y Cuestionarios (Actividades de Formación Práctica Planificadas) será condición necesaria para regularizar y promocionar la asignatura.
  - Obtener en ambos Parciales una calificación mayor o igual a 6 (SEIS).
  - Existirá sólo una instancia recuperatoria: únicamente en los casos que, en sólo UNO de los parciales la/el estudiante haya obtenido una calificación menor o igual a 5 (CINCO) y mayor o igual a 4 (CUATRO), y estén cumplimentadas todas las otras exigencias para la promoción.

**RESOLUCION C.D. N° 357/24**

- En los casos de promoción, la nota final surgirá del promedio de las evaluaciones con calificación mayor o igual a 6 (SEIS).

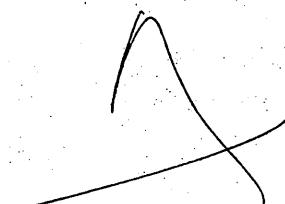
**10. Bibliografía.**

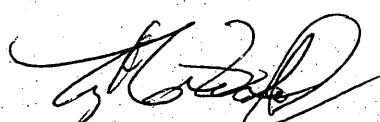
**10.1. Obligatoria.**

Título	Autores	Editorial	Año de Edición
Programming embedded systems	Barr, Michael	O'Reilly	1999
Learn C Programming	Szuhay, Jeff	2a ed. Birmingham, Packt	2022
Hands-On RTOS with microcontrollers	Amos, Brian	1a ed. Birmingham, Packt	2020
Effective modern C++	Meyers, Scott	O'Reilly	2018

**10.2. Complementaria.**

Título	Autores	Editorial	Año de Edición
Hands-On Embedded Programming with Qt	John Werner	BIRMINGHAM - MUMBAI	2019
Embedded and Real-Time Operating Systems	K.C. Wang	Springer International Publishing	2017
Exploring Raspberry Pi®	Derek Molloy	Wiley	2016
Operating System Concepts Tenth edition	Abraham Silberschatz Peter Baer Galvin Greg Gagne	John Wiley & Sons, Inc	2018

  
Tec. Germán Loker  
Director Administrativo  
Facultad de Cs. de la Alimentación

  
Dra. Luz Marina Zapata  
VICEDECANA  
Facultad Cs. de la Alimentación