



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

2020 - "AÑO DEL GENERAL MANUEL BELGRANO Y DEL BICENTENARIO
DE LA AUTONOMÍA DE LA PROVINCIA DE SAN LUIS"

San Luis, **04 DIC 2020**

VISTO,

El EXP-USL N° 8203/20 donde se presenta la propuesta de modificación del Plan de Estudio de la carrera de Posgrado "Especialización en Sistemas Embebidos" y

CONSIDERANDO:

Que el Consejo Superior de la UNSL aprobó la creación de la carrera de posgrado "Especialización en Sistemas Embebidos" por Ordenanza CS N° 18/15.

Que su título obtuvo el reconocimiento oficial y la consecuente validez nacional por Resolución del Ministerio de Educación de la Nación RESOL-2017-4141-APN-ME.

Que el Ministerio de Educación y Deportes de la Nación estableció los estándares a aplicar en los procesos de acreditación de carreras de posgrado a través de la Resolución Ministerial N° 160/2011 y su modificatoria, Resolución Ministerial N° 2385/2015.

Que el Consejo Superior de la UNSL aprobó en 2016 la nueva Normativa General de la Enseñanza de Posgrado de la Universidad Nacional de San Luis por Ordenanza CS N° 35/16.

Que, tal como se establece en el Artículo 19 de la Ordenanza CS-35/16, sobre Modificación de Carreras, "*El plan de estudios de una carrera cuyo título haya obtenido reconocimiento oficial y validez nacional sólo podrá ser modificado durante el proceso de autoevaluación requerido al inicio de una nueva convocatoria de acreditación*".

Que, ante la apertura de la convocatoria a acreditación de Carreras de Posgrado en Ciencias Aplicadas a la cual se presenta la carrera, la misma se encuentra en proceso de autoevaluación.

Que el Comité Académico de la carrera considera necesario realizar un ordenamiento y adecuación del Plan de Estudios a las nuevas normativas de posgrado vigentes a nivel nacional y de la UNSL.

Que la Comisión Asesora de Investigación, actuando como Comisión Asesora de Posgrado, luego de analizar detalladamente la propuesta presentada, recomienda al Consejo Directivo de la Facultad aprobar el Plan de Estudios de la carrera de posgrado "Especialización en Sistemas Embebidos".

Que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales en su sesión del día 3 de diciembre de 2020 decidió hacer suyo el dictamen de la Comisión Asesora de Investigación.

Por ello, y en uso de sus atribuciones;

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICO MATEMÁTICAS Y NATURALES**

ORDENA:

ARTÍCULO 1°: Aprobar el Plan de Estudios de la carrera de posgrado "Especialización en Sistemas Embebidos" de acuerdo con el ANEXO único de la presente.

Cpde. ORDENANZA CD N°:

15 20

Marcela Primitivo

Dra. A. Marcela Primitivo
Decana
FCFMN - UNSL

Roberto...

Roberto...
Secretario General
FCFMN - UNSL



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

ARTÍCULO 2º: Elevar la presente Ordenanza al Consejo Superior de la Universidad Nacional de San Luis para su ratificación.

ARTÍCULO 3º: Comuníquese, publíquese en el Boletín Oficial de la Universidad Nacional de San Luis, insértese en el Libro de Ordenanzas, publíquese en el Digesto de la Universidad Nacional de San Luis.

ORDENANZA CD Nº 15 20



Ing. Gustavo BRAUER
Secretario General
FCFMyN - UNSL



Dra. A. Marcela Printista
Decana
FCFMyN - UNSL



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

ANEXO

PLAN DE ESTUDIOS DE LA CARRERA DE POSGRADO: ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS EMBEBIDOS

ARTÍCULO 1º: Identificación de la Carrera

Denominación de la Carrera:

Especialización en Sistemas Embebidos

Título que expide:

Especialista en Sistemas Embebidos.

Unidad Académica a la que pertenece la Carrera:

Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales.

Modalidad:

Presencial.

Estructura del Plan de Estudio:

Estructurado.

ARTÍCULO 2º: Fundamentos de la Carrera

El permanente desarrollo tecnológico y la necesidad de realizar control automático y procesamiento de señales originó el nacimiento de una de las áreas tecnológicas de mayor crecimiento a nivel mundial: los Sistemas Embebidos (SE). Estos sistemas han manifestado un gran desarrollo sustentado en dos tendencias fundamentales: la programación y la configuración de circuitos.

Los SE están presentes en casi todas las interacciones que realizan los seres humanos hoy en día: computación portable o portátil (ejemplo: Tablets, smartphones, etc), electrónica de consumo (ejemplo: video, consolas de juego, etc) o sistemas de control (ej: automotriz, aviónica, manufactura, etc) son solo tres ejemplos de la significancia actual del mercado de sistemas embebidos. Un sistema embebido está diseñado para realizar una determinada tarea que posee usualmente requerimientos estrictos en términos de tiempo de procesamiento, rendimiento, consumo de potencia y flexibilidad. Por ejemplo: aparatos de multimedia para procesamiento de video de alta definición deben cumplir con restricciones muy exigentes de tiempo y calidad requiriendo además capacidad de cómputo intensivo. Además, la evolución de estándares y de las especificaciones de usuario requieren arquitecturas flexibles que se puedan adaptar a sí mismas a nuevos patrones computacionales no previstos en tiempo de fabricación.

Cpde. ANEXO ORDENANZA CD N°:

15 20

Handwritten signature
Dra. A. Marcela Príncipe
Decana
FCFMN - UNSL

Handwritten signature
Ing. Gustavo B. B. B.
Secretario General
FCFMN - UNSL



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

Las arquitecturas típicas de sistemas embebidos están formadas por uno o más elementos de proceso, y toda la lógica alrededor necesaria para la aplicación destino (ej: periféricos, sensores, actuadores). Microcontroladores, DSP y multicores son ejemplos de los elementos de procesamiento más comunes que se encuentran en SE. Arquitecturas multicores han llegado a ser la base de la mayoría de los aparatos tales como Smart Phones, TV digital, sistemas de navegación y aparatos Wireless.

Nuevas tecnologías han sido desarrolladas en las últimas décadas para mejorar el diseño de SE que ofrecen características muy interesantes tales como bajo consumo de potencia, capacidad procesamiento paralelo y reconfigurabilidad, solo para nombrar algunas de ellas. Dispositivos lógicos programables, tales como FPGAs, y GPUs son componentes que ofrecen características muy interesantes y diversas de los CPU tradicionales cuya integración para formar nuevos modelos computacionales es un campo de investigación muy interesante y en franca expansión.

Estas nuevas tecnologías, más la disminución de costos y aumento de prestaciones de los sistemas electrónicos embebidos, que facilitan su aplicación en nuevos ámbitos, sumado a la creciente demanda de profesionales formados específicamente en Diseño de Sistemas Embebidos, requieren la creación de esta carrera para cumplir con la necesidad de formación de profesionales con capacidades de planeamiento y acción en ámbitos interdisciplinarios, para afrontar los retos de la aplicación de tecnologías de la información y comunicaciones en espacios no tradicionales.

Debido al gran interés que estos sistemas presentan desde el punto de vista económico-social, así como su impacto en la industria, y a partir de una propuesta del Consejo Federal de Decanos de Ingeniería (CONFEDI) se creó la Red Universitaria de Sistemas Embebidos (RUSE). Esta red está integrada por 51 Unidades Académicas de la República Argentina, entre las que se encuentra nuestra Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales. La presente carrera se alinea a los objetivos plasmados en el Acta Acuerdo de la RUSE del 12 de septiembre de 2013, para fomentar la investigación, desarrollo y transferencia de conocimientos en el área de los Sistemas Embebidos.

ARTÍCULO 3º: Objetivos de la Carrera

Objetivo General: El objetivo de la Especialización es promover la adquisición de conocimientos fundamentales y avanzados, teóricos y prácticos, de las tecnologías del área a fin de poder especificar componentes y equipos; diseñar y evaluar sistemas que usen tecnologías de sistemas embebidos y/o integren tecnologías de sistemas embebidos con otras tecnologías.

Cpde. ANEXO ORDENANZA CD N°:

15 20



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

Objetivos Específicos:

- Integrar conocimientos del campo de la electrónica, la automatización, el control y las telecomunicaciones y sus aplicaciones orientados a los sistemas embebidos.
- Formar recursos humanos con capacidad consultiva y de desarrollo con respecto al sector productivo para soluciones tecnológicas basadas en los sistemas embebidos.
- Aportar recursos humanos con conocimientos específicos en sistemas embebidos a proyectos de investigación interdisciplinarios.

ARTÍCULO 4º. Perfil del Egresado

La Especialización en Sistemas Embebidos de la Universidad Nacional de San Luis aporta los conocimientos y habilidades necesarios para llevar a cabo la totalidad de los aspectos relacionados con la aplicación de sistemas embebidos en automatización, control y telecomunicaciones para la solución de problemas en la Industria.

Las capacidades del egresado, en principio, pueden agruparse en:

- Identificar, formular y resolver problemas de orden electrónico usando sistemas embebidos.
- Utilizar las técnicas, las habilidades y las herramientas de la ingeniería moderna para una buena práctica.
- Diseñar sistemas embebidos que cumplan con estrictas especificaciones desde el punto de vista de la tecnología electrónica actual.
- Implementar proyectos de diseño y desarrollo de sistemas embebidos.

La formación será teórico-práctica, haciéndose uso de los más avanzados métodos teóricos y de práctica de laboratorio, enfocados a los problemas actuales y relevantes en el campo de la Ingeniería Electrónica, mediante la aplicación de tecnologías de Sistemas Embebidos.

ARTÍCULO 5: Requisitos de Admisión

Los requisitos de admisión a la Especialización son los que establece la normativa vigente en la Universidad Nacional de San Luis, y los requisitos particulares establecidos en normas complementarias de la Especialización en Sistemas Embebidos.

Podrán acceder a esta Especialización los egresados de Universidades Nacionales o Privadas, de carreras de grado en el área disciplinar de las Ingenierías Electrónica, en Telecomunicaciones, Informática o afines a los objetivos de la carrera.

Cpde. ANEXO ORDENANZA CD N°:

15 20

Handwritten signature
Dra. A. Marcela Primitista
Decana
FCFMN - U.N.S.L.

Handwritten signature
Ing. Gustavo BRAUER
Secretario General
FCFMN - U.N.S.L.



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

El Comité Académico de la Carrera decidirá sobre las condiciones de admisión de los alumnos. La modalidad de admisión podrá ser: en forma directa, o en el caso de egresados de carreras con fuerte componente en Ciencias Básicas, Aplicadas u otras Ingenierías, la admisión podrá ser mediante prueba de capacidad y/o requerir la aprobación de cursos específicos de nivelación, según el caso.

ARTÍCULO 6°: Cupo

En principio se establece un cupo de veinte (20) alumnos por cohorte, pudiéndose posteriormente modificarse acorde con las disponibilidades de recursos humanos y materiales de laboratorio. La carrera es gratuita para docentes de la UNSL.

ARTÍCULO 7°: Requisitos para la obtención de Título

Para obtener el Título de Especialista en Sistemas Embebidos, el/la estudiante deberá acreditar la aprobación de:

1) **Actividades Académicas:** por un total de al menos 390 horas de cursos obligatorios, en donde, cada curso tiene consignadas las actividades prácticas y las evaluaciones correspondientes para su aprobación.

Actividades Académicas	Horas Teoría	Horas Prácticas	Horas Totales
Cursos obligatorios	215	175	390

2) **Trabajo Final de Especialización:** es un trabajo individual de carácter integrador en el cual el/la estudiante aplica los conocimientos y habilidades adquiridos, en algún área de aplicación profesional afin a la carrera de Especialización. El Trabajo Final de Especialización podrá tener características de estudio de caso o proyecto profesional en donde aplique los conocimientos teóricos y procedimentales adquiridos, de revisión crítica de uno o varios trabajos específicos de la temática de la especialización o de sólida propuesta de investigación.

ARTÍCULO 8°: Organización Curricular de la Carrera

1. Cantidad de horas mínimas

El plan de estudios consiste en la acumulación de trescientas noventa (390) horas en cursos obligatorios de modalidad presencial durante dos semestres, de un banco de cursos obligatorios y un curso optativo.

Cpde. ANEXO ORDENANZA CD N°: 15 20



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

2. Banco de Cursos obligatorios

La siguiente tabla detalla los cursos, sus créditos horarios y distribución en los 2 semestres de duración del plan de estudio.

Nro Curso	Curso	CH Cursos		CHT
		Teoría	Práctica	
PRIMER SEMESTRE				
1	Arquitectura y Programación de SE	40	20	60
2	Gestión de Proyectos	15	15	30
3	Lógica Programable	40	20	60
4	Procesamiento Digital de Señales en SE	30	30	60
SEGUNDO SEMESTRE				
5	Programación avanzada de SE	30	30	60
6	Sistemas Distribuidos	30	30	60
	Materia Optativa	30	30	60
	Trabajo Final Integrador			
	Crédito Horario Total en Cursos	215	175	390

PRIMER SEMESTRE

Curso: 1 - Arquitectura y Programación de Sistemas Embebidos

Crédito horario: 60 hs.

Objetivos: Al término de este curso los y las estudiantes poseen los conocimientos sobre lo último en componentes de hardware de sistemas embebidos y metodologías modernas de diseño para el desarrollo de sistemas embebidos. **Competencias:** Conocimiento y aplicación de los métodos de diseño. El/la estudiante podrá diseñar programas con rutas concurrentes de los microprocesadores modernos y utilizar extensiones para mejorar el rendimiento general.

Cpde. ANEXO ORDENANZA CD N°: 6

15 20

[Handwritten signature]
Dra. A. Marchesi
Decana
ECFMN - UNSL

[Handwritten signature]
Ing. Gustavo BRAUER
Secretario General
ECFMN - UNSL



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

Además, los estudiantes son guiados a sí mismos a profundizar de forma independiente mediante publicaciones actuales sobre el tema en "sistemas integrados". Adquieren la capacidad de aplicar modelos abstractos de programación y métodos teóricos a problemas prácticos.

Contenidos Mínimos: Hardware: Tecnologías y arquitecturas de sistemas embebidos y microcontroladores. Áreas de aplicación de sistemas embebidos. Tecnologías de implementación. Mercado actual de microcontroladores. Análisis detallado de un procesador moderno. Software: Modelado de sistemas embebidos. Metodologías ágiles. Introducción al proceso de desarrollo, captura de requisitos, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento. Codiseño hardware-software. Herramientas de soporte al proceso de desarrollo de software.

Evaluación: Asistencia y aprobación del 100% de los trabajos de laboratorio. Aprobación de examen final.

Bibliografía:

- STM32 Cortex[®] -M4 MCUs and MPUs programming manual – 2020 STMicroelectronics
- J. L. Hennessy, D. A. Patterson; "Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface, Edition RISC-V", 1st ed.; Morgan Kaufmann; 2017
- Sergio R. Caprile; "Desarrollo con Microcontroladores ARM, CORTEX-M3"; Cika Electrónica; 2012
- Daniele Lacamera, "Embedded Systems Architecture: Explore architectural concepts, pragmatic design patterns, and best practices to produce robust systems" Packt Publishing 05/2018
- Gustavo Galeano; "Programación de Sistemas Embebidos en C"; Alfaomega; 2009
- J. L. Hennessy, D. A. Patterson; "Computer Architecture: A Quantitative Approach", 6th ed.; J. L. Hennessy, D. A. Patterson; Morgan Kaufmann; 2018
- T. Noergaard; "Embedded Systems Architecture: A Comprehensive Guide for Engineers and Programmers"; Newnes; 2005
- P. Marwedel; "Embedded System Design"; Springer; 2006
- S. Furber; "ARM System-on-Chip Architecture", 2nd ed; Pearson Education; 2000
- W. Hohl; "ARM Assembly Language: Fundamentals and Techniques"; CRC Press; 2009

Cpde. ANEXO ORDENANZA CD N°:

15 20

Handwritten signature
Dra. A. ...
Decana
FCFMN - UNSL

Handwritten signature
Ing. Gustavo BRAUER
Secretario General
FCFMN - UNSL



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

- J. Labrosse y otros; "Embedded Software: Know It All"; Newnes; 2008
- S.C. McConnell; "Code Complete: A Practical Handbook of Software Construction", 2nd ed.; Microsoft Press; 2004.
- M. Samek; "Practical UML Statecharts in C/C++: Event-Driven Programming for Embedded Systems", 2nd ed.; Newnes; 2008.
- Q. Li, C. Yao; "Real-Time Concepts for Embedded Systems".
- Jonathan W Valvano: "Embedded Systems: Introduction to Arm® Cortex(TM)-Microcontrollers" (Volume 1).2013.

Curso: 2 - Gestión de Proyectos

Crédito horario: 30 hs.

Objetivos: Al término de este curso los alumnos tendrán un firme conocimiento sobre los aspectos técnicos, económico-financieros, legales y de gestión básica de los proyectos de ingeniería. Estudiarán la forma de abordar el desarrollo de un proyecto de ingeniería contemplando dos aspectos: fases en las que se divide el trabajo necesario para ejecutar un proyecto y técnicas para la adecuada gestión básica de las actividades involucradas en el desarrollo del mismo. Por otra parte se profundizará en los aspectos legales y éticos a tener en cuenta durante su desarrollo.

Contenidos mínimos:

Definiciones. Gestión de Calidad y Gestión de Proyectos. Normas y metodologías aplicables. Gestión de Proyectos Tecnológicos. Guía PMBOK-PMI. Etapas. Herramientas y Software de Gestión de Proyectos. Puntos Claves en Proyectos. Análisis económico de Proyectos. Financiamiento público-privado Gestión Ambiental. Introducción a las Mejores prácticas en la Gestión de servicios ITIL

Evaluación: Asistencia y aprobación del 100% de los trabajos de laboratorio. Aprobación de examen final.

Bibliografía

- Project Management Institute-PMI, <https://www.pmi.org/>
- Project Management Institute-PMI, Capítulo Argentino, <https://pmi.org.ar/>
- Guía PMBOK -PMI, <https://www.pmi.org/pmbok-guide-standards>

Cpde. ANEXO ORDENANZA CD N°: **15 20**



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

- Administración de proyectos. Clifford F. Gray y Erik W. Larson. 4° Ed. (2009)
- OBS Business School- Metodología PMI
- Aproximación PMBOK a la estructura de la gestión de proyectos. Guevara, J. D.; Bello, N. A.; García, O. A.; Abuchar, A. (2017). TIA, 5(1), pp. 111-120.
- OBS Business School- Las 8 herramientas imprescindibles de Project Management que todo directivo debe dominar
- Novanotio, Las cuatro leyes de la gestión de proyectos tecnológicos <https://novanotio.es/category/gestion-de-proyectos/>
- Adair J. Decision Making and Problem Solving Strategies. Kogan Page 2010.
- Francisco Lafée, Las mejores metodologías en la gestión de proyectos tecnológicos <https://digitalworkspace.dws.company/blog/las-mejores-metodologias-en-la-gestion-de-proyectos-tecnologicos>
- Andersen E. Rethinking Project Management. Pearson 2008
- Project management a managerial approach: International student version. Jack R. Meredith, Samuel J. Mantel, Jr. 8th ed. / River Street, Hoboken, N.J : J. Wiley, 2012
- Roger Atkinson, Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, its time to accept other success criteria, International Journal of Project Management, Volume 17, Issue 6,
- ITIL IT Service Management Best Management Practice Published by TSO (The Stationery Office) Online www.tsoshop.co.uk

Curso: 3 - Lógica Programable

Crédito horario: 60 hs.

Objetivos: El objetivo de este curso es introducir al alumno en la programación hardware utilizando dispositivos lógicos programables. Al término de este curso los y las estudiantes llevarán a cabo pequeñas implementaciones en lenguajes de descripción de hardware, recorriendo el flujo de diseño desde la especificación de un comportamiento hasta la simulación e instanciación en un dispositivo concreto. Obtendrán un firme conocimiento de la arquitectura de dispositivos lógicos programables.

Cpde. ANEXO ORDENANZA CD N°:

15 20



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

Contenidos mínimos: Arquitectura de dispositivos lógicos programables. Fundamentos de lenguaje de descripción de hardware (HDL). Bibliotecas, entidades y arquitecturas. Flujo de diseño. Descripciones RTL. Elementos de HDL: Tipo y subtipos de datos. Operadores y atributos básicos. Ejemplos simples de operaciones lógicas. Síntesis y Simulación. Descripción de circuitos sintetizables. Simulación y testbench básicos. Realización de ejemplos prácticos siguiendo el flujo de diseño,

Evaluación: Asistencia y aprobación del 100% de los trabajos prácticos de aula y laboratorio. Aprobación de un proyecto final.

Bibliografía:

- Na Vikraman "Textbook Of Advanced Digital System Design Using Vhdl" For BE/B.TECH/BCA/MCA/ME/M.TECH/Diploma/B.Sc/M.Sc/Competitive Exams & Knowledge Seekers - Edición Kindle -2020
- Volnei A. Pedroni; "Circuit Design with VHDL"; Mit Press; 2004
- Serafln Alonso Pérez, Enrique Soto, Santiago Fernández "Diseño de sistemas Digitales con VHDL", Thomson; 2002
- Ronald J. Tocci, Neal S. Widmer, Gregory L. Moss; "Sistemas Digitales Principios y aplicaciones"; Décima edición Pearson; 2007

Curso: 4 - Procesamiento Digital de Señales en Sistemas Embebidos

Crédito horario: 60 hs.

Objetivos: Al término de este curso, los y las estudiantes comprenderán y podrán implementar complejos algoritmos de procesamiento de señales en sistemas embebidos. También serán capaces de caracterizar señales estocásticas y procesos a través de los parámetros significativos y basarse en ellas para desarrollar filtros adaptativos. Los estudiantes aprenderán sobre el trabajo científico al ser capaces de aprender de la literatura actual sobre el estado de la técnica. Aprenderán a relacionar esta información teórica a cuestiones prácticas y a realizar transferencia de conocimientos.

Contenidos Mínimos: Algoritmos complejos de procesamiento digital de señales: Aritmética computacional, representaciones numéricas. Transformadas utilizadas en procesamiento de señales. Filtros FIR e IIR. Conceptos de codificación, procesamiento y algoritmos de señales

Cpde. ANEXO ORDENANZA CD N°:

15 20



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

de audio, video, etc. Filtros adaptativos. Desarrollo de filtros utilizando herramientas de software y métodos numéricos.

Evaluación: Asistencia y aprobación del 100% de los trabajos prácticos de aula y laboratorio. Aprobación de examen final.

Bibliografía:

- Cem Ünsalan, M. Erkin Yücel, et ál. Digital Signal Processing using Arm Cortex-M based Microcontrollers: Theory and Practice ARM Education Media 09/2018
- Roger Woods, John McAllister, et ál. "FPGA-based Implementation of Signal Processing Systems" - Wiley Editorial - 2017
- U. Meyer-Baese, "Digital signal processing with field programmable gate arrays", Springer, 2004.
- Papoulis: "Probability, Random Variables and Stochastic Processes", McGraw Hill Higher Ed., 2001
- G. Moschytz, M. Hofbauer: "Adaptive Filter", Springer 2000
- T. Wiegand et.al., "Overview of the H.264/AVC video coding standard", IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, 2003.
- M. Mese, "Recent advances in digital halftoning and inverse halftoning methods", IEEE Transactions on Circuits and Systems 1: Fundamental Theory and Applications, 2002.

SEGUNDO SEMESTRE

Curso: 5 - Programación Avanzada de Sistemas Embebidos

Crédito horario: 60 hs.

Objetivos: Al finalizar este curso los y las estudiantes sabrán desarrollar aplicaciones embebidas utilizando un sistema operativo de tiempo real (RTOS). Conceptualizar la arquitectura de un sistema Linux. Compilar dicha estructura utilizando las herramientas más comunes ofrecidas por la comunidad. Aprenderán a utilizar componentes de código abierto en el desarrollo de aplicaciones para reducir los tiempos y costos involucrados. Desarrollar y depurar aplicaciones embebidas en lenguajes de alto nivel. Integrar la compilación de dichas aplicaciones con el armado total del sistema.

Contenidos mínimos: Sistemas operativos de tiempo real (RTOS). Componentes básicos de un RTOS. Funciones y estructuras de los sistemas operativos en tiempo real. Programación

Cpde. ANEXO ORDENANZA CD N°: 15 20



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

multinúcleo/multiproceso. Multitarea cooperativa y preemptiva. Sincronización y comunicación entre tareas. Aplicaciones. Introducción a Linux embebido. Bibliotecas de rutinas y funciones. Configuración y compilación de un cross-toolchain. Bootloaders. Conocimiento de las fuentes del kernel. Configuración y cross-compilación del mismo. Creación de un sistema de archivos básico. Sistemas de archivos, para flash y bloques. Desarrollo y depuración de aplicaciones en sistemas embebidos.

Evaluación: Asistencia y aprobación del 100% de los trabajos prácticos de aula y laboratorio.
Aprobación de examen final.

Bibliografía:

- Brian Amos, "Hands-On RTOS with Microcontrollers: Building real-time embedded systems using FreeRTOS, STM32 MCUs, and SEGGER debug tools" Packt Publishing - 2020
- Jim Cooling, "Real-time Operating Systems Book 2 - The Practice: Using STM Cube, FreeRTOS and the STM32 Discovery Board (The engineering of real-time embedded systems)" 2nd Edition Lidentree Associates 2020
- Jonathan W Valvano: "#Embedded Systems: Real-Time Operating Systems for Arm Cortex M Microcontrollers"; 2014.
- Wim Vanderbauwhedes, "Operating Systems Foundations with Linux on the Raspberry Pi: Textbook, Arm Education Media 2019
- J. L. Hennessy, D. A. Patterson; "Computer Architecture: A Quantitative Approach", 4th ed.; J. L. Hennessy, D. A. Patterson; Morgan Kaufmann; 2006
- J. L. Hennessy, D. A. Patterson; "Computer Organization and Design: The Hardware/Software Interface", 6th ed.; Morgan Kaufmann; 2017
- T. Noergaard; "Embedded Systems Architecture: A Comprehensive Guide for Engineers and Programmers"; Newnes; 2005
- P. Marwedel; "Embedded System Design"; Springer; 2006
- S. Furber; "ARM System-on-Chip Architecture", 2nd ed; Pearson Education; 2000
- W. Hohl; "ARM Assembly Language: Fundamentals and Techniques"; CRC Press; 2009
- J. Labrosse y otros; "EmbeddedSoftware: Know It All"; Newnes; 2008

Cpde. ANEXO ORDENANZA CD N°:

15 20

[Handwritten signature]
Dra. A. ...
Dra. ...
FCFMN - UNSL
Ing. Gustavo BRAUER
Secretario General
FCFMN - UNSL



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

- M. Samek; "Practical UML Statecharts in C/C++: Event-Driven Programming for Embedded Systems", 2nd ed.; Newnes; 2008
- Sitio: "Real-Time Workshop for Simulink"; MathWorks
- Q. Li, C. Yao; "Real-Time Concepts for Embedded Systems"; CMP Books; 2003.
- P. Raghavan, A. Lad, S. Neelakandan, Auerbach. "Embedded Linux System Design and Development", Diciembre. 2005.
- Karim Yaghmour, Jon Masters, Gilad Ben-Yossef, Philippe Gerum, y otros. "Building Embedded Linux Systems", O'Reilly. Agosto 2008
- Christopher Hallinan, "Embedded Linux Primer", Prentice Hall, September 2006.
- Robert Love, "Linux Kernel Development", Addison-Wesley Professional, July 2010

Curso: 6 – Sistemas Distribuidos

Crédito horario: 60 hs.

Objetivos: Al término de este curso los y las estudiantes conocerán los criterios y procedimientos para el diseño, construcción y puesta en marcha de sistemas en red. Al evaluar los diferentes enfoques para la realización de los sistemas en red, los estudiantes desarrollan sus habilidades de argumentación y discusión. El desarrollo de los sistemas en red sigue un enfoque holístico que enfatiza la promoción del pensamiento y accionar interdisciplinario de los estudiantes.

Contenidos mínimos: Introducción general. Fases de un proyecto. Tiempos, Costos y Alcance. Recursos Humanos. Comunicación interna y externa. Gestión de Riesgos. Herramientas para la gestión de proyectos. Documentación. Sistemas de control de versiones. Repositorios. Gestión Ambiental.

Evaluación: Asistencia y aprobación del 100% de los trabajos laboratorio y prácticos del aula
Aprobación de examen final.

Bibliografía:

- Brendan Burns, "Designing Distributed Systems: Patterns and Paradigms for Scalable, Reliable Services, O'Reilly – 03/2018
- Adam Bellemare, "Building Event-Driven Microservices: Leveraging Organizational Data at Scale, O'Reilly – 1st Edition 08/2020

Cpde. ANEXO ORDENANZA CD N°: **15 20**



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

- Andrew S. Tanenbaum, Maarten Van Steen, "Distributed Systems: Principles and Paradigms", Pearson Education, 2016
- Fred Hallal, Redes de Computadoras e Internet, 5ta edición, Addison Wesley, 2006
- Sukumar Ghosh, Distributed systems: An Algorithmic Approach, Chapman and Hall, 2007
- Andrew S. Tanenbaum, "Computer Networks", Prentice Hall PTR, 2002.
- Artículos y publicaciones científicas y técnicas indicadas por el cuerpo docente. Documentación en línea y otras fuentes relacionadas con las tecnologías empleadas en los proyectos y aplicaciones a desarrollar en el curso.

Curso: 7 - Materia Optativa

Crédito horario: 60 hs

El/La estudiante podrá elegir la materia optativa dentro de la oferta anual de cursos de posgrado de la UNSL o de otras Universidades Nacionales o institutos de investigación y desarrollo, nacionales o del extranjero los cuales deberán ser avalados por el Comité Académico, dentro del espectro de temáticas afines a la carrera, que abarquen los avances del campo tecnológico y científico y que satisfagan las necesidades de los planes de formación de los alumnos inscriptos.

Los cursos optativos profundizarán los conocimientos en las siguientes áreas temáticas:

Electrónica de potencia: técnicas de control de electrónica de potencia utilizando sistemas embebidos.

Comunicaciones y Redes de datos: tecnologías de radio frecuencia, propagación, protocolos de comunicaciones y redes de datos utilizables en sistemas embebidos.

Control: tópicos de control avanzado, control no lineal, control multivariable, control basado en eventos y sus aplicaciones en sistemas embebidos.

Procesamiento digital de señales multimedia: técnicas de procesamiento digital de señales y aplicaciones específicas, como procesamiento de señales de audio, imágenes, video, filtrado adaptativo y transformadas matemáticas, mediante sistemas embebidos de diversas tecnologías, como microcontroladores y lógica programable.

Tópicos avanzados de programación aplicada a sistemas embebidos: técnicas y lenguajes de programación aplicados a sistemas embebidos, programación de sistemas multiprocesador y

Cpde. ANEXO ORDENANZA CD N°: 15 20

Handwritten signature

Dr. A. Marcelo Martínez
Decano
FCFMN - UNSL

Handwritten signature
Dr. Gustavo de Quien
Secretario General
FCFMN - UNSL



Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico
Matemáticas y Naturales

multithreading, diseño e implementación de Interfaces Hombre- Máquina (HMI).

Optoelectrónica: tecnologías optoelectrónicas aplicadas sensado y comunicaciones en sistemas embebidos.

Robótica: aplicaciones de sistemas embebidos en robótica, actuadores mecánicos, hidráulicos, manipuladores, navegación de robots móviles autónomos, coordinación de flotas de robots, software y hardware para el control de robots.

Computación de Alto Rendimiento: utilización de técnicas de computación paralela, redes integradas (NoC) y lógica programable en sistemas embebidos.

Sistemas Inteligentes: inteligencia artificial y su implementación en sistemas embebidos.

Nanotecnologías: nanotecnologías, sistemas Microelectromecánicos (MEMs) y sus aplicaciones en sensores para sistemas embebidos.

Matemáticas Avanzadas: en esta área el/la estudiante utilizará métodos numéricos y simulación aplicados al modelado y resolución de problemas de ingeniería de sistemas embebidos.

TRABAJO FINAL

Luego de acreditados los cursos obligatorios, el/la estudiante deberá presentar por mesa de entradas de la Facultad, una propuesta de Trabajo Final de la Especialización de carácter integrador y desarrollo individual, el cual estará regulado según el reglamento de la carrera.

ARTÍCULO 9º: Seguimiento Curricular de la Carrera

La calidad de la carrera se evaluará mediante diferentes acciones. Al finalizar una actividad curricular, el/la estudiante deberá completar una encuesta anónima obligatoria de opinión, referida al desempeño docente y otros aspectos relevantes a la calidad educativa de la actividad curricular. El Comité Académico monitoreará los resultados de estas encuestas y los aspectos académicos y científicos de la Carrera.

El Comité Académico se reunirá anualmente para realizar una revisión del Plan de Estudios, revisión del Cuerpo Docente, evaluación de encuestas de opinión de estudiantes y graduado/as, revisión y actualización de los materiales utilizados, propuestas de temáticas para las áreas de vacancia, materias optativas, y todo aspecto relevante para mantener la excelencia educativa de la carrera.

ANEXO ORDENANZA CD N°: 15 20