



Universidad Nacional de San Luis
Rectorado

"2021 - AÑO DE HOMENAJE AL PREMIO NOBEL
DE MEDICINA DR. CÉSAR MILSTEIN"

COPIA
Sr. Oscar Guillermo Segura
Director de Despacho
UNSL

SAN LUIS, 07 SET. 2021

VISTO:

El Expediente EXP-USL: 6990/2021 mediante el cual se solicita la protocolización del Curso de Posgrado: PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES EN SISTEMAS EMBEBIDOS; y

CONSIDERANDO:

Que el Curso de Posgrado se propone dictar en el ámbito de la Facultad de Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales del 3 de septiembre al 15 de octubre de 2021 con un crédito horario de 60 horas presenciales y bajo la coordinación del Mag. Ricardo PETRINO.

Que la Comisión Asesora de Posgrado de la Facultad Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales recomienda aprobar el curso de referencia.

Que el Consejo de Posgrado de la Universidad Nacional de San Luis en su reunión del 24 de agosto de 2021, analizó la propuesta y observa que el programa del curso, bibliografía, metodología de evaluación y docentes a cargo, constituyen una propuesta de formación de posgrado de calidad en su campo específico de estudio.

Que, por lo expuesto, el Consejo de Posgrado aprueba la propuesta como Curso de Posgrado, según lo establecido en Ordenanza CS N° 35/16.

Que corresponde su protocolización.

Por ello y en uso de sus atribuciones

EL RECTOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS

RESUELVE:

ARTÍCULO 1°.- Protocolizar el dictado del Curso de Posgrado: PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES EN SISTEMAS EMBEBIDOS del 3 de septiembre al 15 de octubre de 2021 en el ámbito de la Facultad Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales con un crédito horario de 60 horas presenciales.

ARTÍCULO 2°.- Protocolizar el equipo docente constituido por el responsable Mag. Ricardo PETRINO (DNI N° 13.290.944), el colaborador Ing. Diego Esteban COSTA (DNI N° 22.272.157) y los auxiliares Ing. Jesús GARCÍA (DNI N° 25.222.198) e Ing. Fernando LOOR (DNI N° 34.408.504) todos de la Universidad Nacional de San Luis.

ARTÍCULO 3°.- Aprobar el programa del Curso de referencia, de acuerdo al ANEXO de la presente disposición.-

ARTÍCULO 4°.- Comuníquese, insértese en el Libro de Resoluciones, publíquese en el Digesto Electrónico de la UNSL y archívese.-

RESOLUCIÓN R N° 1412

mss

Dra. Nora Reyes
Secretaría de Posgrado
UNSL

CPN Victor A. Morifitgo
Rector - UNSL



Universidad Nacional de San Luis
Posgrado

"2021 - AÑO DE HOMENAJE AL PREMIO NOBEL
DE MEDICINA DR. CÉSAR MILSTEIN"

ES COPIA
Sr. Oscar Guillermo Bogura
Director de Posgrado
UNSL

ANEXO

IDENTIFICACIÓN DEL CURSO

UNIDAD ACADÉMICA RESPONSABLE: Facultad Ciencias Físicas Matemáticas y Naturales

DENOMINACIÓN DEL CURSO: PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES EN SISTEMAS EMBEBIDOS

CATEGORIZACIÓN: Perfeccionamiento

FECHA DE DICTADO DEL CURSO: del 3 de septiembre al 15 de octubre de 2021

MODALIDAD DE DICTADO: Presencial

CRÉDITO HORARIO TOTAL: 60 horas (30 hs. teóricas, 20 hs. de prácticas de aula y 10 hs. de prácticas de laboratorio)

COORDINADOR: Mag. Ricardo PETRINO (D.N.I. N° 13.290.944)

EQUIPO DOCENTE

RESPONSABLE: Mag. Ricardo PETRINO

COLABORADOR: Ing. Diego Esteban COSTA

AUXILIARES: Ing. Jesús GARCÍA e Ing. Fernando LOOR

PROGRAMA ANALÍTICO

FUNDAMENTACIÓN:

El curso forma parte del programa de Especialización y Maestría en Sistemas Embebidos, que se ofrece también a candidatos que no estén dentro del programa de posgrado.

El Procesamiento Digital de Señales (PDS) en Sistemas Embebidos ha tenido en los últimos años un desarrollo notable gracias a la capacidad creciente de distintos dispositivos electrónicos que permiten el procesamiento en tiempo real en aplicaciones de señales tanto en una dimensión como en dos dimensiones (Imágenes y Video). Partiendo de los conocimientos teóricos del PDS, se plantean distintas posibilidades y problemas a la hora de implementarlos en un Sistema Embebido, basado en un Microprocesador, un DSP, FPGA o Sistema en un Chip con FPGA (SoC-FPGA). El curso aporta conceptos y técnicas para resolver este desafío.

OBJETIVOS

Al final del curso los alumnos podrán:

- Diseñar e implementar un algoritmo de Procesamiento Digital de Señales en un sistema Embebido determinado.
- Diseñar filtros digitales utilizando herramientas de software para Sistemas Embebidos.
- Implementar filtros FIR e IIR en distintas plataformas de sistemas Embebidos.
- Analizar las diferencias, ventajas y desventajas de los métodos de diseño para Sistemas Embebidos de procesamiento digital de señales.

Cpde ANEXO RESOLUCIÓN R N° 14 12

CPN Victor A. Morillo
Rector - UNSL

Dr. Nora Eyzaguirre
Secretaría de Posgrado
UNSL



Universidad Nacional de San Luis
Rectorado

"2021 - AÑO DE HOMENAJE AL PREMIO NOBEL
DE MEDICINA DR. CÉSAR MILSTEIN"

ESAFIA
Dr. Oscar Guillermo Suarez
Director de Postgrado
UNSL

- Realizar Procesamiento digital de Imágenes y video, e implementar aplicaciones particulares de visión artificial en Sistemas Embebidos sobre plataformas basadas en Procesadores particulares y SoCs.

CONTENIDOS MÍNIMOS

Sistemas Embebidos (SE) para el Procesamiento Digital de Señales y de Imágenes. Fundamentos del Tratamiento Digital de Señales: Muestreo y Cuantización en SE. Organización de los Sistemas Embebidos para el tratamiento de señales. Cálculo de Sistemas Embebidos FIR e IIR. Realización y técnicas de diseño de Sistemas Embebidos para el tratamiento de Señales.

Formatos de Imágenes Digitales. Filtrado, Segmentación, Procesamiento Morfológico y Representación de Imágenes Digitales. Realización y técnicas de diseño de Sistemas Embebidos para el tratamiento de Imágenes en SE.

PROGRAMA DETALLADO:

Módulo 1: Sistemas Embebidos (SE) para el tratamiento de señales

Tipos de señales y sistemas. Características de los sistemas digitales. Linealidad, invarianza temporal, causalidad. Representación de un sistema embebido para procesamiento de señales de tiempo discreto: Respuesta al impulso, convolución.

Sistemas embebidos de respuesta finita e infinita al impulso (FIR e IIR) ecuación en diferencias, diagrama de bloques, respuesta espectral y transferencia. Sistemas embebidos de respuesta finita e infinita al impulso (FIR e IIR).

Módulo 2: Muestreo y cuantización en sistemas embebidos.

Conversión A/D y D/A en sistemas embebidos. Muestreo y reconstrucción. Interpolación y diezmado. Cuantización. Rango dinámico, salto del cuantizador, ancho de palabra, transferencia y error del cuantizador.

Módulo 3: Organización de los sistemas embebidos para el tratamiento de señales.

Estructuras para sistemas embebidos FIR: Estructura en forma directa, en cascada, de muestreo en frecuencia y en celosía. Estructuras para sistemas embebidos IIR. Estructuras en forma directa, en cascada, en paralelo, en celosía escalonada. Transposición.

Módulo 4: Cálculo de sistemas embebidos FIR e IIR.

Diseño de Filtros digitales. Diseño de filtros FIR de fase lineal: Método de las ventanas, de muestreo en frecuencia y óptimo con rizado constante. Diseño de filtros IIR a partir de filtros analógicos: Mediante la transformación invariante al impulso y por transformación bilineal.

Módulo 5: Contenidos de formación práctica: Realización y técnicas de diseño de sistemas embebidos para el tratamiento de señales.

Realización de sistemas para el tratamiento de señales en diferentes soportes (microprocesadores, DSP, SOC, FPGA y ASIC). Estudio de las técnicas de descripción asociadas a cada uno (escritura de código en lenguaje de programación de bajo o alto nivel, síntesis de alto nivel, escritura de código en lenguaje de descripción de hardware, traducción de bloques de modelado, uso de generadores de cores y diseño de layout).

Cpde ANEXO RESOLUCIÓN R N° 1412

CPN Victor A. Morán
Rector - UNSL

Dr. Nora Rojas
Directora de Postgrado
UNSL



Universidad Nacional de San Luis
Rectorado

"2021 - AÑO DE HOMENAJE AL PREMIO NOBEL
DE MEDICINA DR. CÉSAR MILSTEIN"

ES COPIA
Sr. César Guillermo Segur
Director de Despacho
UNSL

Módulo 6: Fundamentos de Sistemas Embebidos de Procesamiento de Imágenes
Fundamentos de Imágenes Digitales. Componentes de un sistema de Procesamiento de Imágenes. Sistemas Embebidos de Procesamiento de Imágenes. Software para Visión por computador. Cámaras . Representación de Imágenes digitales. Modelos color: RGB, CMY/CMYK y HSI.

Módulo 7: Filtrado de Imágenes en SE
Filtrado de Imágenes en el dominio espacial. Transformaciones de niveles de gris. Procesamiento de Histogramas. Filtros espaciales: de suavizado y de realzado. Filtrado de imágenes en el dominio Frecuencial. La DFT en dos dimensiones. Filtros de realzado y suavizado en el dominio frecuencial. Implementaciones en SE. Filtrado de Imágenes color.

Módulo 8: Procesamiento Avanzado
Procesamiento Morfológico de Imágenes. Bases matemáticas. Operaciones morfológicas sobre imágenes binarias y en niveles de gris. Dilatación y Erosión. Apertura y cierre. La transformada Hit-or-Miss.
La transformada de Hough. Segmentación basada en regiones.
Representación y Descripción de Imágenes. Códigos cadena. Esqueletos. Descriptores de bordes. Descriptores de Fourier. Momentos estadísticos. Descriptores de regiones.

Módulo 9: Contenidos de formación práctica Realización y técnicas de diseño de sistemas embebidos para el tratamiento de Imágenes.
Realización de sistemas para el tratamiento de Imágenes y visión artificial en Sistemas Embebidos sobre plataformas basadas en Procesadores particulares y sistemas en chip (SoC).

SISTEMA DE EVALUACIÓN:

Para la aprobación del curso se deben aprobar el 100% de los trabajos prácticos de aula y laboratorio. Aprobación del examen final de carácter individual.

BIBLIOGRAFÍA

Digital Signal Processing with Field Programmable Gate Arrays. Uwe Meyer-Baese. Springer, Third Edition, 2007.

Understanding Digital Signal Processing. Richard Lyons. Pearson Education. Second Edition, 2006.

Vivado. Design Suite. Model-Based DSP Design Using System Generator. UG948 (v2018.2) June 6, 2018.

Vivado Design Suite. Designing with IP Tutorial. UG939 (v2018.2) June 6, 2018.

Vivado Design Suite User Guide Model-Based DSP Design Using System Generator. UG897 (v2018.2) June 6, 2018.

Tratamiento Digital de Señales. Principios, algoritmos, aplicaciones. John G. Proakis, Dimitris G. Manolakis. Ed. Prentice Hall, 1998. Última reimpresión 2003.

Tratamiento de Señales en Tiempo Discreto. 2da Edición. Alan Oppenheim, Ronald Schafer. Prentice Hall. 2000.

CPM Víctor A. Morales
Rector - UNSL

Dra. Nora Meyer
Secretaría de Progrado
UNSL



Universidad Nacional de San Luis
Rectorado

"2021 - AÑO DE HOMENAJE AL PREMIO NOBEL
DE MEDICINA DR. CÉSAR MILSTEIN"

ES COPIA
Dr. Oscar Guillermo Segura
Director de Postgrado
UNSL

Design for Embedded Image Processing on FPGAs. Donald G. Bailey. IEEE John Wiley & Sons. 2011.

Digital Image Processing. Gonzalez-Woods. Prentice Hall-2002 2nd edition.

Digital Image Processing using Matlab. Gonzalez-Woods-Eddins. Pearson.Prentice Hall. 2004.

Practical Image and Video Processing using Matlab. Oge Marques. IEEE-Wiley.2011.

Concise Computer Vision. An introduction into Theory and Algorithms. Reihhard Klette. Springer-Verlag London 2014.

Machine Vision. Jain.Kasturi.Schunck. McGrawHill 1995.

Visión por Computador. Imágenes digitales y aplicaciones. Gonzalo Pajares. Jesús M. de la Cruz. Editorial AlfaOmega/Ra-Ma. México. 2002.

"A Beginners Guide to Python3 Programming". John Hunt. Springer 2019. eBook ISBN 978-3-030-20290-3.

"Practical Python and OpenCV", An Introductory, Example Driven Guide to Image Processing and Computer Vision. Adrian Rosebrock. Pyimagesearch. 4th edition.2019.

CARACTERÍSTICAS DEL CURSO

DESTINATARIOS Y REQUISITOS DE INSCRIPCIÓN: Egresados con título universitario de grado de 4 años o más: Alumnos de posgrado de: Sistemas Embebidos, Computación, de intercambio internacional. Profesionales de la industria y empresas. Egresados de carreras de Ingeniería y Computación.

CUPO: 10 personas

PROCESO DE ADMISIÓN: Tienen prioridad los alumnos de posgrado de Sistemas Embebidos, Computación y de intercambio internacional.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

Días	Hs	Actividad/ Lugar	Responsables
03/09 y 04/09	8	Módulo 1 y 2. (Laboratorio 3)*	R. Petrino y D. Costa
10/9 y 11/09	8	Módulo 3 y 4. (Laboratorios : 3 y 12)*	R. Petrino y D. Costa
17/09 y 18/09	8	Módulo 5 y 6. (Laboratorios : 3 y 12)*	R. Petrino, D. Costa y F. Loor
24/09 y 25/09	8	Módulo 7 y 8. (Laboratorio 3)*.	R. Petrino y J. García.
01/10 y 02/10	8	Módulo 8 y 9. Teoría y Prácticas de Aula. (Laboratorios : 3 y 12)*	R. Petrino y J. García.
07/10 y 08/10 14/10 y 15/10	20	Prácticas de Aula, Laboratorio y Evaluaciones individuales. (Laboratorios : 3 y 12 y 13)* .	R. Petrino, D. Costa y J. García.
Total	60	* Bloque II del Edificio de la UNSL Av. Ejército de los Andes 950 San Luis.	

Cpde ANEXO RESOLUCIÓN R N° 1412

CPN Víctor A. Montenegro
Rector - UNSL

Dra. Nora Reyes
Secretaría de Posgrado
UNSL



Universidad Nacional de San Luis
Rectorado

"2021 - AÑO DE HOMENAJE AL PREMIO NOBEL
DE MEDICINA DR. CÉSAR MILSTEIN"

~~ES COPIA~~
Sr. César Guillermo Segura
Director de Despacho
UNSL

LUGAR DE DICTADO: Laboratorios: 3, 12 y 13 Bloque II, 2do piso, edificio de la UNSL
Ejército de los Andes 950 San Luis.

FECHA PREVISTA PARA ELEVAR LA NÓMINA DE ALUMNOS APROBADOS:
Octubre de 2021

FINANCIAMIENTO DEL CURSO

COSTOS: Insumos y materiales

FUENTES DE FINANCIAMIENTO: aranceles abonados por los inscriptos, los cuales serán destinados para contribuir con el mantenimiento y la actualización del equipamiento de las prácticas del Departamento de Electrónica

ARANCEL GENERAL: \$ 12000 (pesos doce mil)

BECA AL DOCENTE DE LA UNSL: se realizará un descuento del 100 % por lo que el arancel será gratuito, en este caso.

BECA AL ALUMNO DE POSGRADO DE LA UNSL: se realizará un 100 % de descuento para los alumnos inscriptos en la Especialización o Maestría en Sistemas Embebidos, que pagan el arancel correspondiente al posgrado, por lo que será sin cargo en este caso.

Cpde ANEXO RESOLUCIÓN R N° **1412**

mss

Dra. Nora Reyes
Secretaría de Posgrado
UNSL

CPN Victor A. Morán
Rector - UNSL