

1. TÍTULO: Trayecto Curricular Sistemático de Posgrado en Diseño de Sistemas Electrónicos Embebidos 2 (DSP, RTOS, Linux, Android)

2. DIAGNÓSTICO

a) Socioeconómico

La ciudad de Rosario es centro de un importante polo de desarrollo tecnológico, en donde se sitúan numerosas unidades académicas, empresas y organismos gubernamentales relacionados con el desarrollo y la promoción de actividades vinculadas a los sistemas basados en tecnologías electrónicas e informáticas para usos específicos, conocidas como **Sistemas Embebidos**.

Estas tecnologías, de amplia y vertiginosa evolución, tienen además la particularidad de ser transversales a una gran cantidad de aplicaciones en campos tan variados como maquinaria agrícola, agricultura de precisión, equipos electromédicos, controladores industriales, equipos informáticos, artefactos del hogar, etcétera, muchos de ellos ofrecidos por empresas de nuestra región.

A partir del relevamiento de las necesidades de formación que demanda el ejercicio profesional en estas tecnologías, se evidencia la necesidad de cubrir una demanda que brinde a su vez posibilidades ciertas de salida laboral en lo relativo al diseño de Sistemas Embebidos, enriqueciendo el conjunto de conocimientos que requiere una economía en continuo cambio.

b) Institucional

La Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) entiende la necesidad de satisfacer esta demanda y ofrece un programa de capacitación a través de **Trayectos Curriculares Sistemáticos de Posgrado en Diseño de Sistemas Electrónicos Embebidos**.

La FCEIA cuenta con los medios físicos apropiados, dispone de aulas acondicionadas y equipadas de uso exclusivo de la Escuela de Posgrado, además de la infraestructura de la institución (salón de actos, aulas opcionales, biblioteca, centro de informática, secretaría, etc.) y equipos de apoyo (sala de videoconferencias, cañón multimedia, proyector de diapositivas, retroproyector, video, TV).

En particular, el Departamento de Sistemas e Informática (DSI) de la Escuela de Ingeniería Electrónica (EIE), dependiente de esta Unidad Académica, se destaca en el estudio de sistemas electrónicos basados en tecnología digital. Cuenta con un cuerpo de docentes e investigadores en esta temática que complementan su formación académica con una amplia experiencia en el desarrollo de productos en la región y con la participación en convenios con instituciones, que complementan esta oferta formativa.

Desde el año 2013, la FCEIA forma parte de la **Red Universitaria de Sistemas Embebidos (RUSE)**, integrada por 50 unidades académicas argentinas que, entre otros, persigue como objetivo “*articular transitoriamente con los posgrados vigentes en Sistemas Embebidos y en Diseño Digital Avanzado para contribuir a la generación de nuevos posgrados sobre la misma área de vacancia en diferentes puntos geográficos y estratégicos de país*”.

A través de su Resolución 434/13, el Consejo Directivo de la FCEIA aprobó el primer plan de estudios del Trayecto Curricular Sistemático sobre Diseño de Sistemas Embebidos (Lenguaje C, Microcontroladores, FPGA, RTOS, Aplicaciones). Como resultado de la experiencia adquirida durante el dictado de este Trayecto en los años 2013 y 2014, el citado plan de estudios sobre el Trayecto 1 fue actualizado por las Resoluciones CD 463 y 464/16, y desarrollado por primera vez durante el año 2016.

Esta propuesta de plan de estudio del Trayecto Curricular de Posgrado en Diseño de Sistemas Embebidos 2 (DSP, RTOS, Linux, Android) persigue el objetivo de complementar el Trayecto 1 con los conocimientos necesarios para la solución de aplicaciones de alto desempeño.

3. FUNDAMENTACIÓN ESPECÍFICA

El crecimiento de la tecnología electrónica ha hecho posible el desarrollo de productos para diferentes aplicaciones, tanto dentro de la electrónica de consumo masivo (p.ej. teléfonos celulares inteligentes) como en la electrónica profesional (sistemas de control sofisticados, equipos electromédicos, centrales telefónicas, etc.). Estos equipos, dedicados a procesar información y diseñados para satisfacer una función específica, generalmente acompañados de partes mecánicas o electromecánicas integrando un sistema completo, se denominan “**Sistemas Embebidos**”, a diferencia de una computadora de propósito general que está concebida para múltiples aplicaciones.

El desarrollo de sistemas embebidos requiere un amplio conocimiento de las tecnologías disponibles en la actualidad, como así también la aplicación de criterios de diseño que permitan abordar la solución en tiempos acordes a los ciclos del mercado actual, manteniendo una alta calidad y prestación demandadas por los usuarios.

A lo largo de los cursos dictados en el Trayecto 1 se desarrollaron conocimientos teóricos y prácticos de fundamento para el abordaje de soluciones electrónicas basadas en Sistemas Embebidos empleando tecnología de vanguardia en adquisición, procesamiento y control, así como la interacción entre los mismos a través de protocolos de comunicaciones. Estos temas sirven de base para comprender el detalle de funcionamiento de estos dispositivos y las herramientas informáticas que nos permiten programarlos y/o configurarlos, siendo esto el punto de partida para abordar el desarrollo de soluciones complejas basadas en sistemas embebidos.

En este segundo Trayecto se ofrecen cuatro cursos que brindarán a los alumnos conocimientos teóricos y prácticos para desarrollar soluciones en sistemas embebidos complejos. Estos temas cubren desde técnicas para procesamiento digital de señales (DSP) en tiempo real, hasta sistemas operativos complejos ejecutándose en un sistema embebido, pasando por la gestión de versiones del código fuente, estructuras de desarrollo de software en capas, sistemas operativos en tiempo real (RTOS) y aplicaciones móviles (Android).

El avance creciente de la tecnología digital hace posible hoy en día que un desarrollador realice a muy bajo costo el procesamiento digital de una señal, con gran precisión y tiempos de ejecución cortos. Para abordar estas soluciones se requiere un soporte matemático que permita comprender la transformación de las señales al pasar por un Procesador Digital de Señal (DSP), y el desarrollo del software adecuado para obtener la respuesta de control deseada.

Al mismo tiempo el desarrollo del software debe permitir al programador planificar de forma óptima los tiempos de programación de la solución de la aplicación, reutilizando la mayor cantidad de código, gestionando los cambios realizados en mismo y planteando una estructura en capas con la gestión del procesador delegada en un **Sistema Operativo en Tiempo Real (RTOS)**.

Para abordar soluciones basadas en Sistemas Embebidos cuyos requerimientos involucren el manejo de grandes volúmenes de información, protocolos de comunicación complejos y/o interfaces de usuarios avanzadas, la plataforma de desarrollo debe estar preparada para ejecutar un Sistema Operativo Linux o similar, que provea una gran cantidad de recursos para alcanzar los objetivos. Esto se consigue, conociendo la estructura de estos sistemas desde el booteo (arranque) hasta la ejecución de una aplicación específica, pasando por la compilación de un **toolchain**, el **kernel** y el **filesystem**.

Por último el sistema operativo **Android** (basado en el núcleo Linux) es importante en el campo de los sistemas embebidos, dado que ha pasado de ser un sistema operativo diseñado para celulares y tablets a utilizarse en una diversidad de dispositivos como Televisores, Wearables, Google glasses, e incluso en autos inteligentes.

4. OBJETIVOS

Capacitar al alumno en:

- el diseño y mantenimiento de sistemas embebidos avanzados
- el conocimiento de los componentes que conforman un sistema embebido, su selección, configuración y programación a través de herramientas específicas
- el conocimiento de herramientas de gestión para promover el interés en el desarrollo autónomo o formando parte de un equipo de trabajo de aplicaciones para su comercialización.

5. ACREDITACIÓN

Quienes completen el cursado y aprobación del Trayecto recibirán el “Diploma de posgrado o pregrado en Diseño de Sistemas Embebidos 2” otorgado por la Escuela de Posgrado y Educación Continua (EPEC) de la Facultad de Ciencias Exactas Ingeniería y Agrimensura (FCEIA) de la Universidad Nacional de Rosario (UNR).

6. ORGANIZACIÓN DEL PLAN

La oferta académica está organizada en cursos que pueden tomarse tanto en forma independiente como agrupados en Trayectos Sistemáticos, ambos certificados por la Escuela de Posgrado y Educación Continua (EPEC) de la FCEIA UNR. El programa académico contempla un total de 200 horas, distribuidas en 4 actividades curriculares (cursos) de 50 horas cada uno, como indica el esquema siguiente:

Curso	Título	Carga horaria
DSE2- 01	Procesamiento Digital de señales (DSP)	50 hs
DSE2- 02	Programación avanzada de Sistemas Embebidos	50 hs

DSE2- 03	Linux en Sistemas embebidos	50 hs
DSE2- 04	Desarrollo de aplicaciones con Android	50 hs

7. CONTENIDOS

Curso DSE2-1: Procesamiento Digital de Señales en Sistemas Embebidos (Fundamentos y Aplicaciones en plataforma Cortex M4)

Contenidos mínimos:

1. Entorno de desarrollo (IDE) y hardware.
2. Arquitectura de software en aplicaciones de Procesamiento Digital de Señales.
3. Sistemas de tiempo continuo y tiempo discreto.
4. Procesamiento de señales en los dominios temporal y frecuencial.
5. Diseño e implementación de filtros digitales y transformadas.
6. Aplicaciones en procesamiento de audio.

Curso DSE2-2: Programación avanzada de Sistemas Embebidos

Contenidos mínimos:

1. Versionado de código y repositorios.
2. Gestión de proyectos complejos.
3. Sistemas en tiempo real.
4. Componentes de un Sistema Operativo en Tiempo Real (RTOS).
5. Diseño de aplicaciones de tiempo real.

Curso DSE2-3: Linux en Sistemas Embebidos (Desarrollo sobre BeagleBone Black)

Contenidos mínimos:

1. Introducción a Linux embebido.
2. Bibliotecas de "C". Configuración y compilación de un cross-toolchain.
3. Bootloaders.
4. Kernel de Linux. Configuración y compilación cruzada del mismo.
5. Creación de un rootfilesystem básico.
6. Sistemas de archivos, para flash y bloques.
7. Herramienta Buildroot.
8. Desarrollo y depuración de una aplicación para el nuevo sistema embebido.

Curso DSE2-4: Desarrollo de aplicaciones con Android

Contenidos mínimos:

1. Introducción a Android.
2. Arquitectura Android.
3. Interfaz de usuario.
4. Notificaciones y alertas.
5. Persistencia de datos.
6. Servicios en Background.
7. Conectividad con Internet.
8. Widgets.
9. Publicar aplicaciones.

8. REQUISITOS DE INGRESO

El Trayecto está dirigido a un amplio espectro de profesionales en Ingenierías preferentemente con terminalidades en Electrónica, Informática y Computación, como así también a licenciados en carreras afines a las terminalidades anteriores. Para otras terminalidades tanto de Ingenierías como de Licenciaturas recomendamos tener aprobado el Trayecto 1

Para la inscripción se solicitará la documentación y requisitos solicitados por la EPEC- FCEIA – UNR.

9. PERFIL DEL EGRESADO

El egresado incorporará conocimiento y desarrollará competencias para:

- identificar nuevas necesidades de desarrollo, como así también mejorar o actualizar tecnológicamente un sistema embebido de prestaciones avanzadas ya existente.
- seleccionar la tecnología más conveniente y aplicar criterios de diseño electrónico para abordar la solución, logrando resultados de muy alto nivel tecnológico.
- seleccionar las herramientas de software más convenientes, que le permitan desarrollar los programas que se ejecutan en el sistema embebido.
- gestionar la solución en el marco de un emprendimiento propio o formando parte de un equipo de trabajo, potenciando así el desarrollo de futuras nuevas empresas en la región.

10. MODALIDAD DE DICTADO

Presencial y semipresencial.

11. CRITERIOS DE EVALUACIÓN (Diferenciar entre uno y otro)

Para la aprobación del Trayecto, todos los alumnos deberán garantizar una **asistencia del 75%** de las clases y **aprobar un trabajo final integrador en cada uno de los cursos del mismo**. Particularmente, para el Trayecto Sistemático Curricular de Posgrado el alumno deberá rendir además un **coloquio final integrador del Trayecto**.

Ing. José Ignacio Sosa
Director
Departamento de Sistemas e Informática
EIE-FCEIA-UNR

Nota: Ver en hoja adjunta gestión académica y equipo docente

12. Gestión académica y equipo docente

COORDINACIÓN GENERAL:				
Ing. José Ignacio Sosa (Director del DSI y representante de la FCEIA en la RUSE _resolución CD 814/2013)				
Curso	Título	Docentes	Universidad	Carga horaria
DSE2- 01	Procesamiento Digital de señales (DSP)	Dr. Ing.Hernám Haimovich Ing.Marcelo Pistarelli Ing. Gustavo Muro	CIFASIS_FCEIA-UNR DSI-FCEIA-UNR DSI-FCEIA-UNR	50 hs
DSE2- 02	Programación avanzada de Sistemas Embebidos	Ing. Gustavo Muro Ing. José Luis Simón Mgstr. Ing. Nora Blet	DSI-FCEIA-UNR DSI-FCEIA-UNR DSI-FCEIA-UNR	50 hs
DSE2- 03	Linux en Sistemas embebidos	Ing. Luciano Diamand Ing. Gustavo Muro	DSI-FCEIA-UNR DSI-FCEIA-UNR	50 hs
DSE2- 04	Desarrollo de aplicaciones con Android	Ing. Luciano Diamand	DSI-FCEIA-UNR	50 hs