



**PROGRAMA ANALÍTICO**

**FACULTAD: INGENIERÍA**

**DEPARTAMENTO: TELECOMUNICACIONES**

**CARRERA: INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**

**PLAN DE ESTUDIO: 2010**

**MODALIDAD DE CURSADO: PRESENCIAL**

**ORIENTACIÓN: Sistemas Embebidos (E3)**

**ASIGNATURA: APLICACIONES DEL PROCESAMIENTO DIGITAL DE SEÑALES**

**CÓDIGO: 0072**

**DOCENTE RESPONSABLE:**

NOMBRE	GRADO ACAD. MAX	CARGO	DEDICACIÓN
Guillermo A. Magallán	Doctor en Ciencias de la Ingeniería	Profesor Adjunto	Exclusiva

**EQUIPO DOCENTE:**

NOMBRE	GRADO ACAD. MAX	CARGO	DEDICACIÓN
Guillermo A. Magallán	Doctor en Ciencias de la Ingeniería	Profesor Adjunto	Exclusiva
Facundo Aguilera	Doctor en Ciencias de la Ingeniería	Jefe de Trabajos Prácticos	Exclusiva

**AÑO ACADÉMICO: 2022**

**CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Optativa**

**RÉGIMEN DE LA ASIGNATURA: Cuatrimestral**

**UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 1ER. CUATRIMESTRE DE 5TO. AÑO**

**RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES:**

<i>Aprobada</i>	<i>Regular</i>
	0018
	0019
1° y 2° año	0020
	0027

BAH



**ASIGNACIÓN DE HORAS:**

Horas Totales:		(90 h.)
Semanales		(6 h.)
Teóricas		(45 h.)
Prácticas	Resolución de problemas	(15 h.)
	Laboratorio	(15 h.)
	Proyecto	(15 h.)
	Trabajo de campo	(... h.)
Teórico-Prácticas		(... h.)

**FUNDAMENTACIÓN DE LOS OBJETIVOS, CONTENIDOS, PROPUESTA METODOLÓGICA Y EVALUACIÓN DEL PROGRAMA:**

Esta asignatura forma parte de la orientación Sistemas Embebidos y se cursa a partir del quinto año de la carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones. A partir del cursado de la asignatura, se desarrollarán capacidades para el procesamiento digital de señales aplicadas en sistemas de telecomunicaciones, realizando su implementación en procesadores digitales de señales (*DSP Digital Signal Processors*) y Arrays de lógica programable (*FPGAs Field Programmable Gates Arrays*). Se abarcarán las diferentes etapas que implica la implementación de un procesamiento digital, incluyendo: planteo de especificaciones, representación esquemática, división en subsistemas, modelado y simulación, implementación práctica verificación y contraste con las simulaciones, documentación.

El curso propone la aplicación de conceptos teóricos del procesamiento de señales que trae el alumno durante la carrera, y que a la hora de implementarlos se requiere el conocimiento de las problemáticas principales, que requisitos se deben cumplir para tener éxito y lograr un correcto funcionamiento de un sistema de procesamiento en tiempo real. Para estas aplicaciones en esta asignatura se utilizan procesadores de señales dedicados (*DSPs*) y dispositivos avanzados de lógica programable (*FPGAs*) que conforman actualmente los dispositivos fundamentales en el desarrollo de sistemas o equipos de comunicaciones con procesamiento de señales.

Para abordar esta temática, los contenidos se centrarán en: repaso de conceptos teóricos de señales y sistemas, estudio de las características fundamentales de los procesadores digitales de señales y *FPGAs* orientados al procesamiento de señales, y cuales son sus diferencias con respecto al uso de procesadores o microcontroladores de uso general. Programación de esquemas básicos de tiempo real en DSP: filtrado por convolución, generaciones de portadora, análisis espectral FFT, filtrado en frecuencia, modulación digital, estrategias de sincronismo en la transmisión, modulación y demodulación de datos.

Dentro de las aplicaciones (relativas a la orientación) se encuentran: modulación demodulación digital, ecualización de canales, filtrado de forma, aplicaciones en comunicaciones cableadas e inalámbricas, comunicaciones aeroespaciales, módulos de seguridad de *hardware*, *software-defined radio*, compresión de datos, visión artificial, codificación/criptación.

GAM



El cursado de la asignatura abarcará: clases teóricas y prácticas, trabajos de ejercitación con demostraciones en computadora, trabajos en equipo con demostraciones prácticas, y un trabajo final integrador, pruebas de los diseños reales sobre kits de desarrollo.

Se requiere que los alumnos inicien el cursado con conocimientos sólidos del análisis de señales y sistemas, y de comunicaciones digitales avanzadas, así como también buen manejo de lenguajes de programación con el fin de lograr los propósitos de esta asignatura.

### **OBJETIVOS PROPUESTOS:**

La materia tiene por objetivo capacitar al alumno en el conocimiento de la arquitectura básica de la familia de procesadores digitales de señal (DSP), brindar la metodología para el procesamiento de señales en tiempo real, realizar aplicaciones prácticas orientadas a las comunicaciones digitales mediante procesamiento de señales con DSPs y dispositivos de lógica programable (FPGAs). Lograr que el alumno sea capaz de comprender la problemática de un sistema de procesamiento de señales en tiempo real, sus requisitos, y ser capaz de aplicar herramientas de software para llevar a cabo las distintas etapas de un desarrollo en esta temática.

### **COMPETENCIAS:**

#### ○ **Competencias genéricas:**

- 1. Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.
  - 1.a. Identificar y formular problemas
    - 1.a.4. Ser capaz de delimitar el problema y formularlo de manera clara y precisa
  - 1.c. Implementar tecnológicamente una alternativa de solución
    - 1.c.1. Ser capaz de realizar el diseño de la solución tecnológica, incluyendo el modelado
    - 1.c.5. Ser capaz de elaborar informes, planos, especificaciones y comunicar recomendaciones
  - 1.d. Controlar y evaluar los propios enfoques y estrategias para abordar eficazmente la resolución de los problemas
    - 1.d.3. Ser capaz de monitorear, evaluar y ajustar el proceso de resolución del problema
    - 1.d.4. Ser capaz de usar lo que ya se conoce; identificar lo que es relevante conocer, y disponer de estrategias para adquirir los conocimientos necesarios
- 2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
  - 2.a. Concebir soluciones tecnológicas
    - 2.a.3 Ser capaz de generar alternativas de solución
  - 2.b. Capacidad para diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería.



- 2.b.4. Ser capaz de modelar el objeto del proyecto, para su análisis (simulación, modelos físicos, prototipos, ensayos, etc.).
- 3. Gestionar -planificar, ejecutar y controlar- proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
  - 3.a. Planificar y ejecutar proyectos de ingeniería
    - 3.a.6. Ser capaz de solucionar los problemas que se presentan durante la ejecución.
    - 3.a.7. Ser capaz de comunicar los avances y el informe final de proyectos de ingeniería.
- 4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.
  - 4.a. Identificar y seleccionar las técnicas y herramientas disponibles.
    - 4.a.1. Ser capaz de acceder a las fuentes de información relativas a las técnicas y herramientas y de comprender las especificaciones de las mismas.
  - 4.b. Utilizar y/o supervisar la utilización de las técnicas y herramientas
    - 4.b.2. Ser capaz de interpretar los resultados que se obtengan de la aplicación de las diferentes técnicas y herramientas utilizadas.
- 5. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.
  - 5.c. Emplear las formas de pensamiento apropiadas para la innovación tecnológica
    - 5.c.1. Ser capaz de pensar en forma sistémica (visualizar como un sistema los elementos constitutivos de una situación o fenómeno, comprendiendo la dinámica de sus interacciones).
- 6. Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
  - 6.a. Identificar las metas y responsabilidades individuales y colectivas y actuar de acuerdo a ellas.
    - 6.a.2. Ser capaz de proponer y/o desarrollar metodologías de trabajo acordes a los objetivos a alcanzar.
  - 6.b. Reconocer y respetar los puntos de vista y opiniones de otros miembros del equipo y llegar a acuerdos.
    - 6.b.2. Ser capaz de expresarse con claridad y de socializar las ideas dentro de un equipo de trabajo.
  - 6.c. Asumir responsabilidades y roles dentro del equipo de trabajo
    - 6.c.1. Ser capaz de aceptar y desempeñar distintos roles, según lo requiera la tarea, la etapa del proceso y la conformación del equipo.
    - 6.c.2. Ser capaz de promover una actitud participativa y colaborativa entre los integrantes del equipo.
- 7. Comunicarse con efectividad.
  - 7.b. Producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas.



- 7.b.1. Ser capaz de expresarse de manera concisa, clara y precisa, tanto en forma oral como escrita.
- 7.b.2. Ser capaz de identificar el tema central y los puntos claves del informe o presentación a realizar.
- 7.b.3. Ser capaz de producir textos técnicos (descriptivos, argumentativos y explicativos), rigurosos y convincentes.
- 7.b.4. Ser capaz de utilizar y articular de manera eficaz distintos lenguajes (formal, gráfico y natural).
- 7.b.5. Ser capaz de manejar las herramientas informáticas apropiadas para la elaboración de informes y presentaciones.
- 9. Aprender en forma continua y autónoma.
  - 9.a. Reconocer la necesidad de un aprendizaje continuo a lo largo de la vida
    - 9.a.1. Ser capaz de asumir que se trabaja en un campo en permanente evolución, donde las herramientas, técnicas y recursos propios de la profesión están sujetos al cambio, lo que requiere un continuo aprendizaje y capacitación.
  - Competencias específicas:
- 1. Diseñar, calcular y proyectar sistemas y equipos de telecomunicaciones, de radiocomunicaciones, de comunicación de datos, sistemas irradiantes y de control.
  - 1.1. Identificar, formular y resolver problemas y proyectos de ingeniería.
  - 1.2. Conocer, interpretar y emplear técnicas y herramientas para el diseño, modelización, análisis e implementación tecnológica de una alternativa de solución.
- 3. Certificar el funcionamiento, condición de uso o estado de lo mencionado anteriormente.
  - 3.1. Conocer el funcionamiento, desempeño, estándares y aplicación de los sistemas y equipos de telecomunicaciones, de radiocomunicaciones, de comunicación de datos, sistemas irradiantes y de control.
  - 3.2. Determinar el correcto funcionamiento y condiciones de uso de los sistemas y equipos de telecomunicaciones, de radiocomunicaciones, de comunicación de datos, sistemas irradiantes y de control.

## EJES TEMÁTICOS ESTRUCTURANTES DE LA ASIGNATURA Y ESPECIFICACIÓN DE CONTENIDOS:

### Unidad 1. INTRODUCCIÓN A LOS PROCESADORES DIGITALES DE SEÑALES (DSPs)

- 1.1. Características principales
- 1.2. Arquitecturas típicas.



- 1.3. Criterio de selección.
- 1.4. Aplicaciones con DSPs.
- 1.5. Cuando usar DSP, FPGA o ambos.

## **Unidad 2. ARQUITECTURA**

- 2.1. Estructura de buses.
- 2.2. Organización interna de la memoria
- 2.3. Unidad central de procesamiento CPU. Unidad aritmético lógica ALU
- 2.4. Direccionamiento de datos. Direccionamiento de memoria de programa.
- 2.5. Operaciones de tubería (pipeline).
- 2.6. Buffer Circulares.
- 2.7. Periféricos generales chip.
- 2.8. Descripción de las familias C2000, C5000 y C6000 de Texas Instruments y su campo de aplicación

## **Unidad 3. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO Y PROGRAMACIÓN**

- 3.1. Uso del IDE Code Composer.
- 3.2. Configuración de proyectos. Mapa de memoria. DSP-Bios.
- 3.3. Primitivas de programación: Clases, funciones. Inserción de código ensamblador. Manejo de interrupciones.
- 3.4. Toolboxes para el desarrollo rápido, Simulink-DSP.

## **Unidad 4. DSP TMS320C6748**

- 4.1. Características generales
- 4.2. Interfaces y periféricos
- 4.3. Tipos de Memoria Disponibles – Mapa de memoria
- 4.4. PRU
- 4.5. Controlador de alimentación y de modo sleep (*Power and Sleep Controller - PSC*).
- 4.6. Sistema de clock – clock de sistema y periféricos (PLLs y divisores).
- 4.7. Librerías para uso *Standalone* – Starterware (*BIOS C6 Software Development Kit Version 2.0.*)
- 4.8. Configuración del sistema mínimo de software para el C6748.

## **Unidad 5. CONTROL DE INTERRUPCIONES**

- 5.1. Sistema de Interrupciones del C6748
- 5.2. Configuración del INTC
- 5.3. Tabla IST – Vectorización
- 5.4. APIs para el manejo en lenguaje C

## **Unidad 6. KIT DE DESARROLLO LCDK C6748**

- 6.1. Descripción general
- 6.2. Componentes *On-Board* y funcionalidad.
- 6.3. Debug y Drivers
- 6.4. Configuración y conexión con el code composer.

## **Unidad 7. PROGRAMACIÓN DE PERIFERICOS BÁSICOS**



- 7.1. TIMERS – Configuración, uso y manejo mediante funciones APIs.
- 7.2. UART-USB – Configuración, uso y manejo mediante funciones APIs, aplicaciones de monitoreo de software, intercambio de datos.
- 7.3. CODEC. Conversión A/D y DA -  
Descripción del AIC3106, funcionamiento interno, configuraciones, limitaciones.  
Interfaz de comunicación McASP para el intercambio de datos, y para la configuración I2C, manejo mediante funciones APIs. Generación de señales periódicas .Caracterización del DAC, prueba experimental.

#### **Unidad 8. FILTROS DIGITALES**

- 8.1. Filtros digitales lineales e invariantes en el tiempo.
- 8.2. Implementación en tiempo
- 8.3. FIR. Estructuras y diseño.
- 8.4. IIR. Estructuras y diseño.
- 8.5. Implementación eficiente de buffer circulares.
- 8.6. Osciladores sinusoidales digitales – generación de clock simple y en cuadratura.

#### **Unidad 9. FFT**

- 9.1. Transformada Rápida de Fourier utilizando radix-2 y radix-4.
- 9.2. Descomposición en el tiempo y en frecuencia.
- 9.3. Programación del algoritmo – implementación.
- 9.4. Procesamiento basado en frames.
- 9.5. Implementación de filtrado en frecuencia utilizando FFT y IFFT

#### **Unidad 10. MODULACIÓN y DEMODULACIÓN DIGITAL**

- 10.1. Fundamentos para implementar sistemas de transmisión digital – PAM, BASK, BFSK, BPSK.
- 10.2. Respuesta del canal, criterio de Nyquist para para no ISI.
- 10.3. Modulación/Demodulación QAM.
- 10.4. Estrategias para recuperación de portadora y sincronización de datos.

#### **Unidad 11. INTRODUCCIÓN AL PROCESAMIENTO DE SEÑAL CON DISPOSITIVOS DE LÓGICA PROGRAMABLE (FPGAs)**

- 11.1. Descripción del hardware para el procesamiento digital con lógica programable.
- 11.2. Formatos numéricos soportados: punto flotante, punto fijo, criterio de selección del ancho de palabra y formato. Estructuras Aritméticas: sumadores pipeline, multiplicadores, divisores, unidades MACs, bloques DSP48.
- 11.3. Utilización de Tablas LUT. Buffers RAM

**Aplicaciones:** Estructuras de filtros básicos: FIR, IIR. FFT, Algoritmo mariposa.



## FORMAS METODOLÓGICAS:

### Clases informativas

Se realizará el dictado de clases magistrales con contenidos teóricos usando presentaciones proyectadas y pizarrón.

Para ejemplificar métodos de diseño, se realizará el desarrollo de ejercicios de ejemplo en pizarrón.

### Clases prácticas

Para conocer el correcto uso de herramientas de software de diseño, los docentes desarrollarán ejemplos de diseño. Estos ejemplos se realizarán en conjunto con los alumnos para puedan consultar ante inconvenientes o dudas de uso. Se mostrarán etapas de diseño, herramientas de simulación, herramientas de diseño, análisis de resultados de implementación.

Para conocer el correcto uso de placas de desarrollo de *DSP* y *FPGA*, los docentes mostrarán los aspectos más importantes que deben considerarse en manuales y hojas de datos. Además, mostrarán los pasos básicos para realizar una implementación en placas de desarrollo con *DSPs* y *FPGAs* mediante ejemplos prácticos.

### Trabajos prácticos

Durante el cursado de esta asignatura se realizarán tres tipos de trabajos prácticos, cada uno con una modalidad diferente:

- **Trabajos de ejercitación:** de corta duración, que se realizarán mayormente durante los horarios de clase, incluye desarrollos en pizarrón por parte de los alumnos frente a compañeros y manejo de herramientas de software.
- **Trabajos de diseño:** se realizan proyectos de diseño usando diferentes herramientas de desarrollo y de análisis. Poseen plazos de entrega de un informe escrito sobre el desarrollo y evaluación oral.
- **Trabajo final:** es un trabajo de diseño integrador realizado en forma grupal, incluye desarrollo de sistemas, análisis mediante simulaciones e implementación práctica. Posee un plazo de entrega de un informe escrito y evaluación oral individual.

### Metodologías para el desarrollo de competencias

1) Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería.

Trabajos prácticos orientados al desarrollo completo de un sistema, incluyendo etapas de formulación, selección de alternativas de solución, elaboración de informes y evaluación de procesos mediante simulación.

2) Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería

Para el desarrollo de las actividades deberán plantearse correctamente los objetivos del proyecto, los modelos necesarios y las alternativas de solución de los objetivos planteados.





3) Gestionar -planificar, ejecutar y controlar- proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos)

El diseño planificado por etapas y la correcta solución de los problemas ocurridos durante el desarrollo de las actividades será necesaria para poder lograr las implementaciones de acuerdo a los objetivos planteados.

4) Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería.

Se brindarán herramientas para la búsqueda de información sobre los dispositivos especializados usados y sobre el uso de las herramientas de diseño. Además, se evaluará la correcta interpretación de los resultados obtenidos en etapas de diseño.

5) Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

Los sistemas a desarrollar en las actividades prácticas deberán plantearse inicialmente en forma sistémica para su apropiada descripción usando lenguajes de descripción de *hardware*.

6) Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.

Se plantearán sistemas divididos en etapas, donde cada etapa será diseñada por diferentes equipos de trabajo. La correcta integración de las etapas requerirá una adecuada metodología de trabajo, una clara comunicación entre los equipos, una adecuada división de tareas y colaboración entre los integrantes.

7) Comunicarse con efectividad.

Se evaluará la comunicación clara y precisa tanto oral como escrita de los alumnos. Se solicitará la elaboración de informes sobre los diseños, con uso de diagramas ilustrativos y gráficos con resultados de simulación. Se solicitará la elaboración de un video demostrativo del funcionamiento del trabajo final.

9) Aprender en forma continua y autónoma.

Se realizarán análisis desde las especificaciones y mediante ejemplos prácticos sobre la evolución de las tecnologías usadas en los dispositivos usados, donde mostrará la necesidad de una actualización y capacitación permanente.

### **PROGRAMAS Y/O PROYECTOS PEDAGÓGICOS E INCLUSIVOS:**

No se contemplan en el presente ciclo lectivo.

### **CRONOGRAMA TENTATIVO DE CLASES Y PARCIALES y NÓMINA DE TRABAJOS PRÁCTICOS:**

Semana 1	Unidad 1
Semana 2	Unidad 2
Semana 3	Unidad 3
Semana 4	Unidad 4
Semana 5	Unidad 5
Semana 6	Unidad 6-7



Semana 7	Unidad 7
Semana 8	Unidad 8 +TP1
Semana 9	Unidad 8 + TP2
Semana 10	Unidad 9 + TP3
Semana 11	Unidad 10 + Proyecto fin de curso
Semana 12	Unidad 11 + Proyecto fin de curso
Semana 13	Unidad 11 + Proyecto fin de curso
Semana 14	Proyecto fin de curso
Semana 15	Proyecto fin de curso

**BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA Y DE CONSULTA ESPECIFICANDO EL EJE TEMÁTICO DE LA ASIGNATURA:**

Título	Autor/s	Editorial	Año de Edición	Ejemplares Disponibles	Eje Temático
The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing	By Steven W. Smith, Ph.D.	California Technical Publishing	2011	Disponible gratuito en la web. <a href="http://www.dspguide.com/">http://www.dspguide.com/</a>	Unidad 1,2, 8 y 9
Digital Signal Processing and Applications with the OMAP-L138 eXperimenter	Donald Reay	Wiley	2012	1 (electrónico en la cátedra)	Unidades 2,3,4,5,6, 7 y 8, 9.
Digital Signal Processing and Applications with the TMS320C6713 and C6416 DSK	Rulph Chassaing Donald Reay	Wiley	2008	1 (electrónico en la cátedra)	Unidades 2,3,4,5,6 y 7
Communication System Design Using DSP Algorithms	Steeven A. Treteer	Springer	2008	1 (electrónico en la cátedra)	Unidad 10
Digital Design Of Signal Processing Systems A Practical Approach	Shoab Ahmed Khan	Wiley	2011	En Formato Digital	Unidad 11



Presentaciones de Clases, y Proyectos Ejemplos	Guillermo A. Magallán	----	2015	Disponible en formato electrónico	Todas las Unidades
--	-----------------------	------	------	-----------------------------------	--------------------

**HORARIO DE CLASES:**

DIA	HORARIO
Martes	15 a 18hs
Jueves	15 a 18hs

**HORARIO Y LUGAR DE CONSULTAS:**

DIA	HORARIO	LUGAR
Viernes	16 a 18hs	Cubículo 16 Planta baja FI

**REQUISITOS PARA OBTENER LA REGULARIDAD Y LA PROMOCIÓN:**

La evaluación de los contenidos desarrollados se realiza de la siguiente forma:

Promoción de la materia:

- Aprobación de todos los trabajos prácticos con defensa personal.
- Aprobación del proyecto final de fin de curso con defensa personal.  
(Calificación de los TPs promedio mayor o igual a 7 (siete), con ninguna nota inferior a 5 (cinco) en cada TP).

Examen para condición regular:

- Aprobación de todos los trabajos prácticos con defensa personal.  
(Ningún TP con nota inferior a 5 (cinco)).

Examen para condición Libre:

- Presentación y coloquio de trabajos prácticos.
- Implementación de proyecto final en prototipo
- Coloquio integrador.

Puntaje mínimo de aprobación 5 puntos (50%).

En los casos de no aprobar un TP particular se deberá volver a presentar en una fecha pactada con el cuerpo docente del curso durante el mismo cuatrimestre de dictado.



**CARACTERÍSTICAS, MODALIDAD Y CRITERIOS DE LAS INSTANCIAS EVALUATIVAS, INCLUYENDO EXAMEN FINAL, ESTABLECIENDO TIEMPOS DE CORRECCIÓN DE LAS MISMAS Y LA DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES:**

Trabajos prácticos de diseño y Proyecto final integrador.

Los trabajos de diseño y el trabajo final integrador consisten en el planteo de una aplicación puntual a resolver mediante el uso de un *DSP* y/o *FPGA* correlacionado con las unidades temáticas dictadas y analizadas hasta el momento de cursado, establecimiento de una fecha límite de presentación. Luego, los alumnos, durante el desarrollo de la actividad, deberán formar equipos de trabajo, dividir sus diseños en subsistemas simples, realizar el diseño usando los entornos de desarrollo, seleccionar estrategias, simular, verificar el funcionamiento en forma experimental usando placas de desarrollo. Finalmente, se deberá realizar una demostración de funcionamiento, una explicación oral (en forma individual) y un informe técnico sobre el diseño realizado. Se brindarán todos los elementos necesarios para realizar estas actividades.

Para la evaluación, se tendrán en cuenta estos criterios:

- Si se lograron los objetivos planteados en los tiempos establecidos
- Si hubo una activa participación grupal durante el desarrollo de las actividades, con división de tareas.
- Si fue posible buscar alternativas de solución en forma autónoma frente a problemas encontrados.
- Si fue posible lograr la implementación final según las especificaciones planteadas o incluyendo mejoras.
- Si se seleccionaron correctamente estrategias de simulación.
- Si, durante la explicación oral, el alumno logra describir adecuadamente el funcionamiento general y de los subsistemas componentes del diseño, muestra un correcto uso de las herramientas de software usadas y es capaz de analizar los resultados obtenidos.
- Si el informe está usa un lenguaje técnico correcto, define claramente las especificaciones del diseño, se realizan diagramas o esquemas para ilustrar el funcionamiento y se incluyen y analizan resultados obtenidos.

#### Examen Final

Los exámenes finales de la asignatura se realizarán en la fecha prevista por las mesas de exámenes de la FI-UNRC. Se contemplan dos modalidades:

- 1) La resolución de un examen escrito que consta de ejercicios que evalúan diferentes unidades del programa, y luego de la entrega el alumno debe realizar una breve explicación de su resolución en forma de coloquio.
- 2) El consenso con el cuerpo docente de un trabajo final de diseño implementable en los kits de desarrollo, el cual será presentado funcional el día de la mesa de examen con un breve coloquio.



EXÁMENES PARCIALES				
INSTANCIA EVALUATIVA	CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD	TIEMPO DE CORRECCIÓN	TIEMPO DE DEVOLUCIÓN A LOS ESTUDIANTES
Trabajos Prácticos	Práctico	Oral – Informe escrito	30'	Inmediato
Trabajo - Proyecto Final de la Asignatura	Teórico/Práctico	Oral – Informe escrito	1 hora	Inmediato

EXAMENES FINALES	
CARACTERÍSTICAS	MODALIDAD
Examen final tradicional	Escrito, resolución de problemas. Coloquio al finalizar.
Desarrollo de un trabajo de diseño	Presentación funcional, coloquio

Firma Docente Responsable

Firma Secretario Académico