



Ministerio de Educación,
Cultura, Ciencia y Tecnología
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata

"2019 - Año de la Exportación"

Berisso, 13 MAR 2019

VISTO la presentación formulada por la Dirección Departamental de Ingeniería Eléctrica, por la que propone la inclusión de nueva asignatura electiva "Aplicaciones en Tiempo Real - Eléctrica" en la carrera Ingeniería Mecánica y,

CONSIDERANDO:

Que el diseño curricular de la referida carrera, aprobado por Ordenanza 1027, prevé la inclusión de materias electivas, para mejor formación del estudiante en su actividad académica.

Que dicha propuesta fue aprobada por el Consejo Departamental de Ingeniería Eléctrica y por la Comisión de Enseñanza.

Por ello, de conformidad a las atribuciones otorgadas por la reglamentación vigente;

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD REGIONAL LA PLATA
RESUELVE:

ARTÍCULO 1º.- Aprobar, a partir del ciclo lectivo 2019, la inclusión de la asignatura electiva "Aplicaciones en Tiempo Real - Eléctrica" en la carrera Ingeniería Eléctrica, cuya nómina, régimen de correlatividades y carga horaria constan en el Anexo I de la presente resolución.-

ARTÍCULO 2º.- Aprobar el Programa Analítico de la asignatura electiva establecida en el Anexo II de la presente resolución.-

ARTÍCULO 3º.- Regístrese. Comuníquese. Cumplido; archívese.-

RESOLUCION N° 586 - 19



Dra. Fabiana Prodanoff
SECRETARIA ACADEMICA

ing. CARLOS EDUARDO FANTINI
DECANO



Ministerio de Educación,
Cultura, Ciencia y Tecnología
Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional La Plata

"2019 - Año de la Exportación"

Res. C.D. Nº 586 - 19

ANEXO I

Asignatura	Para cursar		Para Rendir
	Cursada	Aprobada	Aprobada
"Aplicación en Tiempo Real - Electrotecnia" 4 hs. cuatrimestral 2 hs. Anual	Instrumentos y Mediciones Eléctricas – Máquinas Eléctricas I – Fundamentos para el Análisis de Señales	Integración Eléctrica II – Fundamentos de Informática	Instrumentos y Mediciones Eléctricas - Fundamentos para el Análisis de Señales - Máquinas Eléctricas I

Dra. Fabiana Prodanoff
SECRETARIA ACADÉMICA



ANEXO II

586-19

FICHA DE ACTIVIDAD CURRICULAR

CÁTEDRA

APLICACIONES EN TIEMPO REAL

RESPONSABLE DE LA CÁTEDRA

Ing. José A. RAPALLINI

PLANIFICACIÓN CICLO LECTIVO

2019

CARRERA

INGENIERÍA ELECTRICA



586 - 19

CARACTERÍSTICAS DE LA ASIGNATURA

PLAN DE ESTUDIOS: 2005
ORDENANZA CSU. N° 1026 y 1549
AREA: Asignaturas Complementarias
NIVEL/AÑO: Cuarto Nivel
REGIMEN:

OBLIGATORIA

ELECTIVA

ANUAL

PRIMER CUATRIMESTRE

SEGUNDO CUATRIMESTRE

x
x

CANTIDAD DE HORAS CÁTEDRA SEMANALES

Modalidad de dictado anual

Modalidad de dictado cuatrimestral

4





OBJETIVOS

586 - 19

OBJETIVO GENERAL:

Comprensión del funcionamiento de sistemas tecnológicos que operan en tiempo real.
Realización de experiencias concretas con las herramientas físicas y lógicas para el desarrollo de estos sistemas.
Integrar conocimientos adquiridos en las materias vistas hasta el momento.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE TIEMPO REAL

Sistemas de tiempo real (STR), Requisitos de los STR, Diseño de STR

- Presentar una metodología para resolver la problemática de los STR
- Analizar problemas elementales básicos de los STR.
- Introducir vocabulario técnico vinculado
- Utilizar los conocimientos que el alumno ya posee.
- Generar la necesidad para el alumno de incorporar nuevos conocimientos de esta temática.

CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS DE APLICACIONES - ENTORNOS

ENTORNOS:

Sistemas embebidos, Sistemas centralizados e interfaces, Sistemas de control distribuido, Análisis y Diseño de STR

- Asociar los sistemas según complejidad y sus componentes comerciales.
- Presentar equipos que permiten manejar información proveniente de un sistema físico.
- Generar la necesidad para el alumno de incorporar nuevos conocimientos.

ANÁLISIS DE HARDWARE:

Sensores, transductores y actuadores, Acondicionamiento de señales, Convertidores A/D y D/A

- Asociar las señales con fenómenos físicos y sus componentes comerciales.
- Vincular conceptos matemáticos con variables provenientes de distintos sistemas.
- Acercar al alumno a problemas básicos de Hardware de TR.
- Generar la necesidad para el alumno de incorporar nuevos conocimientos.

ANÁLISIS DE SOFTWARE:

Sistemas Operativos Tiempo Real (SOTR) y Lenguajes de Tiempo Real (LTR), Caracterización, Planificación y Concurrencia

- Asociar los SOTR, los LTR y sus componentes comerciales.
- Vincular conceptos matemáticos con variables provenientes de distintos sistemas.
- Acercar al alumno a problemas básicos de Software TR
- Generar la necesidad para el alumno de incorporar nuevos conocimientos.

DESARROLLO DE APLICACIONES EN TIEMPO REAL

Análisis y Diseño de STR, Especificaciones, Diagrama de bloques, Diagrama Funcional, Selección del HARD y SOFT, Implementación

- Posibilitar que el alumno implemente de STR, demostrar su funcionamiento y realizar medición y análisis de estos





CONTENIDOS

CONTENIDOS SINTÉTICOS:

INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE TIEMPO REAL:

- a. Sistemas de tiempo real (STR), Caracterización, Clasificación y Requisitos de los STR. Uso de la Metodología de Codiseño en STR.
- b. Análisis y Diseño de STR: Ámbitos del Desarrollo Externo – Periférico – Interno. Especificaciones, Diagrama de bloques, Diagrama Funcional, Selección del HARD y SOFT, Implementación. Herramientas de software para el diseño y desarrollo. Entornos de trabajo en STR.

CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS DE LAS APLICACIONES - ENTORNOS

- c. Entornos de aplicaciones: Sistemas Embebidos, Sistemas Centralizados y Sistemas Distribuidos. Diagramas funcionales Típicos de cada uno.
- d. Análisis de Hardware: Sensores, transductores y actuadores, Acondicionamiento de señales, Convertidores A/D y D/A. Sistemas de Procesamiento.
- e. Análisis de Software: Tipos de Sistemas Operativos y Lenguajes de programación para Sistemas de Tiempo Real. Caracterización, Planificación y Concurrencia.

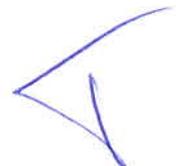
DESARROLLO DE APLICACIONES EN TIEMPO REAL:

- f. Diseño, desarrollo e implementación de ejemplos de Aplicaciones en Tiempo Real en distintos entornos de trabajo.

CONTENIDOS ANALÍTICOS

UNIDAD N° 1: INTRODUCCION A LOS SISTEMAS DE TIEMPO REAL

- **Tema 1.1: Sistemas de tiempo real**
 - Definición de Sistemas en Tiempo Real
 - Características y Clasificación:
 - STR críticos y acrílicos
 - Requisitos de los STR
 - Requisitos Funcionales
 - Toma de datos
 - Ingreso de datos
 - Sistema de cómputo
 - Comunicación con el operador
 - Realimentación
 - Requisitos Temporales
 - Proceso Periódico





Proceso Aleatorio
Tiempo de respuesta
Variación
Fiabilidad y Seguridad
Tolerancia a fallos
Prevención y tolerancia a fallos
Redundancia dinámica
Bloques de recuperación
Confiabilidad de hardware y software
Seguridad de hardware y software

586 - 19

• **Tema 1.2: Diseño de STR**

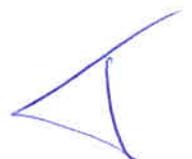
Características y Objetivos para el diseño de STR
Herramienta para la comprensión de los sistemas en tiempo real
Diagramas
Tipos de estados, eventos, etc.
Diseños descendentes (top-down) y ascendentes (bottom-up)
Diseño tradicional vs codiseño
Codiseño HW/SW
Definición
Metodología
Fases del Codiseño
Documento de requisitos
Simulación Funcional
Lenguajes de especificación y modelos de programación:
Matlab (Octave) - Simulink
Redes de Petri - ADA
Partición: experiencia previa, posibilidades técnicas y utilización de recursos.
Cosíntesis – Cosimulación - Implementación concurrente- Coverificación - Prototipo funcional

UNIDAD Nº 2: CARACTERIZACIÓN Y ANALISIS DE LAS APLICACIONES-ENTORNOS

• **Tema 2.1: Entornos de Aplicaciones**

Sistemas embebidos

Definición y Componentes
Microprocesadores y Microcontroladores
Definición
Características
Componentes
DSC (controladores digitales de señal -digital signal controler) y DSP (procesamiento digital de señales - digital signal procesing)
Definición
Características
Componentes
Herramientas de diseño de interfaces de Software
Lenguaje 'C'
Compiladores y ambientes de desarrollo
Lenguajes Ensambladores
HDL, lenguaje de descripción de hardware
Diseño de interfaces de Hardware, utilizando Software
Sistemas reconfigurables
Herramientas de Software:
Analógicos: AHDL
Digitales: VHDL, Verilog





Herramientas de Hardware: FPAA, CPLD, FPGA
Sistemas comerciales: Xilinx, Altera, Lattice, etc.

586 - 19

Sistemas centralizados e interfaces

Definición y Componentes

Adquisición y control de datos (ADQ)

Diagrama de bloques de adquisición y control de datos

Placa de adquisición de datos y control

Interfaces normalizadas de comunicación de datos:

Serie-Paralelo-USB-IEEE1394-Ethernet- IEEE488- VME - etc.

Instrumentación virtual - Definición de instrumento virtual -Diferencias con un instrumento tradicional

Programas comerciales

PLC: Definición, Características, Estructura básica, Clasificación, Funcionamiento,

Programación. PLC vs PC industrial

INTERFACE DE SOFT Hombre Maquina (HMI)

Introducción al Control numérico y Robótica

Sistemas de control distribuido (SCD)

Definición y Componentes

PLC en SCD

Buses de campo

Definición, Ventajas, Clasificación, Ejemplos

Sistema SCADA

MTU, RTU, Sistema de comunicaciones

Clasificación

Programas comerciales

• **Tema 2.2: Análisis de hardware**

Sensores, transductores y actuadores

Características de los sensores de exactitud

Qué es un sensor, Tipos de sensores

Qué es un actuador, Tipos de actuadores

Transductores digitales

Acondicionamiento de señales.

Proceso de acondicionamiento de señales

Filtrado

Linealización

Convertidores A/D y D/A

Utilidad, Tipos de convertidores

Multiplexores

Sistemas de Procesamiento

• **Tema 2.3: Análisis de software**

Caracterización del Soft para TR

Tareas Periódicas y No periódicas (Eventos – Interrupciones)

Algoritmos de resolución numérica en TR

Aplicaciones con premediación, linealización, filtros digitales, etc

Planificación y Concurrencia

Planificación

Algoritmos para sistemas tradicionales

Algoritmos para SOTR

Concurrencia

SOTR Y LTR

Limitaciones de los SO y Lenguajes de Programación

Características de los SOTR y LTR

Ejemplos de Uso

Definición, Características y Arquitectura de:

RT-LINUX

QNX

C





UNIDAD N° 3: DESARROLLO DE APLICACIONES EN TIEMPO REAL

Tema 3.1: Análisis y Diseño de STR

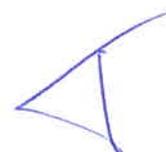
Evaluación de los STR
Caracterización del Sistema
Especificaciones
Diagrama de bloques
Diagrama Funcional
Selección del HARD y SOFT
Implementación.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO DE EDICIÓN ISBN	EJEMPLARES DISPONIBLES en Biblioteca
Mecatrónica / 6ta edición,	W. Bolton	Ed. Alfaomega	2017/ 978607622974 3	0
Real-Time Systems and Programming Languages (Fourth Edition)	Burns / Wellings	Ed. Addison Wesley	April 2009 / ISBN: 978-0-321-41745-9	1
Real - Time Sysstems and Programming Languages (Third Edition)	Burns / Wellings	Ed. Addison Wesley	2002 / 0201729881	1 Ingles 1 Castellano
Mecatrónica / 2da edición,	W. Bolton	Ed. Alfaomega	2001/ 970-15-0636-7	2
Mecatrónica / 4ta edición,	W. Bolton	Ed. Alfaomega	2011 / 978-607-7854-32-6	1

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA





TITULO	AUTOR	EDITORIAL	AÑO DE EDICIÓN / ISBN	EJEMPLARES DISPONIBLES en Biblioteca
Sistemas de Tiempo Real	Wainer Gabriel A.	Editorial NUEVA LIBRERIA	2001 / 9509088862	2
Sistemas digitales de control de procesos (2º Edición)	Szklanny Sergio D Behrends Carlos R.	Ed Control	1994 / 020182054	1
Sistemas digitales de control de procesos. (edición 2006)	Szklanny Sergio D Behrends Carlos R.	El Galpón.	2006/ 98795098	1
Sistemas digitales de control de procesos - una actualización	Szklanny Sergio D Behrends Carlos R.	El Galpón.	2004/ 9874380764	1
Mediciones de procesos Industriales	Szklanny Sergio D	El Galpón.	2004/ 9874380772	1



FORMACIÓN PRÁCTICA

FORMACIÓN EXPERIMENTAL: 20 horas

RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE INGENIERÍA: 20 horas

ACTIVIDADES DE PROYECTO Y DISEÑO: 24 horas

DISTRIBUCIÓN HORARIA

Total, horas semanales	Total, horas anuales	Formación práctica		
		Formación experimental	Resolución de problemas de Ingeniería	Actividades de Proyecto y diseño
4	64	X horas 20	Y horas 20	W horas 24
(1er cuatrimestre)				

ARTICULACIÓN CON ASIGNATURAS CORRELATIVAS Y OTRAS.

ASIGNATURAS CON QUE SE VINCULA

Para formar el conocimiento y evolución, son necesarios para el desarrollo de los temas de la materia la vinculación con siguientes asignaturas de la carrera.

Materia	Tipo de articulación	Tema relacionado
8. Fundamentos de Informática	Vertical	Toma: conocimientos de los sistemas informáticos y sus herramientas para diseño
13. Integración Eléctrica II	Vertical	Toma: Características de los sistemas eléctricos
19. Instrumentos y Mediciones Eléctricas	Vertical	Toma: experiencias en el uso de instrumental.
26. Fundamentos para el Análisis de Señales	Vertical	Toma: conocimientos matemáticos para el desarrollo de los TP
28. Electrónica I 29. Máquinas Eléctricas II 30. Seguridad, Riesgo Eléctrico y Medio	Horizontal	Toma / Provee: Aplicaciones de Tiempo Real para su resolución en forma conjunta.



Ambiente 31. Instalaciones Eléctricas y Luminotecnia (Int) 32. Control Automático 33. Máquinas Térmicas, Hidráulicas y de Fluido		
35. Electrónica II 36. Generación, Transmisión y Distribución de la Energía Eléctrica 37. Sistemas de Potencia 4 - 38 Accionamientos y Controles Eléctricos 40. Proyecto Final (Int)	Vertical	Provee: Conocimientos de los sistemas de tiempo real, herramientas de programación para el desarrollo de los trabajos específicos y experiencia en su diseño

ARTICULACION CON CORRELATIVAS

Para cursar		Para rendir el Examen final (**)
Cursada	Aprobada	Aprobada
19 - 22 - 25	14 - 8	19 - 25 - 22

(**) Para Aprobación no directa ver especificidades en el punto 7.2.2 Correlatividades – Ord. 1549/16 (ANEXO 5)
Para Aprobación directa por promoción ver especificidades en el punto 7.2.1 Correlatividades – Ord. 1549/16

PROYECTOS DE INTEGRACIÓN

Aun no propuestos

Materia	Tipo de integración	Tema relacionado



CARACTERÍSTICAS DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR

DESCRIPCIÓN

Dictado de clases teóricas y realización de prácticas en aula tradicional, presentación de proyectos y diseños en laboratorio.

La modalidad utilizada se desarrolla fuertemente en el método de aprendizaje mediante Resolución de Problemas, Análisis Experimental y Desarrollo de Proyectos, en forma grupal e individual.

Para ello los docentes realizan clases orientativas en los conceptos teóricos necesarios para el desarrollo de las actividades, complementándose con la lectura por los alumnos de esos temas en la bibliografía adoptada.

Luego se presenta una guía de problemas a resolver en el aula, que se corresponde a otra de desarrollo experimental realizada en el laboratorio en forma grupal e individual.

Por último, cerrando los conocimientos de cada módulo de estudio (ver contenidos del programa analítico) se proponen proyectos para que los alumnos los analicen y previa discusión con los docentes los implementen algunas partes físicamente y comprueben su funcionamiento en el laboratorio.

MODALIDAD DE LA ENSEÑANZA

En esta asignatura se utiliza como estrategias de enseñanza: la clase expositiva, con el enriquecimiento de debates en clases sobre casos reales. Se realizan (con las limitaciones de equipamiento real sobre el cual se pueda realizar la experimentación) experiencias reales tratadas en cada unidad temática.

EVALUACIÓN

La cátedra Aplicaciones en Tiempo Real establece su régimen de evaluación y cursada en función de la Ordenanza 1549.

Cada alumno deberá inscribirse en alguno de los dos modos de cursada:

a) Cursada por **aprobación directa** (promoción).

Tendrán que rendir 3 instancias de evaluación: a) 1 exámenes parcial, b) Aprobación de cada TP y Laboratorios a desarrollar en la cursada y c) un trabajo integrador. Todos tendrán las recuperaciones que correspondan por cada instancia y un flotante general, según la disposición vigente de la Secretaria Académica.

El **trabajo integrador** será teórico práctico y constará de un proyecto de cátedra a desarrollar durante la cursada de la materia. Al final de la cursada los alumnos deberán presentar un informe





escrito ajustado al formato que impone la cátedra. Dicho informe será evaluado por los docentes de la cátedra para su aprobación.

b) Cursada por **aprobación no directa** (debe rendir examen final).

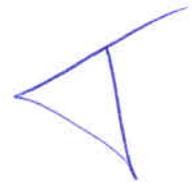
Tendrán que rendir 2 instancias de evaluación: a) 1 exámenes parcial, b) Aprobación de cada TP y Laboratorios a desarrollar en la cursada. Todos tendrán las recuperaciones que correspondan por cada instancia y un flotante general, según la disposición vigente de la Secretaria Académica.

Requisitos de aprobación y Calificación:

a) Cursada por **aprobación directa**: para promocionar, el alumno deberá obtener en cada instancia de evaluación (parciales y trabajo integrador) una nota igual o superior a 6 (seis) puntos, debiendo cumplir al menos con el 75% de asistencia, sin posibilidades de reincorporación. Los alumnos que no cumplan con alguna de estas condiciones podrán optar por la **aprobación no directa**, siempre y cuando cumplan con las condiciones establecidas en el punto b).

b) Cursada por **aprobación no directa**: deberá obtener al menos un puntaje de 6 (seis) puntos en cada instancia para obtener la aprobación de solo la cursada de la materia, quedando así habilitado para rendir el Examen Final.

Nota: La calificación se resolverá según escala establecida en el inciso 8.2.3 Ord. 1549/16 (ANEXO 5)





ESTRUCTURA DE LA CÁTEDRA

586-19

RESPONSABLE DE LA CÁTEDRA

Docente	Categoría	Título Profesional
Rapallini, José A	Profesor Titular	Ingeniero en Telecomunicaciones

ESTRUCTURA DOCENTE

Docente	Categoría	Título Profesional
Hugo H. Mazzeo	Profesor Adjunto	Ingeniero Electrónico
Omar Rodríguez	JTP	Ingeniero en Sistemas de Información
Renzo Coronel	Ay Diplomado	Ingeniero en Sistemas de Información

NÚMERO DE COMISIONES: 1 (una)

NÚMERO DE ALUMNOS POR COMISIÓN: Máximo 25





CRONOGRAMA

Unidad Temática N°	Contenidos/Actividades	Tiempo Hasta la Semana N°
N° de unidad	Contenidos de la semana	hasta qué semana inclusive, se dan los contenidos
1		4
	1.1 Sistemas de tiempo real (STR), Caracterización, Clasificación y Requisitos de los STR. Uso de la Metodología de Codiseño en STR.	
	1.2 Análisis y Diseño de STR: Ámbitos del Desarrollo Externo – Periférico – Interno. Especificaciones, Diagrama de bloques, Diagrama Funcional, Selección del HARD y SOFT, Implementación. Herramientas de software para el diseño y desarrollo.	
2		12
	2.1 Entornos de aplicaciones: Sistemas Embebidos, Sistemas Centralizados y Sistemas Distribuidos. Diagramas funcionales Típicos	
	2.2 a) Análisis de Hardware: Sensores, transductores y actuadores, Acondicionamiento de señales, Convertidores A/D y D/A..	
	2.2 b) Sistemas de Procesamiento	
	2.2 c) Sistemas de Procesamiento Especifico (Arduino - Raspberry Pi-otros)	
	2.2 d) Análisis de Hardware y Software sobre ambientes Arduino	
3		16
	3.1 Diseño, desarrollo e implementación de ejemplos de Aplicaciones en Tiempo Real en distintos entornos de trabajo.	

Cronograma de Evaluaciones.

1. Evaluación en cada instancia de presentación del TP o Laboratorio (hasta una semana después de su desarrollo)
2. Parcial escrito Teórico y Práctico de todos los contenidos de la materia, realizado (1ra fecha) en la antepenúltima clase de la cursada.
3. Para los que realicen Aprobación directa: Exposición del trabajo de Integración en fecha a definir con el alumno.

Días y horarios de clases de consulta.

Miércoles de 18:30 a 20:00 hs en forma presencial y en forma virtual durante la semana de lunes a viernes, dentro de los horarios laborales.