



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA

VISTO:

El Expte. de la Universidad Nacional de Córdoba N° 0012385/2014 por el cual el Director de la Escuela de INGENIERÍA MECÁNICA ELECTRICISTA, solicita se apruebe la modificación en el Programa Analítico de la Asignatura "SISTEMAS DE MEDICIÓN" de la carrera de INGENIERÍA MECANICA ELECTRICISTA ; y

CONSIDERANDO:

Lo informado por la Directora de Programas Especiales a fs. 22;

Lo aconsejado por la Comisión de ENSEÑANZA;

EL H. CONSEJO DIRECTIVO DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES

RESUELVE:

Art. 1º).- Aprobar la modificación en el Programa Analítico de la Asignatura "SISTEMAS DE MEDICIÓN" de la Carrera de INGENIERÍA MECANICA ELECTRICISTA, según ANEXO I de la presente Resolución.

Art. 2).- Dese al Registro de Resoluciones, comuníquese a la Secretaría Académica Área Ingeniería, al Área Oficialía, al Área Apoyo Administrativo a la Función Docente, a Bedelía y archívese.
DADA EN LA SALA DE SESIONES DEL H. CONSEJO DIRECTIVO EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA, A UN DÍA DEL MES DE AGOSTO DEL AÑO DOS MIL CATORCE.



Prof. Ing. DANIEL LAGO
SECRETARIO GENERAL
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA





Dra. SONIA E. COLANTONIO
VICEDECANA
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Universidad Nacional de Córdoba

RESOLUCION N° 569 -H-C.D.-2014

Ab REVISADO

J.N.C. FACULTAD DE C.E.F.Y.N.
AREA OPERATIVA

Av. Vélez Sarsfield 1600
5016 CORDOBA – República Argentina

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, F. Y N. REPUBLICA ARGENTINA	Programa de: Sistemas de Medición Código:
Carrera: <i>Ingeniería Mecánica Electricista</i> Escuela: <i>Ingeniería Mecánica Electricista</i> Departamento: <i>Electrotecnia</i>	Plan: 2005 Carga Horaria: 96 Semestre: 8º Carácter: <i>Obligatoria</i> Bloque: <i>Tecnologías Básicas</i>
Puntos: 4 Hs. Seman: 6 Año: 4º.	
Objetivos: <i>Están orientados para lograr que el estudiante conozca los instrumentos analógicos, electrónicos y digitales, interprete sus funcionamientos y las técnicas de utilización, como así también el estudio de los transductores y las interferencias de las señales, los conceptos de sistemas de instrumentos y de mediciones, su utilización en instalaciones y equipos tanto en instalaciones nuevas como en mantenimiento, de modo que el alumno adquiera los conocimientos que le permitan efectuar una adecuada selección de la técnica, sistemas e instrumental necesarios para realizar con destreza una determinada medición.</i>	
Programa Sintético: Unidad 1. <i>Conceptos generales de medición y técnicas analógicas en las medidas.</i> Unidad 2. <i>Técnicas digitales aplicadas a las mediciones.</i> Unidad 3. <i>Instrumentos electrónicos de medición.</i> Unidad 4. <i>Medidas de resistencia, impedancia, potencia, energía y otras magnitudes.</i> Unidad 5. <i>Transductores eléctricos.</i> Unidad 6. <i>Procesado de la señal.</i> Unidad 7. <i>Interferencia y apantallamiento.</i>	
Programa Analítico de foja: 2 a foja: 7 Bibliografía de foja: 8 a foja: 8 Correlativas Obligatorias: <i>Instalaciones Electromecánicas, Electrónica Aplicada.</i> Correlativas Aconsejadas: Rige: 2005	
Aprobado H.C.D.: Res.: Fecha: Reemplaza al aprobado por H.C.D. Res.: Fecha: El Secretario Académico de la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales (U.N.C) certifica que el programa está aprobado por el (los) números y fecha(s) que anteceden, Córdoba, / / .	
Carece de validez sin la certificación de la Secretaría Académica:	



Sistemas de Medición (IME)

PROGRAMA ANALITICO LINEAMIENTOS GENERALES

La asignatura Sistemas de Medición es una materia que cubre una amplia gama de temas que hacen fundamentalmente a las mediciones de parámetros eléctricos, electromagnéticos y otros numerosos que mediante transducción son transformados en variables eléctricas. Los instrumentos y sistemas de medición que estudia la asignatura básicamente manipulan corrientes eléctricas.

En la rama de la ingeniería electricista, esta asignatura es una de las que más directamente tienen obligada su inmediata aplicación, ya que no existe ninguna posibilidad de efectuar una actividad en el campo eléctrico sin que se apliquen algunos de estos conocimientos. La capacitación que se brinda al estudiante tiende a la consecución de los objetivos mencionados en el Programa Sintético y está orientada para lograr que conozca acerca de la cuantificación de las distintas magnitudes físicas y eléctricas, los instrumentos utilizados para ese proceso, su funcionamiento, las técnicas de operación, los errores y los límites de utilización involucrados, como así también el estudio de los transductores y las interferencias presentes en un sistema de medición.

Se desarrollarán los conceptos de sistemas de instrumentos y de mediciones, su utilización en instalaciones y equipos, tanto en instalaciones nuevas como en mantenimiento, de modo que el estudiante adquiera los conocimientos que le permitan efectuar una adecuada selección de la técnica, los sistemas y el instrumental necesario para realizar con destreza una determinada medición.

Por tratarse de una asignatura de aplicación, en el dictado de la misma se utiliza información de textos teóricos, guías de trabajos prácticos de laboratorios, guías de problemas de aplicación desarrollados por la Cátedra, bibliografía de consulta, catálogos y manuales de los fabricantes de los diversos instrumentos y componentes.

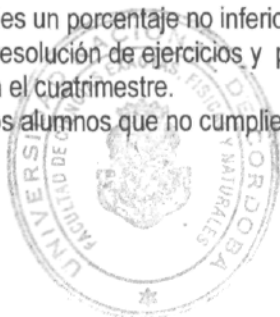
METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Se dictan clases teórico-prácticas, en las cuales se enseñan los criterios de uso y disposición e interacción entre los elementos componentes de una medición, explicando los diversos métodos de cálculo y configuración. Se resuelven problemas con cálculos y fundamentos. Se efectúan mediciones.

EVALUACIÓN

CONDICIONES PARA LA APROBACIÓN DE LA MATERIA

- 1.- Aprobación de la asignatura:
 - 1.1.- Por Promoción o
 - 1.2.- Por Examen ante Tribunal rindiendo como alumno Regular o Libre.
- 2.- Aprobación por Promoción:
 - 2.1.- Aprobar un Coloquio Final Integrador oral, para lo cual se requiere un porcentaje no inferior al 70 %.Para poder rendir el Coloquio se requiere:
 - 2.1.a.- Tener aprobadas las materias correlativas y demás requisitos exigidos por la Facultad.
 - 2.1.b.- Asistir al 80% de las clases teóricas y prácticas.
 - 2.1.c.- Aprobar todos y cada uno de los dos Parciales para lo cual se requiere un porcentaje no inferior al 70 % en cada uno.
 - 2.1.d.- Tener aprobada la presentación de la resolución de ejercicios y problemas y los informes de prácticas de laboratorio que sean realizados en el cuatrimestre.
- 3.- Regularidad: Para obtener la condición de alumno Regular en la materia, debe cumplirse:
 - 3.1.- Tener regularizadas o aprobadas las materias correlativas y demás requisitos de la Facultad.
 - 3.2.- Asistir al 80% de las clases teóricas y prácticas.
 - 3.3.- Obtener en cada uno de los dos Parciales un porcentaje no inferior al 50 %.
 - 3.4.- Tener aprobada la presentación de la resolución de ejercicios y problemas y los informes de prácticas de laboratorio que sean realizados en el cuatrimestre.
- 4.- Condición de Libre: Quedan comprendidos los alumnos que no cumplieron con alguna de las condiciones precedentes.



CONTENIDOS TEMATICOS

Unidad 1: Conceptos generales de medición y técnicas analógicas en las medidas.

Conceptos generales de medición

Conceptos básicos de medición. Configuración de un sistema de medición. Sistemas de medidas. Patrones de medida. Calibración. Trazabilidad. Simbología. Sensibilidad. Rango. Precisión. Exactitud. Clase de un instrumento.

Teoría de errores. Errores absoluto y relativo. Clasificación de los errores. Cifras significativas, redondeo. Error de inserción.

Teoría estadística de errores. Teoría de Gauss. Caso teórico de un gran número de mediciones. Caso de un número reducido de mediciones. Propagación de errores en medidas indirectas.

Incertidumbre en las mediciones: Definición de incertidumbre. Fuentes de incertidumbre. Estimación de la incertidumbre estándar. Incertidumbre combinada y expandida. Factor de cobertura y nivel de confianza.

Técnicas analógicas en las mediciones.

Instrumentos de medida analógicos. Dinámica de los Sistemas. Análisis funcional. Pares de giro en los mecanismos de medición. Amortiguamiento. Escalas. Dispositivos indicadores.

Forma de onda y su respuesta. Valores característicos. Factor de forma. Rectificación. Respuesta en frecuencia.

Clasificación de los instrumentos analógicos. Instrumentos analógicos de medición eléctrica. Clasificación en base a su principio de funcionamiento.

Unidad 2: Técnicas digitales aplicadas a las mediciones.

Introducción a las técnicas digitales. Conteo y codificación digital.

Conversiones a los procesos digitales. Conversión analógica - digital. Conversión digital – analógica. Otros.

Unidad 3: Instrumentos electrónicos de medición.

Medición de parámetros eléctricos. Contadores digitales. Frecuencímetros. Voltímetro digital. Voltímetro de verdadero valor eficaz. Multímetro digital. Otros.

Osciloscopios analógicos. Atenuadores y acondicionamientos de entrada. Sistemas de despliegue. Sistema de sincronismo. Sistemas de deflexión vertical. Sistemas de deflexión Horizontal. Técnicas de medición.

Osciloscopios de memoria digital. Atenuadores y acondicionamientos de entrada. Sistema de sincronismo.

Almacenamiento de la información. Conversión de la información analógica en digital. Capacidades de análisis de la información. Sistemas de despliegue.

Osciloscopios especiales. Osciloscopio de Muestreo. Otros.

Analizadores. Calidad de energía. Analizadores de redes. Análisis de armónicos en sistemas de distribución. Otros.

Introducción a la instrumentación virtual. Instrumentación Virtual. Entorno de desarrollo gráfico para la programación de sistemas de instrumentación y de control.

Unidad 4: Medidas de resistencia, impedancia, potencia, energía y otras magnitudes.

Medición de resistencias e impedancias

Medición de resistencia por métodos indirectos. Medición de resistencia interna de instrumentos. Ohímetros.

Principios de medición. Puentes de medición.

Medición de resistencia de puesta a tierra. Componentes de la resistencia de la toma de tierra. Resistencia del terreno. Métodos de medición. Telurímetros.

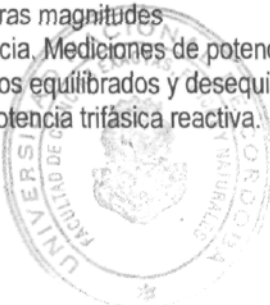
Medición de resistencia de aislamiento. Técnicas de pruebas y medidas de aislamiento. Determinación de valores en circuitos tipo. Interpretación y análisis de la medición. Megohímetros. Precauciones y condiciones a respetar en instalaciones para diversos tipos de mediciones de aislamiento.

Medición de impedancias. Métodos indirectos. Principios de medición. Puentes y otros.

Medición de potencia, energía eléctrica y otras magnitudes

Conceptos básicos en la medición de potencia. Mediciones de potencias en sistemas monofásicos.

Mediciones de potencia en sistemas trifásicos equilibrados y desequilibrados. Conexión Aron. Medición de factor de potencia. Cosímetro. Medida de potencia trifásica reactiva.



Instrumentos de medida de potencia. Wattímetros. Vármetro. Analizadores de redes en la medición de potencia.

Instrumentos de medida de energía. Contadores de energía monofásicos y trifásicos.

Unidad 5: Transductores eléctricos

Transductores en los sistemas de medición. Definiciones en un sistema de medición. Indicaciones para seleccionar y emplear los transductores.

Transductores térmicos. Principio de funcionamiento. Termocuplas. Transductores basados en semiconductores. Otros. Condiciones de uso y entorno. Aplicaciones.

Transductores de presión. Principio de funcionamiento. Presión diferencial, relativa y absoluta. Tecnologías. Condiciones de uso y entorno. Aplicaciones.

Transductores de fuerza. Principio de funcionamiento. Etapa de acondicionamiento. Amplificación. Ganancia de modo común y modo diferencial. RRM. Galgas extensiométricas resistivas (Strain Gauge). Usos. Estabilidad térmica.

Transductores ópticos. Células fotoeléctricas. Encoders incrementales y absolutos. Barreras ópticas. Reflexión. Filtros. Usos.

Transductores utilizando otros principios de detección y medición. Transductores de proximidad.

Transductores basados en ultrasonido. Transductores basados en Efecto Hall. Otros transductores. Principio de funcionamiento y aplicaciones.

Unidad 6: Procesado de la señal.

Procesado de la señal. Análisis funcional de las mediciones eléctricas. Atenuadores. Amplificadores.

Escalado de tensión. Escalado de corriente. Transformadores de medida. Otros.

Conversión de Corriente Alterna a Corriente continua (CA/CC). Conversores de verdadero valor eficaz, de valor medio y de valor pico.

Modulación y Demodulación. Introducción. Modulación en amplitud. Modulación con portadora analógica y modulante digital. Modulación con modulante analógica y portadora digital. Variables muestreadas. Teorema del muestreo. Filtros.

Unidad 7: Interferencia y apantallamiento

Interferencia interna y externa. Definición. Interferencias y señales a modo común y modo normal (diferencial). RRM. Relación señal ruido (interferencia).

Tipos de interferencias externas y sus blindajes o apantallamientos. Interferencia capacitiva. Interferencia inductiva. Interferencia electromagnética. Interferencia acoplada conductivamente. Interferencia del circuito de tierra (o de modo común). Guardas de entrada para reducir interferencia del circuito de tierra.

Apantallamientos.



Sistemas de Medición (IME)

1.- LISTADO DE ACTIVIDADES PRÁCTICAS Y/O DE LABORATORIO

Unidad 1: Conceptos generales de medición y técnicas analógicas en las medidas.

Resolución de problemas de aplicación.

Prácticas de Laboratorio:

Determinación de la resistencia interna de amperímetros y voltímetros de bobina móvil. Ampliación de sus escalas. Distintos métodos.

Medición de valores medios, eficaces y de cresta de ondas provenientes de rectificadores utilizando instrumentos de corriente continua, de corriente alterna y osciloscopio.

Unidad 2: Técnicas digitales aplicadas a las mediciones.

Resolución de problemas de aplicación.

Prácticas de Laboratorio: Aplicaciones con los instrumentos electrónicos de medición.

Unidad 3: Instrumentos electrónicos de medición.

Resolución de problemas de aplicación.

Prácticas de Laboratorio:

Multímetro. Usos y aplicaciones más frecuentes. Análisis de límites y condiciones de entorno.

Frecuencímetro. Usos y aplicaciones más frecuentes. Análisis de límites y condiciones de entorno.

Osciloscopio analógico. Usos y aplicaciones frecuentes. Ancho de banda. Puntas atenuadoras de entrada. Compensación

Osciloscopio con memoria digital. Usos y aplicaciones frecuentes. Memoria y resolución de conversión. Tiempo de muestreo. Aliasing.

Analizadores de redes. Análisis de la calidad de energía en una línea de distribución. Análisis armónico espectral.

Instrumentación virtual. Nociones de programación. Implementación de un sistema de medición mediante instrumentación virtual.

Unidad 4: Medidas de resistencia, impedancia, potencia, energía y otras magnitudes.

Resolución de Problemas.

Prácticas de Laboratorio:

Determinación de valores de resistencia de aislación utilizando megóhmetro. Análisis de la medición y de los resultados.

Determinación de valores de resistencia de puesta a tierra utilizando telurómetro. Análisis de la medición y de los resultados.

Medición de potencia reactiva utilizando un vatímetro electrodinámico y una red desfasadora constituida por resistores y capacitores.

Medición de potencia activa y reactiva en sistemas trifásicos equilibrados. Conexión Aron de wattímetros electrodinámicos.

Determinación de secuencia de fases con Indicador de secuencia de fases (secuencímetro).

Determinación del factor de potencia trifásica.

Medición de potencia en sistemas desequilibrados. Tensión de desplazamiento de neutro. Corrientes de neutro.



Unidad 5: Transductores eléctricos

Resolución de Problemas.

Prácticas de Laboratorio:

Transductores de temperatura. Medición de temperatura con Termocuplas, RTD y su comparación con otros transductores térmicos. Análisis de límites de uso y errores.

Transductores de fuerza. Diseño de un sistema para pesar con celdas de carga como aplicación de las galgas extensiométricas. Calibración con pesas. Análisis de errores. Limitaciones.

Transductores ópticos. Medición angular con Encoder incremental. Determinación de sentido de giro. Resolución.

Transductores de presión. Medición de presiones relativas y diferenciales.

Aplicaciones con otros transductores.

Unidad 6: Procesado de la señal.

Resolución de Problemas.

Prácticas de Laboratorio:

Mediciones de intensidades de corriente con Transformador de intensidad.

Prácticas sobre instrumentos aplicando filtros, modulación de amplitud y frecuencia.

Unidad 7: Interferencia y apantallamiento

Resolución de Problemas.

Prácticas de Laboratorio: experiencias prácticas con reconocimiento de interferencias y blindajes.

Construcción de un sistema de medición sometido a interferencia capacitiva o de acoplamiento por campo eléctrico. Análisis y cuantificación. Apantallamiento.

Construcción de un sistema de medición sometido a interferencias inductivas. Análisis. Apantallamiento.

Construcción de un sistema de medición sometido a interferencias por circuito de tierra o modo común. Análisis y cuantificación. Apantallamiento. Hilo de guarda.



Sistemas de Medición (IME)

2.- DISTRIBUCION DE LA CARGA HORARIA

ACTIVIDAD	HORAS
TEÓRICA	36
FORMACIÓN PRACTICA:	
○ FORMACIÓN EXPERIMENTAL	24
○ RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	36
○ ACTIVIDADES DE PROYECTO Y DISEÑO	
○ PPS	
TOTAL DE LA CARGA HORARIA	96

DEDICADAS POR EL ALUMNO FUERA DE CLASE

ACTIVIDAD	HORAS
PREPARACION TEÓRICA	54
PREPARACION PRACTICA	
○ EXPERIMENTAL DE LABORATORIO	
○ EXPERIMENTAL DE CAMPO	
○ RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	54
○ PROYECTO Y DISEÑO	
TOTAL DE LA CARGA HORARIA	108



Sistemas de Medición (IME)

3.- BIBLIOGRAFIA

Unidad 1. Conceptos generales de medición y técnicas analógicas en las medidas.

Medidas eléctricas. Ediciones C.E.A.C.

Guía para Mediciones Electrónicas. Stanley Wolf- Richard Smith Editorial Prentice Hall.

Fundamentos de la metrología eléctrica. – Tomos 1, 2 y 3. Andrés M. Karcz. Ed. Marcombo

Instrumentación Eléctrica y Sistemas de Medida. B.A. Gregory. Editorial G. Gilli.

Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición -Cooper Helfrick

Guías de Estudio preparadas por la Cátedra de Sistemas de Medición.

Unidad 2. Técnicas digitales aplicadas a las mediciones.

Sistemas Digitales – Ronal J. Tocci

Guía para Mediciones Electrónicas. Stanley Wolf- Richard Smith Editorial Prentice Hall.

Instrumentación electrónica básica. Ramón Pallás Areny. Marcombo

Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición -Cooper Helfrick

Guías de Estudio preparadas por la Cátedra de Sistemas de Medición.

Unidad 3. Instrumentos electrónicos de medición.

Guía para Mediciones Electrónicas. Stanley Wolf- Richard Smith Editorial Prentice Hall.

Instrumentos de Medida Eléctrica. Charles Gilmore. Editorial Reverte.

Instrumentación electrónica básica. Ramón Pallás Areny. Marcombo

Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición -Cooper Helfrick

Guías de Estudio preparadas por la Cátedra de Sistemas de Medición.

Unidad 4. Medidas de resistencia, impedancia, potencia, energía y otras magnitudes.

Medidas eléctricas. Ediciones C.E.A.C.

Guía para Mediciones Electrónicas. Stanley Wolf- Richard Smith Editorial Prentice Hall.

Instrumentación Eléctrica y Sistemas de Medida. B.A. Gregory. Editorial G. Gilli.

Instrumentos de Medida Eléctrica. Charles Gilmore. Editorial Reverte.

Guías de Estudio preparadas por la Cátedra de Sistemas de Medición.

Unidad 5. Transductores eléctricos.

Guía para Mediciones Electrónicas. Stanley Wolf- Richard Smith Editorial Prentice Hall.

Sensores y acondicionadores de señal. Pallás Areny, Ramón.

Instrumentos de Medida Eléctrica. Charles Gilmore. Editorial Reverte.

Guías de Estudio preparadas por la Cátedra de Sistemas de Medición.

Unidad 6. Procesado de la señal.

Sistemas Digitales – Ronal J. Tocci

Guía para Mediciones Electrónicas. Stanley Wolf- Richard Smith Editorial Prentice Hall.

Instrumentos de Medida Eléctrica. Charles Gilmore. Editorial Reverte.

Instrumentación electrónica básica. Ramón Pallás Areny. Marcombo

Instrumentación Electrónica Moderna y Técnicas de Medición -Cooper Helfrick

Guías de Estudio preparadas por la Cátedra de Sistemas de Medición.

Unidad 7. Interferencia y apantallamiento.

Guía para Mediciones Electrónicas. Stanley Wolf- Richard Smith Editorial Prentice Hall.

Instrumentación electrónica básica. Ramón Pallás Areny. Marcombo



Sistemas de Medición (IME)

Medidas eléctricas

Autor: Ramírez Vázquez, José

Editor: CEAC, 1985

ISBN: 8432960152, 9788432960154

Nº de páginas: 1070 páginas

Guía para mediciones electrónicas y prácticas de laboratorio

Autores: Stanley Wolf, Richard F. M. Smith

Editor: Prentice Hall Hispanoamericana S.A, 1992 - 2001

ISBN: 9688802247, 9789688802243

Nº de páginas: 584 páginas

Fundamentos de metrología eléctrica

Autor: Andrés M. Karcz

Editor: Marcombo, 1977

ISBN: 8426702953

Nº de páginas: 267 páginas

Instrumentación eléctrica y sistemas de medida

Autor: Gregory, B. A.

Editor: Gustavo Gili (Barcelona) - 1984

ISBN: 8425211735

Nº de páginas: 469 páginas

Instrumentación electrónica moderna y técnicas de medición

Autor: Helfrick, Albert D.

Editor: Prentice-Hall Hispanoamericana. 1991. ME.

ISBN: 968-880-236-0

Nº de páginas: 449 páginas

Sistemas digitales: principios y aplicaciones

Autores: Ronald J. Tocci, Neal S. Widmer

Editor: Pearson Educación, 2007 10a. ed.

ISBN: 9702609704, 9789702609704

Nº de páginas: 939 páginas

Instrumentos electrónicos básicos

Autor: Ramón Pallás Areny

Editor: Marcombo, 2006

ISBN: 8426713904, 9788426713902

Nº de páginas: 317 páginas

Instrumentos de medida eléctrica

Autor: Gilmore Charles

Editor: Reverte. España, 1987- 2010

ISBN: 9788429160543, 842916054X

Nº de páginas: 232 páginas

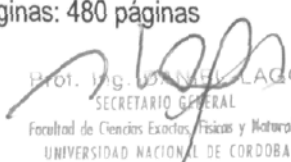
Sensores y acondicionadores de señal

Autor: Pallás Areny, Ramón.

Editor: Alfaomega, 2007

ISBN: 8426713440

Nº de páginas: 480 páginas


PROF. ING. JUAN CARLOS LAGO
SECRETARIO GENERAL
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA




Dra. SONIA E. COLANTONIO
VICEDECANA
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Universidad Nacional de Córdoba