

UTN mbhi	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca				1/5	
DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELECTRÓNICA						
PROGRAMA DE:	<i>Medidas Electrónicas I</i>				DICTADO: Anual TRONCAL	
HORAS DE CLASE			PROFESOR RESPONSABLE			
TEÓRICO-PRÁCTICAS			Ing. Oscar Alfredo Conde			
120 h. reloj totales						
5 h. cátedra semanales						
ASIGNATURAS CORRELATIVAS PRECEDENTES						
PARA CURSAR Y RENDIR						
CURSADAS			APROBADAS			
- Análisis de Señales y Sistemas - Teoría de los Circuitos I - Técnicas Digitales I - Electrónica Aplicada I			- Análisis Matemático II - Química General - Física II			
PROGRAMA SINTÉTICO						
- Errores en las mediciones. Incertidumbre en las mediciones. Especificaciones de exactitud de los instrumentos. Normativa. - Mediciones de tensión, corriente y potencia en baja frecuencia. Instrumentos analógicos y/o digitales utilizados. - Fuentes analógicas de señales. - Medición de señales no senoidales. - Mediciones de Constantes concentradas. Puentes de CC y de CA de Baja Frecuencia. Q-metros. - Osciloscopio de uso general analógico. - Osciloscopio digital de almacenamiento. Fundamentos. - Introducción al acondicionamiento de señales. Medición de parámetros no eléctricos básicos. - Análisis y tratamiento de las interferencias de modo normal y de modo común que afectan a las mediciones. - Ensayo en base a normas. - Sistemas para Automatización de mediciones. Fundamentos.						
CONTENIDO TEMÁTICO PROGRAMA ANALÍTICO						
Unidad Temática 1: <u>Sistemas de unidades y patrones. Normativa</u> [1,5 hs.] Concepto de medición. Sistema internacional de unidades. Patrones de referencia utilizados. Sistema métrico legal en la República Argentina. Derivabilidad.						
Unidad Temática 2: <u>Errores en las mediciones. Incertidumbre en las mediciones. Especificaciones de exactitud de los instrumentos</u> [7,5 hs] Errores absolutos y relativos. Clasificación de errores: corregibles y no corregibles; groseros, sistemáticos y aleatorios. Ejemplos de aplicación sobre errores sistemáticos de método, instrumental y condiciones ambientales. Concepto de exactitud y precisión. Interpretación y uso de especificaciones de exactitud de instrumentos analógicos y digitales. Mediciones indirectas, propagación de errores.						
Unidad Temática 3: <u>Mediciones de tensión, corriente y potencia en frecuencias industriales. Instrumentos analógicos</u> [18 hs] a) Instrumento de imán permanente y bobina móvil: símbolo. Descripción. Ley de respuesta. Alcances y exactitud típicas. Ampliación del alcance de medida. Derivador simple. Derivador universal tipo Ayrton. Resistores multiplicadores. Alcances típicos de multímetros pasivos. Sección óhmetro: óhmetros serie, paralelo y potenciométrico. Distribución de la escala. Influencia del envejecimiento de la batería.						
VIGENCIA AÑOS	2026	2027	2028	2029	2030	2031

UTN  bhi		Universidad Tecnológica Nacional		2/5
Facultad Regional Bahía Blanca				
DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELECTRÓNICA				
PROGRAMA DE:	<i>Medidas Electrónicas I</i>			DICTADO:
				Anual
				TRONCAL
Óhmetros de alcances múltiples. Sección alterna de los multímetros pasivos: conversión alterna-continua mediante rectificadores. Variación del alcance de medida como amperímetro y voltímetro. Distribución de la escala. Alcances típicos. Exactitud. Influencia de la frecuencia. Recalibración de la escala en dB. b) Instrumento de hierro móvil: símbolo. Descripción. Ecuación de equilibrio. c) Instrumento electrodinámico: símbolo. Ecuación general de deflexión permanente. Amperímetro. Voltímetro. d) Vatímetro: conexiones. Errores inherentes a la conexión del vatímetro. Correcciones. Error de fase, vatímetro compensado por error de fase, vatímetros de bajo factor de potencia. Variación del alcance de medida. Cálculo factor de escala. Respuesta en frecuencia. Exactitud. e) Medición de potencia en sistemas monofásicos: método del voltímetro, amperímetro y vatímetro. Conexiones. Análisis de los errores. Determinación de las magnitudes en la carga a partir de las magnitudes medidas. f) Medición de potencia en sistemas trifásicos: potencia en sistemas trifásicos. Expresiones particulares para sistemas perfectos. Teorema de Blondel. Comentarios sobre distintos métodos para medir potencia en un sistema trifásico utilizando vatímetros monofásicos. Método de dos vatímetros. Esquema de conexión. Caso particular de tensiones y corrientes regulares, estudio detallado cuando varía la fase con la carga. Método de un vatímetro, casos particulares en que puede usarse.				
Unidad Temática 4: <u>Mediciones de constantes concentradas. Puentes de CC y CA de baja frecuencia. Q-metros</u> [22,5 hs]				
a) Puente de Wheatstone: ecuación de equilibrio. Puentes de hilo calibrado y de cajas de resistencias. Análisis de los errores. Sensibilidad. Variación del error total en función de la resistencia incógnita. Especificaciones. Alcances y exactitudes típicas. Aplicación del puente de Wheatstone a la localización de fallas en una línea. Puente para medición de resistores de elevado valor. b) Puente de Kelvin: esquema. Ecuaciones. Formas de obtener el doble balance. Sensibilidad. Especificaciones. Alcances y exactitud típicas. c) Puente de impedancias universal: ecuación de equilibrio. Análisis de los elementos patrones a conectar en cada rama Puentes de Maxwell, Hay, Sauty serie y paralelo: esquema, ecuaciones de equilibrio, valores típicos y limitaciones en cada caso. Comentario sobre la convergencia y sistemas de convergencia acelerada. Generadores. Detectores. Especificaciones. Alcances y exactitudes típicas. Superposición de corriente continua al elemento medido. d) Medidor de factor de mérito: esquema básico y planteo simplificado. Diagrama funcional. Sistemas de inyección. Análisis del circuito equivalente. Análisis de los errores sistemáticos de método. Correcciones. Especificaciones y valores típicos. Mediciones por sustitución serie y paralelo. Medición de capacidad distribuida de inductores. e) Puente auto balanceado: principio de funcionamiento. Rango de funciones. Nivel del oscilador. Tiempo de medición. Compensación. f) Método de medición I-V: teoría del método. Diferencia entre los métodos				
Unidad Temática 5: <u>Fuentes analógicas de señales</u> [6 hs]				
a) Fuentes de señales sinusoidales: clasificación de las fuentes que entregan una salida sinusoidal. Osciladores utilizados. Límites de frecuencia típicos. Aplicaciones. b) Fuentes de señales triangular, rectangular y sinusoidal: diagrama funcional básico para obtener señales rectangular y triangular coherentes. Conformador para obtener señal sinusoidal. Control de frecuencia por tensión. Control de simetría. Obtención a partir de señales básicas triangulares. Especificaciones.				
Unidad Temática 6: <u>Medición de formas de onda no sinusoidales</u> [3,75]				

VIGENCIA AÑOS	2026	2027	2028	2029	2030	2031
------------------	------	------	------	------	------	------

UTN bhi		Universidad Tecnológica Nacional		3/5
Facultad Regional Bahía Blanca				
DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELECTRÓNICA				
PROGRAMA DE:	<i>Medidas Electrónicas I</i>			DICTADO:
				Anual
				TRONCAL
Calibración de la escala de instrumentos que responden a distintos valores característicos: eficaz, medio de módulo, medio de un signo, máximo y pico a pico. Constante de recalibración en cada caso. Factor de corrección para señales de forma conocida. Ejemplos con señales típicas en electrónica. Influencia de la presencia de corriente continua en la señal. Cotas de error para señales sinusoidales con 2^{da} y 3^{ra} armónica. Exigencias de la pureza de la señal exigidas para la calibración. Criterio para la selección de instrumentos. Influencia de la respuesta en frecuencia de los instrumento reales				
Unidad Temática 7: <u>Mediciones de tensión, corriente y potencia en baja frecuencia. Instrumentos digitales</u> [13,5 hs] a)Comparación con los instrumentos pasivos. Comparación entre presentación analógica y digital. Diagramas funcionales generales. Dispositivo final. Factores importantes al considerar la aplicación de conversores analógico a digital a voltímetros: exactitud, tiempo de respuesta y rechazo de modo normal. Voltímetros y amperímetros para señales continuas. b)Diagrama funcional. Multímetros digitales. Atenuadores y selectores de alcances en voltímetros. Voltímetros y amperímetros para señales alternas. Diagramas funcionales usuales. Conversor de alterna a continua. Factores que limitan la frecuencia inferior y superior. Especificaciones. Función óhmetro, esquema utilizado. Accesorios: puntas de prueba para alta tensión, resistores derivadores, puntas medidoras de temperatura, otros. Electrómetro. Nano voltímetro. Pico amperímetro. Micro óhmetro. c)Medición de potencia en audio frecuencia: medidores de potencia de salida con impedancia ajustable para baja frecuencia. Diagrama funcional y análisis. Especificaciones.				
Unidad Temática 8: <u>Osciloscopio de uso general analógico</u> [17 hs] a)Introducción: utilización de los osciloscopios de rayos catódicos (ORC) como graficador XY y como graficador temporal. Clasificación de los osciloscopios. Tubos de rayos catódicos: TRC mono aceleradores. Características de los fósforos utilizados. Formación de la imagen. Factores de escala. Distorsiones. TRC con post aceleración. TRC para frecuencias elevadas de onda progresiva. b)Osciloscopios con base de tiempo disparada: diagrama funcional básico de un ORC con base de tiempo disparada. Canal vertical. Circuito de disparo. Base de tiempo. Sistema de disparo automático. Disparo único. Amplificador horizontal magnificador. Calibrador. Controles asociados y especificaciones. c)Canales verticales de trazo múltiple: diagrama funcional de un canal vertical de doble trazo. Modos de operación alternado y conmutado. Campos de aplicación de cada uno. Fuentes de disparo a utilizar en cada caso. Modo de operación sumado. d)ORC con base de tiempo demorada: diagrama funcional de la sección horizontal de un ORC con base de tiempo demorada. Modos de operación. Disparo y armado con el pulso demorado. Barrido mezclado. Ventajas del magnificador. Especificaciones. Alternación de las bases de tiempo. Combinación con la alternación de los canales verticales. Base de tiempo demorada dual. e)Puntas de prueba: clasificación. • Puntas de prueba de tensión: pasivas x1, x10, activas, diferenciales y para alta tensión. Comparación entre las distintas puntas de prueba de tensión. • Puntas de prueba de corriente cuasi pasa bajos pasivas y activas. Ventajas y limitaciones. Puntas de prueba de corriente activas con respuesta desde continua. • Especificaciones. f)Fundamentos de DSO				
Unidad Temática 9: <u>Osciloscopio digital de almacenamiento</u> [4 hs] Fundamentos				

VIGENCIA AÑOS	2026	2027	2028	2029	2030	2031
------------------	------	------	------	------	------	------

UTN  bhi	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca	4/5
---	--	-----

DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELECTRÓNICA

PROGRAMA DE:	<i>Medidas Electrónicas I</i>	DICTADO: Anual
		TRONCAL

Unidad Temática 10: Introducción al acondicionamiento de señales. Medición de parámetros no eléctricos básicos [11,25 hs]

- a) Sensores y transductores: características estáticas y dinámicas.
- b) Acondicionamiento de la señal: muestreo, amplificación y filtrado.
- c) Mediciones de: temperatura, presión, humedad, desplazamiento, otras.

Unidad Temática 11: Análisis y tratamiento de las interferencias de modo normal y de modo común que afectan las mediciones [2,25 hs]

Tipos, fuentes y métodos de acoplamiento de interferencias. Definiciones. Blindaje y puesta a tierra. Guarda empleada en instrumentos de medición. Otras formas de reducción de interferencias.

Unidad Temática 12: Ensayos en base a normas [1,5 hs]

Ensayo bajo normas.

Unidad Temática 13: Sistemas para Automatización de mediciones [1,75 hs]

Fundamentos.

PRÁCTICAS EN LABORATORIO Y/O CAMPO Y/O TALLER:

Laboratorio N° 1: Determinación del error sistemático de método debido a la impedancia de entrada finita de los voltímetros de CC y CA.

Laboratorio N° 2: Diseño, ensayo y verificación de un volt-amperímetro analógico de CC y CA.

Laboratorio N° 3: Medición de resistencia con Puente de Wheatstone; Localización de fallas en una línea con puente; Medición de resistencia de bajo valor mediante el Puente de Kelvin.

Laboratorio N° 4: Medición de impedancias con Q-metro.

Laboratorio N° 5: Diseño, construcción y ensayo de una fuente sinusoidal.

Laboratorio N° 6: Medición de señales no sinusoidales.

Laboratorio N° 7: Diseño, ensayo y verificación de un volt-amperímetro digital de CC y CA.

Laboratorio N° 8: Utilización del ORC; Medición de desfase y del índice de modulación.

Laboratorio N° 9: Circuito de disparo y características de los osciloscopios.

Laboratorio N° 10: Verificar características de un osciloscopio de doble traza.

Laboratorio N° 11: Compensaciones en puntas de prueba.

Laboratorio N° 12: Adquisición de señales de sensores por medio de un conversor Sigma Delta

Laboratorio N° 13: Diseño y construcción de un medidor de potencia activa, reactiva y aparente empleando un sistema embebido.

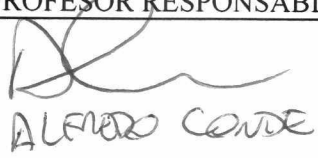
Laboratorio N° 14: Ensayo de fuente de alimentación por método diferencial

BIBLIOGRAFÍA:

Textos obligatorios

- Notas de curso de la asignatura
- Measurement Errors and Uncertainties - Theory and Practice, Rabinovich, Springer New York, 2005.
- Measurement Uncertainties in Science and Technology, Michael Grabe, Springer Berlin Heidelberg, 2005
- Precision Temperature Sensors in CMOS Technology, Pertijs y Huijsing, Springer Netherlands, 2006.
- Practical Design Techniques for Sensor Signal Conditioning, Kester, Analog Devices Inc., 1999.
- Guide for the Use of the International System of Units (SI), Thompson and Taylor, National Institute of Standards and Technology, 2008
- RMS to DC Conversion Application Guide, Kitchin y Counts, Analog Devices, Inc., 1986.

VIGENCIA AÑOS	2026	2027	2028	2029	2030	2031
------------------	------	------	------	------	------	------

UTN  bhi	Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Bahía Blanca		5/5
DEPARTAMENTO INGENIERÍA ELECTRÓNICA			
PROGRAMA DE:	<i>Medidas Electrónicas I</i>	DICTADO:	
		Anual	TRONCAL
8. Measurements, Instrumentation, and Sensors Handbook, Webster, CRC Press LLC., 1999. 9. Standards I.E.E.E. 10. Normas I.R.A.M. 11. Notas de aplicación de Keysight Technologies. 12. Notas de aplicación de Fluke Corporation. 13. Notas de aplicación de Tektronix, Inc. 14. IEEE Standard Specifications of General-Purpose Laboratory Cathode-Ray Oscilloscopes.			
Textos de apoyo 1. Manuales de los instrumentos del laboratorio del Departamento.			
PROFESOR RESPONSABLE (firma aclarada)			
 ALFREDO CONDE			
Programa aprobado por resolución de Consejo Directivo N°: 184/26			

VIGENCIA AÑOS	2026	2027	2028	2029	2030	2031
------------------	------	------	------	------	------	------