

Plan 95 Adecuado

MEDIDAS ELECTRÓNICAS II

Área Electrónica **Bloque** Tecnologías Aplicadas

Nivel: 5º **Tipo** (Electiva/Obligatoria) Obligatoria

Modalidad Anual

Carga Horaria total. Hs Reloj 128 Hs. Cátedra 160

FUNDAMENTACIÓN

Ante la necesidad creciente de contar con ingenieros capaces de realizar mediciones de las Radio Frecuencias y Micro-Ondas, es fundamental formarlos de una manera integral. Por lo tanto se hace prioritario que el ingeniero en formación conozca los principios con los cuales funciona cada uno de los instrumentos, así como su uso para mediciones reales.

Es importante destacar el carácter integrador de la materia, y es debido a esto que la misma necesita de un enfoque eminentemente práctico, donde aplique gran parte de la teoría vista previamente por el ingeniero en formación, brindando la posibilidad de integrar estos conocimientos dentro de una base sólida.

Es por tanto necesario una materia que de un enfoque orientado a realizar mediciones reales, con instrumental y especificaciones tal como el futuro ingeniero deberá desempeñar en su vida profesional. De ahí el porqué de la existencia de Medidas Electrónicas II.

OBJETIVOS

Comprender el funcionamiento del instrumental electrónico orientado a mediciones en alta frecuencia y adquirir la habilidad en el manejo de dichos instrumentos.

Interpretar especificaciones de diversos instrumentos de medición.

Aplicar los conocimientos adquiridos en otras materias para resolver diversos tipos de problemas en mediciones de alta frecuencia.

CONTENIDOS

- Contenidos mínimos
- Describir los definidos según Ordenanza del plan de estudios vigente
- Mediciones de parámetros activos y pasivos
- Osciloscopios digitales. Osciloscopios de almacenamiento digital
- Generadores de señales sintetizados
- Mediciones e instrumentos que trabajan en el dominio de la frecuencia
- Mediciones en amplificadores
- Mediciones de tiempo y frecuencia
- Mediciones de constantes distribuidas (Reflectometría)

- Mediciones de potencia en RF
- Mediciones de señales digitales. Analizadores de estados lógicos
- Mediciones de emisiones e interferencias electromagnéticas
- Automatización de las mediciones y medición de parámetros no eléctricos avanzados.
- Contenidos analíticos

Unidad Temática 1: Conceptos de mediciones en alta frecuencia

Líneas de transmisión. Líneas con pérdidas. Coeficiente de reflexión, pérdidas de inserción. Relación de Onda estacionaria. Potencia incidente y potencia reflejada. Decibel. Diagrama de Smith.

Duración: 2 clases

Unidad Temática 2: Conectores y cables coaxiales

Conectores de uso general. Conectores de precisión. Usos y cuidados. Normas. Tipos de cables coaxiales. Características. Especificaciones. Capacidad en el manejo de potencia.

Duración: 2 clases

Unidad Temática 3: Mediciones de potencia en RF y Microondas

Unidades y definiciones. Transferencia de potencia. Desadaptaciones. Wattímetros de absorción. Sensores a termistores: simple y compensado (bolométrico), a termocuplas y a diodos. Eficiencia efectiva y factor de calibración. Instrumentación asociada. Cálculo de incertidumbres. Trazabilidad. Acopladores direccionales. Divisores de potencia. Wattímetros pasantes. Teoría de operación. Especificaciones.

Duración: 2 clases

Unidad Temática 4: Analizador de Redes Vectorial

Parámetros S. Definiciones. Diagrama de flujo. Aplicaciones en dispositivos y circuitos. Simulación. Reflectómetros. Analizador de redes vectorial (VNA). Principio de funcionamiento. Diagrama en bloques. Medición de parámetros de reflexión (S_{11}) y de transmisión (S_{21}).

Errores sistemáticos: directividad, source match, load match, tracking y crosstalk. Tipos de calibración. Errores residuales. Especificaciones. Trazabilidad.

Duración: 3 clases

Unidad Temática 5: Analizador de espectro

Introducción. Analizador de espectro de barrido. Teoría de operación. Diagrama en bloques. Descripción de las etapas y controles principales. Atenuador de entrada. Intervalo de frecuencia span. Nivel de referencia. Filtro de resolución. Filtro de video. Nivel de ruido. Especificaciones y características. Rango dinámico. Mediciones con el analizador de espectro: modulación en AM y FM. Distorsión armónica, intermodulación. Ruido de fase.

Duración: 3 clases

Unidad Temática 6: Osciloscopios de Almacenamiento Digital

Principio de funcionamiento. Diagrama en bloques. DSO secuencial, Ancho de banda real y equivalente, PRE y POST disparo. DPO osciloscopio de fósforo digital. Especificaciones. Análisis de Fourier con osciloscopio digital. Transformada Rápida de Fourier.

Duración: 1 clase

Unidad Temática 7: Reflectometría en el Dominio del Tiempo

Introducción. Medición de desadaptaciones. Discontinuidades simples y múltiples. Medición con TDR en circuitos de radiofrecuencia. Incertidumbres asociadas. Medición en conectores y cables. Medición con TDR en circuitos digitales.

Duración: 1 clase

Unidad Temática 8: Contadores Digitales de Frecuencia

Medidores electrónicos de frecuencia. Consideraciones generales. Secciones fundamentales de un frecuencímetro digital. Diagramas funcionales básicos. Medidores de período e intervalos de tiempo. Diagrama funcional típico. Especificaciones e incertidumbres. Trazabilidad. Patrones de tiempo y frecuencia. Dispositivos para extender el alcance superior de frecuencia. Limitaciones en frecuencia de los frecuencímetros digitales directos. Divisores de escala. Métodos heterodinos. Principio general. Conversores heterodinos manuales y automáticos.

Duración: 2 clases

Unidad Temática 9: Sintetizadores de Frecuencia

Concepto general. Sintetizadores directos e indirectos. Celda básica de un oscilador enclavado en fase, consideraciones sobre el ruido de fase. Lazo sumador. Esquema elemental de un sintetizador indirecto con tres lazos. Sintetizador multilazo. Sintetizador de un lazo con comparador de fase muestreado. Sintetizador por división fraccional. Controlador de amplitud. Especificaciones. Incertidumbres.

Duración: 2 clases

Unidad Temática 10: Mediciones de Emisiones e Interferencias Electromagnéticas

Definiciones de los parámetros más utilizables en las mediciones de EMC y EMI. Normas de aplicación: IEC, MIL-STD, etc. Ensayos a las interferencias electromagnéticas, conducidas y radiadas.

Duración: 1 clase

Unidad Temática 11: Analizadores de Estados Lógicos

Principio de funcionamiento. Aplicaciones. Presentaciones. Especificaciones.

Duración: 1 clase

Unidad Temática 12: Automatización de las Mediciones Electrónicas

Normas para la automatización de mediciones. Interfases de comunicación. Ejemplos de automatización de mediciones complejas o de larga duración.

Duración: 1 clase

Unidad Temática 13: Mediciones en Amplificadores

Amplificadores de baja frecuencia: Medición de ganancia y fase. Rango dinámico y distorsión. Distorsímetro. Voltímetro selectivo. Medición de THD con el Voltímetro Selectivo y con distorsímetro. Sinader. Compresión e intermodulación. Ruido.

Amplificadores de RF: Medición de parámetros S con Analizador de Redes Vectorial. Introducción a los parámetros X.

Duración: 2 clases

Distribución de carga horaria entre actividades teóricas y prácticas

Utilizar como guía de actividades prácticas el instructivo que se copia al pie del cuadro.

Tipo de actividad	Carga horaria total en hs. reloj	Carga horaria total en hs. cátedra
Teórica	48	60
Formación Práctica	80	100
Formación experimental	50	63
Resolución de problemas	20	25
Proyectos y diseño	10	12
Práctica supervisada		

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

<p>· Modalidades de enseñanza empleadas según tipo de actividad (teórica-práctica)</p> <p>El contenido tendrá un fuerte equilibrio entre teoría y práctica (ejercicios). Se explicarán los conceptos y el principio de funcionamiento de los instrumentos, y posteriormente una parte práctica haciendo uso de los mismos. Se realizarán clases de Laboratorio para que el alumno realice trabajos prácticos con los instrumentos.</p> <p>Se le dará al alumno una guía completa de ejercicios propuestos por la cátedra (unificadas) para cada unidad temática dictada.</p> <p>Prácticas de Laboratorio:</p> <p>Práctica 1: Medición con VNA de parámetros S en componentes y dispositivos de alta frecuencia.</p> <p>Práctica 2: Simulación de un VNA y medición de parámetros S de reflexión usando un reflectómetro y osciloscopio.</p> <p>Práctica 3: Medición de potencia en RF.</p> <p>Práctica 4: Medición con el Analizador de espectro de señales en el dominio de la frecuencia: medición de amplitud, modulación, distorsión, intermodulación, ruido de fase</p> <p>Práctica 5: Simulación de un Analizador de Espectro usando generadores de señales, mezcladores, filtros, medidor de potencia y osciloscopio.</p> <p>Práctica 6: Reflectometría en el Dominio del Tiempo. Medición de discontinuidades en líneas de transmisión. Mediciones en circuitos de RF y circuitos digitales.</p> <p>Práctica 7: Caracterización con VNA de un circuito de RF (proyecto en conjunto con la Cátedra Electrónica Aplicada III).</p> <p>Deberá entregarse un informe individual de cada uno de los prácticos realizados en las clases de Laboratorio con el correspondiente contenido teórico, práctico, de mediciones y conclusiones.</p> <p>· Recursos didácticos para el desarrollo de las distintas actividades (guías, esquemas, lecturas previas, computadoras, software, otros)</p>
--

Las clases serán dictadas utilizando todos recursos disponibles: pizarrón, instrumentos de medición que estén a disposición, proyector y PC para clases que requieran su utilización (simulación con programas tipo AnSoft, LTSpice, software de VNA, y Matlab).

EVALUACIÓN

Formato de las clases:

Las clases serán dictadas utilizando todos recursos disponibles: pizarrón, instrumentos de medición que estén a disposición, proyector y PC para clases que requieran su utilización (simulación con programas tipo AnSoft, LTSpice, software de VNA, Matlab y LabView). El contenido tendrá un fuerte equilibrio entre teoría y práctica (ejercicios). Se explicarán los conceptos y el principio de funcionamiento de los instrumentos, y

posteriormente una parte práctica haciendo uso de los mismos. Se realizarán clases de Laboratorio para que el alumno realice trabajos prácticos con los instrumentos.

Se le dará al alumno una guía completa de ejercicios propuestos por la cátedra (unificadas) para cada unidad temática dictada.

Evaluaciones Parciales

La forma de evaluación del cursante será a través de 2(dos) parciales escritos, uno al promediar el año y otro al final del mismo. Los mismos consisten en preguntas teóricas a desarrollar y resolución de problemas numéricos con especificaciones de instrumental real, similar al utilizado e los trabajos prácticos y al practicado en la ejercitación resuelta en clase. Además se incorpora al examen una breve evaluación oral que se implementa con el alumno realizando mediciones con los instrumentos disponibles en el Departamento de Electrónica acorde a los temas involucrados,.

La aprobación del mismo implica haber contestado satisfactoriamente un mínimo de teoría y práctica, dado que se considera de suma importancia el conocimiento de ambos. En referencia al oral, el mismo también formará parte de la nota final.

El examen parcial es para todos los alumnos igual sin distinción de curso y en una fecha común. De esta manera se garantiza la uniformidad de la enseñanza, priorizando que el alumno aprenda Medidas Electrónicas II según el programa vigente e independiente del docente.

Requisitos de regularidad

El alumno que haya aprobado ambos parciales o sus respectivos recuperatorios, los trabajos prácticos y el proyecto pedido por la materia está en condiciones de firmar la libreta de trabajos prácticos.

Requisitos de aprobación

El alumno que haya cumplido con el requisito previo, podrá presentarse a la evaluación final de la materia, que se implementa de manera similar al parcial, es decir, una parte teórica a desarrollar, resolución numérica de problemas con especificaciones de instrumentos reales y una evaluación oral con instrumentos. Se trata de cubrir la mayor cantidad de unidades posibles, y priorizando aquellas vinculadas a temas de RF que son consideradas principales en la materia.

El examen final se realiza de manera unificada, tal como se implementa en los exámenes parciales, siguiendo el programa dictado e independiente del docente.

Articulación Horizontal:

Se realizan reuniones específicas con la Cátedra de EA3 para acordar un trabajo conjunto en el dictado actualizado de temas como por ejemplo "Parámetros S" ,así como coordinando para que los alumnos tengan proyectos integradores que permitan diseñar en EA3 y medir en ME2 acorde a las técnicas más modernas. Se realizan permanentemente mediciones en clase vinculando el contenido de ME2 con el resto de las materias, teniendo en cuenta el caracter de materia integradora que la misma posee.

Articulación Vertical:

Se realizan reuniones con ME1 a fin de acordar el dictado de los temas como un continuo, evitando huecos o duplicación de contenidos. También se trabaja con materias como DSPRT, Tecnología Electrónica y Medios de Enlace para armar prácticas en clase vinculando temas de ambas materias.

CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES

Nro de Clase	Día	Mes	Unidad	Tema teórico
1	29	MAR	1	PRESENTACION DE LA CATEDRA (Información sobre la materia, organización, grupo yahoo, bibliografía, grupos alumnos) Conceptos de mediciones en alta frecuencia
2	5	ABR		
3	12	ABR	2	Conectores y cables coaxiales
4	19	ABR		

5	26	ABR		
6	3	MAY	3	Medidores de potencia de RF y Microondas
7	10	MAY		
8	17	MAY		
9	24	MAY		
10	31	MAY	4	Analizador de Redes Vectorial
11	7	JUN		Ejercicios Parámetros S, Incertidumbre en medición de Potencia
12	14	JUN	5	Analizador de espectro
13	21	JUN		
14	28	JUN		
15	5	JUL	5	Analizador de espectro (Incertidumbre y Ejercicios)
16	12	JUL	2,3,4,5	Resolución de ejercicios y mediciones en clase
	19	JUL		Finales de Julio, 1er llamado
	26	JUL		Vacaciones de invierno
	2	AGO		Finales de Julio, 2do llamado
17	9	AGO	5	VNA (Incertidumbre)
				Práctica 1: Medición con VNA de parámetros S en componentes y dispositivos de alta frecuencia. Práctica 2: Simulación de un VNA y medición de parámetros S de reflexión usando un reflectómetro y osciloscopio. Práctica 3: Medición de potencia en RF. Práctica 4: Medición con el Analizador de espectro de señales en el dominio de la frecuencia: medición de amplitud, modulación, distorsión, intermodulación, ruido de fase
18	16	AGO		
	23	AGO		Día de la U.T.N.
	27	AGO		1er Parcial
19	30	AGO	6	Osciloscopios de Almacenamiento Digital (DSO / Analizador de Fourier) Incluye práctica en clase con equipos, Gen.Arbitrario y Placas Demo LeCroy
20	6	SEP	8	Resolución de Parcial en Clase / Contadores Digitales de Frecuencia
21	13	SEP	8	Contadores Digitales de Frecuencia
22	20	SEP	8	Contadores Digitales de Frecuencia
23	27	SEP	7	Reflectometría en el Dominio del Tiempo
24	4	OCT	6, 7 y 8	Práctica 6: Reflectometría en el Dominio del Tiempo. Medición de discontinuidades en líneas de transmisión (con TDR y DSO). Mediciones en circuitos de RF y circuitos digitales. Medición con Contadores Digitales de Frecuencia
25	11	OCT	9	Sintetizadores de Frecuencia
26	18	OCT	10	Mediciones de Emisiones e Interferencias Electromagnéticas
27	25	OCT	11	Analizadores de Estados Lógicos
28	1	NOV	12	Automatización de las Mediciones Electrónicas
29	8	NOV	13	Mediciones en Amplificadores
30	15	NOV		Práctica 8: Medición de Distorsión Armónica utilizando medidor de THD+N y voltímetro selectivo
31	22	NOV		2do Parcial
	29	NOV		
	6	DIC		Final Diciembre, 1er llamado
	13	DIC		Final Diciembre, 2do llamado
	20	DIC		Final Diciembre, 3er llamado

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA**Unidad Temática 1: Conceptos de mediciones en alta frecuencia**

- Henze A. (2011), Transferencia de Potencia, INTI.

Unidad Temática 2: Conectores y cables coaxiales

- Henze A. (2011), Conectores de RF y Microondas, INTI.
- Cecconi J. (2011), Conectores Coaxiales, Apunte de la Cátedra, UTN.
- Skinner D. (2007), Guidance on using Precision Coaxial Connectors in Measurement (3^a Ed.), NPL
- IEEE P287 (2007), IEEE Standard for Precision Coaxial Connectors (DC to 110 GHz), Revisión 2007, IEEE.
- Henze A. (2010), Cables Coaxiales, Apunte de la Cátedra, UTN.
- DiVruno F., Cecconi J. (2011), Cables Coaxiales para RF y Microondas, Apunte de la Cátedra, UTN.
- Times Microwave System (2007), Complete Catalog and Handbook, Catálogo TL-14.
- Andrew (1998), Selecting a Transmission Line for Your Broadcast system, SP 50115, Andrew Co.
- RFS (2010), Coaxial Transmission Lines, Technical Information, RFS.

Unidad Temática 3: Mediciones de potencia en RF y Microondas

- Hewlett Packard (1967), AN 56 - Microwave Mismatch Error Analysis, HP Inc.
- Agilent (2001), AN 64-1C - Fundamentals of RF and Microwave Power Measurements, Agilent Tech.
- Agilent (2003), AN 1449-1 - Fundamentals of RF and Microwave Power Measurements (Part 1), Agilent Tech.
- Agilent (2006), AN 1449-2 - Fundamentals of RF and Microwave Power Measurements (Part 2), Agilent Tech.
- Agilent (2011), AN 1449-3 - Fundamentals of RF and Microwave Power Measurements (Part 3), Agilent Tech.
- Agilent (2008), AN 1449-4 - Fundamentals of RF and Microwave Power Measurements (Part 4), Agilent Tech.
- Henze A. (2010), Medición de Potencia en RF y Microondas, Apunte de la Cátedra, UTN.
- Cecconi J., DiVruno F. (2010), Medición de Potencia en RF y Microondas, Apunte de la Cátedra, UTN.
- Anritsu (2009), Power Meters and Power Sensors, Anritsu Co.
- Agilent (2009), Power Meters and Power Sensors, Agilent Tech.
- Henze A. (2001), Acoplador Direccional, UNLM.
- Henze A. (2010), Wattímetro Direccional, Apunte de la Cátedra, UTN.

Unidad Temática 4: Analizador de Redes Vectorial

- Hunton J. (1960), Analysis of Microwave Measurement Techniques by Means of Signal Flow Graphs, Pag. 206 a 212, IRE.
- Henze A. (2011), Análisis de cuadripolos de 2 puertos con diagrama de flujo de señal, Apunte de la Cátedra, UTN.
- DiVruno F., Cecconi J. (2010), Parámetros S y Circuitos de Micro-Ondas, Apunte de la Cátedra, UTN.
- Johnson R. (1975), Understanding Microwave Power Splitters, HP Inc.
- Young P. (2001), Scattering Coefficients, Universidad de Kent., IEE.
- Agilent (2000), AN154 - S-Parameter Design, Agilent Tech.
- Agilent (2008), AN 95-1 - S-Parameters Techniques, Agilent Tech.
- Browne J. (2007), Fundamentals of Vector Network Analysis, Rohde & Schwarz.
- Rytting D. (1998), Network Analyzer Error Models and Calibration Methods, HP Inc.

- Agilent (2002), AN 1287-3 - Applying error correction for VNAs, Agilent Tech.
- TAPR / Ten Tec (2011), Manual de Instrucciones VNA modelo 6000, Ten Tec.
- Hewlett Packard (1967), Transistor Parameter Measurements, HP Inc.

Unidad Temática 5: Analizador de espectro

- Rauscher C. (2008), Fundamentals of Spectrum Analysis (6ª Ed.), Rohde & Schwarz.
- Hewlett Packard (1968), AN 63 - Spectrum Analysis, HP Inc.
- Hewlett Packard (1974), AN 150 - Spectrum Analyzer Basics, HP Inc.
- Agilent (2006), AN150 - Fundamentals Of Spectrum Analyzers, Agilent Tech.
- Hewlett Packard (1996), AN 150-1 - Spectrum Analysis AM & FM, HP Inc.
- Hewlett Packard (1976), AN 150-11 - Spectrum Analysis- Distortion Measurements, HP Inc.
- Agilent (2000), AN 1316 - Optimizing Spectrum Analyzer Amplitude Accuracy, Agilent Tech.
- Hewlett Packard (1998), Spectrum Analyzer Basics, HP Inc.
- Agilent (2000), Spectrum Analyzer Basics, Agilent Tech.
- Cecconi J., Musolino A. (2010), Analizador de espectro, Apunte de la Cátedra, UTN.
- Henze A. (2010), Analizador de espectro -, Apunte de la Cátedra, UTN.
- Henze A. (2010), Mediciones analizador de espectro, Apunte de la Cátedra, UTN.
- Agilent (2009), Manual Analizador de Espectro N9320A, Agilent Tech.
- Hewlett Packard, Especificaciones HP 8591A, Manual Service, Pag. 1-9 a 1-21, HP Inc.

Unidad Temática 6: Osciloscopios de Almacenamiento Digital

- Tektronix (2005), ABCs of Probes, Tektronix Inc.
- Tektronix (2009), TDS1000B and TDS2000B Digital Storage Oscilloscopes, Manual del Usuario, Tektronix Inc.
- Tektronix (2001), XYZs of Oscilloscopes, Tektronix Inc.
- Agilent (2002), AN 1420 - Understanding Oscilloscope Frequency Response and Its Effect on Rise-Time Accuracy, Agilent Tech.
- Agilent (2008), AN 1587 - Evaluating Oscilloscope Sample Rates vs. Sampling Fidelity: How to Make the Most Accurate Digital Measurements, Agilent Tech.
- Agilent (2008), AN 1588 - Choosing an Oscilloscope with the Right Bandwidth for your Application, Agilent Tech.
- Harris F. (1978), On the Use of Windows for Harmonic Analysis with the Discrete Fourier Transform, IEEE vol. 66, pag. 51 a 83, IEEE.
- Cecconi J. (2010), Osciloscopio Digital, Apunte de la Cátedra, UTN.

Unidad Temática 7: Reflectometría en el Dominio del Tiempo

- Agilent (1990), AN62-3 - Advanced TDR Techniques, Agilent Tech.
- Hewlett Packard (1964), AN62 - TDR Fundamentals for Use With the 54120T Digitizing Oscilloscope and TDR, HP Inc.
- Johnson H. (1993), High Speed Digital Design - a Handbook of Black Magic, Prentice Hall Inc.
- Leddige M. (2008), Transmission Line Basics II (Class 6), Intel.
- Cecconi J. (2009), Reflectometría en el dominio del tiempo, Apunte de la Cátedra, UTN.

Unidad Temática 8: Contadores Digitales de Frecuencia

- Agilent (1997), AN 200-1 - Fundamentals of microwave frequency counters, Agilent Tech.
- Agilent (1997), AN 200-2 - Fundamentals of Quartz Oscillators, Agilent Tech.
- Agilent (1997), AN 200-3 - Fundamentals of Time Interval Measurements, Agilent Tech.
- Agilent (1997), AN 200-4 - Understanding Frequency Counter Specifications, Agilent Tech.
- Agilent (1997), AN 200 Series - Fundamentals of the Electronic Counters, Agilent Tech.
- Hewlett Packard (1974), AN 52-1 - Fundamentals of Time and Frequency Standards, HP Inc.
- Hewlett Packard (1968), HP Journal, HP Inc.
- Hewlett Packard (1966), HP Journal, HP Inc.

- Hewlett Packard (1975), Manual Contador Universal HP5328A, HP Inc.
- Cecconi J. (2009), Contadores Digitales de Frecuencia, Apunte de la Cátedra, UTN.
- Musolino A., Cecconi J. (2010), Contadores Digitales de Frecuencia, Extensión del Alcance, Apunte de la Cátedra, UTN.
- Hidalgo D., Cecconi J. (2009), Cálculo de Incertidumbre, Apunte de la Cátedra, UTN.
- Hidalgo D., Cecconi J. (2010), Patrones de Tiempo y Frecuencia, Apunte de la Cátedra, UTN.
- Musolino A., Cecconi J. (2009), Análisis de Incertidumbre en Contadores con Conversor Heterodino, Apunte de la Cátedra, UTN.

Unidad Temática 9: Sintetizadores de Frecuencia

- Hewlett Packard (1965), Manual de Service y Operaciones HP 5100A, HP Inc.
- Nash G. (1994), AN535D - PLL Design Fundamentals, Motorola Inc.
- Hidalgo D., Cecconi J. (2009), Sintetizadores de Frecuencia, Apunte de la Cátedra, UTN.
- Miyara (2005), PLL - Lazos de Fijación de Fase, Universidad Nac. Rosario.

Unidad Temática 10: Mediciones de Emisiones e Interferencias Electromagnéticas

- Red PUCARA (2009), Grupo de Compatibilidad Electromagnética, INTI
- De Césare P., Cecconi J. (2009), Compatibilidad Electromagnética, Apunte de la Cátedra, UTN.

Unidad Temática 11: Analizadores de Estados Lógicos

- Tektronix (2008), Fundamentals of Signal Integrity, Tektronix Inc.
- Tektronix (2006), Fundamentals of Timing Analysis, Tektronix Inc.
- Tektronix (2008), The XYZs of Logic Analyzers, Tektronix Inc.

Unidad Temática 12: Automatización de las Mediciones Electrónicas

- Ayuda y Tutoriales de LabView, National Instruments
- Ayuda y Toolbox "Instrument Control", Matlab

Unidad Temática 13: Mediciones en Amplificadores

- Metzler B. (2005), Audio Measurement Handbook, Audio Precision Inc, 2da. Edición.
- Leader (1978), Manual Distorsion Meter LDM-170, Leader Electronics Corp.
- Manual Sinadder 3, Help Instrumens Co.
- Musolino A., Cecconi J. (2010), Medición de Amplificadores, Apunte de la Cátedra, UTN.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Cheng D. (1998), Fundamentals of Engineering Electromagnetics, Prentice Hall.
- Proakis G. y Manolakis D.G. (1998), Tratamiento Digital de Señales (Principios, Algoritmos y Aplicaciones), Prentice Hall, 3er Edición.
- White J. (2004), High Frequency Techniques: An Introduction to RF and Microwave Engineering, Wiley-IEEE Press, 1ra. Edición.
- Fantom A. (1990), Radio Frequency & Microwave Power Measurement, IET.
- Tim Willams (2007), EMC for Product Designers (4ª Ed.), Newnes,.