

**Departamento Ingeniería Electrónica**

**PROGRAMA DE:**

**Electrónica Aplicada III**

CÓDIGO: 9-9539-05

ÁREA: **Electrónica**

PLAN: 1995

RÉGIMEN ANUAL HORAS DE CLASE		5 Hs/Sem 160 Hs/año		PROFESOR RESPONSABLE
TEÓRICAS		PRÁCTICAS LABORATORIO		Ing. Eduardo Marcelo Amato
Total	% s /Total Materia	Total	% s/ Total Materia	DOCENTE AUXILIAR
<b>95</b>	<b>59%</b>	<b>65</b>	<b>41%</b>	Ing. Daniel Andreucetti
CORRELATIVAS PARA CURSADO			CORRELATIVAS PARA RENDIR FINAL	
CURSADAS		APROBADAS		CURSADAS
Teoría de Circuitos II Electrónica Aplicada II Sistema de Comunicaciones		Teoría de Circuitos I Electrónica Aplicada I Física Electrónica		APROBADAS Teoría de Circuitos II Electrónica Aplicada II Sistema de Comunicaciones

**OBJETIVOS:**

El objetivo de ésta asignatura es el de dotar al alumno de sólidos conocimientos y de diversos criterios para el análisis y el diseño de circuitos de radio frecuencia, transmitir experiencias acerca del tipo de problemas con que se puede encontrar en su práctica profesional y concientizar en la necesidad de la capacitación continua luego de recibirse. Por otro lado, proveer de las herramientas que le permitan discriminar dentro de las especificaciones de los equipos de comunicaciones y determinar cuáles son los que reúnen las condiciones adecuadas para la aplicación en particular con la que se encuentre trabajando.

Se pretende que el alumno obtenga los conceptos teórico-prácticos de cada uno de los bloques funcionales que componen los sistemas de radiocomunicaciones, de manera que consolide una base de conocimientos indispensables, que le permitirán a través del autoaprendizaje mantenerse actualizado en una actividad que se encuentra en permanente evolución.

Para lograrlo se cree necesario que los conocimientos teóricos expuestos deben estar totalmente asociados a las experiencias de laboratorio, que la asignatura debe articular vertical y horizontalmente con el resto de la carrera y que se debe propiciar un ámbito que permita una mayor participación del alumno y una realimentación alumno-docente que aumente el compromiso de ambos actores de la práctica docente y que tienda a lograr una mayor dedicación al estudio.

CONTENIDOS MÍNIMOS: (Ordenanza CSU N° 1077)

- a.- Amplificadores sintonizados mono y multietapa
- b.- Sistemas de radiocomunicación
- c.- Ruido eléctrico
- d.- Circuitos de adaptación
- e.- Osciladores sinusoidales
- f.- Lazos de fijación de fase. Sintetizadores de frecuencia.
- g.- Mezcladores
- h.- Moduladores
- i.- Receptores de AM
- j.- Receptores de FM
- k.- Amplificadores Lineales de RF
- l.- Amplificadores Sintonizados de Potencia
- m.- Transmisores
- n.- Transmisores de Banda Lateral Única

VIGENCIA AÑOS	2017	2018	2019	2020	2021	2022
---------------	------	------	------	------	------	------

		<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL</b> <b>FACULTAD REGIONAL BAHÍA BLANCA</b>					2/6
<b>Departamento de Ingeniería Electrónica</b>							
<b>Materia: Electrónica Aplicada III</b>					<b>CÓDIGO: 9-9539-05</b>		
<b>AÑO: Quinto</b>		<b>Régimen: Anual</b>			<b>PLAN: 1995</b>		
<b>Unidad Temática</b>	<b><u>PROGRAMA ANALÍTICO</u></b>						<b>Carga Horaria</b>
Unidad Temática 1	Sistemas de radiocomunicaciones. Introducción. Elementos de un sistema de radio. Modulación. Multiplexado en frecuencia y tiempo. Comparación de sistemas de modulación. Diagramas en bloques de un receptor y un transmisor.						5 Hs
Unidad Temática 2	Ruido eléctrico. Ruido blanco de banda limitada. Ruido térmico en resistencias y redes. Ruido en antenas de recepción. Ruido en diodos, transistores y transistores de efecto de campo. Definiciones y terminología en el estudio del ruido: relación señal-ruido; ancho de banda equivalente. Temperatura de ruido. Cifra de ruido. Consideraciones de la influencia del ruido en el diseño de amplificadores. Elección de la resistencia óptima del generador desde el punto de vista del ruido. Relaciones de señal a ruido. Figura de ruido, su dependencia de las corrientes y tensiones de polarización. Medición de figura de ruido en un elemento activo. Figura de ruido en amplificadores en cascada. Influencia de elementos parásitos externos. Círculos de ruido. Equipos de medición de ruido. Método de determinación de los cuatro parámetros de ruido. Optimización del ruido						10 Hs
Unidad Temática 3	Circuitos de adaptación. Generadores y cargas con impedancias resistivas y complejas. Circuitos de adaptación de entrada, salida e interetapa. Transformación serie-paralelo e inversa. Circuito "L" invertida. Divisor capacitivo. Circuito "PI". Bobina con derivación e inductancia mutua. Transformador sintonizado. El transformador de banda ancha con sintonía doble. Sintonía sincrónica y asincrónica. Síntesis de redes con Q especificado. Redes "PI" y "T". Adaptación de impedancia con carta de Smith, método de diseño de redes de banda ancha con Q predeterminado. Adaptación de impedancia con redes escalera.						10 Hs
Unidad Temática 4	Amplificador de alta frecuencia de señales pequeñas. Definición de un amplificador de señal débil. Modelos lineales de dispositivos activos. Relaciones entre los parámetros de un cuadripolo. Utilización de las curvas del fabricante. Estabilidad del circuito amplificador. Unilateralización y neutralización. Obtención de la estabilidad. Ganancia de potencia en amplificadores de RF. Diseño de amplificadores con dispositivos incondicionalmente estables. Diseño con dispositivos potencialmente inestables. Ganancia máxima de un dispositivo en una configuración circuital determinada. Definición de parámetros S. Correlación entre parámetros S y parámetros de corto circuito Y.						10 Hs
Unidad Temática 5	Criterio de oscilación. Osciladores de resistencia negativa. Osciladores por realimentación. Análisis en pequeña señal: condición de arranque y frecuencia de oscilación. Limitación de la amplitud. Influencia de ruido. Espectro de la señal producida. Técnicas de diseño de osciladores. Análisis y diseño del oscilador Colpitts. Otros osciladores. Osciladores controlados por tensión (VCO). Osciladores controlados por cristal: circuito equivalente del cristal piezo eléctrico, elección de la configuración del oscilador; osciladores de sobretonos. Desacople del oscilador respecto de la carga. Estabilidad en frecuencia: influencia del elemento activo; la tensión de alimentación y la temperatura; envejecimiento; el oscilador compensado en temperatura; osciladores en cámara térmica. Configuraciones circuitales de osciladores a cristal. Criterios de diseño.						15 Hs
Unidad Temática 6	Circuitos de fase fija. Control de frecuencia dentro de un lazo PLL. Generalidades, sintetizadores PLL. Características de los componentes del lazo. Terminología. Respuesta a transitorios, divisores de frecuencia. Optimización de lazo. Estabilidad de lazo. Análisis de ruido. Divisiones fraccionales de lazo. Sintetizadores de lazos múltiples. Síntesis digital directa de frecuencia. Diseño de osciladores. Análisis de oscilación simple. Estabilización de amplitud. Estabilidad de fase, osciladores de bajo ruido, estabilidad con cambio térmico, osciladores de frecuencia variable. Utilización de un lazo PLL como detector. Criterio de diseño de un lazo PLL.						10 Hs
VIGENCIA AÑOS	2017	2018	2019	2020	2021	2022	

## Departamento de Ingeniería Electrónica

Materia: Electrónica Aplicada III

CÓDIGO: 9-9539-05

AÑO: Quinto

Régimen: Anual

PLAN: 1995

Unidad Temática	<u>PROGRAMA ANALÍTICO</u>	Carga Horaria				
Unidad Temática 7	Mezcladores. Teoría básica de mezcladores y su análisis espectral. Terminología usada en mezcladores: ganancia o pérdida de conversión, cifra de ruido; aislación; nivel de compresión; rango dinámico; distorsión de tercer orden e ínter modulación; punto de intercepción; desensibilización; distorsión por ínter modulación armónica, distorsión por modulación cruzada. Mezcladores balanceados a diodo: configuraciones circuitales; uso de transformadores de banda ancha; influencia de la frecuencia; el diodo "Hot carrier"; linealización mediante el uso de resistores; influencia de las terminaciones. Mezclador con transistor bipolar: configuraciones circuitales; elección del transistor; inyección de la señal local; rango dinámico; el mezclador balanceado con transistores y gran rango dinámico. Mezclador con transistores de efecto de campo: el FET de juntura y su característica cuadrática; configuraciones circuitales; inyección de la señal de oscilador local; mezclador simplemente balanceado; el transistor doble compuerta aislada como mezclador. Ejemplos de diseño.	15 Hs				
Unidad Temática 8	Moduladores. Modulación en amplitud. Generación de señales moduladas en amplitud: modulación en alto y bajo nivel. Sistemas de doble banda lateral y banda lateral única. Generación de señales de banda lateral única: distintos métodos. El mezclador balanceado y su aplicación a la generación de señales de doble banda lateral; atenuación de portadora; eliminación de la banda lateral no deseada mediante filtros; otros sistemas. Generación de señales moduladas angularmente: método directo; método indirecto; el transistor de reactancia; modulador con diodo varactor; modulación residual de AM; linealidad. Espectro de la señal modulada angularmente. Diagrama fasorial de las ondas moduladas en ángulo. Comparación de señales FM y PM. Análisis de ruido comparativo entre FM y PM. Modulación de pulso. Modulación de amplitud de pulso (PAM). Multiplexación por división de tiempo (TDM). Modulación PCM. Análisis de ancho de canal.	15 Hs				
Unidad Temática 9	Receptores de AM. Introducción. Especificación de la performance del receptor: sensibilidad; rechazo de frecuencia imagen; doble conversión; rechazo de frecuencia intermedia, fidelidad de audio. El amplificador de radiofrecuencia: características; distorsión por modulación cruzada. El mezclador. El oscilador local: configuración para receptores de frecuencias fijas y de banda corrida. El problema de arrastre; influencia de su pureza espectral sobre las características del receptor. El amplificador de frecuencia intermedia: selectividad y ganancia distribuidas. Selectividad y ganancia concentradas; comparación de ambos sistemas. Filtros ínter etapa: circuitos LC; filtros cerámicos; filtros mecánicos; filtros a cristal. Filtros SAW, métodos de utilización, resonadores. Detector de envolvente: circuitos a diodo; rendimiento; resistencia equivalente de entrada; circuito equivalente; distorsiones. Detector de producto: circuitos a diodo; circuitos con multiplicador analógico. Control automático de ganancia: elección de los elementos de control; estabilidad; CAG para receptores de AM; circuitos de ataque rápido y liberación lenta; su uso en receptores BLU; especificaciones de la performance de CAG. Circuito de enmudecimiento: su necesidad; soluciones circuitales. Ejemplos de receptores.	15 Hs				
Unidad Temática 10	Receptores de FM. Introducción. Similitud y diferencias con el receptor de AM, el amplificador de frecuencia intermedia: requisitos para el procesamiento de señales de FM; limitación en amplitud; el amplificador diferencial como limitador de amplitud. Características del detector de FM: análisis; respuesta a la interferencia y al ruido; el detector Foster-Seeley; el discriminador balanceado; el detector de cuadratura; rechazo de AM; aplicación del PLL como detector; comparación entre las diferentes soluciones circuitales. Preénfasis y Déenfasis. Ejemplos de receptores de FM. Receptores de frecuencia modulada estéreo, métodos de generación de la señal estéreo. Sonido cuadrafónico. Análisis de un circuito receptor completo.	10 Hs				
Unidad Temática 11	Amplificadores lineales de potencia de Radio frecuencia. Análisis de los dispositivos de potencia en RF. Consideraciones generales. Amplificador en clase A. Amplificador en clase B. Consideraciones prácticas: tensión de saturación; cargas reactivas. Distorsión por intermodulación y la polarización; excitación; realimentación por emisor; realimentación por colector; otras formas de realimentación en radiofrecuencia. El transformador de banda ancha y de potencia. Análisis y diseño de transformadores de Banda Ancha. Divisores y combinadores de potencia. Análisis de estructuras de amplificadores de potencia de RF. Filtros de salida. Diseño de disipadores.	15 Hs				
VIGENCIA AÑOS	2017 	2018	2019	2020	2021	2022

Departamento de Ingeniería Electrónica

Materia: Electrónica Aplicada III

CÓDIGO: 9-9539-05

AÑO: Quinto

Régimen: Anual

PLAN: 1995

Unidad Temática	<u>PROGRAMA ANALÍTICO</u>	Carga Horaria
Unidad Temática 12	Amplificadores de Potencia Sintonizados. Generalidades. Amplificadores de fuente de corriente clase C, eficiencia y capacidad de potencia. Amplificadores de saturación clase C. Amplificadores transistorizados de modo mixto clase C, diferencias entre modo mixto y el clase C verdadero, operación en modo mixto clase C, circuito de polarización en modo mixto clase C. Características de modulación en amplitud. Circuitos multiplicadores de frecuencia, multiplicador clase A con BJT, doblador en clase A con FET, multiplicador clase C, multiplicador en modo mixto clase C, multiplicador a diodo, otros multiplicadores de frecuencia. Acoplamiento de impedancias, redes acopladoras discretas, carta de inmitancia, técnica de micro franjas.	10 Hs
Unidad Temática 13	Amplificadores de Alta Eficiencia. Generalidades. Amplificadores clase D, operación idealizada, voltaje complementario, configuración de conmutador, configuración de conmutación de acoplamiento de corriente por transformador. Consideraciones prácticas sobre amplificación en clase D, cargas reactivas, excitación resistencia y voltaje de saturación, capacitancias paralelo o inductancia serie, tiempos de transición, modulación en amplitud. Amplificación en clase E, análisis de operación, operación y diseño óptimo, consideraciones prácticas, variaciones de frecuencia, voltaje y resistencia de saturación, tiempo de transición. Amplificadores clase F, operación, consideración práctica. Amplificadores clase S, operación, eficiencia, modulación de ancho de pulso, distorsión inherente en la modulación por anchura de pulso, consideraciones sobre filtro de salida y frecuencia de conmutación, amplificadores de pulsos. Otros amplificadores de alta eficiencia.	10 Hs
Unidad Temática 14	Transmisores de CW, FM y AM; generalidades. Transmisores de Onda Continua (CW), cadena simple de radio frecuencia, cadenas con multiplicación de frecuencia y los acopladores híbridos o ambos, llaveo. Transmisores de FM, oscilador a cristal modulado por varactor, moduladores de corrimiento de fase, moduladores con PLL, moduladores de frecuencia por comparación, modulador Armstrong, realimentación de FM y AFC. Transmisores de AM, modulación de colector acoplado a transformador, modulación de colector acoplado en serie, modulación por polarización de compuerta.	5 Hs
Unidad Temática 15	Transmisores de Banda Lateral Única. Organización del transmisor, transmisor de conversión múltiple, conversión de frecuencia por banda discreta, conversión de frecuencia en banda ancha, transmisores de conversión directa. Cadenas de amplificadores lineales. Potencia pico y promedio, razón de pico a promedio, eficiencia promedio. Protección AGC y VISWR, control automático de ganancia, protección de relación de onda estacionaria de voltaje (VSWR). Eliminación y restauración de envolvente, envolvente y fase, eliminación y restauración de envolvente, realimentación de envolvente, rastreo de envolvente y faseamiento de salida	5 Hs

VIGENCIA AÑOS	2017	2018	2019	2020	2021	2022
---------------	------	------	------	------	------	------

## Departamento de Ingeniería Electrónica

Materia: Electrónica Aplicada III

CÓDIGO: 9-9539-05

AÑO: Quinto

Régimen: Anual

PLAN: 1995

**METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN:**

La asignatura contará con tres instancias de evaluación teóricas durante el transcurso del dictado, con una instancia de recuperación al final del mismo.

Durante el transcurso de la asignatura, se propondrán doce actividades de formación práctica de laboratorio que los alumnos deberán cumplir en tiempo y forma.

Régimen de cursado: el alumno deberá cumplir con lo establecido en la Ordenanza 1549.

Régimen de aprobación: el alumno deberá cumplir con las instancias de evaluación teóricas y las actividades de formación prácticas de acuerdo lo establecido en la Ordenanza 1549.

**ACTIVIDADES DE FORMACIÓN PRÁCTICA DE LABORATORIO:**

- 1 – Ruido.
- 2 – Adaptación de impedancia.
- 3 – Laboratorio amplificador de RF de baja señal.
- 4 – Ejercicios amplificadores de RF de baja señal.
- 5 – Laboratorio oscilador en 133,3 MHz..
- 6 – Filtro Chebyshev 144 MHz.
- 7 – Mezclador en 144 MHz.
- 8 – Demodulador de FM de banda angosta.
- 9 – Filtro de frecuencia intermedia.
- 10 – Antena con plano de tierra en 144 MHz.
- 11 – Decodificador de dos tonos DTMF.
- 12 – Transmisor de FM.

**Proyecto Integrador:** Ensamble de todas las etapas desarrolladas conformando un transreceptor. Optimización de los parámetros. Mediciones de sensibilidad y SINAD.

VIGENCIA AÑOS	2017 <i>S</i>	2018	2019	2020	2021	2022
------------------	------------------	------	------	------	------	------

Departamento de Ingeniería Electrónica

Materia: Electrónica Aplicada III

CÓDIGO: 9-9539-05

AÑO: Quinto

Régimen: Anual

PLAN: 1995

BIBLIOGRAFIA:

1. Estado Sólido en Ingeniería de Radiocomunicaciones. Autores: H.C. Krauss, Charles W. Bostian y F.H. Raab  
Ed: LIMUSA S.A. - 1984
2. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas. Autor: Tomasi Wayne. Ed: Pearson - 2003
3. RF Circuit Design. Autor: Chris Bowick. Ed:Newnes - 1997
4. Electronics Circuits and Applications. Autor: Jon B. Hagen. Ed:Cambridge University Press – 2009
5. Practical RF Circuit Design for Modern Wireless Systems Volume I&II. Autor: Rowan Gilmore  
Ed: Artech House publishers - 2003
6. The RF and Microwave Circuit Design Cookbook. Autor: Stephen A. Mass. Ed: Artech House publishers - 1998
7. Transformadores de Banda Ancha en RF. Autor: Néstor H. Mata  
Ed: Notas de Curso Universidad Tecnológica Nacional - 2001
8. Adaptación de Impedancia en Circuitos de RF con Carta de Smith. Autor: Néstor H. Mata  
Ed: Notas de Curso Universidad Tecnológica Nacional Nacional - 2002
9. Filtros de Onda Acústica Superficial. Autor: Néstor H. Mata  
Ed: Notas de Curso Universidad Tecnológica Nacional Nacional -1999
10. Diseño de Amplificadores de Potencia en Radio Frecuencia. Autor: Néstor H. Mata  
Ed: Notas de Curso Universidad Tecnológica Nacional Nacional - 2005
11. Communications Receivers, principles and design. Autores: Ulrich L. Rhode - T.T.N. Bucher  
Ed: Mc Graw Hill – 1988
12. Receptores para sistemas de radiocomunicaciones. Autores: Oleg Golovin – Hildeberto Jardón  
Ed:Alfaomega - 1998
13. Introducción a los Sistemas de Comunicación. Autor: F.G. STREMLER  
Ed: Addison-Wesley-Iberoamericana - 1993
14. Receiving Systems Design. Autor: Stephen J. Erst. Ed: Artech House Inc. - 1984
15. Telecommunication Systems. Autor: Pierre-Girard Fontolliet. Ed: Artech House Inc. - 1986
16. Phaselock Techniques. Autor: Floyd M. Gardner. Ed: J. Wiley & Sons - 1979
17. Noise Reduction Techniques in Electronic Systems. Autor: Henry W. Ott. Ed: John Wiley & Sons - 1976
18. Modulación. Autor: F.R. Connor. Ed: Labor S.A. - 1975
19. Mathematical Methods of information Transmission. Autores: K. Arbenz - J. C. Martin. Ed:Artech House - 1986
20. Introduction to Radio Frequency Design. Autor: W.H. Hayward. Ed: Prentice-Hall Inc. - 1982
21. Digital and Analog Communication Systems. Autor: K. San Shanmugam. Ed: J. Wiley & Sons - 1988
22. Trasceiver System Design for Digital Communications. Autor: Scott R. Bullock. Ed: Noble Publishing - 1995.
23. HF Filter Design and Computer Simulation. Autor: Randall W. Rhea. Ed : Noble Publishing - 1994
24. RF Design Guide, System, Circuits, and Equations. Autor: Peter Vizmuller. Ed: Artech House - 1995
25. Oscillator Desing And Computer Simulation. Autor: Randall W. Rhea. Ed: Noble Publishing - 1995
26. Single Sideband, System and Circuits. Autor: William E. Sabin - Edgar O. Schoenike. Ed: McGraw-Hill - 1995
27. Microwave Circuit Design. Autor: G.D.Vendelin - A.M.Pavio - Ulrich Rhode. Ed: John Wiley - 1990
28. RF Aplication Reports (Notas de aplicación). Autor: MOTOROLA Inc. (Varios). Ed: Motorola Inc. - 1995.

VIGENCIA  
AÑOS

2017



2018

2019

2020

2021

2022