



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA MATANZA

CÓDIGO ASIGNATURA

1055

DEPARTAMENTO: *Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas*

ASIGNATURA: **ELECTRÓNICA III**

Año 2014

OBJETIVOS:

- Que el alumno comprenda y analice el funcionamiento de los circuitos utilizados en los receptores y transmisores de comunicaciones.
- Que el alumno aplique en el diseño de los sistemas de comunicaciones sus conocimientos adquiridos previamente de los conceptos básicos y parámetros, tales como sensibilidad, intermodulación, ruido, etc.
- Que el alumno adquiriera la capacidad de proyectar los circuitos que forman parte de los sistemas de comunicaciones en sus diversos tipos, como osciladores de radiofrecuencia, amplificadores de banda ancha y de banda angosta, moduladores, circuitos de adaptación, amplificadores de potencia, etc.
- Que el alumno sintetice los conocimientos adquiridos y los aplique al diseño de transmisores y receptores.

CONTENIDOS MÍNIMOS:

- Sistemas de radiocomunicaciones.
- Ruido Eléctrico.
- Circuitos de adaptación.
- Osciladores senoidales.
- Amplificadores sintonizados monoetapa y multietapa.
- Lazos de fijación de fase. Sintetizadores de frecuencia.
- Mezcladores.
- Moduladores de amplitud. Moduladores de frecuencia.
- Receptores de Amplitud Modulada.
- Receptores de Frecuencia Modulada.
- Amplificadores lineales de Radiofrecuencia.
- Amplificadores sintonizados de potencia.
- Transmisores de Amplitud Modulada Pura.
- Transmisores de Banda Lateral Única.
- Transmisores de Frecuencia Modulada.



PROGRAMA ANALÍTICO. CONTENIDOS TEÓRICOS Y PRÁCTICOS:

CAPÍTULO 1: SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIONES

- Introducción a los sistemas de comunicaciones.
- Espectro de frecuencias radioeléctricas.
- Diagramas funcionales de transmisores y receptores.
- Comparación entre los diversos sistemas de modulación.

CAPÍTULO 2: RUIDO ELÉCTRICO

- Ruido térmico en resistores, circuitos y antenas. Ruido en semi-conductores.
- Definiciones y terminología aplicada al estudio del ruido: relación señal a ruido, ancho de banda equivalente, cifra de ruido.
- Influencia del ruido en el diseño de amplificadores. Resistencia óptima del generador de señal desde el punto de vista del ruido.

CAPÍTULO 3: OSCILADORES SENOIDALES

- Osciladores de radio-frecuencia por realimentación. Condición de Barkhausen. Arranque y frecuencia de oscilación. Estabilidad en frecuencia. Limitación de la amplitud de la señal de salida.
- Tipos de osciladores: R-C escalera, puente de Wien, Hartley, Colpitts, etc.
- Osciladores controlados por cristal. Configuraciones.
- Multiplicadores de frecuencia en baja señal: Duplicadores y triplicadores.

CAPÍTULO 4: AMPLIFICADORES DE RADIOFRECUENCIA DE SEÑAL

- Amplificador simple sintonizado. Transferencia. Ganancia. Ancho de banda.
- Amplificador sintonizado monoetapa. Amplificador sintonizado multietapa. Sintonía sincrónica. Sintonía de banda angosta. Tipos de acoplamiento.
- Amplificador doble sintonizado. Transferencia. Ganancia. Ancho de banda.
- Amplificador pasabanda. Estabilidad del amplificador. Ganancia de transducción. Ganancia de potencia. Diseño para máxima ganancia.
- Inestabilidad. Métodos de estabilización. Neutralización. Unilateralización. Desadaptación.

CAPÍTULO 5: ADAPTACIÓN

- Adaptación de entrada. Adaptación de salida. Adaptación entre etapas. Transformaciones serie, paralelo e inversa. Criterio de la máxima transferencia de energía.
- Tipos de circuitos adaptadores: tipo "L" invertida, tipo "T", tipo "Pi". Transformador sintonizado. Transformador de banda ancha.

CAPÍTULO 6: LAZOS DE FIJACIÓN DE FASE. SINTETIZADORES DE FRECUENCIA

- Introducción al PLL. Diagrama funcional del sistema a lazo cerrado. Análisis del funcionamiento. Oscilador controlado por tensión, o VCO. Detector de fase. Filtro de lazo. Divisor programable. Lazo de enclavamiento de fase.

CAPÍTULO 7: MEZCLADORES Y CONVERSORES DE FRECUENCIA

- Mezcladores. Señales de entrada y señal de salida. Análisis espectral de la señal de salida. Pérdida de conversión. Cifra de ruido. Nivel de compresión. Rango dinámico.
- Mezcladores a diodo. Mezcladores balanceados. Circuitos.
- Mezcladores y conversores en base a un transistor bipolar.
- Mezcladores en base a un transistor de efecto de campo (o FET).
- Mezcladores en base a un transistor MOSFET de doble compuerta.

CAPÍTULO 8: MODULADORES Y TRANSMISORES

- Modulador de amplitud, o de AM puro, o de doble banda lateral con portadora (DBLCP). Uso del circuito integrado 1496. Circuito práctico. Índice de modulación. Sobre-modulación. Control del índice de modulación: control automático de ganancia del amplificador de audio. Circuito de un modulador de AM puro con control del índice de



modulación.

- Modulador balanceado. Supresión de la portadora. Sistema de doble banda lateral con portadora suprimida (DBLPS). Uso del circuito integrado 1496. Circuito práctico.
- Banda lateral única (BLU o SSB). Su generación: método del filtrado. Diagrama funcional de un transmisor de BLU. Diagrama circuital de un transmisor de BLU.
- Comparación entre un transmisor de DBLCP y uno de BLU. Potencia, ancho de banda, señales de salida.
- Modulación de frecuencia (FM). Métodos de generación de una señal de FM: directo e indirecto. Modulador "Beleskas". Modulador "Amstrong". Modulador a diodo varactor.
- Diagrama funcional de un transmisor de FM. Diagrama circuital de un transmisor de FM.

CAPÍTULO 9: DETECCIÓN DE LA SEÑAL DE INFORMACIÓN

- Detección de una señal de AM: detección lineal segmentaria. Detector de envolvente. Circuito práctico en base aun diodo. Rendimiento de detección. Resistencia equivalente de entrada. Distorsión.
- Control automático de ganancia (CAG) de un receptor. Sistema directo e indirecto.
- Detección de una señal de FM. Análisis de la conversión frecuencia a tensión. Discriminador de frecuencia. Discriminador de Foster-Seeley. Detector de razón. Detector de cuadratura.

CAPÍTULO 10: AMPLIFICADORES DE POTENCIA

- Clases de amplificadores: A, B y C. Su comparación en términos de distorsión armónica y de rendimiento.
- Amplificador clase "C". Análisis de su funcionamiento. Diagramas circuitales de amplificadores clase "C" a válvula, y a transistor.
- Amplificador de radio-frecuencia modulado.
- Amplificador lineal de radio-frecuencia.
- Amplificador de alto rendimiento.

BIBLIOGRAFIA :

BIBLIOGRAFÍA BASICA

- Apuntes de clase tomados por el alumno.
- Apuntes impresos provistos por la cátedra

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Solid State Radio Engineering. Autores: Krauss, Bostian, Raab. Edit.:Wiley & Sons. 1984.
- High Frequency Amplifiers. Autor: Carson.Edit.: Wiley & Sons. 1982.
- Communications Circuits. Anallysis and Design. Autores: Clarke & Hess. Edit.: Addison-Wesley.1978.
- Circuitos de Potencia de Estado Sólido (SP52), Edit.: Arbó. 1975.
- Análisis y Diseño de Circuitos Electrónicos. Autor: Chirlian. Edit.: McGraw-Hill. 1967.
- Electrical Noise. Autor:Bennett. Edit.: McGraw-Hill. 1960.
- Statistical Theory of Communication. Autor: Lee. Edit.: Wiley & Sons. 1960.
- Transistores de Potencia de RF (RFM-430). Edit.: Arbó. 1977.
- Phase Locked Loops. Autor: Blanchard. Edit.: Wiley & Sons. 1993.
- Phaselock Techniques. Autor: Gardner. Edit.: Wiley & Sons. 1979.
- The Mathematics of Circuit Analysis. Autor: Guillemin. Edit.: Wiley & Sons. 1949.
- Solid State Communications. Texas. 2004.
- Modulation Theory. Autor: Black. Edit.: Van Nostrand. 1955.



METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA.

Las tareas realizadas por los docentes son:

- Dictar las clases teóricas.
- Supervisar el desarrollo de las clases de resolución de problemas.
- El análisis, la discusión y corrección de resultados de los problemas resueltos.
- Supervisar el desarrollo de los Trabajos Prácticos de Laboratorio y de Proyecto.
- El análisis, discusión y corrección de los resultados obtenidos en los Trabajos Prácticos de Laboratorio.
- El análisis, discusión y corrección de las presentaciones escritas de los problemas resueltos.
- Proponer el análisis de problemas que se presentan en la práctica cotidiana.
- Elaborar y actualizar los apuntes de clase, que son de lectura obligatoria.
- Efectuar la corrección de las evaluaciones escritas.
- Analizar junto con cada alumno los resultados de las evaluaciones escritas.

Las tareas realizadas por los alumnos son:

- Analizar, discutir y obtener conclusiones sobre los temas teóricos desarrollados en clase.
- Leer, analizar y discutir en clase los temas teóricos propuestos por el docente.
- Resolver en clase y analizar los resultados de los problemas propuestos por el docente.
- Desarrollar las actividades propuestas para los Trabajos Prácticos de Laboratorio y de Proyectos.
- Presentar un informe escrito de los resultados de los problemas propuestos.
- Presentar un informe escrito de los resultados de los Trabajos Prácticos de Laboratorio.
- Presentar un informe escrito de los resultados de los problemas propuestos y del Proyecto.
- Analizar y proponer soluciones a problemas que se presentan en la práctica cotidiana.

Los materiales didácticos requeridos para el desarrollo de la actividad curricular son:

- Apuntes de clase y documentación específica provistos por el docente.
- Pizarra y tiza.
- Dispositivos de uso profesional provistos por el docente.
- Instrumental de medición de Laboratorio: osciloscopio, analizador de espectro, medidores de potencia de radiofrecuencia, multímetros, fuentes de alimentación, etc.
- Computadora y software dedicado al análisis de circuitos.

Las modalidades de enseñanza son:

- El docente desarrolla en clase los aspectos teóricos de los temas que forman parte del programa de la materia.
- El docente plantea problemas básicos que resuelve en clase para mostrar la forma en que se manejan las herramientas matemáticas y gráficas idóneas para arribar a una solución.
- El docente plantea una serie de problemas de variada complejidad, y problemas de ingeniería, que los alumnos deben resolver en forma grupal. Luego deben entregar un informe escrito con las soluciones propuestas y los resultados.
- Se propone la realización de Trabajos Prácticos de Laboratorio, que los alumnos llevan a cabo bajo la supervisión del docente y del ayudante de trabajos prácticos.
- Se propone la realización de un Proyecto, que los alumnos llevan a cabo bajo la supervisión del docente y del ayudante de trabajos prácticos.



EXPERIENCIAS DE LABORATORIO, TALLER O TRABAJOS DE CAMPO

- **FORMACIÓN EXPERIMENTAL**

1. Osciladores de radio-frecuencia: Cálculo, armado, puesta en funcionamiento y medición. Elaboración de la documentación y evaluación de los resultados obtenidos.
Duración: 1 (una) reunión.
2. Amplificador sintonizado: Cálculo, armado, puesta en funcionamiento y medición. Elaboración de la documentación y evaluación de los resultados obtenidos.
Duración: 1 (una) reunión.
3. Moduladores de AM puro, de DBLCP, de FM. Demostrativo.
Duración: 2 (dos) reuniones.

- **PROBLEMAS ABIERTOS DE INGENIERÍA**

Los problemas de cálculo a resolver por los alumnos están relacionados con los temas propuestos en el ítem de Formación Experimental. Esto implica:

1. Cálculo de la frecuencia de oscilación y de los componentes fijos y ajustables de osciladores de radiofrecuencia de frecuencia fija de distintos tipos.
2. Cálculo del ancho de banda y de los componentes fijos y ajustables de osciladores de radiofrecuencia de frecuencia variable (OFV) de distintos tipos.
3. Cálculo de circuitos sintonizados: componentes, frecuencia central y ancho de banda.
4. Cálculo de niveles de señales de excitación de circuitos moduladores.
5. Cálculo de circuitos multiplicadores de frecuencia.
6. Cálculo de amplificadores de potencia de radiofrecuencia.
7. Cálculo de filtros de armónicas en bajo y alto nivel.

- **ACTIVIDADES DE PROYECTO Y DISEÑO**

Diseño, implementación, puesta en funcionamiento y medición de un amplificador de potencia de radiofrecuencia transistorizado, y su correspondiente filtro de armónicas de salida.

USO DE COMPUTADORAS

Los alumnos emplean las computadoras en el desarrollo de las siguientes actividades:

- Presentación de las soluciones a los problemas y ejercicios propuestos por la cátedra.
- Presentación de los resultados numéricos, diagramas de irradiación y conclusiones obtenidos en los Trabajos Prácticos de Laboratorio.
- Empleo de software dedicado al análisis de circuitos, como asistencia para resolver los Problemas de Ingeniería y el Proyecto.



METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

Cada alumno es evaluado por el docente, a lo largo del ciclo lectivo, en base a:

- Los resultados obtenidos en las evaluaciones parciales y sus recuperatorios.
- La actitud del alumno frente al proceso de enseñanza y aprendizaje, dándose particular importancia a su actividad autodidacta, a la calidad de la propuesta de soluciones a los problemas que se planteen, y a la actitud crítica frente a los resultados obtenidos tanto en la resolución de problemas como en los trabajos prácticos de Laboratorio.
- La dedicación del alumno a la resolución del Proyecto propuesto por la cátedra.
- La calidad de la solución propuesta por el alumno para cumplimentar dicho Proyecto.

CALENDARIO DE ACTIVIDADES

- **CAPÍTULOS 1 Y 2:** 1 (una) reunión.
- **CAPÍTULO 3:** 2 (dos) reuniones.
- **CAPÍTULO 4:** 2 (dos) reuniones.
- **CAPÍTULO 5:** 1 (una) reunión.
- **PRIMERA EVALUACIÓN PARCIAL:** 1 (una) reunión.
- **CAPÍTULO 6:** 2 (dos) reuniones.
- **CAPÍTULO 7:** 1 (una) reunión.
- **CAPÍTULO 8:** 2 (dos) reuniones.
- **CAPÍTULO 9:** 1 (una) reunión.
- **CAPÍTULO 10:** 2 (dos) reuniones.
- **SEGUNDA EVALUACIÓN PARCIAL:** 1 (una) reunión.



REGLAMENTO DE PROMOCIÓN

Alumnos regulares:

Dentro del marco regulatorio establecido por el Régimen de Cursada y Aprobación de las Asignaturas de la Universidad Nacional de La Matanza, la cátedra fija las siguientes normas:

1.- La asignatura se aprueba mediante el régimen de promoción por evaluaciones parciales y evaluaciones recuperatorias. Para acceder a dichas instancias de evaluación se requiere que el alumno asista a no menos de un 75% de las clases en cada cuatrimestre. En el caso en que este requisito no se cumpla, el alumno alcanzará la condición de **“ausente”**.

2.- Se efectuarán 2 (dos) evaluaciones parciales, la primera de ellas al promediar el ciclo de clases y la segunda al finalizar el mismo. El alumno que en cada una de las evaluaciones parciales obtenga, dentro de una escala comprendida entre 0 (cero) y 10 (diez) puntos, una nota igual o superior a 7 (siete) puntos habrá **aprobado por promoción** la asignatura, y la calificación final resultará del promedio entre ambas notas parciales. En estas condiciones no es necesario que el alumno se presente a rendir examen final, aunque puede hacerlo en caso de desear obtener una calificación más alta.

3.- En el caso en que el alumno obtenga, dentro de una escala comprendida entre 0 (cero) y 10 (diez) puntos, una calificación menor que 7 (siete) puntos en una o en ambas evaluaciones parciales, dispondrá de 3 (tres) instancias recuperatorias de las cuales podrá emplear 2 (dos) instancias para recuperar 1 (una) de las evaluaciones parciales. La calificación obtenida en la evaluación recuperatoria anula y reemplaza absolutamente a la calificación de la evaluación parcial que se recupera.

Si el promedio entre las calificaciones obtenidas en las evaluaciones parciales aprobadas y en las evaluaciones recuperatorias aprobadas es igual o superior a 7 (siete) puntos, el alumno habrá **aprobado por promoción** la asignatura, y la calificación final resultará del promedio entre dichas notas aprobatorias. En estas condiciones no es necesario que el alumno se presente a rendir examen final, aunque puede hacerlo en caso de desear obtener una calificación más alta.

El alumno que no se presente a ninguna de las 2 (dos) evaluaciones parciales será considerado **“ausente”**, por lo que no tendrá la opción de presentarse a las evaluaciones recuperatorias y deberá recurrir la materia.

4.- Las evaluaciones parciales y las evaluaciones recuperatorias que obtengan una calificación igual o menor que 3 (tres) puntos se considerarán **“aplazadas”** y pueden ser recuperadas de acuerdo con el régimen que se expresa en el párrafo 3. Cuando el alumno sea calificado con 3 (tres) aplazos en las evaluaciones parciales y recuperatorias, se considerará que la asignatura está **“aplazada”** y el alumno deberá recurrirla.

5.- Las evaluaciones parciales y las evaluaciones recuperatorias que obtengan una calificación de 4 (cuatro), 5 (cinco) ó 6 (seis) puntos se considerarán **“desaprobadas”** y pueden ser recuperadas de acuerdo con el régimen que se expresa en el párrafo 3. En el caso en que el promedio de las evaluaciones parciales o de las evaluaciones recuperatorias resulte ser igual o mayor que 4 (cuatro) puntos y menor que 7 (siete) puntos la materia adopta el carácter de **“cursada”**, y el alumno deberá presentarse a rendir examen final y obtener una calificación igual o superior a 4 (cuatro) puntos para lograr la aprobación de la asignatura.

La validez del carácter de **“asignatura cursada”** posee una duración equivalente a 5 (cinco) turnos consecutivos de examen final, contados a partir de la finalización del ciclo de clases en que el alumno cursó la asignatura. En el caso de no presentarse a rendir el examen final en ninguno de los cinco turnos mencionados, el alumno deberá cursar la asignatura nuevamente. En el caso en que la calificación obtenida en 3 (tres) fechas de examen final resulte menor que 4 (cuatro) puntos, el alumno deberá cursar la asignatura nuevamente.

6.- Los trabajos prácticos de problemas y de Laboratorio son de carácter obligatorio, y el alumno



debe presentar un informe por cada trabajo. La aprobación de dichos informes es el requisito para que el alumno pueda rendir las evaluaciones parciales o las evaluaciones recuperatorias.

Alumnos libres:

Los alumnos que deseen rendir el examen final de la asignatura en condición de libres deberán cumplir con los siguientes requisitos:

- 1.- Al inicio del ciclo lectivo correspondiente, el alumno deberá notificar al Jefe de Cátedra su deseo de rendir el examen final de la asignatura en condición de alumno libre. Inmediatamente el docente indicará al alumno los títulos de las fuentes (apuntes de clase y libros) que éste empleará para efectuar el estudio teórico de la asignatura.
- 2.- El alumno deberá resolver una serie de problemas, cuyos enunciados le serán entregados por el docente, relacionados con los temas que se desarrollan en la asignatura.
- 3.- El alumno deberá entregar al docente un informe por escrito con las soluciones, resultados y conclusiones obtenidos de los problemas descriptos en el punto 2. Esta entrega se deberá efectuar con un mes de antelación a la primera fecha de llamado a examen final del mes de diciembre del ciclo lectivo.
- 4.- El alumno deberá realizar los trabajos prácticos correspondientes a la asignatura en los horarios convenidos con el docente.
- 5.- El alumno deberá entregar al docente un informe por escrito con el análisis de los resultados y conclusiones obtenidas en los Trabajos Prácticos descriptos en el punto 4. Esta entrega se deberá efectuar con un mes de antelación a la primera fecha de llamado a examen final del mes de diciembre del ciclo lectivo.
- 6.- Inmediatamente después de haber recibido de parte del alumno los informes mencionados en los puntos 3 y 5, el docente efectuará el análisis y corrección de los mismos. En el caso en que dichos informes sean aprobados por el docente, el alumno se encontrará en condiciones de rendir el examen final. En el caso en que dichos informes no sean aprobados por el docente, el alumno deberá efectuar las correcciones pertinentes hasta lograr su aprobación.
- 7.- El alumno se presentará a rendir examen final en la fecha designada a tal efecto, acto en el cual será interrogado por el docente sobre los temas de la asignatura que se dictan durante el curso regular. Para lograr la aprobación del examen de la asignatura el alumno deberá obtener una calificación igual o superior a 4 (cuatro) puntos.

*“Certifico que el presente programa de estudios de la asignatura **ELECTRÓNICA III** es el vigente para el ciclo lectivo 2014, guarda consistencia con los contenidos mínimos del plan de estudios y se encuentra convenientemente actualizado”*

Firma

*Aclaración **RUBÉN J. BERNARDONI***

*Cargo **PROFESOR ADJUNTO, JEFE DE CÁTEDRA***

*Fecha **JUNIO DE 2011***