

**Plan 95 Adecuado**

**ELECTRONICA APLICADA III**

**Área**—ELECTRONICA

**Bloque**—TECNOLOGÍA APLICADA

**Nivel:** 5TO AÑO

**Tipo :** OBLIGATORIA

**Modalidad :** ANUAL

**Carga Horaria total.** Hs Reloj-128 (CIENTO VEINTIOCHO)-Hs. Cátedra-160-(CIENTO SESENTA)

**FUNDAMENTACIÓN**

Ante la necesidad de:

Realizar, el análisis, la síntesis e interrelación de los circuitos que componen los Sistemas de Transmisión y Recepción en RF, ver su comportamiento en detalle y el de cada una de las etapas que lo componen, a fin de obtener una cabal comprensión de su funcionamiento.

Robustecer la enseñanza de conceptos que serán válidos con independencia de las soluciones tecnológicas particulares permitiéndole al futuro graduado adaptarse a los cambios que se gesten durante su vida profesional, la que ha de ser contemplada con un adecuado análisis de casos prácticos que permitan al cursante acortar la distancia que media entre el cálculo teórico y su concreción real.

Se considera entonces, que en la currícula haya una materia, que asocie la rama de las materias de electrónicas aplicadas, con la rama de comunicaciones, de ahí el por qué de la existencia de Electrónica Aplicada III

**OBJETIVOS**

- 1.- Lograr que los cursantes puedan conocer, entender el funcionamiento, analizar y proyectar los circuitos electrónicos utilizados en los sistemas de radiocomunicaciones.
- 2.- Tender a que el alumno canalice sus dudas, realice planteos y establezca problemáticas
- 3.- Reconocer conceptos respecto de la problemática de la radiofrecuencia, tanto en la recepción y la transmisión de señales, identificando las funciones de cada etapa, conociendo los diagramas en bloques de los transmisores y receptores que se utilizan en diversos servicios.
- 4.- Orientar al uso de simuladores de diseño del tipo freeware como los programas Qucs, Mcap, Spice, Smith, aún cuando la cátedra no los imparta específicamente.
- 5.- Desarrollar habilidades que le serán de utilidad en su vida profesional, en un clima de confianza, que permitan el trabajo en equipo y la resolución de problemáticas con respeto y valoración del pensamiento ajeno.
- 6.- Sintetizar los conocimientos adquiridos aplicándolos al diseño de receptores y transmisores, integrando conocimientos previos de matemáticas, física, teoría de los circuitos, tecnología de los componentes, electrónica, sistemas de comunicaciones a fin de comprender la viabilidad técnico-económica de las soluciones.

**CONTENIDOS**

- Contenidos mínimos

Describir los definidos según Ordenanza del plan de estudios vigente

- A.- Amplificadores sintonizados mono y multietapa
- B.- Sistemas de radiocomunicaciones
- 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

· **Contenidos analíticos**

Detallar los contenidos mínimos, organizados en función de ejes temáticos, unidades, ejes de problemas, u otra modalidad. La forma de describir el contenido puede –opcionalmente- hacer referencia a competencias incluidas en su abordaje.

**UNIDAD TEMÁTICA I: SISTEMAS DE RADIOCOMUNICACIÓN** (involucra los items B, I,J,M del programa sintético)

Introducción a los sistemas, Espectro de frecuencias radioeléctricas. Diagrama en bloques de un Transmisor y Receptor. Potencia Tx, Sensibilidad Rx, Bw Comparación de Sistemas de Modulación. Conceptos básicos de comunicaciones digitales PDH, SDH, (sistemas de jerarquía plesiocrónica, de jerarquía sincrónica)

**UNIDAD TEMÁTICA II: TEORÍA DE CIRCUITOS EN RADIOFRECUENCIA** (en su apartado a) involucra el item A del programa sintético, en su apartado b) el item A, I,J del programa sintético)

- a.- El amplificador simple sintonizado. Ecuaciones de transferencia, diagrama de polos y ceros. Amplificación pasabanda. Ancho de Banda. Amplificadores sintonizados mono y multietapa. Etapas sintonizadas sincrónicamente. Aproximación de banda angosta. Resolución analítica de ejercicios prácticos. Verificaciones a través de simulaciones como matlab, o con programas freeware (octave, Qucs, Mcap, etc) Diferentes tipos de acoplamiento. El amplificador doble sintonizado. Ecuaciones de transferencia, diagrama de polos y ceros. Aproximación de Banda Angosta. Ganancia, Ancho de Banda. Amplificadores sintonizados mono y multietapa. Etapas sintonizadas sincrónicamente. Resolución analítica de ejercicios prácticos. Verificaciones a través de simulaciones como matlab, o con programas freeware (octave, Qucs, Mcap, etc)
- b.- El amplificador pasabanda real. Análisis de la estabilidad del amplificador. Factores de Stern y Linvill. Ganancia de trasducción. Ganancia de potencia en amplificadores. Estabilización de etapas inestables. Desadaptación, Neutralización y Unilateralización. Resolución analítica de ejercicios prácticos. Verificaciones a través de simulaciones como matlab, o con programas freeware (octave, Qucs, Mcap, etc)
- c.- Introducción a los parámetros S (de dispersión o Scattering), definición del coeficiente de reflexión, coeficiente de reflexión de generador, de carga, de puertos de entrada y salida. Conceptos de diseño de amplificadores de RF, Ganancia de trasducción, Ganancia de potencia, Ganancia de potencia unilateral. Conceptos de Estabilidad, círculos de estabilidad y su ubicación en el diagrama de Smith, factor de estabilidad de Rollett. Resolución analítica de ejercicios prácticos. Verificaciones a través de simulaciones con programas freeware

**UNIDAD TEMÁTICA III: CIRCUITOS DE ADAPTACIÓN** (involucra el item D del programa sintético)

Teoría básica de la adaptación a la entrada, salida e inter etapa. Transformación serie paralelo e inversa. Máxima transferencia de energía. Utilización de la carta de Smith en los diferentes circuitos, "L" invertida,

divisor capacitivo, circuito "PI" Bobina en derivación e inductancia mutua. Transformador sintonizado .Transformador de banda ancha. Resolución analítica de ejercicios prácticos. Verificaciones a través de simulaciones con programas freeware

#### **UNIDAD TEMÁTICA IV: RUIDO ELÉCTRICO** (involucra el item C del programa sintético)

Ruido térmico en resistencias, redes y antenas receptoras. Ruido en semiconductores, diodos, transistores, transistores efecto de campo. Definiciones y terminología en el estudio del ruido: relación señal a ruido, ancho de banda equivalente, cifra de ruido. Temperatura 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 de ruido. Resolución analítica de ejercicios prácticos

#### **UNIDAD TEMÁTICA V: DETECCIÓN EN A.M. y F.M.** (involucra los items I, J del programa sintético)

a.- Detección en AM: detector de envolvente, circuito a diodo, rendimiento, resistencia equivalente de entrada, distorsiones. Control automático de ganancia mediante sistema directo e inverso. AGC con Mos de doble compuerta y a Diodos Pin. Resolución analítica de ejercicios prácticos. Verificaciones a través de simulaciones con programas freeware

b.- Detección en FM: para una mejor comprensión del alumno, este tema se dará con la unidad de Modulación Angular

#### **UNIDAD TEMÁTICA VI: AMPLIFICADORES DE POTENCIA SINTONIZADOS** (involucra los items K, L, M, N del programa sintético)

Consideraciones generales. Comparación entre las clases de amplificadores A / B / C. El amplificador clase "C". Análisis del amplificador clase C valvular. Método de Chaffee. Modelos de estado sólido.

Multiplicadores de frecuencia. Amplificador de RF Modulado. Amplificadores lineales de RF. Amplificadores de alta eficiencia. Resolución analítica de ejercicios prácticos.

#### **UNIDAD TEMÁTICA VII: OSCILADORES SINUSOIDALES** (involucra los items B, E, I, J, M del programa sintético)

Revisión y/o repaso de conocimientos previos, Generalidades de los Osciladores y su clasificación, Osciladores de resistencia negativa. Resolución analítica de ejercicios prácticos. Verificaciones a través de simulaciones con programas freeware

#### **UNIDAD TEMÁTICA VIII: LAZOS DE FIJACIÓN DE FASE. SINTETIZADORES DE FRECUENCIA** (involucra el item F del programa sintético)

Introducción. Esquema simplificado de la operación del lazo. Diagrama en bloques de la operación de un PLL. Análisis y terminología utilizada en PLL. El oscilador de lazo (VCO). El detector de fase, el concepto de "charge pump". El filtro de lazo. El divisor programable. Sintetizadores de frecuencia. Aplicaciones de los lazos de enclavamiento de fase. Resolución analítica de ejercicios prácticos. Verificaciones a través de simulaciones con programas freeware

#### **UNIDAD TEMÁTICA IX: MEZCLADORES** (involucra el item G del programa sintético)

Teoría del mezclador y su análisis espectral. Terminología utilizada en mezcladores. Ganancias y/o pérdidas de conversión, nivel de compresión, rango dinámico. Mezcladores a diodo y mezcladores balanceados, configuraciones circuitales. Mezcladores y Conversores con transistor bipolar. Mezcladores con FET. Mezcladores a MOSFET de doble compuerta. Resolución analítica de ejercicios prácticos.

#### **UNIDAD TEMÁTICA X: MODULADORES Y TRANSMISORES** (involucra los items B, D, E, F, G, H, K, L, M, N del programa sintético)

Transmisores de Modulación en Amplitud. Modulación angular. Generación de F.M.: directa e indirecta. Transistor de reactancia, modulador Beleskas, Amstron, diodo varicap. Transmisores de F.M. Detección de FM: Características del detector de FM, discriminador por desplazamiento de fase, discriminador Foster – Seeley, detector de razón, detector de cuadratura. Características de los sistemas de comunicaciones en BLU (banda lateral única). Potencia y ancho de banda. El transmisor de BLU. Detección de BLU. Resolución analítica de ejercicios prácticos

#### Distribución de carga horaria entre actividades teóricas y prácticas

Tipo de actividad	Carga horaria total en hs. reloj	Carga horaria total en hs. cátedra
Teórica	60	75
Formación Práctica	68	85
Formación experimental	-	-
Resolución de problemas	45	56
Proyectos y diseño	23	29
Práctica supervisada	-	-

	% Carga horaria total curricular	Lugar de desarrollo
Teórica	47	Clase
Resolución de problemas: abiertos de ingeniería (incluye clase de repaso y parcial)	35	Clase
Proyecto y diseño	18	Clase
Sumatoria:	100	

#### ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

Modalidades de enseñanza empleadas según tipo de actividad (teórica-práctica)

Las clases serán dictadas basándose en el método inductivo deductivo, con exposición teórico práctica de cada una de las Unidades Temáticas.

Se fomentará una participación activa de los cursantes planteando casos prácticos durante las clases de resolución de problemas y vinculando siempre los temas tratados con la realidad, técnico económica más actualizada. La resolución de problemas se realizará guiada por el Profesor, Jefe de Trabajos Prácticos y /o Ayudante de Trabajos Prácticos, según el curso de que se trate, a efectos que los cursantes desarrollen sus capacidades creativas para vincular los diversos conceptos necesarios para su resolución. Las exposiciones didácticas de los diversos temas se realizarán con apoyo de pizarrón y medios de escritura, también según su disponibilidad se utilizará PC y cañón, permitiendo recalcar los puntos fundamentales de cada tema, para ello todos los alumnos tendrán disponible una guía de clase que les permitirá, primero leer previamente los contenidos que se darán en la clase presencial y luego escribir con sus propias palabras y en las mismas hojas, todos los conceptos que el docente pueda dar en clase, permitiéndole a su vez preguntar o solicitar aclaraciones de dicha guía de clase

El planteo de ejemplos, problemas y/o proyectos está diseñado para que, en etapas sucesivas, el

cursante pueda enfrentar la problemática de la RF, la que a diferencia de lo estudiado en otras asignaturas implica: procesar señales pequeñas en presencia de interferencias fuertes, procesar señales con elementos cuyos parámetros cambian durante el ciclo de la señal, evaluar alinealidades introducidas por componentes activos y pasivos. Por otra parte, será siempre primordial evitar las recetas, para la resolución de una determinada problemática en un circuito y tratar que el alumno nunca deje de ver los principios básicos que le permitan no sólo afrontar un problema de la materia, si no que le sirva para resolver cualquier otro inconveniente o problemática en su vida profesional; la dificultad de la mayoría de los alumnos es resolver lo básico, lo elemental, que seguramente en otras materias se lo dieron, podríamos decir estudió, lo aplicó pero después de un tiempo no recuerda, lo bien aprendido no se olvida, se incorpora en nosotros como andar en bicicleta, si una vez se hizo nuestra mente no lo olvida y nos permiten mantener la habilidad.

- Recursos didácticos para el desarrollo de las distintas actividades (guías, esquemas, lecturas previas, computadoras, software, otros)

Se pretende ir incorporando en la resolución de problemas su comprobación mediante simulares de circuito por PC a través de software específico del tipo freeware como ser Qucs, Spectrum Soft Micro Cap 10, Smith V3.10, dichas comprobaciones consisten en verificar con los emuladores los conocimientos teóricos adquiridos, o sea el alumno debe conocer su resultado final, antes de emularlo y luego solo verifica que da lo mismo, si no fuese así, darse cuenta si lo que hizo está mal o los errores son provocados por el incorrecto uso del simulador.

Como hemos dicho precedentemente, las exposiciones didácticas de los diversos temas, se realizan con apoyo de pizarrón y medios de escritura, en función de su disponibilidad se utilizará un cañón electrónico y PC, los alumnos podrán disponer antes de la segunda clase a través del sistema de e-mail de la guía de clase de la materia.

Estas guías de clase figuran publicadas en [http://ar.groups.yahoo.com/group/utn\\_eaiiii/](http://ar.groups.yahoo.com/group/utn_eaiiii/); y en el Portal Virtual de la Facultad como Cátedra Virtual a través del sistema Moodle, se pretende utilizar esta metodología, a fin de permitir a los alumnos leer el tema de clase en forma previa y así seguirla más fácilmente, ayudando a la comprensión más rápida y evacuación de dudas respecto de los mismos.

## **EVALUACIÓN**

### Modalidad (tipo, cantidad, instrumentos)

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, estos parciales consisten en la resolución de un problema similar a la ejercitación efectuada en clase, y se les puede adicionar una o dos preguntas teóricas a fin de corroborar la comprensión de algún tema en particular.

### Requisitos de regularidad

El alumno que haya aprobado ambos parciales 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 consta del desarrollo de 3(tres) ítems, los 2(dos) primeros, corresponden al desarrollo de puntos específicos de alguna de las unidades temáticas y el tercero es un ítem que contiene de 4 preguntas a 6 preguntas, lo que nos permite la evaluación de 6 a 8 temas de los 10 capítulos tratados, el examen es escrito y para todos los alumnos el mismo (en esa fecha), para poder aprobar, los tres ítems del final deben estar desarrollados y/o contestadas las preguntas que se hacen, el motivo es que cada ítem corresponde a diferentes unidades temáticas, de acuerdo a lo indicado, las condiciones de aprobación serán:

- 1.- Los puntos a desarrollar pueden recibir las siguientes calificaciones B = bien, R = regular, M = mal
- 2.- Ninguno de los tres ítems puede estar sin contestar, (B, B y M ó B, B, nada, implica aplazo)
- 3.- Por lo menos, uno de los tres ítems debe calificar B (R, R y R implica aplazo)
- 4.- En el tercer ítem cada subítem se califica B ó M, (sin R), la calificación del ítem será:

B solamente con todos los subítems Bien

R como mínimo el 50% Bien, si hay 4 preguntas por lo menos 2 Bien y si hay 6, por lo menos con 3 Bien

M con menos del 50% Bien o ningún Bien

### Articulación Horizontal y Vertical con otras materias

Describir la articulación con otras materias y las acciones, reuniones, comisiones en las que participa el equipo docente para trabajar sobre la articulación vertical y horizontal de los contenidos y la formación. La asignatura de EAIII comprende el análisis, la síntesis e interrelación de los circuitos componentes de Sistemas de Transmisión y Recepción de RF. Durante el desarrollo de la misma se analiza el comportamiento de transmisores y receptores desglosando en detalle, cada una de sus etapas componentes, a efectos de obtener una cabal comprensión del funcionamiento de cada una de ellas, el diseño curricular hace que los alumnos enfrenten por primera vez, al cursar esta materia la necesidad de analizar circuitos que manejan señales débiles inmersas en señales fuertes (etapas de entrada en RF) y circuitos alineales (potencia de RF, convertidores).

Un gran desafío de la asignatura es hacer comprender a los alumnos la gran importancia en la carrera que la misma tiene ya que en ella se sintetizan conceptos aprendidos en una gran cantidad de asignaturas: Análisis Matemático, Teoría de Circuitos, Tecnología de los Materiales y Componentes, Sistemas de Comunicaciones, Medios de Enlace y Medidas Electrónicas

Electrónica Aplicada III también hace que el alumno utilice y comprenda conceptos de otras asignaturas, de allí aunque no tiene la designación de materia integradora la misma se comporta como tal, permitiendo que el cursante detecte sus propias debilidades en materias de base y brindando así una realimentación del proceso educativo destinada a la correcta formación del profesional que egresa.

Electrónica Aplicada III, hace un par de décadas atrás, pudo ser considerada como una materia de especialización, pero en la actualidad es una asignatura formativa ya que promueve el razonamiento, motiva la creatividad y fija conceptos básicos de la electrónica en general, de ahí que la orientación planteada para que esta materia responda a la enseñanza de conceptos que serán válidos con independencia de las soluciones tecnológicas particulares permitiendo que el graduado se adapte a los cambios que se gesten durante su vida profesional. La enseñanza conceptual ha de ser contemplada con un adecuado análisis de casos prácticos que permitan al cursante acortar la distancia que media entre el cálculo teórico y su concreción real

Sería muy interesante e innovador para los alumnos y para la propia facultad, si se pudiera realizar un proyecto integrador, el cual, se diseñaría, emulara y armara en EAIII y se midiera en Medidas Electrónicas II, provocando la integración horizontal de materias en el mismo año, la integración vertical se da por hecho debido a la necesidad de conocimientos provenientes de materias de años anteriores necesarias como ya se ha explicado y también la integración vertical hacia años superiores en donde los conceptos vertidos en EAIII son el puntapié inicial para las materias optativas en la rama de comunicaciones.

Asimismo, se ha incorporado dentro del programa analítico nuevos temas, que son Parámetros "S" de un transistor y Diagrama de Smith, éste último tema para dar continuidad a conocimientos que provienen de la materia Medios de Enlace, a fin de dar aplicaciones con los mismos, y permitiendo a los alumnos conocer su utilidad en alta frecuencia y parámetros concentrados, aunque para poder hacerlo es necesario que en materias de articulación vertical como ser Electrónica Aplicada II se den temas actuales de la materia como ser parte importante de osciladores y así permitir la incorporación sin mayores dificultades de estos nuevos temas, es también necesario para fomentar la articulación vertical que haya un hilo conductor en todas las materias previas a Electrónica Aplicada III, que bien podría ser el Receptor Superheterodino, en el mismo se pueden aplicar conceptos que los alumnos tienen de base, reforzando en dichas materias los mismos, Teoría de los Circuitos, Tecnología de los Componentes, Sistemas de Comunicaciones, Medios de Enlace

### CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES

Unidad Temática	Duración en hs cátedra
I	10
II	17
III	15
IV	8

V	15
VI	15
VII	15
VIII	15
IX	15
X	15
PARCIALES	10
REPASO	10
TOTALES	160

### Carga horaria adicional estimada en actividades no presenciales

Se estima que los alumnos deberán dedicar en forma adicional a las señaladas en el Cronograma Estimado de Clases, las horas que a continuación se detallan, que servirán para una mejor comprensión de los diversos temas, resolución de problemas, proyectos y diseño con su simulación respectiva, (esta última no se hará durante las clases) y que este aprendizaje le sirva de autoevaluación de los conocimientos adquiridos

	Carga horaria total en hs. reloj
Resolución de problemas	20
Proyecto y diseño	30
Sumatoria:	50

### BIBLIOGRAFIA:

- Krauss-Bostian-Raab(1984)Solid State Radio Engineering. USA, Wiley & Sons  
 Krauss-Bostian-Raab (1984) Estado Sólido en Ingeniería de Radiocomunicación. Mexico, Limusa  
 Colantonio, P;Giannini, F; Limiti, E. (2009) High Efficiency RF and Microwave Solid Power Amplifiers. (ISBN: 978-0-470-51300-2) Hardcover  
 Kazimierczuk, M (2008) RF Power Amplifiers.,(ISBN: 978-0-470-77946-0) Hardcover  
 Grebennikov, A (2007) . RF and Microwave Transistor Oscillator Design. Hardcover (ISBN: 978-0-470-02535-2)

Estos libros contienen en general el programa analítico de la materia y si bien no lo desarrollan en forma cuantitativa si lo hacen en forma cualitativa y se encuentran en la bibliografía existente en biblioteca

### Bibliografía Complementaria

#### UNIDAD TEMÁTICA I:

- 1) Krauss-Bostian-Raab. (1984) Solid State Radio Engineering, USA, Wiley & Sons
- 2) Krauss-Bostian-Raab. (1984) Estado Sólido en Ingeniería de Radiocomunicación Mexico: Limusa

#### UNIDAD TEMÁTICA II:

- 1) Carson (1982) High Frequency Amplifiers , USA,Wiley & Sons
- 2) Krauss-Bostian-Raab (1984) Estado Sólido en Ingeniería de Radiocomunicación. Mexico, Limusa
- 3) Clarke & Hess (1978) Communications Circuits:Analysis and Design, USA, Addison - Wesley
- 4) Stern.(1970) Stability and Power Gain of Tuner Transistor Amplifiers Procceding IRE
- 5) Chirlian (1970) Análisis y Diseño de Circuitos Electrónicos, Mexico, Mc. Graw - Hill
- 6) Staff Texas (1969) Diseño de Circuitos para Audio, AM, FM y TV, Mexico: C.E.C.S.A.
- 7) Bowich, C. (1997) RF Circuit Design. England, Newnes

- 8) Pozar, D (2005) Microwave Engineering USA, John Wiley & Sons, Inc
- 9) Guillermo Gonzalez (1996) Microwave Transistor Amplifiers. Analysis and Design, USA Prentice Hall
- 10) White, J. (2004) High Frequency Techniques and Introduction to RF and Microwave Engineering USA John Wiley & Sons, Inc publication

**UNIDAD TEMÁTICA III:**

- 1) SP-52 (1975). Circuitos de Potencia de Estado Sólido. Argentina: Arbo
- 2) Krauss-Bostian-Raab (1984) Estado Sólido en Ingeniería de Radiocomunicación. Mexico: Limusa
- 3) Clarke & Hess. (1978) Communications Circuits: Analysis and Design, USA, Addison - Wesley

**UNIDAD TEMÁTICA IV:**

- 1) Bennett (1960) Electrical Noise USA, Mc Graw - Hill
- 2) Lee (1960) Statistical Theory of Communication USA Wiley & Sons
- 3) Staff Texas (2004) Solid State Communications. Texas

**UNIDAD TEMÁTICA V:**

- 1) Krauss-Bostian-Raab (1984) Estado Sólido en Ingeniería de Radiocomunicación Mexico, Limusa
- 2) Weaver, A. 1980 Third Method of Generation and Detection of Single Side Band Signal, Proc. IRE
- 3) Staff Texas (1969) Diseño de Circuitos para Audio, AM, FM y TV, Mexico C.E.C.S.A.

**UNIDAD TEMÁTICA VI:**

- 1) Krauss-Bostian-Raab (1984) Estado Sólido en Ingeniería de Radiocomunicación. Mexico Limusa
- 2) Terman (1947) Ingeniería Eléctrica y de Radio, Argentina Arbó
- 3) RFM-430 (1977) Transistores de Potencia de RF, Argentina Arbó
- 4) SP-52 (1975) Circuitos de Potencia de Estado Sólido, Argentina Arbo
- 5) Cripps, S. (1999,) RF Power Amplifiers for Wireless Communications.

**UNIDAD TEMÁTICA VII:**

- 1) Mizuno - Kano - Takagi – Teramoto (1976) Theory of Negative Resistance of Junction Field Effect Transistors, IEEE
- 2) Clarke & Hess (1978) Communications Circuits: Analysis and Design USA Addison - Wesley
- 3) Krauss-Bostian-Raab (1984) Estado Sólido en Ingeniería de Radiocomunicación Mexico, Limusa
- 4) Randy Rhea (2010) Discrete Oscillator Design: linear, nonlinear, transient and noise domains, USA, Amazon

**UNIDAD TEMÁTICA VIII:**

- 1) Blanchard (1993) Phase Locked Loops, USA, Wiley & Sons
- 2) Gardner (1979) Phase Lock Techniques USA, Wiley & Sons
- 3) Krauss-Bostian-Raab (1984) Estado Sólido en Ingeniería de Radiocomunicación. Mexico, Limusa

**UNIDAD TEMÁTICA IX:**

- 1) Guillemin. (1949) The Mathematics of Circuits Analysis, USA, Wiley & Sons
- 2) Klein, AN-238 – Motorola. (1994) Transistor Mixer Design Using Two - Port Parameters
- 3) Staff Texas (2004) Solid State Communications. Texas

**UNIDAD TEMÁTICA X:**

- 1) Krauss-Bostian-Raab. (1984) Estado Sólido en Ingeniería de Radiocomunicación. Mexico, Limusa
- 2) Staff Texas. (2004) Solid State Communications, Texas
- 3) Clarke & Hess (1978) Communications Circuits: Analysis and Design USA, Addison - Wesley
- 4) Harold Black (1953) Modulation Theory, USA Van Nostrand