



# Planificaciones

6676 - Transm. y Recep. de Comun

Docente responsable: ZOTHNER ENRIQUE FELIX EDU

## OBJETIVOS

Dar a los alumnos las herramientas de razonamiento para encarar el diseño de circuitos cuando las longitudes de onda de las señales son comparables o menores que las dimensiones físicas de los componentes y los tiempos de cambio de los niveles de tensión y corriente son del orden o inferiores al tiempo de propagación de la información en el medio que los guía.

Para ello se trata de mostrar los conceptos involucrados en los coeficientes de reflexión y transmisión, que en la práctica llevan a la utilización de los parámetros S. Es decir, agregar al razonamiento clásico en función de tensiones y corrientes, el concepto de la propagación del campo electromagnético, la integridad de las señales y la homogeneidad de la impedancia en el camino de propagación.

Esto lleva inevitablemente a los conceptos de compatibilidad electromagnética.

Se le da especial importancia a la forma de pensamiento "electromagnética" y su aplicación en el diseño y ruteo de circuitos impresos, tanto para altas como para bajas frecuencias.

En base a esta filosofía se estudian amplificadores de baja señal, amplificadores de potencia, osciladores convencionales, diodos Gunn, magnetrones, transformadores de radiofrecuencia y guía de ondas

## CONTENIDOS MÍNIMOS

-

### PROGRAMA SINTÉTICO

- 1.- Parámetros S. Grafico de Smith. Diagramas de flujo.
- 2.- Amplificadores de bajo nivel de banda angosta. Definiciones de transferencia. Redes adaptadoras. Amplificadores de banda ancha. Mapeo de los círculos de ganancia constante sobre el grafico de Smith. Diseño de las redes adaptadoras para mantener ganancia aproximadamente constante dentro del ancho de banda especificado.
- 3.- Conceptos de compatibilidad electromagnética. Mediciones y Normas, Diseño y ruteo de circuitos impresos para alta frecuencia.
- 4.-Estabilidad. Mapeo de las zonas estables de entrada sobre la impedancia de salida. Ídem salida-entrada.
- 5.- Amplificadores de potencia clase A. Adaptación a máxima transferencia y a recta de carga optima para mayor excursión de compresión igual a 1 dB. Redes adaptadoras.
- 6.-Amplificadores de potencia no lineales. Clases AB, B y C. Rendimiento y potencia de fuente de corriente continua. Generación de armónicas. Red de polarización y estabilidad en baja frecuencia.
- 7.-Transformadores para radiofrecuencia. Transformadores que utilizan líneas de transmisión. La función del núcleo. Balun 4:1 y otras relaciones de transformación.
- 8.-Osciladores. Condición de oscilación. Amplificadores. Resonadores. Arranque y estabilización. Ruido de fase.
- 9.- Guías de onda. Dimensiones y banda de frecuencias. Modos de propagación. Transiciones.
- 10.-Osciladores de potencia. Magnetron y diodo Gunn.

### PROGRAMA ANALÍTICO

- 1.- Parámetros S.

Introducción del concepto en base a las ondas viajeras "a" y "b". Su relación con los coeficientes de reflexión y transmisión. Representación de los parámetros S en diagramas polares (de coeficiente de reflexión o de Smith y de transmisión). Utilización de los diagramas de flujo. Diagrama de flujo de un cuadripolo. Definiciones de ganancia. Ganancia de transductor. Analizador vectorial de redes.

- 2.- Amplificadores de bajo nivel.

Ganancia de transductor para amplificadores incondicionalmente estables. Ganancia en condiciones de adaptación. Redes de adaptación. Diseño de las mismas utilizando programas dedicados. AppCAD (programa de acceso libre). Representación del movimiento de la impedancia en diagramas de Smith con redes de adaptación serie y paralelo. Utilización de transformadores de cuarto de onda con líneas de transmisión en circuito impreso.

Redes adaptadoras para banda angosta. Círculos de ganancia constante y redes de adaptación para banda ancha.

- 3.- Estabilidad de amplificadores de bajo nivel.

Efecto del coeficiente de transmisión S12 en la estabilidad y adaptación de impedancias.

Estudio de la estabilidad en base al mapeo del coeficiente de reflexión de modulo unitario en la entrada del cuadripolo, sobre el diagrama de impedancias de carga de la salida. Ídem desde la salida hacia la entrada. Zonas de impedancias posibles de generador y de carga para condiciones de estabilidad.

### 3.- Ruido

Efectos del ruido térmico sobre el funcionamiento de los amplificadores. Relación señal ruido y factor de ruido. Mapeo del factor de ruido constante en el grafico de Smith para posibilitar la elección de la de la impedancia de generador óptima en base al análisis simultáneo en el gráfico de los círculos de estabilidad, círculos de ganancia constante y círculos de factor de ruido constante.

### 4.- Introducción a los conceptos de compatibilidad electromagnética.

Interferencia Radiada y Conducida, principios de medición Diseño de circuitos impresos para asegurar el funcionamiento de los amplificadores diseñados teniendo en cuenta los parámetros de montaje. Interferencia generada y recibida, por conducción, acoplamiento magnético, acoplamiento capacitivo y acoplamiento electromagnético. Interferencias naturales y producidas por actividades humanas. Los sistemas de distribución eléctrica y su relación con los planos de tierra de referencia.

### 5.- Amplificadores de potencia clase A.

Transistores y tecnologías para amplificadores de potencia. Caracterización de los dispositivos. Técnica de los contornos de "carga forzada" (load pull) y "fuente forzada" (source pull). Amplificadores clase A. Concepto de distorsión por compresión y por ínter modulación. Analizador vectorial de redes para gran señal. Parametros X. Adaptación a máxima transferencia y a recta de carga optima. Contornos de potencia de salida en función de cargas diferentes de la óptima. Redes de adaptación para conseguir las condiciones de carga requeridas. Polarización, redes de acople y desacople. El stub radial como elemento de desacople capacitivo. Generalización de parametros S: Los parametros X.

### 6.- Amplificadores de potencia clase AB, B y C,

Efectos de la reducción del ángulo de conducción sobre la generación de armónicas, la potencia continua de alimentación y el rendimiento. Utilización de programas dedicados para analizar la producción de armónicas en base al ángulo de conducción. Influencia de la red de polarización en la estabilidad a bajas frecuencias de los amplificadores. Conceptos generales sobre amplificadores clase F y E.

### 7.- Transformadores para radiofrecuencia.

Transformadores convencionales y transformadores realizados con líneas de transmisión. Efectos del núcleo. Balun 4:1. Otras relaciones de transformación. Acopladores direccionales.

### 8.- Osciladores.

Conceptos generales. Criterio de oscilación. El oscilador como un amplificador sintonizado de ruido. Elección del amplificador. Resonadores y tipos de circuitos osciladores. Arranque de un oscilador. Movimiento de los polos de la transferencia de lazo desde el arranque hasta la estabilización de la amplitud de la oscilación. Mecanismos de control de la amplitud. Consideraciones sobre el ruido de fase.

### 9.- Guías de onda.

Concepto y derivación de las guías rectangulares desde la línea abierta bifilar. Dimensiones y modos posibles de propagación. Visualización de los modos de propagación TEM, TE y TM en diagramas programados en Java. Transiciones. Acoplamiento guía-coaxial y guía-conector. Entrega y toma de energía de las guías de onda.

### 10.- Osciladores de potencia.

Magnetron y diodo Gunn. Aplicaciones ventajas y posibilidades de estos dispositivos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Notas de aplicación de Hewlett Packard, Diseño de amplificadores utilizando parámetros S” HP 95-1

Notas de aplicación de Maxim “Low-Noise Amplifier Stability—Concept to Practical Considerations”, Nº 1, 2 Y 3.

RF Power Amplifiers for Wireless Communications – Steve C. Kripps- Artech House

Lumped Elements for RF and Microwave Circuits – Inder Bahl – Artech House

A New and Efficient Method of Designing Low Noise Microwave Oscillators. – Ulrich L. Rohde – Synergy Microwave Corporation.

Manual de uso. AppCAD.-Agilent Technologies.

Apuntes de la Cátedra y sitios web de acceso libre, en especial [www.compliance-club.com](http://www.compliance-club.com).

Notas de aplicación de Agilent Technologies sobre analizadores vectoriales de redes.

"RF Power Amplifiers for Wireless Communications", Steve C Cripps, Artech House -

## **RÉGIMEN DE CURSADA**

### **Metodología de enseñanza**

Una clase semanal de explicación de los temas fundamentales, análisis de la bibliografía recomendada, y guía para expandir los conocimientos sobre los temas.

Una clase de consultas, practicas de diseño y mediciones en laboratorio de los prototipos desarrollados por los alumnos.

Atención permanente de consultas vía correo electrónico, y en los turnos de clases.

### **Modalidad de Evaluación Parcial**

La evaluación del aprendizaje se logra observando a los alumnos en el desarrollo de circuitos de radio frecuencia prototipo. La elección del dispositivo a desarrollar es libre y solo interviene el docente como guía a solicitud de los alumnos.

Para rendir la evaluación final o coloquio integrador, el alumno debe haber concretado satisfactoriamente el informe final del desarrollo/diseño elegido. El prototipo debe encontrarse funcionando dentro de los parámetros establecidos. En caso de que el docente decida aprobar un trabajo que no alcanzo totalmente sus objetivos, y funciona en forma parcial, en el informe deben constar las razones que no permitieron alcanzarlo.

El laboratorio de la Facultad cuenta en este momento con intrumental moderno y suficiente como para desarrollar los trabajos encarados sin inconvenientes para realizar mediciones hasta frecuencias de 6 GHZ.

A partir del año 2011 se incorporo a los trabajos a desarrollar, la resolucion de problemas afines al diseño de amplificadores de RF con asistencia de CAD.

## CALENDARIO DE CLASES

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<1> 09/03 al 14/03	Campo electromagnético					Electromagnetic Theory - Stratton
<2> 16/03 al 21/03	Parametros S					Nota de aplicación AN 95-1 Agilent
<3> 23/03 al 28/03	Amplificadores de bajo nivel		Selección de circuitos a desarrollar.			Nota de aplicación AN 95-1 Agilent
<4> 30/03 al 04/04	Amplificadores de banda angosta	Diseño de amplificadores de banda angosta.	Selección de componentes.			Nota de aplicación AN 95-1 Agilent
<5> 06/04 al 11/04	Amplificadores de banda ancha	Diseño de amplificadores de banda angosta.	Desarrollo, armado y mediciones.			Nota de aplicación AN 95-1 Agilent
<6> 13/04 al 18/04	Ruido	Diseño de amplificadores de banda angosta.	Desarrollo, armado y mediciones.			Low-Noise Amplifier Stability Concept to Practical Considerations, AN 1849 part , 2 and 3. MAXIM
<7> 20/04 al 25/04	Estabilidad	Firma de los trabajos.	Desarrollo, armado y mediciones.			Low-Noise Amplifier Stability Concept to Practical Considerations, AN 1849 part , 2 and 3. MAXIM
<8> 27/04 al 02/05	Compatibilidad electromagnética	Firma de los trabajos.	Desarrollo, armado y mediciones.			
<9> 04/05 al 09/05	Amplificadores de potencia clase A		Desarrollo, armado y mediciones.			RF POWER AMPLIFIERS FOR WIRELESS COMMUNICATIONS. CRIPPS.
<10> 11/05 al 16/05	Amplificadores de potencia no lineales.		Desarrollo, armado y mediciones.			RF POWER AMPLIFIERS FOR WIRELESS COMMUNICATIONS. CRIPPS.
<11> 18/05 al 23/05	Polarización e inestabilidad		Desarrollo, armado y mediciones.			RF POWER AMPLIFIERS FOR WIRELESS COMMUNICATIONS. CRIPPS.
<12> 25/05 al 30/05	Osciladores		Desarrollo, armado y mediciones.			
<13> 01/06 al 06/06	Transformadores de Radiofrecuencia		Desarrollo, armado y mediciones.			Low Noise Microwave Oscillators. Rohde
<14> 08/06 al 13/06	Guía de ondas		Desarrollo, armado y mediciones.			
<15> 15/06 al 20/06	Magnetron y Diodo Gunn		Firma de los trabajos.			

Semana	Temas de teoría	Resolución de problemas	Laboratorio	Otro tipo	Fecha entrega Informe TP	Bibliografía básica
<16> 22/06 al 27/06	Consultas sobre el desarrollo y avances.		Firma de los trabajos.			

## CALENDARIO DE EVALUACIONES

### Evaluación Parcial

Oportunidad	Semana	Fecha	Hora	Aula
1º				
2º				
3º				
4º				
Observaciones sobre el Temario de la Evaluación Parcial				
Por el sistema de trabajo de la materia no se realizan evaluaciones parciales en fecha fijas. Los alumnos van avanzando en sus trabajos de desarrollo de los circuitos y se evalúa su desempeño.				