

TÉCNICAS DE DISEÑO DE AMPLIFICADORES EN MICROONDAS

A nuestras esposas e hijas

José Alberto Bava y Aurelio Juan Sanz

Técnicas de Diseño de Amplificadores de Microondas

I.S.B.N 950-43-8755-1

Edición de 168 hojas

Todos los derechos reservados. Prohibida la reproducción total o parcial de este libro, su almacenamiento en sistemas recuperables, o su transmisión por cualquier medio electrónico, mecánico, fotocopiado, grabado u otros, sin el permiso escrito del editor.

Ninguna responsabilidad de patente se asume respecto a la información aquí contenida.

Aunque se han tomado todas las precauciones en la preparación del libro, los autores no asumen responsabilidad por errores u omisiones. No se asume obligaciones por daños resultantes del uso de la información aquí contenida.

Se terminó de imprimir en el mes de diciembre de 1999, en los talleres gráficos del C.E.I.L.P
Calle 47 N° 279 La plata Buenos Aires

Impreso en Argentina

Dibujo de tapa: Salvador Sanz

Prólogo

La idea de este libro nació al querer recopilar y ordenar el material para ser utilizado en un curso de posgrado sobre parámetros S y amplificadores de microondas en la Universidad Nacional de La Plata. La finalidad es que los conceptos vertidos en este texto sean utilizados como guía por todas aquellas personas que realicen diseños con parámetros de reflexión.

La primera parte, necesariamente, pretende dar los fundamentos de líneas de transmisión, conceptos que serán utilizados en todo el texto.

Hemos tratado en los capítulos siguientes de dar técnicas para diseño de amplificadores de microondas, usando líneas de microtira en redes de adaptación. Los amplificadores dados como ejemplo en el texto y el criterio de diseño de los mismos, fueron implementados por los autores, con buenos resultados, en equipamientos como: receptores radioastronómicos, amplificadores para enlaces de microondas, etc.

También creemos que es de importancia en el diseño de amplificadores, la sección de componentes que completan la implementación de los mismos. Es por eso que se tratan temas como líneas de microtira y componentes discretos en versión chip.

Quienes nos dedicamos a técnicas de RF hemos visto siempre a la carta de Smith como una herramienta indispensable para el diseño y la visualización rápida del comportamiento de los circuitos. Tanto los instrumentos de última generación de RF, como los programas cómputo de simulación, incluyen como método de visualización a la carta de Smith, es por eso que no puede faltar en este texto el tratado y su uso en los diseños. Podemos decir que la carta de Smith es el último de los ábacos que subsisten ante el avance de los nuevos métodos de cálculo.

Actualmente los software de simulación permiten comprobar los diseños teóricos en forma rápida y eficaz, realizando una comprobación del comportamiento de un transistor implementado como amplificador. En este texto los cálculos de diseño son comprobados mostrando los resultados obtenidos con simulaciones.

Nuestro agradecimiento al Instituto Argentino de Radioastronomía, perteneciente al CONICET, que nos permitió capacitarnos en estos temas y a su personal por la colaboración para que podamos concretar nuestros proyectos.

A nuestras esposas e hijos

Contenidos

Capítulo 1

LINEA DE TRANSMISIÓN

1-1*	Líneas de transmisión	1
1-2*	Ecuación de la línea	1
1-3*	Constante de propagación e impedancia característica	4
1-4*	Análisis de la ecuación de la línea e impedancia de entrada	5
1-5*	Adaptación con líneas en corto circuito y circuito abierto	8
1-6*	Adaptación con líneas $\lambda/4$	11
1-7*	Adaptación con líneas $3/8 \lambda$	12
1-8*	Relación de onda estacionaria y coeficiente de reflexión	14

Capítulo 2

REDES ADAPTADORAS Y DIAGRAMAS DE FLUJO

2-1*	Carta de Smith	19
2-2*	Representación de la carta de Smith	19
2-3*	Impedancias y admitancias	24
2-4*	Adaptación con elementos concentrados	26
2-5*	Adaptación con un taco	30
2-6*	Diagramas de flujo	35
2-7*	Reglas generales de los diagramas de flujo	35

Capítulo 3

LINEAS DE MICROTIRAS

3-1*	Historia de la microtira	43
3-2*	Características de las microtiras	43
3-3*	Influencia del espesor de la microtira	47
3-4*	Velocidad de propagación de la microtira	48
3-5*	Pérdidas	50
3-6*	Pérdidas en el conductor	50
3-7*	Pérdidas en el dieléctrico	52
3-8*	Pérdidas por radiación	53
3-9*	Dispersión	54
3-10*	Substratos y tecnologías	55
3-11*	Substratos para la técnica de impresión	56
3-12*	Substratos para la tecnología de películas	57
3-13*	Selección de substratos	57
3-14*	Efectos del blindaje	58

Capítulo 4

COMPONENTES EN MICROONDAS

4-1*	Componentes de microondas	61
4-2*	Capacitores	61
4-3*	Propiedades eléctricas	63
4-4*	Resonancia serie	69
4-5*	Pérdidas de inserción	71
4-6*	Criterio de selección y montaje	75
4-7*	Resistores chip	78
4-8*	Algunas características eléctricas	79
4-9*	Inductores chip	80

Capítulo 5

DISEÑO DE AMPLIFICADORES

5-1*	Parámetros de dispersión	81
5-2*	Coefficientes de reflexión de un cuadripolo	85
5-3*	Estabilidad	90
5-4*	Círculos de estabilidad	91
5-5*	Ganancia de potencia	98
5-6*	Círculos de ganancia constante	107
5-7*	Ruido	111
5-8*	Cifra del ruido	111
5-9*	Temperatura efectiva del ruido	112
5-10*	Temperatura de ruido en cuadripolos	113
5-11*	Círculos de cifra de ruido constantes	115
5-12*	Diseño de amplificadores en alta señal	119
5-13*	Rango dinámico	124

Capítulo 6

EJEMPLOS

6-1*	Línea de transmisión excitada por un pulso	129
6-2*	Línea de transmisión cargada con un corto circuito	130
6-3*	Adaptación con líneas de transmisión	132
6-4*	Adaptación con elementos discretos	136
6-5*	Adaptación con taco y línea de microtira	138
6-6*	Amplificador unilateral con adaptado con línea de $\lambda/4$	140
6-7*	Amplificador unilateral adaptado con líneas de $3/8 \lambda$ y $1/4 \lambda$	145
6-8*	Amplificados no unilateral con adaptación simultánea	151
6-9*	Amplificador de bajo ruido	157
6-10*	Amplificador de potencia	163