

MEZCLADOR BALANCEADO EN FINLINE PARA LA BANDA Ku

Iván Ney Alvizuri Romani
e-mail: ivann@unmsm.edu.pe

*Profesor de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Facultad de Ingeniería Electrónica, Lima-Perú.*

Resumen : El presente trabajo expone las diversas etapas del diseño y construcción de un Mezclador Balanceado empleando la tecnología Finline. El dispositivo opera en la banda Ku, con la frecuencia centrada en 15GHz y emplea como elemento no-lineal un par casado de diodos Schottky en tecnología Beam-lead. El circuito fue realizado utilizando tecnología planar y las estructuras planares en este proyecto son : Finline, Guía coplanar y stripline suspendida. El dispositivo presentó una aislación mínima de 15dB en la banda de 14 a 16 GHz, entre las puertas OL-RF, así como entre las puertas OL-FI. Las pérdidas de conversión son de 16 dB para un nivel en el OL de 18 dBm en 14.5 GHz y un nivel de RF de -10 dBm en 16.5 GHz.

Abstract : This work presents the stages of design and construction of a balanced finline mixer. The device operate at Ku band, centered on 15 GHz and use as non-linear element a pair matched of Beam Lead Schottky diode. The circuit was developed with planar technology: finline, coplanar waveguide and suspended stripline. The minimum isolation between ports LO-RF and LO-FI is 15 dB, at band from 14 to 16 GHz. A conversion loss is 16 dB for in of LO: 18 dBm (14.5 GHz) and RF: -10 dBm (16.5 GHz).

Palabras claves : Mezclador, finline, Tecnología, Guía Coplanar, Stripline, Serial RF, Serial OL.

I. INTRODUCCION

Las actividades de investigación y desarrollo de circuitos para ondas milimétricas tuvieron un impulso considerable en la última década y esto debido principalmente a dos razones. Primero que la banda útil de las ondas milimétricas, es mayor que la banda de microondas, lo que responde a la necesidad de transmitir mayor información a tasas más altas. Y segundo, actualmente se dispone de una gama de dispositivos semiconductores más confiables y con mejor desempeño de años anteriores. La tecnología de circuitos integrables para ondas milimétricas está basada en la estructura de transmisión conocida como finline. Esta línea se presenta sobre la forma de un guía de onda rectangular cargado en su plano E por un substrato dieléctrico sobre el cual son impresos los circuitos planares. Este trabajo, esta abocado a la concepción de un mezclador de bajada (down converter) balanceado en tecnología integrable finline, que viene hacer parte fundamental de un receptor. Los objetivos de este trabajo son desenvolver una metodología de proyecto para dispositivos que operan en la banda de las onda milimétricas y demostrar la viabilidad de utilizar estructuras como a finline en la banda de las frecuencias de microondas. En éste sentido, el proyecto fue desarrollado en la banda Ku, compatible con una banda de frecuencias utilizadas en comunicaciones vía satélite.

II. MEZCLADORES

El mezclador efectúa una operación no-lineal que transfiere las características de una señal en una determinada frecuencia para una otra frecuencia. Existen varias topologías de mezcladores entre los principales tenemos : el mezclador simple, el mezclador balanceado y el mezclador doblemente balanceado. En el proyecto se utilizó el mezclador balanceado que pese a tener un menor rendimiento que el doblemente balanceado, el es menos complejo en su construcción y tiene un menor costo.

2.1 Mezclador utilizado finline y líneas planares

Las líneas empleadas en el proyecto fueron: la finline unilateral simétrica, la finline unilateral asimétrica, el guía coplanar y la stripline suspendida. Estas pueden ser apreciadas en las figuras 1 y 2.

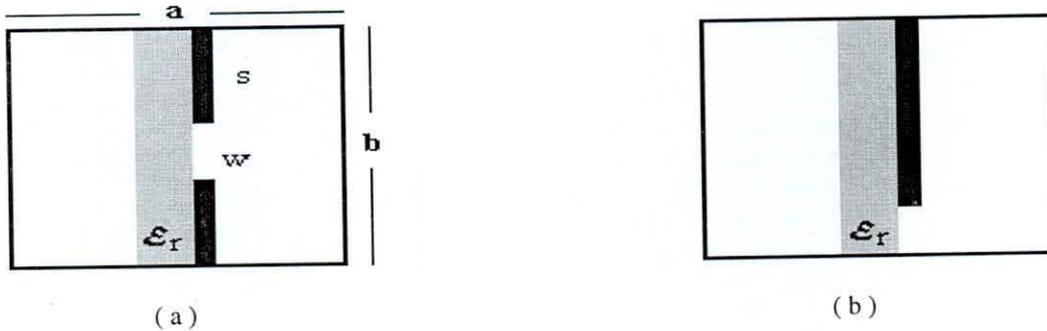


Figura 1 - Finline unilateral simétrico (a) y asimétrico (b).

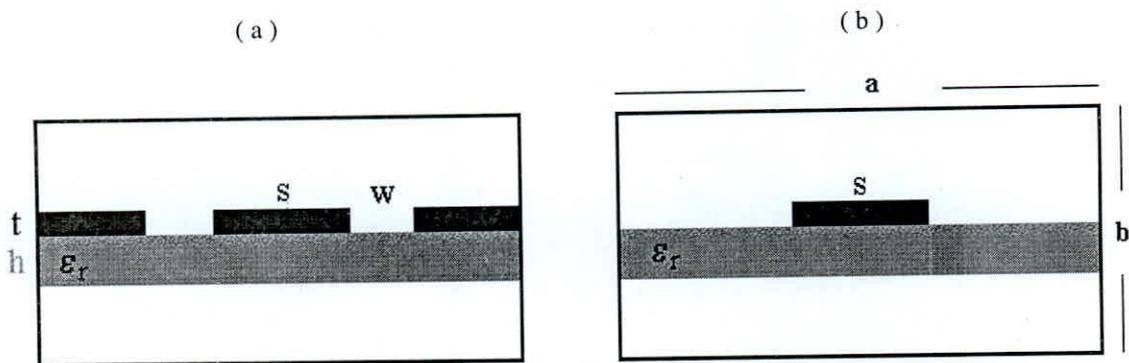
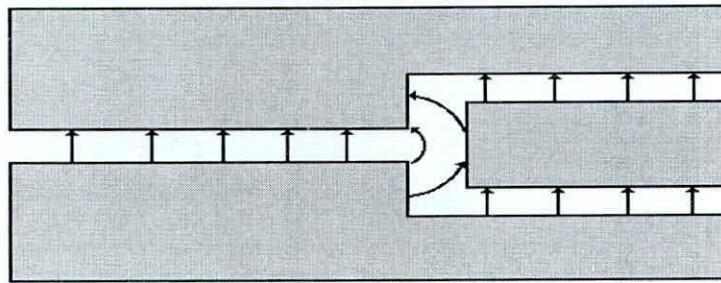


Figura 2 - Guía Coplanar (a) y la Stripline suspendida (b).

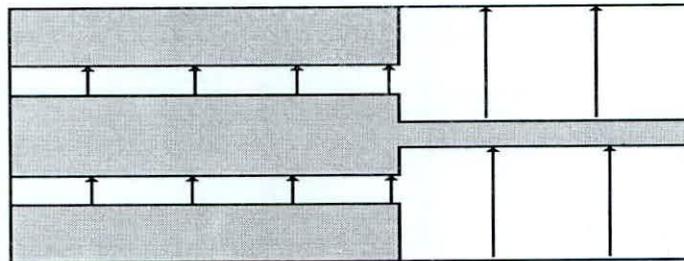
Todas estas líneas en su mayoría pueden ser combinadas para explotar de manera más adecuada posible sus características en proyectos de subsistemas.

2.2 Junturas: Finline-Guía coplanar y Guía coplanar-Stripline suspendida

Estos dos tipos de transiciones generan una señal balanceada en modo par y otra señal desbalanceada en modo impar. En el modo par, la señal ingresa a través de la finline unilateral simétrica y debido a que la siguiente estructura es el guía de onda coplanar se origina una señal balanceada en esta última estructura. Por otro lado, cuando el guía coplanar es excitado a través de una stripline suspendida, la señal que se propaga en el guía coplanar es una señal desbalanceada, modo impar. La figura 3, muestra estas dos transiciones.



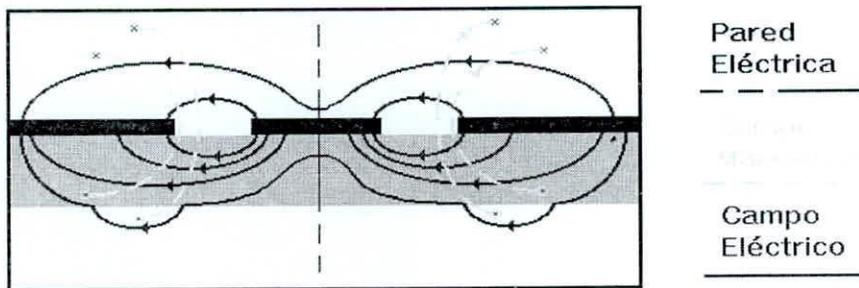
(a) Balanceado



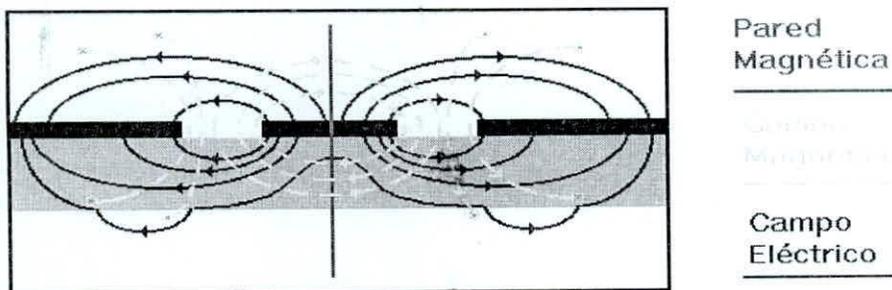
(b) Desbalanceado

Figura 3 - Transiciones : balanceado y desbalanceado

Las configuraciones de campo para los modos par e impar excitados en el guía de onda coplanar son mostrados en la figura 4.



(a) Modo par



(b) Modo impar

Figura 4 - Modos de propagación par e impar

2.3 Principio de funcionamiento del Mezclador Balanceado en Finline

La figura 5, muestra el mezclador finline que fue diseñado. El nombre de mezclador finline deriva del hecho que tanto la señal RF como la señal OL, utilizan estructuras finline como puertas de entrada.

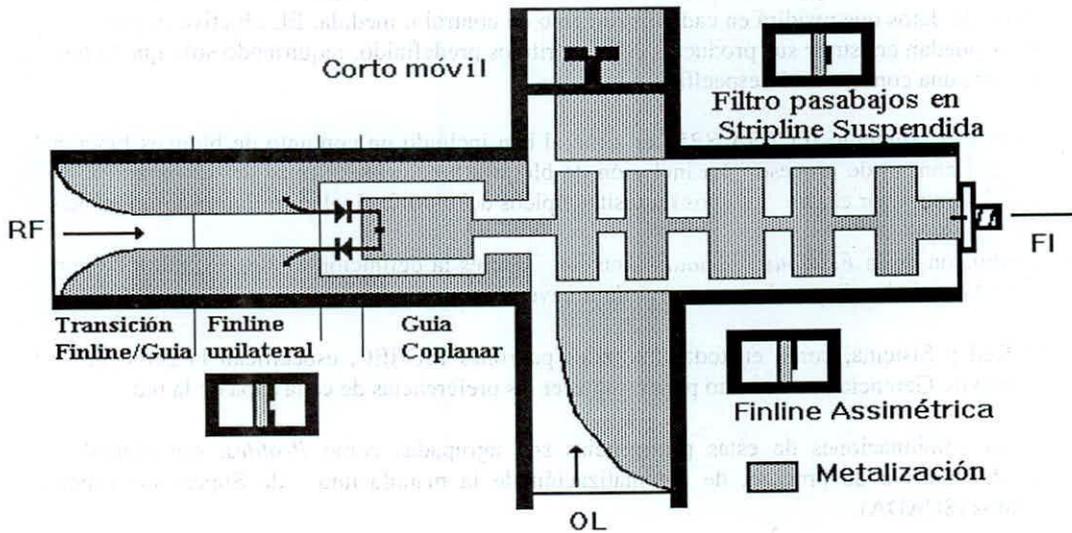


Figura 5 - El mezclador balanceado en finline

El funcionamiento de este mezclador puede ser descrito analizando el recorrido que realizan las señales RF y OL para llegar a los diodos.

La señal RF después de cruzar un "taper" finline llega a los diodos a través de una finline simétrica, luego sigue a una transición con el guía coplanar, lo cual hace que la señal RF sea balanceada. La señal OL después de atravesar el respectivo "taper", llega a los diodos vía una finline-guía coplanar.

Esta transición se comporta de forma similar a la transición tipo "sonda" del guía de onda para el coaxial. Un corto móvil es colocado en oposición para permitir el ajuste de la impedancia de entrada del OL.

La señal de OL que llega a los diodos es de tipo desbalanceada. Para garantizar que solo el modo cuasi-TEM arrive a los diodos, una reducción en la sección transversal del guía de onda (caja) en la parte derecha de la línea coplanar es efectuado.

Esta reducción es hecha de tal manera que la frecuencia del OL este abajo de la frecuencia de corte del guía de dimensiones reducidas.

Por otro lado la línea coplanar estrecha, da una terminación reactiva para la señal RF; el cambio abrupto del guía coplanar hace con que la discontinuidad se comporte como reactancia capacitiva. Osea, la señal RF que no es absorbido por el diodo y que fluye por el guía coplanar es reflejado quedando confinado en la juntura finline-guía coplanar.

La combinación de la finline con la línea coplanar forma un anillo híbrido de 180° , independiente de la frecuencia, permitiendo que la señal RF que alimenta a los diodos provenientes de la finline asimétrica, esté en fase en los diodos.

Mientras tanto la señal OL, proveniente del lado de la línea coplanar, queda desfasado en 180° , como puede ser observado en la figura 6.

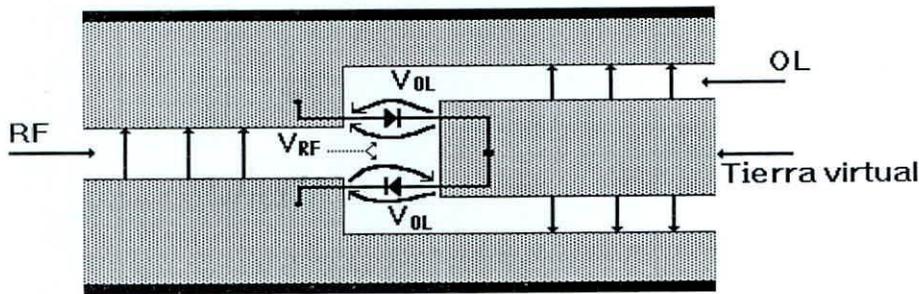


Figura 6 - Híbrido de 180°, formado por la junta finline simétrica - guía coplanar.

Finalmente la señal FI es recuperado por intermedio de un filtro pasabajos realizado en stripline suspendida.

III. PROYECTO Y CARACTERIZACION

El mezclador fue proyectado para funcionar en la banda Ku, la cual se encuentra en la banda de microondas. Este dispositivo tiene como entradas, en la puerta RF, una señal de 15 GHz, y en la puerta OL, una señal de 14.5 GHz, obteniendo en su puerta de salida FI, una señal de 500 MHz.

En el proyecto fue utilizado el programa FINAS, desarrollado en LEMOM (Laboratorio de Estructuras de Microondas y Ondas Milimétricas) de la UnB (Universidad de Brasilia).

Este programa se basa en las expresiones empíricas y analíticas desenvueltas por Sharma Hoefler, Pramanick y Barthia, para hacer el análisis y en el caso de la síntesis, utiliza el método iterativo basado en el algoritmo de Newton Raphson.

Los datos de entrada fueron las dimensiones del guía de onda y el espacio entre los conductores de la finline ($w = 0.64\text{mm}$). Como salida del análisis respectivo, el FINAS da la longitud de onda normalizada con relación a la longitud de onda en el espacio libre y la impedancia característica de la misma ($\lambda/\lambda_0 = 0.9688$, $Z = 190.7\Omega$).

El "taper" escogido fue del tipo exponencial, y es el FINAS que genera una tabla de 100 puntos que nos permiten diseñar la máscara del "taper".

Para el cálculo de la finline unilateral asimétrica se empleó el método de la resonancia transversa. A través de este método es posible obtener el valor de la impedancia para valores arbitrarios de S y W.

Conociendo la impedancia de la finline asimétrica, simplemente se proyectó un transformador de $\lambda/4$ de 9 secciones consiguiendo de esta forma calcular el "taper" de la finline asimétrica.

En el proyecto de las dos líneas coplanares en cascada son utilizadas las fórmulas de Bhartia, estas permiten obtener la impedancia de la estructura, la constante efectiva y por consiguiente, la longitud de onda de la estructura ($\lambda = 18.242\text{mm}$).

El proyecto del filtro pasabajos en stripline suspendida fue realizado con el auxilio del programa SSL. Los valores generados por el SSL fueron inducidos en el software de simulación electromagnética NETANA. La respuesta de este filtro puede ser observado en la figura 7.

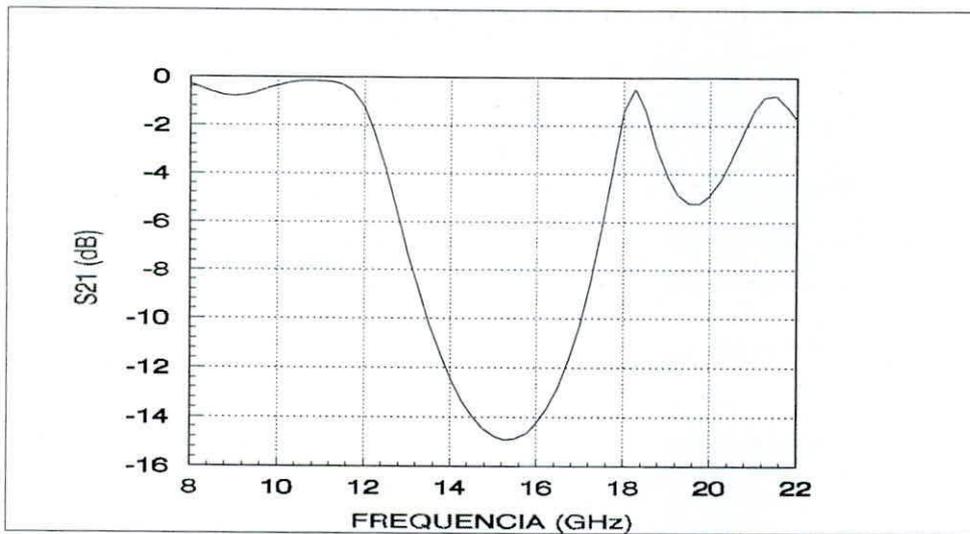


Figura 7 - Curva característica del filtro pasabajos.

Una vez realizado la máscara del mezclador y de acuerdo con estas dimensiones se pasó a construir la caja metálica. La figura 8, muestra el dispositivo implementado.

Finalmente con el dispositivo ya completo se pasó a su respectiva caracterización, lo cual fue realizado en el centro de telecomunicaciones CETUC de la Universidad Católica de Rio de Janeiro. La siguiente tabla muestra los resultados de las mediciones efectuadas:

TABLA 1

Desempeño del mezclador

BANDA RF	14 - 16.5 GHz
FRECUENCIA LO	14.5 GHz
BANDA FI	0.5 - 2.5 GHz
PERDIDAS DE CONVERSION	17 dB \pm 1 dB
POTENCIA LO	+ 18 dBm
POTENCIA RF	- 10 dBm

IV. CONCLUSIONES

El mezclador balanceado fue proyectado y construido en su integridad. Presenta una buena aislación entre las puertas, en la banda de interés (15dB). Confirmando la eficiencia del híbrido de 180° utilizado, y también confirma el buen desempeño del filtro pasabajos proyectado. Las pérdidas por conversión no fueron satisfactorias. El mejor resultado fue de 16 dB en 16.5 GHz.

Una de las razones que explica este resultado es que esta circuito, no fue sometido a un proceso de optimización que sirviese para adaptar mejor los niveles de impedancia de los diversos componentes del circuito. Otra razón es la falta de optimización de los niveles de potencia empleados.

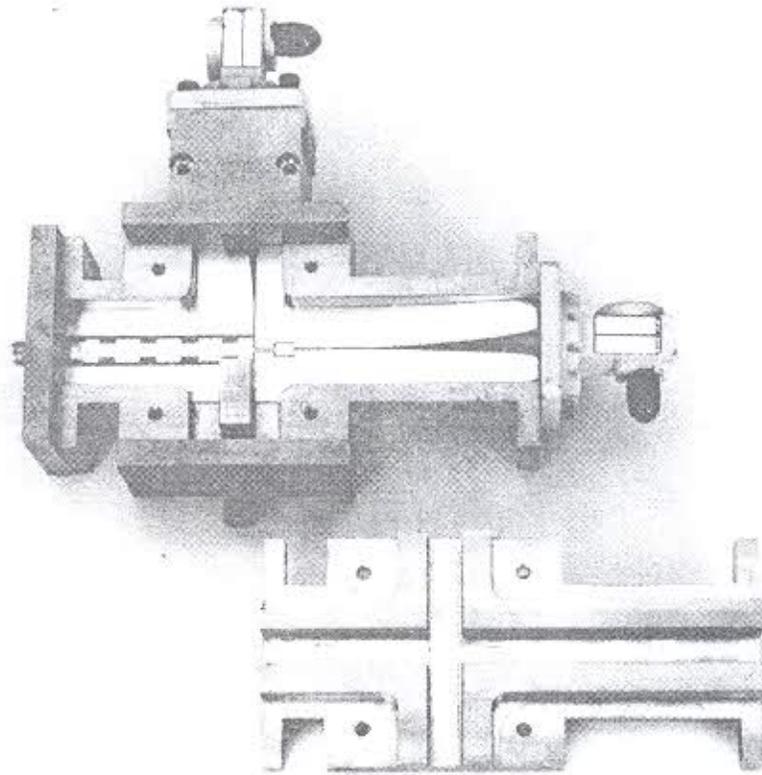


Figura 8 - Fotografía del mezclador diseñado.

V. REFERENCIAS

- Bhat B., Koul S.K., *Analysis, Design and Applications of Finline*, Artech House, 1987, USA.
- Bhartia, P., and Bahl, I., *Microwave Solid State Design*, John Wiley & Sons, N.Y., 1988.
- Boulouard, andré, "NETANA - A cascade Network Analysis and Optimisation Computer program", Lab/MER/MLs - August 1989.
- Gupta, Garg and Bahl., *Microstrip lines and Slotlines*, Artech House, 1979, USA.
- Maas, Stephen A., *Microwave Mixer*, Artech House, USA, 1986.
- Machado, A., *Filtro Passa-Baixas em Stripline & Anel Híbrido em Fin-line*. Ur:B-Lemom, 1993.
- Menzel, W., Callsen, H., "140 GHz Componentes", IEE Trans. on Microwave Theory and Techniques, Vol MTT 33, N° 1, January 1985.
- Menzel, W., Callsen, H., "Integrated finline Components and Subsystems at 60 and 94 GHz", IEEE trans. on Microwave Theory and Techniques, Vol MTT 31, N°, pp. 142-146, february 1983.
- Oliveira, Abdalla and Bermudez, "Tapered Unilateral Fin-lines Design Using Personal Computer", Internacional Journal of Infrared and Milimeter waves, Vol.13, fasc1, pp. 43-53, 1992.
- Pozar, David M., *Microwave Engineering*, Addison Wesley Publishing company, Inc, 1990, New York, USA.
- Winch, R., *Telecommunications Transmission System*, McGraw-Hill, Inc, 1993, New York, USA.