

Mezcladores

Suelto Enrique
62508

Sosa Javier
65337

Ponce Nicolás
64725

Schamun Lucas
62378

Universidad Tecnológica Nacional- Facultad Regional Córdoba

I. INTRODUCCIÓN

Un mezclador se encarga básicamente de cambiar la frecuencia de una señal a otro valor. En otras palabras es un sistema receptor que toma la señal de RF modulada entrante, junto con la señal enviada por el oscilador local y produce una señal modulada con una frecuencia igual a la diferencia de sus dos frecuencias de entrada (RF y LO). También produce una frecuencia igual a la suma de las entradas.

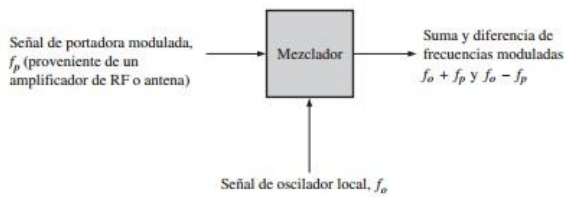


FIG. 1. EQUIVALENTE SERIE PARALELO

II. TEORÍA BÁSICA DE LOS MEZCLADORES.

La Fig. 2 muestra un mezclador sencillo formado por un dispositivo no lineal, con dos tensiones de entrada $V_1(t)$ y $V_2(t)$ y sus respectivas frecuencias f_1 y f_2 . Si este dispositivo fuera lineal, la salida contendría solo las frecuencias antes mencionadas, pero debido a la naturaleza no lineal se generan otras.

Por lo general, la relación entrada salida en el dominio del tiempo se puede expresar por una serie de Taylor (1).

$$i_0(t) = I_0 + a v_i(t) + b [v_i(t)]^2 + c [v_i(t)]^3 + \dots \quad (1)$$

Donde I_0 representa la corriente de salida en reposo y $v_i(t)$ la suma de los efectos de todas las señales de entrada.

Si la entrada contiene solo una frecuencia, la no linealidad genera armónicas de esta frecuencia y altera la componente de CC.

Si se tienen varias frecuencias de entrada, se generan frecuencias suma y diferencias, así como armónicas. Las que son generadas por el término cuadrático en (1) se llaman productos de intermodulación de segundo orden.

Un dispositivo con función de transferencia cuadrática es ideal para ser usado como mezclador, ya que produce una cantidad mínima de frecuencia indeseable.



FIG. 2. DISPOSITIVO NO LINEAL USADO COMO MEZCLADOR

III. DESARROLLO

Se analizan a continuación tres tipos de mezcladores, los cuales serán simulados.

A. Especificaciones.

- $F_{IF} = 10,7 [MHz]$
- $F_{RF} = 98 [MHz]$
- $P_{RF} = -10 [dBm]$
- $P_{Lo} = 8 [dBm]$

B. Mezclador de terminación única a diodo.

Utilizan un único dispositivo alineal, que puede ser un diodo o un transistor. Por este motivo no hay simetrías que permitan eliminar frecuencias no deseadas en alguno de los terminales. Sin embargo en aplicaciones no muy comprometidas con la supresión de señales indeseadas, esta configuración es aceptable.

La no linealidad del diodo permite que solo circule corriente por él cuando la tensión de la señal es mayor que la tensión umbral, también origina nuevas componentes de frecuencia en la corriente del mismo, por ende en la salida de FI.

En la Fig. 3 se muestra el circuito simulado en el cual el diodo será el encargado de generar el producto de intermodulación de las dos frecuencias de entrada. Utilizamos un filtro para poder recuperar la componente espectral que se desea (2).

$$\begin{aligned} f_{IF} &= f_{LO} - f_{RF} = 108,7 [MHz] - 98 [MHz] \\ f_{IF} &= 10,7 [MHz] \end{aligned} \quad (2)$$

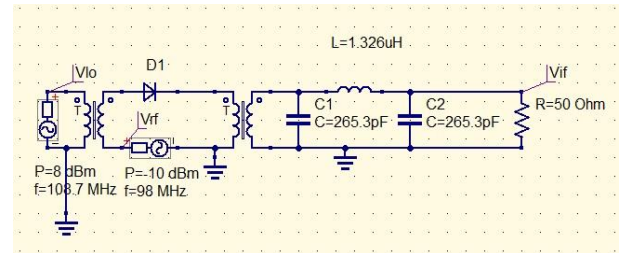


FIG. 3. MEZCLADOR DE TERMINACIÓN ÚNICA A DIODO

Con la presencia de un filtro, se logran eliminar las intermodulaciones indeseadas, quedando solo la IF, la cual se observa en la Fig. 4.

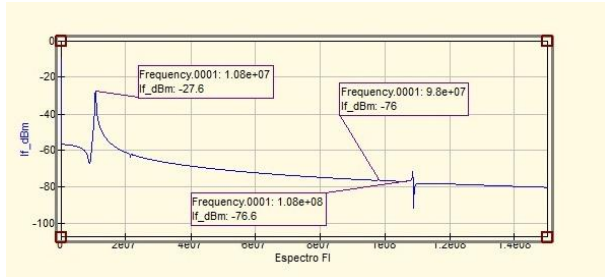


FIG. 4. ESPECTRO DEL MEZCLADOR DE TERMINACIÓN ÚNICA A DIODO

C. Mezclador de balanceo único.

Usa un número par de dispositivos alineales, dispuestos en forma equilibrada, de tal manera que la terminal de entrada quede aislada de las demás.

Que un terminal esté aislado implica que una señal aplicada al mismo, no produce efecto en los otros terminales.

En la Fig. 5 se observa el circuito donde dicha terminal aislada es LO.

Una de las principales ventajas es la potencia de IF, es mayor en comparación al mezclador de terminación única a diodo.

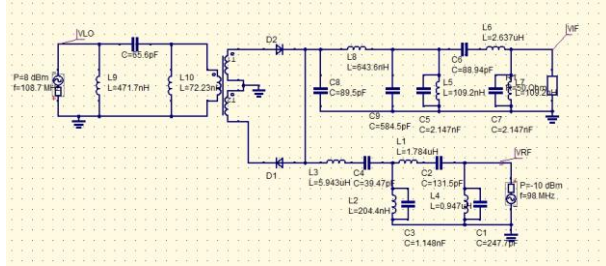


FIG. 5. MEZCLADOR DE BALANCEO ÚNICO.

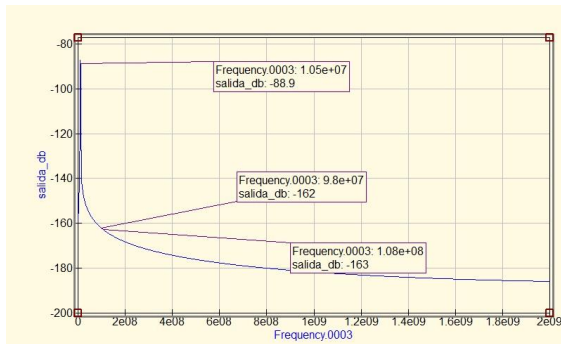


FIG. 6. ESPECTRO DEL MEZCLADOR DE BALANCEO ÚNICO.

D. Mezclador de balanceo doble.

En esta configuración, todas las entradas están aisladas entre sí, por este motivo las frecuencias de las señales de entrada no aparecen a la salida.

En la Fig. 7 se aprecia el mezclador de este tipo.

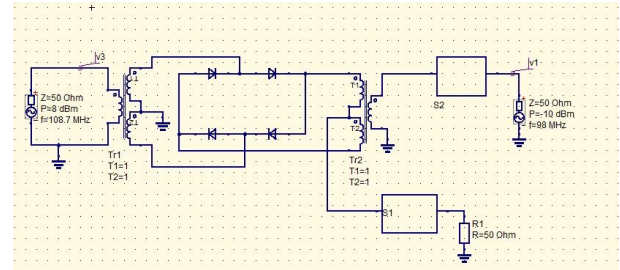


FIG. 7. MEZCLADOR DE BALANCEO DOBLE.

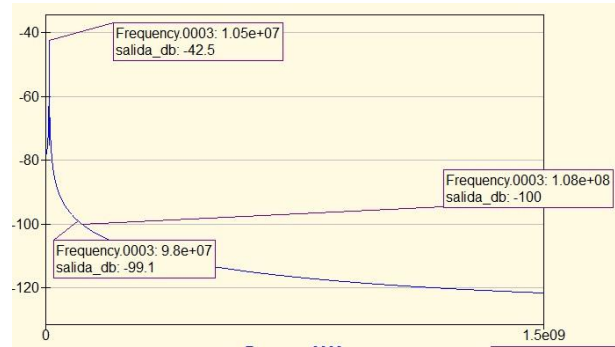


FIG. 8. ESPECTRO DEL MEZCLADOR DE BALANCEO DOBLE.

El puente de diodos debe estar equilibrado y con ambos transformadores, es muy difícil que una componente de un puerto se acople en el otro, de esta forma se consigue una muy buena asociación.

Una desventaja de este tipo de mezcladores es la dificultad de encontrarlos para frecuencia superiores a algunas decenas de GHz, y además del alto valor monetario.

IV. TERMINOLOGÍA DE LOS MEZCLADORES.

A. Pérdidas por conversión:

Este es el parámetro más importante, el cual se lo define como la diferencia entre la potencia RF de entrada y la potencia IF de salida (3).

$$CL = P_{RF} - P_{IF} \quad (3)$$

Normalmente se desea uno de los productos de la mezcla, el otro se filtra, por este motivo se pierde la mitad de la potencia convertida. Un mezclador ya tiene de base una pérdida de conversión de 3dB, además existen pérdidas adicionales tales como los productos de orden superior, por disipación en las resistencias serie de los diodos, desequilibrios en el propio mezclador, entre otros.

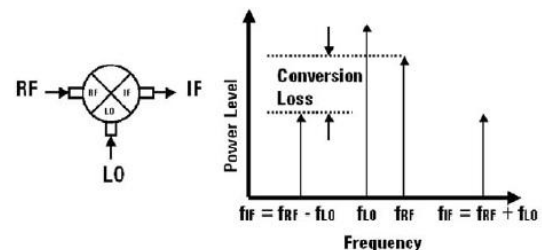


FIG. 9. DESCRIPCIÓN GRÁFICA DE PÉRDIDAS POR CONVERSIÓN.

En el cuadro (I) se encuentran los valores calculados para los tres tipos de mezcladores.

	Terminación Única[dBm]	Balaneo Único[dBm]	Balaneo Doble[dBm]
Perdidas por conversión	17	58	33

CUADRO I. PERDIDAS POR CONVERSIÓN SIMULADOS.

B. Aislación:

Es la cantidad de potencia que se fuga o filtra de un puerto a otro puerto del mezclador. La aislación se obtiene por balanceo.

Se la define como la diferencia de potencia entre la señal de entrada en un puerto y la potencia en la misma frecuencia fugada a otro puerto; en otras palabras, se aplica una señal de entrada en el puerto de LO y se mide la potencia disponible en el puerto RF en la frecuencia de LO tal como se lo aprecia en la fig. 10.

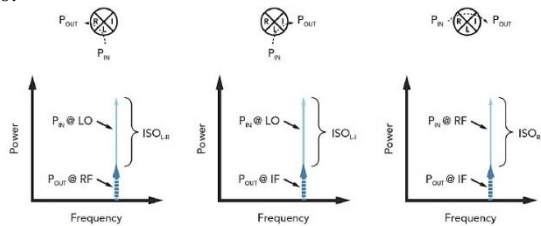


FIG. 10. DEFINICIONES DE AISLACIÓN DE UN MEZCLADOR. (DE IZQ. A DER. LO-RF, LO-IF, RF-IF)

En el cuadro (II) se encuentran los valores calculados para los tres tipos de mezcladores.

Aislacion	Terminación Única[dBm]	Balaneo Único[dBm]	Balaneo Doble[dBm]
LO-RF	20.5	72	25.3
LO-IF	75.5	139	96
RF-IF	58	137	94

CUADRO II. AISLACIÓN.

C. Pérdida por compresión:

Durante un funcionamiento normal, la pérdida por compresión se mantiene constante, independientemente de la potencia de la entrada RF. Si la entrada RF aumenta en un dB, la salida FI también incrementará un dB. No obstante, si la potencia RF se vuelve muy grande, esta regla no se cumple y su respuesta empieza a curvarse.

	Terminación Única[dBm]	Balaneo Único[dBm]	Balaneo Doble[dBm]
Pérdida por compresión	3,3	3,7	5,2

CUADRO III. PERDIDA POR COMPRESIÓN.

En condiciones de funcionamiento lineal, la potencia de LO es mucho más fuerte que la potencia de RF por lo que la acción de conmutación en los diodos se ve comprometida notablemente.

Si un mezclador trabaja en condiciones de compresión incrementa los niveles de distorsión por intermodulación y aumenta la pérdida por conversión.

E. Figura de Ruido.:

La figura de ruido de un mezclador es similar a la pérdida de conversión, con excepción de los casos en los que la figura de ruido del diodo sea muy grande.

Cuando se eligen mezcladores para aplicaciones de pequeña señal, como un receptor sin amplificador RF, la pérdida de conversión del mezclador deberá ser la mínima posible.

V. CONCLUSIÓN.

Al concluir este trabajo practico, comprobamos las ventajas y desventajas que existen entre los 3 tipos de mezcladores.

Uno de los puntos a favor con los que cuenta el mezclador de balanceo doble, es la excelente cancelación de señales indeseadas, además no requiere filtros complejos y costosos, esto se logra a partir de acoplamiento de transformadores y al equilibrio del puente de diodos.

El mezclador con terminación única tiene la desventaja de disminuir el rendimiento menor a los anteriores pero con un costo mucho más bajo.