

# Informe Trabajo Práctico N°3

## Mezcladores

Diego Martin Lorca  
UTN FRC  
Legajo 63477  
Curso 5R2

Luis Antonio Chanquia  
UTN FRC  
Legajo 31810  
Curso 5R2

Juan Martin Lozada  
UTN FRC  
Legajo 62748  
Curso 5R2

Matias Pereyra  
UTN FRC  
Legajo 58010  
Curso 5R2

### I. INTRODUCCIÓN

Un mezclador, basicamente, es un proceso de mezcla de frecuencias el cual logra producir una frecuencia intermedia fija usualmente mas baja que la original, para así poder trabajarla con mayor facilidad. El siguiente informe detalla el funcionamiento de los distintos mezcladores y mediante la simulación de los circuitos, se calculan factores que permiten hacer una comparación entre ellos teniendo en cuenta la Ganancia (o pérdida) de conversión, la Cifra de ruido, el Aislamiento y la compresión de conversión. Para ello se hace uso del software libre Qucs en su versión 0.0.18.

### II. SIMULACIONES

Se simularon tres mezcladores, ellos son el de terminación única, el mezclador de balance único y el doblemente balanceado. Para los tres casos se trabajo con las mismas señales tanto en potencia como en frecuencia, los valores son:

- $f_{RF} = 90\text{MHz}$   $P_{RF} = -10\text{dBm}$
- $f_{LO} = 100,7\text{MHz}$   $P_{LO} = 8\text{dBm}$
- $f_{FI} = 10,7\text{MHz}$

#### A. Mezclador de Terminación Única

El mezclador de terminación única esta constituido por un diodo en el cual ingresan las señales del oscilador local y RF, seguidas por un circuito sintonizado a la frecuencia de la FI, es decir, un filtro para obtener dicha frecuencia, el esquemático se muestra en la figura 1, mientras que la simulación en la figura 2. Cuando las señales ingresan por el diodo, se obtienen frecuencias adicionales a la salida, éstas son armónicas que representan la suma y la diferencia de las señales como así tambien aparecen múltiplos enteros. Mediante el filtrado se eliminan las frecuencias originales y la suma entre ellas, dejando así la diferencia como componente de salida.

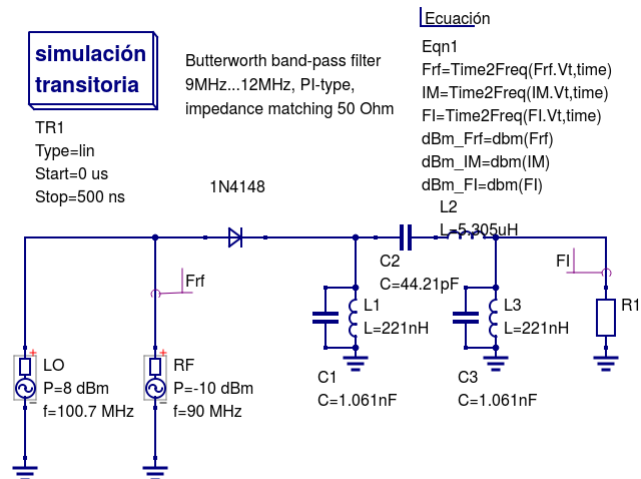


Fig. 1. Mezclador de terminación única

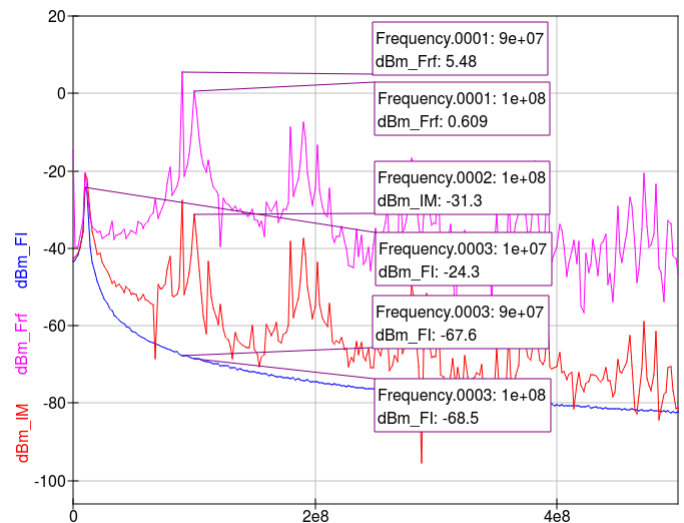


Fig. 2. Simulación terminación única

Este mezclador es muy sencillo de armar pero posee muchas desventajas, la pérdida por conversión es alta, es decir que la señal de frecuencia intermedia queda muy

por debajo de la señal de RF, el aislamiento entre las señales es de mala calidad y se presentan armónicas de orden superior por la característica del diodo. Haciendo un análisis más cuantitativo, se puede deducir que la pérdida de conversión es de unos  $29,78dB$ , mientras que la aislación de la frecuencia intermedia con respecto a la señal de RF y del oscilador local es de  $43,3dB$  y  $44,2dB$  respectivamente, la aislación que existe de la señal de RF en el oscilador local y viceversa son aproximadamente iguales, y esta es de  $4,871dB$ . La figura de ruido se considera aproximadamente igual a la pérdida por conversión, excepto en los casos que se tengan diodos muy ruidosos. Para tener noción de la pérdida por compresión se efectuó un barrido de potencia en la señal de RF, la gráfica obtenida se puede visualizar en la figura 3, donde se puede apreciar la no linealidad cuando a partir de los  $14dBm$  de potencia de RF.

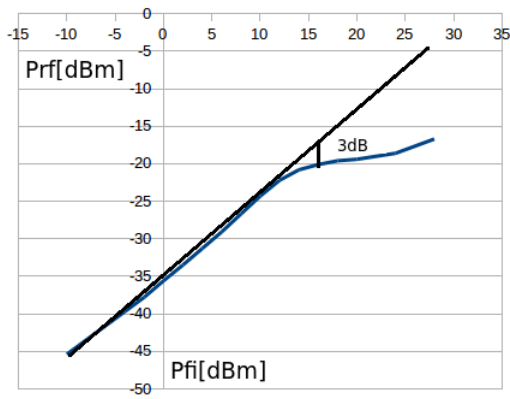


Fig. 3. Pérdida por compresión mezclador de terminación única

### B. Mezclador de balance único

Un mezclador balanceado es aquel en el que las frecuencias de entrada no aparecen en la salida. Idealmente, las únicas frecuencias que se producen son la suma y la diferencia de las frecuencias de entrada. Ahora bien el mezclador de balance único usa dos o más dispositivos no lineales con la señal del oscilador local o de RF aplicada en 'pushpull', como se observa en la figura 4, haciendo que algunas variaciones en amplitud de LO o RF no sean reflejados en la FI. Se reducen en amplitud componentes espectrales que no se desean. La simulación correspondiente se puede observar en la figura 5.

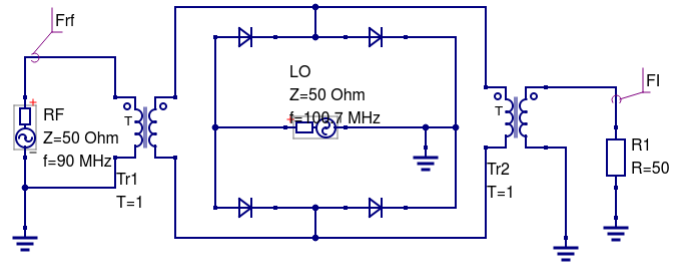


Fig. 4. Mezclador de balance único

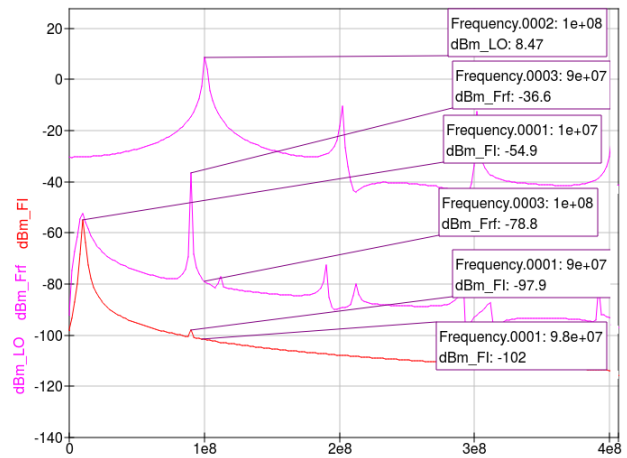


Fig. 5. Simulación mezclador de balance único

Analizando la simulación se determina que la pérdida de conversión es de  $18dB$  bastante menor a la del mezclador de terminación única, la aislación de la FI con respecto a la señal de RF y de LO es de  $52dB$  y  $56,1dB$  respectivamente, la aislación que existe de la señal de RF en el oscilador local y viceversa es de  $42,2dB$ , éste valor es mucho mayor que el que presenta el de terminación única; la cifra de ruido es aproximadamente igual a la pérdida por conversión. La compresión por conversión se puede observar en la figura 6, se deduce que el rango dinámico es muy amplio ya que la linealidad se mantiene hasta aproximadamente los  $30dBm$  de potencia de RF.

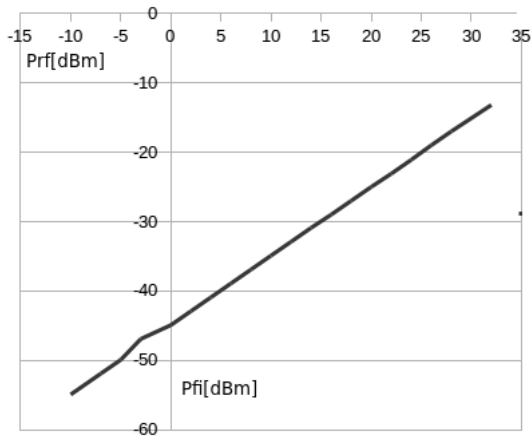


Fig. 6. Pérdida por compresión mezclador de balance único

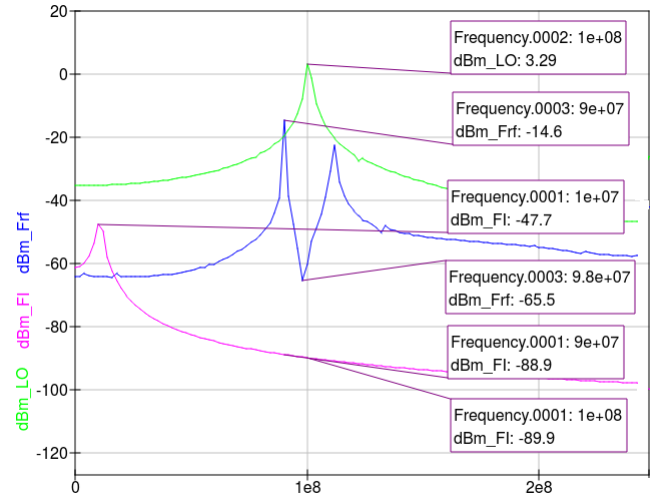


Fig. 8. Simulación del mezclador doblemente balanceado

### C. Mezclador doblemente balanceado

En este mezclador se aplican las señales de entrada de RF y del oscilador local en contrafase y en puertos separados de tal forma que cada una quede aislada de las otras y así la aislación de cada puerto sea suficientemente grande. Esto se logra haciendo uso de transformadores, con derivaciones centrales, en la entrada y salida que estén bien balanceados. El balance del mezclador y el aislamiento entre los puertos se determinan por la exactitud del balance de los devanados de transformador y el acoplamiento cuidadoso de las características de los diodos. El esquemático y la simulación de éste mezclador se pueden apreciar en la figura 7 y 8, respectivamente.

Claramente se puede ver en la simulación que la aislación de los puertos es mucho mayor que en las otras configuraciones. La pérdida de conversión que presenta es de  $33\text{dB}$ , que es aproximadamente igual a la cifra de ruido, mientras que la aislación que presenta el puerto de FI con respecto al oscilador local es de  $42,2\text{dB}$  y las aislación con respecto a la señal de RF es de  $41,2\text{dB}$ , ahora bien el valor de la aislación del puerto de RF con respecto a la señal de LO es de  $68,79\text{dB}$ , el cual es mucho mayor que la que presentan los otros mezcladores, la pérdida por compresión se muestra en la figura 9.

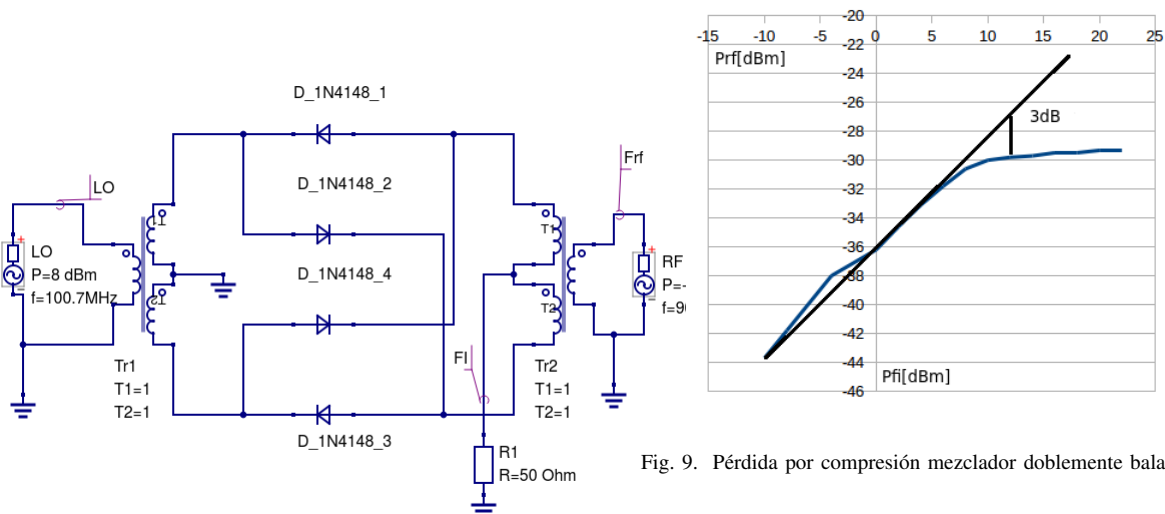


Fig. 7. Mezclador doblemente balanceado

Fig. 9. Pérdida por compresión mezclador doblemente balanceado