

# Mezcladores

Bustamante Hernán, Covaro Jorge, León Marcos, Prieto Daniel, Schinquel Gustavo  
UTN FRC

**Abstract**—Se implementan 3 mezcladores distintos para ser utilizados en un receptor superheterodino de FM.

## I. INTRODUCCIÓN

Un mezclador es un dispositivo electrónico que a partir de dos señales de entrada de frecuencias  $f_1$  y  $f_2$  respectivamente, permite obtener a su salida otras señales de frecuencias iguales a  $mf_1 + nf_2$ , donde  $n$  y  $m$  son números enteros, siendo las frecuencias más deseables  $f_1 + f_2$  si  $f_1 > f_2$ , o  $f_1 - f_2$  si  $f_1 < f_2$ .

Cualquier dispositivo no lineal puede ser un mezclador, diodos, transistores bipolares, FETs, etc. La no linealidad es necesaria para producir nuevas frecuencias. La elección del dispositivo y del circuito depende de las consideraciones que se realicen sobre la ganancia o pérdida de conversión, rango dinámico, ancho de banda, figura de ruido, aislación entre los puertos, etc.

## II. FUNCIONAMIENTO DEL MEZCLADOR

Los siguientes términos se usan para describir el funcionamiento del mezclador.

1) *Ganancia (o pérdida) de conversión*: es la razón de la potencia de señal de salida (FI) a la de entrada (RF).

2) *Figura de ruido*: es la SNR (relación señal-ruido) en el puerto de entrada (RF) dividida entre la SNR en el puerto de salida (FI).

3) *Aislamiento*: representa la cantidad de “fuga” o “paso de alimentación” entre los puertos del mezclador. Sea  $f_{RF}$  la frecuencia en el puerto de RF,  $f_{LO}$  la del oscilador local y  $f_{FI}$  la de FI. Entonces “el aislamiento en el puerto RF en  $f_{LO}$ ” es la cantidad en que la señal de nivel de excitación se atenúa cuando se mide en el puerto de RF. El “aislamiento en el puerto FI en  $f_{LO}$ ” es la cantidad en que la señal de nivel de excitación se atenúa cuando se mide en el puerto FI.

4) *Compresión de conversión*: se refiere al nivel de potencia de entrada RF arriba del cual la curva de potencia de salida FI en función de potencia de entrada RF se desvía de la linealidad. Arriba de este nivel, un aumento adicional en el nivel de entrada RF no se traduce en un aumento proporcional en el nivel de salida. Cuantitativamente, la compresión de conversión es la reducción del nivel de salida en dB abajo de la característica lineal. Usualmente, el nivel de entrada en el que la compresión es de 1 o 3 dB se da en las especificaciones del mezclador. En la Figura 1 se puede observar esta pérdida y la diferencia con una respuesta ideal.

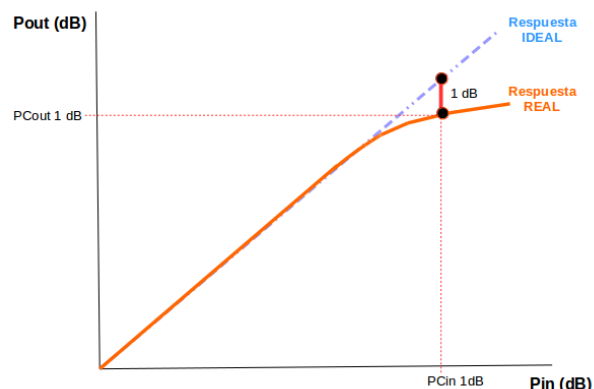


Fig. 1. Compresión de 1 dB

## III. DESARROLLO

En el presente trabajo práctico se diseña, calcula y simula diferentes mezcladores para ser utilizados en un receptor superheterodino de FM con las siguientes características:

- $f_{IF} = 10,7 MHz$
- $f_{RF} = 88 - 108 MHz$ ;  $P_{RF} = -10 dBm$
- $P_{LO} = 8 dBm$

Los mezcladores son los siguientes:

- de terminación única (diodo),
- de balance único,
- de doble balance.

Las mediciones que se realizan son de las características descriptas en la sección anterior.

### A. Mezclador de terminación única

Un mezclador de terminación única muy sencillo, se puede construir con un diodo en serie con las entradas de RF y de oscilador local (LO), una fuente de polarización y un circuito sintonizado a la frecuencia de FI deseada, en la Fig 2 se observa el circuito implementado y en la Fig 3 el espectro en frecuencias de las distintas señales de entrada.

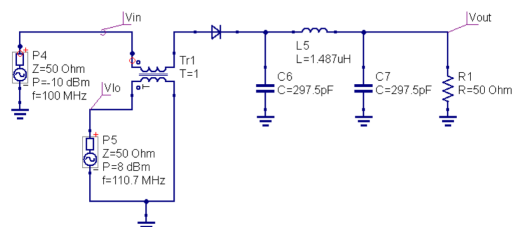


Fig. 2. Terminación Única

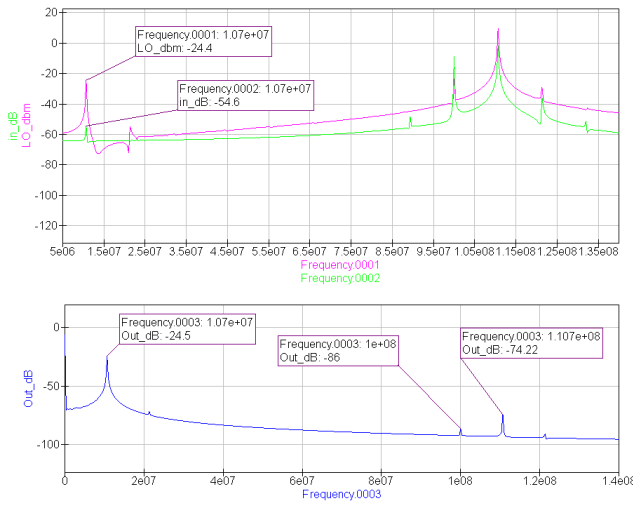


Fig. 3. Espectro de las señales

### B. Mezclador de balanceo simple

Este tipo de mezclador usa un par de dispositivos alineales, normalmente diodos o FETs, dispuestos en forma equilibrada, de tal manera que un terminal de entrada queda aislada de los otros terminales. En la Fig 4 se observa que el terminal aislado es en el que se aplica la señal del oscilador local, y en la Fig 5 el espectro de las señales.

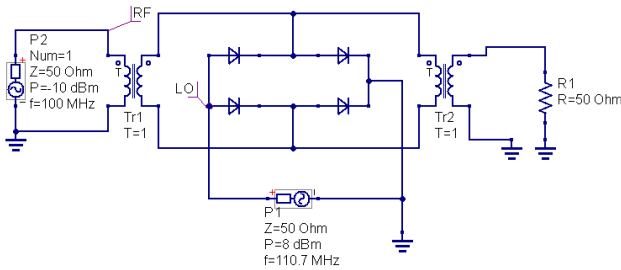


Fig. 4. Balanceo Simple

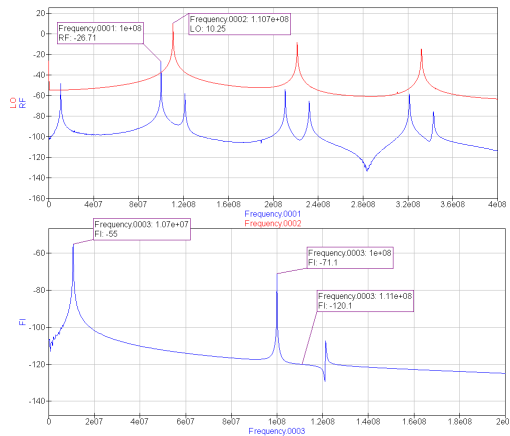


Fig. 5. Espectro de las señales.

### C. Mezclador de balanceo doble

Todos los terminales están aislados entre sí, por lo que las frecuencias de las señales de entrada no aparecen a la salida. Se observa en la Fig 6 el circuito utilizado, y luego en la Fig 7 vemos como es el espectro resultante de las distintas señales.

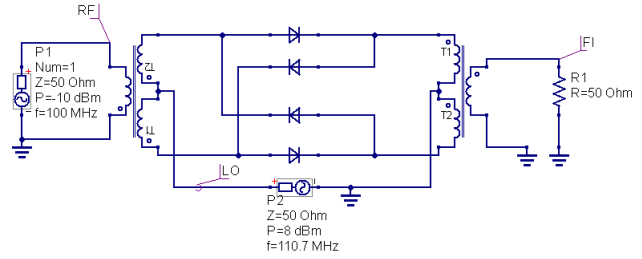


Fig. 6. Balanceo Doble

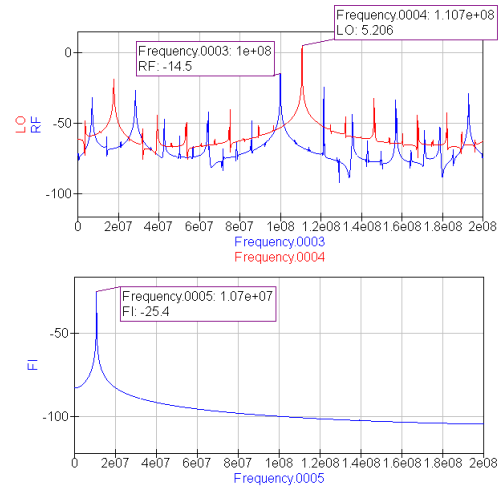


Fig. 7. Espectro de las señales

## IV. MEDICIONES

### A. Pérdida de conversión

Se adjunta la Tabla I con los valores de pérdida de conversión, donde la pérdida de conversión fue calculada como:

$$CL = P_{RF} - P_{FI}$$

	Terminación Única	Balanceo Simple	Balanceo Doble
CL	14.6dB	25.58dB	10.9dB

TABLE I  
PÉRDIDA DE CONVERSIÓN

### B. Figura de ruido

La figura de ruido se supone aproximadamente igual a la pérdida de conversión, salvo casos excepcionales de diodos muy ruidosos. Cuando se eligen mezcladores para aplicaciones

de pequeña señal, como el caso de un receptor sin amplificador de RF, es conveniente seleccionar un mezclador con una pérdida de conversión tan baja como sea posible. Por ejemplo, si la pérdida de conversión es 7dB, la figura de ruido es aproximadamente 7 dB.

### C. Aislamiento

En el aislamiento tenemos 6 posibles opciones que se detallan en la Tabla II.

	Terminación Única	Balanceo Simple	Balanceo Doble
$ISO_{RF-LO}$	17.8dB	27.4dB	43dB
$ISO_{RF-FI}$	76.2 dB	61.1dB	89.7dB
$ISO_{LO-RF}$	19.48dB	95dB	75.12dB
$ISO_{LO-FI}$	73.63dB	128dB	108.5dB
$ISO_{FI-RF}$	44.74dB	-6.6dB	39.56dB
$ISO_{FI-LO}$	-1.96dB	-0.5dB	31.13dB

TABLE II  
AISLAMIENTO

### D. Pérdida por compresión

Se especifica en la Tabla III el valor de potencia de entrada  $P_{RF}$  para el cual la ganancia se reduce 1 dB.

	Terminación Única	Balanceo Simple	Balanceo Doble
Pérdida por compresión	4dBm	6dBm	6dBm

TABLE III  
COMPRESIÓN DE 1 dB

## V. CONCLUSIÓN

En base a los datos obtenidos se determina que el mezclador de terminación única a diodo presenta las pérdidas más altas, y las aislaciones mas bajas, por tal razón este mezclador es poco utilizado. Un mezclador de esta terminología que presenta mejores características es el que utiliza un FET como dispositivo no lineal, el cual mejora las características de aislación del oscilador local y permite ganancias de conversión mayores a 1.

Respecto al mezclador de balanceo simple con cuatro diodos, se ve que si bien su aislación y pérdidas mejoran, a la salida aparece la componente de RF, lo cual representa su mayor desventaja. Este mezclador no ofrece grandes mejoras respecto a otros mezcladores balanceados.

Por último, el mezclador a balanceo doble tiene la gran ventaja de su aislación producto del uso de transformadores con derivación central, como se observa en la Fig 7 las componentes de entrada, están por debajo del piso de ruido de la señal de FI.

Este último tipo de mezclador es popular debido a su sencillez y amplio rango de frecuencias.

## REFERENCES

- [1] Apuntes de clases de Ing. Rabinovich.
- [2] Estado sólido en ingeniería de radiocomunicación, Krauss/Bostian/Raab.