



AMPLIFICADORES SINTONIZADOS DE PEQUEÑA SEÑAL

RECEPTOR FM DE BANDA ANGOSTA CON MC3357

GUÍA DE LABORATORIO Nº 3

Profesor: Ing. Aníbal Laquidara.

J.T.P.: Ing. Isidoro Pablo Perez.

Ay. Diplomado: Ing. Carlos Díaz.

Ay. Diplomado: Ing. Alejandro Giordana

Ay. Alumno: Sr. Nicolás Ibáñez.

URL: <http://www.ing.unlp.edu.ar/electrotecnia/electronicos2/>



1 INTRODUCCION:

El receptor que será analizado en laboratorio, es parte de la estación base de un enlace de VHF con un tranceptor móvil de baja potencia.

Este receptor consiste en una etapa de RF ($f_0 = 71.790 \text{ KHz}$) a FET, que amplifica la señal de antena, esta se encuentra sintonizada en la entrada y en la salida por dos circuitos de doble sintonía escalonada. La salida del segundo sintonizado y la señal del oscilador local ($f_{osc1} = 60.090 \text{ KHz}$) se mezclan en un transistor bipolar, cuya salida es inyectada a un filtro pasa banda de cristal centrado en $FI_1 = 10.700 \text{ KHz}$ con un $\Delta_f = 15 \text{ KHz}$. La salida de este primer filtro es procesada por el MC3357, este incluye un oscilador Colpitts a cristal ($f_{osc2} = 10.245 \text{ KHz}$), mezclador, amplificador-limitador y discriminador de cuadratura para demodular la señal de FM. Además, este CI tiene otras funciones relacionadas con la sintonía de canales, no consideradas en este análisis. La señal de la primera FI de $10,7 \text{ Mhz}$ ingresa por la pata 16 del CI a una de las entradas de un modulador doble balanceado o multiplicador de Gilbert (ver esquema adjunto). Los productos de la mezcla de esta segunda conversión salen por la pata 3 a un filtro cerámico centrado en $FI_2 = 455 \text{ KHz}$ y $\Delta_f = 15 \text{ KHz}$. Esta es ahora la portadora de la señal a demodular e ingresa a un amplificador-limitador de 5 etapas, cuya salida es dirigida a un segundo multiplicador que realiza la detección o discriminación de la señal de audio.

Las entradas al discriminador son: pata 7 internamente al CI y, a través del desfasador formado por un capacitor y la bobina de cuadratura, a la pata 8, la otra entrada del multiplicador. La salida de audio, proporcional al cambio de frecuencia, y por lo tanto a la señal modulante, es obtenida en la pata 9 para ser de-enfatizada y preamplificada.

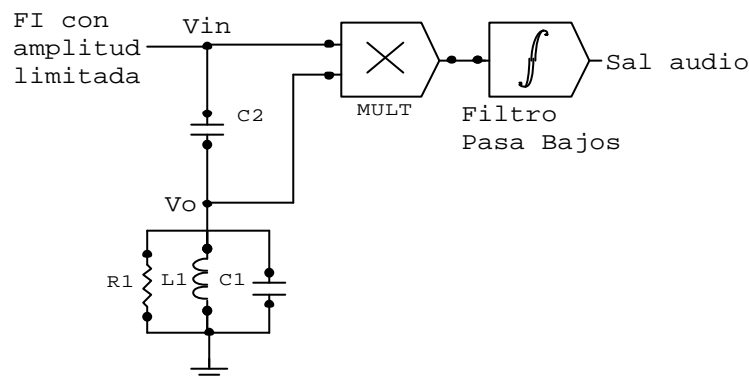
En la pata 7 se observa la señal recortada de 455 KHz , mientras que en la pata 8 se observa una senoide de igual frecuencia, a causa de la selectividad de la bobina de cuadratura y el capacitor asociado. En ausencia de modulación, el desfasaje entre ambas señales de igual frecuencia es de 45° .

2 DETECTORES DE CUADRATURA O DE COINCIDENCIA:

Un detector de cuadratura es un circuito que:

- 1) Divide la señal de FI en dos partes.
- 2) Una parte pasa a través de una red de corrimiento de fase de 90° más alguna constante por la desviación de FI respecto a la frecuencia central.
- 3) Multiplica juntas las componentes desplazadas y no desplazadas.
- 4) Selecciona la porción de frecuencia de audio del espectro multiplicador de salida. Supongamos que el centro de frecuencia FI es ω_0 y la frecuencia instantánea ω con un corrimiento de fase en radianes:

$$\Delta\theta = \frac{\pi}{2} - K(\omega - \omega_0) = \frac{\pi}{2} - K\Delta\omega$$



El circuito paralelo RLC resuena a ω_0 y el corrimiento de fase entre V_o y V_{in} está dado por:

$$\Delta\theta = \text{Arg} \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{\pi}{2} - \text{tg}^{-1}(Q_0\delta)$$

Q_0 es el Q del circuito Resonante a $\omega = \omega_0$

$$\delta = \frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}$$

Para pequeños desplazamientos de frecuencia, $\Delta\theta$ es suficientemente lineal con la frecuencia y produce audio de calidad aceptable.

El lugar del multiplicador analógico suele utilizarse una compuerta AND, que produce una salida positiva si ambas entradas son positivas, y cero si una o ambas son negativas, por lo que este circuito se denomina detector de coincidencia. La salida de la compuerta es un tren de pulsos que después de integrados dan una señal proporcional a la desviación de frecuencia de la señal de entrada.

Si el corrimiento de fase sin modulación no es de 90°, el detector de coincidencia no es en verdad un detector de cuadratura, pero aún demodulará la FM. Un rango de operación reducido no es una desventaja seria en la mayoría de las aplicaciones. Una realización popular en CI del detector de cuadratura es el MC3357, que se diseña para un corrimiento de 45° bajo condiciones de no modulación. Esto significa que a la frecuencia central de FI, ω_0 , $R1=1/\omega_0 C2$ (ver figura anterior).

A la frecuencia instantánea ω , el corrimiento de fase está dado por:

$$\Delta\theta = \text{tg}^{-1} \left\{ \frac{\omega_0 / \omega}{1 + Q_0 (\omega_0 / \omega) [(\omega / \omega_0) - (\omega_0 - \omega)]} \right\}$$

Con un desfase en el primer cuadrante, la oscilación de frecuencia simétrica máxima alrededor de ω_0 se obtiene de

$$\frac{\Delta\omega}{\omega_0} = \pm \left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + 1/Q_0}} \right)$$

Referencia: ESTADO SÓLIDO EN INGENIERIA DE RADIOCOMUNICACIONES
Krauss-Bostian-Raab



3 DESARROLLO DEL TRABAJO PRACTICO

3.1 INSTRUMENTAL

Se utilizará un osciloscopio marca Kenwood, modelo CS-5355 de 50 Mhz, y un generador de señales marca SRS modelo DS345 de 30 Mhz, los modos de operación y de calibrado previo en cada uno de los pasos se muestran en la tabla 1. Es de destacar que debido a que el generador, no cubre dentro de su rango la frecuencia de entrada del receptor, se ha intercalado un triplicador de frecuencia entre ambos. Esto obliga a que todas las lecturas de frecuencia que se hagan en el generador deban afectarse de una constante ($K=3$).

3.2 PRIMERA ETAPA

Conectar la salida Sweep que se encuentra en la parte posterior del generador al canal 2 del osciloscopio, por el canal 1 ingresar la señal que se desea analizar y mantener en todo momento la ganancia del canal 2 para que el barrido ocupe la totalidad de la pantalla.

Con el osciloscopio en modo X-Y y el generador en Lin SWP con frecuencia central en 23.930 Khz. podremos observar la respuesta de :

1. Circuito sintonizado de colector del mezclador de la primera conversión.
2. Filtro de cristal de la primera frecuencia intermedia ($FI_1 = 10.700\text{ Khz}$).
3. Filtro cerámico de la segunda frecuencia intermedia ($FI_2 = 455\text{ Khz}$).
4. La salida del discriminador del MC3357 en la pata 9, observándose la rampa de variación Δ_v / Δ_f .
- 5.

	1° Paso (TP1)	2° Paso (TP2)	3° Paso (TP3)	4° Paso (TP4)
Amplitud Gener.	0.25 Vpp	0.25 Vpp	0.25 Vpp	0.25 Vpp
Span Generador	3.33 y 2 Mhz	33.3khz	33.3khz	33.3 y 10 khz
Rate Generador	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz
Aj. Vertical CH1	20 mV/Div.AC	5 mV/Div. AC	50 mV/Div AC	1 V/Div. AC
Aj. Vertical CH2	1 V/Div. AC	1 V/Div. AC	1 V/Div. AC	1 V/Div. AC
Modo Sweep	Rampa	Rampa	Rampa	Rampa
Barrido de frecuencia	$71,79 \pm 5\text{Mhz}$ $71,79 \pm 3\text{Mhz}$	$71,79 \pm 0,05\text{Mhz}$	$71,79 \pm 0,05\text{Mhz}$	$71,79 \pm 0,05\text{Mhz}$ $71,79 \pm 0,015\text{Mhz}$

Tabla 1

3.3 CONCLUSIONES DE LA PRIMERA ETAPA

1. Calcular el ancho de banda y el $Q_{cargado}$ del sintonizado de colector del mezclador.
2. Calcular la atenuación de los filtros y su ancho de banda, verificar si se cumple lo que el fabricante indica en la hoja de datos de los mismos.
3. Calcular el Δ_v / Δ_f a la salida del discriminador expresado en V/Khz .

3.4 SEGUNDA ETAPA

Colocar el osciloscopio con sincronismo automático en modo normal para el canal 1 y tomar la señal a analizar de la salida de audio del receptor.

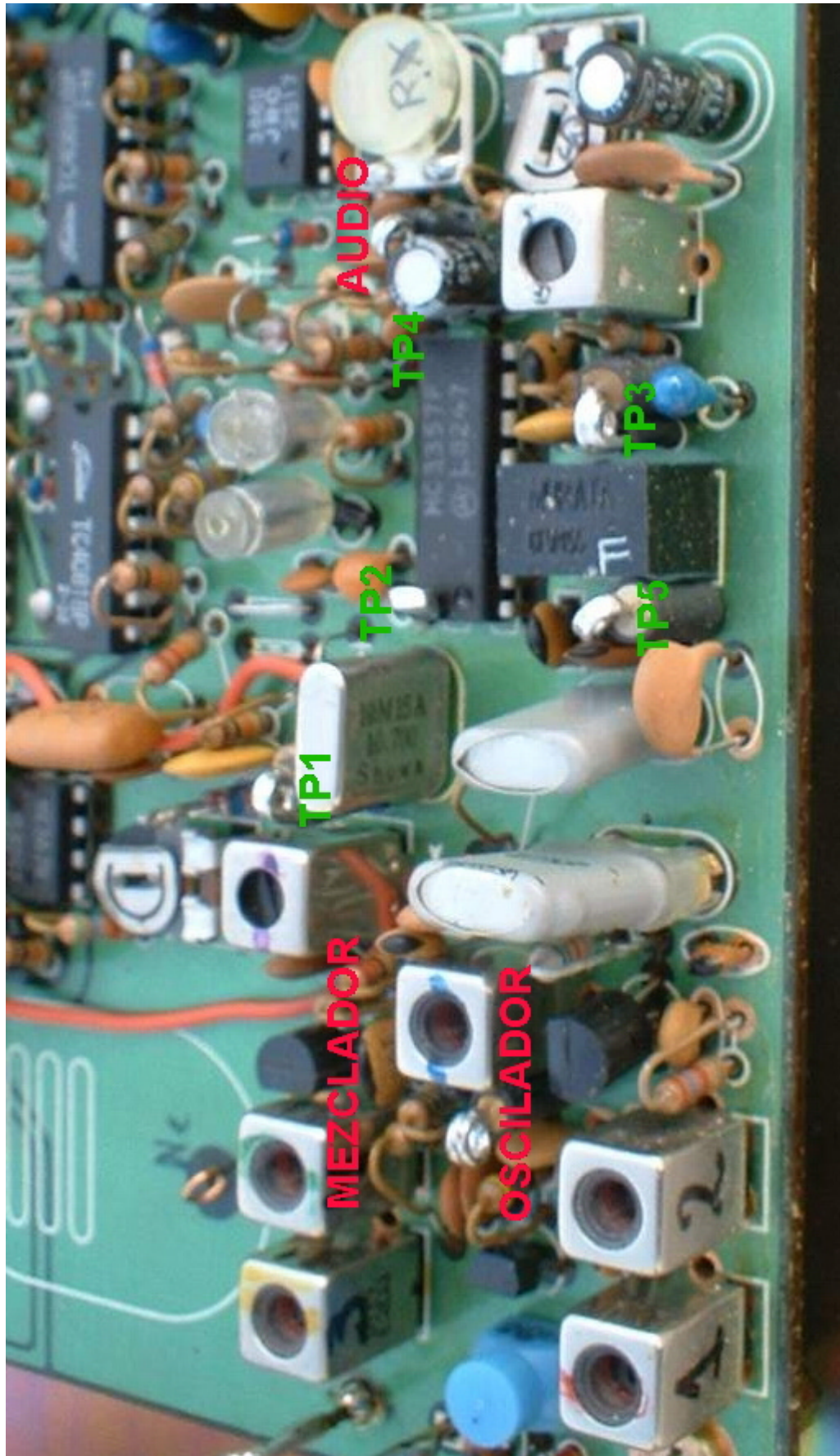
Variando el Span (desviación pico a pico de la frecuencia de salida) y el Rate (frecuencia a la que se realiza los barridos del Span) del generador, completar la sig. tabla con las observaciones hechas en el osciloscopio:

	V pp	Período	Frecuencia	Forma de onda
Span :1 Khz				
Rate : 100 hz				
Span :2 Khz				
Rate : 100 hz				
Span :3 Khz				
Rate : 100 hz				
Span :1 Khz				
Rate : 200 hz				
Span :1 Khz				
Rate : 1000 hz				

Analizar los resultados y responder:

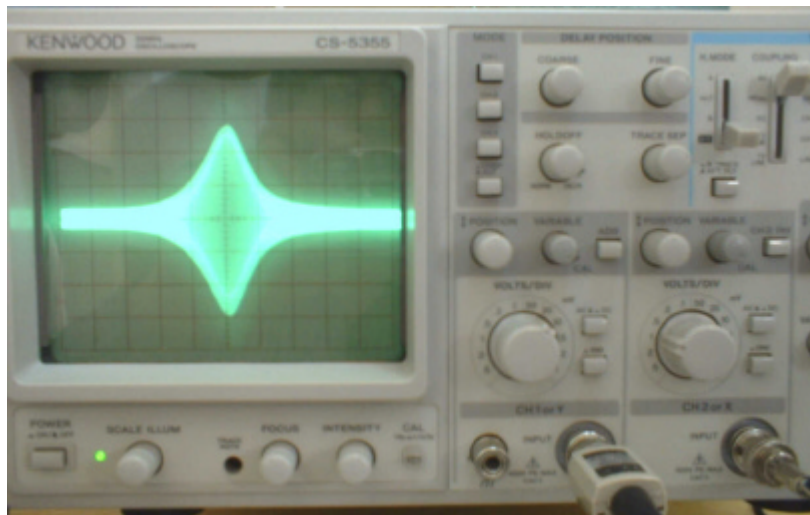
1. En una transmisión de FM, qué parámetro hay que modificar para variar la frecuencia de audio a transmitir.
2. Qué parámetro para modificar la amplitud de la señal de audio a transmitir.
3. Porqué es necesario el proceso de pre-enfatizar en el transmisor y el de de-enfatizar en el receptor.

3.5 IMAGEN DEL RECEPTOR BAJO ANÁLISIS.

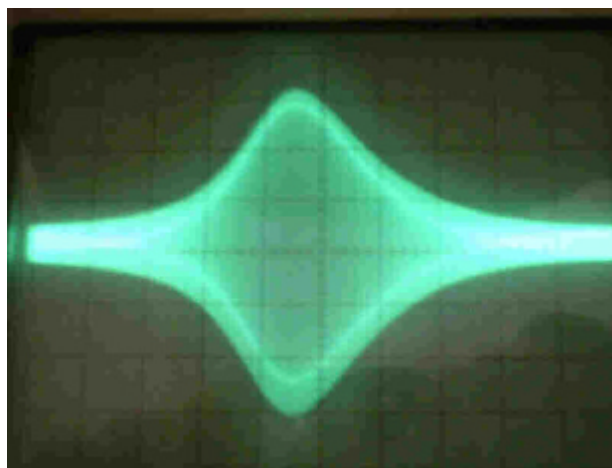


3.6 FORMAS DE ONDA ESPERADAS

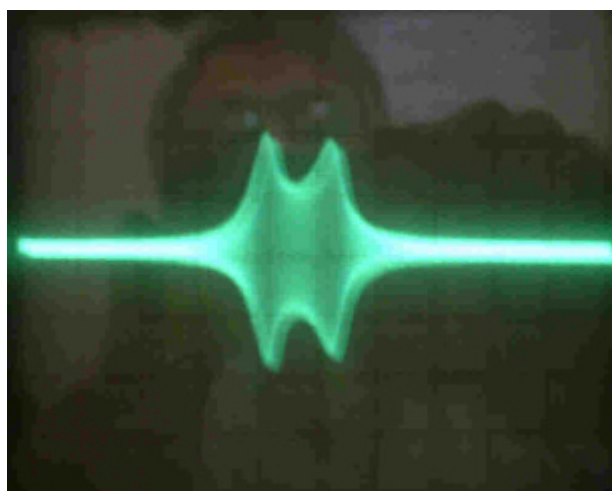
Osciloscopio en el 1° Paso



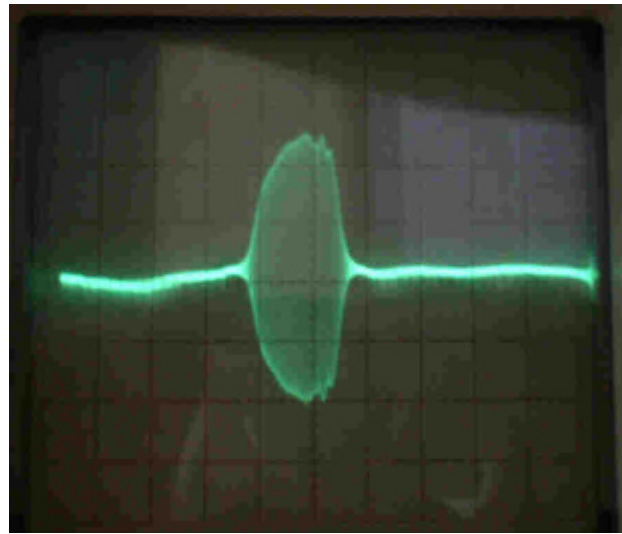
Primer Paso



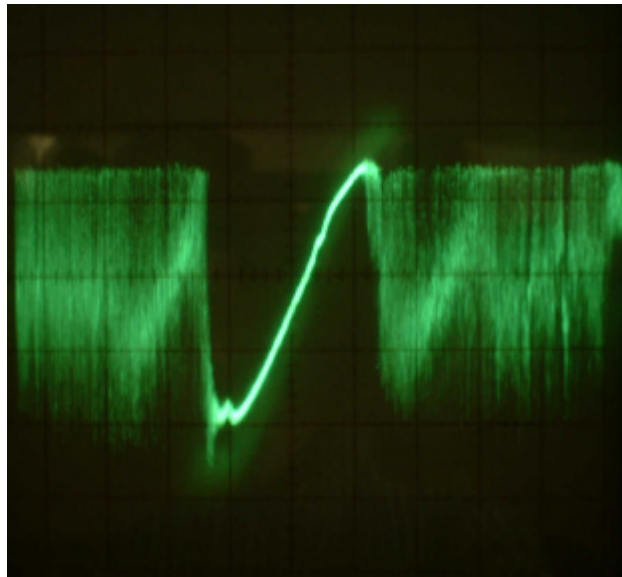
Segundo Paso



Tercer Paso



Cuarto Paso



3.7 CIRCUITO

