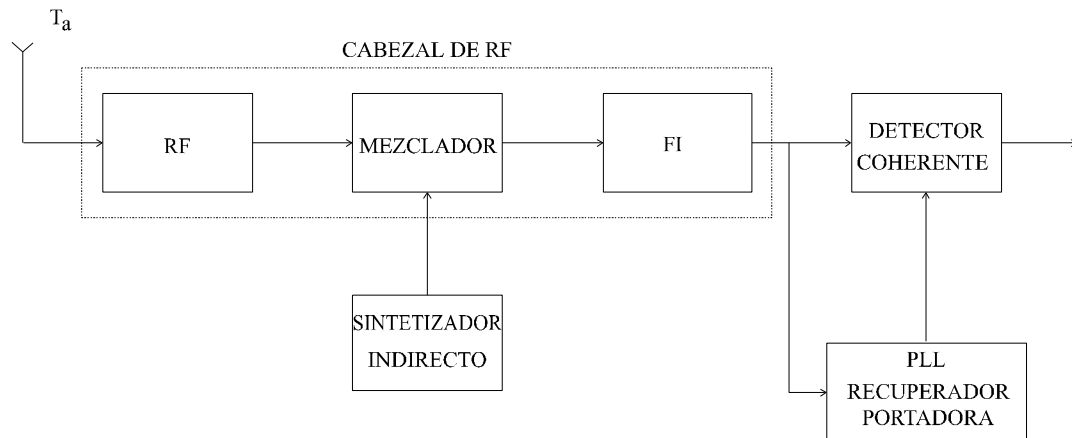


**Problema 1**

Considérese el receptor de la figura, en la banda de 80 a 110 MHz. La sensibilidad del receptor para una relación señal a ruido suficientemente buena a la entrada del demodulador ( $>10$  dB) es de  $-103$  dBm.



En lo referente al sintetizador indirecto, que actúa como oscilador local y opera por debajo de la frecuencia de sintonía, se sabe que tiene una resolución de 100 KHz, y los valores que toma el divisor programable son desde  $N=700$  hasta  $N=1000$ . Además, debe evitarse la generación de señales espúreas. Se pide:

- Determinar el jitter de fase de la portadora generada. Considerar ideal el oscilador de referencia y tomar la función de transferencia del sintetizador como un filtro paso bajo ideal con frecuencia de corte igual a la frecuencia natural del sintetizador. En cuanto al VCO asociado al sintetizador se tiene:  $F=30$  dB,  $Q=5$ ,  $P=1$  w.

En lo referente al PLL recuperador de portadora se pide:

- Si el oscilador de emisión tiene una estabilidad de  $10^{-4}$  y el oscilador del VCO tiene una estabilidad de  $10^{-3}$ , calcular la frecuencia natural del PLL para asegurar que el recuperador de portadora funciona siempre dentro del margen de Lock-in.
- Suponer que se quisiera exigir un jitter de fase en la portadora recuperada inferior a  $1^\circ$ . ¿Supondría esta condición alguna restricción en el diseño del receptor?.

Datos:

Temperatura de ruido de antena =  $5 \cdot 10^3$  °K

Factor de ruido del cabezal de RF = 10 dB

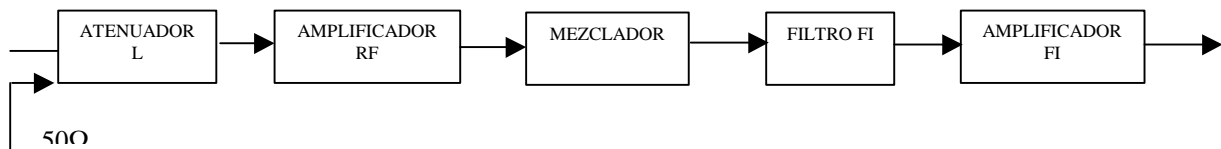
Factor de amortiguamiento ( $\xi$ ) = 0.7

Impedancias entrada-salida de todas las etapas: 50  $\Omega$

**(3,5 puntos)**

## Problema 2:

Sea el receptor de FM de la figura, calcular:



Supuesto que el atenuador no estuviese presente,  $L=1$ :

- Calcular la sensibilidad del receptor para una relación señal/ruido a la salida del amplificador de FI de 20dB.
- Si a la entrada del receptor se tienen dos señales interferentes  $S_1(t) = A\cos(2\pi f_1 t)$  y  $S_2(t) = A\cos(2\pi f_2 t)$ , de amplitud 20 mVef, con  $f_1 = f_0 + \Delta f$ ,  $f_2 = f_0 + 2\Delta f$  y  $f_0$  la frecuencia de sintonía, calcular el rechazo, referido a la entrada, para los productos de intermodulación de tercer orden, supuesto que ambas señales se encuentran dentro del ancho de banda del filtro de frecuencia intermedia.
- Si ambas señales se encuentran fuera del ancho de banda del filtro de frecuencia intermedia, cual debería ser el nuevo valor del punto de intercepción a la salida del amplificador de FI para garantizar un rechazo, referido a la salida, igual al rechazo referido a la entrada del apartado anterior.

Suponemos ahora la presencia del atenuador a la entrada del receptor.

- Calcular, bajo las condiciones del apartado c), el margen dinámico libre de espúreas y la tensión máxima a la entrada del receptor que garantizan que los productos de intermodulación de tercer orden a la salida del receptor estén por debajo del nivel de ruido. ¿Cómo afecta la presencia de un atenuador a la entrada desde el punto de vista de la sensibilidad? y desde el punto de vista de distorsión?.

### Datos:

Impedancias de entrada y salida de los cuadripolos =  $50\Omega$ .

Temperatura de ruido de antena:  $T_A = T_o = 290K$

Atenuador:	$L = 20dB$
Temperatura física del atenuador	$T_{aten} = 360K^\circ$
Ganancia de la etapa de RF:	$G_{RF} = 20dB$
Punto de intercepción etapa de RF:	$IP_{i,RF} = 15dBm$
Factor de ruido etapa RF:	$F_{RF} = 3dB$
Ganancia mezclador:	$G_m = -6dB$
Punto de intercepción mezclador:	$IP_{i,m} = 26dBm$
Factor de ruido mezclador:	$F_m = 10dB$
Ganacia etapa de FI:	$G_{FI} = 25dB$
Punto de intercepción etapa de FI:	$IP_{i,FI} = 10dBm$
Factor de ruido etapa de FI:	$F_{FI} = 14dB$
Pérdidas de inserción del filtro:	$\Delta G = 4dB$
Selectividad del filtro:	$\Delta = 36dB$
Ancho de banda FI:	$B_{FI} = 25KHz$

(3 puntos)

### Problema 3

Se desea diseñar un receptor superheterodino que opere en la banda de 1 a 30 MHz. Se puede optar entre el receptor de conversión simple mostrado en la figura A y el receptor de doble conversión mostrado en la figura B.

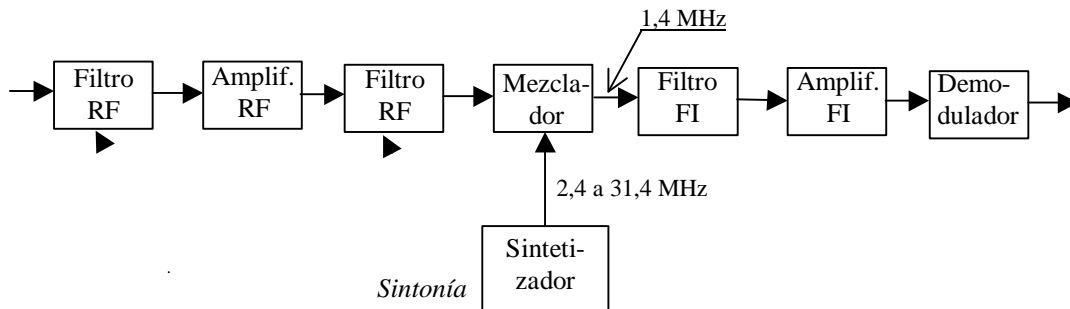


Figura A.- Receptor Superheterodino de conversión simple

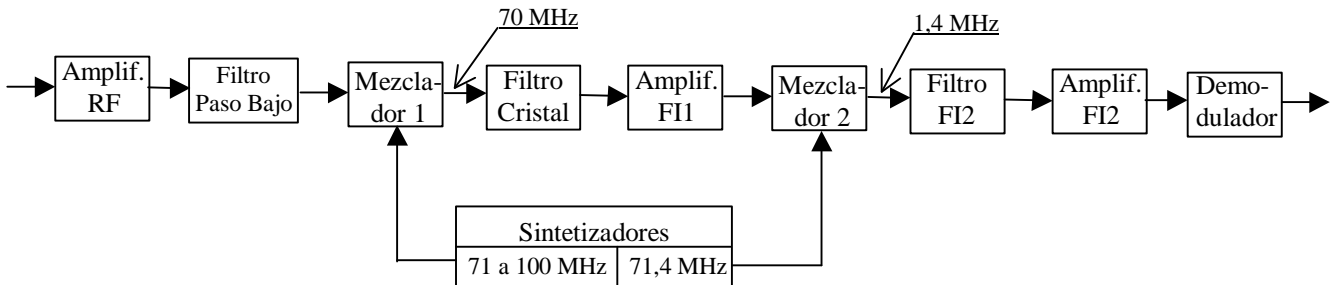


Figura B.- Receptor Superheterodino de doble conversión

Para garantizar un correcto funcionamiento en ambos receptores, los filtros previos a los circuitos mezcladores se diseñan de modo que a frecuencia imagen el nivel de atenuación sea al menos de 60 dB.

En la implementación de los filtros del receptor superheterodino de conversión simple se consideran estructuras resonantes RLC sintonizables conectadas en cascada. La función de transferencia de una simple red RLC puede modelarse como:

$$|H(f)| \cong |H(f_0 + \Delta f)| \cong \frac{1}{\sqrt{1 + \left[2Q \frac{\Delta f}{f_0}\right]^2}}$$

Se pide:

- Considerando que el filtrado previo al mezclador del receptor de la figura A puede modelarse como la concatenación en cascada de  $n$  secciones elementales RLC, encontrar el mínimo valor de  $n$  que garantiza simultáneamente el paso de la señal recibida sin distorsión y la cancelación<sup>1</sup> de la señal a frecuencia imagen. ¿Cuál es el valor de  $Q$  apropiado?
- Considerando que el filtro paso bajo del receptor superheterodino de doble conversión de la figura B, calcular el orden del filtro para garantizar un correcto funcionamiento de esta estructura de receptor. Considérese que la función de transferencia de dicho filtro dada viene por:

<sup>1</sup> La señal a frecuencia imagen se considera cancelada si en el proceso de filtrado sufre una atenuación de, al menos, 60 dB con respecto a la señal útil.

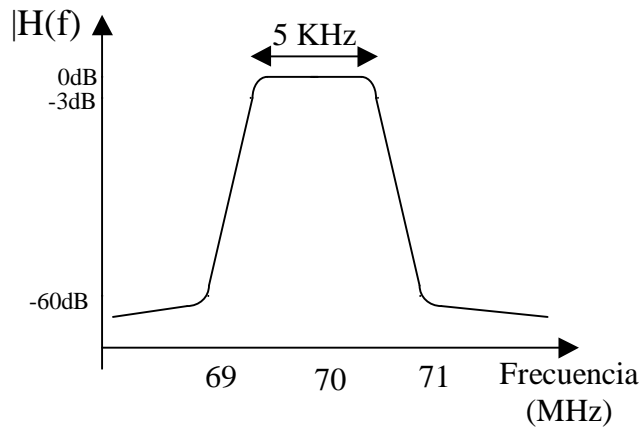
$$|H(f)| \equiv \frac{1}{1 + (f / f_m)^n}$$

siendo  $n$  el orden del filtro y  $f_m$  una frecuencia de referencia cuyo valor depende del orden del filtro y de la frecuencia de corte a 3 dB.

- c.- En el receptor superheterodino de conversión simple (figura A) , ¿existe alguna frecuencia de sintonía especialmente crítica?. Razónese la respuesta.
- d.- ¿Cuál de las dos estructuras de receptor es la más conveniente para ser implementada?. Razónese la respuesta.

**Datos**

- Ancho de banda de la señal sintonizada: 5 KHz.
- Función de transferencia del filtro a cristal a 70 MHz.



(3,5 Puntos)