

E.T.S. D'ENGINYERIA DE TELECOMUNICACIÓ DE BARCELONA
Enginyeria de Telecomunicació
EMISSORS I RECEPTORS
Quatrimestre de tardor
Examen final
19 de gener de 2004

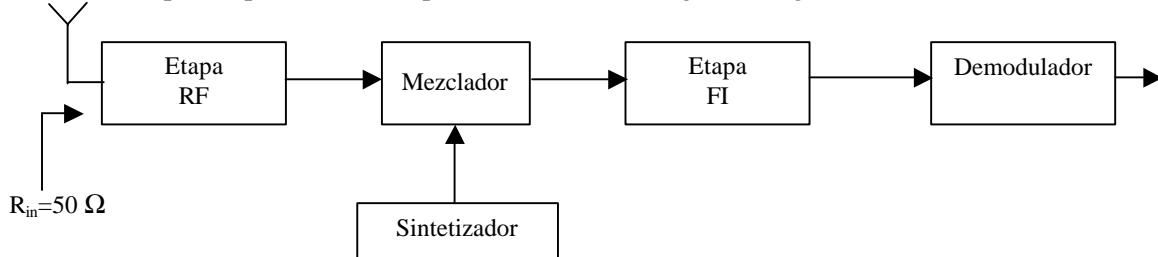
Data de publicació de notes provisionals: 28 de gener de 2004 a les 12 hores

Data límit per al·legacions: 29 de gener de 2004 a les 12 hores

Data de publicació de notes definitives: 30 de gener de 2004 a les 12 hores

Problema 1 (3.5 punts)

Considérese el receptor superheterodino que se muestra en la siguiente figura.



Los parámetros que caracterizan al receptor son:

Temperatura equivalente de ruido de la antena: $T_A=300$ K

Etapa de RF: $NF_{RF}=3$ dB, $G_{RF}=15$ dB, $IP_{i,RF}=20$ dBm (para los productos de 3r orden)

Mezclador: $NF_m=7$ dB, $G_m=-6$ dB, $IP_{i,m}=30$ dBm (para los productos de 3r orden)

Etapa de FI: $NF_{FI}=15$ dB, Ancho de banda de FI: $B_{FI}=200$ kHz

Las relaciones de tensión entrada/salida de cada cuadripolo del cabezal son de la forma $y(t)=ax(t)-bx^3(t)$ (con a, b dependientes de las características de cada cuadripolo).

$K=1.38 \cdot 10^{-23}$ J/K Temperatura física del receptor: $T_o=290$ K

La tasa de error de bit a la salida en función de la SNR a la entrada del demodulador es:

$$p_b = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\frac{1}{2} \left(\frac{S}{N} \right)_i} \right)$$

Algunos valores de la función $\operatorname{erfc}(x)$ se presentan en la siguiente tabla:

x	2.95	3.00	3.05	3.10	3.15
$\operatorname{erfc}(x)$	3.1E-5	2.0E-5	1.6E-5	1.2E-5	1.0E-5

En relación al equipo emisor se sabe que transmite una potencia $P_T=50$ dBm y que las pérdidas de propagación entre dicho emisor y el receptor varían con la distancia según:

$$L_p(\text{dB}) = \begin{cases} 91.52 + 20 \log d(\text{km}) & \text{si } d < 8 \text{ m} \\ 128.1 + 37.6 \log d(\text{km}) & \text{si } d \geq 8 \text{ m} \end{cases}$$

Para un correcto funcionamiento del receptor **se requiere que:**

- La probabilidad de error de bit a la salida sea a lo sumo de $1E-5$.
- El rechazo a la entrada (referido a la sensibilidad) para los productos de intermodulación de tercer orden ocasionados por los canales adyacentes sea como mínimo 75 dB.
- El nivel de señal a la entrada de cualquier cuadripolo del cabezal de RF esté como mínimo 5 dB por debajo del nivel de compresión a 1 dB de dicho cuadripolo.

Se pide:

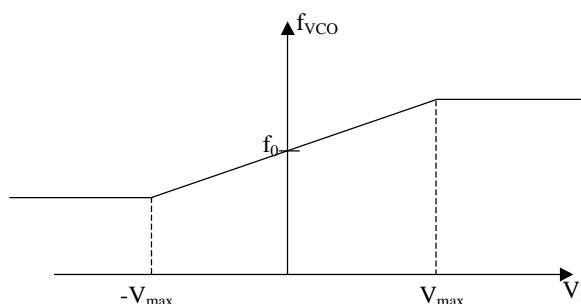
- a) Calcular la sensibilidad a la entrada del receptor medida en μVef .
- b) El punto de intercepción referido a la entrada para los productos de 3r orden de la etapa de FI.
- c) El margen de distancias (máxima y mínima) respecto al emisor a las que puede ubicarse el receptor para garantizar su correcto funcionamiento.

Problema 2 (3.5 puntos)

Un receptor superheterodino capta señales en el rango de 935 a 960 MHz con una canalización de 200 kHz. La frecuencia intermedia es de 2 MHz y el oscilador local trabaja por encima de la frecuencia de entrada. Como oscilador local se utiliza un sintetizador indirecto basado en un APLL de segundo orden con filtro pasivo.

- Dibujar el diagrama de bloques del sintetizador, detallando la estructura del filtro de lazo, y calcular el margen de valores del divisor programable y la frecuencia del oscilador de referencia.
- Calcular la constante característica K_2 del VCO para que el sintetizador trabaje siempre dentro del margen de Lock-in.
- Calcular el tiempo de conmutación del sintetizador.
- Calcular el jitter de fase en grados a la salida del sintetizador

Considérese que el VCO no es ideal y presenta aproximadamente la siguiente característica frecuencia de salida respecto a tensión de entrada:



La frecuencia en reposo f_0 se escoge como el valor central del rango de frecuencias de salida del sintetizador.

- Determinar el valor que debe tomar la tensión V_{max} si se desea que el VCO trabaje siempre en la región lineal. Calcular también el margen de valores que tomará la tensión V_i en régimen permanente.

Datos:

Factor de amortiguación $\xi \approx 0.7$
Para el filtro de lazo tómese: $\tau_1 = 1 \text{ ms}$

Ganancia del detector de fase: $K_1 = 10$

Oscilador de referencia:

- Amplitud de salida: $0.5 V_{ef}$
- Potencia de salida: 10 mW
- Factor de calidad: $Q_r = 100$
- Factor de ruido: $Fr = 10 \text{ dB}$

VCO:

- Potencia de salida: 10 mW
- Factor de calidad: $Q_{VCO} = 10$
- Factor de ruido: $F_{VCO} = 20 \text{ dB}$

Frecuencia natural del sintetizador: $\omega_n \approx \sqrt{\frac{AK_1K_2}{N\tau_1}}$

La densidad espectral del ruido de fase de un oscilador a la frecuencia f_a es:

$$S_\theta(f) = \begin{cases} \frac{KT_0F}{8Q^2P} \left(\frac{f_a}{f} \right)^2 & \text{si } |f| \geq 10 \text{ Hz} \\ 0 & \text{si } |f| < 10 \text{ Hz} \end{cases} \quad (\text{rad}^2/\text{Hz})$$

La función de transferencia $H(f)$ del sintetizador se puede aproximar por un rectángulo de amplitud 1 en el margen entre f_n y $-f_n$.