



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA
TITULACIÓN: INGENIERO DE TELECOMUNICACIÓN

LABORATORIO DE COMUNICACIONES (3^{er} CURSO)

Examen final: 25 de Enero de 2010

Profesores: Pedro Vera Castejón, Alejandro Álvarez Melcón y Fernando D. Quesada Pereira

Problemas (10.0 puntos)

No se permite tener en la mesa ningún tipo de apuntes ni libros durante el examen. Deje su carné de estudiante o DNI en un lugar bien visible sobre la mesa. *No olvide poner el nombre en todas las hojas.* Tiempo de examen 3 horas.

Problema 1 (3,5 puntos)

Considere el circuito modulador de AM representado en la Figura 1.

- 1) **(0,75 puntos)** Encuentre la expresión de la tensión $v_S(t)$ en el punto A de la Figura 1, teniendo en cuenta que el interruptor está cerrado. Para ello considere que las fuentes presentan la expresión $v_m(t) = A_1 \cos(\omega_m t)$ y $v_p(t) = A_2 \cos(\omega_p t)$, y las resistencias son $R_1 = R_2 = R_3 = 1k\Omega$. Por otra parte, las frecuencias de las señales son $f_p = 200KHz$ y $f_m = 5KHz$. Dibuje el espectro resultante.
- 2) **(0,75 puntos)** Si se cierra el interruptor, la señal del punto A pasa a un diodo de ley cuadrática. Podemos suponer que la señal a la salida del diodo es $v_B(t) = a_0 + a_1 v_A(t) + a_2 v_A^2(t)$. Asumiendo que $a_0 = 1$, $a_1 = 1$, $a_2 = 1$, calcule la expresión de $v_B(t)$. Diga cómo ha de ser la relación entre A_1 y A_2 para obtener a la salida del circuito una señal AM que no esté sobremodulada. Represente el espectro de la señal.
- 3) **(0,5 puntos)** Diseñe el filtro pasobanda formado por $R_4 = 1k\Omega$, C_1 y L_1 , para obtener a la salida (punto C) una señal AM en la que se hayan eliminado las componentes indeseadas.
- 4) **(0,5 puntos)** Para la demodulación de la señal AM utilizaremos un detector de envolvente como el de la Figura 2. Dibuje la señal en bornes del condensador C_1 . ¿Para qué se utiliza el condensador el condensador C_2 ?
- 5) **(1 punto)** En este apartado vamos a estudiar que condición debe cumplir RC para que el detector de envolvente funcione correctamente. Para ello, calcularemos la tensión en el condensador $v_c(t)$ estudiando el transitorio del circuito representado en la Figura 3.
 - Escriba la expresión de la envolvente de la señal AM ($v_e(t)$).
 - Escriba la expresión de la tensión en el condensador $v_c(t)$ analizando el circuito de la Figura 3. El condensador se encuentra cargado cuando se cierra el interruptor ($t = 0$) a la tensión de la envolvente v_e .
 - Para que el detector de envolvente funcione correctamente la velocidad de descarga del condensador debe ser superior a la velocidad con la que varía la envolvente de la señal modulada. Escriba matemáticamente esta condición. Asuma que el periodo de la portadora es mucho menor que la constante de tiempos del circuito de carga y descarga $\tau = RC$ para realizar las simplificaciones matemáticas pertinentes.



- Para un índice de modulación $m = 0,7$ y $R = 1K\Omega$ diga que valor ha de tomar C_1 para que se cumpla la condición establecida en el punto anterior.

Problema 2 (3,0 puntos)

- Describa el principio de funcionamiento del discriminador FM balanceado o de sintonía escalonada Figura 4 y del discriminador Foster-Seely Figura 5. Comente las similitudes y diferencias entre ambos circuitos.
- Considere que ambos circuitos se encuentran sintonizados a $f_c = 300$ KHz. Se pide:
 - 1) Para el discriminador FM balanceado dibuje la señal de salida V_{Sal} , si la señal de entrada es un tono de frecuencia $f_0 = 300$ KHz. Asimismo, dibuje V_{Sal} si la señal de entrada es un tono de frecuencia $f_0 = 270$ KHz y posteriormente de frecuencia $f_0 = 330$ KHz. Para las señales de entrada anteriores describa como ha de ser V_A y V_B en cada caso. ¿Cómo debe ser el filtro formado por R_d y C_d ?
 - 2) Para el discriminador Foster-Seely, dibuje considerando las mismas señales de entrada, la señal en el punto C respecto a masa y las señales diferenciales V_{AC} y V_{BC} . Dibuje el diagrama fasorial estimado de las tres tensiones en cada caso. Por último, dibuje la señal de salida V_{Sal} para las tres señales de entrada.

Problema 3 (3,5 puntos)

Partiendo de la Figura 6 adjunta contestar a las siguientes cuestiones:

- 1) Modifique el circuito para convertirlo en un modulador de FM, explicando los elementos que habría que eliminar, e indicando dónde aplicar la medida de la señal moduladora y de la señal modulada.
- 2) Si el generador de frecuencia que hace de fuente transmisora fuera un generador de frecuencia variable según una rampa:
 - ¿Qué efectos son previsibles que sucedan?
 - ¿Habría que hacer alguna modificación en el circuito? (En caso afirmativo diga cuál sería y haga una demostración matemática).
- 3) ¿Qué elementos serían necesarios añadir para convertir nuestro circuito en un demodulador ASK? (Añada los elementos como bloques)
- 4) Si cambiase el valor de la tensión en V_2 por 1 Voltio, explique en qué influiría dicho cambio.

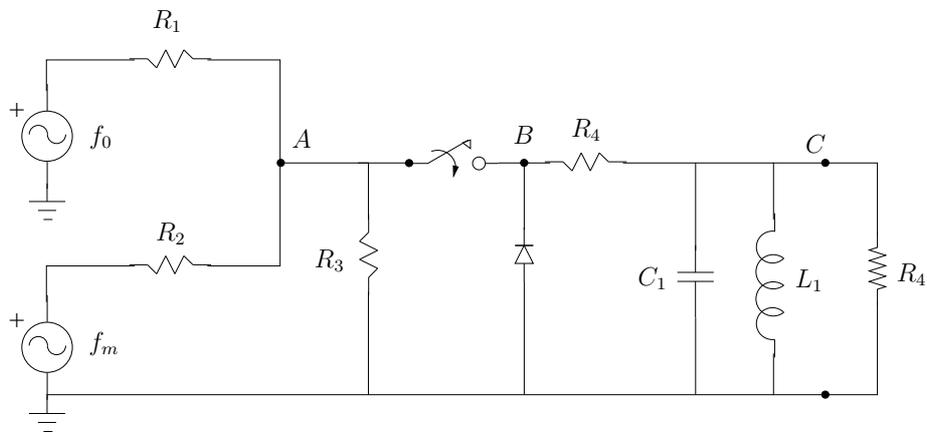


Figura 1: Esquema simple de un modulador AM.

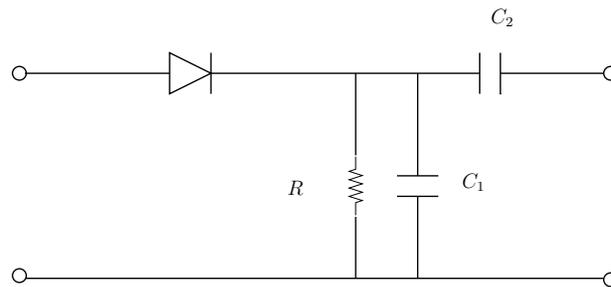


Figura 2: Detector de envolvente.

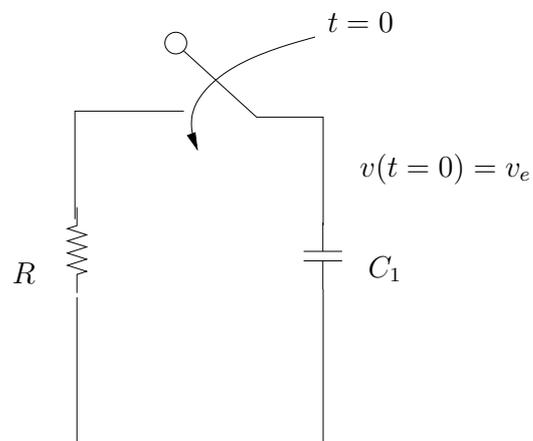


Figura 3: Descarga del condensador C_1 . El condensador está cargado inicialmente ($t = 0$) a la tensión de la envolvente v_e y se descarga hasta el siguiente periodo de la portadora.

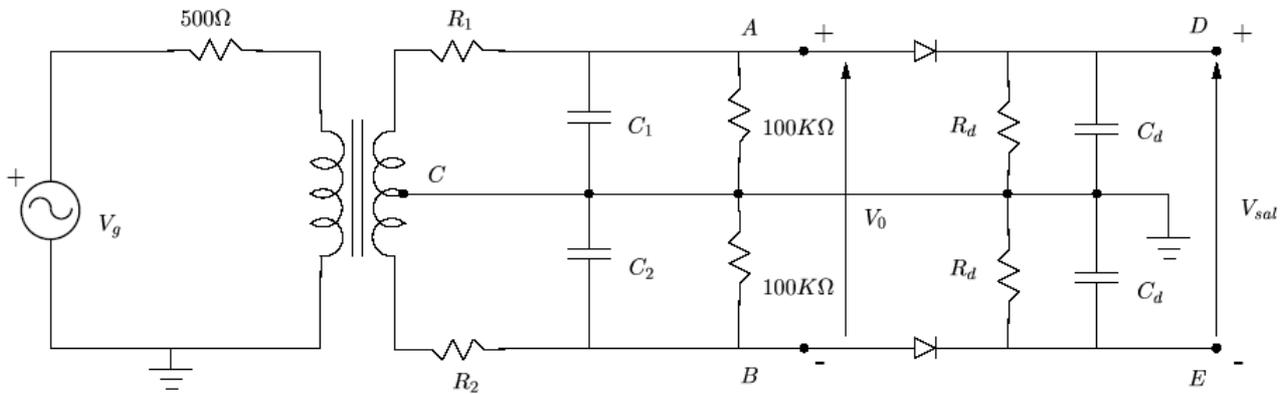


Figura 4: Discriminador FM balanceado.

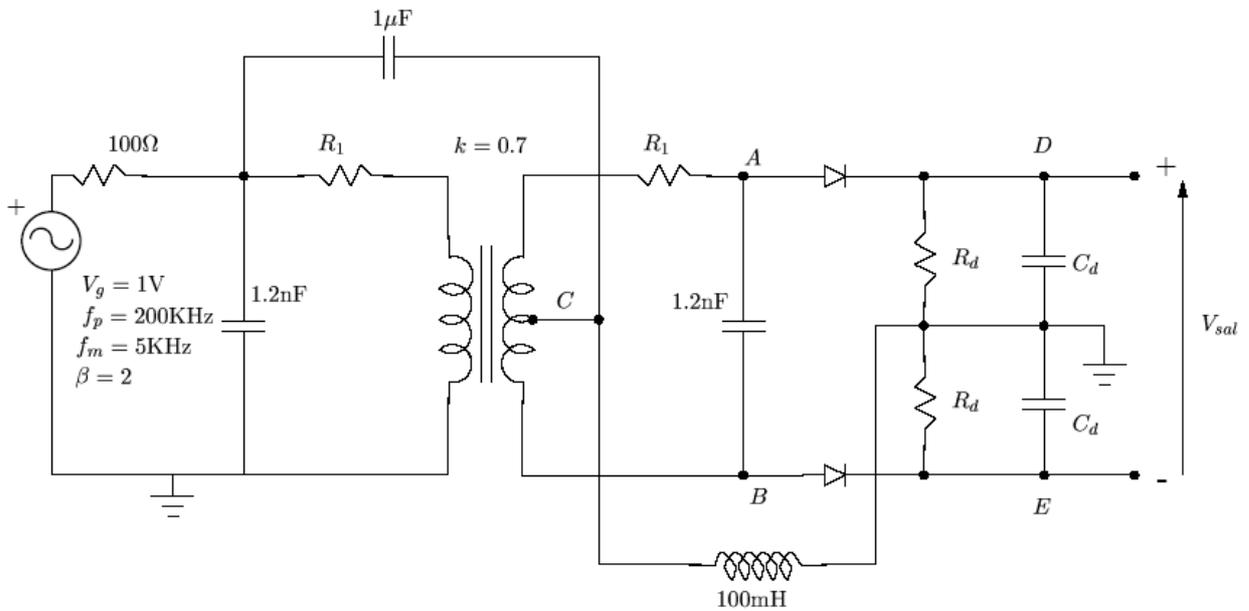


Figura 5: Discriminador Foster-Seely.

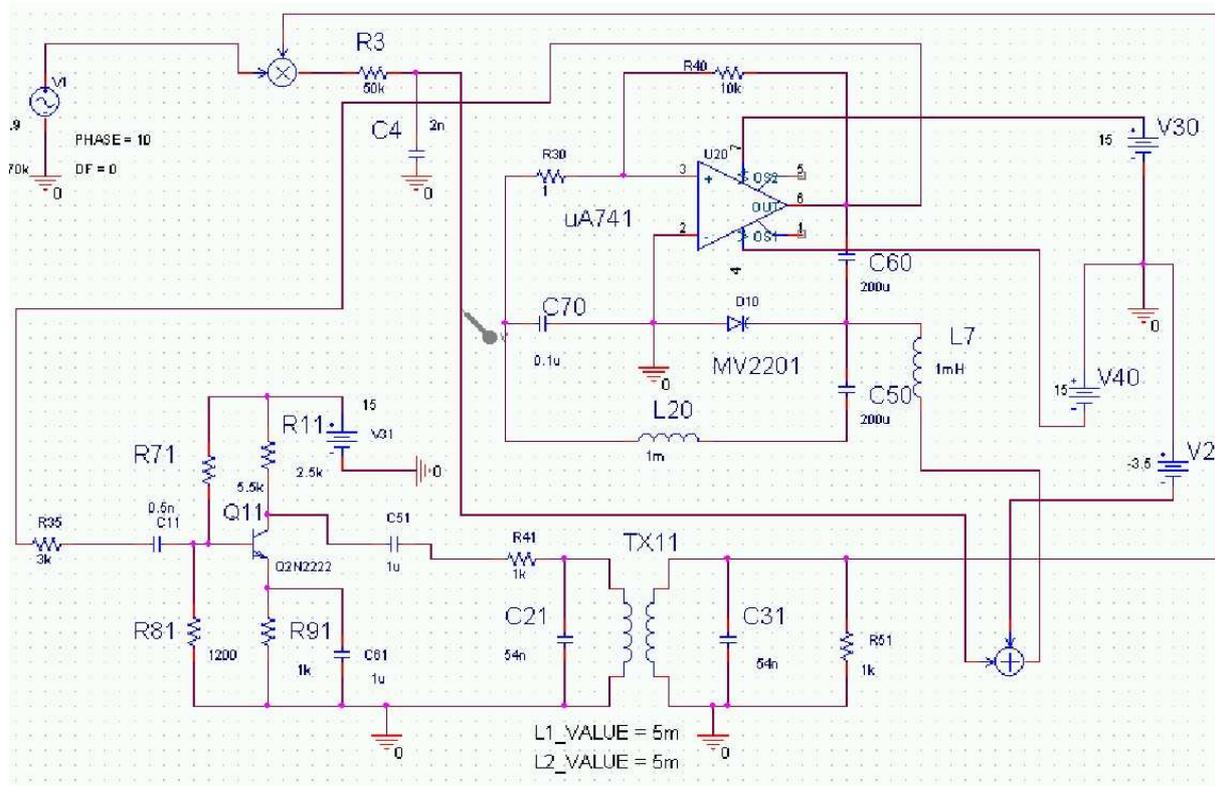


Figura 6: Circuito basado en un PLL.