



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA
TITULACIÓN: INGENIERO DE TELECOMUNICACIÓN

LABORATORIO DE COMUNICACIONES (3^{er} CURSO)

Examen final: 1 de Julio de 2009

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 (3,0 puntos)

Considere el circuito de la Figura 1 con el que se pretende tanto generar como una modulación AM como una modulación de fase (PM). La señal moduladora es $x(t) = A_m \cos(\omega_m t)$, mientras que la portadora es un tono $v_p(t) = 3 \cos(\omega_p t)$.

- 1) **(0,75 puntos)** ¿Cómo ha de ser el desfase φ introducido por el desfasador para obtener una modulación AM? Escriba la expresión de la señal modulada a la salida $y(t)$. ¿Cuál es el índice de modulación m ? ¿Cómo ha de ser A_m para poder utilizar un detector de envolvente para recuperar la información?
- 2) **(0,75 puntos)** Escriba la expresión general de una modulación de fase. Empleando aproximaciones trigonométricas, escriba la expresión equivalente asumiendo que la desviación máxima de fase $\Delta\phi_{max}$ es pequeña.
- 3) **(0,75 puntos)** Utilizando el esquema de la Figura 1, diga cómo ha de ser el valor del desfasador φ y el valor de A_m para obtener una modulación de fase como la del apartado anterior (asuma que $\Delta\phi_{max} \leq 0,1$ para poder realizar las aproximaciones trigonométricas). Escriba la expresión de la señal de salida $y(t)$.
- 4) **(0,75 puntos)** ¿Cómo modificaría el esquema anterior para tener una modulación FM? Diga cómo se denomina este tipo de modulador y cuál es su principal inconveniente. ¿Cómo reduciría dicho inconveniente?



Problema 2 (3,5 puntos)

En la Figura 2 se representa una fuente en espejo de corriente con tres ramas. Se tiene que $V_{CC} = 12\text{ V}$, $R_1 = 7,5\text{ k}\Omega$, $V_{BE} \approx 0,7\text{ V}$ y para los transistores $\beta = 50$.

- 1) **(0,5 puntos)** Calcule el valor de la corriente I_1 (mA) fijada por el espejo de corriente.
- 2) **(0,5 puntos)** Calcule el valor de las corrientes de base de los transistores.
- 3) **(0,5 puntos)** ¿Qué valor ha de tomar R_2 para que las tensiones $V_{CE_2} = V_{CE_3} = 8\text{ V}$?
- 4) **(0,5 puntos)** Diseñe una fuente en configuración de seguidor de emisor que entregue la misma corriente.
- 5) **(0,75 puntos)** Diseñe un modulador de AM empleando el espejo de corriente del ejercicio y un amplificador diferencial (realice las modificaciones pertinentes). ¿Cuál es el índice de modulación?
- 6) **(0,75 puntos)** ¿Qué sucede si disminuye el valor de la resistencia R_1 ? ¿Se puede disminuir indefinidamente este valor? ¿Se obtiene una AM pura a la salida del modulador? Justifique en todos los casos su respuesta.

Problema 3 (3,5 puntos)

Basándonos en la Figura 3 (señal modulada (arriba) y demodulada(abajo)):

- 1) **(0,5 punto)** Considere que la señal modulada ha sido generada empleando como moduladora una señal que codifica los bits de valor 0 con un nivel eléctrico igual a 72 mV_{pp} y los bits de valor 1 con un nivel igual a $1,38\text{ V}_{pp}$.
 - ¿Qué modulación podríamos asociar a dicha representación?
 - ¿Qué secuencia de información se está transmitiendo?
- 2) **(1,0 puntos)** El circuito que vemos en la Figura 4 utiliza un PLL.
 - Delimítelo (marcándolo con una línea cerrada), así como el resto de bloques que componen el circuito.
 - ¿Qué representa todo este conjunto de bloques?
- 3) **(1,5 puntos)** A la vista de la Figura 5, que corresponde a la medida hecha sobre la salida del amplificador operacional del circuito de la Figura 4, consteste:
 - Siendo esta la salida obtenida del VCO, ¿Qué problema causaría el hecho de emplearla directamente como entrada al detector, según hemos visto en la teoría del diagrama de bloques?
 - ¿Qué información es la que nos interesa de la señal mostrada en la Figura 5?
 - ¿Qué etapas se conectan después del amplificador operacional y qué sentido tienen, a la vista de la Figura 6, medida tras el condensador C51?
- 4) **(0,5 puntos)** Respecto a la señal medida a la salida del bloque de Laplace que representa un filtro Lead-Lag activo (Figura 7) ¿para qué se utiliza la componente continua, que vemos está destacada del resto de componentes frecuenciales?

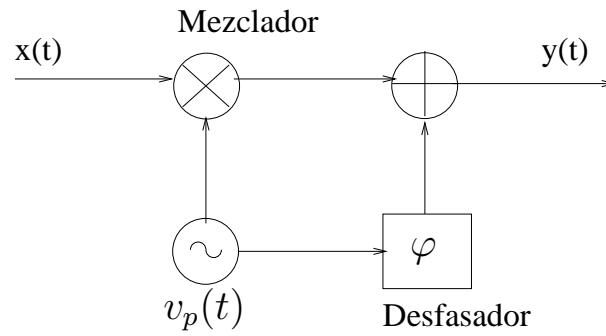


Figura 1: Esquema de un modulador genérico.

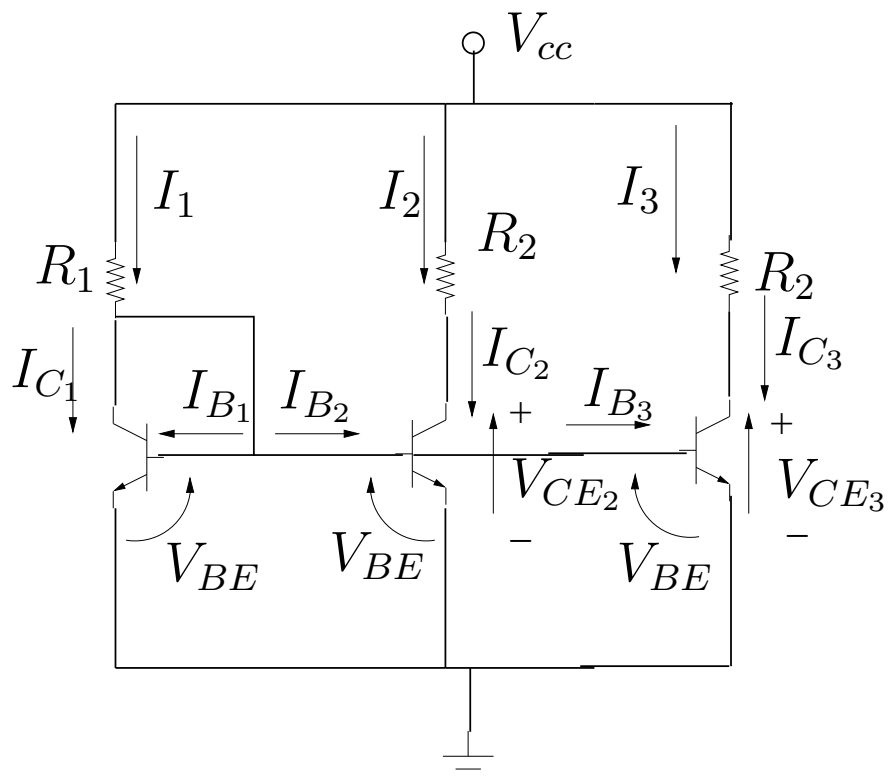


Figura 2: Espejo de corriente.

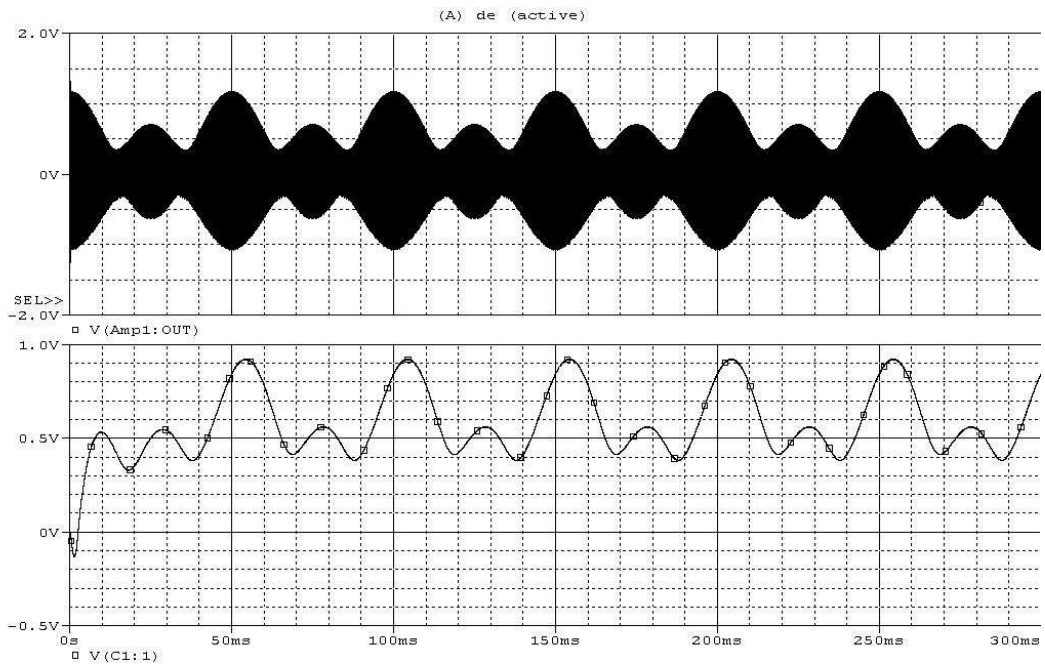


Figura 3: Señal modulada y demodulada.

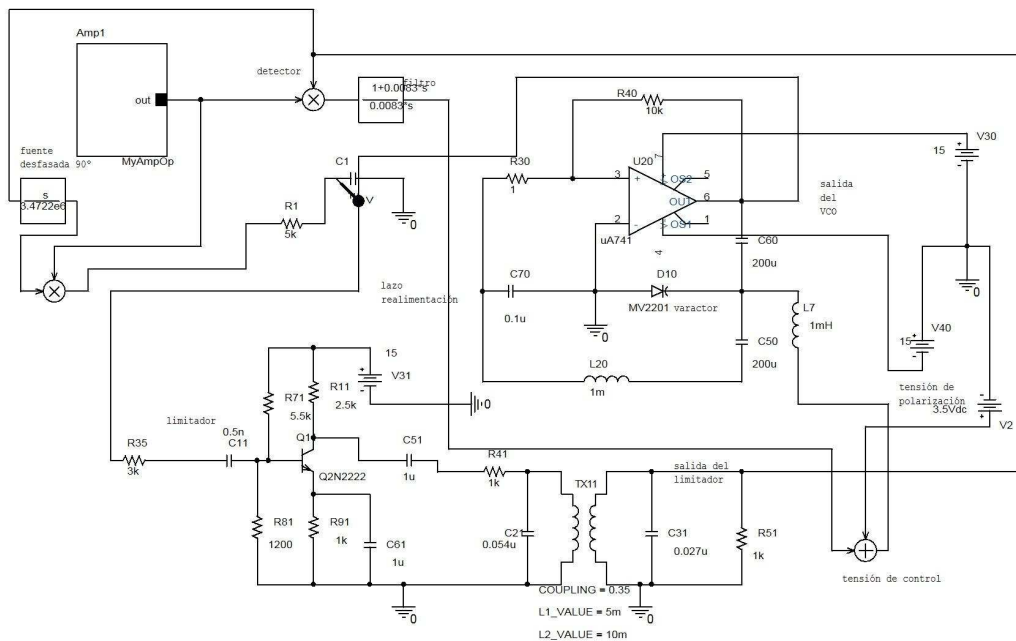


Figura 4: Circuito basado en un PLL.

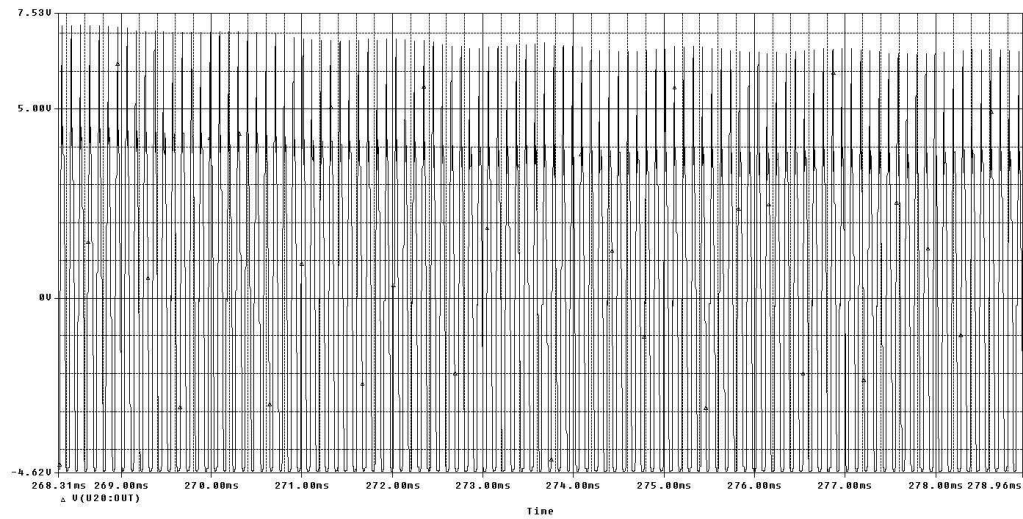


Figura 5: Señal medida sobre el amplificador operacional del circuito de la Figura 4.

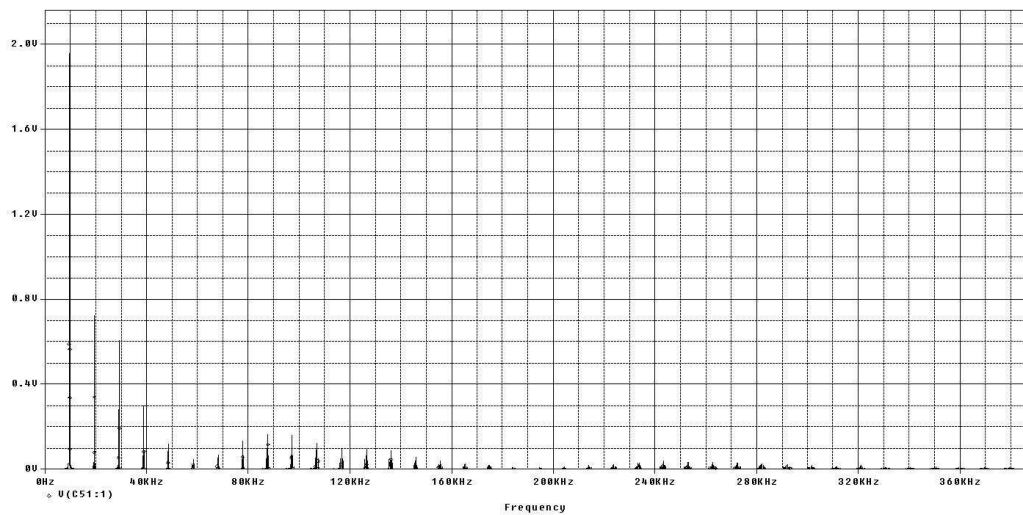


Figura 6: Señal medida sobre el condensador C51 del circuito de la Figura 4.

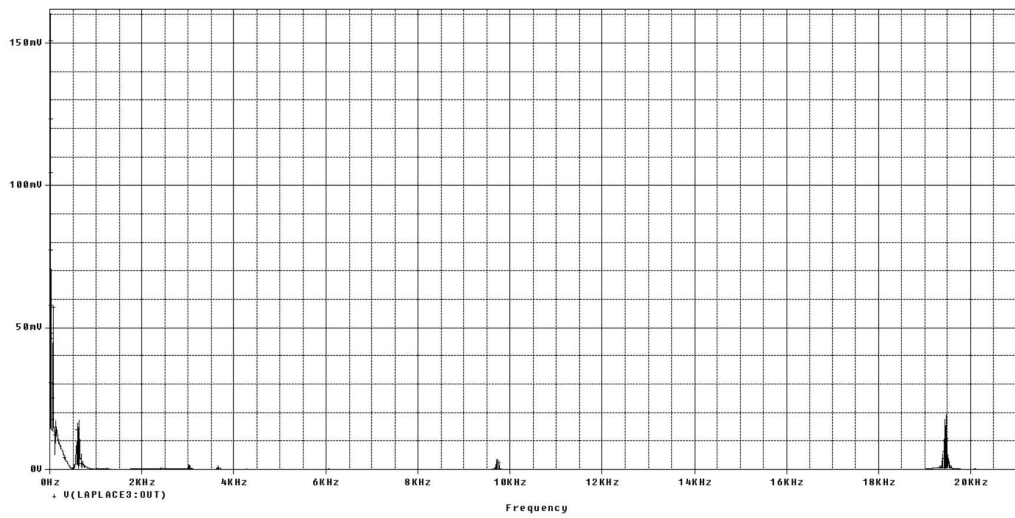


Figura 7: Señal a la salida del filtro Lead-Lag activo del circuito de la Figura 4.