

# Guia 6: Amplificador Mosfet diferencial con carga activa

Ing. Juan Miguel David Becera Tobar.

Ing. Jose Demetrio Martinez M.

27 de mayo de 2012

## Abstract

En la práctica 5 habíamos estudiado un amplificador MOSFET simple de canal N, cargado activamente. En esta práctica estudiaremos un amplificador diferencial con MOSFETs de canal P, también cargado activamente, y polarizado además mediante espejo de corriente. Como en el amplificador diferencial se utilizan dos dispositivos activos, es necesario diseñar su polarización, que aquí ya no es tan sencilla como la utilizada en la práctica anteriormente mencionada, sino que utilizará un espejo de corriente simple obtenido a partir de otros dos Mosfets. Adicionalmente se necesitarán dos transistores más para conformar la carga activa. Un total de seis transistores, para poder montar el circuito. Esto nos va a exigir la utilización de dos circuitos integrados TC4007 para el montaje, como veremos mas adelante.

## 1. Amplificador Diferencial con MOSFET de Canal P

la topologia del circuito que se espera usar para esta practica se puede ver en la figura 1.

### 1.1. Prelaboratorio

Como ya se ha dicho, se requieren dos circuitos integrados TC4007 para el montaje de la práctica, cuyo esquema se indica en la figura 1.1. Hemos denotado los seis transistores así:  $Q_1$  y  $Q_2$  (de canal P), para el amplificador diferencial propiamente dicho;  $Q_3$  y  $Q_4$  (también de canal P), para la fuente de corriente de polarización del amplificador diferencial; y finalmente  $Q_5$  y  $Q_6$  (de canal N), para ser utilizados como carga activa de los drenadores de  $Q_1$  y  $Q_2$ . Obsérvese que los transistores  $Q_3$  y  $Q_4$  así como  $Q_5$  y  $Q_6$  son en realidad espejos de corriente; el primero de ellos programado con la resistencia de  $220K\Omega$  al 5%, la cual debe ser medida y anotada en la bitacora, y el segundo con la corriente de drenador de  $Q_1$ , que naturalmente es  $\frac{I_{ref}}{2}$ .

Observemos también que todos los transistores tienen un subíndice adicional que se refiere al circuito integrado al cual pertenecen. Así  $Q_1$  pertenece al primer TC4007 que hemos denominado A, mientras que  $Q_2$  pertenece al segundo TC4007, que hemos denominado B,  $Q_3$  y  $Q_4$  pertenecen al integrado A, mientras que  $Q_5$  y  $Q_6$  pertenecen al B. Las resistencias en las compuertas de  $Q_1$  y  $Q_2$  se han tomado de  $1M$ , pero podrían ser de otro valor conveniente a la impedancia de entrada que se fije.

Los distintos grupos de laboratorio deberán montar en el protoboard el circuito indicado en la figura 1.1, teniendo en cuenta todas las precauciones señaladas atrás. Deberán así mismo, suponiendo igualdad de los parámetros de todos los transistores, calcular antes de la práctica el valor de la corriente de referencia  $I_{ref}$ , y de la corriente de polarización de los transistores, así como de los voltajes de reposo  $V_{SD}$  y  $V_{SG}$  de  $Q_1$  a  $Q_4$  y de los voltajes  $V_{SD}$  y  $V_{SG}$  de  $Q_5$  y  $Q_6$ . Todos estos cálculos y resultados se anotarán en la bitácora de laboratorio.

A continuación procederán al cálculo previo de las ganancias de voltaje en el modo diferencial y en el modo común, así como la CMRR del amplificador.

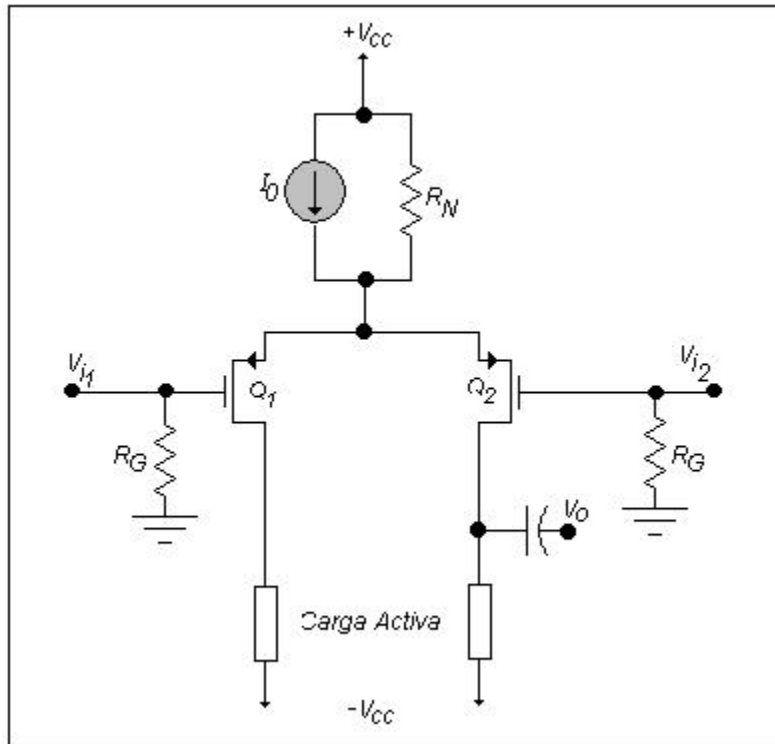


Figure 1: Amplificador diferencial P mosfet básico

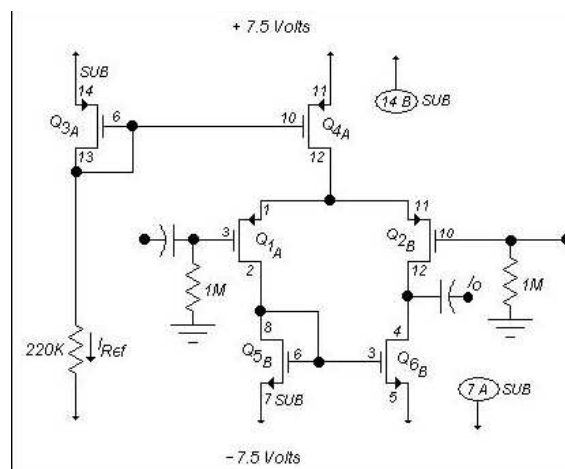


Figure 2: Montaje del Amplificador MOSFET con Carga Activa.

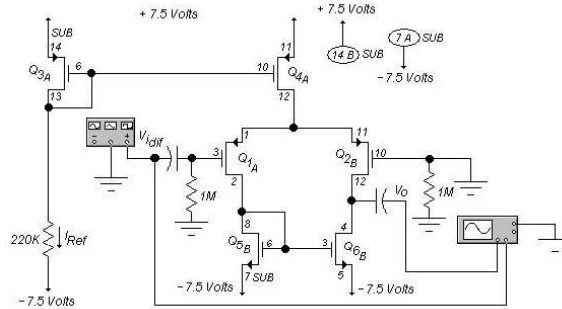


Figure 3: Ganancia en el Modo Diferencial.

## 1.2. Laboratorio

Lo primero que vamos a hacer es a verificar la polarización del circuito, por lo cual se empezará por conectar las fuentes de alimentación sin conectar todavía el generador ni el osciloscopio. A continuación, con el multímetro digital, se tomarán los voltajes con respecto a tierra de las terminales 1,2,3,6,7,10,11,12,13,y 14 del TC4007A, y de las terminales 3,4,5,6,7,8,10,11,y 12 del TC4007B (ver figura 1.1) . Con los voltajes de las patillas 13 y 7 de A, y el valor medido de la resistencia de 220K, pueden determinar la corriente  $I_{ref}$  . Asegúrense que los voltajes en las compuertas de  $Q_1$  y  $Q_2$  sean cero voltios.

### Ganancia en Modo Diferencial

A continuación puede procederse a conectar la señal en el modo diferencial, según se muestra en la figura 1.2. Los condensadores de acople son de  $1\mu F$  a 16 o 25 Volts; la señal del generador será sinusoidal a 1Khz, la cual se controlará en amplitud para que la señal de salida sea grande pero sin presentar distorsión. Se procederá después a medir la amplitud tanto de la señal de entrada como de la de salida, las cuáles se anotarán en la bitácora. Igualmente se observará si existe algún desfase entre ellas y se anotará de ser así.

Terminado lo anterior se procederá a aumentar la frecuencia de la señal de entrada, sin cambiar su amplitud, hasta que la amplitud de la señal de salida sea la que corresponde al límite superior de la banda media, anotándose la frecuencia correspondiente, así como el desfase entre las dos señales.

### Ganancia en el Modo Común

Ahora procederemos a cambiar las conexiones de las entradas del amplificador diferencial según se muestra en la figura 1.2 a fin de tener una señal común de entrada a las compuertas de  $Q_1$  y  $Q_2$ . El generador de señal se mantendrá en una frecuencia de 1Khz con onda sinusoidal, inicialmente con la amplitud que usamos en la configuración diferencial. Ahora trataremos de observar en el osciloscopio la señal de salida correspondiente a dicha señal de entrada, y en caso de que no sea posible, aumentaremos la amplitud de la onda de entrada tratando de buscar una señal de salida sin distorsiones. Anoten sus observaciones, y traten, si les es posible, de obtener la ganancia de voltaje en el modo común.

Comparen las mediciones de voltaje DC hechas en el laboratorio, con las que habían estimado en el prelaboratorio. ¿Existe buena coincidencia o no? ¿A que se pueden achacar las diferencias?

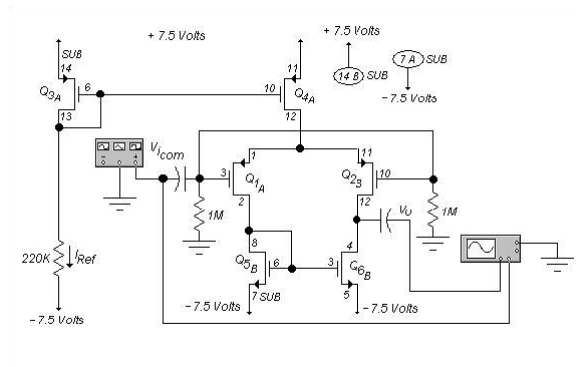
De la misma manera comparen la ganancia diferencial de voltaje obtenida en el laboratorio con la que estimaron en el prelaboratorio. ¿Qué conclusiones pueden obtener? ¿Cómo explican las diferencias?

Explique la razón por la cual se arma que los Mosfets  $Q_3$  y  $Q_5$  se encuentran obligatoriamente en saturación. ¿Cuál es el valor del potencial del drenador del transistor espejo de la fuente de corriente en este circuito?

¿Cuál es el valor de la resistencia Norton del espejo de corriente aquí, de acuerdo a sus cálculos preliminares?

¿De acuerdo a sus cálculos, cuál es el valor de la resistencia de carga activa  $R_{0ac}$  que ve el drenador de  $Q_2$ ? ¿y el que ve  $Q_1$ ?

Comentarios y observaciones breves que quieran hacer sobre este tipo de amplificador.



## 2. Bonus

Se espera un amplificador con una ganancia muy alta, impedancia de entrada alta y de salida baja. la prueba de funcionamiento se llevara a cabo utilizando el amplificador para amplificar una señal de audio con una ganancia variable. retroalimentando por medio de un potenciómetro.

Deben traer la fuente de audio y un parlante de 8 ohms para la prueba.