
Control No. 2

Tiempo : 1:45 horas.

Instrucciones

Este control consta de tres problemas, de similar dificultad, y cuyo valor en puntos ha sido apropiadamente indicado. Se recomienda seguir las siguientes instrucciones.

- I. Escriba su nombre en todas las hojas.
- II. Muestre todo su trabajo. Es importante que las ecuaciones y/o resultados tengan algún comentario que permitan entender el razonamiento empleado.
- III. Se permite el uso dos hojas tamaño carta con fórmulas y de calculadora. El uso de otro tipo de ayudas (apuntes de clases, libros, ejercicios resueltos, etc.) y de otros dispositivos electrónicos queda prohibido.

Problema 1 (30 pts)

- (a) Una heurística de diseño muy utilizada en la polarización de circuitos es fijar R_D y R_S para que exista una caída de tensión de un tercio de V_{DD} en R_D , un tercio en entre los terminales D y S y un tercio en R_S . Determine los valores adecuados para las resistencias del circuito de la figura de forma que el MOSFET opere con una corriente $I_D = 0,5 \text{ mA}$ cuando el circuito es alimentado con una fuente $V_{DD} = 15 \text{ V}$. Para ello utilice un transistor NMOS con $V_t = 1 \text{ V}$ y $k'_n W/L = 1 \text{ mA/V}^2$, y desprecie el efecto de la modulación de canal.
- (b) Para el diseño de la parte anterior, determine cuáles son las oscilaciones máximas alrededor del punto de operación que podría experimentar el circuito.
- (c) Determine el cambio porcentual en el valor de I_D cuando el transistor es reemplazado con una unidad con el mismo $k'_n W/L$, pero cuyo voltaje umbral $V_t = 1,5 \text{ V}$.

Problema 2 (30 pts)

En este problema consideraremos un inversor CMOS sin ajuste de transistores, es decir, donde $k'_p(W/L)_p$ y $k'_n(W/L)_n$ no son necesariamente iguales.

- (a) Demuestre que el voltaje umbral V_{th} está dado por

$$V_{th} = \frac{r(V_{DD} - |V_{tp}|) + V_{tn}}{1 + r}$$

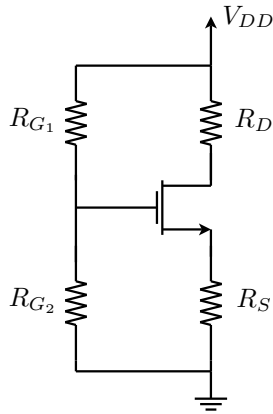
donde

$$r = \sqrt{\frac{k'_p(W/L)_p}{k'_n(W/L)_n}}.$$

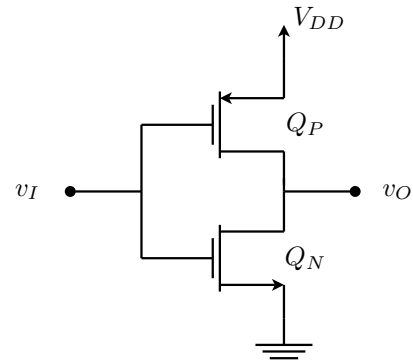
- (b) Considere ahora que se realiza un ajuste de transistores, es decir, $r = 1$. El objetivo de esta parte es determinar el efecto de la modulación de canal en la función característica de transferencia de voltaje. Para ello, utilice el modelo de señal pequeña para demostrar que la pendiente en $v_I = v_O = V_{DD}/2$ es

$$\frac{-2|V_A|}{V_{DD}/2 - V_t}$$

donde V_A es el voltaje de Early para Q_N y Q_P .



Problema 1



Problema 2

Problema 3 (40 pts)

- (a) Determine la ganancia total de voltaje v_o/v_{sig} y la resistencia de entrada R_{in} en el circuito de la figura. Para ello asuma que el transistor ha sido polarizado para que $g_m = 1 \text{ mA/V}$ y $r_o = 100 \text{ k}\Omega$, y concéntrese en la respuesta frente a la señal pequeña v_{sig} . Considere $R_L = 10 \text{ k}\Omega$, $R_1 = 500 \text{ k}\Omega$ y $R_2 = 1 \text{ M}\Omega$.
- (b) Ahora queremos diseñar la polarización del circuito analizado en la parte anterior. Asumiendo que el NMOS tiene $V_t = 0,6 \text{ V}$, que el circuito opera con $I_D = 0,1 \text{ mA}$ y que g_m y r_o son los mismos especificados en la parte (a), determine V_{OV} , $k'_n W/L$ y V_A . Además si $R_1 = 0,5 \text{ M}\Omega$, $R_2 = 1 \text{ M}\Omega$ y $R_L = 10 \text{ k}\Omega$, determine el valor de V_{DD} .

