

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería Electrónica

EL-2207 Elementos Activos

Profesores: Dr. Ing. Juan José Montero Rodríguez

Dr. Ing. Alfonso Chacón Rodríguez

M.Sc. Ing. Aníbal Ruiz Barquero

Ing. Edgar Solera Bolaños

II Semestre 2019

Tercer Examen Parcial

21 de noviembre de 2019

Total de Puntos:	40
Puntos obtenidos:	
Porcentaje:	
Nota:	

Nombre: _____

Carné: _____

Instrucciones Generales:

- Resuelva el examen en forma ordenada y clara.
- No se aceptarán reclamos de desarrollos con lápiz, borrones o corrector de lapicero.
- Si trabaja con lápiz, debe encerrar en recuadro su respuesta final con lapicero.
- El uso de lapicero rojo **no** está permitido.
- El uso del teléfono celular no es permitido. Este tipo de dispositivos debe permanecer **totalmente apagado** durante el examen.
- No se permite el uso de calculadora programable.
- Únicamente se atenderán dudas de forma.
- El instructivo de examen debe ser devuelto junto con su solución.
- El examen es una prueba individual.
- El no cumplimiento de los puntos anteriores equivale a una nota igual a cero en el ejercicio correspondiente o en el examen.
- Esta prueba tiene una duración de 2.5 horas, a partir de su hora de inicio.

Firma: _____

Problema 1	de 10
Problema 2	de 10
Problema 3	de 10
Problema 4	de 10

Problemas

Problema 1 Polarización

10 Pts

Para el circuito que se muestra en la figura 1.1, encuentre la relación de tamaño $(W/L)_1$ para que la corriente de drenador por M_1 (I_{D1}) sea igual a un I_1 determinado (la solución debe expresarse en literales). Suponga que $\lambda=0$ para M_1 , y que $V_{TH}=0.4V$.

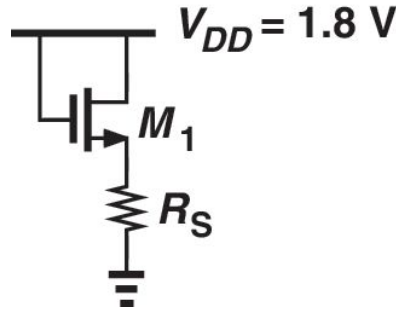


Figura 1.1: Solución de problema 1

Problema 2 Pequeña señal

10 Pts

El circuito mostrado en la Figura 2 se utiliza como amplificador de pequeña señal. Para la solución de este problema considere $\lambda \neq 0$, $\gamma = 0$.

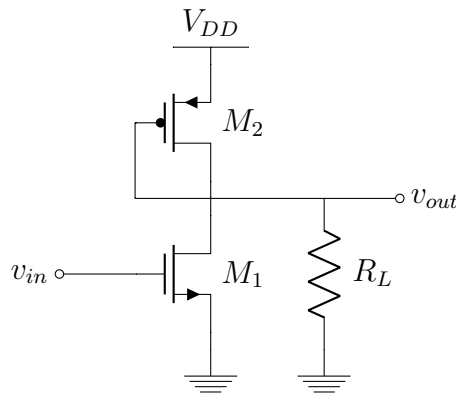


Figura 2.1: Circuito para el problema 2.

2.1. Dibuje el circuito equivalente de pequeña señal.

4 Pts

2.2. Obtenga una expresión algebraica para la ganancia de tensión A_v .

3 Pts

2.3. Si se conoce que $g_{m1} = g_{m2}$, encuentre el valor numérico de A_v . Para este punto puede suponer que $r_o \gg 1/g_m$ y que R_L es muy alta en comparación con $1/g_m$.

3 Pts

Considere el circuito mostrado en la figura 3.1. Es conocido que dicho circuito funciona como circuito digital inversor.

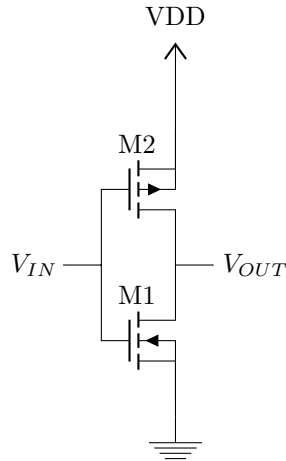


Figura 3.1: Circuito para el problema 3.

Considerando que:

- Las características del transistor N son:

$$C_{OX_1} = C'_{OX_1} WL = 4.8 \text{ fF} \quad R_{N_1} = R'_{N_1} \frac{L}{W} = 12 \text{ k}\Omega \frac{L}{W}$$

- 3.1. Complete correctamente la expresión: “El transistor MOSFET de canal _____ es más eficiente transfiriendo un 1 lógico, mientras que el transistor de canal _____ es mas eficiente transfiriendo un 0 lógico”. **1 Pt**
- 3.2. Complete correctamente la expresión: “La resistencia de un MOSFET de canal _____ es tres veces más pequeña que la de un MOSFET de canal _____”. **1 Pt**
- 3.3. Dibuje el circuito equivalente del inversor de la figura 3.1, considerando el modelo digital del transistor MOSFET. **3 Pts**
- 3.4. Determine los tiempos de retraso de propagación en la salida del inversor t_{PLH} y t_{PHL} Considerando un $C_{OX_1} = C_{OX_2}$, $W_1 = 3\mu m$ y $L_1 = 2\mu m$. **2 Pts**
- 3.5. Dibuje el gráfico Tensión vs Tiempo, donde superponga las señales de entrada (V_{IN}) y salida (V_{OUT}) por al menos 5 ns. Considere un cambio en la entrada de 0V a VDD en $t = 1 \text{ ns}$. Dicha entrada perdura en el valor de VDD durante un lapso de 0.5 ns. Señale correctamente los tiempos t_{PLH} y t_{PHL} en la gráfica resultante. Rotule de forma adecuada tanto las señales, como los ejes. **3 Pts**
- 3.6. Suponga que se conecta un condensador de carga y se triplica el W_2 . Determine los tiempos de retraso de propagación en la salida del inversor t_{PLH} y t_{PHL} . Considerando que ahora $C_{OX_2} = C_{OX_1} * 3 = 14.4 \text{ fF}$, $W_2 = 3 * W_1 = 9\mu m$ y $L_1 = 2\mu m$ y una capacitancia de carga $C_L = 100 \text{ fF}$ (Extra). **3 Pts**

Problema 4 Compuertas lógicas

10 Pts

Usando el circuito mostrado en la figura 4.1, rellene la tabla 4.1 con los valores esperados para Y.

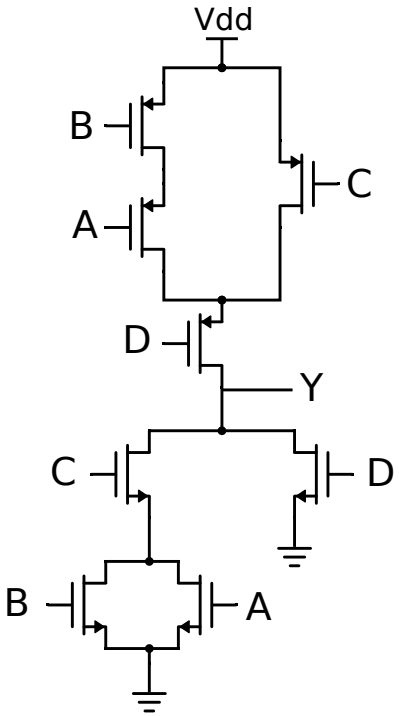


Figura 4.1: Solución de problema 4

Tabla 4.1: Tabla de Verdad de la compuerta

A	B	C	D	Y
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	