

PARCIAL DE ELECTRÓNICA FUNDAMENTAL
05/07/2021

Resolver cada problema en hojas separadas.

Duración de la prueba: 3 horas. En todas las partes se deberá fundamentar claramente la deducción que conduce al resultado para que el mismo sea considerado.

Los puntajes de los problemas se indican sobre un total de 100 puntos.

PROBLEMA 1 (32 puntos)

- Para el circuito de la Fig.1, calcule la corriente de polarización por M1 y M2. Calcule además la tensión en continua (polarización) en Vout.
- Para el circuito de la Fig.1, calcule la ganancia V_{out}/V_{in} en banda pasante.
- Para el circuito de la Fig. 1, calcular C1 para que la frecuencia de corte inferior sea 100 Hz.
- Repita las partes a), b) y c), pero con el sustrato de M2 conectado a tierra como se muestra en a Fig. 2.

Datos:

C2 = infinito.

$W1/L1 = 20$, $W2/L2 = 5$

M1 y M2: $\mu C_{ox} = 200 \mu A/V^2$, $V_{t0} = 1 V$, $\delta = 0.3$, $V_A = \text{infinito}$.

VDD = 10 V

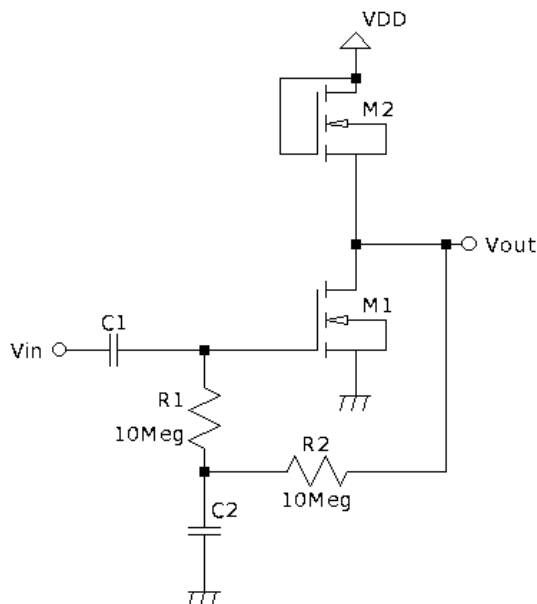


Figura 1

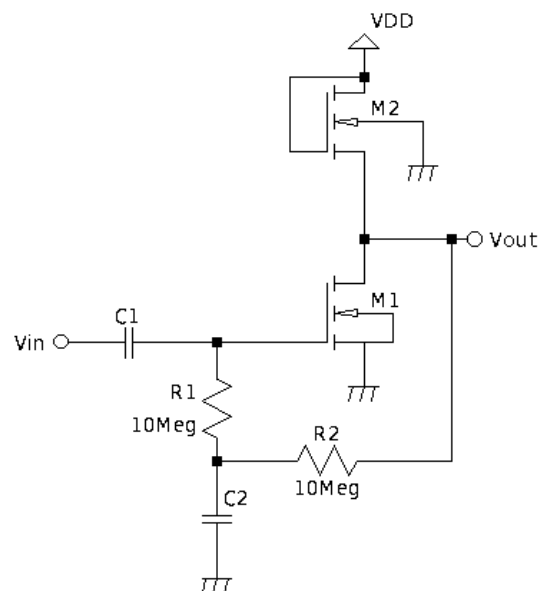


Figura 2

PROBLEMA 2 (32 puntos)

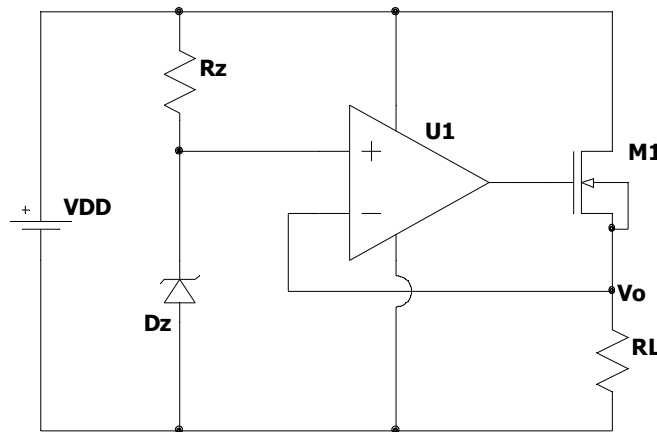


Figura 1

El circuito de la Fig. 1 es un regulador de tensión que busca independizar la tensión de salida V_o sobre la carga R_L de la tensión de alimentación V_{DD} . Se supone que R_z es tal que el Zener opera en zona Zener. El amplificador U_1 se podrá considerar ideal excepto donde se indique lo contrario. Para esta parte el circuito se considera alimentado de una fuente de tensión V_{DD} , como se muestra en la Fig. 1.

- a) Calcule la corriente I_L por la resistencia R_L .
- b) ¿Qué debe cumplir la resistencia R_z para que el circuito opere como se desea?
- c) ¿Qué debe cumplir la excursión de salida (output swing) del amplificador operacional U_1 para que el circuito opere como se desea?
- d) ¿En qué rango puede variar la corriente I_L si el voltaje de offset máximo de U_1 es 10 mV?

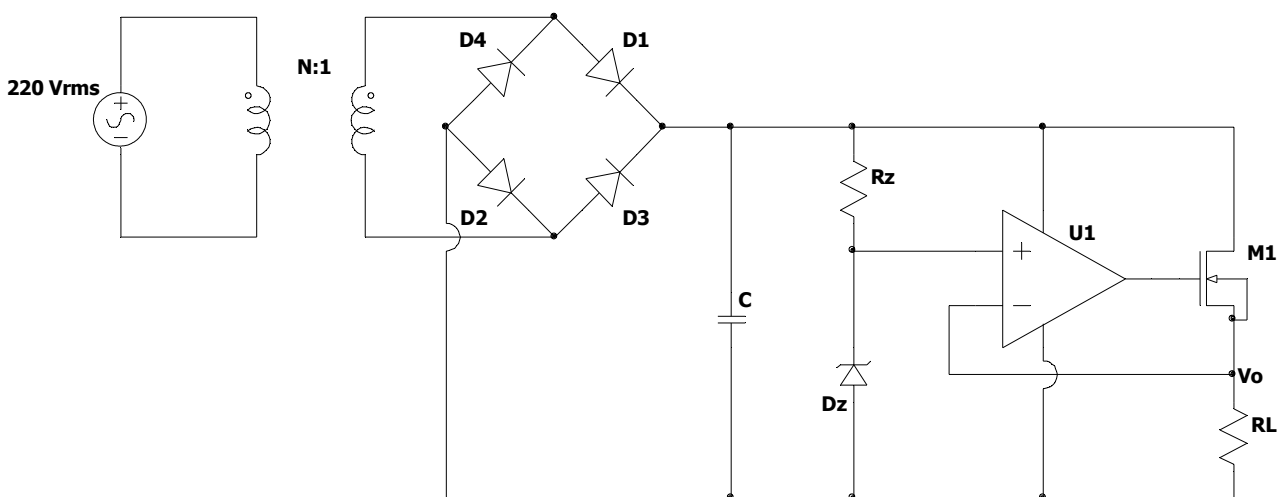


Figura 2

En lo que sigue se considera el circuito de la Fig. 2 que muestra cómo se genera la tensión VDD considerada en la primera parte, a partir de la red alterna de 220 Vrms y 50 Hz. El transformador es ideal con relación entre el primario y el secundario N a 1.

- e) Si se considera que C es suficientemente grande como para que el ripple sea despreciable, ¿Cuál es el valor de N entero que permite tener una tensión VDD lo más cercana posible a la considerada anteriormente?

Datos:

- El diodo Dz tiene los siguientes datos: $V_{zt} = 4.3 \text{ V}$ @ $I_{zt} = 2 \text{ mA}$, $P_z = 1 \text{ W}$
- $R_L = 10 \Omega$
- M1: $V_{t0} = 1 \text{ V}$, $\beta = 0.5 \text{ A/V}^2$, $\delta = 0$, $V_A = \infty \text{ V}$
- $V_{DD} = 9 \text{ V}$
- D1, D2, D3, D4: $V_\gamma = 0.7 \text{ V}$

PREGUNTA 1 (18 puntos)

En los circuitos de las Figuras, V_B es una tensión de varios voltios. Los diodos D1 y D2 se suponía iban a ser iguales, pero el diodo D2 tiene un área de juntura que es 20% mayor que la del diodo D1.

- a) ¿Cuánto es la relación entre la corriente por D2 y la corriente por D1 en el circuito de la Fig. 1? Fundamente su respuesta.

- b) En el circuito de la Fig. 2, mostrar en una gráfica cómo se reparte la tensión V_B entre D1 y D2. Calcule una aproximación de la tensión en D2 si V_B es suficientemente alto.

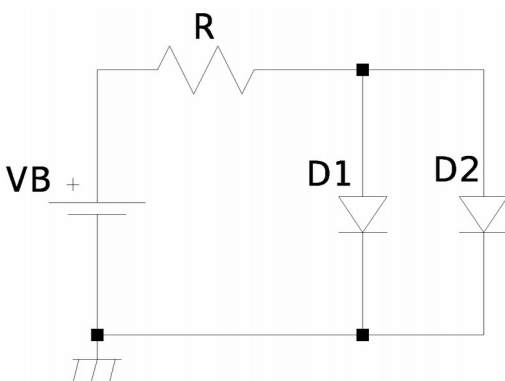


Figura 1

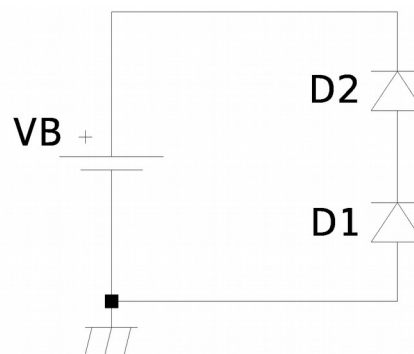


Figura 2

PREGUNTA 2 (18 puntos)

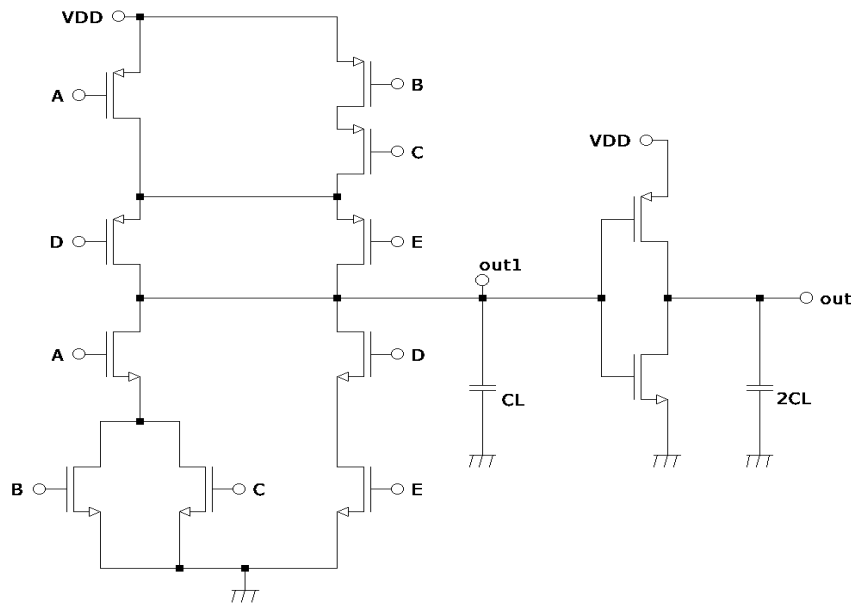


Figura 1

En el circuito de la Fig. 1 se muestra la implementación de una función lógica cuyas entradas son A, B, C, D y E. El circuito dispone de una salida intermedia out1 y salida out.

a) Hallar la función lógica que implementa este circuito (a la salida out). Fundamente su respuesta.

b) Considere que el circuito está cargado en la salidas out1 y out con capacidades de valor CL y 2CL, respectivamente. Las entradas son periódicas, siendo la forma de onda en cada período como se muestra en la Fig. 2:

- i. Dibujar la forma de onda de la salidas out1 y out.
- ii. Cuánto vale la energía consumida de la fuente en un ciclo de duración $6t_0$ y cuánto vale la potencia dinámica consumida de la fuente. Se desprecian la corriente estática y la corriente por camino directo. Fundamente.

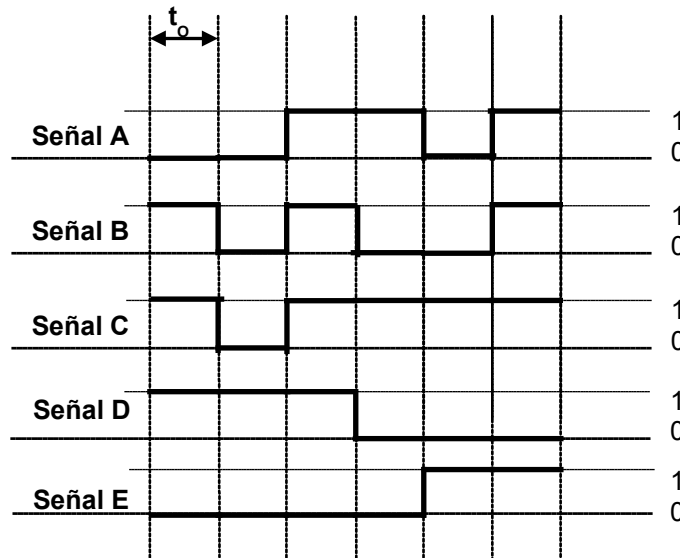


Figura 2

a)

$$\frac{\beta_1}{2(1+s_1)} (V_{GS1} - V_{t01} - (1+s_1) \frac{V_{DS1}}{\beta_1})^2 = \frac{\beta_2}{2(1+s_2)} (V_{GS2} - V_{t02} - (1+s_2) \frac{V_{DS2}}{\beta_2})^2$$

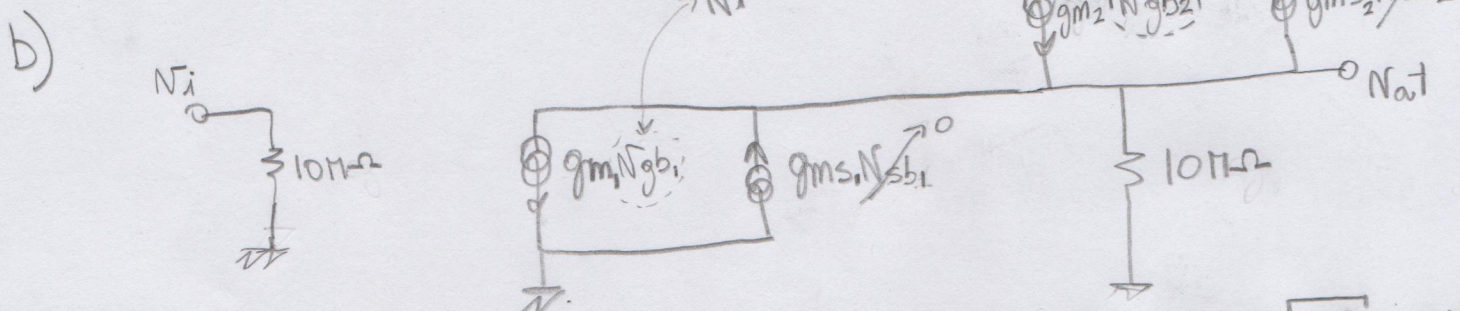
\downarrow
 $= V_{OUT}$
 \downarrow
 $= 0$
 \downarrow
 $= V_{DD} - V_{OUT}$

$\Rightarrow \sqrt{\frac{\beta_1}{\beta_2}} (V_{OUT} - V_{t01}) = V_{DD} - V_{OUT} - V_{t02} \Rightarrow$

$(V_{t01} = V_{t02} = V_{t0})$
 $\beta_1 = \mu C_{ox} W_1/L_1$
 $\beta_2 = \mu C_{ox} W_2/L_2$

$\Rightarrow V_{OUT} = \frac{V_{DD} + V_{t0} \left(\sqrt{\frac{W_1/L_1}{W_2/L_2}} - 1 \right)}{\left(\sqrt{\frac{W_1/L_1}{W_2/L_2}} + 1 \right)} \approx 3,7 V$

$I_{D2} = I_{D1} = \frac{\beta_1}{2(1+s)} (V_{OUT} - V_{t01})^2 \approx 11 mA$



del modelo de PS $\Rightarrow gm_1 N_i = -gm_2 N_{out} - \frac{N_{out}}{10M} \approx -gm_2 N_{out} \Rightarrow \frac{N_{out}}{N_i} = -\frac{gm_1}{gm_2} = -\sqrt{\frac{W_1/L_1}{W_2/L_2}} = -2 V/V$

$gm_1 = \sqrt{\frac{I_{D1} \cdot 2 \cdot \beta_1}{(1+s)}} = 8,2 mS$
 $gm_2 = \sqrt{\frac{I_{D2} \cdot 2 \cdot \beta_2}{(1+s)}} = 4,1 mS$

$(gm_2 \gg 1/10M\Omega)$

$-\frac{gm_1}{gm_2} = \sqrt{\frac{\beta_1}{\beta_2}} = \sqrt{\frac{W_1/L_1}{W_2/L_2}}$

c) $f_p = \frac{1}{2\pi C_1 \cdot 10M\Omega} \Rightarrow C_1 = \frac{1}{2\pi \cdot 10M\Omega \cdot 100Hz} = 159 pF$

Problema 2:

a) AO en zona lineal y Zener en zona zener $\rightarrow V_o = V_{zt} = 4.3V$

$$I_L = V_o / R_L = 430 \text{ mA}$$

b) Izt min corriente para mantener zona zener $\rightarrow \frac{V_{DD} - V_o}{I_{zt}} > R_z$

$$I_z \text{ max} / P_z = I_z^{max} V_{zt} < 1W \rightarrow I_z^{max} = 233 \text{ mA} \rightarrow \frac{V_{DD} - V_o}{I_z^{max}} < R_z$$

$$R_z = [21, 2350] \Omega$$

c) $V_G \in OS \rightarrow V_G - V_B = \sqrt{\frac{I_L^2 (1 + \delta)}{\beta}} + V_{t0} \rightarrow V_G \simeq 6.6V$

M1 saturado ya que cumple:

- no corte: $V_{GB} = 0 < V_P = \frac{V_{GB} - V_{t0}}{1 + \delta} = 1.3V$

- saturación: $V_{DB} > V_P \rightarrow V_{DB} > \frac{V_{GB} - V_{t0}}{1 + \delta} \rightarrow V_{DD} > \sqrt{\frac{I_L^2 (1 + \delta)}{\beta}} + V_B = 5.6V$

d) $\Delta I_L = \frac{V_{offset}}{R_L} = 1 \text{ mA}$

e) $V_{DD} = \frac{\sqrt{2} 220}{N} - 2V_y \rightarrow N = \text{round}\left(\frac{220\sqrt{2}}{9V + 2V_y}\right) = 30$