



Nombre y apellido: \_\_\_\_\_ Padrón: \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_ Cuatrimestre de cursada: \_\_\_\_\_

- Para aprobar deben contestarse bien 6 puntos del total.
- Cada pregunta otorga una cantidad de puntos especificada entre corchetes sobre el margen izquierdo.
- Si la pregunta es respondida correctamente suma el puntaje especificado.
- Si la pregunta tiene opciones y es respondida incorrectamente resta el puntaje especificado.
- Si la pregunta no es respondida no se asignan puntos.
- Considerar  $V_{th} = 26 \text{ mV}$ .

- [1 pt.] 1) Una muestra de Silicio de largo  $L = 1 \mu\text{m}$  está homogéneamente dopada con átomos donores con una concentración  $N_1 = 10^{15} \text{ at/cm}^3$ . Luego, se realiza un segundo dopaje con aceptores sobre toda la muestra, pero ahora con una concentración no uniforme que sigue la ley  $N_A(x) = 10^{18} \text{ at/cm}^3 \cdot \exp\left(-\left(\frac{x}{\lambda}\right)^2\right)$  con  $\lambda = L/5$ . Calcular la diferencia de potencial entre los extremos de un bloque de silicio ( $\phi_B [\text{mV}] = \phi(0) - \phi(L)$ ).
- [1/2 pt.] 2) Un diodo PN tiene dopajes  $N_A = 10^{17} \text{ at/cm}^3$  y  $N_D = 10^{16} \text{ at/cm}^3$ . Indicar cuánto vale aproximadamente la conductividad en la QNR del lado más dopado.
- [1 pt.] 3) Calcular el campo eléctrico aplicado en el óxido ( $E_{ox} [\text{V/cm}]$ ) de una juntura MOS fabricada con polisilicio dopado tipo N y sustrato dopado con  $N_A = 10^{15} \text{ cm}^{-3}$ ,  $C'_{ox} = 35,56 \text{ nF/cm}^2$ ,  $\gamma^2 = 2,46 \text{ V}$ ,  $V_T = 1,2 \text{ V}$  cuando se aplica  $V_{GB} = 2,0 \text{ V}$ .
- [1/2 pt.] 4) Dos diodos P<sup>+</sup>N ( $D_1$  y  $D_2$ ) se diferencian **únicamente** en el dopaje de donores donde  $N_{D1} > N_{D2}$ . Considerando  $|V_A| > |V_B|$  cuando fuera necesario, indicar cuál de las siguientes relaciones es correcta:
- [1 pt.] 5) Un JFET de canal N está conectado de la siguiente forma: el drain conectado a una fuente de alimentación de 5 V, el source conectado al cátodo de un diodo zener, y el gate del JFET conectado a una fuente de tensión ( $V_G$ ) que controla la corriente de drain. Los parámetros del transistor son  $I_{DSS} = 10 \text{ mA}$  y  $V_P = -2 \text{ V}$ . El ánodo del diodo zener está conectado a tierra, y sus parámetros son  $V_Z = 2,7 \text{ V}$ ,  $I_{min} = 1 \text{ mA}$  y  $I_{max} = 20 \text{ mA}$ . Calcular los valores extremos de  $V_G$  ( $V_{G,min}$  y  $V_{G,max}$ ) para que el diodo funcione en la región de zener.
- [1/2 pt.] 6) En un proceso de fabricación CMOS estándar de sustrato tipo P, ¿cuál es la máscara que se aplica inmediatamente anterior a "N/P Select" (Difusiones N/P)?
- [1 pt.] 7) En un proceso CMOS estándar se desea fabricar un inversor CMOS de forma tal que  $t_{pHL} = t_{pLH}$ . En este proceso, se sabe que  $\mu_n = 3 \times \mu_p$  y se puede considerar que aproximadamente  $V_{Tn} = 0,75 \text{ V} \simeq -V_{Tp}/2$ . La tensión de alimentación es  $V_{DD} = 3 \text{ V}$ . Sabiendo que  $L_n = L_p = 0,5 \mu\text{m}$  y  $W_n = 1,5 \mu\text{m}$ , indicar cuánto debe valer  $W_p$ .
- [1 pt.] 8) Se implementa un amplificador source común con un transistor de canal P con parámetros  $\mu C'_{OX} = 100 \mu\text{A/V}^2$ ,  $W = 750 \mu\text{m}$ ,  $L = 5 \mu\text{m}$ ,  $V_T = -0,85 \text{ V}$  y  $\lambda = 0,06 \text{ V}^{-1}$ . El circuito está alimentado con  $V_{DD} = 3 \text{ V}$  y está polarizado con dos resistencias de gate  $R_{G1} = 27 \text{ k}\Omega$  conectada entre  $V_{DD}$  y el gate del transistor, y  $R_{G2} = 33 \text{ k}\Omega$  conectada entre el gate del transistor y tierra; y resistencia de drain  $R_D = 1 \text{ k}\Omega$  conectada a tierra. A la entrada se conecta una fuente de señal senoidal con tensión pico  $v_s$  y resistencia serie  $R_s = 10 \text{ k}\Omega$ . Calcular los parámetros del amplificador  $A_{vo}$ ,  $R_{IN}$  y  $R_{OUT}$ .
- [1 pt.] 9) Se implementa un amplificador emisor común sin realimentación con un transistor NPN con parámetros  $\beta = 250$  y  $V_A \rightarrow \infty$ . La tensión de alimentación es  $V_{CC} = 3 \text{ V}$ , y el transistor



está polarizado con una resistencia de base  $R_B = 22 \text{ k}\Omega$ , y una resistencia de colector,  $R_C = 100 \Omega$ , dando como resultado los siguientes parámetros del amplificador:  $A_{vo} = -100$ ,  $R_{IN} = 250 \Omega$ ,  $R_{OUT} = 100 \Omega$ . A la entrada del amplificador, se conecta una señal ( $v_s$ ) con resistencia serie  $R_s = 600 \Omega$  a través de un capacitor de desacople de valor adecuado. Indicar el máximo  $v_s$  (valor pico) admisible sin que se presente ningún tipo de distorsión.

- [1/2 pt.] 10) Se implementa un amplificador emisor común sin realimentación y sin carga, polarizado con una única  $R_B$  y una única  $R_C$ . A la entrada, la fuente de señal presenta una tensión  $v_s$  pico y una resistencia serie  $R_s$  no nula. Al medir la señal de salida, se observa una deformación de la señal tal que el semiciclo negativo es más pronunciado y el semiciclo positivo es más suave, siendo en ningún caso un recorte abrupto de la señal. ¿Qué se debe cambiar en el diseño para evitar este tipo de distorsión?
- [1 pt.] 11) Se implementa un circuito serie compuesto por una fuente de tensión con señal cuadrada (valor alto  $V^+ = +200 \text{ V}$  y valor bajo  $V^- = -200 \text{ V}$ , simétrica y con frecuencia  $f = 50 \text{ Hz}$ ) conectada al ánodo de un tiristor (SCR), el propio tiristor, y una resistencia de  $5 \Omega$  conectada al cátodo del tiristor. La señal de disparo ( $v_g(t)$ ) está sincronizada con la tensión de la red de forma que se genera un evento de disparo luego de un tiempo  $\alpha$  luego de cada cruce por cero de la misma. El tiristor tiene parámetros  $V_{AK,ON} = 2 \text{ V}$ ,  $T_{j,max} = 150^\circ\text{C}$ ,  $\theta_{jc} = 2^\circ\text{C/W}$  y  $\theta_{ja} = 6^\circ\text{C/W}$ . Considerando que la temperatura del ambiente de operación puede alcanzar los  $T_a = 60^\circ\text{C}$ , que al tiristor se adosa un disipador con resistencia térmica  $\theta_{dis} = 8^\circ\text{C/W}$ , se alcanza una temperatura de juntura  $T_j = 80\%T_{j,max}$ . ¿Cuánto vale  $\alpha$ ?
- [1 pt.] 12) Realizar el corte lateral de un TBJ de potencia indicando sus características constructivas más importantes.