

Apellidos	Puntuación
Nombre	
DNI	

INSTRUCCIONES

1. Este cuadernillo contiene:
 - a. La hoja de firma (E1)
 - b. Estas instrucciones (E2)
 - c. El conjunto de **2 problemas** que constituye el ejercicio
2. Adicionalmente, se incluye una hoja final con un resumen de las expresiones y modelos usados en INEL. **Este resumen es el único material de consulta permitido para este ejercicio.**
3. Compruebe que su cuadernillo contiene los elementos reseñados y que la **fotocopia resulta clara y legible** en todas sus páginas.
4. Sólo se permite desgrapar la hoja resumen de expresiones y modelos. Por tanto, al acabar el examen deberá **entregar las páginas E1 a E6 del cuadernillo unidas**, sin desgrapar ni añadir ninguna hoja adicional.
5. Comience escribiendo su **nombre, apellidos y DNI** en las casillas de la parte superior de la **página E1**.
6. Para la solución del ejercicio utilice **EXCLUSIVAMENTE los espacios en blanco** a continuación del enunciado de cada ejercicio
7. **Utilice un bolígrafo** negro o azul para rellenar las hojas de respuestas. No se corregirán pruebas realizadas a lápiz.
8. El ejercicio deberá completarse en **1 hora y 30 minutos**.
9. A continuación de cada apartado en cada problema se indica la valoración en puntos del mismo.
10. Se dispondrá de hojas en blanco para la realización de cálculos auxiliares. Ponga su nombre en cada una de estas hojas que use. En ningún caso dichas hojas deberán añadirse al paquete de hojas que constituye la prueba.

Ejercicio 1. Se ha medido experimentalmente la función $i_G=f(v_G)$ para $v_G > 0$ del circuito cuyo esquema muestra la figura 1.1. El resultado de dicha medida, que se muestra en la figura 1.2, presenta tres tramos aproximadamente rectos (A, B y C).

Utilizando para ambos diodos un modelo aproximado lineal por tramos de tres estados (ON, OFF y disrupción):

- Deduzca en qué estado opera cada diodo en el tramo A, y calcule el valor de la tensión V_1 (1,8 p.)
- Sabiendo que D_1 opera en disrupción en el tramo B, exprese $i_G=f(v_G)$ en dicho tramo, razonando en qué estado opera el diodo D_2 , y calcule el valor de la tensión V_2 . (1,8 p.)
- Calcule el cociente v_g/i_g de pequeña señal cuando $I_{D2} = 25 \mu\text{A}$, sabiendo que la resistencia equivalente de pequeña señal de D_1 es aproximadamente nula (usted debe calcular la de D_2) (1,4 p.)

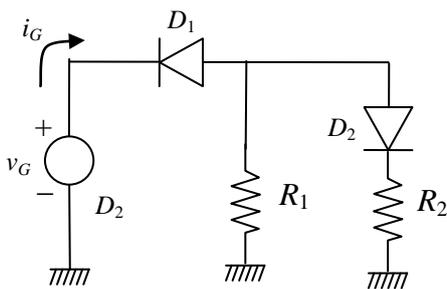


Figura 1.1

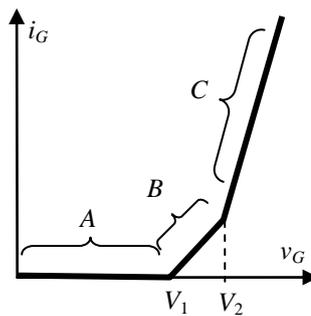


Figura 1.2

DATOS

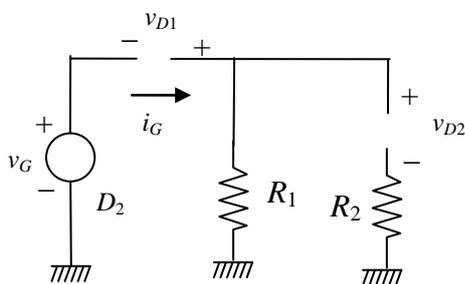
$$V_t = 25 \text{ mV}; \\ R_1 = R_2 = 1 \text{ k}\Omega$$

Modelo lineal por tramos de ambos diodos:
 $V_\gamma = 0,5 \text{ V}; V_Z = 5 \text{ V}$

NOTA: Los efectos capacitivos son despreciables

SOLUCIÓN EJERCICIO 1

- a) *Hipótesis: ambos diodos en OFF. No circula corriente en ninguna rama del circuito y por tanto:*



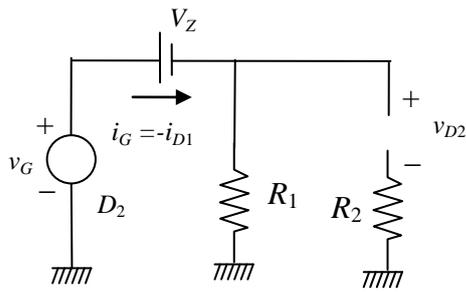
$$i_G = 0$$

$$v_{D2} = 0 \Rightarrow -V_Z \leq v_{D2} \leq V_\gamma$$

$$v_{D1} = 0 - v_G \Rightarrow \begin{cases} v_{D1} \leq V_\gamma \Rightarrow v_G \geq -V_\gamma = -0,5 \text{ V} \\ v_{D1} \geq -V_Z \Rightarrow v_G \leq V_Z = 5 \text{ V} = V_1 \end{cases}$$

$$\text{Tramo A: } -0,5 \text{ V} \leq v_G \leq 5 \text{ V}$$

- b) *Hipótesis: D_1 en disrupción, D_2 en OFF.*



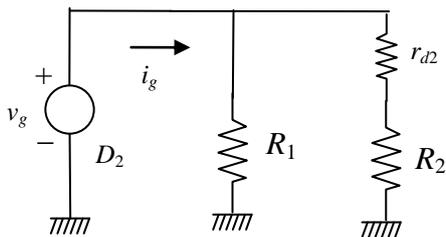
$$i_G = \frac{v_G - V_Z}{R_1} \Rightarrow \boxed{i_G (\text{mA}) = v_G (\text{V}) - 5}$$

$$i_{D1} = -i_G \leq 0 \Rightarrow v_G \geq V_Z = 5 \text{ V} = V_1$$

$$v_{D2} = v_G - V_Z \leq V_\gamma \Rightarrow v_G \leq V_Z + V_\gamma = \boxed{5,5 \text{ V} = V_2}$$

$$\text{Tramo B: } 5 \text{ V} \leq v_G \leq 5,5 \text{ V}$$

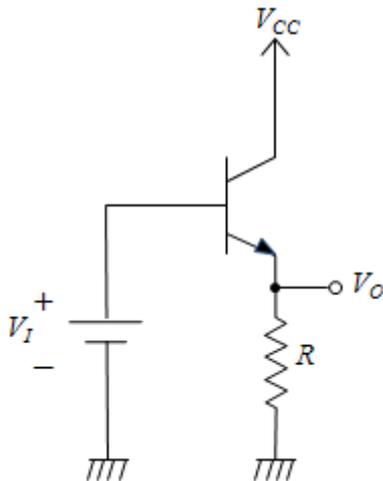
c)



$$r_{d2} = \frac{V_t}{I_{D2}} = \frac{25 \text{ mV}}{25 \mu\text{A}} = 1 \text{ k}\Omega$$

$$\frac{v_g}{i_g} = R_1 \parallel (r_{d2} + R_2) = \frac{R_1(r_{d2} + R_2)}{R_1 + r_{d2} + R_2} = \boxed{667 \Omega}$$

Ejercicio 2.



Utilizando el modelo aproximado por tramos lineales del transistor en estática con $V_{\gamma E} = 0,7 \text{ V}$, $V_{CE(\text{sat})} = 0,2 \text{ V}$:

- Calcule el valor de V_I para el que $V_O = 3 \text{ V}$ sabiendo que el transistor está en Activa Directa (AD). **(1,5 p.)**
- Diga cuál es el mínimo valor de V_I ($V_{I\text{MIN}}$) para el que el transistor está en AD. ¿A qué estado pasa el transistor? ¿Cuál sería el valor de V_O para $V_{I\text{MIN}}$? **(1,5 p.)**

Utilizando ahora el modelo de Ebers-Moll con $I_{ES} = 10^{-14} \text{ A}$:

- Calcule el valor de V_I para el que $V_O = 3 \text{ V}$. **(2,0 p.)**

DATOS: $V_t = 0,025 \text{ V}$; $V_{CC} = 5 \text{ V}$; $R = 1 \text{ k}\Omega$

SOLUCIÓN EJERCICIO 2:

a)

$$V_O = V_I - V_{BE} = V_I - V_{\gamma E}$$

$$V_I = V_O + V_{\gamma E} = 3,7 \text{ V}$$

b) Si V_I disminuye, el transistor puede cortarse:

$$I_B = \frac{V_I - V_{\gamma E}}{(\beta_F + 1)R} \geq 0 \Rightarrow V_I \geq V_{I\text{MIN}} = V_{\gamma E} = 0,7 \text{ V}$$

$$\text{Para } V_{I\text{MIN}}, V_O = RI_E = 0 \text{ V}$$

c) En AD:

$$V_{BE} = V_t \ln\left(\frac{I_E}{I_{ES}}\right) = V_t \ln\left(\frac{V_O}{I_{ES}R}\right) = 0,661 \text{ V}$$

$$V_I = V_O + V_{BE} = 3,661 \text{ V}$$