

Apellidos	<u>Puntuación</u> Ej1
Nombre	Ej2
DNI	TOTAL

INSTRUCCIONES

- Este cuadernillo contiene:
 - La hoja de control de asistencia a examen (E1 a E2)
 - Estas instrucciones (E3)
 - El conjunto de **2 ejercicios** que constituyen esta prueba (E4 a E7)
 - Adicionalmente, se incluye al final una hoja con un resumen de las expresiones y modelos usados en INEL. Puede desgrapar esta hoja del resto. No tiene que entregarla al final.
- Compruebe que su cuadernillo contiene los elementos reseñados y que la **fotocopia resulta clara y legible** en todas sus páginas.
- Comience escribiendo su **nombre, apellidos y DNI** en las casillas de la parte superior de la **página E1**. Esta página debe desgraparla y entregarla cuando el profesor lo requiera.
- Continúe escribiendo de nuevo su **nombre, apellidos y DNI** en las casillas de la parte superior de esta página que está leyendo (**página E3**).
- Al acabar el examen deberá **entregar las páginas E3 a E8 del cuadernillo unidas**, sin desgrapar ni añadir ninguna hoja adicional.
- Para la solución del ejercicio utilice **EXCLUSIVAMENTE los espacios en blanco** a continuación del enunciado de cada ejercicio (**páginas E4 a E7**).
- Utilice un bolígrafo negro o azul** para escribir sus respuestas. No se corregirán pruebas realizadas a lápiz.
- El ejercicio deberá completarse en **75 minutos**.
- A continuación de cada apartado en cada ejercicio se indica la valoración en puntos del mismo.
- 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. Para el circuito de la Figura 1, utilizando el modelo lineal por tramos para los diodos y suponiendo que todos son idénticos, se pide:

- Si D_1 se encuentra en ON con corriente $i_{D1} \neq 0$, ¿Cuál es el estado de D_2 y D_3 ? (Puede tomar como dato que, en esta situación, el diodo D_4 está en OFF). Rellene la tabla indicando los estados de D_2 y D_3 (2 p).
- Calcule la función $v_O = f(v_I)$ cuando D_1 está en ON y el correspondiente rango de valores de v_I para este caso (3 p).

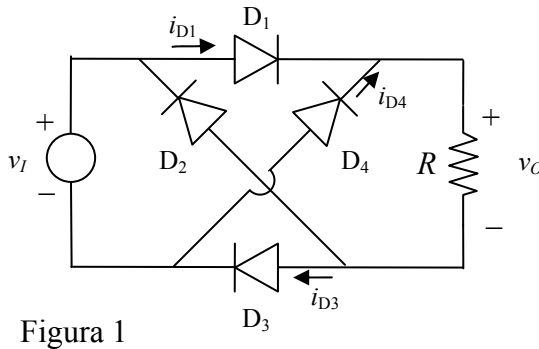


Figura 1

DATOS

$$R = 1 \text{ k}\Omega;$$

Modelo lineal por tramos de los diodos:

$$V_\gamma = 0.7 \text{ V.}$$

NOTA : Los efectos capacitivos de los diodos son despreciables

SOLUCION DEL EJERCICIO 1

- a) Llamando v_{Di} a la tensión de ánodo respecto de cátodo del diodo D_i tenemos que:

$$v_{D1} + v_O + v_{D2} = 0$$

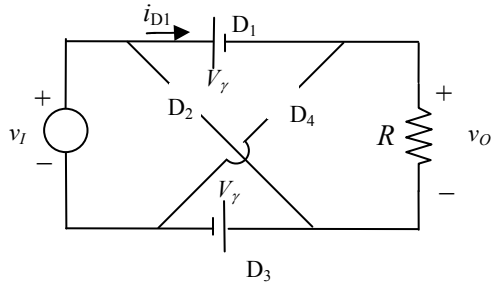
$$v_{D4} + v_O + v_{D3} = 0$$

Si D_1 está en ON y la corriente $i_{D1} \neq 0$, entonces $i_{D1} > 0$ y $v_{D1} = V_\gamma$. Esta corriente i_{D1} debe circular toda por la resistencia R no pudiendo derivarse nada por D_4 ya que en ese caso circularía de cátodo a ánodo. Por tanto $v_O > 0$ y con la primera de las ecuaciones anteriores tenemos que $v_{D2} = -v_{D1} - v_O < 0$, es decir D_2 está en OFF. Por esa razón la corriente i_{D1} procedente de la resistencia R no puede derivarse por D_2 y toda ella debe circular por D_3 , es decir $i_{D3} > 0 \Rightarrow$ D_3 está en ON. Por tanto $v_{D3} = V_\gamma$ con la segunda de las ecuaciones anteriores tenemos que $v_{D4} = -v_{D3} - v_O < 0$, es decir D_4 está en OFF, lo que puede deducirse de las condiciones de la pregunta aunque también podría haberse tomado como dato.

D_2	D_3	D_4
OFF	ON	OFF

[Debido a la simetría del circuito y con un razonamiento similar al anterior (basta cambiar los subíndices) se llegaría a que si D_4 está en ON y la corriente $i_{D4} \neq 0$, entonces D_1 está en OFF, D_2 está en ON, y D_3 está en OFF.]

- b) Si D_1 está en ON, entonces $i_{D1} \geq 0$ y $v_{D1} = V_\gamma$. Si $i_{D1} > 0$, entonces D_2 está en OFF, D_3 está en ON, D_4 está en OFF como hemos visto antes. Estos estados de D_2 , D_3 y D_4 son también compatibles con $i_{D1} = 0$. El circuito equivalente queda:



De donde se deduce: $v_O = v_I - 2 V_\gamma$,
es decir, $v_O = v_I - 1.4 \text{ V}$,

Para que sea correcta la hipótesis "D1 en ON" debe cumplirse $i_{D1} \geq 0$, lo que en el circuito implica que $v_O \geq 0$, es decir que $v_I \geq 1.4 \text{ V}$

Ejercicio 2. Usando el modelo de Ebers-Moll para el transistor y el de Shockley para el diodo del circuito de la Figura 2, calcule:

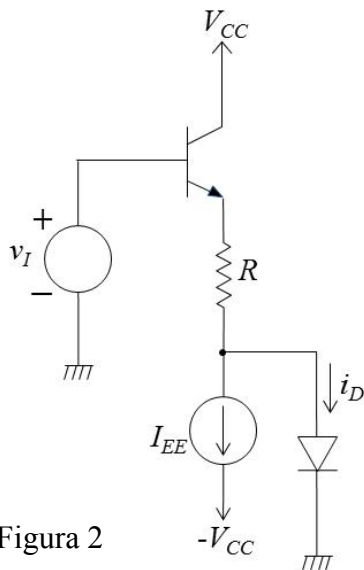


Figura 2

- El valor de R para que cuando $v_I = 2 \text{ V}$, $i_D = 0$. Verifique que el transistor está en modo activo directo (2.5 p).
- El valor de v_I para el que $i_D = 1 \text{ mA}$. Verifique que el transistor está en modo activo directo. (Si no resolvió el apartado anterior, suponga $R = 1 \text{ k}\Omega$) (2.5 p).

DATOS: $V_{CC} = 5 \text{ V}$; $I_{EE} = 1 \text{ mA}$; $V_t = 0.025 \text{ V}$.
Diodo: $I_{SAT} = 10^{-9} \text{ mA}$.
BJT: $I_{ES} = 10^{-9} \text{ mA}$.

SOLUCION DEL EJERCICIO 2

- Si $i_D = 0$, $i_E = I_{EE} + i_D = I_{EE}$. Para calcular v_{BE} usamos el modelo de Ebers-Moll en activa directa $v_{BE} = V_t \ln(I_{EE}/I_{ES}) = 518 \text{ mV}$. Por otra parte, $i_D = 0 \rightarrow v_D = 0$, de donde $v_I = v_{BE} + I_{EE}R$ y $R = (v_I - v_{BE})/I_{EE} = (2 - 0.518)/1 \text{ k}\Omega = \mathbf{1.48 \text{ k}\Omega}$.

$v_{BC} = v_B - v_C = v_I - V_{CC} = -3 \text{ V}$. El transistor conduce con la unión BC en inversa luego **está en modo activo directo**.

- Ahora $i_E = I_{EE} + i_D = 2 \text{ mA}$ y $v_{BE} = V_t \ln\{(I_{EE} + i_D)/I_{ES}\} = 535 \text{ mV}$;
 $v_D = V_t \ln(i_D/I_{SAT}) = 518 \text{ mV}$
Por tanto $v_I = v_{BE} + (i_D + I_{EE})R + v_D = 0.535 \text{ V} + 2 \text{ mA} \cdot 1.48 \text{ k}\Omega + 0.518 \text{ V} = \mathbf{4.01 \text{ V}}$.

$v_{BC} = v_B - v_C = v_I - V_{CC} = -0.99 \text{ V}$ y se cumplen las condiciones de funcionamiento **en activa directa**.

Con $R = 1 \text{ k}\Omega$, sale $v_I = 3.05 \text{ V}$ y $v_{BC} = -1.95 \text{ V}$.

