

# 4

## PRÁCTICA 4. CARACTERIZACIÓN DE CIRCUITOS CON DIODOS

### 4.1. Objetivo

En esta práctica vamos a obtener la relación entre la caída de tensión y la corriente en un diodo. Además, veremos cómo se comporta el diodo en un circuito sencillo.

### 4.2. Fundamento Teórico

El diodo es un dispositivo electrónico cuya relación I-V es la siguiente:

$$I = I_s(e^{\frac{qV_d}{nkT}} - 1) \quad (4.1)$$

siendo:

- $I$ : La intensidad de la corriente que atraviesa el diodo y  $V_d$  la diferencia de tensión entre sus extremos.
- $I_s$ : La corriente de saturación inversa.
- $q$ : La carga del electrón ( $1.6 \times 10^{-19}$  C).

- $T$ : La temperatura de la unión (expresada en grados Kelvin).
- $k$ : La constante de Boltzmann ( $k=1.38 \times 10^{-23}$  J/K).
- $n$ : El índice de idealidad, que suele adoptar valores entre 1 (para el germanio) y del orden de 2 (para el silicio).

Dicha relación, al ser de tipo exponencial, hace más complicado la resolución de los circuitos. Por consiguiente, con el propósito de simplificar el cálculo, se usan modelos sencillos que dan una idea aproximada del funcionamiento del diodo pero sin usar la relación exponencial. Uno de estos modelos es el siguiente:

$$I_d = \begin{cases} 0 & \text{si } V_d < V_\gamma \\ \frac{V_d - V_\gamma}{r_d} & \text{si } V_d > V_\gamma \end{cases} \quad (4.2)$$

Según este modelo, el diodo no conduce mientras la caída de tensión entre sus extremos sea menor o igual que un cierto valor  $V_\gamma$  (tensión umbral), que depende del tipo de diodo. Superado ese valor, el diodo conduce, presentando una resistencia interna  $r_d$ .

Un modelo aún más sencillo es el siguiente:

$$I_d = \begin{cases} 0 & \text{si } V_d < V_\gamma \\ \text{Conduce} & \text{si } V_d > V_\gamma \end{cases} \quad (4.3)$$

En este modelo se desprecia la resistencia del diodo, y se supone que puede circular cualquier valor de la corriente por el mismo si  $V_d > V_\gamma$ .

### 4.3. Procedimiento Experimental

Realizaremos el montaje experimental mostrado en la figura 4.1 usando una resistencia de entre 1 k $\Omega$  y 10 k $\Omega$ , un diodo y una fuente de tensión variable. Usando el montaje anterior vamos a aplicar tensiones entre 0 y 4 V en saltos de 0.2 V. En cada paso, anotaremos el valor de la caída de tensión en el diodo, así como el valor de la caída de tensión en la resistencia (que es a partir del que obtendremos el valor de la corriente que circula por el circuito y, por tanto, a través del diodo).

Anotaremos en una tabla los siguientes datos:

- Primera columna: los valores de tensión mostrados en el display de la fuente (en V).
- Segunda columna: Los valores experimentales de tensión aplicada. Esto es, los valores medidos de diferencia de potencial entre los extremos de la fuente (en V).

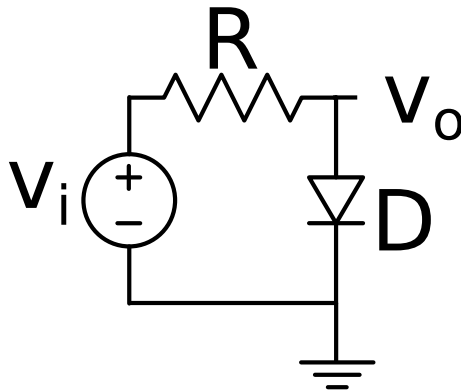


Figura 4.1: Montaje experimental.

- Tercera columna: Los valores experimentales medidos de caída de tensión en la resistencia (en V).
- Cuarta columna: Los valores experimentales medidos de caída de tensión en el diodo (en V).
- Quinta columna: La corriente calculada que circula por el circuito (en mA).

$V_i$ (V)	$V_i^{\text{exp}}$ (V)	$V_R^{\text{exp}}$ (V)	$V_d^{\text{exp}}$ (V)	$I^{\text{calculada}}$ (mA)

#### 4.3.1. Relación I-V en un diodo.

Para estudiar la relación entre intensidad y diferencia de potencial entre los extremos del diodo utilizaremos una gráfica. En ella, representaremos los datos de la cuarta columna (en el eje  $x$ ) y la quinta columna (en el eje  $y$ ). Ajustaremos la relación entre ambos datos usando una línea de tendencia exponencial ( $y = Ae^{Bx}$ ) e intentaremos deducir de los mismos los valores de la corriente de saturación inversa y del producto  $q/nkT$  (despreciaremos el 1 de la expresión de la corriente).

#### 4.3.2. Característica de transferencia.

La característica de transferencia de un circuito muestra cómo la salida varía en función de la entrada. Para ello, se representa la entrada del circuito en el eje  $x$  de una gráfica y la salida en el eje  $y$ . En esta parte de la práctica, representaremos la característica de transferencia del circuito anterior para tensiones de entrada positivas. En este caso, usaremos como salida la diferencia de potencial medida experimentalmente entre los extremos del diodo

( $V_d$ ) y como entrada la diferencia de potencial medida experimentalmente en la fuente de alimentación ( $V_i$ ). Crearemos así un nuevo gráfico en el que se muestre el comportamiento del circuito.

## 4.4. Trabajo de Laboratorio

Nombre de los alumnos:

Turno de la sesión de prácticas:

1. Escriba el valor experimental y nominal de la resistencia utilizada.

$R^{\text{exp}} =$	$R^{\text{nom}} =$
--------------------	--------------------

2. Rellene la tabla que viene en el archivo de Excel que acompaña al guion de esta práctica con los datos experimentales indicados en la sección 4.3<sup>1</sup>.
3. Represente la gráfica  $I - V$  correspondiente al diodo con la ayuda de la hoja de Excel. Para ello, pondremos en el eje  $x$  los valores de la caída de tensión en el diodo (columna D), y en el eje  $y$  la intensidad de corriente que pasa por el diodo (columna E).
4. Con la ayuda de Excel, realice un ajuste exponencial de los datos representados en la gráfica del punto anterior. Usando dicho ajuste, complete la siguiente tabla<sup>2 3</sup>.

Curva exponencial de ajuste	$I_s$ (mA)	$q/nkT$ (V <sup>-1</sup> )	$n$

5. Represente la característica de transferencia (gráfica  $V_d - V_i$ ) con la ayuda de la hoja de Excel. Para ello, se pondrán en el eje  $x$  los valores de la caída de tensión en la fuente (columna B), y en el eje  $y$  los de la tensión en el diodo (columna D). En la gráfica se apreciarán dos regiones diferenciadas correspondientes a dos comportamientos del diodo. Realice el ajuste lineal de cada uno de los tramos y escriba los siguientes valores.

Pendiente del primer tramo=
Coefficiente de correlación del primer tramo=
Pendiente del segundo tramo=

<sup>1</sup>No hace falta que escriba los errores de las distintas magnitudes en la tabla.

<sup>2</sup>Puesto que Excel no facilita los errores de los parámetros del ajuste, los valores de esta tabla se expresarán sin error.

<sup>3</sup>Para la última columna, considere  $T = 22$  C.

Coefficiente de correlación del segundo tramo=  
Tensión de cambio de tramo=

6. ¿Coinciden los valores experimentales del apartado anterior con los teóricos esperables? Justifique su respuesta.

7. Envíe por correo electrónico al profesor de prácticas el archivo Excel donde se vea la tabla rellena y las dos gráficas realizadas con sus ajustes.