

# Práctica 5

## Efecto de carga en las medidas

### 5.1. Objetivo de la práctica

En esta quinta práctica se introducen los problemas de medición que produce el efecto de carga. Es decir, cómo la conexión de un instrumento de medida a un circuito modifica las variables de éste. Existen numerosos métodos para reducir el efecto de carga. En los apartados finales se presentará uno de ellos. Se aplicarán esos conocimientos en la determinación de las características I/V de dos dipolos conocidos: resistencias y diodos.

El objetivo final de esta práctica es que el alumno logre controlar plenamente todo el proceso de medida comprendiendo que los aparatos de medición no son ideales e introducen nuevos elementos que, en determinadas circunstancias, falsean la medida.

### 5.2. Material necesario para la práctica

Para el desarrollo de esta práctica es necesario el siguiente material:

- Generador de funciones HM 8131-2 y su latiguillo (BNC, cocodrilos)
- Osciloscopios modelos HM 407, HM 305 y las dos sondas correspondientes
- Multímetro HP 34401A y sus latiguillos
- Fuente de alimentación HM 7042-2 y sus latiguillos
- 1 Diodo
- 2 Resistencia de  $1M5 \Omega$
- 1 Resistencia de  $10K \Omega$
- 1 Resistencia de  $10 \Omega$

### 5.3. Desarrollo de la práctica

En el texto que tienen están descritos todos los pasos necesarios para el desarrollo de la práctica. Los pasos que deben de seguir comienzan en el Apartado 5.4

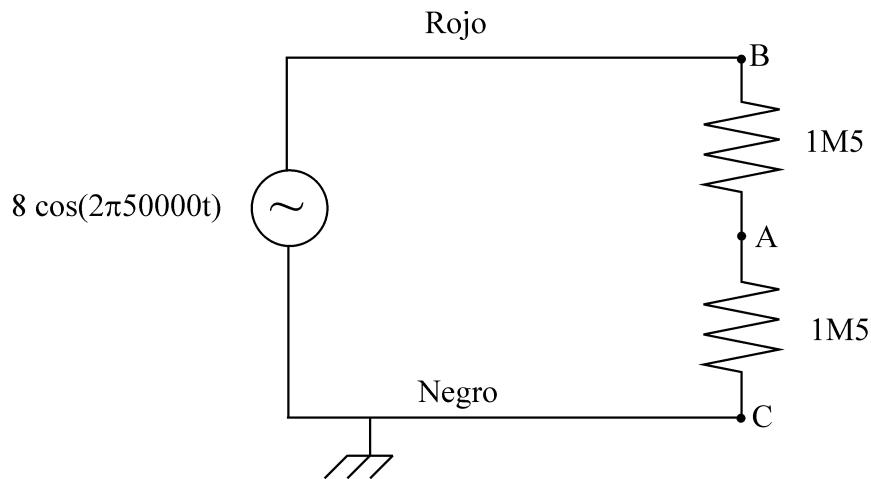


Figura 5.1: Divisor de tensión de dos resistencias de valor  $1M5$ .

y se extienden hasta el Apartado 5.5.

## 5.4. Efecto de carga en un divisor de tensión

En este apartado se montará el circuito de la Figura 5.1 que representa un divisor de tensión para las dos resistencias de  $1M5 \Omega$ . El generador proporciona una señal sinusoidal de  $A$  V de amplitud con una frecuencia de 50 kHz.

Cuando se mide con cualquier aparato se modifican las corrientes que atraviesan el circuito porque parte de ellas se derivan hacia el aparato de medida. La cantidad de corriente dirigida hacia el medidor depende de su impedancia de entrada.

En este apartado las medidas se realizarán con el osciloscopio. Su impedancia de entrada es equivalente a una resistencia de  $1 M\Omega$  en paralelo con un condensador que tiene un valor de unos 20 pF. Esta impedancia será la que se tendrá en cuenta cuando se mida con una sonda en posición x1. Cuando la sonda está en posición x10 se introduce en serie entre el circuito y la impedancia de entrada del osciloscopio un paralelo de una resistencia y un condensador. La resistencia tiene un valor de  $9 M\Omega$  y el condensador cumplirá la relación  $R_1C_1 = R_2C_2$ , que asegura que existe adaptación de impedancias (recuerden la información proporcionada en las clases teóricas de la asignatura).

### 5.4.1. Realización de las medidas

#### Teóricas

Lo primero que deben hacer es calcular las tensiones teóricas que se tienen que obtener. Es decir, hagan los cálculos teóricos para las tensiones  $V_{AC}$ ,  $V_{BA}$  y  $V_{BC}$ .

#### Medidas con el osciloscopio

En primer lugar compensen las sondas del osciloscopio. Antes de proceder a realizar las medidas, recuerden que el osciloscopio tiene cortocircuitado el coco-

Tabla 5.1: Parámetros más importantes medidos con el osciloscopio en el circuito de la Figura 5.1.

Parámetro	$V_{AC}$		$V_{BC}$		$V_{BA}$	
	x1	x10	x1	x10	x1	x10
Sonda						
Sensibilidad						
Divisiones pico a pico						
Amplitud pico a pico						

drilo negro de la sonda al cocodrilo negro del generador. Teniendo en cuenta esto, respondan a las siguientes cuestiones.

**Ejercicio 5.1.** *Indiquen brevemente cómo realizar cada una de las medidas (tensiones  $V_{AC}$ ,  $V_{BA}$  y  $V_{BC}$  según el montaje de la Figura 5.1) utilizando el osciloscopio.*

**Ejercicio 5.2.** *Fije como amplitud de la señal en el generador de función A V. Realicen las medidas de las tres tensiones con la sonda del osciloscopio en las dos posiciones: x1 y x10. Rellenen la Tabla 5.1 con los resultados de las medidas.*

Como pueden observar la tensión obtenida es muy distinta cuando la sonda compensa la impedancia de entrada (x10) que cuando se toma la medida directamente (x1). Tampoco concuerda lo medido con las predicciones teóricas hechas en el Apartado 5.4.1.1. Como se acaba de demostrar existen circuitos para los que el efecto de carga es muy significativo. Por lo tanto, saber medir significa algo más que colocar los cocodrilos correctamente en el circuito. Implica un conocimiento de los aparatos de medida para saber cuándo es posible medir con ellos y, en el caso de que sea posible, saber exactamente cómo ajustar sus parámetros e interpretar los resultados.

### Justificación de los resultados obtenidos

**Ejercicio 5.3.** *¿Por qué creen que los resultados obtenidos con la sonda en x10 se ajustan mejor a la realidad?*

**Ejercicio 5.4.** *¿Por qué la medida  $V_{BC}$  se ajusta a la realidad?*

**Ejercicio 5.5.** *¿Qué ocurriría con el efecto de carga si el circuito de la Figura 5.1 hubiera estado formado por dos resistencias de 10 K $\Omega$ ?*

**Ejercicio 5.6.** *Midan de nuevo  $V_{AC}$  con la sonda en x10. Disminuyan la frecuencia de la señal de entrada progresivamente mientras observan la señal en el osciloscopio. ¿Qué ocurre con la amplitud medida (aumenta, disminuye o se mantiene igual)? ¿Es lógico que ocurra esto? ¿Por qué? ¿Qué conclusión sacan?*

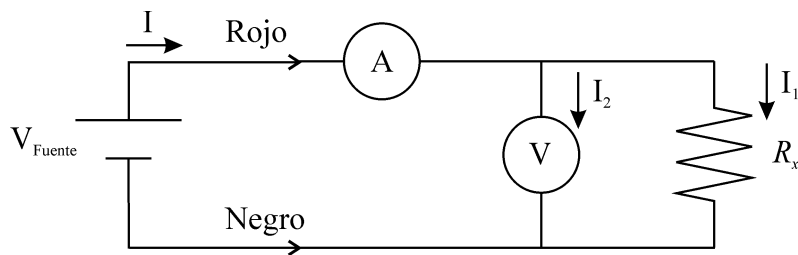


Figura 5.2: Montaje para la medición de la característica I/V de una resistencia.

## 5.5. Corrección del efecto de carga al medir la característica I/V de dipolos

### 5.5.1. Fórmulas teóricas

La característica I/V de los dipolos se obtiene midiendo simultáneamente la caída de tensión en bornas del dipolo, y la corriente que circula por el mismo. Con instrumentos ideales, la lectura es inmediata, pues no se produce efecto de carga. En instrumentos reales, en cambio, sí se produce este efecto, como se pudo apreciar en el Apartado 5.4. Si se conoce este efecto de carga, se puede corregir. Para obtener las fórmulas correctoras analizamos teóricamente el circuito de la Figura 5.2.

La LCK implica que:

$$I = I_1 + I_2 = I_1 + \frac{V}{R_{InVoltímetro}} \quad (5.1)$$

donde  $R_{InVoltímetro}$  es la resistencia interna del voltímetro. Si se divide por el voltaje  $V$  a ambos lados de la igualdad se obtiene

$$\frac{I}{V} = \frac{1}{R_x} + \frac{1}{R_{InVoltímetro}} \quad (5.2)$$

Si se invierte la ecuación anterior se observa que el cociente de las medidas tomadas es igual a:

$$\frac{V}{I} = \frac{R_x R_{InVoltímetro}}{R_x + R_{InVoltímetro}} \quad (5.3)$$

Si  $R_{InVoltímetro} \gg R_x$  se obtiene que la medida es correcta.

$$\frac{V}{I} \simeq R_x \quad (5.4)$$

donde  $V$  e  $I$  son las lecturas de tensión y corriente, respectivamente.

De igual forma, en el montaje de la Figura 5.3 se comprueba aplicando la LVK que

$$V = V_1 + V_2 = IR_x + IR_{InAmperímetro} \quad (5.5)$$

donde  $R_{InAmperímetro}$  es la resistencia interna del amperímetro. Si dividimos por la corriente a ambos lados de la igualdad se obtiene:

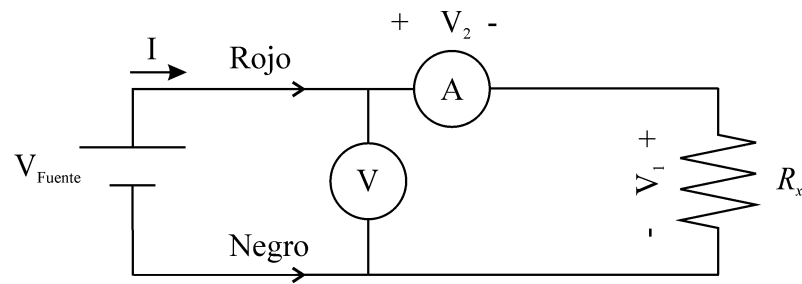


Figura 5.3: Segundo circuito para medir la característica I/V de una resistencia.

$$\frac{V}{I} = R_x + R_{InAmperímetro} \quad (5.6)$$

En este caso la medida será correcta cuando se cumpla que  $R_x \gg R_{InAmperímetro}$ .

### 5.5.2. Medida de la característica I/V de una resistencia.

**Ejercicio 5.7.** Se utilizará la fuente de alimentación para introducir un voltaje continuo a un circuito como el de la Figura 5.2 El multímetro se utilizará como amperímetro<sup>1</sup> mientras que el osciloscopio con la sonda en posición x1 se empleará como voltímetro. Las resistencias que se medirán son  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$ .

La fuente se ajustará a diferentes valores, teniendo especial cuidado con la potencia máxima disipable por las resistencias (sobre todo con el resistor de menor valor). Por ello se limitará la corriente a 70 mA en la fuente de alimentación, y se utilizarán los valores de tensión indicados en la tabla 5.2.

Rellenen la Tabla 5.2 con todos los valores obtenidos anotando en la última fila el valor calculado de la resistencia a partir de las medidas de tensión y corriente.

**Ejercicio 5.8.** Midan la resistencia real del resistor utilizando el multímetro como Óhmetro. En los casos que no coincida ese resultado con los obtenidos en la última fila de la Tabla 5.2 justifique la diferencia.

**Ejercicio 5.9.** Con los mismos valores de tensiones en la fuente de alimentación para cada valor de resistencia, monten el circuito de la Figura 5.3 y repitan las medidas realizadas en el comienzo de este apartado, rellenando la Tabla 5.3.

**Ejercicio 5.10.** Justifiquen los resultados obtenidos. Estimen el valor de la resistencia interna del multímetro actuando como amperímetro. ¿Qué conclusiones extraen de los dos posibles montajes de medida vistos? ¿Son equivalentes para la medida de resistencias?

### 5.5.3. Medida de la característica I/V de un diodo.

La medida en directa se realizará con el montaje de la Figura 5.4.

<sup>1</sup>Recuerden por tanto cómo deben conectar los latiguillos, tanto en el circuito como en el propio multímetro

Tabla 5.2: Parámetros medidos utilizando el osciloscopio y el multímetro en el circuito de la Figura 5.2.

	$R_1$			
Tensión generada	0,2 V	0,4 V	0,6 V	0,8 V
Tensión medida				
Corriente medida				
Resistencia (V/I)				
	$R_2$			
Tensión generada	5 V	10 V	15 V	20 V
Tensión medida				
Corriente medida				
Resistencia (V/I)				
	$R_3$			
Tensión generada	10 V	15 V	20 V	25 V
Tensión medida				
Corriente medida				
Resistencia (V/I)				

Tabla 5.3: Parámetros medidos utilizando el osciloscopio y el multímetro en el circuito de la Figura 5.3.

	$R_1$			
Tensión generada	0,2 V	0,4 V	0,6 V	0,8 V
Tensión medida				
Corriente medida				
Resistencia (V/I)				
	$R_2$			
Tensión generada	5 V	10 V	15 V	20 V
Tensión medida				
Corriente medida				
Resistencia (V/I)				
	$R_3$			
Tensión generada	10 V	15 V	20 V	25 V
Tensión medida				
Corriente medida				
Resistencia (V/I)				

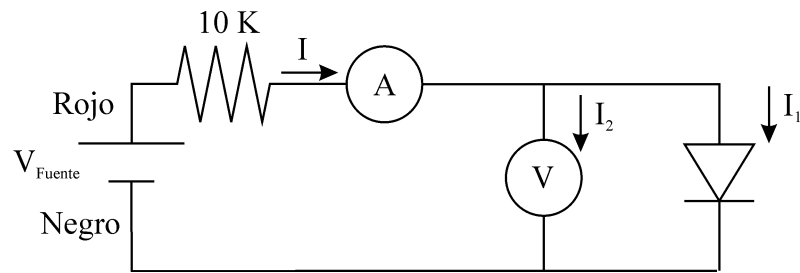


Figura 5.4: Montaje para obtener la característica I/V de un diodo en directa.

Tabla 5.4: Parámetros medidos utilizando el osciloscopio y el multímetro en el circuito de la Figura 5.4.

Tensión generada	2 V	4 V	6 V	8 V	10 V
Tensión medida					
Corriente medida					
Resistencia					

**Ejercicio 5.11.** *Introduzcan en la fuente de alimentación los los valores 2, 4, 6, 8 y 10 V y rellenen la Tabla 5.4*

**Ejercicio 5.12.** *Realicen ahora el montaje correspondiente a la Figura 5.5 y rellenen la Tabla 5.5*

**Ejercicio 5.13.** *Realicen un gráfico I/V del diodo, que muestre el valor de la resistencia, en función del voltaje de polarización (voltaje en el eje x, corriente en el eje y).*

**Ejercicio 5.14.** *¿Por qué creen que se han utilizado distintos montajes para medir la resistencia directa y la resistencia inversa de un diodo?*

**Ejercicio 5.15.** *Anoten las conclusiones más importantes que han obtenido en esta práctica (es decir, anoten lo que hayan aprendido de forma esquemática).*

Tabla 5.5: Parámetros medidos utilizando el osciloscopio y el multímetro en el circuito de la Figura 5.5.

Tensión generada	2 V	4 V	6 V	8 V	10 V
Tensión medida					
Corriente medida					
Resistencia					

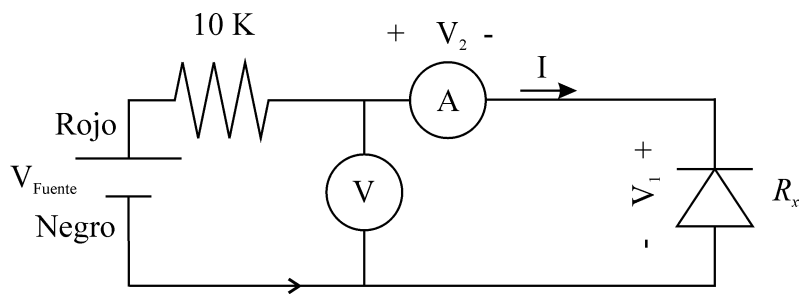


Figura 5.5: Montaje para obtener la característica  $I/V$  de un diodo en inversa.