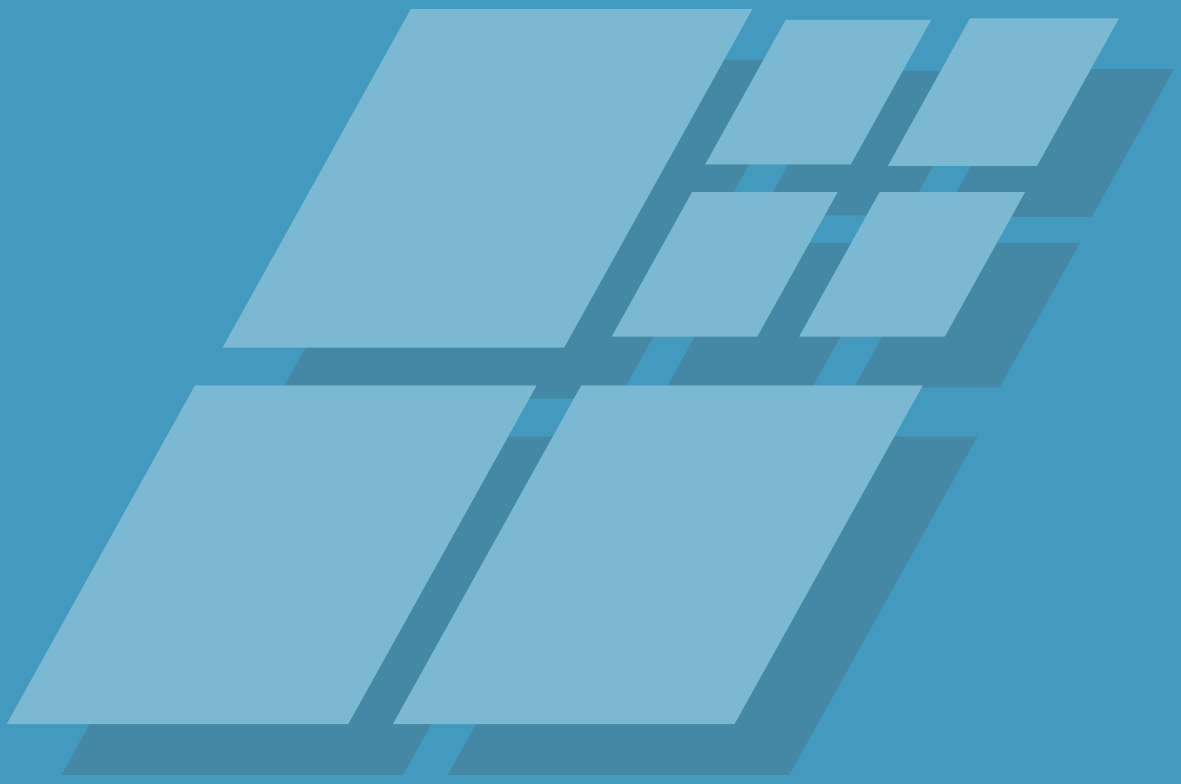


Unidad Didáctica

Medidas de Tensión

FONDO FORMACION

Programa de Formación Abierta y Flexible

Obra colectiva de FONDO FORMACION

Coordinación *Servicio de Producción Didáctica de FONDO FORMACION (Dirección de Recursos)*

Diseño y maquetación *Servicio de Publicaciones de FONDO FORMACION*

© FONDO FORMACION - FPE

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otro método, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Depósito Legal ***AS -742-2001***

Unidad Didáctica Medidas de Tensión

A la hora de hacer el seguimiento de una instalación eléctrica, se comprueba una serie de magnitudes eléctricas, entre ellas la tensión. La medición de esta magnitud en la práctica es la más sencilla de realizar. Además, permite determinar posibles fallos en el circuito.

En esta unidad se desarrollarán los siguientes contenidos:

- Voltímetros.
- Ampliación del alcance de un voltímetro:
    1. Resistencia adicional.
    2. Transformador de tensión.
- Sensibilidad de un voltímetro.
- Polímetro digital.

FONDO FORMACION

Tus objetivos

Al finalizar el estudio de esta unidad, deberías ser capaz de:

- Emplear de forma correcta un voltímetro.
- Identificar los sistemas para ampliar el alcance de un voltímetro.
- Determinar la sensibilidad de un voltímetro y su influencia en la medida de tensión.
- Identificar y emplear los polímetros digitales.

Consejos de estudio

Cuando te encuentres con dificultades y observes que te resulta difícil conseguir los objetivos, no te desesperes e intenta analizar los motivos.

El tutor te ayudará a solucionar las dificultades que puedas encontrar en la materia de estudio. Acude a él siempre que lo consideres oportuno. Está a tu servicio.

No descuides aspectos que dependen exclusivamente de ti, como son: la actitud ante el aprendizaje de nuevos conocimientos, trabajar en base a objetivos, planificar bien el trabajo de estudio, saber buscar soluciones a las dificultades y utilizar métodos de comprensión lectora que favorezcan la asimilación rápida de contenidos (realización de subrayados, esquemas, etc).

FONDO FORMACION

Voltímetro

Los instrumentos que miden la tensión o diferencia de potencial son los voltímetros. En la figura 1 puedes ver el símbolo del voltímetro.

Fig. 1: Símbolo del voltímetro.

La mayor parte de los voltímetros son del tipo amperimétrico, es decir, indican una tensión por medio de una corriente.

En la figura 2, puedes ver el esquema de un voltímetro amperimétrico. Consta de un galvanómetro y una resistencia de valor óhmico elevado, conectada en serie con él; ambos elementos están situados dentro de la caja del aparato.

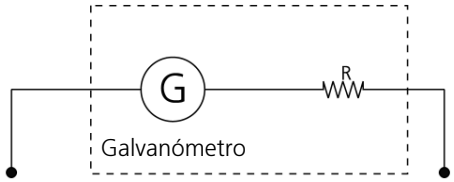


Fig. 2: Esquema de un voltímetro.

El galvanómetro es un aparato destinado a la medida de corrientes muy débiles.

El voltímetro se conecta en paralelo entre los puntos cuya diferencia de potencial se desea medir. En la figura 3 puedes ver la forma en la que se conecta el voltímetro para medir la tensión en la resistencia R_c.

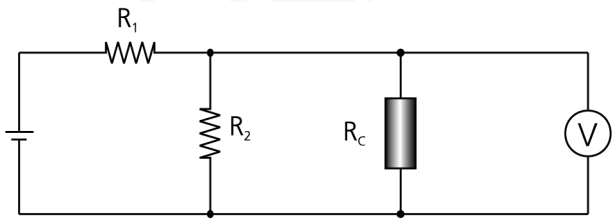


Fig. 3: Medición de tensión en R_c.

La conexión del voltímetro puede modificar las magnitudes del circuito que se desea medir porque parte de la corriente del circuito se desvía hacia el voltímetro. Con el fin de que la corriente hacia el voltímetro sea lo más reducida posible, la resistencia de éste debe ser de un valor elevado.

En la figura 4 tienes el esquema que representa la medición de la tensión en extremos de una bombilla. Al estar en paralelo, la bombilla y el voltímetro tienen la misma tensión.

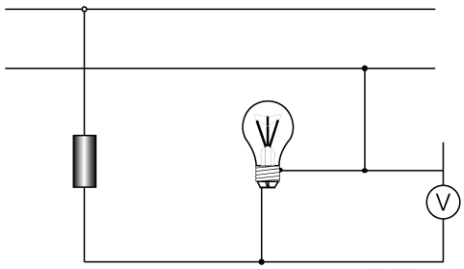


Fig. 4: Medida de la tensión en extremos de la bombilla.

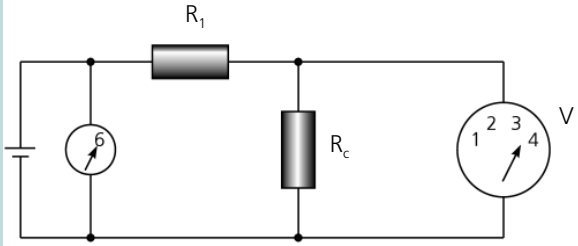
La medición de tensión se realiza de la misma forma en corriente continua o alterna; pero, en cada caso, debemos elegir el tipo de aparato en función del tipo de corriente que se desea medir.

Según la clase de corriente, los voltímetros que se utilizan son:

- De bobina móvil, para corriente continua.
- De bobina móvil con rectificador, para corriente alterna.
- De hierro móvil y electrodinámicos, para corriente continua y alterna.

ACTIVIDAD 1

Determina cuál es el valor de tensión en la resistencia R_c al realizar la medición de la figura.



FONDO FORMACION

Ampliación del alcance del voltímetro

Resistencias adicionales

Cada voltímetro tiene un alcance* determinado; por este motivo, cuando la magnitud que se desea medir es superior al alcance, debes conectar una resistencia adicional en serie con el voltímetro, como te mostramos en la figura 5.

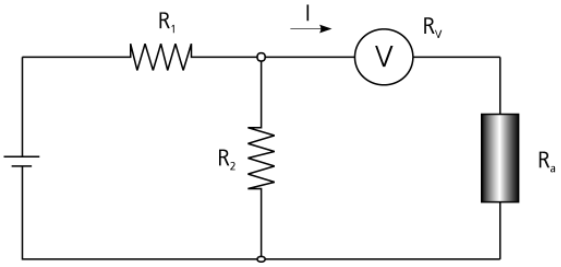


Fig. 5: Ampliación del alcance mediante resistencia adicional.

En extremos de la resistencia adicional cae la tensión que el voltímetro no puede soportar.

Para calcular la tensión real, debemos multiplicar, por una constante (K), la tensión indicada por el voltímetro.

La constante K recibe el nombre de factor multiplicador.

Basándonos en la figura 5, vamos a deducir el valor de la constante K.

Despejando la intensidad en el voltímetro y en la resistencia adicional mediante la ley de Ohm, tenemos:

$I = V_v / R_v \quad ; \quad I = V_a / R_a$

Donde:

I : intensidad que circula por el voltímetro y la resistencia adicional.

V_v : tensión en el voltímetro.

R_v : resistencia interna del voltímetro. Suma de la resistencia propia del galvanómetro y la resistencia en serie con el galvanómetro.

V_a : tensión en extremos de la resistencia adicional.

R_a : resistencia adicional.

Como ambas corrientes son iguales, si igualamos las ecuaciones de intensidad, nos queda:

$V_v / R_v = V_a / R_a$

Despejando la tensión en la resistencia adicional:

$V_a = (V_v \cdot R_a) / R_v$

Al ser la tensión total V, la suma de las parciales*, tenemos que:

$V = V_v + V_a$

Sustituimos V_a por su valor,y tenemos que:

$V = V_v + (V_v \cdot R_a) / R_v$

Sacamos factor común, y tenemos que:

$V = V_v \cdot (1 + R_a / R_v)$

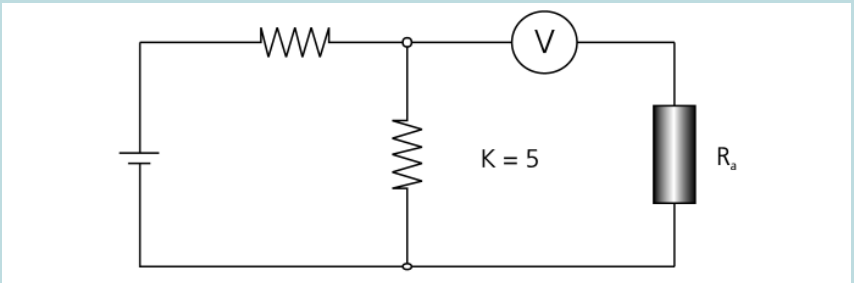
Si llamamos K a la expresión $(1 + R_a / R_v)$, deducimos:

$V = V_v \cdot K$

Esta ecuación nos indica que la tensión V que se desea medir es K veces la que medimos en el voltímetro. Veamos un ejemplo:

Ejemplo:

Con un voltímetro de alcance 10 V debemos medir una tensión superior. Le conectamos en serie una resistencia adicional de factor multiplicador K=5, como puedes ver en la figura. ¿Cual es la tensión real si el voltímetro marca 3 V ?



Aplicando la fórmula, tenemos: $V = V_v . K = 3 \times 5 = 15$ V.

FONDO FORMACION

Cuando la resistencia adicional se utiliza en un voltímetro fijo, generalmente la escala se multiplica por el valor K. De esta forma, la medición se puede realizar de forma directa mirando en la escala adecuada.

La figura 6 muestra el voltímetro del ejemplo anterior, en la que se ha añadido una escala exterior que permite la medición directa para K = 5.

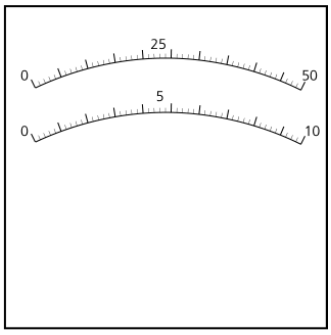


Fig. 6
Voltímetro con escala para medición directa con K = 5.

Para conseguir varios alcances en un mismo voltímetro, se dispone de varias resistencias adicionales y un conmutador (fig. 7), que permite la selección de una de ellas.

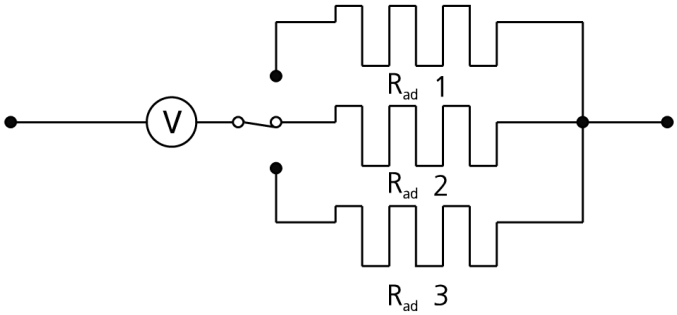
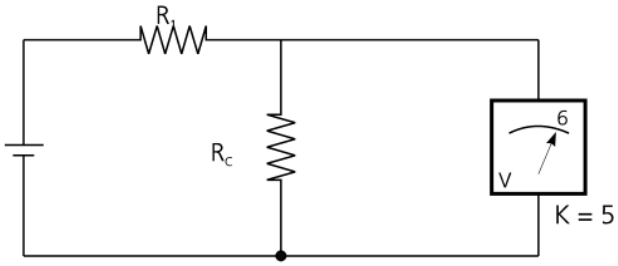


Fig. 7: Voltímetro con varias resistencias adicionales.

ACTIVIDAD 2

Determina cuál es el valor de tensión en la resistencia R_c en la medición de la figura.



Transformadores de tensión

En un transformador de tensión dedicado a medidas, la tensión en el secundario es proporcional* a la tensión en el primario.

Cuando se deben realizar mediciones de tensiones altas, en corriente alterna, se recurre a los transformadores de tensión que reducen la alta tensión (AT.) a una baja tensión (BT.) proporcional. Por lo general, la escala del voltímetro conectado al transformador de tensión está construida de tal manera que indica el valor real de tensión.

Sensibilidad de un voltímetro

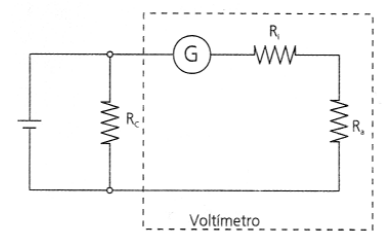
La sensibilidad de un voltímetro S_v es la relación entre la resistencia total del voltímetro, expresada en ohmios, y el alcance de medida, expresado en voltios:

$S_v = R_t / V_{max}$

En caso de que se conecten resistencias adicionales, éstas se incluyen también en el cálculo de la resistencia total del voltímetro.

Ejemplo:

En el circuito de la figura, la sensibilidad se calcula de la siguiente forma:



$R_i = 10.000\ \Omega$
$R_c = 0\ \Omega$
$R_a = 100.000\ \Omega$
$V_{max} = 100V$

Calculamos primero la resistencia total:

$R_t = R_c + R_i + R_a = 0 + 10.000 + 100.000 = 110.000\ \Omega$

La tensión máxima es: $V_{max} = 100$ V

Por tanto, la sensibilidad del voltímetro será:

$S_v = R_t / V_{max} = 110.000 / 100 = 1.100\ \Omega/V$

FONDO FORMACION

Cuanto mayor sea la sensibilidad, la medición será más exacta, puesto que es menor la intensidad que se desvía hacia el aparato de medida. Veamos con un ejemplo la importancia de la sensibilidad.

Observa la figura 8, las resistencias están conectadas en serie a una tensión de 100 V y tienen el mismo valor óhmico. En estas condiciones la caída de tensión en cada resistencia es de 50 V.

Vamos a calcular el valor de la tensión en R_2 para un voltímetro de 1.000 **Ω**/ V de sensibilidad (caso 1) y otro de 20.000 **Ω**/ V (caso 2), siendo el valor de tensión máxima de los dos $V_{max.}$ = 100 V.

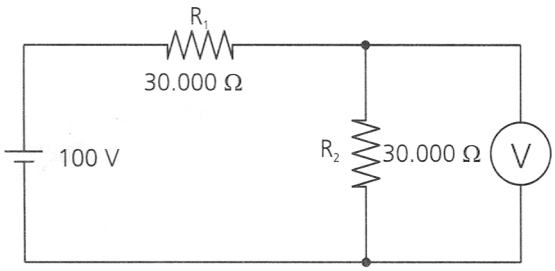


Fig. 8: Medición de tensión.

Caso 1

La resistencia del aparato de medida es:

$R_v = S_v \cdot V_{max} = 1.000\ \Omega/V \times 100\ V = 100.000\ \Omega$

La resistencia equivalente de R_2 y R_v es:

$R_{eq} = (R_2 \cdot R_v) / (R_2 + R_v) = (30.000 \times 100.000) / (30.000 + 100.000) = 23.077\ \Omega$

La resistencia total del circuito será:

$R_T = R_1 + R_{eq} = 30.000 + 23.077 = 53.077\ \Omega$

La corriente que circula por el circuito es:

$I = V / R_T = 100 / 53.077 = 0{,}00188\ A$

La caída de tensión en R_2 es:

$V_{R2} = I \cdot R_{eq} = 0{,}00188 \times 23.077 = 43{,}47\ V$

Éste sería el valor de la tensión que mediría el voltímetro.

Caso 2

La resistencia del aparato de medida es:

$R_v = S_v \cdot V_{max} = 20.000\ \Omega/\ V \times 100\ V = 2.000.000\ \Omega$

La resistencia equivalente de R_2 y R_v es:

$R_{eq} = (R_2 \cdot R_v) / (R_2 + R_v) = (30.000 \times 2.000.000) / (30.000 + 2.000.000) = 29.556\ \Omega$

La resistencia total del circuito será:

$R_T = R_1 + R_{eq} = 30.000 + 29.556 = 59.556\ \Omega$

La corriente que circula por el circuito es:

$I = V / R_T = 100 / 59.556 = 0{,}00167\ A$

La caída de tensión en R_2 es:

$V_{R2} = I \cdot R_{eq} = 0{,}00167 \times 29.556 = 49{,}62\ V$

Éste sería el valor de la tensión. En este caso, es mucho más aproximado.

Así pues, cuanto mayor sea la sensibilidad, la medición es más precisa.

Polímetros digitales

Recuerda que los aparatos digitales carecen de escala, ya que la indicación de la magnitud medida aparece directamente mediante cifras.

Los aparatos digitales se diferencian de los analógicos en su principio de funcionamiento. Los digitales utilizan determinados circuitos electrónicos. A continuación citamos los más importantes:

- Circuitos de adquisición y preparación de datos.

  Estos circuitos se encargan de realizar la toma de datos tanto en corriente continua como en corriente alterna y de convertirlos en un rango* determinado de valores de tensión.

FONDO FORMACION

- Conversor analógico digital.

  Este elemento convierte un rango de valores analógicos de tensión en una combinación numérica proporcional.

- Circuito de visualización.

  Este circuito se encarga de la visualización del valor medido en forma numérica.

  El usuario debe actuar en el circuito de adquisición y preparación de los datos, seleccionando la magnitud y la escala adecuada para la medida.

  Como ejemplo de estos aparatos, en la figura 9 te mostramos un polímetro digital capaz de realizar mediciones de tensión, intensidad, resistencia, etc.

Para realizar una medida de tensión, debemos seguir los siguientes puntos:

- Poner el interruptor de alimentación en ON (interruptor 1).

- Seleccionar el tipo de magnitud que se desea medir, interruptores del grupo 2.

- Seleccionar el tipo de corriente (interruptor 3).

- Seleccionar el rango de la medida presionando uno de los interruptores del grupo 4. Si se desconoce el valor aproximado de la tensión que se desea medir, se selecciona el alcance superior, reduciéndolo a continuación paulatinamente* hasta obtener un valor preciso en el visualizador.

- Colocar un extremo de cada cable de prueba en los bornes correspondientes (en este caso los indicados mediante V y COM) y el otro extremo de cada cable de prueba en los puntos cuya tensión se quiere medir.

- El visualizador presenta un valor numérico; para obtener el valor real debemos tener en cuenta el rango de medida seleccionado.

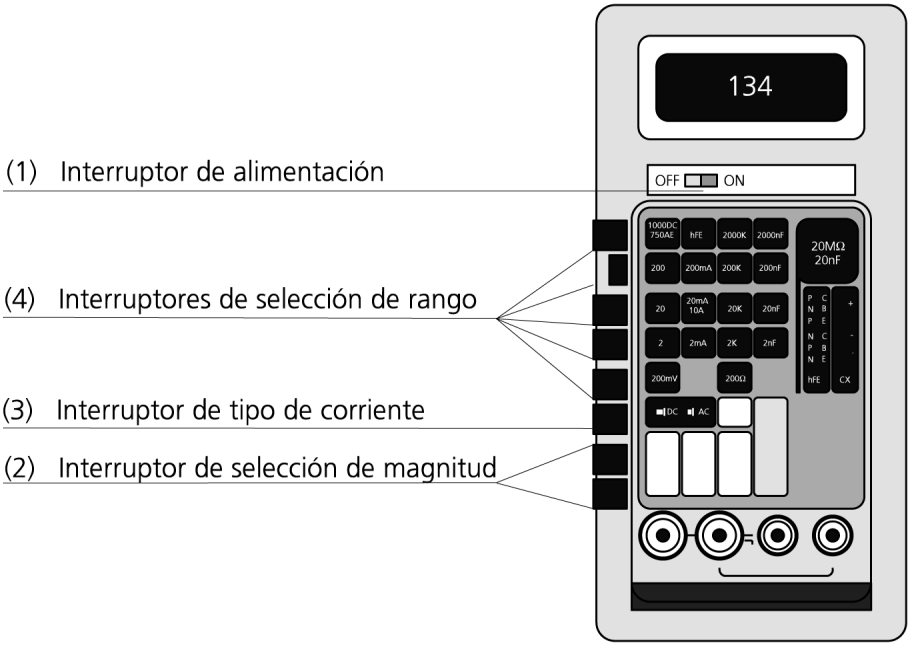
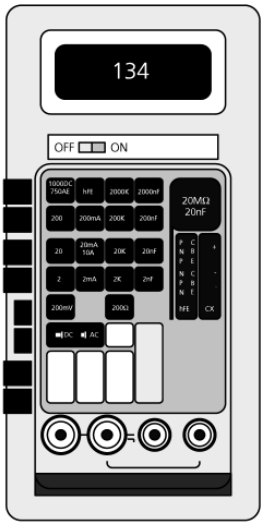


Fig. 9: Polímetro digital.

ACTIVIDAD 3

Determina cuál es el valor de tensión en la resistencia R_c al realizar la medición de la figura.



Si consideras que has concluido el estudio de esta unidad, intenta responder a las siguientes cuestiones de autoevaluación.

FONDO FORMACION

Cuestiones de autoevaluación

1 Completa el texto con las palabras siguientes:

paralelo, serie, voltímetro, mayor, transformador de tensión, voltio y resistencia.

La unidad de tensión es el ..... y se mide mediante un ..... conectado en ..... .

Para ampliar el alcance de un voltímetro se puede emplear una ..... en ..... o un ..... .

Cuanto ..... sea la sensibilidad de un voltímetro, su medición será más exacta.

2 Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

	V	**F**
a. El voltímetro se conecta en paralelo.	❑	❑
b. Al ampliar el alcance del voltímetro, la medición es siempre directa sobre la escala.	❑	❑
c. Al utilizar una resistencia adicional, el valor de ésta y la resistencia del voltímetro determinan el factor multiplicador.	❑	❑

3 ¿Cuál es el valor medido en la figura 9?

Respuestas a las actividades

ACTIVIDAD 1

Según la marca del índice, la tensión es de cuatro voltios.

ACTIVIDAD 2

Según la marca del índice, la tensión es de seis voltios. Pero debemos tener en cuenta el factor multiplicador, en este caso 5. Luego la tensión real es:

$V = V_v \cdot K = 6 \times 5 = 30$ V.

ACTIVIDAD 3

El interruptor de tipo de corriente indica alterna; la magnitud seleccionada es tensión y el rango de medida es de 200 milivoltios. El valor numérico es 134, por lo tanto la tensión es de 134 milivoltios de corriente alterna.

FONDO FORMACION

Respuestas a las cuestiones de autoevaluación

1

La unidad de tensión es el **voltio** y se mide mediante un **voltímetro** conectado en **paralelo**.

Para ampliar el alcance de un voltímetro se puede emplear una **resistencia** en **serie** o un **transformador de tensión**.

Cuanto **mayor** sea la sensibilidad de un voltímetro su medición será más exacta.

2

a. **Verdadera**.

b. **No siempre se cumple**: existen voltímetros cuya medición no es directa, por lo que se debe utilizar el factor multiplicador para hallar la tensión real.

c. **Verdadera**.

3

En la figura, el interruptor de tipo de corriente indica que ésta es alterna; la magnitud seleccionada es tensión y el alcance de la medida es hasta los 200 voltios. El valor numérico indica 134, por lo tanto, la tensión es de 134 voltios de corriente alterna.

Resumen de Unidad

Voltímetro Es el aparato para medir tensión. Debe conectarse en paralelo con el elemento cuya tensión se quiere medir. El símbolo del voltímetro es un círculo con una V en su interior.

Ampliación del alcance del voltímetro El alcance del voltímetro puede aumentarse mediante una resistencia adicional conectada en serie con el aparato, o mediante un transformador de tensión.

Al ampliar el alcance se debe tener en cuenta que si la escala del aparato no permite la medición directa, debemos multiplicar el valor medido por el factor multiplicador.

Factor multiplicador Es la relación entre el valor real de una medición y el indicado por un voltímetro con resistencia adicional.

Sensibilidad Es la relación entre la resistencia total del voltímetro, expresada en ohmios, y el alcance de medida, expresado en voltios.

Cuanto mayor sea la sensibilidad de un voltímetro, la medición con él será más exacta.

Polímetros digitales Tienen una serie de circuitos electrónicos, entre ellos:

- Circuito de adquisición y preparación de datos.
- Conversor analógico digital.
- Circuito de visualización.

Para realizar una medición con ellos se deben seguir los siguientes pasos: conectar el polímetro, seleccionar el tipo de corriente, seleccionar el alcance y conectar los cables de prueba.

FONDO FORMACION

Notas

Vocabulario

Alcance: valor más alto que puede medir un aparato de medida.

Parciales: partes.

Paulatinamente: paso a paso.

Proporcional: que guarda una relación.

Rango: clase que cumple ciertas condiciones.

FONDO FORMACION

FONDO FORMACION