

Preguntas del video: circuitos con instrumentos

Resumen del planteo: se conectan en serie 3 instrumentos analógicos, donde uno actúa como óhmetro, otro como voltímetro y otro como amperímetro.

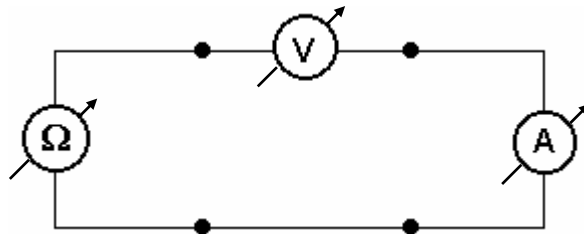
Datos: el óhmetro está puesto en la escala $\times 10\text{ K}\Omega$ e indica un valor de $200\text{K}\Omega$. El voltímetro (que tiene una R_{interna} de $20\text{K}\Omega/\text{V}$) está en la escala de 10 V e indica un valor de $5,8\text{ V}$.

El amperímetro está en la escala de $50\mu\text{A}$ e indica un valor de $28\mu\text{A}$.

1.1.- ¿Cómo representa el circuito formado por instrumentos usando esquemas simbólicos y (1.2.) utilizando componentes equivalentes a cada instrumento, de tal modo que quede evidente el circuito que forman?

2.- ¿Cómo explicaría y calcularía el valor indicado por cada instrumento?

Respuestas

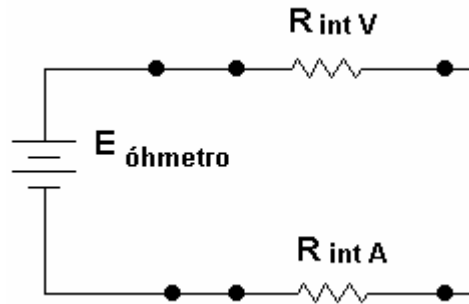


Cada instrumento se representa con un símbolo estándar. Con esta representación se puede advertir que:

- el óhmetro indica el valor de la resistencia que se encuentra entre sus bornes, es decir, la suma de la resistencia interna del voltímetro más la del amperímetro.
- El voltímetro indica la tensión que hay entre sus bornes (ya veremos que es la diferencia entre la tensión que entrega el óhmetro y la que cae en el amperímetro)
- El amperímetro indica el valor de la intensidad de corriente que circula por él, que es la misma que circula en todo el circuito serie.

Primera aproximación a un circuito equivalente

Si reemplazamos cada instrumento por un componente que represente en forma equivalente la (o las) propiedades que más nos interesan en cada instrumento tendremos el siguiente circuito



Donde hemos llamado E_{Ω} a la tensión que entrega el óhmetro para medir la resistencia del circuito, R_{intV} a la resistencia interna del voltímetro (tal como la podemos medir con un óhmetro en forma directa) y R_{intA} a la resistencia interna del amperímetro (tal como la podemos medir con un óhmetro en forma directa)

Podríamos ahora asignarle valores al circuito, lo que permitirá realizar el cálculo. Para ello le asignamos $200\text{K}\Omega$ a la resistencia interna del voltímetro puesto que éste está midiendo en la escala de 10 V y tiene $20\text{ k}\Omega/\text{V}$ por lo que su resistencia interna

$$R_{intV} = 20\text{ k}\Omega/\text{V} \times (\text{valor fondo de escala}) = 20\text{ k}\Omega/\text{V} \cdot 10\text{ V}$$

$$R_{intV} = 200\text{ k}\Omega$$

Valor que podemos verificar aproximadamente leyendo con un óhmetro el valor de la R_{int} en esa escala del voltímetro.

Con el mismo criterio le asignaremos una resistencia interna R_{intA} de 2000Ω al amperímetro puesto que la escala elegida de $50\ \mu\text{A}$ coincide con la de $0,1\text{ V}$ de tensión continua. A este valor lo podemos verificar aproximadamente con un óhmetro.

Finalmente le asignamos a la fuente el valor leído en el voltímetro de $5,8\text{ V}$ puesto que siendo la resistencia del voltímetro 100 veces mayor que la del amperímetro la caída de tensión en este último será despreciable a los efectos prácticos que nos interesan. Tendríamos así:

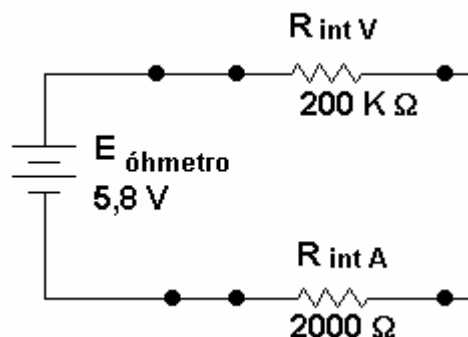


Figura 1

Circuito en el cual podemos calcular

$$I = E / (R_{intV} + R_{intA}) = 5,8V / 202.000 \Omega \cong 29 \mu A$$

Es la I que mide el amperímetro.

$$V_V = E - R_{intA} \cdot I = 5,8 V - 2000 \Omega \cdot 29 \cdot 10^{-6} A = 5,8 V - 58 \cdot 10^{-3} V$$

$V_V \cong 5,8 V = E$ puesto que los $29 \cdot 10^{-6} A \cdot 2.000 \Omega = 58 \text{ mV}$ que caen en el amperímetro son despreciables.

$$R_{Total} = 200.000 \Omega + 2.000 \Omega$$

$R_T = 202.000 \Omega$ que coincide con la lectura efectuada por el óhmetro.

Segunda aproximación a un circuito equivalente

En una segunda aproximación un poco más precisa podemos incluir en el circuito equivalente el valor de la resistencia interna del óhmetro. De tal modo que el circuito queda ahora

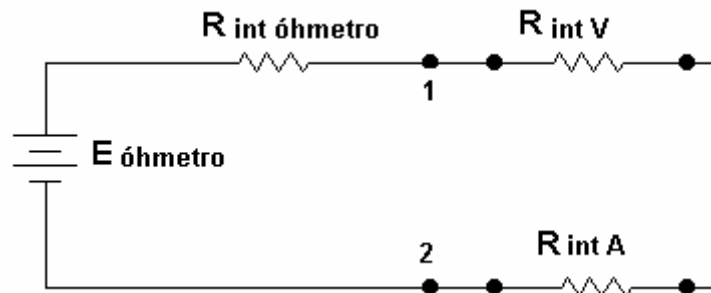


Figura 2

Para determinar el valor de E'_{Ω} y de la $R_{int\Omega}$ necesitamos hacer mediciones adicionales.

La tensión de fuente del óhmetro (E'_{Ω}) queda inaccesible desde afuera de la carcasa, por lo que se determina su tensión mediante el siguiente procedimiento: Se conecta un voltímetro V_1 al óhmetro (Ver figura 3). Luego se conecta un segundo voltímetro V_2 en paralelo con V_1 al óhmetro. (Ver figura 4). Ambos se conectan a los bornes accesibles del óhmetro, en los puntos "1" y "2" de la figura 2.

El cálculo se efectuará del siguiente modo:

$$E'_{\Omega} = R_{int\Omega} \cdot I_1 + R_{V1} \cdot I_1 = R_{int\Omega} \cdot I_2 + R_{V12} \cdot I_2$$

Donde R_{V1} es la resistencia interna del voltímetro V_1 y R_{V12} la resistencia interna de ambos voltímetros en paralelo.

$$R_{int\Omega} \cdot (I_2 - I_1) = R_{V1} \cdot I_1 - R_{V12} \cdot I_2$$

$$R_{int\Omega} = (R_{V1} \cdot I_1 - R_{V12} \cdot I_2) / (I_2 - I_1)$$

donde $R_{V1} \cdot I_1$ es la tensión que mide un voltímetro en paralelo con el óhmetro y $R_{V12} \cdot I_2$ es la tensión que miden dos voltímetros en paralelo con el óhmetro. Estos 2 voltímetros en paralelo presentarán al óhmetro la mitad de resistencia que cada uno de ellos (si son iguales)
 Los circuitos que representan las mediciones serían

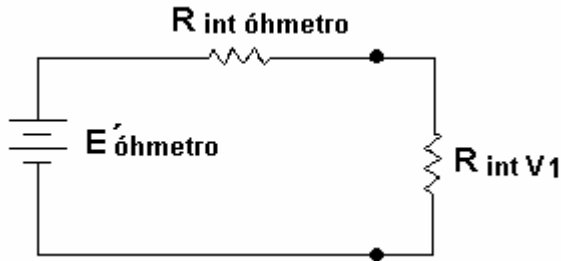


Figura 3

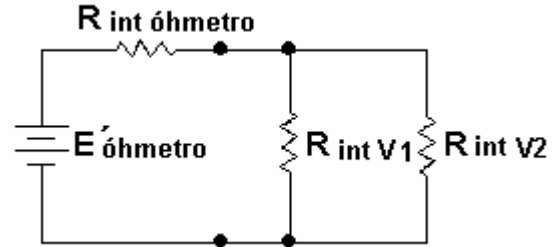


Figura 4

podemos calcular la I_2 como

$$I_2 = E_{V12} / [(R_{V1} \cdot R_{V12}) / (R_{V1} + R_{V12})] \quad \text{y} \quad I_1 = E_{V1} / R_{\text{int } V1}$$

donde E_{V12} es la tensión medida por los voltímetros. (La misma tensión medida por el voltímetro 1 que por el voltímetro2)

Reemplazando con los valores leídos en los instrumentos tenemos que

$$R_{\text{int } \Omega} = (6,4 \text{ V} - 4,2 \text{ V}) / (40 \mu\text{A} - 30 \mu\text{A})$$

$$R_{\text{int } \Omega} = 2,2\text{V} / 10 \cdot 10^{-6} \text{ A} \cong 220.000 \Omega$$

Nuevas preguntas:

1. ¿Cuál sería entonces E'_{Ω} ?
2. ¿Qué tensión medirá aproximadamente un voltímetro de $R_{\text{int}} = 10 \text{ M } \Omega$ puesto en paralelo con el óhmetro?
3. La resistencia interna calculada del óhmetro, ¿será la misma en todas las escalas de medición? ¿Cómo lo verificaría?
4. Proponga otro modo de calcular la resistencia interna del óhmetro.
5. ¿Qué utilidad práctica tiene el conocer la resistencia interna de los instrumentos?