



ANÁLISIS DE LA MEDICIÓN DE RESISTENCIA CON VOLTÍMETRO Y AMPERÍMETRO



Introducción

Ventajas

- Cuando se trata de medir resistencia variables con el tiempo, la temperatura resulta imprescindible.

Desventajas

- Conexionado relativamente complejo
- Provoca error en función de la configuración usada

Introducción

$$R_i = \frac{V_i}{I_i}$$

Ri : Resistencia indicada

Vi : Tensión indicada

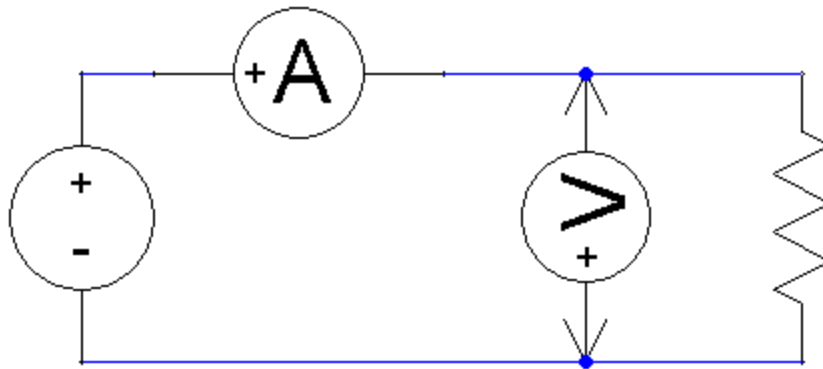
Ii : Corriente indicada

$$e_m = \frac{R_i - R}{R}$$

$$R = \frac{R_i}{1 + e_m}$$

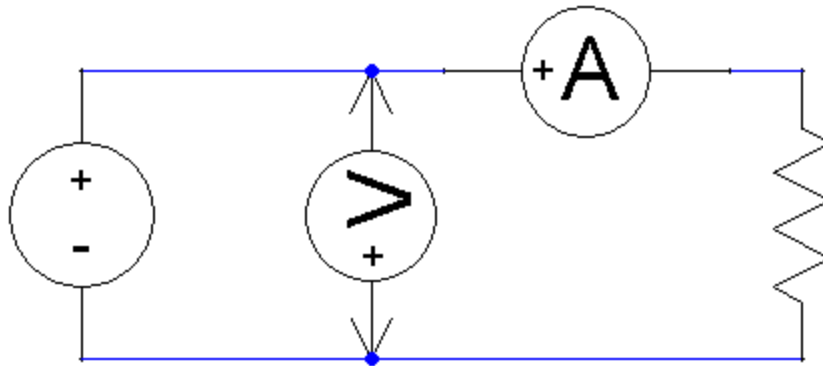
R : Resistencia verdadera

Hay dos configuraciones posibles



Tensión bien medida

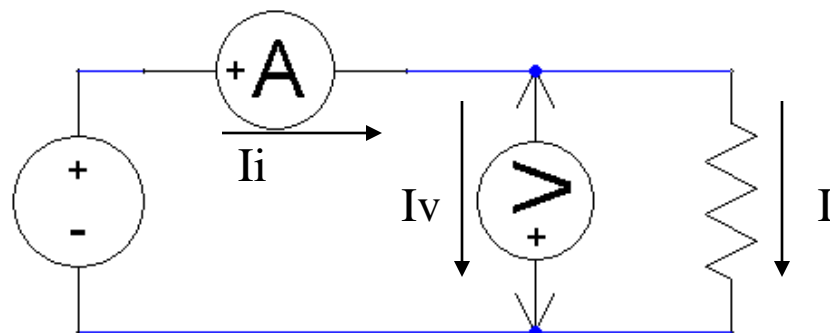
T.B.M



Corriente bien medida

C.B.M.

Tensión bien medida



$$\begin{cases} I_i = I_v + I \\ V_i = V \end{cases}$$

$$R_i = \frac{V_i}{I_i} \quad \text{Reemplazando } I_i \quad R_i = \frac{V}{I_v + I}$$

Dividiendo el segundo miembro por V

$$\frac{1}{R_i} = \frac{I_v}{V} + \frac{I}{V} \Rightarrow \frac{1}{R_i} = \frac{1}{R_v} + \frac{1}{R}$$

$$\boxed{R_i = \frac{R_v \cdot R}{R_v + R}} \quad \boxed{R = \frac{R_v \cdot R_i}{R_v - R_i}}$$

Tensión bien medida

Volviendo a la expresión de error de método

$$e_m = \frac{R_i - R}{R} \quad \text{Reemplazamos la expresión de } R = \frac{R_v \cdot R_i}{R_v - R_i}$$

$$e_{mTBM} = \frac{R_i - \frac{R_v \cdot R_i}{R_v - R_i}}{\frac{R_v \cdot R_i}{R_v - R_i}} \Rightarrow e_{mTBM} = -\frac{R_i}{R_v}$$

Que conclusiones podemos sacar ?

- Que la medición es por defecto
- Que disminuye con el valor de R_i
- Disminuye con el aumento de R_v

Resistencia del Voltímetro

Fluke 189

Model 187 & 189

Manual de Uso

Impedancia de entrada

Función	Impedancia de entrada (Nominal)
Voltios, mV	10 M Ω , < 100 pF

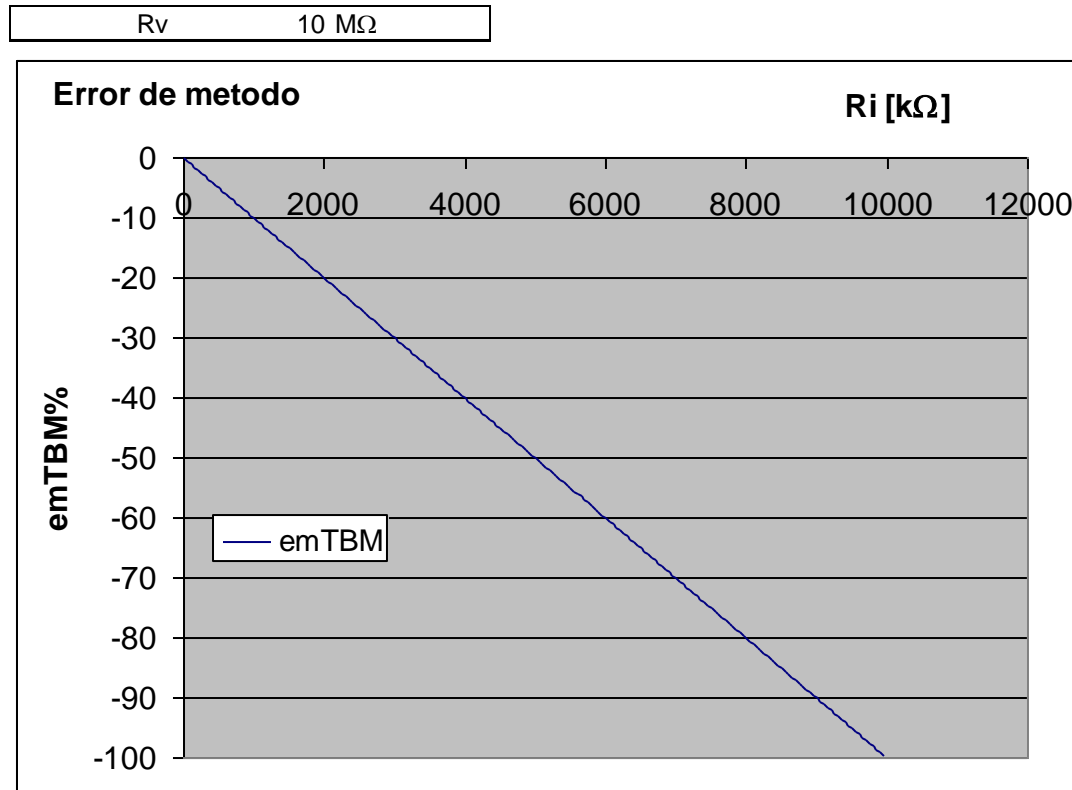
Tektronix TX3

Cuadro 4: Características del voltaje de CC

Características	Descripción
Tiempo de establecimiento	3 lecturas (habitual)
Frecuencia de lectura	5.000 ct.: 4 lecturas por segundo 50.000 ct.: 1 lectura por segundo
Razón de rechazo	
Modo común	120 dB a CC o 50 Hz o 60 Hz
Modo normal	60 dB a 50 Hz o 60 Hz
Impedancia de entrada	10 M Ω (habitual)



Tensión bien medida



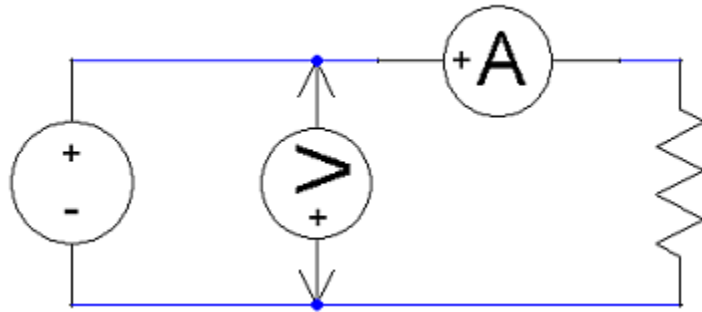
Con:

$R=1\text{M}\Omega$

$R_v=10\text{M}\Omega$

cometemos un
error de método
del 10%

Corriente bien medida



$$\begin{cases} I_i = I \\ V_i = V + V_A \end{cases}$$

$$R_i = \frac{V_i}{I_i} \longrightarrow R_i = \frac{V + V_A}{I} = \frac{V}{I} + \frac{V_A}{I}$$

$$R_i = R + R_A$$

$$R = R_i - R_A$$

Corriente bien medida

Volviendo a la expresión de error de método

$$e_m = \frac{R_i - R}{R}$$

Reemplazamos la expresión de

$$R = R_i - R_A$$

$$e_m = \frac{R_i - R}{R} = e_m = \frac{R_i - (R_i - R_A)}{R_i - R_A}$$

$$e_{mCBM} = \frac{R_A}{R_i - R_A}$$

Que conclusiones podemos sacar ?

- Que la medición es por exceso
- Que disminuye con el aumento valor de R_i
- Disminuye junto R_A

Resistencia del Amperímetro

Fluke 189

Tensión típica de la carga (A, mA, μ A)

Función	Rango	Tensión de la carga (típica)
mA - μ A	500,00 μ A	102 μ V / μ A
	5000 μ A	102 μ V / μ A
	50,000 mA	1,8 mV / mA
	400,00 mA	1,8 mV / mA
A	5,0000 A	0,04 V / A
	10,000 A	0,04 V / A

Tektronix TX3

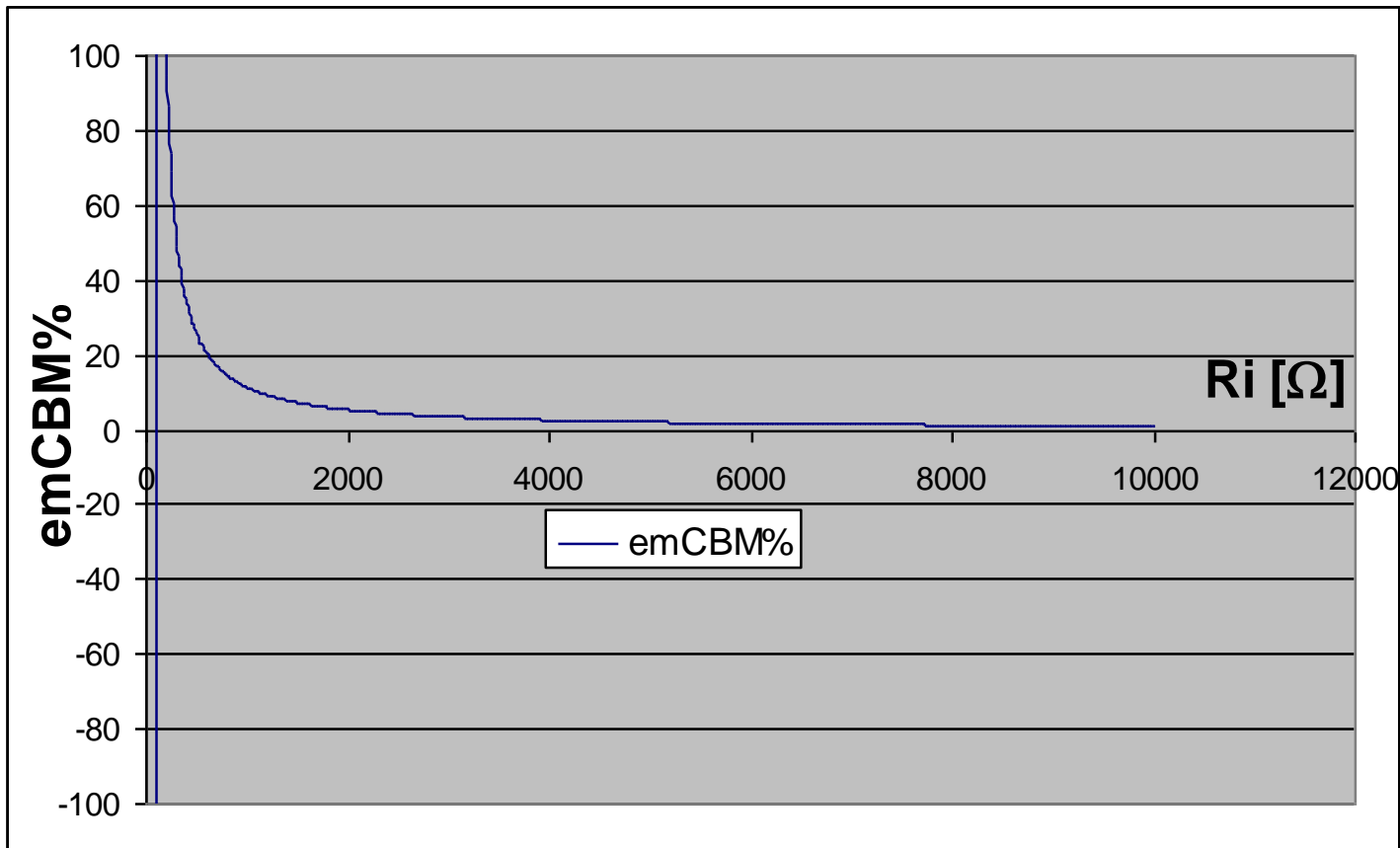
Cuadro 8: Características de corriente de CC

Características	Descripción
Voltaje de carga	5 mA a 5 A: 0,3 V máx. 10 A: 0,5 V máx.
Porcentaje de 4-20 mA (calculado en un rango de 50 mA)	4 mA = 0% 20 mA = 100%
Tiempo de establecimiento	4 lecturas (habitual)
Frecuencia de lectura	5.000 ct.: 4 lecturas por segundo 50.000 ct.: 1 lectura por segundo

Corriente bien medida

R_A 102 Ω

Fluke 189 rango de 5000 μA



Resistencia Crítica

Aplicaremos un metodo para determinar a partir de que valor de resistencia conviene usar un método o el otro.

Asi:

$$\text{Si } R_i < R_c \quad e_{mTBM} < e_{mCBM}$$

$$\text{Si } R_i > R_c \quad e_{mTBM} > e_{mCBM}$$

Para ellor planteamos que resistencia R_i cumple $e_{mTBM} = e_{mCBM}$
Y a dicha resistencia la llamamos R_c

Resistencia Crítica

$$e_{mTBM} = e_{mCBM} \Leftrightarrow \frac{R_A}{R_c - R_A} = -\frac{R_c}{R_v}$$

$$R_c = -\sqrt{R_A \cdot R_v}$$

Si $R_i < R_c$	el método que menor error de método introduce es TBM
Si $R_i > R_c$	el método que menor error de método introduce es CBM

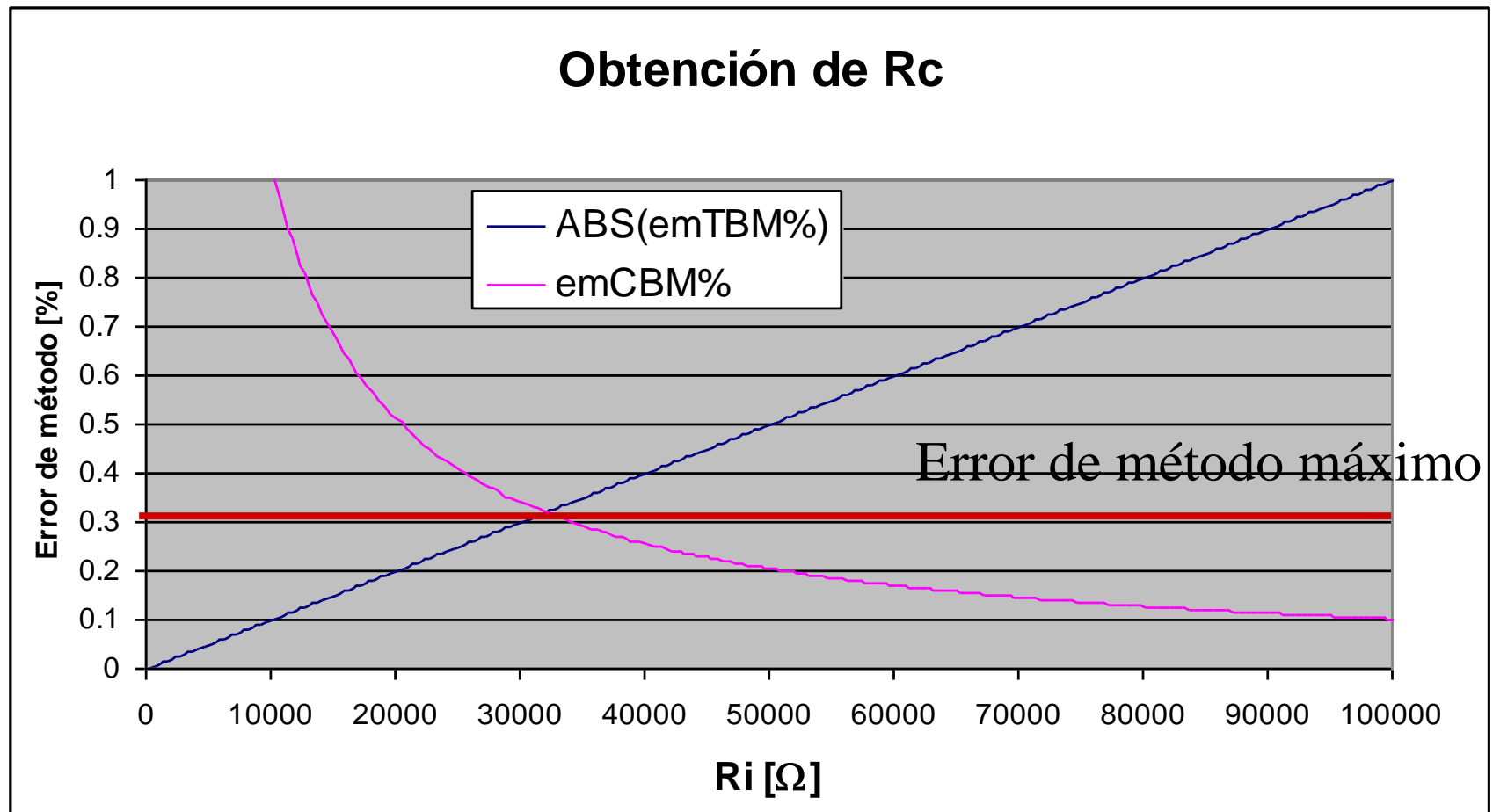
Analizemos el caso de los instrumentos propuestos

$$R_v = 10 \text{ M}\Omega$$

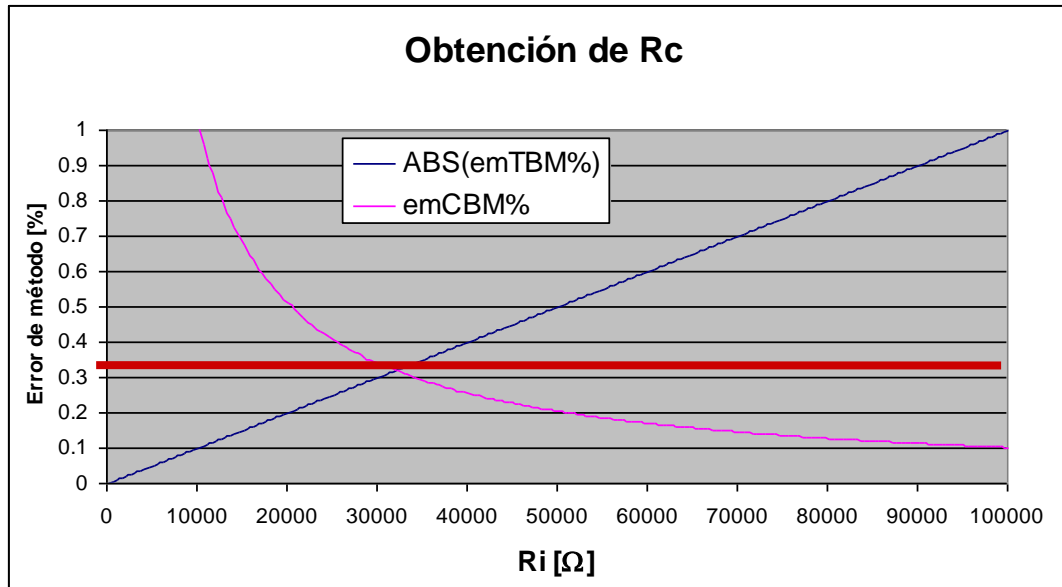
$$R_a = 102 \text{ }\Omega$$

$$R_c = 31622.77 \text{ }\Omega$$

Resistencia Crítica



Error de método máximo



Error de método máximo

$$e_{mTBM} = -\frac{R_i}{R_v}$$

Reemplazamos R_i por R_c

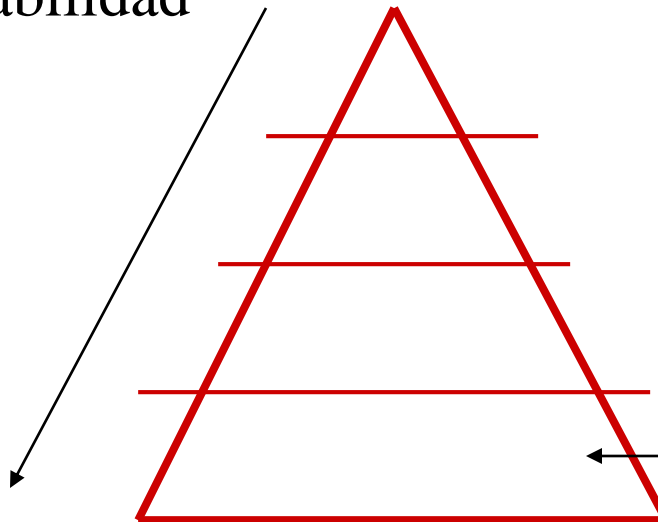
$$|e_{mMAX}| = \left| \frac{R_i}{R_v} \right| = \frac{\sqrt{R_A \cdot R_V}}{R_V}$$

$$|e_{mMAX}| = \sqrt{\frac{R_A}{R_V}}$$

A TRABAJAR !!

- Procedimiento específico para la calibración de resistencias de valor medio con Voltímetro y Amperímetro.
- Generar un informe de calibración.

Trazabilidad



DMM 6 ½

Multímetros calibrados

Resistencias Patrones

Calibración de resistencias por
comparación y sustitución