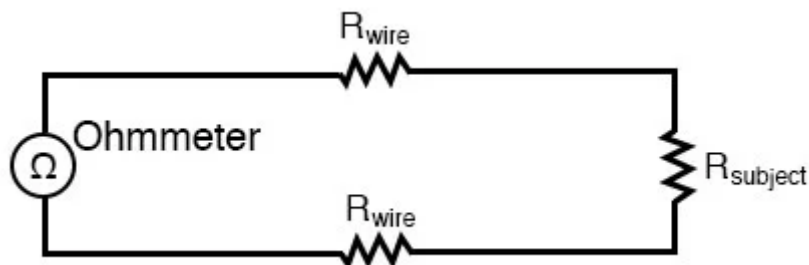


Pinzas Kelvin de 4 hilos

- Las pinzas Kelvin permiten medir resistencias muy bajas con gran precisión, separando completamente el circuito que **inyecta corriente** del circuito que **mide la tensión**. Así se evita que la resistencia de los cables, las pinzas y los contactos falseen el resultado.

Medición con 2 hilos



- En una medición convencional de dos hilos, el instrumento mide no solo la resistencia del componente R_x , sino también la resistencia de los conductores y contactos:

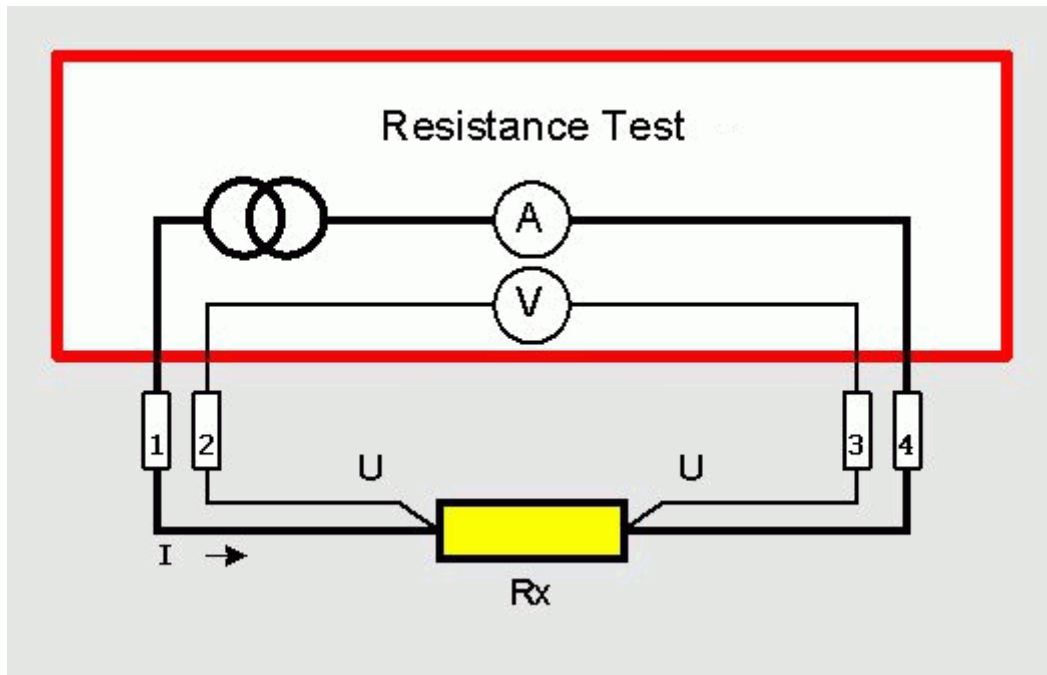
$$R_{medida} = R_{cables} + R_{contactos} + R_x$$

- Esto es especialmente problemático cuando R_x tiene un valor pequeño. Por ejemplo, si se intenta medir una resistencia de 100 mΩ utilizando cables con 200 mΩ, el error puede ser mayor que el valor que se desea medir.

Medición con 4 hilos

Principio de funcionamiento

- En el método Kelvin se utilizan dos circuitos independientes.
 - Force o C-corriente:** inyecta una corriente conocida a través del componente.
 - Sense, Potential o P-tensión:** mide la caída de tensión directamente sobre el componente.
- El diagrama del circuito muestra las resistencias individuales del circuito equivalente utilizado.
 - Las resistencias 1 y 4 representan las resistencias de contacto de las conexiones de alimentación.
 - Las resistencias 2 y 3 corresponden a las resistencias de contacto en el circuito de medición de voltaje.

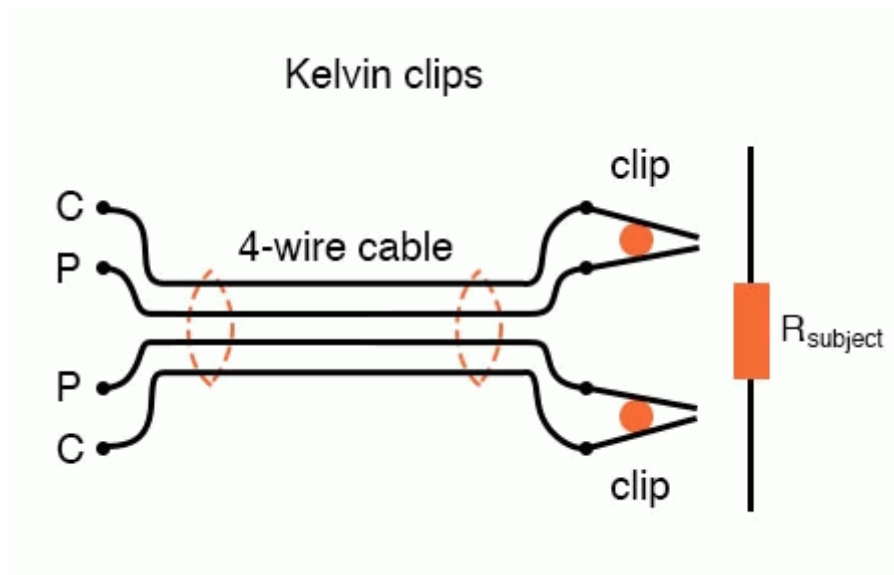


$$R_x = \frac{V_x}{I}$$

- El instrumento calcula:
- Al medir la caída de voltaje en la resistencia R_x , se hace evidente de inmediato que las resistencias 1 y 4 no influyen en el resultado de la medición del voltaje. Están fuera de la toma de voltaje y, por lo tanto, no se incluyen en el voltaje.
- Un requisito indispensable para una medición de voltaje correcta es una resistencia interna muy alta del voltímetro en relación con las resistencias 2 y 3. Esta es la única manera de garantizar que no circule una corriente de medición significativa por el circuito de medición de voltaje y, por lo tanto, que no se produzca ningún error de medición. En la práctica, esta condición se cumple fácilmente: las resistencias de contacto 2 y 3 suelen ser inferiores a $1\ \Omega$, mientras que la resistencia interna de un voltímetro suele ser superior a $1\ \text{M}\Omega$. Por lo tanto como la entrada de tensión tiene una impedancia muy elevada, por los cables de medida circula una corriente prácticamente despreciable y debido a ello la caída de tensión en sus propios cables y contactos es mínima.
- La pinza Kelvin no elimina físicamente la resistencia de los cables ni de los contactos. Lo que hace es **evitar que esas resistencias formen parte de la tensión que utiliza el instrumento para calcular R_x** .
- La corriente circula por los contactos exteriores, mientras que la tensión se detecta en los contactos interiores, directamente sobre el elemento bajo prueba. Esta separación es la razón por la que el método resulta especialmente eficaz por debajo de $1\ \Omega$.
- La técnica también se utiliza en fuentes de alimentación con **remote sense**, donde la fuente regula la tensión directamente en la carga y no en sus bornes de salida.

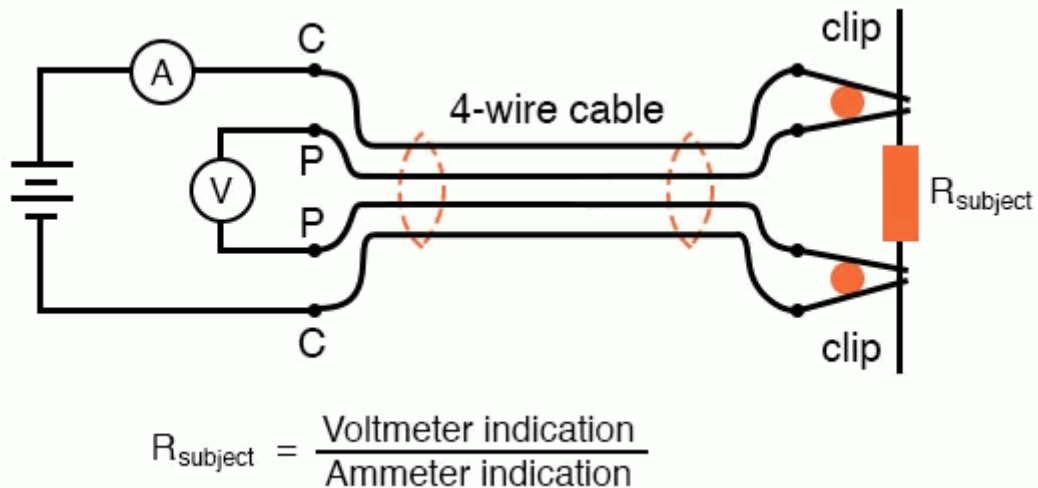
Construcción de una pinza Kelvin

- Una pinza Kelvin parece una pinza de cocodrilo convencional, pero sus dos mitades están eléctricamente separadas: Cada mandíbula contiene dos contactos aislados.



- Dependiendo del modelo, los cuatro conductores pueden salir como:
 - Cuatro cables independientes.
 - Dos cables coaxiales o trenzados.
 - Un cable de corriente y otro de tensión por cada pinza.
 - Conectores separados para **FORCE** y **SENSE**: C y P respectivamente en la figura adjunta.
- Es fundamental consultar la identificación del fabricante. Los colores no están completamente normalizados: algunos modelos utilizan rojo/negro para corriente y otro par para tensión, pero otros emplean combinaciones diferentes.

Esquema de conexionado



- Los terminales **P** deben estar lo más cerca posible del cuerpo o elemento activo de la resistencia. De ese modo, la tensión medida no incluye la caída producida en los terminales, soldaduras, barras o cables de conexión.
- La correspondencia habitual se muestra a continuación, con los diferentes nombres que podemos encontrar en los terminales según el fabricante:

Terminal del instrumento				Función	Conexión
Force High	Hcur	I +	C +	Inyección de corriente	Contacto exterior positivo pinza roja
Sense High	Hpot	V +	P +	Medida de tensión	Contacto interior positivo pinza roja
Sense Low	Lpot	V -	P -	Medida de tensión	Contacto interior negativo pinza negra
Force Low	Lcur	I -	C -	Retorno de corriente	Contacto exterior negativo pinza negra

Procedimiento práctico

1. Desconectar el componente del circuito, especialmente si se va a medir resistencia en continua.
2. Descargar condensadores y eliminar cualquier tensión externa.
3. Seleccionar el modo de resistencia, miliohmios, LCR o impedancia de cuatro terminales.
4. Identificar los terminales **FORCE** y **SENSE**.
5. Limpiar las zonas de contacto si hay óxido, suciedad o grasa.
6. Colocar los contactos de fuerza en la parte exterior.
7. Colocar los contactos de tensión entre los contactos de fuerza, lo más cerca posible del componente.
8. Realizar el cero o compensación de cables si el instrumento lo permite.
9. Aplicar la corriente de prueba y esperar a que la lectura se estabilice.
10. Repetir la medición invirtiendo la polaridad si se desea detectar efectos termoeléctricos u offset.
11. Registrar la temperatura, la corriente de prueba y el valor obtenido.

Precauciones importantes

- No confundir los terminales **SENSE** con los de **FORCE**.
- No utilizar una pinza Kelvin como si fuera una pinza convencional sin comprobar el aislamiento entre contactos.
- No superar la corriente admisible de la pinza, el componente o el instrumento.
- En resistencias muy bajas, la corriente de medida puede calentar el componente y modificar su valor.
- Las superficies oxidadas o contaminadas producen lecturas inestables.
- Para corrientes elevadas, utilizar cables cortos, gruesos y preferentemente trenzados.
- Mantener separados los cables de fuerza y de medida cuando exista ruido eléctrico.
- No medir directamente componentes conectados a una fuente activa salvo que el instrumento esté diseñado para esa función.
- En medidas de microohmios, considerar la fuerza de contacto, la temperatura, la estabilidad mecánica y las tensiones termoeléctricas.

Diferencia entre medición de 2 y 4 hilos

Característica	Dos hilos	Cuatro hilos Kelvin
Número de conexiones	2	4
Corriente y tensión	Por los mismos cables	Por circuitos separados
Influencia de los cables	Alta en bajas resistencias	Muy reducida
Influencia de los contactos	Se suma al resultado	Se minimiza
Circuito de medida	Más sencillo	Más complejo
Aplicación típica	Resistencias medias y altas	Miliohmios y resistencias de precisión
Coste	Bajo	Superior
Necesidad de instrumento especial	No siempre	Sí, normalmente

Ejemplo comparativo de medición

- **Con pinza Kelvin.** Supongamos que el instrumento fuerza una corriente de 1 A y mide una caída de tensión de 82 mV. La resistencia calculada será entonces:

$$R_x = \frac{82mV}{1A} = 82 \text{ m}\Omega$$

- **Medición con 2 hilos.** En una medición de dos hilos, la lectura podría ser, por ejemplo, **280 mΩ**, porque incluiría aproximadamente **82 mΩ** del componente, **100 mΩ** de cables y **98 mΩ** de contactos y conexiones.

Aplicaciones principales

Resistencias de bajo valor. Es la aplicación más habitual:

- Resistencias shunt de 1 mΩ, 10 mΩ o 100 mΩ.
- Resistencias de potencia.
- Resistencias de frenado.
- Resistencias calefactoras de baja impedancia.
- Resistencias de precisión para medida de corriente.

Baterías y sistemas de potencia

- Puede utilizarse para medir:
 - Resistencia interna de baterías.
 - Resistencia de contactos y bornes.
 - Caídas de tensión en cables de alta corriente.
 - Barras de distribución.
 - Uniones atornilladas o soldadas.
- La resistencia interna de una batería depende de la corriente de prueba, la frecuencia, el estado de carga y la temperatura. Por ello, una medida Kelvin de continua y una medida de impedancia en corriente alterna no son necesariamente equivalentes.

Bobinados y motores

- Se emplea para medir:
 - Resistencia de bobinados de motores.
 - Diferencias entre fases.
 - Resistencia de transformadores.
 - Devanados de relés y contactores.
 - Continuidad de conductores de protección.
- Una diferencia entre bobinados puede indicar espiras en cortocircuito, una conexión defectuosa o un problema de soldadura.

Conductores, PCB y contactos. También resulta útil para:

- Medir la resistencia de pistas de circuito impreso.
- Verificar vías y planos de cobre.

- Detectar soldaduras frías.
- Comparar contactos de conectores.
- Evaluar fusibles y portafusibles.
- Medir cables de potencia.
- Comprobar uniones de tierra o PE.

Semiconductores y encapsulados. Puede emplearse para estudiar:

- Resistencia térmica o eléctrica de conexiones.
- Contactos de potencia.
- Terminales de transistores y diodos de potencia.
- Conexiones internas de módulos IGBT o MOSFET.
- Resistencias de contacto en dispositivos de potencia.

From:

<https://euloxio.myds.me/dokuwiki/> - **Euloxio wiki**

Permanent link:

https://euloxio.myds.me/dokuwiki/doku.php/doc:tec:lab:tester:lab_ztdq02:kelvin

Last update: **2026/10/03 12:53**

