

Medidas Electrónicas I - T.P. Lab. N°2
Medición de la resistencia de un conductor

Della Santana Lucas
Gonzalez Gabriel
Gratton Antonino
Randazzo Ignacio Agustin

10 de abril de 2018

Índice general

1. Introducción	2
1.1. Objetivo	2
1.2. Materiales e Instrumental necesarios	2
1.3. Introducción	2
2. Desarrollo	4
2.1. Procedimiento	4
2.2. Cálculo de la incertidumbre en la medición	5
2.3. Determinación del valor de resistencia por unidad de longitud R_l	5
3. Conclusion	7
3.1. Conclusiones	7

Capítulo 1

Introducción

1.1. Objetivo

Determinar la resistencia por unidad de longitud de un cable/alambre conductor. Dar el resultado de la medición acompañado del grado de incertidumbre.

1.2. Materiales e Instrumental necesarios

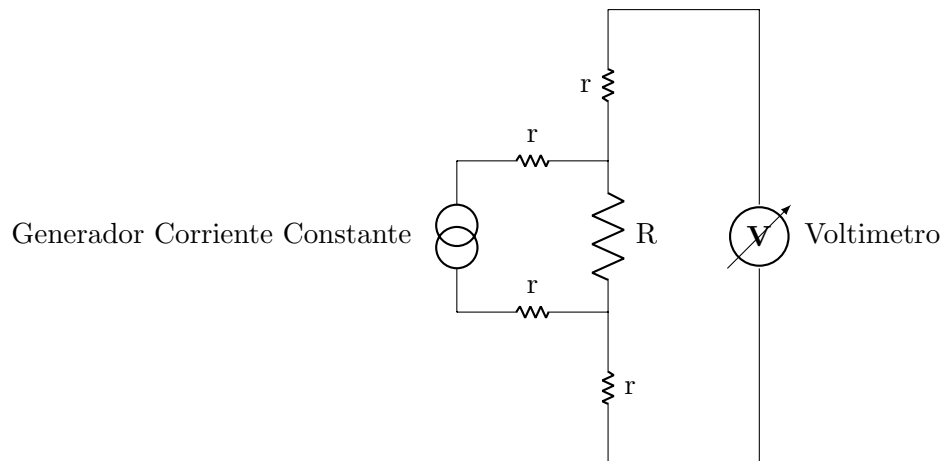
- Multímetro digital con su correspondiente manual de especificaciones.
- Circuito generador de corriente constante.
- Probeta a ensayar (Tramo de cable o alambre de longitud conocida).

1.3. Introducción

Para efectuar la medición de resistencias de pequeño valor se requiere, por lo general, el empleo de métodos y/o instrumentos especiales. Estas mediciones no se pueden hacer mediante el óhmetro de un multímetro común porque la resistencia de contacto que hay entre las puntas de prueba del instrumento y los terminales del elemento que se mide se suma al resultado agregándose así un error que puede llegar a ser muy importante sobre todo si la magnitud de la resistencia que se espera medir es de unos pocos Ohm. Por otra parte es bastante difícil descontar el error, dado que las resistencias de contacto son de valor impredecible y pueden variar dependiendo de las condiciones de la prueba.

Se puede efectuar una medición más exacta de resistencias de pequeño valor, utilizando algún instrumento que emplee el método de 4 terminales. Este método se vale de una fuente que proporciona una corriente de prueba, la cual se aplica al elemento cuya resistencia se desea medir por medio de dos terminales, luego se determina la caída de tensión provocada mediante un voltímetro que se conecta con otros dos terminales separados de los primeros. Las resistencias de contacto no se eliminan, pero al separarse los contactos de corriente de los contactos de potencial, el error puede ser descartado. En este trabajo práctico se determinará la resistencia por unidad de longitud de un cable/alambre conductor mediante el empleo del método descrito. Para ello se usará un generador de corriente constante, que el alumno deberá implementar, y un multímetro digital, que se utilizará como miliamperímetro, para ajustar y calibrar la corriente de prueba, y luego como voltímetro para medir la caída de tensión producida.

Además deberá determinarse la incertidumbre presente en la medición efectuada, y para ello será necesario tener en cuenta las especificaciones de exactitud del instrumento empleado y aplicar la teoría de propagación de errores en mediciones indirectas que el alumno aprenderá en la parte teórica del curso.



En este trabajo práctico se determinará la resistencia por unidad de longitud de un cable/alambre conductor mediante el empleo del método descrito. Para ello se usará un generador de corriente constante, que el alumno deberá implementar, y un multímetro digital, que se utilizará como miliamperímetro, para ajustar y calibrar la corriente de prueba, y luego como voltímetro para medir la caída de tensión producida.

Además deberá determinarse la incertidumbre presente en la medición efectuada, y para ello será necesario tener en cuenta las especificaciones de exactitud del instrumento empleado y aplicar la teoría de propagación de errores en mediciones indirectas que el alumno aprenderá en la parte teórica del curso.

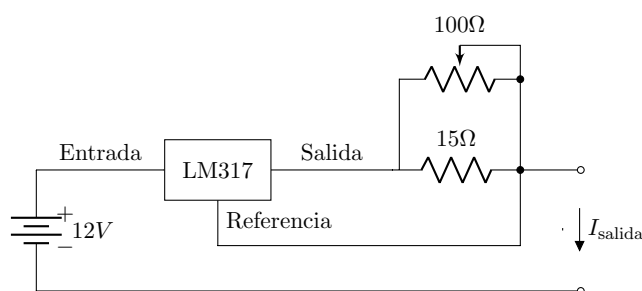
Capítulo 2

Desarrollo

2.1. Procedimiento

Para efectuar la medición, se necesita disponer de un generador de corriente constante.

En el siguiente esquema se muestra como se puede implementar el mismo utilizando un regulador monolítico LM317, y la corriente de salida puede ajustarse a valores próximos a 100mA. Aunque en el esquema se indica emplear una tensión de alimentación de 12V, es posible utilizar otros valores, siendo el requerimiento mínimo: $V_{cc} = 3V + V_s$ (donde V_s es la tensión a bornes de la probeta, la cual dependerá del valor de resistencia de la misma).



Como se espera medir un valor bajo de resistencia, se puede decir casi con certeza que el valor mínimo de la tensión de alimentación será alrededor de 4V.

En el circuito, el resistor ajustable regula la corriente de salida. Se sugiere utilizar un valor de corriente de prueba de 10mA o 100mA. De esta manera la lectura de tensión en mV es, salvo por la posición de la coma, equivalente al valor de resistencia en Ω .

- La probeta consiste en un tramo de longitud conocida del cable a ensayar. Por razones prácticas, el mismo debe disponerse en forma de un rollo y para que este no se comporte como una bobina, conviene emplear un arrollamiento no inductivo, el cual se consigue plegando el cable por la mitad y luego arrollando el conjunto.
- Inicialmente deberá disponerse el multímetro como mili-amperímetro para ajustar el generador de corriente. Si es posible habrá que usar un rango tal que permita medir cómodamente el valor de la corriente de salida (por ejemplo 200mA).
- Seguidamente, se conectará el generador a la probeta. Con el multímetro dispuesto como mili-voltímetro en un rango apropiado (por ejemplo 200mV), y cuidando de conectar el mismo para obviar el contacto del generador, se debe medir la caída de tensión.
- Consignar los valores obtenidos en la tabla correspondiente y calcular el valor de la resistencia de la probeta.

2.2. Cálculo de la incertidumbre en la medición

La incertidumbre en la determinación de la resistencia por el método propuesto, se vincula con los errores que pueden estar presentes en cada una de las mediciones implicadas en el procedimiento.

En este caso hay dos mediciones que deben efectuarse, una de corriente y una de tensión, y las dos se hacen con el multímetro, por ende el error relativo máximo total es la suma de los errores relativos máximos parciales, es decir:

$$\frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta I}{I} \quad (2.1)$$

Los instrumentos (UNI-T UT61C para tensión y ProsKit MT-5211 para corriente) utilizados para cada medición tienen las siguientes especificaciones:

$$V[600mV] \rightarrow \boxed{\Delta V = 0,5 \% \text{ Medición} + 1 \text{ dígitos}[0.1mV]}$$

$$I[200mA] \rightarrow \boxed{\Delta I = 1,2 \% \text{ Medición} + 4 \text{ dígitos}[0.1mA]}$$

		ΔX	$\frac{\Delta X}{X}$	$\frac{\Delta X}{X} \cdot 100$
V	104mV	0.62mV	0.006	0.596
I	100.5mA	1.31mA	0.012	1.2
R	1.035Ω	0.019Ω	0.018	1.8

El valor de la resistencia se calcula mediante $R = \frac{V}{I}$, y el ΔR se acomodando la ecuación 2.1 para llegar a $\Delta R = R \cdot \left(\frac{\Delta V}{V} + \frac{\Delta I}{I} \right)$

2.3. Determinación del valor de resistencia por unidad de longitud R_l

Obviamente, el valor de resistencia por unidad de longitud del cable/alambre conductor ensayado, se obtendrá dividiendo la resistencia total medida por la longitud de la probeta.

Este paso agregará una nueva fuente de error, pues habrá que tener en cuenta la incertidumbre presente en la medición de la longitud total de la probeta.

Para el propósito que se busca en el presente trabajo práctico, no parece oportuno adentrarse en la problemática de la medición de longitud de la probeta, pues en el laboratorio de electrónica no se disponen de los elementos necesarios, por eso se tomará como dato válido de la longitud de la probeta (L_p), el valor que se encuentre en un rótulo o cartel adosado a la misma.

Entonces, se pide determinar el valor de resistencia por unidad de longitud y agregar al cálculo del error máximo total la incertidumbre asociada a la longitud.

$R [\Omega]$	1.035 ± 0.019
$L_p [m]$	20 ± 0.02
$R_l [\Omega/m]$	0.05 ± 0.001
Incertidumbre total	0.00108

Como las variables R y L_p no solo se han medido en lugares y momentos distintos, a su vez con distintos instrumentos de medición, asumimos que ambas mediciones son completamente

independientes la una de la otra. Al considerar ambas mediciones como independientes, podemos usar una formula distinta para el calculo de incertidumbre total, que nos dará un valor menor, que el que nos daría si fuesen dependientes.

A continuacion se desarrollan las formas de calcular R_l y ΔR_l

$$R_l = \frac{R}{L_p} = \frac{1}{20} = 0,05$$

$$\Delta R_l = \sqrt{\left(\frac{\partial(R/L_p)}{\partial L_p} \cdot |\Delta R|\right)^2 + \left(\frac{\partial(R/L_p)}{\partial R} \cdot |\Delta L_p|\right)^2}$$

$$\Delta R_l = \sqrt{\left(\frac{1}{L_p} \cdot |\Delta R|\right)^2 + \left(\frac{R}{L_p^2} \cdot |\Delta L_p|\right)^2}$$

$$\Delta R_l = \sqrt{\left(\frac{1}{20} \cdot 0,019\right)^2 + \left(\frac{1,035}{400} \cdot 0,20\right)^2}$$

$$\Delta R_l = 0,00108$$

$$\Delta R_l \approx 0,001$$

Capítulo 3

Conclusion

3.1. Conclusiones

Elabore conclusiones teniendo en cuenta lo siguiente:

- ¿Que ventajas presenta el método de medición con 4 terminales por sobre los métodos convencionales?
 - La medición de 4 terminales es que permite medir valores pequeños de resistencia, sin importar la resistencia de los terminales del multímetro.

También, dependiendo del multímetro, puede significar un error mucho mas pequeño al medir tension y corriente, que si solo midiésemos resistencia, en nuestro caso, usando el UNI-T UT61C y el ProsKit MT5211, logramos una precision de 1.8 % en la resistencia, y si hubiésemos usado cualquiera de esos dos multímetros, la incertidumbre hubiese sido de $(1\% + 2\text{dígitos}[0.1\Omega])$ y $(0.8\% + 5\text{dígitos}[0.1\Omega])$, respectivamente, lo cual para valores altos de resistencias es mejor, pero a valores bajos, la suma de los dígitos significa mucho error porcentual.
- Realice una búsqueda en Internet sobre el tema “caja de resistencias de precisión”. Busque información sobre instrumentos de laboratorio que se emplean para la medición de resistencia. Examine las hojas de especificaciones de los manuales de cada uno de ellos e interprete las que corresponden a incertidumbre en la medición.
 - Respuesta
- La fuente de corriente propuesta para este práctico, es muy simple pero bastante efectiva. Busque la hoja de datos del Circuito integrado LM317 e investigue como funciona.
 - Acotación?
- La ecuación que se emplea para el cálculo de la incertidumbre supone que los errores parciales se suman. Algunos autores sugieren que en algunas situaciones, una mejor estimación de la incertidumbre se obtiene efectuando la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de los errores parciales. Discuta con sus compañeros cual es la mejor opción en el caso de la experiencia que acaba de realizar.
 - En nuestro caso analizamos esto mientras desarrollábamos el practico, y optamos por utilizar dicha ecuación de la media cuadrática; ya que consideramos ambas mediciones totalmente independientes, al haber sido medidas con instrumentos totalmente distintos, en momentos y lugares distintos.