

Esercitazione di laboratorio 2

Misurazione di piccola resistenza con ponte di Wheatstone

Scopo dell'esercitazione di laboratorio

Progettare e realizzare un banco di misura (a basso costo) basato sul ponte di Wheatstone per la misurazione della resistenza di un resistore incognito di valore nominale compreso tra $4.5\ \Omega$ e $6.5\ \Omega$. Dimensionare il sistema in modo da minimizzare l'incertezza di misura ottenibile con il materiale a disposizione. Dimostrare le capacità metrologiche del proprio banco mediante la partecipazione al *key-comparison* organizzato con gli altri gruppi di lavoro, durante il quale sarà necessario misurare un campione civetta.

Il misurando è definito a $23\ ^\circ\text{C}$.

Si ipotizzi che la temperatura del laboratorio resti nel campo $20\ ^\circ\text{C} - 26\ ^\circ\text{C}$. Si consideri, inoltre, che le resistenze di cavi/contatti utilizzando la breadboard possono raggiungere anche il decimo di ohm.

Materiale a disposizione

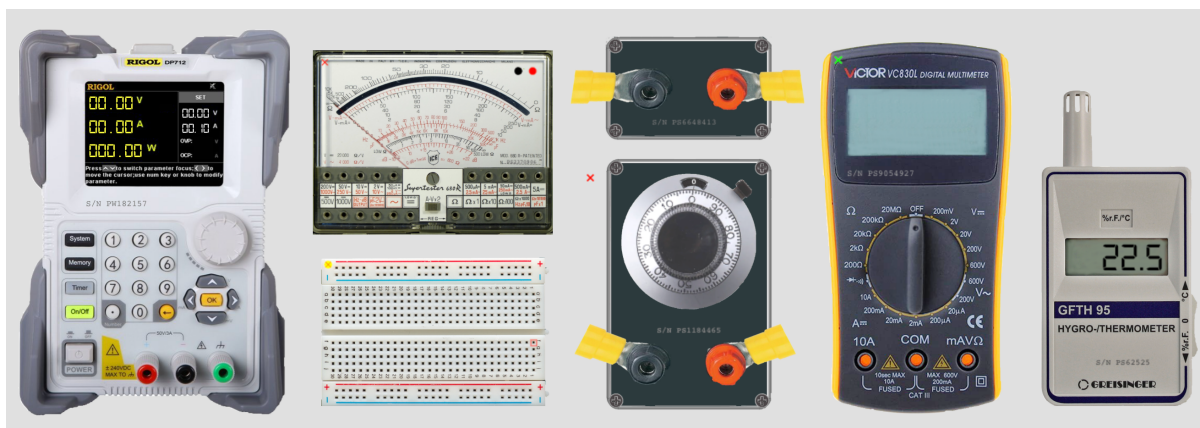
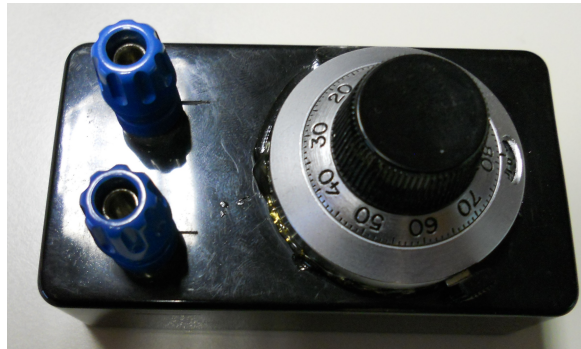


Fig.1 – Materiale a disposizione per la realizzazione del banco di misura

- ✓ Sistema in misura: scatola contenente il resistore incognito, collegabile a forchette per la misura a 4 cavi, potenza massima dissipabile **2 W** (garantita alla temperatura ambiente massima di $70\ ^\circ\text{C}$), temperatura massima di lavoro $155\ ^\circ\text{C}$, coefficiente di temperatura **$+35\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$ ($\pm 5\ \text{ppm}/^\circ\text{C}$)**.
- ✓ Multimetro digitale palmare da impiegare come rivelatore di zero (voltmetro con portata minore $100\ \text{mV}$, risoluzione $0.1\ \text{mV}$)

- ✓ Resistore variabile multigiro Vishay Spectrol 534-1-1 ($R_{MAX} = 1 \text{ k}\Omega$) da impiegare come resistore variabile (vedere la dispensa del Laboratorio 1 per ulteriori dati).



Caratteristica di uscita: $R = R_0 + K \cdot L$; $K_{nom} = 1 \text{ }\Omega/\text{div}$, $L_{MAX} = 1000 \text{ div}$

- ✓ Resistori fissi al 5% da impiegare per realizzare il lato di rapporto ($P_{MAX} = 1/4 \text{ W}$ alla temperatura di $70 \text{ }^\circ\text{C}$, coefficiente di temperatura $200 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$ ($\pm 50 \text{ ppm}/^\circ\text{C}$); massima temperatura di lavoro $155 \text{ }^\circ\text{C}$)
- ✓ Termo-igrometro GFTH 95 per la misurazione delle grandezze di influenza ambientali ($\delta t = 0.1 \text{ }^\circ\text{C}$)
- ✓ Alimentatore stabilizzato
- ✓ Cavetti per collegamenti

Per la caratterizzazione dei resistori fissi a disposizione in laboratorio è possibile usare:

- ✓ Multimetro digitale HP 34401A

Taratura dei resistori

- ❖ Utilizzate la taratura del resistore variabile multigiro effettuata mediante multimetro digitale HP 34401A durante il Laboratorio 1
- ❖ Per la caratterizzazione dei resistori fissi scelti per la realizzazione del ponte, utilizzate il multimetro digitale HP 34401 disponibile nel laboratorio. *Per lo svolgimento su simulatore, selezionare la corrispondente esperienza, tenendo in considerazione che, per ogni valore, i resistori escono dalla cassetteria (menu) sempre con lo stesso ordine (per essere sicuri di operare sui resistori corretti visualizzare il numero seriale cliccando con il tasto destro del mouse sul resistore)*

Stima preliminare del misurando

- ❖ Eseguite una misura preliminare del resistore incognito utilizzando il tester ICE o il multimetro palmare, in modo da stimare il valore di resistenza e poter progettare al meglio il ponte di Wheatstone

Progettazione del ponte e misurazione del resistore incognito

- ❖ Realizzazione del circuito di misurazione
 - Scelta della tensione di alimentazione
 - Scelta delle resistenze del lato di rapporto
 - Scelta del tipo di collegamento dei resistori del ponte (due, tre o quattro fili)
- ❖ Esecuzione delle misurazioni (bilanciamento del ponte e rilievo del valore delle resistenze R_A , R_B e R_C)
 - Verifica/compensazione dell'effetto delle f.t.e.m.
 - Stima/verifica della sensibilità del ponte
- ❖ Elaborazione dati
 - Stima del misurando
 - Stima dell'incertezza di misura
- ❖ Dichiarazione della misura: fascia di valore, unità di misura, grandezze di stato e di influenza

- Features:**
- High voltage surge handling per IEC 60065.14.1, up to 7KV
 - High tolerance to prolonged exposure to temperature and humidity stress
 - Ideal for applications requiring high stability, reliability and voltage handling; including power inverters, AC adapters and switching power supplies

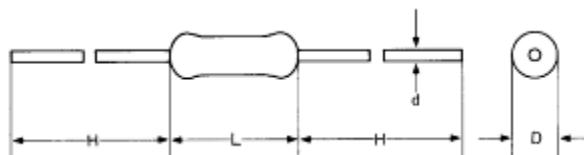


Electrical Specifications

Type / Code	Power Rating (Watts) @ 70°C	Maximum Working Voltage ⁽¹⁾	Maximum Overload Voltage	Resistance Temperature Coefficient	Ohmic Range (Ω) and Tolerance
					1% and 5%
RNV14	0.25W	1600V (DC)	3200V (DC)	±100 ppm/°C	100K - 6.8M
		1150V (RMS)	2300V (RMS)	±200 ppm/°C	100K - 15M

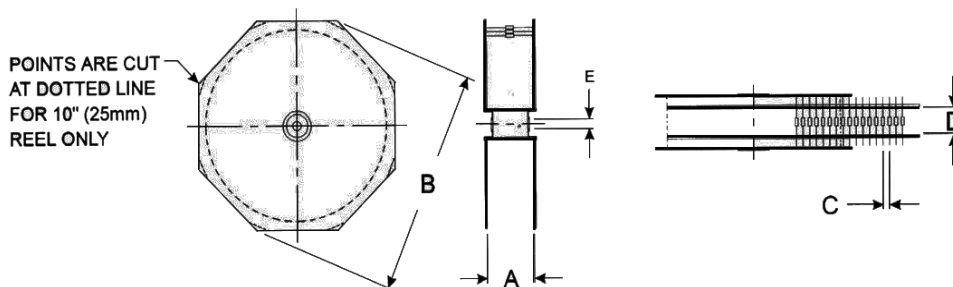
Note: (1) Lesser of $\sqrt{P \cdot R}$ or maximum working voltage

Mechanical Specifications



Type / Code	L	D	d	H	Unit
RNV14	0.236 ± 0.012	0.094 ± 0.008	0.022 ± 0.002	1.102 ± 0.079	inches
	6.00 ± 0.30	2.40 ± 0.20	0.55 ± 0.05	28.00 ± 2.00	mm

Packaging Specifications

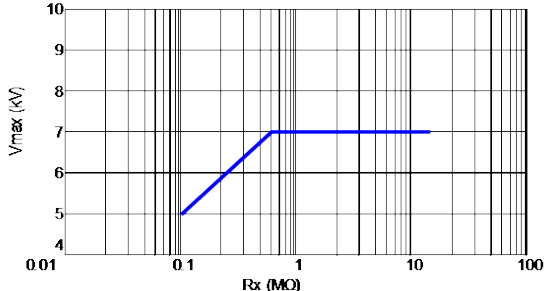


Type / Code	A max. ⁽¹⁾	B max.	C	D ⁽²⁾	Tape	Unit
RNV14	2.756 ± 0.118	11.811 ± 0.197	0.197 ± 0.020	2.047 ± 0.020	0.250	inches
	70.00 ± 3.00	300.00 ± 5.00	5.00 ± 0.50	52.00 ± 0.50	6.35	mm

Dimension "E": This is a non-critical dimension that does not have a tolerance in the standard.

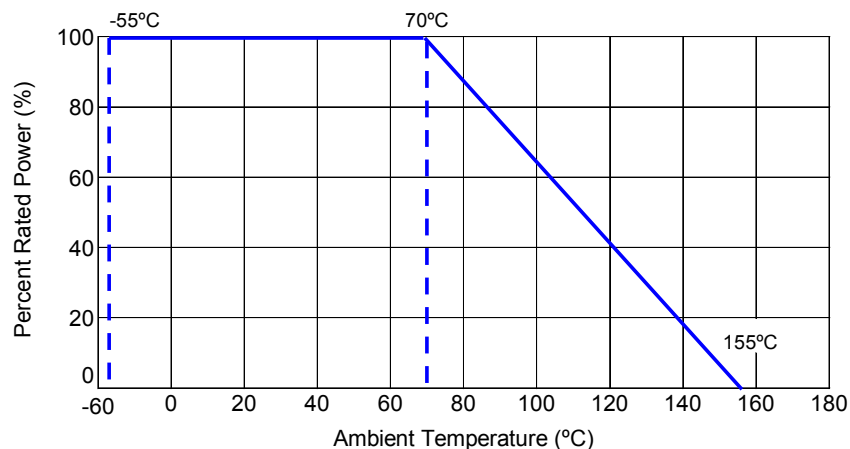
Range of diameters is from 0.547" (13.9 mm) to 1.5" (38.1 mm)

- (1) Reference value only. The "A" dimension shall be governed by the overall length of the taped component. The distance between flanges shall be 0.59" (1.5 mm) to 0.315" (8 mm) greater than the overall component.
- (2) The given dimension "D" expresses the standard width spacing. A 26 mm narrow spacing is available as option "N" packaging code.

Performance Characteristics		
Item	Performance	Test Method
Solvent Resistance	No serious scratches on the insulating surface	Resistor was dipped into solvent for 5 ± 0.5 minutes
Temperature Coefficient Resistance (TCR)	± 100 ppm/°C (100K - 6.8M) ± 200 ppm/°C (100K - 15M)	Measured resistance (R_0 ohm) at room temperature (t °C) then measured again at 100°C higher than room temperature $\text{ppm/°C} = (R - R_0)/R_0 \times 10^6 / (T + 100) - t$
Overload (short time)	Resistance variation within $\pm(1\% + 0.05\Omega)$	Applied DC voltage 2.5 times rated voltage or max. overload voltage whichever is lower for 5 seconds ON, 45 seconds OFF. Repeated cycle 10 times. Maximum Overload voltage is not more than 2 x Max Working Voltage
Voltage Proof	Resistance variation within $\pm(0.5\% + 0.05\Omega)$	Resistor was clamped in the through of a 90°C metallic V-block and was tested at provided AC potential voltage for 1 minute. Test voltage: max overload voltage. Test voltage: 500V (AC)
Vibration	Resistance variation within $\pm(0.5\% + 0.05\Omega)$	Applied 1.5mm amplitude vibration to two directions, perpendicular to each other, for 6 hours each. Total 12 hours. Vibrating frequency is 10HZ - 2000HZ - 10HZ cycle in 20 minutes. Repeat cycle.
Insulation Resistance	104 MΩ or more	Resistor was clamped in the through of a 90°C metallic V-block at DC 100V for 1 minute
Robustness of Terminations	Resistance variation within $\pm(0.5\% + 0.05\Omega)$ and no mechanical damage	Tensile test: The body of the part is fixed. The tensile force was applied gradually up to 10N. Twist test: Terminal lead was rotated 360° of the original axis of the bent terminal, alternating direction for 3 rotations.
Resistance to Soldering Heat	No mechanical and electrical deterioration	Resistance to wave soldering condition: Temperature/Time-Profile in accordance to the CECC00802. Max Temperature/Time: 260°C, 10 seconds
Solderability	More than 95% of the lead surface was covered by new solder after the leads were dipped in the solder	Dipped the lead into a solder bath (temperature $245^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$) up to 4 ± 0.8 mm from the resistor body and held for 5 ± 0.5 seconds.
Rapid Change of Temperature	Resistance variation within $\pm(0.5\% + 0.05\Omega)$	Test: -55°C for 30 minutes, 25°C for 30 seconds, 155°C for 30 minutes, 25°C for 30 seconds. Resistance changed after continuous 5 cycles.
Damp Heat	Resistance variation within $\pm(1.5\% + 0.05\Omega)$	Temperature $40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, relative humidity 90~95%, inside bath for 1.5 hour and shut voltage 0.5 hour. Repeated cycle for 1,000 hours. Room temperature for 1 hour after test, then measured
Endurance at 70°C	Resistance variation within $\pm(1.5\% + 0.05\Omega)$	In constant temperature chamber $70^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, applied rated DC voltage for 1.5 hour and shut voltage for 0.5 hour. Cycle repeated for 1,000 hours.
Cold Resistance	Resistance variation within $\pm(1.5\% + 0.05\Omega)$	Resistor was put into a bath at fixed temp of $-55^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ for 2 hours. After measured, left at room temp for 1 hour, then measured again.
Heat Resistance	Resistance variation within $\pm(1.5\% + 0.05\Omega)$	Resistor was put into a bath at fixed temp of $155^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ for 16 hours. After measured, left at room temp for 1 hour, then measured again.
High Voltage Surge Test	Resistance variation within $\pm(1\% + 0.05\Omega)$	In accordance with IEC60065.14.1, 50 discharges from a 1nF capacitor charged to V_{max} ; Figure 2. 12 discharges/minute 

Operating Temperature Range: -55°C to +155°C

Power Derating Curve:



How to Order

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
R	N	V	1	4	F	T	L	1	0	0	K
Product Series		Size	Power	Tolerance		Packaging			TCR		Resistance Value
RNV	High Voltage Metal Film	14	0.25W	Code	Tol	Code	Description	Size	Quantity	Code	ppm
				F	1%	A	Tape Box (52mm)	14	2,000	D	100
				J	5%	T	Tape and Reel		5,000	L	200
											Four characters with the multiplier used as the decimal holder. 100 Kohm = 100K 1 Mohm = 1M00 15 Mohm = 15M0