

# Normáellenállások mérése

2018.02.01.

Összeállította: Mészáros András

## Műszerek és kellékek:

- 6 db normáellenállás (0,001Ω; 0,01Ω; 1Ω, 10Ω, 1000Ω, 10000Ω)
- Hameg HM8012 digitális multiméter 2db,
- Rohde & Schwarz HMP2020 kettős tápegység,
- Lutron TM-905 szondás hőmérő,
- Banándugós mérővezetékek (lehetőleg páronként egyforma hosszúak).

## Elméleti összefoglalás:

A mérés célja a **normáellenállások**, más néven **etalon ellenállások**, azok mérés technikájának, ellenállásuk értékének hiteles mérése (matematikai korrekcióval), valamint a műszerek és hozzávezetések a mérőkörre gyakorolt hatásának megismerése.

Normáellenállásnak olyan különlegesen nagy pontosságú ellenállásokat nevezünk, melyek tisztán ohmosak, az idő előrehaladtával a névleges értékük nem változik (számtottévően). Az indukciómentességet ellentétes irányban hengerelt lemezeléssel, vagy **bifiláris** tekercseléssel oldják meg. A lehető legpontosabb mérés érdekében négyvezetékes kivitelben gyártják, tehát a gyakorlatban **négyvezetékes ellenállás mérési elrendezés** alkalmazandó rajtuk.

Ez annyit jelent, hogy ismert áramértéket folytatnak keresztül rajtuk (áramgenerátoros meghajtás  $I_1$  és  $I_2$  csatlakozási pontok között), majd a kimeneti kapcsai ( $U_1$  és  $U_2$ ) között feszültséget mérnek (*kép a lap alján*). Fontos, hogy a mérés során az adott ellenálláson feltüntetett maximális áramértéket semmiképp ne haladjuk meg. Ezen etalon ellenállásokat műszerek hitelesítésére használják. Az ilyen ellenállásokkal szemben követelmény, hogy ne adjanak termofeszültséget, illetve a hőmérsékletváltozás okozta ellenállásérték változás pontosan ismert legyen.

A névleges értéket ( $R_0$ ) 20°C-ra ( $T_0$ ) adják meg. Az ismertetett feltételeknek tipikusan két anyag felel meg:

- **Manganin** (82% Cu, 12% Ni, 4% Mn),
- Arany-króm ötvözet (96% Au, 4% Cr).



A foglalkozás során **manganin** normállenállásokat mérünk. A helyes méréshez, illetve korrekcióhoz ismerni kell az adott anyagból készült ellenállás hőmérsékleti együtthatóját (termikus koefficiens; TK,  $\alpha$ ), azaz az ellenállásérték relatív megváltozását a hőmérséklet függvényében:

Anyag	TK (1/°C)
Ezüst	+0,0038
Réz	+0,004
Vas	+0,0056
Volfram	+0,0041
<b>Manganin</b>	<b>+0,00025</b>
Konstantán	-0,000005
Kanthal	+0,000025
Grafit	-0,0002

A hőmérséklet okozta értékváltozást az alábbi formulával számítjuk:

$$R' = R_0 (1 + \alpha \cdot \Delta T) = R_0 [1 + \alpha \cdot (T - T_0)]$$

Így például, egy  $R_0=100\Omega$  manganin esetében  $T=25^\circ\text{C}$ -on a korrigált ellenállásérték:

$$R' = 100 [1 + 0,00025 \cdot (25 - 20)] = \underline{\underline{100,125\Omega}}$$

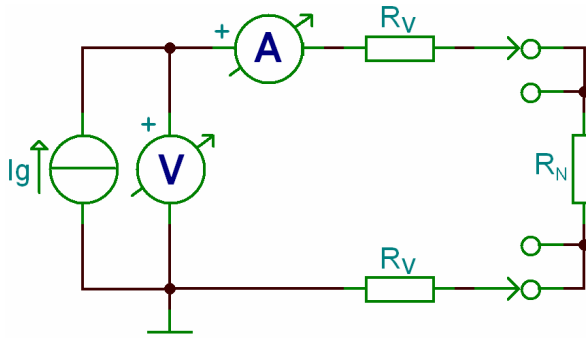
### Mérési elrendezések:

Jelölések:

- $R_N$ : a mérendő normállenállás,
- $R_{bA}$ : árammérő belső ellenállása,
- $R_{bV}$ : feszültségmérő belső ellenállása,
- $R_v$ : hozzávezetések ellenállása,
- $R_k$ : A kapcsolásokon nyilakkal és körökkel jelölt kontaktusok magán, a normállenálláson lévő csatlakozási pontok és a mérőkör hozzávezetéseinek találkozási pontjai, azaz a **kontaktellenállás**. Ennek meghatározásához érdemes a mérés során bizonyos mérési elrendezéseknél  $R_v$  mindkét pontján feszültséget mérni.

Minden mérési elrendezésben a korrekció végett különösen fontos tudni a mérőműszerek adott méréshatárhoz tartozó belső ellenállását ( $R_{bA}$  és  $R_{bV}$ ).

## Kétvezetékes mérési összeállítások

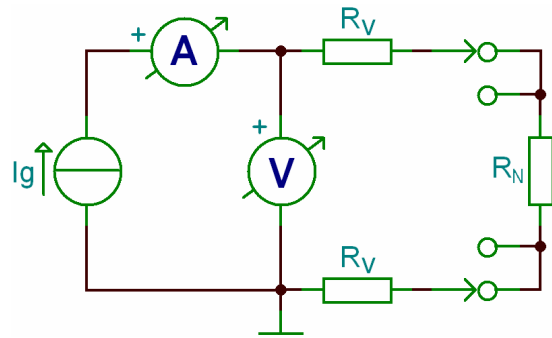


I. Nagy ellenállás mérési elrendezése

$$R_N = \frac{U}{I} \quad R_N' = R_{bA} + 2R_k + 2R_v + R_N$$

$$U = U_A + 2U_v + 2U_k + U_N = U_A + 2U_v' + U_N$$

Ahol  $U_A$  az árammérőn,  $U_v$  a hozzávezetések,  $U_k$  a kontaktellenállásokon,  $U_N$  pedig a normállenálláson eső feszültség;  $R_N'$  pedig  $R_N$  és a hozzávezetések által együttesen létrehozott látszólagos ellenállásérték.



II. Kis ellenállás mérési elrendezése

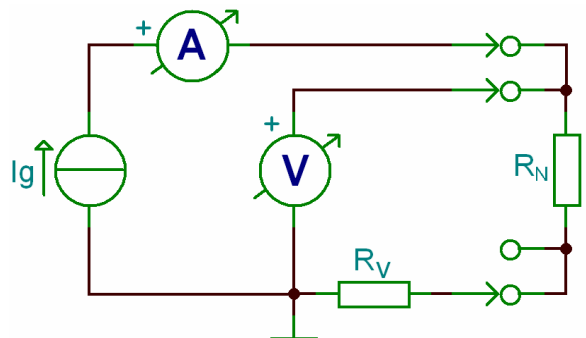
$$R_N = \frac{U}{I} \quad R_N' = R_{bV} \times (2R_k + 2R_v + R_N)$$

$$U = 2U_v + 2U_k + U_N = 2U_v' + U_N$$

$$I = I_N + I_{VM}$$

$$I_N = I_v$$

Ahol  $I_{VM}$  a voltmérőn folyó áram.

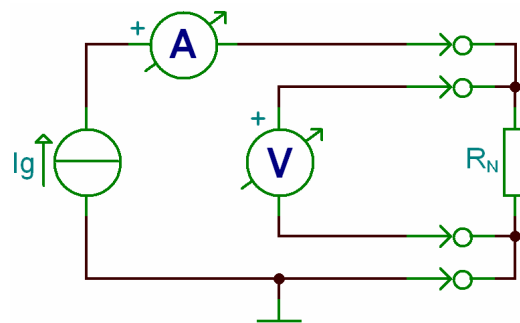


III. Háromvezetékes ellenállásmérés

$$R_N = \frac{U}{I} \quad R_N' = R_N + R_k + R_v$$

$$U = U_v + U_k + U_N$$

Amennyiben  $R_{bV} \gg R_N$  és  $R_{bV} \gg R_k$



IV. Négyvezetékes ellenállásmérés

$$R_N = \frac{U}{I}$$

$$U = U_N$$

$$I = I_N$$

Amennyiben  $R_{bV} \gg R_N$

A mérés során kimagaslóan ügyelni kell arra, hogy a normállenállásokon ne haladjuk meg a maximális meghajtóáram értékét (mindegyik tetején feltüntetésre kerültek), illetve a Hameg HM8012 árammérőjénél ügyeljünk a helyes méréshatár és mérőbemenet megválasztására! Egyik ellenállás mérésekor se haladjuk meg a 9A-es áramot! A foglalkozás alkalmával elég lesz néhány V-os generátorfeszültség beállítása.

## Mérési feladatok:

Mindenek előtt az árammérő belső ellenállását mérjük meg mindegyik méréshatárban. A feszültségmérő belső ellenállása a 500mV és 5V méréshatárban  $1G\Omega$ , a többiben  $10M\Omega$ . Célszerű páronként egyforma hosszú mérővezetékek használata, hogy a hozzávezetés és az elvezetés vezetékének  $R_v$  ellenállása minél jobban megegyezzen.

Az elkövetkező mérési pontokat mind a hat normállenállás esetén el kell végezni!

1. A hőmérő szondáját helyezzük be az etalon ellenállás közepén a nyílásba. A beállási idő kb. egy perc, ez után jegyezzük a hőmérsékletértéket. (Érdemes közben már az I. ellenállás mérési elrendezést összeállítani.)

2. Számítsuk ki a korrigált ellenállásértéket az adott hőmérsékleten.

3. Mérjük meg mind a négy mérési elrendezésben a feszültség és áramértékeket a lehető legpontosabb méréshatárok megválasztása mellett. Gyanús értékek esetén mozgassuk át a csatlakozási pontokat. Érdemes lehet az  $R_v$  vezeték mindkét végén feszültséget mérni (II. elrendezésnél például), ezzel indikálni a hozzávezetések okozta zavaró hatást ( $U_v$ ).

4. Számítsuk ki  $R_N$  értékét, illetve a százalékos eltérést mind a négy elrendezés esetén.

Határozzuk meg, hogy a különböző nagyságrendű ellenállásoknál melyik mérési elrendezés a legcélszerűbb (pontosság kontra mérési elrendezés összetettsége)!