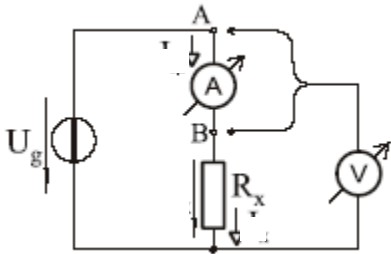


ELLENÁLLÁS MÉRÉS (KÉT ANALÓG MÓDSZER)

Modell: „Ohm törvény ($R_x = U/I$)”, de a **V** mérő ill. az **A** mérő nem ideális (belső ellenállás: $R_V \neq \infty$ ill. $R_A \neq 0$, a relatív hibakorlát: h_V ill. h_A)

(1) **Két műszer (V és A mérő):** a mért adatokból *számítjuk* R_x értékét

Probléma: hová kössük a **V** mérőt (az **A** vagy a **B** pontra)? Mert: A esetben a **V** mérő az R_x -en eső feszültséghez hozzáméri a nem ideális **A** mérőn eső feszültséget, B esetben az **A** mérő az R_x -en és a nem ideális **V** mérőn átfolyó áram együttesét méri.



A eset: $V = A \cdot (R_A + R_x)$, ebből $R_x = \frac{V}{A} - R_A$

Ha $V/A (= R_{\text{számított}}) \gg R_A$, vagyis **ha R_x nagy**, akkor az **A** mérő (kis R_A) belső ellenállása „nem befolyásolja lényegesen” az eredményt, tehát ez a módszer nagy ellenállások mérésénél célszerű.

B eset: $A = \frac{V}{R_V} + \frac{V}{R_x}$, ebből $R_x = \frac{V}{A - \left(\frac{V}{R_V}\right)} = \frac{V}{A} \cdot \frac{1}{1 - \frac{(V/A)}{R_V}}$

Ha $V/A (= R_{\text{számított}}) \ll R_V$, vagyis **ha R_x kicsi**, akkor a **V** mérő (nagy R_V) belső ellenállása „nem nagyon zavar”.

Megjegyzések:

(a) **A nagy** vagy **kicsi** jelző a mérendőtől és a műszer ellenállástól függ, és ez ad választ a problémára (melyik módszer: az **A** vagy **B** pontra kössük-e a **V** mérőt)

(b) A műszer ellenállása befolyásolja az eredményt. Ismerve értékét, *korrigálható* (a képlet szerint) a nyers mérési adat!

Ez a **HIBA-KORREKCIÓ** (módszer hiba eliminálás) pontosítja a mérést

(c) A mérési eredményhez társított **mérési bizonytalanság** becslése: *hányados* képzéssel adódik a mért érték, tehát a **RELATÍV HIBAKORLÁT**

$$h_{V/A} \approx h_V + h_A$$

(d) A forrás (U_g) értéke *nem* befolyásolja az eredményt (persze olyan legyen, hogy mérhető **V** ill. **A** adódjon, de azért pl. R_x hőterhelése legyen elfogadható), a forrásnak lehet belső ellenállása is (mint ahogy a gyakorlatban van is)

(e) Az R_x ellenállás *fogyasztó*, a felvett DC¹ teljesítmény: $P = U \cdot I [= U^2/R_x = I^2 \cdot R_x]$.

A eset: $P = A^2 \cdot R_x = V \cdot A - A^2 \cdot R_A = V \cdot A \cdot \left(1 - \frac{R_A}{(V/A)}\right)$

B eset: $P = \frac{V^2}{R_x} = V \cdot A \cdot \left(1 - \frac{(V/A)}{R_V}\right) = V \cdot A - \frac{V^2}{R_V}$

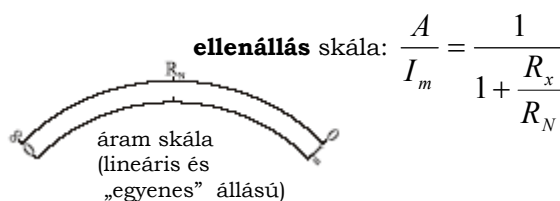
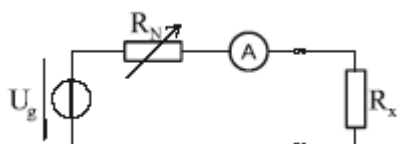
Ha tehát „VA módszerrel” határozzuk meg a teljesítményt, akkor a mérők fogyasztásával – ha az „számottevő” –

KORRIGÁLNI kell a nyers mérési adatot.

Kérdés: mennyi a relatív hibakorlát?



(2) **Egy műszer** (A mérő) és *közvetlen* ellenállás érték *leolvasás* (de nemlineáris és „fordított” állású az ellenállás skála): **soros ohmmérő**



Ha a műszerhez *nem* csatlakozik mérendő: $R_x = \infty$ (ún. **KÉSZENLÉTI** állapot), akkor áram nem folyik és így az **A** mérő nem tér ki ($A = 0$, a mutató a skála alaphelyzetére mutat).

Kézi készüléknél igen praktikus ez a telep-kímélő mód.

A forrás értéke nem állandó (az U_g telepfeszültség a használatba vételtől a „kimerülésig” fokozatosan csökken). Ezért első lépésként **KALIBRÁLJUK** az eszközt (azaz U_g hatásától függetlenül): $R_x = 0$ értékkel – a kapcsokat *rövidre zárva* – úgy állítjuk be R_N értékét (ami magába foglalja a forrás belső ellenállását és az **A** mérő ellenállását is), hogy az **A** mérő végkitérést adjon ($A = I_m$, a mutató a skála végphelyzetére mutat).

A skála tehát „fordított”: az alaphelyzet a „ ∞ ” ellenállás érték, a végkitérés pedig „0”.

Ezután **MÉRÜNK**: beiktatva az ismeretlen R_x ellenállást, értékét közvetlenül *leolvassuk* a skáláról (az **A** mérő kitérésének megfelelően).

De hogyan készül az **ELLENÁLLÁS SKÁLA**?

Feltételezzük, hogy a kalibrálást követő mérésnél a telepfeszültség (és R_N) változatlan:

- kalibrálás ($R_x = 0$): $I_m = U_g/R_N \rightarrow U_g = I_m \cdot R_N$
- mérés (R_x): $A = U_g/(R_N + R_x) \rightarrow U_g = A \cdot (R_N + R_x)$

Ebből

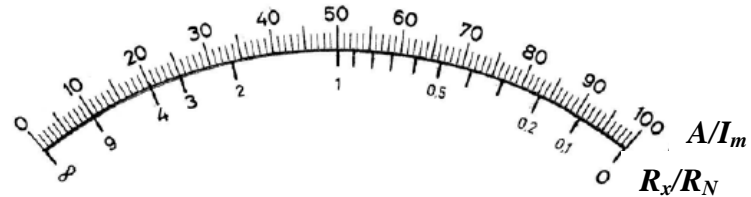
$$R_x = R_N \left(\frac{I_m}{A} - 1\right) \quad \text{és} \quad 0 \leq A \leq I_m$$

Jól látható, hogy R_x és A között nemlineáris a kapcsolat.

¹ DC (direct current): egyén /vagy konstans/ *kontra* AC (alternating current): váltakozó jel. A jelzöt, bár eredeti jelentése az áramra utal, más típusú egyén ill. váltakozó jel megnevezésére is használjuk, pl. DC feszültség = egyenfeszültség.

Innen adódik a *közvetlen* ellenállás érték leolvasáshoz szükséges **SKÁLA EGYENLET** (vagyis, hogy az aktuális R_x/R_N aránynak megfelelően hogyan kalibráljuk az **A** mérő skáláját).

ellenállás skála:
$$\frac{A}{I_m} = \frac{1}{1 + \frac{R_x}{R_N}}$$



Speciálisan $R_x = R_N$ (azaz $R_x/R_N = 1$) esetén a mutató félkitérésre áll be ($A/I_m = 1/2$).
Vagy pl. $R_x/R_N = 4$ értéknél $A/I_m = 1/5 = 0.2$ (= 20 %). A skála „összenyomott” a nagy ellenállás értékeknél, míg a kicsiknél „kiterjesztett”.

Megjegyzés:

A skála közepén legpontosabb az ellenállás mérés: itt *minimális* a mérés **RELATÍV HIBAKORLÁT**ja ($h \approx 4 \cdot h_A$), ami egyre romlik a skála szélei felé (a hibaterjedés számítás részleteit mellőzzük). Ez *nem* egy „precíz mérő”!

Függelék: MÉRÉSHATÁR KITERJESZTÉS, OSZTÁLYPONTOSSÁG

1. Hagyományos **ANALÓG** műszereknél a gyártók nem készítenek külön mérőket, hanem csak egy „alaplámpert”, amelynek végkitérése U_m ill. I_m értéknél lép fel, tehát véges a belső (ún. műszer) ellenállás: $R_b (= U_m / I_m)$.

Más, n -szeres mérési tartományt ún. előtét- ill. sönt-ellenállással állítunk be.

V mérőnél: soros, R_b -nél nagyobb értékű R_e előtét-ellenállás iktatunk be (így az U mérendőnek csak egy része – végkitérésben U_m – jut a műszerre, és egyúttal megnő a mérő ellenállása: $R_V = R_e + R_b$).

Az új, $n \cdot U_m$ méréshatárhoz szükséges előtét-ellenállás értéke

$$R_e = \frac{n \cdot U_m - U_m}{I_m} = \frac{(n-1) \cdot U_m}{I_m} = (n-1) \cdot R_b,$$

és ezzel $R_V = n \cdot R_b$.

A mérőnél: megosztjuk a mérendő I áramot, „eltereljük” egy részét egy párhuzamos, R_b -nél kisebb R_s sönt-ellenállással (és ezzel a mérő ellenállása is lecsökken: $R_A = R_s \times R_b$, vagyis a vezetések összegződnek: $1/R_A = (1/R_s) + (1/R_b)$).

Az új, $n \cdot I_m$ méréshatárhoz a sönt-ellenállás:

$$R_s = \frac{U_m}{n \cdot I_m - I_m} = \frac{U_m}{(n-1) \cdot I_m} = \frac{R_b}{n-1},$$

így ezen a méréshatáron $R_A = R_b/n$.

2. **ANALÓG** műszer hibáját az ún. *osztálypontosság* (op) jellemzi, ami a – skála minden pontján állandó – H abszolút hiba és az X_m végkitérés (a méréshatár) *hányadosa*, %-os értékben:

$$op = \frac{H}{X_m} \cdot 100$$

és **V** mérőnél $X_m = U_m$, **A** mérőnél $X_m = I_m$.

Ezzel a mérő **RELATÍV** hibája, %-os értékben:

$$h_x = \frac{H}{X} \cdot \left(\frac{X_m}{X_m} \right) = op \cdot \frac{X_m}{X} = op \cdot \frac{1}{(X/X_m)} = \frac{op}{D}$$

ahol $0 \leq D (= X/X_m) \leq 1$ a mutató aktuális relatív kitérése, és **V** mérőnél $X = V$, **A** mérőnél $X = A$.

Például **V** mérőnél, ha $op = 0.5\%$ és $D = 1/2$, akkor

$$h_v = \frac{0.5\%}{1/2} = 2 \cdot 0.5\% = 1\% = 10^{-2}$$

Mindig olyan méréshatárt kell tehát választani, hogy a *végkitérés közelében* (!) legyen a mért érték.