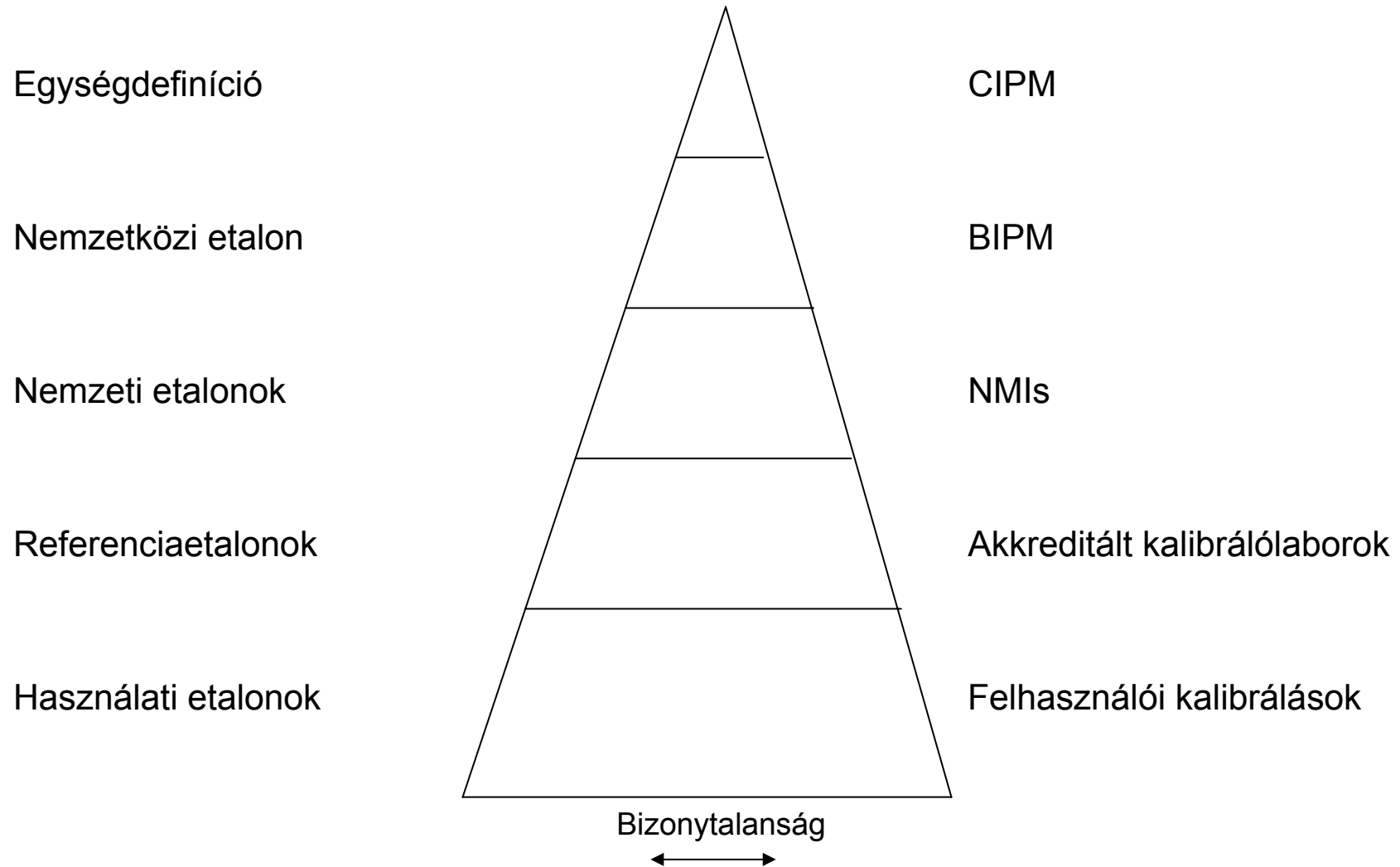


# Méréstechnika - Metrológia

# Tartalom

- Metrológiai fogalmak
- Vadászterületek
- Eredmények
- Feladatok

# A visszavezetettség vertikális rendszere

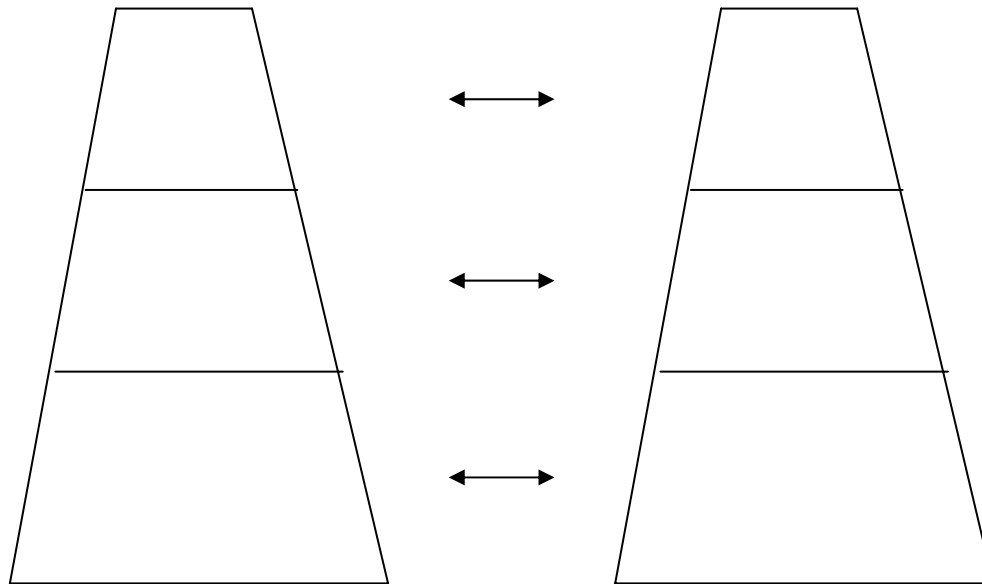


# A visszavezetettség horizontális rendszere

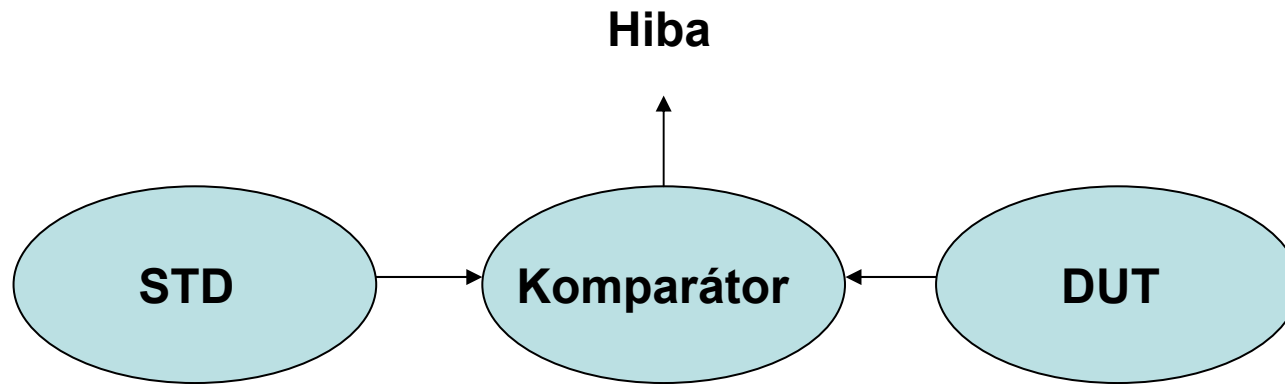
NMIs

Akkreditált kalibrálólaborok

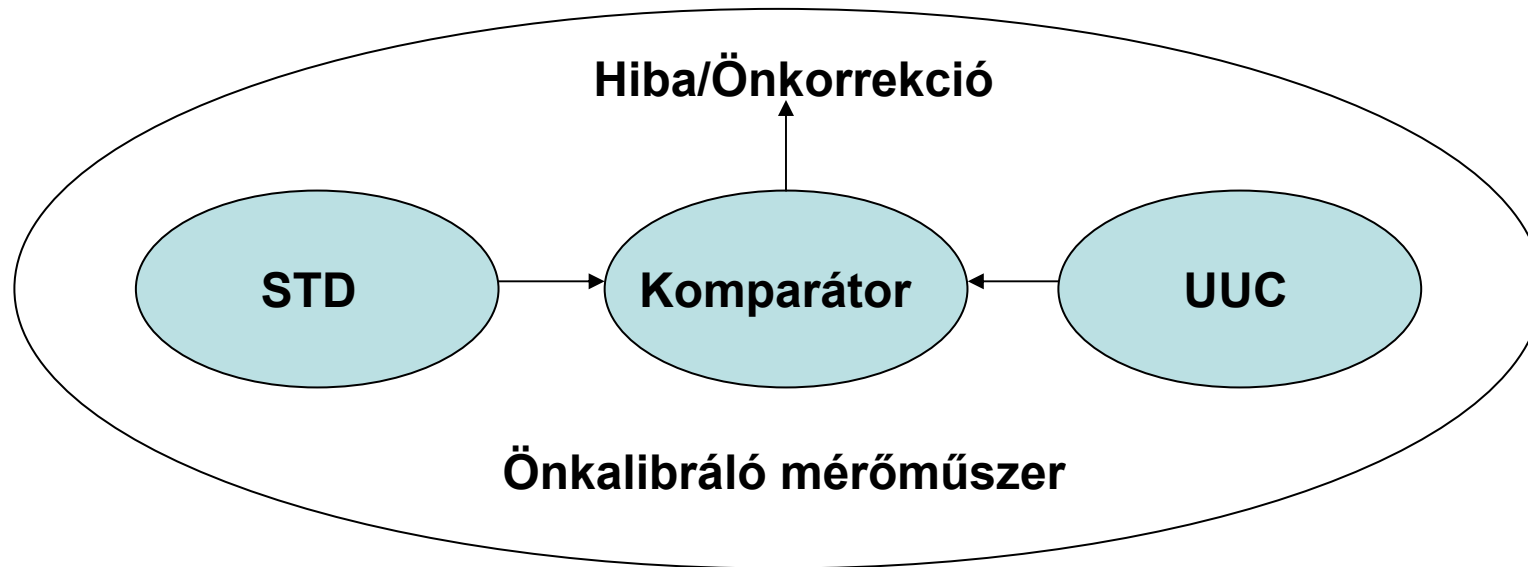
Felhasználói kalibrálások



# Kalibrálás



# Önkalibrálás, önkorrekció



# Tipikus módszerek

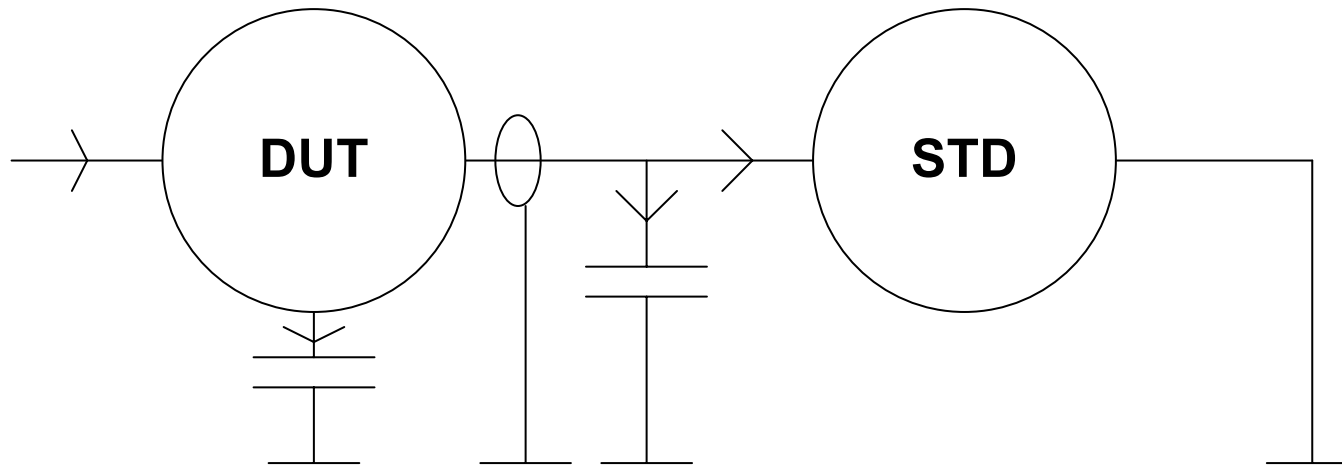
- Zero/Auto-zero
- Cal/Auto-cal
- Linearity-test
- Artificial offset
- Anti-offset
- Error-injection
- Measurement&correction of error components

# Technikai nehézségek

- Nanovoltmérő nullponthibájának ellenőrzése 1 nV alatt (1  $\mu$ V körüli termofeszültségek mellett!)
- Mikroohm-mérő nullponthibájának ellenőrzése 1  $\mu$ Ohm alatt (1 cm-es, 1,5 mm<sup>2</sup>-es vezeték ellenállása 100  $\mu$ Ohm!)
- Azonos áramok biztosítása két sorba-kapcsolt árammérőn

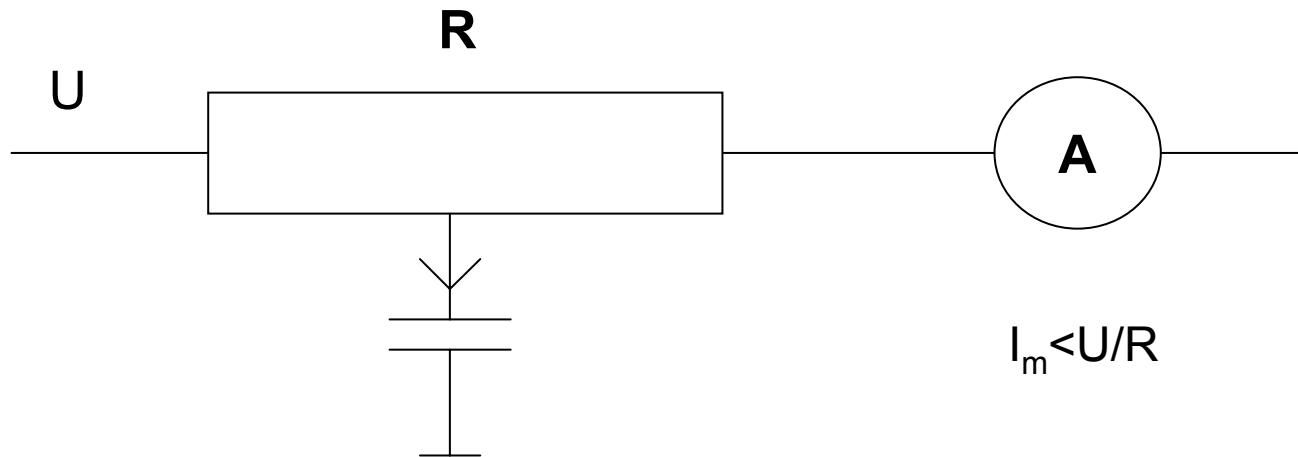


# Árammérés



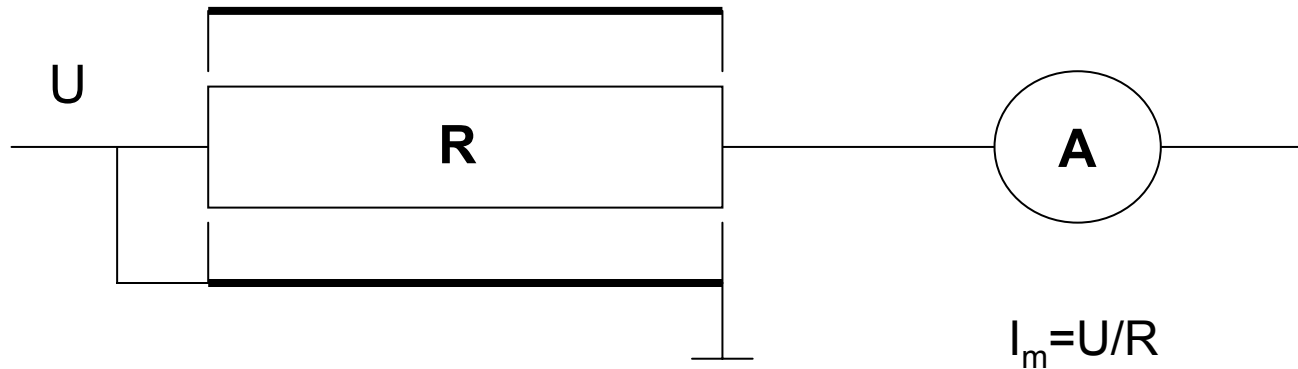
Javítás: utánhúzott védőárnyékolásokkal

# Feszültségmérés



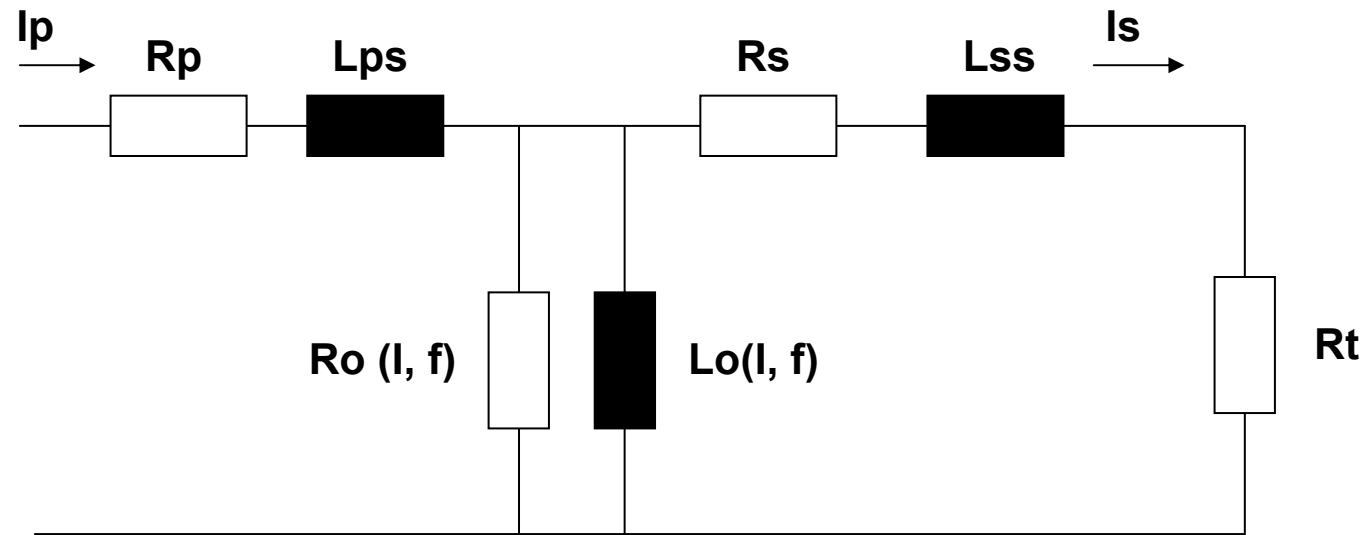
Javítás: utánhúzott védőárnyékolással  
folytonos védőárnyékolással

# Folytonos védőárnyékolás



# Modellalapú kalibrálás

CT kalibrálás CT-etalon nélkül



**+önkapacitások+földkapacitások+keresztkapacitás**

**Összesen 11 paraméter (ebből kettő nemlineáris), egyfokozatú áramváltóra**

# Modellparaméterek mérése

- $L_{ps}$  és  $L_{ss}$  szétválasztása megoldatlan, (téves szakirodalmi módszerek)
- Ferromágneses anyag „memóriaeffektusa” jelentős bizonytalanságot okoz, ami csökkentendő
- A modell érvényességének ellenőrzése különleges mérési módszerek kidolgozását igényli

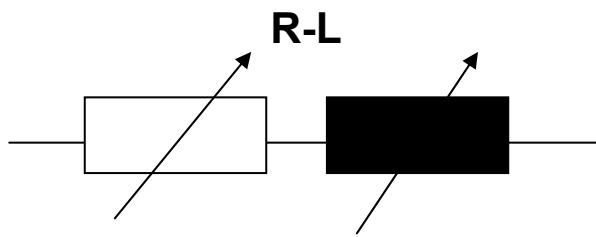
# Önkalibráló, önkorrigáló mérőműszerek

- Mérőtranszformátor kalibrátorok 1 ppm-ig
- 10-2000 ppm-es hibák korrekciója
- Új tervezési elvek
- A visszavezetés útvonalának rövidítése:  
a használati, a referencia- és a nemzeti  
etalon egyesítése
- On-site kalibrálás

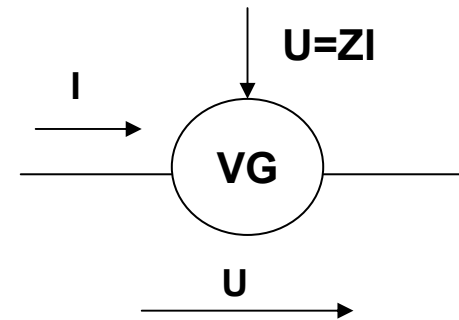
# Nemzetközi körmérés

- Euromet Project 473
- 12 nemzeti intézet
- PTB és OMH egyformák és a legjobbak a legjobb mérőképességet (LMK) illetően
- PTB csak 1:1 összehasonlítást végez!
- OMH: „nem egyenlőkarú mérleg“ elven mér, 0,500000...1,600000 arányú áramok összehasonlítására képes
- OMH: egyesíti a használati, a referencia- és a nemzeti etalont.

# Impedanciák megvalósítása



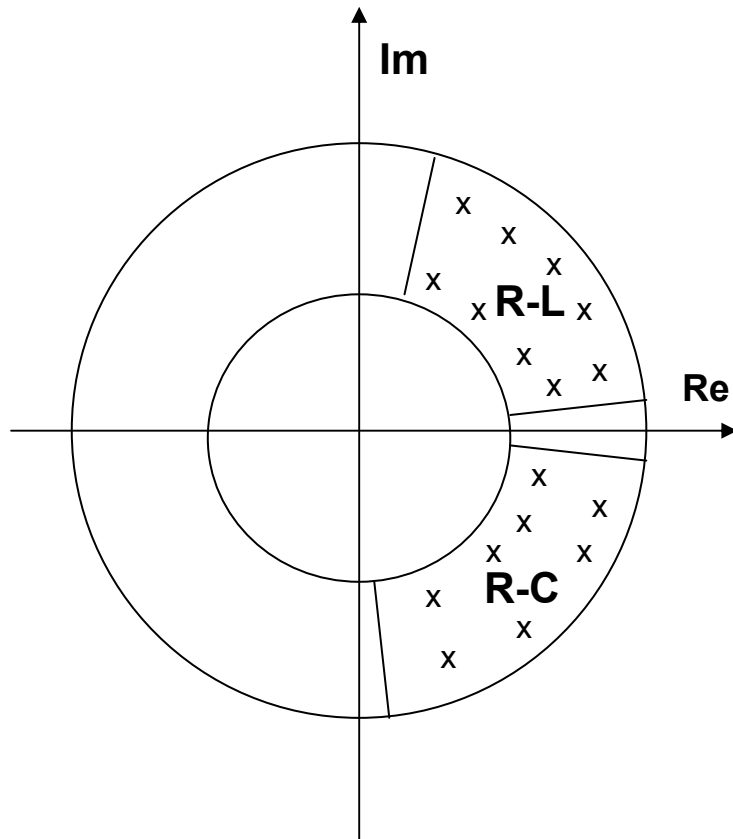
**Passzív**



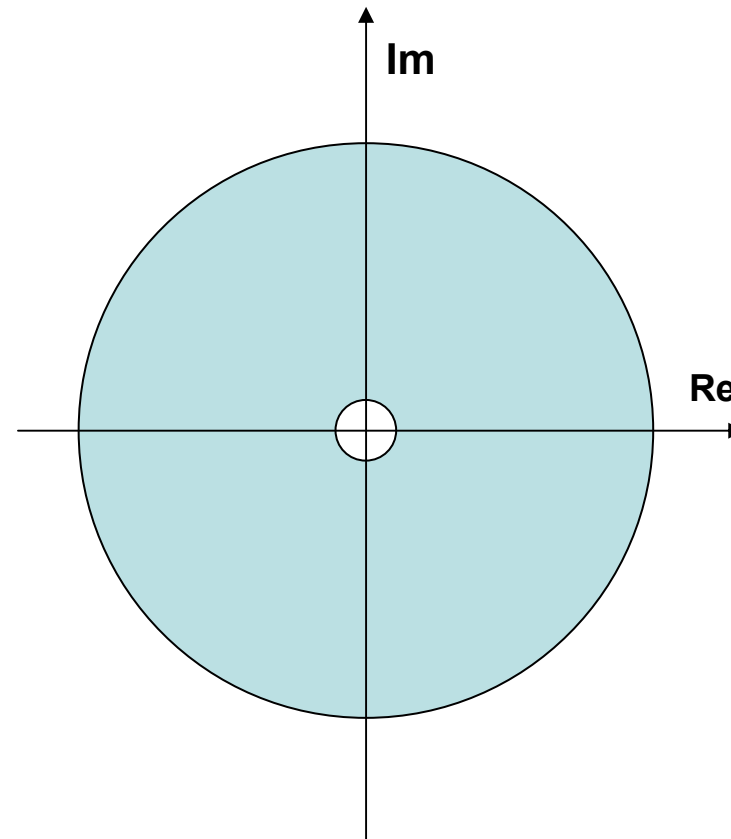
**Mesterséges**



# Impedanciák



**Passzív (10 Ohm – 1 MOhm)**



**Mesterséges (10 mOhm – 1 MOhm)**

# Impedanciák jellemzői

## Passzív

- Kb. 10-100 érték (10 Ohm – 1 MOhm)
- Disszipál

## Mesterséges

- 100000 – 600000 beállítás (10 mOhm-tól)
- Disszipál vagy rekuperál (kb. 50 W-tól)

# Kalibrálhatóság

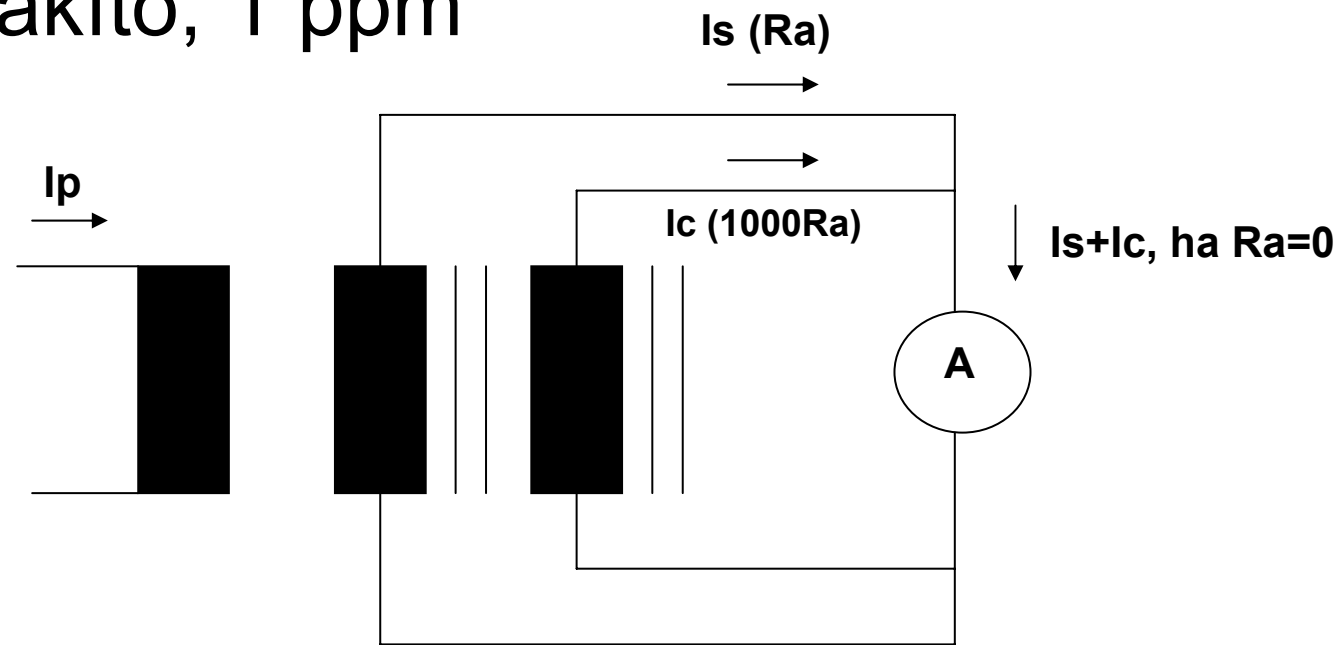
- 500000 állás esetén a 10-10 pontban való teljes kalibrálás ötmillió mérést jelentene, ami automatizált esetben is 1-2 évig tartana
- Realitás: 100-200 kardinális pontban való kalibrálás
- Követelmény: kalibrálhatóságra való tervezés

# Mesterséges impedanciák alkalmazása

- Mérőtranszformátorok kalibrálása
- Zero Ohm előállítása impedanciamérők kalibrálására
- Távközlésben kábelek programozott lezárása

# Jelkondicionálás

I/I átalakító, 1 ppm



$I_p = 0,001 \dots 10000$  Amper

# Egyéb jelkondicionálók

- I/U átalakító, 1 ppm, teljesítmény és energialaboroknak
- I/I átalakító, 1ppm, termokonverterek (TCC) méréshatárának bővítésére

# Jövőbeni feladatok

- Modell-alapú kalibrálás folytatása (Szórási induktivitás felbontása, előélet kezelése)
- Programozható áramforrás (1 kVA)
- Ferromágneses anyagok vg (Marko)
- TCC méréshatár bővítése (NMI of Egypt)
- Impedance-analyzer,  $Z(U, I, f)$

# Jellegzetességek

- EMC-kritikus alkalmazások: zaj, ofszet, E(50/60 Hz), B(50/60 Hz)
- Tranziens management
- Extrém kis bizonytalanságok, pl. 1  $\mu$ rad ellenőrzéséhez  $\varphi=0,1$   $\mu$ rad felbontás kell:

