

A kereskedelemben kapható Depréz-műszerek végkitéréséhez tartozó szabványos áramértékek 100 μA -es nagyságrendűek. Természetesen a lengőtekercsnek villamos ellenállása van. Ohm törvénye alapján igazolható, hogy a lengőtekercs-en az átfolyó áram hatására feszültség esik. Foglalkozunk össze tehát, mely adatokkal jellemezhető egy lengőtekercses műszer!

- I_m : az alaplasműszer végkitéréshez szükséges műszeráram (100 μA -os nagyságrend);
- R_m : az alaplasműszer lengőtekercsének ellenállása (100 Ω -os nagyságrend);
- U_m : az alaplasműszer végkitéréshez tartozó kapocsfeszültség (100 mV-os nagyságrend).

Fogalomtár:

- **Alaplasműszer:** alaplasműszernek nevezzük azt a műszert, amelynek a méréshatárát kiterjesztjük.
- **Méréshatár:** a műszer méréshatárának nevezzük a mérendő mennyiségnek azt az értékét, amely a műszer mutatóját az utolsó skálaosztásig téríti ki.
- **Méréshatár kiterjesztése:** a méréshatár kiterjesztésének vagy bővítésének nevezzük egy műszer méréshatárának megváltoztatását, mert így az új méréshatárhoz mindig nagyobb mért érték tartozik.



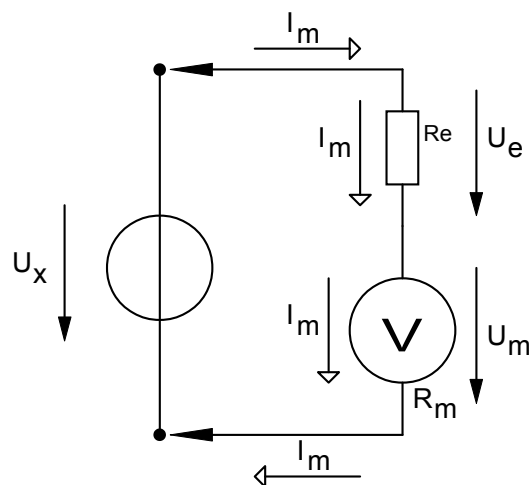
1. ábra

Az összegzett adatokból látható, hogy a műszer végkitérési feszültségénél a mérési gyakorlatban előforduló mért feszültségek jóval nagyobb értékűek lehetnek, ezért kell az alaplasműszer méréshatárát megnövelnünk, kiterjesztenünk. Ehhez lényegében azt kell megvalósítani, hogy nagyobb feszültségek esetén az alaplasműszeren továbbra is csak a U_m nagyságú feszültség lépjen fel.



2. ábra

A feszültségmérők méréshatárának kiterjesztéséhez a feszültségosztó elvét hívjuk segítségül. Ennek realizálása úgy történik, hogy az alaplasműszerünkkel egy megfelelően méretezett R_e előtétellenállást kapcsolunk sorba.



3. ábra

Az ékképp kialakított kapcsolásban, a bemeneti kapocspárra U_x feszültséget kapcsolva, a két soros ellenálláson $[R_e, R_m]$ a műszer a végkiterésekor ugyanakkora I_m áram folyik (soros kapcsolás => közös áram), mint a bővítés előtt, miközben a műszeren U_m műszerfeszültség lép fel.

Mindeközben a soros kapcsolásnak megfelelően, a közös áram hatására az előtétellenálláson az U_x mérendő feszültség, valamint az U_m műszerfeszültség különbsége esik: $U_e = U_x - U_m$. Másként fogalmazva: a huroktörvény értelmében felírható, hogy $U_x = U_e + U_m$

A feszültségosztást felírhatjuk a következőképpen: $U_m = U_x \cdot \frac{R_m}{R_m + R_e}$. Fejezzük ki ebből az előtétellenállást!

$$\text{I.:} \quad U_m = U_x \cdot \frac{R_m}{R_m + R_e} \quad \times (R_m + R_e)$$

$$\text{II.:} \quad (R_m + R_e) \cdot U_m = U_x \cdot R_m \quad / U_m$$

$$\text{III.:} \quad R_m + R_e = \frac{U_x}{U_m} \cdot R_m \quad - R_m$$

$$\text{IV.:} \quad R_e = \frac{U_x}{U_m} \cdot R_m - R_m$$

$$\text{V.:} \quad \text{vezessük be az } \frac{U_x}{U_m} \text{ hányadost a kiterjesztés mérőszámaként! Ekkor: } n = \frac{U_x}{U_m}$$

$$\text{VI.:} \quad \text{helyettesítsük be az egyenletbe, majd rendezzük az egyenletet!: } R_e = n \cdot R_m - R_m$$

$$\text{VII.:} \quad \boxed{\text{TEHÁT AZ ELŐTÉTELLENÁLLÁS: } R_e = R_m \cdot (n - 1)}$$

A kiterjesztés mérőszáma (n) megmutatja, hogy az új méréshatárhoz tartozó végkiterési feszültség hányszorosa az alaplóműszer végkiterési feszültségének: $n = \frac{U_x}{U_m}$.

Az n értéke általában egész szám, de ettől eltérő is lehet:

- 1, 2, 5, 10,: 100 mV, 200 mV, 500 mV, stb.
- 1, $\sqrt{10}$, 10,: 100 mV, 316 mV, 1V, stb.
- 1, 3, 10,: 100 mV, 300 mV, 1V, stb.

Vizsgáljuk tovább a méréshatár bővítő áramkört! A soros kapcsolás következtében mindkét ellenálláson átfolyik ugyanaz az I_m áram, így a huroktörvény átírható az $U_x = U_e + U_m = I_m \cdot R_e + I_m \cdot R_m$ alakra. Kiemelve az áramot az $U_x = I_m \cdot (R_e + R_m)$ összefüggést kapjuk.

Tudjuk, hogy $U_m = I_m \cdot R_m$, így helyettesítsünk be az $n = \frac{U_x}{U_m}$ összefüggésbe!

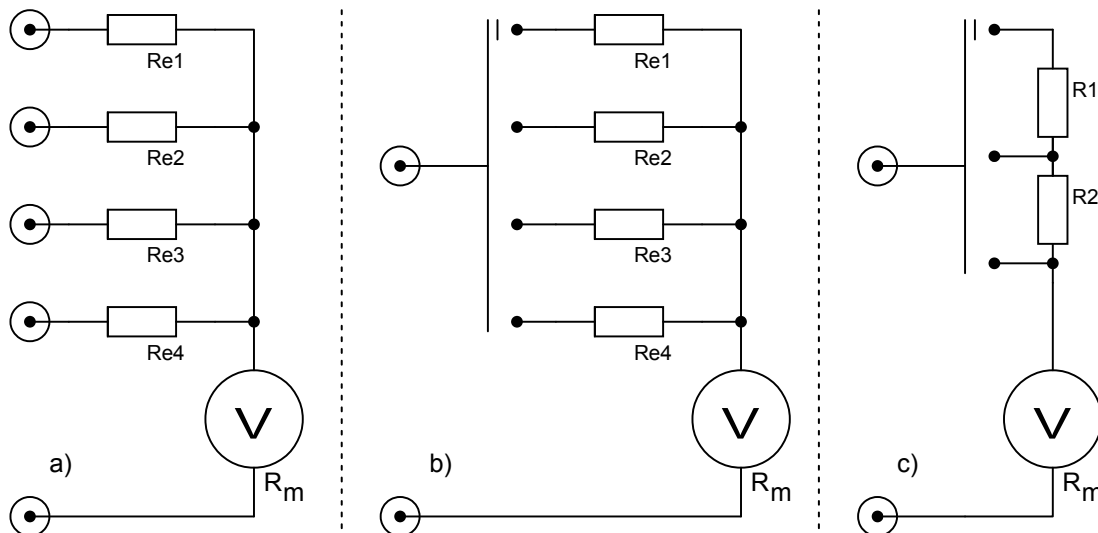
$$n = \frac{U_x}{U_m} = \frac{I_m \cdot (R_e + R_m)}{I_m \cdot R_m} \quad \text{egyszerűsítsünk } I_m \text{-mel:} \quad n = \frac{R_e + R_m}{R_m}$$

Ebből ismét kifejezhető az előtét ellenállás értékét: $R_e = R_m \cdot (n - 1)$. Látható, hogy az előtétellenállás a méréshatárral arányosan növekszik, de nem n -szer, csak $(n - 1)$ -szer nagyobb, mint az alpműszer belső ellenállása. A méréshatár kiterjesztése után a műszer eredő belső ellenállása n -szer nagyobb lesz: $R_b = n \cdot R_m$.

A méréshatár változtatása kialakítható dugaszolással, vagy többállású kapcsoló segítségével és lépcsős osztóval. A korszerű műszerekben automatikus méréshatárváltást valósítanak meg.



4. ábra



5. ábra

Fogalomtár:

- **Kiterjesztés mérőszáma:** A kiterjesztés mérőszáma (n) megmutatja, hogy az új méréshatárhoz tartozó feszültség hányszorosa az alap méréshatár feszültségének: $n = \frac{U_x}{U_m}$.
- **Előtétellenállás:** Az alpműszerrel sorba kötünk egy ellenállást, amelyet előtét ellenállásnak nevezünk, és R_e -vel jelölünk.
- **Feszültségmérő méréshatárának kibővítése:** Ha egy feszültségmérő műszerrel többféle nagyságú feszültséget szeretnénk mérni, akkor nem elegendő egyetlen méréshatárral rendelkeznie, ezért szükséges a méréshatár megváltoztatásának lehetősége. Alpműszernek nevezzük azt a műszert, amelynek a méréshatárát kiterjesztjük. A feszültségmérő méréshatárának kibővítése a feszültségosztó elvén történik. Az alpműszerrel sorba kötünk egy ellenállást, amelyet előtétellenállásnak nevezünk, és „csökkenti” az alpműszer feszültségét. A méréshatárt változtathatjuk dugaszolással, vagy többállású kapcsoló segítségével. Egyes műszerek automatikusan is elvégzik ezt a műveletet.

Feladat: A *TINA-TI* nevű szimulációs szoftver segítségével állítsa össze a következő mérőkört!

Adatok:

A mérendő feszültség:

$$U_x = 10\text{ V}$$

A műszer belső ellenállása:

$$R_m = 1\text{ k}\Omega$$

A műszer végkitérési feszültsége:

$$U_m = 0,1\text{ V}$$

Kiszámítandó adatok:

A műszeráram:

$$I_m = ?$$

Az előtétellenállás:

$$R_e = ?$$

A kiterjesztés mérőszáma:

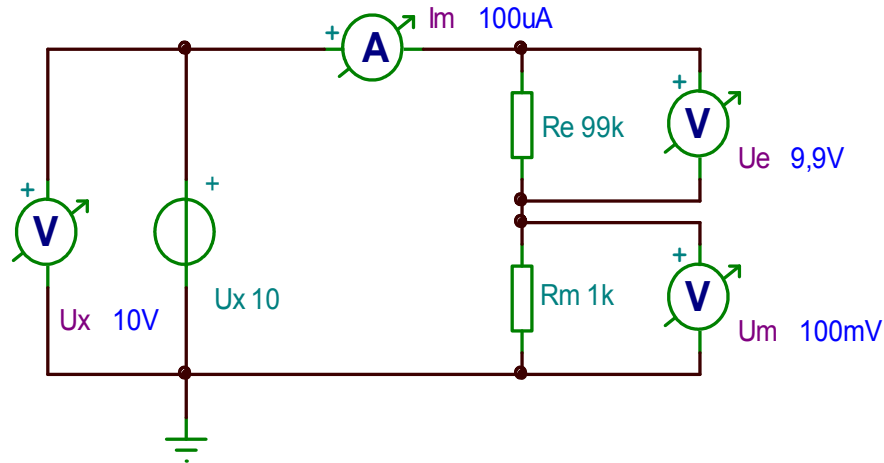
$$n = ?$$

Az előtétellenálláson eső fesz.:

$$U_e = ?$$

A teljes műszer belső ellenállása:

$$R_b = ?$$



6. ábra

Megoldás:

Mivel a két ellenállás (a műszer belső ellenállása és az előtétellenállás) soros kapcsolású, így közös az áramuk. Ez az áram a műszeráram, vagyis I_m .

Ennek tükrében a műszeráram:

$$I_m = \frac{U_m}{R_m} = \frac{0,1}{1\text{ k}\Omega} = \frac{0,1\text{ V}}{1\text{ k}\Omega} = \frac{10^{-1}\text{ V}}{10^3\Omega} = 10^{-4}\text{ A} = 100\mu\text{ A}$$

A kiterjesztés mérőszáma:

$$n = \frac{U_x}{U_m} = \frac{10\text{ V}}{0,1\text{ V}} = \frac{10\text{ V}}{10^{-1}\text{ V}} = 100$$

Az előtétellenállás értéke:

$$R_e = R_m \cdot (n - 1) = 1\text{ k}\Omega \cdot (100 - 1) = 1\text{ k}\Omega \cdot 99 = 99\text{ k}\Omega$$

Az előtétellenálláson eső feszültség:

$$U_e = I_m \cdot R_e = 100\mu\text{ A} \cdot 99\text{ k}\Omega = 100 \cdot 10^{-6}\text{ A} \cdot 99 \cdot 10^{-3}\Omega = 100 \cdot 99 \cdot 10^{-3}\text{ V} = 9900 \cdot 10^{-3}\text{ V} = 9,9\text{ V}$$

A teljes műszer belső ellenállása:

$$R_b = n \cdot R_m = 100 \cdot 1\text{ k}\Omega = 100\text{ k}\Omega$$

A teljes műszer belső ellenállása másként:

$$R_b = R_m + R_e = 1\text{ k}\Omega + 99\text{ k}\Omega = 100\text{ k}\Omega, \quad \text{vagy}$$

$$R_b = \frac{U_x}{I_m} = \frac{10\text{ V}}{100\mu\text{ A}} = \frac{10^{-1}\text{ V}}{10^{-4}\text{ A}} = 10^5\Omega = 100\text{ k}\Omega$$