

3. EGYENÁRAM

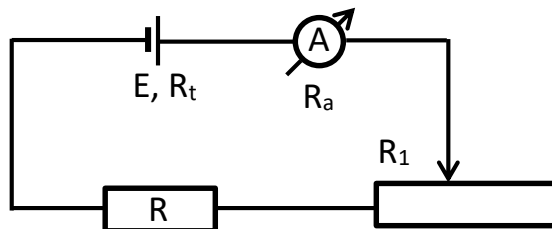
A gyakorlat célja: Ismerkedés az áram- és feszültségmérő műszerekkel; áramkör összerakása kapcsolási rajz alapján; potenciométer, helipot használata; feszültségosztó megértése.

A gyakorlatban gyakran van szükség az áramerősség vagy feszültség szabályzására (pl. hangszóró hangerejének beállítása, fűtésszabályzás, stb.). Erre a célra szolgálnak a *potenciométerek*. Ezek olyan ellenállások, ahol az ellenállás-vezetéken egy csúszó kontaktus mozdítható el, aminek szintén van kivezetése. A mérés témája a potenciométer alkalmazásainak bemutatása.

ELMÉLET

1. Soros áramkörszabályozás

Az ábrán látható áramkörben az R ellenálláson átfolyó áram nagyságát (és a rajta eső feszültséget és a teljesítményt) tudjuk változtatni a vele sorosan kötött R_1 változtatható ellenállás állításával:



1. ábra: Soros áramkörszabályozás

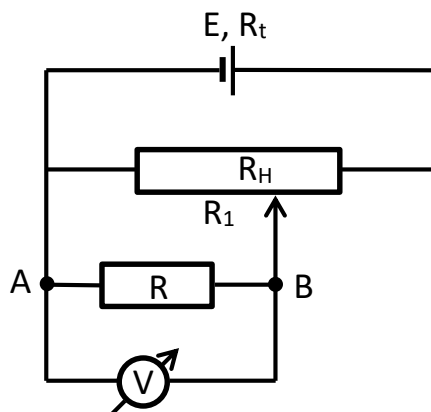
Az R_1 ellenállás értékét változtatva megváltozik az áramkör összellenállása, így tudjuk szabályozni az R ellenálláson átfolyó áram nagyságát. Az áramkörben folyó áram nagysága:

$$I = \frac{E}{R_1 + R + R_t + R_a}, \quad (1)$$

ahol E a telep elektromotoros ereje, R_t a telep, R_a pedig az ampermérő belső ellenállása.

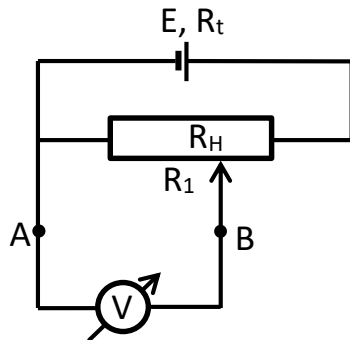
2. Potenciometrikus feszültség szabályozás, feszültségosztó

Az ábrán látható áramkörben az R ellenálláson eső U_{AB} feszültség nagyságát (és a rajta átfolyó áramot és a teljesítményt) tudjuk változtatni a vele párhuzamosan kötött változtatható ellenállással:

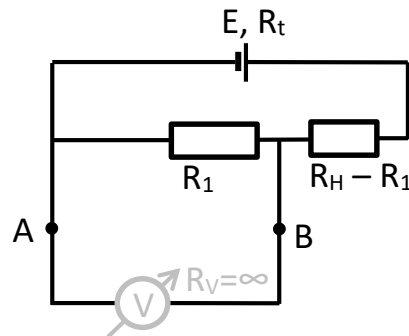


2. ábra: Potenciometrikus feszültség szabályozás

Ha nem lenne ellenállás az A és B pontok közé bekötve (azaz az A és B pontok közötti ellenállás $R = \infty$ lenne), és ideális feszültségmérővel mérnénk az U_{AB} feszültséget, akkor az U_{AB} feszültség az R_1 növelésével lineárisan nőne:



3. ábra: Potenciometrikus feszültség szabályozás R ellenállás nélkül



4. ábra: A helipotot a csúszka két ellenállásra vágja, átrajzolható két ellenállásként

Mivel az R_t -t eltávolítottuk és az ideális voltmérő ellenállása végtelen, ezért ilyenkor áram csak a telepen és a helipoton folyik át, és az áram nagysága

$$I = E / (R_t + R_1 + (R_H - R_1)) = E / (R_t + R_H) \tag{2}$$

az R_1 értékétől független.

Az R_1 ellenálláson eső feszültség ekkor

$$U_{AB}(\infty) = I R_1 = \frac{E}{R_t + R_H} R_1 \tag{3}$$

R_1 -nek lineáris függvénye.

Ezzel az áramkörrel tehát az A és B pontok közötti feszültséget az R_1 állításával lineárisan tudjuk növelni (ld. az 5. ábrán az egyenest).

Az A és B pontok közé R ellenállást bekötve viszont R_1 állításával változik a kör eredő ellenállása, és változik a telepen átfolyó áram nagysága is:

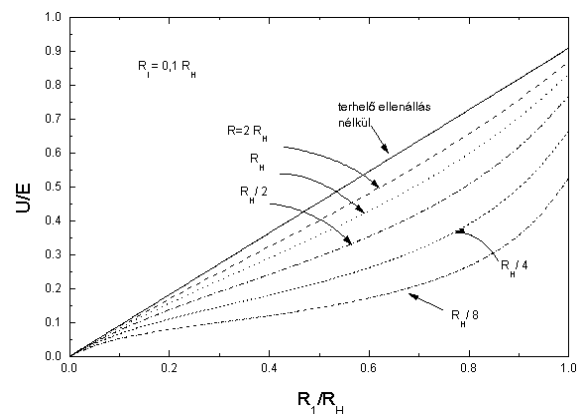
$$I = \frac{E}{\frac{R_1 R}{R_1 + R} + (R_H - R_1) + R_t} \tag{4}$$

Az R ellenálláson eső feszültséget ekkor az alábbi függvény írja le:

$$U_{AB}(R) = I \frac{R_1 R}{R_1 + R} = E \frac{\frac{R_1 R}{R_1 + R}}{\frac{R_1 R}{R_1 + R} + (R_H - R_1) + R_t} \tag{5}$$

Ilyenkor az A, B pontok közti feszültség adott R -nél a helipot R_1 ellenállásának növelésével monoton, de nem lineárisan nő (ld. az 5. ábrát).

Minél nagyobb az R terhelő ellenállás értéke, annál jobban megközelíti a függvény a (3) egyenest, amit akkor kapunk, ha R értéke "végtelen" nagy.



5. ábra: Potenciometrikus szabályozás terhelő ellenállás nélkül (egyenes), ill. különböző nagyságú terhelő ellenállásokkal (göbök). A tengelyeken relatív mennyiségek szerepelnek.

A SZÜKSÉGES ESZKÖZÖK:

- Mérőszinórok banándugóval

- **M** *Digitális kijelzésű univerzális mérőműszer*

A műszert mindig két vezetékkel kötjük be, az egyiket mindig a COM jelű lyukba tesszük, a másik bemenetet a mérendő mennyiségnek megfelelően választjuk ki.

A műszer a mért áramot és feszültséget előjellel együtt mutatja (ami akkor pozitív, ha a COM bemenet van a negatívabb potenciálon).

Mindig a lehető legkisebb méréshatáron mérjük. Viszont mérési sorozat felvétele közben (különösen árammérés esetén) ne változtassuk a méréshatárt, mert ezzel megváltozik a műszer belső ellenállása, és ez befolyásolhatja a mérési eredményt.

Ha a mérendő érték nem fér bele az aktuális méréshatárba, azt a kijelzőn megjelenő „1” jelzi.

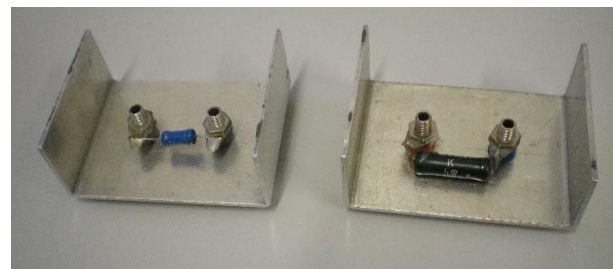
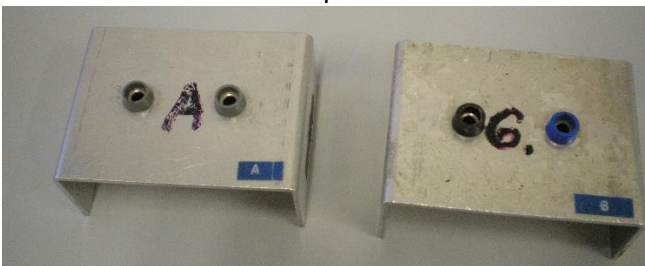
A kijelzett értéket mindig a méréshatárnál jelzett mértékegységgel együtt olvassuk le.

A műszeren levő HOLD és * gombok ne legyenek benyomva (a HOLD-ot benyomva a műszer az aktuális mérés helyett a legutoljára mért értéket mutatja, a * gomb a kijelző világítását kapcsolja).



6. ábra: Univerzális mérőműszer

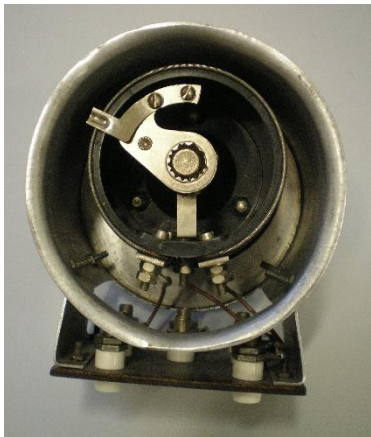
- **R** *Állandó ellenállások panelra szerelve*



7. ábra: Állandó ellenállások

• **H** *Helipot (azaz helikális potencióméter)*

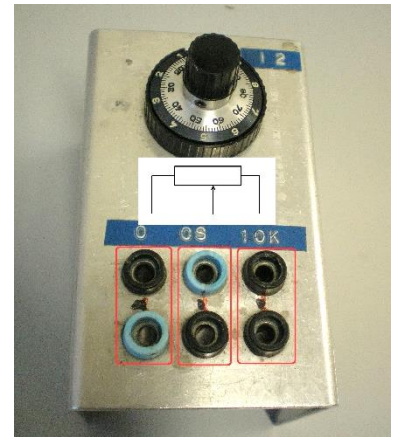
A potencióméter egy olyan ellenállás, aminek nem csak a két végén van egy-egy kivezetése, hanem van egy harmadik is – a csúszó érintkező, vagy röviden „csúszka” –, amelynek helyzete állítható egy tekerővel az ellenállás két vége között tetszőleges helyzetbe.



8. ábra: Potencióméter



9. ábra: Helipot belseje



10. ábra: Helipot panelre szerelve

A helipot olyan potencióméter, ahol a csúszka egy henger palástján, csavarvonalban halad, ami pontosabb állítást tesz lehetővé.

A helipot panelra van szerelve. A panelon mindhárom kivezetés (a helipot két vége és a csúszka) meg van duplázva (az egymás alatti kivezetések össze vannak kötve a panel hátoldalán), hogy megkönnyítsék az elágazások szerelését. A szélső kivezetések a helipot végpontjaihoz, a középső kivezetések a helipot csúszkájához csatlakoznak.

A helipot el van látva egy 10 fordulatú, fordulatonként 100-as osztású (azaz 0-tól 1000-ig állítható) értékállítóval, ún. mikrodiállal.



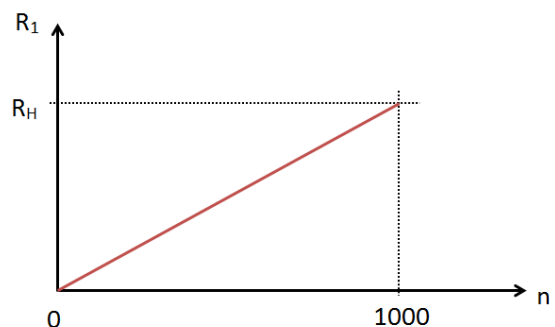
11. ábra: A mikrodiál 230-ra állítva

A csúszó érintkező a teljes ellenállást két részre osztja. Mivel $R = \rho \ell/A$, a potencióméter (helipot) csúszkája és vége között az ellenállás egyenesen arányos a két pont közötti ellenállás hosszával (mivel ρ és A konstansok).

A helipot összellenállását a két vége között R_H -val, a 0-hoz kötött vége és a csúszkája közötti ellenállást pedig R_1 -gyel jelöljük.

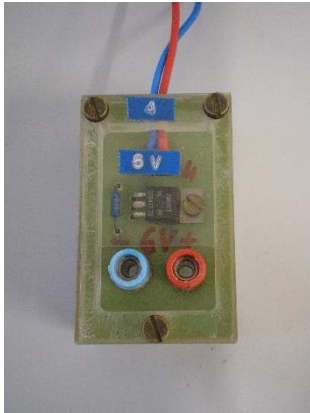
R_1 egyenesen arányos az értékállítón leolvasott n skálarésszel:

$$R_1 = \frac{n}{1000} R_H . \quad (6)$$

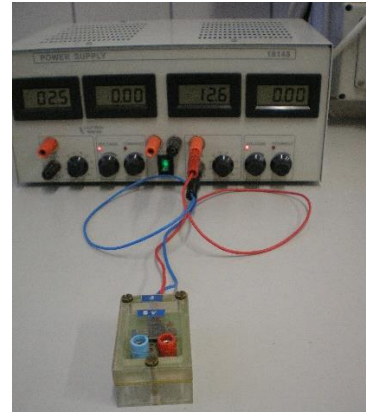


• **T** Tápegység

Kb. 6 V egyenfeszültséget szolgáltató reális (állandó R_t belső ellenállású) feszültségforrás. Ezt az áramkörökbe bekötött tápegységet egy egyenfeszültségű tápegységről üzemeltetjük (kb. 11-12 V-ról), és onnan a feszültséget csak akkor kapcsoljuk rá, amikor az áramkör helyesen össze van rakva.



12. ábra: Az áramkörbe bekötendő tápegység

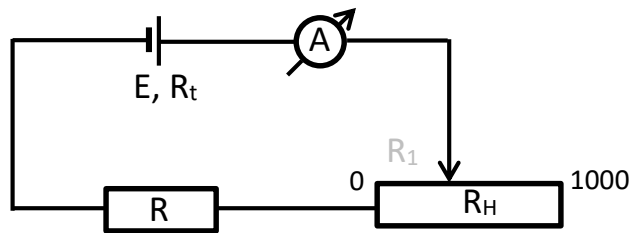


13. ábra: A kis tápegységet tápláló nagy tápegység

Az áramkörbe bekötendő tápegység fekete vagy kék vezetékét kössük a nagy tápegység fekete bemenetére. Ez a gyakorlat alatt végig rákötve maradhat, ilyenkor a kis tápegység még nincs feszültség alatt. A mérés előtt csatlakoztassuk a kis tápegység másik vezetékét a fekete bemenet fölötti piros bemenetre, ezzel tudjuk feszültség alá helyezni a tápegységet és a rákötött áramkört.

Ismerkedés az eszközökkel

- Mérje meg mindenki a saját ellenállását az univerzális műszerrel (ehhez először a legnagyobb méréshatárt válasszuk; mérjünk többféle bőrfelületen is, szárazon/nedvesen is).
- Mérjük meg a két állandó ellenállás értékét, és írjuk fel a jelüket (betű-, ill. számjel) és a mért értékeket az adatlapra.
- Mérjük meg a helipot összellenállását (a műszerre kötött két vezetékét a helipot két fix végéhez kötve), és írjuk fel a jelét és a mért R_H értéket az adatlapra. Próbáljuk ki, mi történik, ha változtatjuk az értékállító állását. Ezután tegyük át az egyik vezetékét a csúszka kivezetéséhez, a másikat hagyjuk a 0 jelnél, és ismét változtassuk az értékállító állását. Olvassuk le az értékállítót és a mért ellenállásértéket, és ellenőrizzük az $R_1 = (n/1000) \cdot R_H$ összefüggést. Ezután tegyük át a vezetékét a 0 oldalról az 1000 oldalra, és figyeljük meg, mi történik az értékállító állításával.
- Mérjük meg a tápegység feszültségét (20 V-os egyenfeszültség méréshatárt választva).

MÉRÉSI FELADATOK**1. Soros áramkörszabályozás**

14. ábra: Soros áramkör. Az R egy számjeles ellenállás.

- Állítsuk össze a 14. ábrán látható kapcsolást! Az R számjeles ellenállás legyen. Az univerzális műszert ampermérőként kössük be (kis áramot fogunk mérni, a „mA” jelű bemenetet válasszuk).
- Az áramkör összeállítása után adjuk rá a feszültséget a tápegységre.
- A helipot értékállítójának forgatásával (az R_1 ellenállás változtatásával) állítsuk be az adatlapon megadott 11 értéket, és mérjük az áramot! Az adatokat írjuk a mérésvezető által kiosztott táblázatba.

A kiértékelés elve:

Meg akarjuk határozni a körben lévő tápegység E elektromotoros erejét, valamint a tápegység R_t és a műszer R_a belső ellenállását.

Vesszük az (1) egyenlet reciprokát:

$$\frac{1}{I} = \frac{1}{E} R_1 + \frac{R + R_t + R_a}{E} \quad (7)$$

Ezzel az $I(R_1)$ nemlineáris összefüggést linearizáltuk.

Látható, hogy az áram reciproka R_1 -nek lineáris függvénye, ahol az $1/I - R_1$ függvény meredeksége $1/E$ (az elektromotoros erő reciproka), tengelymetszete pedig $(R_t + R_a + R)/E$.

Az R_t és R_a belső ellenállásoknak csak az összegét fogjuk tudni meghatározni, jelöljük ezt R_m -mel:

$$R_m = R_t + R_a.$$

A (7) összefüggés tehát egy olyan $y = ax + b$ egyenes egyenlete, ahol

$$x := R_1, \quad y := (1/I), \quad a = 1/E, \quad b = (R_m + R)/E.$$

Az $1/I - R_1$ egyenes meredekségéből meghatározható az E elektromotoros erő:

$$a = 1/E \rightarrow E = 1/a, \quad (8)$$

és a tengelymetszetéből R_m , a belső ellenállások összege:

$$b = (R_m + R)/E \rightarrow R_m = b \cdot E - R \quad (R \text{ a számos ellenállás értéke}). \quad (9)$$

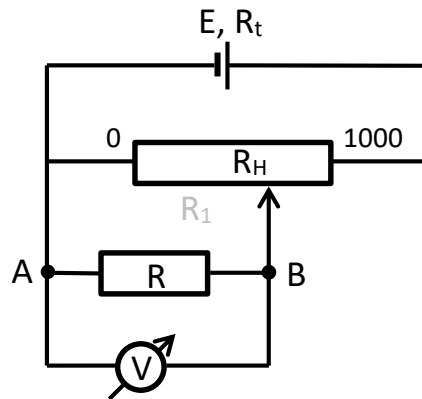
A kiértékelés lépései:

- Számoljuk ki az R_1 és $1/I$ értékeket!
- Ábrázoljuk $1/I$ -t R_1 függvényében, és húzzuk meg a legjobban illeszkedő egyenest!
- Számoljuk ki az $1/I - R_1$ egyenes meredekségét, és olvassuk le a tengelymetszetét!
Ne feledkezzünk el a mértékegységekről!
- Számoljuk ki E és R_m értékét az meredekségből és a tengelymetszetből!

Beadandó:

- az $R_1 - I - 1/I$ táblázat az adatlapon kitöltve,
- az $1/I - R_1$ grafikon a mért pontok ábrázolásával és az illesztett paraméterű egyenessel,
- a meredekség és a tengelymetszet értéke (mértékegységekkel együtt),
- valamint az E elektromotoros erő és R_m , a belső ellenállások összege.

2. Potenciometrikus feszültség szabályozás, feszültségosztó



15. ábra: Potenciometrikus áramkör. Az R egy betűjeles ellenállás.

- Állítsuk össze a 15. ábrán feltüntetett kapcsolást! Az R betűjeles ellenállás legyen. Az univerzális műszert voltmérőként kössük be. Az áramkör összeállítása után adjuk rá a feszültséget a tápegységre.
- A helipot értékállítójának forgatásával (az R_1 ellenállás változtatásával) állítsuk be az adatlapon megadott 15 értéket, és mérjük a feszültséget! Az adatokat írjuk a mérésvezető által kiosztott táblázat $U_{AB}(R)$ oszlopába.
- Távolítsuk el a terhelő R ellenállást (ezzel az R ellenállás értékét "végtelenre" növeltük) és mérjük meg a feszültséget a táblázatban megjelölt 3 mikrodialállásnál! Az adatokat írjuk a mérésvezető által kiosztott táblázat $U_{AB}(\infty)$ oszlopába.

A kiértékelés elve:

Az ellenállás nélküli mérésből meghatározható a telep R_t belső ellenállása.

A (3) összefüggés szerint $U_{AB}(\infty) - R_1$ egy olyan $y = cx$ origón átmenő egyenes, ahol

$$x := R_1, \quad y := U_{AB}(\infty), \quad c = \frac{E}{R_t + R_H}.$$

Az $U_{AB}(\infty) - R_1$ egyenes meredekségéből meghatározható a telep R_t belső ellenállása:

$$c = \frac{E}{R_t + R_H} \rightarrow R_t = E/c - R_H \quad (R_H \text{ a helipot ellenállása}). \quad (10)$$

A kiértékelés lépései:

- Ábrázoljuk a mért $U_{AB}(R)$ és $U_{AB}(\infty)$ értékeket az R_1 ellenállás függvényében közös koordináta-rendszerben!
- Rajzoljuk meg (szabad kézzel) az $U_{AB}(R) - R_1$ görbét!
- Húzzuk meg a legjobban illeszkedő origón átmenő egyenest az $U_{AB}(\infty) - R_1$ pontokra!
- Számoljuk ki az $U_{AB}(\infty) - R_1$ egyenes meredekségét!
- A meredekségből számoljuk ki a telep R_t belső ellenállását az E elektromotoros erőnek az 1. feladatban meghatározott értékét felhasználva!
- Számoljuk ki az ampermérő belső ellenállását az 1. feladatban kiszámolt R_m -et felhasználva!

Beadandó:

- az $R_1 - U_{AB}(R) - U_{AB}(\infty)$ mérési eredmények táblázatosan és grafikusán,
- a meredekség értéke (mértékegységgel együtt),
- a telep R_t belső ellenállása, és
- R_a , az ampermérő belső ellenállása.