

# Elektronika I.

## 1. Mérés

### Bevezető foglalkozás

A mérés kezdetekor a beugró zárthelyivel egyidőben a laborvezető ellenőrzi az előkészítendő feladatok meglétét! Ezeket az egyes mérési feladatok leírásánál találjuk. Az otthoni készülék keretében alaposan olvassuk végig az útmutatót!

Az elkövetkezendő mérés gyakorlásképp szolgál a breadboard, valamint az alapvető laboratóriumi berendezések kezelését és használatát illetően. A foglalkozás során egyszerű, ellenállásokból felépített hálózatok analízise, valamint a tápegység, multiméter, és funkciógenerátor bizonyos alapszintű kezelésének elsajátítása, az elméletben tanultak, gyakorlatban számoltak, és laboron mértek összehasonlítása a cél. A jegyzőkönyvben a házi feladatban szereplő számításokat mellékelni kell, de itt már a névleges tápfeszültség és ellenállás értékek helyett azok mért értékeit helyettesítsük be! Így nem fog gondot okozni, ha nem tudjuk pontosan beállítani a tápfeszültséget vagy szórnak az ellenállás értékek.

Az egyes kezelőszervek szerepe, illetve használatuk taglalására kerül az előző fejezetben, mely tartalmazza a méréshez szükséges műszerek ismertetését.

Az elvégzett házi feladatokat, számításokat, mérési feladatokat és azok értelmezését a jegyzőkönyvben dokumentálni kell, akkor is, ha erről az útmutató külön nem nyilatkozik. Lásd még a honlapon megtalálható jegyzőkönyv készítési útmutatót.

Az egyes házi feladat megoldásokat a jegyzőkönyvbe a vonatkozó mérési feladathoz tegyük be, ne külön a jegyzőkönyv elejébe! Így tudjuk érdemben a mérést a számítással összehasonlítani.

A jegyzőkönyv készítésekor a házi feladatok azon részét, ami függ a mérés során beállított tápfeszültségtől (esetleg függvénygenerátor csúcsértékétől, frekvenciájától stb), számoljuk ki újra, a névleges helyett a ténylegesen mért tápfeszültséggel (stb). Ezt a számolást hasonlítsuk utána össze a ténylegesen mért értékekkel, így lesz az összehasonlításnak értelme. Értelemszerűen ehhez már a mérés során ügyeljünk arra, hogy mérjük meg ténylegesen, külső multiméterrel a beállított tápfeszültséget (a tápegység saját kijelzése ugyanis nem eléggé pontos). Ezt a mérési utasítás külön nem mindig kéri, ezért fokozottan figyeljünk arra, hogy ne felejtsük el!

## 1. Árammérő belső ellenállásának meghatározása

Bizonyos mérések során az árammérő belső ellenállása (ill. az azon eső feszültség) nem elhanyagolható és érdemi mérési hibát okozhat. Emiatt célszerű ennek értékét ismerni. (A voltmérőknél ez a hiba kevésbé jelentkezik, ott manapság jellemzően min.  $10\text{M}\Omega$  belső ellenállás van, ami általában a  $\text{k}\Omega$  nagyságrendű ellenállásokból épült hálózatok mérése során elhanyagolhatóan kis hibát okoz.)

Vannak multiméterek, pl. a Hameg HM8012 típus, amelyeknek a kézikönyvében az árammérő belső ellenállását nem tüntetik fel. Ilyenkor célszerű magunknak megmérni ezt, ez egyúttal egy jó mérési gyakorlat is.

A méréshez egy másik multimétert használunk ohmmérő üzemmódban. Kihasználjuk, hogy az árammérő a bemenet felől nézve ténylegesen egy ellenállás (az ezen folyó áram keltette feszültséget alakítja át egy analóg-digitális átalakító és jelzi ki).

Egyúttal ebben az összeállításban egy másik mérést is el tudunk végezni – a mérés közben ugyanis az árammérő kijelzi az ohmmérő mérőáramát. Az ohmmérő egy áramgenerátor, ismert áramot folyat át a mérendő ellenálláson és méri a keletkező feszültséget, ezekből pedig ellenállást számol. Az ohmmérő kimenő áramának értéke is hasznos adat lehet egyes méréseknél. (A diódamérő funkció is hasonlóan működik egyébként, csak ott közvetlenül a feszültséget írja ki, jellemzően  $1\text{mA}$  áramnál).

Mindkét mérést mindegyik méréshatárban (*range*) elvégezzük, ugyanis a belső ellenállás ill. a mérőáram nem azonos az egyes méréshatárokból. (Kis áramhoz nagyobb ellenállás kell, hogy mérhető feszültséget kapjunk.)

Az egyik multimétert állítsuk mA állásba, a másik Ohm módba. Kössük össze az ohmmérő és az ampermérő megfelelő csatlakozási pontjait, tehát a COM-COM és  $\Omega$ -mA kivezetéseket. Ezt az összekötést használjuk mindkét következő méréshez.

### 1. Mérési feladat

Először mérjük le az árammérő belső ellenállását mindegyik (áram) méréshatárban. Az ohmmérőt ilyenkor mindig a lehető legpontosabb állásba tesszük. (Az árammérő kijelzőjén olvasható érték most nem számít.)

| Méréshatár       | L1 | L2 | L3 | L4 |
|------------------|----|----|----|----|
| Belső ellenállás |    |    |    |    |

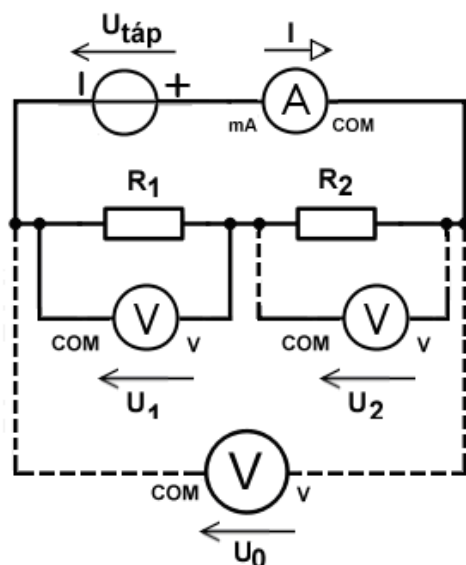
### 2. Mérési feladat

Ezután mérjük le az ohmmérő mérőáramát mindegyik (ohm) méréshatárban. Most az árammérő méréshatárát állítsuk mindig a legpontosabb állásba. (Az ohmmérő kijelzőjén olvasható érték most nem számít.)

| Méréshatár | L1 | L2 | L3 | L4 | L5 | L6 |
|------------|----|----|----|----|----|----|
| Mérőáram   |    |    |    |    |    |    |

Az itt kapott eredményeket (főleg az árammérő belső ellenállását) a későbbi mérések értékelésekor hasznosíthatjuk!

## 2. Feszültségosztó mérése



1. Feszültségosztó kapcsolás mérése

**Adatok:**  $U_{\text{táp}}=6\text{V}$ ,  $R_1=1\text{k}\Omega$ ,  $R_2=2,2\text{k}\Omega$

Egyszerre nem tudjuk mindegyik mennyiséget megmérni. A feszültségmérők belső ellenállása elég nagy ahhoz, hogy közel ideálisnak vehessük őket, így nem követünk el mérhető hibát azzal, hogy a három feszültséget időben egymás után mérjük meg az egyik multiméterrel (ezért jeleztük helyenként szaggatott vonallal a bekötést). A másik multimétert használjuk árammérőnek, ami legyen végig bekötve az áramkörbe, és legyen végig ugyanabban a méréshatárban, így annak a belső ellenállása nem fog hibát okozni. A tápfeszültséget is az árammérő hibájának kikerülése miatt mérjük az  $U_0$  helyen, és nem a tápegység kimenetén.

Az ábrán feltüntettük a multiméter feszültség- ill. árammérés módban használatos banánhüvelyének feliratait (COM, mA ill. V). Ezeket a jövőben nem mindig fogjuk már kiírni, esetleg csak + és – jelölést használunk, vagy a feszültség ill. áramnyilakból derül ki a helyes polaritás.

### 1. Házi feladat (előre kiszámolandó):

Számoljuk ki a kapcsolásban létrejövő  $I$  áramot és  $U_1$ ,  $U_2$  feszültségeket, ha feltesszük, hogy  $U_0=U_{\text{táp}}$  (az árammérőt ideálisnak vesszük). (A házi feladat megoldásánál, ugyanúgy, mint jegyzőkönyvben és vizsgán is, a képlet=behelyettesítés=eredmény sorrendet kövessük!)

### 2. Mérési feladat:

Mérjük meg az ohmmérővel  $R_1$  és  $R_2$  ellenállásokat a lehető legpontosabban! (Értelemszerűen a kapcsolás megépítése előtt.) Ezt minden későbbi mérésnél is végezzük el (csak a már aznap még nem lemerített ellenállásokra).

### 3. Mérési feladat:

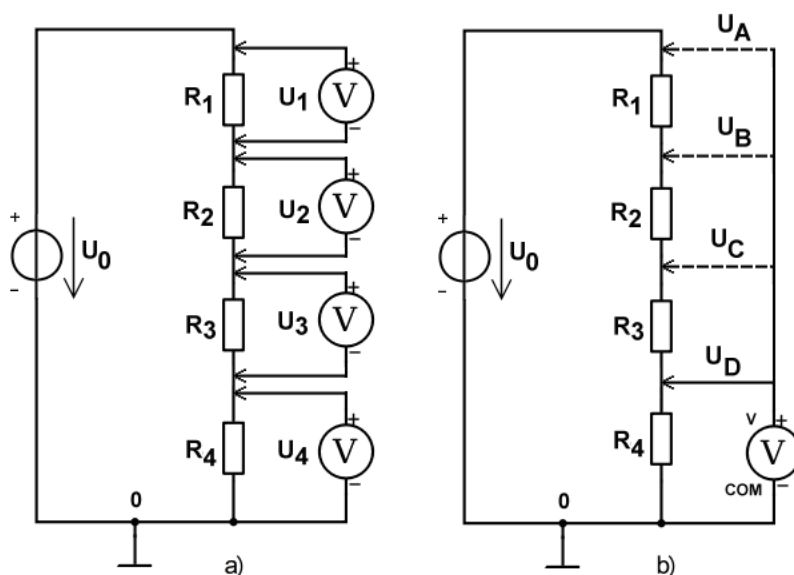
Mérjük meg  $U_0$ ,  $U_1$  és  $U_2$  feszültségeket és az  $I$  áramot. (Használjuk a három tizedes kijelzési pontosságú V méréshatárt, illetve a három tizedes pontosságú mA méréshatárt!)

### 4. Jegyzőkönyvi feladat:

A mért  $U_0$  értékből és a mért  $R_1$ ,  $R_2$  értékekből számoljuk ki újra  $I$ ,  $U_1$  és  $U_2$  értékeket. Ezeket hasonlítsuk össze ezeknek a mért értékeivel! Ellenőrizzük a mért eredményeken az Ohm- és Kirchoff-törvényeket!

### 3. Potenciálok mérése feszültségosztón

A soron következő feladatban egy négy ellenállásból álló feszültségosztón végezzünk egyszerű feszültségméréseket és remélhetőleg segítünk tisztázni a feszültség és a potenciál közötti különbséget ill. összefüggést.



2. a) Feszültségek mérése, b) potenciálok mérése

#### Adatok:

$U_0 = 12\text{V}$   
 $R_1 = 2,2\text{k}\Omega \pm 1\%$   
 $R_2 = 1\text{k}\Omega \pm 1\%$   
 $R_3 = 620\Omega \pm 1\%$   
 $R_4 = 390\Omega \pm 1\%$

#### 1. Házi feladat:

Számoljuk ki  $U_1, U_2, U_3, U_4$  feszültségeket.

Számoljuk ki  $U_A, U_B, U_C, U_D$  potenciálokat (az ábrán jelzett 0 ponthoz képest nézve).

#### 2. Mérési feladat:

Mérjük meg a négy ellenállást a lehető legpontosabban.

#### 2. Mérési feladat:

Mérjük meg  $U_0, U_1, U_2, U_3, U_4$  feszültségeket a 2. a) ábra szerint.

#### 3. Mérési feladat:

Mérjük meg  $U_A, U_B, U_C, U_D$  potenciálokat a 2. b) ábra szerint. (Vegyük figyelembe, hogy  $U_0 = U_A$ , de természetesen ezt is meg kell mérni.)

#### 4. Jegyzőkönyv:

A mért  $U_0$  és az ellenállások mért értékéből számoljuk újra a házi feladatot.

Hasonlítsuk össze a mért és számolt értékeket!

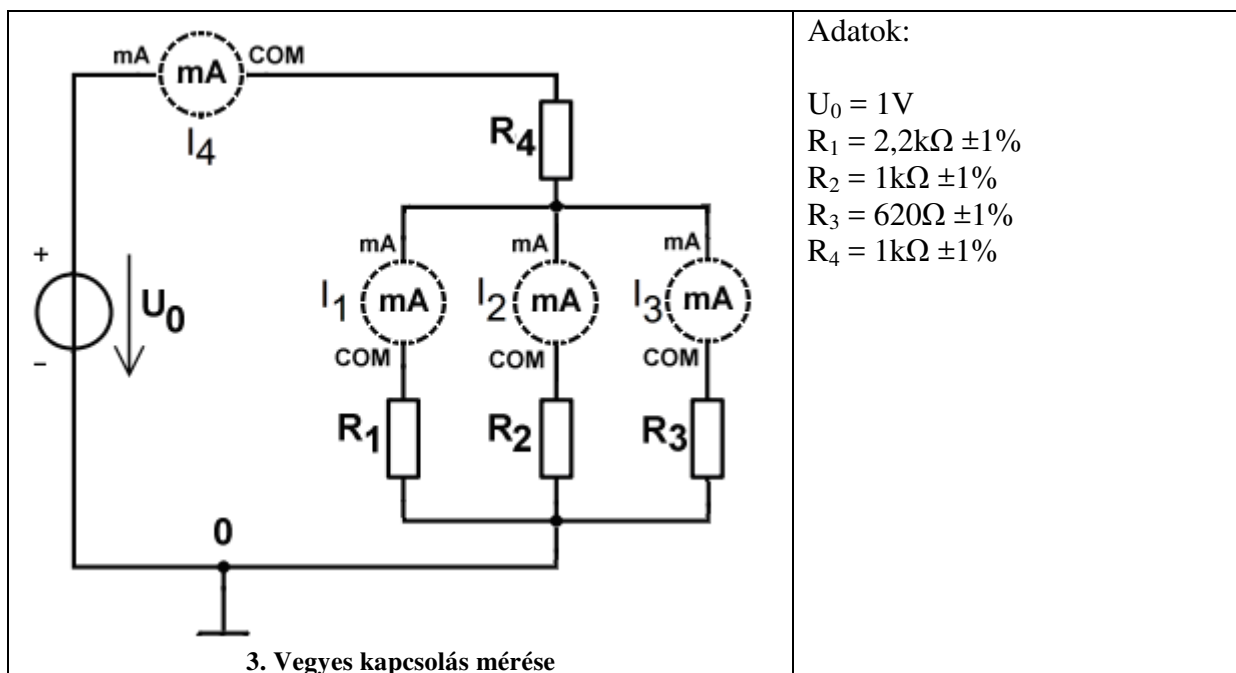
Ellenőrizzük a Kirchhoff-törvényeket:

$U_1 + U_2 + U_3 + U_4 = U_0$  ?

$U_A - U_B = U_1$  ? , stb.

## 4. Vegyes soros-párhuzamos hálózat vizsgálata

A következő áramkörben párhuzamosan kötött ellenállások is találhatóak, ezek áramát kell megmérni. Elegendő lesz az egyik multiméter használata. A mérés során az árammérőt mindig az egyik ellenállással kössük sorba, majd a mérés ideje alatt a többi 3 ellenállásnál az árammérő helyét rövidzárral helyettesítsük. (Így persze kétszeresen is hibát viszünk a mérésbe, de a feladat egyik lényege pont ennek a megállapítása, a részletek megfejtését a hallgatóra bízjuk.)



### 1. Házi feladat

Számoljuk ki  $I_1, I_2, I_3, I_4$  áramokat. (Vigyázat! Az áramosztó képlet három ellenállás esetén bonyolult alakot ölt (ha jól írtuk fel), célszerűbb lehet az eredő ellenállásokat kiszámolni és abból kiindulni.) (Megj.:  $I_4$  áram egyúttal a táp  $I_0$  árama is.)

### 2. Mérési feladat

Mérjük meg  $U_0$  feszültséget. Mérjük meg  $I_1, I_2, I_3, I_4$  áramokat egymás után. A méréseket végezzük el mindegyik árammérő méréshatárban!

|       | L1 | L2 | L3 | L4 |
|-------|----|----|----|----|
| $I_1$ |    |    |    |    |
| $I_2$ |    |    |    |    |
| $I_3$ |    |    |    |    |
| $I_4$ |    |    |    |    |

### 3. Jegyzőkönyvi feladat

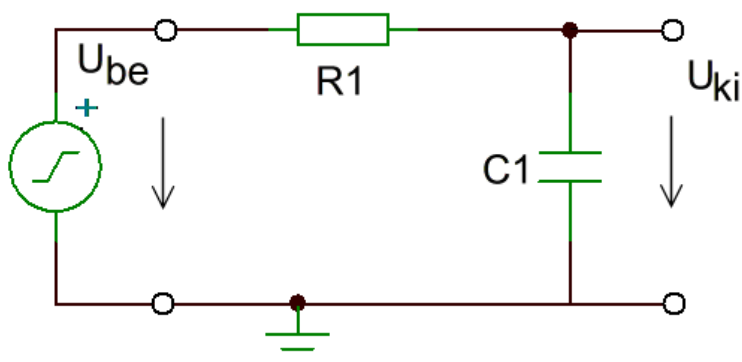
Számoljuk újra a házi feladatot  $U_0$  és az ellenállások mért értékeinek felhasználásával.

Hasonlítsuk össze a számított és a mért értékeket mindegyik méréshatárban.

Mely méréshatárban lesznek a mért értékek legközelebb a számítotthoz? Miért?

Adjuk össze a párhuzamos ágak mért áramait és nézzük meg, hogy ez egyenlő-e a tápárammal, mindegyik méréshatárban. ( $I_1 + I_2 + I_3 = I_4$  ?) Milyen mérés technikai vagy számítási tényező okozza, hogy mindig lesz némi különbség?

## 5. RC tag mérése



4. Aluláteresztő RC tag

Ismerkedjünk meg a váltakozóáramú mérésekkel is. Ehhez állítsunk össze egy aluláteresztő szűrőt RC tagból. A bemenetet most a függvénygenerátorral állítjuk elő. Az offset legyen nulla.

### Adatok:

$R_1 = 2,2\text{k}\Omega$ ,  $C_1 = 100\text{nF}$

$U_{be} = 10\text{V}_{pp}$

### 1. Házi feladat

Számítsa ki a törésponti frekvenciát! Emlékeztető:  $f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$

Számítsuk ki az időállandót!  $\tau = R \cdot C$

### 2. Mérési feladat

Mérjük meg a szűrő átviteli karakterisztikáját az adott tartományban.  $U_{be}$  és  $U_{ki}$  kétféleképpen mérhető: oszcilloszkóppal, ilyenkor csúcstól csúcsig értéket (*peak to peak*,  $V_{pp}$ ) mérünk, vagy a multiméterrel AC V állásban, ilyenkor effektív értéket (*RMS*) mérünk. Ügyeljünk rá, hogy a bemenő és kimenő feszültség azonos módon legyen mérve! A mérés után számítsuk ki az átvitelt ( $A_u = U_{ki}/U_{be}$ ).

A jegyzőkönyvben ábrázoljuk lineáris grafikonon az átvitelt a frekvencia függvényében!

Bónusz: végezzük el lin-log vagy log-log skálán is az ábrázolást!

| f (Hz)           | U <sub>be</sub> (V) | U <sub>ki</sub> (V) | A <sub>u</sub> |
|------------------|---------------------|---------------------|----------------|
| 100              |                     |                     |                |
| 300              |                     |                     |                |
| 500              |                     |                     |                |
| 600              |                     |                     |                |
| f <sub>0</sub> = |                     |                     |                |
| 800              |                     |                     |                |
| 900              |                     |                     |                |
| 1000             |                     |                     |                |
| 1200             |                     |                     |                |
| 1500             |                     |                     |                |
| 1800             |                     |                     |                |
| 2000             |                     |                     |                |

### 3. Mérési feladat

Jelenítsük meg a bemenő és a kimenő jelet is az oszcilloszkópon. Lehetőség szerint használjunk T-elosztót a függvénygenerátor kimenetén, hogy koaxiális kábelrel tudjuk a jelet a szkópra és az áramkörre is csatolni (így kevésbé zajos a mérés, ill. kevesebb vezetékezés szükséges).

Állítsunk be  $f=100\text{Hz}$  frekvenciát a függvénygenerátoron. A csúcsérték maradjon az előzőekben beállított.

Állítsuk a függvénygenerátor jelalakját négyszögjelre, az offset legyen nulla.

Az oszcilloszkópon nagyítsunk bele a jelbe úgy, hogy látszódjon a bemenő jel felfutó éle és a kimenő jel teljes felfutási tartománya nulláról a maximumig. Mérjük meg az időállandót! Rajzoljuk le a bemenő és kimenő jelalakot a jegyzőkönyvbe!

Emlékeztető: a kimenő jel egy időállandó alatt a maximum (ez itt a bemenő jel csúcsértéke) 63,2%-ára fut fel. Használjuk az oszcilloszkóp kurzorát a mérés elvégzéséhez.

### **Felkészülő kérdések:**

1. Mi jellemzi az ideális és valós feszültségmérő belső ellenállását (nagyságrendek)?
2. Mi jellemzi az ideális és valós árammérő belső ellenállását (nagyságrendek)?
3. Mi a méréshatár és hogyan kell változtatni ismeretlen nagyságrendű mennyiség mérésekor?
4. Hogyan kötjük be a feszültség- illetve árammérőt a mérendő mennyiséghez képest? Rajzoljon hozzájuk példát!
5. Hogyan állítjuk be az áramkorlátot egy laboratóriumi tápegységen?
6. Rajzolja fel és értelmezze egy laboratóriumi tápegység jelleggörbáját!
7. Adja meg a feszültségosztó képletét, mellyel 3 sorba kapcsolt ellenállás közül egynek a feszültsége meghatározható!
8. Mi a potenciométer és mi a rajzjele?
9. Adja meg az áramosztó képletét két párhuzamosan kapcsolt ellenállásra!
10. Ismertesse a Thevenin-féle helyettesítőképet, belső ellenállásának egy lehetséges mérési módját!
11. Rajzoljon és jellemezzen egy tetszőleges szinuszos időfüggvényt!
12. Definiálja az effektív értéket!
13. Mi az ofszet-feszültség? Adjon meg egy ofszetelt szinuszjel időfüggvényét leíró egyenletet!