

A 2010/2011 tanév villamos gyakorlatain tartandó előadások vázlata

a 10. évfolyam számára

Tartalomjegyzék

1. Első előadás.....	3
1.1. Bevezetés.....	3
1.1.1. A mérnök ismérvei.....	3
1.2. Biztonságtechnika.....	4
1.2.1. A biztonságtechnika területei.....	4
1.2.2. Munkavédelem.....	4
1.2.2.1. Veszélyforrások csoportosítása.....	6
1.2.2.2. A munkavédelem eszközrendszere.....	7
1.2.2.3. Egyszerű példa a világítási rendszer veszélyeinek szemléltetésére.....	7
1.2.2.4. Általános műhelyrend.....	9
1.2.3. Érintésvédelmi oktatás.....	10
1.2.3.1. Érintésvédelmi osztályok.....	12
1.2.4. Tűzvédelem.....	14
1.3. Veszélyhelyzet esetén a teendők.....	16
1.4. Villámvédelem.....	16
1.5. A műhelyben található eszközök ismertetése.....	17
1.6. Projektismertetés.....	17
1.6.1. Az oktató által javasolt projektfeladatok.....	17
1.7. Számonkérések formái.....	18
1.8. Az első előadáshoz kapcsolódó ellenőrző kérdések.....	19
2. Második előadás.....	20
2.1. Bevezetés.....	20
2.2. Alapfogalmak.....	21
2.3. A hitelesítés folyamata.....	24
2.4. A kalibrálás folyamata.....	25
2.4.1. A közvetlen kalibrálás folyamata.....	26
2.4.2. A közvetett kalibrálás folyamata.....	26
2.5. A hitelesítés és a kalibrálás összehasonlítása.....	28
2.6. Metrológia eszközei.....	29
2.7. Műszerek csoportosítása.....	30
2.8. Műszerek jellemzői.....	31
2.8.1. Műszer metrológiai jellemzői.....	31
2.9. Speciális mérési fogalmak.....	32
2.10. A tápegység.....	33
2.11. Villamos mérés a gyakorlatban.....	35
2.11.1. A prefixumok (előtagok).....	35
2.11.2. Határérték.....	36
2.11.3. Jellemző.....	36
2.11.4. Aktív, passzív kifejezés.....	36
2.11.5. Multiméter.....	38
2.11.6. Ohm törvényének igazolása méréssel.....	39

2.12. A második előadáshoz kapcsolódó ellenőrző kérdések.....	40
3. Harmadik előadás.....	41
3.1. Az ellenállás fogalma.....	41
3.2. Az ellenállások csoportosítása.....	43
3.3. Sorosan, párhuzamosan kapcsolt ellenállások eredőjének számítása.....	44
3.4. Ellenállások tokozása.....	45
3.4.1. Ellenállássorok.....	51
3.5. Adott feszültségérték beállítása áramkorláttal a tápegységen.....	53
3.6. Kettős táplálás fogalma.....	54
3.7. Ellenállásmérés.....	57
4. Negyedik előadás.....	59
4.1. Mérési feladat.....	59
4.2. Mérési jegyzőkönyv felépítése.....	60
5. Ötödik előadás.....	63
5.1. Mérési feladatok.....	64
5.1.1. Mérési feladat.....	64
5.1.2. Mérési feladat.....	65
5.1.3. Mérési feladat.....	66

1. Első előadás

1.1. Bevezetés

A technikus szakmánk közép-, míg a mérnök felsőfokú képviselője. A magyar mérnök szó – az egyéb nyelvekben megjelenő engineer, ingenieur, stb. szavakkal – ellentétben jelzi szakmánk legfontosabb részterületét, a mérés tudományát. Függetlenül attól, hogy egyesek a gépészet, az elektronika, a vegyészet, az építészet, stb. területének képviselői, a mérés folyamatának mélyreható ismerete és gyakorlása összeköti őket. A technikust bár a szakmai ismeretei korlátozottabbak ugyanazon tulajdonságok jellemzik, mint a mérnököt.

Az első előadáson a diákok megismerkednek az általános munka-, érintés- és tűzvédelmi előírásokkal. Ismertetésre kerül a műhelyben tolerált viselkedési forma. Megbeszéljük a szükséges felszerelést, valamint a követelményrendszert. Az éves projektfeladat elvégzéséhez megtörténik a csoportbeosztás.

1.1.1. A mérnök ismérvei

Széles látókör:

A tudomány minden területéről vannak ismeretei, bármely részterület képviselőjével tud értelmes párbeszédet folytatni. Az alaptudományok (matematika, fizika, kémia, biológia) területén a tudása jó, a szaktudományok (gépészet, villamosság-tan-elektronika, energetika, vegyészet, stb.) területén megfelelő, saját szakmájában pedig kiváló. A műszaki területek között látja a kapcsolódási pontokat, a határterületekről részletes információval rendelkezik. A humán tudományok ismereteit megfelelő szinten birtokolja – általános műveltsége nem hagy maga után kívánnivalót.

A mérnöki munkához való elengedhetetlen

készségek birtoklása:

A mindennapi munkavégzéshez szükséges a fantázia és az ötletesség. Minden feladatot többféleképpen is el lehet látni, de a mérnöknek minden esetben a lehető legszínvonalasabban, és elegánsan kell a munkáját végeznie. A mérnöki kérdésfelvetés különleges embertípust kíván. Az idealizált modellek és a valóság, az elmélet, a gyakorlat és a mérés hármásának egymást erősítő összeegyeztetése nem egyszerű feladat. A problémafelvető, -elemző, -rendszerző és -megoldóképességek elengedhetetlenek. A mérnök függetlenül attól, hogy mely részterületen tevékenykedik szakmáját mind elméletben (jó fogalmazási és kommunikációs készség, didaktikai ismeretek, előadói képesség, jó memória és felfogóképesség), mind gyakorlatban (megfelelő kezűgyesség, gyakorlati érzék) magas fokon ismeri, és gyakorolja. A mérnök konstruktív kritikával szemlélettel végzi munkáját, és segíti munkatársait. Lelkesedés és kitartás, valamint antikonvencionális¹ jellemzi a mérnököt. Egészséges önbizalma mellett a realitások iránti érzéke kifogástalan (műszaki érzék, műszaki véna).

¹ A megszokott, hagyományos, közkeletű sémák elvetése. A képesség az új dolgok iránti érdeklődésre és hasznosításra.

Első előadás

Etikai tulajdonságok: A mérnök minden esetben – a hivatalos és a magánéletben is – igényességet mutat szakmája és az erkölcs irányában. Nem vállal olyan munkát amit nem tud kivitelezni, vagy aminek elvégzéséhez szükséges ismeretek területén hiányossággal rendelkezik. Csak olyan dokumentumot jegyez ellen, aminek helyességéről meggyőződött. Nem állít valótlan, akit ilyen cselekményen kap azt elszámoltatja. A mérnököt becsületes és példamutató életvitel jellemzi. A munkáját felelősséggel és lelkiismeretesen végzi.

„A mérnök hivatásának gyakorlása során az emberek biztonságát, egészségét, jólétét, a természeti környezet ésszerű védelmét tekintse mindenek felett állónak!”

1.2. Biztonságtechnika

1.2.1. A biztonságtechnika területei

- Munkavédelem
- Tűzvédelem
- Polgári védelem
- Vagyonvédelem

A továbbiakban mi a munkavédelem és tűzvédelem területét vizsgáljuk meg részletesen, mivel szakmánkhöz ezek elengedhetetlenül szükségesek.

1.2.2. Munkavédelem

A munkavédelmet az 1993. évi XCIII. törvény szabályozza. A törvény hatálya kiterjed minden szervezett munkavégzésre, függetlenül attól, hogy az milyen szervezeti vagy tulajdoni formában történik. A törvényt nem csak a munkát végző személyekre, hanem a munkavégzés hatókörében tartózkodó összes személyre alkalmazni kell². Rendkívüli munkavégzés, a fegyveres és rendvédelmi szervek, valamint a BV keretében végzett munkák során – különlegesen indokolt esetben – az illetékes miniszter rendeletében a törvényben foglaltaktól eltérő követelményeket is megállapíthat.

Részlet a törvényből: „E törvény célja, hogy az Alkotmányban foglalt elvek alapján szabályozza az egészséget nem veszélyeztető és biztonságos munkavégzés személyi, tárgyi és szervezeti feltételeit a szervezeten munkát végzők egészségének, munkavégző képességének megóvása és a munkakörülmények humanizálása érdekében, megelőzve ezzel a munkabaleseteket és a foglalkozással összefüggő megbetegedéseket.”

² Közterületi munkavégzés esetén ezért alkalmazunk elkerítést, üzemlátogatás esetén ezért kötelező a védőfelszerelések (pl. védősisak) használata.

Munkavédelem: a szervezett munkavégzésre vonatkozó munkabiztonsági és munkaegészségügyi követelmények, továbbá e törvény céljának megvalósítására szolgáló törvénykezési, szervezési, intézményi előírások rendszere, valamint mindezek végrehajtása. A munkaegészségügy a munkahigiéna és a foglalkozás-egészségügy szakterületeit foglalja magában.

Szervezett munkavégzés: „a munkaviszonyban, a közszolgálati, illetve a közalkalmazotti jogviszonyban, szövetkezeti tagság esetén a munkaviszony jellegű jogviszonyban, a szakképző iskolákban a tanulói jogviszony keretében a szakmai képzési követelmények teljesülése során, továbbá a tanuló szerződés alapján, a hallgatói jogviszonyban a gyakorlati képzés során, a büntetés-végrehajtási jogviszonyban (előzetes letartóztatásban, elítéltként), a közigazgatási határozat alapján, a fegyveres erők, a fegyveres szervek (ideértve a hivatásos önkormányzati tűzoltóságot és más rendvédelmi szervet), a katasztrófavédelem központi és területi szerveinek tagjai által szolgálati viszonyukban, a polgári szolgálatban, az önkéntes jogviszonyban végzett munka, valamint a munkáltató által kezdeményezett, irányított vagy jóváhagyott társadalmi munka.

Szervezett munkavégzésnek kell tekinteni továbbá a 40. § (2) bekezdésében foglaltak alkalmazása szempontjából a munkavállalót nem foglalkoztató gazdasági társaság természetes személy tagjának személyes közreműködésével végzett munkát is.”³

- Tanulói (hallgatói) jogviszonyban történő munkavégzés a gyakorlat során
- Munkaviszonyban történő munkavégzés
- Közszolgálati, köztisztviselői munkakörben történő munkavégzés
- Közigazgatási határozat alapján
- A munkáltató által kezdeményezett, irányított vagy jóváhagyott társadalmi munka
- Szolgálati viszonyban, büntetés-végrehajtási jogviszonyban, polgári szolgálatban végzett munka

Első előadás

A munkavégzés során különböző veszélyekkel és ártalmakkal találkozhatunk. A veszélyes tényező hatása meghatározott körülmények között sérülést, vagy más hirtelen fellépő egészségkárosodást (balesetet⁴), míg az ártalmas tényező hosszabb idő alatt megbetegedést, vagy munkaképesség-csökkenést okozhat. Vagyis a veszély és az ártalom között alapvetően a hatás kifejtésének idejében találunk különbséget.

Veszélyforrás: a munkavégzés során vagy azzal összefüggésben jelentkező minden olyan tényező, amely a munkát végző vagy a munkavégzés hatókörében tartózkodó személyre veszélyt vagy ártalmat jelenthet.

1.2.2.1. Veszélyforrások csoportosítása

- Fizikai veszélyforrások
 - Munkaeszközök, járművek, szállító- és anyagmozgató eszközök, valamint mozgásuk
 - Szerkezetek egyensúlyának megbomlása, szintkülönbségek, súlytalanság
 - Éles, sorjás, egyenetlen felületek, szélek és sarkok
 - A tárgyak hőmérséklete, a levegő hőmérséklete, nyomása, nedvességtartalma, ionizációja és áramlása
 - Zaj, rezgés, infra- és ultrahang
 - Világítás
 - Elektromágneses sugárzás, vagy tér
 - Részecskesugárzás
 - Elektromos áramköri, vagy statikus feszültség
 - Aeroszolok és porok a levegőben
- Veszélyes anyagok
 - Robbanó
 - Gyúlékony
 - Oxidáló
 - Sugárzó
 - Mérgező
 - Maró
 - Ingerlő
 - Szenzibilizáló

4 Mvt: „Baleset: az emberi szervezetet ért olyan egyszeri külső hatás, amely a sérült akaratától függetlenül, hirtelen vagy aránylag rövid idő alatt következik be és sérülést, mérgezést vagy más (testi, lelki) egészségkárosodást, illetőleg halált okoz. ... Munkabaleset: az a baleset, amely a munkavállalót a szervezett munkavégzés során vagy azzal összefüggésben éri, annak helyétől és időpontjától és a munkavállaló (sérült) közrehatásának mértékétől függetlenül.”

Első előadás

- Fertőző
- Rákkeltő
- Mutagén
- Teratogén
- Utódkárosító
- Egyéb egészségkárosító
- Biológiai veszélyforrások
 - Mikrobiológiai (baktériumok, vírusok)
 - Makrobiológiai (növények, állatok)
- Fiziológiai, idegrendszeri, pszichés igénybevétel

Ergonómia: az ember-gép környezet rendszerek optimalizálásának tudománya (emberközpontú kialakítás).

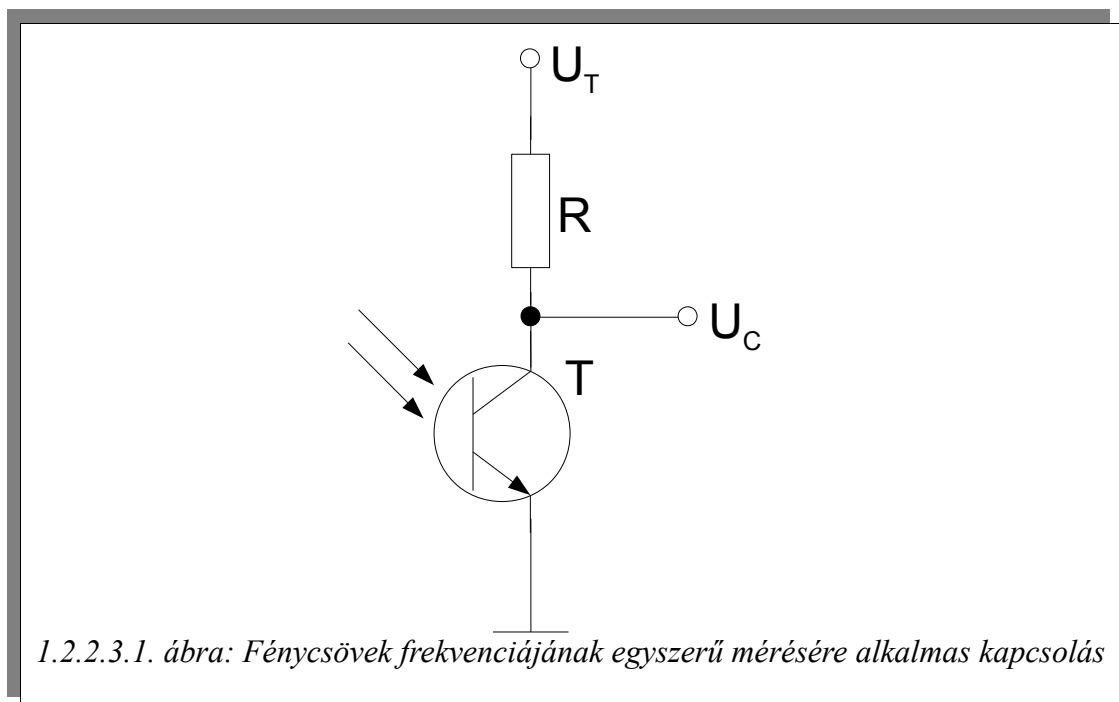
1.2.2.2. A munkavédelem eszközszerrendszere

- Műszaki és higiénés eszközök (biztonsági berendezések, védőfelszerelések, orvosi vizsgálatok)
- Jogi és igazgatási eszközök (munkavédelmi felügyelet, ellenőrzések, bírságok)
- Oktató, nevelő és felvilágosító eszközök (munkavédelmi oktatás)

1.2.2.3. Egyszerű példa a világítási rendszer veszélyeinek szemléltetésére

A fényforrások periodikus fényingadozása miatt a stroboszkóphatás⁵ elkerülésére a fényforrásokat eltérő fázisról kell üzemeltetni. A lámpák egységjeljesítményét úgy kell megválasztani, hogy minden, stroboszkóphatás szempontjából kritikus területet legalább két eltérő fázisra kapcsolt lámpa világítson meg, és ezek fénye megfelelő arányban keveredjen. Az olyan munkahelyeken, ahol forgógép, berendezés működik, amely a stroboszkóphatás szempontjából kritikus, egyfázisú táplálás esetén csak izzólámpás vagy ikerkapcsolású fénycsőves világítótesteket, ill. LED-es megvilágítást szabad alkalmazni!

⁵ A stroboszkóphatás azt jelenti, hogy a fázisváltozással megegyezően szinkronban forgó alkatrészt úgy látjuk, mintha állna. Ez azért veszélyes, mert a dolgozó így gyanútlanul hozzáérhet a veszélyes, forgó gépelemhez.



Az egyes munkafolyamatok előtt a szükséges munkavédelmi ismereteket, a szerszámok és gépek használatának veszélyeit szóban, ill. az adott foglalkozásokhoz tartozó előadásvázlatokban tárgyaljuk.

1.2.2.4. Általános műhelyrend

Az iskola teljes területén – így a műhelyben is – érvényesek a Btk. ill. a Ptk. rendelkezései, valamint az iskola házirendje. A műhely, és laboratóriumi foglalkozásokon a balesetek megelőzése érdekében szigorúbb rend uralkodik, mint egy elméleti órán. A következő szabályok be nem tartása esetén a diák figyelmeztetésben, intésben, a gyakorlati foglalkozástól való eltiltásban részesülhet:

- A műhelybe és laboratóriumba ételt italt, oda nem illő eszközöket⁶ behozni tilos!
- A műhelyben és laboratóriumban az általános viselkedési szabályokon felül szigorú fegyelem uralkodik. A helyiségbe belépni vagy azt elhagyni csak az oktató engedélyével lehet. A mindenkori munkát elméleti ismertetés előzi meg, amelyet a diákok csendben jegyzetelve hallgatnak végig. Az előadás közben felmerülő kérdéseket jelentkezés és felszólítás után tehetik fel. Az oktatót, vagy társaikat félbeszakítani csak különösen indokolt esetben (veszélyhelyzet) lehet. A teremben a hangoskodás, oda nem illő kifejezések használata tiltott!
- A munkavégzés során felmerülő kérdések tisztázása céljából a diák kérheti az oktató segítségét jelentkezés útján, amennyiben ez rövid idő után nem vezet eredményre, a „Tanár Úr!” megszólítást használva hívhatja fel magára a figyelmet. Az oktató a diákokat alapesetben tegezi, vagy magázza – külön kérésre átvált kizárólag magázó formába – a diákok az oktatót minden esetben magázzák. Mind az oktató, mind a diákok megadják egymásnak és társaiknak a kötelező tiszteletet.
- A munka megkezdése előtt az oktató és a diákok a helyükön vigyázzban állva üdvözlik egymást a napszaknak megfelelően. A köszöntést az oktató kezdi.
- Érdemjeggyel kapcsolatban csak érvekkkel lehet javítást elérni – hangerővel nem. Amennyiben az oktató a dolgozat pontszámait elszámolta, vagy a számonkérés során fontos tényeket hagyott figyelmen kívül erre kulturált formában jelentkezés és felszólítás után hívjuk fel a figyelmét!
- Az oktató a diákokat mindig tájékoztatja a következő alkalommal várható számonkérésekből, azonban a munkavédelmi előírásokból bármikor – akár szóban, akár írásban – feleltethet.
- Aki az adott munkafolyamat területén nem rendelkezik elegendő munkavédelmi ismerettel – bár arról az oktató tájékoztatást adott – kérdéseit a munka megkezdése előtt kötelezően fel kell tennie – ezért őt retorzió nem érheti!
- A munkavégzés során a diákok egymás munkáját nem becsmérik, kérésre építő jellegű kritikát adhatnak. A diákok a saját munkájuk befejezése és értékelése után az oktató engedélyével segédkezhetnek társaiknak. A munka minősítéséhez egyedül az oktátónak van joga.
- A hatékony munkavégzés miatt az oktató eltérhet az általános 45 perces időkerettől és az órákat egybe is megtarthatja – természetesen tekintetbe véve az alapvető emberi szükségleteket.

⁶ Minden olyan tárgy ami zavarja a munkavégzést (bekapcsolt mobiltelefon, mp3-4 lejátszó, egyéb szórakoztató elektronikai termék, táska, kabát, ékszerek stb.).

Első előadás

- Amennyiben a diák a munkadarabját, vagy a feladatát elrontotta, de úgy érzi, hogy következő alkalommal a felajánlott jegynél magasabb osztályzatot is el tudna érni lehetősége van egy külön időpontban – amelyről az oktatóval egyeztet – ismét számot adni képességeiről.
- **Aki a munkavédelmi előírásokat figyelmen kívül hagyja minden esetben figyelmeztetésben részesül – a szabálysértés súlyától függően szóban vagy írásban.**
- **Aki a munkavédelmi előírásokat szándékosan figyelmen kívül hagyja az írásbeli intézésben részesül, az órai munkája elégtelen osztályzatot kap. A további munkavégzést mindaddig meg kell tőle tagadni, amíg szóban számot nem ad a munkavédelem terén szerzett ismereteiből.**

A laboratóriumi és műhely foglalkozásokra kötelezően magunkkal hozott tárgyak listája:

- Írószerszám
- Vonalzó
- Jegyzetfüzet (A4 formátumú négyzetrácsos spirál füzet)
- Munkaköpeny
- Az adott gyakorlatra az oktató által előírt egyéb segédeszközök

1.2.3. Érintésvédelmi oktatás

Az érintésvédelemről részletes ismertetést az elméleti órákon, ill. a villamos gyakorlatokon kaphatunk, itt csupán a legszükségesebb információkat közöljük.

A villamos áram élettani hatása:

Az izmok összerándulása: Az emberi szervezetben az izmok összehúzódásáért az agyból kiinduló információk alapján az idegrendszeren végigfutó villamos áram a felelős. Az áramütés összezavarja az idegpályákat, így nem tervezett, és nem irányított összerándulásokat hozva létre. Szélsőséges esetben bekövetkezik az izmok szakadása, az idegek károsodása. Az izmok összerándulása terén a váltakozóáramot tekinthetjük veszélyesebbnek.

Első előadás

- Vegyhatás:** Köztudott, hogy az emberi test 70%-a víz – az ásványi anyagtartalom miatt ez a víz elektrolit oldatot alkot. Egyenáramú áramütés esetén megkezdődik a bontási folyamat, amelynek során a vér és a szövet veszélyes mértékben elbomolhat, gázbuborékok, vérrögök keletkezhetnek, amik – szélsőséges esetben – halálhoz vezethetnek.
- Hő hatás:** „Az áram járta vezető melegszik”. Ez az alapigazság az emberi testre is érvényes. Áramütés esetén az ember a saját ellenállása miatt veszélyes mennyiségű hőt termelhet.

Az áram élettani hatása a következő tényezőktől függ:

- Az áram útja a szervezeten belül
- Az áramerősség
- A frekvencia
- Az áramütés időtartama
- Az emberi szervezet állapota

Az áramerősség küszöbértékei (hálózati feszültségre vonatkoztatva):

- Érzetküszöb:** Az a minimális áramerősség, amelynek jelenlétét az ember már képes érzékelni. Ez néhány száz μA . 5-6mA hatására már izomösszerándulás történik.
- Elengedési áramküszöb:** 20mA felett az áramkörből segítség nélkül már nem tudunk kiszabadulni.
- Halálos áramküszöb:** 80mA feletti áramerősség esetén bekövetkezhet a halál.

A gyakorlatban feszültséggenerátoros meghajtásokkal találkozunk (hálózati feszültség, akkumulátorok) így az előbb említett áramértékek sajnos nem sokat segítenek, le kellene fordítanunk feszültség szintekre őket. Ohm törvényét alkalmazva az emberi ellenállást ismert mennyiségnek véve alapul ez nem okozhat gondot. Az emberi ellenállás érintésvédelmi szempontból⁷ 1k Ω . Figyelembe véve az elmondottakat a következő érintésvédelmi feszültség szinteket határozták meg:

⁷ A valóságban néhány 100k Ω – azonban nedves bőr, és egyéb tényezők hatására jelentős mértékben csökkenhet. A szövetek ellenállása néhány 100 Ω , az érintésvédelmi számítás ehhez még hozzáadja a bőr minimális ellenállását, és biztonsági tényezőt alkalmazva jutunk el az 1k Ω -os értékhez.

Első előadás

Törpefeszültségű⁸: az a berendezés, amelynek vezetői, ill. bármely vezetője és a föld között a maximálisan fellépő potenciálkülönbség 50V.

Kisfeszültségű: az a berendezés, amelynek vezetői között a fellépő feszültség 50V-nál nagyobb, de 1000V-nál kisebb, valamint bármely vezető és a föld között a maximálisan fellépő feszültség 600V.

Nagyfeszültségű: az a berendezés, melynek vezetői között a névleges feszültség nagyobb, mint 1000V, vagy közvetlenül földelt berendezésnél egyik vezetője és a föld közötti feszültség meghaladja a 600V-ot.

Szaktárgyunk során a legtöbb gépet, berendezést hálózati feszültségről üzemeltetjük.

Hálózati feszültség: Magyarországon⁹ a hálózat $230V_{\text{eff}}$ értékű 50Hz frekvenciájú szinuszosan váltakozó feszültség. Fontos, hogy a 230V effektív értékre vonatkozik, a csúcsérték – amit úgy kapunk, hogy a szinuszos jelalakra vett csúcstényezővel ($\sqrt{2}$) beszorzunk – $\sim 325V_{\text{cs}}$. A hálózati feszültség önmagában vizsgálva kisfeszültségű rendszer.

A 3 fázisú hálózaton a különböző fázisokat R, S, T jelöléssel látjuk el, a nullavezető jelölése N, míg a védőföldelésé PE¹⁰.

Az érintésvédelem célja megakadályozni, hogy az embert áramütés érje.

1.2.3.1. Érintésvédelmi osztályok

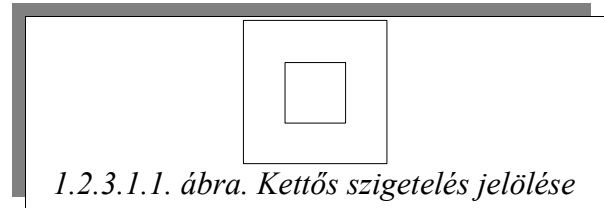
A berendezéseinket érintésvédelmi osztályokba tudjuk besorolni.

1. érintésvédelmi osztály (védőföldelés): Az 1. érintésvédelmi osztályba tartozó eszközöket védővezetővel látjuk el. Ezeket az eszközöket csak földelt konnektorokról szabad üzemeltetni! A védővezető célja, hogy a készülékházra került veszélyes feszültség – az ember helyett – rajta keresztül hozzon létre rövidzárlatot. A rövidzárlati áram leoldja a biztosítékot, kismegszakítót, vagy FI-relét.
2. érintésvédelmi osztály (kettős szigetelés): A kettős szigeteléssel ellátott eszközök megérinthető részei vagy szigetelő anyagból (műanyag, fa) készülnek, vagy a fémburkolat úgy került szigetelésre a feszültség alatt lévő részekről, hogy egyszeres hiba esetén rá veszélyes nagyságú érintési feszültség ne juthasson. Kettős szigeteléssel ellátott eszközöket földelni tilos!

8 Törpefeszültségű berendezések az emberre nem veszélyesek, hiszen – saját ellenállásunk miatt – nem tud veszélyes áram kialakulni.

9 Az USA-ban 120V/60Hz-es hálózattal dolgoznak.

10 A vezetékek szigetelésének színe a következőképpen alakul: fázis → fekete; nullavezető → kék; védőföldelés → zöld-sárga. Amennyiben a fázisokat egymástól meg kell különböztetnünk, a vezetékek végeit látjuk el színkóddal (színjelölésre a zöld, a sárga, a vörös, a szürke, a fehér, a világoskék és a zöld/sárga színek egyike sem alkalmazható).



3. érintésvédelmi osztály (törpefeszültség):

A maximum 50V-os feszültségről üzemelő eszközöket – amelyek tápfeszültségét biztonsági transzformátorról állítjuk elő – a 3. érintésvédelmi osztályba soroljuk. Ezt az osztályt tekinthetjük a legbiztonságosabbnak, hiszen az 50V alatti feszültségek az emberi szervezetre nem veszélyesek.

Az érintésvédelmi megoldás lehet passzív és aktív módszer.

Passzív módszerek:

- Elkerítés
- Burkolás
- Elszigetelés
- Védőelválasztás

Aktív módszerek:

- Nullázás
- Védőföldelés
- Feszültségvédő kapcsolás
- Áramvédő kapcsolás

Védekezés FI-relé segítségével:

Ma már az új építésű házak esetén, ill. felújításkor minden esetben beépítik az áramvédő kapcsolót (ÁVK), vagy életvédelmi relét, vagy Fehlerstromschalter¹¹-t, vagy Residual Current Device-t (RCD). Az eszköz működése a különbségi árammérés elvén alapul. Amennyiben a fázison és a nullavezetőn átfolyó áramok különbsége elér egy előre meghatározott értéket (30mA; 100mA; 300mA), akkor az áramvédő kapcsoló megszakítja a fázist. Fontos tisztáznunk, hogy az életvédelmi relé az életet védi, míg a biztosíték, kismegszakító az eszközt, hálózatot a túlmelegedéstől! Egyik a másikat nem helyettesíti. A fi-relékre megadnak egy maximális áramot, amit még képesek elviselni (16A; 25A; 40A) – ez alapján tudjuk az egyes hálózatokhoz kiválasztani őket.

11 A német és angol kevert szavakból áll össze a mérnökök által is használt fi-relé kifejezés: Fehlerstromschalter-Interrupt

1.2.4. Tűzvédelem

Az égés állapotjelzői

- Hőmérséklet
- Nyomás
- Térfogat
- Mólszám

Az égés együttes feltételei:

- Éghető anyag
- Oxigén
- Gyújtóforrás
- Gyulladás hőmérséklet

Öngyulladás: A rendszerben van hőtermelő folyamat, amelynek eredménye meghaladja a hőelvezető képességet.

Az égés a robbanás és a detonáció között alapvetően sebességbeli különbség van. ($< 10 \frac{m}{s}$; $> 10 \frac{m}{s}$; $> n \cdot 100 \frac{m}{s}$).

A Ttv.¹² szerint a **tűz (tűzeset)** az az égési folyamat, amely veszélyt jelent az életre, a testi épségre vagy az anyagi javakra, illetve azokban károsodást okoz. Vagyis a tűz és az égés között alapvetően az irányítás a különbség – amennyiben egy égési folyamat felett elveszítjük az irányítást már tűzről kell beszélnünk.

A hőterjedés a következő módokon jöhet létre

- Kondukción (hővezetés): szilárd testek esetén.
- Radiáció (hősugárzás): a melegedő test elektromágneses sugárzás útján ad le hőmennyiséget.
- Konvekció (hőszállítás): a gázok és folyadékok áramlás útján szállítják a hőenergiát.

¹² Tűzvédelmi törvény

Első előadás

Tűzosztályok: a tüzek égő anyag fajtája szerinti csoportjait jelentik, azzal a céllal kerültek bevezetésre, hogy segítsék a különböző helyeken szükséges tűzoltó készülékek kiválasztását.

„A”: Szilárd, általában szerves eredetű olyan éghető anyagok tüze, amelyek lángolás és/vagy izzás (parázslás) kíséretében égnak.

„B”: Éghető folyékony, vagy cseppfolyós szilárd anyagok (olvadékok) tüze.

„C”: Az éghető gázok tüze.

„D”: Az éghető fémek – elsősorban alkáli fémek (pl. Na, K) és alkáli földfémek (pl. Mg, Ca) – továbbá a különböző éghető fémvegyületek (pl. alumínium-alkil) tüze.

Tűzveszélyességi osztályok:

- „A”: Fokozottan tűz- és robbanásveszélyes
- „B”: Tűz- és robbanásveszélyes
- „C”: Tűzveszélyes
- „D”: Mérsékelt tűzveszélyes
- „E”: Nem tűzveszélyes

A folyadékokat tűzveszélyességi fokozatba sorolják. A folyadék tűzveszélyességi osztálya egyértelműen meghatározza a tűzveszélyességi fokozatát:

„A” tűzveszélyességi osztály → I tűzveszélyességi fokozat

„B” tűzveszélyességi osztály → II tűzveszélyességi fokozat

„C” tűzveszélyességi osztály → III tűzveszélyességi fokozat

„D” tűzveszélyességi osztály → IV tűzveszélyességi fokozat

Tűzoltókészülékek csoportosítása

- Vízrel oltó készülékek (villamos tüzet tilos velük oltani)
- Habbal oltó készülékek (A és B osztályú tüzeknél hatékonyak, és 1000V alatti készülékek tüzenél)
- Porral oltó készülékek (minősítésük B osztályú, de feszültség alatti tüzek esetén is alkalmazhatók)
- Szén-dioxiddal oltó készülékek (bármilyen tűzhez alkalmazható)
- Halon gázzal oltó készülékek (bármilyen tűzhez alkalmazható)

1.3. Veszélyhelyzet esetén a teendők

Az egyes veszélyhelyzeteket példákon keresztül illusztrálva az oktató szóban ismerteti a teendőket.

1.4. Villámvédelem

A villám az épület belsejében lévő vezetőkben (hálózati, vagy telefonvezetékben is) nagy feszültséget indukálhat, amely a hozzá csatlakoztatott berendezéseket tönkretetheti. A villám által indukált feszültségre érzékeny részeket (antennaárbóc) földeléssel kell ellátnunk – fontos, hogy ez nem egyezik meg az érintésvédelmi földdel, azzal közösíteni tilos! Amennyiben készülékeinket vihar idején a hálózatról leválasztjuk, másodlagos villámvédelmet alakítunk ki. Villámlás idején a szabadban tartózkodni különösen veszélyes. Amennyiben villámhárító berendezések közelében tartózkodunk kialakulhat a lépésfeszültség, vagyis a lépésünkkel már veszélyes potenciálkülönbséget hidalhatunk át. Ilyen jelenséggel találkozhatunk leszakadt nagyfeszültségű vezetékek közelében is. Semmiképpen se fussunk el! A veszélyforrástól araszolva – egyszerre csupán néhány cm-t megtéve – távolodjunk el!

A korszerű villámvédelem egyik formája a túlfeszültségvédelemmel ellátott aljzatok használata.

1.5. A műhelyben található eszközök ismertetése

A műhelyben és a laboratóriumban található eszközök, szerszámok, műszerek ismertetésére a gyakorlatban szemléletes módon kerül sor.

1.6. Projektismertetés

A diákok minden évben kiválasztanak egy projektmunkát, amelyet 2-3 fős csoportokban – amennyiben szükséges fokozott oktatói segítséggel – végeznek el. Az év végén munkájukról számot adnak egy színvonalas előadás¹³ formájában. Az elméleti munkák esetén elvárt minimális előadási idő 15, míg a gyakorlati feladatok esetén 5 perc.

A projektmunka lényege az önálló és a csapatban történő munkavégzés elsajátítása. Elfogadható bármilyen a szakmához kapcsolódó, a tanév során elkészítésre kerülő, megfelelő nehézségű, dokumentált feladat.

A projektmunka elkészítéséhez az oktató minden segítséget megad. Amennyiben szükséges javasol szakirodalmat, segítséget nyújt a dokumentáció tartalmi és formai előkészítésében. A konkrét termékkel járó feladatok esetén előre megbeszélte időpontban lehetőséget nyújt a laboratórium, vagy a műhely használatára. Mindazonáltal a feladat érdemi része a diákokra hárul, az oktató csupán instrukciókat ad, ill. példákon keresztül próbálja segíteni a tanulókat.

1.6.1. Az oktató által javasolt projektfeladatok

- Biztonságtechnikai előadás megtartása (az előadásban részletesen ki kell térni a munkavédelem legfontosabb előírásaira, példákon keresztül kell illusztrálni a biztonsági előírások, védőfelszerelések szükségességét).
- Előadás az érintésvédelemről (a követelmények hasonlóak a biztonságtechnikai előadáshoz, csak itt az érintésvédelem területét kell körüljárni. Külön ki kell térni az érintésvédelem lehetőségeire és azok alkalmazhatóságára példákon keresztül.)
- Metrológiai előadás megtartása. A villamos alaplmenyiségek mérésének lehetőségei.
- A számítógéppel támogatott tervezés és/vagy gyártás bemutatása egy konkrét – általunk készített – terméken keresztül.
- Egy valódi termék elemzése (költséghatékonyság, gyártási lehetőségek, mérés/ellenőrzés lehetőségei, továbbfejlesztés lehetősége)
- A műszaki dokumentáció jellemzőinek ismertetése, és saját terméken való illusztrálás
- A mérési jegyzőkönyvek legfontosabb ismérvei, konkrét jegyzőkönyv elkészítése egy saját, vagy az oktató által felajánlott munkadarabról.
- Egy – az oktató által elfogadott – saját termék legyártása, a folyamat dokumentálása és ismertetése.

¹³ Függetlenül a választott munka jellegétől egy rövid előadást mindenképpen kell tartani bemutató formájában.

- Villamos ellenőrző- és mérőműszerek bemutatása (fáziskereső, multiméter, oszcilloszkóp, spektrumanalizátor, logikai analizátor stb.)
- Nyáktervezés a „hőskortól” napjainkig.
- EMC nyáktervezési szempontok bemutatása.
- Alkatrész ismertetés (jellemző tokozások, kialakítások).

1.7. Számonkérések formái

A gyakorlatokon a diákok többféle módon adhatnak és adnak számot tudásukról. Az osztályozás mindenkori alappillére a lelkiismeretes és hatékony órai munka.

A gyakorlatok elvégzéséhez és a későbbiekben való biztonságos munkavégzéshez elengedhetetlenül szükséges a gyakorlatokra történő otthoni felkészülés – a biztonsági előírások, a munkafolyamatok tanulmányozása. A diákok az elméleti ismereteikből minden óra¹⁴ első 15 percében dolgozat formájában adnak számot. A felmérő kérdései és az arra adandó válaszok a számonkérés előtti gyakorlaton ismertetésre kerülnek.

A diákok egy évre szólóan projektmunkát választanak, amelyet 2-3 fős csoportokban elvégeznek, és az év végén eredményüket bemutatják.

Érdemjegyet lehet még szerezni az órai munka, ill. a dolgozatok érdemjegyeinek javításával önkéntes¹⁵ alapon.

Otthoni feladatok – jegyzőkönyvek, munkanapló, műszaki rajz, műszaki dokumentáció, házi feladat – elmulasztása elégtelen érdemjegyet von maga után. Amennyiben az otthoni feladatot elkészítettük, azonban a színvonala nem éri el a jeles szintet az oktató által megajánlott jegyet a diák elfogadhatja, vagy visszautasíthatja, ill. lehetősége van későbbi alkalommal történő újbóli ellenőrzés kérésére.

A szorgalmas diák jeles érdemjegye(ke)t szerezhet az iskolában, vagy versenyeken nyújtott kiváló szakmai teljesítményével.

14 Az első foglalkozás természetesen kivételt képez.

15 Elégtelen érdemjegyet mindenképpen javítani kell.

Első előadás

Az osztályozás mindenkor az oktató szuverén tevékenysége – ezt csak a nevelőtestület bírálhatja felül indokolt esetben a diák javára. Az alábbi objektív szempontokat érvényesítjük a félévi, ill. év végi jegyek kiszámításánál:

- A különböző érdemjegyek különböző súlyszámokkal eshetnek latba, erről az oktátónak még a számonkérés megtörténte előtt tájékoztatni kell a diákat. Az általánosan alkalmazott súlyszámok: dolgozat → 1; házi feladat → 1; órai munka → 2; projekt munka → 4.
- 2,00 jegyátlag alatt csak elégtelen érdemjegy adható.
- 2,50; 3,50; 4,50 jegyátlag felett az oktató dönti el, hogy a diák féléves-éves teljesítménye alapján a jobb érdemjegyet állapítja meg, vagy – a diák kérésére – lehetőséget biztosít a javításra.
- 2,50; 3,50; 4,50 jegyátlag alatt az oktató dönti el, hogy a diák – kérésre – lehetőséget kap-e a javításra.

1.8. Az első előadáshoz kapcsolódó ellenőrző kérdések¹⁶

- **Ismertesse a munkavédelmi törvény célját**
- Definiálja a munkavédelmet, hozzon példákat a szervezett munkavégzésre
- Definiálja és csoportosítsa a veszélyforrásokat
- Határozza meg az ergonómia fogalmát, ismertesse a munkavédelem eszközeit
- Adja meg a hálózati feszültség jellemzőit. Sorolja be a különböző feszültségű berendezéseket feszültségértékük szerint.
- **Milyen érintésvédelmi osztályokat, és lehetőségeket ismer?**
- Milyen tényezőktől függ az áram élettani hatása? Adja meg hozzávetőlegesen az érzetküszöb, az elengedési áramküszöb, a halálos áramküszöb értékét!
- Mi a különbség a biztosíték, vagy kismegszakító és az érintésvédelmi relé között?
- **Sorolja fel a tűzvesélyességi- és a tűzosztályokat (megnevezés és jelölés). A tűzosztályok esetén nevezzen meg egy az oltásra alkalmas besorolású tűzoltókészüléket.**
- Mi a különbség az égés, a robbanás, és a detonáció között? Miben különbözik a tűz az égéstől?

¹⁶ Az ellenőrző kérdések közül 6 db lesz feltéve a dolgozatban. A félkövérrel szedett kérdések biztos hogy szerepelni fognak.

2. Második előadás

2.1. Bevezetés

Amint már az első előadás bevezetőjében is említettük a mérés a mérnök, és minden más műszaki ember legmeghatározóbb tevékenysége.

A második foglalkozáson megismerkedünk a mérés technika alapjaival, a mérés elvégzéséhez és kiértékeléséhez szükséges fogalmakat tisztázzuk. Megvizsgáljuk a villamos alaplmenyiségek méréséhez szükséges eszközöket és működési elvüket. Végül pedig önálló villamos mérést fogunk elvégezni, amelyet egy – az oktató által előkészített – jegyzőkönyvbe fogunk dokumentálni.

A modern társadalmakban a fogyasztó védelme, az áruk és a szolgáltatások mennyiségének és minőségének garantálása állami feladat, amelynek ellátását a jogalkotók **törvényekkel, rendeletekkel** szabályozzák. Így alakult ki a metrológia „törvényes” ága, a **mérésügy**. Magyarországon a törvényes szabályozást az 1991. évi XLV Törvény a mérésügyről című törvény és annak végrehajtási rendelete (VHR) a 127/1991. (X.9.) Korm. rendelet látja el.

A metrológiával foglalkozó legfontosabb alapfogalmak ismertetését a Nemzetközi Metrológiai Szótár (**VIM**) tartalmazza. A szótárt hét mérésüggyel is foglalkozó nemzetközi szervezet adta ki 1993-ban az Útmutató a Mérési Bizonytalanság Kifejezéséhez (**GUM**) című dokumentummal együtt. Ezen szervezetek:

- [BIPM](#): Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatal
- [IEC](#): Nemzetközi Elektrotechnikai Bizottság
- [IFCC](#): A Klinikai Kémia Nemzetközi Szövetsége
- [ISO](#): Nemzetközi Szabványosítási Szervezet
- [IUPAC](#): A Tiszta és az Alkalmazott Kémia Nemzetközi Egyesülése
- [IUPAP](#): A Tiszta és az Alkalmazott Fizika Nemzetközi Egyesülése
- [OIML](#): Nemzetközi Mérésügyi Szervezet.

A dokumentumok részletesen foglalkoznak a következő témákkal:

- [MENNYISÉGEK ÉS EGYSÉGEK](#)
- [MÉRÉSEK](#)
- [MÉRÉSI EREDMÉNYEK](#)
- [MÉRŐESZKÖZÖK](#)
- [MÉRŐESZKÖZÖK JELLEMZŐI](#)
- [ETALONOK](#)

2.2. Alapfogalmak

Nemzetközi Mértékegység-rendszer, **SI**: Az Általános Súly- és Mértékügyi Értekezlet (General Conference on Weights and Measures) által elfogadott és ajánlott koherens egységrendszer.

Mennyiség	SI alapegység	
	Neve	Jele
hosszúság	méter	m
tömeg	kilogramm	kg
idő	másodperc	s
elektromos áram	amper	A
termodinamikai hőmérséklet	kelvin	K
anyagmennyiség	mól	mol
fényerősség	kandela	cd

Mérés: Műveletek összessége, amelyek célja egy mennyiség értékének a meghatározása.

Metrológia: A mérés tudománya.

A metrológia csoportosítása

	Törvényes metrológia	Tudományos és alkalmazott metrológia
Kormányközi szervezetek	Nemzetközi Mérésügyi Szervezet (OIML , 1955)	Métegyezmény (CM/BIPM , 1875), Kölcsönös Elismerési Megegyezés (CIPM-MRA , 1999)
Regionális szervezetek	Európai Mérésügyi Együttműködés (WELMEC , 1990)	Európai Metrológiai Szervezet (EUROMET , 1987)
Tudományos szervezetek		Nemzetközi Méréstechnikai Szövetség (IMEKO , 1958)

Második előadás

Mérési elv:	A mérés tudományos alapja.
Mérési módszer:	A mérés elvégzéséhez szükséges, fő vonalakban leírt műveletek logikai sorrendje.
Mérési eljárás:	Egy adott mérés során a mérési módszernek megfelelő módon elvégzendő, részletesen leírt, konkrét műveletek összessége.
Mérendő mennyiség:	A mérés tárgyát képező konkrét mennyiség.
Befolyásoló mennyiség:	A mérendő mennyiségtől különböző olyan mennyiség, amely hatással van a mérési eredményre.
Mérőjel:	A mérendő mennyiséget reprezentáló és azzal függvénykapcsolatban lévő mennyiség.
Transzformált érték:	Adott mérendő mennyiséget reprezentáló mérőjel értéke.
Joghatással járó mérés:	Olyan mérés, melynek eredménye jogi, ill. természetes személy(ek) jogi érdekeit érinti. Joghatással járó mérés csak a mérési feladat elvégzésére alkalmas hiteles mérőeszközzel (hiteles anyagmintával), vagy használati etalonnal ellenőrzött mérőeszközzel végezhető.
Mérésügyi hitelesítés:	Célja annak közhitelű elbírálása, hogy az eszköz megfelel-e a mérésügyi követelményeknek . A hitelesítési engedély kiadását eredményes típusvizsgálat előzi meg. Az eszköz hitelesítése során a mérésügyi szerv (a volt OMH - Országos Mérésügyi Hivatal, jelenleg MKEH – Magyar Kereskedelmi Engedélyezési Hivatal) műszaki vizsgálattal ellenőrzi és tanúsító jellel és/vagy hitelesítési bizonyítvánnyal igazolja, hogy az eszköz megfelel a hitelesítési engedélyében foglalt követelményeknek. Azokat a mérőeszközöket (és azokban az alkalmazásokban) kötelező hitelesíttetni, amelyek szerepelnek a mérésügyi törvény végrehajtására kiadott 127/1991. (X. 9.) Korm. rendelet 2. mellékletében. Hitelesíteni csak teljes készüléket lehet. A hitelesítési eljárás történhet minden darabos termékvizsgálattal, és statisztikai (mintavételes) hitelesítés útján.
Mérési eredmény:	A mérendő mennyiségnek tulajdonított, méréssel kapott érték.
Korrigálatlan eredmény:	A mérési eredmény a rendszeres hiba korrekciókba vétele előtt.
Korrigált eredmény:	A mérési eredmény a rendszeres hiba korrekcióba vétele után.
Mérési pontosság:	A mérési eredménynek és a mérendő mennyiség valódi értékének a közelsége.

Második előadás

Tapasztalati szórás: Ugyanazon mérendő mennyiség meghatározása céljából végzett n számú mérésből álló sorozat esetében az eredmények szóródását jellemző n mennyiség, melyet a következő képlet ad meg:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

ahol x_i az i -edik mérés eredménye, \bar{x} pedig az n eredmény számtani középértéke.

Mérési bizonytalanság: A mérési eredményhez társított paraméter, amely a mérendő mennyiségnek megalapozottan tulajdonítható értékek szóródását jellemzi.

Hiba (mérési hiba): A mérési eredmény mínusz a mérendő mennyiség valódi értéke.

Eltérés: Az érték mínusz a referenciaértéke.

Relatív hiba: A mérési hiba osztva a mérendő mennyiség valódi értékével.

Véletlen hiba: A mérési eredmény mínusz az az átlagérték, amely ugyanazon mérendő mennyiség megismételhetőségi feltételek között végzett végtelen sok mérésének eredményeül adódna.

Rendszeres hiba: Az az átlagérték, amely ugyanazon mérendő mennyiség megismételhetőségi feltételek között végzett végtelen sok mérésének eredményeül adódna, mínusz a mérendő mennyiség valódi értéke.

Korrekción: A rendszeres hiba kompenzálása céljából a korrigálatlan mérési eredményhez algebrailag hozzáadott érték.

Korrekción tényező: Számtényező, amellyel a rendszeres hiba kompenzálása céljából a korrigálatlan eredményt meg kell szorozni.

Kalibrálás: Állapotfelvevél a mérőeszköz mérési képességéről. Nem hatósági tevékenység. Az elfogadása bizalmon alapul. A hitelesítéssel szemben lehet részleges jellegű is. Elvégezheti maga a gyártó is, vagy 3. fél ún. kalibráló laboratórium – mely lehet akkreditált és nem akkreditált is (Nemzeti Akkreditáló Testület). A kalibrálás passzív tevékenység.

Akkreditálás: Az a tevékenység, amelynek alapján az akkreditáló szervezet hivatalosan elismeri és igazolja, hogy egy szervezet vagy természetes személy alkalmas meghatározott megfelelőség-értékelési feladat elvégzésére. Ezt a nemzetközileg elfogadott meghatározást tartalmazza a Nemzeti Akkreditáló Testület szervezetétől, feladat- és hatásköréről, valamint eljárásáról szóló 2005. évi LXXVIII törvény. 3. §-a.

Etalon: Egy adott **mennyiség** definíciójának megállapított értékű és **mérési bizonytalanságú** megvalósítása, amelyet referenciaként használnak.

2.3. A hitelesítés folyamata

1. szakasz

Típusvizsgálat: néhány darab mérőeszköz és a hozzájuk tartozó dokumentáció átadása egy olyan vizsgálatra, melynek során megsemmisül a berendezés.

Teljes körű dokumentáció: bizalmasan kezelendő, mert ipari titok.

- mechanikai
- villamos
- program
- a készülékek és a dokumentáció egyezésének ellenőrzése
- teljes körű kalibrálás (minden üzemmód, minden méréshatár)
- a kalibrálási eredmények összevetése a vállalt specifikációval (minősítés)
- a befolyásoló mennyiségek hatásának vizsgálata
- öregedés vizsgálata (gyorsított, forszírozott vizsgálat)
- manipuláció elleni védelem
- lezárhatóság ellenőrzése

2. szakasz

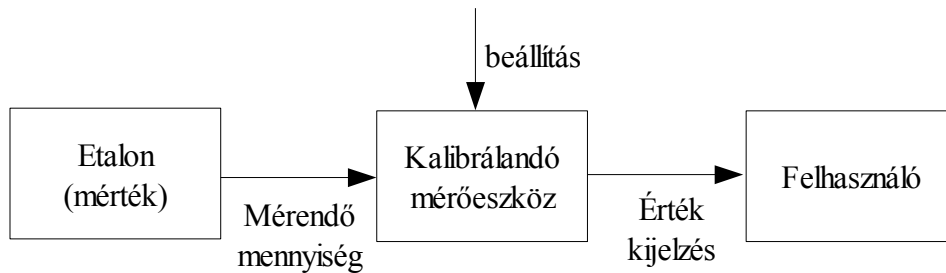
Minden darabos hitelesítés:

- a hitelesítési engedély-beli eszközzel való azonosság ellenőrzése
- teljes körű kalibrálás
- minősítés
- lezárás
- Hitelesítési Bizonylat kiállítása

A hitelesség **érvénye megszűnik:**

- lejár a törvényben meghatározott érvényességi idő
- Hitelesítési Bizonylat sérül, vagy elveszik
- zártság megsérül
- alapos gyanú merül fel

2.4. A kalibrálás folyamata

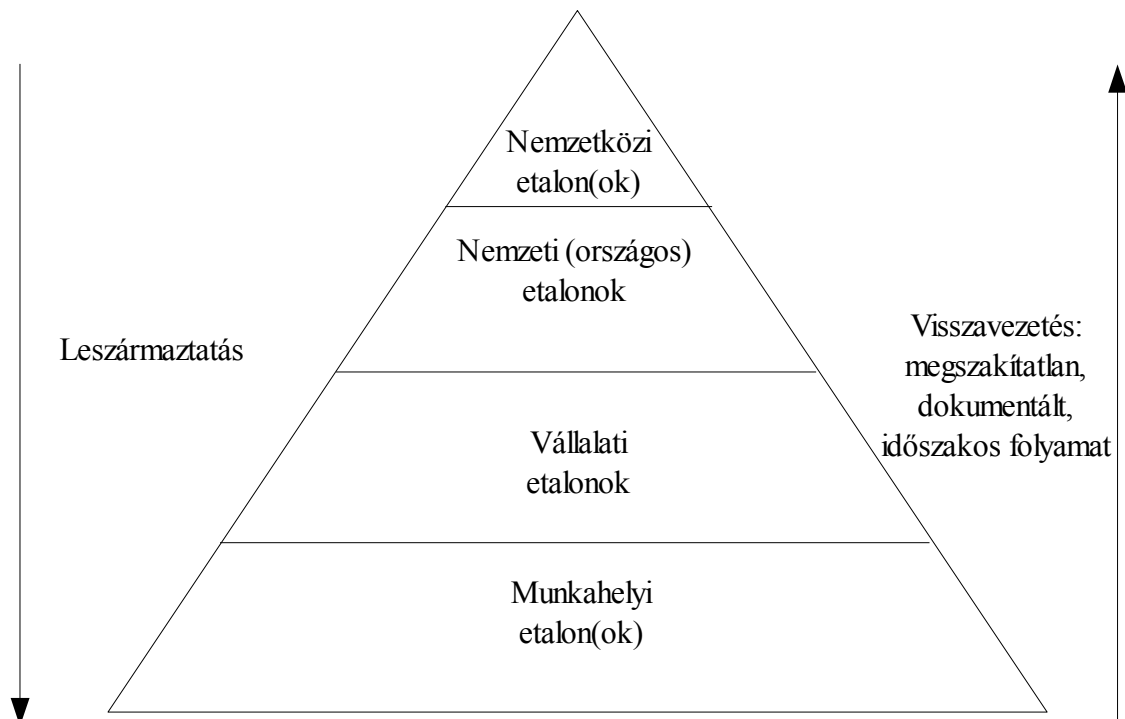


Az érték kijelzés lehet:

- vizuális (analóg; digitális)
- akusztikus (beszéd; fütty)
- kód

A folyamat során a mérendő mennyiség – mely ismert nagyságú – és az érték kijelzés összetartozó értékeit gyűjtjük, feldolgozzuk és dokumentáljuk.

Számítógéppel való mérést nem lehet kalibrálni. A gép programja módosítható (szándékosan, vagy nem szándékosan). Joghatással járó mérésnél irodai gép nem használható. A kalibrálás során alkalmazott etalonnak leszármaztathatónak, és visszavezethetőnek kell lennie:



Beállítás:

a mérőeszköz hozzáigazítása a mérési feladathoz (pl. kezelőszervekkel történő méréshatárértékváltás). A folyamat közben az eszköz nem változik meg.

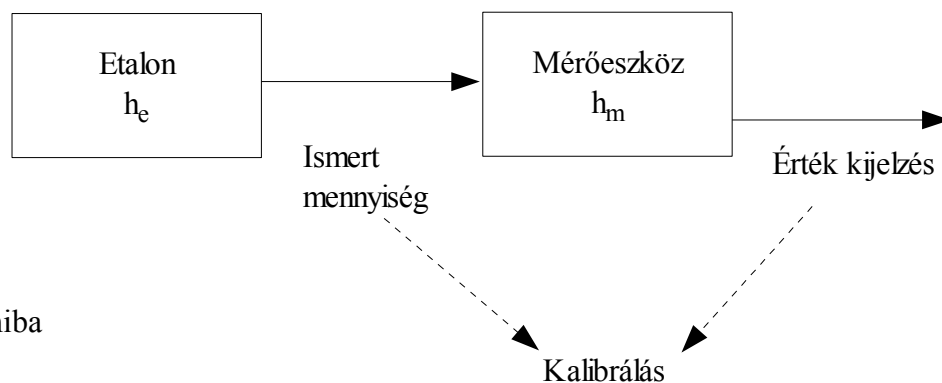
Második előadás

Beszabályozás (mérőeszköz): a mérőeszköz megváltoztatása a metrológiai tulajdonságok javítása érdekében, olyan művelet, amellyel a mérőeszköz használatra kész működési állapotba hozható. A besabályozás lehet automatikus, fél-automatikus és kézi. A folyamat során az eszköz megváltozik.

Felhasználói besabályozás: Besabályozás, amely a felhasználó rendelkezésére álló eszközökkel elvégezhető.

Javítás: a mérőeszköz működőképességének helyreállítása alkatrészcsere, ill. szerelés útján.

2.4.1. A közvetlen kalibrálás folyamata



h_e : etalon hiba

h_m : mérőeszköz hiba

A kalibrálás elvégzésének feltétele: $h_e \ll h_m$

TUR (Test Uncertainty Rate):

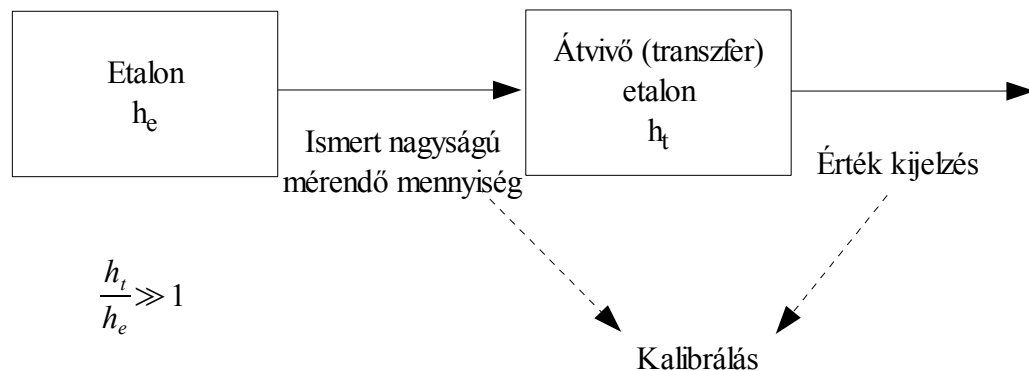
mérési bizonytalansági arány, értéke a mérőeszközzel szemben támasztott minőségi követelményektől függ.

$$\text{TUR: } \frac{h_e}{h_m}$$

2.4.2. A közvetett kalibrálás folyamata

Abban az esetben alkalmazzuk, ha a műszer olyan helyen van, ahol nehéz, vagy nem lehetséges kalibrálni.

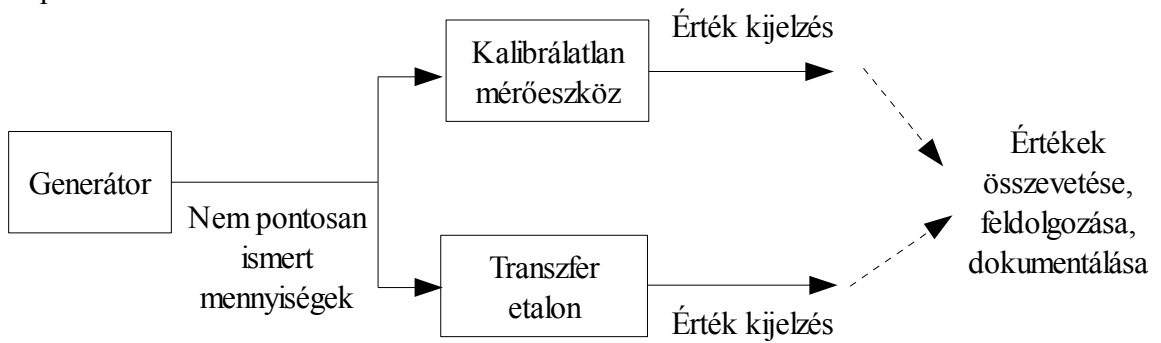
1. lépés:



$$\frac{h_t}{h_e} \gg 1$$

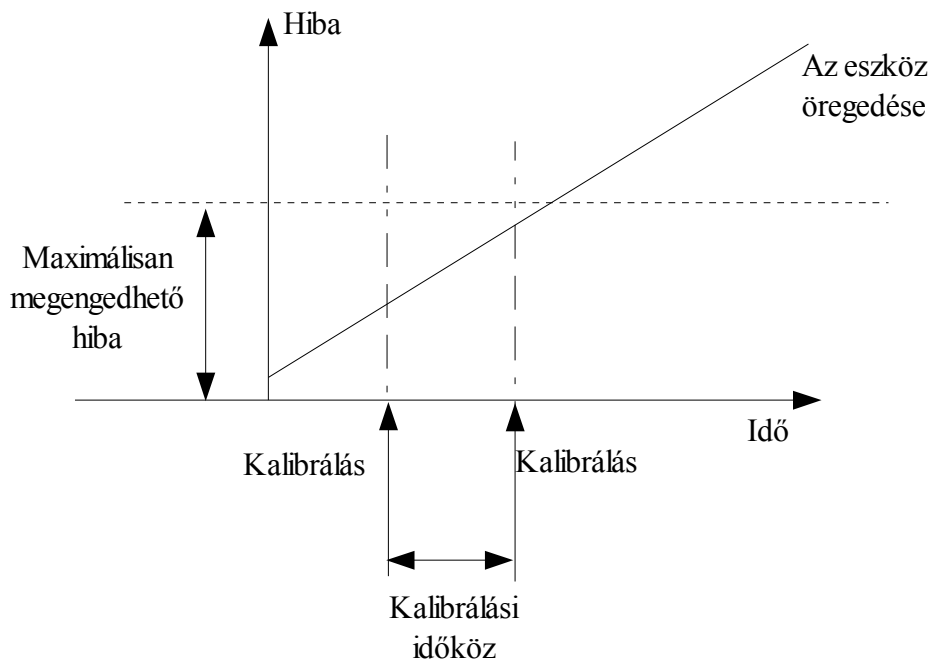
Második előadás

2. lépés:



$$\frac{h_m}{h_e} = \frac{h_t}{h_e} \cdot \frac{h_m}{h_t}$$

A kalibrálási időköz meghatározása:



Az egyes kalibrációk közötti időt a felhasználó határozza meg.

Ezen eljárás rendje a következő részfolyamatokra bontható:

- előzetes információk
- döntés módszere
- felelős személy megnevezése

Második előadás

Előzetes információk lehetnek:

- ugyanaz a darab készülék korábbi kalibrálási adatai
- ugyanolyan típusú mérőeszköz(ök) korábbi adatai
- gyártó cég adatai az öregedésről (worst-case közelítés)
- kézikönyv adatai
- „hasra ütés”

Döntés módszere:

- lineáris nem lineáris közelítéssel történt e az idő meghatározása
- téves méréseket milyen módszerrel kezeljük (visszahíváshoz kell egy nem manipulálható adatbázis)

Felelős személy megnevezését írásban kell rögzíteni, melyet Ő aláírásával igazol.

A kalibrálás érvényét veszíti a következő esetekben:

- lejár az előírt kalibrálási időköz
- a mérőeszköz lezártsága sérül
- a befolyásoló mennyiségek (használat/tárolás/szállítás) megengedett értékein túli értékek előfordulása

2.5. A hitelesítés és a kalibrálás összehasonlítása

Hitelesítés	Kalibráció
Joghatással járó mérés eszközének ellenőrzése	
A mérésügyi törvény végrehajtási rendeletében fel vannak sorolva az alá tartozó eszközök	A mérésügyi törvény végrehajtási rendeletében nincsenek felsorolva az alá tartozó eszközök
Közhitelű, kötelező elfogadni	A bizalom növelését célozza
Hatósági tevékenység (MKEH)	Bárki elvégezheti
Teljeskörű	Lehet részleges is (pl. 1 méréshatár, vagy üzemmód)
A minősítés a hatóság feladata	A felhasználó dönt az alkalmasságról
Érvényességi idejét törvény írja elő	Az érvényesség idejéről a felhasználó dönt

2.6. Metrológia eszközei

Passzív mérték: reprodukál egy mennyiséget, de közben nem szolgáltat energiát. pl. hosszmérték; súlymérték

Metrológiai jellemzői:

- Referencia feltételek: befolyásoló mennyiségek értékeinek, értéktartományainak összessége, melyek fennállása esetén a mérték a neki tulajdonított mennyiséget adott maximális hibával reprodukálja.
- Üzemi feltételek: a referencia feltételektől szélesebb tartományok befolyásoló tényezői.
- Határfeltételek: használat; tárolás; szállítás
- Stabilitás
- Drift

Aktív mérték: energiát szolgáltatva reprodukál egy mennyiséget. pl. fesz-gen. Rendelkezik kezelőszervekkel, amelyekkel üzemmódot lehet váltani, vagy reprodukálható mennyiséget.

Jellege lehet:

- analóg
- digitális
- kijelzős
- nem kijelzős

Felhasználási területe:

- kalibrálás
- eszköz átviteli karakterisztikájának meghatározása

Metrológiai jellemzői:

- névleges érték: legnagyobb mértékű reprodukálható mennyiség
- kimeneti terhelhetőség
- túlterhelhetőség
- befolyásoló mennyiségek
- referencia/használati/tárolási feltételek
- stabilitás
- méréstartomány
- jelzéstartomány
- ismétlőképesség

Második előadás

- ellenőrző pontok
- ellenőrzőponti hiba
- nullhiba

Anyagminta: anyag-összetétel, vagy -tulajdonság reprodukálása.

Metrológiai jellemzői:

- névleges érték
- helyes érték
- reprodukálási hiba
- reprodukálási bizonytalanság
- reprodukálási tartomány
- befolyásoló mennyiségek
- érvényességi idő
- minimálisan használható mennyiség

2.7. Műszerek csoportosítása

Mérési mód szerint:

- összehasonlító
- értékjelző

Kijelzési módok szerint:

- vizuális
- akusztikus
- adat

Mérési elv szerint

Működés szerint:

- analóg
- digitális

Jelkiértékelés szerint:

- pillanatérték
- átlagérték
- összegző
- összetett jelkiértékelés

2.8. Műszerek jellemzői

- jelzéstartomány
- névleges tartomány
- átfogás
- mérés tartomány
- műszerállandó
- mutató, skála, skálalap
- skálahossz, osztástáv, osztásérték
- skálaszámolás, skálakészítés
- érzékenység
- felbontóképesség
- eszköz hibája:
 - hibahatár
 - leolvasási hiba
 - linearitási hiba (eltérés az ideális karakterisztikától)
 - hiszterézis hiba
 - dinamikus hiba

2.8.1. Műszer metrológiai jellemzői

- érzéketlenségi küszöb
- holtív
- ismétlőképesség
- ellenőrzőponti hiba
- nullhiba (alaphiba)
- torzítás (torzításmentesség)
- redukált hiba (pontossági osztály)
- válasz függvények

2.9. Speciális mérési fogalmak

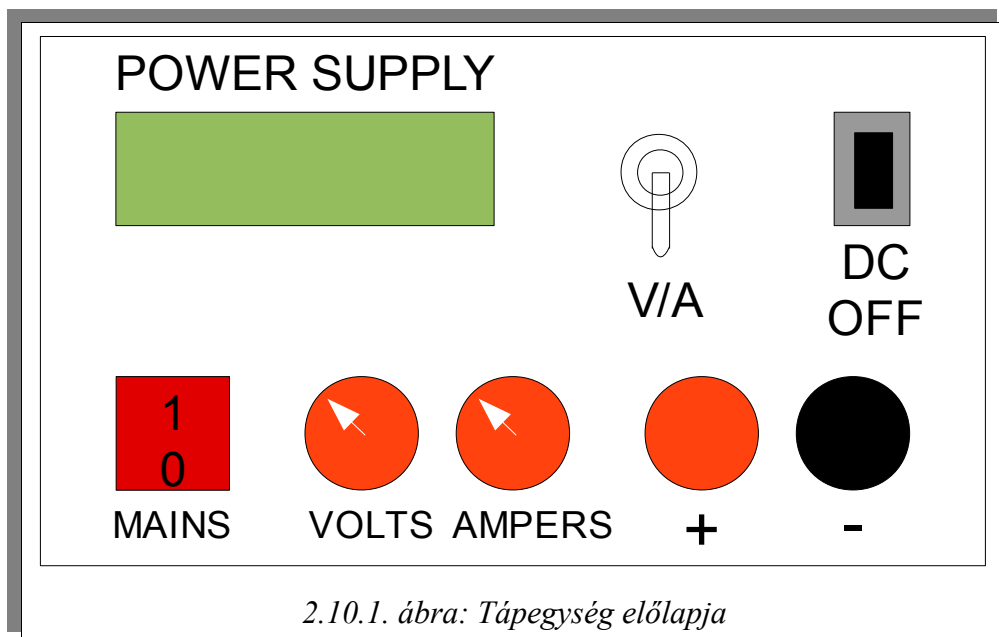
Kiterjesztési tényező:	Szorzóként használt számtényező, mellyel az eredő standard bizonytalanságból a kiterjesztett bizonytalanság nyerhető. A kiterjesztési tényező értéke általában 2 és 3 között van.
Standard bizonytalanság:	Egy mérés eredményének bizonytalansága szórásként kifejezve.
Eredő bizonytalanság:	A mérés eredményének standard bizonytalansága abban az esetben, ha a mérési eredmény egy vagy több más mennyiség értékéből van előállítva. Az eredő bizonytalanság olyan tagok összegének pozitív négyzetgyökével egyenlő, amelyek ezeknek a más mennyiségeknek a becsült <i>varianciái</i> és <i>kovarianciái</i> annak megfelelően, hogyan változik a mérés eredménye a más mennyiségek változásainak hatására.
Kiterjesztett bizonytalanság:	A mérési eredmény körüli azt a tartományt meghatározó mennyiség, amelytől elvárható, hogy a mérendő mennyiségnek indokoltan tulajdonítható értékek eloszlásának nagy hányadát magába foglalja. A hányad <i>megbízhatósági valószínűségnek</i> vagy a tartomány <i>megbízhatósági szintjének</i> tekinthető. A kiterjesztett mérési bizonytalansággal meghatározott tartománynak a megbízhatósági szinttel való összekapcsolása azt igényli, hogy a mérési eredmény és annak kiterjesztett bizonytalansága által jellemzett valószínűség-eloszlásra vonatkozó explicit vagy implicit feltevésekkel rendelkezünk. Az ehhez a tartományhoz rendelhető megbízhatósági szint csak olyan mértékben lehet ismert, amilyen mértékben ezek a feltevések indokoltak.

2.10. A tápegység

Elektronikai berendezéseink, áramkörökünk üzemeltetéséhez energiára van szükség. Ezt az energiát megfelelő formában a tápegységgel tudjuk előállítani. Az mikroelektronikai áramkörök munkapontjához szükséges feszültségértékek kis jelszintek (3,3V; 5V; 12V; 15V; 30V), valamint DC értékek. A közvetlenül a hálózatról üzemeltethető eszközök fontos része a tápfeszültséget előállító áramkör. A hálózati feszültséget transzformálnunk kell a megfelelő értékre, galvanikusan le kell választanunk áramköreinkről, egyen kell irányítanunk, simítanunk, szükség esetén szűrünk, szabályoznunk a kimenetre kapcsolt terhelés függvényében, és a megfelelő védelmi áramköri részletekkel ellátnunk.

A tápegységekkel való megismerkedéshez használjuk Kerényi Pál szakdolgozatának részletét!

A laboratóriumban egy szabályozott kimenetű analóg disszipatív elvű kettős¹⁷ tápegységet fogunk használni. A túláram-védelmi karakterisztika megvalósításának módja miatt képes feszültség- és áramgenerátoros üzemmódra is. A 2.10.1. ábrán láthatjuk egy tápegység kezelő előlapját – a laboratóriumban is ilyenrel fogunk találkozni, kettős tápegység esetén természetesen minden meg van duplázva.



2.10.1. ábra: Tápegység előlapja

Az ON/OFF (MAINS) kapcsolóval tudjuk a tápegységet a hálózatról leválasztani, ill. az energiaellátását biztosítani. Fontos, hogy ezt ne tévesszük össze a DC_{ON/OFF} kapcsolóval. Az ON/OFF kapcsoló a berendezés bemenetét választja le a hálózatról, a DC_{ON/OFF} pedig a szabályozott kimeneteket a kapcsolókról. Amennyiben meg akarjuk szüntetni az elektronikus áramkörünk tápellátását mindig a DC_{ON/OFF} kapcsolót alkalmazzuk, mert ez az energiátároló elemek után lett kiépítve, és a hatása azonnali. Az ON/OFF kapcsolót a gyakorlat során kétszer üzemeltetjük – a gyakorlat elején bekapcsoljuk, a végén pedig kikapcsoljuk.

¹⁷ Elképzelhető, hogy egyes mérőhelyekre csak single változat jut.

Második előadás

A V/A kapcsolóval tudjuk kiválasztani, hogy a kijelzőn mutatott érték a kapcsolokon mért feszültség, vagy a tápegység által éppen biztosított árammenyiség legyen. Fontos, hogy ez csak tájékoztató jellegű adat a tápegység belső mérését nem fogadhatjuk el – minden esetben műszeres mérést kell végeznünk multiméter segítségével!

A VOLTS potenciométer segítségével tudjuk beállítani a számunkra szükséges feszültséget, míg az AMPERS potenciométerrel az áramkorlátot. A feszültségértéket terheletlen kapcsolok esetén, míg az áramértéket rövidre zárt kapcsolok esetén állítjuk be. Műszerrel is ellenőrizzük az értéket, azonban árammérést először mindig a 10A-es méréshatárban végezzünk, fokozott oktatói felügyelettel!

A + és – jelzésű kapcsolokon tudjuk a jelet levenni a tápfeszültségről – egyik pont sincs galvanikus kapcsolatban a fázissal, vagy a nullával, vagy az életvédelmi földdel.

2.11. Villamos mérés a gyakorlatban

2.11.1. A prefixumok (előtagok)

A mérések során az alábbi táblázatban lévő prefixumokat alkalmazzuk¹⁸.

Decimális szorzó (10^k)	Prefixum (Előtag)	Prefixum (előtag) jele
10^{24}	yotta	Y
10^{21}	zetta	Z
10^{18}	exa	E
10^{15}	peta	P
10^{12}	tera	T
10^9	giga	G
10^6	mega	M
10^3	kilo	k
10^2	(hekto)	h
10^1	(deka)	da
10^{-1}	(deci)	d
10^{-2}	(centi)	c
10^{-3}	milli	m
10^{-6}	mikro	μ
10^{-9}	nano	n
10^{-12}	piko	p
10^{-15}	femto	f
10^{-18}	atto	a
10^{-21}	zepto	z
10^{-24}	yocto	y

¹⁸ A centi, deci, deka, hekto előtagok a műszaki gyakorlatban nem használatosak!

2.11.2. Határérték

A határérték egy adott jellemző esetén az a maximális, vagy minimális érték, vagy tartomány amelynek átlépése az eszköz (alkatrész) tönkremeneteléhez vezet.

HATÁRÉRTÉKRE TILOS MÉRETEZNI!!! Az eszközeinket mindig Worst-Case¹⁹ esetre méretezzük.

A gyakorlatok során jellemzően áram, feszültség, teljesítmény, hőmérséklet határértékekkel fogunk találkozni.

2.11.3. Jellemző

Eszközeink, alkatrészeink esetén a jellemzők olyan paraméterek, amelyek a működés, működtetés szempontjából információval bírnak. A jellemzőket a határértékkel szemben általában mindig egy szűk tartományra adják meg – a gyártástechnológiai szórás miatt. A jellemzők üzemi körülmények között teljesülnek, míg a határértékeket üzemi körülmények között sohasem érjük el.

Jellemzők lehetnek: áram, feszültség, teljesítmény, ellenállás, átvitel, idő, stb.

2.11.4. Aktív, passzív kifejezés

Az áramköröinket, az áramköri paneleket, valamint a méréseinket aktív, és passzív jelzővel tudjuk ellátni. Ezek alapján a következő csoportosításokat tudjuk elvégezni:

Passzív áramkör:	Csak és kizárólag passzív áramköri elemeket ²⁰ (ellenállás, kondenzátor, induktivitás) tartalmaz.
Aktív áramkör:	Legalább egy aktív elemet ²¹ (dióda, tranzisztor, műveleti erősítő, stb.) tartalmaz.
Passzív áramköri panel:	Az áramköri panelnek a tápellátást nem biztosítjuk. A panel nem működik, egyik ágában sem folyik áram ²² .
Aktív áramköri panel:	A panel tápellátása biztosított, funkcióját az áramkör ellátja ²³ .
Passzív mérés:	Aktív áramköri panelen történik, a méréshez szükséges energiát a mérendő áramkör biztosítja (feszültség-, árammérés, teljesítmény mérés, frekvenciamérés, stb.).
Aktív mérés:	Passzív áramköri panelen történik, a méréshez szükséges energiát a mérőműszer biztosítja (ellenállásmérés, folyamatosságvizsgálat, diódamérés).

19 A legrosszabb eset. A méretezés során a szórások lehető legrosszabb kombinációjával számolunk.

20 A helyettesítő képe nem tartalmaz áram-, vagy feszültséggenerátort.

21 A helyettesítő képe tartalmaz áram-, vagy feszültséggenerátort.

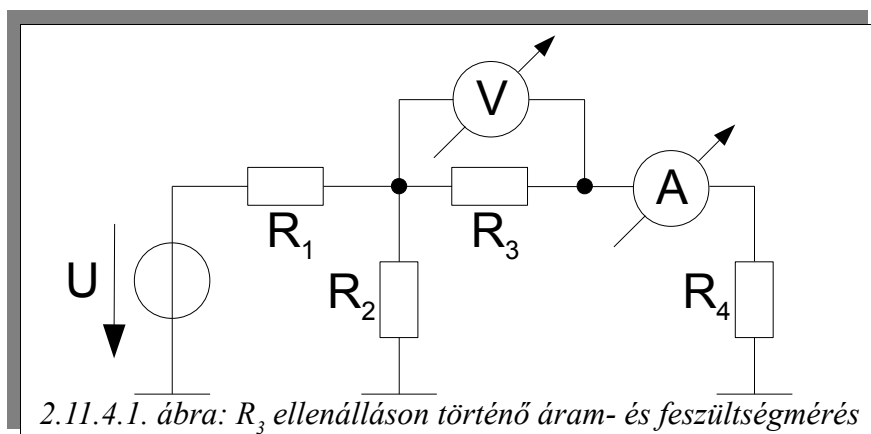
22 Egyes áramkörök esetén időt kell biztosítanunk, hogy az energiátároló elemek (kondenzátorok, induktivitások) kiszüljenek.

23 Egyes áramkörök esetén időt kell biztosítanunk, hogy a helyes funkciót el tudják látni, a később mérendő mennyiségek állandósuljanak (bekapcsolási jelenségek, feléledési idő).

Második előadás

A műszeres mérések során a voltmérőt párhuzamosan, míg az ampermérőt sorosan csatlakoztatjuk az áramkörbe (2.11.4.1. ábra) – árammérés esetén először mindig a 10A-es méréshatárt választjuk a mérőműszer megvédése érdekében²⁴!

Amennyiben a multimétert ellenállásmérésre használjuk csak és kizárólag passzív áramköri panelre szabad csatlakoztatni²⁵!



24 Az első alkalommal megbeszéltük, hogy a gyakorlatban feszültséggenerátoros meghajtásokkal találkozunk. A feszültséggenerátort tilos rövidre zárnunk, mert akkor csupán a rendszer belső ellenállása által korlátozott nagy értékű zárlati áram folyik. Az ampermérő kis belső ellenállással rendelkezik, hiszen így tudja legkevésbé megzavarni a mérést. Amennyiben párhuzamosan csatlakoztatjuk egy feszültséggenerátoros kimenetre, valójában rövidre zárjuk azt. A voltmérő az ampermérővel szemben – a meghajtás, és a műszer kialakítása miatt is – kevésbé érzékeny a helytelen bekötésre.

25 Az ellenállásmérés aktív mérés, a harmadik gyakorlati foglalkozáson részletesen beszélünk róla.

2.11.5. Multiméter

A villamos szakmában a digitális multiméter (DMM) alapműszernek számít. Alkalmos minimum a három alappennyiség – feszültség, áram, ellenállás – mérésére, mindezek mellett sok típus el van látva speciális funkciókkal is – folyamatosságvizsgálat, diódamérés, hőmérsékletmérés, kapacitásmérés, induktivitásmérés.

Bár a multiméterek funkcióikban és megjelenésükben jelentős eltéréseket mutathatnak, a kezelésük alapvető ismérveikben megegyezik. A 2.11.5.1. ábrán láthatjuk két különböző típusú multiméter előlapját. A bal oldali egy egyszerűbb konstrukció, amelynél a méréshatárváltás még kézi úton történik.



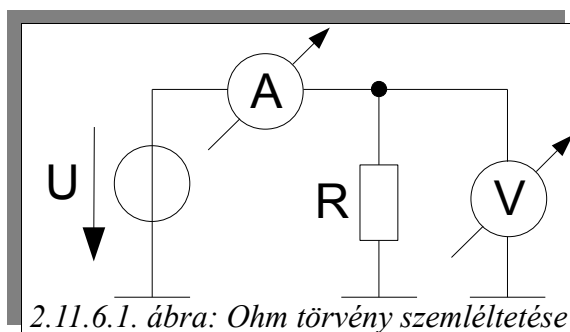
2.11.5.1. ábra: Multiméter kezelése

Az üzemmódokat és méréshatárokat a gyakorlatokon ismertetjük részletesen.

Minden mérőműszer adatlapját tanulmányoznunk kell használata előtt. A határértékeket mindenképpen meg kell vizsgálnunk, de érdemes a jellemzők területén is körülnézni. Egyáltalán nem mindegy pl. hogy adott mérések esetén mekkora a műszer belső ellenállása, bizonytalansága, stb.

2.11.6. Ohm törvényének igazolása méréssel

Állítsunk be a tápegységen 10V-os feszültséget, 30mA-es áramkorláttal! A beállítást ellenőriztessük az oktatóval! Állítsuk össze a 2.11.6.1. ábrán látható áramkört $R=680\Omega$ értékkel! Mekkora maximális teljesítményt kell elviselnie az adott ellenállásnak? Vegyük fel az áram-feszültségkarakterisztikát a feszültségértéket folyamatosan csökkentve! Ismételjük meg a mérést $R=100\Omega$ érték mellett is – ugyanúgy határozzuk meg a maximális teljesítményt! Az adatokat ábrázoljuk táblázatban és grafikus formátumban is. Írjunk egy rövid összefoglalást a mérésről, majd eredményeinket mutassuk be az oktatónak!



2.12. A második előadáshoz kapcsolódó ellenőrző kérdések²⁶

- **Mi a metrológia, hogy nevezzük a törvényes ágát? Ismertesse a mérés és a joghatással járó mérés fogalmát.**
- Ismertesse a mérési elv, módszer, eljárás fogalmakat! Definiálja a hitelesítés és a kalibrálás fogalmát!
- Mi az abszolút és relatív mérési hiba? Adja meg a korrekció és a bizonytalanság fogalmát!
- Ismertesse röviden, címszavakban a hitelesítés folyamatát, adja meg az etalon meghatározását!
- Világítsa meg a leszármaztatás és visszavezetés fogalmakat!
- Mi a különbség a beállítás, a beszabályozás, a felhasználói beszabályozás és a javítás között?
- Kalibrálási időköz meghatározása (döntés módszere). Milyen szempontokat venne figyelembe a kalibrálási időköz meghatározásánál?
- **Hasonlítsa össze a kalibrálás és a hitelesítés folyamatát!**
- Mit tud a határérték és a jellemző fogalmáról?
- **Az ampermérőt és a voltmérőt milyen módon csatlakoztatná az áramkörbe? Világítsa meg példákon keresztül az aktív-passzív fogalmát az elektronikában!**

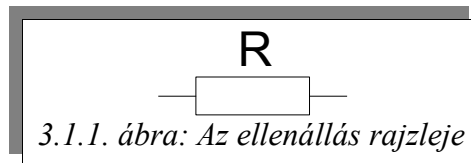
²⁶ Az ellenőrző kérdések közül 6 db lesz feltéve a dolgozatban. A félkövérrel szedett kérdések biztos hogy szerepelni fognak.

3. Harmadik előadás

3.1. Az ellenállás fogalma

Az ellenállás az anyagnak az a tulajdonsága, amellyel akadályozza az elektronok rendezett egyirányú mozgását, vagyis az áram folyását.

Az ellenállás jele az angol resistor szóból alakult ki: **R**. A mértékegysége Georg Simon Ohm tiszteletére: Ω (Ohm). Az ellenállás rajzjele egy 1:2, vagy 1:3 oldalarányú téglalap két kivezetéssel ellátva.

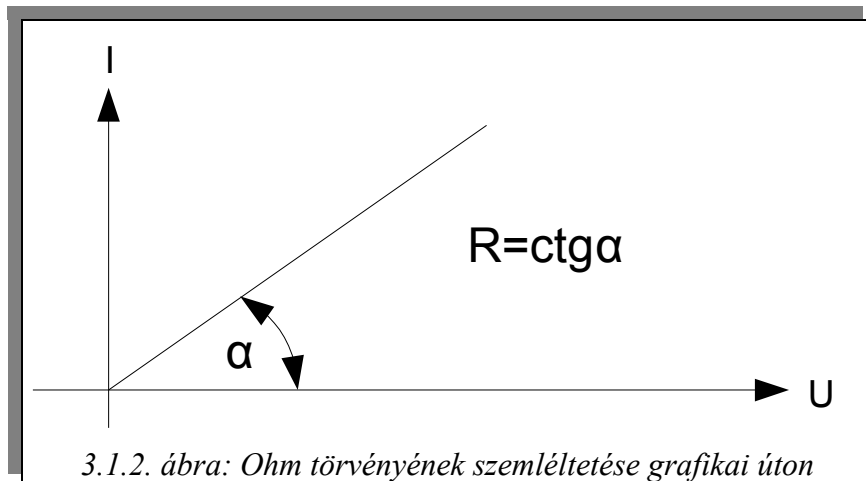


Az ellenállásokat áramkörökben általában áramkorlátozásra, ill. osztóként vagy átalakítóként (pl. I/U átalakító) alkalmazzuk. Az ellenállás frekvenciafüggetlen elem²⁷.

Az ellenállás legfontosabb jellemzője az ellenállása, míg legfontosabb határértéke a teljesítménye.

Az ellenállásra megadható különböző összefüggések:

Ohm törvénye: Ugyanazon fogyasztón mért feszültség, és a rajta átfolyó áram egyenesen arányos, az arányossági tényező az ellenállás. $R = \frac{U}{I}$



3.1.2. ábra: Ohm törvényének szemléltetése grafikai úton

Teljesítményből: az átfolyó áram a vezető anyagokban az áramerősséggel négyzetesen, míg az anyag ellenállásával egyenesen arányos teljesítményt állít elő. Ez a teljesítmény hőenergia formájában kerül leadásra. A disszipáció a legtöbb esetben káros tulajdonság – veszteséggként jelentkezik. $P = I^2 \cdot R$, vagy

$$P = \frac{U^2}{R}$$

²⁷ A jegyzetben az alkatrészeket ideálisnak tekintjük. Amennyiben a gyakorlatokra kiadott feladatokkal az előre tervezettnél hamarabb végzünk, akkor ismertetésre kerülnek a nyáktervezés során felmerülő EMC problémák.

Harmadik előadás

Anyagi paramétereiből való meghatározás:

az anyagok ellenállását anyagi és geometriai tulajdonságuk alapján tudjuk meghatározni.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A}$$

A következő táblázat tartalmazza az elektronikában leggyakrabban használt vezetők fajlagos ellenállását:

Anyag	Fajlagos ellenállás (ρ) $\frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$
Ezüst	0,016
Réz	0,0167
Arany	0,0204
Alumínium	0,026
Volfrám	0,055
Cink	0,0592
Nikkel	0,0684
Vas	0,0971
Platina	0,099
Ón	0,128
Króm	0,129
Ólom	0,206
Antimon	0,420
Titán	0,55

A szigetelő anyagok esetén a fajlagos ellenállás értékénél többet mond számunkra az átütési szilárdság – amely megmutatja, hogy egységnyi anyagvastagságra vonatkoztatva mekkora feszültség hatására válik az anyagból vezető. Néhány anyag átütési feszültsége:

Anyag	Átütési feszültség (E) $\frac{kV}{cm}$
Levegő	21
Száraz papír	25÷40
Titán-oxid	20÷100
Alumíniumoxid	100÷150
Transzformátorolaj	80÷200
PVC (Poli-Vinil-Clorid)	100÷300
Polietilén	200
Polisztirol	220÷500

Harmadik előadás

Az ellenállás egy hőmérsékletfüggő jellemző. Alapesetben a fajlagos ellenállás változik meg a hőmérséklet-változás hatására, néhány speciális esetben az anyagban szerkezeti, geometriai változás is megtörténik. Az ellenállások hőfokfüggését a következő összefüggés adja meg:

$R_{T1} = R_{T0}(1 + \alpha(T1 - T0))$, ahol α a hőmérsékleti együttható. Pozitív α esetén PTK²⁸, míg negatív α esetén NTK²⁹ ellenállásról beszélhetünk.

3.2. Az ellenállások csoportosítása

- Fémréteg³⁰: A rétegelLENállások esetén az ellenállás aktív anyagát általában gőzölögtetéssel viszik a hordozóra (kerámia). A réteg vastagsága határozza meg az ellenállás értékét. Fémréteg ellenállások esetén az ellenállás aktív anyaga fém (nikkel, Au-Pt).
- Szénréteg³¹: A gyártástechnológia és kialakítás megegyezik a fémréteg ellenállással, itt azonban az aktív anyag szén. A kerámia hordozóra karbon film réteget visznek fel. A szénréteg ellenállások általában kisebb választékban, nagyobb tűréssel, viszont olcsóbb áron kaphatóak mint fémréteg társaik.
- Metál-oxid: Olyan alkalmazásokban célszerű a használata, ahol nagy stabilitás a követelmény az ellenállás karakterisztikája irányában. Nem érzékenyek a hőmérséklet-, ill. a nedvességváltozásra. Az áruk magasabb a szén, és fémréteg társaiknál. Fémréteg ellenállásokból gyártanak nagy teljesítményű ellenállásokat is. Mivel induktivitásmentes gyártástechnológia jellemző rájuk, ezért nagyfrekvencián, nagyfeszültségen, valamint szűrőáramkörökben is eredményesen alkalmazhatóak.
- Huzalellenállás: Kerámia csőre nagy fajlagos ellenállású ellenálláshuzallal tekercselt ellenállás. Induktivitásuk és szórt kapacitásuk nagy, amelyeket különleges tekercseléssel lehet csökkenteni. Teljesítményelektronikában használt ellenállások. Közös jellemzőjük a nagy teljesítmény határérték.
- Hálóellenállás: Szokás még ellenálláslétrának is nevezni, ahogy a nevéből is kitűnik létrahálózatok ideális alkotóeleme (pl. ADC, DAC). Egy tokba a gyártó több azonos paraméterekkel rendelkező ellenállást alakít ki. Az integrált gyártástechnika fejlődésével elérhető, hogy ezek az ellenállások token belül nagyon kis egymáshoz képesti szórással rendelkezzenek. Tipikusan 1-2%-os tűrés, és 100ppm³²-es hőfoktényező jellemzi őket.

Természetesen az itt felsoroltakon kívül még számos kialakítás létezik speciális esetekre. Akit bővebben érdekel a téma az interneten több írást is találhat a témában, vagy gyártók, forgalmazók honlapján is körülnézhet (pl. <http://revolt.hu/index.php?db=arcolproducts>).

28 Pozitív hőfoktényezőjű ellenállás: a hőmérséklet és az ellenállás egyenesen arányos.

29 Negatív hőfoktényezőjű ellenállás: a hőmérséklet és az ellenállás fordítottan arányos.

30 Metal film resistor

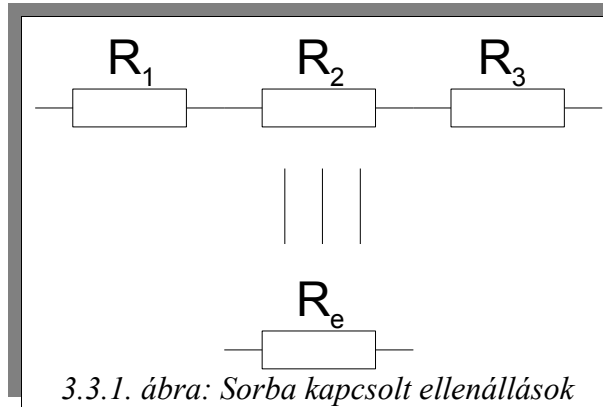
31 Carbon film resistor

32 Precíziós eszközöknél a % már nem ad elég finom beosztást, ezért használjuk a ppm – par per million ($\frac{1}{10^6}$) elnevezést.

3.3. Sorosan, párhuzamosan kapcsolt ellenállások eredőjének számítása

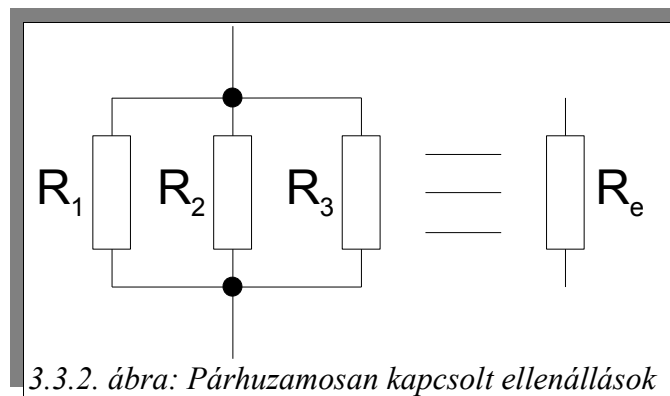
A 3.3.1. ábrán láthatjuk a sorosan kapcsolt ellenállásokat. Sorba kötött ellenállások eredője összeadódik, vagyis az R_e eredő ellenállást a következőképpen kapjuk meg: $R_e = R_1 + R_2 + R_3$.

Speciális eset, amikor az ellenállások azonos értékűek, ekkor: $R_e = 3 \cdot R$.



A 3.3.2. ábrán párhuzamosan kötött ellenállásokat figyelhetünk meg. Ebben az esetben reciprokokkal kell számolnunk a következő összefüggés alapján: $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$.

Speciális eset, amikor az ellenállások azonos értékűek, ekkor: $R_e = \frac{R}{3}$.



Két ellenállás párhuzamos kapcsolatánál használhatjuk a replusz műveletet, amely az eredeti összefüggésből a következők alapján jön ki:

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

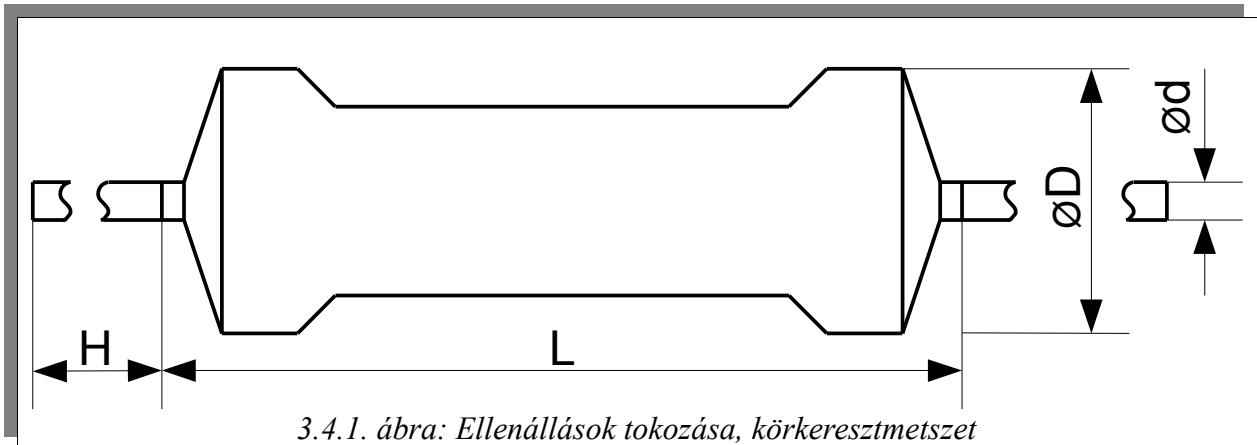
$$\frac{1}{R_e} = \frac{R_2 + R_1}{R_1 \cdot R_2}$$

$$R_e = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_2 + R_1} = R_1 \times R_2$$

3.4. Ellenállások tokozása

A fémréteg, szénréteg és fénoxid³³ ellenállások két, ill. három raszteres kiszerelésben kaphatóak. Az alkatrésztechnikában a mai napig az angolszász mértékegység az uralkodó, eszerint:

$$1 \text{ raszter} = 0,1 \text{ inch} = 100 \text{ mil} = 2,54 \text{ mm}$$



A 3.4.4. ábrán láthatjuk a rétegenállások tokozását. A következő táblázat adja meg a 2, ill. 3 raszteres ellenállások méreteit és a hozzájuk tartozó maximális disszipációs teljesítményt:

Kialakítás	L (mm)	ØD (mm)	H (mm)	Ød (mm)	P
2 raszteres (0204)	3,3 ± 0,4	1,8 ± 0,3	28 ± 2,0	0,5 ± 0,05	0,25W; 0,4W
3 raszteres (0207)	6,3 ± 0,5	2,3 ± 0,3	28 ± 2,0	0,6 ± 0,05	0,6W

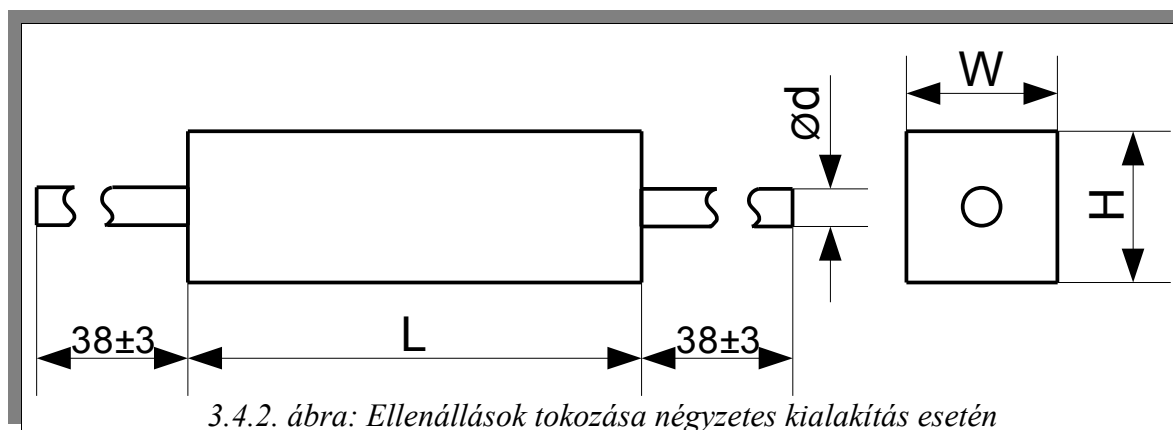
A huzalellenállások tokozása lehet a 3.4.4. ábrán megadott körkeresztmetszetű, vagy a 3.4.2. ábrán látható négyzetes kialakítás.

³³ Mivel fénoxid ellenállásokból gyártanak nagyobb teljesítményre is, ezért ezekből előfordul a huzalellenállásnál ismertetett tokozás is.

Harmadik előadás

Körkeresztmetszetű kialakítás esetén a geometriai méretek a következő táblázat szerint alakulnak³⁴:

Kialakítás	L (mm)	ØD (mm)	H (mm)	Ød (mm)	P
KNP ³⁵ -1WS ³⁶	9,0 ± 1,0	3,5 ± 0,5	26 ± 2,0	0,6 ± 0,05	1W
KNP-2WS	11,5 ± 1,0	4,5 ± 0,5	35 ± 2,0	0,8 ± 0,05	2W
KNP-3WS	15,5 ± 1,0	5,0 ± 0,5	33 ± 2,0	0,8 ± 0,05	3W
KNP-5WS	17,5 ± 1,0	6,0 ± 0,5	32 ± 2,0	0,8 ± 0,05	5W
KNP-7WS	24,0 ± 1,0	8,0 ± 0,5	38 ± 2,0	0,8 ± 0,05	7W
KNP-8WS	30,0 ± 1,0	8,0 ± 0,5	38 ± 2,0	0,8 ± 0,05	8W
KNP-9WS	40,0 ± 1,0	8,0 ± 0,5	38 ± 2,0	0,8 ± 0,05	9W
KNP-10WS	47,0 ± 1,0	8,0 ± 0,5	38 ± 2,0	0,8 ± 0,05	10W
KNP-10W	52,0 ± 1,0	9,0 ± 0,5	38 ± 2,0	1,0 ± 0,05	10W



34 Minimális eltérések az egyes gyártók adatlapjain elképzelhetőek.

35 Sorozat megjelölés, lehet NKN (induktivitásmentes kialakítás), ill. fénoxid ellenállás esetén pl. RSF.

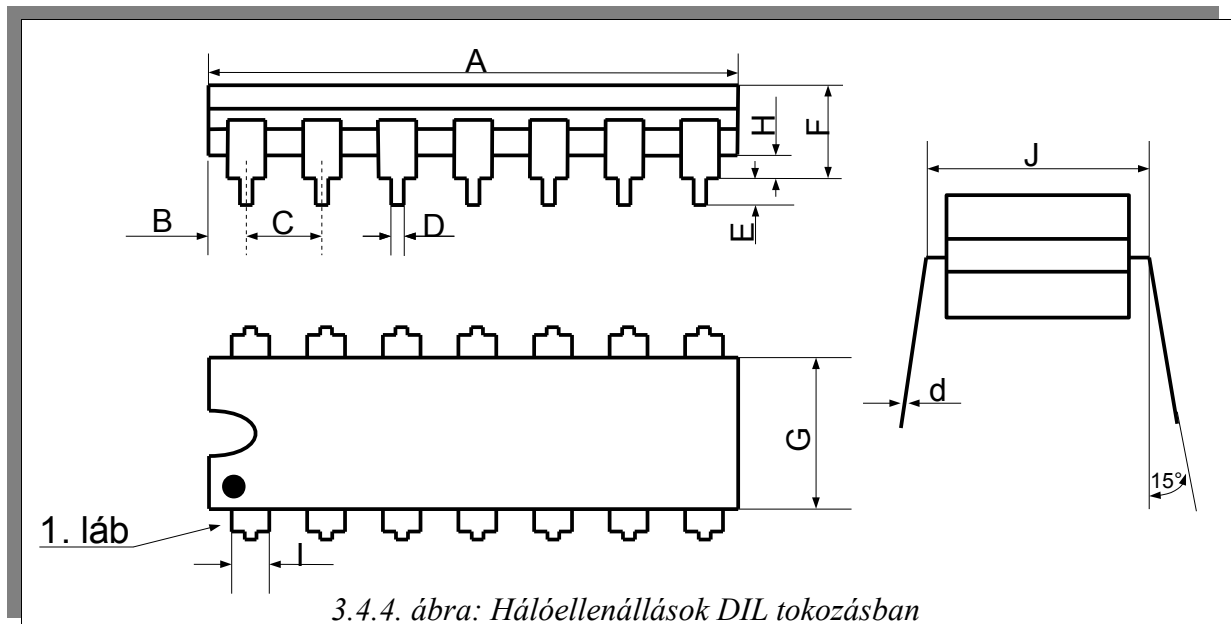
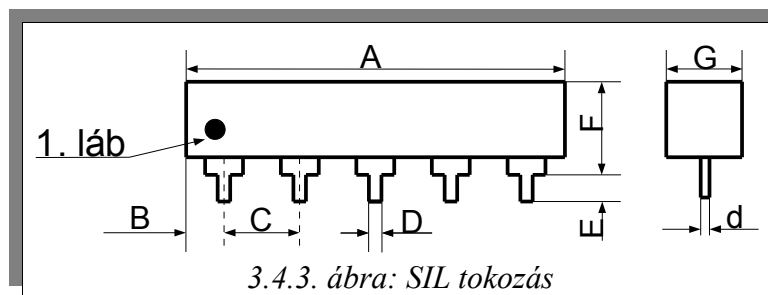
36 Az S jelzés a miniatűr kialakításra utal, a gyakorlatban ez az elterjedtebb. Szokás KNS sorozatnak is nevezni. Normál kialakítás esetén az S betű nem szerepel, és a geometriai méretek úgy alakulnak, hogy KNP-1W → KNP-2WS; KNP-2W → KNP-3WS, stb. A normál kialakítású ellenállás nemritkán KNP-100, KNP 200 stb. jelzéssel szerepel – a megfeleltetés: KNP-100 → KNP1W, KNP 200 → KNP2W stb.

Harmadik előadás

Négyzetes keresztmetszetű kialakítás esetén a geometriai méretek a következő táblázat szerint alakulnak:

Kialakítás	L (mm)	W (mm)	H (mm)	Ød (mm)	P
SQP ³⁷ -200	18 ± 1,0	7,0 ± 1,0	7,0 ± 1,0	0,8 ± 0,05	2W
SQP-300	22 ± 1,5	8,0 ± 1,0	8,0 ± 1,0	0,8 ± 0,05	3W
SQP-500	22 ± 1,5	9,5 ± 1,0	9,0 ± 1,0	0,8 ± 0,05	5W
SQP-700	35 ± 1,5	9,5 ± 1,0	9,0 ± 1,0	0,8 ± 0,05	7W
SQP-10A	48 ± 1,5	9,5 ± 1,0	9,0 ± 1,0	0,8 ± 0,05	10W
SQP-15A	48 ± 1,5	12,5 ± 1,0	12,5 ± 1,0	0,8 ± 0,05	15W
SQP-20A	60 ± 2,0	12,5 ± 1,0	12,5 ± 1,0	0,8 ± 0,05	20W
SQP-25A	60 ± 2,0	14,0 ± 1,5	13,0 ± 1,5	0,8 ± 0,05	25W

A hálóellenállásokkal a leggyakrabban SIL³⁸ (3.4.3. ábra), ill. DIL³⁹ (3.4.1. ábra) tokozásban találkozhatunk. Belső huzalozásukban jelentős mértékben eltérhetnek (3.4.5. ábra).



37 Induktívásmentes kialakítás az NSP sorozat.

38 Single In Line.

39 Dual In Line.

Harmadik előadás

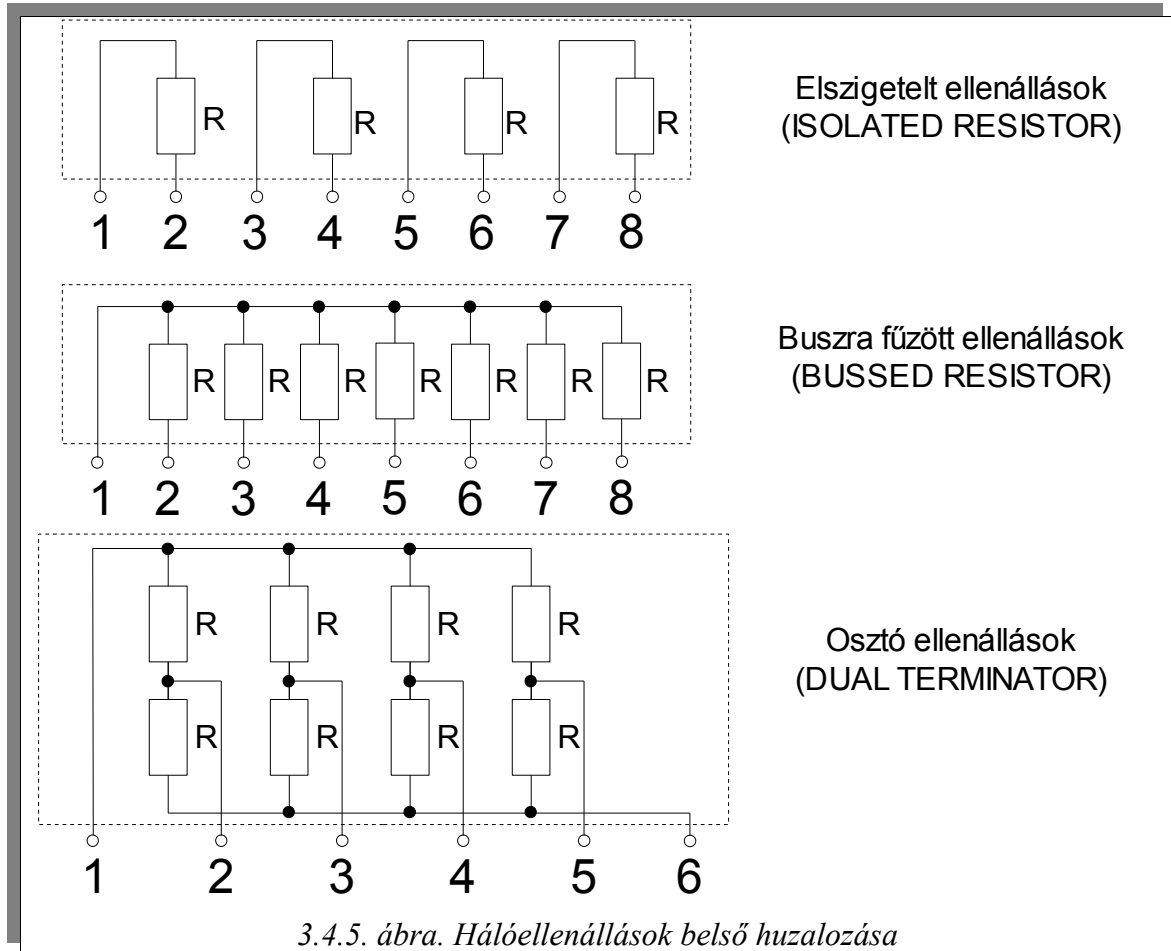
Tokozás	B (mm)	C (mm)	d (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)
SIL	MAX 1,24	2,54 ± 0,7	0,254 ± 0,050	0,508 ± 0,050	3,43 +0,38 -0,508	MAX 5,08	MAX 2,49
DIL	MAX 1,24	2,54 ± 0,7	0,254 ± 0,050	0,508 ± 0,050	MIN 3,3	MAX 5,08	

DIL	H (mm)	I (mm)	G (mm)	J (mm)
Keskeny	0,95 ± 0,57	1,395 ± 0,255	MAX 7,1	MAX 8,5
Széles			13,970 ± 0,127	15,494 ± 0,254

A DIL tokozás kétféle szélességben terjedt el, így a G és J paraméterek a keskeny, ill. a széles toknál különbözőek – a többi méret megegyezik.

SIL	Lábszám	A (MAX, mm)
	4	10,11
	5	12,65
	6	15,19
	7	17,73
	8	20,27
	9	22,81
	10	25,35
	11	27,89
	12	30,43
	13	32,97
	14	35,51

SIL tokozásnál megadtuk a különböző lábszámokhoz tartozó külső hosszmeretet is, bár ez a lábtávolságból (C), ill. a szélső láb és a tok külsejének távolságából (B) kiszámítható. A DIL toknál hasonlóképpen járhatunk el.



Az ellenállások legfontosabb határértéke a maximális teljesítmény, amin még huzamosabb ideig üzemel. Ezt vagy a tokozásból tudjuk meg, vagy ráírják a nagyobb kialakítású alkatrészekre.

Az ellenállások legfontosabb jellemzői, a névleges érték és a tűrés. Ezeket az értékeket egyesellenállásokra szintén rányomatják, azonban a kisméretű kialakításoknál gyakori a színkód használata. Az érték konkrét ráírásánál az esetleges tévedések elkerülése végett a prefixumok jelentik a tizedesvesszőt, az R betű az Ω -nak felel meg⁴⁰. A következő táblázatban láthatunk erre néhány példát:

Leolvasott érték	Valódi érték
10R	10 Ω
4R7	4,7 Ω
56R	56 Ω
330R	330 Ω
2K2	2,2k Ω
5K1	5,1k Ω
100K	100k Ω
1M	1M Ω
1M1	1,1M Ω

⁴⁰ A tűrést szintén rányomatják ennél a kialakításnál az alkatrésze pl. 1%, 5%, 10%.

Harmadik előadás

A kis kialakítású ellenállásokon a nyomtatott szöveg már nem lenne megbízhatóan leolvasható, ezért színkódokat alkalmazunk. A következő táblázat összefoglalja az egyes színek jelentését⁴¹:

Szín	Értéksáv	Szorósáv	Tűréssáv
	1. gyűrű, 2. gyűrű, 3. gyűrű	4. gyűrű	5. gyűrű
Fekete	0	10^0	
Barna	1	10^1	±1%
Piros	2	10^2	±2%
Narancs	3	10^3	
Sárga	4	10^4	
Zöld	5	10^5	±0,5%
Kék	6	10^6	±0,25%
Lila	7	10^7	±0,1%
Szürke	8	10^8	
Fehér	9	10^9	
Arany	-	10^{-1}	±5%
Ezüst	-	10^{-2}	±10%

Megvizsgálva a táblázatban szereplő színeket, felmerülhet a kérdés, hogy honnan tudjuk, hogy a szimmetrikus kialakítású ellenállást melyik oldaláról kezdjük el leolvasni. 5%-os, 10%-os ellenállásoknál ilyen probléma nem merül fel, hiszen arany, ill. ezüst szín nem lehet az értéksávban, az 1%-os, 0,5%-os, 0,25%-os, ill. 0,1%-os ellenállásokat jelképező színek azonban igen. **Az alkatrészgyártók ezért a tűrést jelző színgyűrűt lehetőség szerint a többitől távolabb helyezik el.**

Az itt felsoroltakon kívül az ellenállásoknak még számos egyéb megjelenési formáját is meg lehetne említeni, különös tekintettel a teljesítmény-, ill. műszialektronikában használt típusokra, azonban a gyakorlaton való munkavégzéshez kezdetnek az itt szereplők ismerete is elegendő.

A fentiekben fix értékű ellenállásokkal találkozhattunk, azonban gyártanak változtatható értékű ellenállásokat is. Ilyenek a potencióméterek és a trimmerek. A trimmer ellenállásokat az áramkörünk finomhangolására alkalmazzuk, általában egy csavar segítségével állítható, és nem üzemszerű állításra van kifejlesztve. A potenciómétereket működés közben a felhasználó változtatja, az erre szolgáló ergonómikusan kialakított tekerő segítségével.

A változtatható értékű ellenállások tokozása és geometriai mérete igen sokszínű – a gyakorlaton bemutatunk néhány példát.

41 A gyakorlatban 4, ill. 5 színsávú ellenállásokkal találkozhatunk, a táblázat az 5 színsávú ellenállást mutatja be. A 4 színsávú ellenállás leolvasásakor a 3. értéksávot kell elhagyni. Mindemellett 4 színsávú ellenállásokból nem kaphatunk 0,1%, ill. 0,25%, míg 5 színsávú ellenállásokból 5%, ill. 10% tűréssel rendelkező példányokat.

3.4.1. Ellenállásorok

Méretezési eljárásaink során a legkülönbébb ellenállásértékek jönnek ki eredményül. Természetesen végtelen sokféle értékű ellenállással a gyártók nem szolgálhatnak, ezért ún. ellenállásorokat hoztak létre. (E6, E12, E24, E48, E96, stb.) Ezek mértani sorozatok, amelyekben az értékek egy egyszerű algebrai képlet alapján követik egymást:

$$q = \sqrt[n]{10}$$

Az n értékét a sorozat nevéből tudjuk meghatározni (E24 → n = 24). A sor mindig 1-től indul, és a következő értéket úgy kapjuk meg, hogy a q-val (kvóciens) megszorozzuk az előző értéket. Egy dekádon belül n érték van, és az értékek dekádonként ismétlődnek.

A sorok tűrését a következő táblázat tartalmazza.

E6	E12	E24	E48	E96
20%	10%	5%	2%	1%

A gyakorlatokon való egyszerűbb munkavégzéshez itt megadjuk a két leggyakrabban használt ellenállásor értékeit.

E24 sor (5%)			
1	1,8	3,3	5,6
1,1	2,0	3,6	6,2
1,2	2,2	3,9	6,8
1,3	2,4	4,3	7,5
1,5	2,7	4,7	8,2
1,6	3	5,1	9,1
E96 sor (1%)			
1	1,78	3,16	5,62
1,02	1,82	3,24	5,76
1,05	1,87	3,32	5,90
1,07	1,91	3,40	6,04
1,1	1,96	3,48	6,19
1,13	2,00	3,57	6,34
1,15	2,05	3,65	6,49
1,18	2,10	3,74	6,65

Harmadik előadás

1,21	2,15	3,83	6,81
1,24	2,21	3,92	6,98
1,27	2,26	4,02	7,15
1,30	2,32	4,12	7,32
1,33	2,37	4,22	7,50
1,37	2,43	4,32	7,68
1,40	2,49	4,42	7,87
1,43	2,55	4,53	8,06
1,47	2,61	4,64	8,25
1,50	2,67	4,75	8,45
1,54	2,74	7,87	8,66
1,58	2,80	4,99	8,87
1,62	2,87	5,11	9,09
1,65	2,94	5,23	9,31
1,69	3,01	5,36	9,53
1,74	3,09	5,49	9,76

3.5. Adott feszültségérték beállítása áramkorláttal a tápegységen

A tápegység kezelése egy sor szisztematikusan végrehajtott lépésből áll. A tápegység feszültség alá helyezése után ellenőrizzük annak működőképességét – majd beállítjuk a kívánt feszültségértéket és utána az adott áramkorlátot. A beállítást mindig DC = OFF állásban végezzük, majd amennyiben le szeretnénk venni az energiát a tápegységről kapcsoljunk DC = ON állásba! A következőkben felsoroljuk azokat a lépéseket, amelyeket adott sorrendben végrehajtva elérjük a kívánt célt.

Tápegység feszültség alá helyezése:

A laboratóriumban a tápegység egy szabványos 230V-os tápfeszültségkábelrel kapja meg a működéséhez szükséges energiát a hálózatról. Ezen csatlakozókhoz, ill. a hálózati aljzathoz nyúlni a laboratóriumi foglalkozásokon szigorúan tilos! Amennyiben azt érzékeljük, hogy a MAINS kapcsoló bekapcsolása esetén a tápegység nem kap energiát értesítsük az oktatót!

A működőképességének ellenőrzése:

A VOLTAGE potenciométert állítva nyitott kapcsoló esetén a belső mérőműszer üzemmódváltó kapcsolóját V állásba téve a kijelzőn látnunk kell a feszültségérték változást. Az AMPERS potenciométert állítva zárt kapcsoló esetén a belső mérőműszer üzemmódváltó kapcsolóját A állásba téve a kijelzőn látnunk kell az áramkorlát értékének változását. Amennyiben ez nem történik meg jelezzük az oktatónak!

A kívánt feszültségérték beállítása:

Először mindig a tápegység belső műszerével ellenőrizzük a beállítani kívánt értéket! Nyitott kapcsoló esetén a belső mérőműszer üzemmódváltó kapcsolóját V állásba helyezve a VOLTAGE potenciométer segítségével állítsuk be a feszültséget – a kijelzés V alaplémértékegységben van. A beállítás után végezzünk külső műszeres ellenőrzést is multiméter segítségével – a V/ Ω és a COM kapcsokat használjuk. A multimétert állítsuk egyenfeszültség-mérő üzemmódba 200V⁴²-os méréshatárba! Amennyiben a mért érték egy alacsonyabb méréshatárban is mérhető, akkor váltsunk méréshatárt! A külső műszer mindig pontosabb, mint a belső, ezért ehhez igazodjunk!

42 A belső műszerrel kijelzett érték csak tájékoztató jellegű. A multiméterrel való mérést mindig olyan méréshatárban végezzük, amely még képes kijelezni a tápegység által maximálisan előállítható feszültségértéket (30V) is.

Harmadik előadás

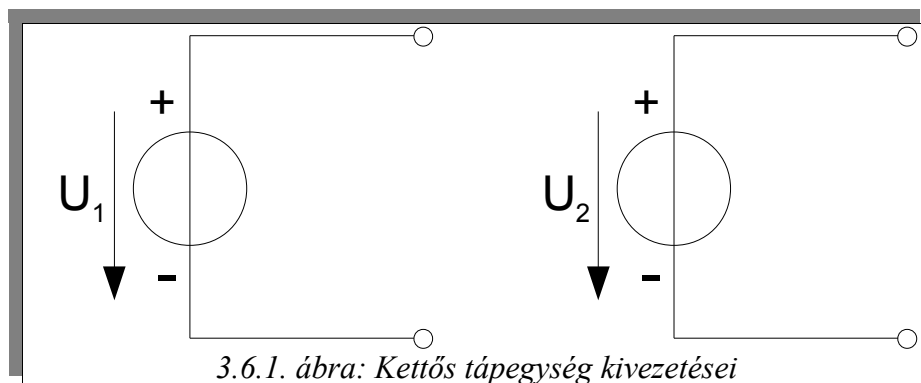
A kívánt áramkorlát beállítása:

Először mindig a tápegység belső műszerével ellenőrizzük a beállítani kívánt értéket! Zárt kapcsok esetén a belső mérőműszer üzemmódváltó kapcsolóját A állásba helyezve az AMPERS potenciométer segítségével állítsuk be az áramkorlátot – a kijelzés A alpmértékegységben van. A beállítás után végezzünk külső műszeres ellenőrzést is multiméter segítségével – a 20A és a COM kapcsokat használjuk. A multimétert állítsuk egyenáram-mérő üzemmódba 20A⁴³-es méréshatárba! Amennyiben a mért érték egy alacsonyabb méréshatárban is mérhető, akkor váltsunk méréshatárt – ehhez a mérővezetéket is át kell tennünk az A, vagy mA jelzésű furatba! A külső műszer mindig pontosabb, mint a belső, ezért ehhez igazodjunk!

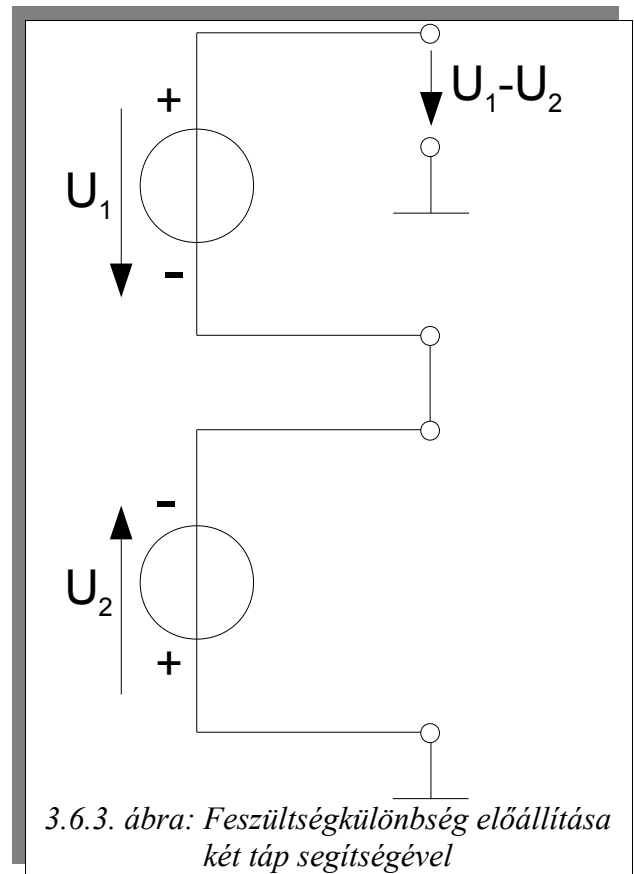
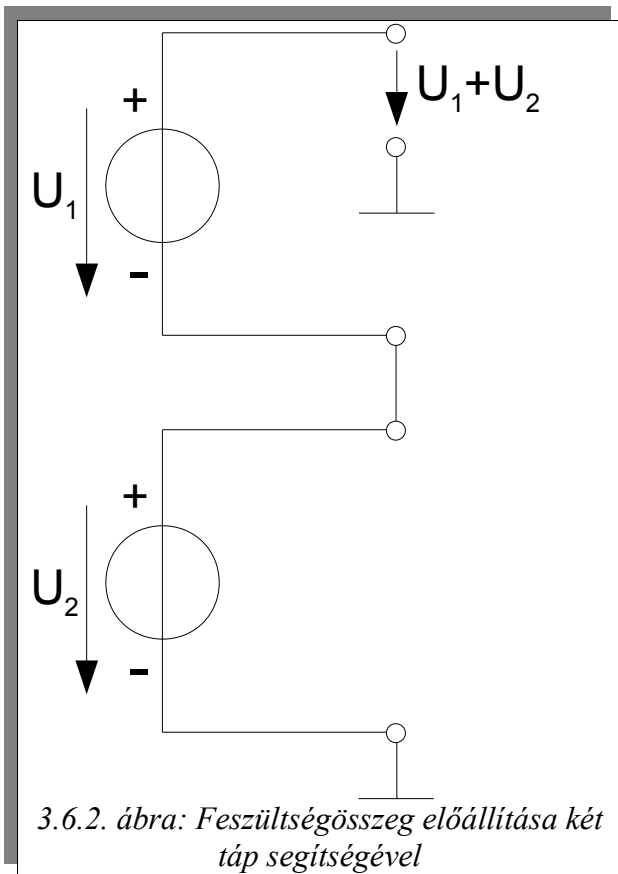
3.6. Kettős táplálás fogalma

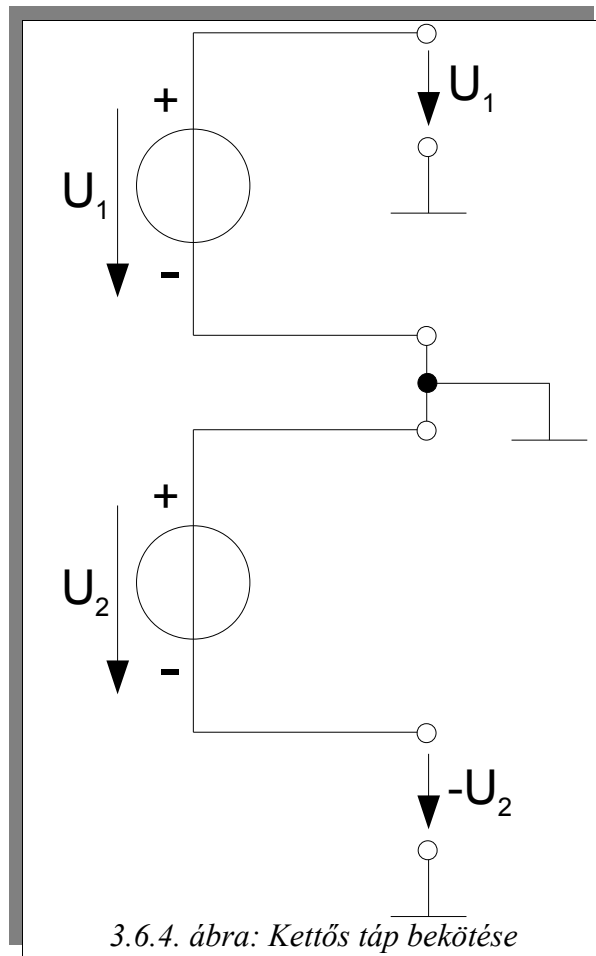
Az elektronikában gyakran kell két, esetleg több tápegység segítségével különböző értékű – akár negatív – feszültségeket is előállítani. Ebben a fejezetben ennek mikéntjére kívánunk rávilágítani.

A 3.6.1. ábrán láthatjuk a kettős tápegység által nekünk biztosított kivezetéseket! A két táp segítségével elő tudjuk állítani a beállított feszültségek összegét (3.6.2. ábra), különbségét (3.6.3. ábra), valamint a referenciapont eltolásával kettős tápfeszültséget (3.6.4. ábra) is.



⁴³ A belső műszeren kijelzett érték csak tájékoztató jellegű. A multiméterrel való mérést mindig olyan méréshatárban végezzük, amely még képes kijelezni a tápegység által maximálisan előállítható áramértéket (2,5A) is.





3.6.4. ábra: Kettős táp bekötése

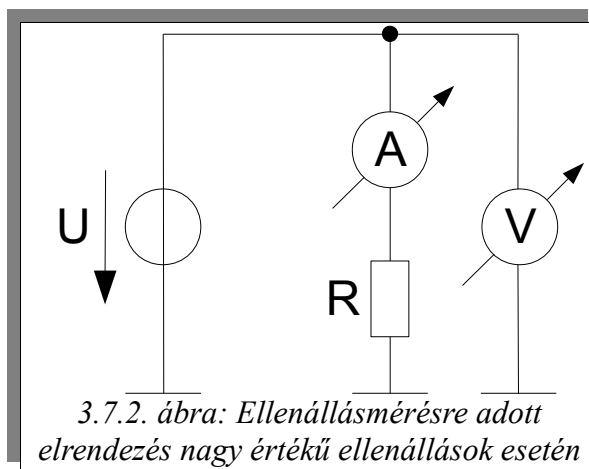
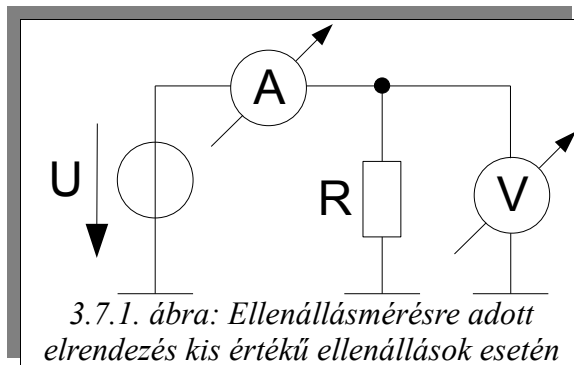
3.7. Ellenállásmérés

Ellenállásmérést passzív panelen végezhetünk a multiméter ellenállásmérő üzemmódjában, hiszen az egy aktív mérés (a multiméter adott [kis] értékű áramot hajt át a kapcsain, és feszültséget mér).

Sok esetben aktív panelen kell ellenállást mérnünk. Ebben az esetben csak passzív mérés jöhet szóba, vagyis áram- és feszültségmérő műszert kell alkalmaznunk. Amennyiben egy mérési elrendezésben szeretnénk egyszerre mérni az áramot és a feszültséget, akkor a . és a . ábrán lévő lehetőségek közül választhatunk.

Mivel az ampermérő belső ellenállása – a mérés kedvezőtlen befolyásának elkerülése érdekében – kis értékű, és a voltmérő belső ellenállása – ugyanezen oknál fogva – nagy értékű a 3.7.1. ábrán látható kapcsolást kis, míg a 3.7.2. ábrán látható kapcsolást nagy értékű ellenállások esetén javasoljuk.

Amennyiben a 3.7.1. ábrán lévő kapcsolást nagy értékű ellenállásnál alkalmaznánk elképzelhető, hogy a mérendő ellenállás már összemérhető lenne a voltmérő belső ellenállásával extrém nagy hibát okozva ezzel. Ugyanez a probléma állna fenn a 3.7.2. ábra esetén kis értékű ellenállásnál, csak itt az ampermérő belső ellenállásával lennének összemérhetőek.



Harmadik előadás

A harmadik előadáshoz tartozó ellenőrző kérdések

- Definiálja az ellenállást, adja meg rajzjelét, jelölését, mértékegységét!
- Írja fel a sorosan és párhuzamosan kapcsolt ellenállások eredője számításának módját!
- Milyen tokozásokat ismer ellenállások esetén, mit tud a különböző tokok teljesítményéről?
- **Mi az ellenállás legfontosabb jellemzője és határértéke? Adjon meg legalább 2 fizikai összefüggést az ellenállás kiszámítására! Milyen összefüggés alapján méretezné az ellenállást?**
- **Állítson be a tápegységen 100mA-es áramkorláttal 12V-os feszültségértéket!**
- **Valósítson meg a kapott breadboardon kettős táplálást +5V és -15V feszültségértékekkel!**
- Ellenállásmérésre milyen kapcsolási elrendezést ajánlana nagy, ill. kis értékű ellenállások méréséhez?
- Hogyan csatlakoztatná az ampermérőt és a voltmérőt az áramkörbe – mekkora a belső ellenállásuk ezeknek a műszereknek és miért?
- Ábrázolja az ellenállást grafikus formában, mit tud mondani az ellenállásról a karakterisztika alapján?
- Mi az a regressziós egyenes, és mi a legkisebb négyzetek módszere?

4. Negyedik előadás

A negyedik foglalkozáson 2 db ellenállás karakterisztikáját vesszük fel – majd a mérési eredmények alapján a diákok egy mérési jegyzőkönyvet készítenek.

4.1. Mérési feladat

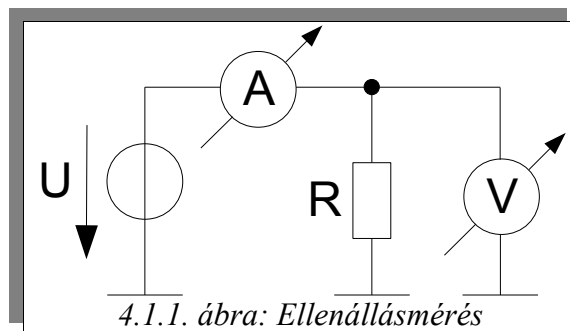
A 4.1.1. ábrán látható mérési elrendezést használva az alap adatok a következők:

$$U_0 = 10\text{V}$$

$$I_{rz} = 40\text{mA}$$

$$R_1 = 680\Omega$$

$$R_2 = 100\Omega$$



Számoljuk ki, hogy milyen terhelhetőségű ellenállásokra van szükségünk!

A feszültséget 0,5V-os léptékekben csökkentve ábrázoljuk az adatokat (U; I; R; H; h) táblázatos formában, ill. mm papíron grafikusán is! A névleges értéktől való maximális relatív eltérés alapján állapítsuk meg, hogy az ellenállás megfelel-e a gyártó által megadott szórásnak! Írjunk egy rövid összegzést az ellenállás linearitásáról! A grafikusán ábrázolt értékek alapján rajzoljuk meg a regressziós egyenest!

4.2. Mérési jegyzőkönyv felépítése

A mérési jegyzőkönyvek akár szakterületeken belül is igen változatos formát mutatnak. Nem célunk minden lehetséges formát és speciális követelményt tisztázni. Csupán egy általános felépítés megvilágítására és az elengedhetetlen információk ismertetésére törekszünk.

A mérési jegyzőkönyv egy fedlappal kezdődik, amelyen szerepeltetni kell az intézményt amely számára a mérést elvégeztük, az intézményen belüli osztályt, szakágot, tantárgyat. Jeleznünk kell, hogy a dokumentum egy mérési jegyzőkönyv. Szintén az első oldalnak kell tartalmaznia a mérést végző nevét, végzettségét, esetleges címeit. Amennyiben van az azonosítására szolgáló további adatokat (kód, osztály stb.). Szerepeltetnünk kell a mérés célját, tárgyát! A mérés pontos helyét, dátumát a mérési jegyzőkönyv lezáró/leadó dátumát. Általában szintén a fedlapon szerepel a mérést végző aláírása (egy alá nem írt jegyzőkönyv nem dokumentum!).

Ha lehetséges akkor az első, ha nem akkor a második oldalon fel kell sorolnunk a mérés elvégzéséhez szükséges körülményeket, használt eszközöket (típus, gyártási szám).

A mérési jegyzőkönyv belső oldalai tartalmazzák magát a mérési folyamatot. Minden egyes mérési feladat során meg kell adnunk a mérési terv részeként a már ismertetett (2.2. fejezet) mérési célt, elvet, módszert, eljárást. A mérés végrehajtása fejezetbe írjuk a mérés során esetlegesen felmerülő problémákat, plusz mérési pontokat, elrendezéseket, változtatásokat. A mérési jegyzőkönyvet a kiértékeléssel zárjuk, ahol röviden összegezzük a mérés végrehajtása során begyűjtött tapasztalatainkat.

A mérési jegyzőkönyv elkészítésekor törekedjünk az olvashatóságra és egyértelműségre, valamint a megismételhetőségre!

A jegyzőkönyv felépítésétől kisebb mértékben el lehet térni, azonban minden lényeges információt tartalmaznia kell!

I. A mérés terve (minden mérési feladathoz önálló terv tartozik):

- 1) **A mérés célja:** A mérés címe. A mérés során megszerzendő információ pontos meghatározása, a szükséges pontossági és egyéb követelményekkel.
 - 2) **A mérés elve:** A méréshez felhasznált fizikai törvényszerűségek, alapelvek (pl. Ohm törvény, Kirchhoff törvények, a mérőműszer működési elve, stb.)
 - 3) **A mérési módszer:** A mérés során végrehajtott műveletek logikai sorrendje rövid, tömör megfogalmazásban.
 - 4) **A mérési eljárás:**
 - a) A mérendő objektum azonosítása és a mérési modell (kapcsolási rajz) elkészítése:
 - mérendő információ helyének meghatározása
 - a mérendő információ időbeniségének meghatározása (egyszeri statikus, mintavételes, folytonos, ...).
 - b) A mérés feltételeinek, határadatainak meghatározása.
 - c) A méréshez szükséges és rendelkezésre álló műszerek, eszközök kiválasztása.
 - d) A mérési pontok kijelölése: A beállítási jellemző „helyének” meghatározása (pl. karakterisztika mérés, ...). A mérés időpontjának v. időtartamának, vagy a mintavételezés időpontjainak konkrét megállapítása.
 - e) A mérési adatok dokumentálásához szükséges forma elkészítése (lista, táblázat, grafikon).
 - f) A mérés adatainak kiértékeléséhez szükséges számítások, elemzések, szempontok előkészítése (képletek, számítási-, elemzési eljárások,...). Korrekció, hibaszámítás, stb.
- II. **A mérés végrehajtása:** itt kell elvégezni a mérés során szükséges pontosításokat (pl. újabb mérési pontok beiktatását, ...), előre nem tervezhető változtatásokat.
- III. **A mérés kiértékelése:** Sikeres volt-e a mérés, ha nem akkor miért nem. Esetleges konklúziók levonása.

5. Ötödik előadás

Az előző foglalkozáson egy nagyon egyszerű mérési feladatot kellett végrehajtanunk, ezáltal megismernünk a mérőműszerek és a tápegység használatát. Néhány konklúzió:

- Mielőtt bármilyen mérési elrendezést összeállítanánk a tápegységen beállítjuk a megfelelő értékű feszültséget és áramkorlátot!
- Az ampermérőt mindig sorosan csatlakoztatjuk az áramkörbe!
- Az voltmérőt mindig párhuzamosan csatlakoztatjuk az áramkörbe!
- Adott értékű terhelés esetén a beállított áramkorlát és feszültség közül az előbbinek van prioritása. Gondoljunk csak a $U_0 = 10V$; $I_{rz} = 40mA$; $R_t = 100\Omega$ értékhármásra. A mérésen azt tapasztaltuk, hogy a tápegységen az adott áramkorlát és ellenállásérték mellett nem tudjuk beállítani a 10V-ot, csak $\approx 4V$ -os értéket.
- A műszert mindig a – mérendő értéket természetesen figyelembe véve – lehető legalacsonyabb méréshatárba célszerű állítani, hiszen itt kapjuk a legpontosabb értéket.
- Áramot először mindig a 10A-es, vagy 20A-es méréshatárba mérünk, a mérőműszer épségének érdekében.

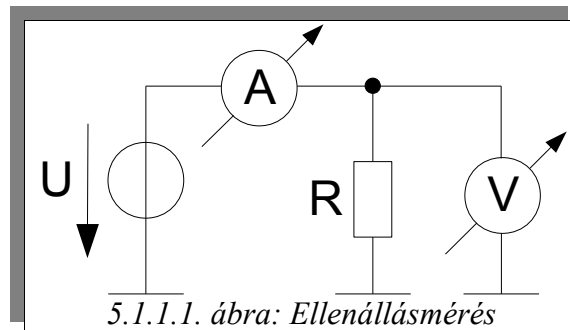
Az 5. foglalkozáson egy több mérési feladatból álló **önálló** mérést kell végrehajtani. A diákok – mérési utasítások alapján – az oktató felügyeletével egyénileg hajtják végre a mérést. Az alkatrészek ömlesztve állnak rendelkezésre – szortírozásuk szintén a diákok feladata.

A mérési adatok alapján a következő foglalkozásra kötelező jegyzőkönyvet készíteni.

5.1. Mérési feladatok

5.1.1. Mérési feladat

A 5.1.1.1. ábrán lévő mérési elrendezésben vegye fel a 2 rászteres (0,4W-os) 1k Ω -os ellenállás karakterisztikáját legalább 10 mérési pont alapján táblázatos és grafikus formátumban!



A feladat végrehajtásának lépései:

- a, Az ellenállás teljesítmény-határértéke, értéke és a mérési pontok száma alapján a tápegységen beállítandó feszültségérték és áramkorlát⁴⁴ meghatározása és beállítása. A szükséges összefüggések:

$$P = U \cdot I ; R = \frac{U}{I}$$

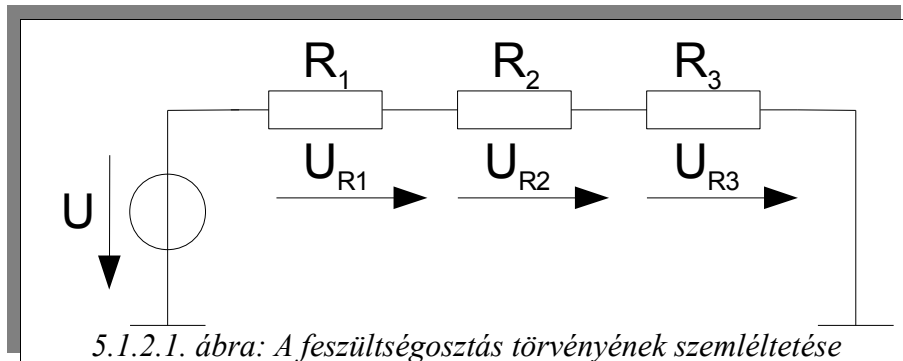
- b, A mérési pontok meghatározása – számítás segítségével a feszültségértékekhez tartozó áramértékek kiszámítása. Az adatok ábrázolása táblázatos és grafikus formátumban.
- c, A mérési elrendezés összeállítása (DC = OFF állás mellett) – a bekötés módjára, valamint a szükséges méréshatárra gondosan ügyelve.
- d, (DC = ON állás mellett) a karakterisztika felvétele a feszültségérték folyamatos **csökkentésével**.
- e, A számított és mért értékek összehasonlítása – konklúziók levonása.

⁴⁴ Az áramkorlát mindig a teljesítmény-határértékből számított áram alatt (annak max. 75%-a), valamint az áramkör áramigénye felett (annak min. 110%-a) helyezkedik el.

5.1.2. Mérési feladat

A 5.1.2.1. látható kapcsolás segítségével igazoljuk a feszültségosztás törvényét!

$$R_1 = 1\text{ k}\Omega; R_2 = 2,2\text{ k}\Omega; R_3 = 5,1\text{ k}\Omega; P = 0,4\text{ W}$$



A feladat végrehajtásának lépései:

- a, Az ellenállás teljesítmény-határértéke és értéke alapján a tápegységen beállítandó feszültségérték és áramkorlát meghatározása és beállítása. A szükséges összefüggések:

$$P = U \cdot I; R = \frac{U}{I}; R_e = R_1 + R_2 + R_3$$

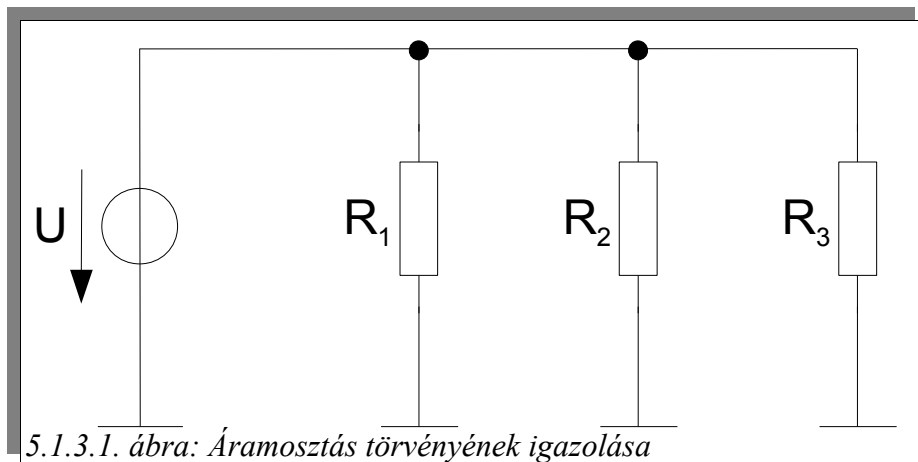
- b, A feszültségosztás törvényének levezetése Ohm és Kirchhoff hurok törvényének segítségével. A mérendő feszültségek kiszámítása feszültségosztás törvényével, valamint Ohm és Kirchhoff hurok törvényének segítségével is – az eredmények összehasonlítása és dokumentálása.
- c, A mérési pontok meghatározása⁴⁵.
- d, A mérési elrendezés összeállítása (DC = OFF állás mellett) – a bekötés módjára, valamint a szükséges méréshatárra gondosan ügyelve.
- e, (DC = ON állás mellett) a mérés elvégzése.
- f, A számított és mért értékek összehasonlítása – konklúziók levonása.

⁴⁵ A műszerek helyének kijelölése. A számítás során a körben folyó áramértékre is szükség volt, a feszültségek mellett ezt is mérjük.

5.1.3. Mérési feladat

A 5.1.3.1. látható kapcsolás segítségével igazoljuk az áramosztás törvényét!

$$R_1 = 680\Omega ; R_2 = 3k\Omega ; R_3 = 4,7k\Omega ; P = 0,4 W$$



A feladat végrehajtásának lépései:

- a, Az ellenállás teljesítmény-határértéke és értéke alapján a tápegységen beállítandó feszültségérték és áramkorlát meghatározása és beállítása. A szükséges összefüggések:

$$P = U \cdot I ; R = \frac{U}{I} ; \frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

- b, Az áramosztás törvényének levezetése Ohm és Kirchhoff csomóponti törvényének segítségével. A mérendő áramok kiszámítása áramosztás törvényével, valamint Ohm és Kirchhoff csomóponti törvényének segítségével is – az eredmények összehasonlítása és dokumentálása.
- c, A mérési pontok meghatározása⁴⁶.
- d, A mérési elrendezés összeállítása (DC = OFF állás mellett) – a bekötés módjára, valamint a szükséges méréshatárra gondosan ügyelve.
- e, (DC = ON állás mellett) a mérés elvégzése.
- f, A számított és mért értékek összehasonlítása – konklúziók levonása.

⁴⁶ A műszerek helyének kijelölése. A számítás során az ellenállásokon eső feszültségértékre is szükség volt, az áramok mellett ezt is mérjük.