

Lévay Károly

Villamos alapmérések

NSZFI
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:
Gépjármű karbantartás I.

A követelménymodul száma: 0674-06 A tartalomelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-013-50



VILLAMOS ALAPMÉRÉSEK

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Szerelési feladata közben az adott villamos alkatrészt vagy annak működési környezetét kell mérnie, minősítenie.

Mérje meg az akkumulátor feszültségét terheletlen állapotban, járó motor mellett, indítózás közben! Minősítse a gépjármű töltő- és indítórendszerét!

Mérje meg a szivárgási áramot!

Mérje meg a vízhőfok-mérő ellenállását a hőmérsékletváltozás függvényében!

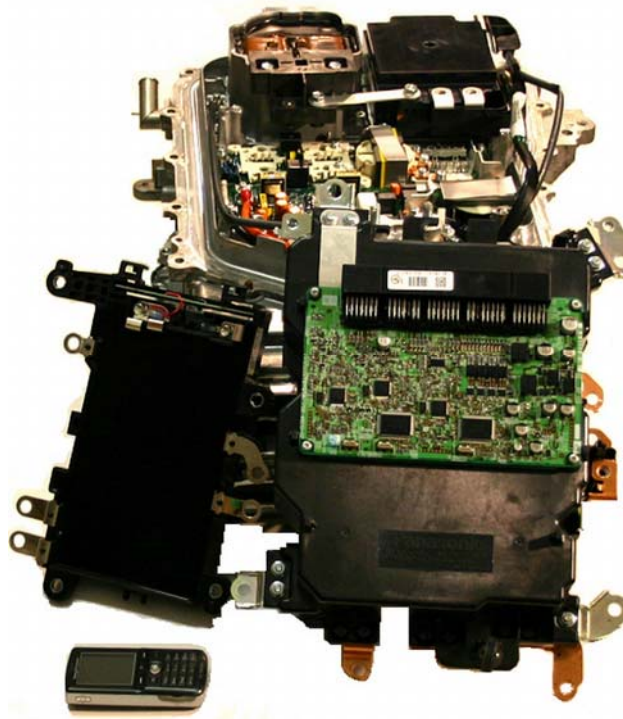
Mérje meg a fojtószelep-potenciométer ellenállását különböző gázállásoknál.

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

Ebben a tananyagban a villamos mérés technikai jellemzőkkel foglalkozunk. Ismertetjük a szakmai gyakorlat során előforduló konkrét mérőműszerek típusait és ezekkel a mérőkészülékekkel elvégezhető villamos alpmérések szabályait, technikáit. Ezek az ismeretek szükségesek a jegyzet(ek) későbbi – elektromos részegységeinek diagnosztikai vizsgálatával és javításával foglalkozó – fejezeteinek megértéséhez. A mérések szakszerű elvégzéséhez alapvető fontosságú témakörrel van szó. Több olyan információ található ebben a részben, amely látszólag jelentéktelen, azonban egy adott mérési feladatra alkalmas mérőműszer kiválasztásánál (netán vásárlásnál), elengedhetetlenül fontosakká válnak.

Az elektromos berendezések szerelése – hibakeresés az elektronikai egységekben – olyan logikusan gondolkodó szakembert kíván, aki tisztában van a villamossági ismeretekkel, az elektromos berendezések alapvető működésével, a villamos mérésekkel és nem utolsósorban ismeri az általa használt villamos mérőműszereket is.

Az elektromos berendezések vizsgálatával foglalkozó tananyagokban már csak hivatkozunk az itt közölt ismeretekre, ezért mindenképpen javasoljuk az alábbiak alapos áttanulmányozását. A gyakorlatban felmerülő villamos mérési problémák esetében is bármikor elővehetjük a mérés technikai alapok ismétléséhez.



1. ábra. Hibrid jármű vezérlőegységei

A VILLAMOS MÉRŐMŰSZEREK FONTOSABB JELLEMZŐI

A következőkben a mérőműszerek legfontosabb jellemzőit tekintjük át. Egy mérőműszer adott mérési feladatra történő kiválasztásánál, vagy műszervásárlásnál nagyon is fontosak ezek az információk.

1. Méréshatár

A mérendő mennyiségnek azon értéke, amelyet a műszer az adott pontossági előírásoknak megfelelően mérni tud.

A felső méréshatár a műszerrel – megadott pontossággal – mérhető legnagyobb, az alsó méréshatár pedig (szintén a megadott pontossággal) mérhető legkisebb érték. A műszerek készülhetnek egy vagy több méréshatárral. A méréshatárokról tudnunk kell, hogy szabványosított értékek. Ez azt jelenti, hogy tetszőleges érték nem fordul elő. Gyakoribb értékek: 1; 1,5; 2; 3; 5; 10; 20; 30; 50; 100; 300; 500; 750; 1000; stb. A több méréshatárú műszernél az adott mérést, mindig a lehető legkisebb méréshatárban kell elvégezni (pl. az akkumulátor mérését a 20 V-os méréshatárban végezzük el, pedig 30, 50, 100 V-os méréshatárban is mérhető lenne). Az alsó és a felső méréshatár közötti intervallum a mérési tartomány.

2. Érzékenység

A mérendő mennyiség egységnyi változásához tartozó kitérésváltozással egyenlő:

$E = \text{mutatókitérés} / \text{mérendő mennyiség}$

Az E dimenziós mennyiség, pl. fok/V; fok/A; fok/ Ω

Lineáris skálájú műszer érzékenysége a skála mentén állandó, nemlineáris skálánál pedig változó (pl. a feszültség- és árammérők lineáris, az analóg ellenállásmérők pedig legtöbbször nem lineáris skálával készülnek). A mérési célokra készült analóg műszerek skálája szokásosan $90 - 120^\circ$, de a járművekre felszerelt - hasonló elven működő - műszerek mutatói akár 270° -os kitéréssel is rendelkezhetnek a könnyebb leolvashatóság céljából (pl. elektronikus fordulatszám-mérő).

3. Műszerállandó

A mérendő mennyiségnek azon értéke, amelynek hatására a műszer mutatója egységnyire kitér, tehát az érzékenység reciproka:

$$c = 1/E$$

Meghatározása lineáris skálájú műszernél:

$$c = \text{méréshatár} / \text{végkitérés}$$

Méréskor a műszerállandóval szorozzuk a mutató fokokban leolvasott kitérését, így megkapjuk a mérendő mennyiség nagyságát:

$$x = c \cdot \text{mutatókitérés}$$

A műszer érzékenysége és a műszerállandó analóg mutatós műszerek esetében értelmezhető. Digitális mérőműszereknél a felbontást adják meg a gyártók. A digitális műszer felbontása mindig a méréshatártól és a kijelzett számjegyek számától (hány digites a műszer) függ.

4. Fogyasztás

A műszer kitéréséhez szükséges teljesítményt, amelyet a mérőkörből vesz fel, fogyasztásnak nevezzük.

Egyenáramú árammérőnél:

$$P = I^2 \cdot R_b$$

feszültségmérőnél:

$$P = U^2 / R_b$$

A fogyasztásra jellemző belső ellenállást csak voltmérőre adják meg, Ω/V alakban. Adott méréshatárban R_b -t megkapjuk, ha a megadott, Ω/V értéket megszorozzuk a V -ban adott méréshatárral. A feszültségmérő fogyasztása annál kisebb, minél nagyobb ez a belső ellenállás.

Megjegyezzük, hogy a műszer fogyasztása szoros kapcsolatban van a pontosságával, ugyanis a műszer működtetéséhez (a mutató elmozdításához) szükséges villamos energia terheli a mérendő áramkört, tehát kisteljesítményű áramkörökben meghamisítja a mérési eredményt (nyilvánvalóan egy akkumulátor mérésénél nincs jelentősége a műszer fogyasztásának). Az elektronikus erősítőt is tartalmazó multiméterek fogyasztása már olyan kicsi, hogy szinte nem is vesznek fel villamos teljesítményt a mérendő áramkörből.

5. Megengedhető túlterhelés

A túlterhelés viszonyzáma megadja, hogy a műszer előírt körülmények között a felső méréshatár hányszorosát képes elviselni károsodás nélkül. Pl. üzemi műszerekre 1,2 a viszonyszám 2 órán keresztül. A túlterhelés valójában csak véletlenszerűen fordulhat elő, amikor nem megfelelő méréshatárral csatlakoztattuk a műszert, esetleg a mérendő mennyiség jelentősen meghaladja a műszer felső méréshatárát is. Egyszerűbb analóg multimétereknél olyan is megtörténhet, hogy ellentétes polaritással csatlakoztatjuk a műszert. Valójában ez is túlterhelésnek számít (mivel a mutató elmozdulását korlátozzuk). Újabban a digitális multiméterek árammérési funkciójában találkozhatunk olyan felirattal, hogy pl. 20 A max. 15 sec, amelynek jelentése egyértelmű (20 A-es áramot képes a műszer mérni, de csak 15 másodpercen keresztül). Ilyen műszerek esetében a legnagyobb mérhető áramerősségen kívül a mérési időre is figyelniük kell (lásd az energiaellátó rendszer vizsgálatánál).

6. Különleges működési körülmények

Rendeltetésszerű használatnál figyelembe kell venni, hogy milyen körülményekre tervezték a műszert.

- mérőhely atmoszférája, pl.: vízpára, maró gőzök, hőmérséklet,
- mechanikai hatások, pl.: rázkódás, por,
- egyéb körülmények, pl.: pl. elektromágneses tér jelenléte.

A szerelő gyakorlatban nincsenek kifejezetten mostoha mérési körülmények, de egy ütészívő burkolat mindenképpen hasznos kiegészítője a multiméternek. Amennyiben az indítómotor közvetlen közelében helyezük el az analóg mérőműszert, számítanunk kell az erős mágneses tér zavaró hatásával, vagy olyan műszert használjunk, amely mágnesesen árnyékolt kivitelű.



2. ábra. Ideális munkakörülmények?

7. Pontosság

A mérőműszer pontossági osztálya a konvencionális értékre vonatkoztatott, a skála mentén előforduló legnagyobb abszolút hiba százalékos értékét jelenti.

A konvencionális érték rendszerint a méréshatárral egyezik meg, de ettől eltérő is lehet. A szabvány 8 pontossági osztályt különböztet meg. A pontossági osztály meghatározza a mérőműszer felhasználhatóságát is.

Osztályjel	Hibahatárok	A műszer jellege
0,05	$\pm 0,05 \%$	Laboratóriumi
0,1	$\pm 0,1 \%$	Laboratóriumi
0,2	$\pm 0,2 \%$	Laboratóriumi
0,5	$\pm 0,5 \%$	Laboratóriumi és üzemi
1	$\pm 1 \%$	Üzemi
1,5	$\pm 1,5 \%$	Üzemi
2,5	$\pm 2,5 \%$	Üzemi
5	$\pm 5 \%$	Üzemi

II.6. táblázat. Villamos mérőműszerek osztályozása

Gyakorlati példa: akkumulátor feszültségmérésére használható műszer pontossága

Egy akkumulátor feszültségmérésénél 12,65 V-os értéket mérünk. Vajon megfelelő-e az akkumulátor? Elemezzük a problémát! Az alkalmazott műszer pontossági osztályjele legyen 5. Ez azt jelenti, hogy mindegyik méréshatárban $\pm 5\%$ -os hibával mér a műszer. Legyenek a következő méréshatárok: 1 V; 3 V; 10 V; 30 V; 100 V. Láthatóan csak a 30 V-os méréshatárban mérhettük a 12,65 V-os feszültségértéket. Ebben a méréshatárban $H = \pm 0,05 \cdot 30 \text{ V} = \pm 1,5 \text{ V}$ hibával mér a műszer, vagyis az akkumulátor valóságos feszültsége $U_{\text{helyes}} = 12,65 \pm 1,5 \text{ V} = 11,15 - 14,15 \text{ V}$ (Figyelem: nem tévedés!). Ha még emlékezünk a teljesen feltöltött és a lemerült akkumulátor nyugalmi kapocsfeszültségére, (11,76 és 12,72 V) akkor megállapíthatjuk, hogy az elvégzett mérésünk használhatatlan. Tovább romlik a helyzet, ha netán a 100 V-os méréshatárban történt a mérés, ugyanis ekkor $\pm 5 \text{ V}$ -os lehet az eltérés. Önkéntelenül felmerül a kérdés, vajon egyáltalán milyen műszer használható erre az egyszerűnek tűnő mérésre? Több lehetőség is kínálkozik, amelyek növelik a mérési eredmény pontosságát. A legegyszerűbb, ha olyan mérőműszert alkalmazunk, amelyen van 20 V-os méréshatár, ugyanis ekkor $\pm 1 \text{ V}$ -os lehet a mérési hiba. Ez az érték még mindig nagyon rossz, ezért jobb pontossági osztályba tartozó műszert kell használnunk. Mutatós multimétereknél még elfogadható minőség/ár aránnyal rendelkeznek az 1,5 pontossági osztályúak. Egy ilyen műszerrel 20 V-os méréshatárban $\pm 0,3 \text{ V}$ -os pontossággal mérhetünk, amely azért már megfelelő.

8. A mérőműszerek jelölései

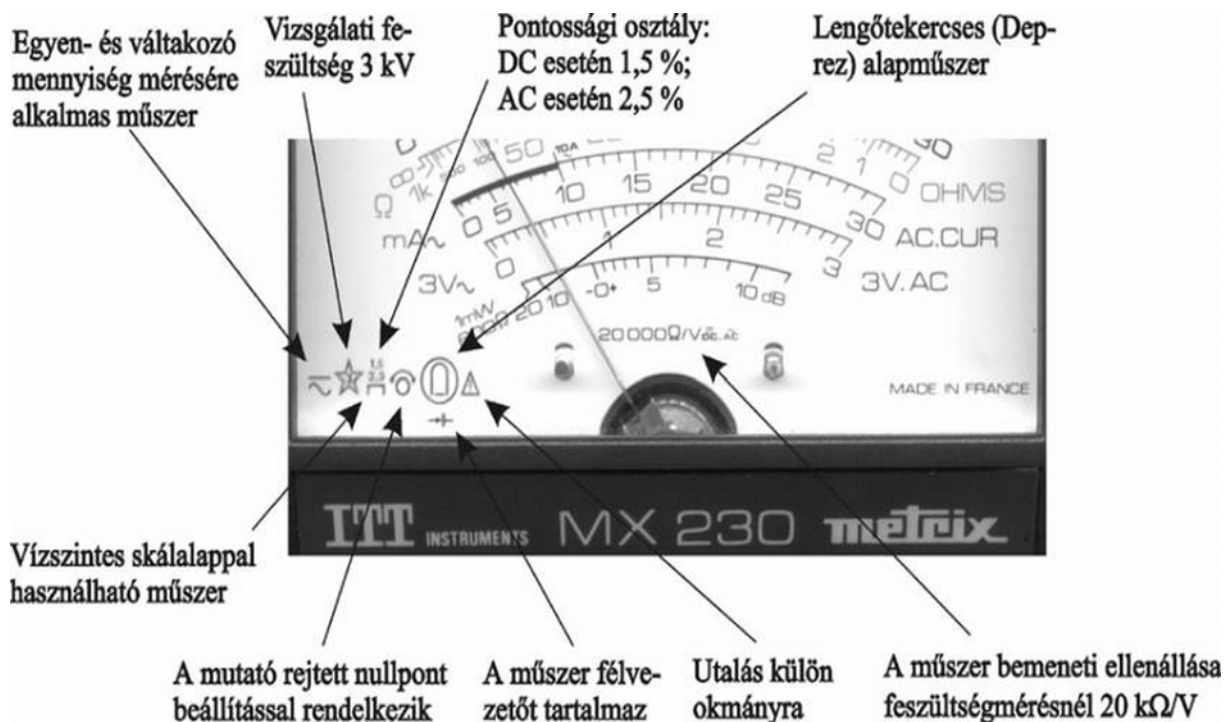
Analóg villamos mérőműszereken, általában az alábbi fogalmakra vonatkozó jelölések találhatóak meg:

Általános jelképek		Biztonság	
Jelkép	Megnevezés	Jelkép	Megnevezés
	Lengőtekercses műszer		Vizsgálati feszültség 500 V
	Keresztekercses műszer		Vizsgálati feszültség 500 V fölött (pl. 2 kV)
	Földelő csatlakozás		Feszültségpróbának alá nem vetett műszer
	Nullpontállító		Nagyfeszültség a tartozékon/ vagy a műszeren
	Utalás külön okmányra	Az áramnem	
	Tartozék (általános jelölés)	Jelkép	Megnevezés
	Elektronikus rész a mérőkörben	— vagy	Egyenáramú
	Elektronikus rész a segédáramkörben		Váltakozó áramú (egyfázisú)
	Egycsírányító		Egyenáramú és váltakozó áramú műszer
	Sönt	Használati helyzet	
	Soros ellenállás	Jelkép	Megnevezés
	Soros induktivitás		Függőleges skálalappal használható (D-1)
	Soros impedancia		Vízszintes skálalappal használható (D-2)
	Elektrosztatikus árnyékolás		Döntött skálalappal használható (D-3)
	Mágneses árnyékolás		Úgy használható mint D-1, de 80 - 100° tartományban
			Úgy használható mint D-2, de -1° - +1° tartományban
			Úgy használható mint D-3, de 45° - 75° tartományban
		N	Külső mágneses tér irányának jelölése (N: észak)

3. ábra. Villamos műszereken gyakrabban előforduló jelölések

- A gyártó cég neve vagy jele.
- A műszerrel mérhető villamos mennyiség alapegységének jele.
 - Áramerősség → A; feszültség → V; ellenállás → Ω; frekvencia → Hz; stb.
- Nagy pontosságú műszereknél (0,05–0,5) a gyártási szám.
- 0,5–5 pontossági osztályú műszereknél a gyártás időpontja vagy a gyártási sorozat száma.
- A pontossági osztályra utaló osztályjel.
- Használati helyzet jelölése (ha elmarad, akkor a műszert vízszintes, függőleges vagy döntött skálalappal is lehet használni).
- A vizsgálati feszültség jelképes megadása.
- A működési módra utaló jelkép.
- Az áramnem és a mérőkörök számának jele.
- jelkép, amely arra utal, hogy a további információk a műszer okmányában található (áramütés veszélye méréskor)

A jelölések értelmezésére láthatunk egy valóságos példát:



4. ábra. Analóg multiméter skálalapján előforduló jelölések és értelmezésük

Természetesen az egyes gyártmányokon eltérhet a jelölések helye, de abban mindig biztosak lehetünk, hogy a skálalap valamely részén kell keresnünk. Megjegyezzük, hogy az „Utalás külön okmányra” jelképet azért helyezi el a gyártó, mert a használati utasításban írja le azokat a fontos óvintézkedéseket, amelyek az áramütés megelőzéséhez szükségesek. Tudnunk kell, hogy csak a balesetet okozó tevékenységet tiltja a műszer készítője, a mérőműszer működőképességének szempontjából fontos szabályokat viszont mindenki által ismertnek tételezi fel (esetleg arra utal, hogy a műszer meghibásodhat).

VILLAMOS MÉRŐMŰSZEREK FELÉPÍTÉSE ÉS MÉRÉSTECHNIKAI JELLEMZŐIK

1. Villamos műszerek csoportosítása

A villamos mérőműszerek többféle szempont szerint csoportosíthatók. Az alábbiakban egy általános, több szempontot is figyelembe vevő felosztást adunk közre.

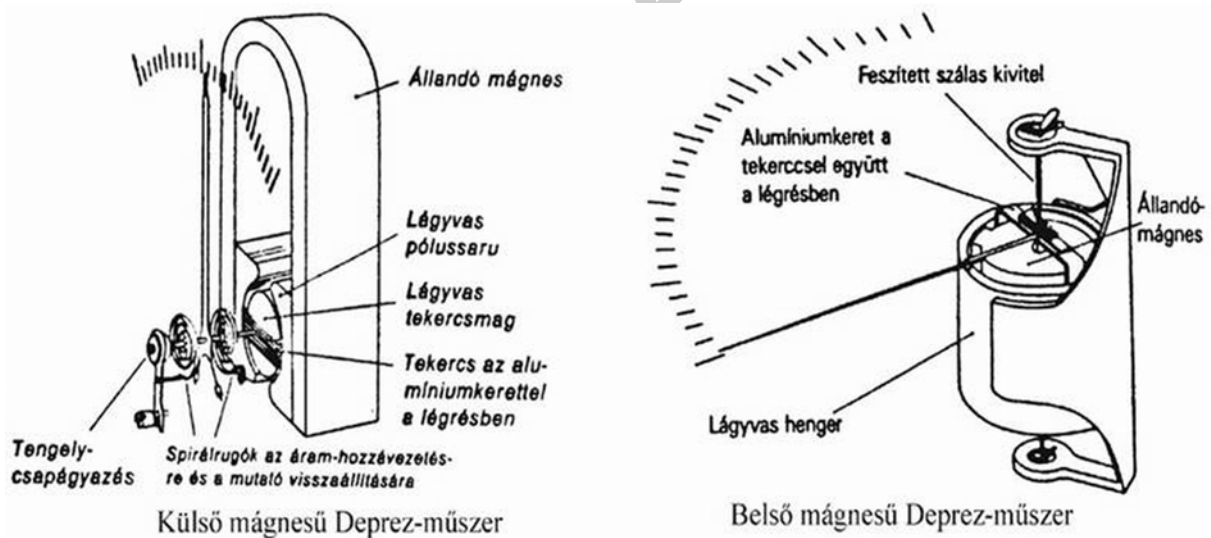
- Felépítésük szerint:
 - Elektromechanikus: – állandó mágnesű (lengőtekerceses vagy Deprez);
 - lágyvasas;
 - elektrodinamikus (vasmagos, illetve vasmentes);
 - hányadosmérők;
 - hődrótos.
- Elektronikus:
 - analóg elektronikus műszerek;
 - digitális elektronikus műszerek;
 - oszcilloszkópok.

- Mérési elv szerint:
 - analóg;
 - digitális.
- Pontosság szerint:
 - laboratóriumi;
 - üzemi.

A következőkben megismerkedünk a számunkra fontosabb mérőműszerek felépítésével, és azok méréstechnikai jellemzőivel. Az elektromechanikus mérőműszerek közül csak az állandó mágneses kivittel foglalkozunk, mert a gyakorlat során felhasznált analóg multiméterekben, szinte csak kizárólag ezt a fajtát alkalmazzák.

2. Állandó mágnesű műszerek

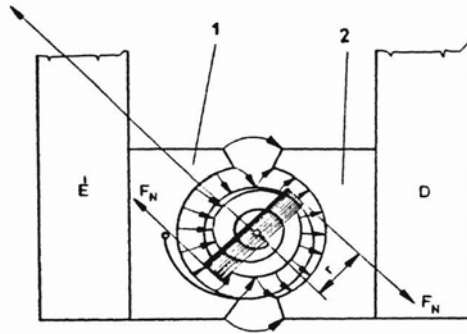
Az analóg multiméterekben úgynevezett elektromechanikus (mutató) alpműszert alkalmaznak. Az alpműszer kivitele mindig a mérési feladattól függ. Ennek megfelelően használnak állandó mágneses, lágyvasas, elektrodinamikus, kereszttekerces, stb. műszereket. A járműjavító iparban a leggyakrabban előforduló alpműszer – amellyel a multiméterekben találkozhatunk – az állandó mágnesű műszer, ezért ennek a típusnak vizsgáljuk meg részletesebben a működését. Az állandó mágnesű műszereket lengőtekerces vagy első megalkotójuk után Deprez-műszereknek is nevezzük.



5. ábra. Deprez-műszerek kivitele

A Deprez-műszer működése azon a fizikai törvényszerűségeen alapszik, hogy ha mágneses térben lévő vezetőbe áramot bocsátunk, akkor a vezetőre erő hat. A lengőtekerces műszer állórészét állandó mágnes alkotja. Ennek terébe helyezik el a lengőrészt alkotó tekercset, amelybe a mérendő áramot vezetik. Attól függően, hogy az állandó mágnes a tekercshez képest hol helyezkedik el, külső és belső mágneses műszerről beszélünk (a belső mágnesű korszerűbb).

A pólusmag koncentrikus elhelyezésű, így a légrésben sugárirányú homogén mágneses tér alakul ki, melyben az indukció értéke állandó. A pólus szélén a szórás miatt az indukció csökken, ezért a lengőréz elfordulási szögét úgy választják meg, hogy ezt a részt a mérésnél ne használják.



6. ábra. A lengőtekerceses műszer működési vázlatja

A lengőtekerceses műszer vázlatos felépítését a 6. ábrán figyelhetjük meg. A két visszatérítő nyomatékot létrehozó rugót a lengőtekercsbe történő árambevezetésre is használják. A két rugó szembekapcsolásával kiküszöbölhető a rugók hőmérséklet-változás okozta hibája.

Az indukcióra merőlegesen elhelyezkedő vezetőre ható erő:

$$F = B \cdot I \cdot s$$

B: mágneses indukció

I: a vezetőben folyó áram

s: a vezető hossza.

Az N menetszámú tekercs egyik felére ható erő:

$$F = N \cdot B \cdot I \cdot s$$

A tekercs szemben lévő oldalán az áram ellentétes, de az indukció is ellentétes, ezért a lengőtekercsre erőpár hat. A kitérítő-nyomaték nagysága:

$$M_k = 2 \cdot r \cdot N \cdot B \cdot I \cdot s$$

A visszatérítő nyomatékot spirálrugó szolgáltatja:

$$M_r = c_r \cdot \alpha$$

Egyensúlyi állapot:

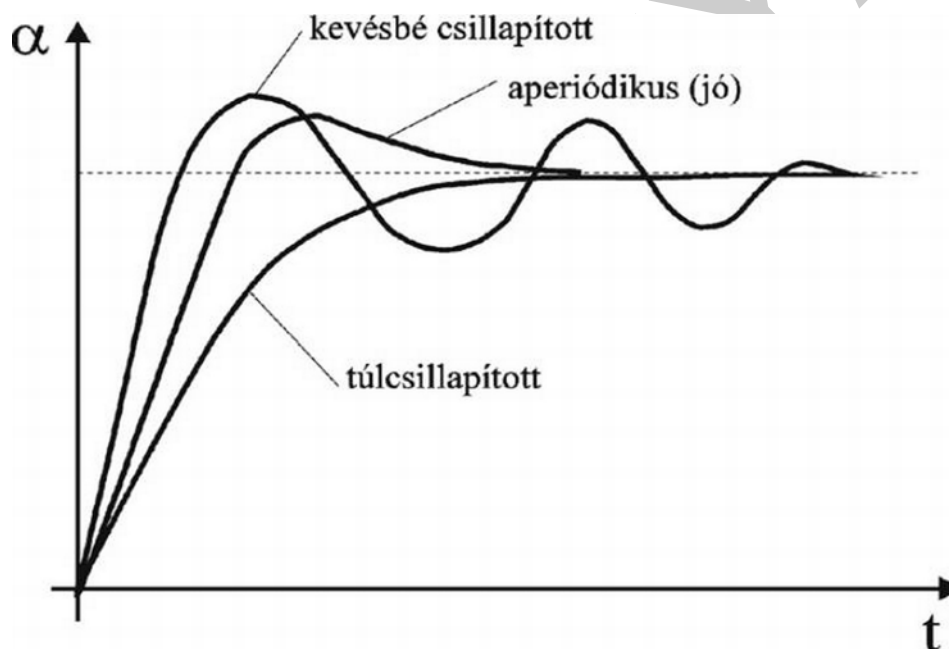
$$M_k = M_r$$

$$2 \cdot r \cdot N \cdot B \cdot l \cdot s = c_r \cdot \alpha$$

$$\alpha = E \cdot I$$

ahol E a műszer érzékenysége.

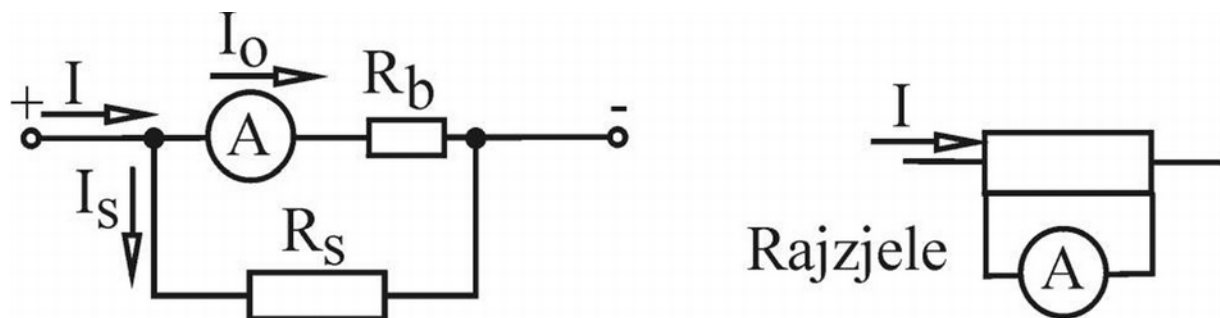
Ebből az összefüggésből megállapítható, hogy adott felépítésű műszer esetén a mutatókitérés csak az áramerősségtől függ és azzal egyenes arányban van. Az áramirány megfordításakor, értelemszerűen a mutató kitérésének iránya is megfordul. Készítenek olyan Deprez-műszert, amelynek mutatója alaphelyzetben középen van (középállású műszer). Ezekkel a műszerekkel jól érzékelhető az áram iránya is (gépkocsikon is előfordultak ilyen töltésellenőrző műszerek). A lengőtekerceses műszerre váltakozó áramot kapcsolva, könnyen érthető, hogy a mutató az áram irányának megfelelő irányba akar kitérni, nem tudja követni a változásokat, tehát a mutató egy helyben marad. Állandó mágnesű műszerrel ezért közvetlenül váltakozó áram nem mérhető.



7. ábra. A műszer mutatójának csillapítása

A műszert bekötve az áramkörbe a mutató hirtelen kilendül. A stabil helyzetű beállítást megfelelő csillapítással lehet elérni. Leggyakrabban a keretcsillapítást alkalmazzák. A lengőtekerceset vékony vezetőanyagból készült keretre tekercselik. Amikor a lengőrész mozog a mágneses térben, akkor a keretben létrejövő örvényáram mágneses tere fékezi a mozgást. Tekercscsillapításnál a csillapítónyomatékot a műszer tekercsén átfolyó áram mágneses tere és az állandó mágneses tér egymásra hatása hozza létre. Az ábrán a csillapítás fajtáit láthatjuk. A kevésbé csillapított műszer mutatója sokáig lengésben marad, a túlszillapítotté viszont hosszú idő után veszi fel a valóságosan mutatott értéket. A műszergyártók az aperiodikus csillapításra törekednek.

A Deprez-műszerrel közvetlenül max. 30 – 50 mA nagyságú áramerősség mérhető. Ennél nagyobb áram mérése az alpműszerrel párhuzamosan kötött ún. sőtellenállással lehetséges.



8. ábra. Árammérő méréshatárának kibővítése

R_s meghatározása:

$$R_s \cdot (I - I_0) = I_0 \cdot R_b$$

$$R_s = \frac{I_0 \cdot R_b}{I - I_0} = \frac{R_b}{n - 1}$$

bevezetve $I / I_0 = n$ (n a kibővítési tényező) jelölést:

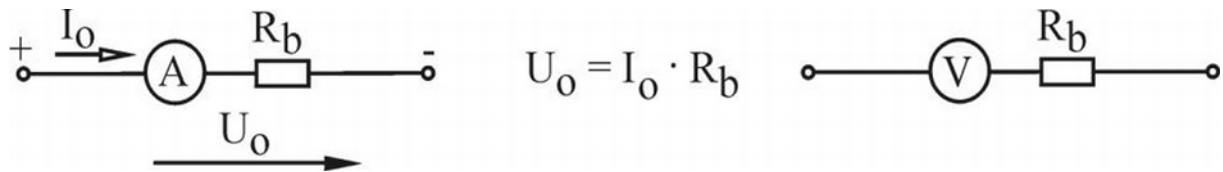
$$R_s = \frac{R_b}{n - 1}$$

Jelentős lehet a hőfejlődés, ezért a teljesítményszükségletet is meg kell határozni:

$$P_s = (I - I_0)^2 \cdot R_s$$

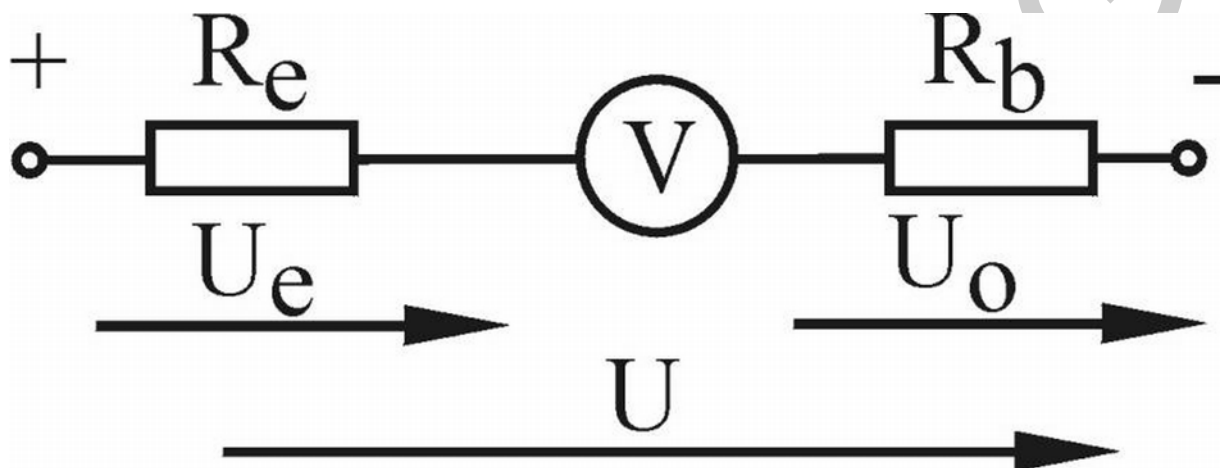
Az alpműszer lengőtekerce rézhuzalból készül, amelynek viszonylag nagy a hőfoktényezője. A mérési hibát úgy javítják, hogy a lengőtekerccsel sorba kötnek egy mangán-huzalból készült ellenállást. Ez az érzékenység romlását okozza, de a hőmérsékletváltozás okozta hiba jelentősen csökkenthető. A mangán ellenállását beleértik a műszer belső ellenállásába és külön nem is jelölik.

Az előzőekben megállapítottuk, hogy a lengőtekerces műszer közvetlenül áramerősség mérésére alkalmas. A műszer lengőtekercsén átfolyó áramerősség viszont feszültségesést hoz létre, ezért lényegében feszültségmérésre is alkalmas.



9. ábra. A feszültségmérés elve, lengőtekerceses műszernél

A mutató kitérítéséhez azonban, néhány tized volt elegendő, ezért Deprez-műszerrel közvetlenül csak max. néhány száz mV nagyságú feszültség mérhető. Ennél nagyobb egyenfeszültség az alaplámpával sorosan kötött ún. előtét-ellenállással lehetséges.



10. ábra. Feszültségmérő méréshatárának kibővítése előtét-ellenállással

Az előtét-ellenállás abból a feltételből számítható, hogy az előtét-ellenálláson és a műszer belső ellenállásán átfolyó áramerősség megegyezik.

$$\frac{U_0}{R_0} = \frac{U_e}{R_e}$$

$$U_e = U - U_0$$

$$\frac{U_0}{R_0} = \frac{U - U_0}{R_e}$$

Átrendezés után az előtét-ellenállás nagysága:

$$R_e = \left| \frac{U}{U_0} - 1 \right| \cdot R_0$$

bevezetve

$$\frac{U}{U_0} = n$$

$$R_e = (n - 1) \cdot R_b$$

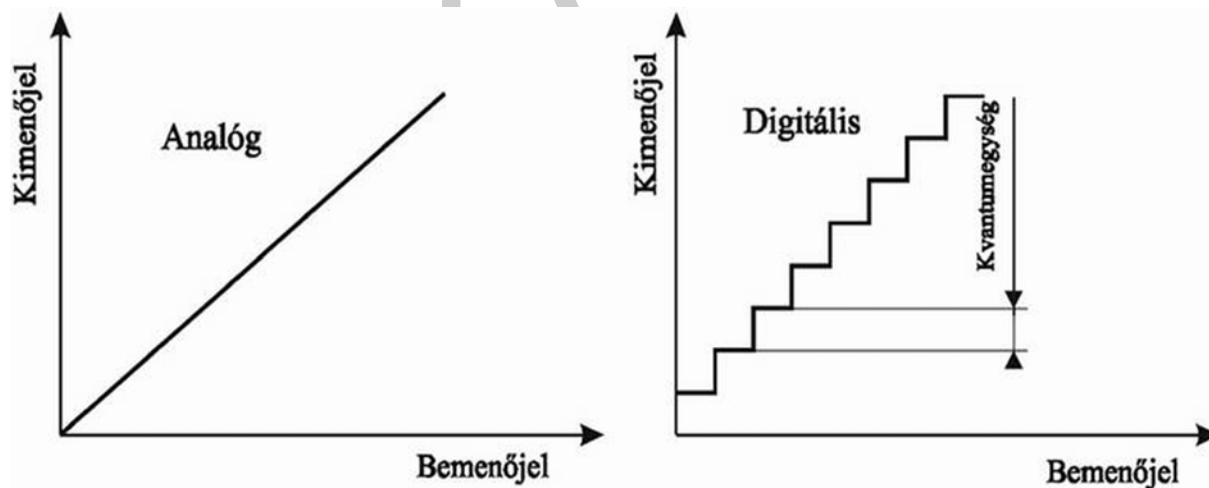
Az előtét-ellenállást szintén terhelésre kell méretezni. Az ellenálláson hővé alakuló villamos teljesítmény:

$$P_e = \frac{U_e^2}{R_e} = \frac{(U - U_0)^2}{R_e}$$

3. Digitális feszültségmérő (DVM)

Az előzőben megismert lengőtekerccses műszer esetén a mérési eredményt skáláról olvassuk le, ami előtt a mutató elmozdul. Az adott méréshatáron belül a mérési eredmény bármilyen értéket felvehet, a mutató követi a változást. Ezt a mérési módszert analóg mérési módszernek, a jelet pedig analóg jelnek nevezzük.

A digitális mérés során a mérési eredmény csak diszkrét, véges számú egymástól különböző értéket vehet fel. A mérési folyamat a kvantálás, amelynek során meghatározzuk, hogy a mérendő mennyiségben (X_m) hányszor van meg a kvantumegység (ΔX). Az így kapott számérték (N) a mérendő mennyiség jellegétől független információ. Ezt a számot egy kijelző egység segítségével láthatóvá lehet tenni. A mérési eredmény mindig számjegyes formában jelenik meg a digitális mérés során.



11. ábra. Analóg és digitális mérés elve

A DVM-ek működési alapelve közös, az ismeretlen mérendő feszültséget egy belső referenciával hasonlítja össze közvetlen vagy közvetett úton és az eredményt számjegyes formában, jeleníti meg a kijelzőn. Ez az összehasonlítás lényegében egy analóg-digitális átalakítás.

Az analóg–digitál (A/D) átalakítás leghasználatosabb módszerei:

- kompenzátor rendszerű;
- feszültség–idő átalakítású;
- invertáló (kettős meredekségű).

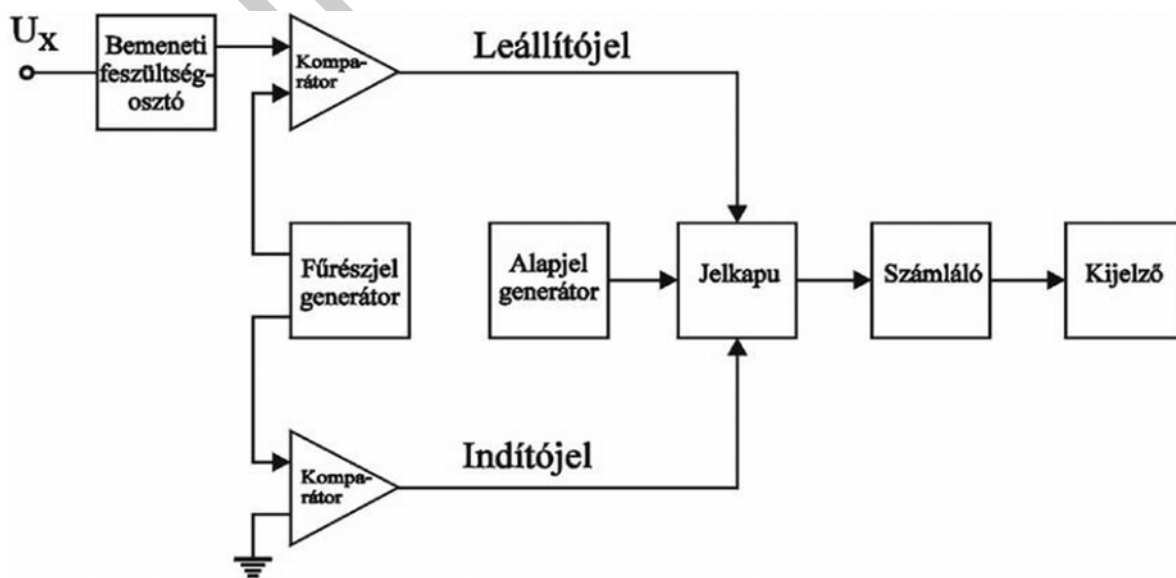
A digitális műszerek előnyei az analóggal szemben:

- nagyobb pontosság érhető el, mert az analóg műszer pontosságát a mérőmű korlátozza;
- nagyobb érzékenység biztosítható, így alsó méréshatárunk kisebb lehet;
- felbontóképességük nagyobb;
- mérési sebességük nagyobb (analóg→1 mérés/sec, digitális→1000 mérés/ sec);
- a rázkódást jobban bírják, ezért hordozható kivitelben lényegesen előnyösebb;
- a mért érték tárolható, így további számítógépes feldolgozás könnyen megvalósítható;
- könnyen automatizálhatók (pl. önteszt, hitelesítés, polaritásváltás, méréshatárváltás);
- bonyolultabb, igényesebb mérési feladatokra gazdaságosabban alkalmazható.

A digitális műszerek hátrányai az analóggal szemben:

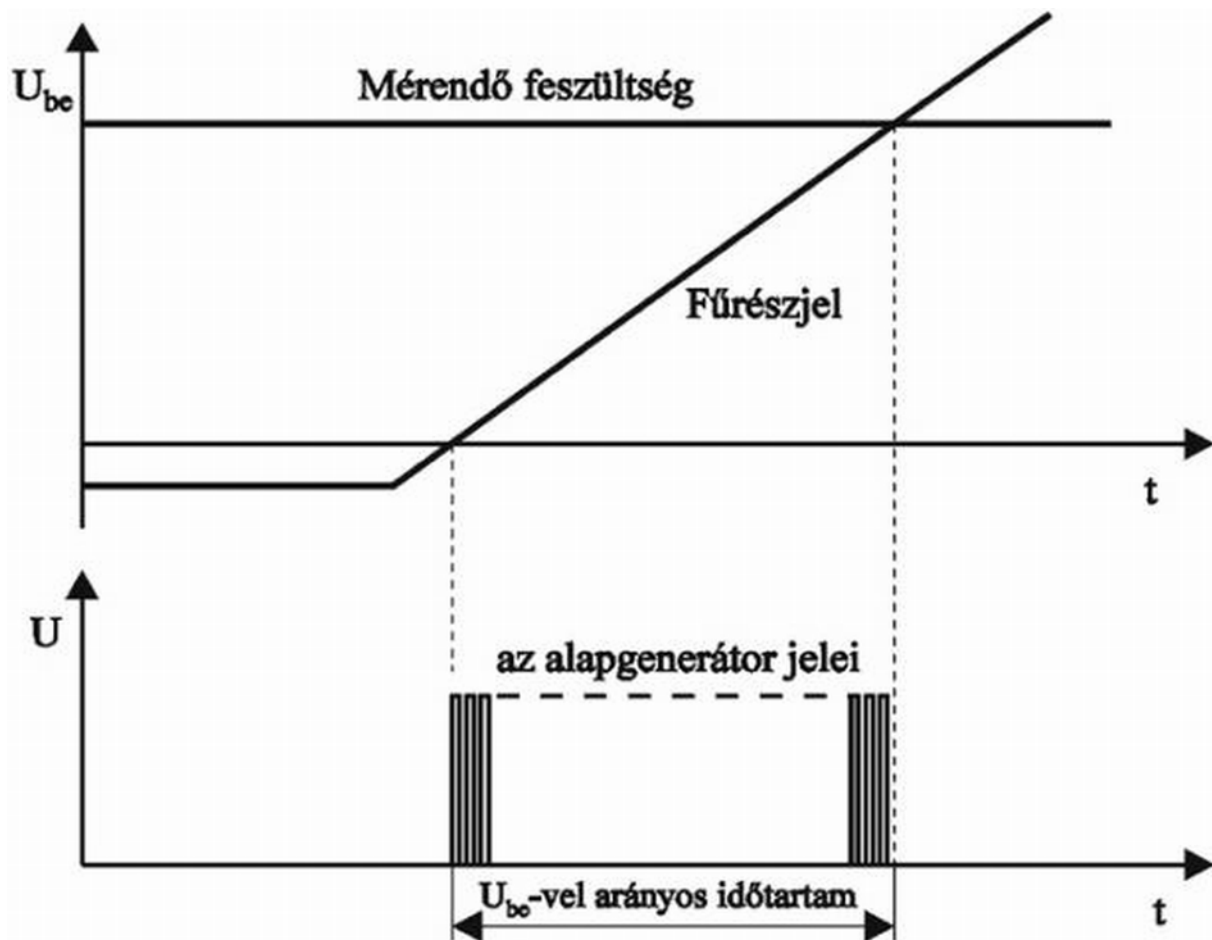
- a szélsőértékek (minimum, maximum) meghatározása külön memória nélkül nehézkes;
- az árak magasabb, ezért egyszerűbb mérési feladatra az analóg műszer gazdaságosabb;
- beállításokhoz kevésbé alkalmasak, mert a számértékek gyors változása nehezen követhető.

A legegyszerűbb elven működő analóg–digitál átalakító az U/t-konverter. Az ilyen rendszerű DVM egyszerű felépítésű, ebből következően viszonylag olcsó, így nagyon elterjedt.



12. ábra. DVM tömbvázlata

A mérendő feszültséget egy időben lineárisan változó feszültséggel hasonlítja össze.



13. ábra. A DVM működési elve

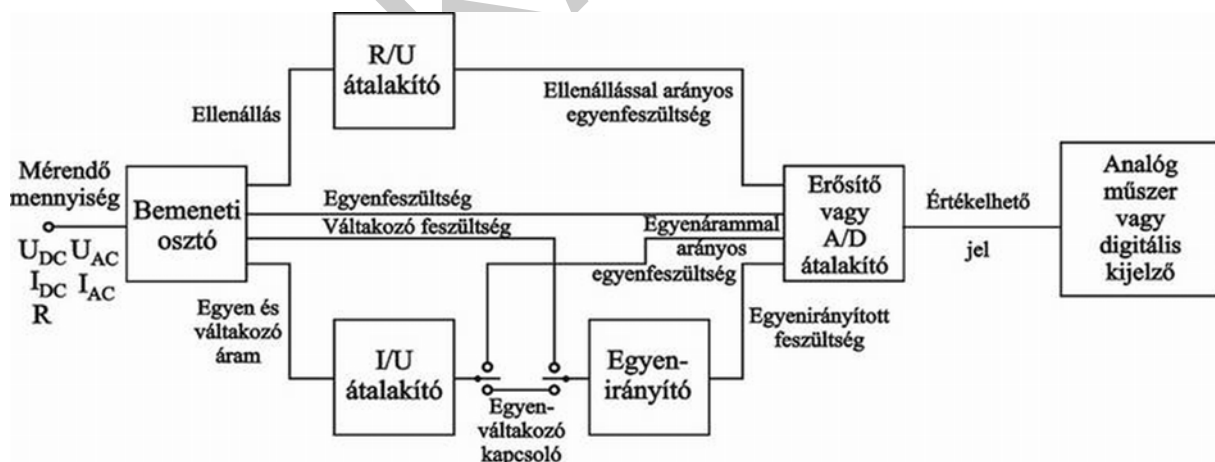
Az időben lineárisan változó feszültség a fűrészfeszültség. A jelkapu akkor nyit, amikor a fűrészjel nulla átmenetbe kerül. Ha a fűrészjel feszültsége megegyezik az U_{be} mérendő jellel, akkor pedig leállító jel érkezik. A számláló ez alatt az idő alatt megszámlálja az időalap generátor impulzusait. A komparátorok (összehasonlító) feladata, hogy feszültség egyenlőség pillanatában indító, illetve leállító jeleket adjanak a kapuáramkörnek.

Természetesen a fűrészjel feszültsége nem nőhet a felső méréshatárig, mert akkor nem lehetne biztosítani a lineáris jelváltozást. Rendszerint ez a határ 200 mV. A méréshatár kibővítést úgy oldják meg, hogy a felső komparátor elé egy pontosan méretezett ellenállásokból kialakított feszültségosztót helyeznek.

A feszültség-idő átalakítású DVM-ek mérési pontossága 0,05% körüli érték. (Összehasonlításként: kompenzáló rendszerű→0,005%; kettős meredekségű→0,01%). A DVM egyik fontos jellemzője, hogy hány digitális a kijelzője, ugyanis ettől függ a felbontása és a mérési pontossága is. Leggyakrabban a 3 és fél digitális, ill. a 4 és fél digitális kijelző fordul elő. A 4 és fél digitális megjelenítés például azt jelenti, hogy négy teljes értékű jegyet és a legelső 1-et képes a műszer kijelezni, vagyis a 0 és 19999 közötti számok jeleníthetők meg. A DVM mérési pontossága – amint ezt már ismertettük – nagyságrendekkel jobb, mint pl. a lengőtekerceses műszeré, azonban nem szabad elfeledkeznünk a következő fontos tényről. Egy 3 és fél digitális műszernél pl. a gyártó a következő módon adja meg a pontosságot: $\pm 0,05\%$ vagy ± 1 digit. A $\pm 0,05\%$ láttán azt gondolhatjuk, hogy egy igen pontos feszültségmérővel állunk szemben, azonban jó ha tudjuk a ± 1 digit jelentését. Ezzel valójában azt közli velünk a gyártó, hogy az utolsó számjegyet már nem szabad figyelembe venni, mert nem ad pontos értéket. Valójában a százalékos, ill. a $\pm X$ digit megadás közül mindig az az érvényes, amelyik a pontatlanabb eredményt adja. Ha meggondoljuk, már nem is olyan nagyon pontosak a digitális feszültségmérők.

4. Analóg és digitális multiméterek

A multiméter lényegében egy univerzális műszer, amely méréshatár-kiterjesztéssel és különféle átalakítók segítségével az U ; $\sim U$; I és $\sim I$ méréseken kívül közvetlenül ellenállásmérésre is alkalmas. Az olcsóbb analóg multiméterek rendszerint nem tartalmaznak elektronikus erősítőt, ezért érzékenyséjük és pontosságuk viszonylag kicsi. A digitális multiméterek – a működésmódból adódóan – elektronikus rendszerűek és már általánossá vált, hogy az alappennyiségek mérésén kívül ellenállás, frekvencia, kapacitás és esetleg tranzisztorok vizsgálatára is alkalmasak.



14. ábra. Analóg és digitális multiméter egyszerűsített tömbvázlata

Működésük az ábrán látható egyszerűsített tömbvázlaton követhető. A valóságos multiméterek szerkezeti felépítése ettől kissé eltérő, és sok esetben nem lehet az egyes egységeket ilyen mértékben szétválasztani. Mindkét alaptípusnál az a cél, hogy a kijelzőként alkalmazott műszer által értelmezhetővé alakítsa át a mérendő mennyiséget.



15. ábra. Analóg multiméter



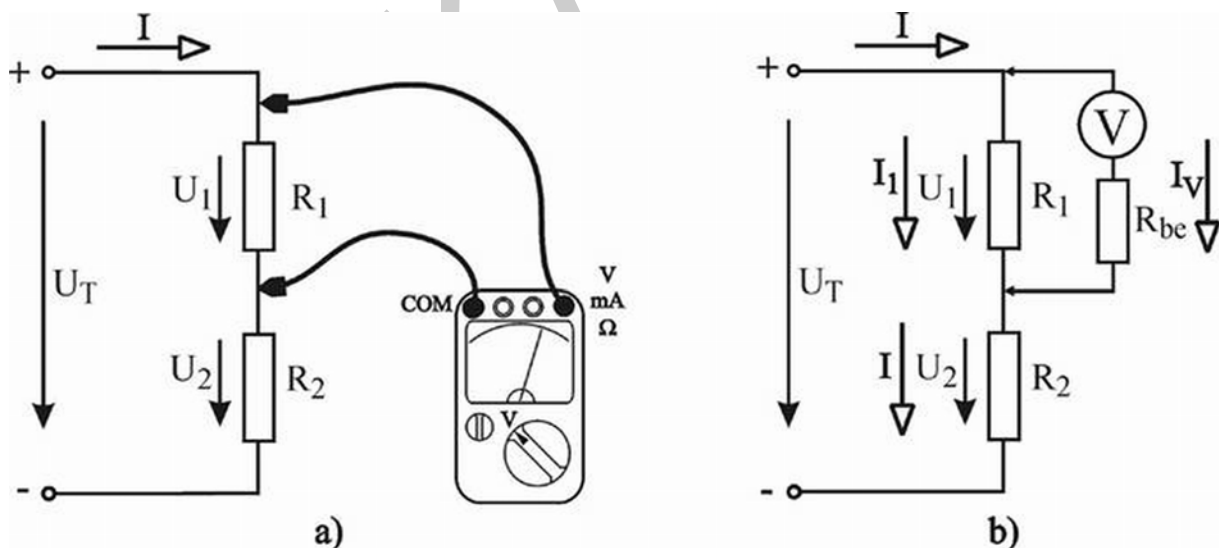
16. ábra. Digitális multiméter

VILLAMOS ALAPMÉRÉSEK

A villamos alpmérések a mérések legalapvetőbb fajtái, ezért ismeretük elengedhetetlenül szükséges. A szakszerű elsajátításhoz nem elegendő az elmélet ismerete, hanem a gyakorlati készség is szükséges, amelyet mérőtermi foglalkozások, illetve műhelygyakorlatok alkalmával lehet elsajátítani. A motorkerékpár-szerelő szakma meglehetősen idényjellegű, a téli időszakban viszonylag kevés megrendelés van. A „nyugodalmasabb” időszakokra javasoljuk az elektromos mérések gyakorlását, elmélyítését, mert ez által a „hajrá” során már biztonságosan, és gyorsan tudjuk elvégezni a szükséges fogásokat. A munka során minden műhelyben felhalmozódik egy jelentősebb mennyiségű elektromos alkatrész, amelynek egy része már hibás, de olyanok is vannak közöttük, amelyekről nem tudjuk biztosan, hogy valóban eldobandók-e. Ezeket az alkatrészeket érdemes a téli napokon ismét elővenni, és elektromos mérésekkel megállapítani az állapotukat. Így köthetjük össze a gyakorlást a hasznos munkavégzéssel.

1. Feszültségmérés

Feszültségmérés alkalmával a műszert párhuzamosan kell az áramkörbe bekötni, amely azt jelenti, hogy az áramkört nem kell a méréshez megbontani. Analóg multiméter használatakor figyelni kell a helyes polaritásra, mert fordított polaritású bekötésnél a mérőmű megsérülhet. A mérővezetékek csatlakoztatása után (fekete mindig a COM ponthoz csatlakozzon) be kell állítani a feszültség fajtáját (DC vagy AC), valamint olyan méréshatárt választunk, amelybe várhatóan belefér a mérendő feszültségérték.



17. ábra. Feszültségmérés a) elrendezése, b) helyettesítő kapcsolása

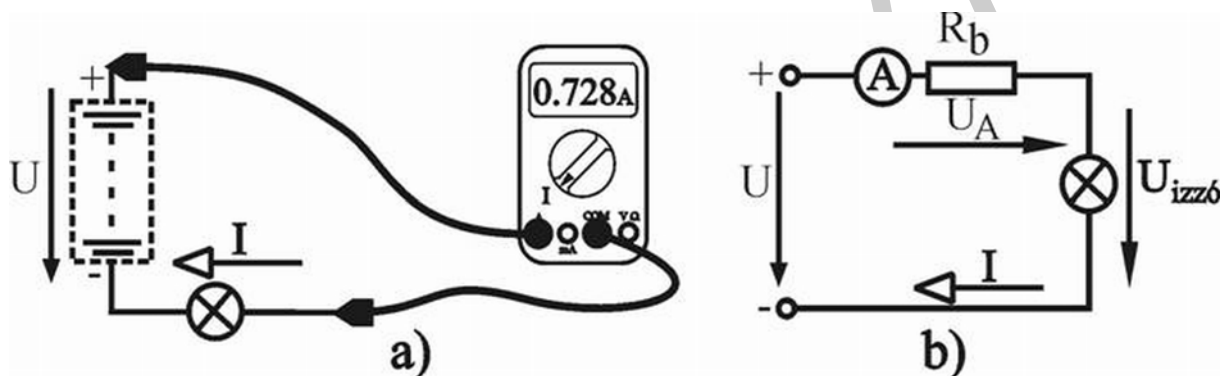
Az ábra alapján könnyen belátható, hogy a voltmérő belső ellenállása párhuzamosan kapcsolódik az R_1 -es ellenállással, ezért megváltozik az eredő értéke (mégpedig csökken). Ez úgy is felfogható, hogy a feszültségmérőn is folyik áram, mégpedig minél kisebb a belső ellenállása, annál nagyobb értékű. Végeredményben tehát a műszer belső ellenállása miatt a valóságosnál kisebb feszültséget fogunk mérni. Ebből következik, hogy mindig a lehető legnagyobb belső ellenállású műszert használjuk, de még ebben az esetben is számíthatunk mérési hibára, ha nagyon nagy értékű ellenálláson ($M\Omega$ nagyságrendű) eső feszültséget mérünk. Megjegyezzük, hogy ha nem feszültségosztón mérünk (pl. akku feszültségmérésnél vagy izzón eső feszültség mérésekor), nem kell ezzel a hibával számolnunk. A digitális multiméterek használatakor nem kritikus a megfelelő polaritással történő csatlakozás (legfeljebb egy negatív előjellel figyelmeztet az ellentétes polarításra), illetve a jelenleg kereskedelmi forgalomban kapható típusok már olyan nagy bemeneti ellenállással rendelkeznek (több $M\Omega$), amelyek ilyen jellegű feszültségmérési hibát nem okoznak.

Járműves méréseknél különösen ügyelni kell a mérendő feszültség nagyságrendjére, mert pl. a gyújtásrendszer primer áramkörében is fellépnek olyan értékű feszültségtranziensek, amelynek hatására a legtöbb feszültségmérő műszer már tönkremegy. Nagyon jól használhatók a mérési eredmény tárolására alkalmas (TACH HOLD funkció) digitális multiméterek olyan méréseknél, ahol működés közben kell forgó berendezés közvetlen közelében feszültséget mérni. Ilyen funkcióval rendelkező mérőműszernél nem kell folyton a kijelzőt bámulnunk, hanem a kezünkre is odafigyelhetünk, mert a tapintócsúccsal a mérendő pontokhoz érve a műszer hangjelzést ad és a mérési eredményt eltárolja. Ezt követően biztonságosabb helyzetben lekérhető a feszültségérték.

Mindkét műszertípusra érvényes, hogy mindig olyan méréshatárt állítsunk be, amelybe még éppen belefér a mérendő feszültségérték. A kelleténél nagyobb méréshatár megnöveli a mérés hibáját, mivel a műszer pontossága mindig az adott méréshatárra vonatkozik. A legkorszerűbb – és a legdrágább – digitális multiméterek már automatikus méréshatár-váltással is rendelkeznek, ezért feszültségmérés előtt csak DCV vagy $-V$ állásba kell kapcsolni a kiválasztó kapcsolót. Mérés közben érdemes a kijelzőn megjelenő egyéb információkra is odafigyelni, ugyanis egy telep jel, vagy LO BAT felirat megjelenése a lemerült telepre utal, így a mérési eredmény már nem megbízható. (Sok esetben csak mérés közben jelenik meg a lemerült telepre utaló jelzés.)

2. Árammérés

Az áramerősség mérését nagyobb körültekintéssel kell végezni, mint a feszültségmérést, mert árammérés során a műszert sorosan kötjük az áramkörbe, tehát az áramkört meg kell szakítani. Az ábrán látható helyettesítő kapcsolásnál jól megfigyelhető, hogy az árammérő belső ellenállása sorba kapcsolódik a mérendő izzóval, ezért az ampermérőn eső feszültséggel (U_A) csökkenni fog az izzóra jutó feszültség ($U_{izzó}$), végeredményben tehát az áramkörben folyó áramerősség nagysága is kisebb a valóságosnál. Ebből következik, hogy kiválasztásnál előnyben részesítjük a kis belső ellenállású műszert, mert így az nem befolyásolja lényegesen a mérési eredményt. Áramméréskor a méréshatár váltást nagy körültekintéssel kell elvégezni, mert sok elektronikus áramkör azonnal tönkremegy a tápfeszültség megszakadásának pillanatában (ugyanis méréshatár váltáskor egy pillanatra megszakad az áramkör), ezért méréshatár-váltás előtt feszültség-mentesíteni kell az áramkört (automatikus méréshatár-váltású műszernél nem lép fel ilyen hiba).



18. ábra. Két példa árammérésre digitális multiméterrel

A legtöbb multiméterrel közvetlenül 10–20 A nagyságú áramerősség mérhető. Ennél nagyobb áram mérésekor sönt-ellenállást kell alkalmaznunk, vagy HALL-elemes árammérő fogót kell a multiméterre csatlakoztatni. Az árammérő fogó alkalmazása igen egyszerű, mert nem szükséges a mérendő áramkört megbontani, azonban tudnunk kell, hogy mérési pontossága elmarad a sönt-ellenállásos méréstől (a mérési hiba egyrészt a HALL-elem áram-feszültség átalakításának pontosságától, másrészt a szórt mágneses terek zavarásának mértékétől függ).



19. ábra. Multiméterhez csatlakoztatható laktfogó



20. ábra. Kijelzővel egybeépített lakatfogó

Megjegyzések az áramméréshez:

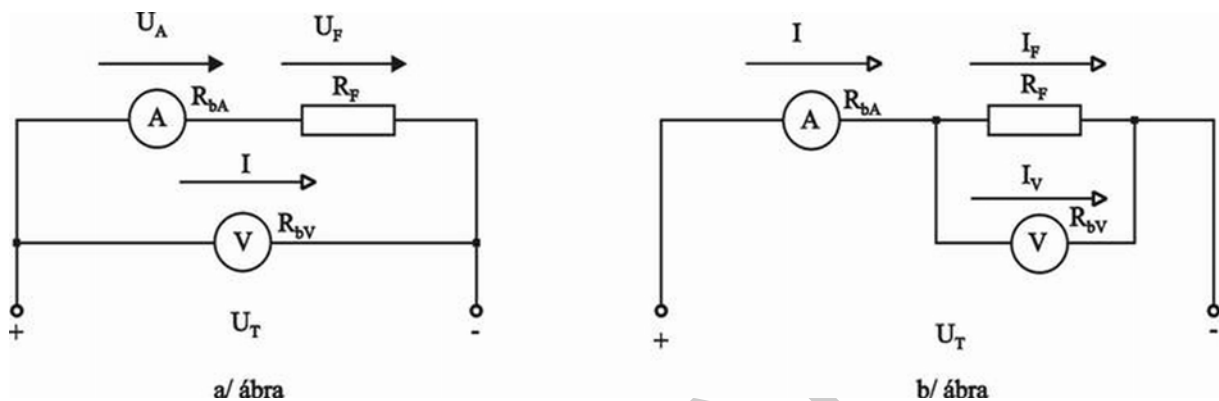
- Egyenáram vagy egyenfeszültség mérésénél ügyelni kell a műszer polaritására (kivételek az automatikus polaritás-váltással rendelkező műszerek).
- Ha árammérési helyzetben párhuzamosan csatlakozunk az áramkörhöz, akkor a műszer azonnal tönkremegy (legjobb esetben csak a biztosító olvad ki).
- Autós, motoros mérésnél ritkán fordul elő váltakozó mennyiség mérése (ilyen lehet, pl. a fázistekercsekben történő árammérés, amely az egyenirányító-feszültségszabályozó egységhez csatlakozó vezeték megszakításával végezhető el), de ekkor figyelembe kell venni, hogy a műszerek döntő része effektív értéket mér, amely csak meghatározott frekvenciájú szinuszos jel esetén ad pontos értéket (tetszőleges jelalak effektív értékének mérésére TRUE RMS műszer alkalmas).
- Csak a műszerhez rendszeresített mérőszinórt használjuk (a mérőszinór ellenállása is befolyásolja a mérés pontosságát).
- Vegyük figyelembe, hogy a multiméterek döntő részében a 10 – 20 A-es árammérési helyzetében csak kb. 10 – 15 másodpercig végezhető folyamatosan a mérés.

3. Egyenáramú teljesítmény mérése

A járműves gyakorlatban viszonylag ritkán előforduló mérés, ezért csak a közvetett mérés menetét ismertetjük részletesen.

Közvetett mérés

Az egyenáramú teljesítmény mérése közvetett módon az áramerősség és a feszültség mérésével történik, az eredményt pedig számítással kapjuk meg. A feszültség- és az árammérő kétféleképpen köthető be. Az a) ábrán a feszültségmérő a fogyasztón kívül az árammérőn eső feszültséget is méri, a b) ábrán pedig az árammérő a feszültségmérőn átfolyó áramot is méri.



21. ábra. Egyenáramú teljesítmény közvetett mérése

A fogyasztó teljesítménye a műszerek fogyasztását is figyelembe véve:

az a/ kapcsolás szerint:

$$P = U \cdot I - I^2 \cdot R_{bA}$$

ahol: R_{bA} az árammérő belső ellenállása.

a b/ kapcsolás szerint:

$$P = U \cdot I - \frac{U^2}{R_{bV}}$$

ahol: R_{bV} a feszültségmérő belső ellenállása.

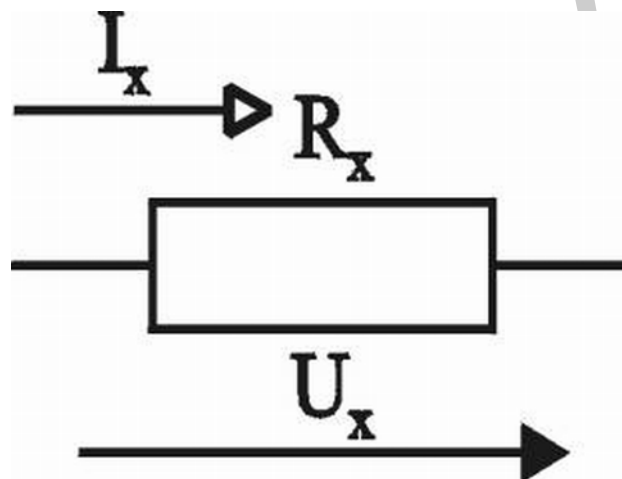
A műszerek fogyasztását általában csak igen pontos méréseknél vagy igen kicsi teljesítmények esetén vesszük figyelembe.

Közvetlen mérés

A teljesítmény közvetlen mérése elektrodinamikus teljesítménymérővel történik, de az áramkörbe feszültség- és árammérő műszert is bekötnek azért, hogy ellenőrizni lehessen az elektrodinamikus műszerre megengedett határértékek esetleges túllépését. Autós méréseknél nem fordul elő. Napjainkban már olyan multifunkciós un. szköpméterek is kaphatók, amelyek két bemeneti csatornával rendelkeznek, illetve a két csatorna jelének szorzata is megjeleníthető, tehát számítás nélkül közvetlenül a villamos teljesítmény olvasható le a kijelzőn.

ELEKTRONIKAI ALKATRÉSZEK MÉRÉSE

1. Ellenállásmérés



22. ábra. Az ellenállásmérés elve

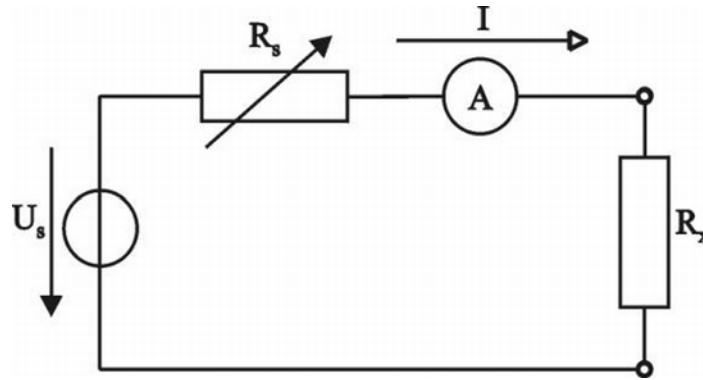
A leggyakrabban előforduló mérési feladatok egyike az ellenállások értékének méréssel történő meghatározása. Ellenállásmérésre többféle módszer is alkalmazható, de lényegében mindegyik az Ohm-törvényén alapul. Egy ismeretlen R_x ellenállás értékét meghatározhatjuk, ha ismerjük az ellenálláson átfolyó I_x áramerősséget és az ellenálláson eső U_x feszültség nagyságát:

$$R_x = \frac{U_x}{I_x}$$

A valóságban mért értékek sajnos nem pontosak, mert a műszerek fogyasztását is mérjük.

Az ellenállás-mérési funkció napjainkban szinte már mindegyik multiméteren megtalálható. A gyakorlatban kétféle felépítésű rendszert alkalmaznak a műszergyártók.

Analóg multimétereknél a soros ohmmérő terjedt el, amelynek elvi kapcsolása az ábrán látható.



23. ábra. Soros, közvetlen ohmmérő

Az R_x bekötése után a műszeren átfolyó áram a következő lesz:

$$I = \frac{U_s}{R_s + R_x}$$

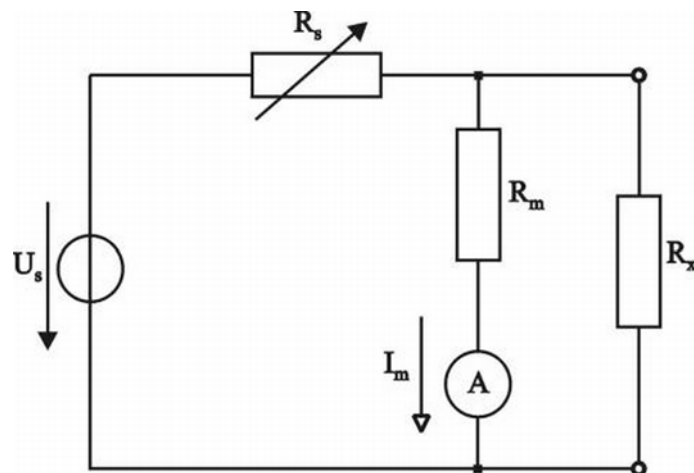
Mivel az áram egyértelműen függ a mérendő ellenállástól, a műszert közvetlenül ellenállásértékben skálázhatjuk. Az R_s ellenállás értékét úgy választják meg, hogy $R_x = 0$ esetén az ampermérő mutatója végkitérésbe kerüljön adott U_s segéd feszültséggel. A segéd feszültség változásakor R_s értékét ismét be kell állítani (a mérőtapintók összezárt helyzetében nullázzuk a mutatót).



24. ábra. Ohm-mérő nullázása méréshatár váltáskor és mérés előtt

A műszer tehát 0-tól végtelenig mér, skálája fordított és sajnos nem lineáris, ezért a leolvasás meglehetősen problémás a nagyobb ellenállások „irányában”.

Digitális multimétereknél inkább a párhuzamos ohmmérő megoldást alkalmazzák.



25. ábra. Párhuzamos, közvetlen ohmmérő

Az árammérőn átfolyó áram értéke:

$$I_m = \frac{U_s}{R_s + (R_m \parallel R_x)} \cdot \frac{R_x}{R_x + R_m}$$

A kifejezésből látható, hogy ha $R_x = 0$ akkor, $I_m = 0$,

$$R_x = \infty, \text{ akkor } I_m = \frac{U_s}{R_s + R_m}$$

Tehát a párhuzamos ohmmérő végtelen méréshatárú, és az $R_x = 0$ értékhez a skála kezdőpontja tartozik.

Mindkét közvetlen ohmmérőről elmondható, hogy a mérés pontossága a segédfeszültség állandóságától függ. Használat közben a telep merül, ezért a mérés előtti hitelesítés, valójában a tápfeszültség csökkenés korrigálását jelenti.

Az újabb digitális multimétereknél alkalmazott ellenállás-mérési elv szerint a mérendő ellenálláson egy áramgenerátor által előállított állandó nagyságú áramerősséget folytat keresztül a műszer és az ellenálláson eső feszültség nagyságát méri. Az áramgenerátor elektronikus rendszerű, így automatikusan korrigálja a telep feszültségcsökkenését (természetesen csak egy adott határfeszültségig), ezért méréshatár váltásakor, ill. a mérések előtt nem kell a műszert hitelesíteni (nem is lehet, mert nincs rajta ilyen potenciométer).

2. Kondenzátorok mérése

A kondenzátorok kapacitásának kimérése közvetett módszerekkel meglehetősen körülményes és viszonylag sok számítást igényel, ezért ennek ismertetésével nem foglalkozunk. A korszerű digitális multiméterek közvetlenül is alkalmasak a kondenzátorok kapacitásának mérésére, általában 2000 pF és 200 mF közötti értéktartományban.

3. Induktivitás mérése

A tekercsek inductívitasának kimérése a kondenzátorok kapacitásának méréséhez hasonlóan, szintén bonyolult feladat. Vasmagos tekercseknél a vasvesztés miatt, csak közelítő értékben határozható meg közvetett módon, ezért az inductívitas mérésével sem foglalkozunk.

A kereskedelemben ma már beszerezhetők kifejezetten kapacitás és inductívitas mérésére alkalmas digitális műszerek. Kedvező árú és elfogadható mérési pontosságuk miatt, alkalmasak a motorkerékpárokön előforduló, ilyen jellegű alkatrészek méréséhez.



TH2821A

26. ábra. Digitális LC, RLC-mérő

4. A félvezető eszközök univerzális eszközökkel való mérése

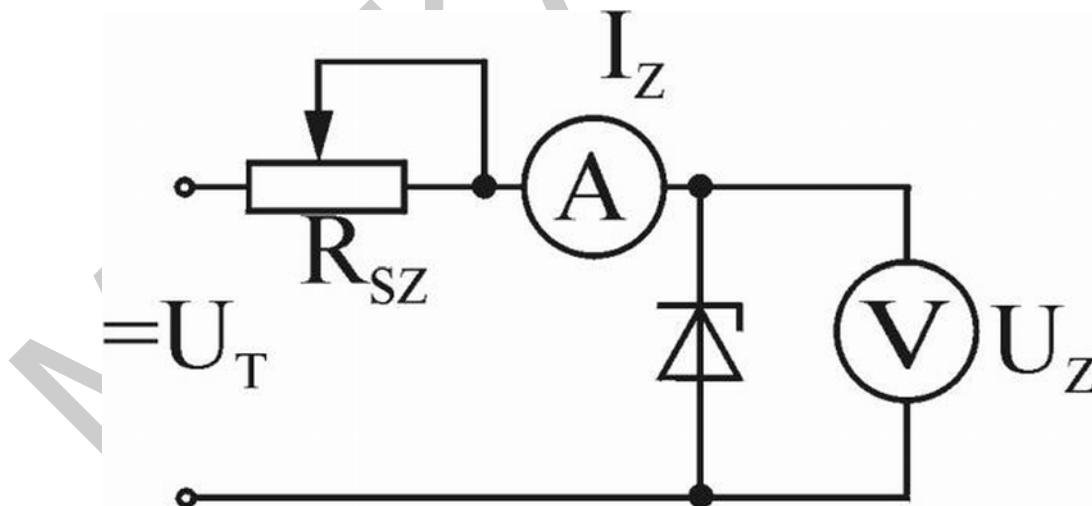
A többfunkciós multiméterrel történő vizsgálat csak a működőképesség ellenőrzésére alkalmas azokban az esetekben, amikor felmerül a gyanú, hogy az eszköz meghibásodott. Az ismertetésre kerülő módszer analóg multiméter ellenállásmérőjével végezhető el!

Dióda vizsgálatánál a műszert ellenállásmérés-állásba kapcsolva a pozitív kivezetéshez a dióda anódját, a negatív kivezetéshez pedig a katódját csatlakoztatjuk. Így a nyitó irányú ellenállást mérhetjük meg. Szokásos értéke kis teljesítményű eszközöknél 100Ω alatt van. Dióda csatlakoztatásának polaritását megfordítva a záróirányú ellenállást ellenőrizhetjük. Kis teljesítményű eszközöknél ez legalább $30\text{--}50\text{ k}\Omega$. Hibás az eszköz, ha a kétféle bekötés között nincs ellenállás-különbség: ∞ esetén szakadás, vagy 0 ellenállás esetén zárlatos.

A fényemittáló diódákat (LED-eket) legegyszerűbben úgy vizsgálhatjuk, hogy kb. $1\text{ k}\Omega$ -os ellenálláson keresztül 12 V -os egyenfeszültségre kötjük. Ha megfelelő polaritásnál világít, az eszköz hibátlan.

Egyenirányító diódák és LED-ek vizsgálatára nagyon jól használhatók a digitális multiméterek dióda-teszttere. Ebben az állásban vizsgálva az eszközt, helyes polaritásnál a nyitóirányú feszültségesést mutatja a műszer, ellentétes bekötés esetén viszont szakadást jelez. Ha mindkét bekötésnél szakadást jelez, akkor a dióda (LED) szakadt, ha pedig igen alacsony feszültséget, akkor zárlatos. (Germánium egyenirányítók nyitóirányú feszültségesése kb. $0,2\text{--}0,3\text{ V}$, a szilíciumé pedig kb. $0,5\text{--}0,6\text{ V}$)

Z-dióda vizsgálata a dióda vizsgálatával azonos módon történik. Ha ismerjük a műszer ellenállás-méréshatárához tartozó mérőfeszültséget, akkor záróirányú bekötésnél megmérhetjük a dióda Z-feszültségét (feltéve, hogy ez nem nagyobb a műszer mérőfeszültségénél), illetve nyitóirányban bekötve a szilíciumra jellemző nyitóirányú feszültséget kell mérnünk. A multiméterek ellenállásmérőjének mérőfeszültsége csak néhány V, ezért a nagyobb Zener-feszültségek méréséhez az ábrán látható mérőkapcsolást kell elkészíteni, így voltmérővel mérhető a letörési feszültség nagysága.



27. ábra. Zener-dióda mérési vázlata

A tranzisztorok működőképességét úgy ellenőrizhetjük, hogy nyitó-, illetve záró-irányban mérjük az egyes átmenetek ellenállását. Kis teljesítményű tranzisztorok működőképesnek tekinthetők, ha a nyitóirányú kollektor-bázis és emitter-bázis átmenet ellenállása 50–70 Ω , ugyanezen átmenetek záró-irányú ellenállása, valamint a kollektor-emitter közötti nyitó-, illetve záró-irányú ellenállás nem haladja meg a 100 k Ω -ot.

Nagyobb teljesítményű tranzisztoroknál a kollektor-bázis és emitter-bázis átmenet nyitóirányú ellenállása 5–15 Ω , ugyanezen átmenetek záró-irányú ellenállása, valamint a kollektor és emitter közötti nyitó-, illetve záró-irányú ellenállás max. 1–2 k Ω .

Egyre több digitális multiméteren – a diódateszter funkció mellett – megtalálható a tranzisztor áramerősítési tényezőjét mérő funkció is. Ilyen műszerrel viszonylag egyszerűen ellenőrizhetők a tranzisztorok működőképessége. A vizsgálathoz csatlakoztassuk a tranzisztor a lábkiosztásának megfelelően (természetesen arra is figyelni kell, hogy PNP, vagy NPN típusról van szó), majd a méréshatár kapcsolót b funkcióba kapcsoljuk. Ha a kijelzett érték 1-nél nagyobb és a műszer nem jelez túlcsoordulást, vagy nullát, akkor a tranzisztor hibátlan.

Megjegyezzük, hogy a digitális multiméterek ellenállásmérőjével nem lehet a vizsgálatokat elvégezni, mert a mérőáram, illetve a mérőfeszültség olyan kicsi értékű, hogy az átmeneteket nem képes kinyitni, ezért a mérésre alkalmatlanok.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Szerezzen be egy Deprez-műszerhez készített használati utasítást!
2. Szerezzen be egy digitális műszerhez készített használati utasítást!
3. Hasonlítsa össze a műszereket a jellemzőik alapján!
4. Szerezzen be egy analóg multiméterhez készített használati utasítást!
5. Szerezzen be egy digitális multiméterhez készített használati utasítást!
6. Hasonlítsa össze a műszereket a jellemzőik alapján!
7. Mérjen meg egy tetszés szerinti alkatrészt, például belsőégésű motor hűtőventillátor kapcsolóját, értékelje a mérés alapján.
8. Mérjen meg egy tetszés szerinti alkatrészt, például belsőégésű motor víz hőfok-mérő jeladóját, értékelje a mérés alapján.
9. Mérje meg az akkumulátor szivárgási áramát, belső ellenállását.
10. Mérje ki egy motorkerékpár feszültségszabályozójának működését, és minősítse a mérés után.

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. Feladat

Milyen tulajdonságai vannak egy mérőműszernek?

2. Feladat

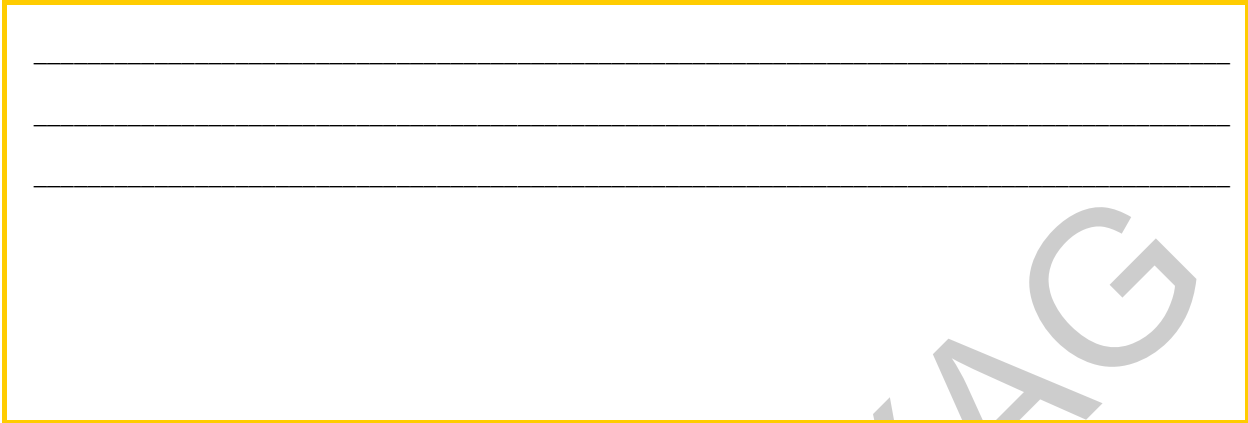
Mit fejez ki egy műszer pontossági osztálya?

3. Feladat

Milyen pontosságú mérőműszer alkalmas egy járműjavító műhelybe?

4. Feladat

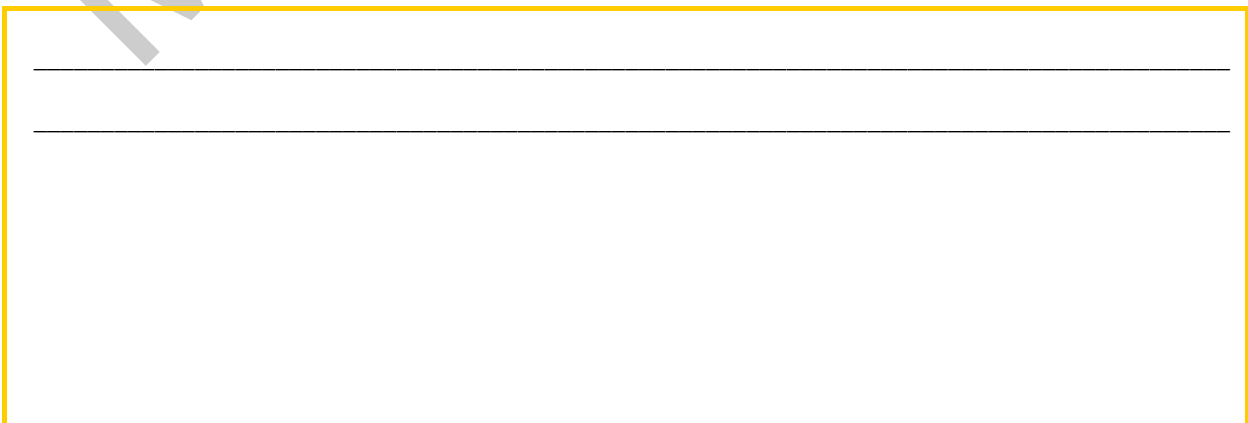
Milyen elven mér a Deprez-műszer? Válaszát rajzzal is indokolja!

**5. Feladat**

Hogyan bővíthető ki egy műszer árammérési tartománya? Válaszát rajzzal is indokolja!

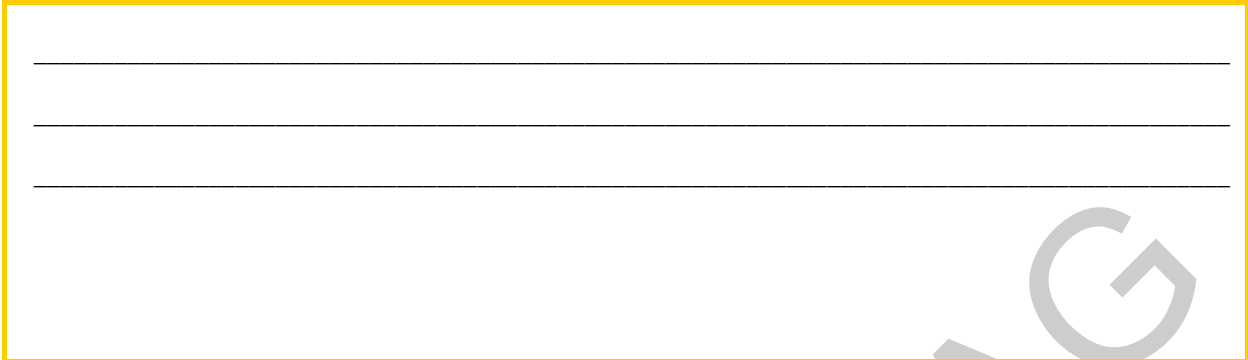
**6. Feladat**

Hogyan bővíthető ki egy műszer feszültségmérési tartománya? Válaszát rajzzal is indokolja!



7. Feladat

Mi a különbség az analóg és a digitális mérés között? Válaszát rajzzal is indokolja!



A large empty rectangular box with a yellow border, intended for drawing and explanation. It contains three horizontal lines near the top, suggesting a space for writing or drawing.

8. feladat

Soroljon fel a gépjárművek javítása közben előforduló árammérési feladatokat! Készítsen kapcsolási rajzot a tervezett méréshez!



A large empty rectangular box with a yellow border, intended for drawing and explanation. It contains a large, faint watermark reading 'MUNKANYAG' diagonally across the center.

9. feladat

Soroljon fel a gépjárművek javítása közben előforduló feszültségmérési feladatokat! Készítsen kapcsolási rajzot a tervezett méréshez!



A large empty rectangular box with a yellow border, intended for drawing and explanation. It contains a large, faint watermark reading 'MUNKANYAG' diagonally across the center.

10. feladat

Soroljon fel a gépjárművek javítása közben előforduló ellenállásmérési feladatokat! Készítsen kapcsolási rajzot a tervezett méréshez!

**11. feladat**

Mérje ki egy Z-dióda jelleggörbéjét!



MEGOLDÁSOK

1. Feladat

- méréshatár
- érzékenység
- műszerállandó
- fogyasztás
- megengedhető túlterhelés
- különleges működési körülmények
- pontosság

2. Feladat

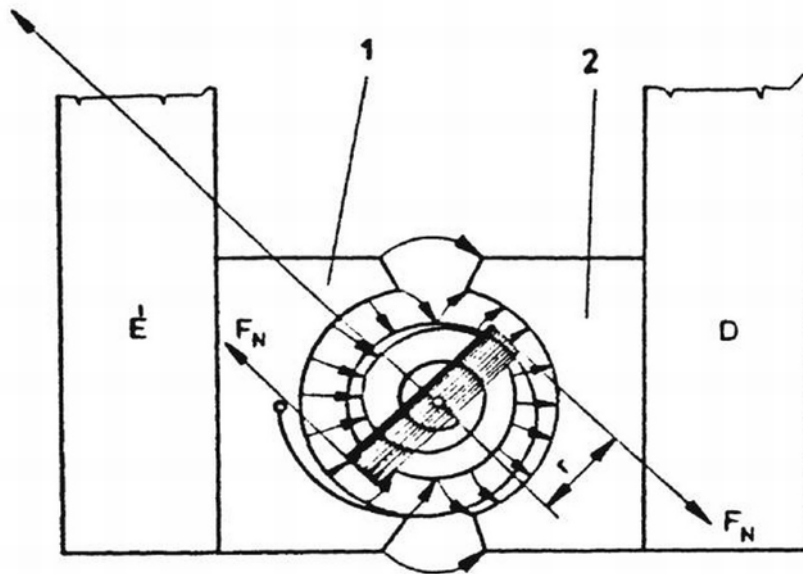
A mérőműszer pontossági osztálya a konvencionális értékre vonatkoztatott, a skála mentén előforduló legnagyobb abszolút hiba százalékos értékét jelenti.

3. Feladat

Legalább 1,5-es de inkább 1-es pontossági osztályú, a gyorsabb mérés elvégzése érdekében digitális műszer ajánlatos.

4. Feladat

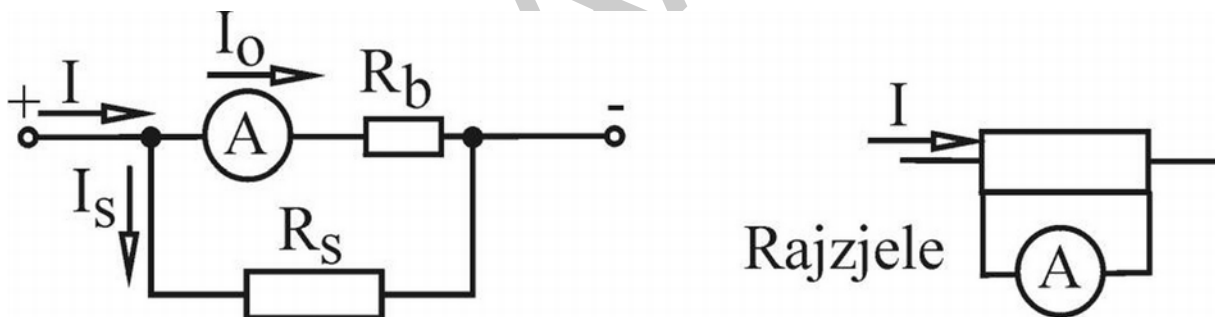
A Deprez-műszer működése azon a fizikai törvényszerűségekre alapszik, hogy ha mágneses térben lévő vezetőbe áramot bocsátunk, akkor a vezetőre erő hat. A lengőtekerceses műszer állórészét állandó mágnes alkotja. Ennek terébe helyezik el a lengőrészt alkotó tekercset, amelybe a mérendő áramot vezetik.



28. ábra. A lengőtekerceses műszer működési vázlata

5. Feladat

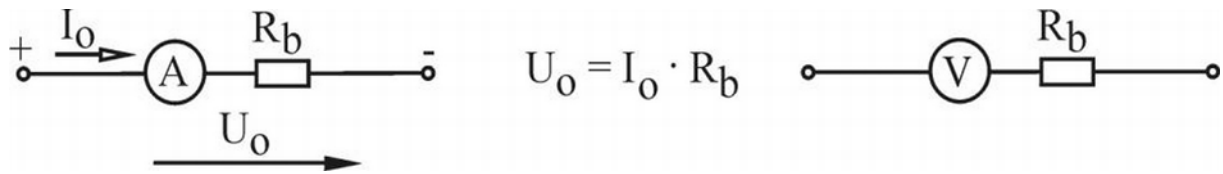
A Deprez-műszerrel közvetlenül max. 30 – 50 mA nagyságú áramerősség mérhető. Ennél nagyobb áram mérése az alpműszerrel párhuzamosan kötött ún. sőtellenállással lehetséges.



29. ábra. Árammérő méréshatárának kibővítése

6. Feladat

Az előzőekben megállapítottuk, hogy a lengőtekerceses műszer közvetlenül áramerősség mérésére alkalmas. A műszer lengőtekercsén átfolyó áramerősség viszont feszültségesést hoz létre, ezért lényegében feszültségmérésre is alkalmas. A mutató kitérítéséhez azonban, néhány tized volt elegendő, ezért Deprez-műszerrel közvetlenül csak max. néhány száz mV nagyságú feszültség mérhető. Ennél nagyobb egyenfeszültség az alpműszerrel sorosan kötött ún. előtét-ellenállással lehetséges.

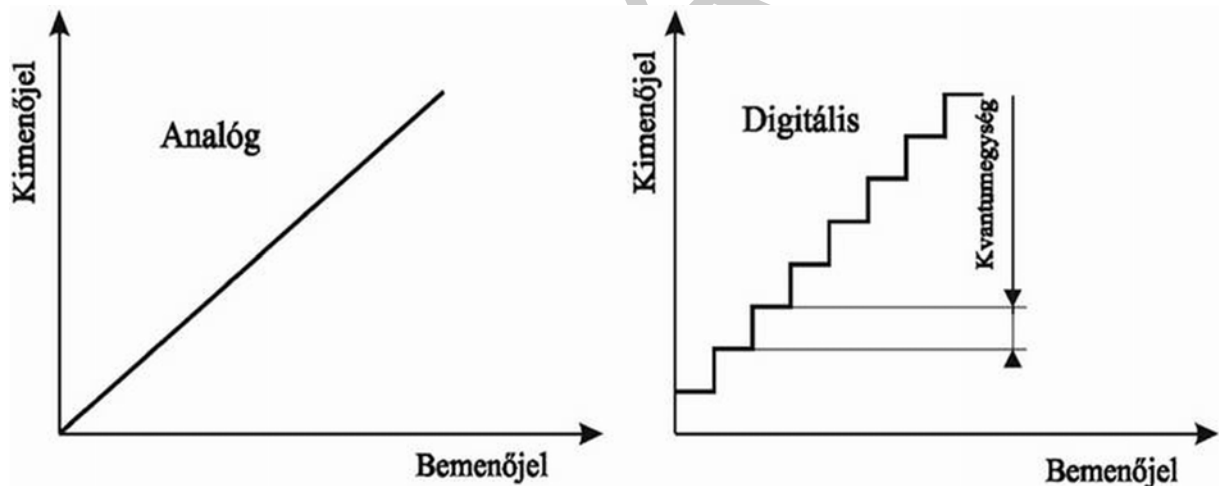


30. ábra. A feszültségmérés elve, lengőtekerceses műszernél

7. Feladat

Az előzőben megismert lengőtekerceses műszer esetén a mérési eredményt skáláról olvassuk le, ami előtt a mutató elmozdul. Az adott méréshatáron belül a mérési eredmény bármilyen értéket felvehet, a mutató követi a változást. Ezt a mérési módszert analóg mérési módszernek, a jelet pedig analóg jelnek nevezzük.

A digitális mérés során a mérési eredmény csak diszkrét, véges számú egymástól különböző értéket vehet fel. A mérési folyamat a kvantálás, amelynek során meghatározzuk, hogy a mérendő mennyiségben (X_m) hányszor van meg a kvantumegység (ΔX). Az így kapott számérték (N) a mérendő mennyiség jellegétől független információ. Ezt a számot egy kijelző egység segítségével láthatóvá lehet tenni. A mérési eredmény mindig számjegyes formában jelenik meg a digitális mérés során.



31. ábra Analóg és digitális mérés elve

8. feladat



32. ábra. Akkumulátor szivárgási áramának mérése

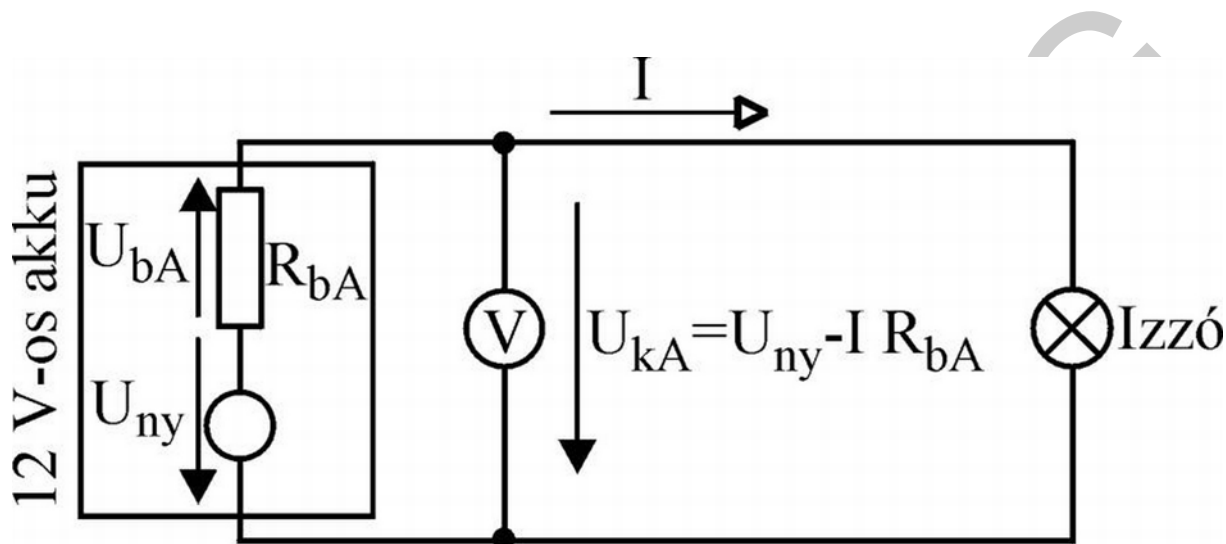
9. feladat



33. ábra. Akkumulátor terheletlen kapcsolásfeszültségének mérése

10. feladat

Az ábrán látható kapcsolás szerint az akkumulátort egy izzólámpával megterhelve azt tapasztaljuk, hogy az akku kapcsain mért feszültség kisebb a nyugalmi feszültségnél, mégpedig annál nagyobb az eltérés, minél nagyobb teljesítményű az izzó. Ez a jellemző azzal magyarázható, hogy az akkumulátor belső ellenállásán is esik feszültség, amely ellentétes irányú a forrásfeszültséggel.



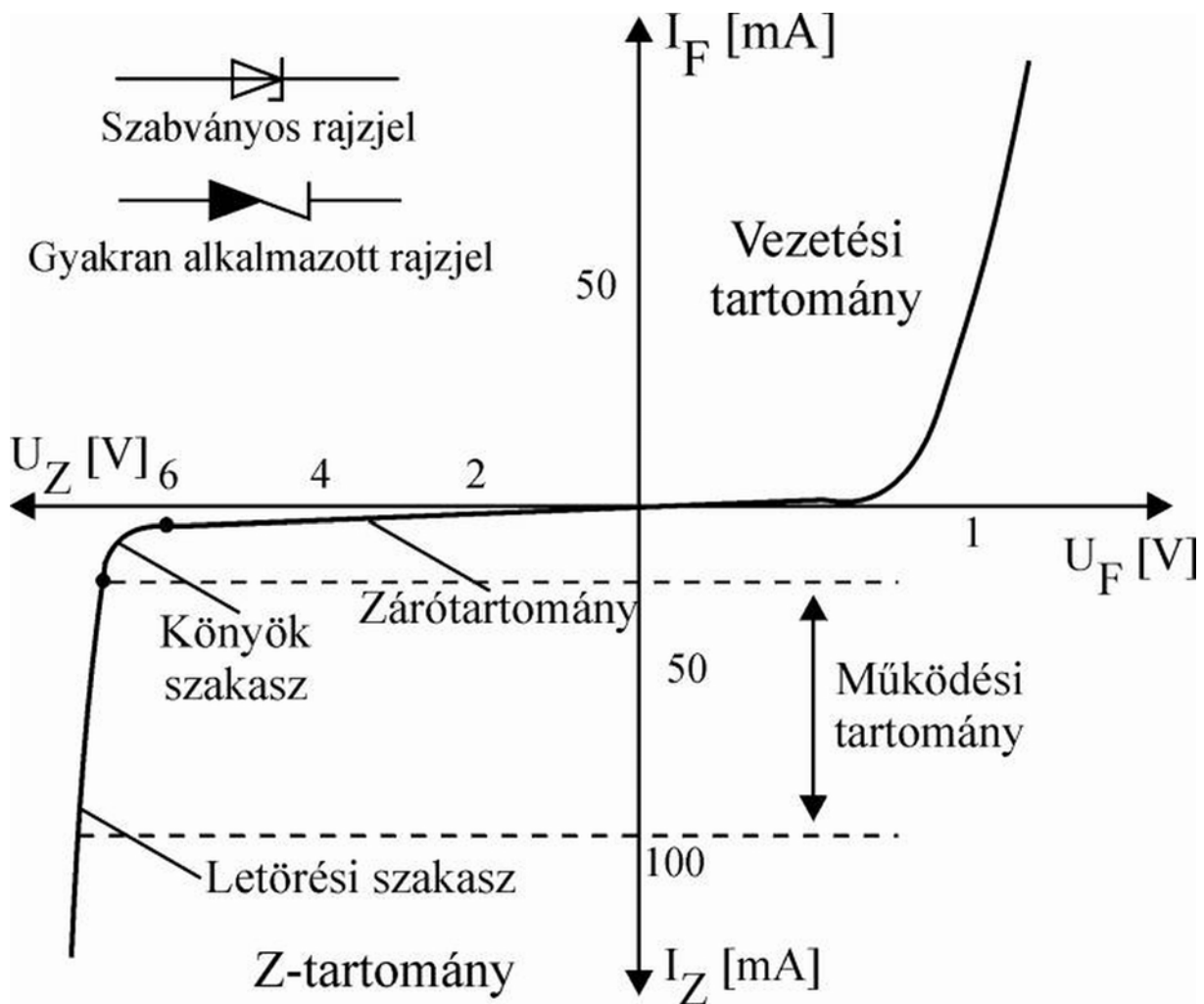
34. ábra. Akkumulátor belső ellenállásának mérése

Értelemszerűen ez a belső ellenállás nagymértékben függ az akku szerkezetétől, illetve a töltöttségi állapotától, ezért a belső ellenállásra pontos értéket nem lehet megadni. Tájékoztató értéke motorkerékpár akkumulátorokra kb. $0,05\Omega$. Az üzemi feszültség meghatározása:

$$U_{\text{üz}} = U_{\text{kA}} = U_{\text{ny}} - I_{\text{T}} \cdot R_{\text{bA}}$$

A képletben I_{T} a terhelő áram, R_{bA} pedig az akku belső ellenállása. Természetesen abban az esetben, ha az akkumulátort nem kisütjük, hanem töltjük, akkor az I_{T} töltőáramot jelent és értelemszerűen az előjel pozitívvá változik.

11. feladat



35. ábra. Z-dióda jelleggörbéje

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

MAMI Szakközépiskola: Motorkerékpárok villamosságtana I., Budapest, 1999.

MAMI Szakközépiskola: Diagnosztika DVD, Budapest, 2005.

AJÁNLOTT IRODALOM

Wikipedia

MAMI Szakközépiskola: Diagnosztika DVD, Budapest, 2005.

MAMI Szakközépiskola: Motorkerékpárok villamosságtana I., Budapest, 1999.

MAMI Szakközépiskola: Motorkerékpárok villamosságtana II., Budapest, 2000.

A(z) 0674–06 modul 013–as szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
31 525 04 0000 00 00	Targonca- és munkagépszerelő
51 525 01 1000 00 00	Autószerelő
33 525 01 0010 33 02	Motorkerékpár-szerelő

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
20 óra

MUNKANYAG

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató