



Tordai György

Villamos mérőműszerek, átalakítók



A követelménymodul megnevezése:

Elektronikai áramkörök tervezése, dokumentálása

A követelménymodul száma: 0917-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-022-50



VILLAMOS MÉRŐMŰSZEREK, ÁTALAKÍTÓK

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Villamos mérőműszerek, átalakítók megismerése és használata nagyon fontos egy középfokú végzettséggel rendelkező villamos szakember számára. A villamos mérőműszerek, átalakítók használata során kellő elméleti és gyakorlati ismeretekkel kell rendelkeznie a mérés technikai alapfogalmakról, a mérés során előforduló mérési hibákról, a villamos mérőműszerek alkalmazási módjairól, a villamos mennyiségek mérési elveiről és a nem villamos mennyiségek mérő átalakítóiról. Önnek dokumentációk alapján mérési eljárást, villamos kapcsolási rajzot, mérési utasítást kell értelmeznie és elemeznie a megvalósíthatóság szempontjából. Az elektronikai áramkörök előírt mérési feladataihoz mérőműszereket, mérőeszközöket és átalakítókat kell kiválasztania a mérési előírások és a rendelkezésre álló műszerek paramétereinek figyelembevételével.

A villamos mérőműszerek, átalakítók elméleti összefoglalása után az átalakítók működésének a megértése érdekében tanulmányozza a mérések kapcsolási rajzait és a mérések összeállításait. Állítsa össze a tanulásirányítóban meghatározott kapcsolási rajzoknak és mérési vázlatoknak megfelelően a mérési feladatokat és önállóan végezze el a mérési utasításokban leírtakat!

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A fejezet az alábbi részekből áll:

1. Villamos mérések mérés technikai alapjai
2. Villamos mérőműszerek
3. Mérő-átalakítók elméleti összefoglalása

VILLAMOS MÉRÉSEK MÉRÉSTECHNIKAI ALAPJAI

A mérés a természet jelenségeiről való ismeretek szerzésének egyik alapvető módszere. Maga a mérés tervszerűen végrehajtott gyakorlati tevékenységek összessége, amelyekkel valamely fizikai (villamos-), vagy kémiai mennyiség nagyságának jellemzésére alkalmas, kifejezésére, a mennyiség fogalmát vezették be. A mennyiséget a mérőszámmal és a mértékegységgel fejezzük ki. Pl.: 5 Amper, 10 kg., stb. A mérésre vonatkozó ismeretek összességét metrológiának nevezzük. A mérés technika a metrológiának a mérés gyakorlati megvalósításával foglalkozó része.

A mérés során a mért mennyiséget jellemző számérték meghatározása a célunk. Ehhez előzetesen rögzítenünk kell a számérték kifejezéséhez alapul vett mértékegységet. Az SI mértékegységrendszer használata kötelező. A mérést mérőeszközökkel végezzük. A mérőeszközök lehetnek mértékek (pl. méterrúd, idomszerek stb.) és a mérőműszerek (pl. ampermérő). Mindegyik eszközzel a mérés során a mért mennyiség számértékét tudjuk leolvasni. A számérték és a mértékegység szorzata adja a mért mennyiséget.

Mérés: a mérés egy összehasonlító művelet, melynek során a mérni kívánt jellemzőt összehasonlítjuk egy ugyanolyan jellegű mennyiséggel.

A mérés egy fizikai, vagy kémiai mennyiség nagyságának meghatározása a választott mértékegységben kifejezett számértékével.

Mérési eredmény: a mérési eredmény egy szám és egy mértékegység, ahol a mérőszám azt adja meg, hogy a mért mennyiség nagysága

A mérési eredmény a mérésre használt mérőeszközök pontatlansága miatt csak megközelíti a mért mennyiség valóságos értékét. A mérési eredmény és a mért mennyiség valódi (pontos) értéke közötti különbség a mérési hiba.

Mérési hiba

A méréssel meghatározott érték a legtöbb esetben eltér a mérendő értéktől. Egy mennyiséget pl. áramot, ha különböző műszerekkel mérjük meg, nem kapunk egyforma eredményt. Az abszolút hiba ($H = X_m - X_p$) a kijelzés (mért) és a valódi érték (pontos) közötti különbség. A gyakorlati életben tehát nincs pontos műszer!

Mérési hiba: a mérőműszer által kijelzett értéknek az eltérése a valódi értéktől.

A műszerek különböző pontosságúak, ezért a mérési feladathoz, a mérési módszerhez mindig a megfelelő pontosságú műszert kell kiválasztani.

A villamos mérőműszerek legfontosabb metrológiai jellemzői:

- **Méréshatár** (alsó, felső)

Felső méréshatár (analóg műszer) = a legnagyobb mutatókitérés értéke

Felső méréshatár (digitális műszer) = a legnagyobb kijelezhető számérték

- **mérési tartomány**

Mérési tartomány = a legkisebb és a legnagyobb mérhető érték közötti tartomány

- **érzékenység**

Műszer érzékenység = a kitérés változás és a mennyiségváltozás hányadosa

- **pontosság**

Pontosság = a végkitéréshez tartozó relatív hiba százalékban

- **fogyasztás**

Fogyasztás = a műszer működéséhez szükséges teljesítmény

- **túlterhelhetőség**

Túlterhelhetőség = üzem közben az előírt érték hányszorosát bírja ki károsodás nélkül

- **használati helyzet**

Használati helyzet = a műszer szabályos használata közben előírt helyzet

Az analóg és a digitális elektronikai áramkörökkel foglalkozó középfokú szakemberek villamos méréssel kapcsolatos munkájához nélkülözhetetlenek a különböző villamos mérőműszerek. A villamos műszerek segítségével villamos mennyiségeket mérhetünk meg.

A nem villamos mennyiségeket közvetlenül nem mérhetünk villamos műszerekkel Átalakítót kell használnunk, amellyel a nemvillamos mennyiséget villamos mennyiséggé alakítjuk át.

VILLAMOS MÉRŐMŰSZEREK

Az elektronikai áramkörökben, berendezésekben működés közben bonyolult fizikai folyamatok mennek végbe. Ezeket a folyamatokat pl. a bemeneti jeleket és kimeneti válaszjeleket villamos mérőműszerekkel tudjuk megvizsgálni. A mérés során a villamos jelet, vagy a nemvillamos mennyiséget villamos jellé alakítva kölcsönhatásba hozzuk a műszer érzékelőjével, azaz a mért mennyiséggel arányos villamos jelet állítunk elő. A villamos mérőjelek előállítására és kijelzésére a villamos mérőműszerek alkalmasak. Napjainkban a villamos mérőműszerek két nagy csoportját használjuk, az analóg és a digitális műszert.

Villamos mérőműszerek csoportosítása:

4. Felépítésük szerint:

- elektromechanikus

Az elektromechanikus műszerek az ismeretlen villamos mennyiség mérését a nyomaték mérésére vezetik vissza, a kitérítő (Mk) és a visszatérítő (Mv) nyomaték egyensúlyban van.

- Elektronikus

Az analóg elektronikus műszer az elektromechanikus szerkezet mellett elektronikát is tartalmaz.

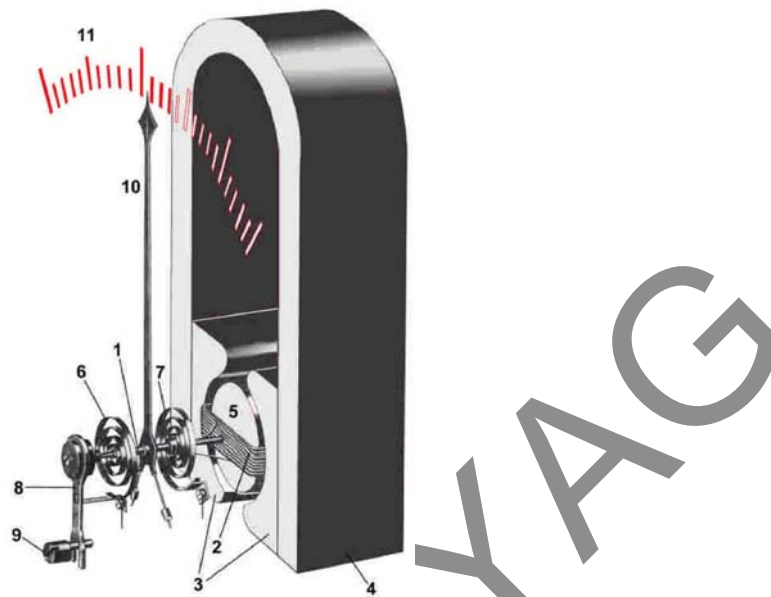
5. Mérési elv szerint:

- Analóg
- Digitális

Analóg

A villamos vagy nem villamos mennyiségek villamos úton történő mérésére alkalmas mechanikai szerkezeteket elektromechanikus mérőműszereknek nevezzük. Ezen eszközöknél a mérendő mennyiség értékét bármely időpontban folyamatosan jelző mutató közvetlenül kapcsolódik a mérőműhöz, amely a skála előtt mozgatja azt. A mérendő mennyiségekhez folytonosan változó mennyiségeket rendelünk hozzá (pl. egy mutató szögelfordulása).

Az analóg műszer a mérési eredményt a mutatónak egy skála előtti elmozdulásával jelzi ki. A mérést végző személynek kell leolvasnia, hogy a mutató a skála melyik osztásával egy vonalban állt meg (illetve, ha két skálaosztás között állt meg, meg kell becsülnie, hogy a két skálaosztás között hol áll a mutató). Hátránya e műszertípusnak, hogy a mért érték leolvasása hibalehetőséget rejt magában, e hiba azonban gyakorlott villamos szakember esetében igen kicsi. Előnye viszont e kijelzési módnak, hogy könnyen lehet vele maximumot és minimumot indikálni. Ismételjük át a Deprez műszer felépítését, részeit és működését, mint a leggyakrabban alkalmazott elektromechanikus alapműszert.

Deprez műszer felépítése:

1. ábra. Deprez műszer felépítése¹

Deprez műszer felépítése 1. ábra és fő részei:

1. tengely,
2. lengőtekerecs,
3. pólussaru,
4. állandó mágnes,
5. vasmag,
6. spirálrugó,
7. spirálrugó,
8. nulla állító kar,
9. állító csavar,
10. mutató,
11. skála.

Analóg műszerek működési elve:

Az elektromechanikus műszerek villamos mennyiségek mérésére alkalmas mechanikus szerkezetek. Az ismeretlen mennyiség meghatározását nyomaték illetve erő mérésére vezetik vissza. Általában két nyomatékot hasonlítanak össze.

¹ Forrás: http://hu.traconelectric.com/upload/mi/ANALOG_MUSZEREK_mi.pdf

A kitérítő nyomaték (Mk) a műszerre kapcsolt mennyiség hatására valamilyen irányba elfordítja a lengőrészt. Az elfordulás során a spirálrugó a kitérítő nyomatékkal ellentétes irányú nyomatékot a visszatérítő nyomatékot (Mv) hoz létre, melynek nagysága a lengőrész elfordulási szögétől függ. A lengőrész helyzetét, a súrlódástól eltekintve, a kitérítő és a visszatérítő nyomaték határozza meg. A lengőrész elfordulásakor van egy olyan szöghelyzet ahol a kitérítő és a visszatérítő nyomaték egymással egyenlő, ekkor a lengőrész nyugalmi helyzetbe kerül. Ha megváltozik a mérendő mennyiség értéke, akkor megváltozik a kitérítő nyomaték is és az egyensúly egy másik szöghelyzetben jön létre. A visszatérítő nyomaték mechanikai úton, vagy elektromechanikus szerkezettel hozható létre. Nagysága csak a szögelfordulástól függ, előjele a kitérítő nyomatékéval ellentétes, negatív. A gyakorlatban a visszatérítő nyomaték előállítására általában lapos spirálrugót használnak, melynek alakja archimedesi spirális. A visszatérítő nyomatékot a szál elcsavarodásakor keletkező torziós nyomaték adja.

A 2. ábrán egy ma is gyakran használatban lévő Deprez alpműszert tartalmazó analóg műszer látható.



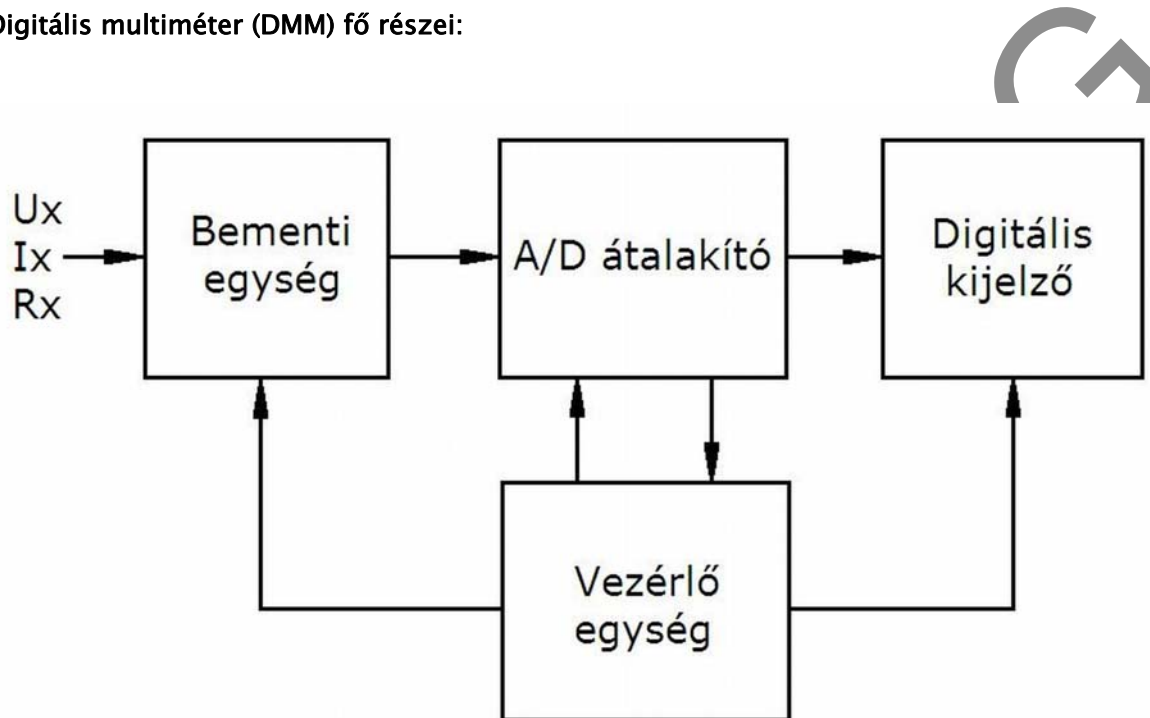
2. ábra. Analóg multiméter

Az analóg műszer a mérési eredményt a mutatónak egy skála előtti elmozdulásával jelzi ki.

Digitális

A digitális mérés során a mért mennyiséghez számot rendelünk hozzá. A mérés teljes tartományát kis egységekre osztjuk fel és méréskor azt vizsgáljuk, hogy a mért értékben az alapul választott egység hányszor van meg. A digitális műszer esetén ahány „digites” a műszer, annyi számjegyet jelez ki. A digitális feszültségmérők általában 3–5½ digitesek. A számjegyes kijelzésnek köszönhetően leolvasási hiba elvileg nincs. A digitális multiméterek mérőerősítőt tartalmaznak, ezért nagy a bementi ellenállásuk. Hátránya a digitális műszerek használatakor a kijelzésnek, hogy nem alkalmas a minimum és a maximum értékek indikálására.

Digitális multiméter (DMM) fő részei:



3. ábra. Digitális multiméter elvi felépítése

Digitális multiméter működési elve:

A digitális mérés és megjelenítés három fő részből áll: mérésből, jelfeldolgozásból és kijelzésből. A digitális multiméter tulajdonképpen négy fő részből áll. A 3. ábrán látható a digitális multiméter általános elvi felépítése. A bemeneti egység feladata az egyes mérési feladatoknak megfelelő átalakítókat tartalmazza. Ebben a részben vannak az átalakító áramkörök pl. I/U, Ω /U, illetve az egyenirányító egység, amely a bementre érkező váltakozó jelek egyenirányítására szolgál. A bemeneti egységnek az a feladata, hogy a mérendő jelből a mért jellel arányos egyenfeszültséget állítson elő. Az analóg/digitális átalakító az analóg jelből előállítja a digitális jelet. Az A/D átalakító az átalakítás alatt azt állapítja meg, hogy a mért analóg mennyiség hányszorosa az egységnek.

A vezérlőegység a készülék központi egysége. Ez adja a belső áramkörök működtetéséhez a vezérlőutasításokat, előállítja a vezérlőjeleket, amelyek a mérési folyamathoz szükségesek. A 4. ábrán egy megjelenésben és felépítésben általános digitális multiméter képét láthatjuk.

A digitális műszer a mérési eredményt számjegyekkel jelzi ki (digit = számjegy)



4. ábra. Digitális multiméter

A digitális multiméterek előnyei az analóg műszerekkel szemben:

- nagyobb pontosság,
- nagyobb érzékenység,
- nagyobb mérési sebesség,
- egyértelmű leolvashatóság (számjegyes),
- méréshatár váltás automatikus,
- könnyű és átlátható kezelhetőség,
- kiegészítő mérési funkciókat is tartalmaz (pl. frekvencia- és kapacitásmérés, félvezető vizsgálat stb.)
- nagyobb bemeneti ellenállás,
- a mérés automatizálható (pl. számítógépes mérési adatgyűjtés),
- a gyártás automatizálható (kevés mechanikai alkatrész),
- működés közben nincs kötött használati helyzet,
- kicsi méret.

MÉRŐ-ÁTALAKÍTÓK ELMÉLETI ÖSSZEFOGLALÁSA

A mérő-átalakító a mérőberendezésnek az a része, amely a bemenő nem villamos mennyiséget villamos kimenő mennyiséggé alakítja át. A mérő-átalakítók, érzékelők napjainkban integráltságuk miatt olyan kicsik, hogy már egybe építhetők az átviteli tagokkal, illetve a vizsgálandó berendezésekkel. Ezek az ún. intelligens (mikroprocesszoros) érzékelők, amelyek képesek a mért mennyiség átalakítására, számítások elvégzésére és vezérlőjelek kiadására.

Csoportosítása:

- **Passzív** (a passzív átalakítók az áramkör valamelyik jellemzőjét változtatják meg)
- **Aktív** (az aktív átalakítók olyan fizikai hatást használnak fel, amelynél az energiaátalakítás eredményeként villamos energiát állítanak elő)

Passzív mérő-átalakítók

FONTOS! A passzív mérő-átalakítóknak, érzékelőknek segédenergiára van szükségük.

1. **Ellenállásos mérő-átalakítók** (Az ellenállásos mérő-átalakítók különböző nem villamos mennyiségeket alakítanak át ellenállás változássá. A leggyakoribb potenciométeres átalakítók elektromechanikai átalakítást valósítanak meg. Az elmozdulás, vagy elfordulás hatására a mérő-átalakító ellenállásának a hatásos hossza megváltozik.)

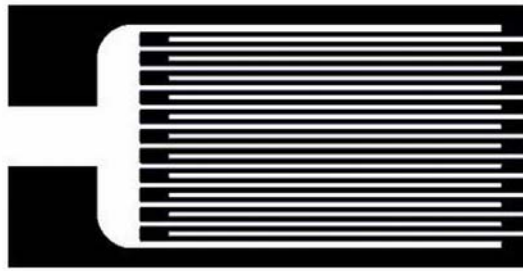
Típusai:

- Csúszóérintkezős mérő-átalakító (Egy tipikus csúszóérintkezős mérő-átalakító látható 5. ábrán. A csúszóérintkezős mérő-átalakító a mérendő mennyiséget pl. elmozdulást, vagy szögelfordulást ellenállás változássá alakít át.)



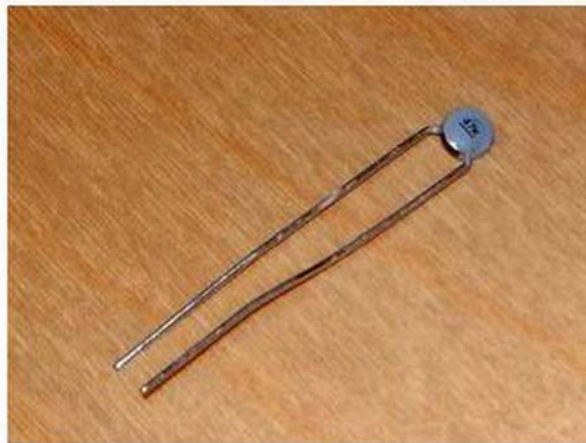
5. ábra. Csúszóérintkezős mérő-átalakító, potenciométer

- Nyúlásmérő átalakítók (Ez az átalakító 6. ábrán látható és a szilárd testekben a mechanikai igénybevétel hatása miatti alakváltozást képezi le a villamos ellenállás változásává.)



6. ábra. Nyúlásmérő bélyeg²

- Hőellenállásos mérő-átalakító 7. ábrán látható. Az átalakító a hőmérséklet változását villamos ellenállás változássá alakítják át. A termisztorok ellenállása hő közlés hatására változik. A környezeti hő érzékelő NTC ellenállásokat azért gyártják kicsi gyöngy formában, mert így a mérőáram alig melegíti. Elsőrendű feladatuk, hogy a környezet hőingadozására gyorsan reagáljanak. A környezeti hő érzékelő ellenállások kis áramerősséget igényelnek.)



7. ábra. Termisztor: hőérzékeny félvezető

- Elektrokémiai mérő-átalakító (Az elektrokémiai átalakítók láthatóak a 8. ábrán, jelentős részük elektrolitos átalakító, amelyeknél az ion koncentráció-változást alakítják át ellenállás változássá.)

² FORRÁS: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Strain_gauge.svg



8. ábra. Elektrokémiai mérő-átalakító³

- Fotó ellenállásos mérő-átalakítót látunk a 9. ábrán (A foto ellenállásos átalakító a megvilágítást alakítja át ellenállás változássá. A fotoellenállás olyan félvezető eszköz, amelynek az ellenállása a megvilágítás erősségével változik. A fényérzékeny réteget üveg-, kvarc, vagy csillámhordozóra viszik fel. A fényérzékeny elektródákat csigavonalban készítik. A fotoellenállások ellenállása a megvilágítás erősségével csökken.)



9. ábra. Fotó ellenállásos átalakító

2. **Induktív mérő-átalakítók** (Az induktív mérő-átalakítót a 10. ábra mutatja. A mérendő elmozdulást, szögelfordulást, vagy más nem villamos mennyiséget induktivitás pl. kölcsönös, vagy öninduktivitás változásával képezi le.)

³ Forrás: www.milics.hu/wp-content/uploads/2009/02/eloadas04.ppt

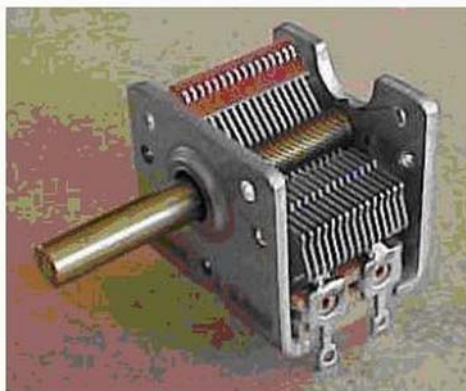


10. ábra. Induktív mérő-átalakító

Típusai:

- Nyitott mágneskörű
- Egytekerces
- Kétekerces
- Merülő-vasmagos
- Zárt mágneskörű
- Differenciál transzformátor
- Légrés-változásos transzformátor

3. **Kapacitív mérő-átalakítók** (A kapacitív mérő-átalakítót a 11. ábrán láthatjuk és a mérendő mennyiséget pl. elmozdulást, vagy szögelfordulást kapacitásváltozássá alakít át.)



11. ábra. Kapacitív mérő-átalakító

Aktív mérő-átalakítók

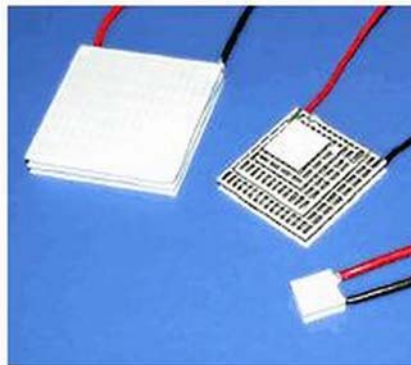
FONTOS! Az aktív mérő-átalakítók, érzékelők maguk hozzák létre a mérőjelet!

1. **Indukciós mérő-átalakító** (Az indukciós átalakítót mutat a 12. ábra. Működésének az alapja az indukciótörvény, amely szerint egy zárt vezető által körülfogott felületen belül megváltozik az indukcióvonalak száma, akkor a vezetőben áram indukálódik. Ezek az átalakítók sebességet, vagy szögsebességet alakítanak át feszültséggé, azaz elektromágneses indukcióváltozás hatására villamos feszültséget hoznak létre.)



12. ábra. Indukciós mérő-átalakító⁴

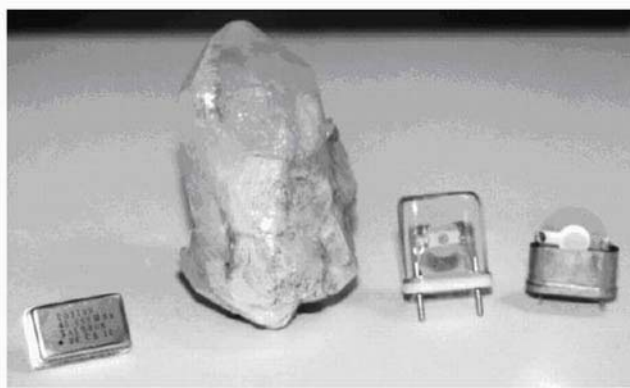
2. **Termoelektromos mérő-átalakító** (Ezek az átalakítók, melyek a 13. ábrán láthatók a hőmérséklet-különbség hatására villamos feszültséget szolgáltatnak, tehát hőenergiát alakítanak át villamos energiává, azaz hőmérsékletváltozás hatására villamos feszültséget hoznak létre.)



13. ábra. Termoelektromos mérő-átalakító

⁴ Forrás: www.milics.hu/wp-content/uploads/2009/02/eloadas04.ppt

3. **Piezelektromos mérő-átalakító** (A piezelektromosság olyan elektromos jelenség, melynek során bizonyos anyagokon pl. kvarc kristály összenyomás hatására elektromos feszültség keletkezik, illetve elektromos feszültség hatására alakváltozás jön létre. Piezelektromos átalakítók láthatók a 14. ábrán. Ezek az anyagok mechanikai feszültségállapot pl. nyomás hatására felületükön polarizálódnak, ott villamos töltések jönnek létre, azaz a mechanikai feszültség hatására villamos feszültséget hoznak létre.)



14. ábra. Piezelektromos mérő-átalakító, kvarc

4. **Fotoelektromos mérő-átalakító** (A fotoelektromos mérő-átalakítók 15. ábra, a megvilágítást közvetlenül villamos feszültséggé, vagy árammá alakítják át. Ezeket az átalakítókat fényelemeknek is nevezzük. A fotoelektromos jellemzőik függenek a hőmérséklettől is, a megvilágítás és a fotoáram kapcsolata nem lineáris.)



15. ábra. Fotoelektromos átalakító, napelem⁵

⁵ Forrás: www.solartrade.hu/wp-content/uploads/2010/01/napelem

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

A villamos áramkörök jellemzőinek és az átalakítók mérés technikai vizsgálatához ki kell választani azokat a méréshez szükséges eszközöket, átalakítókat és műszereket amelyek segítségével a mérést el lehet végezni. A mérési adatokat, számítási eredményeket mérési jegyzőkönyvbe kell rögzíteni.

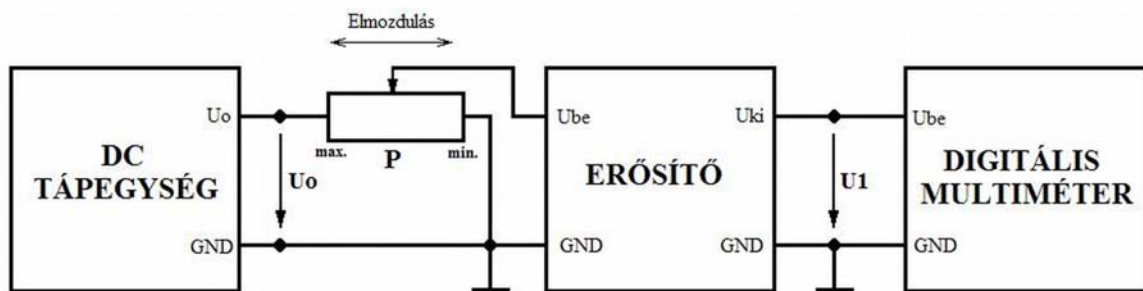
A villamos mérőműszerek, átalakítók mérés technikai vizsgálatához a főbb jellemzők méréséhez (pl. tápfeszültség, az ellenállásnak az elmozdulástól, a hőmérséklettől, az erőtől, a fényerősségtől függő megváltozása, bementi jelek, kimentei jelek, teljesítményfelvétel stb.) megadott mérőkapcsolásokhoz önállóan elektronikai alkatrészt, mérő-átalakítót és mérőműszert választ.

Annak érdekében, hogy villamos mérést össze tudjon állítani és önállóan villamos műszerekkel méréseket tudjon végezni egy-egy bonyolultabb mérő-átalakító áramkörben gyakorlásképpen az alábbi méréseket kell elvégeznie.

1. feladat

Csúszóérintkezős mérő-átalakító

A villamos mérés technikában gyakran előfordulnak a potenciométeres mérő-átalakítók, érzékelők. A potenciométeres átalakítók passzívak. A 16. ábrán látható P potenciométert egy stabilizált egyenfeszültségű tápegység táplálja.



16. ábra. Potenciométeres mérő-átalakító

A mérő-átalakító egy elmozdulást tud érzékelni pl. egy gyártósoron egy szerszám elmozdulását. A szerszám mozgatja a potenciométer csúszkáját. Az erősítőbe érkező bementi jel az elmozduló szerszám útjával arányos feszültséget szolgáltat az erősítő számára. A digitális multiméteren látható feszültség értéke, mindenkor a szerszám elmozdulását jelzi megfelelő feszültség értékkel. Az itt alkalmazott potenciométeres érzékelőt leggyakrabban huzalellenállásból készítik. A pontosabb és megbízhatóbb működés miatt a huzalellenállásokat vékony vezetőréteggel vonják be. Ezeket az érzékelőket hibridellenállásoknak nevezik.

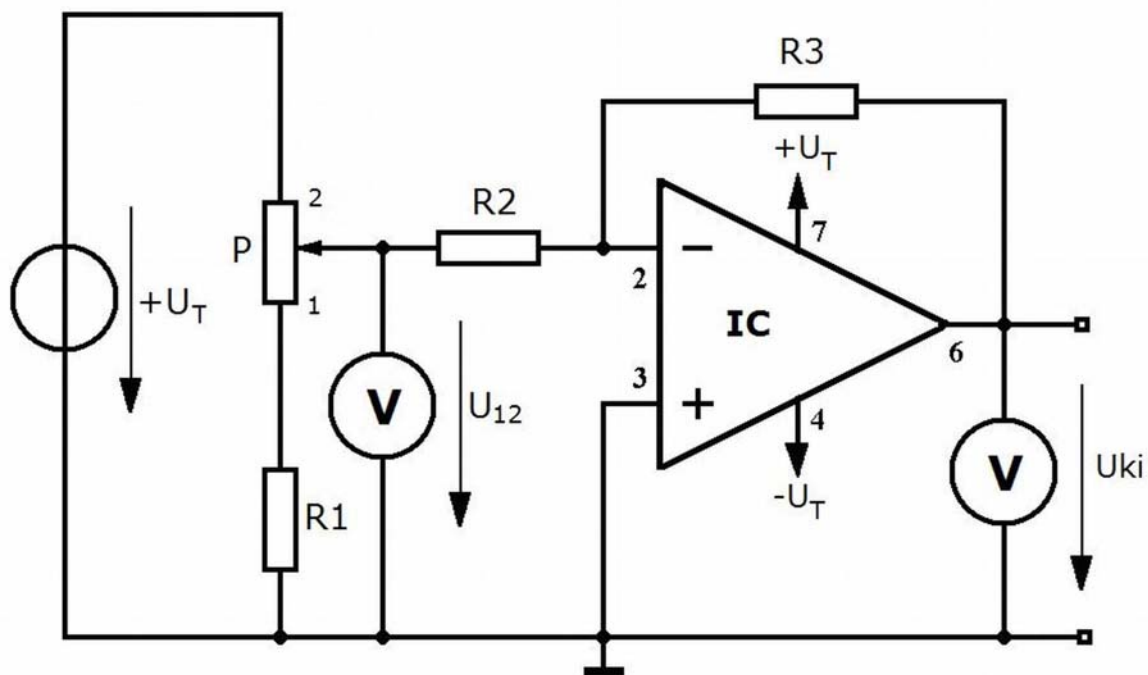
Csúszóérintkezős mérő-átalakító mérése

Mérés tárgya: Csúszóérintkezős mérő-átalakító mérése

Mérés célja:

- csúszóérintkezős mérő-átalakító működésének az ellenőrzése méréssel,
- a csúszó érintkező elmozdulása és a kimentő feszültség közötti összefüggés megállapítása,
- mérési jegyzőkönyv készítése.

Mérés kapcsolási rajza:



17. ábra. Csúszóérintkezős mérő-átalakító mérése

Mérési feladatok

1. Építse meg a 17. ábra alapján a potenciométeres mérő-átalakító mérési kapcsolását! (Kapcsolás adatai: $+/- U_T=12V$, $I_C=\mu A741$, $R_1=1k\Omega$, $R_2=4,7k\Omega$, $R_3=47k\Omega$, $=50k\Omega$) Állítsa be és mérje meg digitális feszültségmérő műszerrel a tápfeszültség pontos értékét!

2. A mérő-átalakító potenciométer csúszkáját állítsa 1-es állásba! Mérje meg digitális multiméterrel az invertáló műveleti erősítő bementére jutó (U_{I2}) és a kimentén (U_{ki}) megjelenő feszültség értékét! Határozza meg számítással és a mérési értékekből az erősítő erősítését! Az erősítő feszültség erősítése az R_3 és az R_2 hányadosaként kiszámítva $A_u=10$.

3. A mérő-átalakító potenciométer csúszkáját állítsa 1-es állásból középállásba, majd 2-es állásba és mérje meg újra az invertáló műveleti erősítő bementére jutó (U_{I2}) és a kimentén (U_{ki}) megjelenő feszültségek értékeit!

4. Ha a mérő-átalakító potenciométer csúszka 100 cm átfogású érzékelő, akkor a mérési eredmények alapján határozza meg, hogy egy 10 cm-es elmozduláshoz, mekkora feszültség érték tartozik! A mért és számított eredményeket foglalja táblázatba! Készítse el a mérés jegyzőkönyvét, amely tartalmazza a mért és számított eredményeket!

2. feladat

Hídkapcsolású csúszóérintkezős mérő-átalakító

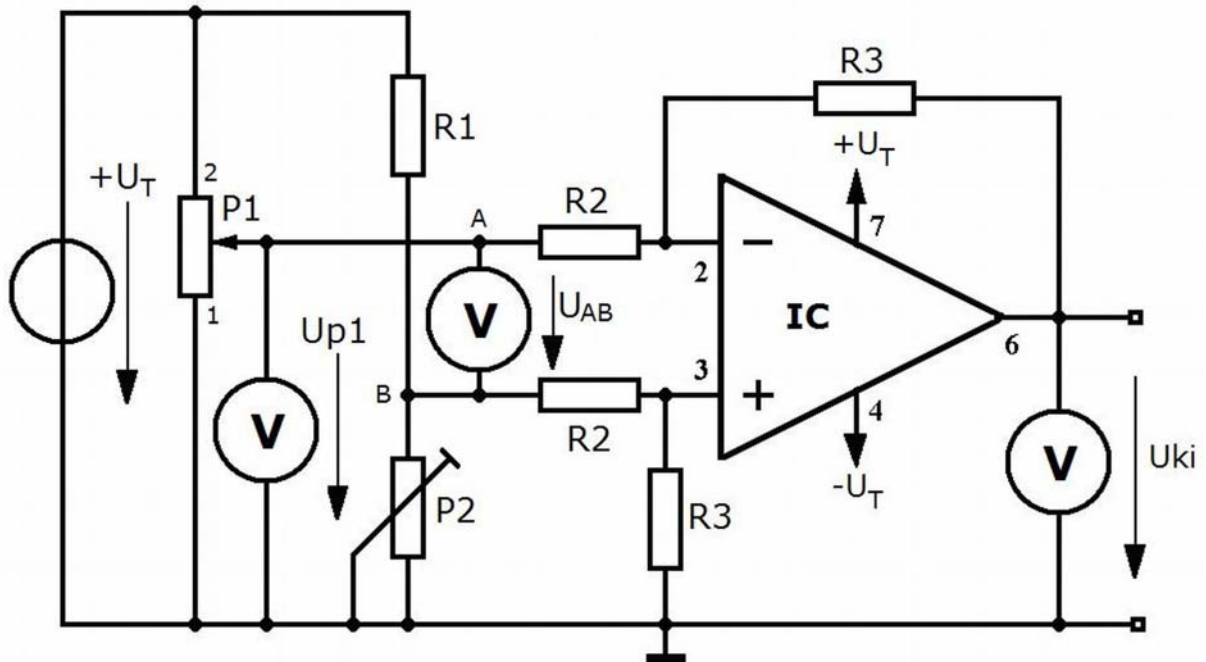
A potenciométeres mérő-átalakítókat, érzékelőket a mérési hibák kiküszöbölése és az érzékenység növelése érdekében mérőhídba kapcsolják. A 18. ábrán látható P potenciométert párhuzamosan kapcsolják két sorba kötött ellenállással. A mérőhíd egyik kimenete a potenciométer csúszkája, a másik kimenet, pedig a két sorba kötött ellenállás közös pontja. A mérőhidat egy stabilizált egyenfeszültséget szolgáltató DC tápegység táplálja. A mérőhíd kimeneti feszültsége akkor nulla, ha a csúszka középen van és a két sorba kötött ellenállás azonos értékű.

Mérés tárgya: Hídkapcsolású csúszóérintkezős mérő-átalakító mérése

Mérés célja:

- hídkapcsolású csúszóérintkezős mérő-átalakító működésének az ellenőrzése,
- a csúszó érintkező elmozdulása és a kimeneti feszültség közötti összefüggés megállapítása,
- mérési jegyzőkönyv készítése.

Mérés kapcsolási rajza:



18. ábra. Hídba kapcsolt csúszógyűrűs mérő-átalakító

Mérési feladatok

1. Építse meg a 18. ábra alapján a hídba kapcsolt potenciométeres mérő-átalakító mérési kapcsolását! (Kapcsolás adatai: $\pm U_T = 12\text{V}$, $IC = \mu A741$, $R_1 = 51\text{k}\Omega$, $R_2 = 4,7\text{k}\Omega$, $R_3 = 47\text{k}\Omega$, $P_2 = 50\text{k}\Omega$) Állítsa be és mérje meg digitális feszültségmérő műszerrel a tápfeszültség pontos értékét!
2. A mérő-átalakító potenciométer csúszkáját állítsa középpállásba! A P_2 trimmer potenciométer segítségével nullázza ki a mérőhidat! A nullázást (U_{AB}) a Voltmérő műszerrel ellenőrizze! Az erősítő kimenetén mérje meg az U_{ki} feszültséget! Ekkor a különbségképző műveleti erősítő kimenetén nulla feszültséget kell mérnünk. A különbségképző műveleti erősítő erősítése $A_u = 10$.
3. A mérő-átalakító potenciométer csúszkáját középpállásból állítsa 1-es, majd 2-es állásba és mérje meg a híd (U_{AB}) kimenő feszültségét (A és B pont) és az erősítő kimeneti feszültségét! A mérőhíd potenciométere a munkagép ellentétes irányú mozgását is érzékeli. A mért eredményekből határozza meg számítással az erősítő pontos erősítésének az értékét!
4. Ha a mérő-átalakító potenciométer csúszka 100 cm átfogású érzékelő, de a középpálláshoz képest a munkagép kétirányú mozgását követi, akkor a mérési eredmények alapján határozza meg, hogy egy 10 cm-es elmozduláshoz, mekkora feszültség érték tartozik!

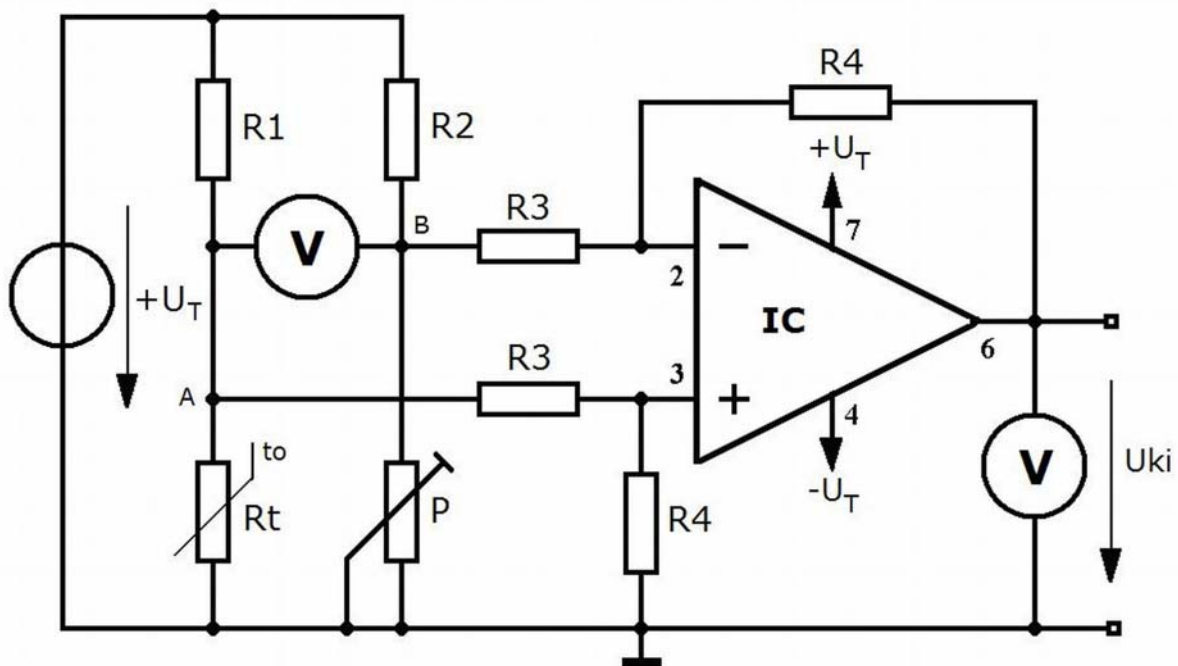
5. A mért és számított eredményeket foglalja táblázatba! Készítse el a mérés jegyzőkönyvét, amely tartalmazza a mért és számított eredményeket!

3. feladat

Hőellenállásos mérő-átalakító

Az ellenállások értéke hőmérsékletfüggő, ezen alapszik a hőellenállásos érzékelők működése. Mivel az elektromos ellenállást, illetve ennek változásait igen pontosan lehet mérni, ezért az ellenállásmérést pontos hőmérsékletmérésre használhatjuk fel. A kereskedelemben készen kapható félvezető ellenállás hőmérők, azaz hőmérséklet-érzékeny félvezető ellenállások a termisztorok. Leggyakrabban platina-, vagy nikkeellenállásokat használnak. A hőmérsékletet az érzékelő ellenálláson feszültségesésként lehet mérni.

Kapcsolási rajz



19. ábra. Hőellenállásos mérő-átalakító mérés

A hőellenállásos mérő-átalakítókat, érzékelőket a mérési hibák kiküszöbölése és az érzékenység növelése érdekében mérőhídba kapcsolják.

A 19. ábrán látható termisztor (R_t) mérőhídba van kapcsolva. A mérőhidat egy stabilizált egyenfeszültséget szolgáltatató DC tápegység táplálja. A mérőhíd kimeneti feszültsége akkor nulla, ha az NTC termisztor 25°C hőmérsékleten van és a P trimmer potenciométerrel kinulláztuk.

Mérés tárgya: hőellenállásos mérő-átalakító mérése

Mérés célja:

- hőellenállásos mérő-átalakító működésének az ellenőrzése méréssel,
- az NTC termisztor ellenállásának a hőmérséklettől függő megváltozása és az erősítő kimeneti feszültsége közötti összefüggés megállapítása,
- mérési jegyzőkönyv készítése.

Mérési feladatok

1. Építse meg a 19. ábra alapján a potenciométeres mérő-átalakító mérési kapcsolását! (Kapcsolás adatai: $\pm U_T=12V$, $I_C=\mu A741$, NTC termisztor $R_t=100k\Omega$, $R_1=R_2=47k\Omega$, $R_3=4,7k\Omega$, $R_4=47k\Omega =100k\Omega$) Állítsa be és mérje meg digitális feszültségmérő műszerrel a tápfeszültség pontos értékét!

2. Az R_t termisztorat tartsa $25^\circ C$ -on és a trimmer potenciométer segítségével nullázza ki a mérőhidat! A nullázást (UAB) voltmérő műszerrel ellenőrizze! Az erősítő kimenetén mérje meg az Uki feszültséget! Ekkor a különbségképző műveleti erősítő kimenetén nulla feszültséget kell mérnünk. A különbségképző műveleti erősítő erősítése $A_u=10$.

3. Az R_t termisztorat melegítse fel $50^\circ C$, majd $100^\circ C$ -ra! Mind a két hőmérséklet esetén mérje meg feszültségmérő műszerrel a híd (UAB) kimenő feszültségét (A és B pont) és az erősítő kimeneti feszültségét! A mért eredményekből határozza meg számítással a $25^\circ C$, az $50^\circ C$ és a $100^\circ C$ -hoz tartozó erősítés értékét!

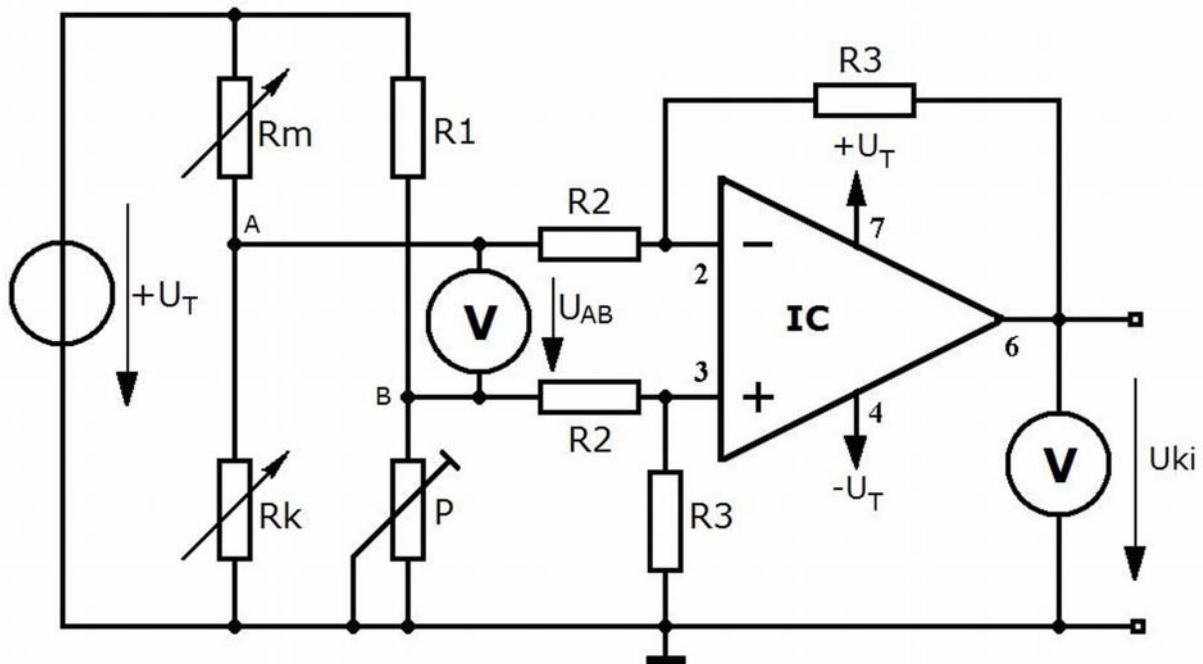
4. A mérési eredmények alapján határozza meg, hogy egy $10^\circ C$ -os hőmérséklet változáshoz mekkora ellenállás változás és mekkora kimeneti feszültség értékváltozás tartozik! A mért és számított eredményeket foglalja táblázatba! Készítse el a mérés jegyzőkönyvét, amely tartalmazza a mért és számított eredményeket!

4. feladat

Nyúlásmérő mérő-átalakítók

A nyúlásmérő bélyeg egy passzív érzékelő. A nyúlásmérő-bélyegek készítésének technológiája szerint megkülönböztetünk huzal, fólia és félvezető nyúlásmérő-bélyeget. Az előbbi típus klasszikus technológiával, azaz a vékony huzalt a hordozóra ragasztva készül, az utóbbi típusnál a hordozóra gőzölögtetett vezetőrétegből fotókémiai maratással alakítják ki a kívánt formát. A félvezető nyúlásmérő bélyeg leggyakrabban gyártott kialakítása U alakú. A nyúlásmérő-bélyegek működése azon a fizikai összefüggésen alapul, hogy a vezető (R) ellenállása egyenesen arányos a vezető (l) hosszával, fordítottan arányos a keresztmetszetével (A) és függ az anyagra jellemző (ρ) fajlagos ellenállástól. A fémes nyúlásmérő bélyegben lévő vezető megnyúlásakor az ellenállás növekszik, mivel a hossz megnő és a keresztmetszet lecsökken. Ha a test alakváltozást szenved, vele együtt deformálódik a nyúlásmérő bélyeg is, miközben megváltozik a vezető ellenállása. A bélyeget a mérendő objektumra ragasztják megfelelő szilárdságú ragasztóval. Az ellenállás változása, melyet általában hídkapcsolásban mérnek, a megnyúlással arányos.

Kapcsolási rajz



20. ábra. Nyúlásmérő mérő-átalakító mérése

Ha a mérőhíd két bemeneti pontjára U_T feszültséget kapcsolunk, akkor a híd kimeneti pontján kiegyenlített híd esetén U_{AB} feszültség mérhető, kiegyenlített híd esetén $U_{AB}=0$. A hídkapcsolás előnye, ha a hidat kiegyenlítjük és a mérendő mennyiség (pl. erő-, nyomaték-, tömegmérés (nyúlásmérő bélyeg) megváltozása csak az R_m ellenállást változtatja meg, akkor a híd kimenetén mérhető U_{AB} feszültség az eltéréssel lesz arányos.

Mérés tárgya: nyúlásmérő mérő-átalakító mérése

Mérés célja:

- nyúlásmérő mérő-átalakító működésének az ellenőrzése méréssel,
- a mérőbélyeg ellenállásának erőtől függő megváltozása és az erősítő kimeneti feszültsége közötti összefüggés megállapítása,
- mérési jegyzőkönyv készítése.

Mérési feladatok

1. Építse meg a 20. ábra alapján a nyúlásmérő mérő-átalakító mérési kapcsolását! (kapcsolás adatai: +/- $U_T=12V$, $I_C=\mu A741$, mérő nyúlásmérő bélyeg értéke: $R_M=350\Omega$, típusa: KMT-LIAD-06-3-350-5E, kompenzáló nyúlásmérő bélyeg értéke: $R_k=350\Omega$, típusa: KMT-LIAD-06-3-350-5E, $R_1=350\Omega$, $R_2=4,7k\Omega$, $R_3=47k\Omega$)

2. Kapcsolja rá a tápfeszültséget a mérőkapcsolásra. Az R_m mérőbélyeg és az R_k kompenzáló mérőbélyeg egybeépített és a másik két ellenállással mérőhídba kapcsoljuk. A P trimmer potenciométer egy változtatható ellenállás, amellyel ki kell egyenlíteni a mérőhidat a mérés megkezdése előtt. A P potenciométer segítségével egyenlítse ki a mérőhidat! Ekkor az $U_{AB}=0V$, vagyis a híd kiegyenlített. Ilyenkor a híd szemben fekvő ágaiban elhelyezkedő ellenállások szorzata egyenlő!

3. Ha a mérőbélyeg terhelést kap, a mérőellenállás értéke (R_m) megváltozik. Fejtsünk ki erőt a mérőbélyegre! Mérjük meg ekkor a mérőhíd (U_{AB}) és az erősítő kimeneti (U_{ki}) feszültségét! Ha a hidat ismét ($U_{AB}=0V$ kiegyenlítjük, akkor a hídkapcsolás törvénye alapján (kiegyenlített híd) kiszámíthatjuk a megváltozott ellenállás ΔR értékét.

4. A mérési eredmények alapján határozza meg, hogy egy 10Ω -os ellenállás változáshoz mekkora feszültség változás tartozik! A mért és számított eredményeket foglalja táblázatba! Készítse el a mérés jegyzőkönyvét, amely tartalmazza a mért és számított eredményeket!

5. feladat

Fotóellenállásos mérő-átalakító

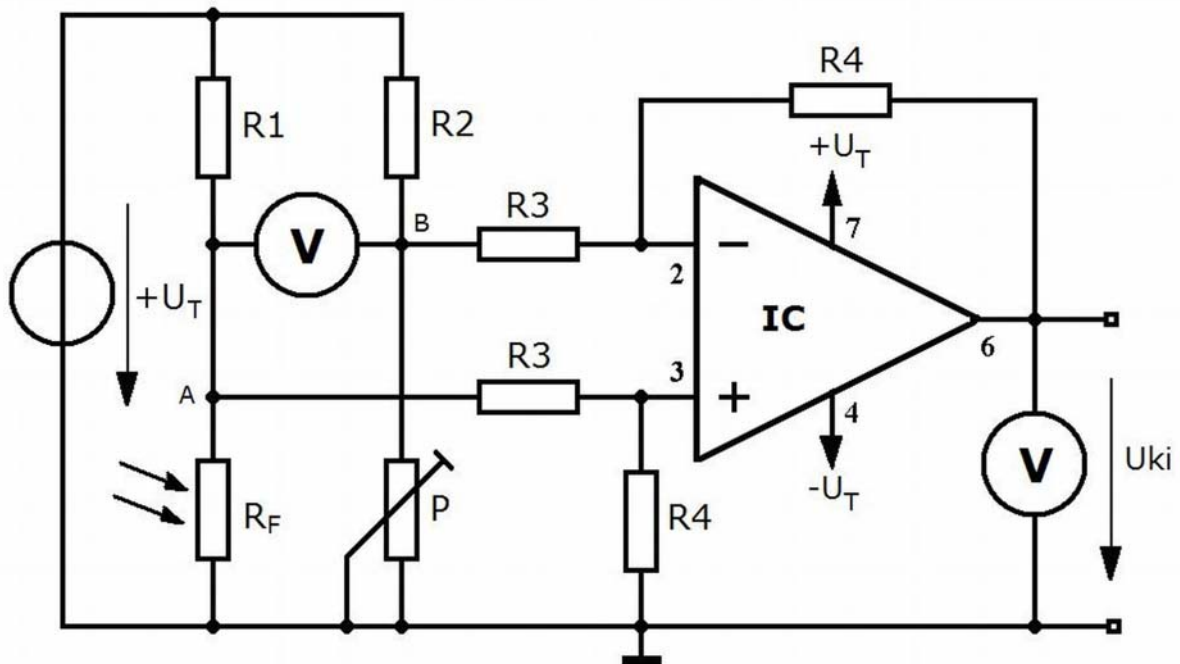
A fotóellenállások fénytől függő ellenállások. A fényérzékeny rétegek kialakítására nagyon erős fényelektromos tulajdonságokkal bíró anyagokat pl. kadmium-szulfid használnak. A fotóellenállás tehát olyan félvezető eszköz, amelynek az ellenállása a megvilágítás erősségével változik. A fotóellenállás vezetőképessége a megvilágítás növekedésével nő, ellenállása csökken. Minél jobban megvilágítunk egy fotóellenállást, annál inkább csökken az ellenállása. Az alkatrész katalógusokban a fotóellenállások típusainál megadják a sötét-ellenállást (megvilágítás nélküli ellenállásérték, ez általában $M\Omega$ nagyságrendű) és a világos ellenállást (megvilágításhoz tartozó ellenállásérték 100Ω - $1M\Omega$ közötti változhat).

Mérés tárgya: fotóellenállásos mérő-átalakító mérése

Mérés célja:

- fotóellenállásos mérő-átalakító működésének az ellenőrzése,
- a fotóellenállás ellenállásának a megvilágítás erősségétől függő megváltozása és az erősítő kimeneti feszültsége közötti összefüggés megállapítása,
- mérési jegyzőkönyv készítése.

Kapcsolási rajz



21. ábra. Fotóellenállásos mérő-átalakító mérése

Mérési feladatok

1. Építse meg a 21. ábra alapján a fotóellenállásos mérő-átalakító mérési kapcsolását! (Kapcsolás adatai: $+/- U_T = 12V$, $IC = \mu A741$, $R_F = 8k\Omega$, $R_1 = R_2 = 10k\Omega$, $R_3 = 4,7k\Omega$, $R_4 = 47k\Omega = 10k\Omega$) Állítsa be és mérje meg digitális feszültségmérő műszerrel a tápfeszültség pontos értékét!
2. Az R_t termisztorra állítson be 10 Lux fényerősséget és a P trimmer potenciométer segítségével nullázza ki a mérőhidat! A nullázást ($U_{AB} = 0V$) voltmérő műszerrel ellenőrizze! Az erősítő kimenetén mérje meg az U_{ki} feszültséget! Ekkor a különbségképző műveleti erősítő kimenetén nulla feszültséget kell mérni. A különbségképző műveleti erősítő erősítése $A_u = 10$. A híd $U_{AB} = 0V$ kiegyenlítésekor a hídkapcsolás törvénye alapján (kiegyenlített híd) számítsuk ki a fotóellenállás értékét!

3. Az RF fotoellenállás megvilágítását kapcsoljuk le! Mérjük meg 5 másodperc múlva a híd (UAB) kimenő feszültségét (A és B pont) és az erősítő kimeneti feszültségét! A mért eredményekből határozza meg számítással a fotoellenállás értékét!

4. A mérési eredmények alapján határozza meg, hogy egy 1 Lux megvilágítás erősséghez változáshoz mekkora ellenállás változás és mekkora kimeneti feszültség értékváltozás tartozik! A mért és számított eredményeket foglalja táblázatba! Készítse el a mérés jegyzőkönyvét, amely tartalmazza a mért és számított eredményeket!

MUNKANYELV

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK**1. feladat**

Sorolja fel a villamos mérőműszerek legfontosabb metrológiai jellemzői!

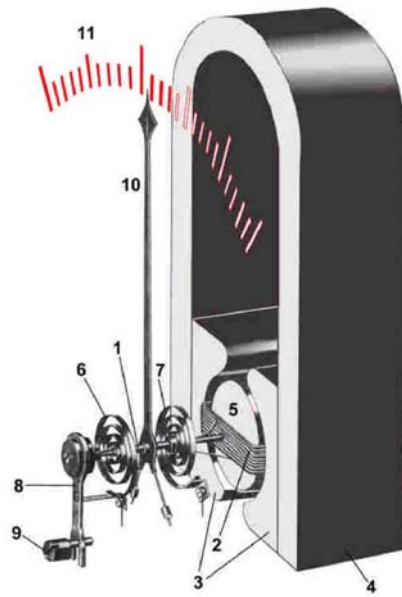
2. feladat

Húzza alá a mondatban a hibás szavakat, majd írja le helyesen a mondatot!

Az elektromechanikus műszerek az ismeretlen villamos mennyiség mérését a hőmérséklet mérésére vezetik vissza, a kitérítő (Mk) és a visszatérítő (Mv) nyomás egyensúlyban van.

3. feladat

Nevezze meg a rajz alapján Deprez műszer fő részeit a számozásnak megfelelően!



22. ábra. Deprez műszer felépítése

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____
8. _____
9. _____
10. _____
11. _____

4. feladat

Húzza alá azokat az előnyöket, amelyek hibásak az alábbi felsorolásban!

A digitális multiméterek előnyei az analóg műszerekkel szemben:

- kisebb pontosság,

- nagyobb érzékenység,
- nagyobb mérési sebesség,
- leolvasási hiba (mutató),
- méréshatár váltás automatikus,
- könnyű és átlátható kezelhetőség,
- kiegészítő mérési funkciókat is tartalmaz (pl. frekvencia- és kapacitásmérés, félvezető vizsgálat stb.)
- kisebb bemeneti ellenállás,
- a mérés automatizálható (pl. számítógépes mérési adatgyűjtés),
- a gyártás automatizálható (kevés mechanikai alkatrész),
- működés közben kötött használati helyzet,
- kicsi méret.

5. feladat

Milyen mérő-átalakítót lát a 23. ábrán?



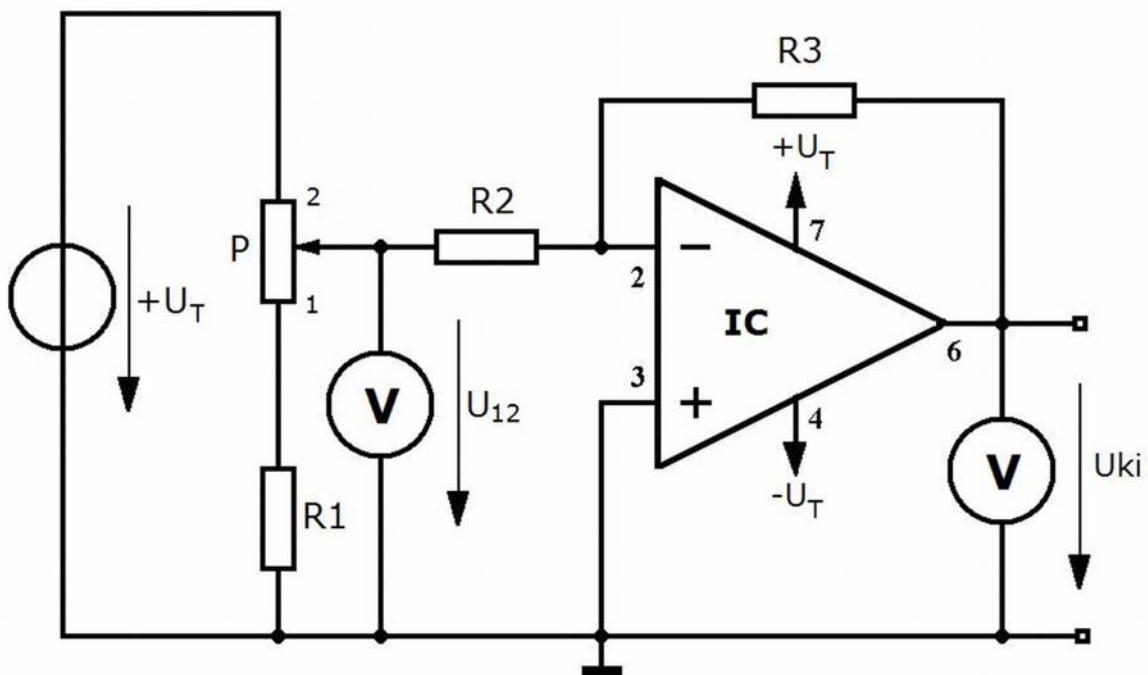
23. ábra. Mérő-átalakító

Írja le a fenti mérő-átalakító milyen átalakítást végez!

6. feladat

Az 24. ábrán egy csúszóérintkezős potenciométeres mérő-átalakító mérési kapcsolását látjuk! A mérőkapcsolás adatai: $\pm U_T = 12\text{V}$, $IC = \mu A741$, $R_1 = 1\text{k}\Omega$, $R_2 = 4,7\text{k}\Omega$, $R_3 = 47\text{k}\Omega$, $R_4 = 50\text{k}\Omega$.

1. A megadott adatok alapján a potenciométer 1-es állásban számítással határozza meg az U_{12} feszültség értékét! (P és R_1 feszültségosztót alkot)
2. Határozza meg számítással ($A_u = -R_3/R_2$) az invertáló erősítő erősítését!
3. Az erősítés ismeretében számítsa ki az U_{ki} feszültséget!



24. ábra. Csúszóérintkezős mérő-átalakító mérése

MEGOLDÁSOK

1. feladat

A villamos mérőműszerek legfontosabb metrológiai jellemzői:

- a méréshatár, (alsó, felső)
- mérési tartomány
- az érzékenység,
- a pontosság,
- a fogyasztás,
- a túlterhelhetőség,
- a használati helyzet.

2. feladat

A hibák aláhúzva:

Az elektromechanikus műszerek az ismeretlen villamos mennyiség mérését a hőmérséklet mérésére vezetik vissza, a kitérítő (Mk) és a visszatérítő (Mv) nyomás egyensúlyban van.

Helyesen a mondat:

Az elektromechanikus műszerek az ismeretlen villamos mennyiség mérését a nyomaték mérésére vezetik vissza, a kitérítő (Mk) és a visszatérítő (Mv) nyomaték egyensúlyban van.

3. feladat

Deprez műszer fő részei:

1. tengely,
2. lengőtekerecs,
3. pólussaru,
4. állandó mágnes,
5. vasmag,
6. spirálrugó,
7. spirálrugó,
8. nulla állító kar,
9. állító csavar,
10. mutató,
11. skála

4. feladat

Az aláhúzott hibák a felsorolásban!

A digitális multiméterek előnyei az analóg műszerekkel szemben:

- kisebb pontosság,
- nagyobb érzékenység,
- nagyobb mérési sebesség,
- leolvasási hiba (mutató),
- méréshatár váltás automatikus,
- könnyű és átlátható kezelhetőség,
- kiegészítő mérési funkciókat is tartalmaz (pl. frekvencia- és kapacitásmérés, félvezető vizsgálat stb.)
- kisebb bemeneti ellenállás,
- a mérés automatizálható (pl. számítógépes mérési adatgyűjtés),
- a gyártás automatizálható (kevés mechanikai alkatrész),
- működés közben kötött használati helyzet,
- kicsi méret.

5. feladat

Átalakító megnevezése: csúszóérintkezős mérő-átalakítót ábráját látjuk a rajzon.

Átalakítás: a csúszóérintkezős mérő-átalakító a mérendő mennyiséget pl. elmozdulást, vagy szögelfordulást ellenállás változássá alakít át.

6. feladat

1. $U_{12}=235\text{mV}$
2. $A_u = -10$
3. $U_{ki} = -2,35\text{V}$

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Szerzői kollektíva: Elektrotechnikai szakismeretek. Műszaki könyvkiadó, 1996

Tordai György: Elektronikus mérések. TANKÖNYVMESTER Kiadó, 2002

Lándor Béláné – Molnár Ervin: A műszaki rajz alapjai–villamos rajzi alapismeretek. TANKÖNYVMESTER Kiadó, 2003

A tartalomelemben illusztrációként felhasznált fotók egy része a megjelölt forrásokból származik, másik része a szerző saját készítésű képei

A tartalomelemben illusztrációként felhasznált ábrák a szerző saját készítésű ábrái.

AJÁNLOTT IRODALOM

Gergely István: Elektronikus műszerek. Műszaki Könyvkiadó, 1999

Major László: Villamos mérés technika. KIT Képzőművészeti Kiadó és Nyomda, 1999

A(z) 0917-06 modul 022-es szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 523 01 0000 00 00	Elektronikai technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
15 óra

MUNKANYELV

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