

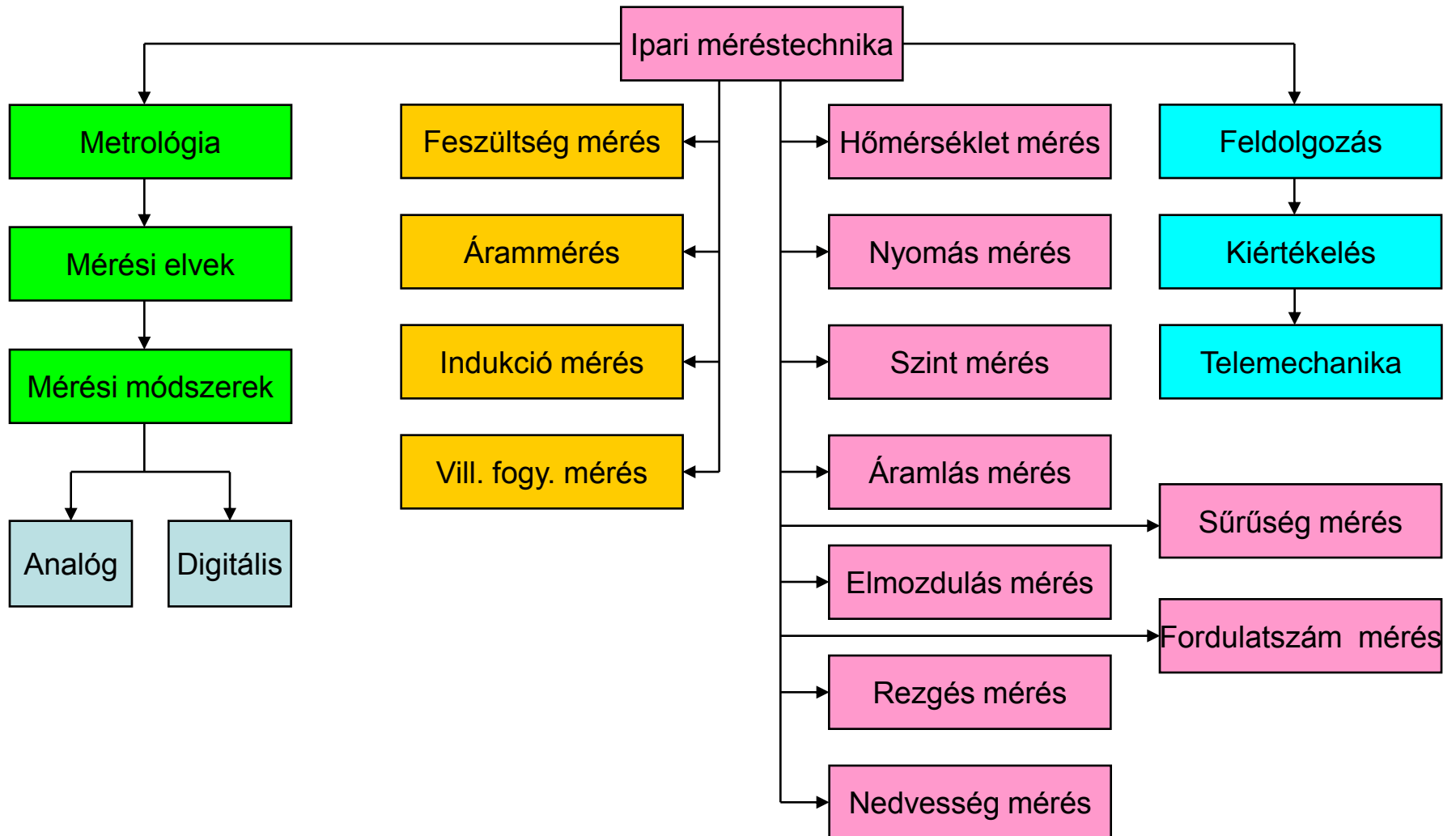
Ipari mérés technika

Készítette: Kiss László

Az ipari mérés technika alapjai

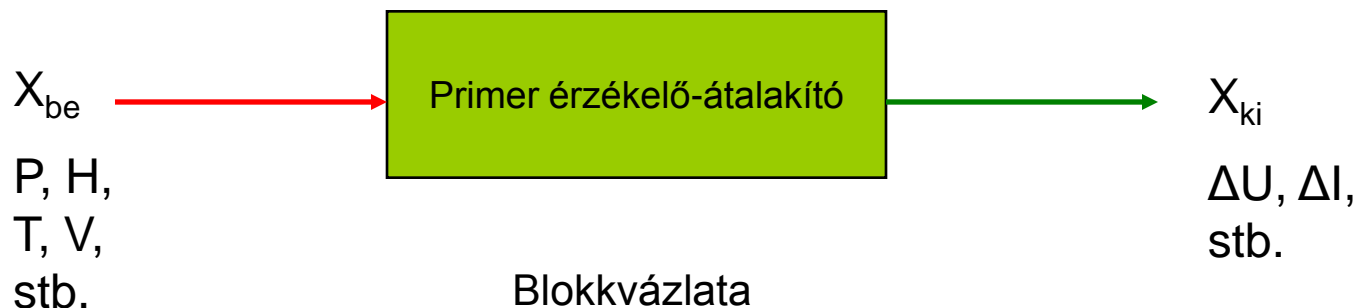
- Az ipari, mérés technika **tárgya**, a műszaki folyamatokban végbemenő változások fizikai jellemzőinek **érzékelése és mérése**.
- A fizikai jellemzőket **két fő csoportba** osztjuk:
 - **Villamos mennyiségek**, tehát eredendően villamos jelek, (U; I; $P_{\text{vill.}}$).
 - **Nem villamos mennyiségek**, (hőmérséklet, nyomás, szint, áramlás, elmozdulás)
- A nem villamos mennyiségeket részben **segédenergia nélkül**, részben **villamos segédenergia igénybevételével** mérjük.
- A **segédenergia nélküli mérés hátránya**, hogy a mérési eredmény szállítása, tárolása, feldolgozhatósága **körülményes**. Ezért az ilyen módon történő mérés eredménye **tájékoztató jellegű**, pl. manométer.
- A villamos segédenergiával történő mérés során a nem villamos mérendő jeleket, **mérő-átalakítókkal villamos jelvéáltozássá alakítjuk**. Ezek a jelek jól szállíthatóak, tárolhatóak és feldolgozásuk lényegesen könnyebb, mint az előző jeleké.

Az ipari mérés technika áttekintése

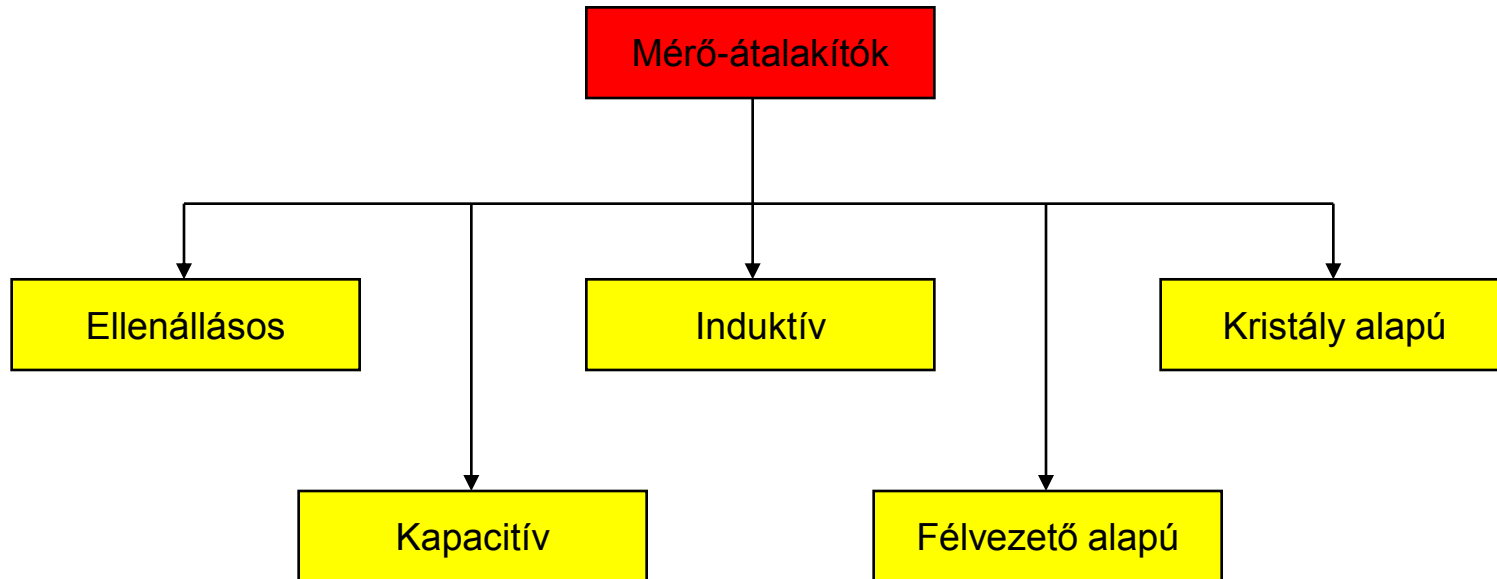


Mérő-átalakítók

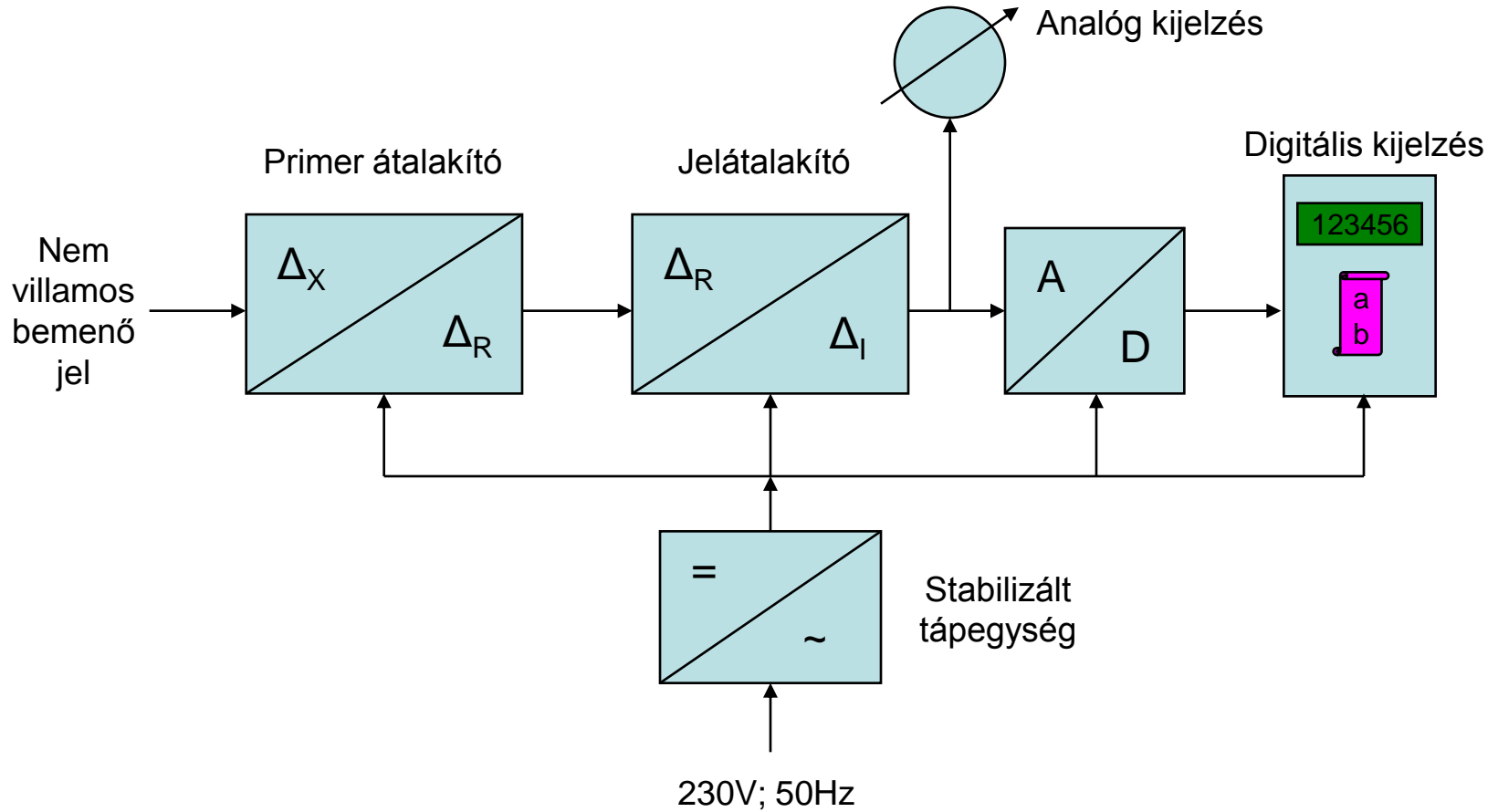
- A mérő-átalakítók feladata, hogy a nem villamos mennyiségeket érzékelve, **azzal arányos jelet** állítsanak elő, pl.: U; I; R, stb.
- A mérő-átalakítóknak a folyamat jellemzőkkel érintkező részét **primer érzékelőknek** nevezzük. **Különleges szerkezeti és anyagjellemző** igény, pl.: savas közeg mérése esetén.
- A mérő-átalakítók primer érzékelői két részre oszthatók:
 - **Passzív átalakítók**, működésük minden esetben segédenergiát igényel.
 - **Aktív átalakítók**, működésük nem mindig igényel segédenergiát.



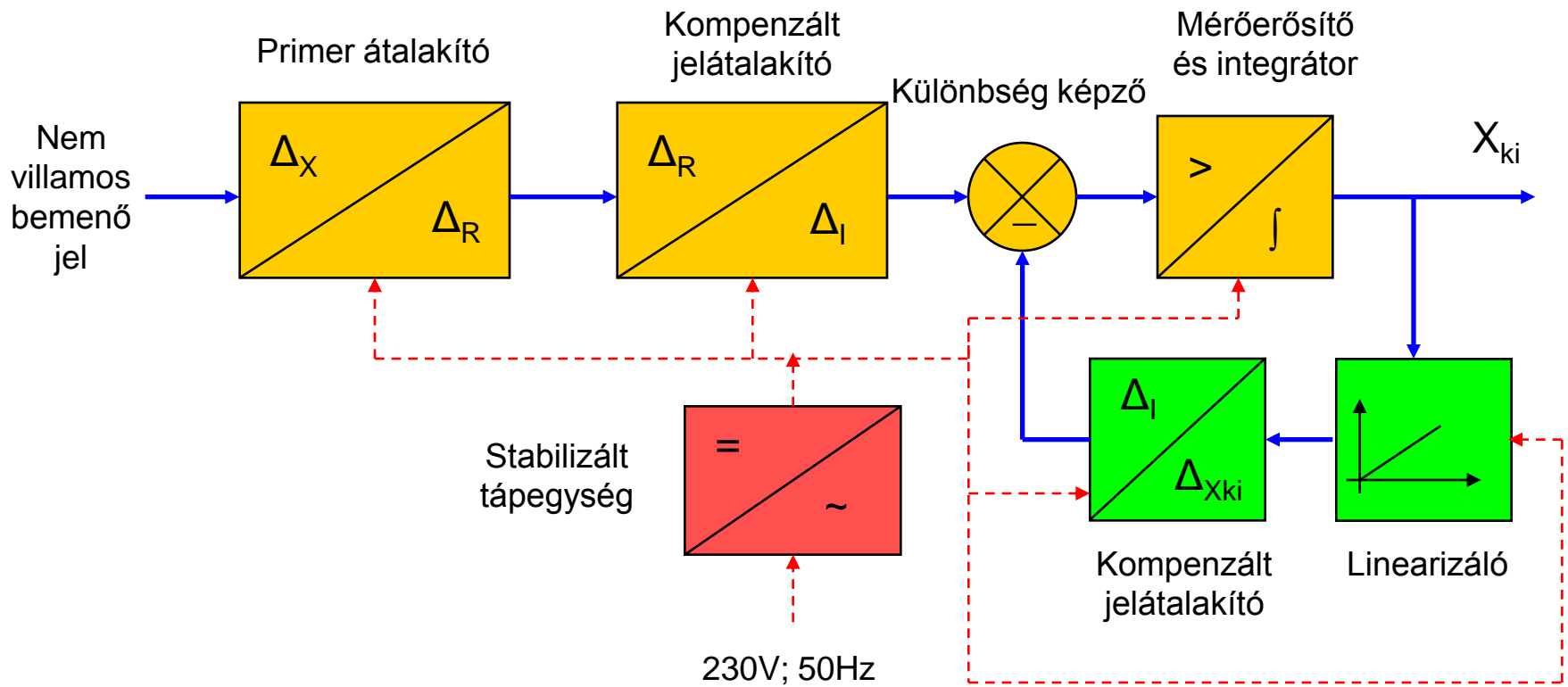
Mérő-átalakítók csoportosítása



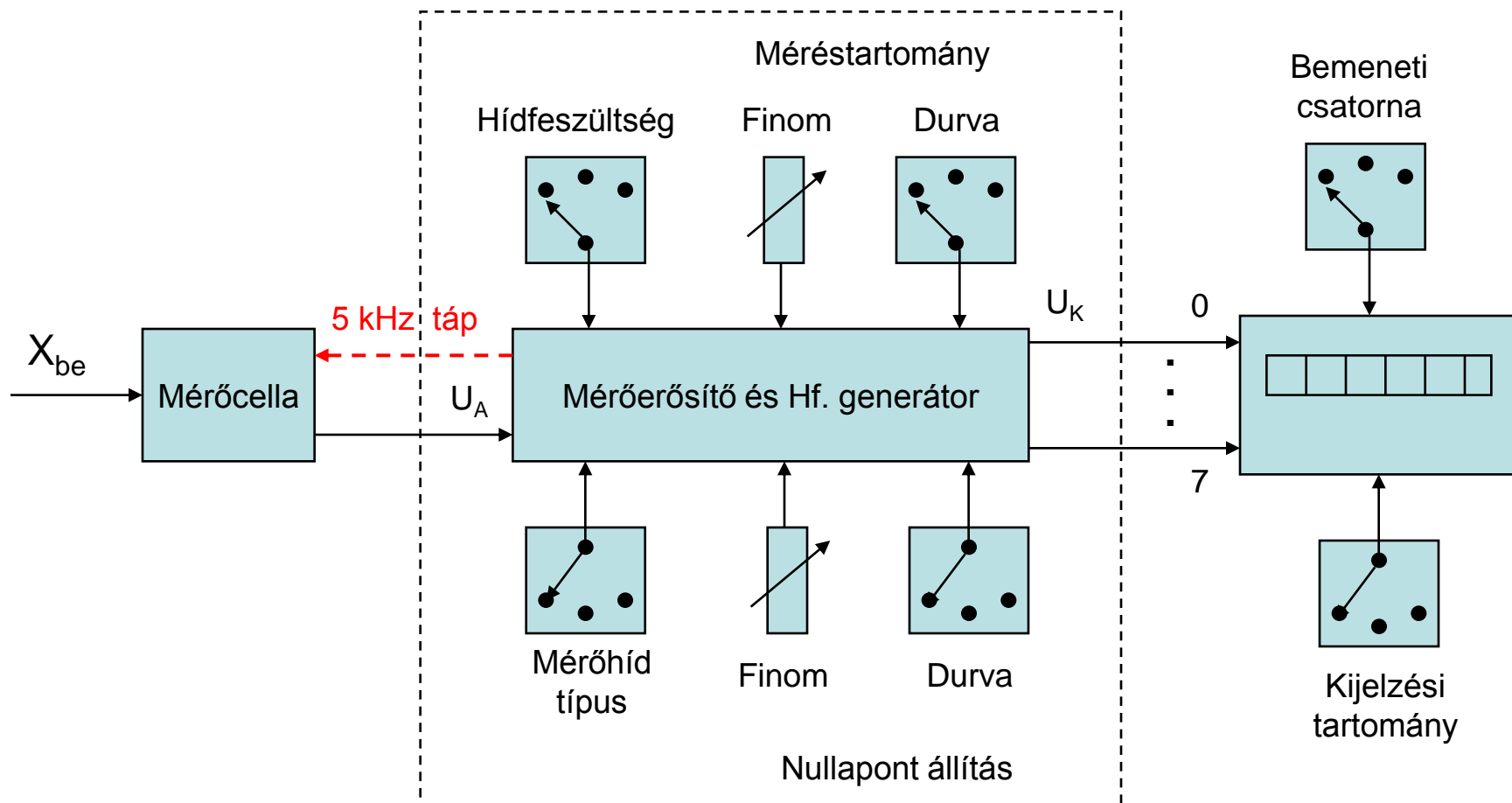
Nyílthurkú mérő-átalakítók blokkvázlata



Zárthurkú mérő-átalakítók blokkvázlata



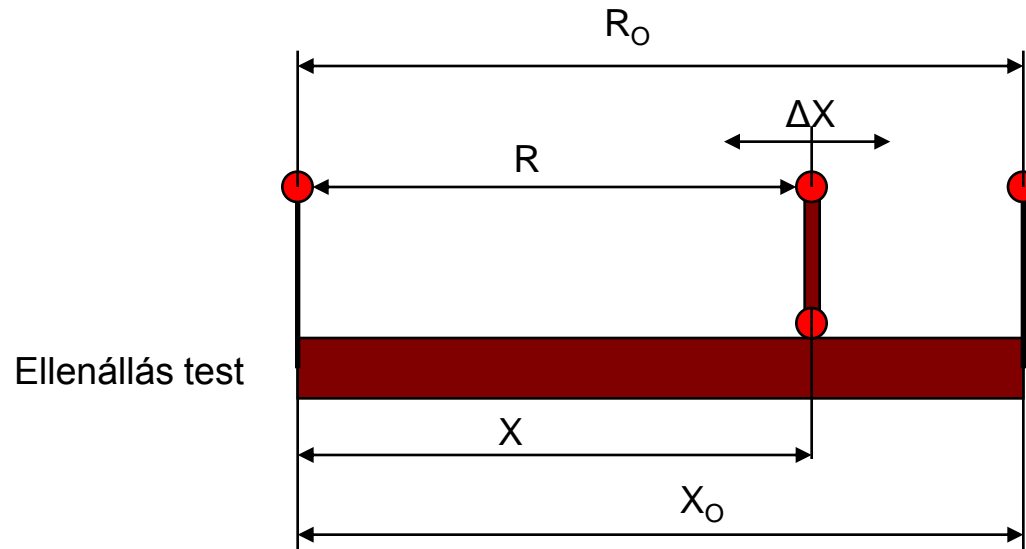
Korszerű ipari mérő-átalakító elvi felépítése



Passzív mérő-átalakítók

- **Ellenállás változáson alapuló átalakítók:**
 - Csúszóérintkezős, pl.: potenciométer
 - Huzalos, pl.: nyúlásmérő bélyeg
 - Hőmérséklet érzékelő ellenállások, pl.: Pt 100
- **Kapacitás változáson alapuló átalakítók:**
 - Síkkondenzátorokat alkalmazó átalakítók, pl.: folpack fólia vastagság mérése
 - Hengerkondenzátorokat alkalmazó átalakítók, pl.: tartályszíntek mérése
- **Induktivitás változásán alapuló átalakítók:**
 - Nyitott mágneskörű átalakítók, pl.: vasúti kerekek áthaladásának érzékelése
 - Zárt mágneskörű átalakítók, pl.: MMG villamos nyomástávadó
 - Magnetoelasztikus átalakítók, a magnetostrikció inverzeként működnek
- **Félvezető alapú átalakítók:**
 - Termisztorok
 - Szilícium ellenállás hőmérők
 - Fényérzékelő ellenállások

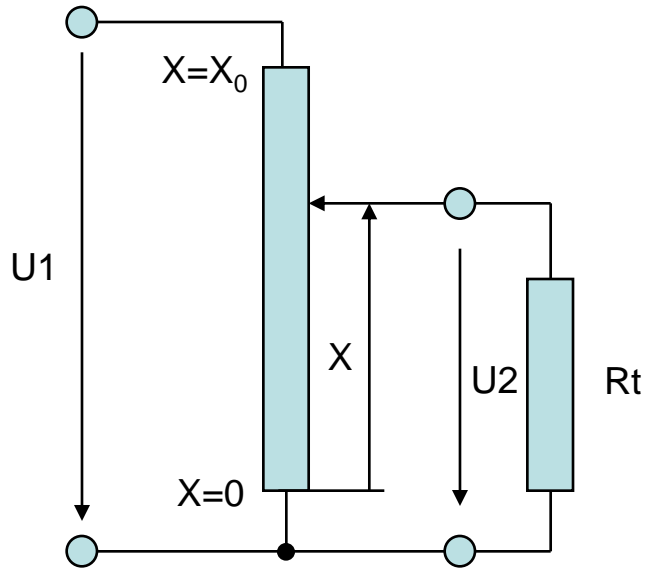
Ellenállás alapú csúszóérintkezős átalakítók



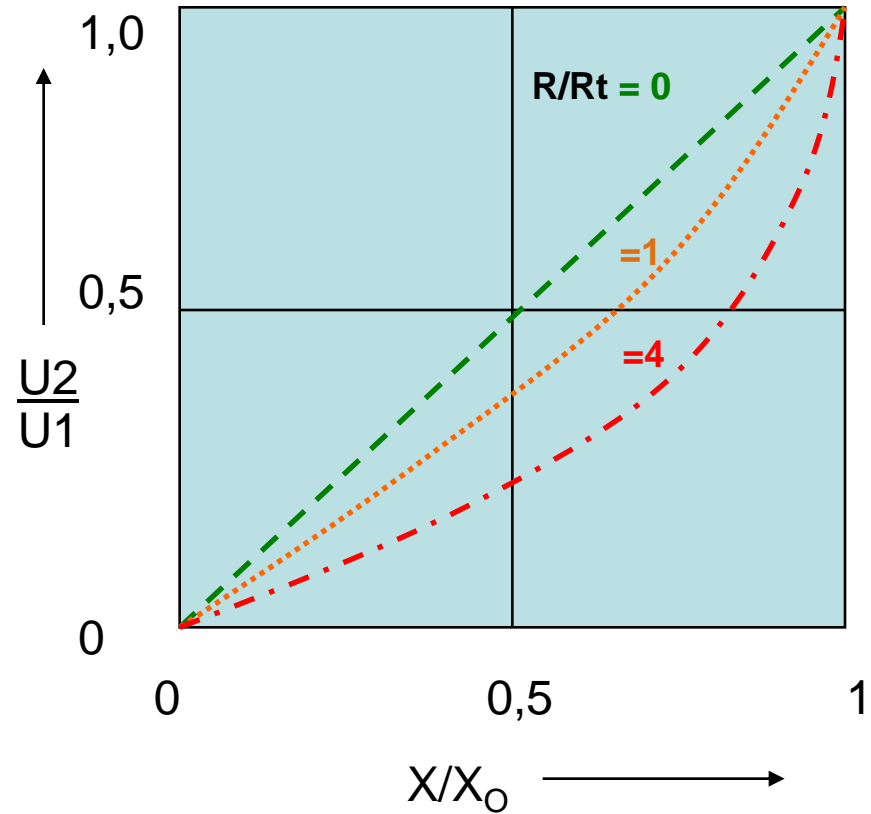
$$\frac{R}{R_0} = \frac{X}{X_0}; \quad \Rightarrow \quad R = \frac{X}{X_0} * R_0.$$

$$S = \frac{\frac{d_R}{R_0}}{\frac{d_X}{X_0}}.$$

Csúszóérintkezős terhelt átalakító



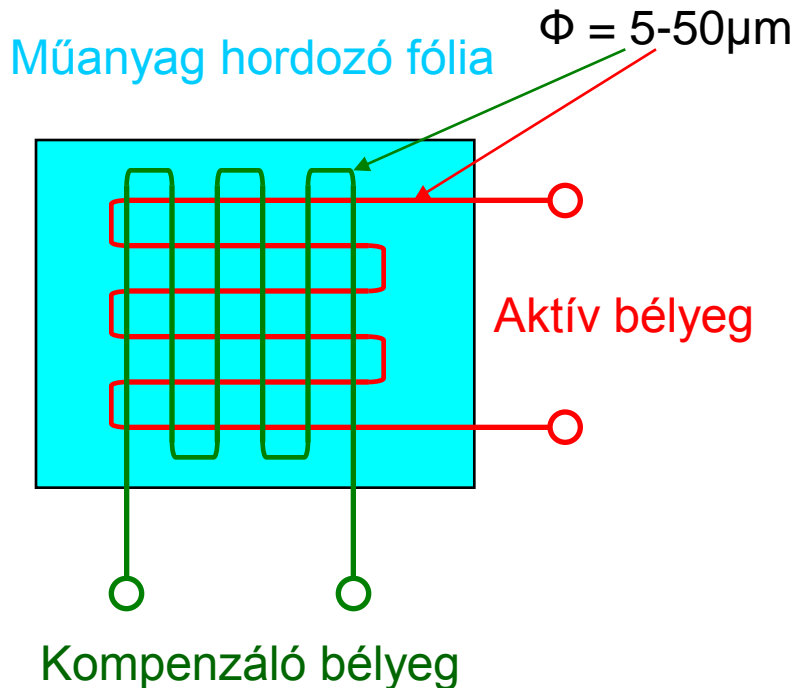
$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{1 + \frac{R}{R_0} * \frac{X}{X_0} * \left(1 - \frac{X}{X_0}\right)} * \frac{X}{X_0}$$



Nyúlásmérő bélyegek (tenzoellenállások)

- Nyújtó, vagy nyomóerő hatására **megváltoztatják ellenállásukat**. Alkalmas rugalmas deformáció és rezgés mérésére is.
- **Kialakítását tekintve van:**
 - Halszáлка mintázatú
 - Huzalos (aktív és kompenzáló bélyegekkel)
 - Rozettás kivitelű (körkörös elrendezés)
- **A nyúlásmérő bélyegek legfontosabb jellemzői:**
 - Névleges terhelés: az az erő, amellyel a működési tartományon belül terhelhető
 - Alsó mérési határ: az a minimális erő, amelytől kezdve a nyúlásmérő bélyeg megfelel a követelményeknek
 - Cellatényező (érzékenység): a névleges és a nulla terhelésnél mért kimeneti feszültségek különbségének, valamint a nyúlásmérő bélyeg tápfeszültségének hányadosa mV/V-ban mérve.

Huzalos nyúlásmérő bélyeg



A nyúlásmérő bélyeget az un.: **gauge** faktorra (**g**) jellemezzük.

Ez tk.: az átalakítási tényező, amely megmutatja, hogy hányszorosára változik meg a bélyeg ellenállása egységnyi erőhatás következtében. **$g \approx 2-2,7$**

Linearitási eltérésük: 0,1%-1,0% között

Élettartamuk: $10^6 \dots 10^7$ behatás

$R_{\text{névl}}$: 120, 350, 600, 1000 Ω

Mérhető legkisebb nyúlás: $0,1 \cdot \mu \cdot \varepsilon$

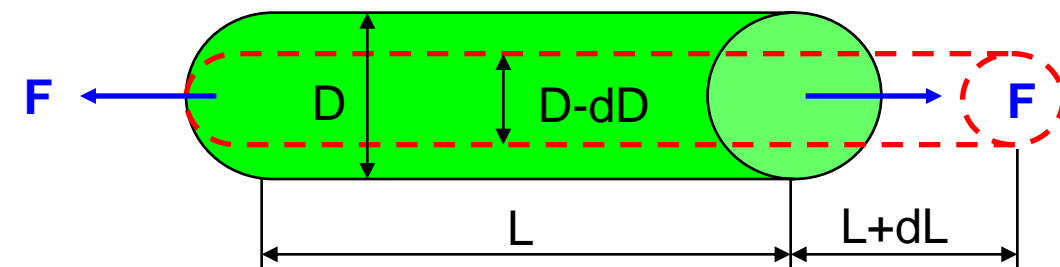
Hőmérséklet tartomány: $-20 \text{ }^\circ\text{C} - +150 \text{ }^\circ\text{C}$ -ig

A huzalos nyúlásmérő bélyeg fizikája

- ε : nyúlási együttható, amely a relatív hosszváltozást fejezi ki.
- μ : Poisson tényező, $\mu \approx 0,3$.

Az F erő hatására a relatív ellenállás változás nagyobb mint a relatív hosszváltozás, tehát:

$$\frac{dR}{R} > \frac{dL}{L}$$



$$\varepsilon = \frac{dL}{L}; \quad \text{és} \quad \frac{dD}{D} = -\mu \cdot \varepsilon; \quad \text{ill.:} \quad \frac{dD}{D} = -\mu \cdot \frac{dL}{L} : \quad \Rightarrow \quad -\mu = \frac{\frac{dD}{D}}{\frac{dL}{L}}$$

A huzalos nyúlásmérő bélyeg fizikája

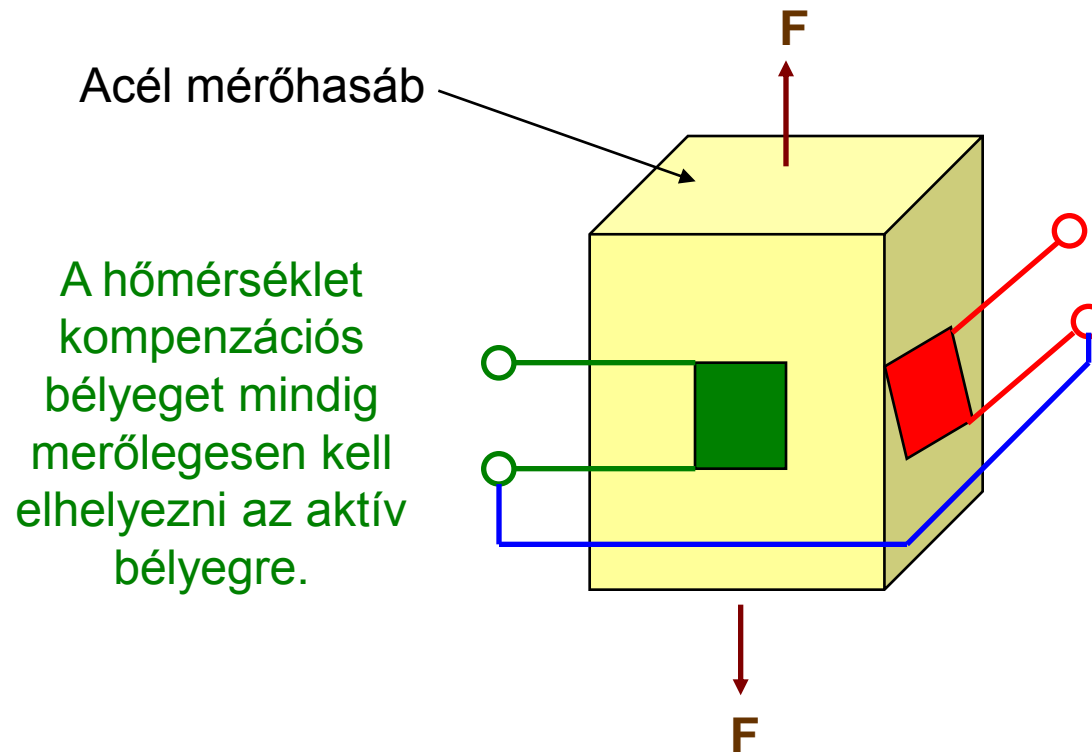
$$\underline{\underline{R}} = \rho \cdot \frac{L}{A} = \rho \cdot \frac{L}{\frac{D^2 \cdot \pi}{4}} = \rho \cdot \frac{4 \cdot L}{\underline{\underline{D^2 \cdot \pi}}}$$

$$\ln R = \ln \rho + \ln L - 2 \cdot \ln D + \ln \left(\frac{4}{\pi} \right)$$

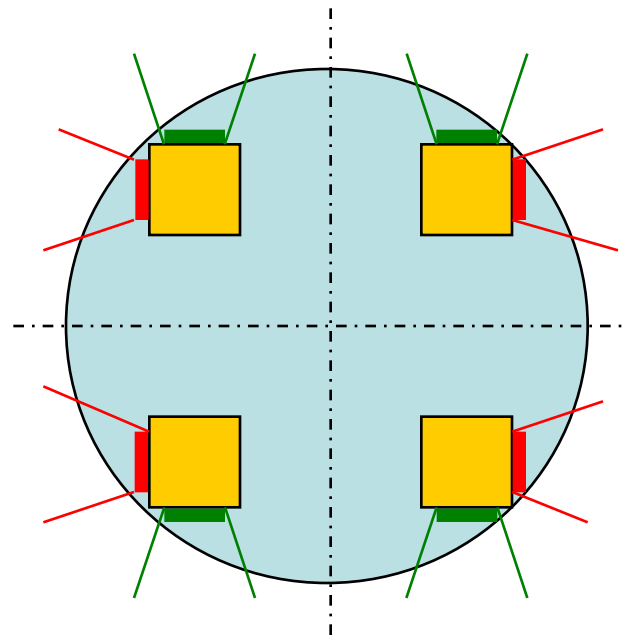
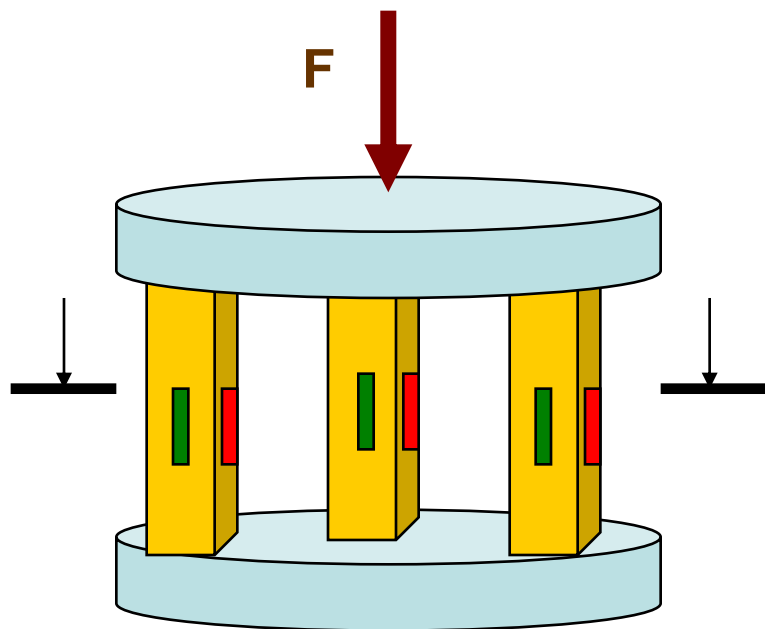
$$\frac{dR}{R} = \frac{d\rho}{\rho} + \frac{dL}{L} - 2 \cdot \frac{dD}{D} \quad \Bigg| \cdot \frac{dL}{L}$$

$$g \rightarrow \frac{\frac{dR}{R}}{\frac{dL}{L}} = \frac{\frac{d\rho}{\rho}}{\frac{dL}{L}} + 1 - 2 \cdot \frac{\frac{dD}{D}}{\frac{dL}{L}}; \Rightarrow \underline{\underline{g = \frac{\frac{d\rho}{\rho}}{\frac{dL}{L}} + 1 + 2 \cdot \mu}}$$

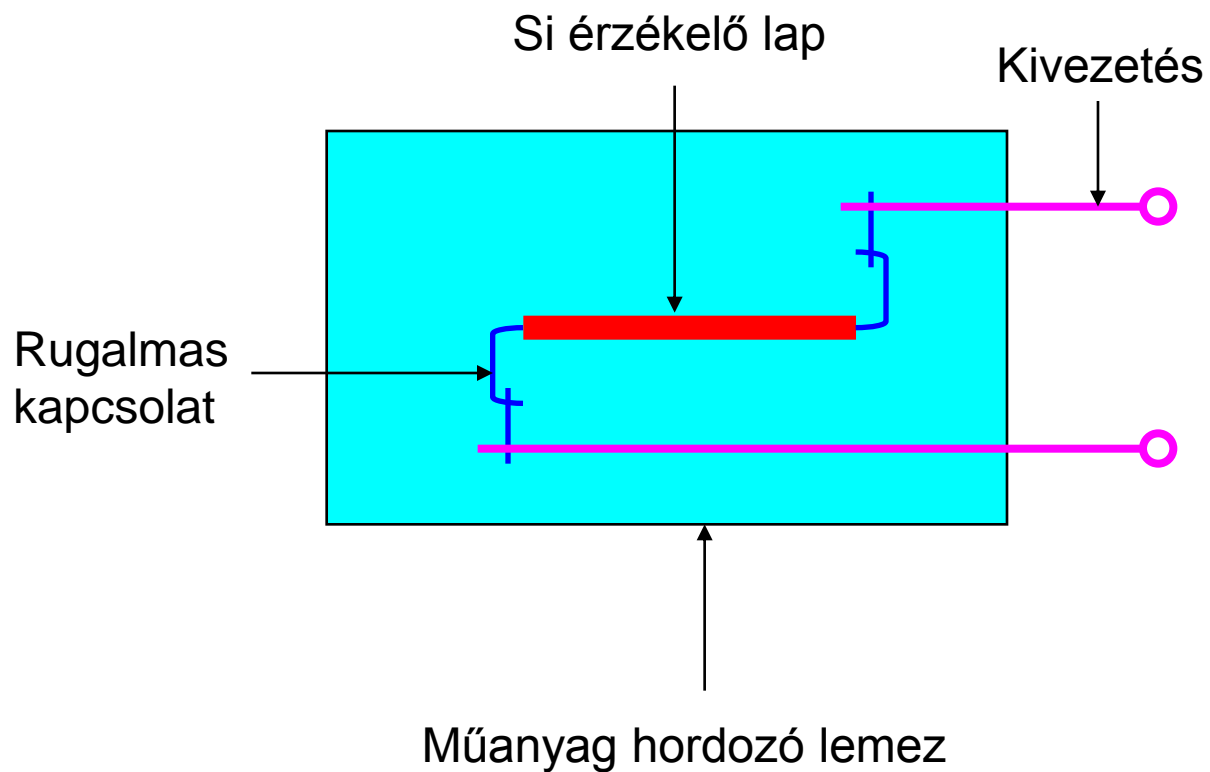
Bélyeg elhelyezése a mérőhasábra



Az erőmérő cella felépítése



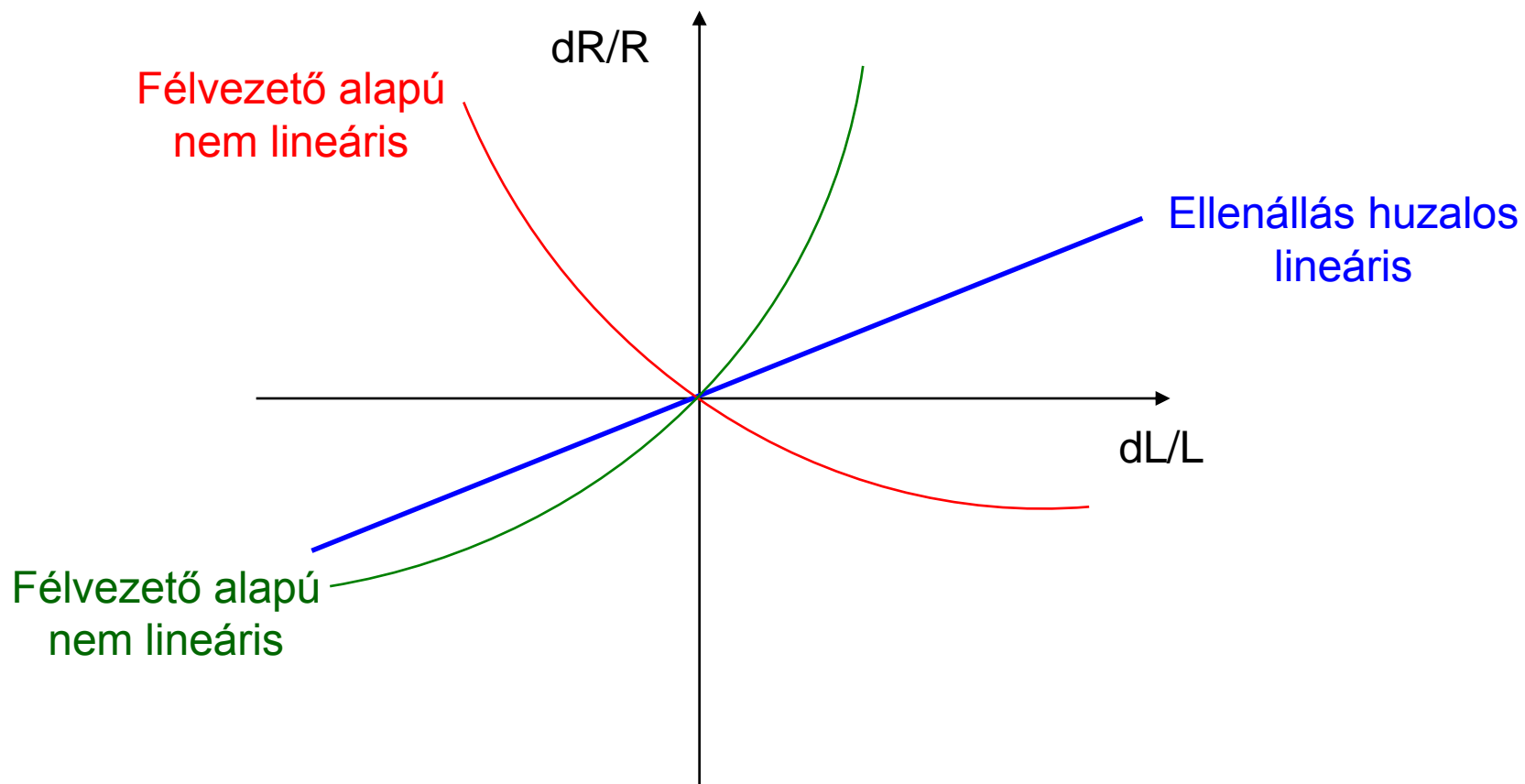
A félvezető nyúlásmérő bélyeg



A félvezető nyúlásmérő bélyeg jellemzői

- Érzékeny a hőmérséklet változásra,
- Névleges ellenállása 120Ω ,
- $g \approx 100-120$,
- Linearitása terhelésfüggő, de kb.: 1%,
- Élettartama 10^6 behatás,
- Üzemelési hőmérséklet tartomány: $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ – tól $+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ig,
- A tápfeszültség megválasztásánál vigyázni kell, hogy az áram ne melegítse,
- Jó mechanikai tulajdonságú és kis hőmérsékleti együtthatójú bélyeg megválasztására kell törekedni.

A nyúlásmérő bélyegek karakterisztikái



A nyúlásmérő bélyegek jellegzetes hibái

- **Kúszás**, vagyis, hogy a bélyeg **milyen mértékben fut együtt** a mérőtesttel, (mérőhasábbal)
- **Isméltési hiba**, az ugyanazon „F” erőhatásra adott válasz jel, tehát az ellenállás változás azonossága
- **Irányváltási hiba**, a dinamikus méréseknél fellépő hiba
- **Linearitási hiba**, ami huzalos átalakítók esetén nem jelentkezik, csak extrém erőhatásoknál. Félvezető alapúak esetén a linearitástól való eltérést **többtagú hatványsorral küszöböljük ki**. A gyártó ezt a hatványsort mellékeli az átalakítóhoz
- **Hőmérséklet függés**, ezt a gyártó zárt matematikai összefüggéssel közli, hogy a ΔT hőmérséklet változás milyen mérési hibát okoz. **Ez rendszeres hiba, tehát kiküszöbölhető.**

Hőmérséklet érzékelő ellenállások

- A fémek ellenállása a hőmérsékletváltozás hatására, tág hőmérséklet határok között **lineárisan változik**.
- A fémes anyagokból készített hőmérséklet érzékelők az **ellenállás hőmérők**.
- Előnyük, hogy linearitásuk miatt **nincs szükség szálkorrekcióra**.
- Hátrányuk:
 - Hogy pontszerű mérésre nem alkalmasak
 - Radioaktív környezetben nem alkalmazható, mert a radioaktív sugárzás jelentősen megváltoztatja a fémek ellenállását
- Az α hőmérsékleti tényező megmutatja, hogy 1°C változás mekkora ellenállás változást idéz elő az egységnyi keresztmetszetű anyagban.
- Ha a hőmérséklet (+) irányba változik (0°C feletti tartomány), akkor a fémek ellenállása a hőmérséklettel négyzetes összefüggésben változik.
- Ha a hőmérséklet (–) irányba változik (0°C alatti tartomány), akkor a fémek ellenállása a hőmérséklettel negyedik hatvány szerinti összefüggésben van.

Ellenállás hőmérők alapösszefüggései

$$\alpha = \frac{1}{R_0} \cdot \frac{R_{100} - R_0}{100}; \quad R_T = R_0 \cdot \left(+ \alpha \cdot \Delta T \right)$$

$$R_T = f \left(T^2 \right) \text{ ha } \Delta T > 0; \quad \text{és} \quad R_T = f \left(T^4 \right) \text{ ha } \Delta T < 0.$$

Pt 100 – ra :

$$0 \text{ és } 630,5 \text{ } ^\circ\text{C} \Rightarrow R_t = R_0 \cdot \left(+ A \cdot T + B \cdot T^2 \right)$$

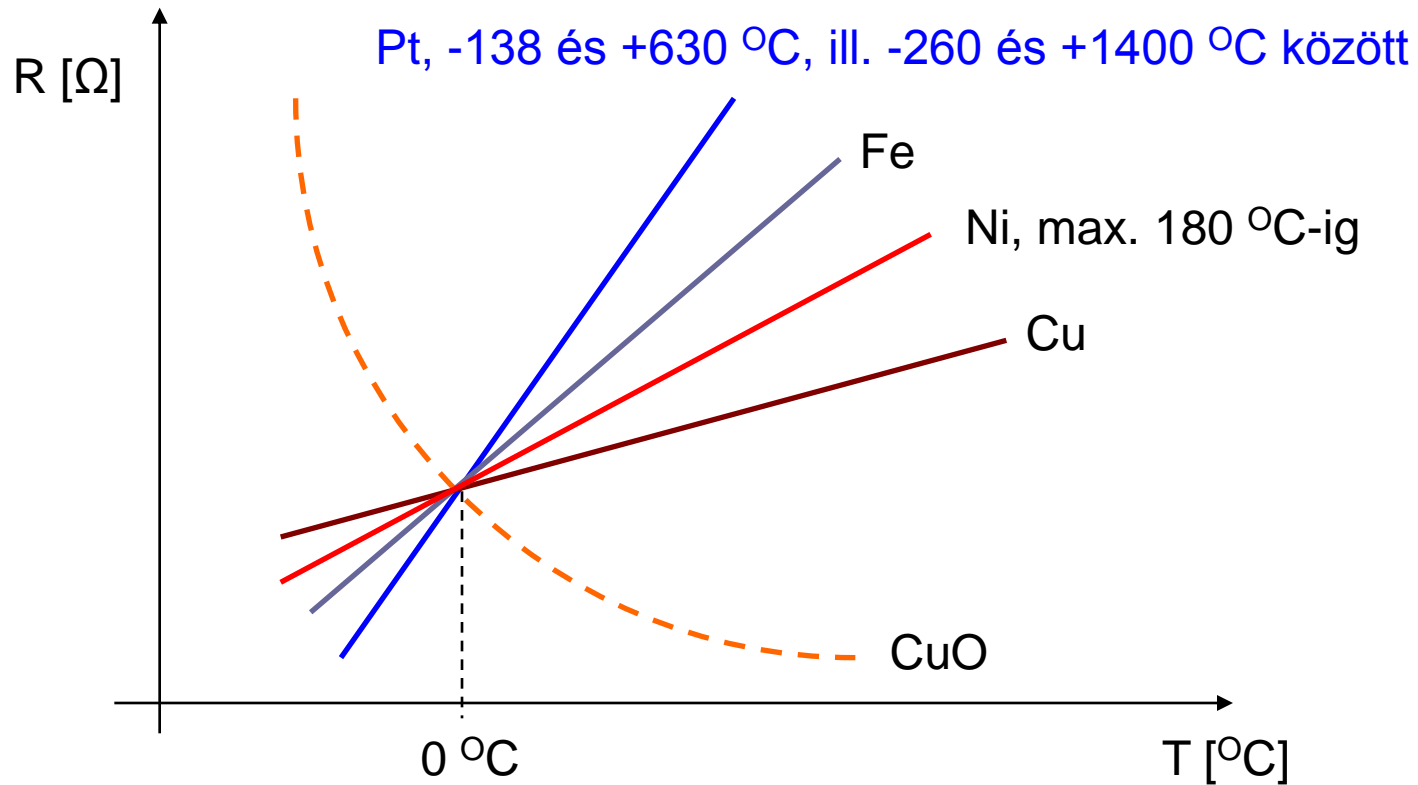
$$0 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ alatt} \Rightarrow R_t = R_0 \cdot \left(+ A \cdot T + B \cdot T^2 + C \cdot \left(T - 100 \right) T^3 \right)$$

$$A = 3,98 \cdot 10^{-3}$$

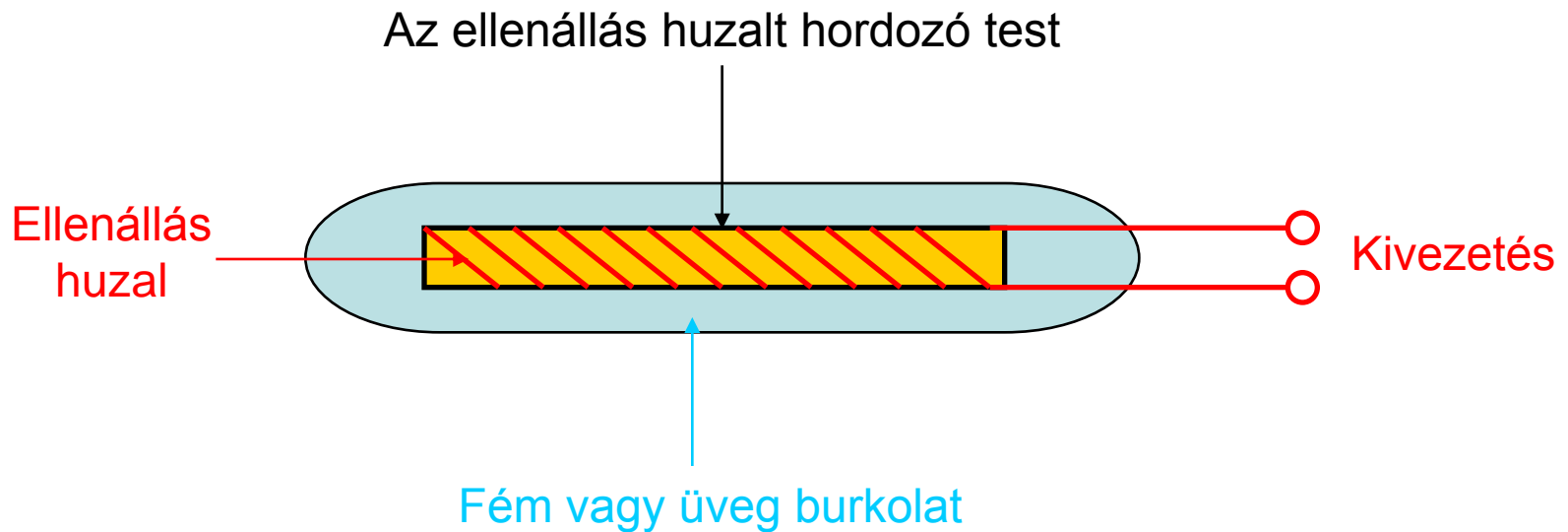
$$B = -5,9 \cdot 10^{-7}$$

$$C = -4,3 \cdot 10^{-12}$$

Ellenállás hőmérők karakterisztikái



Ellenállás hőmérők vázlatos felépítése



A Pt alapellenállásai: 50Ω vagy 100Ω

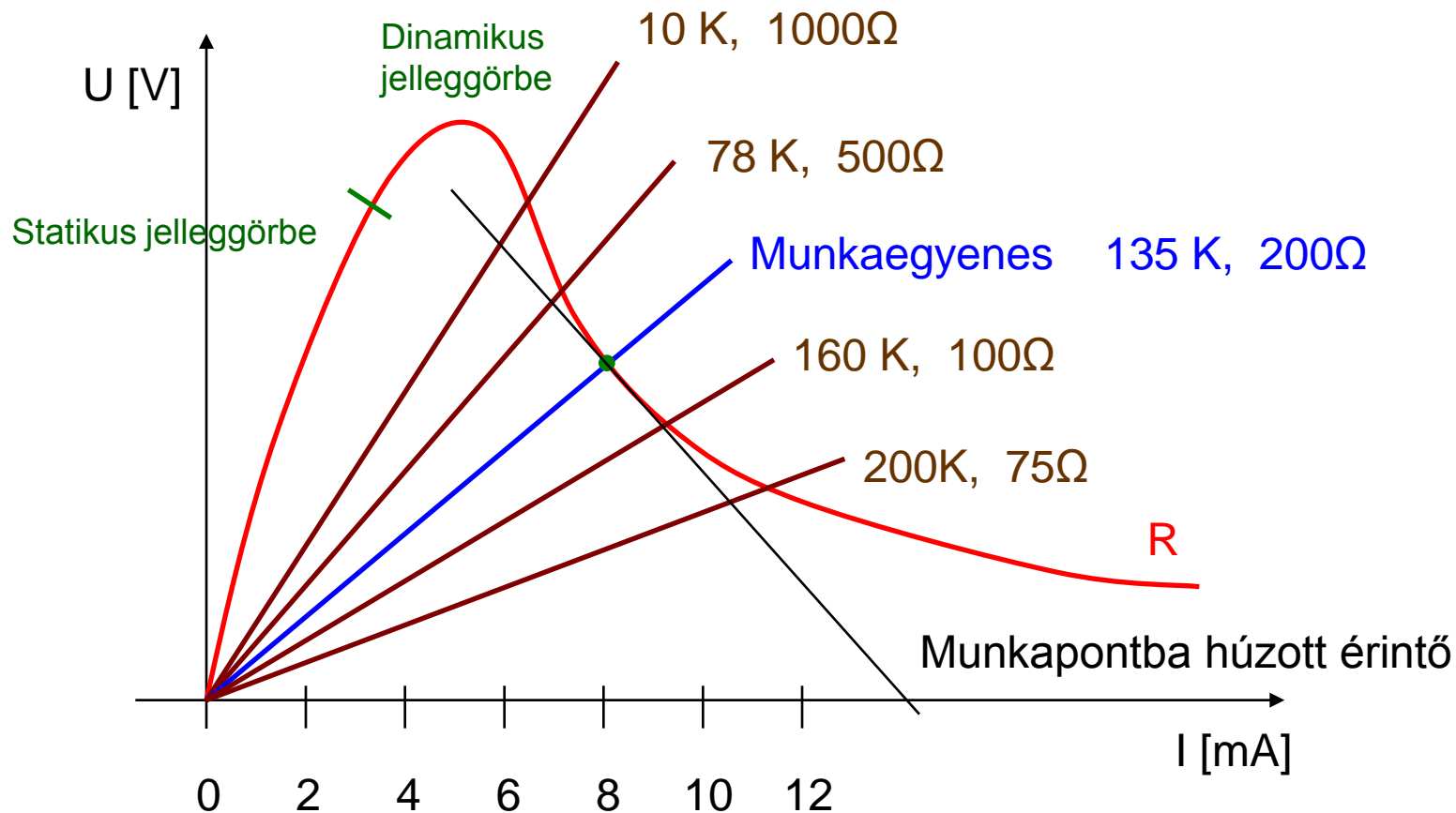
Félvezető alapú hőmérséklet érzékelők

- Azokat a fémoxidokat, amelyek alkalmasak a hőmérséklet változás kimutatására, **termisztoroknak** nevezzük.
- A termisztorok növekvő hőmérsékletnél **csökkenő ellenállást mutatnak**, ezek a negatív hőfoktényezőjű anyagok (NTK).
- Azok a termisztorok, amelyeknek az ellenállása növekvő hőmérséklet esetén növekedést mutat, a **pozitív hőfoktényezőjű** anyagok közé tartoznak, **(PTK)**. Anyaguk polikristályos báriumtitanát.
- A termisztorok hátránya: a karakterisztikájuk **nem lineáris**
- A termisztor működését az alábbi összefüggés írja le:

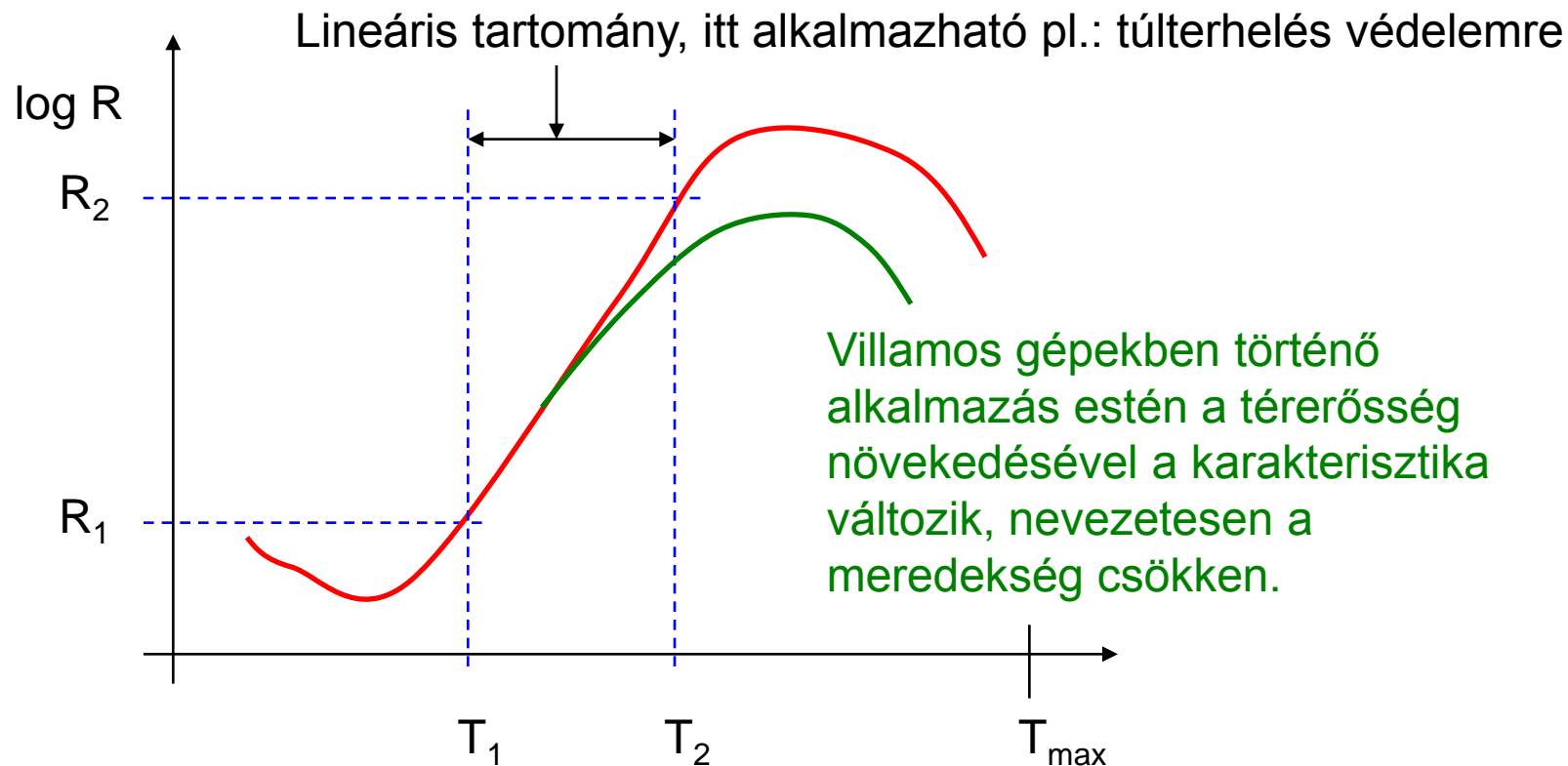
$$R_T = R_{T_0} \cdot e^{-B \cdot \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right)}; \quad B = a \text{ termisztorra jellemző állandó}$$

$$\alpha = -\frac{B}{T^2} \left[\frac{1}{K} \right];$$

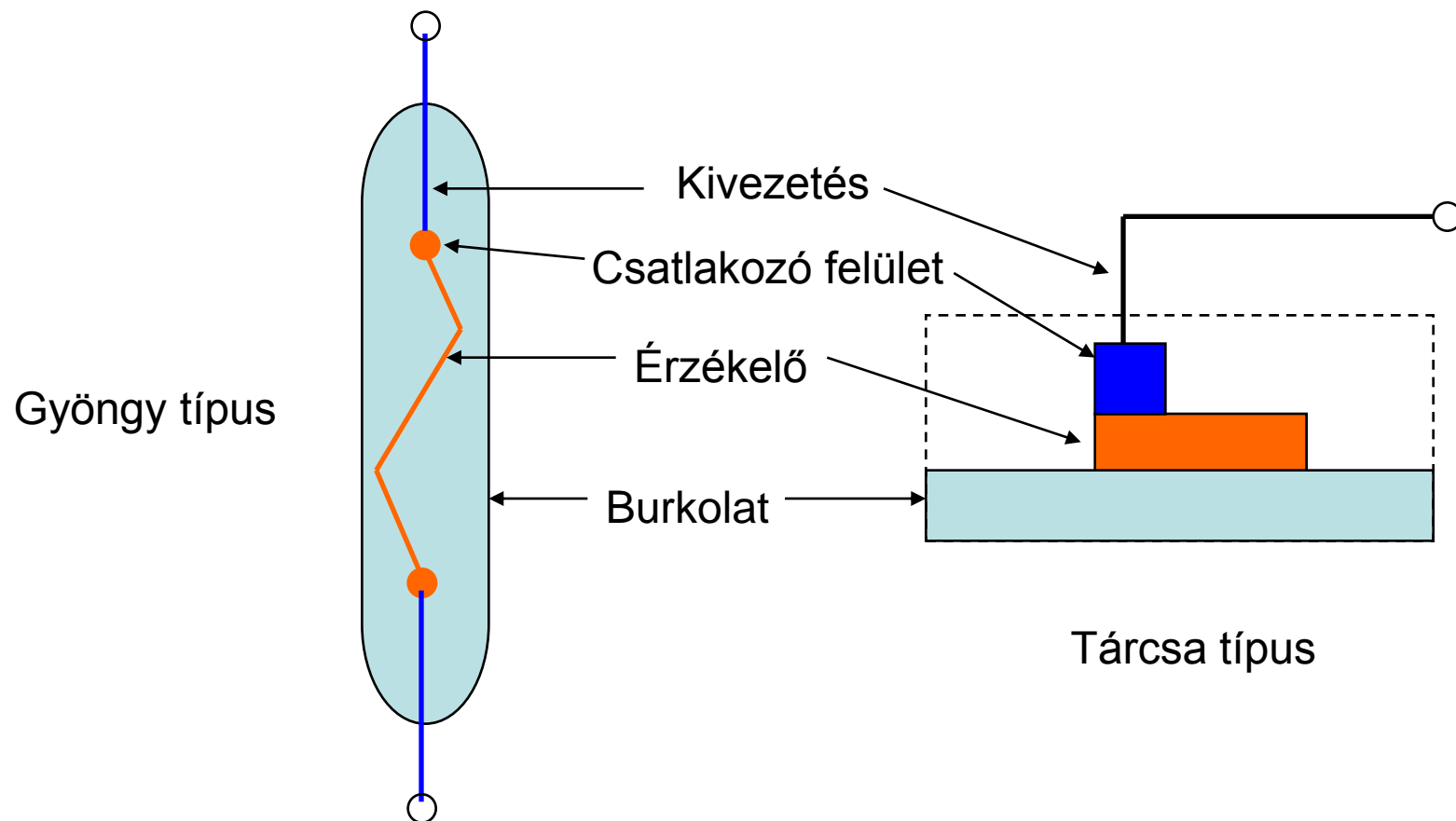
Az NTK termisztor karakterisztikája



A PTK termisztor karakterisztikája

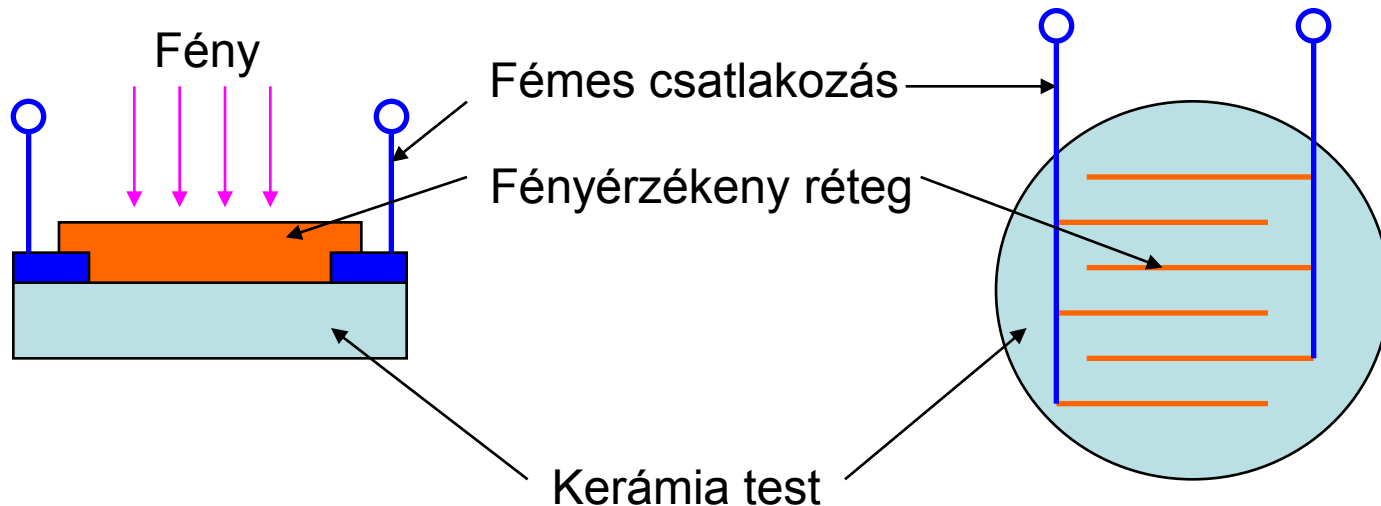


A termisztorok kiviteli formái

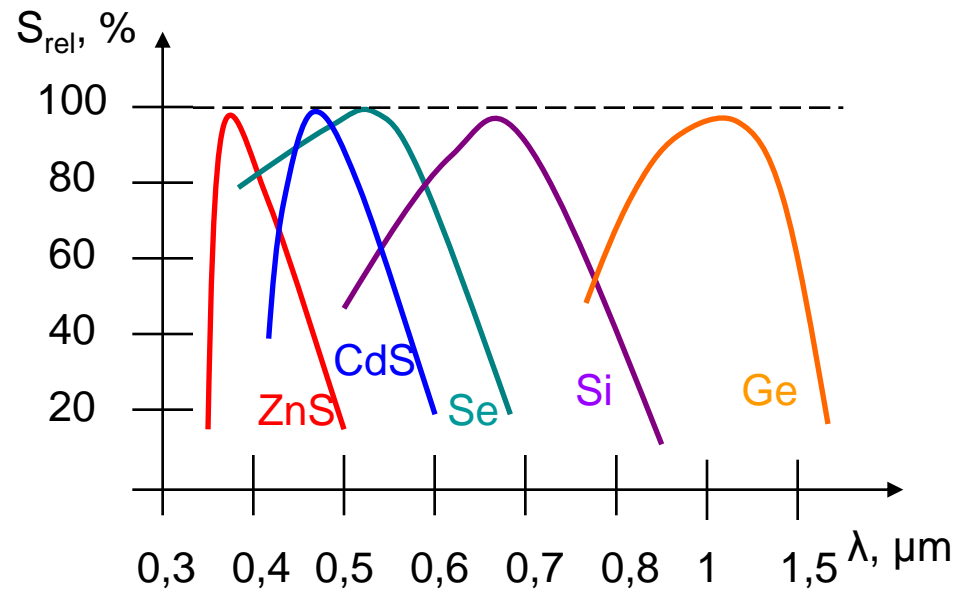
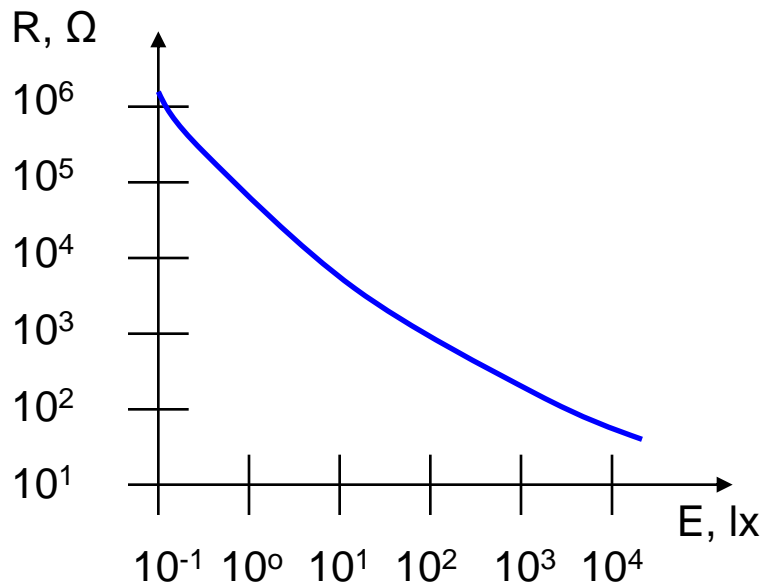


Fényérzékelő ellenállás

- Az anyaga **polikristályos félvezető**.
- Jelleggörbéje **tág határok között lineáris**.
- Hőmérsékleti tartománya **-20 °C-tól +70°C-ig**.
- Az érzékelő alapellenállása a fémes hozzávezető kontaktus méretével állítható be, tehát az átalakító alapellenállása nem a lapka átmérőjétől és vastagságától, hanem **hosszávezető kontaktus méretétől függ**.



A fényérzékelő ellenállás karakterisztikái



A yellow sticky note with a black border and a folded bottom-left corner. On the left side, there is a vertical list of 11 square checkboxes, each containing a checkmark. To the right of this list, the text "Számonkérés következnek" is written in red. At the bottom right of the note, there are two empty rectangular boxes.

**Számonkérés
következnek**

Számonkérés

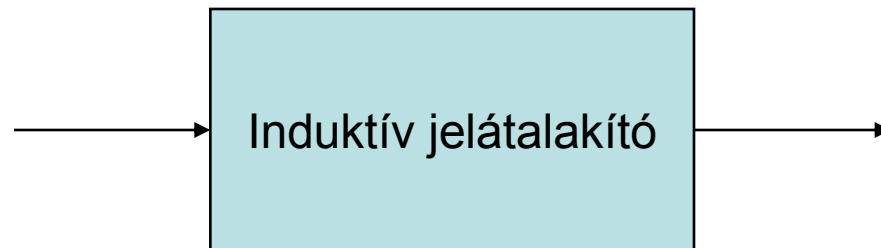
1. Rajzolja le az ipari mérés technika kapcsolatrendszerét!
2. Csoportosítsa a mérő-átalakítókat!
3. **Rajzolja le a nyílthurkú mérő-átalakító blokkvázlatát!**
4. Mutassa be a nyúlásmérő bélyeg fizikai működését!
5. Mit nevezünk ellenállás hőmérőnek?
6. Rajzolja le az ellenállás hőmérő vázlatos felépítését!
7. Mutassa be a félvezető alapú hőmérséklet érzékelőket!
8. **Rajzolja le a korszerű ipari mérő-átalakító elvi felépítését!**
9. Ismertesse a fényérzékelő ellenállás felépítését és működését.
10. Rajzolja le a PTK termisztor kiviteli formáit és a karakterisztikáját.

Következnek az induktív átalakítók.

Induktív jelátalakítók

- Az induktív jelátalakítók lehetnek **aktívak, vagy passzívak.**
- Ha a kimeneti jele **induktivitás változás,** akkor passzív.
- Ha a kimeneti jele **indukált feszültség,** akkor aktív.
- Közös jellemzőjük, hogy mindegyik tartalmaz **vasmagot és tekercset.**
- Kiviteli formájuk különböző, de mindig **illeszkedik a felhasználáshoz.**
- Blokkvázlata:

Bemeneti jele:
elmozdulás (Δx),
vagy
szögelfordulás
($\Delta \varphi$).

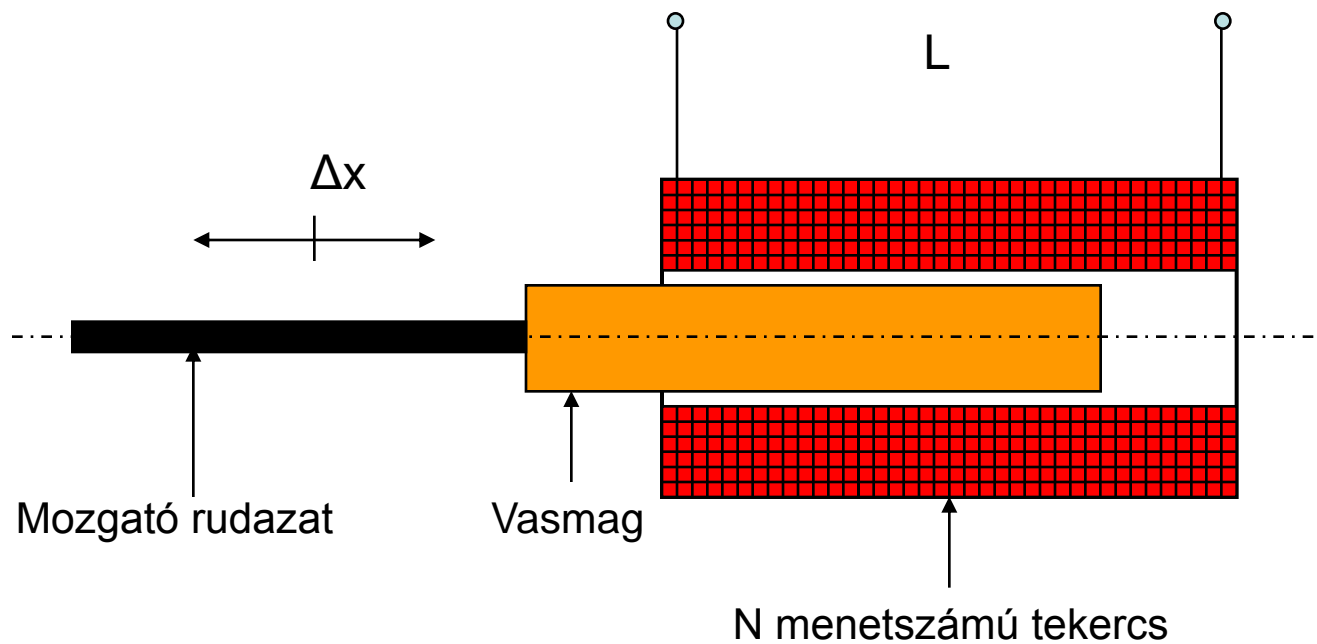


Kimeneti jele:
induktivitás
változás (ΔL)

Induktív jelátalakítók osztályozása

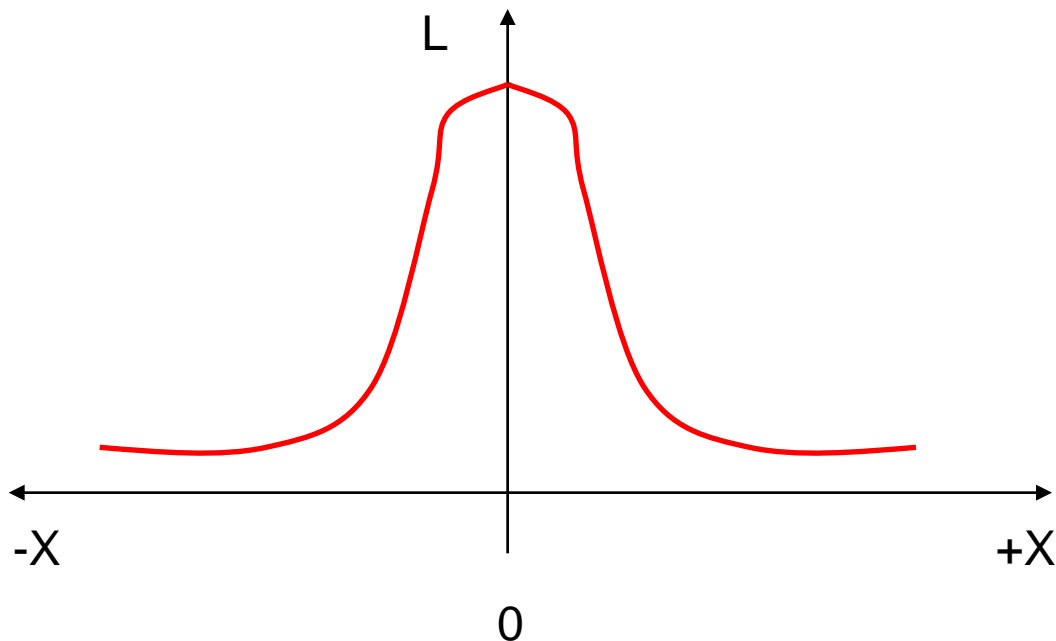
1. **Induktív jelátalakítók** azok, amelyeknek a működése az **érzékelő** elmozdulásának eredményeként bekövetkező **induktivitás változáson** alapul.
2. **Differenciáltranszformátoros jelátalakítók** azok, amelyeknél két a tekercsrendszer között létrejövő **fluxusváltozás képezi a működés alapját**.
3. **Elektrodinamikus jelátalakítók** azok, amelyek működése egy váltakozó mágneses térben elhelyezett lengő tekercsben keletkezett **indukált feszültség** létrejöttén alapul, ha a tekercset **nyugalmi helyzetéből** kimozdítjuk.
4. **Állandómágneses induktív jelátalakítók** azok, amelyek működése egy **állandó mágneses térben** mozgó tekercsben indukált feszültség létrejöttén alapul.

Egytekerceses nyitott mágneskörű átalakító



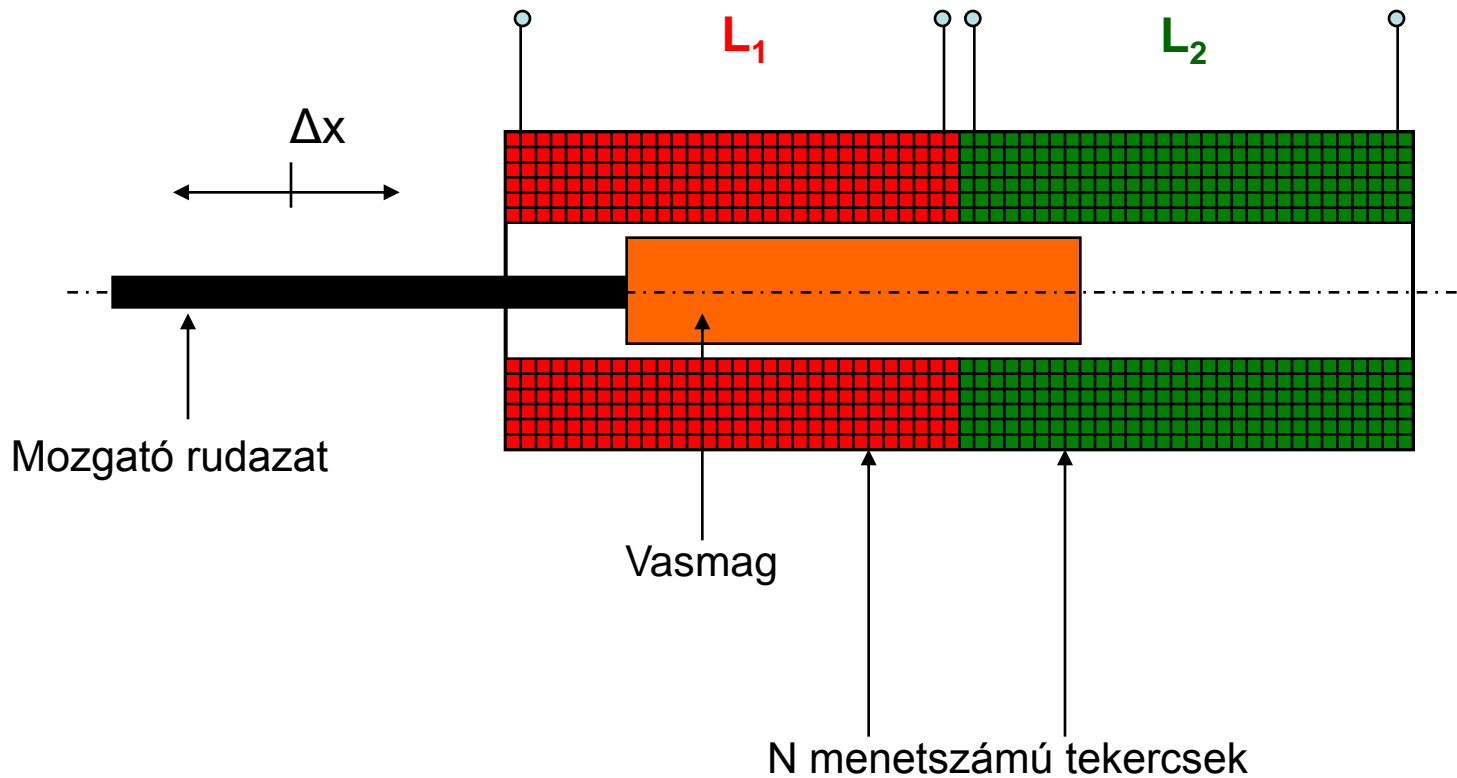
Ha a vasmag elmozdul, akkor a tekercs inductivitása változik. Legnagyobb az inductivitás akkor, ha a vasmag teljesen fedésben van a tekercssel.

Az egytekerceses nyitott mágneskörű átalakító jelleggörbéje

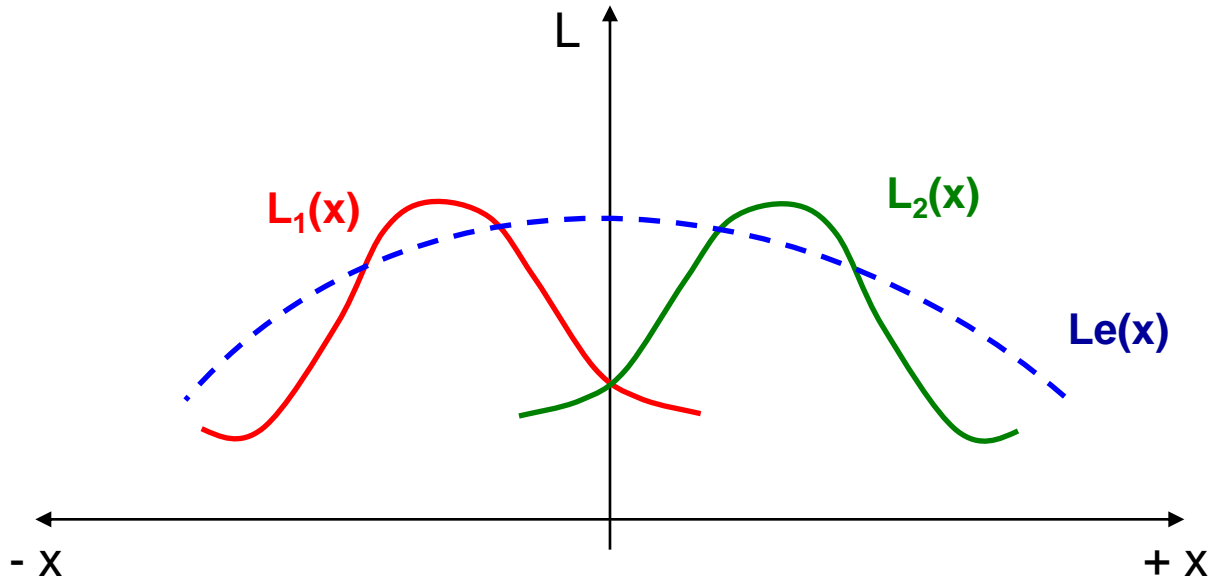


Az impedancia változása az elmozdulás függvényében

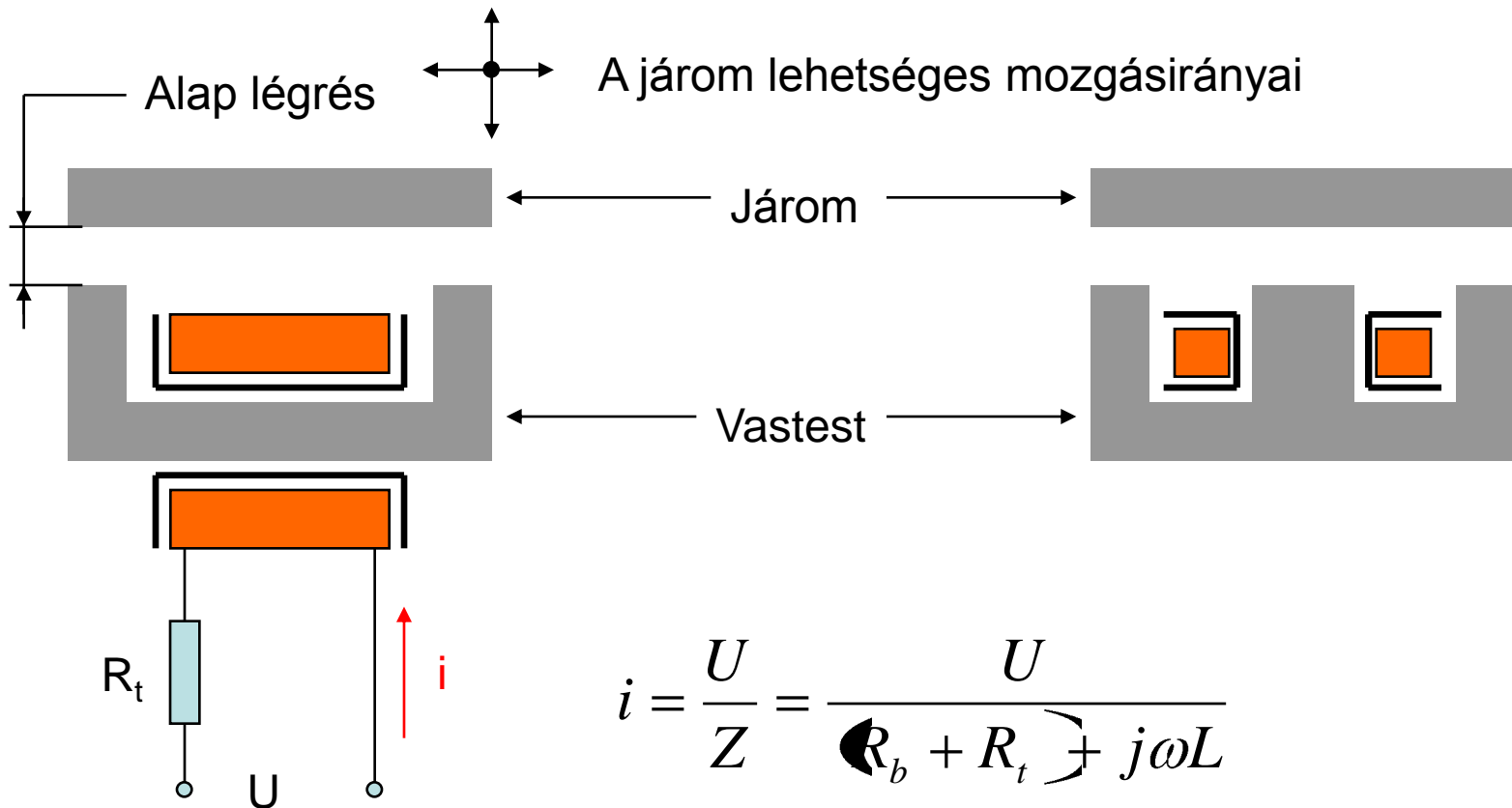
Kétkerceses nyitott mágneskörű átalakító



A kétkerceses nyitott mágneskörű átalakító jelleggörbéje



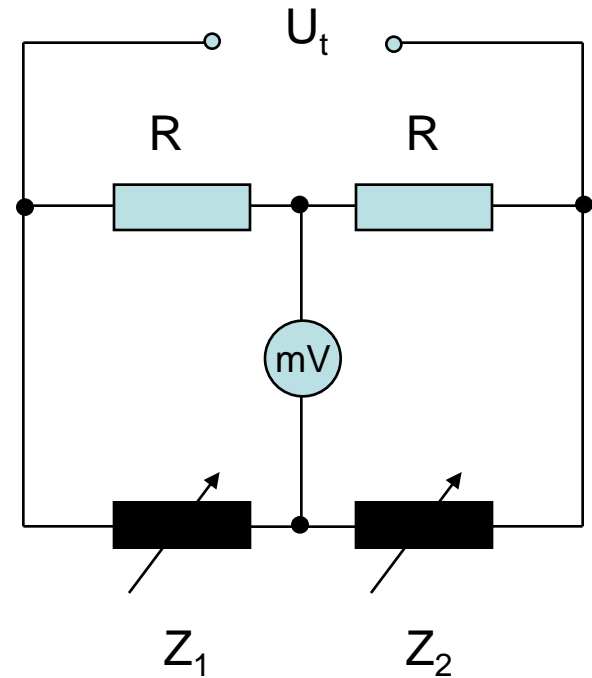
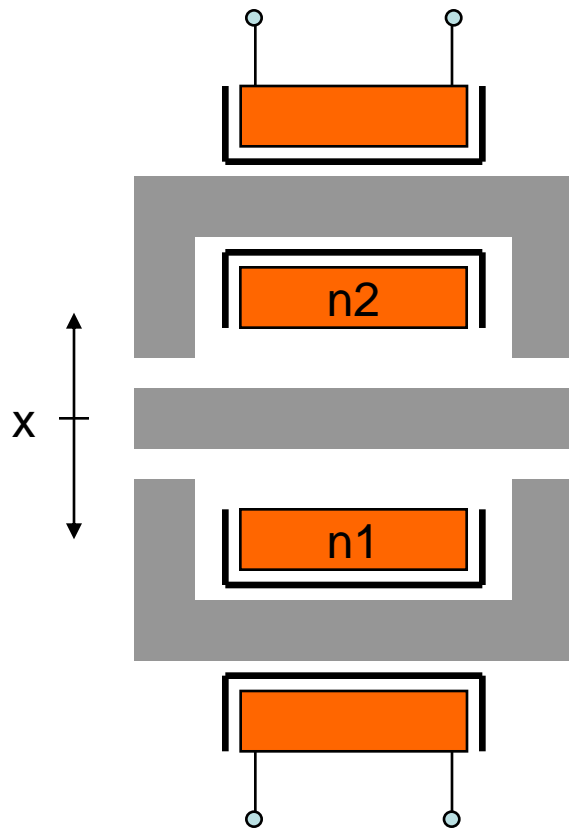
Egytekerceses zárt mágnescörü induktív jelátalakítók



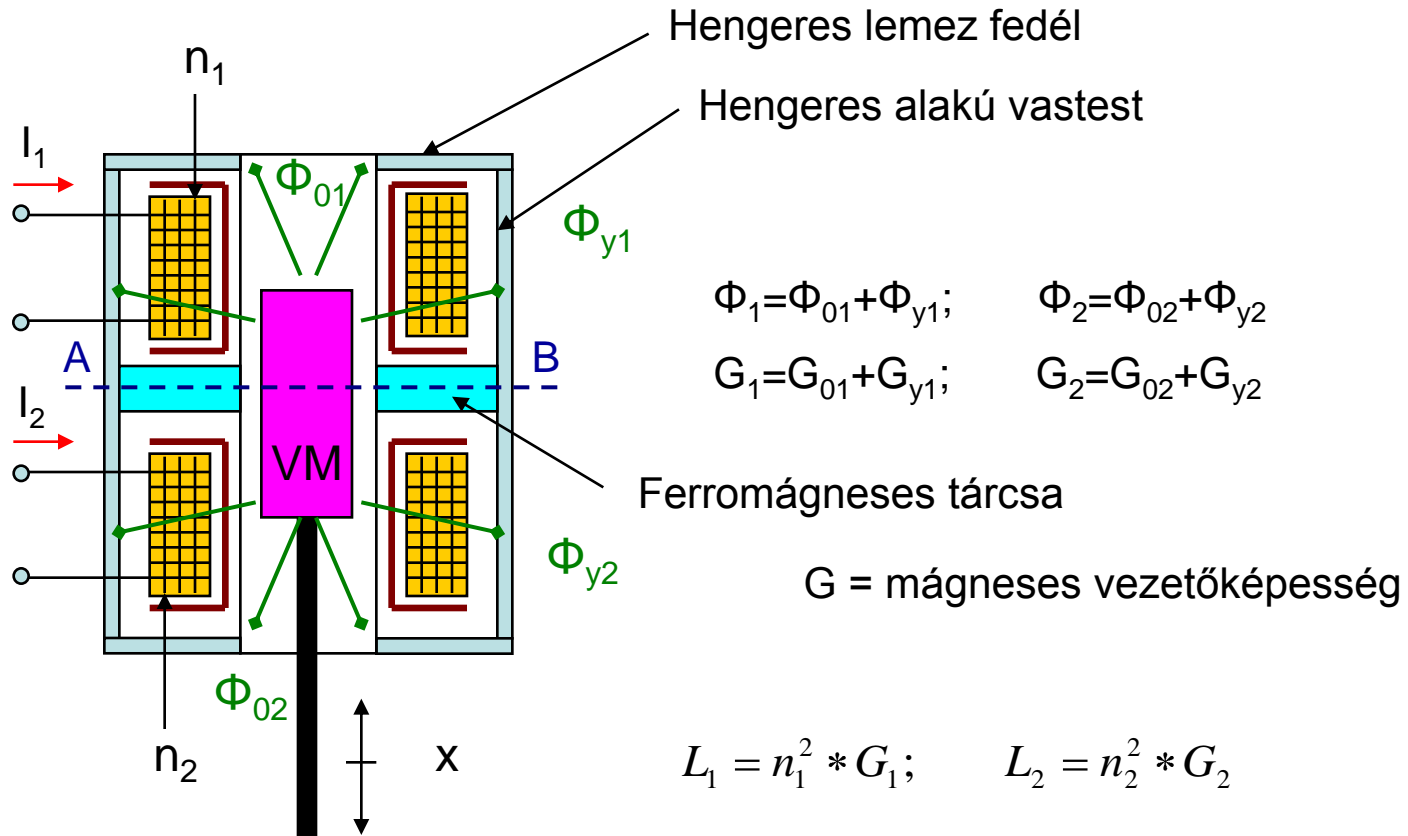
Az egytekerceses zárt mágneskörű átalakító jellemzői

- **Előnyei:**
 - Egyszerű felépítés,
 - Üzembiztos működés,
- **Hátrányai:**
 - A tekercs árama a feszültség és a frekvencia változás függvénye,
 - Karakterisztikája nem lineáris, ill. csak kis szakaszokban,
 - A vasmag járomban számottevő erők keletkeznek, amelyek befolyásolják a mérendő munkadarab helyzetét,
- **Alkalmazása:**
 - Szerszámgépek által megmunkált munkadarabok helyzetérzékelésére,
 - Általában csekély elmozdulások érzékelésére.

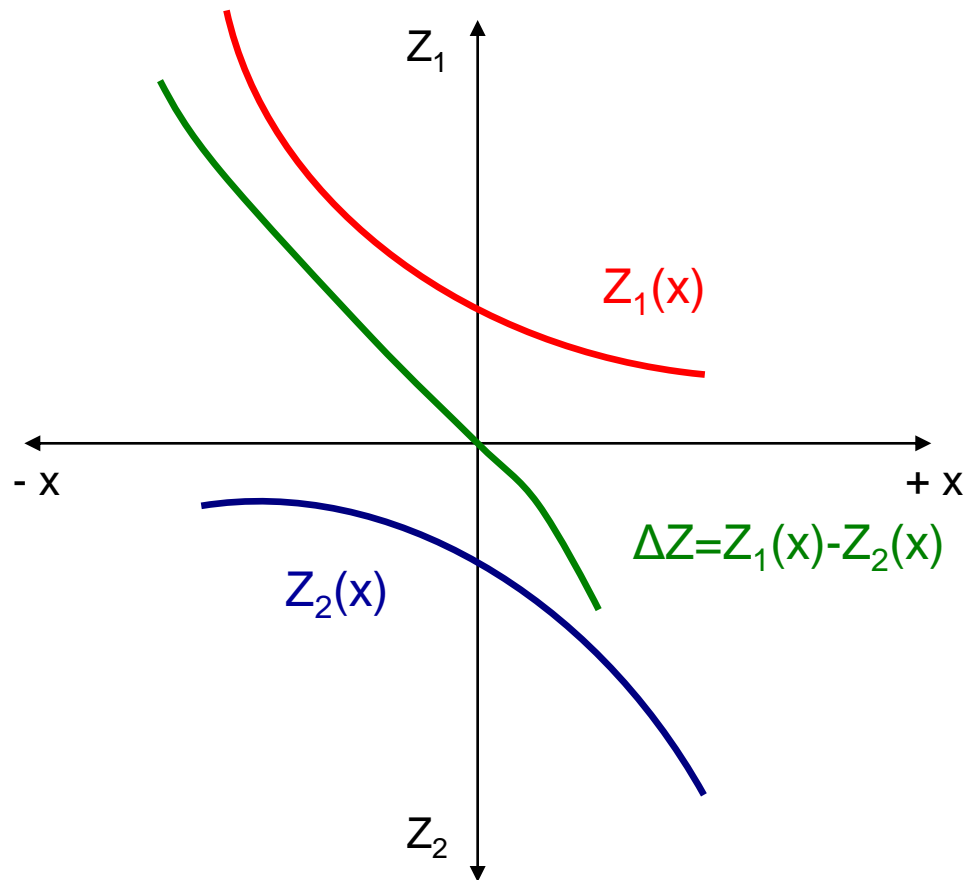
Kétekerceses differenciál átalakító (lapos)



Kétekercses differenciál átalakító (hengeres)



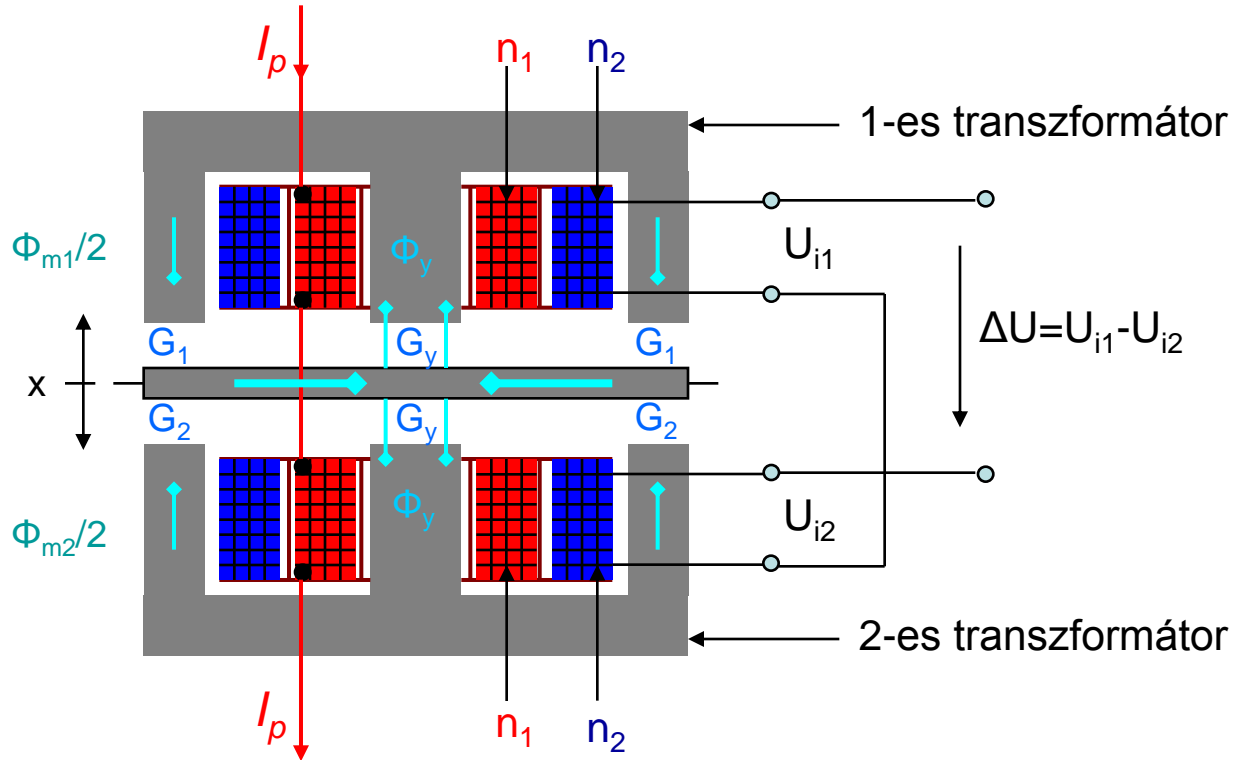
A kéttekerceses induktív jelátalakító jelleggörbéje



A kéttekerceses átalakító jellemzői

- **Közös járom** (mozgó rész) és két **külön tekercs**, amelyek **két mágneses kört** alkotnak.
- Kivitele lehet **lapos** (lemezelt vasmag), vagy **hengeres**, tömör vasmagos.
- Működése a járom ill. vasmag alaphelyzethez viszonyított elmozdulásából adódó **induktivitás változáson** alapul.
- A „G” mágneses vezetőképesség a felhasznált vasanyagok és a légrés függvényei.
- Karakterisztikája **lineárisabb**, mint az egytekerceses típusé.
- **A járomra (vasmagra) ható erő kisebb** mint egytekerceses esetben.
- A rendszer kimeneti feszültsége (39. dia) **kevésbé függ a tápfeszültség és a frekvencia ingadozástól**, mint az egytekerceses esetben.
- Alkalmazása: helyzet, ill. elmozdulás érzékelésére.

A differenciáltranszformátoros jelátalakító



Φ_y = fő fluxus

Φ_m = munka fluxus

A differenciáltranszformátoros jelátalakító

- A két transzformátor villamos és geometriai szempontból teljesen azonos.
- A Φ_y mindkét mágneses körben (a járom helyzetétől függetlenül) egyforma.
- Ha a járom elmozdul, akkor a rendszer mágneses vezetőképessége „G” változik. Ennek hatására U_{i1} és U_{i2} is változni fog, ami ΔU változását vonja maga után.
- Ha a járom a semleges helyzet egyik oldaláról a másikra mozdul el, akkor ΔU fázishelyzete 180° -t változik, tehát nemcsak az elmozdulás mértékét, hanem annak irányát is tudjuk érzékelni.
- A rendszer mágneses vezetőképességeinek változása a x elmozdulás függvénye és egyben azzal arányos is.
- Kivitelétől (a gyártás precizitásától) függően, akár 1 μ m-es elmozdulás érzékelésére is alkalmas.

A differenciáltranszformátoros jelátalakító

$$\Phi_{m1} = \sqrt{2} \cdot i_p \cdot n_1 \cdot G_1$$

$$\Phi_{m2} = \sqrt{2} \cdot i_p \cdot n_1 \cdot G_2$$

$$\Phi_y = \sqrt{2} \cdot i_p \cdot n_1 \cdot G_y$$

$$U_{i1} = \frac{\omega}{\sqrt{2}} \cdot i_p \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot \left(x \cdot G_1 + G_y \right)$$

$$U_{i2} = \frac{\omega}{\sqrt{2}} \cdot i_p \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot \left(x \cdot G_2 + G_y \right)$$

$$\Delta U = U_{i1} - U_{i2} = \frac{\omega}{\sqrt{2}} \cdot i_p \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot x \cdot \left(G_1 \pm G_2 \right)$$

Magnetoelasztikus átalakítók

- A magnetoelasztikus hatás lényege, hogy a ferromágneses anyagok mágneses jellemzői **mechanikai igénybevétel** hatására megváltoznak.
- Ennek oka, hogy erő hatására az **elemi mágnesek** (domének) az eredeti irányukból **elfordulnak**, és így az anyag mágneses permeabilitása (μ_r) **megváltozik**.
- Ha a ferromágneses anyagon lévő tekercset **állandó árammal** gerjesztjük, akkor a ferromágneses anyagban állandó **„H” térerősség** alakul ki. Ha **„F”** erővel hatunk a vasmagra, akkor a **„B”** mágneses indukció változni fog. A változás oka **„ μ_r ”** változása, hiszen **$B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot H$** .
- A mechanikai feszültség hatására bekövetkező relatív permeabilitás változás:

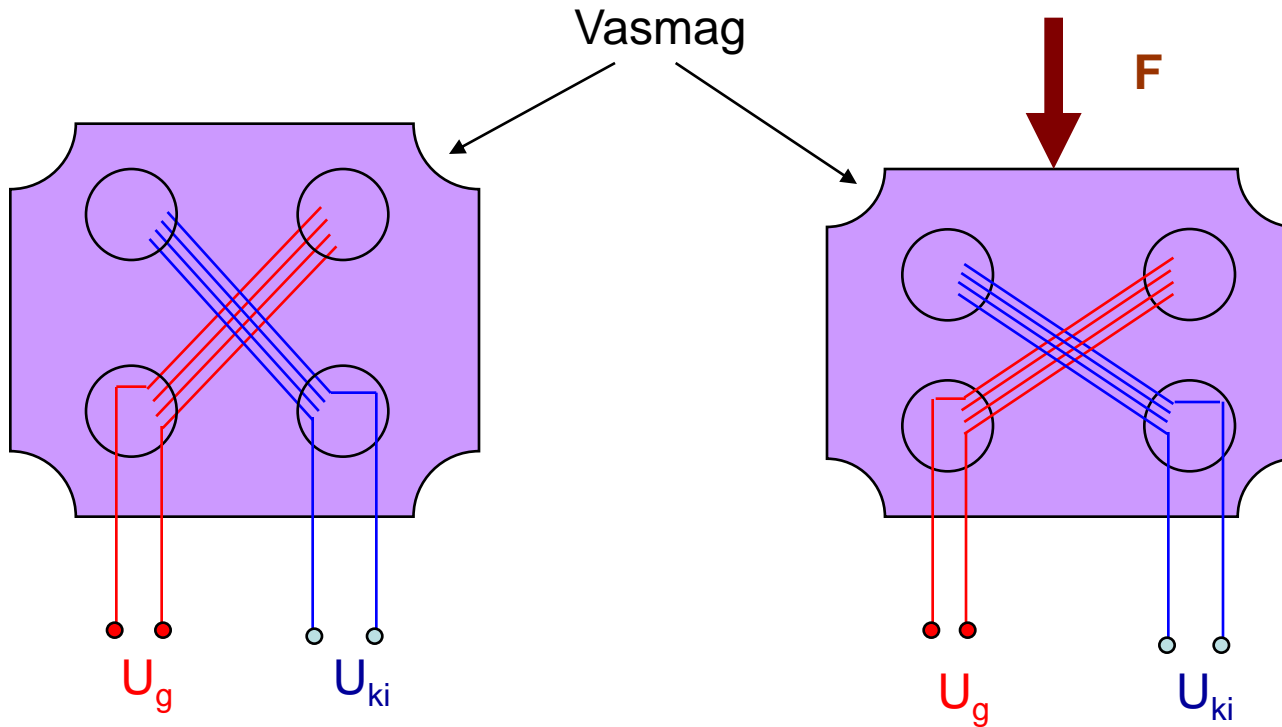
$$\frac{\Delta \mu_r}{\mu_r} \approx \mu_r * k * \sigma$$

k = anyagállandó

σ = mechanikai feszültség

μ_r = az eredeti permeabilitás

Magnetoelasztikus átalakító (pressduktor)

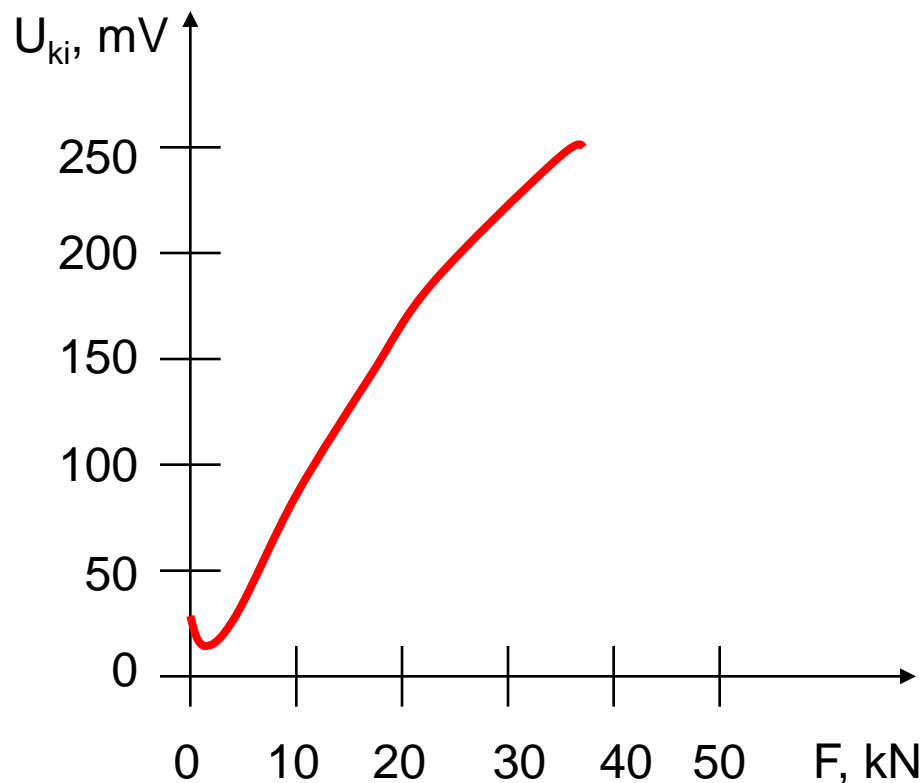


Terheletlen állapot, $\varphi=90^\circ$, $U_{ki}=0V$

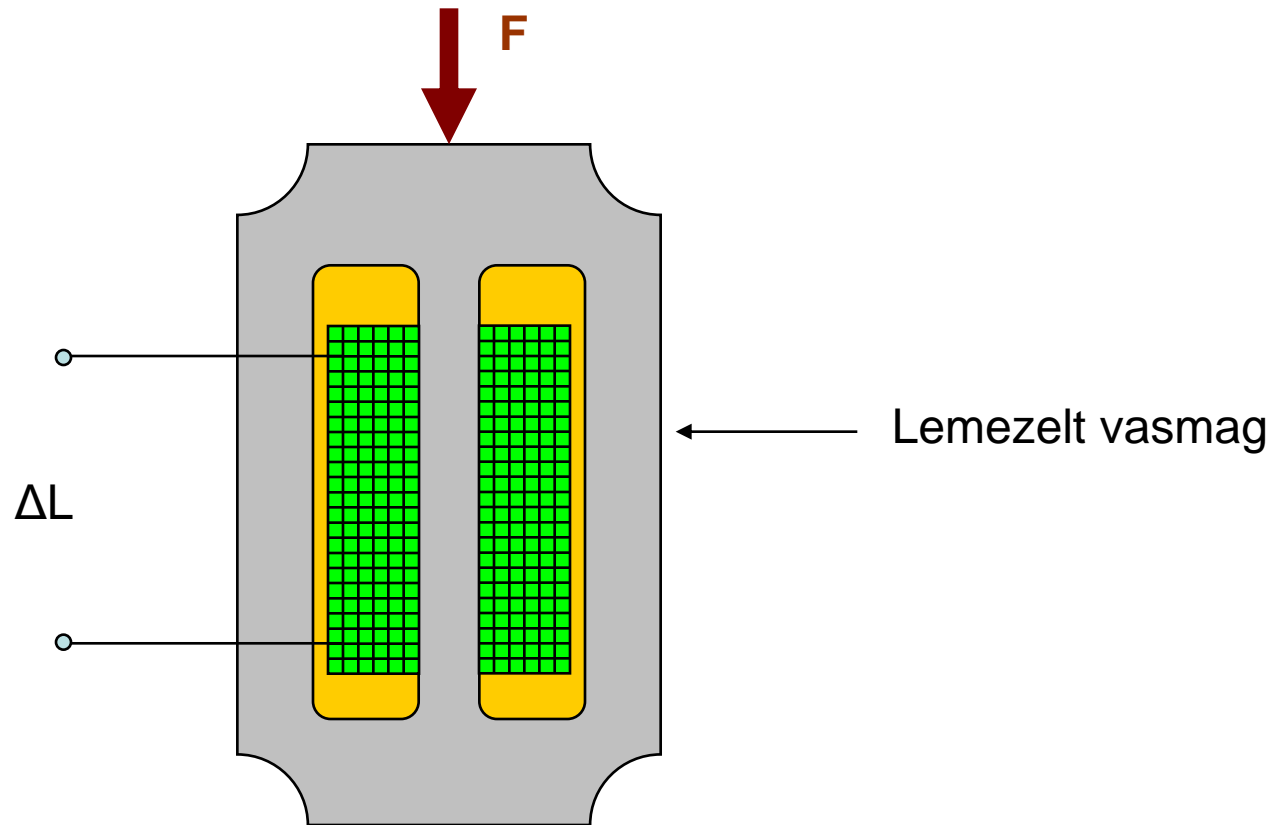
Terhelt állapot, $\varphi \neq 90^\circ$, $U_{ki} > 0V$

A pressduktor jellemzői és karakterisztikája

- **Nagy érzékenység,**
- Alkalmas nagy erők mérésére, akár **10 MN (1000T),**
- **Nagy üzembiztonság,**
- Jó hőmérséklettűrés, -40°C – +80°C-ig,
- **Jó linearitás**



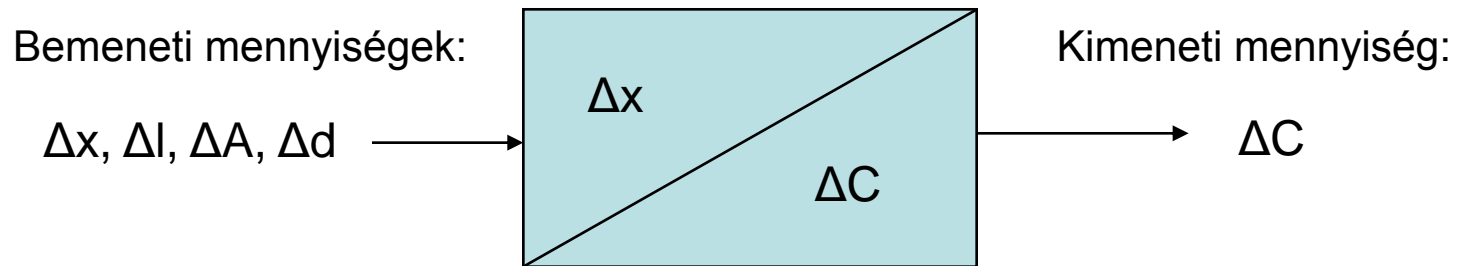
Induktívitás változáson alapuló magnetoelasztikus átalakító



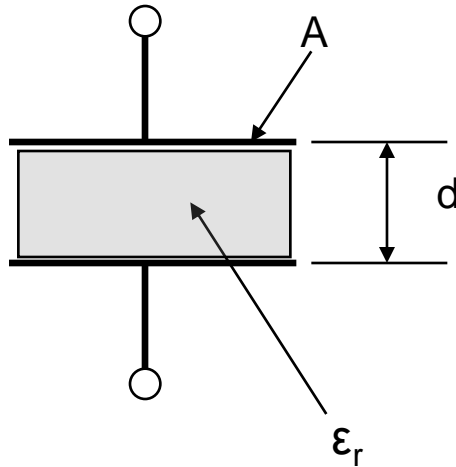
Következnek a kapacitív átalakítók

Kapacitív jelátalakítók

- A kapacitív átalakítók a mérendő mennyiséget **kapacitás-változássá** képezik le, amit a továbbiakban az átalakító mérőköre dolgoz fel.
- Érzékelésre legtöbb esetben a **sík és hengerkondenzátorok**, valamint az ezekből képzett soros, illetve párhuzamos elrendezéseik alkalmasak.
- **Blokkvázlata:**



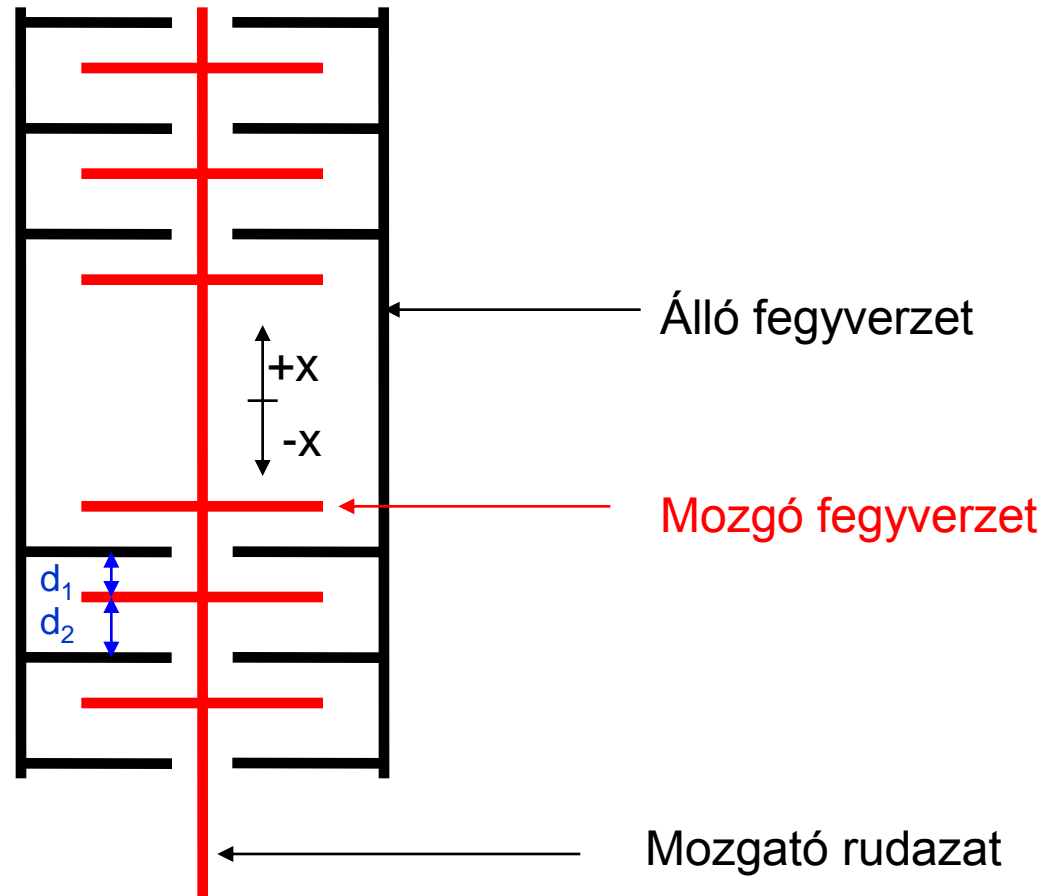
A síkkondenzátor mint jelátalakító



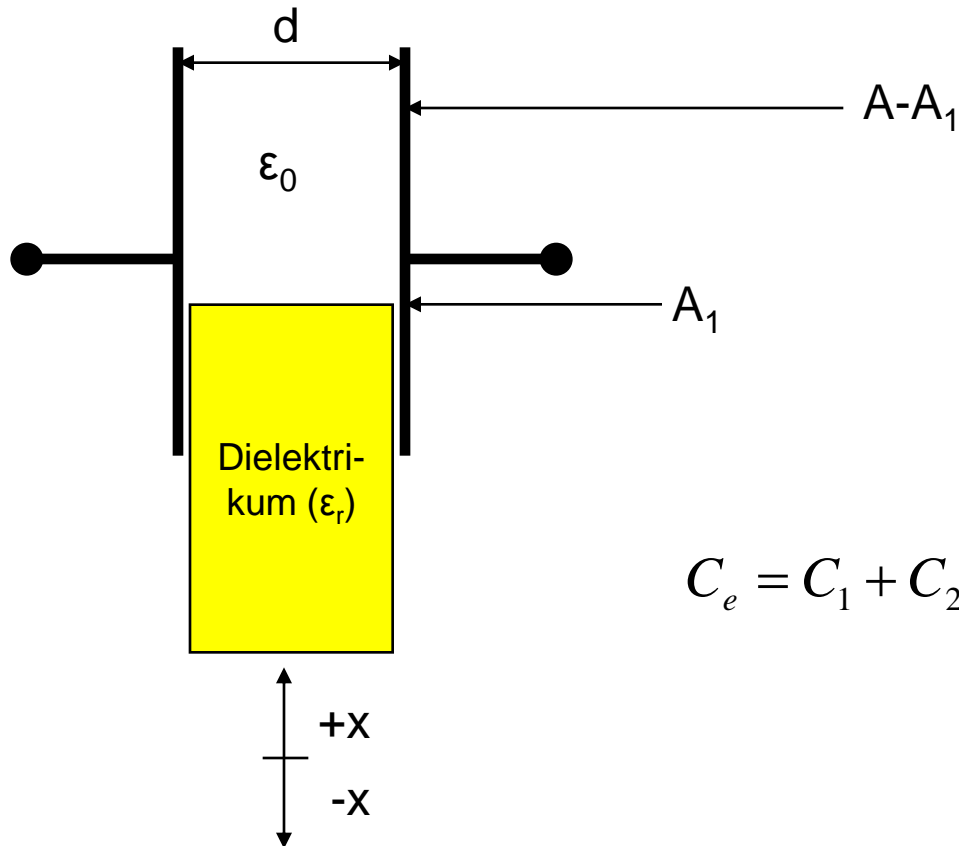
$$C = \epsilon_0 * \epsilon_r * \frac{A}{d}$$

Ezzel az átalakítóval a két érzékelő között lévő **anyag vastagságát**, vagy a két érzékelő **távolságát** lehet meghatározni. Ha a két érzékelő távolságát határozzuk meg, akkor a dielektrikum levegő, és ekkor **elmozdulás mérést** végzünk.

A síkkondenzátor mint jelátalakító

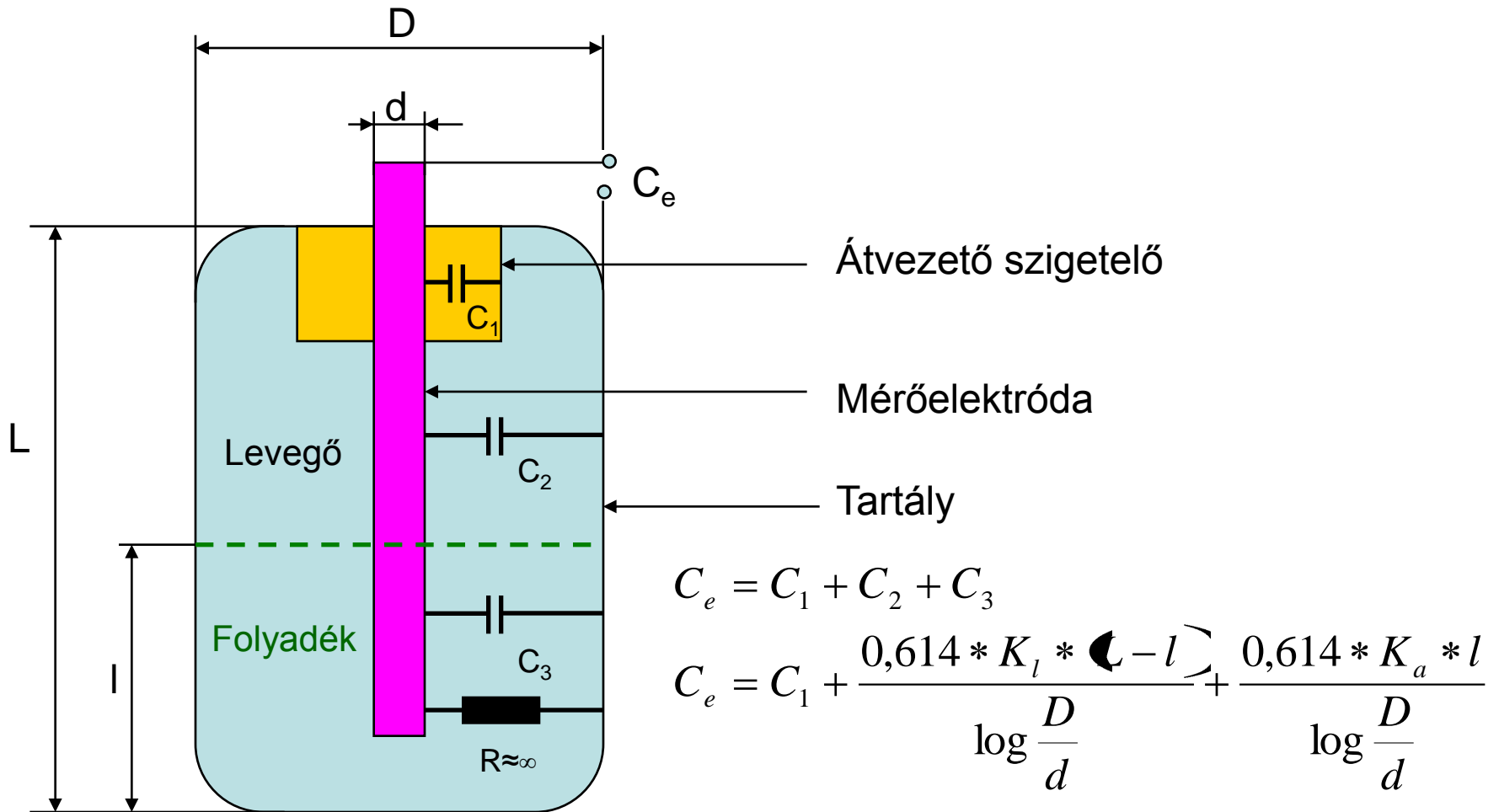


A síkkondenzátor mint jelátalakító

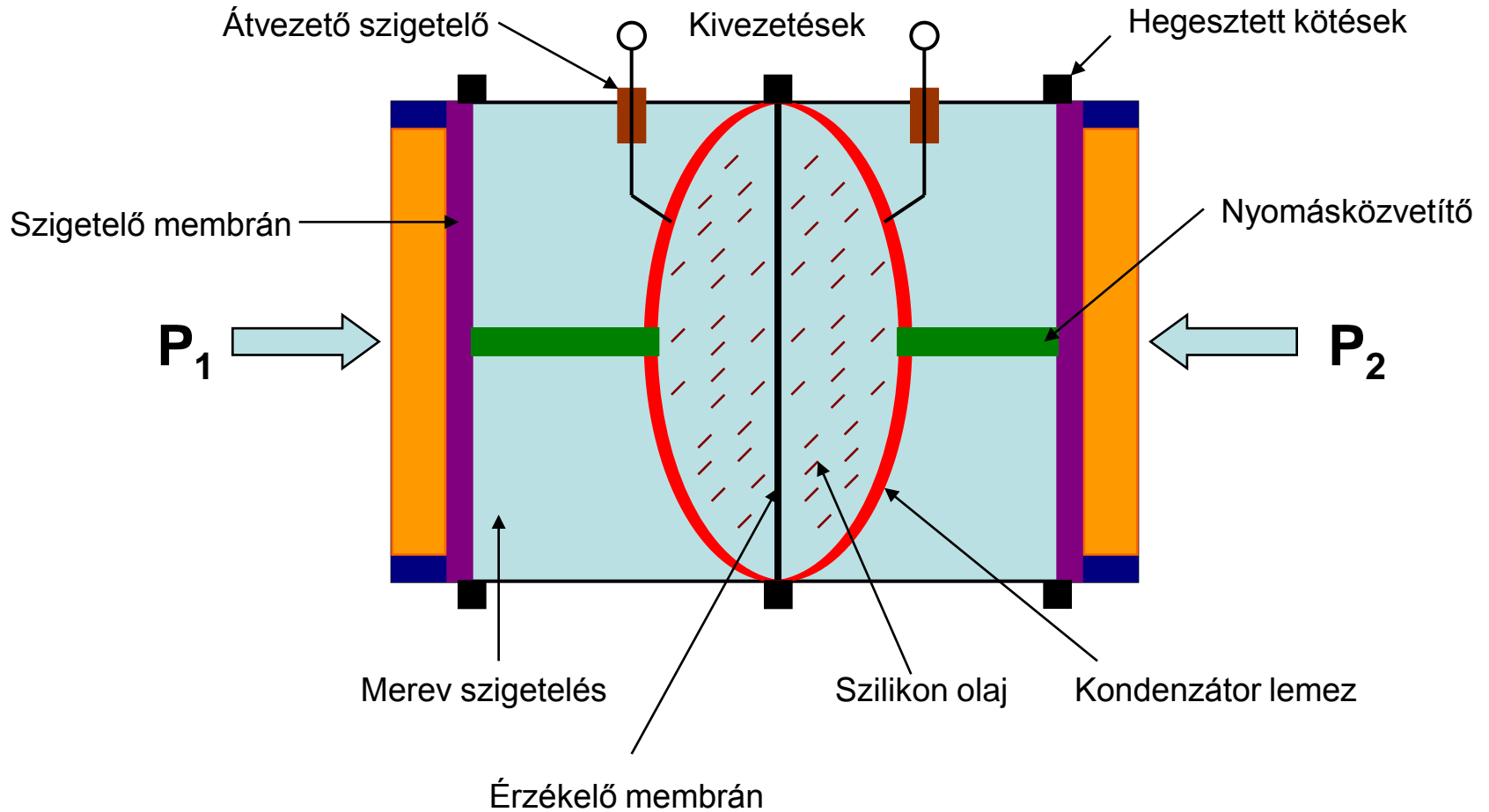


$$C_e = C_1 + C_2 = \frac{\epsilon_0 * A}{d} * \left[1 + \frac{A_1}{A} * (\epsilon_r - 1) \right]$$

A henger kondenzátor mint jelátalakító



A delta cell



A delta cell tulajdonságai

- Síkmembránnal egybeépített mérő-átalakító,
- **Differenciál nyomás mérésére alkalmas,**
- Az érzékelő **membrán és a kondenzátor** lemezek differenciál kondenzátort alkotnak,
- A kapacitásváltozás **100-200 pF** között lehetséges,

$$C = 0,0886 * \varepsilon_0 * \varepsilon_r * \frac{(N - 1) * A}{d}$$

- N : a fegyverzetek száma
- d : a fegyverzetek távolsága
- A : a fegyverzetek felülete

**Számonkérés
következik**

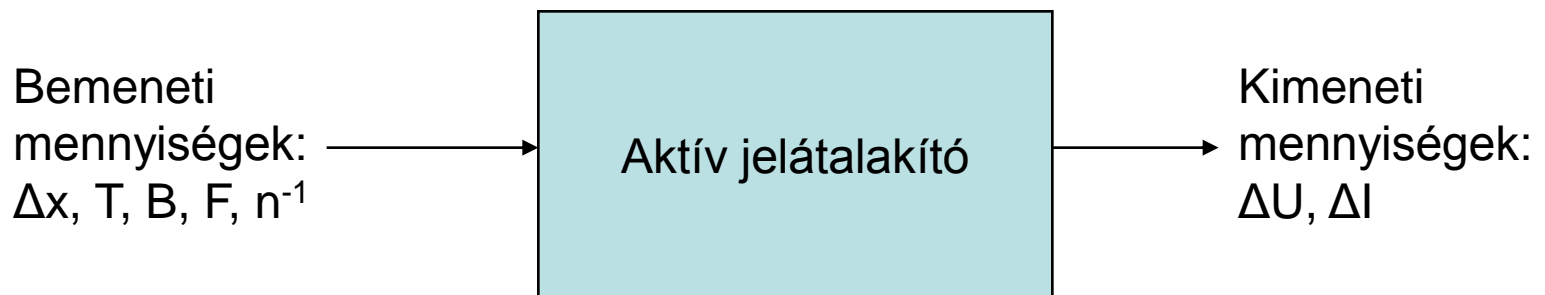
Számonkérés

1. Mutassa be általánosan az induktív jelátalakítókat.
2. Ismertesse a kétkercses nyitott mágneskörű átalakítót.
3. Ismertesse az egytekercses nyitott mágneskörű átalakítókat.
4. Részletesen mutassa be a differenciál transzformátoros átalakítót.
5. Ismertesse a pressduktor felépítését, és működését.
6. Mutassa be a síkkondenzátort, mint jelátalakítót.
7. Ismertesse a hengerkondenzátort, mint jelátalakítót.
8. Mutassa be a delta-cell felépítését és működését.

Következnek az aktív jelátalakítók

Aktív jelátalakítók

- Az aktív jelátalakítók a mérendő fizikai mennyiség átalakítása során **közvetlenül mérhető villamos jelet** (áramot, vagy feszültséget) szolgáltatnak.
- Ezek az átalakítók a működésükhöz szükséges **segédenérgiát a mérendő fizikai mennyiségből nyerik**, így annak értékét befolyásolják.
- Törekedni kell arra, hogy az ilyen jellegű átalakítók használatakor az **átalakító energiaigénye több nagyság rendel alatta maradjon a mérendő fizikai mennyiség energiatartalmának**. Tehát annak értékét csak jelentéktelen mértékben befolyásolja.
- **Blokkvázlata:**

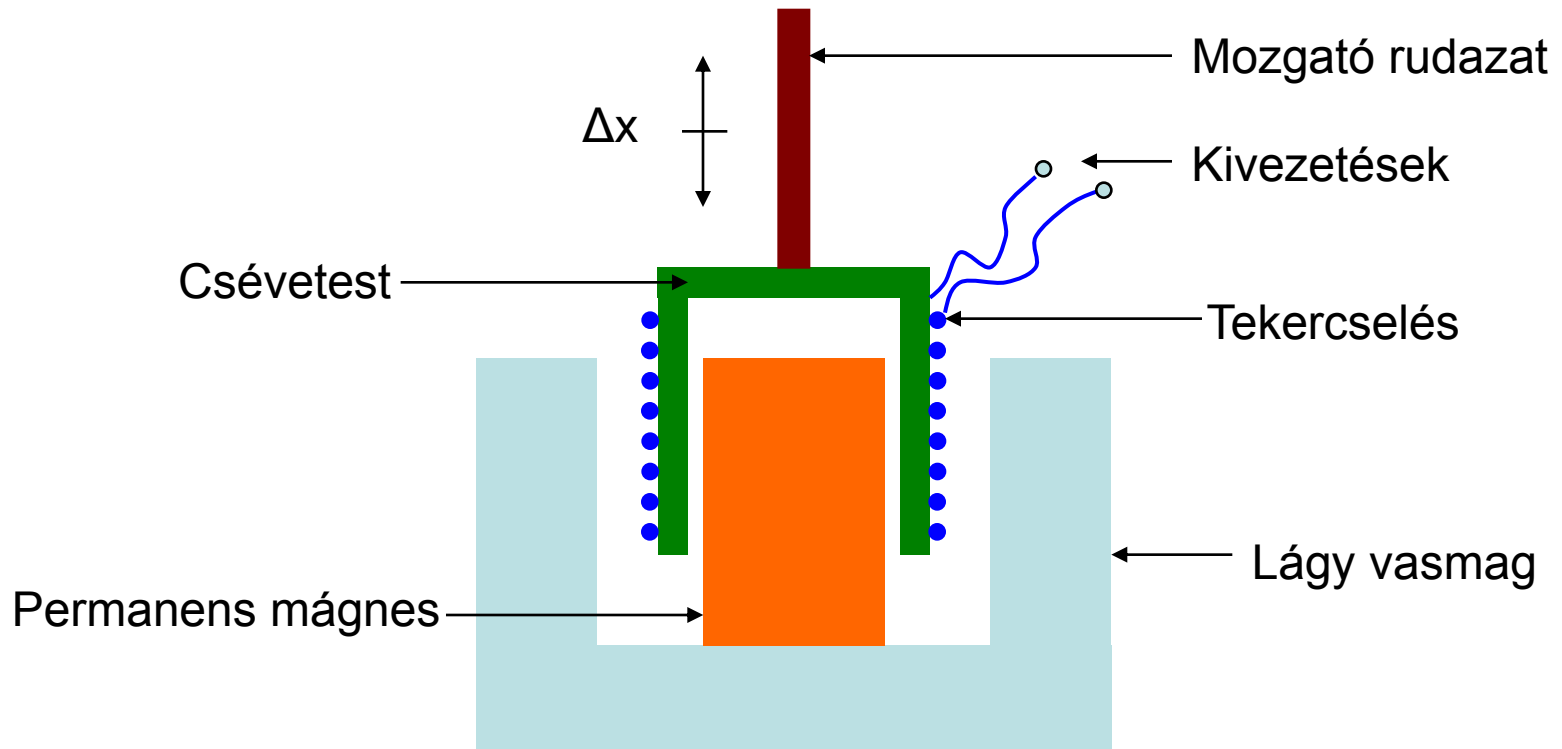


Indukciós jelátalakítók

- Az indukciós jelátalakítók működési elve a **mozgási indukción** alapszik, tehát a **fluxus időbeni változása** idézi elő.
- Ennek megvalósítása a legkülönbözőbb műszaki megoldásokat eredményezte.
- Az indukciós átalakítók kimeneti jelét feldolgozva meghatározható a **sebesség és a gyorsulás** is.
- Az indukciós átalakítók bemeneti jele lehet: **elmozdulás (Δx), szögelfordulás ($\Delta\varphi$), és fordulatszám (n^{-1}).**
- A működés alapegyenlete:

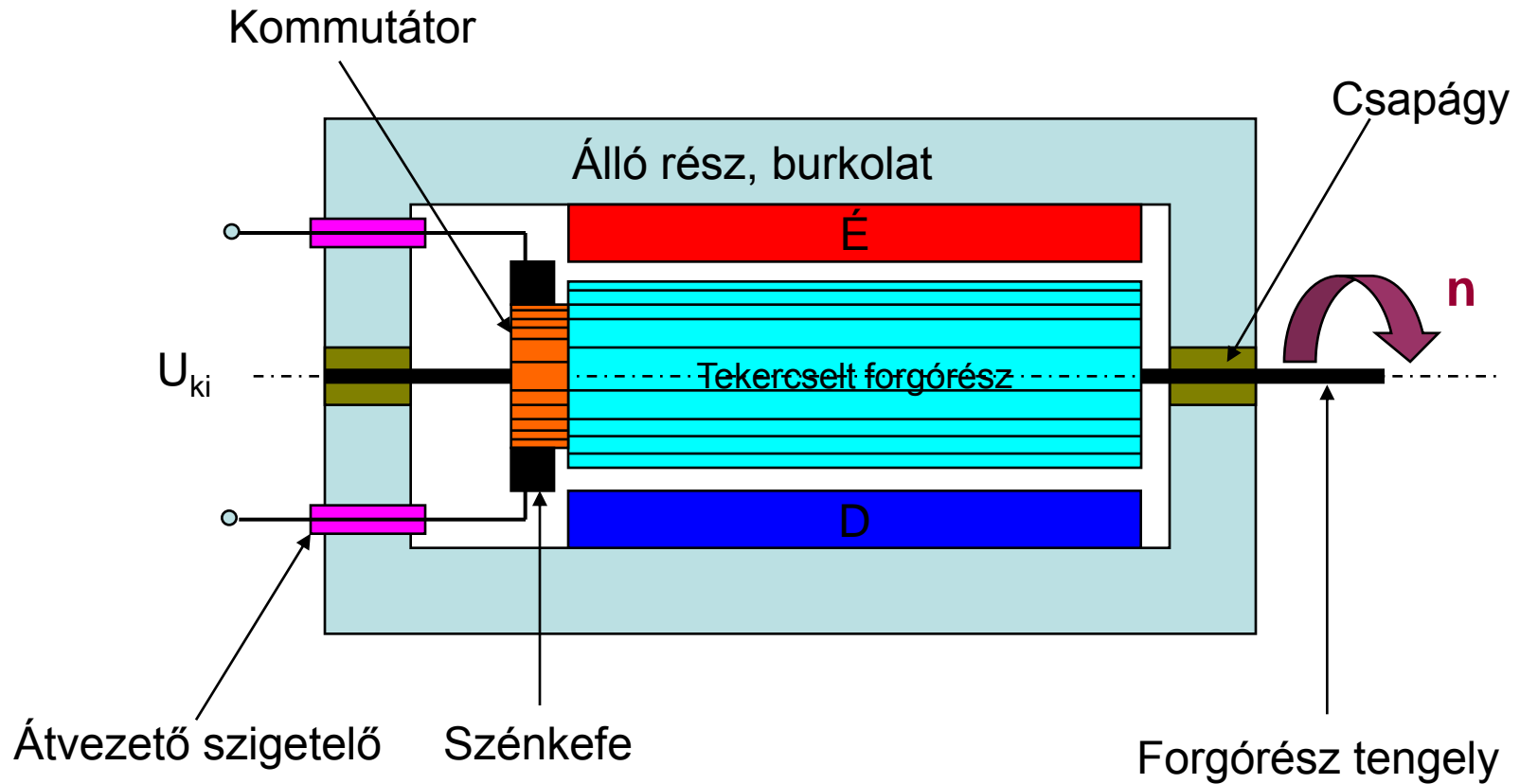
$$U_i = N * \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Merülő tekercses átalakító



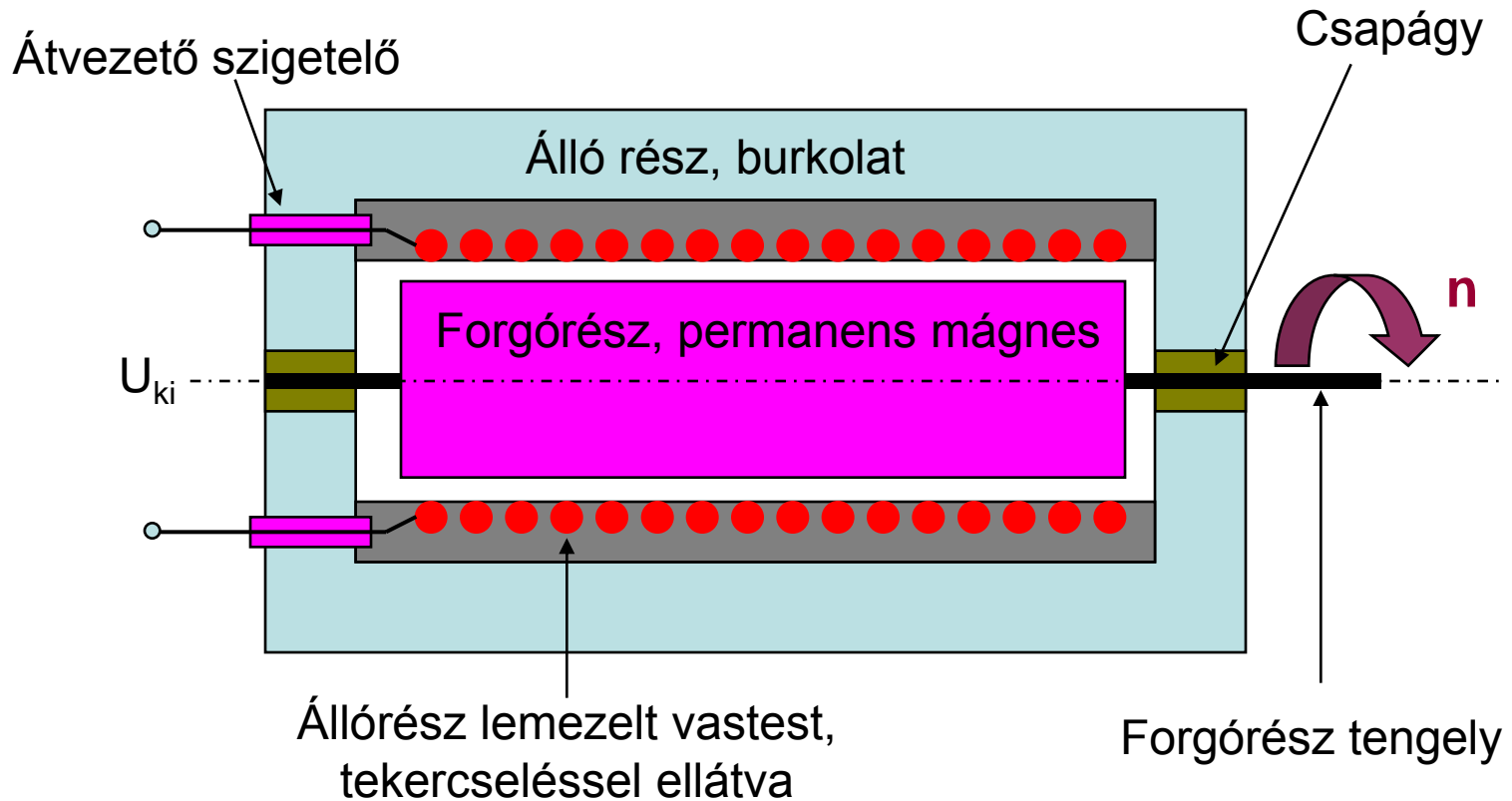
$$u_i = N * B * l * v = N * B * l * \frac{dx}{dt}$$

Tachométer dinamó



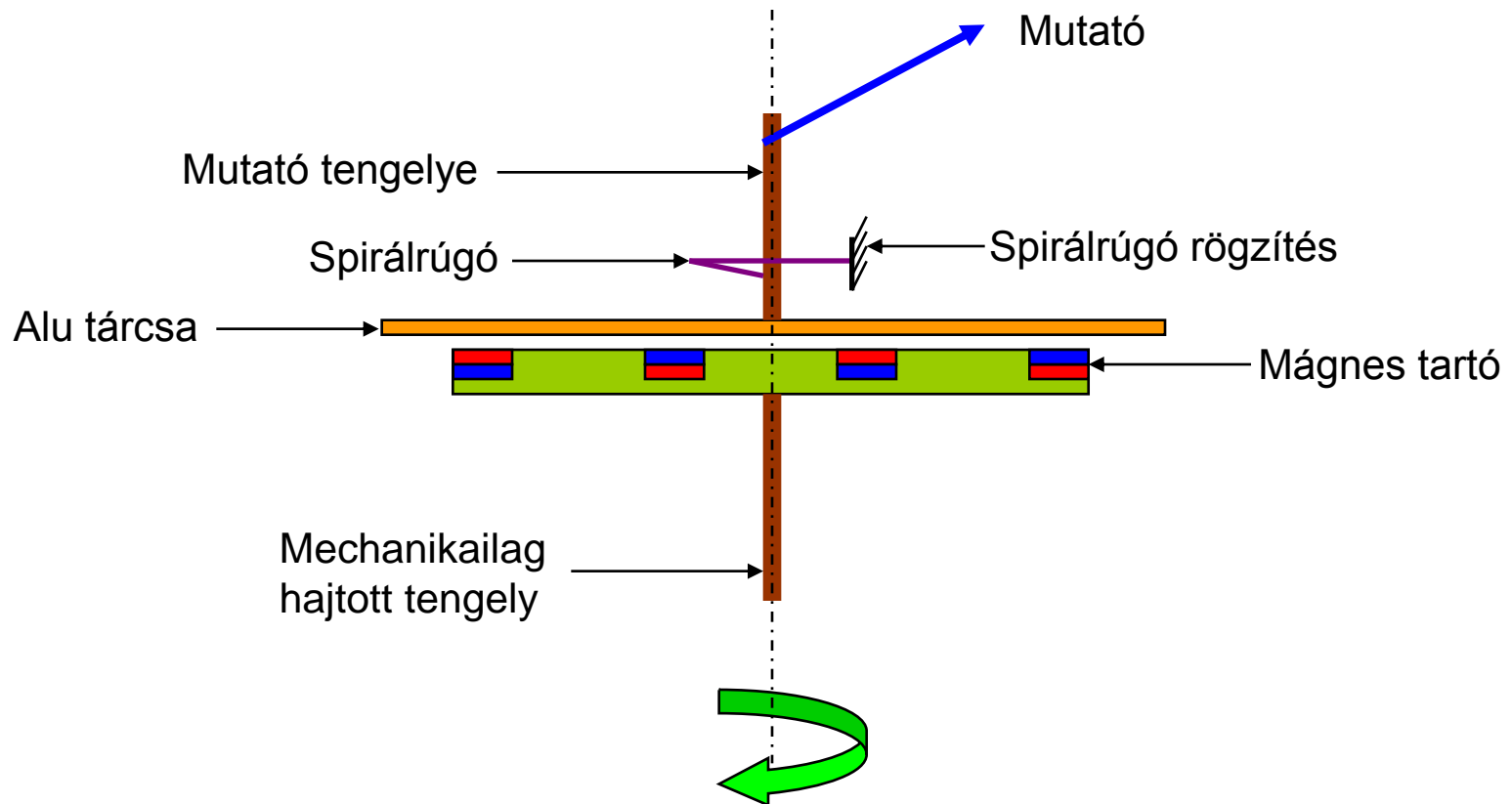
$$u_i = N * B * l * v * \sin \omega t$$

Tachométer generátor

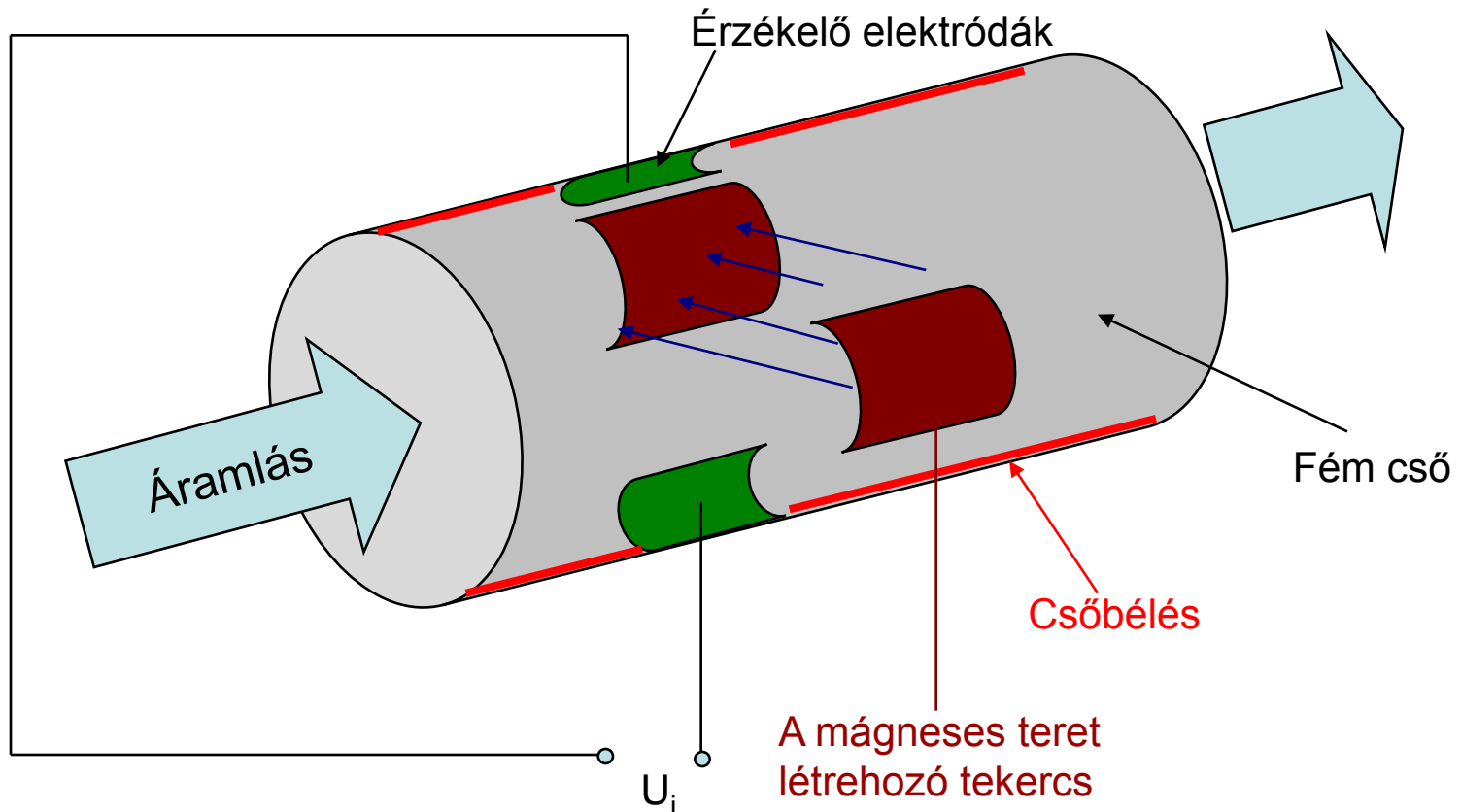


$$u_i = N * B * l * v * \sin \omega t$$

Örvényáramú tachométer



Indukciós áramlásmérő

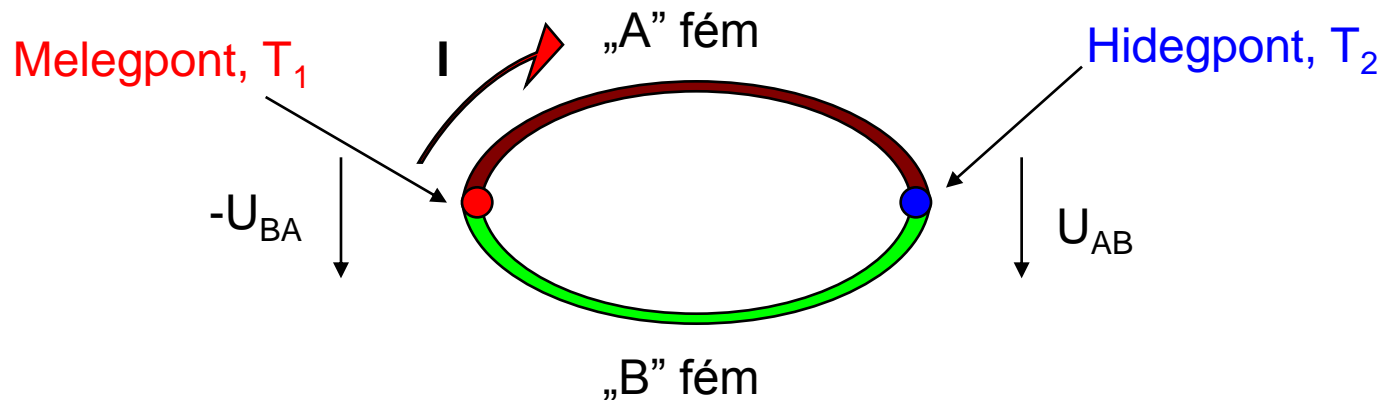


Termo-elektromos jelátalakítók

- A termo-elektromos átalakító (hőelem) a hőmérsékletet közvetlenül egyen feszültséggé alakítja.
- Jellemzője a kis belső ellenállás (néhányszor 10Ω), ezért feszültség generátorként kezelhető.
- Felépítése: két különböző anyagi minőségű fém az egyik végén atomi méretekben egyesítünk, ez lesz az érzékelő melegpontja, míg a két fém másik végein mérhető a termo feszültség, ha az egyesített pontot melegítjük.
- A hőelemekkel mérhető maximális hőmérséklet $> 3000^{\circ}\text{C}$.
- A hőelem érzékelő részét mindig korrózió álló burkolattal látják el.
- Leggyakoribb hőelem fém párok:
 - Vas-konstantán ($5\text{mV}/100\text{K}$),
 - Réz-konstantán ($4\text{mV}/100\text{K}$),
 - Vas-nikkel ($3,5\text{mV}/100\text{K}$),
 - Réz-nikkel ($2,3\text{mV}/100\text{K}$),
 - Vas-platina ($1,4\dots 1,9\text{ mV}/100\text{K}$),
 - Platina-rhodium platina ($0,6\dots 0,7\text{ mV}/100\text{K}$).

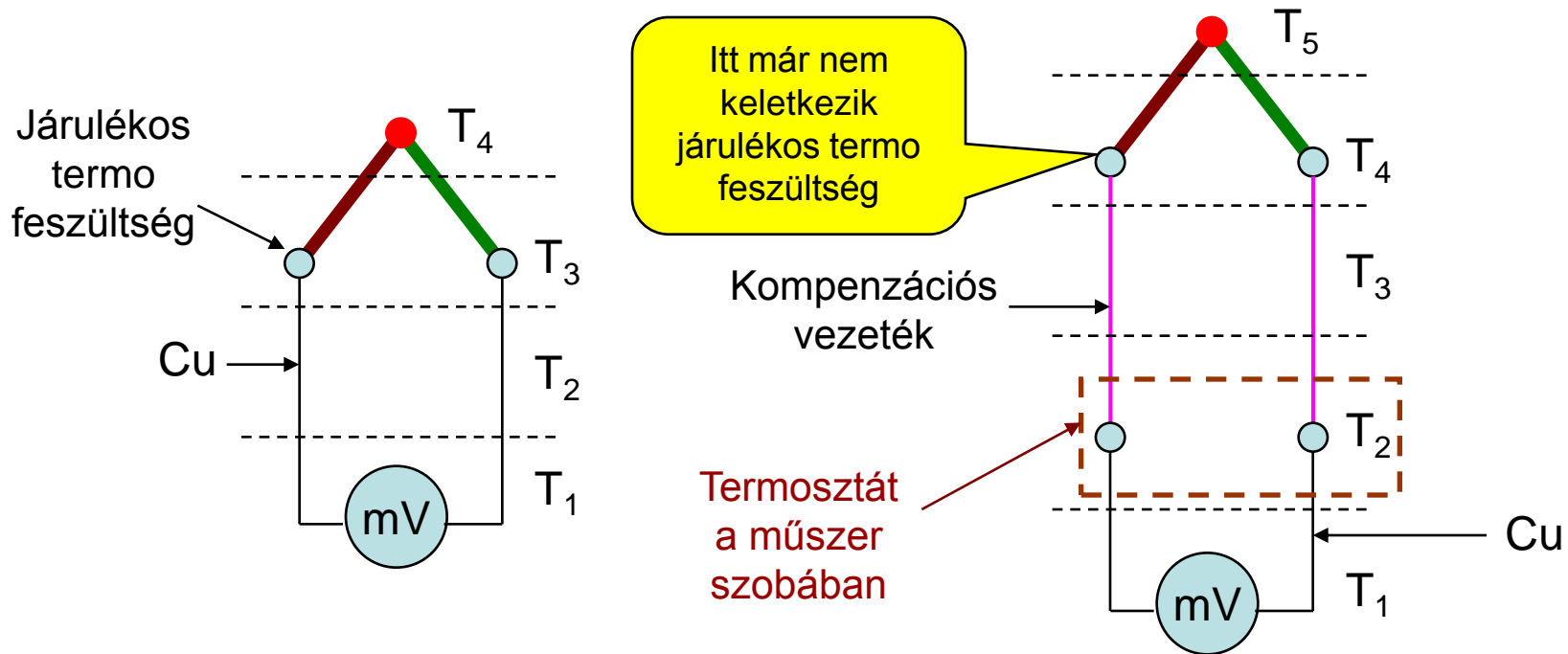
Termo-elektromos jelátalakítók

- **A működés fizikai alapjai:** ha $T_1 = T_2$, akkor $U_{AB} = -U_{BA}$ és a körben **nem folyik áram**. Ha $T_1 \neq T_2$, akkor $I > 0$, mert a keletkezett termofeszültség **áramot hajt a körben**. A hőelemek által szolgáltatott feszültség **arányos a T_2 és T_1 hőmérsékletek különbségével**.



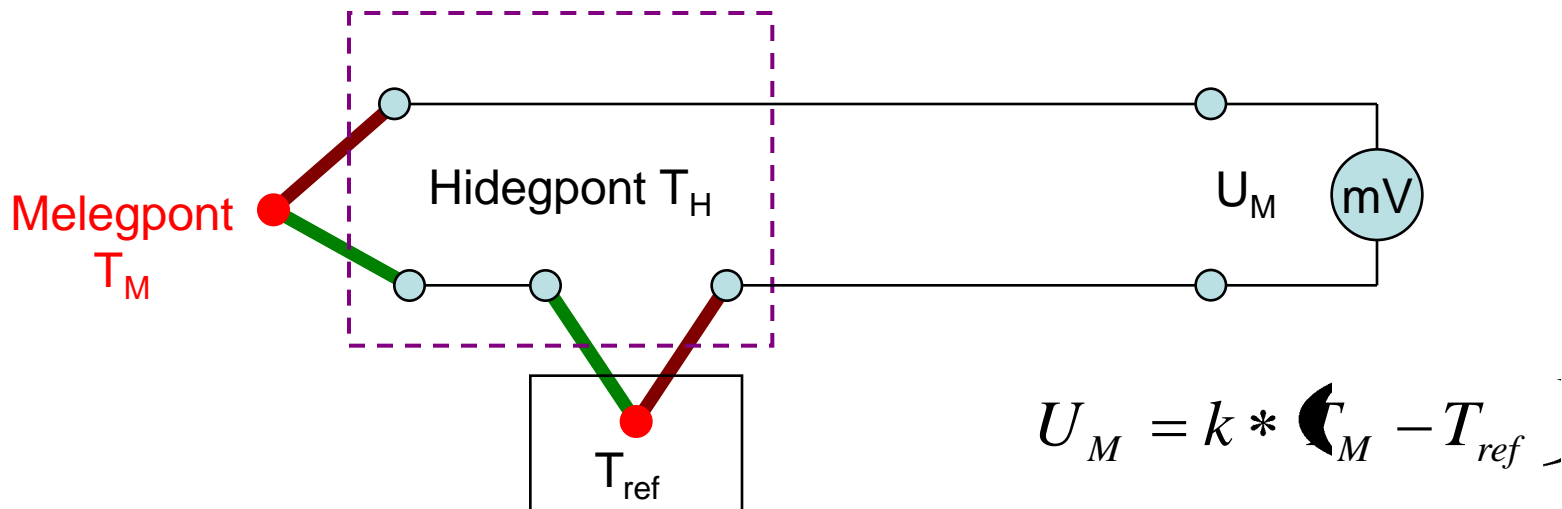
A hőelemek alkalmazási problémái

- A hidegpontban **járlékos termofeszültség** keletkezik a **réz** vezetékkel való **csatlakozás esetén**. Ez **csökkenti** a melegpont által szolgáltatott feszültséget. Kiküszöbölése **kompenzációs vezetékkel** történik.



Referencia hőelemes mérés

- Lényege, hogy **kompenzációs vezeték nélkül** is lehet pontos mérést végezni, ha az **aktív hőelemmel azonos hőelemet** kapcsolunk szembe, amelyet referenciahőmérsékletű térben (**termosztátban**) helyezünk el.



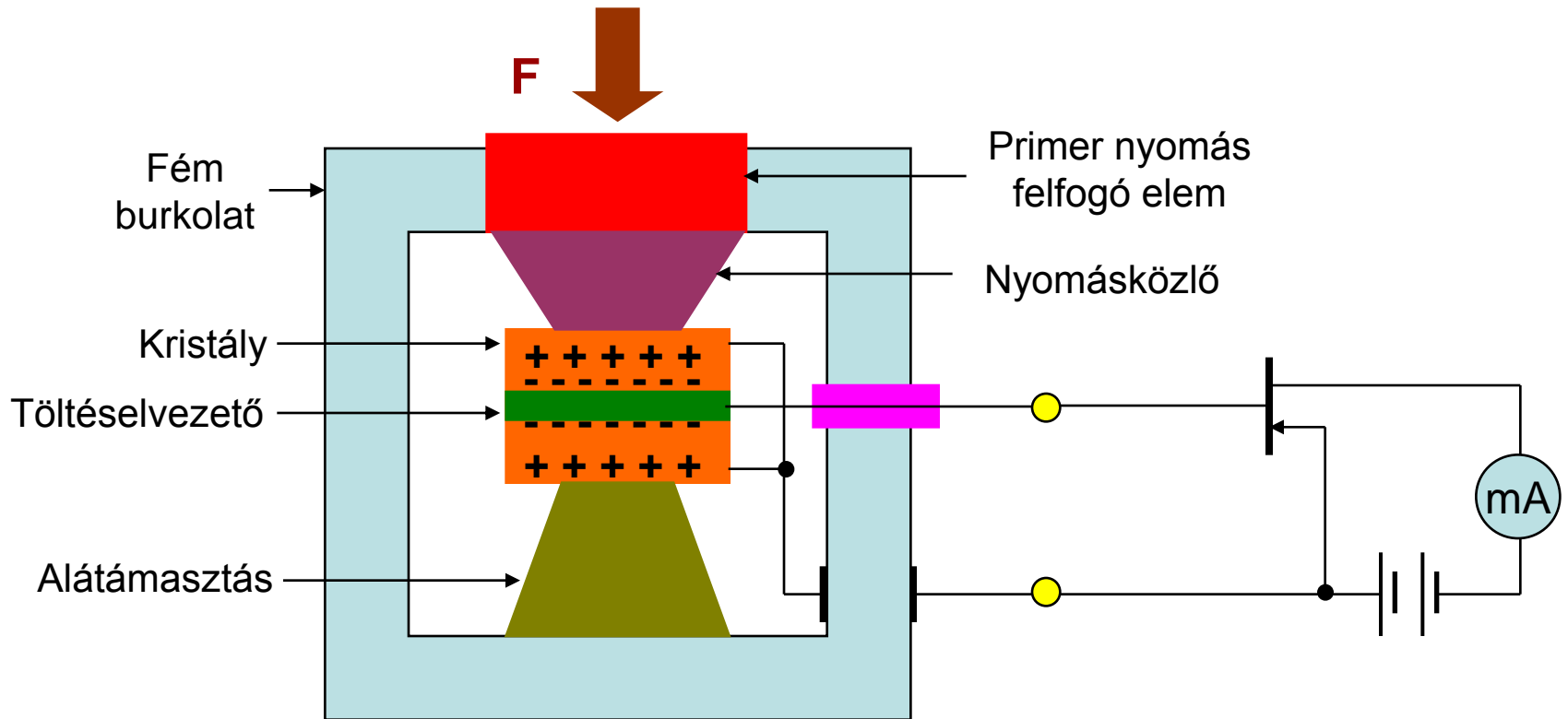
Piezoelektromos mérő átalakítók

- A piezoelektromos átalakító működése azon alapul, hogy ha a kvarckristályt a **mechanikai tengelyén** erőhatásnak tesszük ki, akkor a villamos tengelyén **töltéskülönbség jelenik meg**, ami arányos a ráható erővel.
- A töltéskülönbség elektronikus úton feldolgozható.
- **A kristályban ébredő töltés:**

$$Q = k * \sigma$$

- k = piezoelektromos állandó
- σ = a kristályban ébredő nyomófeszültség

A piezoelektromos átalakító felépítése



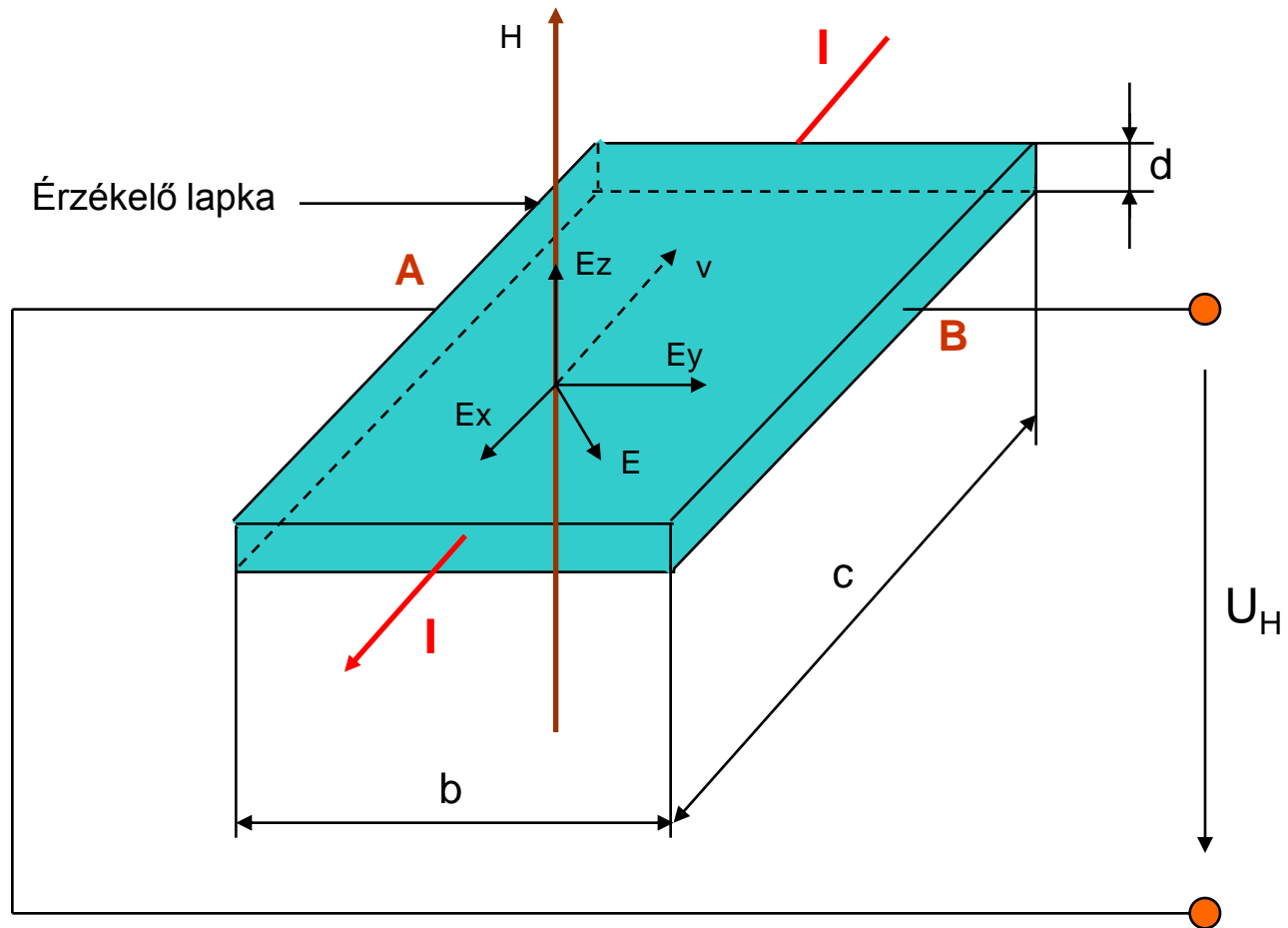
Hall-elemes átalakító

- A Hall-elemes átalakítók **galvanomágneses** elven működnek.
- A galvanomágneses jelenséget a mágneses térben mozgó elektronokra ható **Lorentz erő** idézi elő.

$$F = q_e \mathbf{v} \times \mu \mathbf{H}$$

- q_e = az elektron töltése
 - v = az elektron sebessége
 - μ = mágneses permeabilitás
 - H = mágneses térerősség
-
- Azok az anyagok alkalmasak erre a feladatra, amelyekben **nagy a töltéshordozók mozgékonyága, pl.: InSb (indium-antimon)**

Hall-elemes átalakító



Hall-elemes átalakító

- Az elektronok az E_x térrel ellentétes irányban a v vektor irányába mozognak.
- Ezekre az elektronokra hat a H mágneses térerősség.
- A Lorentz erő hatására az A ponton elektron hiány a B ponton elektron többlet lép fel.

$$U_H = \frac{A}{q_n * n} * \frac{I * \mu * H}{d} = R_H * \frac{I * \mu * H}{d}$$

- A = a Hall elem felülete
- R_H = Hall együttható
- q_n = az elektronok töltése
- n = az elektronkoncentráció
- **Alkalmazása: elmozdulás mérésre, indukció mérésre, árammérésre.**
- Elmozdulás és árammérés esetén a H térerősséget **permanens mágnes** biztosítja.

A yellow sticky note with a black border and a folded bottom-left corner. On the left side, there is a vertical list of 11 square checkboxes, each containing a checkmark. To the right of this list, the text "Számonkérés következik" is written in red. At the bottom right of the note, there are two empty rectangular boxes.

**Számonkérés
következik**

Számonkérés az aktív átalakítókból

1. Mutassa be általánosságban az aktív átalakítókat.
2. Részletesen ismertesse a tachométer dinamót.
3. Ismertesse az indukciós áramlásmérő felépítését és működését.
4. Mutassa be a hőelemes átalakítót, és az alkalmazási problémáit.
5. Ismertesse a piezoelektromos átalakítót.
6. Mutassa be a Hall-elemes átalakítót.

