

A folyamatműszerezés érzékelői

Az érzékelők csoportosítása - 3.

Dr. Fock Károly

A cikksorozat soron következő részében áttekintjük a jelek szerinti csoportosítások szintjén a zavaró jelek típusait, majd a további finomítás során rátérünk a tervezés szintjére és megvizsgáljuk az érzékelők működését leíró hatásokat, a kialakításhoz szükséges anyagokat, valamint a funkcionalitásból fakadó integráltsági fokot.

Az előző részek összefoglalása

Az energiaszemléletű csoportosítás lehetővé tette, hogy az összes érzékelőt a jelek bemeneti-, kimeneti- és segédenergiák kategóriájába sorolva egy szisztematikus, de meglehetősen durva osztályozási rendszerbe foglaljuk. A csoportosítás finomítására van szükség. A következő lehetőség az érzékelők jeleinek az áttekintése fajták szerint. Az előző részben részletesen összefoglaltuk a bemeneti és a kimeneti jeleket, és megállapítottuk, hogy az energiaszemléletű csoportosítás minden egyes egységéhez hozzárendelhető a jelfajták szerinti további felbontás. Tekintettel arra, hogy a jelek száma nem állandó – a műszaki fejlődéssel számuk egyre nő – így a csoportok száma sem véges, nagyságukat csak becsülni lehet. Figyelembe véve az érzékelők általános modelljét (1. rész, 1. ábra), nem szabad elfelejtenünk a környezeti hatásokról sem, amelyek az érzékelők működésére zavarólag hatnak.

2. szint: kiválasztás jelek szerint

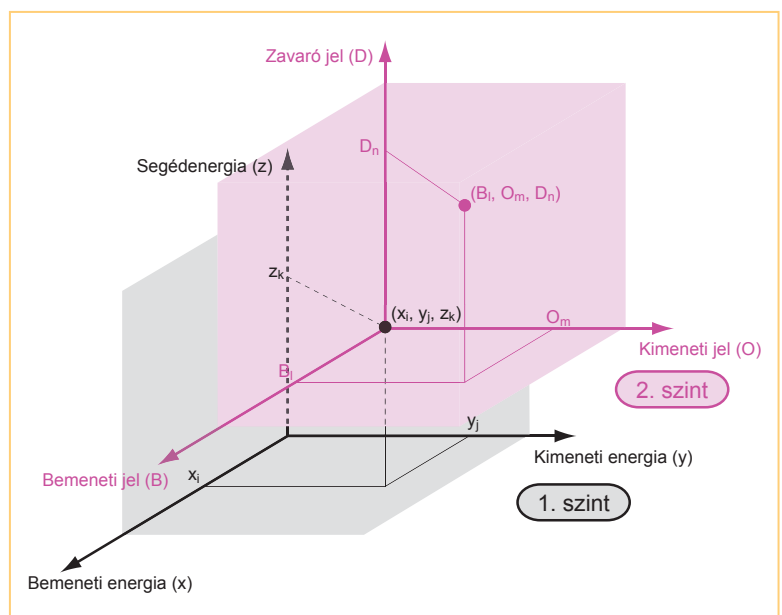
Környezeti hatások zavaró jelei

A sokféleséget az is fokozza, hogy a bemeneti és a kimeneti jelek mellett azokat a zavaró hatásokat is figyelembe kell venni, amelyek az érzékelők környezetéből származnak. A környezeti hatások zavaró jelekként jelennek meg, és befolyásolják az érzékelők mérés-technikai célú működését [1].

A legfontosabb környezeti hatások és az abból keletkező **zavaró jelek**: hőmérséklet, nyomás, gyorsulás (ütés), rezgés, nedvesség, radioaktív- és ionizáló sugárzás, elektromágneses tér, valamint a gázok és folyadékok korrozív hatásából, továbbá a szerelésből és a működésen kívüli hatásokból (raktározás, szállítás, kereskedelem) származó jelek. Ezekre nem minden érzékelő reagál egyformán, ill. nem minden hatás jelentkezik egyidejűleg. (Pl. a felragasztott nyúlásmérő-ellenállások a hőmérsékletfüggésen kívül öregednek is (kúszás), a kapacitív érzékelők az elektromágneses térre, a potenciométerek a hőmérsékleten kívül a rezgésre, a mérőperemek a nyomásra és a hőmérsékletre érzékenyek stb.)

A bemeneti és kimeneti jelek szerinti felosztást tehát tovább kell finomítani a zavaró jelek számbavételével. Mindhárom jelfajta egyidejű figyelembevételét könnyíti meg az 1. ábrán vázolt háromdimenziós ábrázolás.

Összefoglalva: **a jelek szerinti csoportosítás** a Miller-index-szel kiválasztott érzékelő csoporton belül (1. ábrában az x_i , y_j , z_k pont) további felosztást tesz lehetővé. A zavaró jelek minden



1. ábra: Érzékelők jelek szerinti csoportosítása (2. szint)

Miller-index csoportra azonosak. Az energiaszemléleten alapuló 1. szintű felosztásból csupán a háromdimenziós ábrázolás miatt maradtak ki. Ennek a csoportosításnak a jelentősége abban áll, hogy ezeket a jeleket (ismét) egy háromdimenziós térben ábrázolva a jelekhez tartozó „térbeli pont”, vagy több zavaró jel esetén a „pontok” által definiált érzékelő csoport

- a tervezőt a lehetséges megoldások, tervezési szempontok figyelembevételére ösztönzi,
- a felhasználónak pedig az alkalmazás körülményeire hívja fel a figyelmét.

3. szint: a tervezés csoportosítási szempontjai

Annak érdekében, hogy egy adott érzékelési feladat (pl. egy ellenállás kimeneti jelű, abszolút nyomás (bemeneti jel) mérésére szolgáló érzékelő változó környezeti hőmérsékleten (zavaró jel) – ez a jelek szerint végrehajtott csoportosítás egy eleme –) megoldásához megtaláljuk a legjobban megfelelő eszközt, ismernünk kell

- az érzékelők működését leíró **hatásokat** (aktív érzékelőknél **kölcsönhatásokat**),
- a kialakításhoz szükséges **anyagokat** és
- a funkcionalitásból fakadó **integráltsági fokot**.

Vegyük sorra az érzékelők lehetséges anyagválasztékát!

Az érzékelők anyagai

- kristályos fémek,
- polikristályos fémek,
- kristályos mágneses anyagok,
- amorf mágneses anyagok,
- ferritek,
- egykristályos félvezetők,
- polikristályos félvezetők,
- szigetelőkerámiák,
- polimerek,
- fényvezető szálak.

Természetesen fenn kell tartani annak a lehetőségét, hogy a felsorolás nem teljes, a műszaki fejlődés eredményeképpen új anyagok megjelenésére is számítani lehet. Ha csak az utóbbi években elterjedt amorf mágneses anyagokra vagy az optikai szálakra gondolunk, joggal remélhetjük, hogy az elkövetkező évek, évtizedek az érzékelők anyagválasztékának bővülését is hozzák.

Az érzékelők integráltsági foka

Jelenleg az érzékelők túlnyomó többsége egyetlen bemeneti mennyiség átalakítására szolgál. A zavaró hatásokat nem tekintjük bemeneti jeleknek. Ezek az *egykomponensű- vagy monoszenzorok*. A cikk eddigiekben megemlített érzékelői mind ebbe a kategóriába tartoznak.

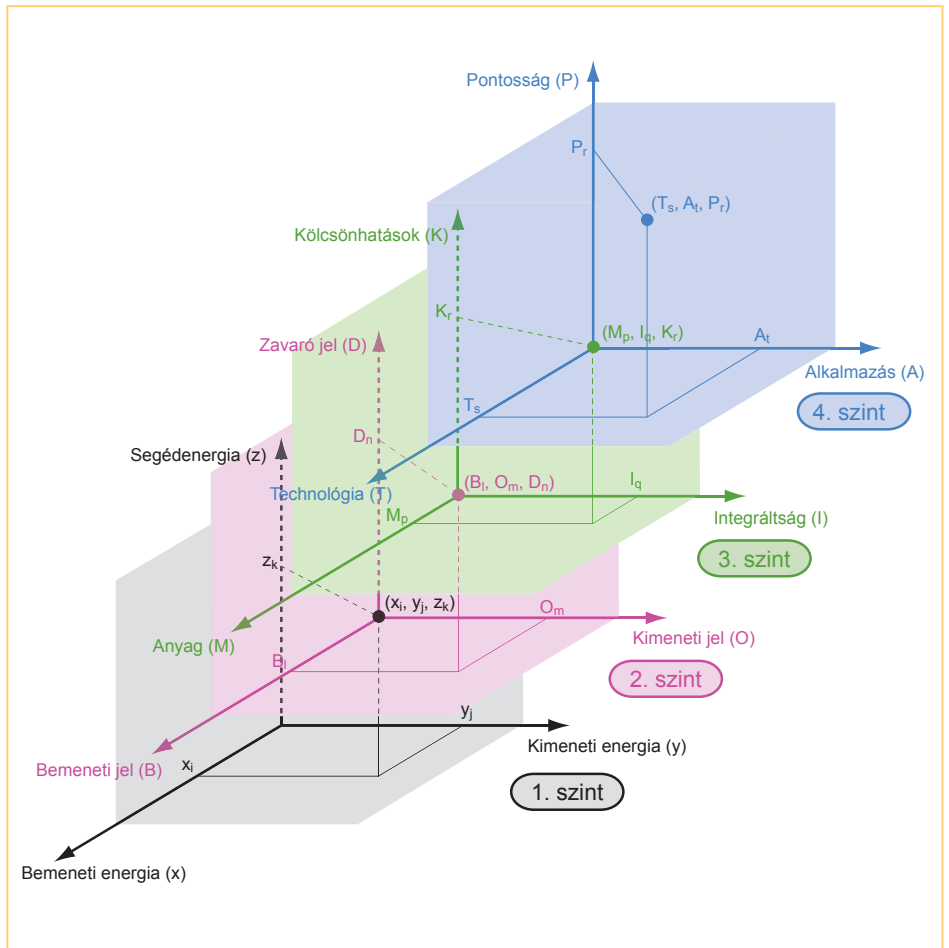
Az *érzékelőmátrixok* azonos elemek integrációjával épülnek fel, és egy bemeneti jel térbeli eloszlásának a meghatározását teszik lehetővé. Ilyen pl. a gyógyászatban használt gammakamera, a képfeldolgozáshoz kifejlesztett töltéscsatorl (CCD)-érzékelő stb.

A *multiszenzorok* többféle mennyiség megmérésére alkalmas érzékelők együttese. Fontos kiemelni erre az érzékelő típusra jellemző keresztérzékenységet, amelynek ismeretére a pontos mérések végrehajtásához feltétlenül szükség van. Példaként szolgáljon egy intelligens robot csuklójába épített 6 komponenses – nyúlásmérő-ellenállásokkal felépített – erős és nyomatékmérő vagy egy 3 komponenses, piezoelektromos forgácsolóerő mérő.

A *többfunkciós érzékelők* egyszerre több, különböző mennyiség érzékelésére alkalmasak, eltérő üzemeltetési feltételeknél. A mikromechanika és a mikroelektronika fejlődése tette lehetővé a különböző érzékelők kis helyre koncentrációját. Pl. a Si-egyikristályból kialakított félvezető nyúlásmérő-ellenállásokkal működő nyomásmérőre egy vékonyréteg Pt-ellenálláshőmérőt is elhelyeznek, aminek jelével hibakorrekció valósítható meg,

Az *integrált érzékelők* a mérési célra szolgáló érzékelőn kívül egyszerűbb jelfeldolgozási feladatokat (pl. hőmérséklet-kompenzációt, erősítést, A/D-átalakítást stb.) is ellátnak.

Az *intelligens érzékelők* jelentik a legújabb generációt. Ezek a mikroprocesszorral egybeépített eszközök intelligens funkciók ellátására, a környezettel való kommunikációra is képesek. Ezek közé tartozik pl. a digitális jelfeldolgozás és jeltárolás, a korrekciós hibakompenzáció, önkalibráció, automatikus méréshatár-váltás, hibaszámítás, a számítógéppel való kommunikáció stb.



3. ábra: Gyártástechnológiai, alkalmazástechnikai csoportosítás (4. szint)

4. szint: gyártástechnológia, alkalmazástechnika

Az érzékelők anyagának kiválasztása döntő befolyással van a lehetséges gyártástechnológiára. A felsorolásban szereplő **technológiafajták** igen nagy felkészültséget igényelnek, és folyamatos fejlődésben vannak.

Az érzékelők legtöbbször előállításuk besorolható az alábbi technológiák egyikébe:

- fém-,
- műanyag-,
- monolit félvezető (egyikristály félvezető)-,
- kerámia-,
- réteg (vékonyréteg, vastagréteg)-,
- polimer- és
- szál-optikai technológiák.

A felsorolás a ma alkalmazott technológiákat tartalmazza. A fejlődés során új eljárások megjelenésére joggal lehet számítani

A lehetséges **alkalmazási területek** nemcsak az olvasónak adnak tájékoztatást az érzékelők fontosságáról, hanem a tervező, a gyártó és a felhasználó számára előírásokat is jelentenek az üzembe helyezés és az üzemeltetési körülményekről, a megbízhatóság, az élettartam, az ár stb. kérdéseiről.

Példának tekintsük az alkalmazási területek alábbi felsorolását:

- laboratóriumi mérések,
- gépgyártás,
- környezetvédelem,
- autóelektronika,
- orvos-biológia,

- élelmiszer-feldolgozás,
- energetika,
- vegyipar,
- gyógyszeripar,
- haditechnika,
- építőanyag-ipar,
- nukleáris technika,
- hajózás,
- légitözlekedés,
- űrkutatás stb.

Az alkalmazási terület meghatározza az érzékelőkkel szemben támasztott **pontosági követelményeket** is:

- az üzemi pontossági követelményeket az adott technológia szabja meg,
- a kereskedelmi forgalom pontossági előírásait törvények szabályozzák,
- a kutató-fejlesztő tevékenység többnyire egyedi eszközeinek pontossági előírásai a mérés technikai feladatok függvényében igen eltérőek, gyakran fordul elő az igen nagy pontossági követelmény,
- a kalibrálási célokhoz szükséges etalonok pontosságát a visszavezettség vertikális rendszere rögzíti.

Ha a szemléletesség és a rendszerezés érdekében a technológiákat, az alkalmazási területeket és a pontossági előírásokat ismételtlen egy háromdimenziós ábrázolással foglaljuk össze, akkor a koordináták találkozási pontja az érzékelőknek már egy lényegesen szűkebb csoportját fogja jelenteni (3. ábra).

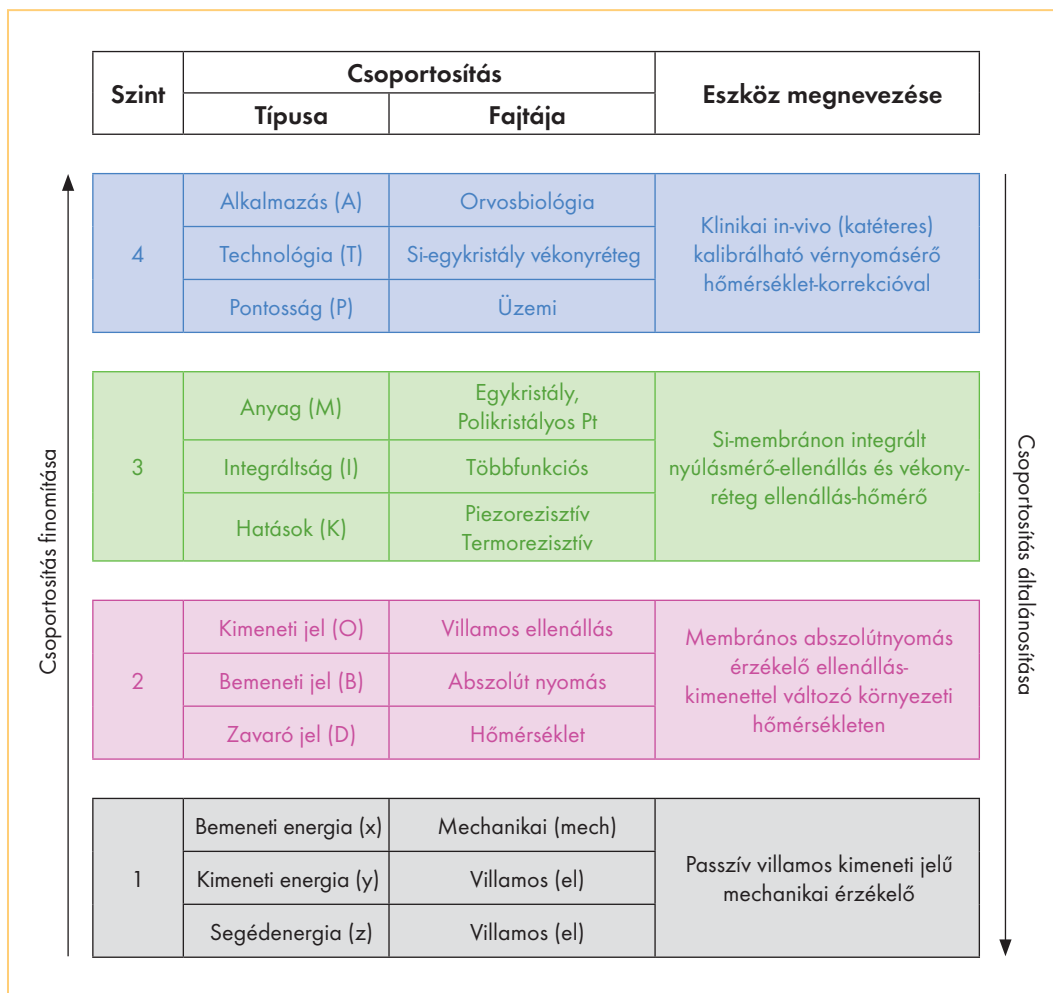
A további csoportosításnak ezt a hármas rendszerét már csak akkor célszerű figyelembe venni, ha a tervezés során kiválasztásra került a működési elv, az érzékelő anyaga és integráltsági foka.

Például egy klinikai gyógyászati célra használt, érbe helyezhető vérnyomásmérőre vonatkozó kiválasztási szempontok a nagyfokú miniatürizálás és a sterilizálhatóság követelménye miatt egy szilíciumtechnológiával megvalósítható, orvosbiológiai felhasználási célú, üzemi pontossági igényeknek megfelelő eszköz kiválasztását (alkalmazástechnikai szempont), ill. kialakítását (gyártástechnológiai szempont) igényli.

Összefoglalás

A csoportosítás négy szintjében ismertetett 12-féle csoportosítási szempont egymásra épül.

A 4. ábra az elmondottakat egy konkrét érzékelő példájával szemlélteti. Az ábrán jól látszik a csoportosítási szintek egymásra épülése. A kiválasztási, csoportosítási hierarchia kialakításának az volt a célja, hogy a 12-féle szempont figyelembevétele után olyan kiválasztási specifikumot kapjunk, amelyhez lehetőleg már csak egy érzékelő tartozzon. Ha ez mégsem sikerül mindig, annak az oka abban keresendő, hogy néhány csoportosítási szempont a felsorolásból még kimaradt. Ilyen pl. az analóg-, a digitális-, és a kettő közötti átmenetet képező frekvencia-kimenetű osztályozás; a robbanásveszélyes környezetben való alkal-



4. ábra: Érzékelők csoportosításának egymásra épülése (Katéteres, invazív vérnyomásmérés szilícium alapú piezorezisztív nyomásmérővel klinikai alkalmazásra)

mazás típusválasztéka; a statikus, ill. a dinamikus mérésre való alkalmasság stb. Ezekkel helyhiány miatt nem foglalkozunk.

A felvázolt csoportosítási rendszer azonban fordított irányban is működik. A 4. szinten definiált érzékelő lefelé haladva folyamatosan beépíthető az alsóbb szintekbe, eljutva egészen az érzékelők Miller-indexeihez.

Az elmondottakból kitűnik, hogy a csoportosítási rendszer egy fa ágaihoz hasonlóan terebélyesedik, kihasználva azt a lehetőséget, hogy újabb és újabb hajtásokat is növelessen – a tudomány és a technika fejlődése miatt.

A cikksorozat folytatásában a folyamatműszerezés érzékelőinek újabb általános jellemzőivel fogunk foglalkozni. Nevezetesen részletesen tárgyaljuk az érzékelők statikus viselkedését. Definiáljuk a statikus karakterisztikát, áttekintjük annak tipikus hibáit, megvizsgáljuk a környezet hatását a statikus viselkedésre, és összefoglaljuk azokat az általános módszereket, amelyekkel ezeket a hatásokat mint zavaró tényezőket kiküszöbölni vagy csökkenteni lehet.

(Folytatjuk!)

editor@magyar-elektronika.hu

IRODALOM

- [1] Harry N.Norton: Sensor and Analyser Handbook. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ 07632
- [2] E. Schrüfer: Elektrische Meßtechnik. 6. Auflage. Carl Hanser Verlag, München Wien, 1995