

## A Repeta rovat elé

A szabályozás- és mérés technika olvasóink egy részének tanult mestersége. Mások talán más szakmából startoltak, de ma mégis ez a „kenyerük”. Akárhogy is, sokunk számára ad mindennapi gondolkodnivalót ez a szakma. Ez vezette a szerkesztőséget, amikor úgy döntöttünk, hogy Repeta címmel új rovatot indítunk olyan szakmai cikkek számára, amelyek „átismélik” azt az elméleti ismeretanyagot, amely nélkül a mérés és szabályozás alapelveire épülő rendszerek működése nem érthető.

Kétségtelen, hogy a szakma elméleti alapjainak lerakása óta nagyot változott a világ: ezen a szakterületen is – néha csak törekvésként, máskor megvalósult gyakorlatként – megjelent a „Plug and Play” szemlélet, amely minimalizálni igyekszik egy-egy szakma „készen kapható” eszközeinek felhasználásához szükséges hozzáértést. Már az integrált áramkörök megjelenésekor is felmerült a lehetőség, hogy az elektronikus áramkörök működésének, tervezési módszereinek részletes ismeretét „elfelejthetik” a felhasználók, akiknek ettől kezdve elegendő a „szakácskönyv” stílusú alkalmazástechnikai ismertetőkre hagyatkozni, de kiderült, hogy ez nem így van. Talán változtak a módszerek, áthelyeződött a felhasználók figyelmének „fókusz”, de elméleti ismeretek nélkül továbbra sem lehet megenni. Az alkatrészfejlesztők „tranzisztorszintű” ismereteihez hozzáadódik a felhasználó kreativitása, és a szülői eredeti termék fejlesztése során bizony nem ritkán elő kell venni, le kell porolni, fel kell frissíteni bizonyos elméleti alapokat.

Így van ez a szabályozástechnikában is, ahol a feladatot azért nem lehet az eszközyártóknál maradéktalanul „előre” megoldani, mert a szabályozott technológiák köre beláthatatlanul széles, a nyersanyag és a végtermék, a telephely és a gyártóberendezés többé-kevésbé mindig „egénység” – ritkaság az, ha az egyik alkalmazásban bevált szabályozástechnikai megoldás „egy az egyben” átvihető egy másik technológiai környezetbe. A szabályozott rendszerek elemeihez, a méréseszközöktől, a folyamatszensoroktól a be-

avatkozókig „hozzá kell tudni nyúlni”, és nem utolsósorban választani is kell tudni a szinte áttekinthetetlen eszköz kínálatból, és célszerűen nem (csak) a marketinginformációkra hagyatkozva, hanem az adott feladatra való tényleges alkalmasság alapján. Ezt pedig sokszor csak úgy ítéldhetjük meg helyesen, ha időről időre visszanyúlunk a „tisza forráshoz”, a mérés- és szabályozás-elmélet, a fizika, a kémia, a matematika, a logika gyártófüggetlen, marketing által nem befolyásolható, időtálló alapelveihez.

Meglehet, „későn érő típus” vagyok, mindenesetre tapasztaltam, hogy az egyetemen tanult alapismeretek néhány év mérnöki gyakorlat után „újratermelmeződtek” – úgy tűnik, ennyi időt el kell tölteni a szakmában ahhoz, hogy többé ne sivár, a sikeres vizsga után sürgősen elfelejtendő, elméleti „bifláználónak”, hanem a szakmánk szilárd alapkövének érezzük azokat. Ezért vállalkozunk arra, hogy segítünk az Olvasónak „visszalapozni” az elméleti tananyagban, szükség esetén a matematikát sem „megkerülve”. A szakma jeles képviselőit kérjük fel a mérés- és szabályozástechnikai alapelemek, a szenzorok, a szabályozás és a beavatkozók témáinak több folytatásra kiterjedő feldolgozására, arra kérve őket, hogy kíséreljenek meg azoknak is használható információt adni, akiknek elfoglaltságába, kevés és szétforgácsolt idejébe nem fér bele a matematikai részletek gondos követése.

Kérem az Olvasót, fontolja meg, hogy a szakmai tanulmányokkal ellentétben itt nem „kötelező” tananyaggal találkozunk majd, inkább lehetőséget kap arra, hogy a korábban tanultaktól esetleg eltérő szemlélettel, más nézőpontból újra szemügyre vehesse, kiegészíthesse, ismét végiggondolhassa azt, amitől „a dolgok működnek”. Ezekkel a gondolatokkal ajánlom szíves figyelmükbe, és kívánom, hogy forgassák haszonnal a Repeta rovat cikkeit.

Tóth Ferenc

# A folyamatműszerezés érzékelői

## Az érzékelők csoportosítása – 1.

Dr. Fock Károly

**A cikk részletes összefoglalót ad a mérés- és szabályozástechnikában használt érzékelők csoportosításai lehetőségeiről. Az elméleti vizsgálatok, a kiválasztási szempontok, a tervezés, a gyártás és a felhasználás egyes fázisai mind eltérő, de a többivel hierarchikus vagy mellérendelt kapcsolatban álló csoportosítást igényelnek.**

### Bevezetés

A mérés és a szabályozás egyik nélkülözhetetlen elemét képezik az érzékelők, amelyek – mint ismeretes – közvetlen kapcsolatban vannak a mérni, ill. szabályozni kívánt fizikai, kémiai, biológiai mennyiségekkel; azokat olyan jelekké alakítják át, amelyek a további jelfeldolgozást teszik lehetővé. A bemeneti jelek nagy száma, továbbá az érzékelők működésének, felépítésének a sokrétűsége miatt a tervezőnek, gyártónak, felhasználónak jól használható segítséget nyújt egy logikusan felépített csoportosítási rendszer.

A „logikusan felépített csoportosítási rendszer” kifejezést azért érdemes hangsúlyozni, mert a mérés- és szabályozástechnikával foglalkozó szakirodalomban mindig is találunk különböző szempontok szerint összeállított felosztásokat, osztályozásokat,

amelyek egy-két jellemző tulajdonság kiragadásával és felhasználásával készültek, de nem mindig alkalmasak arra, hogy más körülmények között is érvényben maradjanak.

Ha sorra vesszük a lehetséges csoportosítási szempontokat, akkor könnyen észrevehetjük a közöttük lévő hierarchikus vagy mellérendelt kapcsolatokat. Ha ezeket a kapcsolatokat egy alkalmas rendszerbe foglaljuk, akkor eltűnnek a látszólagos ellentmondások, és könnyebben tudunk tájékozódni az érzékelők sokfélesége között.

Felvetődik a kérdés, hogy egy tervező, egy gyártó, egy felhasználó mit profitál abból, ha útmutatót kap az eligazodásra? A cikkből kiderül, hogy egy helyesen felépített csoportosítási rendszer ismeretében a mérés-, ill. szabályozástechnikai feladat megoldásának bármely fázisában könnyebben megtalálható az a szakmai

háttér, amelynek ismeretében nagyobb valószínűséggel lehet helyes eredményre jutni.

Az érzékelőkkel foglalkozó szakembereknek a mai specializálódott világban is „polihisztoroknak” kell lenniük. A fizikai, kémiai, biológiai alapismereteken kívül alapos metrológiai, matematikai, informatikai ismeretekkel is rendelkezniük kell, nem feledve az anyagtudomány, a gyártástechnológia igen szerterágazó részterületeit sem, hozzászámítva a fentiekhez a gazdasági és gazdaságossági kérdéseket is.

**1. szint: csoportosítás az energiaszemlélet alapján**

A csoportosítási szempontok összeállításánál a deduktív módszert követjük, azaz a legáltalánosabbtól haladunk az egyedi irányába. A cél az, hogy egy adott érzékelőt „kézbe fogva” be lehessen sorolni azt a csoportosítási szintek mindegyikébe. Az egyes csoportosítási szintek előnyös tulajdonságaikon kívül azonban hátrányokkal is rendelkeznek, ezek ismertetésére is mindig sor kerül.

Az érzékelők a környezetükkel kölcsönhatásban vannak. Ez a kölcsönhatás mindig energiaátalakítással jár együtt, ami esetleg anyagáramlással is kapcsolatban lehet. Ez az állítás úgy is megfogalmazható, hogy az érzékelő mindig két rendszert kapcsol össze, és a bemenetére jutó teljesítményt a kimeneti teljesítménnyé alakítja át. Az egyszerűség kedvéért a veszteségektől eltekintünk. A teljesítmény általános kifejezése:

$$P(t) = \sum_j f_j(t) \cdot \dot{h}_j(t)$$

Az egyenletben  $j$  az energia fajtáját,  $f_j$  egy általános erőt,  $\dot{h}_j$  pedig egy általános áramot jelöl. Az  $f_j \cdot \dot{h}_j$  szorzat teljesítmény dimenziójú, az  $f_j$  és  $\dot{h}_j$  neve: konjugált változópár. Az 1. táblázat a különböző rendszerek konjugált változópárjait foglalja össze.<sup>2</sup>

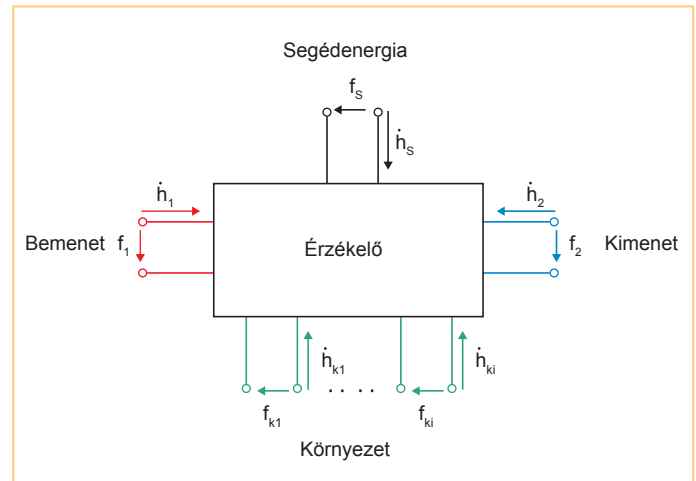
Egy érzékelő az energiaáramlás szempontjából legalább egy két-kapu (1. ábra), amelyben az  $f_1$ - $\dot{h}_1$  konjugált változópárokat az  $f_2$ - $\dot{h}_2$  konjugált változópárokká alakítja át. Esetenként azonban a működéshez segédenergiára is szükség lehet, ami szintén konjugált változópárokkal vehető figyelembe (három-kapu), és nem szabad figyelmen kívül hagyni a környezeti hatásokat sem, ami újabb konjugált változópárok figyelembevételét jelenti ( $n$ -kapu).

Az érzékelő belsejében végbemenő folyamatokat az energiaáramlás szempontjából érdemes nyomon követni, azonban mérés-technikai szempontból az információ átvitele technikailag egy fizikai mennyiségnek a másikba történő átalakítását jelenti. Megtartva a konjugált változópárokat, a lehetséges párosítások: **erő – erő, erő – áram, áram – erő, áram – áram**. A 2. ábra konkrét érzékelők feltüntetésével is mutatja a felsorolt típusokat. Az erő – áram típushoz tartozó feszültség – áram átalakító pl. egy érzékelő besorolású villamos ellenállás, ami kissé erőltetett. Különböző energiájú rendszereket összekapcsoló érzékelőket ebbe a típusba azonban nehéz találni.

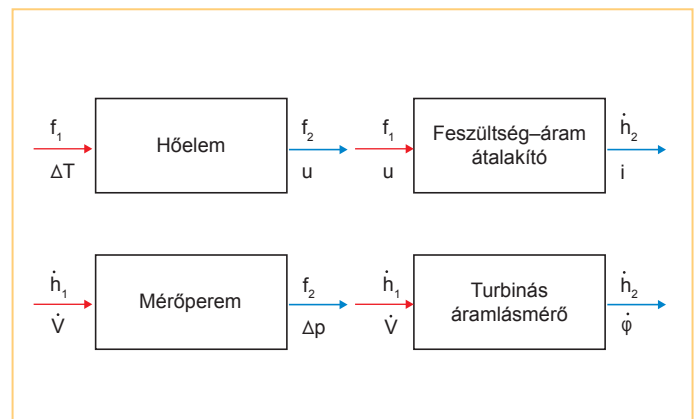
A csoportosításhoz felhasznált energiák fajtáiról, számáról meg kell egyezni. Követve K. Lion [1] immár 40 éve ismert

Rendszer		$f$		$\dot{h}$	
Villamos		Villamos feszültség	$u$	Villamos áram	$i$
Mechanikai	Transzlációs	Erő	$f$	Sebesség	$\dot{x}$
	Rotációs	Forgatónyomaték	$M$	Szögsebesség	$\dot{\varphi}$
Áramlási		Nyomás	$p$	Térfogatsebesség	$\dot{V}$
Termikus		Hőmérséklet	$T$	Entrópiaáram	$\dot{S}$

1. táblázat Különböző rendszerek konjugált változói



1. ábra Érzékelők általános modellje



2. ábra Érzékelők lehetséges változópárjai

javaslatát, az energiafajtákat **sugárzási (rad), mechanikai (mech), termikus (therm), villamos (el), mágneses (mag) és kémiai (chem)** csoportok szerint osztályozzuk. Az áttekinthetőség kedvéért nem teszünk különbséget a sugárzási energiafajtákon belül a fény-, a röntgen- és a maghasadási ionizáló sugárzási energiák, valamint a mechanikai energiákon belül a potenciális, a kinetikai, ill. a hidromechanikai energiák között.

A következő részben azt vizsgáljuk meg, hogy milyen lehetőségei vannak az energiafajták szerinti csoportosításnak, értékeljük azokat és javaslatot teszünk azok finomítására.

(Folytatjuk!)

fock@apra.hu

<sup>1</sup> A  $\dot{h}_j$  szimbólum feletti pont az idő szerinti differenciálást jelenti.

<sup>2</sup> A konjugált változópárok alkalmazása igen szemléletes a villamos, a mechanikai és az áramlási rendszerekben, viszont a termikus alkalmazás már kissé erőltetett az entrópia áram miatt. A sugárzási és optikai rendszerekben pedig azért lehetetlen, mert a sugárzást jellemző mennyiségek – a sugárerősség [Wsr<sup>-1</sup>], ill. a fényerősség [cd] is – eleve teljesítménydimenziójú mennyiségek (egységnyi térszögbe kisugározva).

IRODALOM

[1] K. Lion: Transducers, problems and aspects. IEEE Trans. on El. and Cont. Instr. Vol. IECI 1969, p. 2.