

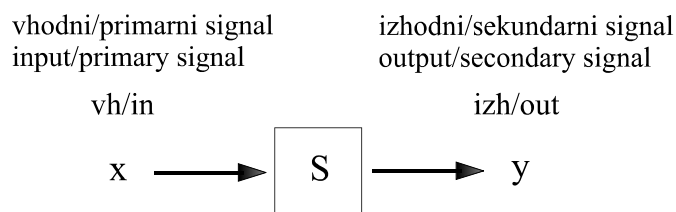
1 OSNOVNE ZNAČILNOSTI SENZORJEV IN AKTUATORJEV

- 1.1 OSNOVNE DEFINICIJE
- 1.2 PRINCIPI PRETVORBE
- 1.3 RAZVRSTITEV SENZORJEV

1.1 OSNOVNE DEFINICIJE

V literaturi s področja senzorjev in aktuatorjev pogosto srečujemo različne sorodne pojme kot npr. senzor, vzbujevalnik, pretvornik, senzorski sistem itd. Zaenkrat še ne obstoja urejeno, enotno izrazoslovje na tem področju, saj različni avtorji pripisujejo tem pojmom različne pomene. Vseeno bomo v nadaljevanju skušali podrobneje osvetliti pomen teh pojmov in podati njihove najpogostejše definicije.

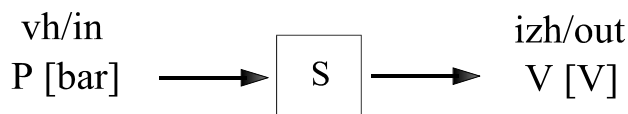
Senzor : je element, ki proizvede na izhodu signal, ki enolično odgovarja vrednosti opazovane veličine na vhodu senzorja(SI 1.1SI 1.1) .



SI 1.1 Osnovno delovanje senzorja

Primer: Senzor tlaka - tu je na izhodu senzorja signal, npr. električna napetost V , ki je enolično odvisna od vrednosti tlaka P na vhodu (SI 1.2).

Senzor tlaka torej opravlja enolično pretvorbo vhodnega signala, tlaka P v izhodni signal, napetost V .



SI 1.2 Osnovno delovanje senzorja tlaka

Za senzorje srečamo včasih še različna druga imena kot npr. detektor (x-ray detector), meter (flowmeter), element (termoelement), celica (fotocelica) itd.

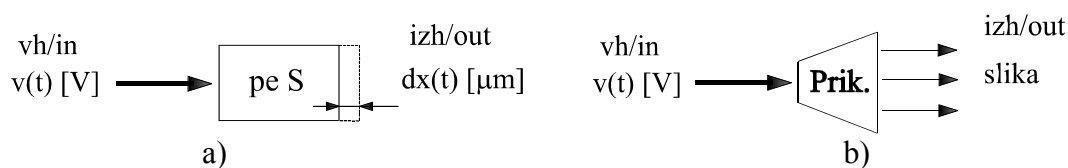
Vzbujevalnik (Aktuator):

je (po nekaterih definicijah) element, ki vhodni signal pretvarja v mehanski ali informacijski izhodni signal!

Primer:

- piezoaktuator: je element, ki vhodni signal - električno napetost preko piezoeфекta pretvarja v izhodni signal - mehansko deformacijo (SI 1.3a)

- prikazalnik: je element, ki vhodni signal - primeren električni informacijski signal pretvarja v izhodni signal - slikovno informacijo (SI 1.3b)



SI 1.3 Primer aktuatorjev: a) piezoaktuator in b) prikazalnik

Pretvornik (Transducer):

Tu definicije ne bomo podali, saj zaenkrat še ni enotne definicije tega pojma, ker nekateri avtorji pretvornik definirajo enako kot senzor, drugi avtorji pa vključijo v ta pojem tudi aktuatorje!

Senzorski sistem:

je običajno definiran kot senzorski element s pripadajočo elektroniko za obdelavo signalov (signal conditioning).

Včasih srečamo tudi drugačne razlage teh pojmov, npr. v industriji pogosto kompletnemu senzorskemu sistemu pravijo kar kratko senzor. Pri tem zato zmanjka termin za osnovni senzorski element - senzor, ki ga nato v pomanjkanju izrazov včasih imenujejo pretvornik, itd. Skratka, izrazoslovje na dinamičnem področju senzorike še ni povsem ustaljeno. V izogib zmede se bomo mi držali gornjih dogovorov oz. definicij.

Zgodovinsko - razvojno senzorje delimo v 2 skupini:

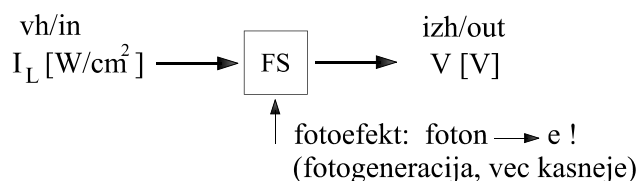
- klasični (starejši) senzorji: izhodni signal je bil tu lahko v različnih oblikah kot npr. pomik, pritisk itd., ker je bil izhod senzorja pripeljan direktno na nek izhodni instrument (urco), odčitana vrednost se je nato ročno vpisala v dnevnik meritve. S tem je bil senzorski del procesa zaključen, saj še ni bilo kompleksne systemske obdelave podatkov ampak le ročno preračunavanje!
- moderni (novejši) senzorji: tu je osnovna zahteva, da je izhodni signal senzorja v primerni obliki za nadaljnjo, običajno digitalno obdelavo signalov, kot so npr. električni signali (napetost, tok, naboj itd.) ali optični signali.

1.2 PRINCIPI PRETVORBE

Pri delovanju senzorjev in aktuatorjev gre vedno za neko pretvorbo energije vhodnega signala v energijo izhodnega signala, ki naj bo v obliki, primerni za nadaljnjo obdelavo!

Take pretvorbe energije iz ene oblike v drugo imenujemo običajno v naravoslovju in tehniki "efekt" ali "zakon" (effect, law).

Primer: Fotosenzor - energija vpadlega elektromagnetnega valovanja (svetloba) se v senzorju pretvarja na osnovi fotoefekta v energijo prostih električnih nosilcev naboja in nato dalje v tok oz. napetost, odvisno od električne vezave na izhodu (SI 1.4).



SI 1.4 Fotosenzor in fotoefekt

Danes je odkritih že okrog 400 različnih efektov/pretvorb in število še raste. Torej obstoja tudi tolikšno število možnosti za realizacijo raznih vrst senzorjev.

Različne vrste energij oz. signalov lahko razvrstimo v nekaj osnovnih skupin, kar pogosto služi tudi kot ena izmed osnovnih razdelitev senzorjev :

- mehanski
- termični
- električni
- magnetni
- radiacijski (svetloba, delci)
- kemijski
- biološki

Primer: Klasični senzor(oz. pretvorba) - vhodni signal, npr. termični signal oz. temperatura, povzroči preko bimetalnega efekta mehanski izhodni signal, ki je v enolični odvisnosti od vhoda!

Primer: Moderni senzor(oz. pretvorba) - vhodni signal, npr. mehanski pomik, povzroči preko piezoelektričnega efekta izhodni signal v obliki npr. električne napetosti, ki je v enolični odvisnosti od vhoda!

Reverzibilni efekti: Nekateri efekti oz. pretvorbe so obrnljivi (reverzibilni) in jih zato lahko uporabimo v obeh smereh. Tak primer je npr. omenjeni piezoelektrični efekt, ki deluje tudi v obratni smeri: če na piezoelektrični kristal pritisnemo napetost, se deformira!

Ireverzibilni efekti: Nekateri efekti so neobrnljivi (ireverzibilni). Tak primer je fotosenzor, saj pri pritiski vhodni napetosti ne bo, vsaj v okviru normalnega delovanja pod prebojem, oddajal radiacije!

Zaključek: Seveda ni in ne more biti naš osnovni namen, v celoti podati podrobno obravnavo vseh teh efektov. To je domena mnogih različnih ved naravoslovja in tehnike kot so fizika, elektrotehnika, kemija idr. Tu se bomo omejili le na osnovne zakonitosti pretvorbe signalov v obravnavanih senzorjih, kolikor to potrebujemo za osnovno razumevanje delovanja in uporabe teh senzorjev.

1.3 RAZVRSTITEV SENZORJEV

Obstojajo različne možnosti za razvrstitev (oz. pregled ali klasifikacijo) senzorjev, glede na različne skupne lastnosti, ki povezujejo določeno skupino senzorjev. Ta skupna lastnost je lahko npr.:

- osnovni princip pretvorbe (npr. fotoefekt - fotosenzorji, piezoupoporovni efekt - piezoupoporovni senzorji itd.)
- vhodna spremenljivka (npr. senzorji tlaka, senzorji temperature, itd.)
- tehnologija in osnovni material (npr. polprevodniški silicijevi senzorji, tankoplastni senzorji, itd.)
- področje uporabe (npr. senzorji v avtomobilu, senzorji v medicini, itd.)
- točnost (npr. senzorji visoke točnosti, senzorji nizke točnosti)
- cena (npr. dragi oz. profesionalni senzorji, ceneni oz. neprofesionalni senzorji)
- itd. (še druge možnosti razvrstitve)

Kateri pristop razvrstitve senzorjev je v danem primeru najprimernejši, je odvisno od konkretnega primera uporabe, npr.:

- za uporabnika senzorjev bo najprimernejša razvrstitev glede na vhodno spremenljivko (npr.: Senzorji tlaka; Senzorji temperature; itd.) ali tudi glede na področje uporabe (npr.: za zdravnika - Senzorji v medicini; za izdelovalca avtomobilov - Senzorji v avtomobilih, itd.)
- za proizvajalca senzorjev bo najprimernejša razvrstitev glede na tehnologije in materiale (npr.: Polprevodniški senzorji; Tankoplastni senzorji; itd.)
- za študijske namene bo najprimernejša razvrstitev glede na osnovni princip pretvorbe (npr.: Piezouporovni senzorji; Piezoelektrični senzorji; itd.)

Razvrstitev senzorjev glede na napajanje:

- **aktivni senzorji:** pri procesu zaznavanja tu ne rabimo zunanjega vira energije

Primer: fotodioda - osnovna pretvorba je tu fotoefekt oz. direktna pretvorba energije fotonov vpadle svetlobe v izhodno električno energijo fotogeneriranih prostih nosilcev naboja, ki nato povzročijo na izhodu ustrezen električni signal (napetost ali tok, odvisno od električne sheme, več kasneje).

- **pasivni senzorji:** pri procesu zaznavanja tu potrebujemo zunanji vir energije

Primer: piezoresistivni senzor - spremembo upornosti pretvorimo v izhodni napetostni signal s pomočjo zunanjega tokovnega generatorja. Zato je v tem primeru potrebno poleg ostalih podatkov senzorja podati še vplive zunanjega vira, npr. parametrično pri različnih vrednostih toka generatorja I_g .

Včasih je uvrstitev danega senzorja v neko senzorsko skupino problematična, saj je lahko pri delovanju senzorja vpletenih več različnih efektov hkrati, lahko nastopa več vplivnih vhodnih ali izhodnih efektov naenkrat itd. Zaradi teh težav zaenkrat še ne obstoja univerzalna, splošno privzeta razvrstitev senzorjev, temveč skuša vsak avtor reševati problem smiselne razvrstitve senzorjev po svoje. Proces razvrstitve(klasifikacije) senzorjev torej še ni zaključen in je stvar nadaljnjega razvoja.

Za zaključek uvodnega poglavja bomo podali morda v praksi najpogostejšo razvrstitev senzorjev, in sicer po namenu uporabe oz. glede na vhodno merjeno veličino:

- mehanski senzorji: za merjenje vhodnih veličin kot so dolžina, linearna/kotna pozicija (ter časovni odvodi - hitrost, pospešek), masni pretok, sila, navor, pritisk, površina, volumen, parametri zvočnega valovanja (hitrost, valovna dolžina, intenziteta..) idr.
- temperaturni senzorji: za merjenje vhodnih veličin kot so temperatura T , (specifična) toplota c , entropija, toplotni tok, (agregatno) stanje snovi idr.
- električni senzorji: za merjenje vhodnih veličin kot so napetost, tok, naboj, upornost, kapacitivnost, induktivnost, dielektričnost, polje, frekvenca idr.
- magnetni senzorji: za merjenje vhodnih veličin kot so gostota magnetnega pretoka B , magnetne poljske jakosti H , magnetnih dipolnih momentov m , magnetne permeabilnosti μ idr.

- optični senzorji: za merjenje vhodnih veličin kot so parametri elektromagnetnega valovanja oz. svetlobe, npr. valovna dolžina, frekvenca, intenziteta, faza, polarizacija, odbojnost, prepustnost, lomni indeks idr.

- kemijski in biološki senzorji: za merjenje vhodnih veličin kot so kemijska sestava spojin, koncentracije, reakcijske hitrosti, faktor pH, oksidacijsko/redukcijski potenciali idr.

Pri tej razvrstitvi pogosto srečujemo v literaturi še nedoslednosti oz. izjeme. Nekaj primerov:

- senzorji na osnovi optičnih vlaken so včasih vključeni v skupino optosenzorjev, ne glede na vhodni signal, ki je lahko mehanska veličina kot npr. pomik itd.
- magnetni senzorji za zaznavanje mehanskih veličin (pomik itd.) so pogosto obravnavani med magnetnimi senzorji, itd.

Zaključek: Uvodno poglavje o osnovnih značilnostih senzorjev in aktuatorjev torej lahko zaključimo z ugotovitvijo, da položaj na področju natančne razvrstitve senzorjev še ni dokončno ustaljen. Tudi izrazoslovje je na tem dinamičnem področju, kjer vsak dan prihajajo na tržišče nove senzorske in aktuatorske strukture, zaenkrat še v stalnem razvoju.