



2023

7. Uvod u senzore

R2: SCRAPY Vodič

Broj projekta: **2021-1-FR01-KA220-SCH-000031617**



 Co-funded by
the European Union

Podrška Europske komisije za izradu ove publikacije ne znači odobravanje sadržaja, koji odražava samo stavove autora, a Komisija se ne može smatrati odgovornom za bilo kakvu upotrebu informacija sadržanih u njoj.

ECAM EPMI
30/04/2023

Sadržaj

1 Uvod.....	2
2 Definicije senzora i pretvarača	2
3. Kriteriji za odabir senzora	3
4. Osnovni zahtjevi za senzor ili pretvarač.....	3
5. Klasifikacija senzora	4
6. Često korišteni senzori i pretvarači.....	6
7. Jednostavan sustav koji koristi sonde.....	6
8. Analogni senzori.....	6
9. Digitalni senzori.....	8
10 Zaključak.....	8
11 Literatura.....	9

1 Uvod

U ovoj lekciji naučit ćemo nešto o senzorima i pretvornicima, kako odabrati senzor, zahtjevima za senzore i pretvornike, koja je klasifikacija senzora, nekoliko primjera analognih i digitalnih senzora.

Živimo u analognom svijetu s digitalnim sredstvima komunikacije i upravljanja mehaničkim objektima električnim signalima. To je moguće zahvaljujući uređajima poput senzora i pretvarača, koji nam pomažu u pretvaranju podataka ili informacija iz jedne domene u drugu.

Mjerenje je važan podsustav u svakom većem sustavu, bilo da se radi o mehaničkom ili elektroničkom sustavu. Mjerni sustav sastoji se od senzora, pokretača, pretvarača i uređaja za obradu signala. Korištenje ovih elemenata i uređaja nije ograničeno na mjerne sustave.

Oni se također koriste u sustavima koji obavljaju specifične zadatke, za komunikaciju sa stvarnim svijetom. Komunikacija može biti bilo što poput očitavanja statusa signala s prekidača ili pokretanja određenog izlaza da zasvijetli LED.

2 Definicije senzora i pretvarača

Riječi senzori i pretvarači naširoko se koriste u vezi s mjernim sustavima. Senzor je element koji proizvodi signale koji se odnose na veličinu koja se mjeri. Prema Instrument Society of America, "senzor je uređaj koji daje upotrebljiv izlaz kao odgovor na određenu količinu koja se mjeri." Riječ senzor izvedena je iz izvornog značenja 'opažati'.

Jednostavno rečeno, senzor je uređaj koji otkriva promjene i događaje u fizičkom podražaju i daje odgovarajući izlazni signal koji se može mjeriti i/ili bilježiti. Ovdje izlazni signal može biti bilo koji mjerljivi signal i električna je veličina.

Senzori su uređaji koji obavljaju ulazne funkcije u sustavu dok 'osjećaju' promjene u količini. Najbolji primjer senzora je živin termometar. Ovdje je veličina koja se mjeri toplina ili temperatura. Izmjerena temperatura pretvara se u čitljivu vrijednost na kalibriranoj staklenoj cijevi, na temelju širenja i skupljanja tekuće žive.

Aktuatori su uređaji koji rade suprotno od senzora. Senzor pretvara fizički događaj u električni signal, dok aktuator pretvara električni signal u fizički događaj. Kada se senzori koriste na ulazu sustava, aktuatori se koriste za izvođenje izlaznih funkcija u sustavu jer kontroliraju vanjski uređaj.

Transduktori su uređaji koji pretvaraju energiju iz jednog oblika u drugi. Energija je u obliku signala. Transduktor je termin koji se zajednički koristi za senzore i aktuatore.

3. Kriteriji za odabir senzora

Slijede određene značajke koje se uzimaju u obzir pri odabiru senzora.

1. **Vrsta senzora:** Parametar koji se očitava poput temperature ili tlaka.
2. **Princip rada:** Princip rada senzora.
3. **Potrošnja energije:** Snaga koju troši senzor igra važnu ulogu u definiranju ukupne snage sustava.
4. **Točnost:** Točnost senzora ključni je čimbenik pri odabiru senzora.
5. **Uvjeti okoline:** Uvjeti u kojima se senzor koristi bit će čimbenik pri odabiru kvalitete senzora.
6. **Cijena:** Ovisno o cijeni aplikacije, može se koristiti senzor niske cijene ili senzor visoke cijene.
7. **Razlučivost i raspon:** Najmanja vrijednost koja se može osjetiti i granica mjerenja su važni.
8. **Kalibracija i ponovljivost:** Promjena vrijednosti s vremenom i mogućnost ponavljanja mjerenja pod sličnim uvjetima.

4. Osnovni zahtjevi za senzor ili pretvarač

Osnovni zahtjevi senzora su:

1. **Raspon:** Označava granice unosa u kojima može varirati. U slučaju mjerenja temperature, termopar može imati raspon od 25 – 250 0C.
2. **Točnost:** To je stupanj točnosti između stvarnog mjerenja i prave vrijednosti. Točnost se izražava kao postotak izlaza punog raspona.
3. **Osjetljivost:** Osjetljivost je odnos između ulaznog fizičkog signala i izlaznog električnog signala. To je omjer promjene u izlazu senzora i jedinične promjene u ulaznoj vrijednosti koja uzrokuje promjenu u izlazu.
4. **Stabilnost:** Senzor može proizvesti isti izlaz za konstantan unos tijekom nekog vremena.
5. **Ponovljivost:** Senzor može proizvesti isti izlaz za različite primjene s istom ulaznom vrijednošću.
6. **Vrijeme odziva:** To je brzina promjene izlaza na postupnu promjenu ulaza.
7. **Linearnost:** Specificira se u smislu postotka nelinearnosti. Nelinearnost je pokazatelj odstupanja krivulje stvarnog mjerenja od krivulje idealnog mjerenja.
8. **Robusnost:** To je mjera izdržljivosti kada se senzor koristi u ekstremnim radnim uvjetima.
9. **Histereza:** Histereza se definira kao najveća razlika u izlazu na bilo kojoj mjerljivoj vrijednosti unutar određenog raspona senzora kada se približava točki prvo povećanjem, a zatim smanjenjem ulaznog parametra. Histereza je karakteristika koju ima sonda jer ne može vjerno ponoviti svoju funkcionalnost kada se koristi u suprotnom smjeru rada.

5. Klasifikacija senzora

Shema klasifikacije senzora može varirati od vrlo jednostavne do vrlo složene. Podražaj koji se osjeti važan je čimbenik u ovoj klasifikaciji.

Neki od podražaja su

1. **Akustika:** Val, spektar i brzina vala.
2. **Elektrika:** struja, naboj, potencijal, električno polje, permitivnost i vodljivost.
3. **Magnetski:** magnetsko polje, magnetski tok i permeabilnost.
4. **Toplinski:** Temperatura, specifična toplota i toplinska vodljivost.
5. **Mehanički:** položaj, ubrzanje, sila, pritisak, naprezanje, deformacija, masa, gustoća, zamah, moment, oblik, orijentacija, hrapavost, krutost, popustljivost, kristalnost i struktura.
6. **Optički:** Val, brzina vala, indeks loma, refleksija, apsorpcija i emisivnost.

Fenomen pretvorbe senzora također je važan faktor u klasifikaciji senzora. Neki od fenomena pretvorbe su magnetoelektrični, termoelektrični i fotoelektrični.

Na temelju primjene senzora, njihova se klasifikacija može napraviti na sljedeći način.

I. Senzori pomaka, položaja i blizine

1. Otporni element ili potencijometar
2. Kapacitivni elementi
3. Element mjerenja naprezanja
4. Induktivni senzori blizine
5. Senzori blizine vrtložnih struja
6. Diferencijalni transformatori
7. Optički koderi
8. Senzori Hallvog efekta
9. Pneumatski senzori
10. Prekidači blizine
11. Rotacijski enkoderi

II. Senzori temperature

1. Termistori
2. Termopar
3. Bimetalne trake
4. Otporni detektori temperature
5. Termostat

III. Svjetlosni senzori

1. Foto dioda
2. Fototranzistor
3. Otpornik ovisan o svjetlu

IV. Brzina i kretanje

1. Piroelektrični senzori
2. Tahogenerator
3. Inkrementalni koder

V. Tlak tekućine

1. Membranski mjerač tlaka
2. Taktilni senzor
3. Piezoelektrični senzori
4. Kapsule, mijehovi, tlačne cijevi

VI. Protok i razina tekućine

1. Turbinski mjerač
2. Ploča s otvorom i Venturijeva cijev

VII. IR senzor

1. Par infracrvenog odašiljača i prijamnika

VIII. Sila

1. Mjerenje naprezanja
2. Mjerna ćelija

IX. Senzori za dodir

1. Otporni senzor dodira
2. Kapacitivni senzori dodira

X. UV senzori

1. Detektor ultraljubičastog svjetla
2. Senzori stabilnosti fotografije
3. UV foto cijevi
4. Germicidni UV detektori

Svi senzori mogu se klasificirati u dvije vrste na temelju zahtjeva za snagom ili signalom. To su aktivni senzori i pasivni senzori.

Za rad aktivnih senzora potreban je signal napajanja iz vanjskog izvora. Taj se signal naziva pobudni signal, a na temelju tog pobudnog signala senzor proizvodi izlaz. Mjerač naprezanja je primjer aktivnog senzora. To je rezistivna mostna mreža osjetljiva na pritisak i sama ne proizvodi izlazni električni signal. Količina primijenjene sile može se izmjeriti tako da se poveže s otporom mreže. Otpor se može mjeriti propuštanjem struje kroz njega. Struja djeluje kao pobudni signal.

Nasuprot tome, pasivni senzori izravno proizvode izlazni električni signal kao odgovor na ulazni podražaj. Sva snaga potrebna pasivnom senzoru dobiva se mjerenjem. Termopar je pasivni senzor.

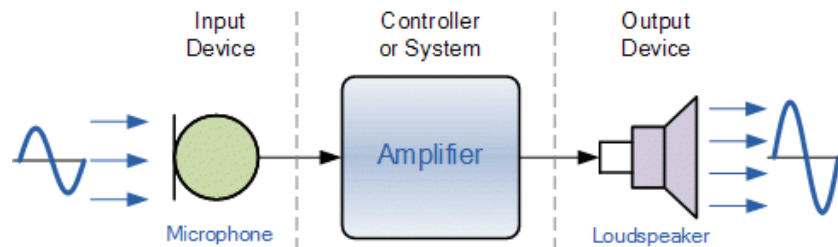
6. Često korišteni senzori i pretvarači

Neki od najčešće korištenih senzora i pretvarača za različite podražaje (količine koje se mjere) su:

1. Za očitavanje svjetlosti, ulazni uređaji ili senzori su fotodioda, fototranzistor, otpornik ovisan o svjetlu i solarne ćelije. Izlazni uređaji ili aktuatori su LED diode, zasloni, svjetiljke i optička vlakna.
2. Za očitavanje temperature senzori su termistori, termoparovi, temperaturni detektori otpora i termostati. Aktuatori su grijači.
3. Za očitavanje položaja, ulazni uređaji su potencijometar, senzor blizine i diferencijalni transformator. Izlazni uređaji su motor i panel mjerač.
4. Za mjerenje tlaka, senzori su mjerač naprezanja i mjerna ćelija. Pokretači su dizalice i dizala te elektromagnetske vibracije.
5. Za detekciju zvuka ulazni uređaji su mikrofoni, a izlazni uređaji su zvučnici i zujalice.
6. Za očitavanje brzine korišteni senzori su tahogenerator i senzori s Dopplerovim efektom. Pokretači su motori i kočnice.

7. Jednostavan sustav koji koristi sonde

Sustav javnog razglasa je primjer sustava koji koristi senzore i aktuatore.



Jednostavan sustav koji koristi sonde

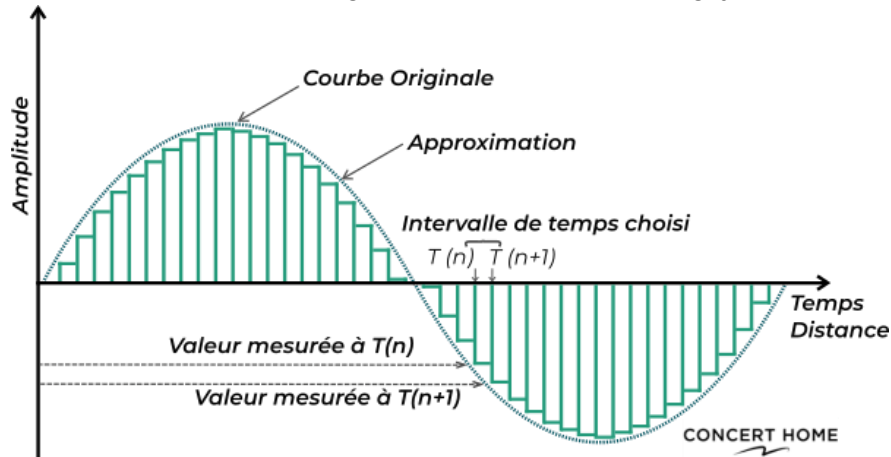
Sastoji se od mikrofona, pojačala i zvučnika. Senzor ili uređaj s funkcijom unosa je mikrofona. Osjeća zvučne signale i pretvara ih u električne signale. Pojačalo prima te električne signale i pojačava njihovu snagu.

Pogon ili uređaj s funkcijom izlaza je zvučnik. Prima pojačane električne signale iz pojačala i pretvara ih natrag u zvučne signale, ali s većim dosegom.

8. Analogni senzori

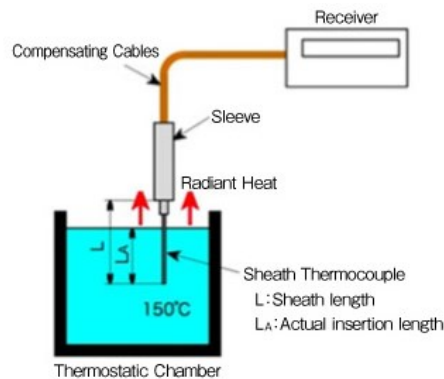
Analogni senzor proizvodi kontinuirano promjenjive izlazne signale u rasponu vrijednosti. Obično je izlazni signal napon, a taj je izlazni signal proporcionalan mjerenju. Količina koja se mjeri poput brzine, temperature, tlaka, naprezanja itd. sve su kontinuirane prirode i stoga su analogne veličine.

Ćelija s kadmijevim sulfidom (CdS ćelija) koja se koristi za mjerenje intenziteta svjetlosti je analogni senzor. Otpor CdS ćelije varira ovisno o intenzitetu svjetlosti koja pada na nju. Kada je spojen na mrežu razdjelnika napona, promjena otpora može se promatrati kroz različite izlazne napone. U ovom krugu, izlaz može varirati bilo gdje između 0 V do 5 V.



Intenzitet svjetlosti

Termopar ili termometar je analogni senzor. Sljedeća postavka koristi se za mjerenje temperature tekućine u spremniku pomoću termopara.



Postavka za mjerenje temperature tekućine u spremniku pomoću termopara

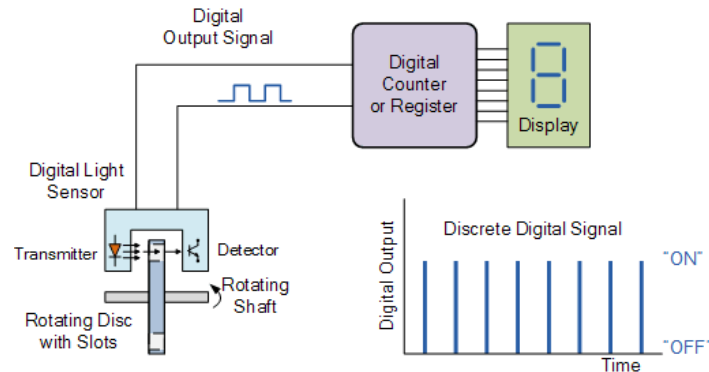
Izlaz analognog senzora nastoji se glatko i kontinuirano mijenjati tijekom vremena. Stoga su vrijeme odziva i točnost sklopova koji koriste analogne senzore spori i manji. Za korištenje ovih signala u sustavu temeljenom na mikrokontroleru mogu se koristiti analogno-digitalni pretvarači.

Analogni senzori zahtijevaju vanjsko napajanje i pojačanje nekog oblika kako bi proizveli odgovarajuće izlazne signale. Op pojačala su vrlo korisna u pružanju pojačanja i filtriranja.

9. Digitalni senzori

Digitalni senzor proizvodi diskretne digitalne signale. Izlaz digitalnog senzora ima samo dva stanja, naime 'ON' i 'OFF'. ON je logika 1, a OFF je logika 0. Prekidač s tipkama je najbolji primjer digitalnog senzora. U ovom slučaju, prekidač ima samo dva stanja: ili je uključen kada se pritisne ili je isključen kada se otpusti ili nije pritisnut.

Sljedeća postavka koristi svjetlosni senzor za mjerenje brzine i proizvodi digitalni signal.



Postavka za mjerenje brzine i proizvodnju digitalnog signala.

U gornjoj postavci, rotirajući disk spojen je na osovinu motora i ima nekoliko prozirnih utora. Senzor svjetla bilježi prisutnost ili odsutnost svjetla i prema tome šalje signale logičke 1 ili logičke 0 brojaču. Brojač prikazuje brzinu diska. Preciznost se može povećati povećanjem prozirnih utora na disku jer omogućuje više brojanja tijekom istog vremena.

Općenito, točnost digitalnog senzora je visoka u usporedbi s analognim senzorom. Točnost ovisi o broju bitova koji se koriste za predstavljanje mjerenja. Što je veći broj bitova, veća je točnost.

10 Zaključak

Senzori su tehnologija koja omogućuje široki spektar upotreba. Kako bi bio učinkovit, zahtijeva identifikaciju potencijalnih uporaba i procjenu stupnja prikladnosti. Na primjer, senzorski sustavi razvijeni za strukturno praćenje zdravlja starog vojnog zrakoplova ili druge aplikacije za praćenje vozila mogu se u nekom obliku iskoristiti u industriji komercijalnih zrakoplova i automobilske industriji. Kemijski senzori koji se koriste za otkrivanje kemijskih bojnih agenasa imaju brojne moguće primjene izvan "DoD-a" u područjima kao što su praćenje okoliša i zdravlja. Također, infracrveni senzori, tradicionalno razvijeni za vojne primjene kao što je izviđanje, pronalaze primjenu u proizvodnji materijala, otkrivanju upada i sustavima za otkrivanje kemikalija kako postaju pristupačni.



11 Literatura

<https://nap.nationalacademies.org/>

<https://www.electronicshub.org/sensors-and-transducers-introduction/>

<https://www.publicsensors.org/intro-to-sensors/>