

MERNI INFORMACIONI SISTEMI

Profesor dr Miroslav Lutovac
mlutovac@viser.edu.rs

Sadržaj

- Literatura
- Diskretizacija po amplitudi – kvantovanje
- Predstavljanje brojeva sa fiksnom tačkom
- Predstavljanje sa pokretnom tačkom
- Greške zbog odsecanja i zaokruživanja
- Greška kvantovanja
- Kvantovanje koeficijenata
- Procena optimalne dužine reči

Literatura

1. ***Mechatronic Systems Fundamentals***, Rolf Isermann, Springer, 2005
2. ***Metode i instrumentacija za električna merenja***, N. Miljković, Elektrotehnički fakultet, Univerzitet u Beogradu
3. ***Senzori i merenja***, Mladen Popović, Zavod za udzbenike i nastavna sredstva, Srpsko Sarajevo, 2004.

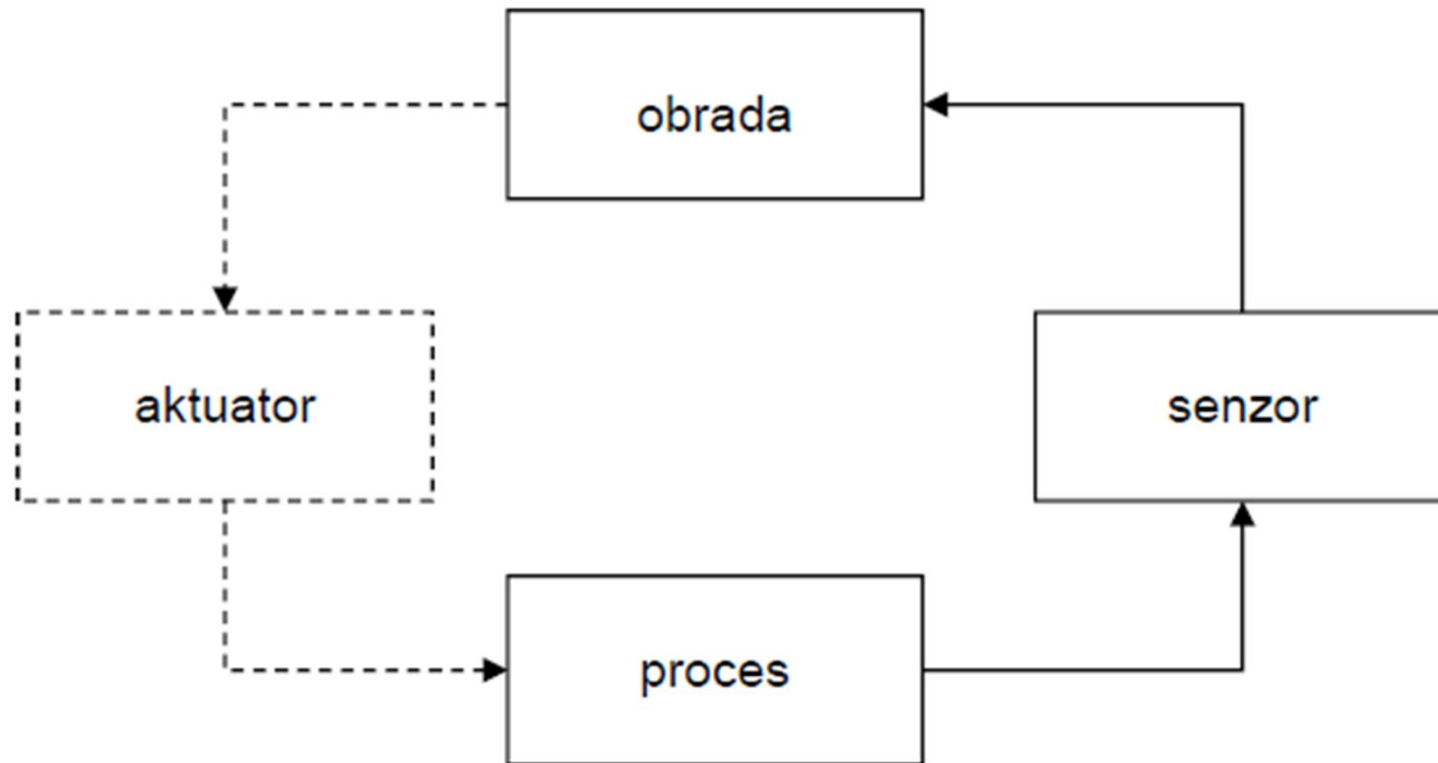
Senzori i merni sistemi

- Senzori i pridruženi merni sistemi obezbeđuju zahtevane merljive (opservabilne) informacije o procesu u različitim sistemima
- Predstavljaju vezu između procesa i podsistema za procesiranje ili obradu informacija (procesori, mikroračunari)
- Senzori, koji mere neelektrične veličine, pretvaraju ih u električni signal
- Opis: karakteristika mernih podsistema, tipova signala i principa merenja

Senzori i merni sistemi

- Senzori i pridruženi merni sistemi obezbeđuju zahtevane merljive (opservabilne) informacije o procesu u različitim sistemima
- Predstavljaju vezu između procesa i podsistema za procesiranje ili obradu informacija (procesori, mikroračunari)
- Senzori, koji mere neelektrične veličine, pretvaraju ih u električni signal
- Opis: karakteristika mernih podsistema, tipova signala i principa merenja

Senzori i merni sistemi



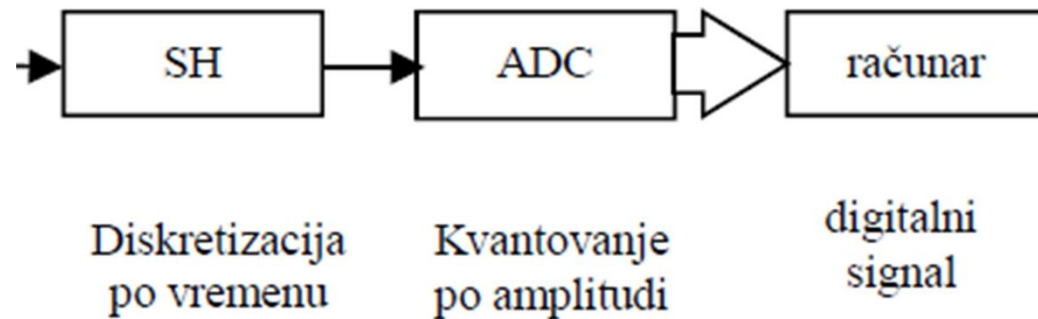
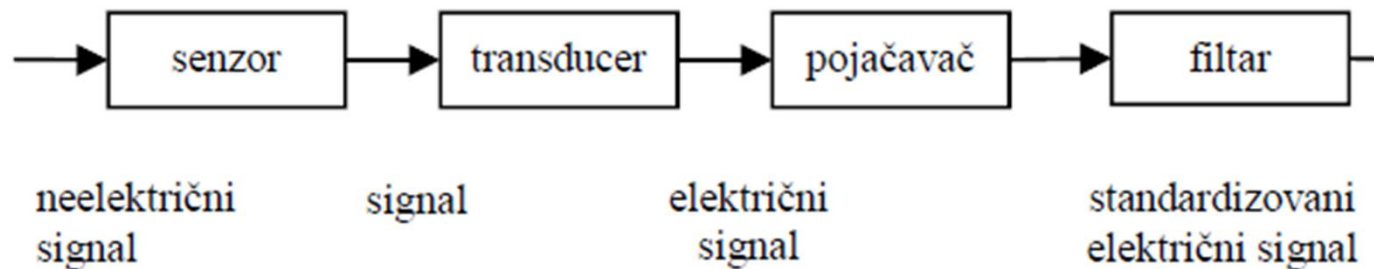
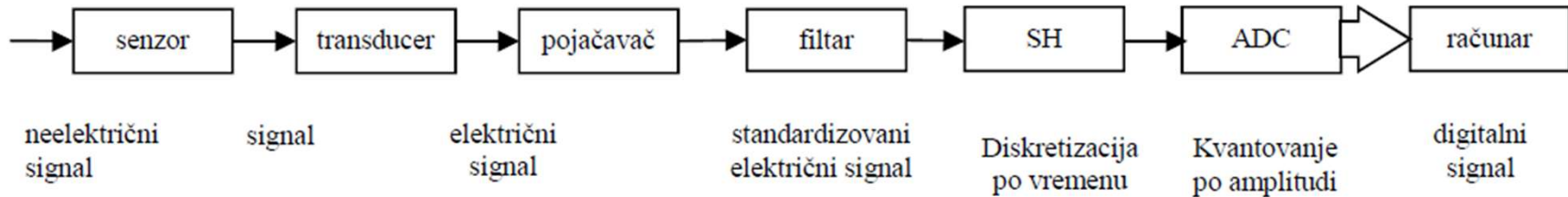
Merni sistemi

- Svrha je da „posmatra“ (opservira, prati) i kvantifikuje vrednosti fizičkih veličina nekog procesa i da izvršava obradu izmerenih podataka
- Senzor - primarna funkcija je da detektuje merenu fizičku veličinu i transformiše je u odgovarajući signal
- Uglavnom se koriste senzori sa električnim izlaznim signalom
- Karakteristike signala senzora zavise od principa merenja i karakteristika senzora

Transdjuseri

- Transdjuseri (konvertori signala) i pojačavači transformišu izlazni električni signal senzora u standardizovan električni signal (0-20 mA, 4-20 mA, 0-10 V)
- Ukoliko postoje smetnje na nekoj frekvenciji, koristi se filter kako bi smanjio uticaj
- Kolo odabiranja i (SH) analogno-digitalni konvertor su neophodni za konverziju signala u digitalni
- Dalja digitalna obrada signala u računaru

Senzori i merni sistemi



Klasifikacija senzora

- svojstva za klasifikaciju senzora 1:
 - merena veličina
 - tip senzora, princip rada senzora
 - tehnologija izrade senzora
 - tipovi signala i interfejsa
 - polja primene senzora, polja aplikacija primenljivosti
 - osobine
 - klasa kvaliteta
 - cena
 - mehaničke veličine

Klasifikacija senzora

- svojstva za klasifikaciju senzora 2:
 - termodinamičke/toplotne/kalorijske veličine
 - električne veličine
 - hemijske i fizičke veličine

Mehaničke veličine

- Geometrijske veličine
(pomeraaj, ugao, nivo, gradijent)
- Kinematske veličine
(brzina, ubrzanje, oscilacija, protok)
- Veličine mehaničkih naprezanja
(sila, pritisak, moment)
- Karakteristike materijala
(masa, gustina, viskoznost)
- Akustične veličine
(brzina zvuka, zvučni pritisak, frekvencija zvuka)

Toplotne veličine

- Temperatura
(kontaktna temperatura, temperatura zračenja)

Električne veličine

- Promenljive električnog stanja
(napon, struja, električna snaga)
- Parametri električnih komponenti
(otpor, impedansa, kapacitet, induktivnost)
- Promenljive polja
(magnetno polje, električno polje)

Hemijske i fizičke veličine

- Koncentracija
(pH vrednost, vlažnost, toplotna provodljivost)
- Veličina čestice
(sadržaj suspendovane materije, sadržaj praha)
- Vrsta molekula
(molekuli gasa, molekuli tečnosti molekuli čvrstih tela)
- Optičke veličine
(intenzitet, talasna dužina, boja)

Glavni i sekundarni efekat

- Pretvaranje neelektričnih veličina u električne zavisi od fizičkih ili hemijskih efekata (zakonitosti, akcija i reakcija)
- Mogu se podeliti u glavne (primarne) i prateće (sekundarne) efekte
- Glavni efekat je odgovoran za generisanje željenog mernog signala (električni napon piezoelektričnog senzora pritiska)
- Sekundarni efekti koji utiču na generisanje neželjene komponente izmerenog signala su superponirajući efekti poremećaja (promena temperature u sredini u kojoj se vrši merenje); njihov uticaj treba da ima zanemarljiv efekat ili da se smanji odgovarajućim

Kririjumi za ocenu senzora

- statičko ponašanje
- dinamičko ponašanje
- klasa kvaliteta, merni opseg
- kapacitet preopterećenja
- kompatibilnost sa ostalim pridruženim komponentama
- uticaji na okolinu
- pouzdanost

Statičko ponašanje senzora

- Statičko ponašanje senzora je opisano statičkom karakteristikom senzora
- Statičko ponašanje definiše osetljivost senzora odnos promene električnog izlaznog signala sa promenom merene veličine
- važne osobine senzora su
 - Linearnost
 - Histerezis
 - Ponovljivost

Dinamičko ponašanje senzora

- Dinamičko ponašanje senzora je opisano frekvencijskim odzivom senzora ili jednostavnim karakterističnim vrednostima u vremenskom domenu
- vremenske konstante ili prelomne učestanosti
- Dinamika senzora treba da bude prilagođena procesu i zadatku merenja (dinamici merene veličine)

Klasa kvaliteta

- Klasa kvaliteta daje osnovnu ocenu tačnosti senzora
- Procenat maksimalne greške u odnosu na ceo opseg
- roba široke potrošnje ne zahteva visoku tačnost (2% do 5%)
- Primene u industriji zahtevaju visoku tačnost (0.05% do 1%)
- Oprema za vrlo precizna merenja, za kalibraciju i testiranje, mora da zadovolji veoma stroge zahteve
- Opseg merenja je opseg u kojem su specifikacije senzora zadovoljene

Kapacitet preopeterećenja

- Kapacitet preopeterećenja opisuje opseg u kom senzor može da radi bez promena u karakteristikama i/ili da ne dođe do oštećenja senzora
- Tipičan kapacitet preopterećenja je između 200% i 500%

Kompatibilnost senzora

- Kompatibilnost senzora zavisi od tipa izlaznog signala
- Uticaji okruženja (kako se senzor uklapa u sredinu u kojoj se vrši merenje)
 - Temperatura
 - Ubrzanje
 - Korozija
 - Kontaminacija
 - Habanje

Pouzdanost senzora

- Pouzdanost senzora je opisana karakterističnim parametrima
- prosečno vreme između dva otkaza
- „mean time between failures“ - MTBF u [h]
- recipročna vrednost - učestanost otkaza [h^{-1}]

Tip signala

- Primenjen principa merenja i pridružen uređaj za prenosa izmerenog signala i njegovu obradu:
 - amplitudno modulisani signali
 - frekvencijski modulisani signali
 - digitalni signali
- Amplitudno modulisane signale - proporcionalna zavisnost izmedju amplitude signala i merene veličine
- Frekvencija signala proporcionalna merenoj veličini
- Digitalni signali kodiraju merenu veličinu koristeći binarnu predstavi

Tip signala

Tip signala \ Osobine	amplitudno modulisani	frekventno modulisani	digitalni
Statička tačnost	visoka	visoka	ograničena dužinom digitalne reči
Dinamičko ponašanje	veoma brzo	ograničeno transdjuserom (konvertorom)	ograničeno brzinom semplovanja
Osetljivost na šum	srednja/visoka	mala	mala
Galvansko odvajanje	skupo	jednostavno (transdjuser)	jednostavno (optičko sprezanje)
Interfejs sa digitalnim računarom	analogno - digitalni konvertor	jednostavno (frekventni brojač)	jednostavan
Računske operacije	veoma ograničene	ograničene	Jednostavne za realizaciju (u slučaju mikrokompjuteru napr)

Primeri transdjuserskih električnih kola

- Transdjuseri konvertuju amplitudno modulisani signal u drugi odgovarajući električni signal:
- naponsko-strujni pretvarač (transdjuser ili konvertor) sa preciznim otpornikom
- delitelj napona, delitelj struje
- otpornički - strujni pretvarač
- kompenzaciona mreža za mereni napon, struju ili otpor (otpornički most)

Tip

- Merni pojačavači povećavaju nivo snage izlaznih signala senzora ili generišu standardizovane signale veće snage (0-10V, 0 - 20mA)
- Veća snaga kod izlaznih signala senzora je potrebna kao ulaz u druge komponente u mernom lancu
- transmisione veze, filter i displej
- obično se sastoje od operacionih pojačavača - napravljenih od otpornika i tranzistora u formi analogno-integrisanog strujnog kola, strujno ogledalo
- Operacioni pojačavači imaju veliko pojačanje, koje može značajno da varira od starenja i od zavisnosti od temperature

operacioni pojačavači

- Dodavanjem negativne povratne sprege, pojačanje celog kola zavisi samo od otpornosti u negativnoj povratnoj sprezi kod operacionih pojačavača
- Merni pojačavači sa negativnom povratnom spregom su podeljeni u četiri osnovne grupe:
 - pojačavači napona
 - pojačavači napona sa strujnim izlazom
 - pojačavači struje
 - pojačavači struje sa naponskim izlazom

Elektromagnetna kompatibilnost

- EMC
- Izvori smetnji imaju širok spektar frekvencija od Hz (napajanje šinskih vozila) do nekoliko GHz (radarske instalacije)
- pikovi u (pre)opterećenju električnih potrošača, varničenje električnih motora, varijacije u napajanju
- uticaj međusobno bliskih polja
- greške rukovanja (utrokovanje kratkih spojeva)
- odgovarajuća izolacija ili korišćenje namotaja za smanjenje uticaja u vodovima za napajanje
- Standardima VDE 0874 i VDE 0871

Elektromagnetna kompatibilnost

- Dovoljan prostor između uređaja manji nivo šuma
- Instrumenti i kablovi za napajanje treba da se uvek instaliraju odvojeno
- Korišćenje radio zaštite (metalnog kućišta)
- Transmisione linije konfigurisane u parove
- Odgovarajuća veza kućišta i uzemljenja je bitna
- Smanjenje dužina žica koje povezuju uređaje i elemente sistema - integrisanje senzora, mernog pojačavača i uređaja za kondicioniranje (pilagođenje) signala u jednu jedinicu

Elektromagnetna kompatibilnost

- Korišćenje prenosa signala koje je bezbedno u odnosu na uticaje smetnji (korišćenje visokih nivoa signala, strujnog signala sa živom nulom 4 – 20 mA, kodirano slanje signala sa detekcijom greške) – dalje poboljšava EMC
- Optičkom transmisija signala (koja koristi kablove od optičkih vlakana) i korišćenjem principa merenja koji su neosetljivi na elektromagnetne uticaje (optički, digitalni) daje još bolje rezultate

Integrirani i inteligentni senzori

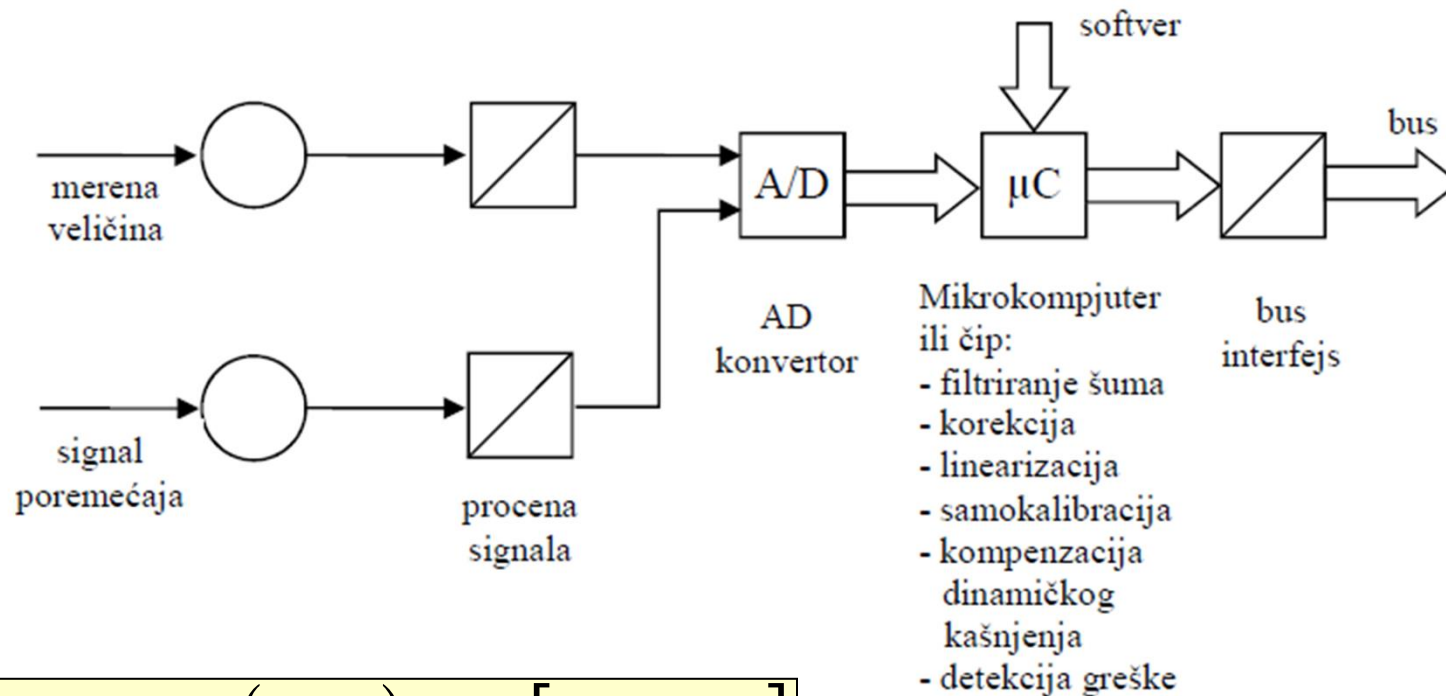
- Izmereni signal mora da nedvosmisleno odgovara stvarnoj fizičkoj veličini
- kalibraciju svakog senzora pojedinačno tokom proizvodnje i smanjuje eventualnu neophodnost intervencija na analognom delu senzora
- ugrađenih brojača koji lako mere frekvenciju
- Integrirani senzori za izvršavanje dodatnih funkcija
- pametni senzori, inteligentni senzori
- za kompenzaciju neželjenog efekta
- Auto-kalibraciju
- algoritmi za detekciju i dijagnostikovanje otkaza

ASIC, FPGA, Anadigm

multisenzorske tehnologije

- kombinacijom sličnih ili različitih tipova senzora, sa razvojem koji nastaju kroz mikromehaniku

multisenzorske tehnologije



$$x_q[n] = Q(x[n]) = Q[x_a(nT)]$$

Profesor dr Miroslav Lutovac

mlutovac@viser.edu.rs

Ova prezentacija je nekomercijalna.

Slajdovi mogu da sadrže materijale preuzete sa Interneta, stručne i naučne građe, koji su zaštićeni Zakonom o autorskim i srodnim pravima.

Ova prezentacija se može koristiti samo privremeno tokom usmenog izlaganja nastavnika u cilju informisanja i upućivanja studenata na dalji stručni, istraživački i naučni rad i u druge svrhe se ne sme koristiti –

Član 44 - Dozvoljeno je bez dozvole autora i bez plaćanja autorske naknade za nekomercijalne svrhe nastave:

(1) javno izvođenje ili predstavljanje objavljenih dela u obliku neposrednog poučavanja na nastavi;

- ZAKON O AUTORSKOM I SRODNIM PRAVIMA

("Sl. glasnik RS", br. 104/2009 i 99/2011)