

IoT Senzori I akturatori

Uvod u senzore

Aleksandar Peulic

Šta je senzor?

- Sensor je uređaj koji:
- pretvara fizičku veličinu u električni signal.
- U IoT sistemima senzori su glavni izvor podataka.

Šta je senzor?

Primeri fizičkih veličina:

- temperatura
- pritisak
- svetlost
- ubrzanje
- gasovi
- Vlaga ...

Zašto su senzori važni u IoT?

Bez senzora IoT ne može da postoji.

Senzori omogućavaju:

- prikupljanje podataka iz okoline
- monitoring sistema
- automatizaciju
- donošenje odluka

Tipična IoT arhitektura

Sensor prikuplja podatke

- MCU vrši obradu
- komunikacija šalje podatke
- cloud skladišti i analizira

Klasifikacija senzora

Senzori se mogu podeliti prema:

- fizičkoj veličini
- principu rada
- izlaznom signalu
- načinu napajanja

Prema fizičkoj veličini

Najčešće kategorije:

- senzori temperature
- senzori pritiska
- senzori vlažnosti
- senzori gasova
- senzori svetlosti
- senzori pokreta
- magnetni senzori

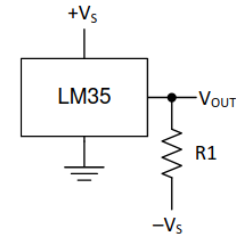
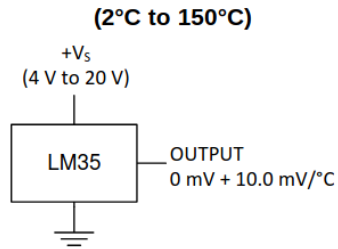
Podela prema izlaznom signalu

Senzori mogu imati analogni ili digitalni izlaz.

- Analogni senzori
- izlaz je kontinualni električni signal

Analogni senzori primer

LM35

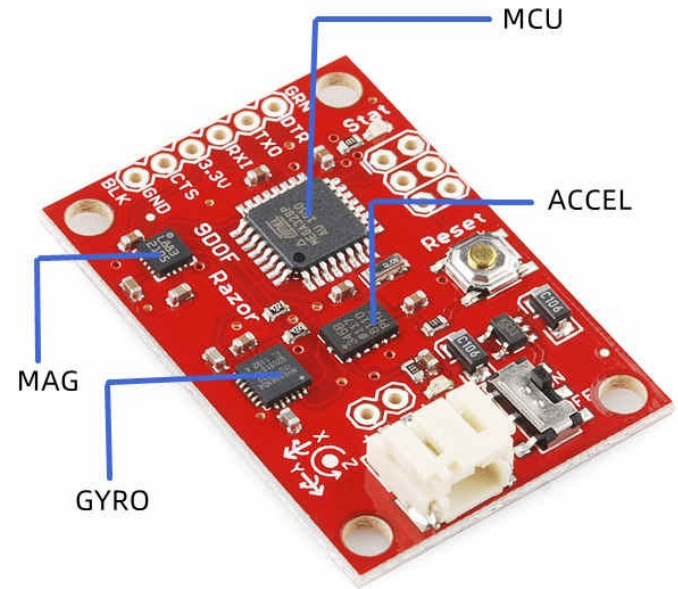


Choose $R_1 = -V_S / 50 \mu\text{A}$
 $V_{OUT} = 1500 \text{ mV}$ at 150°C
 $V_{OUT} = 250 \text{ mV}$ at 25°C
 $V_{OUT} = -550 \text{ mV}$ at -55°C

Analogni senzori primer

Inertial Measurement Unit (IMU)

- Acc
- Gyro
- Magnetsko polje



Analogni senzori primer

Senzori pritiska

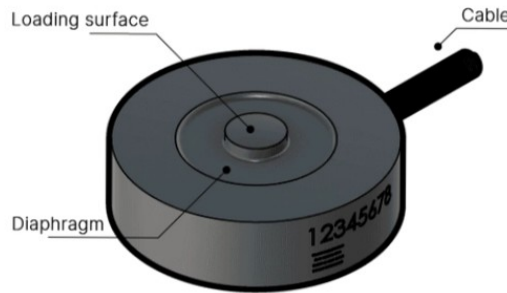
- Princip rada, metalna membrana upotrebljava se kao pokretna elektroda kondenzatora.



Analogni senzori primer

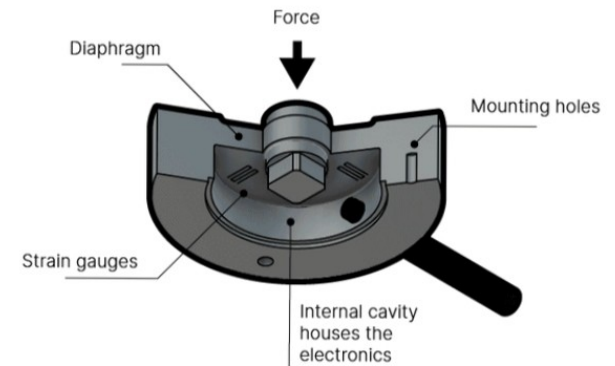
Senzori sile **Button Force Sensor**

External Top View



A load button features a small, raised, and curved surface at its centre to accommodate the load. The main outer ring is mounted and fixed at the base.

Internal Bottom View



Force applied to the central column causes distortion in the diaphragm connecting it to the fixed outer ring. This deformation is measured and recorded by attached strain gauges.

DS18B20

Vcc
Data
Ground

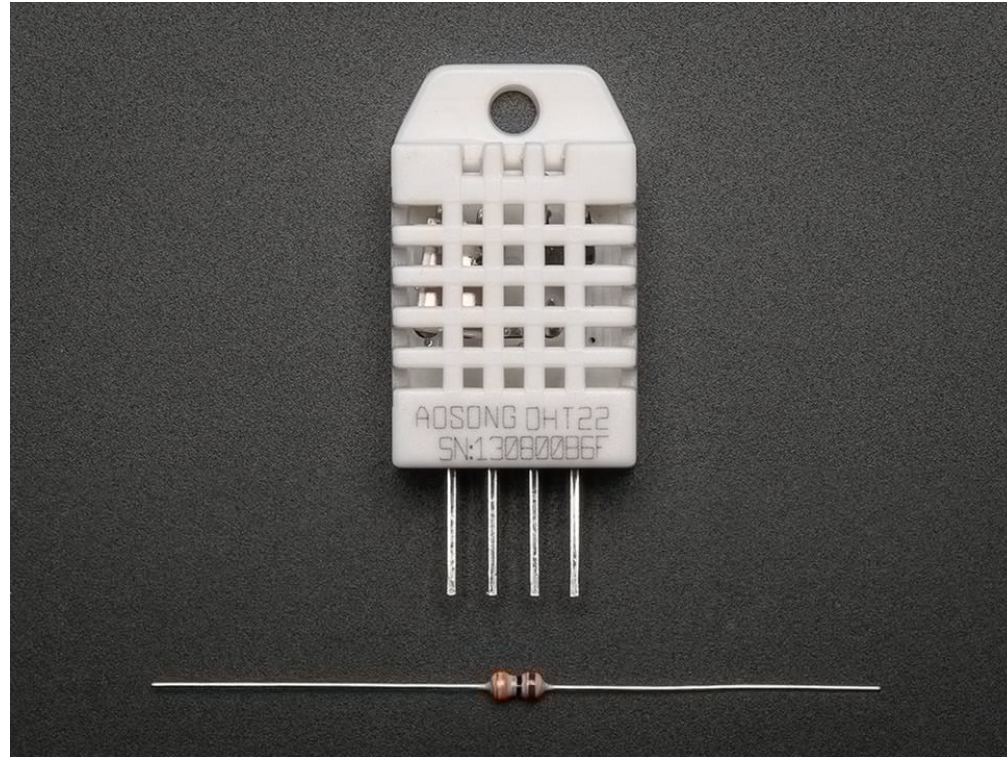


GND
DQ
VDD

3: Vcc
2: Data
1: GND

DS18B20 Pinout

DHT22 digitalni senzor temperature I vlaznosti



Podela prema principu rada

Senzori se mogu klasifikovati i prema principu rada.

Najčešći tipovi:

- rezistivni senzori
- kapacitivni senzori
- induktivni senzori
- piezoelektrični senzori
- optički senzori

Važni parametri senzora

Prilikom izbora senzora važno je poznavati njegove karakteristike:

- osetljivost
- tačnost
- rezoluciju
- opseg merenja
- vreme odziva
- linearnost
- drift
- satiracija

Osetljivost (Sensitivity)

- Osetljivost pokazuje koliko se izlaz senzora menja kada se menja merena veličina.

Primer:

- temperaturni senzor može imati osetljivost
- $10 \text{ mV} / ^\circ\text{C}$
- što znači da se napon poveća za 10 mV za svaki stepen temperature.

Tačnost (Accuracy)

Tačnost pokazuje koliko je izmerena vrednost blizu stvarnoj vrednosti.

- Primer:
- $\pm 0.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- To znači da stvarna temperatura može odstupati za $\pm 0.5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ od izmerene.

Rezolucija (Resolution)

Rezolucija predstavlja najmanju promenu merene veličine koju senzor može da detektuje.

- Primer:
- temperaturni senzor može imati rezoluciju
- $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$
- što znači da može da registruje promene temperature od $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Opseg merenja (Measurement Range)

- Opseg merenja predstavlja interval vrednosti koje senzor može da meri.
- Definiše se minimalnom i maksimalnom vrednošću.

Opseg merenja (Measurement Range)

- Primer:

temperaturni senzor

-40°C do +125°C

Ako merena veličina izađe iz ovog opsega:

- merenje postaje netačno
- senzor može da se zasiti ili oštetiti.

Zato je važno izabrati senzor sa odgovarajućim opsegom.

Vreme odziva (Response Time)

Vreme odziva definise koliko brzo senzor reaguje na promenu merene veličine.

Obično se definiše kao vreme potrebno da signal dostigne:

95% konačne vrednosti.

Vreme odziva (Response Time)

Primer:

temperaturni senzor

vreme odziva = 2 s

To znači da senzoru treba oko 2 sekunde da registruje promenu temperature.

Ovaj parametar je veoma važan kod:

- industrijskih sistema
- kontrolnih sistema
- robotskih sistema.

Linearnost (Linearity)

- Linearnost pokazuje koliko je odnos između ulaza i izlaza senzora linearan.
 - Idealno bi bilo da važi:
 - $\text{izlaz} = \text{konstanta} \times \text{merena veličina}$
- U praksi senzori imaju odstupanja od idealne linije.
- Ta odstupanja se nazivaju nelinearnost.

Primer:

kod temperaturnog senzora izlazni napon ne raste potpuno linearno sa temperaturom.

Drift

Drift predstavlja sporu promenu izlaznog signala senzora tokom vremena, čak i kada se merena veličina ne menja.

Uzroci mogu biti:

- promene temperature
- starenje komponenti
- promene napajanja
- mehanički stres

Drift

- Primer:
- temperaturni senzor koji posle nekoliko meseci pokazuje 0.5°C veću vrednost nego ranije.
- Senzori ubrzanja, sile ...
- Zbog drifta je često potrebno raditi:
- kalibraciju senzora.

Zasićenje senzora (Saturation)

- Zasićenje predstavlja stanje kada izlaz senzora više ne raste iako ulazna veličina nastavlja da raste.
- senzor je dostigao maksimalnu vrednost koju može da registruje.

Zasićenje senzora (Saturation)

- Zamislimo temperaturni senzor čiji je opseg:
- -40°C do $+125^{\circ}\text{C}$
- Ako temperatura poraste na 150°C , senzor više ne može pravilno da meri.
- Izlaz ostaje na maksimalnoj vrednosti.

Zasićenje senzora (Saturation)

Zašto dolazi do zasićenja

Najčešći razlozi su:

- ograničenje elektronike senzora
- ograničenje napajanja
- ograničenje ADC-a
- fizička ograničenja senzorskog elementa

Analogni senzori

- Analogni senzori generišu kontinuirani električni signal.

Najčešće je to:

- napon
- struja

Analogni senzori

- Primer:

LM35 temperaturni senzor

$0^{\circ}\text{C} \rightarrow 0\text{V}$

$100^{\circ}\text{C} \rightarrow 1\text{V}$

Prednost:

- jednostavna konstrukcija

Nedostatak:

- potreban je ADC (Analogno-digitalni konverter).

ADC u IoT sistemima

ADC (Analog to Digital Converter) pretvara analogni signal u digitalni.

Mikrokontroler koristi ADC kako bi mogao da obradi signal senzora.

Digitalni senzori

- Digitalni senzori već imaju ugrađen ADC.
- Komunikacija sa mikrokontrolerom se vrši preko digitalnih interfejsa:
 - I2C
 - SPI
 - UART
 - 1-Wire
- Prednosti:
 - veća preciznost
 - manja osetljivost na šum

Primer digitalnog senzora

- DS18B20
- digitalni temperaturni senzor
- Karakteristike:
 - Opseg merenja
 - -55°C do $+125^{\circ}\text{C}$
 - Tačnost
 - $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- Komunikacija
- 1-Wire interfejs

Senzori temperature

- Primeri:
- LM35
- DS18B20
- DHT22
- BME280
- Primene:
- pametne kuće
- meteorološke stanice
- industrijski monitoring

Senzori vlažnosti

- Primeri:
 - DHT11
 - DHT22
 - BME280
- Primena:
 - plastenici
 - HVAC sistemi
 - kontrola klime

Senzori pokreta

- PIR(Pasivni Infracrveni senzori) senzori
- detektuju promene u infracrvenom zračenju.
- Primene:
 - alarmni sistemi
 - automatsko osvetljenje
 - pametne zgrade

Gasni senzori

MQ serija senzora

- Primeri:
- MQ2
- MQ7
- MQ135

Mogu detektovati:

- CO
- dim
- zagađenje vazduha

Integracija senzora u IoT sistem

Koraci:

- povezivanje senzora
- napajanje senzora
- komunikacija sa mikrokontrolerom
- obrada podataka
- slanje podataka na server ili cloud

Problemi u radu senzora

U realnim sistemima mogu se javiti problemi:

- šum (noise)
- potreba za kalibracijom
- temperaturni drift
- potrošnja energije
- greške u komunikaciji

Zaključak

Senzori predstavljaju ključnu komponentu IoT sistema.

Prilikom izbora senzora treba uzeti u obzir:

- tačnost
- cenu
- potrošnju energije
- uslove okruženja