

Sistem za merenje pritiska u konceptu Internet of Things

Tomislav Pap, Marjan Urekar, *Member, IEEE*

Apstrakt—Za potrebe merenja pritiska u konceptu Internet of Things, razvijen je sistem koji se sastoji od komercijalnog mikrokontrolera Arduino UNO, senzora pritiska koji radi na principu otpornika osetljivog na silu, koji je robustan i široko rasprostranjen, čiji je opseg detekcije pritiska do 98 Pa i par LED dioda koji služi za signalizaciju detekcije pritiska. U II poglavlju je dat opis hardvera i detaljan opis senzora. III poglavlje sadrži kratak opis softvera koji se izvršava na mikrokontroleru ovog sistema. Moguće primene sistema su predstavljene u poglavlju IV.

Ključne reči—IoT, Industrija 4.0, metrologija, merenje pritiska, merenje sile, sensor pritiska, otpornik osetljiv na silu, mikrokontroler, merni sistem.

I. UVOD

Mi smo sada u četvrtoj industrijskoj revoluciji, poznatijoj kao Industrija 4.0 [1]. Industrija 4.0 je uvela revoluciju u automatizaciji, monitoringu i logistici kroz pametnu tehnologiju. Zasnivajući se na IIoT (eng. Industrial Internet of Things) i ugrađene softverske sisteme (CPS, eng. Cyber-Physical systems), koji su dovoljno pametni i autonomni, koji koriste kompjuterske algoritme za monitoring i kontrolu fizičkih stvari kao što su mašine, roboti i prevozna sredstva, transformiše virtualni i stvarni svet u cilju stvaranja mreža gde subjekti i objekti pametno komuniciraju jedni sa drugima.

Temelji Industrije 4.0 su “pametni” računari urađeni u CPS. Ovi računari obrađuju informacije prikupljene preko senzora i oni su sposobni da odrede i mere trenutno stanje opreme i procesa, analiziraju situaciju i pokrenu određene akcije koje poboljšavaju ukupno stanje. Ovo je urađeno kroz povezivanje hardvera i softvera novim digitalnim umrežavanjem. Glavni metrološki zahtevi sa Industrijom 4.0 su: vreme i ekonomičnost, realno vreme izvršenja, automatizacija i velika brzina. Prema tome, razvoj metrologije zasnovan je na aspektima: brzine, preciznosti, pouzdanosti i fleksibilnosti.

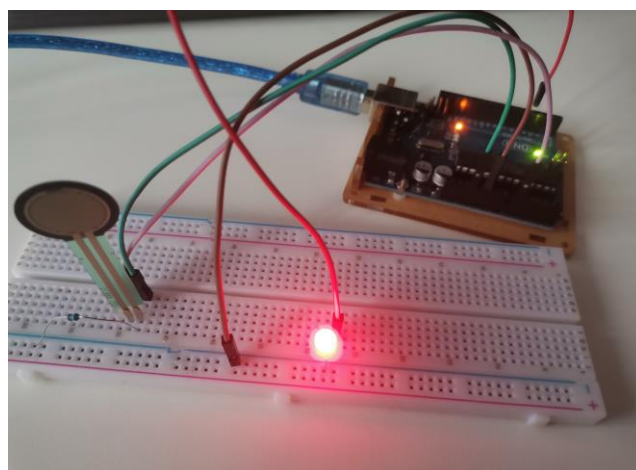
Jedan od načina na koji može da se senzor pritiska SEN-09375 priključi na Internet of Things, odnosno da se uvrsti u Industriju 4.0 je koristeći Arduino UNO mikrokontroler.

Tomislav Pap – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: pap.e125.2020@uns.ac.rs).

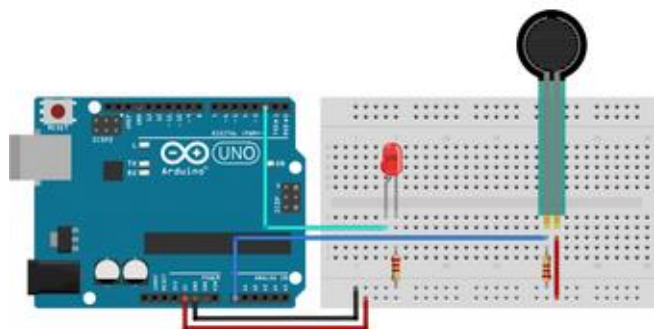
Marjan Urekar – Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu, Trg Dositeja Obradovića 6, 21000 Novi Sad, Srbija (e-mail: urekarm@uns.ac.rs).

II. HARDVER

Celokupan sistem je spojen na protobordu gde je izlaz senzora doveden na analogni ulaz mikrokontrolera. Kao mikrokontroler, izabran je Arduino UNO zbog njegove široke rasprostranjenosti i jednostavnosti za korišćenje. Arduino UNO je baziran na ATmega328P čipu [2]. Sastoji se od 14 ulazno/izlaznih digitalnih pinova (gde se 6 mogu koristiti kao PWM izlazi), 6 analognih ulaza, 16 MHz rezonatora, USB porta, koji može da služi i kao napajanje, zasebnog porta za napajanje, ICSP (eng. Integrated circuit serial peripheral interface) hedera i reset dugmeta. Sistem se može videti na slici 1. Kao napajanje korićen je USB adapter koji pruža napajanje do 5 V.



Sl. 1. Sistem za detekciju pritiska do 98 Pa



Sl. 2. Šema sistema za detekciju pritiska [3]

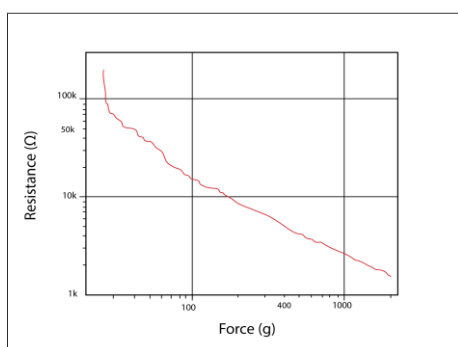
FSR (eng. force sensing resistor) su robusni senzori pritiska koji se koriste u raznim industrijama. Izabrali smo FSR [4] jer je jako jeftin i široko je dostupan. Otpornost FSR zavisi od pritiska koji se primeni na aktivnu oblast senzora. FSR menja

svoju otpornost u zavisnosti od toga koliki pritisak je primenjen u oblasti detekcije. Što je veći pritisak primeni, manja je otpornost.

Vrednost otpornika osetljivog na silu unutar senzora je veća od 1 MΩ kada nema pritiska, pa do 200 Ω kada senzor trpi najveći pritisak. Ovakvi senzori mogu da detektuju silu od 0.98 N do 98.07 N. Dva pina sa razmakom od 2,54 mm za proširenje nalaze se na dnu senzora i omogućavaju spajanje sa protopločom.

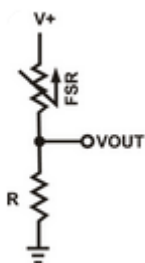
Ovaj senzor je jednostavan za postavljanje i detekciju pritiska ali nema visoku tačnost. Grafik koji je prikazan na slici 3, prikazuje kako se otpornost menja u zavisnosti od primenjene sile. Na početku vidimo priličan pad otpornosti, za malu silu, a kasnije vidimo da je osetljivost manje- više linearna.

Krajnje, za vizuelizaciju detekcije i promene pritiska na aktivnoj oblasti senzora, korišćena je crvena LED dioda. Za detaljniji uvid u merenja senzora pritiska, iskorišćena je serijska komunikacija za prikaz podataka na serijskom monitoru računara.



Sl. 3. Osetljivost FSR senzora

Kako bismo detektovali i izmerili vrednost sa FSR senzora za to nam je potreban naponski razdelnik prizan na slici 4. To ćemo uraditi tako što kao prvi otpornik ustvari uzeti FSR senzor, a drugi pull-down otpornik. V_+ je 5 volti (može i 3.3 V), a V_{out} je podatak koji nam dolazi sa FSR senzora. Odabir odgovarajućeg otpornika u naponskom razdelniku određuje osetljivost FSR i direktno utiče na raspon sile koju želimo da merimo.



Sl. 4. Naponski razdelnik

Podatak koji nam daje FSR se preračunava kao:

$$V_{out} = \frac{V_{cc} \times R}{R + R_{fsr}} \quad (1)$$

Kada sila nije primenjena na senzor, otpornost će biti jako velika, a nasuprot tome, kada baš jako pritisnemo senzor, silom približno 100 N ili jače, otpornost će biti faktički 0 ili jako blizu toga.

III. SOFTVER

Softver sistema za detekciju pritiska je napisan u Arduino IDE okruženju u modifikovanoj verziji C programskog jezika, podržanog od strane Arduino mikrokontrolera. Arduino IDE podržava C i C++ programske jezike i dolazi sa ugrađenom softverskom bibliotekom koja podržava mnoge funkcionalnosti ulazno/izlaznih pinova.

Koristeći već ugrađene mogućnosti Arduino IDE okruženja, inicijalnom funkcijom, analogni pin na koji je zakačen senzor pritiska je postavljen kao ulazni pin, dok je digitalni pin, koji šalje digitalne signale ka LED diodi postavljen kao izlazni pin. Takođe, setovan je inicijalno baud rate serijske komunikacije na 9600bps, kako bismo mogli ispravno da šaljemo poruke ka serijskom monitoru [5] koji je sastavni deo alata Arduino IDE.

Očitavanje vrednosti analognog pina senzora pritiska se izvršava na svakih pola sekunde u beskonačnoj petlji. Nakon očitane vrednosti senzora, vrši se procena veličine izmerene vrednosti i u zavisnosti u kom opsegu se nalazi očitana vrednost, šalju se poruke ka serijskom monitoru arduinovog softverskog okruženja. Time dobijamo detaljan uvid u izmerene vrednosti senzora pritiska.

Sl. 5. Serijski monitor arduino IDE softvera

IV. ZAKLJUČAK

Ovakav sistem bi mogao da se koristi kao detekcija da li je beba/dete i dalje na krevetu, ako bi se ovaj senzor instalirao ispod posteljine što bi dalo mogućnost roditeljima da prate ponašanje svoga deteta u svakom trenutku. Još jedna dobra primena ovog sistema u industriji 4.0 bi bila kada bi se ovaj sistem spregnuo sa frižiderom, tako da se ovakav senzor nalazi ispod slotova sa namirnicama, pa bi se time moglo doći do informacije da li određene namirnice postoje u frižideru i ako da, u kojoj meri. Postojeću šemu moguće je poboljšati dodavanjem još par LED dioda kako bismo mogli ne samo da detektujemo pritisak, nego i preciznije prikažemo trenutno detekciju. Takođe umesto Arduina UNO, moglo bi se koristiti Arduino Nano [6]. Koristeći Arduino Nano, proizvodnja u početku bi bila skuplja jer bi se žice morale lemiti direktno na mikrokontroler, ali dizajn bi bio kompaktniji i jeftiniji jer sam Arduino Nano jeftiniji nego Arduino UNO. Ovakav sistem bi koristio manje električne energije što može da doprinese ekonomičnosti na duži vremenski period. Arduinov radni napon je limitiran do 12 V, tako da neko zaštitno kolo od većeg napona bi bila dobra opcija za razmatranje u budućnosti.

ZAHVALNICA

Ovaj rad je podržan od strane Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, Departmana za energetiku elektroniku i telekomunikacije, u okviru realizacije projekta MPNTR 200156 : „Inovativna naučna i umetnička ispitivanja iz domena delatnosti FTN-a“

LITERATURA

- [1] Industrija 4.0, <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/>
- [2] Arduino Uno Revision3, "Overview", <http://storeusa.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3>
- [3] Arduino Forum, "FSR Voltage steadily increasing", <https://forum.arduino.cc/t/fsr-voltage-steadily-increasing/888254>
- [4] FSR Senzor, <https://012lab.com/proizvod/force-sensitive-resistor-0-5>
- [5] Arduino Serijski Monitor, "Using the serial monitor", <https://docs.arduino.cc/software/ide-v2/tutorials/ide-v2-serial-monitor>
- [6] Arduino Nano, <http://store.arduino.cc/products/arduino-nano>

ABSTRACT

For needs in pressure measurements in concept Internet of Things, it was developed a system which consists of commercial microcontroller Arduino UNO, pressure sensor which works on principal of resistor which is sensitive to force, which is robust and widely spread, which range for pressure detection is up to 98 Pa, and couple of LED diodes which are used for pressure detection visualization. In chapter II is given a description of hardware and description of sensor in detail. Chapter III consists of short description of software which is executed on microcontroller of this presented system. System's usage possibilities are presented in chapter IV.

System for pressure measurements in concept of Internet of Things

Tomislav Pap
Marjan Urekar