

# Uređaj za ispitivanje tačke rose

Zdravko Gotovac, Rade Peranović, Dragan Pejić, *Member, IEEE*, Platon Sovilj, *Member, IEEE*

**Apstrakt**—U ovom radu upoznaćemo se sa dizajniranjem i programiranjem jednog kompaktnog akvizicionog sistema koji se koristi u svrhe nadgledanja tačke rose. Upotrebom dostupnih i cenovno pristupačnih tehnologija moguće je napraviti akvizicioni sistem koji je značajno jeftiniji od trenutno ponuđenih na tržištu.

**Ključne reči**—Arduino UNO, LabVIEW, senzorski sistem, Trough hole tehnologija

## I. UVOD

Senzori za merenje vlažnosti vazduha nalaze veliku primenu tamo gde god uticaj vlage iz vazduha čini jednu od karika u lancu merenih veličina. Ovi senzori se naročito koriste u meteorološkim stanicama, laboratorijama, u velikom broju industrijskih grana, u poljoprivredi, u domaćinstvima itd. Upotreba ovih senzora u meteorološkim stanicama ima za svrhu da ljudima da informaciju koliko je zasićenje vazduha vodenom parom kako bi se dalje mogla određivati vremenska prognoza. U laboratorijama senzori vlažnosti vazduha nalaze primenu zato što uređaji koji se tamo nalaze mogu davati pogrešne informacije ukoliko je vlažnost vazduha izvan dozvoljenih granica, ali i hemijski procesi se ne mogu odvijati željenim tokom ukoliko vlažnost vazduha nije zadovoljavajuća. Prehrambena, metalurška, i mnoge druge grane industrije koriste senzore za vlažnost vazduha kako bi svoje proizvodne procese obavljale prema zadatim kriterijumima.

Mjerenje relativne vlažnosti vazduha u ovom radu je realizovano uređajem koji radi na principu određivanja tačke rose. Detaljan način na koji senzor ovog uređaja radi detaljnije je objašnjen u poglavljima II i III.

Ali pre nego što se počne sa opisom o diskretnim delovima čitavog sistema treba reći kako čitav sistem funkcioniše.

Sistem meri temperaturu vazduha i temperaturu temperaturno regulisanog peltijeovog elementa, pri čemu se „zamagljenost“ reflektivnog elementa drži na 70%. Zamagljenost je prethodno određena u procesu autokalibracije maksimalnim zagrijavanjem, odnosno hlađenjem peltijeovog elementa, pri čemu su maksimumi funkcija očitavanja optičkog senzora, kao i samo očitavanje „zamagljenosti“ od 70% reflektivnog elementa, odnosno ogledala.

Projekat je osmišljen tako da se njegova realizacija obavlja u više diskretnih delova, odnosno podeljen je na nekoliko delova na kojima se može relativno nezavisno raditi.

Zdravko Gotovac – Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, Srbija (e-mail: [zdravko.gotovac@uns.ac.rs](mailto:zdravko.gotovac@uns.ac.rs)).

Rade Peranović – Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija (e-mail: [rade.peranovic123@gmail.com](mailto:rade.peranovic123@gmail.com)).

Dragan Pejić – Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija (e-mail: [pejicdra@uns.ac.rs](mailto:pejicdra@uns.ac.rs)).

Platon Sovilj – Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija (e-mail: [platon@uns.ac.rs](mailto:platon@uns.ac.rs)).

Delovi od kojih se projekat sastoji su:

- dizajniranje i izrada temperaturnog akvizicionog kola
- dizajniranje i izrada optičkog akvizicionog kola
- dizajniranje i izrada napajanja peltijeovog elementa
- pisanje programa za akviziciju podataka

Projekat je podeljen u diskretne delove da bi se jednostavnije mogle vršiti izmene prilikom izrade, kao i zbog potencijalne mogućnosti unapređivanja pojedinačnih delova rada, kao i rada u celini.

## II. IZRADA PROJEKTA

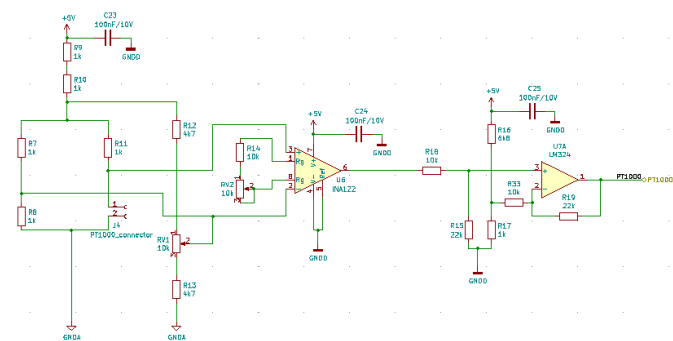
### A. Dizajniranje i izrada temperaturnog akvizicionog kola

Jedan od najbitnijih delova čitavog sistema jesu hardverska kola za akviziciju temperature. Osnovna ideja za kola koja se koriste za merenje temperature jeste da se akvizicija izvrši sa više različitih senzorskih modula.

Za merenje temperature peltijeovog elementa koristi se kolo za akviziciju koje u sebi sadrži platinski otpornik PT 1000 otpornosti 1000  $\Omega$ .

Njegova otpornost je temperaturno zavisna, odnosno sa temperaturom, raste i njegova otpornost. Naravno i inverzna relacija važi.

PT 1000 se nalazi povezan u Vitstonov most sa otpornicima nazivne otpornosti 1 k $\Omega$ , dok se na red sa mostom, na napajanju nalaze povezana dva otpornika od 1 k $\Omega$ , kojima se ograničava struja koja prolazi kroz PT 1000.



Sl. 1. Šema dela kola za akviziciju temperature

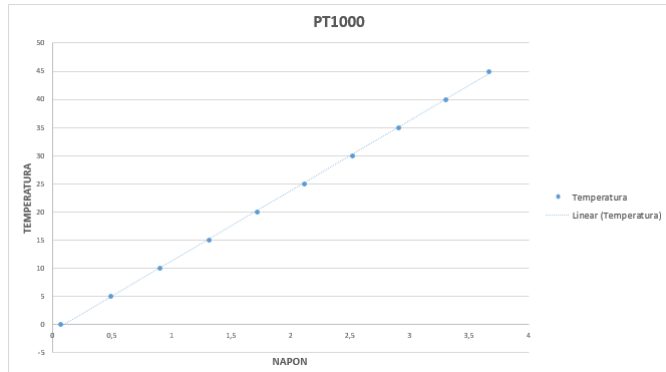
Pored toga, u paraleli sa vitstonovim mostom, nalazi se povezano kolo sačinjeno od tri redno vezana otpornika, od kojih je jedan potencijometar čiji je kraj na kom se nalazi klizač povezan na tačku Vitstonovog mosta na kojoj se nalaze otpornici nazivne otpornosti 1 k $\Omega$ .

Njegovom upotrebom uspostavljamo ravnotežu mernog

mosta kada je temperatura PT 1000 0 °C. To treba da se radi jer tačne vrednosti otpornika odstupaju od njihovih nazivnih i do 5%, što bi u ovom slučaju predstavljalo 50 Ω, a uzimajući u obzir da je se temperatura PT 1000 menja ± 3,9 Ω za svaki °C [1].

Naponske signale koje dobijamo iz Vitnstonovog mosta povezujemo na INA122 [2] instrumentacioni pojačavač, a potom i na LM324 [3] koji se koristi u konfiguraciji instrumentacionog pojačavača.

Ovako akviziciono kolo daje kao rezultat signal čija se vrednost kreće od 73 mV do 3,663 V. Odnos vrednosti temperature i izlaznog signala može se videti na grafiku zavisnosti.

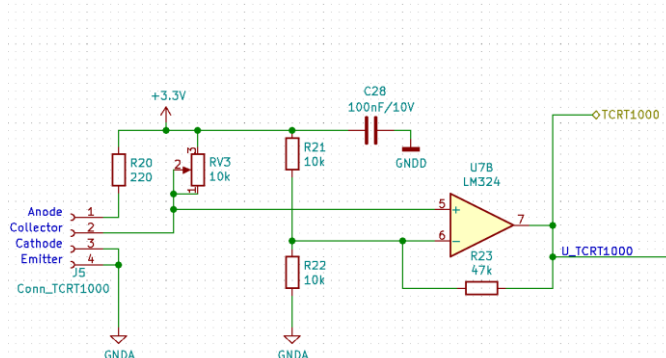


Sl. 2. Signal koji se dobija na izlazu iz dela za akviziciju temperature

### B. Dizajniranje i izrada optičkog akvizicionog kola

Kao što je bilo neophodno dizajnirati kolo za akviziciju temperature, bilo je neophodno dizajnirati i napraviti optički detektor koji će moći da prima i obrađuje informacije o zamagljenosti ogledala.

Da bi se moglo i početi sa tim bilo je neophodno odlučiti se za delove kola kojima se vrši akvizicija optičkih signala, a zbog relativno malog kućišta izabran je TCRT1000 [4]. Reč je o uparenoj IR LED i foto tranzistoru.



Sl. 3. Šema dela za akviziciju optičkog signala

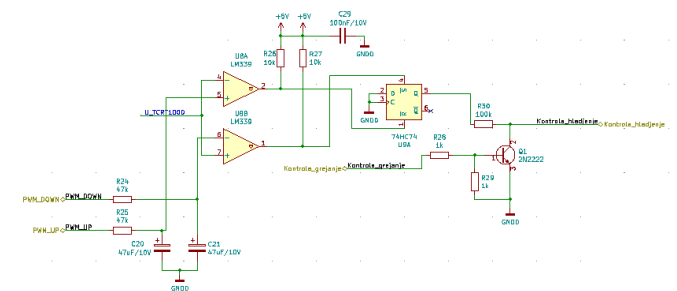
Opto element je povezan na napajanje od 3,3 V i na svom kolektoru daje stujni signal koji se kasnije vodi na LM324 i u konfiguraciji neinvertujućeg operacionog pojačavača pojačava i vodi na komparator.

Tako se signal pretvara u povorku pravougaonih signala koja se dalje vodi na set/reset flip-flop koji se u kombinaciji sa softverskim modulom koristi za upravljanje H-mostom.

### C. Dizajniranje i izrada napajanja Peltijeovog elementa

Za objašnjenje napajanja peltijeovog elementa, potrebno je prvo objasniti napajanje H-mosta.

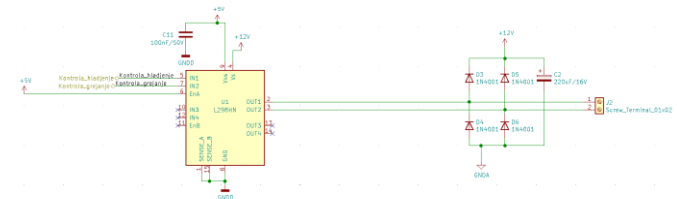
Da bi se omogućilo njegovo ispravno funkcionisanje, odnosno da bi se obezbedile i mogućnost rashlađivanja gornje površine peltijeovog elementa, a samim tim i grijanja reflektivnog elementa, ogledala, potrebno je upravljati H-mostom tako da se menja polaritet na njegovim krajevima za napajanje.



Sl. 4. Šema dela korištenog za hardversku kontrolu H-mosta

Time upravljamo dovodenjem signala na dva pina H-mosta predviđena za potrebnu kontrolu, pri čemu se na jedan od pinova dovodi signal iz opto elementa, dok se na drugi dovodi digitalni signal iz mikrokontrolera kojim se vrši akvizicija signala, kao i samo upravljanje čitavim sistemom.

Sam H-most se napaja sa 5 V, koji su obezbeđeni sa napojne jedinice koja je prethodno napravljena.

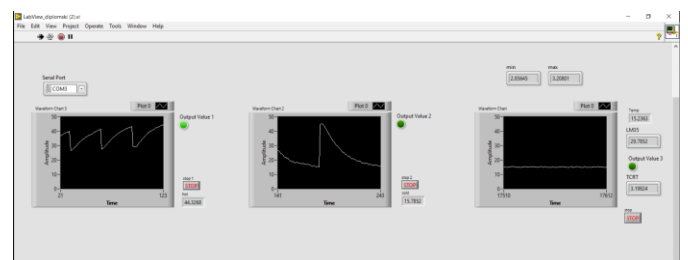


Sl. 5. Šema povezivanja povezivanja H-mosta

### D. Pisanje programa za akviziciju podataka

Za akviziciju i kontrolu čitavog sistema koristi se Arduino UNO [5] razvojna platforma. Da bi se ona uspešno mogla koristiti potrebno je isprogramirati čitav sistem.

Softversko okruženje koje se koristi za pisanje firmvera potrebnog za funkcionisanje čitavog sistema je LabVIEW [6] softverski paket, koji je besplatno dostupan studentima.

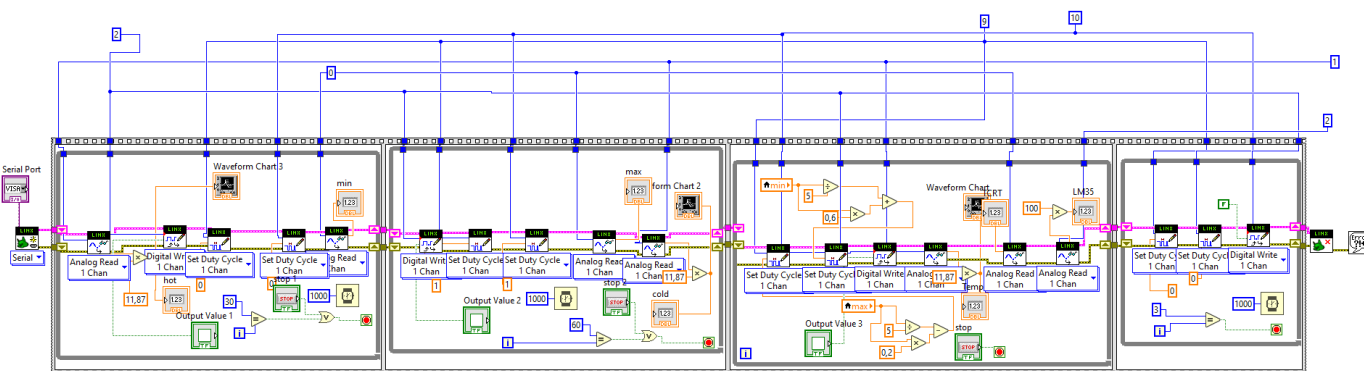


Sl. 6. Izgled programa za akviziciju i obradu podataka

Za komunikaciju između računara na kom je pisan firmver, korištena je LINX [7] besplatna softverska nadogradnja.

Firmver je napisan tako da se program kaskadno izvršava, pri čemu se prvo izvršava deo koda predviđen za autokalibraciju akvizicionog kola, nakon čega se deo za

ispitivanje tačke rose izvršava sve do trenutka kada se obustavlja rad uređaja. Na kraju se izvršava deo koda koji je napisan za potrebe resetovanja čitavog akvizicionog sistema, kao i komunikacije mikrokontrolera sa računarom.



Sl. 7. Izgled programa za akviziciju i obradu podataka

### III. ZAKLJUČAK

Na osnovu izloženog može se zaključiti da je izrada jednog sistema za akviziciju tačke rose relativno jednostavan postupak, ukoliko su dostupna potrebna znanja i alati za izradu istog.

Naravno kada se uzme u obzir uloženi trud za čitav projekat, finansije potrebne za izradu postaju počinju da rastu, ali kada se izrađeni uređaj uporedi sa široko dostupnim uređajima koji se nalaze na tržištu, njegova konačna cena ostaje i dalje pristupačnija.

### ZAHVALNICA

Zdravko Gotovac i Rade Peranović žele da se zahvale Draganu Pejiću, Đorđu Novakoviću, Platonu Sovilju i Zoranu Mitroviću na korisnim diskusijama i savetima, kao i na obezbeđivanju potrebne opreme prilikom izrade rada.

### LITERATURA

[1] Inst Tools. <https://instrumentationtools.com/rtd-standards/> [accessed Feb. 22, 2021]

[2] INA122 AMPLIFIER Datasheet. <https://datasheetspdf.com/pdf/255474/Burr-BrownCorporation/INA122/1> [accessed Feb. 22, 2021]

[3] LMx24-N, LM2902-N Low-Power, Quad-Operational Amplifiers. <https://www.ti.com/lit/ds/snosc16d/snosc16d.pdf> [accessed Feb. 22, 2021]

[4] TCRT1000, TCRT1010 Reflective Optical Sensor with Transistor Output. <https://www.vishay.com/docs/83752/tcrt1000.pdf> [accessed Feb. 27, 2021]

[5] Getting Started with Arduino UNO | Arduino. <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno> [accessed Feb. 29, 2021]

[6] What is LabVIEW? – NI. <https://www.ni.com/en-rs/shop/labview.html> [accessed Mar. 11, 2021]

[7] LINX [LabVIEW MakerHub]. <https://www.labviewmakerhub.com/doku.php?id=libraries:linx:start> [accessed Mar. 11, 2021]

### ABSTRACT

In this work we shall make ourselves familiar with hardware and software development of compact acquisition system used for purposes of finding dew point. Main idea on which this work is based on is usage of existing, free or relatively inexpensive hardware and software solutions to create significantly less expensive system than ones available at open market.

### Dew point acquisition device

Zdravko Gotovac, Rade Peranović, Dragan Pejić,  
Platon Sovilj