

PRIMER PROJEKTOVANJA DIGITALNOG SISTEMA ZA INDIKACIJU NIVOA TEČNOSTI KORIŠĆENJEM KOMBINACIONIH MREŽA I MIKROKONTROLERSKIH SISTEMA

Ivan Petrović¹, Hristina Delibašić Marković² i Violeta Petrović²

¹Univerzitet u Kragujevcu, Akademija strukovnih studija Šumadija, Odeljenje u Kragujevcu, Kosovska 8, 34 000 Kragujevac, Srbija

²Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno -matematički fakultet, Radoja Domanovića 12, 34 000 Kragujevac, Srbija, hristina.delibasic@pmf.kg.ac.rs

SAŽETAK

Savremeni nastavni trendovi baziraju se na implementaciji informacionih tehnologija u nastavni proces, na svim nivoima obrazovanja sa ciljem da se učenici i studenti što aktivnije uključe u nastavni proces. Brojna istraživanja pokazuju da upravo ovakav pristup nastavi u velikoj meri povećava zainteresovanost učenika i studenata za praćenje nastavnih sadržaja, a samim tim pozitivno utiče na savladavanje gradiva i nivoa postignuća. U ovom radu je prikazana inovirana eksperimentalna vežba merenja nivoa tečnosti. Prikazana su dva digitalna sistema opšte namene. Prvi sistem je zasnovan na korišćenju složene kombinacione logike i odgovarajućih drajvera, dok se drugi bazira na upotrebi mikrokontrolerske Arduino platforme i eksternog senzorskog ultrazvučnog modula. Kao rezultat istraživanja, napravljen je osvrt na konkretnu primenu rešenja u projektovanju kroz razvoj prototipa oba sistema, a prikazani su i problemi sa kojima su se autori susretali pri realizaciji mreže zasnovane na kombinacionim komponentama. Nakon eksperimentalne i simulacione analize zaključeno je da se mikrokontrolerski pristup pokazao veoma preciznim i adekvatnim. Na osnovu svega navedenog ukazano je na neophodnost sve veće implementacije mikrokontrolerskih platformi u nastavni proces, uz kratak osvrt na probleme sa kojima se škole i fakulteti suočavaju u procesu realizacije ove namere.

Ključne riječi: nastava, nivo postignuća, Arduino, senzor.

UVOD

Osposobljavanje učenika da stečena znanja i veštine primene u svakodnevnom situacijama predstavlja jedan od ključnih zahteva savremenog nastavnog procesa. U skladu sa tim, insistiranje na međupredmetnim kompetencijama ima za cilj da obezbedi funkcionalno povezivanje znanja iz različitih predmeta što predstavlja ključan preduslov za primenu istih u realnim okolnostima. Istovremeno se pokazuje da je jedan od ključnih aspekata formiranja funkcionalnog znanja i veština aktivno uključivanje učenika i studenata u nastavni proces. Jedan od načina da se ovo ostvari je nastava organizovana u većoj meri kroz eksperimente, pošto učenici na ovaj način stiču iskustvo o ispitanoj pojavi, razvijaju radoznalost, kreativnost i veštine rešavanja problema.

U slučaju da u školi ne postoje nastavna sredstva za izvođenje eksperimenata, učenici i studenti mogu da za izvođenje istih koriste računarske simulacije. Na ovaj način se učenici aktivno uključuju u nastavni proces, a istovremeno dolazi do razvijanja međupredmetnih kompetencija, odnosno razvijanja i unapređenja digitalnih kompetencija što je takođe jedan od prioriteta nastavnog procesa. Kao ilustracija može da posluži primer korišćenja programskog jezika C, koji se smatra temeljem programiranja, a koji se koristi se između ostalog i za programiranje mikrokontrolerskih sistema koji sve više postaju deo nezaobilazni deo nastavnog procesa iz mnogih predmeta, a pogotovu fizike. Osmislio ga je programer Denis Riči početkom sedamdesetih godina prošlog veka. Njegovim korišćenjem, kroz zadavanje nekog konkretnog problema i pronalaženjem metode za njegovo rešavanje, učenici razvijaju svoju kreativnost i apstraktno mišljenje, te produbljuju intuiciju. Upotreba ovih softverskih modela u nastavi primenjene fizike i elektronike ima za cilj, ne samo stvaranje tehničke pismenosti, već i dodir sa

računarskim tehnologijama i mogućnost njihove primene u različitim oblastima fizike, informatike i tehnologije.

Primenjena fizika i elektronika se u gimnazijama ne izučavaju na redovnoj nastavi, ali se mogu izučavati na časovima dodatne nastave. Da bi se to ostvarilo, ključna je uloga nastavnika koji svojim radom može i treba da motiviše učenike u želji da saznaju više nego na redovnoj nastavi fizike, da ih organizuje i podstiče u realizaciji eksperimenata. U nastavku rada obrađena je laboratorijska vežba „Projektovanje digitalnog sistema za indikaciju nivoa tečnosti korišćenjem kombinacionih mreža i mikrokontrolerskih sistema”, koja se realizuje u četvrtoj godini srednjih stručnih škola (obrazovni profili: Elektrotehničar računara, Elektrotehničar elektronike i Tehničar za kompjutersko upravljanje) iz predmeta Sensori i merenja, a koja može poslužiti kao ideja nastavnicima koji predaju fiziku u gimnazijama.

MATERIJAL I METODE RADA

Proces merenja nivoa tečnosti u posudama proizvoljne zapremine je široko rasprostranjen u gotovo svim granama industrije (prehrambena, hemijska, farmaceutska,...). Indikacija nivoa tečnosti može se izvoditi metodama za direktno merenje, kao što su različite vrste radara (Borg et al., 2021). Izbor odgovarajućeg senzora za konkretnu primenu baziran je na karakteristikama posmatranog sistema, kao što su opseg merenja, karakteristike tečnosti. U ovom radu je opisana problematika merenja nivoa tečnosti u posudi korišćenjem:

Kombinacione mreže i

Mikrokontrolerskog sistema u kome je implementirana senzorska logika.

Pored toga, dat je i kratak opis elektronskih komponenata koje se primenjuju u cilju realizacije oba sistema.

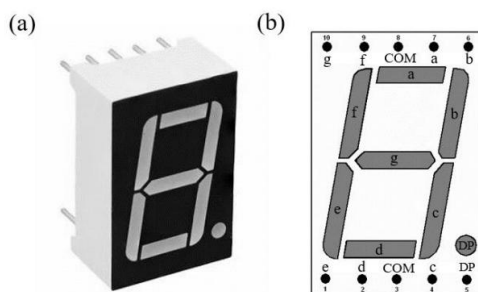
Indikacija nivoa tečnosti korišćenjem kombinacionih mreža

Za realizaciju sistema za indikaciju nivoa tečnosti u posudi korišćenjem kombinacionih mreža potrebni su:

- Graduisana menzura,
- Otpornici otpornosti 12 k Ω , 33 k Ω i 580 k Ω .

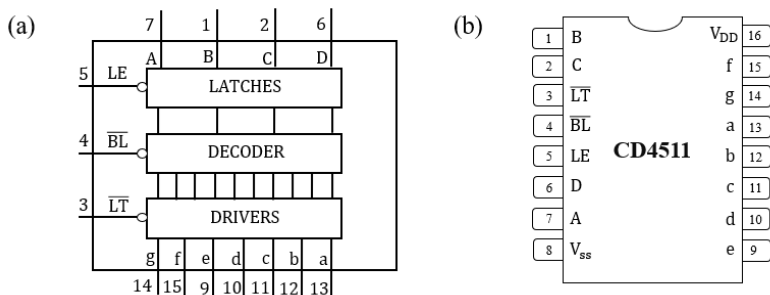
Bipolarni tranzistori tipa NPN (N – emiter, E, P – baza, B, N – kolektor, C). Njihovo osnovno svojstvo je pojačavačko, ali se mogu koristiti i kao prekidači. Prilikom realizacije eksperimenta, tranzistori se koriste kao prekidači. U cilju realizacije električne mreže prikazane na Slici 1, mogu se koristiti sledeće oznake tranzistora: BC547, BC548, BC549, 2N2222, 2N3904, 2N4401 ili BC337.

Sedmosegmentni LED displej sa zajedničkom katodom LTS543 – izgled displeja i raspored pinova je prikazan na Slici 1 (a), (b).



Slika 1. Sedmosegmentni LED displej LTS543: (a) izgled kućišta, (b) raspored pinova.
Figure 1. Seven-segment LED display LTS543: (a) module, (b) pin configuration.

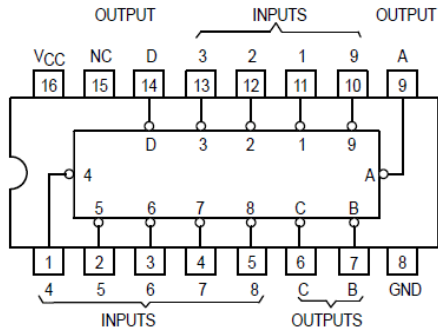
Integrirano kolo CD4511 – u osnovi predstavlja BCD dekodler/drajver za 7-segmenti LED displej. Izuzev potrebne kombinacije dekoderske mreže ovo kolo sadži i memorijski element za pamćenje podatka (latch). Raspored pinova i blok šema integriranog kola CD4511 su prikazani na Slici 2 (a), (b).



Slika 2. Integrirano kolo CD4511: (a) blok šema, (b) raspored pinova.
Figure 2. Integrated circuit CD4511: (a) block diagram, (b) pin configuration.

Oznake na integriranom kolu CD4511 se mogu podeliti u pet kategorija: (1) logički ulazi na koje se dovodi podatak u BCD formatu (A, B, C i D), (2) logički izlazi koji se vode na ulaze LED displeja sa zajedničkom katodom i imaju dovoljan strujni kapacitet za pobudu fotoemitujuće diode (a – g), (3) Kontrolni ulaz LE (latch enable) je za pamćenje podatka; (4) Kontrolni ulaz (BL) (blanking input) koji dovodi do zatamljenja displeja, koristi se u prikazu podatka sa više cifara kada je neophodno zatamniti vodeće nule; (5) Kontrolni ulaz (LT) (lamp test) koji pali sve svetleće elemente, koristi se za proveru ispravnosti displeja.

Integrirano kolo 74HC147 – u osnovi predstavlja prioritetni koder 10/4. Raspored pinova i interna struktura kućišta integriranog kola 74HC147 su prikazani na Slici 3.

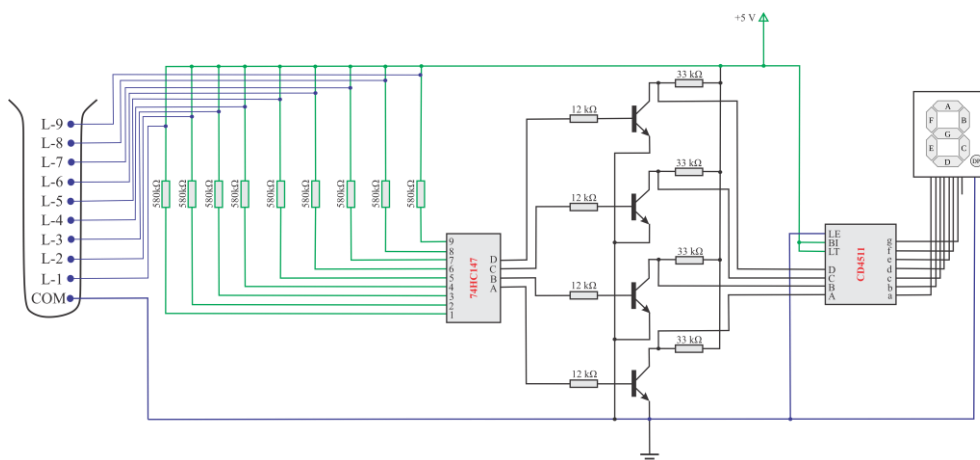


Slika 3. Raspored pinova i interna struktura kućišta 74HC147 integriranog prioriternog kodera 10/4.
Figure 3. Pin configuration and internal structure of the integrated circuit 74HC147 which represents a priority encoder 10/4.

Značenje pojedinih oznaka na ulaznim i izlaznim priključcima na Slici 2 je sledeće: (1) 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 – predstavljaju ulazne priključke, (2) A, B, C, D – ove oznake se odnose na izlazne priključke kodera 10/4.

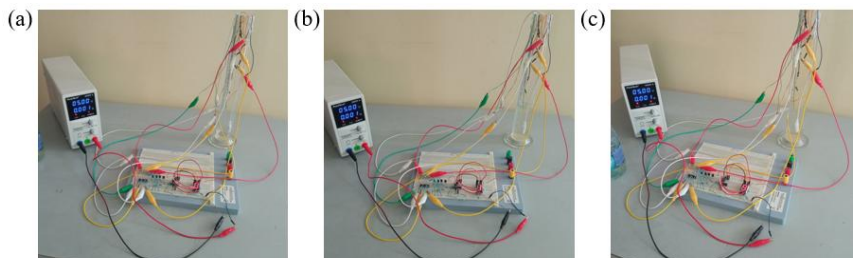
- Izvor napajanja,
- Eksperimentalna ploča i žice za eksperimentalnu ploču.

Na Slici 4 je prikazana električna šema eksperimenta.



Slika 4. Kombinaciona mreža pomoću koje se vrši indicacija nivoa tečnosti u graduisanoj menzuri.
Figure 4. Liquid level indicator circuit diagram using a combinational logic.

Za realizaciju eksperimenta prikazanog na Slici 4 potrebno je da se izvodi žica COM, L-1, L-2, ..., L-9 precizno lepkom fiksiraju tako da dodiruju zidove menzure (izvodi su postavljeni na međusobnom rastojanju od po 2 cm). Izvod žice COM je povezan sa negativnim polom izvora napajanja i zatvara strujno kolo. Ukoliko se u graduisanu menzuru postavi izvod žice COM (priključene na izvor jednosmerne električne struje) tako da dodiruje dno menzure, električno kolo će biti zatvoreno (struja će proticati) samo kada voda dostigne nivo bilo kog izvoda žice (L-1, L-2, ..., L-9). Kodersko kolo 74HC147 će obezbediti prioritarno kodiranje devet linija podataka na četiri linije BCD koda. Signal dobijen na izlazu kodera se dalje šalje ka tranzistorima koji će biti u neprovodnom stanju ako izvodi žica L-1, L-2, ..., L-9 ne dodiruju površinu tečnosti. Kada se na bazu tranzistora dovede napon od 5 V (makar jedan izvod žica L-1, L-2, ..., L-9 dodiruje površinu tečnosti), tada se tranzistor ponaša kao zatvoren prekidač i signal se dalje šalje ka drajveru za sedmosegmentni displej, CD4511. Tokom izvođenja eksperimenta (realizacija je ilustrovana na Slici 5), na displeju LTS543 će se ispisivati brojevi od 0 do 9. Kada je menzura prazna, očekivano je da će se na displeju prikazivati cifru „0“ (Slika 5 (a)). Slično tome, kada nivo vode premaši položaj L-1 (rastojanje od 2 cm), na ekranu se prikazuje broj „1“ (Slika 5 (b)). Konačno, kada je menzura puna (premašen je položaj L-9, odnosno rastojanje od 18 cm), ekran LTS543 sada prikazuje broj „9“ (Slika 5 (c)).



Slika 5. Eksperimentalna procedura određivanja nivoa tečnosti kada je menzura: (a) prazna, (b) popunjena do nivoa L-1 (videti električnu šemu na Slici 4), (c) popunjena do nivoa L-9 (videti električnu šemu na Slici 4).
Figure 5. Experimental procedure for determining liquid level when the beaker is: (a) empty, (b) filled to level L-1 (see wiring diagram in Figure 4), (c) filled to level L-9 (see wiring diagram in Figure 4).

Glavni nedostatak električne mreže prikazane na Slici 5 se ogleda u činjenici da je za njegovo ponavljanje neophodno prosuti tečnost iz menzure u kojoj su izvodi žica lepkom fiksirani. Ovaj postupak je komplikovan, a donekle i opasan (provodnici se moraju dobro osušiti ukoliko slučajno

stupe u kontakt sa tečnošću pre nego se eksperiment ponovi). Opisani problem bi potencijalno mogao da se reši uvođenjem pumpe koja bi tečnost istisnula iz menzure. Pored toga, lepkom fiksirani izvodi popuštaju vremenom pa ih je često potrebno ponovo podesiti. Usled delovanja sile potiska, kablovi uronjeni u posudu utiču i na grešku merenja. Sve ovo čini postupak indikacije nivoa tečnosti u menzuri korišćenjem kombinacionih mreža komplikovanim i nefunkcionalnim.

Pokazalo se da se svi ovi problemi mogu rešiti korišćenjem mikrokontrolerskih sistema i senzorskih modula, koji se odlikuju relativno visokim stepenom stabilnosti i niskom cenom što se uvek smatra pozitivnim parametrom.

Indikacija nivoa tečnosti korišćenjem mikrokontrolerskih sistema sa implementiranim senzorskom logikom

Značajan napredak ostvaren u oblasti elektronike i poluprovodničke tehnologije, o čemu svedoče i brojne publikacije omogućio je realizaciju elektronskih kola velike funkcionalnosti i visokih performansi u pogledu brzine rada, malih dimenzija i smanjene potrošnje električne energije potrebne za njihov rad. Pomenut razvoj se najbolje ispoljio na planu integracije računarskih komponenata omogućivši dobijanje računarskog sistema do nivoa jednog elektronskog kola. Ovakav napredak u razvoju informaciono-komunikacionih tehnologija (u daljem tekstu IKT) sam po sebi ne bi imao značaja da minijaturizacija računarskih sistema nije imala za posledicu stvaranje mogućnosti primene računara u oblastima gde to ranije, pre svega zbog veličine i potrošnje, nije bilo moguće. Od 2003. godine, pa do danas je razvijeno više vrsta hardverskih platformi koje zadovoljavaju navedene kriterijume. Svaka od njih ima različit broj pinova, i koristi različite mikrokontrolere ili mikroprocesore što za sobom povlači različite performanse i brzine rada. Ključno sa stanovišta praktične primene je da kada se steknu osnovna znanja pri radu sa jednom platformom vrlo lako se može preći na rad sa drugim. Prilikom izrade eksperimenta opisanog u ovom radu, biće korišćena Arduino UNO platforma (Chaudry, 2020) koja predstavlja najčešće korišćenu platformu.

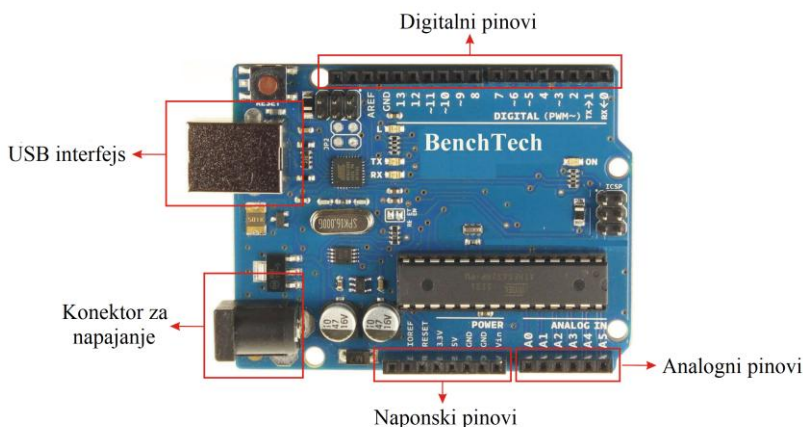
Posebno treba naglasiti primenu mikrokontrolera i njima odgovarajućih senzorskih modula u domenu procesiranja signala koji odgovaraju posmatranim fizičkim procesima. Od svih električnih veličina koje bi na svom izlazu dali senzori, najpogodniji za računarsko praćenje vrednosti fizičkih veličina su struja ili napon. Pošto su ove veličine u svom izvornom obliku kontinualne prirode potrebno je da na ulazu računara budu konvertovane u digitalni oblik. Ovakvu konverziju je moguće postići korišćenjem analogno-digitalnih (AD) konvertora. Pošto senzori fizičkih veličina na svom izlazu ne moraju da daju električni signal, u sistemu za merenje, pored takvog senzora, mora da postoji kolo pretvarač, čiji je zadatak da promene koje se dešavaju unutar senzora pretvori u odgovarajući električni signal, korišćenjem digitalno-analognog (DA) konvertora.

Za realizaciju mikrokontrolerskog sistema za indikaciju nivoa tečnosti u posudi potrebni su:

Arduino UNO kartica - na čijoj ploči se nalazi mikrokontroler, zajedno sa neophodnim komponentama koje omogućavaju njegov rad, kao i povezivanje sa računarom preko kog se vrši programiranje. Osnovne komponente Arduino UNO platforme prikazane su na Slici 6.

Na Arduino UNO razvojnoj ploči postoji ukupno 14 digitalnih pinova. Na svakom od njih mogu se razlikovati dva režima rada - ulazni i izlazni. Ukoliko se digitalni pin konfiguriše kao izlazni, nakon upisa logičke nule ili logičke jedinice na nekom od pinova, može se izmeriti vrednost od 0 V ili 5 V, respektivno. Ako se pin proglasi ulaznim, to znači da se sa tog pina može očitati jedna od dve moguće binarne vrednosti (ili logička nula ili logička jedinica). Koja vrednost će biti očitana zavisi od toga kako je pin povezan sa ostatakom mikrokontrolerskog sistema.

Na 6 analognih pinova Arduino UNO razvojne ploče dovodi se analogni napon u opsegu od 0 V do 5 V. Ovi pinovi se kasnije vode do AD konvertora, unutar mikrokontrolera, koji imaju zadatak da konvertuju analogni napon u odgovarajuću digitalnu vrednost. Analogna vrednost u opsegu od 0-5 V se konvertuje u vrednost 0-1023 u digitalnom domenu.



Slika 6. Arduino UNO hardverska razvojna platforma sa naznačenim delovima: digitalni pinovi, analogni pinovi, naponski pinovi, konektor za napajanje i USB interfejs.
Figure 6. The major components of Arduino UNO board are as follows: digital pins, analog input pins, power pins, power port and USB connector.

Na kraju, naponski pinovi prikazani na Slici 6, predstavljaju izvedene napone napajanja od 5 V i 3,3 V koji se koriste kada je neophodno dostaviti napajanje ostatku sistema koji se povezuje sa Arduino UNO platformom. Ova dva napona predstavljaju dva najčešće korišćena napona pri radu sa elektronskim komponentama.

Ultrazvučni senzor HC-SR04 – u opštem slučaju služi za beskontaktno merenje rastojanja nekog objekta u opsegu od 2 cm do 400 cm (Gabriel, & Kuria, 2020). Ovaj senzorski modul na sebi poseduje dva ultrazvučna senzora (prijemni i predajni deo) i izvode za povezivanje: V_{cc}, GND, Echo i Trig. Na slici 7 je prikazan izgled ultrazvučnog modula rastojanja.



Slika 7. Ultrazvučni senzor rastojanja.
Figure 7. Ultrasonic distance sensor.

Na pin za okidanje, Trig, (engl. Trigger) se dovodi visok naponski nivo. Istovremeno ovaj modul automatski šalje osam zvučnih impulsa frekvencije od oko 40 kHz i Echo pinovima detektuje da li je primljen reflektovani signal. U slučaju kada je signal reflektovan logičko stanje se definiše kao logički visoko (engl. High) čija dužina odgovara vremenu od emitovanja do prijema reflektovanog signala. Rastojanje do prepreke se računa kao (Gabriel, & Kuria, 2021):

$$\text{Rastojanje} = (\text{Trajanje_logički_visokog_impulsa_na_Echo_pinu} * \text{Brzina_zvuka}) / 2. \quad (1)$$

LCD (engl. liquid crystal display) displej sa tečnim kristalima služi za ispisivanje poruka na ekranu. Izgled ekrana HD44780 sa 16 propratnih pinova je prikazan na Slici 8.



Slika 8. HD44780 LCD displej.
Figure 8. HD44780 LCD display.

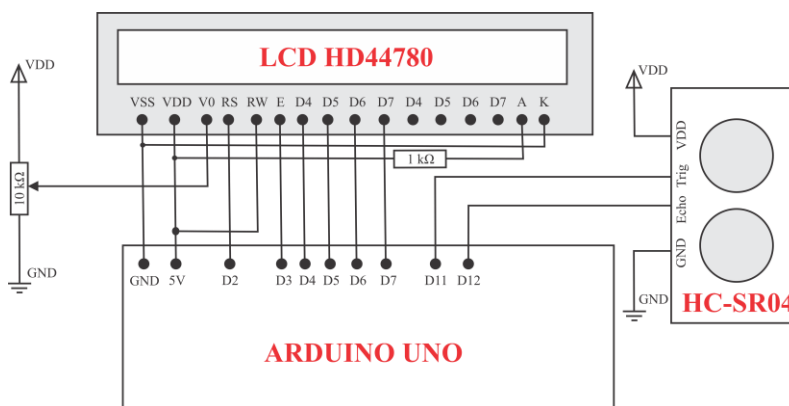
Prva dva pina na LCD ekranu služe za napajanje modula sa 5V. Treći pin, V0 se preko potenciometra koristi za kontrast pozadinskog osvetljenja. Naredni pin, RS od Arduino UNO kartice dobija ili logički nizak (0) ili logički visok (1) napon. Peti pin, RW takođe prima isključivo binarne informacije - 0 ili 1, odnosno ako se na ovaj ulaz dovodi 0 onda je displej u procesu čitanja dok je u suprotnom slučaju (pri dovođenju jedinice na ulaz) u procesu pisanja. Na šesti pin, označen slovom „E“ se uvek dovodi logički visok napon da bi se ostvario proces čitanja/pisanja. Pinovi od D0-D7 se koriste za prenos podataka do ekrana, tačnije pinovi D0-D3 se koriste isključivo za 8-bitni transfer, dok se pinovi D4-D7 koriste i za 4-bitni i za 8-bitni transfer. Poslednja dva pina se koriste za pozadinsko osvetljenje ekrana i takođe koriste napon od 5 V.

Trimer potenciometar – kontrast na LCD displeju zavisi od napona napajanja i od toga da li se poruke ispisuju u jednom ili dva reda. Zbog toga se na izvod najčešće označen sa V0 priključuje promenljivi napon od 0 – VDD (obično se za dobijanje promenljivog napona koristi potenciometar).

Otpornik otpornosti 1 kΩ.

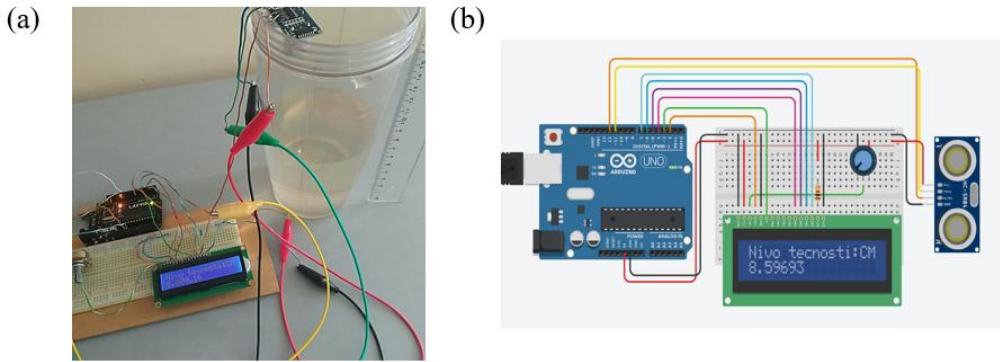
Eksperimentalna ploča i žice za eksperimentalnu ploču.

Na Slici 9 je prikazana električna šema eksperimenta.



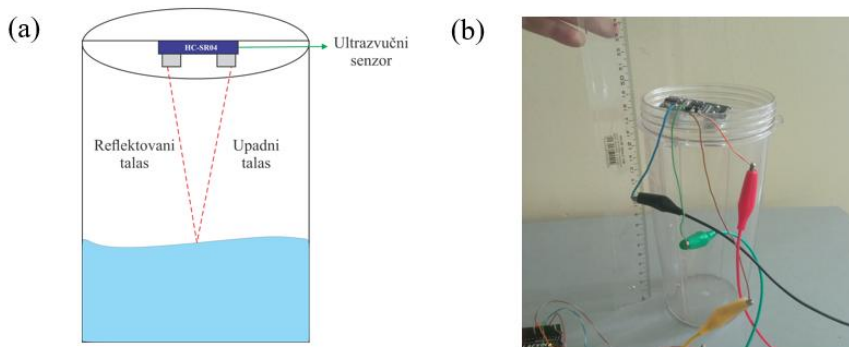
Slika 9. Električna šema za automatsku indikaciju nivoa tečnosti u posudi.
Figure 9. Circuit diagram for automatic indication of liquid level in the tank.

U nedostatku nastavnih sredstava, električna šema prikazana na Slici 9 može biti realizovana korišćenjem besplatnog simulacionog paketa TinkerCAD (www.tinkercard.com). Na Slici 10 je prikazana realizacija električne šeme sa Slike 9 u realnom, eksperimentalnom okruženju (Slika 10 (a)) i u TinkerCad simulaciji (Slika 10 (b)).



Slika 10. Eksperimentalna procedura određivanja nivoa tečnosti u posudi: (a) eksperimentalno okruženje, (b) simulaciono okruženje.
Figure 10. Circuit diagram for indication of liquid level in the tank: (a) experimental realization, (b) simulational realization.

Prilikom realizacije eksperimenta, ultrazvučni senzor se postavlja na vrh posude u kojoj se meri nivo tečnosti. Postupak indikacije nivoa tečnosti u posudi se može ilustrovati šemom sa Slike 11 (a), dok je eksperimentalna realizacija ovog idejnog rešenja prikazana na Slici 11 (b).



Slika 11. Indikator nivoa tečnosti pomoću ultrazvučnog senzora: (a) ilustracija predloženog modela, (b) eksperimentalna realizacija.
Figure 11. Liquid level indicator using ultrasonic sensor: (a) illustration of the proposed model, (b) experimental realization.

Implementiranje logike sa Slike 11 u sistem mikrokontrolera i senzorskog modula ima za cilj da izmeriti vreme koje je potrebno da se ultrazvučni talas, nakon emitovanja, odbije od prepreke (vršnog nivoa tečnosti) i vrati do senzora. Na ovaj način je moguće utvrditi dužinu puta koji je talas prešao, a samim tim će biti poznato i rastojanje površine tečnosti od senzora. Mikrokontrolerski kod koji realizuje zahtevanu funkcionalnost je prikazan na Slici 12.

```
1 #include <LiquidCrystal.h>
2 LiquidCrystal lcd = LiquidCrystal(2, 3, 4, 5, 6, 7);
3 const int trigPin = 11;
4 const int echoPin = 12;
5 float vreme, nivo_tecnosti, dubina_posude;
6
7 void setup()
8 {
9     lcd.begin(16, 2);
10    pinMode(trigPin, OUTPUT);
11    pinMode(echoPin, INPUT);
12    Serial.begin(9600);
13 }
14
15
16 void loop()
17 {
18    digitalWrite(trigPin, LOW);
19    delayMicroseconds(2);
20    digitalWrite(trigPin, HIGH);
21    delayMicroseconds(10);
22    digitalWrite(trigPin, LOW);
23
24    vreme = pulseIn(echoPin, HIGH);
25    dubina_posude=17.80;
26    nivo_tecnosti = dubina_posude-((vreme/2)/29.09);
27
28    lcd.setCursor(0,0);
29    lcd.print("Nivo tecnosti:CM");
30    lcd.setCursor(0,1);
31    lcd.print(nivo_tecnosti);
32
33 }
```

Slika 12. Kod napisan za Arduino platformu koji odgovara električnoj šemi sa Slike 9.
Figure 12. Code written for the Arduino platform that corresponds to the wiring diagram in Figure 9.

ZAKLJUČCI

Optimizacija postojećih nastavnih resursa za dostizanje definisanih ciljeva, zadataka i ishoda u obrazovanju danas se nameće kao imperativ. Nastavni program, metode rada, nastavna sredstva, tehnologije moraju se menjati, inovirati i prilagoditi potrebama savremenog društva. Samim tim nastavna sredstva bazirana na informacionim tehnologijama postaju nezamenljiva karika nastavnog procesa. Ovaj rad je kroz razmatranje načina funkcionisanja standardnih elektronskih mreža sa jedne, i mikrokontrolerskih senzorskih modula sa druge, slikovito pokazao prednosti korišćenja savremenih informacionih tehnologija u nastavnom procesu.

Simulacija opisana u radu predstavlja inovativno rešenje za povezivanje različitih sistema i uređaja u jedno složeno integrisano okruženje. Iz takvih umreženih elemenata moguće je dobiti brojne podatke za dalju analizu, te vršiti kontrolu i upravljanje istim. Sve ovo još jedanput pokazuje da Arduino može biti upotrebljen kao odlično nastavno sredstvo. Osim u srednjim stručnim školama i gimnazijama, koristan je i u osnovnim školama zahvaljujući bezbednim naponima od 3,3 V i 5 V sa kojima operiše. Na ulaze ovog mikrokontrolera moguće je dovesti tastere, prekidače, senzore; dok je na izlazne konektore moguće povezati spektar izvršnih uređaja: LED diode, sijalice, zujalice, LCD ekrane. Pisanje koda za željeno funkcionisanje sistema je jednostavno i u realnom vremenu se može videti prikaz realizovanog upravljanja na modelima.

Na kraju treba naglasiti značaj i mogućnosti koje pruža korišćenje simulacija u nastavi. U tu svrhu nastavnici imaju odlično rešenje u vidu aplikacije TinkerCad. Aplikacija je prilično je jednostavna za korišćenje, ima funkcionalno grafičko okruženje, besplatna je, laka za pretragu i unos komponenti na radnu površinu i promenu parametara istih. Posедуje veliku bazu elektronskih komponenti, fleksibilna za definisanje režima rada elektronskih komponenti, podstiče kreativnost. Simulacijom modela, sa kodiranjem i upravljanjem, aplikacija objedinjuje inventivni pristup nastavi, sa inovativnim računarskim tehnologijama potrebnim savremenom obrazovanju.

LITERATURA

Borg, D., Sestito, G. S., & da Silva, M. M. (2021). Machine-learning classification of environmental conditions inside a tank by analyzing radar curves in industrial level measurements. *Flow Measurement and Instrumentation*, 79, 101940.

- Chaudry, A. M. (2020). Using Arduino Uno microcontroller to create interest in physics. *The Physics Teacher*, 58(6), 418-421.
- Gabriel, M. M., & Kuria, K. P. (2020). Arduino Uno, Ultrasonic Sensor HC-SR04 Motion Detector with Display of Distance in the LCD. *International Journal of Engineering Research and Technical Research*, 9.

ZAHVALNICA

Autori se zahvaljuju Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja na finansijskoj podršci kroz projekat br. 451-03-9/2021-14/200122) i kroz programsku aktivnost „Razvoj visokog obrazovanja” (*Unapređenje nastave iz predmeta digitalna elektronika, digitalna obrada signala, metodika nastave fizike i metodika nastave informatike*, rukovodilac dr Violeta Petrović).

DESIGNING A DIGITAL SYSTEM FOR LIQUID LEVEL INDICATION USING COMBINATIONAL LOGIC CIRCUITS AND MICROCONTROLLER SYSTEMS

Ivan Petrović¹, Hristina Delibašić², Violeta Petrović²

¹University of Kragujevac, Academy of Vocational Studies Sumadija, Department in Kragujevac, Kosovska 8, 34 000 Kragujevac, Serbia

²University of Kragujevac, Faculty of Science, Radoja Domanovića 12, 34 000 Kragujevac, Serbia, hristina.delibasic@pmf.kg.ac.rs

ABSTRACT

Modern educational trends are based on the information technology implementation in the teaching process, at all levels of education with the aim of engaging students as active participants. Numerous studies showed that this approach greatly increases the interest in monitoring the teaching content, and thus has a positive effect on enlarging the level of student's achievement. In this paper, we presented an innovative laboratory exercise for the liquid level indication. Two general-purpose digital systems are presented. The first one is based on the use of complex combinational logic circuits and appropriate drivers, while the second one is based on the use of a microcontroller Arduino platform and an external sensor module (K-0135). As a result of the research, a review of both systems has been made and the problems that arose during the implementation of combinational logics were presented. In addition, it was also concluded that the microcontroller approach proved to be very precise in the experimental environment. In the conclusion, a comparative presentation of the traditional and innovated realization of the laboratory exercise is given. Based on all the above-mentioned, we pointed out the necessity of implementing microcontrollers in classroom learning, while commenting on the problems that schools and faculties face in the process of realizing this intention.

Keywords: teaching, achievement level descriptors, Arduino, sensor.