

# Integrirano senzorsko *Arduino* rješenje u modernizaciji saobraćajne vertikalne signalizacije

Nevena Jakovljević, Nikola Jeftenić

Direkcija za tehniku  
Mtel a.d. – Telekom Srpske  
Banja Luka, RS, BiH  
nevena.jakovljevic@mtel.ba, nikola.jeftenic@mtel.ba

**Sažetak**—U ovom radu je predstavljena praktična realizacija promjenljivog saobraćajnog znaka zasnovanog na *Arduino* platformi. Na *Arduino* su povezani periferni moduli – senzori, sedmo-segmentni displeji, LCD. Korišteno je više tipova senzora: temperaturni senzor, senzor vlažnosti i senzor padavina.

Čitanjem stanja na perifernim uređajima o vremenskim uslovima, kao i obradom i analizom rezultata mjerenja na displeju se ispisuje preporučena brzina kretanja automobila u zavisnosti od vremenskih uslova (temperature, vlažnosti vazduha, padavina). LCD služi za prikaz tekućeg vremena dobijenog na osnovu modula sata/kalendara realnog vremena.

**Ključne riječi** - temperaturni senzor; LCD; LED; RTC;

## I. UVOD

Jedan od ključnih problema u drumskom saobraćaju je obezbjeđivanje sigurnosti za sve učesnike. Najveći broj ljudskih nesreća dešava na saobraćajnicama. Danas se veliki naponi ulažu u poboljšanje sigurnosti kako na organizacionom, tako i na tehničkom nivou. LED (*Light Emitting Diode*) saobraćajni znaci su moderan i efikasan način izrade saobraćajne signalizacije. Proizvode se tako da daju veću vidljivost i uočljivost za razliku od običnih saobraćajnih znakova. Jedna od glavnih prednosti LED saobraćajne signalizacije je velika efikasnost. Mnoge LED svjetiljke imaju efikasnost od 90%, što je daleko veća efikasnost od 5% koja je tipična za tradicionalne izvore osvjetljenja. Veoma bitna prednost LED signalizacije je niska cijena održavanja. Skoro sav trošak sadržan je u njenom inicijalnom dobavljanju. Ovi početni troškovi se kompenzuju sa niskom cijenom održavanja. Kvar tradicionalne signalizacije (koji se javlja u prosjeku tri puta godišnje) zahtjeva zamjenu i obezbjeđivanje zamjenske regulacije saobraćaja za vrijeme popravke. Sa druge strane, LED signalizacija zahtjeva samo godišnje čišćenje. U prosjeku životni vijek LED saobraćajnog znaka je deset godina i više, zavisno od vremenskih uslova. Takođe, sa finansijske strane gledajući, LED rasvjeta je šest puta isplativija od klasične rasvjete uz uslov da obe gore po 12 sati na dan. Ostale prednosti LED signalizacije su poboljšana vidljivost, otpornost na udare i vibracije, visok intenzitet svjetlosti, kompatibilnost sa integriranim kolima itd.

## II. PROMJENLJIVI SAOBRAĆAJNI ZNAKOVI

Promjenljivi saobraćajni znakovi su znakovi čiji se sadržaj prema potrebama saobraćaja može mijenjati ili se mogu isključiti. Ovi saobraćajni znakovi se ne smiju bitnije razlikovati od običnih saobraćajnih znakova, ni po sadržaju, ni po dimenzijama. LED promjenljivi saobraćajni znakovi mogu putem svojih displeja davati različite upozoravajuće informacije i uticati na režim odvijanja saobraćaja na opasnim dionicama saobraćajnica. Najčešće informacije koje daje LED promjenljivi saobraćajni znak:

- Preporučena brzina kretanja (plava pozadina, bijeli brojevi)
- Maksimalno ograničenje brzine kretanja (bijela pozadina, crveni rub, crni brojevi)
- Prikaz tekuće brzine kretanja nadolazećeg automobila
- Stanje toka saobraćaja (kolone, gužve, nezgode)
- Stanje i vremenski uslovi na putevima (vjetar, magla, poledica)



Slika 1. Prikaz različitih LED saobraćajnih znakova

### III. SPECIFIKACIJA ZAHTJEVA I KOMPONENTE SISTEMA

Potrebno je realizovati model saobraćajnog znaka promjenljivog ograničenja brzine. Senzori mjere vanjske uslove, vrši se obrada mjerenja i rezultat (preporučena brzina kretanja automobila) se ispisuje na sedmo-segmentnim displejima.

U nastavku je data detaljnija specifikacija zahtjeva prema kojima se projektuje saobraćajni znak:

- Čitanje vrijednosti sa senzora analognog tipa. U praktičnoj realizaciji korišteni su analogni senzori padavina i temperature.
- Čitanje vrijednosti sa senzora digitalnog tipa. U praktičnoj realizaciji korišten je digitalni senzor vlažnosti.
- Ispisivanje izmjerenih vrijednosti na LCD-u.
- Čitanje tekućeg vremena pomoću sata/kalendara realnog vremena.
- Ispisivanje tekućeg vremena na LCD-u
- Obrada rezultata mjerenja i ispisivanje preporučene brzine na sedmo-segmentnim displejima
- Ispisivanje preporučene brzine na LCD-u

U sledećoj tabeli prikazana je lista komponenti koje su korištene pri praktičnoj realizaciji i zadovoljavaju navedene zahtjeve:

TABELA I. LISTA POTREBNIH KOMPONENTI ZA REALIZACIJU PROJEKTOG ZADATKA

Redni broj	Naziv	Opis	Količina
1	Arduino Mega 2560 ploča	Razvojni sistem	1
2	DS1302	Sat/kalendar realnog vremena	1
3	LCD 1602A	Displej 16 x 2	1
4	LM35	Temperaturni senzor	1
5	LTS3401VE	Sedmo-segmentni displej	2
6	DHT11	Senzor vlažnosti i temperature	1
7	Rain sensor var 3.4	Senzor kiše	1
8	P104	Potencijometar 10k	1
9	Otpornik otpornosti 4,7 kΩ	-	1
10	Otpornik 330 Ω	-	14
11	Bread Board	Matadorka	2
12	Provodnici (žice)	-	-

### IV. ARDUINO PLATFORMA

Arduino je *open – source* platforma za kreiranje prototipova baziranih na mikrokontrolerskim sistemima i jednostavnom programskom paketu. Sastoji se od mikrokontrolera, programskog jezika i integrisanog razvojnog okruženja (*Eng.IDE- Integrated development environment*). Postoji više vrsta Arduino platformi, a u ovom radu, pri praktičnoj realizaciji korištena je Arduino Mega2560 ploča. Bazirana je na ATmega2560 mikrokontroleru. Posjeduje 54 digitalna ulazno/izlazna pina (od kojih 15 mogu da se koriste kao PWM (*Pulse Width Modulation*) izlazi), 16 analognih ulaza, 4 UART-a, 16 MHz kristalni oscilator, USB konekciju, priključak za napajanje, ICSP (*In-Circuit Serial Programming*) konektor i taster za reset. Sadrži sve potrebno za rad mikrokontrolera, jednostavno se povezuje sa računarnom pomoću USB priključka, preko kojeg se i napaja.



Slika 2. Izgled Arduino Mega 2560 ploče. [4]

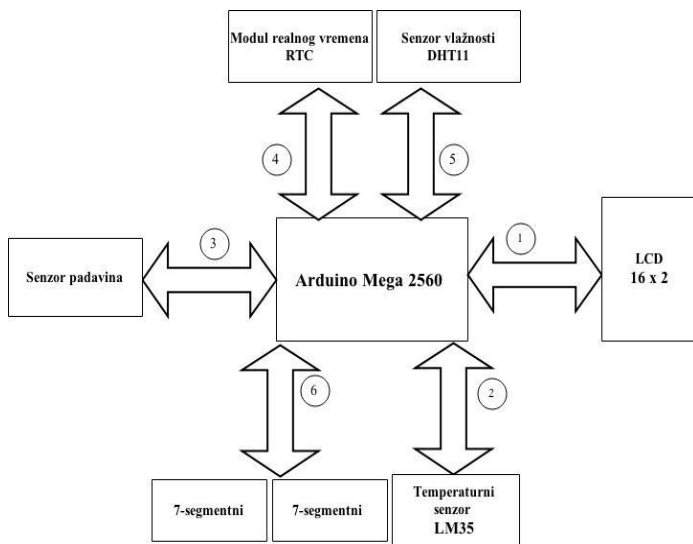
U sledećoj tabeli su prikazane tehničke karakteristike Arduino Mega 2560 ploče:

TABELA II. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE ARDUINO MEGA 2560 PLOČE

Redni broj	Naziv	Opis
1	Mikrokontroler	ATMega2560
2	Radni napon	5 V
3	Ulazni napon (preporučeni)	7 – 12 V
4	Ulazni napon (ograničenja)	6 – 20 V
5	Digitalni U/I pinovi	54 (15obezbeđuje PWM izlaz)
6	Analogni ulazni pinovi	16
7	DC struja po jednom U/I pinu	40 mA
8	DC struja za 3,3 V pin	50 mA
9	Fleš memorija	256 KB od kojih 8 KB koristi <i>Bootloader</i>
10	SRAM	8 KB
11	EEPROM	4 KB

## V. PRAKTIČNA REALIZACIJA

Na sledećoj slici prikazana je blok šema saobraćajnog znaka.

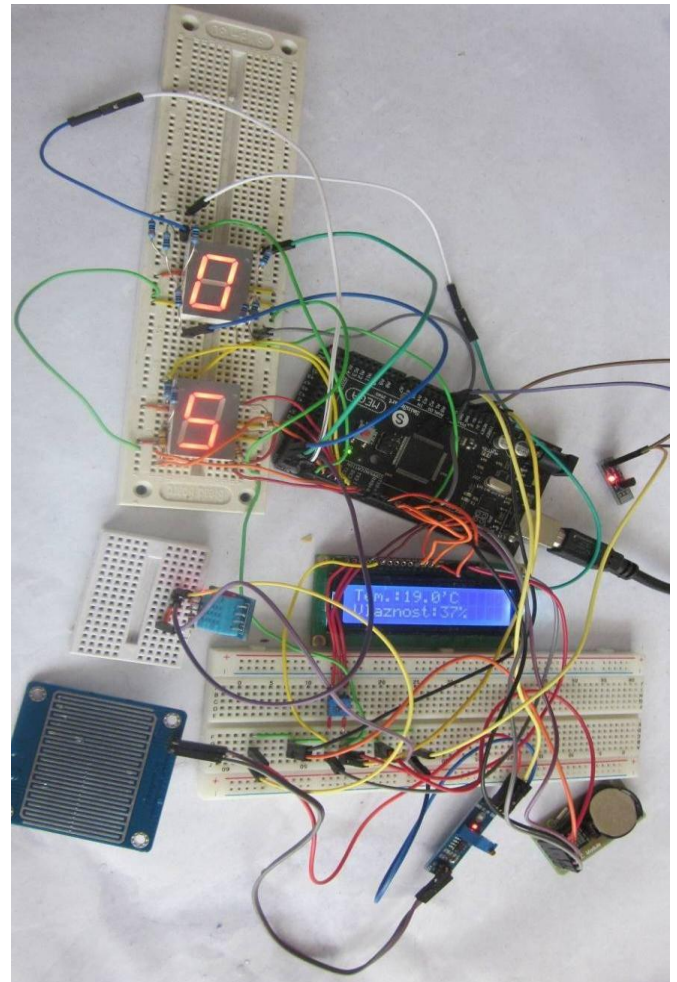


Slika 3. Blok šema saobraćajnog znaka

Na blok strukturi brojevima 1, 2, 3, 4, 5 i 6 označeni su periferni moduli povezani na razvojni sistem Arduino (1- LCD, 2 - temperaturni senzor, 3 - senzor padavina, 4 - modul realnog vremena, 5 - senzor vlažnosti, 6 - sedmo-segmentni displeji).

U zavisnosti od vanjskih uslova (padavina i temperatura) mijenja se ograničenje brzine, pa je 80 km/h preporučena brzina kretanja automobila pri stabilnim vremenskim uslovima (bez padavina), tj. kada je senzor potpuno suv i temperatura vazduha veća od 4 °C. Sa povećanjem količine padavina i smanjem temperature ispod 4 °C, preporučena brzina opada, senzor padavina je natopljen vodom, a na sedmo-segmentnim displejima se ispisuje preporučena brzina kretanja automobila 50 km/h.

Nakon kompajliranja i učitavanja koda, rezultat je preporučena brzina prikazana na sedmo-segmentnim displejima.



Slika 4. Prikaz preporučene brzine na sedmo-segmentnim displejima

## VI. PRIJEDLOG NAPAJANJA U PRAKTIČNOJ UPOTREBI

Za projektovanje led displeja korištena su tri sedmo-segmentna LED pokazivača. Na osnovu ograničenja brzine koja mogu biti prikazana na znaku izvršena je analiza kako bi se došlo do zaključka koja je maksimalna potrošnja LED pokazivača, tj. koji je maksimalni broj aktivnih segmenata (jedan segment čini matrica od 3 x 10, odnosno 3 x 11 LED). Na osnovu analize, maksimalna potrošnja LED pokazivača se može dobiti na sledeći način:

$$P_{\max} = I_f \cdot B S_{\max} \cdot B D \cdot V \quad (1)$$

gdje su:

$I_f$  - Struja jedne LED;

$B S_{\max}$  - Maksimalan broj aktivnih segmenata;

$B D$  - Broj dioda po segmentu;

$V$  - Napon napajanja;

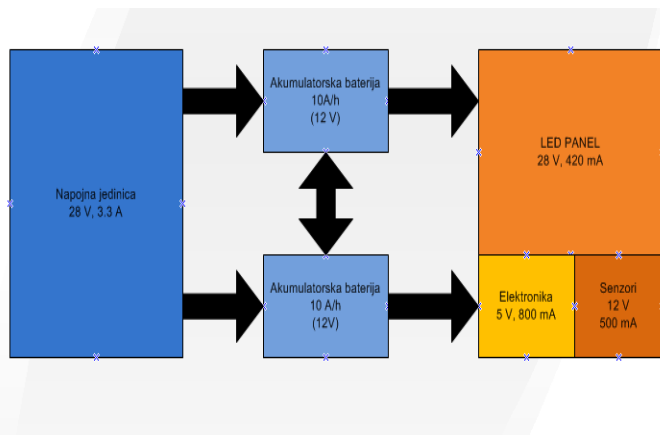
Kod serijskog vezivanja LED, potrebno je u seriju vezati i otpornik koji ima zadatak da ograniči struju kroz LED, tj. da je održava konstantnom. Vrijednost otpornosti računa se na sljedeći način:

$$R = \frac{[\text{napon napajanja} - \text{napon LED (10 x napon LED)}]}{\text{struja}}$$

$$R = \frac{[28 \text{ V} - 10 \times 2.6 \text{ V}]}{0.02 \text{ A}} = 100 \Omega$$

Maksimalna struja potrebna LED pokazivačima je 0.84 A (slučaj kada je aktivno četrnaest segmenata). Blinkanjem dioda led pokazivača povećava se efikasnost i uočljivost saobraćajnog znaka. Ukupna potrošnja smanjuje se za 50 %. Blinkanje dioda se reguliše pomoću mikrokontrolera ili astabilnog multivibratora.

Na osnovu sprovedene analize o potrošnji LED panela, senzora i upravljačke elektronike došlo se do zahtjeva u pogledu napojne jedinice. U sistem su ugrađene akumulatorske baterije za slučaj nestanka napajanja. U nastavku je data blok struktura napajanja koja treba da zadovolji kriterijume potrošnje cjelokupnog sistema.



Slika 5. Blok struktura napajanja

Kao što je navedeno, da bi se omogućilo funkcionisanja sistema u svim uslovima, potrebno je obezbjediti sistem besprekidnog napajanja pomoću akumulatorskih baterija. Na osnovu proračuna došli smo do zahtjeva za napajanje. Maksimalan napon koji je potreban za napajanje je 28 V, pa su u tu svrhu izabrane dvije akumulatorske baterije od po 12V. Na osnovu proračuna o potrošnji kompletnog sistema promjenljivog saobraćajnog znaka, došlo se do kriterijuma koje treba da ispuni napojna jedinica. U tu svhu izabrana je napojna jedinica, čije su karakteristike date u narednoj tabeli.

TABELA III. KARAKTERISTIKE NAPOJNE JEDINICE

Redni broj	Karakteristika	Vrijednost
1	Ulazni napon	90-265 Vac
2	Izlazna snaga	90W
3	Topologija	Jednostepeni PFC/Flajbek
4	PFC kolo	Da
5	Tipi;na efikasnost	87%

6	Opseg radne temperature	0-50 °C
7	Izlazni napon	30Vdc max
8	Izlazna maksimalna struja	3.5 A

Nominalna vrijednost izlaznog napona je 28 V, a stuje 3.3 A. Ovo dizajnersko rješenje je prilagođeno za LED koje zahtijevaju struju drajvera veću od 3 A.

Izabrana napojna jedinica je LED drajver od 3.3 A i maksimalnim radnim naponom *off*-linije do 28 V, sa konstantnom strujom i konstantnim naponom, zasnovan na NCL30001 (kontroler za popravak faktora snage).

## VII. ZAKLJUČAK

Saobraćajni znak koji registruje podatke o vremenskim uslovima i na osnovu toga daje preporučenu brzinu kretanja automobila u velikoj mjeri povećava bezbjednost odvijanja saobraćaja i smanjuje broj saobraćajnih nesreća.

U radu je predstavljena praktična realizacija integrisanog senzorskog rješenja saobraćajnog znaka promjenljivog ograničenja brzine i informativnog sadržaja u tekućem vremenu i vremenskim uslovima koji utiču na prilagođene brzine trenutnim uslovima puta. Korišteni su senzori temperature, vlažnosti vazduha, sat/kalendar realnog vremena I senzor padavina. Na osnovu izvršene obrade rezultata mjerenja dolazilo se do preporučene brzine kretanja automobila, koja je prikazana na sedmo-segmentnim displejima, dok se informativni dio ispisivao na LCD.

Plan za dalji razvoj i nadogradnju ovog saobraćajnog znaka je dat u nastavku:

- Ugraditi ultrazvučni senzor koji će mjeriti brzinu nadolazećeg automobila i ispisivati je na druga dva sedmo-segmentna displeja
- Ispisivati poruku „USPORI“ na LCD-u u slučaju da je brzina kretanja nadolazećeg automobila veća od maksimalne dozvoljene brzine
- Ispisivati poruku na LCD-u u slučaju radova i zastoja na putevima
- Dadati treći sedmo-segmentni displej za slučaj da se znak postavlja na auto-putevima, gdje je ograničenje brzine veće od 90 km/h
- Registrovanje gustine saobraćaja i korekcija ograničenja brzine kretanja
- Uvođenje novih boja u LED saobraćane znakove
- Solarno napajanje saobraćajnog znaka
- Izrada prototipnog modela u prirodnoj veličini.

## LITERATURA

- [http://dangerousprototypes.com/docs/Basic\\_Light\\_Emitting\\_Diode\\_guide](http://dangerousprototypes.com/docs/Basic_Light_Emitting_Diode_guide) (januar 2015.)
- [http://www.ieee.hr/\\_download/repository/PRED.Zastite\\_i\\_hladjenja\\_strojeva\\_06-07.pdf](http://www.ieee.hr/_download/repository/PRED.Zastite_i_hladjenja_strojeva_06-07.pdf)
- <http://sr.wikipedia.org/sr/Arduino> (januar 2015.)
- <http://www.sainsmart.com/> (februar 2015.)
- [www.semikron.com](http://www.semikron.com), Avgust 2009.
- <http://www.arduitronics.com/> (februar 2015.)

[7] <http://www.eltodo.cz/index.html>

[8] <http://akizukidenshi.com/download/ds/aosong/DHT11.pdf> ( februar 2015.)

#### ABSTRACT

In this paper presents the practical realization of the changing traffic sign based on the Arduino platform. Peripheral modules - sensors, seven-segment displays, LCDs are connected on the Arduino. Several types of sensors are used: temperature sensor, humidity sensor and precipitation sensor. By reading the state of the peripheral devices on weather

conditions as well as by processing and analyzing the measurement results, the display shows the recommended speed limit for moving cars depending on weather conditions (temperature, humidity, precipitation). The LCD is used to display the current time based on the real time clock module.

**Key wods – temperature sensor; LCD; LED; RTC;**

#### **INTEGRATED SENSOR ARDUINO SOLUTION IN THE MODERNIZATION OF TRAFFIC VERTICAL SIGNALING**

Nevena Jakovljević, Nikola Jeftenić