



RAZVOJ MERNO – UPRAVLJAČKOG SISTEMA BEZBEDNOSTI VOŽNJE ZASNOVANOG NA CAN KOMUNIKACIJI U REALNOM VREMENU

DEVELOPMENT OF MEASURING AND CONTROL SYSTEM FOR SAFETY DRIVING BASED ON REAL – TIME CAN COMMUNICATION

Dušan Jelić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – BIOMEDICINSKO INŽENJERSTVO

Kratak sadržaj – *U radu je prikazan problem koji se javlja kada dođe do srčanih tegoba vozača u toku vožnje automobila, kao i praktično realizovan merno upravljački sistem koji sprečava mogućnost saobraćajne nesreće. Takođe opisana je CAN komunikacija koja se koristi. Na kraju su dati rezultati i mogućnosti proširenja rada.*

Ključne reči : CAN komunikacija, Arduino, Srčani ritam, Mikrokontroleri, ESP32, MCP2515, Srčani udar, DC motor.

Abstract - *The paper presents a problem that arises when a driver's heart problems occur while driving a car, as well as a practically implemented measuring and control system that prevents the possibility of an car accident. The CAN communication used is also described. Finally, the results and opportunities for expanding the work are presented.*

Keywords: CAN communication, Arduino, heart problems, Mikrokontroleri, ESP32, MCP2515, Heart attack, DC motor.

1. UVOD

„Previše ljudi umre sa srcem predobrim za umiranje”, svojevremeno je izjavio američki kardiohirurg Beck. Infarkt srca (infarkt miokarda) nastaje zbog naglog prekida protoka krvi kroz krvne sudove srca, upravo one koji snabdevaju srčani mišić neophodnim kiseonikom i hranjivim materijama. Većina infarkta je praćena osećajem nelagodnosti u sredini grudnog koša u tom trenutku čovek oseća neprijatan pritisak, stezanje u grudima i bol.

Ovaj rad je baziran na problemu koji je danas sve prisutniji kako u svetu a tako i kod nas, to su nagle srčane tegobe koje čovek oseti za vreme vožnje koje u veoma kratkom vremenskom intervalu mogu dovesti do infarkta srca i time ugroziti život ne samo vozaču nego i ljudima u njegovoj trenutnoj okolini.

Cilj ovog rada jeste da omogući bezbednu vožnju za osobe koje imaju srčanih problema ili su preživele srčani infarkt a i dalje žele da budu učešnici u saobraćaju.

U ovom radu će biti predstavljeno praktično realizovani sistem koji nakon detekcije pogoršanja srčanog otkucaja vozača autonomno preuzima kontrolu nad vozilom i time vrši prevenciju od saobraćajne nesreće.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio prof. dr Platon Sovilj.

2. SRCE

2.1 Anatomija srca

Srce je smešteno u sredini grudi između pluća, srce je u grudima koso postavljeno iza tela grudne kosti i delova susednih grdnih hrskavica. Šupljina srca podeljena je na desnu i levu pretkomoru i desnu i levu komoru. Pretkomore zauzimaju širi deo srca uz bazu, a komore čine donji uži deo uz vrh srca. Vrh srca pripada levoj komori.

Srce je srazmerno veličini stisnute pesnice, čija težina varira od 300 do 350 grama. Za jedan minut, u toku 60 do 80 srčanih „otkucaja“ (kontrakcija), kroz srce protekne 5 do 6 litara krvi, što predstavlja minutni volumen srca, i ukupnu količinu krvi u organizmu.

2.2 Infarkt miokarda

Infarkt miokarda predstavlja nagli prestanak dotoka krvi u jednom delu miokarda, sa posledičnim promenama na miokardu kao rezultat nedostatka kiseonika u zoni vaskularizacije okludiranog (zапушеног) krvnog suda. Zona srčanog mišića sa obustavljenom cirkulacijom, ukoliko dugo traje, je region propadanja mišićne mase, što vremenom dovodi do trajnog oštecenja mišićnog tkiva.

2.3 Simptomi koji se ispoljavaju u slučaju infarktnog stanja

Neki od najčešćih simptoma koji se ispoljavaju u slučaju infarkta su:

- Bol u grudima
- Gušenje
- Mučnina
- Povraćanje
- Slabost
- Preznojavanje
- Gubitak svesti

2.4 Simptomi koji se javljaju u zavisnosti od frekvencije rada srca

Spor rad srca (prosečan broj otkucaja u minuti manji od 50 otkucaja pri minimalnoj fizičkoj aktivnosti) može da prouzrokuje:

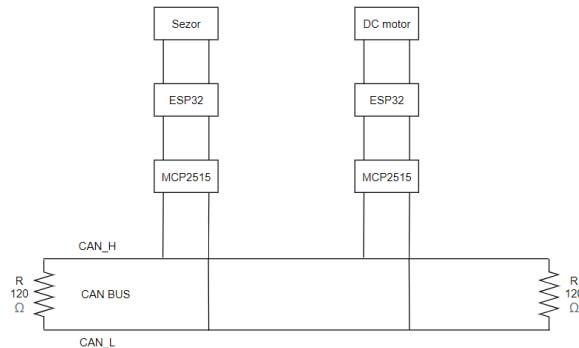
- Osećaj umora
- Vrtoglavicu
- Gubitak svesti

Povišen broj otkucaja (prosečan broj otkucaja u minuti veći od 100 otkucaja pri minimalnoj fizičkoj aktivnosti)

znači da postoji povećana potražnja za kiseonikom što povećava verovatnoću da će doći do infarkta miokarda.

3. STRUKTURA I KOMPONENTE MERNO – UPRAVLJAČKOG SISTEMA

3.1 Struktura sistema i princip rada



Slika 3.1.1 Struktura sistema

Sistem čini :

- Senzor (simulira ga potenciometar)
- Dva mikrokontrolera (ESP32)
- Dva CAN bus modula (MCP2515)
- DC motor
- Protobord

Veštački senzor broja otkucanja (potenciometar) srca šalje informaciju o broju otkucanja srca i u zavisnosti od broja otkucanja glavni mikrokontroler (ESP32) dalje upravlja sistemom. Ceo sistem je zamišljen da koristi CAN BUS komunikaciju između ova dva mikrokontrolera (CAN sistem sa dva čvora).

3.2 ESP32

- Radni napon (2.2 V – 3.6 V)
- Radna struja (prosečno 80 mA)
- Opseg radne temperature (-40°C – 80°C)
- Komunikacije (UART, I2C, I2S, IR, PWM, LED PWM, SPI)



Slika 3.2.1 ESP32

3.3 CAN BUS modul (MCP2515)

- Radni napon (2.2 V – 3.6 V)
- Radna struja (prosečno 80 mA)
- Opseg radne temperature (-40°C – 80°C)

- Komunikacije (UART, I2C, I2S, IR, PWM, LED PWM, SPI)



Slika 3.3.1 CAN BUS modul (MCP2515)

3.4 Senzor (potenciometar)

- Otpornost (10K Ω)
- Ugao rotacije ($300^\circ \pm 10^\circ$)
- Maksimalni radni napon (150V)
- Linearan

3.5 DC motor sa modulom (L9110)

Za potrebe rada i simulaciju brzine vozila koristimo L9110 FAN Motor.

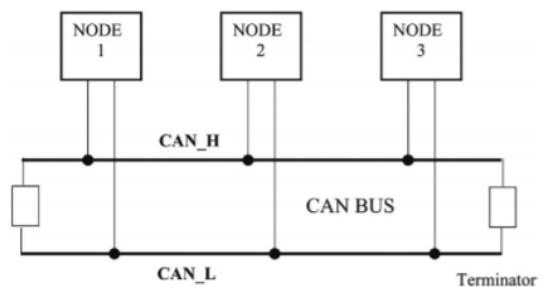
U zavisnosti od ulaznih podataka upravljanje će se vršiti PWM modulacijom, napon napajanja iznosi 5V a motor poseduje i propeler dijametra 7cm.

4. CAN KOMUNIKACIJA

CAN je serijski, dvožični multimaster sistem koju je napravila kompanija Robert Bosch GmbH 80-ih godina. To je danas jedna od najčešće korišćenih automobilskih komunikacijskih sistema. Fizički sloj CAN sistema se sastoji od kabla sa upredenim paricama. CAN omogućava pouzdanu, robusnu i brzu komunikaciju do 1 Mb/s

4.1 Struktura CAN fizičkog sloja

Fizički sloj formira interfejs hardvera koji uspostavlja vezu između niza čvorova. Za komunikaciju na liniji potrebno je najmanje dva čvora. Na slici 4.1.1 prikazan je CAN sistem sa tri čvora. Komunikaciona linija se sastoji od kabla sa upredenim paricama i završava se otpornicima na oba kraja, tako da otpornik na liniji ima 120 ohma. Jedan kabl se zove CAN_H, a drugi se zove CAN_I.



Slika 4.1.1 Struktura CAN fizičkog sloja

4.2 Poruka sa podacima (Data Frame)

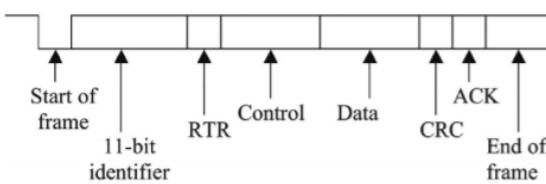
Poruku se podacima koristi predajni uređaj da bi poslao podatke prijemnim uređajima na liniji i ova poruka je najvažnija poruka kojom upravlja korisnik.

Poruka sa podacima se može poslati kao odgovor na zahtev ili kad god je potrebno poslati vrednost nekog parametra drugim čvorovima na liniji.

Ukupan broj bitova koje zahteva poruka sa podacima (pod pretpostavkom da se šalju uzastopne poruke):

- SOF 1 bit
- Identifikator 11 bitova
- RTR 1 bit
- Kontrola 6 bitova
- Podaci od 0 do 64 bita (0 do 8 bajtova)
- CRC 16 bitova
- ACK 2 bita
- EOF 7 bitova
- ITM 3 bita

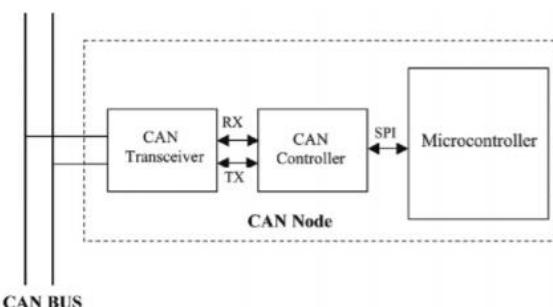
Ukupno, od 47 bitova (bez podataka) do 111 bitova (8 bajtova podataka) je potrebno za poruku sa podacima.



Slika 4.3.1 Standardna poruka sa podacima

4.3 CAN kontroleri

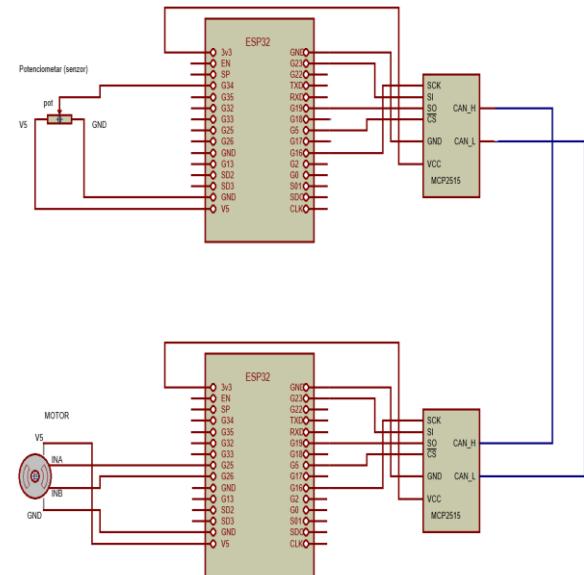
Uopšteno rečeno, CAN kontroler obezbeđuje interfejs između mikrokontrolera i CAN linije. Postoje dva tipa CAN kontrolera: sa ugrađenim primopredajnicima i bez ugrađenih primopredajnika.



Slika 4.5.1 Mikrokontroler sa spoljnim CAN kontrolerom i primopredajnikom (korišćen u radu)

5. POVEZIVANJE KOMPONENTI U SISTEMU

Povezivanje komponenti u radu vršeno je provodnim kablincima (muško – ženski i žensko – ženski tip), napajanje se dovodi preko USB i na proto-bord ploči postoje dva naponska čvora, jedan 5V i drugi 3.3V. Mikrokontroleri su povezani kao na (Slika 5.1).



Slika 5.1 Povezivanje komponenti u sistemu

6. PROGRAMI I BIBLIOTEKE KORIŠĆENE ZA RAZVOJ SISTEMA

Unutar Arduino IDE razvojnog okruzenja u radu su korišćene RTOS biblioteke koje su poslužile kreiranju zadataka (tasks) preko kojih su vršena slanja i iščitavanja potrebnih podataka.

Od biblioteka se još koriste biblioteke za ESP32, SPI i biblioteke vezane za CAN komunikaciju (MCP2515).

6.1 Arduino

Programski jezik Arduino aplikacija koristi osnovne elemente jezika C i C++. Pisanje programa koji će se izvršavati na Arduino ploči podrazumeva da korisnik mora da definise dve funkcije, koje sačinjavaju izvršni program. Te funkcije su:

6.2 RTOS

Kernel RTOS-a može da ima višestruke zadatke (task-ove), čije je izvršavanje na procesoru raspoređuje. Multitasking predstavlja privid konkurentnosti i ostvaruje se na nivou kornela alternativnim izvršavanjem aktivnih zadataka.

RTOS autonomno planira redosled, izvršenje zadataka i obezbeđuje mehanizme za kreiranje, startovanje i suspenziju zadataka.

Sve ove aktivnosti, neophodne za obezbeđivanje multitaskinga, troše dodatno CPU vreme.

6.3 Čitanje signala i slanje podataka preko CAN modula

Prvi deo sistema je zadužen za čitanje vrednosti sa potenciometra (simulira srčani otkucaj), zatim preskaliranje vrednosti zbog toga što se dobija vrednost sa analogno – digitalnog konvertora.

Nakon toga, slanje tih vrednosti sa mikrokontrolera (ESP32) na CAN modul i preko CAN modula na drugi mikrokontroler.

6.4 Prijem podataka preko CAN modula i upravljanje motorom

Drugi deo sistema je zadužen za prijem poruka sa CAN kontrolera (MCP2515) na mikrokontroler (ESP32). Mikrokontroler u početnom stanju pali DC motor dok ne prima poruke sa CAN kontrolera. Kada se primi poruka sa CAN kontrolera, vrši se upisivanje iste u red (queue) i ako vrednosti spadaju u kritične mikrokontroler će ugasiti DC motor.

7. ZAKLJUČAK

Cilj ovog rada je bila simulacija promene srčanog otkucanja i pokretanje bezbednosnog sistema zasnovanog na CAN komunikaciji između dva mikrokontrolera, što je i postignuto upotreboom potenciometra koji simulira frekvenciju rada srca, DC motora koji je zadužen za grubu simulaciju rada motora u automobilu i četiri mikrokontrolera koji medjusobno komuniciraju preko CAN komunikacije i donose odluke o upravljanju vozilom.. Sistem bi na globalnom nivou mogli poboljšati dodavanjem:

- Pametne kamere koja bi pratila da li su vozaču otvorene oči.
- EEG i EKG sistema koji bi vršili monitoring moždane i srčane aktivnosti što bi doprinelo razvoju mnogo preciznijeg i sigurnijeg sistema koji bi našao primenu ne samo u automobilskoj industriji nego i u mnogim drugim industrijama.
- Mogućnosti da u slučaju nesreće ili kritičnog stanja vozača automobil pređe na potpuno autonoman sistem rada i pošalje preko GPS lokaciju i izveštaj o stanju vozača najbližoj zdravstvenoj ustanovi.

U dosadašnje vreme čovek je bio taj koji je vodio računa o automobilu, ovakav sistem i sistemi slični ovom dovešće do toga da automobil vodi računa o svom vozaču i dopuni sve njegove nedostatke.

8. LITERATURA

- [1] A.Benninghoff, D. Drenckhahn (editors): Anatomie. 16. Auflage. Urban & Fischer bei Elsevier, München 2004. Band 2. S.197–203.
- [2] Anatomija čovjeka. Jugoslavenska medicinska naklada. 1990. ISBN 978-86-7111-075-4.
- [3] Tibor Čanji: Kliničke, angiografske i terapijske specifičnosti akutnog infarkta miokarda sa ST elevacijom kod osoba starijih od 75 godina, Novi Sad, maj 2014
- [4] ESP32- <http://www.vitaelko.com/novosti/espressif-esp32-i-esp-wroom-32/>
- [5] https://www.elecrow.com/download/-esp_wroom_32_datasheet_en.pdf
- [6] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc-MCP2515-Stand-Alone-CAN-Controller-with-SPI-20001801J.pdf>
- [7] <https://www.elecrow.com/download/datasheet-l9110.pdf>
- [8] Dogan Ibrahim: Controler Area Network
- [9] Arduino programsko okruženje, [http://www.elektronika.ftn.uns.ac.rs/images/Elektronika\(E2\)/Arduino%20uputstvo.pdf](http://www.elektronika.ftn.uns.ac.rs/images/Elektronika(E2)/Arduino%20uputstvo.pdf)
- [10] Setup petlja <https://www.arduino.cc/en/Reference/Setup>
- [11] Loop petlja <https://www.arduino.cc/en/Reference/Loop>
- [12] Dejan Barać: REAL-TIME OPERATIVNI SISTEMI YZA MALE EMBEDDED SISTEME, Niš, jun 2010.

Kratka biografija:



Dušan Jelić rođen je u Sremskoj Mitrovici 1994. Diplomirao je na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, na smeru Biomedicinsko inženjerstvo 2017. godine.