

Jedna realizacija digitalne instrument table

Ognjen Bjelica

Laboratorijska grupa za embedded sisteme
Elektrotehnički fakultet u Istočnom Sarajevu
Bosna i Hercegovina
ognjen.bjelica@etf.unssa.rs.ba

Sadržaj—U ovom radu prikazana je jedna realizacija prototipa digitalne instrument table za vozila posebne namjene (npr. viljuškare), s tim da je njena primjena moguća u svim vozilima koja podržavaju OBD II.

Ključne riječi-digitalna instrument tabla; OBD II; Single Board Computer;

I. UVOD

Današnji automobili imaju malo toga zajedničkog sa svojim davnim precima. Kroz istoriju mijenjali su se svi dijelovi automobila, uključujući i najelementarnije dijelove kao što su točkovi, sjedišta, oblik automobila, način pokretanja i sl. U ovom radu poseban akcenat je stavljen na razvoj onog što je danas poznato kao instrument tabla (vizuelni prikaz pojedinih parametara vozila, kao što su trenuta brzina, broj okretaja i sl.). Naime, prvi automobili (kao što se to može vidjeti na Sl. 1 a) nisu imali instrument table.



Slika 1. Prvi automobile i njegov današnji ekvivalent. [1], [2]

Prve instrument table pojavile su se oko 1930. godine [3], a od 1970-tih postale su sastavni dio svakog automobila [4]. Vrlo dobar vizuelni pregled razvoja instrument tabli dat je u [3], a na Sl. 2 prikazan je samo jedan dio pomenutog pregleda. Kao što se to može primijetiti sa slikama, mnogo toga se promjenilo kod instrument tabli, počevši od parametara koji se prikazuju, načina na koji se prikazuju, načina realizacije i sl. Naravno, ove promjene su prije svega vezane za sam razvoj automobila i automobilske industrije, ali na njih su uticali i drugi faktori (društveni, socijalni, demografski, itd.). Nažalost, kompletan pregled razvoja instrument tabli izlazi iz okvira ovog rada.



Slika 2. Instrument table nekad i sad. [3]

Iako danas instrument tabla sve više postaje estetski simbol unutrašnjosti vozila, ona pored estetske ima i značajnu funkcionalnu ulogu, jer pomaže vozaču da prati „stanje“ automobila. U vozilima specijalne namjene, pored danas standardnih parametara za automobile potrebno je pokazati i dodatne parametre kao što su: nivo hidrauličkog ulja, hidraulički pritisak i sl.

U nastavku ovog rada biće prikazana jedna realizacija digitalne instrument table za vozila specijalne namjene.

II. INSTRUMENT TABLA

Prije nego što se krene u detalje realizacije i tehnologije koja omogućava istu, može se postaviti pitanje zbog čega praviti nešto što već postoji? Razloga je više, samo neki od njih su:

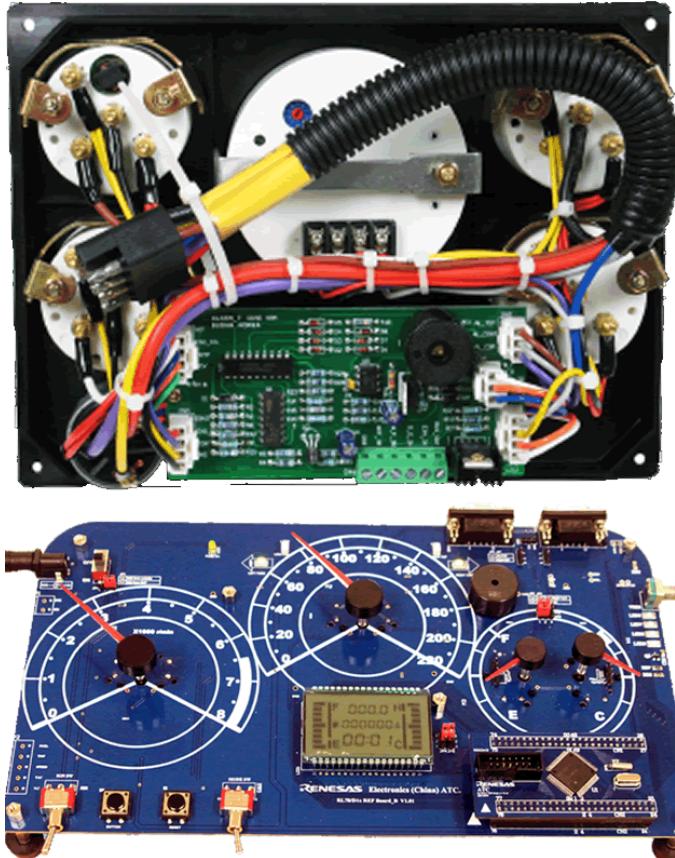
- Za razvojni tim to je prilika da savladaju neke nove tehnike i znanja.
- Za finansijere to je stabilnost (vlastiti proizvod koji sami mogu proizvoditi) i rješenje prilagođeno njihovim potrebama.

Naravno, postoje i loše strane kod razvoja vlastitog uređaja koje se prvenstveno ogledaju u vremenu potrebnom za razvoj i ispitivanje, kao i brojnim troškovima.

Generalno gledano, sve instrument table se mogu podjeliti u dvije kategorije:

- analogne
- digitalne

u zavisnosti od načina na koji su realizovane. Ovdje posebnu pažnju treba obratiti na činjenicu da iako instrument tabla koristi kazaljke kao pokazivače pojedinih parametara, to ne znači da je ona analogna. Brojne digitalne instrument table koriste el. motore da bi upravljali pozicijom kazaljke. U novije vrijeme digitalne instrument table sve više koriste ekrane za prikazivanje pojedinih ili svih parametara. Na Sl. 3 prikazane su uporedno pomenute vrste instrument tabli.



Slika 3. Prikaz analognog instrument tabla (stražnji dio), prikaz digitalne instrument tabla (razvojni sistem). [5], [6]

III. DIJAGNOSTIKA VOZILA

Savremeni automobili posjeduju OBD (On Board Diagnostic) sistem – sistem za samostalno otkrivanje i prijavljivanje greški – koji omogućava serviserima lakše otkrivanje neispravnosti vozila. U primjeni se nalazi veliki broj različitih OBD sistema (zavisno od zemlje i godine u kojoj je vozilo proizvedeno i koji je standard bio aktivan u tom periodu). U ovom radu akcenat će biti stavljen na EOBD (European On Board Diagnostics) zbog toga što je sistem projektovan za motor koji podliježe ovom standardu. Više informacija o samim standardima moguće je pronaći na [7]. Pored brojnih pogodnosti sa stanovišta održavanja i servisiranja vozila, OBD je donio i mogućnost da se brojni entuzijasti uključe u razvoj modularnih „dodataka“ za vozila. Danas je moguće kupiti brojne uređaje, počevši od sigurnosnih, do estetskih koji su kreirani od strane pojedinaca koji nemaju formalno obrazovanje vezano za automobile i nemaju pristup strogo čuvanim fabričkim tajnama.

Bitna osobina koja je omogućila razvoj ove digitalne instrument table, jeste praćenje podataka u realnom vremenu preko OBD-a. Naime, pomoću jeftinih uređaja (kao što je to onaj na Sl. 4) moguće je spojiti na OBD automobila i laptop, odnosno bilo koji drugi uređaj.



Slika 4. ELM327 interfejs za povezivanje na OBD sistem [8]

Sama komunikacija sa OBD sistemom je izuzetno jednostavna i odvija se preko ASCII (American Standard Code for Information Interchange) karaktera. Za većinu naredbi dovoljno je poslati svega par heksadecimalnih brojeva koji predstavljaju identifikacioni broj određenog parametra – PID (Parameter ID). Tako npr. upit za trenutni broj okretaja motora (RPM – Revolutions Per Minute) izgleda kao:

01 0C

dok se kao odgovor dobija:

04 AA BB

pri čemu se vrijednost računa po formuli:

$$((A*256)+B)/4$$

Prva dva znaka predstavljaju mod odnosno odgovor na poruku. Kompletan spisak modova, kao i PID-ova dostupan je na [9], a u Tabeli 1 izdvojeni su samo oni PID-ovi koji su korišteni za prikaz na instrument tabli.

TABELA I. PREGLED KORIŠTENIH PID-OVA ZA REALIZACIJU PROTOTIPA. [9]

PID	Duž. rez. (B)	Opis	Min	Max	U jedinicama	Formula
05	1	Temp. sredstva za hlađenje motora	-40	215	°C	A-40
0C	2	Broj obrtaja (RPM)	0	16383	rpm	((A*256)+B)/4
0D	1	Brzina vozila	0	255	km/h	A
1F	2	Vrijeme od kad je motor pokrenut	0	65535	s	(A*256)+B

Pored pobrojanih PID-ova u Tabeli 1 za neke primjene bilo bi moguće upotrijebiti i dodatne parametre kao što je nivo goriva. Međutim, dodatni parametri zahtjevaju i senzore koji na konkretnom vozilu nisu dostupni.

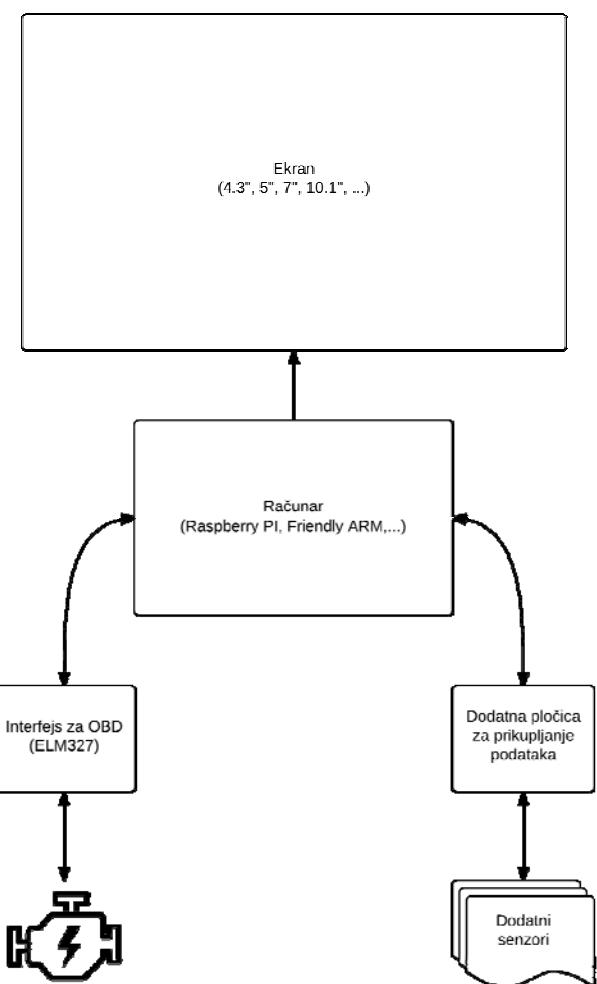
IV. PREDLOŽENO RJEŠENJE

Zbog nedostatka pojedinih senzora, odnosno zbog njihove odvojenosti od ostatka sistema, pored očitavanja parametara iz OBD sistema bilo je potrebno realizovati i dodatni modul koji će čitati podatke sa ostalih senzora koji su montirani na vozilo. Prije svega, tu su senzori nivoa goriva, nivoa hidrauličnog ulja, temperature hidrauličnog ulja. Blok šema kompletног sistema prikazana je na Sl. 5, i računar koji služi kao centralna jedinica za prikupljanje i prikazivanje svih potrebnih podataka. On šalje upite OBD sistemu i odgovore prikazuje na ekranu, a takođe komunicira sa dodatnom elektronikom od koje dobija informacije o stanju senzora koji nisu povezani na ostatak sistema. Za ovu namjenu može se iskoristiti SBC (Single Board Computer) kao što je to Raspberry PI ili sl. Zbog brzine paljenja instrument table, ovaj računar bi se trebao pri gašenju motora uspavati (radi uštete energije), a pri paljenju vozila računar bi se budio iz ovog režima. Zamišljeno je da ova funkcija bude realizovana preko dodatne pločice za prikupljanje podataka. Predloženi sistem je modularan, tako da se pojedini blokovi mogu mijenjati bez toga da utiču na ostatak sistema.

Realizovana aplikacija za prikaz podataka – iscrtanje instrument table realizovana je u programskom jeziku Java kako bi se mogla pokretati na različitim SBC-ovima. Za komunikaciju sa OBD sistemom korištene su ranije pomenute poruke. Pri tome je moguće iskoristiti i gotove biblioteke koje programerima olakšavaju komunikaciju, time što ubrzavaju programiranje (smanjuju potrebno vrijeme za istraživanje standarda za komunikaciju). Za realizaciju prototipa izabran je Raspberry Pi kao SBC, pošto je bio dostupan – neiskorišten sa nekog od prethodnih projekata. Gledano po performansama i cijeni, na tržištu su dostupni povoljniji SBC-ovi koji čak imaju i bolje hardverske karakteristike. Kao što je ranije pomenuto, pri projektovanju idejnog rješenja vodilo se računa i o modularnosti čitavog sistema, kako bi se u slučaju nemogućnosti nabavke pojedinog modula na njegovo mjesto mogao staviti zamjenski modul, bez narušavanja funkcionalnosti ostatka sistema. Za finansijere ovog projekta, dugoročna dostupnost neophodnih dijelova je veoma značajan zahtjev.

Kao interfejs za komunikaciju sa OBD sistemom iskorišten je ELM327 uređaj prikazan na Sl. 4. Ovaj uređaj je

izabran prvenstveno radi niske cijene. On je dostupan i u bežičnim verzijama (Bluetooth i WiFi). Zbog sigurnosti, pouzdanosti i modularnosti sistema izabrana je USB verzija.

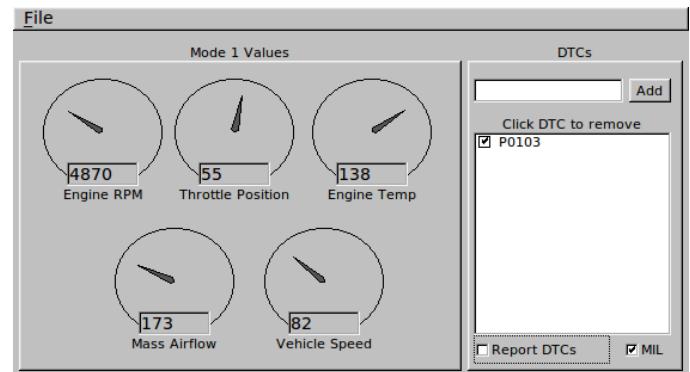


Slika 5. Blok šema prototipa digitane instrument table.

Korisnički interfejs prototipa digitalne instrument table sadrži samo prikaz brzine i RPM-a, a prikazan je na Sl. 6. Ostali parametri u trenutku pisanja ovog rada nisu bili implementirani, tj. nisu vizuelno prikazani na korisničkom interfejsu.



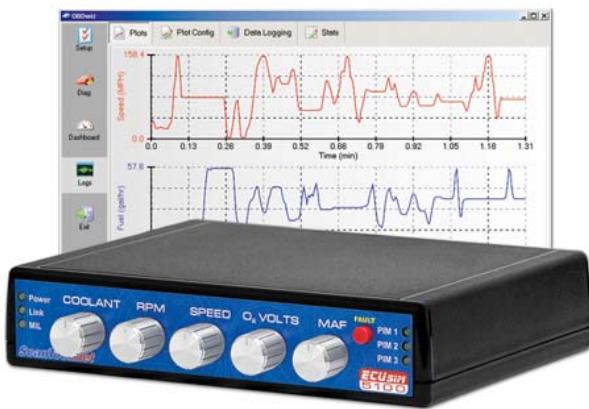
Slika 6. Korisnički interfejs prototipa digitalne instrument table.



Slika 8. OBDSim. [11]

V. TESTIRANJE

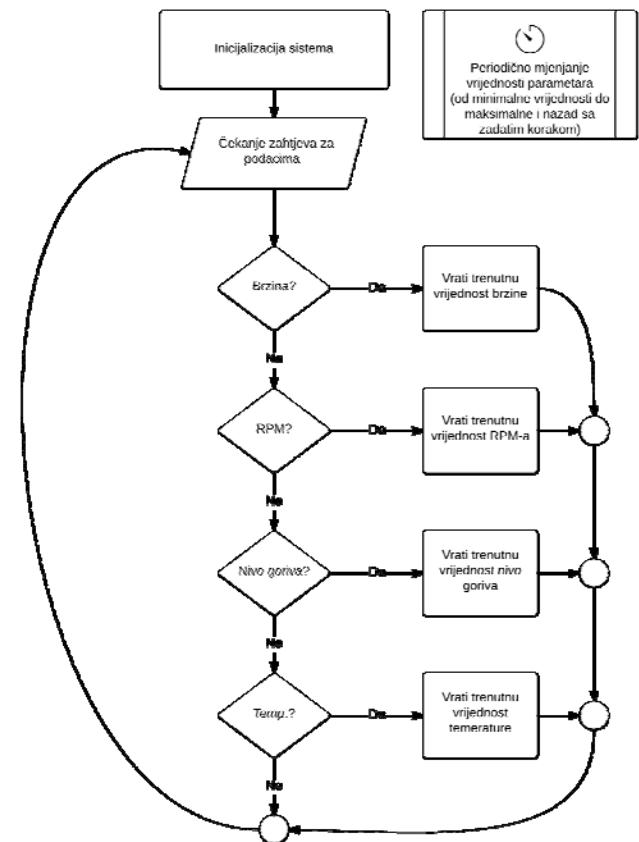
Jedan od osnovnih problema koji se javio prilikom razvijanja ovog prototipa, je stalna potreba za testiranjem koja je zahtjevala vezu sa OBD sistemom. Drugim riječima, bilo bi potrebno, u nedostatku adekvatne opreme, ispitivanja vršiti u vozilu. Kako vozilo nije najudobnije mjesto za razvoj protoipa, bilo je potrebno pronaći adekvatno rješenje. Na tržištu postoje hardverski uređaji koji simuliraju OBD sistem, a jedan od njih prikazan je na Sl. 7.



Slika 7. ECUsim 5100. [10]

Nažalost nabavka hardverskog simulacra u ovaj fazi nije bila ekonomski isplativa, pa je testiranje započeto sa besplatnim softverskim simulatorom OBDSim. U pitanju je veoma jednostavan softver koji nema implementirane sve funkcionalnosti koje nude komercijalna rješenja, ali je besplatan i dovoljno dobar za potrebe ovog prototipa. Na Sl. 8 prikazan je korisnički interfejs OBDSim aplikacije koja osluškuje zahtjeve na izabranom serijskom portu, a korisniku omogućava da podesi vrijednosti pojedinih parametara (RPM, pozicije pedale gasa, temperature motora, protoka vazduha i brzine vozila).

Kako bi testiranje bilo adekvatno i kako bi se mogle ocijeniti performanse krajnjeg uređaja korišten je Raspberry PI SBC. Da bi testiranje bilo što je moguće približnije stvarnom okruženju, za potrebe ovog prototipa razvijen je „primitivni“ hardverski OBD simulator na Arduino razvojnem sistemu. Algoritam ovog simulatora je prikazan na Sl. 9. Kao što se to može primijetiti implementirane su samo najosnovnije funkcionalnosti potrebne za testiranje ovog prototipa. Razlog zbog čega simulator sam linearno inkrementira vrijednosti parametara je da bi se vizuelno moglo ocijeniti da li predloženo rješenje ima zadovoljavajuće performanse (da li postoji sjeckanje u prikazu položaja kazaljki).



Slika 9. Algoritam realizovanog simulacra.

VI. ZAKLJUČAK

Realizovani prototip instrument table, pokazao je da je ovakav uređaj moguće napraviti i upotrijebiti u praktično svim vozilima sa OBD sistemom. Naravno, mjesta za poboljšanje uvijek ima. Tako npr. grafički prikaz instrument table prikazane na Sl. 6 potrebno je obogatiti dodatnim poljima za signalizaciju preostalih parametara. Moguće je u potpunosti promijeniti grafički prikaz kako bi se instrument tabla što bolje uklopila u krajnji proizvod. Prilikom paljenja instrument table moguće je predefinisati logo firme ili isti prikazati na proizvoljnoj lokaciji. Što se tiče same kalibracije sistema, poželjno bi bilo istu riješiti na samoj kontrolnoj elektronici motora, mada moguće je istu obaviti i na samoj instrument tabli uvođenjem jednostavnog faktora množenja. U oba slučaja potrebna je dodatna oprema kakvu posjeduju tehnički pregledi vozila. U kompletan sistem bi se mogao uključiti i termalni printer koji bi štampao dnevne/mjesečne izvještaje ili bežični modul za komunikaciju sa centralnim sistemom za upravljanje/rasporedivanje vozila. Mogućnosti su praktično beskonačne i najviše zavise od zahtjeva finansijera, kao i zahtjeva njihovih klijenata. U ovom radu nisu razmatrani aspekti ugradnje i zaštite ovakvog sistema od vremenskih uslova i isti se ne smiju zanemariti.

LITERATURA

- [1] "The birth of the automobile," *Daimler AG*. [Online]. Available: <http://www.daimler.com/dccom/0-5-1322446-1-1323352-1-0-0-1322455-0-0-135-0-0-0-0-0-0-0.html>. [Accessed: 03-Mar-2015].
- [2] "Mercedes-Benz." [Online]. Available: <http://www.mercedes-benz.com/en/>. [Accessed: 03-Mar-2015].
- [3] "Evolution of the car dashboard," *Abroad in the Yard*. [Online]. Available: <http://www.abroadintheyard.com/evolution-of-car-dashboard/>. [Accessed: 29-Jan-2015].
- [4] "Dashboard," *Wikipedia, the free encyclopedia*. 23-Jan-2015.
- [5] "Seaboard Marine," *Seaboard Marine*. [Online]. Available: <http://www.sbmars.com/analog-marine-instrument-panels.php>. [Accessed: 03-Mar-2015].
- [6] "Renesas Electronics Announces the RL78/D1A Group of Single-Chip Microcontrollers for Automotive Instrument Clusters; Industry's Smallest MCUs for Two-Wheeled Vehicles," *Renesas Electronics Corporation*. [Online]. Available: <http://www.renesas.com/press/news/2012/news20121002.jsp>. [Accessed: 03-Mar-2015].
- [7] "On-board diagnostics," *Wikipedia, the free encyclopedia*. 23-Jan-2015.
- [8] "ELM Electronics." [Online]. Available: <http://www.elmelectronics.com/>. [Accessed: 03-Mar-2015].
- [9] "OBD-II PIDs," *Wikipedia, the free encyclopedia*. 25-Jan-2015.
- [10] "ECU Simulators - Development & Testing," *OBD Solutions*.
- [11] "OBDSim," *icculus*. [Online]. Available: <http://icculus.org/obdgpslogger/obdsim.html>. [Accessed: 03-Mar-2015].

ABSTRACT

This paper presents prototype implementation of digital instrument cluster for specialised vehicles (eg. forklift), although its use is possible in all vehicles that support the OBD II.

One realization of digital instrument cluster
Ognjen Bjelica