

## Automatizovana merna tehnika buke benzinskog motora

Goran Jovanov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Internacionalni univerzitet, Fakultet za saobraćajno inženjstvo- Brčko, BiH

**Rezime:** *Ekonomičnost, široka rasprostranjenost, otvorena arhitektura i velike računarske mogućnosti koje pruža PC računar doveli su do naglog razvoja u oblasti merenja, automatizacije i instrumentacije. Računarska tehnika našla je različite primene u automatskom merenju fizičkih veličina, ali sve mogućnosti nisu iscrpljene tako da se u budućnosti može očekivati dalji razvoj ove grane merne tehnike.*

**Ključne reči:** *Automatizovana merna tehnika, metode merenja buke*

### 1. UVOD

Buka je prisutna od najranijeg doba a svoj značaj dobija u ovom savremenom dobu razvoja civilizacije. Napretkom tehnike čovek je sebi stvorio novu sferu koju danas popularno nazivamo tehnosfera, sa nizom prednosti u odnosu na period kada su se poslovi obavljali manuelno, ili u kasnijem vremenu poluautomatski. Pored ovih prednosti, u okruženju tehnosfere dolazi i do pojava koje su štetne kako po zdravlje ljudi tako i po životnu sredinu uopšte. Jedna od tih pojava jeste i buka, koja je i problem istraživanja u ovom radu, a posebno je izražena u razvijenim delovima sveta, te borba i težnja za smanjenjem nivoa buke postaje naša svakodnevica.

Postoji više pojmovnih određenja termina buka, ali nema striktno precizirane definicije. Buka se može tretirati kao bilo koji neočekivan ili nerazumljiv signal, koji se ne može protumačiti kao regularna informacija. Može se definisati kao šum nastao usled interferencije ili sličnih pojava. Šum je zvučno treperenje koje se sastoji iz kontinualnog spektra učestanosti, pa samim tim predstavlja fizičku veličinu koja se lako konstatuje, meri a može se i suzbiti. Međutim, šum je samo jedan deo buke, te je potrebno sa većim stepenom pažnje pristupiti buci kako bi se odredila na jednom opštem prihvatljivom nivou. Pod terminom automatizovana merna tehnika podrazumevamo računarski upravljane merne sisteme, koji su zbog svoje ekonomičnosti, danas postali nezaobilazni deo svakog sistema automatskog upravljanja.

Prednosti ovakvog mernog sistema su:

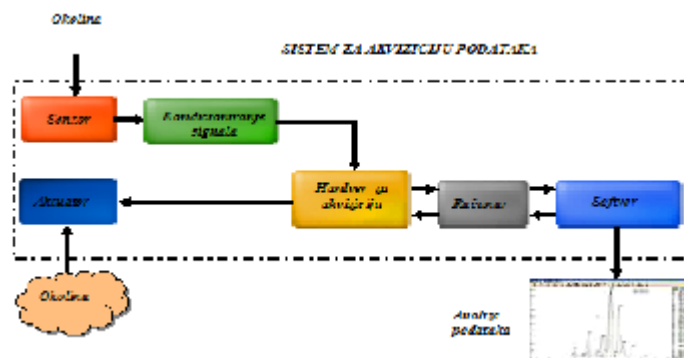
- U kratkom vremenu moguće je prikupiti i obraditi velike količine podataka,
- Merenja se izvršavaju automatski,
- Izračunavanje i dokumentovanje mernih podataka se ostvaruje pomoću računara,

- Merenja se mogu na jednostavan način integrisati u sisteme automatskog upravljanja.

### 1.1 Sistemi za akviziciju podataka

Akvizicija podataka je proces pomoću koga se fizički fenomeni iz realnog sveta transformišu u električne signale koji se mere i konvertuju u digitalni format za potrebe procesiranja, analize, i memorisanja od strane računara [2].

Na slici 1. prikazana je opšta šema sistema za akviziciju podataka.



Slika 1. Opšta šema sistema za akviziciju podataka [1].

Akvizicioni sistemi se sastoje od mernih uređaja koji prihvataju signale većeg broja senzora i mernih pretvarača, obrađuju ih, prenose i pamte, uključujući i softver za kontrolu akvizicije, analizu i prikaz podataka. U literaturi su poznati kao DAS ( Data Acquisition Systems ). Osnovna namena ovih sistema je da prikupljaju podatke. Obično su to podaci od nekih fizičkih procesa. Nakon prikupljanja podataka isti se korelišu sa drugim podacima, filtriraju, redukuju, i dr. , sa ciljem da se iz njih izvuče željena informacija. Podaci se mogu dalje analizirati, vizuelno prikazivati na raznim tipovima displeja, ili na osnovu njih iscrtavati željeni dijagrami. Kod najvećeg broja aplikacija DAS je projektovan ne samo da prikuplja podatke nego i da preuzima odgovarajuće upravljačke akcije. Zbog toga definicija DAS-a treba obuhvata ne samo na aspekte pribavljanja nego i na upravljanja radom sistema.

Sistem za akviziciju podataka i upravljanje se definiše kao:

Elektronski instrument, ili grupa međusobno povezanih elektronskih hardverskih komponenti, namenjenih za merenje i kvantizaciju analognih signala i prihvatanje digitalnih, u cilju digitalne analize ili obrade i preduzimanje povratno-upravljačkih akcija. [1].

Osnovne komponente sistema za akviziciju podataka su:

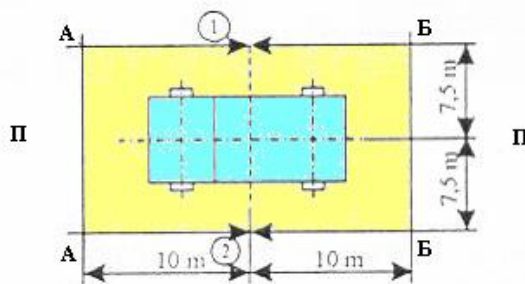
- **Hardver akvizicije podataka.** Glavna funkcija je A/D (analogno-digitalna) i D/A (digitalno-analogna) konverzija. Ugrađuje se preko slotova u unutrašnjost računara ili se eksterno preko kablova priključuje na računar. Sastoji se od podistema, gde svaki od njih obavlja specifičan zadatak. Podsystemi uključuju: analogne ulaze, analogne izlaze, digitalne ulaze/izlaze, brojač/timer.
- **Senzori i aktuatori (izvršni organi).** Transduceri su uređaji koji transformišu ulaznu energiju jednog oblika u izlaznu energiju drugog oblika. Pretvaraju fizičke

fenomene u signale koji predstavljaju ulaze hardvera za akviziciju podataka. Postoje dve vrste senzora na osnovu karaktera izlaznog signala: analogni i digitalni. Digitalni senzori proizvode izlazni signal koji predstavlja digitalni prikaz ulaznog signala i ima vrednosti amplitude signala u diskretnim vremenskim trenucima. Standardi digitalnih senzora uključuju TTL ili ECL (emiter-coupled) logike. Ulazne digitalne veličine se uglavnom svode na prihvatanje naponskih signala +24 VDC, analogne na standardne strujne signale (4-20mA) ili naponske signale (0-10V), a izlazne na relej ili tranzistor relativno male snage. Analogne ulazne veličine se primaju direktno sa mernog davača (transducer - senzor), ili iz sklopa koji zajednički čine merni davač i element za prilagođavanje (kondicioniranje) signala (transmitter) ili iz sklopa koji signal sa mernog davača priprema za direktan prihvatanje od strane PC računara preko neke od standardnih komunikacionih veza (tranceiver). Povratni uticaj na merno-regulacioni sistem ostvaruje se preko izvršnog mehanizma, aktuatora, kome prethodi izvršni pretvarač. Kao i kod prikupljanja podataka aktiviranje izvršnog mehanizma ostvaruje se standardnim strujnim (4-20mA) ili naponskim signalom (0-10V, 24V). Najčešći aktuatori su: ventili, klapne, sklopke itd. Aktuator se sastoji od mehaničkog uređaja kojim se menja izvršna veličina (ventil, sklopka, kontaktor, klapna...) i pogonskog uređaja (solenoid, servomotor-električni, pneumatski ili hidraulički).

- **Hardver za kondicioniranje signala.** Signali koje generišu senzori su često nekompatibilni sa hardverom za kondicioniranje signala. Pod kondicioniranjem signala se podrazumeva filtriranje (uklanjanje neželjenog šuma iz korisnog signala), pojačanje, linearizacija, baferovanje, uzorkovanje/držanje (sample/hold), prigušenje itd. signala sa mernog davača.
- **Računar.** Uključuje procesor, sistemski sat, magistralu za prenos podataka, memoriju i prostor za smeštanje podataka. Računar osigurava procesor, sistemski sat, sabirnice za prijenos podataka, memoriju i disk prostor za smeštanje podataka. **Procesor** kontroliše kako se brzo podaci mogu prihvatati od pretvornika. **Sistemski sat** omogućuje dobijanje vremenskih informacija o prikupljenim podacima. Znanje o prikupljenim informacijama od senzora nisu dovoljne. Neophodno je znati kada su se desila merenja. Podaci iz hardvera se prenose u sistemsku memoriju preko DMA (Dynamic Memory Access) ili prekida. **DMA** je upravljani hardver i radi ekstremno velikim brzinama. Maksimalna brzina akvizicije podataka je takođe određena arhitekturom magistrala računara.
- **Softver.** Omogućuje razmenu informacija između računara i hardvera. Tipični softver omogućuje konfigurisanje vremena uzorkovanja i prikupljanje prethodno definisane količine podataka. Primanje informacija iz hardvera i slanje informacija u hardver. Postoje dve vrste softvera: sklopovski i aplikacijski. Sklopovski softver omogućuje pristup i upravljanje hardverom [3]

## 2. METODA MERENJA BUKE MOTORNOG VOZILA

Dok je vozilo u pokretu, sa svake strane vozila se izvode dva do tri merenja i uzima se najveća dobijena vrednost. Probnna merenja se ne uzimaju u obzir. Tehnika merenja buke vozila u pokretu : mikrofoni postaviti na  $1,2 \pm 0,1$ m iznad podloge sa udaljenošću od  $7,5 \pm 0,2$ m od centralne ose vozila posmatrano u odnosu na normalu PP na tu osu (slika 2.). [4]



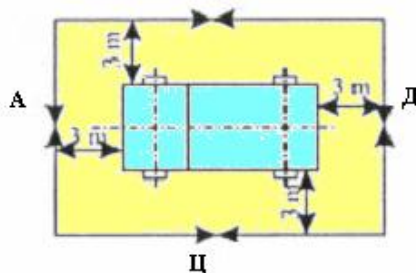
Slika.2. Merne tačke kad je vozilo u pokretu[4]

Sa slike 2. se vidi da na delu staze gde se vrši ispitivanje paralelno sa linijom PP na udaljenosti od 10 m, ispred i iza, povlače se dve linije AA i BB. Vozilo se kreće jednoliko zadanom brzinom, te pri dolasku u položaj AA, gde se daje pun gas koji se održava do prolaska zadnjeg dela vozila kroz liniju BB gde se sada oduzima gas.

### 2.1. Metoda merenja buke motora u stanju mirovanja

Za ovo merenje je potrebno ispuniti uslove te tada pristupiti tehnici merenja buke vozila u stanju mirovanja.

Svaki otvoren prostor je povoljan za merenje emisije buke vozila dok je u stanju mirovanja ako je ravan, napravljen od betona, asfalta ili neke druge tvrde podloge, izuzev utabanih zemljanih površina, na kojem se može povući pravougaonik čije su strane 3m (sl. 3.) udaljene od krajnjih tačaka vozila u kojima nema vidljivih prepreka [4].



Slika. 3. Pozicije merenja buke dok vozilo miruje [4].

Broj merenja po mernoj tački je minimalno tri a uzima se kao važeće merenje ono koje ima najveće vrednosti nivoa buke. Merenje se smatra validnim ako razlike nisu veće od 2dB(A) između tri uzastopna merenja.

Vozilo treba postaviti na ravnu površinu tako da je ručica menjača u neutralnom položaju, te da motor radi na odgovarajućem nivou obrtaja za ovaj radni režim. Pored ovoga, treba napomenuti da vozilo mora biti tehnički ispravno, te da se izbegnu merenja ako se uključi rashladni uređaj motora.

### 3. VIRTUELNA INSTRUMENTACIJA

Osnovna ideja virtualne instrumentacije je da se personalni računar, kao moćna, a pristupačna razvojna platforma, uz pomoć namenskog specijalizovanog hardvera i softverskih modula, primeni u cilju prikupljanja podataka sa mernih uređaja za dalju obradu i prikazivanje mernih vrednosti. Ovo je predstavljalo začetak novog koncepta tzv. virtualne instrumentacije [3].

Virtuelni instrumenti predstavljaju vizuelizaciju i centralizaciju kompleksnih mernih sistema na standardnom personalnom računaru u formi virtuelnog korisničkog interfejsa., prikazano na slici br 4.

Glavne prednosti ovog koncepta su sledeće:

- Virtuelni instrument može da poseduje svaku kombinaciju industrijskog standardnog hardvera za prikupljanje ili izdavanje podataka : GPIB (IEEE 488), RS232 – uređaji, VXI – sistemi, fieldbus (CAN, Interbus-S, Profibus itd.), multifunkcionalne – priključne kartice, DAQ – instrumente, komponente za obradu slika itd.
- Mogućnosti analize mernih podataka i njihovog prezentovanja izlaze iz okvira tradicionalne merne tehnike.
- Pomoću moćnog softverskog razvojnog okruženja i sklopom hardverskih komponenti mogu se realizovati brojni virtuelni instrumenti i pokriti širok opseg funkcija za testiranje i aplikacija



Slika 4. Klasični i virtuelni instrument

U centralizovanim akvizicionim sistemima svi merni pretvarači su povezani na interfejs centralnog računara i on vrši kompletnu digitalnu obradu signala: digitalno filtriranje, linearizaciju, nadgledanje procesa, alarmiranje, kontrolu itd. Da bi računar radio u realnom vremenu, tj. da bi uz kontrolu svih signala potrebnih za multipleksiranje i konverziju, ovu obradu završio između dve konverzije, potrebno je da ima veliku procesorsku snagu, pa se često koriste i računari specifične konstrukcije. Kod ovakvih sistema problem pouzdanosti usled otkaza centralnog računara je veoma izražen. Pored toga, sama realizacija sadrži mnogo provodnika koji vode do centralnog računara, a ako su merna mesta udaljena u prostoru javlja se i problem prenosa analognih signala u uslovima industrijskih smetnji. Kod centralizovanih sistema najčešće nije moguće odvojiti kontrolu od akvizicije.

Glavna prednost se ogleda u tome što projektovanje sistema ne uključuje komunikaciju između komponenti, već se sve akvizicione kartice jednostavno očitavaju direktnim

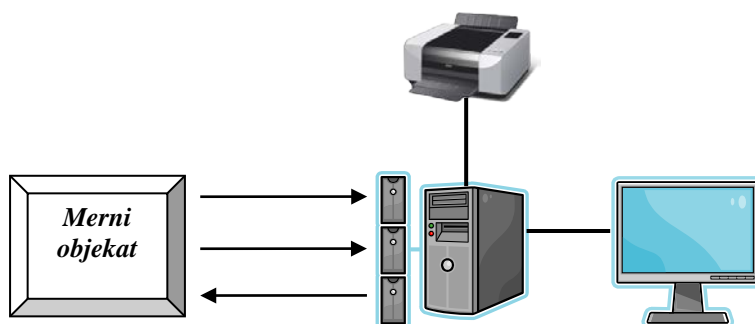
memorijskim pristupom, pomoću postojećih drajvera instrumenata, kao i u slučaju bilo kog drugog virtuelnog mernog sistema.

Kod **centralizovanih mernih sistema** su svi uređaji za prikupljanje podataka priključeni direktno na računar. Priklučenje se realizuje ili preko sistemske magistrale (PCI, ISA, VXI itd.) ili preko standardnih komunikacionih interfejsa računara, prikazano na slici br.5. [3].

U standardne interfejse spadaju:

- Paralelni port
- Serijski interfejs RS-232
- Univerzalna serijska magistrala USB
- Firewire (IEEE-1394)
- IEEE-488 (preko adaptera)

Savremeni merni uređaji raspoložu i infracrvenim, Bluetooth ili WLAN interfejsom.



*Merne kartice*

*Slika5 . Centralizovani merni sistem*

#### 4. ZAKLJUČAK

Važan momenat u tehnologiji merenja buke, bilo da se radi o motornom vozilu ili nekom drugom tehničkom sistemu, jesta odabrati pravilnu metodologiju rada i poštovati važeće standarde i zakone na teritoriji na kojoj se izvodi istraživanje. Ukoliko država nema vlastite standarde i propise, uzimaju se za važeće neki od drugih nacionalnih standarda, ovde u većini slučajeva Nemački standard RLS 90 za analizu saobraćajne buke, na osnovu koga se radi merenje i prognoza emisije saobraćajne buke.

Pored ovoga, potrebno je raditi mernom tehnikom koja takođe ispunjava propisane uslove, kako bi merenja bila tačna i važeća. Konkretno u ovom istraživanju je rađeno mernom opremom koja zadovoljava sve Evropske standarde za izradu mapa komunalne buke, kao što su RLS 90, RLM 2, SCHALL 03, ISO 9613.

#### LITERATURA

- [1] Drndarević, V., Personalni računari u sistemima merenja i upravljanja, Akademska misao, Beograd, 2003
- [2] Velagić, J., Akvizicija i prenos podataka, Elektrotehnički fakultet, Sarajevo, 2007
- [3] Scher, R., Automatische Messtechnik, HTL Bulme, Graz, 2008
- [4] Adamović Ž., Avramović D., Jovanov G., Dijagnostika putničkih automobila, Društvo za tehničku dijagnostiku Srbije, Smederevo, 2006. god.