

UDK: 631.372:669-8

## AUTOMATIZACIJA PROCESA DIJAGNOSTIKE MOTORNIH VOZILA

**Božidar V. Krstić**

*Mašinski fakultet - Kragujevac*  
*bkrstic@kg.ac.yu*

**Sadržaj:** U poslednje vreme pojavljuje se sve više efikasnih objektivnih metoda ocene tehničkog stanja mobilnih sistema, zasnovanih na primeni automatskih dijagnostičkih sistema.

Automatizacija procesa dijagnostike značajno utiče na osnovne pokazatelje efektivnosti korišćenih mobilnih sistema. Zahvaljujući njoj, značajno se skraćuje vreme uspostavljanja dijagnoze, smanjuje potreba za visokim obrazovanjem operatera-dijagnostičara, snižavaju troškovi procesa dijagnostike i td. Predstavljanje rezultata dijagnostičiranja tehničkog stanja mobilnih sistema ostvaruje se primenom savremenih uređaja uz korišćenje odgovarajuće računarske tehnike.

Automatizacija procesa dijagnostike predstavlja neophodnu osnovu za stvaranje informacionih baza pod sistema tehničkog održavanja i remonta, kao i važan funkcionalni deo automatizovanog sistema upravljanja u preduzećima sa većim brojem mobilnih sistema.

Automatizovanjem sredstava merenja, pretvaranja i obrade podataka (informacija) omogućava se istovremeno merenje nekoliko različitih dijagnostičkih parametara u različitim kontrolnim tačkama, mogućnost osrednjavanja više vrednosti izmerenih parametara i njihovu analizu. Te mogućnosti tehničke realizacije rada dijagnostičkih metoda, u principu su neostvarljive pri klasičnom merenju i analizi.

Imajući u vidu predhodno navedene činjenice, cilj ovog rada je da rasvetli problematiku automatizacije procesa dijagnostičiranja mobilnih sistema, prvenstveno preko primene matematičkih modela automatizacije procesa postavljanja dijagnoze i preko tehničkih sredstava automatizacije logičkog procesa postavljanja dijagnoze.

**Ključne reči:** *motorno vozilo, održavanje, dijagnostika, automatizacija dijagnostike*

### UVOD

Dijagnostikom se uglavnom obuhvataju postupci utvrđivanja stanja i njegovih uzroka, koji se zasnivaju na primeni sredstava dijagnostike. Postavljanje dijagnoze vozila se, u suštini, svodi na uspostavljanje veze između vozila i njegovog otkaza i

utvrđivanje stanja u kome se vozilo nalazi, a na osnovu unapred utvrđene funkcije kriterijuma. U toku procesa dijagnosticiranja neophodno je napraviti spisak simptoma i spisak otkaza koji mogu da se manifestuju preko navedenih simptoma. Pri tome, neophodno je utvrditi uzročno-posledične veze između simptoma i otkaza. Nazivi i načini otkrivanja otkaza moraju takođe biti precizno definisani. Kada su sve ove aktivnosti uspešno završene pristupa se formiranju dijagnostičkog algoritma. Ukoliko se predhodno definisani proces dijagnosticiranja automatizuje, onda se radi o tzv. automatizovanom dijagnostičkom sistemu.

Primena dijagnostičkih metoda radi utvrđivanja tehničkog stanja motornog vozila je značajna, naročito u dinamičkim režimima. Na primer: metoda dijagnostike kočenja - prema krivoj promene kočione sile na točkovima, dijagnostika motora sus - prema indikatorskom dijagramu, dijagnostika različitih mehanizama prema parametrima vibroakustičkih procesa i td. Upravljanje radom dijagnostičke opreme može da se odvija bez učešća operatera po unapred zadatom zakonu, ili da se menja po zadatom zakonu u funkciji od vremena, ili bilo kog drugog parametra. U kontrolnim tačkama mobilnog sistema, davačima se evidentiraju vrednosti njegovih reakcija. U uređajima poređenja vrši se automatska kontrola značajnih dijagnostičkih parametara, po principu „lošije-normalni-bolje“, i daju se rezultati poređenja u vidu standardnih signala. U logičkom uređaju vrši se logički proces postavljanja dijagnoze tehničkog stanja mobilnog sistema, uz registraciju rezultata. Pod matematičkim modelom objekta dijagnoze podrazumeva se skup analitičkih, logičkih, statističkih, grafičkih i drugih veza koje adekvatno povezuju izlazne parametre objekta dijagnostike, sa ulaznim i unutrašnjim parametrima.

Najčešće korišćeni univerzalni model objekta dijagnostike predstavlja se u obliku „crne kutije“, gde ulazni i izlazni parametri imaju konačno mnogo značenja.

Prednost postavljanja dijagnoze analitičkim putem, primenom analitičkih modela, je u mogućnosti davanja konkretnih značenja strukturnim parametrima, čime se određuje tehničko stanje objekta. Moguće je na ovaj način postaviti dijagnozu i za nekoliko objekata dijagnostike, analizirati izmenu strukturnih parametara u funkciji pređenog puta ili vremena, sa mogućnošću prognoziranja tehničkog stanja objekta.

Proces postavljanja dijagnoza osnovnog modela objekta dijagnostike u vidu dijagnostičke matrice sastoji se iz etapa: Merenje i pretvaranje, za ustanovljavanje vrednosti dijagnostičkih parametara; Predstavljanje vrednosti dijagnostičkih parametara u sistemu Bulovih funkcija.

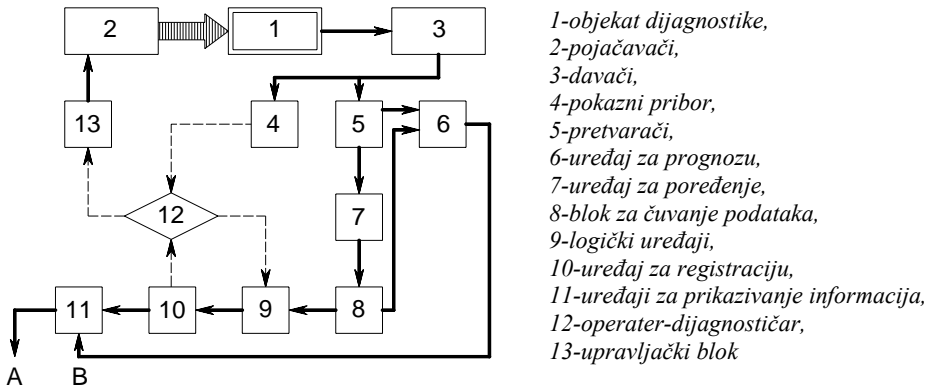
U dijagnostičkim matricama daju se sadržajno opisi svih veza između strukturnih i dijagnostičkih parametara objekta (analitičke funkcije, statističke zavisnosti, logičke veze, tabele, grafikoni,...) na određenom matematičkom nivou u vidu Bulovih funkcija i samim tim ona može da posluži kao univerzalni dijagnostički model složenog objekta dijagnostike. Preglednost i relativna jednostavnost takvog modela uprošćava proces postavljanja dijagnoze.

Optimizacija dijagnostičkih parametara ima teorijski i praktični značaj. Kriterijum optimizacije mogu biti: minimalna količina simptoma; minimalno vreme dijagnostike; minimalan rad pri dijagnostici; maksimalna tačnost postavljanja dijagnoze, minimalno srednje (ukupno) vreme za tehničko održavanje i remont primenom dijagnostike.

## ZADACI AUTOMATIZACIJE PROCESA DIJAGNOSTICIRANJA TEHNIČKOG STANJA MOTORNOG VOZILA

Primena dijagnostičkih metoda radi utvrđivanja tehničkog stanja motornog vozila je značajna, naročito u dinamičkim režimima. Na primer: metoda dijagnostike kočenja - prema krivoj promene kočione sile na točkovima, dijagnostika motora sus - prema indikatorskom dijagramu, dijagnostika različitih mehanizama prema parametrima vibroakustičkih procesa i td.

Na slici 1 predstavljena je blok shema automatizacije procesa dijagnostike motornog vozila. Upravljanje radom dijagnostičke opreme može da se odvija bez učešća operatera po unapred zadatom zakonu, ili da se menja po zadatom zakonu u funkciji od vremena, ili bilo kog drugog parametra. U kontrolnim tačkama mobilnog sistema, davačima se evidentiraju vrednosti njegovih reakcija. U uređajima poređenja vrši se automatska kontrola značajnih dijagnostičkih parametara, po principu „lošije-normalni-bolje“, i daju se rezultati poređenja u vidu standardnih signala. U logičkom uređaju vrši se logički proces postavljanja deijagnoze tehničkog stanja mobilnog sistema, uz registraciju rezultata.



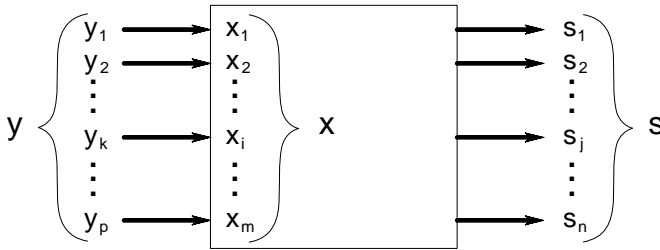
Slika 1. Blok shema automatizacije procesa dijagnostike motornog vozila

## MATEMATIČKI MODELI AUTOMATIZACIJE PROCESA POSTAVLJANJA DIJAGNOZE

Pod matematičkim modelom objekta dijagnoze podrazumeva se skup analitičkih, logičkih, statističkih, grafičkih i drugih veza koje adekvatno povezuju izlazne parametre objekta dijagnostike, sa ulaznim i unutrašnjim parametrima.

Najčešće korišćeni univerzalni model objekta dijagnostike predstavlja se u obliku „crne kutije“, gde ulazni i izlazni parametri imaju konačno mnogo značenja.

Da bi se objekat dijagnostike predstavio u obliku „crne kutije“ (slika 2) neophodno je postojanje: skupa ulaznih uticaja (Y), skupa izlaznih dijagnostičkih parametara (S), skupa strukturnih parametara objekta X i operatora koji vrši transformaciju skupova X i Y u skup S.



Slika 2. Predstavljanje objekta dijagnostike u obliku „crne kutije“

Prema poznatim vrednostima izlaznih parametara  $\{S_j\}$  određuju se nepoznate vrednosti ulaznih parametara  $\{x_i\}$ . Za uspešno rešavanje ovog zadatka neophodno je opisati sve veze između ulaznih i izlaznih stanja (neispravnosti) mobilnog sistema.

Zavisnost između dijagnostičkih signala i strukturnih parametara je:

$$\begin{aligned} S_1 &= \varphi_1 \{x_1, x_2, \dots, x_m\} \\ S_2 &= \varphi_2 \{x_1, x_2, \dots, x_m\} \\ &\dots \\ S_n &= \varphi_n \{x_1, x_2, \dots, x_m\} \end{aligned} \quad (1)$$

Sistem jednačina (1) je matematički model objekta dijagnostike, sa  $m$  strukturnih parametara i  $n$  dijagnostičkih signala.

Prednost postavljanja dijagnoze analitičkim putem, primenom analitičkih modela, je u mogućnosti davanja konkretnih značenja strukturnim parametrima, čime se određuje tehničko stanje objekta. Moguće je na ovaj način postaviti dijagnozu i za nekoliko objekata dijagnostike, analizirati izmenu strukturnih parametara u funkciji pređenog puta ili vremena, sa mogućnošću prognoziranja tehničkog stanja objekta.

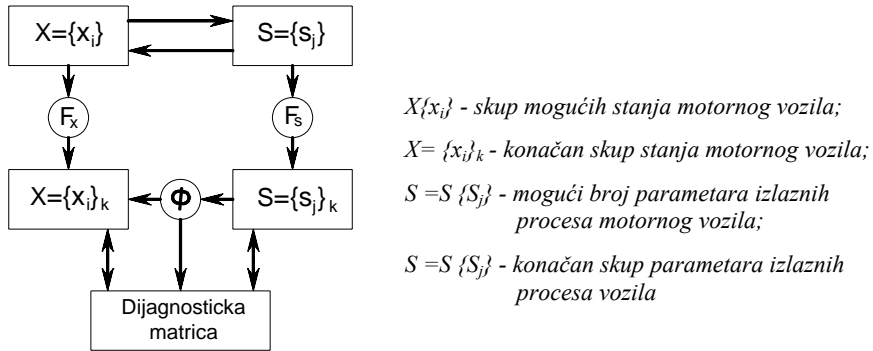
Neispravnosti kočnog mehanizma točkova mogu se svrstati u sledeće grupe: 1- neadekvatan zazor; 2-nepravilnost oblika (ekscentričnost, ovalnost,...); 3-neravnomerno naleganje delova; 4-zaprljanost; 5-pohabanost delova; 6-neispravnost opruga i polužja; 7-zamašćeni delovi; 8-nepodešenost; 9-neispravnosti zaptivnih elemenata; 10-pohabanost kočnog cilindra; 11-prisustvo vazduha u hidrosistemu.

Neispravnosti razvoda svrstavaju se u sledeće grupe: Neispravnosti glavnog kočnog cilindra; Ulaz vazduha u kočni sistem; Oštećena pedala kočnice; Manji slobodni hod pedale kočnice.

Dijagnostički parametri, označeni u tabeli 1, imaju sledeće značenje: 1- naprežanje na dobošu pri nezakočenim točkovima  $Q_0$ ; 2-kočna sila na točkovima  $Q$  (na delu ab-slika 3) manja od minimalno dozvoljene; 4- kočna sila na točkovima  $Q$  (na delu bc-slika 3) manja od minimalno dozvoljene; 5- porast kočne sile na točkovima  $dQ/dt = \text{tg}\varphi$  veći od minimalno dopuštenog; 6- vreme reagovanja kočnog sistema veće od maksimalno dozvoljenog; 7-preostali hod papuče manji od maksimalno dozvoljenog; 8- razlika kočnih sila levog i desnog točka veća od maksimalno dozvoljene; 9- Amplituda kočne sile na točkovima, u kočnom režimu, veća od maksimalno dozvoljene.

Dijagnostički parametri mogu imati dva uslovna značenja- dve uslovne vrednosti: 0 (nula) i 1 (jedan). U preseku  $i$ -te vrste i  $j$ -te kolone stavlja se vrednost 1, kada uz postojanje  $i$ -te neispravnosti se dobija izraz  $j$ -ti dijagnostički parametar, a vrednost 0 u suprotnom slučaju.

Na slici 3 prikazana je blok shema sinteze dijagnostičke matrice.



Slika 3. Blok shema sinteze dijagnostičke matrice motornog vozila

Za sintezu matrice prikazane na slici 3 neophodno je beskonačno mnogo stanja motornog vozila zameniti konačnim skupom stanja. Ta zamena se može napisati u obliku:

$$\{X_i\}_k = F_x \{X_i\}, \quad i=1,2,\dots,m \tag{2}$$

$F_x$  - operator koji pretvara skup  $\{X_i\}$  u skup  $\{X_i\}_k$ , tako što  $i$ -tom parametru  $X_i$  daje znak 0 ako veličina  $X_i$  leži u oblasti dopuštenih vrednosti, a znak 1, u suprotnom slučaju;  $\{X_i\}$  - skup strukturnih parametara objekta dijagnostike;  $\{X_i\}_k$  - konačan skup strukturnih parametara objekta dijagnostike koji može imati dve uslovne vrednosti, 0 ili 1. Pretvaranje beskonačno mnogo vrednosti izlaznih parametara u konačan skup vrednosti dijagnostičkih parametara može se zapisati u vidu zavisnosti:

$$\{S_j\}_k = F_s \{S_j\} \tag{3}$$

gde su:  $\{S_j\}$  - skup vrednosti parametara izlaznih procesa koji, u opštem slučaju predstavljaju beskonačno mnogo vrednosti u određenom intervalu;  $\{S_j\}_k$  - konačan skup dijagnostičkih parametara koji mogu imati dve uslovne vrednosti: 0 ili 1,  $j=1,2,\dots,n$ ;  $F_s$  - operator koji pretvara skup  $\{S_j\}$  u skup  $\{S_j\}_k$ , tako što  $j$ -om parametru  $S_j$  daje uslovnu vrednost 0 ako veličina  $S_j$  leži u oblasti ispravnog stanja objekta, a uslovnu vrednost 1 u suprotnom slučaju.

$$\{S_j\}_k = \Phi \{X_i\}_k \tag{4}$$

$\Phi$  - operator koji pretvara skup tehničkih stanja objekta u skup dijagnostičkih parametara

$$S_1 = \varphi_1 \{X_1, X_2, \dots, X_m\}; \quad S_2 = \varphi_2 \{X_1, X_2, \dots, X_m\}; \quad S_n = \varphi_n \{X_1, X_2, \dots, X_m\} \tag{5}$$

Dijagnostički parametar  $S_1$ , u matrici kočnog mehanizma, može se razmatrati kao dvoznačna Bulova funkcija.

$$\begin{aligned}
 \varphi_1 \{X_1, X_2, \dots, X_{i-1}, 0, X_{i+1}, \dots, X_m\} &= \varphi \{X_1, X_2, \dots, X_{i-1}, 1, X_{i+1}, \dots, X_m\} \\
 S_1 &= \varphi_1 \{X_1, X_6, X_9\} \Rightarrow S_1 = X_1 + X_6 + X_9 \\
 S_1 &= X_1 + X_0 + X_9; \quad S_2 = X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 + X_8 + X_{10}; \quad S_3 = X_7 + X_{11}; \\
 S_4 &= X_1; \quad S_5 = X_4 + X_7 + X_8 + X_{10} + X_{11}; \quad S_6 = X_5 + X_9; \quad S_7 = X_7 + X_8 + X_9 + X_{10} + X_{11}; \\
 S_8 &= X_8 + X_{11}; \quad S_9 = X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_7 + X_8 + X_{11}; \quad S_{10} = X_2
 \end{aligned} \tag{6}$$

Suprotno pretvaranje može se predstaviti u obliku  $\{X_i\}_k = \Phi^{-1} \{S_j\}_k$  ili u razvijenom obliku:

$$X_1 = f_1 \{S_1, S_2, \dots, S_n\}, X_2 = f_2 \{S_1, S_2, \dots, S_n\}, \dots, X_n = f_n \{S_1, S_2, \dots, S_n\} \quad (7)$$

Proces postavljanja dijagnoza osnovnog modela objekta dijagnostike u vidu dijagnostičke matrice sastoji se iz etapa: Merenje i pretvaranje, za ustanovljavanje vrednosti dijagnostičkih parametara; Predstavljanje vrednosti dijagnostičkih parametara u sistemu Bulovih funkcija; Davanje vrednosti ovim Bulovim funkcijama neispravnosti. U dijagnostičkim matricama daju se sadržajno opisi svih veza između strukturnih i dijagnostičkih parametara objekta (analitičke funkcije, statističke zavisnosti, logičke veze, tabele, grafikoni,...) na određenom matematičkom nivou u vidu Bulovih funkcija i samim tim ona može da posluži kao univerzalni dijagnostički model složenog objekta dijagnostike. Preglednost i relativna jednostavnost takvog modela uprošćava proces postavljanja dijagnoze. Optimizacija dijagnostičkih parametara ima teorijski i praktični značaj. Kriterijum optimizacije mogu biti: minimalna količina simptoma; minimalno vreme dijagnostike; minimalan rad pri dijagnostici; maksimalna tačnost postavljanja dijagnoze, minimalno srednje (ukupno) vreme za tehničko održavanje i remont primenom dijagnostike.

### TEHNIČKA SREDSTVA AUTOMATIZACIJE LOGIČKOG PROCESA POSTAVLJANJA DIJAGNOZE AGREGATA I DELOVA MOTORNOG VOZILA

Sva postojeća sredstva automatizacije procesa postavljanja dijagnoze mogu se uslovno podeliti na dve grupe: uređaji zasnovani na korišćenju odgovarajućih dijagnostičkih matrica kao modela objekta dijagnostike i uređaji zasnovani na korišćenju metoda teorije raspoznavanja slika (opisa izgleda) tehničkih stanja. U prvu grupu spadaju logički uređaji na bazi diodnih matrica. Proanalizirajmo rad ovog uređaja. Ulazne funkcije, mogu se zapisati u obliku ulaznih signala:

$$\begin{aligned} X_1 &= \overline{S_1} \cdot \overline{S_2} \cdot \overline{S_3} \cdot \overline{S_4} \cdot \overline{S_5}, X_2 = (S_1 + S_2 + S_4 + S_5) \overline{S_3}, X_3 = \overline{S_1} \cdot \overline{S_2} \cdot \overline{S_3} \cdot \overline{S_4} \cdot S_5 \\ X_4 &= (S_2 + S_3 + S_5) \overline{S_1} \cdot \overline{S_4}, X_5 = \overline{S_1} \cdot \overline{S_3} \cdot \overline{S_4} \cdot \overline{S_5} \cdot S_2 \end{aligned} \quad (8)$$

Funkcionisanje ovog uređaja odvija se da kada u objektu dijagnosticiranja postoje neispravnosti  $X_i$ , u procesu dijagnostike, kada se analizira jedan od simptoma, piše se vrednost 1 u  $i$ -toj vrsti matrice, a ukoliko se ne pojavljuje nijedan od simptoma, vrednost 0.

U tabeli 1 data je način određivanja dijagnostičke matrice.

Tabela 1. Određivanje dijagnostičke matrice

		Simptomi				
		S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	S <sub>4</sub>	S <sub>5</sub>
Neispravnost	X <sub>1</sub>	0	0	1	0	0
	X <sub>2</sub>	1	1	0	1	1
	X <sub>3</sub>	0	0	0	0	1
	X <sub>4</sub>	0	1	1	0	1
	X <sub>5</sub>	0	1	0	0	0

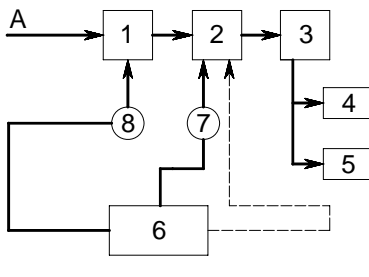
Analizirajući šemu logičkog uređaja za postavljanje dijagnoze (lokalizaciju neispravnosti) elektromagnetnog releja, mogu se napisati sledeće logičke funkcije:

$$\begin{aligned} X_1 &= \overline{S_1} \cdot \overline{S_2} \cdot S_3 \cdot \overline{S_4} \cdot \overline{S_5}, X_2 = S_1 \cdot S_2 \cdot \overline{S_3} \cdot S_4 \cdot S_5 \\ X_3 &= \overline{S_1} \cdot \overline{S_2} \cdot \overline{S_3} \cdot \overline{S_4} \cdot S_5, X_4 = \overline{S_1} \cdot S_2 \cdot S_3 \cdot S_4 \cdot S_5, X_5 = \overline{S_1} \cdot S_2 \cdot \overline{S_3} \cdot \overline{S_4} \cdot \overline{S_5} \end{aligned} \quad (9)$$

Složenost rešavanja zadataka dijagnostike agregata isistema vozila dovela je do početka primene metoda i sredstava za raspoznavanje izgleda tehničkog sistema stanja objekta.

Ove metode su zasnovane na različitim statističkim modelima i one mogu izvršiti lokalizaciju neispravnosti objekta uz postavljanje različitih uticaja i pri nedostatku osnovnih znanja o objektu, kao i u trenucima odsustva tačnog određivanja dijagnostičke matrice. Vršiti se uvođenje etapa obučavanja raspoznavanja na osnovu predlaganja uređaju različitih slika tehničkog stanja objekta. Posle završetka faze obučavanja raspoznavanja dobija se opredeljujuća struktura, a zatim se uspostavlja algoritam raspoznavanja neispravnosti predloženih u fazi obuke.

Mere se dijagnostički signali koji se pretvaraju u oblik pogodan za analizu. Rezultati tog pretvaranja daju n-merni vektor  $S(S_1, S_2, \dots, S_n)$  koji se može nazvati kodom tehničkog stanja objekta dijagnostike. U režimu "obuka" preklopnik je u levom položaju, Signal S ide od objekta i označava izvesno tehničko stanje. Posle završetka procesa obuke uređaj rešava zadatke raspoznavanja tehničkog stanja ili neispravnosti objekta. Vršiti se upoređivanje parametara etalona sa dobijenim signalima. Takva "obuka" se sprovodi za svaku vrstu stanja (neispravnosti):  $i=0,1,2, \dots, m$ . U režimu "raspoznavanje", preklopnik je u desnom položaju. Uređaj za poređenje vrši poređenje uopštenog dijagnostičkog signala sa etalonom.



- 1-automatsko uvođenje informacija,
- 2- ulazni blok,
- 3-blok izmenjene structure,
- 4-blok nepromenljive srukture,
- 5-izlazni blok,
- 6-blok za registraciju (uređaj za štampanje),
- 7-ručno uvođenje informacija,
- 8-izbor algoritma,
- 9-zadavanje algoritma,
- 10-operator

Slika 5. Blok shema univerzalnog logičkog automata za postavljanje dijagnoze

Univerzalni dijagnostički automat za postavljanje dijagnoze objekta, sa ma kojom dijagnostičkom matricom mora da ima mogućnost funkcionisanja po unapred zadatim algoritmima, operativnu promenu za rad po svakom iz zadatih algoritama i mogućnost izmene svakog od zadatih algoritama. Na slici 5 prikazana je blok shema univerzalnog logičkog autoimata za postavljanje dijagnoze. Informacije o tehničkom stanju objekta dijagnostike uvode se ručno operatorom kroz ulazni blok (komplet prekidača) ili automatski iz uređaja za prevođenje. Potom informacija-značenje dijagnostičkog simptoma, dolazi u blok za izmenu structure, koji se transformiše saglasno sa režimom rada, Predhodno operator zadaje u blok 3 sve neophodne algoritme za postavljanje dijagnoze svih tipova objekta. U režimu "provera", putem podataka na izlaznim

uređajima sprovodi se kontrola pravilnosti rada logičkog automata. Pri uključivanju odgovarajućeg prekidača automat se prevodi u režim "provera". Tada svaki izlazni blok za pamćenje levog I desnog točka daje signal odgovarajućoj logičkoj jedinici. Pri odsustvu neispravnosti, na svetlećoj tabli automata, počinje da svetli lampa. U slučaju ispravnog stanja svetli lampa sa oznakom nula.

## ZAKLJUČAK

U oblasti teorije i prakse održavanja vozila osnovni problem je utvrđivanje njegovog stanja. Pored potrebe da se detaljno sagledaju mogući otkazi vozila sa svojim uzrocima, neophodno je identifikovati i simptome raznih vidova promene stanja. Ukoliko je moguće izvršiti ovu identifikaciju i utvrditi trenutak nastale promene (pojave otkaza) mogu se utvrditi i negativni efekti nastalog otkaza na ukupnu efektivnost vozila.

U toku procesa dijagnosticiranja neophodno je napraviti spisak simptoma i spisak otkaza koji mogu da se manifestuju preko navedenih simptoma. Pri tome, neophodno je utvrditi uzročno-posledične veze između simptoma i otkaza. Ukoliko se proces dijagnosticiranja automatizuje, onda se radi o tzv. automatizovanom dijagnostičkom sistemu. Primena dijagnostičkih metoda radi utvrđivanja tehničkog stanja motornog vozila je značajna, naročito u dinamičkim režimima. Na primer: metoda dijagnostike kočenja - prema krivoj promene kočione sile na točkovima, dijagnostika motora sus - prema indikatorskom dijagramu, dijagnostika različitih mehanizama prema parametrima vibroakustičkih procesa i td. Upravljanje radom dijagnostičke opreme može da se odvija bez učešća operatera po unapred zadatom zakonu, ili da se menja po zadatom zakonu u funkciji od vremena, ili bilo kog drugog parametra. U kontrolnim tačkama mobilnog sistema, davačima se evidentiraju vrednosti njegovih reakcija. U uređajima poređenja vrši se automatska kontrola značajnih dijagnostičkih parametara, po principu „lošije-normalni-bolje“, i daju se rezultati poređenja u vidu standardnih signala. U logičkom uređaju vrši se logički proces postavljanja dijagnoze tehničkog stanja mobilnog sistema, uz registraciju rezultata. Pod matematičkim modelom objekta dijagnoze podrazumeva se skup analitičkih, logičkih, statističkih, grafičkih i drugih veza koje adekvatno povezuju izlazne parametre objekta dijagnostike, sa ulaznim i unutrašnjim parametrima. Najčešće korišćeni univerzalni model objekta dijagnostike predstavlja se u obliku „crne kutije“, gde ulazni i izlazni parametri imaju konačno mnogo značenja. Prednost postavljanja dijagnoze analitičkim putem, primenom analitičkih modela, je u mogućnosti davanja konkretnih značenja strukturnim parametrima, čime se određuje tehničko stanje objekta. Moguće je na ovaj način postaviti dijagnozu i za nekoliko objekata dijagnostike, analizirati izmenu strukturnih parametara u funkciji predenog puta ili vremena, sa mogućnošću prognoziranja tehničkog stanja objekta. Proces postavljanja dijagnoza osnovnog modela objekta dijagnostike u vidu dijagnostičke matrice sastoji se iz etapa: Merenje i pretvaranje, za ustanovljavanje vrednosti dijagnostičkih parametara; Predstavljanje vrednosti dijagnostičkih parametara u sistemu Bulovih funkcija. U dijagnostičkim matricama daju se sadržajno opisi svih veza između strukturnih i dijagnostičkih parametara objekta (analitičke funkcije, statističke zavisnosti, logičke veze, tabele, grafikoni,...) na određenom matematičkom nivou u vidu Bulovih funkcija i samim tim ona može da posluži kao univerzalni dijagnostički model složenog objekta dijagnostike. Preglednost i relativna jednostavnost takvog modela uprošćava proces postavljanja dijagnoze.



Optimizacija dijagnostičkih parametara ima teorijski i praktični značaj. Kriterijum optimizacije mogu biti: minimalna količina simptoma; minimalno vreme dijagnostike; minimalan rad pri dijagnostici; maksimalna tačnost postavljanja dijagnoze, minimalno srednje (ukupno) vreme za tehničko održavanje i remont primenom dijagnostike.

## LITERATURA

- [1] Birger I.: Tehničkaskaja diagnostika, Mašinstroenije, Moskva, 1978.
- [2] Deibel L.E., Zumwalt B.: Modular approach to on-board automatic data collection systems, Transportation Research Board, Washinton ,1984.
- [3] Krstić B.: Eksploatacija motornih vozila i motora, Mašinski fakultet, Kragujevac, 1997.

## AUTOMATIC DIAGNOSTICS PROCESS OF MOTOR VEHICLES

**Božidar V. Krstić**

*Mechanical faculty - Kragujevac  
bkrstic@kg.ac.yu*

**Abstract:** Lately there are more and more effective objective methods for evaluation of technical condition of mobile systems, based on implementation of automatic diagnostic systems.

Automatization of process of diagnostics significantly influences on the main indicators of effectiveness of used mobile systems. Owing to it, time for giving diagnosis is shorter, need for higher education of operator-diagnostician is reduced, costs of diagnostic process are decreased etc. Presentation of diagnostic results of technical condition of mobile systems is realized by application of modern devices with usage of adequate computer techniques. Automatization of diagnostics represents necessary basis for creation of information bases of subsystems of technical maintenance and repair, as well as important functional part of automatized system for management in companies with larger number of mobile systems.

Automatization of means for measuring, converting and data processing enables simultaneous measuring of several different diagnostic parameters in different control points. Possibility to define average value of measured parameters and their analysis. Those possibilities for technical realization of diagnostic methods are unfeasible during classical measuring and analysis.

Bearing in mind previously mentioned facts, aim of this work is to explain problems of automatization of diagnostics process of mobile systems, mainly by implementation of mathematical models of automatization of diagnostics process of mobile systems and by technical means of automatization of logical process of giving diagnosis.

**Key words:** *motor vehicle, maintenance, diagnostic, automatic diagnostics process*