

# ELEKTRONIČKI SUSTAVI U AUTOMOBILU

Šumiga I.<sup>1</sup>, Horvat M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Veleučilište u Varaždinu, Varaždin, Hrvatska

**Sažetak:** Elektronika u automobilima je svakim danom sve složenija. Ovaj rad daje pregled osnovnih elektroničkih sustava automobila i njihovu međusobnu povezanost. Da bi prikaz bio što jednostavniji, pojedini elektronički sustavi u automobilu prikazani su pomoću blokova u obliku crnih kutija.

**Ključne riječi:** elektronika u automobilu, Motronic sustav, upravljačka jedinica (ECU), upravljanje motorom, senzori, dijagnostika

**Abstract:** Nowadays, electronics in cars is getting more complicated and complex. This paper provides an overview of basic electronic systems in cars and their interconnection. For a simpler presentation, some electronic systems in the car are presented with blocks in the form of black boxes.

**Key words:** electronics in the car, Motronic system, the control unit (ECU), engine control, sensors, diagnostics

## 1. UVOD

Na početku razvoja automobili su bili sastavljeni samo od mehaničkih dijelova. Prvi električni dijelovi koji su se upotrebljavali bili su niskonaponsko magnetsko paljenje 1897., visokonaponsko magnetsko paljenje te svjećice za paljenje. Nakon toga dolazi do razvoja elektroničkih dijelova: akumulatora, razdjelnika, startera, svjetala, trube, autoradija, pokazivača smjera i dr. Danas je u automobilu više elektroničkih dijelova nego mehaničkih. Tako postoji mnoštvo senzora (senzor brzine vrtnje, senzori temperature i dr.), klima uređaj, upravljačka jedinica (ECU – eng. Engine Control Unit), podizači stakala, alarm itd. Svakim danom tehnologija ide sve dalje i sve se više koriste složeniji sklopovi. Već odavno postoje tzv. „pametni“ automobili koji pripremaju vozača i putnike na moguću nesreću i donose odluke u kritičnim situacijama.

Razvoj automobila prošao je više faza, od mehaničkih sustava preko mehaničko-elektroničkih do današnjih elektroničkih sustava nadzora i upravljanja vozilom.

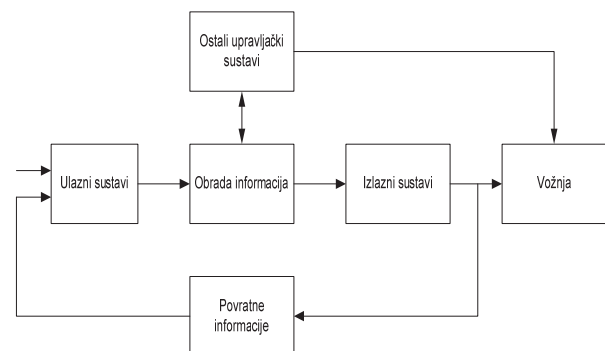
## 2. MODEL AUTOMOBILA

Općenito se automobil kao sustav može prikazati kao na slici 1.

Ulazni sustav služi za prikupljanje informacija bitnih za rad automobila (npr. položaj bregaste osovine, radilice,

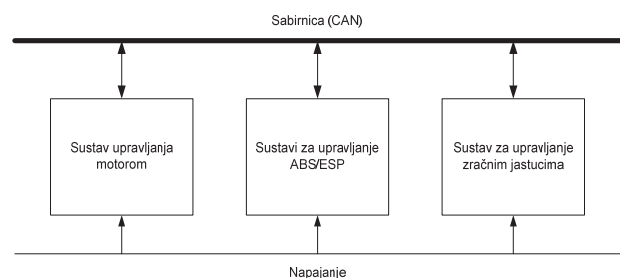
stanje spremnika za gorivo, ispravnost senzora), koje se zatim obrađuju u središnjoj mikroprocesorskoj jedinici za upravljanje (ECU). Ta središnja jedinica je povezana s drugim upravljačkim jedinicama, ako ih automobil posjeduje. Npr. za sustav protiv blokiranja kotača - ABS (njem. Antiblockiersysteme), elektronički program stabilnosti

- ESP (njem. Elektronisches Stabilitätsprogramm), alarm, centralno zaključavanje. Oni međusobno komuniciraju preko CAN (eng. Controller Area Network) sabirnice (slika 2.).



Slika 1. Model automobila

Preko CAN sabirnice komuniciraju svi povezani sustavi u automobilu i sve informacije se iz upravljačkih jedinica za pojedine dijelove (ABS, ESP, Airbag) šalju u sustav upravljanja motorom, u glavnu



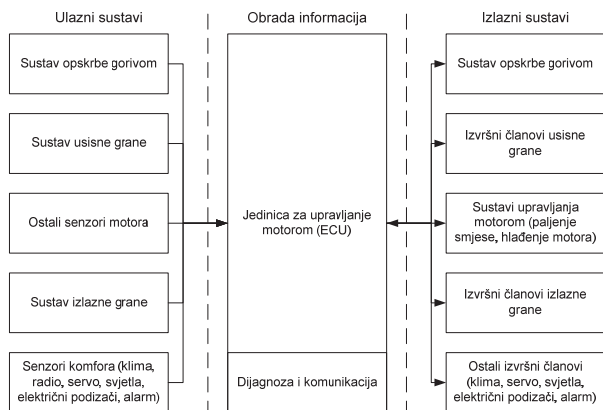
Slika 2. Povezanost sustava u automobilu preko CAN sabirnice

upravljačku jedinicu. Ona obrađuje te informacije i šalje povratne signale ostalim upravljačkim sustavima kao i izlaznim sustavima (aktuatorima – izvršnim članovima) koji omogućavaju pokretanje vozila i vožnju. Ti izvršni članovi šalju sa svojih senzora povratne informacije u upravljačke jedinice te tako daju informacije o izvršenim aktivnostima i radu automobila.

Za spomenute funkcije današnji automobili koriste Motronic sustav koji je primjenjiv ne samo na dizelske i benzinske motore, već i za plinske i motore s gorivim ćelijama, kao i kod hibridnih vozila. U budućnosti bi Motronic sustav trebao automatski prepoznati kvarove i tu informaciju poslati u servisnu radionicu.

### 3. SUSTAV UPRAVLJANJA MOTOROM

Sustav upravljanja motorom može se prikazati pomoću jednostavnog modela na slici 3.

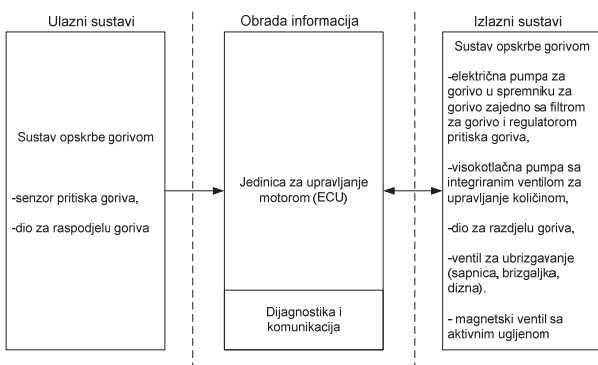


Slika 3. Sustav upravljanja motorom

Sastoji se od niza podsustava koji povezani daju funkcionalnu cjelinu. Potrebni ulazni signali najčešće dolaze iz senzora. Zatim odlaze u jedinicu za upravljanje motorom koja ih obrađuje prema definiranim parametrima i daje upravljačke signale za pojedine izvršne članove. Povećanje broja ulaznih signala povećava i složenost automobila, a samim tim povećava i učinkovitost (smanjenje potrošnje, smanjenje štetnih emisija plinova, povećanje udobnosti i sigurnosti vožnje i slično).

#### 3.1. Sustav opskrbe gorivom

Sustav opskrbe gorivom pripada najvažnijem sustavu kod automobila. Bez goriva i opskrbe motora gorivom nema pokretanja motora. Na slici 4. može se vidjeti shema tog sustava.



Slika 4. Sustav opskrbe gorivom

Postoje visokotlačni i niskotlačni sustavi za opskrbu gorivom, a sastoji se od nekoliko važnih dijelova.

Niskotlačni sustav:

- električna pumpa za gorivo zajedno s filtrom za gorivo
- magnetski ventil s aktivnim ugljenom
- regulator pritiska goriva
- ventili za ubrizgavanje goriva.

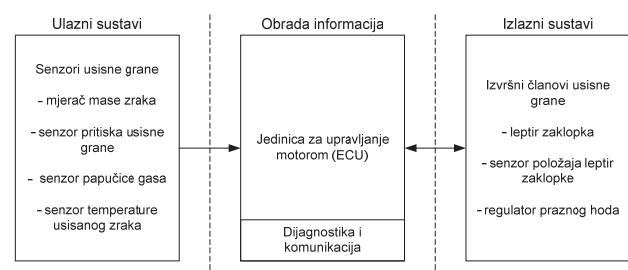
Visokotlačni sustav:

- visokotlačna pumpa s integriranim ventilom za upravljanje količinom
- visokotlačni sustav raspodjele goriva
- senzor pritiska goriva
- visokotlačni ventil za ubrizgavanje goriva.

Postoji više vrsta izvedbe sustava za gorivo. Kada automobil ne radi, nema kontakta, svi sustavi u njemu su isključeni. Prilikom prvog kontakta u autu počinje inicijalizacija i provjera. Jedinica za upravljanje (ECU) šalje signal za uključivanje releja pumpe za gorivo. Slijedi provjera signala iz senzora na motoru. Provjeravaju se signali s radilice i/ili bregaste osovine. Ako nema povratne informacije, tj. nema signala, znači da se motor ne vrti. Jedinica za upravljanje (ECU) daje signal za isključenje pumpe (releja pumpe). Ako signala ima i odgovara obliku i vrijednosti koja se nalazi u memoriji upravljačke jedinice, pumpa nastavi raditi (motor se vrti, tj. pokreće se motor). Gorivo tada dolazi dovodom do ventila za ubrizgavanje. Neki visokotlačni sustavi posjeduju dio za raspodjelu goriva koji služe za njegovu ravnomjernu raspodjelu na sve ventile za ubrizgavanje. Ventilom za ubrizgavanje tada upravlja upravljačka jedinica koja šalje u točno određenom trenutku signal za pojedini ventil, tj. za njegovo otvaranje i zatvaranje, odnosno ubrizgavanje goriva. Vrijeme ubrizgavanja i količinu goriva proračunava upravljačka jedinica. Regulator pritiska goriva služi kod sustava s povratom goriva za regulaciju pritiska između usisne grane i sustava za gorivo. Omogućava povrat goriva s ventila za ubrizgavanje natrag u spremnik za gorivo i tako održava konstantni pritisak na ventilima za ubrizgavanje.

#### 3.2. Sustav usisne grane

Usisna grana služi za opskrbu motora zrakom koji je potreban za izgaranje goriva u motoru. Omjer mješavine goriva i zraka označava se s  $\lambda$  (lambda).



Slika 5. Sustav usisne grane

Senzori usisne grane i izvršni članovi su:

- mjerač mase zraka
- senzor temperature usisanog zraka
- kućište zaklopke zajedno s elektroničkom pedalom za gas (EGAS)
- senzor pritiska usisne grane

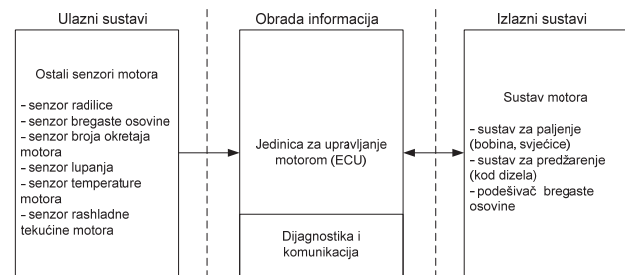
Na svakom ulazu usisne grane nalazi se najprije filter zraka. Najnoviji automobili imaju senzore koji kontroliraju istrošenost filtra i javljaju stanje jedinici za upravljanje (ECU) jer noviji motori su osjetljivi na čestice iz zraka. Nakon toga dolazi mjerac mase zraka. Nekada su se koristili mjerači količine zraka dok su danas rašireni mjerači mase zraka. Oni se često izvode zajedno sa senzorom za mjerenje temperature zraka. Postoje dvije vrste mjerača mase zraka: s vrućim filmom i vrućom žicom. Mjerac mase zraka mjeri strujanje svježeg zraka u usisnoj grani. Uz pomoć te struje mase može se odrediti parcijalni pritisak zraka u usisnoj grani. Signal iz mjerača mase zraka odlazi u upravljačku jedinicu (ECU). Iz potpritiska koji vlada u usisnoj cijevi, izmjerene usisne temperature zraka i broja okretaja motora može se preračunati masa zraka koja stoji na raspolaganju za izgaranje u cilindru.

U sustavima s EGAS-om (EGAS - elektronička papučica za gas), kod elektroničkog upravljanja radom motora, elektronički uređaj za upravljanje upravlja leptir zaklopkom koja je sa svojim pogonom, jednim istosmjernim motorom i sa senzorom kuta leptir zaklopke učvršćena kao jedinstvena cjelina, označena kao uređaj leptir zaklopke (njem. Drosselvorrichtung). Potrebno otvaranje leptir zaklopke izračunava se u upravljačkoj jedinici motora (ECU) iz aktualnog stanja pogona motora (broj okretaja motora, temperatura motora, itd.) i signala koji dolaze s dva potenciometra pričvršćenih na papučicu za gas, odnosno senzora papučice za gas (njem. Fahrpedalsensor). Dobiveni signal služi za upravljanje leptir zaklopkom. Senzor kuta leptir zaklopke daje povratnu informaciju trenutnog položaja leptir zaklopke i omogućuje točnije ugađanje njenog željenog položaja. Redundancijski dvostruki potenciometri na papučici i uređaju zaklopke su sastavni dijelovi EGAS nadzornog koncepta. U slučaju da računalo prepozna poremećaj u nekome od podsustava upravljanja motorom, leptir zaklopka preuzima čvrstu poziciju koja je definirana kao pogon u nuždi (njem. Notlauf). Kod Motronic sustava, upravljanje za EGAS je integrirano u samoj jedinici za upravljanje (ECU), kao i upravljanje paljenja, ubrizgavanja i druge dodatne funkcije. S EGAS-om se može postići bolja smjesa zraka i goriva, tako da odgovara sve strožim zahtjevima zakona o ispušnim plinovima.

Prazni hod motora i njegova regulacija su važni čimbenici kod ispravnog rada motora. Nakon što je motor pokrenut (motor radi), on se vrti u praznom hodu. Kod hladnog motora koristi se dodatni klizač za zrak koji omogućava dovod zraka preko prenosnice do motora i tako omogućava povišeni broj okretaja motora. Preko podešavača okretaja praznog hoda jedinica za upravljanje upravlja elektromotorom koji određuje količinu zraka koja se propušta. Kod motora sa središnjim ubrizgavanjem uz dodatni klizač zraka koristi se i koračni motor. Regulacija praznog hoda može biti izvedena posebno ili zajedno sa zaklopkom u kućištu leptir zaklopke.

### 3.3. Ostali senzori sustava motora

Na slici 6. može se vidjeti što su ostali senzori motora koji su važni za ispravan rad.



Slika 6. Ostali senzori motora

Senzori motora imaju bitnu ulogu kod rada motora. Prilikom davanja prvog kontakta i provjere upravljačke jedinice (ECU) cijelog sustava motora radi pokretanja pumpe za gorivo, provjeravaju se signali iz senzora radilice motora i bregaste osovine. Ako se motor pokrene (start), tada se motor počinje vrtjeti i senzori daju signale (ovisno o načinu izvedbe i vrsti senzora). Za radilicu motora karakteristični su izmjenični signali (nepravilni sinusoidni signali), dok su za signal iz senzora bregaste osovine karakteristični pravokutni signali. Senzori bregaste osovine mogu biti induktivni senzori ili Hallovi davači. Signale senzora obrađuje upravljačka jedinica. Ako su oba signala jednaka predefiniranim vrijednostima koje su spremljene u memoriji, rad motora je ispravan. Sustav motora usko je povezan sa sustavom opskrbe gorivom i sustavom usisne grane, koji su potrebni za pravljenje mješavine zrak-gorivo. U motoru se mješavina zraka i goriva pali pomoću iskre koja se dobiva između elektroda svjećica za paljenje. Kod Otto motora pretežno se koriste induktivni uređaji (sklopovi) za paljenje koji u sebi pohranjuju električnu energiju u indukcijskom svitku, bobini (njem. Zündspule) koja je potrebna kao iskra za paljenje. Ta energija određuje vrijeme kroz koje se, strujom protjecana bobina, mora isprazniti (kut zatvaranja). Prekid struje bobine kod nekog određenog kuta radilice (kut paljenja) dovodi do iskre koja pali mješavinu zraka i goriva. Sustavom za paljenje upravlja mikroprocesorska jedinica za upravljanje (ECU). Kut paljenja ima odlučujući utjecaj na pogon motora. On određuje okretni moment, emisiju ispušnih plinova i potrošnju goriva.

Kut paljenja za određeni moment nalazi se zapisan u memorijskoj mapi mikroprocesorske jedinice za upravljanje, a njegovim podešavanjem - mijenjanjem njegove vrijednosti - postiže se veća ili manja snaga motora.

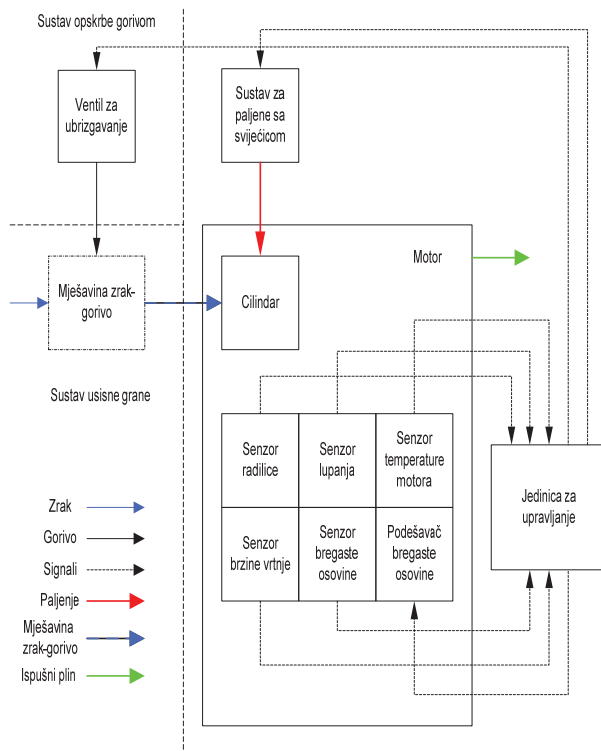
Senzor temperature motora i rashladne tekućine sprečavaju preveliko zagrijavanje motora. Kada motor dosegne kritičnu temperaturnu razinu, pokrene se predefiniрани pogon u nuždi i motor se ograničava na jednu vrijednost broja okretaja i omogućuje kratkotrajnu vožnju. Nakon toga isključuje se i omogućuje hlađenje motora bez opterećenja. Senzor lupanja mjeri pomoću piezo-električnog efekta vibracije motora. Kod povećanih vibracija motora upravljačka jedinica javlja pojavu greške na motoru koja se treba otkloniti u servisu.

### 3.4. Senzori i sustavi izlazne grane

Podsustav izlazne grane je posljednji u koji se odnosi na samo upravljanje motorom. Senzori izlazne grane prije svega služe za smanjenje emisije štetnih (NOx) plinova, za bolje sagorijevanje smjese zrak-gorivo i za smanjenje potrošnje.

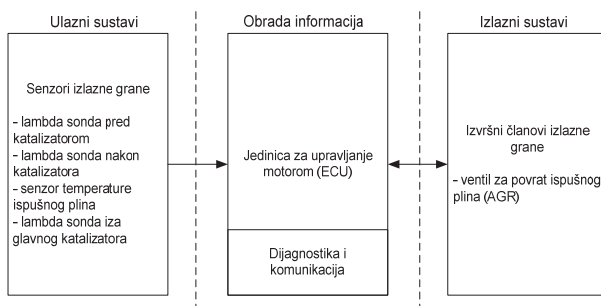
Izlazna grana se sastoji od senzora koji šalju povratne informacije:

- lambda sonda ispred katalizatora
- lambda sonda nakon katalizatora
- senzor temperature ispušnog plina
- lambda sonda iza glavnog katalizatora
- ventil povrata ispušnog plina (AGR).



Slika 7. Sustav motora sa senzorima

Kada se energija goriva prenese na cilindar i obavi se pretvorba energije, iz motora izlazi izgorjeli zrak. On u sebi ima čestice kisika koje se mogu ponovno vratiti i izgorjeti. To omogućuje ventil za povrat ispušnog plina (AGR – njem. Abgasrückführungsventil, EGR – eng. Exhaust Gas Recirculation) kojim upravlja upravljačka jedinica.



Slika 8. Sustav izlazne grane

On se koristi za reduciranje emisija NOx plinova i za smanjenje potrošnje goriva. Lambda sonda mjeri udio kisika u ispušnom plinu te tako pušta ostatke plina ponovno u motor radi ponovnog izgaranja mješavine zraka i goriva. Ovisno o sustavu, iza katalizatora može se ugraditi dodatna sonda za reguliranje s dvije sonde te za nadzor starenja katalizatora. Lambda sonda je jedini uređaj koji za izlazni signal ima naponsku vrijednost 0-1V, dok svi ostali senzori imaju 0-5V ili 0-12V.

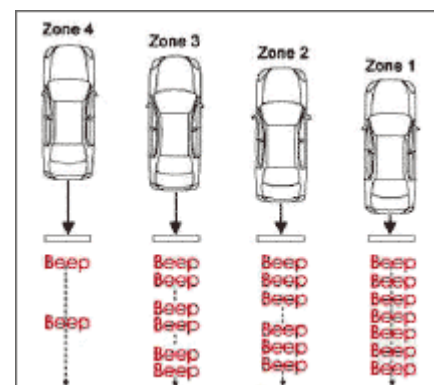
### 3.5. Senzori i sustavi komfora

To su podsustavi i senzori koji nisu vezani za sam rad motora, a služe za povećanje komfora. Neki od njih su:

- parkirni senzori
- senzori klima uređaj
- tempomat
- lampica za signalizaciju greške
- elektronička blokada kretanja

#### Parkirni senzori

Prilikom uključanja iz senzora se emitira signal koji se odbija od prepreke. Kada dostigne prepreku, signal se odbija i vraća natrag u senzor te se u upravljačkoj jedinici parkirnih senzora izračunava udaljenost objekta od automobila koja je ovisna o vremenu potrebnom da se odaslani signal vrati do senzora.



Slika 9. Princip rada parking senzora sa zvučnom signalizacijom [10]

U novije vrijeme se u vozila više klase umjesto senzora ugrađuju kamere za vožnju unatrag koje se uključuju prilikom ubacivanja vozila u brzinu za vožnju unatrag.

#### Klima uređaj

Klima uređaji rade na principu komprimiranja plina, čime hlade zrak i ispuštaju ga preko ventilatora u vozilo. Sadrži senzore za temperaturu preko kojih dobiva informacije o temperaturi izvan automobila. Na temelju tih informacija se kod automatskih klima uređaja regulira temperatura u unutrašnjosti automobila. Kod ručnih klima uređaja korisnik sam odabire željenu temperaturu na koju želi ohladiti unutrašnjost automobila. Jedinica za upravljanje obrađuje informacije iz senzora temperature te upravlja ventilatorima zaduženim za hlađenje.

Sustav klime u automobilu sadrži senzore temperature svježeg zraka, vanjskog zraka, temperature prostora za

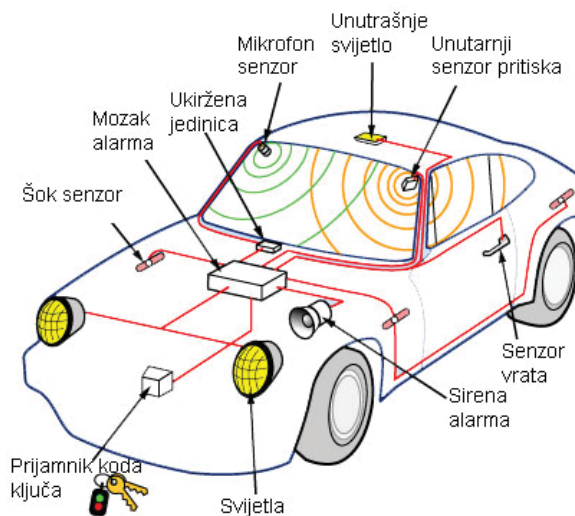
noge, izvršni član za temperaturnu klapnu, upravljačku jedinicu, senzor srednje temperature, releje i ventilatore za hlađenje.

### Auto-alarm

Danas je gotovo svaki drugi automobil opremljen sofisticiranim senzorima, sirenama upozorenja i sustavima za daljinsko upravljanje. Alarm je jedan ili više senzora povezanih na sirenu. Vrlo jednostavni alarmi bi trebali imati prekidače u vozačevim vratima i trebaju biti spojeni tako da se, kad netko otvori vrata, oglasi sirena. Moderni auto-alarmi sastoje se od:

- mreže senzora koje mogu uključivati prekidače, senzore pritiska i senzore pokreta
- sirene, često različitih zvukova radi lakšeg odabira i raspoznavanja sirene vlastitog automobila
- radio-prijamnika koji omogućava bežičnu kontrolu preko ključa
- pomoćnu bateriju tako da alarm može raditi kada je glavni akumulator odvojen
- računalnu kontrolnu jedinicu koja nadzire sve elemente i pokreće alarm.

Kontrolna jedinica je u naprednim sustavima zapravo malo računalo čiji je zadatak da zatvori prekidače koji aktiviraju alarm, trubu, svjetla ili instaliranu sirenu kada je određeni prekidač otvoren ili zatvoren. On se obično spaja na glavni akumulator, ali često ima i pomoćni izvor napajanja koje se uključuje kada netko prekine glavno napajanje.



Slika 10. Dijelovi auto-alarma [11]

Senzor vrata može se često povezati s unutrašnjim svjetlom. Prilikom otvaranja vrata, pali se svjetlo koje koristi prekidač u vratima. Spajanjem alarma u strujni krug unutrašnjeg svjetla, može se napraviti jednostavni alarm. Mikrofon senzor koristi se za detekciju zvuka (npr. lom stakla automobila). On mjeri strujanje i pritisak zraka te ga pretvara u određeni električni tok. Lom stakla ima svoju frekvenciju koju mikrofon detektira i šalje odgovarajući električni signal u računalnu jedinicu alarma. Drugi način detekcije otvaranja je mjerenjem pritiska zraka u automobilu. Čak kad i nema razlike tlakova između unutrašnjosti automobila i okoline, prilikom otvaranja vrata stvara se mala promjena pritiska.

### Tempomat

Tempomat ili sustav za održavanje brzine je uređaj koji vozaču omogućava odabir željene brzine kretanja vozila, koju vozilo bez njegove intervencije održava neovisno o uvjetima vožnje (uspon, nizbrdica i sl.). Jednom kada vozač odabere brzinu kretanja, ovaj sustav kontrolirajući snagu motora, održava prije odabranu brzinu kretanja bez ikakvih intervencija vozača. Postoji više načina izvedbe tempomata. Neki automobili zbog sigurnosnih razloga isključuju uređaj automatski ukoliko vozač pritisne bilo koju pedal (gas ili kočnica). Drugi način izvedbe je da kod pritiska na pedalu gasa automobil ubrza. Nakon puštanja automobil se vraća na brzinu definiranu tempomatom. Svim sustavima je zajedničko da se isključuju pritiskom na kočnicu. Uređaj se može isključiti i za to predviđenim gumbom smještenim uz upravljač, gdje ga se može i ponovno aktivirati i podesiti. Povezan je na glavnu upravljačku jedinicu vozila.

### Elektronička blokada kretanja

Elektronička blokada kretanja danas se nalazi kod svih novih vozila. To je mali sklop (modul) koji u sebi ima pohranjen kôd ključa. Prilikom stavljanja ključa u kontakt bravu, iz njega se iščitava kôd koji se zatim uspoređuje s kodom u sklopu za elektroničku blokadu (WFS – njem Wegfahrspere). Ako su kodovi jednaki, šalje se signal koji dopušta pokretanje automobila. Elektronička blokada kretanja može biti izvedena kao zaseban sklop ili kao sklop integriran u samoj upravljačkoj jedinici (ECU). Elektronska blokada radi na principu elektronskih, odnosno elektromagnetskih prekidača koji blokiraju određene sustave motora. Kod benzinskih motora se blokiraju dovod goriva i/ili paljenje. Kod dizelskih se najčešće blokira dovod goriva u visokotlačnu crpku. Ove su blokade za provalnike praktički nepremostiva prepreka jer se mogu otvoriti samo „pametnim ključem“ (smart key), elektronskim sklopom koji „čita“ elektronski kôd i deblokira motor. Vrsne su blokade opremljene procesorima s desecima milijardi kombinacija i rotirajućim kodom, pa ih je nemoguće „probiti“.

## 4. OBRADA INFORMACIJA (ECU) I KOMUNIKACIJA

### 4.1. Uređaj za upravljanje

Mikroračunala otvaraju velike mogućnosti za upravljanje i nadzor elektroničkih sustava u osobnim vozilima. Mnoge utjecajne veličine se istodobno prikupljaju i paralelno obrađuju. Računalo dobiva elektroničke signale iz senzora, ocijeni ih i izračunava upravljačke signale za izvršne članove (aktuatora). Računalo Motronic obuhvaća sve algoritme za upravljanje i nadzor nad motorom (paljenje, pravljenje smjese zrak-gorivo, nadzor sigurnosti itd.).

Za računala u automobilima se postavljaju visoki zahtjevi prema opterećenjima i ekstremnim uvjetima.

Veće opterećenje određuju:

- ekstremne temperature okoline (u normalnom voznom pogonu od -40 do +65...+120 °C)
- jake promjene temperature
- pogonske tvari (ulje, gorivo itd.)
- utjecaj vlage
- mehanički utjecaji poput vibracija motora.

Računalo mora sigurno raditi kod pokretanja sa slabim akumulatorom (npr. kod hladnog starta) i kod povišenog napona (javljaju se granične promjene napona – oscilacije). Također se postavljaju visoki zahtjevi za neosjetljivošću na elektromagnetske smetnje i ograničavanje visoko-frekvencijskog zračenja signala smetnji.

## 4.2. Komunikacija

U automobilima postoji mnoštvo sustava koji su međusobno povezani i koji međusobno komuniciraju. Omogućavanje povezanosti i komunikacije dovelo je do razvoja posebnih mreža kojima se izmjenjuju podaci između raznih elektroničkih sustava i aplikacija koje se u njima vrte. U prošlosti su se komponente međusobno spajale žicama, što je postalo problem kako je rastao broj komponenata. Glavni problem je u povećanju mase vozila, u smanjenju pouzdanosti i zauzimanju sve više prostora. Tako je ožičenje postalo najsloženija i najskuplja komponenta u vozila. Današnje kontrolne i komunikacijske mreže se temelje na serijskim protokolima pa se time uklonio problem složenog ožičenja. Godine 1998. Motorola je razvila kompletnu automobilsku kontrolnu i informacijsku mrežu temeljenu na LAN tehnologiji. Njena ugradnja u tada novu klasu BMW-a smanjila je težinu ukupnog ožičenja za 15 kilograma i povećala je učinkovitost.

Sredinom osamdesetih godina Bosch je razvio komunikacijsku i informacijsku mrežu za ugradnju u vozila po imenu CAN. CAN je danas najrasprostranjenija mreža s više od 100 milijuna komada ugrađenih u vozila u Americi 2000. godine. Automobil može imati dvije ili više CAN mreža kojima se prenose podaci različitim brzinama.

## 4.3. Dijagnostika

U današnje vrijeme sve veća složenost automobila i njihovih sustava zahtijeva komunikaciju s ostalim upravljačkim uređajima drugih sustava preko CAN sabirnice. Noviji automobili opremljeni su i On-Board dijagnostikom, tj. mogu sami provjeriti cijeli sustav vozila i javiti grešku ako je nađu, te o tome upozoriti vozača preko zaslona u vozilu.

## 5. OSTALI SIGURNOSNI SUSTAVI U AUTOMOBILU

### 5.1. ABS sustav

ABS (engl. Anti-lock Brake System, njem. Antiblockiersysteme) je elektronsko-hidraulički mehanizam koji sprečava blokiranje kotača prilikom kočenja te tako skraćuje zaustavni put i omogućuje potpunu upravljivost automobila prilikom kočenja.

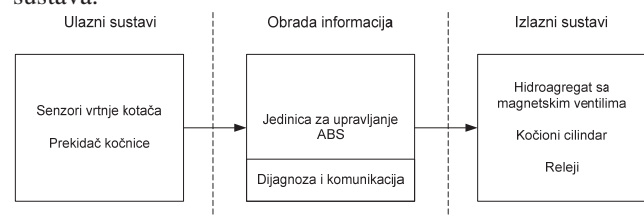
Temeljni princip rada odnosi se na brzo stiskanje i otpuštanje kočnica. Prvi takvi mehanički sustavi počeli su se ugrađivati 60-tih godina prošlog stoljeća u teretna vozila, dok su se u osobna radi masivnosti i neisplativosti počela ugrađivati posljednjih 20-ak godina. Svi današnji sustavi su elektronički upravljivi. Moderna tehnologija omogućava brža i kompleksna upravljanja sustavom kočenja i munjevito brzo reagiranje na sve signale broja okretaja kotača koji prikazuju tendenciju blokiranja. To omogućuje i na skliskoj cesti snažno kočenje bez zanošenja vozila i upravljivost istim.

Kod brzine vožnje ispod 8km/h upravljačka jedinica isključuje ABS radi omogućavanja zaustavljanja vozila. Novija rješenja integriraju regulaciju proklizavanja kotača ASR ( njem. Antriebsschlupfregelung) s ABS sustavom.

ABS sustav sastoji se nekoliko važnijih dijelova. To su:

- upravljačka jedinica
- hidro-agregat s magnetskim ventilima
- kočioni cilindar
- senzori vrtnje kotača.

ABS sustav se može prikazati jednostavnim blokovskim prikazom (slika 11.). Sastoji se, kao i upravljanje motora, od ulaznog sustava, obrade informacija i izlaznog sustava.



Slika 11. ABS sustav

Većina ABS sustava regulira pritisak pojedine kočnice preko magnetskih ventila. Magnetski ventili se upravljaju preko ABS upravljačke jedinice i reagiraju vrlo brzo (više puta u sekundi) na promjene broja vrtnje motora. Pri tome se na pojedine kočnice kotača dovedeni pritisak zadržava, smanjuje ili povećava.

U većini slučajeva senzori broja okretaja sastoje se od jednog namota sa stalnim magnetom i rade na istom principu kao i generator. Signal koji daje je impulsnog oblika (obično je to sinusoidalni signal). Prilikom prolaska zubaca impulsnog kotačića između magnetskog polja, inducira se mali izmjenični napon. Inducirani napon je proporcionalan brzini vrtnje kotača.

## 5.2. Elektronički sustav stabilnosti (ESP/ESC)

ESP/ESC (njem. Elektronisches Stabilitätsprogramm/eng Electronic Stability Control.) je elektronski sustav za poboljšanje dinamičke stabilnosti i upravljivosti, koji kočenjem pojedinim kotačima sprečava zanošenje i ispravlja putanju već zanesenog automobila.

ESP uveo je revoluciju u postupak upravljanja. Mehanika upravljača i ovjesa te brojna elektronska logistika za sprečavanje blokiranja kočenih i otežavanje proklizavanja pogonskih kotača osiguravaju optimalne uvjete za upravljanje, ali ne mogu djelovati samostalno.

ESP sustavom upravlja mikroracunalo na temelju informacija koje mjere odgovarajući senzori: zakrenutost upravljača, brzinu vrtnje svakog kotača, uzdužnu i bočnu brzinu automobila, uzdužno i bočno ubrzanje automobila, a najvažnija je brzina vrtnje automobila oko vertikalne osi (yaw rate). Na temelju tih informacija precizno se proračunava položaj vozila u odnosu na željenu putanju te se aktivira povremeno kočenje pojedinih kotača.

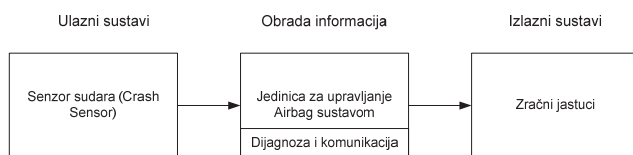
## 5.3. Zračni jastuci (Airbag sustav)

Početkom 80-tih godina sustav zračnih jastuka počeo se uvoditi kao dodatna oprema u luksuznim automobilima više klase i to u početku samo za vozača. Početkom 90-tih godina počinju se masovno ugrađivati u vozila.

U međuvremenu razvili su se i zračni jastuci za suvozača, bočni zračni jastuci, zračni jastuci za glavu (tzv. zračne zavjese) te jastuci za koljena. Zajedno sa zračnim jastucima, razvijali su se i sigurnosni pojasevi. Rade na mehaničkom (preko opruge) ili na pirotehničkom (pomoću eksplozivne tvari) principu.

Funkcija zračnih jastuka je prilikom udarca automobila spriječiti ozljeđivanje vozača, suvozača i ostalih putnika (ovisno o broju i vrsti zračnih jastuka).

Sustav zračnih jastuka može se prikazati na jednostavan način prema slici 12.



Slika 12. Blok shema Airbag sustava

Sustav zračnih jastuka – Airbag – sastoji se od nekoliko dijelova. To su:

- senzor sudara
- jedinica za upravljanje
- generator plina
- zračni jastuci

## 6. ZAKLJUČAK

Složeni mikroelektronički sklopovi doprinose implementaciji elektronike u sve funkcije u automobilu, tako da udio elektronike u današnjim automobilima premašuje 20% ukupne proizvodne cijene. Procjenjuje se da je više od 80% inovacija u automobilskoj industriji bazirano na elektroničkim sustavima. Svrha ovog članka je dati pregled elektroničkih sustava u suvremenom automobilu.

## 7. LITERATURA

- [1] BOSCH – Ottomotor-Management (2. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage), Plochingen 2003
- [2] BOSCH ESI[tronic] 2006/1, verzija programa 6.1.3.2
- [3] AutoData – Steuergeräte-Prüfwerte – London 1999, England
- [4] AutoData – ABS und ASR – London 1999, England
- [5] Anti-lock braking system - Wikipedia, the free encyclopedia, [http://en.wikipedia.org/wiki/Anti-lock\\_braking\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Anti-lock_braking_system)
- [6] Electronic Stability Control (ESC), [http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic\\_Stability\\_Program](http://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_Stability_Program)
- [7] Controller Area Network (CAN) Diagnostics [http://www.aalcar.com/library/can\\_systems.htm](http://www.aalcar.com/library/can_systems.htm)
- [8] Kako nastaje iskra za paljenje <http://www.oktani.com/akumulator.php>
- [9] Alternator and Generator Theory <http://www.rowand.net/Shop/Tech/AlternatorGeneratorTheory.htm>
- [10] Backtracker [http://www.pickupspecialties.com/Back\\_up\\_pal/backtracker\\_back\\_up\\_parking\\_sensor.htm](http://www.pickupspecialties.com/Back_up_pal/backtracker_back_up_parking_sensor.htm)
- [11] How Car Alarms Work <http://www.howstuffworks.com/car-alarm.htm>
- [12] Autodata – Klimaanlage – London, 2001, England

### Kontakt:

Mr. sc. Ivan Šumiga, dipl. ing.  
Križanićeva 33, 42000 Varaždin  
Tel: 098/467 761  
[ivan.sumiga@velv.hr](mailto:ivan.sumiga@velv.hr)