

# Elektronika w motoryzacji

Czy stojąc na chodniku i przyglądając się pędzącym po ulicy samochodom zastanawialiście się kiedykolwiek nad związkiem elektroniki z motoryzacją? Jeżeli tak, to najczęściej myśleliście o radioodbiorniku lub autoalarmie. No, może jeszcze brany był pod uwagę elektroniczny przerywacz do kierunkowskazów. Tymczasem rzeczywistość jest dziś wręcz zaskakująca. W chwili obecnej samochód bez elektroniki nie mógłby jeździć. Ale zacznijmy od początku.

Nazwisko inżyniera Konrada Zuse nie jest specjalnie znane na świecie. A powinni o nim wiedzieć wszyscy miłośnicy komputerów. W 1941 roku dokonał on wynalazku nazwanego Z3. Była to pierwsza na świecie maszyna sterowana przez program zapisany w binarnym systemie liczbowym. Jednym słowem, był to daleki prekursor dzisiejszych komputerów. Jego działanie opierało się na ogromnej ilości przełączników, całość ważyła grubo ponad tonę. Umieszczenie takiej ilości metalu w samochodzie w tamtych czasach oczywiście nie wchodziło w grę. Ale dzisiaj dzięki rozwojowi mikroelektroniki i technologii materiałów półprzewodnikowych zastosowanie mikrokomputerów w pojazdach stało się faktem.

Prekursorem w zastosowaniach elektroniki w motoryzacji jest niemiecka firma Bosch. W 1979 roku jej urządzenie o nazwie Motronic zostało zamontowane w dwóch modelach samochodów produkowanych przez znaną firmę motoryzacyjną BMW. Pełniło ono rolę urządzenia nadzorującego i sterującego prawidłowym doborem mieszanki paliwowej. Zajmowało się również sterowaniem momentu wyzwolenia iskry na świecach zapłonowych. Sterownik z 1979 roku ważył ponad kilogram, na cały system składało się ponad 290 różnych elementów tworzących odpowiednik dzisiejszego systemu mikroprocesorowego. Do roku 1996 postęp, jaki dokonał się w elektronice, zaznaczył się spadkiem masy Motronica do 250 gramów oraz znaczną redukcją liczby zastosowanych w nim części – obecnie prawidłowe działanie gwarantuje jedynie osiemdziesiąt elementów. Duża w tym zasługa mikroprocesorów jednokładowych i montażu powierzchniowego. Mimo coraz mniejszych wymiarów, ilość czynności, za które odpowiadają w samochodzie mikrosterowniki, gwałtownie rosła. Układy mikroprocesorowe już od dawna kontrolują pełny wtrysk paliwa do silnika w połączeniu z kontrolą czystości spalin. Zajmują się też sterowaniem systemami przeciwpoślizgowymi ABS, pełnią funkcję kontroli odstępów między pojazdami czy nawet ustalaniem parametrów stopnia amortyzacji pojazdu. Układy kompu-

terowe zajmują się również ( a może - przede wszystkim ) uprzyjemnianiem życia kierowców. Nadzorują pracę klimatyzacji, sterują otwieraniem i zamykaniem okna dachowego, włączają w odpowiednim momencie wycieraczki. Pełnią funkcję komputerów pokładowych informujących kierowcę o tak ważnych rzeczach jak temperatura na zewnątrz pojazdu, ilość paliwa w zbiorniku, jego średnie zużycie itd., jak również funkcję zabezpieczenia przeciwkradzieżowego. Dzięki odpowiednim mocom obliczeniowym i specjalnym algorytmom, włączenie czy wyłączenie alarmu oraz odblokowanie zapłonu odbywa się z wykorzystaniem zmiennego kodu sterującego. Ze względu na jego złożoność jest on bardzo trudny do "złamania" przez złodzieja. Stosowane są również wszelkiego rodzaju układy identyfikacji bezstykowej. Ich elementy zamontowane są w fabrycznych kluczykach pojazdu.

Elektronika pozwoliła też wyposażyc samochody w nowoczesne źródła światła. Dzięki miniaturowym przetwornicom wysokich napięć możliwe stało się zastąpienie tradycyjnych żarówek lampami wyładowczymi pozwalającymi o wiele dokładniej oświetlić drogę.

## Mikroprocesor i reszta

W chwili obecnej podstawę działania zdecydowanej większości podzespołów samochodu stanowi mikrokontroler. Wyposażenie wielu współczesnych jednostek sterujących to 1MB pamięci RAM dołączony do taktowanego zegarem 40MHz, szybkiego (jak na standardy i wymagania samochodowe oczywiście) 32-bitowego procesora.

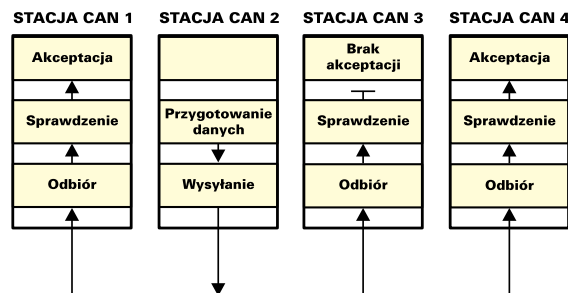
Coraz większe apetyty konstruktorów pojazdów samochodowych na możliwości, jakie oferuje elektronika owocowały zwiększającą się liczbą różnych czujników. Procesor, aby wypełnić zaplanowane czynności, musi przecież otrzymać pewne dane, a dane te muszą w jakiś sposób docierać do jednostki centralnej. I samochód zaczął obrastać w przewody. Układy sterowane przez mikroprocesory zaczęły też "opiekować" się zamkami, otwieraniem szyb, pojawiły się pierwsze urządzenia nawigacji drogowej. Działanie tych wszystkich systemów musiało zostać zsynchronizowane. Coraz wyraźniej zaczęła się rysować potrzeba wprowadzenia uniwersalnej magistrali danych, łączącej wszystkie podsystemy pojazdu. Miała ona, zajmując jak najmniej miejsca w zakamarkach samochodu, umożli-

wić współpracę wszystkich newralgicznych punktów systemu. Powinna spełniać surowe warunki odporności na zakłócenia występujące w samochodzie. Ustalono też, że dane powinny być przenoszone z szybkością w zakresie od 5 kb/s do 1Mb/s. Magistrala powinna mieć możliwość przenoszenia informacji wysyłanych przez czujniki i urządzenia wykonawcze. Są to z reguły dane, na które składa się do ośmiu bajtów na komunikat. I oczywiście transmisja musiała być w pełni niezawodna – dane nie mogą być obarczone błędami. Dodatkowo, komercyjne wymagania to prostota konstrukcji, łatwość konserwacji i utrzymania oraz niskie koszty związane z produkcją masową. Sięgnięto więc do techniki komputerowej. Pewnym utrudnieniem był fakt, iż niektórzy potentaci rynku samochodowego opracowali już własne standardy połączeń. Oczywiście nie były one wzajemnie kompatybilne. Większość prowadzonych prac miała więc za zadanie doprowadzić do międzynarodowej akceptacji opracowywanych systemów. W rezultacie odniesiono sukces. Światowym liderem cyfrowych magistral instalowanych w pojazdach samochodowych jest obecnie standard CAN – Controller Area Network.

## Magistrala CAN – udany system

Nazwa CAN określa tak magistralę, jak i protokół przesyłu danych. Jego praktyczne wykorzystanie zapoczątkowali producenci droższych marek samochodów takich jak Mercedes czy Jaguar. W chwili obecnej system ten trafia "pod strzechy". Zaczęto go instalować w samochodach firm mniej prestiżowych takich jak Fiat czy Volkswagen.

Magistrala CAN działa na zasadzie rozszewczej (broadcasting) – **rysunek 1**. Oznacza to, że informacje wysyłane są przez jedno urządzenie, wszystkie pozostałe mogą je odbierać. Każdy wysyłany pakiet danych wyposażony jest w identyfikator adresata. Magistralę CAN skonstruowano w taki sposób, że jednocześnie może nadawać tylko



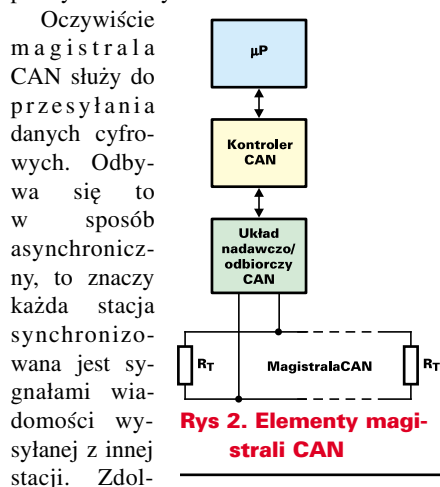
Rys 1. Magistrala CAN w działaniu

jedno z dołączonych urządzeń. W celu uniknięcia ewentualnych kolizji wprowadzono zasadę priorytetu. Transmisję zaczyna zawsze to z urządzeń, które w danej chwili ma najwyższy status w hierarchii systemu.

Na początku lat dziewięćdziesiątych, wykorzystując doświadczenia firmy Bosch zdobyte przy wdrażaniu standardu CAN, zaczęto układać międzynarodową normę dla magistral pojazdów. Zajęła się tym organizacja ISO (International Standard Organisation). Norma ISO11529 – 2 określa magistralę o małej prędkości przesyłu danych z zakresu 5 kb/s do 125 kb/s. Opisuje elementy nadawcze i odbiorcze, poziomy sygnałów, standard złączy i media transmisji. Preferowana i stosowana obecnie, norma ISO11898 określa te same parametry dla prędkości transmisji do 1Mb/s. Dodatkowo opisuje protokół przesyłania danych.

## Jak to działa?

Wszystkie elementy systemu podłączone są do magistrali CAN. Tworzą ją dwa przewody – wykonane w formie skrętki – zakończone na obydwoich końcach impedancjami – **rysunek 2**. Taka organizacja zapewnia równoczesność komunikacji – każdy element systemu może komunikować się z pozostałymi bez żadnych ograniczeń. W przypadku instalacji samochodowych długość magistrali rzadko kiedy przekracza 40 metrów. Dołączana wtedy rezystancja zamykająca magistralę ma wartość 124Ω. Przy większych długościach magistrali transmisja jest możliwa, lecz konieczne jest zmniejszenie szybkości przesyłania danych.



**Rys 2. Elementy magistrali CAN**

Oczywiście magistrala CAN służy do przesyłania danych cyfrowych. Odbywa się to w sposób asynchroniczny, to znaczy każda stacja synchronizowana jest sygnałami wiadomości wysyłanej z innej stacji. Zdolność każdej stacji do synchronizowania innej wynika z maksymalnej różnicy częstotliwości ich wewnętrznych zegarów, czasu trwania i struktury wiadomości, potwierdzenia odbioru itd.

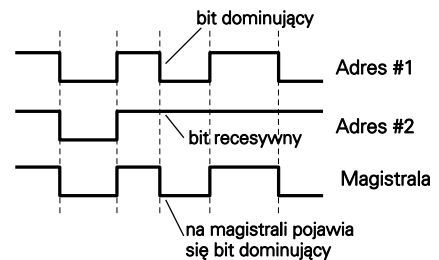
Wymiana danych między dwoma urządzeniami podłączonymi do magistrali CAN możliwa jest na dwa sposoby. Pierwszy – szczegółowy – polega na dokładnym zaadresowaniu wysyłanej wiadomości. Trafia ona jedynie do konkretnego urządzenia – adresa-

ta. Transmitowany pakiet danych zawiera pełny adres urządzenia odbiorczego oraz nadającego informację. Odbiornik potwierdza odebrane dane. Brak potwierdzenia traktowany jest jako błąd transmisji. Jest to sygnał dla urządzenia – nadawcy danych, że należy powtórzyć transfer danych. Drugi sposób – ogólny – to wysłanie określonej wiadomości do ewentualnego wykorzystania przez “wszystkich chętnych”. Przykładem może być sygnał z czujnika stanu zawieszenia pojazdu, odbierany przez wszystkie siłowniki wykonawcze zamontowane przy kołach pojazdu. W tym trybie urządzenie wysyłające dane dodaje do nich charakterystyczny identyfikator. Adresy urządzenia nadawczego i odbiorczego nie są dołączane. Wszystkie urządzenia odbiorcze “zainteresowane” tym właśnie sygnałem porównują ze swoimi danymi podany identyfikator. Jeżeli jest on zgodny, odbierają transmisję. Jeżeli identyfikator nie jest zgodny z posiadanym wzorcem, transmisja jest ignorowana.

Dane wysyłane są w postaci pakietów nazywanych ramkami. Są ich cztery rodzaje. Ramka danych służy do standardowego przesyłania informacji. Ramka żądania transmisji służy do wywołania transferu danych w przypadku nagłego na nie zapotrzebowania. Ramka sygnalizacji błędów pełni rolę informatora o niepoprawnościach w transmisji, a ramka przepełnienia o zbyt dużej ilości danych.

Każde z urządzeń podłączonych do magistrali CAN wysyłając dane zawiera w nich swój identyfikator. Służy on do określenia stopnia ważności w przypadku gdy kilka urządzeń chce jednocześnie wysłać dane. Jako pierwsze rozpoczyna transmisję urządzenie o najwyższym priorytecie. Sposób określenia priorytetu związany jest z bardzo ciekawą cechą magistrali CAN. Jest nią sposób zapisu danych. W zasadzie jest to sygnał dwustanowy, jednak nie mówi się o “zerach” i “jedynkach”. Standard CAN wprowadza pojęcie bitu recesywnego i dominującego. W standardowym systemie cyfrowym jedynki i zera miały taką samą “ważność”. Jeżeli na jakiejś – prawidłowo działającej – szynie panował stan niski, nie mógł tam pojawić się stan wysoki. I na odwrót. Praktycznie w danej chwili na linii mógł być tylko jeden ściśle określony stan. Tak jest w przypadku układów cyfrowych z klasycznym wyjściem. Istnieje jednak wyjątek – są bramki i inne układy z wyjściem typu otwarty kolektor (otwarty dren). Kilka wyjść typu otwarty kolektor może być połączonych ze sobą i jednym wspólnym rezystorem podciągającym. Stanem spoczynku wszystkich wyjść jest stan wysoki, natomiast do zmiany stanu na niski wystarczy pojawienie stanu niskiego na którymkolwiek z wyjść typu otwarty kolektor. Coś podobnego, tylko nieco bardziej skomplikowanego zastosowano w systemie CAN (linia jest dwuprzewodowa, a każdy

kontroler łączy do tych dwóch przewodów magistrali jednocześnie swe wejście i wyjście). Bit oznaczający wartość logicznego zera jest dominujący. Logiczna jedynka jest bitem recesywnym. Oznacza to, że pojawienie się w linii logicznego zera jest ważniejsze od obecnej tam logicznej jedynki. Przykładowo, jeżeli jedno z urządzeń podłączonych do magistrali wysyła logiczną jedynkę a drugie w tym czasie chce przesłać logiczne zero, jedynka zostanie jak gdyby nadpisana przez zero. W rezultacie, w magistrali pojawi się logiczne zero – **rysunek 3**.



**Rys 3. Bity dominujące i recesywne – zasada działania**

Wykorzystywane jest to w wielu przypadkach. Na przykład jeżeli jakiś urządzenie chce nadać własny komunikat, zaczyna od wysłania pojedynczego bitu (recesywnej “jedynki”). Następnie odbiera go z powrotem i porównuje z wcześniej wysłanym. Jeżeli oba bity są identyczne, transmisja jest dozwolona. Jeżeli nie, oznacza to, że wysłany bit został nadpisany bitem dominującym innego urządzenia i transmisja nie jest możliwa. W podobny sposób odbywa się sprawdzenie priorytetu urządzeń chcących jednocześnie wysłać informacje. Porównywane są, bit po bicie, identyfikatory każdego z nich. W dużym uproszczeniu, pierwszeństwo uzyskuje ten, który ma najwięcej kolejnych bitów dominujących, czyli zer logicznych.

## Magistrale w praktyce

Zastosowanie magistral łączących podzespoły pojazdu ma za zadanie, oprócz koordynowania ich pracy, obniżyć koszty związane z montażem pojazdu. Dzięki przesyłaniu danych “jednym drutem” zdecydowanie zmniejsza się zużycie miedzi potrzebnej do wytworzenia standardowych przewodów. Według danych firmy Mercedes w jej starszych konstrukcjach okablowanie samochodu wymagało zastosowania 3,2km kabli o łącznej wadze 56kg. Obecnie potrzebne jest tylko 2,2km przewodów o masie 39kg. Zdecydowanie upraszcza się też lokalizacja instalacji w pojeździe. Według szacunków specjalistów na początku 1999 roku na świecie było zainstalowanych i pracowało ponad 150 milionów magistral CAN.

W niektórych samochodach zastosowano dwie, a nawet trzy sprzężone ze sobą magistrale CAN. Dane ważne dla bezpieczeństwa

jazdy przesyłane są z większą prędkością transmisji, dane dotyczące obsługi pasażerów – klimatyzacja, elektrycznie otwierane szyby – przesyłane są magistralą wolniejszą. W Mercedesie klasy S system CAN przekazuje około osiemset pięćdziesiąt różnych sygnałów sterujących. Obsługiwanymi jest 40 urządzeń elektronicznych – wykonują one około 170 różnych funkcji. Oczywiście, wszelkiego rodzaju połączenia i magistrale przewodowe nie są ostatnim słowem konstruktorów. Coraz częściej pojawia się ich bardzo groźny konkurent. Jest nim światłowód. Zastosowano go już w ekskluzywnych modelach Mercedesów. Poprzez szynę danych o nazwie D2B możliwe jest przesłanie prawie sześciu milionów bitów na sekundę (6Mb/s). Jest to około 60 razy więcej niż możliwości magistrali CAN. Zadanie prawdopodobnie pytanie: do czego potrzebna jest tak duża prędkość przesyłu danych w samochodzie - w samochodzie będącym w gruncie rzeczy urządzeniem mechanicznym, którego elementy składowe nie są nawet w przybliżeniu tak szybkie. Otóż dzięki "cyfrówce" staje się możliwe bardzo precyzyjne sterowanie i kontrola wszelkich faz ruchu pojazdu, zwłaszcza w trudnych sytuacjach (hamowanie, poślizg, gwałtowne skręty). Szybkie magistrale mogą też służyć do przenoszenia sygnałów audio systemów nagłaśniających czy systemów nawigacji drogowej.

### Nowe, elektroniczne "bajery"

Firma Mercedes upowszechnia w tej chwili nowe urządzenie pod nazwą Distronic. Służy ono do regulacji i kontroli odstępów od poprzedzającego pojazdu. Jego podstawowym elementem jest czujnik radarowy umieszczony w osłonie chłodnicy samochodu. Jest on złożony z trzech jednostek nadawczo – odbiorczych kontrolujących przestrzeń przed pojazdem. Ich zasięg obejmuje około 150 metrów. Jeżeli pojazd jadący przed nami zostanie "namierzony", Distronic wysła sygnały do silnika i skrzyni biegów powodując utrzymanie stałego odstępów. W przypadkach groźących kolizją zostają uruchomione hamulce oraz włącza się sygnał alarmowy w kabinie kierowców.

Kolejnym wprowadzanym obecnie do techniki motoryzacyjnej systemem jest autonawigacja. Wykorzystuje się w niej standard wyznaczania pozycji w oparciu o systemy satelitarne zwany w skrócie GPS (Global Positioning System). Systemy nawigacyjne prowadzą pojazd pewnie do celu. Ich działanie sprowadza się do zaprogramowania przez kierowcę kursu i stosowania się do sygnałów pokazujących kierunek jazdy. Pracują one w oparciu o mapy terenu zawarte na dyskach CD lub – w nowszych konstrukcjach – na płytach DVD. Dane o pozycji pojazdu uzyskane z systemu satelitów porównywane są

z informacjami o systemie drogowym. Na tej podstawie obliczana jest aktualna pozycja pojazdu – rysunek 4.



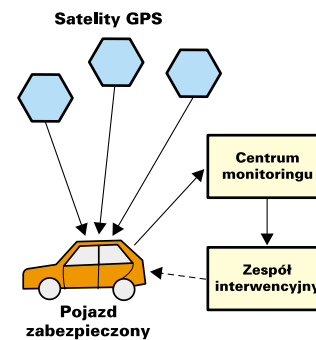
Rys 4. Widok mapy systemu nawigacji satelitarnej

Systemy nawigacyjne dostępne są jako zintegrowane z konkretnym modelem samochodu lub stanowią zupełnie niezależne moduły. Wtedy ich gabaryty odpowiadają standardowym kieszeniom radiowym. Satelitarne anteny odbiorcze wielkością przypominają pudełko zapalek. Montowane są w prosty sposób na dachu pojazdu. Komunikacja z użytkownikiem zapewniona jest dzięki wyświetlaczom ciekłokrystalicznym. Mogą one obrazować pełną grafikę pokazując mapy i plany miast lub działać w wersji uproszczonej sygnalizując konieczność wykonania skrętu lub utrzymania odpowiedniej prędkości. Najnowsze urządzenia połączone są z odbiornikami radiowymi i telewizyjnymi. Do ich sterowania wykorzystywany jest głos kierowcy. W Polsce samochody ze zintegrowanymi systemami nawigacyjnymi sprzedaje się w sieci salonów takich firm jak Volvo, BMW, Mercedes, Audi, Porsche. Jak widać, są to marki, których produkty są raczej niedostępne dla przeciętnego Kowalskiego.

Mimo iż satelitarne systemy nawigacyjne znacznie ułatwiają prowadzenie pojazdu, mają też pewne wady. Nie reprezentują jeszcze zbyt wysokiej dokładności – tak ważnej w miastach. Błąd wyznaczania pozycji wynosi od około 30 do 100 metrów. O ile na autostradzie czy drodze szybkiego ruchu wartość ta jest do przyjęcia, to w przypadku ruchu miejskiego, odbywającego się po wąskich zagęszczonych ulicach, może prowadzić do częstych pomyłek. Tak więc system nawigacji z GPS może jedynie uzupełniać tradycyjne, papierowe sposoby planowania trasy pojazdu.

Satelitarne systemy nawigacji można jeszcze wykorzystać do przekazywania zainteresowanym, np. spedytorom, danych o położeniu pojazdu. Dzięki temu możliwe staje się kierowanie ruchem autobusów miejskich lub koordynowanie ruchu transportowego. Dla przeciętnego użytkownika najbardziej przydatną możliwością wydaje się wariant "kosmicznego" zabezpieczenia samochodu przed

kradzieżą – rysunek 5. System nawigacji satelitarnej stanowi wtedy element instalacji alarmowej zabudowanej w pojeździe. W przypadku naruszenia chronionego pojazdu, informacja o zajściu przesyłana jest do centrali monitoringu. Oczywiście do sygnału alarmowego dodana jest aktualna pozycja pojazdu. Umożliwia to jego łatwe odnalezienie przez zespół interwencyjny. W najprostszym przypadku dane o włamaniu przekazywane są przez sieć lokalnej telefonii komórkowej, rozwiązanie bardziej wyrafinowane wykorzystuje do tego satelity. W systemach o największym stopniu zaawansowania możliwe jest zdalne blokowanie określonych funkcji pojazdu, co w znacznym stopniu może przyczynić się do jego odzyskania i ujęcia sprawcy kradzieży. Satelitarne systemy lokalizacji upowszechniają się szybko w państwach zachodnich. Ich promocję prowadzą towarzystwa ubezpieczeniowe.



Rys 5. System nadzoru i zabezpieczenia pojazdów z wykorzystaniem satelitów

## Słowniczek

**ABS** – (Anti – Blockier – System) - system zabezpieczający koła pojazdu przed ich zablokowaniem w czasie hamowania  
**CAN** - (Controller Area Network) – standard kablowej magistrali cyfrowej wykorzystywany w pojazdach kołowych  
**GPS** - (Global Positioning System) – system nawigacji satelitarnej  
**ISO** - (International Standard Organisation) – światowa organizacja zajmująca się standaryzacją urządzeń  
**D2B** – światłowodowa, cyfrowa magistrala danych zastosowana w samochodach firmy Mercedes  
**CAD** – (Computer Aided Design) – rodzaj oprogramowania wspomagającego projektowanie  
**CAVE** - (Computer Animated Virtual Environment) – komputerowa symulacja rzeczywistości wykorzystywana w symulatorach jazdy samochodem



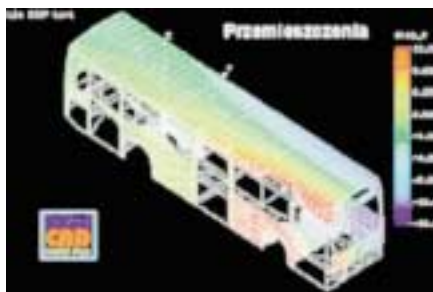
W Polsce systemy takie są jeszcze rzadko spotykane. Istnieją już co prawda firmy oferujące kompleksowe rozwiązania w tej dziedzinie. Niestety koszt zainstalowania systemu w samochodzie jest bardzo wysoki – dochodzi nawet do 4000 złotych. I oczywiście trzeba opłacać miesięczny abonament. W związku z tym satelitarne systemy monitoringu jako jedni z pierwszych zaczęli stosować duży i zamożni przewoźnicy towarów. Dzięki temu mają możliwość na bieżąco nadzorować ruch ciężarówek.

### Wirtualne samochody

Mówiąc o elektronice w samochodzie koniecznie trzeba wspomnieć o jej wykorzystaniu w procesie tworzenia nowych pojazdów. Mowa oczywiście o zastosowaniu komputerów do projektowania i testowania nowych produktów. Powszechnie wiadomo, że z pomocą odpowiednich programów CAD konstruktor jest w stanie wykreślić i obliczyć parametry wytrzymałościowe wielu elementów pojazdu – **rysunek 6**. Dzięki temu w mniej newralgicznych miejscach możliwe jest zastosowanie słabszych, a co za tym idzie tańszych materiałów. Można też odpowiednio obliczyć i wzmacniać elementy decydujące o bezpieczeństwie pasażerów.

Od pewnego czasu, podstawowym zastosowaniem komputerów stało się wykorzystanie ich do pełnej symulacji testów zderzeniowych. Jest to możliwe dzięki znacznemu wzrostowi mocy obliczeniowej współczesnych jednostek centralnych. Według danych prezentowanych przez Mercedesa wirtualna symulacja crash-testu potrafi dostarczyć nawet do 50000 danych dotyczących wypadku. Przygotowanie do zasymulowania zderzenia trwającego w rzeczywistości milisekundy zajmuje inżynierowi informatykowi kilka dni. Dane uzyskane w wyniku symulacji są tak obszerne, że ich opracowa-

nie trwa kolejne trzy – cztery dni. Łączny nakład pracy na przygotowanie pierwszego wirtualnego testu danego pojazdu trwa około sześciu, siedmiu tygodni. Jest to mniej więcej połowa czasu potrzebnego do wykonania jego rzeczywistego odpowiednika. Dlaczego napisałem “pierwszego”? Otóż kolejne symulacje mogą bazować na części danych uzyskanych podczas pierwszej sesji. Dzięki temu czas potrzebny do ich przeprowadzenia ogranicza się do tygodnia, dwóch. Firmy samochodowe używają w ten sposób znaczne oszczędności czasowe i finansowe. Oczywiście prawdziwe testy zderzeniowe są nadal konieczne. Symulacja komputerowa jest zawsze “idealna” i nie uwzględnia zdarzeń przypadkowych. Dlatego jej wyliczenia muszą zostać zweryfikowane z brutalną praktyką.



**Rys 6. Wykorzystanie komputera do wyliczeń wytrzymałościowych karoserii autobusu**

Drugą, bardzo istotną dziedziną wykorzystującą komputery w motoryzacji jest stylizacja pojazdów – **rysunek 7**. Projektanci, mając na ekranie trójwymiarowy model pojazdu są w stanie sprawdzić wzajemną współpracę jego różnych części. Mogą np. określić, czy i jak rozłożenie przedniego fotela będzie przeszkadzało pasażerom siedzącym z tyłu pojazdu. Bardzo proste staje się rozlokowanie np. nawiewów po-

wietrza tak, by docierało ono do wszystkich podróżujących samochodem osób. Projektowanie komputerowe umożliwia też odpowiednie rozlokowanie elementów pojazdu, maksymalnie wykorzystującą znajdującą się w nim przestrzeń. Różnego rodzaju pojemniki na płyny niezbędne do pracy silnika mogą zostać ukształtowane w najbardziej optymalny sposób.



**Rys 7. Samochody z komputera**

Wreszcie ostatnią, bardzo obecnie rozwijaną dziedziną jest zastosowanie komputerów w symulatorach jazdy. Zapewniają one bezpośredni kontakt człowieka z pojazdem, gwarantując jednocześnie jego pełne bezpieczeństwo. Kierowca jest w stanie, na podstawie testów, ocenić ergonomię wnętrza, przydatność wyposażenia i komfort jazdy. Do prac tych wykorzystywany jest system CAVE (Computer Animated Virtual Environment). Opiera się on na projekcji wielobocznej w pomieszczeniu. Na ściany i posadzkę rzutowany jest trójwymiarowy obraz, generowany przez komputer. W środku pomieszczenia ustawiony jest rzeczywisty pojazd, połączony z komputerem poprzez sieć czujników. Program odwzorowuje wszystkie rzeczywiste funkcje samochodu tak, że człowiek znajdujący się za jego kierownicą ma pełne złudzenie ruchu. System taki stosowany jest w firmach Opel, Volkswagen, BMW.

Sądzę, że za kilka, kilkanaście lat z motoryzacją może stać się to samo co z zegarmistrzostwem. Naprawiać uszkodzony pojazd pójdziemy nie do warsztatu mechanicznego, ale do elektronika lub programisty komputerowego.

**Jarosław Barański**

Ciąg dalszy ze strony 92.

W wykazie elementów przy wyliczaniu kilku jednakowych elementów nie stosuje się spacji, a zamiast kreski - myślnika wstawia się (zawsze jeden) tabulator.

Żle: C1, C3, C5 - 100nF  
C2, C7 - 100pF

dobrze: C1,C3,C5 100nF  
C2,C7 100pF

Jak zauważyliście, unikamy słów *scalak*, *chip*, *kość*, stosujemy natomiast określenia *układ scalony*, *kostka*. Podobnie unikamy określenia *pin*, a raczej *nóżka*, *końcówka*, *wyprowadzenie*.

I jeszcze garść praktycznych drobiazgów.

Jeśli liczba rysunków lub fotografii przekracza 9, dobrze jest **na dyskietkach** stosować oznaczenia **dwucyfrowe**, na przykład rysunki i fotografie do artykułu o mikrowy-

świetlaczach (w pliku Mikrow.doc) mogłyby być oznaczone:

Mikrow01.jpg, Mikrow02.cdr, Mikrow03.cdr, Mikrow04.eps, Mikrow05.jpg, itd.

zamiast:

Mikrow1.jpg, Mikrow2.cdr, Mikrow3.cdr, Mikrow4.eps, Mikrow5.jpg, itd.

Wszystkie pliki do jednego artykułu lub projektu powinny mieć podobną nazwę - w powyższym przykładzie jest to **Mikrow**. Ze względów nie tylko historycznych zalecane jest, by nazwa była co najwyżej ośmioznakowa, na przykład właśnie:

Mikrow01.jpg a nie:  
Mikrowswietlacze01.jpg

Zdecydowanie nie należy używać w nazwach plików typowo polskich znaków, bo nie wszyscy wykorzystują polską wersję Windows. Plik nazwany:

ściemniacz.doc, Błędy0500.doc lub zaplon.gif

przesłany przez Internet lub na dyskietce może przysporzyć odbiorcy sporo kłopotów.

Po sprawdzeniu artykułu warto też sprawdzić, czy zawiera on na końcu (najpierw) imię i (potem) nazwisko Autora.

Tyle uwag dla obecnych i przyszłych współautorów EdW przygotował

**Piotr Górecki**

P.S. Wszelkie zapytania odnośnie szczegółów współpracy, ewentualnych tematów projektów i artykułów należy kierować do Redakcji listownie bądź e-mailem:

edw@edw.com.pl

albo bezpośrednio:

piotr.gorecki@edw.com.pl