

Jerzy FIOŁKA

Politechnika Śląska, Instytut Elektroniki

KOMPUTER POKŁADOWY DO SAMOCHODU

Streszczenie. Praca zawiera szczegółowy opis konstrukcji w pełni funkcjonalnego urządzenia, umożliwiającego wyznaczenie wartości wielu parametrów trakcyjnych. Dzięki temu kierowca ma dostęp do wielu informacji, istotnych z punktu widzenia użytkownika samochodu.

A TRIP COMPUTER

Summary. The paper includes a detailed description of the design of a fully functional device that enables the determination of many traction parameters. Thanks to them the driver has access to many pieces of information that are important from the point of view of his car's performance.

1. Wstęp

Wzrastająca konkurencja wśród producentów pojazdów samochodowych w znacznym stopniu przyczyniła się do poprawy komfortu i bezpieczeństwa jazdy oraz ekonomiczno-społecznych aspektów użytkowania samochodów. W początkowych latach rozwoju przemysłu motoryzacyjnego poważnym problemem, z jakim borykali się konstruktorzy, był brak technicznych środków umożliwiających realizację coraz to bardziej skomplikowanych algorytmów sterowania pracą silnika. Klasyczne rozwiązania oparte na czysto „mechanicznej” regulacji zaczęły być z początkiem lat sześćdziesiątych wypierane przez układy analogowe, budowane w oparciu o elementy półprzewodnikowe. Prawdziwym przełomem, jaki dokonał się w latach osiemdziesiątych, było zastosowanie techniki cyfrowej, w tym przede wszystkim układów mikroprocesorowych. Dzięki temu w krótkim okresie dał się zaobserwować bardzo wyraźny postęp, który pozwolił na konstruowanie coraz to bardziej

zaawansowanych systemów sterowania pracą silnika. Powodem, dla którego zaczęto wykorzystywać coraz to bardziej wyrafinowane konstrukcje, było zwrócenie uwagi opinii publicznej na ekologiczny aspekt eksploatacji pojazdów. Wkrótce okazało się, iż jedynie układy mikroprocesorowe pozwalają na budowanie jednostek sterujących mogących sprostać narzuconym wymaganiom. Wśród ludzi zajmujących się motoryzacją nazwa „komputer pokładowy” będzie synonimem właśnie takiego systemu. W odróżnieniu od tego znaczenia, powszechniej tym mianem określa się pewien element dodatkowego wyposażenia samochodów wyższej klasy, spełniający wielorakie funkcje pomocnicze, pozwalające na śledzenie wielu parametrów trakcyjnych niedostępnych w przypadku standardowego wyposażenia. Celem jednej z prac dyplomowych magisterskich [3], zrealizowanej w Instytucie Elektroniki Politechniki Śląskiej, było zaprojektowanie oraz wykonanie urządzenia rozumianego w kategoriach ujętych w drugim znaczeniu nazwy „komputer pokładowy”.

2. Opis sygnałów wejściowych

Każdy system pomiarowy, którym niewątpliwie jest omawiane urządzenie, wymaga dostarczenia z zewnątrz pewnych ilości informacji, na podstawie których możliwe jest przetworzenie, a następnie wyznaczenie wartości liczbowej, interesującej nas wielkości fizycznej. Do takich informacji należą sygnały wejściowe reprezentujące:

- prędkość liniową samochodu,
- prędkość obrotową silnika,
- chwilowe zużycie paliwa,
- stan zbiornika paliwa,
- temperaturę panującą w kabinie oraz na zewnątrz pojazdu.

Ponadto, aby umożliwić kierowcy selektywny dostęp do wybranych funkcji, pożądane jest wyposażenie urządzenia w klawiaturę.

3. Realizowane funkcje

Opisany niżej komputer pokładowy realizuje następujące funkcje:

- pomiar prędkości:
 - chwilowej,
 - średniej,
- pomiar prędkości obrotowej silnika;

- pomiar zużycia paliwa:
 - chwilowego,
 - średniego,
- pomiar temperatury:
 - w kabinie samochodu,
 - na zewnątrz,
- całkowity przebyty dystans;
- dystans przebyty od momentu rozpoczęcia podróży;
- możliwość konfiguracji urządzenia celem przystosowania do danego typu pojazdu:
 - „ręcznie” za pomocą klawiatury istniejącej w urządzeniu,
 - z wykorzystaniem komputera klasy PC oraz specjalnie stworzonego do tego celu oprogramowania,
 - dwa dodatkowe wejścia analogowe (możliwość rozbudowy urządzenia).

Uzyskana rozdzielczość w przypadku pomiaru:

- | | |
|---|-----------------------|
| • prędkości liniowej: | 1 km/h |
| • prędkości obrotowej silnika: | 100 obr/min |
| • zużycia paliwa: | 0.1 l/100 km, 0.1 l/h |
| • temperatury: | 0.5 °C |
| • przebytej drogi: | 100 m |
| • napięcia panującego w instalacji samochodu: | 0.1 V |

Specyficzne warunki pracy elementów i urządzeń elektronicznych mających zastosowanie w technice motoryzacyjnej (bezpośrednie narażenie na czynniki środowiskowe, szeroki zakres zmian temperatury, zakłócenia elektromagnetyczne) narzucają surowe wymagania co do samej konstrukcji oraz przyjętych metod pomiarowych. W celu zapewnienia dużej niezawodności „komputera pokładowego” oraz obniżenia kosztów, do generacji sygnałów wejściowych postanowiono wykorzystać istniejące w samochodzie czujniki. Wiąże się to jednak z pewnym ograniczeniem co do możliwości zastosowania urządzenia w niektórych typach pojazdów wyposażonych w gaźnikowy system zasilania silnika oraz w przypadku gdy mamy do czynienia z „mechanicznym” sposobem (za pomocą linki stalowej) przekazywania informacji o bieżącej prędkości jazdy do tablicy wskaźników. Biorąc pod uwagę, iż większość produkowanych obecnie samochodów wyposażona jest we wtryskowy układ zasilania oraz czujniki dokonujące pomiaru prędkości jazdy, ograniczenie to nie stanowi poważniejszego problemu.

4. Sposób pomiaru wybranych wielkości fizycznych

4.1. Pomiar prędkości liniowej samochodu

Określenie prędkości liniowej samochodu zrealizowane zostało poprzez pomiar prędkości obrotowej wałka wyjściowego skrzyni biegów, przy wykorzystaniu istniejącego w pojeździe halotronowego czujnika prędkości obrotowej, powszechnie stosowanego m.in. w niektórych modelach Fiata. Czujnik ten generuje na wyjściu sygnał elektryczny w postaci fali prostokątnej o wypełnieniu około $\frac{1}{2}$, przy czym na jeden obrót wałka przypada 16 wygenerowanych impulsów. Dokonując pomiaru liczby impulsów wyjściowych przetwornika w czasie $T_0=1$ s, możemy za pomocą wzoru (1) obliczyć bieżącą prędkość liniową samochodu (uśrednioną z okresem $T_0 = 1$ s):

$$V\left[\frac{\text{km}}{\text{h}}\right] = \frac{l_1}{z \cdot k_1 \cdot T_0} \cdot 3.6 \quad (1)$$

gdzie:

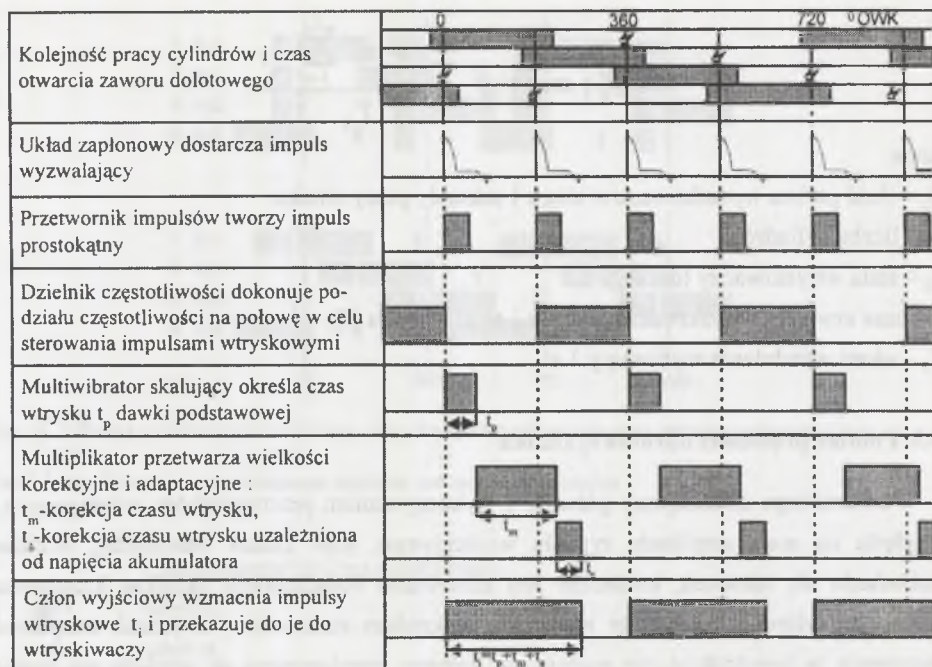
l_1 – liczba zliczonych impulsów,

z – stała określająca liczbę impulsów przypadających na jeden obrót wałka zastosowanego przetwornika, w naszym wypadku $z = 16$ [imp/obr],

k_1 – stała informująca o liczbie obrotów wałka wyjściowego skrzyni biegów, przypadających na 1 metr przebytej drogi, w [obr/m].

4.2. Pomiar chwilowego zużycia paliwa

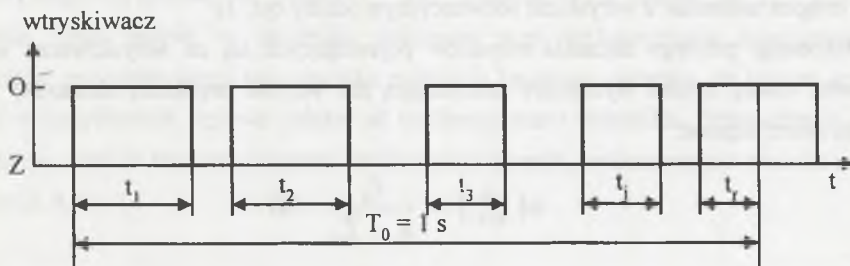
Układ sterowania pracą silnika wyznacza chwilową dawkę wtrysniętego paliwa na podstawie tzw. parametrów podstawowych, do których należą prędkość obrotowa silnika, ciśnienie w kolektorze dolotowym (miara „obciążenia silnika”), oraz wielkości korekcyjnych. W zależności od stopnia zaawansowania konstrukcji jednostki sterującej mogą to być: ciśnienie atmosferyczne, temperatura silnika, napięcie w instalacji elektrycznej czy też parametry adaptacyjne. Sygnałem wyjściowym jest impuls o określonym czasie trwania, który odpowiednio wzmocniony steruje czasem otwarcia wtryskiwaczy, a tym samym wpływa na ilość paliwa dozowanego do cylindrów. Proces ten obrazowo został przedstawiony na rys. 1.



Rys. 1. Schemat tworzenia impulsu wtryskowego w urządzeniu sterującym dla 4-cylindrowego silnika [7]

Fig. 1. Generation of the injection pulse by a control unit for a 4 cylinder engine

Mając na uwadze liniową zależność wydatku i czasu otwarcia wtryskiwaczy, pomiar chwilowego zużycia paliwa sprowadza się do sumowania czasów otwarcia wtryskiwaczy w ciągu pewnego okresu, w którym to następuje uśrednianie pomiaru. Metodę tę przedstawiono na rys. 2.



Rys. 2. Zasada pomiaru chwilowego zużycia paliwa

Fig. 2. Principle of instantaneous fuel consumption measurement

Ilość paliwa wydatkowanego w ciągu kolejnych sekund pracy silnika możemy obliczyć jako:

$$Q_s \left[\frac{\text{cm}^3}{\text{s}} \right] = \frac{m \cdot k_2 \cdot \sum_{j=1}^r t_j}{T_0} \quad (2)$$

gdzie:

Q_s – ilość paliwa wydatkowana w ciągu 1 sekundy pracy silnika,

m – liczba cylindrów,

k_2 – stała wtryskiwaczy [cm^3/s],

t_j – czas otwarcia wtryskiwacza podczas j-tego wtrysku [s],

T_0 – okres uśredniania wynoszący 1 s.

4.3. Pomiar prędkości obrotowej silnika

Pomiaru tego dokonujemy głównie z wykorzystaniem przetworników indukcyjnych. Ze względu na małą amplitudę sygnału wyjściowego, jego kształt (sinusoida), możliwość nakładania się zakłóceń, konieczne jest stosowanie dodatkowych układów kształtowania impulsów. Mimo iż układy te występują w każdym sterowniku, to jednak bezpośrednia ingerencja w konstrukcję nie wydaje się dobrym rozwiązaniem ze względu na trudności techniczne (zwarta, praktycznie nierozbieralna obudowa, brak dokumentacji). Można jednak uniknąć niepotrzebnej rozbudowy obwodów wejściowych „komputera pokładowego”, jeżeli zauważymy, iż istnieje bezpośrednia zależność pomiędzy liczbą wtrysków pojawiających się w danej jednostce czasu a wartością prędkości obrotowej wału. W zależności od systemu zasilania paliwem możemy spotkać się z następującymi sytuacjami:

- pojedynczy wtrysk do kolektora dolotowego, przypadający na jeden obrót wału,
- jeden wtrysk do kolektora dolotowego na dwa obroty wału.

W pierwszym przypadku mamy do czynienia z tzw. wtryskiem jednoczesnym (górny rys. 3), w drugim natomiast z wtryskiem sekwencyjnym (dolny rys. 3).

Dokonując prostego zliczania impulsów pojawiających się na wtryskiwaczu w danej jednostce czasu, można wyznaczyć interesującą nas wartość prędkości obrotowej silnika. Można zatem zapisać:

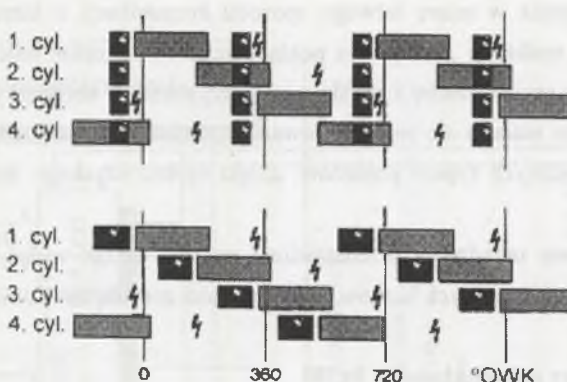
$$n \left[\frac{\text{obr}}{\text{min}} \right] = \frac{l_3}{k_3 \cdot T_0} \cdot 60 \quad (3)$$

gdzie:

l_3 – liczba zliczonych impulsów,

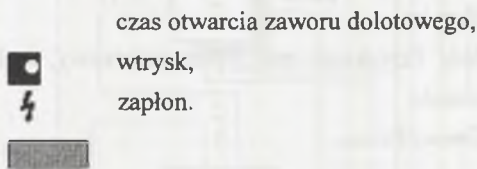
k_3 – stała określająca liczbę wtrysków na obrót wału silnika,

T_0 – okres uśredniania.



Rys. 3. Schemat działania jednoczesnego wtrysku wielopunktowego oraz wtrysku sekwencyjnego [7]

Fig. 3. Idea of simultaneous multipoint injection and sequential injection



4.4. Pomiar pozostałych wielkości fizycznych

Wobec przyjętych założeń „komputer pokładowy” dokonuje również pomiaru:

- temperatury panującej w kabinie oraz na zewnątrz pojazdu,
- napięcia akumulatora,
- stanu zbiornika paliwa.

W pierwszym przypadku zastosowano półprzewodnikowe czujniki temperatury, charakteryzujące się liniową zależnością $U_{wy}=f(T)$, pracujące w zakresie od -40°C ... $+125^{\circ}\text{C}$. Określenia ilości paliwa w zbiorniku dokonano przy wykorzystaniu istniejącego w samochodzie rezystancyjnego przetwornika położenia kąтового pływaka, na którym spadek napięcia w przybliżeniu liniowo zależy od bieżącego stanu zbiornika. Przetworzenia tych wielkości na wartość binarną dokonano w klasyczny sposób, wykorzystując wielokanałowy przetwornik A/C.

5. Konstrukcja

Podstawowym czynnikiem decydującym o wyborze bazy elementowej oraz zastosowanych rozwiązań była analiza warunków pracy urządzeń elektronicznych stosowanych w samochodach. Szeroki zakres zmian temperatury (-40°C ... $+85^{\circ}\text{C}$) oraz

konieczność stworzenia w miarę łatwego sposobu komunikacji z kierowcą bezpośrednio zaważyły na samej realizacji „komputera pokładowego”. Podkreślić należy również fakt, iż urządzenie nie było projektowane z myślą o wykorzystaniu w konkretnym typie czy marce samochodu. Dlatego starano się mieć na uwadze możliwość łatwej adaptacji „komputera pokładowego” do różnych typów pojazdów, dzięki czemu uzyskano dużą uniwersalność i prostotę montażu.

Schemat blokowy urządzenia przedstawiono na rys. 4. Jak widać, całość konstrukcji podzielono na 17 funkcjonalnych bloków, które po kolei zostaną teraz omówione.

5.1. Mikrokontroler jednoukładowy 8x592

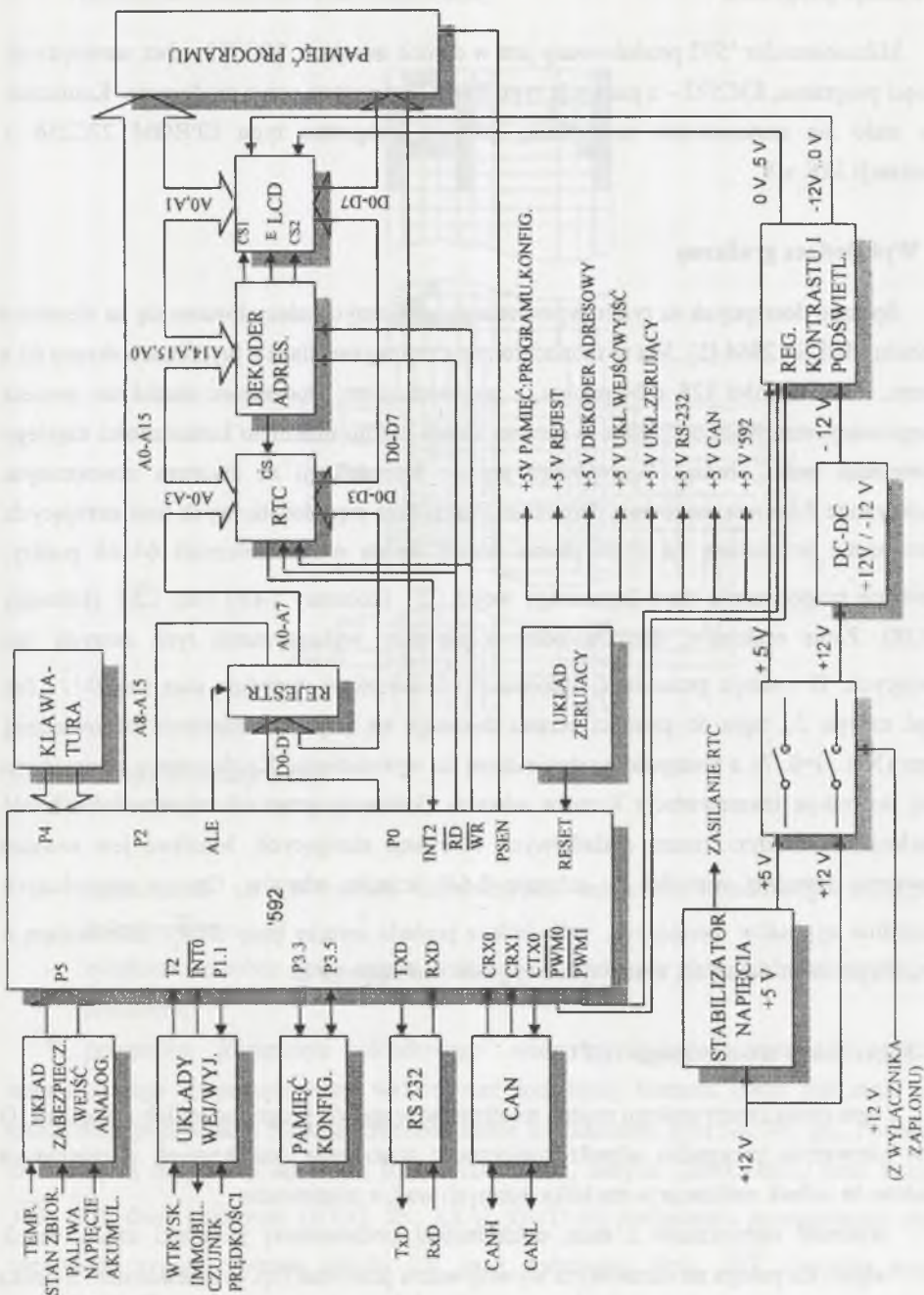
Urządzenie zrealizowano na bazie 8-bitowego mikrokontrolera jednoukładowego rodziny '51 o symbolu 83592, specjalnie dedykowanego do zastosowań w systemach elektroniki samochodowej [9]. O wyborze tego elementu zdecydowała duża liczba wewnętrznych układów peryferyjnych, do których należą m.in.:

- dwa standardowe 16-bitowe układy licznikowe oraz jeden dodatkowy, realizujący operacje przechwytywania, porównania,
- wewnętrzne przetworniki analogowo-cyfrowe,
- łącze szeregowo,
- wewnętrzny układ czuwający („watchdog”),
- wyjścia PWM,
- interfejs CAN,
- dodatkowa wewnętrzna pamięć typu RAM (tzw. XRAM),
- sześć ośmiobitowych portów I/O.

Mając na uwadze zapotrzebowanie na „moc obliczeniową” oraz możliwość współpracy z zastosowanymi zewnętrznymi układami peryferyjnymi, do taktowania mikrokontrolera wykorzystano rezonator kwarcowy o częstotliwości 6 MHz.

5.2. Rejestr

W mikrokontrolerach rodziny '51 mamy do czynienia z multipleksowaną magistralą adresów-danych. Korzystając z zewnętrznej pamięci programu, konieczne jest stosowanie dodatkowego ośmiobitowego rejestru np. 74HCT573, „zatraskującego” młodszą część adresu (A0-A7). Adres jest wpisywany do rejestru sygnałem ALE. W ten sposób otrzymuje się typową strukturę systemu mikroprocesorowego z 16-bitową magistralą adresową, 8-bitową magistralą danych i sygnałami sterującymi \overline{PSEN} , \overline{RD} , \overline{WR} .



Rys. 4. Schemat blokowy komputera pokładowego
Fig. 4. Block diagram of the trip computer

5.3. Pamięć programu

Mikrokontroler '592 produkowany jest w dwóch wersjach, 80C592 – bez wewnętrznej pamięci programu, 83C592 – z pamięcią typu ROM zapisywaną przez producenta. Konieczne więc stało się zastosowanie zewnętrznej pamięci programu typu EPROM 27C256 o organizacji 32K x 8.

5.4. Wyświetlacz graficzny

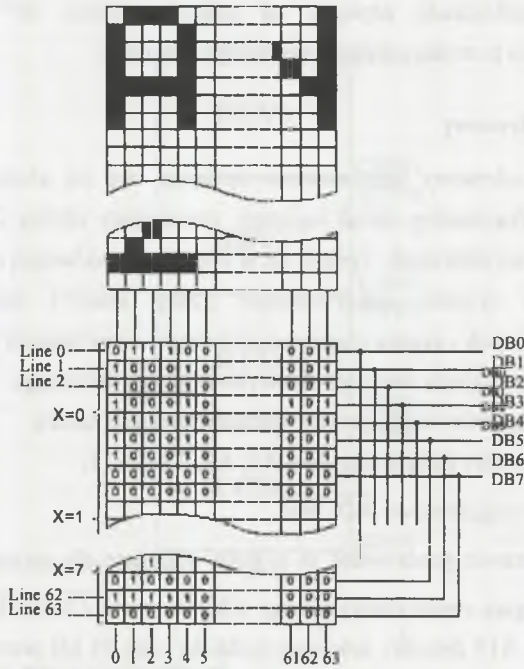
Spośród dostępnych na rynku wyświetlaczy graficznych zdecydowano się na element o symbolu MGLS 12864 [5]. Jest to monochromatyczny wyświetlacz o wymiarach ekranu 62 x 43 mm, rozdzielczości 128 x 64 punkty, z podświetlaniem. Dodatkowo moduł ten zawiera zintegrowany sterownik oraz pamięć ekranu, dzięki czemu uniknięto konieczności ciągłego odświeżania treści obrazu. Wyświetlacz ten do komunikacji ze światem zewnętrznym wykorzystuje 8-bitową magistralę danych/instrukcji oraz pięć dodatkowych linii sterujących. Ekran został podzielony na dwie równe części, każda o rozdzielczości 64x64 punkty, wybierane na podstawie stanu logicznego wejść $\overline{CS1}$ (kolumny 1-64) oraz $\overline{CS2}$ (kolumny 65-128). Zapis rozkazów, danych, odbywa się przy wykorzystaniu tych samych linii sterujących. O rodzaju przesyłanej informacji (dana/rozkaz) decyduje stan linii D/\overline{I} . Jak widać na rys. 5, zapis do pamięci ekranu dokonuje się poprzez ustawienie odpowiedniej strony ($X=i$, $i=0..7$), a następnie wysłanie danej do wyświetlenia. Każdorazowy zapis/odczyt danej powoduje inkrementację licznika adresów (kolumn), przez co odpada konieczność wysyłania za każdym razem dodatkowych instrukcji sterujących. Możliwe jest również ustawienie dowolnej wartości (w zakresie 0-64) licznika adresów. Oprócz omówionych poprzednio sygnałów sterujących, wyświetlacz posiada jeszcze linię R/\overline{W} , informującą o kierunku przesłania danych, oraz wejście sygnału strobującego E.

5.5. Zegar czasu rzeczywistego (RTC)

Zegar czasu rzeczywistego można zrealizować w sposób programowy lub sprzętowy. O ile w pierwszym przypadku odpada konieczność stosowania dodatkowych zewnętrznych układów, to jednak realizacja ta ma kilka istotnych wad, a mianowicie:

- trudność odmierzenia z dużą dokładnością podstawowej jednostki czasu. Jeżeli algorytm polega na okresowym wywoływaniu przerw (np. przepelnieniem licznika zliczającego cykle maszynowe), podstawowy błąd wynika z trudności oszacowania liczby taktów zegarowych, jakie upłyną od momentu zgłoszenia do realizacji procedury obsługi przerwania,

- dodatkowe obciążenie mikrokontrolera,



Rys. 5. Opis organizacji ekranu

Fig. 5. Description of screen organization

- ograniczenie co do wyboru częstotliwości rezonatora kwarcowego taktującego mikroprocesor,
- zwiększa się pobór mocy całego urządzenia, wynikający z konieczności ciągłej pracy procesora.

W przypadku „komputera pokładowego” wady te eliminują programową realizację zegara, dlatego też postanowiono wykorzystać dodatkowy element, jakim jest zegar czasu rzeczywistego produkcji National Semiconductor o oznaczeniu MM 58274C [8]. Posiada on czterobitową magistralę adresową (linie AD0..AD3), danych (DB0..DB3), linie sterujące \overline{RD} , \overline{WR} , dwie końcówki (XTAL IN, XTAL OUT) do podłączenia zewnętrznego układu oscylatora, sygnał wyboru układu \overline{CS} oraz dodatkowo linię \overline{INT} (wyjście sygnału przerwania). Ze względu na kompatybilność wyprowadzeń i czasów trwania poszczególnych cykli magistralowych, przyłączenie układu MM 58274 do systemu mikroprocesorowego (rodzina '51) nie wymaga żadnych dodatkowych układów pośredniczących. Aby ograniczyć

moc pobieraną przez urządzenie podczas postoju samochodu, zegar jest zasilany z innego punktu układu niż pozostałe elementy. W momencie wyłączenia zapłonu następuje automatyczne odłączenie napięcia od całego systemu za wyjątkiem zegara czasu rzeczywistego, co pozwala na ciągłą pracę tego elementu.

5.6. Dekoder adresowy

Dekoder adresowy zrealizowano opierając się na elemencie GAL16V8. Jest to programowalny/kasowalny układ logiczny, zawierający tablicę CMOS 32x64 AND oraz 8 makrokomórek wyjściowych. Spełnia on w urządzeniu podwójną rolę:

- generuje sygnały uaktywniające („chip select”) dla zewnętrznych układów peryferyjnych - zegara czasu rzeczywistego, wyświetlacza graficznego,
- wytwarza sygnały sterujące dla wyświetlacza graficznego.

Do grupy sygnałów wejściowych dekodera adresów należą:

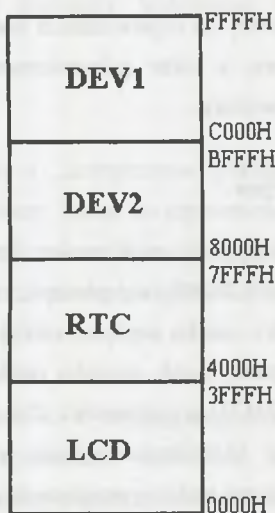
- linie adresowe mikrokontrolera A0, A2, A14, A15,
- sygnały magistralowe \overline{RD} , \overline{WR} .

Na ich podstawie generowane są sygnały sterujące dla wyświetlacza graficznego: $\overline{CS1}$, $\overline{CS2}$, E; dla zegara czasu rzeczywistego \overline{CSRTC} ; oraz $\overline{CSDEV1}$, $\overline{CSDEV2}$. Na podstawie stanu linii A14, A15 dekodek dokonuje podziału całej 64 kB przestrzeni adresowej na cztery bloki, po 16 kB każdy. Dodatkowo, w obrębie zerowego banku dokonano podziału na dwa odrębne, czterobajtowe bloki (zmienna A2). Niewielka liczba zewnętrznych urządzeń peryferyjnych pozwoliła na zastosowanie metody niepełnego dekodowania adresu, wskutek czego poszczególne urządzenia „widziane” są w obrębie danego banku pod różnymi adresami. Sygnały magistralowe \overline{RD} , \overline{WR} oraz dodatkowo A0 posłużyły do generacji impulsu strobowego E wyświetlacza. Mając na uwadze możliwość dalszej rozbudowy „komputera pokładowego”, dekodek wytwarza również sygnały $\overline{CSDEV1}$, $\overline{CSDEV2}$, przydzielające przestrzeń adresową dla innych zewnętrznych urządzeń wejścia-wyjścia (rys. 6).

5.7. Układ zerujący

Ze względu na warunki pracy urządzeń elektronicznych występujących w samochodach, jak również częste włączanie i wyłączenie, konieczne stało się zapewnienie poprawnego „startu” mikrokontrolera. Powszechnie stosuje się w tym celu układy RC lub specjalnie projektowane do tego typu zastosowań układy scalone. Z całej gamy dostępnych układów zerujących postanowiono wykorzystać element o oznaczeniu TL 7705 produkcji Texas Instruments [11]. Dodatkową zaletą tego elementu jest również możliwość kontroli

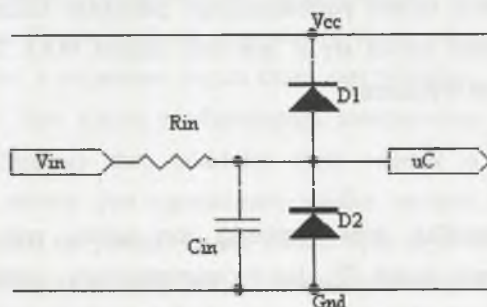
wartości napięcia zasilającego, dzięki czemu w przypadku stwierdzenia spadku poniżej pewnego progu, następuje zerowanie mikrokontrolera, co zapobiega nieprawidłowemu funkcjonowaniu urządzenia.



Rys. 6. Przestrzeń adresowa urządzeń wej/wyj
Fig. 6. I/O address map

5.8. Układ zabezpieczenia wejść analogowych

Część sygnałów wejściowych „komputera pokładowego” to sygnały analogowe, których zakres zmienności wynosi od 0...16 V. Mając na uwadze możliwość wystąpienia takich sytuacji, jak np. zwarcie przewodów sygnałowych, nieprawidłowe podłączenie, wahania napięcia itd., dodatkowo zabezpieczono wejścia analogowe mikrokontrolera klasycznym układem diodowo-rezystorowym (rys. 7).



Rys. 7. Układ zabezpieczenia wejść analogowych
Fig. 7. Protection circuit for analogue inputs

5.9. Układy wej/wyj

W celu dopasowania poziomów napięciowych sygnałów pochodzących z wtryskiwaczy i czujnika prędkości obrotowej do odpowiednich wartości, sprecyzowanych w dokumentacji technicznej mikrokontrolera, a także galwanicznemu odseparowaniu tych obwodów, w układzie zastosowano transoptory.

5.10. Pamięć konfiguracyjna

Wymagania wynikające z możliwości konfiguracji „komputera pokładowego” zdecydowały o zastosowaniu dodatkowej pamięci, której zawartość można by modyfikować, a jednocześnie w przypadku zaniku napięcia zasilającego dane nie uległyby utracie. Ocena liczby parametrów konfiguracyjnych, sposobu podłączenia, przesądziły o wyborze pamięci szeregowej EEPROM AT24C02 o pojemności 256 słów ośmiobitowych [1]. Ze względu na brak zaimplementowanego w mikrokontrolerze interfejsu I²C wykorzystywanego przez zastosowaną pamięć, konieczna stała się programowa realizacja protokołu wymiany danych.

5.11. Interfejs szeregowy RS 232

Do konfiguracji „komputera pokładowego” w celu przystosowania do danego typu pojazdu, oprócz istniejącej w urządzeniu klawiatury, można wykorzystać komputer klasy PC. Rozwiązanie to, dzięki stworzonemu oprogramowaniu pozwala na korzystanie z bazy danych zawierającej konieczne informacje o markach i typach najczęściej spotykanych samochodów. W ten prosty sposób użytkownik może we własnym zakresie dokonać odpowiednich ustawień, bez znajomości wartości pewnych stałych wynikających z konstrukcji pojazdu. Przyjęte w standardzie RS-232 wartości napięć odpowiadające poziomom logicznym, wymagają zastosowania układu pośredniczącego pomiędzy mikrokontrolerem a fizyczną magistralą. Powszechnie używa się w tym celu układu MAX 232, który wykorzystano również w omawianym urządzeniu.

5.12. Interfejs CAN

CAN – (Controller Area Network) jest nazwą protokołu komunikacyjnego opracowanego w firmie Bosch [9]. Jest to zaawansowany, szeregowy sposób transmisji danych, wykorzystywany głównie w samochodach przyszłości oraz przemyśle. Interfejs ten zaimplementowany w mikrokontrolerze ‘592 wymaga dodatkowo zewnętrznego układu PCA 82C250, służącego do fizycznego połączenia z magistralą. Biorąc pod uwagę perspektywę

dalszej rozbudowy „komputera pokładowego”, postanowiono wyposażyc układ we wszystkie niezbędne elementy, dzięki którym możliwa będzie współpraca z innymi urządzeniami pracującymi w tym standardzie. Ze względu na brak dostępu do odpowiedniego samochodu i jakiegokolwiek dokumentacji opisującej szczegóły techniczne, kwestia oprogramowania pozostaje otwarta.

5.13. Klawiatura

Komunikację pomiędzy kierowcą a „komputerem pokładowym” zrealizowano w klasyczny sposób, wykorzystując klawiaturę. Dążąc do zapewnienia wygody użytkownika, a także prostoty w posługiwaniu się urządzeniem, klawiaturę wykonano w postaci sekcji klawiszy „kierunku” (\leftarrow , \rightarrow , \uparrow , \downarrow), a także zatwierdzenia („ENTER”) oraz rezygnacji („ESC”).

5.14. Stabilizator napięcia +5V

W urządzeniu do uzyskania napięcia +5 V, wymaganego do zasilania części cyfrowej, wykorzystano typowy, monolityczny stabilizator serii 7805, w obudowie TO-220, o maksymalnym prądzie 1A. Dokonując prostych rachunków obliczono, iż teoretyczny pobór prądu przez urządzenie wynosi około 200 mA. Biorąc pod uwagę, iż przy napięciu wejściowym +12V moc strat wynosi 1.4 W (dopuszczalna wartość bez stosowania dodatkowego chłodzenia to 2 W), zrezygnowano z dodatkowego radiatora. Podczas praktycznych prób z urządzeniem zauważono jednak nadmierne „grzanie się” tego elementu, dlatego też postanowiono szeregowo ze stabilizatorem włączyć rezystor o wartości 10 Ω , ograniczając moc strat wydzielaną na stabilizatorze.

5.15. Zespół kluczy przełączających

Oszacowanie poboru prądu przez „komputer pokładowy” zdecydowało o konieczności stworzenia pewnych mechanizmów, ograniczających pobór mocy w przypadku dłuższego postoju pojazdu. Zasada działania opisywanego bloku polega na odcięciu zasilania od wszystkich elementów, z wyjątkiem zegara czasu rzeczywistego, z chwilą wyłączenia zapłonu w samochodzie. Jako klucza przełączającego postanowiono użyć miniaturowego przekaźnika P-5, posiadającego dwa oddzielne styki zwierne o obciążalności 1 A. Podstawową zaletą tej metody jest ograniczenie spadku napięcia na kluczu w stanie włączenia do wartości kilku mV, dzięki czemu można było użyć do zasilania urządzenia typowego, ciągłego stabilizatora o napięciu 5V. Stosowanie scalonych kluczy analogowych, dla których wartość rezystancji w stanie włączenia wynosi od kilkudziesięciu Ω do kilku k Ω , przy stosunkowo małej obciążalności (1..20 mA), czy też tranzystorów (ze względu na

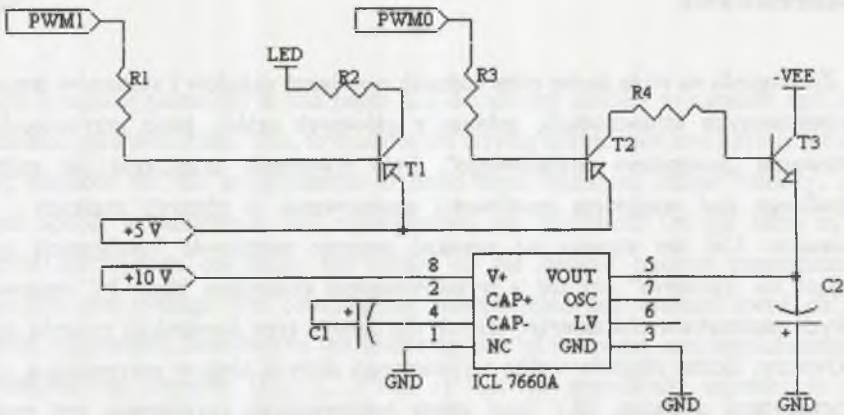
spadek napięcia w stanie nasycenia 0.1V...0.3 V), uniemożliwiłoby zapewnienie znamionowych warunków zasilania układów cyfrowych, tj. 5 V.

5.16. Przetwornica DC-DC

W celu uzyskania napięcia -10 V wymaganego ze względu na zastosowany wyświetlacz, zastosowano przetwornicę DC-DC ICL 7660 [4]. Dokonuje ona zmiany znaku napięcia wejściowego w zakresie $+1.5$ V... $+12$ V. Wymagane jest przy tym dołączenie tylko dwóch kondensatorów o wartości 10 μ F. Wejście przetwornicy zasilane jest z prostego stabilizatora, złożonego z rezystora oraz diody Zenera. Jest to konieczne, gdyż jeśli weźmiemy pod uwagę możliwość wzrostu napięcia w sieci elektrycznej samochodu do wartości nawet $+20$ V, bezpośrednie przyłączenie mogłoby spowodować zniszczenie przetwornicy.

5.17. Blok regulacji kontrastu i podświetlania

Zmienne warunki oświetlenia panujące w samochodzie powodują konieczność regulacji jasności „podświetlania” tła, jak również i kontrastu. Mikrokontroler ‘592 posiada dwa wyjścia typu PWM, które można z powodzeniem wykorzystać do sterowania kluczami tranzystorowych, szeregowo włączonych pomiędzy odbiornik a źródło, dzięki czemu wpływamy na wartość średnią napięcia zasilającego odbiornik. Współczynnik wypełnienia impulsów generowanych na liniach PWM może zmieniać się w zakresie od 0 do 100% włącznie, przy częstotliwości powtarzania 46 Hz... 11.7 kHz. W pierwszym przypadku klucz tranzystorowy włączony jest pomiędzy główne zasilanie $+5$ V a końcówkę LED wyświetlacza (regulacja jasności podświetlania), w drugim natomiast pomiędzy wyjście przetwornicy DC-DC a wyprowadzenie $-V_{ee}$ wyświetlacza (regulacja kontrastu). W celu dopasowania poziomów napięć istniejących na linii PWM oraz na końcówce $-V_{ee}$ wyświetlacza (potencjał ten wynosi około -10 V) konieczne stało się zastosowanie prostego układu rezystorowo-tranzystorowego (R_3 , R_4 , T_2 , T_3) (rys. 8).



Rys. 8. Blok regulacji kontrastu i podświetlania
 Fig. 8. Contrast and illumination control block

6. Oprogramowanie mikrokontrolera

Ze względu na stopień złożoności programu konieczne stało się zastosowanie bardziej efektywnych metod programowania w porównaniu z podstawowym narzędziem, jakim jest assembler. Mając na uwadze dużą popularność, jaką cieszy się język „C”, oraz jego uniwersalność, spośród dostępnych na rynku narzędzi tego typu przeznaczonych dla mikrokontrolerów rodziny ’51 zdecydowano się na pakiet firmy KEIL SOFTWARE, w skład którego wchodzi kompilator „C”, assembler, linker, menadżer bibliotek.

6.1. Oprogramowanie komputera klasy PC służące do konfiguracji urządzenia

W związku z panującą obecnie modą na programowanie w środowisku Windows, program ten postanowiono napisać z wykorzystaniem języka Delphi 3. Pozwoliło to na skrócenie czasu tworzenia aplikacji, a także ułatwiło korzystanie z programu konfiguracyjnego dużej grupie ludzi przyzwyczajonych do pracy w środowisku Windows. Przy projektowaniu interfejsu graficznego starano się mieć na uwadze zgodność z pewnymi ogólnie przyjętymi standardami.

7. Podsumowanie

Ze względu na dużą liczbę różnorodnych rozwiązań układów i systemów istniejących we współczesnych samochodach, jednym z głównych celów, jakie przyświecały fazie projektowania „komputera pokładowego”, było stworzenie urządzenia jak najbardziej uniwersalnego pod względem możliwości zastosowania w różnych markach i typach samochodów. Cel ten starano się uzyskać poprzez możliwość konfiguracji systemu, polegającą na „ręcznym” czy też z wykorzystaniem komputera klasy PC wprowadzaniu niektórych parametrów charakterystycznych dla danego typu konstrukcji pojazdu (np. stała wtryskiwaczy, liczba obrotów wałka wyjściowego skrzyni biegów przypadająca na jeden metr przebytego dystansu itd.). Inną zaletą opracowanego rozwiązania jest możliwość zainstalowania urządzenia w tych samochodach, w których do przekazywania informacji pomiędzy poszczególnymi modułami elektronicznymi zostanie zastosowana magistrala CAN. Zaprojektowane urządzenie przetestowano w samochodzie marki Fiat Punto, co potwierdziło poprawność konstrukcji oraz oprogramowania systemu.

Literatura

1. Atmel: 2 – Wire Serial EEPROM.
2. Chowaniec E.: Automobile Electronics. Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford 1995.
3. Fiołka J.: Praca dyplomowa: Komputer pokładowy do samochodu. Praca dyplomowa
4. magisterska. Instytut Elektroniki Politechniki Śląskiej, Gliwice 1999.
5. Harris Semiconductor: ICL 7660, ICL 7660A.
6. Hitachi: HD 61202U Dot Matrix Liquid Crystal Graphic Display Column Driver.
7. Jurgen R.K i inni: Automotive Electronics Handbook. McGraw – Hill, 1995.
8. Kasendorf J.: Układy wtryskowe i katalizatory. WKŁ, Warszawa 1998.
9. National Semiconductor: MM58274C Microprocessor Compatible Real Time Clock.
10. Philips: Semiconductors for in-car electronics. Data handbook IC18.
11. Rydzewski T.: Mikrokontrolery jednocukładowe rodziny 51. Nozomi, Warszawa 1996.
12. Texas Instruments: Slvs028D – Supply Voltage Supervisors.

Recenzent: Prof.dr hab.inż. Ryszard Rojek

Abstract

A trip computer presented in this paper is a device that enables to measure and present many traction parameters and, thus, to enhance the driving information available to the driver. At first, methods for the measurement of basic input variables (linear velocity, engine rotational speed, instantaneous fuel consumption) are discussed. On the basis of these parameters the system calculates the values of the desired traction parameters (e.g. instantaneous and average fuel consumption, instantaneous and average speed etc.). The calculation algorithms, described in the following part of the paper, are supplemented with the corresponding formulas (Eqs 1, 2 and 3) that are specifically adjusted to digital conversion by means of pulse count. In these measurements the number of pulses over a specified period of time is proportional to the magnitude of the respective input quantity. In other measurements of such quantities as inside and outside temperature, battery voltage and fuel level in the tank conventional A/D conversion has been applied. This is more efficient and simpler method of converting an analogue input into a digital form.

The further part of the paper is focused on the physical realisation of the device. The individual blocks are presented in brief. The choice of the microcontroller has been based on general specification of requirements, concerning both the optimisation of design from the point of view of its redundancy and the requirement for calculation power. To ensure safe driving it is very important to provide the driver with a simple and nonabsorbing means of communication with onboard devices. In order to meet these requirements a graphic display has been used to improve the quality of information presented to the driver. As this solution is still less popular than conventional alphanumeric displays, the screen organisation and generation of control signals for the graphic display are presented in more detail. The block diagram of the complete trip computer is shown in fig. 4

The operation of the trip computer has been verified by a number of laboratory and road tests. The latter were performed with a Fiat Punto.

The trip computer described in this paper features high versatility. It can be mounted on any car with a fuel injection engine. The entry of configuration parameters, specific for a particular car make, is possible by the driver himself or with the use of a personal computer. It is also worth mentioning that a provision has been made to enable the operation of the device on cars equipped with a CAN bus.