

Część 1

Komputer samochodowy

Wnętrze niejednego auta uatrakcyjni komputer pokładowy, wyświetlający na alfanumerycznym wyświetlaczu wiele przydatnych parametrów: czas, temperaturę, spalanie...

Podczas zakupu auta z błyskiem w oku oceniamy, jakie ma wyposażenie dodatkowe. Klimat, elektryczne szyby, alarm, to wszystko sprawia, że auto jest dla nas atrakcyjne. Ale czy jest komputer pokładowy? Nie ma?

Przydałby się, ale przy tej cenie auta...

A może samochodowy komputer pokładowy zrobimy samodzielnie?

Wyposażając kokpit budżetowego auta w komputer pokładowy, realizujący wiele przydatnych funkcji, znacząco wzbogacilibyśmy nasz skarb. Nasi znajomi pękliby z zazdrości...

Tak, tylko czy poradzimy sobie z tak trudnym zadaniem?

Niejeden Czytelnik od razu pomyśli: Komputer samochodowy i ja? W żadnym wypadku!

Ale czy naprawdę budowa samochodowego komputera pokładowego jest taka trudna? Artykuł udowadnia, że nie!

Nieprzypadkowo stopień trudności tego projektu to tylko dwie gwiazdki. Zasadniczo realizacji przedstawianego projektu może się podjąć nawet mało doświadczony elektronik. Jak widać na fotografiach, układ elektroniczny naprawdę nie jest skomplikowany. Co prawda konieczna jest ingerencja w instalację elektryczną samochodu, ale jest to łatwe, ponieważ ta ingerencja jest minimalna. Zawsze można też poprosić o pomoc osoby lepiej zapoznanej z samochodami. Natomiast uzyskany efekt jest wspaniały!

Korzystanie z pojazdu znakomicie umiła nam różne przydatne informacje, wyświetlane w kokpicie auta.

Jak widać na **fotografiach 1...5**, ja wykonałem kilka takich układów. Proponowane rozwiązanie jest elastyczne i między innymi pozwala dobrać kolorystykę wyświetlacza pod barwę podświetlenia deski rozdzielczej, co sprawi wrażenie oryginalnego wyposażenia pojazdu.

A oto najważniejsze funkcje proponowanego komputera pokładowego:

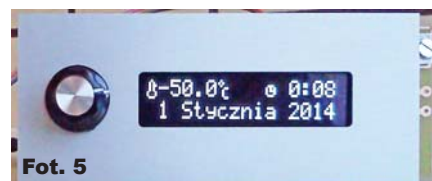
- pomiar dwóch temperatur (zewnątrzna i wewnątrzna) z rozdzielczością 0,1°C,
- możliwość automatycznego sterowania działaniem klimatyzacji,



Fot. 3



Fot. 4



Fot. 5



Fot. 1



Fot. 2

- obsługa całego jednym przyciskiem lub enkoderem, a nastawy klimy można zmieniać enkoderem lub dwoma przyciskami,
- zegar, data (miesiąc wyświetlany słownie lub cyfrowo),
- pomiar spalania benzyny lub gazu; chwilowe, średnie, w trasie,
- prędkość chwilowa, średnia i maksymalna,
- pomiar przyspieszeń (do wartości ustalonej z zakresu 60...200, oraz ¼ mili czyli 413m),
- licznik kilometrów, licznik do okresowego przeglądu,
- ostrzeganie o niewłączonych światłach, o gołodzi,
- inne przydatne funkcje.

Bez obaw zapoznaj się więc z projektem komputera samochodowego, którego wykonanie wcale nie jest trudne. Ale najpierw kilka uwag wstępnych.

Elektronika w motoryzacji

Elektronika zapewni nam komfort użytkowania pojazdu. Czytelników EdW nie powinien przestraszyć schemat proponowanego komputera pokładowego. Zresztą sam komputer nie jest skomplikowany. Nic wielkiego: procesor, wyświetlacz i garść obwodów pomocniczych. Źródłem obaw może być jednak konieczność podłączenia do fabrycznej instalacji samochodu.

Nie trzeba się tego bać! Ingerencja jest minimalna, a wchodząca tu w grę podstawowe zasady są, wbrew pozorom, zaskakująco proste. Trzeba się przyzwyczaić do faktu, że w dzisiejszych czasach pojazdy naszpikowane są licznymi czujnikami. Zwykle czujniki te dają proste do zinterpretowania sygnały. Przetwarzaniem pobranych z nich danych zajmują się fabrycznie wbudowane jednostki sterujące. Ale można niejako podglądać sygnały z tych czujników, nie zaburzając ich pracy i pełniących funkcji. Podglądanie wyników pracy sensorów możliwe jest dzięki tak zwanym skanerom OBD/CAN.

My w ramach tego projektu chcemy zbudować swego rodzaju skaner, który nazywamy samochodowym komputerem pokładowym. Daje on nam wiele możliwości: od diagnostyki poprawności działania, przez wpływ na ekonomię jazdy, aż po zaawansowany tuning. A gdyby układ nam się znudził, po prostu go odłączymy i nie zaburzając działania samochodu, wrócimy do stanu przed przeróbką.

Najczęściej podglądamy pracę czujników temperatur. To jest jedno z prostszych zadań. W autach występują rezystancyjne czujniki, na przykład takie, jak na **fotografii 6**. Zamontowane są w bloku silnika oraz w chłodnicy.

W naszym projekcie komputera pokładowego podłączamy się jedynie do czujnika prędkości oraz elektrycznego wtryskiwacza paliwa. Zasilanie, podtrzymanie pamięci zegarka znajdziemy w wiązce zasilającej radioodbiornik. Tak łatwa adaptacja naszego supergadżetu nie powinna przestraszyć nawet początkujących elektroników. Efekt działania komputerka będzie nas cieszył długi czas.

Wiele informacji uzyskamy z odczytu napięcia sondy lambda – **fotografia 7**. Sonda ta mierzy zawartość tlenu w spa-



Fot. 8

linach, co pozwala na odpowiednią regulację na bieżąco składu mieszanki dawkowej do silnika. Sonda ta umieszczona jest w kolektorze wydechowym i wytwarza siłę elektromotoryczną – napięcie, zależnie od składu spalin. Napięcie bliższe zeru to bogata mieszanka uboga, a bliskie 1V to bogata. Wartość ta, mierzona na rozgrzanym silniku, nieustannie się zmienia – oscyluje.

Elektroniczne jednostki sterujące – ECU otrzymują także sygnały z czujników położenia wału i czujnika prędkości. Stosowane są elektroniczne czujniki Halla – **fotografia 8**. Pod maską auta znajdziemy także czujniki podciśnienia oraz potencjometry w roli czujnika położenia przepustnicy.

Oczywiście w zależności od ceny a także daty produkcji samochodu urządzeń elektronicznych, w tym różnych czujników, jest więcej lub mniej. W sumie elektronika samochodowa to nie tylko skomplikowane fabryczne komputery.

Czy na przykład wiedziałeś, że podgrzewane lusterka zbudowane są z maty grzewczej wartej kilka złotych? Na folii napylone są gęsto ścieżki o pewnej rezystancji, które tworzą najzwyklejszą grzałkę. Natomiast podgrzewana przednia szyba ma zatopioną grzałkę w postaci siatki widocznej przy bliskim przyjrzeniu się.

A tak przy okazji: jeśli instalacja elektryczna twojego auta szwankuje i rozładowuje Ci akumulator, warto zmierzyć rezystancję instalacji. Powinna wynosić nie mniej niż 1000 omów. Oczywiście na czas pomiaru odłącz akumulator!

Najczęściej montowanym gadżetem w pojazdach samochodowych są termometry, a także czujniki cofania, kamery cofania. W nowych autach producenci coraz częściej montują tablety z oprogramowaniem Android, np. w Renault Clio. Istnieją też wentylki kół, potrafiące mierzyć ciśnienie powietrza w oponie. Przesyłają dane do komputera obsługującego. My w naszym komputerze podpiemy się tylko do kilku prostych czujników.



Fot. 6

Fot. 7

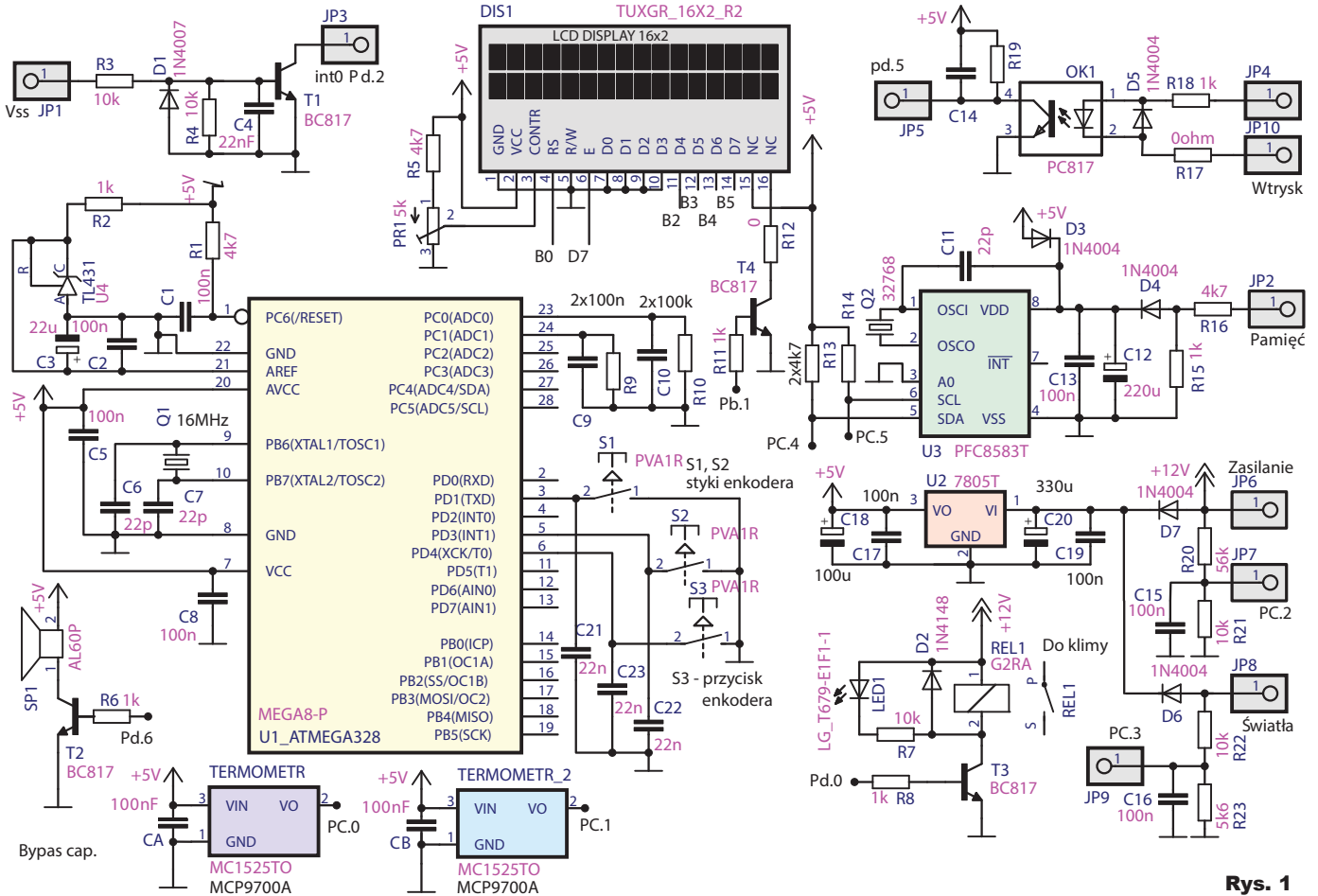


Opis układu

Sercem komputera pokładowego jest procesor ATmega328 z 32kB pamięci, taktowany kwarcem 16MHz. Jest on zgodny z popularnym ATmega8. Program napisałem w BASCOM-ie. Zajmuje ponad 20kB, co znaczy, że jest to program dość obszerny. Schemat układu pokazany jest na **rysunku 1**.

Zegarem czasu rzeczywistego jest znana kostka PCF8583. Podtrzymanie pamięci zapewnia podanie stałe napięcia





Rys. 1

12V na dzielnik z rezystorów R15, R16. Płynie tam niewielki prąd ok. 2mA.

Do pomiaru temperatury użyłem układów MCP9700A, które chyba są mniej popularne wśród Czytelników EdW. Tymczasem są to fajne układy, które nie sprawiają takich kłopotów jak cyfrowe dallasy DS1820. Na wyjściu dają napięcie proporcjonalne do temperatury ze współczynnikiem 10mV/°C i z offsetem 500mV. Dla 0°C dają 500mV, dla 25°C na wyjściu będzie 750mV. Mierzą temperaturę w zakresie od -50°C do +125°C. Dokładność od 0,5 do 1 stopnia. Podłączone są one do wejść procesora oznaczonych ADC.0 oraz ADC.1. Konieczne przy nogach zasilających termometry trzeba przylutować kondensator z zakresu 0,1...1uF. Ja korzystam z zewnętrznego źródła odniesienia TL431 2,5V. Niezbędne okazało się dołączenie kondensatora C3 22uF na wyjściu źródła.

Pomiar napięcia akumulatora następuje poprzez dzielnik, złożony z dwóch rezystorów R21, R20 i dokonywany jest przez port ADC.2. Za wykrycie włączonych świateł odpowiada Pinc.3, także przez dzielnik rezystancyjny R23, R22.

Transoptor PC817 podłączamy do obwodu elektrycznego wtrysku benzyny

lub gazu. Otwarcie wtryskiwacza włącza również tranzystor w PC817. Ściąga on do masy portd.5 procesora.

Czasy otwarcia są rzędu kilku, kilkadziesiąt milisekund. Program w przewidywaniu wewnętrznym wyskakującym co 0,25ms sprawdza stan portu d.5 i kiedy ma stan niski, zwiększa zmienną pomocniczą. Co sekundę dokonywane są obliczenia, które sumują czas wtryskiwania paliwa. Po przeliczeniach otrzymujemy spalone paliwo na godzinę lub na 100km oraz sumę spalonego paliwa.

Za odczyt aktualnej prędkości pojazdu odpowiada przerwanie zewnętrzne int.0. Układ z tranzystorem T1 i jego elementami towarzyszące R3, R4, D1, C4 odkłócają sygnał pochodzący z samochodowego czujnika prędkości – VSS (vehicle speed sensor).

Pomiar prędkości polega na „podglądaniu” impulsów z zamontowanego w aucie czujnika prędkości, jakie tam występują, kiedy auto jest w ruchu. Czujniki te to indukcyjne, bezkontaktowe sensory, które dają na wyjściu przebieg prostokątny. Czujnik drogi współpracuje w aucie z kołem zębatym. Koło ma występy i wcięcia i od tego, ile ich jest na obwodzie, zależy, ile razy na obrót czujnik zmienia stan na wyjściu. Na jeden

obrót koła czujnik daje kilka impulsów. Ze względu na różne liczby impulsów w różnych autach, w programie jest przewidziane ustawienie odpowiedniej stałej, która określa, co ile centymetrów drogi pojawia się impuls. Ustawiamy ją w centymetrach od 5 do 50. W moim obecnym aucie Rover 400 mam ustawione 43cm. W Fordzie Escorcie mk5 jest co 20cm. Tę stałą musisz ustawić w programie, odpowiednio do swojego samochodu.



Sygnałem PWM z wyjścia Portb.1 sterujemy jasnością podświetlenia LCD. Do portu Portd.6 podłączony jest buzzer z generatorem przez tranzystor T2. Enko-der obrotowy z przyciskiem można wyko-rzystać w opcji, kiedy chcemy sterować klimą. Kręcąc gałką, nastawiamy wartość temperatury, którą będzie utrzymywał nasz komputer. Przyciskiem zmieniamy ekran z wyświetlanymi danymi. Takich predefiniowanych ekranów jest 9.

W projekcie wykorzystałem 28-nóżko- wy procesor ATmega328p. Dzięki temu układ jest nieskomplikowany i łatwy do montażu. Ale przez to nie ma już wolnych pinów, aby pozwolić sobie na odczytanie dodatkowych danych z innych czujników. Aby mieć więcej moż- liwości, należałoby wykorzystać 40-pino- wy ATmega32.

Oprogramowanie

W Elportalu, wśród materiałów dodat- kowych do tego numeru, dostępny jest pełnowartościowy program dla mikrokon- trolera w gotowej do wprowadzenia do procesora wynikowej postaci .HEX. Ste- rowanie za pomocą enkodera lub jednym przyciskiem. W **listingach 1-3** przedsta- wione są najciekawsze kawałki programu.

Listing 1 przedstawia zwiększanie roz- dzielczości pomiaru z wejścia 10bit ADC.

Listing 2 to obsługa enkodera w przerwa- niu zewnętrznym int1.

Listing 3 pokazuje obliczanie czasu jazdy (w sekundach) na podstawie zawartości zmiennej *czasjazdy*.

Obsługa naszego komputera pokła- dowego nie jest trudna, trzeba się tylko troszkę przyzwyczaić. Krótkie naciśnie-

```
B1 = Getadc(0)
B2 = Getadc(0)
B3 = Getadc(0)
B4 = Getadc(0)
B5 = Getadc(0)
B6 = Getadc(0)
B7 = Getadc(0)
B8 = Getadc(0)
E2 = B1 + B2
E2 = E2 + B3
E2 = E2 + B4
E2 = E2 + B5
E2 = E2 + B6
E2 = E2 + B7
E2 = E2 + B8
Tbb = E2 * 2.45
Tbb = Tbb / 8
Tbb = Tbb - 500
Tbb = Tbb + Korekta2
T2int = Tbb
Tstr = Str(t2int)
Tstr = Format(tstr , „0.0”)
T2int = T2int / 10
```

Listing 1

,pobranie ośmiu próbek.

,sumuje wszystkie próbki

,dalsze obliczenia

,tu jest możliwość korekty termometrów

,przetwarzanie na tekst - przygotowanie do wysłania na lcd

,formatowanie i uzyskanie rozdzielczości 0.1

```
Impulsator:
Petla = 50
If Pinb.2 = 0 Then
Incr Enkoder
End If
If Pinb.2 = 1 Then
Decr Enkoder
End If
Return
```

Listing 2

```
Sektrasy = Czasjazdy Mod 60
Sektrasy = Sektrasy * 0.6
Mintrasy = Czasjazdy - Sektrasy
Mintrasy = Mintrasy / 60
Minutrasy = Mintrasy Mod 6
Minutrasy = Minutrasy * 0.6
Htrasy = Mintrasy - Minutrasy
Htrasy = Htrasy / 60
```

```
,9305
,=5sek --- zawiera sekundy
,9300
,=155
,0,58
,=35min --- zawiera minuty
,=120
,=2godz --- zawiera godziny
```

Listing 3

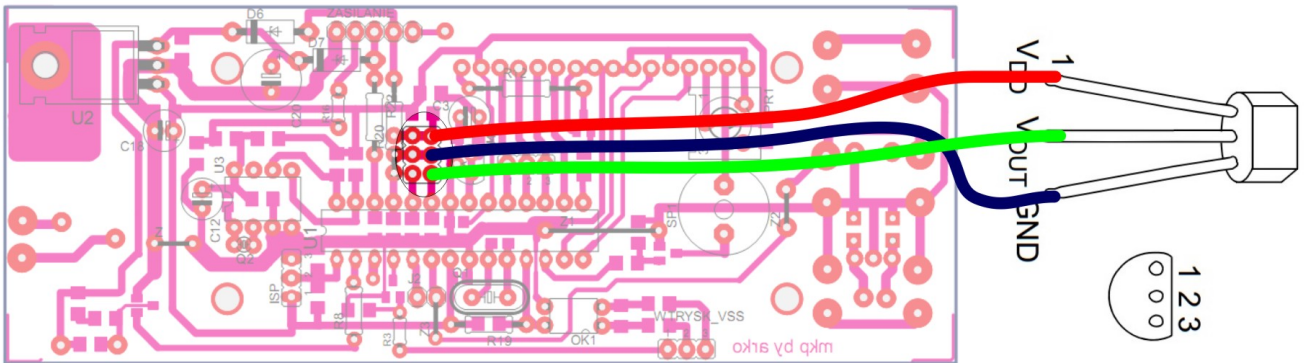
cie przycisku przełącza ekrany. Dłuższe przytrzymanie przycisku ma wpływ na dane aktualnie wyświetlane. Udostęp- niona wersja oprogramowania wyko- rzystuje jeden przycisk do kompletnej obsługi i nie steruje przekaźnikiem do włączania klimy, dla którego przewi- dziano miejsce na płytce.

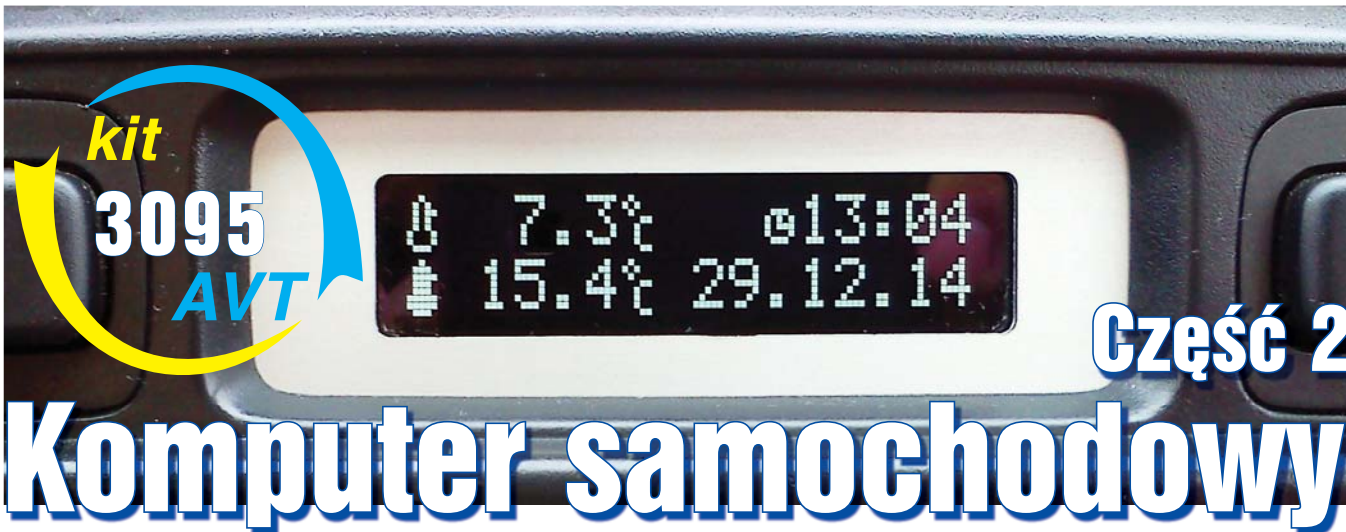
Dla prawidłowej pracy komputera konieczne jest wprowadzenie do progra- mu pewnych informacji, charakterystyc- nych dla danego modelu samochodu. Nie trzeba tego robić na etapie programowania – użytkownik z poziomu programu dopa- sowuje i wpisuje stałą drogi, stałą paliwa do konkretnego auta, a w razie potrzeby je skoryguje po pewnym czasie użytkow- nia.

Pomocą w takim wstępnym zapro- gramowaniu i obsłudze komputera będą fotografie, pokazujące ekrany komputera pokładowego jak też fil- miki (w formacie 3gp), umieszczone w Elportalu wśród materiałów dodat- kowych. Ja wykonałem już kilka takich komputerów i dla mnie wszystko jest proste i jasne. Jeżeli jednak Czytelnicy będą mieć pytania czy wątpliwości, chęt- nie udzielię dalszych wyjaśnień, czy to na łamach EdW, czy indywidualnie.

W Elportalu już teraz został umieszczony komplet materiałów pomocniczych (doku- mentacja płytki, program oraz wiele fotogra- fii). Natomiast za miesiąc, w drugiej części artykułu, zostaną przedstawione informacje dotyczące montażu, po części nietypowego, oraz uruchomienia układu, jak też informacje i wskazówki dotyczące montażu w samochodzie.

Arkadiusz Krzyjszczyk
arkos@interia.pl





kit
3095
AVT

Część 2

Komputer samochodowy

Wnętrze niejednego auta uatrakcyjni komputer pokładowy, wyświetlający na alfanumerycznym wyświetlaczu wiele przydatnych parametrów: czas, temperatury, spalanie...

zasilających przylutować kondensatory SMD 100nF Ca i Cb.

Sterowanie klimatyzacji ręcznej polega na podłączeniu styków przełącznika pod przycisk uruchamiający klimę. Jeśli nie

chcemy korzystać ze sterowania załączeniem klimatyzacji, nie montujemy elementów: R8, T3, R7, LED1, D2, REL.

Układ po prawidłowym zaprogramowaniu mikrokontrolera (rysunek 3) nie

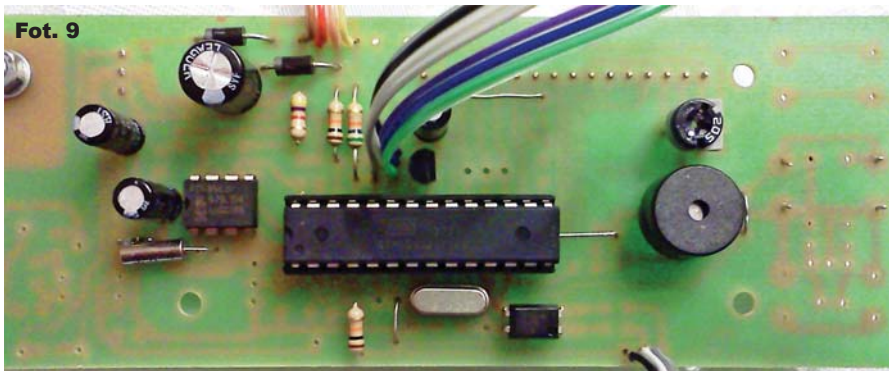
W pierwszej części artykułu podany był opis praktycznego i nieskomplikowanego komputerka samochodowego. Druga część artykułu zawiera wskazówki, jak taki układ zmontować, wbudować do samochodu, a następnie cieszyć się jego działaniem.

Montaż i uruchomienie

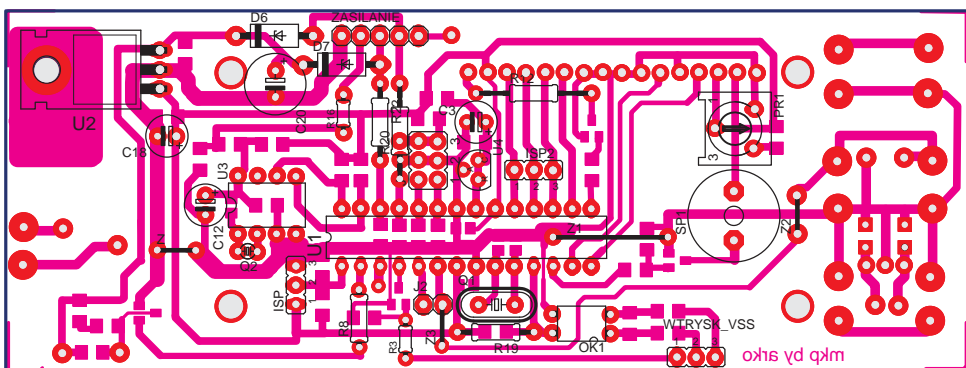
Układ samochodowego komputera pokładowego można zmontować na płycie drukowanej, której projekt pokazany jest na rysunku 2. Płytkę jest jednostronna i ma kilka zwerek. Elementy są montowane z obu stron płytki, dlatego rysunek 2 pokazuje wygląd dwóch stron płytki. **Fotografie 9...12** przedstawiają model.

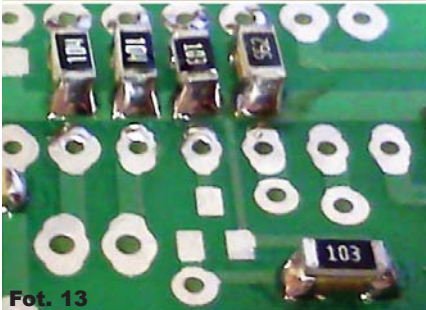
Zasadniczo montaż jest typowy i nieskomplikowany. Jednak nietypowo lutujemy niektóre elementy SMD. Najpierw przylutujemy wszystkie kondensatory SMD 100nF oraz jeden 22nF. Nietypowo na kondensatorze C4 22nF zamontujemy rezystor R4, a na C9, C10, C15, C16 odpowiednio R9, R10, R21, R23, tworząc „piętrowe kanapki”, co widać na **fotografii 13**. Pozostałe elementy zamontujemy na swoich miejscach normalnie.

Termometry będą montowane na kilkumetrowej 3-żyłowej taśmie (**fotografia 14**) i trzeba pamiętać, aby bezpośrednio przy ich nogach



Rys. 2





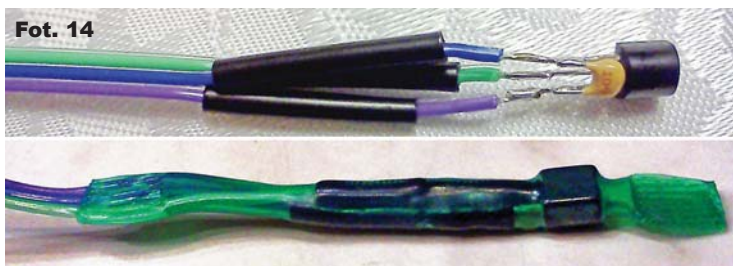
Fot. 13

wymaga żadnego uruchomienia. Zmontowane ze sprawnych elementów powinny od razu prawidłowo pracować. Procesor można też zaprogramować po wlutowaniu – przewidziane jest do tego złącze ISP w postaci pinów na płytce. Osoby nie-doświadczone powinny poprosić kogoś o pomoc w zaprogramowaniu procesora.

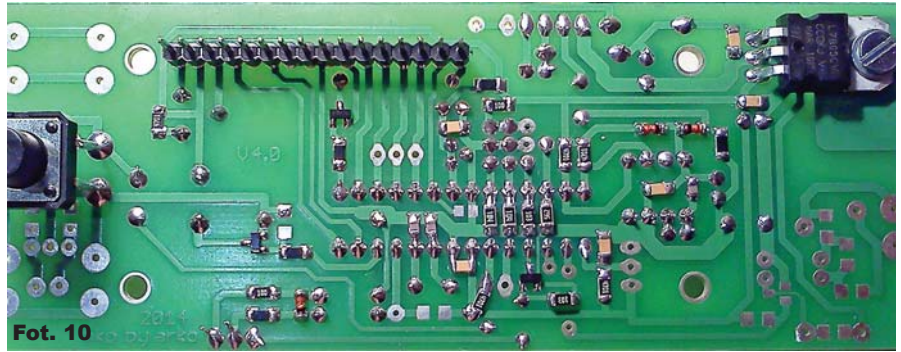
Kolorystykę wyświetlacza LCD można dobrać spośród blisko 15 stojących do wyboru w szerokiej ofercie rynkowej. Przykłady na **fotografii 15**. Będą tu działać dowolne wyświetlacze zgodne ze sterownikiem HD44780. Wypróbowałem też działanie komputerka z wyświetlaczem OLED, który także ma sterownik HD44780 – patrz fotografia tytułowa i fotografia 5. Mimo znacznej różnicy cen (OLED 57zł, LCD ok. 15zł) jest on wart zakupu, ma idealne czarne tło, znaki w kilku kolorach do wyboru. W przeciwieństwie do LCD w niskich temperaturach pracuje bez widocznej bezwładności. Jarzenie znaków jest idealne, bardzo jasne, a przy tym nie wypala oczu. Polecam ten wyświetlacz.

Wady? Krótsza żywotność od LCD i nie ma możliwości regulacji jasności świecenia znaków.

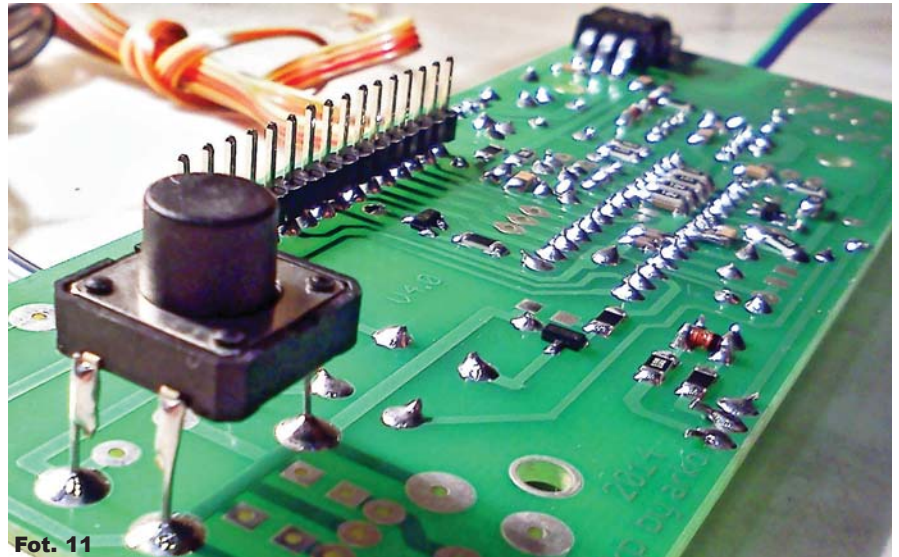
Po zaprogramowaniu i zmontowaniu płytki nie trzeba jej od razu montować w aucie. Można i warto na stole sprawdzić działanie całości, pomiaru spalania i prędkości.



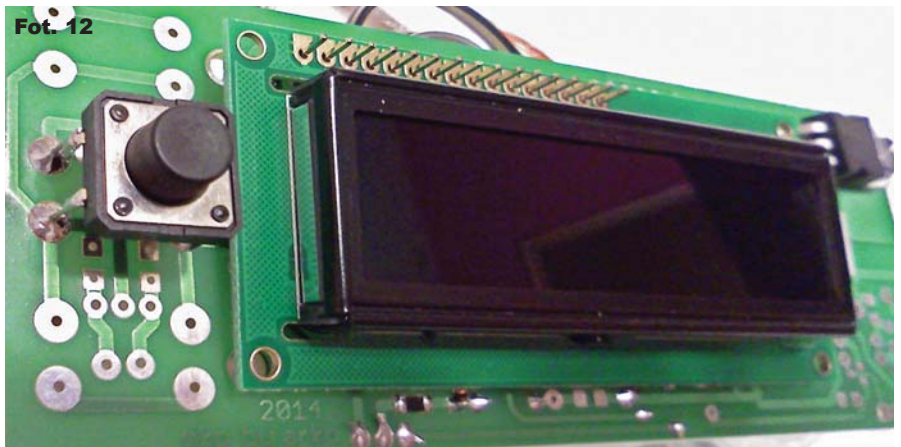
Fot. 14



Fot. 10

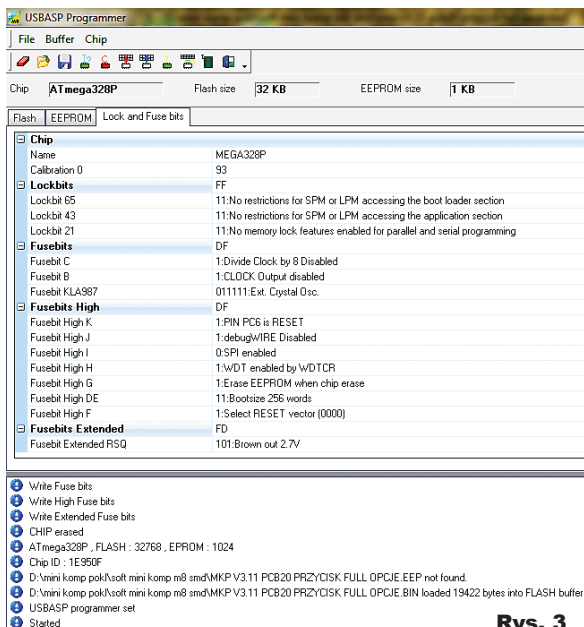


Fot. 11



Fot. 12

Do wstępnego testu wykorzystamy sygnał z naszego komputerka, sterujący jasnością wyświetlacza. Otóż będąc w 1 ekranie, trzymamy dłużej przycisk, aby zmienić jasność i ustawiamy ją np. na 60%. Mamy teraz tam sygnał PWM z wypełnieniem 60%, który świetnie



Rys. 3

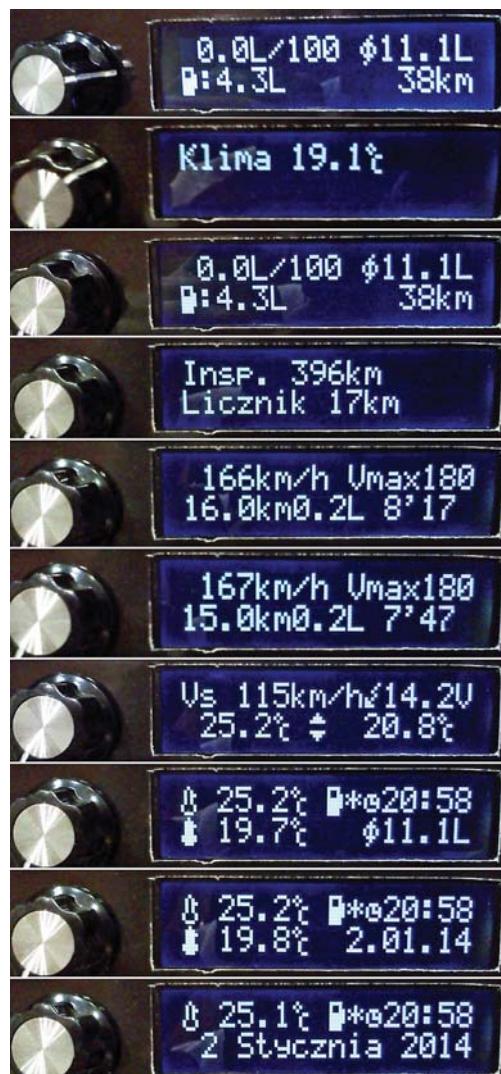
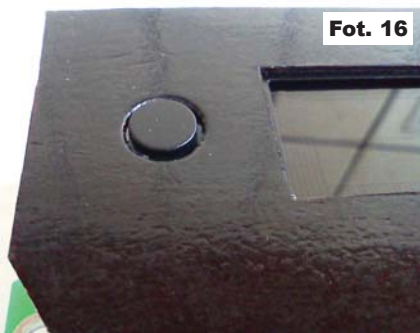
udaje nam auto będące w ruchu. Sygnał idący do czujnika drogi VSS podpinamy do pinu 16 LCD.

Spalanie natomiast symulujemy, włączając na stałe optotriak PC817. Zapewne do włączenia komputerka w domu użyjemy zasilacza 12V, więc do niego też podłączamy przewody, które mamy połączyć

z wtryskiwaczem (można zewrzeć nogę 3 i 4 PC817, tj. jego emiter i kolektor). Po uwzględnieniu polaryzacji powinno nam się pojawić spalanie w ostatnim ekranie predefiniowanym komputerka na poziomie ok. 34l/h (przy stałej paliwa = 1000).

Kiedy podczas takiego wstępnego testu poruszamy się po ekranach, zauważymy działanie wszystkich funkcji. **Montaż w samochodzie.** Komputerka wymaga podłączenia następujących napięć: masa, 12V po kluczyku, 12V po włączeniu świateł, 12V występujące stale. Najłatwiej będzie znaleźć je w wiązce zasilającej radioodbiornik. Chyba nie trzeba nikomu przypominać, że miejsca cięcia i dołączenia przewodów trzeba potem starannie zaizolować, żeby uchronić je przed wpływem rozprysków wody i wilgoci.

Odnalezienie elektrycznego wtryskiwacza nie powinno być trudne. Zaglądając pod maskę auta często je widzimy, mają dwa przewody zasilające. Najczęściej sterowane są masą.



Zapewne trudniej będzie odnaleźć czujnik prędkości. Powinien się znajdować w skrzyni biegów w pobliżu połączenia jej z silnikiem. Powinien to być 3-przewodowy czujnik, dający zmianę napięcia na jednym przewodzie podczas ruchu auta. Informacje, gdzie dokładnie znajduje się czujnik drogi w naszym konkretnym aucie, trzeba poszukać w książce z serii „Sam naprawiam...” lub na forach internetowych. Czasem wystarczy po prostu skorzystać z wyszukiwarki choćby Google. Nieoceniona może się okazać pomoc zaprzyjaźnionego elektryka samochodowego.

Maskownica. Płytką drukowaną po niewielkim przycięciu pasuje do obudowy Z34 – fotografie 3, 4.

Aby nasz wyświetlacz dobrze się prezentował w desce rozdzielczej, staraliśmy się znaleźć dla niego wolne miejsce w widocznym i łatwym do adaptacji miejscu. Możemy wykorzystać plastikowe zaślepki w pobliżu radioodtworacza.

Wykaz elementów

R1,R5,R13,R14	4,7kΩ smd
R2,R6,R11,R15,R18	1kΩ smd
R3	10kΩ tht
R4	10kΩ smd
R8	1kΩ tht
R9,R10	100k smd, lutować na C9 i C10
R12,R17	0ohm lub zworka
R16	4,7kΩ tht
R19	opcja, dobrać zależnie od sygnału wtryskiwacza, normalnie nie montować
R20	56kΩ tht
R21	10kΩ smd, lutować na C15
R22	10kΩ tht
R23	5,6kΩ tht, lutować na C16
PR1	5kΩ poziomy
C1,C2,C5,C8,C9,C10,C13,C15,C16,C17,C19	100nF smd
C3	22uF/10V
C4,C21,C22,C23	22nF smd
C6,C7,C11	22pF smd

C12	220u/10V
C14	opcja, dobrać zależnie od sygnału wtryskiwacza, normalnie nie montować
C18	100u/10V
C20	330u/25V
D1,D3,D4,D5	1N4148 smd
D6,D7	1N4007 tht
T1,T2,T4	BC817 smd
U1	Atmega328p dip28
U2	7805 tht
U3	PCF8583 tht
U4	TL431 tht
OK1	PC817 tht
Termometry	MCP9700A tht TO-92
S1	przycisk
Q1	16MHz
Q2	32768Hz
SP1	buzzer z gen. 5V
DIS	LCD 2x16 dowolny LCD lub OLED

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3095.

- AVT3095/1 z wyświetlaczem LCD2x16 10 – BLACKLINE WHITE**
- AVT3095/2 z wyświetlaczem LCD2x16 11 – BLACKLINE GREEN**
- AVT3095/3 z wyświetlaczem LCD2x16 12 – BLACKLINE AMBER**
- AVT3095/4 z wyświetlaczem LCD2x16 13 – BLACKLINE BLUE**



Fot. 17

(w papierniczym za 3zł) i na to przyłożona folia – **fotografia 16**.

Najlepszy efekt da płyta czołowa z aluminium anodowanego, a w niej wyfrezowany otwór pod LCD i przycisk lub enkoder. Aktualnie ja enkoder umieściłem nie tuż obok wyświetlacza, ale na metrowej taśmie obok drążka zmiany biegów. Na **fotografii 17** enkoder wskazany jest czerwoną strzałką. Dzięki temu kiedy jadę, ręka prawa swobodnie lekko operuje enkoderem.

W Elportalu wśród materiałów dodatkowych można znaleźć dokumentację płytki drukowanej, filmiki, dodatkowe fotografie oraz program wynikowy HEX pełnowartościowej wersji komputera, obsługiwanej enkoderem lub jednym przyciskiem. Niektóre modele, pokazane na fotografii, obsługują też klimę (nastawianie i odczyt temperatury – sterowanie enkoderem lub 3 przyciskami). Możliwe jest też wprowadzenie dalszych ulepszeń i nowych funkcji. Zainteresowani takimi bardziej rozbudowanymi wersjami mogą śmiało pisać na podany poniżej adres mailowy. Oczywiście jeżeli pojawią się jakiegokolwiek pytania lub wątpliwości dotyczące tego projektu, chętnie przedstawię dalsze wyjaśnienia.

Mój patent na płytę czołową to wycięta czarna tektura z aktówki na dokumenty

Arkadiusz Krzyjszczyk
arkos@interia.pl