



Komputer samochodowy Mee 2.0 (2)

W poprzedniej części omówiliśmy ważniejsze części oprogramowania, w tym obsługę wyświetlacza TFT. Najwyższy czas na opisanie budowy komputera, pokazanie schematów ideowych oraz dołączenia do instalacji samochodu i sposobu obsługi.

Mee

Przejdźmy zatem do opisu tytułowego urządzenia, w którego implementacji musiałem zmierzyć się z kilkoma istotnymi kwestiami wynikającymi z przyjętych założeń konstrukcyjnych. Projekt ten musiał spełniać następujące kryteria funkcjonalne:

- Pełna funkcjonalność typowego, samochodowego komputera pokładowego.
- Czytelny, intuicyjny, graficzny interfejs użytkownika wzorowany na najnowszych rozwiązaniach z segmentu Premium.
- Możliwość regulacji jasności podświetlenia wyświetlacza graficznego zgodnie z ustawieniem jasności podświetlenia zegarów pojazdu.
- Jak najmniejsze wymiary zewnętrzne.
- Duża prostota instalacji uzyskana poprzez zastosowanie pojedynczego złącza połączeniowego o niewielkiej liczbie wyprowadzeń, a więc i liczbie niezbędnych sygnałów sterujących.

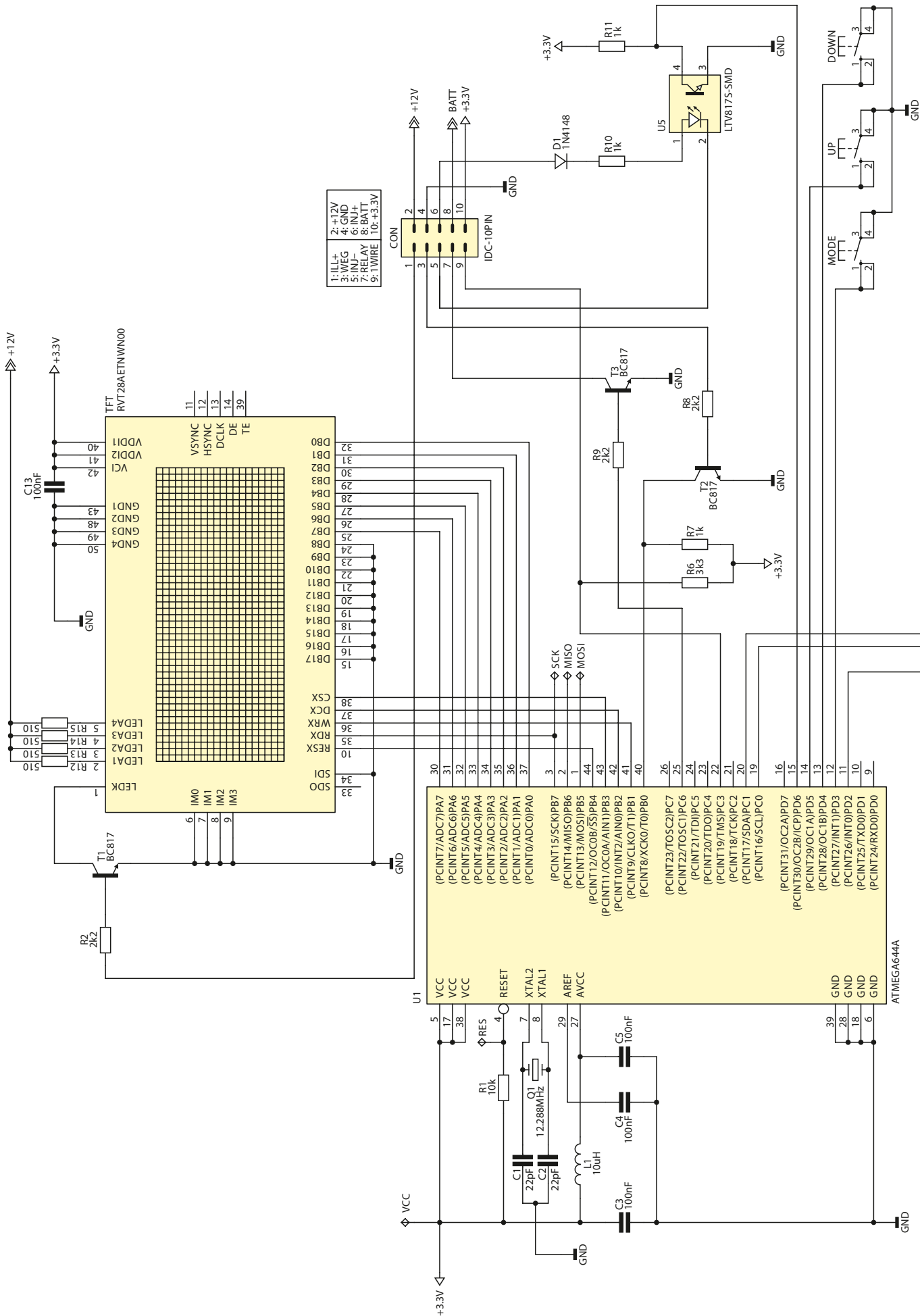
- Jak najniższa cena całego urządzenia – najlepiej około 100 złotych!

Ponadto, postawiłem dość wysokie wymagania dotyczące funkcjonalności komputera pokładowego, którego to zdecydowałem się wyposażyć w następującą funkcjonalność:

- Pokazywanie temperatury wewnątrz i na zewnątrz pojazdu oraz ostrzeżenia o śliskiej nawierzchni (dla temperatury zewnętrznej poniżej 5°C).
- Pokazywanie chwilowej prędkości pojazdu (w km/godz.).
- Pokazywanie średniej prędkości pojazdu na przejechanym odcinku drogi (w km/godz.).
- Pokazywanie maksymalnej prędkości pojazdu na przejechanym odcinku drogi (w km/godz.).
- Pokazywanie chwilowego zużycia paliwa (w l/h dla prędkości ≤ 5km/h oraz l/100km dla pozostałych prędkości).

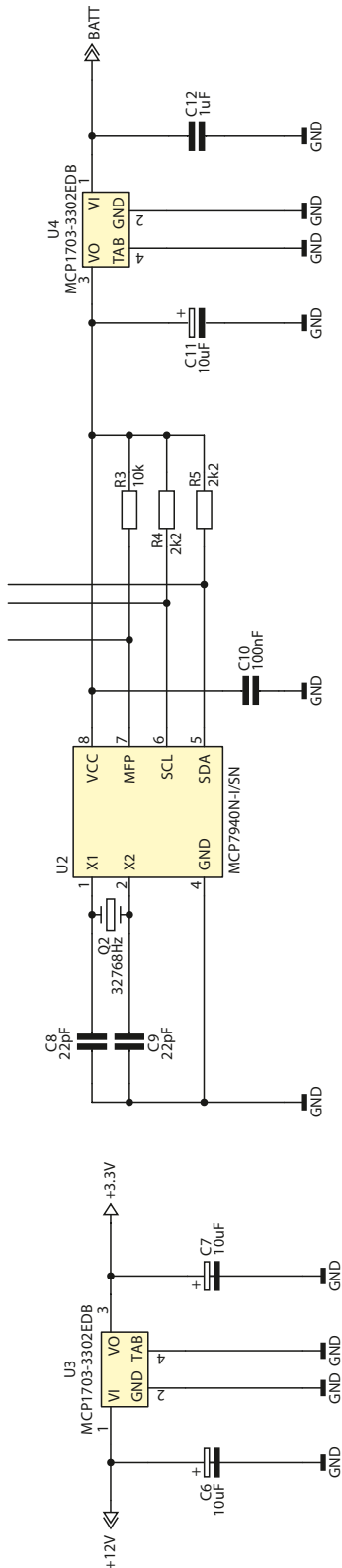
- Pokazywanie średniego zużycia paliwa (w l/100 km).
- Pokazywanie paliwa pozostającego w baku pojazdu (w litrach oraz graficznie – bargraf).
- Pokazywanie przewidywanego zasięgu pojazdu na paliwie pozostającym w baku pojazdu (w godz.).
- Pokazywanie przejechanego dystansu od ostatniego kasowania (w km).
- Pokazywanie aktualnego czasu i daty (z zastosowaniem mechanizmu podtrzymania zasilania).
- Pokazywanie statystyk spalania na każde przejechane 10km/1km (dla ostatnio przejechanych 150 i 15 km).
- Realizację funkcji automatycznego włącznika świateł mijania po osiągnięciu przez pojazd prędkości powyżej 5 km/godz.

Schemat naszego urządzenia, spełniającego przedstawione powyżej, wyśrubowane



Rysunek 3. Schemat ideowy komputera samochodowego Mee 2.0

założenia konstrukcyjne pokazano na **rysunku 3**. Jest to raczej nieskomplikowany system mikroprocesorowy zbudowany z użyciem mikrokontrolera ATmega644-PA, układu zegara czasu rzeczywistego typu MCP7940N-I/SN z podtrzymaniem zasilania oraz wyświetlacza TFT. Mikrokontroler jest „sercem” urządzenia i realizuje całą, założoną funkcjonalność urządzenia, posilując się w tym celu szeregiem wewnętrznych modułów peryferyjnych. Sam układ



Rysunek 3. cd.

jest taktowany rezonatorem kwarcowym 12,288 MHz, dzięki czemu jest zapewniona duża dokładność pomiaru czasu, niezbędna z punktu widzenia zastosowanych mechanizmów sprzętowo-programowych realizujących funkcje pomiarowe, a przy tym duża prędkość ładowania obrazków stanowiących elementy graficznego interfejsu użytkownika. Oczywiście, lepiej byłoby zastosować maksymalną, dostępną częstotliwość taktowania mikrokontrolera tj. 20 MHz, jednak przy napięciu zasilania 3,3 V jest to wartość progowa, dla której deklarowana jest poprawna praca mikrokontrolera.

W celu realizacji założonej funkcjonalności urządzenia, w programie obsługi niniejszego sterownika, wykorzystano dwa sprzętowe układy czasowo-licznikowe znajdujące się „na pokładzie” mikrokontrolera oraz jedno przerwanie zewnętrzne. Konfiguracja wspomnianych modułów funkcjonalnych oraz realizowaną przez nie funkcjonalność pokazano w **tabeli 4**.

Dodatkowo, w programie obsługi urządzenia użyto ostatniego, dostępnego układu czasowo-licznikowego mikrokontrolera Timer2, skonfigurowanego do pracy w trybie CTC. Jego zadaniem jest generowanie cyklicznych przerw (co 10ms) służących mechanizmowi nieblokującej obsługi klawiatury użytkownika. Dzięki takiego rozwiązania program obsługi aplikacji urządzenia nie używa żadnych pętli opóźnień, co zapewnia jego bezproblemową pracę oraz możliwość detekcji czasu naciśnięcia przycisku (krótki/długi/przytrzymanie itp.), dzięki czemu udało się zoptymalizować sposób obsługi urządzenia zwiększając jego ergonomię. Jak pokazano w **tabeli 4**, mikrokontroler w każdej sekundzie dokonuje pomiaru sumarycznej liczby impulsów doprowadzanych na wejście T0 mikrokontrolera z przetwornika drogi pojazdu oraz sumarycznego czasu wtrysków, których to sygnał jest doprowadzony na wejście przechwytyjące licznika Timer1 (wejście ICP1). W celu realizacji drugiej z funkcjonalności, zaprojektowano kompletny i bezpieczny układ wejściowy (przy użyciu popularnego optoizolatora LTV817) formujący sygnał wtryskiwacza dla potrzeb wejściowych obwodów mikrokontrolera.

Na **listingu 12** pokazano fragmenty programu, za których pomocą są wyznaczane wyświetlane parametry. Kilka słów komentarza wymaga mechanizm akumulowania przejechanej drogi jak i zużytego paliwa. Komputer pokładowy oblicza i wyświetla średnie wartości zużycia paliwa i prędkości, objętość paliwa pozostającego w baku pojazdu oraz przejechany dystans. W celu wyznaczenia wspomnianych wartości obliczeniowych jest niezbędna znajomość całkowitego zużycia paliwa oraz dystansu (od momentu wyzerowania stosownych liczników), a co za tym idzie – niezbędny staje

DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:

<ftp://ep.com.pl>

USER: 11754, PASS: 208655ee

W ofercie AVT*

AVT-5545

Podstawowe informacje:

- Napięcie zasilające: 8...15 V DC.
- Prąd zasilający:
 - Maksymalny prąd obciążenia (z napięciem +12 V): 10 mA.
 - Prąd podtrzymania zegara RTC (z napięcia BATT): 1 mA.
 - Maksymalny prąd podświetlenia (z napięciem ILL+): 75 mA.
- Dokładność pomiaru temperatury: 0,5°C.
- Zakres pomiarowy temperatury zewnętrznej i wewnętrznej: -55...99°C.
- Zakres pomiarowy prędkości pojazdu: 0...255 km/godz.
- Zakres pomiarowy paliwa:
 - Zużycie chwilowe: 0...99,9 l/100 km.
 - Zużycie średnie: 0...25,5 l/100 km.
 - Dostępnego w baku: 0...99,9 l.
- Zakres pomiarowy przejechanego dystansu: 0...9999 km.
- Zakres pomiarowy dystansu do przejechania na dostępnym paliwie: 0...999 km.
- Zakresy regulacji parametrów konfiguracyjnych:
 - Stała wtryskiwacza: 1...999 ml/min.
 - Stała przetwornika drogi: 1...99 impulsów/obrót.
 - Obwód opony: 50...255 cm.
 - Liczba cylindrów: 2...8.
 - Pojemność baku: 25...99 l.

Projekty pokrewne na FTP:
(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

- AVT-5495 Uniwersalny komputer samochodowy Mee (EP 3/2015)
- AVT-3095 Komputer samochodowy (EdW 4-5/2014)
- AVT-5405 TripCo – komputer samochodowy (EP 7/2013)
- AVT-5395 TIDex – komputer dla samochodów z silnikiem Diesla (EP 5/2013)
- AVT-5397 Komputer pokładowy z funkcją tempomatu (EP 5/2013)
- AVT-1664 Transceiver CAN (EP 2/2012)
- AVT-5280 Urządzenie diagnostyczne do sieci CAN (EP 3/2011)
- AVT-5271 VAGlogger – Przyrząd diagnostyczny dla samochodów z grupy VW – Audi (EP 1/2011)
- AVT-5260 Obrotomierz cyfrowy (EP 10/2010)
- AVT-2799 Mikroprocesorowy obrotomierz stroboskopowy (EdW 9/2006)
- AVT-434 Komputer samochodowy (EP 9-10/2005)
- AVT-2711 Obrotomierz (EdW 2/2004)
- AVT-482 Obrotomierz z czujnikiem optycznym (EP 1/1999)
- Projekt 117 Wskaźnik optymalnych obrotów silnika samochodowego (EP 3/2004)
- Projekt 116 Cyfrowy obrotomierz/prędkościomierz samochodowy (EP 2/2004)
- Obrotomierz cyfrowo-analogowy (EdW 6/2010)
- AVT-286 „Komputer” pokładowy do samochodu (EP 5-6/1996)

* Uwaga:

Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:

- AVT xxxx UK to zaprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.
 - AVT xxxx A płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wyraźnie zaznaczono), bez elementów dodatkowych.
 - AVT xxxx A+ płytka drukowana i zaprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.
 - AVT xxxx B płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymieniony w załączniku pdf
 - AVT xxxx C to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wlutowane w PCB. Należy mieć na uwadze, że o ile nie zaznaczono wyraźnie w opisie, zestaw ten nie ma obudowy ani elementów dodatkowych, które nie zostały wymienione w załączniku pdf
 - AVT xxxx CD oprogramowanie (nieczęsto spotykana wersja, lecz jeśli występuje, to niezbędne oprogramowanie można ściągnąć, klikając w link umieszczony w opisie kitu)
- Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! (UK, A, A+, B lub C). <http://sklep.avt.pl>

Tabela 4. Sposób konfiguracji i funkcjonalność modułów peryferyjnych mikrokontrolera Atmega644-PA dla realizacji mechanizmu pomiarowego sterownika

Nazwa	Sposób konfiguracji	Funkcjonalność
Timer0	Licznik impulsów zewnętrznych podawanych na wejście T0 - zlicza przy zboczach opadającym.	Liczy impulsy przetwornika drogi WEG zapewniając pomiar przejechanego dystansu
Timer1	Licznik taktowany wewnętrznym sygnałem zegarowym o częstotliwości 48kHz (Preskaler=256, 48 taktów na 1 ms). Wejście Input Capture podłączone do układu formującego przebieg z wtryskiwacza paliwa.	Mierzy sumaryczny czas wtrysku w czasie 1 sekundy zapewniając pomiar zużytego paliwa
Przerwanie INT0	Wyzwalane zboczem opadającym na wejściu INT0, do którego podłączono wyjście częstotliwości wzorcowej zegara RTC	Służy do odmierzenia czas pomiaru równego 1s.

Listing 12. Sposób obliczania zmiennych przez oprogramowanie

```

spentFuelPerIs = ((10UL*Config.Cylinders*injectionTime*Config.CcPerMin)/28800UL);
Accu.spentFuel += spentFuelPerIs;
if (Accu.remainingFuel >= spentFuelPerIs) Accu.remainingFuel -= spentFuelPerIs;
Accu.Distance += ((10UL*WEGpulses*Config.Wheel) / (1000UL*Config.PulsPerRot));
Speed = ((360UL*WEGpulses*Config.Wheel) / (1000UL*Config.PulsPerRot));
if (Speed<=5) Consum = ((5UL*Config.Cylinders*injectionTime*Config.CcPerMin) / 400000UL);
else Consum = ((5UL*Config.Cylinders*injectionTime*Config.CcPerMin*Config.PulsPerRot) / (144UL*WEGpulses*Config.Wheel));
SpeedAvg = ((360UL*Accu.Distance)/(10UL*Accu.Measurements));
if (Accu.Distance>999)
{
    ConsumAvg = (Accu.spentFuel/Accu.Distance); //l/100km *10
    availableDistance = ((Accu.remainingFuel/1000)*(Accu.Distance/10)) / Accu.spentFuel*10; //km
}
else {ConsumAvg = 0; availableDistance = 0;}
/*
InjectionTime - sumaryczny czas wtrysku zliczony w czasie 1s [ms*48]
WEGpulses - liczba impulsów z przetwornika drogi zliczona w czasie 1 sekundy

spentFuelPerIs - paliwo spalone w czasie ostatniej sekundy [ul]
Accu.Measurements - akumulator liczby interwałów pomiarowych [s]
Accu.spentFuel - akumulator ilości spalonego paliwa [ul]
Accu.remainingFuel - akumulator ilości paliwa pozostającego w baku [ul]
Accu.Distance - akumulator przejechanego dystansu [m]
Consum - chwilowe zużycie paliwa [l*10/h], dla prędkości<=5 km/h lub [l*10/100km], dla prędkości>5 km/h
ConsumAvg - średnie zużycie paliwa [l*10/100km]
Speed - prędkość chwilowa [km/h]
SpeedAvg - prędkość średnia [km/h]
availableDistance - orientacyjny, dostępny dystans na paliwie pozostającym w baku [km]

Config.CcPerMin - stała wtryskiwacza [ml/min]
Config.PulsPerRot - stała przetwornika drogi [imp/obr]
Config.Cylinders - liczba wtryskiwaczy paliwa
Config.Wheel - obwód opony [cm]
*/
    
```

**Wykaz elementów
Płytki Media PI PMG**

Rezystory: (SMD 0805)

- R1, R3: 10 kΩ
- R2, R4, R5, R8, R9: 2,2 kΩ
- R6: 3,3 kΩ
- R7, R10, R11: 1 kΩ
- R12...R15: 510 Ω

Kondensatory: (SMD 0805)

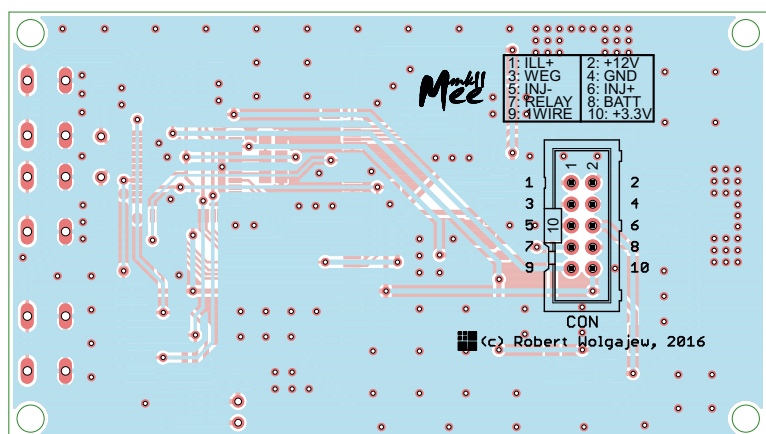
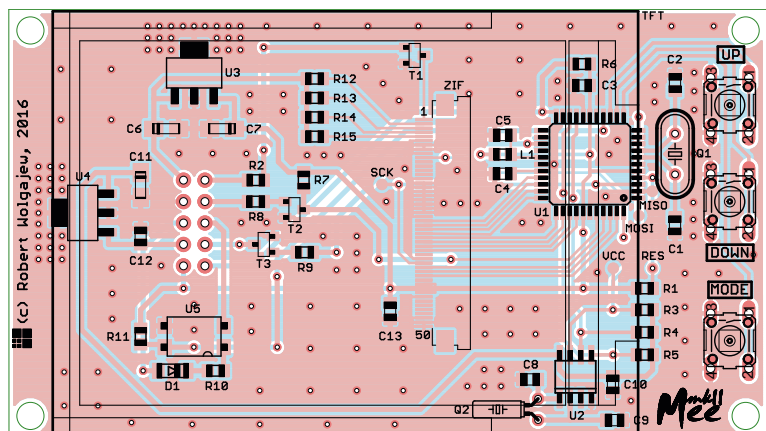
- C1, C2, C8, C9: 22 pF
- C3...C5, C10, C13: 100 nF
- C6, C7, C11: 10 μF/16 V (SMD „A”)
- C12: 1 μF

Półprzewodniki:

- U1: ATmega644PA (TQFP44)
- U2: MCP7940N-I/SN (SO08)
- U3, U4: MCP1703-3302E/DB (SOT223)
- U5: LTV817S (SO04)
- T1...T3: BC817 (SOT23)
- D1: 1N4148 (MINIMELF)

Inne:

- TFT: wyświetlacz graficzny Riverdi
- RVT28AETNWN00 (kontroler ILI9341, taśma ZIF 50pin)
- L1: 10 μH (SMD 0805)
- Q1: 12,288 MHz (rez. kwarcowy, niski)
- Q2: 32768 Hz (rez. kwarcowy, zegarkowy)
- PLUS, MINUS, MODE: przycisk, wysokość 6 mm
- CON: wtyk IDC prosty, do druku, 10 pin (raster 2,54 mm)
- ZIF: gniazdo ZIF ZIF0550DH (50 pin, R=0,5 mm, dolny kontakt)



Rysunek 4. Schemat montażowy komputera samochodowego Mee 2.0

się mechanizm akumulowania mierzonych wartości, przechowujące je nawet po zaniku napięcia zasilającego. Mikrokontroler ATmega644-PA ma nieulotną pamięć EEPROM, jednak zapewnia ona ograniczoną (zwykle do ok. 100 tys.) liczbę gwarantowanych cykli zapisu. W takim razie jak i kiedy dokonywać zapisu niezbędnych wartości obliczeniowych by nie spowodować szybkiego uszkodzenia tejsze pamięci? Otóż, tym razem nie użyto pamięci EEPROM w sposób, jaki miało to miejsce w pierwszej wersji *Mee*, ale posłużono się pamięcią RAM, którą dysponuje układ zegara czasu rzeczywistego MCP7940N-I/SN, a której to zawartość jest podtrzymywana nawet w czasie wyłączenia zapłonu (dzięki napięciu BATT i dodatkowemu stabilizatorowi U4). Dzięki temu wszystkie niezbędne dane obliczeniowe zebrane w stosowną strukturę (zaopatrzone sumą kontrolną CRC8) są każdorazowo aktualizowane w tejsze pamięci, zapewniając poprawne funkcjonowanie urządzenia. Oczywiście, odłączenie napięcia zasilającego BATT spowoduje utratę wszystkich akumulatorów obliczeniowych i wyzerowanie odpowiednich zmiennych. Na koniec dodam, iż zdecydowaną większość pamięci programu aplikacji zajęły wzorce obrazków

wyświetlanych w ramach graficznego interfejsu użytkownika (niektóre z nich, mimo kompresji, zajmują po 5 kB tejsze pamięci) oraz tablice używanych czcionek ekranowych.

Montaż

Schemat montażowy komputera pokazano na **rysunku 4**. Zaprojektowano dwustronny obwód drukowany o zawierających w zdecydowanej większości komponenty w obudowach do montażu powierzchniowego. Co bardzo ważne, w przypadku środowisk o sporej liczbie zakłóceń, jakim bez wątpienia, jest instalacja samochodowa, zadbanie o odpowiednie prowadzenie masy oraz doprowadzeń sygnałów krytycznych.

Moduł wyświetlacza TFT jest dołączany do płytki z użyciem gniazda ZIF o bardzo gęstym rastrze (0,5 mm) i dlatego montaż urządzenia rozpoczynamy właśnie od przyłutowania tego gniazda. Najprostszym sposobem montażu elementów o tak dużym zagęszczeniu wyprowadzeń, niewymagającym jednocześnie posiadania specjalistycznego sprzętu, jest użycie typowej stacji lutowniczej, cyny o dobrej jakości z odpowiednią ilością topnika oraz dość cienkiej plecionki rozlutowniczej, która umożliwi

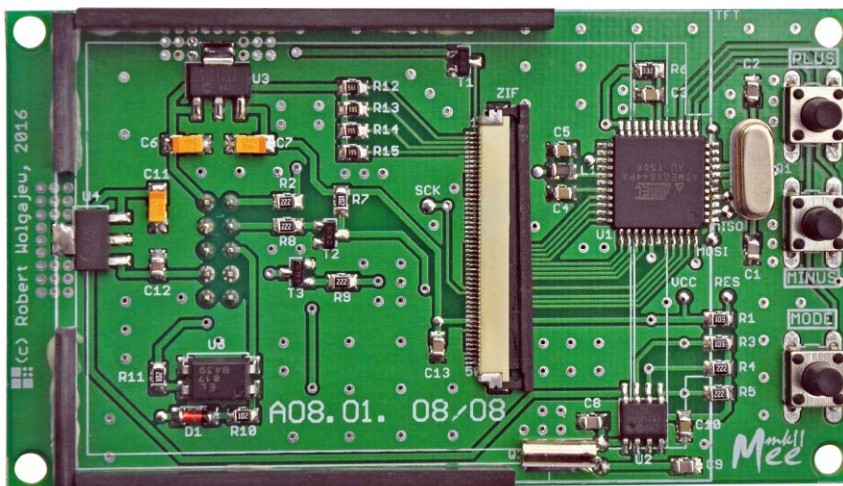
usunięcie nadmiaru cyny spomiędzy wyprowadzeń złącza. Należy przy tym uważać by nie uszkodzić termicznie złącza. Jakość tak wykonanego połączenia sprawdzamy pod lupą oraz korzystając z omomierza. Wspomniana kontrola będzie znacznie łatwiejsza, jeśli zmontowaną płytkę sterownika przemijemy alkoholem izopropylowym, wypłukując nadmiar kalafonii. Następnie lutujemy mikrokontroler, pozostałe elementy półprzewodnikowe typu SMD, kolejno elementy bierne, a na samym końcu wszystkie elementy przeznaczone do montażu przewlekane. Ostatnim podzespołem, jaki należy włutować, tym razem od spodu, jest gniazdo połączeniowe CON.

Na samym końcu dołączamy taśmę wyświetlacza TFT do złącza ZIF dbając o odpowiednie zablokowanie zatrzasków. Sam wyświetlacz TFT przyklejamy do płytki sterownika korzystając z pasków dwustronnej taśmy samoprzylepnej, która standardowo umieszczona jest pod spodem modułu wyświetlacza (na jego brzegach). Aby to było możliwe, należy przykleić wąskie paski (około 2 mm) twardego materiału do płytki w miejscach oznaczonych specjalnym nadrukami – będą one tworzyły dystans pomiędzy płytką sterownika a wyświetlaczem TFT. Po przyklejeniu dystansów przyklejamy moduł wyświetlacza we wcześniej opisany sposób. Na **rysunku 5** pokazano wygląd obwodu drukowanego zmontowanego sterownika bez podłączonego wyświetlacza TFT.

Podłączenie

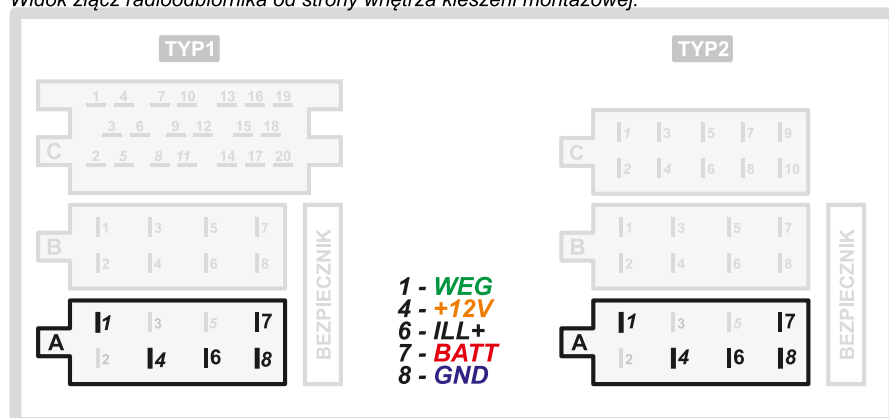
Komputer powinien być podłączany przez doświadczonego elektryka lub elektronika samochodowego, najlepiej przy odłączonym akumulatorze. Urządzenie należy zamontować w suchym miejscu, z dala od urządzeń elektronicznych i elektrycznych (typu sterownik silnika ECU, moduł kontroli nadwozia BCM czy alarm), których działanie mogłoby zakłócać jego funkcjonowanie. Komputer należy zaopatrzyć w odpowiednią obudowę, najlepiej ekranowaną, chroniącą przez zwarcie, zawilgocenie, uszkodzeniem mechanicznym czy zaburzeniami EMI. W celu wykorzystania wszystkich dostępnych funkcji urządzenia, komputer należy przyłączyć tylko i wyłącznie do trzech (co nie jest bez znaczenia dla początkujących elektroników) podzespołów samochodu:

- **Złącza radioodbiornika**, Umożliwia ono zasilenie układu po włączeniu stacyjki (+12 V), podtrzymanie pracy zegara RTC (BATT), doprowadzenie sygnału prędkości pojazdu (WEG) oraz napięcia do podświetlenia wyświetlacza graficznego (ILL+).
- **Wtryskiwacza paliwa**, co umożliwiło to realizację funkcji komputera pokładowego (INJ+, INJ-).

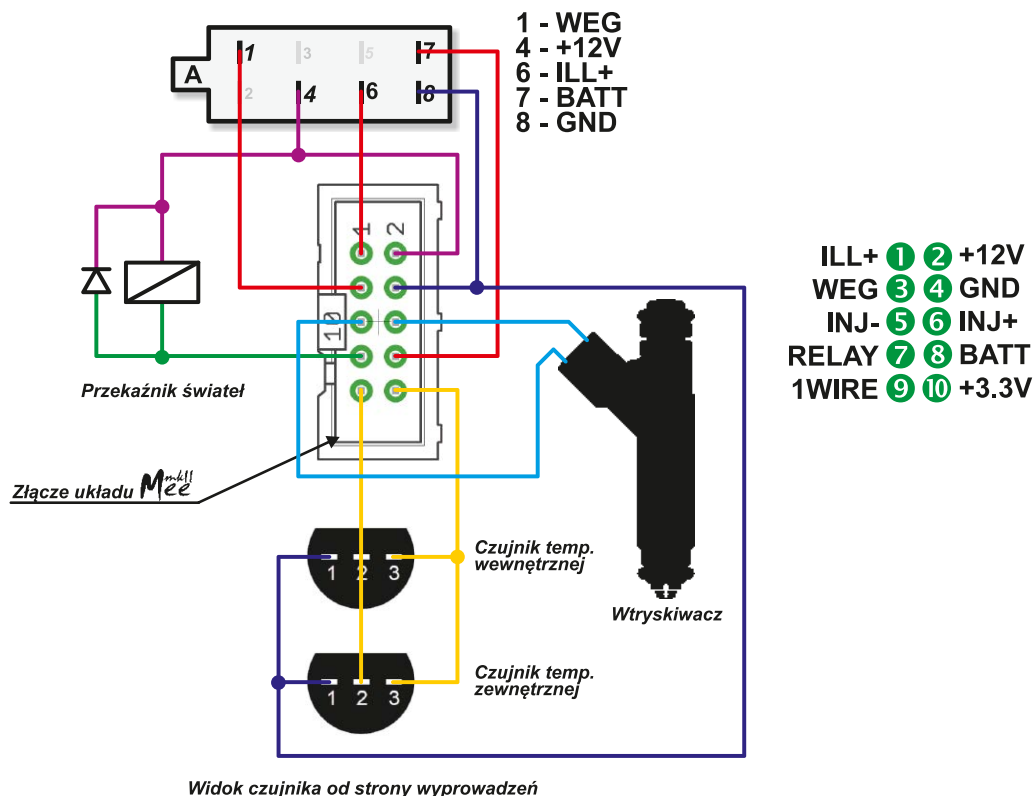


Fotografia 5. Wygląd obwodu drukowanego zmontowanego komputera od strony elementów (bez wyświetlacza TFT)

Widok złącz radioodbiornika od strony wnętrza kieszeni montażowej.



Rysunek 6. Rodzaje złącz radioodbiornika wraz z opisem interesujących nas wyprowadzeń



Rysunek 7. Sposób dołączenia poszczególnych wyprowadzeń złącza CON układu do instalacji pojazdu

– **Wyłącznika świateł**, co umożliwia realizację funkcji automatycznego załączania świateł mijania po osiągnięciu przez pojazd prędkości 5 km/godz.

Ponadto, urządzenie wyposażono w możliwość dołączenia dwóch, scalonych termometrów cyfrowych DS18S20 (lub DS1820). Umożliwia to pomiar temperatury wewnątrz i na zewnątrz pojazdu. Termometry te należy przyłączyć do złącza CON (wyprowadzenia „GND”, „+3.3V” i „1WIRE”), najlepiej za pomocą 3-żyłowego przewodu ekranowanego. Należy eksperymentalnie dobrać miejsce zamocowania obu czujników, aby odwzorować średnią temperaturę panującą wewnątrz pojazdu oraz temperaturę zewnętrzną. Należy unikać montażu czujnika temperatury wewnętrznej w pobliżu nawiewów, drzwi, okien itp. Najlepszym miejscem w tym wypadku, wydaje się być tylna część tunelu środkowego lub kieszeń-schówek pod radioodbiornikiem. Z kolei, dla czujnika temperatury zewnętrznej, który należy zabezpieczyć przed działaniem warunków atmosferycznych, najlepszym miejscem montażu wydaje się przestrzeń za przednim zderzakiem pojazdu. Wygląd typowych złączy ISO radioodbiornika wraz z zaznaczeniem interesujących nas wyprowadzeń pokazano na **rysunku 6**.

Co ciekawe, w zależności od marki producenta pojazdu, piny o numerach 4 i 7 („+12V” i „BATT”) mogą być zamienione miejscami w porównaniu do pokazanych na rys. 6 opisów, w związku z czym ich rzeczywiste funkcje należy ustalić za pomocą woltomierza – napięcie na pinie „+12V”

powinno występować wyłącznie po włączeniu zapłonu, zaś na pinie „BATT” permanentnie, tzn. dopóki akumulator jest podłączony do instalacji pojazdu. Napięcie na pinie „ILL+” to przebieg prostokątny o amplitudzie 12 V i wypełnieniu zależnym od ustawienia pokrętkła regulującego jasność podświetlenia zegarów pojazdu. W naszym wypadku jest ono wykorzystywane do regulacji jasności podświetlenia wyświetlacza urządzenia. Jeśli nie zależy nam na takiej funkcjonalności, pin „ILL+” należy na stałe połączyć z pinem „+12V” złącza CON.

Sposób przyłączenia komputera do wtryskiwacza paliwa

Wykonując połączenia z wtryskiwaczami należy zachować ostrożność i staranność, aby nie doprowadzić do zwarcia przewodów zasilających wtryskiwacz, co mogłoby skutkować uszkodzeniem wyjściowych obwodów sterujących elektronicznego układu sterującego pracą silnika ECU.

Każdy wtryskiwacz ma 2 wyprowadzenia. Pierwsze z nich to stały sygnał +12 V, który zostaje podany po przekręceniu kluczyka stacyjki i który to należy doprowadzić do wejścia „INJ+” komputera Mee. Drugie to sygnał sterujący z modułu ECU (komutowana masa), który to z kolei należy przyłączyć do wejścia „INJ-”. Wspomniane przewody należy starannie zabezpieczyć przed możliwością ewentualnego przetarcia izolacji i powstania zwarcia – dotyczy to zwłaszcza otworów przelotowych, przez które zostaną one przeprowadzone.

Aby maksymalnie zabezpieczyć wyjściowy układ pomiarowy czasu wtrysku przed zaburzeniami (np. od będącej zwykle w pobliżu listwy zapłonowej), najlepiej zastosować 2-żyłowy przewód ekranowany o odpowiednim przekroju, a ekran tego przewodu po obu stronach dołączyć do masy pojazdu. Możliwe jest także włączenie układu formującego impulsy wtryskiwacza paliwa bezpośrednio do odpowiedniego wyjścia sterownika silnika ECU, na którym to występuje przebieg sterujący pracą wtryskiwaczy. W takim przypadku należy odpowiednio zmniejszyć wartość rezystora R10 ustalającego prąd diody LED transoptora LTV817. Aby ułatwić proces instalacji sterownika w pojeździe, po stronie wyprowadzeń obwodu drukowanego, a więc również złącza CON, znalazł się opis poszczególnych jego wyprowadzeń. **Rysunek 7** ilustruje sposób dołączenia poszczególnych wyprowadzeń złącza CON do instalacji pojazdu.

Opcjonalny przełącznik wraz z diodą 1N4148 (rys. 7) służy do realizacji funkcji automatycznego załączania świateł pojazdu. Styki wykonawcze tego przełącznika należy dołączyć do odpowiednich wyprowadzeń przełącznika świateł mijania znajdującego się w pojeździe, pamiętając o właściwym doborze konfiguracji styków zastosowanego przełącznika do konfiguracji przełącznika świateł. Z uwagi na rodzaj zastosowanego tranzystora sterującego, maksymalny prąd cewki podłączanego przełącznika nie powinien przekroczyć wartości 300 mA.

Robert Wołgajew, EP