



# multiTID

## – wielofunkcyjny, samochodowy komputer pokładowy (3)

*Omówiliśmy już sposób działania oraz budowę komputera multiTID. Teraz przyszedł czas na zamontowanie go w samochodzie, skonfigurowanie, a wreszcie użytkowanie!*

Schemat montażowy komputera samochodowego multiTID pokazano na rysunku 8, opublikowanym w poprzedniej części artykułu w EP 1/2017. Zaprojektowano zwarty, dwustronny obwód drukowany, złożony w głównej mierze z elementów przeznaczonych do montażu powierzchniowego. Co bardzo ważne w wypadku pracy w środowisku o potencjalnie dużym poziomie zaburzeń, jakim bez wątpienia jest instalacja samochodowa, zadbano o odpowiednie prowadzenie masy i sygnałów krytycznych.

Z uwagi na fakt, że moduł wyświetlacza TFT jest dołączony do płytki z użyciem gniazda ZIF o gęstym rastrze (45 wyprowadzeń co 0,5 mm), montaż rozpoczynamy od przylutowania tego gniazda. Należy przy tym posłużyć się cyną z odpowiednią ilością topnika oraz cienką płecionką, która umożliwi usunięcie nadmiaru cyny. Jakość tak wykonanego połączenia sprawdzamy pod lupą oraz kontrolujemy zwarcia multimetrem. Wspomniana kontrola będzie znacznie łatwiejsza, jeśli zmontowana płytkę sterownika przemyjemy alkoholem izopropylowym w celu wypłukania nadmiaru kalafonii.

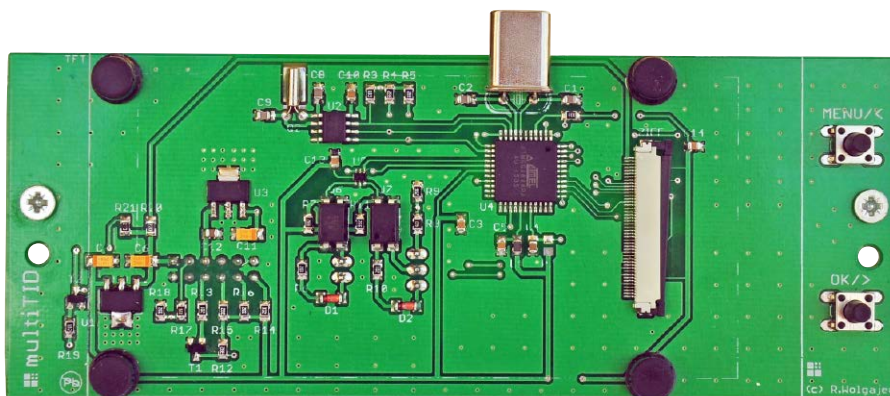
Następnie lutujemy mikrokontroler, pozostałe elementy półprzewodnikowe SMD, elementy bierne, a na samym końcu wszystkie elementy przeznaczone do montażu przewlekane.

Ostatnimi podzespołami, które należy włutować po stronie wyprowadzeń (BOTTOM), są gniazda podłączeniowe: TID\_CON (najlepiej oryginalne, wylutowane z wyświetlacza TID), Pb, LPG. Na samym końcu przyłączamy taśmę wyświetlacza TFT do złącza ZIF, dbając o odpowiednie zablokowanie zatrzasków złącza, natomiast sam panel TFT przyklejamy do płytki sterownika, korzystając z 4 dystansów o wysokości równej wysokości najwyższego elementu montowanego po stronie TOP oraz dwustronnej taśmy klejącej. Na **fotografii 9** pokazano wygląd zmontowanego komputera multiTID bez wyświetlacza TFT.

### Połączenia

Konstruując multiTID, kierowałem się założeniem, że jego włączenie w miejsce oryginalnego wyświetlacza pokładowego TID powinno sprowadzać się do zwykłego wpięcia przewodów. Idąc tym tokiem myślenia, urządzenie multiTID wyposażylem w 12-pinowe złącze o rozmieszczeniu wyprowadzeń zgodnym z oryginałem, co umożliwi wlotowanie w to miejsce elementu wymontowanego z oryginalnego, 10-znakowego wyświetlacza pokładowego (z Astry G, Corsy C itp.). Oczywiście, w tym miejscu możemy również zastosować listwę goldpin 2x6 pinów.

Rozmieszczenie wyprowadzeń, o którym wspomniałem wcześniej, dotyczy wersji wyświetlacza TID o organizacji 10-znakowej, więc jeśli urządzenie multiTID ma być zainstalowane w pojeździe wyposażonym



**Fotografia 9. Wygląd obwodu drukowanego zmontowanego sterownika multiTID od strony elementów (bez wyświetlacza TFT)**

**DODATKOWE MATERIAŁY NA FTP:**

ftp://ep.com.pl

USER: 97325, PASS: 6yfwxr8q

**W ofercie AVT\*****AVT-5562****Podstawowe informacje:**

- Napięcie zasilania: 8...15 V DC.
- Maksymalny prąd obciążenia (z napięcia +12 V): 10 mA.
- Prąd podtrzymania zegara RTC (z napięcia BATT): 1 mA.
- Maksymalny prąd podświetlenia (z napięcia ILL+): 75 mA.
- Dokładność pomiaru temperatury: 1°C.
- Zakres pomiarowy temperatury zewnętrznej: -30...35°C.
- Zakres pomiarowy prędkości pojazdu: 0...255 km/godz.
- Zakres pomiarowy chwilowego zużycia paliwa: 0...99,9 l/100 km.
- Zakres pomiarowy średniego zużycia paliwa: 0...25,5 l/100 km.
- Zakres pomiarowy paliwa dostępnego w baku: 0...99,9 l.
- Zakres pomiarowy przejechanej odległości: 0...9999 km.
- Zakres pomiarowy dystansu do przejechania na dostępnym paliwie: 0...999 km.
- Zakresy regulacji parametrów konfiguracyjnych:
  - Stałe wtryskiwaczy: 1...999 ml/min.
  - Stała przetwornika drogi: 1...99 impulsów/obróć.
  - Obwód opony: 50...255 cm.
  - Liczba cylindrów: 2...8.
  - Pojemności baków: 25...99 l.
- Przesunięcie belek informacyjnych: 0÷9 pikseli.

**Projekty pokrewne na FTP:**

(wymienione artykuły są w całości dostępne na FTP)

AVT-5545	Komputer samochodowy Mee MK II (2.0) (EP 7-8-9/2016)
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)

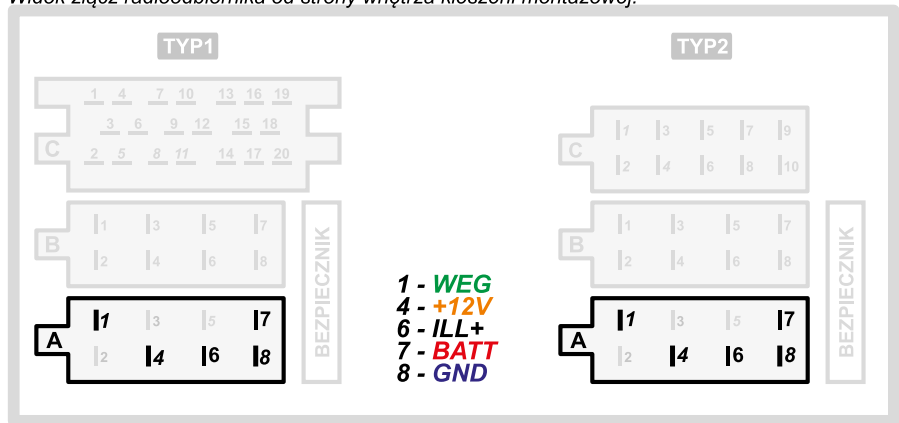
**\* Uwaga:**

Zestawy AVT mogą występować w następujących wersjach:  
**AVT xxxx UK** to oprogramowany układ. Tylko i wyłącznie. Bez elementów dodatkowych.  
**AVT xxxx A** płytka drukowana PCB (lub płytki drukowane, jeśli w opisie wydrukowane są oznaczenia), bez elementów dodatkowych.  
**AVT xxxx A+** płytka drukowana i oprogramowany układ (czyli połączenie wersji A i wersji UK) bez elementów dodatkowych.  
**AVT xxxx B** płytka drukowana (lub płytki) oraz komplet elementów wymiennopaliwki.  
**AVT xxxx G** to nic innego jak zmontowany zestaw B, czyli elementy wylutowane 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>

w starszą wersję wyświetlacza (np. Astra F, Corsa B) lub pojeździe o innym rodzaju złącza (np. Omega, Vectra B), konieczne jest odpowiednie dopasowanie sygnałów sterujących oryginalnego złącza wyświetlacza pojazdu do sygnałów sterujących złącza sterownika multiTID. W aucie innym niż Opel, stosowne sygnały, które zgrupowane są standardowo w złączu wyświetlacza TID, „pobieramy” tym razem ze złącza ISO radioodbiornika.

Wygląd typowych złączy ISO radioodbiornika wraz z oznaczeniem interesujących nas wyprowadzeń pokazano na rysunku 10.

Widok złączy radioodbiornika od strony wnętrza kieszeni montażowej.

**Rysunek 10. Rodzaje złączy radioodbiornika z opisem wyprowadzeń**

Co ciekawe, w zależności od marki pojazdu, piny o numerach 4 i 7 (oznaczone jako +12 V i BATT) mogą być zamienione miejscami, dlatego ich rzeczywiste funkcje należy ustalić eksperymentalnie. Napięcie na pinie +12 V powinno występować wyłącznie po włączeniu zapłonu (przekręceniu kluczyka), a na pinie BATT na stałe. Napięcie na pinie ILL+ to zwyczajowo przebieg prostokątny o amplitudzie ok. +12 V i wypełnieniu zależnym od ustawienia pokrętki regulującego jasność podświetlenia zegarów pojazdu. To napięcie jest używane do regulacji jasności podświetlenia wyświetlacza urządzenia multiTID. Jeśli nie zależy nam na takiej funkcjonalności, pin ILL+ należy zewrzeć z pinem +12 V.

Wszystkie połączenia, o których mowa powyżej, zapewniają jednak realizację części funkcjonalności sterownika tj. wszystkich funkcji niezwiązanych z pomiarem spalania. Aby umożliwić pomiar spalania, należy do urządzenia multiTID dostarczyć sygnał z wtryskiwacza/wtryskiwaczy paliwa (dla przypadku zasilania auta wyłącznie benzyną) oraz sygnał z zaworu reduktora instalacji LPG (dla przypadku zasilania auta zarówno benzyną, jak i gazem LPG).

**Połączenie multiTID z modułem wtryskiwacza paliwa**

Połączenia układu w tym zakresie należy wykonać nader starannie, zachowując dużą ostrożność, by 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 stałe napięcie +12 V, które zostaje podane po przekręceniu kluczyka stacyjki i które należy doprowadzić do złącza „+” stosownego gniazda urządzenia multiTID (Pb i LPG, przy zasilaniu gazem LPG). Drugie to sygnał sterujący z modułu ECU (komutowana masa), który z kolei należy doprowadzić do wejścia „-”. Przewody połączeniowe należy starannie

zabezpieczyć przed możliwością ewentualnego przetarcia izolacji i powstania zwarcia – dotyczy to zwłaszcza wszelkiego rodzaju otworów przelotowych, przez które zostaną one przeprowadzone. Aby zabezpieczyć wejściowy układ pomiarowy czasu wtrysku przed zaburzeniami (np. od będącej zwykle w pobliżu listwy zapłonowej), najlepiej zastosować dwużyłowy przewód ekranowany o odpowiednim przekroju, a ekran tego przewodu po obu stronach połączyć z masą pojazdu. Możliwe jest także połączenie układu formującego impulsy wtryskiwaczy paliwa bezpośrednio z wyjściem odpowiedniego sterownika (ECU silnika i komputera instalacji LPG). Wtedy należy odpowiednio zmniejszyć wartości rezystorów R6/R10 ustalających prądy diod LED transoptorów LTV817.

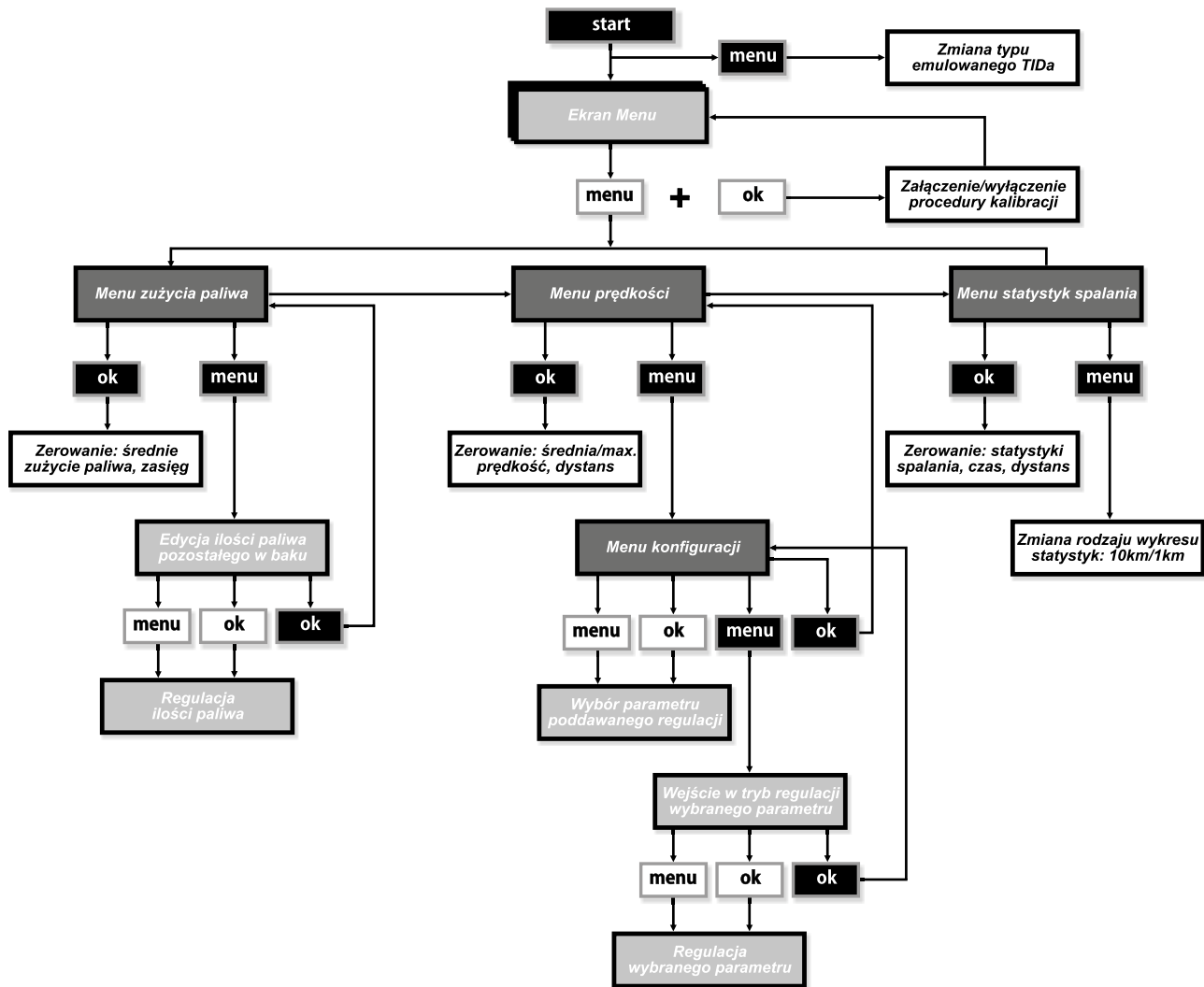
**Obsługa**

Sterownik multiTID jest urządzeniem, które zwykle będzie obsługiwane podczas jazdy samochodem, więc podstawowym kryterium przyjętym podczas tworzenia menu użytkownika były ergonomia, łatwość obsługi i czytelność interfejsu użytkownika. Zgodnie z tymi założeniami, na płytce sterownika przewidziano jedynie 2 elementy sterujące umownie oznaczone „MENU/<” i „OK/>”.

Przycisk „MENU/<” służy do zmiany aktualnie wyświetlanego ekranu menu, a przycisk „OK/>” do wykasowania liczników

REKLAMA

[www.stm32.eu](http://www.stm32.eu)
  
life.augmented



Rysunek 11. Diagram obrazujący system Menu i sposób obsługi sterownika multiTID

dystansu, średnich wartości obliczeniowych lub wyzerowania statystyk spalania. Zastosowanie tylko dwóch przycisków pozwala również na dołączenie do urządzenia multiTID oryginalnej „manetki” komputera pokładowego, która poprawia ergonomię użytkownika urządzenia. Nie są to jednak wszystkie funkcje wspomnianych elementów, gdyż ich funkcjonalność zależy od aktualnego trybu pracy układu multiTID.

Na **rysunku 11** pokazano diagram obrazujący system menu oraz sposób obsługi urządzenia. Na tym rysunku symbole przycisków wypełnione kolorem czarnym oznaczają długie naciśnięcie wybranego przycisku. Warto zauważyć, że funkcja wyświetlania ilości dostępnego paliwa w zbiorniku nie korzysta z sygnału informującego o rzeczywistym poziomie paliwa, gdyż jej implementacja, skalowanie i samo włączenie sterownika do instalacji pojazdu byłoby dość kłopotliwe. Mechanizm jej działania jest w tym wypadku bardzo prosty i zakłada każdorazowe uzupełnianie bieżącego odczytu o ilość zatankowanego paliwa, co jest możliwe poprzez wejście w tryb edycji paliwa dostępnego w zbiorniku. A więc po każdym tankowaniu pojazdu należy wejść w edycję dostępnego

paliwa i zwiększyć jego ilość o zatankowaną wartość (zmiana o pełne litry). Mechanizm pomiarowy sterownika multiTID będzie następnie odejmował od wartości dostępnego paliwa zużywanego paliwa, co umożliwi realizację wspomnianej funkcjonalności.

Słowo komentarza należy się także samemu interfejsowi graficznemu. Konstruując sterownik multiTID, chciałem, aby formą prezentacji danych oraz możliwościami dorównywał rozwiązaniom znanym ze współczesnej motoryzacji, zwłaszcza w tzw. segmencie Premium. Podstawowym zadaniem było w takim razie zaprojektowanie czytelnego i ładnego interfejsu użytkownika z wykorzystaniem efektywnych, kolorowych elementów graficznych. Nie było to zadanie łatwe i opracowanie interfejsu graficznego zajęło mi najwięcej czasu, włączając w to wykonanie wielu drobnych ikon. Zdecydowałem się na kolorystykę zbliżoną do sepia, gdyż taka wydała mi się najbardziej stonowana i elegancka, a przy okazji pasująca do kolorów podświetlenia stosowanych przez Opla.

Na **rysunku 12** pokazano wygląd „Menu zużycia paliwa” wraz z opisem wszystkich wyświetlanych danych (w tym danych znajdujących się na górnej i dolnej

belce informacyjnej, które wyświetlane są zawsze, niezależnie od aktywnego ekranu menu). Znaczenie poszczególnych danych jest następujące:

1. Bieżąca godzina.
2. Bieżąca data.
3. Chwilowe zużycie paliwa (w l/godz. dla prędkości poniżej 5 km/godz., dla pozostałych prędkości w l/100 km) wraz z oznaczeniem aktualnie używanego paliwa.
4. Dostępna ilość aktualnie używanego paliwa (w tym, graficzna prezentacja w formie bargrafu, który zmienia kolor na czerwony w przypadku, jeśli w zbiorniku jest poniżej 10% paliwa).
5. Prognozowany dystans na dostępnym, bieżącym rodzaju paliwa (liczony w oparciu o średnie zużycie paliwa).
6. Temperatura na zewnątrz pojazdu.
7. Ikonka „śnieżynki” informująca o śliskiej nawierzchni (dla temperatury poniżej 4°C).
8. Ikonka informująca o aktywnym trybie kalibracji stałej wtryskiwacza.
9. Informacje tekstowe przesyłane przez radiodiodniok Opla plus ikonki reprezentujące status radia/magnetofonu/CD.



10. Średnie zużycie paliwa w l/100 km.

Na **rysunku 13** pokazano wygląd „Menu prędkości” z opisem wyświetlanych danych. Znaczenie poszczególnych danych jest następujące:

1. Chwilowa prędkość pojazdu w km/godz.
2. Maksymalna, zarejestrowana prędkość pojazdu w km/godz.
3. Przejechany dystans w km (od ostatniego kasowania tego licznika) dla aktualnie używanego paliwa.
4. Średnia prędkość pojazdu w km/godz.

Na **rysunku 14** pokazano wygląd „Menu statystyk” wraz z opisem wszystkich wyświetlanych danych.

Znaczenie poszczególnych danych jest następujące:

1. Słupki reprezentujące średnie zużycie paliwa, dla bieżącego rodzaju paliwa, na każde przejechane 10 km lub 1 km (w zależności od wybranej opcji). Możliwość wyświetlenia kolejnego „słupka” zależy, co oczywiste, od aktualnie przejechanego dystansu oraz wybranej skali wykresu. Wykres pokazuje zawsze statystyki dla ostatnio przejechanych 150 km lub 15 km i jest aktualizowany co jednostkę skali dystansu (przesuwa się w lewo po przejechaniu 150 km lub 15 km).
2. Linia reprezentująca średnie zużycie paliwa dla bieżącego rodzaju paliwa w l/100 km (wraz z wartością).
3. Skala dla wykresu średniego zużycia paliwa dla bieżącego rodzaju paliwa (zmieniana z poziomu menu).
4. Średnia prędkość pojazdu w km/godz. (od ostatniego kasowania tego licznika).
5. Przejechany dystans w km dla bieżącego rodzaju paliwa (od ostatniego kasowania tego licznika).
6. Czas jazdy (od ostatniego kasowania tego licznika).

Na **rysunku 15** pokazano wygląd „Menu konfiguracyjnego”. Znaczenie poszczególnych opcji Menu konfiguracyjnego jest następujące:

- Tire perimeter: obwód koła w [cm].
- Pulses/rotation: stała przetwornika drogi.
- Pb injector flow: stała wtryskiwacza benzyny [cm<sup>3</sup>].
- LPG injector flow: stała wtryskiwacza gazu LPG [cm<sup>3</sup>].
- Cylinders: liczba cylindrów.
- Pb tank capacity: pojemność zbiornika paliwa [l].
- LPG tank capacity: pojemność zbiornika gazu LPG [l].
- Time: aktualny czas (format 24-godzinny).
- Date: aktualna data.
- Info bar offset: przesunięcie górnej i dolnej „belki informacyjnej” w kierunku środka ekranu [piksel].
- Interface type: kolorystyka interfejsu użytkownika [Sepia/Blue].

Opcja „Info bar offset” służy do przesunięcia górnej i dolnej „belki informacyjnej”

w kierunku środka ekranu o zadaną liczbę pikseli obrazu (0...9). Funkcja ta może być użyteczna w przypadku, gdy pionowy wymiar okna przeznaczonych na montaż oryginalnego wyświetlacza TID jest mniejszy niż wysokość ekranu, co powodowałoby przesłanianie „belek” informacyjnych i zawartych tam informacji. Z kolei opcja „Interface type” pozwala na zmianę kolorystyki

całego interfejsu użytkownika z kolorów sepia na niebieski i odwrotnie. Wygląd przykładowego Menu zużycia paliwa w kolorystyce niebieskiej pokazano na **fotografii 16**.

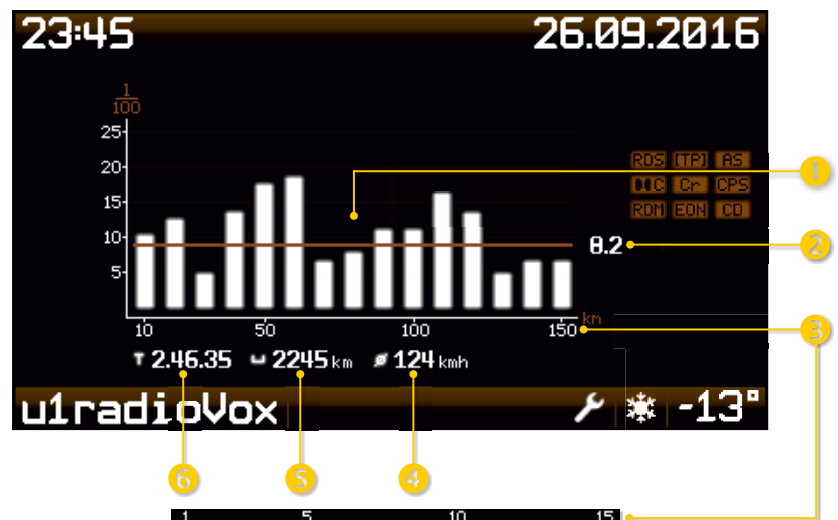
Wybrana opcja Menu jest podświetlana w kolorze białym, a wejściu w jej edycję towarzyszy negacja tła wybranej wartości (tło staje się białe, zaś wybrane wartości czarne). Wyjściu z trybu konfiguracyjnego



Rysunek 12. Wygląd „Menu zużycia paliwa”



Rysunek 13. Wygląd „Menu prędkości”



Rysunek 14. Wygląd „Menu statystyk”

towarzyszy zapisanie edytowanych wartości w nieulotnej pamięci EEPROM mikrokontrolera i/lub aktualizacja czasu i daty wbudowanego zegara RTC.

### Setup i tryb kalibracji stałej wtryskiwacza

Urządzenie multiTID wyposażono w specjalny, konfiguracyjny tryb pracy, dzięki któremu możemy określić pewne, niezbędne parametry regulacyjne nieodzowne z punktu widzenia funkcjonalności komputera pokładowego. Tryb ten uruchamiamy poprzez jednoczesne naciśnięcie przycisków „MENU/<” i „OK/>”. Za jego pomocą możemy określić wielkość następujących stałych niezbędnych w procesie obliczania zużycia paliwa, prędkości jazdy oraz drogi:

- Stała wtryskiwacza dla każdego z rodzajów paliwa (w [ml/min]): jest to wielkość charakterystyczna dla każdego wtryskiwacza elektronicznego wtrysku paliwa informująca nas o ilości paliwa, jakie może on wprowadzić do komory spalania w jednostce czasu (przy założeniu 100% czasu otwarcia zaworu i stałym, charakterystycznym dla każdego wtryskiwacza ciśnieniu zasilającym).
- Stała przetwornika drogi (impulsatora, w [imp/obr]): jest to wielkość charakterystyczna dla każdego impulsatora informująca nas o liczbie impulsów przypadających na 1 obrót koła (osi).
- Obwód opony (w [cm]).
- Liczba cylindrów (a więc i liczba wtryskiwaczy zamontowanych w silniku pojazdu).
- Pojemność zbiornika paliwa dla każdego z rodzajów (w [l]).

Ponadto tryb konfiguracyjny pozwala nam na ustawienie bieżącej daty i godziny wbudowanego zegara RTC. Wspomniane powyżej stałe można znaleźć w Internecie na forach o tematyce motoryzacyjnej lub elektronicznej, lecz wydaje się, że lepszym sposobem jest ich wyznaczenie empiryczne. Dla przykładu, obwód opony, a w zasadzie drogę, jaką pokona pojazd w czasie jednego, pełnego obrotu koła, możemy wyznaczyć dość łatwo. W tym celu zaznaczamy (np. kredą) najniższe położone miejsce styku opony z powierzchnią drogi, następnie standardowo obciążony pojazd przetaczamy, aby koło wykonało jeden, pełny obrót, po czym mierzymy pokonany odcinek drogi. Co oczywiste, wszystkie wprowadzone wartości zostaną zachowane w nieulotnej pamięci EEPROM urządzenia.

Niestety, jak pokazała praktyka, pewnych trudności może czasami nastęrczać znalezienie parametrów stosowanych w naszym pojeździe wtryskiwaczy, ponieważ są one często wykonywane na zamówienie producenta pojazdu i na próżno szukać ich oznaczeń na stronach producentów podzespołów. Na szczęście przewidziano pewien



Rysunek 15. Wygląd „Menu konfiguracyjnego”



Fotografia 16. Wygląd przykładowego „Menu zużycia paliwa” w kolorystyce niebieskiej urządzenia multiTID

mechanizm, za którego pomocą sterownik multiTID jest w stanie samodzielnie wyznaczyć poszukiwaną stałą na podstawie informacji o zużytym paliwie i pomiarze sumarycznego czasu wtrysków. Do tego celu przewidziano specjalny tryb kalibracyjny, który może być uruchomiony poprzez jednoczesne naciśnięcie przycisków „MENU/<” i „OK/>”, co zostanie zasygnalizowane wyświetleniem ikony na dolnej belce informacyjnej graficznego interfejsu użytkownika. Ponowne wykonanie wspomnianych czynności powoduje obliczenie żądanej stałej wtryskiwacza a następnie opuszczenie procesu kalibracji. Co oczywiste, do czasu zakończenia procesu kalibracji nie są dostępne następujące wartości obliczeniowe: chwilowe i średnie zużycie paliwa, ilość paliwa dostępnego w baku pojazdu (jest to sygnalizowane wyświetleniem symboli „-” w odpowiednich polach wspomnianych wartości) oraz menu statystyk spalania. Aby przeprowadzenie procesu kalibracji miało w ogóle sens, należy zastosować następujący algorytm postępowania:

- Zużyć całe, dostępne paliwo, aż do zaświecenia się lampki sygnalizującej tzw. rezerwy paliwa.
- Zatankować 20 l paliwa.
- Uruchomić procedurę kalibracji.
- Zużyć całe, dostępne paliwo (zatankowane wcześniej 20 l), aż do ponownego

zaświecenia się lampki sygnalizującej tzw. rezerwy paliwa.

- Zakończyć procedurę kalibracji.

Po wykonaniu tych czynności układ multiTID obliczy i zapisze, w nieulotnej pamięci EEPROM mikrokontrolera, wartość stałej wtryskiwacza, po czym przejdzie do normalnego trybu pracy. Oczywiście stałą taką wyznaczamy dla każdego z rodzajów paliwa oddzielnie, co oznacza, że w czasie aktywnego procesu kalibracji nie wolno zmieniać rodzaju paliwa. Gdyby obliczona przez sterownik wartość stałej wtryskiwacza powodowała zaniżanie lub zawyżanie rzeczywistego spalania paliwa, w każdej chwili możemy dokonać odpowiedniej korekty poprzez wejście w menu konfiguracji urządzenia i zwiększenie (przy zaniżaniu spalania) lub zmniejszenie (przy zawyżaniu spalania) wspomnianej wartości. Należy zaznaczyć, że tak jak w przypadku oryginalnych rozwiązań typu „komputer pokładowy”, obliczane wartości zużycia paliwa są obarczone pewnym błędem wynikającym choćby z założenia stałego ciśnienia zasilającego wtryskiwacz czy też z zaokrąglenia obliczeniowych. Testy praktyczne pokazały, że maksymalny błąd pomiarowy jest na poziomie 0,5 l na całą pojemność baku pojazdu, czyli ok. 1%.

Robert Wołgajew, EP