

Sebastian **CHWIEDORUK**

## **WEWNĘTRZNE I ZEWNĘTRZNE POŁĄCZENIA INFORMACYJNE - URZĄDZENIA MONITOROWANIA POJAZDÓW**

**Streszczenie.** Systemy monitoringu oraz zarządzania flotą pojazdów, pomimo swoich niewielkich rozmiarów, są złożonymi urządzeniami, wyposażonymi w wiele interfejsów, pozwalających komunikować się zarówno z urządzeniami peryferyjnymi wewnątrz systemu, jak również gromadzić informacje z sieci pojazdu oraz zainstalowanych dodatkowych urządzeń pomiarowych i komunikacyjnych. Urządzenie, na przykładzie którego opisywane jest zagadnienie, wyposażone jest w wersji podstawowej w dwa interfejsy CAN High-Speed, mogące obsługiwać protokoły FMS, J1939, OBD II, z możliwością rozszerzenia o kolejny interfejs CAN i interfejs J1708. Ponadto do komunikacji zewnętrznej stosowany jest interfejs RS232 oraz 1-wire®. Do łączenia z modułami zdalnymi przewidziane jest połączenie bezprzewodowe.

Wszelkie gromadzone dane (z wejść dwustanowych, licznikowych, analogowych, CAN, RS232, Wireless) są przesyłane siecią GSM do głównego serwera, gdzie są przetwarzane, zapisywane i wizualizowane.

Artykuł zawiera omówienie tego typu urządzeń, ze szczególnym uwzględnieniem akwizycji, przesyłania, przetwarzania i przechowywania danych pozyskanych z pojazdu za pomocą cyfrowych sieci i protokołów.

**Słowa kluczowe:** zarządzanie flotą, CANbus, interfejsy, komunikacja szeregową.

### **1. WSTĘP**

Zastosowanie systemu monitoringu pojazdu daje firmie wiele korzyści, co powoduje, że staje się ono obecnie wręcz koniecznością. Korzyści ekonomiczne wynikają między innymi z oszczędności paliwa, polepszenia ekonomiki jazdy, ale także z lepszego zarządzania flotą pojazdów czy też optymalizacją tras przejazdów.

Ogólnodostępne dane, publikowane przez firmy, szacują oszczędności w zużyciu paliwa od kilku do nawet 35%. Dane te pozwalają założyć średnią oszczędność paliwa, po zastosowaniu systemu, w okolicach 15%. Nie jest to jedyna korzyść z zastosowania monitoringu pojazdu.

Głównymi zadaniami tego rodzaju systemów są:

- 1) monitorowanie tras przejazdów, czasów postojów pojazdu itp.;
- 2) kontrola paliwa (w tym ochrona przed kradzieżami, analiza ekonomiki jazdy);
- 3) zapewnienie bezpieczeństwa pojazdu i autoryzacja kierowców;
- 4) kontrola dodatkowych parametrów, jak na przykład temperatury naczepy chłodni;
- 5) zarządzanie flotą oraz optymalizacja wykorzystania pojazdów;
- 6) ewidencjonowanie przejazdów służbowych i prywatnych.

System monitorowania pojazdów składa się zazwyczaj z następujących podstawowych elementów:

- 1) urządzenie lokalizacji i akwizycji danych, które ustala położenie, gromadzi dane pomiarowe i komunikuje się z serwerem;
- 2) serwer z bazą danych, na który są przesyłane i przechowywane dane z urządzenia lokalizacyjnego;

- 3) aplikacja, również w formie serwisu www oraz aplikacji na urządzenia mobilne, umożliwiająca dostęp i przetwarzanie danych gromadzonych na serwerze.

## 2. WYMAGANIA TECHNICZNE

Zgodnie z wymaganiami homologacyjnymi Regulaminu nr 97 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG ONZ) urządzenie montowane w kabinie powinno spełniać dwa podstawowe wymagania. Jednym z nich jest temperatura pracy, która powinna zawierać się w przedziale od  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $+85^{\circ}\text{C}$ . Drugie to stopień ochrony środowiskowej, określony jako co najmniej IP40 [1].

Regulamin nr 97 określa między innymi niektóre wymagania mechaniczne, jakie powinno spełniać urządzenie (na przykład odporność na drgania) oraz parametry zasilania. Należy zaznaczyć, że regulamin nr 97 ONZ dotyczy systemów alarmowych, ale ze względu na funkcjonalność niektórych lokalizatorów, w praktyce wiele z nich spełnia również tę rolę w pojazdach.

Ponadto urządzenie powinno spełniać dyrektywy Unii Europejskiej z zakresie zgodności elektromagnetycznej. W chwili obecnej jest to dyrektywa komisji 2004/104/WE z dnia 14 października 2004, która określa wymogi, jakie muszą spełniać pojazdy i podzespoły elektryczne instalowane w pojazdach [3].

Obowiązuje również Regulamin nr 10 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG ONZ) – Jednolite przepisy dotyczące homologacji pojazdów w odniesieniu do kompatybilności elektromagnetycznej [2].

Unormowania prawne nakładają na producenta urządzeń obowiązki dotyczące posiadania odpowiedniej dokumentacji urządzenia (niezbędne między innymi do wniosku o homologację urządzenia), a także poprawności i kontroli produkcji.

Z punktu widzenia montażowego urządzenie powinno być jak najmniejsze, co pozwoli montować je w różnych typach pojazdów, gdzie zawsze trzeba znaleźć odpowiednią przestrzeń do jego umiejscowienia. Trzeba pamiętać, że w większości przypadków niezbędne są podłączenia do różnych elementów instalacji pojazdu (oczywiście konieczne jest przynajmniej podłączenie do zasilania) oraz rozproszania dodatkowego okablowania, na przykład do montowanych czujników, będących częścią systemu.

Ze względu na możliwość stosowania w pojazdach z instalacją 12V (samochody osobowe), jak również 24V (na przykład ciężarówki) zasilanie powinno być możliwe w zakresie co najmniej od 9 do 30V napięcia stałego z odpowiednimi zabezpieczeniami.

Pożądaną funkcją jest zapewnienie zasilania rezerwowego, umożliwiającego lokalizację przy braku zasilania głównego pojazdu.

Wydajność wewnętrznej przetwornicy napięcia oraz buforowanie energii powinno być między innymi dopasowane do znacznego impulsowego zapotrzebowania prądowego modułów transmisji GSM, które w oknach transmisji mogą pobierać znaczne prądy, na poziomie 1500 -2000 mA.

W urządzeniach lokalizacyjnych najistotniejszym elementem jest oczywiście moduł określania położenia GPS oraz transmisji GSM. W zależności od potrzeb czy inwencji twórców mogą być wyposażone w interfejsy cyfrowe czy też układy wejścia/wyjścia do rozbudowy systemu i uzyskiwania dodatkowych informacji.

Z punktu widzenia interfejsów sieciowych najważniejszy jest interfejs CAN (w wersji High Speed CAN), który umożliwia uzyskanie wielu ważnych informacji bezpośrednio z systemów pojazdu.

### 3. ARCHITEKTURA SYSTEMU

W tabelicy 1, w celach poglądowych, zestawiono przykładowe konfiguracje kilku popularnych modułów lokalizacji. Tablica ma na celu zobrazowanie tendencji w budowie tych urządzeń co do ilości i rodzajów interfejsów.

**Tablica 1. Porównanie kilku popularnych urządzeń na rynku pod względem budowy i wyposażenia w interfejsy.**

Typ interfejsu	Urządzenie 1	Urządzenie 2	Urządzenie 3	Urządzenie 4
CAN	1	2	1	2
RS232	-	1, TTL	-	1
RS485	1	opcja	-	opcja
USB	-	1	-	1
1-wire®	1	1	1	1
Wejścia dwustanowe	7	5	4	6
Wyjścia dwustanowe	3	3	3	2
Wejścia analogowe	4	3	2	4
Połączenie bezprzewodowe*	Opcja, ext	Opcja, ext	-	Opcja, int
Możliwość rozbudowy	Tak, ext	Tak, ext	Tak, ext	Tak, int, ext

int – moduł wewnętrzny, ext – moduł zewnętrzny

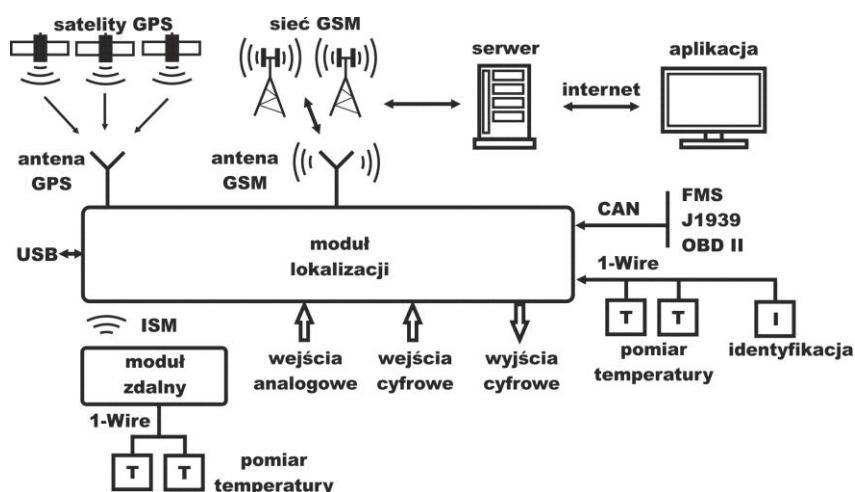
\* - połączenie umożliwiające komunikację z modułem zdalnym, umieszczanym np. w naczepach pojazdów.

Możliwości poszczególnych urządzeń mogą być zmienne w zależności od konfiguracji. W niektórych urządzeniach wyprowadzenie złącza może mieć różne funkcje w zależności od ustawień (np. wejście analogowe lub dwustanowe).

### 4. WYMIANA DANYCH POPRZEZ INTERFEJSY ZEWNĘTRZNE

Rysunek 1 przedstawia poglądowy schemat konfiguracji systemu lokalizacji i akwizycji danych z pojazdu.

W urządzeniach lokalizacji wysyłanie danych na serwer realizowane jest przez transmisję GSM. Interfejsy, takie jak CAN, 1-Wire®, RS-485 umożliwiają pozyskiwanie danych z sieci pojazdu i dodatkowych zewnętrznych czujników lub modułów rozszerzających. Do takich elementów można zaliczyć na przykład dodatkowy czujnik paliwa, montowany w zbiorniku. W odróżnieniu od fabrycznych czujników poziomu może on mierzyć poziom również w pojeździe na postoju, co pozwala wykryć kradzież paliwa. Dodatkowo mogą być montowane przepływomierze, wyświetlacze do komunikacji z kierowcą, moduły bezprzewodowe do komunikacji z naczepą pojazdu etc.



Rys. 1. Schemat poglądowy systemu lokalizacji

#### 4.1. Transmisja GSM GPRS

Ogólna zasada działania większości systemów lokalizacji w zakresie przesyłania pakietów na serwer polega na wysyłaniu danych w następujących okolicznościach:

- 1) cyklicznie, co określony przedział czasu np. co 15 sekund dla jazdy i 5 minut dla postoju;
- 2) przy zmianie kierunku jazdy o określony kąt (chodzi o zagęszczenie pomiarów w przypadku zakrętów);
- 3) w przypadku wystąpienia zdefiniowanego alarmu (na przykład przekroczenie temperatury, prędkości).

Alarm, ze względu na swoją wagę, może być przesyłany usługą SMS (*ang. Short Message Service*) do zdefiniowanych odbiorców (na przykład do właściciela firmy lub operatora).

W przypadku braku połączenia z siecią lub problemów z zestawieniem komunikacji GPRS, większość urządzeń posiada pamięć wewnętrzną, umożliwiającą przechowywanie gromadzonych danych. W momencie uzyskania połączenia z serwerem zapisane dane są przesyłane na serwer. Taki system pozwala uniknąć luk w bazie danych, gdy pojazd poruszał się na przykład w terenie, gdzie zasięg sieci GSM jest niewystarczający do prawidłowego połączenia lub przy starcie systemu, gdy urządzenie łączy się dopiero z siecią GSM.

Koszt transmisji danych przez sieć GSM zależy od ilości przesyłanych danych. Dlatego istotne jest zapewnienie jak najmniejszej liczby transmitowanych bajtów. Wiąże się to z koniecznością optymalizacji protokołu i unikania przesyłania zbędnych, nadmiarowych informacji. Sposób przesyłania jest indywidualną cechą danego urządzenia i producenci stosują tu własne sposoby pakietowania przesyłanych informacji. Moduły GPS pozwalają przesyłać dane za pomocą wbudowanych stosów TCP/IP lub UDP. Wybór protokołu UDP do przesyłania danych na serwer pozwala na znaczne ograniczenie ilości przesyłanych danych w porównaniu z protokołem TCP/IP, który to wymaga wielu dodatkowych informacji przesyłanych przez sieć (w tym mechanizmów nawiązywania połączenia, kontroli transmisji etc.). Należy jednak zaznaczyć, że protokół UDP nie gwarantuje integralności danych, a zatem zawartość odbieranych danych powinna być weryfikowana przez jakieś mechanizmy kontroli.

## 4.2. Magistrala CAN

W pojazdach magistrala CAN jest dominującą cyfrową magistralą.

W przypadku pojazdów osobowych pozyskiwanie informacji poprzez magistralę CAN jest możliwe poprzez złącze diagnostyczne OBD II. Jest to specyficzny protokół, dający możliwość pozyskania wielu informacji z CPU pojazdu, na przykład o ilości paliwa, prędkości.

W przypadku pojazdów ciężarowych, jak również autobusów, mamy do dyspozycji w wielu przypadkach złącze FMS-STANDARD, które pozwala pozyskać w bezpieczny sposób informacje z systemu pojazdu.

FMS -STANDARD jest wspierany przez „Heavy Truck Electronic Interface Group” działającą pod egidą European Automobile Manufacturers' Association (ACEA) [4] i bazuje na standardzie SAE J1939.

Główne informacje, które są pobierane przez interfejs CAN w modułach lokalizacji to poziom paliwa, informacje z tachografu (np. identyfikacja kierowców), obroty silnika, temperatura silnika, przebieg, napięcie akumulatora.

## 4.3. Interfejs 1-WIRE

Protokół 1-Wire® został opracowany przez firmę Dallas Semiconductor (aktualnie Maxim Integrated Products, Inc.). Jest to jedнопrzewodowy (plus linia masy odniesienia), szeregowy interfejs typu Master -Slaves [7].

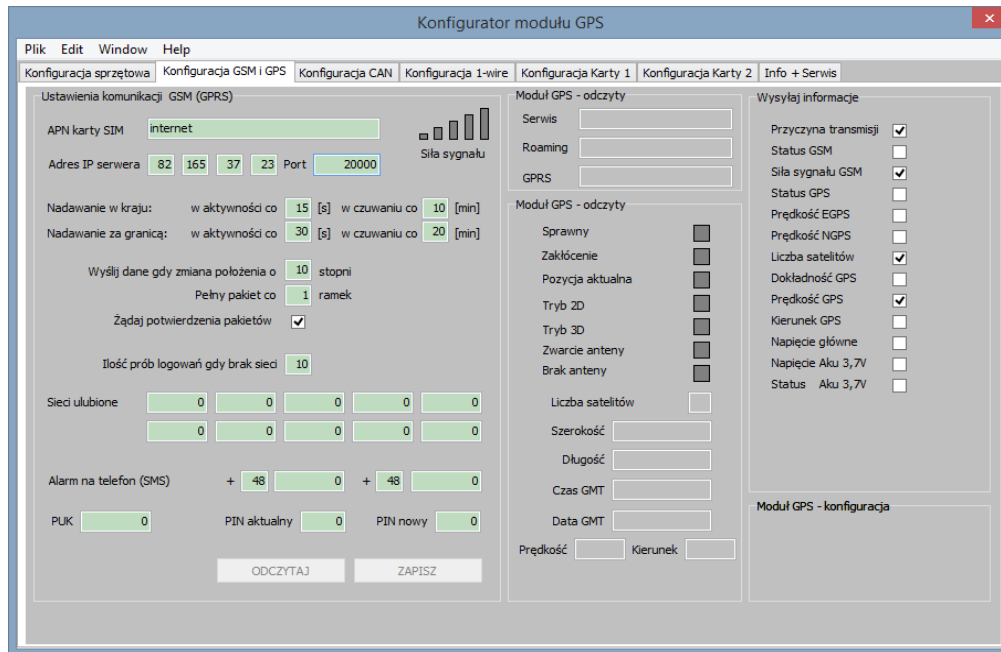
Cechą szczególną tego systemu jest posiadanie przez każdy układ typu *Slave* programowanego fabrycznie unikalnego numeru ID. Jest on wykorzystywany do identyfikacji urządzenia przy wielu tego typu urządzeniach na linii. Jako że nie ma określonego sygnału zegarowego, prędkość i zależności czasowe na linii są ściśle określone. Musi to zostać uwzględnione przy realizacji programowej protokołu z portu mikroprocesora. Możliwe jest też zastosowanie zewnętrznego układu typu 1-Wire® master, który może komunikować się z mikrokontrolerem na przykład poprzez protokół I<sup>2</sup>C.

Głównym zastosowaniem zewnętrznego portu 1-Wire jest podłączenie czujników temperatury oraz modułów identyfikacji, na przykład i-Button®.

## 4.4. Konfiguracja urządzenia

Urządzenie w założeniu ma być montowane w różnych konfiguracjach, w zależności od pojazdu oraz wymagań klienta. Wstępna konfiguracja musi się odbyć za pomocą bezpośredniego połączenia z urządzeniem, ponieważ niezbędne jest zapisanie właściwych ustawień komunikacji dla karty SIM i modułu GPS zależnych od danego operatora. Często tworzone są specjalne programy konfiguracyjne oraz protokoły zapytań i przesyłania informacji ułatwiające to zadanie.

Dostęp do zamontowanego już urządzenia może być utrudniony albo wręcz niemożliwy. Dlatego system powinien zapewniać możliwości zdalnej konfiguracji poprzez komunikację zdalną GPRS oraz zdalną możliwość wymiany oprogramowania wewnętrznego.

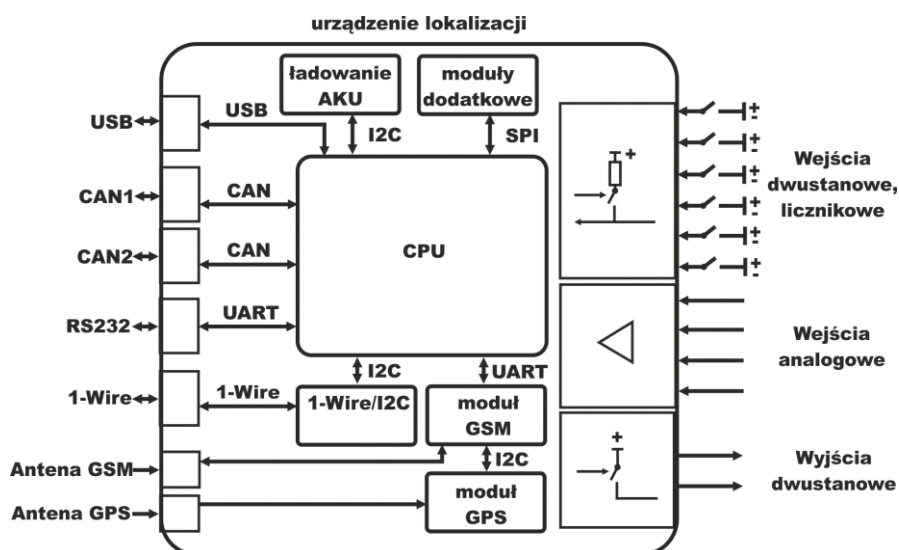


Rys. 2. Przykładowy ekran programu konfiguracyjnego

## 5. KOMUNIKACJA WEWNĘTRZNA LOKALIZATORA

W systemach mikroprocesorowych do połączeń wewnątrz układu często stosuje się interfejsy szeregowy, które z małą ilością wyprowadzeń pozwalają połączyć się z układami peryferyjnymi. Współczesne mikroprocesory wyposażone są w szereg szybkich interfejsów, które można z powodzeniem wykorzystać do tych celów, unikając stosowania magistrali równoległej, która pomimo swoich zalet wymaga prowadzenia większej ilości ścieżek, co powoduje komplikację i zwiększenie rozmiaru płyty drukowanej.

Podstawowe interfejsy szeregowy to: UART (*ang. Universal Asynchronous Receiver and Transmitter*), I<sup>2</sup>C (*ang. Inter-Integrated Circuit*) oraz SPI (*ang. Serial Peripheral Interface*).



Rys. 3. Komunikacja wewnętrzna urządzenia, interfejsy zewnętrzne oraz elementy wejścia/wyjścia

## 5.1. UART

Podstawowym interfejsem dla modułów komunikacji GSM (moduł GSM) jest UART, który za pomocą komend AT pozwala na pełne sterowanie z poziomu mikrokontrolera. Komendy sterujące nie są specyficzne dla danego producenta, ale bazują na przyjętych normach opisujących komunikację AT z urządzeniami mobilnymi.

Przykładowa komenda wpisująca numer PIN karty SIM do modułu w celu aktywacji karty i połączenia z siecią: „AT+CPIN=0933”. Poprawnie przyjęta komenda jest potwierdzana. W tym przypadku są to znaki : „OK”.

Podobnie dla modułu odbiornika sygnałów lokalizacji (moduł GPS) komunikacja przez port szeregowy jest standaryzowana i opiera się na specyfikacji NMEA lub RTCM. Ze względu na obszerność zagadnienia protokoły te nie będą opisywane w niniejszym artykule.

W opisywanym urządzeniu dostęp do modułu GPS jest możliwy również za pośrednictwem modułu GSM. W tym przypadku moduł GPS jest połączony interfejsem I<sup>2</sup>C z modułem GSM i przez odpowiedni zestaw komend (protokół UBX dla produktów firmy U-blox) jest możliwe konfigurowanie, sterowanie i odczytywanie danych z układu. Komunikacja I<sup>2</sup>C jest w pełni zarządzana z modułu GSM. Takie rozwiązanie pozwala „zaoszczędzić” port w mikrokontrolerze, nie ograniczając funkcjonalności systemu. Należy pamiętać, że w mikrokontrolerach mamy ograniczoną ilość interfejsów, co jest ściśle związane z ilością wyprowadzeń. Przykładowo, nawet jeśli mamy do dyspozycji cztery czy pięć portów (kontrolerów) UART, to ze względu na współdzielenie funkcji portów I/O użycie kontrolera SPI „zabiera” nam jeden z tych portów.

## 5.2. I<sup>2</sup>C

Interfejs I<sup>2</sup>C doskonale nadaje się do komunikacji z prostymi urządzeniami peryferyjnymi. Wymaga tylko dwóch linii sygnałowych: danych i sygnału zegarowego. Komunikacja odbywa się zgodnie z ustalonym protokołem.

W omawianym systemie jest on stosowany do komunikacji z inteligentnym modułem nadzoru zasilania i kontroli ładowania zewnętrznego oraz interfejsu 1-wire na I<sup>2</sup>C.

W obu układach peryferyjnych poprzez ten interfejs uzyskuje się dostęp do zestawu rejestrów wewnętrznych, zarówno do odczytu, jak i do zapisu.

## 5.3. SPI

SPI jest najważniejszym interfejsem do łączenia układów peryferyjnych z mikrokontrolerem. Doskonale sprawdza się do obsługi układów peryferyjnych, takich jak: pamięci nieulotne, przetworniki ADC i DAC, moduły komunikacyjne, zegary RTC itp. Oferuje szybkość zależną od możliwości technicznych łączonych układów. W praktyce może być to od kilku do kilkudziesięciu Mbps. W omawianym układzie jest stosowany do obsługi wewnętrznych modułów rozszerzających oraz pamięci Flash.

## 6. WNIOSKI

Konstrukcja rozbudowanego systemu lokalizacji pojazdów wymaga zastosowania wielu połączeń wymiany danych oraz protokołów. W wielu przypadkach mamy do czynienia z ogólnie przyjętymi standardami, jak na przykład komendy AT dla modułów GSM.

Przesył danych, specyficznych dla danego urządzenia, jak na przykład dane przesyłane przez sieć i dane konfiguracyjne, nie podlega standaryzacji. W tych przypadkach kryterium tworzenia protokołu wymiany informacji może polegać na optymalizacji ilości danych przesyłanych.

Przedstawiono przykład współczesnego urządzenia elektronicznego, w którym urządzenia peryferyjne łączone są z mikrokontrolerem poprzez szereg protokołów szeregowych, wspieranych przez kontrolery sprzętowe.

## 7. LITERATURA

- [1] Regulamin nr 97 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG ONZ) – Jednolite przepisy dotyczące homologacji systemów alarmowych pojazdów oraz pojazdów w zakresie ich systemów alarmowych.
- [2] Regulamin nr 10 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG ONZ) – Jednolite przepisy dotyczące homologacji pojazdów w odniesieniu do kompatybilności elektromagnetycznej.
- [3] DYREKTYWA KOMISJI 2004/104/WE z dnia 14 października 2004.
- [4] HDEI / BCEI Working Group, FMS-Standard description, Version 03, 14.09.2012.
- [5] Technical specification ETSI TS 127 007 V11.8.0.
- [6] u-blox, AT Commands Manual (UBX-13002752).
- [7] <http://www.maximintegrated.com/en/app-notes/index.mvp/id/1796> [dostęp: 10.08.2014].

## INTERNAL AND EXTERNAL INFORMATION PATHS IN FLEET MANAGEMENT SYSTEM DEVICE

**Abstract.** Fleet monitoring and management systems, despite their small size, are complex devices equipped with multiple interfaces allowing both to communicate with peripheral devices within the system as well as to gather information from the vehicle network and additional installed measuring devices. The device used as an example to describe the problem, is provided in its basic version with two High Speed CAN interfaces that support FMS, J1939, OBD II protocols, and is expandable by addition of another CAN interface and J1708 interface. In addition the RS232 and 1-Wire interfaces are used for external communication. Remote modules are communicated by means of a wireless connection.

All collected data (from digital, counter, analog, CAN, RS232, Wireless inputs) are sent over the GSM network to the main server where they are processed, stored and visualized.

The article discusses this type of equipment with particular emphasis on the acquisition, transmission, processing and storage of data obtained from a vehicle by means of digital networks and protocols.

**Keywords:** fleet management, CANbus, serial communications.