

Wielokanałowy konwerter prędkości transmisji informacji nawigacyjnych

Streszczenie. Artykuł przedstawia wielokanałowy konwerter przeznaczony do dystrybucji sygnałów nawigacyjnych przesyłanych w standardzie NMEA 0183. Umożliwia on przystosowanie prędkości transmisji do aktualnych potrzeb systemu transmisji danych. Konwersja prędkości transmisji informacji nawigacyjnych rozwiązuje problem zbyt małej liczby wyjść stosowanych w urządzeniach nawigacyjnych na statkach i okrętach. Zaprezentowany konwerter obok konwersji prędkości transmisji pełni również funkcję rozdzielacza sygnałów. Posiada 4 wejścia i wyjścia, nie zmienia przesyłanych informacji i zapewnia bezbłędną transmisję danych nawigacyjnych, niezależnie od ich treści.

Abstract. The article presents a digital device designed for the distribution of navigation signals transmitted in the NMEA 0183 standard. The device allows to adapt the transmission speed to the current needs of the data transmission system. The device for converting the speed of navigation information transmission solves the problem of too few outputs used in navigation devices on board of the ship. The designed device also has the function of a signal converter and splitter. The converter has 4 independent inputs and 4 independent outputs. The converter does not change the content of the transmitted information. The device ensures error-free transmission of navigation data, regardless of the data content. **(Multi-channel speed converter for navigation information).**

Słowa kluczowe. Konwerter prędkości transmisji informacji nawigacyjnych, standard NMEA 183, odbiornik GPS.

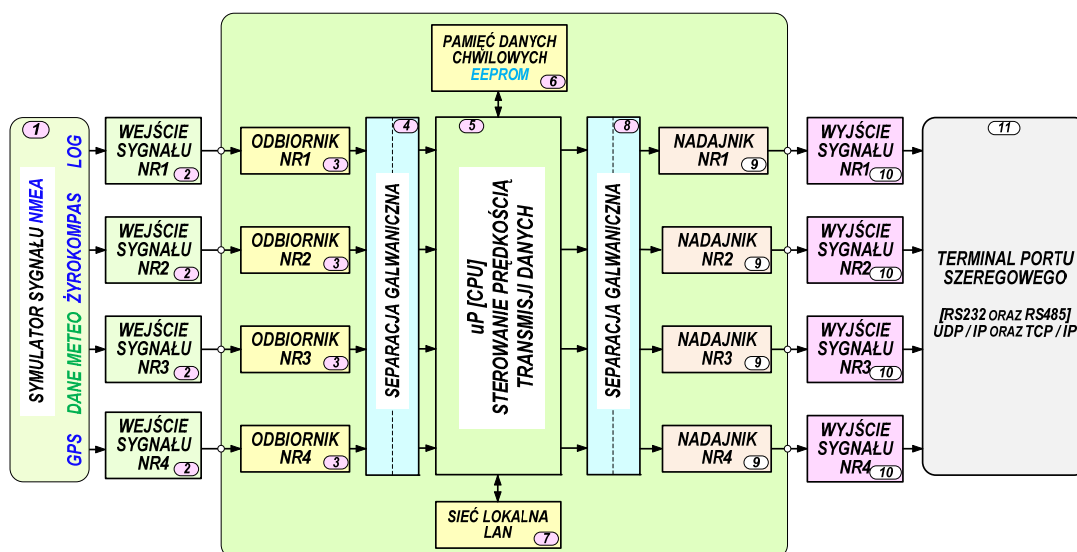
Keywords. Navigation speed converter, NMEA 183 standard, GPS receiver.

Wstęp

Wraz z rozbudową systemów nawigacyjnych na okrętach, pojawił się problem dostępności sygnałów nawigacyjnych transmitowanych do wszystkich urządzeń wchodzących w skład systemu nawigacyjnego [1,2]. Koniecznym stało się zaprojektowanie i wykonanie urządzenia rozwiązującego ten problem [2,3]. Dodatkowo, pojawił się problem prędkości transmisji, którego źródłem jest rozwój systemów szeregowej transmisji danych z coraz większymi prędkościami transmisji [4,5]. Nowo projektowane urządzenia zapewniają większe wartości prędkości transmisji [5,6]. Tworząc system nawigacyjny należy mieć możliwość elastycznego konfigurowania urządzeń systemu [1]. Taką elastyczność zapewnia przedstawiany ośmiokanałowy konwerter transmisji informacji nawigacyjnych [6,7].

Opisywane w artykule urządzenie bazuje na standardzie NMEA 0183 [8]. Standard ten został opublikowany przez *National Marine Electronics Association* jako protokół komunikacji między morskimi urządzeniami elektronicznymi. W szczególności, ma on

zastosowanie w elektronicznej nawigacji morskiej oraz wybranych urządzeniach GPS. Istotą tego standardu jest to, że dane są transmitowane w postaci sekwencji zapisanych w kodzie ASCII. Pojedyncza sekwencja zawiera do 82 znaków. Znakiem początkowym w protokole jest „\$”, a potem następuje identyfikator sekwencji i pola danych oddzielone przecinkami. Na końcu znajduje się symbol <CR><LF>. Sama norma NMEA określa wymagania stawiane sygnałom elektrycznym, protokołowi transmisji oraz czasom i formatowi sekwencji dla 48 bitowej magistrali danych szeregowych. Standard NMEA 0183 nastawiony jest na jednokierunkową transmisję szeregową danych od jednego nadawcy do jednego lub większej liczby odbiorców. Opisywane w artykule urządzenie można uznać za rozwinięcie tego standardów w kierunku zwiększenia jego funkcjonalności. Przegląd literatury związanej z tematem oraz rynku urządzeń nie wykazał istnienia urządzenia o podobnych właściwościach



Rys.1. Schemat blokowy ośmiokanałowego konwertera prędkości transmisji informacji nawigacyjnych

Schemat blokowy konwertera prędkości transmisji informacji nawigacyjnych

Na rysunku 1 przedstawiono schemat blokowy konwertera. Konwerter nie zmienia treści przesyłanych informacji. Urządzenie zapewnia bezbłędną transmisję danych nawigacyjnych, niezależnie od treści. Konwerter zarządza tylko wartościami prędkości transmisji danych nawigacyjnych przesyłanych w standardzie NMEA 0183 [8].

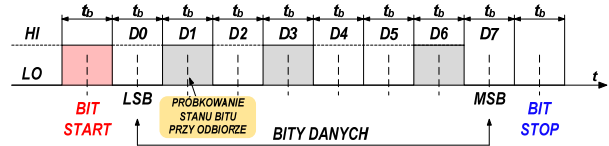
W skład konstrukcji sprzętowej konwertera wchodzi:

1. Źródła nadawcze sygnału NMEA. Mogą to być różnego rodzaju urządzenia nawigacyjne (np. GPS, żyrokompas, log, dane meteo), a także inne urządzenia mające protokół transmisji wg standardu NMEA. Takimi urządzeniami mogą być struktury pomiarowe związane z urządzeniami statku np. czujniki pomiarowe. Dla potrzeb testowych można użyć symulatora sygnału NMEA,
2. Układy wejściowe związane ze sprzętowym dopasowaniem sygnałów,
3. Odbiorniki sygnału NMEA, osobno dla każdego wejścia,
4. Układy separacji galwanicznej pomiędzy urządzeniami wejściowymi, a strukturą mikroprocesora sterującego pracą konwertera,
5. Mikroprocesor sterujący pracą konwertera. Użyto nowoczesny mikroprocesor STM32F429VGT6.
6. Pamięć danych chwilowych typu EEPROM. Pamięć służy do chwilowego zapamiętania odbieranych danych nawigacyjnych,
7. Sieć lokalna LAN, wykorzystywana do programowania konwertera,
8. Układy separacji galwanicznej pomiędzy urządzeniami wyjściowymi, a strukturą mikroprocesora sterującego pracą konwertera,
9. Nadajniki sygnału NMEA, osobno dla każdego wyjścia,
10. Układy wyjściowe związane ze sprzętowym dopasowaniem sygnałów,
11. Terminal portu szeregowego umożliwiający odbiór sygnałów wyjściowych generowanych przez konwerter

NMEA protokół:

```
$ GPRMC,06.1853,000,A,2237.5593,N,11401.5946,E,2.72,351.13,050916,...A * 6B
$ GPVTG,351.13,T,M,2.72,N,5.0,K,A * 0A
$ GPXGA,06.1853,000,2237.5593,N,11401.5946,E,1,11,0.8,106.2,M,-2.5,M,0000*47
$ GPGSA,A,3,06,17,23,02,12,05,42,50,09,19,28,1.5,0.8,1.3*31
$ GPGSV,3,1,12,02,38,308,43,05,31,225,38,06,48,003,46,09,29,082,39 * 7D
$ GPGSV,3,2,12,12,24,311,40,17,55,095,40,19,66,053,41,23,13,056,40*78
$ GPGSV,3,3,12,28,16,169,39,40,20,257,34,42,46,123,38,50,46,123,39*70
$ GPGLL,2237.5593,N,11401.5946,E,06.1853,000,AA * 55
```

Rys.2. Przykładowe dane otrzymywane z odbiornika GPS z uwidocznionym protokołem przesyłania danych nawigacyjnych



Rys.3. Struktura przesyłanego szeregowo pojedynczego znaku

Protokół przesyłanych danych nawigacyjnych

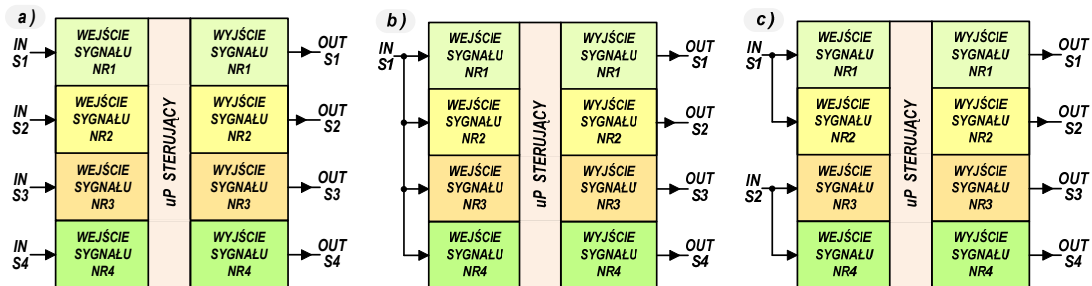
Na rysunku 2 przedstawiono przykładowy zestaw danych przesyłanych w standardzie NMEA. Zestaw danych wysyłany jest w sposób tekstowy. Na rysunku 3 przedstawiono strukturę przesyłanego w trybie szeregowym pojedynczego znaku tekstowego.

Podstawowe konfiguracje pracy konwertera

Podstawowe konfiguracje pracy konwertera przedstawiono na rysunkach 4a-4c. Na rysunku 4a przedstawiono konfigurację z jednym wejściem i jednym wyjściem. W każdym kanale ustawiono indywidualne wartości prędkości transmisji.

Na rysunku 4b przedstawiono konfigurację, w której informacja wejściowa z jednego źródła jest przekazywana na osobne wyjścia. Można programowo ustalić różne wartości prędkości transmisji dla poszczególnych wyjść.

Na rysunku 4c przedstawiono elastyczność konfigurowania połączeń dla urządzeń nawigacyjnych. Każdorazowo można programowo ustawiać dowolną wartość prędkości transmisji w wybranym kanale.



Rys.4. Podstawowe rodzaje pracy konwertera



Rys.5. Kolejność czasowa pracy konwertera

Kolejne etapy pracy konwertera

Na rysunku 5 przedstawiono kolejne etapy pracy konwertera. W pierwszej kolejności odbierane są dane

wejściowe. Następnie następuje zapamiętywanie i zapisywanie odebranego sygnału w pamięci danych chwilowych. Jest to pamięć nieulotna typu EEPROM.

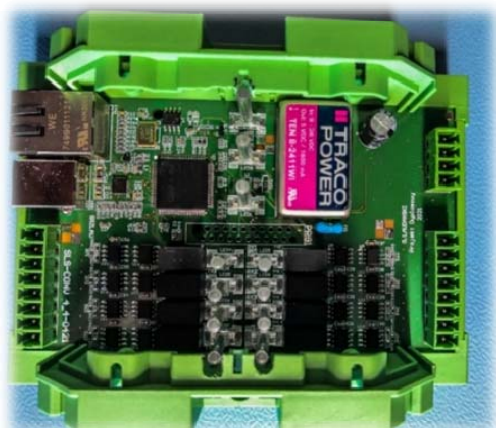
Po zapisie danych następuje transmisja zapamiętanej informacji do określonych urządzeń wyjściowych. Docelowe źródło przesyłanych danych oraz wartości prędkości transmisji ustalane są wcześniej programowo.

Algorytm działania konwertera

Algorytm działania konwertera zrealizowany w postaci programu zapisany został w pamięci FLASH mikroprocesora. Program sprawdza odczyt ustawień zapisanych w pamięci EEPROM. Następnie ustala wartości prędkości transmisji wejściowej i wyjściowej. Następnie program rozpoczyna odbiór sygnałów wejściowych. Po odbiorze znaków wejściowych następuje sprawdzenie poprawności odebranych znaków. Jeżeli sprawdzenie poprawności daje wynik pozytywny, odebrane znaki zapisywane są do pamięci danych (rys. 1). Potem dane są transmitowane do wybranych urządzeń systemu nawigacyjnego. Znaki dla potrzeb transmisji pobierane są z miejsca ich uprzedniego zapisania w pamięci EEPROM. Po wysłaniu (wszystkich uprzednio odebranych znaków) program mikroprocesora rozpoczyna ponowny odbiór danych.

Budowa konwertera

Na rysunku 6 przedstawiono zmontowaną płytę drukowaną konwertera. Płytę wykonano w technologii 4-warstwowej. Na płycie umieszczono mikroprocesor, przetwornicę separującą, złącza oraz pozostałe elementy elektroniczne. Na rysunku 7 przedstawiono widok płyty czołowej konwertera oraz opis złączy dla sygnałów wejściowych i wyjściowych.



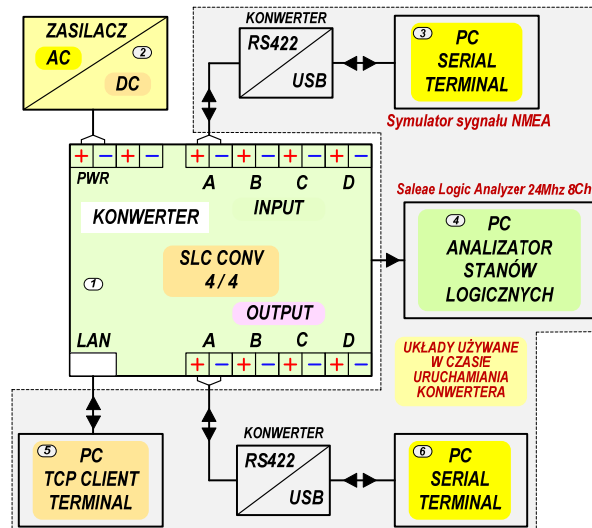
Rys.6. Widok zmontowanej płytki konwertera

Uruchomienie konwertera

Uruchomienie konwertera wykonano w układzie przedstawionym na rysunku 8.

W skład aparatury symulacyjnej oraz pomiarowej wchodzi:

1. Badana płytka konwertera,
2. Zasilacz podstawowy i zapasowy +24 V DC,
3. Symulator sygnału NMEA (program na komputerze PC) oraz konwerter magistrali RS422 / USB,
4. Analizator stanów logicznych w układzie konwertera Saleae Logic Analyzer 24MHz, 8 CH,
5. PC TCP CLIENT TERMINAL – Programator struktury konwertera wykorzystujący lokalną sieć LAN,
6. PC Serial Terminal oraz konwerter RS422 / USB, używanym do odbioru danych wysyłanych przez konwerter.



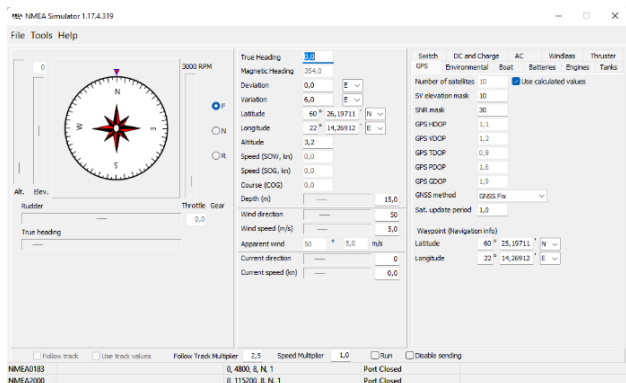
Rys.8. Aparatura symulacyjna i pomiarowa do kalibracji konwertera.



Rys.7. Widok płyty czołowej konwertera

Program symulatora NMEA

Do zadawania sygnałów testowych wykorzystano (udostępniany bezpłatny plik exe na stronie internetowej [8]) programowy symulator sygnału NMEA (rys.9). Dane konfiguracyjne do symulatora wprowadza się przy pomocy ustawień programu. Rzeczywisty sygnał uzyskuje się z wyjścia USB komputera PC. Ponieważ komputer PC nie posiada wyjść transmisyjnych RS422, należało użyć konwertera sygnału USB / RS422.



Rys.9. Okno programu symulatora NMEA



Rys.10. Wyniki pomiarów prędkości na poszczególnych kanałach konwertera otrzymane z sondy Saleae Logic Analyzer

Otrzymane wyniki pomiarowe

Na rysunku 10 przedstawiono przebiegi sygnałów, które zarejestrowano przez sondę logiczną w czasie transmisji. W pierwszej kolejności widać (od lewej strony) transmisję odbieranego sygnału NMEA. Następnie pojawiają się przebiegi nadawanych sygnałów NMEA. Wszystkie przebiegi sygnałów z opisem skali czasowej i dobrej widoczności zawiera praca [6].

Wnioski

Po wykonaniu montażu sprzętowego, prototyp urządzenia weryfikowano na poprawność działania oprogramowania. Weryfikacja pokazała, że konwerter spełnia wszystkie założenia projektowe. Sprawdzone funkcjonalność konwertera w zakresie:

- poprawności obsługi programowej konwertera,
- programowej zmiany parametrów transmisji,
- odbierania na wejściach konwertera sygnałów o różnych wartościach prędkości transmisji,
- nadawania z wyjść konwertera sygnałów o różnych wartościach prędkości transmisji.

Korzystając z symulatora danych NMEA sprawdzano wiele wariantów protokołów transmisji. Używając analizatora logicznego sprawdzono rzeczywiste sygnały na liniach transmisyjnych nadawczych i odbiorczych.

Wykonano kilka egzemplarzy konwertera. Urządzenia zostały zamontowane przez Firmę KenBIT na kilku okrętach marynarki wojennej i dobrze spełniają swoje zaprojektowane funkcje.

Autorzy: dr hab. inż. Jan Iwaszkiewicz, e-mail: j.iwaszkiewicz@we.umg.edu.pl, dr inż. Leszek Piechowski, e-mail: l.piechowski@we.umg.edu.pl, dr inż. Adam Muc, e-mail: a.muc@we.umg.edu.pl, mgr inż. Michał Lewczuk, e-mail: mlewczuk@kenbit.pl, Uniwersytet Morski w Gdyni, Katedra Automatyki Okrętowej, Wydział Elektryczny, ul. Morska 81+87, 81-200 Gdynia, KenBIT Sp. z o.o. Oddział w Gdyni, 81-007 Gdynia, ul. Chyłońska 210.

LITERATURA

- [1] Gućma M., Montewka J., Zieziula A.: Urządzenia Nawigacji Technicznej, Fundacja Rozwoju Akademii Morskiej w Szczecinie, Szczecin (2005)
- [2] Cieślak A., Pazur A., Szelmanowski A.: Metody konwersji danych nawigacyjnych w układach odniesienia stosowanych w zintegrowanych systemach awionicznych, Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, nr 295, (2017), s. 19-30
- [3] Filipkowski D.: Badanie możliwości transmisji danych przez satelitarne łącze internetowe, Prace Wydziału Nawigacyjnego Akademii Morskiej w Gdyni, Tom Z.19, (2014), s. 68-80
- [4] Bogusz J.: Lokalne interfejsy szeregowy w systemach cyfrowych, Wyd. BTC (2004)
- [5] Chromik R.: RS232 w przykładach na PC i AVR, Wyd. BTC (2010)
- [6] Laudański G., Ośmiokanałowy konwerter prędkości transmisji informacji nawigacyjnych, Praca dyplomowa magisterska Uniwersytet Morski w Gdyni, Gdynia 2022r
- [7] Horowitz P., Hill W., Sztuka Elektroniki Część 1 i 2, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Wydanie 11, Warszawa 2014
- [8] Opis standardu NMEA 183-2, <https://www.plaisance-pratique.com/IMG/pdf/NMEA0183-2.pdf>, czas dostępu kwiecień (2023)