

ZESPÓŁ LABORATORIÓW TELEINFORMATYKI TRANSPORTU

**ZAKŁAD INŻYNIERII TRANSPORTU LOTNICZEGO
I TELEINFORMATYKI (ITLIT)**

**Politechnika
Warszawska**

**Wydział
Transportu**



LABORATORIUM

Systemów Teleinformatycznych w Transporcie

INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA NR 4

**Podstawy transmisji i wymiany danych
magistrali CAN**

© ZITLIT WT PW, DO UŻYTKU WEWNĘTRZNEGO

Warszawa 2023

1. Cel i zakres ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest prezentacja podstaw transmisji i wymiany danych przy wykorzystaniu magistrali CAN (zwanej dalej w skrócie CAN).

Zakres ćwiczenia obejmuje następujące zagadnienia:

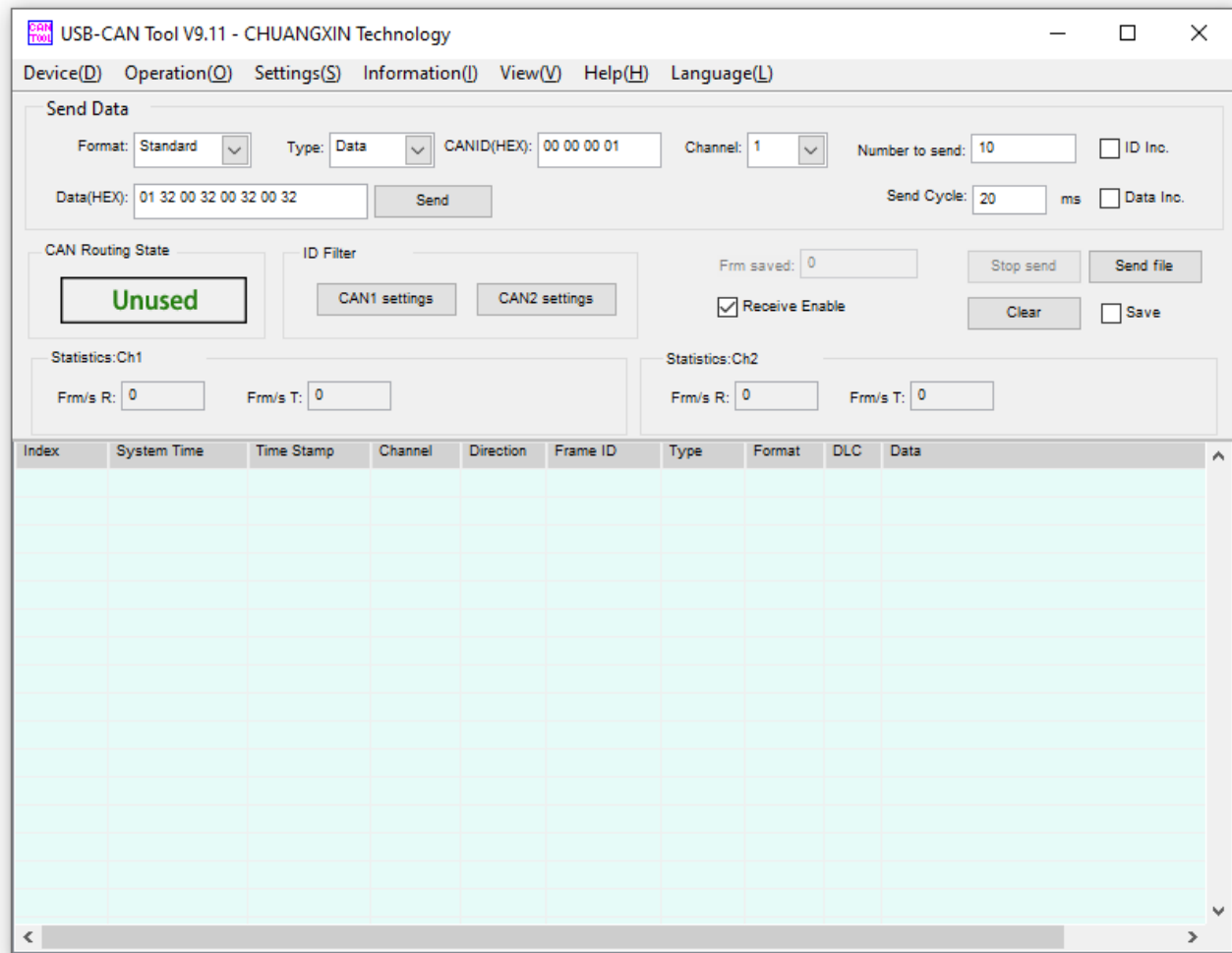
- konfiguracja i instalacja urządzenia CAN w systemie Windows,
- szybkość i format transmisji,
- protokół transmisji,
- metody zabezpieczania danych przed błędami,
- zasięg transmisji i siła sygnału.

2. Wykaz wykorzystanych przyrządów

- komputer PC z systemem Windows 10, 2 szt.,
- konwerter CAN TRU COMPONENTS TC-9474804 USB, 2 szt., (rys. 2.1),
- program konfiguracyjny i diagnostyczny CAN (rys. 2.2).



Rys. 2.1 Konwerter CAN TRU COMPONENTS TC-9474804 USB



Rys. 2.2 Program diagnostyczny i obsługi portów RS232C ComTest

3. Magistrala CAN

Magistrale CAN znacząco zmieniły przemysł samochodowy. Dziś są użytkowane na całym świecie jako podstawa sieci systemów wbudowanych w wielu dziedzinach, nie tylko w inżynierii motoryzacyjnej. Pierwsze układy sterownika CAN firm Intel i Philips Semiconductors pojawiły się w 1987 roku, a rok 1991 przyniósł już opublikowanie specyfikacji CAN 2.0 firmy Bosch. Oprócz protokołu CAN norma ta ustandaryzowała również warstwę fizyczną dla prędkości bitowych do 1 Mbit/s. Chociaż CAN został pierwotnie opracowany z myślą o zastosowaniu w samochodach osobowych, to pierwsze próby wykorzystania tej technologii miały miejsce w innych segmentach rynku. Pionierami w tym sektorze zostali Skandynawowie.

System magistrali CAN umożliwia każdej jednostce ECU komunikację ze wszystkimi innymi jednostkami sterującymi bez skomplikowanego, specjalnego okablowania. Poprzez CAN mogą one przygotowywać i rozsyłać informacje, np. takie jak dane z czujników. Magistrala składa się z dwóch

przewodów — CAN low i CAN high. Rozsyłane dane są akceptowane przez wszystkie inne ECU w sieci CAN. Każda jednostka może następnie sprawdzić dane i zdecydować, czy je odebrać, czy zignorować.

3.1 Standaryzacja

Magistrala CAN ma swoje standardy ujęte w normach ISO. W przypadku szybkiej sieci CAN, ISO 11898-1 opisuje warstwę łącza danych, a ISO 11898-2 warstwę fizyczną.

- Szybkość transmisji — węzły CAN muszą być połączone dwuprzewodową magistralą z szybkością transmisji do 1 Mbit/s (Classical CAN) lub 5 Mbit/s (CAN FD).
- Długość kabla — maksymalna długość przewodu CAN powinna wynosić 500 metrów (przepustowość do 125 kbit/s) lub 40 metrów (przepustowość do 1 Mbit/s).
- Terminacja — magistrala CAN musi być odpowiednio zakończona, w tym przypadku przy użyciu rezystora terminacji magistrali CAN 120 Ohm na każdym końcu magistrali.

Czytaj więcej na: <https://botland.com.pl/blog/magistrala-can-co-to-jest-i-jak-dziala/> oraz w dodatkach do instrukcji.

4. Konwerter CAN TRU COMPONENTS TC-9474804

Jest urządzeniem pozwalającym na obsługę urządzeń wykorzystujących do transmisji magistralę CAN z poziomu systemu Windows.

Charakterystyka

- Kompatybilny z USB 1.1 i USB 2.0,
- Obsługuje standardową ramę i rozszerzoną ramę,
- Obsługuje format transmisji danych i Remote-Frame,
- Szybkość transmisji kontrolera CAN od 10 kb/s do 1 Mb/s,
- CAN można konfigurować za pomocą oprogramowania,
- Magistrala CAN i USB nie są oddzielone,
- Możliwość jednoczesnego korzystania z dwóch kanałów CAN (runtime) (odbiera 8500 ramek/s i wysyła 500 ramek/s).

Cechy produktu

- Interfejs USB do podwójnego CAN,

- Sterownik CAN: CAN 2.0 A/B,
- Obsługuje transmisję dwukierunkową: CAN wysyłanie, CAN odbieranie,
- Zasilanie przez magistralę USB, nie jest wymagane zewnętrzne zasilanie.

Dane techniczne

- Pokaż podobne produkty,
- Kompatybilny z USB 1.1 i USB 2.0,
- Obsługuje standardową ramę i rozszerzoną ramę,
- Obsługuje format transmisji danych i Remote-Frame,
- Szybkość transmisji kontrolera CAN od 10 kb/s do 1 Mb/s,
- CAN można konfigurować za pomocą oprogramowania,
- Magistrala CAN i USB nie są oddzielone,
- Możliwość jednoczesnego korzystania z dwóch kanałów CAN (runtime) (odbiera 8500 ramek/s i wysyła 500 ramek/s).



5. Uwagi praktyczne

Pod żadnym pozorem nie należy „upraszczać” ćwiczenia i próbować wykonywać pomiarów/obserwacji jednocześnie z kilku punktów instrukcji. Jest to najszybsza droga do pomyłki w identyfikacji przebiegów, co skutkuje odrzuceniem sprawozdania.

Pomimo, że w instrukcji zawsze używa się określeń typu „połącz”, „zestaw połączenie”, to jest bardzo prawdopodobne, że dane połączenia będzie już wykonane. Nie należy, więc automatycznie rozłączać tego, co jest połączone – najpierw sprawdzamy istniejące połączenia.

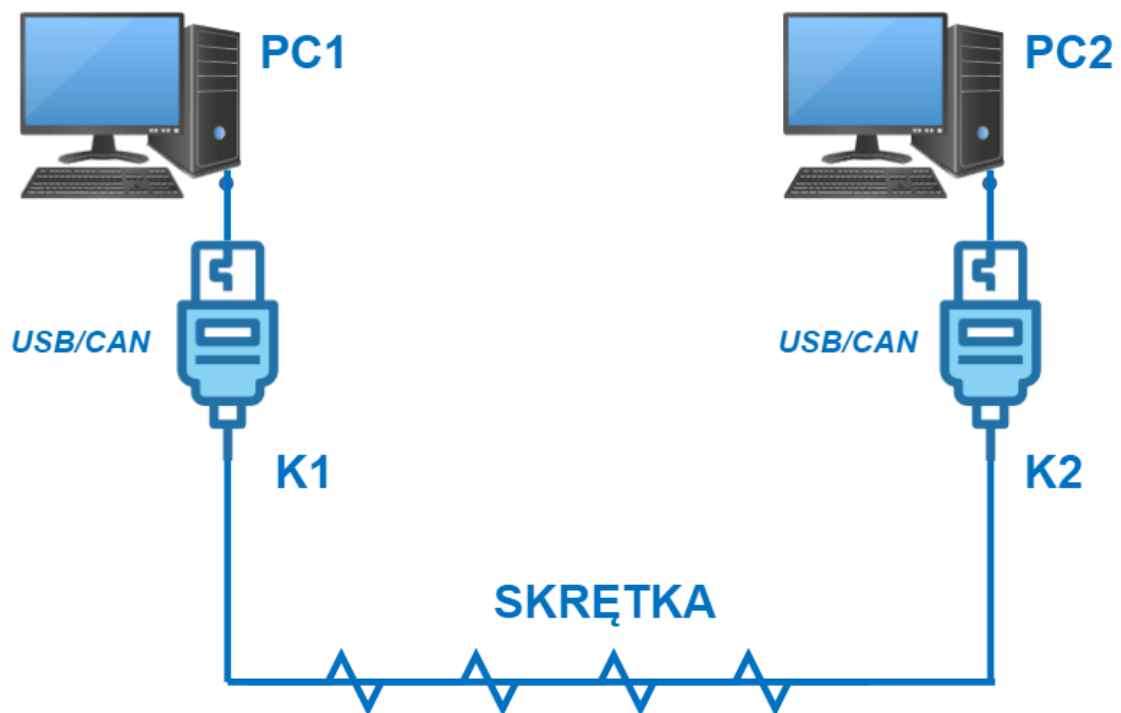
W nawiasach klamrowych {} podane są ustawienia podstawowych parametrów przyrządu pomiarowego – odnoszą się do przyrządu powołanego przed nawiasami.

Dla uproszczenia i zwiększenia przejrzystości instrukcji wprowadzono poniższe symbole, które zostały wykorzystane w tekście.:




-  zapisz przebieg na dysku,
-  pytanie, na które odpowiedź musi znaleźć się w sprawozdaniu,

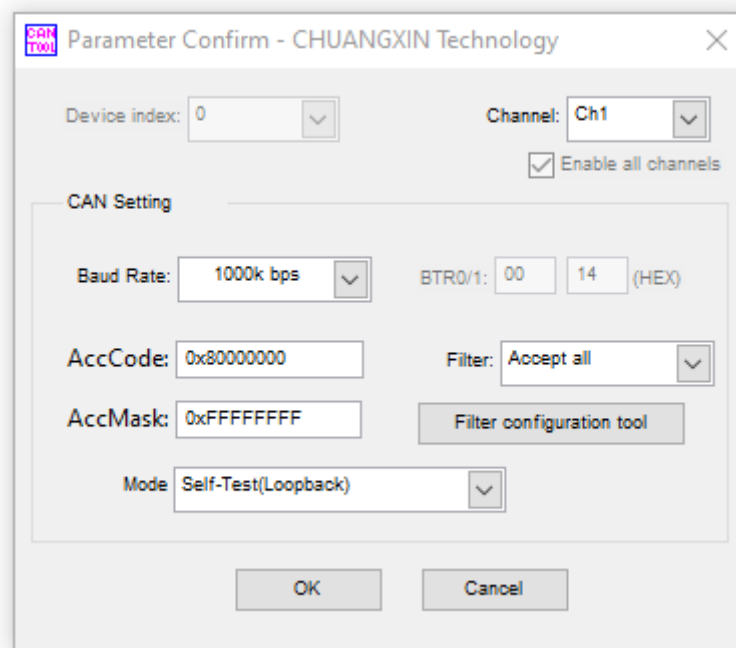
6. Przebieg ćwiczenia



- 6.1 Zapoznaj się z budową stanowiska laboratoryjnego. Zidentyfikuj wszystkie przyrządy i elementy stanowiska.

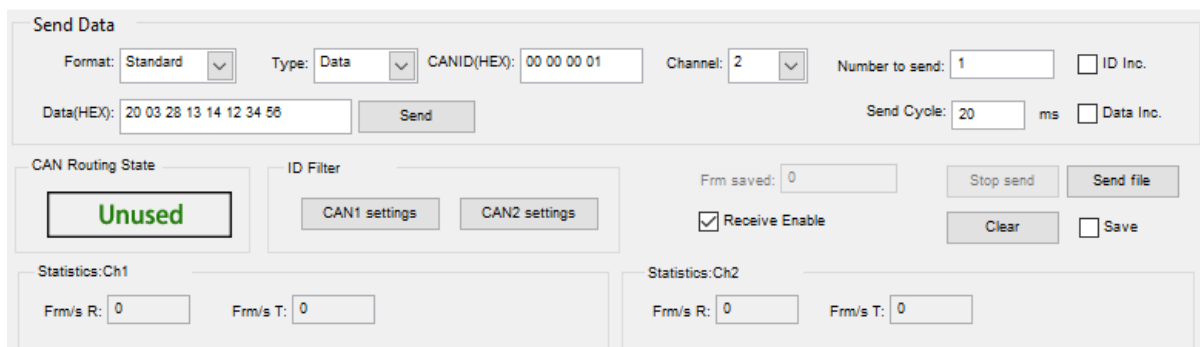





Konfiguracja konwertera i testy

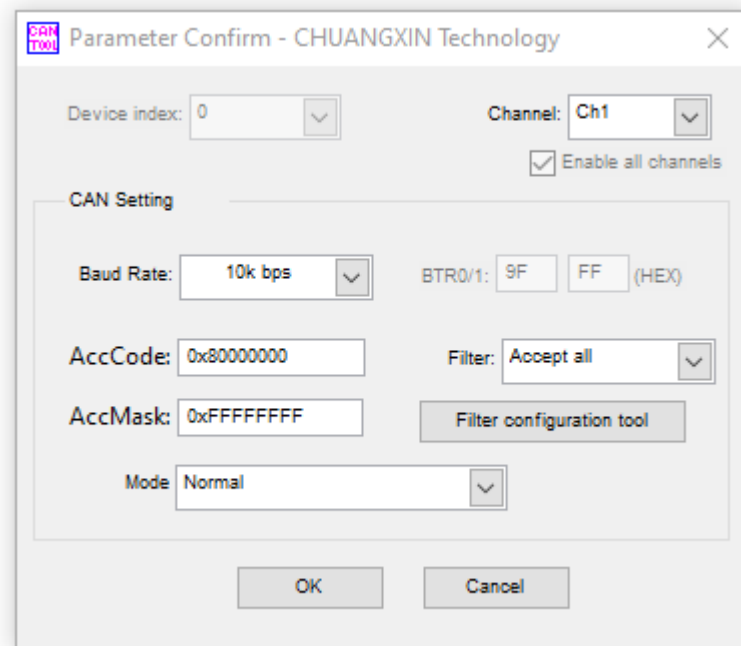
- 6.2 Uruchom *Menedżera urządzeń*. Odszukaj grupę i pozycję odpowiadającą konwerterowi USB/CAN. Jak się one nazywają? Ile jest w systemie konwerterów? 
- 6.3 Zapoznaj się z budową konwertera. Ile jest linii, jak się one nazywają, do czego one służą i ile jeden konwerter zawiera sterowników CAN? 
- 6.4 Uruchom program *USB_CAN TOOL*. Ile razy można uruchomić ten program? Ile konwerterów może on obsłużyć jednocześnie i ile sterowników? 
- 6.5 Wybierz z menu kolejno pozycje *Operation -> Start* i otwórz do obsługi konkretny konwerter. Ustaw konfigurację konwertera jak na zrzucie ekranu, tryb *Self-Test*.



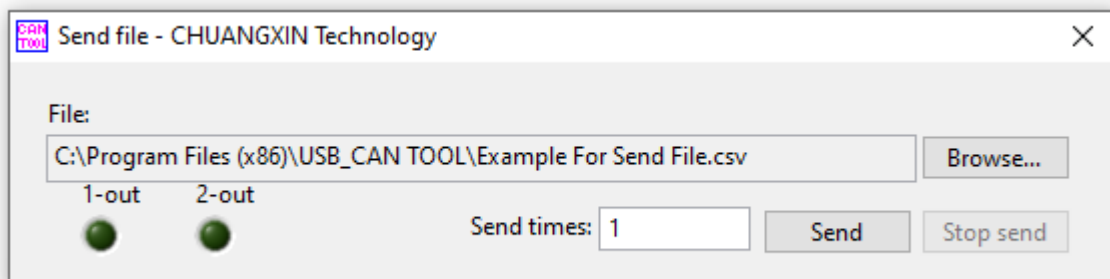
- 6.6 W panelu *Send Data* ustaw *Channel* na 1, *Number to send* na 1, *Send Cycle* na 20 ms. W polu *Data(HEX)* wpisz dane wg podanego formatu (8 razy ff), które zawierają datę, godzinę oraz sześć ostatnich cyfr Twojego numeru albumu. Klikaj na przycisk *Send*. Co pojawia się w polu danych?  







- 6.7 Zmień szybkość transmisji *Baud Rate* na najmniejszą i największą wartość. Wykonaj test trzy razy. Jaki jest wynik testu? Czy w oknie danych pojawiają się dane? Jak zachowuje się konwerter? Na co wpływa zmiana szybkości transmisji? 
- 6.8 Powtórz ostatnie punkty dla kanału *Channel 2*. Co się zmieniło? Czym różnią się wysyłane i odbierane dane oraz te, które również są w tabeli?  
- 6.9 Wybierz z menu kolejno pozycje *Operation* -> *Stop* i zatrzymaj obsługę konwertera.
- 6.10 Ponownie wejdź do konfiguracji konwertera i wybierz tryb *Normal* oraz szybkość transmisji 10k bps.






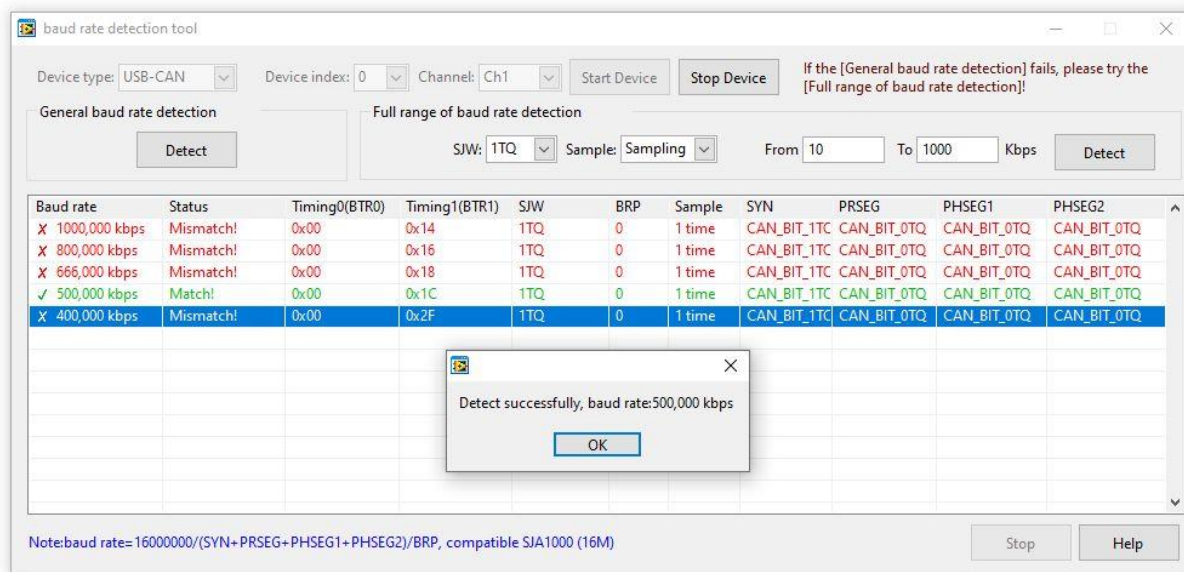
- 6.11 Ponownie wejdź do konfiguracji konwertera i wybierz tryb *Self-Test* oraz szybkość transmisji 10k bps.
- 6.12 Kliknij na *Send File* i wybierz przykładowy plik do transmisji.




- 6.13 Wyślij dane z pliku przyciskiem *Send*. Czy w oknie danych pojawiają się dane? Jak zachowuje się konwerter?  
- 6.14 Przejdź do katalogu *C:\Program Files (x86)\USB_CAN TOOL* i znajdź plik *Example For Send File.csv*. Skopiuj ten plik na pulpit i zmień mu nazwę na dzisiejszą datę i godzinę. Otwórz ten plik NOTATNIKIEM. Zmodyfikuj zawarte dane, aby zawierały one dane jak poprzednio – dzisiejszą datę, godzinę oraz sześć ostatnich cyfr Twojego numeru albumu.
- 6.15 Ponownie kliknij na *Send File* i wybierz zmodyfikowany plik do transmisji. Czy plik wysła się prawidłowo? Co się zmieniło? Co jeszcze można zmienić w pliku? Czy można coś usunąć albo dodać?  



Przesył danych między dwoma komputerami

- 6.16 Komputer z lewej strony stanowiska laboratoryjnego niech będzie komputerem *PC1* a podłączony do niego konwerter konwerterem *K1*. Analogicznie z prawej strony komputer oznacz *PC2* a konwerter *K1*. Na konwerterze *K1* posługuj się kanałem pierwszym *CH1* a na konwerterze *K2* kanałem drugim *CH2*. Podłącz kanał pierwszy *CH1* konwertera *K1* z kanałem drugim *CH2* konwertera *K2* kablem/skrętka znajdującą się na stanowisku.
- 6.17 Na obu komputerach uruchom program USB_CAN TOOL. Dla obu konwerterów ustaw tryb *Normal* i jednakową szybkość transmisji 100k bps. Na konwerterze *K1* ustaw *CANID(HEX)* na 00 00 00 01 a na konwerterze *K2* ustaw 00 00 00 02. W polu *Data(HEX)* konwertera *K1* wpisz dane wg podanego formatu (8 razy ff), które zawierają datę, godzinę oraz sześć ostatnich cyfr Twojego numeru albumu. Analogiczne dane wpisz w pole *Data(HEX)* konwertera *K2*, z tą różnicą, że sześć ostatnich cyfr numeru albumu ma pochodzić z albumu drugiego członka zespołu.
- 6.18 Wybierz w oprogramowaniu konwertera *K2* z menu *Operation* pozycję *Baudrate detect*. Wybierz *CH2* i naciśnij na *Start Device* a następnie *Detect* w polu *General baud rate detection*. Co się dzieje z konwerterem *K2*? Czy konwerter coś sygnalizuje?  W oprogramowaniu konwertera *K1* kliknij na *Send*. Co się pojawiło w oknie? Jak zachowuje się konwerter *K2*? Czy i jaka wartość szybkości transmisji została wykryta?  



- 6.19 Naciśnij w oprogramowaniu konwertera *K2* na *Stop*. Powtórz powyższy punkt dla dwóch różnych wartości szybkości transmisji konwertera *K1*. Nie zmienia ustawień dla konwertera *K2*! Jakie są różnice w zachowaniu i wartościach? Czy konwertery muszą mieć takie same wartości szybkości transmisji aby wykryć jej ustawienie? 



Wpływ długości linii transmisyjnej na przesył danych

6.20 Wykorzystaj znajdujące się na stanowisku okablowanie, aby połączyć konwertery *K1* i *K2* różnymi długościami linii transmisyjnej. Zmieniaj wartości szybkości transmisji (skokowo, różne 3-4 wartości) od najmniejszej do największej dla obu konwerterów. Próbuj przysyłać dane z jednego konwertera na drugi i odwrotnie. Wykorzystuj do tego również pole *Number to send*, w które wpisz liczbę powtórzeń, np. 10. Jak zmiana długości linii wpływa na przesył i głównie odbiór danych? Czy zależy ona, i jeśli tak, to czy wyłącznie od długości czy również od szybkości? Jakie są to zależności?  Zbierz (opisowe) wyniki w tabelce. 

Filtrowanie danych

6.21 Połącz konwertery krótkim odcinkiem kabla. Ustaw dla obu konwerterów taką wartość szybkości transmisji, przy której nie było żadnych problemów z transmisją.

6.22 Podczas konfiguracji ustawień wejdź w narzędzie *Filter configuration tool*. Ustaw kolejno różne filtry, do których dostęp uzyskuje się z rozwijanej listy *Filter*.

6.23 Eksperymentuj z przesyłaniem danych w różnych konfiguracjach – zmieniając wartości danych w polu *Data(HEX)* oraz format i wartość nagłówka. Jakie możliwości daje filtrowanie? Co się zmienia w odbiorze danych? Do czego to można wykorzystać?  

9. Wykonanie sprawozdania

Nie należy umieszczać w sprawozdaniu podstaw teoretycznych, ani opisów stanowiska laboratoryjnego. Sprawozdanie musi zawierać wszystkie wyniki pomiarów i obserwacji prezentowane wg kolejności ich wykonania. Każdy z nich musi być opatrzony numerem punktu instrukcji wg, którego został zarejestrowany. W sprawozdaniu muszą się znaleźć odpowiedzi na wszystkie postawione w instrukcji pytania oraz odpowiedni komentarz do uzyskanych wyników badań symulacyjnych.

Zarówno opisy, jak i odpowiedzi, mają być zwięzłe, ale przedstawione pełnymi zdaniami. Wnioski powinny zawierać podsumowanie przeprowadzonych badań. Szczególny nacisk należy położyć na zaprezentowanie różnic oraz podobieństw pomiędzy poszczególnymi wynikami i obserwacjami, np. różnice i podobieństwa w formatach transmisji, zestawie danych, parametrach odbioru itp.

10. Literatura

[1] Strona internetowa: <https://botland.com.pl/blog/magistrala-can-co-to-jest-i-jak-dziala/> ,

Dr inż. Mariusz Rychlicki Laboratorium Systemów Teleinformatycznych w Transporcie

Zakład Inżynierii Transportu Lotniczego i Teleinformatyki Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej

- [2] Mielczarek W., Szeregowe interfejsy cyfrowe, Helion 1993,
- [3] Nawrocki W., Samochodowe magistrale danych w praktyce warsztatowej. Budowa, diagnostyka, obsługa, WKiŁ 2018,
- [4] Kardaś P., Magistrala CAN/LIN od A do Z Diagnostyka i Programowanie, Atnel 2020,
- [5] Interfejsy CAN i LIN – zastosowania, część 1, Elektronika Praktyczna 3/2005,
- [6] Interfejsy CAN i LIN – zastosowania, część 2, Elektronika Praktyczna 4/2005.