

SYMULATOR MAGISTRALI SYSTEMOWEJ CAN Z WYŚWIETLACZEM PRZEZIERNYM

Streszczenie

Magistrala CAN (Controlled Area Network) opracowana na potrzeby motoryzacji, techniki szynowej itp. ma wiązać ze sobą takie dziedziny jak: trakcja i bezpieczeństwo, komfort, diagnostyka, multimedia. Przy tak szerokim zakresie działań - jakie realizują urządzenia wpięte w magistralę - dla wydajnego procesu projektowania i wdrażania urządzeń CAN niezbędne jest posiadanie symulatora magistrali CAN wraz z wygodnym monitorem funkcji systemowych. Opracowany symulator szyny systemowej CAN składa się z dwóch współpracujących ze sobą części - symulatora magistrali CAN oraz wyświetlacza przeziernego, który umożliwia podłączenie do rzeczywistej magistrali pojazdu lub symulatora. Jednym z zadań wyświetlacza - oprócz prezentacji informacji systemowych - jest rejestracja zdarzeń występujących na rzeczywistej magistrali pojazdu. Zadaniem symulatora jest z jednej strony odtworzenie uprzednio zarejestrowanych zdarzeń z drugiej zaś tworzenie nowych.

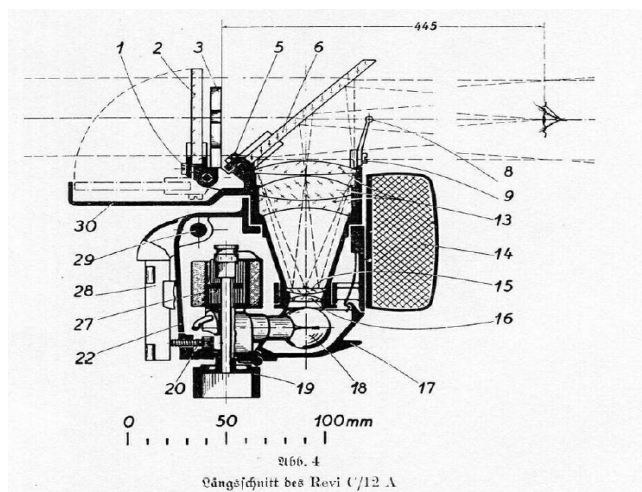
WSTĘP

Firma Bosch opracowała i wdrożyła magistralę CAN (Controlled Area Network) w motoryzacji. Główny nacisk położono na niezawodność transmisji. Szybki rozwój technik cyfrowych, sensorych i mikroprocesorowych zwiększa ilość elementów elektronicznych i programowalnych w pojazdach samochodowych lub szynowych [1]. Konieczność korelacji oddziaływań wzajemnych na różnych poziomach bezpieczeństwa wymaga hierarchizacji zagadnień. Krytycznym elementem systemu CAN jest podsystem trakcja odpowiedzialny za takie elementy jak ABS (Anti-Lock Braking System), EPS (Electric Power Steering), TCS (Traction Control System), ESC (Electronic Stability Control), poduszki powietrzne, wspomaganie kierownicy. Pozostałe podsystemy - diagnostyka, komfort i multimedia są równie ważne i ich niezawodność niewątpliwie ma wpływ na walory użytkowe pojazdu. W procesie projektowym i produkcyjnym niezwykle ważną dziedziną jest testowanie urządzeń i aplikacji. Testy na gotowym prototypie są drogim i kłopotliwym rozwiązaniem w przypadku wstępnej fazy projektu lub w fazie częstych zmian technicznych w gotowym projekcie. Ekonomicznie uzasadnione jest w tego typu sytuacjach użycie do testów symulatorów magistrali CAN i emulacji urządzeń pracujących w systemie. Komfort pracy z tego typu urządzeniami może poprawić uniwersalny wyświetlacz, który może pracować w trybie przeziernym lub projekcyjnym. Bardzo dobrym rozwiązaniem w przypadku testowania nowych urządzeń i zawartych w nich algorytmów jest możliwość przełączania się między trybem, w którym możemy parametryzować dowolny przebieg na magistrali CAN a trybem, w którym mamy możliwość odtworzenia zarejestrowanych przebiegów i danych podczas jazdy pojazdu. Przetworzone dane z magistrali CAN mogą być prezentowane na wyświetlaczu przeziernym [2] znacznie podnosząc bezpieczeństwo i bezwypadkowość w transporcie [3].

1. WYŚWIETLACZ PRZEZIERNY

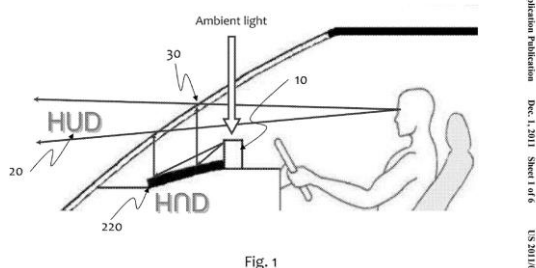
Wyświetlacze przeziernie HUD (head-up display) rozpowszechnione w awionice coraz częściej goszczą w innych pojazdach również szynowych. Jako ciekawostkę można podać, że pierwsze z urządzeń (Rysunek 1), którego idee udostępniono w 1937r. W praktyce idea działania do dziś jest taka sama, jedynie pierwotne optyczne elementy projekcyjne zastąpiono projektorami elektronicz-

nymi lub wyświetlaczami TFT itp. Istnieją również rozwiązania realizujące projekcję danych na szybie kasku motocyklowego.



Rys. 1. Jedna z pierwszych konstrukcji wyświetlacza przeziernego w zastosowaniach militarnych z roku 1937 (źródło: wikipedia)

Alternatywą dla do wbudowanego w kokpit projektora HUD może być wyświetlacz oferowany jako dodatkowe samodzielne urządzenie, często integrowane z systemem nawigacji satelitarnej. Jako przykład może posłużyć urządzenie nawigacji satelitarnej GPS firmy Garmin (Rysunek 3), które oprócz funkcji nawigacji oferuje wyświetlanie parametrów ruchu pojazdu. Urządzenie to nie integruje się z magistralą systemową CAN pojazdu. W praktyce stosuje się dwa typy urządzeń różniące się między sobą sposobem prezentacji informacji. Pierwszy typ - to projektory wyświetlające informacje na przedniej szybie pojazdu. Wadą tego typu rozwiązania jest konieczność korekcji cech geometrycznych obrazu w celu dopasowania do krzywizny szyby (Rysunek 2). Drugi typ urządzeń to urządzenia, które wykorzystują dodatkową przezroczystą płaszczyznę, na której odbywa się projekcja (Rysunek 3). Wprowadzenie dodatkowego ekranu projekcyjnego powoduje problemy konstrukcyjne związane z montażem elementu, na którym następuje wizualizacja danych z wyświetlacza, zaletą tego rozwiązania jest brak zniekształceń geometrycznych.



Rys. 2. Idea projekcji obrazu na przedniej szybie samochodu (źródło: patent US2011/0292346A1)

Opracowany projekt wyświetlacza przeziernego został skonstruowany jako urządzenie niezależne (przenośne) z własnym ekranem projekcyjnym. Do procesu wizualizacji użyto zminiaturyzowany projektor multimedialny. Urządzenie posiada interfejs magistrali CAN, który umożliwia podłączenie mikrokomputera (Raspberry Pi) do systemu CAN samochodu lub symulatora (Rysunek 4).

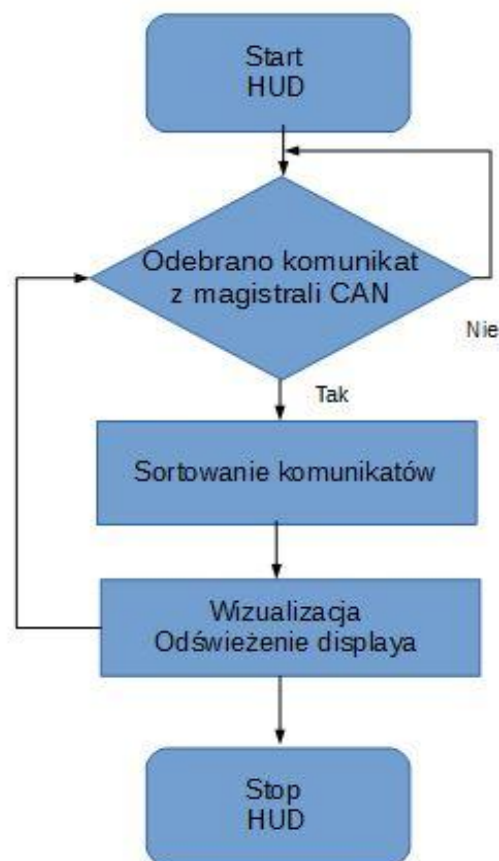


Rys. 3. Projektor HUD z własnym ekranem projekcyjnym (źródło: materiały reklamowe firmy GARMIN).

Układ posiada następujące podstawowe funkcje [4][5][6][7][8]:

- prezentacja aktualnej prędkości i obrotów,
- prezentacja kodów usterki,
- wizualizacja temperatury zasysanego powietrza,
- prezentacja informacji o przeciążeniu silnika i stanu otwarcia przepustnicy.

Oprogramowanie projektora jest przygotowane na prezentację dowolnego z komunikatów występującego na magistrali CAN, co następuje w wyniku analizy komunikatu i wyboru podprogramu realizującego wizualizację danych otrzymanych w komunikacie. Dla uproszczenia przyjęto, że nieznanne komunikaty są ignorowane. Dodatkowo wyposażono projektor w funkcję odczytu i wizualizacji błędów diagnostycznych w samochodzie.



Rys. 4. Schemat blokowy ilustrujący działanie wyświetlacza HUD (źródło: opracowanie własne)

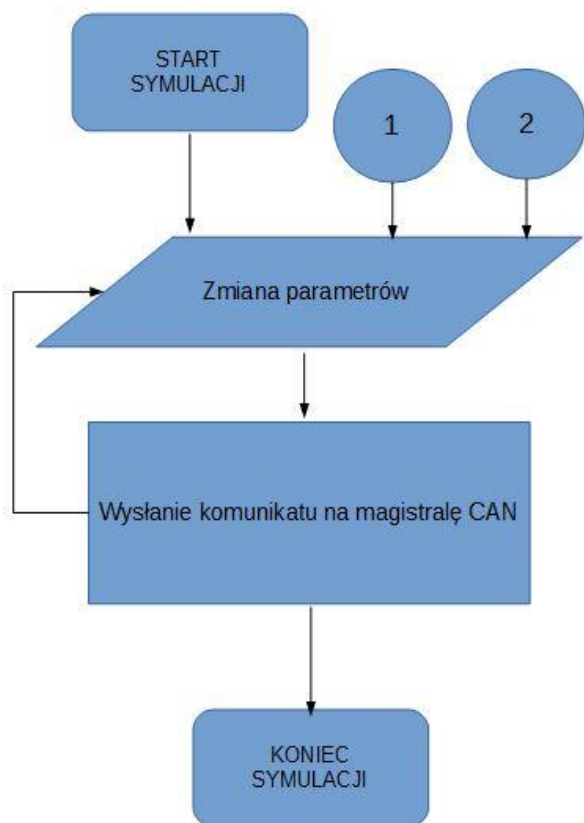
2. SYMULATOR MAGISTRALI CAN

Symulator magistrali jest zbudowany na bazie mikrokomputera Raspberry Pi i modułu CAN (Rysunek 5). Budowę urządzenia umożliwiła zaawansowana standaryzacja i dostępność do dokumentacji technicznej [5].

Standaryzację systemów CAN określają normy:

- ISO 11519-2 CAN low-speed 125 kbit/s,
- ISO 15765 CAN high-speed 250-500 kbit/s,
- SAE J2284 CAN high-speed 500 kbit/s,
- ISO 11898 CAN high-speed 1 Mbit/s.

Dzięki normalizacji możliwe jest budowanie systemowych magistral i realizacje typowo sieciowych zadań. Możliwe jest określenie szybkości transmisji w ramach procedur startowych. Standaryzacja umożliwia definiowanie i rozsyłanie adresów lub typu komunikacji w węzłach oraz definiowanie struktur komunikatów. Możliwa jest również synchronizacja wielu urządzeń podłączonych do magistrali wraz z diagnostyką i procedurami obsługi błędów. Za poziom warstwy łącza danych i warstwę fizyczną modelu iso/osi sieci opartej o standard CAN [6] [7] [8] (protokół CAN) odpowiada sprzęg – interfejs magistrali CAN. Za pozostałe warstwy modelu sieci odpowiada sterownik mikroprocesorowy. Połączenie sterownika wraz z interfejsem magistrali jest najczęściej w handlu rozpowszechniany w postaci tzw. modułu CAN.

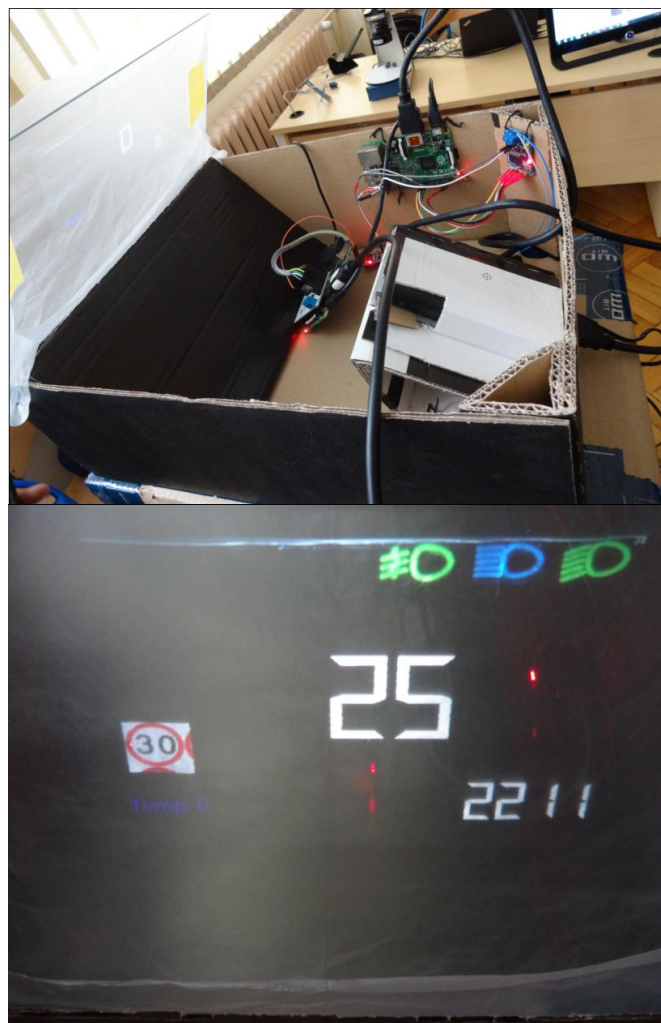


Rys. 5. Schemat blokowy ilustrujący działanie symulatora CAN, 1- parametry zadane programowo, 2- parametry odtworzone z zarejestrowanej uprzednio sesji (źródło: opracowanie własne)

Wszystkie komunikaty generowane są programowo. Istotną zmianą w stosunku do czysto programowych emulacji zdarzeń i komunikatów magistrali CAN jest to, że zaprojektowany układ ma możliwość odtworzenia uprzednio zapamiętanych (zarejestrowanych) rzeczywistych komunikatów CAN. Symulator nie jest układem czasu rzeczywistego, jednak przeprowadzone testy wykazały, że odtwarzane jak i generowane programowo komunikaty zachowują przybliżoną zgodność z rzeczywistymi przebiegami czasowymi. Zmiany odtworzonego sygnału są na tyle mało istotne, że nie stwarzają problemu dla urządzenia odbiorczego, jakim jest wyświetlacz HUD.

3. PROTOTYP SYMULATORA MAGISTRALI CAN Z WYŚWIETLACZEM PRZEZIERNYM

Prototyp (Rysunek 6 i 7), a w rzeczywistości zmontowana ma kieta zawierająca wszystkie elementy symulatora i wyświetlacza HUD. Magistralę CAN samochodu imituje nam wyżej opisany symulator[9][10][11][12][14]. Całość wzbogacono o moduł akwizycji sygnału wideo. W prototypie na stałe możemy zadać listę parametrów, które zostaną przesyłane przez magistralę CAN. Wielkości takie jak prędkość, obroty, temperaturę, wybrane błędy oraz inne komunikaty przesyłane są cyklicznie z uwzględnieniem informacji zapisanej na liście. Cała komunikacja odbywa się za pomocą wiadomości CAN. Symulator ma także możliwość podłączenia sygnału wideo z filmem zarejestrowanym podczas jazd testowych. Poszczególne klatki sygnału wideo są analizowane pod kątem detekcji znaku drogowego w celu jego wizualizacji na wyświetlaczu. Dla uproszczenia nie analizowano treści, jakie niesie wnętrze znaku.

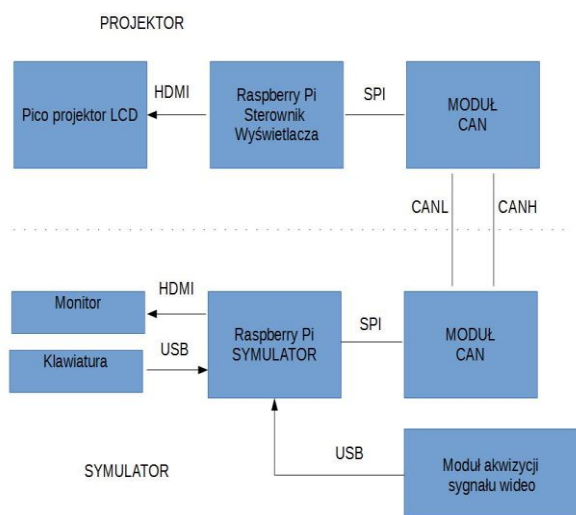


Rys. 6. Zmontowany prototyp symulatora z wyświetlaczem HUD oklejonym ciemną folią w celu uzyskania lepszej widoczności prezentowanej informacji, od góry widok całości symulatora, na dole ekran w trakcie procedury inicjującej wyświetlacz (źródło: opracowanie własne)

Algorytm detekcji znaków drogowych - ilustracja na przykładzie detekcji znaku, który można opisać okręgiem:

- Akwizycja bieżącej klatki z kamery lub strumienia wideo.
- Konwersja obrazu na skalę szarości.
- Wysłanie obrazu do algorytmu zajmującego się detekcją znaku.
- Detekcja kształtu zbliżonego do okręgu za pomocą funkcji HoughCircles z pakietu OpenCV .
- Wycięcie z obrazu okręgu ze znalezionym znakiem, przesłanie obrazu znaku i jego wizualizacja na wyświetlaczu przeziernym.

Do wyświetlacza (na rysunku 7 opisanego jako projektor) przesyłany jest fragment wyciętego obrazu zawierającego tarczę znaku. W tym celu wykorzystana została szybka transmisja (High-speed) o prędkości transmisji 1Mb/s. Mikrokomputer na zrealizowanie prezentowanego powyżej algorytmu i odszukanie w obrazie znaku potrzebuje średnio około 70 ms.



Rys. 7. Schemat blokowy symulatora z wyświetlaczem przeziernym (źródło: opracowanie własne)

Komunikacja systemowa (Rysunek 7) w symulatorze realizowana jest z wykorzystaniem następujących standardów:

- CANL, CANH – wymiana komunikatów, transmisja fragmentów grafiki znaków drogowych,
- SPI – połączenie mikrokomputera z modułem CAN,
- HDMI – połączenie z wyświetlaczami,
- USB – połączenie z klawiaturą i modułem akwizycji wideo.

PODSUMOWANIE

Zaprezentowany w artykule prototyp symulatora magistrali CAN wraz z wyświetlaczem HUD może przyczynić się do zwiększenia bezpieczeństwa w transporcie. Urządzenie umożliwia testowanie działania algorytmów przetwarzających sygnały z magistrali CAN na podstawie zarejestrowanych i odtwarzanych sygnałów lub całkowicie wygenerowanych syntetycznie sygnałów. Wyświetlacz przezierny jest natomiast nowoczesnym urządzeniem służącym wizualizacji dowolnych zdarzeń zachodzących w systemie transportowym.

BIBLIOGRAFIA

1. Thomas M., Davies K. Feasibility of head-up displays in driving cabs. In 8th World Congress on Railway Research, Seoul: Korea (2008).
2. Ping S., Sujing W., Lide W., Bin, L., Design and application of Train-CAN protocol on train communication. In Signal Processing, 2008. ICSP 2008. 9th International Conference on (pp. 2782-2785). IEEE.
3. Luke T., Brook-Cardé N., Smith R., Rogers A., Flint A., "Train driver visual strategies", RSSB repo
4. White C., Randall M., Kody usterki WKiŁ Warszawa 2008r
5. Merkisz J., Mazurek S., Pokładowe systemy diagnostyczne pojazdów samochodowych WKiŁ Warszawa 2007r,
6. Bosch R GmbH., Sieci wymiany danych w pojazdach samochodowych, Informator Techniczny WKiŁ., Warszawa 2009r,
7. Frykowski B., Grzejszczyk E., Systemy transmisji danych, WKiŁ Warszawa 2010r,
8. Zimmermann W., Schmidgall R., Magistrale danych w pojazdach, protokoły i standardy, WKiŁ, Warszawa 2008r.

9. Brem D., Muller, D., Interface based system modeling of a CANusing SVE. In Ekompas Workshop, Hanover, Germany, April 2003
10. Caldari M., Transaction-level models for AMBA bus architecture using SystemC 2.0. In DATE, Munich, Germany, March 2003.
11. Gajski D., . SpecC: Specification Language and Design Methodology. Kluwer Academic Publishers, 2000.
12. Gerstlauer A. System-Level Communication Modeling for Network-on-Chip Synthesis. In ASP-DAC, Shanghai, China, January 2005.
13. International Organization for Standardization (ISO). Reference Model of Open System Interconnection (OSI), second edition, 1994. ISO/IEC 7498 Standard.
14. Siegmund R., D. Muller D., SystemCSV : An Extension of SystemC for Mixed Multi-Level Communication Modeling and Interface-Based System Design. In DATE, Munich, Germany, March 2001.

CAN SYSTEM BUS SIMULATOR WITH HEAD-UP DISPLAY

Abstract

Bus CAN (Controlled Area Network) developed for the automotive industry (or train systems) ties together areas such as traction and safety, comfort, diagnostics, multimedia, etc. With such a wide range of actions that the device plugged into the bus performs, for efficient process for the design and implementation of CAN devices it is necessary to have a CAN bus simulator along with a convenient monitor system functions. Developed CAN bus system simulator consists of two cooperating parts - CAN bus simulator and head - up display, which allows you to connect to the real vehicle bus or a simulator. One of the tasks of the head-up display in addition to the presentation of information is also a system that registers events occurring on the actual vehicle bus. The purpose of the simulator is on the one hand reproduction of the recorded events and on the other hand creation of the new ones.

Autorzy:

Krzysztof Graf – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Elektryczny, Studenckie Koło Naukowe Teleinformatyki „Apacz 500”; 70-313 Szczecin, ul. Gen. Władysława Sikorskiego 37; Tel: +48 91 449-53-11, Fax: +48 91 449-53-47; E-mail: gk27319@zut.edu.pl dr inż. **Piotr Lech** – Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny w Szczecinie, Wydział Elektryczny, Katedra Przetwarzania Sygnałów i Inżynierii Multimedialnej; 70-313 Szczecin, ul. Gen. Władysława Sikorskiego 37; Tel: +48 91 449-53-11, Fax: +48 91 449-53-47; E-mail: piotr.lech@zut.edu.pl