

## Konwerter magistrali szeregowy RS232C na USB z zastosowaniem bezprzewodowego łącza

mgr inż. Mariusz Życiak

W 2004 roku ukończył studia na Wydziale Elektrotechniki, Informatyki i Telekomunikacji Uniwersytetu Zielonogórskiego. Obecnie pracuje w Instytucie Informatyki i Elektroniki na Wydziale Elektrotechniki Informatyki i Telekomunikacji Uniwersytetu Zielonogórskiego. Zainteresowania naukowe koncentrują się w zakresie nowych standardów komunikacji bezprzewodowej oraz systemów mikroprocesorowych.

e-mail: M.Zyciak@jie.uz.zgora.pl



### Streszczenie

W artykule przedstawiono strukturę i model konwertera magistrali szeregowy RS232C na USB z zastosowaniem bezprzewodowego łącza, który jest elementem składowym stacji wzorcowniczej do testowania liczników energii elektrycznej z zastosowaniem kalibratora i multiplexera z kalkulatorem błędów[1]. Opisano parametry dynamiczne, które definiują właściwości łącza bezprzewodowego. Opracowany model konwertera magistrali szeregowy RS232C na USB z zastosowaniem bezprzewodowego łącza jest podstawą do opracowania modelu symulacyjnego wielostanowiskowej stacji wzorcowniczej w celu przeprowadzenia analizy parametrów dynamicznych.

### Abstract

This paper presents structure and model of RS232C to USB converter with wireless link. The RS232C to USB converter with wireless link is a basic element of test station for electricity meters testing with multiplexer and error calculator[1]. The main topic of the article is dynamic parameters presentation, which describes properties of the wireless link. The model of RS232C to USB converter with wireless link is a base for development of a test station simulation model for electricity meters testing with multiplexer and error calculator. The simulation model provides analysis of dynamic parameters.

**Słowa kluczowe:** Konwerter magistrali szeregowy, komunikacja bezprzewodowa, Bluetooth.

**Keywords:** Serial port converter, wireless communication, Bluetooth.

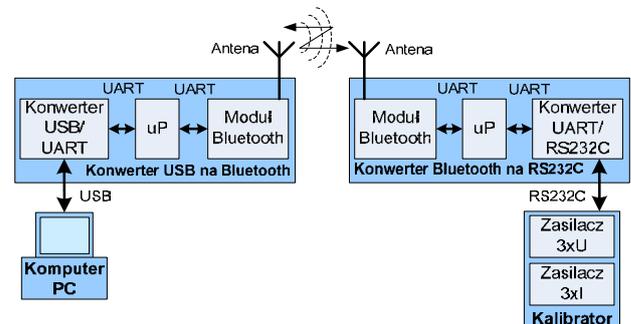
## 1. Wstęp

Połączenia bezprzewodowe coraz częściej są używane do przesyłania informacji pomiędzy dwoma lub kilkoma urządzeniami systemu pomiarowego. W urządzeniach pomiarowych ze względu na różne rodzaje zaimplementowanych interfejsów zachodzi potrzeba stosowania konwerterów[2]. Konwertery umożliwiają zamianę sygnałów z jednego standardu na inny standard. Stosowanie konwerterów z zastosowaniem bezprzewodowych interfejsów w systemach pomiarowych umożliwia odizolowanie galwaniczne danego urządzenia pomiarowego od pozostałych urządzeń systemu pomiarowego. Zaletą takiego rozwiązania jest zwiększenie bezawaryjności urządzeń pracujących w systemie pomiarowym i możliwość zmiany miejsca zamontowania danego urządzenia pomiarowego lub rejestrującego.

## 2. Budowa konwertera magistrali szeregowy RS232C na USB z zastosowaniem bezprzewodowego łącza

Konwerter magistrali szeregowy RS232C[2] na USB[2] z zastosowaniem bezprzewodowego łącza, składa się z:

- konwertera USB na Bluetooth[2,3,4],
- konwertera Bluetooth na RS232C.



Rys.1. Schemat blokowy stanowiska pomiarowego z zastosowaniem konwertera USB na Bluetooth i Bluetooth na RS232C

Fig.1. Block scheme of measurement system with USB to Bluetooth converter and Bluetooth to RS232C converter

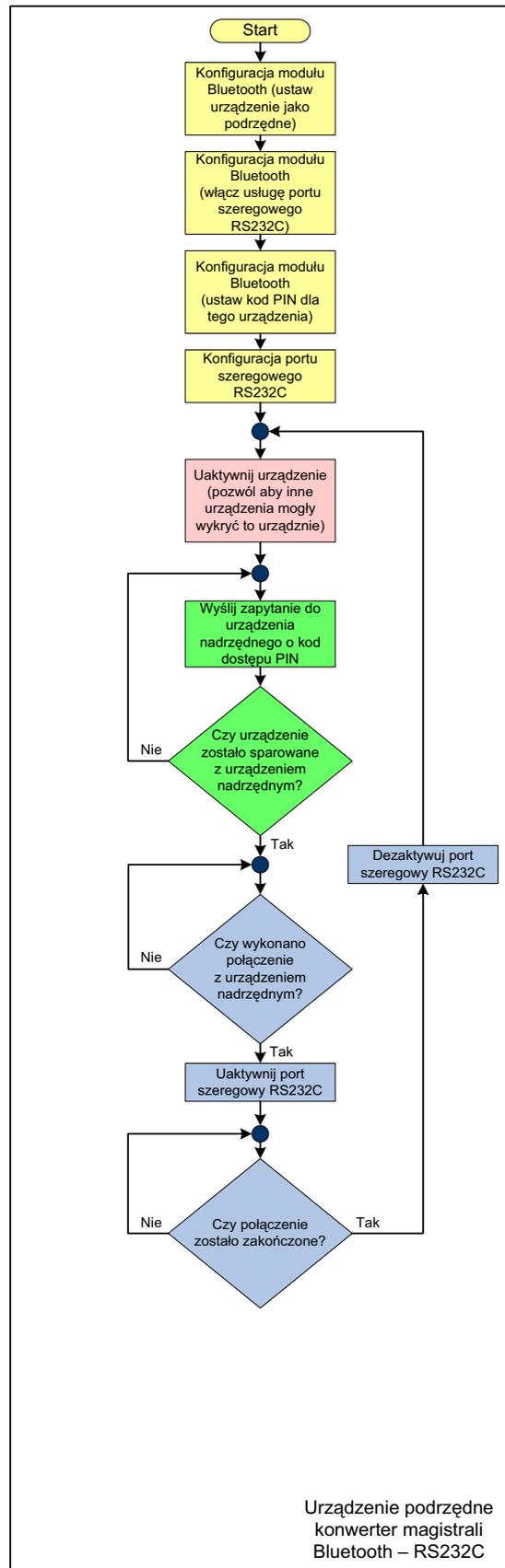
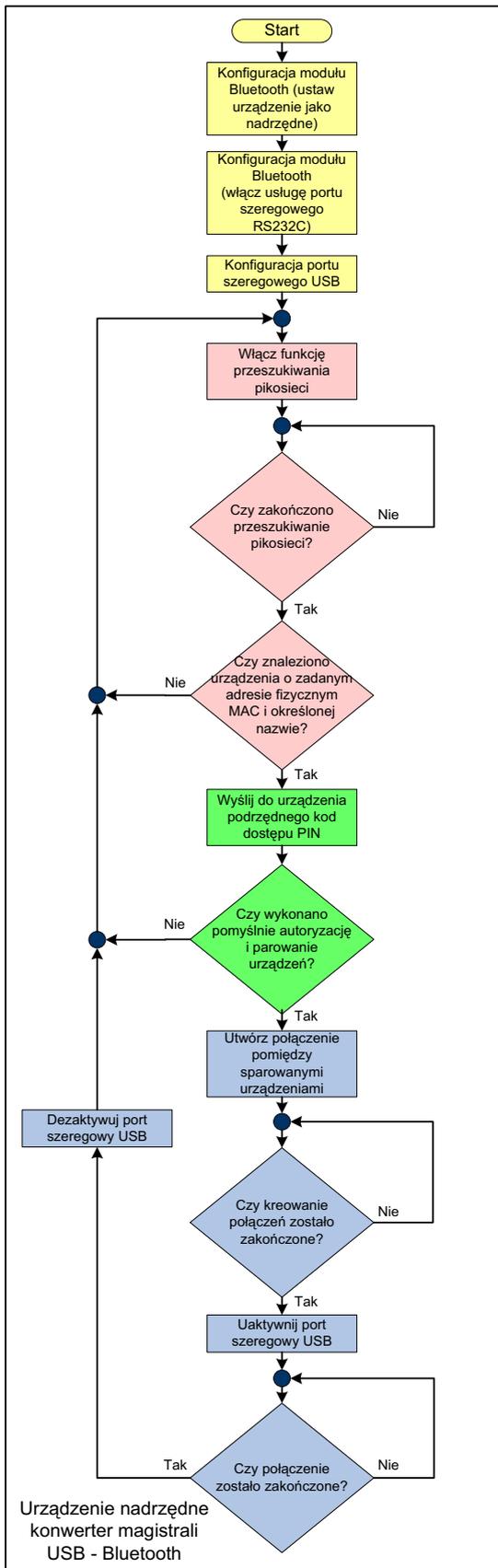
Na rysunku 1 przedstawiono schemat blokowy stanowiska pomiarowego z zastosowaniem konwertera USB na Bluetooth i Bluetooth na RS232C. Przedstawione stanowisko składa się z:

- komputera klasy PC, który pełni funkcję zadajnika parametrów i prezentacji wyników badań,
- konwertera USB na Bluetooth, który pełni funkcję dwukierunkowego zamiennika przewodowego interfejsu szeregowego USB na bezprzewodowy interfejs w standardzie Bluetooth. Konwerter USB na Bluetooth składa się z: układu konwertera USB/UART, mikroprocesora i modułu Bluetooth,
- konwertera Bluetooth na RS232C, który pełni funkcję dwukierunkowego zamiennika bezprzewodowego interfejsu w standardzie Bluetooth na przewodowy interfejs szeregowy RS232C. Konwerter Bluetooth na RS232C składa się z: modułu Bluetooth, mikroprocesora i układu konwertera UART/RS232C,
- kalibratora, który pełni funkcję programowalnego zasilacza pomiarowego dużej klasy dokładności oraz funkcję precyzyjnego czasomierza i licznika impulsów; wbudowany zasilacz pomiarowy umożliwia z dużą rozdzielczością nastawę wartości napięcia, prądu oraz współczynnika mocy.

Konwerter Bluetooth na RS232C można stosować również w połączeniu z innymi urządzeniami pomiarowymi takimi jak: mierniki, oscyloskopy, analizatory.

## 3. Algorytm pracy konwertera magistrali szeregowy RS232C na USB z zastosowaniem bezprzewodowego łącza

Na rysunku 2 przedstawiono algorytm programu głównego dla konwertera USB na Bluetooth i Bluetooth na RS232C. Po zakończeniu zasilania mikroprocesor sterujący pracą konwertera USB-Bluetooth i konwertera Bluetooth RS232C wykonuje konfigurację modułu Bluetooth, która polega na: ustawieniu priorytetu urządzenia i na uruchomieniu usługi portu szeregowego. W urządzeniu podrzędnym mikroprocesor dodatkowo zapisuje w module Bluetooth kod dostępu PIN (ang. *Personal Identification Number*)[3,4] do tego urządzenia. Następnie w obydwóch urządzeniach mikroprocesory wykonują konfigurację portu szeregowego UART (ang. *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*), do których podłączono układy konwerterów USB/UART (ang. *Universal Serial Bus*) i UART/RS232C. Po wykonaniu konfiguracji mikroprocesor sterujący pracą konwertera Bluetooth na RS232C aktywuje moduł Bluetooth w tryb nasłuchiwania. Moduł Bluetooth w konwerterze USB na Bluetooth zostaje ustawiony w tryb przywołania i rozpoczyna wyszukiwanie urządzeń znajdujących się w zasięgu pikosieci. Po zakończeniu wyszukiwania urządzenie



Rys.2. Algorytm programu głównego dla konwertera USB na Bluetooth i Bluetooth na RS232C

Fig.2. Algorithm of main program for USB to Bluetooth converter and Bluetooth to RS232C converter

nadrzędne dokonuje wstępnej weryfikacji znalezionych urządzeń podrzędnych na podstawie adresu fizycznego MAC (ang. *Medium Access Control*) i nazwy urządzenia. Jeżeli urządzenie nadrzędne nie znalazło żadnego urządzenia podrzędnego lub żadne z urządzeń podrzędnych nie spełnia kryteriów weryfikacji wstępnej, to urządzenie nadrzędne rozpoczyna ponowne przeszukiwanie piko-

sieci. Jeżeli adres MAC i nazwa urządzenia podrzędnego są poprawne to urządzenie to wysyła do urządzenia nadrzędnego zapytanie o kod dostępu PIN. Konwerter USB na Bluetooth odsyła do konwertera Bluetooth na RS232C własny kod dostępu. Jeżeli kod dostępu jest poprawny to urządzenia zostają sparowane. W przeciwnym wypadku urządzenia próbują ponownie wykonać autory-

zacje. Po sparowaniu urządzenie nadrzędne wysyła do urządzenia podrzędnego zapytanie o wykonanie połączenia. Po akceptacji urządzenie podrzędne i nadrzędne przechodzą w stan połączenia. Urządzenie nadrzędne aktywuje interfejs szeregowy USB, a urządzenie podrzędne interfejs RS232C. Dane, pojawiające się na porcie szeregowym USB w urządzeniu nadrzędnym, są przesyłane za pomocą interfejsu bezprzewodowego Bluetooth do portu szeregowego RS232C urządzenia podrzędnego. Pomiedzy urządzeniem nadrzędnym i podrzędnym dane są transmitowane w trybie dwukierunkowym. Jeżeli jedno z urządzeń będących w stanie połączenia zostanie wyłączone lub zostanie umieszczone poza zasięgiem danej pikosieci, to w przeciwnym urządzeniu nastąpi dezaktywacja portu szeregowego USB lub RS232C i automatycznie zakończenie połączenia Bluetooth.



Rys.3. Konwerter Bluetooth na RS232C i konwerter USB na Bluetooth  
Fig.3. The Bluetooth to RS232C converter and USB to Bluetooth converter

Na rysunku 3 został przedstawiony model fizyczny konwertera Bluetooth na RS232C i konwertera USB na Bluetooth.

#### 4. Parametry dynamiczne konwertera magistrali szeregowej z zastosowaniem bezprzewodowego łącza

Właściwości konwertera magistrali szeregowej RS232C na USB z zastosowaniem bezprzewodowego łącza przedstawionej w podpunkcie 2 i 3 opisują parametry dynamiczne takie jak:

- $V$  - prędkość transmisji interfejsu bezprzewodowego,
- $\eta$  - sprawność oraz  $P$  - przepustowość użyteczna interfejsu bezprzewodowego.

Minimalna prędkość transmisji interfejsu bezprzewodowego  $V$ , to parametr, który określa właściwości łącza. Zbyt mała prędkość transmisji, może spowodować przepełnienie pamięci bufora. Minimalna prędkość łącza bezprzewodowego wynosi 115200kbps.

Parametry, które określają rzeczywistą wydajność interfejsu bezprzewodowego[5,6] to: sprawność sieci  $\eta$  oraz przepustowość użyteczna sieci  $P$ . Sprawność sieci wyraża się stosunkiem czasu transmisji danych użytkowych w pojedynczej transakcji wymiany do całkowitego czasu pojedynczej transakcji danych (4.1).

$$\eta = \frac{m \cdot 8}{T_w} \quad (4.1)$$

W równaniu (4.1)  $m$  jest liczbą bajtów danych użytkowych transmitowanych z prędkością  $V$  w pojedynczej wymianie trwającej przez wartość czasu  $T_w$ . Przepustowość użyteczną sieci  $P$  wyraża się jako stosunek liczby danych użytkowych  $m$  w pojedynczej transakcji wymiany do całkowitego czasu pojedynczej transakcji  $T_w$  (4.2).

$$P = \frac{m \cdot 8}{T_w} \quad (4.2)$$

W zależności od wybranego standardu interfejsu bezprzewodowego sprawność sieci  $\eta$  oraz przepustowość użyteczna  $P$  przyjmują różne wartości. Interfejs bezprzewodowy powinien posiadać jak największą przepustowość  $P$ .

#### 5. Podsumowanie

W artykule została przedstawiona struktura i model konwertera magistrali szeregowej RS232C na USB z zastosowaniem bezprzewodowego łącza, który jest elementem składowym stacji wzorcowniczej do testowania liczników energii elektrycznej z zastosowaniem kalibratora i multiplexera z kalkulatorem błędów. Przedstawiono algorytm programu głównego konwertera USB na Bluetooth i konwertera Bluetooth na RS232C oraz parametry dynamiczne wpływające na pracę bezprzewodowego łącza.

Opracowano model strukturalny konwertera magistrali szeregowej RS232C na USB z zastosowaniem bezprzewodowego łącza, który jest podstawą do opracowania modelu symulacyjnego w celu przeprowadzenia analizy parametrów dynamicznych.

#### 6. Literatura

- [1] Stacja wzorcownicza do testowania liczników energii elektrycznej z zastosowaniem multiplexera z kalkulatorem błędów, M.Życiak, PAK, Warszawa 2007
- [2] Rozproszone systemy pomiarowe, W.Nawrocki, WKŁ, Warszawa 2006
- [3] Uwolnij się od kabli Bluetooth, B.A.Miller, Ch.Bisdikian, Helion, Gliwice 2003
- [4] Bluetooth Special Interest Group: Specification of the Bluetooth System, Bluetooth Special Interest Group 2007
- [5] Model symulacyjny rozproszonego systemu pomiarowo-sterującego, Adam Markowski, Zielona Góra 2006
- [6] Analiza przepływu informacji w komputerowych sieciach przemysłowych, A.Kwiecień, Wydawnictwo Pracowni Komputerowej Jacka Skalmierskiego, Gliwice 2000

**Title:** The RS232C to USB converter with wireless link.

*Artykuł recenzowany*