

# Przeźroczysty konwerter WiFi – RS-485 do komunikacji z licznikiem energii elektrycznej

Beata Krupanek, Ryszard Bogacz

Koło Naukowe Elektroników Praktyków, Wydział Elektryczny, Politechnika Śląska

**Streszczenie:** Publikacja zawiera skrótowy opis stosowanych obecnie bezprzewodowych metod zdalnego odczytu liczników energii elektrycznej, a w szczególności tych, które wykorzystują standard WiFi do transmisji danych. Ponadto przedstawiono zaprojektowany i wykonany moduł służący do komunikacji z licznikiem energii elektrycznej oraz z komputerem, w celu zapisu danych odczytowych w bazie danych.

**Słowa kluczowe:** sieci bezprzewodowe, WiFi, zdalny odczyt liczników energii elektrycznej

Zdalny odczyt to nowoczesne i praktyczne rozwiązanie pozwalające na automatyczne pobieranie danych z liczników i szybkie ich przesyłanie do zarządcy budynku bądź operatora mediów. Dzięki temu proces rozliczania mieszkańców, firm i instytucji oraz analizy danych staje się dużo łatwiejszy i szybszy. Istotne znaczenie ma dostęp do liczników w czasie rzeczywistym, jak również obniżanie kosztów odczytu [3]. Obecnie ważne jest, aby nie inwestować w dodatkowe okablowanie, a wyniki pozyskiwać bezprzewodowo w czasie rzeczywistym.

## 1. Wprowadzenie

Dla całego systemu automatycznego pozyskiwania danych pomiarowych AMR (ang. *Automatic Meter Reading*), kluczowym do rozwiązania problemem jest zastosowanie optymalnej technologii transmisji danych (medium transmisyjne). Obecnie znane rozwiązania można podzielić na:

1. przewodowe – transmisja danych z wykorzystaniem elektroenergetycznych sieci zasilających PLC/PLD (ang. *Power Line Communication*), łączy telefonicznych, dedykowanych łączy teletechnicznych (w tym Ethernet),
2. bezprzewodowe – modemy radiowe, transmisja z wykorzystaniem standardu ZigBee, Bluetooth lub GSM.

Bezprzewodowy odczyt liczników energii elektrycznej zapewnia [1]:

- szybki odczyt wyników pomiarów, uproszczenie i skrócenie czasochłonności odczytów okresowych z wielu urządzeń dokonywanych za pomocą zestawu inkasenckiego,
- prostą instalację urządzeń transmisyjnych w pokrywach liczników bądź na szynie DIN bez konieczności prowadzenia dedykowanych kabli lub występowania o koncesję na użytkowanie linii,
- eliminację błędów spowodowanych czynnikiem ludzkim, tzn. brak możliwości wystąpienia pomyłek (brak zapisy-

wania, przepisywania, interpretacji danych przez osobę dokonującą odczytów),

- automatyczną transmisję danych w dowolnie wybranych okresach rozliczeniowych i natychmiastową sygnalizację stanu awaryjnego,
- ułatwiony odczyt przyrządów zainstalowanych w trudno dostępnych miejscach,
- odczyt w dowolnej chwili bez absorbowania użytkownika/konsumenta energii (w mieszkaniach, w domkach jednorodzinnych, węzłach osiedlowych czy też chronionych zakładach przemysłowych itp.).

Obecnie coraz częściej stosuje się nowe techniki transmisji bezprzewodowej, takie jak Bluetooth, ZigBee, WiFi czy też GSM. Nie wszystkie wymienione standardy nadają się jednak do transmisji na duże odległości. Wybierając sposób transmisji trzeba również uwzględnić dostępność modemów radiowych, koszt i funkcjonalność urządzenia oraz jego przepustowość. W dalszej części scharakteryzowano trzy wybrane standardy transmisji, które autorzy wykorzystali do komunikacji z licznikami i bazą danych gromadzącą wyniki odczytów. Istnieje obecnie wiele rozwiązań opartych na łatwo dostępnych modemach radiowych, które konwertują sygnały TTL/RS-232 i RS-485 pochodzące z licznika na sygnał radiowy i odwrotnie. Modemy radiowe mogą pracować w paśmie 433 MHz, 868 MHz i 2,4 GHz. Dzięki zaawansowanym technologiom transmisja może odbywać się na dystansie dochodzącym do kilku kilometrów.

Duże systemy łączności radiowej są drogimi systemami, jednakże rozwój technik cyfrowych oraz udostępnienie niektórych pasm częstotliwości w pasmach otwartych sprawił, że łączność radiowa jest obecnie szeroko stosowana i powszechnie dostępna. Wadą rozwiązań bazujących na transmisji w pasmach otwartych jest mały zasięg (od kilkudziesięciu do kilkuset metrów w terenie zabudowanym), wynikający z ograniczeń prawnych i technicznych [3]. Niewątpliwą zaletą systemów transmisji danych, opartych na technologiach radiowych, jest stosunkowo duża swoboda w lokalizacji urządzeń transmisyjnych, a wadą – wrażliwość na warunki atmosferyczne i uzależnienie od ukształtowania terenu.

### 1.1. Standard Wi-Fi

Technologia WiFi (*Wireless Fidelity*) wykorzystywana jest przez coraz liczniejszą rzeszę użytkowników. Z początku wydawało się, że największymi odbiorcami tej techniki będą firmy, które instalują bezprzewodową infrastrukturę sieciową po to, by udostępnić intranet lub zasoby globalnej sieci WWW przede wszystkim swoim pracownikom. Urządzenia do komunikacji bezprzewodowej posłużyły też w miejscach publicznych do stworzenia tzw. hotspotów. Tymczasem

wciąż malejące ceny urządzeń dostępowych oraz wbudowane interfejsy WiFi w każdym komputerze przenośnym spowodowały szybki rozwój tej technologii i coraz szersze zastosowania.

Sieci bezprzewodowe poczyniły ogromny postęp od czasu swych pierwszych wdrożeń do dzisiejszej szybkości przesyłania danych, wynoszącej 54 Mbps w WiFi. Pierwotna norma IEEE 802.11 umożliwiła transmisję w sieci bezprzewodowej z szybkością przesyłu danych 2 Mbps w paśmie ISM (Industrial-Scientific-Medical). Nowsze wersje tych norm różnią się trochę i nie wszystkie są kompatybilne.

WiFi określa potocznie zestaw standardów stworzonych do budowy bezprzewodowych sieci komputerowych. Szczególnym zastosowaniem WiFi jest budowanie sieci lokalnych (LAN) opartych na komunikacji radiowej czyli WLAN. WiFi jest znakiem towarowym WiFi Alliance dla certyfikowanych produktów opartych na standardach IEEE 802.11. Ten certyfikat gwarantuje interoperacyjność między różnymi urządzeniami bezprzewodowymi [2]. Międzynarodowa organizacja Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) stworzyła w 1997 r. standard eksploatacji i budowy bezprzewodowych sieci lokalnych (ang. WLAN – *Wireless Local Area Networks*). Początkowo technologia ta, oznaczana 802.11, charakteryzowała się dość niską przepustowością 1–2 Mb/s, co w znacznym stopniu hamowało jej rozwój i ograniczało zainteresowanie producentów sprzętu elektronicznego.

W 1999 r. IEEE wprowadziła nowy standard – 802.11b umożliwiający przesył danych nawet do 11 Mb/s, co spowodowało ogromny wzrost zainteresowania sieciami WLAN i samą technologią WiFi. Cały czas prowadzone są również prace nad nowymi standardami, które różnią się zasięgiem, możliwością zastosowań i prędkością.

Główne standardy w sieciach bezprzewodowych to [2]:

- 802.11a – opisuje standard sieci bezprzewodowej w paśmie częstotliwości 5 GHz. Sieci w tym standardzie oferują przepustowość 54 Mb/s.
- 802.11b – znany powszechnie pod nazwą WiFi standard sieci bezprzewodowych, działających w paśmie częstotliwości 2,4 GHz, szybkością 11 Mb/s, ma zasięg ok. 30 m w pomieszczeniu i 120 m w otwartej przestrzeni; w praktyce można osiągnąć transfery rzędu 5,5 Mb/s. Materiały takie jak woda, metal, czy beton obniżają znacznie jakość sygnału. Standard 802.11b podzielony jest na 14 niezależnych kanałów o szerokości 22 MHz, a Polska wykorzystuje tylko pasma od 2400 do 2483,5 MHz – kanał od 1 do 13. Sieci w standardzie 802.11b są znacznie bardziej popularne od sieci w standardach 802.11a czy 802.11g. 802.11b to pierwsza technologia WLAN, która trafiła na szeroki rynek konsumencki.
- 802.11n – nowy standard zatwierdzony w 2009 r, oferuje szybkość transmisji od 100 do 300 Mb/s, umożliwia jednocześnie przesyłanie danych wieloma kanałami transmisyjnymi. Zaletą nowego standardu ma być także większy zasięg sieci.
- 802.11g – standard wykorzystujący nową metodę transmisji danych w paśmie częstotliwości 2,4 GHz, obecnie najpopularniejszy standard WiFi, który powstał w czerwcu 2003 r. Wykorzystanie starszych urządzeń w tym stan-

dardzie powoduje zmniejszenie szybkości do 11 Mb/s. Dzięki technologii ODM (ang. *Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) sieci 802.11g uzyskują maksymalną szybkość transmisji 54 Mb/s. Urządzenia w standardzie 802.11g mogą też współpracować z urządzeniami w standardzie 802.11b.

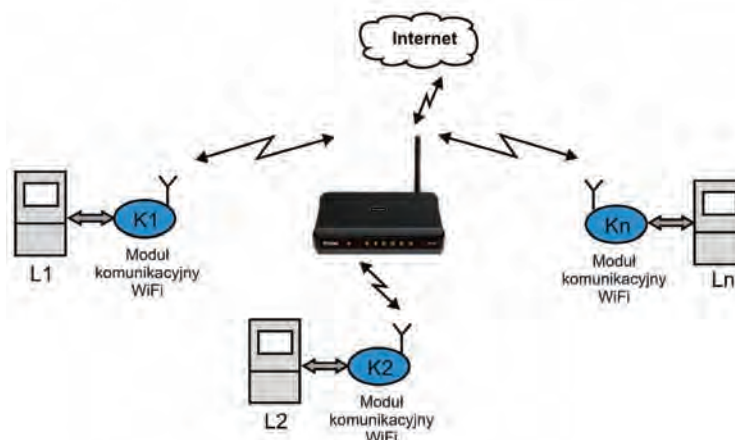
Kwestie bezpieczeństwa WiFi nakładają na organizacje konieczność starannego przemyślenia planów w zakresie bezprzewodowych sieci. Norma 802.11 b dostarcza mechanizm zwany WEP (ang. *Wireless Equivalent Privacy*). Mechanizm ten zaopatruje w kodowany klucz, który musi być wymieniony między kartą PC i punktem dostępu. Mimo iż nie jest to rozwiązanie idealne, dostarcza jednak pewnego poziomu zabezpieczenia. Klucz ten można zmieniać dowolnie często. Mając na uwadze, że punkty dostępu ogłaszają usługi, a karty PC je wyszukują, wygląda to inaczej niż w przypadku sieci przewodowych. W sieci przewodowej, użytkownicy muszą mieć najpierw połączenie lub dostęp.

Natomiast kwestie kodowania w sieciach bezprzewodowych zostały już zdefiniowane. Nowe normy wydane przez grupę roboczą IEEE 802.11 zmierzają w stronę lepszych mechanizmów służących bezpieczeństwu sieci. Przez pewien czas zalecaną normą kodowania było TKIP. Metoda ta łagodziła większość znanych ataków, ale nie wszystkie. Z kolei nowa norma RSN wykracza poza łamane dotąd metody kodowania, zmieniając klucze i utrudniając ich złamanie, a jednocześnie nadal zapewniając zwrotną kompatybilność z TKIP.

Każda sieć bezprzewodowa musi być zaprojektowana i zaplanowana z uwzględnieniem dostępnych propozycji w zakresie bezpieczeństwa. Osoby zarządzające sieciami będą musiały monitorować znane defekty bezpieczeństwa, aby zapewnić, że ich sieci bezprzewodowe nie będą zagrożone. Przepisy dotyczące typów plików i komunikacji dozwolonej w sieciach bezprzewodowych gwarantują, że poufne dokumenty nie dostaną się w niepowołane ręce. Jak w przypadku każdej sieci, połączenie różnych strategii w zakresie bezpieczeństwa jest najlepszą metodą zabezpieczenia komunikacji.

W praktyce wiele zależy od konkretnego modemu użytego do budowy urządzenia bezprzewodowego.

Podstawowym elementem sieci jest tzw. „punkt dostępowy”, nazywany też WAP (ang. *Wireless Access Point*), zwykle jest to mały ruter podłączony do sieci stacjonarnej,



Rys. 1. Sieć WiFi w konfiguracji gwiazdowej

Fig. 1. WiFi network in star configuration

wyposażony w dwie anteny efektywnie zwiększające zasięg sieci [2].

Aby móc skorzystać z takiej sieci trzeba posiadać urządzenie obsługujące technologię WiFi. Podłączanie urządzenia do punktu dostępowego jest niezwykle proste i nie wymaga specjalnych umiejętności. W przypadku laptopów najpopularniejszym rozwiązaniem jest montowanie specjalnych kart WiFi; coraz częściej moduł WiFi montowany jest fabrycznie wewnątrz komputera. Większość oferowanych na rynku modeli palmtopów ma wbudowane moduły obsługujące WiFi.

Zainteresowanie standardem WiFi jest wynikiem rozwoju sieci hotspotów, czyli ogólnie dostępnych miejsc, w których działa technologia WiFi. Jeszcze kilka lat temu z możliwości bezprzewodowej transmisji danych korzystali głównie pracownicy dużych firm, w siedzibach których zainstalowane były wewnętrzne sieci WLAN. Dzisiaj hotspoty znajdujemy na lotniskach, dworcach, w centrach handlowych, bibliotekach, kawiarniach i w hotelach. Co więcej, coraz większa liczba publicznych punktów dostępowych jest darmowa.

## 2. Moduł komunikacyjny WiFi

W celu połączenia różnych liczników w systemie AMR przy użyciu standardu WiFi, korzysta się głównie z zalet topologii gwiazdy, która jest obecnie najszerzej stosowana. Wykorzystuje ona w celach komunikacyjnych centralną stację bazową zwaną punktem dostępowym, którą może być np. dowolny router bezprzewodowy (rys. 1).

W takiej konfiguracji do komunikacji wykorzystuje się jedną centralną bazę. Pakiet informacji wysyłany jest z węzła sieciowego, odbierany w stacji centralnej i kierowany przez nią do odpowiedniego węzła. Sieci budowane w tej topologii mają duże możliwości i są wydajne. Zastosowanie punktu dostępowego zwiększa maksymalną odległość między stacjami (komputerami), umożliwia także łączenie przewodowych i bezprzewodowych sieci lokalnych. Sieć zbudowaną na bazie tej topologii można praktycznie do woli powiększać przez dołączanie kolejnych punktów dostępowych. Ponadto konfiguracja programowa sieci gwiazdowej jest również dosyć prosta.

Punkt dostępowy AP (ang. *Access Point*) kieruje informację do poszczególnych elementów w sieci lub do następ-

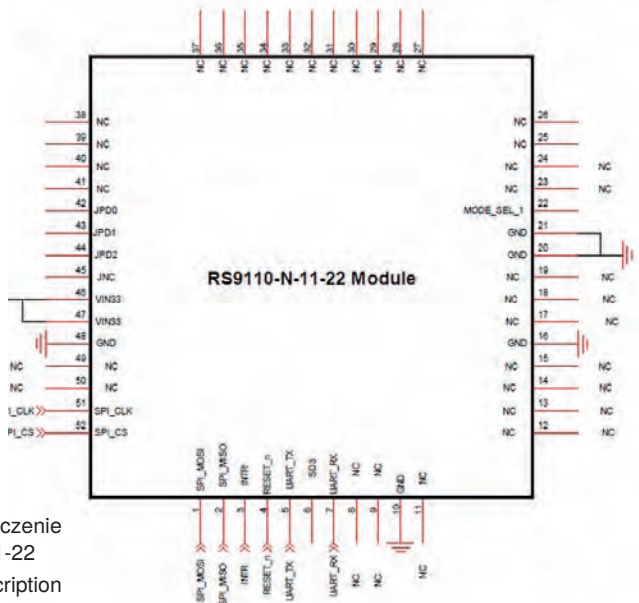
Tab. 1. Parametry modemu WiFi  
Tab. 1. WiFi modem parameters

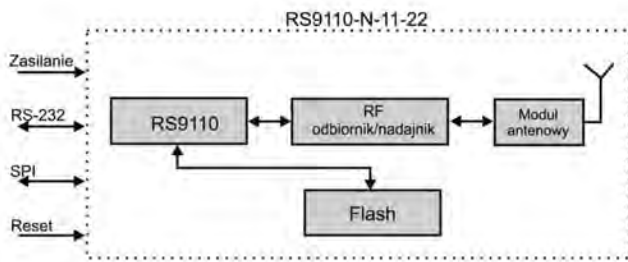
Parametr	Wartość
Napięcie zasilania	3,6 V
Moc wejściowa RF	10 dBm
Częstotliwości radiowe	2.400 – 2.500 GHz
Modulacja	OFDM z BPSK, QPSK, 16-QAM i 64-QAM
Prędkości transmisji	802.11n: 6.5, 13, 19.5, 26, 39, 52, 58.5, 65 Mbps 802.11a/g: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps 802.11b: 1, 2, 5.5, 11 Mbps
Moc nadajnika radiowego	17 dBm dla 802.11b DSSS 17 dBm dla 802.11b CCK 15 dBm dla 802.11g/n OFDM
Czułość odbiornika radiowego	1 Mbps: -97.0 dBm 11 Mbps: -88.0 dBm 54 Mbps: -75.0 dBm
Pobór prądu	- w stanie uśpienia: 1,2 mA - w stanie gotowości: 4,56 mA - transmisja danych: 152 mA - odbiór danych: 136 mA - maksymalnie: 265 mA
Przepustowość interfejsu RS	Tx – 75 kbps Rx – 72 kbps
Przepustowość interfejsu SPI	Tx – 7.5 Mbps Rx – 6 Mbps



Rys. 2. Zdjęcie wybranego do projektu modemu WiFi oraz rozmieszczenie i opis wyprowadzeń układu Redpine Signals – RS9110-N-11-22

Fig. 2. Picture of choosen WiFi modem, dislocation and a pin description of the chip Redpine Signals – RS9110-N-11-22





Rys. 3. Budowa wewnętrzna modemu WiFi  
Fig. 3. Internal construction of WiFi modem

nego węzła. Stacja bazowa może być zastosowana jako most do sieci lokalnej. W takim przypadku umożliwia dostęp do sieci wewnętrznej, do Internetu oraz do innych urządzeń sieciowych zainstalowanych w tej sieci. Sieci budowane w tej technologii są bardzo wydajne i łatwe w rozbudowie. Rozbudowę można przeprowadzić przez dodawanie kolejnych punktów dostępu. Punkty centralne łączą się ze sobą, dzięki czemu można stworzyć rozbudowaną sieć bez użycia struktury kablowej.

Aby zastosować w sieci topologię gwiazdy, należy ustawić kartę bezprzewodową (modem) w tryb Infrastructure, czyli infrastruktura. Wszystkie urządzenia sieci chcąc się podłączyć, muszą używać tego samego SSID (ang. *Service Set Identifier*). Jest to identyfikator sieci rozgłaszany przez punkt centralny AP, maksymalnie 32-znakowy.

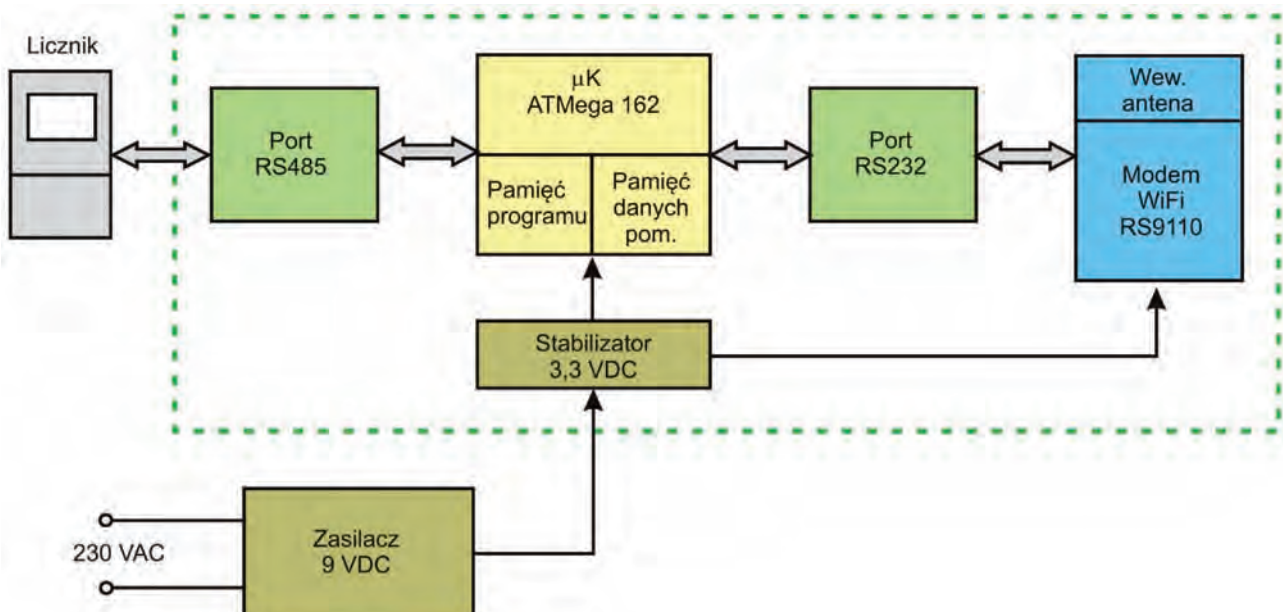
Zaprojektowany moduł komunikacyjny, bazujący na standardzie WiFi, został wyposażony w wielofunkcyjny, nowoczesny modem WiFi firmy Redpine Signals – RS9110-N-11-22 (rys. 2). Modem umożliwia współpracę z sieciami bezprzewodowymi działającymi w standardzie 802.11 b, g oraz n, oraz z innymi urządzeniami za pomocą interfejsu SPI lub RS-232, który może pracować z szybkością od 9600 do 3 686 400 bps (z możliwością autonegocjacji szybkości). Moduł ma również pamięć trwałą typu flash pozwalającą na zapis oprogramowania, jego aktualizacji oraz ustawień domyślnych.

Modem wyposażony został również w zintegrowaną antenę, port szeregowy (rys. 3) i mechanizmy oszczędzania energii. Komunikacja i konfiguracja modemu jest możliwa za pomocą komend AT wydawanych z terminala lub innego urządzenia sterującego. Najważniejsze parametry modemu przedstawiono w tab. 1.

Modem wspiera standardy transmisji bezprzewodowej IEEE 802.11b/g/n, standardy jakości usług QoS oraz zapewnia bezpieczeństwo danych, umożliwiając szyfrowanie WPA/WPA2-PSK lub WEP. Umożliwia także posługiwanie się protokołami przesyłu danych, takimi jak TCP, UDP, ARP, ICMP i DHCP. Istnieje także możliwość konfiguracji modemu przez interfejs GUI w systemie Windows. Dostępna jest próbna wersja sterownika dla systemu Linux. Inną zaletą modemu jest przystępna cena i łatwość montażu.

Ideą układu było stworzenie przezroczystego konwertera WiFi – RS-485. Dane wysyłane przez liczniki energii elektrycznej lub inne urządzenia przemysłowe częściej wykorzystują interfejs RS-485 niż RS-232. Natomiast bardzo często w zasięgu urządzenia bezprzewodowego znajduje się już istniejąca sieć WLAN. Stąd pomysł na budowę układu, który potrafiłby w prosty sposób odebrać dane z licznika i wysłać je siecią bezprzewodową do operatora lub bazy danych. Łączność powinna działać w obie strony, ponieważ do licznika należy wysłać zapytanie o bieżące odczyty lub o profil. Projektowane urządzenie powinno też umożliwiać ustawianie parametrów sieci bezprzewodowej z poziomu komputera, np. hasła dostępowego, nazwy sieci, IP.

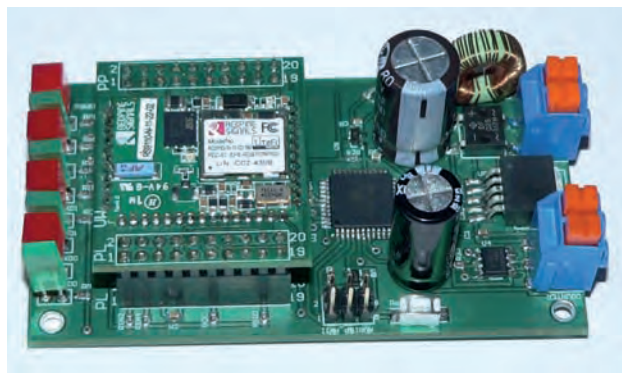
Sercem układu konwertera jest mikrokontroler ATmega162 (tab. 2), który połączony jest zarówno z modemem za pomocą interfejsu UART, jak i z licznikiem przez interfejs RS-485 (rys. 4). Zaletą użytego mikrokontrolera jest duża pamięć flash, która pozwala na zapis nawet sporej wielkości programu, a także dwa porty szeregowy potrzebne do jednoczesnej obsługi licznika i modemu WiFi. Jego wadą (przy uruchamianiu) jest obudowa, która wymusiła zaprojektowanie odpowiedniej płytki drukowanej.



Rys. 4. Schemat blokowy konwertera  
Fig. 4. Block diagram of the converter

**Tab. 2.** Parametry mikrokontrolera ATmega162**Tab. 2.** Parameters of ATmega162 microcontroller

Parametr	Wartość
Napięcie zasilania	2,7–5,5 V
Architektura	8-bitowa, RISC
Częstotliwość	16 MHz
Pamięć	Flash: 16 kB SRAM: 1 kB EEPROM: 512 B
Programowanie	JTAG, ISP
Interfejsy	2×USART SPI JTAG
Obudowa	PDIP, TQFP/MLF

**Rys. 5.** Budowa konwertera WiFi – RS-485**Fig. 5.** The construction of the converter WiFi – RS-485

Zaprojektowany konwerter przedstawiono na rys. 5. Składa się z płyty głównej, na której rozmieszczone są wszystkie elementy elektroniczne, łącznie z mikrokontrolerem oraz układem konwersji napięcia zasilania. Modem umieszczono na specjalnie zaprojektowanej przejściówce, co ułatwia testowanie urządzenia i oprogramowania. Na płytce zamontowano zestaw diod sygnalizacyjnych do informowania o aktualnym stanie urządzenia (radiowy odbiór i nadawanie danych, odbiór i nadawanie danych do RS-485, zasilanie).

Po włączeniu zasilania procesor automatycznie zeruje modem radiowy i czeka na jego uruchomienie. Modem po włączeniu pyta o konieczność wgrania nowego oprogramowania bądź aktualizacji starego. Po negatywnej odpowiedzi lub jej braku w określonym czasie, czeka na podanie komend AT, które inicjują modem i przygotowują do dalszej pracy. Całość procedury inicjującej można wykonać posługując się terminalem z poziomu komputera PC.

W celu zalogowania się do wskazanej sieci bezprzewodowej do modułu WiFi należy wprowadzić komendy wyboru pasma częstotliwości, inicjacji modułu radiowego, wyszukiwania wolnego kanału transmisyjnego, wyboru typu sieci, ustawienia hasła dostępu do sieci, połączenia do wybranej sieci, konfiguracji IP i maski sieci oraz otwarcia lokalnego portu do nasłuchu danych.

Modem WiFi, w omawianym projekcie, został skonfigurowany do pracy w paśmie 2,4 GHz, a wybór wolnego kanału odbywa się automatycznie. Typ sieci ustawiono na Infra-structure, co pozwala na podłączenie do wybranego punktu centralnego w topologii gwiazdy. Po odszukaniu przez modem wszystkich dostępnych połączeń, należy wprowadzić klucz dostępu do sieci, do której ma się on zalogować. W celu zalogowania się do sieci trzeba podać jej nazwę, adres IP modemu, maskę podsieci i bramę domyślną.

Odbiór danych przychodzących drogą bezprzewodową odbywa się przez nasłuchiwanie danych na wybranym porcie, natomiast wysyłanie danych jest realizowane przez wydanie komendy otwarcia portu i podanie docelowego adresu IP. Po poprawnej konfiguracji modem czeka na podanie ciągu znaków do wysłania.

Po zalogowaniu do sieci układ przesyła komunikaty przychodzące ze zdalnego komputera (zapytanie do licznika, wprowadzenie licznika w tryb rejestrowy) i przesyła je do licznika, który poprzez interfejs RS-485 odsyła dane do procesora. Następnie po opatrzeniu danych odpowiednią komendą AT do wysyłania danych, są one przesyłane do modemu, który wysyła je do punktu dostępowego. Dzięki takiej konfiguracji komunikacja serwera z licznikiem odbywa się w sposób przezroczysty.

Transmisja w standardzie WiFi jest również wrażliwa na zakłócenia powodowane przez elementy architektoniczne budynków. Ograniczają one zasięg i wiarygodność transmisji. W celu wyeliminowania takiego zjawiska należy zadbać o odpowiednią liczbę *Access Pointów* i dobrą widoczność modułu i punktu centralnego.

### 3. Konfiguracja transmisji

Przykładowe parametry konieczne do ustanowienia połączenia przedstawiono w tab. 3.

Przykładowy zestaw komend AT do ustanowienia połączenia WiFi w trybie infrastruktury oraz do otwarcia portów TCP/UDP/LTCP i późniejszej wymiany danych przedstawiono poniżej dla ustawień sieciowych z tab. 3.

Sekwencja komend AT jest następująca:

1. Wybór pasma:

```
at+rsi_band = 0\r\n
```

2. Inicjalizacja modemu:

```
at+rsi_init\r\n
```

3. Wyszukiwanie punktu dostępowego:

```
at+rsi_scan = 0\r\n
```

4. Wybór typu sieci:

```
at+rsi_network = INFRASTRUCTURE\r\n
```

5. Ustalenie hasła sieci:

```
at+rsi_psk = RSI_EVAL\r\n
```

6. Przyłączenie do sieci:

```
at+rsi_join = RSI_Infrastructure,0,2\r\n
```

7. Ustalenie adresu IP modułu:

```
at+rsi_ipconf = 0,192.168.1.175,255.255.255.0,192.168.1.99\r\n
```

8. Ustalenie adresu IP, z którym ma się łączyć moduł i otwarcie portów:

```
at+rsi_tcp = 192.168.1.172,8001,1234\r\n
```

9. Wysłanie tekstu „Welcome!!!”:

```
at+rsi_snd = 0,10,0,0,Welcome!!!\r\n
```

Teksty wysyłane do modemu mogą pochodzić z pamięci mikrokontrolera lub mogą być podawane z zewnątrz przez port RS-485.

Komenda „at+rsi\_ltcp = 1234\r\n” umożliwia nasłuch danych z serwera. W praktyce zbędna jest komenda podana w punkcie 8. Od tej chwili mikrokontroler czeka, aż z modemu otrzyma dane rozpoczynające się od tekstu „AT+RSI\_READ”, po którym jest informacja o liczbie otrzymanych danych i właściwe dane, które można przesłać do portu RS-485.

**Tab. 3.** Parametry przykładowego połączenia

**Tab. 3.** Parameters of the sample connection

Parametr	Dane
Pasma częstotliwości	2,4 GHz
SSID (nazwa sieci)	RSI_Infrastructure
Typ sieci	Infrastructure
Kanał	1
Szybkość transmisji	0 (Autorate)
Moc nadajnika	2 (High)
Typ zabezpieczeń	WPA2-PSK
Hasło do sieci	RSI_EVAL
Adres IP modułu RS9110-N-11-2X	192.168.1.175
Adres IP punktu dostępowego (routera)	192.168.1.99
Adres IP komputera docelowego	192.168.1.172
Numer portu TCP modułu RS9110-N-11-2X (klienta)	1234
Numer portu TCP serwera	8001

## 4. Podsumowanie

Porównując różne rozwiązania modułów komunikacyjnych można stwierdzić, że cechują się one dużą różnorodnością. Na rynku dostępne są modemy ZigBee oraz GSM. Oferta modemów WiFi jest w Polsce ograniczona, mimo to ich zastosowanie jest wygodne, a przy tym niemal w każdym budynku istnieje łączność WiFi.

Pomimo niewielkiego zasięgu modułu WiFi, cechuje się on dużo większą szybkością transmisji, niż inne standardy

bezprzewodowe. Należy także wspomnieć, że transmisja danych w standardzie WiFi nie wymaga dodatkowych kosztów w postaci opłat dokonywanych u operatora za przesłane dane. Koszty zależne są również od gotowej infrastruktury sieciowej w obiekcie. Dla pewnej transmisji danych bardzo dobrze sprawdzają się rozwiązania hybrydowe, wyposażone zarówno w modem WiFi, jak również modem GSM.

Kolejne prace dotyczące łączności bezprzewodowej i zdalnego odczytu będą związane z testowaniem wykonanego konwertera i możliwym rozwinięciem jego funkcjonalności.

## Bibliografia

- Bogacz R., Krupanek B.: *Technologia GSM w metodach zdalnego odczytu liczników energii elektrycznej*. PAR 2/2011.
- Zieliński B.: *Bezprzewodowe sieci komputerowe*. Helion, 2000.
- Bogacz R., Krupanek B.: *Zdalny odczyt liczników energii elektrycznej z wykorzystaniem transmisji radiowej*. XI International PhD Workshop OWD 2009.
- Dokumentacja modułów komunikacyjnych WiFi RS9110-N-11-22. [www.redpinesignals.com].
- Dokumentacja mikrokontrolera ATmega 162. [www.atmel.com]. ■

## Transparent WiFi – RS-485 converter to communicate with electricity meters

**Abstract:** The publication contains a brief description of the methods currently used in wireless remote electricity meter reading, especially those that use standard Wi-Fi for data transmission. Additionally we present the design and execution, of the our module for communication with the electricity meter and a computer to record reading data in a database.

**Keywords:** wireless networks, WiFi, remote reading of electricity meters

### mgr inż. Beata Krupanek

Doktorantka w Instytucie Metrologii, Elektroniki i Automatyki Wydziału Elektrycznego Politechniki Śląskiej. Zajmuje się głównie badaniem zakłóceń transmisji w sieciach bezprzewodowych.

e-mail: [beata.krupanek@polsl.pl](mailto:beata.krupanek@polsl.pl)



### mgr inż. Ryszard Bogacz

Wykładowca w Instytucie Metrologii, Elektroniki i Automatyki Wydziału Elektrycznego Politechniki Śląskiej. Prowadzi studenckie koło naukowe elektroników-praktyków, zajmujące się budową i programowaniem układów mikroprocesorowych.

e-mail: [ryszard.bogacz@polsl.pl](mailto:ryszard.bogacz@polsl.pl)

