

Interfejsy komunikacyjne stosowane w licznikach energii elektrycznej.

Streszczenie. W artykule opisano interfejsy komunikacyjne stosowane w licznikach energii elektrycznej. Zostały przedstawione najczęściej wykorzystywane rozwiązania zarówno przewodowe, jak i bezprzewodowe. Szczególną uwagę zwrócono na wymagania norm, w tym norm dotyczących bezpieczeństwa, jakie muszą spełniać interfejsy liczników.

Abstract. In the article wire and wireless communication interfaces in electricity meters has been described. Wire interface safety standards has been presented. **(Communication interfaces used in the electricity meters).**

Słowa kluczowe: licznik energii elektrycznej, interfejs komunikacyjny, odporność na zakłócenia, transmisja danych.

Keywords: electricity meter, communication interface, noise immunity, data transmission.

Wstęp

Obecnie produkowane elektroniczne liczniki energii elektrycznej, oprócz pomiaru pobranej przez użytkownika energii, rejestrują dużą ilość parametrów elektrycznych np. wartości chwilowe napięć oraz prądów fazowych, moce chwilowe, profile obciążenia, parametry jakościowe zasilania itp. W celu analizy zmierzonych i zarejestrowanych w pamięci licznika danych należy je odczytać a następnie przetworzyć za pomocą odpowiedniego oprogramowania komputerowego. Do komunikacji z licznikami stosowane są różnego rodzaju interfejsy komunikacyjne zarówno przewodowe, jak i bezprzewodowe.

Interfejs optyczny zgodny ze standardem PN-EN 62056-21

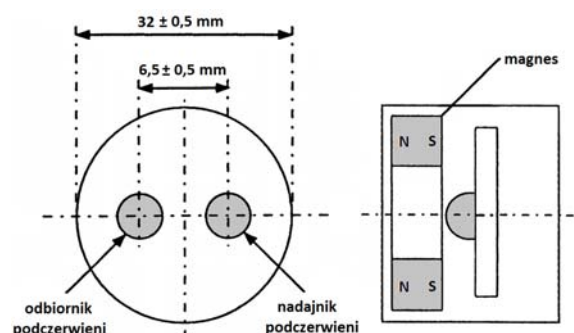
Jednym z interfejsów komunikacyjnych wykorzystywanych do lokalnej wymiany danych z licznikami energii elektrycznej jest interfejs optyczny. Większość obecnie produkowanych, montowanych na tablicy licznikowej oraz niektóre montowane na szynę TH-35 liczników wyposażona jest w łącze optyczne. Interfejs fizyczny składa się z dwóch elementów: łącza optycznego umieszczonego w liczniku oraz głowicy podłączanej do urządzenia odczytowego (np. komputera PC). Na rysunku 1 przedstawiono przykład interfejsu optycznego umieszczonego w liczniku oraz głowicę odczytową produkowaną przez firmę Pozyton. Parametry mechaniczne oraz protokół komunikacji interfejsu zdefiniowany jest w normie PN-EN 62056-21 [1]. Rysunek 2 przedstawia najważniejsze wymiary mechaniczne zdefiniowane przez normę. Montaż głowicy do odczytywanego licznika odbywa się za pomocą umieszczonego w niej magnesu. Do komunikacji wykorzystywane jest światło podczerwone o długości fali w zakresie od 800 do 1000 nm, a najczęściej stosowanym interfejsem łączącym głowicę z urządzeniem odczytującym jest RS-232C lub USB. Podstawową zaletą interfejsu jest separacja galwaniczna która zapewnia bezpieczeństwo obsługi oraz eliminuje ryzyko uszkodzenia licznika. Interfejs ten charakteryzuje się jednak niewielką prędkością transmisji która z reguły nie przekracza 19200 b/sek.

Interfejsy przewodowe

Interfejsy przewodowe są od lat chętnie stosowane w instalacjach przemysłowych ze względu na ich niezawodność oraz dużą odporność na zakłócenia elektromagnetyczne.



Rys.1 Licznik wyposażony w interfejs optyczny oraz głowica odczytowa z interfejsem USB.



Rys.2. Parametry mechaniczne interfejsu optycznego zdefiniowane przez normę PN-EN 62056-21.

Również prosta budowa nadajników i odbiorników montowanych w urządzeniach komunikacyjnych przyczynia się do ich popularności. Najczęściej spotykane interfejsy montowane w nowoczesnych licznikach energii elektrycznej to: RS-485 oraz M-Bus. W starszych instalacjach można również spotkać rozwiązania wykorzystujące pętlę

prądową. Obecnie dużą popularnością cieszą się rozwiązania wykorzystujące Ethernet. Ze względu na znaczną komplikację oraz różne wymagania odnośnie protokołów komunikacyjnych najczęściej interfejsy Ethernetowe wykonane są w postaci wymiennych modułów montowanych w specjalnym gnieździe licznika.

Bezpieczeństwo interfejsów przewodowych

Podstawowymi normami jakie muszą spełnić liczniki energii elektrycznej są PN-EN 50470-1 [2] oraz PN-EN 50470-3 [3]. W normach tych określone są wymagania izolacji galwanicznej, które muszą zapewniać interfejsy liczników, w celu zapewnienia bezpieczeństwa obsługi oraz podłączonych urządzeń komunikacyjnych. W czasie oceny zgodności z dyrektywą MID interfejsy licznika poddawane są badaniu napięciem udarowym oraz badaniu napięciem przemiennym. Dodatkowo według rozporządzenia Ministra Gospodarki [4] każdy wyprodukowany licznik powinien być poddany sprawdzeniu napięciem przemiennym. Badanie wytrzymałości izolacji polega na podaniu napięcia probierczego pomiędzy zaciski pomiarowe oraz zaciski będące podczas normalnego użytkowania na potencjale niższym od 40 V względem ziemi (interfejsy komunikacyjne). Wartość napięcia probierczego jaką musi wytrzymać badany licznik zależy od znamionowego napięcia pracy. W tabeli 1 podano podstawowe wymagania dla badania napięciem udarowym dla liczników wykonanych w II klasie ochronności, natomiast tabela 2 zawiera wymagania dla próby napięciem przemiennym. Podczas oceny zgodności licznika najpierw wykonuje się badanie napięciem udarowym a następnie napięciem przemiennym. Taka kolejność badań ma na celu sprawdzenie czy nie następuje pogorszenie właściwości izolacji galwanicznej na skutek wystąpienia udarów napięciowych. Podczas badań nie powinny wystąpić żadne przeskoki iskier, wyładowania czy przebicia.

Tabela 1. Wymagania normy PN-EN 50470-1 odnośnie badania napięciem udarowym liczników wykonanych w II klasie ochronności.

Znamionowe napięcie fazowe sieci [V]	Napięcie udarowe [kV]
≤ 100	2,5
≤ 150	4,0
≤ 300	6,0
≤ 600	8,0

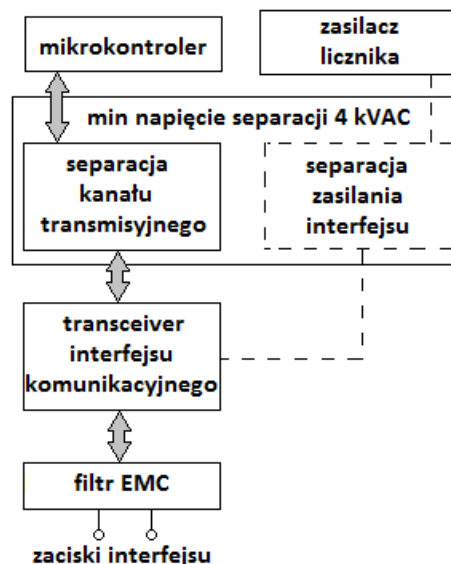
- kształt impulsu: 1,2/50
 - czas narastania napięcia: ± 30 %
 - czas opadania napięcia: ± 20 %
 - impedancja źródła: 500 Ω ± 50 Ω
 - energia źródła: 0,5 J ± 0,05 J
 - ilość udarów dla każdej polaryzacji: 10
 - czas pomiędzy udarami: 3 s

Tabela 2. Wymagania normy PN-EN 50470-3 oraz rozporządzenia Ministra Gospodarki dotyczące badania napięciem przemiennym liczników wykonanych w II klasie ochronności.

Wartość skuteczna napięcia probierczego pomiędzy torami pomiarowymi a torami których napięcie podczas pracy nie przekracza 40V.	4 kV
Wartość skuteczna napięcia probierczego pomiędzy torami nie przewidzianymi do połączenia w czasie normalnej eksploatacji.	2 kV
Moc źródła.	≥ 500 VA
Częstotliwość.	45 Hz – 65 Hz
Czas badania.	1 min

Ogólny schemat budowy przewodowego interfejsu komunikacyjnego jest pokazany na rysunku 3. Konieczność zapewnienia separacji galwanicznej interfejsu wymaga zastosowania wewnątrz licznika odpowiednich izolatorów o napięciu przebicia większym niż 4 kVAC. Linia

przerwaną zaznaczono niezbędną przetwornicę zapewniającą separację galwaniczną zasilania transceiverów niektórych interfejsów np. RS-485. Zadaniem filtru EMC jest ograniczenie zaburzeń promieniowanych oraz zabezpieczenie przed uszkodzeniem interfejsu w wyniku narażeń spowodowanych indukowaniem się zakłóceń w przewodach. Więcej informacji odnośnie badań EMC liczników energii elektrycznej, w tym ich interfejsów komunikacyjnych można znaleźć w publikacji „Kompatybilność elektromagnetyczna w pomiarach energii Elektrycznej” [5].



Rys.3. Schemat blokowy przewodowego interfejsu komunikacyjnego licznika energii elektrycznej.

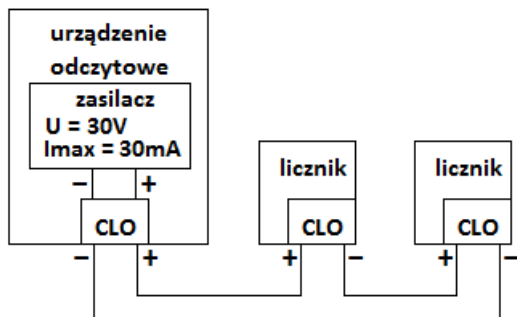
Pętla prądowa

Pętla prądowa jest historycznie jednym z pierwszych interfejsów wykorzystywanych do komunikacji z licznikami energii elektrycznej, obecnie jest ona już jednak rzadko stosowana. Jest to prosty i odporny na zakłócenia interfejs komunikacyjny, sprawdzający się w warunkach przemysłowych. Podstawowe właściwości interfejsu zostały zdefiniowane we wspomnianej wcześniej normie PN-EN 62056-21 i należą do nich:

- maksymalny prąd pętli 30 mA,
- maksymalne napięcie otwartego obwodu 30 V,
- wartość prądu nadajnika dla zera logicznego ≤ 2,5 mA,
- wartość prądu nadajnika dla jedynki logicznej ≥ 11 mA,
- wartość prądu odbiornika dla zera logicznego ≤ 3 mA,
- wartość prądu odbiornika dla jedynki logicznej ≥ 9 mA,
- maksymalny spadek napięcia na nadajniku ≤ 2 V,
- maksymalny spadek napięcia na odbiorniku ≤ 3 V,
- zabezpieczenie przed uszkodzeniem w przypadku niewłaściwej polaryzacji połączeń,
- prędkość transmisji do 20 kbit/s,
- transmisja szeregowo, ramki zgodne ze standardem RS-232C pracującym w trybie asynchronicznym,
- format ramki 7E1 (7 bitów danych, parzystość Even, 1 bit stopu).

W przypadku pętli prądowej wszystkie elementy systemu transmisji danych połączone są szeregowo, a wielkością elektryczną przenoszącą informację jest zmiana wartości prądu. Dzięki temu możliwe jest przesyłanie informacji na znaczne odległości bez istotnego wpływu rezystancji przewodów transmisyjnych. Dodatkową zaletą jest łatwa diagnostyka ciągłości przewodów połączeniowych za pomocą pomiaru prądu (np. włączona w szereg dioda LED świeci w przypadku poprawnego połączenia, nie świeci w przypadku przerwy oraz mruga

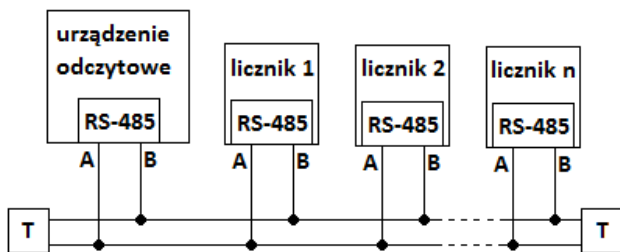
podczas transmisji danych). Interfejs ten umożliwia również zasilenie układów transmisyjnych licznika z urządzenia czytającego wyposażonego w odpowiedni zasilacz. Schemat połączenia systemu odczytowego z dwoma licznikami przedstawiony jest na rysunku 4. W praktycznych rozwiązaniach maksymalna liczba połączonych liczników nie przekracza 4. Wynika to z maksymalnego napięcia obwodu otwartego pętli, spadku napięć na nadajniku i odbiorniku interfejsów dołączonych urządzeń oraz spadków napięcia na przewodach połączeniowych. Maksymalna długość magistrali połączeniowej w głównej mierze zależy od rezystancji zastosowanych przewodów i może wynosić kilkaset metrów.



Rys.4. Schemat połączenia liczników wyposażonych w pętlę prądową z urządzeniem odczytowym. CLO – oznaczenie pętli prądowej stosowane przez firmę Pozyton.

RS-485

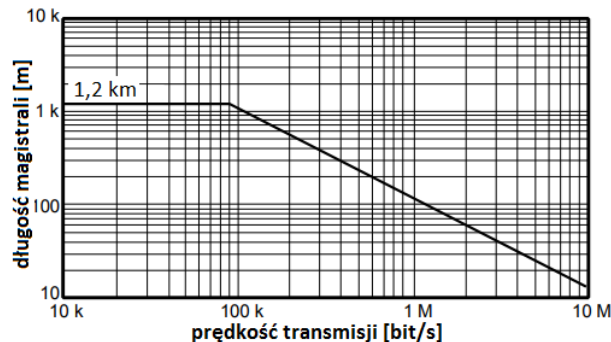
Interfejs komunikacyjny RS-485 (EIA-485, TIA-485) jest obecnie najczęściej stosowanym przewodowym interfejsem komunikacyjnym stosowanym do odczytu liczników energii elektrycznej. Standard definiuje możliwość podłączenia do jednej magistrali maksymalnie 32 urządzeń, jednak w zależności od konstrukcji producenci mogą zalecać ograniczenie ilości podłączonych urządzeń. Wynika to z faktu stosowania filtrów EMC oraz obwodów polaryzacji magistrali. Specyfikacja RS-485 określa pojęcie obciążenia jednostkowego (ang. unit load) odpowiadającego rezystancji obciążenia 12 kΩ. Nadajnik zgodnie ze standardem musi więcysterować minimum 32 jednostki obciążenia, a zastosowanie dodatkowego obciążenia, np. rezystorów polaryzujących, zmniejsza maksymalną ilość podłączonych do magistrali odbiorników. Interfejs, dzięki zastosowaniu transmisji różnicowej, charakteryzuje się dużą odpornością na zakłócenia spowodowane obecnością zewnętrznych pól elektromagnetycznych.



Rys.5. Schemat połączenia liczników wyposażonych w interfejs RS-485 z urządzeniem odczytowym. T – terminator.

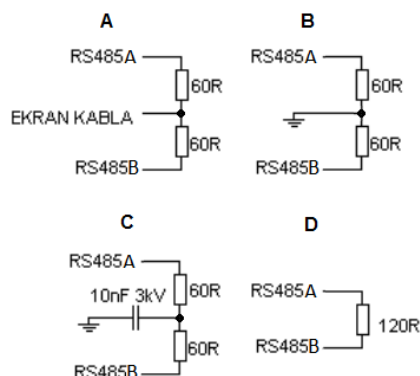
Aby wykorzystać zalety magistrali ważne jest stosowanie wysokiej jakości przewodów połączeniowych oraz staranne wykonanie instalacji. Standard RS-485 definiuje jedynie wymagania pod względem elektrycznym

medium transmisyjnego. Magistrala połączeniowa może występować jako dwuprzewodowa lub czteroprzewodowa. Najczęściej do komunikacji z licznikami stosowana jest wersja dwuprzewodowa, w której w danym momencie czasowym informacje przesyłane są tylko w jednym kierunku (half duplex). Schemat podłączenia liczników za pomocą magistrali RS-485 przedstawiony jest na rysunku 5. Wszystkie urządzenia do magistrali są podłączone równolegle.



Rys.6. Wykres zależności długości magistrali od prędkości transmisji danych dla interfejsu RS-485 [6].

Na bazie interfejsu RS-485 powstało wiele protokołów komunikacyjnych. Do komunikacji z licznikami energii elektrycznej najczęściej stosowane są jednak takie protokoły jak PN-EN 62056-21, Modbus, DLMS.



Rys.7. Przykładowe schematy terminatorów stosowanych w magistrali RS-485.

Magistrala powinna być z obydwóch stron zakończona terminatorami, których zadaniem jest eliminacja odbić sygnału, co zapewnia zmniejszenie wrażliwości na zakłócenia. Przykładowe schematy terminatorów przedstawione są na rysunku 7. Ze względu na odporność magistrali na zakłócenia elektromagnetyczne, najlepszym rozwiązaniem jest wykonanie linii transmisyjnej interfejsu RS-485 za pomocą przewodu ekranowanego. Ważne jest, aby ekran kabla był podłączony do uziemienia, najlepiej z jednej strony blisko urządzenia czytającego. W przypadku takiego rozwiązania nie jest ważny typ zastosowanych terminatorów, a nawet w skrajnych przypadkach, przy niewielkiej długości magistrali i niewielkich prędkościach transmisji nie są one wymagane. Nie zaleca się stosowania uziemienia ekranu w kilku miejscach. Może to spowodować przepływ dużego prądu wyrównawczego, co prowadzi do pojawienia się dodatkowych zakłóceń transmitowanych sygnałów, a nawet może uszkodzić przewód transmisyjny. Zastosowana w licznikach separacja galwaniczna, oprócz funkcji bezpieczeństwa, eliminuje powstanie pętli masy, co

uniemożliwia przepływ prądów wyrównawczych. Dobrą odporność na zakłócenia, przy wykorzystaniu przewodu nieekranowanego, można również uzyskać stosując terminatory typu B lub C (rysunek 7) z jednej strony magistrali oraz D z drugiej. Maksymalna długość magistrali w głównej mierze zależy od jakości zastosowanych przewodów oraz od prędkości transmisji. Na rysunku 6 przedstawiony jest wykres pokazujący zależność długości przewodów od prędkości transmisji danych.

M-Bus

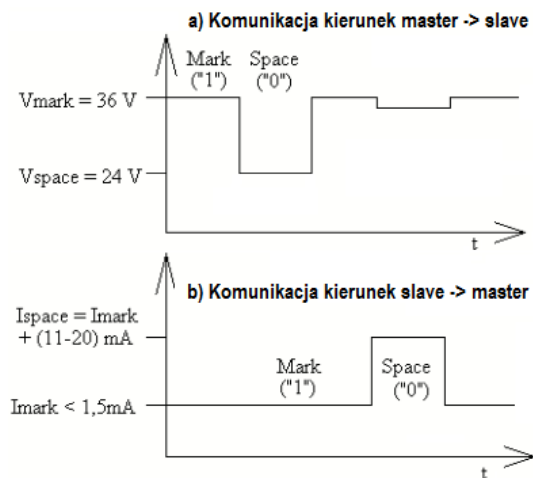
Magistrala M-Bus (ang. Meter-Bus) została opracowana specjalnie do komunikacji z różnego rodzaju licznikami oraz przyrządami pomiarowymi stosowanymi w przemyśle. Jej częstym zastosowaniem jest odczyt danych z wodomierzy, gazomierzy i liczników energii elektrycznej. Jest to magistrala szeregowo (dane są transmitowane szeregowo) do której poszczególne urządzenia, podobnie jak w RS-485, podłączone są równolegle. Główną zaletą jest możliwość zasilania odczytywanych urządzeń przez co doskonale nadaje się do komunikacji z urządzeniami nie mającymi dostępu do sieci zasilającej np. gazomierze. Elementy pomiarowe takiego urządzenia zasilane są z wbudowanej baterii, natomiast interfejs komunikacyjny z magistrali. Rolę urządzenia nadzorującego komunikację (ang. master) pełni często komputer PC lub sterownik PLC. Do urządzenia komunikacyjnego podłączony jest odpowiedni konwerter interfejsów, którego zadaniem jest konwersja interfejsu elektrycznego magistrali M-Bus na standardowe interfejsy dostępne w urządzeniu komunikacyjnym np. RS-232, USB, ETH. Dane transmitowane są za pomocą ramek identycznych, jak w interfejsie RS-232C, o parametrach 8E1 (8 bitów danych, parzystość Even, 1 bit stopu). Standard umożliwia podłączenie do jednej magistrali maksymalnie 250 urządzeń podrzędnych (ang.slave). Prędkość transmisji wynosi od 300 b/s do 9600 b/s, natomiast długość magistrali połączeniowej nie powinna przekraczać 350 m przy zastosowaniu ekranowanego kabla teletechnicznego o średnicy żyły nie mniejszej niż 0,5 mm² i podłączonych 250 urządzeniach. Długość magistrali może zostać zwiększona w przypadku podłączenia mniejszej ilości urządzeń i zastosowania przewodów połączeniowych o większej średnicy (tabela 3). Wynika to z faktu obciążenia wprowadzanego przez każde podłączone urządzenie i związanych z tym spadków napięcia oraz zwiększeniem pojemności magistrali. Maksymalny prąd pojedynczego urządzenia slave w czasie, gdy nie wysyła ono żadnych danych wynosi 1,5 mA i jest wystarczający do zasilenia układów transmisyjnych licznika. W czasie transmisji wzrasta on nawet do 20 mA. Standard przewiduje automatyczne wykrywanie polaryzacji przewodów, co ma ułatwić podłączenie poszczególnych urządzeń podrzędnych do magistrali. Przykładem gotowego transceivera w jaki może być wyposażony licznik z interfejsem M-Bus jest układ TSS721A produkowany jest on przez firmę Texas Instruments [7].

Tabela 3. Maksymalna długość przewodów magistrali M-Bus.

Długość magistrali [km]	Przekrój przewodu [mm ²]	Ilość liczników	Prędkość transmisji [b/s]
0,35	0,5	250	9600
1	0,5	64	2400
3	1,5	64	2400
5	1,5	16	300
10	1,5	1	300

Na rysunku 8 przedstawione zostały przebiegi podczas transmisji danych od urządzenia mastera do slave (rys. 8a)

oraz od urządzenia slave do master (rys. 8b). W pierwszym przypadku transmisja polega na zmianie wartości napięcia na magistrali, przy czym nie może ono być niższe niż 24V. W przypadku gdy urządzenie podrzędne wysyła dane modulowana jest wartość prądu.



Rys. 8. Przebiegi prądu i napięcia magistrali M-Bus w czasie transmisji danych.

Standard M-Bus, oprócz wymagań elektrycznych dotyczących magistrali komunikacyjnej, definiuje również protokół komunikacyjny. Protokół ten jest opisany w normie PN-EN 13757-3 [8]. Transmisja odbywa się za pomocą tzw. telegramów. Każde urządzenie podrzędne, podłączone do magistrali posiada unikalny adres. W celu odczytania danych pomiarowych urządzenie odczytowe przesyła odpowiedni telegram, który oprócz adresu odczytywanego urządzenia zawiera typ danych jakie mają zostać przesłane. Po poprawnym zdekodowaniu adresu odczytywane urządzenie przesyła telegram z odpowiednimi danymi. Ze względu na niewielkie prędkości transmisji M-Bus jest wykorzystywany do przesyłu niewielkich ilości danych np. stanów liczydeł lub wartości chwilowych. W przypadku odczytu dużych ilości danych np. profilu liczydeł energii, transmisja danych z jednego urządzenia może zablokować magistralę komunikacyjną nawet na kilka minut.

PLC

Do interfejsów przewodowych również można zaliczyć systemy transmisji danych po przewodach sieci zasilającej (ang. PLC - *Power Line Communications*). Wymagania jakie muszą spełniać urządzenia wykorzystujące ten rodzaj medium transmisyjnego określone są w normie PN-EN 50065. Obecnie najbardziej popularne są trzy standardy: PRIME, G3-PLC, OSGP. Więcej informacji na ich temat można znaleźć w publikacji [9]. Niestety standardy te nie są ze sobą kompatybilne, ponieważ wykorzystują różne techniki modulacji oraz częstotliwości pracy.

Do transmisji danych przeznaczone są częstotliwości z zakresu od 3kHz do 148,5 kHz, przy czym dla komunikacji z licznikami przeznaczone jest pasmo od 3 kHz do 95 kHz. Wykorzystanie do transmisji danych sieci zasilającej powoduje występowanie dużych problemów z zakłóceniami jakie oprócz sygnału użytkowego docierają do odbiornika. Ponadto zmienna impedancja sieci niekorzystnie wpływa na tłumienie transmitowanych sygnałów. Pomimo wyrafinowanych technik modulacji, w praktycznych instalacjach, często występują więc problemy z przesyłem danych pomiarowych. Problemy pomiaru zakłóceń występujących podczas transmisji danych przez sieć zasilającą z wykorzystaniem protokołu PRIME zostały opisane w publikacjach [10] i [11].

Interfejsy bezprzewodowe

Obecnie coraz częściej w licznikach energii elektrycznej można spotkać interfejsy bezprzewodowe. Do najczęściej wykorzystywanych standardów należą: Wireless M-Bus oraz systemy oparte na sieciach komórkowych. W ostatnich latach można jednak zauważyć ciągle rozwój technologii bezprzewodowych, dlatego coraz częściej producenci liczników energii elektrycznej wyposażają je w możliwość wymiany modułu komunikacyjnego.

GSM

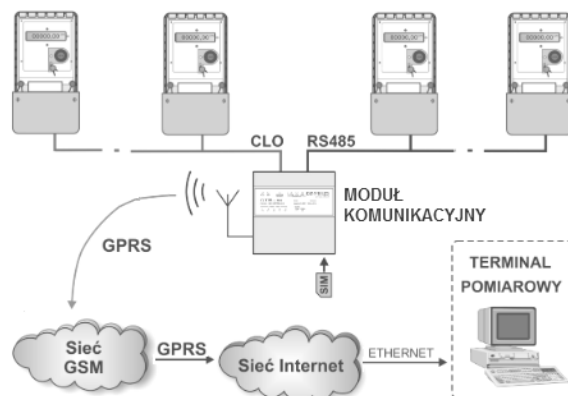
Popularność sieci GSM oraz jej duży zasięg powoduje, że jest ona bardzo atrakcyjnym medium do transmisji danych z liczników energii elektrycznej. Ze względu na szybko pojawiające się nowe standardy komunikacji GSM oraz dodatkowe problemy z certyfikacją urządzeń radiowych umieszczonych wewnątrz licznika nie stosuje się modemów komunikacyjnych montowanych bezpośrednio na obwodzie drukowanym licznika. Najczęściej spotykanym rozwiązaniem jest zastosowanie wymiennego modułu komunikacyjnego umieszczonego w gnieździe licznika, przeznaczonym na moduły rozszerzeń lub wykorzystanie zewnętrznego urządzenia komunikującego się z licznikiem za pomocą interfejsu przewodowego np. RS-485. Na rysunku 9 pokazano przykładowy licznik oraz dedykowany moduł GSM. Tego typu rozwiązanie można często spotkać w przypadku odbiorców posiadających tylko jeden punkt pomiarowy lub gdy są one od siebie oddalone i nie ma możliwości ich połączenia za pomocą magistrali przewodowej. W ostatnich latach liczniki z modułem GSM zyskują na popularności ze względu na zwiększającą się ilość odnawialnych źródeł energii. Są one często montowane przez spółki dystrybucyjne u prosumentów posiadających instalacje fotowoltaiczne. Podstawową wadą jest konieczność utrzymania i nadzór dużej ilości kart SIM w jakie wyposaża się moduły. Kłopotliwe jest również umieszczenie anteny wewnątrz urządzenia, często bowiem mogą występować problemy z zasięgiem, zwłaszcza w przypadku umieszczenia licznika wewnątrz metalowej szafy. Pokazany na rysunku 9 moduł umożliwia podłączenie anteny zewnętrznej. W praktyce jednak trudne może się okazać znalezienie miejsca jej umieszczenia tak, aby zapewnić optymalny poziom sygnału oraz uniemożliwić zniszczenie. Aby zabezpieczyć moduł przed ingerencją osób niepowołanych oraz kartę SIM przed kradzieżą, montowane są one pod plombowaną osłoną. W przypadku licznika pokazanego na rysunku moduł komunikacyjny znajduje się pod osłoną skrzynki zaciskowej, zaplombowanie której uniemożliwia również dostęp do zacisków przyłączeniowych.



Rys. 8. Przykładowy licznik z wymiennym modułem komunikacyjnym GSM.

W instalacjach przemysłowych, w których występuje duża ilość punktów pomiarowych umieszczonych w niewielkiej odległości najlepszym rozwiązaniem jest

połączenie liczników za pomocą interfejsu przewodowego oraz zastosowanie jednego urządzenia komunikacyjnego GSM. Przykładowy schemat zdalnego odczytu danych za pomocą tego typu rozwiązania pokazano na rysunku 10. Zastosowanie połączenia przewodowego z modułem GSM umożliwia jego zamontowanie w osobnej szafie, co ułatwia serwisowanie. Nie bez znaczenia jest również zmniejszenie ilości potrzebnych kart SIM.



Rys. 10. Schemat komunikacji z licznikami za pomocą sieci GSM.

Wireless M-Bus

Standard Wireless M-Bus został stworzony specjalnie do bezprzewodowego odczytu danych z wszelkiego rodzaju liczników mediów. Wymagania warstwy fizycznej i warstwy łącza danych zostały zdefiniowane w normie PN-EN 1375-4 [12]. Podczas tworzenia standardu szczególny nacisk został położony na opracowanie rozwiązań komunikacyjnych, które pobierają niewielką ilość energii. Wireless M-Bus można więc często spotkać w wodomierzach i gazomierzach, gdzie na jednej baterii litowej urządzenia mogą pracować nawet do 15 lat. Poniżej przedstawiono najważniejsze cechy protokołu.

- Wykorzystywane zakresy częstotliwości 868 MHz, 433 MHz oraz 169 MHz. W Polsce, zgodnie z zarządzeniem Prezesa Urzędu Komunikacji Elektronicznej [13], częstotliwości z zakresu 169,4000 – 169,8125 MHz mogą być wykorzystywane między innymi przez systemy odczytu liczników.
- Kodowanie przesyłanych danych za pomocą algorytmu szyfrującego AES-128.
- Prędkość transmisji od 2,4 kbit do 100 kbit. Standard przewiduje kilka rodzajów modulacji różniących się szybkością transmisji oraz chwilowym poborem energii zasilania.
- Praca w topologii gwiazdy z możliwością ustawienia urządzeń zasilanych z sieci jako przekaźników sygnału.

Bluetooth oraz Wi-Fi

Znaczna popularność telefonów komórkowych wyposażonych w interfejsy komunikacyjne Bluetooth oraz Wi-Fi, a także rozwój bezprzewodowych sieci opartych na tych technologiach, sprawiają, że interfejsy te stają się również atrakcyjne do pozyskiwania danych pomiarowych z liczników. Moduły komunikacyjne korzystające z tych standardów umożliwiają integrację liczników z coraz bardziej powszechnymi systemami automatyki domowej. Szczególnie atrakcyjny, w tego typu zastosowaniach, jest standard Bluetooth 5.0. W porównaniu do wcześniejszych wersji oferuje on większy zasięg oraz mniejszy pobór energii, co czyni go szczególnie użytecznym w urządzeniach Internetu Rzeczy (ang. Internet of Things). Zalety te sprawiają, że może być wykorzystany nie tylko

w licznikach energii elektrycznej, ale również w zasilanych bateryjnie gazomierzach i wodomierzach. Najnowszy standard Bluetooth umożliwia również pracę urządzeń w topologii siatki (ang. mesh). Dzięki temu poszczególne urządzenia mogą łączyć się ze sobą oraz pełnić rolę przekaźników danych w celu zwiększenia zasięgu transmisji. Wykorzystanie do transmisji danych ogólnodostępnego pasma ISM (ang. Industrial, Scientific, Medical) 2,4 GHz oraz, w przypadku Wi-Fi również 5 GHz, powoduje znaczną podatność na zakłócenia od innych bezprzewodowych systemów pracujących w tym paśmie. Duża ilość sieci i systemów pracujących na niewielkim obszarze w tych pasmach powoduje więc znaczne spowolnienie transmitowanych danych.

Wnioski

Opisane interfejsy komunikacyjne należą do najczęściej spotykanych w licznikach energii elektrycznej. Ciągły postęp i rosnące wymagania klientów powodują pojawianie się nowych rozwiązań służących pozyskiwaniu danych z liczników. Częstym rozwiązaniem jest wyposażenie licznika w dodatkowe złącze, do którego można podłączyć niestandardowe rozwiązania. Można więc spotkać moduły umożliwiające podłączenie interfejsu Ethernet, WiFi lub Bluetooth, a nawet zapisujące dane na karcie SD lub dysku USB. Obecnie w rozwiązaniach przemysłowych najczęściej stosowane są interfejsy przewodowe RS-485 lub M-Bus. W ostatnim czasie obserwuje się znaczny wzrost wykorzystania komunikacji bezprzewodowej. Dominuje tutaj przede wszystkim komunikacja z wykorzystaniem sieci GSM, która idealnie nadaje się do odczytu danych z dużej ilości pojedynczych urządzeń. Operatorzy systemów telefonii komórkowej, dostrzegając potrzebę komunikacji coraz większej liczby urządzeń telemetrycznych, wprowadzają również nowe technologie. Można więc zauważyć wzrastające zainteresowanie takimi standardami jak: LTE Cat-M lub NB-IoT, które charakteryzują się niewielkim poborem energii oraz dużymi zasięgami. Stają się więc one szczególnie atrakcyjne do komunikacji z licznikami montowanymi w gospodarstwach domowych. W przyszłości należy więc się spodziewać zwiększenia rozwiązań umożliwiających zdalny odczyt liczników komunalnych w oparciu o sieć GSM, a dodatkowymi czynnikami sprzyjającymi jest ciągły rozwój zasięgu sieci oraz wprowadzenie technologii 5G.

Autor: Piotr Makles

Zakład Elektronicznych Urządzeń Pomiarowych
POZYTON Sp. z o.o. E-mail: p.makles@pozyton.com.pl

LITERATURA

- [1] PN-EN 62056-21. Pomiary elektryczne – Wymiana danych w celu odczytu liczników, sterowania taryfami i obciążeniem – Część 21; lokalna bezpośrednia wymiana danych.
- [2] PN-EN 50470-1. Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej (prądu przemiennego). Część 1: Wymagania ogólne, badania i warunki badań. Urządzenia do pomiarów (klas A, B i C).
- [3] PN-EN 50470-3. Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej (prądu przemiennego). Część 3: Wymagania szczegółowe. Liczniki statyczne energii czynnej (klas A, B i C).
- [4] Rozporządzenie Ministra Gospodarki w sprawie wymagań, którym powinny odpowiadać liczniki energii elektrycznej czynnej prądu przemiennego, oraz szczegółowego zakresu sprawżeń wykonywanych podczas prawnej kontroli metrologicznej tych przyrządów pomiarowych.
- [5] Drózd T., Oziembłowski M., Wrona P., Lis S., Nęcka K., Nawara P., Jagusiak M., Kielbasa P.: Kompatybilność elektromagnetyczna w pomiarach energii elektrycznej. Przegląd Elektrotechniczny 1/2016.
- [6] www.analog.com: Application note AN-960. RS-485/RS-422 Circuit Implementation Guide.
- [7] www.ti.com: TSS721A Meter-Bus transceiver.
- [8] PN-EN 13757-3:2018-05. Systemy komunikacji dla przyrządów pomiarowych – Część 3; Protokoły aplikacyjne.
- [9] Stępień J., Kołodziej J., Machowski W., Tarnowski A: Przegląd protokołów wąskopasmowej transmisji danych po liniach energetycznych. Przegląd Elektrotechniczny 12/2017.
- [10] Ziółko M., Wołoszyk M.: System do badania odporności na zakłócenia komunikacji liczników energii wykorzystujących technologię PRIME. Przegląd Elektrotechniczny 10/2015.
- [11] Kiedrowski P.: Measurement method of the LV network for the PLC PRIME. Przegląd Elektrotechniczny 4/2015.
- [12] PN-EN 13757-4:2019-05. Systemy komunikacji dla przyrządów pomiarowych – Część 4: Komunikacja bezprzewodowa w standardzie M-Bus.
- [13] Zarządzeniem nr 20 Prezesa Urzędu Komunikacji Elektronicznej z dnia 10 września 2007 r. w sprawie planu zagospodarowania częstotliwości dla zakresu 169,400-169,8125 MHz.
- [14] www.bluetooth.com: Bluetooth-core-specification.