

STANOWISKO LABORATORYJNE DO TRANSMISJI DANYCH POMIAROWYCH Z WYKORZYSTANIEM MAGISTRALI M-BUS

Ariel DZWONKOWSKI¹, Michał MACZOLLEK², Dariusz ŚWISULSKI³

1. Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 80-952 Gdańsk
tel: 058 347 17 78 fax: 058 347 17 26 e-mail: a.dzwonkowski@ely.pg.gda.pl
2. Polytechnik Polska Sp z o.o., ul. Bytomska 14, 81-509 Gdynia
tel: 058 668 34 90 fax: 0 58 664 63 12 e-mail: biuro@polytechnik.com.pl
3. Politechnika Gdańska, ul. Narutowicza 11/12, 80-952 Gdańsk
tel: 058 347 13 97 fax: 058 347 17 26 e-mail: dswis@ely.pg.gda.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono stanowisko laboratoryjne, przygotowane w Katedrze Metrologii i Systemów Informacyjnych Politechniki Gdańskiej, przeznaczone do zdalnego monitorowania zużycia różnych mediów użytkowych z wykorzystaniem magistrali M-Bus. Rozwiązanie takie pozwala na osiągnięcie znacznych korzyści pod względem optymalizacji metod rozliczeniowych. Omówiono również aplikację, opracowaną w środowisku programowania LabVIEW, której zadaniem jest zapewnienie obsługi i odczytu danych z urządzeń pomiarowych, zgodnie z formatem zdefiniowanym w protokole M-Bus. Podano przykładowe wyniki pomiarów uzyskanych z mierników zainstalowanych na stanowisku laboratoryjnym.

Słowa kluczowe: magistrala M-BUS, stanowisko laboratoryjne, przyrząd wirtualny

1. WSTĘP

Rozwój informatyki i elektroniki spowodował znaczny postęp w zakresie wykorzystania komputerów w technice pomiarowej. Jednocześnie wzrost możliwości tych maszyn oraz rozwój urządzeń ułatwiających współpracę urządzeń pomiarowych i rejestrujących z zewnętrznym komputerem umożliwił m. in. zdalne dokonywanie pomiarów zużycia mediów użytkowych z różnych mierników [1].

W referacie przedstawiono zagadnienie dotyczące wykorzystania magistrali M-Bus do zdalnego monitorowania zużycia różnych mediów oraz dokonano opisu protokołu M-Bus. Zastosowanie takiego systemu pozwala na osiągnięcie znacznych korzyści pod względem optymalizacji metod rozliczeniowych. System ten zwalnia z konieczności indywidualnego odczytu danych z każdego miernika w miejscu jego pracy, umożliwiając zarządzanie z jednego punktu dostępowego, z wykorzystaniem odpowiednio oprogramowanego komputera.

Integralną częścią systemu pomiarowego jest jego oprogramowanie. Dla zapewnienia obsługi i odczytu danych z urządzeń pomiarowych została opracowana aplikacja w środowisku programowania LabVIEW [2].

Wykorzystuje ona protokół, który jest zaimplementowany w urządzeniach pomiarowych [3]. Program ten, wraz z fizycznym interfejsem, tworzy sprawnie działający system, pozwalając na szybki odczyt wartości wielkości mierzonych przez poszczególne przyrządy pomiarowe.

2. MAGISTRALA M-BUS

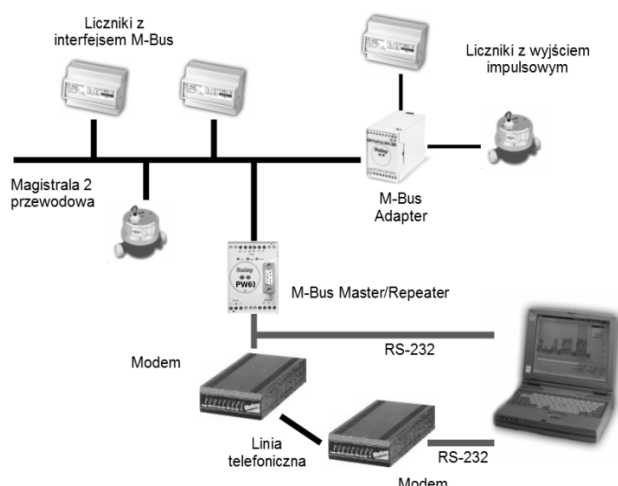
Magistrala M-Bus jest standardem przyjętym przez większość znanych producentów sterowników przemysłowych dla asynchronicznej, znakowej wymiany informacji pomiędzy urządzeniami systemów pomiarowo-kontrolnych. Magistrala M-Bus charakteryzuje się prostą regułą dostępu, opartą na zasadzie master – slave i transmisją zgodną z interfejsem RS-232.

Ponadto magistrala umożliwia przesyłanie informacji dotyczących potwierdzenia wykonania rozkazów zdalnych oraz zabezpieczenie przesyłanych komunikatów przed błędami.

Do magistrali M-Bus, oprócz urządzeń wyposażonych w wyjścia M-Bus, takich jak na przykład liczniki energii elektrycznej, mogą zostać podłączone również inne urządzenia, wyposażone w wyjście impulsowe - np. przyrządy do pomiaru zużycia wody, gazu, czy pomiaru przepływu powietrza. Transmisja danych z dowolnych liczników, wyposażonych w standardowe wyjście impulsowe może odbywać się cyfrową magistralą M-Bus z wykorzystaniem konwerterów zamieniających sygnał z wyjścia impulsowego na zgodny z protokołem M-Bus. Połączenie magistrali z komputerem odbywa się przez urządzenie M-Bus master/repeater, które pozwala na wymianę informacji w obie strony z prędkością 9600 b/s.

Maksymalna liczba użytkowników magistrali M-Bus wynosi 250 przy długości kabli do 350 m. Wraz ze wzrostem długości kabli (do 10 km) maleje liczba urządzeń podłączonych do magistrali oraz zmniejsza się prędkość transmisji. Zasięg zdalnej kontroli można zwiększyć na przykład przez zastosowanie modemów telefonicznych.

Przykładowa struktura magistrali M-Bus jest przedstawiona na rysunku 1 [4].



Rys. 1. Przykładowa struktura magistrali M-Bus

Kontrolery urządzeń pracujących w systemie M-Bus komunikują się ze sobą przy wykorzystaniu protokołu typu master - slave, w którym tylko jedno urządzenie może inicjować transakcje (master), a pozostałe (slave) odpowiadają jedynie na zdalne zapytania mastera. Urządzenie nadrzędne może adresować indywidualnych odbiorców lub przysłać wiadomości rozgłoszeniowe, przeznaczone dla wszystkich urządzeń podrzędnych w systemie.

Wymiana informacji odbywa się w oparciu o protokół M-Bus, który określa format wiadomości przesyłanych z jednostki master do slave. Zawiera on adres odbiorcy, kod funkcji reprezentujący żądane polecenie, dane oraz słowo kontrolne zabezpieczające przesyłaną wiadomość. Odpowiedź urządzenia slave wysyłana jest również zgodnie z formatem zdefiniowanym w protokole M-Bus. Zawiera ona pole potwierdzenia realizacji rozkazu, dane żądane przez master oraz słowo kontrolne zabezpieczające odpowiedź przed błędami. Jeżeli urządzenie slave wykryje błąd przy odbiorze wiadomości lub nie jest w stanie wykonać polecenia, przygotowuje specjalny komunikat o wystąpieniu błędu i przysła go jako odpowiedź do mastera. Na polecenia rozgłoszeniowe jednostki slave nie przysyłają odpowiedzi.

M-Bus nie jest siecią w pełnym jej znaczeniu, nie wykorzystuje więc wszystkich warstw modelu OSI. Wystarczającą funkcjonalność tego systemu zapewnia zaimplementowanie warstwy fizycznej, danych, sieciowej i aplikacji. Do identyfikacji pojedynczej paczki danych (osiem bitów plus bit parzystości), wprowadza się dodatkowo bit startu (logiczne „0”) i stopu (logiczne „1”). Poszczególne bity są wprowadzane na magistralę w kolejności rosnącej, tzn. mniej znaczące bity pojawiają się pierwsze. Powstające w ten sposób sekwencje binarne tworzą specjalne kody, spełniające określone funkcje komunikacyjne. Przesyłanie bitów z jednostki centralnej do podrzędnej realizowane jest przez zmianę poziomu napięcia. Stan wysoki reprezentowany jest jako napięcie +36 V na wyjściu wzmacniacza układu sterującego (repeater), natomiast stanowi niskiemu odpowiada zmniejszenie napięcia o 12 V do poziomu +24 V. Podczas

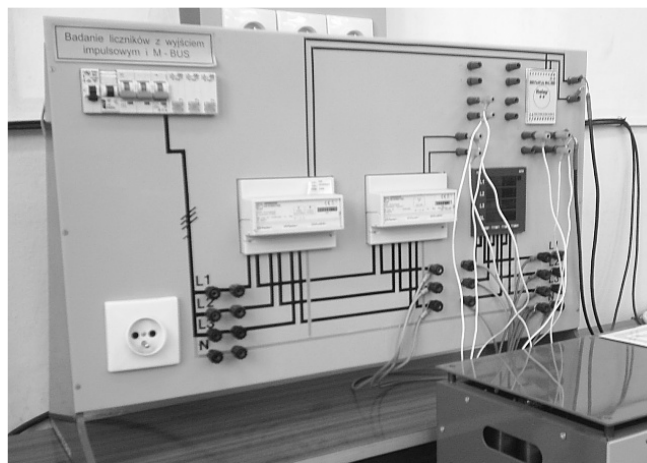
komunikacji z urządzenia slave do master bity kodowane są za pomocą modulacji prądu płynącego z magistrali do urządzenia podrzędne. Stan wysoki uzyskuje się jako stały prąd o natężeniu 1,5 mA, stanowi niskiemu odpowiada wzrost prądu pobieranego przez miernik do wartości 11÷20 mA. Stanem spoczynkowym dla magistrali jest logiczne „1”, to znaczy +36 V. Transmisja danych może odbywać się tylko w jednym kierunku w danym momencie (Half Duplex).

3. STANOWISKO DO TRANSMISJI DANYCH POMIAROWYCH Z WYKORZYSTANIEM MAGISTRALI M-BUS

Widok stanowiska laboratoryjnego przedstawiony jest na rysunku 2.

W skład stanowiska pomiarowego wchodzi mierniki zużycia mediów użytkowych:

- licznik energii elektrycznej EIZ EDWA 7390, z wyjściem cyfrowym umożliwiającym bezpośrednie podłączenie do magistrali M-Bus,
- licznik energii elektrycznej EIZ EDWA 7393, wyposażony w wyjście impulsowe typu otwarty kolektor SO o określonej stałej impulsowej i czasie trwania impulsu 100 ms (lub dowolnie innym) oraz w diodę LED pulsującą zgodnie ze stałą, odwzorowując pomiar energii przez licznik,
- licznik zużycia wody Metron JS 1,5 17, wyposażony w moduł przekazywania informacji o ilości przepływającej wody z kontaktronowym nadajnikiem impulsów.



Rys.2. Widok stanowiska laboratoryjnego do transmisji danych pomiarowych z wykorzystaniem magistrali M-Bus

Na stanowisku zainstalowany jest również adapter Pad Plus M4L, służący do zamiany sygnału impulsowego na zgodny z protokołem M-Bus. Konwerter umożliwia podłączenie maksymalnie czterech urządzeń posiadających wyjścia impulsowe, takich jak miernik zużycia wody, gazu, energii elektrycznej lub innych mediów. Opcjonalnie dwa wejścia tego urządzenia można skonfigurować jako przełączniki taryfowe. Każdy z czterech portów może być indywidualnie odczytywany, jako niezależne urządzenie slave. Istnieje również możliwość konfiguracji wejść, tak aby ich parametry, takie jak jednostka czy rodzaj medium,

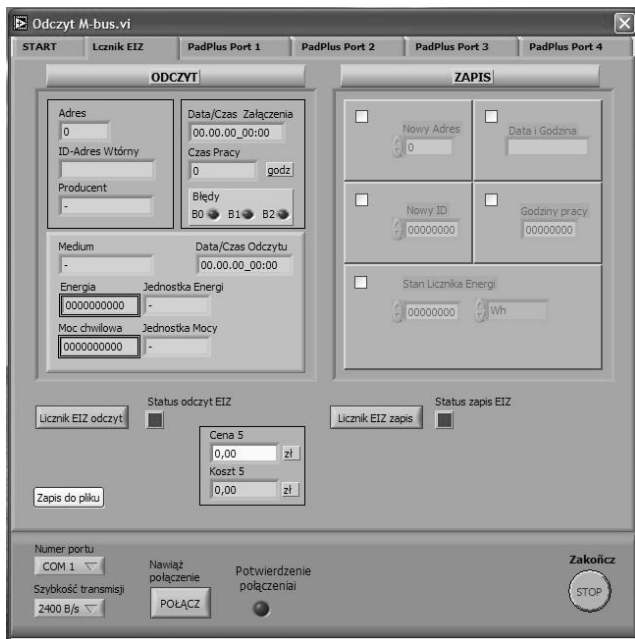
odpowiadały fizycznie podłączonym miernikom. Konwerter obsługuje dwie prędkości transmisji 300 b/s i 2400 b/s, z automatyczną detekcją tej prędkości.

Rolę jednostki centralnej master pełni komputer PC z odpowiednio przygotowaną aplikacją, obsługującą komunikację zgodnie z formatem zdefiniowanym w protokole M-Bus. Fizycznie komputer realizuje komunikację przez port RS-232, do którego podłączone jest urządzenie master/repeater. Urządzenie to konwertuje i dostosowuje sygnał pod względem elektrycznym między interfejsem M-Bus i RS-232, umożliwiając przesyłanie danych. Dodatkowo repeater zasilany jest przez port PS2, aby zapewnić odpowiednie napięcie na magistrali komunikacyjnej i obciążalność prądową, wynikającą ze specyfikacji protokołu.

Układ pomiarowy energii elektrycznej zasilany jest napięciem trójfazowym z sieci czteroprzewodowej. Jako obciążenie wykorzystane zostały trzy zewnętrzne rezystory o zmiennej rezystancji i cewki indukcyjne o zmiennej indukcyjności, stanowiące trójfazowe obciążenie sieci energetycznej. Dodatkowo zainstalowany jest miernik laboratoryjny LUMEL N3, pozwalający na sprawdzenie i weryfikację otrzymywanych wyników pomiarów. Umożliwia on pomiar prądów, mocy i napięć niezależnie dla każdej z faz. Wodomierz zainstalowany jest w instalacji wodociągowej, gdzie otwierając lub zamykając zawór przepuszcza się strumień wody przez przyrząd pomiarowy.

4. PRZYRZĄD WIRTUALNY DO ODBIORU DANYCH Z MAGISTRALI M-BUS

Aplikacja obsługująca odczyt danych poprzez magistralę M-Bus została opracowana w graficznym środowisku programowania LabVIEW.



Rys. 3. Widok zakładki „Licznik EIZ” przyrządu wirtualnego „Odczyt M-Bus”

Po uruchomieniu programu „Odczyt M-Bus” wyświetlana jest zakładka z danymi informacyjnymi, oraz listwa umożliwiająca konfigurację parametrów transmisji,

takich jak numeru portu COM, przez który będzie odbywała się komunikacja oraz prędkość transmisji na magistrali. Po zestawieniu połączenia właściwe funkcje programu realizowane są w kolejnych zakładkach programu.

Zakładka licznik EIZ (rys. 3) służy do wizualizacji i archiwizacji danych odczytanych z licznika energii elektrycznej EIZ EDWA 7390. Poszczególne pola programu odnoszą się do konkretnych parametrów pomiarowych i zawierają informacje opisujące miernik względem magistrali M-Bus (adres, kod producenta, adres wtórny). Na panelu przyrządu wirtualnego przedstawione są również dane odczytane z licznika (aktualny stan licznika energii, jednostka pomiarowa, wartość mocy chwilowej oraz data i godzina wykonania pomiaru) oraz informacje dotyczące czasu ostatniego wyłączenia licznika i całkowitej liczby przepracowanych godzin. Istnieje również możliwość obliczenia kosztu zużytej energii, po wprowadzeniu do odpowiedniego pola ceny jednostkowej.

Analogiczny wygląd i funkcjonalność mają cztery zakładki, przeznaczone dla każdego z portów konwertera Pad Plus 4ML. Różnią się one jedynie niektórymi polami, przedstawiającymi dane, bądź umożliwiającymi zmianę parametrów specyficznych dla tego urządzenia. W zakładkach prezentowane są dane dotyczące wartości i jednostki mierzonego medium, informacje o adresie urządzenia, kodzie producenta, jak również czas wykonania ostatniego pomiaru i termin wykonania następnego. Dodatkowo program umożliwia zmianę niektórych parametrów urządzeń podłączonych do konwertera, takich jak adres urządzenia, czy parametry określające współczynnik stałej impulsowej danego miernika.

Aby poprawnie odczytywać informacje z poszczególnych urządzeń pomiarowych należy odpowiednio skonfigurować ustawienia dla każdego z portów. Na stanowisku laboratoryjnym wykorzystywane są dwa wejścia konwertera: do portu numer „1” został dołączony licznik energii elektrycznej EIZ EDWA7393, do portu „2” – wodomierz Metron JS. Dane odczytane z poszczególnych portów można archiwizować, zapisując je do pliku tekstowego.

5. BADANIA LABORATORYJNE

Na stanowisku laboratoryjnym do odczytu danych pomiarowych z magistrali M-Bus przeprowadzono badania w celu sprawdzenia poprawności działania mierników [5].

Badane było wyjście impulsowe miernika energii elektrycznej EIZ EDWA 7393, typu otwarty kolektor SO. Wyjście to jest fizycznie zrealizowane za pomocą transoptora. Badanie polegało na pomiarze okresu między wystąpieniem dwóch kolejnych impulsów, a na tej podstawie obliczono częstotliwość pulsowania. W przypadku miernika energii elektrycznej, częstotliwość ta jest proporcjonalna do mocy, oddawanej na rezystorach, stanowiących obciążenie. Pomiar wykonano dla wartości mocy od ok. 650W, zwiększając moc do wartości maksymalnej (ok. 3000W). Po każdej zmianie nastaw rezystorów odczekano kilkanaście sekund, aby uzyskać stabilne wskazanie na wyświetlaczu miernika. Przykładowe wyniki pomiarów przedstawione są w tabeli 1. Błędy, które przedstawiono w ostatniej kolumnie nie wynikają jedynie

z dokładności pomiaru mocy licznikiem EIZ. Na dokładność miał wpływ również odczyt z miernika LUMEL.

Tabela 1. Przykładowe wyniki pomiarów przeprowadzonych na stanowisku laboratoryjnym

Lp.	Moc zadana P_{ZAD} W	Okres zmierzony T_{POM} s	Częstotliwość zmierzona f_{POM} Hz	Moc obliczona f_{OBL} W	Błąd względny δ %
1	653	5,499	0,1819	654,7	0,3
2	1193	3,015	0,3317	1194,0	0,1
3	2071	1,733	0,5770	2077,3	0,3
4	2433	1,478	0,6766	2435,7	0,1
5	2659	1,349	0,7413	2668,6	0,4
6	2880	1,247	0,8019	2886,9	0,2

Przebadane zostało również wejście impulsowe jednego z portów konwertera Pad Plus 4ML.

Badanie polegało na kilkakrotnym zadaniu określonej liczby impulsów za pomocą ręcznego zadajnika. Zadajnik został wyposażony w odpowiedni układ, którego zadaniem było wyeliminowanie niekorzystnego drgania styków oraz zapewnienia odpowiedniej długości czasu trwania impulsu. Ilość impulsów zarejestrowanych przez urządzenie była równa ilości impulsów zadanych.

6. PODSUMOWANIE

W artykule przedstawiono, oparte na magistrali M-Bus, stanowisko laboratoryjne do transmisji danych z mierników zużycia różnych mediów. Omówione stanowisko składa się z liczników energii czynnej, licznika zużycia wody, miernika podstawowych wielkości w sieci elektroenergetycznej oraz konwertera zamieniającego sygnał z wyjść impulsowych mierników na standard zgodny z protokołem M-Bus.

Magistrala M-Bus, wykorzystując prosty, ujednoczony i pewny protokół komunikacyjny, daje możliwość stworzenia nieskomplikowanego, ale efektywnego układu zdalnego odczytu, który pozwala na znaczne uproszczenie procedur rozliczeniowych.

Dokonano również opisu protokołu M-Bus, który został wykorzystany w aplikacji, obsługującej komunikację, wizualizację oraz archiwizację wyników pomiarów. Opracowany w środowisku LabVIEW program udostępnia

użytkownikowi wszystkie możliwe do wykorzystania własności protokołu, które są zaimplementowane w urządzeniach pomiarowych na stanowisku laboratoryjnym.

Program realizuje wszystkie funkcje niezbędne w takim układzie pomiarowym i tworzy, wraz z fizycznym interfejsem, sprawnie działający system, zapewniając łatwy i szybki odczyt wartości wielkości mierzonych przez poszczególne liczniki oraz sygnalizację pojawiających się nieprawidłowości, jeśli wystąpią podczas transmisji danych.

Zaprezentowano również przykładowe wyniki pomiarów, wykonane na stanowisku laboratoryjnym. Uzyskane wyniki pokazują, że badane wyjścia i wejścia działają poprawnie i zgodnie z dokumentacją urządzeń pomiarowych.

Dzięki obecności na rynku dużej gamy urządzeń sprzęgających, pozwalających na integrację interfejsu z innymi rozwiązaniami technicznymi, istnieje również możliwość rozbudowy stanowiska o kolejne urządzenia pomiarowe, dołączane do magistrali M-Bus.

Przedstawione stanowisko jest wykorzystywane do nauczania studentów w laboratorium Katedry Metrologii i Systemów Informatycznych Politechniki Gdańskiej.

7. BIBLIOGRAFIA

1. Swędrowski L., Dzwonkowski A.: Wykorzystanie licznika LZQM do zdalnego monitorowania parametrów sieci elektroenergetycznej, Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej, nr 21, Materiały XV cyklu seminariów Zastosowanie Komputerów w Nauce i Technice 2005, s. 221-226
2. Świsulski D.: Komputerowa technika pomiarowa. Oprogramowanie wirtualnych przyrządów pomiarowych w LabVIEW. Oficyna Wydawnicza PAK, Warszawa 2005
3. M-BUS for electricity meter types MTZ-A and EIZ. MH Elektrizitätszähler GmbH & Co KG, Südring
4. Racki T.: Elektroniczne systemy pomiaru energii elektrycznej. Elektro-systemy, październik 2003, s. 74-80
5. Maczollek M.: Odczyt wskazań mierników zużycia mediów użytkowych za pomocą magistrali M-Bus. Praca dyplomowa magisterska, Politechnika Gdańska, Gdańsk 2006.

LABORATORY STAND FOR TRANSMISSION MEASURED DATA USING M-BUS

The paper presents laboratory stand used to remote monitoring of utilities (like electrical energy and water) consumption. The communication between meters and computer is realized using M-Bus. This solution gives many profits in respect of payoff methods. The software, created in LabVIEW programming tool, designed for operation and receive data from meters is also described. The virtual instrument uses M-Bus protocol specification for communication with meters. The paper also shows exemplary measurements results, presented in the table, which was made in the laboratory stand.