STUDIA INFORMATICA 2001
Volume 22 Number 3 (45)

Wojciech MIELCZAREK
Politechnika Śląska, Instytut Informatyki

# INFRASTRUKTURA KOMUNIKACYJNA SIECI OBIEKTOWYCH OPARTYCH NA PROTOKOŁACH ZNAKOWYCH

**Streszczenie.** W publikacji przedstawiono charakterystykę elektryczną łącz stosowanych w sieciach obiektowych opartych na protokołach znakowych oraz urządzenia komunikacyjne, takie jak: konwertery interfejsów, regeneratory sygnałów i koncentratory stanowiące podstawowe elementy infrastruktury komunikacyjnej sieci. Wykorzystanie wymienionych urządzeń zilustrowano przykładami.

# THE COMMUNICATION INFRASTRUCTURE OF THE FIELDBUSES BASED ON THE CHARACTER PROTOCOLS

**Summary.** The paper presents a compact profile of the interfaces used in the fieldbuses based on character protocols, and the communications devices, such as converters, repeaters and hubs, that are basic infrastructure elements of the field networks. The application of the devices mentioned above is presented on examples.

## 1. Wprowadzenie

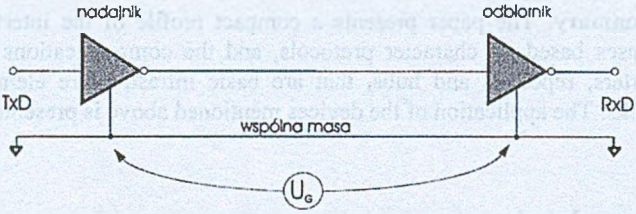
Na sieć obiektową składa się zespół urządzeń wykonawczych, komunikacyjnych i zarządzających połączonych za pośrednictwem interfejsu, który umożliwia wymianę komunikatów sterujących i danych między węzłami systemu. Zadaniem sieci jest szybka akwizycja danych i sterowanie wydzielonym fragmentem procesu technologicznego lub obiektem realizowane w czasie rzeczywistym, a więc przy spełnieniu często ostrych ograniczeń czasowych. Zastosowania sieci obiektowych obejmują pomiary przemysłowe, testowanie wyrobów, diagnostykę maszyn i urządzeń, a także kontrolę pomiarów wykonywanych w laboratoriach (stacjonarnych i ruchomych).

Zasady komunikacji w sieci obiektowej określone są przyjętym protokołem komunikacyjnym, natomiast podstawowe parametry komunikacyjne, takie jak zasięg, szybkość transmisji, dopuszczalna liczba urządzeń w systemie, jak również odporność na zakłócenia zależą przede wszystkim od rodzaju i właściwości elektrycznych łącza interfejsowego.

Niniejsza publikacja przedstawia charakterystykę elektryczną łącz szeregowych stosowanych w sieciach obiektowych opartych na protokołach znakowych oraz urządzenia komunikacyjne, takie jak: konwertery interfejsów, regeneratory sygnałów i koncentratory stanowiące podstawowe elementy infrastruktury komunikacyjnej sieci. Wykorzystanie wymienionych urządzeń zilustrowano przykładami. Wszystkie urządzenia zostały wykonane i przetestowane w Instytucie Informatyki Politechniki Śląskiej.

## 2. Łącza interfejsowe stosowane w sieciach obiektowych opartych na protokołach znakowych

Najbardziej rozpowszechnionym interfejsem znakowym jest RS-232, którego jednak zastosowanie w sieciach obiektowych jest ograniczone ze względu na niewielki zasięg i szybkość transmisji, małą odporność na zakłócenia i możliwość podłączenia tylko jednego odbiornika do nadajnika sygnału. Na rys.1 przedstawiono model obwodu transmisyjnego sygnału w interfejsie RS-232.




Rys.1. Obwód transmisyjny sygnału w interfejsie RS-232
Fig.1. RS-232 transmission circuit model

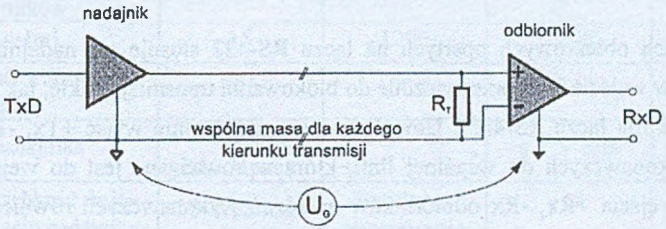
Obwód transmisyjny sygnału w interfejsie RS-232 jest odniesiony do masy (niesymetryczny), co powoduje sumowanie zakłócenia powstałego w obwodzie masy ($U_G$) z sygnałem użytecznym (TxD). Przewodem powrotnym dla wszystkich sygnałów w łączu jest wspólna masa, a to z kolei sprzyja przenikaniu sygnałów pomiędzy liniami nie chronionymi przez własne przewody powrotne. Z wymienionych powodów odległość transmisji nie powinna być większa od 15 m, szybkość od 20 kbd, a napięcie w obwodzie masy musi być dużo mniejsze od poziomu sygnału użytecznego.

Dotkliwe jest też ograniczenie do jednego liczby odbiorników podłączonych do nadajnika. W konsekwencji, w ramach portu RS-232 mogą ze sobą współpracować tylko dwa urządzenia, a zatem liczba urządzeń wykonawczych w systemie jest praktycznie wyznaczana przez liczbę portów RS-232 w kontrolerze. Zwiększenie liczby urządzeń wymaga zastosowania koncentratorów, o których będzie mowa w dalszej części publikacji.

Powszechną natomiast akceptację w sieciach obiektowych opartych na łączach szeregowych i protokołach znakowych zyskał format jednostki informacyjnej zdefiniowany w RS-232. Popularne „start-stopowe" jednostki informacyjne są wykorzystywane do transmisji znaków w komunikatach zdalnych.

W celu pokonania ograniczeń związanych ze standardem RS-232 opracowano łącza transmisyjne oznaczone symbolami RS-423A, RS-422A i RS-485. We wszystkich wymienionych interfejsach podstawową zmianą w stosunku do RS-232 była symetryzacja łącza transmisyjnego: częściowa w RS-423A i pełna w RS-422A i RS-485. Doprowadziło to do zwiększenia zasięgu i szybkości transmisji, a także liczby połączonych ze sobą urządzeń.

W obwodzie transmisyjnym zgodnym z RS-423 nadajnik sygnału pozostaje jeszcze niesymetryczny (odniesiony do masy), ale tor transmisyjny i odbiornik są już symetryczne, jak to przedstawiono na rys.2.

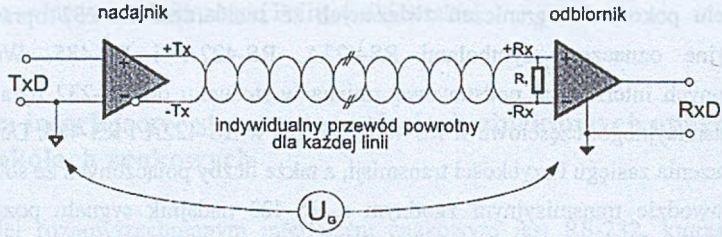



Rys.2. Obwód transmisyjny sygnału w RS-423
Fig.2. RS-423 transmission circuit model

Taki obwód jest bardziej odporny na zakłócenia powstałe w obwodzie masy na skutek redukcji zakłóceń na różnicowym obciążeniu i mniej wrażliwy na przenikanie sygnałów między liniami, szczególnie wtedy, gdy każda linia posiada indywidualny przewód powrotny (co jest zalecane, chociaż wymaga się tylko oddzielnego przewodu powrotnego dla każdego kierunku transmisji). Ponadto 1 nadajnik może przekazywać sygnał aż do 10 odbiorników. Wyraźnej poprawie uległy też podstawowe parametry transmisyjne: szybkość transmisji wzrosła nawet do 100 kbd, a zasięg do 1200 m. Zasięg i szybkość transmisji w RS-423 są jednak silnie zależne od siebie: 100 kbd można uzyskać przy odległości nie większej od 300 m, natomiast przy 1200 metrach maksymalna szybkość transmisji wynosi już tylko 3 kbd.

Przy dużych szybkościach transmisji ważne jest zamknięcie linii transmisyjnej rezystorem dopasowującym $R_T$ (dla skrętki ~100 Ω).

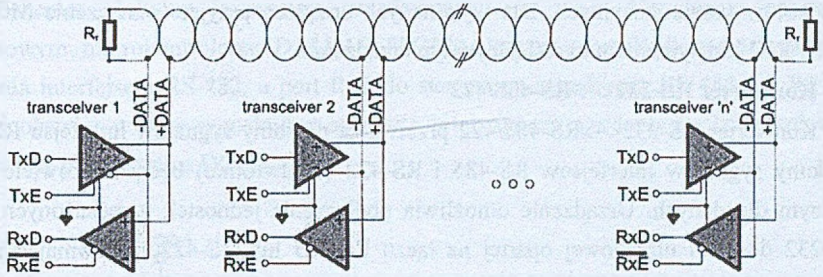
Łącze RS-422A jest usprawnieniem interfejsu RS-423A polegającym na wprowadzeniu w pełni symetrycznego obwodu transmisyjnego, jak to przedstawiono na rys.3. Standard RS-422A nie wprowadza ograniczeń szybkości transmisji, a jedynie ustala zależność pomiędzy szybkością a zasięgiem. Na łączu RS-422 możliwe jest nadawanie z szybkością do 10 Mbd (przy starannym dopasowaniu toru transmisyjnego), zasięg wynosi 1200 m, natomiast jeden nadajnik może wysterować do 10 odbiorników.




Rys.3. Obwód transmisyjny sygnału w RS-422A
Fig.3. RS-422A transmission circuit model

W sieciach obiektowych opartych na łączu RS-422 stosuje się nadajniki trójstanowe wyposażone w wejście TxE przeznaczone do blokowania transmisji (takie, jak przedstawiony dalej nadajnik dla łącza RS-485). Umożliwia ono podłączenie wyjść +Tx, -Tx nadajników urządzeń wykonawczych do wspólnej linii, która wprowadzana jest do wejścia +Rx, -Rx kontrolera. Wejścia +Rx, -Rx odbiorników urządzeń wykonawczych również łączy się do wspólnej linii, która sterowana jest przez wyjścia +Tx, -Tx nadajnika kontrolera. W ten sposób powstaje dupleksowe łącze, które jednak na ogół wykorzystywane jest do transmisji półdupleksowej (dwukierunkowej, ale naprzemiennej).

Prawdziwie wielopunktowym łączem jest jednak dopiero RS-485. W standardzie tym do magistrali opartej na symetrycznej parze przewodów można podłączyć do 32 węzłów, przy założeniu, że każdy z nich stanowi obciążenie nie większe od 1 UL (Unit Load). Parametry elektryczne (poziomy sygnałów) oraz komunikacyjne (szybkość i zasięg) w RS- 485 są takie, jak w RS-422. Łącze RS-485 jest najczęściej wykorzystywanym interfejsem w sieciach obiektowych. Na rys.4 przedstawiono interfejs zgodny ze standardem RS-485.




Rys.4. Magistrala interfejsu RS-485
Fig.4. The RS-485 bus

W tabeli 1 porównano podstawowe parametry elektryczne i komunikacyjne przedstawionych łącz interfejsowych.

Tabela 1

Podstawowe parametry szeregowych łącz interfejsowych

| Parametr | RS-232C | RS-423A | RS-422A | RS-485 |
|---|---|---|---|---|
| Rodzaj transmisji | niesymetryczna | niesymetryczna | różnicowa | różnicowa |
| Maksymalna liczba nadajników i odbiorników | 1 N /1 O | 1 N /10 O | 1 N / 10 O | 32 N / 32 O |
| Zasięg w [m] | 15 | 1200 | 1200 | 1200 |
| Maks. szybkość transmisji w [baud] | 20 k | 100 k | 10 M | 10 M |
| Wyjście nadajnika | ± 5 V min<br>±15 V max | ± 3.6 V min<br>± 6.0 V max | ± 2 V min | ± 1.5 V min |
| Dopuszczalna szybkość zmian napięcia na wyjściu nadajnika | 30 V/μs max | sterowana zewnętrznie | | |
| Czułość odbiornika | ± 3 V | ± 200 mV | ± 200 mV | ± 200 mV |

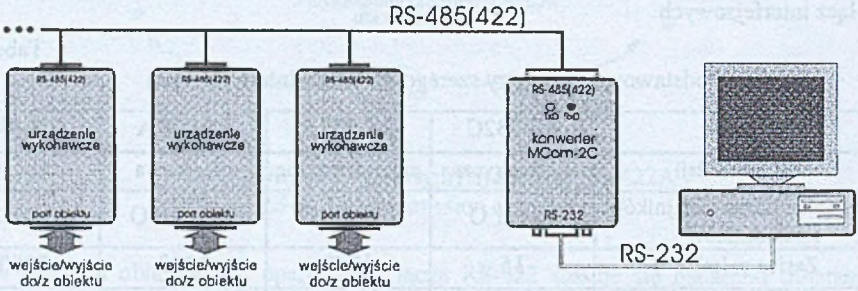
## 3. Specjalizowane urządzenia komunikacyjne w sieciach obiektowych

W celu umożliwienia współpracy urządzeń wyposażonych w różne interfejsy w ramach jednej sieci obiektowej, a także w celu zwiększenia zasięgu oraz liczby urządzeń podłączonych do sieci, w Instytucie Informatyki Politechniki Śląskiej opracowano szereg specjalizowanych modułów komunikacyjnych. Moduły te przeznaczone są dla sieci obiektowych opartych na łączach szeregowych i pracujących pod kontrolą znakowych

protokołów komunikacyjnych. Dla wykonanych urządzeń przyjęto oznaczenie MCom-XX, gdzie 'XX' jest symbolem określającym typ urządzenia.

**Konwerter RS-232<–>RS-485/422**

Konwerter RS-232<–>RS-485/422 przetwarza poziomy sygnałów interfejsu RS-232 na poziomy sygnałów interfejsów RS-485 i RS-422 (i odwrotnie) będąc całkowicie transparentnym dla danych. Urządzenie umożliwia podłączenie jednostek wyposażonych w łącze RS-232 do sieci obiektowej opartej na łączu RS-485 lub RS-422, zapewniając przy tym izolację galwaniczną podłączanych jednostek od łącza sieciowego. Przykładem zastosowania konwertera może być wykorzystanie go do podłączenia komputera PC do magistrali RS-485, jak to przedstawiono na rys.5. W tabeli 2 zestawiono podstawowe parametry konwertera RS-232<–>RS-485/422 oznaczonego symbolem MCom-2C.




Rys.5. Podłączenie komputera PC do magistrali RS-485 z pośrednictwem konwertera RS-232<–>RS-485/422

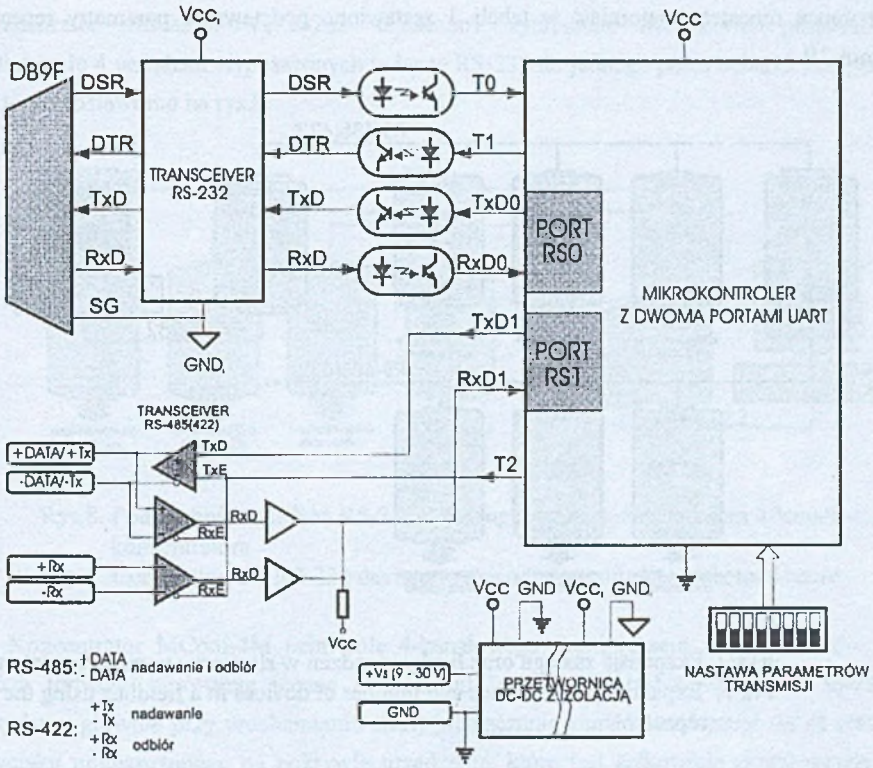
Fig.5. The connection of a PC to the RS-485 bus

Tabela 2

Podstawowe parametry konwertera RS-232<–>RS-485/422

| |
|---|
| Rodzaj i liczba portów: 1 x RS-232, 1 x RS-485 lub 1 x RS-422 |
| Baudowa szybkość transmisji: od 1200 do 19200 (ustawiana na mikroprzełączniku) |
| Liczba bitów w znaku: 10 lub 11 (ustawiana na mikroprzełączniku) |
| Wnoszone opóźnienie: równe czasowi trwania 1 znaku |
| Napięcie zasilania/pobór prądu: +9 do +30 V / 100 mA |
| Bariera izolacyjna: 500 V dc |
| Rodzaj złącz: DBF9 dla RS-232, zaciskane typu WAGO dla RS-485 (RS-422) i zasilania |
| Obudowa: metalowa o wymiarach 100 x 140 x 40 mm, z zaczepem na NS-35 |

Schemat blokowy konwertera przedstawiono na rys.6. Urządzenie oparto na dwuportowym mikrokontrolerze DALLAS 80C320, którego port RS0 wykorzystano do sterowania interfejsem RS-232, a port RS1 do sterowania interfejsem RS-485 lub RS-422. Barierę izolacyjną w torze sygnałowym stanowią optoizolatory, a w torze zasilania izolowana galwanicznie przetwornica DC-DC.

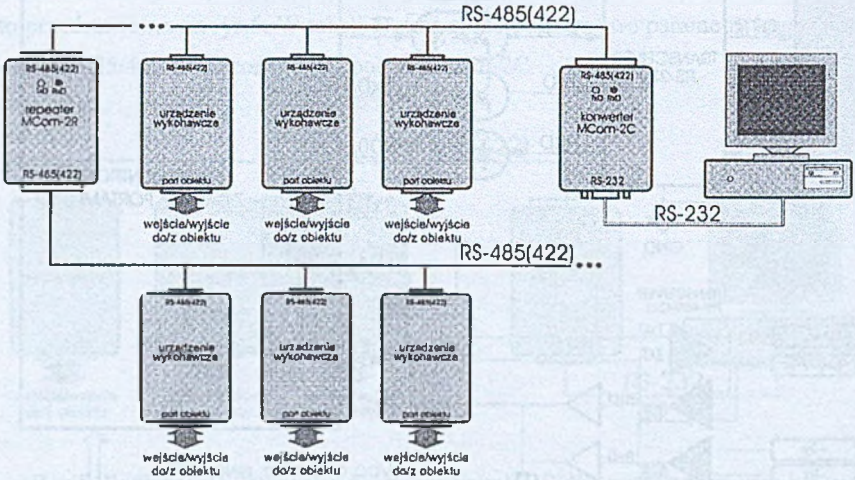



Rys.6. Schemat blokowy konwertera RS-232<–>RS-485/422
Fig.6. The RS-232<–>RS-485/422 block diagram

**Repeater RS-485/422<–>RS-485/422**

Repeater jest urządzeniem regenerującym sygnał transmitowany w łączu, co polega na odtworzeniu nominalnego poziomu impulsów oraz zależności czasowych wynikających z przyjętej baudowej szybkości transmisji. Podobnie jak konwerter, repeater jest transparentny dla danych, a celem jego zastosowania jest na ogół zwiększenie zasięgu oraz liczby jednostek podłączonych do sieci. W niektórych przypadkach może być uzasadnione wprowadzenie repeatera w łączu o stosunkowo niedużej długości (mniejszej od nominalnego zasięgu), jeżeli

łącze to silnie tłumi sygnał, wprowadza duże zniekształcenia czasowe impulsów lub gdy chcemy odizolować galwanicznie dwa połączone przez repeater segmenty toru transmisyjnego. Ceną za obecność repeatera jest zwiększenie opóźnienia, zazwyczaj o czas trwania jednego znaku. Wynika to z tego, że urządzenie rozpoczyna wyprowadzanie znaku na port wyjściowy dopiero po jego całkowitym odebraniu z portu wejściowego. Na rys.7 przedstawiono ekspansję zasięgu oraz liczby urządzeń w sieci obiektowej opartej na łączu RS-485 za pomocą repeatera, natomiast w tabeli 3 zestawiono podstawowe parametry repeatera MCom-2R.




Rys.7. Ekspansja zasięgu oraz liczby urządzeń w sieci przy pomocy repeatera
Fig.7. Expanding the distance and number of devices in a fieldbus using the repeater

Tabela 3

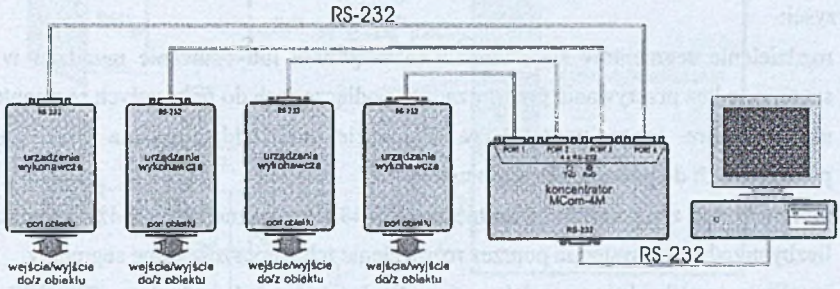
Podstawowe parametry repeatera RS-485/422<–>RS-485/422

| |
|---|
| Rodzaj i liczba portów: 1 x RS-485 lub RS-422, 1 x RS-485 lub 1 x RS-422 |
| Baudowa szybkość transmisji: od 1200 do 19200 (ustawiana na mikroprzełączniku) |
| Liczba bitów w znaku: 10 lub 11 - (stawiana na mikroprzełączniku) |
| Wnoszone opóźnienie: równe czasowi trwania 1 znaku |
| Napięcie zasilania/pobór prądu: +9 do +30 V / 100 mA |
| Bariera izolacyjna: 500 V dc |
| Rodzaj złącz: zaciskane typu WAGO dla RS-485 (RS-422) i zasilania |
| Obudowa: metalowa o wymiarach 100 x 150 x 40 mm, z zaczepem na NS-35 |

Repeater MCom-2R jest zbudowany podobnie jak konwerter MCom-2C, stąd parametry transmisyjne obu urządzeń są takie same. Jedyną różnicą jest zastąpienie portu RS-232 portem RS-485/RS-422.

**Koncentrator RS-232<–>4xRS-232**

Liczba portów RS-232 w komputerze jest ograniczona i rzadko kiedy większa od 2. Aby umożliwić podłączenie kilku urządzeń do jednego portu, stosuje się koncentratory. Koncentrator RS-232<–>4xRS-232 oznaczony symbolem MCom-4M pozwala na podłączenie 4 urządzeń wyposażonych w łącze RS-232 do jednego portu RS-232 komputera, jak to przedstawiono na rys.8.




Rys.8. Podłączenie urządzeń RS-232 do komputera za pośrednictwem 4-kanałowego koncentratora
Fig. 8. Connecting the RS-232 devices to a computer using the 4-channel router

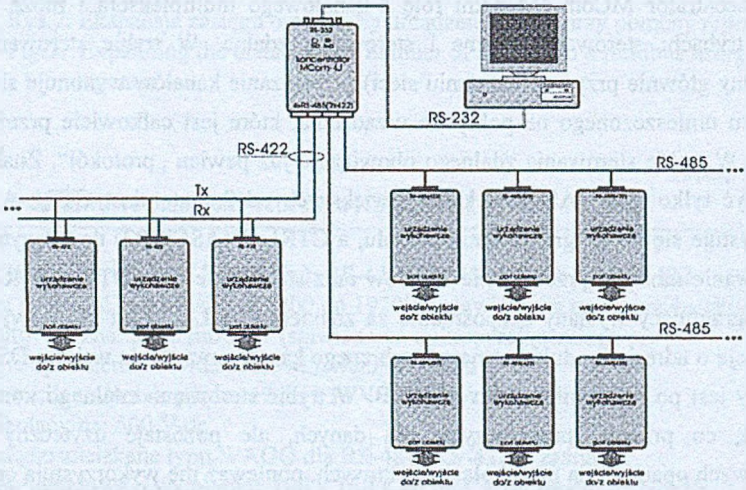
Koncentrator MCom-4M pełni rolę 4-kanałowego multipleksera i może pracować w dwóch trybach: sterowanie ręczne i sterowanie zdalne. W trybie sterowania ręcznego (przydatny głównie przy uruchamianiu sieci) przełączanie kanałów wykonuje się za pomocą przycisku umieszczonego na pokrywie urządzenia, które jest całkowicie przeźroczyste dla danych. W trybie sterowania zdalnego obowiązuje już pewien „protokół". Znakami danych mogą być tylko znaki ASCII o kodach większych od 2, natomiast CTRL-A (ASCII 01) wykorzystuje się do programowania modułu, a CTRL-B (ASCII 02) do odczytu jego stanu. Adresowanie modułu, przełączanie kanałów oraz sterowanie linią DTR (lub RTS) realizuje bajt programujący wysłany bezpośrednio za znakiem CTRL-A. Bajt statusowy zawierający informacje o adresie modułu, numerze wybranego kanału oraz stanie wejścia DSR (lub CTS) odsyłany jest po odebraniu znaku CTRL-B. W trybie sterowania zdalnego koncentrator nie jest już, co prawda, przeźroczysty dla danych, ale pozostaje użyteczny w sieciach obiektowych opartych na protokołach znakowych, ponieważ nie wykorzystują one zazwyczaj znaków ASCII o kodach mniejszych od 10.

**Koncentrator-konwerter RS-232<–>4xRS-485(2xRS-422)**

Koncentrator-konwerter RS-232<–>4xRS-485(2xRS-422) (oznaczenie MCom-4H) umożliwia podłączenie do jednego portu RS-232 czterech segmentów sieci obiektowej opartej na łączu RS-485 lub dwóch segmentów sieci obiektowej opartej na łączu RS-422. Można również za pomocą wymienionego modułu komunikacyjnego „zintegrować" w ramach jednej sieci obiektowej urządzenia podłączone do RS-422 z urządzeniami podłączonymi do RS-485 (jeden segment RS-422 można podłączyć do jednego lub dwóch segmentów RS-485). Znaki odbierane z łącza RS-232 są wyprowadzane bez zmiany na wszystkie kanały RS-485 (RS-422), a znaki odbierane ze strony RS-485 (RS-422) przekazywane są bez zmiany na łącze RS-232. Koncentrator działa zatem podobnie jak hub w sieciach lokalnych dając szereg korzyści:

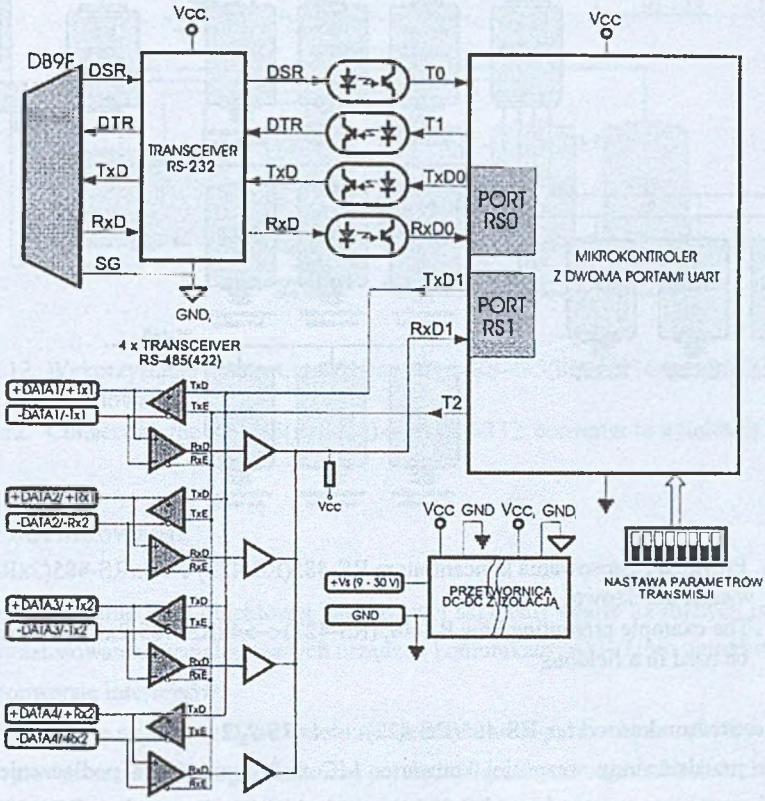
- rozdzielenie segmentów sieci umożliwia włączanie lub usuwanie urządzeń w danym segmencie bez przerywania pracy urządzeń podłączonych do pozostałych segmentów,
- usterki, które mogą wystąpić w segmencie, nie oddziałują na pracę urządzeń podłączonych do pozostałych segmentów,
- możliwie jest zwiększenie (4-krotne dla RS-485 i 2-krotne dla RS-422) dopuszczalnej liczby urządzeń w systemie poprzez rozdzielenie ich na poszczególne segmenty,
- możliwie jest dwukrotne zwiększenie odległości pomiędzy skrajnymi urządzeniami w sieci,
- w niektórych przypadkach upraszcza się okablowanie sieci.

Na rys.9 przedstawiono wykorzystanie koncentratora-konwertera RS-232<–>4xRS-485 (2xRS-422) w sieci polowej.




Rys.9. Koncentrator-konwerter RS-232<–>4xRS-485 (2xRS-422) w sieci polowej
Fig.9. The RS-232<–>4xRS-485 (2xRS-422) hub-converter in a field bus

Koncentrator-konwerter MCom-4H wykonano „na bazie" konwertera MCom-2C zwiększając liczbę układów nadawczo-odbiorczych (transceiverów) RS-485 (RS-422) podłączonych do portu RS1 mikrokontrolera sterującego pracą urządzenia, jak to przedstawiono na rys.10. W związku z tym wszystkie parametry komunikacyjne (dopuszczalne formaty znaków i szybkości transmisji) w obu urządzeniach są takie same.

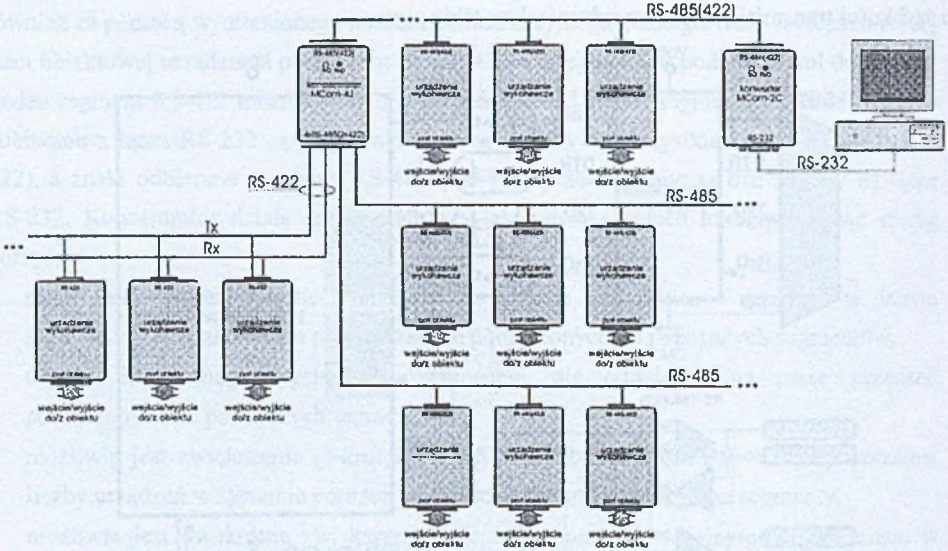



Rys.10. Schemat blokowy koncentratora-konwertera RS-232<–>4xRS-485 (2xRS-422)
Fig.10. The RS-232<–>4xRS-485 (2xRS-422) hub-converter block diagram

**Koncentrator RS-485(RS-422)<–>4xRS-485(2xRS-422)**

Koncentrator RS-485(RS-422)<–>4xRS-485(2xRS-422) (oznaczenie MCom-4J) umożliwia podłączenie czterech segmentów łącza RS-485 lub dwóch segmentów łącza RS-422 do łącza RS-485 lub RS-422, pełniąc tym samym rolę wielokanałowego repeatera. Urządzenie różni się od przedstawionego poprzednio koncentratora MCom-4H tylko układem nadawczo-odbiorczym podłączonym do portu RS0 układu sterującego (zamiast transceivera RS-232 zastosowano transceiver RS-485). Na rys.11 przedstawiono wykorzystanie koncentratora

MCom-4J w sieci obiektowej, które polega na podłączeniu 2 segmentów sieci RS-485 i jednego segmentu RS-422 z „odległym" kontrolerem systemu za pośrednictwem jednego tylko segmentu łącza RS-485.

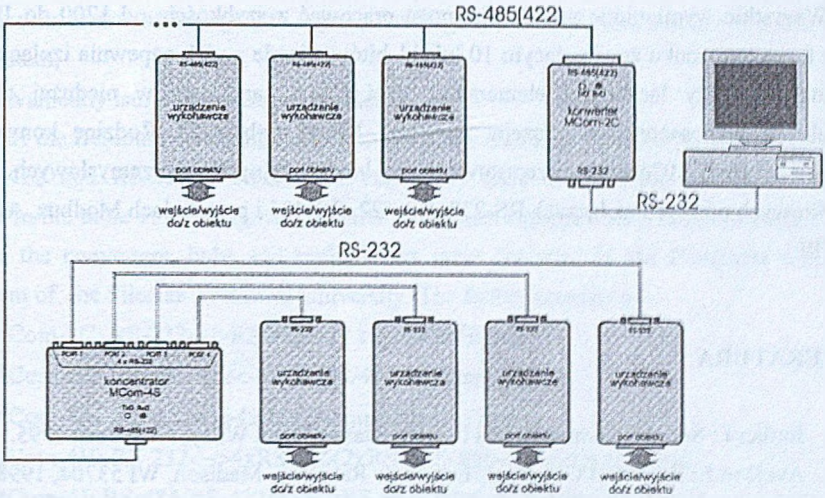



Rys.11. Przykład zastosowania koncentratora RS-485(RS-422)<–>4xRS-485(2xRS-422) w sieci obiektowej

Fig.11. The example presenting how RS-485(RS-422)<–>4xRS-485(2xRS-422) hub can be used in a fieldbus

**Koncentrator-konwerter RS-485(RS-422)<–>4xRS-232**

O ile przedstawiony wcześniej konwerter MCom-2C umożliwia podłączenie jednego urządzenia wyposażonego w łącze RS-232 do sieci obiektowej opartej na RS-485 (lub RS-422), to koncentrator-konwerter RS-485(RS-422)<–>4xRS-232 pozwala już na włączenie do sieci do czterech urządzeń RS-232. Podobnie jak w koncentratorze MCom-4M, przełączanie kanałów RS-232 odbywa się za pomocą bajtu programującego, wysyłanego bezpośrednio po znaku sterującym CTRL-A, a status modułu wysyłany jest jako odpowiedź na znak sterujący CTRL-B. Parametry transmisyjne koncentratora-konwertera RS-485(RS-422)<–>4xRS-232 (oznaczenie MCom-4S) są takie same, jak konwertera MCom-2C. Na rys.12 przedstawiono przykład wykorzystania koncentratora MCom-2S w sieci obiektowej.




Rys.12. Wykorzystanie koncentratora-konwertera RS-485(RS-422)<–>4xRS-232 w sieci obiektowej

Fig.12. Connecting the RS-485(RS-422)<–>4xRS-232 converter to a fieldbus

## 4. Podsumowanie

Skonfigurowanie sieci obiektowej zawierającej segmenty oparte na różnych interfejsach wymaga zastosowania specjalizowanych urządzeń komunikacyjnych, które umożliwiają:

- konwersję interfejsów,
- regenerację sygnału w łączu w celu zwiększenia zasięgu i liczby urządzeń w systemie,
- wprowadzenie izolacji galwanicznej pomiędzy łączonymi segmentami sieci.

W przypadku sieci obiektowych pracujących pod kontrolą protokołów znakowych najczęściej stosowane są łącza RS-232, RS-422, RS-485, których podstawowe parametry przedstawiono w tabeli 1. W celu integracji urządzeń lub systemów wyposażonych w wymienione interfejsy w Instytucie Informatyki Politechniki Śląskiej opracowano rodzinę konwerterów i koncentratorów, w której skład wchodzą następujące moduły:

- MCom-2C: konwerter RS-232<–>RS-485/422 (rys.6),
- MCom-2R: repeater RS-485/422<–>RS-485/422 (rys.7),
- MCom-4M: koncentrator RS-232<–>4xRS-232 (rys.8),
- MCom-4H: koncentrator-konwerter RS-232<–>4xRS-485(2xRS-422) (rys.9),
- MCom-4J: koncentrator RS-485(RS-422)<–>4xRS-485(2xRS-422) (rys.11),
- MCom-4S: koncentrator-konwerter RS-485(RS-422)<–>4xRS-232 (rys.12).

Wszystkie wymienione urządzenia mogą pracować z szybkością od 1200 do 19200 bd oraz formatem znaku zawierającym 10 lub 11 bitów. Każde z nich zapewnia izolację galwaniczną pomiędzy łączonymi elementami sieci i jest zamknięte w niedużej obudowie metalowej wyposażonej w zaczepy na szynę NS-35 (tabela 2). Rodzinę konwerterów-koncentratorów MCom-xx przetestowano w laboratoryjnych i przemysłowych sieciach obiektowych opartych na łączach RS-232, RS-422, RS-485 i protokołach Modbus, Advantech i SCPI.

## LITERATURA


1. Jordan J.: Serial Networked Field Instrumentation. John Wiley, New York 1995.
2. Axelson J.: Srial Port Complete. Lakeview Research, Madison, WI 53704, 1998.
3. Pippenger D., Tobaben E.: Linear and Interface Circuit Applications – Display Drivers and Data Transmission Line Circuits, Texas Instruments 1986.
4. Mielczarek W.: Szeregowe interfejsy cyfrowe. Helion, Gliwice, 1993.
5. EIA Standards:
   - EIA-232: Interface between Data Terminal Equipment and Data Circuit-Termination Equipment Employing Serial Binary Data Interchange. (RS-232),
   - EIA-422: Electrical Characteristics of Balanced Voltage Digital Interrface Circuits. (RS-422),
   - EIA-423: Electrical Characteristics of Unbalanced Voltage Digital Interface Circuits. (RS-422),
   - EIA-485: Standard for Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Balanced Digital Multipoint Systems. (RS-485).


Recenzent: Dr inż. Włodzimierz Boroń

Wpłynęło do Redakcji 23 lutego 2001 r.

**Abstract**

To configure a fieldbus including the segments based on various interfaces the special communication devices are required which make possible to:

- convert intefraces,

- recover transmission signal to expand the length of a fielbus and number of nodes in a system,
- galvanically isolate the fieldbus segments.

In a case of the fieldbuses working under control of the character oriented protocols, the RS-232, RS-422 and RS-485 interfaces are commonly used. Their basic parameters were presented in the table 1. To integrate the units or systems equipped with these interfaces, the family of the converters, hubs and multiplexers were designed in the Computer Science Department of the Silesian Technical University. The family consists of:

- MCom-2C: RS-232<–>RS-485/422 converter (fig.6),
- MCom-2R: RS-485/422<–>RS-485/422 repeater (fig.7),
- MCom-4M: RS-232<–>4xRS-232 multiplexer (fig.8),
- MCom-4H: RS-232<–>4xRS-485(2xRS-422) hub-converter (fig.9),
- MCom-4J: RS-485(RS-422)<–>4xRS-485(2xRS-422) hub (fig.11),
- MCom-4S: RS-485(RS-422)<–>4xRS-232 multiplexer-converter (fig.12).

All the modules mentioned above can operate with the baud rate from 1200 to 19200. The number of bits in a character can be 10 or 11. Each module ensures galvanic isolation and is enclosed in the iron case with the fastener to the NS-35 rail (table 2).

The MCom-xx family was carefully tested in the industrial and lab fieldbuses based on the Modbus, Advantech and SCPI protocols.