

Modbus

Protokół komunikacyjny stworzony w 1979 roku przez firmę Modicon.
Służył do komunikacji z programowalnymi kontrolerami tej firmy.

- * Opracowany z myślą do zastosowań w automatyce
- * Protokół jest otwarty i wolny od opłat
- * Przesyłane komunikaty są zabezpieczone przed przekłamaniami
- * Sygnalizacja błędów
- * Jest standardem przyjętym przez większość producentów sterowników przemysłowych
- * Jest łatwy do wdrożenia i utrzymania

www.modbus.org



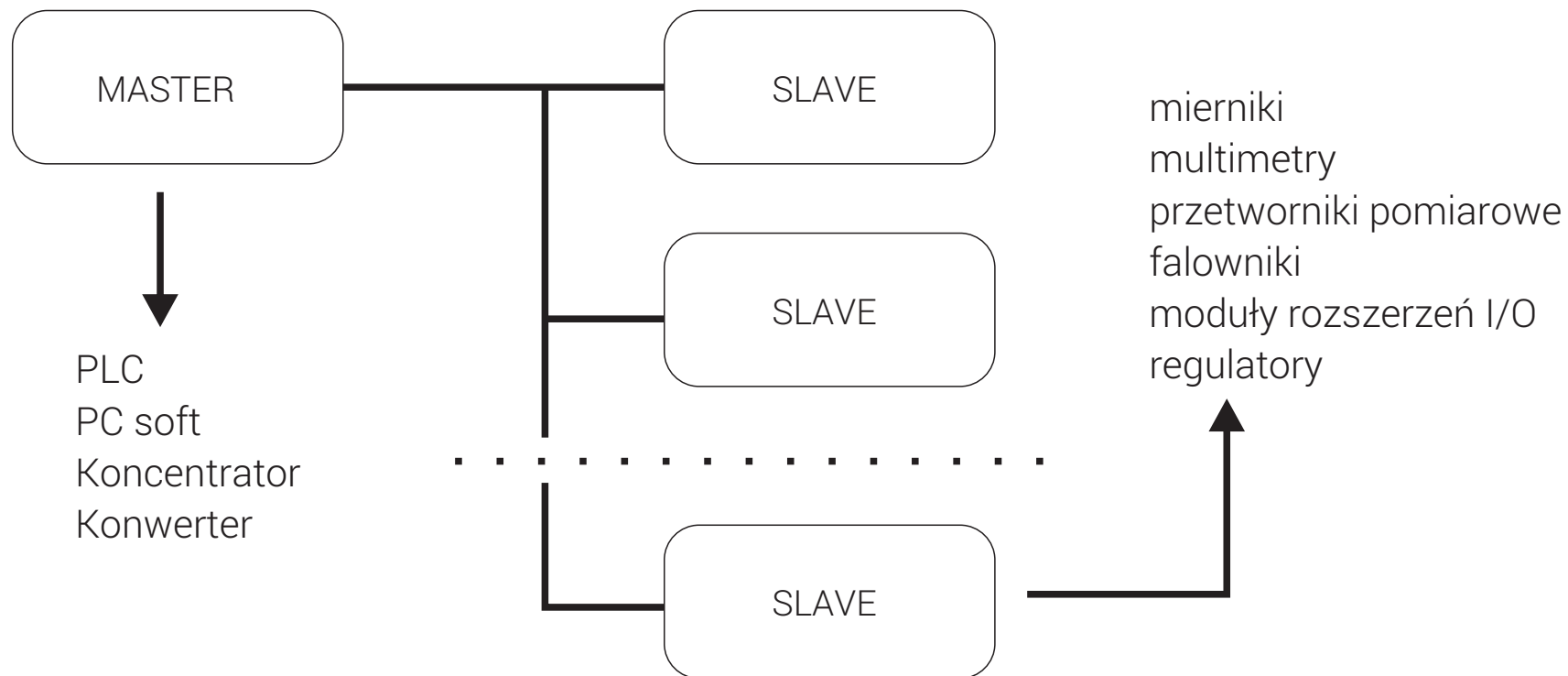
Podział pod względem rodzaju danych

ASCII - system kodowania heksadecymalny 0-9, A-F. Dane wysyłane szesnastkowo (po dwa kody ASCII). Każdy znak zajmuje 4 bity.

RTU - system kodowania dwójkowy 0/1 lub Hex16. Dane wysyłane binarnie jako liczby 16-bitowe.

TCP - dane wysyłane po sieci LAN zgodnie z protokołem TCP/IP.

Klasyfikacja urządzeń

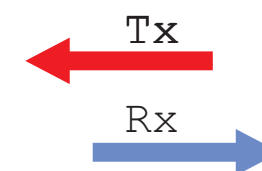


1 urządzenie zarządcze
247 urządzeń podrzędnych

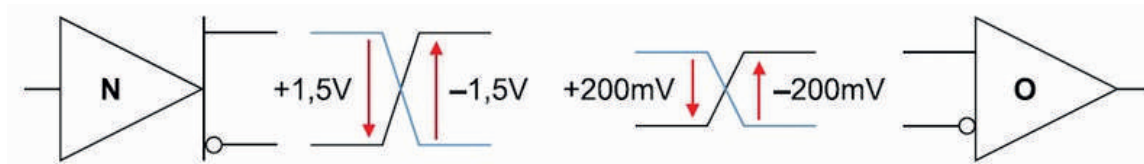
Komunikacja RS-485

Standard RS-485 powstał w latach 80. To popularny w automatyce standard transmisji danych przeznaczony do wielopunktowych linii transmisyjnych. Wykorzystywany jest jako warstwa fizyczna wielu przemysłowych protokołów sieciowych - m.in. Profibus, DLMS oraz Modbus.

Podstawową topologią w standardzie RS-485 jest magistrala z transmisją w trybie półduplexowym, gdzie nadawanie i odbiór danych realizowane są naprzemiennie.



Zapewnia on możliwość transmisji charakteryzującej się dużą odpornością na zaburzenia, możliwością występowania napięć wspólnych w szerokim zakresie (od -7V do 12V) oraz dużą szybkością transmisji nawet przy znacznych długościach magistrali.



Komunikacja RS-485

Atrybuty transmisji:

Parametry transmisji sygnału cyfrowego, które muszą być zgodne we wszystkich urządzeniach pracujących na jednej magistrali. Dotyczy to urządzeń typu MASTER i SLAVE.

* prędkość transmisji [kbps]: 1200/2400/4800/9600/19200/38400/57600/115200

* kontrola parzystości TAK / NIE / BRAK

* bity danych: 7 / 8 bitów

* bity startu 1 / 2

* bity stopu 1 / 1.5 / 2



kontrola parzystości

PARZYSTOŚĆ / EVEN / TAK

NIEPARZYSTOŚĆ / ODD / NIE

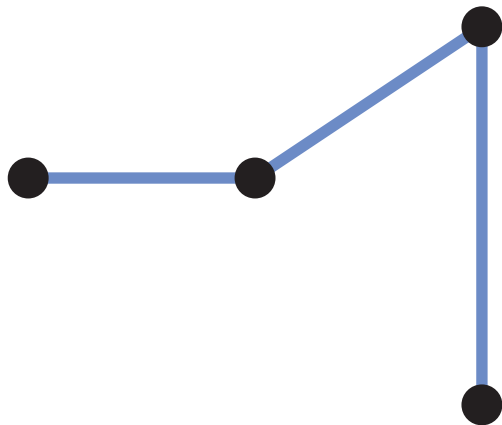
BRAK / NONE

Sieć komunikacyjna RS-485

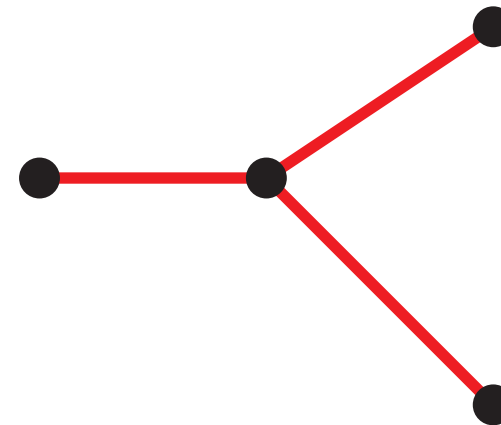
Topologia sieci

* magistrala szeregową - dane są przesyłane jednym kanałem

* długość do 1200m



TAK



NIE

Sieć komunikacyjna RS-485

Przewód

skrętka 1-parowa (UTP)
impedancja 120Ω
przekrój 22AWG (ok. śr.0,6mm/0,3mm²)

przykładowy przewód:

- BITNER BiTsensor PE-PVC Blue

zamiennie:

- przewód komunikacyjny ekranowany (FTP/SFTP)
- przewód profibus 1500m

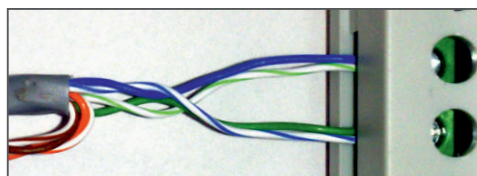


W przypadku stosowania przewodu wieloparowego wykorzystywać

tylko 1 parę.



TAK



NIE



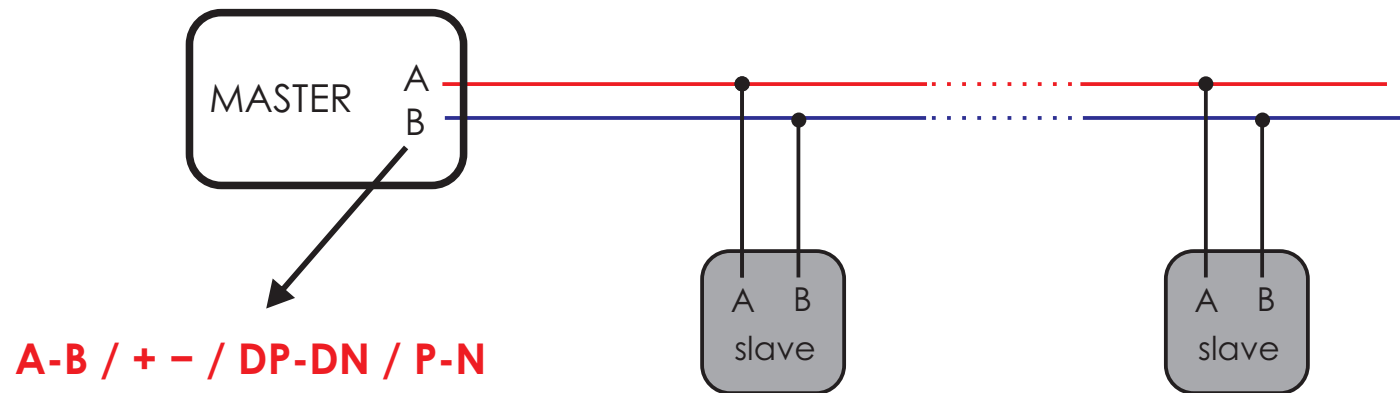
NIE

Sieć komunikacyjna RS-485

Port

* zaciski śrubowe

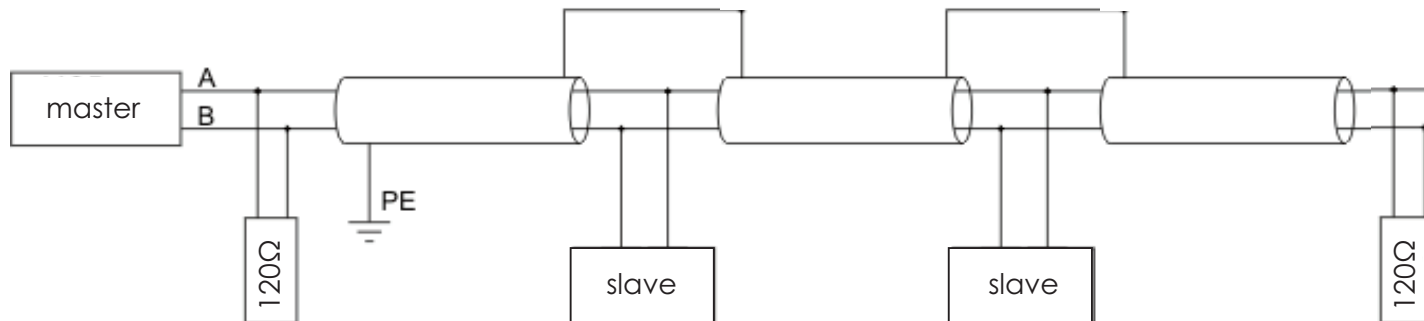
* typowe oznaczenia: A-B



Sieć komunikacyjna RS-485

Realizacja połączeń

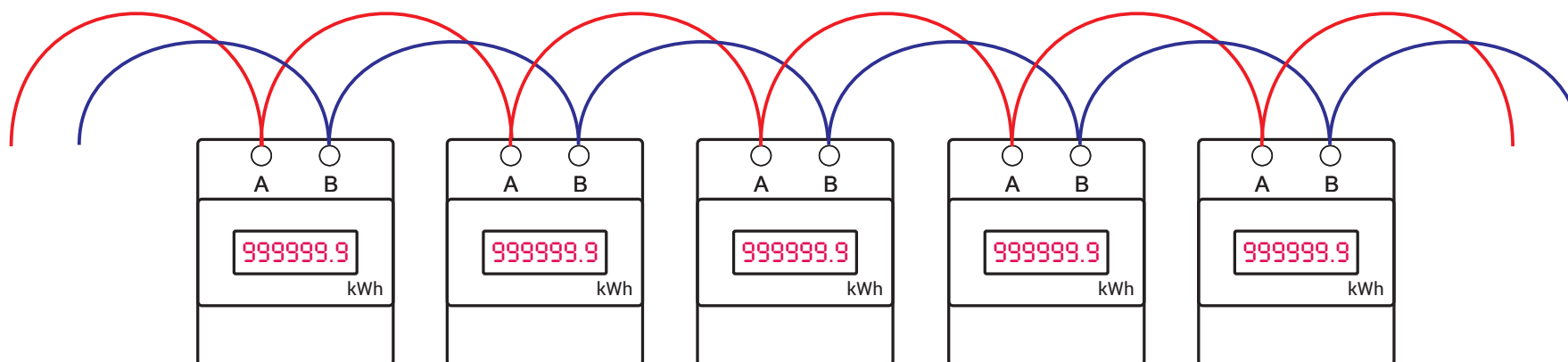
- * terminacja sieci oporami 120Ω
- * połączenie i uziemienie z jednej strony ekranów przewodów



Sieć komunikacyjna RS-485

Realizacja połączeń

Porty komunikacyjne urządzeń zgrupowanych, np. w jednej rozdzielni spinaamy kolejno od licznika do licznika. Można pominąć uziemienie ekranów.



Sieć komunikacyjna RS-485

Obciążenie jednostkowe

Konieczność ograniczenia obciążenia magistrali decyduje o maksymalnej liczbie przyłączonych urządzeń SLAVE.

Do określenia liczby urządzeń w magistrali służy jednostka obciążenia jednostkowego (UL - Unit Load), która odpowiada rezystancji obciążenia o wartości około 12kΩ.

Urządzenia MASTER - zgodnie ze standardem - muszą mieć możliwość współpracy z 32 jednostkami obciążenia.

Zastosowanie odbiorników mających obciążenie o wartości niższej niż 1UL pozwala do jednej magistrali dołączyć większą ilość urządzeń.

$$1/1UL = 32$$

$$1/2UL = 64$$

$$1/4UL = 128$$

$$1/8UL = 256$$

32 urządzenia SLAVE

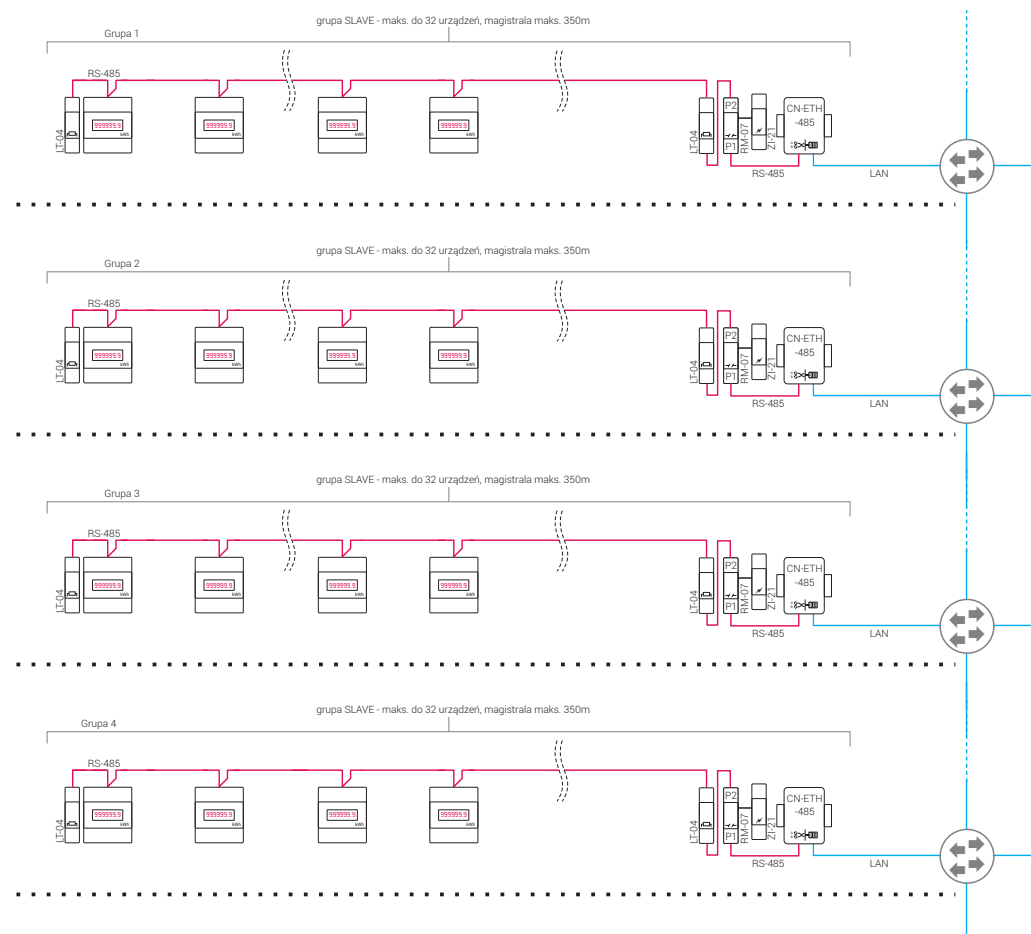
Sieć komunikacyjna RS-485

Budowa sieci

Stosując specjalistyczne urządzenia, takie jak:

- * moduły terminacyjne
- * separatory
- * wzmacniacze
- * konwertery

możemy rozbudowywać sieć RS-485 do dowolnej liczby urządzeń typu SLAVE

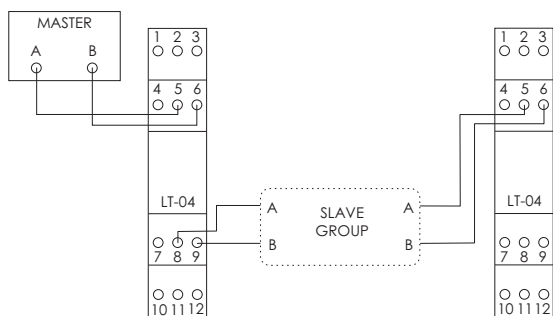


Urządzenia pomocnicze

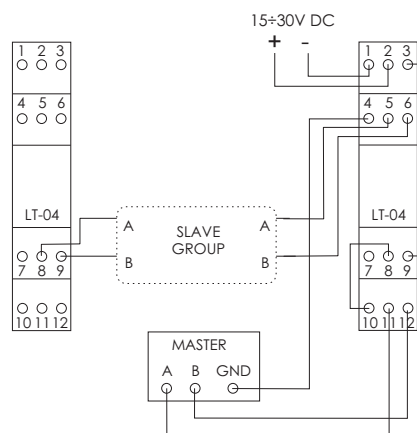
Moduł terminacyjny

- * terminacja sieci
- * polaryzacja sieci
- * wzmacnienie sygnału

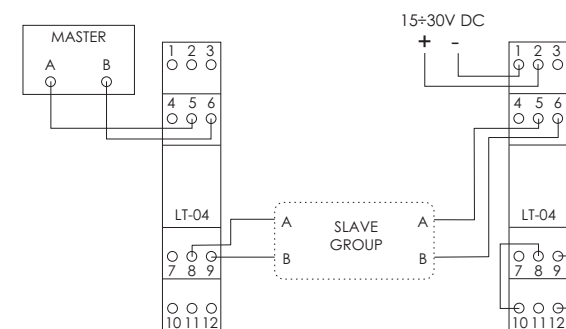
LT-04



TERMINACJA - Standardowe zakończenie końców linii komunikacyjnej. Wymagane w każdym przypadku.



POLARYZACJA - terminacja wraz z wyrównaniem potencjałów na linii. Poprawia parametry komunikacji w przypadku braku wspólnej „masy” sygnałowej(GND)MASTERA i grupy SLAVES (np. liczniki energii).



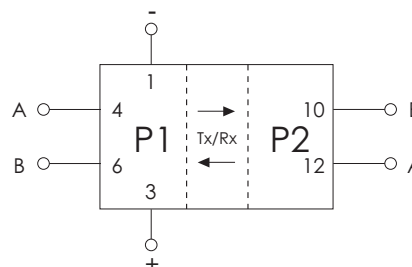
WZMOCNIENIE - terminacja wraz z aktywnym zasilaniem końca linii. Zalecane przy liniach o dł. powyżej 100 z kilkunastoma urządzeniami SLAVE w tej magistrali.

Urządzenia pomocnicze

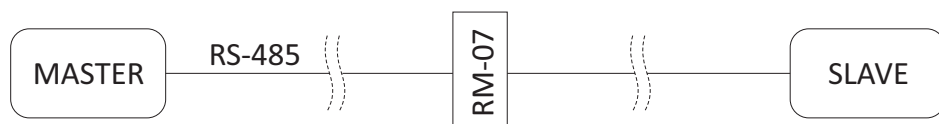
Wzmacniacz / separator

- * wzmocnienie sygnału
- * separacja galwaniczna
- * przedłużenie grupy
- * rozgałęzienia

RM-07

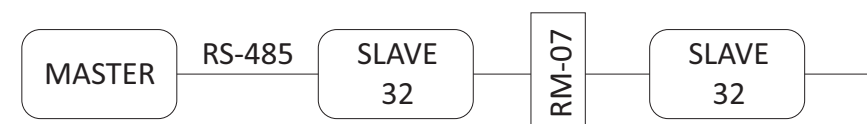


WZMOCNIENIE



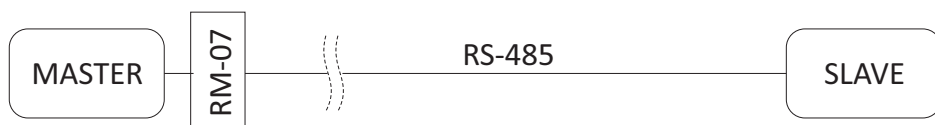
Wzmacnia sygnał na długich odcinkach linii (200-300m i dłuższe).

PRZEDŁUŻENIE



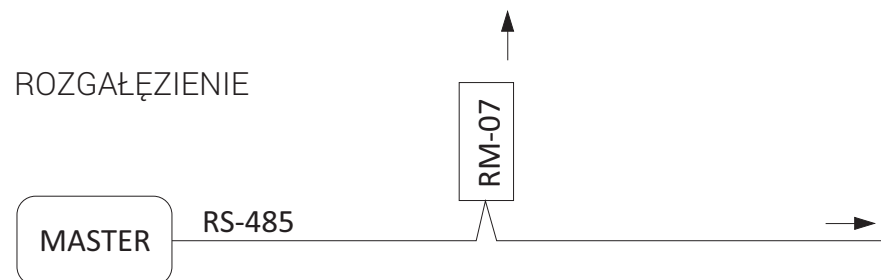
Pozwala na spięcie na jednej linii więcej niż 32 urządzeń. Każdy separator przedłuża linię o kolejną grupę 32 urządzeń.

SEPARACJA



Stanowi galwaniczną separację urządzeń SLAVE od MASTER, konwerterów i ub sieci LAN. Nie przepuszcza przepięć lub zwarć mogących wystąpić po stronie magistrali grożących zniszczeniem urządzeń MASTER, PC i innych sieci LAN

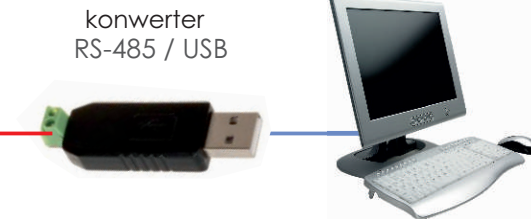
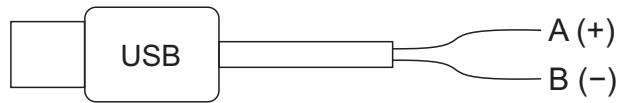
ROZGAŁĘZIENIE



Pozwala na spięcie wielu grup modbus zewnętrzna magistralę lub dopięcie podgrupy (odnogi) w magistralę główną.

Urządzenia pomocnicze

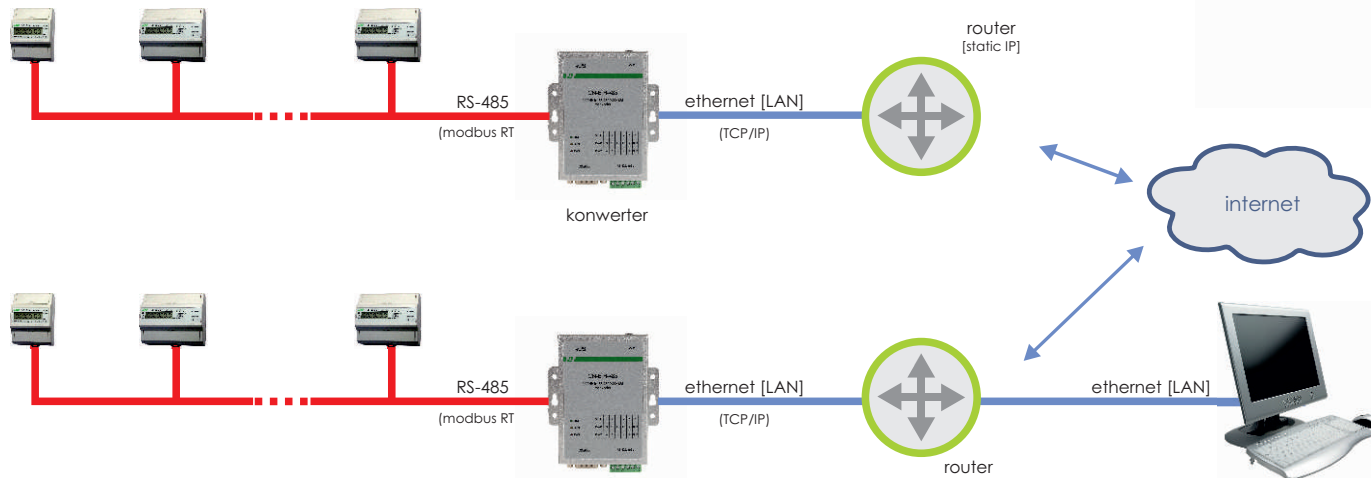
Konwerter RS->USB



Urządzenia pomocnicze

Konwerter RS->LAN

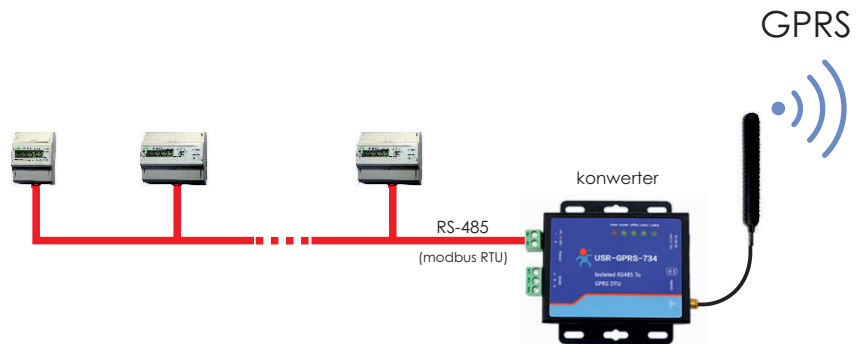
CN-ETH-485



Urządzenia pomocnicze

Konwerter RS->GPRS

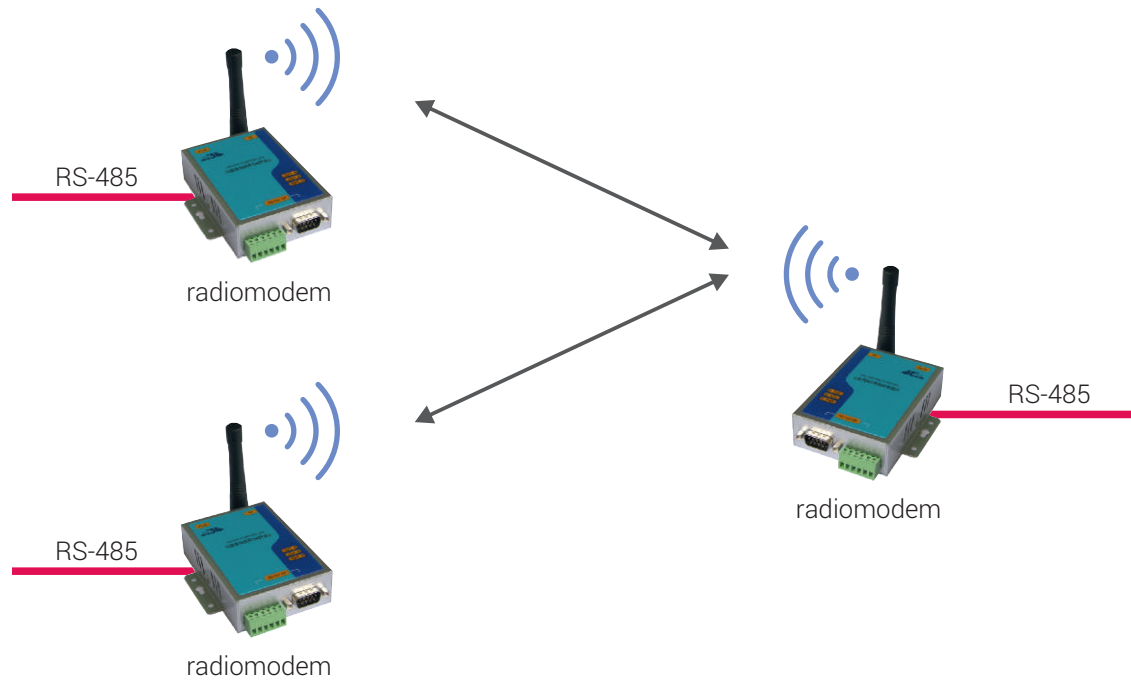
USR-GPRS-734



Urządzenia pomocnicze

Konwerter RS->868MHz

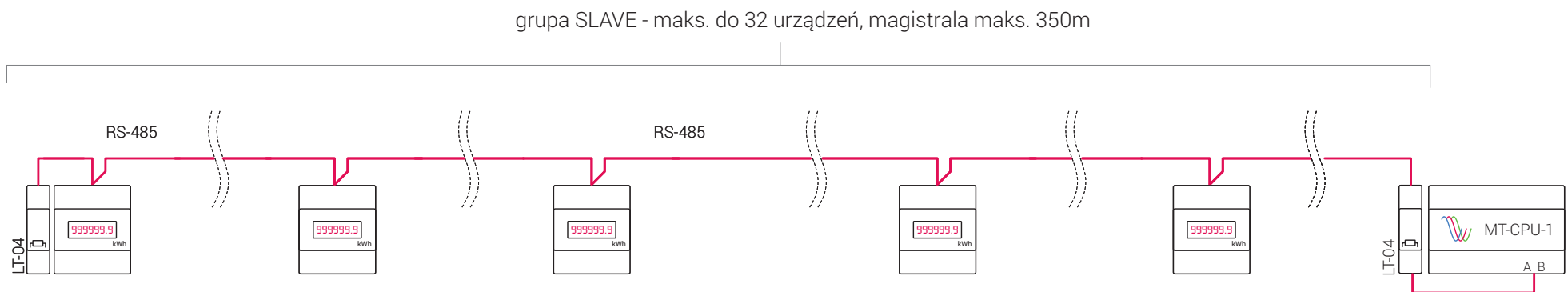
ATC-863



Sieć komunikacyjna RS-485

Budowa sieci

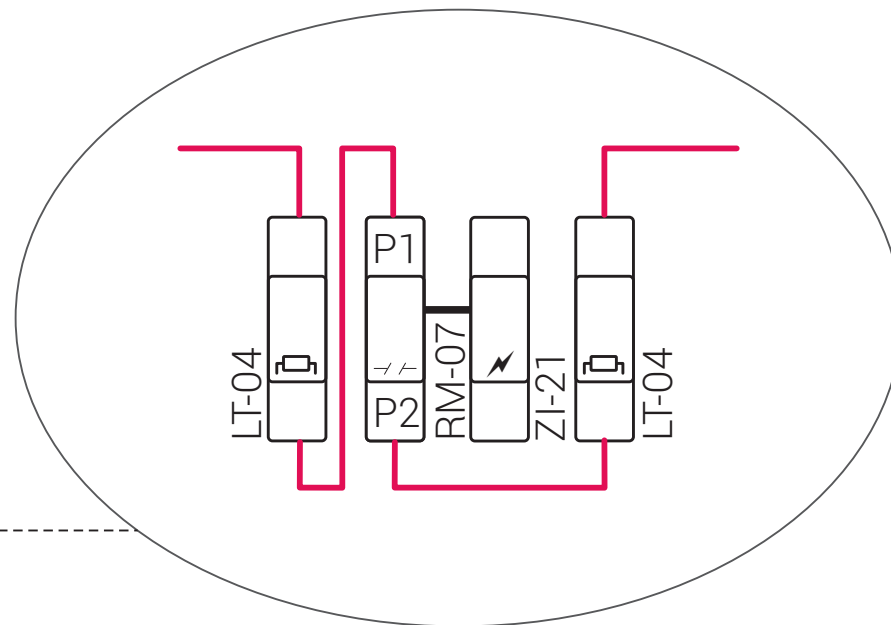
- 1 gałąź
- gałąź zamknięta modułami LT-04
- podłączenie do MT-CPU-1 bezpośrednio poprzez port RS
- LT-04 w układzie terminacji



Sieć komunikacyjna RS-485

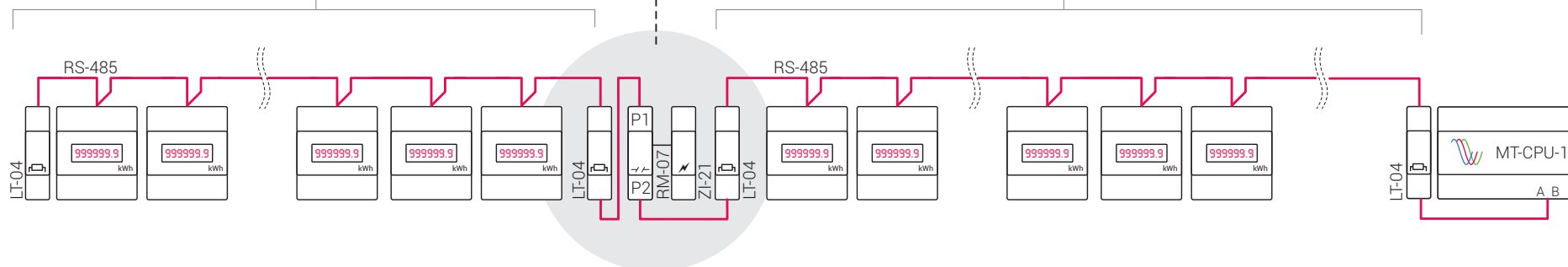
Budowa sieci

- 1 gałąź / 2 grupy (powyżej 32 urządzeń w gałęzi)
- grupa zamknięta modułami LT-04
- separacja grup za pomocą modułu RM-07 (strona zasilania P1 w grupie dalszej)
- podłączenie do MT-CPU-1 bezpośrednio poprzez port RS
- LT-04 w układzie terminacji



grupa SLAVE - maks. do 32 urządzeń, magistrala maks. 350m

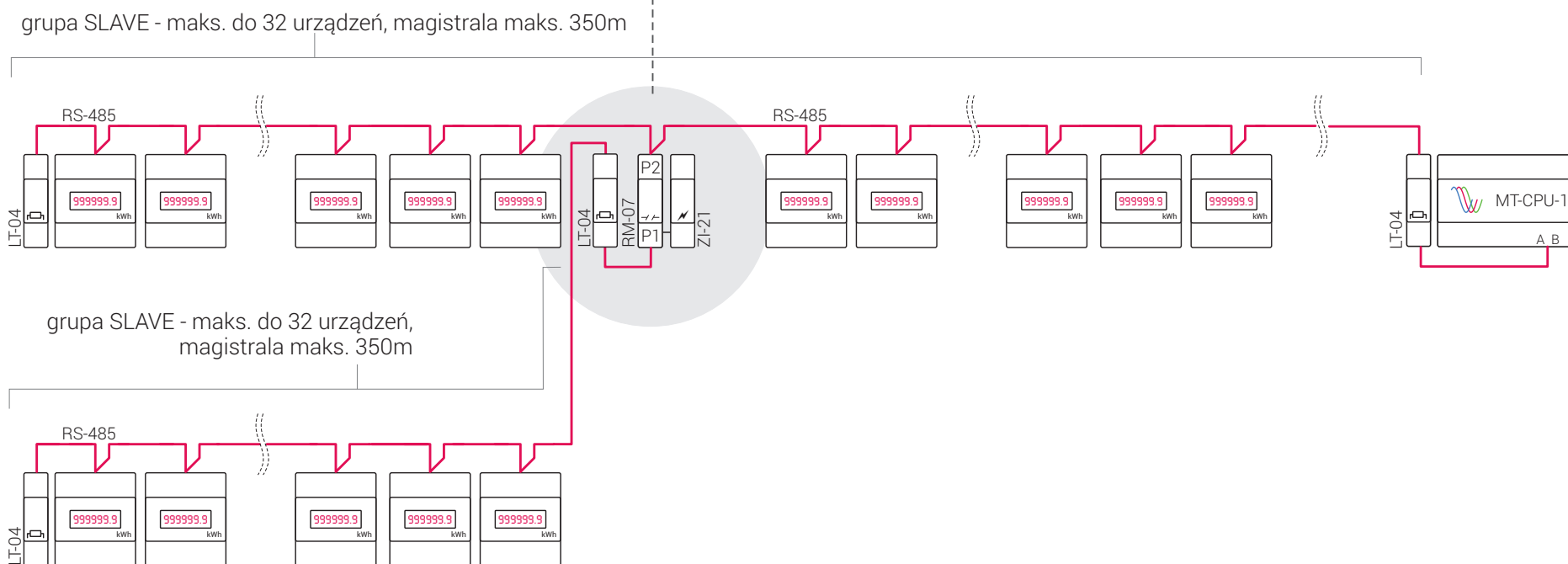
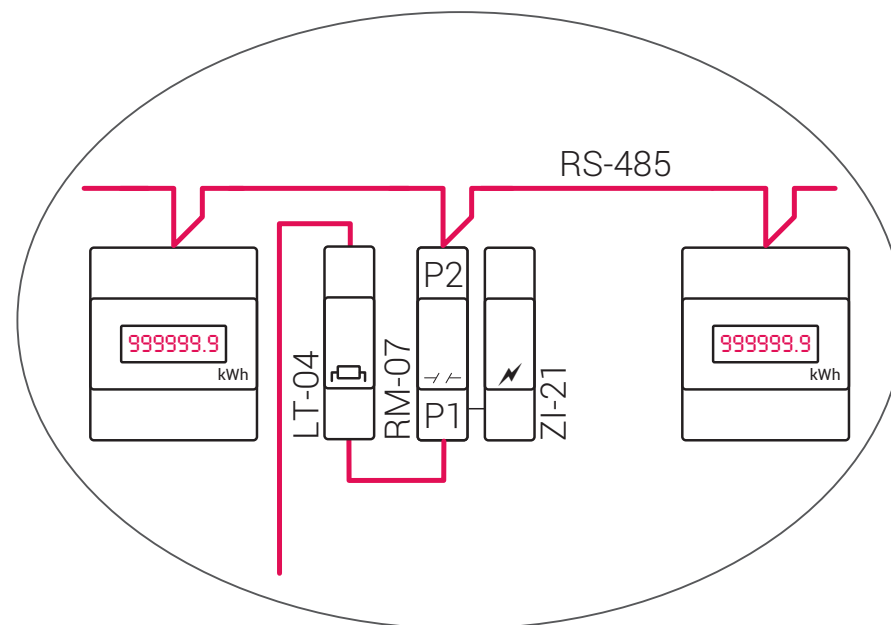
grupa SLAVE - maks. do 32 urządzeń, magistrala maks. 350m



Sieć komunikacyjna RS-485

Budowa sieci

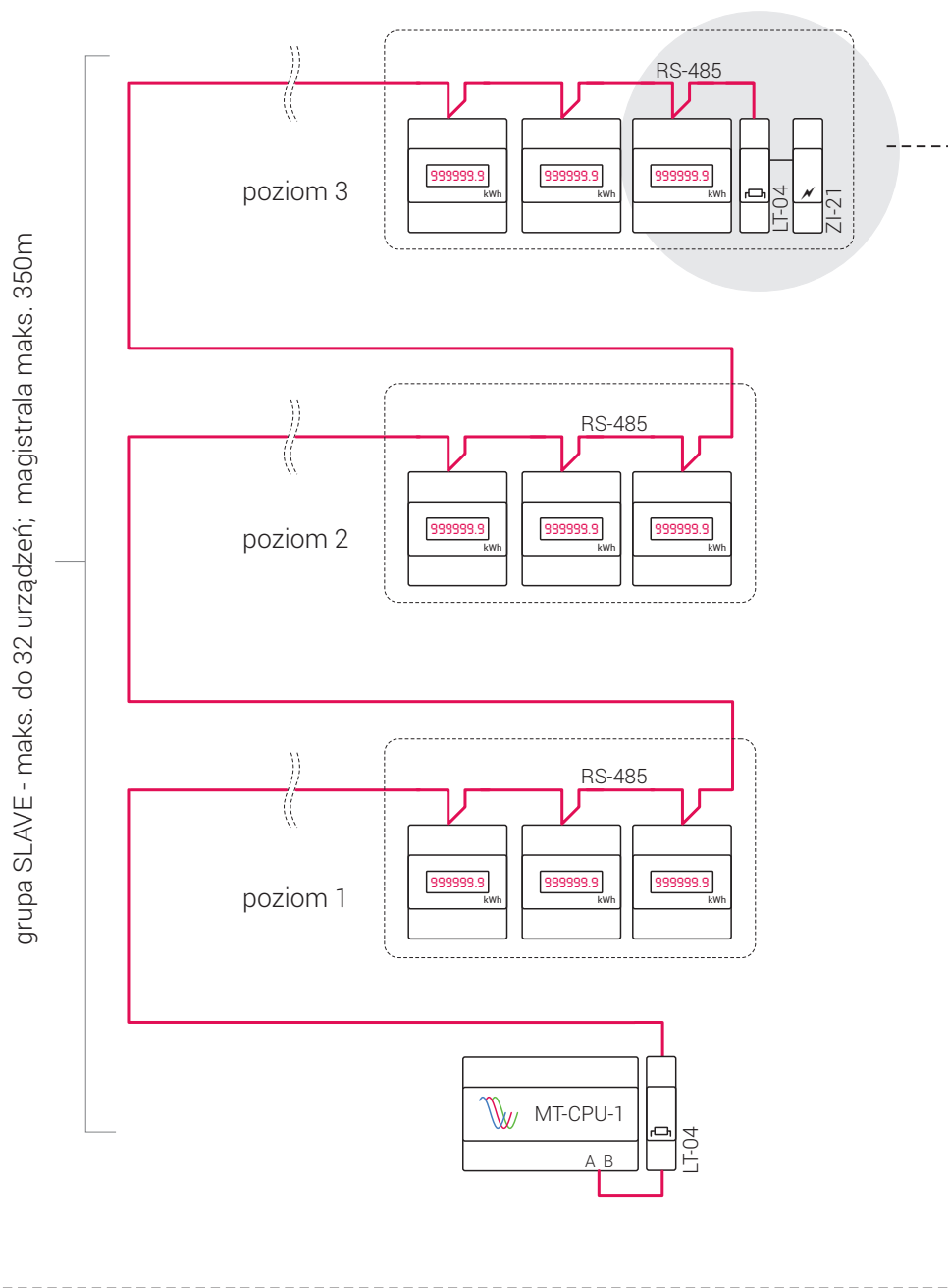
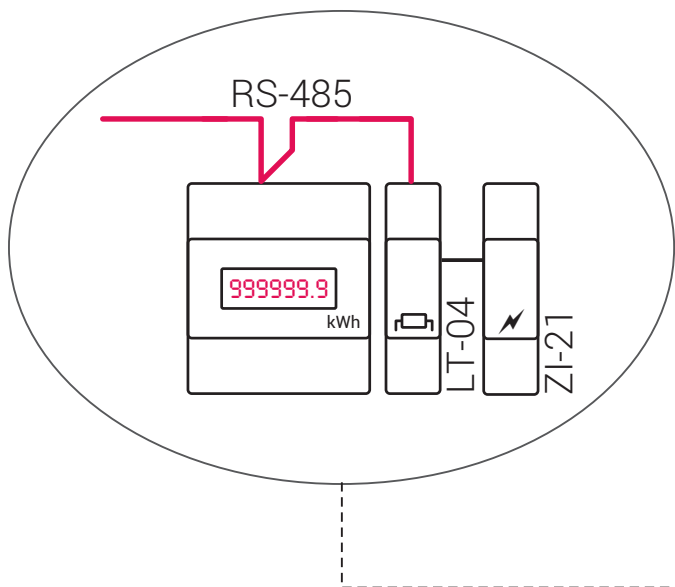
- 1 gałąź / 2 grupy (powyżej 32 urządzeń w grupie)
- każda grupa zamknięta modułami LT-04
- rozgałęzienie za pomocą modułu RM-07 (strona zasilania P1 w grupie dołączanej)
- podłączenie do MT-CPU-1 bezpośrednio poprzez port RS



Sieć komunikacyjna RS-485

Budowa sieci

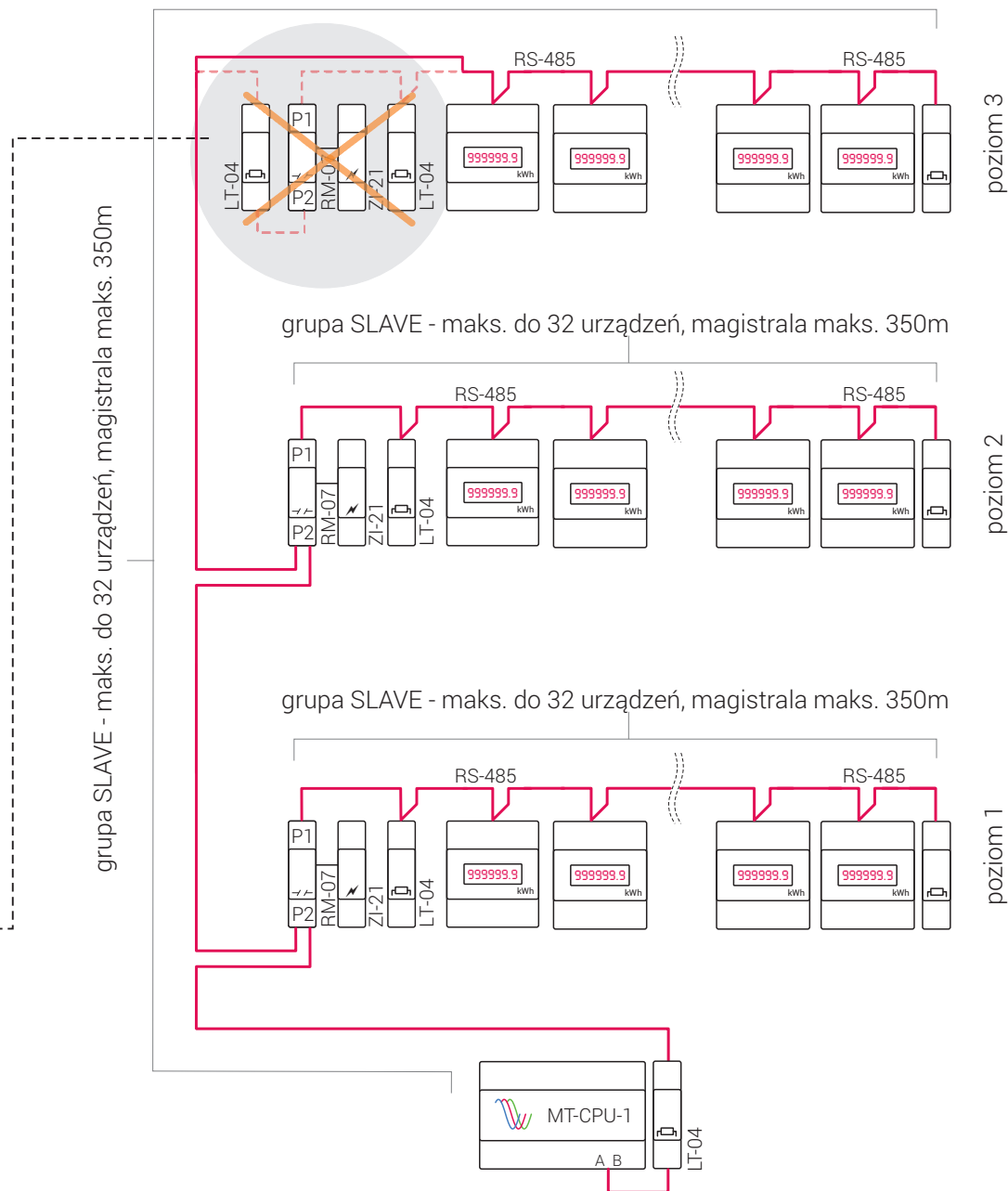
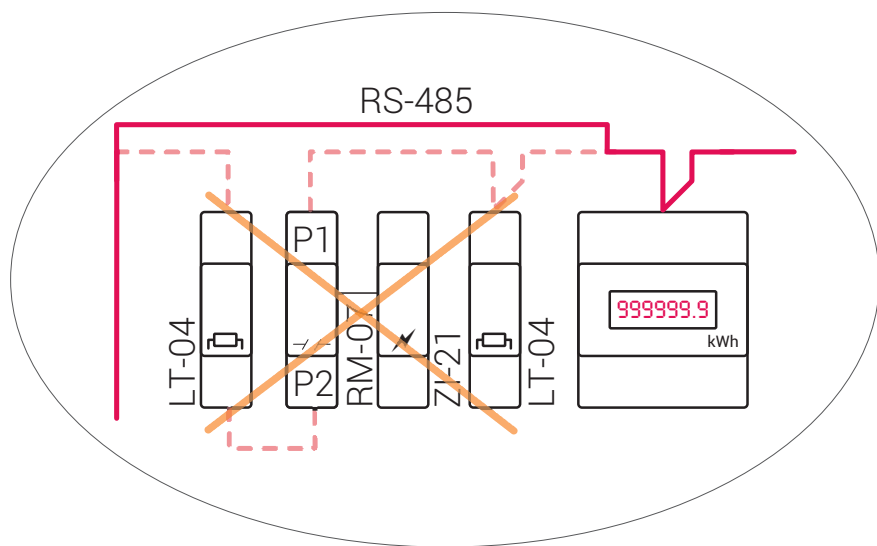
- 3 poziomy / 1 gałąź
- gałąź zamknięta modułami LT-04
- podłączenie do MT-CPU-1 bezpośrednio poprzez port RS
- LT-04 w układzie wzmacnienia sygnałowego (+ zasilacz ZI-21 na końcu linii)



Sieć komunikacyjna RS-485

Budowa sieci

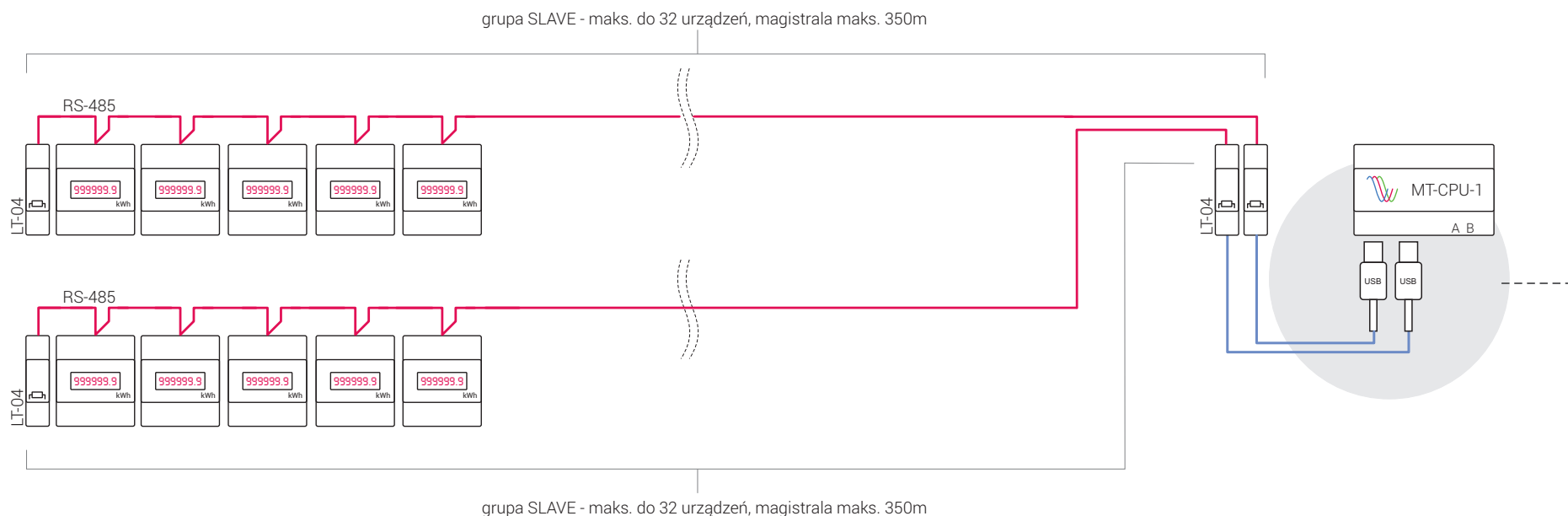
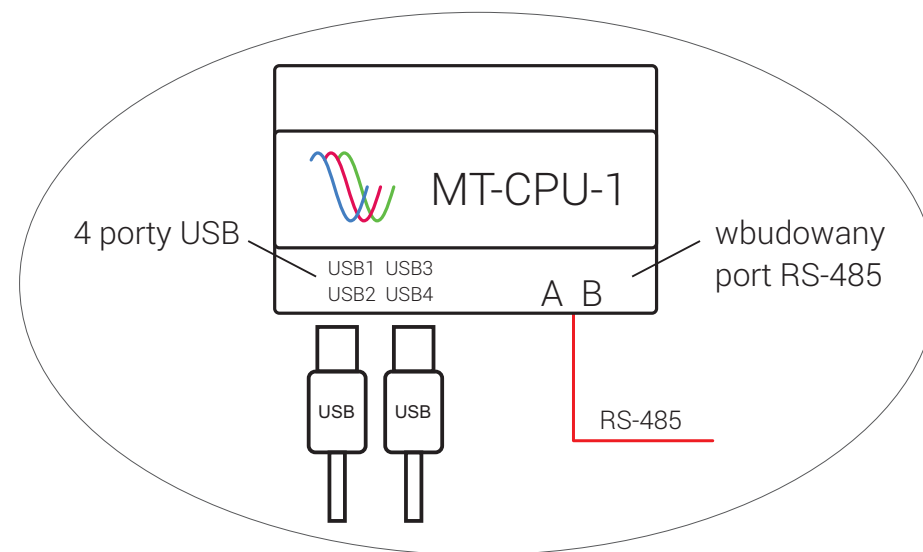
- 3 poziomy / 3 gałęzie
- do 32 urządzeń w gałęzi
- UWAGA! Poziom 3: grupa bez modułu MR-07; bezpośrednie połączenie magistrali do portu serwera ze względu na konieczność „dociążenia” magistrali
- poziom 1 i 2: każda gałąź zamknięta modułami LT-04
- poziom 1 i 2: każda gałąź zamknięta separatorem RM-07
- gałęzie 1 i 2 połączone zewnętrzną magistralą RS wraz z gałęzią 3 z terminacją modułami LT-04
- podłączenie do MT-CPU-1 bezpośrednio do port RS



Sieć komunikacyjna RS-485

Budowa sieci

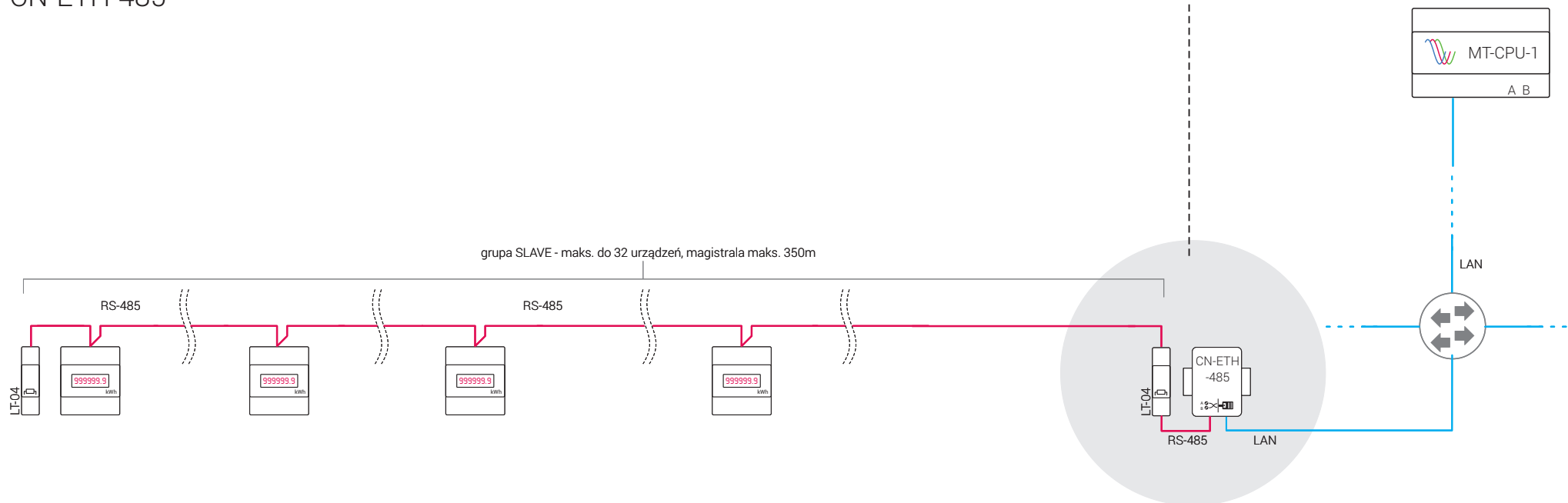
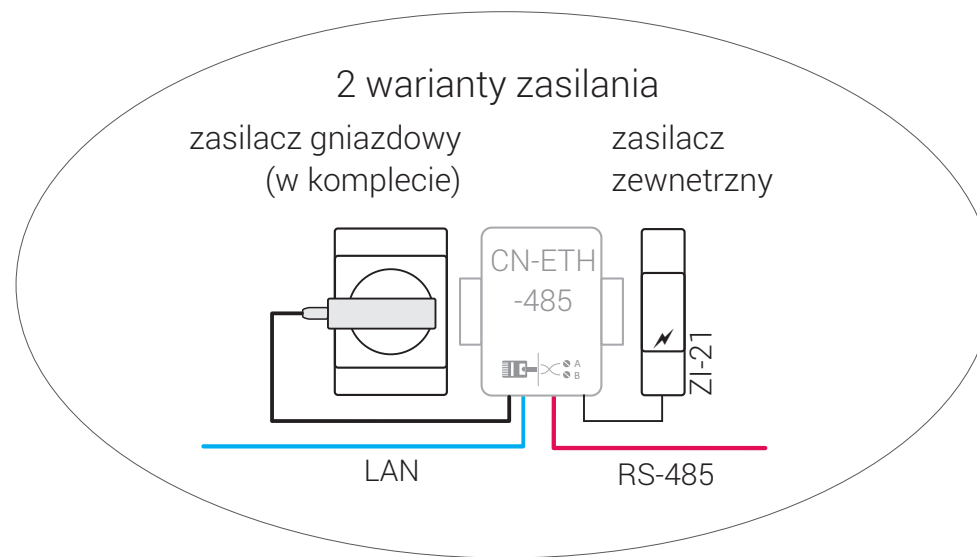
- 2 gałęzie
- do 32 urządzeń w gałęzi
- każda gałąź zamknięta modułami LT-04
- podłączenie do MT-CPU-1 do portów USB serwera
- możliwość podłączenia jednej gałęzi bezpośrednio pod port RS-485 serwera



Sieć komunikacyjna RS-485

Budowa sieci

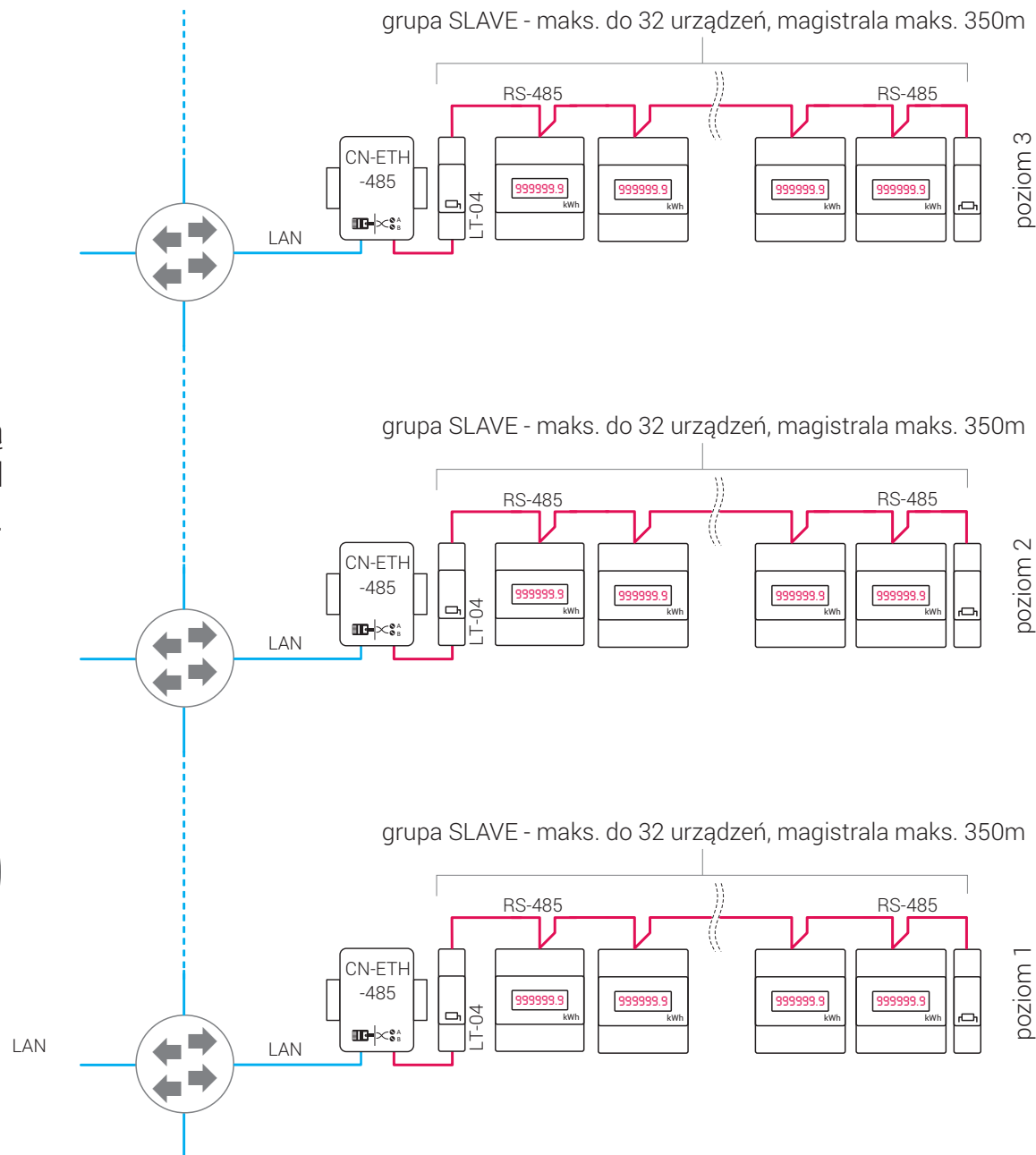
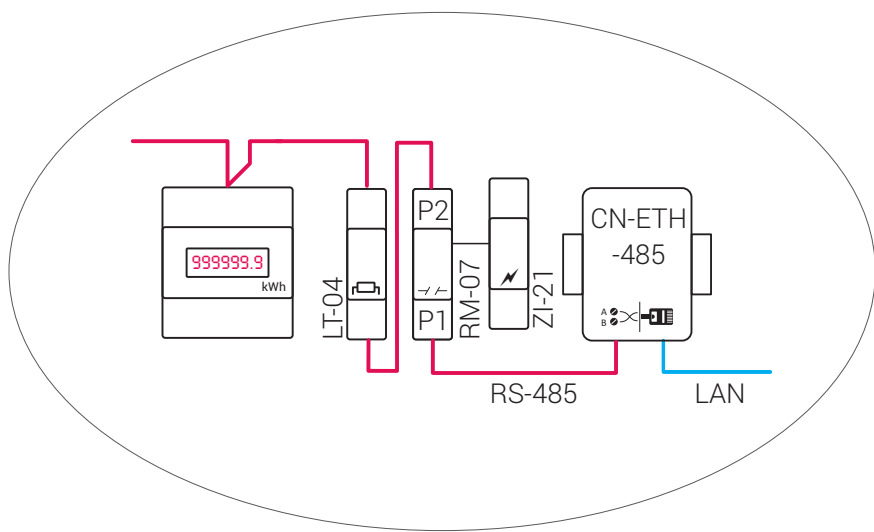
- 1 gałąź
- gałąź zamknięta modułami LT-04
- połączenie do MT-CPU-1 poprzez konwertery LAN CN-ETH-485



Sieć komunikacyjna RS-485

Budowa sieci

- 3 poziomy / 3 gałęzie
- każda gałąź zamknięta modułami LT-04
- podłączenie do MT-CPU-1 poprzez konwertery LAN CN-ETH-485
- separacja sieci LAN od grupy liczników za pomocą modułu RM-07. ZALECANE! Ochrona przed przebiciem wysokiego napięcia na sieć LAN. Szczególnie przy licznikach 3F.



Sieć komunikacyjna RS-485

Budowa sieci

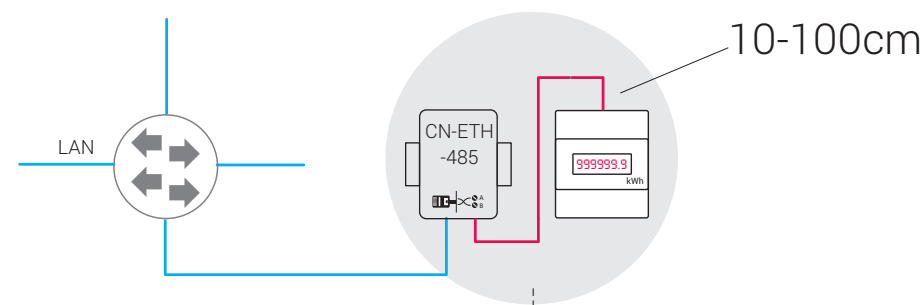
Przykłady zamykania gałęzi konwerterem LAN

Opcja 1: Połączenie bez terminacji.

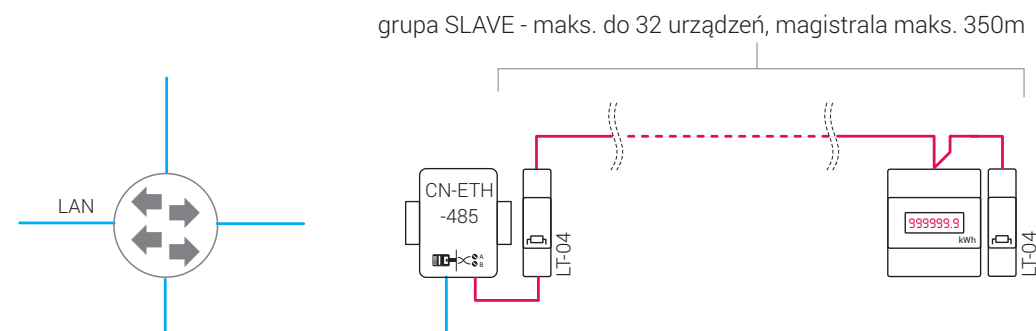
Często można pominąć terminacje przy niedługich przewodach komunikacyjnych. Zdarza się, że nawet na przewodzie do kilku metrów jeden SLAVE pracuje prawidłowo, nawet do kilku sztuk. Jednak wtedy z zasady zaleca się wykonywanie terminacji.

Przy krótkim przewodzie w razie problemów komunikacyjnych można spróbować zastosować terminację z jednej strony - na końcu linii (LT-04 lub rezystor 120Ω)

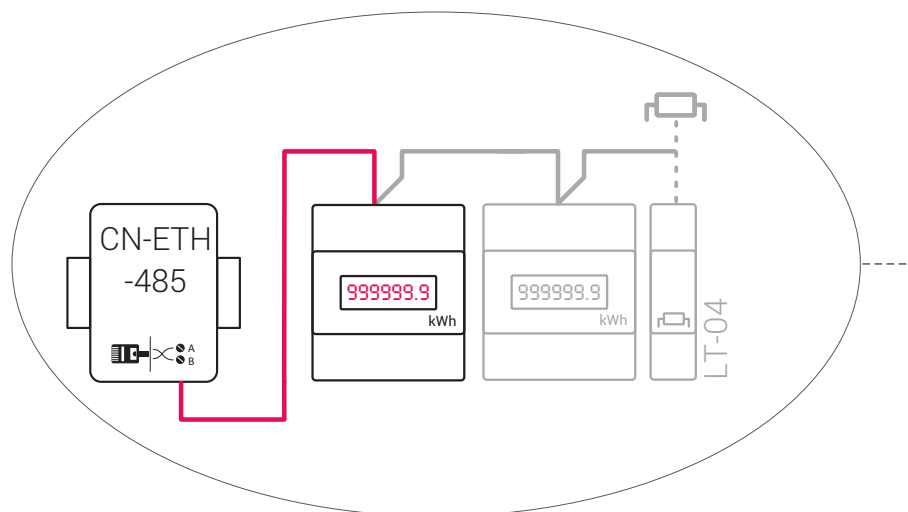
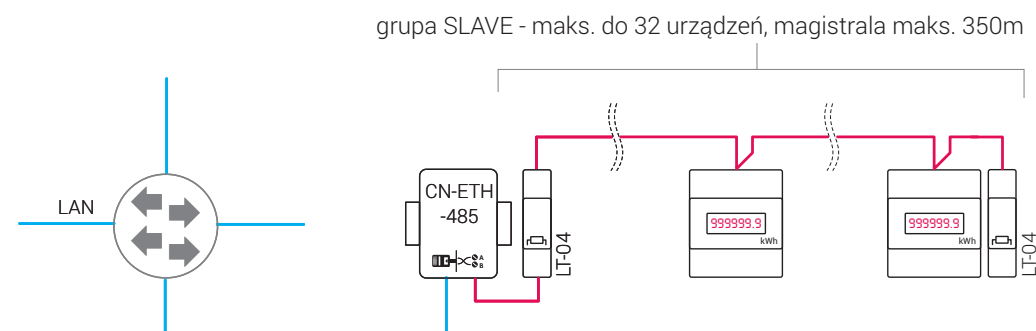
1. Połączenie „krótkie” bez terminacji



2. Pojedynczy SLAVE na długiej magistrali



3. Grupa SLAVE na magistrali

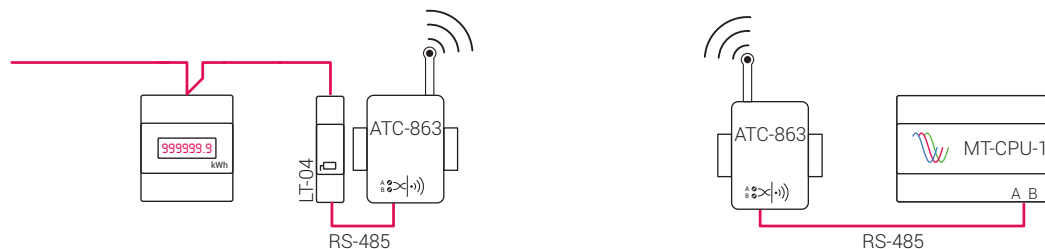


Sieć komunikacyjna RS-485

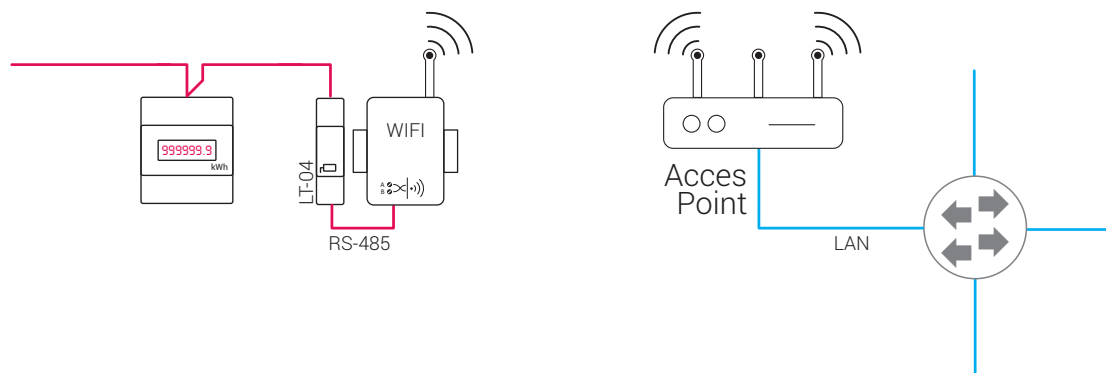
Budowa sieci

Przykłady komunikacji bezprzewodowej po stronie sieci RS-485 oraz LAN.

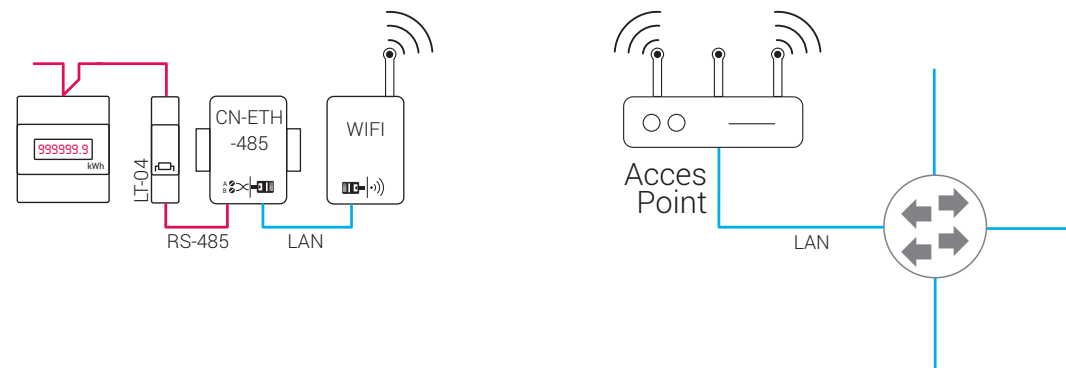
1. Radiomodemy - most RS-485



2. Konwerter RS-485/WIFI



3. Konwerter RS-485/LAN + WIFI



Sieć komunikacyjna RS-485

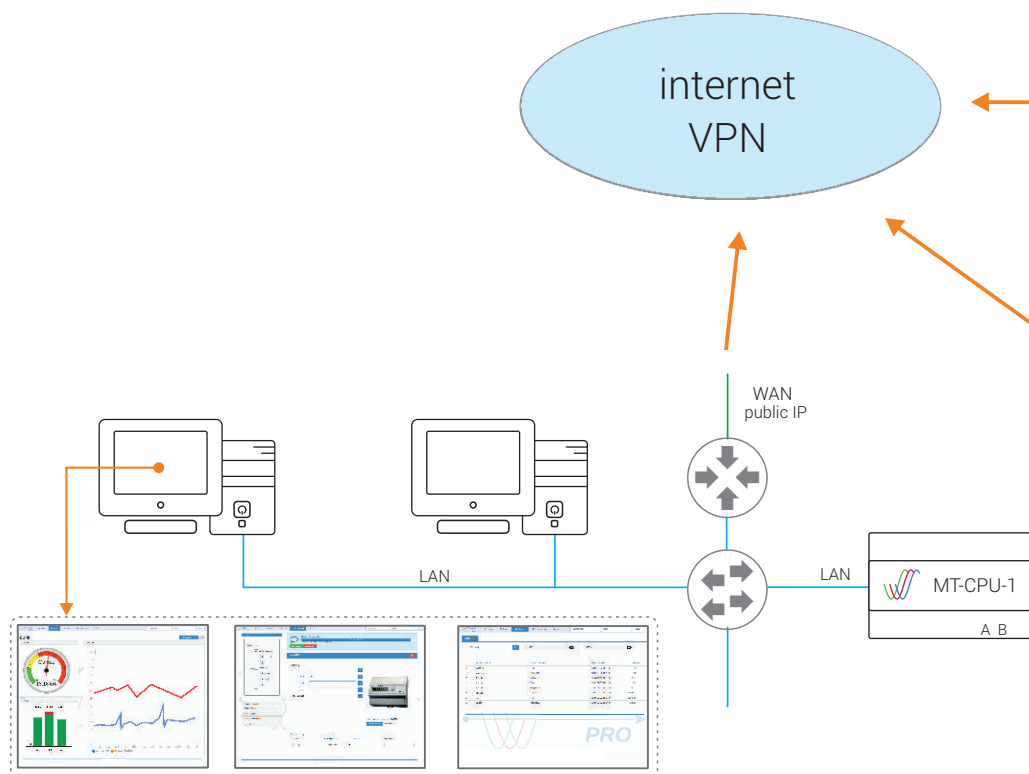
Budowa sieci

Komunikacja GPRS

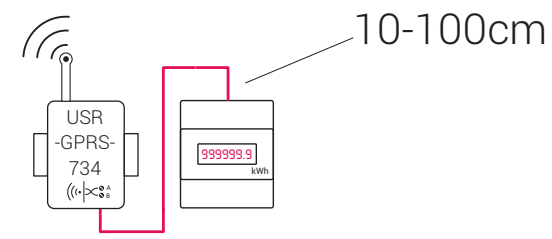
Modemy GSM pracują w trybie CLIENT.

Serwer MT-CPU-1 pracuje w trybie SERVER.

Wymagany jest publiczny adres IP dla lokalizacji z serwerem MT-CPU-1 lub sieć VPN.

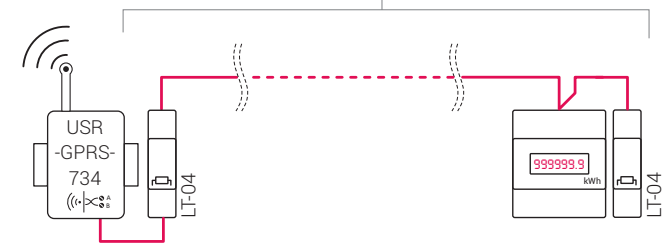


1. Połączenie „krótkie” bez terminacji



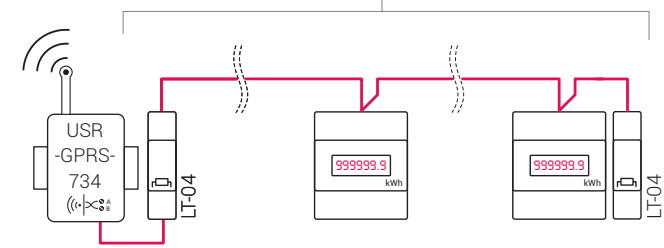
2. Pojedynczy SLAVE na długiej magistrali

grupa SLAVE - maks. do 32 urządzeń, magistrala maks. 350m



3. Grupa SLAVE na magistrali

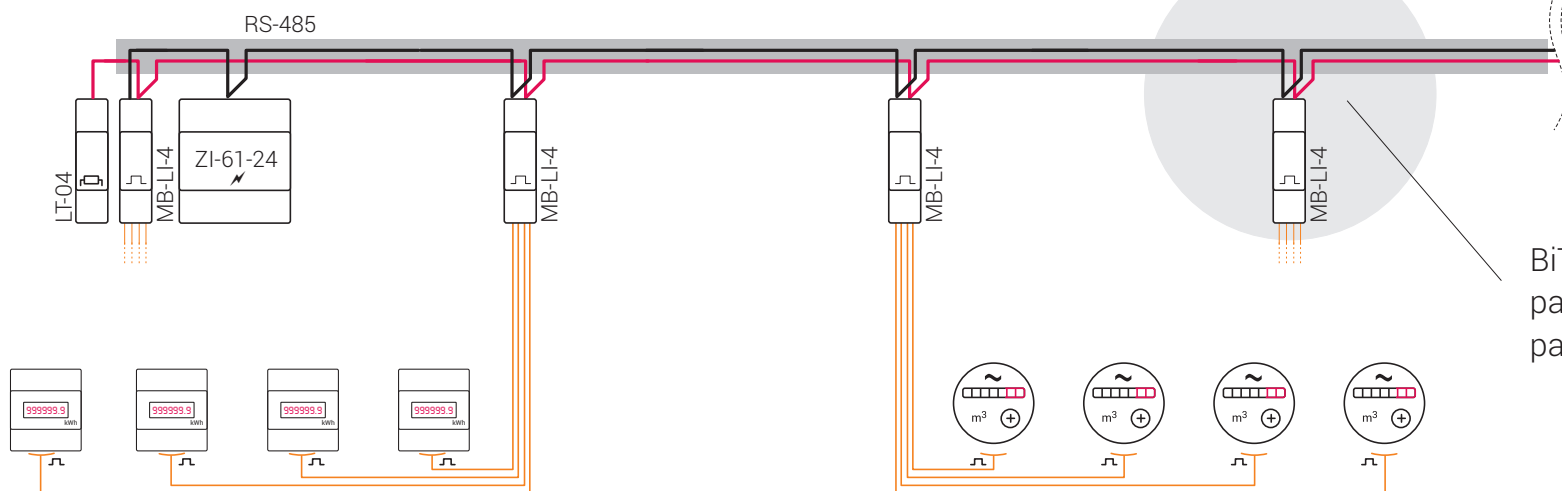
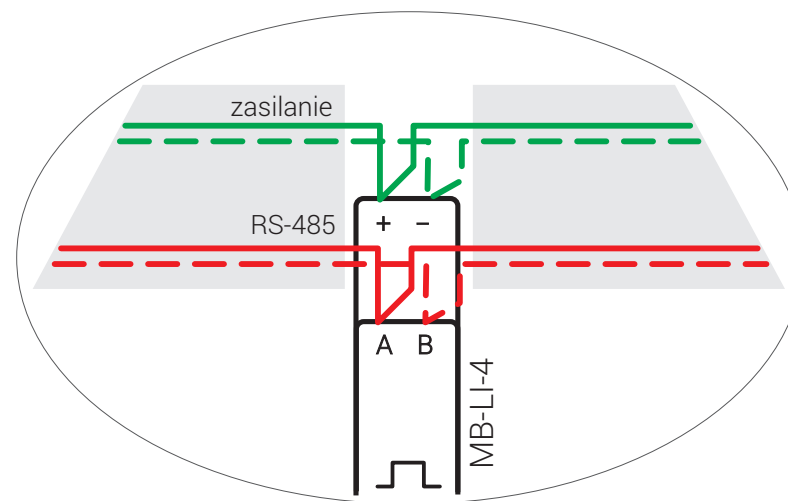
grupa SLAVE - maks. do 32 urządzeń, magistrala maks. 350m



Sieć komunikacyjna RS-485

Wyjście impulsowe + moduł MB-LI-4

- wyjścia impulsowe podłączone do modułów impulsowych MB-LI-4Lo z wyjściem modbus
- wyjścia impulsowe: kontaktronowe lub typu „otwarty kolektor”
- 4 niezależne kanały pomiarowe

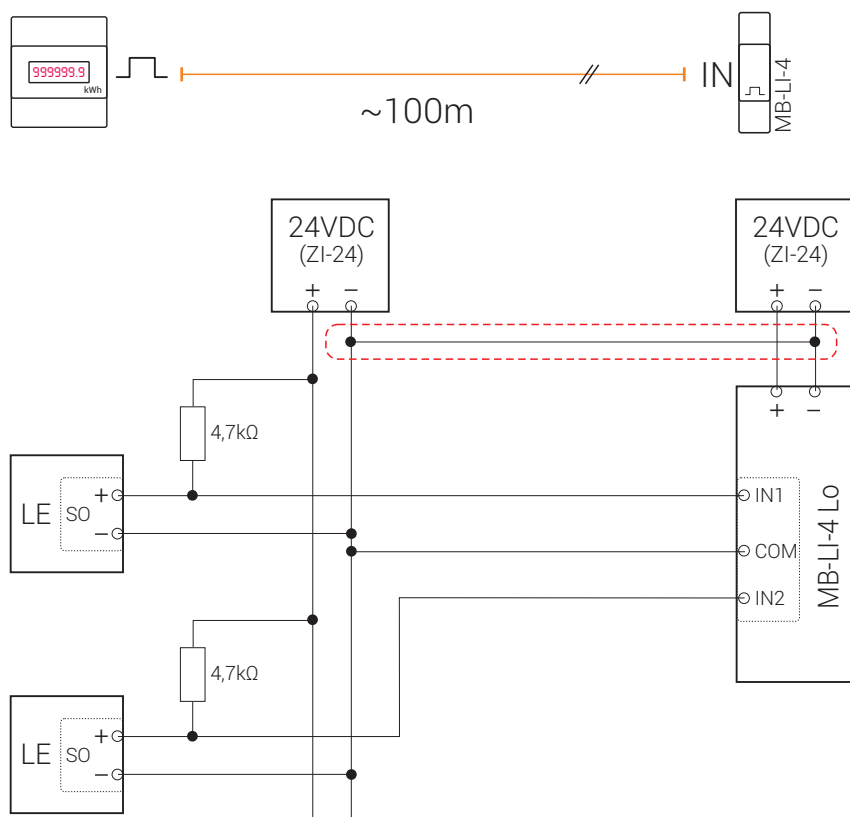


BiTsensor_PE-PVC_Blue_2x2x22AWG
para 1 - komunikacja RS-485
para 2 - zasilanie

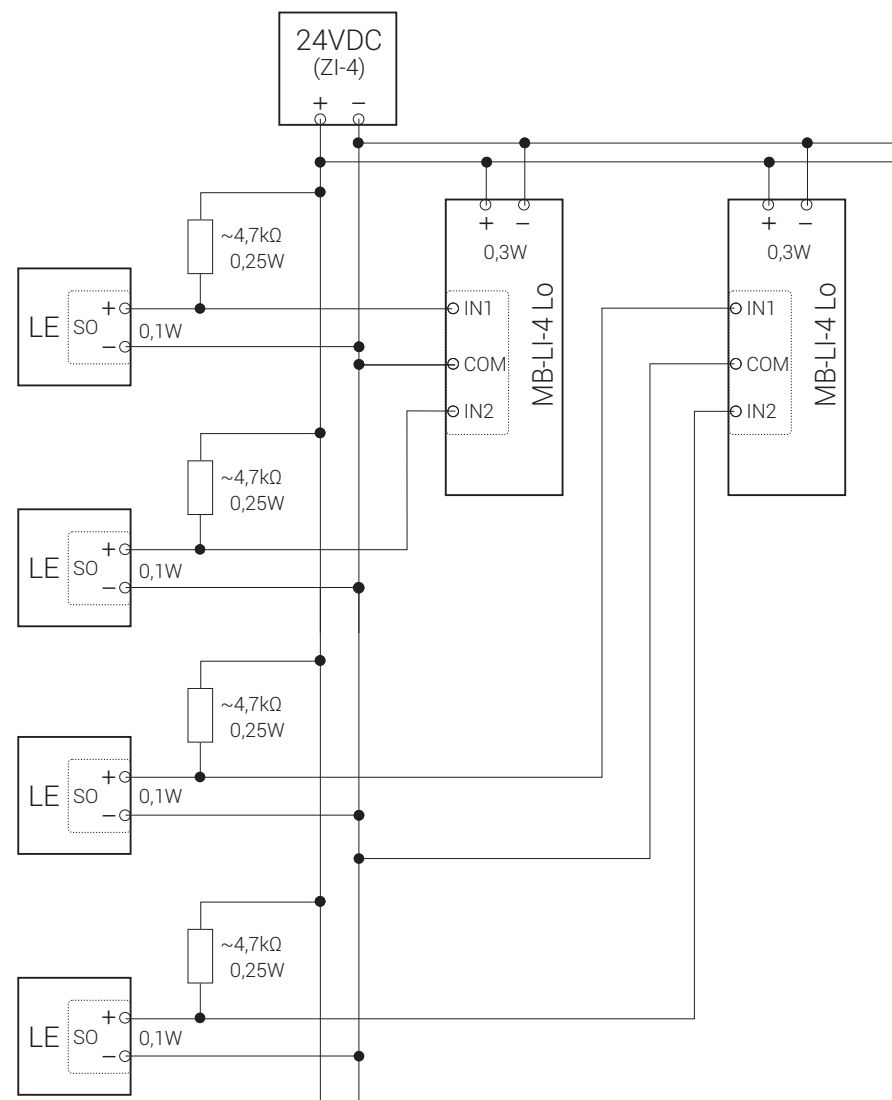
Sieć komunikacyjna RS-485

Wyjście impulsowe SO liczników energii
Otwarty kolektor (Open Collector)

+ moduł MB-LI-4



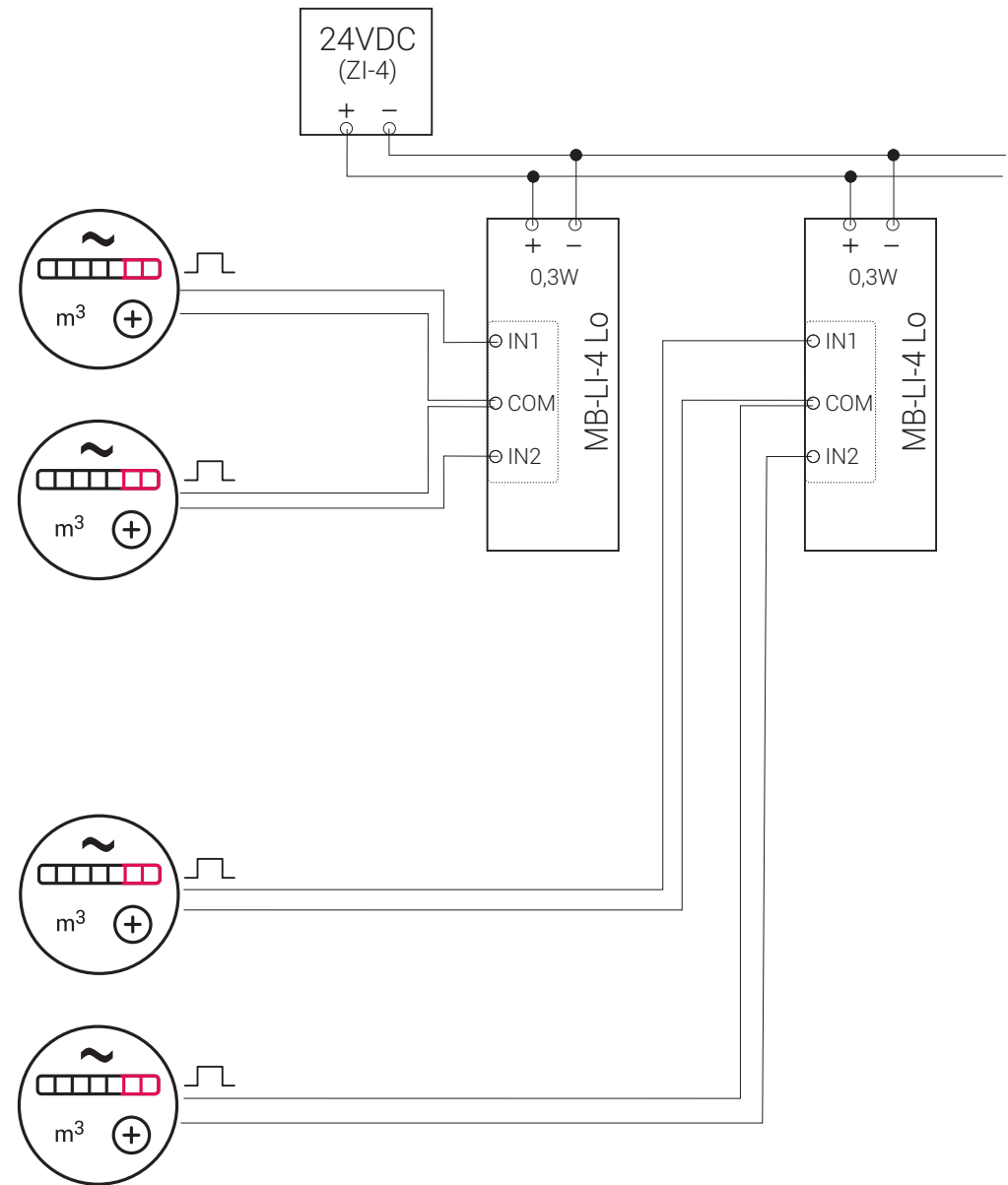
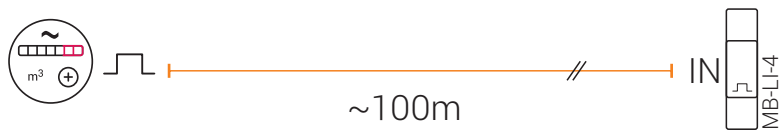
układ oddzielnego zasilania



układ wspólnego zasilania

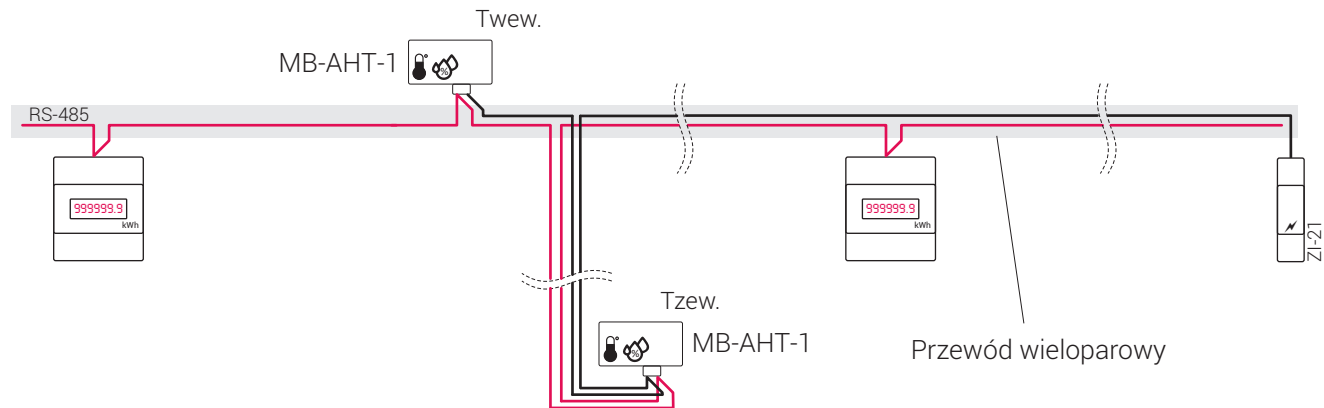
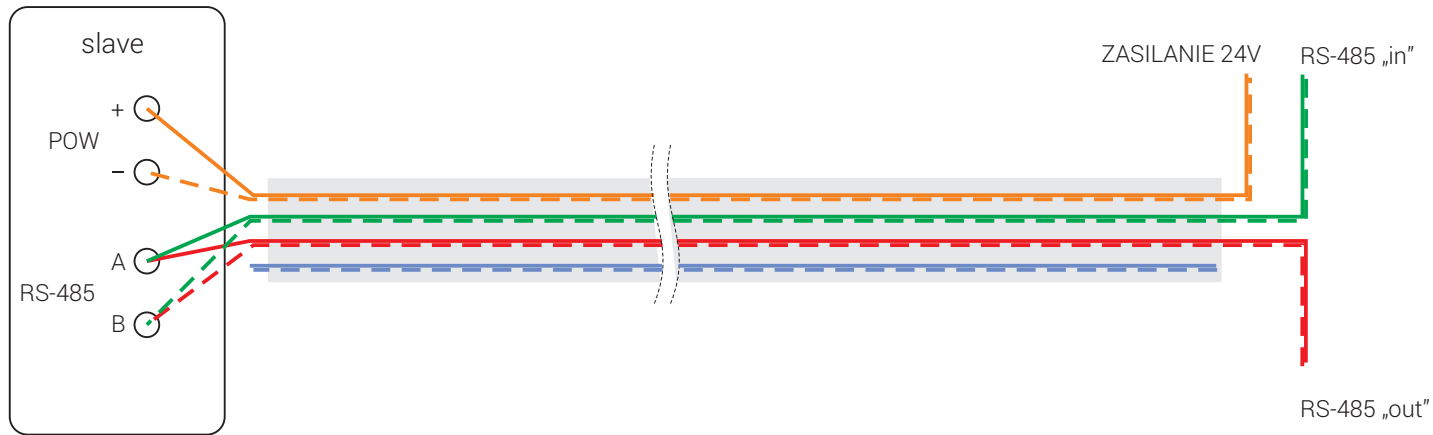
Sieć komunikacyjna RS-485

Wyjście impulsowe liczników wody
 Kontaktron
 + moduł MB-LI-4



Sieć komunikacyjna RS-485

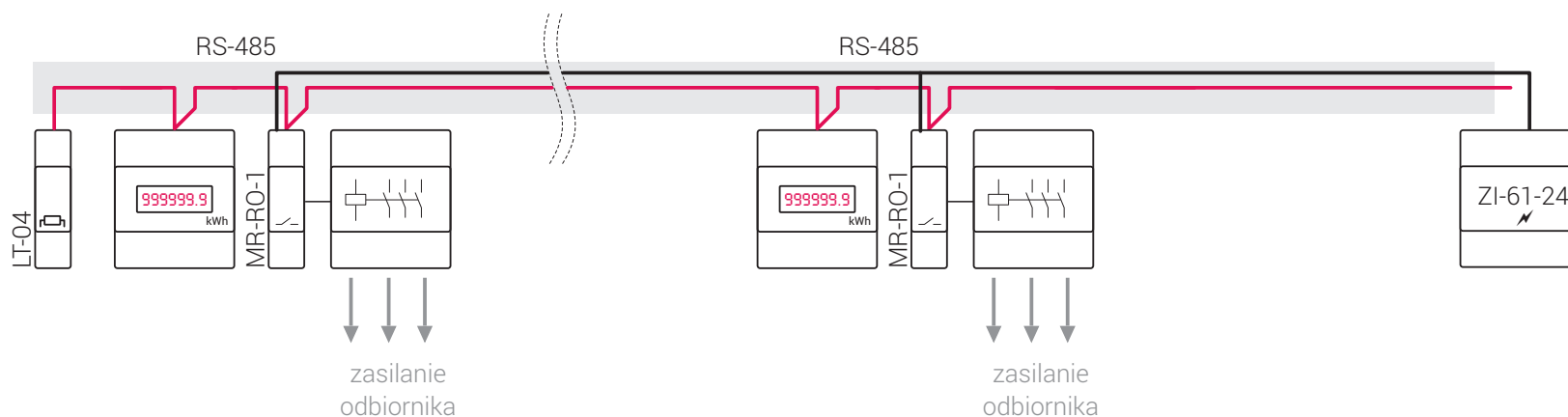
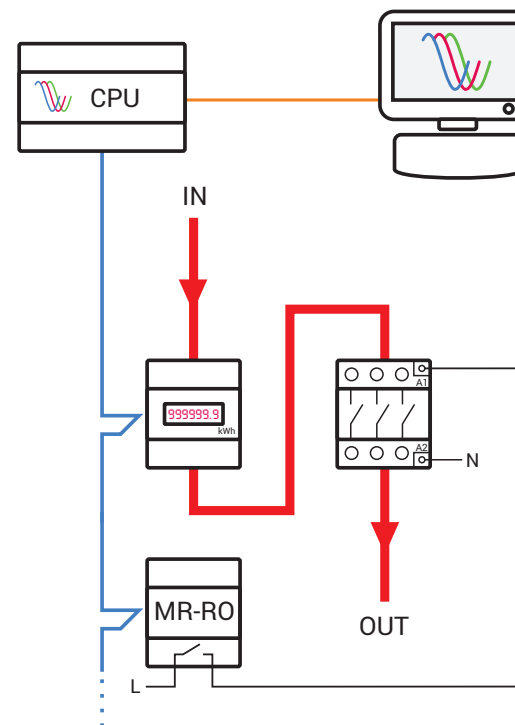
Wykorzystanie przewodu wieloparowego



Sieć komunikacyjna RS-485

Sterowanie wyjściami

Przykład kontroli zasilania w funkcji "prepaid" lub „strażnika mocy” za pomocą styczników sterowanych modułami rozszerzeń MR-RO-1 lub MR-RO-4



Sieć komunikacyjna Mbus

Topologia sieci

Specyfikacja M-Bus składa się z:

- * protokołu komunikacyjnego – warstwa aplikacyjna tego protokołu pochodzi z normy EN1434-3.
- * interfejsu elektrycznego (36V) – z tego powodu jest konieczny konwerter sprzętowy.

M-Bus musi zapewnić podłączenie dużej ilości urządzeń (do kilkuset) na odległość kilku kilometrów. Typową właściwością jest niezbyt częste odczytywanie mierzonych wartości z niskimi wymogami na odzewy w czasie rzeczywistym - szybkość transmisji waha się w granicach od 300 do 9600 kbps.

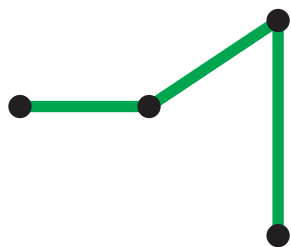
Magistrala oparta o M-Bus spełnia dodatkowe wymagania, takie jak zdalne zasilanie modułu komunikacyjnego uczestniczącego w transmisji, tak by transmisja nie obciążała głównego modułu zliczającego, który jest najczęściej zasilany bateryjnie.

The logo for M-Bus features a stylized blue 'M' symbol on the left, which is a square wave with a sharp peak. To its right, the text '-Bus' is written in a bold, blue, sans-serif font. The entire logo is rendered in a dark blue color.

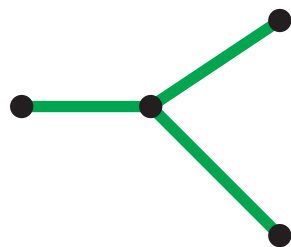
Sieć komunikacyjna Mbus

Topologia sieci

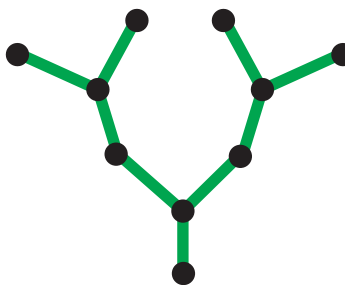
- * magistrala szeregową, w gwiazdę, drzewo, ring
- * długość nawet do kilku kilometrów
- * mała prędkość transmisji danych
- * wymaga doboru koncentratora/konwertera do liczby urządzeń i długości trasy kablowej



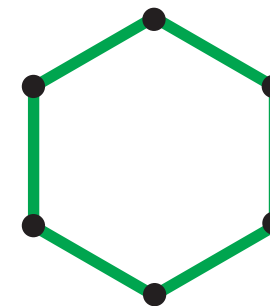
szeregową
(serial)



gwiazda
(star)



drzewo
(tree)



pierścieniowa
(ring)

Sieć komunikacyjna Mbus

Przewód

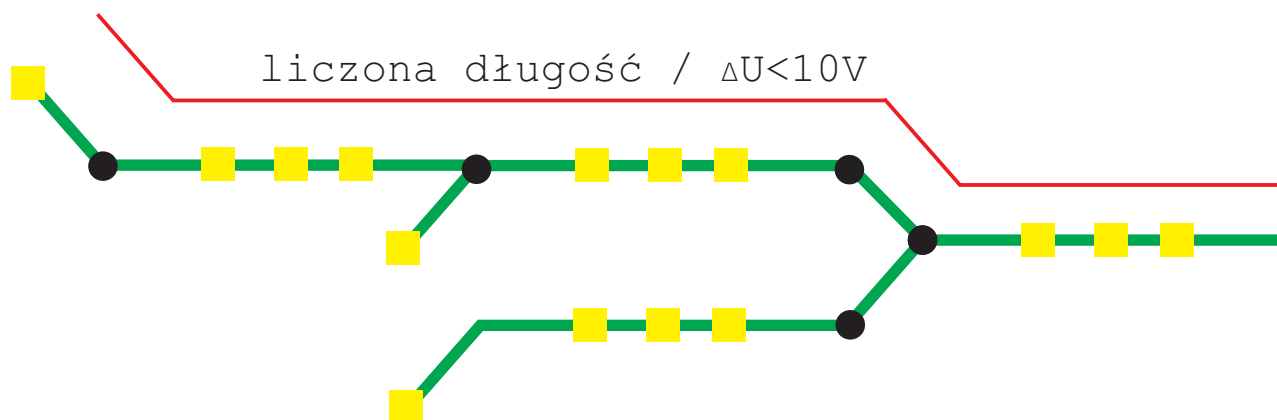
2 żyły nieparowane
impedancja 100Ω
śr. 0,8mm / 0,5mm²



przykładowy przewód:
- BITNER BiT E-BUS lub analogiczne

długość:

- * liczona od mastera do najdalszego punktu pomiarowego
- * maksymalny spadek napięcia na przewodzie wraz z odbiornikami: 10V
- * prąd znamionowy pojedynczego odbiornika ok. 1,5mA (przyjąć z zapasem 3mA)
- * do wyliczenia wykorzystać gotowe kalkulatory dostępne w internecie

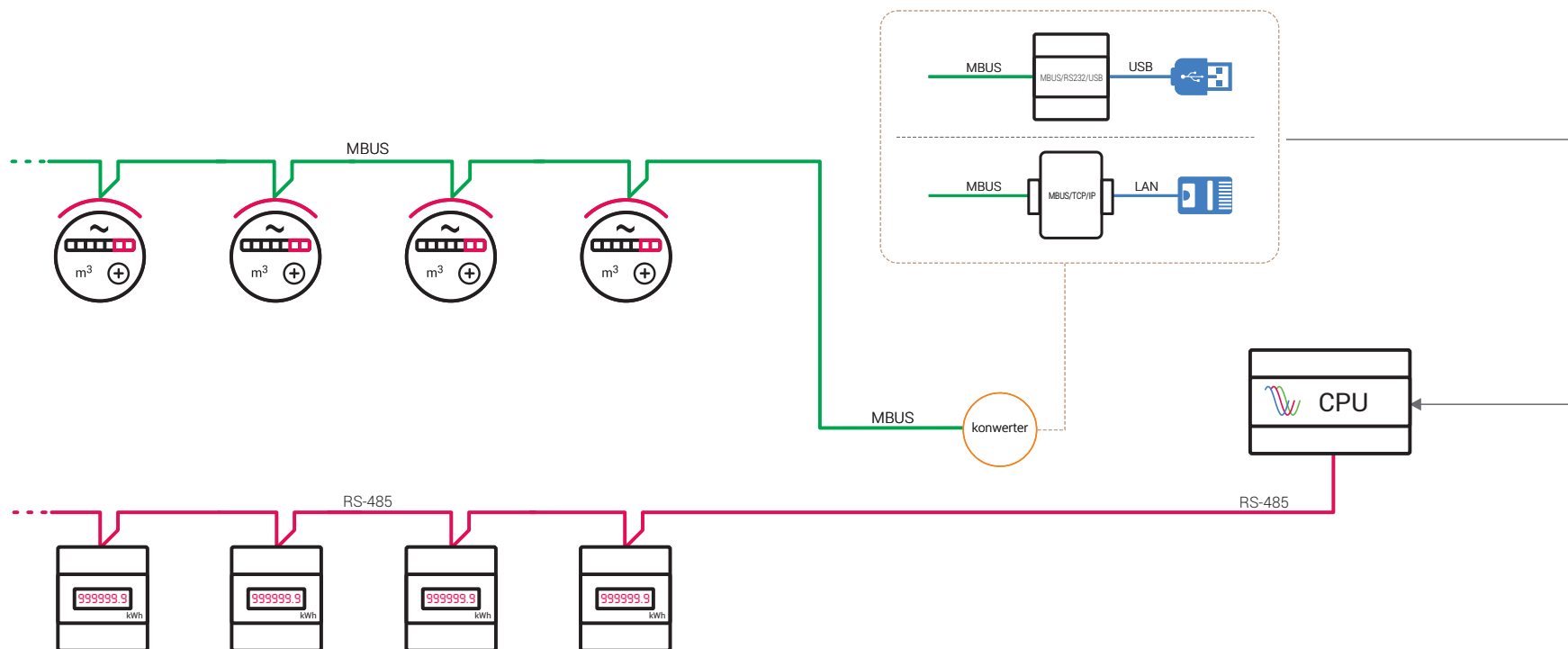


$$\Delta U = \frac{2 \cdot \ln \cdot I \cdot 100\%}{\sigma \cdot U_n \cdot s}$$

Sieć komunikacyjna RS-485

Integracje z Mbus

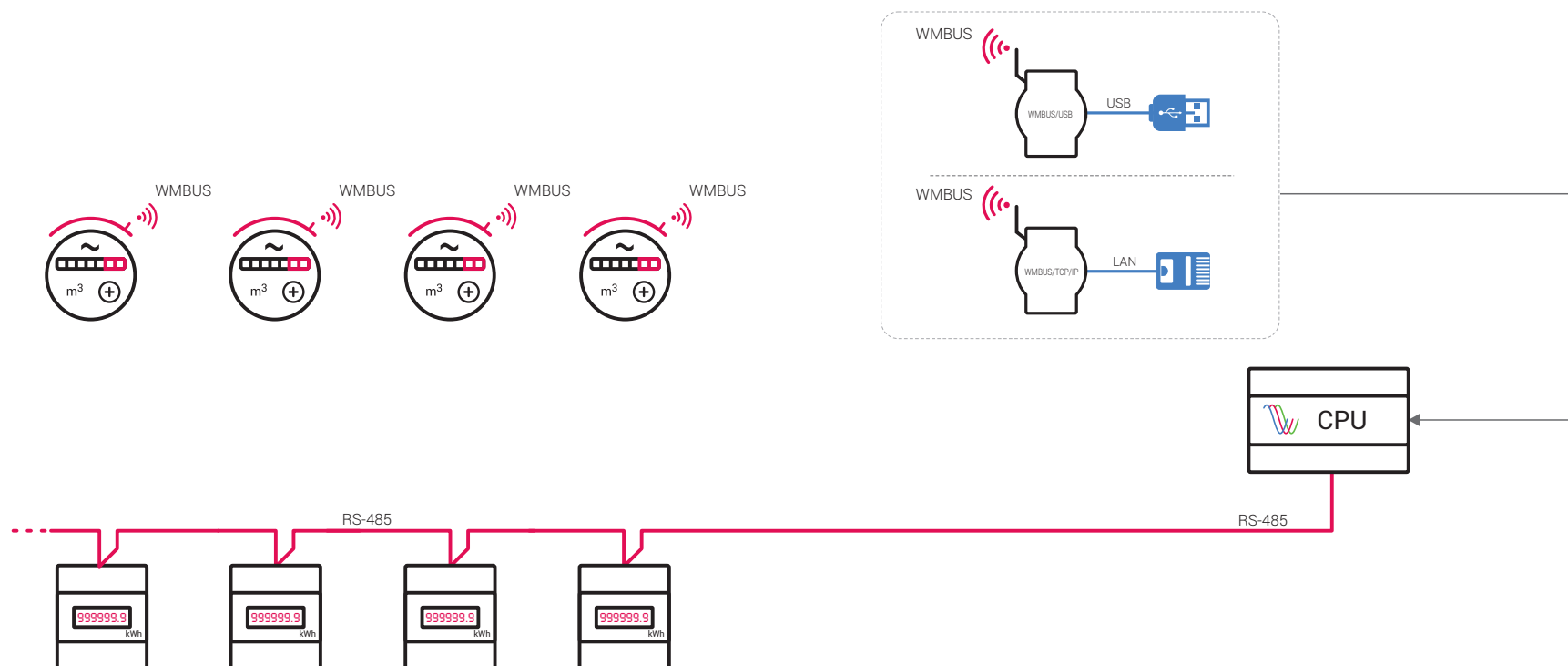
Połączenie magistrali przewodowej Mbus poprzez konwerter USB lub LAN



Sieć komunikacyjna RS-485

Integracje z Mbus

Połączenie bezprzewodowych urządzeń Mbus (WMBus) poprzez konwerter USB lub LAN

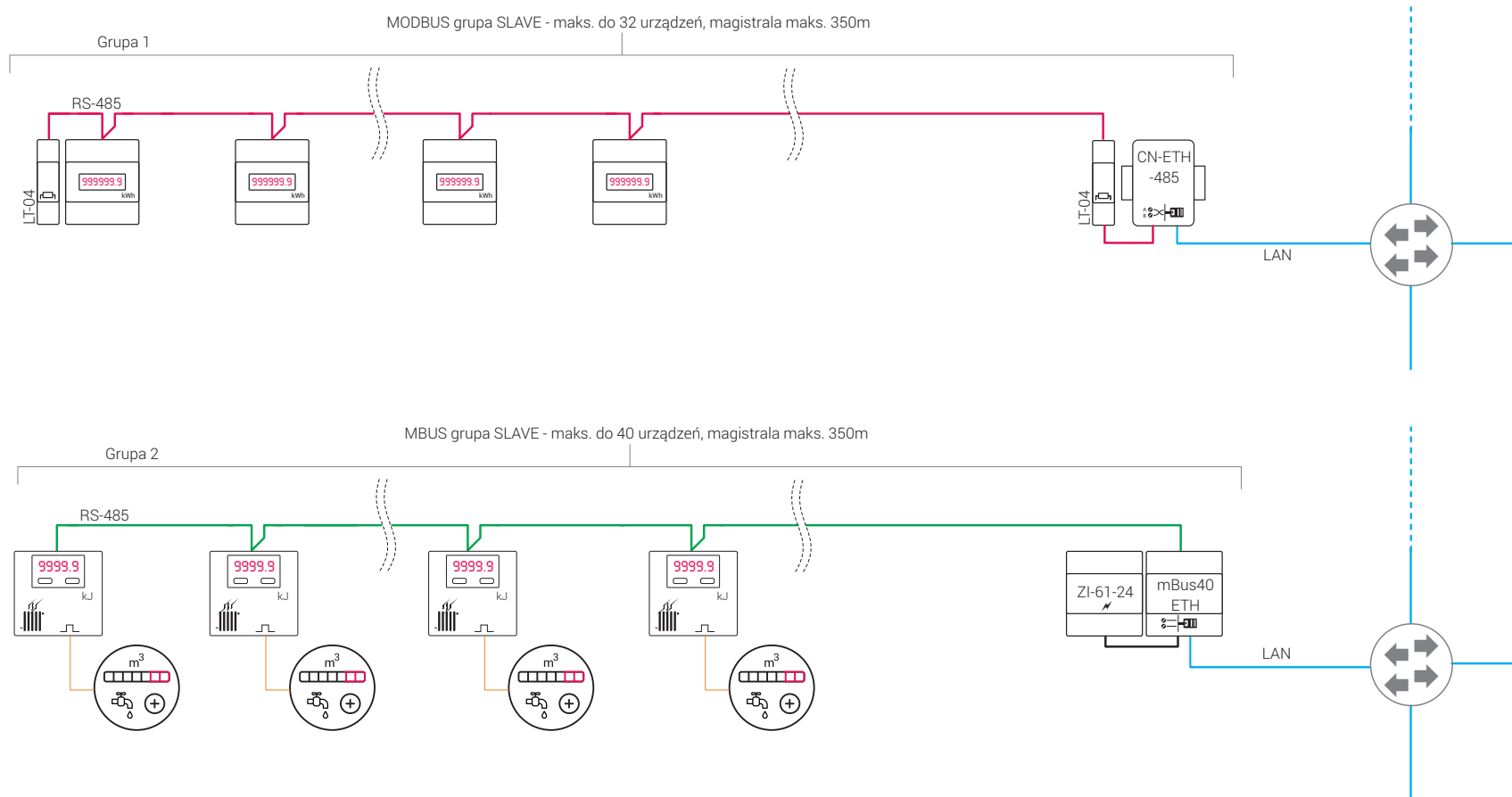


Sieć komunikacyjna RS-485

Integracje z Mbus

Przykład łączenia dwóch standardów komunikacyjnych: modbus i mbus

- osobne magistrale
- grupy urządzeń zamykane konwerterami LAN

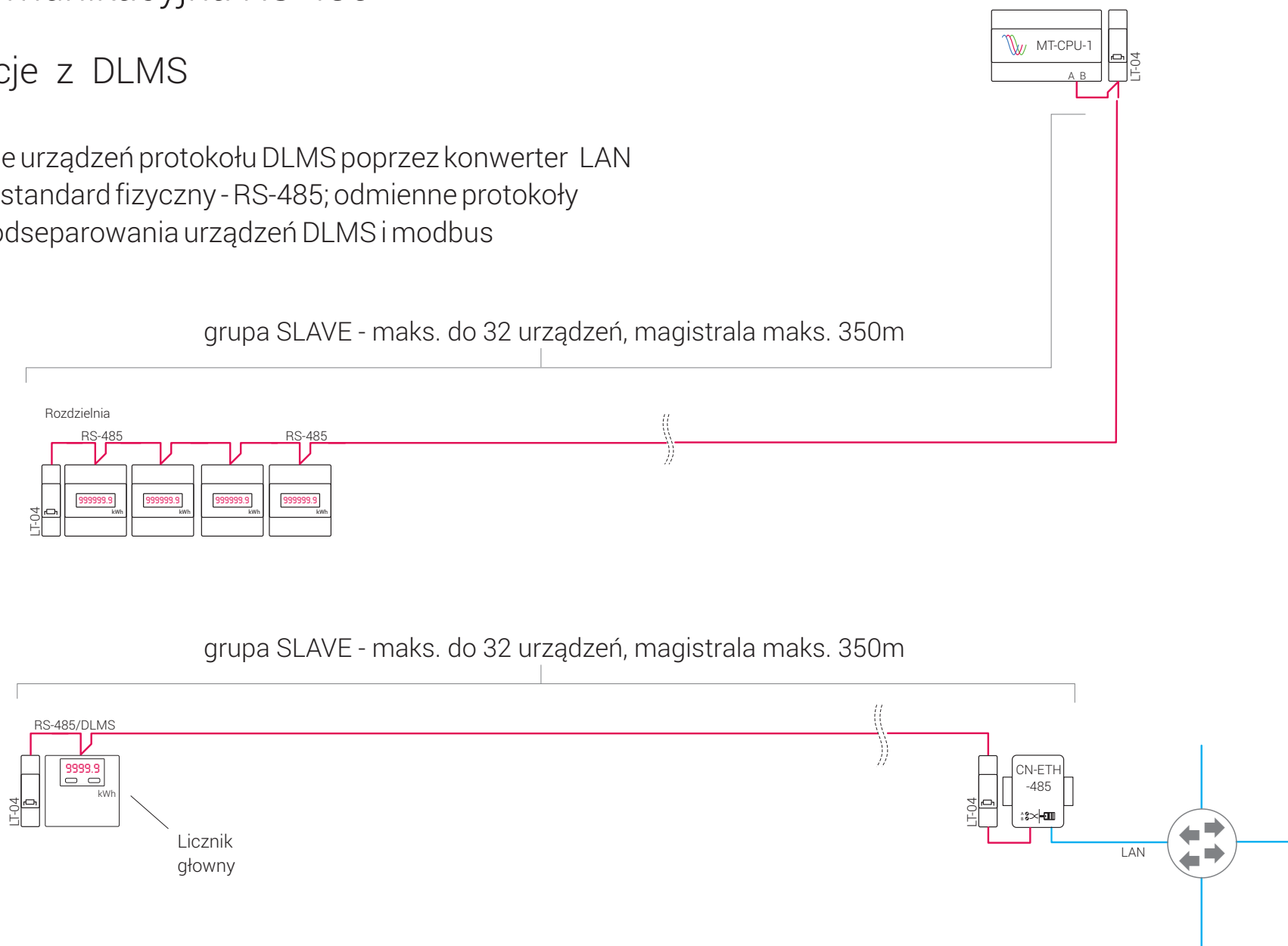


Sieć komunikacyjna RS-485

Integracje z DLMS

Połączenie urządzeń protokołu DLMS poprzez konwerter LAN

- wspólny standard fizyczny - RS-485; odmienne protokoły
- wymóg odseparowania urządzeń DLMS i modbus



Protokół Modbus RTU

Atrybuty transmisji:

- * prędkość transmisji [kbps]: 1200/2400/4800/9600/19200/38400/57600/115200
- * kontrola parzystości TAK / NIE / BRAK
- * bity danych: 8 bitów
- * bity startu 1 / 2
- * bity stopu 1 / 1.5 / 2

Adresy sieciowe:

- 0 broadcast - zapytanie do wszystkich urządzeń
- 1-247 zakres indywidualnych adresów urządzeń slave

Protokół Modbus RTU

Kody poleceń

- * 01 (0x01) Read Coils – Odczyt stanów jednego lub wielu kolejnych wyjść binarnych
- * 02 (0x02) Read Discrete Inputs – Odczyt wartości jednego lub wielu kolejnych wejść binarnych
- * 03 (0x03) Read Holding Registers – Odczyt wartości z jednego lub wielu kolejnych rejestrów 16-bitowych
- * 04 (0x04) Read Input Registers – Odczyt wartości z jednego lub wielu kolejnych rejestrów 16-bitowych
- * 05 (0x05) Write Single Coil – Ustawienie wartości pojedynczego wyjścia binarnego
- * 06 (0x06) Write Single Register – Ustawienie wartości pojedynczego rejestru 16-bitowego
- * 15 (0x0F) Write Multiple Coils – Ustawienie wartości wielu kolejnych wyjść binarnych
- * 16 (0x10) Write Multiple registers – Ustawienie wartości wielu kolejnych rejestrów

* ustalane dla danego rejestru przez producenta

* adres podawany w systemie Hex lub Dec

Protokół Modbus RTU

Rejestry

Rejestry - komórki pamięci urządzenia, w których zapisywane są zmienne systemowe:

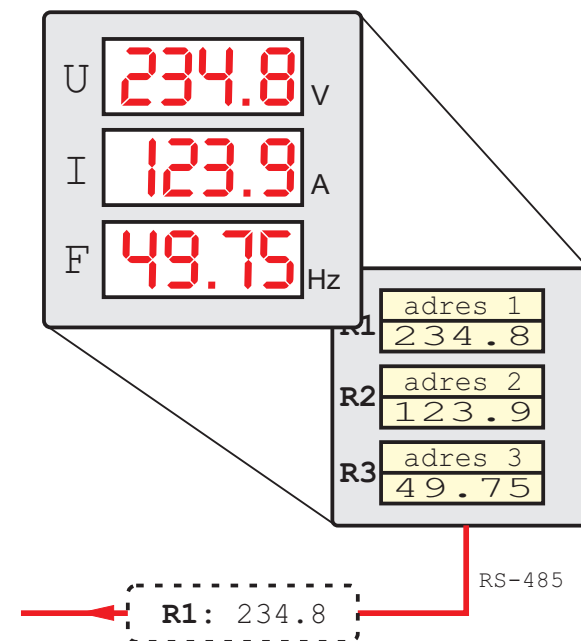
- * wartości bitowe [1 bit: 0/1]
- * wartości liczbowe [2 bajty]

Atrybuty rejestrów:

- * read - do odczytu
- * write - do zapisu

Adresy rejestrów:

- * ustalane przez producenta urządzenia
- * adres podawany w systemie Hex lub Dec
- * zawsze opisane w instrukcji użytkownika



- * w przypadku adresu 0 może zachodzić potrzeba podania fizycznej pozycji rejestru, a nie jego numeru (przesunięcie wartości o +1)

Protokół Modbus RTU

Znaczenie wartości rejestrów

Format liczby

* dwójkowa BIN: 1111 1111

* szesnastkowa HEX: FF

* dziesiętny DEC: 255

Typy zmiennych

* BOOL - wartość bitowa (1 rejestr - 1 bit)

* INT - liczba całkowita (1 rejestr - 16 bitów)

* HEX - liczba zapisywana w postaci szesnastkowej

* BCD - format Binary-Coded Decimal,
czyli system dziesiętny zakodowany dwójkowo
(1 rejestr - 2 bajty: pół bajtu na 1 znak)

Interpretacja wartości:

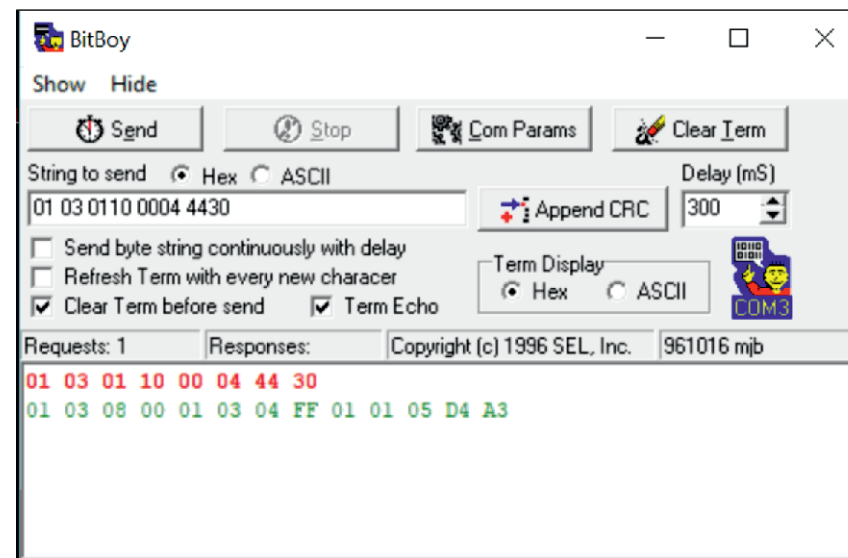
* SIGNED - liczba ze znakiem +/-; 1×INT

* UNSIGNED - liczba bez znaku; 1×INT

* LONG / LONG INVERS - liczba złożona z 2 rejestrów (32 bity); 2×INT (Hi i Lo)

* DOUBLE / DOUBLE INVERS - liczba złożona z 4 rejestrów (64 bity); 4×INT

* FLAOT / FLOAT INVERS - liczba złożona z 2 rejestrów (32 bity); 2×INT



Protokół Modbus RTU

Przekształcenia liczbowe

- * DEC / HEX / BIN
- * FLOAT - cecha i mantysa
- * LONG / DOUBLE - złożenie bitowe rejestrów HI i LO

Hi: 1010000111001010

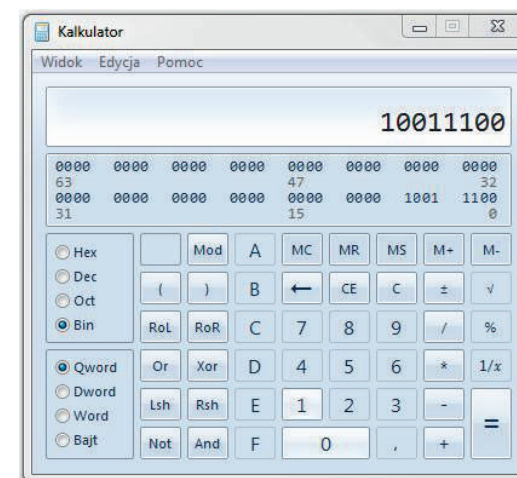
Lo: 1000110100011110

BIN

HILO:10100001110010101000110100011110

DEC

$HI \times 256^2 + LO$



Protokół Modbus RTU

Ramki danych HEX

zapytanie:

01	03	<u>00 FF</u>	<u>00 02</u>	<u>CRC CRC</u>
adres urządzenia (1 bajt)	kod funkcji (1 bajt)	adres pierwszego czytanego rejestrów (2 bajty)	liczba kolejnych czytanych rejestrów (2 bajty)	suma kontrolna (2 bajty)

odpowieź:

01	03	04	<u>A1 A2</u>	<u>B1 B2</u>	<u>CRC CRC</u>
adres urządzenia (1 bajt)	kod funkcji (1 bajt)	liczba przesłanych bajtów (1 bajt)	bajty Hi i Lo pierwszego rejestrów (2 bajty)	bajty Hi i Lo drugiego rejestrów (2 bajty)	suma kontrolna (2 bajty)

zapis:

01	06	<u>00 FF</u>	<u>C1 C2</u>	<u>CRC CRC</u>
adres urządzenia (1 bajt)	kod funkcji (1 bajt)	adres rejestrów (2 bajty)	wartość Hi i Lo do zapisu (2 bajty)	suma kontrolna (2 bajty)