

Rozwiązania Mikroniki dla inteligentnych sieci elektroenergetycznych

Streszczenie: Jesteśmy świadkami ciągłego wzrostu udziału technologii Smart Grid w przemyśle elektroenergetycznym. Wychodząc naprzeciw temu trendowi MIKRONIKA oferuje szeroką gamę rozwiązań sprzętowych i programowych umożliwiających budowę i rozwój tych inteligentnych systemów, zawsze mając na uwadze wymagany stopień bezpieczeństwa informatycznego.

Abstract: We witness a continuous increase in the share of Smart Grid technology in the power industry. In order to meet this trend, MIKRONIKA offers a wide range of hardware and software solutions for construction and further development of these intelligent systems, always focusing on the appropriate level of cyber security.

Wprowadzenie

Technologia inteligentnych sieci elektroenergetycznych (tzw. Smart Grid) już na dobre zagościła w naszym otoczeniu, nie tylko zawodowym. Standard ten, w swoim założeniu, zapewnia dynamiczne (on-line) zarządzanie sieciami przesyłowymi i dystrybucyjnymi za pośrednictwem rozproszonych systemów automatyki, realizujących lokalne monitorowanie i sterowanie. Ten układ pracy pozwala na dostarczenie nowych usług, zwiększenie dostępności energii elektrycznej, wzrost jakości energii oraz poprawę efektywności energetycznej. Koncepcja ta niejednokrotnie do realizacji założonych celów wykorzystuje technologię komunikacyjną, którą już możemy nazwać Smart Communications, „pomost” pomiędzy elementami fizycznej sieci elektroenergetycznej, a systemami IT. Podstawową cechą Smart Communications jest fakt, że integruje procesy przesyłania danych pochodzących z licznych źródeł i za pośrednictwem różnych technologii transmisji danych.

W referacie przedstawiono przykładowe produkty oferowane przez firmę MIKRONIKA, które mogą przyczynić się do przekształcenia klasycznych rozwiązań pracujących w elektroenergetyce w sieć typu Smart Grid. Urządzenia te są instalowane na sieciach i stacjach

elektroenergetycznych, wspomagają pracę elektrowni konwencjonalnych i odnawialnych, elektrociepłowni, zakładów przemysłowych, magazynów energii oraz pozostałych uczestników rynku energii. Rozwiązania te, współpracując z szeroko pojętą informatyczną infrastrukturą, wykorzystują zasady bezpieczeństwa informatycznego (Cyber Security), minimalizując skutki potencjalnych zagrożeń.

Poniżej omówiono przykładowe rozwiązania oferowane przez MIKRONIKĘ:

- 1. MSG-705 - router GPRS/UMTS/LTE z serwerem portów szeregowych,
- 2. SO-55SG –Secure Gateway,
- 3. ystem komunikacji BPL (Broadband Powerline Communication).

MSG-705 - ROUTER GPRS/UMTS/LTE Z SERWEREM PORTÓW SZEREGOWYCH

Urządzenie MSG-705-xx to specjalizowany router do zestawiania połączeń w sieciach GSM 2G/3G/4G (GPRS/UMTS/LTE), współpracujący z dowolnymi urządzeniami wyposażonymi w interfejsy cyfrowe.

Łączność z routerem MSG-705-xx od strony sieci GSM realizowana jest w protokołach sieciowych TCP/IP lub UDP. Lokalnie, od strony obiektowej, MSG-705-xx udostępnia dwa interfejsy sieci Ethernet oraz separowane galwanicznie

interfejsy szeregowy. Router produkowany jest w dwóch wersjach: MSG-705-08 (8 kanałów transmisji szeregowych) oraz MSG-705-16 (16 kanałów transmisji szeregowych). Każdy z interfejsów szeregowych może być niezależnie zaprogramowany jako RS-232, RS-422 lub RS-485. Transmisja danych za pośrednictwem interfejsów szeregowych od strony sieci GSM odbywa się w trybie TCP-Server. Router MSG-705 pracujący w lokalnych lub



Rys.1. Widok router'a MSG-705-16

rozległych sieciach GPRS/UMTS/LTE i/lub Ethernet może standardowo komunikować się w protokołach PN-EN 60870-5-101, PN-EN 60870-5-103, PN-EN 60870-5-104, DNP 3.0, Modbus-RTU, Modbus TCP/IP, PN-EN 62056-21 oraz DLMS.

Router MSG-705 może pełnić jednocześnie funkcję modemu, koncentratora danych i konwertera protokołów w aplikacjach w energetyce i automatyce przemysłowej.

Urządzenie posiada zaimplementowane rozwiązania „Cyber Security”, w tym w zakresie ochrony komunikacji, kontroli dostępu, ochrony danych wrażliwych i logowania/monitorowania aktywności użytkowników.

Konfiguracja urządzenia jest możliwa przy pomocy programu konfiguracyjno-diagnostycznego pConfig.

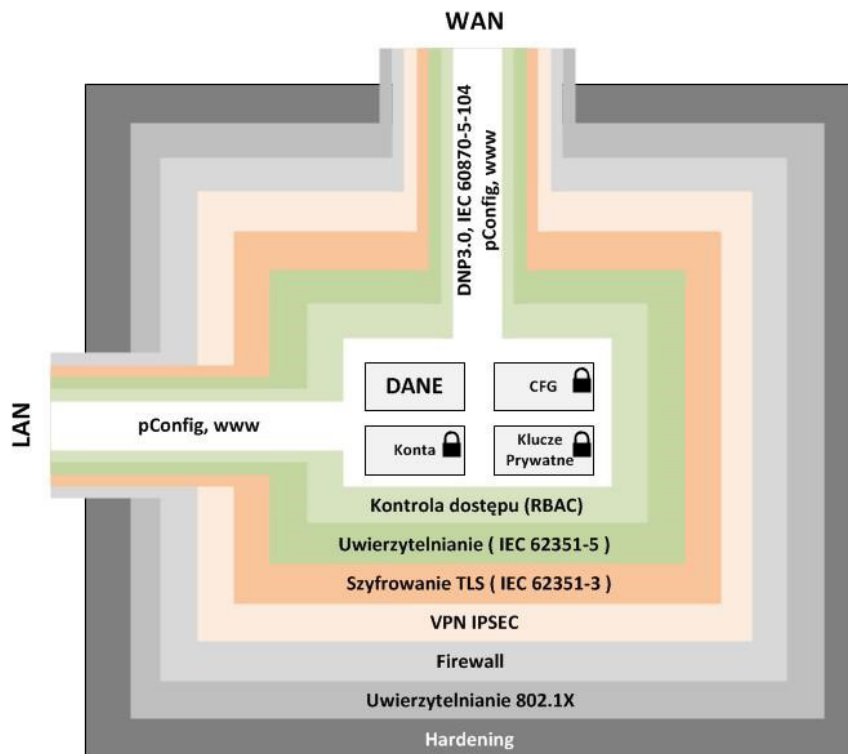
Urządzenie charakteryzuje także:

- wielostronna separacja galwaniczna (obwody zasilania, łącza komunikacyjne),
- trwała, odporna na warunki atmosferyczne obudowa, przeznaczona do montażu na szynie DIN 35 mm,
- przeznaczone do pracy w trudnych warunkach środowiskowych,
- interfejsy dostępne od frontu,
- chłodzone obiegiem naturalnym bez wymuszania obiegu powietrza, bez wentylatorów ani innych części ruchomych.

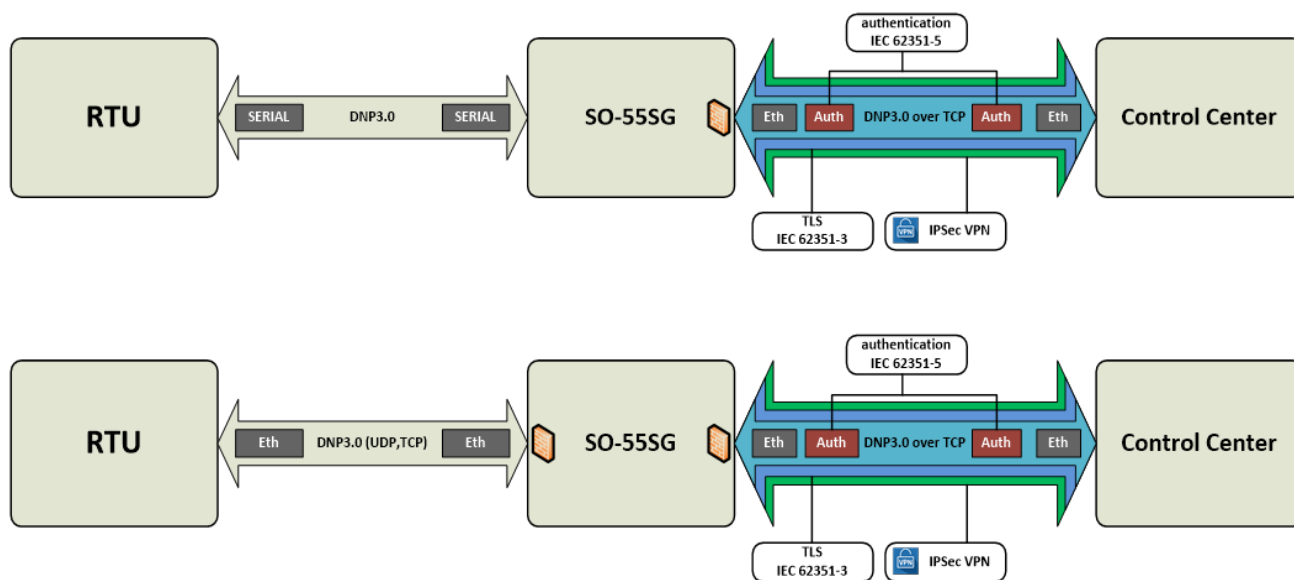
Urządzenie znajduje zastosowanie w systemach Smart Grid i Smart Metering oraz w realizacji usług Demand Response (interwencyjne zarządzanie zużyciem energii po stronie jej odbiorców) i usług dla

Wirtualnych Elektrowni. Router zapewnia zdalny i bezpieczny odczyt danych pomiarowych i stanowi element oferowanego przez Mikronikę systemu monitoringu i bilansowania mediów energetycznych Syndis-Energia. Standardowo router współpracuje z:

- elektronicznymi licznikami energii elektrycznej i analizatorami jakości energii,
- zabezpieczeniami cyfrowymi, relokizerami,
- sterownikami biogazowni, farm wiatrowych, farm fotowoltaicznych.



Rys.2. Wielowarstwowy model zabezpieczeń „Defence In Depth”

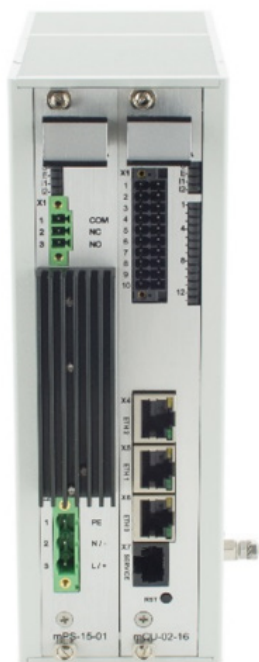


Rys.3. Scenariusze konwersji protokołów komunikacyjnych stosowanych obecnie na stacjach, na bezpieczną komunikację w protokole DNP3.0 lub IEC 60870-5-104.

SO-55SG – STEROWNIK ZAPEWNIAJĄCY BEZPIECZNĄ KOMUNIKACJĘ (SECURE GATEWAY)

Mikronika jako dostawca systemów SCADA i urządzeń telemechaniki w elektroenergetyce od kilku lat rozwija swoje produkty w obszarze cyberbezpieczeństwa. Rozwój realizowany jest w oparciu o procedury i normy bezpieczeństwa informacji ISO/IEC 27001, normy techniczne IEC 62351, IEEE P1686 oraz rekomendacje instytucji takich jak ENISA, NERC, NIST, BDEW. Dostępne urządzenia realizują zaawansowane funkcje bezpieczeństwa. Działają w oparciu o wielowarstwowy model zabezpieczeń (Defence In Depth), który polega na wprowadzeniu wielu, niezależnych warstw ochronnych. Taką nadmiarowość znacząco podnosi poziom bezpieczeństwa, ograniczając skutki błędów i ataków.

Inne podejście do zagadnienia bezpieczeństwa systemów automatyki prezentuje urządzenie SO-55SG (Secure Gateway), którego celem jest podniesienie cyberbezpieczeństwa na już istniejących obiektach energetycznych (np. GPZ), poprzez zapewnienie bezpiecznej komunikacji między tym obiektem a systemem nadrzędnym. Sterownik instalowany jest fizycznie na obiekcie i pośredniczy w komunikacji między sterownikiem obiektowym



Rys. 4. Widok urządzenia SO-55SG

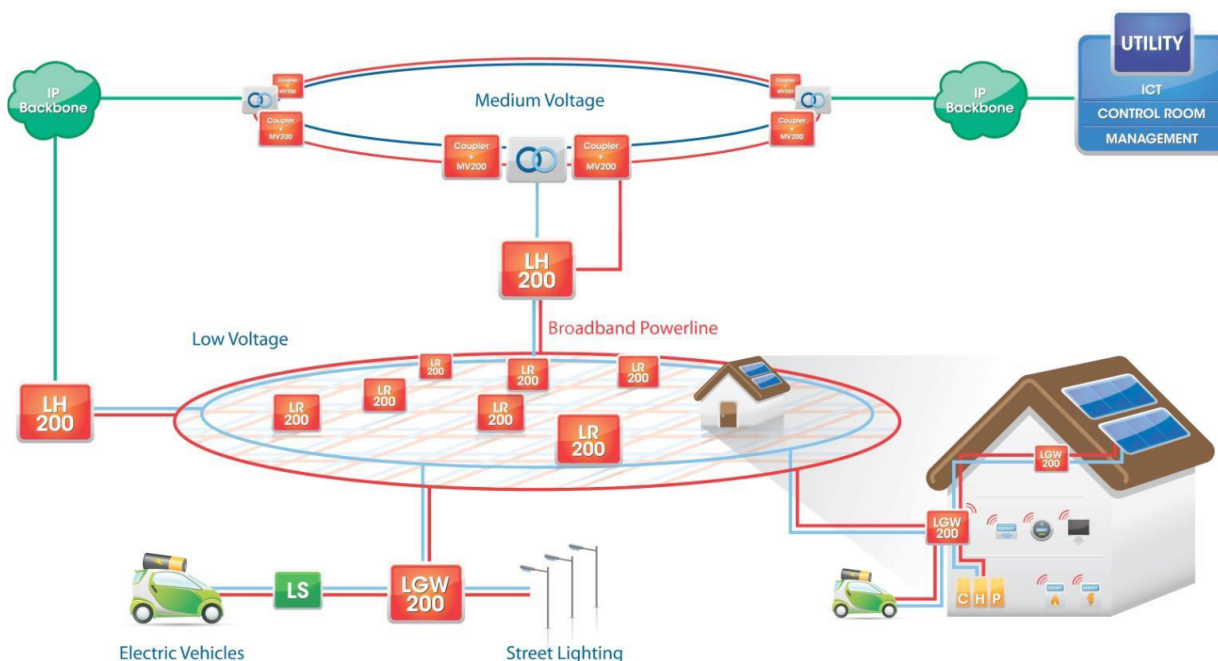
/ koncentratorem pracującym na stacji, a systemami centralnymi w sposób całkowicie przezroczysty dla protokołów wykorzystywanych w systemach SCADA oraz narzędziach inżynierskich. SO-55SG zapewnia bezpieczny dostęp z poziomu systemów centralnych (SCA-

DA, serwery konfiguracji, serwery czasu itd.) do sterowników oraz koncentratorów pracujących na stacjach energetycznych. Aby komunikacja była bezpieczna, zastosowano różne, nakładające się (zgodnie ze strategią „defense in depth”) mechanizmy bezpieczeństwa:

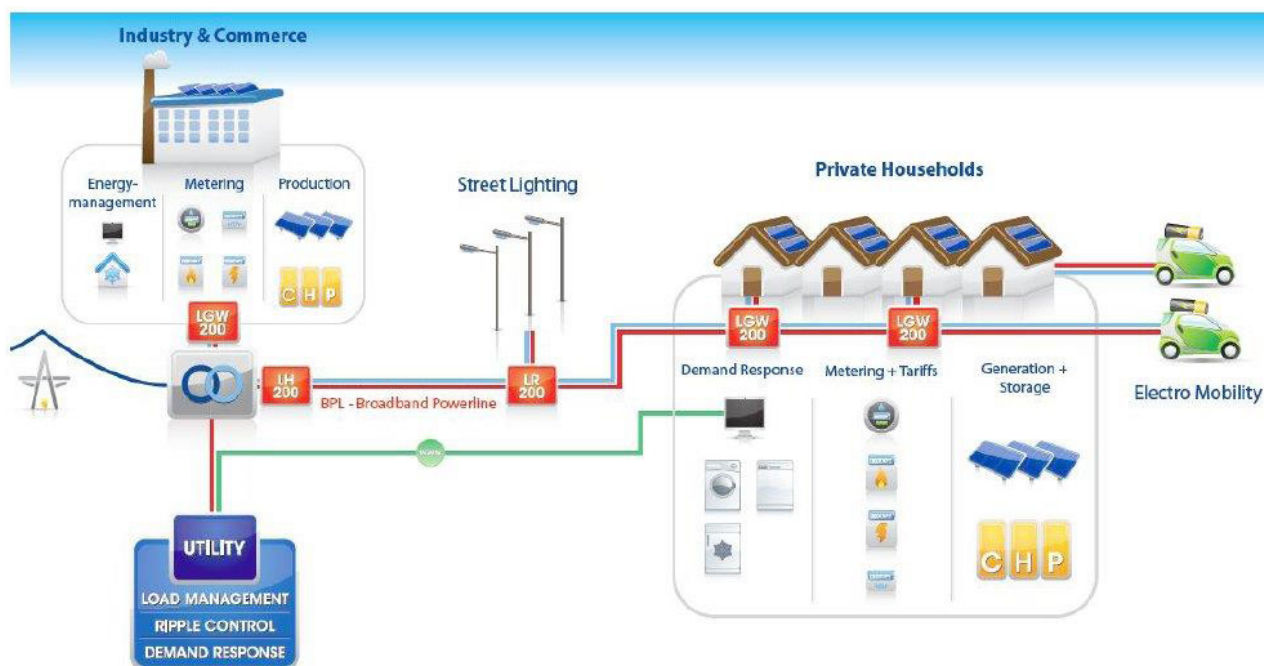
- IPsec VPN – Szyfrowanie w warstwie 3, definicja do 4 tuneli,
- parametry: PSK lub certyfikaty X.509, IKEv2, AES256, SHA-2,
- szyfrowanie na warstwie aplikacji protokołów DNP3.0 oraz IEC 60870-5-104 – Protokół TLS 1.2 lub wyższy zgodnie z normą IEC 62351-3,
- autentykacja ramek krytycznych (np. sterowania) dla protokołów DNP3.0 oraz IEC 60870-5-104 zgodnie z normą IEC 62351-5,
- firewall – filtracja ruchu sieciowego na interfejsach sieciowych.

Urządzenie wyposażone jest w trzy interfejsy sieciowe (FX lub RJ-45). Domyślne przeznaczenie interfejsów sieciowych to lokalne zarządzanie (pConfig), podłączenia urządzeń stacyjnych wyposażonych w interfejs sieciowy, interfejs WAN do bezpiecznej komunikacji z systemami centralnymi.

Urządzenia stacyjne, które do tej pory komunikowały się po łączach szeregowych można podłączyć do SO-55SG za pomocą interfejsu szeregowego RS232, RS485 lub światłowód. Standardowo dostępne są dwa kanały RS232 oraz dwa kanały RS485. Zwiększenie ilości



Rys. 5. Obszar zastosowań technologii BPL



Rys. 6. Przykładowa aplikacja systemu BPL.

szeregowych kanałów komunikacyjnych można zrealizować poprzez dodanie dodatkowych modułów komunikacyjnych (4 lub 8 portowych). Zastosowanie SO-55SG jako urządzenia pośredniczącego w komunikacji pomiędzy zdalnym systemem a urządzeniem pracującym na stacji zapewnia bezpieczną komunikację. Ze względu na transparentność komunikacji między interfejsem lokalnym (łącze szeregowo, LAN) a WAN, nie jest wymagane przeprowadzenie powtórnych testów telemechaniki.

Do zarządzania urządzeniem SO-55SG oraz podłączonymi do niego urządzeniami stacyjnymi można wykorzystać centralny Serwer Konfiguracji (DM Serwer), który zapewnia bezpieczny nadzór nad konfiguracjami rozproszonych urządzeń stacyjnych oraz umożliwia zdalną zmianę konfiguracji oraz wymianę oprogramowania (firmware), np. związaną z instalacją poprawek bezpieczeństwa. Zmiana konfiguracji dotyczy zarówno urządzenia SO-55SG jak i sterownika zależnego (dotyczy to urządzeń firmy Mikronika). Dodatkowo istnieje możliwość uruchomienia bezpiecznego kanału inżynierskiego do urządzeń nadzorowanych.

Kontrola dostępu do SO-55SG jest oparta o system RBAC (Role Based Access Control). Możliwe jest zastosowanie centralnej autoryzacji użytkowników przy użyciu serwerów RADIUS lub TACACS+.

Usługi, takie jak VPN IPSec, wykorzystujące certyfikaty X.509, mogą opcjonalnie łączyć się do serwerów OCSP (Online Certificate Status Protocol) w celu walidacji poprawności zastosowanych certyfikatów oraz skorzystać z automatycznego odnawiania certyfikatów przy użyciu protokołu SCEP (Simple Certificate Enrollment Protocol).

System komunikacji BPL (BROADBAND POWERLINE) dla potrzeb Smart Communication

Od ponad 25 lat obserwujemy dynamiczny rozwój sieci szkieletowej TCP/IP w obszarze sieci przesyłowych i dystry-

bucyjnych NN i WN z wykorzystaniem traktów światłowodowych. Obecnie, praktycznie w każdej stacji WN z rozdzielnią SN (tzw. GPZ) dysponujemy interfejsem do szkieletu TCP/IP. Wydaje się, że naturalną kontynuacją rozbudowy szkieletu TCP/IP dla sieci elektroenergetycznych NN i WN byłoby przedłużenie szkieletu na obszar sieci SN i nN. Można to zrealizować używając technologii BPL (Broadband Powerline Communication – szerokopasmowa, szybka komunikacja TCP/IP w sieciach średniego i niskiego napięcia).

Możliwość użycia szerokopasmowej technologii komunikacji BPL, w 100% zgodnej ze standardem TCP/IP, pozwa-



Rys. 7. Widok urządzenia 4A BPL



Rys. 8. Widok urządzenia 4B BPL



Rys. 9. Widok modemu MV200

ła na elastyczne i bezproblemowe łączenie różnych systemów komunikacyjnych zgodnych ze standardem TCP/IP w obrębie sieci elektroenergetycznej. BPL oferuje idealne rozwiązanie dla wprowadzenia inteligentnych systemów pomiarowych Smart Metering i inteligentnych sieci Smart Grid. Standard sprawia, że łączenie różnych systemów komunikacyjnych w obrębie jednej sieci elektroenergetycznej jest elastyczne i bezproblemowe.

Główne cechy systemu BPL:

- Szybki i stabilny [Maksymalna szybkość przepływu danych to 200 Mbps po liniach niskiego (230/400V) i średniego napięcia (1 do 36kV) sieci elektroenergetycznej pozwala, w porównaniu z wąskopasmowymi systemami transmisji, na znacznie wyższą przepustowość przesyła danych (ok. 1000 szybciej) - dwukierunkowo w czasie rzeczywistym. W tym samym czasie istnieje możliwość równoległej transmisji z wielu punktów pomiarowych jednocześnie].
- Otwarty i skalowalny [Komunikacja oparta na TCP / IP, wraz z możliwością stosowania otwartych interfejsów, niezależnie od producenta urządzeń pomiarowych lub komunikacyjnych].
- Elastyczny w integracji [Liczne interfejsy, w jakie wyposażone są urządzenia BPL, takie jak: interfejs do wąskopasmowego PLC, jak i interfejsy radiowe, takie jak bezprzewodowy M-Bus, RF lub Zigbee pozwala na szybką konfigurację rozległych sieci inteligentnych typu Smart Grid].
- Efektywny [Wykorzystanie istniejącej sieci elektrycznej pozwala zaoszczędzić na inwestycje w dodatkową infrastrukturę telekomunikacyjną].
- Łatwo rozbudowywalny [Wysoka szybkość transmisji danych umożliwia dalsze wdrażanie kolejnych

aplikacji, np. monitorowania podstacji, stosowanie SCADA, zarządzania obciążeniem sieci elektroenergetycznej i electromobility (obsługa pojazdów zasilanych prądem elektrycznym)].

Zalety oferowanej technologii BPL:

- jest dostępna wszędzie przez wykorzystanie istniejących sieci energetycznych,
- bazuje na ogólnoświatowym standardzie, protokole internetowym IP (TCP/IP),
- zapewnia dwukierunkowy, szerokopasmowy transfer danych,
- zapewnia komunikację w czasie rzeczywistym,
- jest przyszłościowa, ze względu na korzystanie z otwartych standardów i otwartych interfejsów,
- nie jest ograniczony do konkretnych zastosowań, w tym samym czasie z tej technologii może jednocześnie korzystać wiele różnych aplikacji,
- nie wymaga stron trzecich do instalacji, umożliwia szybkie i łatwe uruchomienie rozległych sieci, instalacja typu plug & play,
- można ją stosować w kratowych sieciach komunikacji (meshed network),
- dynamiczny routing między poszczególnymi węzłami zapewnia zawsze optymalną jakość połączenia nawet podczas procesów przełączania operacyjnego w sieci dystrybucji, posiada możliwość auto konfiguracji,
- jest dostosowana do standardów operacyjnych dystrybutorów energii (nie wpływa na operacyjne działania na sieci),
- system zarządzania siecią NMS z protokołem SNMP zapewnia stałą kontrolę i centralną konfigurację wszystkich elementów systemu BPL,
- posiada zintegrowany firewall.

Opis przykładowych urządzeń do transmisji BPL:

4A BPL - Bramka/Gateway/ urządzenie końcowe klienta systemu BPL

4A BPL jest bramką w systemie Smart Metering. Umożliwia czasie rzeczywistym odczyt/komunikację inteligentnych liczników. 4A BPL łączy szerokopasmową sieć komunikacji PLC (BPL) z licznikami przez standardowe interfejsy krótkiego zakresu/zasięgu. Stwarza to otwarte rozwiązanie Smart Metering niezależne od typu i producenta liczników oraz niezależne od oprogramowania do zarządzania danymi. Zazwyczaj 4A BPL jest zainstalowany w zasięgu radiowego modułu komunikacyjnego licznika energii.

Wyposażony w zintegrowany interfejs bezprzewodowy, taki jak ZigBee lub Wireless M-Bus, 4A BPL można łatwo komunikować się z licznikami wszystkich producentów. Liczniki wyposażone w interfejsy przewodowe, takie jak RS485, RS232 M-Bus lub pętla prądowa też można odczytać za pomocą 4ABPL. W zależności od zastosowanego interfejsu możliwe jest podłączenie do 250 liczników do jednego 4A BPL.

4B BPL Head End (HE) - zarządca siecią BPL na niskim napięciu

4B BPL jest centralnym punktem systemu BPL.

Spełnia on dwie główne funkcje:

- oferuje połączenie / styk pomiędzy siecią BPL i siecią szkieletową (np. LAN, WAN – lokalna lub rozległa sieć komputerowa),
- zapewnia organizację innych urządzeń sieci BPL w celu uzyskania stabilnej i niezawodnej sieci transmisji danych.

Dwa interfejsy - Ethernet i BPL - zapewniają wymaganą łączność dla transferu danych między szkieletową siecią telekomunikacyjną oraz siecią energetyczną/elektryczną; realizując przy tym pełną łączność typu IP.

4B BPL działa jako centralny punkt sieci typu „meshed”. Sieć transmisyjna zbudowana na urządzeniach systemu Broadband Powerline Communication będzie pracować w sposób ciągły mimo awarii węzła.

Urządzenie 4B BPL zainstalowane w stacji transformatorowej, ulicznych szafkach kablowych lub przyłączach kablowych, jest początkowym punktem transmisji do wszystkich gospodarstw domowych w obrębie sieci elektrycznej przez routing dynamiczny.

Urządzenie 4B BPL posiada solidną i dobrze izolowaną obudowę i jest przeznaczone do zainstalowania w surowym otoczeniu sieci energetycznej.

Modem MV200 (modem średniego napięcia)

Wraz z opatentowanym łącznikiem średniego napięcia BPL24CC modem MV200 umożliwia transmisję danych w kablach średniego napięcia od 1kV do 24kV.



Rys. 10. Widok łącznika BPL 24 CC

Łącznik średniego napięcia BPL 24 CC

Z użyciem łącznika BPL 24 CC i urządzeń BPL sieci średniego napięcia można przekształcić w szerokopasmowe sieci transmisji danych. Łącznik umożliwia połączenie kabli średnich napięć i modemów PLC. Wspólnie z modemem BPL MV200 umożliwia przesyłanie danych do 50 Mbps. Nadaje się szczególnie do montażu w zintegrowanych roz-

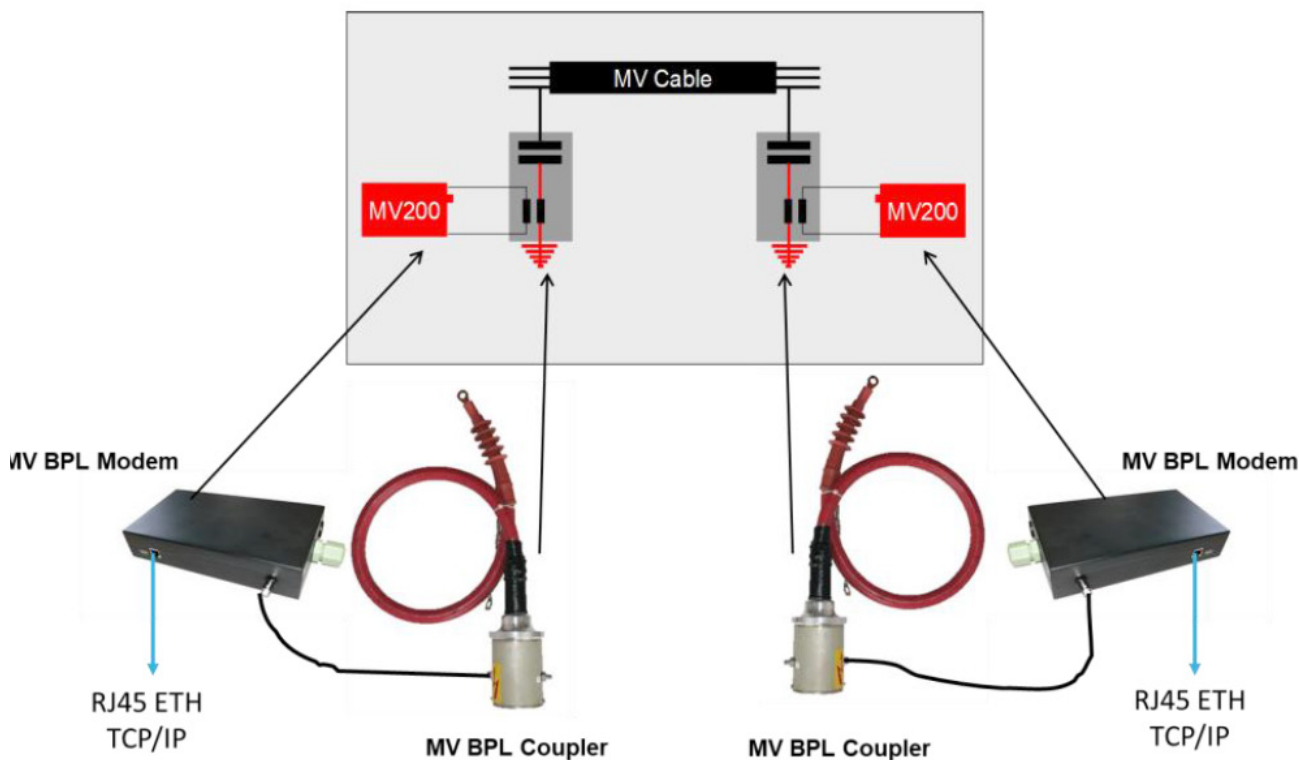
dzielnich i stacjach SN/nn.

Forma i funkcjonalność zostały specjalnie zaprojektowane dla:

- instalacji w ograniczonej przestrzeni,
- linii napowietrznych,
- niskiej impedancja źródła w celu dopasowania do niskiej impedancji linii,
- instalacji wewnątrz i na zewnątrz,
- minimalnego tłumienia sygnału.

BPL24CC stosuje się do:

- sprzężenia faza-ziemia,
- sprzężenia w trybie różnicowym fazy do fazy,
- sprzężenia równoległego faza do fazy,
- sprzężenia równoległego do ciągłego przesyłania danych, niezależnie od pozycji przełącznika,
- sprzężenia różnych kabli lub linii napowietrznych przez wspólne szyny,
- podłączenia kilku BPL24CCs z jednym modemem MV200, aby podłączyć się do wielu linii jednym modemem.



Rys. 11. Tworzenie łącza komunikacyjnego BPL na kablu SN