Inteligentne liczniki i otwarte pytania o komunikację PLC

Polska wersja materiału Bajog electronic z uwagami redakcyjnymi.

Materiał archiwalny. Opisane przypadki, ceny, prognozy i odniesienia do norm dotyczą czasu powstania źródła. Nie stanowią aktualnej specyfikacji wszystkich produktów.

Cel inteligentnego opomiarowania

Inteligentne liczniki energii elektrycznej, gazu i wody mają umożliwiać przejrzyste śledzenie zużycia bez konieczności lokalnego odczytu przez pracownika. Autor rozpoczyna od kontekstu prawnego i gospodarczego obowiązującego w okresie powstania materiału, około 2013 roku. Poniższe daty, ceny i prognozy są historyczne.

Unia Europejska: autor przywołuje dyrektywę 2006/32/WE z 5 kwietnia 2006 roku dotyczącą efektywności końcowego wykorzystania energii i usług energetycznych. Wskazuje indywidualne liczniki pokazujące rzeczywiste zużycie i czas korzystania z energii elektrycznej, gazu oraz ciepła lub chłodu, o ile rozwiązanie jest technicznie możliwe, finansowo uzasadnione i proporcjonalne do oszczędności.

Niemcy: w źródle opisano obowiązek wyposażania nowych budynków i obiektów poddawanych gruntownej modernizacji zgodnie z § 21b ust. 3 EnWG. Przywołano cel objęcia ponad 80% gospodarstw domowych inteligentnymi licznikami do 2020 roku, odpowiedzialność operatora i minimalne funkcje wskazania zużycia oraz czasu, bez konieczności zdalnego odczytu. Autor odnotowuje liberalizację rynku pomiarów od 2005 roku.

Porównano nowy licznik elektroniczny z indukcyjnym licznikiem Ferrarisa. Według autora użytkownicy pytają, jakie dane są gromadzone, do czego służą i czy rozliczenia są wiarygodne. W źródle opisano zgłoszenia wzrostu wskazań nawet o 20% po wymianie licznika, mimo braku rzeczywistego wzrostu zużycia, oraz przypadki niższego rozliczenia energii oddawanej do sieci. Są to relacjonowane przypadki, a nie ogólna charakterystyka dokładności inteligentnych liczników.

Autor ocenia, że dostawcy energii liczyli na rozwiązanie problemów przez producentów, a niewielka ówczesna liczba wdrożeń ograniczała liczbę reklamacji. Wspomina także doniesienia o wpływie transmisji na płyty indukcyjne i elektronicznie sterowane oświetlenie.

Historia problemów PLC

Artykuł przypomina, że na przełomie lat 1999-2001 część znanych firm ograniczyła aktywność w PLC, między innymi z powodu trudności technicznych. Autor przytacza następujące historyczne doniesienia:

ASCOM wycofuje się z PLC; niepowodzenie ekonomiczne technologii modemowej - 30.01.2003. Zakończenie zaangażowania RWE - 06.09.2002. Zatrzymanie PLC w Japonii - 05.08.2002. Ostrzeżenia austriackich krótkofalowców - 14.03.2002. Negatywna ocena niemieckiej regulacji NB 30 przez fińskiego ministra - 15.08.2001. Działania nadawców na rzecz odbioru bez zakłóceń - 12.08.2001.

Wymieniono ponadto doniesienia o braku możliwości dalszego ograniczania zakłóceń PLC, zakłóceniach odbioru radiowego z 26.06.2001, komunikatach niemieckiego środowiska radiowego z 13.08.1999 i 24.03.2001, potwierdzeniu zakłóceń przez SWR z 26.07.2000, postulacie zaostrzenia ograniczeń przez ARD z 11.05.2000, wpływie PLC na radio i inne służby oraz przekroczeniach limitów opisanych w NTZ 3/99.

Autor pyta, co zmieniło się przez kolejne 10-12 lat, skoro wcześniejsze problemy uznawano za trudne do rozwiązania. Jego zdaniem obciążenie sieci zwiększyło się wraz z upowszechnieniem zasilaczy impulsowych, przemienników częstotliwości, falowników PV, urządzeń indukcyjnych, sterowania tyrystorowego, regulatorów fazowych i impulsowego oświetlenia LED.

Kontekst gospodarczy przedstawiony w źródle

W początkowym okresie PLC rozwijały konkurujące przedsiębiorstwa, takie jak Siemens, ASCOM, RWE i PolyTrax. Autor przeciwstawia temu późniejsze zainteresowanie UE, plany instalowania liczników w 80% gospodarstw w ciągu siedmiu lat, wsparcie polityki gospodarczej i decyzję o odchodzeniu Niemiec od energii jądrowej.

Przywołuje wzrost ceny litra oleju z 35,19 eurocenta w 2001 roku do 100,15 eurocenta w 2013 roku, czyli 184,59%. Cenę energii elektrycznej zestawia jako 13,9 eurocenta w 2000 roku i 26 eurocentów w 2012 roku, wzrost o 87,05%. W źródle znalazła się również prognoza 65 eurocentów na 2020 rok i wartość 367,62%; zapis pozostawiono jako historyczną prognozę autora.

Wymieniono rejestracje nowych samochodów: Chiny 3 919 500 na kwartał i 15 780 000 rocznie; Indie 725 900 na kwartał i 2 903 600 rocznie. Liczba roczna dla Chin nie jest dokładnym czterokrotnym przeliczeniem podanej wartości kwartalnej; zachowano dane źródłowe.

Autor wiąże rozwój motoryzacji z ryzykiem wyczerpywania zasobów ropy przed 2050 rokiem. Podaje wydobycie 242 miliardów baryłek w latach 2000-2009, przy około 159 litrach na baryłkę, oraz zużycie według IEA w 2012 roku rzędu 89,7 miliona baryłek dziennie, około 14,25 miliarda litrów. Wnioski o dacie wyczerpania zasobów są oceną autora z okresu publikacji.

W historycznym zestawieniu importu ropy do Niemiec 80% dostaw pochodziło z sześciu państw, w tym 35% z Rosji, 14% z Norwegii i 10% z Wielkiej Brytanii. Autor rozważa wynikającą z tego zależność polityczną oraz ryzyko tzw. peak oil. Przywołuje postulat szybkiej zmiany źródeł energii i opracowania zakładające pełne przejście niemieckiej armii na energię odnawialną do 2100 roku.

Transmisja PLC i jej zalety

PLC wykorzystuje przewody zasilające do przesyłania danych. Nie wymaga prowadzenia osobnej instalacji komunikacyjnej i może być użyteczne tam, gdzie łączność radiowa jest utrudniona, na przykład przy liczniku umieszczonym w piwnicy. Autor wskazuje zastosowania w sieciach energetycznych i sterowaniu oświetleniem ulicznym.

W części technicznej przywołano EN 50065-1 i pasma CENELEC. Źródło zawiera rozbieżne liczby: początkowo 3-128,5 kHz, dalej 3-148,5 kHz. Poniżej zachowano tabelę pasm z artykułu: 3-9 kHz - dostawcy energii; A: 9-95 kHz - dostawcy energii; B: 95-125 kHz - urządzenia odbiorców; C: 125-140 kHz - urządzenia odbiorców; D: 140-148,5 kHz - urządzenia odbiorców.

Autor opisuje pasmo A jako przeznaczone dla przedsiębiorstw energetycznych i ich uprawnionych partnerów. Dla użytkowników pasma C wskazuje wspólny protokół dostępu i współistnienia. Podaje przykładowe kanały 75 i 86 kHz dla A oraz 115 i 132 kHz dla C. Uwaga do tabeli: 115 kHz mieści się w

przytoczonym zakresie B, nie C; jest to niespójność źródła.

Dwa kanały mają ograniczać ryzyko utraty łączności wskutek rezonansu lub zablokowania jednego z nich. Autor przywołuje ograniczenie mocy transmisji do 5 mW oraz przypadki do 396 W, nie przedstawiając w tym miejscu kompletnej metody określenia takiej mocy. Tych wartości nie należy traktować jako samodzielnej specyfikacji prawnej lub projektowej.

PLC szerokopasmowe wykorzystuje częstotliwości rzędu MHz. Autor odróżnia je od omawianego wąskopasmowego zakresu CENELEC i zwraca uwagę na możliwość promieniowania zakłóceń przez przewody.

Zakłócenia w dolnym paśmie

Przykładowe częstotliwości przełączania podane w materiale: LED 3-10 kHz; przemienniki 5-20 kHz; UPS 15-25 kHz; zasilacze impulsowe 20-300 kHz; stateczniki elektroniczne 20-200 kHz; instalacje indukcyjne 100-150 kHz.

Autor porównuje historyczne VDE 0871, obejmujące od 10 kHz do 30 MHz do końca 1995 roku, z omawianymi normami EN 55011-55022, w których wskazuje zakres 150 kHz-30 MHz. Pasmo niższe nazywa luką regulacyjną. Jest to ocena z okresu publikacji, a nie opis aktualnego całego systemu norm.

Przytoczone oscylogramy pokazują odkształcenie sinusoidy przez przekształtnik oraz impuls 5,32 kV/µs zmierzony 30.01.2013 w publicznej sieci w Austrii. Autor wskazuje możliwe przeciążanie standardowych kondensatorów X2/Y2.

W artykule podano uzgodniony przez omawianych producentów poziom transmisji PLC 135 dBµV, a poziom tła zakłóceń do 153 dBµV, miejscami ponad 160 dBµV. Tło wyższe od sygnału użytecznego może utrudniać komunikację i, według autora, wpływać na poprawność rejestracji zużycia.

Tabela źródłowa: 120 dBµV - 1,41 V; 130 - 4,47 V; 140 - 14,14 V; 150 - 44,72 V; 160 - 141,42 V; 170 - 447,21 V. Uwaga do jednostek: podane wolty odpowiadają wartościom szczytowym sinusoidy, gdy poziom dBµV odniesiono do wartości skutecznej. Z samej definicji poziomu, bez mnożnika √2, otrzymuje się odpowiednio 1; 3,162; 10; 31,62; 100 i 316,23 V.

Możliwe kierunki rozwiązania

Autor analizuje dwa kanały, zwiększenie poziomu nadawania oraz przejście do pasma MHz. Dwa kanały nie pomagają, gdy tło zakłóceń dominuje w całym wykorzystywanym paśmie. Zwiększanie poziomu transmisji opisuje jako ryzykowne dla urządzeń, a szerokopasmowe PLC jako potencjalne źródło promieniowania i obaw użytkowników. Przywołuje demonstrację zakłóceń odbioru radiowego na stronie ADDX.

Za podstawowy kierunek uznaje ograniczenie tła zakłóceń sieciowych przez rozszerzenie wymagań normatywnych. Mniejsze tło pozwalałoby obniżyć moc potrzebną do komunikacji.

Połączenie PLC ze światłowodem

Druga koncepcja łączy wąskopasmowe PLC z transmisją światłowodową, określaną w źródle jako LWL. Licznik komunikuje się z koncentratorem dostawcy energii w paśmie CENELEC. W domu przez PLC przesyłane są ograniczone ilości danych wystarczające do analizy zużycia.

Autor proponuje wspólne prowadzenie przewodów L/N/PE lub L1/L2/L3/N/PE i włókien światłowodowych do inteligentnych gniazd. Co najmniej jedno takie przyłącze w każdym pomieszczeniu miałoby zapewniać

dostęp do licznika i interfejsu bez późniejszego układania osobnego kabla.

Gdy użytkownik dopuszcza sygnał w instalacji: 1) przewody robocze przenoszą dane PLC, w przykładzie poniżej 150 kbit/s; 2) światłowód służy do dużych strumieni danych pomiędzy komputerem, centralnym systemem a licznikiem; 3) PLC obsługuje funkcje sterowania przez przekaźniki lub elementy półprzewodnikowe, np. pralką, zmywarką i ogrzewaniem; 4) oba tory mogą współpracować i umożliwiać sprawdzanie spójności informacji. Rozszerzony wariant obejmuje zdalne sterowanie przez internet, np. alarmem lub drzwiami.

Autor przedstawia współpracę torów jako sposób poprawy niezawodności i utrudnienia nieuprawnionego dostępu do danych. Nie jest to gwarancja bezpieczeństwa informatycznego.

Gdy sygnał PLC ma być ograniczony lub wyłączony: 1) światłowód może służyć do zdalnego sterowania funkcją licznika; 2) odpowiedni filtr może blokować sygnał PLC po stronie instalacji użytkownika; 3) transmisja lokalna i analiza zużycia mogą nadal odbywać się światłowodem, przy zachowaniu komunikacji operatora; 4) oba media można wykorzystywać równocześnie i uzupełniająco.

Wskazany w źródle filtr Z ma ograniczać wpływ odbiorników domowych na komunikację licznika z koncentratorem. Autor zakłada też możliwość późniejszego wyposażenia wcześniej ułożonych tras we właściwe zakończenia światłowodowe. Użytkownik miałby wybierać dopuszczane sygnały i emisje; szerokopasmowe PLC nie jest w tej koncepcji konieczne.

Diagnostyka i analizator NA 02-13

Istotne jest ustalenie poziomu i źródła zakłóceń w dolnym paśmie. Autor opisuje lokalizowanie źródła przez odłączanie obwodów i ponowne załączanie ich kolejno, przy równoczesnej obserwacji analizatorem. Czynności w rozdzielnicy i instalacji należy powierzyć osobie z odpowiednimi kwalifikacjami.

Źródło odsyła do niemieckiej agencji sieciowej, dawniej związanej z Deutsche Bundespost, jako instytucji interweniującej w sprawie zakłóceń. To odniesienie dotyczy niemieckiego kontekstu artykułu.

Opisany ręczny analizator NA 02-13 służy do pomiaru zakłóceń przewodzonych w sieci niskiego napięcia. W materiale podano pasmo 150-500 kHz w odniesieniu do EN 55011-55022 i 1-500 kHz w odniesieniu do CEI 0-21. Wspomniano wymagania obowiązujące od października 2012 roku.

Wymienione zalety: niewielkie rozmiary, bezpośredni pomiar bez dodatkowego zestawu pomiarowego, pomiary w dolnym paśmie, prosta obsługa i możliwość diagnostyki przyczyn zakłóceń urządzeń. Jest to opis historycznego modelu NA 02-13; aktualną ofertę należy sprawdzić osobno.

Końcowa wizja autora

Artykuł kończy się koncepcją gospodarstwa czteroosobowego, które mogłoby pokrywać 95% zapotrzebowania na energię elektryczną i ciepło lokalnie, wykorzystując między innymi ogniwa paliwowe i wodór. Autor rozważa produkcję wodoru przez instalacje słoneczne, dystrybucję do gospodarstw i pojazdów oraz wymianę nadwyżek energii między sąsiadami a siecią.

Autonomiczne wytwarzanie, przesył energii i komunikację przedstawia jako elementy przyszłej energetyki. Warunkiem realizacji tej wizji ma być sieć o odpowiedniej jakości, czyli Smart Grid. Są to propozycje autora z czasu publikacji, nie parametry oferowanego systemu ani aktualna prognoza gospodarcza.

Źródło i kontakt

Bajog electronic GmbH. Dokument źródłowy: DT_04_Smart_Meter_Englisch.pdf.

Polskie opracowanie: Maschek Polska. Pytania o dobór rozwiązań: s.stepa@maschekpolska.pl, tel. +48 663 365 904. www.maschekpolska.pl

Ilustracje i pomiary źródłowe

Ilustracje pochodzą z materiału producenta. Zachowano oryginalne ślady pomiarowe i oznaczenia przyrządów; polskie objaśnienia znajdują się pod ilustracjami.



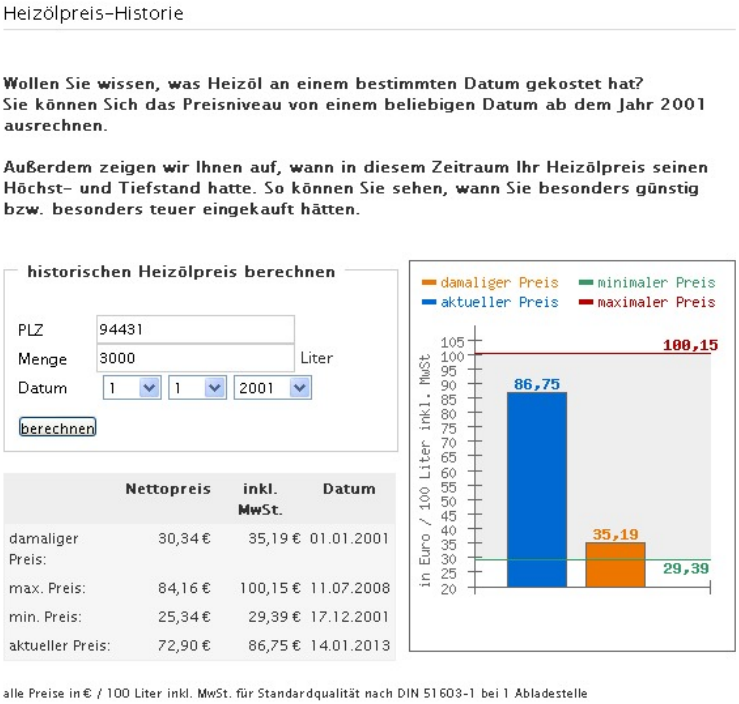
Inteligentny licznik energii.



Licznik indukcyjny Ferrarisa.



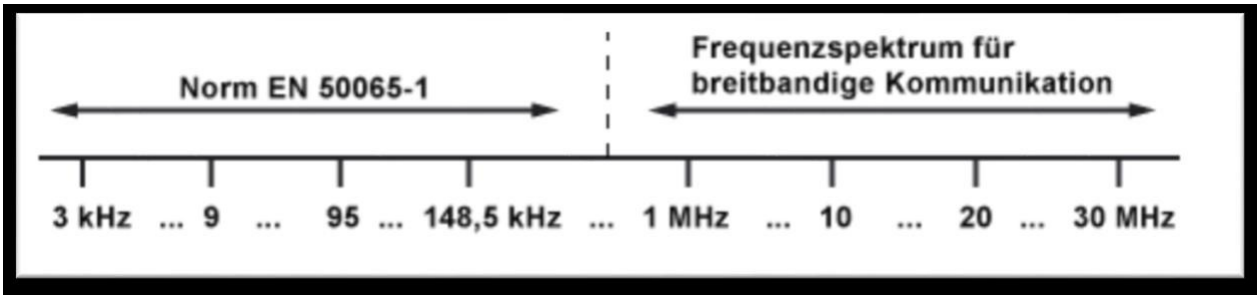
Historyczny wykres cen energii dla gospodarstw domowych w latach 2007-2013. Oś pionowa: eurocenty/kWh. Niebieski: pozostałe składniki ceny. Zielony: dopłata EEG na energię odnawialną. Ostatnia wartość jest prognozą źródła.



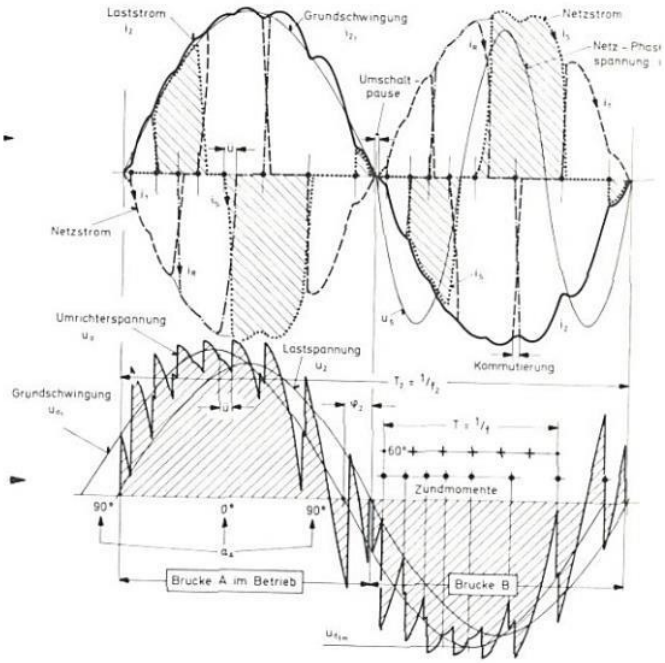
Historyczne zestawienie cen oleju opałowego; porównanie opisano w części gospodarczej.



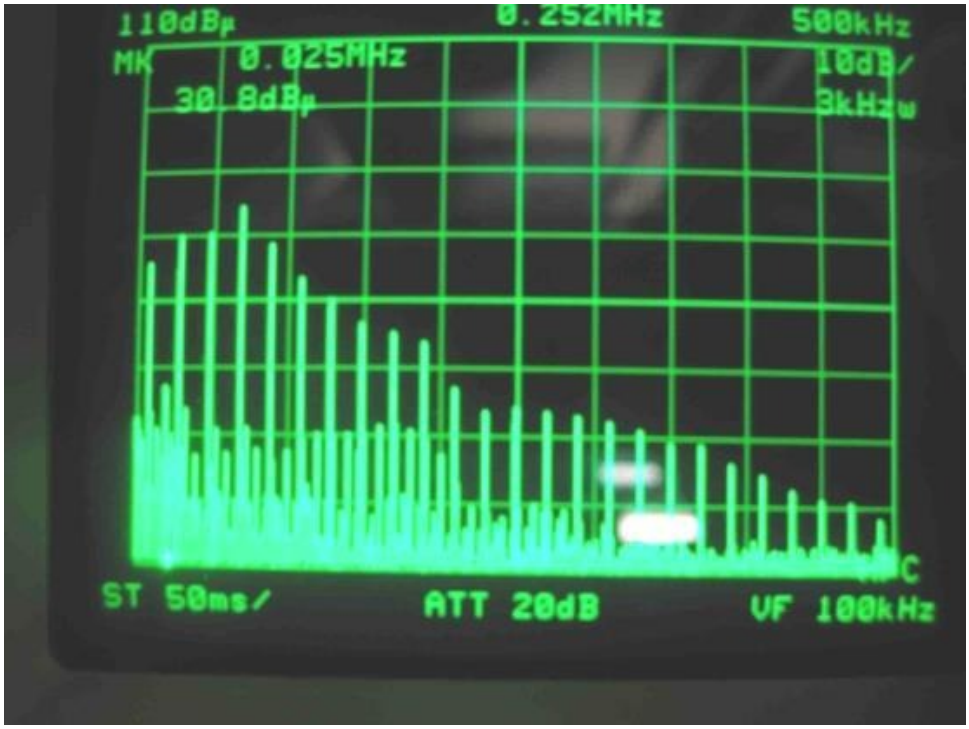
Ilustracja źródłowa: artykuł o peak oil, czyli szczycie wydobycia ropy. Tytuł pyta o sytuację, w której ropa staje się zbyt droga.



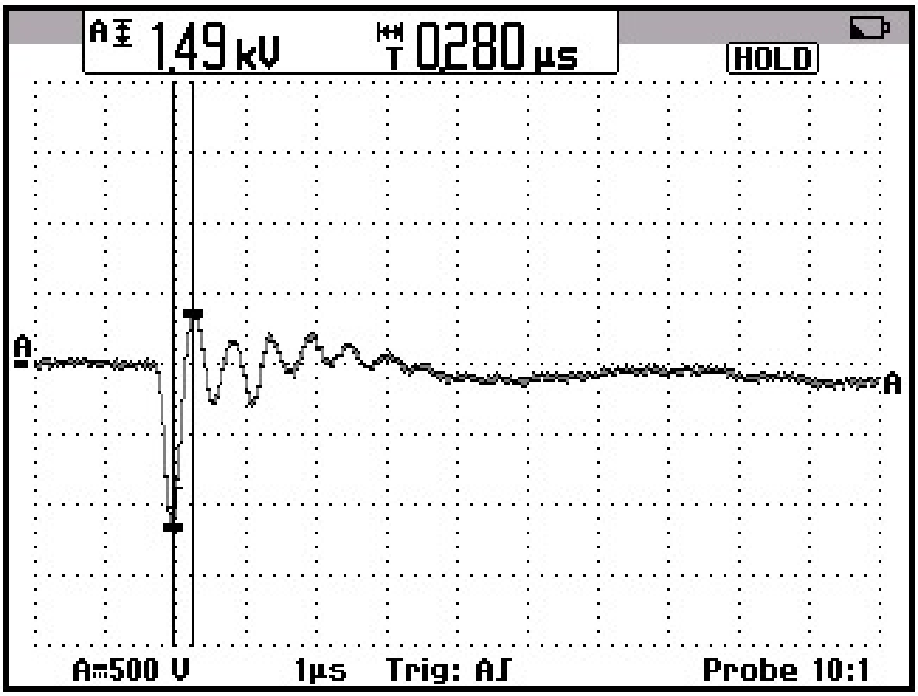
Porównanie pasma EN 50065-1 i widma komunikacji szerokopasmowej. kHz i MHz oznaczają jednostki częstotliwości.



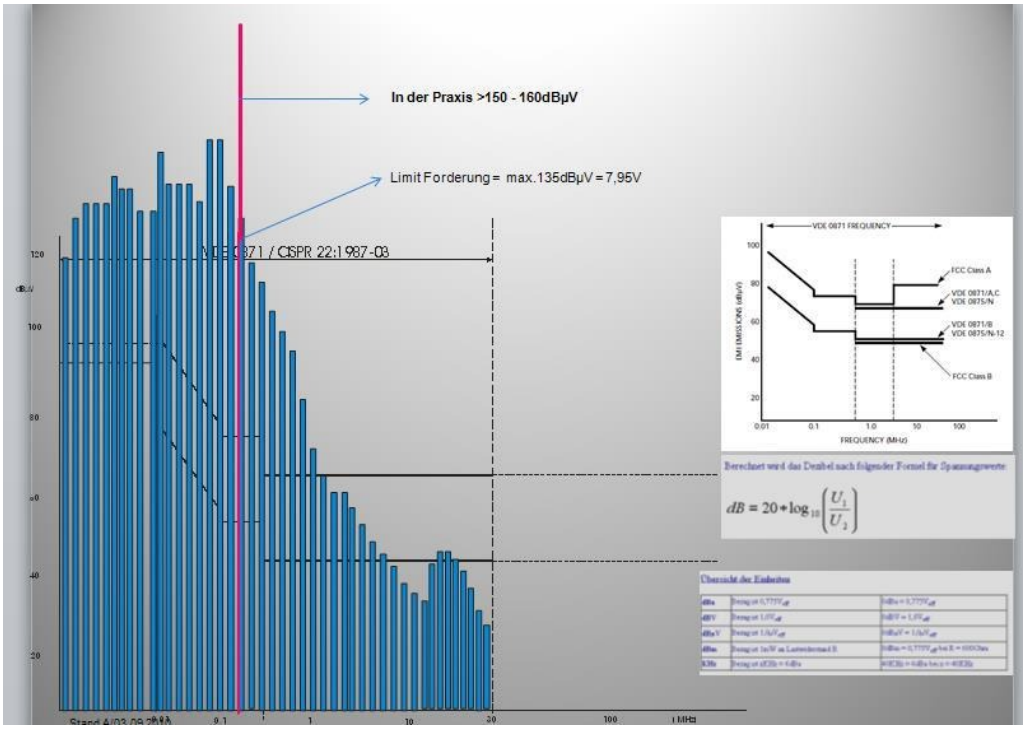
Odkształcenie napięcia i prądu przez przekształtnik. Oznaczenia wykresu: napięcie, prąd, napięcie wyprostowane i prądy diod.



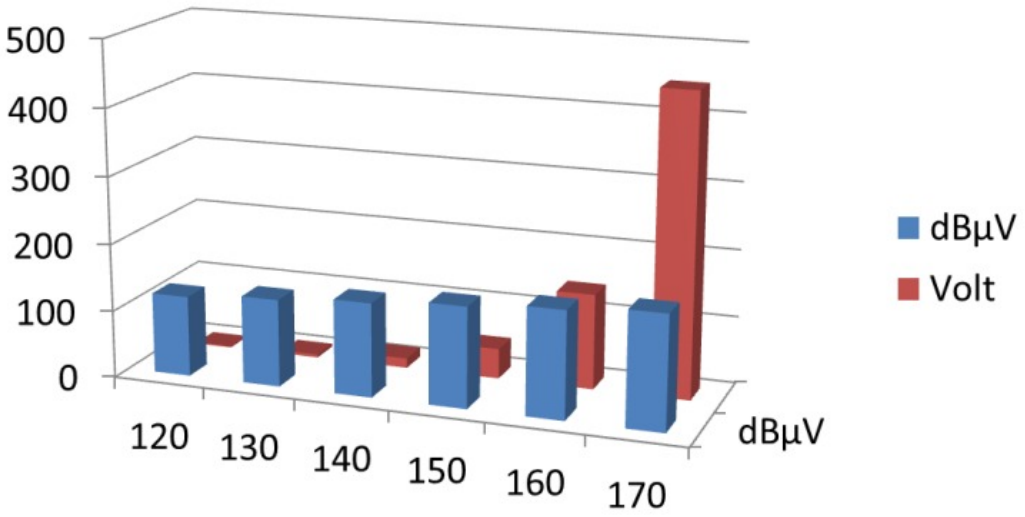
Widmo zakłóceń zmierzone analizatorem. Oryginalne jednostki i ustawienia pomiaru zachowano.



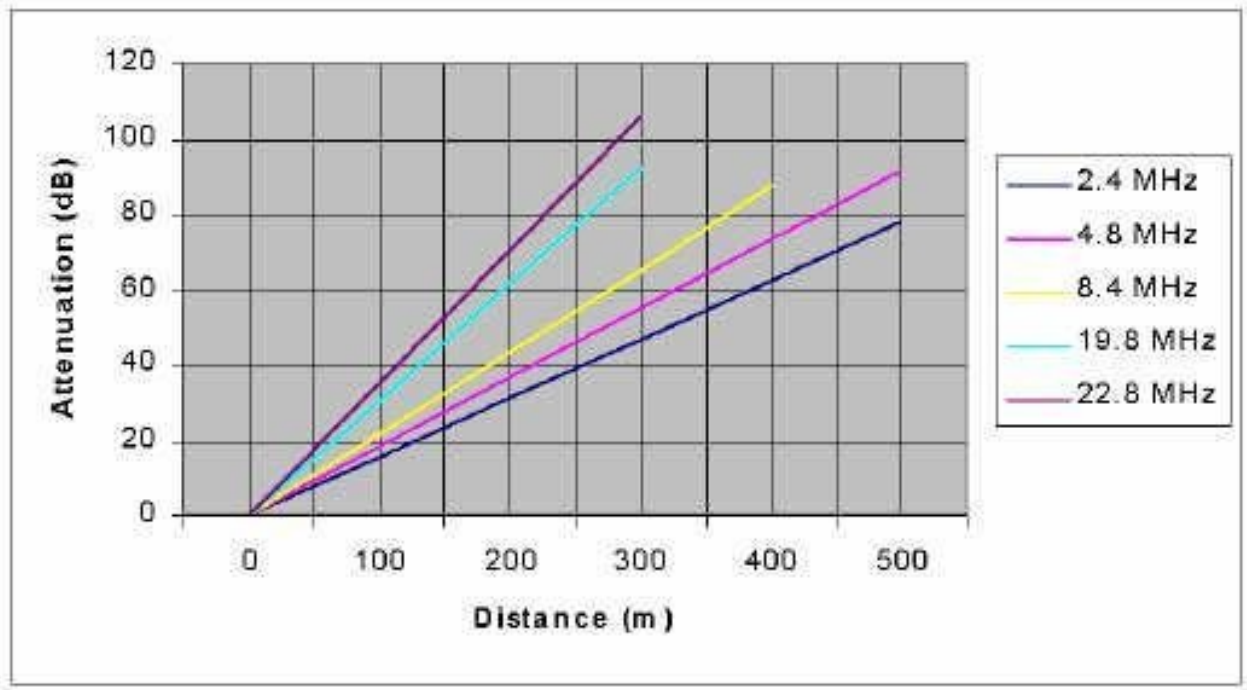
Impuls 5,32 kV/µs przywołany przez autora; pomiar z 30.01.2013.



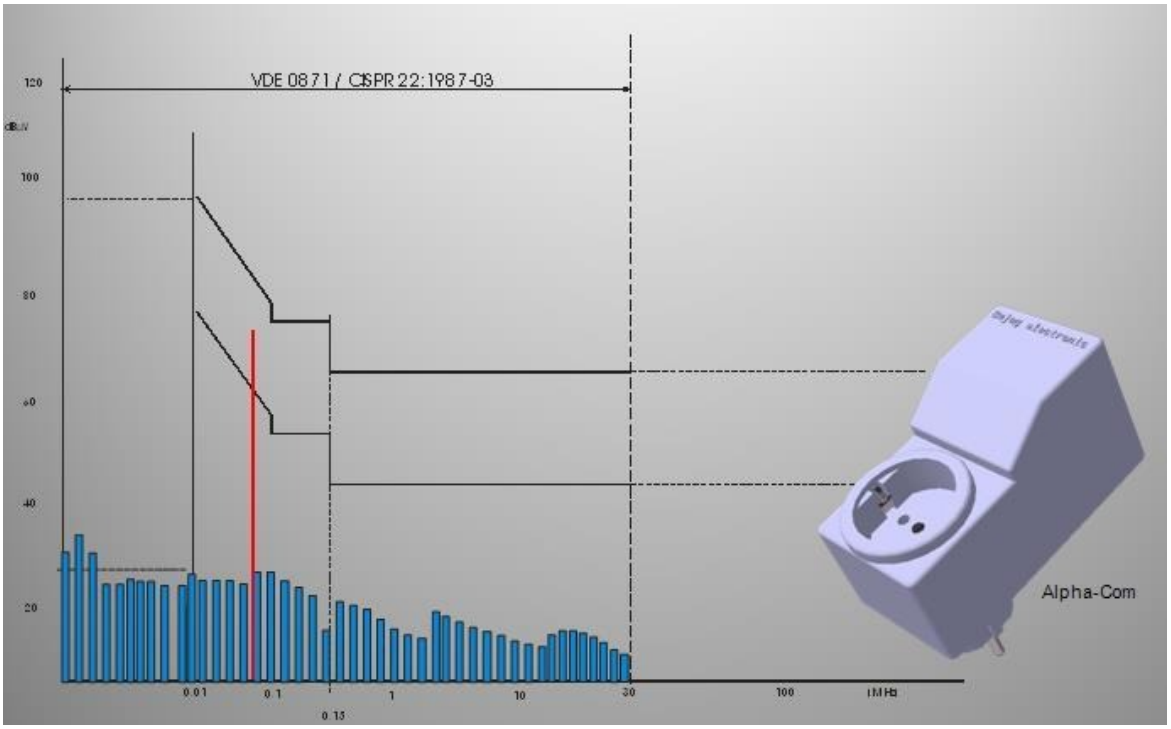
Poziom tła zakłóceń w sieci w porównaniu z poziomem transmisji. Wykres ilustracyjny z materiału producenta.



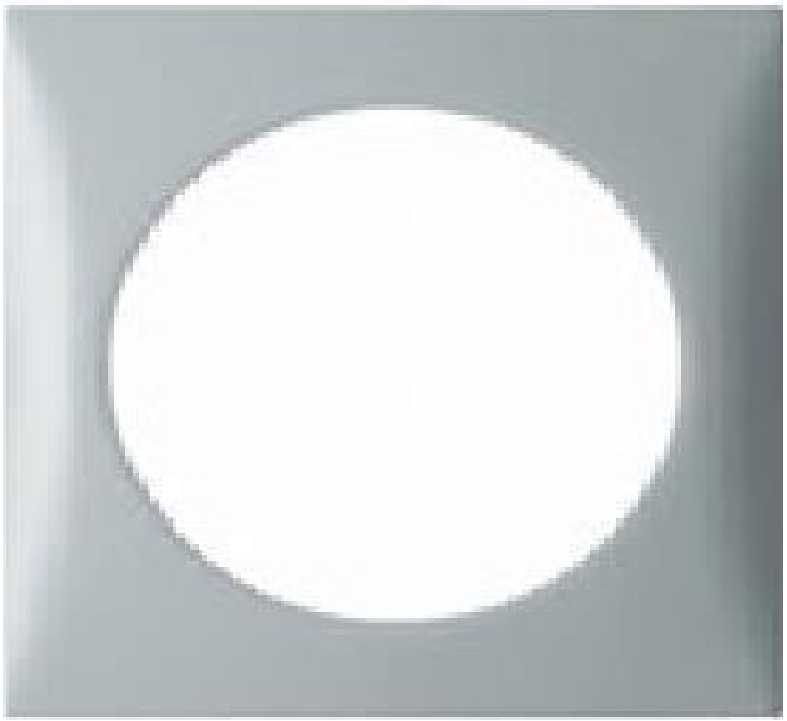
Przeliczenie poziomu na wartość napięcia: dBµV i wolty. Wyjaśnienie konwencji amplitudy znajduje się w tekście.



Tłumienie w funkcji odległości dla różnych częstotliwości. Oś pionowa: tłumienie [dB]. Oś pozioma: odległość [m].



Koncepcja obniżenia tła zakłóceń i poziomu transmisji; schemat gniazda hybrydowego.



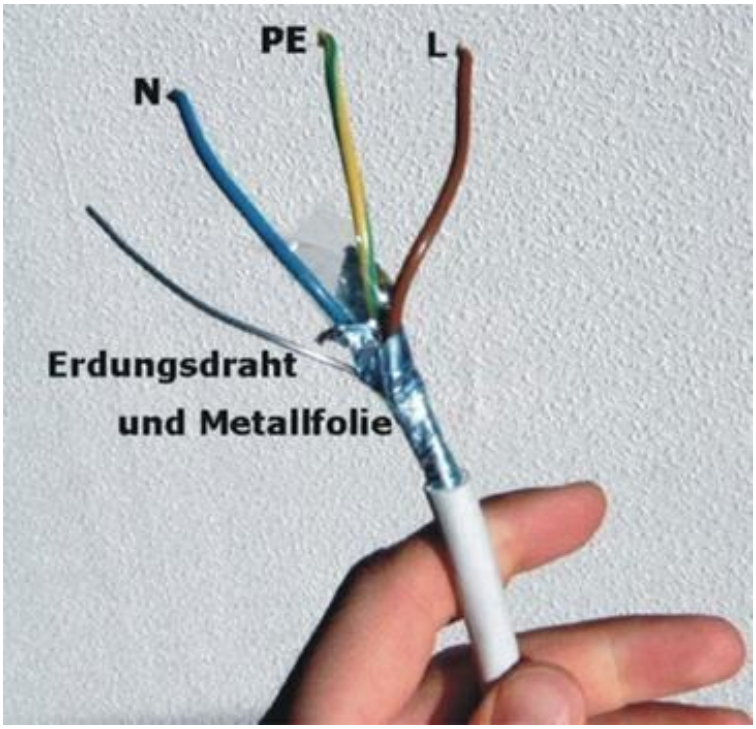
Element ilustrujący tor optyczny w koncepcji źródłowej.



Przykład złączy światłowodowych.



Przykład gniazda instalacyjnego.



Przewód łączący tory elektryczne i optyczne. L - faza; N - neutralny; PE - ochronny. Napis niemiecki: przewód uziemiający i folia metalowa.



Ręczny analizator NA 02-13 w wykonaniu pokazanym w historycznym artykule.