

TECHNOLOGIA HDSL

AUTOR: DARIUSZ MŁYNARSKI IVFDS

SPIS TREŚCI

1. Ogólne informacje o technologii HDSL.....	3
2. Idea stosowania technologii HDSL.....	3
3. Zasada działania łącza HDSL.....	4
4. Kody liniowe.....	5
5. Urządzenia HDSL stosowane w Polsce.....	6
5.1 System WATSON.....	6
5.2 System TADIGAIN.....	9
5.3 System EXLINE 2.....	9
6. Zastosowanie HDSL-u.....	9
7. Literatura	12

1. Ogólne informacje o technologii HDSL

Technologia HDSL(High-bit-rate Digital Subscriber Line) jest jednym z najnowocześniejszych wariantów technologii DSL. Jest technologią przesyłu symetrycznego - zapewnia takie samo pasmo transmisyjne w obie strony oraz umożliwia realizację przepływności binarnej 2300 kbit/s używając zwykłej skrętki stosowanej również w zwykłych połączeniach telefonicznych. W zależności od zastosowanego modemu zasięg linii obsługiwanych za pomocą łącz HDSL może osiągać 8-10 km.

W HDSL-u zostały rozwiązane następujące problemy związane z limitem szybkości na liniach miedzianych:

- 1) Osłabienie sygnału – spowodowane osłabieniem sygnału elektrycznego przesyłanego w długiej linii miedzianej.
- 2) Efekt podsłuchu – spowodowany nie zaterminowanymi zakończeniami pętli abonenckiej, nadmiarowanymi wydłużeniami pętli itd. – co powoduje dodatkowo tłumienie sygnału.
- 3) Efekt przesłuchu – interferencje sygnałów przesyłanych w sąsiadujących liniach w jednej wiązce.

Problemy te zostały rozwiązane w następujący sposób:

Podniesiono częstotliwość sygnału, zastosowano w większości przypadków 175 lub nawet 390 kHz – a więc dużo wyższe częstotliwości niż przy tradycyjnych liniach miedzianych.

Wprowadzono kod liniowy – aby efektywnie nadawać sygnał cyfrowy przez linie miedziane, najpopularniejszym kodem liniowym jest kod 2B1Q. Więcej na temat kodów liniowych dowiemy się w paragrafie 4.

2. Idea stosowania technologii HDSL

Dzięki rozwojowi techniki cyfrowej łącza HDSL umożliwiają przesyłanie danych linią dedykowaną(bez komutacji) z szybkością 2Mb/s lub udostępnianie 30 kanałów telefonicznych o przepływności 64 kb/s (to wszystko przy pomocy obecnie już tylko jednej pary skręconych przewodów miedzianych), a to wszystko na dystansie od kilku o kilkunastu kilometrów, bez konieczności używania regeneratorów sygnału.

Podstawowa konfiguracja systemu transmisji w opisanej przeze mnie technologii obejmuje dwa jednakowe pod względem funkcji urządzenia, z których jedno jest instalowane po stronie klienta, drugie u operatora sieci. Rozwiązania konstrukcyjne obydwu urządzeń są zwykle

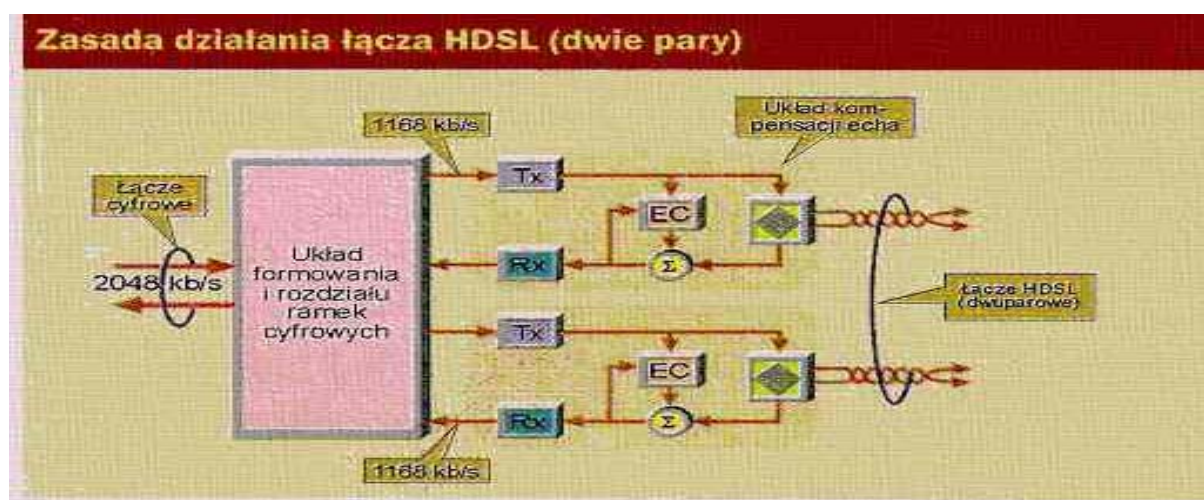
odmienne: centralowe - obsługujące zwykle wielu użytkowników od strony systemu komutacji i zdalne - dla niewielkiej grupy lub pojedynczego abonenta.

3.Zasada działania łącza HDSL

W systemie opartym na dwóch symetrycznych liniach strumień informacji cyfrowej o przepływności 2,048 Mb/s jest dzielony dla każdego z kierunków na dwa strumienie - zawierające po 1024 kb/s informacji użytkownika - przesyłane równoległe i równocześnie w obu kierunkach przy użyciu dwóch par przewodów. Zastosowana po obydwu stronach łącza technika kompensacji echa umożliwia prowadzenie w pełni duplexową transmisję cyfrową dla każdej z par oddzielnie.

W układzie formatowania(patrz rys.1) dla każdej pary przewodów tworzona jest własna ramka, zawierająca oprócz informacji użytkownika(1024kb/s) dodatkową przepływność sygnalizacyjną(128 lub 144 kb/s) umożliwiającą monitorowanie transmisji w czasie pracy oraz tworzenie kanału lokalizacji uszkodzeń. Reasumując całkowita przepływność pojedynczej linii symetrycznej wynosi $1024+144=1168\text{kb/s}$, z możliwością wykorzystania tego kanału do szybkości 1152kb/s (przy sygnalizacji 128kb/s).

W trybie ramkowania sygnały są przesyłane na każdej z dwóch par przewodów w 15 kanałach, każdy po 64 kb/s danych, jak również szczeliny czasowe o numerach 0 i 16 oraz tworzy się kanał sterujący EQC o pojemności 16 kb/s. Niezależnie od pracy z ramkowaniem możliwy jest tryb pracy bez ramkowania. W starszych modelach urządzeń HDSL, transmitujących dane przez trzy linie symetryczne, łączna przepływność bitowa każdego toru transmisyjnego jest (lub była) odpowiednio niższa i wynosi 784 kb/s.



Rys 1. Zasada działania łącza HDSL [1]

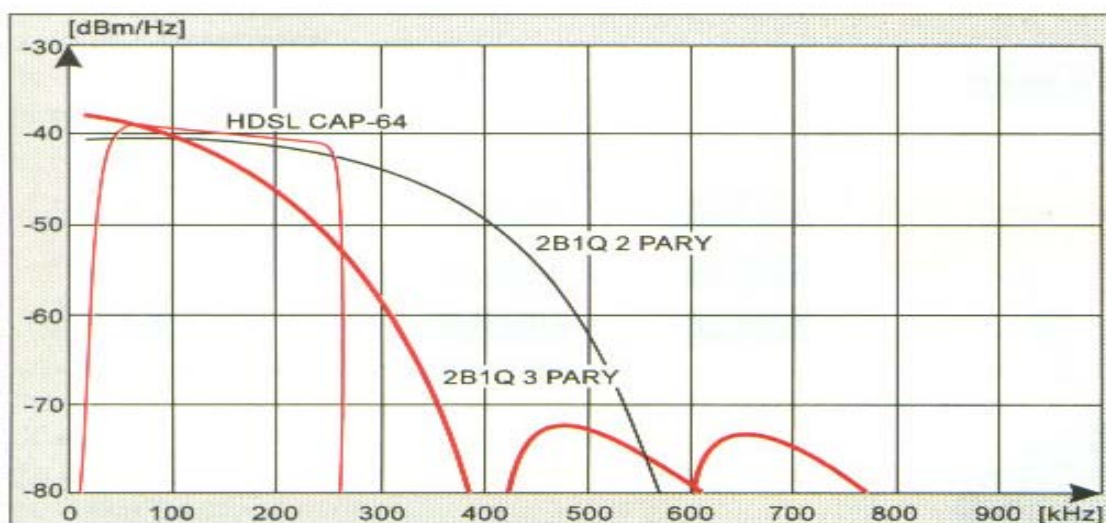
4.Kody liniowe

a) 2B1Q

Polega on na przypisaniu 2 bitów danych 1 z 4 poziomów napięcia. Ponieważ 4 poziomy napięcia nazywane są "Quaternary" - rozumiemy już, że w skrócie 2B1Q chodzi o wyrażenie sposobu zakodowania 2 bitów danych w 4 poziomy napięcia.

b) CAP64 i CAP128

Jest to modulacja z kodowaniem fazowo-amplitudowym (bez fali nośnej) o wąskiej charakterystyce widmowej, korzystnej ze względu na tłumienie i opóźnienie grupowe toru transmisyjnego. W widmie tego kodowania brakuje najniższej częstotliwości, co eliminuje zakłócenia w linii abonenckiej. Brak składowej stałej w transmitowanym paśmie 6-259kHz powoduje że transmisja jest prawie niewrażliwa na zakłócenia impulsowe na niższych i przesłuchy na wyższych częstotliwościach i przez to jest bardziej stabilna. CAP64 - zawiera 64 symbole kodowe reprezentowane w przestrzeni ortogonalnych wektorów nośnych przez macrycę 8×8 , następuje sześciokrotne zawężenie pasma częstotliwości sygnału przesyłanego linią, a w układach z kodowaniem CAP 128 wykorzystanie pasma jest jeszcze bardziej efektywne. Układy te coraz częściej zawierają samokorekcyjne kodowanie TRELLISA co pozwala na uzyskanie niskiej stopy błędów porównywalnej z systemami światłowodowymi. Kody b) zapewniają bardziej wydajne charakterystyki widmowe transmitowanego sygnału w porównaniu z kodem 2B1Q.



Rys 2. Charakterystyka widmowa różnych technik kodowania [1]

5. Urządzenia HDSL stosowane w Polsce

Pierwsze urządzenia firmy Schmid Telecommunications pojawiły się w Polsce w 1994 r. pod ogólną nazwą systemu HDSL WATSON i są oferowane w kraju przez BPS i Teletrans. W wyniku przetargu zorganizowanego przez TP S.A. do końca 1998 r. wyłoniono 6 firm dostarczających urządzenia HDSL w trzech kategoriach:

- a) łącza dwuparowych z kodowaniem 2B1Q firm: Schmid Telecom (WATSON II), Tadiran Telecommunications (TadiGain 5000), ECO Telecom (ExLine2), Orkit
- b) łącza dwuparowe z kodowaniem CAP64 firm: Schmid Telecom (WATSON 3), Ascom (COLT-2)
- c) łącza jednoparowe z kodowaniem CAP128 firm: Schmid Telecom (WATSON 4), Alcatel

5.1 System WATSON

Wprowadzony na Polski rynek przez firmę Schmid Telecom Zurich. Nowa generacja urządzeń HDSL umożliwia, opierając się na istniejącej infrastrukturze miedzianej, dostęp do usług szerokopasmowych - w tym szybki dostęp do Internetu oraz do ISDN grupy pierwotnej, a także inne usługi multimedialne. Urządzenia te wykorzystują następujące techniki kodowania CAP(64, 128), opracowane przez AT&T.

Obecnie WATSON oferuje trzy technologie tych urządzeń o różnej oporności na zakłócenia i różnym zasięgu działania:

- WATSON II: kodowanie 2B1Q, przesyła sygnał 1Mb/s na jednej parze lub 2 Mb/s na dwóch parach przewodów
- WATSON 3 : kodowanie CAP64 i transmisja z szybkością 1Mb/s(jedna para) lub 2 Mb/s(dwie pary)
- WATSON 4 : kodowanie CAP128 – szybkość 2Mb/s za pomocą jednej pary przewodów

Rodzina urządzeń WATSON systemu HDSL obejmuje liniowe urządzenia końcowe LTU (*Line Terminal Unit*), sieciowe urządzenia końcowe NTU (*Network Terminal Unit*), regeneratory,

akcesoria niezbędne do montażu w stojaku 19" oraz zespół do integracji urządzeń z systemami zarządzania.

Urządzenie LTU

Końcowe urządzenie liniowe LTU jest zwykle instalowane w pomieszczeniach central telefonicznych. Ma formę modułu do półek 19". Płyta czołowa zawiera wskaźnik LED wskazujący stan pracy urządzenia lokalnego i zdalnego oraz wszystkie niezbędne złącza dla interfejsu użytkownika, interfejsu liniowego oraz złącze kontrolne pracy w trybie „1+1”. Dodatkowo oprócz układów systemu HDSL służących do transmisji sygnału, LTU ma układy: kontroli zegara, zdalnego zasilania i nadzoru. Urządzenie może pracować w trybie zegara wewnętrznego, zewnętrznego i odtwarzalnego.

Urządzenie NTU

Końcowe urządzenie sieciowe NTU jest instalowane jako jednostka zdalna w sieciach o strukturze gwiazdy lub w zastosowaniu punkt-punkt. Występuje w wersji TABLETOP lub jako „minirack” 19". Dwa wskaźniki LED na płycie czołowej pokazują stan pracy urządzenia lokalnego jak i odległego. Złącza: stacyjne, liniowe i monitora znajdują się z tyłu panelu. W przypadku zasilania lokalnego zewnętrzny zasilacz AC/DC dostarcza napięcia wejściowego 48V prądu stałego.

System ten można używać o realizacji:

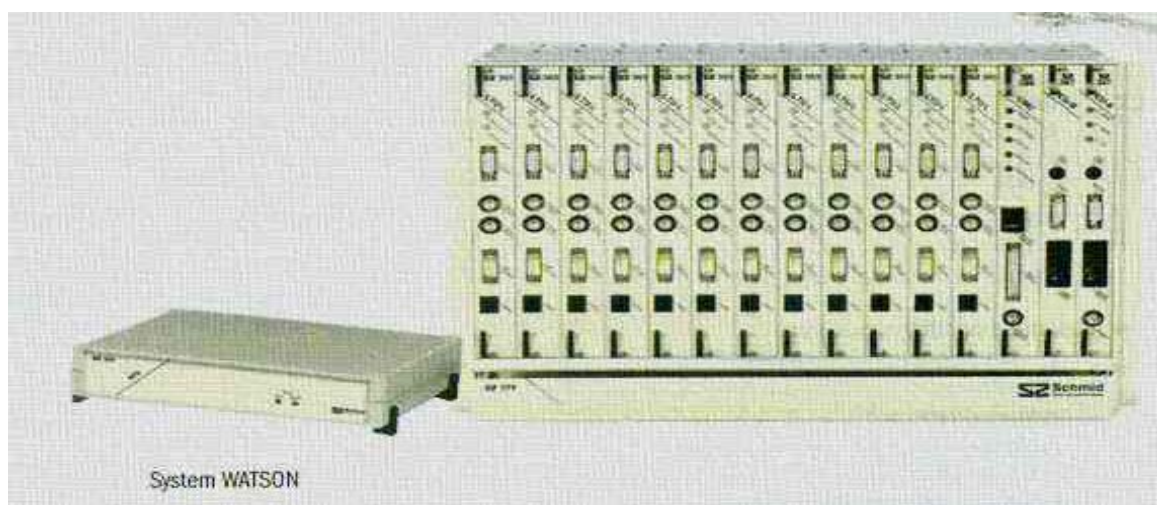
- szybkie połączenia z siecią Internet oraz dostęp do sieci ATM
- wydłużenia sieci LAN
- obsługa wideokonferencji
- łączenie sieci miedzianych z rozbudowaną siecią światłowodową

Zalety systemu WATSON:

- zaawansowana technologia
- wysoka niezawodność systemu
- st. błędu BER=10

- łatwe zarządzanie TMN
- uniwersalność i elastyczność(3 technologie- wspólne zasilanie, jeden system zarządzania i monitoringu)
- duża elastyczność konfiguracji
- możliwość wyboru interfejsu
- zgodność ze standardami ETSI
- duży zasięg (ponad 10 km)

Podsumowując ten system należy wspomnieć że integruje się on z siecią telekomunikacyjną za pomocą lokalnego terminala(klasy VT-10D) i własnego systemu zarządzania TMN lub też może być sterowany zdalnie z centrum zarządzania przez wbudowany kanał sterujący EOC(Embedded Operation Channel). Wysoką niezawodność uzyskuje się przez pracę w trybie „half standby”(transmisja tylko prze 1 parę przewodów, druga para pozostaje w stanie gotowości) lub w trybie „protection” 1+1, w którym druga para przewodów przejmuje automatycznie gdy tylko pogorszy się przepływ w łączy podstawowym. Wszystko to powoduje że przepływność systemu jest dwukrotnie pomniejszona ,a systemy te stosuje się do rozwiązań wymagających podwyższonej dyspozycyjności(niezawodności) systemu. WATSON posiada również zespół kontroli zasilania i alarmów PCU(Power Connection Unit), umożliwiający przełączenie systemu na zasilanie rezerwowe.



Rys 3. Urządzenia systemu WATSON [1]

5.2 System TADIGAIN

Produkowany przez izraelską firmę Tadiran, korzysta z protokołu HDSL do transmisji sygnału cyfrowego E1(2,048 Mb/s) przy pomocy 3 lub 2 par przewodów symetrycznych. System TadiGain 500 używa 3 pary przewodów o przepływności 748 kb/s w każdej parze, stosuje kodowanie liniowe 2B1Q. Taka architektura (potrójny duplex) umożliwia przekaz pełnego sygnału E1, częściowego E1 lub 30 rozmów telefonicznych z wykorzystaniem multiplekserów TADMUX S dla zasięgu do 7,5 km, bez stosowania wzmacniaczy sygnału. Dystrybucją tego systemu w Polsce zajmuje się Computex Telecommunication.

5.3 System EXLINE 2

Produkowany izraelską firmę ECI Telecom wchodzi w skład rodziny abonenckich urządzeń sieciowych DIGILOOP tej samej firmy przeznaczonych do zwiększenia zasięgu cyfrowych usług telekomunikacyjnych. System posiada dwa rodzaje portów interfejsowych obsługujących środowisko sieciowe i klienta:

- takt E1 (CCITT/ITU) zgodny z zaleceniami formatowania według G.704
- interfejs danych N x 64kb/s zgodny ze standardem V.35

System transmisji posiada dwa podsystemy ulokowane po obu stronach łącza: jednostkę centralową ELU (Exchange Line Unit) – do obsługi wielu użytkowników, umieszczoną w pobliżu systemu komutacji oraz urządzenie końcowe NTU (Network Terminator Unit) przeznaczone do instalacji u konkretnego abonenta.

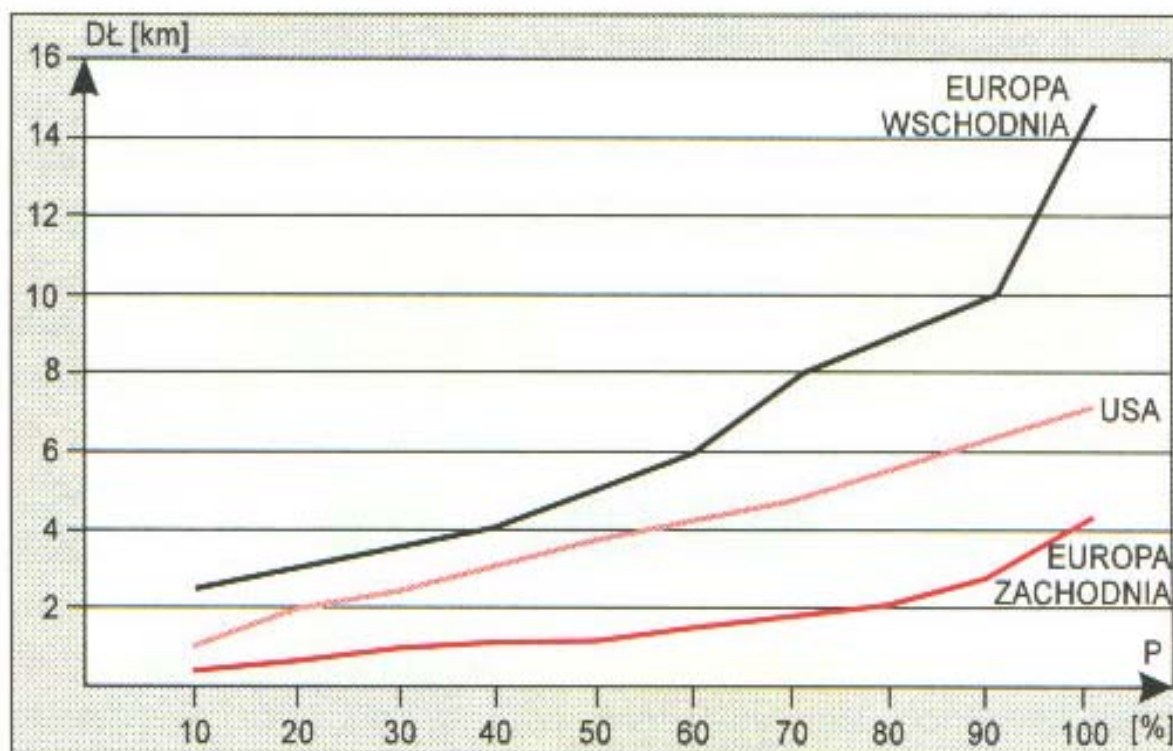
6. Zastosowanie HDSL-u

- tworzenie łączy N x 64kb/s (do 2 Mb/s) w łączach bezpośrednich i dzierżawionych
- dostęp do grupy pierwotnej PRA ISDN
- zwiększenie liczby abonentów przyłączonych za pomocą multiplekserów i linii telefonicznych
- połączenia pomiędzy bazowymi stacjami mobilnymi (sieci komórkowych) oraz połączenia między sieciami lokalnymi

- połączenia sieci i systemów lokalnych (PABAX, LAN) z sieciami rozległymi i publicznymi (WAN, INTERNET, PSTN)
- zastąpienie międzycentralowych traktów cyfrowych PCM realizowanych w technologii HDB3
- tworzenie rezerwowych dróg obejściowych dla narażonych na uszkodzenia łączy i odcinków kabli światłowodowych

Średnica żył	WATSON II	WATSON 3	WATSON 4
0,4 mm	3,6 km	3,9 km	3,0 km
0,6 mm	5,6 km	6,0 km	4,2 km
0,8 mm	9,1 km	11,4 km	6,3 km

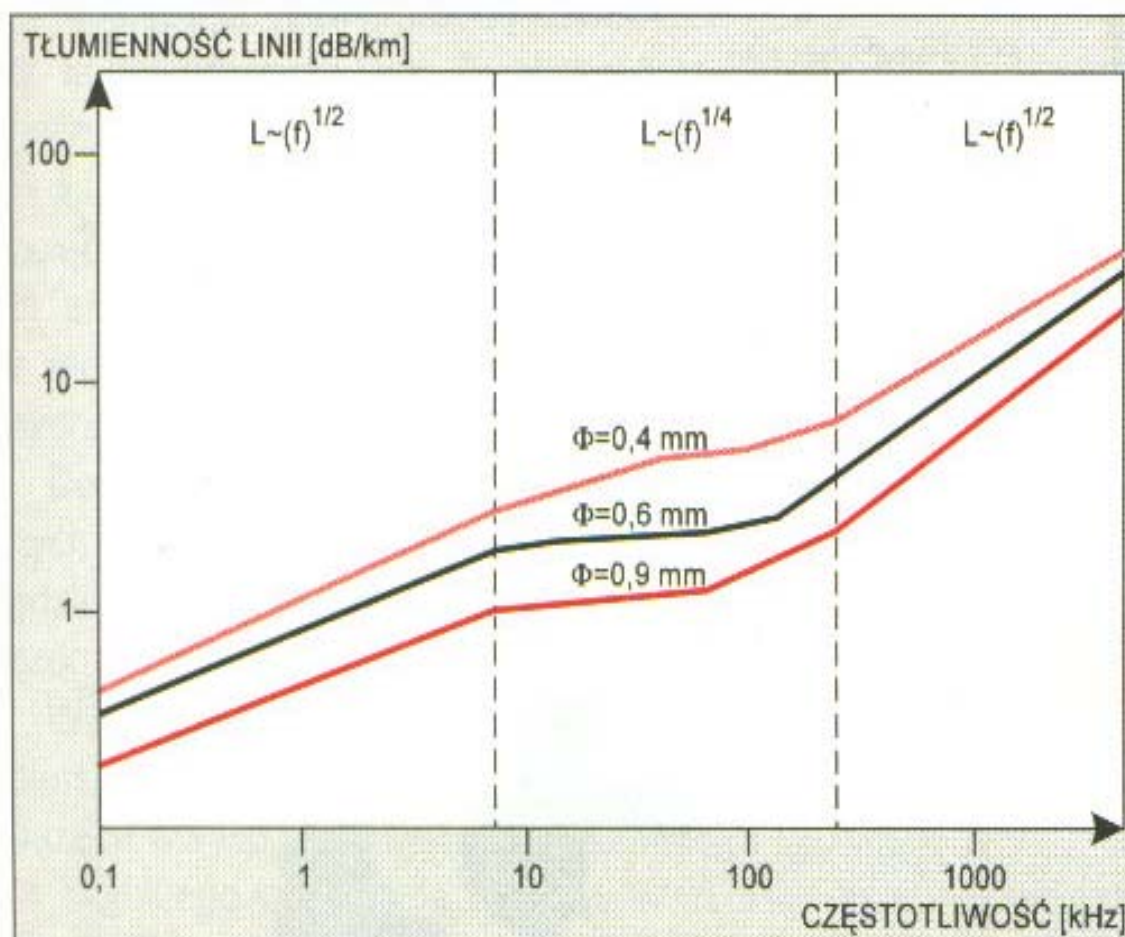
Tabela 1. Zasięg pracy urządzeń w zależności od średnicy żył w kablu [2]



Rys 4. Porównanie łączy abonenckich w Europie I USA [2]

Parametr	Wartość
Interfejs 2 Mbit/s	
Szybkość transmisji	2 048 kbit/s +/- 50 ppm
Kod liniowy	HDB3
Interfejs	CCITT/ITU G.703
Ramkowanie	CCITT/ITU G.704, PRA lub nieramkowany
Impedancja linii	120 Ohm sym., 75 Ohm niesym.
Rodzaje złączy	SubD, BNC (wariantowo)
Wejście taktujące 2 048 kHz (PCU)	
Impedancja wejściowa	75 Ohm
Napięcie wejściowe	1,5–3V CCITT/ITU G.703
Tolerancja wahania jittera	CCITT/ITU G.823
Typ złącza	BNC
Synchronizacja	
Źródło taktu	wewnętrzne (master/slave) zewnętrzne (tylko w PCU) takt regenerowany
Interfejs $n \times 64$ kbit/s	
Szybkość transmisji	$n \times 64$ kbit/s ($n = 1$ do 32)
Warianty interfejsów	V.35, V.36, X.21
Liczba interfejsów	2
Typ złączy	V.35:ISO 2593 (34 styki) V.36:ISO 4902 (37 styków) X.21:ISO 4903 (15 styków)
Alarmy	
Utrata sygn./synch. HDSL	Utrata sygnału 2 Mbit/s
Wysoka BER	Utrata synchronizacji 2 Mbit/s
Niska BER	AIS 2 Mbit/s (lok./zdalny)
Pętla zdalna/lokalna	Utrata taktu $n \times 64$ kbit/s
Napięcie zasilania	
LTU (PCU)	40–72 VDC, 115/230 VAC 60/50 Hz
NTU	40–60 VDC, 115/220 VAC 60/50 Hz Zdalne zasilanie
Pobór mocy	6 W
Wymiary (wys. \times gł. \times szer.)	
Półka 19", wysokości 7U	309 \times 433 \times 249 mm
Moduł LTU	259 \times 30 \times 233 mm
Moduł PCU, CMU	259 \times 40 \times 233 mm
NTU wolnostojące	67 \times 295 \times 247 mm
Minirack 19"	30 \times 264 \times 245 mm
Pętle pomiarowe	
Lokalna	Loop 1
Zdalna	Loop 2
Analogowa	Loop 3
Zarządzanie konfiguracją i obsługą urządzeń	
Prowadzenie pomiarów w sposób ciągły	G.826 ITU-T
Pomiary jakości sygnału	na każdej parze
Ustawienie konfiguracji	przy użyciu terminalu VT100
Interfejs liniowy HDSL	
Szybkość transmisji po jednej parze	1168 kbit/s +/- 50 ppm w wersji W11 i W3 2320 kbit/s +/- 50 ppm w wersji W4
Kod liniowy	2B1Q dla WATSON II CAP 64 dla WATSON 3 CAP 128 dla WATSON 4
Impedancja linii	135 Ohm, symetryczna
Moc nadawana	13,5 dBm
Rodzaje złączy	RJ 45

Tabela 2. Parametry techniczne urządzeń WATSON [2]



Rys 5. Charakterystyka tłumienności linii dla różnych średnic żył miedzianych [2]

7. Literatura

[1] <http://xdsl.w.interia.pl/HDSL.shtml>

[2] http://www.teletrans.pl/artykuly/artykul_8_97.html?=#top