

Okablowanie strukturalne, a normy

Molex Premise Networks Technical Documents

1) Wprowadzenie

Jeszcze nie tak dawno podstawowymi narzędziami do pracy biurowej były długopis, kartka papieru oraz liczydło lub kalkulator. Gwałtowny rozwój elektroniki i informatyki spowodował, że prawie każdy współczesny pracownik umysłowy musi być wyposażony w narzędzia ułatwiające mu komunikowanie się z innymi ludźmi (telefon, fax, poczta elektroniczna, Internet) oraz ułatwiające pracę biurową (komputer). Jednak pożytek z wielu pracowników wyposażonych w oddzielne komputery jest niewspółmiernie mniejszy, niż pożytek z tej samej liczby pracowników używających swoje komputery spięte w sieć lokalną LAN (z ang. Local Area Network). Łatwość wymiany informacji, możliwość dzielenia zasobów sieciowych (danych, drukarek sieciowych) oraz użytkowania oprogramowania do pracy grupowej np. programy dla inżynierów do projektowania współbieżnego powodują, że sieci komputerowe są obecnie podstawowym wyposażeniem biura. Fakt ten nie umknął uwadze osób zajmujących się projektowaniem i wznoszeniem budynków biurowych, które oprócz standardowych instalacji, takich jak centralne ogrzewanie, instalacja elektryczna czy klimatyzacja, zaczęły wyposażać pomieszczenia przeznaczone na biura w instalacje okablowania przeznaczoną dla telefonów i sieci komputerowych. Takie sieci okablowania, przeznaczone do przyszłych zastosowań teleinformatycznych nazywamy sieciami okablowania strukturalnego, a ich kolebką są Stany Zjednoczone.

1) Po co są normy?

Bardzo szybko pojawili się zwolennicy okablowania strukturalnego, doceniający jego niewątpliwe zalety. Możliwość wynajęcia biura standardowo wyposażonego w sieć komputerową, bez konieczności kosztownych adaptacji, sprzyjała rozwojowi tej dziedziny techniki. Jednak wraz z rozwojem okablowania zaczęły pojawiać się problemy. Łatwo było postanowić, że nowo budowane biura będą standardowo wyposażane w uniwersalny system okablowania, trudniej jednak było to zrealizować. Mnogość rozwiązań na rynku obejmujących różne rodzaje kabla (współosiowy, współosiowy z dwoma przewodami wewnętrznymi, skrętka ekranowana i nie ekranowana), różne rodzaje sprzętu aktywnego wyposażonego w różne typy złączy, posiadające odmienne wymagania techniczne oraz różne dopuszczalne długości toru transmisyjnego powodowały, że bardzo trudno było wykonać sieć do zastosowań uniwersalnych. Pojawiła się potrzeba normalizacji, czyli stworzenia oficjalnych dokumentów zawierających pewne ogólne ustalenia pozwalające na współpracę producentów kabli, sprzętu aktywnego oraz innych elementów okablowania, dzięki czemu można by łączyć ze sobą elementy różnych producentów i mieć pewność ich prawidłowego współdziałania.

1) Szerzej o normach.

Jak już wspomniano, kolebką okablowania strukturalnego są Stany Zjednoczone i tam powstały także pierwsze ustalenia legislacyjne. Podstawową dla okablowania strukturalnego normą jest EIA/TIA 568A ("TIA/EIA Building Telecommunications Wiring Standards") wydana w grudniu 1995, która powstała na bazie normy EIA/TIA 568 (złącza i kable do 16MHz) po uwzględnieniu biuletynów TSB 36 (kable do 100MHz), TSB 40 (złącza do 100MHz), TSB 40A (złącza i kable krosowe do 100MHz) oraz projektu SP-2840 (złącza i kable do 100MHz).

Z czasem powstało szereg norm towarzyszących, z których najważniejsze to:

- EIA/TIA 569 "Commercial Building Telecommunications for Pathways and Spaces" (Kanały telekomunikacyjne w biurach)
- EIA/TIA 606 "The Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of Commercial Building" (Administracja infrastruktury telekomunikacyjnej w biurach)
- EIA/TIA 607 "Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications" (Uziemienia w budynkach biurowych)
- TSB 67 "Transmission Performance Specification for Field Testing of Unshielded Twisted-Pair Cabling Systems" (Pomiary systemów okablowania strukturalnego)
- TSB 72 "Centralized Optical Fiber Cabling Guidelines" (Scentralizowane okablowanie światłowodowe)
- TSB 75 "Nowe rozwiązania okablowania poziomego dla biur o zmiennej aranżacji wnętrza"
- TSB 95 "Additional Transmission Performance Guidelines for 4-Pair 100 W Category 5 Cabling"

Na podstawie norm amerykańskich powstała norma międzynarodowa – ISO/IEC 11801 "Information technology – Generic cabling for customer premises". Z kolei w oparciu o normę międzynarodową stworzono normę europejską EN 50173 "Information technology – Generic cabling systems" zawierającą jednakże więcej unormowań związanych ze specyfiką rynków Unii Europejskiej. Inne europejskie normy związane, to:

- EN 50167 "Okablowanie poziome"
- EN 50168 "Okablowanie pionowe"
- EN 50169 "Okablowanie krosowe i stacyjne"

Okablowanie strukturalne, a normy

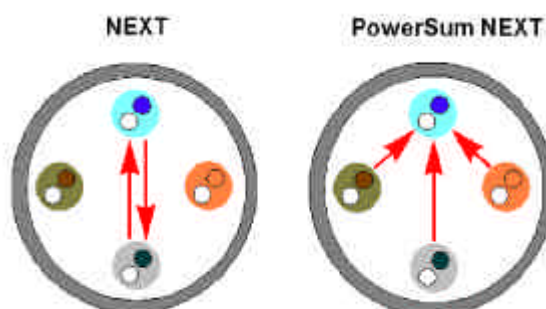
Molex Premise Networks Technical Documents

Powyżej przedstawione normy stanowią aktualnie obowiązujące na świecie unormowania w dziedzinie okablowania strukturalnego budynków. Jeśli chodzi o sytuację w Polsce, to ciągle nie ma zatwierdzonej polskiej normy. Powstał projekt takiego unormowania będący wiernym tłumaczeniem normy europejskiej (EN 50173), jednakże nie doczekał się jeszcze zatwierdzenia. Być może konieczność dostosowania polskich rozwiązań prawnych do rozwiązań obowiązujących w Unii Europejskiej, będąca warunkiem koniecznym postawionym przez Unię, będzie okazją do powstania polskiego odpowiednika wspomnianej normy. Póki co, sieci okablowania strukturalnego w Polsce, budowane są w oparciu o właściwe normy zagraniczne.

Wymienione normy określają parametry techniczne torów okablowania strukturalnego przypisując im kategorie (norma amerykańska) lub klasy (norma międzynarodowa i europejska). Najwyższą, dotychczas zdefiniowaną kategorią była kategoria piąta, zapewniająca przeniesienie sygnałów w paśmie do 100MHz na odległość 100m, odpowiada to klasie D. Jednak gwałtowny rozwój telekomunikacji spowodował, że dostępne są już na rynku rozwiązania przewyższające parametrami wymagania kategorii piątej (klasy D), stąd też środowisko producentów systemów okablowania strukturalnego oczekuje nowelizacji norm w celu ustalenia nowych kategorii (klas). Istnieją pewne propozycje odnośnie nowo projektowanych kategorii, które dotychczas nie zostały jeszcze zatwierdzone odpowiednią normą (stan na grudzień 1999). Propozycje nowych norm są następujące:

- kategoria 5E (z ang. Enhanced - ulepszona), w której przewiduje się pasmo transmisji, takie samo jak w kategorii 5, czyli do 100MHz, ale przesłuch zbliżony mierzony jest metodą PowerSum NEXT (Rys 1.), dochodzi pomiar parametru ELFEXT, Return Loss (zgodnie z biuletynem EIA/TIA/TSB 95);
- kategoria 6 (klasa E) do 200 (250) MHz na złączu RJ45
- kategoria 7 (klasa F) do 600 MHz na nowym rodzaju złącza kompatybilnym "w dół" z RJ45

Rys 1. Różnice między pomiarem parametru NEXT i PowerSum NEXT



1) Podstawowe założenia sieci okablowania strukturalnego

Normy traktujące o sieciach okablowania strukturalnego mówią, w jaki sposób należy projektować i budować takie sieci, aby mogły być eksploatowane z wykorzystaniem różnego rodzaju sprzętu aktywnego. Postaramy się przybliżyć podstawowe zalecenia na podstawie normy europejskiej (EN 50173).

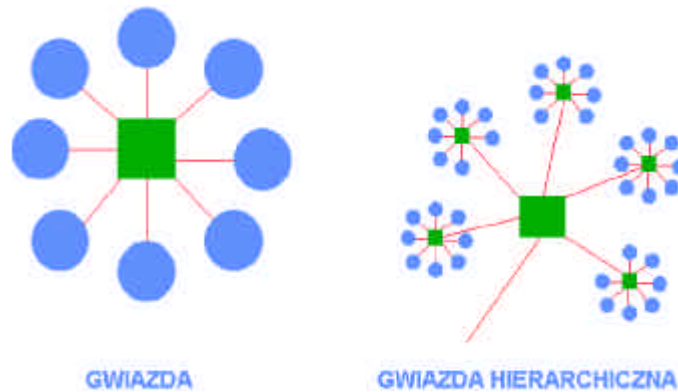
Istotą okablowania strukturalnego jest, aby z każdego punktu w budynku istniał łatwy dostęp do sieci komputerowej (LAN) oraz usług telekomunikacyjnych. Jedynym sposobem uzyskania tego stanu jest system okablowania budynku posiadający o wiele więcej punktów abonenckich, niż jest ich przewidzianych do wykorzystania w momencie instalacji. Wymaga to instalacji gniazd w regularnych odstępach w całym obiekcie, tak by ich zasięg obejmował wszystkie obszary, gdzie może zaistnieć potrzeba skorzystania z dostępu do sieci. Przyjmuje się, że powinno się umieścić jeden podwójny punkt abonencki (2xRJ45) na każde 10 metrów kwadratowych powierzchni biurowej.

Z wielu istniejących topologii sieci (gwiazda, pierścień, szyna, połączenie wielokrotne) w okablowaniu strukturalnym stosuje się topologię gwiazdy, jako najbardziej uniwersalną oraz gwiazdy hierarchicznej, w której poszczególne części sieci łączone są między sobą tworząc kolejną gwiazdę (Rys 2).

Okablowanie strukturalne, a normy

Molex Premise Networks Technical Documents

Rys 2. Topologie sieci zalecane przez normę EN 50173.



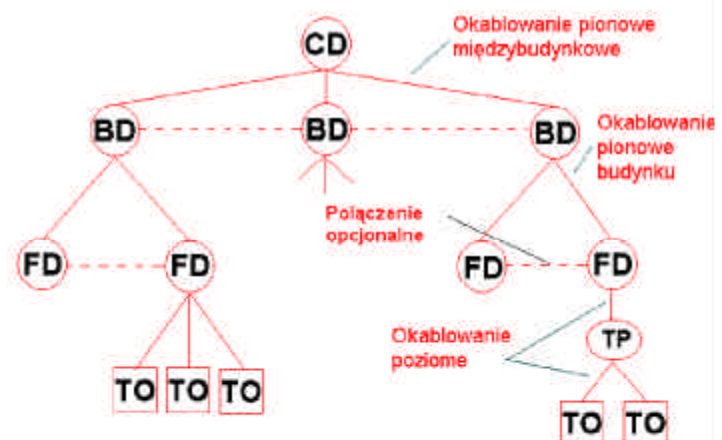
W sieci okablowania strukturalnego wyróżnia się następujące elementy tworzące strukturę sieci:

1. Okablowanie pionowe (wewnątrz budynku) - kable miedziane lub/i światłowody ułożone zazwyczaj w głównych pionach (kanałach) telekomunikacyjnych budynków, realizujące połączenia pomiędzy punktami rozdzielczymi systemu.
 2. Punkty rozdzielcze - miejsca będące węzłami sieci w topologii gwiazdy, służące do konfiguracji połączeń. Punkt zbiegania się okablowania poziomego, pionowego i systemowego. Zazwyczaj gromadzą sprzęt aktywny zarządzający siecią (koncentratory, przełączniki itp.). Najczęściej jest to szafa lub rama 19-calowa o danej wysokości wyrażonej w jednostkach U ($1U=45\text{ mm}$).
 3. Okablowanie poziome - część okablowania pomiędzy punktem rozdzielczym, a gniazdem użytkownika.
 4. Gniazda abonenckie - punkt przyłączenia użytkownika do sieci strukturalnej oraz koniec okablowania poziomego od strony użytkownika. Zazwyczaj są to dwa gniazda RJ-45 umieszczone w puszcze lub korycie kablowym.
 5. Połączenia systemowe oraz terminalowe - połączenia pomiędzy systemami komputerowymi a systemem okablowania strukturalnego.
- Połączenia telekomunikacyjne budynków - często nazywane okablowaniem pionowym międzybudynkowym lub okablowaniem kampusowym. Zazwyczaj realizowane na wielowłóknowym zewnętrznym kablu światłowodowym.

Punkty rozdzielcze można podzielić na:

- Międzybudynkowy punkt rozdzielczy (Campus Distributor ozn. CD), będący centralnym miejscem danej sieci lokalnej;
 - Budynkowy punkt rozdzielczy (Building Distributor ozn. BD), będący centrum sieci w obrębie budynku;
- Piętrowy punkt rozdzielczy (Floor Distributor ozn. FD) będący miejscem połączenia wszystkich kabli na danej kondygnacji.

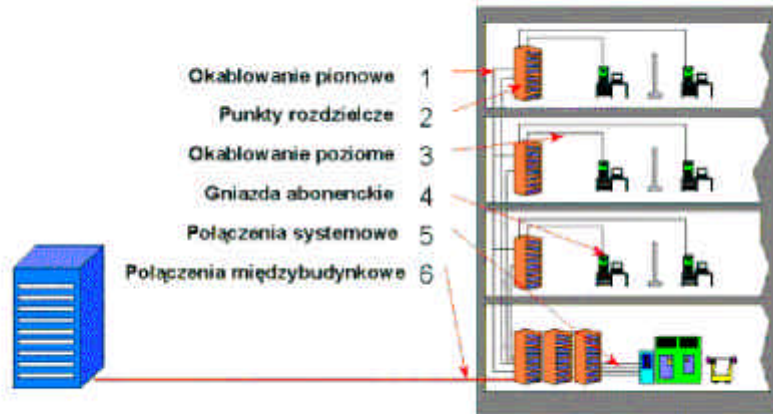
Schemat układu punktów rozdzielczych wg. EN 50173 przedstawia Rys 3. oraz Rys 4.



Okablowanie strukturalne, a normy

Molex Premise Networks Technical Documents

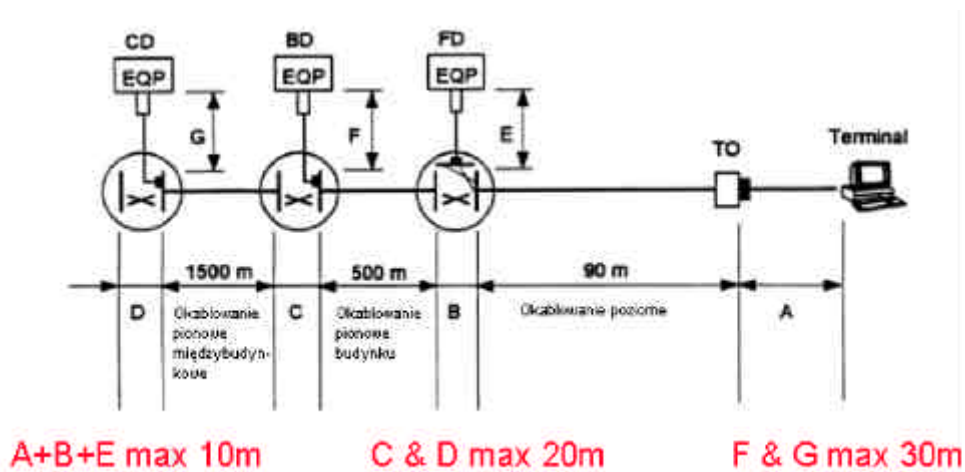
Rys 4. Elementy systemu okablowania strukturalnego.



Istnieje ścisłe zalecenie odnośnie długości poszczególnych segmentów okablowania strukturalnego (Rys 5), i tak:

- całkowita długość okablowania poziomego nie może przekroczyć 90m a sumaryczna długość kabla krosowego, kabla stacyjnego oraz kabla przyłączeniowego sprzętu aktywnego nie może przekroczyć 10m;

długość okablowania pionowego budynku nie powinna przekraczać 500m, a okablowania pionowego międzybudynekowego 1500m, w sumie 2000m. Odległość tą można zwiększyć do 3000m, jeśli zostanie zastosowany światłowód jednomodowy.



Rys 5. Dopuszczalne długości poszczególnych segmentów okablowania.

Okablowanie strukturalne, a normy

Molex Premise Networks Technical Documents

Norma zaleca również, jakiego typu media należy stosować w poszczególnych segmentach okablowania (Tabela 1) oraz typy kabli (Tabela 2).

Segment	Medium	Przewidywane użytkowania
Okablowania poziome	Skrętka	Głos i dane
	Światłowód	Dane
Okablowanie pionowe budynku	Skrętka	Głos i wolne aplikacje danych
	Światłowód	Szybkie aplikacje danych
Okablowanie pionowe międzybudynkowe	Światłowód	Zalecane
	Skrętka	W wyjątkowych wypadkach

Tabela 1. Zalecane media w poszczególnych segmentach sieci.

Segment	Kable zalecane	Kable dopuszczalne
Okablowanie poziome	czteroparowa skrętka 100 Ω	skrętka 120 Ω lub STP 150 Ω
	światłowód MM 62,5/125	światłowód MM 50/125
Okablowanie pionowe	światłowód MM 62,5/125	światłowód SM
	Czteroparowa skrętka 100 Ω	skrętka 120 Ω lub STP 150 Ω

Tabela 2. Zalecane typy kabli w poszczególnych segmentach sieci.

Ustalono pięć klas aplikacji w zależności od wymaganej szerokości pasma przenoszenia (Tabela 3), dla każdej klasy dostępne są różne, maksymalne długości okablowania (Tabela 4).

Klasa	Aplikacja
A	Głos i aplikacje o częstotliwości do 100 kHz
B	Aplikacje dotyczące danych o małej częstotliwości do 1 MHz
C	Aplikacje dotyczące danych o małej częstotliwości do 16 MHz
D	Aplikacje dotyczące danych o małej częstotliwości do 100 MHz
światłowodowa	Zdefiniowana dla aplikacji od 10 MHz w górę

Tabela 3 Klasy aplikacji.

Przewodniki okablowania poziomego muszą być zaterminowane zgodnie z zalecaną sekwencją, czyli je należy przyłączyć do pinów złącza w odpowiedniej kolejności. Norma europejska nakazuje jedynie odpowiedni rozkład par w złączu (Rys. 6), istnieją dwie ogólnie stosowane sekwencje (568B i 568A), które spełniają to wymaganie (Rys. 7). Producenci okablowania strukturalnego zalecają stosowanie jednej określonej sekwencji (np. firma Molex Premise Networks zaleca stosowanie sekwencji 568B).

Okablowanie strukturalne, a normy

Molex Premise Networks Technical Documents

Kategoria medium	Klasa A	Klasa B	Klasa C	Klasa D	Łącze światłowodowe
Kategoria 3	2000 m	500 m	100 m	-	-
Kategoria 4	3000 m	600 m	150 m	-	-
Kategoria 5	3000 m	700 m	160 m	100 m	-
Para skręcona 150 Ohm (IBM)	3000 m	400 m	250 m	150 m	-
Światłowód wielomodowy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	2000 m
Światłowód jednomodowy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	3000 m

Tabela 4 Kategorie medium i klasy aplikacji.



Rys 6. Sposób przyłączenia par do wtyku (widok z przodu).



Rys 7. Najczęściej stosowane sekwencje w systemach okablowania strukturalnego.

Norma EN 50173 normuje większość zagadnień związanych z okablowaniem strukturalnym, poniżej zostaną wymienione najważniejsze:

- Okablowanie poziome powinno być nieprzerwanie od punktu dystrybucyjnego do punktu abonenckiego, norma dopuszcza jednak umieszczenie jednego punktu (tzw. Punktu Konsolidacyjnego z ang. Transition Point), w którym okablowanie poziome jest nieciągłe, ale w którym wszystkie pary są połączone mechanicznie 1:1. Punkt ten nie może być wykorzystywany do administrowania sieci (nie można dokonywać połączeń krosujących).
- Istnieją ogólne zalecenia, które mówią, że na każde 10m² powierzchni biurowej należy przewidzieć jeden punkt abonencki (2xRJ45), na każde 1000m² powierzchni biurowej powinien przypadać jeden piętrowy punkt rozdzielczy. Jeden punkt rozdzielczy powinien być przewidziany na każdym piętrze. Jeżeli na danym piętrze jest małe nasycenie punktami abonenckimi, może ono być obsługiwane z innego piętrowego punktu rozdzielczego (np. położonego piętro niżej).
- Wszystkie użyte kable powinny być zateterminowane.
- Sieć okablowania strukturalnego jest systemem pasywnym i jako taka nie wymaga potwierdzenia kompatybilności magnetycznej EMC (wg. EN 50173).
- W obrębie sieci powinno się używać kabli o jednakowej impedancji nominalnej (np. 100Ω) oraz światłowodów o jednakowych parametrach włókna (jednakowej średnicy).
- Dla sieci klasy D maksymalna długość, na której może nastąpić rozplot par przy złączy wynosi 13mm.
- Wszystkie elementy okablowania powinny być czytelnie oznaczone unikalnym numerem, po wykonaniu instalacji należy wykonać dokumentację sieci, która powinna być przechowywana i aktualizowana przez administratora sieci.
- Należy stosować wtyki i gniazda niekluczowane.

1) Różnice pomiędzy normami

W obecnej sytuacji prawnej, projektując okablowanie strukturalne należy zdecydować się na jedną konkretną normę i konsekwentnie opierać się na jej wytycznych. Generalnie w normach opisane jest okablowanie strukturalne, którego idea i założenia są prawie identyczne, różnią się jednak pomiędzy sobą w szczegółach, o których warto pamiętać. W tabeli 5 zebrane zostały różnice pomiędzy głównymi założeniami w poszczególnych normach.

Okablowanie strukturalne, a normy

Molex Premise Networks Technical Documents

Standard		Kable skrętkowe [Ohm]	Złącza kabli skrętkowych	Krosowanie	Światłowód	Złącze światłowodowe	Klasa aplikacji
EIA/TIA TSB 36 TSB 40 TSB 53	Komponenty	100 150	RJ45 Dane	RJ45	62,5/125 μm 50/125 μm	SC i ST	
ISO/IEC IS 11801	Łącza i aplikacje	100 120 150	RJ45 Dane	RJ45	62,5/125 μm 50/125 μm	SC i ST	A, B, C, D, światłowód
CENELEC EN 50173	Łącza i aplikacje	100 120 150	RJ45 Dane	RJ45	62,5/125 μm 50/125 μm 9/125 μm	SC i ST	A, B, C, D, światłowód

Tabela 5. Różnice między standardami ISO 11801 i EIA/TIA 568A

Norma międzynarodowa ISO 11801 i europejska EN 50173 wprowadzają pewną próbę definicji obszaru zastosowań okablowania strukturalnego. Zgodnie z nimi o okablowaniu strukturalnym możemy mówić w przypadku sieci o promieniu do 3000m, powierzchni biurowej do 1000000 m² i dla maksymalnie 50000 osób. Jednak wytyczne normy w konkretnych zastosowaniach nie muszą być szczegółowo przestrzegane. Norma amerykańska TIA/EIA 568A nie wprowadza tego typu opisu.

Najbardziej widoczną różnicą pomiędzy normami jest sposób określania możliwości okablowania. W normie amerykańskiej funkcjonuje określenie kategorii okablowania (np. kategoria 5), natomiast w normie międzynarodowej wymienia się klasy okablowania (np. klasa D). W przyszłych normach proponuje się, aby ten sposób nazewnictwa został ujednotwiony. W tabeli 6 zebrana została klasyfikacja okablowania wg różnych norm.

Pasma transmisyjne	Norma TIA/EIA 568A	Norma ISO 11801 EN 50173
do 100 kHz	kategoria 1	klasa A
do 1 MHz	kategoria 2	klasa B
do 16 MHz	kategoria 3	klasa C
do 20 MHz	kategoria 4	-
do 100 MHz	kategoria 5	klasa D
do 200 (250) MHz*	kategoria 6*	klasa E (kategoria 6)*
od 10 MHz	-	klasa optyczna

Tabela 6. Nazewnictwo punktów dystrybucyjnych

Z instalacyjnego punktu widzenia największe różnice dotyczą odległości w poszczególnych segmentach sieci. Zgodnie ze wszystkimi normami, maksymalna odległość w okablowaniu pionowym i międzybudynkowym pomiędzy międzybudynkowym i pośrednim punktem dystrybucyjnym, wynosi 2000 metrów przy użyciu wielomodowego kabla światłowodowego, natomiast dodatkowo norma europejska EN 50173 dopuszcza, przy wykorzystaniu światłowodu jednomodowego, maksymalną odległość do 3000 m.

W okablowaniu pionowym dla linii telefonicznych, norma amerykańska TIA/EIA 568A dopuszcza maksymalną odległość 800 metrów przy wykorzystaniu wieloparowego kabla miedzianego kategorii 3. Okablowanie pionowe wykonane na kablu miedzianym kategorii 5 (klasy D) może mieć długość maksymalną do 90 metrów.

Sumaryczna długość kabli krosowych w punkcie dystrybucyjnym i przyłączeniowym obszaru roboczego dla jednego toru nie może przekroczyć 10 metrów. Zgodnie z normą amerykańską TIA/EIA 568A długość kabla przyłączeniowego nie może przekroczyć 3 metrów, natomiast zgodnie z normą międzynarodową ISO 11801 i europejską EN 50173 maksymalna długość kabli krosowych w punkcie dystrybucyjnym nie może przekroczyć 5 metrów. W związku z tym kabel przyłączeniowy może mieć długość do 5 metrów (ISO 11801 i EN 50173).

Ponadto normy międzynarodowa ISO 11801 i europejska EN 50173 dopuszczają stosowanie dodatkowych połączeń pomiędzy punktami dystrybucyjnymi

Okablowanie strukturalne, a normy

Molex Premise Networks Technical Documents

tego samego poziomu (np. pomiędzy pośrednimi punktami dystrybucyjnymi jak na rysunku 3).

Z ciekawostek technicznych należy dodać, że klasa D okablowania strukturalnego odnosi się tylko do czteroparowych kabli miedzianych, zarówno ekranowanych (FTP, STP, SFTP), jak i nieekranowanych (UTP), normy międzynarodowa ISO 11801 i europejska EN 50173 nie specyfikują wymagań dla wieloparowych kabli telefonicznych.

1) Słowniczek

FEXT (z ang. Far End Crosstalk) – Przesłuchy na odległym końcu kabla; zakłócenie mierzone na przeciwnym końcu kabla niż sygnał wywołujący zakłócenie. Jest to parametr łatwy do pomiaru, ale trudny do wyspecyfikowania w normach - wartość jest zależna od długości (a więc tłumienia) kanału transmisji.

ELFEXT (z ang. Equal-Level Far End Crosstalk) - przesłuchy oraz sygnał zakłócający mierzone są na przeciwnym końcu kabla w stosunku do nadajnika. Wartość uwzględnia długość kanału i może być łatwo wyspecyfikowana w normach.

NEXT (z ang. Near End Crosstalk) - Najczęstszy sposób pomiaru przesłuchu zbliżonego, polega na pomiarze poziomu sygnału zaindukowanego w jednej parze przewodników, pochodzącego od sygnału z dowolnej z trzech pozostałych par.

PowerSum NEXT - polega na pomiarze poziomu sygnału indukowanego w danej parze od sumy sygnałów pochodzących od wszystkich pozostałych par. Przesłuch zbliżony mierzony w ten sposób jest znacznie większy od mierzonego metodą tradycyjną i lepiej oddaje charakter rzeczywistych przesłuchów występujących w torze transmisyjnym. Bardzo istotny parametr dla instalacji w których będą działały protokoły transmisyjne wykorzystujące do transmisji wszystkie cztery pary przewodnika (np. Ethernet 100VG-AnyLAN, Ethernet 1000Base-T).

Return Loss – straty odbiciowe. Parametr ten określa wartość sygnału odbitego, co spowodowane jest niedopasowaniem (odbiciem) impedancji wzdłuż kanału transmisyjnego. Sygnał ten może być źródłem zakłóceń dla sygnału użytecznego, co jest bardzo istotne w przypadku transmisji w dwóch kierunkach jednocześnie (np. przy Ethernet 1000Base-T).

kabel krosowy – jest to giętki kabel zakończony z dwóch stron złączem (RJ45, KATT, ST, SC), służący do wykonywania połączeń w punkcie dystrybucyjnym (np. pomiędzy urządzeniem aktywnym, a panelem z zakończeniami okablowania poziomego).

kabel przyłączeniowy - jest to giętki kabel zakończony z dwóch stron złączem (RJ45, ST, SC), służący do wykonywania połączeń pomiędzy punktem abonenckim, a urządzeniem aktywnym użytkownika (kartą sieciową, telefonem, drukarką sieciową).

Literatura:

1. Norma "TIA/EIA Telecommunications Building Wiring Standards".
2. Norma ISO/IEC 11801.
3. Norma CENELEC EN 50173
4. Projekt normy prPN 50173
5. Wydanie specjalne miesięcznika "Networld" – "Vademecum Teleinformatyka cz.3";
6. Materiały szkoleniowe firmy Molex Premise Networks®;

Autorzy:

Krzysztof Ojdana – Asystent Koordynatora ds. Produktu Molex Premise Networks

Jacek Browarski – Specjalista ds. Wsparcia Technicznego Molex Premise Networks