

Sponsored by:



Okablowanie strukturalne - suplement

Program akademii sieci komputerowych Cisco

CCNA 1: Podstawy działania sieci komputerowych wersja 3.1

Cele

Dokument „Okablowanie strukturalne — suplement” dla akademii CCNA zawiera program nauczania i ćwiczenia laboratoryjne obejmujące następujące zagadnienia:

- a. Systemy okablowania strukturalnego
- b. Standardy i przepisy dotyczące okablowania strukturalnego
- c. Bezpieczeństwo
- d. Narzędzia specjalistyczne
- e. Proces instalacji
- f. Faza końcowa
- g. Okablowanie – zagadnienia biznesowe

Zawarte tu materiały i ćwiczenia stanowią obszerny wstęp do zagadnienia instalowania okablowania strukturalnego.

W rozdziale dotyczącym systemów okablowania strukturalnego omówiono reguły i podsystemy okablowania strukturalnego w sieciach lokalnych (LAN). LAN zdefiniowano jako sieć obejmującą pojedynczy budynek lub grupę budynków w niewielkiej odległości, zazwyczaj na obszarze nieprzekraczającym dwóch kilometrów kwadratowych. Niniejszy suplement rozpoczyna się w punkcie rozgraniczającym, prowadzi czytelnika przez różne pomieszczenia techniczne do obszaru roboczego. Omówiono w nim także kwestię skalowalności.

Przedmiotem zajęć z systemów okablowania strukturalnego są:

- 1.1 Reguły okablowania strukturalnego dla sieci LAN
- 1.2 Podsystemy okablowania strukturalnego
- 1.3 Skalowalność
- 1.4 Punkt rozgraniczający
- 1.5 Pomieszczenia telekomunikacyjne i techniczne
- 1.6 Obszary robocze
- 1.7 Przełącznice MC, IC i HC

W rozdziale dotyczącym standardów i przepisów względem okablowania strukturalnego omówiono organizacje zajmujące się definiowaniem standardów ustalające wytyczne stosowane przez specjalistów w dziedzinie okablowania. Znajdują się w nim istotne informacje dotyczące tych międzynarodowych organizacji.

Przedmiotem zajęć z systemów i przepisów dotyczących okablowania strukturalnego są:

- 2.1 Stowarzyszenie Przemysłu Telekomunikacyjnego (TIA) i Stowarzyszenie Przemysłu Elektronicznego (EIA)
- 2.2 Europejski Komitet ds. Standaryzacji w Elektrotechnice (CENELEC)
- 2.3 Międzynarodowa Organizacja ds. Standaryzacji (ISO)
- 2.4 Przepisy w USA
- 2.5 Ewolucja standardów

Rozdział dotyczący bezpieczeństwa zawiera ważne informacje, które są często pomijane podczas omawiania okablowania telekomunikacyjnego o niskim napięciu. Uczestnicy nieprzyzwyczajeni do działania w rzeczywistym środowisku pracy skorzystają z zawartych w tym rozdziale zajęć praktycznych i ćwiczeń w laboratorium.

Przedmiotem zajęć z bezpieczeństwa są:

- 3.1 Przepisy i standardy bezpieczeństwa w USA
- 3.2 Bezpieczeństwo związane z elektrycznością
- 3.3 Bezpieczeństwo w laboratorium i miejscu pracy
- 3.4 Sprzęt zapewniający bezpieczeństwo osobiste

W rozdziale dotyczącym narzędzi opisano różne przyrządy ułatwiające instalację sieci. W tym module uczestnicy mogą zdobyć praktyczne doświadczenie w używaniu niektórych narzędzi wykorzystywanych przez instalatorów okablowania telekomunikacyjnego w celu uzyskania profesjonalnej jakości wyników.

Cele zajęć z narzędzi specjalistycznych obejmują:

- 4.1 Narzędzia do cięcia i zdejmowania izolacji
- 4.2 Narzędzia do obróbki zakończeń
- 4.3 Narzędzia diagnostyczne
- 4.4 Narzędzia instalacyjne

W rozdziale dotyczącym procesu instalacji opisano prace instalacyjne. Rozdział zaczyna się od etapu surowego, w którym kable są wciągane na swoje miejsce. W rozdziale omówiono także kable pionowe przechodzące przez otwory w sufitach i podłogach (szkieletowe), instalacje przeciwogniowe używane w sytuacjach, gdy

przewód ma przechodzić przez ścianę przeciwpożarową, zakończenia przewodów miedzianych i elementy mocujące, na przykład gniazda ściennie.

Przedmiotem zajęć z procesów instalacji są:

5.1 Etap surowy

5.2 Instalacja pionowego okablowania szkieletowego i okablowania poziomego

5.3 Instalacje przeciwogniowe

5.4 Zakończenia mediów miedzianych

5.5 Etap przycinania

W rozdziale dotyczącym etapu końcowego omówiono przeprowadzane przez instalatorów testowanie instalacji, a także stosowane czasami jej certyfikowanie. Testowanie daje pewność, że wszystkie przewody prowadzą do odpowiednich miejsc. Certyfikacja gwarantuje wysoką jakość instalacji oraz zgodność ze standardami.

Przedmiotem zajęć dotyczących etapu końcowego są:

6.1 Testowanie kabli

6.2 Reflektometr TDR

6.3 Certyfikacja i dokumentacja okablowania

6.4 Przełączanie

W rozdziale dotyczącym zagadnień biznesowych omówiono kwestie związane z tym działem przemysłu, jakim są instalacje. Aby rozpocząć instalowanie kabli, potrzebna jest oferta. Aby można było złożyć ofertę, potrzebne jest zaproszenie do składania ofert, a następnie kilka spotkań i przeglądów mających na celu ustalenie zakresu prac. W celu opisanie projektu i jego przedstawienia może być potrzebna dokumentacja. Od osób wykonujących pracę mogą być także wymagane uprawnienia i członkostwo w określonych organizacjach. Wszystkie projekty muszą być realizowane na czas i przy jak najmniejszym zużyciu materiałów. Wymaga to zazwyczaj stosowania aplikacji do planowania i zarządzania.

Przedmiotem zajęć z zagadnień biznesowych są:

7.1 Wywiad techniczny

7.2 Sytuacje związane z prawem pracy i związkami zawodowymi

7.3 Sprawdzanie i podpisywanie umów

7.4 Planowanie projektu

7.5 Dokumentacja końcowa

Ćwiczenia laboratoryjne dają uczestnikom możliwość wypracowania umiejętności manualnych związanych z instalowaniem okablowania strukturalnego.

1 Systemy okablowania strukturalnego

1.1 Reguły okablowania strukturalnego dla sieci LAN

Okablowanie strukturalne jest efektem systematycznego podejścia do okablowania. Jest metodą tworzenia zorganizowanego systemu okablowania, który jest przejrzysty dla instalatorów, administratorów sieci i innych osób zajmujących się instalacjami kablowymi.

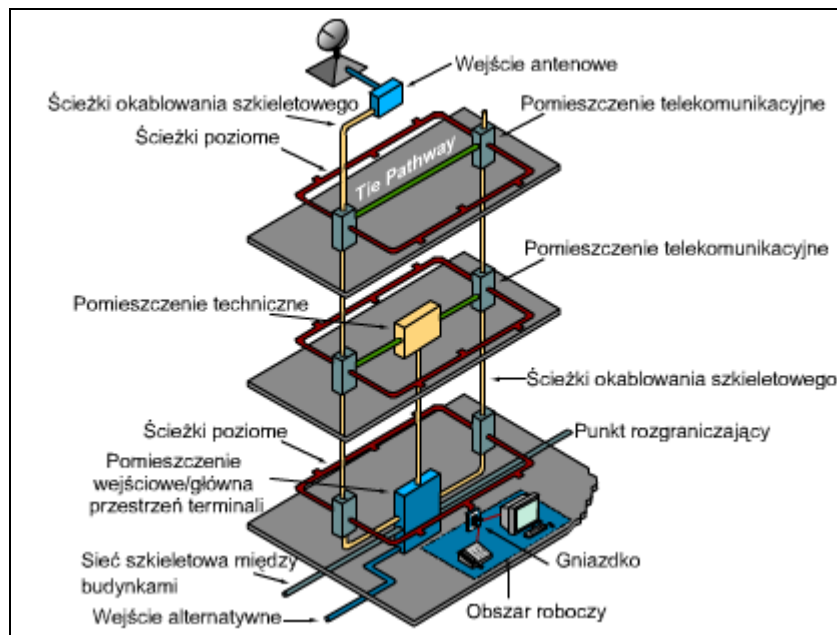
Opisane poniżej trzy reguły zapewniają efektywność i wydajność projektów okablowania strukturalnego.

Pierwszą regułą jest szukanie całościowego rozwiązania dla instalacji. Optymalne rozwiązanie połączeń sieciowych powinno obejmować wszystkie systemy mające za zadanie łączenie, trasowanie, zarządzanie i identyfikację kabli w systemach okablowania strukturalnego. Oparta na standardach implementacja ma w założeniu wspierać zarówno istniejące obecnie, jak i przyszłe technologie. Zgodność ze standardami zapewnia wieloletnią niezawodność i wysoką wydajność projektu.

Drugą regułą jest planowanie rozwoju w przyszłości. Liczba zainstalowanych kabli również powinna zapewnić sprostanie przyszłym wymaganiom. Należy wziąć pod uwagę rozwiązania kategorii 5e, 6 oraz światłowodowe, które zapewniają spełnienie wymagań, jakie niesie przyszłość. Plan instalacji warstwy fizycznej powinien zakładać jej funkcjonowanie przez co najmniej dziesięć lat.

Ostatnią regułą jest zapewnienie swobody wyboru producentów. Mimo iż zamknięty system oparty na rozwiązaniach jednego producenta początkowo bywa tańszy, z czasem może okazać się bardziej kosztowny. Niestandardowy system pochodzący od jednego producenta może w późniejszym czasie utrudniać zmiany, modyfikacje i rozbudowę struktury.

1.2 Podsystemy okablowania strukturalnego



Rysunek 1 Podsystemy okablowania strukturalnego

System okablowania strukturalnego składa się z siedmiu podsystemów, które przedstawiono na rysunku 1. Każdy podsystem realizuje określone funkcje obsługi połączeń danych i głosowych w ramach instalacji:

- Punkt rozgraniczający w ramach kompleksu wejściowego (EF) w pomieszczeniu technicznym
- Pomieszczenie techniczne (ER)
- Pomieszczenie telekomunikacyjne (TR)
- Okablowanie szkieletowe, zwane też pionowym
- Okablowanie dystrybucyjne, zwane też poziomym
- Obszar roboczy (WA)
- Administracja

Punkt rozgraniczający to miejsce, w którym zewnętrzne kable dostawcy usług łączą się z kablami klienta w budynku. Okablowanie szkieletowe to doprowadzenia biegnące od punktu rozgraniczającego do pomieszczeń technicznych, a następnie do pomieszczeń telekomunikacyjnych w budynku. Okablowanie poziome to kable łączące pomieszczenia telekomunikacyjne z obszarami roboczymi. Pomieszczenia telekomunikacyjne to miejsca, w których okablowanie szkieletowe łączy się z poziomym.

Podsystemy te tworzą rozproszoną architekturę okablowania strukturalnego o możliwościach zarządzania ograniczonych do aktywnego sprzętu, takiego jak komputery, przełączniki, koncentratory itd. Opracowanie infrastruktury okablowania strukturalnego z prawidłowymi trasami, zabezpieczeniami, zakończeniami i identyfikacją mediów miedzianych lub światłowodowych ma zasadnicze znaczenie dla wydajności sieci i jej modernizacji w przyszłości.

1.3 Skalowalność

Sieć LAN, w której uwzględniono przyszłą rozbudowę, zwana jest siecią skalowalną. Podczas szacowania liczby ciągów i odgałęzień kablowych w obszarze roboczym istotne jest planowanie z wyprzedzeniem. Lepiej jest zainstalować zbyt wiele niż za mało kabli.

Oprócz umożliwiających dalszą rozbudowę dodatkowych kabli w obszarze szkieletowym zazwyczaj dodaje się dodatkowy kabel do każdej stacji roboczej i stanowiska. Daje to zabezpieczenie przed występującymi nieraz podczas instalowania awariami par przewodów w kablach do transmisji głosu i umożliwia rozbudowę sieci. Podczas instalowania kabli dobrze jest także pozostawić sznur wyciągający, aby ułatwić dodawanie kolejnych kabli w przyszłości. Za każdym razem podczas dodawania nowych kabli należy także dodać nowy sznur wyciągający.

1.3.1 Skalowalność sieci szkieletowej

Decydując, ile dodatkowego kabla należy wciągnąć, najpierw należy określić liczbę ciągów potrzebnych w danym momencie i dodać około 20 procent dodatkowych kabli.

Rezerwę w sieci szkieletowej budynku stanowić mogą także światłowody i sprzęt światłowodowy. Na przykład modernizacja urządzeń zakończeniowych może polegać na wstawieniu szybszych laserów i sterowników umożliwiających rozbudowę sieci światłowodowej.

1.3.2 Skalowalność obszaru roboczego



Rysunek 1 Zapewnienie możliwości rozbudowy

Każdy obszar roboczy wymaga jednego kabla do połączeń głosowych i jednego dla danych. Zdarza się jednak, że trzeba podłączyć inne urządzenia do sieci głosowej lub sieci danych. Dodatkowych odgałęzień mogą wymagać drukarki sieciowe, faksy, laptopy i inni użytkownicy znajdujący się w obszarze roboczym.

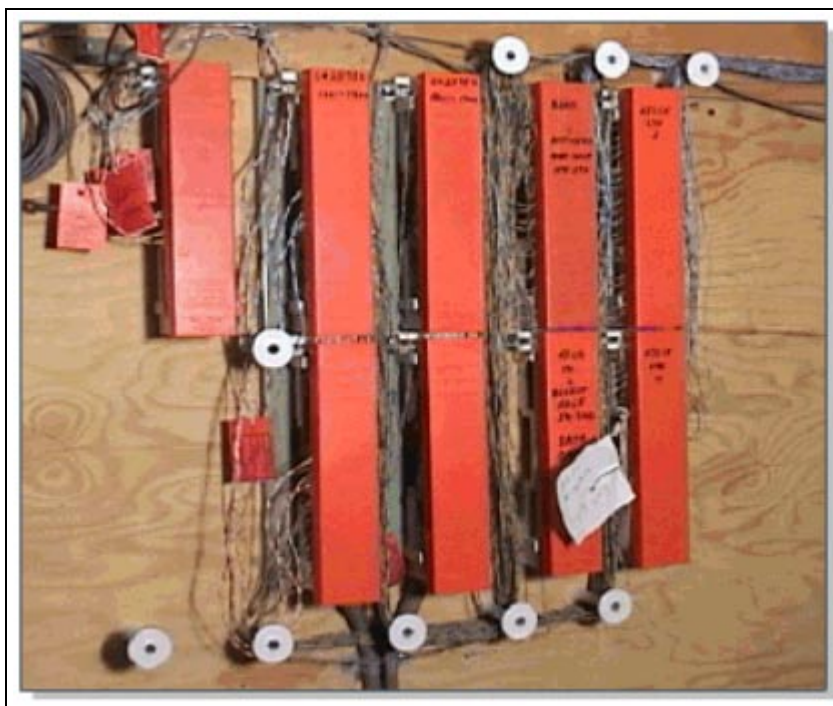
Po zainstalowaniu kabli należy stosować gniazdka ścienna z wieloma złączami. Istnieje wiele możliwości konfiguracji ścianek działowych i mebli. Aby ułatwić identyfikację rodzajów obwodów, można — jak pokazano na rysunku 1 — użyć kolorowych gniazd. Standardy administracyjne wymagają wyraźnego oznaczenia każdego obwodu, co ułatwia podłączanie urządzeń i rozwiązywanie problemów.

Coraz większą popularność zdobywa nowa technologia zwana VoIP (ang. *Voice over Internet Protocol*). Umożliwia ona za pomocą specjalnych telefonów korzystanie z sieci danych w celu nawiązywania połączeń telefonicznych. Podstawową zaletą technologii VoIP jest możliwość uniknięcia wysokich kosztów rozmów międzymiastowych i międzynarodowych dzięki wykorzystaniu istniejących połączeń sieciowych. Do telefonu IP można podłączyć inne urządzenia, na przykład drukarki lub komputery. Wtedy telefon taki staje się koncentratorom lub przełącznikiem w danym obszarze roboczym. Nawet jeśli planuje się

tego rodzaju połączenia, należy zainstalować wystarczającą liczbę kabli zapewniającą dalszą rozbudowę sieci. W szczególności warto wziąć pod uwagę możliwość wykorzystania w przyszłości tych samych kabli na potrzeby telefonii IP oraz połączeń wideo IP.

Aby umożliwić dostosowanie sieci do zmieniających się wymagań użytkowników, zaleca się zainstalowanie co najmniej jednego kabla zapasowego prowadzącego do każdego gniazdka w obszarze roboczym. Jednoosobowe biura mogą z czasem stać się miejscem pracy wielu osób. Jeśli będą w nich zainstalowane pojedyncze zestawy kabli komunikacyjnych, może to spowodować mniejszą wydajność w miejscu pracy. Należy założyć, że w przyszłości w każdym obszarze roboczym będzie pracować wiele osób.

1.4 Punkt rozgraniczający



Rysunek 1 Punkt rozgraniczający

Przedstawiony na rysunku 1 punkt rozgraniczający to miejsce, w którym zewnętrzna instalacja dostawcy usług łączy się z instalacją szkieletową w budynku. Stanowi on granicę pomiędzy zakresem odpowiedzialności dostawcy usług a zakresem odpowiedzialności klienta. W wielu budynkach punkt rozgraniczający znajduje się w pobliżu punktu dostępu (POP, ang. *point of presence*) dla innych mediów, takich jak prąd i woda.

Dostawca usług jest odpowiedzialny za całą infrastrukturę pomiędzy jego kompleksem a punktem rozgraniczającym. Za wszystkie

elementy znajdujące się po stronie budynku za punktem rozgraniczającym odpowiada klient.

Lokalny operator telefonii zazwyczaj musi zakończyć swoje okablowanie w odległości do 15 metrów w głąb budynku i zapewnić podstawowe zabezpieczenia przepięciowe. Instalacja ta zazwyczaj wykonywana jest przez dostawcę usług.

Stowarzyszenie Przemysłu Telekomunikacyjnego (TIA, ang. *Telecommunications Industry Association*) i Stowarzyszenie Przemysłu Elektronicznego (EIA, ang. *Electronic Industries Alliance*) opracowują i publikują standardy dla wielu branż, w tym dla branży instalacyjnej. Aby okablowanie było bezpieczne, prawidłowo zainstalowane i zapewniało wydajność znamionową, należy przestrzegać standardów w odniesieniu do całej sieci głosowej i przesyłania danych zarówno w trakcie instalowania, jak i konserwacji.

Standard TIA/EIA-569-A określa wymagania dotyczące przestrzeni punktu rozgraniczającego. Standardowa struktura i wielkość tej przestrzeni zależy od wielkości budynku. W budynkach o powierzchni przekraczającej 2000 metrów kwadratowych zalecane jest zamykanie, dedykowane pomieszczenie.

Poniżej zamieszczono ogólne wskazówki dotyczące przygotowania przestrzeni punktu rozgraniczającego:

- Na każde 20 metrów kwadratowych podłogi powinien przypaść 1 metr kwadratowy naściennej sklejkowej tablicy instalacyjnej.
- Powierzchnie, na których instalowany ma być sprzęt rozdzielający, należy pokryć sklejką niepalną lub pomalowaną dwiema warstwami farby impregacyjnej.
- Tablica lub pokrywy sprzętu zakończeniowego powinny mieć kolor pomarańczowy, oznaczający punkt rozgraniczający.

1.5 Pomieszczenia telekomunikacyjne i techniczne



Rysunek 1 Pomieszczenie telekomunikacyjne



Rysunek 2 Szafa dystrybucyjna Panduit

Ciąg okablowania biegnie przez punkt rozgraniczający wewnątrz budynku, następnie przechodzi przez kompleks wejściowy (EF), którym zazwyczaj jest pomieszczenie techniczne (ER).

Pomieszczenie to stanowi centrum sieci głosowej i przesyłania danych. Zazwyczaj jest to duże pomieszczenie telekomunikacyjne, w którym może znajdować się główny punkt rozdzielczy, serwery

sieciowe, routery, przełączniki, centrala telefoniczna PBX, dodatkowe zabezpieczenie przepięciowe, odbiorniki satelitarne, modulatory, szybki sprzęt internetowy itd. Konstrukcja pomieszczenia technicznego jest określona w standardzie TIA/EIA-569-A.

W większych budynkach pomieszczenie techniczne może obsługiwać wiele pomieszczeń telekomunikacyjnych (TR) znajdujących się w różnych częściach budynku. W pomieszczeniach telekomunikacyjnych, jak przedstawiono na rysunku 1, znajduje się sprzęt będący częścią systemu okablowania obsługujący określony obszar sieci LAN, na przykład piętro lub jego część. Składają się nań zakończenia mechaniczne i urządzenia połączeniowe obsługujące okablowanie poziome i szkieletowe. W pomieszczeniu telekomunikacyjnym zazwyczaj umieszcza się przełączniki, koncentratory i routery obsługujące poszczególne wydziały lub grupy robocze.

Koncentrator okablowania i panel połączeniowy można powiesić na ścianie za pomocą wspornika zawiasowego, w pełnej szafce na sprzęt lub za pomocą szafy dystrybucyjnej przedstawionej na rysunku 1.

Wspornik zawiasowy musi być przymocowany do sklejki tak, aby osłaniał ścianę. Zawias umożliwia odchylenie zespołu, dzięki czemu możliwy jest łatwy dostęp do ściany. Ważne jest, aby była możliwość odchylenia panelu na odległość 48 centymetrów od ściany.

Z przodu i z tyłu szafy dystrybucyjnej musi być co najmniej 1 metr wolnej przestrzeni. W celu zamocowania szafy używa się płyty podłogowej o boku 55,9 cm. Zapewnia ona stabilność i określa minimalną odległość podczas ostatecznego ustawiania szafy. Szafę dystrybucyjną przedstawiono na rysunku 2.

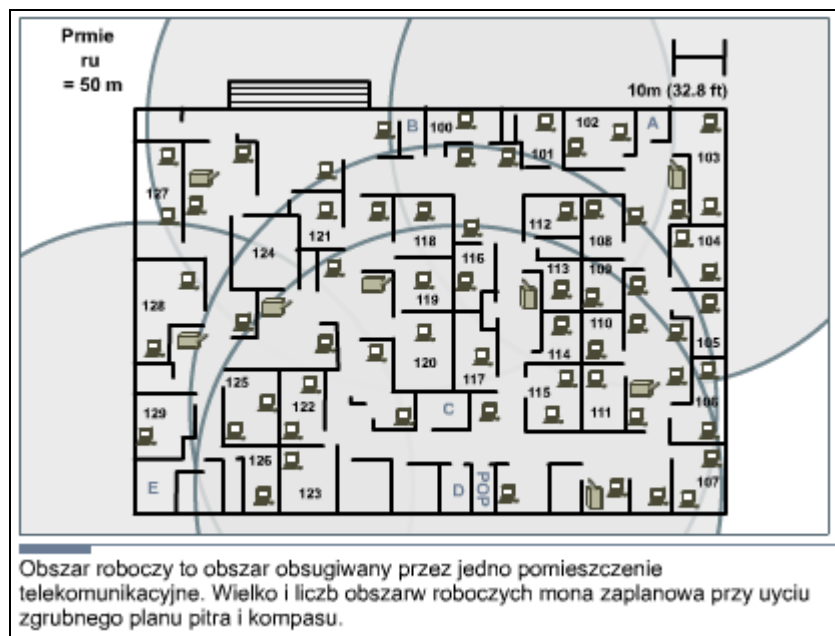
Pełna szafka na sprzęt wymaga 76,2 cm odległości z przodu w celu umożliwienia otwarcia drzwiczek. Szafki mają zazwyczaj wysokość 1,8 m, szerokość 0,74 m i głębokość 0,66 m.

Umieszczając sprzęt w stelażach, należy mieć na uwadze, czy jest on zasilany prądem elektrycznym. Powinno się także rozważyć kwestie związane z przebiegiem kabli i wygodą użytkowania. Na przykład nie należy umieszczać panelu połączeniowego zbyt wysoko na stelażu, jeśli po instalacji planuje się wprowadzenie wielu zmian. Aby zapewnić stabilność stelaża, cięższy sprzęt, taki jak przełączniki i serwery, należy umieszczać w jego dolnej części.

Inną kwestią do rozważenia w związku z rozmieszczeniem sprzętu jest skalowalność, czyli możliwość rozbudowy w przyszłości. Początkowy układ powinien uwzględniać dodatkową przestrzeń w stelażu na przyszłe panele lub wolne miejsce na podłodze na kolejne stelaże.

Prawidłowe zamontowanie stelaży ze sprzętem oraz paneli połączeniowych w pomieszczeniu telekomunikacyjnym ułatwi w przyszłości wprowadzanie zmian w okablowaniu.

1.6 Obszary robocze



Rysunek 1 Obszary robocze

Obszar roboczy to obszar obsługiwany przez jedno pomieszczenie telekomunikacyjne. Obszar roboczy — jak przedstawiono na rysunku 1 — zazwyczaj obejmuje jedno piętro lub część piętra budynku.

Maksymalna długość kabla liczona od punktu końcowego w pomieszczeniu telekomunikacyjnym do punktu końcowego w obszarze roboczym nie może przekroczyć 90 metrów. Maksymalna odległość 90 metrów dla okablowania poziomego nazywa się połączeniem stałym. W każdym obszarze roboczym muszą być co najmniej dwa kable. Jeden będzie służył do transferu danych, a drugi — do przesyłania głosu. Jak wspomniano wcześniej, należy także wziąć pod uwagę przystosowanie do rozbudowy i innych usług, które mogą być potrzebne w przyszłości.

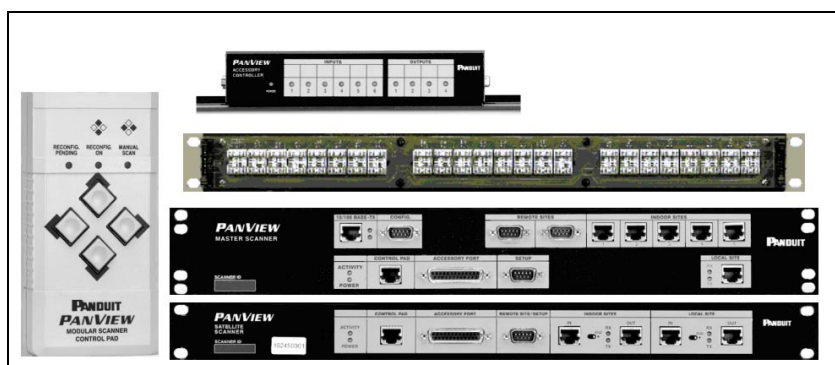
Ponieważ większość kabli nie może być prowadzona po podłodze, zazwyczaj umieszcza się je w rynienkach, koszykach, rusztowaniach i korytkach kablowych. Wiele przewodów biegnie w tych prowadnicach ponad podwieszanymi sufitami. Aby w takiej sytuacji obliczyć długość kabla prowadzonego do i od urządzenia obsługi okablowania, należy od maksymalnego promienia obszaru roboczego odjąć dwukrotną wysokość sufitu.

Standard ANSI/TIA/EIA-568-B dopuszcza odległość 5 m kabla połączeniowego pomiędzy panelami połączeniowymi i 5 m kabla od

punktu końcowego w ścianie do telefonu lub komputera. Te dodatkowe maksymalnie 10 metrów kabla połączeniowego dodawanego do połączenia stałego nazywa się kanałem poziomym. Maksymalną odległością dla kanału jest 100 metrów, w tym maks. 90 metrów połączenia stałego i maks. 10 metrów kabli połączeniowych.

Promień obszaru roboczego mogą zmniejszać także inne czynniki. Na przykład trasy kabli mogą nie prowadzić bezpośrednio do celu. Systemy grzewcze, wentylatory, klimatyzacja, transformatory i oświetlenie mogą zmieniać bieg ścieżek, zwiększając ich długość. Po wzięciu pod uwagę wszystkich czynników maksymalny promień 100 metrów może okazać się bliższy 60 metrom. Zazwyczaj projektując okablowanie stosuje się zasadę, że promień obszaru roboczego wynosi 50 m.

1.6.1 Obsługa obszaru roboczego



Rysunek 1 Obsługa obszarów roboczych

Kable i panele połączeniowe są przydatne, gdy występują częste zmiany w połączeniach. Znacznie łatwiej jest przełączyć kabel z gniazdka w obszarze roboczym do innego miejsca w pomieszczeniu telekomunikacyjnym niż odłączać wtyczki od sprzętu i podłączać je do innego obwodu. Kable połączeniowe służą często także do łączenia sprzętu sieciowego z przełącznikami w pomieszczeniu telekomunikacyjnym. Standard TIA/EIA-568-B.1 ogranicza długość kabli połączeniowych do 5 m.

W całym systemie panelu połączeniowego musi być stosowany jednolity schemat okablowania. Na przykład, jeśli do podłączenia gniazdek instalacji przesyłania danych zastosowano plan okablowania T568A, należy go także zastosować do podłączenia paneli połączeniowych. To samo dotyczy planu okablowania T568B.

Panele połączeniowe można stosować w instalacjach opartych na skrętce nieekranowanej UTP (*Unshielded Twisted Pair*), ekranowanej ScTP (*Screened Twisted Pair*) lub — jeśli są montowane w obudowach — także w połączeniach światłowodowych. Najczęściej używane są panele połączeniowe dla kabli UTP. Stosuje się w nich

gniazdka RJ-45. Podłączane są do nich kable połączeniowe, które ze względu na elastyczność wykonane są z przewodów linkowych.

W większości instalacji nie ma mechanizmów zabezpieczających przed instalowaniem w obwodzie przez uprawniony personel nieautoryzowanych paneli połączeniowych lub koncentratorów. Na rynku pojawiają się zautomatyzowane panele połączeniowe nowego typu, które oprócz tego, że ułatwiają przełączanie, dodawanie połączeń i modyfikacje, umożliwiają zaawansowane monitorowanie sieci. W takim panelu zazwyczaj świeci się kontrolka przy kablu, który należy odłączyć, a po jego odłączeniu zaczyna świecić inna kontrolka obok gniazdka, do którego należy go podłączyć. Dzięki temu system może automatycznie wspomagać przełączanie, dodawanie połączeń i modyfikacje dokonywane przez personel o stosunkowo niskich kwalifikacjach.

Ten sam mechanizm, który wykrywa przełączenie wtyczki, wykryje również jej wyciągnięcie. Nieuprawnione zresetowanie panelu może wyzwoić dokonanie zapisu zdarzenia w dzienniku systemowym, a jeśli zaistnieje potrzeba, może uruchomić alarm. Na przykład, jeśli kilka kabli prowadzących do obszaru roboczego zostanie nagle odłączonych jednocześnie o 2:30 w nocy, jest to zdarzenie, które wymaga interwencji, gdyż może oznaczać kradzież.

1.6.2 Rodzaje kabli połączeniowych



Rysunek 1 Kabel połączeniowy UTP

Dostępne kable połączeniowe mogą służyć do realizowania różnorodnych połączeń. Najczęściej używanym kablem połączeniowym jest kabel prosty. Podłączenia na obu końcach kabla są takie same. Innymi słowy, każdy styk na jednym końcu jest podłączony do styku o tym samym numerze na drugim końcu. Kable tego typu służą do podłączania komputerów PC do sieci, koncentratora lub przełącznika.

W przypadku połączeń pomiędzy sąsiadującymi urządzeniami komunikacyjnymi, takimi jak koncentratory czy przełączniki, zazwyczaj używa się kabla z przeplotem. W kablu z przeplotem na

jednym końcu przewody podłączone są zgodnie ze schematem T568A, a na drugim — zgodnie ze schematem T568B.

Ćwiczenie 1: Badanie rodzajów zakończeń

1.6.3 Zarządzanie kablami

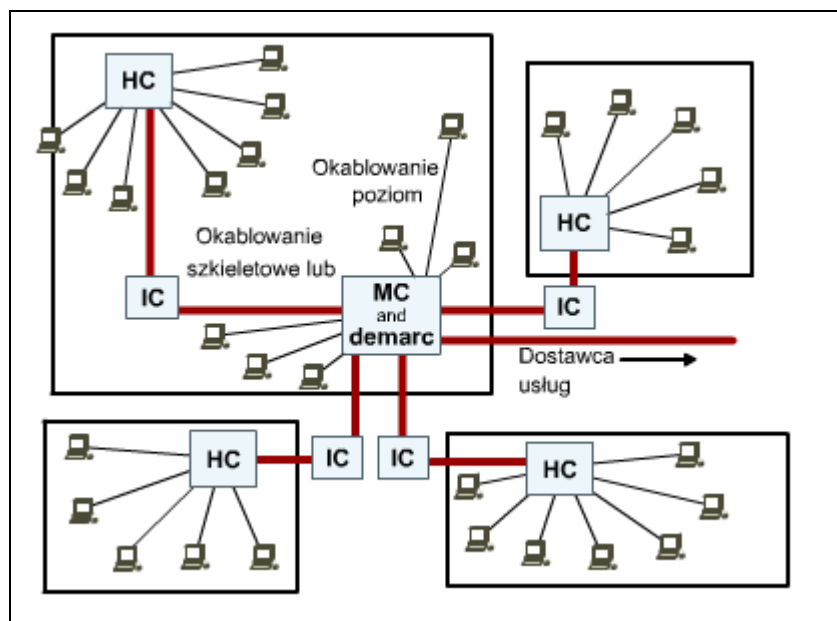


Rysunek 1 Montowany w stelażu system zarządzania kablami poziomymi i pionowymi Panduit

Urządzenia do zarządzania kablami służą do prowadzenia kabli po równych i uporządkowanych ścieżkach, dzięki czemu zachowany jest minimalny promień wygięcia. Zarządzanie kablami upraszcza także dodawanie i przełączanie kabli w instalacji.

W pomieszczeniu telekomunikacyjnym można stosować wiele opcji zarządzania kablami. W najprostszych instalacjach stosowane są koszyki. Często do montowania ciężkich wiązek kabli służą stelaże i rusztowania. Do prowadzenia kabli wewnątrz ścian, podłóg i pod sufitami lub w celu zabezpieczenia ich przed czynnikami zewnętrznymi używa się różnego rodzaju kanałów. Jak widać na rysunku 1, systemy zarządzania kablami umieszczane pionowo i poziomo w stelażach telekomunikacyjnych umożliwiają staranne ułożenie kabli.

1.7 Przełącznice MC, IC i HC

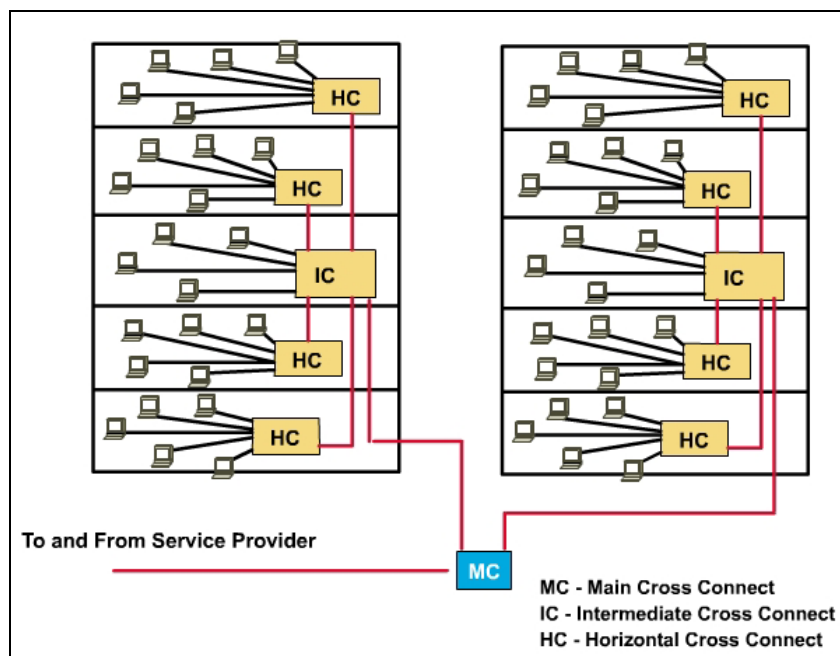


Rysunek 1 Planowanie rozmieszczenia przełącznic MC, IC i HC

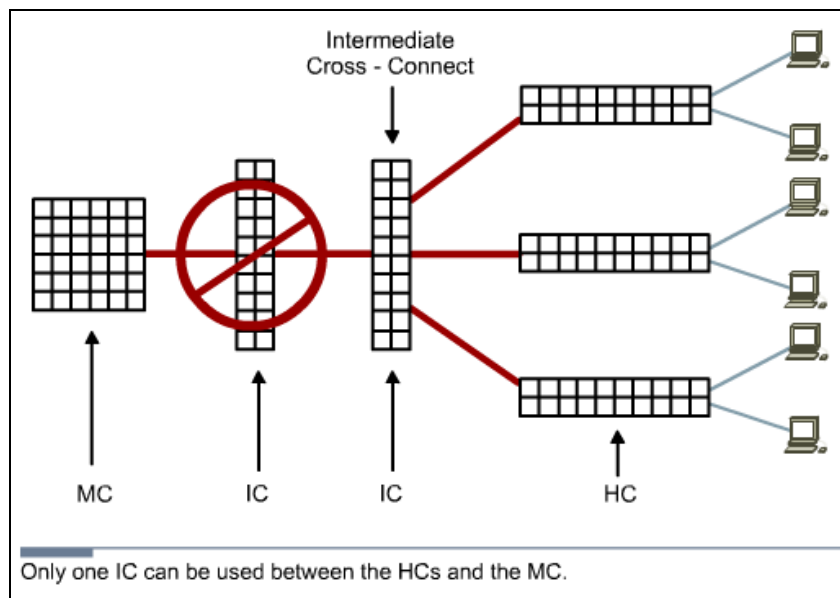
W większości sieci z różnych powodów stosuje się wiele pomieszczeń telekomunikacyjnych. Jeśli sieć obejmuje wiele pięter lub budynków, pomieszczenie takie musi znajdować się na każdym z pięter każdego budynku. Sygnał może być przenoszony w medium tylko na określonej długości, dalej ulega on pogorszeniu lub tłumieniu. Dlatego w sieciach LAN pomieszczenia telekomunikacyjne są rozmieszczone w określonych odległościach, zapewniając połączenia między koncentratorami i przełącznikami. Znajdujący się w tych pomieszczeniach sprzęt, taki jak wtórники, koncentratory, mosty i przełączniki, służy do regeneracji sygnałów.

Podstawowe pomieszczenie telekomunikacyjne nosi nazwę przełącznicy głównej (MC, ang. *main cross-connect*). Przełącznica MC stanowi centrum sieci. Stąd wychodzą wszystkie przewody i tu znajduje się większość sprzętu. Z nią połączona jest przełącznica pośrednicząca (IC, ang. *intermediate cross-connect*), w której może znajdować się sprzęt obsługujący jeden z budynków kampusu. Przełącznica pozioma (HC, ang. *horizontal cross-connect*) łączy na pojedynczym piętrze kable szkieletowe z poziomymi.

1.7.1 Przełącznica główna (MC)



Rysunek 1 Przełącznice MC, IC i HC



Rysunek 2 Podłączanie przełącznicy MC do IC i HC

Przełącznica MC jest głównym punktem koncentracji w budynku lub kampusie. Jest to pomieszczenie, które steruje pozostałymi pomieszczeniami telekomunikacyjnymi w danym miejscu. W niektórych sieciach jest to właśnie punkt rozgraniczający, czyli miejsce, w którym instalacja kablowa łączy się z siecią zewnętrzną.

Wszystkie przełącznice pośredniczące (IC) i poziome (HC) są podłączone do głównej (MC) w topologii gwiazdy. Przełącznice

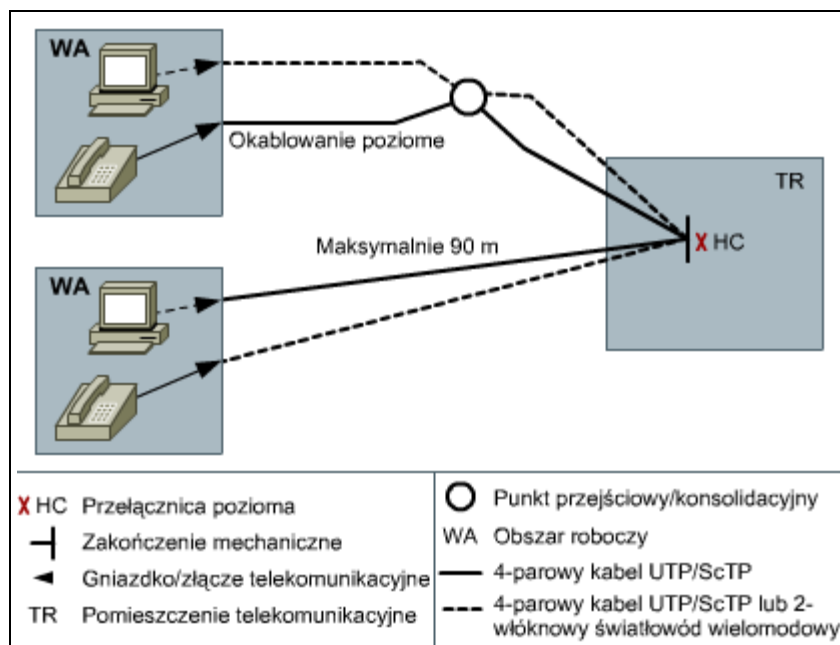
pośredniczące (IC) i poziome (HC) na różnych piętrach są połączone ze sobą za pomocą instalacji szkieletowej, czyli pionowej. Jeśli całość sieci obejmuje jeden wielopiętrowy budynek, przełącznica główna (MC) zazwyczaj znajduje się na jednym z pięter w połowie jego wysokości, nawet jeśli punkt rozgraniczający znajduje się w kompleksie wejściowym na parterze lub w piwnicy.

Okablowanie szkieletowe biegnie od przełącznicy głównej (MC) do wszystkich przełącznic pośredniczących (IC). Czerwone linie na rysunku 1 oznaczają okablowanie szkieletowe. Przełącznice pośredniczące (IC) znajdują się w każdym budynku kampusu, natomiast przełącznice poziome (HC) obsługują obszary robocze. Czarne linie oznaczają okablowanie poziome biegnące od przełącznicy poziomej (HC) do obszarów roboczych.

W przypadku sieci obejmujących wiele budynków przełącznica MC zazwyczaj znajduje się w jednym z nich. Każdy z budynków ma wtedy własną wersję przełącznicy głównej, zwaną przełącznicą pośredniczącą (IC). Jest ona podłączona do wielu przełącznic poziomych (HC) w tym budynku. Umożliwia także przedłużenie okablowania szkieletowego z przełącznicy głównej (MC) do każdej z przełącznic poziomych (HC), ponieważ takie rozwiązanie nie powoduje osłabienia sygnału komunikacyjnego.

Jak przedstawiono na rysunku 2, w całej instalacji okablowania strukturalnego może być tylko jedna przełącznica główna (MC). Jest ona połączona tylko z przełącznicami pośredniczącymi (IC). Każda przełącznica pośrednicząca (IC) jest z kolei połączona z wieloma przełącznicami poziomymi (HC). Pomiedzy przełącznicą główną (MC) a poziomą (HC) może być tylko jedna przełącznica pośrednicząca (IC).

1.7.2 Przełącznica pozioma (HC)



Rysunek 1 Okablowanie poziome i symbole

Przełącznica pozioma (HC) to pomieszczenie telekomunikacyjne znajdujące się najbliżej obszarów roboczych. Jest to zazwyczaj panel połączeniowy lub łączówka szczelinowa. Mogą się tam znajdować również urządzenia sieciowe, takie jak wtórniki, koncentratory i przełączniki. Urządzenia te można montować na stelażu w pomieszczeniu lub szafce. Ponieważ typowy system kabli poziomych obejmuje wiele ciągów kablowych do każdej stacji roboczej, może on stanowić największe zagęszczenie kabli w infrastrukturze budynku. W budynku z 1000 stacji roboczych może znajdować się układ kabli poziomych składający się z 2000–3000 ciągów.

Okablowanie poziome składa się z mediów miedzianych lub światłowodów, które łączą węzeł dystrybucji okablowania ze stacjami roboczymi (patrz rysunek 1). Zawiera ono także media sieciowe, które biegną wzdłuż ścieżki poziomej do gniazdka telekomunikacyjnego oraz kable lub przewody połączeniowe w przełącznicy poziomej (HC).

Instalacja pomiędzy przełącznicą główną (MC) a innym pomieszczeniem telekomunikacyjnym (TR) nosi nazwę okablowania szkieletowego. Różnicę pomiędzy okablowaniem poziomym a szkieletowym określają odpowiednie standardy.

[Ćwiczenie 2: Zakończenie kabla kategorii 5e w panelu połączeniowym kategorii 5e](#)

1.7.3 Okablowanie szkieletowe

Instalacja pomiędzy przełącznicą główną (MC) a innym pomieszczeniem telekomunikacyjnym (TR) nosi nazwę okablowania szkieletowego. Różnicę pomiędzy okablowaniem poziomym a szkieletowym wyraźnie określają standardy. Okablowanie szkieletowe zwane jest też czasami pionowym. Składa się z kabli szkieletowych, przełącznicy głównej i pośredniczących, zakończeń mechanicznych i przewodów połączeniowych używanych do łączenia ze sobą zespołów okablowania szkieletowego. Okablowanie szkieletowe składa się z:

- pomieszczeń telekomunikacyjnych (TR) na danym piętrze, połączenia przełącznicy głównej (MC) z pośredniczącą (IC) oraz pośredniczącej z poziomą (HC);
- połączeń pionowych pomiędzy pomieszczeniami telekomunikacyjnymi (TR) na różnych piętrach, na przykład między przełącznicą główną (MC) a pośredniczącą (IC);
- kabli pomiędzy pomieszczeniami telekomunikacyjnymi (TR) a punktami rozgraniczającymi;
- kabli pomiędzy budynkami lub wewnątrz budynków w kampusach składających się z wielu budynków.

Maksymalna długość ciągów kablowych zależy od rodzaju instalowanych kabli. W przypadku okablowania szkieletowego maksymalna odległość może zależeć też od sposobu późniejszego wykorzystania kabli. Na przykład, jeśli przełącznica pozioma (HC) będzie połączona z główną (MC) za pomocą światłowodu jednomodowego, to maksymalna długość ciągu kabli szkieletowych wynosi 3000 metrów.

Czasami długość tę należy podzielić na dwie części. Przykładowo, okablowanie szkieletowe może łączyć przełącznice poziome (HC) z pośredniczącymi (IC), a te z kolei z przełącznicą główną (MC). W takim przypadku maksymalna długość ciągu kabli szkieletowych pomiędzy przełącznicą poziomą a pośredniczącą wynosi 300 m. W związku z tym długość ciągu kabli szkieletowych pomiędzy przełącznicą pośredniczącą a główną może wynosić maksymalnie 2700 m.

1.7.4 Szkielet światłowodowy

Zastosowanie światłowodów jest wydajnym sposobem obsługi ruchu szkieletowego z trzech powodów:

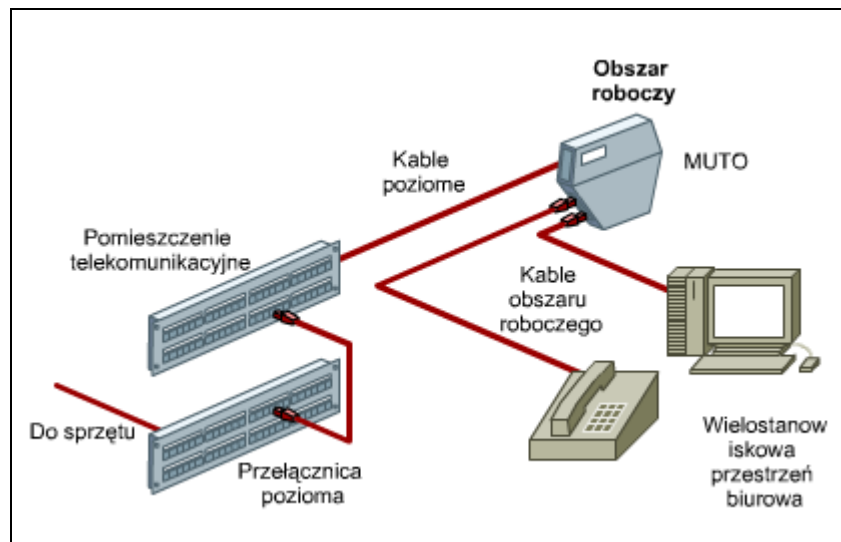
- Włókna optyczne są niepodatne na szum elektryczny i zakłócenia radiowe.
- Światłowody nie przewodzą prądu, który jest przyczyną błędów zwanych pętlą uziemienia.

- Systemy światłowodowe cechują się dużą szerokością pasma i mogą pracować z dużymi szybkościami przesyłania danych.

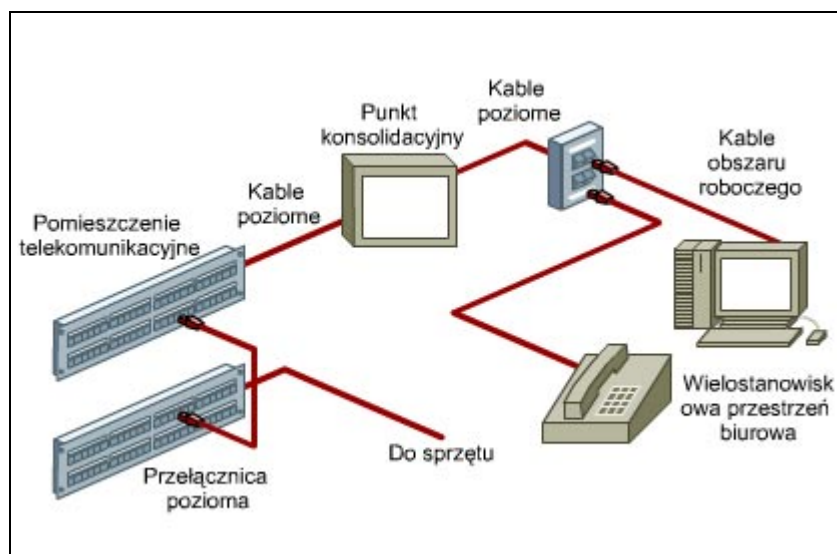
Szkielet światłowodowy można także modernizować dla zapewnienia jeszcze lepszej wydajności, jeśli jest dostępny odpowiedni sprzęt obsługujący zakończenia. Z tego powodu instalacje światłowodowe są wyjątkowo opłacalne.

Dodatkową ich zaletą jest znacznie większa maksymalna długość kabli w porównaniu z miedzianą instalacją szkieletową. Światłowody wielomodowe mogą mieć długość do 2000 metrów. Światłowody jednomodowe mogą mieć długość do 3000 metrów. Światłowód, w szczególności jednomodowy, może przenosić sygnał na znacznie większe odległości. W zależności od używanego sprzętu możliwe są połączenia na odległość od 96,6 do 112,7 kilometra. Odległości te jednak znacznie wykraczają poza standardy określone dla sieci LAN.

1.7.5 Zespoły MUTOA i punkty konsolidacyjne



Rysunek 1 Typowa instalacja z wykorzystaniem zespołu MUTOA



Rysunek 2 Typowa instalacja z wykorzystaniem punktu konsolidacyjnego

Dodatkowe specyfikacje okablowania poziomego w obszarach roboczych z przenośnymi meblami i ściankami działowymi określa standard TIA/EIA-568-B.1. Dla wielostanowiskowych pomieszczeń biurowych określono metodologie okablowania poziomego wykorzystujące wielodostępne zespoły gniazdek telekomunikacyjnych (MUTOA, ang. *multiuser telecommunications outlet assembly*) oraz punkty konsolidacyjne (CP, ang. *consolidation point*). Zapewniają one większą elastyczność i ekonomiczność instalacji wymagających częstych zmian konfiguracji.

Po każdorazowym przemeblowaniu, zamiast wymieniać całe okablowanie poziome obsługujące te obszary i łączące je z pomieszczeniem telekomunikacyjnym, w pobliżu wielostanowiskowych pomieszczeń biurowych można zainstalować punkty konsolidacyjne lub zespoły MUTOA. Wystarczy wymienić okablowanie pomiędzy gniazdkami w nowym obszarze roboczym a punktem konsolidacyjnym lub zespołem MUTOA. Dłuższe kable prowadzące do pomieszczenia telekomunikacyjnego pozostają bez zmian.

Zespół MUTOA jest urządzeniem, które umożliwia przełączanie i dodawanie urządzeń oraz przemeblowywanie pomieszczeń bez potrzeby ponownego prowadzenia kabli. Kable połączeniowe można prowadzić bezpośrednio od zespołu MUTOA do sprzętu w obszarze roboczym, tak jak na rysunku 1. Miejsce, w którym znajduje się zespół MUTOA, musi być łatwo dostępne i nie może ulegać zmianie. Zespołu MUTOA nie można instalować w suficie ani pod podłogą. Nie można także instalować go w regale, chyba że jest on trwale przymocowany do struktury budynku.

Standard TIA/EIA-568-B.1 określa następujące wytyczne odnośnie zespołów MUTOA:

- Każde skupisko mebli wymaga co najmniej jednego zespołu MUTOA.
- Jeden zespół MUTOA może obsługiwać maksymalnie 12 obszarów roboczych.
- Kable połączeniowe w obszarach roboczych muszą na obu końcach być oznaczone unikalnymi identyfikatorami.
- Maksymalna długość kabla połączeniowego wynosi 22 m.

Punkty konsolidacyjne (CP) umożliwiają podłączenie na ograniczonym obszarze roboczym. Zazwyczaj tego typu panele stosowane są w obszarach roboczych z umeblowaniem modułowym, są one montowane poprzez wpuszczenie w ścianę, sufit lub słup podtrzymujący. Należy zapewnić swobodny dostęp do nich bez potrzeby przesuwania osprzętu, wyposażenia czy ciężkich mebli. Stacji roboczych i innego sprzętu w obszarze roboczym nie podłącza się do punktów konsolidacyjnych tak samo, jak do zespołów MUTOA, ale w sposób pokazany na rysunku 2. Podłącza się je do gniazdek, które z kolei są podłączone do punktu konsolidacyjnego.

Standard TIA/EIA-569 określa następujące wytyczne dotyczące punktów konsolidacyjnych:

- Każde skupisko mebli wymaga co najmniej jednego punktu konsolidacyjnego.
- Jeden punkt konsolidacyjny może obsługiwać maksymalnie 12 obszarów roboczych.
- Maksymalna długość kabla połączeniowego wynosi 5 m.

Zarówno w przypadku punktów konsolidacyjnych, jak i zespołów MUTOA, standard TIA/EIA-568-B.1 zaleca, aby pomieszczenie telekomunikacyjne znajdowało się w odległości co najmniej 15 m. Ma to na celu uniknięcie problemów z przesłuchem i stratami odbiciowymi.

2 Standardy i przepisy dotyczące okablowania strukturalnego

Standardy są zbiorami powszechnie używanych lub oficjalnie obowiązujących reguł lub procedur, które stanowią model idealny. Niektóre standardy określają poszczególni producenci. Standardy branżowe umożliwiają współpracę urządzeń różnych producentów na następujące sposoby:

- standardowe opisy mediów i układów kabli dla okablowania szkieletowego i poziomego,
- standardowe interfejsy do fizycznego podłączania urządzeń,
- spójne i jednolite projekty zgodne z planem systemu i podstawowymi zasadami konstrukcji.

Wiele organizacji określa różne rodzaje stosowanych kabli. Instytucje gminne, powiatowe, wojewódzkie i krajowe również określają przepisy, specyfikacje i wymagania.

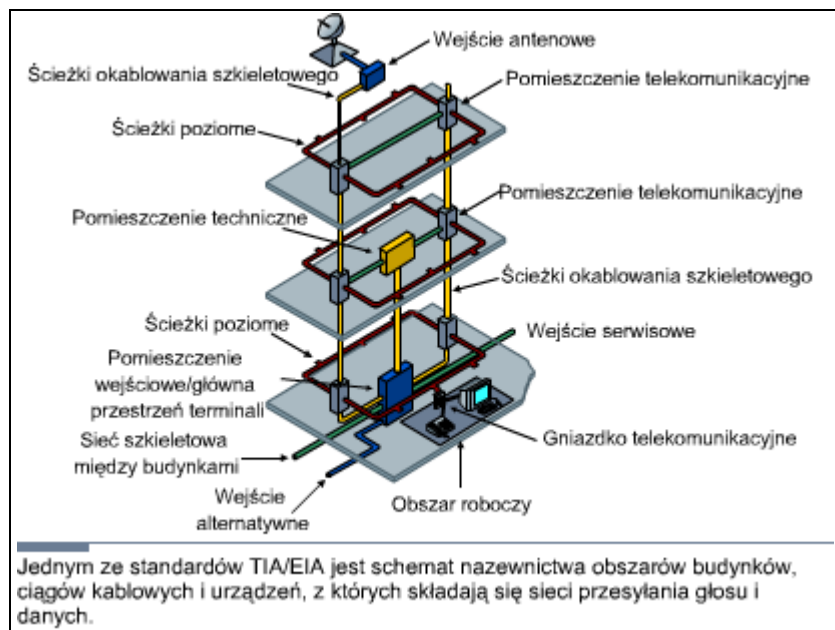
Zgodna ze standardami sieć powinna prawidłowo współpracować z innymi standardowymi urządzeniami sieciowymi. Długoterminowe wydajne funkcjonowanie i utrzymanie wartości inwestycji wielu systemów okablowania sieciowego było często niemożliwe z winy instalatorów, którzy nie dbali o zgodność z obowiązującymi i zalecanymi standardami.

Standardy te są stale weryfikowane i okresowo aktualizowane, aby odzwierciedlały nowe technologie i stale rosnące wymagania dotyczące sieci przesyłu głosu i danych. W miarę jak w standardach uwzględniane są nowe technologie, inne są wycofywane. W sieci mogą być wykorzystane technologie, które nie są już częścią aktualnego standardu lub wkrótce zostaną wyeliminowane. Zazwyczaj nie wymagają one natychmiastowej wymiany. W końcu jednak zostaną zastąpione nowszymi i szybszymi technologiami.

Wiele organizacji międzynarodowych próbuje opracować standardy, które będą powszechnie stosowane. Takimi organizacjami są między innymi: IEEE, ISO i IEC. Zasiadają w nich członkowie pochodzący z różnych państw, z których każde ma własne procedury tworzenia standardów.

W wielu krajach regulacje narodowe stają się modelem uwzględnianym przez instytucje państwowe, regionalne i miejskie oraz inne jednostki rządowe w przepisach i uchwałach. Ich realizacja należy do władz lokalnych. Zawsze należy dowiadywać się od władz lokalnych, do jakich przepisów należy się stosować. Większość przepisów lokalnych ma pierwszeństwo przed krajowymi, które z kolei mają pierwszeństwo przed międzynarodowymi.

2.1 Stowarzyszenie Przemysłu Telekomunikacyjnego (TIA) i Stowarzyszenie Przemysłu Elektronicznego (EIA)



Rysunek 1 Standardy TIA/EIA dotyczące budynków

TIA/EIA-568-B.1	Standard okablowania telekomunikacyjnego budynków komercyjnych wymagania ogólne
TIA/EIA-568-B.2	Składniki okablowania opartego na skrętkę
TIA/EIA-568-B.3	Składniki okablowania światłowodowego
TIA/EIA-568-B	Standardy okablowania
TIA/EIA-569-A	Standard ścieżek i przestrzeni telekomunikacyjnych w budynkach komercyjnych
TIA/EIA-570-A	Standard okablowania telekomunikacyjnego budynków mieszkalnych i poza nimi
TIA/EIA-606	Standard administracyjny infrastruktury telekomunikacyjnej budynków komercyjnych.
TIA/EIA-607	Wymagania uziemienia i przewodów wyrównawczych w instalacjach telekomunikacyjnych w budynkach komercyjnych

Rysunek 2 Standardy TIA/EIA dotyczące okablowania strukturalnego

Stowarzyszenie Przemysłu Telekomunikacyjnego (TIA) i Stowarzyszenie Przemysłu Elektronicznego (EIA) opracowują i publikują standardy związane z okablowaniem strukturalnym sieci

LAN do przesyłania głosu i danych. Standardy te zostały przedstawione na rysunku 1.

Oba stowarzyszenia zostały upoważnione przez Amerykański Narodowy Instytut ds. Standaryzacji (ANSI) do opracowywania zalecanych standardów telekomunikacyjnych. Wiele standardów zawiera w swych oznaczeniach skróty ANSI/TIA/EIA. Różne komisje i podkomisje stowarzyszeń TIA/EIA opracowują standardy dotyczące światłowodów, sprzętu w siedzibie użytkownika, sprzętu sieciowego oraz komunikacji bezprzewodowej i satelitarnej.

Standardy TIA/EIA

Istnieje wiele standardów i ich uzupełnień, ale wymienione na rysunku 2 i poniżej są najczęściej stosowane przez instalatorów:

- **TIA/EIA-568-A** — ten dawny standard okablowania telekomunikacyjnego budynków komercyjnych określał minimalne wymagania dotyczące okablowania telekomunikacyjnego, zalecaną topologię, limity odległości, specyfikacje dotyczące wydajności mediów i sprzętu połączeniowego, a także przeznaczenie poszczególnych styków w złączach.
- **TIA/EIA-568-B** — bieżący standard okablowania określający wymagania odnośnie składników i parametrów transmisji dla mediów telekomunikacyjnych. Standard TIA/EIA-568-B jest podzielony na trzy osobne części: 568-B.1, 568-B.2 i 568-B.3.
 - Część TIA/EIA-568-B.1 definiuje ogólny system okablowania telekomunikacyjnego w budynkach komercyjnych dla środowisk składających się z różnych produktów pochodzących od wielu producentów.
 - Część TIA/EIA-568-B.1.1 jest dodatkiem określającym promień zagięcia kabli UTP i ScTP z 4 parami przewodów.
 - Część TIA/EIA-568-B.2 określa składniki okablowania, transmisję, modele systemów oraz procedury pomiarowe wymagane do weryfikacji instalacji opartych na skrętce.
 - Część TIA/EIA-568-B.2.1 jest dodatkiem określającym wymagania względem okablowania kategorii 6.
 - Część TIA/EIA-568-B.3 określa wymagania dotyczące składników i parametrów transmisji w systemie okablowania światłowodowego.
- **TIA/EIA-569-A** — standard dla budynków komercyjnych definiujący ścieżki telekomunikacyjne i przestrzenie; określa

reguły projektowania i konstruowania instalacji obsługujących media i urządzenia telekomunikacyjne wewnątrz budynków oraz pomiędzy nimi.

- **TIA/EIA-606-A** — standard administracyjny definiujący infrastrukturę telekomunikacyjną budynków komercyjnych; zawiera standardy oznaczania kabli. Standard ten określa, że każda jednostka stanowiąca zakończenie sprzętowe powinna mieć unikalny identyfikator. Określa też wymagania dotyczące utrzymywania zapisów i dokumentacji związanych z administrowaniem siecią.
- **TIA/EIA-607-A** — standard definiujący wymagania dotyczące uziemienia instalacji i przewodów wyrównawczych w budynkach komercyjnych w przypadku środowisk składających się z różnych produktów wielu firm, a także zasady uziemiania różnych systemów, które mogą być instalowane w zabudowaniach klienta. Standard ten określa precyzyjnie punkty styku pomiędzy systemami uziemienia budynku a konfiguracją uziemienia sprzętu telekomunikacyjnego. Opisuje także konfiguracje uziemienia i przewodów wyrównawczych między budynkami wymagane do obsługi tego sprzętu.

Łączy WWW:

<http://www.tiaonline.org/>

<http://www.eia.org/>

2.2 Europejski Komitet ds. Standaryzacji w Elektrotechnice (CENELEC)

Europejski Komitet ds. Standaryzacji w Elektrotechnice (CENELEC) został założony w 1973 roku jako organizacja niedochodowa działająca zgodnie z prawem belgijskim. CENELEC określa standardy elektrotechniczne dla większości Europy. CENELEC współpracuje z 35 000 ekspertów technicznych z 22 krajów Europy i określa standardy dla rynku europejskiego. Komitet ten został oficjalnie uznany za europejską organizację definiującą standardy w Dyrektywie 83/189/EEC Komisji Europejskiej. Wiele standardów okablowania CENELEC odpowiada standardom ISO z pewnymi niewielkimi zmianami.

Komisja CENELEC i Międzynarodowa Komisja ds. Elektrotechniki (IEC) funkcjonują na dwóch różnych poziomach. Ich niezależna praca ma jednak wspólne istotne znaczenie. Są to najważniejsze organizacje określające standardy elektrotechniczne w Europie. Współpraca pomiędzy CENELEC a IEC została określona w Umowie Drezdeńskiej. Umowa między dwoma partnerami została zawarta w Dreźnie (Niemcy) w 1996 roku. Jej celem było:

- opublikowanie i wspólne przyjęcie standardów międzynarodowych,
- przyspieszenie procesu opracowywania standardów w odpowiedzi na zapotrzebowanie rynku,
- zapewnienie racjonalnego wykorzystania dostępnych zasobów.

Dlatego z punktu widzenia technicznego standardy należy rozpatrywać na poziomie międzynarodowym.

Łączy WWW:

<http://www.cenelec.org/>

<http://www.iec.ch/>

2.3 Międzynarodowa Organizacja ds. Standaryzacji (ISO)

Międzynarodowa Organizacja ds. Standaryzacji (ISO) składa się z narodowych organizacji z ponad 140 państw, w jej skład wchodzi między innymi organizacja ANSI. ISO jest pozarządową organizacją, która wspiera rozwój standardów i związane z nimi działania. Rezultatem działalności ISO są międzynarodowe umowy, które zostały opublikowane jako standardy międzynarodowe.

Organizacja ISO zdefiniowała wiele ważnych standardów informatycznych. Najważniejszym z nich jest model OSI (ang. *Open Systems Interconnection*) będący standardową architekturą projektów sieci.

Łączy WWW:

<http://www.iso.org/iso/en/ISOOnline.frontpage>

2.4 Przepisy w USA

Niekiedy na wykonanie projektów sieciowych trzeba uzyskać stosowne zezwolenie. Informacje odnośnie wymagań dotyczących zezwoleń są dostępne w lokalnych wydziałach administracyjnych.

Aby zapoznać się z lokalnymi lub krajowymi przepisami budowlanymi, należy skontaktować się z odpowiednią instytucją. Wszystkie podstawowe przepisy budowlane w USA można zakupić od organizacji ICBO (International Conference of Building Officials). Podstawowe przepisy budowlane to: CABO, ICBO, BOCA, SBCCI i ICC.

Uwaga: Ustawa Americans with Disabilities Act (ADA) wprowadziła pewne istotne zmiany w wytycznych dotyczących konstrukcji, przeróbek i remontów odnośnie sieci i urządzeń telekomunikacyjnych. Wymagania te zależą od przeznaczenia obiektu i niezgodność z nimi może spowodować naliczenie opłat karnych.

Wiele przepisów wymagających lokalnej inspekcji i egzekwowania regulacji określają władze stanowe lub regionalne, które z kolei przekazują je instytucjom miejskim i powiatowym. Dotyczy to przepisów budowlanych, przeciwpożarowych i elektrycznych. Podobnie jak w przypadku przepisów BHP były one początkowo opracowywane lokalnie, ale rozbieżność standardów i brak podstaw do ich egzekwowania doprowadziły do określenia standardów państwowych.

Procedury egzekwowania niektórych przepisów mogą różnić się w zależności od miasta, powiatu lub województwa. Projektami zlokalizowanymi w miastach zazwyczaj zajmują się instytucje miejskie, natomiast poza obrębem miast — powiatowe. Przepisy przeciwpożarowe mogą być w niektórych miejscach egzekwowane przez okręgowe oddziały wydające zezwolenia na budowę, a w innych przez komendy straży pożarnej. Naruszenie tych przepisów może spowodować naliczenie wysokich kar i powstanie kosztów związanych z opóźnieniem realizacji projektu.

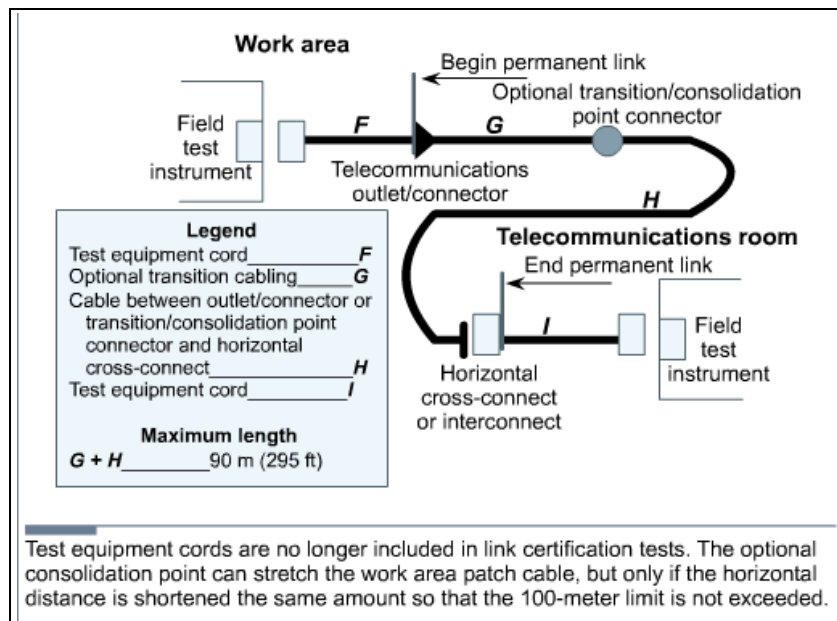
Większość przepisów jest egzekwowana przez instytucje lokalne, ale standardy są zwykle opisywane przez te organizacje, które je definiują. Standardy NEC są tak napisane, by miały brzmienie aktu prawnego. Umożliwia to władzom lokalnym ich przyjęcie w drodze głosowania. Procedura ta może być przeprowadzana nieregularnie, dlatego istotne jest, aby wiedzieć, która wersja przepisów NEC obowiązuje w miejscu, gdzie zakładana jest instalacja.

Większość państw ma podobne przepisy. Znajomość przepisów lokalnych jest szczególnie istotna podczas planowania instalacji przekraczających granice państw.

Łączy WWW:

<http://www.icbo.org/>

2.5 Ewolucja standardów



Rysunek 1 Zmiany w standardach okablowania poziomego

Gdy szerokość pasma sieci wzrosła z 10 Mb/s do ponad 1000 Mb/s, zmieniły się wymagania względem okablowania. Wiele starszych rodzajów kabli nie nadaje się do użycia w szybszych, nowoczesnych sieciach. Dlatego zazwyczaj okablowanie z czasem ulega wymianie. Odzwierciedlają to opisane dalej standardy TIA/EIA-568-B.2.

W przypadku skrętki standardy opisują jedynie 100-omowe kable kategorii 3, 5e i 6. Kable kategorii 5 nie są już zalecane w nowych instalacjach i zostały przeniesione z zasadniczej treści standardu do części dodatkowej. W przypadku skrętki 100-omowej zalecane są kable kategorii 5e i nowsze.

Standard kategorii 6 określa parametry wydajności, które zapewniają wzajemną zgodność standardowych produktów, zgodność z poprzednimi wersjami oraz współpracę produktów pochodzących od różnych producentów.

W przypadku zakończeń kabli kategorii 5e i nowszych zabrania się rozplątывania par przewodów na odległość większą niż 13 mm od zacisku. Minimalny promień zagięcia poziomych kabli UTP pozostaje równy czterokrotnej ich średnicy. Minimalny promień zagięcia połączeniowych kabli UTP jest obecnie równy średnicy kabla. Kabel połączeniowy UTP składa się z przewodów linkowych. Z tego powodu, jest on bardziej elastyczny niż kable z litego rdzenia miedzianego używane w okablowaniu poziomym.

Dopuszczalną długość kabli połączeniowych w pomieszczeniu telekomunikacyjnym zmieniono z 6 na 5 metrów. Dopuszczalną długość kabli połączeniowych w obszarze roboczym zmieniono z 3

na 5 metrów. Maksymalna odległość w segmencie poziomym nadal wynosi 90 metrów. Jeśli używany jest zespół MUTOA, długość połączenia w obszarze roboczym można zwiększyć, jeśli maksymalna długość segmentów poziomych zostanie zmniejszona do 100 metrów. Standardy te przedstawia rysunek 1. Użycie zespołu MUTOA lub punktu konsolidacyjnego wymusza także zachowanie odległości 15 metrów od pomieszczenia telekomunikacyjnego w celu ograniczenia problemów z przesłuchem i stratami odbiciowymi.

W przeszłości wszystkie kable połączeniowe i kable w przełącznicy musiały być wykonane z przewodów linkowych, zapewniających odpowiednią elastyczność i trwałość w przypadku wielokrotnego odłączania i podłączania. Standard ten obecnie jedynie zaleca użycie przewodów linkowych. Ze względu na tę zmianę obecnie dopuszcza się stosowanie przewodów litych.

Kable połączeniowe są niewralgicznymi elementami systemu sieciowego. Wytwarzanie kabli połączeniowych i złączek na miejscu nadal jest dozwolone. Zalecane jest jednak, aby konstruktorzy sieci nabywali kable produkowane fabrycznie i testowane u producenta.

Kategoria 6 i nowa kategoria 7 określają najnowsze dostępne kable miedziane. Ponieważ częściej używane są kable kategorii 6, instalatorzy powinni zapoznać się z jej zaletami.

Podstawową różnicą pomiędzy kablami kategorii 5e i 6 jest sposób zachowania odległości pomiędzy parami w kablu. W niektórych kablach kategorii 6 stosuje się fizyczny element dystansowy w środku kabla. Inne mają charakterystyczną osłonę, która unieruchamia pary. W jeszcze innym rodzaju kabli kategorii 6, zwanym ScTP, stosuje się foliowy ekran, w który zawinięte są pary przewodów.

Aby uzyskać jeszcze lepszą wydajność niż określona w kategorii 6 i nowej kategorii 7 stosuje się w pełni ekranowaną konstrukcję, która zmniejsza przesłuch pomiędzy wszystkimi parami. Każda para jest zawinięta w folię, a wszystkie pary otacza pleciona osłonka. W przyszłości w kablach może być stosowany przewód ekranowy, który ułatwia uziemienie.

Standardy okablowania strukturalnego będą stale ewoluować. Skupiać się one będą na uwzględnianiu nowych technologii pojawiających się w sieciach przesyłania danych, takich jak:

- telefonia IP i bezprzewodowa wykorzystująca sygnał zasilający w transmisji do zasilania telefonów IP i punktów dostępowych;
- sieci SAN (ang. *Storage Area Network*) wykorzystujące transmisję Ethernet z szybkością 10 Gb/s;
- rozwiązania „ostatniej mili” miejskich sieci Ethernet wymuszające optymalizację wymagań dotyczących szerokości pasma i odległości.

Standard zasilania przez Ethernet (PoE, ang. *Power over Ethernet*) jest w opracowaniu i będzie dostępny w niedalekiej przyszłości. Wykorzystuje on sygnał zasilania w kablach stosowanych do transmisji w sieciach Ethernet. Dzięki temu sygnałowi telefony IP i bezprzewodowe punkty dostępu nie muszą być podłączane do gniazdek prądu zmiennego, co upraszcza ich wdrażanie i zmniejsza koszty.

3 Bezpieczeństwo

3.1 Przepisy i standardy bezpieczeństwa w USA

W większości państw istnieją przepisy, których zadaniem jest ochrona pracowników przed niebezpiecznymi warunkami pracy. W USA organizacja zajmująca się bezpieczeństwem i ochroną zdrowia pracowników nosi nazwę Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Od utworzenia tej instytucji w 1971 roku liczba wypadków w miejscu pracy spadła o połowę, a odsetek kontuzji i chorób zawodowych obniżył się o 40 procent. Jednocześnie liczba osób zatrudnionych w USA niemal podwoiła się z 56 milionów pracujących w 3,5 milionach zakładów pracy do 105 milionów w niemal 6,9 miliona zakładów pracy.

OSHA zajmuje się egzekwowaniem prawa pracy chroniącego pracowników w USA. Nie jest to instytucja związana z prawem budowlanym ani wydająca zezwolenia na budowę. Jednakże jej inspektorzy mogą nałożyć ogromne kary lub zamknąć zakład pracy, jeśli wykryją poważne naruszenia zasad bezpieczeństwa. Każdy, kto pracuje na miejscu budowy lub w innym miejscu pracy bądź odpowiada za nie, musi znać przepisy OSHA. Witryna WWW tej instytucji zawiera informacje związane z bezpieczeństwem, statystyki i różne publikacje.

3.1.1 Dokument MSDS

MSDS (ang. *material safety data sheet* — arkusz danych dotyczących bezpieczeństwa materiałowego) jest dokumentem, który zawiera informacje dotyczące wykorzystania i przechowywania materiałów niebezpiecznych oraz posługiwania się nimi. MSDS zawiera szczegółowe informacje dotyczące potencjalnego wpływu czynników zewnętrznych na zdrowie i sposobów bezpiecznej pracy z określonymi materiałami. Zawiera następujące informacje:

- Jakie są zagrożenia związane z materiałem
- Jak bezpiecznie go używać
- Czego się spodziewać w razie niestosowania się do zaleceń
- Co zrobić w razie wypadku
- Jak rozpoznać objawy nadmiernej ekspozycji
- Jak postępować w takich przypadkach

Łączy WWW:

<http://www.osha.gov>

3.1.2 Underwriters Laboratories (UL)

Underwriters Laboratories (UL) jest niezależną, niedochodową organizacją zajmującą się testowaniem bezpieczeństwa produktów i wystawianiem certyfikatów bezpieczeństwa. Laboratoria UL od ponad 100 lat testują produkty pod kątem ich bezpieczeństwa. Organizacja UL koncentruje się na standardach bezpieczeństwa, ale program certyfikacji rozszerzyła między innymi o ocenę wydajności kabli LAN. Ocena ta jest oparta na specyfikacjach wydajności IBM i TIA/EIA oraz specyfikacjach bezpieczeństwa NEC. UL prowadzi także program oznaczania skrętek ekranowanych i nieekranowanych. Dzięki niemu łatwiej przekonać się, czy użyte w instalacjach materiały są zgodne ze specyfikacjami.

UL początkowo testuje i ocenia próbki kabla. Po włączeniu na listę UL organizacja przeprowadza dalsze testy i inspekcje. Dzięki temu znak UL jest cenną wskazówką dla nabywców.

Program Certyfikacji sieci LAN realizowany w ramach organizacji UL obejmuje bezpieczeństwo i wydajność. Na izolacji kabli, które uzyskały pozytywną ocenę UL, producenci umieszczają odpowiednie oznaczenia. Na przykład: Level I, LVL I lub LEV I.

Łączy WWW:

<http://www.ul.com>

3.1.3 National Electrical Code (NEC)

Celem standardów NEC (National Electrical Code) jest ochrona osób i mienia przed niebezpieczeństwami związanymi z prądem elektrycznym. Standardy te są sponsorowane przez stowarzyszenie NFPA (National Fire Protection Association) i ANSI. Przepisy są weryfikowane co trzy lata.

Standardy palności i zadymienia dotyczące kabli sieciowych w budynkach określiło kilka organizacji. Jednakże standardy NEC są najczęściej kontrolowane przez inspektorów lokalnych.

3.1.4 Kody NEC dotyczące typów kabli

Rodzaj kabla	Opis
OFC (światłowód)	Zawiera metalowe przewodniki stanowiące wzmocnienie
OFN (światłowód)	Nie zawiera metalu
CMP (kabel do kanałów powietrznych)	Przeszedł testy dowodzące małą szybkość rozprzestrzeniania się ognia i niską emisję dymu. Zazwyczaj ma on izolację ze specjalnego materiału, na przykład teflonu. Litera P w kodzie oznacza kanał służący do wentylacji (ang. plenum).
CMR (kabel pionowy)	Litera R oznacza, że kabel przeszedł podobne, ale nieco inne testy na rozprzestrzenianie się ognia i emisję dymu. Na przykład właściwości palne tego kabla są testowane w pozycji pionowej. Zgodnie z przepisami kabla testowanego do instalacji pionowych należy używać zawsze wtedy, gdy ma on przechodzić przez strop. Kable pionowe przeznaczone do prowadzenia przez stropy zazwyczaj mają koszulkę zewnętrzną z polichlorku winylu (PVC, PCW).

Rysunek 1 Kody NEC dotyczące typów kabli

Kody NEC dotyczące typów kabli są podane w katalogach kabli i materiałów. Kody te — jak przedstawiono na rysunku 1 — klasyfikują produkty do konkretnych zastosowań.

Kable dla sieci wewnętrznych zazwyczaj znajdują się w kategorii CM (komunikacyjne, ang. *communications*) lub MP (uniwersalne, ang. *multipurpose*). Niektóre firmy, zamiast wykonywać testy CM lub CP swoich kabli, wolą testować te produkty jako kable zdalnego sterowania lub do obsługi obwodów o ograniczonym napięciu klasy 2 (CL2) lub 3 (CL3). Jednakże kryteria dotyczące palności i zadymienia są w zasadzie takie same w przypadku wszystkich testów. Różnice pomiędzy tymi oznaczeniami dotyczą ilości energii elektrycznej, jaka w najgorszym przypadku może być przesyłana przez kabel. Kable MP są poddawane testom, które zakładają przesyłanie największej dopuszczalnej ilości energii elektrycznej. Kable CM, CL3 i CL2 przechodzą przez testy, które uwzględniają odpowiednio mniejsze poziomy obsługiwanego mocy.

Łączy WWW:

<http://www.nfpa.org/Home/index.asp>

3.2 Bezpieczeństwo związane z elektrycznością

Oprócz wiedzy o organizacjach zajmujących się bezpieczeństwem instalatorzy powinni także znać podstawowe zasady bezpieczeństwa. Powinni je stosować w codziennej praktyce zawodowej, ponadto będą one wymagane podczas ćwiczeń laboratoryjnych. Ponieważ

instalowanie kabli związane jest z wieloma zagrożeniami, instalator powinien być przygotowany na wszystkie możliwe sytuacje, aby zapobiec wypadkom i urazom.

3.2.1 Wysokie napięcie

Instalatorzy sieci pracują z okablowaniem przystosowanym do niskiego napięcia. Większość osób nie jest świadoma napięcia, jakie występuje w kablu do przesyłania danych. Jednakże kable te są podłączane do urządzeń sieciowych, których napięcie w Ameryce Północnej może mieć od 100 do 240 woltów. Jeśli awaria obwodu spowoduje przebicie, może wywołać niebezpieczne, a nawet śmiertelne porażenie instalatora.

Instalatorzy sieci niskonapięciowych muszą także uwzględnić niebezpieczeństwa związane z przewodami wysokiego napięcia. Omyłkowe usunięcie izolacji z istniejących przewodów wysokiego napięcia może spowodować groźne porażenie prądem. Osoba porażona prądem wysokiego napięcia może nie być w stanie panować nad swoimi mięśniami i odsunąć się od źródła zagrożenia.

3.2.2 Niebezpieczeństwo porażenia piorunem i wysokim napięciem

Wysokie napięcie występuje nie tylko w liniach zasilających. Innym jego źródłem są pioruny. Mogą one spowodować śmiertelne skutki, a także zniszczyć sprzęt sieciowy. Dlatego ważne jest zabezpieczenie okablowania sieciowego przed niebezpieczeństwem przebicia w czasie burzy.

Aby uniknąć urazów ciała i uszkodzenia sieci spowodowanych piorunem i zwarciami, należy stosować następujące środki ostrożności:

- Wszelkie instalacje na zewnątrz budynków muszą być wyposażone w odpowiednie uziemienie i zarejestrowane zabezpieczenia obwodów sygnałowych w miejscu, w którym są wprowadzane do budynków, czyli w punkcie wejścia. Zabezpieczenia te należy zainstalować zgodnie z wymaganiami lokalnego operatora telefonii oraz odpowiednimi przepisami. Nie wolno używać par przewodów telefonicznych bez zgody operatora. Po uzyskaniu zgody nie wolno zdejmować ani zmieniać zabezpieczeń obwodów telefonicznych ani przewodów uziemiających.
- Nigdy nie wolno prowadzić okablowania pomiędzy budynkami bez odpowiedniego zabezpieczenia. Zabezpieczenie przed skutkami uderzenia pioruna jest jedną z największych zalet łączy światłowodowych pomiędzy budynkami.

- Należy unikać instalowania przewodów w miejscach wilgotnych lub w ich pobliżu.
- Nigdy nie należy instalować ani podłączać przewodów miedzianych podczas burzy. Nieprawidłowo podłączone kable miedziane mogą przenieść energię pioruna na wiele kilometrów.

3.2.3 Test zabezpieczeń przed wysokim napięciem

Prąd jest niewidoczny. Jego działanie jest odczuwalne dopiero wtedy, gdy sprzęt przestaje działać prawidłowo lub ktoś zostanie nim porażony.

Pracując z urządzeniami podłączanymi do gniazdek zasilających, należy sprawdzić, czy na ich powierzchni nie pojawia się napięcie. W tym celu używa się niezawodnych urządzeń pomiarowych, na przykład miernika uniwersalnego lub urządzenia wykrywającego napięcie. Pomiaru należy wykonać bezpośrednio przed rozpoczęciem pracy w danym dniu. Następnie należy je powtórzyć po każdej przerwie. Po zakończeniu pracy powinno się ponownie wykonać pomiary.

Piorunów i wyładowań elektrostatycznych nie sposób przewidzieć. Nigdy nie należy instalować ani podłączać przewodów miedzianych podczas burzy. Kable miedziane mogą przenieść energię pioruna na wiele kilometrów. Należy to wziąć pod uwagę, instalując kable na zewnątrz budynków lub pod ziemią. Wszystkie znajdujące się na zewnątrz kable muszą być prawidłowo uziemione i mieć zatwierdzone zabezpieczenia obwodów sygnałowych. Zabezpieczenia te należy zainstalować zgodnie z przepisami lokalnymi. W większości przypadków będą one odpowiadały przepisom ogólnokrajowym.

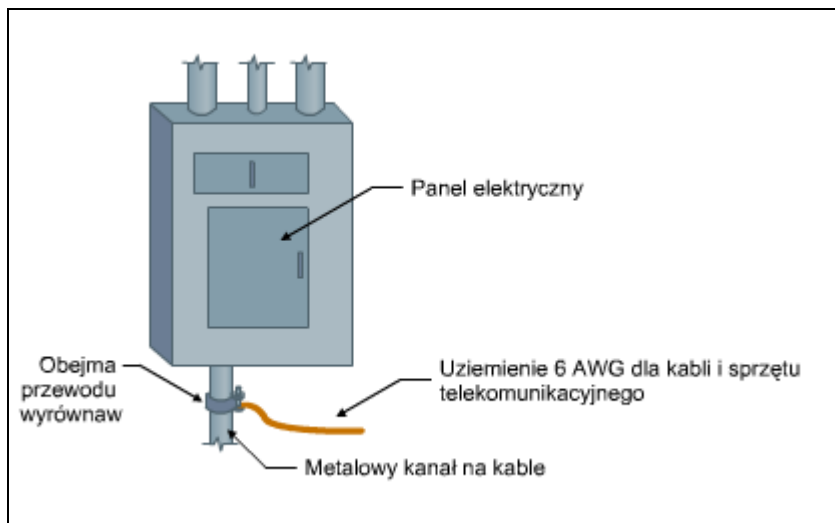
3.2.4 Uziemienie

Uziemienie stanowi bezpośrednią ścieżkę, która kieruje prąd do ziemi. Projektanci urządzeń izolują ich obwody od obudowy, w której się one znajdują. Wszelkie napięcie, które może przechodzić z obwodów urządzenia na obudowę, nie powinno na niej pozostać. Sprzęt uziemiający odprowadza wszystkie prądy błądzące do ziemi, dzięki czemu nie uszkadzają one urządzeń. Bez odpowiedniego uziemienia prąd ten może popłynąć inną ścieżką, na przykład przez ludzkie ciało.

Elektroda uziemiająca to metalowy pręt zakopany w ziemi w pobliżu punktu wejścia do budynku. Przez wiele lat rury doprowadzające zimną wodę do budynku z podziemnej sieci wodociągowej były uznawane za dobre uziemienie. Akceptowalne były także duże elementy konstrukcyjne, takie jak dwuteowniki i dźwigary. Mimo iż umożliwiają one odprowadzenie prądu do ziemi, obecnie większość przepisów lokalnych wymaga oddzielnego systemu uziemienia. Przewody uziemiające łączą sprzęt z elektrodami uziemiającymi.

Należy pamiętać o istnieniu systemu uziemiającego w laboratorium i na każdym stanowisku roboczym. Należy sprawdzić, czy działa on poprawnie. Uziemienie często jest instalowane nieprawidłowo. Niektórzy instalatorzy stosują metodę „na skróty”, zakładając technicznie poprawne uziemienie w niestandardowy sposób. Zmiany w innych częściach sieci lub w budynku mogą spowodować uszkodzenie lub odłączenie niestandardowego systemu uziemienia. Może to narazić sprzęt i ludzi na niebezpieczeństwo.

3.2.5 Przewody wyrównawcze



Rysunek 1 Instalacja z przewodem wyrównawczym

Przewód wyrównawczy — jak przedstawiono na rysunku 1 — umożliwia podłączenie różnych instalacji kablowych z systemem uziemienia. Przewód wyrównawczy jest rozszerzeniem systemu uziemienia. Pomiedzy obudową urządzenia, takiego jak przełącznik czy router, a obwodem uziemienia można umieścić opaskę wyrównania potencjałów zapewniającą dobre połączenie.

Dzięki prawidłowemu zainstalowaniu przewodów wyrównawczych i uziemienia można:

- zminimalizować efekty przepięcia lub impulsu elektrycznego,
- zapewnić integralność instalacji uziemiającej,
- zapewnić bezpieczniejsze i skuteczniejsze odprowadzenie prądu do ziemi.

Telekomunikacyjnych przewodów wyrównawczych zazwyczaj używa się w:

- kompleksach wejściowych,
- pomieszczeniach technicznych,
- pomieszczeniach telekomunikacyjnych.

3.2.6 Standardy uziemienia i przewodów wyrównawczych

Standardy NEC (ang. *National Electrical Code*) zawierają dużo informacji dotyczących uziemienia i przewodów wyrównawczych. Standard TIA/EIA dotyczący uziemienia i przewodów wyrównawczych, TIA/EIA-607-A, definiujący wymagania względem uziemienia instalacji i prowadzenia przewodów wyrównawczych w budynkach komercyjnych, rozszerza te zagadnienia na systemy telekomunikacyjne i okablowania strukturalnego. Standard TIA/EIA-607-A precyzyjnie określa punkty styku pomiędzy systemami uziemienia budynku a konfiguracją uziemienia sprzętu telekomunikacyjnego. Opisuje uziemianie produktów pochodzących od różnych producentów, które mogą być instalowane na miejscu u klienta. Opisuje także konfiguracje uziemienia i przewodów wyrównawczych w budynkach wymagane do obsługi tego sprzętu.

Łączy WWW:

<http://www.nfpa.org/>

<http://www.tiaonline.org/>

3.3 Bezpieczeństwo w laboratorium i miejscu pracy

Mimo iż instalowanie kabli jest w zasadzie bezpiecznym zawodem, związane są z nim liczne czynniki mogące stanowić zagrożenie uszkodzenia ciała. Wiele urazów następuje, gdy instalatorzy wystawieni są na działanie obcych źródeł napięcia. Mogą to być: pioruny, wyładowania elektrostatyczne, awarie instalacji lub napięcia indukujące się w kablach sieciowych.

Pracując wewnątrz ścian, stropów i na strychach, należy najpierw wyłączyć wszystkie obwody przechodzące przez obszar roboczy. Jeśli nie jest jasne, które kable przechodzą przez poszczególne części budynku, należy wyłączyć całe zasilanie. Nigdy nie należy dotykać kabli zasilających. Nawet po wyłączeniu zasilania w danym obszarze nie ma możliwości sprawdzenia, czy konkretne obwody są nadal pod napięciem.

W większości państw istnieją instytucje określające standardy bezpieczeństwa i zajmujące się ich egzekwowaniem. Niektóre standardy mają na celu bezpieczeństwo osób postronnych, inne — pracowników. Standardy chroniące pracowników obejmują zazwyczaj bezpieczeństwo w laboratoriach, ogólne zasady bezpieczeństwa w miejscu pracy, zgodność z przepisami dotyczącymi ochrony środowiska oraz sposoby utylizowania niebezpiecznych odpadów.

3.3.1 Bezpieczeństwo w miejscu pracy

Poniższe zalecenia mają na celu zapewnienie bezpieczeństwa w miejscu pracy:

- Przed rozpoczęciem pracy należy zapoznać się z rozmieszczeniem wszystkich gaśnic w okolicy. Niemożność szybkiego znalezienia gaśnicy może spowodować wymknięcie się małego ognia spod kontroli.
- Konieczne jest wcześniejsze zapoznanie się z lokalnymi przepisami. Niektóre przepisy budowlane mogą zabraniać wiercenia lub wycinania otworów w pewnych miejscach, na przykład w sufitach lub ścianach przeciwpożarowych. Administrator budynku lub pracownik techniczny jest w stanie określić, które obszary nie są objęte ograniczeniami.
- Do instalacji pomiędzy piętrami należy używać kabli spełniających standardy okablowania pionowego przechodzącego przez otwory w sufitach i podłogach. Kable takie są pokryte ognioodporną koszulką z tworzywa FEP (perfluorowanego kopolimeru etylenu/propylenu), która zabezpiecza przed przedostaniem się płomieni na inne piętro poprzez kable.
- Kable stosowane na zewnątrz budynków zazwyczaj mają koszulki polietylenowe. Polietylen pali się szybko i wydziela niebezpieczne gazy. Standardy NEC określają, że prowadzące do budynku kable polietylenowe nie mogą wchodzić w jego głąb dalej niż na 15 metrów. Jeśli wymagane są większe długości, należy kabel umieścić w kanale metalowym.
- Aby określić, czy w obszarze roboczym znajduje się azbest, ołów lub polichlorowane bifenyle (PCB), należy skonsultować się z konserwatorem budynku. Jeśli tak, należy zachować zgodność ze wszystkimi przepisami dotyczącymi pracy z materiałami niebezpiecznymi. Nie można narażać zdrowia, pracując w takich miejscach bez odpowiednich zabezpieczeń.
- Jeśli zachodzi konieczność założenia instalacji w miejscach, w których występuje obieg powietrza, należy użyć kabla ognioodporny lub przeznaczonego do prowadzenia w systemach wentylacji (plenum). Najczęściej spotykane kable przeznaczone do prowadzenia w systemach wentylacji mają koszulki z teflonu lub halaru. Kable takie, paląc się, nie wydzielają trujących gazów, tak jak zwykle kable z izolacją z polichloru winylu (PVC, PCW).

3.3.2 Bezpieczeństwo pracy na drabinach

Drabiny mają różną wielkość i konstrukcję w zależności od zastosowania. Mogą być wykonane z drewna, aluminium lub włókien szklanych i być przeznaczone do ogólnego użytku lub do zastosowań przemysłowych. Najczęściej używane są drabiny proste i składane o płaskich szczeblach. Niezależnie od typu lub budowy drabiny należy

upewnić się, że jest ona zgodna ze specyfikacjami ANSI i standardami UL oraz że ma odpowiednią homologację.

Należy wybierać odpowiednie drabiny do konkretnych zadań. Drabina powinna być wystarczająco długa, aby umożliwiać wygodną pracę, i wytrzymała, aby nadawała się do wielokrotnego wykorzystania. Do instalowania okablowania najczęściej używa się drabin z włókien szklanych. Drabiny aluminiowe są lżejsze, ale są także mniej stabilne i nie należy ich używać w pobliżu instalacji elektrycznych. W takich sytuacjach zawsze należy używać drabin z włókien szklanych.

Drabinę należy przed użyciem sprawdzić. Podczas użytkowania drabiny mogą powstać uszkodzenia, które sprawiają, że korzystanie z niej stanie się niebezpieczne. Należy sprawdzić, czy szczeble, stopnie, poręcze i klamry nie są obłuzowane lub uszkodzone. Konieczne jest także upewnienie się, że drabinę składaną można zablokować w używanej pozycji i że wyposażona jest ona w stopki zabezpieczające. Zapewniają one dodatkową stabilność i zmniejszają ryzyko poślizgnięcia się drabiny podczas pracy. Nigdy nie wolno używać drabiny uszkodzonej.

Drabiny składane powinny być otwarte do oporu, a ich zawiasy zablokowane. Drabiny proste należy ustawiać w stosunku 4:1. Należy przez to rozumieć, że odległość podstawy drabiny od ściany lub innej pionowej powierzchni powinna wynosić 0,25 m na każdy 1 metr wysokości w punkcie podparcia. Aby zabezpieczyć drabinę przed przesunięciem, należy ją zablokować możliwie najbliżej punktu podparcia. Drabiny zawsze należy stawiać na stabilnej, poziomej powierzchni.

Nigdy nie wolno wchodzić wyżej niż na przedostatni szczebel drabiny składanej ani wyżej niż na trzeci od góry stopień drabiny prostej.

Obszar roboczy należy oddzielić za pomocą odpowiedniego oznakowania, na przykład słupków lub taśmy ostrzegawczej. Należy też umieścić w pobliżu napisy lub znaki ostrzegawcze, aby pozostałe osoby były poinformowane o stojącej drabinie. Wszystkie drzwi, które mogłyby potrącić drabinę, należy zamknąć na klucz lub zablokować.

3.3.3 Bezpieczeństwo pracy ze światłowodami

Ponieważ światłowody zawierają szkło, ważne jest przestrzeganie określonych zasad. Odpadki są ostre i należy je utylizować w odpowiedni sposób. Po złamaniu drobne odłamki mogą wnikać pod skórę.

Aby uniknąć urazów podczas pracy z włóknami światłowodowymi, należy przestrzegać następujących zasad:

- Zawsze należy nosić okulary ochronne z osłonami bocznymi.

- Na stole należy położyć matę lub kawałek lepkiego materiału, aby spadające kawałki szkła były łatwo rozpoznawalne.
- Pracując z systemami światłowodowymi, nie wolno dotykać oczu ani soczewek kontaktowych, dopóki nie umyje się dokładnie rąk.
- Wszystkie odcięte kawałki włókien należy odłożyć w bezpieczne miejsce i odpowiednio zutylizować.
- Aby usunąć wszelkie kawałki z ubrania, należy użyć odcinka taśmy samoprzylepnej lub maskującej. Taśmy tej należy także użyć w celu usunięcia odłamków z palców i rąk.
- Na obszar roboczy nie wolno wносить jedzenia ani picia.
- Nie wolno patrzeć prosto w końcówkę światłowodu. Niektóre urządzenia laserowe mogą spowodować nieodwracalne uszkodzenia oka.

3.3.4 Obsługa gaśnicy

Nigdy nie wolno gasić ognia bez znajomości zasad obsługi gaśnicy. Należy przeczytać instrukcję i sprawdzić zawór. W USA gaśnice używane w budynkach komercyjnych muszą być legalizowane w regularnych odstępach czasu. Jeśli nie są sprawne, należy je wymienić.

Uwaga W sytuacji, gdy jakaś osoba zaczyna płonąć, należy zapamiętać regułę: zatrzymanie, przewrócenie i toczenie. Nie wolno uciekać. Jeśli płonąca osoba zacznie biec, ogień szybko rozprzestrzeni się. Taką osobę należy złapać i zatrzymać, a następnie przewrócić i potoczyć po podłodze, aby zgasić płomienie.

Na gaśnicach są etykiety informujące, jakie materiały można nimi gasić. W USA informacja ta nosi nazwę klasy. W Stanach Zjednoczonych sklasyfikowano cztery rodzaje płonących materiałów:

- Klasa A obejmuje palący się papier, tarcice, karton i plastik.
- Klasa B oznacza ogień pochodzący z łatwopalnych cieczy, takich jak benzyna, nafta i używane w laboratoriach rozpuszczalniki organiczne.
- Klasa C dotyczy sprzętu elektrycznego pod napięciem, na przykład przyrządów, przełączników, paneli, elektronarzędzi, grzałek i większości urządzeń elektronicznych. Gaszenie wodą pożaru klasy C jest niebezpieczne ze względu na ryzyko porażenia prądem elektrycznym.
- Klasa D obejmuje palne metale, takie jak magnez, tytan, potas i sód. Materiały te podczas palenia wytwarzają wysokie

temperatury i gwałtownie reagują z wodą, powietrzem i różnymi innymi związkami chemicznymi.

3.4 Sprzęt zapewniający bezpieczeństwo osobiste

Jednym z aspektów bezpieczeństwa pracy jest odpowiednia odzież. Odzież ochronna może uchronić przed urazem lub zmniejszyć jego skutki.

Używając elektronarzędzi, należy chronić oczy przed odpadkami i uszy przed hałasem. Jeśli pracownik nie będzie nosił okularów ochronnych ani zatyczek do uszu, może trwale uszkodzić swój wzrok lub słuch.

3.4.1 Odzież robocza

Długie spodnie i rękawy zabezpieczają ręce i nogi przed skaleczeniami, zadrapaniami i innymi urazami. Należy unikać zbyt luźnego lub zwisającego ubrania, ponieważ może ono zaplątać się w wystające obiekty lub pracujące narzędzia elektryczne.

Do pracy należy zakładać mocne, kryte obuwie wyprodukowane specjalnie w tym celu. Powinno ono chronić podeszwy stóp przed urazami spowodowanymi ostrymi elementami leżącymi na podłodze. Przy pracy z użyciem gwoździ oraz w pobliżu odpadków metalowych i innych ostrych materiałów należy nosić obuwie z grubą podeszwą. Buty z okuciami na noskach chronią palce u nóg przed urazami spowodowanymi przez spadające obiekty. Podeszwy powinny także mieć bieżnik zabezpieczający przed poślizgnięciem się.

3.4.2 Ochrona oczu



W miejscu pracy należy nosić okulary ochronne.

Rysunek 1 Ochrona oczu

Łatwiej chronić oczy niż je leczyć. Podczas cięcia, wiercenia, piłowania lub pracy w niskiej pozycji należy nosić okulary ochronne. Na rysunku 1 przedstawiono dwa rodzaje takich okularów. W trakcie cięcia i przygotowywania kabli oraz ściągania izolacji w celu ich zakończenia małe drobinki unoszą się w powietrzu. W przypadku pracy ze światłowodami oczy narażone są na niebezpieczeństwo uszkodzenia przez włókna szklane, lepkie materiały i rozpuszczalniki. Okulary chronią także oczy przed zanieczyszczeniami, które znajdują się na rękach. Zabezpieczają one przed ryzykiem wtarcia w oczy drobin lub chemikaliów. Okulary ochronne należy także nosić podczas pracy w niskiej pozycji lub nad opuszczanym sufitem, aby zabezpieczyć oczy przed spadającymi obiektami. W wielu miejscach pracy istnieje wymóg noszenia okularów ochronnych niezależnie od okoliczności.

Zabezpieczenie oczu jest niezbędne we wszystkich laboratoriach. Przed przystąpieniem do jakiegokolwiek ćwiczenia laboratoryjnego należy zapoznać się z instrukcjami bezpieczeństwa i sprzętem ochronnym.

3.4.3 Użycie kasków ochronnych

Kaski ochronne są częstym wymogiem w różnych miejscach pracy, szczególnie w budownictwie. Wielu pracodawców zaopatruje w nie instalatorów lub wymaga od nich zakupu własnych. Kaski mogą mieć barwy firmowe lub może na nich znajdować się logo firmy, dzięki któremu wiadomo, w której firmie zatrudniony jest dany pracownik. Zakupując kask dla siebie, nie wolno umieszczać na nim żadnych elementów ozdobnych bez pozwolenia pracodawcy. Reguły OSHA nie zezwalają na umieszczanie naklejek na kaskach, ponieważ mogłyby one zasłonić pęknięcia.

Kaski należy okresowo przeglądać, aby upewnić się, że nie ma na nich pęknięć. Pęknięty kask może w krytycznej sytuacji nie spełnić swojego zadania. Aby kask stanowił skuteczną ochronę, musi być odpowiednio dopasowany. Wewnętrzne paski należy wyregulować i sprawdzić, czy kask ciasno przylega do głowy i jest wygodny w noszeniu. Noszenie kasku jest wymogiem podczas pracy na drabinie oraz często w nowo wybudowanych obiektach.

4 Narzędzia specjalistyczne

4.1 Narzędzia do cięcia i zdejmowania izolacji



Rysunek 1 Narzędzie Panduit do zdejmowania izolacji z kabla połączeniowego UTP



Rysunek 2 Nożyczki elektryka i nóż do cięcia kabli

Narzędzia do zdejmowania izolacji służą do obcinania koszulek kabli i izolacji przewodów. Narzędzie przedstawione na rysunku 1 służy do zdejmowania zewnętrznej koszulki kabli z czterema parami przewodów. W większości sytuacji może także być używane do ściągania izolacji z kabla koncentrycznego. Ostrze tego narzędzia jest wyposażone w regulację, która umożliwia zdejmowanie koszulek o różnej grubości. Kabel należy włożyć w otwór w narzędziu. Następnie należy obrócić narzędzie wokół kabla. Ostrze przecina tylko zewnętrzną koszulkę, umożliwiając zdjęcie jej z kabla i odsłonięcie skręconych par przewodów.

Do zdejmowania koszulek można użyć także nożyczek elektryka i noża do kabli pokazanych na rysunku 2. Nóż służy do obróbki dużych kabli, na przykład tych, które łączą budynek z operatorem telekomunikacyjnym lub dostawcą Internetu. Jest on bardzo ostry, dlatego należy go używać w rękawiczkach. Powinny one chronić rękę przed skaleczeniem, jeśli nóż wyslizgnie się.

Nożyczki służą do zdejmowania izolacji z pojedynczych przewodów i koszulek z mniejszych kabli oraz do cięcia pojedynczych przewodów. W tylnej części ostrzy znajdują się dwa wręby różnej wielkości, które umożliwiają zdejmowanie izolacji z przewodów o grubości wyrażonej liczbami 22 i 26.

4.2 Narzędzia do obróbki zakończeń



Rysunek 1 Narzędzie Panduit do obróbki wielu par przewodów



Rysunek 2 Narzędzie Panduit do obróbki przewodów

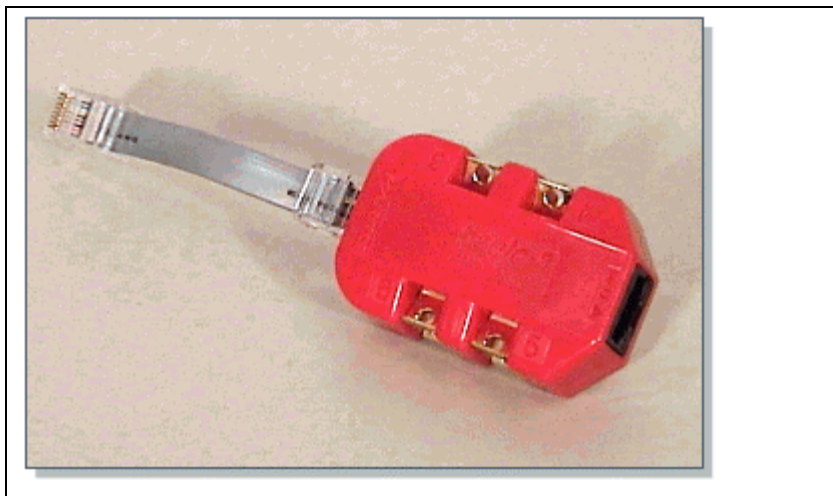
Narzędzia do obróbki zakończeń służą do obcinania i zakańczania określonych rodzajów kabli. Przedstawione na rysunku 1 narzędzie do obróbki wielu par przewodów służy do obcinania i zakańczania kabli UTP oraz umieszczania łączówek. Jest ono wyposażone w ergonomiczny uchwyt, dzięki któremu przycinanie kabla i umieszczanie łączówek nie wymaga użycia dużej siły. Narzędzie to ma następującą charakterystykę:

- umożliwia zakańczanie pięciu par jednocześnie;
- umożliwia zakańczanie przewodów po obu stronach łączówki;
- dostępne są wymienne ostrza;
- można go używać w pozycji cięcia lub bez cięcia;
- miejsce cięcia jest wyraźnie zaznaczone, umożliwiając odpowiednie ułożenie narzędzia podczas zakańczania;
- mechanizm udarowy jest niezawodny;
- ergonomiczny gumowy uchwyt ma żebrowaną powierzchnię, która zapobiega wyślizgiwaniu się.

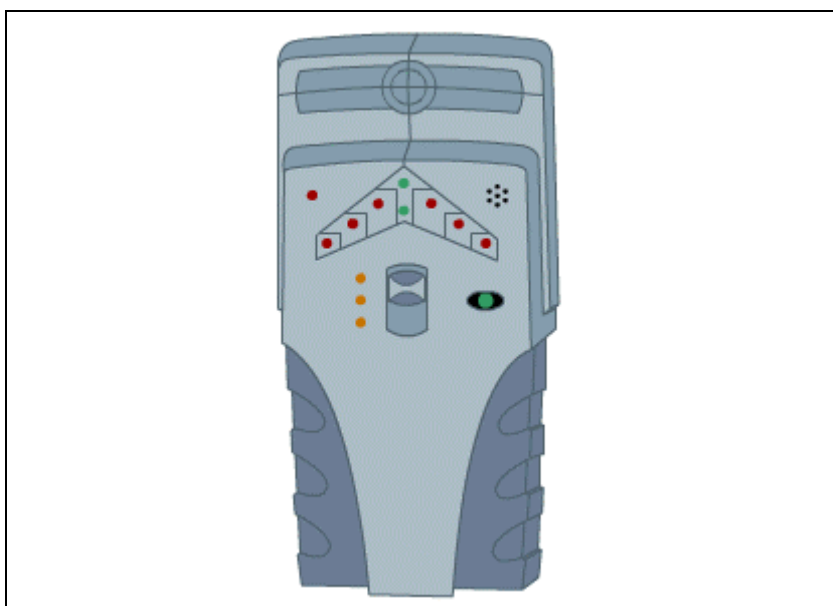
Przedstawiona na rysunku 2 zaciskarka ma wymienne ostrza. Umożliwia ona zakańczanie kabli w sprzęcie klasy 66 i 110. W przeciwieństwie do poprzednio opisanego narzędzia to umożliwia zakańczanie jednego przewodu w danym momencie. Odwracalne ostrza umożliwiają wciskanie i cięcie z jednej strony oraz tylko wciskanie z drugiej.

[Ćwiczenie 3: Sposób stosowania narzędzi i bezpieczeństwo użytkowania](#)

4.3 Narzędzia diagnostyczne



Rysunek 1 Adapter złącza modułowego (Banjo)



Rysunek 2 Wykrywacz elementów nośnych

Adapter złącza modułowego, zwany potocznie banjo, daje dostęp do poszczególnych przewodów w gniazdku lub wtyczce telekomunikacyjnej. Jest on przedstawiony na rysunku 1. Wspólny kabel podłącza się do adapterów, a następnie do gniazdka. Umożliwia to użycie omomistrzów i innych urządzeń testujących bez konieczności demontażu gniazdka. Adaptery te są dostępne w wersjach 3- i 4-parowych.

Czujniki drewna i metalu służą do lokalizacji rur, słupów i legarów, a także innych elementów budowlanych w ścianie lub pod podłogą. Należy ich używać zawsze przed rozpoczęciem wiercenia w celu montażu okablowania. Czuły wykrywacz metalu powinien być w

stanie wykryć wkręty, przewody, rury miedziane, linie elektryczne, pręty zbrojeniowe, linie telefoniczne, kablowe, gwoździe i inne obiekty metalowe. Narzędzie takie zazwyczaj może wnikać do 15 cm w głąb niemetalowej powierzchni, takiej jak beton, sztukateria, drewno lub PVC. Określa położenie i głębokość rur lub prętów zbrojeniowych.

Innym typem czujnika jest wykrywacz elementów nośnych przedstawiony na rysunku 2. Znajduje on drewniane słupy i legary w ścianach. Narzędzie to pomaga określić najlepsze miejsca do wiercenia lub piłowania podczas instalowania gniazdek i korytek kablowych. Wykrywacz elementów nośnych i zbrojeniowych wykrywa także metal i może znaleźć pręt zbrojeniowy pod 100-centymetrową warstwą betonu. Wszystkie te urządzenia działające w każdym trybie wykrywają przewody z prądem zmiennym, co zapobiega wierceniu lub wbijaniu gwoździ w miejscu, gdzie przebiega przewód pod napięciem.

4.4 Narzędzia instalacyjne



Rysunek 1 Koło pomiarowe

Instalatorzy do oszacowania długości ciągu kablowego często używają kół pomiarowych. Z boku takiego koła (jak widać na rysunku 1) znajduje się licznik. Wystarczy przejechać kołem po planowanej ścieżce kabla, a na końcu odczytać odległość z licznika.

Podczas instalowania wykorzystywane są także narzędzia i materiały służące do sprzątania. W tym celu używa się mioteł, szufelek i odkurzaczy. Sprzątanie jest jedną z ostatnich i najważniejszych

czynności związanych z instalowaniem kabli. Zwykle odkurzacze są przystosowane do pracy w środowisku przemysłowym.

4.4.1 Taśma prowadząca

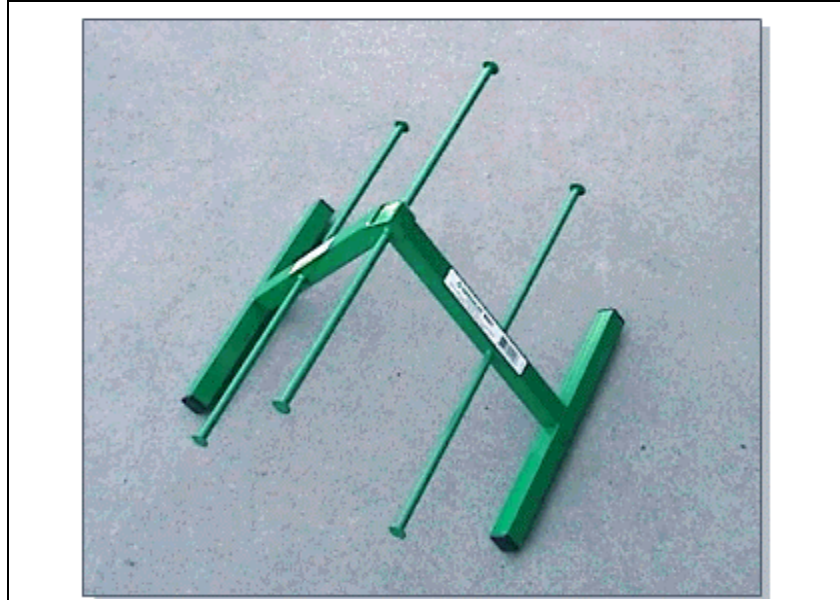


Rysunek 1 Taśma prowadząca

Taśmy prowadzące ułatwiają przeciąganie przewodów przez ściany. Taśmę taką (jak przedstawiona na rysunku 1) można przeciągać przez ściany i wzdłuż kanałów kablowych. Najpierw przeciąga się taśmę dożądanego punktu docelowego lub jakiegoś wygodnego punktu w części ciągu kablowego. Następnie na końcu taśmy mocuje się kabel. Zwijana z powrotem na szpulę taśma wciąga kabel.

W przypadku instalacji kablowych taśma prowadząca z włókien szklanych jest lepsza od stalowej. Większość instalatorów razem z kablami w ciągu kablowym umieszcza sznurek. Ułatwia on późniejsze wciąganie kolejnych kabli. Nie ma wtedy potrzeby ponownego używania taśmy prowadzącej, ponieważ można przywiązać kabel do sznurka i w ten sposób go wciągnąć.

4.4.2 Stojak na kable



Rysunek 1 Stojak na kable

Na etapie wstępnym stojaki, podnośniki i rolki służą do podtrzymywania szpul z kablami. Upraszcza to układanie kabli i zapobiega kontuzjom. Na stojaku na kable przedstawionym na rysunku 1 można umieścić kilka małych szpul z kablami. Umożliwia to instalatorowi jednocześnie przeciągnięcie kilku kabli. Ponieważ wszystkie kable mają zakończenia w pomieszczeniu telekomunikacyjnym, stojak stawia się w obszarze pośrednim. Po przeciągnięciu kabla do gniazdka drugi koniec odcina się ze szpuli i wciąga do pomieszczenia telekomunikacyjnego.

Podnośniki na kable i rolki do szpul obsługują duże szpule z okablowaniem szkieletowym. Ponieważ duże szpule są ciężkie i trudno się je podnosi, podnośniki stanowią wystarczającą dźwignię, aby mogły je unieść dwie osoby. Po podniesieniu szpuli podnośnik umożliwia swobodne i bezpieczne jej obracanie podczas wciągania kabla.

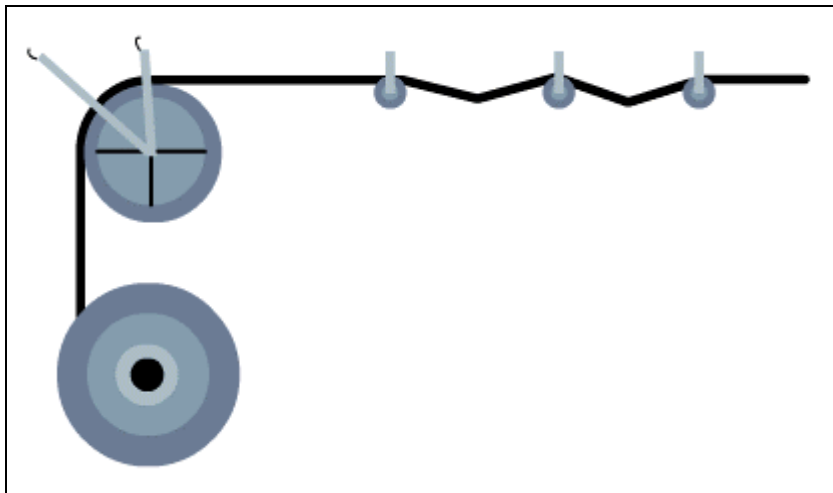
Duże szpule są podtrzymywane także przez rolki. Rolek używa się parami. Jedna rolka w parze podtrzymuje jedną stronę szpuli. Są one wyposażone w łożyska umożliwiające łatwe obracanie szpuli. Podczas wyciągania kabla ze szpuli umieszczonej na rolce jedna osoba stoi przy szpuli i pomaga w jej obracaniu.

4.4.3 Bloczki nieruchome

Bloczka nieruchomego zazwyczaj używa się w miejscu pierwszego lub ostatniego zakrętu ścieżki. Można go także ustawić w uskokach lub w środku ciągu.

Bloczek nieruchomy jest to duża rolka używana podczas mechanicznego przeciągania kabla. Rzadko używa się go w pracy ręcznej. Typowy bloczek nieruchomy wykonany jest z aluminium, ma co najmniej 30 cm średnicy i łączy się z podstawą poprzez łożysko. W przeciwieństwie do bloczka ruchomego bloczek nieruchomy jest wyposażony w dwa jarzma umożliwiające przyłączenie go do stałych punktów konstrukcji. Można go także odłączyć od podstawy i umieścić w środku ciągu kablowego.

4.4.4 Bloczki ruchome



Rysunek 1 Wciąganie kabla za pomocą bloczka nieruchomego i bloczków ruchomych

Bloczków ruchomych używa się w długich, otwartych ciągach kablowych. Podpierają one kable i zapobiegają ciągnięciu ich po powierzchniach, które mogą uszkodzić ich powłokę. Używane są także w sytuacjach, gdy kabel mógłby uszkodzić powierzchnię, po której jest przeciągany. Bloczków ruchomych używa się w prostych ciągach kablowych, w których podtrzymują one kabel i zmniejszają tarcie związane z ciągnięciem. Bloczków takich można także użyć do przeciągania kabli przez mniejsze uskoki. Ciąg kablowy z użyciem bloczków ruchomych przedstawiono na rysunku 1.

Bloczki ruchome służą do wciągania ręcznego lub przy użyciu wciągarki. W miejscach, gdzie zakręty przekraczają 45 stopni, należy zamiast bloczków ruchomych użyć nieruchomych.

Bloczki ruchome są używane do wciągania wielu kabli i ciężkich kabli szkieletowych. Do ciągów kabli sieciowych należy używać małych bloczków, natomiast do kabli szkieletowych — dużych. Bloczki do kabli szkieletowych są większe i mają większe uchwyty.

4.4.5 Siatki druciane (uchwyty Kellem)



Rysunek 1 Siatka druciana (uchwyt Kellem)

Siatki druciane służą do łączenia lin wciągających z końcami kabli. Nasuwa się je na koniec kabla, a ostatnie 15 cm ściśle przykleja dobrej jakości taśmą izolacyjną z PVC. W miarę zwiększania się naprężenia kabla uchwyt zaciska się wokół jego osłonki. Narzędzia tego zazwyczaj używa się do chwytania pojedynczych kabli i nie powinno się za jego pomocą przeciągać wiązek kabli dystrybucyjnych. Jest ono dostępne w różnych rozmiarach, które służą do chwytania kabli o różnej średnicy. Uchwyt Kellem przedstawiono na rysunku 1.

Uchwyt Kellem jest także dostępny w wersji rozdzielonej. Używa się go w sytuacjach, gdy koniec kabla nie jest dostępny. Uchwyty rozdzielone używa się do tworzenia dodatkowego luzu w środku ciągu kablowego. Uchwyty rozdzielone używane są także w instalacjach pionowych do podtrzymywania dużych kabli szkieletowych podczas przeciągania ich pomiędzy piętrami. Rozdzielony uchwyt Kellem zakłada się, otwierając go i owijając wokół kabla. Następnie przez siatkę przeplata się specjalny pręt.

5 Proces instalacji

Procedura instalacji okablowania składa się z czterech etapów:

- **Etap surowy** — etap surowy obejmuje montowanie kabli w stropach, ścianach i kanałach.
- **Etap przycinania** — podstawowe czynności na etapie przycinania to zarządzanie kablami i zakańczanie przewodów.
- **Etap końcowy** — na etapie końcowym wykonuje się testowanie kabli, rozwiązuje się problemy i przeprowadza certyfikację.
- **Etap obsługi klienta** — na tym etapie klient przegląda sieć i otrzymuje formalne wyniki testów oraz inną dokumentację, na przykład schematy końcowe. Jeśli klient jest zadowolony z wykonanej pracy, może podpisać odbiór projektu. Firma instalacyjna powinna zapewniać ciągłą obsługę serwisową na wypadek pojawienia się problemów z okablowaniem.

5.1 Etap surowy

Na etapie tym kable przeciąga się z obszaru roboczego lub pośredniego do poszczególnych pomieszczeń lub innych obszarów roboczych. Aby umożliwić identyfikację kabli, każdy z nich oznacza się na obu końcach. W obszarze roboczym należy przeciągnąć dodatkowy kabel, który również będzie zakańczany. Jeśli kabel ma biec wewnątrz ściany, należy wyciągnąć jego końce, aby na następnym etapie można było go zakończyć.

Instalacja kabli w nowych budynkach jest zazwyczaj prostsza od modyfikowania istniejących, ponieważ zwykle jest tam mniej przeszkód. W większości nowych środowisk nie ma potrzeby szczególnego planowania. Elementy budynków służące do prowadzenia kabli i montowania urządzeń są w zasadzie wykonywane w miarę potrzeb. Mimo wszystko koordynacja działań w miejscu pracy jest bardzo istotna. Inni pracownicy muszą wiedzieć, gdzie przebiegają nowe kable do przesyłania danych, aby ich przypadkowo nie uszkodzić.

Instalowanie kabli zaczyna się w obszarze pośrednim. Znajduje się on zazwyczaj w pobliżu pomieszczenia telekomunikacyjnego, ponieważ musi się tam znaleźć jeden koniec każdego kabla. Odpowiednie ustawienie sprzętu pozwoli zaoszczędzić czas podczas przeciągania kabli. Każdy rodzaj ciągu kablowego wymaga użycia innych urządzeń. Kable dystrybucyjne zazwyczaj wymagają wielu małych szpul. Natomiast okablowanie szkieletowe najczęściej rozwija się z jednej dużej szpuli.

Ćwiczenie 4: Identyfikowanie kabli

5.1.1 Instalowanie kabli poziomych

Kabel poziomy łączy przełącznicę poziomą z gniazdkiem w obszarze roboczym. Może on biec poziomo lub pionowo. Podczas instalowania kabli poziomych należy przestrzegać poniższych zaleceń:

- Kable powinny zawsze biec równolegle do ścian.
- Nigdy nie wolno prowadzić kabli skośnie pod sufitem.
- Ścieżka kabla powinna być jak najkrótsza i mieć jak najmniej zakrętów.
- Nie wolno kłaść kabli bezpośrednio na płytkach sufitowych.

Po zainstalowaniu okablowania szkieletowego należy poprowadzić poziome kable dystrybucyjne. Kable dystrybucyjne łączą kable szkieletowe z resztą sieci. Zazwyczaj biegną one od stacji roboczych do pomieszczenia telekomunikacyjnego, gdzie łączą się z okablowaniem szkieletowym.

5.1.2 Instalowanie kabli poziomych w kanałach



Rysunek 1 System pneumatyczny do kanałów kablowych

Instalowanie kabli poziomych w kanałach wymaga podobnego przygotowania i czynności jak w przypadku podwieszek podsufitowych. Błoczki nie będą potrzebne, ponieważ sam kanał stanowi wystarczającą podporę dla kabla. Początkowe czynności są takie same, ale w przypadku przeciągania kabli w kanałach stosuje się specjalne techniki i trzeba zwrócić uwagę na inne uwarunkowania.

Kanał musi być wystarczająco szeroki, aby pomieścić wszystkie przeciągane kable. Nie wolno przekraczać 40 procent wypełnienia

kanalu. Dostępne są tabele określające maksymalne wypełnienie kablami poszczególnych kanałów. Należy także wziąć pod uwagę długość ciągu kablowego i liczbę 90-stopniowych zakrętów. Kanały nie powinny mieć więcej niż 30 m pomiędzy puszkami przelotowymi, a zakręty nie powinny przekraczać 90 stopni. Duże kanały wymagają zakrętów o większym promieniu. Standardowy promień zakrętu kanału o średnicy 10 cm wynosi 60 cm. W przypadku większych kanałów promień zakrętu powinien wynosić co najmniej 90 cm.

Na rysunku 1 pokazano specjalne urządzenie podobne do odkurzacza, które pomaga w przeciąganiu kabli przez kanały. W kanał wkłada się specjalny pocisk z gumy piankowej, czasami nazywany myszą, do którego przywiązuje się lekki sznurek. Pocisk należy lekko posmarować płynnym detergentem, aby odkurzacz o dużej mocy mógł go razem ze sznurkiem przeciągnąć przez cały kanał. Do wdmuchiwania pocisku w kanał można także używać specjalnych przystawek do odkurzacza. W przypadku skomplikowanych ciągów z jednej strony podłącza się odkurzacz, który wdmuchuje powietrze, a z drugiej odkurzacz ssący. Po przeciągnięciu sznurka przez kanał można go użyć do wciągania przewodów.

5.1.3 Korytka kablowe



Rysunek 1 Korytka kablowe

Korytka kablowe jest to kanał, w którym biegną kable. Korytkami kablowymi mogą być typowe ciągi kablowe, specjalne korytka lub drabinki, systemy kanałów podpodłogowych oraz inne plastikowe lub metalowe korytka kablowe przytwierdzane do dowolnych płaszczyzn.

Tych ostatnich, przedstawionych na rysunku 1, używa się wtedy, gdy nie ma możliwości ukrycia ścieżki kabla. Plastikowe korytka kablowe przytwierdzane do ściany dostępne są w różnych rozmiarach i

przystosowane do różnej liczby kabli. Instaluje się je łatwiej niż kanały metalowe, dlatego są wygodniejsze w użyciu.

5.1.4 Przeciąganie kabli do gniazdek

W obszarze roboczym kable muszą zostać przeciągnięte do gniazdek. Jeśli kabel ma biec przez kanał od sufitu do gniazdka, można wsunąć taśmę prowadzącą w gniazdko i wepchnąć ją w kanał, aż wysunie się przy suficie. Następnie mocuje się do niej kabel i wyciąga z powrotem przez gniazdko.

W przypadku niektórych ścian, na przykład wykonanych z betonu lub cegły, nie ma możliwości poprowadzenia kanału wewnątrz ściany. W takich przypadkach używa się korytek kablowych przytwierdzanych do powierzchni. Przed zainstalowaniem kabli należy przytwierdzić je do ściany zgodnie z zaleceniami producenta. Po przeciągnięciu kabla do gniazdek instalator powraca do pomieszczenia telekomunikacyjnego i wyciąga kabel z tej strony.

5.1.5 Mocowanie kabli



Rysunek 1 Opaski i zaczepy Panduit

Ostatnim krokiem etapu surowego jest trwałe zamocowanie kabli. Dostępnych jest wiele mocowań, na przykład) opaski nylonowe lub zaczepy pokazane na rysunku 1. Nie wolno mocować kabli sieciowych do kabli elektrycznych. Wydawać by się mogło, że jest to bardzo praktyczne, szczególnie w przypadku pojedynczych kabli lub małych wiązek. Stoi to jednak w sprzeczności z przepisami dotyczącymi instalacji elektrycznych. Nigdy też nie wolno mocować kabli do rur wodociągowych lub przeciwpożarowych.

Dla kabli sieciowych wysokiej wydajności określono minimalny promień zagięcia, który nie może być mniejszy od czterokrotnej

średnicy kabla. Aby uzyskać taki promień, należy używać odpowiednich mocowań. Odległość między mocowaniami może być określona w danych technicznych dotyczących konkretnej instalacji. Jeśli nie zostanie ona określona, należy je umieszczać w odległościach nie większych niż 1,5 m. Jeśli w suficie zainstalowane jest korytko lub koszycz na kable, trwałe mocowania nie są konieczne.

5.1.6 Środki ostrożności dotyczące kabli poziomych

Należy uważać, aby podczas wciągania nie uszkodzić kabla ani jego osłonki. Zbyt duże naprężenie lub nieprzestrzeganie minimalnego promienia zagięcia może obniżyć jakość przesyłania danych przez kabel. Pracownicy powinni stać wzdłuż ścieżki kabla i sprawdzać przeszkody oraz miejsca, w których mogłyby wystąpić ewentualne uszkodzenia.

Podczas wciągania kabli poziomych należy przedsięwziąć następujące środki ostrożności:

- Kabel może zablokować się lub przetrzeć w kanale albo na jego końcu. Aby uniknąć tego typu uszkodzeń koszulki, należy używać plastikowej osłony kanału.
- Ciągnięcie kabla z dużą siłą przez zakręt o kącie 90 stopni może spowodować jego spłaszczenie, nawet jeśli używane są bloczki ruchome i nieruchome. Jeśli ciągnięcie wymaga użycia zbyt dużej siły, należy skrócić odcinek i przeciągać kabel etapami. Skrętki należy przeciągać z maksymalną siłą 110 N, natomiast światłowody — z maksymalną siłą 222 N.
- Używając wciągarki, należy wciągać kabel jednym, łagodnym ruchem. Nie należy przerywać przeciągania. Zatrzymanie i ponowne rozpoczynanie ciągnięcia może spowodować dodatkowe obciążenie kabla.

5.1.7 Montowanie gniazdek w ścianie pokrytej płytami okładzinowymi

REGUŁY BEZPIECZEŃSTWA

Pracując wewnątrz ścian, stropów i na strychach, należy najpierw wyłączyć wszystkie obwody, które mogą przechodzić przez obszar roboczy. Jeśli nie jest jasne, czy kable przechodzą przez tę część budynku, w której zakładana jest instalacja, warto wyłączyć całe zasilanie.

OSTRZEŻENIE: Nigdy nie należy dotykać kabli zasilających. Nawet jeśli odcięto zasilanie całego obszaru, w którym wykonywana jest praca, nigdy nie wiadomo, czy nie są pod napięciem.

Przed rozpoczęciem pracy należy zapoznać się z rozmieszczeniem wszystkich gaśnic w okolicy.

Pracownicy powinni być ubrani w odpowiednią odzież. Długie nogawki i rękawy chronią nogi i ręce. Należy unikać zbyt luźnego i zwisającego ubrania, ponieważ może ono ulec zaczepieniu.

Należy dokonać przeglądu podwieszanych sufitów, jeśli kable mają być tam ciągnięte. Należy podnieść kilka płytek sufitowych i rozejrzeć się. Ułatwi to znalezienie kanału elektrycznego, kanałów wentylacyjnych, sprzętu mechanicznego i innych elementów, które mogłyby powodować problemy.

Podczas cięcia i piłowania należy chronić oczy. Pracując w niskiej pozycji lub pod sufitem, dobrze jest też założyć okulary ochronne. Zabezpieczają one oczy przed upadającymi przedmiotami, które mogą dodatkowo umknąć uwadze ze względu na panującą ciemność.

Aby określić, czy w obszarze roboczym znajduje się azbest, ołów lub polichlorowane bifenyle (PCB), należy skonsultować się z konserwatorem budynku. Jeśli takie materiały są obecne, należy zachować zgodność ze wszystkimi przepisami dotyczącymi pracy z nimi.

Należy utrzymywać porządek w miejscu pracy. Nie wolno zostawiać narzędzi w miejscach, w których ktoś mógłby się o nie potknąć. Należy zwrócić uwagę na narzędzia podłączone za pomocą długich przedłużaczy. O nie również łatwo się potknąć.

Aby zamocować gniazdko RJ-45 w ścianie pokrytej płytami okładzinowymi:

1. Wybierz miejsce na gniazdko w odległości 30–45 cm od podłogi. W miejscu tym wywierć mały otwór. Sprawdź, czy pod otworem nie ma żadnych przeszkód, wyginając kawałek drutu, wkładając go do otworu i obracając wokół. Jeśli drut zahaczy o przeszkodę,

wybierz inne miejsce na gniazdko. Wykonuj tę procedurę dopóty, dopóki nie znajdziesz miejsca, w którym nie ma przeszkód.

OSTRZEŻENIE *Bardzo ważne jest, aby pracując wewnątrz ścian, stropów i na strychach, najpierw wyłączyć zasilanie wszystkich obwodów, które są doprowadzone do obszaru roboczego lub przechodzą przez niego. Jeśli nie jest jasne, czy kable przechodzą przez tę część budynku, warto wyłączyć całe zasilanie.*

2. Określ wielkość otworu potrzebną do zamocowania gniazdka.
Można to zrobić, przerysowując kontur z dołączonego szablonu.
3. Przed wykonaniem otworu użyj poziomicy, aby upewnić się, że otwór będzie równy. W celu wycięcia otworu użyj odpowiedniego noża. Przebij nim płytę okładzinową wewnątrz narysowanego konturu, aż powstanie wystarczająco duży otwór, aby weszła weń piła.
4. Włóż pilę w przebite miejsce i wytnij otwór zgodnie z konturem. Po wycięciu otworu wyjmij odcięty kawałek płyty. Upewnij się, że gniazdko pasuje do otworu.
5. Używając puszek z wpuszczanym gniazdkiem, nie mocuj jej na stałe, zanim nie przeciągniesz kabla przez otwór.

5.1.8 Montowanie gniazdek w tynku

Wykonanie otworu w tynku jest znacznie trudniejsze niż w płycie okładzinowej. Aby uzyskać jak najlepsze rezultaty, postępuj według opisanej poniżej procedury:

1. Określ właściwe położenie gniazdka.
2. Za pomocą młotka i dłuta usuń tynk ze ściany, odsłaniając listwy podtynkowe.
3. Za pomocą odpowiedniego noża zeskrob resztki tynku.
4. Przyłóż szablon do listew, aby cały otwór od góry do dołu zasłaniał dokładnie trzy paski. Zakreśl kontur według szablonu. Za pomocą piły elektrycznej wytnij cały pasek listwy odsłonięty w środku otworu.
5. Najpierw wykonaj małe cięcia z jednej, a potem z drugiej strony paska. Wykonuj te małe cięcia, aż cała środkowa listwa zostanie odcięta.

OSTRZEŻENIE *Czynność tę należy wykonywać ostrożnie. Całkowite przecięcie listwy z jednej strony spowoduje jej wibrowanie podczas odcinania z drugiej. Może to spowodować kruszenie się i odpadanie tynku wokół otworu.*

6. Dokończ przygotowywanie otworu, usuwając odpowiednie fragmenty listew u góry i u dołu. W tym celu wykonaj pionowe cięcia wzdłuż boków otworu. Najpierw wykonaj małe cięcia z jednej, a potem z drugiej strony, podobnie jak w przypadku środkowej listwy. Wyrównaj górną i dolną część wycięcia. Następnie wytnij krzywą w dolnej listwie od prawego górnego do dolnego lewego rogu. Poglębiaj krzywą, aż będzie płaska tuż przy rogu. Usuń listwę, która powinna odpaść, gdy wycięcie dotrze do brzegu. Obróć piłę i tnij wzdłuż spodu otworu, aż dojdiesz do przeciwległego rogu. Pozostała część listwy powinna odpaść. Wykonaj te same czynności dla górnej listwy.

5.1.9 Montowanie gniazdek w drewnie

Aby przygotować drewnianą ścianę do wpuszczenia gniazdek:

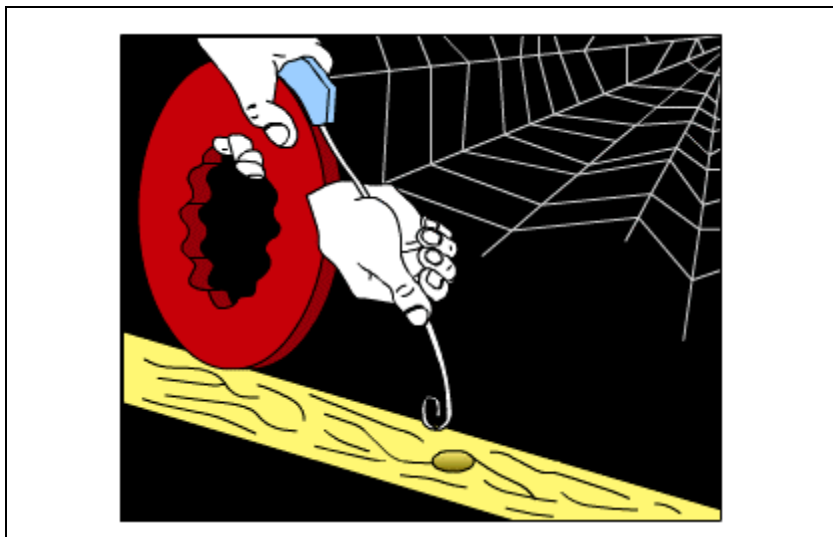
1. Wybierz miejsce, w którym ma znaleźć się gniazdko. Pamiętaj, że jeśli gniazdko RJ-45 ma znajdować się w listwie przypodłogowej, nie należy wycinać dolnych 5 cm listwy.
2. Używając gniazdka jako szablonu, odrysuj jego kontur. W każdym rogu konturu wywierć mały otwór.
3. Włóż otwornicę lub wyrzynarkę do jednego z otworów i tnij wzdłuż konturu do następnego otworu. Obróć piłę i tnij dalej, aż będzie można wyjąć kawałek drewna.

5.1.10 Montowanie gniazdek wpuszczanych w ścianę

Po przygotowaniu otworu, w którym zostanie umieszczone gniazdko, włóż je w ścianę. Jeśli do zamontowania gniazdka używana jest puszka, przełóż kabel przez jeden z jej otworów. Następnie wciśnij gniazdko w otwór w ścianie. Za pomocą wkrętów przytwierdź puszkę do powierzchni ściany. W miarę dokręcania wkrętów puszka zacznie przylegać do ściany.

Jeśli gniazdko ma zostać zamontowane w płaskim uchwycie instalacji niskiego napięcia, zwanym czasami puszką starego typu, włóż go teraz. Umieść uchwyt w otworze gładką stroną na zewnątrz. Wciśnij górną i dolną część kołnierza, aby połączyć uchwyt ze ścianą. Następnie wciśnij jedną stronę w górę, a drugą w dół, aby zamocować uchwyt na stałe.

5.1.11 Przeciąganie kabli do gniazdek



Rysunek 1 Przeciąganie kabli do gniazdek za pomocą taśmy prowadzącej

Końce kabli znajdujące się w obszarze roboczym należy przeciągnąć do gniazdek. Jeśli kabel ma biec przez kanał od sufitu do gniazdka, można wsunąć taśmę prowadzącą w gniazdko i wepchnąć ją w kanał, aż wysunie się przy suficie. Następnie mocuje się do niej kabel i wyciąga z powrotem przez gniazdko, jak pokazano na rysunku 1.

Jeśli w ścianie nie ma kanałów, kabel można przeciągnąć pod okładziną. Najpierw w miejscu, w którym ma znaleźć się gniazdko, wycina się w okładzinie otwór. Należy uważać, aby nie był on zbyt duży. U góry ściany wierce się drugi otwór. Powinien on mieć średnicę równą 1–2 cm. W górny otwór wpycha się taśmę prowadzącą, a następnie należy znaleźć jej koniec w dolnym otworze. Czasami używa się sznurka i ciężarka, który spuszcza się z górnego otworu. Sznurek należy przywiązać, aby przypadkowo nie wpadł przez otwór. W dolnym otworze, czyli w miejscu, w którym ma znaleźć się gniazdko, instalator za pomocą haka lub wieszaka do ubrań musi znaleźć sznurek.

Po wyciągnięciu taśmy prowadzącej z otworu na gniazdko przywiązuje się do niej sznurek. Następnie taśmę wciąga się z powrotem, a do sznurka mocuje się kable. Na koniec sznurek z przywiązanymi kablami jest wyciągany przez otwór na gniazdko.

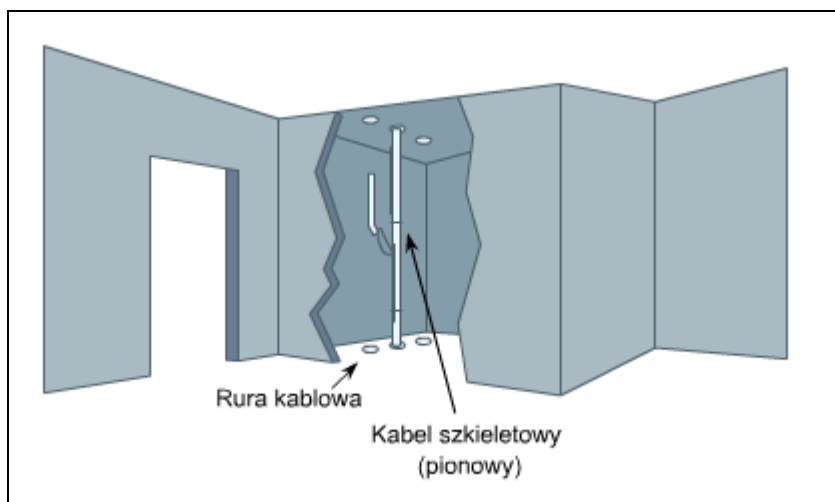
W niektórych ścianach, na przykład wykonanych z betonu lub cegły, nie ma kanałów wewnętrznych. W przypadku takich ścian używa się korytek kablowych przytwierdzanych do powierzchni. Przed zainstalowaniem kabli należy przytwierdzić korytka kablowe do ściany zgodnie z zaleceniami producenta. Po przeciągnięciu kabla do gniazdka instalator przechodzi do pomieszczenia telekomunikacyjnego i wciąga kabel z tej strony.

5.1.12 Wyciąganie kabla spod ściany

Prowadząc kable poziome przez budynek z piwnicą, należy przeciągnąć kable z piwnicy do obszarów roboczych na parterze. W tym celu:

1. Wywierć otwór o średnicy 3,2 mm pod kątem przez podłogę w pobliżu listwy przypodłogowej.
2. Wciśnij w otwór wieszak lub kawałek sztywnego drutu, aby łatwo było go znaleźć, będąc w piwnicy.
3. Przejdź do piwnicy i odszukaj drut.
4. Za pomocą taśmy mierniczej zaznacz punkt na ścianie na wysokości tego otworu. Punkt powinien znajdować się 57 mm od otworu.
5. W miejscu tym wywierć nowy otwór. Powinien on mieć 19 mm średnicy. W przeciwieństwie do poprzedniego ten otwór powinien być pionowy i przechodzić przez strop oraz namurnicę.
6. Przepchnij kabel przez drugi otwór do miejsca w ścianie, w którym ma znajdować się gniazdko.
7. Pozostaw wystarczająco długi odcinek kabla, aby sięgnął do podłogi i wystawał o dodatkowe 60–90 cm.

5.2 Instalowanie kabli pionowych



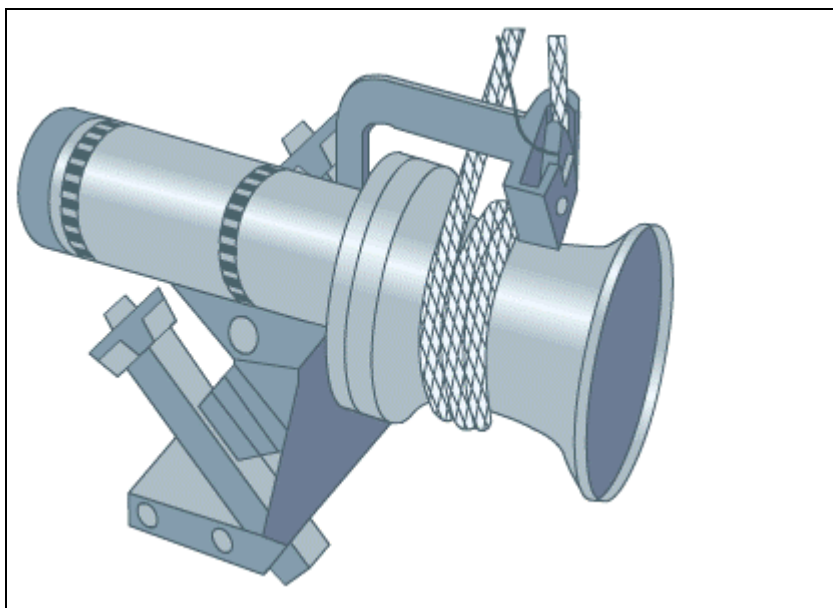
Rysunek 1 Typowy przewód pionowy przechodzący przez otwory w sufitach i podłogach

Instalowanie okablowania pionowego obejmuje kable dystrybucyjne i szkieletowe. Kable szkieletowe mogą być prowadzone poziomo, mimo to uznaje się je za część okablowania pionowego. Kable dystrybucyjne są częścią okablowania poziomego.

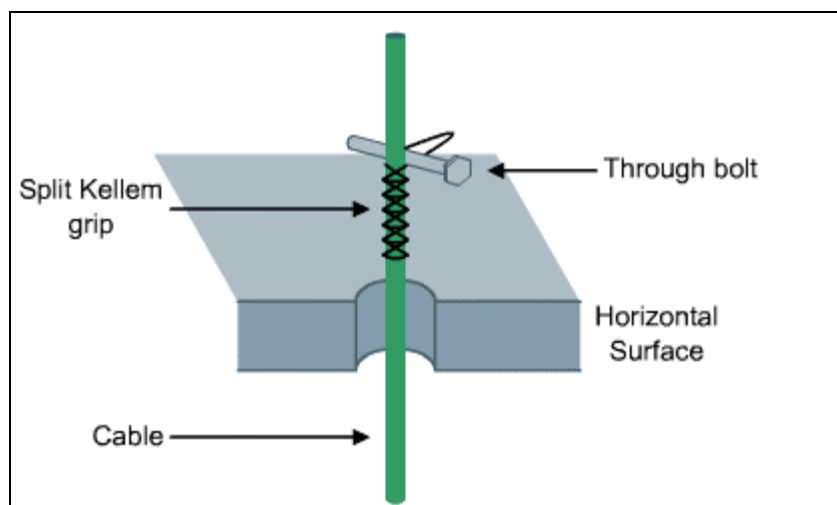
Większość instalacji pionowych zakłada się w kanałach, rurach kablowych przechodzących przez stropy lub prowadzi przez otwory wycięte w stropach. Prostokątny otwór w stropie nosi nazwę przelotu. Przewody pionowe są to serie otworów w stropach, zazwyczaj o średnicy 10 cm, przez które można prowadzić rury kablowe. Typowy przewód pionowy przedstawiono na rysunku 1. Rury kablowe mogą wystawać maksymalnie 10 cm ponad podłogę i tyle samo pod sufitem. Nie wszystkie rury kablowe umieszcza się bezpośrednio jedna nad drugą. Dlatego przed rozpoczęciem etapu surowego należy sprawdzić wyrównanie przewodów pionowych.

Kable pionowe instaluje się od ostatniej kondygnacji do pierwszej lub odwrotnie. Zazwyczaj łatwiej jest przeciągać kable od góry, ponieważ można wtedy wykorzystać siłę grawitacji. Ponieważ nie zawsze jest możliwe wniesienie dużych szpul na ostatnie piętro, czasami kable pionowe wciąga się z dolnej kondygnacji. Do spuszczenia kabli w dół zazwyczaj nie są potrzebne wciągarki, ale konieczne jest użycie hamulców w szpulach, które zabezpieczają przed swobodnym rozwijaniem kabla.

5.2.1 Wciągarki kabli



Rysunek 1 Wciągarka kabla



Rysunek 2 Rozdzielony uchwyt Kellem zabezpieczony sworzniem poprzecznym

Podczas opuszczania kabli pionowych należy zachować ostrożność, aby nie odwijały się zbyt szybko ze szpuli. Może w tym pomóc hamulec szpuli.

Do wciągania kabli często stosuje się wciągarkę pokazaną na rysunku 1. Ponieważ sprzęt służący do wciągania kabla może zagrażać instalatorom lub osobom postronnym, w obszarze powinni znajdować się tylko pracownicy bezpośrednio zatrudnieni przy instalacji. Wciąganie dużych kabli za pomocą wciągarki powoduje duże naprężenie liny ciągnącej. Jej zerwanie się może spowodować wypadek. Dlatego należy zachować odległość od naprężonej liny ciągnącej.

Istnieje możliwość zakupu kabli z oczkiem do wciągania. Jest ono szczególnie użyteczne w przypadku dużych i ciężkich kabli lub ich wiązek. Jeśli nie jest możliwe użycie takiego kabla, należy zastosować uchwyt Kellem. Po rozpoczęciu wciągania należy wykonywać je powoli i równomiernie. Nie wolno go przerywać, chyba że jest to absolutnie konieczne. Po wciągnięciu kabla jest on podtrzymywany przez wciągarkę i linę, dopóki nie zostanie trwale zamocowany za pomocą rozpórek, klamer lub uchwytów Kellem zabezpieczonych sworzniem poprzecznym, takich jak przedstawiony na rysunku 2.

5.2.2 Mocowanie kabli pionowych

Jedną z metod mocowania kabli pionowych jest użycie uchwytu w postaci rozdzielonej siatki drucianej lub uchwytu Kellem oraz dużego sworznia o długości 25–30 cm. Konieczne jest zastosowanie uchwytu o wielkości odpowiedniej dla konkretnej wiązki kabli. Podczas instalowania uchwytu z rozdzielonej siatki drucianej na każdym piętrze kabel jest podtrzymywany przez wciągarkę lub hamulec szpuli. Sworzeń wkłada się w oczka siatki. Następnie delikatnie

opuszcza się kabel, aż jego ciężar będą podtrzymywały uchwyty. Jest to trwały sposób zainstalowania.

5.2.3 Porady dotyczące instalowania kabli

Podczas wciągania kabla należy stosować się do poniższych wskazówek:

- Obszar pośredni powinien znajdować się blisko pierwszego zakrętu o kącie 90 stopni. Łatwiej jest przeciągnąć przez zakręt kabel znajdujący się blisko szpuli lub puszki niż gdyby był na końcu ciągu. Podczas wciągania kabla instalator musi pokonać cały jego ciężar do tego miejsca.
- Na długich odcinkach należy używać smaru, aby zapobiec zniszczeniu kabla.
- Szpulę należy ustawić tak, aby kabel odwijał się od góry, a nie spod niej.
- Jeśli taśma prowadząca utknie w zakręcie kanału, należy ją obrócić kilka razy, jednocześnie popychając.
- Razem z kablami należy wciągnąć dodatkowy kawałek sznurka. Przyda się on, gdy zaistnieje potrzeba wciągnięcia dodatkowych kabli. Dzięki niemu nie trzeba będzie na danym odcinku ponownie używać taśmy prowadzącej.
- Jeśli konieczne będzie zwinięcie kabla na podłodze w celu wciągnięcia po raz drugi, należy ułożyć go w kształt cyfry 8, aby uniknąć zaplątania podczas odwijania. W tym celu należy użyć dwóch słupków lub wiaderk, wokół których kabel będzie zawijany.
- Podpieranie pionowych kabli przechodzących przez wiele pięter może nie być łatwe. Należy w takiej sytuacji przeciągnąć plecionkę stalową lub linkę nośną i zakotwiczyć ją na obu końcach. Można wtedy przymocować do niej kable, aby nie przesuwaly się w pionie.

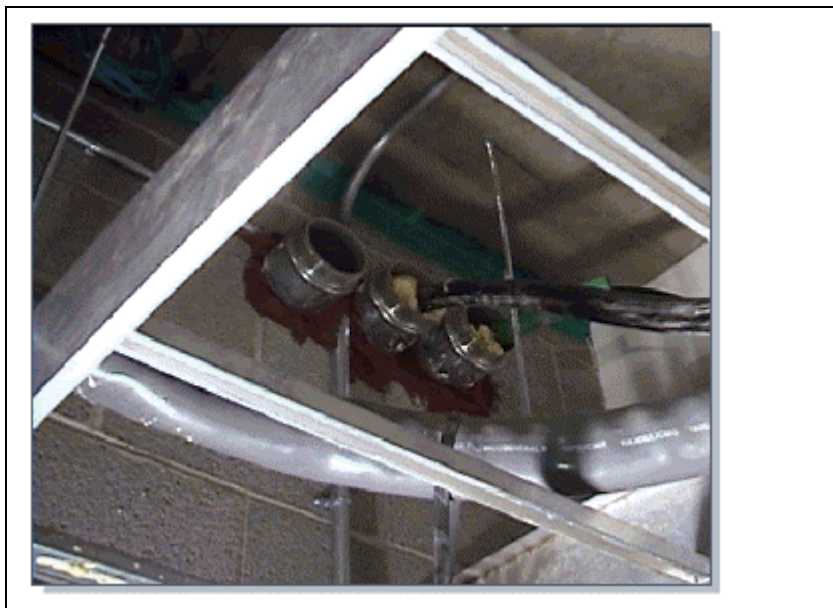
5.3 Instalacje przeciwogniowe

Wybór materiałów i sposobu ich zainstalowania może znacznie wpłynąć na sposób przemieszczania się ognia w budynku, rodzaj emitowanego dymu i gazów, a także szybkość rozprzestrzeniania się płomieni. Zastosowanie kabli przeznaczonych do prowadzenia w systemach wentylacji tam, gdzie to jest wymagane, minimalizacja otworów w ścianach przeciwpożarowych i zastosowanie odpowiednich instalacji przeciwogniowych w miejscach, w których otwory są niezbędne, spowalnia rozprzestrzenianie się dymu i płomieni oraz zmniejsza skalę tego zjawiska. Najpoważniejsze zagrożenie życia stwarza dym, nie płomień.

5.3.1 Ściana przeciwpożarowa

Ściana przeciwpożarowa zbudowana jest z odpowiednich materiałów i z zastosowaniem specjalnych technologii, które utrudniają przemieszczanie się dymu gazów i płomieni pomiędzy oddzielonymi obszarami. Ograniczają także rozprzestrzenianie się ognia z miejsca, w którym został wzniecony, do sąsiadujących części budynku. Zabezpieczają one strażaków i osoby przebywające w budynku przed kontaktem z trującymi gazami, dymem oraz płomieniami. Dzięki nim osoby te mają więcej czasu na opuszczenie budynku.

5.3.2 Otwory w ścianach przeciwpożarowych



Rysunek 1 Typowe otwory w ścianie przeciwpożarowej

Ściany te mogą być wykonane z różnych rodzajów materiałów. Najczęściej używane to: płyty okładzinowe i płyty gipsowe. W przypadku stosowania takich materiałów od podłogi do sufitu każda warstwa powstrzymuje rozprzestrzenianie się płomieni przez około pół godziny. Dwie warstwy zapewniają ochronę przez dwukrotnie dłuższy czas. Innymi często używanymi materiałami są kłoc betonowe i beton lany.

Jeśli zaistnieje potrzeba przeciągnięcia kabla przez taką ścianę, wymaga to przewiercenia otworu. Otwory takie pokazano na rysunku 1. Mogą one przechodzić przez całą grubość ściany. Otwór przechodzący tylko przez jedną stronę ściany nazywa się membraną.

Po przewierceniu otworu zazwyczaj osłania się go, wstawiając krótki odcinek kanału. Kanał musi być wystarczająco duży, aby zmieściły się w nim przeciągane kable; należy również zapewnić dodatkowe miejsce na większą ilość kabli w przyszłości. Musi on wystawać 30 cm z każdej strony ściany. Następnie przez kanał przeciąga się kable.

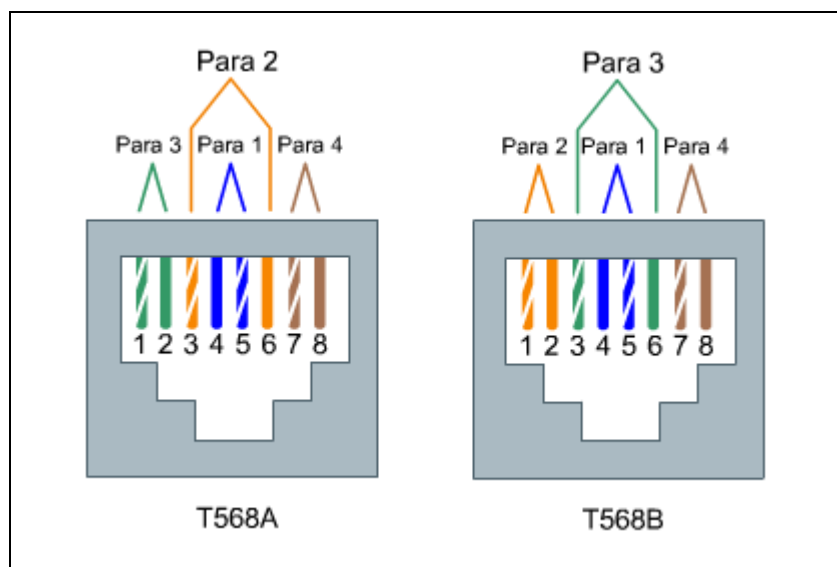
Po przeciągnięciu kabli należy uszczelnić kanał przy użyciu atestowanego materiału ogniotrwałego. Zapobiegnie to rozprzestrzenianiu się ognia pomiędzy częściami budynku przez otwór w ścianie przeciwpożarowej.

Aby przeciągnąć kable przez istniejący otwór, należy usunąć z niego materiał ogniotrwały. Po przeciągnięciu nowych kabli należy ponownie uszczelnić kanał przy użyciu materiału ogniotrwałego.

5.4 Zakończenia mediów miedzianych

Izolacja przewodów w kablach komunikacyjnych jest kodowana kolorami, aby można było odróżnić poszczególne pary. Wszystkie kable telekomunikacyjne w Ameryce Północnej są kodowane za pomocą tego samego schematu kolorów. Zapewnia to jednoznaczną identyfikację konkretnych par przewodów. Każdej parze odpowiada określona liczba.

5.4.1 Schemat kolorów czterech par



Rysunek 1 Schematy podłączenia przewodów TIA/EIA T568A i T568B

W większości instalacji do przesyłania głosu i danych używane są kable UTP. Zawierają one po cztery pary skręconych przewodów. Schematy kolorów dla poszczególnych par są następujące:

- Para 1 — białoniebieski/niebieski
- Para 2 — białopomarańczowy/pomarańczowy
- Para 3 — białozielony/zielony
- Para 4 — biało-brązowy/brązowy

Para 1 zawsze połączona jest ze stykami 4 i 5 ośmiostykowego gniazdka lub wtyczki. Para 4 zawsze połączona jest ze stykami 7 i 8

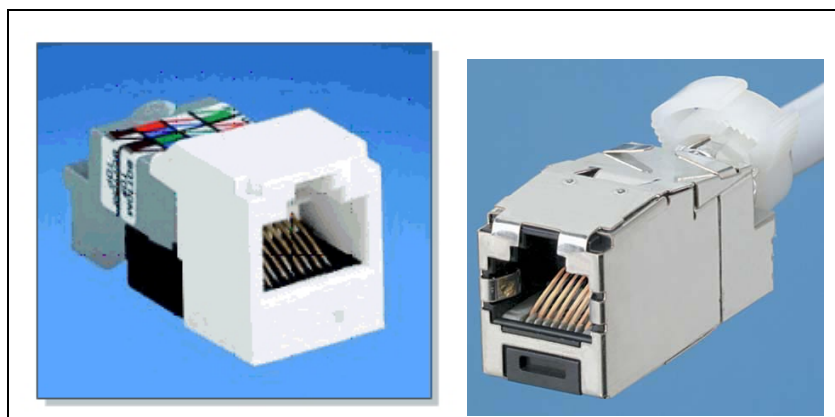
ośmiostykowego gniazdka lub wtyczki. Pozostałe pary są podłączane do różnych styków w zależności od używanego schematu. Na rysunku 1 przedstawiono różne schematy podłączenia przewodów.

Przewody powinny zawsze być podłączone zgodnie ze standardem T568A lub T568B. Nie wolno tworzyć innych schematów, ponieważ każdy przewód ma określone zadanie. Nieprawidłowe podłączenie przewodów spowoduje, że urządzenia znajdujące się po obu stronach kabla nie będą mogły się ze sobą komunikować albo wydajność komunikacji znacznie spadnie.

Jeśli instalacja jest zakładana w nowym budynku, wybór standardu T568A lub T568B zazwyczaj dyktuje umowa. Jeśli wybór pozostawiono firmie instalatorskiej, powinna ona zastosować najczęściej stosowany standard w okolicy. Jeśli w budynku istnieje już instalacja w standardzie T568A lub T568B, należy dostosować się do wykorzystanego w niej standardu. Należy zwrócić uwagę, aby wszyscy instalatorzy w zespole stosowali ten sam schemat.

Zdarzają się nieporozumienia co do numerów par i styków. Styk ma określone położenie we wtyczce lub gniazdku. Pary przewodów zawsze mają ten sam kolor. Na przykład para 2 ma zawsze kolor biało-pomarańczowy. W gniazdku RJ-45 może ona być podłączona do styków 3 i 6 lub 1 i 2 w zależności od tego, który standard zastosowano: T568A czy T568B.

5.4.2 Wtyczki i gniazdka RJ-45



Rysunek 1 Gniazdko RJ-45

Gniazda RJ-45 są to ośmiostykowe gniazda, do których podłącza się wtyczki RJ-45 lub RJ-11. Gniazdko RJ-45 jest przedstawione na rysunku 1. Gniazda należy podłączać zgodnie ze standardem T568A lub T568B.

Wtyczki RJ-45 mają osiem styków, do których podłącza się maksymalnie cztery pary przewodów. Tak jak we wtyczkach i gniazdkach RJ-11, parę 1 zawsze podłącza się do styków środkowych, to jest 4 i 5. Parę 4, w kolorze biało-brązowym, zawsze

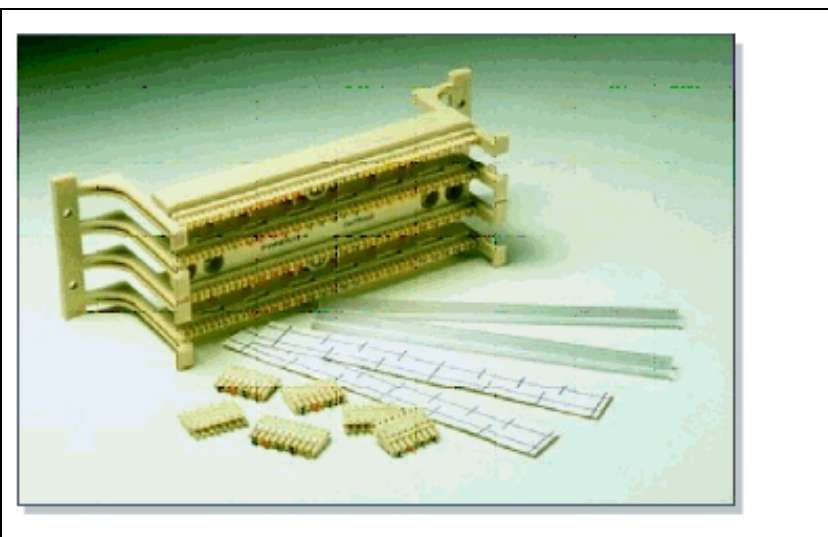
podłącza się do styków 7 i 8. Pary 2 i 3 mogą być podłączone różnie w zależności od planu połączeń. W przypadku standardu T568B para 2 (biało-pomarańczowa) łączy się ze stykami 1 i 2. Para 3 (biało-zielona) łączy się ze stykami 3 i 6. W standardzie T568A pary 2 i 3 są podłączone odwrotnie. Zatem para 2 łączy się ze stykami 3 i 6, natomiast para 3 łączy się ze stykami 1 i 2.

Kabel poziomy po stronie stacyjnej jest najczęściej zakończony gniazdem RJ-45, chyba że użyty zostanie punkt konsolidacyjny albo zespół MUTOA. W takim przypadku, kabel poziomy będzie zakończony bezpośrednio w tym punkcie konsolidacyjnym, albo zespole MUTOA. Drugi koniec kabla jest natomiast zakończany w pomieszczeniu telekomunikacyjnym na gnieździe RJ-45 w panelu modułowym, albo bezpośrednio na standardowym panelu połączeniowym.

[Ćwiczenie 5: Zakończenie kabla kategorii 5e za pomocą złącza](#)

[Ćwiczenie 6: Zakończenie kabla kategorii 6 za pomocą złącza](#)

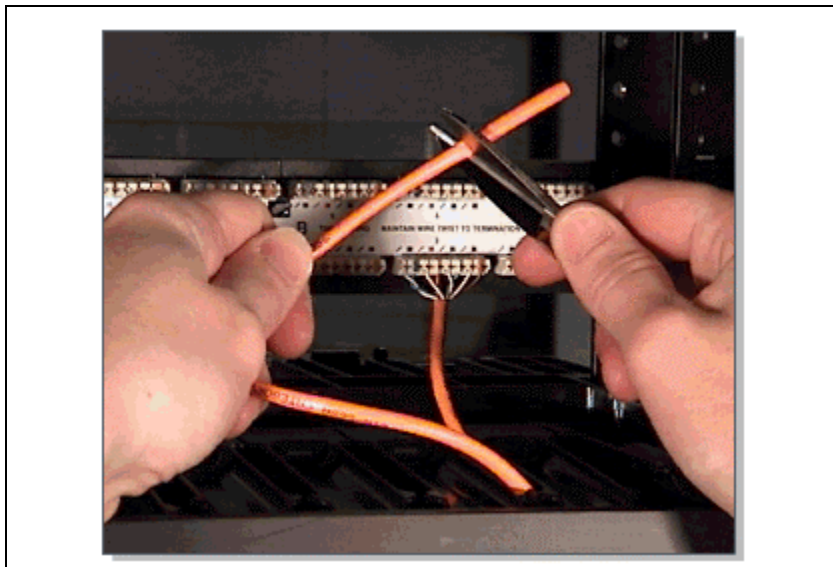
5.4.3 Łączówka typu 110



Rysunek 1 Łączówka typu 110 firmy Panduit

Łączówki typu 110 są to zakończenia o dużej gęstości używane w instalacjach do przesyłania głosu i danych. Łączówki typu 110 są dostępne w wielu konfiguracjach, na przykład w takiej, jak pokazana na rysunku 1. Łączy się je w różne kombinacje w zależności od wymaganej wielkości. System 110 składa się również z urządzeń do zarządzania kablami, które pełnią też rolę przekładek pomiędzy łączówkami. Niektóre łączówki typu 110 są wyposażone w specjalną wciskarkę, która umożliwia jednoczesne zaciśnięcie do pięciu par przewodów. Nie wolno używać jej w panelach połączeniowych zawierających obwody drukowane. Nacisk mógłby zniszczyć wewnętrzne podłączenia.

5.5 Etap przycinania



Rysunek 1 Przycinanie kabla do określonej długości

Na surowym etapie instalowania kabli po obu stronach ciągu pozostawia się wystające dłuższe fragmenty kabli. Umożliwiają one usunięcie luzów i dokonanie ewentualnych późniejszych zmian. Takie zwoje kabla noszą nazwę pętli serwisowych. Standardy EIA/TIA zalecają unikanie pętli serwisowych. Bardzo często pod koniec etapu surowego z gniazdek w ścianach wystają jednometrowe odcinki kabla. W typowym pomieszczeniu telekomunikacyjnym, do którego biegną setki kabli, zakończenia mogą mieć 2 lub 3 metry.

Mimo iż może się to wydawać marnotrawstwem, doświadczeni instalatorzy wiedzą, że nadmiar kabla daje większą elastyczność w jego prowadzeniu i ułatwia dostęp do kabli podczas dostrajania i testowania pojedynczych kabli. Początkujący często popełniają błąd, przycinając kabel zbyt krótko. Nadmiar kabla zawsze można odciąć, natomiast krótkiego nie można wydłużyć. Jeśli kabel jest za krótki, jedynym wyjściem jest wciągnięcie nowego. Jest to kosztowne zarówno w sensie dodatkowej pracy, jak i czasu.

Jeśli ze ściany w miejscu, w którym ma znaleźć się gniazdko, wystaje 1 m kabla, najlepiej przyciąć go do długości około 25 cm. Około 15 cm od końca kabla należy przymocować do niego nową etykietę. Następnie zdejmujemy się około 5–7 cm koszulki, odsłaniając skręcone pary przewodów. Przy prawidłowo zakończonym gniazdku przewody nie powinny być rozkręcone na odcinku dłuższym niż 1,27 cm (0,5 cala). Nadmiar przewodów należy odciąć przy końcówce, jak pokazano na rysunku 1.

Gniazdko podłącza się w odległości w przybliżeniu od 15 do 20 cm od miejsca, w którym kabel wystaje ze ściany. Podczas instalowania gniazdka nadmiar kabla delikatnie zwija się w ścianie lub w puszcze. Dzięki temu istnieje możliwość ponownego podłączenia gniazdka w przyszłości. Umożliwia to także zdjęcie płytki czołowej i dodanie kolejnego gniazdka w tym samym miejscu. W końcówkach, do których podłączane są stacje robocze, przewody w gniazdku często tracą połączenie ze stykami. Spowodowane to jest częstym naciąganiem, szarpaniem i kopaniem kabli połączeniowych przez użytkowników.

5.5.1 Zakańczanie (zaciskanie)



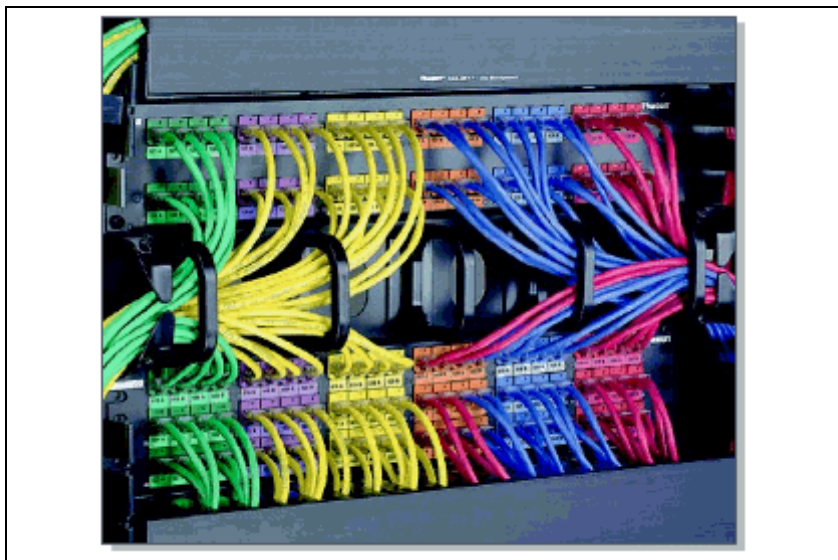
Rysunek 1 Wymienne ostrze do zakańczania kabli

Zakańczanie kabli w pomieszczeniu telekomunikacyjnym czasami nazywa się zaciskaniem. Kable zaciska się także na łączówkach przytwierdzonych do ściany i z tyłu paneli połączeniowych.

Przewody wkłada się w odpowiednie otwory łączówki. Następnie zaciska się je za pomocą zaciskarki. Ostrza w zaciskarce można wymieniać w zależności od używanego urządzenia do zakańczania. Na rysunku 1 przedstawiono wymienne ostrze. Podczas ściskania narzędzia naprężenie sprężyny rośnie do momentu, gdy mechanizm podobny do iglicy w broni uwalnia jej energię. Siła ta powoduje nagłe wepchnięcie przewodu pomiędzy dwa styki, które usuwają izolację. W tym samym momencie nadmiar przewodu ulega przycięciu. Taki rodzaj połączenia nosi nazwę przemieszczenia izolacji, ponieważ jest ona wypychana przez styki zacisku.

Połączenia z przemieszczeniem izolacji zapewniają bezpieczne, hermetyczne połączenie. Innymi słowy, punkt styku nie jest narażony na działanie powietrza, ponieważ przesunięta izolacja jest dociśnięta do łączówki. Dzięki temu połączenia są długotrwałe i nienarażone na korozję. Panele połączeniowe i łączówki typu 110 zazwyczaj stosuje się w sieciach do przesyłania danych. Łączówek typu 110 używa się także w instalacjach do przesyłania głosu.

5.5.2 Zarządzanie przewodami



Rysunek 1 Zarządzanie przewodami w systemie Panduit



Rysunek 2 Zarządzanie przewodami w systemie Panduit



Rysunek 3 Zarządzanie przewodami w systemie Panduit

Niektóre systemy zacisków mają wbudowany schemat zarządzania przewodami. Pomiędzy łączówkami typu 110 stosowane są plastikowe szczeliny i przekładki. Szczeliny mogą być poziome i pionowe. W stelażach stosuje się różnorakie urządzenia do zarządzania przewodami, na przykład takie jak na rysunku 1. W niektórych z nich łączy się pierścienie typu D ze szczelinami.

Decydując się na zakup systemu do zarządzania okablowaniem, należy wziąć pod uwagę następujące kwestie:

- System powinien zabezpieczać kabel przed ściśnięciem i przekroczeniem minimalnego promienia zagięcia.
- System powinien być skalowalny, aby w razie potrzeby można było podłączyć do niego dodatkowe kable.
- Powinien także być elastyczny, aby można było prowadzić do niego kable z różnych kierunków.
- Oprócz tego powinien zapewniać płynne przejście do ścieżek poziomych, aby nie uszkadzać kabla i nie przekraczać minimalnego promienia zagięcia.
- System powinien być wystarczająco trwały, aby działał co najmniej tak długo, jak kable i podłączony do nich sprzęt.

5.5.3 Staranne użycie etykiet

Etykiety są kolejnym istotnym elementem systemu okablowania strukturalnego. Aby uniknąć pomyłek, należy w klarowny sposób umieszczać etykiety na obu końcach kabla. Standard TIA/EIA-606-A określa, że każde zakończenie powinno mieć unikalny identyfikator umieszczony na nim lub na jego etykiecie. W przypadku stosowania identyfikatorów w obszarze roboczym zakończenia stacji muszą mieć etykiety na płycie czołowej, obudowie lub złączu. W większości zaproszeń do składania ofert i specyfikacji wymagane jest komputerowe drukowanie etykiet. Są one trwałe, czytelne i wyglądają bardziej profesjonalnie.

Etykiety powinny być łatwe do odczytania przez wiele lat. Wielu administratorów sieci podaje na etykiecie numer pomieszczenia, a prowadzącym do niego kablom przypisuje kolejne litery. W wielu systemach oznaczania kabli w dużych sieciach stosowane jest też kodowanie za pomocą kolorów.

Aby upewnić się, że etykiety nie zostaną starte ani odcięte w przyszłości, należy umieścić je w kilku miejscach na końcu kabla w odległości około 60 cm od siebie. Po poprowadzeniu kabla należy oznaczyć jego drugi koniec. W celu solidnego połączenia ze sobą kabli należy używać taśmy izolacyjnej. Kable należy z wiązać ze sobą za pomocą sznurka do ich wciągania, a następnie zakleić końcówki. Należy używać dużej ilości taśmy. Zsuniecie się sznurka lub wysunięcie kabli może wiązać się w przyszłości z kosztami materialnymi i stratą czasu.

Po przeciągnięciu kabla po wyznaczonej ścieżce należy go doprowadzić do pomieszczenia telekomunikacyjnego. Końce kabla muszą sięgać miejsc, w których będą gniazdka, należy też pozostawić dłuższe końcówki, tak aby kabel sięgał podłogi i był dłuższy dodatkowo o 60–90 cm.

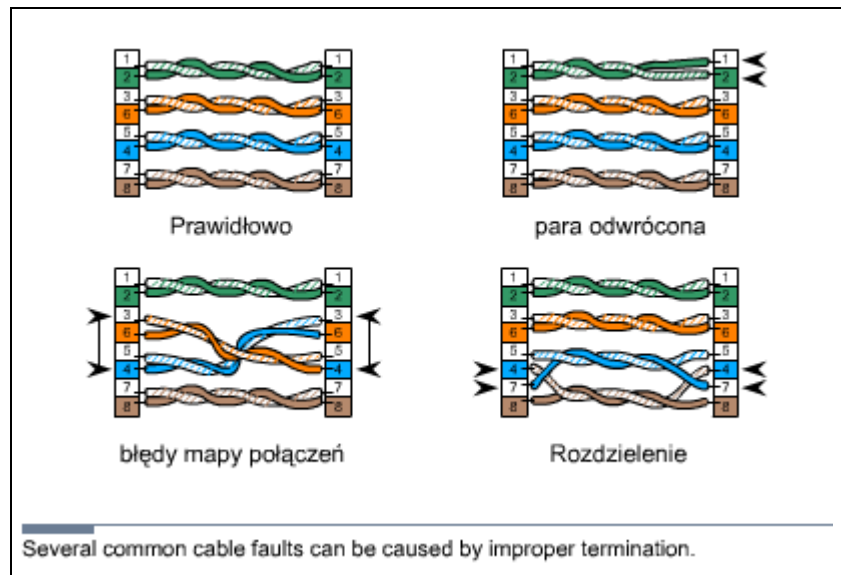
Następnie należy powrócić do szpul z kablami w punkcie centralnym lub pomieszczeniu telekomunikacyjnym. Należy posłużyć się etykietami znajdującymi się na poszczególnych szpulach. Na ich podstawie należy oznaczyć każdy kabel odpowiednim numerem pomieszczenia i literą. Nie powinno się ucinać przewodów przed umieszczeniem na nich etykiet. Po wykonaniu tych czynności medium sieciowe służące do obsługi poziomego ciągu kablowego będzie oznaczone na obu końcach.

6 Etap końcowy

Narzędzia diagnostyczne służą do identyfikowania istniejących i potencjalnych problemów w instalacji okablowania sieciowego.

Testery okablowania są używane do wykrywania przerw w obwodzie, zwarc, rozdzielania par oraz innych problemów z okablowaniem. Gdy instalator zakończy kabel, kabel ten powinien być podłączony do testera okablowania, aby można było zweryfikować poprawność zakończenia. Jeśli przewód został podłączony do niewłaściwego styku, tester wskaże błąd okablowania. Tester okablowania powinien należeć do wyposażenia każdego instalatora okablowania. Po przetestowaniu ciągłości kabli mogą one być certyfikowane za pomocą mierników certyfikacyjnych.

6.1 Testowanie kabli



Rysunek 1 Uszkodzenia połączeń kablowych

Testowanie jest najważniejszą fazą końcowego etapu instalacji okablowania. Ma ono na celu weryfikację poprawnego działania wszystkich przewodów, tak aby problemy zostały zawczasu odkryte. Lepiej jest wykryć usterkę, zanim stanie się ona istotnym problemem.

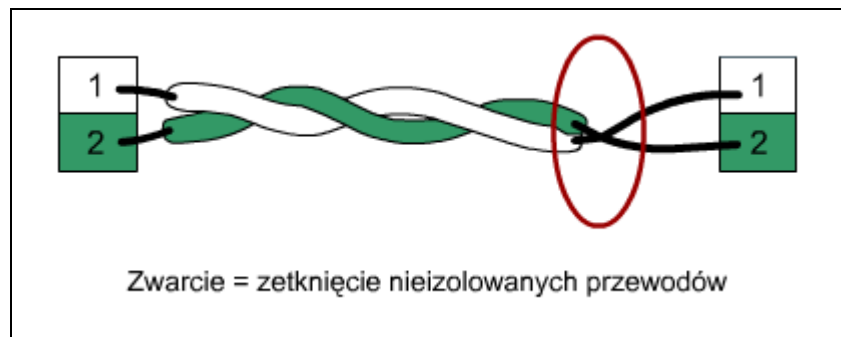
Testy dotyczące funkcjonowania kabli można znaleźć w standardzie TIA/EIA-568-B.1. Na rysunku 1 przedstawiono najpowszechniej występujące uszkodzenia kabli:

- **Przerwy w obwodzie** — występują, gdy nie istnieje ciągła ścieżka pomiędzy końcami przewodów w kablu. Przerwy w obwodzie są zwykle spowodowane niepoprawnym zakończeniem, uszkodzeniem lub wadliwym kablem.

- **Zwarcia** — występują, gdy przewody w kablu stykają się ze sobą i zwierają obwód.
- **Rozdzielenie par** — występuje, gdy przewody są pomieszane pomiędzy parami.
- **Błędy mapowania połączeń** — występują, gdy przewody w kablu wieloparowym nie kończą się w odpowiednich punktach złącza na drugim końcu.

Proste testowanie funkcjonalne wykrywające przerwy w obwodzie, zwarcia, rozdzielenie par i błędy mapowania połączeń jest zwykle wykonywane tylko na jednym końcu kabla.

6.1.1 Testowanie pod kątem zwarcć

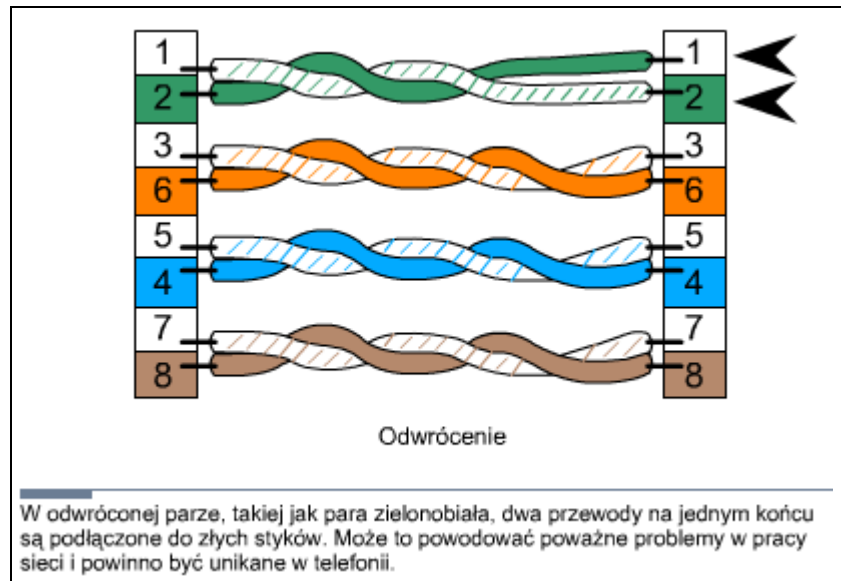


Rysunek 1 Zwarcie

Zwarcie występuje, gdy — jak przedstawiono na rysunku 1 — dwa przewody zetkną się ze sobą, tworząc niepożądany skrót w przepływie sygnału. Zwarcie zamyka obwód, zanim prąd osiągnie zamierzony cel.

Aby wykryć zwarcie, należy zmierzyć ciągłość lub rezystancję pomiędzy przewodami. Ciągłość nie powinna zostać wykryta, a rezystancja powinna mieć nieskończoną wartość. Do przeprowadzenia tych pomiarów należy użyć omomierza ze skalą dla niskich rezystancji. Gdyby wykorzystano skalę dla wysokich rezystancji, to podczas przykładania przewodów do próbnika mogłaby zostać wykazana rezystancja ciała instalatora. Aby uniknąć tego problemu, niektórzy instalatorzy budują niewielkie układy testowe. Wiele próbników testowych może być wyposażonych we wsuwane uchwyty zwane krokodylkami. Uchwyty te mogą zostać zaczezione do jednego z przewodów, tak aby nie dotykać jednocześnie obu wyprowadzeń.

6.1.2 Testowanie pod kątem odwrócenia przewodów

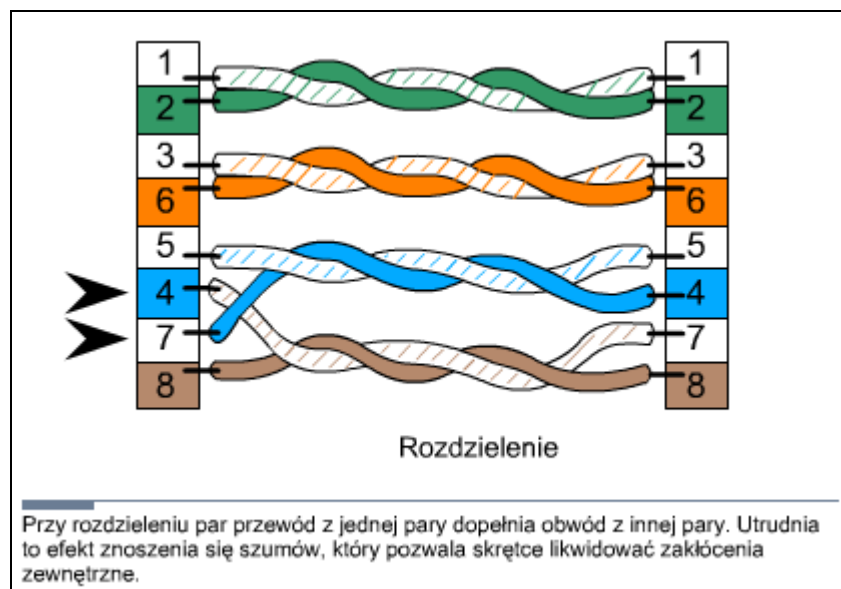


Rysunek 1 Odwrócenie przewodów

Odwrócenie przewodów występuje, gdy —jeden przewód z pary jest na przeciwnym końcu podłączony w miejscu drugiego przewodu z tej samej pary – jak pokazano na rysunku 1.

Aby naprawić tego typu uszkodzenie, koniec kabla z odwróconymi przewodami musi zostać ponownie zakończony.

6.1.3 Testowanie pod kątem rozdzielenia par



Rysunek 1 Rozdzielenie par

Rozdzielenie par występuje, gdy przewody są pomieszane między parami, jak pokazano na rysunku 1. W celu testowania pod kątem rozdzielania par można zastosować omomierz. Najpierw należy przetestować pary pod kątem zwarcia. Jeśli nie wykryto zwarcia, należy zrobić zwarcie w każdej z par. Omomierz powinien je wykryć. Jeśli urządzenie wskazuje przerwę w obwodzie, wystąpił błąd. Para jest rozdzielona albo ma przerwę. Do rozróżnienia między rozdzielaniem a przerwą może posłużyć generator sygnału dźwiękowego. Testery wysokiej klasy wykrywają rozdzielanie par poprzez pomiar przesłuchu pomiędzy parami.

Do sprawdzenia kabli pod kątem rozdzielania par mogą być również wykorzystane proste testery okablowania. Testery tego typu informują instalatora za pomocą diod LED o wystąpieniu problemu z polaryzacją lub ciągłością w kablu.

Aby naprawić rozdzielone pary, należy usunąć oba złącza, i ponownie zakończyć kabel.

6.2 Reflektometr TDR

Reflektometr TDR wysyła impuls wzdłuż przewodu, po czym nasłuchuje w celu wykrycia elektronicznego echa, które jest oznaką problemów związanych z kablem. Reflektometry TDR wykazują wadę kabla i określają, czy jest to przerwa w obwodzie, czy zwarcie. Urządzenia te mogą również zmierzyć odległość pomiędzy miernikiem a uszkodzeniem. Sygnał jest odbijany i powraca po osiągnięciu końca kabla lub po napotkaniu najbliższego jego uszkodzenia. Szybkość sygnału jest określana jako nominalna prędkość propagacji. Jej wartość jest znana dla różnych rodzajów kabli. Gdy tester zna szybkość przemieszczania się sygnału, może zmierzyć długość kabla poprzez pomiar czasu, po jakim wysłany sygnał odbije się i powróci. Odczyt reflektometru TDR jest zwykle wyskalowany w stopach lub metrach. Odpowiednio wyregulowany i właściwie używany miernik TDR zapewnia niezmiennie skuteczny sposób identyfikacji problemów z okablowaniem.

6.3 Certyfikacja i dokumentacja okablowania

Testowanie to nie to samo co certyfikacja. Testowanie jest próbą funkcjonalną i określa, czy przewód przekazuje sygnał pomiędzy końcami. Certyfikacja lub testowanie wydajności określają wydajność kabla. Certyfikacja daje odpowiedź na następujące pytania:

- Jak dobrze sygnał rozchodzi się po kablu?
- Czy sygnał jest wolny od interferencji?
- Czy sygnał na drugim końcu kabla jest dość silny?

6.3.1 Miernik certyfikacyjny

Certyfikacja testuje funkcjonalność oraz wydajność. Systemy okablowania strukturalnego, w stosunku do których istnieje wymóg zgodności ze standardami instalacyjnymi, muszą być certyfikowane. Mierniki certyfikacyjne wykonują wszystkie testy wydajnościowe wymagane dla standardów ANSI/TIA/EIA-568-B. Większość mierników zawiera funkcję automatycznego testowania, która po naciśnięciu przycisku uruchamia wszystkie wymagane testy. Mierniki te przechowują wyniki wielu testów, które to wyniki mogą być przesłane do komputera. Następnie generuje się raport testowania, który jest przekazywany klientowi. Oprócz certyfikacji mierniki mają funkcje diagnostyczne, które identyfikują problemy i pokazują odległość miejsca ich wystąpienia od końca testowanego kabla.

Testowanie wydajnościowe zwykle odbywa się dla wyznaczonej częstotliwości testowej. Częstotliwość ta jest tak dobierana, aby przetestować kabel z uwzględnieniem szybkości, przy której ma pracować. Na przykład kabel kategorii 5e jest testowany dla częstotliwości 100 MHz, zaś kabel kategorii 6 jest testowany dla częstotliwości 250 MHz. Testowanie wydajnościowe jest opisane w standardach TIA/EIA-568-B. Nowoczesny sprzęt i oprogramowanie do testowania mogą przedstawiać dane wyjściowe wynikowe zarówno w postaci tekstowej, jak i graficznej. Umożliwia to łatwe porównywanie i szybką analizę wyników.

Proces certyfikacji kabla określa podstawowe pomiary systemu okablowania. Częścią zawieranego kontraktu jest zwykle określenie standardu certyfikacji. Instalacja musi spełniać lub przekraczać wymagania specyfikacji wyznaczonej dla klasy używanych przewodów. Szczegółowa dokumentacja ma na celu pokazanie klientowi, że okablowanie spełnia te standardy. Dokumenty te są przedkładane klientowi.

Procedura certyfikacji jest ważnym krokiem w ramach zakończenia prac nad okablowaniem. Jej zadaniem jest wykazanie, że kable spełniają wymagania danej specyfikacji. Jakakolwiek przyszła zmiana w wydajności kabla musi mieć ściśle uzasadnienie. Przyczyna zmiany będzie mogła być łatwiej określona, jeśli został udokumentowany wcześniejszy stan kabli. Dla kabli różnych klas istnieją zróżnicowane wymagania co do akceptowanych wyników testów. Wyższe kategorie kabli mają w ogólności wyższe standardy wytwarzania i lepszą wydajność.

6.3.2 Testy certyfikacyjne

Aby pozytywnie przejść certyfikację, kabel musi spełniać lub przekraczać minimalne wyniki testowe wymagane dla jego klasy. Wiele rzeczywistych wyników testowych przekracza minimalne wymagania. Różnica pomiędzy faktycznymi wynikami testowymi i wynikami minimalnymi jest znana jako margines. Większy margines oznacza, że w przyszłości będzie potrzebna mniejsza ilość czynności

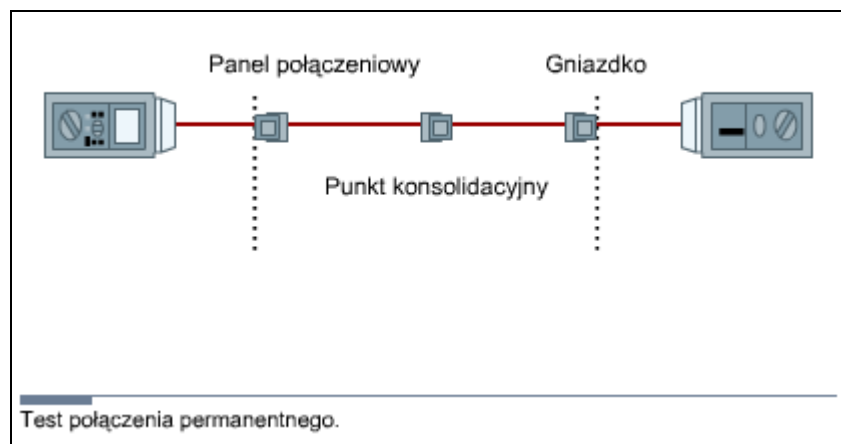
obsługowych. Takie sieci cechuje większa tolerancja na słabej jakości kable połączeniowe i kable wyposażenia.

Powszechnie stosowane specyfikacje obejmują następujące czynniki:

- **Określony zakres częstotliwości** — każdy kabel jest testowany dla zakresu częstotliwości, w którym będzie pracował na co dzień. Wyższa klasa wskazuje na wyższy zakres.
- **Tłumienie** — miarą tłumienia kabla jest ilość sygnału, którą pochłonie. Niższe tłumienie wskazuje na przewodniki i kable wyższej jakości.
- **Przesłuch zbliżny (NEXT, ang. *Near End Crosstalk*)** — występuje, gdy sygnały z jednej pary zakłócają sygnał innej pary na bliższym końcu kabla. Przesłuch może wpływać na zdolność kabla do przenoszenia danych. Dla każdej klasy jest wyszczególniona wielkość przesłuchu NEXT, który kabel musi tolerować.
- **Przesłuch zbliżny skumulowany w jednej parze (PSNEXT, ang. *Power Sum NEXT*)** — gdy w kablu wykorzystywane są wszystkie przewody, sygnały kilku par ulegają wzajemnemu zakłóceniu. Aby ocenić skutek tych zakłóceń, muszą być rozpatrzone interakcje między wszystkimi parami w kablu. Można to zrobić za pomocą pomiaru przesłuchu PSNEXT.
- **Stosunek tłumienności do przesłuchu (ACR, ang. *Attenuation-to-Crosstalk Ratio*)** — stosunek ten wskazuje, o ile silniejszy jest odbierany sygnał w porównaniu do przesłuchu zbliżnego NEXT lub szumu w tym samym kablu. Parametr ten jest również określany jako stosunek sygnału do szumu (SNR, ang. *signal-to-noise ratio*), który również uwzględnia zakłócenia zewnętrzne.
- **Stosunek tłumienności do przesłuchu skumulowany w jednej parze (PSACR, ang. *Power Sum ACR*)** — gdy są wykorzystywane wszystkie przewody w kablu, interakcje pomiędzy parami stają się bardziej złożone. Im więcej przewodów jest zaangażowanych, tym więcej wzajemnych interakcji. Równania stosunku PSACR pomagają wziąć pod uwagę większą ilość wzajemnych zakłóceń.
- **Wyrównany współczynnik przesłuchu zdalnego (ELFEXT, ang. *Equal-Level Far End Crosstalk*)** — jest to obliczony współczynnik wielkości przesłuchu występującego na zdalnym końcu przewodu. Jeśli współczynnik ten jest bardzo wysoki, sygnał nie jest dobrze przenoszony przez kabel i stosunek ACR przyjmuje niedopuszczalne wartości.

- **Wyrównany współczynnik przesłuchu zdalnego skumulowany w jednej parze (PSELFEXT, ang. *Power Sum ELFEXT*)** — tak jak w przypadku pomiaru innych współczynników skumulowanych, interakcje pomiędzy wieloma parami w tym samym kablu powiększają złożoność charakterystyk ELFEXT. Wersja skumulowana współczynnika bierze to pod uwagę.
- **Straty odbiciowe** — niektóre sygnały rozchodzące się wzdłuż przewodu odbijają się wskutek takich niedoskonałości, jak niedopasowanie impedancji. Mogą one zostać odbite, wrócić do wysyłającego i stać się źródłem interferencji. Takie zjawisko jest określane jako straty odbiciowe.
- **Opóźnienie propagacji** — na szybkość sygnału mogą wpływać właściwości elektryczne kabla. Wartość opóźnienia jest wykorzystywana do wykonania określonych pomiarów, takich jak reflektometria TDR. Opóźnienie propagacji dla kabla jest zwykle określane jako maksymalne dopuszczalne opóźnienie w nanosekundach.
- **Błąd opóźnienia** — każda para w kablu ma inną liczbę skręceń. Sygnały wchodzące do kabla w tym samym czasie prawdopodobnie będą nieco rozsynchronizowane, gdy dotrą do jego drugiego końca. Jest to nazywane błędem opóźnienia. Niechlujne zakańczanie może zwiększyć skalę problemu, jeśli kable są asymetryczne względem styków złącza. Różnica w opóźnieniu propagacji pomiędzy przewodami w parze kabla może również spowodować błąd opóźnienia.

6.3.3 Testowanie połączeń i kanałów



Rysunek 1 Test połączenia permanentnego

Podczas testowania są wykorzystywane dwie metody: test kanału i test połączenia. Test kanału jest przeprowadzany w formie end-to-end

od stacji roboczej lub telefonu do urządzenia w pomieszczeniu telekomunikacyjnym. Test kanału dokonuje pomiaru wszystkich kabli i kabli połączeniowych, łącznie z kablem liniowym od złącza do sprzętu użytkownika i kablem połączeniowym od panelu połączeniowego do sprzętu komunikacyjnego. Test połączenia sprawdza kable jedynie w kierunku od ściany do panelu połączeniowego w pomieszczeniu TR. Wyróżnia się dwa typy testów połączeniowych. Podstawowy test połączeniowy polega na pomiarze zaczynającym się od testera i kończącym na zdalnej jednostce testera pola na drugim końcu połączenia. Test połączenia permanentnego nie obejmuje części okablowania jednostek testu pola, lecz — jak przedstawiono na rysunku 1 — obejmuje połączenia skojarzone, gdy kabel na obu końcach jest podłączony do kabla przejściówki. Test połączenia permanentnego uwzględnia również punkt konsolidacyjny. Jest to pożądane w instalacjach okablowania w biurach wielostanowiskowych i dlatego jest bardziej praktyczne.

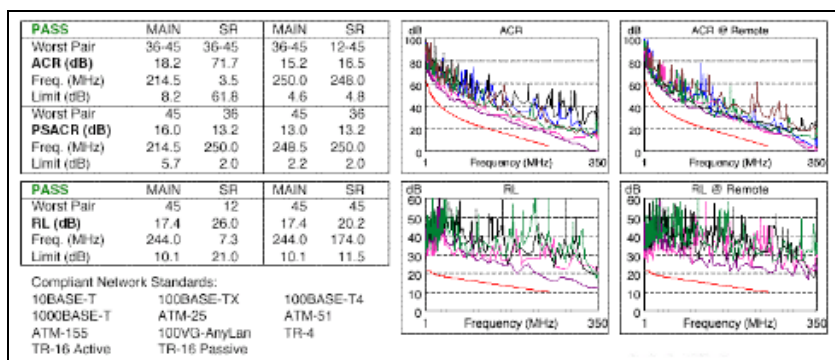
Jedynym przyjętym testem jest test połączenia permanentnego. Test kanału został w standardzie TIA/EIA-568-B.1 oficjalnie wyeliminowany.

6.3.4 Porady dotyczące certyfikacji

Interpretacja wyników testów jest tak samo ważna jak wykrywanie problemów. Instalatorzy mogą nauczyć się interpretowania wyników testowych poprzez badanie sprzętem testującym przewodów i obwodów o sprawdzonej poprawności. Dzięki temu można poznać zasady prawidłowego posługiwania się sprzętem testującym oraz zaznajomić się z wynikami testów w przypadku poprawnie funkcjonujących obwodów.

Aby nabrać doświadczenia w rozwiązywaniu problemów i ich identyfikacji, można przygotować kable z określonymi usterkami. Następnie należy obserwować reakcję testerów na te usterki. Należy ćwiczyć identyfikację usterek na podstawie wyników testowych dla losowo wybranych kabli. Czas zainwestowany w naukę pomoże instalatorowi w szybkim identyfikowaniu i usuwaniu przyszłych problemów.

6.3.5 Profesjonalna dokumentacja certyfikacji



Rysunek 1 Dokumentacja certyfikacji okablowania

Wiele narzędzi do certyfikacji okablowania może eksportować wyniki w formie bazy danych. Jak przedstawiono na rysunku 1, mogą one być wykorzystywane do utworzenia na komputerze osobistym wysokiej jakości dokumentów.

Z zaawansowanymi testerami certyfikacyjnymi zazwyczaj dostarczane jest oprogramowanie instalacyjne. Oprogramowanie pozwala wykonawcy w uporządkowany sposób zaprezentować klientowi wyniki testów. Eliminuje ono potrzebę ręcznego wpisywania wyników do arkusza. Pakiety oprogramowania przechowują wyniki testów jako pozytywne lub negatywne. Po wykryciu i usunięciu niedociągnięć elementy są ponownie testowane i prezentowane klientowi. Klient z reguły chce otrzymać wyniki testów zarówno w formie kopii elektronicznej, jak i papierowej.

Aby była przydatna, dokumentacja musi być dostępna. Forma elektroniczna zapewnia dostępność wyników zawsze, gdy będą one potrzebne. Klient powinien otrzymać komplet dokumentacji papierowej, zarówno dotyczącej budowy systemu, jak i wyników certyfikacji. Instalatorzy powinni zachować kopię na stałe w swoim archiwum.

Dokumentacja certyfikacji stanie się bardzo ważna, gdy zakwestionowana zostanie jakość lub dokładność wykonania okablowania. Pokazuje ona, że w danym dniu przewody były w określonym porządku i mogły przekazywać sygnały na określonym poziomie jakości. Zmiany zdolności kabla do przekazywania sygnałów w miarę upływu czasu mogą być określone przez porównanie bieżących testów z poprzednimi wynikami.

Nieoczekiwane przeszkody, zamówienia modyfikujące wymagania oraz rozbudowa sprzętu w ostatniej chwili mogą zdezaktualizować dokumentację. Dlatego też dokumentacja używana do konstruowania systemu okablowania sieciowego może nie być reprezentatywna dla faktycznie zbudowanego systemu. Za każdym razem, gdy jest przeprowadzana modyfikacja systemu okablowania, ważne jest, aby wiedzieć, co się w nim dzieje. W przeciwnym wypadku zmiany mogą

mieć nieprzewidywalne skutki. Dokumentacja budowy może pomóc uniknąć tego rodzaju kłopotów. Przed dokonaniem zmian należy zawsze utworzyć ich dokumentację.

6.4 Przenoszenie

Przenoszenie jest pojęciem określającym przeniesienie istniejących usług do nowego systemu okablowania. Jest ono także stosowane do określenia instalacji nowego sprzętu w nowo zainstalowanym systemie okablowania.

6.4.1 Zalecenia dotyczące przełączania

Pomyślne przełączenia wymagają starannego planowania, organizacji i zwracania uwagi na szczegóły. Aby zapewnić poprawny przebieg operacji przełączania, należy skorzystać z następujących zaleceń:

- Prowadź szczegółowe protokoły instalacji. Protokoły te posłużą do sprawdzenia, czy wszystkie kable zostały zainstalowane we właściwych miejscach.
- Testuj każdy instalowany kabel.
- Projektuj dokładne logiczne plany okablowania. Logiczne plany okablowania to wykresy obwodów i kabli, w oparciu o które one funkcjonują. Kierownik instalacji zwykle projektuje logiczne plany okablowania na podstawie informacji otrzymanych od klienta.
- Zaplanuj przełączenie w najdogodniejszym dla klienta terminie. Ponieważ przełączenie zwykle wymaga wyłączenia niektórych systemów, jest ono często planowane późno w nocy lub w weekendy.

6.4.2 Usuwanie porzuconych kabli

Zgodnie z przepisami NEC (ang. *National Electrical Code*), wydanie 2002, wszystkie porzucone kable muszą być usunięte, gdy zostaną spełnione pewne kryteria określone w tych przepisach. Obecnie klient i wykonawca instalacji okablowania decydują, czy koszt wiążący się z usunięciem kabli jest uzasadniony. Klient i wykonawca muszą być pewni, że pozostają w zgodzie z lokalnymi przepisami. Przed rozpoczęciem modernizacji należy w tym celu zawsze zasięgnąć opinii lokalnych władz i przedyskutować szczegóły z klientem.

Przed usunięciem jakiegokolwiek porzuconego kabla należy najpierw sprawdzić, czy nie jest on podłączony do żadnych działających obwodów, używając do tego celu multimetru lub zestawu do testowania telefonów. Porzucony kabel należy usuwać ostrożnie, aby uniknąć uszkodzenia płytek sufitowych lub elementów wspornikowych podwieszanego sufitu.

7 Okablowanie — zagadnienia biznesowe

Tak jak w większości zawodów, wygląd i sposób zachowania instalatorów okablowania mogą wpływać na to, jak są oni postrzegani przez klientów, przełożonych oraz współpracowników. Wybory dokonywane przez instalatorów okablowania podczas ich pracy mogą prowadzić do awansów lub zwolnień. Instalator okablowania jako pracownik staje się przedstawicielem firmy. Dlatego też zawsze należy wyglądać i zachowywać się profesjonalnie.

Podczas pracy przy instalacji należy stosować się do następujących zaleceń:

- Szanuj miejsce pracy. Uważaj, by nie spowodować szkód. Sprzątnij cały bałagan natychmiast, jeśli przeszkadza innym pracownikom, lub pod koniec dnia.
- W miejscu pracy noś czyste i schludne ubranie robocze.
- Przychodź na z góry uzgodniony czas. Punktualność jest ważna.
- Ustal dopuszczalny poziom hałasu. Unikaj odtwarzania muzyki, gwizdania, śpiewania lub krzyków, jeśli pracujesz nad projektem modernizacyjnym w czasie pracy danej firmy.
- Klientów, użytkowników budynku, współpracowników i szefów traktuj z szacunkiem.

7.1 Wywiad techniczny

Wywiad techniczny lub przegląd projektu jest jednym z najważniejszych etapów poprzedzających przygotowanie kosztorysu projektu. Pozwala on wykonawcy zidentyfikować wszystkie kwestie mogące mieć wpływ na instalację. Rysunki i specyfikacje dostarczone przez klienta mogą nie sygnalizować potencjalnych problemów lub komplikacji.

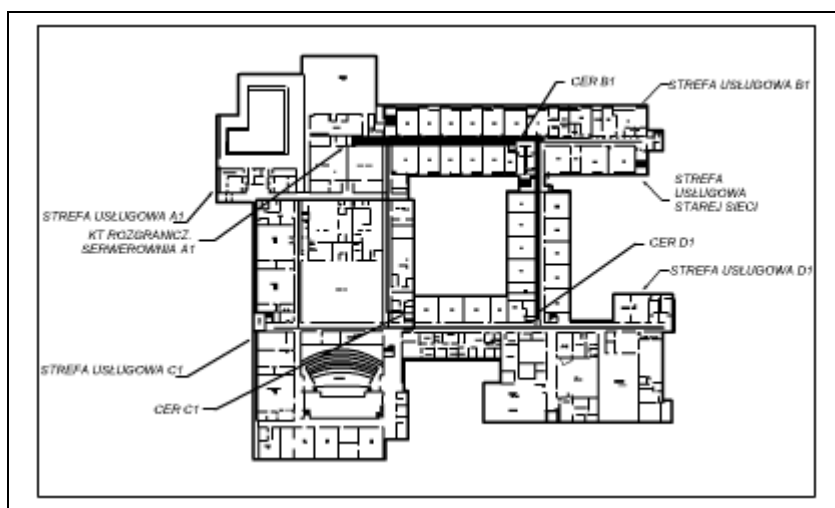
Podczas dokonywania przeglądu projektu należy wykonać jego szkic. Szkic może służyć do zidentyfikowania obszarów problemowych podczas wykonywania kosztorysu.

Oto kilka pytań kluczowych, które należy zadać podczas wywiadu technicznego:

- Czy w budynku są obszary z podwieszanymi sufitami?
- Czy istnieje jakieś miejsce do składowania i przechowywania materiałów?
- Czy wymagane są niestandardowe godziny pracy?

- Czy istnieją jakieś specjalne wymagania dotyczące bezpieczeństwa? Jest to szczególnie istotne w środowisku fabrycznym.
- Które ściany są ścianami przeciwpożarowymi?
- Czy w budynku znajduje się azbest?
- Czy w wypadku uszkodzenia zapasowe płytki sufitowe zostaną dostarczone przez klienta?
- Czy powinny być wzięte pod uwagę jakieś szczególne zagadnienia dotyczące pracy?

7.1.1 Dokumentacja wymagań



Rysunek 1 Typowy plan budynku

Jak przedstawiono na rysunku 1, plany są wykonanymi w skali rysunkami, które dostarczają informacji dotyczących odległości wymaganych do ustalenia długości ciągów kablowych. Plany powinny również uwzględniać położenie gniazd serwisowych i pomieszczeń TR. Niektóre plany zawierają także dostępne ścieżki lub informacje dotyczące wyznaczania tras okablowania. Informacje dotyczące możliwych tras są jednak zwykle uzyskiwane na podstawie wywiadu technicznego. Większość systemów okablowania strukturalnego zakłada na każdą lokalizację minimum dwa kable składające się z czterech par, a wielu klientów wyznacza ich więcej. W specyfikacji projektu należy zawrzeć kopię tych informacji.

Na planie należy policzyć ilość gniazdek i zmierzyć długości połączeń kablowych. Są to tak zwane założenia wstępne. Określenie założeń wstępnych wymaga dużej precyzji, ponieważ służy do przygotowania wymagań materiałowych dotyczących oferty. Dostępnych jest wiele automatycznych urządzeń pomiarowych ułatwiających zautomatyzowanie procesu i zminimalizowanie ilości błędów.

7.1.2 Symbole i piktogramy dotyczące instalacji

	Gniazdko ściennie		Jednostka dostępu do kanału głównego
	Gniazdko podłogowe		Podwójne gniazdko żeńskie
	Maszt wyprowadzający z sufitu		Przełącznik ścienny
	Gniazdko sufitowe		Instalacja oświetleniowa
	Związany razem ciąg wewnętrzny dwóch gniazdek ściennych do skrzynek gniazd w pomieszczeniu TR		Element jarzeniowy, ciągły rząd
	Gniazdko ściennie z przewodem słub		Element jarzeniowy
	Przewód w płycie		Stelaż drabinowy
	Podpodłogowe, kanał i skrzynka		Kabel lub przewód antenowy
	Duży kanał zasilający lub główny		Kanał ciągu wewnętrznego do pomieszczenia TR
	Korytka podłogowego kanału zasilającego		Rura kablowa sieci szkieletowej
	Kanał na przewód uziemiający		Kanał szkieletowy

Rysunek 1 Piktogramy dotyczące instalacji okablowania

Do oznaczania ciągów kablowych, typów korytek kablowych, gniazd i złączy na planach i schematach służą standardowe piktogramy i symbole przedstawione na rysunku 1. Służą one ujednoliceniu prezentacji wymagań na planach.

7.1.3 Typy rysunków

- ◆ T0 plany kampusu lub miejscowe Ścieżki zewnętrzne i sieci szkieletowe wewnątrz budynku
- ◆ T1 Rozkład całego budynku piętrami Granice stref usługowych, sieć szkieletowa i ścieżki poziome
- ◆ T2 Rysunki stref usługowych miejsca wyprowadzeń i etykiety okablowania
- ◆ T3 Pomieszczenia techniczne Planowane widoki stelaży i elewacje ścian
- ◆ T4 Rysunki typowych szczegółów Oznaczanie płyt czołowych, instalacji przeciwogniowych i funkcje bezpieczeństwa
- ◆ T5 Rozkłady (arkusze okablowania i wyposażenia) dla przełączy

Rysunek 1 Typy rysunków kategorii T w telefonii

Plany konstrukcyjne są sporządzane zgodnie ze standardowym formatem. Rysunki są pogrupowane według kategorii i oznaczone przedrostkiem identyfikującym daną kategorię. Na przykład wszystkie rysunki dotyczące systemu elektrycznego są zgrupowane razem i mają przedrostek E. Oznaczenia przekrojów architektonicznych zaczynają się literą A, zaś wszystkich instalacji wodno-kanalizacyjnych — literą P. Jak przedstawiono na rysunku 1, sieci telefonii i danych są zwykle połączone i przedstawione na rysunkach kategorii T. Rysunki dodatkowe, takie jak plany umebrowania, znajdują się wśród rysunków kategorii A albo w kategorii różne.

Kosztorysant będzie potrzebował następujących rysunków:

- planu miejscowego dla stworzenia zarysu projektu,
- planów poszczególnych pięter,
- rysunków kategorii T obejmujących rozmieszczenie instalacji telefonicznej,
- rysunków kategorii E jako informacji pomocniczych dotyczących instalacji elektrycznej,
- planów umebrowania pomocnych w określeniu rozmieszczenia gniazd,
- rysunków kategorii A w celu określenia cech architektonicznych budynku i dostępnych ścieżek.

Dokumenty projektowe zawierają opis projektu. Może on dotyczyć cech funkcjonalnych systemu okablowania. Na przykład może on sygnalizować, że system musi obsługiwać standard 1000BASE-T (Gigabit Ethernet) oparty na skrętcie.

Większość dokumentów projektowych zawiera żargon branżowy i skróty unikalne dla danej branży lub instalowanego systemu.

Wszystkie pojęcia w dokumencie projektowym powinny być zrozumiałe dla kosztorysanta. Słowniki pojęć i skrótów są dostępne na stronie internetowej BICSI (ang. *Building Industry Consultants Service International*).

W dokumentach projektowych są także określone wymagania dotyczące systemu i rodzaje materiałów, które zostaną użyte. Będą tam także zawarte informacje na temat wymaganej liczby kabli na gniazdko lub złącze. W dokumentach projektowych zostaną również opisane specyfikacje testów i etykiet oraz wymagane formaty.

7.1.4 Diagramy schematyczne

Rysunki schematyczne nie są rysunkami w skali. Służą one do przedstawienia połączeń lub sposobu łączenia elementów. Typowy schemat zawiera główne pomieszczenie telekomunikacyjne, inaczej przełącznicę główną, oraz przełącznicę pośredniczącą. Znajdują się tam również informacje o rodzajach i długości kabli łączących te punkty. Większość schematów nie zawiera wyszczególnienia rzeczywistych zakończeń w tych miejscach ani pojedynczych ciągów kablowych prowadzących do gniazdek lub złączy. Schematy tego typu zawierają ciągi kablowe prowadzące do określonych urządzeń, jak serwery lub inne ważne elementy stosowane w projekcie.

7.2 Sytuacje związane z prawem pracy i związkami zawodowymi

Każda firma zajmująca się instalacjami musi radzić sobie z zagadnieniami związanymi z prawem pracy. Niektóre z nich mogą powodować problemy w kontaktach ze związkami zawodowymi. Firmy zajmujące się instalacjami muszą być świadome reguł i przepisów dotyczących związków i pozwoleń.

7.2.1 Związki

Niektóre projekty mogą wymagać zaangażowania członków związku zawodowego. Związki zawodowe to organizacje reprezentujące pracowników. Angażowanie członków związku jest bardziej powszechne w nowych projektach konstrukcyjnych, lecz nie ogranicza się od nich. Może to być częścią kontraktu. Jeśli klient wyraźnie zaznacza, że wymaga zaangażowania członków organizacji związkowej, wykonawca musi się do tego dostosować.

Inne sytuacje związane z pracą mogą narzucać klasyfikację zadań i wyszczególnienie prac dozwolonych. W środowiskach z udziałem związków zawodowych kierownicy nie mogą zwykle wykonywać żadnych prac instalacyjnych, a instalatorzy okablowania mogą nie mieć pozwoleń na instalację korytek kablowych. Czasami instalatorzy okablowania mogą instalować korytka kablowe do pewnego rozmiaru lub określonej długości, a wszystkie prace instalacyjne przekraczające te parametry muszą być wykonywane

przez elektryków. Reguły te są definiowane przez układy zbiorowe, które mogą być określane przez związki z różnych branż.

7.2.2 Pozwolenia wykonawcy

W niektórych krajach nie jest wymagane, aby wykonawcy posiadali pozwolenia. W Stanach Zjednoczonych uwarunkowania prawne pozwoleń dotyczących wykonawców różnią się zależnie od stanu. W niektórych stanach numer pozwolenia wykonawcy jest wymagany na wszystkich materiałach reklamowych, wizytówkach i nagłówkach korespondencji. Wykonawcy działający bez wymaganego pozwolenia mogą być ukarani grzywną lub utracić pewne uprawnienia. Na przykład nie mogą wnieść o zastaw, gdy ich klient nie płaci za wykonane usługi.

Wymagania dotyczące pozwoleń obejmują wiedzę techniczną, wiedzę biznesową oraz wiedzę z zakresu stanowego prawa pracy. Wykonawcy są odpowiedzialni za znajomość przepisów dotyczących potrzeby posiadania pozwoleń w określonym stanie lub kraju.

7.3 Sprawdzanie i podpisywanie umów

Po zakończeniu wszystkich negocjacji kontrakt musi być skorygowany, aby odzwierciedlić wszystkie uzgodnione zmiany. Kontrakt musi być dokładnie przejrany przez klienta i wykonawcę. Negocjacje dotyczące kontraktu są ustną formą potwierdzenia precyzyjnego zawarcia wszystkich intencji w dokumencie drukowanym. Jakikolwiek zmiany w kontrakcie w czasie realizacji projektu są często przedstawiane w formie poprawek do kontraktu. Poprawki są uzgadniane i podpisywane przez obie strony — klienta i wykonawcę.

Aby umowa stała się ważna, kontrakt musi być podpisany. Przed podpisaniem kontraktu nie powinno się zamawiać żadnych materiałów ani rozpoczynać prac.

W przypadku często używanych dokumentów, takich jak zamówienia zmieniające, pomocne może się okazać utworzenie szablonu. Szablony takie mogą być przyniesione na miejsce realizacji projektu, a podczas spotkania wstępnego lub przeglądania projektu można wprowadzać do nich informacje.

Jakikolwiek zmiany po rozpoczęciu projektu wymagają pisemnego zamówienia zmieniającego. Nie należy rozpoczynać realizacji żadnych zmian w stosunku do pierwotnego planu jedynie na podstawie ustnych instrukcji. Zamówienia zmieniające wymagające dodatkowej pracy powinny zawierać koszt dodatkowej pracy i materiałów. Jeśli nie jest to możliwe, to w zamówieniu zmieniającym powinno znaleźć się stwierdzenie, że klient zgadza się na zapłatę za dodatkową pracę.

7.4 Planowanie projektu

Etap planowania projektu może się rozpocząć przed podpisaniem formalnego kontraktu. Zbierane są informacje dotyczące konkursu ofert i oszacowań, odnotowywane są specjalne wymagania, przydzielane są zasoby oraz ma miejsce ostateczny przegląd zamówienia RFP, aby była pewność, że zostały uwzględnione wszystkie elementy.

Na etapie planowania powinny zostać podjęte następujące kroki:

- wybór kierownika projektu;
- wybór ekipy na podstawie rozmiaru projektu, wymaganych umiejętności oraz czasu przeznaczanego na jego ukończenie;
- rozpoznanie i zaplanowanie podwykonawców;
- utworzenie harmonogramu dostaw materiałów;
- zagwarantowanie środków usuwania odpadów.

7.4.1 Dostawcy

Dostawcy zwykle są wybierani przez kosztorysanta na podstawie kosztu, dostawy i usługi. W celu określenia całkowitego kosztu materiału kosztorysant postawi następujące pytania :

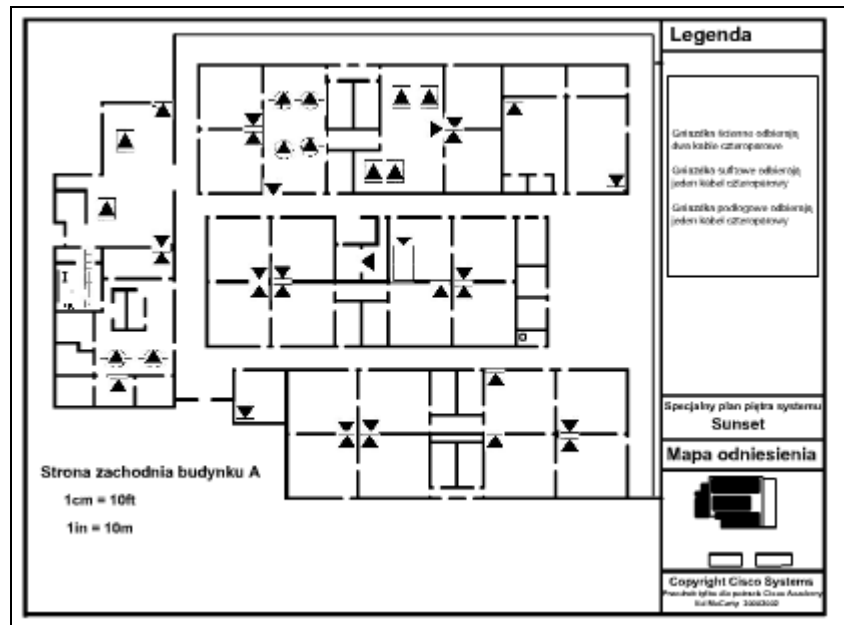
- Czy cena zawiera koszty transportu?
- Czy dostawca w przeszłości dostarczał towar na czas?
- Jakie są warunki dotyczące zwrotów?
- Czy dostawca może na czas dostarczyć logiczne plany okablowania i rysunki inżynierskie?
- Czy dostawca może zapewnić porady i wsparcie techniczne?

7.4.2 Zamawianie materiałów

Po podpisaniu kontraktu należy zamówić materiały od dostawców za pomocą pisemnych zamówień. Zamówienia zakupu powinny zawierać opis materiału, numer części podany przez producenta, ilość, cenę oraz datę i miejsce dostarczenia.

Zasadniczo powinni zostać wybrani dostawcy mogący dostarczyć określone kable i sprzęt po najniższej cenie. Podczas określania najniższej ceny należy uwzględnić koszt transportu. Wycena dostawcy powinna uwzględniać gwarancję, że cena nie ulegnie zmianie przez określony czas. Większość dostawców gwarantuje stałą cenę przez okres przynajmniej trzydziestu dni. Kierownik lub główny wykonawca musi upewnić się, że dążenie do redukcji kosztów nie spowodowało zamówienia żadnych niezatwierdzonych zamienników.

7.5 Dokumentacja końcowa



Rysunek 1 Końcowe schematy budowy systemu

Pokazana na rysunku 2 lista braków jest listą kontrolną dostarczaną wykonawcy przez klienta w momencie, gdy ten pierwszy uzna projekt za zakończony. Lista braków zawiera następujące pozycje:

- elementy niezakończone, takie jak brakujące gniazda czy ciągi kablowe;
- elementy niezadowalające, takie jak kable nieprzymocowane do stelaża drabinowego lub nie działające gniazdko;
- elementy do uprzątnięcia, takie jak gruz zostawiony na korytarzu.

Elementy te muszą zostać poprawione przed końcową akceptacją i zatwierdzeniem projektu. Po ukończeniu zadań z listy braków powinna zostać dokonana płatność.

Ćwiczenie 1: Badanie rodzajów zakończeń

Cele

- Przegląd standardów okablowania T568A, T568B oraz RJ-45 USOC.
- Zakończenie końcówek kabla kategorii 5e.

Wprowadzenie i przygotowanie

Technika zakańczania skrętki została wprowadzona przez firmę Bell Telephone. W technice tej, zwanej Bell Telephone USOC (ang. *Universal Service Order Code*), przewody są logicznie zorganizowane we wtyczce modułowej. Zasadniczo pierwsza para jest podłączana do dwóch środkowych styków, zaś pozostałe pary są podłączane od lewej do prawej po rozdzieleniu każdej z nich wzdłuż środka wtyczki. Takie łączenie jest odpowiednie dla technik transmisji głosu, lecz w przypadku transmisji danych może powodować problemy, gdyż rozdzielenie przewodów w parach wywołuje przesłuch. Z tego powodu powstały standardy okablowania T568A i T568B. W tych wzorcach okablowania przewody każdej pary pozostają razem, poprawiając wydajność kabla.

W ćwiczeniu tym do nauki identyfikacji, przygotowania i zakańczania kabla kategorii 5e będą wykorzystane dwa najpopularniejsze schematy okablowania opisane w standardach ANSI/TIA/EIA T568A i T568B.

Praca przebiega w grupach od dwóch do czterech osób. Każda z grup będzie potrzebowała czterech kabli kategorii 5e, każdy o długości co najmniej 1 m. Potrzebne będą:

- 4–5 m kabla kategorii 5e,
- wtyczki modułowe typu Pan-Plug,
- narzędzie do zaciskania wtyczek typu Pan-Plug,
- kleszcze do zdejmowania izolacji,
- nożyczki,
- narzędzie do cięcia kabli,
- narzędzie do przygotowywania przewodów,
- okulary ochronne,
- miernik okablowania Fluke 620 lub urządzenie Fluke LinkRunner.

Opcjonalnie: schemat okablowania USOC.

Adresy URL

<http://www.panduit.com/>

Bezpieczeństwo

Podczas wykonywania tego ćwiczenia należy mieć cały czas założone okulary ochronne.

Krok 1 Usunięcie izolacji kabla

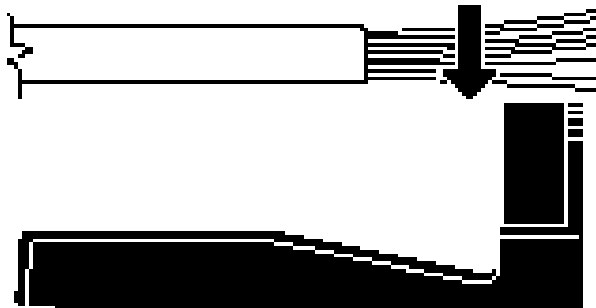
- a. Za pomocą linijki odmierzasz 8 cm od końca kabla. Zrób w tym miejscu znak na kablu.
- b. Za pomocą kleszczy do zdejmowania izolacji ostrożnie natnij zewnętrzną izolację kabla, nie przecinając go całkowicie aż do przewodów. Odetnij izolację możliwie najbliżej zaznaczonej długości i usuń ją.

Nie natnij żadnego z izolatorów.

Uwaga: Zwróć uwagę, że kleszcze do zdejmowania izolacji mają minimalny i maksymalny kierunek nacięcia. Zastosuj minimalny kierunek nacięcia. Nie wykonuj kleszczami więcej niż dwóch pełnych obrotów.

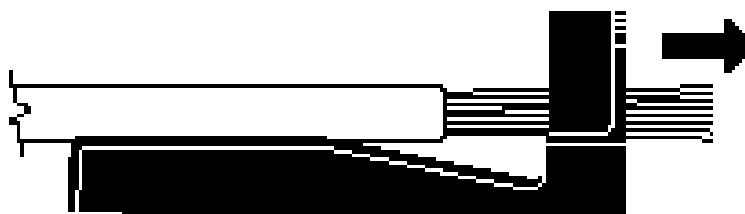
Krok 2 Rozłożenie czterech par w wachlarz

- a. Rozkręć każdą z par kabla. Uważaj, by nie rozkręcić więcej kabla niż jest wymagane, gdyż skrócenie zapewnia redukcję szumu.
- b. Dla ułatwienia identyfikacji pozostaw poszczególne pary zgrupowane razem. Jest to pomocne, gdyż niektóre przewody jednobarwne mogą nie mieć widocznych kolorów i mogą się wydawać litymi przewodami.

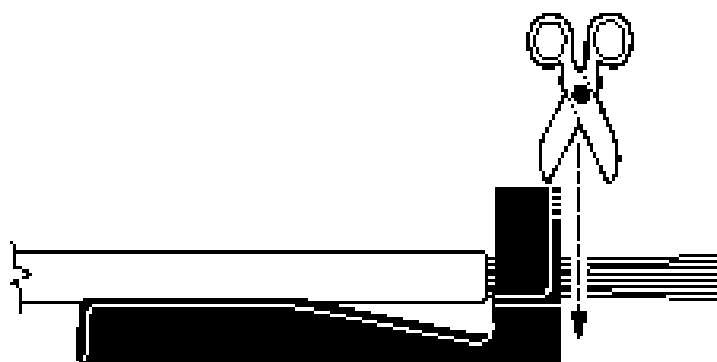


- c. Wykorzystując schemat okablowania T568A lub T568B, włóż poszczególne przewody w odpowiedniej kolejności do narzędzia do przygotowywania przewodów.

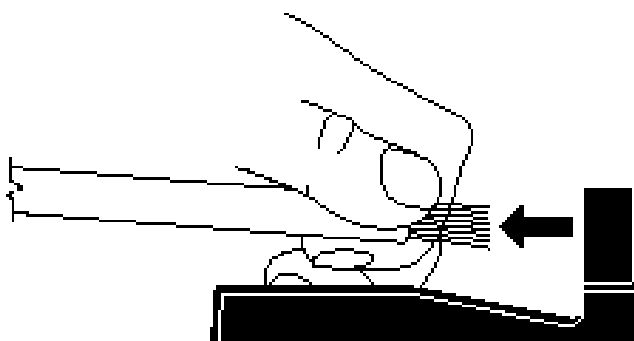
Uwaga: Wierzchołek strzałki na powyższym schemacie wskazuje styk 1 i styk 2, biało-pomarańczowy i pomarańczowy.



- d. Pociągnij przewody, aż koszulka kabla znajdzie się w gnieździe podtrzymującym przewody.



- e. Przytnij równo przewody za pomocą narzędzia do cięcia kabli.

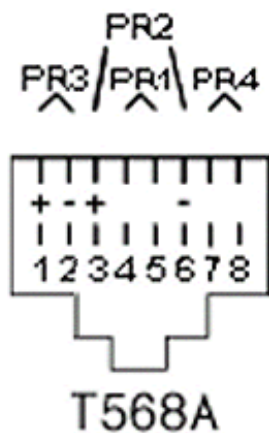


- f. Wyjmij kabel z gniazda podtrzymującego, przytrzymując przewody w tym samym położeniu za pomocą kciuka i palca wskazującego umieszczonych na końcu zewnętrznej koszulki kabla.

Krok 3 Zakończenie wtyczką według standardu okablowania T568A

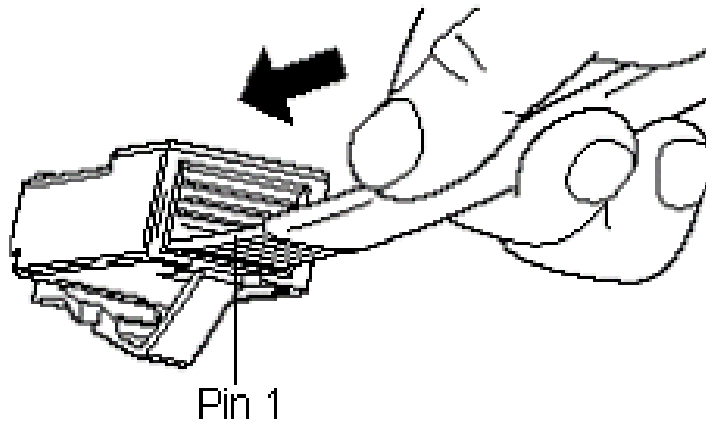
Schemat T568A

Nr styku	Nr pary	Funkcja	Kolor przewodu
1	3	Nadawanie	Biało-zielony
2	3	Nadawanie	Zielony
3	2	Odbiór	Biało-pomarańczowy
4	1	Nie używany	Niebieski
5	1	Nie używany	Biało-niebieski
6	2	Odbiór	Pomarańczowy
7	4	Nie używany	Biało-brązowy
8	4	Nie używany	Brązowy

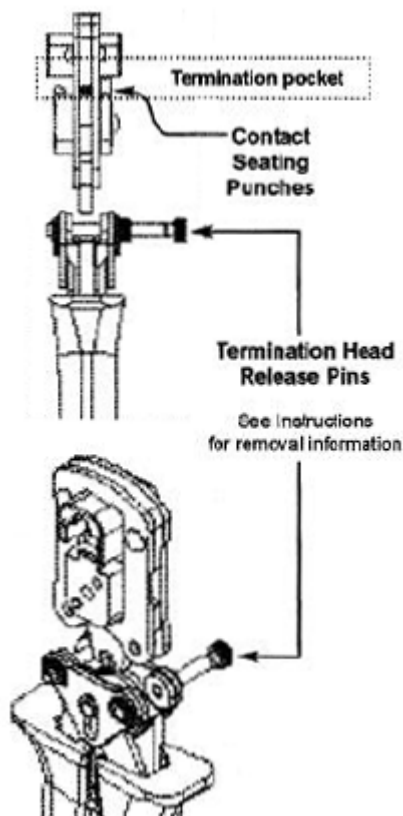


Uwaga: Przedstawiono tu schemat złącza RJ-45. Należy zauważyć, że wtyczka pasuje, gdy jej ząbek jest skierowany w stronę dolnej części złącza. Ustawienie wtyczki z zębkiem skierowanym od instalatora podczas wkładania przewodów zapewni ułożenie styków 1 i 2 kolejno od lewej strony aż do styku 8 po prawej stronie.

- Zakończ jedną stronę kabla zgodnie ze standardem T568A.



- b. Przy wkładaniu przewodów naciskaj lekko ku dołowi. Przyciskaj lekko, aż zostaną one w pełni włożone i znajdą się pod stykami u góry wtyczki.



Wkładaj wtyczkę do zaciskarki, aż usłyszysz kliknięcie.

- c. Zakończ zaciskanie przez całkowite zamknięcie uchwytów, a następnie ich zwolnienie.

Krok 4 Zakończenie wtyczką według standardu okablowania T568B

- a. Powtórz kroki od 1 do 3.

Standard T568B

Nr styku	Nr pary	Funkcja	Kolor przewodu
1	2	Nadawanie	Biało-pomarańczowy
2	2	Nadawanie	Pomarańczowy
3	3	Odbiór	Biało-zielony
4	1	Nie używany	Niebieski
5	1	Nie używany	Biało-niebieski
6	3	Odbiór	Zielony
7	4	Nie używany	Biało-brązowy
8	4	Nie używany	Brązowy



- b. Po zakończeniu obu końców kabla poproś członka zespołu o sprawdzenie, czy wtyczki zostały założone poprawnie i zgodnie ze standardami okablowania.

Krok 5 Wybór standardu okablowania

- a. Podejmując decyzję co do wyboru standardu okablowania, postaw następujące pytania:
- Czy specyfikacja prac wymaga konkretnego standardu okablowania?
 - Czy został on już ustalony przez istniejące okablowanie?
 - Czy standard nowego okablowania jest dopasowany do istniejącego okablowania?

- Czy klient określił standard okablowania?
 - Czy do prac został już zakupiony panel połączeniowy? Jeśli tak, będzie to prawdopodobnie jeden ze standardów T568A lub T568B. Złącza powinny być podłączone na podstawie tego samego standardu co panele połączeniowe.
- b. Jeśli żaden z wymienionych czynników nie ma miejsca, może zostać zastosowany standard T568A lub T568B. Ważne jest zapewnienie jednolitego standardu okablowania złączy stacji roboczych i paneli połączeniowych. W Stanach Zjednoczonych standard T568B jest powszechnie używany w instalacjach komercyjnych, podczas gdy standard T568A — w instalacjach mieszkalnych.

Krok 6 Testowanie

- a. Za pomocą miernika Fluke 620 lub LinkRunner przetestuj instalację złącza.

Jakie są wyniki testu?

- b. Czy wyniki są dokładnie takie same dla drugiego złącza?

- c. Na jakiej podstawie tak sądzisz?

Krok 7 Czynności porządkowe

Upewnij się, że wszystkie narzędzia zostały właściwie schowane, a wszystkie śmieci i gruz usunięte z obszaru roboczego.

Schemat standardu RJ-45 USOC

Nr styku	Nr pary	Kolor przewodu
1	4	Biało-brązowy
2	3	Zielony
3	2	Biało-pomarańczowy
4	1	Niebieski
5	1	Biało-niebieski
6	2	Pomarańczowy
7	3	Biało-zielony
8	4	Brązowy

Standard USOC jest starym standardem używanym dla okablowania służącego do transmisji głosu. Dla telefonów z jedną lub dwiema liniami, które wykorzystują styki 4/5 i 3/6, standardy T568A lub T568B będą działać równie dobrze jak standard USOC. Jednakże w przypadku styków 1/2 i 3/6 sieci Ethernet połączenia w standardzie USOC nie będą działały. Karty sieciowe Ethernet nadające na stykach 1/2 nie będą funkcjonowały, gdyż do styku 1/2 nie jest podłączona para przewodów, przewody nie są tego samego koloru i nie są ze sobą skręcone. Kod USOC nie jest uwzględniony w standardach, jest on jednak powszechny w zakończeniach obwodów T1.

Ćwiczenie 2: Zakończenie kabla kategorii 5e w panelu połączeniowym kategorii 5e

Cele

- Zakończenie kabla kategorii 5e w panelu połączeniowym kategorii 5e.
- Nauka posługiwania się wciskarką typu 110.
- Nauka posługiwania się kleszczami do zdejmowania izolacji.

Wprowadzenie i przygotowanie

Panel połączeniowy kategorii 5e jest urządzeniem służącym do kończenia biegu przewodów w położonym centralnie miejscu. Kable z lokalnych sieci danych i głosowych są zgrupowane w jednym panelu połączeniowym, zaś kable z zewnątrz są zebrane w osobnym panelu. Te dwa panele umożliwiają połączenie dwóch zestawów kabli zapewniające łączność między obszarem na zewnątrz budynku a komputerami na stanowiskach roboczych. Taki system zarządzania kablami umożliwia ich łatwe porządkowanie i szybkie zmiany.

W tym ćwiczeniu kabel kategorii 5e zostanie zakończony w panelu połączeniowym. Drugi koniec kabla zostanie zakończony w bloku połączeniowym typu 110.

Instruktor lub asystent opisze w górnej części niniejszego arkusza miejsce wciśnięcia kabla dla każdego uczestnika kursu, wskazując stelaż, rząd i pozycję w panelu połączeniowym. Praca przebiega w grupach od dwóch do czterech osób. Potrzebne będą:

- panel połączeniowy kategorii 5e,
- 1,2 m kabla UTP kategorii 5e,
- kleszcze do zdejmowania izolacji,
- narzędzie do cięcia kabli,
- narzędzie udarowe z ostrzem typu 110,
- zaciski typu C4,
- kabel przejściowy 110 na RJ-45,
- miernik Fluke 620 lub LinkRunner,
- okulary ochronne.

Adres URL

<http://www.panduit.com>

Bezpieczeństwo

Podczas wciskania przewodów zawsze należy pamiętać o zakładaniu okularów ochronnych. Aby uniknąć przypadkowych skaleczeń, należy być zawsze świadomym wykonywanego zadania.

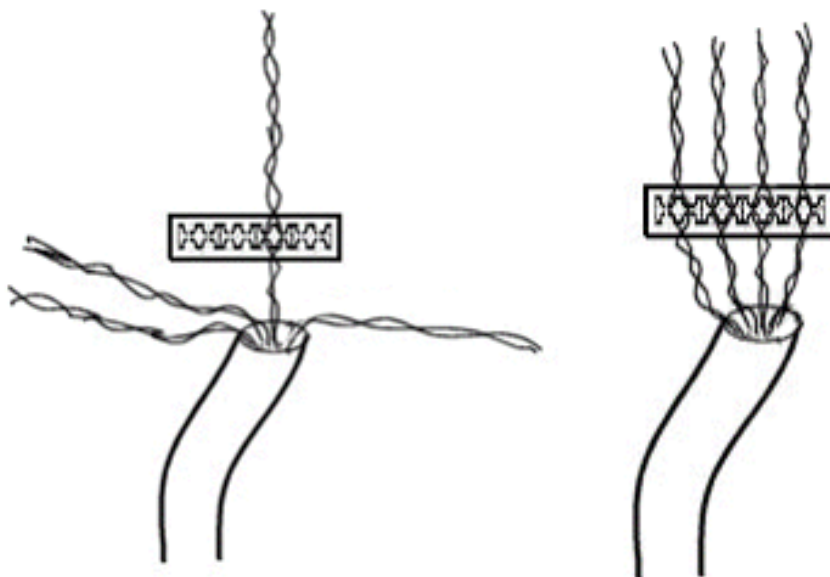
Krok 1 Przygotowanie kabla

Usuń ilość izolacji wystarczającą do zakończenia kabla w panelu połączeniowym.

Krok 2 Włożenie przewodów

- a. Rozłóż pary w wachlarz bez rozkręcania pojedynczych przewodów.
- b. Zastosuj się do etykiety z tyłu panelu połączeniowego. Kable będą zakończone według standardu T568B.
- c. Upewnij się, że za punktem zakończenia pozostało 8–10 cm dodatkowego przewodu i rozkręć kolorowe końce. Końcówka jednokolorowa powinna być umieszczona po lewej stronie, zaś końcówka dwukolorowa po prawej. Zapewni to skręcenie przewodów aż do punktu zakończenia. Bardzo ważne jest, aby przewody pozostały skręcone możliwie ściśle aż do punktu zakończenia.

Uwaga: Maksymalna długość rozkręconego fragmentu kabla kategorii 5e wynosi 1 cm.



- d. Aby zapewnić profesjonalny wygląd zakończenia kabla, najlepiej jest zacząć wkładanie przewodów od par środkowych i posuwać się w kierunku zewnętrznych punktów końcowych. Zapewni to

zewnątrznym parom przewodów najmniejsze oraz równomierne odsłonięcie.

Krok 3 Wciskanie

Uwaga: Jeśli panel połączeniowy zostanie zbyt mocno wciśnięty, może dojść do uszkodzenia wewnętrznych obwodów drukowanych. Do tego typu prac powinno być używane jedynie jednoparowe narzędzie udarowe z ostrzem typu 110. Narzędzie udarowe powinno być ustawione w pozycji „lo”. Podczas zakańczania w panelu połączeniowym nigdy nie należy używać wciskarki umożliwiającej jednoczesne zaciśnięcie wielu par przewodów.

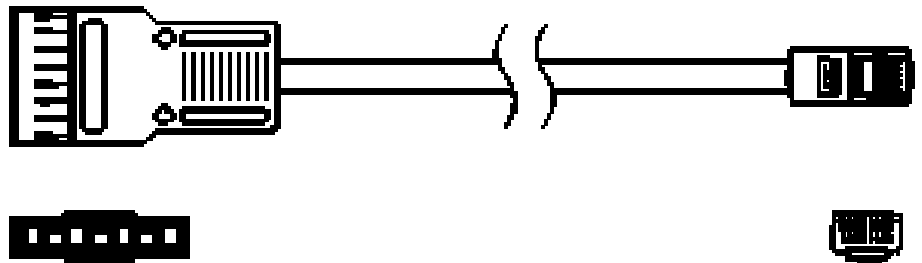
- a. Ustaw narzędzie udarowe nad przewodem z ostrzem zwróconym w kierunku końca przewodu i mocno naciśnij aż do zatrzaśnięcia. Nie uderzaj narzędzia ręką w celu wciśnięcia przewodów. W przypadku narzędzia udarowego ustawionego w pozycji „lo” może być konieczne dwu- lub trzykrotne zaciśnięcie przewodów, aby zapewnić właściwe zakończenie.
- b. Powtórz kroki 2 i 3 dla drugiego przewodu. Usuń delikatnie nadmiar przewodu.
- c. Powtórz ten krok dla każdej pary przewodów.

Krok 4 Panel typu 110

- a. Zdejmij izolację na długości 7,5 cm z drugiego końca kabla i zakończ go w wyznaczonym rzędzie i pozycji bloku połączeniowego typu 110 AA lub BB-5. Blok ten znajduje się na stelażu transmisyjnym.
- b. Za pomocą wieloparowego narzędzia do zakańczania zainstaluj zacisk C4 na kablu kategorii 5e.

Krok 5 Kabel przejściowy RJ-45 na 110

- a. Kabel przejściowy RJ-45 na 110 to kabel mający na jednym końcu złącze typu RJ-45, a na drugim końcu wtyczkę do panelu 110.



- b. Czy test tego kabla wykaże, że jest to kabel prosty, czy z przeplotem?

- c. Wytłumacz, dlaczego.

- d. Podłącz przejściówkę do zainstalowanego zacisku C4. Za pomocą miernika Fluke 620 lub LinkRunner przetestuj kabel pomiędzy panelem połączeniowym a blokiem połączeniowym typu 110.

- e. Jakie są wyniki testu?

- f. Czy założenia początkowe były poprawne?

Krok 6 Czynności porządkowe

Upewnij się, że wszystkie narzędzia zostały właściwie schowane.
Usuń wszystkie śmieci i gruz.

Ćwiczenie 3: Sposób stosowania narzędzi i bezpieczeństwo użytkowania

Cele

- Identyfikacja narzędzi używanych do instalacji okablowania.
- Zapoznanie się z narzędziami używanymi do instalacji okablowania i ich obsługą.

Wprowadzenie i przygotowanie

Typ instalowanego okablowania determinuje narzędzia potrzebne do pracy. Do poprawnej i bezpiecznej instalacji okablowania wymagane są właściwe narzędzia. Mimo że nie każde narzędzie będzie wykorzystywane podczas każdej instalacji okablowania, ważna jest znajomość większości narzędzi i materiałów, które mogą być użyte do zapewnienia dobrej jakości instalacji i ukończenia prac w sposób bezpieczny i terminowy.

Bezpieczeństwo jest ważnym czynnikiem w każdym zadaniu. Kwestią krytyczną jest przedsięwzięcie środków ostrożności zapewniających bezpieczne wykonanie pracy. Znajomość sposobu używania narzędzi jest pomocna w zapobieganiu urazom.

Celem tego ćwiczenia jest identyfikacja powszechnie używanych narzędzi i materiałów, które mogą być użyte w pracach instalacyjnych okablowania, oraz poznanie sposobów ich bezpiecznego używania. Pamiętaj, że nazwy niektórych narzędzi mogą być różne w różnych regionach i krajach, a instalatorzy często nazywają je w sposób potoczny. Praca przebiega w grupach od dwóch do czterech osób.

Ostrzeżenie: W czasie tego ćwiczenia MUSI być obecny instruktor. Niektóre z narzędzi prezentowanych w czasie tego ćwiczenia są niebezpieczne. Przed użyciem każdego narzędzia należy zapoznać się z opisującą je sekcją ćwiczenia. Każda z sekcji zawiera krótki opis działania każdego z narzędzi oraz przegląd koniecznych środków bezpieczeństwa.

Potrzebne będą:

- narzędzia tnące,
- narzędzia do zakańczania.

Adresy URL

<http://siri.uvm.edu/ppt/handsafe/handsafety.ppt>

Krok 1 Narzędzia tnące

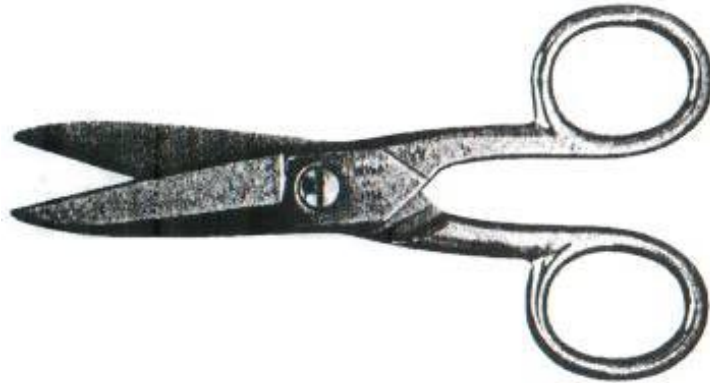
Weź do ręki każde z wymienionych narzędzi. Zasymuluj sposób ich używania w warunkach roboczych.

Kleszcze do zdejmowania izolacji Panduit



Kleszcze Panduit do zdejmowania izolacji służą do usuwania zewnętrznej osłonki kabla kategorii 5e i cienkiego kabla koncentrycznego. Narzędzie jest rozwierane w celu schowania ostrza. Po włożeniu kabla do otworu instalator zwalnia ostrze. Dokonywany jest jeden obrót wokół kabla. Obrót należy wykonać zgodnie z ruchem wskazówek zegara dla kabli o cieńszych koszulkach zewnętrznych, zaś w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara dla kabli o grubszych koszulkach zewnętrznych. Następnie narzędzie jest rozkładane i zdejmowane. Nie należy używać narzędzia do zdejmowania koszulki zewnętrznej. Przeciągnięcie narzędzia wzdłuż nieizolowanych przewodów może spowodować ich przecięcie i uszkodzenie. Koszulka zewnętrzna może teraz zostać bez trudu ściągnięta. Z uwagi na to, że jest to narzędzie tnące, podczas jego używania powinny być założone okulary ochronne.

Nożyczki elektryka



Nożyczki elektryka w trakcie realizacji projektu instalacyjnego mogą być stosowane do cięcia kabla kategorii 5e i różnych innych przewodów. Na jednym z ostrzy znajdują się dwa nacięcia. Służą one do zdejmowania izolacji z pojedynczych przewodów. Nożyczki mogą być również użyte do nacinania zewnętrznych koszulek kabla. Podobnie jak w przypadku innych narzędzi tnących, należy uważać, żeby nie przykleszczyć palców uchwytami lub ich nie skaleczyć. Podczas używania nożyczek należy zawsze zakładać okulary ochronne.

Narzędzie do cięcia kabli Panduit



- a. Narzędzie do cięcia kabli Panduit służy do obcinania nadmiarowych odcinków przewodów podczas instalowania złącza TX Mini-Jack. Narzędzie obcina przewody miedziane równo z końcówką. Narzędzie do cięcia kabli nie powinno być używane do obcinania kabli kategorii 5e. Jest ono przeznaczone wyłącznie do cięcia pojedynczych par kabli. Narzędzie to jest bardzo ostre i podczas jego używania należy zachować ostrożność. Należy również pamiętać o ostrych końcówkach ostrzy. Podobnie jak w przypadku wszystkich narzędzi tnących, w trakcie korzystania z tego narzędzia należy założyć okulary ochronne.

- b. Ile razy trzeba obrócić kleszcze do zdejmowania izolacji, aby usunąć koszulkę ochronną kabla?

- c. Które narzędzia tnące wymagają założenia okularów ochronnych?

Krok 2 Narzędzia do zakańczania

Weź do ręki każde z wymienionych narzędzi. Zasymuluj sposób ich używania w warunkach roboczych.

Jednoparowa wciskarka Panduit



Wciskarka jednoparowa służy do zakańczania par przewodów w blokach zakończeniowych i na tylnych ścianach paneli połączeniowych. W narzędziu można stosować ostrza ze wszystkich popularnych paneli zakończeniowych oraz gniazdek. Narzędzie wykorzystywane w ćwiczeniu jest przystosowane do zakańczania par kabla w bloku typu 100. Końcówkę narzędzia można odwrócić. Z jednej strony ma ona ostrze tnące. W tej konfiguracji narzędzie za jednym ruchem zaciska przewody i odcina ich nadmiar. Druga strona końcówki służy do zaciskania bez odcinania. Strona tnąca jest oznaczona na części głównej narzędzia. Ostrze jest wyjmowane poprzez jego przekręcenie w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara i wysunięcie z narzędzia. Aby założyć ostrze, włóż je do narzędzia i obróć zgodnie z ruchem wskazówek zegara. Podczas używania tego narzędzia lub wymiany ostrzy należy zachować ostrożność, ponieważ małe ostrze na końcu może spowodować skaleczenie.

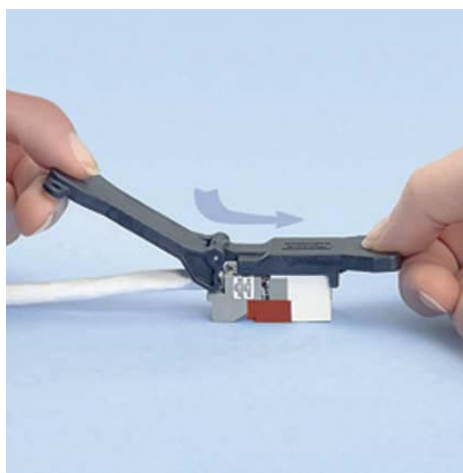
Przewód jest wkładany do szczeliny w panelu zakończeniowym. Weź narzędzie do ręki za uchwyt. Trzymając narzędzie prostopadłe do bloku, przyciśnij ostrze do szczeliny, w której umieszczony jest przewód. Jest to narzędzie udarowe. W trakcie naciskania uchwytu wzrasta naprężenie sprężyny aż do zatrzaśnięcia narzędzia i uwolnienia energii ściśniętej sprężyny. Przewód jest całkowicie umieszczony na swojej pozycji, a nadmiar przewodu zostaje obcięty. Narzędzie pozwala na regulację siły uderzenia.

Wieloparowa wciskarka Panduit



Wciskarka wieloparowa służy do umieszczania przewodów w łączówkach typu 110. Narzędzie może jednocześnie wcisnąć i obciąć pięć par przewodów. Narzędzie jest również używane do jednoczesnego zakańczania trzech, czterech lub pięciu par przewodników poprzez umieszczenie na nich zacisku typu C po ich włożeniu. Wciskarka wieloparowa jest wyposażona w dwustronne i wymienne ostrza. Przekręcenie głowicy narzędzia powoduje zwolnienie zaczepu i umożliwia jej zdjęcie. Ostrza można wysunąć z boku głowicy. Ostrza mogą zostać założone w kierunku do przodu, co umożliwia cięcie lub skierowane do tyłu w celu umieszczania zacisków typu C. Z tym narzędziem należy obchodzić się bardzo ostrożnie, gdyż liczne, małe ostrza mogą spowodować skaleczenia. Jest ono używane w sposób podobny do wciskarki jednoparowej. W blok wkłada się wiele par przewodów, nad parami ustawia się narzędzie, a instalator naciska na nie, aż zostanie uwolniona energia sprężyny i wywoła mocne uderzenie. Jest to narzędzie silnie uderowe i nie nadaje się do używania z tyłu paneli połączeniowych.

Narzędzie do zakańczania złączy TX Mini-Jack



- a. Narzędzie do zakańczania złączy TX Mini-Jack służy do wciśnięcia końcówki na złącze TX Mini-Jack. Narzędzie

zakończające zapewnia właściwą i jednolitą instalację końcówki w złączu w złączu.

- b. Opisz różnice pomiędzy dwoma końcami ostrzy wciskarki typu 110.

- c. Jak jest wyjmowane ostrze ze wciskarki wieloparowej?

- d. Jak jest wyjmowane ostrze ze wciskarki typu 110?

- e. Dlaczego wciskarka wieloparowa ma dwustronne ostrze?

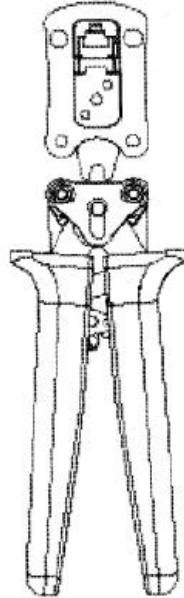
- f. Dlaczego wciskarka typu 110 ma dwustronne ostrze?

- g. Jakiego narzędzia należy użyć do zakończenia złącza Mini-Jack?

- h. Czy wciskarka wieloparowa może być używana z tyłu panelu połączeniowego? Dlaczego tak sądzisz?

Krok 3 Narzędzia do zaciskania

Narzędzie do zaciskania złączy RJ-45 Panduit



- a. Narzędzie do zaciskania wtyczek RJ-45 jest używane do instalowania wtyczek RJ-45 na końcu kabla. Przewody są wkładane do złącza zgodnie z odpowiednimi kodami kolorów. Wtyczka jest wkładana do narzędzia aż do zatrzaśnięcia. Uchwyty narzędzia są całkowicie ściskane aż do ich zwolnienia. Jest to narzędzie z mechanizmem zapadkowym, tak więc uchwyty nie wrócą do pozycji pełnego otwarcia, dopóki narzędzie nie zostanie zamknięte do końca. Nie należy wkładać palców do otwartych szczęk narzędzia. Pomiędzy uchwytami narzędzia znajduje się dźwignia zwalniająca, która umożliwia otwarcie szczęk bez ich całkowitego zaciśnięcia. Funkcja ta ma na celu zapewnienie bezpieczeństwa użytkownika urządzenia.
- b. Jakie są dwa sposoby otwarcia narzędzia do zaciskania złączy RJ-45?

Ćwiczenie 4: Identyfikowanie kabli

Cele

- Identyfikacja różnych typów kabli stosowanych w trakcie tego kursu.

Wprowadzenie i przygotowanie

Do rozróżniania klas skrętek używane jest pojęcie kategorii. Każda klasa jest rozpoznawana po liczbie przewodów w kablu, liczbie skrętów przewodów i możliwej do osiągnięcia szybkości transmisji danych. W ćwiczeniu zostanie zidentyfikowanych kilka kategorii kabli miedzianych.

Instruktor lub asystent przygotowuje 0,3 m – 0,6 m każdego z wymienionych poniżej rodzajów kabli. Z jednego końca kabla na długości 15 cm należy zdjąć zewnętrzną osłonkę, tak by można było obejrzeć budowę kabla.

Należy zwrócić uwagę, że narzędzia do zdejmowania izolacji są wyposażone w ostrza od najmniejszego do największego. Aby nie naciąć żadnego z przewodów, należy użyć ostrza najmniejszego. Aby zapobiec nacięciu przewodów, należy upewnić się, że za pomocą narzędzia do zdejmowania izolacji wykonywane są maksymalnie dwa pełne obroty. Praca przebiega w grupach od czterech do pięciu osób. Potrzebne będą:

- kabel UTP kategorii 5e z przewodami linkowymi,
- kabel UTP kategorii 5e z przewodami o litym rdzeniu,
- kabel UTP kategorii 6 z przewodami linkowymi,
- kabel UTP kategorii 6 z przewodami o litym rdzeniu,
- narzędzie do zdejmowania izolacji,
- taśma miernicza.

Adres URL

<http://www.panduit.com>

Krok 1 Badanie kabla UTP kategorii 5e z przewodami o litym rdzeniu

- a. Wybierz kabel kategorii 5e z przewodami o rdzeniu litym, kierując się oględzinami koszulki zewnętrznej kabla. Identyfikuj typ kabla.
- b. Jakie jest oznaczenie na tym kablu?

- c. Zbadaj wewnętrzną strukturę kabla.

- d. Ile jest par zawartych w tym kablu?

- e. Co pomaga w identyfikacji poszczególnych przewodów?

- f. Zbadaj pojedyncze przewody.
- g. Ile żył miedzianych znajduje się wewnątrz każdego przewodu?

Krok 2 Badanie kabla UTP kategorii 5e z przewodami linkowymi

- a. Wybierz linkowy kabel UTP kategorii 5e.
- b. Czy koszulka zewnętrzna różni się od tej z kabla UTP kategorii 5e z przewodami o rdzeniu litym?

- c. Jakie jest oznaczenie na tym kablu?

- d. Zbadaj wewnętrzną budowę kabla.
- e. Czym się on różni od kabla UTP kategorii 5e z przewodami o rdzeniu litym?

- f. Ile żył miedzianych znajduje się wewnątrz każdego przewodu?

Krok 3 Badanie kabla kategorii 6 z przewodami o litym rdzeniu

- a. Wybierz kabel UTP kategorii 6 z litymi przewodami. Obejrzyj kabel starannie i zwróć uwagę, że koszulka zewnętrzna kabla identyfikuje jego typ.
- b. Jakie jest oznaczenie na tym kablu?

- c. Zbadaj wewnętrzną budowę kabla.
- d. Czym się on różni od kabla UTP kategorii 5e? _____
- e. Ile żył miedzianych znajduje się wewnątrz każdego przewodu?

Krok 4 Badanie linkowego kabla UTP kategorii 6

- a. Wybierz linkowy kabel UTP kategorii 6.
- b. Jakie jest oznaczenie na tym kablu?

- c. Zbadaj wewnętrzną budowę kabla.

- d. Ile jest par zawartych w tym kablu?

- e. Czym się on różni od kabla UTP kategorii 5e? _____
- f. Ile żył miedzianych znajduje się wewnątrz każdego przewodu?

Krok 5 Wykonaj następujące polecenia

- a. Opisz różnice pomiędzy kablami linkowymi a kablami o litym rdzeniu.

- b. Opisz różnice między kablami kategorii 5e i kategorii 6.

Ćwiczenie 5: Zakończenie kabla kategorii 5e za pomocą złącza

Cele

- Ćwiczenie prawidłowych procedur bezpieczeństwa podczas używania narzędzi służących do instalacji okablowania.
- Zastosowanie standardu T568B podczas zakańczania kabla kategorii 5e na złączu modułowym w modułowym panelu połączeniowym.

Wprowadzenie i przygotowanie

Złącza stosuje się do zakańczania kabli kategorii 5e. Aby umożliwić zakończenie kabla takim samym modułem Mini-Jack, jaki jest używany w gniazdkach ściennych, gniazdka modułowe mogą być zainstalowane w modułowych panelach połączeniowych, .

Aby zapewnić łączność w infrastrukturze systemu okablowania strukturalnego, instalator musi umieć wykonać zakończenie kabla kategorii 5e za pomocą złącza.

Podczas tego ćwiczenia każdy członek grupy zakończy jeden koniec kabla kategorii 5e złączem RJ-45 Mini-Jack i wkłada go do panelu połączeniowego. Praca przebiega w grupach dwuosobowych.

Potrzebne będą:

- dwa złącza RJ-45 Mini-Jack,
- 60 cm kabla UTP kategorii 5e z rdzeniem litym,
- okulary ochronne,
- kleszcze do zdejmowania izolacji,
- narzędzie do zakańczania modułowym złączem Mini-Jack,
- niezmywalny pisak,
- narzędzie do cięcia kabli,
- nożyczki elektryka,
- miernik Fluke 620 lub LinkRunner.

Adres URL

<http://www.panduit.com>

Bezpieczeństwo

Podczas całego ćwiczenia należy mieć założone okulary ochronne lub gogle.

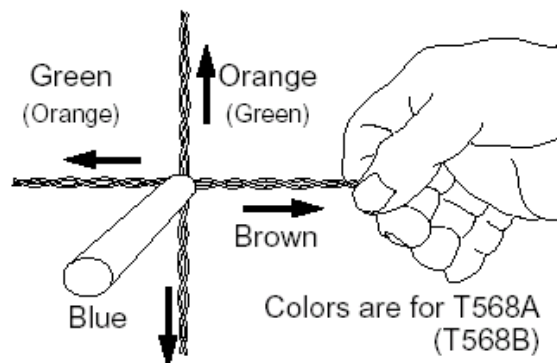
Krok 1 Oznaczenie kabla

Umieść etykietę na kablu w odległości około 15 cm od końca. Identyfikator każdego kabla musi być unikalny. W ramach tego ćwiczenia każdy uczestnik kursu powinien za pomocą niezmywalnego pisaka oznaczyć swoim imieniem zakańczany przez siebie koniec kabla. Po imieniu powinno wystąpić oznaczenie pp1 (panel połączeniowy 1) oraz numer portu panelu połączeniowego, do którego uczestnik kursu włoży złącze.

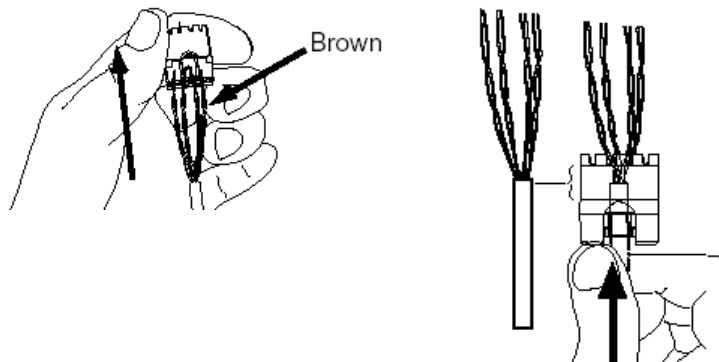
Krok 2 Usunięcie osłonki

Teraz, gdy kabel ma odpowiednią długość i unikalną etykietę, usuń zewnętrzną osłonkę, nie uszkodzając przewodów. Za pomocą kleszczy do zdejmowania izolacji wykonaj nacięcie wokół izolacji kabla w odległości około 5 cm od jego końca. Jeśli w miejscu usunięcia koszulki zewnętrznej kabla na przewodach będzie widać miedzianą powierzchnię przewodnika, odetnij koniec kabla i usuń ponownie 5 cm koszulki zewnętrznej. Jeśli zajdzie taka potrzeba, powtórz proces oznaczania kabla.

Krok 3 Przygotowanie kabla i złącza

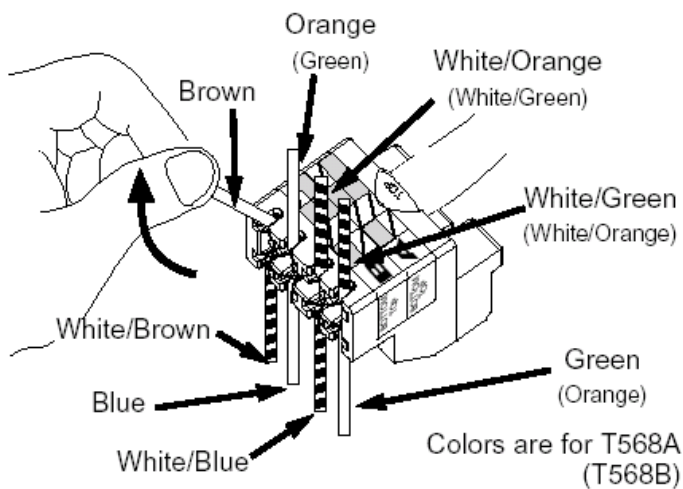


- a. Oddziel poszczególne skręcone pary bez rozkręcania przewodów poszczególnych par. Naciągnij pary przewodów tak, aby ustawić je na odpowiadających im pozycjach. Podczas zakańczania złącza zastosuj standard okablowania T568B.

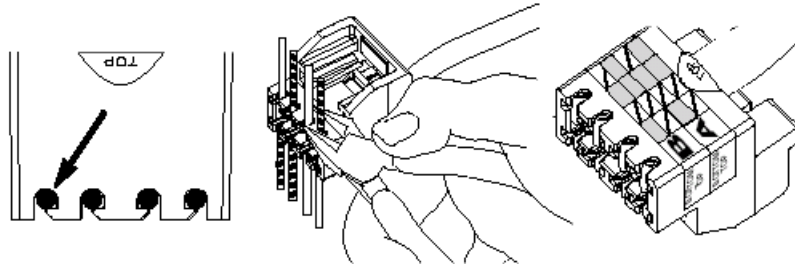


b. Zbierz skrócone pary i włóż je do nasadki.

Naciskaj zewnętrzną koszulkę kabla, aż jej koniec zostanie umieszczony pod etykietą

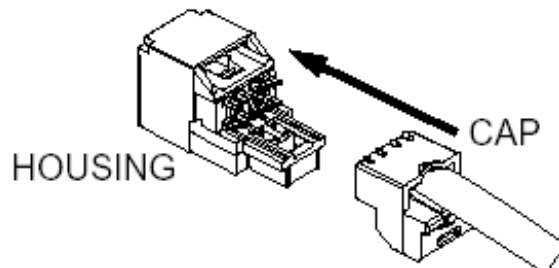


- c. Rozkręć pary pojedynczo, zaczynając od par zewnętrznych, a następnie umieść je w odpowiednich szczelinach. Jest bardzo ważne, by każdą parę rozkręcić tylko na tyle, ile jest wymagane do umieszczenia przewodów w odpowiednich szczelinach.

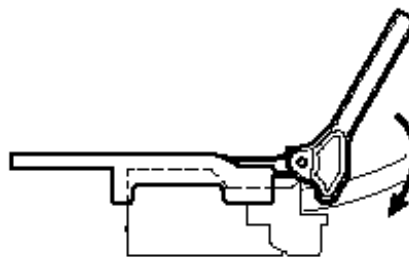


- d. Za pomocą narzędzia do cięcia kabli przytnij każdy przewód równo z nasadką. Upewnij się, że każdy z przewodów jest nadal osadzony w swojej szczelinie.

Krok 4 Zakończenie kabla



- a. Wsuń przednią część złącza Mini-Jack do mocowania, upewniając się, że jest umieszczona prosto.



- b. Za pomocą narzędzia Mini-Jack ściśnij obie części razem aż do zatrzaśnięcia. Kabel został zakończony. Z tyłu panelu włóż moduł złącza w wolną pozycję modułowego panelu połączeniowego.

Krok 6 Zakończenie drugiego końca kabla

Zainstaluj drugi moduł Mini-Jack, wykonując zakończenie kabla zgodnie ze standardem T568B, i włóż to złącze do właściwego portu panelu połączeniowego.

Krok 7 Testowanie

- a. Za pomocą miernika Fluke 620 lub LinkRunner przetestuj instalację złącza.
- b. Jakie są wyniki testu?

- c. Czy wyniki są dokładnie takie same dla drugiego złącza?

- d. Dlaczego tak sądzisz?

Krok 8 Czynności porządkowe

Upewnij się, że wszystkie narzędzia zostały właściwie schowane, a wszystkie śmieci i gruz usunięte z obszaru roboczego.

Ćwiczenie 6: Zakończenie kabla kategorii 6 za pomocą złącza

Cele

- Ćwiczenie prawidłowych procedur bezpieczeństwa podczas używania narzędzi służących do instalacji okablowania.
- Zakańczanie kabla kategorii 6 przy wykorzystaniu odpowiednich technik dla okablowania do szerokopasmowej transmisji danych.

Wprowadzenie i przygotowanie

Podczas zakańczania kabla kategorii 6 za pomocą złącza należy zachować pewne środki ostrożności. Tolerancja wymiarów jest coraz ważniejsza, ponieważ w kablu rośnie częstotliwość napięć i wzrasta szybkość transmisji danych.

Następujące instrukcje wyjaśniają sposób wykonania zakończeń modułów Panduit MINI-COM TX-6 PLUS. Mimo że techniki instalacyjne nieznacznie się różnią, skupienie uwagi na tych procedurach pozwoli uczestnikom kursu zapoznać się z wieloma rodzajami zakończeń i urządzeniami kategorii 6.

Podczas tego ćwiczenia każdy członek grupy zakończy jeden koniec kabla kategorii 6 złączem RJ-45 Mini-Jack i włoży go do panelu połączeniowego. Praca przebiega w grupach dwuosobowych. Potrzebne będą:

- dwa moduły RJ-45 MINI-COM TX-6 PLUS,
- 60 cm kabla UTP kategorii 6 z rdzeniem litym,
- okulary ochronne.
- kleszcze do zdejmowania izolacji,
- niezmywalny pisak,
- narzędzie do zakańczania modułowym złączem Mini-Jack,
- narzędzie do cięcia kabli,
- nożyczki elektryka,
- tester okablowania do weryfikacji poprawnego podłączenia przewodów.

Adres URL

<http://www.panduit.com>

Bezpieczeństwo

Podczas całego ćwiczenia należy mieć założone okulary ochronne lub gogle.

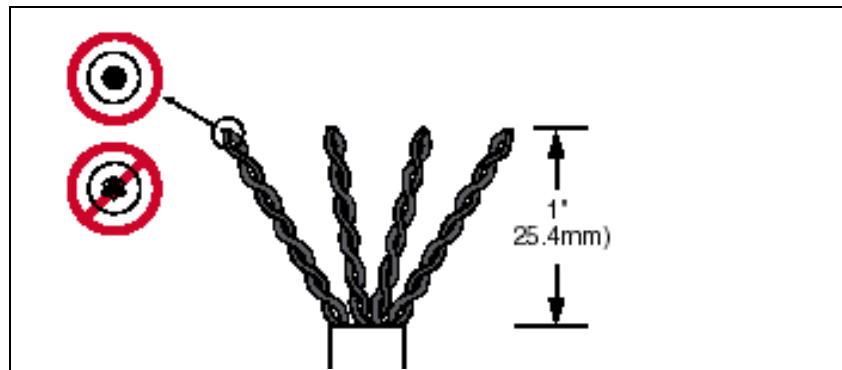
Krok 1 Oznaczenie kabla

Umieść etykietę na kablu w odległości około 15 cm od końca. Identyfikator każdego kabla musi być unikalny. W ramach tego ćwiczenia każdy uczestnik kursu powinien za pomocą niezmywalnego pisaka oznaczyć swoim imieniem zakańczany przez siebie koniec kabla. Jeśli złącze ma zostać umieszczone w panelu połączeniowym, po imieniu powinno wystąpić oznaczenie pp1 (panel połączeniowy 1) oraz numer portu panelu połączeniowego, w którym uczestnik kursu umieszcza złącze.

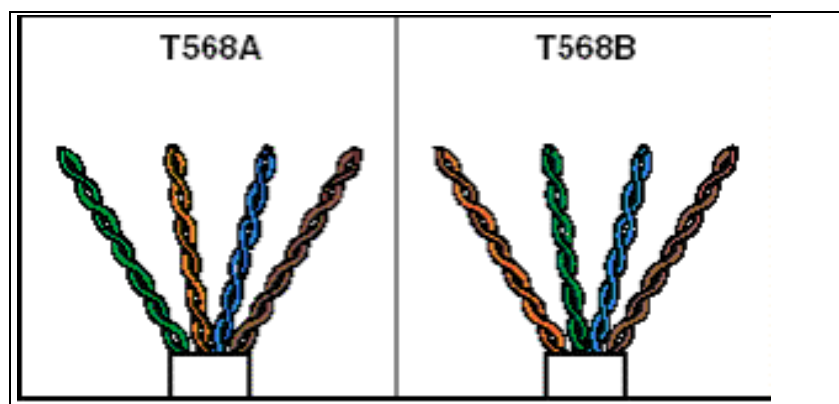
Krok 2 Usunięcie osłonki i uporządkowanie par

Teraz, gdy kabel ma odpowiednią długość i unikalną etykietę, usuń zewnętrzną osłonkę, nie uszkodzając przewodów. Za pomocą kleszczy do zdejmowania izolacji wykonaj nacięcie wokół izolacji kabla w odległości około 5 cm od jego końca. Jeśli w miejscu usunięcia koszulki zewnętrznej kabla na przewodach będzie widać miedzianą powierzchnię przewodnika, odetnij koniec kabla i usuń ponownie 5 cm koszulki zewnętrznej. Jeśli zajdzie taka potrzeba, powtórz proces oznaczania kabla.

Unikaj uszkodzania lub naruszania par kabla w stopniu większym niż jest to konieczne. Jak przedstawiono na rysunku 1, rozłóż w wachlarz pary kabla, porządkując kolory zgodnie ze schematem na rysunku 2. Przytnij pary do długości pokazanej na rysunku 1. Zwróć uwagę, że instrukcje te dotyczą przewodów o litym rdzeniu, a nie przewodów linkowych.

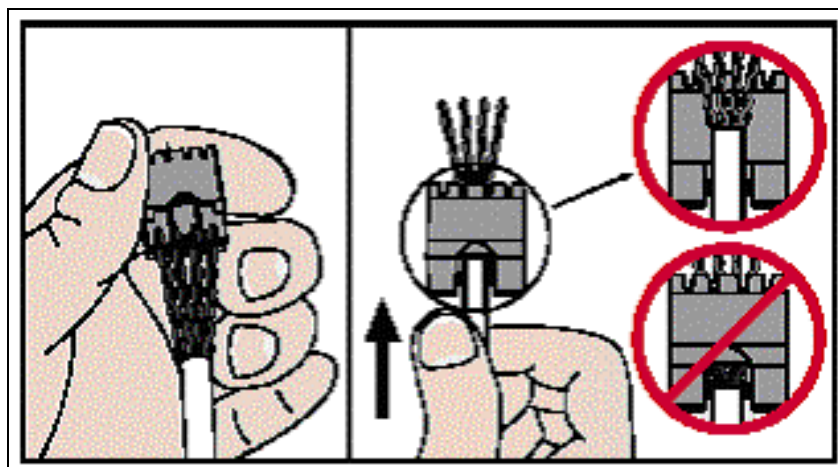


Rysunek 1



Rysunek 2

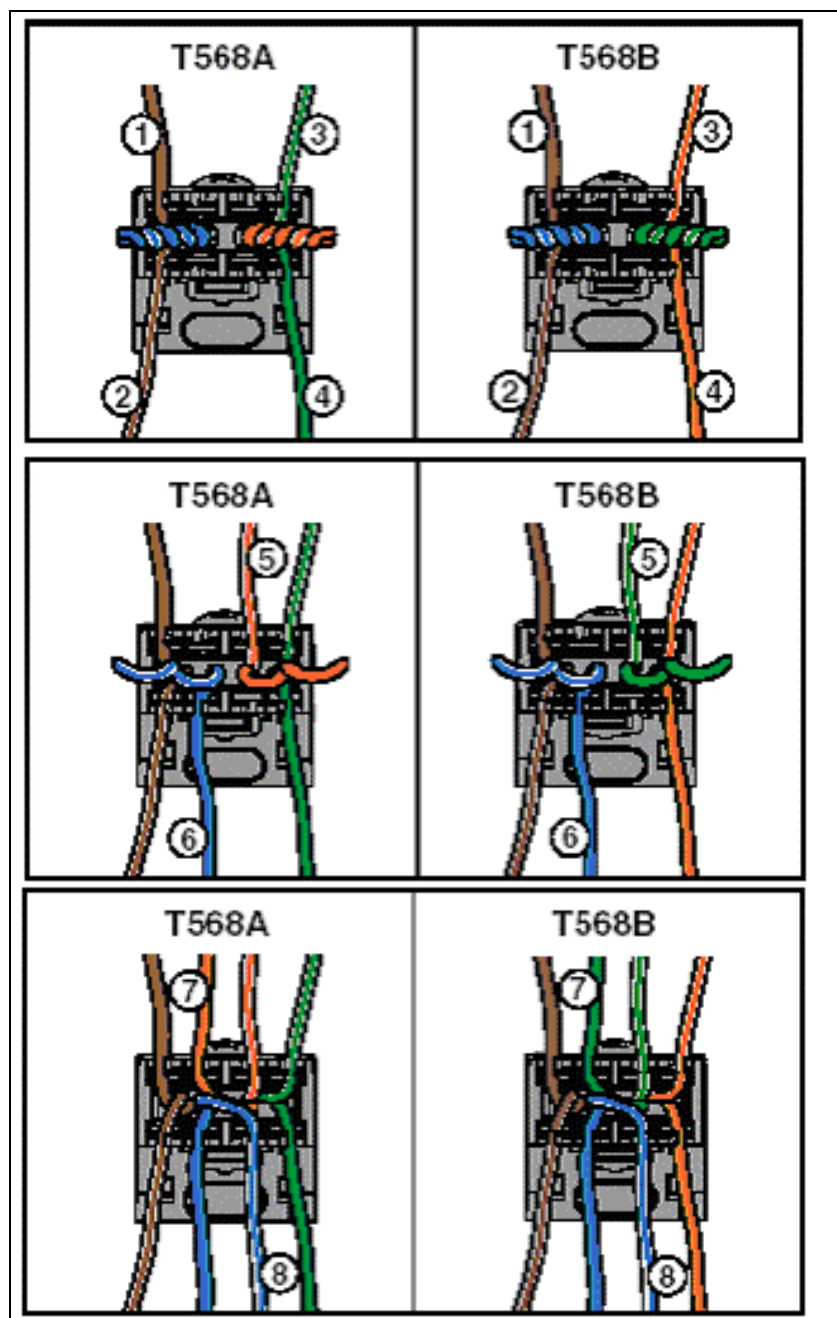
Krok 3 Włożenie kabla do złącza



Rysunek 3

Trzymając moduł montażowy właściwą stroną do góry (jak pokazano na Rysunku 3) oraz pary w orientacji pokazanej na Rysunku 2, delikatnie wepchnij uporządkowane pary przez otwór w module montażowym. Włóż kabel całkowicie, upewniając się, że pary przechodzą przez odpowiednie otwory.

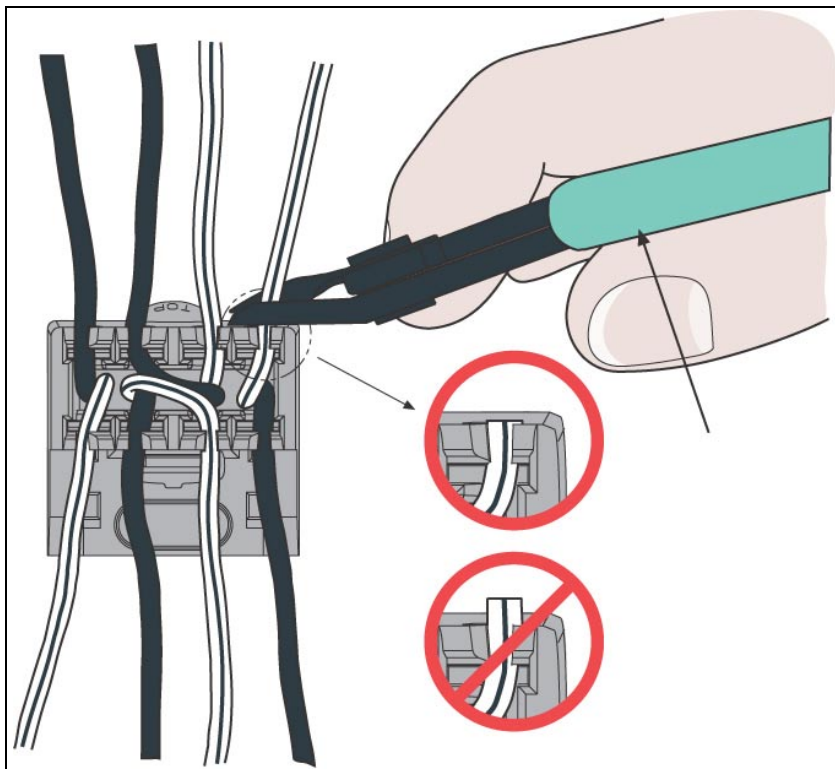
Krok 4 Włożenie przewodów do szczelin



Rysunek 4

Kierując się ilustracją 4, rozkręć pary pojedynczo w pokazany sposób, zaczynając od par zewnętrznych. Następnie umieść je w odpowiednich szczelinach. Jest bardzo ważne, by każdą parę rozkręcić tylko na tyle, ile jest wymagane do umieszczenia przewodów w odpowiednich szczelinach.

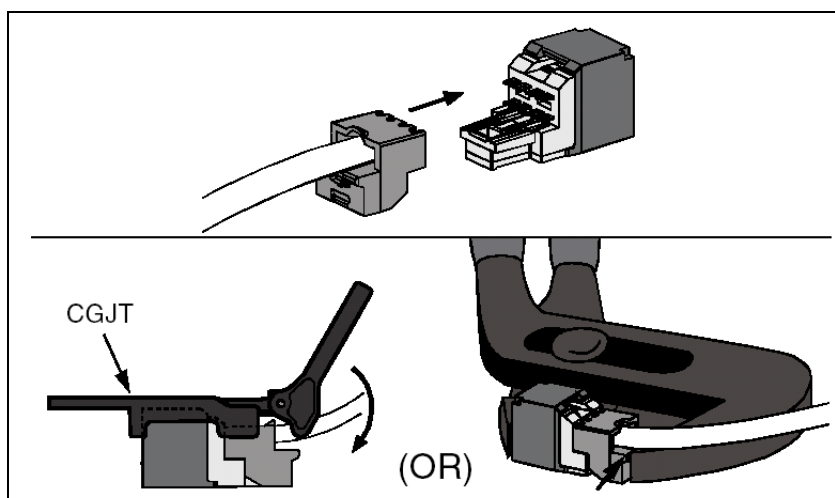
Krok 5 Wyrównanie końców przewodów



Rysunek 5

Za pomocą narzędzia do cięcia kabli przytnij każdy przewód równo z nasadką. Upewnij się, że każdy z przewodów jest nadal osadzony w swojej szczelinie, jak pokazano na Rysunku 5.

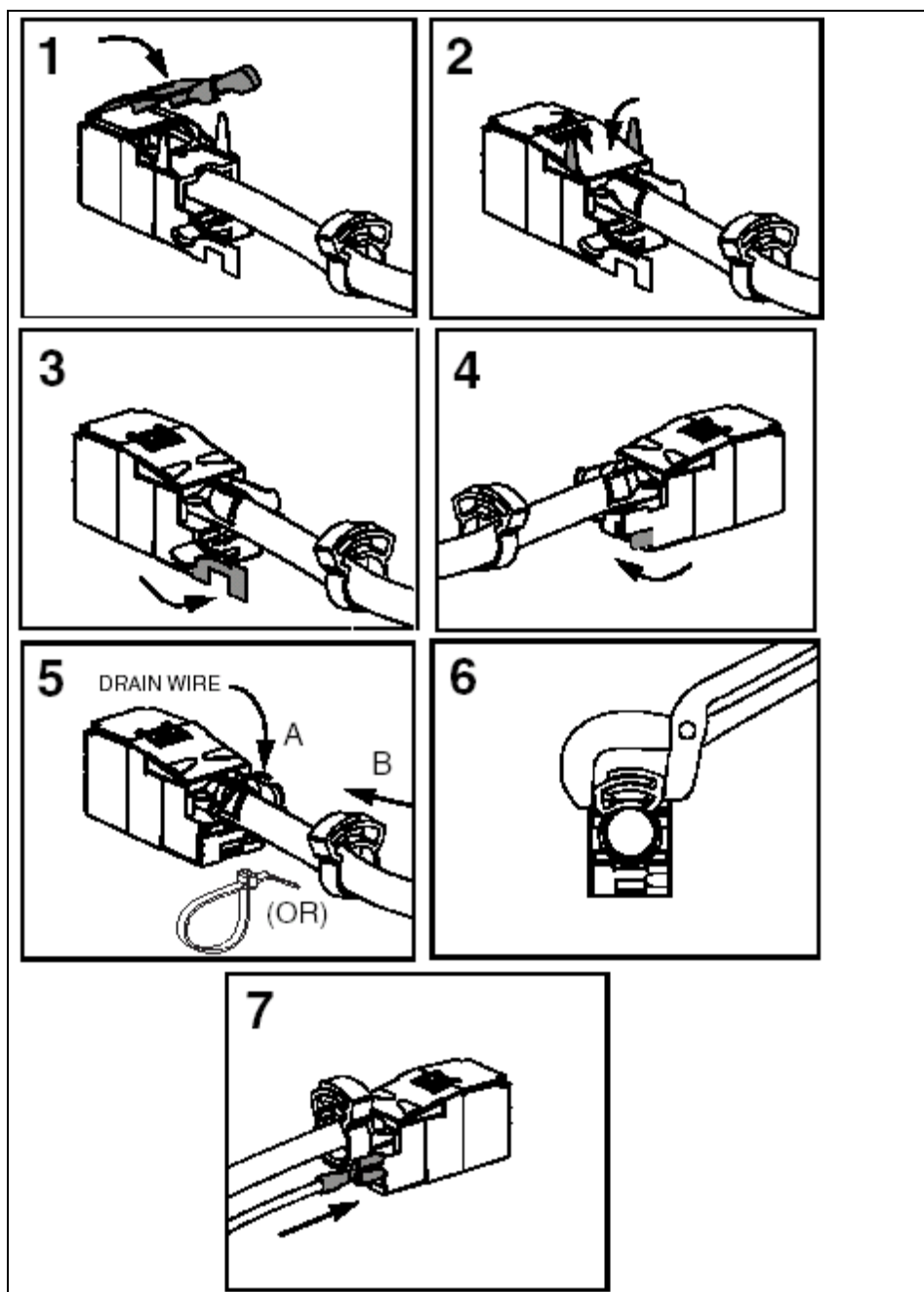
Krok 6 Montaż modułu



Rysunek 6

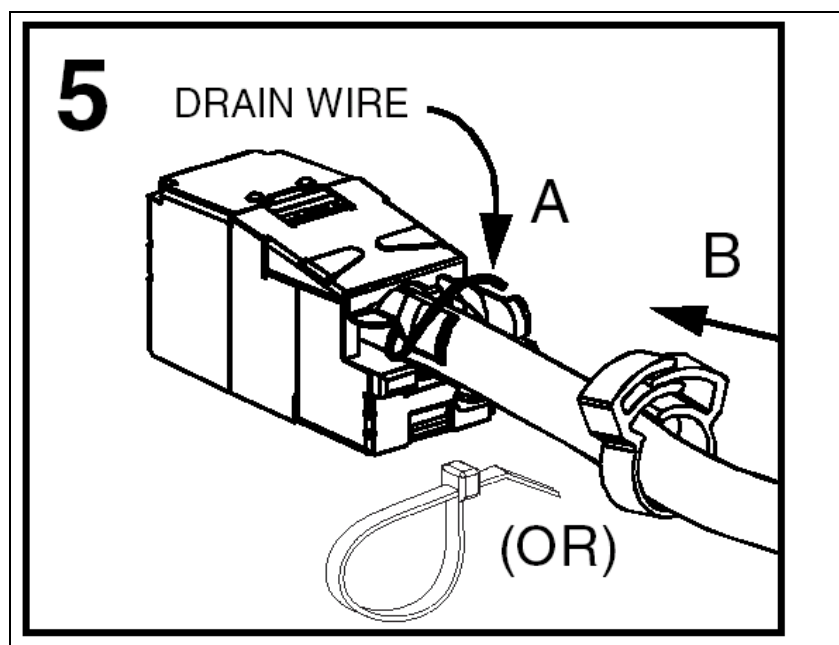
- a. Wsuń przednią część złącza Mini-Jack do mocowania, upewniając się, że jest umieszczona prosto, jak pokazano w górnej części Rysunku 6.
- b. Za pomocą narzędzia Mini-Jack ściśnij obie części razem aż do zatrzaśnięcia, jak pokazano w dolnej części Rysunku 6. Kabel został zakończony. Można również użyć kombinerek z rozsuwanymi szczękami, ustawiając szczęki zgodnie z rozmiarem zakończonego złącza. Jeśli kombinerki niszczą moduły, przed ich użyciem owiń każdą szczękę niewielką ilością taśmy elektrycznej.

Krok 7 Instalacja kabla ekranowanego



Rysunek 7

W przypadku kabli ekranowanych konieczne jest zainstalowanie metalowego kołnierza. W tym celu należy wykonać przedstawione na Rysunku 7 kroki od 1 do 7.



Rysunek 8

Na Rysunku 8 przedstawiono dokładniej krok 5 z Rysunku 7. W tym kroku poprowadź przewód ekranowy do tyłu modułu i owiń go na blaszce uziemienia, która przechodzi w tył kołnierza. Zabezpiecz połączenie plastikowym pierścieniem zaciskowym tak, jak pokazano na rysunku. Jeśli moduł ma być używany w układzie montowanym powierzchniowo, zamiast tego użyj pętli z nylonowej linki.

Krok 8 Zakończenie drugiego końca kabla

Zakończ kabel, instalując drugi moduł Mini-Jack zgodnie z tym samym wzorcem T568A lub T568B.

Krok 9 Testowanie

Za pomocą testera okablowania przetestuj instalację złącza.

- a. Jakie są wyniki testu?

- b. Czy wyniki są dokładnie takie same dla drugiego złącza?

- c. Dlaczego tak sądzisz?

Krok 8 Czynności porządkowe

Upewnij się, że wszystkie narzędzia zostały właściwie schowane, a wszystkie śmieci i gruz usunięte z obszaru roboczego.

Ćwiczenie 7: Podłączanie kabli kategorii 5e do łączówki typu 110

Cele

- Podłączenie kabla kategorii 5e do bloku zakończeniowego typu 110.
- Właściwe zastosowanie wciskarki typu 110 i wciskarki wieloparowej typu 110.

Wprowadzenie i przygotowanie

Instalator musi umieć poprawnie zacisnąć blok typu 110. Dla zapewnienia właściwego połączenia bardzo ważne jest poprawne wykonanie każdego zaciśnięcia.

Łączówka typu 110 jest urządzeniem powszechnie używanym do zakańczania przewodów. Przewody pochodzące z wewnętrznych sieci transmisji danych i telefonów są zgrupowane w bloku. W osobnym bloku zebrane są przewody biegnące na zewnątrz budynku. Te dwa bloki umożliwiają połączenie dwóch zestawów kabli zapewniające połączenie między źródłami zewnętrznymi i komputerami na stanowiskach roboczych. Taki system zarządzania kablami umożliwia ich łatwe porządkowanie i szybkie zmiany.

Instruktor lub asystent wyznaczy miejsce wciśnięcia poprzez wskazanie na bloku rzędu od jeden do cztery i pozycji od jeden do sześć. Praca przebiega w grupach od jednej do czterech osób. Potrzebne będą:

- blok zaciskowy typu 110,
- 1 m kabla UTP kategorii 5e,
- zaciski typu C-4,
- kleszcze do zdejmowania izolacji,
- narzędzie udarowe z ostrzem typu 110,
- wciskarka wieloparowa typu 110,
- kombinerki.

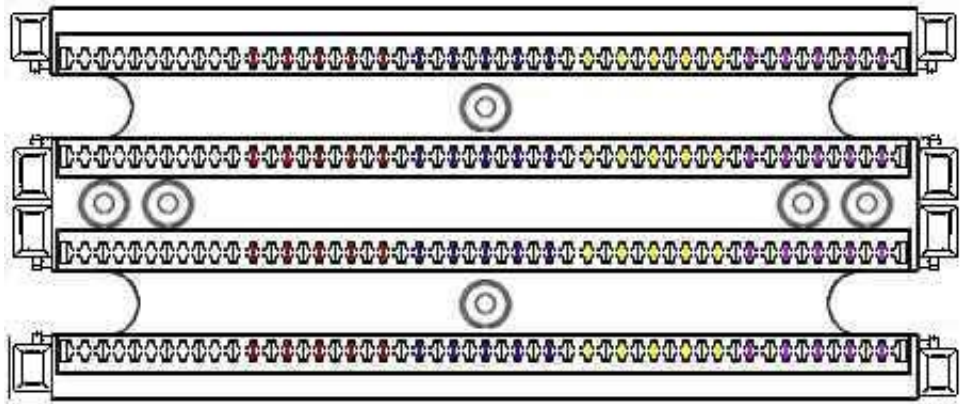
Adres URL

<http://www.panduit.com>

Bezpieczeństwo

Podczas używania narzędzi tnących powinny być założone okulary ochronne. Podczas używania narzędzi udarowych należy zachować ostrożność, gdyż mają one ostre ostrza.

Krok 1 Przygotowanie kabla



- a. W łączówce typu 110 ustal pozycję, na której zostanie zakończony kabel. Ponieważ jest używany kabel czteroparowy, pozycje są określone przez odliczanie czterech par od lewego końca bloku. Na przykład pozycja 1 będzie odpowiadała pierwszym czterem parom, pozycja 2 będzie odpowiadała kolejnym czterem parom i tak dalej. Oznacz kabel, uwzględniając jego pozycję w bloku. Jeśli zakończenie kabla ma być wykonane na pozycji 3, oznacz go symbolem „#3”.
- b. Teraz, gdy kabel ma unikalną etykietę, usuń około 5 cm osłonki zewnętrznej, nie uszkodzając przewodów.

Krok 2 Rozłożenie przewodów w wachlarz

- a. Rozdziel i rozłóż pary w wachlarz, nie rozkręcając pojedynczych przewodów.
- b. Umieszczaj pojedynczo pary przewodów w punktach zakończeniowych w odległości 7–10 cm od końca przewodów. Tym sposobem dwa przewody zostaną umieszczone na właściwej pozycji do zaciśnięcia i będą jednocześnie skręcone aż do punktu zakończenia. Zastosuj odpowiedni schemat z kodami kolorów, tzn. biało-niebieski, biało-pomarańczowy, biało-zielony i biało-brązowy. Upewnij się, że koniec przewodu jednokolorowego jest umieszczony po lewej stronie, zaś dwukolorowego po prawej.

Krok 3 Wciskanie

- a. Umieść wciskarkę jednoparową nad przewodem, który ma być wcisnięty. Upewnij się, że ostrze odetnie jedynie koniec przewodu. Krawędź tnąca ostrza powinna być skierowana przodem do kierunku cięcia.

- b. Naciśnij zdecydowanie narzędzie udarowe aż do jego zatrzaśnięcia. Zapewni to całkowite zaciśnięcie przewodu oraz obcięcie jego nadmiaru. Nie uderzaj narzędzia w celu wciśnięcia przewodów.
- c. Powtórz ten krok dla drugiego przewodu. Usuń delikatnie nadmiar przewodu.

Krok 4 Wciskanie pozostałych par

Powtórz kroki 2 i 3 dla każdej pary przewodów.

Krok 5 Złącze typu C-4



- a. Złącze typu C-4 jest używane w przypadku kabli czteroparowych. Służy ono do zapewnienia rzeczywistego połączenia z kablem kategorii 5e. Umieść złącze C-4 nad przewodami przeznaczonymi do wciśnięcia, upewniając się, że kody kolorów są poprawnie dopasowane.
- b. Umieść wciskarkę wieloparową typu 110 nad złączem C-4. Wciskarka wieloparowa służy do osadzania złącza C-4.
- c. Naciśnij zdecydowanie wciskarkę wieloparową aż do jej zatrzaśnięcia. Zapewni to poprawne zamocowanie złącza C-4 i prawidłowe zakończenie przewodu.

Krok 6 Inspekcja

- a. Popatrz uważnie na wciśnięty kabel.
- b. Określ w przybliżeniu długość rozkręconych przewodów.

c. Jaka jest maksymalna dopuszczalna długość rozkręconych przewodów? _____

d. Jaką długość mają odizolowane odcinki par?

- e. Ile kabli kategorii 5e może być zakończonych w pojedynczym rzędzie łączówki typu 110?
-

Krok 7 Czynności porządkowe

Usuń zainstalowane złącze C-4, chwytając zacisk kombinerkami i odciągając go, aż odskoczy. Upewnij się, że wszystkie narzędzia zostały właściwie schowane, a wszystkie śmieci i gruz usunięte z obszaru roboczego.