



Okablowanie w przemysłowych sieciach komputerowych

Tworząc sieć komunikacyjną, należy zapewnić niezawodność połączeń fizycznych nawet w trudnych warunkach otoczenia. Jest to szczególnie ważne w zastosowaniach przemysłowych, gdzie okablowanie może być wystawione na narażenia mechaniczne, duże zmiany temperatury, obecność różnych substancji chemicznych i wpływ zaburzeń elektromagnetycznych.

Różnorakie zakłócenia mogą doprowadzić do problemów w trakcie transmisji, począwszy od pogorszenia jej parametrów, przez przerwy, a nawet całkowite zerwanie komunikacji. Wraz z rozwojem różnych standardów sieci przemysłowych, zwiększyły się możliwości komunikacji, ale często wzrosły też wymagania odnośnie do okablowania.

Ekstremalnie niskie temperatury mogą sprawić, że kabel staje się sztywny i łamliwy. Niekorzystnie wpływają na niego również podwyższone temperatury. Dodatkowym zagrożeniem są rozpuszczalniki lub inne substancje chemiczne, w tym smary i oleje powszechnie spotykane w środowisku przemysłowym. Niektóre smary mogą wsiąkać w tradycyjne kable kategorii 5, zwłaszcza w przypadku wysokich temperatur otoczenia. Powoduje to wybrzuszenia w powłoce kabla, co prowadzi do utraty wytrzymałości mechanicznej. Również w przypadku narażenia kabli na promieniowanie UV należy liczyć się z pogorszeniem właściwości mechanicznych.

W środowisku przemysłowym kable są też bardziej narażone na rozciąganie, zginanie, zwijanie lub zgniecenie. Wszelkie tego typu sytuacje niekorzystnie wpływają na wewnętrzną strukturę kabla. To z kolei wpływa na parametry elektryczne przewodu, np. zwiększa tłumienie i w związku z tym ogranicza odległość, na której można dany kabel ułożyć. Możliwe jest też sprzężenie sygnałów par przewodów, większe straty odbiciowe oraz zwiększenie wrażliwości na występujące w otoczeniu zaburzenia elektromagnetyczne.

Kable dla przemysłu

Wymagania wysokiej odporności mechanicznej i chemicznej to cechy które przede wszystkim odróżniają okablowanie przemysłowe od standardowego. Otoczenie sieci determinuje wybór rodzaju okablowania oraz złączy o odpowiednim stopniu ochrony. Materiałem, który jest powszechnie stosowany w powłokach kabli,

jest PVC, czyli polichlorek winylu. Charakteryzuje się on dużą wytrzymałością mechaniczną oraz odpornością na działanie środków chemicznych. Powłoki z PVC zabezpieczone dodatkowo przed wpływem promieniowania UV pozwalają na zastosowanie takiego okablowania na zewnątrz budynku.

W niektórych aplikacjach ważna jest wytrzymałość w kontakcie z wodą. W takim wypadku stosuje się powłoki kabli z PE, czyli polietylenu. W porównaniu do innych, powłoki kabli z PE są bardziej odporne na działanie wilgoci. Kolejnym ważnym czynnikiem przy wyborze okablowania jest reakcja materiału powłoki w kontakcie z ogniem. Najczęściej są stosowane tzw. materiały FRNC (flame-retardant noncorrosive), czyli odporne na płomienie i niekorozyjne. Materiały tego rodzaju są zazwyczaj samogasnące i nie rozprzestrzeniają ognia, a w czasie zapłonu nie uwalniają trujących gazów, co wynika stąd, że





Fotografia 1. Kable światłowodowe Siemens dla sieci Profinet

są to materiały bezhalogenowe. Wymieniany wcześniej PVC nie jest zaliczany do materiałów FRNC. W wyniku jego spalania, ze względu na obecność halogenów, dochodzi do uwolnienia związków trujących – niebezpiecznych dla człowieka oraz silnie korozyjnych.

Materiałem często stosowanym w powłokach kablów jest też PUR (poliuretan). Jest to materiał bezhalogenowy o wysokiej wytrzymałości mechanicznej (m.in. duża odporność na ścieranie) i odporności chemicznej. Ma dobrą pamięć kształtu,

ale jednocześnie zachowuje elastyczność w szerokim zakresie temperatur, tj. od -20°C do 80°C .

Wymagania, które obejmują okablowanie sieci przemysłowych, dotyczą też złączy. Mogą one być na stałe połączone z kablem lub montowane ręcznie. W przypadku sieci Ethernet, gdy złącza znajdują się np. w szafie sterowniczej, wystarczające są standardowe złącza RJ45 o stopniu ochrony IP20. Gdy jednak gniazdo może być narażone np. na kontakt z wodą lub innymi substancjami, zalecane jest stoso-

wanie złączy ze stopniem ochrony IP65, IP66 lub IP67. W przypadku, gdy gniazdo sieciowe znajduje się w pobliżu maszyny generującej w trakcie pracy wibracje, warto wykorzystać złącza z nakładaną osłoną dodatkowo mocującą.

Różne sieci, różne standardy

Standardów sieci przemysłowych jest bardzo dużo i każdy z nich ma mniej lub bardziej specyficzne wymagania co do warstwy fizycznej, czyli okablowania. Przykładem jednym z najpopularniejszych standardów komunikacyjnych jest Profibus, który umożliwia użytkownikom wykorzystanie różnych mediów transmisyjnych. Transmisja najczęściej jest oparta na interfejsie RS-485, gdzie wykorzystuje się dwużyłowe, ekranowane przewody miedziane. Zdefiniowano także wersję protokołu przeznaczoną dla medium 4-przewodowego, ale sieci Profibus działają też mogą w oparciu o kable światłowodowe.

Za pomocą skrętki lub światłowodów transmisja może być realizowana także w sieciach Profinet. Co więcej – za najlepsze rozwiązanie w sieciach Profinet jest uważane zastosowanie okablowania hybrydowego (Cu/FOC), które umożliwia transmisję danych za pomocą włókien optycznych i doprowadzenie zasilania przewodem miedzianym.

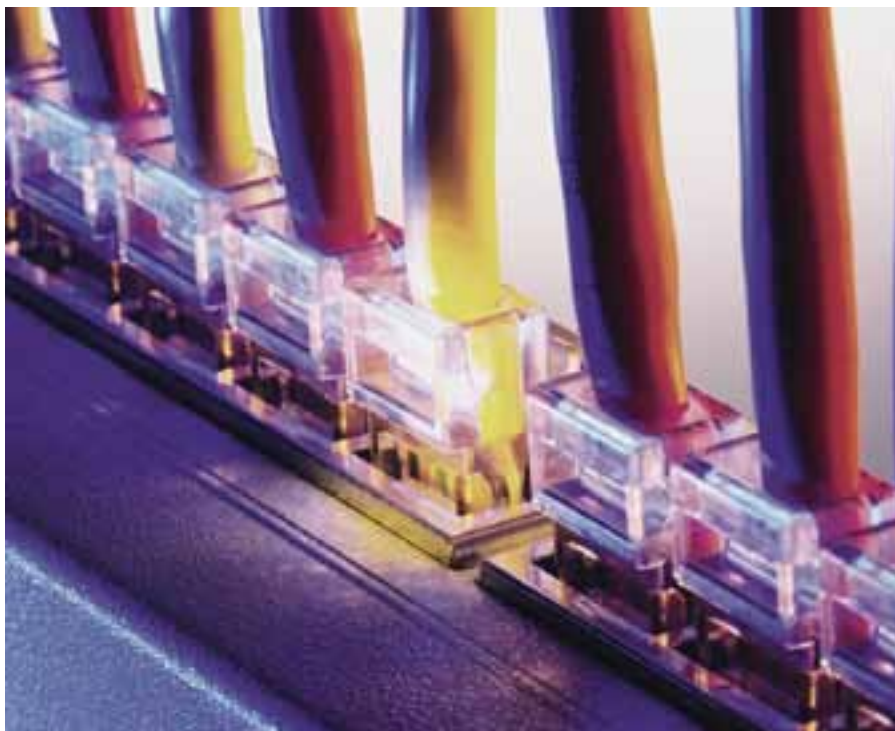
ControlNet to z kolei szeregowy system transmisji, który jest używany głównie do transmisji danych krytycznych czasowo. Zapewnia on całkowicie deterministyczną transmisję o szybkości 5 Mb/s. Do transmisji w sieciach ControlNet jest używany kabel koncentryczny RG6. Aby zapewnić rzeczywiście deterministyczną transmisję wysokiej jakości danych krytycznych czasowo, należy wykorzystywać tylko kable ekranowane.

Pod względem różnorodności okablowania szerokie możliwości wyboru zapewnia Ethernet przemysłowy. W sieci Ethernet można stosować skrętkę lub kabel światłowodowy. Drugi typ okablowania jest wykorzystywany w przypadku sieci budowanych na większych odległościach oraz gdy w otoczeniu występują źródła zaburzeń, wpływające niekorzystnie na jakość transmisji. W przypadku skrętki długość kabla sieciowego jest teoretycznie ograniczona do 100 m, niezależnie od prędkości transmisji. W zastosowaniach przemysłowych najczęściej wykorzystuje się kable kategorii 5, które są tanie i pozwalają na transmisję z prędkością do 100 Mb/s. Kable kategorii 5e z kolei zapewniają transmisję do 1 Gb/s, ale mogą być droższe. Kable kategorii 6 umożliwiają transmisję z szybkością do 10 Gb/s, a ich dodatkową zaletą jest większa odporność na zaburzenia elektromagnetyczne w porównaniu do kabli kate-

Tabela 1. Cechy kabli w zależności od zastosowanego materiału płaszczka

Materiał płaszczka kabla	TPE-0 (FRNC)	TPE-U (PUR)	PVC	PE
Odporność na starzenie	dobra	dobra	dobra	dobra
Brak halogenu	dobra	dobra	b.zła	dobra
Odporność na płomień	dobra	dobra	dobra	różna
Elastyczność	zła	dobra	różna	zła
Odporność na zrywanie	zła	b.dobra	dobra	różna
Odporność na rozprzestrzenianie się ognia	b.dobra	różna	zła	różna
Brak wydzielania żrących gazów	b.dobra	różna	b.zła	różna
Znikoma toksyczność gazów	b.dobra	różna	b.zła	różna
Toksykologiczna niezawodność	b.dobra	różna	zła	różna
Odporność na światło UV	różna	różna	różna	różna
Odporność na nadmierną wilgoć	zła	zła	dobra	dobra
Odporność na dyfuzję gazów	zła	różna	różna	różna
Odporność na paliwa	zła	dobra	różna	dobra
Odporność na oleje mineralne i smary	zła	b.dobra	różna	dobra
Odporność na rozpuszczalniki organiczne	zła	różna	zła	różna
Odporność na alkohol	zła	zła	dobra	dobra
Odporność na składniki utleniające	zła	zła	dobra	zła
Odporność na kwasy	dobra	b.zła	dobra	b.dobra
Odporność na ługi	dobra	b.zła	dobra	dobra
Odporność na roztwory soli	różna	zła	dobra	dobra

Uwagi:
różna – znacząco zależna od szczegółowych parametrów zastosowanych materiałów lub od czynników, na które kabel jest narażony



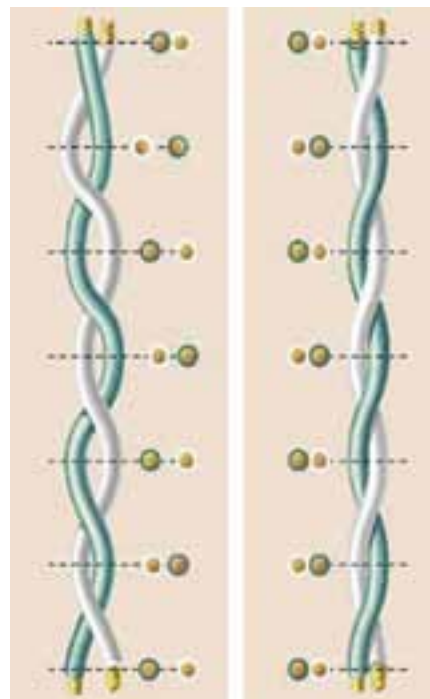
gorii 5e. Z tego względu, mimo większych kosztów, wiele firm decyduje się na użycie kabli tej kategorii.

Przykładami innych dostępnych na rynku sieci są CC-Link (Control and Communication Link) oraz AS-i (Actuator Sensor Interface). Warstwa fizyczna w standardzie CC-Link jest oparta na specyfikacji RS-485. Połączenie między elementami sieci jest realizowane z wykorzystaniem trójprzewodowej, ekranowanej skrętki. AS-i jest z kolei uważany za najprostsze rozwiązanie wśród wszystkich protokołów sieci przemysłowych. Jest to otwarty standard, który został zaprojektowany przede wszystkim z myślą o sterowaniu urządzeniami binarnymi, czyli pracującymi w trybie włącz/wyłącz. Zaletą tej specyfikacji jest ograniczenie liczby niezbędnego okablowania. Udało się to osiągnąć, przesyłając dane i sygnał zasilający jednym dwużyłowym kablem.

Opatentowane technologie

Wysokiej jakości kable wykonywane są nie tylko z odpowiednich materiałów, ale także z zachowaniem procedur, dzięki którym są one bardziej odporne na ewentualne zakłócenia elektromagnetyczne. Przykładem takiej opatentowanej technologii są kable typu Bonded-Pair firmy Belden, które charakteryzują się sklejeniem par przewodów wzdłuż osi, dzięki czemu udaje się zachować stałą odległość między środkami przewodów poszczególnych par, niezależnie od sposobu wyginania kabla. Oprócz lepszej odporności na zewnętrzne fale elektromagnetyczne, układ ten zmniejsza także wrażliwość kabli na uszkodzenia mechaniczne.

Kable mogą znacząco różnić się nie tylko z powodu ich przeznaczenia, ale także ze względu na producenta, gdyż wielu z nich ma własne, typowe dla siebie sposoby wytwarzania kabli. Przykładowo kable Profibus PA firmy Helukabel składają się z żył miedzianych izolowanych osłonkami piankowymi PE. Do tworzenia skrętki wykorzystywane są 2 żyły i 2 wypełnienia skręcone ze sobą, a osłonę wewnętrzną stanowi folia poliestrowa. Ekranowanie wykonuje się z folii poliestrowej, aluminium i cynowanego oplotu miedzianego. Zewnętrzną osłonę stanowi cienka warstwa PVC.



Rysunek 2. Porównanie kabla standardowego i wykonanego w technologii Bonded-Pair firmy Belden

Kabel Technokabel Profibus także zawiera miedziane żyły jednodrutowe izolowane polietylenem spienionym i skręconych w parę. Producent stosuje podwójny ekran z taśmy aluminiowej laminowanej i oplotu z miedzianych drutów ocynowanych. Powłoka kabla wykonywana jest z polwinitu oponowego – odmiany PVC.

Technika światłowodowa

Z czasem na popularności zyskują kable światłowodowe, których stosunek ceny do oferowanych parametrów staje



Rysunek 3. Istotnym elementem infrastruktury sieciowej są gniazda i wtyczki, które muszą być odpowiednio dobrane do warunków, w których są wykorzystywane – na rysunku wtyczka do sieci Ethernet o stopniu ochrony IP67

się coraz bardziej korzystny. Światłowody pozwalają na uzyskiwanie szybszych transferów niż w kablach miedzianych na dłuższe dystanse, a do tego są praktycznie niewrażliwe na zakłócenia elektromagnetyczne. Technika światłowodowa dokonała w ostatnich latach znaczących postępów, dzięki czemu wybór produktów tego typu jest bardzo duży. Co więcej, w systemach np. automatyki budynkowej lub przemysłowej zastosowanie światłowodów może być nawet tańsze niż kabli miedzianych, jeśli do obiektu tak czy inaczej doprowadzone jest łącze światłowodowe pozwalające na komunikację urządzenia lub budynku ze światem zewnętrznym. Wtedy to zachodzi potrzeba skorzystania z urządzeń wyposażonych w porty światłowodowe – co w przypadku zastosowania modułów rozbudowujących tradycyjne switchy ze złączami na kabie miedziane wcale nie jest tanie. Stąd bywa i tak, że warto całość instalacji wykonać w technice optycznej, korzystając ze wszystkich zalet, jakie są powiązane z tym sposobem transmisji danych. Trzeba jednak pamiętać, że na rynku dostępnych jest bardzo wiele różnych kabli optycznych, cechujących się znacząco odmiennymi parametrami.

Poszukując światłowodu do instalacji, należy m.in. ustalić, czy ma on biec w po-

mieszczeniach zamkniętych, czy też będzie narażony na duże zmiany temperatur, wilgoć i promienie słoneczne. W zależności od tego – warto wybrać przewód wewnętrzny lub zewnętrzny. W przypadku instalacji, w których kabel częściowo ma biec na zewnątrz budynku, a częściowo wewnątrz, korzystny będzie wybór kabla uniwersalnego – dzięki niemu nie ma potrzeby stosować przełącznic lub muf przy wejściach do budynków, co obniża łączne koszty instalacji. W sytuacjach wyjątkowych stosuje się kabie specjalne, np. przenośne, które mogą być użyte do łączenia elementów, które poruszają się względem siebie. Są one wykonywane w oparciu o tzw. luźną tubę, która dopuszcza dosyć duże naprężenia ściskające i rozciągające, nie przenosząc ich na znajdujące się w niej włókna. Naprężenia powodują jedynie zmiany położenia włókien wewnątrz tub, przemieszczających się w żeluz. Luźna tuba jest najczęściej wytwarzana w postaci dwuwarstwowej rurki, której wewnętrzna warstwa cechuje się bardzo małym współczynnikiem tarcia. Co ciekawe, przy zastosowaniu luźnej tuby realna długość światłowodu jest większa niż długość tuby – czyli długość widziana z zewnątrz. Różnica zależy od liczby włókien i geometrii tuby. Zastosowanie światłowodów pozwa-

ła – w zależności od długości nadawanych fal, tworzyć połączenia gigabitowego Ethernetu na kilometrowe odległości. Nic nie stoi na przeszkodzie, by zrealizować także połączenia o przepustowości 10 Gb/s pomiędzy urządzeniami odległymi o setki metrów.

Podsumowanie

Osoby stojące przed wyborem kabli do sieci przemysłowych, klasycznych komputerowych, do zastosowania w motoryzacji czy przeznaczonych do połączenia komponentów automatyki budynkowej z łatwością znajdą mnóstwo odpowiadających im ofert. Wiele z nich będzie zawierała produkty polskie, a nie np. chińskie, gdyż od niezawodności przewodów zależy sprawne działanie aplikacji. Oprócz tradycyjnych kabli miedzianych, na rynku powoli zaczyna tworzyć się kolejna krajowa specjalność związana z wykonywaniem światłowodów. Firmy takie jak Moltech, Drexelmeier, Segu Polska czy Leoni Autokabel mają fabryki zlokalizowane w Polsce, tak więc nawet kabie o obco brzmiących nazwach – czy to miedziane czy światłowodowe – mogą okazać się produktami w całości wykonanymi na terenie naszego kraju.

Marcin Karbowniczek

R E K L

fronty foliowe

klawiatury silikonowe

klawiatury membranowe

klawiatury pojemnościowe

ponadto oferujemy panele dotykowe, obudowy i wiele innych rozwiązań

HORIZON
TECHNOLOGIES

www.horizontech.pl

Horizon Technologies Sp. z o.o. 56-400 Gorzów Wielkopolski ul. Walczaka 25
tel. 95 782 12 11 faks 95 782 12 14 e-mail: biuro@horizontech.pl

A M A

Przemysłowy serwer video VPort 461
z możliwością kodowania do formatu H.264

- Kodowanie do 3 strumieni jednocześnie
- Opóźnienie w przesyśle sygnału poniżej 200ms
- Możliwość przechowywania materiału video na kartach SD/SDHC

H.264 MJPEG H.264

- Równoczesne kodowanie strumieni H.264 i MJPEG
- 2 porty Ethernetowe, możliwość tworzenia połączeń kaskadowych
- Slot na karty SD/SDHC umożliwiające buforowanie materiału video
- Temperatura pracy od -40 do 75 st. C

MOXA

ELMARK Automatyka sp. z o.o.
03-703 Warszawa
ul. Bukowska 22 lok. 1B
Tel. 22 541-84-80
Fax. 22 541-84-81
moxa@emark.com.pl

ELMARK
Automatyka

www.emark.com.pl