

3. Projektowanie światłowodowych systemów optycznych¹

Pierwszy krok w projektowaniu jakiegokolwiek systemu optycznego wymaga podejmowania ostrożnych decyzji bazujących na parametrach operacyjnych, odnoszących się do każdego z komponentów światłowodowego systemu transmisji. Główne kwestie, podane w tabeli poniżej, zawierają prędkość danych oraz poziom błędnych bitów w systemie cyfrowym, szerokość pasma, liniowość i stosunek sygnału do szumu w systemach analogowych, oraz odległość transmisji we wszystkich systemach. Kwestie te, czyli jak daleko, jak dobrze i jak szybko, definiują podstawowe ograniczenia zastosowań.

TABELA 3.1. Aspekty projektowania systemowego

Czynnik systemu	Rozważania/wybory
Odległość transmisji	Złożoność systemu wzrasta wraz ze wzrostem odległości transmisji
Typy światłowodu	Jednomodowy lub wielomodowy
Dyspersja	Podłączenie regeneratorów sygnału lub kompensacja dyspersji
Nieliniowość światłowodu	Charakterystyka światłowodu, długość fali, moc nadajnika
Używana długość fali	Typowo 780, 850, 1310, 1550, 1625 nm
Moc nadajnika	Typowo wyrażona w dBm
Typ źródła	LED lub laser
Charakterystyki odbiornika: czułościowa i przeciążeniowa	Typowo wyrażone w dBm
Typ detektora	Dioda PIN, APD (fotodioda lawinowa) lub IDP (zintegrowane detektor i przedzwnacznik)
Modulacja	AM, FM, PCM lub cyfrowa
Bitowa stopa błędów transmisji ² (tylko systemy cyfrowe)	Typowo 10^{-9} , 10^{-12}
Stosunek sygnał-szum	Wymieniony w dB
Ilość konektorów i spawów	Straty sygnału wzrastają wraz ich liczbą
Wymagania i ograniczenia środowiskowe	Wilgotność, temperatura, wystawienie na słońce
Wymagania mechaniczne	Łatwopalność, wykorzystanie wewnątrz lub na zewnątrz budynku

Wszystkie te rozważania są powiązane i odległość transmisji jest aspektem decydującym. Dotyczy ona również mocy wyjściowej nadajnika, która dyktuje typ użytego źródła światła. Wpływa to na typ światłowodu, jako, że światłowód jednomodowy jest lepiej dostosowany do długich odległości transmisji. Nadajnik i typ światłowodu dyktują typ i czułość odbiornika. Ponadto odległość transmisji dyktuje system modulacji, ponieważ niektóre są lepsze dla większych odległości niż inne.

¹ Tłumaczenie: Strukiel Daniel, Ruciński Jarosław, Łobodziec Jacek, Wilk Adrian.

Źródło: <http://www.system-design.htm>

² Bit Error Rate

Podczas gdy projektowanie systemu może być skomplikowane, kilka technik upraszczają ten proces. Jedną z takich technik jest określenie wielkości strat optycznych, które pozwalają oszacować moc wyjściową nadajnika, obsługiwaną długość fali, tłumienność światłowodu, szerokość pasma oraz czułość optyczną odbiornika. Proces ten opisany jest w danym artykule.

Inna technika określa bilans czasu narastania impulsu, który opisuje zdolność urządzeń transmisyjnych do włączania się i wyłączania się wystarczająco szybko.

Analiza czułości określa minimalną moc optyczną, która musi zostać odebrana żeby uzyskać wymagane osiągi systemu. Na czułość odbiornika mogą wpływać: intensywność szumów źródła, właściwa dla użytego źródła światła; szумы światłowodu, właściwe dla światłowodów optycznych; szумы odbiornika, właściwe dla użytego detektora; rozmycie czasowe³ (poślizg zegara), interferencja międzysymbolowa oraz wartość bitowej stopy błędów transmisji.

Muszą być wykonane założenia środowiskowe. Temperatura oddziałuje na funkcjonowanie diod LED i laserów tak samo jak na sam światłowód. Instalacje budynkowe będą wymagały testów bezpieczeństwa pożarowego, promieniowania elektromagnetycznego lub innych parametrów specyficznych dla środowiska, w którym będzie zamontowana sieć. Niektóre środowiska wykazują większe niebezpieczeństwa dla światłowodowych systemów optycznych, które mogą wpływać na typ kabli, który ma być specyfikowany. Dobry projektant systemu musi rozważyć te czynniki.

Koszt systemów transmisji światłowodowej może być aspektem krytycznym. Rozważania nad elementami takimi jak typ emitera światła, długość fali emitera, typ konektorów, typ światłowodu oraz typ detektora muszą mieć wpływ na koszt i osiągnięcia systemu. Zdrowy rozsądek prowadzi długą drogą do zaprojektowania najlepszego pod względem efektywności i kosztów systemu, z najbardziej odpowiednimi wymaganiami. Odpowiednio zaprojektowany system to taki, który łączy wymagane zakresy osiągnięć i marginesy z niewielkim dodatkiem. Nadprogramowe zdolności funkcjonowania często oznaczają zbyt duże koszty systemu dla danego wykorzystania.

Niestety, nie ma potrzeby w projektowaniu systemu dla siebie samego. Jak tylko zostaną określone zapotrzebowania na włókna oraz podstawowe wymagania do systemu, inżynier sprzedaży⁴ lub inżynier aplikacyjny⁵ mogą poprowadzić was poprzez detale

³ time jitter

⁴ a sales engineer

⁵ an applications engineer

techniczne. Niektóre ogólne pytania, na które należy spodziewać się koniecznego sformułowania odpowiedzi przy projektowaniu systemów światłowodowych:

1. Jakie są straty światłowodu dla założonego systemu? To nie to samo, co straty optyczne; odnosi się do iloczynu „szerokości pasma” razy „długość”, który opisuje jak wielkie tłumienie optyczne zdarza się na pewnej długości światłowodu. Jeśli system jest już zainstalowany i jest odnawiany, informacja ta jest prawdopodobnie łatwo dostępna. Jeśli instalacja jest nowa, znajomość odległości transmisji (np. dystans pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem) może pomóc inżynierowi aplikacyjnemu w obliczeniu strat w światłowodzie. Będą one określać wymagania optycznej mocy wyjściowej nadajnika i/lub konieczność włączenia regeneratorów w ścieżkę optyczną.
2. Jaki typ sygnału chcemy transmitować? Chodzi o sygnały wideo, audio, sygnały danych, oraz o wskazanie czy sygnał będzie cyfrowy czy analogowy.
3. Jaki typ światłowodu będzie użyty? Wg określeń tabeli 3.1, do wyboru są wielomodowe i jednomodowe. Jak wskazuje tabela 3.1, do wyboru są jednomodowe i wielomodowe. Odległość transmisji, typ sygnału oraz zastosowanie, będą z góry ustalać najlepszy światłowód. Typowo długodystansowa o dużej szybkości lub wielokanałowa transmisja wymaga jednomodowych światłowodów, podczas gdy do transmisji na małe odległości z małymi szybkościami i pojedynczymi kanałami wystarczy użycie mniej kosztownych światłowodów wielomodowych.
4. Jakie optyczne konektory będą użyte? Tak jak z typem światłowodów, różne systemy będą miały różne wymagania. Złączki mogą być skonkretyzowane do zmniejszenia odbić wstecznych, zwiększenia łatwości instalacji, właściwe dla wymagań gęstego upakowania lub do połączenia ze złączkami istniejącego systemu.
5. Jaka poziom jakości oczekiwany jest na końcu odbiornika? Odnosi się to zwykle do jakości wideo, i jeśli odpowiedź może wydawać się oczywista, „najlepsza jakość”, pomocne mogą być odpowiedzi: jakość nadzoru, wysoka jakość, jakość transmisyjna, jakość studyjna itp. Wymagania jakości wideo mogą wpływać na typ światłowodu i wymagania elektroniczne.
6. Jakiej konfiguracji będzie wymagał system? Odnosi się to głównie do topologii systemu, która może być: punkt-punkt, pierścień lub drzewiasta. W sieciach transmisyjnych⁶ konfiguracja włącza także topologię „dodaj/obniż/powtórz”⁷.

⁶ broadcast networks

⁷ add/drop/repeat