

Zastosowanie nasadowych tłumików światłowodowych (BOA) firmy AMP

Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie informacji na temat właściwości i wykorzystania światłowodowych tłumików nasadowych o stałej wartości tłumienia (Buildout Attenuator - BOA) produkcji amerykańskiej firmy AMP ze szczególnym uwzględnieniem ich przydatności dla telekomunikacji i telewizji kablowych.

Tłumiki nasadowe BOA - zastosowania

Opis produktu i właściwości

Tłumiki o stałej wartości tłumienia firmy AMP wykorzystują opatentowaną technologię spawania niezależnego od długości fali elementu tłumiącego o niskiej refleksyjności (współczynnik odbicia) w standardowe włókno światłowodowe. Technologia ta gwarantuje użytkownikowi możliwość dokładnego dopasowania mocy sygnału do dynamicznego zakresu odbiornika w transmisyjnym torze światłowodowym. Produkt ten został zaprojektowany z myślą wykorzystania go w szerokim zakresie, głównie w telekomunikacji i telewizjach kablowych (CATV). Rysunek 1 przedstawia przykłady tłumików produkcji AMP o stałej wartości tłumienia.

Korzyści wynikające z zastosowania tłumików nasadowych BOA:

Lepsze i pewniejsze działanie w długim okresie czasu. Wspawanie w ścieżkę optyczną włókna tłumiącego jest znacznie pewniejsze w działaniu niż wykorzystanie żywic epoksydowych z dopasowanym współczynnikiem załamania.

Niezależność od długości fali świetlnej. Urządzenia firmy AMP są najlepsze do zastosowania w systemach pracujących w zakresach 1260-1360nm i 1430-1580nm.

Brak szumów modalnych. Zespawane włókno tłumiące nie wprowadza szumów modalnych w przeciwieństwie do tłumików opartych na technologii separacji końcówek, niedopasowania kąтового lub niedopasowania poprzecznego. Technologie te powodują rozproszenie energii w osłonce, co z kolei wywołuje szumy modalne.

Bardzo niska wartość współczynnika odbicia. Niska refleksyjność, której wartość dla urządzeń z końcówką kątową nie przekracza -65dB osiągnięta została poprzez odpowiednią konstrukcję elementu tłumiącego i ferrule wypolerowaną tak, aby osiągnąć super kontakt fizyczny (SPC). Tłumiki ze stałą wartością tłumienia, które zostały zbudowane w oparciu o wstawienie w tor optyczny filtru częściowo odbijającego mają gorsze właściwości odbijające, ponieważ ich działanie oparte jest właśnie na odbiciu sygnału.

Odporność na wstrząsy. Zespawane włókno tłumiące jest monolityczną jednostką, która przeciwstawia się wibracjom. Tłumiki zbudowane w oparciu o niedopasowanie włókien i w oparciu o filtry są "naturalnie" znacznie mniej stabilne.

Stabilność tłumienia w zakresie od -40°C do +70°C. Element tłumiący nie zawiera żywic epoksydowych, co zapewnia dobrą stabilność temperaturową.

Brak złącz typu splice (połączenie włókien). Budowa w kształcie zintegrowanego złącza/gniazda eliminuje potrzebę wykonywania pracochłonných dodatkowych połączeń w celu dołączenia tłumika do systemu.

Oszczędność (niskie koszty). Technologia zespawania wszystkich włókien tworzących jeden element tłumiący znacznie upraszcza proces produkcji, co ma bezpośredni wpływ na niską cenę tak wykonanego tłumika.

Jednolite włókno tłumiące. Taka konstrukcja zapewnia stałą wysoką wydajność z niską refleksyjnością.

Inne właściwości tłumików BOA:

- Tłumiki BOA dostępne są z wartościami tłumienia w zakresie od 1 do 20dB (z krokiem 1dB),
- Wyposażone są w interfejsy (zintegrowane złącza/gniazda) typu: SC, ST, FC, D4,
- Dostępne są z różnymi zakończeniami powierzchni ferruli złącza, a mianowicie: PC, UPC, APC (8 i 9 stopni kątowych),
- Charakteryzują się miniaturową, zwartą i jednolitą konstrukcją,
- Pracują przy dwóch długościach fali: 1310 i 1550nm.
- Są łatwe w załączaniu i rozłączaniu,
- Oferują wysoką powtarzalność (ciągłe utrzymywanie odpowiednich wartości tłumienia po każdym przełączeniu),
- Są odporne na korozję,
- Możliwe jest wykorzystanie tłumików BOA ze wszystkimi typami źródeł optycznych.



Rys.1 Tłumik ze stałą wartością tłumienia oferuje łatwy, "wtykowy" mechanizm załączania.

Technologia

Tłumik o stałej wartości tłumienia firmy AMP zaprojektowany został w oparciu o spawanie włókien przedstawione na Rys.2. Opisując w skrócie, odcinek standardowego włókna jednomodowego zostaje dołączony do włókna tłumiącego. Następnie włókno tłumiące obcina się na określoną długość (według pożądanej wartości tłumienia), a do przeciwnego końca tak przygotowanego włókna tłumiącego zostaje dospawane standardowe włókno jednomodowe. Tak zespawany element tłumiący zostaje ostatecznie umieszczony w ferruli, po czym następuje proces polerowania obu końców tego elementu.



Metoda wykonywania połączeń spawanych pozwala produkować mechanicznie stabilne urządzenia oraz daje dodatkową korzyść w postaci bardzo niskiej refleksyjności mniejszej od -65dB.

Rys.2 Konstrukcja tłumika ze wspawanym włóknom tłumiącym

Tłumik wykorzystujący połączenie fizyczne posiada z jednej strony wbudowane gniazdo, a z drugiej wtyk. Wtyk posiada ferrule ceramiczną jako interfejs dla złącza, z kolei gniazdo ceramiczny element dopasowujący (rękaw) dla prawidłowego ustawienia położenia ferrul względem siebie. Tłumik zaprojektowany jako zintegrowane gniazdo/wtyk posiada konstrukcję umożliwiającą podłączenie każdego dowolnego kabla krosowego z jednej strony, a z drugiej każdego typu gniazda lub adaptera montowanego w panelu lub po stronie odbiornika. Obudowa tłumika może być wykonana w formie odlewu z tworzywa sztucznego lub może być metalowa.



Zasady instalacji

Instalacja tłumika o stałej wartości tłumienia składa się z trzech prostych kroków. Procedura niewiele różni się od instalacji złącz światłowodowych. Mechanizmy zatraskowe złącz są takie same, a mianowicie: "push & pull" dla interfejsu SC, pokręcany dla FC i D4 oraz złącze bagnetowe (Bayonett) dla ST.

Aby zainstalować tłumiki ze stałą wartością tłumienia po prostu należy dopasować wtyk do adaptera, a następnie wetknąć kabel do gniazda znajdującego się na końcu tłumika.

Zasady projektowania systemu

Na co należy zwrócić uwagę przy projektowaniu systemu?

Są trzy podstawowe czynniki, które należy rozpatrzyć w celu dobrania odpowiedniego tłumika:

1. Poziom tłumienia (1-30dB). Parametr ten jest funkcją zależną od budżetu systemu i od zakresu dynamicznego odbiornika.

2. Typ obudowy tłumika (ST, SC, FC lub D4). Typ obudowy tłumika zależy od złącz i adapterów używanych w systemie.

3. Typ interfejsu tłumika i współczynnik odbicia (PC, UPC, APC). Wybór tłumika z odpowiednim interfejsem (PC, UPC, APC) zależy od wymogów stawianych współczynnikowi tłumienia sygnału odbitego systemu. Na przykład systemy telewizji kablowej (CATV) są bardzo wrażliwe na sygnał odbity, powodujący zniekształcenie sygnału przesyłanego. Stąd też w celu uzyskania większego tłumienia sygnału odbitego stosuje się interfejsy APC (Angled Physical Contact) 8° lub 9°, co zapewnia co najmniej -65dB straty sygnału odbitego. Z drugiej strony systemy cyfrowe, które są mniej wrażliwe na działanie sygnału odbitego mogą wykorzystywać interfejsy PC lub UPC, gwarantujące tłumienie sygnału odbitego na poziomie od -40 do -55dB.

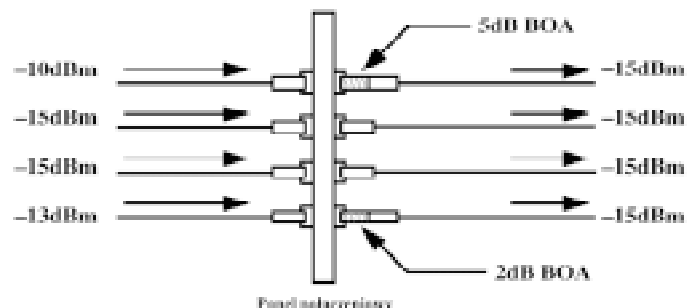
Zastosowania

Tłumiki firmy AMP mają bardzo szerokie zastosowania. Mogą być instalowane na panelach, pomiędzy kablami krosowymi lub montowane bezpośrednio na interfejsach odbiorników. Dwa główne zastosowania tłumików to tłumienie mocy na odbiornikach i równoważenie mocy wyjść wielokrotnych. Tłumiki pozwalają instalatorom dopasowywać poziom mocy optycznej bez konieczności wymiany innych komponentów lub obcinania i dołączania włókien światłowodowych, jak w przypadku tłumików dołączanych bezpośrednio do włókna (tłumiki in-line). Rezultatem jest minimalny czas przestoju w pracy oraz łatwość serwisowania całego systemu.

Jak powszechnie wykorzystuje się tłumiki o stałej wartości tłumienia?

Wyrównywanie mocy (zrównoważenie) w punktach dystrybucyjnych lub na panelach przed odbiornikami.

Panele krosowe są szeroko używane w telefonii i ośrodkach testowania i laboratoriach w celu podłączenia linii światłowodowych do urządzeń transmisyjnych. W tym środowisku niektóre linie doraźnie wymagają tłumienia w punktach dystrybucyjnych lub na panelach przed odbiornikami, aby dopasować moc na wszystkich liniach i w ten sposób uzyskać jednolity poziom sygnału w całym systemie. Najprostszym sposobem uzyskania tego efektu jest wetknięcie tłumików AMP do paneli bez potrzeby przerywania pracy lub ucinania linii (rys.3).



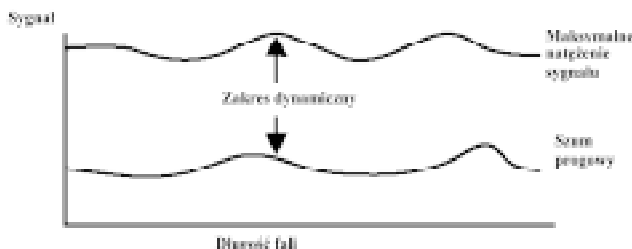
Poprzez zwartość i różnorodność budowy tłumiki mogą być łatwo instalowane na dowolnego typu panelach światłowodowych. Wyrównanie mocy poprzez tłumienie eliminuje potrzebę utrzymywania odbiorników z różnymi zakresami dynamicznymi. Taka standaryzacja stacji odbiorczych upraszcza projektowanie budżetu systemu światłowodowego. Niektóre OEMs w dystrybucyjnych systemach światłowodowych zawierają tłumiki oraz komponenty dla optycznych systemów transportowych, włączając w to systemy WDM wysokiej gęstości.

Tłumienie sygnału w celu dopasowania go do dynamicznego zakresu odbiorników

Dlaczego tłumić sygnał podczas gdy jednym z ważniejszych celów w systemach światłowodowych jest redukcja strat?

Odpowiedź: jeżeli moc na odbiorniku przekracza górny limit dynamicznego zakresu odbiornika, to sygnał ulega zniekształceniu, a to prowadzi do dużych szumów w systemach analogowych i pojawienia się dużej ilości błędów w systemach transmisji cyfrowych. Taka sytuacja może powstać w przypadku, kiedy projektant systemu zawyżył straty systemu wynikające z tłumienia światłowodu, połączeń włókien (splice'ów) i komponentów oraz wybrał niewłaściwą czułość odbiornika.

Aby rozwiązać ten problem wystarczy włożyć tłumik pomiędzy złącze a odbiornik.

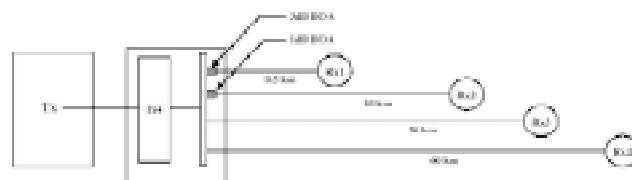


Rys.4 przedstawia dopasowanie mocy świetlnej na odbiorniku.

Gdzie typowo wykorzystywane są tłumiki?

SONET/ATM

W systemach SONET i ATM tłumiki mogą być instalowane na odbiorniku optycznym lub na panelu w celu wyrównania mocy na węzłach. Odległość pomiędzy stacją główną a węzłem może wynosić



nawet do kilku kilometrów w zależności od węzła.

Rys. 5 przedstawia przykład optycznej warstwy systemu SONET.

Stacja nadawcza transmituje z mocą -3 dB w zakresie długości fali 1260 do 1360nm. Sygnał porusza się włóknem jednomodowym, a następnie rozdzielony zostaje na cztery równe wyjścia przy wykorzystaniu rozdzielacza (splittera) 1x4. Aby uprościć projektowanie ustalono, że cztery stacje odbiorcze dzielą między siebie ten sam zakres dynamiczny (-14dBm do -31dBm). Odległość pomiędzy węzłem i panelem dystrybucyjnym jest zmienna i osiąga kilka kilometrów. Światłowód jest jednomodowy i ma tłumienie 0.2dB/km.

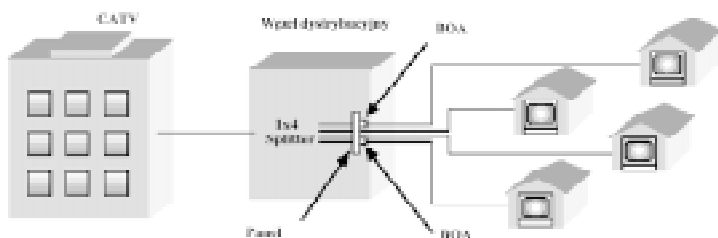
Tabela 1 przedstawia moc i poziomy strat na przykładzie systemu SONET. Projektant systemu, wykorzystując podobny schemat budżetu mocy, może określić wartość tłumienia tak, aby dopasować sygnał do zakresu dynamicznego odbiornika. Analizy pokazują, że tłumik o wartości 3dB potrzebny jest na odbiorniku na linii 1, a tłumik o wartości 1dB potrzebny jest na odbiorniku na linii 2.

Odbiornik	Rx1	Rx2	Rx3	Rx4
Wyjście Tx źródła przy 1260-1360nm	-3 dBm	-3 dBm	-3 dBm	-3 dBm
Straty na złączach/połączeniach typu splice	-1 dB	-1 dB	-1 dB	-1 dB
Strata na włóknie światłowodowym (0.2dB/km)	-0.5 dB	-2 dB	-6 dB	-12 dB
Strata na rozdzielaczu (spliterze) 1x4	-7 dB	-7 dB	-7 dB	-7 dB
Wyjście (0) przy odbiorniku Rx	-11.5 dBm	-13 dBm	-17 dBm	-23 dBm
Górna odchyłka dynamiczna Rx (U)	-14 dBm	-14 dBm	-14 dBm	-14 dBm
= 0 - U	2.5 dB	1 dB	-3 dB	-9 dB
Wartość tłumika BOA	3 dB	1 dB	-	-

Tabela 1. Analiza budżetu mocy na przykładzie systemu SONET.

Telewizje kablowe (CATV)

Zastosowania video wymagają lepszych wartości jeżeli chodzi o parametry straty sygnału odbitego i tłumienie. Sygnał odbity może uszkodzić system. Wszystkie tłumiki światłowodowe AMP z kątową końcówką ferruli 8° lub 9° (APC - Angled Physical Contact) gwarantują niski wymagany współczynnik odbicia (reflektancję) < -65dB. Taki system może

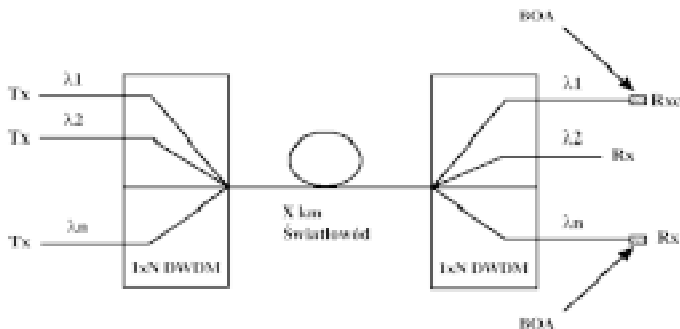


wymagać zastosowania tłumików zarówno na stacjach nadawczo-odbiorczych jak i wewnątrz linii.

Rys. 6 przedstawia przykład wykorzystania tłumików w celu otrzymania odpowiedniego poziomu mocy na rozdzielaczach w węźle dystrybucyjnym. Ponieważ dystans pomiędzy węzłem a abonentem może być różny, tłumik BOA może być użyty w celu dopasowania poziomu mocy na poszczególnych gałęziach.

Systemy WDM

Potrzeba umieszczenia kilku blisko siebie położonych oddzielnych sygnałów różnie w systemach WDM o dużej gęstości (DWDM). Powoduje to konieczność dopasowania mocy wyjściowej z WDM do czułości odbiorników w dynamicznym zakresie. Dobrym rozwiązaniem tego problemu jest umieszczenie tłumików firmy AMP, ponieważ ich tłumienie nie zależy od długości fali w danym oknie. W celu osiągnięcia prawidłowych poziomów sygnałów projektanci systemów mają możliwość umieszczenia tłumika



zarówno przy odbiorniku, jak i po stronie nadawczej. Taka sytuacja przedstawiona jest na rysunku 7.

Rys.7 Zastosowanie tłumików BOA w systemie WDM.

Systemy testowe

Producenci domieszkowanych erbem wzmacniaczy światłowodowych (EDFA) i innych urządzeń światłowodowych używają tłumików w ustawieniach pętli pomiarowych do pomiarów uzyskanej płaskości wzmacniaczy ponad ustaloną szerokość pasma w funkcji odległości (np. 3.000km, 6.000km, 10.000km)

Specyfikacje własności optycznych

Tabela 2 wyszczególnia podstawowe własności optyczne tłumików firmy AMP. Pokazane rezultaty zostały otrzymane w wyniku zbadania tłumików z interfejsem SC zgodnie z założeniami komitetu normalizacyjnego Bellcore. Ogólne wymagania optyczne dla tłumików są zawarte w GR-910-CORE.

	Pasmo podstawowe	Drugie okno
Robocze długości fali (nm)	1260 – 1360 i 1430 – 1580	1285 – 1335 i 1525 – 1575
Zakres temperatury	-40 do + 75°C	-40 do + 75°C
Tolerancja tłumienności (dB) przy 25°C	±0.75dB (dla tłumików BOA <5dB) ±15% (dla tłumików BOA ?5dB)	±0.75dB (dla tłumików BOA <5dB) ±15% (dla tłumików BOA ?5dB)
Współczynnik odbicia	PC = -45 UPC = -55 APC = -65	PC = -45 UPC = -55 APC = -65

Tabela 2. Własności optyczne tłumików.

Najczęściej zadawane pytania

Jakie testy należy przeprowadzić, aby zweryfikować właściwości tłumika?

Tłumiki są zaprojektowane według wymagań normy Bellcore GR-910-CORE. Z tego względu ten dokument komitetu Bellcore jest dobrym punktem odniesienia dla testów porównawczych.

Jaka jest różnica pomiędzy szerokopasmowym tłumikiem (Bellcore), a tłumikiem dwupasmowym?

Jedyną różnicą pomiędzy nimi dwoma jest zakres długości fali. Tłumiki Bellcore mają szerszy zakres (1260-1360nm i 1430-1580nm), natomiast tłumiki dwupasmowe nazywane również dwuoknowymi, mają zakres 1285-1335nm i 1525-1575nm. Innymi słowy tłumiki Bellcore są tłumikami z rowododem.

Czy możliwe jest wykrycie tłumika?

Tak, ponieważ tłumienie tłumika jest niezależne od położenia w torze optycznym, gdziekolwiek jest umieszczony - przy panelu czy przy odbiorniku.

Czy dostępne są tłumiki hybrydowe?

Tak, lecz znajdują one bardzo wąskie zastosowanie - jako narzędzie marketingowe.

Czy przeprowadzono pełne testy Bellcore na tłumikach?

Tak, Bellcore testowało tłumiki z interfejsami SC i D4 w dokumencie GR-910. Tłumiki z innymi interfejsami (ST i FC) zostały przedłożone do wewnętrznych testów według kryteriów Bellcore 910.

Czy można łączyć tłumiki?

Tak, tłumiki zaprojektowane w postaci wtyków pozwalają na łączenie, dając w wyniku sumę tłumienności.

Jaki jest skład materiałowy tłumików?

W przypadku tłumików SC i FC jest to bezprądowa powłoka nikielowa naniesiona na cynkową osłonę zewnętrzną. Wszystkie ferrule wykonane są z ceramicznym elementem dopasowującym.

Opracowanie:
Dział Techniczny firmy LANSTER
na podstawie materiałów firmy AMP