

# Zastosowania multiplekserów soczewkowych (WDM) firmy AMP

**Celem niniejszego artykułu jest przedstawienie informacji na temat właściwości i wykorzystania multiplekserów soczewkowych (WDM - Wavelength Division Multiplexer) produkcji amerykańskiej firmy AMP ze szczególnym uwzględnieniem ich przydatności dla telewizji kablowych. Daje on krótki przegląd stosowanych technologii oraz specyfikacji podstawowych parametrów.**

## Multipleksery soczewkowe - zastosowania

### Opis produktu i właściwości

Multipleksery i demultipleksery soczewkowe (WDM, WDD) pozwalają na równoczesną transmisję dwóch sygnałów na jednym włóknie światłowodowym przy dwóch różnych długościach fali. Multipleksery łączą te sygnały, podczas gdy demultipleksery je rozdzielają. Za pomocą tych urządzeń operatorzy mogą niezależnie przesyłać sygnały optyczne o różnych długościach fali tym samym włóknem światłowodowym.

W urządzeniach tych wykorzystywane są wysokiej jakości osłony "dichroiczne", które spełniają rolę nieprzepuszczalnych filtrów w zakresie 400-1600nm długości fali.

Jednomodowe multipleksery soczewkowe zaprojektowane są dla szerszego pasma przenoszenia (1310-1550nm). Zastosowanie znajdują w równoczesnej transmisji sygnałów A/V w CATV. Wielomodowe multipleksery zaprojektowane zostały dla mniejszych pasm przenoszenia, takich jak 850/1300nm CCTV.

## Korzyści wynikające z zastosowania multiplekserów soczewkowych:

### Atrakcyjne cenowo

WDM mogą być dodawane do sieci w celu powiększenia możliwości transmisyjnych bez konieczności instalacji nowych kabli.

### Mogą być stosowane do światłowodów wielomodowych i jednomodowych

WDM soczewkowe mogą być używane zarówno w systemach opartych o światłowody wielomodowe, jak i jednomodowe. W przeciwieństwie do nich WDM spawane mogą być stosowane wyłącznie w światłowodach jednomodowych ze względu na ograniczenia w spawaniu światłowodów wielomodowych.

### Szerokie pasmo przepuszczania

W przeciwieństwie do WDM spawanych, WDM soczewkowe gwarantują minimalne pasmo przepuszczania 50nm wokół centralnej długości fali. Dzięki temu znalazły swoje zastosowanie przy transmisjach szerokopasmowych.

### Wysoki stopień izolacji sygnałów

Typowa dwukierunkowa izolacja dla tego urządzenia wynosi 42dB. Powoduje to, że mogą one być wykorzystywane do testowania światłowodów na odległość (światłowodowe systemy telemetryczne), np. rozprowadzania sygnałów wideo lub innych wymagających dużej izolacji sygnałów.

### Mała reflektancja

WDM soczewkowe posiadają reflektancję minimum -35dBm, co sprawia, że są one idealne do zastosowań w telewizjach kablowych.

### Dwukierunkowość

Sygnał może być przesyłany w dwu kierunkach bez istotnych zmian parametrów optycznych.

### Małe rozmiary

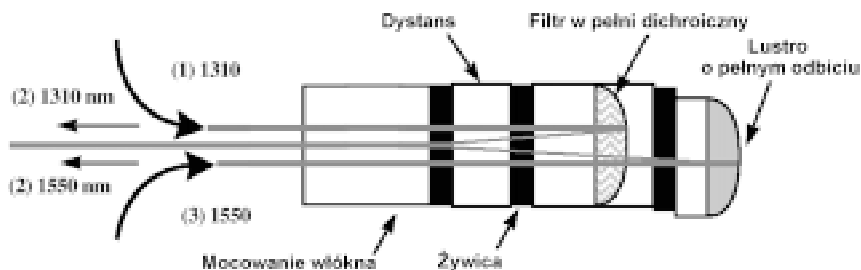
WDM to cylindryczne elementy o średnicy 0,44" i długości 1,7". Są wystarczająco małe, aby można było je umieszczać na obwodach drukowanych.

## Technologia

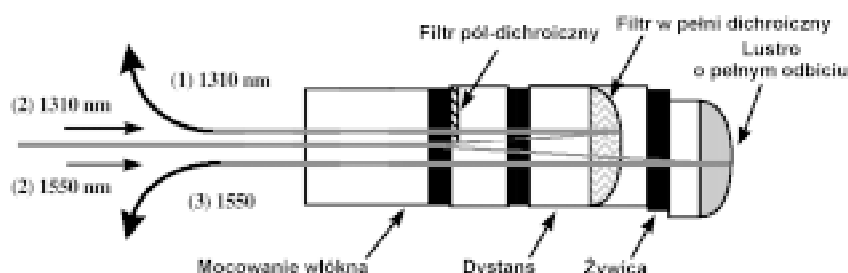
Multipleksery soczewkowe jedno- i wielomodowe składają się z dichroicznych soczewek i dystansów UV przyklejonych do kapilar trzymających włókna. Szklana obudowa trzymająca włókna zawiera w sobie w zależności od zastosowania, trzy jedno- (9/125um) lub wielomodowe (50/125, 62.5/125) włókna. Dichroiczny filtr, znany również jako long wavelength bandpass filtr (LWP), odbija krótszą falę 1310nm, przepuszczając dłuższą 1550nm. Dłuższą falę odbija lustro umieszczone na końcu WDM (rys. 1). Umieszczony w połowie długości WDD dichroiczny filtr zatrzymuje falę dłuższą, natomiast pozwala na przejście fali krótszej. Dodatkowo, zaletą tego filtru jest pierwszo-rzędna izolacja pomiędzy dwoma długościami fali. Cały zestaw optyczny jest umieszczony w aluminiowej obudowie, a włókna wychodzące dodatkowo umieszczone są w płaszczach.

### Charakterystyka optyczna

Każde urządzenie jest dwukierunkowe i ma możliwość łączenia światła (multipleksacji) lub rozdzielania światła (demultipleksacji). W multiplekserach (WDM) fala o krótszej długości (1310nm) porusza się włóknem 1, następnie odbija się od pierwszej dichroicznej soczewki, a następnie zostaje wrzucona do włókna 2 (wspólnego). Fala dłuższa (1550nm) porusza się włóknem 3, odbija się od lustra końcowego, a następnie zostaje wrzucona do włókna 2. W demultiplekserach (WDD) dwa sygnały (1310 i 1550 nm) przychodzą tym samym włóknem 2. Krótsza fala odbija się od pełni dichroicznego filtra, przechodzi następnie przez filtr pół-dichroiczny, po czym wrzucona zostaje do włókna 1. Fala dłuższa przepuszczana jest przez filtr w pełni dichroiczny, odbija się od lustra końcowego, a następnie zostaje wprowadzona do włókna 3.



Rys. 1 Multiplekser soczewkowy - WDM.



Rys. 2 demultiplekser soczewkowy - WDD.

## Zasada instalacji

Instalacja WDM jest bardzo prosta gdy wszystkie włókna światłowodowe wprowadzone są z jednej strony urządzenia, a obudowa WDM wyposażona jest w zestaw zacisków umożliwiającą łatwą instalację do płyt PC lub paneli.

Średniej trwałości WDM rozprowadzane są z elastycznymi włóknami umieszczonymi w buforze 900um. Daje to dużą swobodę przy montażu i rozprowadzaniu na płytach PC.

Dużej trwałości WDM dostarczane są z włóknami umieszczonymi w buforze 3mm. Przeznaczone są one do stosowania w środowiskach o dużym zagrożeniu np. w panelach.

WDM sprzedawane są również w wersji, gdzie włókna nie są zakończone złączami. Takie urządzenie musi zostać dołączone bezpośrednio do systemu lub może być przyłączone poprzez spawanie lub przy pomocy złącz mechanicznych (splice). W wersji zakończonej złączami pigtail urządzenia dołączane są do systemu lub do innych komponentów poprzez odpowiednie adaptory umieszczone w panelach lub innych dodatkowych elementach łączeniowych.

W przypadku WDM dwa pigtaile wchodzące przyłączone są bezpośrednio do pigtaili lasera. Pigtail wychodzący z WDM dołączony jest do jedno- lub wielomodowego włókna wychodzącego przystosowanego do transmisji światła w dwóch długościach fali.

W odwrotnym przypadku, tzn. kiedy WDM demultipleksuje sygnały pojedyncze, wejście dołączone jest do włókna transmisyjnego, a dwa wyjścia do odbiorników.

## Zastosowania

Powszechne zastosowanie WDM to multipleksacja kanałowa, dzięki której możliwe jest przesłanie większej ilości danych pomiędzy dwoma punktami bez stosowania dodatkowych włókien. WDM soczewkowe posiadają szczególną właściwość odróżniającą je od ich spawanych odpowiedników: jest to pierwszorzędna izolacja dwóch różnych długości fal świetlnych. Dodatkowo nie jest możliwe skonstruowanie WDM wielomodowego w technologii spawanej.

## Jak używa się WDM soczewkowych?

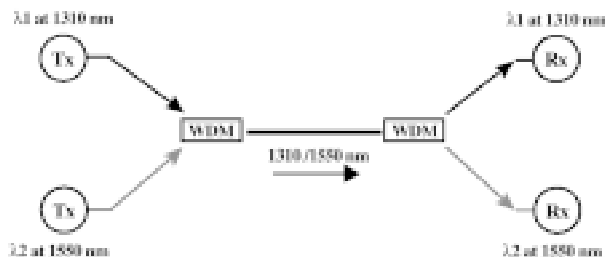
WDM soczewkowe typowo używane są parami, tak jak w systemach dwukanałowych. System składa się z dwu WDM połączonych ze sobą dwukonowym światłowodem o określonej długości. WDM ze strony transmisyjnej łączy dwa sygnały (długości fal świetlnych) natomiast od strony odbiornika rozdziela te sygnały. Takie systemy mogą być jedno- lub wielomodowe, jedno- lub dwukierunkowe jak pokazano na rysunkach.

Połączenie multipleksacji kanałowej i wyższej zdolności izolacji sygnałów czyni jednomodowe i wielomodowe WDM soczewkowe atrakcyjnymi w sieciach lokalnych (LAN), telewizjach kablowych (CCTV) i zdalnych światło-wodowych systemach testowania.

### Dwukanałowy jednokierunkowy system WDM

Jak pokazano na rys. dwie fale (1310 i 1550 nm) poruszają się wspólnym jednomodowym włóknem tylko w jednym kierunku np. połączenie pomiędzy komputerem a drukarką w sieci LAN.

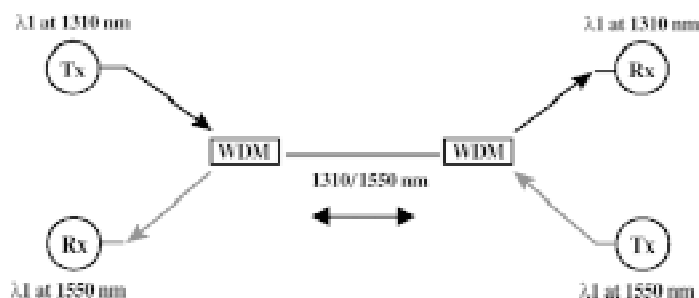
Rys.3 Jednokierunkowy system WDM



### Dwukanałowy dwukierunkowy system WDM

Jak widać dwa sygnały (1310 i 1550nm) poruszają się w przeciwnych kierunkach w tym samym włóknie światłowodowym, tak jak pomiędzy węzłami komputerowymi w sieci LAN.

Rys.4 Dwukanałowy dwukierunkowy system WDM

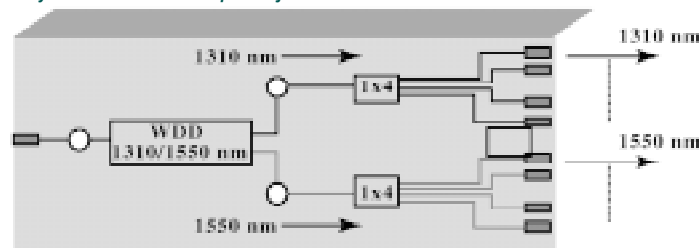


### Wielokanałowy system WDM

Zapotrzebowanie na zintegrowane urządzenia złożone z wielu modułów do multipleksacji kanałowej zwiększa się wraz ze wzrostem zainteresowania się takimi urządzeniami przez coraz większą liczbę instalatorów. Urządzenia wielomodowe zaprojektowane zostały aby połączyć ze sobą kilka modułów optycznych (splitery, WDM, złącza, etc.) w jedno urządzenie, które może zostać zamontowane lub podłączone w dowolnym miejscu do systemu. Na rynku znajduje się wiele takich urządzeń dostosowanych do różnych aplikacji.

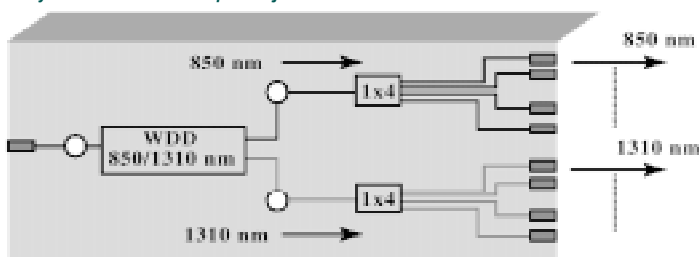
Rys. 5 ilustruje połączenie WDD 1310/1550 jednomodowego zespawanego z dwoma splitterami 1x4 podłączonego na wyjściu i na wejściu. W wyniku zastosowania takiego urządzenia otrzymujemy cztery wyjścia 1300nm i cztery wyjścia 1550nm.

Rys.5 Jednomodowa multipleksacja VAM



Innym przykładem może być urządzenie przedstawione na rysunku 6. Wielomodowy 850/1310 WDD jest przyspawany do dwóch splitterów 1x4, co daje cztery wyjścia 850nm i cztery wyjścia 1310nm.

Rys.6 Wielomodowa multipleksacja VAM



## Gdzie są wykorzystywane WDM soczewkowe?

### Systemy bezpieczeństwa CCTV

Szkielet optyczny systemu CCTV wykorzystuje WDM wielomodowe. Pozwalają one na równoczesną transmisję video i kontrolę sygnałów (pan, tilt, zoom) na jednym wielomodowym włóknie. Odległość transmisyjna może zostać rozszerzona do ponad 40km (rys7). Sygnał video o częstotliwości 10 do 30 MHz typowo przenoszony jest falą o długości 1310nm

od kamery typu CCD do monitora. Sygnał odpowiadający za kontrolę funkcji kamery takich jak pan-tilt, zoom i focus przenoszony jest falą 850nm.

Sygnał audio może zostać dodany do sygnałów video i kontroli pracy systemu poprzez urządzenia realizujące dalszą multipleksację.

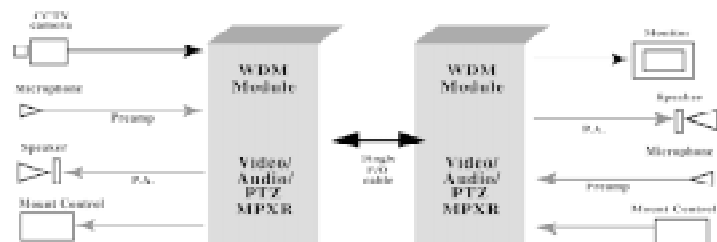
#### System WDM video/dźwięk

System ten wykorzystuje WDM do przenoszenia dźwięku falą 1310nm, a sygnału video w oknie 1550nm na jednym wspólnym dla obydwu sygnałów, jednomodowym włóknie światłowodowym. Transmisja w tym systemie realizowana jest przez WDM na dalszym końcu systemu i przez WDD umieszczony w centrali.

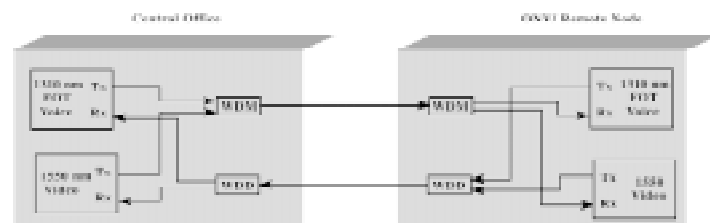
#### System testowania światłowodów na odległość i jego kontrola

System testowania światłowodów na odległość (rys. 9) zaprojektowany został aby umożliwić wykrycie uszkodzenia (przerwania) światłowodu lub wykrycia dużych strat mocy sygnału na połączeniach w światłowodowym torze transmisyjnym.

Rys. 7 System CCTV WDM z sygnałami video, audio, camera pan, tilt, zoom (PTZ)

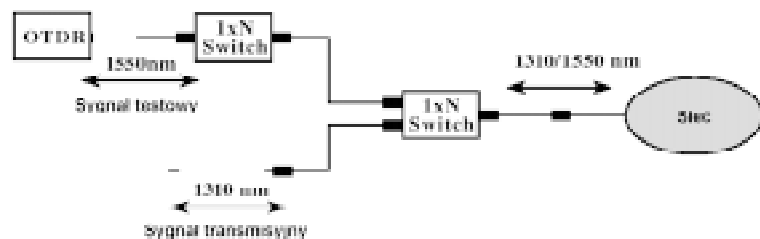


Rys. 8 System przenoszący video i głos



Sercem tego systemu jest urządzenie wielomodowe złożone z OTDR, przełącznika optycznego (switch) 1xN i jednomodowego WDM. Jednomodowy WDM wykorzystywany jest do równoczesnej transmisji sygnału testowego w oknie 1550nm i normalnego ruchu w oknie 1310nm na tym samym włóknie. System ten opiera się na jednokierunkowym multiplexerze soczewkowym o wysokim stopniu izolacji. WDM soczewkowe firmy AMP spełniają wymagania na izolację przekraczające 40dB.

Rys. 9 System testowania światłowodów na odległość.



#### Specyfikacja

Tabela 1 zawiera parametry WDM firmy AMP.

Parametry	Jedn.	Jednomodowy MUX/DEMUX	Wielomodowy MUX/DEMUX
Tłumienność wtrąceniowa (typ.)		0,9	0,9
Tłumienność wtrąceniowa (max.)	dB	1,3	1,3
Kierunkowość (typ.)		>65	>55
Kierunkowość (min.)	dB	>55	>45
Pasmo przepuszczania (typ.)		120	120
Pasmo przepuszczania (min.)	nm	100	100
Współczynnik odbicia (port 1)		<40(WDD)	<13
Współczynnik odbicia (porty 2 i 3)	dB	<55(WDD) 60(WDM)	<15 & <35 35(WDM)
Izolacja (typ.)		48(Bi), 42(Uni)	48(Bi), 42(Uni)
Izolacja (min.)	dB	40(Bi), 35(Uni)	40(Bi), 35(Uni)
Strata zależna od polaryzacji	dB	0,1	0,1
Temperatura (praca)	°C	-20 do +60	-40 do +65
Temperatura (składowanie)		-20 do +60	-40 do +75
Typy włókien światłowodowych	µm	9/125	50/125, 62.5/125, 100/125
Typy złączy	-	ST, SC, FC, D4	ST, SC, FC, D4
Zakończenie złącza	-	APC, UPC, SPC	-
Długości fali	nm	1310, 1550	850, 1310
Wymiary (średnica x długość)	mm	11.2 x 43.2	11.2 x 43.2

Tab.1 WDM soczewkowe - specyfikacja techniczna

#### Budowa

WDM soczewkowe umieszczone są w zwartych cylindrycznych aluminiowych obudowach, z dołączonymi pigtailami. Włókna WDM mogą być nie zakończone złączami, wtedy należy je przyspawać do systemu lub zarobić na ich końcach odpowiednie złącza. Włókna WDM mogą być też zakończone dowolnymi złączami stosowanymi w przemyśle. Dodatkowo złącza mogą być z dowolnym zakończeniem ferruli np.: APC, UPC, etc. w celu zapewnienia odpowiedniej straty sygnału odbitego.

Rys. 10 Typowe WDM soczewkowe.



#### Najczęściej zadawane pytania

##### Jaka jest główna różnica pomiędzy WDM soczewkowymi a spawanymi?

WDM spawane produkowane są w procesie: spawania/ciągnięcia/zwężania włókien światłowodowych, natomiast WDM soczewkowe wykonane są z dokładnie dopasowanych włókien do elementów mikrooptycznych.

##### Jaka jest strata sygnału odbitego WDM?

Minimalna strata sygnału odbitego dla WDM bez złączy powinna wynosić 35 dB.

##### Jaka jest różnica w izolacji dla WDM spawanych i WDM soczewkowych?

Izolacja WDM spawanych zawiera się w zakresie od 17 do 20dB, podczas gdy izolacja WDM soczewkowych wynosi 35 do 42dB.

##### Jakie są dostępne złącza?

Dostępne złącza to FC, ST, SC z możliwością ferruli wypolerowanej PC, UPC, APC.

#### Opracowanie:

Dział techniczny firmy LANSTER na podstawie materiałów AMP.