

ĆWICZENIE 4

BIERNE ELEMENTY TORU ŚWIATŁOWODOWEGO (sprzęgacz i cyrkulator światłowodowy)

PROGRAM ĆWICZENIA:

1. Pomiary sprzęgacza światłowodowego typu X
 - pomiary parametrów sprzęgacza dla różnych konfiguracji pracy
 - badanie właściwości spektralnych sprzęgacza kierunkowego dla długości fal 850 nm i 1300nm
 -
2. Pomiary 3-portowego cyrkulatora optycznego
 - pomiary charakterystyk prądowych wskazanych źródeł światła
 - pomiary sygnałów wyjściowych w zależności od konfiguracji pracy
 - badanie zależności spektralnych cyrkulatora dla długości fal 1300nm i 1550nm

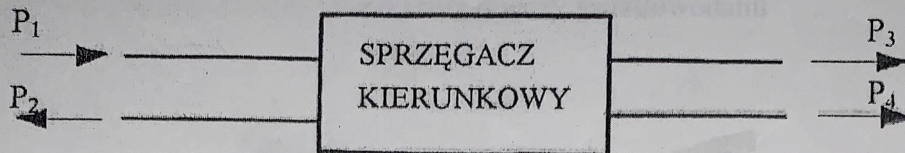
ZAGADNIENIA DO PRZYGOTOWANIA:

1. Rodzaje sprzęgaczy światłowodowych i ich parametry
2. Technologie wytwarzania sprzęgaczy światłowodowych
3. Zasada działania-cyrkulatora światłowodowego

Literatura:

1. Midwinter Światłowody telekomunikacyjne
 2. Palais Zarys telekomunikacji światłowodowej
 3. Szustakowski Elementy techniki światłowodowej
 4. Smoliński Optoelektronika światłowodowa
- Zajęcia odbywają się w p.410

PARAMETRY SPRZĘGACZA ŚWIATŁOWODOWEGO



- P_1 – moc optyczna wejściowa
- P_2 – moc optyczna powracająca (odbita)
- P_3 – moc optyczna wyjściowa (bezpośrednia)
- P_4 – moc optyczna wyjściowa (sprzężona)

KIERUNKOWOŚĆ SPRZĘŻENIA $S = 10 \log \frac{P_{\lambda 2}}{P_{\lambda 1}}$

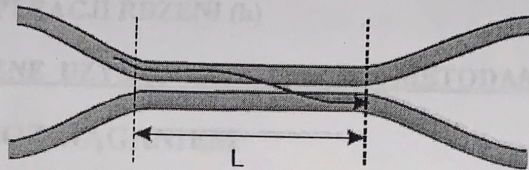
WSPÓLCZYNNIK SPRZĘŻENIA $C = 10 \log \frac{P_4}{P_1}$

STRATY WĘWNĘTRZNE $I = 10 \log \frac{P_3}{P_1}$

EFEKTYWNOŚĆ SPRZĘŻENIA $E = 10 \log \frac{P_3 + P_4}{P_1}$

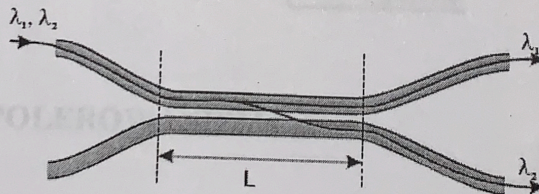
SPRZĘGACZ KIERUNKOWY - pełnione funkcje w układach światłowodowych

Boczne przekazywanie mocy optycznej między światłowodami



Optyczny sprzęgacz kierunkowy

Rozseparowywanie długości fal



Optyczny sprzęgacz kierunkowy, jako demultiplekser

SPRZĘGANIE BOCZNE ŚWIATŁOWODÓW

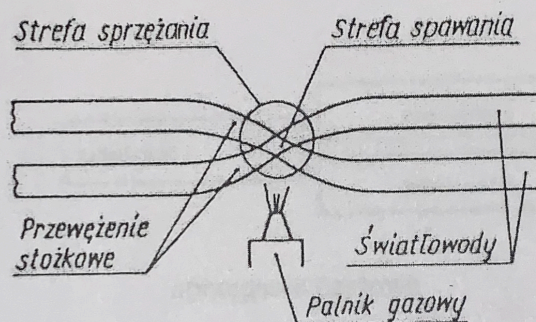
Technika sprzężenia bocznego polega na bezpośrednim kontakcie rdzeni włókien światłowodowych wzdłuż ich osi.

SPRAWNOŚĆ SPRZĘŻENIA (W SPRZĘGANIU BOCZNYM) ZALEŻY OD:

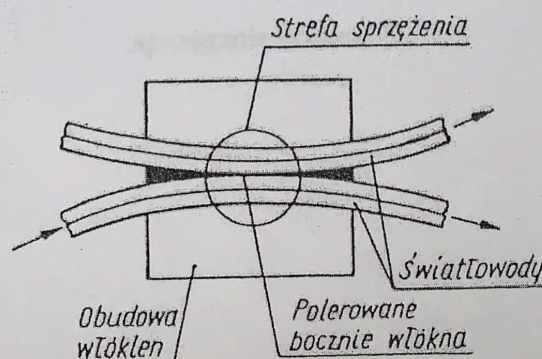
- DŁUGOŚCI DROGI SPRZĘŻENIA (L)
- WSPŁÓCZYNNIKA SPRZĘŻENIA (C), KTÓREGO WIELKOŚĆ JEST FUNKCJĄ SEPERACJI RDZENI (h)

SPRZĘGANIE BOCZNE UZYSKUJE SIĘ DWOMA METODAMI:

1. SPAWANIE Z ROZCIĄGANIEM



2. KLEJENIE Z POLEROWANIEM

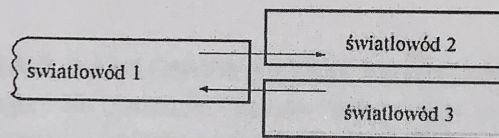


RODZAJE SPRZĘGANIA ŚWIATŁOWODÓW

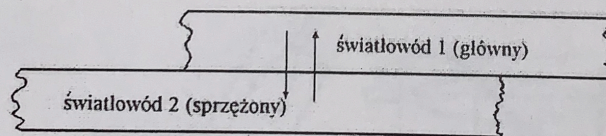
Parametry sprzęgaczy światłowodowych w tym podział promieniowania optycznego (mocy optycznej), między światłowodami, straty, kierunkowość zależne są od rodzaju konstrukcji sprzęgaczy.

KONSTRUKCJE SPRZĘGACZY ŚWIATŁOWODOWYCH ZALEŻĄ OD TECHNIK REALIZOWANEGO TYPU SPRZĘGANIA:

- SPRZĘGANIE CZOŁOWE
- SPRZĘGANIE BOCZNE



sprzęganie czołowe



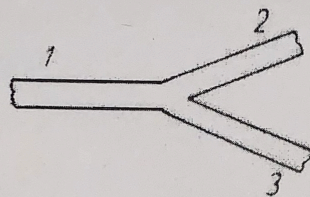
sprzęganie boczne

TECHNIKA SPRZĘGANIA CZOŁOWEGO ŚWIATŁOWODÓW:

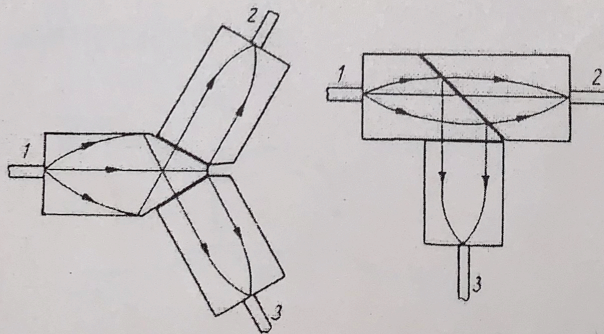
mechanizm transformacji mocy optycznej w tego typu sprzęgaczach jest analogiczny z mechanizmem propagacji w złączach światłowodowych

- **TECHNOLOGIA SPAWANIA** (bezpośredni kontakt rdzeni sprzęganych światłowodów)

Łączenie elementów sprzęgacza poprzez ich stopienie w : palniku gazowym, łuku elektrycznym, wiązką laserową



- **TECHNOLOGIA Z ZASTOSOWANIEM MIKROOPTYKI**
(elementami służącymi do podziału sygnału optycznego mogą być pryzmaty światłdzielące, soczewki światłowodowe, siatki dyfrakcyjne o wymiarach porównywalnych ze średnicą włókien światłowodowych)



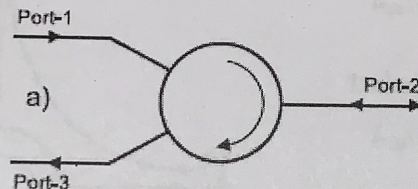
CYRKULATOR ŚWIATŁOWODOWY

Cyrkulatory optyczne to sprzęgacze światłowodowe, w których sprzężenie zależy od kierunku propagacji promieniowania optycznego, powszechnie używane w sieciach optycznych i światłowodowych układach czujnikowych (np. ze światłowodowymi siatkami Bragga)

W technice zastosowanie mają dwa rodzaje cyrkulatorów:

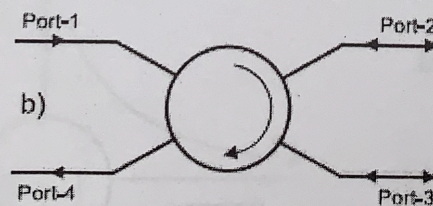
- 3 - portowe
- 4 - portowe

CYRKULATOR 3-PORTOWY



W cyrkulatorze 3-portowym sygnał wejściowy jest podawany przez port -1 i wychodzi przez port-3, port -2 jest portem dwukierunkowym.

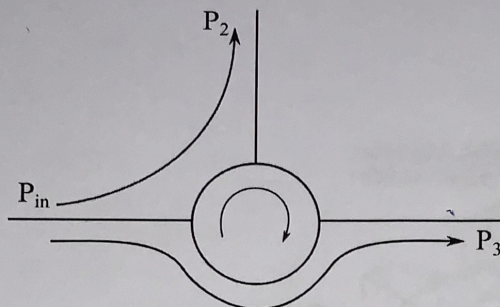
CYRKULATOR 4-PORTOWY



W cyrkulatorze 4-portowym światło wchodzi przez port-1, wychodzi przez port-4, natomiast porty 2 i 3 są portami dwukierunkowymi.

Parametry cyrkulatora światłowodowego

1° Moc optyczna P_{in} wprowadzana do portu 1



Straty wewnętrzne

$$L_{int}(1 \rightarrow 2) = 10 \log \frac{P_2}{P_{in}}$$

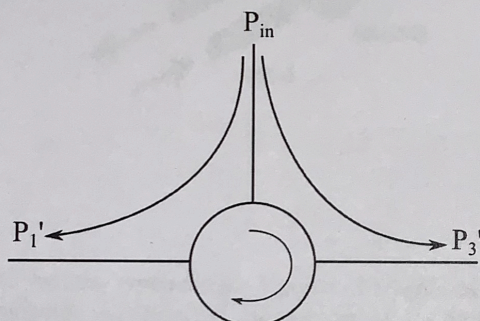
Kierunkowość

$$L_{int}(1 \rightarrow 3) = 10 \log \frac{P_3}{P_{in}}$$

P_2 – moc optyczna w porcie 2

P_3 – moc optyczna w porcie 3

2° Moc optyczna P_{in} wprowadzana do portu 2



Straty wewnętrzne

$$L_{int}(2 \rightarrow 3) = 10 \log \frac{P_3'}{P_{in}}$$

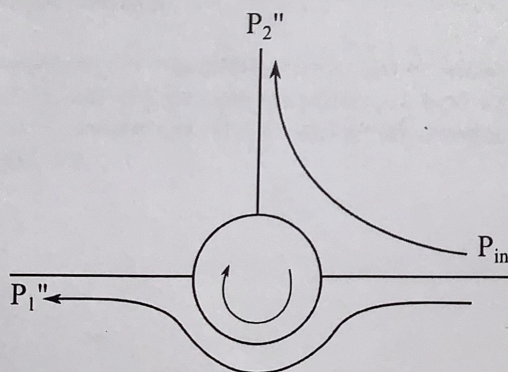
Izolacja

$$L_{iso}(2 \rightarrow 1) = 10 \log \frac{P_1'}{P_{in}}$$

P_1' – moc optyczna w porcie 1

P_3' – moc optyczna w porcie 3

3° Moc optyczna P_{in} wprowadzana do portu 3



Izolacja

$$L_{iso}(3 \rightarrow 1) = 10 \log \frac{P_1''}{P_{in}}$$

Izolacja

$$L_{iso}(3 \rightarrow 2) = 10 \log \frac{P_2''}{P_{in}}$$

P_1'' – moc optyczna w porcie 1

P_2'' – moc optyczna w porcie 2

UWAGA: wartości mocy optycznych należy podstawić w mW

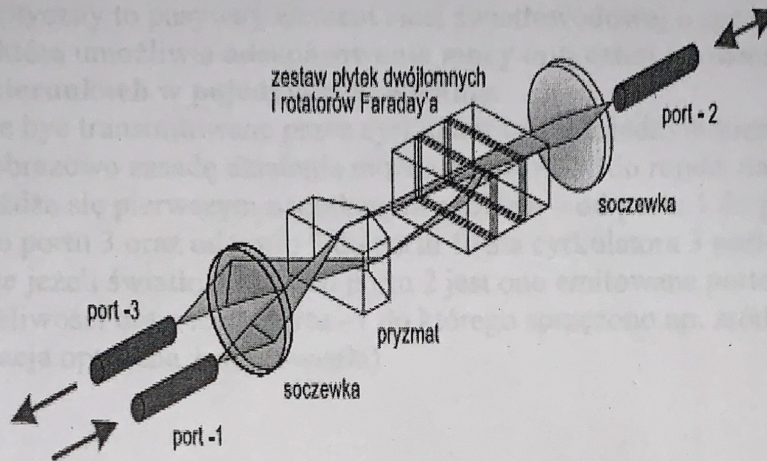
Parametry typowe:

straty wewnętrzne (1 → 2, 2 → 3) 0,8 dB

izolacja (2 → 1, 3 → 1, 3 → 2) 40 dB

kierunkowość (1 → 3) ≥ 50 50 dB

BUDAWA CYRKULATORA OPTYCZNEGO



Wiązka światła wychodząca z portu -1 zostaje za pomocą soczewki i pryzmatu skierowana do urządzenia składającego się ze stosu płytek dwójłomnych i rotatorów Farada' a . Następnie zostaje zogniskowana przez drugą soczewkę na światłowodzie w porcie-2.

Wiązka rozchodząca się wstecz z portu-2 jest odchylana przez system płytek i rotatorów kierunku światłowodu w porcie-3 . W ten sposób światło krąży w układzie cyrkulatora tylko w jednym kierunku.

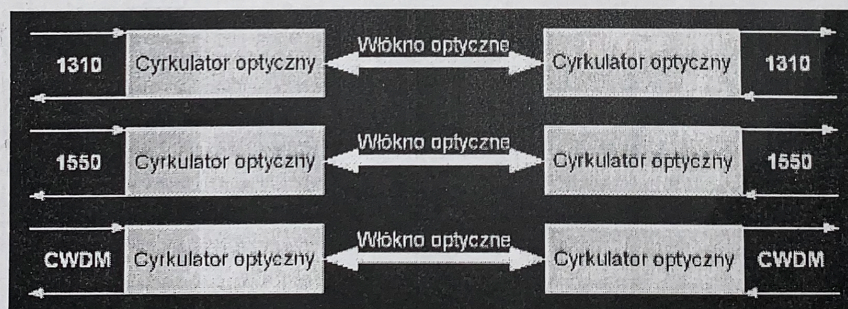
Z powodu dużych rozmiarów elementów składowych, tłumienność wtrąceniowa (insertion loss) cyrkulatorów jest większa niż innych typów sprzęgaczy. Ich działanie silnie zależy od długości fali ponieważ właściwości płytek dwójłomnych i rotatorów Faradaya zależą od długości fali.

ZASTOSOWANIE CYRKULATORA ŚWIATŁOWODOWEGO

Cyrkulator optyczny to pasywny element sieci światłowodowej o specjalnej konstrukcji, która umożliwia **odseparowanie mocy optycznej transmitowanej w różnych kierunkach w pojedynczym włóknie**.

Światło może być transmitowane przez cyrkulator tylko w jednym kierunku – najbardziej obrazowo zasadę działania można przyrównać do ronda, na które po wjeździe zjeżdża się pierwszym napotkanym zjazdem – od portu 1 do portu 2, od portu 2 do portu 3 oraz od portu 3 do portu 1 (dla cyrkulatora 3 portowego). To znaczy, że jeżeli światło wpada do portu 2 jest ono emitowane portem 3, (nie ma możliwości dotrzeć do portu –1 do którego sprzężono np. źródło światła; izolacja optyczna źródła światła)

ZASTOSOWANIE CYRKULATORA OPTYCZNEGO DO TRANSMISJI DWUKIERUNKOWEJ PO JEDNYM WŁÓKNIE



Wersja 3 portowa (przekazująca sygnał świetlny z portu 1 do 2 oraz z portu 2 do 3) jest wykorzystywana do transmisji 2 kierunkowej po jednym włóknie optycznym stosując tylko jedną długość fali.

Dzięki wysokiej izolacji oraz niskim stratom mocy jest on rozpowszechniony w zaawansowanych systemach komunikacyjnych.