**SPRAWOZDANIE**

**PRZEDMIOT:** ZOUL

NUMER PROJEKTU: ZOUL projekt 2-2

AUTOR: **DAWID SUDOWSKI**

NR ALBUMU: **283640**

SEMETR: 22Z

**TEMAT PROJEKTU:** Analiza sygnału na wyjściu optycznego połączenia

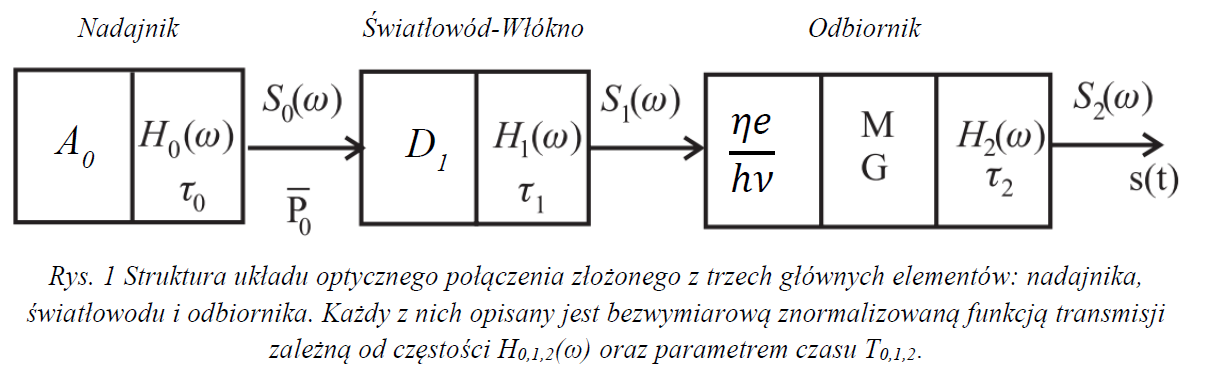
**Problem projektowy:**

W projekcie należy wyznaczyć widmo sygnału optycznego na wyjściu odbiornika będącego ostatnim

elementem optycznego połączenia oraz transformatę odwrotną Fouriera tego widma dla wskazanych

parametrów układu.

**Budowa układu:**



Schemat z rys. 1 przedstawia badany układ. W nadajniku produkowany jest optyczny impuls o amplitudzie

A0. Natomiast H0(ω) jest funkcją widmową optycznego impulsu. Nadajnikiem najczęściej jest laser

półprzewodnikowy modulowany poprzez zmianę prądu zasilającego lub poprzez zastosowanie

zewnętrznego modulatora. Nadajnik produkuje impuls opisany w dziedzinie czasu funkcją P0(t), której

widmo Fourierowskie to S0(ω). Optyczny impuls na wyjściu z włókna jest iloczynem funkcji widmowej

impulsu oraz widma tego światłowodu. Propagację światła przez włókno opisuje się dwiema funkcjami.

Pierwsza to D1, która opisuje straty i druga będąca funkcją transferu start H1(ω). Odbiornikiem jest

najczęściej fotodioda lawinowa, której współczynnik zwielokrotnienia zapisuje się jako M, a jej

wzmocnienie jako G.

**Sygnał na wyjściu optycznego połączenia w funkcji częstości ω**. Sygnał wyjściowy układu S2(ω) jest

wynikiem transmisji impulsu optycznego przez cały układ. Zależy on od poszczególnych elementów układu.

Od nadajnika, czyli lasera który emituje promieniowanie koherentne zwykle o długości fali λ = 1,3 μm

z maksymalną mocą wynoszącą P0max = 0,5 mW. Od włókna, którego straty zwykle wynoszą α =3 dB/km.

Sygnał ten zależy również od odbiornika, czyli fotodiody charakteryzującej się pewną opornością,

wzmocnieniem i współczynnikiem zwielokrotnienia.

W niniejszej analizie, sygnał wyjściowy układu dla uproszczenia został zapisany jako: 

Zakłada się, że nadajnik wytwarza sygnał prostokątny, dlatego funkcję widmową optycznego impulsu

można zapisać jako:

Obraz zawierający tekst

Opis wygenerowany automatycznie

T0 jest znormalizowaną szerokością impulsu. Czas trwania impulsu T związany jest z szybkością transmisji bitów nadajnika R0:



Funkcja H1(ω) jest znormalizowaną funkcją filtru, w przybliżeniu wyrażona filtrem Gaussowskim dolnoprzepustowym:

Obraz zawierający tekst

Opis wygenerowany automatycznie

gdzie T1 jest to parametr włókna związany z pasmem B1 oraz szybkością transmisji bitów nadajnika R0:Obraz zawierający tekst

Opis wygenerowany automatycznie

Szerokość pasma włókna B1 jest zależna od długości L1 i LC:

Obraz zawierający tekst, zegar

Opis wygenerowany automatycznie

gdzie LC jest to długość drogi sprzężenia modów, a BL jest to długość szerokości pasma. Zależność na B1 jest prawdziwa, gdy długość włókna L1 zawiera się w przedziale: 0 < L1 < 3LC.

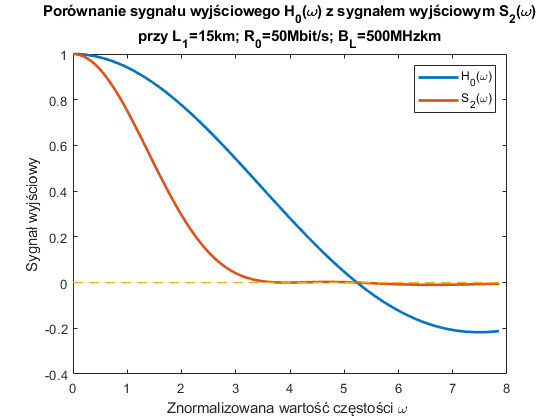
Optyczny odbiornik opisany jest funkcją transferu filtru dolno-przepustowego H2(ω):

Obraz zawierający tekst

Opis wygenerowany automatycznie

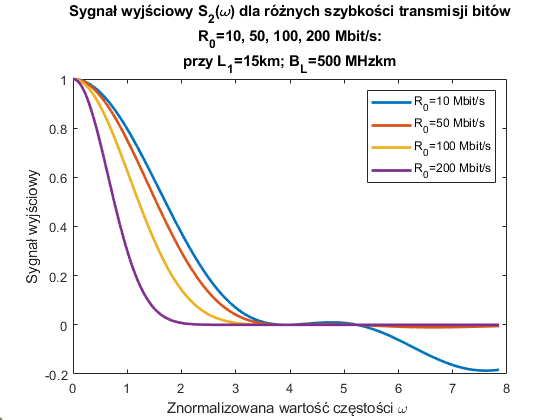
gdzie T­2 jest to parametr odbiornika.

**Wykres 1**



Maksimum sygnału obserwuje się dla ω = 0. Sygnał wyjściowy S2(ω) jest sygnałem H0(ω), który został przepuszczony przez filtr dolnoprzepustowy. Przez ten fakt, nie będzie to już impuls prostokątny oraz energia sygnału wyjściowego (S2(ω)) względem energii sygnału wejściowego (H0(ω)) będzie mniejsza, co oznacza, że S2(ω) został stłumiony.

**Wykres 2**

****

Maksimum sygnałów wyjściowych S2(ω) dla każdego R0 występuje dla każdej z charakterystyk dla tej samej częstości znormalizowanej, czyli dla ω = 0.

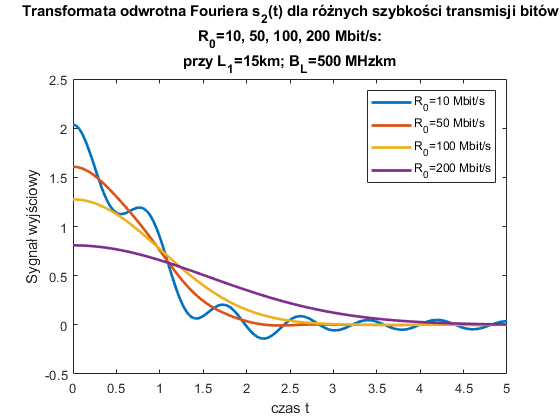
Czas trwania impulsu T jest związany z R0 zależnością T = 1/R0.

Z **Wykresu 2** można zaobserwować zwiększanie się zajmowanego pasma przez widmo sygnału optycznego na wyjściu odbiornika S2(ω) wraz ze spadkiem szybkości transmisji bitów przez nadajnik R0­.

Im większe jest Ro, tym mniejszy jest czas impulsu a światłowód posiada cechy filtru dolnoprzepustowego, co powoduje, że zmniejsza się pasmo przepustowe układu, a zwiększa pasmo zaporowe.

Z charakterystyk można wywnioskować, że częstotliwość graniczna badanego układu zmniejsza się wraz ze wzrostem wartości R0 (szybkość transmisji bitów). Obserwuje się także osłabienie poziomu sygnału wyjściowego S2(ω) w dziedzinie częstotliwości, czyli oznacza to stłumienie sygnału s2(t) w dziedzinie czasu.

**Wykres 3**



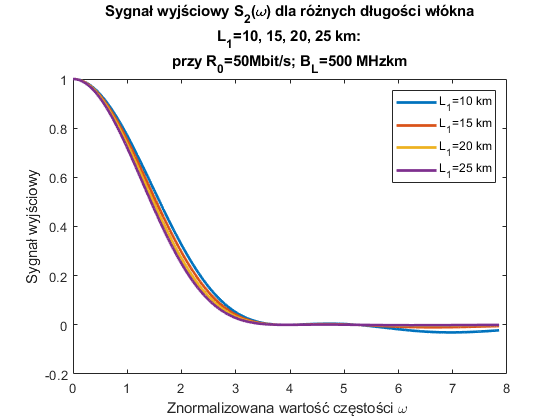
Maksimum każdego z obserwowanych sygnałów w dziedzinie czasu przypada dla tej samej chwili czasu *t = 0* i wraz z jego upływem wartości sygnałów zanikają do wartości zerowej.

Z **Wykresu 3** obserwuje się zmniejszoną wartość maksymalną sygnału wyjściowego s2(t), która przypada dla chwili czasowej *t=0* wraz ze wzrostem szybkości transmisji bitów nadajnika R0.

Kolejną obserwacją jest zauważenie, że wraz ze wzrostem szybkości transmisji bitów R0, łagodniej opada zbocze sygnału s2. Jest to związane z wpływem światłowodu, który ma charakter filtru dolnoprzepustowego, co dla sygnału prostokątnego, który posiada wiele składowych szybkozmiennych oznacza ich wytłumienie. Im większa jest wartość R0, tym wolniej zanika sygnał, to oznacza, że jest bardziej rozmyty.

Czas trwania impulsu T zależny od wartości R0 i jest opisany zależnością T = 1/R0. Im impuls trwa krócej, tym dla szerszego pasma częstotliwości występuje jego widmo. Przez fakt użycia światłowodu jako elementu łączącego nadajnik z odbiornikiem na propagację sygnału ma wpływ dyspersja chromatyczna. Dyspersja chromatyczna jest to zależność współczynnika załamania światła włókna światłowodowego od długości fali (częstotliwości), co oznacza zależność prędkości propagacji sygnału w światłowodzie od długości fali. Składowe sygnału prostokątnego propagują z różnymi prędkościami, co z punktu widzenia transmisji oznacza, że sygnał wyjściowy jest dłuższy niż na wejściu oraz ma niższą moc maksymalną w porównaniu do mocy generowanej przez nadajnik.

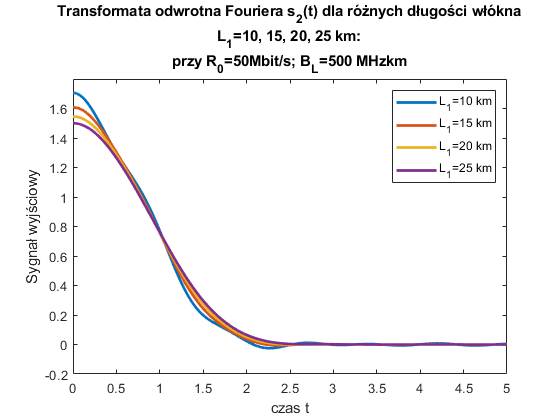
**Wykres 4**

****

Maksimum obserwowanych charakterystyk przypada dla wartości ω=0.

Wraz ze wzrostem długości włókna L1 wzrasta tłumienie w paśmie zaporowym światłowodu jako filtra dolnoprzepustowego. Im wyższa częstotliwość sygnału tym silniej wraz ze wzrostem długości włókna L1  będzie ona tłumiona. Oznacza to spadek częstotliwości granicznej wraz ze wzrostem L1.

**Wykres 5**

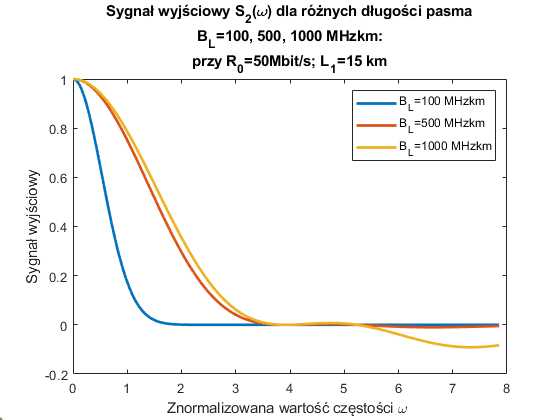


Obserwowane sygnały z *Wykresu 5* przyjmują wartość maksymalną dla czasu *t=0*, a wraz z upływem czasu zanikają do zera.

Obserwuje się także silniejsze tłumienie maksymalnej wartości sygnału wyjściowego s2, wraz ze wzrostem długości włókna L2. Oznacza to spadek mocy sygnału wraz ze wzrostem L1.

Za obserwowane zjawiska wraz ze wzrostem długości L1 odpowiada dyspersja oraz inne efekty (m.in. szumy termiczne, rozpraszanie na zaburzeniach struktury materiału) opisane przez parametr tłumienności światłowodu. Parametr tłumienności zwyczajowo do ręcznych obliczeń przyjmuje się jako 0,3 dB/km.

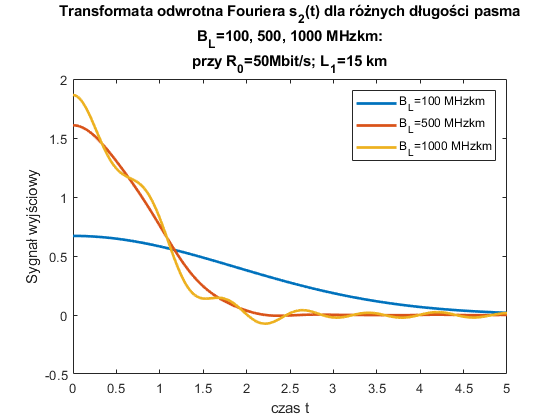
**Wykres 6**

****

Maksimum obserwowanych widm występuje dla wartości znormalizowanej ω = 0.

Szerokość pasma włókna jest proporcjonalna do długości pasma BL. Obserwuje się zależność silniejszego tłumienia sygnałów wraz ze skracaniem się długości pasma BL. Skracanie pasma BL powoduje zwiększanie się pasma zaporowego układu i zmniejszanie się pasma przepustowego układu. To znaczy, że częstotliwość graniczna układu maleje wraz ze spadkiem BL.

Wykres 7



Obserwowane sygnały w dziedzinie czasu przyjmują wartość maksymalną dla chwili czasowej t = 0. Wraz z upływem czasu ich wartości spadają do zera.

Na podstawie wykresów można zaobserwować zależność silniejszego tłumienia maksymalnej wartości sygnału wyjściowego s2(t) wraz ze spadkiem długości szerokości pasma BL. To znaczy, że im mniejsza jest wartość długości pasma BL, tym mniejszą moc maksymalną ma sygnał s2(t).

Zmniejszanie się wartości BL zwiększa długość zbocza, co oznacza, że im mniejsze jest BL, tym silniej rozmyty jest sygnał na wyjściu badanego układu.