

POLSKA AKADEMIA NAUK
Komitet Elektroniki i Telekomunikacji

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

II KRAJOWE SYMPOZJUM
Jabłonna 13 — 15 lutego 1979

ŚWIATŁOWODY I ICH ZASTOSOWANIA

TOM I

PAN JABŁONNA 79


Warszawa 1979

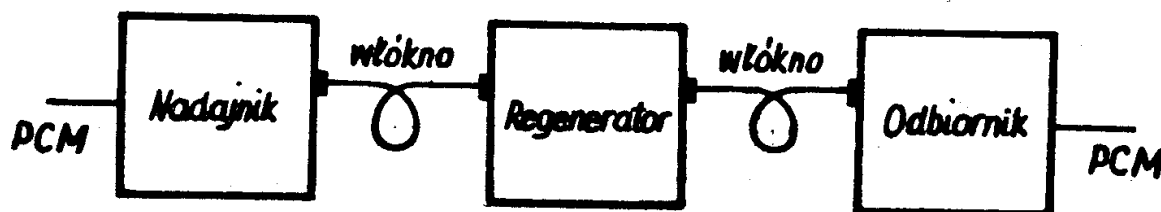
Seksja D

K.Adamski, T.Reczyński, J.Markowski, R.Romaniuk
Instytut Podstaw Elektroniki P.W.
Warszawa

ELEMENTY ŚWIATŁOWODOWEGO ŁĄCZA O PRZEPLYWNOŚCI 8448kbit/s

1. Wprowadzenie

Zaprojektowano i wykonano laboratoryjny model cyfrowego łącza telekomunikacyjnego na światłowodzie. Zasada pracy urządzenia została przedstawiona na schemacie blokowym (rys. 1). Łącze składa się z nadajnika sygnału optycznego, regeneratora i odbiornika sygnału optycznego.



Rys. 1. Schemat blokowy łącza światłowodowego.

2. Nadajnik

Nadajnik skonstruowano w oparciu o tranzystory BSXP 59 i dyfuzyjną diodę elektroluminescencyjną GaAs typu CQYP 19. Układ zapewnia impulsowe sterowanie diody prądem o wartości 400 mA. Celem przyspieszenia działania diody, zastosowano wstępne doładowywanie pojemności DEL impulsem Diraca. Wartość i czas trwania impulsu doładowującego tak dobrano, aby w efekcie uzyskać impuls optyczny o narastaniu nadkrytycznym, z prze sterowaniem nie większym niż 10%.

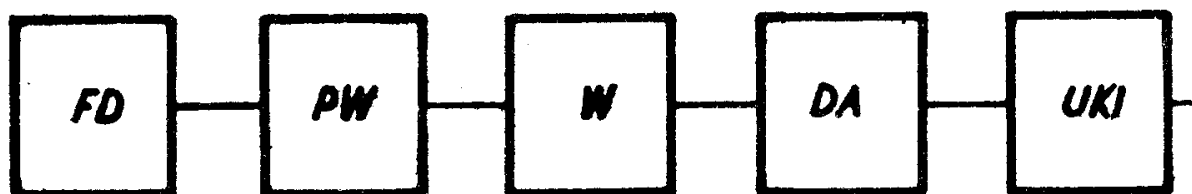
Nadajnik przystosowany jest do współpracy z systemami PCM drugiego rzędu, Oznacza to, że zarówno impuls sterujący nadajnikiem powinien spełniać wymogi tego systemu, jak również impuls odebrany posiada parametry zgodne ze standardem PCM.

Zmierzona moc optyczna promieniowana w impulsie przez nadajnik wynosi od 2,5 mW do 4,0 mW w zależności od egzemplarza diody. W modelu zastosowano proste, łatwo rozłączne sprzężenie

wiązki światłowodów z nadajnikiem i odbiornikiem. Zaadaptowano do tego celu typowe elementy złącza BNC. Uzyskano w tej konfiguracji straty sprzężenia w granicach 12 dB. Przeprowadzono próby połączenia nadajnika z odbiornikiem przy pomocy pojedynczego światłowodu. Badania nad takimi sprzężeniami prowadzone są nadal.

3. Odbiornik

Odbiornik sygnału optycznego składa się z fotodetektora, przedwzmacniacza, wzmacniacza, dyskryminatora amplitudy i układu kształtowania impulsu. Schemat blokowy odbiornika pokazano na rys. 2.



Rys. 2. Schemat blokowy odbiornika sygnałów optycznych: FD - fotodetektor, PW - przedwzmacniacz, W - wzmacniacz, DA - dyskryminator amplitudy, UKI - układ kształtowania impulsu.

Jako fotodetektor użyto fotodiode krzemową w.cz. BPYP 41. Przedwzmacniacz PW realizuje sprzężenie fotodetektora ze wzmacniaczem W oraz kształtuje charakterystykę częstotliwościową toru wzmacniającego. Układ ten, wykonany na tranzystorach BFW10 i BFY 90, objęty jest pętlą sprzężenia zwrotnego. Wzmacniacz W służy do wzmocnienia sygnału do poziomu wymaganego przez technikę TTL.

Dyskryminator amplitudy DA ma za zadanie wytworzyć impuls wyzwalający układ kształtowania impulsu w momencie, gdy sygnał elektryczny ze wzmacniacza W osiągnie poziom gwarantujący odpowiednio małe prawdopodobieństwo generacji tego impulsu pod wpływem sygnału szumowego przy braku sygnału optycznego. Układ ten posiada możliwość regulacji progu zadziałania.

Układ kształtowania impulsu UKI odtwarzający kształt i czas trwania nadawanego impulsu wykonany jest na przerzutniku monostabilnym UCY 74121.

4. Parametry odbiornika

Odbiornik przeznaczony jest do współpracy z systemem o przepływności 8448 kbit/s, co określa wymagane właściwości częstotliwościowe toru wzmacniającego. Szerokość pasma układu nie jest krytyczna, chociaż ma znaczący wpływ na maksymalną długość toru światłowodowego.

Pasmo zrealizowanego odbiornika wynosi $B \cong 15$ MHz przy wzmacnieniu napięciowym $k_u \cong 110$ dB.

Wejściowe napięcie szumów toru wzmacniającego U_{No} wynosi $U_{No} \cong 0,3$ μ V, co pozwala zdetekować sygnał o mocy optycznej $P_s \cong 8$ nW. Teoretycznie - przy założeniu, że jedynym czynnikiem ograniczającym są szumy fotodiody (wzmacniacz bezszumny) - próg czułości wynosi $P_s \cong 0,6$ nW.

Przy założeniu stopy błędu $p = 2 \cdot 10^{-9}$ dla odcinka łącza o długości $l = 5$ km, co odpowiada stosunkowi sygnału do szumu $SNR = 21,5$ dB, moc promieniowania optycznego wynosi $P_s \cong 93$ nW.

Zasięg toru światłowodowego określony jest przez moc promieniowania diody elektroluminescencyjnej P_o , moc promieniowania detekowanego przez fotodiode P_s przy założonym SNR, tłumienie sprzężenia światłowodu z diodą elektroluminescencyjną i fotodiode α_s i tłumienie jednostkowe światłowodu α_t

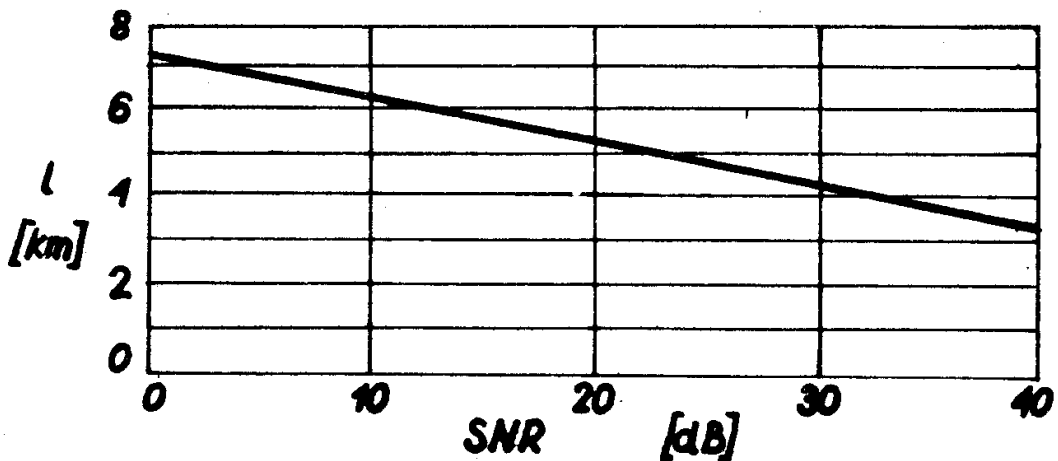
$$l = \frac{10 \log \frac{P_o}{P_s} - \alpha_s}{\alpha_t} \quad [\text{km}]$$

Przy $P_o \cong 4$ mW, $P_s \cong 100$ nW, $\alpha_s = 20$ dB długość toru światłowodowego wynosi

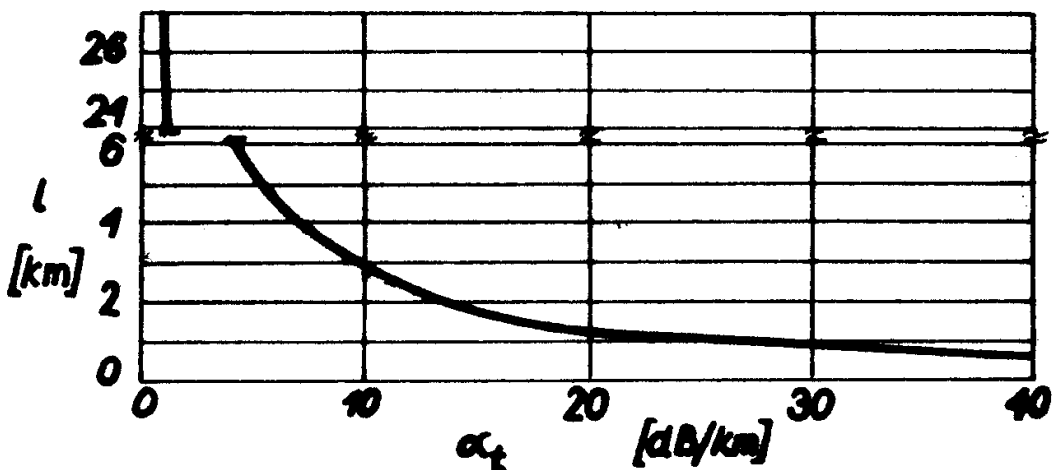
$$l = \frac{26}{\alpha_t} \quad [\text{km}]$$

gdzie α_t wyrażone w dB/km.

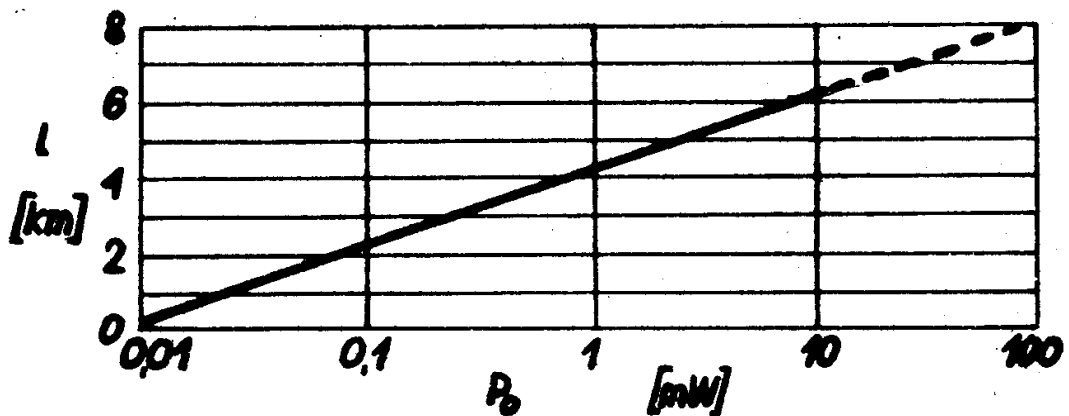
Na wykresach przedstawiono zależności długości toru światłowodowego w funkcji takich parametrów jak stosunek sygnału do szumu SNR, tłumienie jednostkowe światłowodu α_t , moc promieniowania diody elektroluminescencyjnej P_o , częstotliwość powtarzania sygnału f_p i pasmo toru wzmacniającego odbiornika B .



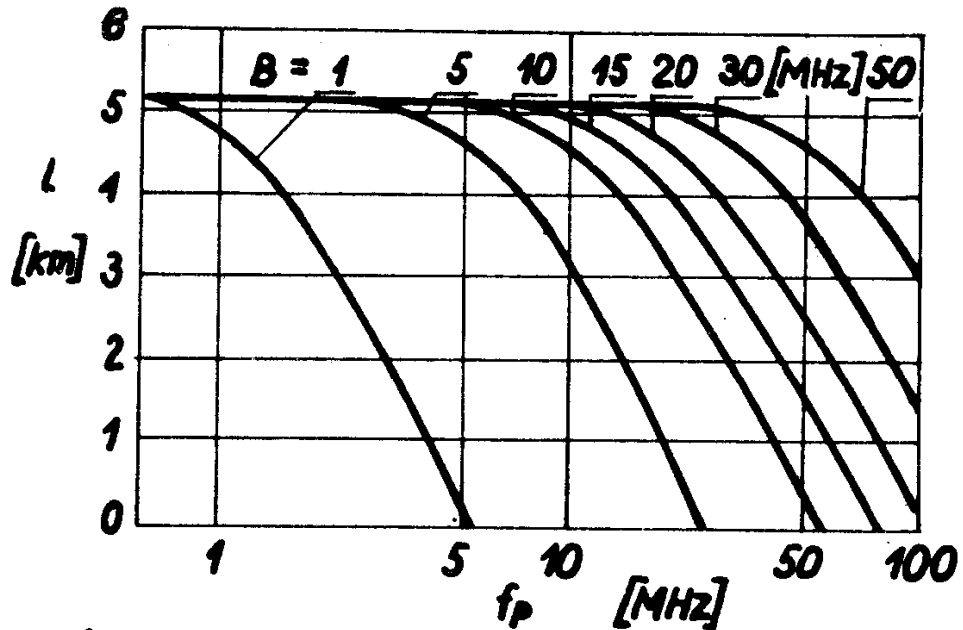
Rys. 3. Długość toru światłowodowego l w funkcji stosunku sygnału do szumu SNR dla $P_0 = 3,6$ mW, $\alpha_s = 20$ dB, $\alpha_t = 5$ dB/km.



Rys. 4. Długość toru światłowodowego l w funkcji tłumienia jednostkowego światłowodu α_t dla $P_0 = 3,6$ mW, SNR = 21,5 dB, $\alpha_s = 20$ dB.



Rys. 5. Długość toru światłowodowego l w funkcji mocy promieniowania diody elektroluminescencyjnej P_0 dla SNR = 21,5 dB, $\alpha_s = 20$ dB, $\alpha_t = 5$ dB/km.



Rys. 6. Długość toru światłowodowego l w funkcji częstotliwości powtarzania sygnału przy ustalonym paśmie odbiornika B dla $P_o = 3,6$ mW, SNR = 21,5 dB, $\alpha_s = 20$ dB, $\alpha_t = 5$ dB/km.

5. Literatura

- [1] S.D.Personic: Receiver design for digital fiber optic communication systems. Part I, II. B.S.T.J., July-Aug. 1973.
- [2] C.Y.Boisrobert, Y.Guillaseau, D. Hui Bon Hoa: Photodetection a faible bruit: étude du preamplificateur. Conf. on Optical Communications, Paris 1976, Communication IX.5.
- [3] J.L.Hullet, T.V.Muoi: A Feedback Receive Amplifier for Optical Transmission Systems. IEEE Trans. Commun., Oct. 1976.
- [4] D.Sell, T.Maione: Experimental Fiber-Optic Transmission System for Interoffice Trunks. IEEE Trans. Commun., May 1977.
- [5] R.C.Goodfellow, A.W.Mabbitt: Wide-bandwidth high-radiance gallium-arsenide light-emitting diodes for fibre-optic communication. Electron.Lett., January 22, 1976, vol.12, No 2.