

Temat: Rola kanału zwrotnego w sieciach kablowych

W sytuacji gdy operator TVK oferuje usługę dostępu do Internetu użytkownicy muszą mieć możliwość transmisji zwrotnej, do stacji czołowej. Ze względu na stosowanie w całym torze kablowym wzmacniaczy, jedyną możliwością jest wykorzystanie transmisji z podziałem częstotliwości, czyli transmisja ta realizowana jest w zakresie kanałów telewizyjnych od 87,5 MHz do 862 MHz, a transmisja do stacji czołowej w zakresie innych częstotliwości. Ze względu na specyfikę tego rodzaju transmisji wymagane jest stosowanie modulacji odpornych na zakłócenia. Zazwyczaj są to modulacje QPSK i QAM. Podstawowymi zaletami tych sposobów transmisji jest duża odporność na zakłócenia oraz prostota modulatorów i demodulatorów. Są to najprostsze modulacje fazy, z dwuwartościowym i czterowartościowym kodowaniem danych. Współczynnik wykorzystania pasma wynosi 1 b/Hz/s dla BPSK i 2 b/Hz/s dla QPSK.

Dobór pasma kanału zwrotnego

Możliwe były dwa warianty wyboru pasma dla kanału zwrotnego, albo wykorzystanie pasma leżącego poniżej pierwszego, albo powyżej ostatniego zajętego kanału. Częstotliwości leżące powyżej są mniej narażone na zakłócenia zewnętrzne, gdyż gospodarka wyższymi częstotliwościami jest bardziej reglamentowana, rzadziej zdarzają się też nadajniki o dużej mocy promieniowanej. Jednak rozprowadzanie sygnałów w sieciach kablowych na wysokich częstotliwościach napotyka na szereg problemów, związanych z rosnącą tłumiennością kabli, a także z malejącym współczynnikiem ekranowania. Na dodatek im większa częstotliwość, tym trudniej jest wykonać filtr o stromym zboczach. Z kolei częstotliwości leżące poniżej 65 MHz, są bardzo narażone na zakłócenia wprowadzane z zewnątrz. Generalnie można powiedzieć że ten zakres częstotliwości jest najbardziej zaśmieconym zakresem częstotliwości, przez nadajniki CB, urządzenia gospodarstwa domowego, urządzenia zapłonowe, wszelkiego rodzaju sterowniki oświetlenia, wszelkiego rodzaju urządzenia radiowo - telewizyjne oraz komputery. Natomiast podstawową zaletą tego zakresu jest mniejsze tłumienie kabli oraz większe możliwości budowy filtrów o stromych zboczach. Dodatkowo łatwiej jest budować urządzenia aktywne pracujące w zakresie niższych częstotliwości. Dla potrzeb zwrotnej transmisji danych w sieciach kablowych wybrano częstotliwości leżące poniżej pasma dosyłowego, czyli w zakresie 5-65 MHz. Na samym początku jako górną częstotliwość kanału zwrotnego wybrano 30 MHz, co było podyktowane rozprowadzaniem programów telewizyjnych od częstotliwości 47 MHz. Później, w miarę zwalniania niższych kanałów i wzrostu potrzeb transmisyjnych poszerzano pasmo kanału zwrotnego. Szerokość pasma kanału zwrotnego waha się od 25 do 60 MHz, przy czym należy pamiętać że część będzie bezużyteczna ze względu na zbyt duży poziom zakłóceń.

Przepustowość kanału zwrotnego

Prędkość transmisji zależy od dysponowanego pasma i współczynnika wykorzystania pasma zastosowanej modulacji.

$$R_b = B * \eta$$

gdzie:

R_b - prędkość transmisji w b/s

B - szerokość pasma w Hz

η - współczynnik wykorzystania pasma w b/s/Hz, (spectral efficiency) mówi ile bitów można przenieść wraz z jedną zmianą sygnału nośnego.

Współczynnik η jest podstawowym kryterium oceny zdolności transmisyjnych modulacji, oczywiście w połączeniu z odstępem średniej mocy szumów do widmowej gęstości mocy. Im szersze pasmo B i większy współczynnik η tym prędkość transmisji R_b jest większa. Im bardziej złożona modulacja tym współczynnik η jest większy od 2 dla 4QAM do 10 dla 1024QAM. Wydawało by się że najlepiej jest stosować modulacje o dużym η , lecz wiąże się to z koniecznością zwiększenia odstępu sygnał/szum.

Wpływ parametru C/N na wybór modulacji

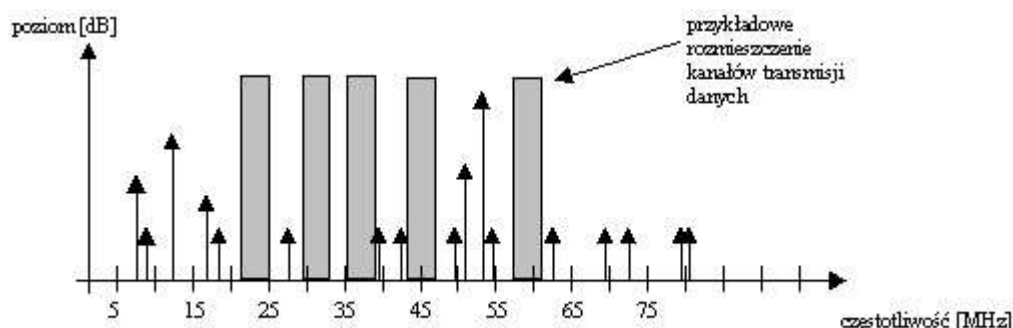
W kanale dosyłowym osiągnięcie odstępu sygnał/szum lepszego od 40 dB nie jest problemem, dlatego zazwyczaj wybiera się modulacje wielopoziomowe np. 16QAM lub 64QAM, które w modulacjach 16 i więcej poziomowych mają lepsze własności transmisyjne niż PSK. Zdecydowanie gorsza sytuacja jest w kanale zwrotnym gdzie odstęp sygnał/szum jest zawsze mniejszy, a na dodatek zróżnicowany w całym paśmie. W takiej sytuacji wybierane są modulacje o dużej odporności na zakłócenia, zazwyczaj QPSK, a czasem BPSK. Na tym etapie można już obliczyć przepustowość kanału zwrotnego. Zakładamy, że szerokość jednego kanału wynosi 4 MHz co jest dość często spotykaną wartością, i stosujemy modulację QPSK.

$$R_b = B * \eta = 4\text{MHz} * 2\text{b/s/Hz} = 8\text{Mb/s}$$

W kanale zwrotnym możemy umieścić kilka kanałów np. 5 o szerokości 4 MHz, zwiększając tym całkowitą prędkość do 40Mb/s.

Szerokość pasma w kanale zwrotnym

Szerokość pasma w kanale zwrotnym bezpośrednio rzutuje na prędkość transmisji i stopień skomplikowania wyposażenia stacji czołowej. Pożądane jest, by prędkość transmisji w kanale zwrotnym była możliwie duża. Duża prędkość transmisji wymaga jednak dużej szerokości pasma i skomplikowanych modулacji. Stosowanie skomplikowanych modулacji w kanale zwrotnym jest niepożądane ze względu na mały odstęp sygnał - szum. Pozostaje poszerzanie pasma. Problem tkwi w tym, że pasmo kanału zwrotnego narażone jest na różnego rodzaju zakłócenia generowane przez źródła leżące w samej sieci i wnikające z zewnątrz. Można zdefiniować parametr określający dostępność kanału zwrotnego. Opisuje on jaki procent szerokości kanału zwrotnego, który można wykorzystać dla potrzeb transmisji danych. Należy mieć świadomość, że może być on różny w różnych częściach sieci. Praktycznie okazuje się, że dostępność kanału zwrotnego jest niewielka w porównaniu do jego szerokości. Niezbędne staje się dokonanie pomiaru dostępności kanału zwrotnego, czyli ocenienie jego zajętości przez sygnały zakłócające. Pomiar ten dokonywany jest analizatorem widma posiadającym możliwość pomiaru w zakresie kanału zwrotnego.



Rys. Przykładowy rozkład zakłóceń w kanale zwrotnym

Znając rozkład prążków zakłócających i ich poziom, a także dysponowany odstęp sygnału do szumu, możemy wyznaczyć te obszary (kanały) kanału zwrotnego gdzie możliwa jest transmisja o wymaganym poziomie błędów BER. Praktycznie największe zakłócenia występują w zakresach używanych przez radiokomunikację krótkofalową, w paśmie 27 MHz, okolice 50 MHz, w zakresie najniższych częstotliwości oraz na częstotliwościach pośrednich odbiorników radiowych i telewizyjnych. Ich rozmieszczenie jest nieuporządkowane co powoduje, że z punktu widzenia maksymalnego wykorzystania pasma najlepiej byłoby stosować kanały o możliwej małej szerokości. Mała szerokość pasma daje większą szansę zmieszczenia się pomiędzy prążkami zakłóceń.

Niestety ceną jaką za to płacimy jest komplikacja i zwiększenie ilości modemów kablowych w stacji czołowej. Chcąc osiągnąć taką samą przepływność, należy skompensować małą szerokość kanałów zwiększoną ilością kanałów, co wymusza zainstalowanie dodatkowych modemów w stacji czołowej. Oznacza to, że tym samym podnosimy koszt jej wyposażenia. Obecnie, w kanale zwrotnym stosowane są różne szerokości pasma.