

4. MATERIAŁ NAUCZANIA

4.1. Struktura sieci kablowych

4.1.1. Materiał nauczania

Telewizja kablowa jest to system, w którym programy radiowe i telewizyjne doprowadza się do budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej, lub grup budynków sąsiadujących ze sobą drogą przewodową (siecią kablową). W najprostszym rozwiązaniu taki system sprowadza się do instalacji anteny zbiorczej, z której po odpowiednim wzmocnieniu doprowadza się do abonentów kilka do kilkunastu programów. Sieci kablowe eliminują konieczność posiadania indywidualnych instalacji antenowych, a przy wykorzystaniu odpowiedniego sprzętu pozwalają na dostarczenie abonentom dodatkowych usług, np. szerokopasmowego dostępu do Internetu przy wykorzystaniu tej samej infrastruktury.

Obecnie, ze względów formalnych, za sieć kablową uznaje się system obejmujący więcej niż jeden budynek i liczący powyżej 250 gniazd. Telewizja kablowa pierwotnie została pomyślana jako instalacja pozwalająca na rozprowadzanie dużej (ponad 60) ilości programów do dużych i bardzo dużych grup odbiorców. Obecnie dzięki szerokiemu stosowaniu sieci HFC (Hybrid Fibre Coaxial) możliwa jest budowa sieci obsługujących dziesiątki tysięcy użytkowników. Na początku wykorzystywano tylko kanały przewidziane do rozprowadzania kanałów naziemnych. W związku z ciągłym wzrostem zapotrzebowań odbiorców na nowe kanały zaczęto wykorzystywać częstotliwości leżące pomiędzy zakresami telewizji naziemnej, tak zwane kanały kablowe, popularne S. [6] W rozwiązaniu docelowym, rozbudowanym (o pojemności kilkadziesiąt kanałów) do abonentów dostarcza się również programy retransmitowane przez stacje satelitarne oraz programy lokalne, a także zapewnia się możliwość transmisji sygnałów w kierunku od abonenta (transmisje dwukierunkowe). Poniżej przedstawiono listę usług wykorzystujących transmisję dwukierunkową

- Pay-Per-View (PPV), Video on Demand (VoD) – telewizja płatna na żądanie, polegająca na przesyłaniu do abonenta wybranych wcześniej programów telewizyjnych,
- internet za pomocą modemów kablowych (DOCSIS, EURODOCSIS, DAVIC),
- Voice over IP (VoIP) – telefonia internetowa,
- E-commerce, T-commerce – handel elektroniczny przy użyciu telewizora,
- E-banking – usługi bankowe,
- edukacja (kursy, wykłady itp.),
- telekonferencje,
- monitorowanie obiektów i miejsc publicznych,
- interaktywne gry wideo,
- odczyty liczników energii elektrycznej, gazu, wody,
- łącza magistralne dla systemów radiokomunikacji ruchomej lądowej,
- telewizja cyfrowa (elektroniczny przewodnik po programach, zapowiedzi programów,
- serwisy informacyjne.[2]

W zależności od zasięgu, telewizyjne anteny zbiorcze dzielą się na:

- domowe, o zasięgu do 100-200 m,
- osiedlowe, o długości łączy 1-2 km,
- aglomeracyjne, zapewniające transmisje sygnałów do 50 –100 km.

Obecnie stosuje się trzy rodzaje systemów telewizji kablowej:

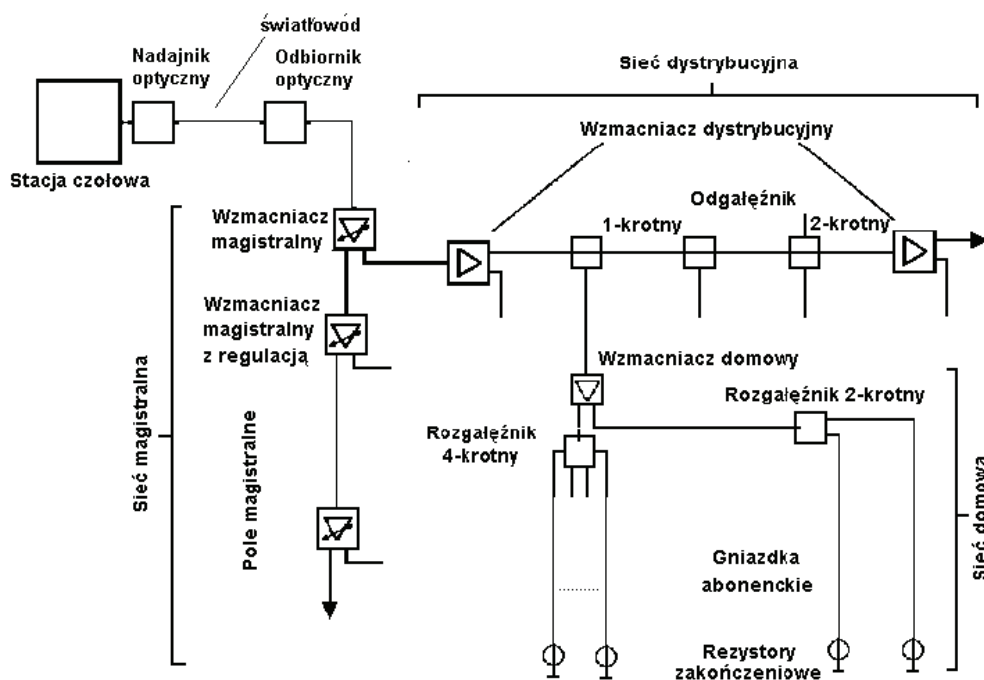
- analogowe,
- cyfrowe,

- analogowe - cyfrowe, w których w sieci magistralnej są sygnały cyfrowe, natomiast w sieci rozprowadzającej i abonenckiej sygnały analogowe.

W Polsce przewidziano do wykorzystywania w sieciach kablowych kanały o rastrze 8 MHz, w standardzie D/K, z wykorzystaniem kodowania koloru w systemie PAL. Dopuszczono także do rozprowadzania programów z kodowaniem koloru w systemie SECAM, o ile są w nim oryginalnie nadawane. Dźwięk stereofoniczny wykorzystuje standard Nicam, choć w dalszym ciągu wiele sieci kablowych w niektórych programach nadaje fonię stereo w systemie A2. W sumie do dyspozycji mieliśmy 99 kanałów, a obecnie po wycofaniu z eksploatacji kanałów 1-5 mamy 94 kanały, mieszczących się w ciągłym przedziale częstotliwości od 110 MHz do 862 MHz. Starsze sieci zazwyczaj wykorzystują tylko część dostępnych kanałów, co ilustruje poniższa tabela. [6]

Tabela 1. Zakresy częstotliwości stosowane w sieciach kablowych oraz ich wykorzystanie w różnych sieciach. [6]

Zakres	pasmo częstotliwości [MHz]	oznaczenie kanałów	stare sieci	nowe sieci
fale ultrakrótkie I*	66,0 - 74,0	UKF-FM I	zawsze	raczej zanika
fale ultrakrótkie II	87,5 - 108,0	UKF-FM II	rzadko	zawsze
dolne pasmo specjalne	110 - 174	S01 -S08	często	zawsze
zakres III	174 - 230	K06 -K12	zawsze	zawsze
górne pasmo specjalne	230 - 302	S09 - S17	często	zawsze
rozszerzone pasmo specjalne	302 - 470	S18 -S38	rzadko	dość często
zakres IV	470 - 606	K21 - K37	zawsze	zawsze
zakres V	606 - 862	K38 - K69	często	prawie zawsze



Rys. 1. System podstawowy sieci TVK

Nie można określić dokładnie zdefiniowanych granic między TVK a dużą instalacją zbiorczą. Głównym kryterium instalacji antenowej jest występujące tłumienie sieci między anteną i najbardziej oddalonym abonentem. Przez to jest określone wymagane całkowite wzmocnienie. O antenowej instalacji zbiorczej można mówić w zasadzie w przypadku, gdy wyrównywanie tłumienia sieci abonenckiej jest realizowane za pomocą jednego (centralnego) zestawu wzmacniaczy. W tym centralnym zestawie może być przy tym zastosowane kaskadowanie wzmacniaczy. Sieci TVK odznaczają się tym, że do wyrównywania tłumienia całej sieci instalacyjnej musi być stosowanych wiele, miejscowo wydzielonych, wzmacniaczy (zestawów). Zespoły instalacji obejmujących wielu abonentów są zazwyczaj wielowarstwowe, przy czym w praktyce można spotkać warianty z bardzo wieloma modyfikacjami. Praktyczna realizacja instalacji zależy w sposób szczególny od konkretnych (nieraz bardzo różnych) warunków miejscowych. Dlatego też jest sensowne jedynie przedstawienie idei przewodniej, według której planuje się sieci. Różnice uwidaczniają się jedynie w stosowanej technice, która dla TVK musi spełniać najwyższe wymagania dotyczące parametrów i wykonania elementów. Elementy przeznaczone niejako do instalacji wielkich mogą być stosowane przy małych systemach instalacji.

Schemat podstawowy sieci TVK składającej się ze stacji czołowej, światłowodów, sieci magistralnej, sieci rozprowadzającej i sieci abonenckiej przedstawiono na rys.1.

Stacja czołowa

Centrum sieci telewizji przewodowej jest stacja główna (stacja czołowa), w której są odbierane telewizyjne i radiowe programy pochodzące z różnych źródeł oraz sygnały zwrotne pochodzące od abonentów. Stacja czołowa instalacji telewizji kablowej jest zespołem urządzeń służących do obróbki sygnałów radiofonicznych i telewizyjnych. Przetwarzanie tych sygnałów polega na odbiorze, przemianie oraz wzmacnianiu i sumowaniu w celu takiego ich przygotowania, aby mogły być przesyłane w standardowych zakresach częstotliwości (w tym również kanałów specjalnych) i odbierane bez problemów przez wszystkich abonentów. W instalacjach kablowych odbiera się i rozprowadza sygnały emitowane przez nadajniki naziemne i satelity oraz uzyskiwane w studiach z magnetowidu lub kamery telewizyjnej. W całej instalacji kablowej stacja czołowa tworzy samodzielną jednostkę. Tam jest przygotowywana optymalnie możliwa jakość odbioru. Szczególnie przy stacjach czołowych do dużych instalacji kablowych ponoszone są ogromne nakłady na urządzenia elektroniczne służące do obróbki sygnałów. Celem jest możliwie najwyższy odstęp sygnał / szum, możliwie najmniejsze zakłócenia i duża oferta programowa. W przypadku prostszych systemów stosuje się odstępy ochronne między przesyłanymi kanałami. W przypadku ekstremalnym jest realizowane jednak przesyłanie kanałów sąsiednich z wysoką jakością i stabilnością transmisji. [5]

Sieci magistralne i dystrybucyjne

Sieci nadrzędne z zastosowaniem odpowiedniego kabla o niskiej tłumienności i wysokimi wymaganiami dotyczącymi elementów służą do możliwie dalekiego przesyłania sygnałów do sieci abonenckich. Liczba poziomów sieciowych zależy od maksymalnej rozpiętości sieci. W szczególnych przypadkach jest możliwe, że sieć magistralna może być pominięta (mniejsze obszary). Tutaj sieć doprowadzeniowa jest zasilana bezpośrednio ze stacji czołowej (instalacja dwupoziomowa). Z drugiej jednak strony przy bardzo dużych instalacjach TVK sieci nadrzędne są jeszcze tak rozbudowywane, że ostatecznie powstają sieci 5-poziomowe. Przy dużych instalacjach poza stacją czołową rozróżnia się tzw. sieci magistralne, doprowadzeniowe i abonenckie odpowiednio do rys. 1. Na poziomach magistralnych do podziału mocy w celu zapewnienia absolutnego działania zwrotnego rozdział sygnału jest realizowany na tych łączach za pomocą specjalnych wzmacniaczy

pośrednich i odgałęźnych oraz za pomocą rozgałęźników. W sieci doprowadzeniowej stosuje się odgałęźniki i wzmacniacze odgałęźne. W instalacjach TVK stosuje się specjalne wzmacniacze pośrednie, wzmacniacze odgałęźne i wzmacniacze rozgałęźne. Właściwe grupy takich aktywnych elementów są w sposób techniczny i miejscowy uporządkowywane wewnątrz sieci rozdzielczej jako tzw. punkty (stacje) wzmacniające. Niezbędne dla elementów aktywnych napięcie zasilające może być doprowadzane z sąsiadującej sieci 230V. Gdzie nie jest to możliwe, bądź jest połączone z dużymi nakładami, wówczas elementy aktywne są zasilane zdalnie. Ten rodzaj zasilania prądowego jest stosowany najczęściej. Zasilanie prądowe jest realizowane przy tym z jednej lub kilku stacji zasilania przez kabel współosiowy. Do tego jest stosowane niskie napięcie o częstotliwości 50Hz. Wprowadzanie napięcia do kabla jest realizowane za pomocą tzw. zwrotnicy zdalnego zasilania i odpowiednich zasilaczy prądu zmiennego (transformatorów). Pobranie napięcia zasilającego do elementów aktywnych jest realizowane analogicznie. Zdalne zasilanie nie stwarza samo w sobie żadnych problemów, zaledwie należy uwzględnić występujący spadek napięcia na kablach współosiowych (rezystancja omowa) i odpowiednio korygować zasilacze elementów aktywnych zdalnie zasilanych.

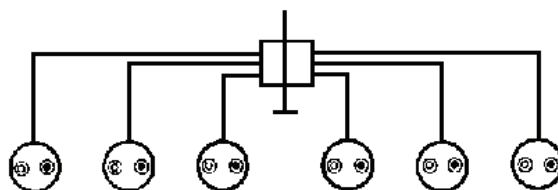
Maksymalnie występujące tłumienie rozdziału między anteną i ostatnim abonentem na końcu sieci określa wymagane całkowite wzmocnienie. Przy pojedynczych wzmacniaczach sensowny jest tylko określony zakres wzmocnienia, zaś granice poziomów są ograniczane przez szумы i efekty przesterowania. Przy bardzo dużych tłumieniach będących do skompensowania ze względu na dużą rozpiętość sieci kaskaduje się w praktyce wiele wzmacniaczy rozdzielczych z ich odpowiednim wzmocnieniem pojedynczym. [5]

Pole wzmacniacza to zakres odległości od jednego wejścia wzmacniacza do następnego wejścia wzmacniacza lub do najbardziej oddalonego końca dołączonej do niego sieci kablowej. Jest ono zatem definiowane na wszystkich poziomach. Poziomy sygnałów zgodne z planem poziomów powinny być dokładnie ustawiane i utrzymywane (zgodnie z projektem). W polu wzmacniacza zachodzi tzw. "reguła zera decybeli", tzn. wzmocnienie i tłumienie pola wzmacniacza muszą dać w sumie w skali poziomu wartość 0 dB (tłumienie jest wstawiane do obliczeń jako ujemne). Maksymalna długość pola wzmacniacza zależy zatem od tłumienia zastosowanego kabla i maksymalnego możliwego wzmocnienia wzmacniacza. Dla przewodu współosiowego dobrej jakości odległość ta praktycznie wynosi 350m. Nie można też w nieskończoność układać odcinków kabla i wzmacniaczy ze względu na szумы własne wzmacniaczy. Ilość wzmacniaczy w linii kablowej może wynosić kilkanaście co daje maksymalną długość linii kablowej wynoszącą kilka kilometrów.

W dużych instalacjach jest stosowana w znacznej skali technika optycznych włókien szklanych (światłowodów) i linii radiowych wielkiej częstotliwości. Należy przy tym podkreślić, że technologia włókien szklanych podlega burzliwemu rozwojowi. Każę to oczekiwać dalszej technicznej rozbudowy w kierunku większych linii transmisyjnych i szerokości pasma. Już dzisiaj ta technika wypiera na długich odcinkach magistralnych techniki kabli współosiowych. Ponieważ cena światłowodów i związanego z nimi oprzyrządowania spada dąży się do zamiany kabli współosiowych na światłowody nawet na krótkich odcinkach linii transmisyjnej ponieważ eliminuje to stosowanie wzmacniaczy pośrednich i związanych z nimi szumów oraz regulacji poziomów sygnałów. W transmisji sygnałów światłowodami wykorzystuje się dwie długości fal: 1310 nm i 1550 nm. Dla pierwszej z nich maksymalna długość światłowodu wynosi 25-30 km i raczej nie stosuje się wzmacniaczy pośrednich. W drugiej odległość pomiędzy dwoma punktami wzmacniającymi może wynosić 100-150 km.

Sieć abonencka

Sieci abonenckie w telewizji kablowej odpowiadają sieciom antenowych instalacji zbiorczych i są budowane w systemie gwiazdowym (rys. 2). Prawidłowo wykonana domowa antenowa instalacja zbiorcza może być w każdej chwili podłączona do instalacji TVK. System ten jest w stanie przenosić wszystkie występujące zakresy częstotliwości włącznie z pierwszą p.cz. satelitarną. Pomimo, iż system ten jest droższy niż system szeregowy czy odgałęźny oferuje cały szereg zalet. Każdy abonent jest zasilany bezpośrednio z punktu centralnego. Zakłócenia przez manipulacje np. przy innych gniazdkach antenowych, co może się zdarzyć przy systemie szeregowym, są wykluczone. W przypadku podłączenia do przyłącza telewizji kablowej taki system rozdziału bardzo ułatwia doprowadzanie różnych pakietów programowych do różnych abonentów oraz umożliwia ewentualne wykorzystanie kanału zwrotnego.



Rys. 2. System gwiazdowy [5]

4.1.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jaki zakres częstotliwości przeznaczony jest do transmisji sygnału w nowych sieciach TVK?
2. Z jakich warstw sieciowych zbudowana jest TVK?
3. Jakie sygnały transmituje się w sieciach kablowych?
4. Co oznacza pojęcie „pole wzmacniacza” i jaką podstawową własnością się charakteryzuje?
5. Ile wynosi pole wzmacniacza dla linii wykonanej z kabli współosiowych a ile dla światłowodów?
6. Jakie medium transmisyjne przewidziano dla sieci magistralnej dużej TVK?
7. W jaki sposób zasila się wzmacniacze w sieci kablowej?
8. Jaki system rozdziału sygnału stosuje się obecnie w sieci abonenckiej TVK?

4.1.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Pomiar poziomu sygnału w punkcie dystrybucyjnym TVK

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) utworzyć listę kanałów z określeniem ich częstotliwości środkowej na podstawie danych w tabeli przedstawionej w materiale nauczania,
- 2) przyłączyć miernik poziomu do punktu dystrybucyjnego TVK,
- 3) wykonać pomiary poziomu sygnałów dla wszystkich kanałów według obliczeń w pkt 1 ćwiczenia w paśmie VHF, UHF oraz specjalnych,
- 4) określić wolne kanały,

- 5) sformułować wnioski,
- 6) dokonać oceny ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- miernik poziomów sygnałów z regulowanym filtrem wejściowym,
- przybory i materiały do pisania, gumka, linijka,
- literatura z rozdziału 6.

4.1.4. Sprawdzian postępów

	Tak	Nie
Czy potrafisz		
1) wykonać pomiary poziomów sygnałów w punkcie dystrybucyjnym TVK ?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) określić poziomy sieci TVK i stosowane w nich wzmacniacze?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) podać przyczynę stosowania w liniach magistralnych światłowodów?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) określić różnicę pomiędzy TVK i antenową instalacją zbiorczą?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) określić co determinuje odległość pomiędzy dwoma wzmacniaczami w linii transmisyjnej TVK?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) podać pasmo przeznaczone dla TVK?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) określić jaki system rozdziału sygnału stosowany jest w sieciach abonenckich i czym to jest podyktowane?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) podać gdzie w sieci kablowej stosowane są światłowody?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.2. Elementy sieci kablowych

4.2.1. Materiał nauczania

W poszczególnych miejscach instalacji oraz zależnie od rozpiętości instalacji i ilości abonentów są stawiane różnym elementom odpowiednio wysokie wymagania. Najwięcej oczywiście zależy od tego, czy sieć rozprowadzająca TVK jest wykonana dla zakresu VHF/UHF 47 do 862MHz z pełną transmisją powyższego zakresu, czy też rezygnuje się z transmisji w zakresie UHF (dzięki temu jest możliwa większa rozpiętość i ilość abonentów). W takim przypadku transmituje się tylko zakres VHF wraz z zakresami kanałów specjalnych między 47 i 450MHz (starsze sieci). Poza tym wiele zależy również od tego, czy przesyłane są kanały zwrotne w zakresie częstotliwości 4 do 30(65) MHz. Oznacza to, że do rozprowadzenia sygnałów z telewizji kablowej potrzebny jest wzmacniacz jednowejściowy, który pokrywa wszystkie kanały telewizyjne, pasmo radiowe oraz jeśli wykorzystujemy modem kablowy - kanał zwrotny. Wzmacniacz taki powinien uwzględnić wyższe tłumienie kabla przy wyższych częstotliwościach. W zależności od powyższych czynników są wybierane między innymi wzmacniacze magistralne, wzmacniacze dystrybucyjne i wzmacniacze budynkowe (abonenckie). Technika doboru wzmacniaczy dla poszczególnych przypadków zastosowań jest bardzo skomplikowana. Poza wspomnianymi już zagadnieniami podstawowymi powinny być uwzględnione przy wyborze wzmacniacza sprawy regulacji, korekcji charakterystyki częstotliwościowej, sygnałów pilotowych i dozoru.

Wzmacniacz magistralny

We wzmacniaczach magistralnych jest zawarty poza układami aktywnymi cały szereg układów biernych. Są to korektory stałe (wtykane), regulowane tłumiki, korektory precyzyjne i odgałęźniki wyjściowe do zasilania wzmacniaczy dystrybucyjnych (w liniach odgałęźnych). Przy wykonaniach wzmacniaczy z automatyczną regulacją są jeszcze dostępne sterowane układy regulacji tłumienia i układy regulacji nachylenia w połączeniu z odbiornikiem sygnałów pilotowych. W wielu przypadkach istnieje jeszcze odpowiedni kanał zwrotny. W kanale zwrotnym często może być stosowany dodatkowo moduł wzmacniacza. Wzmacniacz magistralny zawiera z reguły hybrydowe układy scalone zarówno w torze głównym w.cz., jak i w torze kanału zwrotnego. Hermetyczna i niezwykle odporna na korozję obudowa jest przystosowana do montażu w każdych warunkach (na powietrzu, w kanałach telekomunikacyjnych itp.). W dobrych wzmacniaczach odlewana ciśnieniowo wewnętrzna konstrukcja bazowa (chassis) izoluje wzajemnie kanał zwrotny i tor w.cz. Często umożliwia błyskawiczne zdemontowanie praktycznie całego układu wzmacniacza bez naruszania obudowy, złącz i kabli magistralnych. Rozwiązanie takie znakomicie ułatwia czynności serwisowe (zwłaszcza po dłuższym okresie eksploatacji). Dobre wzmacniacze muszą równocześnie zapewniać także doskonałe odprowadzanie ciepła z układów hybrydowych bezpośrednio do obudowy. Wzmacniacze magistralne są zawsze przystosowane do pracy w linii magistralnej zasilanej napięciem zmiennym. [5]

Wzmacniacz dystrybucyjny

Wzmacniacze dystrybucyjne zajmują zasadniczo miejsce pośrednie między wzmacniaczami magistralnymi i wzmacniaczami budynkowymi. Ponieważ muszą być również przystosowane do pracy w trudnych warunkach, zewnętrznie i wewnętrznie na ogół nie różnią się od wzmacniaczy magistralnych. Najczęściej tylko są przystosowane do przenoszenia mniejszego prądu zdalnego zasilania. Wynika to stąd, że z reguły w kaskadzie

pracuje ich już znacznie mniej. Wybór konkretnej wersji wykonania jest określony przez rozpiętość sieci i ilość abonentów do niej podłączonych. [5]

Wzmacniacz budynkowy

Przy wielu abonentach wzmacniacz ten stosowany jest jako wzmacniacz pracujący w sieciach rozproszających, zazwyczaj jeden na klatkę schodową lub budynek do wyrównania tłumienia sieci rozdzielczej (abonenckiej). W prostych przypadkach są stosowane tzw. wzmacniacze kompaktowe posiadają one jedno wejście szerokopasmowe, jedno wyjście na pion i często wyjście pomiarowe (o poziomie obniżonym o 20 i więcej dB). Przy większych wymaganiach są stosowane jednak wzmacniacze budynkowe, które poza regulatorem tłumienia zawierają także regulację korekcji tłumienia kabla regulowaną w granicach do 20 dB oraz wbudowany rozgałęźnik. Są wyposażone we własny zasilacz ich współczynnik szumów wynosi ok. 8 dB, wzmocnienie do 40 dB a maksymalny poziom wyjściowy rzędu 120 dB μ V. W razie potrzeby mogą być przystosowane do przenoszenia kanału zwrotnego. Z reguły są to wzmacniacze zasilane lokalnie w obudowach nie spełniających wymagań hermetyczności. Wzmacniacz budynkowy stosuje się w celu ustalenia odpowiedniego poziomu sygnału w gniazdach abonenckich tj. 65-75 dB μ V.

Przy projektowaniu sieci dla wszystkich wymienionych wyżej wzmacniaczy stosuje się ogólną zasadę, aby poziom sygnału na wejściu wzmacniacza nie był mniejszy niż 75 dB μ V ze względu na poziom szumów. Sygnał wyjściowy ze wzmacniacza powinien oscylować wokół 100 dB μ V ze względu na możliwe przesterowania.

Rozgałęźniki

Najważniejszymi elementami sieci rozdzielczej są poza wzmacniaczami rozgałęźniki, odgałęźniki i gniazda abonenckie. Sposób oznaczania tych podzespołów i definiowania ich parametrów przedstawiono w tabeli 2. Rozgałęźniki służą przede wszystkim do dzielenia mocy linii głównej na wiele linii z małymi stratami przenoszenia.

Tabela 2. Parametry podzespołów sieci rozdzielczej [5]

	Rozgałęźniki / odgałęźniki
TŁUMIENIE PRZELOTOWE Tłumienie między wejściem i wyjściem	
TŁUMIENNOŚĆ SPRZĘŻENIA Tłumienie między wejściem i odgałęzieniem względnie wyjściami gniazda	
KIERUNKOWOŚĆ Tłumienie między wyjściem i odgałęzieniem względnie wyjściami gniazda	
IZOLACJA Tłumienie między dwoma odgałęzieniami lub wyjściami dla rozgałęźników lub między abonentami dla gniazd	

Sygnal po rozdzieleniu jest przekazywany do kilku przewodów, które mogą być początkami pionów gniazdowych (system przelotowy) lub odgałęźnikowych. Zastosowanie techniki linii mikropaskowych spowodowało, że obecnie produkowane rozgałęźniki mają dużo mniejsze tłumienia przelotowe niż dawne rozgałęźniki rezystorowe (poza nieuniknionym spadkiem poziomu o 3 dB wynikającym z podziału mocy) oraz posiadają właściwości izolacji wyjść. W praktyce są zwykle spotykane rozgałęźniki dwukrotne, trzykrotne i czterokrotne, sześć i ośmiokrotne. Ponadto w celu zwielokrotnienia rozdziału można zestawiać razem wiele rozgałęźników. Bierne elementy magistralne i dystrybucyjne są prawie zawsze przystosowane do pracy dwukierunkowej. Ponadto wszystkie te urządzenia mogą przenosić bardzo duże prądy zasilania po linii do zdalnie zasilanych wzmacniaczy. Zastosowanie specjalnych dławików zapewnia przenoszenie prądu 10...12A bez wprowadzania przydźwięku sieci. Wszystkie elementy są umieszczane w odlewanych ciśnieniowo obudowach aluminiowych odpornych na korozję. Dzięki hermetycznej obudowie mogą pracować na otwartym powietrzu oraz w studzienkach telekomunikacyjnych. Często konstrukcja elementów umożliwia natychmiastową wymianę całego modułu elektronicznego bez potrzeby naruszania obudowy i złącza kabli magistralnych. Rozgałęźniki opisuje się za pomocą tłumienności przelotowej i separacji. Tłumienność przelotowa jest określana tłumieniem między wejściem głównym i poszczególnymi wyjściami rozgałęźnika. Izolacja (separacja) wyjść jest tłumieniem między poszczególnymi wyjściami rozgałęźnika. [5]

Odgałęźniki

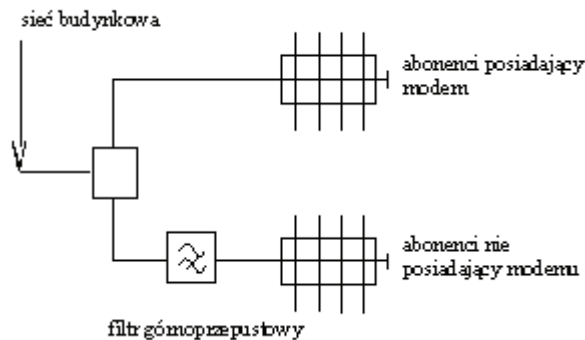
Odgałęźniki są przeznaczone do odprowadzania z linii przesyłowej części sygnału w celu zasilania jednego lub wielu przewodów odgałęźnych, które mogą służyć do zasilania gniazd abonenckich lubysterowywania wzmacniaczy. Odgałęźniki mogą być również wykorzystywane do wydzielania części sygnału w celach kontrolno-pomiarowych. Budowane w technice sprzęgaczy kierunkowych odgałęźniki mają charakterystyki sprzężeniowe prawie niezależne od częstotliwości, małe tłumienie przelotowe i dużą izolację wyjść. Odgałęźniki opisuje kilka parametrów. Tłumienność przelotowa jest określana tłumieniem między wejściem głównym i wyjściem głównym odgałęźnika. Tłumienność odsprężenia jest wartością tłumienia między wejściem głównym i wyjściem odgałęźnym (odgałęzieniem). W przypadku odgałęźników bez sprzęgaczy kierunkowych również między wyjściem głównym i odgałęzieniem. Kierunkowość (tłumienność zwrotna) jest tłumieniem między wyjściem głównym i odgałęzieniem (dla odgałęźników ze sprzęgaczami kierunkowymi). Izolacja (separacja) wyjść jest tłumieniem między odgałęzieniami (dla odgałęźników wielokrotnych).

Korektory

Tłumienie kabla poza długością i typem jest silnie zależne od częstotliwości. Również prawie wszystkie pozostałe elementy cechują się tłumieniem zależnym od częstotliwości. Obliczenia instalacji muszą być zatem przeprowadzone dla wielu istotnych częstotliwości. Uwzględnieniu tłumienia zależnego od częstotliwości należy poświęcić dużo uwagi. Poza tym przy instalacjach szerokopasmowych są stosowane regulacje tłumienia szerokopasmowego lub wąskopasmowego, tzw. korektory tłumienia. Takie elementy mają charakterystykę tłumienia zależną od częstotliwości, która jest przeciwstawiana tłumienności kabla i innych elementów. Przebieg może być ustawiony na stałe lub regulowany w wartości bezwzględnej i w zależności od częstotliwości. Takie korektory są przeważnie potrzebne w większych instalacjach i występują jako podzespoły wtykowe lub oddzielne elementy składowe. [5]

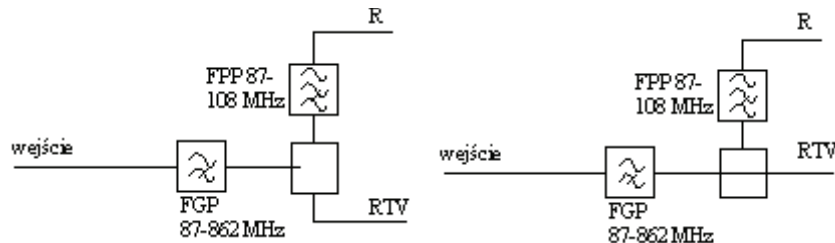
Gniazda abonenckie

Zasadniczym zadaniem gniazdka abonenckiego jest wydzielenie i rozdział sygnałów radiofonicznych i telewizyjnych oraz skierowanie ich na oddzielne wyjścia. Gniazdo abonenckie jest zespołem szerokopasmowych sprzęgaczy kierunkowych i filtrów zapewniających wydzielenie sygnałów radiofonicznych i telewizyjnych. W znacznej mierze o parametrach elektrycznych instalacji kablowej decyduje gniazdo abonenckie. Gniazda abonenckie służą do podłączania urządzeń odbiorczych w mieszkaniu. Złącza do urządzeń odbiorczych najczęściej odpowiadają systemowi wtykowemu IEC. Za pomocą różnych wykonań w postaci wtyku względnie gniazda dla telewizji i radia zapewnia się niezamienialność złącz dla urządzeń odbiorczych przy stosowaniu jednego tylko typu sznura abonenckiego. Układ elektroniczny gniazdek jest umieszczany w ekranowanych korpusach wykonywanych jako wysokociśnieniowe odlewy ze stopów metali lekkich. Odpowiednio do różnych systemów rozdzielczych są potrzebne odpowiednie gniazda abonenckie. Obecnie rozróżnia się abonentów posiadających i nie posiadających modemu. Abonentów posiadających modem dołącza się do odgałęźnika podłączonego do sieci abonenckiej bezpośrednio, a tych nie posiadających modemów dołącza się do sieci abonenckiej poprzez filtr górnoprzepustowy (rys. 3).



Rys. 3. Grupowanie odbiorców [6]

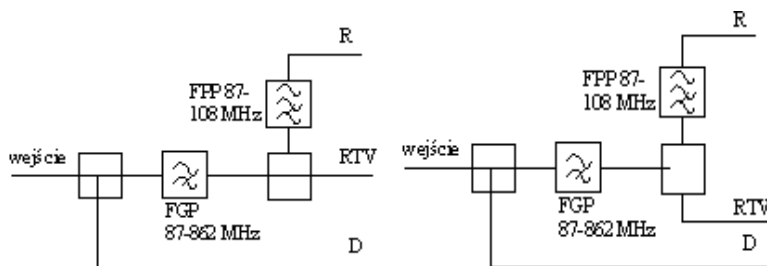
Dla abonentów nie posiadających modemu zamiast filtra górnoprzepustowego włączanego przed gniazdem abonenckim można zastosować gniazdo z wbudowanym filtrem kanału zwrotnego. W ten sposób upraszczamy okablowanie, równocześnie zapobiegając przedostawaniu się do kanału zwrotnego sygnałów zakłócających (ingresu) z odbiorników. Gniazdo może występować w dwóch wersjach: z rozgałęźnikiem oraz odgałęźnikiem. Czasem jest też spotykane gniazdo bez filtra pasmowego w torze radiowym. Wtedy, na obu wyjściach dostępny jest sygnał z całego pasma kanału dosyłowego 87-862 MHz



Rys. 4. Gniazda dla abonentów bez modemu a) z filtrem górnoprzepustowym b) z filtrem pasmowym w torze radiowym.[6]

Dla odbiorców posiadających modem stosowane są gniazda tzw. multimedialne nazywane też gniazdami do transmisji danych. Posiadają one trzy wyjścia: dwa dla transmisji jednokierunkowej, czyli dla radia R i telewizji TV oraz jedno dla transmisji dwukierunkowej D, do którego podłączamy modem. Podstawowymi parametrami tych gniazd są: separacja

między wyjściami R+TV, a wyjściem/wejściem D, oraz blokowanie zakłóceń generowanych przez radio i telewizor w paśmie kanału zwrotnego. Pożądane jest także by straty, czyli tłumienie w torze transmisji danych było niewielkie i jednakowe w obu kierunkach. Należy zauważyć, że zastosowanie rozgałęźnika w torze RTV powoduje, iż tłumienie wyjść TV oraz R jest takie same, a na wyjściu TV mamy pełne pasmo 87-862 MHz. Natomiast zastosowanie odgałęźnika i filtra pasmowego w torze radiowym powoduje, iż do radioodbiornika docierają tylko sygnały z zakresu 87-108 MHz o tłumieniu 8-10 dB. Dołączenie modemu zrealizowane jest przez odgałęźnik o tłumieniu przyłączenia 10 dB, dzięki czemu osiągamy dobrą separację pomiędzy wyjściem/wejściem D, a wyjściami radiowo-telewizyjnymi. [6]



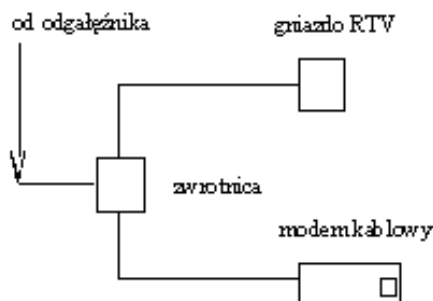
Rys. 5. Schemat gniazd multimedialnych a) z odgałęźnikiem b) z rozgałęźnikiem. [6]

Filtry

Stosowanie filtrów, pozwala uniknąć przesterowania odbiorników telewizyjnych silnym sygnałem modemu kablowego w kanale zwrotnym. W filtrach kanału zwrotnego zazwyczaj pasmo zaporowe to 5-65MHz (górna wartość zależy od wybranego pasma kanału zwrotnego), a pasmo przepustowe 87-862MHz. Minimalne tłumienie w paśmie zaporowym powinno wynosić 40 dB, a tłumienie w paśmie przepustowym nie powinno przekraczać 1-2 dB. W TVK stosuje się również filtry wydzielające pasmo telewizyjne od pasma radiowego. Filtry wykorzystuje się również do blokowania odbioru kanałów telewizyjnych zgodnie z wykupionym abonamentem.

Zwrotnice

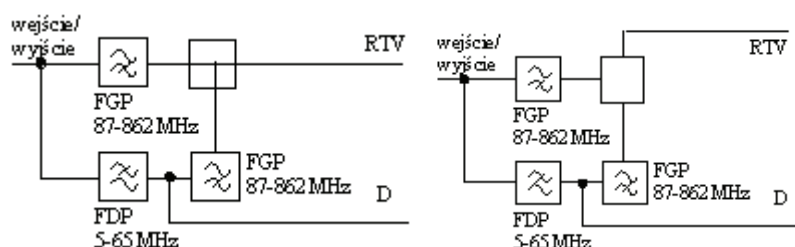
W przypadku kiedy modem jest instalowany w innym miejscu niż telewizor i podziału sygnału należy dokonać nie przy telewizorze, a w innym miejscu warunkowanym możliwościami prowadzenia okablowania stosuje się specjalistyczny rozgałęźnik (rys. 6). Do tego celu nie można stosować standardowego rozgałęźnika, gdyż odbiornik telewizyjny czy radiofoniczny zostanie przesterowany silnym sygnałem z modemu.



Rys. 6. Schemat podłączenia odbiornika telewizyjnego i modemu znajdujących się w różnych pomieszczeniach [6]

Typowym rozwiązaniem jest stosowanie zwrotnic multimedialnych, nazywanych też rozgałęźnikami lub rozdzielaczami multimedialnymi. Najprostsze z nich posiadają tylko odgałęźnik do którego podłączamy modem i filtr górnoprzepustowy na wyjściu telewizyjnym

(rys.7). Bardziej złożone posiadają kilka filtrów, co poprawia separację, ale równocześnie podwyższa koszty. Zaletami takich rozdzielaczy jest zintegrowanie w jednym urządzeniu odgałęźnika i zestawu filtrów blokujących przenikanie sygnałów zakłócających, leżących w paśmie kanału zwrotnego, od odbiorników i zabezpieczające je przed dostaniem się na ich wejście silnego sygnału z modemu kablowego. Tłumienie toru danych jest niesymetryczne, czyli 1 dB od modemu i 10 dB do modemu. [6]



Rys. 7. Zwrotnice (rozdzielacze multimedialne) a) z odgałęźnikiem b) z rozgałęźnikiem [6]

Okablowanie

Dobór odpowiedniego kabla w sieci jest kompromisem pomiędzy ceną kabla a jego parametrami. Dla sieci magistralnych stosuje się kable o bardzo dobrych parametrach. Natomiast w sieciach abonenckich tańsze i o parametrach słabszych. Do podstawowych parametrów kabla należy zaliczyć:

1. impedancja kabla – w TVK stosuje się kable o impedancji 75 Ω ,
2. tłumienność jednostkowa – w sieci magistralnej stosuje się kable o bardzo małej tłumienności rzędu kilku (4-8) dB dla częstotliwości 860MHz (na 100m kabla), w sieci abonenckiej około 20 dB/100m,
3. kable magistralne są bardzo grube ok. 20-30 mm z czym wiąże się duży promień gięcia,
4. współczynnik ekranowania w całym zakresie częstotliwości TVK; dla kabli magistralnych i dla sieci budynkowej współczynnik ten powinien być większy niż 100 dB,
5. przekrój żyły środkowej nie mniejszy niż 10mm² dla magistrali i 1.0 mm² dla sieci abonenckiej,
6. metal, z jakiego jest wykonana żyła środkowa – powinna to być wyłącznie miedź,
7. izolacja (dielektryk) pomiędzy żyłą środkową i oplotem zewnętrznym (ekranem) – powinna być wykonana ze spienionego polietylenu,
8. gęstość oplotu nie powinna być mniejsza od 60%, zaleca się stosowanie kabli z 90% gęstości oplotu.
9. kabel powinien posiadać homologację i spełniać wymagania instalacji.

Przykładem kabla do sieci magistralnej jest kabel o oznaczeniu Coax3 F FB20 (średnica 20mm, tłumienie 6 dB/860MHz/100m) i słabszy kabel C6 (średnica 12 mm, tłumienie 12 dB/860MHz/100m)

4.2.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

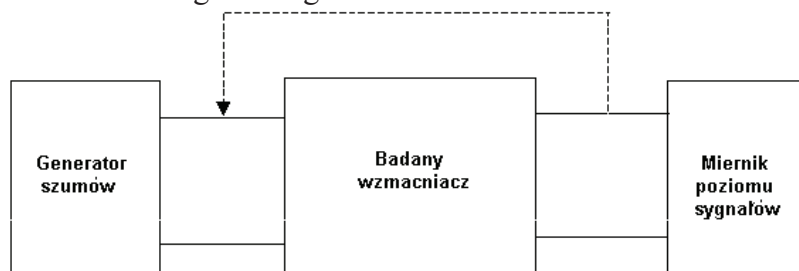
1. Jakie elementy wzmacniające stosuje się w TVK i gdzie są instalowane?
2. Jakie elementy zawiera wzmacniacz magistralny?
3. Jakie elementy rozdzielające sygnał stosuje się w TVK?
4. Czym różni się rozgałęźnik od odgałęźnika?

5. Wyjaśnij pojęcia „tłumienność przelotowa” i „separacja wyjść”?
6. W jakim celu w stosuje się TVK stosuje się korektory?
7. W jakim celu w stosuje się TVK stosuje się filtry?
8. Jakie filtry powinno zawierać gniazdo multimedialne?
9. Jakie wyjścia znajdują się w gnieździe multimedialnym i jakie kierunki transmisji w nich występują?

4.2.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Badanie wzmacniacza magistralnego



Schemat do badania wzmacniacza magistralnego

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) przygotować stanowisko pomiarowe,
- 2) zapoznać się z instrukcją instalacji i obsługi wzmacniacza,
- 3) podłączyć napięcie zasilania do wzmacniacza zgodnie z instrukcją,
- 4) podłączyć na wejście wzmacniacza generator szumu,
- 5) ustawić na generatorze taki zakres generowanych częstotliwości aby obejmował zakres 87-862 MHz,
- 6) podłączyć na wyjście miernik poziomu sygnału RF,
- 7) ustawić wzmocnienie na maksymalne, jeśli wzmacniacz posiada regulację wzmocnienia,
- 8) ustawić na generatorze poziom wejściowy tak aby na wyjściu poziom sygnału wynosił 100 dB μ V,
- 9) dokonać pomiaru poziomów sygnałów na 30 wartości częstotliwości w całym zakresie częstotliwości a wyniki zanotować w tabeli,
- 10) przenieść miernik poziomu sygnału na wejście wzmacniacza i dla tych samych częstotliwości jak w punkcie poprzednim dokonać pomiaru poziomów sygnałów,
- 11) przenieść dane do programu Excel i obliczyć wzmocnienie dla wykonanych pomiarów,
- 12) narysować wykres (komputerowo) $K_{dB} = f(f)$,
- 13) sformułować wnioski,
- 14) zaprezentować wyniki z wykonanego ćwiczenia,
- 15) dokonać oceny ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- wzmacniacz magistralny,
- układ zasilania wzmacniacza magistralnego,
- generator szumów do 1 GHz,
- miernik poziomów sygnałów z regulowanym filtrem wejściowym,
- stanowisko komputerowe z programem Excel,

- instrukcja obsługi wzmacniacza,
- instrukcje obsługi sprzętu pomiarowego,
- przybory i materiały do pisania, gumka, linijka,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Pomiar wybranych parametrów rozgałęźnika

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) przygotować stanowisko pomiarowe,
- 2) podłączyć na wejście rozgałęźnika generator szumów,
- 3) ustawić na generatorze taki zakres generowanych częstotliwości aby obejmował zakres 87-862 MHz,
- 4) podłączyć na wejście rozgałęźnika miernik poziomów i ustalić sygnał wyjściowy z generatora szumów na poziomie 100 dB μ V,
- 5) podłączyć na kolejne wyjścia miernik poziomu sygnałów,
- 6) określić różnicę poziomów sygnałów pomiędzy wejściem i wyjściami rozgałęźnika,
- 7) wyznaczyć tłumienie rozgałęźnika dla wszystkich wyjść,
- 8) porównać otrzymane wyniki z danymi katalogowymi rozgałęźnika.

Pomiar maksymalnego napięcia wejściowego rozgałęźnika

- 1) podłączyć na wejście rozgałęźnika miernik poziomów i ustalić sygnał wyjściowy z generatora szumów na poziomie 10 dB μ V,
- 2) przekładając miernik poziomów pomiędzy wejściem i dowolnym wyjściem zwiększać poziom sygnału wejściowego do 150 dB μ V co 5 dB μ V,
- 3) na podstawie pomiarów wyznaczyć charakterystykę $U_{WY} = f(U_{WE})$,
- 4) wyznaczyć maksymalny poziom wejściowy dla którego w/w charakterystyka jest liniowa,
- 5) dokonać oceny ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dowolny rozgałęźnik,
- generator szumów,
- miernik poziomu mocy sygnałów,
- kabel koncentryczny 75 Ω ,
- karta katalogowa rozgałęźnika,
- instrukcje obsługi sprzętu pomiarowego,
- przybory i materiały do pisania, gumka, linijka,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 3

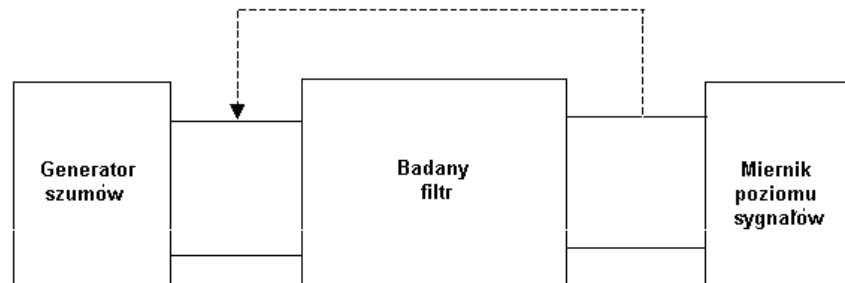
Badanie filtra dla TVK.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zmontować układ pomiarowy zgodnie z rysunkiem,
- 2) przygotować tablice do notowania wyników pomiarów,

- 3) zapoznać się z instrukcją filtra,
- 4) podłączyć na wejście generator szumu,
- 5) ustawić na generatorze taki zakres generowanych częstotliwości aby obejmował zakres 5-862 MHz,
- 6) ustawić na generatorze poziom wyjściowy 100 dB μ V,
- 7) podłączyć na wyjście miernik poziomu sygnału RF,



Schemat do badania filtra TVK

- 8) dokonać pomiaru poziomów sygnałów na 30 wartości częstotliwości w całym zakresie częstotliwości (zagęścić pomiary w okolicy częstotliwości granicznej) a wyniki zanotować w tabeli,
- 9) przenieść miernik poziomu sygnału na wejście i dla tych samych częstotliwości jak w punkcie poprzednim, dokonać pomiaru poziomów sygnałów,
- 10) przenieść dane do programu Excel i obliczyć tłumienie dla wykonanych pomiarów,
- 11) narysować wykres (komputerowo) $K_{dB} = f(f)$,
- 12) sformułować wnioski,
- 13) zaprezentować wyniki z wykonanego ćwiczenia,
- 14) dokonać oceny ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- dowolny filtr TVK,
- generator szumów do 1 GHz,
- miernik poziomów sygnałów z regulowanym filtrem wejściowym,
- stanowisko komputerowe z programem Excel,
- instrukcje obsługi sprzętu pomiarowego,
- przybory i materiały do pisania, gumka, linijka,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 4

Badanie gniazda multimedialnego TVK.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zapoznać się z instrukcją gniazda multimedialnego,
- 2) przygotować tablice do notowania wyników pomiarów,
- 3) podłączyć na wejście gniazda generator szumu,
- 4) ustawić na generatorze taki zakres generowanych częstotliwości aby obejmował zakres 87-862 MHz,
- 5) ustawić miernik poziomu na dowolny kanał z zakresu 110-862 MHz,

- 6) podłączyć miernik poziomu sygnału na wejście gniazda i ustawić na generatorze poziom wyjściowy 100 dB μ V,
- 7) podłączyć miernik poziomu sygnału kolejno do wyjść R, TV i D oraz zmierzyć poziomy sygnałów na tych wyjściach,
- 8) ustawić miernik poziomu na dowolny kanał z zakresu 87-108 MHz,
- 9) podłączyć miernik poziomu sygnału kolejno do wyjść R, TV i D i zmierzyć poziomy sygnałów na tych wyjściach,
- 10) obliczyć na podstawie pomiarów tłumienność przelotową dla wyjścia R i TV,
- 11) obliczyć tłumienie dla wyjścia D,
- 12) podłączyć generator szumu do wyjścia D i ustawić na generatorze poziom wyjściowy 108 dB μ V,
- 13) podłączyć miernik poziomu sygnału kolejno do wyjść R, TV i wejścia oraz zmierzyć poziomy sygnałów na tych wyjściach,
- 14) obliczyć separację pomiędzy wyjściem D i wyjściami R i TV,
- 15) obliczyć tłumienie zwrotne w kanale D,
- 16) porównać otrzymane wyniki z kartą katalogową gniazda,
- 17) zaprezentować wyniki z wykonanego ćwiczenia,
- 18) dokonać oceny ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- gniazdo multimedialne,
- generator szumów do 1 GHz,
- miernik poziomów sygnałów z regulowanym filtrem wejściowym,
- instrukcja i karta katalogowa gniazda multimedialnego,
- instrukcje obsługi sprzętu pomiarowego,
- przybory i materiały do pisania, gumka, linijka,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 5

Pomiar tłumienia kabla magistralnego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) przygotować możliwie długi odcinek kabla (50 lub 100 m),
- 2) podłączyć na jeden koniec kabla generator szumu,
- 3) ustawić na generatorze taki zakres generowanych częstotliwości aby obejmował zakres 5-862 MHz,
- 4) ustawić na generatorze poziom wyjściowy 100 dB μ V,
- 5) przygotować tablice do notowania wyników pomiarów,
- 6) podłączyć na drugi koniec kabla miernik poziomu sygnału RF,
- 7) dokonać pomiaru poziomów sygnałów dla 30 wartości częstotliwości w całym zakresie częstotliwości a wyniki zanotować w tabeli,
- 8) przenieść miernik poziomu sygnału na wejście i dla tych samych częstotliwości jak w punkcie poprzednim, dokonać pomiaru poziomów sygnałów,
- 9) przenieść dane do programu Excel i obliczyć tłumienie kabla dla wykonanych pomiarów,
- 10) narysować wykres (komputerowo) $K_{dB} = f(f)$,
- 11) porównać otrzymane wyniki z kartą katalogową kabla,
- 12) sformułować wnioski,
- 13) zaprezentować wyniki z wykonanego ćwiczenia,
- 14) dokonać oceny ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- odcinek 50-100m kabla koncentrycznego bardzo dobrej jakości,
- generator szumów do 1 GHz,
- miernik poziomów sygnałów z regulowanym filtrem wejściowym,
- stanowisko komputerowe z programem Excel,
- instrukcje obsługi sprzętu pomiarowego,
- karta katalogowa kabla,
- przybory i materiały do pisania, gumka, linijka,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 6

Opracowanie projektu sieci kablowej TV dla osiedla mieszkaniowego.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zapoznać się z materiałem nauczania,
- 2) zapoznać się z planem osiedla mieszkaniowego,
- 3) zaznaczyć na planie sieć teletechniczną,
- 4) wyznaczyć przebieg trasy kabla sieci kablowej, korzystając z kanalizacji sieci teletechnicznej,
- 5) ustalić typ kabla który zostanie wykorzystany do budowy sieci dystrybucyjnej,
- 6) przeanalizować kartę katalogową kabla i określić jego tłumienie jednostkowe,
- 7) obliczyć długość kabla po którym sygnał spadnie do poziomu $75 \text{ dB}\mu\text{V}$ zakładając iż na wejściu instalacji korzystamy z sygnału o poziomie $100 \text{ dB}\mu\text{V}$,
- 8) podzielić wcześniej wyznaczoną trasę kabla na odcinki o długości wyznaczonej w poprzednim pkt (odcinki mogą być krótsze a początek i koniec odcinka musi kończyć się w studziencie kanalizacyjnej),
- 9) wybrać budynek którego plany znajdują się na stanowisku i zaplanować w nim rozprowadzenie sieci kablowej do 4 mieszkań (określić długość kabli),
- 10) ustalić typ kabla który zostanie wykorzystany do budowy sieci abonenckiej,
- 11) przeanalizować kartę katalogową kabla i określić jego tłumienie jednostkowe,
- 12) obliczyć tłumienie najdłuższego odcinka kabla sieci abonenckiej,
- 13) zaprezentować wyniki z wykonanego ćwiczenia,
- 14) dokonać oceny ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- biały papier formatu A4,
- kalkulator,
- plan osiedla z naniesioną infrastrukturą techniczną,
- plan budynku,
- karty katalogowe kabli,
- przybory i materiały do pisania, gumka, linijka,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 7

Wykonanie instalacji sieci kablowej dla budynku mieszkalnego na podstawie projektu.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) zmierzyć poziom sygnału w punkcie dystrybucyjnym,
- 2) połączyć odcinki kabla za pomocą złącz F tak, aby otrzymać wyznaczoną w projekcie długość kabla. (zastosuj możliwie długie odcinki kabla) (w razie braku odpowiednio długiego odcinka kabla można zasymulować go tłumikiem (kaskadą tłumików) o tłumieniu wyznaczonym na podstawie długości kabla i tłumienia jednostkowego),
- 3) zmontować linię transmisyjną złożoną ze wzmacniaczy i kabla według projektu.
- 4) zamontować na końcu linii wzmacniacz budynkowy,
- 5) dołączyć do wyjścia wzmacniacza sieć abonencką według projektu (rozgałęźnik, odcinki kabla i gniazda abonenckie),
- 6) podłączyć zasilanie do wzmacniaczy dystrybucyjnych,
- 7) zmierzyć poziom sygnału na wyjściu wzmacniaczy rozpoczynając od wzmacniacza położonego najbliżej punktu dystrybucyjnego,
- 8) ustalić odpowiednie wzmocnienie wzmacniaczy, tak aby poziom sygnału na wyjściu był zgodny z wytycznymi podanymi w materiale nauczania,
- 9) ustalić wzmocnienie wzmacniacza budynkowego tak, aby na wyjściu gniazda abonenckiego poziom sygnału był zgodny z wytycznymi podanymi w materiale nauczania,
- 10) sprawdzić, czy sygnał na wejściach wzmacniaczy jest zgodny z wytycznymi podanymi w materiale nauczania. (jeśli jest za mały przeanalizować przyczynę i usunąć usterkę),
- 11) podłączyć odbiornik telewizyjny do gniazda abonenckiego i sprawdź jakość odbieranych programów,
- 12) przygotować się do zaprezentowania swojej pracy,
- 13) dokonać oceny ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- punkt dystrybucyjny TVK,
- miernik poziomu sygnałów z regulowanym filtrem wejściowym,
- kabel koncentryczny 75 Ω ,
- wzmacniacze dystrybucyjne,
- zasilacz do wzmacniaczy,
- wzmacniacz budynkowy,
- instrukcje obsługi wzmacniaczy dystrybucyjnych i budynkowych,
- rozgałęźnik,
- gniazda abonenckie,
- instrukcja instalacji gniazda abonenckiego,
- złącza F,
- odbiornik TV i sznur połączeniowy,
- instrukcje obsługi sprzętu pomiarowego,
- przybory i materiały do pisania, gumka, linijka,
- literatura z rozdziału 6.

4.2.4. Sprawdzian postępów

	Tak	Nie
Czy potrafisz:		
1) zmierzyć wzmocnienie wzmacniacza magistralnego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) wyznaczyć charakterystykę częstotliwościową wzmacniacza?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) wykonać pomiary filtra dolnoprzepustowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) wyznaczyć charakterystykę częstotliwościową filtra?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) określić podstawowe parametry rozgałęźnika i odgałęźnika?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) przeprowadzić pomiary gniazda antenowego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) określić i wyznaczyć podstawowe parametry gniazda multimedialnego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8) narysować charakterystykę za pomocą programu Excel??	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.3. Kanał dosyłowy i zwrotny

4.3.1. Materiał nauczania

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. [6]

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 odstepu sygnał/szum (Tabela 3).

Tabela 3. Wartości minimalnego współczynnika C/N i η dla poszczególnych odmian kodowania transmisji [6]

modulacja	QPSK	4QAM	16QAM	64QAM
BER (ilość błędów cyfrowych)	C/N [Db]			
10^{-3}	9,6	10,3	17,0	22,9
10^{-6}	13,5	13,8	20,6	26,7
10^{-9}	15,5	15,7	22,6	28,7
10^{-12}	17,1	16,9	23,3	30,1
η	2	2	4	6

Wpływ parametru C/N na wybór modulacji

W kanale dosyłowym osiągnięcie odstepu 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 odstep 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.

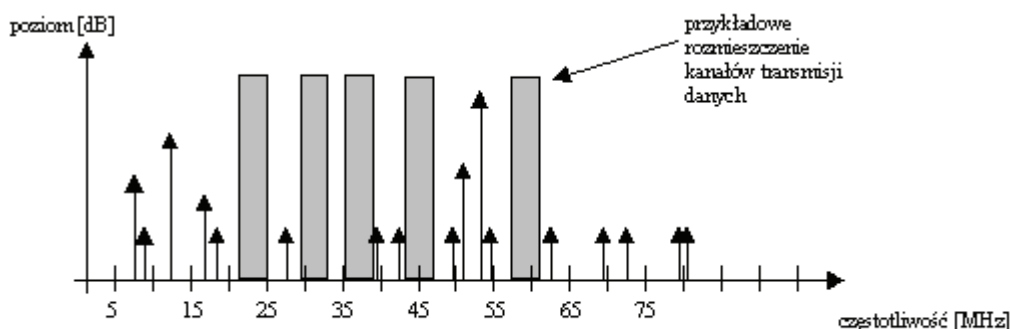
$$R_b = B * \eta = 4\text{MHz} * 2\text{b/s/Hz} = 8\text{Mb/s}$$

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 modulacji. Stosowanie skomplikowanych modulacji w kanale zwrotnym jest niepożądane ze względu na mały odstep 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. 8. Przykładowy rozkład zakłóceń w kanale zwrotnym [6]

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.

Tabela 4. Przykładowe parametry transmisji w kanale zwrotnym dla kilku operatorów TVK [6]

firma	nazwa	szerokość pasma [MHz]	przepływność [Mb/s]	rodzaj modulacji
ŚTK		6,4		64QAM
NetGame	NeMo	2,5/2,6	1,8/5,12	QPSK
Cisco System	MC11	0,2,3,2	5/10	QPSK/16QAM
Nortel Networks	LANcity	6	10	QPSK
Phasecom	SpeedDemon	1.66	2,5	QPSK

Transmisja danych - do abonenta

Dla transmisji danych do abonenta mamy do dyspozycji kilka kanałów. Ilość ta zależy od ilości przesyłanych programów. Wolne kanały można wykorzystać do dosyłu danych cyfrowych do abonenta. Ze względu na to, że jakość, czyli współczynnik sygnał/szum (co najmniej 43 dB) oraz sygnał od innych zakłóceń w sieci kablowej, w kierunku do abonenta jest duży, można zastosować skomplikowane wielopoziomowe rodzaje modulacji.

Typowym przykładem są modułacje 16QAM, 64QAM oraz 256QAM. Praktycznie wykorzystywane są tylko w kanale dosyłowym, gdyż wymagają relatywnie wysokiego odstępu sygnału od szumu. Takie modułacje umożliwiają szybką transmisję w kanale o małej szerokości, czyli mają wysoka sprawność (współczynnik wykorzystania pasma, wynosi 4 b/Hz/s dla 16QAM i 8 b/Hz/s dla 256QAM).

Szerokość kanału w paśmie dosyłowym

Szerokość pasma w kanale dosyłowym nie może przekraczać szerokości kanału telewizyjnego. W standardzie D/K, który obowiązuje w Polsce, wynosi ona 8 MHz. Najczęściej stosowana szerokość pasma w modemach kablowych wynosi 6 MHz. Możliwość stosowania kanału dosyłowego o znacznej szerokości, wynika z lepszych parametrów transmisji w porównaniu do kanału zwrotnego. Zazwyczaj kanał dosyłowy lokowany w zakresie UHF, gdzie ilość zakłóceń wnikających z zewnątrz jest mniejsza, dodatkowo zdecydowanie mniej zakłóceń generowanych jest w samej sieci. W efekcie uzyskujemy prędkości 10-50 Mb/s. Takie prędkości pozwalają w zależności od zakładanej średniej prędkości przypadającej na jednego użytkownika na obsłużenie nawet 2000-4000 abonentów.

Tabela 5. Przykładowe parametry transmisji w kanale dosyłowym dla kilku operatorów TVK [6]

firma	nazwa	szerokość pasma [MHz]	przepływność [Mb/s]	rodzaj modułacji
ŚTK	EURODOCSIS	8		256QAM
NetGame	NeMo	6	10	QPSK
Cisco System	MC11	6	27/40	64QAM/256QAM
Nortel Networks	LANcity	6	10	QPSK
Phasecom	SpeedDemon	6	31	64QAM

Podobnie jak w kanale zwrotnym można obliczyć przepustowość w kanale dosyłowym. Zakładamy że szerokość jednego kanału wynosi 6 MHz i stosujemy modułację 256QAM.

$$R_b = B * \eta = 6\text{MHz} * 8\text{b/s/Hz} = 48\text{Mb/s}$$

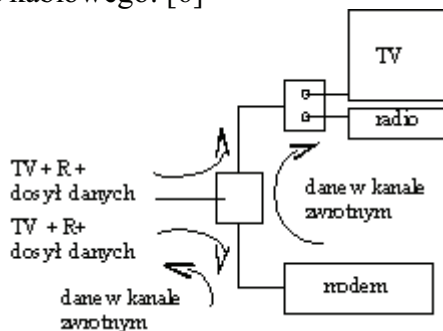
Jeśli mamy do dyspozycji kilka wolnych kanałów np. 5, można zwiększyć całkowitą prędkość do 240Mb/s. Dodatkowo dzięki pracy na kilku kanałach zwiększamy niezawodność sieci. Różnicowanie rodzajów modułacji w kanale dosyłowym i zwrotnym powoduje asymetrię prędkości transmisji w obu kierunkach, jednakże ze względu na to, iż większość użytkowników jest odbiorcami informacji, ich komunikacja z sieci przebiega w formie krótkie zapytanie i długa odpowiedź. Dzięki temu występująca asymetria prędkości transmisji jest niezauważalna dla zwykłego użytkownika.

Zakłócenia związane z dużym poziomem wyjściowym modemów kablowych

Modemy kablowe, zarówno te pracujące w stacji czołowej, jak i te instalowane u abonenta posiadają wysoki poziom wyjściowy sygnału. Typowo wynosi on 108 dB μ V. O ile taki poziom w torze dosyłowym nie jest problemem, gdyż generalnie nie odbiega on od poziomów pozostałych sygnałów, to w przypadku toru zwrotnego może on powodować zakłócenia w odbiorze programów telewizyjnych. Na rys. 9 można zauważyć, że ze względu na ograniczoną separację pomiędzy wyjściami zwykłego rozgałęźnika (zazwyczaj rzędu 25 dB), na wejściu telewizora i radia pojawia się silny sygnał z modemu kablowego.

Zakładając, że poziom wyjściowy modemu wynosi 108 dB μ V, to przy separacji wynoszącej 25 dB, na wejściu odbiorników pojawi się sygnał z przedziału 5-65 MHz o poziomie 83 dB μ V. Oznacza to, że mogą pojawić się zakłócenia wynikające z przesterowania głowicy telewizora czy radioodbiornika. Problem ten można rozwiązać poprzez zastosowanie:

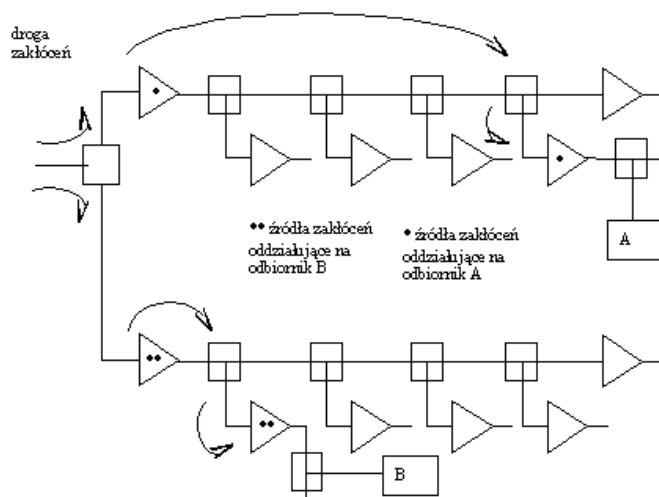
- gniazd lub filtrów blokujących pasmo kanału zwrotnego,
- zastosowanie rozgałęźników (rozdzielaczy) i gniazd multimedialnych z podwyższoną separacją pomiędzy wyjściami R, TV a wyjściem transmisji danych D, przeznaczonym do podłączenia modemu kablowego. [6]



Rys. 9. Ilustracja powstawania zakłóceń wywołanych przez modem kablowy na odbiorniku telewizyjnym [6]

Źródła zakłóceń wewnątrz sieciowych

Odporność sieci kablowej na zakłócenia zewnętrzne musi być powiązana z wyeliminowaniem zakłóceń wewnątrz sieciowych. Ze względu na strukturę sieci kablowej, przenikanie zakłóceń w paśmie dosyłowym, czyli 87-862 MHz jest znacząco zminimalizowane ze względu na kierunkowe charakterystyki urządzeń pasywnych. Dodatkowo, jedynym znaczącym źródłem szumów są kaskady wzmacniaczy, przy czym wkład w poziom szumów mają tylko wzmacniacze leżące pomiędzy punktem gdzie dokonujemy pomiaru a stacją czołową.



Rys. 10. Rozchodzenie się zakłóceń w kanale dosyłowym [6]

O wiele większa skala problemu występuje w kanale zwrotnym, gdzie następuje sumowanie zakłóceń z poszczególnych części sieci. Zakłócenia i szумы generowane przez wzmacniacze i wszelkie urządzenia aktywne podłączone do jednego węzła sumują się i powodują znaczne pogorszenie jakości sygnału odbieranego z modemów kablowych u abonentów przez urządzenia w stacji czołowej.

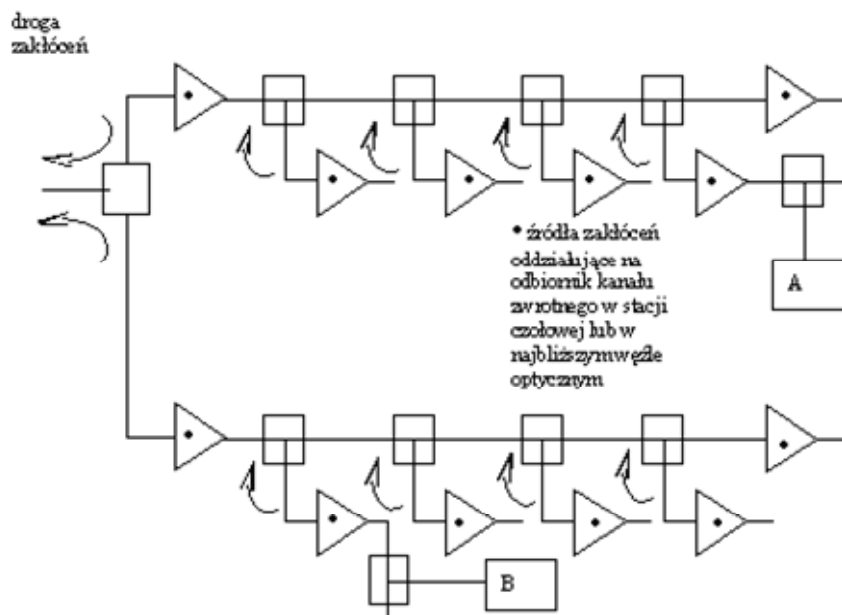
Podstawowymi źródłami zakłóceń są wszelkiego rodzaju urządzenia radiowo-telewizyjne oraz komputery podłączone do sieci kablowej. Każde z tych urządzeń w czasie normalnej

pracy generuje, zwłaszcza w zakresie częstotliwości pośredniej, zakłócenia, które w przeważającej części znajdują się w kanale zwrotnym. Poziom zakłóceń wprowadzany do sieci przez telewizor może sięgać 50 dB μ V. Należy jeszcze zauważyć, że zakłócenia mogą być generowane także kiedy dane urządzenie znajduje się w stanie uśpienia (stand-by).

Dodatkowo, za pośrednictwem urządzeń RTV mogą wnikać zakłócenia wytwarzane przez urządzenia gospodarstwa domowego, urządzenia zapłonowe, wszelkiego rodzaju sterowniki oświetlenia, i tym podobne. Oznacza to, że sama szczelność sieci nie wystarczy, gdyż zakłócenia wnikają przez podłączone do niej urządzenia.

Dlatego, zanim przystępuje się do uruchomienia kanału zwrotnego należy za pomocą filtrów górnoprzepustowych odseparować te części sieci, gdzie nie przewidujemy wykorzystania kanału zwrotnego. Dodatkowo, należy zawsze tam gdzie są zainstalowane modemy kablowe podłączać wszelkie odbiorniki poprzez zwrotnice lub gniazda multimedialne.

Reasumując dotychczasowe rozważania, należy tak budować sieć, szczególnie abonencką by zapewnić jej maksymalną szczelność elektromagnetyczną, eliminować wszelkie źródła zakłóceń w kanale zwrotnym, systematycznie kontrolować parametry sieci, wykorzystywać elementy pasywne pracujące poprawnie z dużymi poziomami sygnału oraz wystrzegać się sieci przelotowych w pionach. [6]



Rys. 11. Rozchodzenie się zakłóceń w kanale zwrotnym [6]

4.3.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. W jakim zakresie częstotliwości nadawany jest kanał dosyłowy?
2. Czy całe pasmo można wykorzystać do transmisji kanału zwrotnego?
3. Od czego zależy przepustowość kanału dosyłowego i zwrotnego?
4. Czy do transmisji cyfrowych do i od abonenta korzysta się z tych samych sposobów modulacji?
5. Wyjaśnij pojęcie „asymetrii transmisji”?
6. Jakie źródła zakłóceń wpływają na transmisję kanałem zwrotnym?
7. Czy stosunek sygnał/ szum wpływa na możliwą szybkość transmisji?

4.3.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Pomiar poziomu sygnału w paśmie zajmowanym przez kanał zwrotny.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) podłączyć miernik poziomu sygnału do punktu dystrybucyjnego TVK,
- 2) wykonać pomiary poziomu sygnału na linii TVK w zakresie od 5 do 65 MHz z krokiem co 1 MHz,
- 3) przenieść dane do programu Excel,
- 4) narysować wykres (komputerowo) $P_{dB} = f(f)$,
- 5) określić na podstawie wykresu pasma zajmowane przez kanał zwrotny oraz częstotliwości na których pojawiają się zakłócenia,
- 6) sformułować wnioski,
- 7) zaprezentować wyniki z wykonanego ćwiczenia,

Wyposażenie stanowiska pracy:

- punkt dystrybucyjny TVK,
- miernik poziomu sygnałów z regulowanym filtrem wejściowym,
- stanowisko komputerowe z programem Excel,
- instrukcje obsługi sprzętu pomiarowego,
- kabel koncentryczny 75 Ω ,
- dane techniczne operatora sieci,
- przybory i materiały do pisania, gumka, linijka,
- literatura z rozdziału 6.

4.3.4. Sprawdźan postępów

	Tak	Nie
Czy potrafisz:		
1) określić w jakim celu w gnieździe abonenta nie posiadającego modemu stosuje się filtr górnoprzepustowy $f_g = 87$ MHz?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2) podać od czego zależy prędkość transmisji cyfrowej w liniach TVK?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3) określić jaki warunek (parametr) musi być spełniony aby podana prędkość transmisji w sieci TVK została osiągnięta?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4) określić jakie zakłócenia (źródła) mogą przenikać do instalacji kablowej?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5) określić na podstawie pomiarów miejsce i szerokość kanału zwrotnego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6) określić w jaki sposób dobiera się szerokość kanału zwrotnego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7) określić których abonentów należy podłączyć do sieci przez filtr górnoprzepustowy 87-862 MHz w czasie uruchamiania usługi dostępu do internetu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4.4. Pomiar jakości linii transmisyjnej. Lokalizowanie uszkodzeń.

4.4.1. Materiał nauczania

Przed przystąpieniem do lokalizacji uszkodzenia w instalacji TVK koniecznym jest postawienie wstępnej diagnozy uszkodzenia. Diagnoza opiera się na zgłoszeniu uszkodzenia przez abonenta i obserwacji obrazu i odsłuchu dźwięku na odbiorniku telewizyjnym.

Najprostsze do ustalenia przyczyny usterki są uszkodzenia, których efektem jest całkowity brak odbieranego sygnału. Posługując się przyrządem umożliwiającym pomiar poziomu sygnału TVK można szybko zlokalizować przyczynę usterki. Więcej problemów sprawia wykrycie usterki związanej z zakłóceniami lub usterki która występuje chwilowo w dłuższych odstępach czasowych. Przyczyną zakłóceń w odbiorze może być nawet lampa energooszczędna która potrafi zakłócić odbiór kilku programów.

Do pomiaru jakości linii transmisyjnej można wykorzystać kanał zwrotny ponieważ transmisja ta najbardziej narażona jest na zakłócenia. Dodatkową zaletą takiego pomiaru jest fakt iż pomiar wielu linii transmisyjnych można dokonać w jednym miejscu tj. w stacji czołowej W stacji czołowej w tym celu wykorzystuje się urządzenie które dokonuje pomiaru współczynnika szumów SNR w kanale zwrotnym każdej linii transmisyjnej. Pomiary te wykonuje to samo urządzenie (CMTS) które steruje ruchem danych w kanale zwrotnym (rozdział czasowy transmisji od użytkowników). U jednego z operatorów sieci kablowych (operator najbliższy miejsca zamieszkania autora opracowania) napisano program na komputer PC który on-line zbiera informacje o poziomach SNR wszystkich abonentów. Na wykresach można zaobserwować ruch w kanale zwrotnym oraz ilu abonentów pracuje w przedziale poprawnych wartości, ilu na granicy sygnałów poprawnych, a ilu poniżej dopuszczalnych wartości. Można wyświetlić listę abonentów których sygnały są poniżej dopuszczalnych wartości wraz z ich adresami. Dla każdego z tych abonentów można wyświetlić wykres czasowy SNR. Na podstawie tych danych podejmuje się decyzje o przypuszczalnym miejscu uszkodzenia linii i wysyła serwisantów. Taka kompleksowa analiza linii pozwala utrzymać sieć na odpowiednim poziomie technicznym a w przypadkach awarii na szybkie zlokalizowanie miejsca usterki.

Przykładem nowoczesnego systemu monitorowania kanału zwrotnego jest urządzenie o nazwie PathTrak firmy ACTERNA. System monitorowania PathTrak jest specjalnie zaprojektowany w taki sposób, aby dostarczyć zarówno personelowi na stacji czołowej, jak i technikom w terenie precyzyjnych danych niezbędnych do utrzymania i obsługi ich dwukierunkowych sieci kablowych. Oprogramowanie systemu dostarcza personelowi wskazówek praktycznych, obrazów z bieżącym stanem sieci kablowej i zwięzłego zapisu historii zdarzeń w sieci. Poprzez szybsze zlokalizowanie usterek, łatwą analizę (dokonywaną zdalnie, np. poprzez Internet) oraz aktywne powiadamianie o zaistniałych problemach radykalnie spadają koszty utrzymania kanału zwrotnego (do obsługi sieci wymagana jest mniejsza liczba techników; szybkie naprawy lub wczesne zapobieganie poważnym awariom minimalizują straty finansowe), a także rośnie jakość świadczonych w sieci usług. Bardzo ważną cechą systemu jest możliwość monitorowania bez przerywania świadczonych usług (*inservice*). System PathTrak funkcjonuje jako wielowejściowy analizator widma o dobieranej w miarę potrzeb szybkości przemiatania i zintegrowany z wyrafinowaną bazą danych. Umożliwia to obserwację różnego typu sygnałów (zakłócenia impulsowe, sygnały TDMA itp.) ze względu na funkcję analizy statystycznej ciągu pobieranych próbek. Jest to cecha unikalna, nie spotykana w innych przyrządach, pozwalająca operatorowi na odnalezienie zakłóceń o charakterze przypadkowym lub chwilowym i umożliwiającą korelację przerw w transmisji w kanale zwrotnym z zakłóceniami powstającymi w sieci. System skanuje pojedyncze segmenty kanału zwrotnego sieci HFC w celu zapisania parametrów widma

w funkcji czasu, wyświetlania bieżących i zapisanych widm częstotliwości oraz powiadamiania użytkowników o wystąpieniu degradacji jakości kanału zwrotnego, wywołanej np. szumem lub ingresem. System PathTrak umożliwia wczesne ostrzeżenie o potencjalnych problemach mogących wystąpić w kanale zwrotnym, szybkie zawężenie miejsca wystąpienia usterki do jednej odnogi kanału zwrotnego, a także interaktywną, zdalną analizę jakości pracy systemu. Ponieważ typowym zadaniem użytkownika jest usuwanie ingresu oraz innych źródeł pogarszających jakość, w systemie PathTrak znajdują się narzędzia, które pomagają wyodrębnić lub sprawdzić zarówno sygnał transmitowanych danych, jak i podejrzaną źródło sygnału lub miejsce wejścia ingresu. Możliwość współpracy systemu PathTrak z miernikami StealthTrak umożliwia technikom obserwację widma w konkretnym węzle znajdując się zarówno na stacji czołowej, jak i w sieci. [3]

Jedną z polskich firm produkuje analizator kanału zwrotnego (AKZ) jako zestaw pomiarowy. Zestaw AKZ został pomyślany jako wygodne, proste i ekonomiczne urządzenie pozwalające operatorowi na prowadzenie prac nad uruchomieniem i utrzymaniem kanału zwrotnego. Komunikacja między częścią stacijną i przenośną odbywa się na częstotliwościach tak dobranych, aby nie kolidowały z używanymi do przesyłu sygnałów telewizyjnych w pracującej sieci TVK. Zestaw do uruchamiania, regulacji i kontroli kanału zwrotnego sieci TV kablowej składa się z:

- część przenośna - generator sygnałów testowych z zasilaniem bateryjnym,
- część stacyjna – automatyczny miernik poziomu sygnałów testowych, w obudowie 19”.

Zestaw umożliwia:

1. automatyczny pomiar tłumienia kanału zwrotnego na dwóch wybranych częstotliwościach, między dowolnym punktem współosiowej części sieci TVK a stacją czołową,
2. jednoosobową obsługę urządzenia – z części transmisji wyników pomiarów z części stacyjnej,
3. możliwość prowadzenia pomiarów podczas eksploatacji sieci TVK,
4. prezentacja wyników pomiaru w każdej części na wyświetlaczu alfanumerycznym w wartości tłumienia lub poziomu sygnału,
5. dwukierunkową komunikację między obu urządzeniami bez konieczności rezerwacji pasma częstotliwości.

Urządzenie zaprojektowano w oparciu o metodę uruchamiania kanału zwrotnego polegającej na pomiarze i regulacji tłumień sieci TVK. Przed przystąpieniem do pomiaru celowe jest zapoznanie się z dokumentacją techniczną sieci, celem ustalenia poziomów sygnałów w kanale zwrotnym (na wejściach wzmacniaczy kanału zwrotnego). Uwzględniając tą wartość przeprowadza się (automatycznie) kalibrację zestawu, mającą na celu ustawienie względnego zera tłumienia między urządzeniami. Po takim przygotowaniu zestawu i po podłączeniu części stacyjnej (AKZ-101) w stacji czołowej serwisant udaje się do kolejnych punktów sieci, coraz bardziej odległych od stacji czołowej, z częścią przenośną - generatorem AKZ-102. W każdym punkcie ma możliwość pomiaru tłumienia odcinka sieci TVK na dowolnej częstotliwości z pasma kanału zwrotnego (5÷65MHz). Wartość tłumienia jest prezentowana na wyświetlaczu obu urządzeń - jednocześnie dla dwóch badanych w danej chwili częstotliwości. Mogą być one zmieniane z krokiem 5MHz. W ten sposób jedna osoba jest w stanie dokonać pomiarów kanału zwrotnego, mając przy sobie niewielkich rozmiarów urządzenie zasilane bateryjnie (AKZ-102).

W celu dokładniejszego zlokalizowania usterki linii kablowych (np. uszkodzenie wewnątrz budynku) serwisant ma do dyspozycji reflektometr wskazujący w jakiej odległości od miejsca pomiaru uszkodzony jest kabel. Reflektometr montuje się odłączając linię abonencką od sieci kablowej w miejscu rozgałęzienia sygnałów i przystępuje do pomiaru.

Pomiar jest bardzo prosty polega na włączeniu reflektometru i odczytaniu z wyświetlacza LCD wyniku – odległości do uszkodzenia.

W przypadku zakłóceń które przenikają do sieci pogarszając lub uniemożliwiając odbiór programów lub wysyłanie sygnałów najlepszy jest urządzenie CMTS w stacji czołowej. Urządzenie to potrafi określić istnienie zakłóceń lecz nie potrafi określić jego źródła. W czasie wyszukiwania miejsca wnikania zakłóceń do sieci niezbędny jest miernik poziomów sygnałów który jako urządzenie przenośne umożliwia pomiar poziomu sygnału (zakłóceń) w dowolnym miejscu sieci. Dodatkowo posiadając regulowany filtr wejściowy pozwala określić częstotliwość zakłóceń a przez to przypuszczalne źródło zakłóceń.

4.4.2. Pytania sprawdzające

Odpowiadając na pytania, sprawdzisz, czy jesteś przygotowany do wykonania ćwiczeń.

1. Jakie znasz urządzenia pomiarowe wykorzystywane do pomiaru jakości linii?
2. Jakie znasz urządzenia pomiarowe wykorzystywane do lokalizowania usterek?
3. Jaki parametr linii mierzy analizator kanału zwrotnego?
4. Z jakich części składa się AKZ?
5. W jakim zakresie częstotliwości pracuje AKZ?
6. Jaki parametr mierzy reflektometr?
7. Jaki parametr linii mierzy CMTS?
8. Gdzie dokonuje się pomiaru jakości linii urządzeniem CMTS?
9. Jaką regulację najczęściej wykorzystuje się w mierniku poziomu sygnału?

4.4.3. Ćwiczenia

Ćwiczenie 1

Pomiar tłumienia odcinka kabla dla potrzeb kanału zwrotnego za pomocą zestawu AKZ

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) przygotować stanowisko pomiarowe,
- 2) przygotować różne odcinki kabla koncentrycznego,
- 3) zapoznać się z instrukcją obsługi zestawu pomiarowego,
- 4) ustawić w mierniku poziom sygnału w kanale zwrotnym na wartość 80 dB μ V,
- 5) połączyć nadajnik z odbiornikiem krótkim odcinkiem kabla,
- 6) skalibrować odbiornik na 0 dB,
- 7) połączyć nadajnik i odbiornik 50-100 m odcinkiem kabla,
- 8) ustawić częstotliwości pomiarowe na 20 i 40 MHz,
- 9) wykonać pomiary dla tych częstotliwości,
- 10) obliczyć tłumienność kabla dla 100 m,
- 11) porównać otrzymane wyniki z kartą katalogową kabla,
- 12) sformułować wnioski,
- 13) dokonać oceny ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- 50-100 m kabla koncentrycznego 75 Ω ,
- krótki odcinek kabla koncentrycznego 75 Ω ,
- zestaw pomiarowy AKZ,

- karta katalogowa mierzonego kabla,
- przybory i materiały do pisania, gumka, linijka,
- literatura z rozdziału 6.

Ćwiczenie 2

Pomiar miejsca uszkodzenia kabla za pomocą reflektometru.

Sposób wykonania ćwiczenia

Aby wykonać ćwiczenie powinieneś:

- 1) przygotować stanowisko pomiarowe,
- 2) przygotować różne odcinki kabla koncentrycznego,
- 3) pozostawić wolny jeden koniec kabla, a drugi przyłączyć do reflektometru,
- 4) odczytać odległość uszkodzenia z reflektometru,
- 5) zmierzyć odcinek badanego kabla,
- 6) porównać wyniki i wyznaczyć wielkość błędu,
- 7) zewrzeć jeden koniec kabla a drugi przyłączyć do reflektometru,
- 8) odczytać odległość uszkodzenia z reflektometru,
- 9) zmierzyć odcinek badanego kabla,
- 10) porównać wyniki i wyznaczyć wielkość błędu,
- 11) sformułować wnioski,
- 12) dokonać oceny ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pracy:

- różne odcinki kabla koncentrycznego 75Ω,
- reflektometr z instrukcją obsługi,
- przybory i materiały do pisania, gumka, linijka,
- literatura z rozdziału 6.

4.4.4. Sprawdzenie postępów

Czy potrafisz:

- | | Tak | Nie |
|---|--------------------------|--------------------------|
| 1) zorganizować stanowisko do wykonania ćwiczeń? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2) wykonać pomiary linii transmisyjnej dla kanału zwrotnego specjalistycznym sprzętem pomiarowym? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3) ustalić miejsce uszkodzenia kabla za pomocą reflektometru? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4) wykonywać pomiary miernikiem poziomów sygnałów? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5) wykonywać pomiary miernikiem poziomu sygnału? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

6. LITERATURA

1. Pieniak J. : Anteny telewizyjne i radiowe WKŁ, Warszawa 2001,
2. A. Karwowska-Lamparska. Trendy rozwojowe współczesnej telewizji. Materiały Krajowego Sympozjum Telekomunikacji'99, tom A. Bydgoszcz, 8-10 września 1999,
3. H. Paluszkiewicz, J. Szóstka. System monitorowania kanału zwrotnego PathTrak, cz. I, II i III. TV SAT Magazyn, nr 11/2001, 12/2001 i 1/2002,
4. www.acterna.com,
5. www.aval.com.pl,
6. www.dipol.com.pl,
7. www.et.put.poznan.pl/szostka,
8. www.kabelkom.pl,
9. www.telmor.pl.