

## Odbiór telewizji satelitarnej

Klasyczny, tzw. naziemny odbiór radia i telewizji jest obecnie rozszerzony przez odbiór satelitarny. Do odbioru satelitarnego został obecnie przeznaczony zakres SHF od 3GHz do 30GHz. Dzięki dużej szerokości pasma zatem jest możliwa duża liczba kanałów transmisyjnych. W ostatnich latach mikrofalowa technika antenowa została bardzo skutecznie rozwinięta. Chociaż jej początki sięgają techniki linii radiowych i techniki radarowej. Strona naukowo-teoretyczna mikrofalowej techniki antenowej opanowała już chyba wszystkie zagadnienia podstawowe. Obecnie główny nacisk jest skierowany na aspekty technologiczne, w szczególności na technologię półprzewodnikową elementów elektronicznych.

Już od połowy lat czterdziestych istniały pierwsze propozycje zastosowania satelitów jako stacji przekąźnikowych do przesyłania informacji przy „połączeniu wzrokowym” między anteną nadawczą i odbiorczą. Do tego celu satelity nadają się doskonale. Składają się one z urządzenia odbiorczego i nadawczego (tzw. transponder). Sygnał jest doprowadzany do urządzenia odbiorczego satelity z naziemnej stacji radiowej w zakresie częstotliwości łączą nadającego do góry (up-link) (przy transmisjach radiodifuzyjnych naziemna stacja radiowa otrzymuje sygnał ze studia). W satelicie sygnał jest odbierany, przekształcany, wzmacniany i za pomocą urządzenia nadawczego nadawany do określonego obszaru Ziemi (łącze do dołu wzgl. down-link). Technika ta do dzisiaj rozwija się bardzo burzliwie. Bezpośrednie doprowadzanie sygnałów radiowych za pomocą satelitów okazało się bardzo korzystne, w szczególności przy wykorzystaniu tzw. satelitów geostacjonarnych (synchronicznych).

### 1. Satelity

Satelity geostacjonarne które znajdują się nad równikiem Ziemi w odległości 35634km nad jej powierzchnią, tzn. na orbicie z promieniem około 42000km i lecą z prędkością ok. 11000km/h z zachodu na wschód. Przy tych warunkach prędkość kątowna satelitów jest równa prędkości obrotowej Ziemi. Taki satelita wydaje się - z punktu widzenia obserwatora znajdującego się na powierzchni Ziemi - „być nieruchomym” nad równikiem. Anteny odbiorcze na Ziemi nie muszą więc ciągle nadążać (być naprowadzane) za takim nadajnikiem satelitarnym. Są one montowane na stałe i tylko raz dokładnie ukierunkowywane (z wyjątkiem bardzo dużych i silnie ogniskujących anten z dużym zyskiem, które muszą być naprowadzane z powodu nieuniknionych małych wahań parametrów orbity satelity).

Określenie „satelita telekomunikacyjny (łącznościowy)” jest pojęciem nadrzędnym. Rozróżnia się następujące grupy satelitów:

- satelity telekomunikacyjne (przesyłanie rozmów telefonicznych, programów telewizyjnych, danych),
- telewizyjne satelity dystrybucyjne (dystrybucja programów telewizyjnych, np. do sieci kablowych, anten zbiorowych i indywidualnych),
- DBS - Direct Broadcast Satellite (satelity do bezpośredniej transmisji radia i telewizji do abonenta),
- satelity łączności lotniczej, radiowej i nawigacyjne,
- satelity przekąźnikowe,
- satelity wojskowe,
- satelity amatorskie.

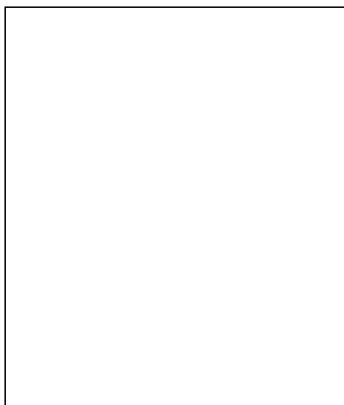
Dla telewizji i radia znaczenie mają trzy pierwsze satelity. Dwa pierwsze typy są już w praktycznym użyciu od dłuższego czasu i cieszą się rosnącą popularnością. Trzeci jest satelitą wielkiej mocy nadawczej przewidzianym pierwotnie wyłącznie do bezpośredniego zasilania programowego przy najmniejszych nakładach dotyczących strony odbiorczej. Te typy satelitów nie osiągnęły jednak pierwotnie planowanego znaczenia. Przyczyna zawiera się w niekorzystnych technicznych relacjach parametrów, drogiej metodzie transmisji z nierozpoznawalnymi przez abonenta zaletami i z bardzo ograniczoną ofertą programową (poza odbieralnymi z innych satelitów). Do takiego stanu rzeczy doprowadził również burzliwy rozwój techniki odbiorczej. Dzisiaj satelity dystrybucyjne można odbierać za pomocą sprzętu, jaki kiedyś planowano dla DBS. Prawdziwy boom satelitarnej techniki odbiorczej powstał na bazie satelitów telekomunikacyjnych i dystrybucyjnych TV, po umożliwieniu swobodnego odbioru tej kategorii satelitów. Satelity te istnieją w bardzo dużej ilości i z bardzo obszerną ofertą programową.

Transmisje satelitarne nie są już obecnie ograniczone tylko do TV, bardzo często przesyła się programy radiowe (stereo i mono). W każdym satelitarnym kanale TV jest możliwe przesyłanie obok fonii telewizyjnej również wielu innych podnośnych dźwięku za pomocą tzw. metody Wegenera. Dzięki takiemu rozwiązaniu jest realizowany dobry odbiór fonii z jakością FM w wielu językach i stereofonicznie jako dźwięku towarzyszącego telewizji oraz odbiór samodzielnych programów radiowych. Obok wspomnianego już radia FM w kanałach telewizyjnych przesyła się również tzw. DSR (cyfrowe radio satelitarne). W paśmie częstotliwości obejmujących jeden kanał TV mieści się 16 cyfrowo kodowanych programów stereofonicznych (jakość CD). Do tego jest oczywiście niezbędny odpowiedni odbiornik.

Istnieje tylko jedna geostacjonarna orbita satelitarna nad równikiem, na której muszą być umieszczone wszystkie satelity geostacjonarne. Istnieją tutaj międzynarodowe porozumienia; każdemu satelicie jest przydzielona odpowiednia pozycja, która odpowiada określonemu miejscu nad długością kątową Ziemi. Ponadto na każdej pozycji orbitalnej można umieścić kilka satelitów. Wraz z dalszym rozwojem telekomunikacyjnej techniki satelitarnej gęstość obłożenia orbity geostacjonarnej będzie coraz większa. Ponieważ wszystkie satelity mogą nadawać w jednakowych zakresach częstotliwości, to na przyszłość zarysowuje się tendencja do anten z większą kierunkowością. Anteny z małym ogniskowaniem będą coraz bardziej traciły na praktycznym znaczeniu.

*Tabela 1. Wykaz częstotliwości satelitarnych*

|                                |                                  |
|--------------------------------|----------------------------------|
| Zakres częstotliwości          | Zakres częstotliwości            |
| up-link (zemia-satelita) [GHz] | down-link (satelita-zemia) [GHz] |



|       |
|-------|
| 30/20 |
|       |

|           |
|-----------|
| 27,0-31-0 |
|           |

|           |
|-----------|
| 17,7-21,2 |
|           |

|       |
|-------|
| 14/11 |
|       |

|            |
|------------|
| 12,7-13,25 |
| 14,0-14,8  |
| 17,3-18,1  |
|            |

|            |
|------------|
| 10,7-12,75 |
|            |
|            |

8/7

| 7,9-8,4 |
|---------|
|         |

|           |
|-----------|
| 7,25-7,75 |
|           |

|     |
|-----|
| 6/4 |
|     |

|            |
|------------|
| 5,85-7,075 |
|            |

3,4-4,2  
4,5-4,8  
W tabeli 1. dokonano przeglądu istotnych obecnie zakresów częstotliwości. Obecnie na orbicie geostacjonarnej znajduje się wiele satelitów, które nadają różnorodne programy telewizyjne i radiowe do określonych obszarów ziemi. Same satelity, ich parametry i obciążenie programowe podlegają częstym i ciągłym zmianom. Aktualne stany uzyskuje się zwykle z odpowiednich czasopism fachowych oraz aktualnych materiałów renomowanych producentów anten. W przeciwieństwie do naziemnej techniki odbiorczej, przy projektowaniu której za podstawę muszą służyć ciągle odpowiednie pomiary na miejscu odbioru, przy odbiorze satelitarnym projektowanie względnie koncepcja instalacji odbiorczej są możliwe stosunkowo prosto w bardzo dokładny sposób czysto obliczeniowy. Z mocy nadawczej względnie gęstości strumienia mocy odbieranego satelity można określić dla zadanej jakości odbioru ( $C/N$  - stosunek nośna / szum) niezbędną średnicę anteny i współczynnik szumów instalacji odbiorczej. Omawianie tych zagadnień przekracza jednak ramy niniejszego opracowania. W codziennej praktyce najczęściej wystarczy doświadczenie instalatora lub obserwacja wielkości anteny u sąsiada. Odpowiedni dobór wielkości anteny zapewnia bardzo dobrą jakość i bezpieczeństwo odbioru. Jeżeli średnicę anteny zredukuje się z 0,9m do 0,6m, wówczas zysk anteny zmniejsza się o co najmniej 3dB. To zaś oznacza, że w przypadku małej rezerwy w stosunku do progu FM (decydującego o jakości obrazu) należy się liczyć z chwilowym pogarszaniem się odbioru. Przez stosunkowo duże odcinki czasu odbiór będzie jednak dostateczny do dobrego.

## 2. Instalacja odbiorcza

Zasadniczo instalacja odbiorcza dzieli się na trzy istotne grupy:

- antena odbiorcza (przede wszystkim antena paraboliczna w różnych modyfikacjach),
- jednostka zewnętrzna (konwerter w różnych wykonaniach i części dodatkowe),
- jednostka wewnętrzna (tuner, urządzenia stacji czołowej, odbiornik TV z tunerem satelitarnym).

Antena odbiorcza musi mieć wymagany zysk i wystarczającą kierunkowość oraz polaryzację odpowiadającą odbieranej fali. Jednostka zewnętrzna przemienia odbierany zakres częstotliwości SHF względnie wiele zakresów częściowych na pierwszą częstotliwość pośrednią od 950 do 2150MHz, która jest przesyłana za pomocą jednego lub kilku kabli do jednostki wewnętrznej. Ta zaś służy do wyboru kanału z częstotliwości pośredniej (selektor kanałów) i do demodulacji FM. Na wyjściu otrzymuje się pasmo podstawowe (zakres częstotliwości wizyjnych, system PAL, Secam lub NTSC, podnośna fonii, dane) lub czasami sygnał D2-MAC. Tradycyjne pasmo podstawowe np. w systemie kolorowym PAL jest doprowadzane albo łącznie (sygnał composite), albo ze składowymi (R, G, B, Y, U, V, fonia, czasami dane) do telewizora bezpośrednio (złącza audio/video, SCART) lub za pomocą remodulatora jest transformowane w konwencjonalnym standardzie na dowolny nie zajęty kanał (najczęściej kanał UHF 30 do 40).

W antenowych instalacjach zbiorowych przy małej liczbie abonentów pierwsza p.cz. satelitarna może być rozdzielana we właściwy sposób do abonentów (tzw. instalacje sąsiedzkie). Technika instalacyjna abonenta odpowiada przy tym stosowanej przy odbiorze indywidualnym, tzn. każdy posiada odbiornik satelitarny i może wybierać swoje programy z satelity. Przy odbiorze wielu satelitów z odpowiednią różnorodnością programów w AIZ jest realizowana obróbka każdego kanału satelitarnego i dalsze przesyłanie w tradycyjny sposób.

## **2.1. Antena satelitarna**

Wielkość reflektora anteny satelitarnej, jej ognisko i ukształtowanie promiennika w konwerterze muszą być dobrze dobrane w celu optymalnego wspólnego funkcjonowania. Jeżeli ogniskowanie promiennika jest za duże dla danej wielkości reflektora, wówczas właściwie jest oświetlana tylko odpowiednio mała część reflektora i zysk całkowity anteny jest za mały (gorszy współczynnik wykorzystania powierzchni). Jeżeli z drugiej strony ogniskowanie promiennika jest stosunkowo małe (duży kąt otwarcia charakterystyki

pierwotnej), wówczas istotne części energii pierwotnej są wypromieniowywane poza krawędzią reflektora (overspill) i znikają z kierunku promieniowania głównego - skutkiem jest zbyt mały zysk. Zysk całkowity anteny parabolicznej wynika z sumy zysku powierzchni (uwzględnienie współczynnika skuteczności powierzchni) i zysku promiennika.

Przy antenach parabolicznych promiennik z innymi niezbędnymi elementami falowodowymi i LNC (Low Noise Converter) jest składany do LNB (Low Noise Box) i środek fazowy promiennika jest umieszczany w ognisku anteny. Przez to powstają ekstremalnie małe odległości między promiennikiem i wejściem LNC oraz odpowiednio małe straty największych częstotliwości, które określają właściwości szumowe. LNB jest mocowany mechanicznie za pomocą wsporników. Przy centralnym umieszczeniu konwertera występuje zasłanianie powierzchni reflektora. Udział procentowy cienia pochodzącego z konwertera staje się odpowiednio większy przy mniejszych średnicach anten. Dlatego też zasilanie centralne jest stosowane w praktyce tylko przy stosunkowo dużych antenach parabolicznych, przy których cień konwertera jest procentowo nieznaczny i możliwy do pominięcia. Wady te są całkowicie eliminowane przy stosunkowo małych antenach dzięki zasilaniu offsetowemu. Przy tym reflektor jest kształtowany jako odpowiedni wycinek paraboli i LNB jest umieszczany całkowicie poza drogą promieni padających na reflektor. Współczynnik skuteczności anteny zmniejsza się jednak przy antenach offsetowych, ponieważ powierzchnia apertury jest mniejsza niż powierzchnia geometryczna. Jednak zalety zasilania offsetowego przeważają, w szczególności przy małych antenach.

Mniejsze oświetlenie na krawędziach reflektora oznacza zwiększenie tłumienia listków bocznych, z drugiej strony również wyraźny spadek zysku i przez to pogorszenie przeciętnej kierunkowości anteny. W praktyce odbioru satelitarnego można przyjąć, że anteny paraboliczne są optymalnie właściwymi typami anten (dotyczy to zarówno anten zasilanych centralnie, jak i offsetowo). Widać to zresztą w praktyce. Przy antenach parabolicznych należy wskazać również na to, że reflektor sam w sobie nie jest zależny od częstotliwości i polaryzacji. Te parametry są określane wyłącznie przez promiennik i elementy elektroniczne.

Dla wszystkich rodzajów anten parabolicznych nie istnieją elektryczne najwyższe granice zysku i kierunkowości (w przeciwieństwie do wszystkich innych typów anten). Granica tych właściwości jest określona wyłącznie przez wielkość anteny i zatem przez konieczne koszty. Główną właściwością przy satelitarnych antenach odbiorczych obok wymaganego zysku jest kierunkowość, która staje się coraz bardziej znacząca przy wielości odbieralnych satelitów i coraz bardziej zmniejszającym się odstępem pozycji orbitalnych. Tzn. anteny bezpieczne przyszłościowo muszą mieć minimalną kierunkowość (najlepiej jednak możliwie dużą), aby przy odbiorze wielu satelitów w jednakowym zakresie częstotliwości osiągać wymaganą selektywność określaną przez kierunkowość anteny.

Całkiem oczywistą zaletą przy odbiorze satelitarnym w przeciwieństwie do odbioru naziemnego jest to, że dzięki dużej kierunkowości satelitarnych anten odbiorczych nie istnieją żadne zakłócenia powodowane przez odbicia. Dzięki temu odbiór satelitarny jest preferowany przez to coraz bardziej, o ile tylko pożądane programy mogą być osiągnięte przez satelity.

Szczególnym typem anten przy odbiorze satelitarnym jest tzw. antena płaska (planarna). Przy tej antenie wymagany płaski front fazy jest wytwarzany przez wiele dipoli półfalowych umieszczonych na płaskiej powierzchni. Przy optymalnym odstępach tych elementów powierzchnia anteny w połączeniu ze współczynnikiem skuteczności anteny określa ostatecznie osiągalny zysk i kierunkowość. Przy wymaganych do odbioru satelitarnego wartościach zysku potrzebne są setki dipoli umieszczone na małej powierzchni; np. 40x40cm<sup>2</sup>. Wszystkie dipole muszą być podłączone za pomocą systemu linii zasilających do przyłącza anteny. Istnieją praktyczne wykonania takich anten, przy których jest zastosowana tzw. technika linii mikropaskowych w technologii trzyplądowej. Przy tym powierzchnia tylna służy równocześnie jako reflektor. Powierzchnia od strony odbioru ma otwory w warstwie metalicznej i w tych otworach są umieszczone dipole, które są sprzężone przez wspomniany system linii zasilających. Przy takich antenach powstają nieuniknione stosunkowo duże straty w systemie linii zasilających tak, że w praktyce jest możliwy tylko stosunkowo mały zysk. Przy powiększeniu powierzchni anteny i zwiększeniu liczby dipoli przyrastają ponadproporcjonalnie straty linii zasilających

powodujące w efekcie końcowym zmniejszenie praktycznego zysku.

Pomijając to, że odbiór satelitów średniej mocy jest nieznośny z powodu bilansu mocy, to np. przy odbiorze Astry tylko z powodu niekorzystnej kierunkowości powstawałaby izolacja pozycyjna 12dB, która zawsze jest niewystarczająca. Antena płaska ma zatem nadzwyczaj ograniczony zakres zastosowania pod każdym względem, niezależnie od tego czy ma ona zalety kształtu lub montażowe. Antena paraboliczna jednakowej powierzchni, jak antena płaska, ma ciągle większy zysk antenowy, względnie przy takim samym zysku ma wyraźnie mniejszą powierzchnię.

Każda satelitarna antena odbiorcza musi być dokładnie ukierunkowana na satelitę.

Wymagane jest ustawienie kąta wzniesienia (elewacji) i ustawienie w płaszczyźnie poziomej (azymut). Mocowanie anteny musi zapewniać takie ustawianie. Rozróżnia się tzw. zawieszenia azymut/elewacja i tzw. zawieszenia „polarmount”. Pierwszy rodzaj służy do stałego ustawiania anteny na jednego satelitę, drugi rodzaj umożliwia odchylanie anteny do odbioru wielu względnie wszystkich dostępnych satelitów TV. Do zdalnego sterowania systemów „polarmount” jest jeszcze niezbędny tzw. siłownik antenowy w połączeniu z pozycjonerem. Pozycjonery występują jako samodzielne urządzenia, bądź też są częścią odbiorników satelitarnych. Pozycjonery umożliwiają automatyczne ukierunkowywanie anteny „polarmount” przy wywołaniu pożądanego programu (ponieważ wszystkie dane są zapamiętywane). W celu odbioru sygnałów z kilku satelitów w przypadku antenowej instalacji zbiorowej (AIZ) i sieci telewizji kablowej należy zastosować odpowiednio kilka anten ze specjalnym systemem zasilającym. Jeżeli przy systemie zasilającym kabel współosiowy z wtykiem są umieszczone na wolnym powietrzu w sposób niechroniony, to należy zastosować specjalne środki uszczelniające. Przy obudowach odpornych na warunki atmosferyczne obejmujących wszystkie elementy, takie dodatkowe przedsięwzięcia nie są konieczne.

## **2.2. LNB - Konwerter**

Do jednostki zewnętrznej poza anteną należy jeszcze kompletny system zasilający (potocznie nazywany konwerterem), który służy do przetworzenia energii SHF z ogniska anteny parabolicznej i do odpowiedniej przemiany w pierwszą p.cz. satelitarną na wyjściu. Właściwy konwerter (LNC - Low Noise Converter) służy do elektronicznej przemiany częstotliwości mikrofalowych na pierwszą p.cz. satelitarną i jest częścią LNB (Low Noise Box). LNC różni się głównie pod względem współczynnika szumów i zakresu częstotliwości wejściowych. Poszczególne składniki LNB są dostępne w zależności od zadania jako poszczególne elementy (moduły) lub też istnieją jako kompletne systemy w odpowiednio niezbędnych wariantach.

#### *Konwertery 1-wyjściowe*

Obecnie stosuje się w zasadzie tylko konwertery pełnopasmowe (FULL-BAND, UNIVERSAL) przystosowane do odbioru sygnałów nadawanych w zakresach 10,70-11,70GHz i 11,70-12,75GHz. Aby jednak taki konwerter mógł spełnić swoją rolę tuner satelitarny musi być do tego przystosowany. Zakres częstotliwości wejściowych głowicy tunera satelitarnego powinien obejmować przynajmniej zakres 950-2050MHz. Najczęściej w sprzedaży występują konwertery z przełączaną częstotliwością heterodyny 9,75/10,60GHz. Przy takim konwerterze tunery satelitarne z głowicą pracującą w zakresie 950-2150MHz nie mają żadnych braków w odbiorze. Tunery pracujące w zakresie 700-2050MHz i 950-2050MHz nie będą odbierały bardzo wąskiego zakresu 12,65-12,75GHz. Gdyby zależało nam bardzo na tym zakresie częstotliwości, wówczas należy poszukać konwertera z heterodyną 9,75/10,75GHz. Ponadto tuner satelitarny powinien mieć możliwość przełączania pasm za pomocą sygnału 22kHz. Przełączanie polaryzacji napięciem 14/18V służącym do zasilania konwertera jest już od kilku lat standardem. Wszystkie sprzedawane obecnie nowe tunery satelitarne mają takie możliwości.

Gorzej jest, gdy należy dokonać wymiany uszkodzonego konwertera w starszej instalacji. Nie dość, że tunery mają ograniczone pasmo wejściowe, to na dodatek nie posiadają najczęściej wbudowanego generatora 22kHz. W grę wchodzi zastosowanie zewnętrznej przystawki zapewniającej przełączanie pasm i pogodzenie się z utratą pewnego zakresu częstotliwości. Praca konwertera pełnopasmowego w jednym tylko zakresie powoduje utratę możliwości odbioru

znacznej ilości programów. Można też usilnie poszukiwać klasycznego konwertera jednopasmowego z heterodyną 10,00GHz. Chociaż tutaj również należy pogodzić się z brakami w odbiorze programów. W przypadku jeszcze starszych tunerów (bez przełączania polaryzacji napięciem 14/18V) należy po prostu wymienić cały zestaw.

Dotychczasowe kryteria przełączania instalacji satelitarnej - 14/18V i 22kHz - bazują na sygnałach analogowych, które są po prostu doprowadzane z tunera do kabla współosiowego. Nowoczesne tunery satelitarne są przystosowane do pracy (sterowania) w systemie DiSEqC. Ta technologia wykorzystuje po raz pierwszy technikę cyfrową do sygnalizacji poleceń. Stąd też pochodzi nazwa Digital Satellite Equipment Control. Zasadę działania systemu DiSEqC przedstawiono na końcu opracowania.

#### *Konwertery wielowyjściowe*

Najpopularniejszym chyba konwerterem 2-wyjściowym jest "TWIN". Są to w zasadzie 2 konwertery w jednej obudowie. Ponieważ na każdym z wyjść można otrzymać sygnały obu polaryzacji, to dzięki takiemu konwerterowi można podłączyć do jednej anteny dwa tunery satelitarne (do każdego z wyjść 1 tuner). Takie rozwiązanie umożliwia niezależny odbiór programów. Jeżeli jest to konwerter FULL-BAND, wówczas obaj użytkownicy niezależnie od siebie mogą przełączać polaryzację (napięciem 14/18V) i pasma (częstotliwością 0/22kHz). Konwertery typu "DUAL" są przeznaczone do instalacji sąsiedzkich z przełącznikami wielokrotnymi (multiswitchami) oraz do stacji czołowych TVK. Na jednym wyjściu takiego konwertera występuje sygnał polaryzacji poziomej, na drugim zaś - pionowej. Jeżeli zaś konwerter jest pełnopasmowy, wówczas ma 4 wyjścia i nazywa się "QUATRO".

#### *Promiennik i zwrotnica polaryzacyjna*

W skład LNB wchodzi ponadto promiennik i przełącznik polaryzacyjny. Ponieważ obecnie w praktyce systemów indywidualnych rozpowszechniły się konwertery zintegrowane, stąd niewielu pamięta o tych bardzo istotnych elementach.

Promienniki służą do zbierania energii promieniowania w ognisku anteny odbiorczej i do przekształcenia w falę rozchodzącą się w falowodzie. Ponieważ w praktyce chodzi o wszystkie wyobrażalne polaryzacje (liniowa; pozioma i pionowa oraz kołowa; prawo- i lewoskrętna), ogólnie jest stosowany tutaj falowód kołowy. W najprostszym przypadku otwarty na końcu falowód kołowy może służyć jako promiennik. Ponadto praktycznie stosowane są promienniki stożkowe, rowkowane i wielokrotne współosiowe różnie wymiarowane. Promiennik w swoim wymiarowaniu musi być dopasowany do anteny parabolicznej lub innych rodzajów anten. Dotyczące tego zalecenia producentów powinny być dokładnie przestrzegane. W najprostszym przypadku promiennik może być przymocowany bezpośrednio do LNC. Przy konwerterach pojedynczych należy jednak przy tym włączyć w środku transformator falowodowy względnie przejście falowodowe. Z powodów klimatycznych powierzchnie otwarte promiennika powinny być zamknięte przez małostratne nakrywki plastikowe. Czasami z powodów klimatycznych są również stosowane folie między kołnierzami.

Przełączniki polaryzacji nie są obecnie stosowane w praktyce jako oddzielne urządzenia i dlatego pominiemy ich omawianie. Należy wspomnieć jedynie, że na początku rozwoju techniki satelitarnej występowały przełączniki mechaniczne, później pojawiły się magnetyczne. W obecnie stosowanych konwerterach zintegrowanych są stosowane wyłącznie przełączniki magnetyczne.

Zwrotnica polaryzacyjna OMT (Orthogonal Mode Transducer) w technice falowodowej służy do rozdzielenia poszczególnych składników na przyporządkowane wyjście falowodowe (przy równoczesnym przyłożeniu polaryzacji poziomej i pionowej - a więc prostopadłej). Jest stosowana w zasadzie tylko w technice antenowych instalacji zbiorowych (AIZ) i w stacjach czołowych

sieci telewizji kablowej. Zwrotnica polaryzacyjna służy do rozdzielania obu polaryzacji sygnału SHF i do doprowadzenia sygnałów do dalszej obróbki za pomocą dwóch konwerterów. Aczkolwiek i tutaj coraz większego znaczenia nabierają wspomniane wcześniej konwertery „DUAL”.

### **2.3. Odbiornik satelitarny**

Ponieważ konwencjonalne odbiorniki TV nie mogą obrabiać sygnałów satelitarnych pierwszej p.cz. w dotychczasowej technice układowej, to niezbędna jest specjalna technika przyrządowa. Niektóre nowoczesne urządzenia odbiorcze zawierają tę technikę w różnym zakresie już jako wbudowaną na stałe część składową. Najczęściej jednak obecnie muszą być stosowane jeszcze specjalne głowice (odbiorniki) i ewentualnie urządzenia dodatkowe przy dotychczasowych urządzeniach TV.

Odbiornik ma zasadniczo zadanie, aby z doprowadzonej pierwszej p.cz. satelitarnej dokonać wyboru kanału (tuner, selektor kanałów), spowodować niezbędną selekcję i wzmocnienie oraz zdemodulować sygnał satelitarny modulowany zawsze częstotliwościowo. Następnie jest do dyspozycji pasmo podstawowe. To może odpowiadać dotychczasowym systemom naziemnym (Pal, Secam, NTSC), najczęściej jednak jest stosowana inna częstotliwość podnośna fonii głównej niż przy dotychczas stosowanych systemach naziemnych. Często są zawarte w paśmie podstawowym podnośne Wegenera. Przy dotychczasowym systemie np. PAL w najprostszym przypadku należy jeszcze zdemodulować podnośną fonii FM, aby otrzymać m.cz. W odbiorniku są do dyspozycji na odpowiednich złączach zasadniczo pasmo podstawowe oraz sygnały audio i video, które mogą być doprowadzane np. bezpośrednio do odbiornika TV lub magnetowidu. Prawie bez wyjątku na wyjściu w.cz. jest stawiany do dyspozycji również remodulowany kompletny sygnał TV w kanale UHF zgodnym z normą naziemną. Do tego wyjścia w.cz. jest wprowadzana na poziomie wielkiej częstotliwości dodatkowo całkowita naziemna mieszanina sygnałów tak, że na wyjściu w.cz odbiornika są do dyspozycji sygnały naziemne i

przetworzone sygnały satelitarne.

Bardzo istotnym parametrem tunerów satelitarnych jest tzw. próg FM. Jeżeli powyżej progu FM wartość C/N zmienia się o 1dB, wówczas w taki sam sposób zmienia się również wartość S/N (stosunek sygnał / szum) o 1dB (proporcjonalność). Próg FM jest tym punktem, przy którym przy redukcji wartości C/N o 1dB odpowiada redukcja S/N o następny decybel (razem 2dB). Charakterystyka przechodzi tutaj więc w zakres nieliniowy i poniżej progu FM nie jest już możliwy odbiór satelitarny. Już przed osiągnięciem progu FM są widoczne na ekranie zakłócenia („rybki”) i słyszalne trzaski w fonii. W celu uniknięcia strat jakości i zaniku odbioru należy dążyć do osiągnięcia 3 do 4dB powyżej progu FM. Próg FM przy nowoczesnych, wysokiej jakości odbiornikach leży przy 6...8dB. W przypadku instalacji zbiorowych należy dążyć do minimalnej rezerwy wynoszącej 5 do 6dB (C/N=14dB).

Dekodery D2-MAC są w ogólności dołączane jako urządzenia dodatkowe i tylko w specjalnych odbiornikach wbudowywane już na stałe. Descramblery bazują na bardzo różnych metodach scramblingu (szyfrowania) i dlatego też są stosowane generalnie jako urządzenia dodatkowe. Pozycjonery mogą pracować jako samodzielne urządzenia sterujące do instalacji „polarmount”, czasami mogą być one sprzęgane z odbiornikami i przy wyborze programu są automatycznie sterowane odpowiednio do zapamiętanych danych.

DSR (cyfrowe radio satelitarne) wymaga specjalnego odbiornika. Przy antenowych instalacjach zbiorowych do transmisji odpowiedniego kanału satelitarnego przewidziano do przemiany w zakresie VHF kanał specjalny S2 i S3 (111 do 125MHz). Cyfrowe odbiorniki radiofoniczne muszą odbierać odpowiednio ten zakres częstotliwości. Do tego są niezbędne przemienniki z pierwszej p.cz. satelitarnej do wspomnianego zakresu częstotliwości. Dla All istnieją również odbiorniki DSR, które mogą wybierać odnośny kanał satelitarny bezpośrednio z pierwszej p.cz. satelitarnej względnie są dołączalne do wyjścia p.cz. odbiorników

(480MHz). Sygnały audio są następnie doprowadzane do wieży stereo.

Coraz więcej programów jest nadawanych w wersji cyfrowej. Do ich odbioru potrzebne są specjalne tunery cyfrowe. Stare tunery analogowe nie zapewniają odbioru tego typu sygnałów. Dobry tuner cyfrowy powinien zapewniać zarówno odbiór kanałów SCPC, jak i pakietów programowych. Najczęściej tunery cyfrowe nie są przystosowane do odbioru programów analogowych. W takim przypadku dobrze jest, gdy tuner cyfrowy ma wejście przelotowe (LNB IN i LNB OUT) umożliwiające podłączenie dwóch tunerów do jednej anteny.

### **3. Cyfrowa technika DiSEqC**

Nowoczesne systemy satelitarne mają coraz częściej znacznie szersze możliwości sterowania poszczególnymi elementami, niż produkowane przed kilku laty. Oprócz standardowego już przełączania polaryzacji napięciem 14/18V i pasma częstotliwości sygnałem 22kHz stosuje się sterowanie cyfrowe. Przesyłanie poleceń DiSEqC jest realizowane za pomocą kluczowania sygnału 22kHz. Sygnał 22kHz jest nakładany na napięcie zasilania konwertera. Technika DiSEqC działa według zasady Single-Master / Multi-Slave. Jedynym szefem (Master) w systemie jest odbiornik. Wszystkie inne elementy jak konwertery lub przełączniki wielokrotne (multiswitches) są poddanymi (Slaves). Tylko Master może wysyłać polecenia. Od poziomu 2.0 Slaves mogą również odpowiadać i potwierdzać otrzymane polecenia. Zbiór danych DiSEqC składa się z bajtu startowego (Header), bajtu adresowego i bajtu polecenia (Kommando). Dodatkowo może jeszcze występować bajt danych. Jedna sekwencja danych trwa około 54 milisekund.

\* Bajt startowy określa, kto wysyła zbiór danych. To może być Master (polecenie) lub też w DiSEqC poziom 2.0 również Slave (odpowiedź).

\* Za pomocą bajtu adresowego są powiadamiane bezpośrednio poszczególne elementy. Jeżeli wiele jednakowych elementów jest stosowanych w jednej instalacji, to istnieje wystarczająco adresów rezerwowych.

\* W bajcie polecenia są przesyłane komendy sterujące (np. pasmo dolne, polaryzacja pozioma).

\* Jeżeli jest niezbędne przesyłanie danych dodatkowych, wówczas nadaje się bajt danych.

Wewnątrz jednej instalacji elementy DiSEqC mogą być instalowane równolegle lub kaskadowo. Przy pracy równoległej wielu identycznych elementów (z jednakowym adresem DiSEqC) może na początku dojść do konfliktu, który rozwiązuje się przez odpowiednie przeprogramowanie odbiornika (Master). Ponieważ DiSEqC wysyła każde polecenie trzykrotnie raz za razem, to można podłączyć aż do trzech kaskadowanych elementów.

Elementy DiSEqC rozpoznaje się na pierwszy rzut oka po logo. Istnieje ono w zależności od poziomu w czterech różnych formach, przy czym wszystkie równoważnie mogą być stosowane obok siebie:

- standard (czarny napis),
- standard z dodatkowym tekstem: Digital Satellite Equipment Control&quot;;,
- inwersja (biały napis),
- inwersja z dodatkowym tekstem.

Obecnie napięcie zasilania konwertera wynosi jest przełączane i wynosi 14/18V. Gdy zostaną zastosowane tylko elementy DiSEqC, napięcie zasilające wyniesie 12V, ponieważ przełączanie polaryzacji (pozioma / pionowa) również jest przejmowane przez DiSEqC. Kompatybilność w fazie wprowadzania polega na tym, że DiSEqC pracuje również z dotychczasowymi napięciami 14 i 18V. Dzięki sygnalizacji niezależnej od poziomu napięcia (bez przełączania 14/18V) znikną znane problemy progu przełączania spowodowane spadkami napięć na przewodach. Poza tym większość konwerterów pracuje z wewnętrznym napięciem zasilania wynoszącym 12V. Dotychczas 6 z 18V jest przetwarzane w ciepło. Również odbiorniki zyskują na tej zmianie. Zasilacz może być mniejszy i potrzebuje mniej prądu.

Aleksy Kordiukiewicz