

DSO CZY DIGITIZER Z KOMPUTEREM?

Stając przed koniecznością wyboru przyrządu do analizy parametrów przebiegów elektrycznych, współczesny inżynier musi odpowiedzieć sobie na pytanie: oscyloskop z pamięcią cyfrową (DSO – Digital Storage Oscilloscope) czy digitizer pracujący w komputerze klasy PC? Najlepszą drogą do rozwiązania tej kwestii jest przeanalizowanie cech użytkowych obu koncepcji pomiarowych.

W obu rozwiązaniach – oscyloskopie cyfrowym i digitizerze komputerowym – używa się tego samego elementu aktywnego – szybkiego przetwornika analogowo-cyfrowego. A zatem główną różnicą między dwiema wymienionymi koncepcjami jest sposób organizacji pomiaru i wygląd stanowiska.

W przeszłości przetworniki analogowo-cyfrowe współpracujące z oscyloskopami cyfrowymi były instalowane w autonomicznych obudowach z własnymi galkami, wyświetlaczami i funkcjami analizy. Transfer danych z DSO do zdalnego komputera był czynnikiem spowalniającym funkcjonowanie systemu.

W przeciwieństwie do DSO digitizery komputerowe są zwykle instalowane wewnątrz standardowego komputera osobistego i mają powiązanie z systemem operacyjnym komputera, zwykle na poziomie jądra systemu. Ostatnio oscyloskopy z pamięcią cyfrową wyposaża się w system operacyjny Windows, nadal jednak stanowią one „zamknięte skrzynie” i zainstalowanie dodatkowego oprogramowania nie jest możliwe.

Zalety digitizerów

Podstawową zaletą digitizerów budowanych przy wykorzystaniu komputerów klasy PC jest możliwość pracy w otwartym środowisku takim, jak Windows. Komputer może być wyposażony w dowolnie wiele digitizerów, innych kart pomiarowych oraz w oprogramowanie kontrolno-sterujące. Tym sposobem standardowy komputer klasy PC może stać się systemem pomiarowym w pełni odpowiadającym oczekiwaniom użytkownika i dokładnie spełniającym jego wymagania.

Na przykład ultradźwiękowy system testowy może być łatwo skonfigurowany na komputerze klasy PC. Karta generatora impulsowego może sterować pracą przetwornika ultradźwiękowego, digitizer zbiera i analizuje sygnały ultradźwiękowe, silnik pozycjonujący steruje pozycją badanego obiektu, a karta graficzna wysokiej wydajności steruje wyświetlaniem danych.

W jednym komputerze mogą być instalowane digitizery o różnych właściwościach, liczba kanałów oraz pojemność pamięci może być rozbudowywana i kształtowana stosownie do bieżących potrzeb.

Najpoważniejszą przewagą digitizerów komputerowych jest możliwość transferu danych magistralą PCI z bardzo dużą szybkością ponad 200 MB/s do dostępnej dla użytkownika pamięci o swobodnym dostępie (RAM), gdzie mogą być analizowane, wyświetlane lub przesyłane do urządzeń pamięci stałej. Mimo że przyrządy DSO są zdolne do szybkiego przetwarzania, analizy i wyświetlania przebiegów z wielką szybkością, typowo są połączone do względnie wolnych szyn przekazywania danych dalej do komputera, takich jak GPIB. W rezultacie DSO może zbierać dane z szybkością 10 ÷ 100 przebiegów na sekundę, a digitizer komputerowy może zarejestrować 10 tys. przebiegów w ciągu jednej sekundy. Przy większej liczbie kanałów zalety rozwiązania komputerowego są jeszcze bardziej widoczne. W jednej typowej obudowie komputerowej można pomieścić karty digitizerów zawierające 32 kanały pomiarowe. Ponadto dodatkowy sprzęt i oprogramowanie może być łatwiej dodawany w przypadku rozwiązania komputerowego niż typowego DSO.

Oscyloskop cyfrowy w komputerze

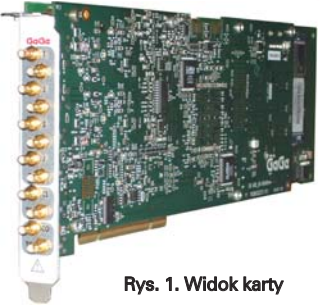
Rodzina digitizerów wielokanałowych GaGe Octopus™ obejmuje jednoslotowe karty komputerowe PCI (rys. 1) o rozdzielczości przetwornika A/C 12- lub 14-bitowej, o pojemności pamięci do 4 GB (2 Gsa), 2-, 4- i 8-kanałowe, próbkujące równocześnie wszystkie kanały z szybkością dochodzącą do 125 MSa/s w każdym kanale. Używając wielu kart, w jednym systemie można uzyskać do 128 kanałów.

Rodzina Octopus przedstawia nową generację digitizerów firmy GaGe, których cechy stawiają je w pierwszym szeregu rozwiązań konstrukcyjnych wśród kart komputerowych do przechwytywania danych. Karty te mogą znaleźć zastosowanie w wielu różnych dziedzinach, a w szczególności w analizie sygnałów, w badaniach nieniszczących, w badaniach ultradźwiękowych, w radarach optycznych, w spektroskopii, w technice radarowej, w telekomunikacji i w testach produkcyjnych, np. przy testowaniu napędów dyskowych. Schemat blokowy karty Octopus CompuScope został przedstawiony na rys. 2.

Cechy charakterystyczne kart Octopus CompuScope:

- rozdzielczość 12 lub 14 bitów,
- 2, 4 lub 8 wejść,

- próbkowanie maksymalne do 10, 25, 50, 65, 100 lub 125 MSa/s w każdym kanale,
- próbkowane równoczesne wszystkich kanałów,
- wejścia 1 M Ω lub 50 Ω , wybór programowy,
- pasmo przenoszenia > 100 MHz,
- zakresy wejściowe: ± 100 mV, ± 200 mV, ± 500 mV, ± 1 V, ± 2 V, ± 5 V (± 5 V tylko dla 50 Ω),
- pamięć próbek 128 MSa, 256 MSa, 512 MSa, 1 Gsa lub 2 Gsa,
- oprogramowanie: sterowniki dla Windows XP oraz Windows 2000 SP1+, SDK dla C/C#, MATLAB, LabVIEW; praca z LabWindows/CVI 7.0+ i wsparcie dla Visual Basic.NET w SDK dla C/C#,
- program obsługi oscyloskopu GageScope.



Rys. 1. Widok karty

Wyzwalanie

Źródłem wyzwalania automatycznego mogą być wszystkie kanały, zewnętrzne wejście wyzwalające oraz wyzwalanie programowe. Możliwe są wszystkie kombinacje sygnałów wejściowych zaaranżowane w funkcję logiczną OR. Błąd wyzwalania poziomem wynosi poniżej $\pm 2\%$ pełnej skali kanału wyzwalanego. Wyzwalanie może być dokonywane zbroczem dodatnim lub ujemnym, rodzaj zbrocza może być wybierany programowo. Czulość wyzwalania wynosi $\pm 2\%$ pełnej skali, co oznacza, że w celu uzyskania pewności zadziałania wyzwolenia amplituda sygnału musi wynosić co najmniej 4% pełnej skali, a mniejsze sygnały są odrzucane jako zaburzenia.

Przy wyzwalaniu zewnętrznym amplituda nie może przekraczać ± 15 V, a rezystancja wyjściowa źródła nie powinna być większa niż 2 k Ω . Zakres napięć wyzwalających ± 1 V lub ± 5 V jest wybierany programowo, sprzężenie ze źródłem – AC lub DC. Częstotliwości sygnałów wyzwalających powinny mieścić się w zakresie do 100 MHz. Wyjście sygnałów wyzwalających do innych urządzeń ma rezystancję wyjściową 50 Ω i daje sygnały o amplitudzie w zakresie 0 ÷ 2,5 V.

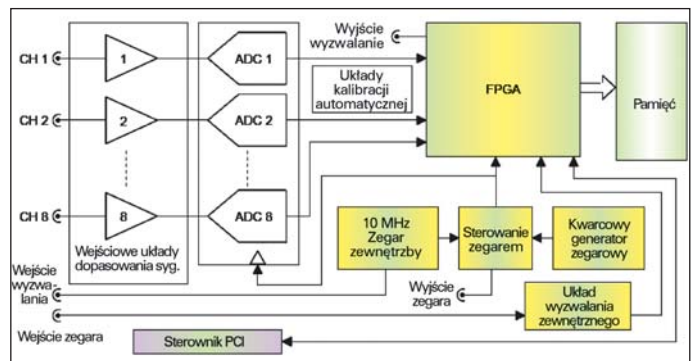
Pełny zestaw parametrów kart Octopus CompuScope firmy GaGe można znaleźć na stronie internetowej producenta www.gage-applied.com lub krajowego dystrybutora – firmy Egmont Instruments – pod adresem www.egmont.com.pl.

Oprogramowanie oscyloskopowe karty

Oprogramowanie GageScope jest pakietem umożliwiającym użytkownikowi łatwe posługiwanie się oscyloskopem komputerowym (Gage CompuScope) bez konieczności pisania oprogramowania. A oto główne jego cechy:

- przechwytywanie, wyświetlanie i generacja do 60 kanałów,
- przechowywanie, wyświetlanie, magazynowanie i analiza zestawów danych o pojemności do 4 GB,
- szybki transfer danych do analizy w programach MATLAB, Mathcad i LabVIEW,
- skuteczne procedury obejmujące analizę Fouriera (FFT), określanie parametrów przebiegów, uśrednianie i funkcje matematyczne,
- działanie w systemach Windows 98/ME i Windows NT/2000/XP.

Z łatwym w użyciu i bardzo intuicyjnym interfejsem użytkownika GageScope umożliwia pełną kontrolę nad kartą do przechwytywania sygnałów analogowych. Dane mogą być wyświetlane, analizowane, drukowane i rejestrowane wewnątrz jednego środowiska. Ga-



Rys. 2. Schemat blokowy karty

geScope jest nie tylko skuteczny i łatwy w użyciu, ale też jest niezbędny do efektywniejszej pracy i udostępniania wartościowych danych. GageScope umożliwia na przykład:

- przekazywanie sygnałów do raportów i podręczników,
 - drukowanie na drukarkach zgodnych programowo z Windows, również sieciowych,
 - automatyczną rejestrację nieoczekiwanych zjawisk ze wskazaniem czasu bieżącego i daty zdarzenia,
 - zapisywanie praktycznie nieograniczonych ilości sygnałów i ustawień.
- Rozbudowana akwizycja danych, próbkowanych z szybkością do 2 GSa/s, odbywa się, zależnie od modelu karty digitizera CompuScope, z rozdzielczością pionową 8, 12, 14 lub 16 bitów. W każdym z kanałów można zarejestrować do 2 GB danych pomiarowych, które mogą być uzupełniane czasem bieżącym zdarzenia i datą rejestracji. W trybie superrozdzielczości jest możliwość zwiększenia rozdzielczości metodą aproksymacji do 24 bitów. Zaawansowane funkcje wyzwalające i opcjonalne funkcje uśredniania w celu redukcji szumów i zakłóceń przesuwać ciężar obsługi obróbki danych w większym stopniu na kartę, podczas gdy komputer może wykonywać inne zadania. Funkcje analityczne oprogramowania GageScope umożliwiają prowadzenie szybkiej analizy Fouriera (FFT), określanie parametrów przebiegów impulsowych, takich jak czas narastania/opadania, szerokość impulsu, wartość średnia i skuteczna, okres, częstotliwość, amplituda itp. Ponadto może być realizowane uśrednianie, sumowanie i odejmowanie, mnożenie i dzielenie, a także różniczkowanie, całkowanie, korelacja i spłot.

Oprogramowanie specjalne eXpert™

Opracowana przez GaGe specjalna technologia FPGA pod nazwą eXpert to dodatkowe opcje oprogramowania wbudowanego (*firmware*) pozwalającego na niezwykle wydajne i szybkie przetwarzanie danych pomiarowych bezpośrednio na karcie i transfer tylko istotnych danych do PC do dalszej obróbki. Dostępne są obecnie trzy wersje eXpert: uśrednianie sygnałów, filtracja FIR i detekcja wartości szczytowych. Technologia eXpert dostępna jest jako opcja zarówno dla kart serii Octopus, jak i dla innych nowych kart CompuScope.

Uśrednianie sygnału jest skuteczną metodą poprawy jego jakości w obecności silnych zakłóceń. Proces składa się z wielokrotnej rejestracji powtarzalnego przebiegu i uśredniania wszystkich danych razem wziętych. Wszystkie zakłócenia przypadkowe uśredniają się do wartości bliskich zeru, natomiast amplituda sygnału powtarzalnego pozostaje niezmienna.

Procedura umożliwia użytkownikowi wykrywanie małych powtarzalnych sygnałów w środowisku pełnym zakłóceń. Zaletą metody jest użycie wyłącznie znajdującego się na karcie układu FPGA i uwolnienie od tych działań jednostki centralnej (CPU) komputera. Przy użyciu uśredniania małe sygnały użytkowe mogą być oddzielone od zakłóceń, które mogą być niekiedy większe od sygnałów użytkowych. A oto cechy charakterystyczne:

- przebiegi mogą być uśredniane w grupach zawierających ponad 100 tys. przebiegów na sekundę,
- maksymalna długość przebiegu wynosi 48 tys. próbek,
- uśrednianie jest realizowane przez sprzęt GaGe, co umożliwia równoczesne wykorzystanie komputera do innych zadań,
- procesy realizowane na karcie odciążają magistralę PCI, zmniejszając ruch na łączu ponad 1000-krotnie.

Przypadkowe szumy i zakłócenia zawarte w sygnale są redukowane w stosunku odpowiadającym pierwiastkowi kwadratowemu z liczby uśrednianych przebiegów. Na przykład w przypadku uśrednianych 16 kolejnych sygnałów, szumy i zakłócenia ulegają redukcji 4-krotnej; w przypadku 100 sygnałów redukcja jest 10-krotna.

Maksymalna liczba próbek w przebiegu, która może być uśredniana wynosi 48 kSa podzielone przez liczbę aktywnych kanałów na jednej karcie CompuScope. Na przykład w przypadku karty o czterech aktywnych kanałach, przebiegi o co najwyżej 12 kSa mogą być uśredniane przez oprogramowanie firmowe eXpert.

Maksymalna liczba uśrednień realizowanych w jednej sesji uśredniania wynosi 1024, co w praktyce oznacza, że nie ma istotnych ograniczeń.

Filtracja FIR (Finite Impulse Response), czyli filtracja cyfrowa o skończonej odpowiedzi impulsowej, pozwala użytkownikowi na filtrację zdigitalizowanych danych w czasie rzeczywistym przy zastosowaniu całkowicie elastycznego i dostosowanego do potrzeb filtru FIR. Filtracja sygnałów analogowych jest wydajną metodą usuwania niechcianych składników (np. szumu) przy akwizycji pojedynczego sygnału i uwydatniania tych składników, które są istotne.

Tradycyjne filtry analogowe są zwykle ograniczone do raczej prostych metod filtracji, jak dolnoprzepustowa, górnoprzepustowa lub pasmowoprzepustowa. Cyfrowa filtracja zdigitalizowanych sygnałów, jaka jest obecnie dostępna na kartach digitizerów GaGe nowej generacji, pozwala na implementację o wiele bardziej złożonych metod filtracji bez obciążania CPU komputera. Istotne cechy:

- przetwarzanie przez filtr FIR z maksymalnie 20 współczynnikami; możliwość rozszerzenia w oprogramowaniu do 39 symetrycznych współczynników,
- współczynniki filtru FIR mogą być odpowiednio dostosowywane w celu uwydatnienia sygnałów impulsowych o konkretnych kształtach,

- filtracja FIR jest realizowana przez sprzęt, pozwalając komputerowi PC na równoległe przetwarzanie innych zadań,
- dane są filtrowane w trakcie transferu do PC, dzięki czemu szybkość przechwytywania sygnałów powtarzalnych nie jest redukowana,
- algorytm filtru FIR pokrywa szeroki zakres typowych filtrów cyfrowych, jak np. filtry średniej ruchomej czy filtry Gaussa.

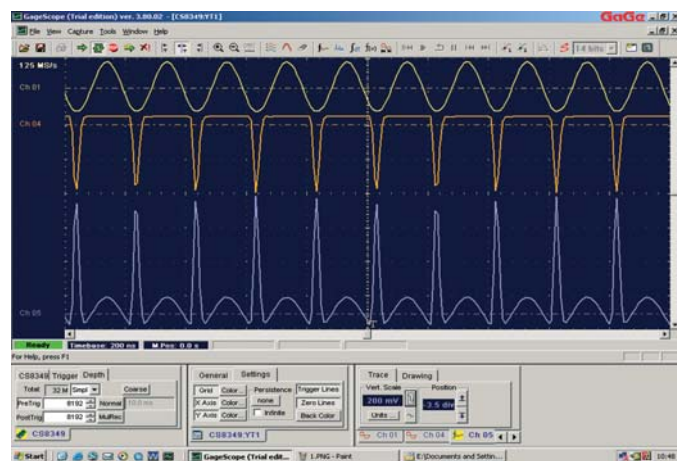
Detekcja szczytowa jest często stosowaną techniką redukcji danych podlegających analizie. Procedury detekcji szczytowej opracowane w firmie GaGe umożliwiają wykrywanie szczytów w zestawie cyfrowych danych przebiegu elektrycznego.

Zdigitalizowane dane przebiegu są analizowane w znajdującym się na karcie Octopus układzie FPGA mającym za zadanie dostarczenie użytkownikowi informacji o szczytach. Tradycyjnie digitizery komputerowe dostarczają użytkownikowi wielu danych, które są analizowane w centralnym komputerze przy użyciu różnych technik wykrywania wartości szczytowych. Często ilość danych cyfrowych opisujących przebieg przekracza pojemność szyny danych lub szybkość działania tradycyjnych procedur wykrywania szczytów. Te ograniczenia nie dotyczą procedur eXpert Peak Detection Firmware. A oto ich główne cechy:

- przechwycone dane są przechowywane w zlokalizowanym na karcie układzie FPGA w celu dostarczenia użytkownikowi informacji o wartościach szczytowych,
- ilość danych jest znacznie zmniejszona – do tego stopnia, że ruch na szynie PCI jest wydajnie zredukowany,
- informacje szczytowe zawierają wartości minimalne i maksymalne przebiegu oraz ich położenie,
- zwarty zestaw danych zawierający informacje o wartościach szczytowych zajmuje mniej niż 80 bajtów na jedną kartę,
- dzięki wysoce skutecznemu transferowi danych przez szynę PCI zestaw danych szczytowych jest przechowywany w buforze cyklicznym wewnątrz FPGA, skąd jest okresowo odczytywany i opróżniany przez oprogramowanie sterujące,
- czas przygotowania do odbioru nowych danych wynosi $1 \div 2 \mu\text{s}$ po zebraniu danych. Jako przykład zastosowania detekcji szczytowej rozpatrzmy dwie karty CS14200 prób-



Rys. 3. Ekran z sygnałami z generatora

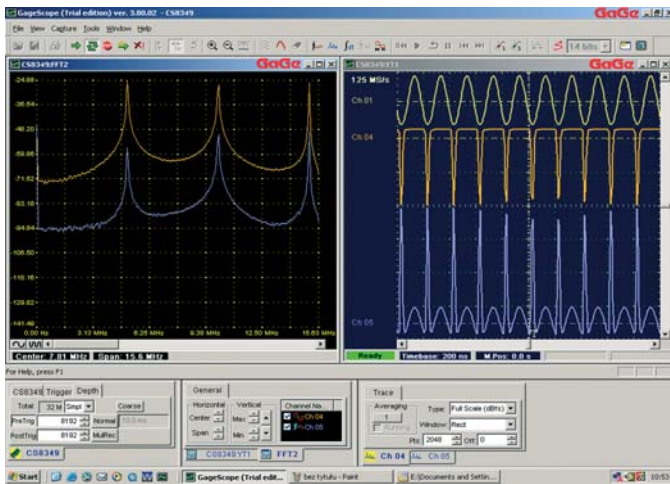


Rys. 4. Ekran z sygnałami, na których były wykonane operacje matematyczne

kujące jednocześnie na czterech kanałach z szybkością 200 MSA/s. Uwzględniając, że interesujące szczyty następują około 50 s po zewnętrznym wyzwoleniu i że te wyzwolenia występują co 100 s, zbiór danych po jednym wyzwoleniu zawiera 80 kB danych, na co składają się po dwa bajty na każdą próbkę 14-bitową w czterech kanałach, po czasie 50 s, przy szybkości próbkowania 200 MSA/s.

(2 bajty 14-bitowej próbki) × (4 kanały) × (50 ms) × (200 MSA/s) = 80 kB

Przy maksymalnym osiągalnym transferze przez szynę PCI wynoszącym 200 MB/s przeniesienie danych (80 kB) zajmuje 400 s, co znacznie przekracza odstęp pomiędzy impulsami wyzwalającymi. Bez detekcji eXpert Peak Detection, działanie czterech z pięciu kolejnych impulsów wyzwalających zostałoby utracone. Oprogramowanie firmowe eXpert Peak Detection jest zdolne do blisko 600-krotnej redukcji danych z pierwotnej objętości 80 kB do ok. 120 B.



Rys. 5. Ekran z sygnałami, uzupełniony danymi analitycznymi

Wyniki testów karty

Na rysunkach przedstawiono wyniki testów karty współpracującej z komputerem. Na rys. 3 przedstawiono widok ekranu z przebiegami czterech sygnałów elektrycznych próbkowanych z szybkością 125 MSA/s.

Na rys. 4 przedstawiono przebiegi napięcia (sinusoidea) i prądu (szpilki) na wejściu układu prostowniczego z wejściem pojemnościowym – wejście zasilacza. Trzeci przebieg, wynik programowego mnożenia dwóch wymiennionych, przedstawia przebieg chwilowej mocy elektrycznej pobieranej przez zasilacz.

Na rys. 5 widoczne są przebiegi z poprzedniego rysunku, ale uzupełnione danymi liczbowymi uzyskanymi z części analitycznej oprogramowania podstawowego, takimi jak wartość średnia (Mean), skuteczna (RMS), międzyszczytowa (PeakToPeak) i średnia (Average).

O GaGe

GaGe (www.gage-applied.com) – marka firmy Dynamic Signals LLC (www.Dynamic-Signals.com) – jest światowym liderem wysokowydajnych urządzeń do przechwytywania sygnałów. GaGe, KineticSystems, Preston Scientific oraz Cyber Systems są znakami rozpoznawczymi rozrastającej się rodziny firm Dynamic Signals zajmujących się dostawą szerokiego asortymentu systemów pomiarowych i testowych oraz innego oprzyrządowania budowanego na bazie komputerów z magistralą PCI, CompactPCI, PXI, VXI, CAMAC i własnych rozwiązań.

Produkty GaGe obejmują rodziny digitizerów na setki megaherców i gigaherce oraz karty oscyloskopowe, karty analogowych generatorów sygnałowych (AWG – arbitrary waveform generator), szybkie karty z cyfrowymi wejściami i wyjściami (generatory wzorców), a także oprogramowanie oscyloskopowe i szeroki wachlarz oprogramowania uruchomieniowego (Software Development Kits). Software Development Kit (SDK) udostępnia programistom dokumentację oraz narzędzia pozwalające tworzyć systemy dostosowane do własnych potrzeb.

Rodzina produktów GaGe do przechwytywania sygnałów obejmuje digitizery 8-, 12-, 14- i 16-bitowe oraz karty oscyloskopowe do komputerów klasy PC z szynami PCI i CompactPCI/PXI. Przy szybkości próbkowania dochodzącej do 2 GSA/s i pojemnej pamięci do 4 GB, GaGe oferuje najlepsze obecnie na światowym rynku rozwiązania pod względem szybkości próbkowania, rozdzielczości i pojemności pamięci.

Klienci firmy GaGe stosują jej produkty w różnych dziedzinach nauki, przemysłu i techniki, takich jak badania podstawowe, edukacja, przemysł komputerowy, technika kosmiczna i wojskowa, a także przemysł telekomunikacyjny.

Opracowano na zlecenie firmy „Egmont Instruments – Przemysław Derwojed”, ul. Chłodna 39, pawilon 11, 00-867 Warszawa
tel. 0228506205, 0228506430, faks 0226540248, kom. 0-692 50-17-50, 0-604 06-08-07
Gadu-Gadu: 3871699, Skype: egmont_instruments
e-mail: egmont@egmont.com.pl, <http://www.egmont.com.pl>

KABLE KONCENTRYCZNE W INSTALACJACH ANTENOWYCH (1)

Podstawą dobrze działającej instalacji jest właściwie dobrany kabel. Błąd w doborze, przesadna oszczędność czy nieprawidłowy montaż skutecznie niweczą zalety najlepszych anten, pogarszając jakość obrazu i dźwięku.

Problem doprowadzenia sygnału wysokiej jakości nabiera specjalnego znaczenia gdy mamy odbiornik TV o dużej przekątnej, gdzie każdy szczegół, ale i każdy niedostatek obrazu jest doskonale widoczny. Na dodatek kabel – w odróżnieniu od innych elementów instalacji – nie jest łatwo wymienić.

Kable koncentryczne są stosowane we wszystkich rodzajach instalacji antenowych, do przesyłania sygnału wizji w paśmie podstawowym oraz w sieciach komputerowych. Kable współosiowe są używane zarówno do przesyłania sygnałów analogowych, jak i cyfrowych. Łatwość montażu, niska cena, dostępność, dobre parametry transmisyjne powodują, iż mimo pojawienia się względnie tanich i prostych rozwiązań światłowodowych kable koncentryczne cały czas są niezwykle popularne.

Zastosowania kabli to:

- antenowe instalacje TV (MATV),
- sieci telewizji kablowej (CATV),
- antenowe instalacje TV-SAT (SMATV),
- instalacje telewizji przemysłowej (CCTV),
- transmisja wizji w pasmie podstawowym (*baseband*),
- instalacje analogowe,
- instalacje cyfrowe.

Klasyfikacja kabli koncentrycznych

Najważniejszy podział kabli jest dokonywany ze względu na impedancję:

- kable 50 Ω, stosowane powszechnie w tele- i radiokomunikacji,
- kable 75 Ω, stosowane w odbiorczych instalacjach telewizji naziemnej i satelitarnej.

Rzadko spotykane są kable o innych impedancjach – generalnie są to kable do specjalnych zastosowań, np. w sieciach komputerowych czy w systemach przemysłowych.

Kable dzielone są także ze względu na cechy użytkowe:

- możliwość podwieszania za pomocą linki nośnej,
- obecność dodatkowej pary żył do przesyłania zasilania czy sterowania,
- możliwość bezpośredniego umieszczenia w ziemi,
- odporność na wysoką temperaturę.