

Instrukcja do zajęć laboratoryjnych

Temat ćwiczenia: Badanie charakterystyk częstotliwościowych telefonicznego kanału transmisyjnego.

Numer ćwiczenia: 2

Laboratorium z przedmiotu:

PODSTAWY TELEKOMUNIKACJI

KOD: TS1C200014

Opracowali: dr inż. Krzysztof Konopko

2016

1. Wprowadzenie

Pętla abonencka wykonana ze skręconej pary izolowanych przewodów miedzianych charakteryzuje się w przybliżeniu stałą pojemnością jednostkową, przewodnością jednostkową oraz rezystancją i indukcyjnością jednostkową, których zachowanie dla różnych częstotliwości dobrze modelowane jest przez wzory zawarte w zaleceniach ITU. Parametry kanału transmisyjnego łączącego abonentów dołączonych do sieci telefonicznej zależą jednak nie tylko od fizycznych parametrów linii abonenckiej, ale także od metod przetwarzania transmitowanych sygnałów w węzłach komutacyjnych. W centrali telefonicznej podstawowe przetwarzanie odbywa się w zespołach przyłączeniowych, które w przypadku abonentów analogowych określane są mianem analogowych zespołów liniowych.

2. Cel i zakres ćwiczenia

W ćwiczeniu wyznaczane są charakterystyki częstotliwościowe telefonicznego kanału transmisyjnego. Na podstawie dokonanych pomiarów określone są właściwości transmisyjne przewodowych kanałów transmisyjnych wykorzystywanych w sieciach telefonicznych. W trakcie ćwiczenia studenci zapoznają się z możliwościami wykorzystania pakiet narzędzi GNU Radio w analizie rzeczywistych systemów transmisyjnych.

3. Sposób wykonania ćwiczenia

3.1. Zagadnienia do opracowania przed przystąpieniem do zajęć

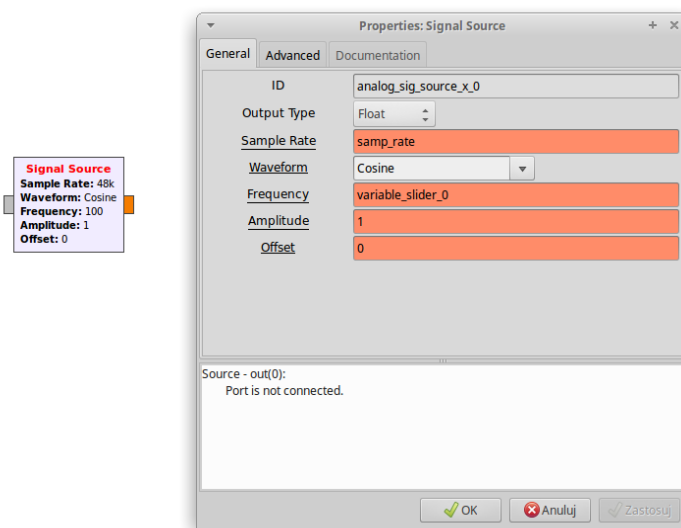
Przed przystąpieniem do zajęć należy opracować następujące zagadnienia teoretyczne:

- charakterystyki czasowe i częstotliwościowe sygnałów i torów transmisyjnych,
- metody wyznaczania charakterystyk częstotliwościowych,
- transmitancyjny opis kanałów telekomunikacyjnych,
- transmisję sygnałów przez stacjonarne układy liniowe.

3.2. Wprowadzenie do GNU Radio

GNU Radio [3] jest darmowym otwarto-źródłowym (open source) pakietem narzędzi programistycznych umożliwiającym implementację rzeczywistych systemów telekomunikacyjnych ze szczególnym uwzględnieniem systemów bezprzewodowych. Zawiera szereg gotowych modułów realizujących określone algorytmy cyfrowego przetwarzania sygnałów w tym: filtrację, modulację i demodulację, synchronizację, kodowanie źródłowe i kanałowe oraz wiele innych. GNU Radio umożliwia tworzenie aplikacji przetwarzających strumienie danych zarówno odczytywanych i zapisywanych do plików, jak i pozyskiwanych w czasie rzeczywistym z modułów sprzętowych.

Podstawowym komponentem środowiska jest GRC (GNU Radio Companion) stanowiący graficzne narzędzie pozwalające na konstrukcję schematów przepływu sygnałów (signal flow graphs) pomiędzy blokami cyfrowego przetwarzania sygnałów (CPS), wizualizację wyników w postaci wykresów oraz generację kodu źródłowego w języku programowania Python. Na rys. 1.1 przedstawiono przykładowy blok CPS

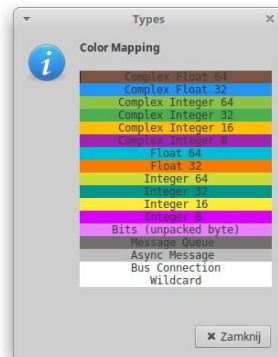


(źródło sygnału cosinusoidalnego) wraz z parametrami.

Rys. 1.1 Przykładowy blok cyfrowego przetwarzania sygnałów (CPS) i okno definiujących go parametrów.

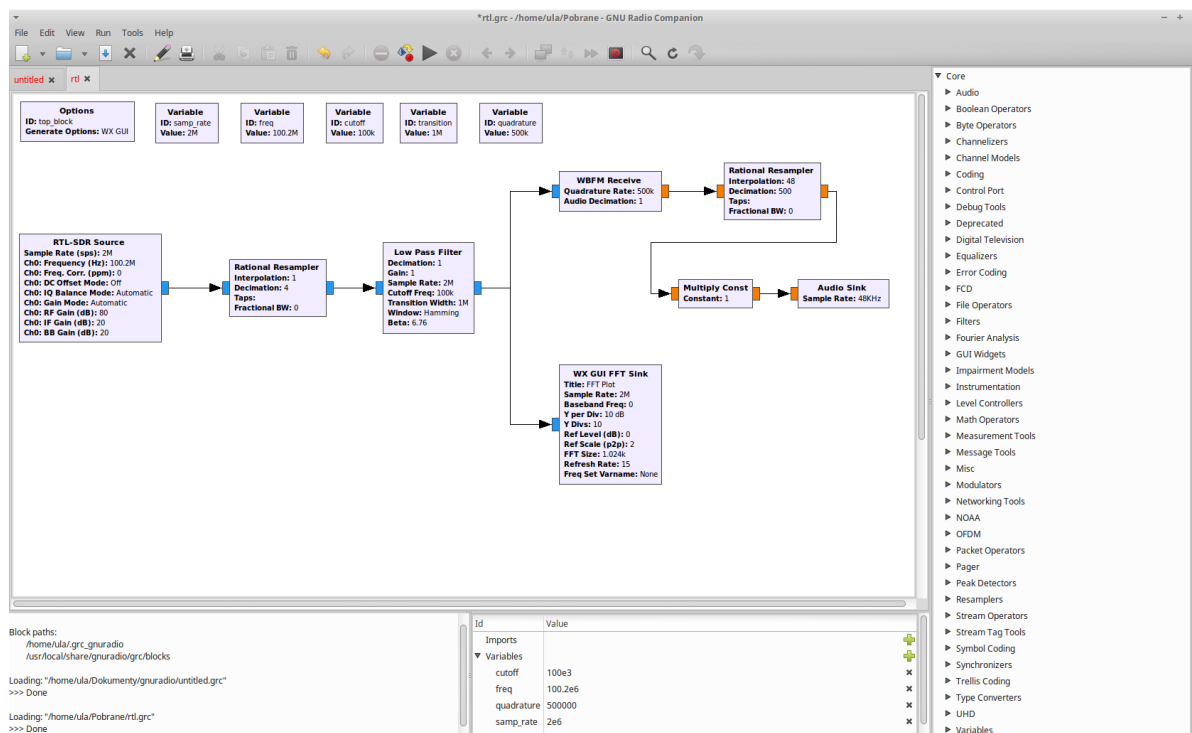
Każdy blok CPS może pracować na dwóch głównych typach danych: zespolonych lub rzeczywistych. Wybór typu danych odbywa się poprzez edycję parametrów Input

Type i Output Type. Odpowiedni kolor złącza wejścia/wyjścia bloku CPS odzwierciedla typ danych, na których pracuje ten blok. Możliwe typy danych przedstawiono na rysunku 1.2.



Rys. 1.2 Typy danych i odpowiadające im kolory złącz wejściowych i wyjściowych.

Połączenie bloków CPS w schemat przepływu sygnałów odbywa się za pomocą strzałek poprzez zaznaczenia wyjścia pierwszego bloku, a następnie wejścia drugiego bloku. Projekt uruchamiany jest po wyborze odpowiedniego przycisku z paska narzędzi. Środowisko GRC dostarcza pełnej informacji związanej z aktualnym stanem pracy projektowanego urządzenia w czasie rzeczywistym. Obejmują one komunikaty związane z pracą części sprzętowej oraz błędami w schemacie przepływu informacji, np. przerwane połączenie lub operacje na złym typie danych. Okno programu GRC oraz przykładowy diagram przepływu sygnałów przedstawiono na rysunku 1.3.



Rys. 1.3. Okno programu GRC (GNU Radio Companion).

GNU Radio posiada szereg gotowych modułów realizujących określone algorytmy cyfrowego przetwarzania sygnałów w tym:

- operatory: moduły tj. Bool Operators, Byte Operators, Math Operators, Packet Operators, Stream Operators oraz File Operators, realizują przetwarzanie danych, od podstawowych operacji logicznych, jak blok AND, realizujący logiczną operację koniunkcji, czy blok ADD realizujący sumowanie, po bardziej złożone, np. w kategorii Packet Operators znajdują się moduły realizujące enkapsulację i dekapulację pakietów danych. Kategoria operatorów plikowych (File Operators) umożliwia m.in. zapisywanie do plików dowolnych danych przetwarzanych w GRC. Dane te mogą być następnie odczytane i przetwarzane przez GNU Radio albo wykorzystane do analizy za pomocą innych narzędzi.
- CPS: moduły tj. Waveform Generators, Filters, Resamplers, Synchronizers, Fourier Analysis oraz Spectrum Estimation zawierają szereg bloków realizujących różne algorytmy DSP ogólnego przeznaczenia, które mogą być stosowane jako elementy składowe modeli systemów telekomunikacyjnych.
- kodowanie źródłowe: kodery i dekodery PCM (G711 a-Law oraz μ -Law) G723.24, G723.40, GSM, itp. W kategorii Audio znajdują się również bloki

WaveFileSource oraz WaveFileSink, dzięki którym można odczytywać i zapisywać pliki audio w różnych formatach.

- kodowanie kanałowe(): bloki koderów i dekodek różnych kodów korekcyjnych, między innymi splotowe CC (Convolutional Code), turbokodery PCCC (Parallel Concatenated Convolutional Code) oraz kodery SCCC (Serial Concatenated Convolutional Code), które są stosowane w systemach telewizji satelitarnej drugiej generacji DVB-S2.
- modulacja: kilkadziesiąt bloków modulatorów i demodulatorów, implementujących wiele popularnych modulacji, zarówno analogowych (AM i FM), jak i cyfrowych (PSK, DPSK, GFSK, GMSK, QAM czy OFDM).
- modele kanałów: kilka bloków modeli kanałów, które można wykorzystać zarówno jako modele kanału AWGN, jak i modele kanałów z zanikami wielodrogowymi Rayleigha, dla kanału o profilu NLOS (non line-of-sight), oraz Rice'a, dla kanału LOS (line-of-sight). Profil kanału (AWGN, NLOS, LOS) można zmieniać przez parametry konfiguracyjne bloku, podobnie jak opóźnienia i względną moc dla poszczególnych dróg propagacji, dzięki czemu można np. uzyskać modele zgodne ze specyfikacją systemu GSM.
- elementy GUI: GNU Radio posiada dwa rodzaje bloków graficznego interfejsu użytkownika – QT oraz WX, wykorzystujące biblioteki QT oraz wxWidgets. Obie biblioteki są przenośne i dostępne dla różnych systemów operacyjnych. Bloki związane z elementami GUI umożliwiają między innymi określanie globalnych wartości parametrów zawierają też bloki do graficznej wizualizacji sygnałów przetwarzanych w GNU Radio. Są to m.in. wykres wartości sygnału (GUI Time Sink), jego widma (GUI Frequency Sink) czy wykresy konstelacji sygnałów zmodulowanych (GUI Constellation Sink).

3.3. Przebieg ćwiczenia

Ćwiczenia laboratoryjne prowadzone są z zastosowaniem pakietu narzędzi programistycznych GNURadio umożliwiającego implementację rzeczywistych systemów telekomunikacyjnych. Telefoniczny tor transmisyjny zestawiony jest z zastosowaniem łącz analogowych dołączonych do cyfrowej centrali telefonicznej

Alcatel S12. Dostęp do abonenckiej pętli analogowej zrealizowano z zastosowaniem centrali PABX pracującej pod kontrolą programu Asterisk z zastosowaniem kart analogowych AX-E-800PN/AX-E-1600P wyposażonych w interfejsy FXO i FXS. W trakcie ćwiczenia należy:

- a) Z zastosowaniem skrótu klawiszowego CTR+ALT+T (lub wybierając komendę z górnego menu) uruchomić terminal.
- b) Wpisać polecenie `sudo start_pte` wcisnąć klawisz **Enter** i wprowadzić hasło identyczne jak przy logowaniu na konto.
- c) W programie `gnuradio-companion` wybrać **File** → **Open** i wczytać schemat `petla_telefoniczna_sygnaly.grc`.
- d) Zmieniając w bloku **Signal Source** parametry **Waveform** (kształt generowanego sygnału) i **Offset** (przesunięcie wartości sygnału) zaobserwować przebiegi czasowe i widma dostępnych w bloku **Signal Source** sygnałów. Za każdym razem start analizy rozpoczynamy poprzez wykonanie komendy **Run** → **Execute**, a zatrzymujemy poprzez wybranie komendy **Run** → **Kill**.
- e) W programie `gnuradio-companion` wybrać **File** → **Open**, i wczytać schemat `petla_telefoniczna_wyjście.grc`.
- f) Zestawić połączenie telefoniczne między aparatami dostępnymi na stanowisku.
- g) Zmieniając w bloku **Signal Source** parametry **Waveform** (kształt generowanego sygnału) i **Offset** (przesunięcie wartości sygnału) zaobserwować przebiegi czasowe i widma sygnałów na wyjściu telefonicznego kanału transmisyjnego. Za każdym razem start analizy rozpoczynamy poprzez wykonanie komendy **Run** → **Execute**, a zatrzymujemy poprzez wybranie komendy **Run** → **Kill**. (Sygnał generowany w programie GnuRadio wprowadzamy w linie telefoniczną łącząc wyjście **Audio Sink** z wejściem kanału telefonicznego oraz wyjście kanału telefonicznego z wejściem **Audio Source** w programie Jack Audio Connection Kit).
- h) W programie `gnuradio-companion` wybrać **File** → **Open**, i wczytać schemat `petla_telefoniczna.grc`.
- i) Postępując analogicznie jak w punkcie e) wyznaczyć charakterystykę amplitudową i fazową telefonicznego kanału transmisyjnego.

j) Rozłączyć zestawione połączenie, a w programie gnuradio-companion wybrać Run → Kill.

4. Sprawozdanie z ćwiczenia

Sprawozdanie powinno zawierać:

- wyniki przeprowadzonych pomiarów,
- analizę bloków wykorzystanych w ćwiczeniu,
- charakterystyki częstotliwościowe amplitudowe i fazowe,
- wnioski wynikające z przeprowadzonych badań.

5. Wymagania BHP

W trakcie realizacji programu ćwiczenia należy przestrzegać zasad omówionych we wstępie do ćwiczeń, zawartych w: „Regulaminie porządkowym w laboratorium” oraz w „Instrukcji obsługi urządzeń elektronicznych znajdujących się w laboratorium z uwzględnieniem przepisów BHP”. Regulamin i instrukcja są dostępne w pomieszczeniu laboratoryjnym w widocznym miejscu.

6. Literatura

1. S. Haykin „Systemy telekomunikacyjne”, WKŁ, Warszawa 2004.
2. W. Kabaciński, M. Żal, "Sieci telekomunikacyjne", WKŁ, Warszawa 2008.
3. <http://gnuradio.org/>