Sygnał harmoniczny jest okresowy z częstotliwością f i składa się tylko z całkowitych wielokrotności f, które są nazywane harmonicznymi. Taki sygnał zawierający jedynie podstawową harmoniczną jest określony wzorem: Acos(2\*pi\*f0t+fi), gidze A to amplituda, f0 to częstotliwość podstawowa, t to czas, a fi to przesunięcie fazowe. Różnica fazy pomiędzy dwoma sygnałami jest definiowana jako

Próbkowanie to proces polegający na zmianie dziedziny sygnału z ciągłej na dyskretną. Uzyskuje się to poprzez pobranie próbek sygnału w określonych momentach czasu. W wyniku próbkowania z sygnału analogowego, którego wartość jest określona w każdej chwili otrzymuje się sygnał dyskretny, którego są wartości są oddzielone od siebie o wartość ts, która definiowana jest jako okres próbkowania. Częstotliwość próbkowania definiowana jako 1/ts jest kluczowym parametrem procesu próbkowania (RFSoC\_SDR\_book.pdf 4.1,4.2). Aby zachować informację o sygnale musi spełniać warunek Nyquista, częstotliwość próbkowania musi być przynajmniej dwa razy większa niż największa częstotliwość sygnału. Gdy ten warunek nie zostanie uwzględniony informacja o sygnale zostanie utracona.

System idealnej komunikacji radiowej składa się z trzech części : nadawczej, odbiorczej i kanału. W części nadawczej dane są przygotowywane do transmisji, następnie sygnał jest umieszczany w paśmie RF poprzez modulację modulowany. Wzmocniony sygnał jest transmitowany. Fizycznym połączeniem pomiędzy częścią nadawczą, a odbiorczą jest kanał. Może on być przewodowy lub bezprzewodowy. Odbiornik wykonuje operacje równoważne nadajnikowi w odwrotnej kolejności. Sygnał jest wzmacniany, demodulowany w celu odzyskania danych przekazanych przez nadajnik. (rysunek)

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, diagram, Czcionka

Opis wygenerowany automatycznie

Dane do transmisji są w paśmie podstawowym, czyli zawarte w nich częstotliwości są bliskie DC. Modulacja amplitudowa jest procesem, który ma za zmienia pasmo sygnału z podstawowego na pasmo RF. Schemat działania modulacji amplitudowej sygnału został przedstawiony na rysunku nr. Na jedno z ramion modulatora podawany jest sygnał modulujący g(t), na drugie fala nośna c(t). Częstotliwość fali nośnej jest znacznie wyższa niż częstotliwość sygnału modulującego. Efektem modulacji jest sygnał o zmieniającej się amplitudzie z częstotliwością fb.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, linia, Czcionka

Opis wygenerowany automatycznie

Demodulacja jest procesem odwrotnym do modulacji. Polega na mieszaniu zmodulowanego sygnału z sygnałem z lokalnego oscylatora. Efektem demodulacji jest sygnał, składa się z dwóch składowych częstotliwości. Jedna z ich jest w paśmie podstawowym, natomiast druga dwukrotnie większa od częstotliwości fali nośnej. Jet ona usuwana z pomocą filtra dolnoprzepustowego.(wzory po demodulacji i filtrowaniu dodać) Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, linia, Czcionka

Opis wygenerowany automatycznie

Sygnały ortogonalne charakteryzuje różnica fazy między nimi wynosząca 90 stopni. Przykładem pary takich sygnałów jest funkcja sin() i cos(). Przyjmując I (in phase) jako amplitudę cos() i Q (quadrature) jako amplitudę sin (wzory) i ich sumę jako x(t) . Modyfikacje amplitudy I oraz Q pozwalają na sterowanie amplitudą i fazą sygnału x(t). Przesunięcie w fazie o 90 stopni sygnału Q można interpretować jako pomnożenie sygnału I przez j(pierwiastek z -1), pozwala to na interpretację sumy sygnałów i q jako liczbę zespoloną, gdzie część rzeczywista to sygnał i, a urojona q. Amplituda sumy sygnałów iq jest definiowana jako \sqrt{I^2 + Q^2}, natomiast faza sygnału jako \tan^{-1} \left( Q/I \right). Modulator kwadraturowy miesza sygnały I i Q z falą nośną, jednak w przypadku sygnału Q jest ona przsunięta w fazie o 90 stopni. Sprawia to że sygnały I Q są ortogonalne. Są one następnie dodawane. Schemat modulatora kwadraturowego przedstawiony na rysunku jest jedną z możliwych architektur nadajnika radiowego.

Obraz zawierający diagram, linia, krąg, szkic

Opis wygenerowany automatycznie

W analogiczny sposób działa demodulator kwadraturowy. Sygnał jest rozdzielany na identyczne dwie ścieżki. Sygnały są mieszane z sygnałem z lokalnego oscylatora, dzięki rotacji fazy sygnału lokalnego oscylatora powstają dwa sygnały, które są w kwadraturze. Taka architektura odbiornika jest nazywana driect-conversion lub Zero IF.

Obraz zawierający diagram, zrzut ekranu, szkic, krąg

Opis wygenerowany automatycznie

Software-Defined Radio to urządzenie służące do transmitowania i odbierania fal elektromagnetycznych w celu przekazania informacji, w którym jego funkcjonalności są sterowane przez oprogramowanie. Jest to jego główną zaletą, ponieważ można zmieniać sposób działania radia bez wprowadzania fizycznych zmian w jego budowie. Pozwala to na korzystanie z szerokiego zakresu częstotliwości oraz ułatwia wprowadzanie nowych funkcjonalności. Rysunek 3.1 przedstawia wysokopoziomowy model Radia SDR. Oprogramowanie odpowiada między innymi za generację, modulację, demodulację sygnału, częstotliwość próbkowania oraz tryb pracy przetworników. Środowiska programowania, które oferują moduły wspomagające pracę z SDR to np. Gnu Radio, biblioteka python ADI oraz Matlab.

Obraz zawierający tekst, zrzut ekranu, Czcionka, linia

Opis wygenerowany automatycznie

Przykładowym softwared defined radio jest Adalm Pluto. Składa się jednego nadajnika i odbiornika, lecz w wersji C istnieje możliwość dodania kolejnego nadajnika i odbiornika. Umożliwia generowanie analogowych sygnałów RF od 325 MHz do 3800 MHz, a maksymalna częstotliwość próbkowania do 61.44 MSPS. Posiada 12 przetworniki analogowo cyfrowe i cyfrowo analogowe. Posiada interfejs USB 2.0, która umożliwia pracę w dwóch trybach.

\

https://www.analog.com/media/en/news-marketing-collateral/product-highlight/ADALM-PLUTO-Product-Highlight.pdf

Przykładem software defined radio jest ADALM-PLUTO, którego budowę można podzielić na trzy sekcje. Pierwsza z nich to analogowa część RF, która składa się z multipleksera wejściowego, LNA, wzmacniacza, tłumika oraz mieszacza, jest zaimplementowana w AD9363. Kolejną częścią jest sekcja analogowego pasma podstawowego, w której skład wchodzą filtry analogowe, ADC lub DAC. Stanowi ona również część AD9363. Trzecią część odpowiada za przetwarzanie sygnału. Część z jej funkcji jest implementowana w AD9363, są to filtry decymujące i interpolujące oraz programowalne filtry FIR. Dodatkowe filtrowanie sygnału może odbyć się w Xilinx Zynq’ FPGA. Odebrane dane są przekazywane po USB do hosta gdzie za pomocą oprogramowania są dalej przetwarzane. Pierwszym elementem AD9363 jest nisko-szumny wzmacniacz (LNA), który zapewnia analogowe wzmocnienie. Kolejną częścią jest mieszacz ,

Charakteryzuje go szarooki zakres częstotliwości od 325MHz do 3.8 GHz. Użyte w nim ADC i DAC są 12- bitowe z możliwością regulacji częstotliwości próbkowania.

Tor RF pluto SDR jest oparty ma AD9363, który składa się z jednego nadajnika i odbiornika. Umożliwia generowanie sygnałów RF w szerokim zakresie od 325MHz do 3.8 GHz, maksymalna częstotliwość próbkowania sygnału wynosi 61.44 MHz. Nasajnik i odbiornik AD9363 działają na zasadzie modulacji IQ.