

Politechnika Warszawska

WYDZIAŁ ELEKTRONIKI
I TECHNIK INFORMACYJNYCH



Instytut XXXXXX

Praca dyplomowa magisterska

na kierunku XXXXXX
w specjalności XXXXXX

Niepotrzebnie długi i skomplikowany tytuł pracy
trudny do przeczytania, zrozumienia i wymówienia

{Dominika Zasuń}

Numer albumu 311222

promotor
XXXXXX

WARSZAWA 2024

**Niepotrzebnie długi i skomplikowany tytuł pracy
trudny do przeczytania, zrozumienia i wymówienia**

Streszczenie. to jest moje streszczenie

Słowa kluczowe: XXX, XXX, XXX

**Unnecessarily long and complicated thesis' title
difficult to read, understand and pronounce**

Abstract.

Keywords: XXX, XXX, XXX



.....
miejscowość i data

.....
imię i nazwisko studenta

.....
numer albumu

.....
kierunek studiów

OŚWIADCZENIE

Świadomy/-a odpowiedzialności karnej za składanie fałszywych zeznań oświadczam, że niniejsza praca dyplomowa została napisana przeze mnie samodzielnie, pod opieką kierującego pracą dyplomową.

Jednocześnie oświadczam, że:

- niniejsza praca dyplomowa nie narusza praw autorskich w rozumieniu ustawy z dnia 4 lutego 1994 roku o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz.U. z 2006 r. Nr 90, poz. 631 z późn. zm.) oraz dóbr osobistych chronionych prawem cywilnym,
- niniejsza praca dyplomowa nie zawiera danych i informacji, które uzyskałem/-am w sposób niedozwolony,
- niniejsza praca dyplomowa nie była wcześniej podstawą żadnej innej urzędowej procedury związanej z nadawaniem dyplomów lub tytułów zawodowych,
- wszystkie informacje umieszczone w niniejszej pracy, uzyskane ze źródeł pisanych i elektronicznych, zostały udokumentowane w wykazie literatury odpowiednimi odnośnikami,
- znam regulacje prawne Politechniki Warszawskiej w sprawie zarządzania prawami autorskimi i prawami pokrewnymi, prawami własności przemysłowej oraz zasadami komercjalizacji.

Oświadczam, że treść pracy dyplomowej w wersji drukowanej, treść pracy dyplomowej zawartej na nośniku elektronicznym (płycie kompaktowej) oraz treść pracy dyplomowej w module APD systemu USOS są identyczne.

.....
czytelny podpis studenta

Spis treści

1. Praefatio	9
2. Podstawy Teoretyczne	10
3. zxy	15
4. Code listings	17
5. Summatio	19
Wykaz symboli i skrótów	21
Spis rysunków	21
Spis tabel	21
Spis załączników	21

1. Praefatio

2. Podstawy Teoretyczne

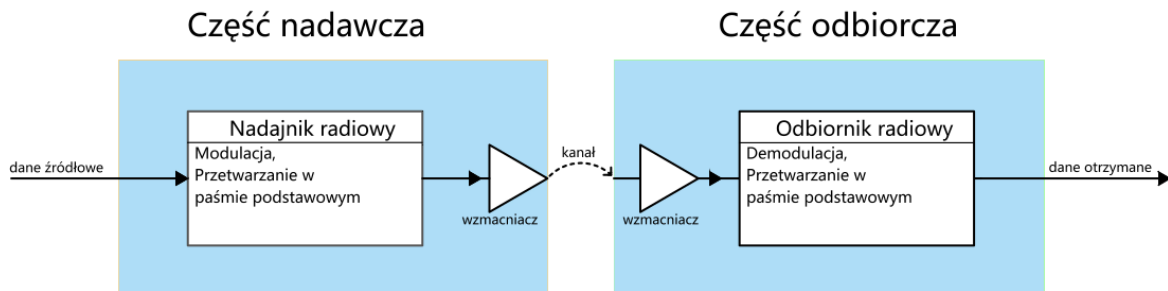
Sygnał opisuje wzajemne zależności pomiędzy zmiennymi. Przykładem sygnału jest przebieg napięcia w czasie, zależność pomiędzy temperaturą, a ciśnieniem atmosferycznym. Sygnały dzielimy na analogowe i dyskretne. Sygnał analogowy charakteryzuje się ciągłością czasu i amplitudy. Ciągłość czasu oznacza, że amplituda sygnału jest określona w każdej chwili, natomiast ciągłość amplitudy oznacza, że sygnał może przybierać dowolną wartość z określonego przedziału. Sygnały dyskretne są przeciwieństwem sygnałów analogowych, amplituda sygnału jest określona w chwilach czasu, a amplituda przyjmuje określone wartości z przedziału. Szczególną klasą sygnałów są sygnały harmoniczne. Ich charakterystyczną cechą jest okresowość oraz to, że składają się z jedynie całkowitych wielokrotności częstotliwości podstawowej. Taki sygnał zawierający jedynie podstawową harmoniczną jest określony wzorem:

$$x(t) = A \cos(2 \cdot \pi \cdot f_o \cdot t + \theta), \quad (1)$$

gdzie A jest amplitudą, f_o częstotliwością podstawową [Hz], θ fazą początkową [rad]. Istotnym parametrem sygnału jest jego pasmo np. sygnał w paśmie podstawowym zawiera częstotliwości bliskie 0 Hz, natomiast pasmo częstotliwości radiowych (RF) definiuje się jako przedział częstotliwości od 3 kHz do 3 GHz.

Przekształcenie sygnału analogowego na cyfrowy polega na wykonaniu dwóch procesów: próbkowania i kwantyzacji. W wyniku próbkowania z sygnału analogowego otrzymuje się sygnał dyskretny, który jest określony instancjach czasu oddzielonych od siebie o wartość t_s , która definiowana jest jako okres próbkowania. Częstotliwość próbkowania f_s definiowana jako $\frac{1}{t_s}$ jest kluczowym parametrem procesu próbkowania. Aby zachować informację o sygnale częstotliwość próbkowania musi spełniać warunek Nyquista, częstotliwość próbkowania musi być przynajmniej dwa razy większa niż największa częstotliwość sygnału. Kwantyzacja polega na pobraniu wartości sygnału w dyskretnych instancjach czasu i przypisanie ich do jednego z możliwych poziomów określonych poprzez zestaw dyskretnych wartości amplitudy. Ilość określonych dyskretnych wartości amplitudy zależy od rozdzielczości przetwornika analogowo cyfrowego. Rozdzielczość N-bitowa przetwornika pozwala na reprezentacje amplitudy sygnału w 2^n różnych możliwych wartościach. Łącząc proces próbkowania i kwantyzacji otrzymujemy dyskretny zarówno czas i amplitudę sygnału, sygnał jest przekształcony na cyfrowy.

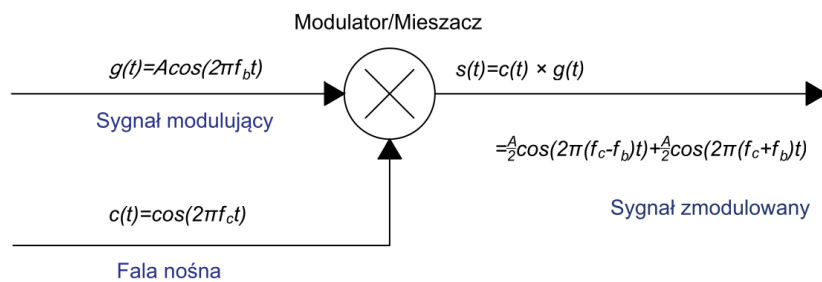
System idealnej komunikacji radiowej, którego schemat jest przedstawiony na Rysunku 2.1., składa się z trzech części: nadawczej, odbiorczej i kanału. W części nadawczej dane w paśmie podstawowym są przygotowywane do transmisji, następnie sygnał jest umieszczany w paśmie RF poprzez modulację. Wzmocniony sygnał jest transmitowany. Fizycznym połączeniem pomiędzy częścią nadawczą, a odbiorczą jest kanał. Może on być przewodowy lub bezprzewodowy. Odbiornik wykonuje operacje równoważne nadajni-



Rysunek 2.1. Uproszczony model systemu komunikacji radiowej.

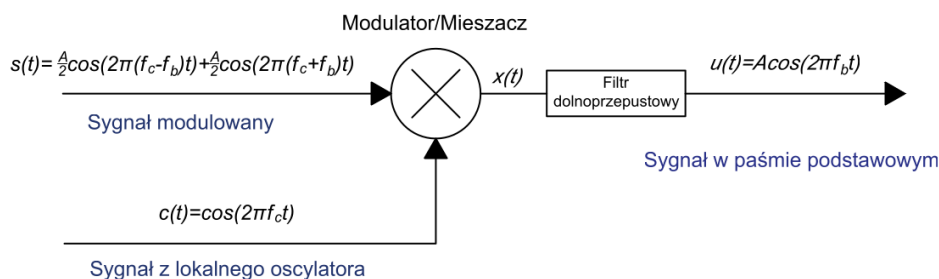
kowi w odwrotnej kolejności. Sygnał jest wzmacniany, demodulowany w celu odzyskania danych przekazanych przez nadajnik.

Modulacja amplitudowa jest procesem, który zmienia pasmo sygnału z podstawowego na pasmo RF. Schemat działania modulacji amplitudowej został przedstawiony na Rysunku 2.2. Na jedno z ramion modulatora podawany jest sygnał modulujący



Rysunek 2.2. Schemat modulacji.

$g(t)$, 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 f_b . Demodulacja, której schemat został przedstawiony na Rysunku 2.3, jest procesem odwrotnym do modulacji. Polega na mieszaniu sygnału zmodulowanego z sygnałem z lokalnego oscylatora.



Rysunek 2.3. Schemat demodulacji.

Efektem demodulacji jest sygnał, który składa się z dwóch składowych częstotliwości. Jedna z nich jest w paśmie podstawowym, natomiast druga jest dwukrotnie większa od częstotliwości fali nośnej. Jest ona usuwana za pomocą filtra dolnoprzepustowego.

Sygnały ortogonalne charakteryzuje różnica fazy równa 90 stopni. Przykładem pary takich sygnałów jest funkcja $\sin()$ i $\cos()$. Przyjmując I (*inphase*) jako amplitudę $\cos()$ i Q (*quadrature*) jako amplitudę $\sin()$ i ich sumę jako $x(t)$ sygnały oznaczamy następująco:

$$I \cos(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t), \quad (2)$$

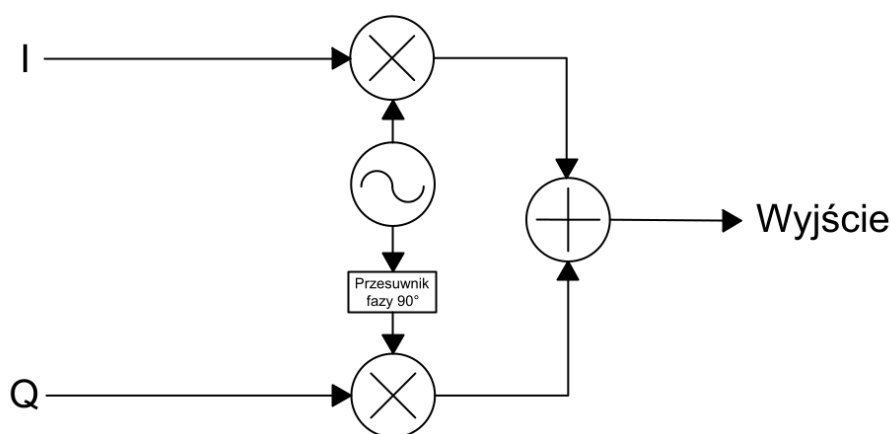
$$Q \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t), \quad (3)$$

$$x(t) = I \cos(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t) + Q \sin(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t). \quad (4)$$

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 , co pozwala to na interpretację sumy sygnałów jako liczbę zespoloną, gdzie część rzeczywista to sygnał I , a urojona Q . W takiej interpretacji suma sygnałów I i Q jest definiowana jako :

$$(\sqrt{I^2 + Q^2}) \cos(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t + \tan^{-1}(\frac{Q}{I})). \quad (5)$$

Modulator kwadraturowy miesza sygnały I i Q z falą nośną, jednak w przypadku sygnału Q jest ona przesunięta w fazie o 90 stopni. Sprawia to że sygnały I i Q są ortogonalne. Są one następnie dodawane. Schemat modulatora kwadraturowego przedstawiony na Rysunku 2.4. jest jedną z możliwych architektura nadajnika radiowego. W analogiczny

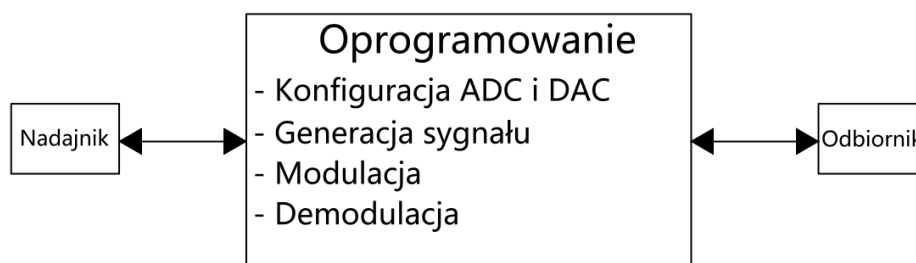


Rysunek 2.4. Schemat modulatora kwadraturowego.

sposób działa demodulator kwadraturowy. Sygnał jest rozdzielany na dwie identyczne 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 *direct-conversion* lub *ZeroIF*.

Software-Defined Radio (SDR) 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 2.4. 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.



Rysunek 2.5. Model wysokopoziomowy radia SDR.

Przykładowym software defined radio jest *AdalmPluto*. Umożliwia generowanie sygnałów analogowych *RF* w zakresie częstotliwości od 325 MHz do 3800 MHz. Przetworniki analogowo cyfrowe i cyfrowo analogowe są 12 bitowe z konfigurowalną częstotliwością próbkowania do maksymalnej wartości do 61.44 MSPS. W podstawowej wersji posiada jeden nadajnik i odbiornik, lecz w wersji C urządzenia możliwe jest rozszerzenie o kolejny kanał nadawczy i odbiorczy. Zarówno nadajnik jak i odbiornik mają wyjścia typu SMA. Posiada interfejs USB 2.0, który umożliwia pracę w dwóch trybach. W pierwszym z nich *Adalm Pluto* działa jako urządzenie, które komunikuje się bezpośrednio z hostem i odbiera lub wysyła od niego dane. W drugim pracuje jako host, gdzie jest główną częścią systemu i komunikuje się poprzez SB Wifi lub USB Ethernet. Istnieje również możliwość zewnętrznego zasilania USB, gdy *Adalm Pluto* pracuje w trybie host. Częścią *Adalm Pluto* odpowiedzialną za przechwytywanie i digitalizację sygnału jest układ AD9363. W ramach AD9363 sygnały są wzmacniane, mieszane, próbkowane oraz filtrowane. Zasada działania AD9363 zostanie przedstawiona na przykładzie odbiornika, nadajnik działa w analogiczny sposób, lecz poszczególne operacje są wykonywane w odwrotnej kolejności. Pierwszym elementem jest *low-noise amplifier*, który odpowiada za wzmocnienie odbieranego sygnału i stanowi część *automatic gain control*. Następnie sygnał jest dzielony i mieszany zgodnie z architekturą *direct-conversion*. Kolejnym etapem jest filtrowanie w celu usunięcia

efektu aliasingu oraz ograniczenia wpływu zakłóceń i szumów poza pasmem. W końcowej części AD9363 znajdują się przetworniki analogowo-cyfrowe, a także filtry decymujące i interpolujące oraz programowalne filtry *FIR*. Po przekształceniu sygnału analogowego na cyfrowy dane są przekazywane do *Xilinx Zynq System on Chip*. Rodzina Zynq-7000 zapewnia elastyczność i skalowalność układu FPGA, łącząc to z wydajnością i łatwością obsługi oferowaną przez urządzenia typu ASCL. Wykorzystując zintegrowany system przetwarzania oparty na ARM Cortex-A9 oraz programowalną logikę w jednym urządzeniu, Zynq pełni rolę głównego kontrolera w *AdalmPluto*.

3. zxy

Tytułowa różnica fazy jest detekowana między dwoma kanałami odbiorczymi ADALM-Pluto rev C. Do konfiguracji ADALM-Pluto, nadawania, odbierania, a następnie przetwarzania danych istnieje wiele dostępnych narzędzi. Jednym z nich jest GnuRadio. Jest to darmowy zestaw narzędzi do tworzenia kodu za pomocą bloków przetwarzania sygnału. Dzięki dedykowanym blokom umożliwia pracę z wieloma zewnętrznymi modułami RF, a może także służyć do przeprowadzania symulacji. Tworzenie schematów jest niezwykle intuicyjne, dzięki czemu zaznajamianie się z programem nie wymaga dużych nakładów pracy. Przykładowy schemat z GnuRadio został przedstawiony na rysunku. Przed uruchomieniem programu nadajnik i odbiornik ADALM-Pluto zostały połączone. Blok signal source odpowiada za generację sygnału o zadanych parametrach i następnie podawany jest na wejście bloku PlutoSDR Sink. Umożliwia on konfigurację kanału nadawczego pluto i transmisję sygnału. Kanał odbiorczy ADALM-Pluto jest konfigurowany za pomocą PlutoSdr source, a następnie odebrany sygnał trafia do bloku QT GUI sink, dzięki któremu możliwa jest obserwacja odbieranego sygnału. Pomimo wielu zalet bloki odpowiedzialne za programowanie ADALM-Pluto nie są dostosowane do wersji C urządzenia i posiadają jedynie jeden kanał nadawczy i odbiorczy, co uniemożliwia wykorzystanie Gnu Radio do pomiaru różnicy fazy.

Kolejnym oprogramowaniem jest IIO Oscilloscope. Jest to aplikacja GUI, która odpowiada za konfigurację pracy płytek ewaluacyjnych i tworzenie wykresów odbieranych danych w czterech trybach: dziedzina czasu, dziedzina częstotliwości, konstelacja i korelacja krzyżowa. Przykładowy zrzut z programu został przedstawiony na rysunku. Nie została wykorzystana do opracowania detektora różnicy fazy, ponieważ nie umożliwia dalszego przetwarzania odbieranych sygnałów. Natomiast idealnie nadaje się do eksploracji płytek ewaluacyjnych, ponieważ dzięki ustawieniom początkowym umożliwia obserwację odbieranych sygnałów bezpośrednio po podłączeniu płytki do komputera.

W programie MATLAB dostępny jest moduł Communications Toolbox Support Package for Analog Devices ADALM-Pluto Radio, który umożliwia konfigurowanie parametrów nadawania i odbioru sygnału, a także przetwarzanie sygnału za pomocą diagramów blokowych. Na rysunku przedstawiono przykładowy schemat. Występuje jednak taki sam problem jak w programie GnuRadio, dostępne bloki są dostosowane do poprzednich wersji ADALM-Pluto i nie występuje możliwość jednoczesnej pracy dwóch kanałów odbiorczych.

Możliwe jest również programowanie ADALM-Pluto bezpośrednio w języku python. Dostępne są dwie biblioteki: libiio, która umożliwia pracę z zewnętrznym sprzętem, a także libad9361-iio odpowiedzialną za pracę z czipem RF w ADALM-Pluto. Na ich podstawie działania API pluto w pythonie- pyadi-iio. W odróżnieniu od poprzednich rozwiązań, sposób funkcjonowania ADALM-Pluto jest sterowany z poziomu kodu, co zapewnia większą elastyczność i możliwość dostosowania do indywidualnych potrzeb. Największą zaletą jest możliwość pracy z dwoma kanałami odbiorczymi, co umożliwia wykorzystanie tego

rozwiązania do detekcji różnicy fazy, jednak konfiguracja obu kanałów odbiorczych jest identyczna. Ponadto istnieje rozbudowana dokumentacja oraz wiele przykładowych kodów, co ułatwia szybkie zapoznanie się z możliwościami platformy.

4. Code listings

Suspendisse vitae elit. Aliquam arcu neque, ornare in, ullamcorper quis, commodo eu, libero. Fusce sagittis erat at erat tristique mollis. Maecenas sapien libero, molestie et, lobortis in, sodales eget, dui. Morbi ultrices rutrum lorem. Nam elementum ullamcorper leo. Morbi dui. Aliquam sagittis. Nunc placerat. Pellentesque tristique sodales est. Maecenas imperdiet lacinia velit. Cras non urna. Morbi eros pede, suscipit ac, varius vel, egestas non, eros. Praesent malesuada, diam id pretium elementum, eros sem dictum tortor, vel consectetur odio sem sed wisi.

Listing 1. *Hello world* w HTML

```
1 <html>
2   <head>
3     <title>Hello world!</title>
4   </head>
5   <body>
6     Hello world!
7   </body>
8 </html>
```

Sed feugiat. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Ut pellentesque augue sed urna. Vestibulum diam eros, fringilla et, consectetur eu, nonummy id, sapien. Nullam at lectus. In sagittis ultrices mauris. Curabitur malesuada erat sit amet massa. Fusce blandit. Aliquam erat volutpat. Aliquam euismod. Aenean vel lectus. Nunc imperdiet justo nec dolor.

Listing 2. Generowanie sekwencji Collatza w języku C++

```
147 class Collatz {
148   private:
149     unsigned current_val_;
150     void update_val() {
151         if( current_val_ % 2 == 0 )
152             current_val_ /= 2;
153         else
154             current_val_ = current_val_ * 3 + 1;
155     }
156
157   public:
158     explicit Collatz(unsigned initial_value) :
159         current_val_(initial_value) {}
160     void print_sequence() {
161         unsigned i = 1;
```

```
162         while( current_val_ > 1 ) {
163             std::cout
164                 << "val_" << i << "_=" << current_val_
165                 << std::endl;
166             update_val(); ++i;
167         }
168     }
169 };
170
171 int main() {
172     // prints Collatz sequence, starting from 194375
173     Collatz seq(194375);
174     seq.print_sequence();
175     return 0;
176 }
```

Etiam euismod. Fusce facilisis lacinia dui. Suspendisse potenti. In mi erat, cursus id, nonummy sed, ullamcorper eget, sapien. Praesent pretium, magna in eleifend egestas, pede pede pretium lorem, quis consectetur tortor sapien facilisis magna. Mauris quis magna varius nulla scelerisque imperdiet. Aliquam non quam. Aliquam porttitor quam a lacus. Praesent vel arcu ut tortor cursus volutpat. In vitae pede quis diam bibendum placerat. Fusce elementum convallis neque. Sed dolor orci, scelerisque ac, dapibus nec, ultricies ut, mi. Duis nec dui quis leo sagittis commodo.

5. Summatio

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus. Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at, consectetur sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a, dui.

Morbi luctus, wisi viverra faucibus pretium, nibh est placerat odio, nec commodo wisi enim eget quam. Quisque libero justo, consectetur a, feugiat vitae, porttitor eu, libero. Suspendisse sed mauris vitae elit sollicitudin malesuada. Maecenas ultricies eros sit amet ante. Ut venenatis velit. Maecenas sed mi eget dui varius euismod. Phasellus aliquet volutpat odio. Vestibulum ante ipsum primis in faucibus orci luctus et ultrices posuere cubilia Curae; Pellentesque sit amet pede ac sem eleifend consectetur. Nullam elementum, urna vel imperdiet sodales, elit ipsum pharetra ligula, ac pretium ante justo a

nulla. Curabitur tristique arcu eu metus. Vestibulum lectus. Proin mauris. Proin eu nunc eu urna hendrerit faucibus. Aliquam auctor, pede consequat laoreet varius, eros tellus scelerisque quam, pellentesque hendrerit ipsum dolor sed augue. Nulla nec lacus.

Suspendisse vitae elit. Aliquam arcu neque, ornare in, ullamcorper quis, commodo eu, libero. Fusce sagittis erat at erat tristique mollis. Maecenas sapien libero, molestie et, lobortis in, sodales eget, dui. Morbi ultrices rutrum lorem. Nam elementum ullamcorper leo. Morbi dui. Aliquam sagittis. Nunc placerat. Pellentesque tristique sodales est. Maecenas imperdiet lacinia velit. Cras non urna. Morbi eros pede, suscipit ac, varius vel, egestas non, eros. Praesent malesuada, diam id pretium elementum, eros sem dictum tortor, vel consectetur odio sem sed wisi.

Wykaz symboli i skrótów

EiTI – Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych

PW – Politechnika Warszawska

WEIRD – ang. *Western, Educated, Industrialized, Rich and Democratic*

Spis rysunków

2.1	Uproszczony model systemu komunikacji radiowej.	11
2.2	Schemat modulacji.	11
2.3	Schemat demodulacji.	11
2.4	Schemat modulatora kwadraturowego.	12
2.5	Model wysokopoziomowy radia SDR.	13

Spis tabel

Spis załączników

1.	Nazwa załącznika 1	22
2.	Nazwa załącznika 2	24

Załącznik 1. Nazwa załącznika 1

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.

Fusce mauris. Vestibulum luctus nibh at lectus. Sed bibendum, nulla a faucibus semper, leo velit ultricies tellus, ac venenatis arcu wisi vel nisl. Vestibulum diam. Aliquam pellentesque, augue quis sagittis posuere, turpis lacus congue quam, in hendrerit risus eros eget felis. Maecenas eget erat in sapien mattis porttitor. Vestibulum porttitor. Nulla facilisi. Sed a turpis eu lacus commodo facilisis. Morbi fringilla, wisi in dignissim interdum, justo lectus sagittis dui, et vehicula libero dui cursus dui. Mauris tempor ligula sed lacus.

Duis cursus enim ut augue. Cras ac magna. Cras nulla. Nulla egestas. Curabitur a leo. Quisque egestas wisi eget nunc. Nam feugiat lacus vel est. Curabitur consectetur.

Suspendisse vel felis. Ut lorem lorem, interdum eu, tincidunt sit amet, laoreet vitae, arcu. Aenean faucibus pede eu ante. Praesent enim elit, rutrum at, molestie non, nonummy vel, nisl. Ut lectus eros, malesuada sit amet, fermentum eu, sodales cursus, magna. Donec eu purus. Quisque vehicula, urna sed ultricies auctor, pede lorem egestas dui, et convallis elit erat sed nulla. Donec luctus. Curabitur et nunc. Aliquam dolor odio, commodo pretium, ultricies non, pharetra in, velit. Integer arcu est, nonummy in, fermentum faucibus, egestas vel, odio.

Sed commodo posuere pede. Mauris ut est. Ut quis purus. Sed ac odio. Sed vehicula hendrerit sem. Duis non odio. Morbi ut dui. Sed accumsan risus eget odio. In hac habitasse platea dictumst. Pellentesque non elit. Fusce sed justo eu urna porta tincidunt. Mauris felis odio, sollicitudin sed, volutpat a, ornare ac, erat. Morbi quis dolor. Donec pellentesque, erat ac sagittis semper, nunc dui lobortis purus, quis congue purus metus ultricies tellus. Proin et quam. Class aptent taciti sociosqu ad litora torquent per conubia nostra, per inceptos hymenaeos. Praesent sapien turpis, fermentum vel, eleifend faucibus, vehicula eu, lacus.

Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Donec odio elit, dictum in, hendrerit sit amet, egestas sed, leo. Praesent feugiat sapien aliquet odio. Integer vitae justo. Aliquam vestibulum fringilla lorem. Sed neque lectus, consectetur at, consectetur sed, eleifend ac, lectus. Nulla facilisi. Pellentesque eget lectus. Proin eu metus. Sed porttitor. In hac habitasse platea dictumst. Suspendisse eu lectus. Ut mi mi, lacinia sit amet, placerat et, mollis vitae, dui. Sed ante tellus, tristique ut, iaculis eu, malesuada ac, dui. Mauris nibh leo, facilisis non, adipiscing quis, ultrices a, dui.

Załącznik 2. Nazwa załącznika 2

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

Nulla malesuada porttitor diam. Donec felis erat, congue non, volutpat at, tincidunt tristique, libero. Vivamus viverra fermentum felis. Donec nonummy pellentesque ante. Phasellus adipiscing semper elit. Proin fermentum massa ac quam. Sed diam turpis, molestie vitae, placerat a, molestie nec, leo. Maecenas lacinia. Nam ipsum ligula, eleifend at, accumsan nec, suscipit a, ipsum. Morbi blandit ligula feugiat magna. Nunc eleifend consequat lorem. Sed lacinia nulla vitae enim. Pellentesque tincidunt purus vel magna. Integer non enim. Praesent euismod nunc eu purus. Donec bibendum quam in tellus. Nullam cursus pulvinar lectus. Donec et mi. Nam vulputate metus eu enim. Vestibulum pellentesque felis eu massa.

Quisque ullamcorper placerat ipsum. Cras nibh. Morbi vel justo vitae lacus tincidunt ultrices. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. In hac habitasse platea dictumst. Integer tempus convallis augue. Etiam facilisis. Nunc elementum fermentum wisi. Aenean placerat. Ut imperdiet, enim sed gravida sollicitudin, felis odio placerat quam, ac pulvinar elit purus eget enim. Nunc vitae tortor. Proin tempus nibh sit amet nisl. Vivamus quis tortor vitae risus porta vehicula.