Федеральное агентство по образованию

Государственное образовательное учреждение

высшего профессионального образования

«Самарский государственный аэрокосмический

университет имени академика С.П. Королева»

Кафедра Радиотехники и МДС

**Курсовая работа по ОКП на тему:**

**«Обнаружение многопозиционного сигнала Баркера на фоне гауссовского шума»**

Проверил: Бочкарев В.А.

Самара 2010

**РЕФЕРАТ**

Пояснительная записка 22 с, 23 рисунка, 5 источников, 1 приложение.

ДЕМОДУЛЯТОР, КОД БАРКЕРА, МОДУЛЯТОР, РЕШАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО, СИГНАЛ, СОГЛАСОВАННЫЙ ФИЛЬТР, ШУМОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ, CAPTURE, PSPIСE.

Цель исследования – Разработать с помощью пакета OrCAD систему с заданными свойствами для обнаружения кода Баркера на фоне гауссовского шума.

В результате работы получены графические данные о работе основных узлов разрабатываемого устройства.

**СОДЕРЖАНИЕ**

ВВЕДЕНИЕ

1. ГЕНЕРАТОР КОДА БАРКЕРА

2. ФАЗОВЫЙ МАНИПУЛЯТОР

3. КАНАЛ СВЯЗИ

4.ДЕМОДУЛЯТОР

5. СОГЛАСОВАННЫЙ ФИЛЬТР

6. РЕШАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

**ВВЕДЕНИЕ**

Настоящая курсовая работа завершает изучение дисциплины "Основы компьютерного проектирования и моделирования РЭС". Цель проектирования – приобретение студентами первого опыта самостоятельной разработки радиотехнической системы с помощью пакета программ OrCAD на примере системы обнаружения многопозиционного сигнала на фоне гауссовского шума (см. рисунок 1).

**Рисунок 1 – Структурная схема обнаружителя радиосигналов**

1) генератор многопозиционного кода

2) модулятор

3) канал связи с шумом

4) УВЧ и демодулятор

5) согласованный фильтр

6) решающее устройство

Генератор сигнала 1 формирует n-позиционный сигнал (код Шермана, Баркера и т.п.), который поступает на вход модулятора 2, где осуществляется манипуляция несущей по амплитуде (АМн), либо по фазе (ФМн), либо по частоте (ЧМн). Далее высокочастотный сигнал поступает в радиоканал 3,содержащий передающую и приемную антенны и среду распространения радиоволн, в которой действуют различные источники как естественных, так и индустриальных радиопомех. Из приемной антенны ВЧ - сигнал поступает в усилитель высокой частоты (УВЧ) и демодулятор 4. Согласованный фильтр (СФ) 5 обеспечивает подавление шума (максимизирует отношение сигнал/шум в момент окончания входного сигнала). Решающее устройство 6 срабатывает при превышении заданного порогового уровня Uпор сигналом с выхода СФ и формирует короткий прямоугольный импульс. Наличие этого импульса ("1") на выходе решающего устройства (РУ) свидетельствует об обнаружении сигнала.

1. **ГЕНЕРАТОР КОДА БАРКЕРА**

Автокорреляционная функция сигнала u(t), заданного на интервале [0,T] вычисляется по формуле:

(1)

Построим график автокорелляционной функции для 7-ми позиционного кода Баркера, используя формулу (1)

 1

**Рисунок 1 – АКФ заданного кода Баркера**

Преобразование Лапласа вычисляется по формуле (1.2).

(1.2)

Прямое вычисление по формуле (1.2) становится слишком громоздким при большом числе позиций N многопозиционного сигнала u(t). В этом случае используем более простой метод, основанный на известных соотношениях и на скачкообразных изменениях сигнала Баркера:

Тогда искомое преобразование Лапласа U(s) сигнала u(t) примет вид

где U'(s) - преобразование Лапласа производной u'(t).

Найдём преобразование Лапласа семипозиционного сигнала Баркера (рисунок 2) с амплитудой А и длительностью одной позиции τ.

В соответствии с предложенной методикой рассчитаем преобразование Лапласа.

Смоделируем источник кода Баркера в пакете OrCAD, (см. рисунок А.1). Проведя анализ сигнала во временной области в программе PSpice. Выведем в графическом модуле Prob результаты – рисунок 3. На рисунке 4 можно видеть частотный спектр сигнала Баркера.

**Рисунок 3 – Сигнал Баркера**

**Рисунок 4 – Спектр сигнала Баркера**

**2. ФАЗОВЫЙ МАНИПУЛЯТОР**

Для передачи многопозиционных сигналов по радиоканалу используются дискретные виды модуляции, когда амплитуда, фаза или частота высокочастотной синусоидальной несущей меняется скачком под воздействием модулирующего сигнала u(t), т.e. имеют место, соответственно, амплитудная манипуляция (АМн), фазовая манипуляция (ФМн) и частотная манипуляция (ЧМн).

АМн используется при однополярном модулирующем сигнале типа кода Шермана, а ФМн и ЧМн применяются для передачи биполярных сигналов.

**Рисунок 5 – Структурная схема ФМн модулятора**

Наиболее распространенная схема фазового манипулятора состоит из генератора несущего колебания, несущая частота подается на два ключа в прямом состоянии, и на второй после инверсии, происходит смена фазы(см рисунок 5).

Схема фазового манипулятора, спроектированная в OrCAD, представлена на рисунке 6.

**Рисунок 6 – Фазовый манипулятор**

Принципиальная схема модулятора представлена в приложении на рисунке А.6

Промодулированный сигнал представлен на рисунке 7. Для большей наглядности на рисунке 7 так же показан его спектр и спектры (сверху вниз):колебания генератора,входного сигнала,выходного сигнала.

**Рисунок 7 – Временные зависимости и спектры модулированного колебания.**

**3. КАНАЛ СВЯЗИ**

При прохождении сигнала в среде распространения на него накладываются высокочастотные шумы. В результате детектирование полезного сигнала в смеси сигнал-шум становится затруднено.

Шум, присутствующий в канале связи, обычно распределен по закону Гаусса. Кроме того, ширина спектральной области, занимаемая шумом, значительно превосходит ширину спектра полезного сигнала. С учетом этих факторов сигнал на выходе имитатора канала связи с шумом представим в следующем виде:

где umod(t) –сигнал с выхода модулятора

n(t) –высокочастотный нормальный случайный процесс (шум).

Шумовой процесс, в свою очередь, можно разложить на два.

Здесь ξ1 и ξ2 –низкочастотные некоррелированные нормальные случайные процессы,

ω0 – центральная частота спектра шума n(t).

Таким образом, можно смоделировать условия прохождения сигнала через канал связи. Схема шумового воздействия представлена в приложении на рисунке А.3. Результаты расчета в OrCAD представлены на рисунках 8-9.

**Рисунок 8 – Сигнал после прохождения через канал передачи**

**Рисунок 9 – Спектр сигнала после прохождения через канал передачи**

**4. ДЕМОДУЛЯТОР**

ФМн-демодулятор (рисунок 10) состоит из полосового фильтра ПФ, настроенного на несущую частоту f0=1МГц, генератор опорного напряжения ГОН, который формирует синусоидальное колебание с амплитудой, частотой и начальной фазой, равными соответствующим параметрам сигнала с выхода ПФ. Принимаемое и опорное колебания складываются в сумматоре С и вычитаются в вычитающем устройстве ВУ1 так, что на входе нелинейной цепи НЦ1 имеем сумму Uпф(t)+Uoп(t), а на входе нелинейной цепи НЦ2 - разность Uпф(t)-Uoп(t). Далее сигнал с выхода НЦ2 вычитается из сигнала с выхода НЦ1 и разностный сигнал проходит через фильтр нижних частот ФНЧ, где и выделяется низкочастотный сигнал.

**Рисунок 10 – Структурная схема ФМн-демодулятора**

Для настройки ПФ проведем расчет фильтра в частотной области, и выведем АЧХ ПФ. Для численного контроля симметрии полученной АЧХ относительно частоты f0 применим функцию измерений B2freq.

Значение целевой функции **B2freq** близко к нулю, если форма АЧХ симметрична. Можно добиться такого результата, если подобрать соответствующее значение параметра B резонансного усилителя U2 (U2.B) в режиме оптимизации. При этом все остальные параметры усилителей U1 и U2 остаются фиксированными.

Цель оптимизации – найти такие значения варьируемых значений B и KFR. При оптимизации используется метод наискорейшего спуска, изложенный ниже в сравнении с методами градиента и методом релаксаций.

При использовании метода градиента на каждом шаге нужно определять значения всех частных производных оптимизируемой функции по всем независимым переменным, что требует большого объема вычислений.

Метод релаксаций обладает в этом смысле определенными преимуществами, т.к. при спуске вдоль выбранного осевого направления не требуется вычисления производных. Но движение происходит не в оптимальном направлении.

Сочетание основных идей методов релаксации и градиента дает метод наискорейшего спуска, суть которого заключается в следующем.

После того, как в начальной точке найден градиент оптимизируемой функции и тем самым определено направление ее наибыстрейшего убывания, то в случае поиска минимума целевой функции в данном направлении делается шаг спуска. Если значение целевой функции в результате шага уменьшилось, то производится очередной шаг в этом направлении, и так до тех пор, пока в этом направлении не будет найден минимум целевой функции. После этого вычисляется градиент и определяется новое направление наибыстрейшего убывания целевой функции.

В сопоставлении с методом градиента метод наискорейшего спуска оказывается более выгодным из-за сокращения объема вычислений. По сути, метод наискорейшего спуска по вычислительным затратам эквивалентен методу релаксации, но выгодно отличается от него тем, что по крайней мере первые шаги после определения градиента производятся в оптимальном направлении.

Очевидно, что чем менее резко изменяется направление градиента целевой функции, тем выгоднее использовать метод наискорейшего спуска по сравнению с методом градиента (т.е. вдали от точки оптимума). Вблизи оптимума направление градиента меняется резко, поэтому метод наискорейшего спуска автоматически переходит в метод градиента, т.к. минимум по каждому направлению находится за небольшое количество шагов

Важной особенностью метода наискорейшего спуска является то, что при его применении каждое новое направление ортогонально предыдущему. Это объясняется тем, что движение в одном направлении производится до тех пор, пока направление движения не окажется касательным к какой-либо линии постоянного уровня (так же как и в методе релаксации). Но в отличие от метода релаксации скорость сходимости к точке оптимума не зависит от ориентации системы координат.

В качестве критерия окончания поиска могут использоваться те же условия, что и в методах релаксации и градиента.

После проведения оптимизации для обоих фильтров, проведем еще раз анализ ПФ1 и ПФ2 в частотной области. Результат показан в линейном масштабе на рисунке 11.

**Рисунок 11 – АЧХ полосового фильтра**

После моделирование схемы демодулятора представленной в приложении Б.4. На выходах блоков демодуляторов получили следующие временные и частотные диаграммы (см. Рисунки 12 – 13).

**Рисунок 12 – Сигнал после детектирования**

**Рисунок 13 – Спектры сигнала после детектирования**

**5. СОГЛАСОВАННЫЙ ФИЛЬТР**

цифровой код баркер гауссовский шум

Согласованный (оптимальный) фильтр максимизирует отношение сигнал/шум на своём выходе. Структура СФ в общем случае определяется сигналом Баркера u(t) и вероятностными характеристиками шума n(t). Так, если на входе СФ действует аддитивная смесь: x(t)=u(t)+n(t), где n(t) - гауссовский белый шум, то комплексный коэффициент передачи G(jω) и импульсная характеристика g(t) фильтра имеют вид [1]:

G(jω)=kU\*(jω)еxp(-jωt0)

g(t)=ku(t0-t)

Здесь U\*(jω) - комплексно-сопряженная спектральная плотность сигнала u(t);

k -коэффициент усиления СФ, задаваемый произвольно;

t0 -временная задержка фильтра, определяемая из условия физической реализуемости:

g(t)=0, t<0 (5.1.)

Условие (5.1.) означает, что отклик фильтра на произвольное входное воздействие не может появиться раньше этого воздействия. Обычно выбирают t0=Т=Nτ - длительность сигнала u(t). Рассмотрим некоторые свойства CФ.

1 - Сигнал на выходе фильтра, согласованного с входным сигналом u(t), совпадает по форме с автокорреляционной функцией (АКФ) этого сигнала, сдвинутой по оси времени на величину t0. Это непосредственно следует из подстановки импульсной характеристики и сигнала u(t) в интеграл Дюамеля, связывающего выходной сигнал с импульсной характеристикой g(t) и входным сигналом u(t). Таким образом, выходной сигнал в момент t=t0 имеет максимум, пропорциональный энергии входного сигнала u(t).

2 - Импульсная характеристика g(t) СФ при t0=0 является зеркальным отображением сигнала u(t)

Что бы синтезировать фильтр необходимо. Найти передаточную функцию СФ. Произведем это по формуле 5.2.:

 (5.2.)

В результате получим выражение:

По передаточной функции построить принципиальную схему состоящую их линий задержек и суммирующего устройства (См. рисунок А.4).

Проанализируем схему, подключив к входу сигнал Баркера. В результате получим на выходе АКФ сигнала, сдвинутую на время задержки. Результат представлен на рисунке 14.

**Рисунок 14 – Реакция СФ на подачу сигнала Баркера**

Теперь можно подключить к входу СФ всю остальную модель. Получим следующие графики (см. рисунки 13 – 14)

**Рисунок 16 – Сигнал на выходе СФ**

**Рисунок 17 – Спектр сигнала на выходе СФ**

1. **РЕШАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО**

Решающее устройство предназначено для формирования импульса прямоугольной формы момент, когда напряжение с выхода СФ превысит заданный пороговый уровень Unop. Факт наличия прямоугольного импульса на выходе РУ свидетельствует об обнаружении сигнала.

В качестве РУ обычно используют операционные усилители в нелинейном режиме, триггеры Шмитта и компараторы. В настоящей курсовой работе применим схему РУ на компараторе K521CA2 в интегральном исполнении.

Принципиальную схему см. рисунок А.5.

Делитель R1, R2 задаёт порог срабатывания компаратора:

Uпор=R2/(R1+R2)⋅E

Напряжение питания E=10В. Полагая R2=1ком, находим R1 (пороговое напряжение Unop определено при анализе СФ).

R1=2965 Ом

Выполнив расчет модели в PSpice, на выходе получили прямоугольный сигнал, свидетельствующий об обнаружении сигнала, значит устройство разработано правильно. (См. рисунок 17)

**Рисунок 17 – Сигнал на выходе решающего устройства**

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данной курсовой работе была разработана радиотехническая система детектирования многопозиционного цифрового кода Баркера на фоне шума. Также бала разработана система формирования фазово-манипулируемого сигнала. Был рассмотрен принцип согласованной фильтрации сигнала. В процессе работы над курсовым проектом были получены навыки разработки радиотехнических систем в среде OrCAD:блочная структура проектирования в OrCAD Capture, анализ схем с помощью программы PSpice, работа с полученными данными в постпроцессоре Probe, оптимизация параметров схемы в Otimizer.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Баскаков С.М. Радиотехнические цепи и сигналы. М.: Высшая школа, 1983. - 536с.

2. Бочкарев В.А. Методические указания к лабораторным работам по курсу "Основы компьютерного проектирования и моделирования РЭС", СГАУ, 2007.- 42с.

3. В.Д.Разевиг. Система проектирования OrCAD 9.2. - М.: Солон-P, 2001. - 528с., ил.

4. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. М.: Мир, 1982. - 512с.

5. Ю. И. Болотовский, Г.И. Таназлы. OrCAD. Моделирование. "Поваренная" книга. 2005. - 200 с. - (Серия "Библиотека студента")

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**

**Рисунок А.1 – Генератор Баркера**

**Рисунок А.2 – Канал связи**

**Рисунок А.3 – ФМн Демодулятор**

**Рисунок А.4 – Согласованный фильтр**

**Рисунок А.5 – Компаратор**

**Рисунок А.6 – Фазовый модулятор**