

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛА ДЛЯ СКАНИРУЮЩЕГО ПРИЕМНИКА AOR AR5000A

Д.А. Когогин

Филиал ФГАОУВПО КФУ в г.Зеленодольск

ВВЕДЕНИЕ

Главной целью данной работы является построение Автоматизированного приемного комплекса (АПК) для исследований характеристик радиоволн, распространяющихся через ионосферу. Данный комплекс позволит проводить получение необходимой информации и производить её обработку в реальном времени, создавать и накапливать банки данных для последующей, более углубленной обработки и сравнения результатов этих, данных с теоретическими модельными представлениями. АПК включает в себя: антенно-фидерное устройство, коммутатор, радиоприемные устройства AOR AR5000A (диапазон: 0.01 - 3000 МГц), аналого-цифровой преобразователь LCARD E2010 (АЦП), модуль синхронизации времени (Trimble Thunderbolt-E GPS), промышленный компьютер Fastwel AdvantiX, контрольный цифровой осциллограф RIGOL DS1202CA.

РАЗРАБОТКА БЛОК-СХЕМЫ

Основной задачей эксперимента на первом этапе является построение устройства для получения квадратурных составляющих аналогового сигнала с последующей оцифровкой их в АЦП. Преобразование сигнала в цифровой осуществляется с помощью АЦП LCARD E2010. Данный АЦП обладает полосой пропускания сигнала для каждого канала равной 1,2 МГц. Требуется преобразовать сигнал с несущей частотой 10,7 МГц, который является выходным для приёмника AOR AR5000A. Так как используемый АЦП не способен произвести обработку сигнала непосредственно на частоте 10,7 МГц стоит задача собрать дополнительную схему преобразования частоты, которая понизит ПЧ приемника (10,7 МГц) до частоты, которую сможет обработать АЦП. Для получения полной информации о сигнале предлагается использовать метод квадратурной дискретизации или квадратурного гетеродинирования. Процедура сдвига спектра осуществляется умножением на колебание гетеродина с последующей фильтрацией и выделением нужной составляющей. Использование квадратурных составляющих обусловлено тем, что в большинстве случаев исследуемые сигналы являются узкополосными. Узкополосные колебания $U(t) = A(t)\cos(\omega_0 t + \varphi(t))$ (где A - амплитуда, ω_0 - частота, φ - фаза колебания, изменяющиеся во времени t) можно представить в виде:

$$U(t) = A(t)\cos\varphi(t)\cos\omega_0 t - A(t)\sin\varphi(t)\sin\omega_0 t$$

где $A(t)\cos\varphi(t)$ и $A(t)\sin\varphi(t)$ называют квадратурными составляющими, которые можно рассматривать как действительную и мнимую части комплексной огибающей. Измерения мгновенных значений уровня квадратурных

составляющих позволяют получить информацию о временных и спектральных характеристиках амплитуды и фазы сигнала, доплеровского смещения частоты.

Кратко опишем способ получения квадратурных составляющих. Входным сигналом является сигнал со 2-ой промежуточной частоты (ПЧ) приёмника AOR AR5000A (10,7 МГц), спектр которого переносится в низкочастотную область (700 кГц), за счёт умножения сигнала с ПЧ приёмника на опорный сигнал гетеродина с частотой 10 МГц (гетеродин - это GPS приёмник с постоянной частотой 10 МГц). Необходимость данной операции обусловлена ограничением частоты среза (1,2 МГц) фильтра нижних частот (ФНЧ) на входе АЦП. Далее сигнал разделяется на две ветки. По первой сигнал проходит без изменения, что соответствует получению действительной составляющей комплексной огибающей, а по второй подвергается повороту фазы на 90 градусов, что соответствует получению мнимой составляющей. Далее обе составляющие поступают на входы АЦП, где после низкочастотной фильтрации происходит оцифровка. Полученный сигнал сохраняется на НЖМД ПК Fastwel AdvantiX для осуществления дальнейшей обработки.

С учётом всего выше сказанного строим блок - схему устройства, позволяющего получить квадратурные составляющие сигнала.

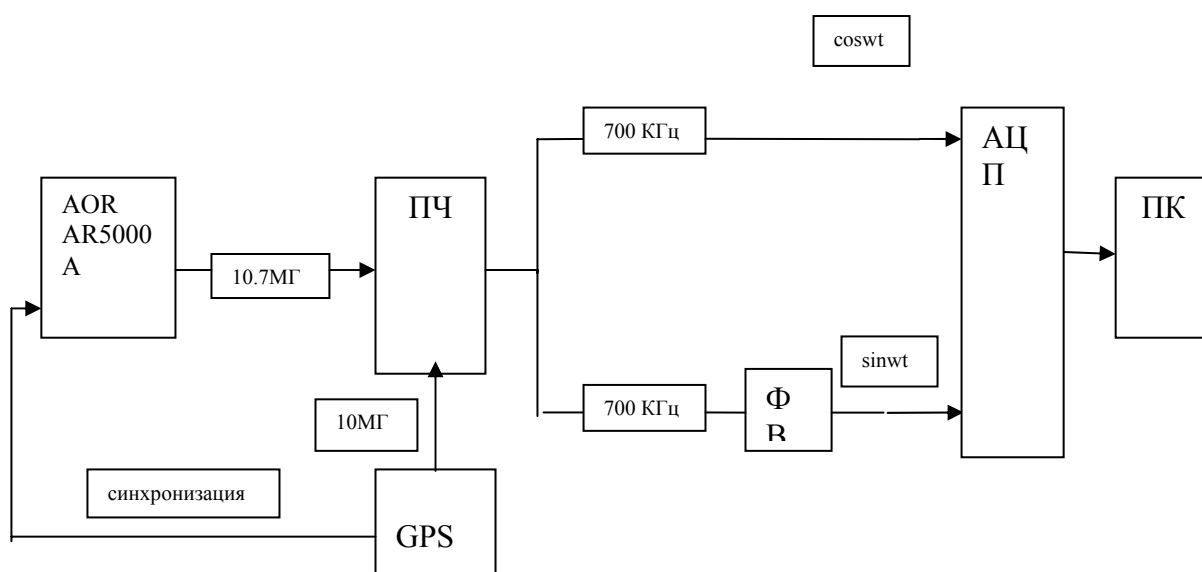


Рис.1.Блок-схем цифровой обработки сигнала для приёмника AOR AR-5000

Далее кратко описаны узлы которые необходимо построить для реализации блок-схемы, представленной на рис.1. Такими узлами являются преобразователь частоты и фазовращатель. Моделирование данных устройств в соответствии с реальным режимом работы осуществлялось в программе схемотехнического моделирования Micro-Cap 9.0 .

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФАЗОВРАЩАТЕЛЯ НА 90°

Фазовращатель строится на основе высокочастотного фазовращателя (ВЧФ) LC 2 порядка. Данная схема обеспечивает приемлемый уровень отклонения от 90° в пределах полосы 220 КГц (580-820 КГц), проста в реализации, необходимо лишь 4 элемента: 2 индуктивности и 2 емкости.

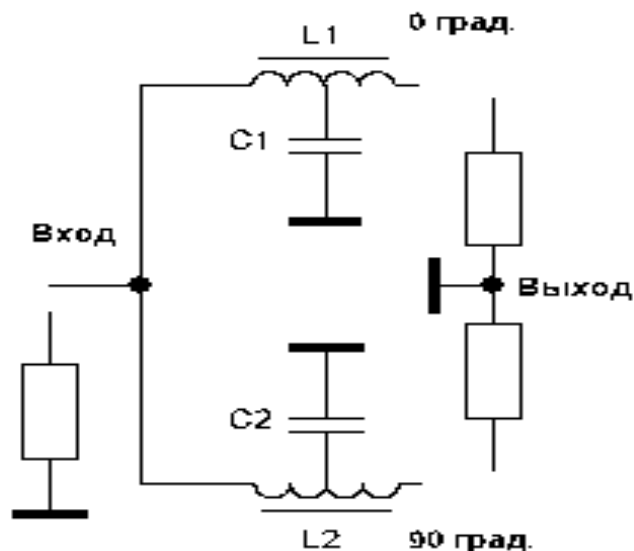


Рис. 2. ВЧФ LC 2 порядка

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ЧАСТОТЫ

Преобразование частоты осуществляется с помощью схемы приведенной на рис. 3. Преобразователь частоты осуществляет перенос спектра сигнала из частотной области 10,7 МГц в область 700 КГц. Входным сигналом, поступающим в базовую цепь транзистора, являющегося смесителем ПЧ, является сигнал с приёмника AOR AR5000A, сигналом гетеродина, поступающим в эмиттерную цепь - высокостабильный источник GPS с частотой 10 МГц. Колебательный контур настраивается на частоту 700 КГц. В результате, на выходе ПЧ сигнал будет иметь несущую частоту равную 700 КГц.

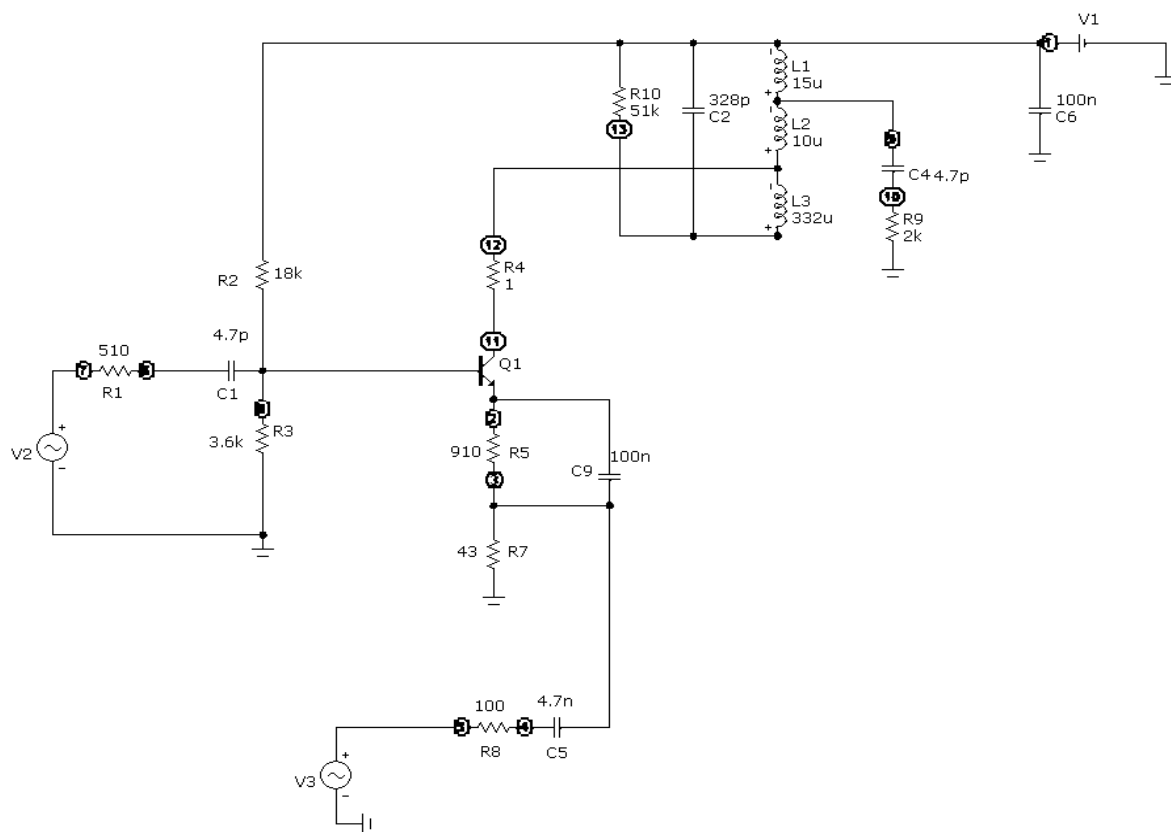


Рис. 3 Схема преобразователя частоты

ВЫВОД

Таким образом, с помощью компьютерного схемотехнического моделирования рассчитаны основные узлы устройства для получения квадратурных составляющих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. К.Е. Румянцев «Радиоприёмные устройства» ,Москва, Издательский центр «Академия», 2006 г.- 336 с.
2. В.В. Фриск , В.В. Логвинов «Основы теории цепей. Основы Схемотехники. Радиоприёмные устройства. Лабораторный практикум на персональном компьютере, Москва, Салон-Пресс, 2008 -608с.
3. А.Дж. Пейтон, В.Воли «Аналоговая электроника на операционном усилителе» Бином, 1994 г- 352с.
4. Справочник по Micro-Cap.