

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК _____

Радионович
Владислав Валерьевич

Синхронизация сигналов в цифровых системах радиосвязи

АВТОРЕФЕРАТ

на соискание степени магистра технических наук

по специальности 1-39 80 02 «Радиотехника, в том числе системы и
устройства радионавигации, радиолокации и телевидения»

Научный руководитель:
Матюшков Александр Леонидович
Кандидат технических наук, доцент

Минск 2019

ВВЕДЕНИЕ

Система ФАПЧ (система фазовой автоподстройки частоты), как следует из ее названия, является системой автоматического регулирования (следящей системой), частота настройки которой определяется частотой управляющего сигнала, а сигналом рассогласования является разность фаз управляющего сигнала и сигнала обратной связи. В связи с тем, что настройка осуществляется по разности фаз, система является астатической по отношению к частоте: в установившемся режиме частота настройки точно равна частоте управляющего сигнала.

Системы фазовой синхронизации нашли в настоящее время широкое применение во многих областях радиотехники, таких как радиопередающие и радиоприемные системы, радиолокация и радионавигация, радиоизмерительная техника и т.д. В качестве примера можно привести современные цифровые радиоприемные системы, в которых с помощью СФС решается целый ряд задач. Среди них синхронизация несущих колебаний, синхронизация и демодуляция поднесущих и модулирующих колебаний, синхронизация и демодуляция двоичных символов цифровой информации, синхронизация и свертка псевдослучайной последовательности в системах связи с использованием широкополосных сигналов.

Синхронизация необходима в любых цифровых системах связи. Однако, системы связи постоянно совершенствуются, что, соответственно, ведет к совершенствованию систем синхронизации.

Сложная реализация оборудования связи, являющаяся следствием возрастающих требований к объемам передачи информации в цифровых системах связи, остро связана с проблемой синхронизации приема и декодирования радиосигналов. Синхронизация в цифровых системах связи предназначена для обеспечения синфазного начала обработки элементов цифрового сигнала и распределения кодовых комбинаций по адресатам. Необходимость синхронизации обусловлена недостаточной стабильностью тактовых частот.

Целью данной работы является получение количественных характеристик влияния нестабильности опорного генератора передатчика цифровой радиолинии на вероятность битовой ошибки.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Система фазовой автоподстройки частоты – это схема с обратной связью, содержащая генератор, управляемый напряжением, который постоянно подстраивает частоту своего сигнала так, чтобы она совпадала с частотой входного сигнала. На протяжении нескольких десятилетий ФАПЧ являются широко распространенными в радиоэлектронике и схемотехнике и используются для генерации, стабилизации, модуляции/демодуляции, фильтрации или восстановления сигнала с шумами, а также для сглаживания эффекта прерывания опорного сигнала.

В современных цифровых приемниках опознать этот контур может быть трудно, но его функциональный эквивалент присутствует практически всегда. Контур ФАПЧ самоуправляем, причем управляющим параметром является фаза локально генерируемой копии поступающего несущего сигнала. Контур ФАПЧ состоит из трех основных компонентов: детектора фазы, контурного фильтра и генератора, управляемого напряжением (ГУН). Детектор фазы – это устройство, измеряющее различия фаз поступающего сигнала и локальной копии. Если поступающий сигнал и его локальная копия изменяются относительно друг друга, то эта разность фаз (или рассогласование по фазе) – это зависимый от времени сигнал, поступающий на контурный фильтр. Контурный фильтр регулирует отклик контура ФАПЧ на эти изменения сигнала. ГУН – это генератор, выходная частота которого является линейной функцией входного напряжения (в определенном рабочем диапазоне частот). Положительное входное напряжение приведет к тому, что выходная частота ГУН будет выше управляемого значения, тогда как отрицательное напряжение приведет к тому, что частота ГУН будет меньше этого значения. Синхронизация по фазе достигается путем подачи фильтрованной версии разности фаз (т.е. рассогласования по фазе) между входным сигналом с ГУН.

В диссертации в результате выполнения работы необходимо решить следующие задачи:

- рассмотреть типовые схемы фазовой автоподстройки частоты;
- произвести выбор и обоснование блоков схемы фазовой автоподстройки частоты;
- произвести моделирование схем фазовой автоподстройки частоты и указать их преимущества и недостатки;
- выполнить анализ полученных данных при варьировании основных параметров передачи данных.

Разработанные модели могут использоваться при проектировании радиоприемного оборудования, а также в учебном процессе.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, дается краткая характеристика ее разработанности, определяются объект и предмет исследования, цель и задачи, указана теоретико-методологическая основа, формулируются основные положения диссертации, выносимые на защиту.

Вторая глава «Анализ типовых схем фазовой синхронизации» приводятся примеры некоторых схем фазовой автоподстройки частоты, проведено краткое описание блоков фазовой автоподстройки.

В подразделе 2.1 описана простая схема фазовой автоподстройки частоты, произведено описание блоков этой схемы, проведено моделирование в пакете Simulink. Были сняты осциллограммы работы схемы и сделаны выводы о ее работоспособности.

В подразделе 2.2 рассмотрена синфазно-квадратурная схема, описаны ее преимущества и недостатки, также проведено моделирование в среде Simulink, получены осциллограммы работы и сделаны выводы.

Третья глава «Моделирование системы фазовой синхронизации» была рассмотрена более сложная схема фазовой автоподстройки частоты.

В подразделе 3.1 приведен список блоков из библиотеки Simulink, и дано их краткое описание.

В подразделе 3.2 данные блоки соединяются и настраиваются в соответствии с параметрами, проводится моделирование в среде Simulink, также появилась необходимость выполнить проверку работоспособности данной схемы. Для этого из библиотеки Simulink был взят специальный блок фазовой автоподстройки частоты.

Четвертая глава «Исследование системы фазовой синхронизации» была использована модель из прошлой главы и изменялись основные параметры систем связи, такие как скорость передачи данных и отношение сигнал/шум. Также показано влияние различных скоростей передачи информации при определенных отношениях сигнал/шум на коэффициент битовых ошибок и влияние различных отношений сигнал/шум при определенных скоростях передачи данных на коэффициент битовых ошибок при определенном уходе частоты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе обзора литературы было установлено, что одним из основных требований к современной системе радиосвязи является синхронизация сигналов, так как работа большинства современных радиолиний различного назначения (телеметрических, связных, командных, траекторно-измерительных и др). Показано, что роль систем синхронизации постоянно возрастает из-за постоянной эволюции систем связи.

В дальнейших главах были рассмотрены типовые схемы фазовой автоподстройки частоты, сняты осциллограммы их работы, сделаны некоторые выводы о корректности работы этих схем. Было произведено моделирование системы фазовой автоподстройки частоты. Была выполнена проверка корректности работы смоделированной системы при помощи стандартного блока из библиотеки Simulink.

В рамках исследования при моделировании было произведено варьирование основных параметров, таких как отношение сигнал/шум и скорость передачи данных и была сделана оценка их влияния на коэффициент битовых ошибок т.е. оценка их влияния на качество связи. Получены графики изменения величины относительной BER ошибки при передаче цифровых данных от отклонения несущей частоты. В этих графиках были учтены различные скорости передачи данных при определенном отношении сигнал/шум и наоборот: различные значения отношения сигнал/шум при определенной скорости передачи данных. Была составлена таблица со значениями ухода частоты и коэффициентов битовых ошибок и сделаны выводы о влиянии нестабильности на качество связи.

В диссертации в результате выполнения работы были решены следующие задачи:

- рассмотрены типовые схемы фазовой автоподстройки частоты;
- произведен выбор и обоснование блоков схемы фазовой автоподстройки частоты;
- произведено моделирование схем фазовой автоподстройки частоты и указаны их преимущества и недостатки;
- выполнен анализ полученных данных при варьировании основных параметров передачи данных

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1-А] Радионович В.В. Блок синхронизации и демодуляции УКВ тактической радиостанции / В.В Радионович // Информационные радиотехнологии: материалы 54-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. – Минск : БГУИР, 2019.

[2-А] Радионович В.В. Фазовращатель системы фазовой синхронизации цифрового радиоприемного тракта / В.В Радионович // Информационные радиотехнологии: материалы 54-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. – Минск : БГУИР, 2019.

[3-А] Радионович В.В. Особенности постановок задач по оптимизации размещения рекламной продукции и методов их решения / В.В Радионович // Информационные радиотехнологии: материалы 55-й научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР. – Минск : БГУИР, 2019.