РАЗДЕЛ XIII. РАДИОТЕХНИКА

Зверев А.П.¹, Булгаков В.О.², Гладких М.В.³, Зайцев А.А.³

Генераторы, управляемые напряжением и их использование сегодня в связи

¹Мытищинский научно исследовательский институт радиоизмерительных приборов²ООО «Виантек»³АО НППО «Пульсар»
(Россия, Мытищи)

doi: 10.18411/lj-11-2020-65

idsp: ljournal-11-2020-65

Аннотация

В статье на основе анализа поднят вопрос о возможности использования генераторов, управляемых напряжением и кварцевых генераторов, приводятся характеристики ГУН (генераторов управляемых напряжением) и области применения, а также те достоинства, которые на сегодняшний день присущи данному виду кварцевых резонаторов.

Ключевые слова: кварцевый генератор, генератор, управляемый напряжением, фазовая автоподстройка частоты, частота работы, характеристики генераторов управляемых напряжением.

Keywords: quartz generator, voltage-controlled generator, phase-locked frequency tuning, frequency of operation, characteristics of voltage-controlled generators.

Сегодня требования к стабильности частоты возрастают. Это связано с тем, что на современном этапе практически все радиотехнические системы и устройства предполагают в своем составе наличие генераторов высокостабильных колебаний. Одной из решений данной задачи для ранее названных систем может быть использование генераторов управляемых напряжением (ГУН).

Генераторы управляемые напряжением, называют устройство генерирования колебаний, для которого частота сигнала определяется управляющим напряжением (УП). Данное УН как правило задействуется на входе управления и позволяет перенастроить генератор в необходимом диапазоне частот. Таким образом, в ГУН происходит изменение величины управляющего напряжения, которое изменяется в широком диапазоне от $U_{\min}$ до $U_{\max}$. В номинал выходной частоты в диапазоне от минимального значения $F_{\min}$, до максимального $F_{\max}$ [1,2,3]

Рисунок 1. Основные параметры и характеристики ГУН

Основные параметры и характеристики ГУН:

- диапазон частоты перестройки ГУН (его диапазон).
- перестройки ГУН по частоте (крутизна наклона).
- перестройка ГУН по частоте (характеристика).
- перестройки по частоте (включая ее нелинейность).
- значение мощности входного сигнала.
- девиация от номинальной величины мощности.
- влияние температуры от выходной мощности
- влияние частоты от температуры.
- перестройка частоты по времени.
- остаточная расстройка.
- временные уходы частоты.
- влияние температуры на уход частоты ГУН и др.

Как ранее указывалось, для формирования сетки опорных частот, с помощью которых обрабатываются сигналы в радиочастотном блоке, обычно используются генераторы, управляемые напряжением, частоты которые стабилизируются с помощью схемы ФАПЧ. Такое решение обусловлено тем, что многообразие блоков радио частот (РЧ) требует наложения значительного диапазона рабочих частот. Вариакпы обычно используются в определенном диапазоне частот, с целью его перестройки.

Эталонное высокочастотное колебание, необходимое для функционирования сетки частот, формируется с помощью генератора. Кварцевый генератор стабилизирует данную частоту.

Отличие данных генераторов от опорных генераторов состоит в том, что опорный генератор обычно имеет резонатор или колебательный контур, который обладает высокой добротностью и вместе с этим он обеспечивает очень устойчивые колебания.

Цель подстройки любого генератора при этом определяется как дополнительное улучшение долговременной стабильности формируемого опорного сигнала. Точная подстройка осуществляется за счет температурной компенсации в термокомпенсированных кварцевых генераторах.

Стоит особенно отметить, что сегодня промышленность способна выпускать ГУН, обладающие различными характеристиками и параметрами с различным диапазоном частот 4-6 ГГц и выше.

Рассмотрим и определим, каким же образом происходит преобразование частот в супергетеродинном приемнике и сопоставим его с ГУН. Итак, в сегодняшнем супергетеродинном приемнике что мобильной, что стационарной связи как правило используется двойное или тройное преобразование частоты[4]. Частота преобразовывается или с 900 МГц (сотовый диапазон 2G) или с 1800 МГц (РС диапазон) до частот ПЧ (промежуточной частоты) 90 – 440 МГц.

Затем этот сигнал преобразуется на более низкую частоту или демодулируется в цифровой сигнал при помощи ПЧ ГУН. В передающем тракте или используется прямая модуляция, или может использоваться схема с двухступенчатым или однократным преобразованием частоты, в этом случае необходимо будет уже использовать два ГУН. Следовательно, в блоках приемопередатчика связи сегодня применяют несколько ГУН, особенность которых состоит в том, что они работают на разных диапазонах. В настоящее время абонентские устройства систем и стационарной, и подвижной связи работают не в одном, а в нескольких диапазонах частот с возможностью быстрого переключения между ними. Стоит отметить, что при этом ГУН в этих устройствах, обязан обеспечивать возможность быстрой перестройки частот. [1,2]

Итак, рассмотрев кварцевые генераторы и ГУН, определим какие же существуют у них отличия. Самое главное отличие генераторов состоит в том, что

опорный генератор обычно имеет резонатор или колебательный контур с высокой добротностью, который обеспечивает очень устойчивые колебания. Основной целью подстройки является обеспечение улучшения долговременной стабильности формируемого опорного сигнала за счет точной подстройки или осуществления температурной компенсации в термокомпенсированных кварцевых генераторах [4]. ГУН же, перестраиваемый по частоте, имеет колебательный контур с относительно низкой добротностью, что позволяет обеспечить требуемый диапазон перестройки выходной частоты.

Для перестройки генераторов по частоте в определенном диапазоне частот обычно используются варикапы. Однако известны случаи, когда варикапы в ГУН используются также для модуляции.

К используемым в РЧ современным средствам связи, а именно к гетеродинам, предъявляются достаточно жесткие требования. Во-первых, они должны обеспечивать генерацию сигнала с переменной частотой, позволяя производить управление процессом установки частоты с помощью петли фазовой автоподстройки (ФАПЧ), во-вторых выходной сигнал должен содержать низкий фазовый шум, в-третьих гармоники основного сигнала и побочные составляющие должны иметь малый уровень [1,3].

С учетом сказанного ранее, рассмотрим далее графики ГУН полученные экспериментальным путем.

Проанализируем первый график (рисунок 2): он характеризует зависимость поданного напряжения от частоты. Из данного графика видно, что независимо от температуры, а именно ее изменения от 25°C до 85°C кривые на графиках практически не изменяются, находятся вблизи друг друга. Изменения происходят только при подаче различного напряжения. Данный факт подчеркивает, что независимо от температуры, управляя только напряжением возможно добиться изменения частоты генератора.

Рисунок 2. Зависимость частоты от напряжения управления ГУН

На втором графике (рисунок 3) представлена зависимость мощности сигнала от поданного напряжения. Как видно из графика, при температуре 25, 60 °C мощность шума практически одинакова. Стоит отметить провал характеристики при напряжениях 3,5 - 3,7 В. Данное явление вызвано изменениями в колебательном контуре, при напряжениях 8В и далее наступает процесс выравнивания мощности. Также заметим,

что температура в пределах 85°C , характеризует более плавный выброс мощности, чем две другие, а при напряжении 8В наступает режим стабилизации.

Рисунок 3. Зависимость выходной мощности от напряжения управления ГУН

На рисунке 4 показано изменение фазового шума от напряжения управления. Из графика видно, что также при напряжении 3,5 - 3,7 В начинается резкое увеличение фазового шума, которое связано с большими изменениями в колебательном контуре.

Рисунок 4. Зависимость фазового шума от управляющего напряжения ГУН

Таким образом, поставленная задача минимизации уходов частоты на сегодняшний день в технике может быть решена. Одним из вариантов решения данной проблемы будет использование ГУН в устройствах. Приведенные выше графики показывают, что можно практически свести к нулю уходы частоты при определенных напряжениях, а также уменьшить фазовый шум, который присущ данному виду

генераторов. Особенно эти решения найдут свое широкое применение в системах навигации, космических устройствах и других средствах связи, включая Арктические системы приема и передачи информации ввиду того, что данные устройства требуют минимальных уходов частоты, ввиду того, что не всегда на сегодняшний день можно добиться, используя кварцевые генераторы. Стоит отметить также в качестве достоинства их низкое энергопотребление.

1. Л.В. Белов Компоненты синтезаторов стабильной частоты. Генераторы, управляемые напряжением. Электроника № 1 2004 с.56 - 60.
2. Leeson D.B. A simple model of feedback oscillator noise spectrum. Proc. IEEE, vol. 54, pp. 329-330, Feb. 1966.
3. Кудрявцев Е.М. MathCad 8 – М.: ДМК, 2000.
4. Разевиг В.Д. Схемотехническое моделирование с помощью Micro Cap 7. - М.: Горячая линия – Телеком, 2003.
5. Зверев А.П., Давлятшина А.А., Першуков В.В., Зверев В.А. Способ поддержания высокой термостабильности кварцевого генератора с использованием полупроводниковой термоэлектрической батареи, основанной на элементе Пельтье. Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук № 12 . 2019. С.45 – 48.

Фенюк Е.Е., Щербинко А.В.

Когнитивные радиолокационные системы

*Научно-Исследовательский Центр «РЕЗОНАНС»
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/lj-11-2020-66

ids: ljjournal-11-2020-66

Аннотация

Целью настоящей статьи является обсуждение понятийного аппарата при разработке и создании когнитивных радиолокационных систем, основанных на использовании нейросетей.

Ключевые слова: когнитивные радиолокационные станции, нейросети.

Abstract

The purpose of this article is to discuss the conceptual framework for the development and creation of cognitive radar systems based on the use of neural networks.

Keywords: cognitive radar stations, neural networks.

Понятия когнитивности систем

Термин «когнитивные системы» в радиолокации появился сравнительно недавно.

История истоков и спектр проблем, которые рассматриваются в системном подходе, изложена в «Ежегоднике Системные исследования», который издавался Институтом естествознания и техники РАН начиная с 1969 года.

Система – это целое, собранное из элементов. Всем нам известно множество систем – автомобили, компьютеры, Элементами автомобиля являются кузов, двигатель, подвеска, трансмиссия. Каждый элемент сам состоит из меньших элементов. В целом, собранные определенным образом элементы и составляют автомобиль, обладающий новыми свойствами, отличными от свойств отдельных элементов.

В системном подходе очень важно уловить идею целостности (холизма), которую сформулировал английский философ ЯН ХРИСТИАН СМЭТС в книге Холизм и эволюция, вышедшей в 1926 году. Однако намного раньше Сократ утверждал, что целое больше, чем сумма его частей. В очень упрощенном виде можно сказать, что система имеет новые качества, которых нет у ее элементов. Компьютер