

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ЛЭТИ» ИМ. В.И. УЛЬЯНОВА (ЛЕНИНА)
Кафедра математического обеспечения
и применения ЭВМ

РЕФЕРАТ
ОБЗОР ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Тема: Математическая модель и программная реализация алгоритма
обнаружения аномалии частоты нейро-нечёткой сети

Студентка гр. 4303

Колосова О.В.

Преподаватель

Санкт-Петербург

2019

Обзор предметной области

Предметная область – радиотехника, а конкретно, средства фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) генераторов, формулирующих на своём выходе гармонический (синусоидальный сигнал).

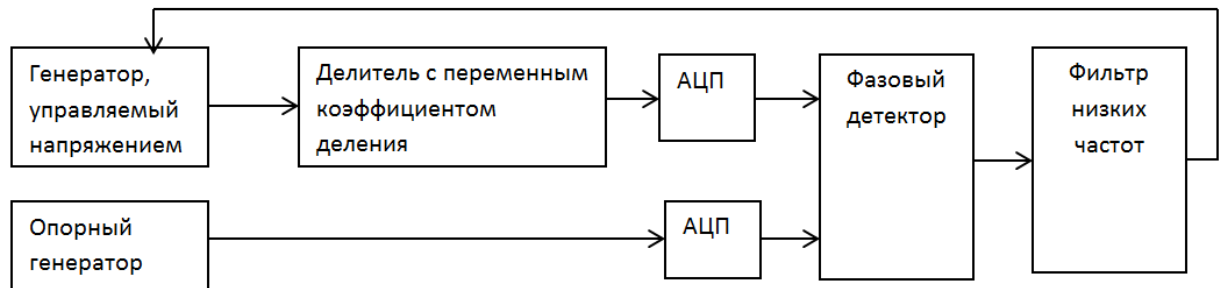


Рисунок 1 Классическая система ФАПЧ

В состав фазовой автоподстройки частоты входят последовательно соединенные элементы: опорный и подстраиваемый генераторы, аналого-цифровые преобразователи, фазовый детектор, понижающий фильтр, цифровой синтезатор, модуль анализа и обработки сигналов, генератор управляемый напряжением. Реализация метода осуществляется следующим образом. Пройдя через аналого-цифровые преобразователи, выходные сигналы генераторов поступают на вход фазового детектора, где фаза сигнала подстраиваемого генератора сравнивается с фазой сигнала опорного. Полученный сигнал разности проходит через понижающий фильтр и используется в генераторе управляемом напряжением для формирования сигнала подстройки.

В классической ФАПЧ при практическом осуществлении возникают проблемы стабилизации частоты выходного сигнала подстраиваемого генератора в условиях кратковременного пропадания опорного сигнала или возникновения в нём частотных флуктуаций различного рода. Для исправления этой проблемы нужно добавить дополнительный блок в классическую систему ФАПЧ, как показано на рисунке 2, который будет обрабатывать полученные измерения.

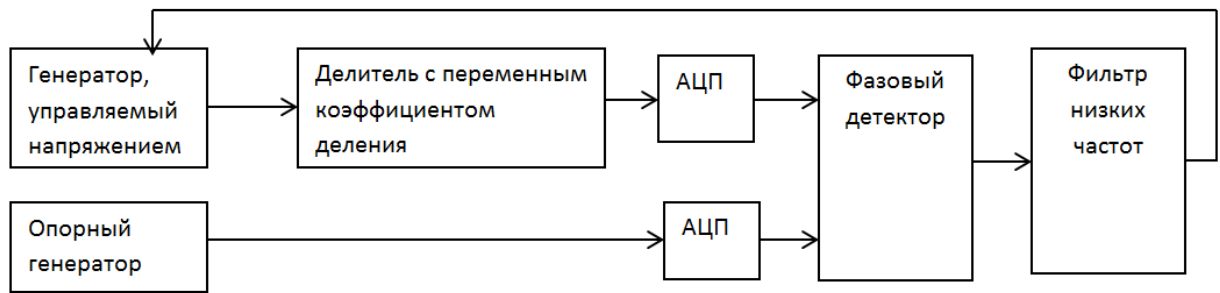


Рисунок 2 Измененная система ФАПЧ

Известные методы решения проблемы:

- ✓ Метод наименьших квадратов
- ✓ Фильтр Калмана
- ✓ Вариация Аллана

1) Метод наименьших квадратов

Это метод основанный на минимизации суммы квадратов отклонений некоторых функций от искомым переменных.

$$F(a, b) = \sum_{i=1}^n (y_i - (ax_i + b))^2,$$

где $a = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - (\sum_{i=1}^n x_i)^2}$, $b = \frac{\sum_{i=1}^n y_i - a \sum_{i=1}^n x_i}{n}$ – коэффициенты прямой.

Суть данного метода заключается в следующем. На первом этапе анализа берется «m» выборок и находится среднее отклонение частоты, на основе которого прогнозируются следующие флуктуации. Параллельно расчету выборок ведется реальное измерение текущей ошибки. На следующем этапе находится разность между предсказанным значением ошибки и реально измеренным. Если полученный результат разности находится в пределах диапазона флуктуаций сигнала, то скачок обнаружен. Недостатком способа является то, что размерность обнаруживаемого скачка зависит от количества «m» выборок: чем больше выборок, тем больше размерность скачка, т.е. меньше точность определения флуктуаций.

2) Фильтр Калмана

Это рекурсивный фильтр, оценивающий вектор состояния динамической системы, используя ряд неполных и зашумленных измерений.

Фильтр позволяет обнаружить флуктуации разного рода и спрогнозировать будущее состояния системы в виде управляющего сигнала без ошибок измерений. Однако формирование сигнала прогнозирования требует времени для накопления статистических данных и вычислительные затраты.

3) Вариация Аллана

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n-1} \delta_{0i}^2}{2(n-1)}},$$

где δ_{0i} – значение относительной вариации измеренного значения частоты при i -м измерении;

n – число измерений.

После получения достаточного количества информации Вариацию Аллана можно использовать для расчета распределения шумов при различных временных усреднениях, но при возникновении скачка фазы или частоты, измерения сбиваются и дают ложные показания.