

АНАЛИЗ СИСТЕМ С ФАЗОВОЙ АВТОПОДСТРОЙКОЙ ЧАСТОТЫ

Филипович П. И., Воробьева Ю. В.

Кафедра теоретических основ электротехники

Научный руководитель: Шилин Л.Ю., декан ФИТиУ, д - р техн. наук, проф.

e-mail: filipovich_pavel@mail.ru

Аннотация — Работа посвящена расчету фильтрации помех кольцом фазовой автоподстройки частоты с дробным делителем с переменным коэффициентом деления.

Ключевые слова: автоподстройка частоты

Системы фазовой автоподстройки частоты широко используются в системах связи электросвязи для реализации разнообразных функций, включая модуляцию, демодуляцию, обработку сигнала, восстановление несущей и тактовой частоты, генерацию частоты, синтез частот и множество других приложений в области электросвязи. Схемы ФАПЧ используются в передатчиках и приемниках, при аналоговой и дискретной модуляции, а также при передаче цифровых сигналов.

В сущности, ФАПЧ — это система автоматического управления.

Используя данный принцип, строят синтезаторы частот [1]. Автор остановил свой выбор на современной технологии построения синтезаторов частоты с использованием делителя с дробным переменным коэффициентом деления (ДДПКД) и цифровой компенсацией побочных составляющих.

Структурная схема синтезатора показана на рис. 1.

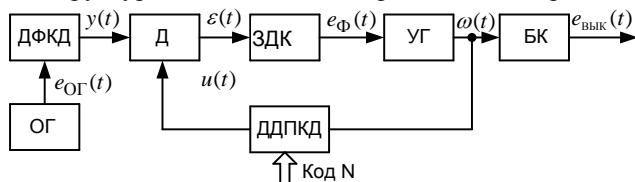


Рис. 1. Структурная схема

однокольцевого синтезатора частот с импульсно-фазовым управлением:

ДФКД – делитель частоты с фиксированным коэффициентом деления; Д – дискриминатор; БК – буферный каскад; ДДПКД – дробный делитель частоты с переменным коэффициентом деления

Дробный коэффициент деления получается путем изменения коэффициента деления обычного делителя периодически таким образом, что средний коэффициент деления будет содержать дробную часть. Например, для получения дробной части коэффициента деления $M/1$ необходимо каждый десятый цикл использовать коэффициент деления $N+1$. Тогда средний коэффициент деления составит:

$$N_{\text{ср}} = \frac{9 \cdot N + (N+1)}{10} = N + \frac{1}{10}$$

Применение ДДПКД позволяет уменьшить шаг перестройки частоты по сравнению с обычным ДПКД.

Расчет синтезаторной системы ФАП сводится к

определению требований к петлевому фильтру нижних частот (ФНЧ) при безусловном обеспечении устойчивости системы и требуемых характеристик выходного колебания. Часть исходных параметров для расчета необходимо задавать волевым способом, а часть брать из справочников и описаний.

После задания требуемого диапазона синтезируемых частот, шага сетки и полосы перестройки ГУН, следует нахождения максимальной крутизны управляющей характеристики выбранного ГУН. Затем задается значение частоты сравнения в кольце ФАП. Далее рассчитывается коэффициент деления N тракта приведения частоты ГУН для дальнейшего нахождения приведенной к частоте сравнения полосы удержания (перестройки) ГУН.

Затем строятся асимптотические логарифмические АЧХ для полосы перестройки ГУН и его полосы удержания. Отметим, что ГУН всегда усиливает помеху, приходящую (просачивающуюся) на его управляющий вход.

Построение ЛАХ кольца АФАП с ДДПКД практически ничем не отличается от построения ЛАХ обычного кольца АФАП с ДПКД [2]. Строим ЛАХ «ГУН-интегратор», ЛАХ «дискриминатор-интегратор» и их суммарную ЛАХ, которая будет иметь отрицательный двойной наклон -40 дБ/дек.

При расчете кольца АФАП с ДДПКД приходится, как правило, существенно корректировать параметры петлевого фильтра для обеспечения требуемого (и равномерного) подавления помех дробности и сохранения устойчивости кольца во всем диапазоне изменения коэффициента деления.

Расчет кольца заканчивается определением требований к петлевому ФНЧ — его АЧХ и ФЧХ и может быть синтезом звеньев ФНЧ.

Автор рассчитывает ЛАХ корректирующего звена петлевого ФНЧ так, чтобы выполнялись требуемые параметры для заданных дискриминатора и ГУН.

В связи с тем, что в рассматриваемом широкополосном кольце ФАП с ДДПКД коэффициент усиления разомкнутого кольца уменьшается с увеличением выходной частоты в 3.5 раза, то возникает необходимость обеспечить требуемые параметры на всей полосе частот. Это достигается за счет увеличения выходного тока дискриминатора с 1 мА в начале диапазона до 3.55 мА в конце, что позволяет выровнять коэффициент усиления кольца и сохранить его фильтрующие свойства.

[1] Батура М.П. Дискретные системы с фазовым управлением // Мн.: Ин-т техн. кибернетики НАН Беларуси, 2002, -152 с.

[2] Никитин Ю., Дмитриев С. Частотный метод анализа синтезаторных систем импульснофазовой автоподстройки частоты // Компоненты и технологии, 2003, № 3–5