

Д.И. Суржик
 Научный руководитель: канд. техн. наук, доц. И.А. Курилов
Муромский институт Владимирского государственного университета
 602264, г. Муром Владимирской обл., ул. Орловская, д.23
 E-mail: kh@mivlgu.ru

Исследование параметрической устойчивости гибридных синтезаторов частот с АФП ЦВС

В работе проводится исследование устойчивости гибридных синтезаторов частот с автоматической компенсацией фазовых помех (АФП) прямого цифрового синтезатора частот (ЦВС). Автокомпенсатор фазовых помех прямого цифрового синтезатора (рис. 1) содержит в своем составе опорный и информационный тракты. Опорный тракт включает в себя дифференцирующую цепь (ДЦ1) и триггер (Тр1). Информационный тракт состоит из дифференцирующей цепи (ДЦ2), двухполупериодного выпрямителя (ДВ) и триггера (Тр2) [3]. Компенсация фазового отклонения основана на выделении закона паразитного отклонения фазы выходного сигнала ЦВС и последующем вычитании выделенного (управляющего) сигнала из сигнала системы ФАПЧ непосредственно перед его подачей на генератор, управляемый напряжением (ГУН). Управляющий сигнал формируется в фазовом детекторе (ФД), фильтре нижних частот (ФНЧ) и усилителе постоянного тока (УПТ) [3].

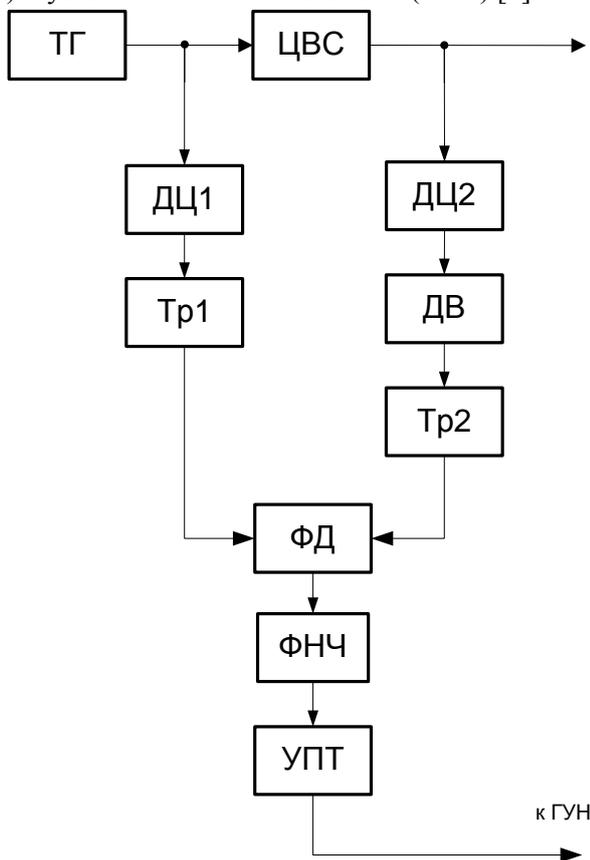


Рис. 1.

Устойчивость является важным параметром, определяющим работоспособность гибридных синтезаторов частот. При этом первой и наиболее важной проблемой анализа является определение условий, позволяющих полностью гарантировать отсутствие самовозбуждения по кольцу обратной связи; второй – определение влияния различных параметров системы на процесс установления этого режима [1]. Следствием нарушения устойчивости системы могут быть явления образования периодических автоколебаний разности фаз (режим квазисинхронизма), либо непрерывного неперидического возрастания разности фаз с периодическими колебаниями скорости (режим биений).

Секция 18. Радиоэлектроника

Устойчивость гибридных синтезаторов определяется как параметрами подстраиваемого генератора управляемого напряжением, так и параметрами звеньев, формирующих управляющий сигнал (фазовый детектор, фильтр) [2]. Сложность задачи исследования устойчивости обусловлена высоким порядком уравнения устройства, а также наличием нелинейных характеристик.

Для определения устойчивости исследовали свойства корней характеристического полинома – знаменателя передаточной функции синтезатора с АФП, приравняв его к нулю

$$1 + \frac{M_1(p)}{T_c p} = 0, \quad (1)$$

где p – оператор Лапласа; T_c - собственная постоянная времени косвенного синтезатора; $M_1(p)$ - операторный коэффициент передачи фильтра системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ).

Выразив из (1) значение собственной постоянной времени ФАПЧ и проведя ряд преобразований, получили условия для определения границ параметрической устойчивости. Полученные аналитические выражения позволяют определять границы диапазона значений \dot{O}_c , соответствующие устойчивой работе устройства с фильтрами произвольных порядков. В среде Mathcad построены годографы системы синтеза и исследована зависимость запаса устойчивости для основных вариантов рассматриваемых фильтров системы.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-08-05542

Литература

1. В.В. Шахгильдян, А.А. Ляховкин. Системы фазовой автоподстройки частоты. М., Связь, 1972. – 447 с.
2. Курилов И. А., Суржик Д. И., Васильев Г. С., Харчук С. М. Исследование устойчивости системы ФАПЧ на основе непрерывных кусочно-линейных функций. Методы и устройства передачи и обработки информации. 2012. № 1(14). – С. 11-15.
3. Васильев Г.С., Курилов И.А., Харчук С.М. Моделирование нелинейного автокомпенсатора фазовых помех ЦАП прямого цифрового синтезатора частот. Радиотехнические и телекоммуникационные системы. №2 (10), 2014. – С. 30-38.