

Кузичкин О.Р., Суржик Д.И., Васильев Г.С., Харчук С.М.
 Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного
 учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет
 имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
 602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
 E-mail: kh@mivlgu.ru

Переходные процессы формирователя сигналов с ЦВС в тракте опорного сигнала

Исследуемый формирователь сигналов – позволяет синтезировать сетку высокостабильных частот с пониженным уровнем фазовых помех в выходном сигнале при воздействии дестабилизирующих факторов.

В [1] рассматривается ряд основных причин появления фазовых помех в формирователях сигналов.

Структура формирователя реализует принцип гибридного синтеза частот на основе системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и цифрового вычислительного синтезатора частот (ЦВС). Особенностью исследуемой схемы является то, что сигнал вычислительного синтезатора при помощи смесителя частоты вводится в тракт опорного сигнала системы ФАПЧ. Система включает в себя блок автоматической компенсации фазовых помех, в виде паразитного отклонения фазы выходного сигнала формирователя. Выходной сигнал фазового детектора системы ФАПЧ используется и для управления генератором ФАПЧ и для компенсации фазовых помех.

По передаточным функциям получены выражения, описывающие переходные процессы формирователя с ЦВС в тракте опорного сигнала ФАПЧ при дестабилизирующих воздействиях на опорный генератор (ε_o), ЦВС ($\varepsilon_{ц}$), фазовый детектор (ε_d) и генератор, управляемый напряжением (ε_r).

Так при широкополосном фильтре $M(p)$ ($p = d/dt$ - оператор), в системе ФАПЧ, при фильтре нижних частот в управляющем тракте $M_y(p)$ и воздействии на опорный генератор, выражение для отклонения фазы выходного сигнала

$$\varphi_{\varepsilon_o}(p) = \frac{K_{\varepsilon_o} (K_1 K_{C1} + K_3 K_{Ц} K_{C2}) \frac{1}{\tau K_2}}{1 + \frac{1}{1 + T_y p} N + \frac{1}{\tau K_2^2 p}}, \quad (1)$$

где: K_1 и K_2, K_3 - коэффициенты передачи первого умножителя частоты и первого и второго делителей частоты соответственно; $K_{Ц}$ - коэффициент передачи ЦВС; K_{C1}, K_{C2} - коэффициенты передачи смесителя; K_{ε_o} - коэффициент передачи помехи опорного генератора; T_y - постоянная времени фильтра нижних частот в тракте управления; N - коэффициент регулирования тракта компенсации; τ - постоянная времени системы ФАПЧ.

Для скачкообразного дестабилизирующего воздействия на фазовый детектор системы ФАПЧ, при $M(p) = M_y(p) = 1$, выражение для отклонения фазы выходного сигнала принимает следующий вид

$$\varphi_{\varepsilon_d}(p) = \frac{K_{\varepsilon_d}}{K_d p \left(\tau K_2 p (1 + N) + \frac{1}{K_2} \right)}, \quad (2)$$

где K_d - коэффициент передачи фазового детектора; K_{ε_d} - коэффициент передачи помехи детектора.

Построены графики переходных процессов для значений $N=0;1;10;100$, и для основных вариантов используемых типов фильтров системы. Проведено исследование времени установления от типов фильтров и величины постоянной времени.

Проведенный анализ графиков переходных процессов подтверждает эффективность применения устройства автоматической компенсации для подавления фазовых помех.

Выражения переходных характеристик, полученные в процессе исследования и графические зависимости для всех видов рассматриваемых воздействий, позволяют

оптимизировать параметры звеньев формирователя для обеспечения максимального подавления помехи формирователя сигналов с ЦВС в опорном тракте.

Литература

1. Васильев Г.С., Курилов И.А., Харчук С.М. Моделирование нелинейного автокомпенсатора фазовых искажений ЦАП прямого цифрового синтезатора частот // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. №2, 2014. – С. 30-38.