

Харчук С.М., Кузичкин О.Р., Васильев Г.С., Курилов И.А.
 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

Динамические режимы формирователя сигналов с ЦВС в тракте обратной связи

Широкое распространение гибридных синтезаторов частот обусловлено их возможностью достаточно просто формировать сетку высокостабильных частот с низким уровнем фазовых искажений и помех выходного сигнала.

Причины появления фазовых помех в формирователях сигналов рассматриваются в [1-2].

Исследуемый в докладе формирователь реализует принцип гибридного синтеза частот на основе системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и цифрового вычислительного синтезатора частот (ЦВС). Вычислительный синтезатор частот расположен в тракте обратной связи системы ФАПЧ. Для введения сигнала ЦВС используется преобразователь частоты. В схеме используется устройство автоматической компенсации дестабилизирующего воздействия. Для этого применен специально введенный управляемый фазовращатель а так же используется выходной сигнал фазового детектора системы ФАПЧ.

Разработана и представлена структурная модель формирователя сигналов при воздействии основных дестабилизирующих факторов.

При моделировании системы используются следующие обозначения: ε_0 , ε_π , ε_d , ε_r – дестабилизирующие воздействия соответственно на опорный генератор, ЦВС, фазовый детектор и генератор, управляемый напряжением; p – оператор Лапласа ($p \rightarrow d/dt$); K_1 – коэффициент передачи первого делителя частоты; K_2 – коэффициент передачи второго делителя частоты; K_3 – коэффициент передачи умножителя частоты; K_π – коэффициент передачи ЦВС; n – коэффициент передачи усилителя тракта управления; $M_y(p)$ – передаточная функция фильтра тракта управления; $M(p)$ – передаточная функция фильтра системы ФАПЧ; K_d – коэффициент передачи фазового детектора; K_y – коэффициент передачи управляемого фазовращателя; K_r – передаточная функция ГУН; K_{c1} и K_{c2} – коэффициенты передачи преобразователя частоты; K_{ε_0} – коэффициент передачи воздействия помехи на опорный генератор; K_{ε_π} – коэффициент передачи воздействия помехи на ЦВС; K_{ε_d} – коэффициент передачи воздействия помехи на фазовый детектор; K_{ε_r} – коэффициент передачи воздействия помехи на генератор, управляемый напряжением; φ – отклонение фазы выходного сигнала.

На основании структурной модели составлены дифференциальные уравнения формирователя и получены их решения в виде четырех передаточных функций, связывающих конкретное дестабилизирующее воздействие с отклонением фазы его выходного сигнала.

С применением операторного метода получены выражения фазового отклонения выходного сигнала формирователя, позволяющие исследовать динамические режимы системы при ступенчатом воздействии дестабилизирующего фактора

В частности, для ступенчатого дестабилизирующего воздействия на опорный генератор выражение для отклонения фазы выходного сигнала формирователя принимает вид

$$\varphi(p) = \frac{K_{\varepsilon_0} \frac{M(p)}{p\tau K_2 K_{c1}} (K_1 + K_3 K_\pi K_{c2})}{p(1 + NM_y(p) + \frac{K_{c1} M(p)}{p\tau})},$$

где $N = K_d n K_y K_{c2}$ - коэффициент регулирования тракта компенсации воздействия, $\tau = \frac{1}{K_d K_r K_2}$ - постоянная времени системы ФАПЧ.

По полученным выражениям исследованы динамические режимы формирователя сигналов с ЦВС в тракте обратной связи для восьми параметров составляющих формирователь блоков.

Литература

1. Суржик Д. И., Курилов И. А., Васильев Г. С. Компенсация искажений ЦВС в гибридных синтезаторах частот // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. - 2015. – № 4(20). - С. 13-19.
2. Jon Bredeson, Micheal Parten, John Borrelli. Direct Digital Frequency Synthesis // Texas Tech University, Shashikant Shrimali, May 2007. – 80 p.