

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

Передаточные характеристики формирователя сигналов с ЦВС в тракте опорного сигнала

Исследуемый формирователь сигналов, позволяет получить сетку высокостабильных частот с низким уровнем фазовых помех.

В работе [1] рассматриваются ряд причин появления фазовых помех в формирователях сигналов и применяемые методы их подавления.

При построении формирователя использован принцип гибридного синтеза частот на основе системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ), а так же принцип цифрового вычислительного синтеза частот и реализующий данный принцип цифровой вычислительный синтезатор частот (ЦВС). Особенностью исследуемой схемы является то, что сигнал вычислительного синтезатора вводится в тракт опорного сигнала системы ФАПЧ.

Для ввода сигнала ЦВС используется смеситель частот. Дополнительной особенностью исследуемой схемы является применение устройства автоматической компенсации фазовых помех - паразитных отклонений фазы выходного сигнала формирователя. Для этого в схему устройства введены управляемый фазовращатель, фильтр и усилитель постоянного тока. В качестве источника информационного сигнала для тракта автокомпенсации используется выходной сигнал фазового детектора системы ФАПЧ.

Структурная модель формирователя сигналов при воздействии основных дестабилизирующих факторов представлена на рис.1.

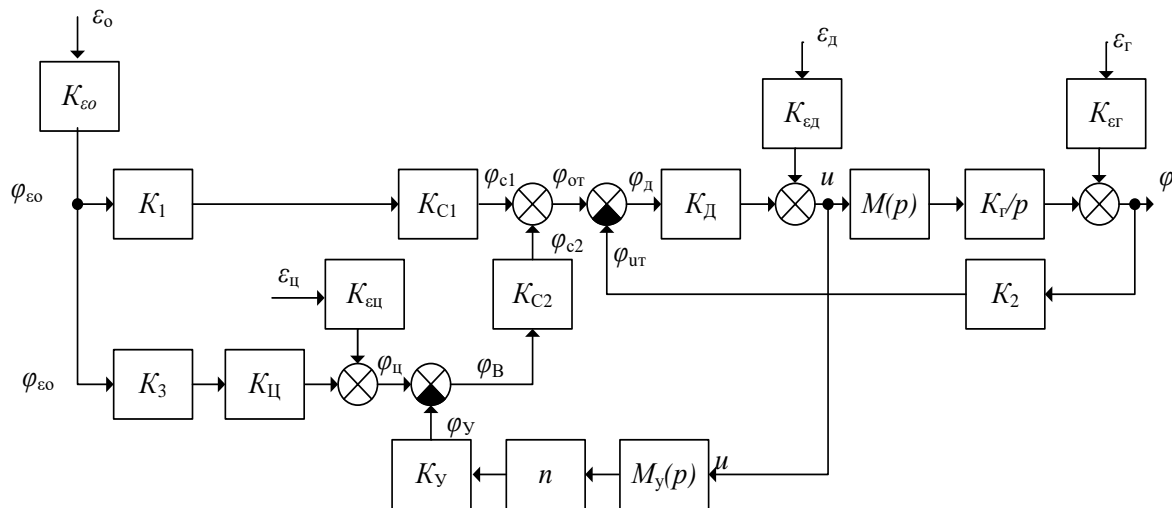


Рис.1

На модели обозначено: ε_0 , $\varepsilon_{ц}$, $\varepsilon_{д}$, $\varepsilon_{г}$ – дестабилизирующие воздействия соответственно на опорный генератор, ЦВС, фазовый детектор и генератор, управляемый напряжением; 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; $K_{у}$ – коэффициент передачи управляемого фазовращателя; n – усиление тракта управления; $M_{у}(p)$ – передаточная функция фильтра тракта управления; $K_{д}$ – коэффициент передачи фазового детектора; $M(p)$ – передаточная функция фильтра ФАПЧ; $p=d/dt$ – оператор Лапласа; $K_{г}$ – передаточная функция генератора управляемого напряжением; K_{ε_0} – коэффициент

передачи помехи опорного генератора; $K_{\varepsilon_{\text{д}}}$ —коэффициент передачи помехи ЦВС; $K_{\varepsilon_{\text{д}}}$ —коэффициент передачи помехи фазового детектора; $K_{\varepsilon_{\text{д}}}$ —коэффициент передачи помехи генератора, управляемого напряжением; φ_0 —отклонение фазы сигнала опорного генератора; φ_{ε_0} —отклонение фазы сигнала при воздействии помехи на опорный генератор; $\varphi_{\text{ц}}$ —отклонение фазы сигнала при воздействии помехи на ЦВС; $\varphi_{\text{у}}$ —отклонение фазы сигнала на выходе тракта управления; $\varphi_{\varepsilon_1}, \varphi_{\varepsilon_2}$ —отклонение фазы сигнала на выходе смесителя; $\varphi_{\text{д}}$ —отклонение фазы сигнала на выходе фазового детектора; φ —отклонение фазы выходного сигнала формирователя.

На основе структурной модели составлены дифференциальные уравнения формирователя для основных видов дестабилизирующих воздействий. В ходе исследований найдены решения дифференциальных уравнений, для каждого воздействия в виде передаточных функций. Они в аналитической форме описывают зависимости дестабилизирующего воздействия на заданный блок формирователя и отклонения фазы выходного сигнала. Всего получены выражения для четырех передаточных функций.

Например, для дестабилизирующего воздействия на фазовый детектор формирователя передаточная функция принимает вид

$$H_{\varepsilon_{\text{д}}\varphi} = \frac{\varphi}{\varepsilon_{\text{д}}} = \frac{K_{\varepsilon_{\text{д}}}}{K_{\text{д}} \left(\frac{\tau K_2 p}{M(p)} (1 + NM\psi(p)) + \frac{1}{K_2} \right)},$$

где N - коэффициент регулирования тракта компенсации воздействия, τ - постоянная времени системы ФАПЧ.

Дальнейшие исследования формирователя сигналов удобно проводить по выражениям передаточных функций с подстановкой конкретных параметров и характеристик составляющих звеньев. Передаточные функции позволяют оптимизировать параметры составляющих звеньев для конкретных видов дестабилизирующих воздействий и повысить качественные показатели формирователя сигналов с ЦВС в тракте опорного сигнала.

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.