

Курилов И.А., 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

Передаточные характеристики формирователя сигналов с ЦВС в тракте обратной связи

В докладе приводятся результаты исследования формирователя сигналов, позволяющего получить сетку высокостабильных частот с низким уровнем фазовых помех.

В работах [1-3] рассматривается ряд причин появления фазовых помех в формирователях сигналов и основные методы их подавления.

Исследуемый формирователь реализует принцип гибридного синтеза частот на основе системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и цифрового вычислительного синтезатора частот (ЦВС). При чем, сигнал вычислительного синтезатора вводится в тракт обратной связи системы ФАПЧ. Для введения сигнала ЦВС используется преобразователь частоты. Дополнительной особенностью исследуемой схемы является применение устройства автоматической компенсации дестабилизирующего воздействия с использованием специально введенного управляемого фазовращателя и с использованием выходного сигнала фазового детектора системы ФАПЧ.

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

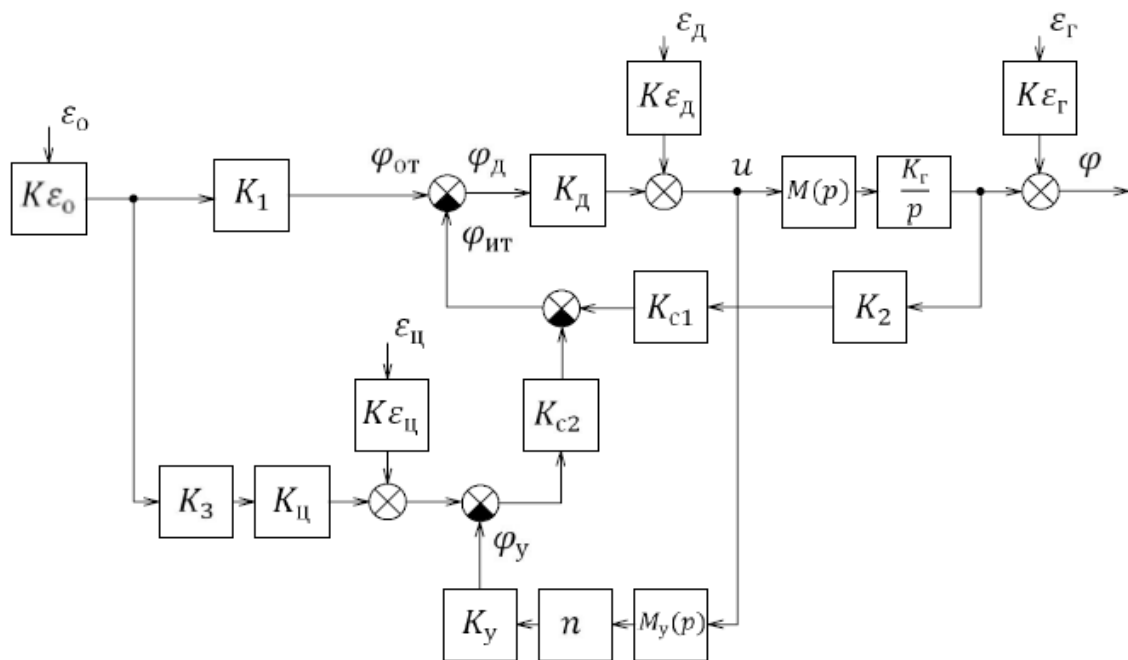


Рис.1

На модели приняты следующие обозначения: $\varepsilon_0, \varepsilon_ц, \varepsilon_д, \varepsilon_г$ – 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; $K_ц$ – коэффициент передачи ЦВС; n – коэффициент передачи усилителя тракта управления; $M_у(p)$ – передаточная функция фильтра тракта управления; $M(p)$ – передаточная функция фильтра системы ФАПЧ; $K_д$ – коэффициент передачи фазового

детектора; K_y – коэффициент передачи управляемого фазовращателя; K_T – передаточная функция ГУН; K_{c1} и K_{c2} – коэффициенты передачи преобразователя частоты; K_{ε_0} – коэффициент передачи воздействия помехи на опорный генератор; $K_{\varepsilon_{ц}}$ – коэффициент передачи воздействия помехи на ЦВС; $K_{\varepsilon_{д}}$ – коэффициент передачи воздействия помехи на фазовый детектор; $K_{\varepsilon_{г}}$ – коэффициент передачи воздействия помехи на генератор, управляемый напряжением; φ – отклонение фазы выходного сигнала.

Разработка структурной модели позволила составить дифференциальное уравнение формирователя и получить его решение в виде четырех передаточных функций, связывающих конкретное дестабилизирующее воздействие на заданный блок формирователя с отклонением фазы его выходного сигнала. В частности для дестабилизирующего воздействия на опорный генератор формирователя передаточная функция принимает вид

$$H_{\varepsilon_0\varphi} = \frac{\varphi}{\varepsilon_0} = \frac{K_{\varepsilon_0} \frac{M(p)}{p\tau K_2 K_{c1}} (K_1 + K_3 K_{ц} K_{c2})}{1 + N M_y(p) + \frac{K_{c1} M(p)}{p\tau}},$$

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

Полученные выражения передаточных функций позволяют исследовать устойчивость системы. А также исследовать частотные и динамические характеристики формирователя сигналов с ЦВС в тракте обратной связи, выбрать и оптимизировать параметры составляющих формирователь блоков.

Литература

1. Jon Bredeson, Micheal Parten, John Borrelli. Direct Digital Frequency Synthesis // Texas Tech University, Shashikant Shrimali, May 2007. – 80 p.
2. 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.
3. Курилов И.А., Рудаков А.М., Харчук С.М., Романов Д.Н. Математическое моделирование автокомпенсации фазовых искажений на выходе ЦАП прямого цифрового синтезатора частот // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. №2 (10), 2013. – С. 19-25.