

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

Работа посвящена исследованию формирователя сигналов, позволяющего получить сетку высокостабильных частот с низким уровнем фазовых помех.

В работах [1,2] рассматриваются причины появления фазовых помех в формирователях сигналов, а так же методы их компенсации.

Исследуемый формирователь реализует метод синтеза частот на основе гибридного сочетания системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и цифрового вычислительного синтезатора частот (ЦВС). В рассматриваемой схеме сигнал вычислительного синтезатора вводится в выходной тракт системы ФАПЧ. Ввод сетки высокостабильных частот осуществляется путем преобразования частоты выходного сигнала системы ФАПЧ. Для понижения уровня фазовых помех формирователя используется метод автоматической компенсации помех на основе преобразования выходного сигнала фазового детектора системы ФАПЧ. Сам процесс компенсации осуществляется противофазным управлением фазой выходного сигнала ЦВС.

В работе рассматривается воздействие дестабилизирующих факторов на опорный генератор, ЦВС, фазовый детектор и генератор, управляемый напряжением

Структурная модель формирователя сигналов при воздействии дестабилизирующего фактора на генератор, управляемый напряжением, представлена на рис.1.

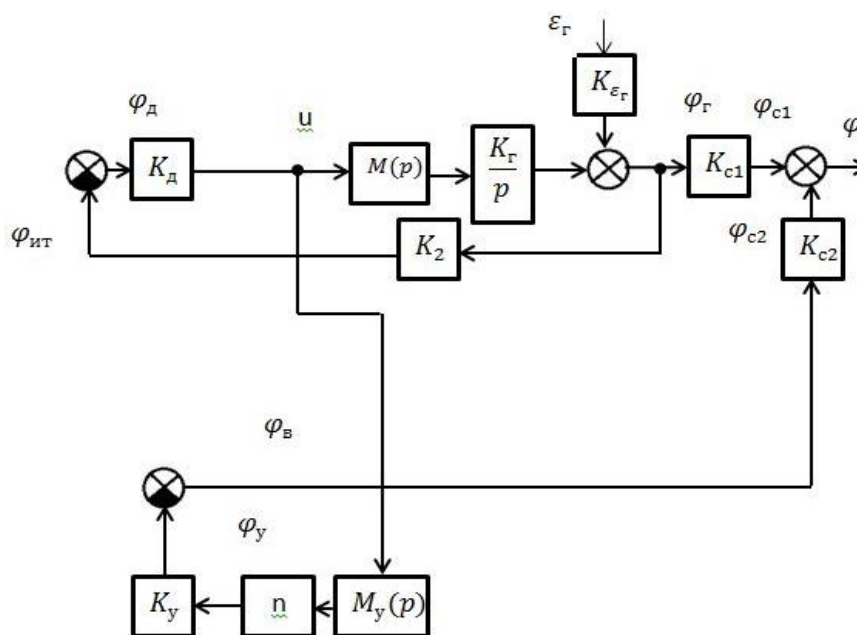


Рис.1

На модели приняты следующие обозначения: ε_g – дестабилизирующее воздействие на генератор, управляемый напряжением; p – оператор Лапласа ($p \rightarrow d/dt$); K_2 – коэффициент передачи делителя частоты; 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_g – передаточная функция генератора, управляемого

напряжением; K_{c1} и K_{c2} – коэффициенты передачи преобразователя частоты; $K_{\varepsilon\gamma}$ – коэффициент передачи воздействия помехи на генератор, управляемый напряжением; φ_{γ} – отклонение фазы сигнала на выходе тракта управления; $\varphi_{c1}, \varphi_{c2}$ – отклонение фазы сигнала на выходе преобразователя частоты; φ_d – отклонение фазы сигнала на выходе фазового детектора; φ – отклонение фазы выходного сигнала формирователя.

На основании структурной модели были составлены дифференциальные уравнения формирователя для четырех вариантов воздействия: $\varepsilon_o, \varepsilon_{ц}, \varepsilon_d, \varepsilon_{\gamma}$ – это дестабилизирующие воздействия соответственно на опорный генератор, ЦВС, фазовый детектор и генератор, управляемый напряжением.

Для каждого уравнения получены решения в виде четырех передаточных функций. Передаточные функции связывают каждое дестабилизирующее воздействие с отклонением фазы выходного сигнала формирователя.

Например, для дестабилизирующего воздействия на генератор, управляемый напряжением передаточная функция формирователя принимает вид

$$H_{\varepsilon_{\gamma}\varphi} = \frac{\varphi}{\varepsilon_{\gamma}} = K_{\varepsilon_{\gamma}} \frac{1}{1 + \frac{M(p)}{T\varphi}} \left(K_{c1} - \frac{NM_{\gamma}(p)}{\frac{M(p)}{T\varphi K_2}} \right),$$

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

Полученные выражения передаточных функций позволяют проводить исследования склонности формирователя сигналов с ЦВС в выходном тракте к самовозбуждению, и изучить реакцию системы при воздействии дестабилизирующих факторов различного характера, а так же оптимизировать параметры 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. Ромашов В.В., Ромашова Л.В., Храмов К.К. Шумовые характеристики формирователей сигналов на основе цифровых вычислительных синтезаторов и умножителей частоты. – Радиопромышленность. 2012. № 2. С. 31-38.