

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

Переходные характеристики эталонного генератора при воздействии на опорный генератор и детектор

При формировании сетки высокостабильных частот широкое применение получили эталонные генераторы, использующие принципы синтеза частот на основе системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и цифрового вычислительного синтезатора частот (ЦВС).

Важным показателем эталонного генератора является устойчивость к воздействию различного рода дестабилизирующих факторов на составляющие эталонный генератор звенья.

В [1] рассматриваются некоторые причины появления и влияния дестабилизирующих факторов.

Исследуемый в докладе эталонный генератор, дополнен двумя трактами формирования компенсационного сигнала, что способствует эффективному подавлению негативного влияния дестабилизирующих факторов, воздействующих на систему.

В докладе рассматриваются паразитные воздействия на опорный генератор и детектор ФАПЧ, входящие в состав эталонного генератора.

Разработаны и представлены структурные модели эталонного генератора при воздействии рассматриваемых дестабилизирующих факторов. Структурная модель при воздействии на опорный генератор изображена на рис. 1.

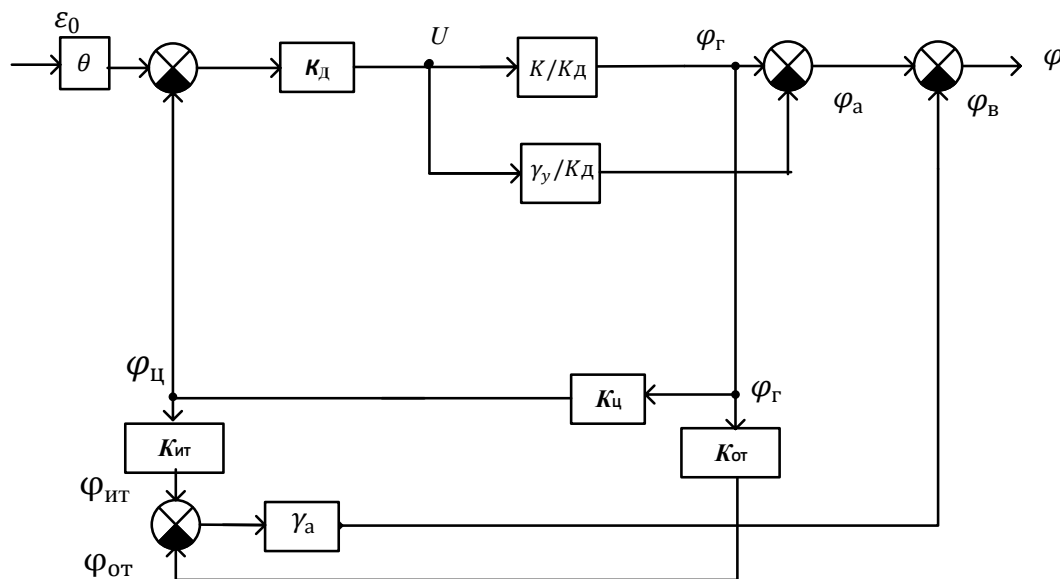


Рис. 1

При моделировании системы использованы следующие обозначения: ε_0 и ε_d , – соответственно дестабилизирующие воздействия на опорный генератор и фазовый детектор ФАПЧ; p – оператор Лапласа ($p \rightarrow d/dt$); $K_{от}$ – коэффициент передачи опорного тракта блока компенсации помехи ЦВС; $K_{ит}$ – коэффициент передачи информационного тракта блока компенсации помехи ЦВС; $K_ц$ – коэффициент передачи ЦВС; n – коэффициент передачи усилителя тракта управления; $M_y(p)$ – передаточная функция фильтра тракта управления; $M(p)$ – передаточная функция фильтра системы ФАПЧ; $M_a(p)$ – передаточная функция фильтра блока компенсации помехи ЦВС; K_d – коэффициент передачи фазового детектора; K_y –

коэффициент передачи управляемого фазовращателя; K_r – передаточная функция ГУН; K_{ε_0} – коэффициент передачи воздействия помехи на опорный генератор; K_{ε_d} – коэффициент передачи воздействия помехи на фазовый детектор; φ – отклонение фазы выходного сигнала эталонного генератора.

На основании структурных моделей составлены дифференциальные уравнения эталонного генератора и получены их решения в виде передаточных функций. Передаточные функции отражают связь соответствующего дестабилизирующего воздействия с отклонением фазы выходного сигнала.

Выражение изображения фазового отклонения выходного сигнала эталонного генератора при ступенчатом воздействии на опорный генератор имеет вид

$$\varphi_{\varepsilon_0}(p) = \frac{K_{\varepsilon_0} K_{\varphi} M(p)}{K_{\varphi} (\tau p + M(p)) p} \left[1 - \frac{K_{\varphi} \tau p N_y M_y(p)}{M(p)} + (K_{\varphi} K_{\text{ит}} - K_{\text{от}}) N_a M_a(p) \right].$$

где $N_y = K_d n_y K_y$ – коэффициент регулирования тракта управления, $N_a = K_d n_a K_y$ – коэффициент регулирования блока компенсации помехи ЦВС, $\tau = \frac{1}{K_d K_r K_{\varphi}}$ – постоянная времени системы ФАПЧ.

Выражение изображения фазового отклонения выходного сигнала эталонного генератора при ступенчатом воздействии на детектор ФАПЧ имеет вид

$$\varphi_{\varepsilon_d}(p) = \frac{K_{\varepsilon_d} M(p)}{K_{\varphi} K_d p (\tau p + M(p))} \left[1 - \frac{N_y M_y(p) K_{\varphi} \tau p}{M(p)} + (K_{\varphi} K_{\text{ит}} - K_{\text{от}}) N_a M_a(p) \right].$$

По полученным выражениям построены временные зависимости и исследованы переходные характеристики эталонного генератора для следующих типов фильтров компенсационного и управляющего трактов: для широкополосных фильтров, фильтров нижних частот первого, второго и третьего порядков.

Литература

1. Jon Bredeson, Micheal Parten, John Borrelli. Direct Digital Frequency Synthesis // Texas Tech University, Shashikant Shrimali, May 2007. – 80 p.