

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

Частотные характеристики синтезатора частот при воздействии на генераторы

Назначение исследуемого синтезатора частот с компенсацией помех - получение высокостабильной сетки частот с высоким уровнем чистоты спектра выходного сигнала.

К появлению фазовых помех в синтезаторе частот приводят дестабилизирующие воздействия (климатические воздействия, внешние наводки, нестабильности питания, вибрации и др.) на составляющие синтезатор звенья.

Синтезатора частот построен на основе системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и цифрового вычислительного синтезатора частот (ЦВС).

Для уменьшения влияния дестабилизирующих факторов на синтезатор частот применено устройство автоматической компенсации фазовых помех. Дополнительно выходной сигнал фазового детектора системы ФАПЧ используется в качестве управляющего сигнала управляемого фазовращателя автокомпенсатора и соответственно, для компенсации фазовых помех.

Модель синтезатора частот с компенсацией помех для воздействия на опорный генератор синтезатора представлена на рис.

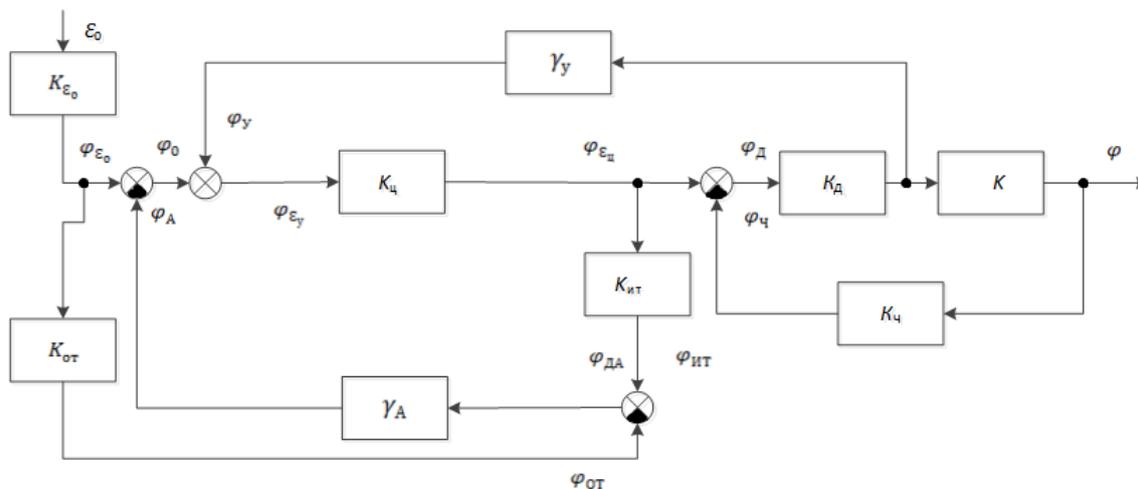


Рис.

Здесь и в дальнейшем примем следующие обозначения: ε_0 и ε_r – дестабилизирующие воздействия соответственно на опорный генератор и генератор, управляемый напряжением; p – оператор Лапласа; $K_{от}$ – коэффициент передачи опорного тракта блока компенсации помехи ЦВС; $K_{ит}$ – коэффициент передачи информационного тракта блока компенсации помехи ЦВС; $K_ц$ – коэффициент передачи ЦВС; n_y – коэффициент передачи усилителя тракта управления; n_a – коэффициент передачи усилителя тракта компенсации; $M_y(p)$ – передаточная функция фильтра тракта управления; $M(p)$ – передаточная функция фильтра системы ФАПЧ; $M_a(p)$ – передаточная функция фильтра блока компенсации помехи ЦВС; γ_y и γ_a – обобщенные коэффициенты передачи управляющего и автокомпенсационного трактов; 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_r} – коэффициент передачи

воздействия помехи на ГУН; K_q – коэффициент передачи делителя с фиксированным коэффициентом деления; φ – отклонение фазы выходного сигнала синтезатора.

По передаточным функциям получены выражения амплитудночастотных (АЧХ) и фазочастотных характеристик (ФЧХ) синтезатора частот при дестабилизирующих воздействиях на опорный генератор и генератор, управляемый напряжением.

Так, при фильтре нижних частот первого порядка в тракте управления и воздействии на опорный генератор, выражение АЧХ синтезатора принимает вид

$$A_{\varepsilon_0}(\Omega) = |H_{\varepsilon_0\varphi}(j\Omega)| = \left| \frac{K_{\varepsilon_0} K_q M(j\Omega) \frac{N_{\Pi}}{\tau j \Omega}}{1 + \left(\frac{1 + \frac{N_y}{1 + T_y j \Omega}}{N_{\Pi}} + 0.5 \frac{N_A M_A(j\Omega)}{N_{\Pi}} \right) \frac{\tau j \Omega}{M(j\Omega)}} \right|,$$

где j – мнимая единица; Ω – частота воздействия; $N_y = K_d n_y K_y$ – коэффициент регулирования тракта управления, $N_a = K_d n_a K_y$ – коэффициент регулирования блока компенсации помехи ЦВС, $\tau = \frac{1}{K_d K_r K_{\Pi}}$ – постоянная времени системы ФАПЧ.

При воздействии дестабилизирующего фактора на опорный генератор, выражение АЧХ

$$A_{\varepsilon_r}(\Omega) = |H_{\varepsilon_r\varphi}(j\Omega)| = \left| K_{\varepsilon_r} \cdot \frac{1 + 0,5 \cdot N_a \cdot M_a(j\Omega) + \frac{N_y}{N_{\Pi}} \frac{1}{1 + T_y j \Omega}}{(1 + 0,5 \cdot N_a \cdot M_a(j\Omega)) \cdot \left(1 + K_q \cdot K + \frac{K_{\Pi} \cdot \gamma_y}{1 + 0,5 \cdot N_a \cdot M_a(j\Omega)} \right)} \right|.$$

В работе построены графики для сочетаний четырех значений $\tau = 0,1$; $\tau = 1$; $\tau = 10$; $\tau = 100$ и для трех вариантов инерционности тракта управления, тракта автокомпенсации и фильтра системы ФАПЧ: широкополосных фильтров, фильтров нижних частот первого порядка и фильтров нижних частот второго порядка.

Анализ подтвердил эффективность предложенных мер подавления фазовых помех, вызванных дестабилизирующими факторами, воздействующих на опорный генератор и управляемый генератор ФАПЧ.