

Курилов И.А., Кузичкин О.Р., Харчук С.М., 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

Характеристики синтезатора частот при воздействии на ЦВС и компенсационный фазовращатель

Назначение исследуемого синтезатора частот с компенсацией помех - получение сетки высокостабильных частот с низким уровнем фазовых помех.

В докладе рассматривается ряд причин появления фазовых помех в синтезаторах частот.

При построении синтезатора использован принцип гибридного синтеза частот на основе системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и цифрового вычислительного синтезатора частот (ЦВС). Особенностью схемы является то, что сигнал управления компенсационным управляемым фазовращателем формируется двумя трактами – трактом управления и трактом автокомпенсации. При чем, вход тракта управления подключен к выходу фазового детектора системы ФАПЧ. То есть выходной сигнал фазового детектора системы ФАПЧ используется и для управления генератором ФАПЧ и для дополнительной компенсации фазовых помех синтезатора.

Модель синтезатора частот с компенсацией помех для дестабилизирующего воздействия на ЦВС изображена на рис.1.

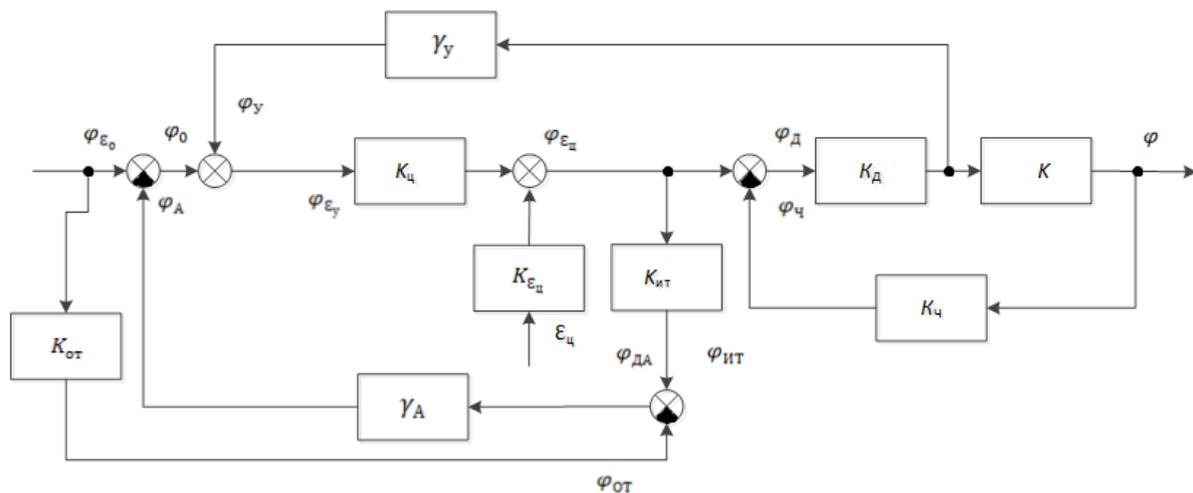


Рис. 1

На модели рис. 1 и далее обозначены: $\epsilon_{ц}$ и ϵ_y – дестабилизирующие воздействия соответственно на ЦВС и управляемый фазовращатель; p – оператор Лапласа; $K_{от}$ – коэффициент передачи опорного тракта компенсации помехи ЦВС; $K_{ит}$ – коэффициент передачи информационного тракта 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 тракта компенсации помехи ЦВС; $K_{д}$ – коэффициент передачи фазового детектора; K_y – коэффициент передачи управляемого фазовращателя; $K_{\epsilon_ц}$ – коэффициент передачи воздействия помехи на ЦВС; K_{ϵ_y} – коэффициент передачи воздействия помехи на управляемый фазовращатель; $K_{ч}$ – коэффициент передачи делителя с фиксированным коэффициентом деления; $N_y = K_{д}n_yK_y$ – коэффициент регулирования тракта управления, $N_a = K_{д}n_aK_y$ – коэффициент регулирования блока компенсации помехи ЦВС, γ_y и γ_a – обобщенные коэффициенты передачи управляющего и

автокомпенсационного трактов; $\gamma_y = N_y M_y(p)$, $\gamma_A = N_a M_a(p)$; $\tau = \frac{1}{K_d K_r K_{ц}}$ - постоянная времени системы ФАПЧ; φ – отклонение фазы выходного сигнала синтезатора.

На основании построенных моделей получены передаточные функции синтезатора с компенсацией помех для рассматриваемых дестабилизирующих факторов. По передаточным функциям получены выражения амплитудночастотных (АЧХ) и фазочастотных характеристик (ФЧХ) синтезатора с автокомпенсацией помех.

Так, при произвольном фильтре в системе ФАПЧ, при фильтре нижних частот первого порядка в тракте управления и тракте автокомпенсации, и принимает вид

$$A_{\varepsilon_{ц}}(\Omega) = |H_{\varepsilon_{ц}\varphi}(j\Omega)| = \left| K_{\varepsilon_{ц}} \frac{N_{ц}}{\tau p} M(j\Omega) \frac{1}{(1 + 0,5 \cdot N_a \frac{1}{1 + T_a j\Omega})(1 + K_q K + \frac{K_{ц} N_y \frac{1}{1 + T_y j\Omega}}{(1 + 0,5 \cdot N_a \frac{1}{1 + T_a j\Omega})})} \right|,$$

где: j - мнимая единица; Ω – частота воздействия.

При воздействии на ЦВС, выражение АЧХ принимает следующий вид

$$A_{\varepsilon_y}(\Omega) = |H_{\varepsilon_y\varphi}(j\Omega)| = \left| \frac{K_{\varepsilon_y} \frac{1}{\tau p} M(j\Omega)}{\left(1 + 0,5 N_A \frac{1}{1 + T_a j\Omega}\right) \left(1 + \frac{1}{\tau j\Omega} M(j\Omega)\right)} \right|.$$

Построены графики АЧХ и ФЧХ синтезатора для трех типов фильтров звеньев синтезатора и четырех значений постоянной времени ФАПЧ ($\tau = 0,1$; $\tau = 1$; $\tau = 10$; $\tau = 100$).

Анализ графиков частотных характеристик подтверждает эффективность применения автоматической компенсации для подавления помех.

Выражения частотных характеристик, полученные в процессе исследования и построенные графические зависимости для рассматриваемых воздействий, позволяют исследовать частотные свойства синтезатора частот с компенсацией помех и выбирать параметры звеньев синтезатора для обеспечения максимального подавления помех.