

Харчук С.М., 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 формирователя сигналов при дестабилизации опорного генератора

В работе рассматривается формирователь сигнала на основе системы фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) с применением цифрового вычислительного синтезатора частот (ЦВС). Вычислительный синтезатор включен в информационный тракт системы ФАПЧ.

Применение в схеме формирователя системы автоматической компенсации фазовых искажений [1-3] позволило существенно снизить уровень собственных искажений ЦВС и соответственно снизить уровень фазовых искажений формирователя в целом. Принцип действия автоматического компенсатора фазовых искажений основан на выделении закона паразитного отклонения фазы цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) ЦВС и противофазном отклонении фазы входного сигнала ЦВС таким образом, что первоначальное паразитное отклонение фазы компенсируется.

В качестве возмущающего воздействия могут выступать нестабильности температуры, вибрации, нестабильности питающих напряжений, внешние наводки, собственные фазовые шумы, а так же другие воздействия на генератор опорного сигнала фазового детектора системы ФАПЧ формирователя, приводящие к паразитным отклонениям фазы.

Структурная модель линеаризованного формирователя сигналов при дестабилизации опорного генератора представлена на рис.1. При разработке модели принято, что фильтр ЦВС достаточно широкополосный и его передаточная функция $M_{\text{ц}}(p)=1$, где $p=d/dt$ – оператор Лапласа. На модели приняты следующие обозначения: параметры блоков системы ФАПЧ - $K_{\text{д}}$ – коэффициент передачи фазового детектора, $M(p)$ – передаточная функция фильтра, $K_{\text{ч}}$ – коэффициент передачи делителя частоты опорного генератора, $K_{\text{г/р}}$ – передаточная функция генератора управляемого напряжением; для ЦВС - $K_{\text{ц}}$ – коэффициент передачи ЦАП; для блоков автокомпенсатора - $K_{\text{у}}$ – коэффициент передачи управляемого фазовращателя, K_{ε_0} – коэффициент передачи дестабилизирующего фактора опорного генератора, $K_{\text{от}}$ – коэффициент передачи опорного тракта, $K_{\text{ит}}$ – коэффициент передачи информационного тракта, $K_{\text{да}}$ – коэффициент передачи фазового детектора, $M_{\text{а}}(p)$ – передаточная функция фильтра, $K_{\text{п}}$ – коэффициент передачи усилителя постоянного тока; для отклонений фаз сигналов - φ – выходного сигнала формирователя, $\varphi_{\text{ит}}$ – информационного тракта, $\varphi_{\text{от}}$ – опорного тракта, $\varphi_{\text{а}}$ – ЦАП, φ_{ε_0} – опорного генератора при дестабилизирующем воздействии, $\varphi_{\text{да}}$ – разность фаз на входах фазового детектора $\varphi_{\text{у}}$ – отклонение фазы вносимое управляемым фазовращателем.

На основании разработанной модели записано дифференциальное уравнение формирователя сигналов и получена передаточная функция формирователя, связывающая отклонение фазы выходного сигнала устройства с воздействием дестабилизирующего фактора ε_0 на опорный генератор

$$H_{\varepsilon_0\varphi} = K_{\varepsilon_0} K_{\text{ч}} \frac{N_{\text{ц}} M(p)}{\tau p + M(p)}, \quad (1)$$

где $N_{\text{ц}}$ - коэффициент передачи ЦВС, τ – постоянная времени синтезатора частот на основе ФАПЧ.

Так для фильтра нижних частот второго порядка выражение (1) принимает вид

$$H_{\varepsilon_0\varphi} = K_{\varepsilon_0} K_{\text{ч}} N_{\text{ц}} \frac{1}{\tau p (1 + T_p) (1 + T_p) + 1}. \quad (2)$$

В работе рассчитаны и построены амплитудно-частотные и фазочастотные характеристики формирователя сигнала. Проведено исследование амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик формирователя сигнала при дестабилизации опорного генератора для фильтров

нижних частот первого и второго порядков, и для широкополосного тракта управляющего сигнала. Исследована реакция формирователя на изменения постоянных времени применяемых фильтров и параметров устройства.

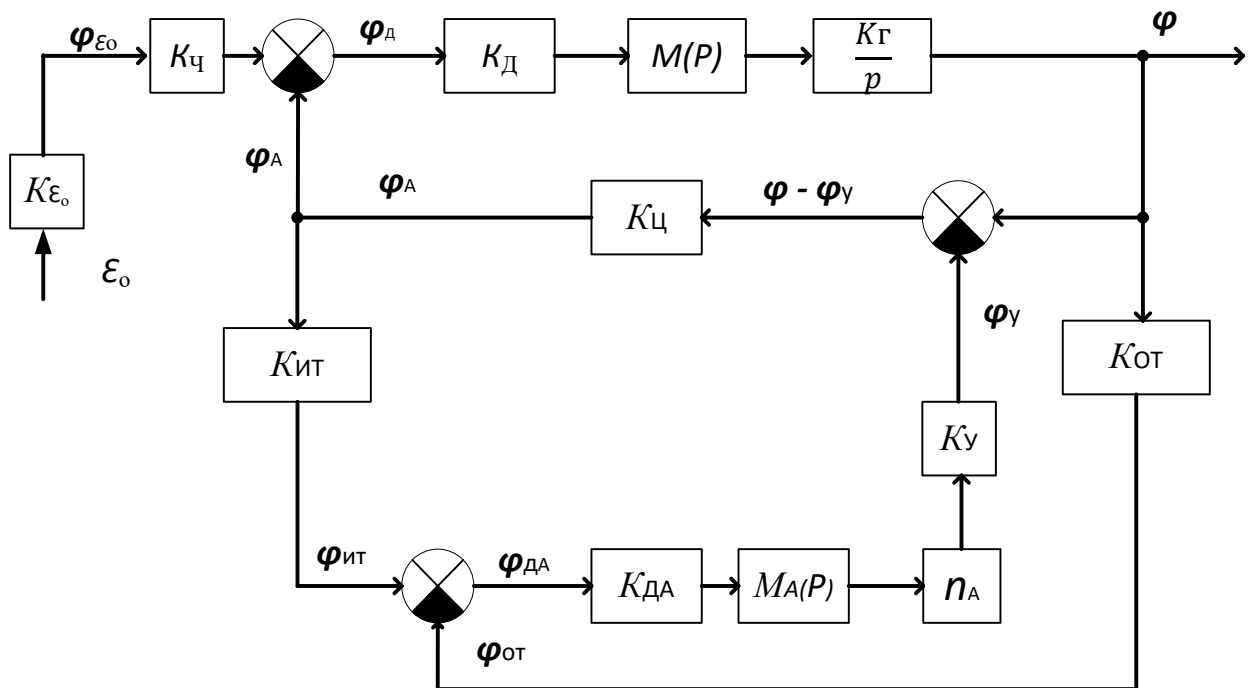


Рис.1. Линеаризованного формирователя сигналов при дестабилизации опорного генератора

Литература

1. Суржик Д.И. Моделирование спектральных характеристик звеньев автокомпенсатора фазовых искажений цифровых вычислительных синтезаторов // Методы и устройства передачи и обработки информации. - 2016. - № 18. - С. 17-21.
2. Смекалов А. Метод прямого цифрового синтеза гармонического сигнала. Анализ и математическое моделирование. – Радиотехника, 2011, №1, С. 16-29.
3. Васильев Г.С., Курилов И.А., Харчук С.М. Моделирование нелинейного автокомпенсатора фазовых искажений ЦАП прямого цифрового синтезатора частот // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. №2, 2014. – С. 30-38.