

С.М. Харчук, Г.С. Васильев, Д.И. Суржик, И.А. Курилов
 Муромский институт (филиал) Владимирского государственного университета
 602264, г. Муром, Владимирской обл., ул. Орловская, 23
 E-mail: kh@mivlgu.ru

Характеристики формирователя сигналов с ФАПЧ, ЦВС и автокомпенсацией помех

В настоящее время широкое распространение получили формирователи сигналов на основе цифровых вычислительных сигналов (ЦВС) с системой фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) тактового сигнала ЦВС [1]. Применение автоматической компенсации помех позволяет уменьшить уровень помех выходного сигнала ЦВС и повысить качественные показатели формирователя. Принцип действия автоматического компенсатора помех (АКП) заключается в выделении закона помехи и противофазном управлении фазой и (или) амплитудой выходного сигнала ЦВС.

Предлагаемая схема формирователя (рис.1) реализует принцип комбинированного регулирования и имеет оптимизированный тракт опорного сигнала детекторов АКП. Схема содержит ОГ - опорный генератор, ИТ1 и ИТ2 – информационные тракты цепей регулирования по возмущению (РВ) и по отклонению (РО) соответственно, ФД1 и ФД2 – фазовые детекторы управляющих трактов, Ф1,2 и У1,2 – фильтры и усилители постоянного тока, С – сумматор, УФ – управляемый фазовращатель, ФВ - фазовращатель, $\varepsilon_{ог}$, ε_c , $\varepsilon_{ц}$ и ε_y –дестабилизирующие факторы действующие соответственно на ОГ, ФАПЧ, ЦВС и УФ.

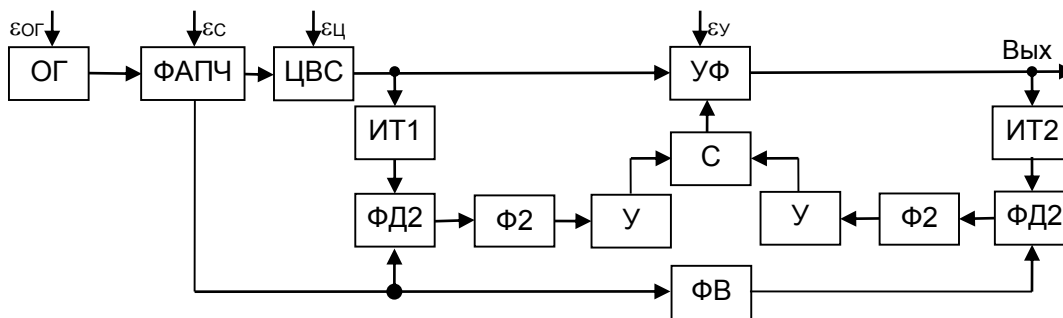


Рис.1.

Сигналы управляющих трактов складываются в С и противофазно управляют УФ. ФВ обеспечивает постоянный фазовый сдвиг для нормальной работы ФД2. Система ФАПЧ имеет выход после первого каскада делителя частоты с постоянным коэффициентом деления в цепи обратной связи системы. Этот сигнал является опорным сигналом для детекторов АКП.

На основе обобщенной схемы амплитудно-фазового преобразователя сигналов и аппарата непрерывных кусочно-линейных функций (НКЛФ) получены выражения передаточных характеристик формирователя, для четырех видов дестабилизирующих факторов $\varepsilon_{ог}$, ε_c , $\varepsilon_{ц}$ и ε_y .

Управления для отклонения фазы выходного сигнала формирователя с АКП имеет вид

$$\varphi_2 = (\varepsilon_{ог}H_{\varepsilon_{ог}\varphi_{ог}} + \varepsilon_cH_{\varepsilon_c\varphi_c} + \varepsilon_{ц}H_{\varepsilon_{ц}\varphi_{ц}})H_{\varphi_1\varphi_2} + \varepsilon_{ц}H_{\varepsilon_{ц}\varphi_2} + \varphi_{Г}H_{\varphi_{Г}\varphi_2},$$

$$\varphi_{Г} = \varepsilon_{ог}H_{\varepsilon_{ог}\varphi_{ог}} + \varepsilon_cH_{\varepsilon_c\varphi_c},$$

где $H_{x,y}$ – передаточные функции при воздействии x и отклике блока формирователя y .

$$H_{\varphi_{Г}\varphi_2} = \frac{n_1M_1(p)N_{1ms} + n_2M_2(p)N_{2mn}}{1 + n_2M_2(p)N_{2mn}},$$

где $n_{1,2}$ – коэффициенты передачи У1,2, $M_{1,2}(p)$ – коэффициенты передачи Ф1,2, коэффициенты p – оператор, $N_{1,2ms,n}$ – коэффициенты передаточной характеристики, m , s и n – текущие номера узлов аппроксимации характеристик УФ, ФД1 и ФД2.

Передаточные характеристики справедливы во всем диапазоне отклонений параметров и для любого вида нелинейностей составляющих формирователь блоков. По ним рассчитываются устойчивость, частотные и динамические характеристики формирователя.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 15-08-05542

Литература

1. Васильев Г.С., Курилов И.А., Харчук С.М. Моделирование нелинейного автокомпенсатора фазовых помех ЦАП прямого цифрового синтезатора частот. // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. №2, 2014. – С. 30-38.
2. Ромашов В.В., Ромашова Л.В., Якименко К.А., Коровин А.Н. Моделирование шумовых характеристик гибридных синтезаторов частот на интегральных микросхемах // Радиотехнические и телекоммуникационные системы. 2013, №1. – С. 10-15.
3. Vasilyev G.S., Kurilov I.A., Kuzichkin O.R., Surzhik D.I., Kharchuk S.M. The analysis of the parametric sensitivity of a hybrid frequency synthesizer with autocompensating phase noise / 25th International Crimean Conference on Microwave & Telecommunication Technology (CriMiCo'2015). – Sevastopol, September 6 – 12, 2015. – pp. 209-211. – IEEE Catalog Number: CFP15788-PRT, CFP15788-CDR. – ISBNs: 978-1-4673-9413-0 (CD), 978-1-4673-9414-7, 978-1-4673-9415-4.
4. Рудаков А.М., Курилов И.А., Харчук С.М., Романов Д.Н. Математическое моделирование автокомпенсации фазовых помех на выходе ЦАП прямого цифрового синтезатора частот. Радиотехнические и телекоммуникационные системы. №2 (10), 2013. – С. 19-25.