

МЕТОД УЛУЧШЕНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ ФАЗОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ

Кукин Д. П., Батиюков С. В.

Кафедра теоретических основ электротехники, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: {kukin, batiukov}@bsuir.by

В настоящее время устройства контроля фаз широко используются во многих областях радиотехники, таких как, радиопередающие устройства, радионавигация, радиоизмерения и т.п. Как правило, устройства на основе цифровых систем фазовой синхронизации, используются для частотной модуляции и демодуляции, преобразования или умножения частоты, частотной фильтрации, синхронизации и демодуляции поднесущих и модулирующего сигналов, синхронизации и демодуляции двоичных цифровых символов, распределение опорного сигнала для когерентного детектирования и для других целей.

ВВЕДЕНИЕ

Современная наука предлагает ряд способов уменьшения влияния упомянутого недостатка. Наиболее эффективным является способ улучшения динамических характеристик цифровой системы фазовой синхронизации, включающий выявление разности фаз между входным и подстраиваемым колебаниями системы, выработку сигнала ошибки, в случае значительного фазового рассогласования предусматривается увеличение коэффициента усиления системы и уменьшение демпфирования.

I. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Решаемой задачей является разработка универсального способа для улучшения динамических характеристик ЦУФС путем введения в структуру системы нелинейного корректирующего устройства, управляющего коэффициентом усиления [2].

II. ПРЕДЛАГАЕМЫЙ АЛГОРИТМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НКУ

Физическая сущность нелинейных корректирующих устройств (НКУ) заключается в том, что во время переходного процесса в системе на отдельных интервалах времени управляющий сигнал «заменяется» специально сформированным нелинейным корректирующим сигналом, т. е. управление системой «переключается» с управляющего сигнала на нелинейный корректирующий сигнал. Высокая эффективность подобных систем показана значительным опытом расчетов, моделирования и практического применения [3]. Существенным достоинством этих нелинейных корректирующих устройств является то, что они эффективно сочетаются с линейными корректирующими устройствами. Параметры систем с использованием нелинейных корректирующих устройств наиболее удобно определять методом гармонической линеаризации.

Основной целью применения НКУ в рамках рассматриваемого класса цифровых устройств является сокращение длительности переходного процесса без ухудшения качественных характеристик системы. Наиболее перспективным в этом случае является применение последовательных НКУ, так как этот тип устройств подвергает нелинейному преобразованию непосредственно основной, управляющий, сигнал в системе. Кроме того, рассматриваемое устройство коррекции должно относиться к типу динамических, поскольку действие этого блока должно проявляться только во время переходного процесса. Физический смысл рассматриваемого типа НКУ заключается в следующем. Во время колебательного переходного процесса в системе реальный управляющий сигнал на некоторых интервалах времени заменяется специально сформированным сигналом, т. е. управление в системе на этих промежутках времени переключается с управляющего на корректирующий сигнал.

В отличие от классических НКУ, рассмотренных в [3], в нашем случае цифровой характер системы позволяет производить замену управляющего сигнала на сравнительно большом интервале времени.

Авторами предлагается следующий алгоритм функционирования НКУ:

- Шаг 1: Определение цифровых эквивалентов длительности половин периодов входного и подстраиваемого колебаний;
- Шаг 2: Сравнение полученных выше числовых эквивалентов и определение $\Delta T = |T_v - T_p|$; где T_v – половина периода входного, а T_p – подстраиваемого сигналов;
- Шаг 3: В том случае, когда ΔT превосходит некоторое заранее установленное граничное значение $\Delta T'$, а, следовательно, частота сигнала на выходе ЦУФС выходит за рамки некоторого, заранее установленного, интервала $\Delta\omega$ вблизи частоты входного колебания, тогда производится замена

управляющего сигнала ЦУФС пропорционального выявленному фазовому рассогласованию на максимальный сигнал управления ОУ со знаком соответствующим характеру разности между величинами T_v и T_p . Такая замена вводится для максимально быстрого попадания частоты подстраиваемого сигнала в упомянутый выше интервал;

- Шаг 4: Если ΔT меньше $\Delta T'$, тогда замена управляющего сигнала не производится;
- Шаг 5: Возврат к первому пункту алгоритма.

Ширину интервала вблизи частоты входного колебания, упомянутого в третьем пункте алгоритма, необходимо выбирать не менее утроенного значения, на которое изменится частота выходного колебания при воздействии на вход ОУ максимального управляющего сигнала в течение времени необходимого для оцифровки величины $T_p = T_v$. В противном случае система, со значительной долей вероятности, пропустит установленный интервал, и переключения на управляющий сигнал не будут производиться вообще.

В случае ЦУФС функции НКУ удобнее всего реализуются УУ. Структурная схема такой системы приведена на рисунке 1. В приведенной схеме канал α предназначен непосредственно для выявления фазового рассогласования между входным сигналом системы и подстраиваемым колебанием, в то время как каналы β и γ используются в рамках определения цифровых эквивалентов длительности половин периодов упомянутых колебаний, что необходимо для реализации приведенного выше алгоритма. На входы РУ подаются двоичные сигналы от каналов β и γ содержащие информацию о величинах длительностей половин периодов входного и подстраиваемого колебаний. РУ производит вычисление ΔT согласно приведенному ранее алгоритму. Затем описываемый блок принимает решение о необходимости нелинейной коррекции управляющего сигнала. Выходным сигналом РУ является последовательность импульсов непосредственно управляющих корректирующим блоком $[F_{t_1}^{t_2}]$. Символ $[F_{t_1}^{t_2}]$ обозначает, что во время переходного процесса на некотором интервале времени Δt от t_1 до t_2 управляющий сигнал заменяется на некоторый сигнал F . В данном случае в качестве сигнала F выступает максимально допусти-

мое управляющее воздействие на ОУ. Значения t_1 и t_2 задаются началом и окончанием одного шага алгоритма функционирования УУ. На рисунке 2 приведены примеры переходного процесса в ЦУФС с классическим алгоритмом функционирования (рисунок 2-1) характерным для систем фазовой синхронизации и в ЦУФС с НКУ (рисунок 2-2). Осуществляется перестройка частоты ОУ с 0 на 3500 Гц. В случае системы с НКУ переходный процесс попадает в «пятипроцентную трубку» за 0,015 секунд и продолжает сходиться; в тоже время, в системе, не использующей нелинейную коррекцию, переходный процесс длится 0,124 секунды.

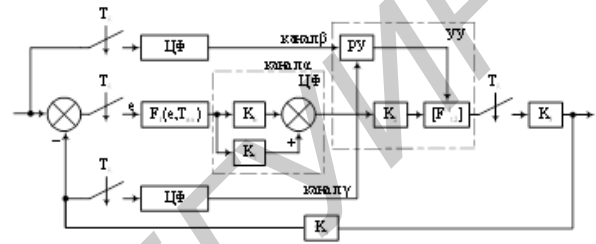


Рис. 1 – Структурная схема ЦУФС с НКУ

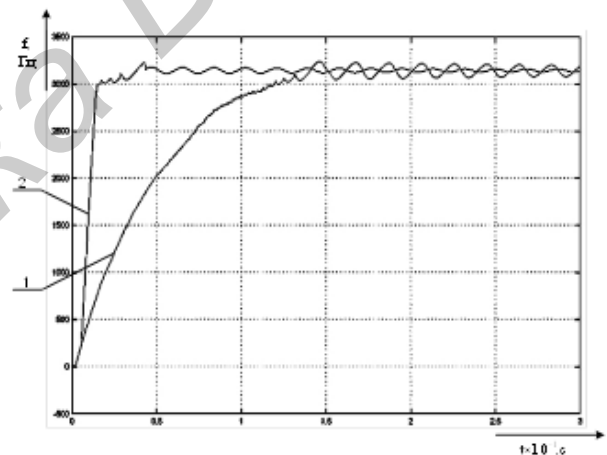


Рис. 2 – Примеры переходных процессов

III. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев, В. М. Оптимальное управление / В. М. Алексеев, В. М. Тихомиров, С. В. Фомин. – ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 407 с.
2. Хлыпало, Е. И. Расчет и проектирование нелинейных корректирующих устройств в автоматических системах / Е. И. Хлыпало. – Л.: Энергоиздат, Ленингр. отделение, 1982. – 272с., ил.