

АНАЛИЗ СЛОЖНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ УСТРОЙСТВ ФАЗОВОЙ СИНХРОНИЗАЦИИ

Батура М. П., Шилин Л. Ю., Шилин Д. Л., Кузнецов А. П.

Кафедра систем управления, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: dimashilin@gmail.com, dekfitu@bsuir.by

В данном докладе авторами рассмотрен ряд сложных режимов работы устройств фазовой синхронизации, предложена математическая модель, с помощью которой, авторами произведен анализ различных режимов работы систем.

ВВЕДЕНИЕ

Устройства фазовой синхронизации в силу своих нелинейных свойств обладают рядом сложных режимов работы [1]. Кроме однократного режима синхронной работы существуют: синхронный режим на кратных частотах [1] – этот режим отличается тем, что частота выходного сигнала отличается в целое число раз от входного сигнала, умноженного на коэффициент деления цепи обратной связи; NT-периодический режим – синхронный режим работы, у которого на протяжении времени N-периодов имеются отклонения частоты от установившегося режима (в пределах режима синхронизма), и на протяжении следующих N-периодов происходит компенсация этого отклонения, таким образом, чтобы за время 2N средняя частота выходного сигнала получилась равной входной частоте умноженной на коэффициент деления цепи обратной связи; асинхронный режим – режим детерминированного хаоса (динамический хаос).[1]

Рассмотрим данные режимы и метод моделирования их на примере импульсных устройств фазовой синхронизации. На рис. 1 приведена обобщённая схема ИСФС, где ИФД – импульсно-фазовый детектор, ЦФК – цепи фильтрации и коррекции, ОУ – объект управления, НЛЧ – непрерывная линейная часть, ОС – цепь обратной связи, представляющая собой, как правило, делитель с переменным коэффициентом деления (ДПКД).

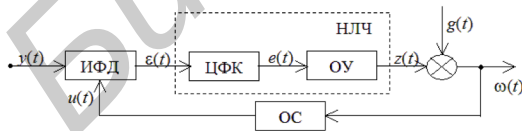


Рис. 1 – Структурная схема ИСФС

На рис. 2 приведены временные диаграммы, поясняющие работу ИСФС, где $u(t)$ - входной сигнал, $u(t)$ - сигнал цепи обратной связи, $\varepsilon_T(t), \varepsilon_{B=3}(t)$ - сигнал фазового рассогласования на выходе триггерного ИФД и ИФД типа «выборка-запоминание» соответственно, $z(t)$, $\omega(t)$ - выходной сигнал, системы без учёта и с учётом возмущающего воздействия $g(t)$.

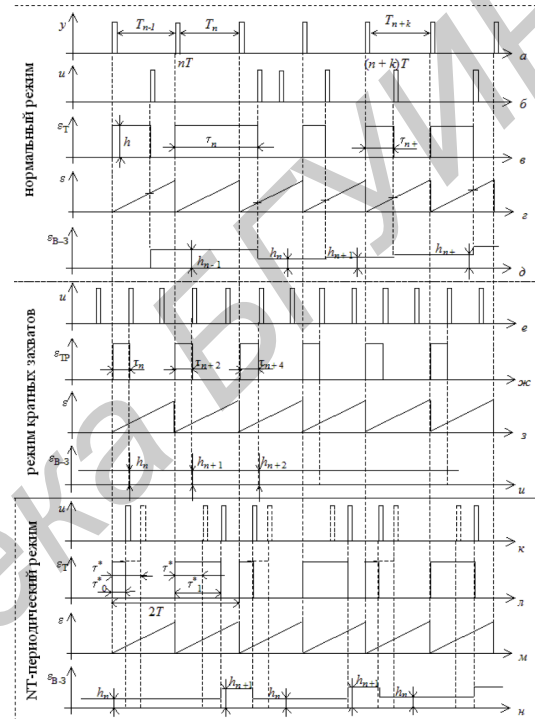


Рис. 2 – Временные диаграммы работы ИСФС с различными типами ИФДв различных режимах

Следует отметить, что в однократном синхронном установившемся рабочем режиме импульсы входного сигнала и сигнала обратной связи чередуются. Такой режим наблюдается на рис. 2 (а-д), начиная с четвёртого такта входного сигнала. Режим кратного захвата предполагает, что в системе выходная частота в N раз больше частоты входного сигнала. На рис. 2 (а, е-и) представлен режим, когда за один такт входного сигнала приходит 2 импульса из цепи обратной связи. Для NT-периодического режима характерно то, что за N тактов входного сигнала среднее время прихода импульса ОС совпадает с временем прихода импульса ОС в однократном синхронном рабочем режиме, однако каждый конкретный импульс ОС приходит либо с опозданием, либо с опережением. На рис. 2 (а, к-н) продемонстрирован 2T-периодический режим.

I. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Авторами предложена математическая модель ИСФС и произведен анализ вышеперечисленных режимов работы. На рис. 3 представлены области синхронизма ИСФС с триггерным ИФД в режиме 2-кратных захватов со следующей передаточной функцией:

$$W(p) = \frac{K (\tilde{T}_2 p + 1)}{\tilde{T}_1 p + 1}.$$

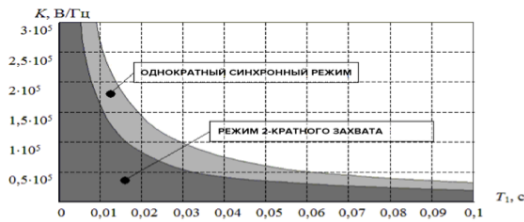


Рис. 3 – Область параметров ИСФС с ТФД в режиме кратных захватов

Из рис. 3 видно, что области обоих режимов имеют общее подмножество параметров, что свидетельствует о возможности возникновения нежелательных режимов в процессе эксплуатации устройства. На рис. 4 представлены области параметров ИСФС с ИФД типа «выборка-запоминание» в 1Т-, 2Т-периодических режимах со следующей передаточной функцией:

$$W(p) = \frac{K (\tilde{T}_3 p + 1)}{(\tilde{T}_2 p + 1) (\tilde{T}_1 p + 1)}.$$

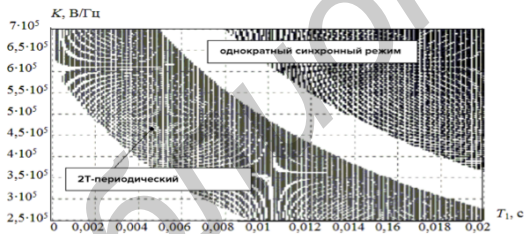


Рис. 4 – Области параметров ИСФС с ИФД типа «выборка-запоминание» в нормальном и 2Т-периодическом режимах

Очевидно, что в данной ИСФС невозможно нежелательное случайное переключение систе-

мы между режимами в процессе функционирования из-за отсутствия общего подмножества параметров для нормального и 2Т-периодического режимов. Данная математическая модель также позволяет проводить анализ ИСФС в динамических режимах. В ходе таковых исследований было обнаружено, что импульсные системы фазовой синхронизации в силу существенной нелинейности ИФД могут впадать в режимы детерминированного хаоса. Такие режимы могут выступать в качестве паразитных и в качестве рабочих. В последнем случае ИСФС может выступать в качестве системы шифрования с высокой степенью защиты данных [2]. На рис. 4 приведён фазовый портрет ИСФУ с ИФД типа «выборка-запоминание» в режиме детерминированного хаоса со следующей передаточной функцией:

$$W(p) = \frac{K (\tilde{T}_4 p + 1)}{(\tilde{T}_3 p + 1) (\tilde{T}_2 p + 1) (\tilde{T}_1 p + 1)}.$$

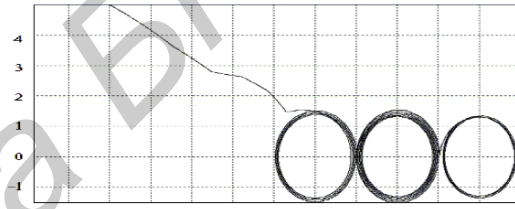


Рис. 5 – Фазовый портрет ИСФС в режиме детерминированного хаоса

II. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, авторами рассмотрены сложные режимы работы устройств фазовой синхронизации, проведена классификация режимов, предложен метод математического моделирования и нахождения параметров, при которых можно достичь требуемых режимов.

III. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов А. П. Анализ и параметрический синтез импульсных систем с фазовым управлением / А. П. Кузнецов, М. П. Батура, Л. Ю. Шилин / Мн.: Наука і тэхніка, –1993. –с. 224
2. Бельский, Ю. Л. Передача информации с помощью детерминированного хаоса / Ю. Л. Бельский, А. С. Дмитриев / Радиотехника и электроника, –1993. – Т.38, №7, с. 1310–1315.