

## **ОПРЕДЕЛИТЕЛЬ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ СЛЕДЯЩЕЙ СИСТЕМЫ В ПРОЦЕССЕ ЕЕ НЕПРЕРЫВНОЙ ШТАТНОЙ РАБОТЫ**

**Д. Г. Зуборев, Н. В. Степанцов, Е. А. Храбров**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Данная работа относится к исследованиям систем автоматического управления и предназначена для определения их частотных характеристик в процессе непрерывной работы с целью возможной дальнейшей их корректировки для стабилизации и повышения быстродействия.

Основной задачей предлагаемого определителя является измерение частотных характеристик управляемой системы в процессе ее штатной работы, которое достигается подачей на вход системы тестового сигнала, состоящего из нескольких синусоидальных сигналов разной частоты. В результате корреляции отклика системы на тестовый сигнал с входным тестовым сигналом определяются несколько точек амплитудно-частотной и фазочастотной характеристик разомкнутой системы.

Известен способ [1] определения запасов устойчивости рулевого привода и устройство для его осуществления, в котором вначале снимают логарифмическую частотную характеристику участка контура электромеханической и силовой части привода путем подачи на его вход гармонического сигнала, например от анализатора частотных характеристик, а затем задают на вход привода нулевой сигнал, нагружают выходное звено привода гармонической силой, например нагрузателем, на вход которого подают гармонический сигнал от второго анализатора частотных характеристик и снимают логарифмическую частотную характеристику электрической части системы управления. По сумме логарифмических частотных характеристик получают логарифмическую частотную характеристику разомкнутого контура привода и по ней определяют запасы устойчивости привода по амплитуде и по фазе. Недостатком этого способа является необходимость определения логарифмической частотной характеристики разомкнутого контура привода в два этапа при отключении из рабочего режима, что увеличивает время испытаний и не позволяет оперативно корректировать нужные характеристики привода.

Наиболее близкой к предлагаемому определителю является адаптивная электрогидравлическая следящая система с модулированной осцилляцией [2]. Недостатком

этой системы является невозможность определять амплитудно-частотную (АЧХ) и фазочастотную (ФЧХ) характеристики коэффициента передачи одновременно на нескольких частотах и невозможность коррекции всей характеристики для повышения точности обработки системой требуемого воздействия, особенно с учетом влияния меняющейся нагрузки.

Техническим результатом применения определителя является оценка АЧХ и ФЧХ разомкнутой системы. При этом коэффициент передачи может изменяться одновременно на нескольких частотах, так как управляемая система непрерывно работает в штатном режиме. Технический результат достигается за счет введения в определитель многовыходного генератора осцилляции, сигналы с выходов которого перемножены на 1 или  $-1$ , полученные с выходов клеточных автоматов. Кроме манипулирования фазой, с помощью клеточных автоматов применяется также регулирование амплитуд этих составляющих. В системе [2] используется только одна частота для сигнала осцилляции. В предлагаемом определителе используется несколько сигналов разных частот и амплитуд, которые суммируются.

Использование нескольких сигналов дает преимущества (более полное определение АЧХ и ФЧХ), но и имеет свои недостатки. Например, если много сигналов совпадут по фазе, то сумма их амплитуд может привести к перегрузке системы по амплитуде и неправильному ее функционированию. Чтобы уменьшить вероятность проявления перегрузок, предлагается использовать два подхода. Первый подход заключается в уменьшении амплитуд низкочастотных сигналов. В электрогидравлической системе каждый гидроцилиндр является интегратором. И соответственно влияние амплитуд низкочастотных сигналов осцилляции наиболее велико. В общем случае, амплитуда сигнала осцилляции устанавливается прямо пропорционально его частоте. Вторым подходом является фазовая модуляция составляющих сигналов осцилляции псевдослучайными двоичными последовательностями. Псевдослучайные двоичные последовательности содержат в себе символы 1 или  $-1$ , умножение на которые дает инвертирование фазы сигнала. Если вначале сигналы были синфазны, что вызывало биения, то затем они находятся в противофазе и взаимно уменьшают биения.

При этом накопление энергии измеряемого сигнала путем корреляции с копией зондирующего сигнала осцилляции обеспечивает достаточное превышение измеряемого сигнала над уровнем случайного шума и соответственно требуемые точность и надежность определения значений АЧХ и ФЧХ. Выбор видов обратных связей в клеточных автоматах 8, описанный в [3], позволяет обеспечить некоторую квазиортогональность сигналов осцилляции и дополнительную надежность работы определителя.

#### Литература

1. Способ определения запасов устойчивости рулевого привода и устройство для его осуществления : пат. РФ № 2474829 / Л. М. Корякин, В. Я. Потетенькин, Г. С. Берко. – МПК G 01R 23/00, G 05B 23/00 ; опубл. 10.02.2013.
2. Адаптивная электрогидравлическая следящая система с модулированной осцилляцией : заявка РФ. – Рег. № 2016129373 от 19.07.2016, МПК G 05 B 13/02, F 15 B 9/03.
3. Мурашко, И. А. Методика проектирования генератора псевдослучайных тестовых последовательностей на клеточных автоматах с расширенным набором правил / И. А. Мурашко, Д. Е. Храбров // Вестн. Моск. гос. ун-та приборостроения и информатики. – 2013. – № 47 – С. 78–93.