



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 943642

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 26.07.78 (21) 2649140/18-24

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 15.07.82. Бюллетень № 26

Дата опубликования описания 17.07.82

(51) М. Кл.³

G05 B 15/02

(53) УДК 62-

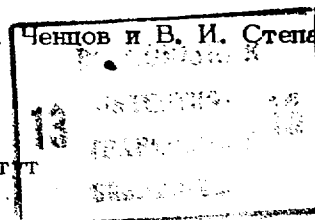
-50(088.8)

(72) Авторы
изобретения

А. А. Петровский, А. Е. Леусенко, А. Н. Ченцов и В. И. Степанов

(71) Заявитель

Минский радиотехнический институт



(54) МНОГОКАНАЛЬНАЯ ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ВИБРОИСПЫТАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ

1
Изобретение относится к автоматическому управлению и может быть использовано для управления виброиспытательными установками.

Известна аналоговая система управления многокомпонентной случайной вибрацией, состоящая из источников случайных сигналов, устройства формирования векторного случайного процесса, устройства анализа, с помощью которого оцениваются элементы матрицы спектральных плотностей и устройств обратной связи, с помощью которых формируются случайные процессы на входе объекта [1]. 15

Устройство формирования векторного случайного процесса состоит из формирующих устройств, каждое из которых содержит определенное число формирующих фильтров, служащих для создания узкополосных случайных процессов, и блока формирования случайных процессов с определенной степенью корреляционной связи [1].

2
Недостатками данной системы являются низкая точность вследствие нестабильности элементов системы, в том числе генератора случайного сигнала, низкая технологичность изготовления, громоздкость аппаратуры. Кроме того, особую сложность вызывает реализация фильтров сверхнизких частот и аналоговых фазовращателей, а также сложность в управлении спектральной плотностью вибропроцесса на выходе объекта.

Известна цифровая система управления спектральной плотностью случайного вибропроцесса, в основу которой положен алгоритм обратного преобразования Фурье или многомерный аналог разложения Райса-Пирсона [2].

Недостатком системы является невозможность возбуждать испытываемый объект временной реализацией нормального стационарного случайного процесса, так как в данной системе используется периодический стационарный процесс. И если необходимо проводить испытания длительное

время, то просто повторяется одна и та же реализация.

Недостатком системы является также большое время настройки на различные программы испытаний одного и того же объекта.

Наиболее близким к предлагаемому является цифро-аналоговая система управления многокомпонентной случайной вибрацией, содержащая N каналов, в каждом из которых включен генератор случайного сигнала, а также формирующий фильтр и аналого-цифровые преобразователи, входы которых подключены к соответствующим выходам виброиспытательной установки, а выходы — к соответствующим входам цифрового вычислительного устройства [3].

Недостатком данной системы управления вибрацией является большое время настройки на требуемую программу виброиспытаний при смене программы виброиспытаний, так как здесь необходимо заново определять нулевое приближение, что связано с большими затратами машинного времени. Такая необходимость смен программ в процессе испытаний возникает, когда моделируется случайный вибропроцесс с требуемой матрицей спектральной плотности, изменяющийся во времени.

Кроме того, нестабильность аналоговых элементов значительно ухудшает точность системы.

Целью изобретения является сокращение времени подготовки к виброиспытаниям и повышение точности системы.

Указанная цель достигается тем, что в систему введены коммутатор, мультиплексор памяти, первый и второй блоки оперативной памяти, блок синхронизации, а также в каждом канале мультиплексора и последовательно соединенные цифро-аналоговые преобразователи и фильтры нижних частот, включенные между выходами формирующего фильтра и входами виброиспытательной установки, вход коммутатора соединен с выходом цифрового вычислительного устройства, управляющий вход — с первым выходом блока синхронизации, а первый и второй выходы через первый и второй блоки оперативной памяти подключены соответственно к первому и второму входам мультиплексора памяти, управляющий вход которого соединен с вторым выходом блока синхронизации и управляющими входами мультиплексоров, первые и вторые входы которых соединены соответственно с вы-

ходами генераторов случайного сигнала и выходами аналого-цифровых преобразователей, а выходы — с соответствующими входами формирующего фильтра, управляющий вход которого подключен к выходу мультиплексора памяти.

В соответствии с корреляционной теорией для широкого класса случайных процессов их структурные модели полностью определяются формирующими фильтрами, поэтому задача воспроизведения многомерного векторного случайного вибропроцесса сводится к той или иной структурной реализации многомерного формирующего фильтра.

Для увеличения точности задания требуемой спектральной плотности в основу структуры многомерного формирующего фильтра положен цифровой вариант, причем однофильтровой, т.е. сложная спектральная плотность мощности аппроксимируется одним цифровым фильтром с произвольной передаточной функцией. Алгоритм фильтрации следующий

$$Y_n = \sum_{k=0}^M h_k X_{n-k}, \quad n=1, 2, \dots,$$

где h_k — весовая функция;

M — количество отсчетов весовой функции;

Y_n — n -ый отсчет выходного процесса фильтра;

X_i — i -ый отсчет входного процесса.

Если использовать в качестве случайного сигнала бинарный шум, то как видно из (1) операция умножения исключается и остается только операция сложения.

Количество отсчетов весовой функции выбирается, исходя из требуемой точности задания спектральной плотности.

Для сокращения времени настройки системы управления на требуемую программу виброиспытаний при смене программы виброиспытаний, когда моделируется многомерный векторный случайный вибропроцесс с требуемой матрицей спектральной плотности мощности, изменяющейся во времени, в структуру системы введено параллельное корректирующее звено. С помощью этого звена устраняется неравномерность передаточной функции объекта. Передаточная функция объекта $W_0 Z$ и корректора $K(Z)$ связаны соотношением:

$$h_c(Z) = \frac{W_0(Z)}{1+W_0(Z)K(Z)}, \quad (2)$$

где $\dot{z} = e^{-j\omega t}$

ω - круговая частота;

t - время.

Причем $|H_c(z)|^2 = A$ для всех значений ω ;

A - некоторая константа.

Вначале производится идентификация объекта управления. Определяется $W_0(z)$ затем по формуле (2) определяется $K(z)$, а параметры формирующего фильтра рассчитываются по требуемой спектральной плотности.

Далее, одним из итерационных алгоритмов управления производится более точная настройка на заданную программу испытаний. При смене программы испытаний исследуемого объекта уже нет необходимости вновь долго настраиваться, а нужно только итерационным алгоритмом уточнить настройку, а это существенно увеличит производительность вибрационной системы, за счет сокращения времени настройки, так как определение $K(z)$ производится только однажды перед началом испытаний.

На чертеже представлена блок-схема многоканальной цифровой системы управления виброиспытательной установкой.

Система содержит генераторы случайного сигнала 1, многомерный формирующий фильтр 2, виброиспытательную установку 3, аналого-цифровые преобразователи 4, цифровое вычислительное устройство 5, мультиплексоры 6, цифро-аналоговые преобразователи 7, фильтры нижних частот 8, блок синхронизации 9, коммутатор 10, первый и второй блоки оперативной памяти 11 и 12 соответственно, мультиплексор памяти 13.

Функционирование системы можно условно разбить на два этапа.

На первом этапе происходит идентификация объекта, т.е. определяется $W_0(z)$, а затем $K(z)$. Для этого на объект подается случайный сигнал в виде "белого" шума, с выхода объекта сигнал через аналого-цифровые преобразователи 4 передается в цифровое вычислительное устройство 5, где определяется $K(z)$. Вычисленные коэффициенты передаточной функции $K(z)$ по разрешающему сигналу блока синхронизации 9 через коммутатор 10 записываются в первый блок оперативной памяти 11. Далее цифровое вычислительное устройство 5 рассчитывает параметры многомерного цифрового формирующего фильтра 2 по требуемой спектральной

плотности и через коммутатор 10 по сигналу из блока управления 9 передает их во второй блок оперативной памяти 12.

На втором этапе система функционирует следующим образом.

Шумовой сигнал с выходов генераторов по разрешающему сигналу блока синхронизации 9 через мультиплексоры 6 передается в многомерный формирующий фильтр 2, туда же через мультиплексор памяти 13 под управлением блока синхронизации 9 из второго блока оперативной памяти 12 передаются коэффициенты цифрового фильтра и формируется одно выходное значение многомерного формирующего фильтра 2, которое хранится в выходном регистре многомерного формирующего фильтра 2. Далее с выхода аналого-цифровых преобразователей 4 значение случайного процесса с выхода объекта управления 3 передается по разрешающему сигналу блока синхронизации 9 через мультиплексоры 6 в многомерный формирующий фильтр 2, а также из первого блока оперативной памяти 11 через мультиплексор памяти 13 по разрешающему сигналу блока синхронизации 9 передаются коэффициенты корректора. В данном случае многомерный формирующий фильтр 2 выполняет функцию корректора, охватывающего обратной отрицательной связью объект управления 3. Как корректор, так и цифровой формирующий фильтр работают по алгоритму (1). Далее вычисляется значение корректора вычитается из выходного значения многомерного формирующего фильтра 2, и результат передается на цифро-аналоговые преобразователи 7, с выхода которых процесс через фильтры нижних частот 8 подается на объект управления, выходное значение которого преобразуется в цифровую форму аналого-цифровыми преобразователями 4, которое снова подается на вход многомерного формирующего фильтра 2 и рассмотренный процесс функционирования повторяется снова.

Значения с выходов аналого-цифровых преобразователей также передаются в цифровую вычислительную машину 5 для контроля и управления спектральной плотностью векторного случайного вибропроцесса на выходе объекта. На цифровом вычислительном устройстве 5 производится спектральный анализ, далее вычисленная спектральная плотность сравнивается с требуемой спектральной

плотностью, определяется вектор ошибки, по которому с помощью определенного алгоритма управления производится более точная настройка на заданную программу, т.е. уточняются коэффициенты многомерного формирующего фильтра, которые затем через коммутатор 10 по сигналу с блока синхронизации 9 записываются в второй блок оперативной памяти 12. Уточняющая настройка необходима и при смене программы испытаний.

Применение многоканальной цифровой системы управления виброиспытательной установкой позволяет получить высокие технико-экономические показатели и поднять испытания различной сложной аппаратуры автоматки, вычислительной техники, радиотехнических устройств и аппаратуры других типов на качественно новую степень.

Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Многоканальная цифровая система управления виброиспытательной установкой, содержащая N каналов, в каждом из которых включен генератор случайного сигнала, а также формирующий фильтр и аналого-цифровые преобразователи, входы которых подключены к соответствующим выходам виброиспытательной установки, а выходы — к соответствующим входам цифрового вычислительного устройства, отличающаяся тем, что, с целью сокращения времени подготовки к испытаниям и повышения точности системы, в нее введены коммутатор, мультиплексор памяти, первый и второй блоки оперативной памяти, блок синхронизации, а также в каждом канале

мультиплексоры и последовательно соединенные цифро-аналоговые преобразователи и фильтры нижних частот, включенные между выходами формирующего 5 фильтра и входами виброиспытательной установки, вход коммутатора соединен с выходом цифрового вычислительного устройства, управляющий вход — с первым выходом блока синхронизации, а 10 первый и второй выходы через первый и второй блоки оперативной памяти подключены соответственно к первому и второму входам мультиплексора памяти, управляющий вход которого соединен с 15 вторым выходом блока синхронизации и управляющими входами мультиплексоров, первые и вторые входы которых соединены соответственно с выходами генераторов случайного сигнала и выходами 20 аналого-цифровых преобразователей, а выходы — с соответствующими входами формирующего фильтра, управляющий вход которого подключен к выходу мультиплексора памяти.

25

Источники информации,

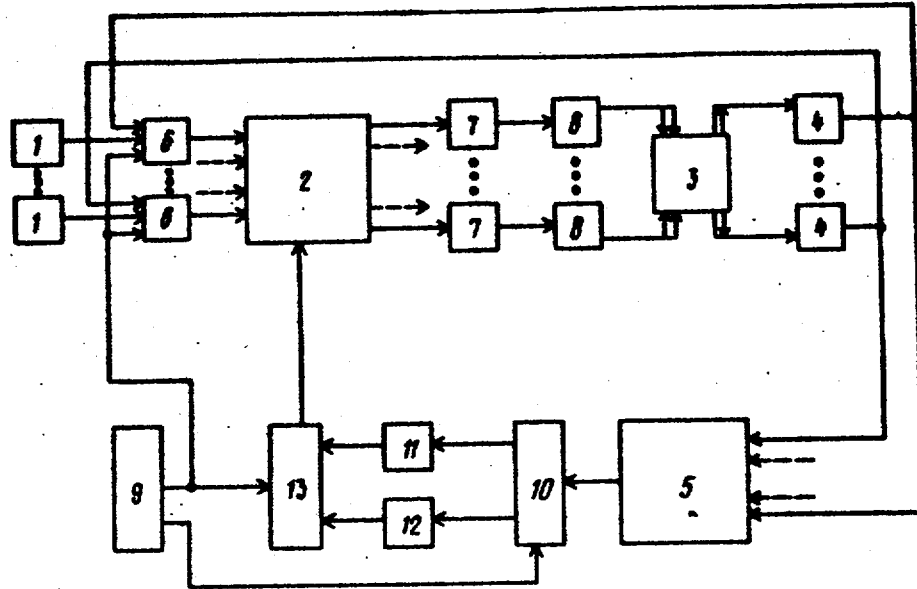
принятые во внимание при экспертизе

1. Гетманов А. Г. и др. Автоматическое управление вибрационными испытаниями. М., "Энергия", 1978, с. 48.

30 2. Тулик А. А. и др. Цифровые и гибридные способы управления спектральными характеристиками векторных случайных процессов. — В кн. "Кибернетика и вычислительная техника". Киев, "Наукова думка", 1973, вып. 20, с. 110-117.

35 3. Гетманов А. Г. и др. Способы построения и принципы работы цифро-аналоговых систем автоматического управления. — Сб. "Методы и средства испытаний изделий", 1977, МДНТП им. Дзержинского, с. 23-29 (прототип).

40



Составитель С. Дунаев

Редактор Л. Авраменко Техред А. Ач Корректор М. Коста

Заказ 5105/52 Тираж 914 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4