



Рис.1

2), свернутый в кольцо радиуса a (рис. 1), который возбуждается сторонней гармонической во времени ($\exp(i\omega t)$) распределенной ЭДС, приложенной в зазоре шириной 2Δ . Поперечное распределение продольной (по отношению к полоску) компоненты поверхностной плотности тока η_p считалось квазистатическим:

$$\eta_p(\varphi, \rho) = \frac{f(\varphi)}{\sqrt{1 - ((\rho - a)/l)^2}}, \quad (1)$$

где $f(\varphi)$ — неизвестная функция, характеризующая азимутальное распределение поверхностной плотности тока. При выводе уравнения использовалась следующая функция Грина, записанная в цилиндрической системе координат:

$$G_i = \frac{1}{4\pi} \sum_{n=-\infty}^{\infty} e^{-in(\varphi - \varphi')} \int_0^{\infty} \frac{e^{-\sqrt{\chi^2 - k^2}|z - z'|} J_n^2(\chi a)}{\sqrt{\chi^2 - k^2}} \chi d\chi. \quad (2)$$

НОРМИРУЮЩИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ СИГНАЛОВ С УГЛОВОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ ДЛЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ

В.В. Иванов, С.В. Шлык

Тольяттинская государственная академия сервиса,
Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти

Одной из проблем угловой модуляции является получение больших индексов модуляции простыми средствами. Другой проблемой является отсутствие нормирующих преобразователей (усилителей) девиации фазы и девиации частоты сигналов с угловой модуляцией с возможностью плавного изменения коэффициента преобразования в широких пределах. Обе проблемы связаны с увеличением чувствительности угловых модуляторов и преобразователей.

В докладе приводятся новые результаты исследований автоколебательных систем в режиме повышенной чувствительности, которые позволяют во многих случаях решить задачу увеличения чувствительности генераторных преобразователей и угловых модуляторов.

Эффект повышенной чувствительности обнаружен при исследовании автоколебательных систем с неминимально фазовыми четырёхполюсниками. В режиме повышенной чувствительности

относительно небольшие вариации резонансных или средних частот фильтров автоколебательной системы, дополнительных фазовых сдвигов в петле автоколебательной системы, частоты сигнала синхронизации вызывающих значительные изменения частот генерируемых сигналов.

Эффект повышенной чувствительности достигается введением в автоколебательную систему четырёхполосников, содержащих полосные фильтры с нетипичными (инвертированными) ФЧХ.

Результаты исследований различных автоколебательных систем показали, что данный эффект имеет место в любых системах с обратной связью.

На базе рассматриваемого эффекта разработано новое направление синтеза преобразователей сигналов с угловой модуляцией. Это параметрические генераторные частотные и фазовые измерительные преобразователи, преобразователи девиации частоты, преобразователи девиации фазы, частотно-фазовые преобразователи и фазо-частотные преобразователи. Во всех случаях существуют условия изменения коэффициента преобразования от единицы до нескольких десятков.

Для реализации эффекта разработаны способы синтеза полосных фильтров с инвертированной ФЧХ. Структурный способ использует двухканальное прохождение сигнала с удвоением частоты в одном из каналов и с разными фазовыми сдвигами в каналах. Способ разработан для аналоговых систем. Алгоритмический способ разработан для цифровых систем. Используется перестановка коэффициентов импульсной характеристики цифрового фильтра и соответствующая задержка вычисленных отсчётов выходного сигнала.

Исследования разработанных преобразователей выполнены в компьютерной системе MATLAB.

Наибольший интерес представляют нормирующие частотные и фазовые преобразователи, которые позволяют разрабатывать частотные и фазовые системы управления и контроля без использования промежуточных преобразований сигналов с амплитудной модуляцией и аналого-цифровых преобразователей. Нормирующие преобразователи синтезируются на базе синхронизируемой автоколебательной системы с комбинационным взаимодействием трёх сигналов не кратных частот (комбинационном генераторе). Структура комбинационного генератора содержит два смесителя и два полосных усилителя, один из которых имеет нетипичную ФЧХ. Сигнал синхронизации подаётся на вторые входы смесителей. Девиация частоты сигнала синхронизации или фазового сдвига между сигналами синхронизации на входах смесителей вызывает девиацию частот генерируемых сигналов. Найдены условия, при которых происходит усиление девиации частоты или фазового сдвига, и способы регулирования коэффициента преобразования указанных девиаций.

В результате компьютерного аналогового моделирования динамических процессов показано, что устойчивая генерация в режиме повышенной чувствительности возможна только при типичном характере наклона эквивалентной ФЧХ разомкнутой системы. Таким образом, расширен круг условий устойчивости в рамках теории устойчивости нелинейных систем с обратной связью.

Исследованы статические характеристики разработанных преобразователей. Показано, что для получения линейных характеристик преобразования необходимо использовать полосные фильтры с линейными ФЧХ, например цифровые фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтры). Использование цифровых фильтров позволяет существенно уменьшить инструментальную и дополнительную составляющие погрешности преобразования.

С помощью компьютерных моделей исследованы динамические характеристики преобразователей. Показано, что преобразователи имеют переходные характеристики, которые хорошо аппроксимируются экспонентой, что позволяет рассматривать их на частотно-временной и фазо-временной плоскости как звенья первого порядка.

Разработаны математические модели преобразователей на базе нелинейных и линеаризованных ФЧХ полосных фильтров. Результаты компьютерного моделирования с использованием фильтров с аналогичными ФЧХ подтверждают адекватность математических моделей.

Разработаны и исследованы алгоритмы цифровой реализации преобразователей с использованием КИХ-фильтров, работающие в реальном масштабе времени с внешней синхронизацией.

Структуры преобразователей защищены девятью патентами. Приведённые результаты получены в результате исследований, поддержанных госбюджетным финансированием.

СИНГУЛЯРНЫЕ ИНТЕГРАЛЬНЫЕ УРАВНЕНИЯ В ТЕОРИИ СВЯЗАННЫХ ПОЛОСКОВЫХ ВИБРАТОРОВ, РАСПОЛОЖЕННЫХ НА ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Д.С. Ключев, В.А. Неганов

Поволжская государственная академия телекоммуникаций и информатики,
г. Самара

Предложен математически корректный метод расчета связанных полосковых вибраторов, расположенных на цилиндрической поверхности (рис. 1). Метод основан на применении сингулярных интегральных уравнений с ядром Коши. При анализе использовалась следующая