

ит. Но на сегодняшний день можно сказать одно, что шаровая молния является вполне определённым физическим объектом, дальнейшее, более детальное изучение которого, несомненно, должно привести к новому научно-техническому прогрессу.

Литература

1. Капица, П.Л. Эксперимент, теория, практика. – М.: Наука, 1977.
2. Стекольников, И.С. Физика молнии и грозозащита. – М.: Изд-во АН СССР, 1943.
3. Бенндорф, Г. Атмосферное электричество. – М.: ГИТТЛ, 1934.

УДК 621.311:618.5

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ С КОНЕЧНОЙ ИМПУЛЬСНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ В СИСТЕМЕ VISSIM

Уласик О.Ф., Недабой М.А.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент РУМЯНЦЕВ В.Ю.

Цифровой фильтр – это дискретно-временная система, выходной сигнал которой является модифицированной версией входного сигнала. Фильтры являются основой для большинства приложений обработки сигналов. Типичное назначение – это извлечение или вырезка области спектра входного сигнала или определенной частоты. Используемые для кондиционирования сигналов фильтры нередко называются частотно-селективными, поскольку обычно разрабатываются на основе требований к частотной характеристике.

Исследуемые цифровые фильтры предназначены для обработки сигналов, представленных в виде временных рядов. Наиболее простыми для анализа и реализации являются широко применяемые на практике цифровые фильтры с конечной импульсной характеристикой (КИХ-фильтры), имеющие следующий вид уравнения фильтрации:

$$y(k) = \sum_{i=0}^m b_i x(k-i),$$

где $y(k)$ – выходной сигнал после фильтрации;

k – номер выборки;

m – количество коэффициентов фильтра, уменьшенное не единицу;

b – коэффициенты фильтра;

$x(k-i)$ – входной сигнал.

Цифровой фильтр реализован в виде типовой цифровой системы, показанной на рисунке 1. В диаграмме принято несколько неявных допущений. Во-первых, чтобы точно обработать сигнал, принимается, что тракт АЦП/ЦАП обладает достаточными значениями частоты дискретизации, разрешающей способности и динамического диапазона. Во-вторых, для того, чтобы закончить все свои вычисления в пределах интервала дискретизации $\frac{1}{f_s}$, устройство цифровой обработки сигнала (ЦОС) должно иметь достаточное быстродействие.

Для синтеза КИХ-фильтров VisSim использует алгоритм множественного обмена Ремеза (Remez Multiple Exchange algorithm). Для удобства, проектирование КИХ-фильтра обычно выполняют на основе задания его свойств в домене частот.

КИХ-фильтры имеют полюсы (корни знаменателя) равные нулю и характеризуются конечной импульсной характеристикой. КИХ-фильтры могут иметь более разно-

образные АЧХ, чем БИХ-фильтры. Важной особенностью КИХ-фильтров является то, что фазовая характеристика может быть строго линейна $j(\omega) = -\text{const} \cdot \omega$. Если это условие выполнено, то импульсная характеристика фильтра обладает свойством симметрии $h[k] = h[n-1-k]$. В этом случае ряд коэффициентов числителя передаточной функции также симметричен, следовательно, групповая задержка на цепочке блоков регистрЗадержки для сигналов любой части спектра постоянна и составляет $\frac{n-1}{2}$ отсчетов, где n – порядок фильтра или количество блоков регистрЗадержки.

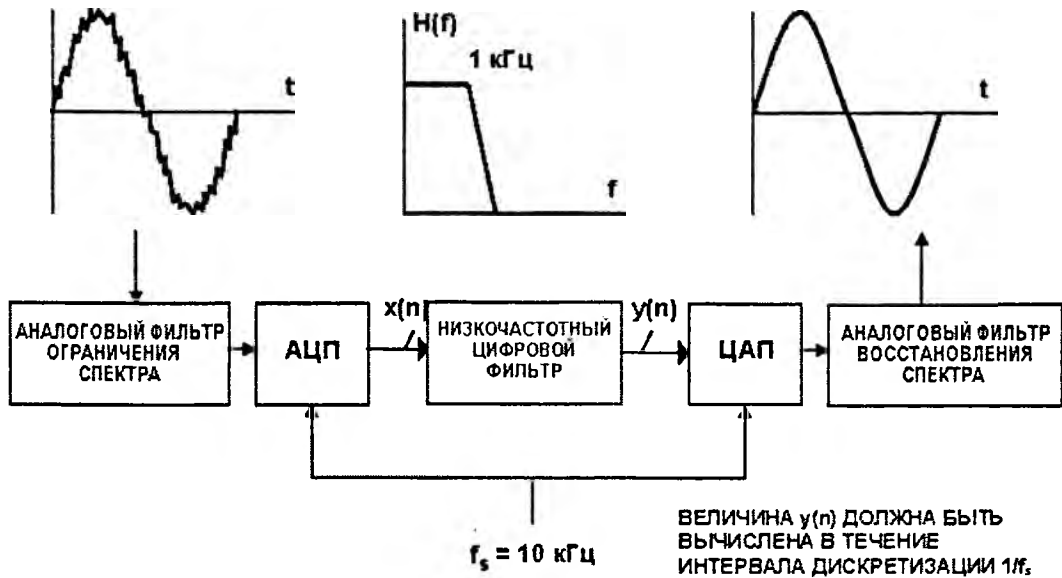


Рисунок 1

К особым преобразователям, которые реализуются на основе КИХ-фильтров, относятся преобразователь Гильберта и дифференциаторы. Преобразователем Гильберта или фазовращателем на 90° называется цифровой фильтр с частотной характеристикой $H(e^{j\omega})$, которая имеет модуль равный единице и фазовый угол равный $-\frac{\pi}{2}$ для $0 < \omega < \pi$ и $+\frac{\pi}{2}$ для $-\pi < \omega < 0$. Дифференциаторы характеризуются линейно-нарастающей ЛАЧХ в желаемом диапазоне частот.

Генерация КИХ-фильтра состоит в том, что VisSim, согласно заданию, вычисляет полиномиальные коэффициенты числителя и знаменателя его передаточной функции.

После вычисления коэффициентов, алгоритм оценивает максимальную ошибку приближения d (Delta). Эта оценка есть взвешенное различие между фактической и желаемой АЧХ. Если полоса имела вес равный 1, то d равна абсолютной ошибке приближения. Если полоса имела вес равный 10, то абсолютная погрешность будет составлять $0,1d$. Значение d выводится в окне информационных сообщений.

Для вызова диалогового окна проектирования КИХ-фильтра (рисунок 2) нажмите на одноименную кнопку в диалоговом окне «Задание передаточной функции».

Порядок: в этой строке ввода Вы можете указать желаемый порядок фильтра. Как правило, чем больше порядок, тем точнее аппроксимация ЧХ фильтра.

Тип фильтра: в этом выпадающем списке Вы можете выбрать желаемый тип фильтра: «КИХ-фильтр», «Дифференциатор», «преобразователь Гильберта».

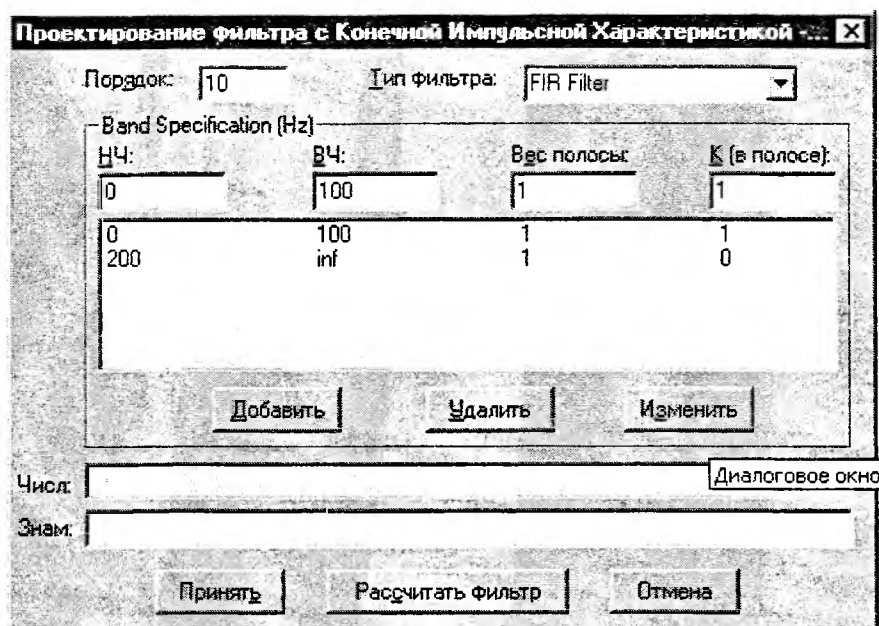


Рисунок 2

Спецификация полос: эта зона диалогового окна предназначена для задания требований к полосам АЧХ фильтра. При вводе параметров полос Вам следует придерживаться правил:

- для дискретных фильтров, указываемые частоты должны быть ниже частоты Найквиста;
- для непрерывных фильтров, бесконечную частоту следует обозначать, используя зарезервированное слово «inf».

НЧ, ВЧ: используя эти строки ввода, Вы можете указать желаемые частоты среза для каждой полосы.

Вес полосы (цена ошибки): значения определенные Вами в этой строке ввода будут диктовать процедуре осуществляющей синтез коэффициентов вес (цену) аппроксимационных ошибок для каждой из полос.

К (в полосе): в этой строке ввода Вы можете указать желаемый коэффициент передачи в каждой полосе.

Литература

1. Дьяков, В.П. VisSim + MathCAD + MatLab. Визуальное математическое моделирование. – М.: Солон-Пресс, 2004. – 384 с.

УДК 621.316

КРУЭ И КРИТЕРИИ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Пивень М.В., Трембицкий А.М., Лебедев А.Е.
Научный руководитель – КЛИМКОВИЧ П.И.

К особой группе комплектных распределительных устройств относятся устройства с элегазовой изоляцией КРУЭ. Выбор элегаза (шестифтористая сера SF₆) не случаен. Чистый газообразный элегаз химически не активен, не горит и не поддерживает горение, обладает повышенной теплоотводящей способностью и удачно сочетает в себе изоляционные и дугогасящие свойства. Электрическая прочность элегаза в 2,5 раза