

МИНИМИЗАЦИЯ СРЕДНЕКВАДРАТИЧНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕКУРСИВНЫХ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ

Предложена методика минимизации среднеквадратичной чувствительности частотных характеристик рекурсивных цифровых фильтров, реализуемых в виде каскадного соединения звеньев с избыточным числом умножителей.

Найденные на этапе аппроксимации передаточные функции рекурсивных цифровых фильтров (РЦФ) чаще всего реализуются в виде каскадного соединения звеньев первого и второго порядка. Такие схемы при прочих равных условиях обладают наименьшей чувствительностью частотных характеристик [1—3]. Для реализации передаточную функцию представляют в виде сомножителей

$$H(z) = h \frac{1 + a_0 z}{1 + b_0 z} \prod_{i=1}^{M2} \frac{1 + a_{1i} z^{-1} + a_{2i} z^{-2}}{1 + b_{1i} z^{-1} + b_{2i} z^{-2}} \cdot \prod_{i=1}^{M3} \frac{1 + a_{1i} z^{-1} + z^{-2}}{1 + b_{1i} z^{-1} + b_{2i} z^{-2}}. \quad (1)$$

Комплексную передаточную функцию $H(jx)$ получают из (1) путем замены $z = e^{jx}$, $x = \omega T$, T — интервал дискретизации. Затухание $a(x) = -\ln |H(x)|$ и фазо-частотная характеристика $\Theta(x) = \arg H(jx)$, где $H(x) = |H(jx)|$.

При использовании классических звеньев число умножителей M в схеме фильтра равно числу коэффициентов реализуемой передаточной функции (1). Поэтому среднеквадратичная чувствительность фильтра с выбранными классическими звеньями зависит только от значений параметров вектора \overline{AB}

$$\overline{AB} = [a_{11}, a_{21}, b_{11}, b_{21}, \dots, a_{1M2}, a_{2M2}, b_{1M2}, b_{2M2}, \dots, a_{1M3}, a_{2M3}, b_{1M3}, b_{2M3}]$$

т. е. $S^a(x, \overline{AB}) = S^a(x, \overline{c}) = \sqrt{\sum_{i=1}^M (S_i^a)^2}$, где M — размер вектора \overline{AB} ; \overline{c} — вектор значений параметров умножителей; $S_i^a = \frac{\partial a(x, \overline{c})}{\partial c_i} c_i$ — полуотносительная поэлементная чувствительность затухания по параметрам умножителей.

Максимальная величина среднеквадратичной чувствительности S_{\max}^a в рабочем диапазоне частот E_x при заданном предельном значении допустимого отклонения затухания Δa_0 (ФЧХ $\Delta \Theta_0$) от рассчитанного на этапе аппроксимации, определяет длину машинного слова [3]. Чем меньше S_{\max}^a (S_{\max}^Θ), тем меньше требуемая длина машинного слова. Для уменьшения максимальных

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Рабинер Л., Гоулд Б.* Теория и применение цифровой обработки сигналов.— М. : Мир, 1978.— 848 с.
2. *Коча В. М., Торяник Н. Н.* К вопросу о структурах цифровых фильтров. // Зарубежная радиоэлектроника.— 1985.— №11.— С. 16—29.
3. *Трифонов И. И., Трифонов И. И. (мл.)*. Анализ чувствительности цифровых фильтров с линейной фазой // Автоматизация проектирования в электронике.— Киев : Техника.— Вып. 47.— С. 107—113.
4. *Шелепенко Ю. Ю.* Анализ чувствительности частотных характеристик звеньев второго порядка с избыточным числом умножителей рекурсивных цифровых фильтров // Радиоэлектроника.— 2003.— №5.— С. 20—23. (Изв. вузов).
5. *Трифонов И. И.* Расчет электронных цепей с заданными частотными характеристиками.— М. : Радио и связь, 1988.— 304 с.
6. *Трифонов И. И., Шелепенко С. Ю., Шелепенко Ю. Ю.* Аппроксимация частотных характеристик рекурсивных цифровых фильтров нижних частот с линейной ФЧХ и заданной зависимостью АЧХ в переходной полосе частот // Радиоэлектроника.— 2001.— №8.— С. 3—13. (Изв. вузов).

Киевский политехнический ин-т.

Поступила в редакцию 12.03.02.