

ТРИФОНОВ И. И., ШЕЛЕПЕНКО Ю. Ю., ШЕЛЕПЕНКО С. Ю.

АППРОКСИМАЦИЯ АМПЛИТУДНО-ЧАСТОТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МИНИМАЛЬНО-ФАЗОВЫХ РЕКУРСИВНЫХ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ НИЖНИХ ЧАСТОТ

Рассмотрены методика и примеры решения задачи аппроксимации АЧХ рекурсивных цифровых фильтров нижних частот с любым соотношением степеней полиномов числителя и знаменателя передаточной функции и заданной функцией гарантированного затухания в полосе задерживания.

Передаточные функции рекурсивных цифровых фильтров (РЦФ) описываются рациональными дробями с вещественными коэффициентами [1, 2]

$$H(z) = \left(\sum_{i=0}^N b_i z^{-i} \right) / \left(1 + \sum_{i=1}^M a_i z^{-i} \right). \quad (1)$$

Дробь (1) имеет $N + M + 1$ варьируемых параметров (коэффициентов b_i и a_i), которые можно использовать для аппроксимации заданных частотных характеристик синтезируемых фильтров. Число элементов задержки (памяти) при прямой форме реализации передаточной функции (1) равно наибольшему из N и M значению.

При синтезе РЦФ нижних частот (НЧ) применяют билинейное преобразование $\Lambda = k(1 - z^{-1}) / (1 + z^{-1})$, где Λ — аналоговая нормированная комплексная переменная; k — постоянный вещественный коэффициент, а также известные решения задачи аппроксимации частотных характеристик аналоговых фильтров [3]. При использовании полиномиальных передаточных функций $K(\Lambda) = h / v_n(\Lambda)$, где h — постоянный вещественный коэффициент; $v_n(\Lambda)$ — полином Гурвица степени n [4], получаем такую передаточную функцию цифрового фильтра:

$$H(z) = b_0 (1 + z^{-1})^n / \left(1 + \sum_{i=1}^n a_i z^{-i} \right).$$

Сопоставляя это выражение с (1), заключаем, что возможности варьирования коэффициентами числителя цифровой передаточной функции не используются.

При использовании табулированных решений [5, 6] для аналоговых фильтров с равноволновыми характеристиками затухания в полосе пропускания и изоэкстремальными в полосе задерживания, получаем такие передаточные функции:

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Рабинер Л., Гоулд Б.* Теория и применение цифровой обработки сигналов.— М. : Мир, 1978.— 848 с.
2. *Гольденберг Л. М., Матюшкин Б. Д., Поляк М. Н.* Цифровая обработка сигналов: Справочник.— М. : Радио и связь, 1985.— 312 с.
3. *Белецкий А. Ф.* Теоретические основы электропроводной связи. Ч. 3. Синтез реактивных четырехполюсников и электрических фильтров.— М. : Связьиздат, 1959.— 392 с.
4. *Белецкий А. Ф.* Теория линейных электрических цепей.— М. : Радио и связь, 1986.— 544 с.
5. Справочник по расчету и проектированию ARC-схем / Под ред. А. А. Ланнэ.— М. : Радио и связь, 1984.— 368 с.
6. *Трифонов И. И.* Расчет электронных цепей с заданными частотными характеристиками.— М. : Радио и связь, 1988.— 304 с.
7. *Трифонов И. И., Шелепенко С. Ю.* Синтез минимально-фазовых нерекурсивных цифровых фильтров // Радиоэлектроника.— 2000.— №6.— С. 3—11. (Изв. вузов).

Киевский политехнический ин-т.

Поступила в редакцию 20.02.04.