

Особенности фазо-частотных характеристик рекурсивных компонент первого порядка

А.В. Сильчук¹, В.С. Ситников¹

Abstract – Features of recursive first-order component's phase response. The analysis of the phase response of polynomial and non-polynomial filters for further approximation to the linear control this characteristic.

Ключевые слова – фильтр, передаточная функция, фазо-частотная характеристика.

I. ВВЕДЕНИЕ

Необходимость повышения эффективности специализированных компьютерных систем (СКС) и возможности их работы в сложных условиях повлекло необходимость управления характеристиками. В таких системах часто присутствуют соединения нескольких перестраиваемых цифровых фильтров. При линейном управлении этими соединениями, за счет изменения коэффициентов числителя и знаменателя передаточной функции, меняется АЧХ[1], изменение которой влечет за собой и изменение фазо-частотной характеристики (ФЧХ), поэтому необходимо провести ее анализ. Для того что бы проанализировать изменение ФЧХ всего соединения фильтров, необходимо проанализировать ее изменения для каждой ячейки в отдельности[2].

II. ИЗЛОЖЕНИЕ

Для проведения анализа использовалась обобщенная передаточная функция цифрового фильтра первого порядка:

$$H(z) = k \frac{1 \pm z^{-1}}{1 + bz^{-1}}, \quad (1)$$

где знак “+” – соответствует фильтру нижних частот (ФНЧ), “-” – фильтру верхних частот (ФВЧ).

На основе передаточной функции (1) за счет подстановки и преобразования определим фазо-частотную характеристику

- для ФНЧ

$$\varphi(\bar{\omega}) = -\arctg\left(\frac{1-b}{1+b} \operatorname{tg}\left(\frac{\bar{\omega}}{2}\right)\right), \quad (2)$$

- для ФВЧ

$$\varphi(\bar{\omega}) = \arctg\left(\frac{1+b}{1-b} \operatorname{tg}\left(\frac{\bar{\omega}}{2}\right)\right) = -\arctg\left(-\frac{1}{\frac{1-b}{1+b} \operatorname{tg}\left(\frac{\bar{\omega}}{2}\right)}\right), \quad (3)$$

где $\bar{\omega} = 2\pi \frac{f}{f_0}$, $\bar{\omega} \in [0, \pi]$ - нормированная частота, f, f_0 - соответственно текущая линейная частота и частота дискретизации.

В результате анализа было выявлено что: ФЧХ фильтров первого порядка одинакова для колебательностей в полосе пропускания и задержания на уровне $\varepsilon = -3dB$; фильтры Чебышева первого рода и эллиптические, а также фильтры Чебышева второго рода первого порядка имеют равные ФЧХ при одинаковом значении колебательности соответственно в полосе пропускания и полосе задержания; в полосе пропускания соответствующая ФЧХ почти линейна и можно учесть фазовые искажения вносимые фильтром при дальнейшей обработке сигнала. Получены зависимости фазы от колебательности при заданной частоте среза для ФВЧ и ФНЧ Чебышева первого рода, второго рода и эллиптического фильтра:

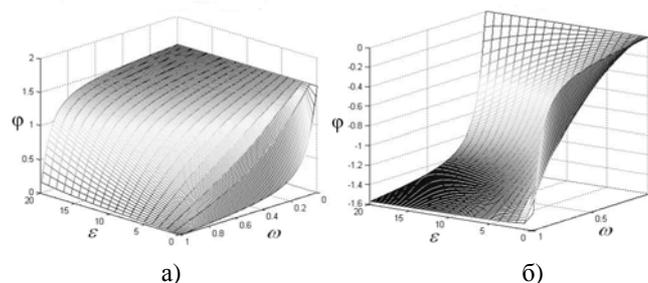


Рис. 1. Графики зависимости фазы от колебательности при заданной частоте среза для ФВЧ (а) и ФНЧ (б) Чебышева первого рода

III. ВЫВОД

Учитывая особенности изменения ФЧХ характеристики каждой ячейки в отдельности даёт возможность управления изменением ФЧХ всего соединения фильтров.

СПИСОК ССЫЛОК

- [1] Валерий С. Ситников, Алексей А. Швец, Андрей В. Сильчук . Влияние коэффициентов передаточной функции полиномиального цифрового фильтра первого порядка на свойства амплитудно-частотной характеристики. Варна 2010.
- [2] Брус А.А., Ситников В.С. Линейное управление цифровым фильтром интеллектуального датчика // “Датчики, прилади та системи – Тези IV між нар.наук.-техн. конф. (м. Гурзуф 15-20 вересня, 2008 р.).

¹ Одесский национальный политехнический университет, пр. Шевченко, 1, Одесса, 65044, УКРАИНА, E-mail: areol@te.net.ua