



УДК 378.147:621.372.542/.544

ЛИНЕАРИЗАЦИЯ В ЗАДАЧЕ УПРАВЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИКОЙ ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СИСТЕМЫ

А.В. Ухина ¹, Т.П. Яценко ², В.С. Ситников ³

^{1,2,3} Odessa National Polytechnic University, the city of Odessa
 E-mail: ¹anyuta.uhina@inbox.ru; ²kuwtat@ukr.net; ³sitnvs@mail.ru

Copyright © 2014 by author and the journal “Automation technological and business - processes”.
 This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Аннотация: определены зависимости, которые можно использовать для получения линейной характеристики управления АЧХ. Показана возможность такого управления.

Abstract: dependencies that could be used to obtain linear characteristic of frequency response control are defined. The possibility of such control is shown.

Ключевые слова: линеаризация, параметр управления, коэффициент коррекции, коэффициенты передаточной функции.

Keywords: linearization, control parameter, correction coefficient, the coefficients of the transfer function.

Введение

В работе [1] рассмотрены вопросы аппроксимации характеристики управления цифрового фильтра, показаны достоинства и недостатки разных подходов аппроксимации характеристики управления.

Из анализа полученных результатов в работе [1] можно отметить, что при повышении точности (уменьшении погрешности) аппроксимации число участков аппроксимации резко возрастает. Это приводит к уменьшению этих участков и увеличению их количества, что затрудняет управление частотой среза в широких пределах, т.к. приходится переходить от одного участка аппроксимации к другому. Кроме того, при малой погрешности управления и аппроксимации необходимо хранить большого количество значений коэффициентов участков, а также задавать значения коэффициентов с высокой точностью.

Изложение

В этом случае целесообразно ввести параметр управления, от которого частота среза фильтра изменялась линейно. Если частота среза $\overline{\omega}_c$ описывается уравнение

$$\overline{\omega}_c = \arccos \left(- \frac{1 - 2c^2 \frac{1+b^2}{(1+b)^2}}{1 - 4c^2 \frac{b}{(1+b)^2}} \right), \quad (1)$$

где $c^2 = \frac{1}{\sqrt{10^{0.1RS}}}$, $\overline{\omega}_c = 2\pi \frac{f}{f_d}$, $\overline{\omega}_c \in [0, \pi]$, f , f_d – соответственно текущая линейная частота и частота дискретизации.

На рис.1 показаны графики зависимостей для цифрового фильтра первого порядка Чебышева второго рода.

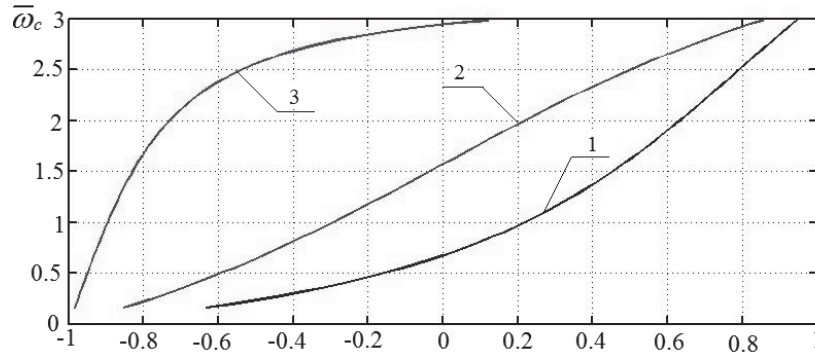


Рис. 1 – График зависимости частоты среза фильтра $\bar{\omega}_c$ от коэффициента b знаменателя передаточной функции фильтра Чебышева второго рода при уровнях пульсаций в полосе задержания $RS=0,05$ dB (1); 3 dB (2); 20 dB (3)

То введем параметр управления d и коэффициенты коррекции характеристики α и β так, чтобы $\bar{\omega}_c = \alpha d + \beta$. В этом случае

$$\cos(\alpha d + \beta) = -\frac{1 - 2c^2 \frac{1+b^2}{(1+b)^2}}{1 - 4c^2 \frac{b}{(1+b)^2}}$$

Определим коэффициент b решая квадратное уравнение и учитывая условие устойчивости $|b| < 1$ получим:

$$b = \frac{-\left[(2c^2 - 1)\cos(\alpha d + \beta) - 1\right] - 2c\sqrt{1 - c^2 \sin(\alpha d + \beta)}}{(2c^2 - 1) - \cos(\alpha d + \beta)} \quad (2)$$

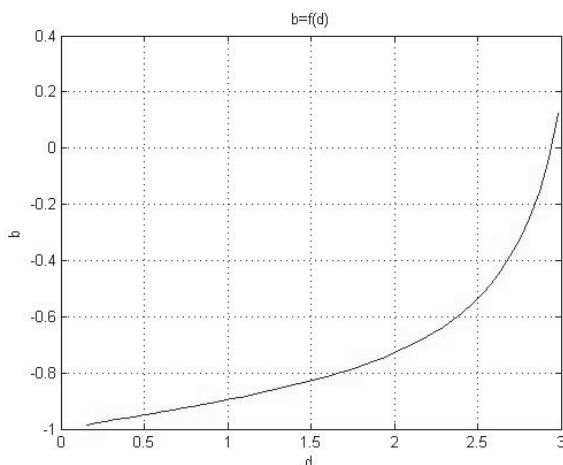
При реализации цифрового фильтра обычно его основные свойства не меняются, поэтому уровни пульсаций в полосе пропускания и задержания постоянны. Тогда в формулах (1) и (2) $c = const$, при этом $0 < c < 1$. Для упрощения введем такой фиктивный угол ξ , чтобы $c = \cos\left(\frac{\xi}{2}\right)$.

В этом случае после преобразований формулу (2) можно представить в виде:

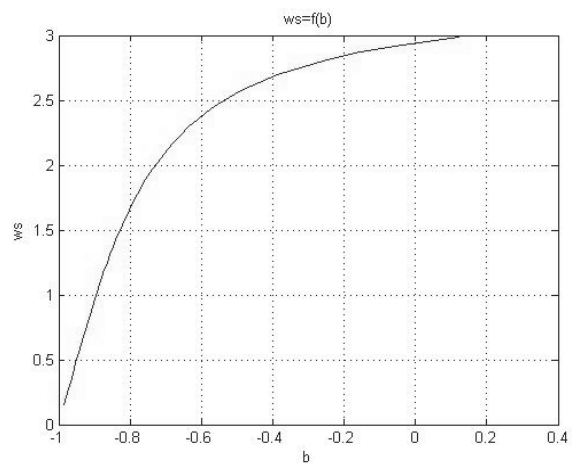
$$b = -\frac{\sin\left(\frac{\xi - (\alpha d + \beta)}{2}\right)}{\sin\left(\frac{\xi + (\alpha d + \beta)}{2}\right)} \quad (3)$$

Например, для случая, показанного на рис. 2:

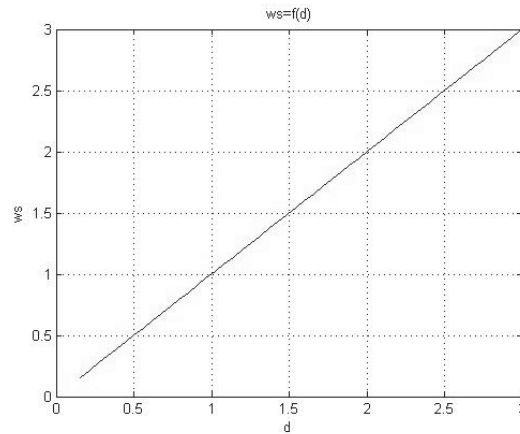
$$RS = 20dB; c = 0.1; \xi = 2.9413rad$$



а)



б)



в)

Рис. 2 – График зависимостей коэффициента знаменателя b от параметра управления d (а), частоты среза ξ от коэффициента знаменателя b (б), а также частоты среза ξ от параметра управления d (в) для ФНЧ первого порядка Чебышева второго рода при $RS=20dB$

При этом график зависимости фиктивного угла ξ от уровня колебательности c имеет вид, приведенный на рис 3.

Для реализации на микропроцессорной технике соотношение (7) более приемлемо, т.к. значения функции могут быть заранее записаны в память. В этом случае обычным считыванием по аргументу функции можно получить значение функции синус.

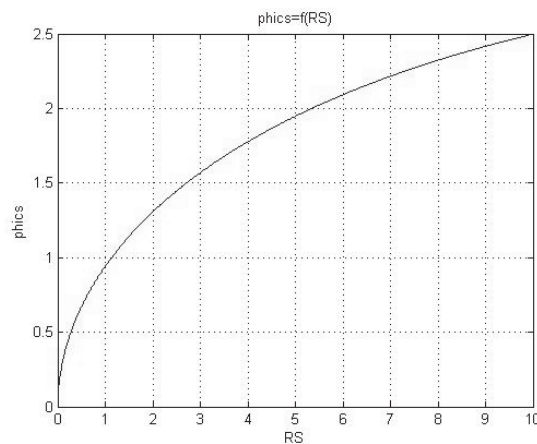


Рис. 3 – График зависимости фиктивного угла ξ от уровня c

Заключение

Таким образом, в результате введения параметра управления d и линеаризации зависимости получаем линейную характеристику управления. При изменении параметра управления d осуществляется перестройка, как коэффициента усиления (2), так и частоты среза (4). Однако для изменения частоты среза при неизменной амплитуде необходима коррекция значения коэффициента усиления k при новом значении коэффициента знаменателя b .

В работе определены зависимости, которые можно использовать для получения линейной характеристики управления АЧХ, кроме того показана возможность такого управления.

Литература

- [1] А. В. Ухина, “Аппроксимация в задаче управления характеристикой цифрового фильтра для специализированной компьютерной системы, ” *Автоматизация технологических и бизнес процессов*, вып. 8, ном. 1, сс. 42-50, март 2016.

References

- [1] H. V. Ukhina, “Аппроксимация в задаче управления характеристикой цифрового фильтра для специализированной компьютерной системы, ” *Automation of technological and business-processes Автоматизация технологических и бизнес процессов*, vol. 8, no. 1, pp. 42-50, march 2016.