

ЦИФРОВОЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ ПАРАМЕТРА НЕЛИНЕЙНОГО БЕЗЫНЕРЦИОННОГО ЭЛЕМЕНТА

Беспалов Е.С., Меньщиков И.Л., Мусьянков М.И.

Московский государственный институт радиотехники, электроники и автоматики
Кафедра Космических информационных технологий
117434, Москва, проспект Вернадского 78,
т. 434-9383, E-mail: ntores@online.ru

Аннотация: Приведен алгоритм цифрового спектрального анализа импульсов тока безынерционного нелинейного элемента, предназначенный для формирования оценки коэффициента экспоненты вольт-амперной характеристики этого элемента. Получены характеристики дискриминатора нелинейности, принцип работы которого основан на использовании описанного алгоритма.

В [1] получены рекуррентные соотношения между коэффициентами разложения гармоник различных номеров n выходного процесса нелинейного безынерционного элемента (НБЭ) с экспоненциальной характеристикой вида $y = e^{\alpha x}$ при входном гармоническом воздействии $x = x_m \cdot \sin \omega t$. Эти соотношения с помощью описанной в [2] методики привели к созданию новых алгоритмов обработки результатов цифрового спектрального анализа импульсов тока НБЭ.

В данной статье приведен алгоритм оценки коэффициента экспоненты вольт-амперной характеристики НБЭ по результатам анализа групп из четырех соседних гармоник спектра тока НБЭ. Рассмотрены характеристики дискриминатора нелинейности, принцип работы которого основан на использовании описанного алгоритма. Установлено, что в любой группе из четырех соседних гармонических составляющих тока НБЭ номер второй по счету гармоники в группе удовлетворяет следующему соотношению:

$$n = \frac{c(a-c)}{b(b-d)-c(a-c)}, \quad \text{где:}$$

a, b, c, d – оценки пяти соседних составляющих спектра тока, пропорциональные коэффициентам разложения.

Если принять, что коэффициент экспоненты $E = \alpha \cdot x_m$, то

$$E = \frac{2bc}{b(b-d)-c(a-c)}.$$

В результате численного эксперимента установлен пороговый характер зависимости ошибки оценки коэффициента экспоненты от соотношения сигнал/шум на входе НБЭ. Пример такой зависимости показан на рис. 1, где приняты следующие обозначения:

q – отношение сигнал/шум (отношение эффективного напряжения сигнала к среднеквадратичному отклонению Гауссова шума);

δ_e – среднеквадратичная ошибка оценки коэффициента экспоненты.

Алгоритм может работать с любой группой из четырех соседних гармонических составляющих в спектре выходного сигнала. Так, на рис. 2 представлена зависимость ошибки оценки коэффициента экспоненты от номера гармоники, где n – порядковый номер первой гармоники в выборке из четырех соседних.

Описанный алгоритм был использован в дискриминаторе нелинейности (ДН), построенном по схеме вычитателя требуемого значения α и оценки α' , полученной в результате обработки данных спектрального анализа. Дискриминационная и флюктуационная характеристики ДН, построенные по результатам численного эксперимента, представлены на рис. 3,4.

Следует отметить возможность использования описанного ДН в составе системы автоматического регулирования коэффициента экспоненты НБЭ.

Литература

1. Бруевич А.Н., Евтянов С.И. Аппроксимация нелинейных характеристик и спектры при гармоническом воздействии. – М.: Сов. Радио 1965. – 344с.
2. Беспалов Е.С. Способ оценки параметров экспоненциальной аппроксимации характеристик элементов электрической цепи.// Измерительная техника. – 2000. - №3. –с. 53 – 54.

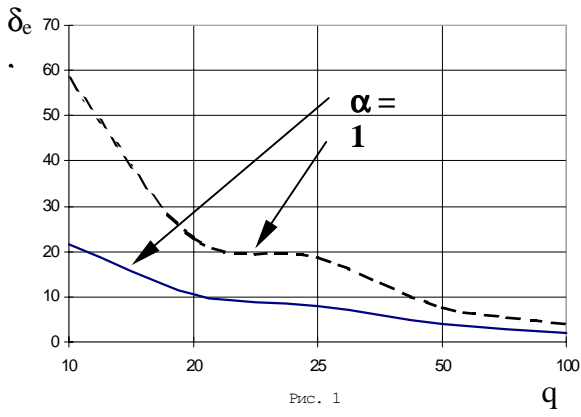


Рис. 1

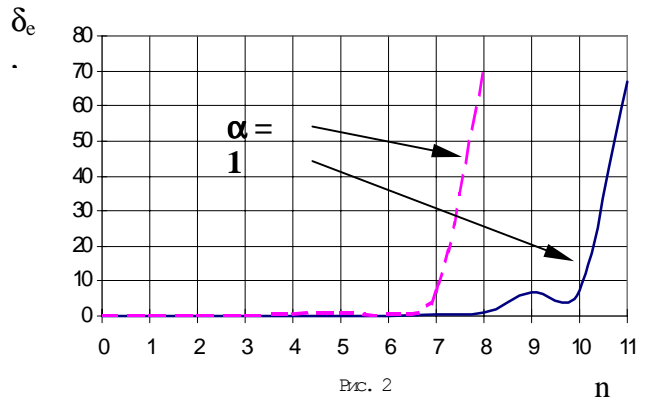


Рис. 2

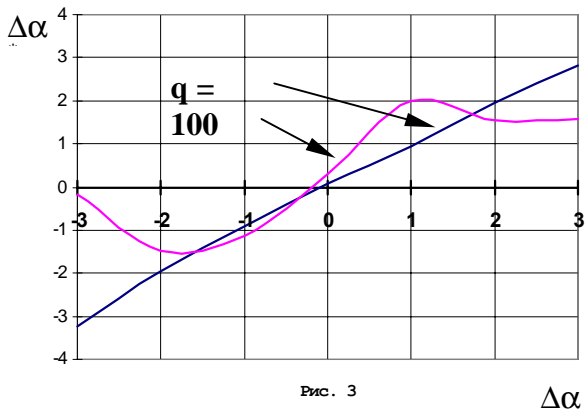


Рис. 3

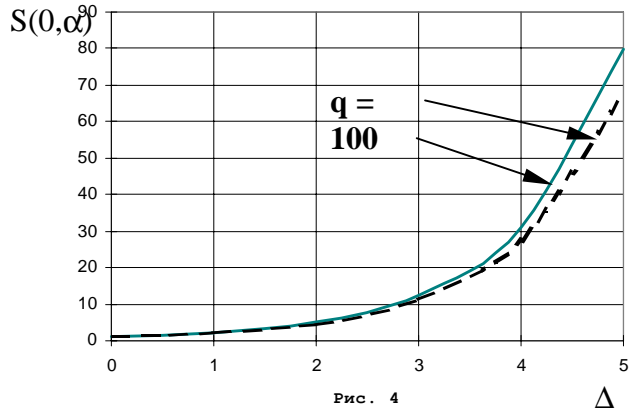


Рис. 4



Bespalov E., Menshikov I., Musyankov M.

Moscow state institute of radioengineering, electronics and automatics (technical university)
Department of Space informational technologies
Vernadckogo avenue 78, Moscow, Russia, 117434.
Voice. 434-9383. E-mail: ntores@online.ru

Abstract: The exponent factor estimation method for nonlinear instantaneous elements, based on the digital spectral analysis, is viewed. The data-processing algorithms, derived from the recurrence for the spectrum harmonic components, are given. The example of the results, applied in the discriminator of the nonlinearity, applied in the nonlinear self-tuner, is reported.

The relations of recurrence between spectrum harmonic components number n for output process of nonlinear instantaneous element (NIE) with exponent characteristic raised to the α power were acquired in [1] with the input harmonic action. This relations were lead to the new data processing algorithms. The principles of this algorithms described in [2].

The method for exponent factor estimation are the current-voltage characteristic NIE is described in this review. The spectral samplings of fore adjacent harmonics of the NIE current are used in it. The characteristics of nonlinearity discriminator are also viewed. It's proved, that in every group from fore adjacent harmonics, the second harmonic number is according to following square equation:

$$n = \frac{c(a-c)}{b(b-d) - c(a-c)}.$$

a, b, c, d – the fore adjacent harmonic estimations of the current spectrum.

If suppose, that exponent factor is $E = \alpha \cdot x_m$, then

$$E = \frac{2bc}{b(b-d) - c(a-c)}.$$

As the result of numerical computation the threshold character of exponent factor estimation error was detected. This threshold is depend from the signal/noise ratio in the NIE input. For example, this relation is shown at fig. 1, there:

q – signal/noise ratio (the ratio of effective signal voltage to Gaussian noise root-mean-square deviation);

δ_e – exponent factor mean square error estimation;

This method works with any group consisting from fore adjacent harmonics in NIE output current. So, dependence of the exponent factor estimation error from harmonic number is shown at fig. 2. n - first harmonic number in group from fore adjacent harmonics.

This algorithm had been used in nonlinearity discriminator (ND), based on the subtracter circuit of the objective α and the estimation α^* . The discriminating and fluctuating relations of DN are shown at fig 3,4.

This DN may be usefull for exponent factor self-regulation systems.

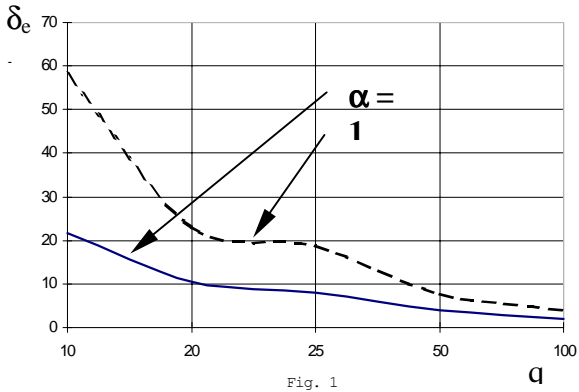


Fig. 1

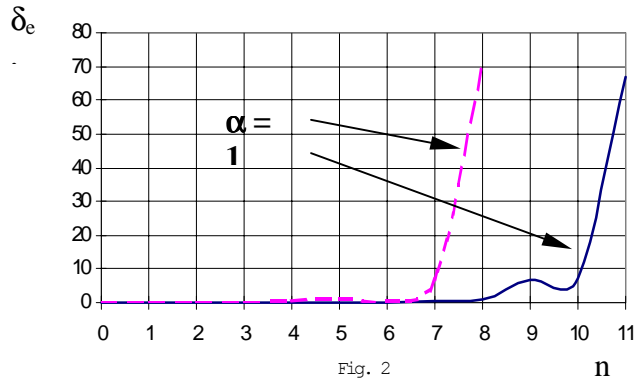


Fig. 2

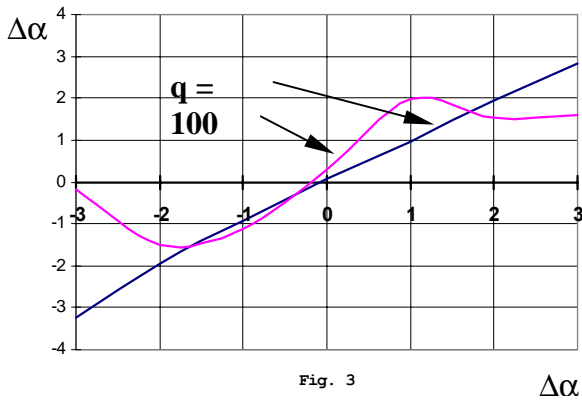


Fig. 3

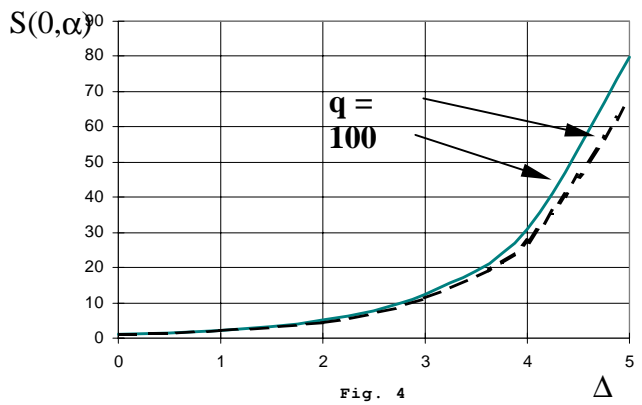


Fig. 4

Bibliography

1. Bruevich A. N., Evtyanov S.I. Nonlinear characteristics approximation and spectrums with harmonic input action. Moscow: Sov. Radio 1965. – 344 p.
2. Bespalov E. S. Exponential approximation characteristics of elements of electric circuit estimatin method.// Gaging equipment. – 2000. - №3. –с. 53 – 54.