

## АППРОКСИМАЦИЯ ОДНОГО ИЗ ВИДОВ ТИПОВОЙ НЕЛИНЕЙНОСТИ

В. Н. СТАНЕВКО

(Представлена научным семинаром кафедры приборов и устройств систем автоматики)

В расчетах и теоретических исследованиях часто приходится сталкиваться с нелинейными характеристиками вида рис. 1.

При проведении исследований с применением такого рода характеристик необходимо иметь аналитическое выражение, описывающее данную кривую. Это аналитическое выражение должно обеспечивать достаточную точность аппроксимации и обладать удобной формой для возможности использования при аналитических исследованиях. Для получения аппроксимации отметим основные особенности этой кривой. Она проходит через начало координат и при стремлении аргумента к бесконечности приближается к асимптоте, уравнение которой можно представить в виде,

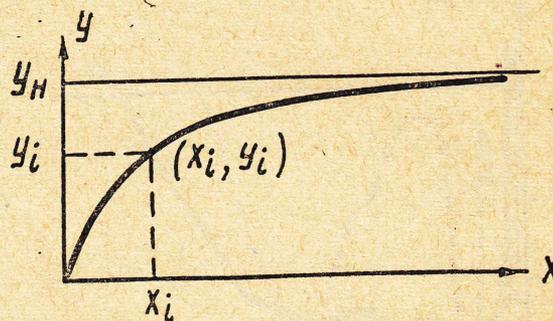


Рис. 1

Она проходит через начало координат и при стремлении аргумента к бесконечности приближается к асимптоте, уравнение которой можно представить в виде,

$$Y = Y_n.$$

В результате проведенных анализов получено и предлагается следующее выражение для аппроксимации кривой рис. 1:

$$Y(x) = \frac{Y_n \cdot S}{Sx - 1} \cdot x, \quad (1)$$

где  $S$  — параметр аппроксимации кривой — определяется путем выбора конкретной точки на кривой рис. 1 с координатами  $x_i$  и  $y_i$ .

Выражение (1) при изменении аргумента от 0 до  $\infty$  удовлетворяет особенностям рассматриваемой зависимости. Действительно, кривая, описываемая выражением (1), при  $x = 0$  проходит через начало координат,

$$\lim_{x \rightarrow 0} Y(x) = 0,$$

при  $x \rightarrow \infty$  эта кривая стремится к  $Y = Y_n$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} Y(x) = Y_n,$$

при этом она проходит через одну из выбранных точек.

В зависимости от выбора точки на кривой для определения параметра  $S$  точность аппроксимации различна. Зависимость точности аппроксимации от выбора точки на кривой исследовалась с помощью ЭЦВМ М-20. В результате проведенных исследований выяснено, что наилучшая аппроксимация осуществляется при выборе точки в середине интервала наиболее нелинейного участка кривой. В этом случае относительная ошибка аппроксимации, взятая по модулю в предполагаемом рабочем диапазоне, не превышает 1,5%.

Выражение (1) обеспечивает лучшую аппроксимацию, нежели известная формула, предложенная Робинзоном [1] для подобного случая

$$Y = \frac{x}{\alpha + \beta x} \quad (2)$$

Выражение (2), предлагаемое для аппроксимации кривых с насыщением, удовлетворяет лишь одной из особенностей указанной кривой. Оно обеспечивает прохождение кривой, соответствующей выражению (2), через начало координат, т. е.

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x}{\alpha + \beta x} = 0,$$

но не обеспечивает приближение ее к величине насыщения  $Y_n$ , то есть

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x}{\alpha + \beta x} = \frac{1}{\beta}. \quad (3)$$

Так как  $\alpha$  и  $\beta$  определяются точками аппроксимации кривой, поэтому лишь в частном случае может выполняться равенство

$$\frac{1}{\beta} = Y_n.$$

По указанной причине выражение (2) дает существенную погрешность в области насыщения. На основании проведенной работы по оценке

точности аппроксимации выражениями (1) и (2) построены графики зависимости относительной ошибки в % от величины аргумента. Величина ошибки определялась по формуле:

$$|\Delta_i \%| = \left| \frac{Y_{i \text{ эксп.}} - Y_{i \text{ апр.}}}{Y_{i \text{ эксп.}}} \right| \cdot 100\%,$$

где  $Y_{i \text{ эксп.}}$  — значение функции рис. 1 в точке  $X_i$  для экспериментальной кривой;

$Y_{i \text{ апр.}}$  — значение функции в точке  $X_i$  для аппроксимирующей кривой.

Из рис. 2 видно, что:

1) диапазон, в котором погрешность не превышает 3,5%, для выражения (1) больше, чем для выражения (2);

2) величины ошибок для выражения (1) существенно меньше, чем для выражения (2).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Л. А. Бессонов. Электрические цепи со сталью. Госэнергоиздат, 1948.

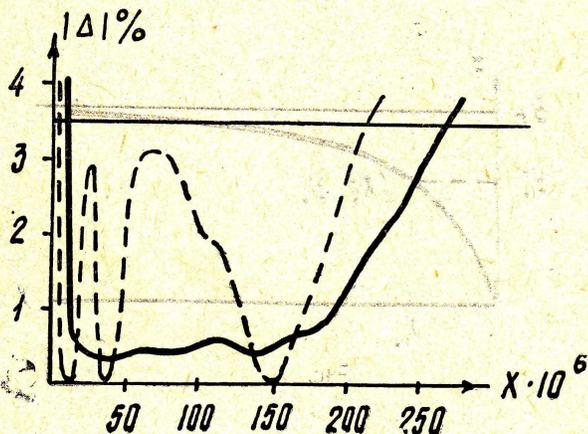


Рис. 2. ——— ошибка известной аппроксимации,  
2----- ошибка предлагаемой аппроксимации