AdvanteX

УДК 621.37/.39

AdvanteX Research Lab,

2004

Расчет коэффициентов полинома статической передаточной функции смесителя по значениям гармоник сигнала на выходе

(Polynomial Factor Calculation)

Ключевые слова:
интермодуляция, коэффициент интермодуляции

(Keywords:
Intermodulation, IP2, IP3)

Аннотация

Описан метод расчета коэффициентов полинома статической передаточной функции смесителя для дальнейшего определения уровня интермодуляционных составляющих в спектре широкополосного сигнала.

Содержание

Расчет коэффициентов полинома статической передаточной функции смесителя по значениям гармоник сигнала на выходе

Введение

Наряду с таким параметром сигнала, как отношение сигнал/шум, оказывается не менее важным уровень нелинейных искажений в спектре сигнала, т.к. восстановление сигнала в данном случае требует больших усилий с точки зрения аналоговой техники и решается, в основном, введением избыточного кода. Таким образом, при проектировании обязательно должен быть учтен уровень интермодуляционных составляющих, метод расчета которого сводится к определению коэффициентов полинома нелинейного элемента и последующему расчету спектральной плотности мощности интермодуляционных составляющих по известной модели источника сигнала.

Нелинейная модель смесителя. Метод расчета.

Для начала рассмотрим модель нелинейного усилителя, ограничившись первыми тремя членами передаточной функции, которую представим в виде:

$$y(x) = ax + bx^2 + cx^3$$

Приняв $x(t)=A\sin\Delta\omega t$, получим сигнал на выходе,

$$y(t) = \frac{A^2 b}{2} + \left[aA + \frac{3c}{4}A^3\right]\sin(\Delta\omega t) - \frac{A^2 b}{2}\cos(2\Delta\omega t) - \frac{A^3 c}{4}\sin(3\Delta\omega t),$$

спектральная плотность мощности которого (для SSB) представлена на рис.1.

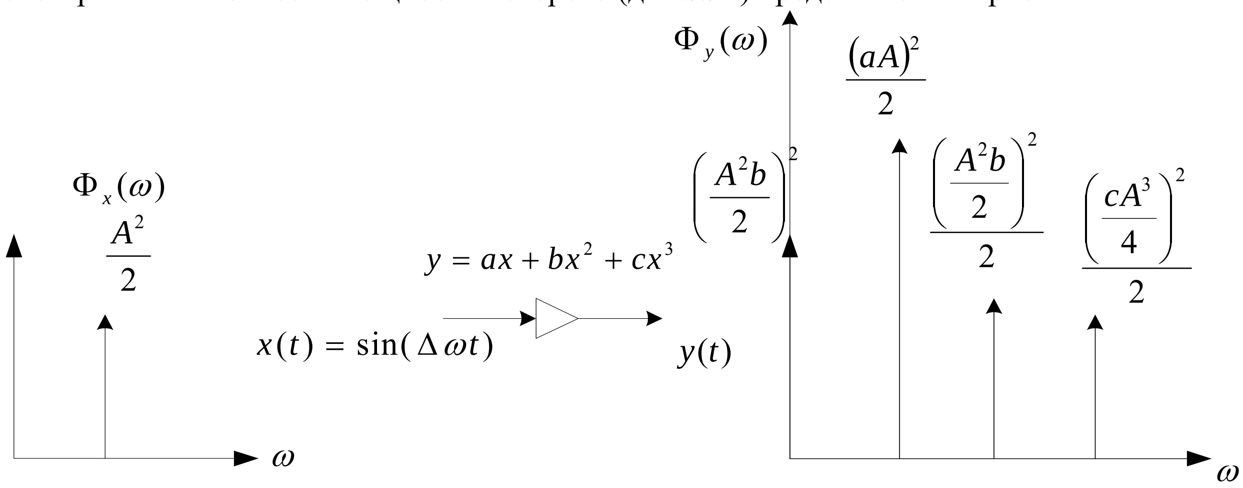

Рис. 1

Таким образом, измерив значения P_1, P_2, P_3 (dBm) первой, второй и третьей гармоники соответственно и, зная мощность сигнала на входе (P_{in}), можно найти коэффициенты полинома a, b, c.

$$20\log(a) = P_1 - P_{in}$$

$$20\log(b) = P_2 + 3 - 2P_{in}$$

$$20\log(c) = P_3 + 6 - 3P_{in}$$

Теперь представим модель смесителя, состоящего из двух нелинейных блоков — до идеального умножителя, после него и, собственно, самого умножителя (рис.2).

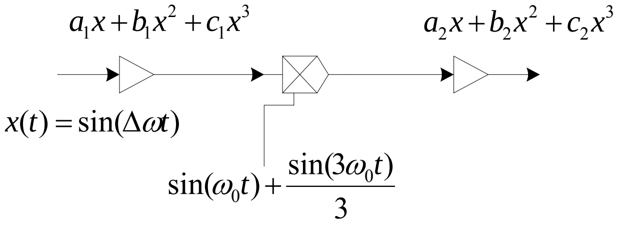

Рис. 2

Коэффициенты полинома, относящиеся к первому блоку, отметим индексами “1”, ко второму — “2”. На вход подадим сигнал *x(t)=AsinΔωt*, получим на вход промежуточной частоты — $\sin(\omega_0 t)+\dfrac{\sin(3\omega_0 t)}{3}$ (1-я и 3-я гармоника прямоугольного периодического сигнала). При рассмотрении примем $\Delta\omega \ll \omega_0$ и ограничимся полосой вблизи ω_0 и первыми тремя членами результирующего полинома. Для интересующего нас случая получим:

$$y(t)=\left[\frac{A^2b_1a_2}{2}+\left[a_1a_2A+\frac{3}{4}\left(a_2c_1+\tfrac{5}{12}c_2a_1^{\,3}\right)A^3\right]\sin(\Delta\omega t)-\frac{A^2b_1a_2}{2}\cos(2\Delta\omega t)-\right.$$

$$\left.-\frac{A^3}{4}\left(a_2c_1+\tfrac{5}{12}c_2a_1^{\,3}\right)\sin(3\Delta\omega t)\right]\sin(\omega_0 t)$$

Таким образом, сравнив это выражение с результатом, полученным ранее для одного нелинейного элемента, приведем исходную модель смесителя к виду, показанному на рис.3, где нелинейный блок стоит только на входе умножителя, а его коэффициенты выражены через исходные следующим образом: $a=a_1a_2; b=a_2b_1; c=a_2c_1+\frac{5}{12}c_2a_1^{\,3}$.

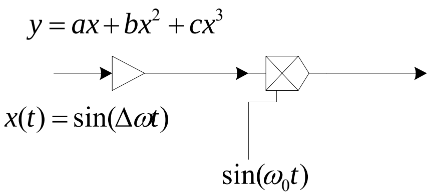

Рис. 3

Спектральная плотность мощности сигнала на выходе в данном случае представлена на рис.4

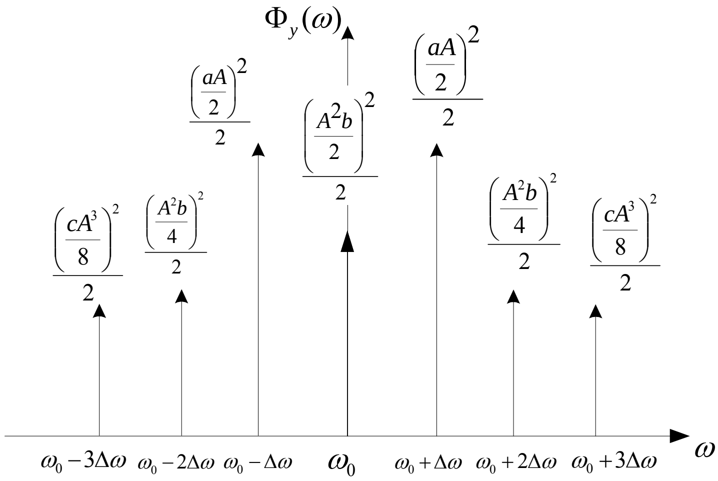

Рис. 4

Значения коэффициентов a, b, c равны:

$$20\log(a)=P_1-P_{in}+6$$

$$20\log(b)=P_2+9-2P_{in}$$

$$20\log(c)=P_3+12-3P_{in}$$