

ВЛИЯНИЕ АМПЛИТУДНОЙ МОДУЛЯЦИИ НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ НЕСУЩЕЙ

А. А. Воронин, А. Г. Гордиенко

Х а р ь к о в

В технике измерений широкое распространение получили усилители с л. а. х. (логарифмическими амплитудными характеристиками), которые обеспечивают измерения в широком диапазоне без переключения шкал индикаторных приборов. Они также дают возможность градуировать их непосредственно в децибеллах, благодаря чему открывается широкая возможность использования их в автоматических установках, обеспечивающих ввод информации непосредственно в Э.В.М. без промежуточной обработки.

При проведении измерений усиливаются амплитудно-модулированные колебания, что может быть обусловлено природой самого сигнала, а также изменяющимися параметрами каналов связи.

Вследствие того, что устройства с л. а. х. являются нелинейными, огибающая входного сигнала претерпевает изменения, в результате чего в спектре ее появляются новые составляющие, в том числе и постоянная составляющая, которая влияет на точность определения уровня несущей.

Рассмотрим данное утверждение более подробно.

Амплитудная характеристика усилителя [1] описывается выражением

$$U_{\text{вых}} = k_0 U_{\text{вхн}} \left(a \ln \frac{U_{\text{вх}}}{U_{\text{вхн}}} + 1 \right), \quad (1)$$

где $U_{\text{вых}}$ — напряжение на выходе усилителя; k_0 — максимальный коэффициент усиления усилителя (в линейном режиме); $U_{\text{вхн}}$ — входное напряжение, при котором начинается л. а. х. усилителя; a — коэффициент, определяющий динамический диапазон усилителя по выходному напряжению; $U_{\text{вх}}$ — напряжение на входе усилителя.

Предполагаем, что входной сигнал промодулирован одной частотой.

Подставляя значение $U_{\text{вх}}$ в выражение (1), получим

$$U_{\text{вых}} = k_0 U_{\text{вхн}} \left[a \ln \frac{U_{\text{вх}}}{U_{\text{вхн}}} + a \ln (1 + m \cos \Omega t) + 1 \right]. \quad (2)$$

Очевидно, что спектр огибающей определяется выражением

$$\ln (1 + m \cos \Omega t). \quad (3)$$

В рассматриваемом случае коэффициент модуляции принимается меньшим единицы ($m < 1$), при этом выполняется неравенство

$$0 < \ln (1 + m \cos \Omega t) \leq 2. \quad (4)$$

Представляя выражение (3) в виде степенного ряда [2] и проведя преобразования, получим

$$\ln (1 + m \cos \Omega t) = A_0 + A_{1,n} \cos 2tx + B_{1,n} \cos (2t - 1)x, \quad (5)$$

где

$$x = \Omega t,$$

$$A_0 = - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{m^{2n}}{2n} \cdot \frac{1}{2^{2n-1}} \binom{2n}{n}. \quad (6)$$

Из выражения (6) видно, что коэффициент A_0 определяет приращение постоянной составляющей в спектре огибающей сигнала, который зависит только от коэффициента модуляции и имеет отрицательный знак. Значения A_0 , в зависимости от коэффициента модуляции входного сигнала, рассчитаны на Э.В.М. и представлены в виде графика на рис. 1.

Выражение для несущей на выходе устройства с л. а. х. принимает вид

$$\dot{U}_{\text{вых}} = k_0 \dot{U}_{\text{вх}} \left(a \ln \frac{U_{\text{вх}}}{U_{\text{вхн}}} + aA_0 + 1 \right). \quad (7)$$

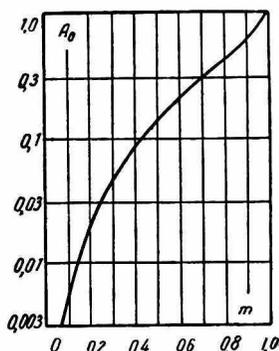


Рис. 1. Зависимость приращения постоянной составляющей в спектре огибающей сигнала на выходе усилителя от коэффициента глубины модуляции входного сигнала.

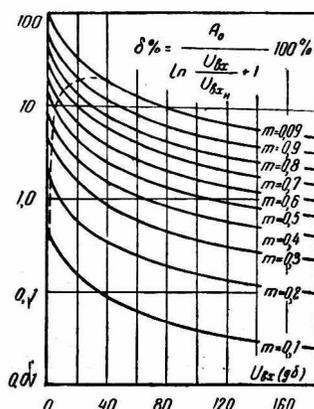


Рис. 2. Графики для определения относительной погрешности при измерении уровня несущей.

Из рис. 1 видно, что A_0 возрастает нелинейно с увеличением коэффициента модуляции. Экспериментальная проверка показала хорошее совпадение полученных результатов с расчетными, что подтверждает полноту произведенного расчета.

На рис. 2 представлены графики для определения относительной погрешности при измерении несущей, обусловленной наличием амплитудной модуляции (для случая $a = 1$).

Полученные результаты могут быть использованы при обработке результатов экспериментальных исследований, а также для оценки точности результатов проводимых измерений.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. М. Волков. Логарифмические усилители. Гостехиздат УССР, Киев, 1962.
2. И. С. Градштейн и И. М. Рыжик. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. Физматгиз, 1963.