

$$[M_{\phi}]_{1,2,3} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (9)$$

а для способов (4) и (5) матрицы преобразования соответственно

$$[M_{\phi}]_4 = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix}, [M_{\phi}]_5 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (10)$$

Возможно определение способа измерения через матрицу преобразования в координатах симметричных составляющих или линейных напряжений и токов. Аналогичный подход распространяется и на измерение других составляющих полной мощности.

МЕТОДИЧЕСКАЯ ПОГРЕШНОСТЬ ИПМ НА ОСНОВЕ ШИМ С ЗАВИСИМОЙ ОТ СИГНАЛА ЧАСТОТЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

В.У. Кизилев

(г. Харьков)

В измерительных преобразователях мощности (ИПМ) наибольшее распространение получил метод перемножения с широтно-импульсной и амплитудной модуляцией (ШИМ-АМ), где используется ШИМ с зависимой от сигнала частотой преобразования.

Показано, что при периодических сигналах все возможные реализации широтно-импульсных процессов на выходе ШИМ определяются своим первым переходом через ноль в каком-либо направлении после нуля сигнала.

Если на первом рассматриваемом периоде сигнала первый переход в положительном направлении сигнала имеет место при фазовом угле φ_1 , то на втором периоде сигнала такой переход имеет место при фазовом угле $\varphi_2 = \varphi_1 + \Delta\varphi$. Возможно такое значение сигнала, при котором $\varphi_2 = \varphi_1$, то есть происходит зацикливание сигнала и широтно-модулированного процесса. Зацикливание может осуществиться через два периода ($\varphi_1 = \varphi_3 = \varphi_5 = \dots$) или через любое другое число периодов сигнала. Очевидно, что погрешность преобразования в таких случаях не будет усредняться, а будет на длительном интервале времени такой же, как и на одном периоде. Показано, что значение модуляции m_k для синусоидального сигнала, при которой происходит зацикливание процесса за k периодов сигнала определяется выражением

$$m_k = \sqrt{\frac{2(n_0 - n)}{n_0} + \frac{2}{kn_0}}, \quad (1)$$

где $m_k = \frac{I_m}{I_0}$ - модуляция, определяемая отношением амплитуды тока сигнала на выходе ШИМ к опорному току I_0 ; n, n_0 - число полных циклов ШИМ на периоде сигнала при наличии сигнала (n) и без него (n_0). Так как при $n=20$ закикливание за один период имеет место при модуляциях 0,316; 0,447; 0,548; 0,632, а за два периода при модуляциях 0,224; 0,387; 0,5; 0,74.

Показано, что погрешность измерения мощности зависит при данном процессе широтно-импульсной модуляции от способа усреднения сигнала и интервала усреднения.

Предложен новый графический способ построения широтно-модулированного процесса на выходе ШИМ для сигнала произвольной формы, отличающийся простотой и наглядностью.

ЛОГИКО-АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ С ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Л. И. Волгин

(г. Ульяновск)

Методы стабилизации коэффициента передачи и повышения качества измерительных преобразователей (ИП) введением прямой [патент США № 1686728] и обратной [патент США № 2102671] связей были предложены Г. С. Блэком в 1928 г. Покажем, что свойства ИП с прямой и обратной связями являются следствием отношений в аддитивно-мультипликативной (АМ) алгебре [1]. В АМ - алгебре элементарными (базовыми) операциями являются инверсия $\bar{K}_i = 1 - K_i$, умножение $K_1 K_2$ и вероятностное сложение $K_1 K_2 = K_1 + K_2 - K_1 K_2$, связанные между собой преобразованиями (законом) де Моргана $\overline{K_1 K_2} = \bar{K}_1 \oplus \bar{K}_2$, $\overline{K_1 \oplus K_2} = \bar{K}_1 \bar{K}_2$. Согласно принципу адекватности математической и физической моделей слагаемые в $K_1 K_2$ должны иметь одинаковые размерности, т.е. для согласования размерностей необходимо ввести коэффициент:

$$S = y/x = K_1 + K_2 - K_1 K_2 = K_0(1 + \gamma), \quad \text{где } g = -\delta_1 \delta_2. \quad (1)$$

Второе равенство в (1) выполняется при $K_0 \beta = 1$ (условие настройки). В (1) $K_1 = K_0(1 + \delta_1)$, $K_2 = K_0(1 + \delta_2)$ есть коэффициенты передачи усилительных преобразователей A_1 и A_2 с номинальным значением передачи K_0 , δ_1 и δ_2 - их относительные погрешности, β - передача обратного преобразователя В. При $|\delta_2| < 1$ мультипликативная погрешность γ ИП уменьшается в $1/\delta_2$ раз, компенсируются ограничения сигнала в A_1 и повышается надежность ИП по грубым и постепенным отказам A_1 и A_2 . Таким образом, выражение (1)