

**К.С. ПОЛУЛЯХ**, к.т.н., проф., НТУ «ХПИ», Харків  
**Л.А. МЕДВЕДЕВА**, доц. НТУ «ХПИ», Харків  
**И.И. ТОПОЛОВ**, ст. преп. НТУ «ХПИ», Харків

## К РАСЧЕТУ ПАРАМЕТРОВ ЦИФРОВЫХ ВОЛЬТМЕТРОВ УРАВНОВЕШИВАЮЩЕГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

У статті запропоновано представити рівняння для числа шаблів квантування  $N_x$ , одержуваного в процесі виміру, у формі що дозволяє одержати прості рівняння для розрахунку параметрів схем цифрових вольтметрів врівноважуючого перетворення.

The article asked to provide an equation for the number of quantization steps obtained  $N_x$ , in the measurement process, in the form of allowing a simple equation for calculating the parameters of the circuits of digital voltmeters balancing transformation

Исследования показывают, что уравнение  $N_x = \sum_{i=1}^m n_i P^{i-1}$ , обычно используемое в литературе, [1,2] представляющее число шагов квантования  $N_x$ , полученное в процессе измерения, целесообразно заменить формулой  $N_x = \sum_{i=1}^m n_i P^{m-i}$ , более точно соответствующий алгоритму уравнивания.

В результате будут получены уравнения для определения параметров вольтметров уравнивающего преобразования. Положив  $m = 3$ , последнее уравнение можно преобразовать к виду:

$$N_x = n_1 P^{m-1} + n_2 P^{m-2} + n_3 P^{m-3} \quad (1)$$

где  $n_i$  - разрядный коэффициент разряда с номером  $i = 1, 2 \dots m$ .

$P$  - базовое число позиционной системы счисления

Измеряемое напряжение  $U_x$  определяется уравнением, где  $\Delta U$  - шаг квантования.

$$U_x = N_x \Delta U = n_1 U_1 + n_2 U_2 + n_3 U_3 \quad (2)$$

где  $U_1 = \Delta U \cdot P^{m-1}$ ;  $U_2 = \Delta U \cdot P^{m-2}$ ;  $U_3 = \Delta U \cdot P^{m-3}$ .

Измерение будет закончено если будут определены значения всех разрядных коэффициентов  $n_i$ , которые определяют код результата измерения.

Значения  $n_1; n_2; n_3$  определяются уравнениями:

$$n_1 = \text{Ent} \cdot \left\lfloor \frac{U_x}{U_1} \right\rfloor; n_2 = \text{Ent} \cdot \left\lfloor \frac{U_x - n_1 U_1}{U_2} \right\rfloor; n_3 = \text{Ent} \cdot \left\lfloor \frac{U_x - n_1 U_1 - n_2 U_2}{U_3} \right\rfloor$$

Приведем пример расчета по предлагаемой методике. Чтобы избежать громозкости изложения примем двоично-четырёхричную систему ( $P=4$ ), имеющую три разряда ( $P=3$ ). Разрядные коэффициенты  $n_1, n_2, n_3$ , представим в двоичной системе счисления, для чего потребуется три двоичных разряда весом 2-1. Величины  $n_i$  могут принимать значения  $n_i = 1, 2, \dots (m = P - 1 = 3)$ . Разрядные коэффициенты в двоичной системе обозначим через  $a_i$ . Тогда  $n_1 = a_1 2 + a_2$ ;  $n_2 = a_3 2 + a_4$ ;  $n_3 = a_5 2 + a_6$ .

Подставив приведенные значения  $n_i$  в (1) и преобразовав уравнение к виду (2), получим:

$$U_x = a_1 \cdot U_1 + a_2 \cdot U_2 + a_3 \cdot U_3 + a_4 \cdot U_4 + a_5 \cdot U_5 + a_6 \cdot U_6,$$

$$\text{где } U_1 = 2 \cdot \Delta n \cdot P^{m-1}; U_3 = 2 \cdot \Delta n \cdot P^{m-2}; U_5 = 2 \cdot \Delta n \cdot P^{m-3}; \\ U_2 = \Delta n \cdot P^{m-1}; U_4 = \Delta n \cdot P^{m-2}; U_6 = \Delta n \cdot P^{m-3}.$$

Значения  $a_1, a_2 \dots a_6$  определяются из уравнений:

$$a_1 = \text{Ent} \cdot \left\lfloor \frac{U_x}{U_1} \right\rfloor; a_2 = \text{Ent} \cdot \left\lfloor \frac{U_x - a_1 U_1}{U_2} \right\rfloor;$$

.....

$$n_6 = \text{Ent} \cdot \left\lfloor \frac{U_x - a_1 U_1 - a_2 U_2 \dots - a_5 U_5}{U_6} \right\rfloor$$

**Выводи.** В статье представлено уравнение для числа ступеней квантования, получаемого в процессе измерения, в форме который позволяет получить простые уравнения для расчета параметров схем цифровых вольтметров уравнивающего преобразования.

**Список літератури:** 1. В.М. Чинков, Цифрові вимірювальні прилади, Харків, НТУ «ХПИ», 2008, с. 507. 2. В.Ю. Кончаловский, Цифровые измерительные устройства, М. Энергоатомиздат, 1985, с. 304.

Поступила в редколлегию 20.05.11