

Метод и алгоритъм за калибровка на електрометрични измерватели на много-малки токове.

гл.ас.инж. Тодоров Д. Г.

Непрекъснатото повишаване чувствителността на измервателните прибори поставя нови проблеми пред метрологичните лаборатории, свързани с процеса на калибровка и атестация на съвремените измервателни прибори.

Като пример могат да послужат електрометричните измерватели на много-малки токове работещи в диапазона под 100pA.

Характерно за измерванията в обхвата под 100pA е влиянието на шума от свързващите кабели, причинен от генериран ток от трибоелектричен ефект или инфра-вибро шум дължащ се на околната среда и придвижването на оператора около апаратурата подлежаща на калибровка. Поради високоомност на измервателните вериги, времето за затихване на тези процеси е от порядъка на десетки секунди, което силно затруднява процеса на калибровка, а по някога го прави и практически невъзможен.

Всичко това налага процесите на атестация и калибровка за електрометрични измервателни апарати да се извършват без участието на оператор, като за целта е необходимо и измервателния прибор да бъде пригоден за това.

Известно е че мултипликативната грешката в процеса на измерване при отстранена адитивна грешка се дава с израза:

$$/ 1 / \quad \delta = \frac{Y-X}{X}$$

където: Y - числовия еквивалент на резултата от измерването  
 X - числовия еквивалент на измерваната входна величина

Това означава, че цифровия резултат от измерването y е мащабиран от измервателното устройство спрямо номиналната му предавателна характеристика с:

$$/ 2 / \quad k = \frac{1}{1-\delta}$$

При такава постановка е възможно корегирането на измервания резултат y по изчислителен път.

$$/ 3 / \quad Y' = Y \frac{1}{1-\delta} = Y + \sum_{i=0}^{n-1} \frac{Y \cdot a_i \cdot (-1)^i}{a_i \cdot (i+1) \cdot 2^i}$$

където:  $a_i$  - стойност от редицата  $a_n \dots a_1 a_0$   
 приемащи значения 0 и 1 за корекция на измерената стойност

$b_i$  - стойност от редицата  $b_n \dots b_1 b_0$   
 приемащи значения 0 при корекция на резултата минус и 1 при корекция с плюс

n - изискваната степен за корекция на резултата  
 Стойностите на  $a_i$  се определят въз основа на решаване на

уравнението:

/ 4 /

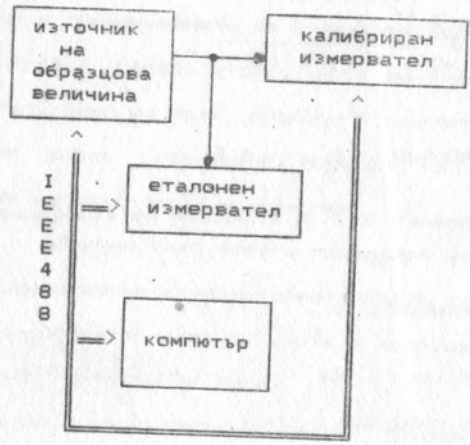
$$\frac{1}{1-\delta} = \sum_{i=0}^{n-1} \frac{Y \cdot a \cdot (-1)^i}{a \cdot (i+1)^2}$$

Теглото на коефициентите коригиращи резултата от измерената стойност изразен в проценти е :

/ 5 /

$$a \% = \frac{100}{a \cdot (i+1)^2}$$

Въз основа на така изложената постановка се предлага методика за цифрово калибриране на измервателни уреди. Измервателната постановка посредством която се извършва процедурата калибриране е дадена на фиг. 1



фиг. 1

Посредством компютъра по интерфейс IEEE-488 се настрой

източника на образцова величина на желаната стойност в обхвата на калибрирания измервател. Подадената образцова величина се измерва от еталонен измервател. Измерените стойности от еталонния измервател и калибрирания измервател се предават в компютъра.

При девиация на измерваните резултати получавани от калибрирания прибор се прилага статистическа обработка за намиране на най-вероятната измервана стойност.

Определят степента на корекция  $p$  и стойностите в корекционните редици  $a_i$  и  $b_i$ . Получените стойности за  $a_i$ ,  $b_i$  и  $p$  се предават към калибрирания измервател където се записват електро-репрограмируема памет (EEPROM).

По аналогичен начин на описаната процедура е възможно и намаляването на грешката от нелинейност на калибрирания измервател за сметка на увеличаване обема на електро-репрограмируемата памет в калибрирания уред и времето за калибровка.

#### Заклучение

\* Въз основа на разгледания е проблем е глава за отклонението на предавателната функция от номиналната и стойност е предложен обобщен метод, математически модел и конкретно решение реализиращи самокалибровачи тестови процедури.

\*Предложения метод намира приложение при изграждането и калибровката на електронно-измервателния уред IR-01, който е част от компютърно - измервателна система за обезпечаване метрологичното осигуряване на измерването на ток под 10 А в НРБ.

\*Предложена е методика за цифрово калибриране на електрометрични измервателни устройства. Същата методика има и универсално приложение и за други измервателни апарати и може да намери приложение и за други измервателни апарати специално конструирани за целта.