



ЛИТЕРАТУРА

- [1] Chua, L. O. Memristor – The Missing Circuit Element. IEEE Trans. on Circuit Theory, Vol. CT-18, pp. 507-519, September 1971.
- [2] Strukov, D. B., G. S. Snider, D. R. Stewart, R. S. Williams. The missing memristor found. Nature, doi:10.1038/nature06932, Vol 453, pp. 80 – 83, 1 May 2008.
- [3] Брандиски, К. В. Младенов, Д. Вълчев. Решаване на задачи по електротехника с МАТЛАВ. С., ТУ – София, 2009 г.
- [4] <http://en.wikipedia.org/wiki/Memristor>
- [5] Di Ventra, M., Y. V. Pershin, L. O. Chua. Circuit Elements With Memory: Memristors, Memcapacitors, and Meminductors. Proceedings of the IEEE, Vol. 97, No. 10, pp. 1717-1724, October 2009.
- [6] Bialek, D., Z. Bialek, V. Bialkova. SPICE Modeling of Memristive, Memcapacitive and Meminductive Systems. IEEE, pp. 249-252, 2009.
- [7] <http://spectrum.ieee.org/semiconductors/processors/how-we-found-the-missing-memristor/0>
- [8] Paziienza, G. E., J. Albo-Canals. Teaching Memristors to EE Undergraduate Students. IEEE Circuits and Systems Magazine, pp. 36-44, 22 November 2011.

Автори: Стоян Михайлов Кирилов, докторант, маг. инж., кат. "Теоретична електротехника", лаб. 12526, Факултет Автоматика; Технически Университет София; *email: s_kirilov@tu-sofia.bg*; Валери Марков Младенов, проф. д-р инж., кат. "Теоретична електротехника", каб. 1245, Факултет Автоматика; Технически Университет София; *email: valerin@tu-sofia.bg*

Постъпила на 28.04.2012 **Рецензент** доц. д-р Симона Петракиева

КАЛИБРИРАНЕ И ПРОВЕРКА НА СРЕДСТВА ЗА ИЗМЕРВАНЕ С КАЛИБРАТОР CX 1651

Камелия Кирилова, Георги Милушев

Резюме: В работата, на базата на сравнение на подходите при калибриране и при проверка на средствата за измерване са анализирани функционалните възможности на многофункционален калибратор CX 1651. Разгледани са възможностите му да реализира двете метрологични процедури и обхватите му по величини със съответните неопределености. Направен е метрологичен анализ на приносът му в модела на неопределеността на калибрацията средство за измерване, както и ограниченията от метрологичен характер в процеса на проверка. Подготвено е описание на процедурите под формата на методика, с оглед на автоматизация на метрологичния експеримент.

Ключови думи: проверка, калибриране, средства за измерване, калибратор

CALIBRATION AND VERIFICATION OF MEASURING INSTRUMENTS WITH CALIBRATOR CX 1651

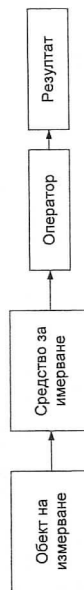
Kameliya Kirilova, George Milushev

Abstract: The work, based on a comparison of approaches for calibration and verification of measuring instruments are analyzed functionality of multifunctional calibrator CX 1651. The possibilities to implement both its metrological procedures and scope of variables the corresponding uncertainties. It is made metrological analysis of its contribution to model uncertainty calibrated tool for measuring and metrological limitations of nature in the process of verification. Prepared a description of the procedures in the form of a methodology with a view to automation of metrological experiments.

Keywords: verification, calibration, measuring instruments, calibrator

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В повечето случаи в основата на изпитването на различни продукти или при калибрирането на средствата за измерване е измерването на определена величина (характеристика). По дефиниция измерването е съвкупност от действия, които имат за цел да определят една стойност на дадена величина.

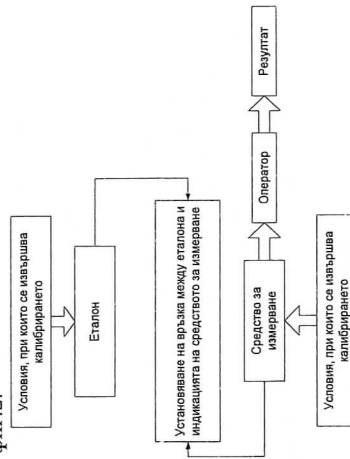


Фиг. 1 Процес на измерване

На фиг. 1 е представен процеса на измерване, при който конкретната величина е измерваната величина и нейната стойност се получава чрез измерване. Стойността на измерваната величина е количественото ѝ определение. За да могат да се сравняват резултатите от измерванията важно е да се даде оценка за качествената страна на резултата. Характеристиката, която отразява и предоставя информация за качеството на резултата е неопределеността. По своята същност неопределеността е характеристика на резултата от измерване, която изразява съмнение в него. Тя дава представа за границите на познанието на конкретната стойност.

2. КАЛИБРИРАНЕ И ПРОВЕРКА НА СРЕДСТВА ЗА ИЗМЕРВАНЕ

Част от важните предпоставки за сравняване на резултатите от измерванията на дадена величина са резултатите да са отнесени към общ референтен елемент – проследими и да са изчислени и изразени по международни общоприети процедури. Референтният елемент може да се реализира чрез еталон и процедура. Метрологичната дейност, която осигурява връзката на всеки един резултат от измерване с дадено средство за измерване с референтния елемент е калибриране. Според Международният речник по метрология калибрирането е съвкупност от действия, които при определени условия установяват зависимостта между стойностите на величината, показани от измервателен уред или измервателна система или стойностите, представени от мярка или сравнителен материал и съответните стойности, реализирани от еталоните [1]. Схема на калибрирането е дадена на фиг. 2.



Фиг. 2 Схема на калибриране на средство за измерване с еталон

(Нерегулираната област) Резултатите от калибрирането позволяват оценяване на различни метрологични характеристики на средствата за измерване. Най-често чрез тях се определя отклонението на резултатите от измерванията и действителната стойност, възпроизведена от еталон - средства за измерване, предназначени за определяне, възпроизвеждане, реализация или съхраняване на единица, на една или повече стойности на величина. От дефиницията за калибриране следва, че се установява зависимост между показанията на средството за измерване, което се калибрира с еталона при определени условия. Чрез ка-

либрирането се установява отклонението на показанията на средството за измерване от стойностите, възпроизведени от еталона, както и други негови метрологични характеристики.

(Регулирана област) Друга твърде разпространена метрологична дейност е проверката на средствата за измерване. Тя е процедура, която включва изследване, което установява и потвърждава, че средството за измерване изпълнява задължителни, законови изисквания, последвано от маркиране и/или издаване на свидетелство за проверка.

Прилагането на една или друга метрологична дейност върху средствата за измерване, намиращи се в експлоатация, е в зависимост от областта на тяхното приложение. Основната обща цел и за двете метрологични процедури е насочена към получаване на точни и надеждни показания на средствата за измерване. В таблица 1 е представен и техният характер в съответствие с дефинициите им, издаваните документи, отразяващи резултатите от провежданите метрологични дейности [2].

Таблица 1

Калибриране	Проверка
<ul style="list-style-type: none"> Определяне на зависимостта на показанията на средството за измерване и стойностите, реализирани от еталона: -при определени условия; -на определена дата. Обявяване на отклонението или поправката и неопределеността. Издаване на свидетелство (сертификат) за калибриране. 	<ul style="list-style-type: none"> Изследване на съответствието на средството за измерване със задължителни (законови) изисквания -качествено изследване на състоянието; -максимално допустими грешки Маркиране - поставяне на знак за проверка Издаване на свидетелство за проверка, ако се изисква от нормативни актове или документи или по желание на клиента.

В таблица 2 е разгледана по-подробно общата основа и съществените различия на калибрирането и проверката на средствата за измерване [2].

Таблица 2

Характеристика	Калибриране	Проверка
1. Основания	Технически изисквания, стандарти, спецификации, изисквания на клиента	Законови изисквания
2. Цел	Зависимост на показанията на средството за измерване и стойностите реализирани от еталона (действителната стойност); Признаване на резултатите от калибрирането.	Гарантиране на показанията в границите на допустимите грешки в междурезонансния интервал. Използване в област регулирана от нормативни актове (актове и др.).
3. Предпоставки	Средството за измерване може да се калибрира.	Средството за измерване е от одобрен тип.
4. Валидност на резултатите	В момента на калибриране при определените условия.	В установения междупроверователен интервал.
5. Оценяване на резултатите	От ползвателя на средството за измерване.	От държавния орган, провеждащ проверката.
6. Приложение	Лаборатории за изпитване, калибриране, изследвания, Фирмена метрология.	В области регулирани от законови изисквания.

3. МНОГОФУНКЦИОНАЛЕН КАЛИБРАТОР СХ 1651

Многофункционалният калибратор СХ 1651 се използва за калибриране на всякакви измервателни уреди, които мерят напрежение, ток, съпротивление, капацитет и честота. Калибраторът е подходящ и за калибриране на осцилоскопи.

(подавани) от преобразуватели, външни термодвойки или терморезистори, или за измерване на налягане и сила.

Калибраторът притежава много други възможности, които правят лесно използването му (които улесняват използването му). Например относителното отклонение от базовата стойност на изхода, показва неопределеността на изходния сигнал, процедурите калибриране и изпитване. Управлението и индикацията на статуса на калибратора се извършва на плъск луминисцентен дисплей, на който се изобразява цялата нужна информация. Калибраторът се управлява чрез избор на функции от меню на дисплей.

4. ПРИЛОЖЕНИЕ НА МНОГОФУНКЦИОНАЛНИЯ КАЛИБРАТОР СХ 1651 ПРИ КАЛИБРИРАНЕ И ПРОВЕРКА НА СРЕДСТВА ЗА ИЗМЕРВАНЕ

4.1 Калибриране на средства за измерване
Калибраторът може да се използва за пряко калибриране на различни уреди, които измерват електрически стойности/параметри [3].

• Калибриране на мултимери
Калибраторът се използва за калибриране на цифрови и аналогови мултимери (по напрежение - постоянно и променливо; по ток - постоянен и променлив; по съпротивление, капацитет, температура, честота).

Калибриране на мултимери по напрежение
Благодарение на висък изходен импеданс и висок изходен ток, калибратора може да се използва за калибриране на аналогови волтметри и милivolтметри с висък входен импеданс. Напреженията изходи са свързани към Hi/Lo клемите на калибратора. Калибраторът не позволява четирипроводно свързване при калибрирането на уреда.

Не се препоръчва свързване на нестандартно нагояване към изходите за напрежение. Изходните клемите трябва да бъдат нагоявани с висок и реален импеданс. Въпреки, че изходът е снабден с електронна и микропроцесорна защита, високи капацитивни или индуктивни нагоявания могат да доведат до отклонения в изходните усилватели и ще доведат до неточен резултат.

Калибрираният уред може да бъде свързан директно с клемите на предния панел на калибратора. Ако L-клемата на калибрирания уред не е заземена, то L-клемата на калибратора трябва да бъде заземена.

Свързване на мултимер за калибриране по напрежението към изходните клемите на калибратора е показано на фиг.3.

Неопределеност при Напрежение:

Сумарен обхват на постоянно напрежение: 0 μ V - 1000 V

Сумарен обхват на променливо напрежение: 1 mV - 1000 V

Вътрешни обхвати: 20 mV, 200 mV, 2 V, 240 V, 1000 V

Честотни обхвати: 20 Hz до 50 kHz под 20 V; 20 Hz до 10 kHz под 200 V

20 Hz до 1000 Hz под 1000 V

Той притежава функция, с която могат да бъдат симулирани съпротивление, термодвойки и вградени мултимери. Датчици и различни видове регулатори и чувствителни елементи могат да бъдат проверявани без необходимостта на допълнителни измервателни уреди [3].

Основните функции (характеристики) на калибратора включват: генериране на калибрираното променливо и постоянно напрежение от 0 μ V до 1000V, също така на променлив и постоянен ток в обхват от 0 μ A до 20A. Максималната точност на калибратора е 0,0035% за постоянно напрежение, 0,03% за променливо напрежение, 0,013% за постоянен ток и 0,055% за променлив ток. Максималният честотен обхват е от 20Hz до 50kHz. Калибраторът може да генерира периодичен нехармоничен сигнал с дефиниран (точно определен) интервал/цикъл на работа/нагояване. Това подпомага (улеснява) най-вече проверката на универсалните измервателни уреди (мултимери) и тяхната точност при измерването на нехармонични постоянни сигнали.

Калибраторът също така може да възпроизвежда (създава) съпротивление или капацитет. Съпротивлението е в обхват от 0 Ω до 50M Ω . Обхватът на капацитета е от 1nF до 50 μ F, точността отговаря на изискванията за калибриране на обикновените универсални уреди (мултимери). Основната точност на обхвата на съпротивлението е 0,03%, тази на капацитета е 0,5%. Съпротивлението може да бъде използвано за променливи сигнали с честота в обхват от 300Hz до 1kHz в зависимост от стойността, която се задава при настройката.

Честотният обхват на калибратора може да генерира правоъгълен сигнал с дефиниран (интервал на мощност) и амплитуда в рамките от 1mV до 10V и от 0Hz до 10kHz честотен обхват. Правоъгълният сигнал с много стръмно нарастване на фронта може да бъде генериран до 20MHz. Честотните обхвати могат да бъдат използвани за калибриране на съответстващите такива на универсалните измервателни уреди (мултимерите), както и за калибриране на чувствителността на входа на осцилоскоп.

При включен режим за калибриране по мощност може да калибрира уреди за измерване на мощност и енергия при постоянен и променлив сигнал, при напрежение до 240V и ток до 10A. Факторът на мощност може да бъде с коефициент от -1 до +1 и резолюцията е 1% в честотен обхват от 40 Hz до 400Hz. Изходното напрежение може да поддържа нагояване до 30 mA, което позволява калибрирането на механични уреди за измерване на мощност (механични вагметри). Симулирането на температурни сензори (температурни датчици) е друга възможност, която може да се използва за калибриране на термометри и топлинни сензори. Калибратора позволява симулирането на всички универсални Pt и Ni терморезистори и R,S,B,T,E,K,N типове термодвойки. Компенсацията на студентите краища на термодвойката се осъществява (постига) чрез въвеждане на съответната температура, използвайки клавиатурата на калибратора. Точността на симулирания температурен сензор зависи от стойността и вида на сензора и обхваща от 0,04 $^{\circ}$ C до 0,05 $^{\circ}$ C за резисторни сензори и от 0,4 $^{\circ}$ C до 4,3 $^{\circ}$ C за термодвойки.

Вътрешният мултимер с основен обхват от 20 mA, 20 mV, 200 mV и 10 V и 0,01% точност може да бъде използван за измерване на нормирани сигнали

Неопределеност при постоянно напрежение

Обхват	% стойност + % обхват	макс. ток m A
0 μ V - 20 mV	0.03 + 0.0 + 10 μ V	5
20 mV - 200 mV	0.01 + 0.0 + 15 μ V	5
200 mV - 2 V	0.003 + 0.0008	30
2 V - 20 V	0.003 + 0.0005	30
20 V - 240 V	0.003 + 0.0005	30
240 V - 1000 V	0.005 + 0.0005	2

Неопределеност при променливо напрежение

Обхват	% стойност + % обхват	макс. ток m A	% стойност + % обхват		макс. ток m A
			10 kHz - 10 kHz	10 kHz - 50 kHz	
1 mV - 20 mV 20 mV - 200 mV	0.2 + 0.05 + 20 μ V 0.1 + 0.03 + 20 μ V	5 5	0.20 + 0.10 + 20 μ V	10 kHz - 50 kHz	5
			0.15 + 0.05 + 20 μ V		5
200 mV - 2 V 2 V - 20 V	0.025 + 0.005 0.025 + 0.005	30 30	0.05 + 0.01		10
			0.05 + 0.03		10
20 V - 240 V ² 240 V - 1000 V	0.025 + 0.010 0.03 + 0.02 ¹	30 2	--		--

Неопределеност при променливо напрежение

Обхват	% стойност + % обхват	макс. ток m A	% стойност + % обхват	
			50 kHz - 100 kHz	50 kHz - 100 kHz
1 mV - 20 mV 20 mV - 200 mV	1.0 + 0.10 + 20 μ V 0.3 + 0.05 + 20 μ V	3 3	50 kHz - 100 kHz	50 kHz - 100 kHz
			0.2 + 0.05	
200 mV - 2 V 2 V - 20 V	0.2 + 0.05 0.2 + 0.05	5 5	--	--
			--	--
20 V - 240 V 240 V - 1000 V	--	--	--	--

Сломагателни параметри

Обхват	20mV	200mV	2V	20V	200V	1000V
THD ¹ % опорт impedance maximal capacitance load	0.05% + 200 nV < 10 m Ω 500 pF	0.05% + 300 nV < 10 m Ω 500 pF	0.05% < 10 m Ω 500 pF	0.05% < 100 m Ω 300 pF	0.05% < 100 m Ω 300 pF	0.2% < 100 m Ω 150 pF

¹ параметри свързани нелинейно изкривяване и нехармоничен шум
² за честоти до 10 kHz

Калибриране на мултиметри по ток

Всички постоянноток и променливоток уреди се свързват към + I /-I клемите на калибратора. При използване на изходите по ток при голямо нагояване (от 10 до 20 A) времето за работа е ограничено от 0 до 60 s. Времето за работа зависи от зададения ток и се контролира от микропроцесор. Потребителят не може да увеличава това време; ако се изисква дълго време за работа, изходните клемите не трябва да се нагояват, необходимо е да се почака известно време (например 1 минута) и отново да се включи товара. При подаване на ток от 2 до 20 A на изходните клемите, изходното напрежение не трябва да превишава прилижително 1,5 Vef. Ако тока предизвиква по-високо напрежение от нагояването, калибратора изключва изходните клемите и показва съобщение за грешка. При калибрирането на амперметри, където се използва ток над 1 A е важно да се свържат правилно клемите, като се обърне внимание на изходните клемите на

калибратора и входните клемите на уреда. Прекомерното контактно съпротивление може да нагрее клемите и да причини грешка при калибрирането. Прекомерното и нестабилно контактно съпротивление има нелинейна характеристика и може да наруши изхода по променлив ток.

Не се препоръчва свързване на нестандартно нагояване към изходите за ток. Калибраторът е проектиран да бъде използван за калибриране на амперметри. Изходните клемите трябва да бъдат нагоявани с висок и реален импеданс. Въпреки че изходът е снабден с бързо електронна и микропроцесорна защита, високи капацитивни или индуктивни нагоявания могат да доведат до отклонения в изходни усилватели и ще доведат до неточен резултат.

Калибрираният уред може да бъде свързан директно с клемите на предния панел на калибратора. Ако L-клемата на калибрираният уред не е заземена, то -U (-I) - клемата на калибратора трябва да бъде заземена.

Свързване на мултиметър за калибриране по ток към изходните клемите на калибратора е показано на фиг. 4.



Фиг.3 Калибриране по напрежение на мултиметри

С помощта на разширителен модул (шунт) обхвата по ток на калибратора се разширява до 1000 A. Разширителят се използва за калибриране на постоянноток и променливоток амперметри. Клемите на амперметра трябва да са разположени под ъгъл 90° спрямо разширителя.

Неопределеност при ток:

Сумарен обхват на постоянен ток: 0 - 20 A (с разширител 140-50 до 1000 A)
Вътрешни обхвати: 200 μ A, 2 mA, 20 mA, 200 mA, 2 A, 20 A

Честотни обхвати: 20 Hz до 5 kHz под 200 mA; 20 Hz до 1000 Hz под 20 A

Неопределеност при постоянен ток

Обхват	% стойност + % обхват	макс. напр. V
0 μ A - 200 μ A	0.05 + 0.0 + 20 μ A	3
200 μ A - 2 mA	0.02 + 0.005	3
2 mA - 20 mA	0.01 + 0.003	3
20 mA - 200 mA	0.01 + 0.003	3
200 mA - 2 A	0.015 + 0.005	3
2 A - 20 A	0.02 + 0.010	1.5

Фиг.4 Калибриране по ток на мултиметри

Неопределеност при променлив ток

Обхват	% стойност + % обхват	макс. напр. V _{ef}	% стойност + % обхват	макс. напр. V _{ef}
1 μ A - 200 μ A	20 Hz - 1 kHz 0.15 + 0.0 + 20 mA 0.07 + 0.01 0.05 + 0.005 0.05 + 0.005 0.10 + 0.03	3	1 kHz - 5 kHz 0.30 + 0.10 + 20 mA 0.20 + 0.05 0.20 + 0.05 0.20 + 0.05	3
200 μ A - 2 mA		3		
2 mA - 20 mA		3		
20 mA - 200 mA		3		
200 mA - 2 A		3		
2 A - 20 A	1.5	--	--	--

Неопределеност при променлив ток

Обхват	% стойност + % обхват	макс. напр. V _{ef}
1 μ A - 200 μ A	5 kHz - 10 kHz 0.50 + 0.07 0.50 + 0.07 0.50 + 0.07	--
200 μ A - 2 mA		2
2 mA - 20 mA		2
20 mA - 200 mA		2
200 mA - 2 A		--

Спомагателни параметри

Обхват	200 μ A	2 mA	20 mA	200 mA	2 A	10 A
maximal inductive load	400 μ H	400 μ H	400 μ H	200 μ H	200 μ H	100 μ H
THD ^{*1}	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.2%	0.3%

*1 параметри съдържащи нелинейно изкривяване и нехармоничен шум

Калибриране на броячи и осцилоскопи

Калибраторът може да се използва за калибриране на честотните обхвати на мултиметри и броячи (фиг.4). С калибратора могат да бъдат реализирани следните функции:

- Калибриране на честотни функции до 20 MHz с вълна с правоъгълна форма на сигнала. Функцията се активира с директно натискане на бутон F от предния панел на калибратора и след това се избира HF режим. Честотата се задава.
- Проверка на входната чувствителност от 1 mV до 10 V в честотния обхват до 100 kHz. Функцията се активира с директно натискане на бутон F от предния панел на калибратора и след това се избира PWM режим. Честотата, амплитудата и работният режим (duty cycle) се задават.
- Калибриране на времеви период с използването на сигнал с правоъгълна форма, чийто период може да се настрои до 10 s с избираем работен режим (duty cycle). Функцията се активира с директно натискане на бутон F от предния панел на калибратора и след това се избира PWM режим. Честотата, амплитудата и работният режим (duty cycle) се задават.



Фиг. 5

Калибратор може да се използва за основно калибриране на осцилоскопи. Аналогично се реализират първите две функции за броячите, описани по-горе в текста. Функцията, която се различава е:

- Проверка на честотната лента, с помощта на сигнал до 20 MHz с много стръмно нарастване на фронта (по-малко от 5 ns).

- Калибрирането на времевия период се осъществява с използването на сигнал с правоъгълна форма, чийто период може да се настрои до 10 s с избираем работен режим (duty cycle). Функцията се активира с директно натискане на бутон F от предния панел на калибратора и след това се избира PWM режим. Честотата се задава. Закъснението на сигнала се наблюдава на екрана на осцилоскопа.

Неопределеност при честота:

Сумарен обхват: 0.1 Hz до 20 MHz

Честотна неопределеност: 0.005 %

Изходи: разположени на предния панел на калибратора

Режими: - PWM- правоъгълен изходен сигнал с калибрирано отношение на работния цикъл, честота и амплитуда.

- HF- правоъгълен изходен сигнал с калибрирана честота и амплитуда.

Режим PWM:

Честотен обхват: 0.1 Hz до 100 kHz

Напрежителен обхват: 1 mV до 10 V

Обхват на съотношението на работния режим: 0.01 до 0.99

Форма на вълната: правоъгълна, симетрична-положителна-отрицателна

Неопределеност на работния режим: 0.05 %

Неопределеност на амплитудата

Обхват	% стойност + % обхват
1 mV - 20 mV	0.2 + 50 μ V
20 mV - 200 mV	0.1 + 50 μ V
200 mV - 2 V	0.1
2 V - 10 V	0.1

HF режим:

Честотен обхват: 0.1 Hz до 20 MHz

Изходен импеданс: 50 Ω

Форма на вълната: правоъгълна симетрична, съотношение на работния цикъл

1:1

Амплитуда: 4 V_{pk-рк}

Изходен честотен обхват: 0, -10, -20, -30 dB +/- 1 dB

Неопределеност на амплитудата: 10 %

Време за повишаване/намалване: <3 ns

Измерване на съпротивление или температура с температурни датчици/ терморезистори

Благоустройство на вътрешния мултиметър, калибратора (фиг.7) може да се използва за калибриране на някои източници на електрически сигнал. Съпротивлението може се измери само с четирипроводно свързване и Ort.60 кабелен адаптор. Ort.60 има 4 накрайника - Ni, Hu, Lu и Li. Всеки от тях има следното значение:

- Ni - токов извод H
- Hu - напрежителен извод H

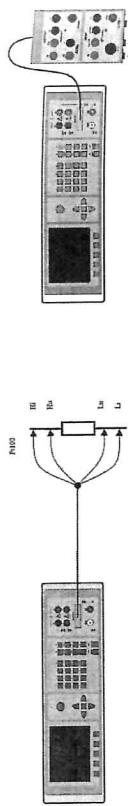


- L₁ – напрежителен извод L
- L₂ – токов извод L

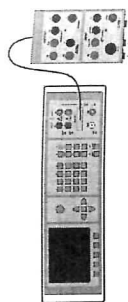
При измерването на съпротивление и температура с терморезистори, трябва да се спазват правилата, приложими за четирипроводно свързване.

4.2 Изпълнение на проверката

Когато калибраторът (фиг. 8) се използва за изпълнение на метрологичната процедура проверка схемата на свързване е следната [3]:



Фиг. 7 Терморезистор Pt 100 свързан към Орт. 60 кабел



Фиг. 8 Проверка на средства за измерване

Проверката се осъществява аналогично на калибрирането. Единствената съществена разлика е, че при калибрирането резултата се представя във вида : резултат от калибрирането + неопределеност, а при проверката не се дефинира неопределеност, полученният резултат се сравнява с този от калибратора. Проверката няма за цел да подобри точността на уреда. Резултатите от тази процедура установяват и потвърждават, че даденото средство за измерване Отговаря/Не отговаря на нормативни изисквания и е Годно/Негодно за експлоатация.

10. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Широкият обхват на приложимост на многофункционалният калибратор СХ 1651 и множеството параметри, по които се осъществяват процедурите калибриране и проверка предоставят една добра възможност за разработване на методики за калибриране и проверка на средства за измерване.

ЛИТЕРАТУРА

[1] ISO/IEC Guide 99:2007- "International Vocabulary of Metrology – Basic and general concepts and associated terms (VIM)" (Международен речник на основи и общи термини по метрология).
 [2] Константинова В., (2002), *Последности, калибриране, валидиране на методи за измерване, вътрешни одити съгласно БДС EN ISO/IEC 17025*, Бюлетин в помощ на специалиста, Книзка 3/2002, Съюз на метролозите в България.
 [3] User's manual for Multifunctional calibrator Metrix 1651, Chauvin Arnoux

Автори: Камелия Кирилова, маг. инж. от Технически Университет - София, Факултет Автоматика, катедра "Електронизмервателна техника", email: kate_io@abv.bg; Георги Милушев, доц. д-р от Технически Университет - София, Факултет Автоматика, катедра "Електроизмервателна техника", email: gm@tu-sofia.bg

Постъпила на 28.04.2012

Рецензент Проф. д-р П. Цветков

МЕТОДОЛОГИЯ НА ЕЛЕКТРО-ЕНЕРГИЕН ОДИТ

Юлия Заркова, Георги Милушев

Резюме: В доклада са разглеждани етапи на електро-енергийно обследване за промишлени обекти, като част от общия енергиен одит. Предложени са принципен подход за провеждане електро-енергиен одит. С оглед на целите и задачите на такъв тип изследване е застъпено и подробно описано съдържанието на доклад за електро-енергиен одит, оценка за постигнатите ползи и препоръки за реализация.

Ключови думи: енергийна ефективност, одит, оценка, измервания

ENERGY AUDIT METHODOLOGY

Julia Zarkova, George Milushev

Abstract: In the paper an overview of the different types of electrical energy auditing at the industrial sites as a part of common energy audit was made. Propose and suggest a general approach for conducting an electrical energy audit. In respect of the goals and missions of the study the document presents and provides a detailed description of energy report content. It estimates and evaluates the achieved benefits and recommendations for implementation.

Keywords: energy efficiency, audit, assessment, measurements

1. ВЪВЕДЕНИЕ

В рамките на актуалната политика за намаляване на енергийната интензивност, Агенцията за устойчиво енергийно развитие насърчава производителите да се ангажират с рационалното използване на енергията. Подходът за оптимизиране на консумацията се основава на първоначални проучвания, с помощта на които се взема решение за предприемане съответните действия в промишлеността (предварителен одит, диагностика, предприети проучвания). Тези стъпки целят да се даде възможност на предприятията да идентифицират потенциалните източници за икономия на енергия и да вземат мерки за осъществяване на контрол върху потреблението на енергия, което да доведе до икономически ползи.

Настоящата методика се отнася за електро-енергиен одит на промишлени обекти. Тя установява съдържанието и условията за провеждане на изследванията. Препоръчва се извършването на техническите услуги за изследването произведено да се осъществява от външна организация. По този начин се гаран-