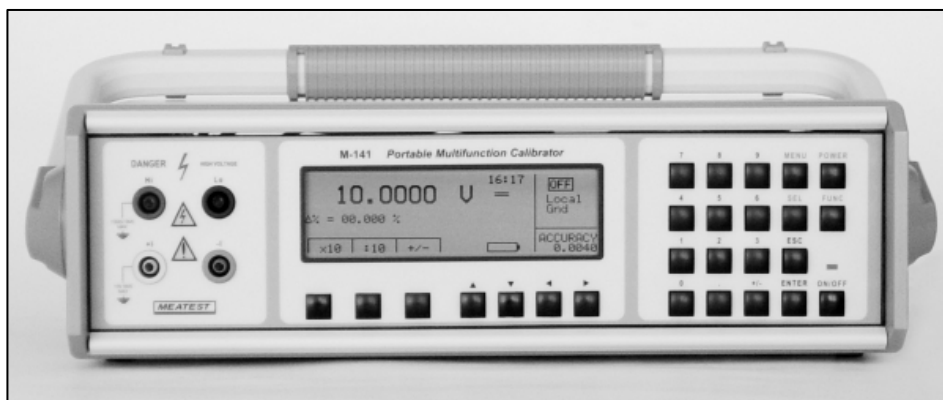


M – 141

Přenosný kalibrátor

Návod k použití

MEATEST



Obsah

Základní údaje	3
Příprava kalibrátoru k provozu	4
Kontrola dodávky, umístění	4
Nastavení napájecího napětí	4
Zapnutí kalibrátoru	4
Doba náběhu	5
Výměna pojistky	5
Bezpečnostní ustanovení	5
Popis ovládacích prvků	6
Čelní panel	6
Zadní panel	10
Ovládání kalibrátoru	11
Nastavení funkce kalibrátoru	11
Nastavení výstupní hodnoty signálu	11
Nastavení relativní odchylky	12
Dekadická změna hodnoty	13
Zapnutí a vypnutí výstupních svorek	13
Nastavení kmitočtu	14
Generování kalibrovaného napětí	15
Generování kalibrovaného proudu	17
Generování neharmonických průběhů	18
Odpor	19
Generování kmitočtu	20
Simulace snímačů teploty	20
Nabídka servisních funkcí	23
Kalibrační režim	26
Chybová hlášení	33
Údržba kalibrátoru	35
Kontrola parametrů kalibrátoru	36
Systémové ovládání	41

Vlastnosti sběrnice IEEE-488	41
Vlastnosti sběrnice RS232	41
Syntaxe příkazů	42
Standardní stavová struktura	52
Příklady použití	55
Kalibrace měřidel	55
Multimetry	55
Čítače a osciloskopy	57
Teploměry (mimo snímač)	57
Specifikace přístroje	58

Základní údaje

Multifunkční kalibrátor M-141 je vícefunkční přístroj, určený především do kalibračních laboratoří, měrových středisek a středisek údržby jako přenosný zdroj přesného stejnosměrného a střídavého napětí a proudu, odporu a kmitočtu, pomocí kterého lze provádět kalibrace měřidel elektrických veličin jak v laboratoři tak v provozu.

Základním tvarem střídavého napětí je harmonický signál s nízkým zkreslením. Pro potřeby kalibrací teploměrů je kalibrátor vybaven funkcí simulace termočlávkových teplotních snímačů.

Základními funkcemi kalibrátoru jsou generování kalibrovaného napětí s rozsahem od 0 μ V do 750 V a proudu s rozsahem od 0 μ A do 2 A. Nejvyšší přesnost kalibrátoru činí na napěťových rozsazích stejnosměrných 0.01 %, na střídavých 0.055 %, na proudových rozsazích stejnosměrných 0.018 % a na střídavých 0.075 %. Maximální kmitočtový rozsah je 20 až 1000 Hz. Interní napěťové rozsahy kalibrátoru jsou jednotkové a proudu dvojkové. Funkce odporu obsahuje 8 pevných dekadických hodnot od 10 Ohm do 100 MOhm, tvořených fyzickými rezistory s nejistotou 0.01 %. Kalibrátor má rovněž funkci kmitočtu, ve které generuje přesný kmitočet v rozsahu od 0.1 Hz do 2 MHz s pevnou amplitudou.

Pro oblast kalibrace měřičů tepla a vyhodnocovacích teplotních jednotek je určena funkce simulace teplotních snímačů. Kalibrátor umožňuje simulovat všechny běžné platinové a niklové odporové snímače a termočlávkové snímače typu R, S, B, J, T, E, K, N. Kompenzace studeného konce termočlávků se provádí zadáním jeho teploty z klávesnice kalibrátoru nebo automaticky měřením teploty okolí externím odporovým čidlem. Přesnost simulovaných termočlávků se pohybuje od 0.4 °C do 4 °C.

Kalibrátor je vybaven řadou dalších funkcí, které usnadňují jeho využití. Mezi ně patří možnost zadávání relativních odchylek od nastavené hodnoty zvolené veličiny, zobrazení aktuální nejistoty výstupní veličiny, kalibrační a testovací procedury a další. Koncept ovládání kalibrátoru a indikace jeho stavu využívá plošného LCD displeje, na kterém jsou soustředěny všechny potřebné informace. Ovládání se provádí systémem vyvolávání a volby z nabídek. Kalibrátor je standardně vybaven normalizovanou sběrnici RS-232, umožňující ovládání z osobního počítače. Kalibrátor lze bez problémů začlenit do kalibračních systémů MEATEST s programovou podporou MBASE/WinQbase.

POZOR !

Kalibrátor je zdrojem životu nebezpečného elektrického napětí.

Kalibrátor se smí používat pouze způsobem popsáním v tomto návodu.

Příprava kalibrátoru k provozu

Kontrola dodávky, umístění

Kalibrátor v základní sestavě obsahuje následující položky:

- Multifunkční kalibrátor
- Síťový kabel
- Náhradní pojistku
- Uživatelskou příručku.
- Protokol výstupní kontroly (test report)
- Měřicí kabel – 2 ks

Kalibrátor je určen pro napájení ze sítě 230/115 V – 50/60 Hz. Jedná se o kalibrační přístroj, u kterého jsou parametry garantovány v rozsahu pracovních teplot 23 ± 5 °C.

Před zapnutím umístíme kalibrátor na rovnou plochu.

Nastavení napájecího napětí

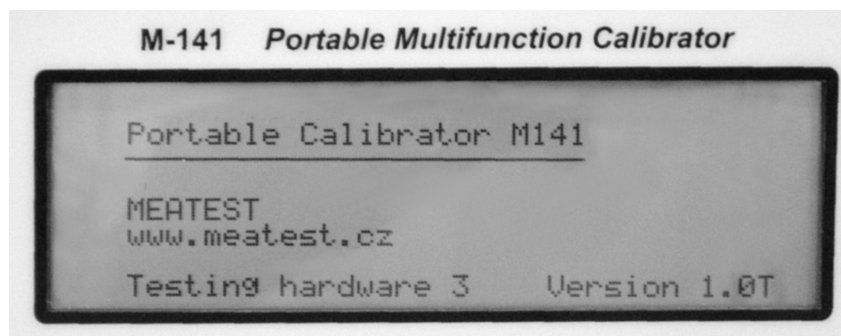
Kalibrátor může být napájen ze sítě 230 V – 50/60 Hz nebo 115V – 50/60 Hz. Před prvním zapnutím kalibrátoru je nutno provést kontrolu nastavení voliče napájecího napětí. Volič je umístěn na zadním panelu.

Pokud je nastavené napětí odlišné od napětí z sítě, je nutné volič přestavit. Postup je následující:

- Vložte plochý konec šroubováku do zářezu v síťové zásuvce. Tahem vyjměte držák pojistek se selektorem napájecího napětí.
- Otočte selektor do takové pozice, aby správný údaj napájecího napětí byl čitelný v okénku selektoru.
- Vložte držák zpět do zásuvky (nápis 155V nebo 230 V je viditelný v okénku držáku).

Zapnutí kalibrátoru

- Před připojením kalibrátoru k síťovému napájení zkontrolujeme polohu síťového přepínače na zadním panelu
- Zásuneme zástrčku síťového kabelu do přívodky na zadním panelu a kabel připojíme k síťovému napájení.
- Zapneme přístroj stiskem síťového vypínače POWER na čelním panelu. Po zapnutí se rozsvítí plošný displej.



- Kalibrátor po dobu cca 5 s provádí testování vnitřních obvodů.
- Po ukončení testů se kalibrátor nastaví do referenční polohy. Tou je následující nastavení parametrů:

funkce	stejnoseměrné napětí
rozsah	10 V
nastavená hodnota	10 V
výstupní svorky	vypnuté (OFF)

Pozn. Do referenční polohy se kalibrátor nastaví i po výpadku napájecího napětí a jeho opětovném připojení.

Doba náběhu

Kalibrátor je funkční po jeho zapnutí a proběhnutí úvodních testů. Specifikovaných parametrů je dosaženo po zahřátí přístroje po době 5 min. V průběhu této doby nelze využít funkci kalibrace vlastního přístroje. Při pokusu o provedení kalibrace zobrazí displej chybu přístupu do kalibrace.

Výměna pojistky

Tavná pojistka kalibrátoru je umístěna ve voliči napájecího napětí na zadním panelu přístroje. Postup výměny pojistky je následující:

- Vypneme kalibrátor
- Vyjmeme síťovou zástrčku z kalibrátoru.
- Vložíme ostří plochého šroubováku do zářezu v části síťového voliče a lehkým páčením vysuneme pojistkové pouzdro s prepínacími kontakty ven.
- Vyjmeme pojistku a nahradíme ji náhradní stejné hodnoty.

Bezpečnostní ustanovení

Přístroj je konstruován v bezpečnostní třídě I dle ČSN EN 61010-1. U přístroje jsou uplatněny požadavky znění normy včetně změny A2.

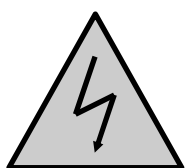
Úroveň bezpečnosti je zajištěna konstrukcí a použitím specifických typů součástí.

Výrobce neručí za škody způsobené následkem zásahu do konstrukce přístroje nebo náhradou dílů neoriginálním typem.

Použité výstražné symboly



Upozornění, odkaz na průvodní dokumentaci



Upozornění na nebezpečí úrazu elektrickým proudem

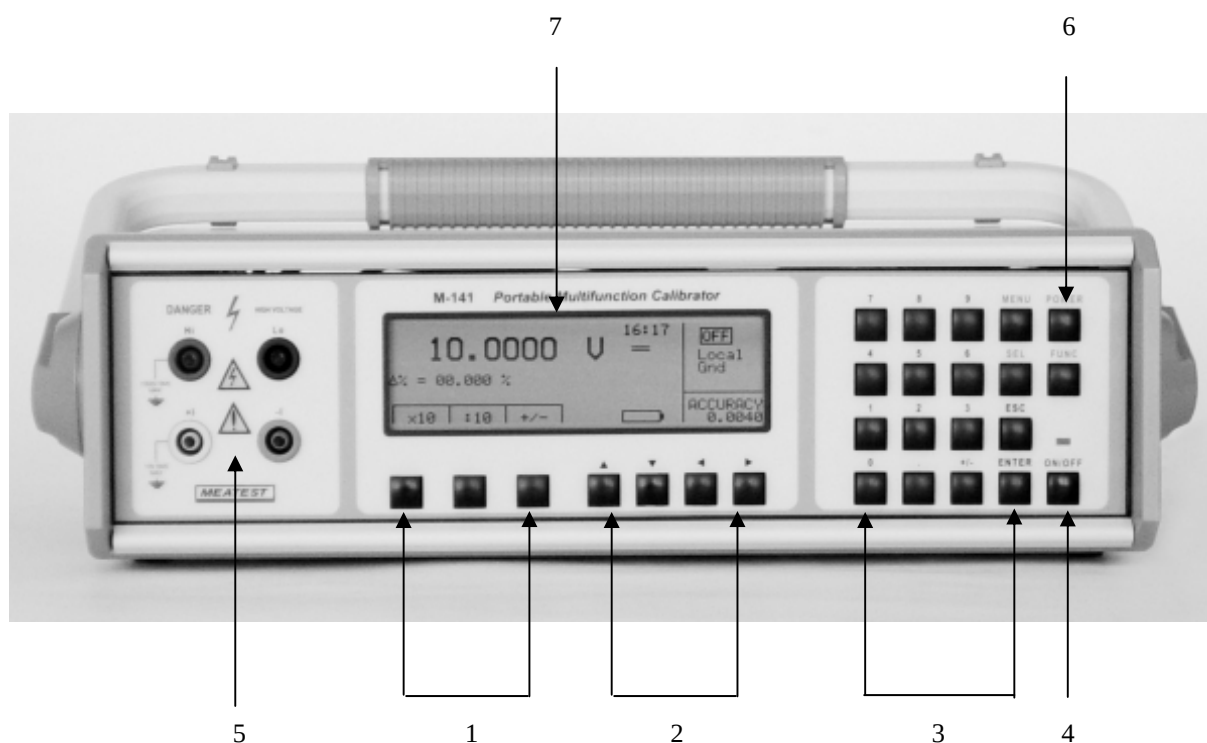


Pozor, vysoké napětí

Popis ovládacích prvků

Čelní panel

Čelní panel kalibrátoru obsahuje plošný LCD displej, ovládací tlačítka a výstupní svorky. Ovládací část panelu je na následujícím obrázku.



1 Tlačítka displeje

Tři tlačítka pod displejem má proměnný význam. Jejich funkce je vždy označena na displeji. Zpravidla jsou používána k vyvolávání MENU, změnám nastavení rozsahů, krokování, záznamům hodnot apod.

2 Kurzorová tlačítka

Pomocí tlačítek lze v povoleném rozsahu pohybovat kurzorem po displeji. Klávesnice obsahuje dvě tlačítka pro nastavování kurzoru na displeji do požadované polohy (<, >). Kurzor lze nastavovat doleva a doprava.. Zpravidla jsou používány ke krokování v nabídkách a k přesunům mezi nabídkami s různých úrovní. Tlačítka lze v některých režimech rovněž nastavovat číselné hodnoty. V tomto případě tlačítka tvarem vyznačená ^, v umožňují krokovat číslici na pozici kurzoru nahoru nebo dolů

3 Numerická klávesnice

Z klávesnice lze zadávat číselné hodnoty na displeji. Tlačítko označené ENTER je potvrzovací tlačítko. Tlačítkem CANCEL lze zrušit již zadané číslo.

4 Tlačítka výstupních svorek

Tlačítkem ON/OFF lze připojit k výstupním svorkám signál kalibrátoru s nastavenými parametry. Připojení výstupních svorek je indikováno rozsvícením červené diody LED současně s indikací symbolem na obrazovce.

5 Výstupní svorky

K výstupním svorkám je připojen výstupní signál kalibrátoru. Proudové funkce jsou připojeny ke svorkám, označeným **+I** / **-I**. Všechny ostatní funkce (napětí, odpor, kapacita) jsou připojeny na svorky **Hi** / **Lo**.

Svorka **GND** - kostra kalibrátoru je umístěna na zadním panelu. Tato svorka je spojena s kolíkem síťového rozvodu. V SETUP MENU kalibrátoru lze v položce GND nastavit uzemnění nebo odzemnění výstupních svorek kalibrátoru. Uzemnění je provede interně propojením svorek Lo a **-I** se svorkou GND pomocí relé. Toto zapojení měřicího obvodu je vhodné pro většinu kalibrací, kdy je kalibrovaný objekt (multimetr) plovoucí.

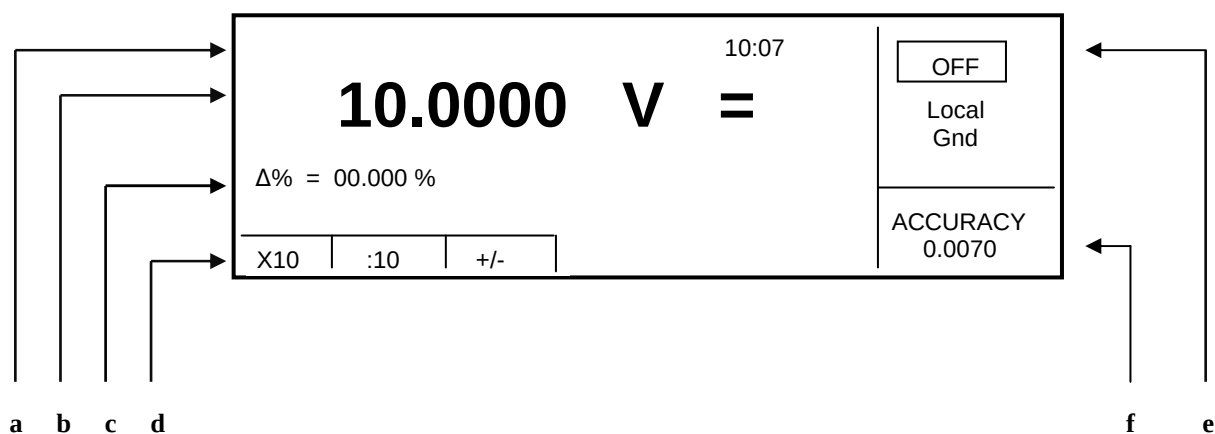
Mezi svorkami jsou povoleny následující maximální napětí:

Hi - ochranná svorka (kryt přístroje):	1000VRMS
+I - ochranná svorka (kryt přístroje):	10VRMS
Lo - ochranná svorka (kryt přístroje):	10VRMS
- I - ochranná svorka (kryt přístroje):	10VRMS

6 Tlačítko POWER

Je-li kalibrátor vypnut, lze jej stiskem tlačítka kalibrátor zapnout. Je-li kalibrátor zapnut, lze jej opakovaným stiskem vypnout. Při vypínání kalibrátoru je po prvním stisku tlačítka POWER zobrazen požadavek na opětovné stisknutí tlačítka. Je-li tlačítko stisknuto podruhé, kalibrátor se vypne. Je-li stisknuto jakékoliv jiné tlačítko, vrátí se kalibrátor do posledně provedeného nastavení.

7 Displej



Displej je graficky rozdělen na několik částí, zobrazujících informace o stavu kalibrátoru:

a) *Informační řádek*

Zobrazuje se reálný čas, pokud je nastaveno jeho zobrazování v servisní nabídce.

b) *Hlavní údaj*

Na řádku je dvojnásobnou velikostí zobrazen hlavní údaj výstupního signálu kalibrátoru s uvedením jednotky a symbolu DC/AC u napětí a proudu. Na řádku se rovněž dvěma symboly ▼▲ proti sobě vyznačuje aktivní poloha kurzoru, pokud je údaj nastavován. Polohu kurzoru lze ovládat tlačítky <, > a nastavení hodnoty tlačítky ^, v. Znaky kurzoru se objeví po stisku kteréhokoliv kurzorového tlačítka.

c) *Vedlejší údaje*

Na dvou řádcích pod sebou jsou zapsány vedlejší údaje signálu na výstupních svorkách. Patří mezi ně zejména:

- nastavená relativní odchylka od nastavené hodnoty v %
- kmitočet u funkcí střídavého napětí a proudu
- teplota studeného konce u termočlánků RJ a typ zvoleného termočlánku

d) *Pole tlačítek displeje*

Na řádku jsou symbolické nápisy, které přiřazují význam třem souvisejícím tlačítkům displeje. Významy jsou následující:

symbol	funkce tlačítka	Poznámka
x 10	zvýšení nastavené hodnoty 10 x	pro funkce U, I, R, F
: 10	snížení nastavené hodnoty 10 x	pro funkce U, I, R, F
Shape	výběr tvaru signálu	jen u funkce U, I
+/-	změna polarity výstupního napětí a proudu	jen u funkce DC U, DC I
Calib	vstup do kalibrace	v nabídce MENU
Type	volba typu termočlánku	jen u funkce simulace TC snímačů

e) *Informační řádek*

V informačním poli v pravé části displeje jsou zobrazovány další informace, související se zvolenou funkcí:

- zobrazení symbolu  připojených nebo odpojených  výstupních svorek. Souběžně se rozsvěcuje LED dioda nad tlačítkem ON/OFF.
- informace o dálkovém/místním ovládání kalibrátoru. V režimu dálkového ovládání se objeví nápis REM, při manuálním ovládání z klávesnice nápis LOCAL.
- informace o použití 50-ti závitové cívky na proudovém výstupu kalibrátoru C.x50, v případě, že tato funkce je zapnuta v servisní nabídce SETUP.
- informace o uzemnění výstupních svorek, GND tak, jak je nastaveno v servisní nabídce.
- informace o zvoleném typu teplotní stupnice u funkce simulace termočlánekových teplotních čidel.

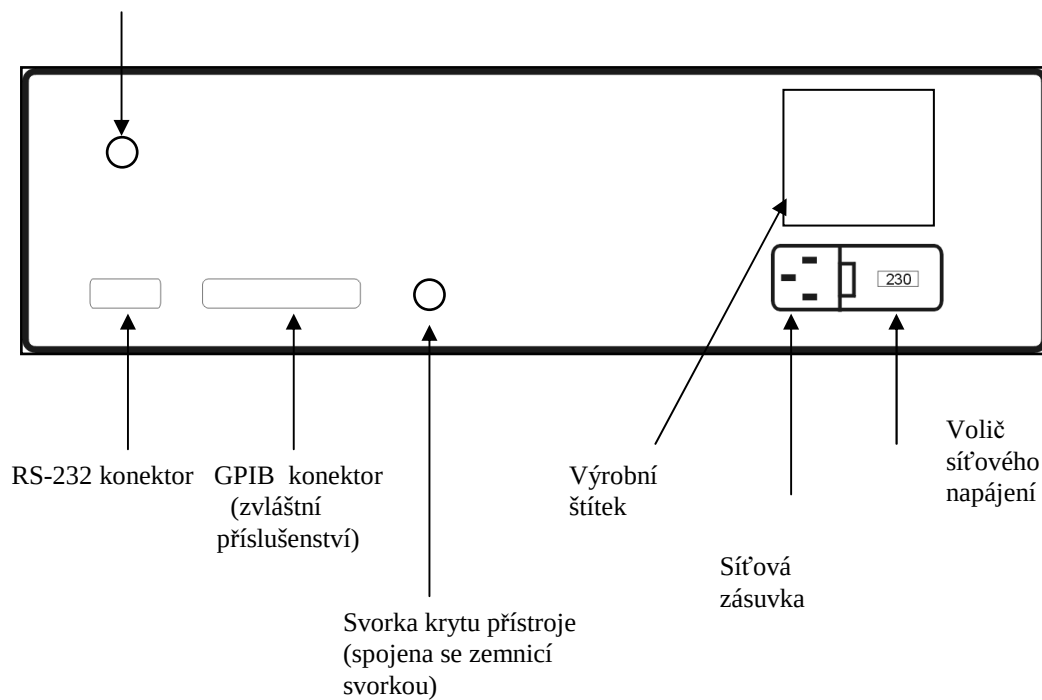
f) *Údaje o nejistotě výstupního signálu*

V poli je zobrazena mezní chyba hlavní hodnoty výstupního signálu. Hodnota nejistoty je platná pro hlavní údaj a je vypočtena z úplné specifikace, uvedené v uživatelské příručce a je zobrazena v %.

Zadní panel

Zadní panel kalibrátoru obsahuje, síťovou přívodku s pojistkou a voličem síťového napětí, dále konektor RS-232 (IEEE 488 - GPIB) a štítek s výrobním číslem.

Vstup externího teplotního čidla.



Ovládání kalibrátoru

Nastavení funkce kalibrátoru

Po zapnutí tlačítka a proběhnutí úvodních testů přejde kalibrátor do referenčního nastavení, kterým je funkce stejnosměrného napětí s nastavenou hodnotou 10 V a vypnutými výstupními svorkami. Stav kalibrátoru při ovládání z čelního panelu lze změnit následujícími způsoby:

1. Změna funkce

Opakovaným stiskem tlačítka FUNC lze měnit nastavenou funkci kalibrátoru v pořadí DC napětí – AC napětí – DC proud – AC proud – odpor – kmitočet – simulace TC čidel.

2. Zapnutí / vypnutí výstupních svorek

Po stisku funkčního tlačítka ON/OFF dojde k připojení/odpojení výstupních svorek kalibrátoru.

3. Vstup do servisní nabídky

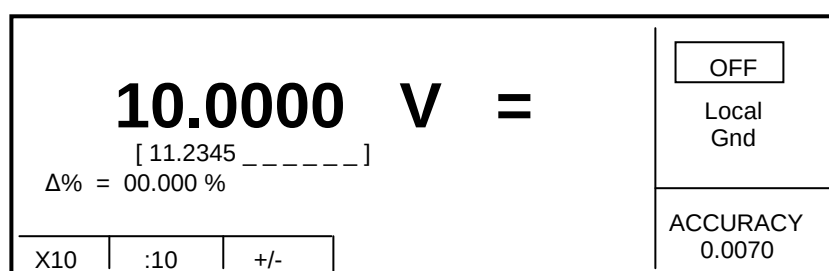
Po stisku tlačítka MENU se objeví na displeji nabídka servisních funkcí a na tlačítcích displeje vstup do kalibračního režimu Calib. Návrat do základního režimu lze provést stiskem tlačítka ESC.

Nastavení výstupní hodnoty signálu

Ve všech funkcích lze požadovanou hodnotu hlavního údaje nastavit několika způsoby:

Zadání hodnoty z numerické klávesnice

- na numerické klávesnici navolíme požadovanou hodnotu. Po stisku první číslice se u tlačítek displeje objeví jednotky nastavené funkce. V kontrolním řádku se zobrazí symboly [_ _ _ _ _].
- po zapsání hodnoty (současně se zobrazuje požadovaná hodnota na kontrolním řádku) stiskneme tlačítko displeje s požadovanou jednotkou (na obrázku V, mV nebo μV)
- požadovaná hodnota se přepíše do hlavního údaje a kontrolní řádek zmizí.



Zadání hodnoty kurzorovými tlačítky

- stiskneme tlačítko $\leftarrow$, $\rightarrow$, $\wedge$ nebo $\vee$. Na displeji se objeví kurzorové značky, ukazující na aktivní číslici.
- tlačítky $\wedge$ a $\vee$ lze krokovat hodnotu na pozici kurzoru, tlačítky $\leftarrow$, $\rightarrow$ lze měnit pozici kurzorových značek
- přechod do výchozí obrazovky lze provést stiskem tlačítka ESC.

Změna polarity

Změnu polarity výstupní hodnoty lze v režimu ss proudu a napětí provést stiskem tlačítka displeje +/- . Před hlavním údajem se zobrazí symbol „ - “.

Nastavení relativní odchylky

Ve všech funkcích kalibrátoru s výjimkou režimu odporu lze nastavit relativní odchylku výstupní hodnoty signálu od hodnoty hlavního údaje na samostatném displeji. U funkce simulace TC čidel lze zadat absolutní odchylku v $^{\circ}\text{C}$. Odchylka patří mezi vedlejší údaje na displeji a je vyznačena symbolem „ $\Delta\%$ = 00.0000 % “, resp. „ ΔT = 0000.00 $^{\circ}\text{C}$ “. Odchylku lze zadávat některým z dříve uvedených způsobů buď zapsáním čísla z numerické klávesnice, nebo volbou pomocí kurzorových tlačítek.

Zadání odchylky z numerické klávesnice

- tiskneme tlačítko SEL, dokud se symboly [_ _ _ _ _] neobjeví pod hodnotou pro zadání relativní odchylky ve vedlejších údajích
- zadáme požadovanou hodnotu odchylky a potvrdíme její platnost stiskem tlačítka displeje % nebo stiskem tlačítka ENTER na číslkové klávesnici
- hodnota signálu na výstupních svorkách je:
 údaj hlavního displeje + $\Delta\%$ pro napětí, proud a kmitočet
 údaj hlavního displeje + $\Delta^{\circ}\text{C}$ pro simulaci TC čidel

10.0000 V =		OFF
$\Delta\%$ = 00.000 % [3.56 _ _ _ _ _] _		Local Gnd
%		ACCURACY 0.0070

Maximální povolený rozsah relativní odchylky činí $\pm 30.000\%$. Odchylku lze zadávat kladnou i zápornou. Je-li požadována odchylka záporná, stiskneme tlačítko displeje s významem +/- . Chceme-li odchylku opět kladnou, opakujeme stisk tlačítka +/-.

Zadání relativní odchylky kurzorovými tlačítky

- tiskneme tlačítko SEL, dokud se symboly [_ _ _ _ _] neobjeví pod hodnotou pro zadání relativní odchylky
- stiskneme tlačítko <, >, ^ nebo v. Na displeji se objeví kurzorová značka, ukazující na aktivní číslici
- tlačítka ^ a v lze krokovat hodnotu na pozici kurzoru, tlačítka <, > lze měnit polohu kurzoru
- přechod do výchozí obrazovky lze provést stiskem tlačítka opakovaným stiskem tlačítka SEL. Tiskneme tlačítko opakovaně tak dlouho, až není pod žádným údajem vyznačeno [_ _ _ _ _]. Do výchozí obrazovky lze přejít rovněž tlačítkem displeje ESC.

Je-li zadána nenulová odchylka, lze současně měnit i hlavní údaj. Celková hodnota výstupního signálu se vždy přepočítá podle výše uvedené relace.

Dekadická změna hodnoty

Ve všech funkcích kalibrátoru s výjimkou simulace TC čidel lze zvýšit výstupní hodnotu kalibrátoru 10x, nebo ji snížit 10x. Dojde-li při přepínání rozsahu k nastavení hodnoty mimo možnost kalibrátoru, objeví se chybové hlášení:

Value too large ! je-li hodnota příliš velká

Value too small ! je-li hodnota příliš malá

Zadání změny rozsahu

- Stiskneme tlačítko displeje označeném x10, chceme-li rozsah zvýšit, nebo tlačítko :10 chceme-li rozsah snížit.
- Hlavní hodnota na displeji se 10x zvýší (sníží)

U funkce odporu se přepínají pevné odpory připojené k výstupním svorkám v dekadické řadě.

Zapnutí a vypnutí výstupních svorek

Kalibrátor po zapnutí nebo změně nastavení funkce výstupní svorky vypnuté. Zapnutí výstupních svorek se provede stiskem tlačítka ON/OFF. Po  zapnutí svorek se rozsvítí červená indikace zapnutí nad tlačítkem ON/OFF a na displeji se v informačním poli objeví symbol .

Vypnutí výstupních svorek se provede opětovným stiskem tlačítka ON/OFF. Červená signalizace zhasne a na displeji se zobrazí v informačním poli symbol  vypnutých svorek.

Při přechodu z jednoho režimu do jiného se výstupní svorky odpojí vždy. Výstupní svorky se odpojí i při změně proudu a napětí ze stejnosměrného na střídavý a naopak.

Je-li v režimu napětí nastavena větší hodnota než 100 V, zapínají se výstupní svorky zvláštním algoritmem. Postup zapnutí je popsán v kapitole „Generování kalibrovaného napětí“.

Nastavení kmitočtu

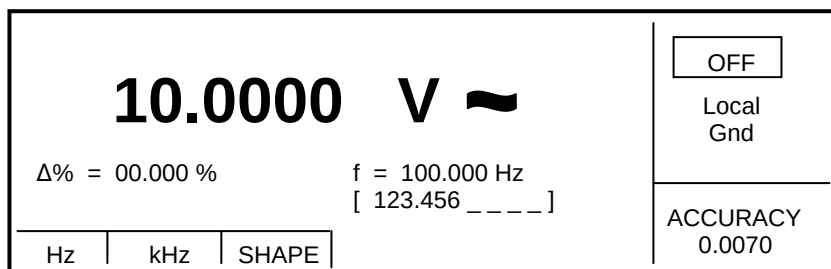
Kmitočet lze nastavit pouze v režimech střídavého napětí ACU, střídavého proudu ACI a kmitočtu F.

Střídavé napětí ACU, střídavý proud ACI

Informace o nastaveném kmitočtu v režimech ACU, ACI je součástí vedlejších údajů na displeji.

Zadání změny kmitočtu

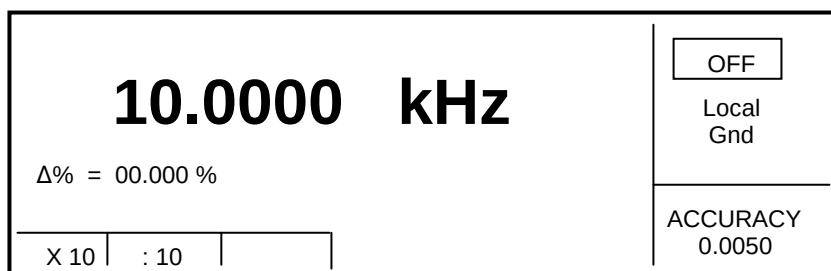
- Po zvolení režimu střídavého napětí nebo proudu opakovaným stiskem tlačítka FUNC se na displeji ve vedlejších údajích objeví údaj kmitočtu ve tvaru „f = xxx.xxx Hz“.
- Tiskneme opakovaně tlačítka SEL dokud se pod údajem kmitočtu nezobrazí symboly [_ _ _ _ _]. Z numerické klávesnice lze zadat požadovanou hodnotu kmitočtu. Potvrzení hodnoty se provede stiskem tlačítka displeje Hz nebo kHz. Hodnotu lze zadat rovněž kurzorovými tlačítky.



Zadáme-li hodnotu kmitočtu vyšší (nižší) než je možné nastavit, zobrazí kalibrátor na displeji maximální (minimální) hodnotu nastavitelnou na zvolené funkci.

Kmitočet F

Nastavená hodnota kmitočtu tvoří hlavní údaj displeje a je hlavním parametrem signálu. Jako hlavní hodnotu ji lze nastavit přímým zadáním z numerické klávesnice nebo krokováním na aktivní pozici kurzoru. Postup nastavení je popsán v části „Nastavení výstupní hodnoty signálu“.



Zadáme-li hodnotu kmitočtu vyšší (nižší) než je možné nastavit, zobrazí kalibrátor na displeji chybové hlášení: „Value is too large (small)“.

Tvar výstupního signálu v režimu Kmitočet je obdélníkový o úrovni TTL 0 – 5 V.

Generování kalibrovaného napětí

Multifunkční kalibrátor poskytuje kalibrované stejnosměrné a střídavé napětí. Výstupní svorky v režimu napětí jsou označeny na čelním panelu symboly Hi - Lo. Podle nastavení kalibrátoru se na výstupních svorkách může objevit maximální napětí 750 Vef.

Rozsah nastavení stejnosměrného napětí činí 0 až 750 V.

Rozsah nastavení střídavého napětí činí 100 μ V až 750 V.

Ovládání v režimu napětí

- Na kalibrátoru zvolíme stiskem tlačítka FUNC stejnosměrné nebo střídavé napětí. Displej zobrazuje následující údaje:
 - * hlavní údaj nastaveného napětí
 - * relativní odchylku
 - * nejistotu výstupního napětí
 - * kmitočet, je-li generováno střídavé napětí
- Nastavíme požadovanou hodnotu napětí, případně polaritu, hodnotu kmitočtu a relativní odchylku. Signál na výstupních svorkách není dosud přítomen. V informačním poli displeje je zobrazen symbol značící  odpojení výstupních svorek.
- Stiskneme tlačítko ON/OFF.
- Nad tlačítkem ON/OFF se rozsvítí červená indikace připojení signálu na výstupní svorky a na displeji se v informačním poli se zobrazí  znak .
- Na výstupních svorkách je přítomno kalibrované napětí o zvolených parametrech.

Ovládání při napětí větším než 100 V

Zadáme-li výstupní napětí větší než 100 V, zobrazí se v informačním poli displeje symbol  informující o tom, že na výstupní svorky bude přivedeno nebezpečné napětí. Má-li kalibrátor připojené výstupní svorky, při přechodu na napětí vyšší než 100 V se svorky automaticky odpojí. Výstupní signál je třeba tlačítkem ON/OFF opět připojit. Po stisku tlačítka ON/OFF se ozve výstražný přerušovaný signál, rozsvítí se světelná indikace ON/OFF a v informačním poli na displeji se zobrazí znak připojení k výstupním svorkám.

U kalibrátoru lze bez automatického odpojení výstupních svorek nastavovat hodnotu napětí, polaritu a relativní odchylku. Při přechodu ze stejnosměrného na střídavé napětí a naopak a při změně kmitočtu se výstupní svorky vždy odpojí. Výstupní svorky se rovněž odpojí při přechodu na jinou funkci kalibrátoru.

Indikace přetížení svorek

Zatěžujeme-li výstupní svorky kalibrátoru více než je přípustné nebo jsou-li výstupní svorky v režimu napětí zkratovány, kalibrátor odpojí signál od výstupních svorek a hlásí chybu přetížení „Overload U output 1“, nebo „Overload U output 2“.

**POZOR****NEBEZPEČNÉ NAPĚTÍ**

Při manipulaci s napětím vyšším než 50 V je zapotřebí dodržovat zásady bezpečnosti práce pro práci na obvodech s nebezpečným napětím.

Nikdy se nedotýkejte měřicího obvodu při nastaveném napětí větším než 50 V a zapnutých výstupních svorkách !

**POZOR****NEBEZPEČNÉ NAPĚTÍ**

Při dálkovém ovládání nelze odpojit z čelního panelu signál od výstupních svorek žádným tlačítkem !

Kalibrátor je třeba uvést do režimu místního ovládání tlačítkem LOCAL a poté odpojit výstupní signál, nebo vypnout kalibrátor síťovým vypínačem !

Generování kalibrovaného proudu

Kalibrátor poskytuje kalibrovaný stejnosměrný a střídavý proud. Výstupní svorky pro režim proudu jsou označeny na čelním panelu symboly +I a -I. Svorky jsou výkonové a pouze na tyto svorky může smí být připojen kalibrovaný objekt. Podle nastavení kalibrátoru může téci z výstupních svorek maximální proud 2 Aef.

Rozsah nastavení stejnosměrného proudu činí 0 až 2 A.

Rozsah nastavení střídavého proudu činí 1μA až 2 A.

Při použití 50-ti závitové cívky (Option 140-50) činí rozsah nastavení proudu max. 100 A.

Ovládání v režimu proudu

- Na kalibrátoru zvolíme opakovaným stiskem tlačítka FUNC stejnosměrný nebo střídavý proud. Displej zobrazuje následující údaje:
 - * hlavní údaj nastaveného proudu
 - * relativní odchylku
 - * nejistotu výstupního proudu
 - * kmitočet, je-li generován střídavý proud
- Nastavíme požadovanou hodnotu proudu, případně polaritu, hodnotu kmitočtu nebo relativní odchylku. Signál na výstupních svorkách dosud není přítomen. V informačním poli displeje je ☐ OFF zobrazován symbol značící odpojení výstupních svorek.
- Na výstupní svorky +I, -I připojíme zátěž, nebo je zkratujeme.
- Stiskneme tlačítko ON/OFF.
- Nad tlačítkem ON/OFF se rozsvítí indikace připojení signálu na výstupní svorky, na displeji se v informačním poli objeví znak připojených ☐ svorek .
- Z výstupních svorek teče kalibrovaný proud o zvolených parametrech.
- Je-li zapnuta funkce COILx50 (viz dále - Nabídka servisních funkcí), je třeba na výstup připojit 50-ti závitovou cívku. Kalibrátor umožňuje kontrolovat klešťové ampérmetry v rozsahu do 100 A.



VÝSTRAHA

Je-li propojena svorka GND se svorkami Lo, -I, je nepřípustné odebrat výkon ze svorek GND / Hi nebo GND / +I. Zatížení těchto svorek může vést k poškození kalibrátoru.

Indikace přetížení svorek

Rozpojíme-li proudové výstupní svorky kalibrátoru nebo je-li na zátěži napětí větší než je přípustné, kalibrátor odpojí signál od výstupních svorek a hlásí chybu přetížení „Overload I output“. Stejné hlášení se může vyskytnout při použití 50-ti závitové cívky na střídavých proudech při překročení kmitočtu 80 Hz. Záleží na nastaveném proudu a typu použitého klešťového ampérmetru.

Generování neharmonických průběhů

Multifunkční kalibrátor umožňuje generování neharmonických periodických průběhů s předdefinovanými tvary. Aby bylo možné nastavit neharmonický výstupní průběh, musí být kalibrátor v režimu ACU nebo ACI. V obou případech se na obrazovce za hlavním údajem zobrazí symbol tvaru střídavého signálu. Jedno tlačítko displeje změní význam na „Shape“, pomocí které lze mezi tvary cyklicky přepínat.

Kalibrátor umožňuje nastavení následujících tvarů:

- SINE harmonický
- PWM SYM obdélníkový symetrický, s možností nastavení střídy
- RAMP A pilový symetrický pozitivní
- RAMP B pilový symetrický negativní
- TRIANGLE trojúhelníkový symetrický
- LIM SIN sinus s amplitudovou limitací a definovaným činitelem zkreslení (činitel zkreslení 13.45%)

Využití funkce generování neharmonických tvarů má některá omezení:

- neharmonické průběhy lze nastavit pouze v kmitočtovém pásmu od 20 Hz do 80 Hz
- generování těchto průběhů je omezeno na napěťový rozsah do 10 V a proudový rozsah do 2 A

Ovládání v režimu neharmonických signálů

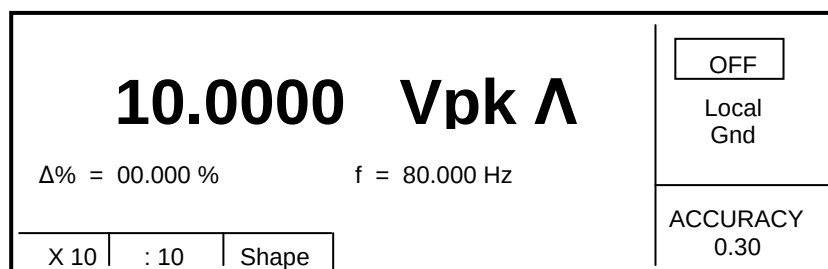
- Na kalibrátoru zvolíme režim střídavého napětí nebo proudu. Displej zobrazuje v hlavním poli následující údaje:
 - * hlavní údaj nastaveného napětí nebo proudu, jednotku
 - * relativní odchylku
 - * kmitočet
 - * zvolený průběh signálu SHAPE
- Opakovaným stiskem tlačítka displeje SHAPE lze zvolit požadovaný tvar výstupního signálu.

Při změně tvaru výstupního signálu se automaticky odpojí výstupní svorky a vynuluje s údaj relativní odchylky $\Delta\%$, pokud byla nastavena nenulová.

Zobrazené informace

Při zvolení neharmonického průběhu jsou na obrazovce kalibrátoru zobrazeny další údaje:

- vedle hlavního údaje amplitudy se zobrazí index „pk“, informující o tom, že nastavená hodnota je hodnota špičková a dále symbol tvaru výstupního signálu.
- vedle hlavního údaje amplitudy se zobrazí grafický symbol zvolené tvarové funkce.



Odpor

Multifunkční kalibrátor umožňuje generovat přesnou hodnotu odporu dekadické jmenovité hodnoty. Odpor je tvořen pevnými rezistory a jejich hodnotu nastavovat nelze. Odpor je k dispozici na výstupních svorkách Hi – Lo pouze ve dvousvorkovém připojení.

Rozsah nastavení odporu činí 10 Ω až 100 M Ω .

Ovládání v režimu odporu

- Na kalibrátoru tiskneme tlačítko FUNC dokud se na displeji nezobrazí režim odporu. Displej zobrazuje nastavenou hodnotu odporu.

Displej zobrazuje následující údaje:

- * hlavní údaj nastaveného odporu (kalibrační hodnota)
- * nejistotu nastaveného odporu
- Nastavíme požadovanou hodnotu odporu. K přepínání mezi hodnotami lze použít tlačítka displeje x10 a :10 . V informačním poli displeje je zobrazen symbol značící odpojení  výstupních svorek.
- Na výstupní svorky Hi - Lo připojíme kalibrovaný objekt.
- Stiskneme tlačítko ON/OFF.
- Nad tlačítkem ON/OFF se rozsvítí indikace připojení odporu (kapacity) na výstupní svorky, v informačním poli na displeji se objeví  symbol připojených svorek

Na výstupních svorkách je simulována požadovaná hodnota odporu k výstupním svorkám.



Kmitočtová závislost odporu a kapacity

Funkce odporu je vhodná pro použití při stejnosměrném napětí a v kmitočtovém pásmu do 10 kHz.

Generování kmitočtu

Multifunkční kalibrátor umožňuje generovat napětí obdélníkového průběhu úrovně TTL s přesnou hodnotou kmitočtu. Výstupní signál kalibrátoru je na v tomto režimu na výstupních svorkách Hi – Lo.

Rozsah nastavení kmitočtu: 0.1 Hz až 2 MHz

Tvar signálu: obdélník, TTL

Ovládání v režimu kmitočtu

- Na kalibrátoru tiskneme tlačítko FUNC dokud displej nezobrazí režim Kmitočet. Displej zobrazuje následující údaje:
 - * hlavní údaj nastaveného kmitočtu
 - * relativní odchylku kmitočtu
 - * nejistotu kmitočtu
- Nastavíme požadovanou hlavní hodnotu kmitočtu buď z numerické klávesnice nebo pomocí kurzorových tlačítek. Výstupní svorky jsou odpojeny, v informačním poli displeje je zobrazen symbol značící odpojení ☐ OFF výstupních svorek.
- Na výstupní svorky Hi – Lo připojíme kalibrovaný objekt.
- Stiskneme tlačítko ON/OFF.
- Nad tlačítkem ON/OFF se rozsvítí indikace připojení signálu na výstupní konektor.
- Na výstupním konektoru je generován signál s nastaveným kmitočtem.



Poznámka

Kmitočtový výstup na svorkách Hi – Lo má výstupní impedanci 50 Ohm.

Simulace snímačů teploty

Multifunkční kalibrátor umožňuje simulování termočlávkových snímačů teploty. Termočlávkové napětí snímače je generováno na výstupních svorkách Hi – Lo a odpovídá nastavené hodnotě teploty při zvoleném typu snímače, teplotní stupnice a nastavené teplotě studeného konce.

Rozsah nastavení teploty: -250 až +1820 °C podle typu
 Typy snímačů: K, N, R, S, B, J, T, E
 Teplotní stupnice: ITS 90, PTS 68

Nastavení teploty

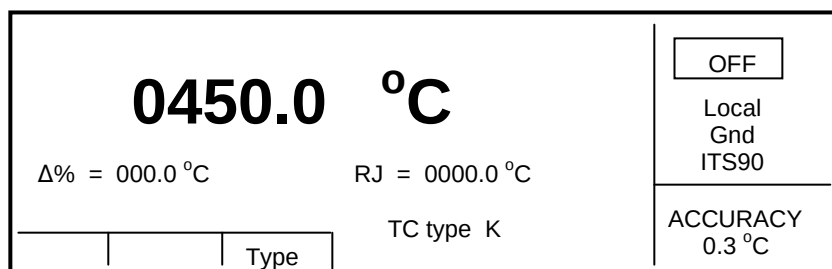
- Na kalibrátoru tiskneme tlačítko FUNC dokud se na displeji neobjeví režim simulace snímačů.

Displej zobrazuje následující údaje:

- * hlavní údaj nastaveného kmitočtu ve °C nebo °F
- * typ snímače K, N, R, S, B, J, T, E
- * teplotu studeného konce označenou RJ
- * nastavenou hodnotu odchylky v absolutních jednotkách, označenou $\Delta T = \text{xxxx.x } ^\circ\text{C}$. Rozsah nastavení odchylky a hlavního údaje nesmí přesáhnout povolený rozsah simulace teploty.

v informačním poli

- * typ teplotní stupnice
 - * nejistotu simulované hodnoty zvoleného teplotního snímače
- Nastavíme požadovanou hlavní hodnotu teploty z numerické klávesnice nebo kurzorovými tlačítky. Výstupní svorky jsou odpojeny, v informačním poli displeje je zobrazen symbol značící odpojení výstupních svorek.
 - Na výstupní svorky Hi - Lo připojíme kalibrovaný objekt.
 - Stiskneme tlačítko ON/OFF.
 - Nad tlačítkem ON/OFF se rozsvítí indikace připojení signálu na výstupní svorky. Na displeji se zobrazí symbol připojených výstupních svorek.



Poznámka

Pro zatěžování výstupních svorek platí stejná omezení jako pro zatěžování odpovídajících napěťových nebo odporových rozsahů.

Přepínání typu snímače

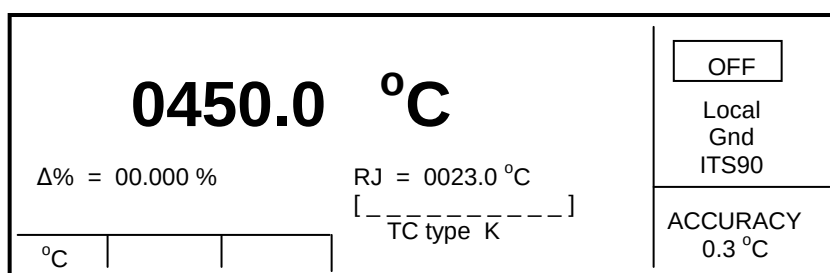
- Tiskneme opakovaně tlačítko displeje Type.
- Kalibrátor přepíná po každém stisku tlačítka cyklicky mezi typy K, N, R, S, B, J, T, E. Na displeji se zobrazuje aktuální nastavení ve tvaru TC TYPE x, kde x je typ termočlánku.

Kompenzace studeného konce u termočlávkových snímačů RJ

U simulovaných termočlánekových snímačů lze provést kompenzaci studeného konce manuálně zadáním z klávesnice, nebo automaticky měřením okolní teploty externím teplotním čidlem.. Způsob kompenzace lze nastavit v MENU přístroje.

Manuální kompenzace RJ:

- Stiskem tlačítka MENU vyvoláme nabídku servisních funkcí. Kurzorovými tlačítky $\downarrow$, $\uparrow$ zvolíme funkci RJ Temp. a tlačítky displeje zvolíme funkci FIXED. Opakovaným stiskem tlačítka FUNC vyvoláme funkci simulace teplotních snímačů.
- Tiskneme tlačítko SEL opakovaně, dokud se symboly [_ _ _ _ _] nezobrazí pod údajem teploty studeného konce ve tvaru RJ = xxxx.x °C.
- Z numerické klávesnice zadáme požadovanou hodnotu studeného konce.
- Hodnotu potvrdíme stiskem tlačítka displeje °C nebo K, nebo stiskem ENTER.



Automatická kompenzace RJ:

- Stiskem tlačítka MENU vyvoláme nabídku servisních funkcí. Kurzorovými tlačítky $\downarrow$, $\uparrow$ zvolíme funkci RJ Temp. a tlačítky displeje zvolíme funkci MEAS. Opakovaným stiskem tlačítka FUNC vyvoláme funkci simulace teplotních snímačů. V údaji RJ je zobrazena měřená teplota výstupních svorek. O napětí odpovídající této teplotě je korigováno výstupní napětí simulované teploty.
- Při automatické kompenzaci studeného konce je nutné připojit ke vstupu na zadním panelu dodávané externí teplotní čidlo. Tento snímač je typu Pt1000. Rozsah měření snímačem činí -5 až $+50$ °C. je-li měřená teplota mimo tento rozsah, nebo není-li teplotní snímač připojen, je na displeji zobrazen symbol „ - - - - „. V tomto případě je výstupní napětí na svorkách Hi, Lu nedefinováno.
- Ke vstupu externího snímače je přípustné připojovat pouze dodávaný snímač.

Nabídka servisních funkcí

Multifunkční kalibrátor umožňuje nastavení a zobrazení řady dalších, méně frekventovaných parametrů. Nastavení se provádí v nabídce servisních funkcí. Tuto nabídku lze vyvolat stiskem tlačítka MENU. Při jeho stisku dojde k odpojení výstupních svorek, jsou-li zapnuty, a zobrazí se následující displej:

Coil x50		OFF
Gnd		ON
Temp. scale		ITS90
Temp. unit		°C
RJ Temp.		FIXED
Calib		

Krokovat v nabídce lze kurzorovými tlačítky ∇ , $\wedge$. Při změně aktivního řádku nabídky (je zobrazen inverzně) se současně mění popisy tlačítek displeje, která ukazují, jak lze příslušný parametr nastavit. Po ukončení nastavování parametrů se zapíše nová data dvojím stisknutím tlačítka displeje ESC. Nové nastavení parametrů zůstává nadále zachováno i po vypnutí přístroje. Nabídka obsahuje následující položky:

1. **Coil x50 xx ON/OFF**

Přestavuje kalibrátor na použití proudové 50-ti závitové cívky (rozsah 10 μ A až 100A). Při výrobě je nastaven parametr OFF. Proudovou cívku lze násobit proudový rozsah kalibrátoru jen pro kontrolu klešťových ampérmetrů.

2. **GND xx ON/OFF**

Umožňuje připojení svorky Lo ke svorce GND. Prakticky představuje uzemnění Lo svorky kalibrátoru. Tiskem tlačítek displeje lze přepínat mezi připojením a odpojením. Při výrobě je nastaven parametr ON, napěťové výstupní svorky uzemněny.

Pokud lze doporučuje se nastavit funkci GND ON. Pokud má kalibrované měřidlo uzemněnu svorku Lo, je naopak nutné uzemnění u výstupu kalibrátoru nastavit na OFF.

Upozornění:

Není-li uzemněn ani výstup kalibrátoru, ani kalibrovaný objekt, může se na výstupních svorkách kalibrátoru zhoršit odstup signál/šum.

3. **Temp.scale xx ITS90/PTS68**

Nastavení typu teplotní stupnice pro snímače teploty. Stisknutím tlačítek displeje ITS90 a PTS68 lze přepínat mezi oběma teplotními stupnicemi. Při výrobě je nastaven parametr ITS90.

4. **Temp.unit xx °C/°F**

Nastavení jednotky teplotní stupnice v režimu simulace teplotních snímačů. Tiskem tlačítek displeje °C a °F lze přepínat mezi oběma jednotkami. Při výrobě je nastavena jednotka °C.

5. **RJTemp. xx FIXED/MEAS.**

Nastavení způsobu kompenzace studeného konce termočlávkových snímačů. Stiskem tlačítka displeje lze volit pozici FIXED, kdy je teplotu nutno zadat manuálně z klávesnice přístroje, nebo MEAS., kdy je teplota výstupních svorek měřena automaticky externím teploměrem a o změřenou hodnotu teploty je provedena korekce výstupního napětí odpovídající simulované teplotě.

6. Interface xx GPIB/RS232

Zobrazuje typ interface, který je používán pro ovládání kalibrátoru z počítače. Stiskem tlačítka displeje GPIB nebo RS232 lze zvolit požadovaný typ. Kalibrátor lze dálkově ovládat pouze ve zde předvoleném typu interface.

7. GPIB address xx UP/DOWN

Zobrazuje platnou adresu kalibrátoru na sběrnici GPIB. Krokováním tlačítka displeje UP, DOWN lze nastavit libovolnou povolenou adresu v rozsahu 00 až 30. Při výrobě je nastavena adresa 02.

8. RS232 baud rate xx UP/DOWN

Indikuje nastavenou přenosovou rychlost sběrnice RS232. Tlačítka displeje UP/DOWN lze zvolit z řady 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200. Pro bezchybnou komunikaci s řídicím počítačem musí být nastavena přenosová rychlost na počítači a kalibrátoru shodná.

9. Handshake xx OFF/Xon-Xoff

Indikuje nastavení potvrzení komunikace (handshake). Tlačítka displeje lze zvolit OFF nebo Xon/Xoff. Pro bezchybnou komunikaci s řídicím počítačem musí být nastaven shodný typ na počítači i kalibrátoru.

10. Keyb.beep xx ON/OFF

Zapnutí a vypnutí akustické signalizace stisku tlačítka. Tiskem tlačítek displeje ON a OFF lze signalizaci vypnout nebo zapnout. Při výrobě je nastaven parametr ON.

Nastavení tohoto parametru neovlivňuje akustickou výstrahu při připojení napětí vyšších než 100 V a při identifikaci chyby v ovládání kalibrátoru.

11. Beep.volume xx HIGH/LOW

Nastavení hlasitosti akustické signalizace. Tiskem tlačítek lze nastavit jednu ze dvou úrovní. Nastavení hlasitosti se týká signalizace stisku tlačítka (je-li zapnuta), signalizace zařazení napětí většího než 100 V a výskytu chyby při ovládání kalibrátoru.

12. Display xx UP/DOWN

Nastavení podsvícení displeje. Lze nastavit na vypnuto OFF, vypnout po 30/300 s po posledním stisku tlačítka nebo na zapnuto stále.

13. Contrast xx UP/DOWN

Nastavení kontrastu displeje. Tiskem tlačítek displeje UP a DOWN lze nastavit parametr xx v rozsahu 00 až 31.

14. Cal.code 000000

Zadání kalibračního kódu. Kalibrační kód je šestimístné číslo, bez jehož znalosti nelze uvést kalibrátor do režimu kalibrace. Je-li kalibrační kód roven „000000“, zobrazuje se tato informace v nabídce servisních funkcí. Kalibrační kód lze změnit. Zadání nového kalibračního kódu se provede přímo zápisem z numerické klávesnice a potvrzením klávesou ENTER. Po zadání nenulového kalibračního kódu je tato funkce dále nepřístupná a do kalibračního režimu lze vstoupit pouze po zadání správného kalibračního kódu.

Účelem kalibračního kódu je zabránit nepovolaným osobám zasáhnout do kalibračních dat přístroje.

Contrast		OFF
Cal. code.		000000
Cal. date		01.2003
Serial No		xxxxxx
Time		16:54
Calib		

Poznámka

Je vhodné si kalibrační kód po zadání poznamenat. Hodnotu nenulového kalibračního kódu lze zjistit pouze zasláním kalibrátoru k výrobci.

15. **Cal.date xx.yyyy**

Zobrazuje datum poslední kalibrace přístroje ve tvaru měsíc.rok. Údaj parametru nelze v této nabídce zapisovat. Datum poslední provedené kalibrace se zapisuje automaticky při odchodu z kalibračního režimu.

16. **Serial No xxxxxx**

Zobrazuje identifikační číslo kalibrátoru. Údaj parametru nelze přepisovat.

17. **Time xx:yy**

Zobrazuje reálný čas. Časový údaj lze nastavit tlačítky displeje HOUR, MIN +, MIN - .

18. **Date xx.yy.zzzz**

Zobrazuje reálné datum. Datový údaj lze nastavit tlačítky displeje DAY, MONTH, YEAR.

19. **Time on display xx ON/OFF**

Umožňuje zobrazit na horním okraji obrazovky údaj o datu a čase. Tiskem tlačítek displeje ON a OFF lze indikaci zapnout nebo vypnout. Při výrobě je nastaven parametr ON.

Kalibrační režim

Multifunkční kalibrátor je vybaven kalibrační procedurou, která umožňuje provést jeho kalibraci. Při kalibraci se nastavují počátky a strmosti charakteristik jednotlivých rozsahů v předepsaném sledu. Kalibrace se provádí pouze ovládáním z klávesnice přístroje.

Principy kalibrace

Kalibraci přístroje lze provést:

- úplnou, tj. všech uvedených funkcí, ve všech doporučených bodech
- částečnou pouze u vybraných funkcí ve všech doporučených bodech
- částečnou pouze u vybraných funkcí a ve vybraných bodech.

Úplná kalibrace se sestává z částečných kalibrací v pořadí podle kalibrační nabídky. Je-li z MENU kalibrace vybrána pouze některá položka, např. „VOLTAGE DC“ není nutné provést kalibraci všech rozsahů této funkce podle algoritmu daného kalibračním postupem. Není-li možné provést novou kalibraci na všech rozsazích zvolené položky (není např. k dispozici etalonové měřidlo potřebné přesnosti), lze potvrdit platnost původních kalibračních dat, tj. přeskočit aktuální kalibrační bod.

Ukončit kalibraci lze v libovolném bodě kalibračního postupu, je však vždy nutno uvážit, jakým způsobem může provedení pouze částečné kalibrace ovlivnit celkové parametry přístroje.

Výrobce garantuje přesnost kalibrátoru pouze po provedení úplné kalibrace.

Kalibrační postup **stejnoseměrných napětí** spočívá v nastavení počátku a strmosti stupnice na každém rozsahu a v polaritě signálu + a - (vyjma rozsahu 750 V, kde se neprovádí nastavení počátku stupnice).

Kalibrační postup **střídavých napětí** spočívá v nastavení strmosti stupnice na každém rozsahu při kmitočtu 100 Hz.

Kalibrační postup **stejnoseměrných proudů** spočívá v nastavení počátku a strmosti stupnice na každém rozsahu a v polaritě signálu + a -.

Kalibrační postup **střídavých proudů** spočívá v nastavení strmosti stupnice na každém rozsahu při kmitočtu 100 Hz.

Kalibrační postup **odporů** spočívá v zápisu nových kalibračních údajů jednotlivých dekadických odporů.

U **kmitočtové funkce** se kalibrace (justáž) neprovádí. Podobně se neprovádí samostatná justáž funkce simulace **TC teplotních snímačů**. Nastavení této funkce je spřaženo s kalibrací stejnosměrného napětí. Je-li provedena kalibrace funkce DCV, je automaticky provedena i kalibrace simulace TC snímačů.

Přístup do režimu kalibrace

Vstup do kalibrační procedury je chráněn kalibračním kódem.

- Stiskem tlačítka MENU vstoupíme do nabídky servisních funkcí.
- Stiskneme tlačítko displeje s označením Calib.
- Je-li pokus o přístup do kalibrační procedury proveden dříve než 60 min. po zapnutí přístroje, nedovolí kalibrátor kalibraci provést a v informativním řádku zobrazí hlášení:

Err 21

Time warm up !

- Je-li kalibrátor zapnut alespoň 60 minut, vyžádá si po stisku tlačítka CALIB zadání kalibračního kódu.

Set Calibration code [0 0 0 0 0]			OFF
			Local Gnd

- Z numerické klávesnice zadáme správný kalibrační kód a potvrdíme stiskem ENTER.
- Je-li údaj špatný, zobrazí se na obrazovce po dobu cca 3 s chybové hlášení v informativním řádku ve tvaru:

Err 20

Bad calibration code!

- Je-li údaj správný, zobrazí se nabídka kalibrací jednotlivých funkcí

Voltage DC Voltage AC Current DC Current AC Resistance			OFF
			Local Gnd
Sel.			

- Kurzorovými tlačítky $\wedge$ a $\vee$ lze posouvat aktivní pozici kurzoru po jednotlivých položkách:

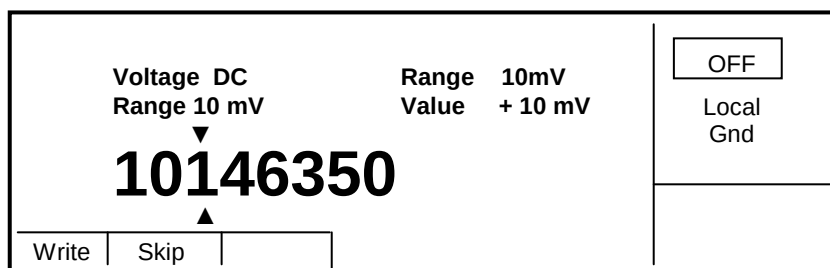
- | | | |
|----|------------|---|
| 1. | VOLTAGE DC | Kalibrace všech stejnosměrných napěťových rozsahů |
| 2. | VOLTAGE AC | Kalibrace všech střídavých napěťových rozsahů |
| 3. | CURRENT DC | Kalibrace všech stejnosměrných proudových rozsahů |
| 4. | CURRENT AC | Kalibrace všech střídavých proudových rozsahů |
| 5. | RESISTANCE | Kalibrace odporových rozsahů |

Volba typu kalibrace

Po vstupu do kalibrační nabídky lze zvolit některou z dílčích kalibrací. Kurzorovými tlačítky $\wedge$ a $\vee$ lze posouvat aktivní pozici kurzoru po jednotlivých položkách. Po nastavení požadované funkce stiskneme tlačítko displeje SELECT. Displej zobrazí následující údaje (uvedeno na příkladu kalibrace stejnosměrných napětí VOLTAGE DC):

Voltage DC Range 10 mV		+0mV - 0mV +10 mV - 10 mV + 0 mV	OFF
			Local Gnd
Sel.			

V tabulce jsou uvedeny doporučené kalibrační body. Po zvolení kalibračního bodu tlačítkem SELECT se objeví obrazovka kalibrace ve zvoleném bodě.



Tlačítka displeje mají následující význam:

WRITE zápis nově zapsané hodnoty do paměti, nevratný přepis původního kalibračního údaje

SKIP přeskočení kroku kalibrace, v paměti zůstane uložen původní kalibrační údaj

Na displeji je uvedena dále informace, jaký rozsah RANGE a kalibrační bod VALUE se kalibruje.

Nastavení nového kalibračního údaje

Kurzorovými tlačítky $\wedge$, $\vee$, $<$, $>$ nastavíme takový hlavní údaj na displeji, až výstupní signál odpovídá požadovanému kalibračnímu bodu. Po nastavení stiskneme tlačítko „WRITE“ a tím novou hodnotu zapíšeme do paměti kalibračních dat. Pokud stiskneme tlačítko „SKIP“, kalibrátor ignoruje nově nastavenou hodnotu a v paměti dat ponechá původní. Po stisku „WRITE“ (nebo „SKIP“) přejde kalibrátor k dalšímu kalibračnímu bodu.

Procedura se opakuje, dokud nejsou vyčerpány všechny kalibrační body ve zvolené funkci kalibrace. Pokud stiskneme v průběhu kalibrace tlačítko ESC, vrátí se kalibrátor do kalibrační nabídky.

Ukončení kalibrace

Kalibraci lze ukončit v následujících případech:

- byla provedena úplná kalibrace přístroje, po zadání nových kalibračních dat se program vrátil do kalibrační nabídky,
- byla provedena kalibrace pouze některé funkce, po zadání nových kalibračních dat se program vrátil do kalibrační nabídky,
- byla provedena pouze kalibrace některých rozsahů jedné nebo více funkcí, po zadání nových kalibračních dat se program vrátil do kalibrační nabídky,

Kalibraci ukončíme tiskem tlačítka ESC, dokud kalibrátor nepřejde do režimu před započítím kalibrace.

Kalibrační body

Každá funkce má pevně dané kalibrační body, které je zapotřebí při kalibraci nastavit. U funkcí VOLTAGE DC, VOLTAGE AC, CURRENT DC, CURRENT AC se pouze provádí nastavení hodnoty signálu z klávesnice kalibrátoru. U funkce RESISTANCE je zapotřebí zapsat kalibrační údaje odporů. U funkce T se kalibrace neprovádí, výstupní napětí v případě termočlánků resp. odpor v případě odporových snímačů je dán pouze aritmetickou interpolací z normalizovaných tabulek teplotních závislostí snímačů.

Funkce stejnosměrné napětí VOLTAGE DC

<i>jmenovitá hodnota [V]</i>	<i>tolerance nastavení [V]</i>	<i>rozsah [V]</i>	<i>poznámka</i>
+0.0	2 u	10 m	kalibrace nuly
- 0.0	2 u	-10 m	kalibrace nuly
+10 m	4 u	10 m	kalibrace strmosti
- 10 m	4 u	-10 m	kalibrace strmosti
+ 0.0	2 u	100 m	kalibrace nuly
- 0.0	2 u	-100m	kalibrace nuly
+100 m	6 u	100 m	kalibrace strmosti
- 100 m	6 u	-100m	kalibrace strmosti
+ 0.0	5 u	1	kalibrace nuly
- 0.0	5 u	-1	kalibrace nuly
+1.0	12 u	1	kalibrace strmosti
-1.0	12 u	-1	kalibrace strmosti
+ 0.0	20 u	10	kalibrace nuly
- 0.0	20 u	-10	kalibrace nuly
+10	100 u	10	kalibrace strmosti
- 10	100 u	-10	kalibrace strmosti
+10	200 u	100	kalibrace strmosti
- 10	200 u	-100	kalibrace strmosti
+100	600 u	100	kalibrace strmosti
- 100	600 u	-100	kalibrace strmosti
+750	20 m	750	kalibrace strmosti
- 750	20 m	-7500	kalibrace strmosti

Tabulka DCU

Funkce střídavé napětí VOLTAGE AC

jmenovitá hodnota [V]	tolerance nastavení [V]	rozsah [V]	doporučený kmitočet[Hz]
1 m	5 u	10 m	100
10 m	10 u	10 m	100
10 m	15 u	100 m	100
100 m	40 u	100 m	100
100 m	30 u	1	100
1.0	100 u	1	100
1.0	200 u	10	100
10	1 m	10	100
10	5 m	100	100
100	10 m	100	100
100	50 m	750	100
750	50 m	750	100

Tabulka ACU

Při kalibraci střídavého napětí lze použít i jiný kmitočet než doporučený. Specifikace kalibrátoru je však vztažena ke kalibraci při doporučené hodnotě.

Funkce stejnosměrný proud CURRENT DC

jmenovitá hodnota [A]	tolerance nastavení [A]	rozsah [A]	poznámka
+0.0	3 n	200 u	kalibrace nuly
- 0.0	3 n	-200 u	kalibrace nuly
+190 u	5 n	200 u	kalibrace strmosti
- 190 u	5 n	-200 u	kalibrace strmosti
+200 u	20 n	2 m	kalibrace nuly
- 200 u	20 n	-2 m	kalibrace nuly
+1.9 m	50 n	2 m	kalibrace strmosti
- 1.9 m	50 n	-2 m	kalibrace strmosti
+2 m	100 n	20 m	kalibrace nuly
- 2 m	100 n	-20 m	kalibrace nuly
+19 m	200 n	20 m	kalibrace strmosti
- 19m	200 n	-20 m	kalibrace strmosti
+20	1 u	200 m	kalibrace nuly
- 20	1 u	-200 m	kalibrace nuly
+190 m	2 u	200 m	kalibrace strmosti
- 190 m	2 u	-200 m	kalibrace strmosti
+200	20 u	2	kalibrace nuly
- 200	20 u	-2	kalibrace nuly
+1.9	50 u	2	kalibrace strmosti
- 1.9	50 u	-2	kalibrace strmosti

Tabulka DCI

Funkce střídavý proud CURRENT AC

jmenovitá hodnota [A]	tolerance nastavení [A]	rozsah [A]	doporučený kmitočet[Hz]
10 u	5 n	200 u	100
190 u	50 n	200 u	100
200u	40 n	2 m	100
1.9 m	200 n	2 m	100
2.0 m	200 n	20 m	100
19 m	2 u	20 m	100
20 m	2 u	200 m	100
190 m	20 u	200 m	100
200 m	20 u	2	100
1.9	200 u	2	100

Tabulka ACI

Při kalibraci střídavého proudu lze použít i jiný kmitočet než doporučený. Specifikace kalibrátoru je však vztažena ke kalibraci při doporučené hodnotě.

Funkce odpor RESISTANCE kalibrace odporu

jmenovitá hodnota [Ω]	tolerance nastavení [Ω]	rozsah [Ω]
10	0.01	10 – 50
100	0.005	10 – 50
1 k	0.005	10 – 50
10 k	0.005	50 - 100
100 k	0.005	50 - 100
1 M	0.01	50 - 100
10 M	0.01	100 – 400
100 M	0.01	100 – 400

Tabulka R

Etalonový multimetr se připojuje čtyřsvorkově k výstupním svorkám odporu použitého kabelového adaptéru.

Postup úplné kalibrace

Potřebné vybavení

Následující kapitola obsahuje popis úplné kalibrace. Ke kalibraci jsou zapotřebí následující přístroje:

- 81/2 místný multimetr typ HP3458A nebo Wavetek 1281, nebo jiný tř. přesnosti 0.001 %
- bočník 100 mΩ Burster 1280, nebo jiný tř. přesnosti 0.01%
- čítač BM 642, HP 53181A, nebo jiný tř. přesnosti 0,001 %

Ke kontrole parametrů je doporučen dále měřič zkreslení typ HP 8903A a osciloskop se šířkou pásma 20 MHz.

Metodika kalibrace

1. Kalibrátor a multimetr připojíme k napájení a necháme alespoň tři hodiny zapnuté v laboratoři s teplotou 23 ± 1 °C.
2. Tlačítkem displeje MENU vyvoláme servisní nabídku a tlačítkem displeje CALIB režim kalibrace.
3. Zadáme kalibrační kód a potvrdíme tlačítkem ENTER (kalibrační kód vložený při výrobě je „00000“).
4. **Kalibrace stejnosměrných napět'ových rozsahů**
 - a) Připojíme napět'ové svorky multimetru k výstupním svorkám kalibrátoru Hi - Lo.
 - b) V kalibračním menu zvolíme VOLTAGE DC a potvrdíme tlačítkem SELECT.
 - c) Tlačítkem ON/OFF ON zapneme výstupní svorky.
 - d) Podle pokynů na displeji kalibrátoru a podle tabulky DCU provedeme dostavení kalibrátoru v kalibračních bodech.
 - e) Dostavení se provádí krokováním hlavního údaje kurzorovými šipkami <, >, v, ^. Správně nastavený údaj potvrdíme stiskem tlačítka displeje WRITE. Pokud chceme kalibrační bod, do jehož kalibrace jsme již vstoupili, přeskočit, provedeme tak stiskem tlačítka displeje SKIP.
5. **Kalibrace střídavých napět'ových rozsahů.**
 - a) Na kalibrátoru zvolíme v kalibrační nabídce funkci VOLTAGE AC.
 - b) Podle pokynů na displeji kalibrátoru a podle tabulky ACU provedeme dostavení kalibrátoru v kalibračních bodech.
 - c) Dostavení se provádí krokováním hlavního údaje kurzorovými šipkami <, >, v, ^. Správně nastavený údaj potvrdíme stiskem WRITE.
6. **Kalibrace stejnosměrných proudových rozsahů**
 - a) Na kalibrátoru zvolíme v kalibrační nabídce funkci CURRENT DC.
 - b) Na multimetru zvolíme funkci měření stejnosměrného proudu a připojíme jeho proudový vstup k výstupním svorkám na kalibrátoru, označeným +I - -I.

- c) Podle pokynů na displeji kalibrátoru a podle tabulky DCI provedeme dostavení kalibrátoru v kalibračních bodech. Dostavení se provádí krokováním hlavního údaje kurzorovými šipkami <, >, ∨, ∧. Správně nastavený údaj potvrdíme stiskem WRITE.
- d) Na rozsahu 2A je možné použít odporový bočník, pokud etalonový multimetr není vybaven rozsahem 2 A.

7. Kalibrace střídavých proudových rozsahů

- a) Na kalibrátoru zvolíme v kalibrační nabídce funkci CURRENT AC.
- b) Podle pokynů na displeji kalibrátoru a podle tabulky ACI provedeme dostavení kalibrátoru v kalibračních bodech. Dostavení se provádí krokováním hlavního údaje kurzorovými šipkami <, >, ∨, ∧. Správně nastavený údaj potvrdíme stiskem WRITE.
- c) Na rozsahu 2A je možné použít odporový bočník, pokud etalonový multimetr není vybaven rozsahem 2 A.

8. Kalibrace odporových rozsahů

- a) Na kalibrátoru zvolíme v kalibrační nabídce funkci RESISTANCE.
- b) Na multimetru zvolíme funkci měření odporu čtyřsvorkově. Provedeme korekci nuly multimetru.
- c) Kabely připojíme k výstupním svorkám kabelového adaptéru.
- d) Multimetrem postupně změříme a zapíšeme do kalibrátoru hodnoty odporu v doporučených kalibračních bodech. Hodnota se zapíše pomocí numerické klávesnice nebo pomocí kurzorových šipek.
- e) Pro všechny kalibrační body provedeme dostavení obvyklým způsobem. Správně nastavený údaj potvrdíme stiskem WRITE.

Chybová hlášení

Pokud dojde při práci s kalibrátorem k chybě v ovládání nebo použití, ohlásí kalibrátor typ chyby. Chyby mohou vznikat:

- chybnou obsluhou, tj. pokusy vnutit kalibrátoru nepřijatelný režim, např. nastavení hodnoty mimo rozsah, přetížení výstupních svorek apod.,
- vlastní poruchou kalibrátoru, např. chybnou komunikací mezi funkčními bloky,
- chybným ovládáním po sběrnici GPIB nebo RS-232.

V následující tabulce jsou uvedeny typy chyb kalibrátoru, jejich význam a způsob odstranění, pokud je možný.

číslo chyby	označení chyby	význam	odstranění
01	Overload U output 1 !	Proudové přetížení rozsahu 1V	Odebíraný proud je příliš velký. Zvýšit zatěžovací odpor.
02	Overload U output 2 !	Proudové přetížení rozsahu 10 V nebo 100V nebo 750V.	Odebíraný proud je příliš velký. Zvýšit zatěžovací odpor.
04	Overload I output !	Napětové přetížení proudového výstupu	Napětí na zátěži je příliš velké. Snížit zatěžovací odpor.
10	Interface error !	Chyba komunikace GPIB	Zadat správný formát dat na sběrnici GPIB.
11	Bad command !	Špatný příkaz GPIB	Neznámý příkaz GPIB.
13	Over range !	Překročení rozsahu při komunikaci po GPIB	V režimu ovládání po GPIB byla zadána hodnota mimo rozsahy kalibrátoru. Zadat správnou hodnotu.
14	Communication error		
15	Check sum error !";	Chyba při načítání dat do EEPROM z počítače.	Pouze pro servisní účely.
16	Interrupted !";	porušení syntaxe IEEE488.2	Zadat správný formát dat na sběrnici GPIB.
17	Unterminated !";	porušení syntaxe IEEE488.2	Zadat správný formát dat na sběrnici GPIB.
18	Deadlocked !";	porušení syntaxe IEEE488.2	Zadat správný formát dat na sběrnici GPIB.
20	Bad calib. code !	Špatný kalibrační kód	Zadán chybný kalibrační kód, kalibraci nelze provést. Zadejte správný kalibrační kód.
21	Time warm up !	Pokus o provedení kalibrace před zahřátím přístroje	Byl proveden pokus o provedení kalibrace před uplynutím 60 minut po zapnutí přístroje. Ponechte přístroj zapnutý po uvedené době.
40	Value too large !	Překročení maximální nastavitelné hodnoty	Pokus o nastavení hodnoty nad rozsahy kalibrátoru z ovládacího panelu. Nastavte správnou hodnotu.
41	Value too small !	Překročení minimální nastavitelné hodnoty	Pokus o nastavení hodnoty pod rozsahy kalibrátoru z ovládacího panelu. Nastavte správnou hodnotu.
42	Deviation too large !	Relativní odchylka je příliš velká	Pokus o nastavení relativní odchylky mimo interval -30% až +30%. Nastavte správnou hodnotu.
44	Unable +/- !	Při zvolené funkci nelze měnit polaritu signálu	Pokus o nastavení záporné hodnoty v režimech, kdy nastavení není možné nebo nemá smysl. Týká se F, P-E, R-C, ACV, ACI.
45	Unable – polarity !	Při zvolené funkci nelze zvolit zápornou polaritu	Pokus o nastavení záporné hodnoty v režimech, kdy nastavení není možné nebo nemá smysl. Týká se F, P-E., R-C, ACV, ACI.

Údržba kalibrátoru

Kalibrátor je elektronický přístroj s mikroprocesorovým ovládáním. Kalibrátor má vestavěnu řadu elektronických ochran, které jej chrání před poškozením, vzniklým z neznalosti obsluhy.

Zásady správného zacházení

Při ovládání kalibrátoru je zapotřebí dbát zejména následujících zásad:

- *Kalibrátor zapínat a vypínat vždy pouze síťovým vypínačem.*
- *Nepřipojovat kalibrátor k jinému druhu napájení než ke kterému je konstruován.*
- *Nepřipustit, aby byla omezena ventilace kalibrátoru otvory na zadním panelu a spodním krytu.*
- *Neprovozovat kalibrátor v prašném prostředí.*
- *Nepřipustit, aby do kalibrátoru vnikla ventilačními otvory jakákoliv tekutina, nebo do něj spadly drobné předměty.*
- *Nezapínat kalibrátor při teplotách mimo jeho rozsah pracovních teplot.*
- *Připojovat kalibrovaná měřidla pouze k výstupním svorkám, k tomu určeným. Proti některým neregulérním zapojením nelze kalibrátor dostatečně účinně ochránit.*
- *Nepoškozovat výstupní svorky zasouváním banánků s větším průměrem, než je průměr zdířky.*
- *Pokud to způsob kalibrace umožňuje, uzemnit výstupní svorku Lo (servisní funkce GND ON).*
- *Nepřetěžovat výkonové obvody kalibrátoru jejich dlouhodobým neúčelným zapnutím, zejména na proudovém rozsahu 2 A a napětíových rozsazích 100V a 750 V.*
- *Není-li kalibrované měřidlo připojeno ke kalibrátoru originálními kabely dodávanými k přístroji, musí být použité kabely dimenzované na správné napětí a proud. Maximální výstupní napětí může činit až 750 V AC na napětíových svorkách a výstupní proud 2 A AC na proudových svorkách.*

Pravidelná údržba

Kalibrátor nevyžaduje žádnou speciální údržbu mechanických ani elektrických dílů. Při zašpinění je možné otřít jeho kryt a displej vlhkým hadříkem lehce namočeným do lihu.

Kalibrátor má doporučený rekalibrační interval stanovený výrobcem 24 měsíců. Po této době je doporučeno nechat provést rekaliibraci v kalibračním středisku.

Postup v případě závady

Dojde-li při provozu kalibrátoru ke **zjevné vadě** (např. nerozsvítí se displej), je zapotřebí jej ihned vypnout. V tomto případě lze provést kontrolu pojistky, která je umístěna v síťové přípojce. Kontrola se provede následujícím postupem:

- Vypneme kalibrátor, vyjmeme síťovou zástrčku ze zásuvky v přístroji.
- Plochým předmětem (např. šroubovákem) vysuneme pojistkové pouzdro z přívodky a vyjmeme pojistku.

- Zkontrolujeme pojistku a v případě jejího přepálení ji nahradíme pojistkou náhradní.
- Zasuňme pojistkové pouzdro do přívodky, zapojíme síťový přívod a kalibrátor opět zapneme. Přetrvávali porucha, kontaktujte výrobce.

Dojde-li ke zjevné vadě kalibrátoru např. nefunkčností některého režimu nebo rozsahu, nelze u uživatele kalibrátor opravit a je zapotřebí kontaktovat výrobce.

Skryté vady se mohou projevovat různým způsobem a mohou mít i různé příčiny. Zpravidla se projevují jako nestabilita některého parametru, teplotní nebo časová. Skryté vady mohou být způsobeny např. nepřipustným zkreslením, zhoršením izolací apod. V takovém případě je nutné obrátit se na výrobce.

Zdánlivě může projev skryté vady vykazovat kalibrátor, u kterého nejsou dodrženy zásady správné práce. Ve skutečnosti se jedná o chybu obsluhy. Nejčastějšími příčinami omylů jsou:

- mimotoleranční síťové napětí, resp. jeho nestabilita
- špatné uzemnění měřicího obvodu (špatně připojený kolík síťového rozvodu nebo vícenásobné uzemnění se vznikem zemních smyček)
- blízkost intenzivních zdrojů rušení, jejichž produkty se šíří buď po napájení nebo elektromagnetickým polem
- velké elektrostatické nebo elektromagnetické pole, které může působit při kalibracích na vyšších impedancích značné nestability.

Kontrola parametrů kalibrátoru

V kapitole je popsán postup kontroly parametrů kalibrátoru. Kontrola kalibrátoru se provádí pouze měřením a ovládáním z čelního panelu.

Potřebné vybavení

Následující kapitola obsahuje popis úplné kalibrace. Ke kalibraci jsou zapotřebí následující přístroje:

- 8 1/2 místný multimetr typ HP3458A nebo Wavetek 1281, nebo jiný tř. přesnosti 0.001 %
- bočník 100 mΩ Burster 1280, nebo jiný tř. přesnosti 0.01%
- čítač BM 642, HP 53181A, nebo jiný tř. přesnosti 0,001 %

Ke kontrole parametrů je doporučen dále měřič zkreslení typ HP 8903A a osciloskop se šířkou pásma 20 MHz.

Nastavení kalibrátoru

Kontrola parametrů se provádí měřením etalonovými přístroji z výstupních svorek kalibrátoru. Pro kontrolu parametrů doporučuje výrobce následující nastavení funkcí kalibrátoru (MENU):

- | | |
|--------------------|------------|
| 1. Coil x50 | OFF |
| 2. GND | ON |

Upozornění: Není-li uzemněn ani výstup kalibrátoru, ani kalibrovaný objekt, může se na výstupních svorkách kalibrátoru zhoršit odstup signál/šum.

Nastavení ostatních parametrů v SETUP MENU nemá vliv na přesnost kalibrátoru.

Při všech kontrolách střídavého napětí, proudu a výkonu je nutné nastavit sinusový průběh výstupního signálu.

Kontrola parametrů může být provedena po zahřátí přístroje po dobu jedné hodiny po zapnutí. Přístroj by měl být nejméně po dobu 4 hodin před kontrolou parametrů umístěn v klimatizovaném prostoru.

Poznámka: Při propojování kalibrátoru a etalonových měřidel napájených ze sítě může dojít ke vzniku zemních smyček. Ty mohou způsobit zejména zdánlivé zhoršení neharmonického pozadí výstupního signálu, jeho krátkodobou nestabilitu a zvýšení šumu. V případě potřeby použijte pro oddělení smyček síťové toroidní tlumivky.

Základní kroky kontroly parametrů

- **10 V DC** rozsah s kontrolou linearity
- **DCV** interní rozsahy 10 mV, 100 mV, 1 V, 100 V, 750 V
- **10 V AC** rozsah s kontrolou linearity
- **AC V** interní rozsahy 10 mV, 100 mV, 1 V, 100 V, 750 V
- **200 mA DC** rozsah s kontrolou linearity
- **DC I** interní rozsahy 200 uA, 2 mA, 20 mA, 2 A
- **AC I** interní rozsahy 200 uA, 2 mA, 20 mA, 200 mA, 2 A
- **Odpor** kontrola v bodech 10, 100, 1k, 10k, 100k, 1M, 10M, 100M Ohm
- **Kmitočet** jmenovitá hodnota 1 kHz
- **Harmonické zkreslení** kontrola AC napětí na rozsahu 10 V.

Metodika kontroly

Následující část popisuje postup kontroly. Kontrolní body jsou shodné s body v tabulkách mezních odchylek (viz dále).

1. Kalibrátor a multimetr připojte k napájení a nechte alespoň jednu hodinu zapnuté v laboratoři s teplotou 23 ± 1 °C.
2. Připojte napěťový vstup multimetru k napěťovému výstupu kalibrátoru. Nastavte odpovídající funkci na multimetru a jeho parametry nastavte tak, aby byla zaručena nejvyšší přesnost měření.
3. Proveďte kontrolu 10 VDC linearity, DC V, 10 VAC linearity a kontrolu ostatních DC a AC V v souladu s tabulkami I, II, III, IV. Odchylky by neměly překročit povolené meze, uvedené v tabulce.
4. Připojte proudový vstup multimetru k proudovému výstupu kalibrátoru. Nastavte odpovídající funkci na multimetru a jeho parametry tak, aby byla zaručena nejvyšší přesnost měření.
5. Proveďte kontrolu 200 mA DC linearity a ostatních rozsahů DC I, AC I v souladu s tabulkami V, VI, VII. Odchylky by neměly překročit povolené meze, uvedené v tabulce. Pokud etalonový multimetr nelze použít k měření proudového rozsahu 2 A, použijte proudový bočník 100 mOhm.
6. Nastavte na multimetru funkci měření odporu, zvolte čtyřsvorkové zapojení. Proveďte kontrolu odporových rozsahů podle tabulky VIII. Odchylky by neměly překročit povolené meze, uvedené v tabulce.

7. Připojte výstupní napěťové svorky kalibrátoru k čítači. Nastavte na kalibrátoru výstupní napětí 1 V AC, kmitočet 1 kHz.
8. Proved'te kontrolu přesnosti kmitočtu podle tabulky IX. Odchylky by neměly překročit povolené meze, uvedené v tabulce.
9. Proved'te kontrolu harmonického zkreslení. Hodnota by neměla přesáhnout 0.05 %.

Pokud při kontrole parametrů zjistíte, že kalibrátor je v některých bodech mimo specifikaci, je potřebné provést jeho recalibraci. Není přitom nutné provádět recalibraci celého přístroje, ale pouze těch funkcí a rozsahů, které jsou mimo specifikaci. Podrobnější informace o postupu recalibrace jsou uvedeny v kap. Kalibrační režim.

Tabulky mezních odchylek**10 V DC základní rozsah s kontrolou linearity**

Funkce	Rozsah	Hodnota (V)	Kmitočet (Hz)	Max.odchylka (%hodnoty)
V-DC	10.0 V	2.0		0.008
V-DC	10.0 V	4.0		0.006
V-DC	10.0 V	6.0		0.005
V-DC	10.0 V	8.0		0.004
V-DC	10.0 V	10.0		0.004
V-DC	10.0 V	-2.0		0.008
V-DC	10.0 V	-4.0		0.006
V-DC	10.0 V	-6.0		0.005
V-DC	10.0 V	-8.0		0.004
V-DC	10.0 V	-10.0		0.004

Tabulka I

DC napětí

Funkce	Rozsah	Hodnota (V)	Kmitočet (Hz)	Max.odchylka (%hodnoty)
V-DC	10 mV	5 m		0.004
V-DC	10 mV	9 m		0.004
V-DC	10 mV	-5 m		0.004
V-DC	10 mV	-9 m		0.004
V-DC	100 mV	50 m		0.004
V-DC	100 mV	90 m		0.004
V-DC	100 mV	-50 m		0.004
V-DC	100 mV	-90 m		0.004
V-DC	1.0 V	-0.5		0.004
V-DC	1.0 V	1.0		0.004
V-DC	1.0 V	-0.5		0.004
V-DC	1.0 V	-1.0		0.004
V-DC	100.0 V	50.0		0.004
V-DC	100.0 V	100.0		0.003
V-DC	100.0 V	-50.0		0.004
V-DC	100.0 V	-100.0		0.003
V-DC	750.0 V	300.0		0.010
V-DC	750.0 V	700.0		0.010

Tabulka II

10 V AC základní rozsah s kontrolou linearity

Funkce	Rozsah	Hodnota (V)	Kmitočet (Hz)	Max.odchylka (%hodnoty)
V-AC	10.0 V	2.0	100	0.075
V-AC	10.0 V	4.0	100	0.050
V-AC	10.0 V	6.0	100	0.042
V-AC	10.0 V	8.0	100	0.037
V-AC	10.0 V	10.0	100	0.035

Tabulka III

AC napětí

Funkce	Rozsah	Hodnota (V)	Kmitočet (Hz)	Max.odchylka (%hodnoty)
V-AC	10 mV	0.010	1000	0.358
V-AC	100 mV	0.100	1000	0.142
V-AC	1.0 V	1.0	1000	0.030
V-AC	10.0 V	10.0	50	0.030
V-AC	10.0 V	10.0	300	0.030
V-AC	100.0 V	100.0	1000	0.030
V-AC	750.0 V	750.0	1000	0.036

Tabulka IV

200 mA DC základní rozsah s kontrolou linearity

Funkce	Rozsah	Hodnota (A)	Kmitočet (Hz)	Max.odchylka (%hodnoty)
A-DC	200.0 mA	0.04		0.025
A-DC	200.0 mA	0.08		0.018
A-DC	200.0 mA	0.12		0.015
A-DC	200.0 mA	0.16		0.014
A-DC	200.0 mA	0.18		0.013
A-DC	200.0 mA	-0.04		0.025
A-DC	200.0 mA	-0.08		0.018
A-DC	200.0 mA	-0.12		0.015
A-DC	200.0 mA	-0.16		0.014
A-DC	200.0 mA	-0.18		0.013

Tabulka V

DC proud

Funkce	Rozsah	Hodnota (A)	Kmitočet (Hz)	Max.odchylka (%hodnoty)
A-DC	200.0 uA	0.00018		0.061
A-DC	200.0 uA	-0.00018		0.061
A-DC	2.0 mA	0.0018		0.025
A-DC	2.0 mA	-0.0018		0.025
A-DC	20.0 mA	0.018		0.013
A-DC	20.0 mA	-0.018		0.013

Tabulka VI

AC proud

Funkce	Rozsah	Hodnota (A)	Kmitočet (Hz)	Max.odchylka (%hodnoty)
A-AC	200.0 uA	0.00018	100	0.161
A-AC	2.0 mA	0.0018	100	0.081
A-AC	20.0 mA	0.018	100	0.055
A-AC	20.0 mA	0.018	300	0.055
A-AC	20.0 mA	0.018	100	0.055
A-AC	20.0 mA	0.018	100	0.055
A-AC	200.0 mA	0.18	100	0.055
A-AC	2.0 A	1.8	100	0.055

Tabulka VII

Odpor

Funkce	Rozsah	Hodnota (Ohm)	Kmitočet (Hz)	Max.odchylka (%hodnoty)
0-4W	10.0 Ohm	10.0	DC	0.130
0-4W	100.0 Ohm	10.0	DC	0.130
0-4W	100.0 Ohm	100.0	DC	0.015
0-4W	1000 Ohm	1000.0	DC	0.015
0-4W	10k Ohm	10000.0000	DC	0.015
0-4W	100k Ohm	100000.0000	DC	0.015
0-4W	1M Ohm	1.000000e+6	DC	0.050
0-4W	10M Ohm	1.000000e+7	DC	0.200
0-4W	100M Ohm	1.000000e+8	DC	0.500

Tabulka VIII

Kmitočet

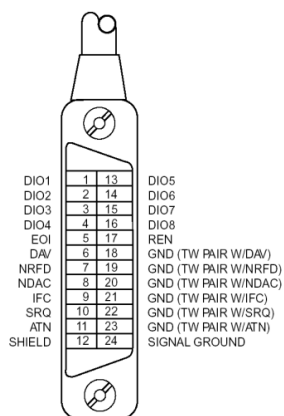
Funkce	Rozsah	Hodnota (Hz)	Kmitočet (Hz)	Max.odchylka (%hodnoty)
FREQ	1 MHz	1 000 000		0.005

Tabulka IX

Systémové ovládání

Kalibrátor je vybaven sběrnicí RS232 nebo jako Option normalizovanou sběrnicí IEEE-488. Konektory systému se nachází na zadním panelu. Pro správnou činnost dálkového ovládání je třeba nastavit v systémovém menu parametry těchto sběrnic. U IEEE-488 je důležitá adresa (rozsah nastavení 0 až 30). Pro rozhraní RS232 lze nastavit komunikační rychlost v rozsahu 150 až 19200 Bd a programové řízení komunikace (handshake) XON/XOFF. Kalibrátor nemůže být ovládán z obou sběrnic současně. Je proto třeba nastavit, který z konektorů bude aktivní (GPIB/RS232).

Vlastnosti sběrnice IEEE-488



Po sběrnici GPIB přístroj vykonává následující funkce :

SH1, AH1, T5, L3, RL1, DC1, SR1

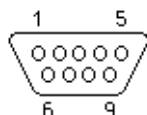
Přístroj rozeznává následující univerzální příkazy :

DCL	Device Clear	- nastavuje přístroj do základního stavu
EOI	End or Identify Message Terminator	- ukončuje zprávu
GTL	Go To Local	- ukončuje stav dálkového ovládání
LLO	Local Lock Out	- uzamčení dálkového ovládání, přístroj nelze z klávesnice ovládat
SDC	Selected Device Clear	- nastavuje přístroj do základního stavu
SPD	Serial Poll Disable	- ukončuje stav sériového hlášení
SPE	Serial Poll Enable	- uvolňuje stav sériového hlášení

Vlastnosti sběrnice RS232

Pro přenos dat přes sběrnicí RS232 se používá tvar 8N1, tj. datové slovo má 8 bitů, je bez parity a má jeden stop bit. Komunikační rychlost lze nastavit v systémovém menu přístroje. K dispozici jsou hodnoty 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 a 19200 Bd. Přenos po sběrnici může být řízen programově protokolem XON/XOFF.

RS-232 propojení



Vývod	Název	Směr	Popis
2	TXD	výstup	vysílač
3	RXD	vstup	přijímač
5	GND	-	zemnění

9-ti vývodový konektor D-SUB FEMALE

Popis kabelu mezi kalibrátorem a počítačem (konfigurace 1:1)

Počítač	D-Sub 1	D-Sub 2	M-140
---------	---------	---------	-------

Přijímač	2	2	Vysílač
Vysílač	3	3	Přijímač
Zemnění	5	5	Zemnění

Syntaxe příkazů

Příkazy popisované v této kapitole jsou společné pro oba typy sběrnic (IEEE-488 i RS232).

Všechny příkazy v následující kapitole jsou popsány ve dvou sloupcích :

KLÍČOVÉ SLOVO a PARAMETRY.

KLÍČOVÉ SLOVO obsahuje název příkazu. Příkaz je složen z jednoho nebo více klíčových slov. Pokud je klíčové slovo uzavřeno v hranatých závorkách ([]), potom není jeho použití v daném příkazu povinné. Nepovinné části příkazů jsou implementovány z důvodů kompatibility se standardem SCPI..

Velká písmena jsou použita pro zkrácenou formu příkazu, rozšíření napsané pomocí malých písmen popisuje prodlouženou formu příkazů.

Parametry příkazů jsou uzavřeny do ostrých závorek (<>) a jednotlivé parametry jsou odděleny čárkou. Parametr uzavřený do hranatých závorek ([]) není povinný. Svislý oddělovací znak (|) značí „nebo“ a používá se k oddělení několika alternativních parametrů.

K oddělení jednotlivých příkazů uvedených na jednom řádku programu se používá středník ';'.

Např. VOLT 2.5 ; OUTP ON

Upozornění :

Každý příkaz musí být zakončen kódem <lf>. Po přijetí tohoto kódu kalibrátor vykoná celý programový řádek. Bez tohoto zakončení se programový řádek neprovede.

Popis zkratk

<DNPD> = Decimal Numeric Program Data, používá se pro nastavení hodnoty, pomocí desetinného čísla s exponentem nebo bez.

<CPD> = Character Program Data. Většinou reprezentuje skupinu alternativních znakových parametrů. Např. {ON | OFF | 0 | 1}.

<SPD> = String Program Data. Řetězcová proměnná sestávající z více částí. Používá se např. pro zadávání datumu a času.

? = Příznak dotazu na parametr daný příkazem. Kromě otazníku nelze použít jiný parametr.

(?) = Příznak dotazu na parametr daný příkazem. Jedná se o příkaz, který kromě dotazu umožňuje i nastavení.

<lf> = line feed. ASCII znak 10. Používá se jako výkonný znak pro provedení příkazového řádku.

OUTPut subsystém

Tento subsystém umožňuje ovládání výstupních svorek kalibrátoru M141 a přestavení kalibrátoru na připojení proudové cívky x50 (option 140-50).

Klíčové slovo

Parametry

OUTPut

[:STATe](?) <CPD> { ON | OFF | 0 | 1 }
 : ISELction(?) <CPD> { HIGHi | HI50turn }

OUTP [:STAT](?) <CPD> { ON | OFF | 0 | 1 }

Tento příkaz zapne nebo vypne výstup M141.

- ON nebo 1 výstup zapne
- OFF nebo 0 výstup vypne

V případě dotazu M141 vrátí ON je-li výstup zapnutý nebo OFF je-li odpojený.

Příklad: OUTP 1 <lf> zapne výstup kalibrátoru

OUTP? <lf> kalibrátor vrátí ON nebo OFF

OUTP :ISEL(?) <CPD> { HIGH | HI50 }

Tento příkaz zapne nebo vypne rozsah proudů do 100A (přes 50-ti závitovou cívku).

- HIGH vypne 50-ti závitovou cívku
- HI50 zapne 50-ti závitovou cívku (rozsah do 100A)

V případě dotazu M141 vrátí HIGH je-li 50-ti závitová cívka vypnuta nebo HI50 je-li zapnuta.

Příklad: OUTP :ISEL HI50 <lf> zapne 50-ti závitovou cívku

OUTP :ISEL? <lf> kalibrátor vrátí HIGH nebo HI50

SOURce subsystem

Tento subsystém umožňuje ovládání jednotlivých funkcí kalibrátoru M141.

Klíčové slovo**Parametry**

[SOURce]

:FUNCTION

[:SHAPE](?)

<CPD> { DC | SINusoid | RMPA | RMPB | TRIangle |
LIMS | SQUare }

:VOLTage

[:LEVEL]

[:IMMEDIATE]

[:AMPLitude](?)

<DNPD >

:CURRENT

[:LEVEL]

[:IMMEDIATE]

[:AMPLitude](?)

<DNPD>

:RESistance

[:LEVEL]

[:IMMEDIATE]

[:AMPLitude](?)

<DNPD>

:EARTH(?)

<CPD> { ON | OFF | 0 | 1 }

:FREQuency

[:CW](?)

<DNPD>

```

:TEMPerature
:UNITs(?) <CPD> { C | CEL | F | FAR }
:SCALe(?) <CPD> { TS68 | TS90 }
:THERmocouple
[:LEVEL]
[:IMMEDIATE]
[:AMPLitude](?) <DNPd>

:TYPE(?) <CPD> { B | E | J | K | N | R | S | T }
:RJUN
:RSElect(?) <CPD> { REAL | SIMulated }
:SIMulated(?) <DNPd>

:PRT
[:LEVEL]
[:IMMEDIATE]
[:AMPLitude](?) <DNPd>
:TYPE(?) <CPD> { PT385 | PT392 | NI }
:NRESistance(?) <DNPd>

```

[SOUR] :FUNC [:SHAP](?) <CPD> { DC | SIN | RMPA | RMPB | TRI | LIMS | SQU }

Tento příkaz nastavuje tvar výstupního signálu M141. Současně je třeba zvolit i příslušnou funkci. Např. u funkcí :VOLT nebo :CURR je nutné nastavit FUNC DC, FUNC SIN, případně jiný tvar signálu. Naproti tomu některé funkce (:RES) žádná další nastavení nepotřebují.

- DC nastavuje stejnosměrný výstupní signál pro funkce napětí nebo proud.
- SINusoid nastavuje střídavý výstupní signál pro funkce napětí nebo proud.
- RMPA nastavuje střídavý výstupní signál tvaru rampy pro funkce napětí nebo proud. Signál má nastavitelnou amplitudu. Rozkmit signálu je mezi -ampl a +ampl.
- RMPB nastavuje střídavý výstupní signál tvaru rampy pro funkce napětí nebo proud. Signál má nastavitelnou amplitudu. Rozkmit signálu je mezi -ampl a +ampl.
- TRIangel nastavuje střídavý výstupní signál trojúhelníkového tvaru pro funkce napětí nebo proud. Signál má nastavitelnou amplitudu. Rozkmit signálu je mezi -ampl a +ampl.
- LIMSinusoid nastavuje střídavý výstupní signál tvaru sinus s oříznutou amplitudou pro funkce napětí nebo proud. Signál má nastavitelnou amplitudu. Rozkmit signálu je mezi -ampl a +ampl.
- SQUare nastavuje obdélníkový výstup pro digitální kmitočet

V případě dotazu M141 vrátí řetězec { DC | SIN | RMPA | RMPB | TRI | LIMS | SQU } podle aktuálního nastavení. U odporové a teplotních funkcí vrací NONE.

[SOUR] :VOLT [:LEVE] [:IMM] [:AMPL](?) <DNPd>

Tento příkaz nastavuje generaci stejnosměrného nebo střídavého napětí (podle parametru DC nebo SIN použitého u příkazu FUNC).

<DNPd>

Reprezentuje hodnotu stejnosměrného nebo střídavého napětí vyjádřenou ve voltech. U stejnosměrného napětí je akceptována i záporná hodnota. Mezní hodnoty jsou uvedeny v kapitole Technické údaje.

V případě dotazu M141 vrací nastavenou hodnotu napětí ve standardním exponenciálním formátu. Např. hodnotu -20.547mV vrátí jako -2.054700e-002. Kladná čísla jsou bez znaménka.

Příklady:

Stejnoseměrné napětí 5V:

FUNC DC;;VOLT 5<lf>

Střídavé napětí 5V, 100Hz:

FUNC SIN;;VOLT 5;;FREQ 100<lf>

[SOUR] :CURR [:LEVE] [:IMM] [:AMPL](?) <DNPD>

Tento příkaz nastavuje generaci stejnosměrného nebo střídavého proudu (podle parametru DC nebo SIN použitého u příkazu FUNC).

<DNPD>

Reprezentuje hodnotu stejnosměrného nebo střídavého proudu vyjádřenou v ampérech. U stejnosměrného proudu je akceptována i záporná hodnota. Mezní hodnoty jsou uvedeny v kapitole Technické údaje.

V případě dotazu M141 vrací nastavenou hodnotu proudu ve standardním exponenciálním formátu. Např. hodnotu -20.547mA vrátí jako -2.054700e-002. Kladná čísla jsou bez znaménka.

Příklady:

Stejnoseměrný proud 18mA:

FUNC DC;;CURR 0.018<lf>

Střídavý proud 18mA, 100Hz:

FUNC SIN;;CURR 0.018;;FREQ 100<lf>

[SOUR] :RES [:LEVE] [:IMM] [:AMPL](?) <DNPD>

Tento příkaz nastavuje generaci odporu.

<DNPD>

Reprezentuje hodnotu odporu vyjádřenou v ohmech. Mezní hodnoty jsou uvedeny v kapitole Technické údaje.

V případě dotazu M141 vrací nastavenou hodnotu odporu ve standardním exponenciálním formátu. Např. hodnotu 100.5Ω vrátí jako 1.005000e+002.

Příklady:

Nastavení odporu 1kΩ:

RES 1000<lf>

[SOUR] :EART(?) <CPD> { ON | OFF | 0 | 1 }

Tento příkaz propojí nebo rozpojí svorku Lo se svorkou GND.

- ON nebo 1 výstup uzemní
- OFF nebo 0 výstup odzemní

V případě dotazu M141 vrátí ON je-li výstup uzemněn nebo OFF není-li uzemněn.

Příklady:

Uzemnění výstupních svorek kalibrátoru:

EART 1<lf>

[SOUR] :FREQ [:CW](?) <DNPD>

Tento příkaz nastavuje hodnotu generovaného kmitočtu.

Příklady:

Kmitočet střídavého napětí :

FUNC SIN;:VOLT <DNP>;:FREQ <DNP><lf>

Kmitočet střídavého proudu :

FUNC SIN;:CURR <DNP>;:FREQ <DNP><lf>

Digitální kmitočet :

FUNC SQU;:FREQ <DNP><lf>

<DNP>

Reprezentuje hodnotu kmitočtu vyjádřenou v hertzech. Mezní hodnoty záleží na zvolené funkci a jsou uvedeny v kapitole Technické údaje.

V případě dotazu M141 vrací nastavenou hodnotu kmitočtu ve standardním exponenciálním formátu. Např. hodnotu 200.5Hz vrátí jako 2.005000e+002.

[SOUR]:TEMP:UNIT(?) <CPD> { C | CEL | F | FAR }

Tento příkaz nastavuje jednotky použité pro vyjádření teploty.

- C nebo CEL nastavuje jednotky „stupeň Celsia“
- F nebo FAR nastavuje jednotky „stupeň Fahrenheita“

Nastavená jednotka zůstává v platnosti i po vypnutí a opětovném zapnutí kalibrátoru.

V případě dotazu M141 vrací nastavené jednotky { C | F }.

[SOUR]:TEMP:SCAL(?) <CPD> { TS68 | TS90 }

Tento příkaz nastavuje jednu ze dvou teplotních stupnic. Nastavení je platné pro odporové i termočlávkové teploměry.

- TS68 nastavuje teplotní stupnici IPTS-68
- TS90 nastavuje teplotní stupnici ITS-90

Nastavená teplotní stupnice zůstává v platnosti i po vypnutí a opětovném zapnutí kalibrátoru.

V případě dotazu M141 vrací nastavenou stupnici { TS68 | TS90 }.

[SOUR]:TEMP:THER[:LEVE][:IMM][:AMPL](?) <DNP>

Tento příkaz nastavuje simulaci termočlávků (generace stejnosměrného napětí).

<DNP>

Reprezentuje hodnotu teploty vyjádřenou v jednotkách nastavených příkazem 'UNIT'. Mezní hodnoty jsou uvedeny v kapitole Technické údaje.

V případě dotazu M141 vrací nastavenou hodnotu teploty ve standardním exponenciálním formátu. Např. hodnotu 20.5°C vrátí jako 2.050000e+001.

[SOUR]:TEMP:THER:TYPE(?) <CPD> { B | E | J | K | N | R | S | T }

Tento příkaz nastavuje typ simulovaného termočlávků.

V případě dotazu M141 vrací nastavený typ termočlávků { B | E | J | K | N | R | S | T }.

Příklady:

Nastavení simulace termočlánku typu K, teplota 200°C, podle ITS-90:

:TEMP:UNIT C;;TEMP:SCAL TS90;;TEMP:THER:TYPE K;;TEMP:THER 200 <lf>

[SOUR] :TEMP :THER :RJUN :RSEL(?) <CPD> { REAL | SIM }

Tento příkaz volí typ studeného konce simulovaného termočlánku. Teplota studeného konce může být buď měřená platinovým teploměrem nebo simulovaná.

- REAL nastavuje měřenou teplotu studeného konce
- SIM nastavuje simulovanou teplotu studeného konce

V případě dotazu M141 vrací nastavený typ studeného konce termočlánku { REAL | SIM }.

[SOUR] :TEMP :THER :RJUN :SIM(?) <DNPD>

Tento příkaz nastavuje teplotu studeného konce termočlánku.

<DNPD>

Reprezentuje hodnotu teploty vyjádřenou v jednotkách nastavených příkazem 'UNIT'. Mezní hodnoty jsou uvedeny v kapitole Technické údaje.

Příklad nastavení teploty studeného konce na 25°C:

:TEMP:THER:RJUN:SIM 25 <lf>

V případě dotazu M141 vrací nastavenou teplotu studeného konce termočlánků ve standardním exponenciálním formátu. Např. hodnotu 20.5°C vrátí jako 2.050000e+001.

[SOUR] :TEMP :PRT [:LEVE] [:IMM] [:AMPL] (?) <DNPD>

Tento příkaz nastavuje simulaci odporových teploměrů (generace odporu).

<DNPD>

Reprezentuje hodnotu teploty vyjádřenou v jednotkách nastavených příkazem 'UNIT'. Mezní hodnoty jsou uvedeny v kapitole Technické údaje.

V případě dotazu M141 vrací nastavenou hodnotu teploty ve standardním exponenciálním formátu. Např. hodnotu 20.5°C vrátí jako 2.050000e+001.

[SOUR] :TEMP :PRT :TYPE (?) <CPD> { PT385 | PT392 | NI }

Tento příkaz nastavuje typ simulovaného odporového teploměru.

Příklad nastavení simulace platinového odporového teploměru o teplotě 350°C aproximovaného dle PT385 (Evropa) :

:TEMP:PRT 350;:TEMP:PRT:TYPE PT385 <cr>

V případě dotazu M141 vrací nastavenou aproximační charakteristiku odporového teploměru { PT385 | PT392 | NI }.

[SOUR] :TEMP :PRT :NRESistance (?) <DNPD>

Tento příkaz nastavuje nominální hodnotu odporového teploměru. Je to hodnota odporu, kterou má teploměr při teplotě 0°C. Jsou povoleny hodnoty z rozsahu 100Ω až 1kΩ.

<DNPD>

Reprezentuje hodnotu nominálního odporu vyjádřenou v ohmech.

V případě dotazu M141 vrací nastavenou hodnotu nominálního odporu ve standardním exponenciálním formátu. Např. hodnotu 100Ω vrátí jako 1.000000e+002.

SYSTem subsystem

Tento subsystém umožňuje ovládání jednotlivých funkcí kalibrátoru M141.

SYSTem

:DATE(?)

<DNPD>,<DNPD>,<DNPD>

:TIME(?)

<DNPD>,<DNPD>,<DNPD>

SYST :DATE(?) <DNPD>,<DNPD>,<DNPD>

Tento příkaz nastavuje systémové datum kalibrátoru.

<DNPD>,<DNPD>,<DNPD>

Reprezentuje datum vyjádřené ve tvaru RRRR, MM, DD.

V případě dotazu M141 vrací aktuální hodnotu systémového datumu ve tvaru RRRR,MM,DD.

Kde RRRR = rok (2000..2099)

MM = měsíc (01..12)

DD = den (01..31)

SYST :TIME(?) <DNPD>,<DNPD>,<DNPD>

Tento příkaz nastavuje systémový čas kalibrátoru.

<DNPD>,<DNPD>,<DNPD>

Reprezentuje čas vyjádřený ve tvaru HH,MM,SS.

V případě dotazu M141 vrací aktuální hodnotu systémového času ve tvaru HH,MM,SS.

Kde HH = hodina (00..23)

MM = minuta (00..59)

SS = sekunda (00..59)

Identifikace přístroje

***IDN?**

Odpovědí na tento příkaz je identifikace výrobce, modelu, výrobního čísla a úrovně firemního software.

Formát odpovědi např.:

MEATEST,M-141,412371,1.1

Nastavení bitu OPC po ukončení operací

***OPC**

Příkaz nastaví bit OPC registru ESR v případě ukončení všech započatých operací (nastavení přístroje).

Ukončení operací ?

***OPC?**

Odpovědí na tento příkaz je znak „1“ umístěný do výstupní fronty v okamžiku ukončení všech započatých operací (nastavení přístroje).

Čekání na ukončení operací

***WAI**

Po příkazu *WAI pozdrží přístroj provádění dalších příkazů až do okamžiku ukončení všech započatých operací (nastavení přístroje).

Reset

***RST**

Tento příkaz nastaví přístrojové funkce kalibrátoru do stavu jako po zapnutí. Příkaz neovlivňuje stavovou strukturu ani stykovou jednotku.

Test přístroje

***TST?**

Příkaz spustí vnitřní test kalibrátoru. Odpovědí je znak „0“, pokud test proběhl bez chyby. Číslo „1“ signalizuje závadu kalibrátoru.

Čtení stavového bytu (pouze pro IEEE488)

***STB?**

Odpovědí na tento příkaz je číslo v rozsahu 0-255 informující o obsahu registru STB zahrnující stav bitu MSS.

Nastavení masky registru stavového bytu (pouze pro IEEE488)

***SRE <hodnota>**

Příkaz nastaví masku pro registr stavového bytu. Parametr <hodnota> je číslo v rozsahu 0-191 (bit 6 musí být vždy nulový).

Čtení masky registru stavového bytu (pouze pro IEEE488)

***SRE?**

Odpovědí na tento příkaz je číslo v rozsahu 0-191 informující o obsahu registru SRE.

Čtení standardního registru událostí (pouze pro IEEE488)

***ESR?**

Odpovědí na tento příkaz je číslo v rozsahu 0-255 informující o obsahu registru ESR. Čtením se registr nuluje.

Nastavení masky standardního registru událostí (pouze pro IEEE488)***ESE <hodnota>**

Příkaz nastaví masku pro standardní registr událostí. Parametr <hodnota> je číslo v rozsahu 0-255.

Čtení masky standardního registru událostí (pouze pro IEEE488)***ESE?**

Odpovědí na tento příkaz je číslo v rozsahu 0-255 informující o obsahu registru ESE.

Inicializace stavové struktury (pouze pro IEEE488)***CLS**

Příkaz nuluje všechny registry stavové struktury s výjimkou registrů masek a bitu MAV registru stavového bytu. Nenuluje se výstupní fronta.

Dálkové ovládání***REM**

Tento příkaz nastaví kalibrátor do stavu dálkového ovládání. Při řízení po sběrnici GPIB je přechod do stavu dálkového ovládání prováděn automaticky. Ve stavu dálkového ovládání reaguje přístroj pouze na stisk klávesy LOCAL.

Místní ovládání***LOC**

Tento příkaz nastaví kalibrátor do stavu místního ovládání (klávesnice přístroje). Při řízení po sběrnici GPIB je přechod do stavu místního ovládání prováděn automaticky.

Blokování místního ovládání***LLO**

Tento příkaz uzamkne kalibrátor, který je ve stavu dálkového ovládání a nedovolí přechod do místního ovládání pomocí klávesy LOCAL. Přechod na místní ovládání je možný pouze příkazem vyslaným přes sběrnici nebo vypnutím a opětovným zapnutím přístroje.

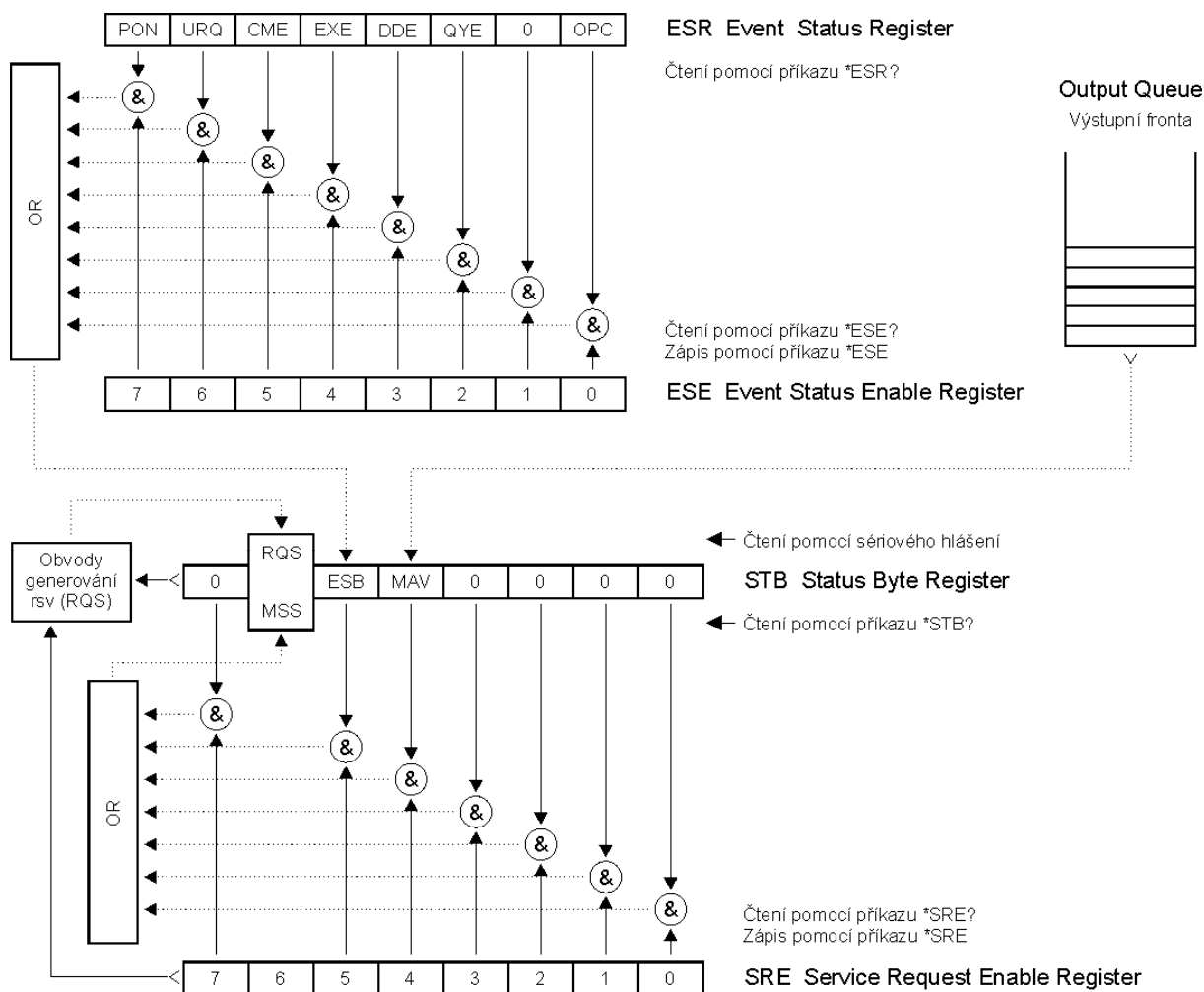
Odblokování místního ovládání

***UNL**

Tento příkaz ruší platnost příkazu „*LLO“. Odblokovaný přístroj umožňuje přechod do stavu místního ovládání stiskem klávesy LOCAL.

Standardní stavová struktura

Kalibrátor má implementovanu standardní stavovou strukturu podle normy IEEE488.2. Stavová struktura je určena pro sledování chybových a provozních stavů přístroje. Umožňuje vyslání jednovodičové zprávy SRQ, kterou kalibrátor žádá řídicí počítač o obsluhu. Podmínky při jejichž splnění přístroj žádá o obsluhu lze nastavit pomocí obecných příkazů *STB?, *SRE?, *SRE, *ESR?, *ESE?, *ESE a *CLS. Vysvětlení



Stavový systém kalibrátoru

těchto příkazů je v předchozí kapitole.

Součástí stavové struktury kalibrátoru (viz. obrázek) jsou tyto registry (fronty) :

STB – Status Byte Register (registr stavového bytu).

SRE – Service Request Enable Register (maska registru stavového bytu).

ESR – Event Status Register (registr událostí).

ESE – Event Status Enable Register (maska registru událostí).

Output Queue (výstupní fronta)

STB Status Byte Register (registr stavového bytu)

STB je hlavním registrem, který koncentruje informace z ostatních registrů stavové struktury a informaci o obsahu výstupní fronty. Hodnota registru je nulována po zapnutí přístroje, případně příkazem *CLS. Tento

příkaz nuluje registr mimo bit MAV, který zůstává nastaven, pokud není výstupní fronta prázdná. Hodnotu registru je možné přečíst pomocí sériového hlášení, případně obecným dotazem *STB?.

Význam jednotlivých bitů :

- RQS Request Service (obsluha žádána) bit6. Bit je čten jako součást stavového bytu pouze při sériovém hlášení. Jeho hodnota je odvozena od stavu bitu MSS dle IEEE488.2. Čtením se bit nuluje.
- MSS Master Summary Status (hlavní součtový bit) bit6. Bit je čten jako součást stavového bytu pouze jako odpověď na obecný dotaz *STB?. Jeho hodnota je odvozena od obsahu registru STB a masky SRE. Je nastaven vždy, pokud jsou nastaveny bity ESB nebo MAV a současně jsou tyto bity povoleny maskou SRE.
- ESB Event Summary Bit (součtový bit registru událostí ESR) bit5. Hodnota bitu je odvozena od obsahu registru událostí ESR a registru jeho masky ESE. Pokud je alespoň jeden nezamaskovaný bit registru ESR nastaven, je nastaven také bit ESB.
- MAV Message Available (zpráva připravena) bit4. Bit je nastaven, pokud výstupní fronta obsahuje alespoň jeden znak (kalibrátor má připravenou odpověď na dotaz).

SRE Service Request Enable Register (registr masky registru stavového bytu)

Maska potlačuje nebo povoluje příslušné bity registru STB. Hodnota „0“ příslušného bitu registru SRE potlačuje vliv odpovídajícího bitu registru STB na hodnotu bitu MSS. Nastavení jakéhokoli nezamaskovaného bitu registru STB způsobí nastavení bitu MSS na úroveň „1“. Bit 6 registru SRE se maskování neúčastní a je stále „0“. Hodnotu registru je možné nastavit obecným příkazem *SRE následovaným hodnotou registru masky (celé číslo v rozsahu 0 – 191). Přečíst registr je možné obecným dotazem *SRE?. Registr je automaticky nulován po zapnutí přístroje. Obecný příkaz *CLS registr nenuluje.

ESR Event Status Register (registr událostí)

Každý bit registru je přiřazen jedné události. Bit je nastaven při změně stavu sledované události a zůstává nastaven i po jejím odeznění. Registr je nulován po zapnutí přístroje (mimo bitu PON, který je nastaven). Vynulovat jej lze také příkazem *CLS nebo jeho přečtením obecným dotazem *ESR?.

Význam jednotlivých bitů :

- PON Power On (napájení zapnuto) bit 7. Bit je nastaven při zapnutí přístroje. Umožňuje registrovat výpadek napájecího napětí.
- URQ User Request (uživatelská událost) bit 6. Bit je nevyužitý a vždy nastaven na 0.
- CME Command Error (chyba příkazu nebo dotazu) bit 5. Bit je nastaven v případě zjištění syntaktické chyby příkazu nebo dotazu.
- EXE Execution Error (chyba provedení) bit 4. Bit je nastaven v případě nevykonání příkazu nebo dotazu. Důvodem pro neprovedení příkazu může být požadavek pro nastavení výstupní hodnoty vyšší, než kalibrátor umožňuje.
- DDE Device Dependent Error (přístrojová chyba) bit 3. Bit je nastaven při výskytu chyby přístrojových funkcí (zkrat na výstupu kalibrátoru).
- QYE Query Error (chyba dotazu) bit 2. Bit je nastaven, pokud je kalibrátor naadresován jako mluvčí a výstupní fronta je prázdná, případně pokud řidič nevyzvednul odpověď na dotaz a zaslal další dotaz.
- OPC Operation Complete (operace ukončena) bit 0. Bit je nastaven po příjmu obecného příkazu *OPC a ukončení započatých operací přístrojových funkcí (nastavení kalibrátoru)

ESE Event Status Enable Register (registr masky registru událostí)

Maska potlačuje nebo povoluje příslušné bity registru ESR. Hodnota „0“ příslušného bitu registru ESE potlačuje vliv odpovídajícího bitu registru ESR na hodnotu součtového bitu ESB stavového registru. Nastavení jakéhokoliv nezamaskovaného bitu registru událostí ESR způsobí nastavení bitu ESB stavového registru. Hodnotu registru je možné nastavit obecným příkazem *ESE následovaným hodnotou registru masky (celé číslo v rozsahu 0 – 255). Přečíst registr je možné obecným dotazem *ESE?. Registr je automaticky nulován po zapnutí přístroje. Obecný příkaz *CLS registr nenuluje.

Output Queue (výstupní fronta)

Odpovědi na dotazy řídicího počítače kalibrátor zařazuje do výstupní fronty odkud jsou vysílány podle požadavků řídicího počítače. Obsahuje-li výstupní fronta alespoň jeden znak, je nastaven bit MAV stavového registru. Bit se nuluje přečtením všech znaků z výstupní fronty a po zapnutí kalibrátoru.

Příklady použití

Kalibrace měřidel

Kalibrátor M141 lze přímo použít ke kalibraci různých typů měřidel elektrických veličin. Vzhledem k lehké konstrukci a širšímu rozsahu pracovních teplot jej lze s výhodou použít ke kalibracím v terénu.

Multimetry

Přístrojem lze kalibrovat digitální a analogové multimetry v rozsahu funkcí DCV, ACV, DCI, ACI, odpor, teplota (u TC snímačů), kmitočet.

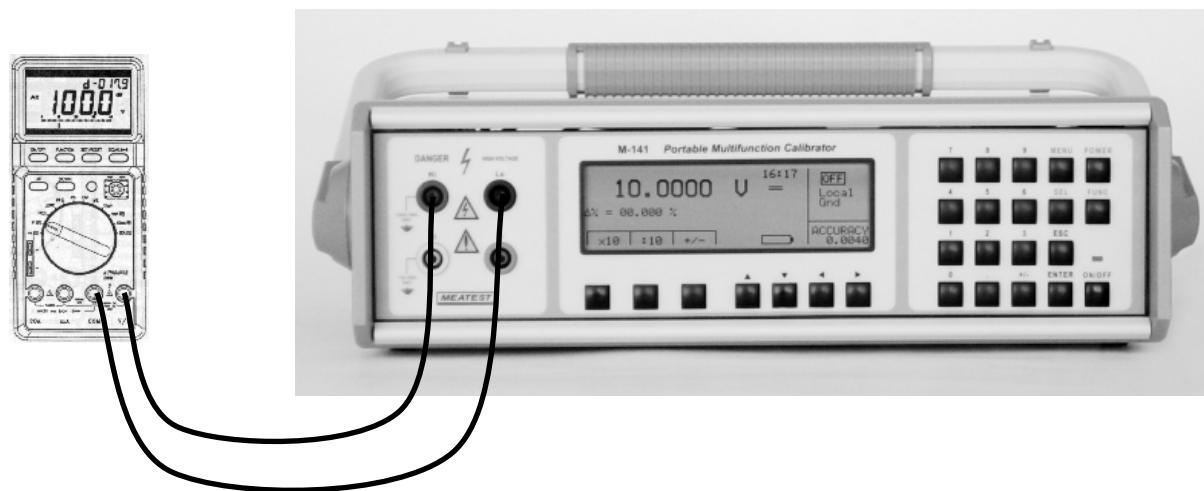
Napětové rozsahy

Dostatečně nízký výstupní odpor a proudová zatížitelnost umožňuje provádět kalibrace i analogových voltmetrů a milivoltmetrů s nízkým vstupním odporem. Napětové rozsahy jsou na svorkách Hi/Lo. Kalibrátor neumožňuje čtyřsvorkové připojení kalibrovaného měřidla.

Nedoporučuje se zatěžovat napětový výstup kalibrátoru nestandardními zátěžemi. Kalibrátor je určen ke kalibracím voltmetrů. Po připojení výstupních svorek očekává chod naprázdno a téměř reálný zatěžovací odpor. Přesto, že výstup je jistěn rychlou elektronickou a mikroprocesorovou pojistkou, připojení objektů s velkou kapacitní nebo indukční zátěží může způsobit rozkmitání zesilovačů a jejich poškození.

K připojení testovaného měřidla lze použít testovací vodiče, které jsou součástí standardní dodávky. Pokud není uzemněna L svorka měřidla, doporučuje se uzemnit Lo svorku kalibrátoru GND ON, viz kap. „Nabídka servisních funkcí“.

Připojení napětového rozsahu multimetru k výstupním svorkám kalibrátoru



Proudové rozsahy

Kalibrátor má vyvedeny všechny stejnosměrné a střídavé proudové rozsahy na výstupní svorky +I/-I.

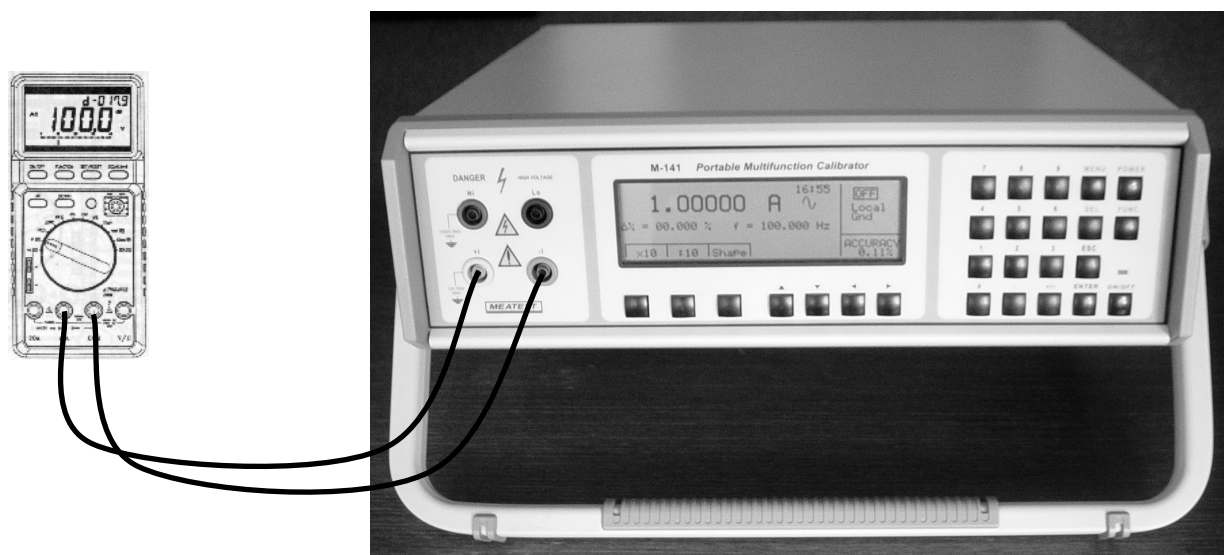
Povolené maximální napětí na zátěži je v rozmezí proudů 0.2 až 2 A přibližně 2 Vef. Pokud se na zátěži průchodem proudu vytvoří větší napětí, kalibrátor proudové svorky odpojí a na displeji zobrazí chybové hlášení.

Při kalibracích ampérmetrů proudy vyššími než 1 A je nutno dbát na správné zasunutí propojovacích kabelů jak do výstupních svorek kalibrátoru, tak do vstupních svorek kalibrovaného měřidla tak, aby se zabránilo vzniku velkých přechodových odporů. Ty mohou způsobit nejen nepřiměřené zahřívání svorek vlivem velké tepelné ztráty na přechodu, ale i chybu v kalibraci. Velký a nestabilní přechodový odpor se chová nelineárně a může způsobit přidavné zkreslení střídavého výstupního proudu.

Nedoporučuje se zatěžovat proudový výstup kalibrátoru nestandardními zátěžemi. Kalibrátor je určen ke kalibracím ampérmetrů. Po připojení výstupních svorek očekává chod nakrátko a téměř reálný zatěžovací odpor. Přesto, že výstup je jištěn rychlou elektronickou a mikroprocesorovou pojistkou, připojení objektů s velkou kapacitní nebo indukční zátěží může způsobit rozkmitání proudového zesilovače a jeho poškození.

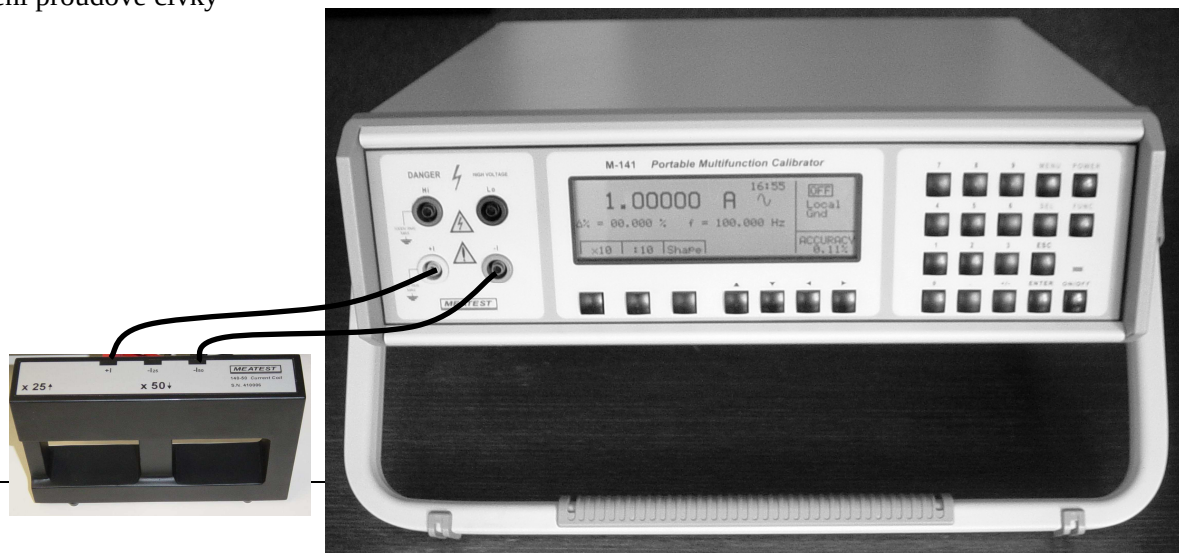
Pokud není uzemněna L svorka měřidla, doporučuje se uzemnit svorku kalibrátoru GND ON, viz kap. „Nabídka servisních funkcí“.

Připojení proudového rozsahu multimetru k výstupním svorkám kalibrátoru



Použití proudové cívky rozšiřuje proudový rozsah kalibrátoru do 100 A. Pomocí proudové cívky lze kalibrovat jak stejnosměrné, tak střídavé klešťové ampérmetry. Při použití cívky je nutno dbát na to, aby rovina kleští měřidla a cívky byly na sebe kolmé. Při použití proudové cívky se nesmí nacházet v okolí cca 50 cm od cívky železné nebo jiné magneticky vodivé materiály. Ty deformují magnetické pole cívky a mohou způsobit značnou chybu kalibrace.

Připojení proudové cívky



UPOZORNĚNÍ

Mezi svorkami –I a Lo kalibrátoru nesmí být větší napěťový rozdíl než 10 V.

Čítače a osciloskopy

Kalibrátorem lze provádět základní kalibrace kmitočtových rozsahů multimetrů a jednoduchých čítačů. Funkce kalibrátoru umožňují následující kontroly:

- kalibraci přesnosti měření kmitočtu do 2 MHz signálem s obdélníkovým tvarem. Funkce je dostupná po vyvolání režimu Kmitočet opakovaným stiskem tlačítka FUNC. Nastavit lze pouze kmitočet.
- kontrolu vstupní citlivosti od 1 mV do 10 V v kmitočtovém pásmu do 1 kHz. Použít lze funkci ACV při nastavení tvaru signálu obdélník. Nastavit lze kmitočet a amplitudu signálu..

Kalibrované měřidlo se připojí kabelem k výstupním svorkám Hi - Lo.

Teploměry (mimo snímač)

Pomocí kalibrátoru lze provádět kontroly vyhodnocovacích jednotek teploměrů a měřičů tepla, které používají jako teplotní čidlo termočlánek. Součástí kontroly není vlastní teplotní snímač. Kontrola spočívá zpravidla v odpojení vlastního čidla od měřidla a jeho nahrazením kalibrátorem nastaveným do funkce simulace teplotních čidel. Simulaci teplotního čidla lze zvolit stiskem tlačítka přímé volby T. Volit lze mezi termočlánekovými čidly K, N, R, S, B, J, T, E.

Vstupní elektronické obvody kontrolovaného teploměru se připojují k výstupním svorkám Hi – Lo kalibrátoru.

Specifikace přístroje

Uvedené mezní chyby jsou platné po ustálení pracovního režimu přístroje po uvedené době náběhu při provozu kalibrátoru v rozsahu referenčních teplot $23 \pm 2^\circ\text{C}$. Mezní chyby zahrnují dlouhodobou stabilitu, teplotní koeficient, zátěžové charakteristiky, nestabilitu napájecí sítě a návaznost výrobce na národní etalony. Uvedené přesnosti jsou platné po dobu 1 roku. Uvedené mezní chyby z rozsahu jsou vztaženy k maximální hodnotě na daném rozsahu nastavitelné. Všechny uváděné chyby jsou platné pro koeficient pravděpodobnosti 95 % normálnímu rozložení.

Technické údaje

Napětí

Celkový rozsah napětí :	0 μV – 750 V DC, 1 mV – 750 V AC
Rozsahy :	100 mV, 1 V, 10 V, 100 V, 750 V
Kmitočtový rozsah :	1 mV - 10 V 20 Hz až 2 kHz 10 V – 100 V 40 Hz až 2 kHz 100 V – 750 V 40 Hz až 1 kHz
Nastavitelnost kmitočtu :	0.001 Hz do 1 kHz 0.01 Hz do 2 kHz
Přesnost kmitočtu :	0.01%
Tvar střídavého signálu :	harmonický : sinus neharmonický : trojúhelník symetrický, trojúhelník A/ B , obdélník, limitovaný sinus (s definovaným činitelem zkreslení $k=13.45\%$) v rozsahu 1 mV až 10V a v kmitočtovém pásmu 20 až 80 Hz

Stejnoseměrné napětí

Rozsah	% z hodnoty + % z rozsahu
0 μV – 10 mV	0.05 + 0.005 + 10 μV
10 mV – 100 mV	0.01 + 0.001 + 10 μV
100 mV – 1 V	0.008 + 0.002
1 V – 10 V	0.008 + 0.002
10 V – 100 V	0.015 + 0.004
100 V – 750 V	0.018 + 0.004

Střídavé napětí

Rozsah	% z hodnoty + % z rozsahu	% z hodnoty + % z rozsahu
	20 Hz - 200 Hz	200 Hz - 2000 Hz
1 mV – 10 mV	0.20 + 0.05 + 20 μV	0.20 + 0.10 + 20 μV
10 mV – 100 mV	0.10 + 0.03 + 20 μV	0.15 + 0.05 + 20 μV
100 mV – 1 V	0.05 + 0.005	0.07 + 0.01
1 V – 10 V	0.05 + 0.005	0.07 + 0.03
10 V – 100 V ^{*1}	0.05 + 0.010	0.07 + 0.03
100 V – 750 V ^{*2}	0.07 + 0.02	0.1 + 0.03

^{*1} napětíový rozsah 100 V od 40 Hz do 2000 Hz

^{*2} napětíový rozsah 750 V od 40 Hz do 1000 Hz

Vedlejší parametry

Rozsah	10mV	100mV	1V	10V	100V	750V
THD ^{*3}	0.05% + 200 μV	0.05% + 300 μV	0.05%	0.05%	0.05%	0.2%
Maximální výstupní proud	5 mA	5 mA	10 mA	30 mA	10 mA	2 mA
Výstupní impedance	< 10 m Ω	< 10 m Ω	< 10 m Ω	< 10 m Ω	< 100 m Ω	< 100 m Ω
Maximální kapacitní zátěž	500 pF	500 pF	500 pF	500 pF	300 pF	150 pF
Přesnost amplitudy v režimu s neharmonickým výstupním signálem (špičková hodnota)	0.3% + 50 μV	0.3% + 50 μV	0.3%	0.3%	--	--

^{*3} parametr zahrnuje nelineární zkreslení a neharmonický šum v pásmu do 1 MHz

Proud

Celkový rozsah proudu : 0 μ A – 2 A DC, 1 μ A – 2 A AC
 Rozsahy : 200 μ A, 2 mA, 20 mA, 200 mA, 2 A
 Kmitočtový rozsah : 20 Hz to 1 kHz, přesnost kmitočtu 0.01%
 Nastavitelnost kmitočtu : 0.001 Hz
 Tvar střídavého signálu : harmonický : sinus
 neharmonický : trojúhelník symetrický, trojúhelník A/ B , obdélník,
 limitovaný sinus (s definovaným činitelem zkreslení) v rozsahu 100 μ A
 až 2 A a v kmitočtovém pásmu 20 až 80 Hz

Stejnoseměrný proud

Rozsah	% z hodnoty + % z rozsahu
0 μ A – 200 μ A	0.05 + 0.0 + 20 nA
200 μ A – 2 mA	0.025 + 0.005
2 mA – 22 mA	0.015 + 0.003
22 mA – 200 mA	0.015 + 0.003
200 mA – 2 A	0.015 + 0.005

Střídavý proud

Rozsah	% z hodnoty + % z rozsahu	% z hodnoty + % z rozsahu
	20 Hz – 200 Hz	200 Hz – 1000 Hz
1 μ A – 200 μ A	0.25 + 0.0 + 20 nA	0.30 + 0.10 + 20 nA
200 μ A – 2 mA	0.10 + 0.01	0.20 + 0.05
2 mA – 20 mA	0.07 + 0.005	0.20 + 0.05
20 mA – 200 mA	0.07 + 0.005	0.20 + 0.05
200 mA – 2 A	0.1 + 0.005	0.25 + 0.05

Vedlejší parametry

Rozsah	200 μ A	2 mA	20 mA	200 mA	2 A
Maximální indukční zátěž	400 μ H	400 μ H	400 μ H	400 μ H	200 μ H
Maximální napětí na zátěži (pk)	2 V	2 V	2 VAC, 7 VDC	2 V	2 V
THD ^{*4}	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %
Přesnost amplitudy v režimu s neharmonickým výstupním signálem (špičková hodnota)	0.3 % + 1 μ A	0.3 % + 1 μ A	0.3 %	0.3 %	0.3 %

^{*4} parametr zahrnuje nelineární zkreslení a neharmonický šum v pásmu do 1 MHz

Odpor

Celkový rozsah : 10 Ω až 100 M Ω v dekadických hodnotách
 Maximální napětí/výkon : 50 V_{ef} / 0.1 W

Rozsah	Nejistota kalibračního údaje [%]	Max. odchylka od jmenovité hodnoty
10 Ω	0.03 + 10 m Ω	0.2 + 100m Ω
100 Ω	0.05	0.2 + 100m Ω
1 k Ω	0.02	0.2
10 k Ω	0.02	0.2
100 k Ω	0.02	0.2
1 M Ω	0.05	0.2
10 M Ω	0.05	1
100 M Ω	0.5	2

Rozsahy a mezní chyby simulace termočlánekových snímačů

Typy : R, S, B, J, T, E, K, N
 Teplotní stupnice: ITS90, IPTS68
 Teplotní jednotky: °C, °F

R	rozsah [°C]	-50 – 0	0 – 400	400 – 1000	1000 – 1767
	chyba [°C]	2.5	2.0	1.2	1.2
S	rozsah [°C]	-50 – 0	0 – 250	250 – 1400	1400 – 1767
	chyba [°C]	2.2	2.1	1.5	1.5
B	rozsah [°C]	400 – 800	800 – 1000	1000 – 1500	1500 – 1820
	chyba [°C]	2.7	1.5	1.4	1.3
J	rozsah [°C]	-210 – -100	-100 – 150	150 – 700	700 – 1200
	chyba [°C]	0.9	0.4	0.3	0.4
T	rozsah [°C]	-200 – -100	-100 – 0	0 – 100	100 – 400
	chyba [°C]	0.9	0.5	0.3	0.3
E	rozsah [°C]	-250 – -100	-100 – 280	280 – 600	600 – 1000
	chyba [°C]	1.7	0.3	0.2	0.3
K	rozsah [°C]	-200 – -100	-100 – 480	480 – 1000	1000 – 1372
	chyba [°C]	0.8	0.4	0.4	0.5
N	rozsah [°C]	-200 – -100	-100 – 0	0 – 580	580 – 1300
	chyba [°C]	1.3	0.6	0.6	0.5

Nejistoty uvedené v tabulce jsou mezní nejistoty simulace termočláneků. Skutečná nejistota simulace termočláneku je pro každou nastavenou teplotu simulace určena nejistotou ss napětí a je zobrazena na displeji kalibrátoru. Skutečné nejistoty simulace termočláneků jsou vždy nižší než mezní nejistoty uvedené v předchozí tabulce.

Při použití automatické kompenzace studeného konce termočláneku pomocí dodávaného externího čidla je celková nejistota simulované teploty vyšší o nepřesnost měření teploty okolí externím čidlem. Tato přídatná nejistota činí 0.2 °C pro rozsah teploty okolí 15 až 35 °C.

Kmitočet

Tvar signálu : obdélník pevné amplitudy 5Vpk-pk / 50 Ohm
 Rozsah kmitočtu : 0.1 Hz až 2 MHz
 Rozlišení nastavení kmitočtu : 5 ½ míst
 Nejistota kmitočtu: 0.005 %

Všeobecné údaje

Rozsah referenčních teplot: 23 °C ± 2 °C (pro uvedené specifikace)
 V teplotním rozsahu 23 °C ± 5 ° je přesnost 2 x horší
 Doba ustálení pracovního režimu: 5 min
 Rozsah pracovních teplot: +5 °C ... +40 °C
 Rozsah skladovacích teplot : -10 až 55 °C při relativní vlhkosti do 80 %
 Tlak vzduchu : 86000 až 106000 Pa
 Napájecí napětí: 115/230V - 50/60 Hz
 Příkon: 40 VA (při maximální zátěži)
 Rozměry: 325mm x 111mm x 316mm
 Váha: 6 kg
 Interface: RS232, IEEE488
 Jistící prvky: Tavná pojistka T1L250 – 230 V, T2L250 – 115 V

Modifikace kalibrátoru

- M-141 základní model s RS-232
- M-141 GPIB model s RS-232 a GPIB

Základní příslušenství kalibrátoru (v dodávce)

- Síťový kabel 1 ks
- Uživatelská příručka 1 ks
- Protokol výstupní kalibrace 1 ks
- Náhradní pojistka 1 ks
- měřicí kabel 2 ks
- RS-232 Kabel RS-232

Rozšiřující příslušenství kalibrátoru (zvlášť objednávané)

- 140-50 Proudová cívka 50 závitů
- Option 10 Měřicí kabel 20A/1000V (červený)
- Option 11 Měřicí kabel 20A/1000V (černý)
- WinQbase Programové vybavení pro evidenci a kalibrace měřidel
- Caliber Programový modul pro multimetry

Výrobce

MEATEST, s.r.o.
Železná 509/3, 619 00 Brno
Czech Republic

tel: +420 – 543 250 886
fax: +420 – 543 250 890
meatest@meatest.cz
www.meatest.cz , www.meatest.com