meatest

M151 Kalibrátor proudu

Uživatelská příručka

Obsah

1 Základní údaje *5*
2 Příprava kalibrátoru k provozu *6*
2.1 Kontrola dodávky, umístění **6**
2.2 Zapnutí kalibrátoru **6**
2.3 Doba náběhu **6**
2.4 Výměna pojistky **7**
2.5 Bezpečnostní ustanovení **7**
3 Popis ovládacích prvků *8*
3.1 Čelní panel **8**
3.2 Zadní panel **12**
4 Ovládání kalibrátoru *13*
4.1 Nastavení funkce kalibrátoru **13**
4.2 Nastavení výstupní hodnoty signálu **13**
4.3 Zapnutí a vypnutí výstupních svorek **15**
4.4 Režim ZDROJ **15**
Nastavení proudu 16
4.5 Režim ZESILOVAČ – reálný transkonduktanční zesilovač **16**
4.6 Režim ZESILOVAČ – simulovaný AC/DC zesilovač **18**
5 Multimetr *20*
5.1 Volba funkce **20**
6 Nastavení parametrů kalibrátoru (Main menu) *21*
6.1 Nabídka General **21**
6.2 Nabídka Interface **22**
6.3 Nabídka Calibrator **22**
6.4 Nabídka Meter **23**
6.5 Nabídka Calibration **23**
7 Kalibrační režim *24*
7.1 Principy kalibrace **24**
7.2 Přístup do režimu kalibrace **25**
7.3 Volba typu kalibrace **26**
7.4 Postup úplné kalibrace **29**
8 Chybová hlášení *33*
9 Údržba kalibrátoru *35*

10 Kontrola parametrů kalibrátoru 37
11 Systémové ovládání 41
11.1 Vlastnosti sběrnice IEEE488 41
11.2 Vlastnosti sběrnice RS232 41
11.3 Syntaxe příkazů 42
11.4 Standardní stavová struktura 54
12 Specifikace přístroje 57
13 Příslušenství 59
Prohlášení o shodě ..... Error! Bookmark not defined.

1 Základní údaje

Kalibrátor proudu M151 je přesný zdroj proudu do 120A. Může být použit pro kalibraci ampérmetrů nebo jako stabilní zdroj proudu pro přesná měření. Kalibrátor je také vybaven vestavěným multimetrem, který může být použit pro simulaci programovatelného transkonduktančního nebo proudového zesilovače, případně jako napěťový vstup reálného transkonduktančního zesilovače.

Základními funkcemi kalibrátoru jsou generování kalibrovaného střídavého nebo stejnosměrného proudu v rozsahu 8 mA až 120 A. Frekvenční rozsah je 15 Hz až 1000 Hz.

Interní multimetr má rozsahy 200 mA, 20 V a 10 kHz.

Kalibrátor je vybaven řadou dalších funkcí, které usnadňují jeho využití. Mezi ně patří zobrazení aktuální nejistoty výstupní veličiny, kalibrační a testovací procedury a další. Koncepce ovládání kalibrátoru a indikace jeho stavu využívá barevného TFT displeje, na kterém jsou soustředěny všechny potřebné informace. Ovládání se provádí systémem vyvolávání a volby z nabídek. Často používané funkce mají navíc pevně přiřazené klávesy s přímým ovládáním. Kalibrátor je sériově vybaven normalizovanou sběrnicí IEEE488 a sériovou linkou RS-232 umožňujících řízení z osobního počítače.

Kalibrátor je podporován v automatizovaném kalibračním systému Caliber.

2 Příprava kalibrátoru k provozu

2.1 Kontrola dodávky, umístění

Kalibrátor v základní sestavě obsahuje následující položky:

M151

- Kalibrátor proudu
- Síťový kabel
- Náhradní pojistku
- Uživatelskou příručku.
- Protokol výstupní kontroly (test report)

Kalibrátor je určen pro napájení ze sítě 230/115 V – 50/60 Hz. Jedná se o laboratorní přístroj, u kterého jsou parametry garantovány v rozsahu pracovních teplot 23±3 °C. Před zapnutím umístíme kalibrátor na rovnou plochu. Dbáme, aby nebyly zakryty větrací otvory na přední straně ani ventilátory na zadním panelu.

2.2 Zapnutí kalibrátoru

- Před připojením kalibrátoru k síťovému napájení zkontrolujeme polohu síťového přepínače na zadním panelu
- Zasuneme zástrčku síťového kabelu do přívodky na zadním panelu a kabel připojíme k síťovému napájení.
- Zapneme síťový vypínač na čelním panelu přístroje. Po zapnutí se rozsvítí 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	střídavý proud
rozsah proudu	1 A
nastavená hodnota	1 A
kmitočet	50 Hz
výstupní svorky	vypnuté (OFF)

Při výrobě kalibrátoru je nastavena adresa IEEE488 na hodnotu 2. Tato hodnota je platná, pokud ji uživatel nezmění.

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

2.3 Doba náběhu

Kalibrátor je funkční po jeho zapnutí a proběhnutí úvodních testů. Specifikovaných parametrů je však dosaženo až po zahřátí přístroje po dobu 60 min.

2.4 Výměna pojistky

Tavná pojistka kalibrátoru je umístěna vedle síťové vaničky na zadním panelu přístroje. Postup výměny pojistky je následující:

- Vypneme kalibrátor
- Vyjmeme síťovou zástrčku z kalibrátoru.
- Pomocí šroubováku vyšroubujeme pojistkové pouzdro.
- Vyjmeme pojistku a nahradíme ji náhradní stejné hodnoty.

2.5 Bezpečnostní ustanovení

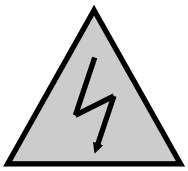
Přístroj je konstruován v bezpečnostní třídě I dle ČSN EN 61010-1. U přístroje jsou uplatněny požadavky znění normy včetně změny A2.

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

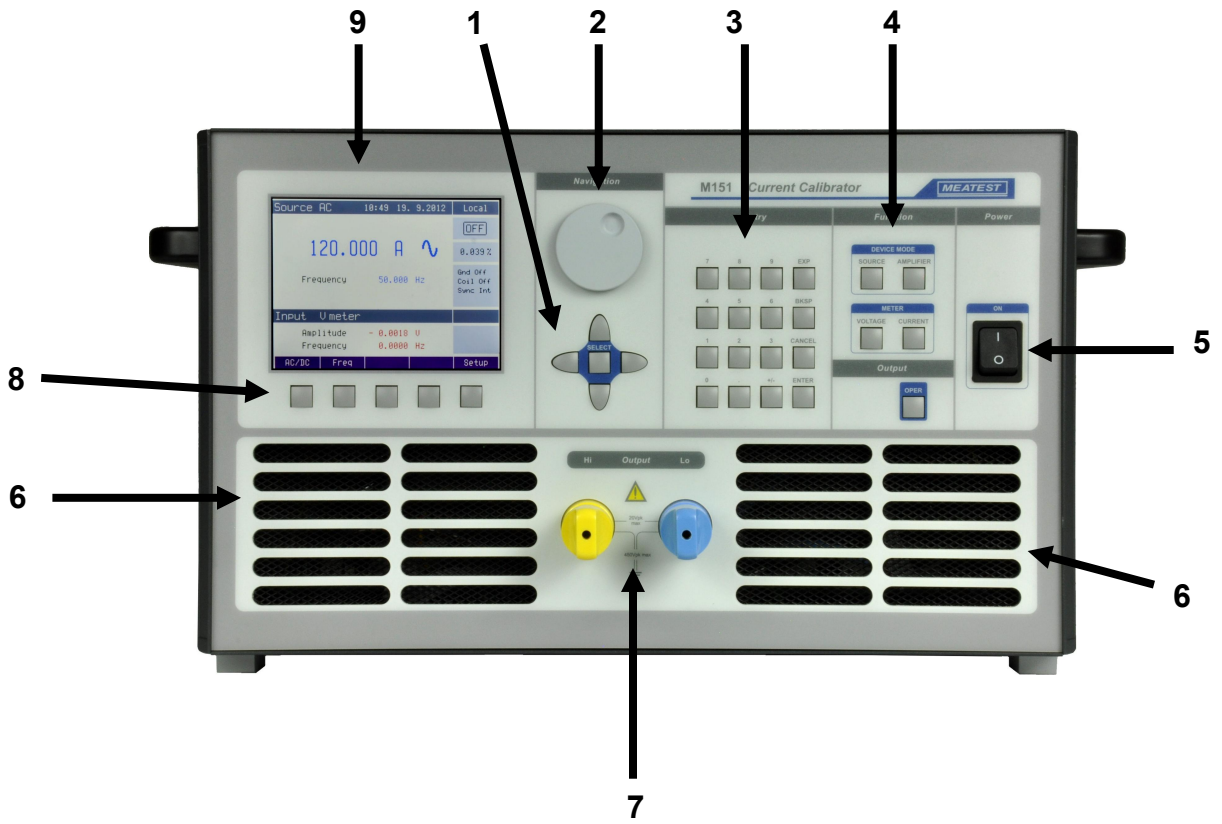


Upozornění na nebezpečí úrazu elektrickým proudem

3 Popis ovládacích prvků

3.1 Čelní panel

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



1 Kurzorové klávesy

Pomocí kurzorových kláves lze v povoleném rozsahu pohybovat kurzorem po displeji. Klávesnice obsahuje dvě klávesy pro nastavování kurzoru na displeji do požadované polohy (<, >). Kurzor lze nastavovat doleva a doprava. Zpravidla jsou používána ke krokování v nabídkách a k přesunům mezi nabídkami z různých úrovní. Klávesy lze v některých režimech rovněž nastavovat číselné hodnoty. V tomto případě klávesy tvarem vyznačené ∧, ∨ umožňují krokovat číslici na pozici kurzoru nahoru nebo dolu

Prostřední klávesou SELECT lze vybrat hodnotu, kterou chceme nastavovat (TAB).

2 Inkrementální snímač

Inkrementální snímač sdružuje několik funkcí. Otáčení knoflíku doleva nebo doprava umožňuje:

- krokování v nabídkách
- zadávání číselných hodnot

Možnost jeho použití je většinou duplicitní k funkci kurzorových kláves. Prostřední klávesa má potvrzovací význam typu výběr („Select“).

3 Numerická klávesnice

Z klávesnice lze zadávat číselné hodnoty na displeji. Klávesou ENTER se potvrzuje zadaná hodnota. Klávesou CANCEL se naopak zadaná hodnota ruší.

4 Funkční tlačítka

Funkční tlačítka jsou tlačítka přímé volby funkce kalibrátoru. Volit lze z následujících položek:

funkce	*tlačítko*
přístroj v režimu zdroje	SOURCE
přístroj v režimu zesilovače	AMPLIFIER
měřidlo napětí	VOLTAGE
měřidlo proudu	CURRENT
vypnutí/zapnutí svorek	OPER

Při změně funkce se nastavení parametrů vrátí do stavu, ve kterém byl kalibrátor při posledním použití této funkce. Nebyla-li funkce po zapnutí kalibrátoru použita, nastaví kalibrátor referenční hodnoty.

5 Síťový vypínač

Slouží k připojení (odpojení) kalibrátoru k síťovému napájení.

6 Větrací otvory

Slouží k nasávání vzduchu pro chlazení.

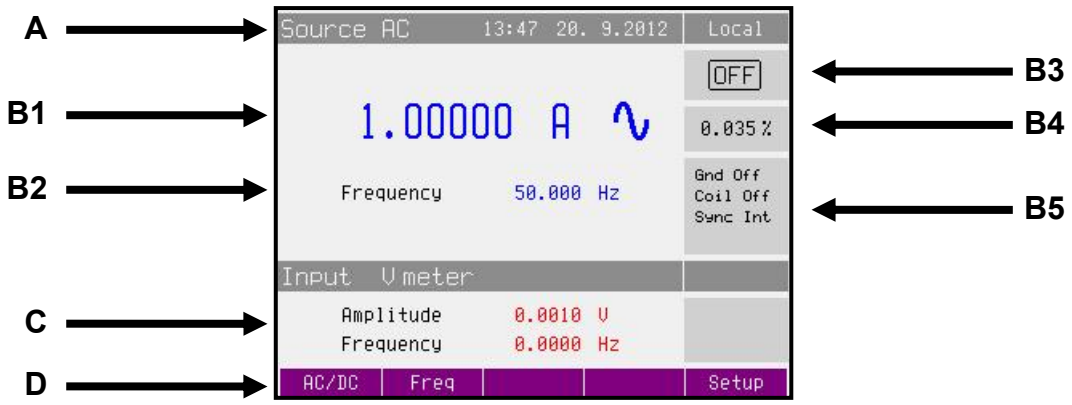
7 Výstupní proudové svorky

Výstupní proudové svorky Hi a Lo.

8 Displejové klávesy

Pět kláves pod displejem má proměnný význam. Jejich funkce je vždy označena na displeji. Jejich funkce jsou například vstup do MENU, výběr stejnosměrného nebo střídavého režimu kalibrátoru, apod..

9 Displej



Displej je graficky rozdělen na čtyři vodorovná pole:

A. Horní informační řádek

V této části jsou zobrazována nastavená data generovaných signálů a údaje související se stavem kalibrátoru. Pole obsahuje následující typy údajů:

- Nastavená funkce (Source AC – zdroj střídavého proudu)
- Datum a čas
- Způsob ovládání kalibrátoru (Local – místní, Remote – vzdálené, počítačem)

B. Hlavní pole

V této části jsou zobrazeny nastavené parametry zvolené funkce. Modře jsou zobrazeny hodnoty, které lze přímo na obrazovce měnit (výběr pomocí středové kurzorové klávesy SEL). Červeně jsou zobrazeny měřené hodnoty. Ostatní hodnoty jsou zobrazeny černě.

1. *Hlavní údaj*
   Na řádku je dvojnásobnou velikostí zobrazen hlavní údaj výstupního signálu kalibrátoru s uvedením jednotky a symbolu střídavého nebo stejnosměrného signálu. 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 ∧, ∨ nebo otáčením inkrementálního snímače.

2. *Vedlejší údaje*
   Na několika řádcích (podle zvolené funkce) pod sebou jsou zapsány vedlejší údaje signálu na výstupních svorkách. Patří mezi ně zejména:

   - Frekvence (u funkcí střídavý zdroj nebo střídavý zesilovač)
   - Zisk (u funkce zesilovače)
   - Krok (u funkce zesilovače)

3. *Stav výstupních svorek*
   Pole informuje o tom, zda jsou výstupní svorky zapnuty nebo vypnuty.

   Symboly zobrazené v okně:
   OFF - výstupní svorky vypnuty
   - výstupní svorky zapnuty

4. *Údaje o nejistotě výstupního signálu*

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

5. *Informační pole výstupního signálu*
   V informačním poli v pravé části displeje jsou zobrazovány další informace, související se zvolenou funkcí:
   - Způsob uzemnění výstupních svorek tak, jak je nastaven v menu „Calibrator“.
   - Použití proudové cívky tak jak je nastaveno v menu „Calibrator“.
   - Způsob synchronizace kmitočtu u střídavých veličin tak jak je nastaveno v menu „Calibrator“.

C. Pole měřidla

V řádku se zobrazí hodnota měřeného signálu s vyznačením jednotky. Pokud vstupní signál překročí povolený rozsah měření, zobrazí se nápis „over“.

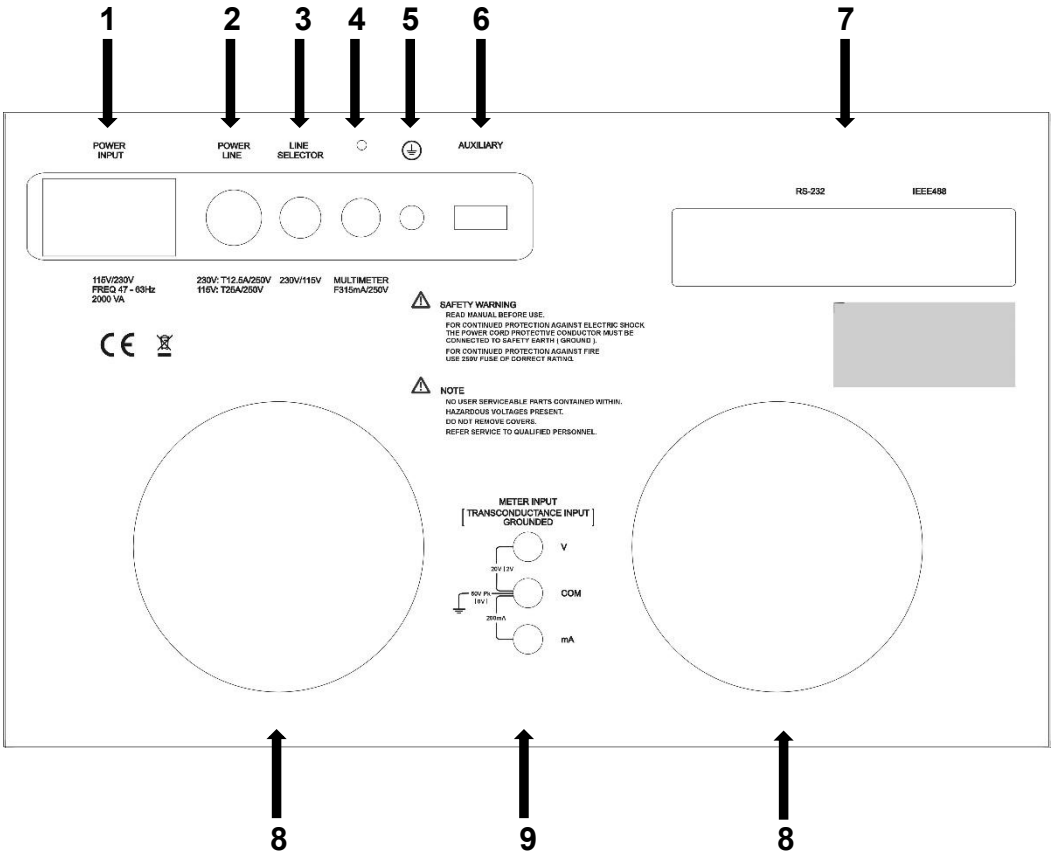
D. Pole tlačítek displeje

Ve sloupci jsou symbolické nápisy, které přiřazují význam pěti souvisejícím tlačítkům displeje. Významy jsou následující:

název	*funkce tlačítka*	*poznámka*
Setup	Vstup do MENU	Vyvolá nabídku
AC/DC	střídavý/stejnosměrný režim	
Local	Ukončení vzdáleného ovládání	
Select	Potvrzení výběru z nabídky.	

3.2 Zadní panel

Zadní panel kalibrátoru obsahuje svorky multimetru, ventilační otvory, síťovou přívodku, pojistku síťového přívodu, volič síťového napětí, pojistku interního multimetru, konektory IEEE 488 a RS232 pro připojení k počítači a zemnící bod (PE).



1 síťová zásuvka
2 pojistka síťového přívodu (T12,5A / 250V)
3 volič síťového napětí
4 pojistka interního multimetru (F315mA / 250V)
5 centrální zemnicí bod
6 rozšiřující konektor (servis)
7 konektory GPIB, RS-232
8 otvory nucené ventilace
9 společné svorky multimetru a vstupu transkonduktančního zesilovače

4 Ovládání kalibrátoru

4.1 Nastavení funkce kalibrátoru

Po zapnutí tlačítka a proběhnutí úvodních testů přejde kalibrátor do referenčního nastavení, kterým je funkce střídavého zdroje s nastaveným proudem 1 A, kmitočtem 50Hz a vypnutými výstupními svorkami. Interní multimetr je nastaven na poslední zvolenou funkci. Stav kalibrátoru při ovládání z čelního panelu lze změnit následujícími způsoby:

1. Změna funkce některým z funkčních tlačítek

Po stisku některé z kláves SOURCE, AMPLIFIER, VOLTAGE nebo CURRENT se přepne kalibrátor do požadované funkce s referenčním nebo posledně navoleným nastavením parametrů.

2. Zapnutí / vypnutí výstupních svorek

Po stisku funkční klávesy OPER dojde k připojení výstupních svorek kalibrátoru. Po dalším stisknutí tlačítka OPER se výstupní svorky naopak odpojí.

3. Nastavení střídavého/stejnosměrného proudu

Stiskem displejové klávesnice s označením AC/DC dojde k přepnutí výstupu na stejnosměrný resp. na střídavý (pokud je aktuálně některá z hodnot na displeji v editačním režimu, mají displejové klávesy jiné funkce a tlačítko AC/DC není dostupné. Je tedy nutno nastavování ukončit stisknutím displejové klávesnice Exit).

4. Vstup do nabídky MENU

Po stisku klávesy displejové klávesnice SETUP se objeví na displeji nabídka („Main menu“), umožňující konfiguraci, kalibraci a případně testování kalibrátoru. Návrat do předchozí funkce lze provést stiskem klávesy displeje „Exit“ (pokud je aktuálně některá z hodnot na displeji v editačním režimu, mají displejové klávesy jiné funkce a tlačítko SETUP není dostupné, proto je nutno nastavování ukončit stisknutím displejové klávesnice Exit).

4.2 Nastavení výstupní hodnoty signálu

Editační režim

Kalibrátor umožňuje přímé nastavení těch hodnot, které jsou na displeji zobrazeny modrou barvou. Aby bylo možné nějakou hodnotu nastavit, je třeba přepnout displej do editačního režimu. Toho lze dosáhnout několika způsoby:

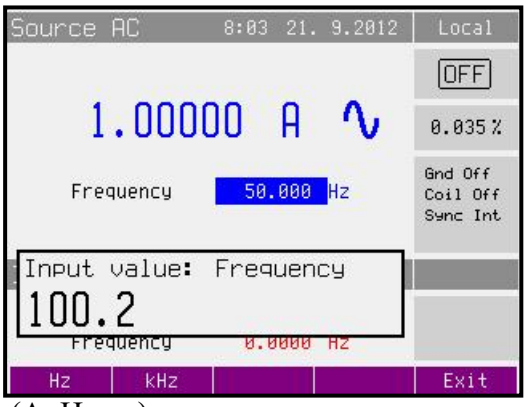
- Stiskem numerické klávesy
- Stiskem klávesy SEL (uprostřed kurzorového kříže)
- Stiskem kurzorové klávesy

- Stiskem inkrementálního snímače

V editačním režimu je nastavovaná hodnota zvýrazněna modrým podkladem. Klávesa „Sel“ je určená k přepínání mezi jednotlivými položkami displeje. Opustit editační režim lze stiskem klávesy displeje „Exit“.

Zadání hodnoty z numerické klávesnice

- Na numerické klávesnici navolíme požadovanou hodnotu. Po stisku první číslice se na displeji objeví zadávací panel. V horním řádku panelu je název zadávané veličiny, u kláves displeje jsou jednotky zadávané veličiny.
- Po zapsání hodnoty stiskneme klávesu displeje s požadovanou jednotkou (na obrázku V), případně klávesu „ENTER“. Klávesa „ENTER“ zadá hodnotu vždy v základních



jednotkách (A, Hz …).

- Požadovaná hodnota se přepíše do zadávaného údaje a zadávací panel zmizí.

Zadání hodnoty kurzorovými tlačítky

- Stiskneme kurzorovou klávesu <, >, ∧ nebo ∨. Na displeji se objeví u editované hodnoty kurzorové značky, ukazující na aktivní číslici.
- Klávesami ∧ a ∨ lze krokovat hodnotu na pozici kurzoru, klávesami <, > lze měnit pozici kurzorových značek.
- Souběžně s nastavením hodnoty kurzorovými tlačítky lze nastavit hodnotu i pomocí inkrementálního snímače.

Zadání hodnoty inkrementálním snímačem

- Stiskneme inkrementální snímač. Na displeji se objeví kurzorové značky, ukazující na aktivní číslici
- Otáčením snímače lze měnit hodnotu na pozici kurzoru
- Stiskem snímače lze přejít do funkce změny pozice kurzorových značek. Nad a pod aktivní číslicí jsou zobrazeny symboly ← a →. Otáčením snímače lze aktivní pozici měnit.

- Dalším stiskem snímače lze opět přejít do funkce nastavení hodnoty na aktivní pozici.
- Souběžně s nastavením hodnoty inkrementálním snímačem lze nastavit hodnotu i kurzorovými tlačítky.

Poznámky

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

4.3 Zapnutí a vypnutí výstupních svorek

Po zapnutí síťového vypínače má kalibrátor vypnuté výstupní svorky.

Zapnutí výstupních svorek se provede stiskem klávesy OPER. Po zapnutí svorek se rozsvítí zelená indikace zapnutí na displeji .

Vypnutí výstupních svorek se provede opětovným stisknutím klávesy OPER.

K automatickému odpojení výstupních svorek dojde:

- Při změně zvolené funkce.
- Při rozpojení výstupu kalibrátoru.
- Při přetížení výstupu kalibrátoru.
- V případě ztráty synchronizace (režim AMPLIFIER)

4.4 Režim ZDROJ

Rozsah nastavení proudu je 8mA až 120A.

Při použití 25-ti závitové cívky (option 151-25) činí rozsah nastavení proudu až 3000 A.

Ovládání v režimu zdroje proudu

- Na kalibrátoru stiskneme klávesu SOURCE a stiskem displejové klávesy AC/DC zvolíme střídavý nebo stejnosměrný proud. Displej zobrazuje následující údaje:
  * hlavní údaj nastaveného proudu
  * nejistotu výstupního proudu
  * kmitočet, je-li generován střídavý proud
- Nastavíme požadovanou hodnotu proudu, případně hodnotu kmitočtu. Signál na výstupních svorkách není dosud přítomen (zelená indikace ON nesvítí).
- Na výstupní svorky HI – LO připojíme zátěž, nebo je zkratujeme.
- Stiskneme klávesu OPER.

- Na displeji se rozsvítí zelená indikace připojení signálu na výstupní svorky.
- Z výstupních svorek teče kalibrovaný proud o zvolených parametrech.
- Je-li zapnuta funkce Coil x25 nebo Coil user (viz dále – Hlavní nabídka / Main menu), je třeba na výstup připojit příslušnou závitovou cívku. Kalibrátor umožňuje kontrolovat klešťové ampérmetry v rozsahu až 3000 A.

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 „Output Overload“. 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.

Nastavení proudu

1. **Nastavení hodnoty proudu**

   - Opakovaným stiskem středové kurzorové klávesy, nastavíme hodnotu proudu do editačního režimu (modré zvýraznění).
   - Proud lze nastavit buď přímo z numerické klávesnice, krokováním na pozici kurzoru po stisku kurzorových tlačítek <, > nebo inkrementálním snímačem.

2. **Nastavení hodnoty kmitočtu (pouze pro střídavý proud)**

   - Opakovaným stiskem středové kurzorové klávesy, nastavíme hodnotu kmitočtu do editačního režimu (šedé zvýraznění).
   - Kmitočet lze nastavit buď přímo z numerické klávesnice, krokováním na pozici kurzoru po stisku kurzorových tlačítek <, > nebo inkrementálním snímačem.

4.5 Režim ZESILOVAČ – reálný transkonduktanční zesilovač

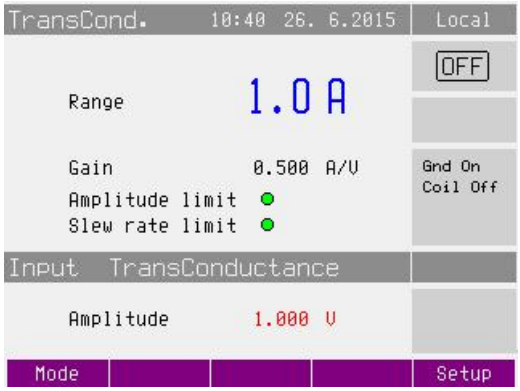
Rozsah proudu a použití závitové cívky je stejné jako v režimu ZDROJ.

V tomto režimu je COM svorka na zadním panelu (napěťový vstup) a Lo svorka na předním panelu (proudový výstup) uzemněna, bez ohledu na nastavení v nabídce přístroje Current output Lo GND!

Ovládání v režimu zesilovače

- Na kalibrátoru stiskneme funkční klávesu AMPLIFIER. Displej zobrazuje následující údaje:
  * rozsah proudového výstupu
  * zisk zesilovače
  * stav amplitudy a rychlosti přeběhu vstupního signálu

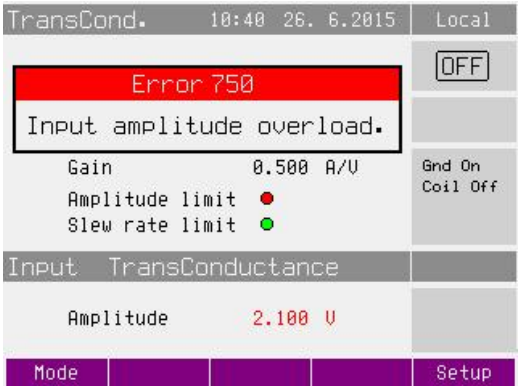
- Ke vstupním svorkám na zadní straně přístroje připojíme příslušný zdroj signálu (napětí).
- Nastavíme požadovaný rozsah zesilovače (RANGE)
- Zapneme svorky zdroje připojeného k M151.
- Pokud má vstupní signál správnou amplitudu a rychlost přeběhu – rozsvítí se zelená značka u obou limitů: ●
- Na výstupní svorky HI – LO připojíme zátěž, nebo je zkratujeme.
- Stiskneme klávesu OPER.
- Na displeji se rozsvítí zelená indikace připojení signálu na výstupní svorky.
- Z výstupních svorek teče proud v závislosti na vstupním napětí.
- Je-li zapnuta funkce Coil x25 nebo Coil user (viz dále – Hlavní nabídka / Main menu), je třeba na výstup připojit příslušnou závitovou cívku. Kalibrátor umožňuje kontrolovat klešťové ampérmetry v rozsahu až 3000 A.



- amplituda je v pořádku

- rychlost přeběhu je v pořádku

Při překročení limitu amplitudy vstupního signálu nebo limitu rychlosti přeběhu je vyvoláno hlášení a jsou rozpojeny výstupní svorky.



- amplituda překročila limit

- rychlost přeběhu překročila limit

Indikace přetížení svorek

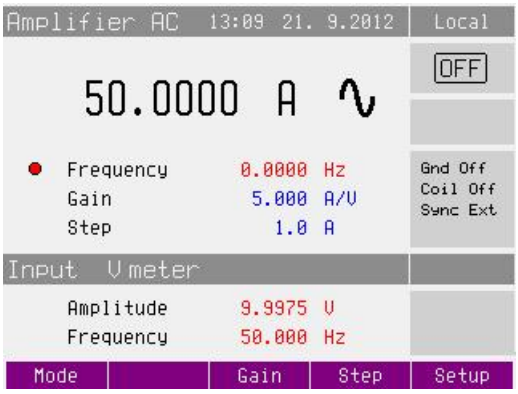
Pro indikaci přetížení svorek platí stejné jako v režimu ZDROJ.

4.6 Režim ZESILOVAČ – simulovaný AC/DC zesilovač

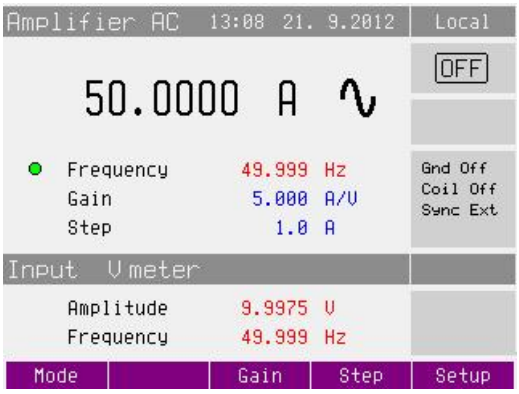
Rozsah proudu a použití závitové cívky je stejné jako v režimu ZDROJ.

Ovládání v režimu zesilovače

- Na kalibrátoru stiskneme funkční klávesu AMPLIFIER. Poté stiskem displejové klávesy MODE zvolíme střídavý (AC) nebo stejnosměrný (DC) výstupní proud. Displej zobrazuje následující údaje:
  - * hlavní údaj nastaveného proudu
  - * kmitočet, je-li generován střídavý proud
  - * zisk zesilovače
  - * krok zesilovače
- Ke vstupním svorkám na zadní straně přístroje připojíme příslušný zdroj signálu (zdroj napětí nebo proudu).
- Na M151 stiskneme tlačítko VOLTAGE, pokud jsme připojili zdroj napětí, případně CURRENT, pokud jsme připojili zdroj proudu
- Nastavíme požadovanou hodnotu zisku zesilovače (GAIN) a nastavovací krok (STEP).
- Zapneme svorky zdroje připojeného k M151.
- Pokud je nastavena synchronizace na interní (viz dále – Hlavní nabídka / Main menu), nastavíme také požadovanou frekvenci. Pokud je synchronizace nastavena na externí nebo na kmitočet sítě, počkáme, než se přístroj synchronizuje na frekvenci a fázi vstupního signálu – rozsvítí se zelená značka u pole frekvence: ●
- Na výstupní svorky HI – LO připojíme zátěž, nebo je zkratujeme.
- Stiskneme klávesu OPER.
- Na displeji se rozsvítí zelená indikace připojení signálu na výstupní svorky.
- Z výstupních svorek teče kalibrovaný proud o zvolených parametrech.
- Je-li zapnuta funkce Coil x25 nebo Coil user (viz dále – Hlavní nabídka / Main menu), je třeba na výstup připojit příslušnou závitovou cívku. Kalibrátor umožňuje kontrolovat klešťové ampérmetry v rozsahu až 3000 A.

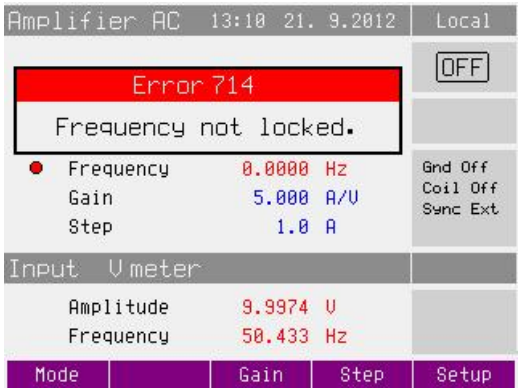


- frekvence a fáze nejsou synchronní



- frekvence a fáze jsou synchronní

Při ztrátě synchronizace nebo při pokusu zapnout svorky při nesynchronizovaném kalibrátoru je vyvoláno hlášení „Frequency not locked“ a výstupní svorky jsou rozpojeny.



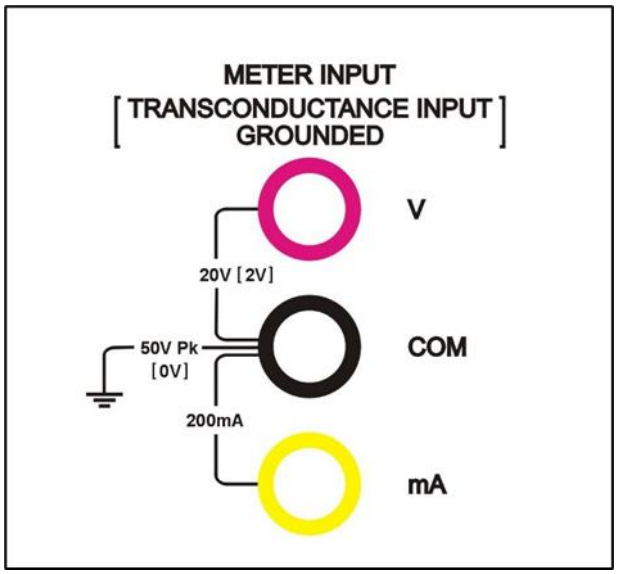
Indikace přetížení svorek

Pro indikaci přetížení svorek platí stejné jako v režimu ZDROJ.

5 Multimetr

Vestavěný multimetr kalibrátoru umožňuje měření stejnosměrného i střídavého napětí a proudu a v případě střídavých veličin také jejich kmitočet. K připojení multimetru je určena skupina svorek na zadní straně přístroje. K měření proudu je určena dvojice svorek mA, COM. Dvojice svorek V, COM je určena k měření napětí a kmitočtu.

Multimetr je stejnosměrně vázán, vstupní rozsahy jsou 20 V_{RMS} a 200 mA_{RMS}.



Multimetr se využívá také jako vstup ve funkci transkonduktančního zesilovače. V tomto případě je COM svorka uzemněná a vstupní rozsah je 2 V_{RMS}.

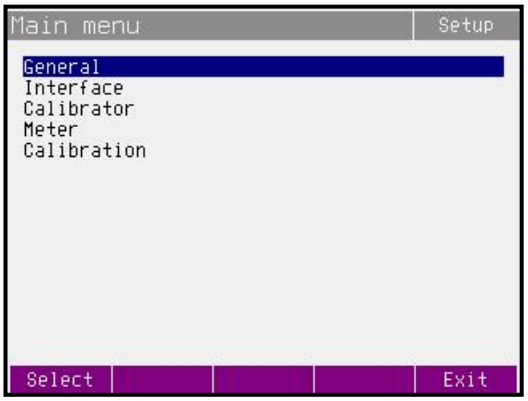
5.1 Volba funkce

- Volba funkce je možná v Hlavním menu kalibrátoru (položka Meter) nebo přímo funkčními tlačítky VOLTAGE a CURRENT.
- K dispozici jsou měřicí funkce
  - * Voltage – střídavý napěťový rozsah 20 V/ 15 - 10000 Hz, stejnosměrný napěťový rozsah 20 V
  - * Current – střídavý proudový rozsah 200 mA/ 15 - 10000 Hz, stejnosměrný proudový rozsah 200 mA

Přetěžováním vstupů multimetru může dojít k jeho poškození.

6 Nastavení parametrů kalibrátoru (Main menu)

Kalibrátor umožňuje nastavení (zobrazení) řady dalších, méně frekventovaných parametrů. Nastavení se provádí v Hlavní nabídce (Main menu). Tuto nabídku lze vyvolat stiskem displejové klávesy SETUP. Při jeho stisku dojde k odpojení výstupních svorek, jsou-li zapnuty a zobrazí se následující displej:



Krokovat v nabídce lze kurzorovými klávesami ∨, ∧ nebo otáčením inkrementálního snímače. Výběr položky se provede stiskem klávesy displeje „Select“ případně stiskem inkrementálního snímače. Nabídka je hierarchicky uspořádaná do jednotlivých složek.

Nové nastavení parametrů zůstává nadále zachováno i po vypnutí přístroje. Nabídka obsahuje následující složky:

- General – obecné nastavení přístroje (displej, klávesnice, čas, datum)
- Interface – parametry dálkového ovládání přístroje
- Calibrator – parametry související s generací signálu
- Meter – parametry související s měřením
- Calibration – kalibrační konstanty přístroje

6.1 Nabídka General

Složka umožňuje nastavení základních parametrů displeje a klávesnice. Obsahuje tyto položky:

1. Volume

Nastavení hlasitosti zvukové signalizace kalibrátoru. Rozsah nastavení je 0 až 15. Hodnotu lze nastavit buď přímo z numerické klávesnice, kurzorovými klávesami nebo inkrementálním snímačem.

2. Brightness

Nastavení jasu displeje. Rozsah nastavení je 0 až 7. Hodnotu lze nastavit buď přímo z numerické klávesnice, kurzorovými klávesami nebo inkrementálním snímačem.

3. Beeper

Zapnutí a vypnutí akustické signalizace stisku klávesy. Možnosti nastavení jsou ON (zapnuto) nebo OFF (vypnuto). Hodnotu lze nastavit výběrem z nabídky.

4. Calibration Password

Přístup do kalibrace je možný pouze po zadání pětimístného kalibračního hesla. Z výroby je nastaveno heslo „00000“. Toto heslo je možné změnit. Pokud je heslo nenulové, na displeji se namísto hesla zobrazí nápis „Secret“. Změna nastavení je potom možná pouze po zadání platného hesla.

Rozsah nastavení je 0 až 99999. Hodnotu lze nastavit buď přímo z numerické klávesnice, kurzorovými klávesami nebo inkrementálním snímačem.

5. Time

Nastavení hodin reálného času. Rozsah nastavení je 00:00:00 až 23:59:59. Hodnotu lze nastavit buď přímo z numerické klávesnice, kurzorovými klávesami nebo inkrementálním snímačem.

6. Date

Nastavení datumu reálného času. Rozsah nastavení je 01.01.2001 až 31.12.2100. Hodnotu lze nastavit buď přímo z numerické klávesnice, kurzorovými klávesami nebo inkrementálním snímačem.

7. Device Information

Zobrazí výrobní číslo přístroje a verzi interního programového vybavení.

6.2 Nabídka Interface

Složka umožňuje výběr sběrnice, po které bude přístroj ovládán a nastavení parametrů komunikace. Obsahuje tyto položky:

1. Active interface

Výběr sběrnice, která bude využívána pro dálkové ovládání kalibrátoru. Možnosti nastavení jsou RS232 a IEEE488. Hodnotu lze nastavit výběrem z nabídky.

2. IEEE488 address

Nastavení adresy sběrnice IEEE488 (GPIB). Rozsah nastavení je 0 až 30. Hodnotu lze nastavit buď přímo z numerické klávesnice, kurzorovými klávesami nebo inkrementálním snímačem.

3. Baud rate

Nastavení komunikační rychlosti po sběrnici RS232. Možnosti nastavení jsou 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 76800 nebo 115200 Bd. Hodnotu lze nastavit výběrem z nabídky.

6.3 Nabídka Calibrator

Složka nastavení vlastností generovaného signálu. Obsahuje tyto položky:

1. Current output Lo GND

Umožňuje uzemnění (odzemnění) svorky LO proudového výstupu. Možnosti nastavení jsou Gnd Off (odzemnění) a Gnd On (uzemnění). Hodnotu lze nastavit výběrem z nabídky.

Ve všech funkcích kalibrátoru se doporučuje výstup uzemnit - Gnd On. Pokud má kalibrované měřidlo uzemněnu svorku Lo, doporučuje se odpojení uzemnění kalibrátoru.

Upozornění

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

Poznámka:
Toto nastavení neovlivňuje režim TransConductance (v tomto režimu je LO svorka vždy připojena k potenciálu PE).

2. Current coil

Přestavuje kalibrátor na použití proudové závitové cívky (rozsah až 3000A). Proudovou cívkou lze násobit proudový rozsah kalibrátoru jen pro kontrolu klešťových ampérmetrů. Možnosti nastavení jsou Coil Off, Coil x25 a Coil user. Hodnotu lze nastavit výběrem z nabídky.

3. Coil user multiplier

Násobitel proudového rozsahu při použití proudové cívky. Hodnotu lze nastavit v rozsahu 10 až 50. Hodnota je platná při nastavení položky Current coil na Coil user.

4. Synchronization

Umožňuje zapnout synchronizaci kmitočtu výstupního signálu s kmitočtem sítě, případně s externím signálem přivedeným na vstupní svorky měřidla. Při synchronizaci jiné než interní dochází ke zvětšení zkreslení výstupního signálu v důsledku jeho přelaďování. Možnosti nastavení jsou Internal (interní), Power line (kmitočet sítě) a External (měřidlo), Hodnotu lze nastavit výběrem z nabídky.

6.4 Nabídka Meter

Složka nastavení vlastností multimetru. Obsahuje tyto položky:

1. Function

Umožňuje nastavení měřicí funkce interního multimetru. Možnosti nastavení jsou Voltage (stejnosměrné nebo střídavé napětí do 20 V), Current (stejnosměrný nebo střídavý proud do 200 mA). Hodnotu lze nastavit výběrem z nabídky. Frekvence měřeného signálu se zobrazuje vždy.

6.5 Nabídka Calibration

Přístup do kalibračního režimu. Je možný pouze po zadání hesla. Ve výrobě je heslo nastaveno na 0. Podrobněji o kalibraci přístroje viz. kapitola 7.

7 Kalibrační režim

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

7.1 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. „Current 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 **střídavých proudů (Current AC)** spočívá v nastavení přístroje ve dvou pevně daných kalibračních bodech na každém rozsahu při kmitočtu 55 Hz.

Kalibrační postup **stejnosměrných proudů (Current DC)** spočívá v nastavení p přístroje ve dvou pevně daných kalibračních bodech na každém rozsahu a v polaritě signálu + a -.

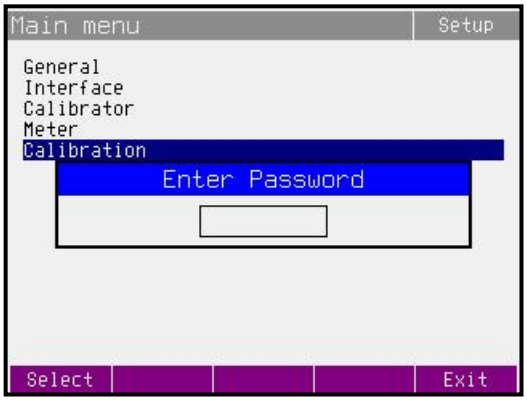
Kalibrační postup **multimetru (Meter)** spočívá v kalibraci napěťového rozsahu 20 V, proudového rozsahu 200 mA a kmitočtového rozsahu 10 kHz.

Kalibrační postup **transkonduktančního zesilovače (TransConductance)** spočívá v kalibraci napěťového vstupu 2V, offsetu a proudového výstupu.

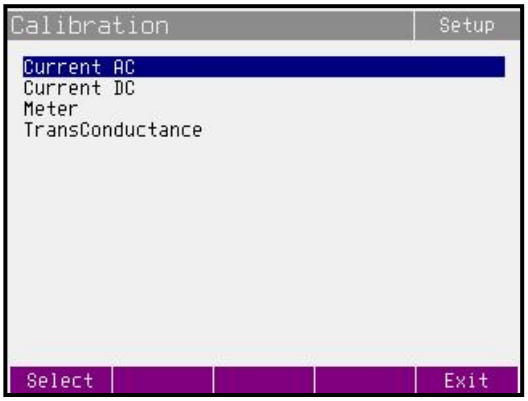
7.2 Přístup do režimu kalibrace

Vstup do kalibrační procedury je chráněn kalibračním kódem.

- Stiskem displejové klávesy SETUP vstoupíme do hlavní nabídky (Main menu).
- Vybereme položku Calibration a stiskneme klávesu displeje „Select“.
- Kalibrátor si vyžádá zadání kalibračního kódu.



- Z numerické klávesnice zadáme správný kalibrační kód a potvrdíme stiskem ENTER.
- Je-li údaj špatný, kalibrátor se vrátí do hlavní nabídky (Main menu).
- Je-li údaj správný, zobrazí se kalibrační nabídka:



Kurzorovými tlačítky ∧ a ∨ lze posouvat aktivní pozici kurzoru po jednotlivých položkách:

1. *Current AC*

Kalibrace střídavého proudu.

2. *Current DC*

Kalibrační stejnosměrného proudu

3. *Meter*

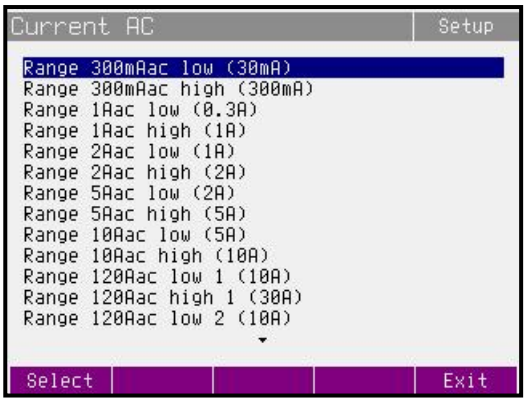
Kalibrační konstanty interního multimetru.

4. *TransConductance*

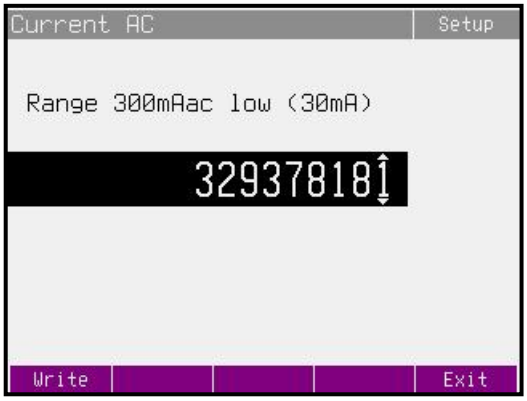
Kalibrační konstanty transkonduktančního zesilovače.

7.3 Volba typu kalibrace

Po vstupu do kalibrační nabídky lze zvolit některou z dílčích kalibrací. Kurzorovými tlačítky ∧ a ∨ nebo pomocí inkrementálního snímače lze posouvat aktivní pozici kursoru po jednotlivých položkách. Po nastavení požadované funkce stiskneme tlačítko displeje SELECT. Displej zobrazí následující údaje (uvedeno na příkladu kalibrace střídavého proudu Current AC):



V tabulce jsou uvedeny doporučené kalibrační body. Na každém řádku je uveden vždy rozsah a v závorce kalibrační bod. Po zvolení kalibračního bodu tlačítkem SELECT se objeví obrazovka kalibrace ve zvoleném bodě.



Displejové klávesy mají následující význam:

Write zápis nově zapsané hodnoty do paměti, nevratný přepis původního kalibračního údaje. Kalibrátor se vrátí o úroveň zpět do nabídky kalibračních bodů.

Exit kalibrační bod zůstane beze změny (nová hodnota se nezapíše). Kalibrátor se vrátí o úroveň zpět do nabídky kalibračních bodů.

Na displeji je dále uvedena informace, jaký rozsah se kalibruje (Range 300mAac) a jakou hodnotu je nutné na etalonovém multimetru nastavit (hodnota v závorce 30mA).

Nastavení nového kalibračního údaje

Kurzorovými tlačítky ∧, ∨, <, > nebo pomocí inkrementálního snímače nastavíme takový hlavní údaj na displeji, aby výstupní signál odpovídal požadovanému kalibračnímu bodu. Po nastavení

stiskneme klávesu displeje „Write“ a tím novou hodnotu zapíšeme do paměti kalibračních dat. Po stisku „Exit“ se kalibrátor vrátí k nabídce kalibračních bodů.

Procedura se opakuje, dokud nejsou vyčerpány všechny kalibrační body ve zvolené funkci kalibrace. Pokud stiskneme v průběhu kalibrace klávesu „Exit“, vrátí se kalibrátor v nabídce vždy o jednu úroveň zpět.

Ukončení kalibrace

Kalibraci lze ukončit kdykoliv. Ukončení se provede opakovaným stiskem klávesy displeje „Exit“ až se kalibrátor vrátí do hlavní nabídky (Main menu).

Kalibrační body

Každá funkce má pevně dané kalibrační body, které je zapotřebí při kalibraci nastavit. Posloupnost a množství kalibračních bodů vyplývají z konstrukce kalibrátoru.

Kalibrátor nevyžaduje samostatné nastavení následujících parametrů signálu:

- Generovaného kmitočtu

Funkce střídavý proud Current AC

jmenovitá hodnota [A]	*tolerance nastavení [A]*	*rozsah [A]*
30 m	10 u	300 m
300 m	15 u	300 m
300 m	30 u	1
1	50 u	1
1	100 u	2
2	100 u	2
2	200 u	5
5	250 u	5
5	500 u	10
10	500 u	10
10	1 m	120#1
30	1.5 m	120#1
10	1 m	120#2
30	1.5 m	120#2
10	1 m	120#3
30	1.5 m	120#3
10	1 m	120#4
30	1.5 m	120#4

Tabulka ACI

Funkce stejnosměrný proud Current DC

jmenovitá hodnota [A]	*tolerance nastavení [A]*	*rozsah [A]*
30 m	10 u	300 m
300 m	15 u	300 m
-30 m	10 u	-300 m
-300 m	15 u	-300 m
300 m	30 u	1
1	50 u	1
-300 m	30 u	-1
-1	50 u	-1
1	100 u	2
2	100 u	2
-1	100 u	-2
-2	100 u	-2
2	200 u	5
5	250 u	5
-2	200 u	-5
-5	250 u	-5
5	500 u	10
10	500 u	10
-5	500 u	-10
-10	500 u	-10
10	1 m	30#1
30	1.5 m	30#1
-10	1 m	-30#1
-30	1.5 m	-30#1
10	1 m	30#2
30	1.5 m	30#2
-10	1 m	-30#2
-30	1.5 m	-30#2
10	1 m	30#3
30	1.5 m	30#3
-10	1 m	-30#3
-30	1.5 m	-30#3
10	1 m	30#4
30	1.5 m	30#4
-10	1 m	-30#4
-30	1.5 m	-30#4

Tabulka DCI

Funkce multimetr Meter - kalibrace napětí, proudu, kmitočtu

jmenovitá hodnota [-]	*tolerance nastavení [-]*	*Rozsah [-]*
0 V	100 uV	20 V
20 V	400 uV	20 V
0 mA	500 nA	200 mA
200 mA	5 uA	200 mA
10 kHz	200 mHz	10 kHz

Tabulka Multimetr

Funkce transkonduktanční zesilovač TransConductance - kalibrace napětí, offsetu a proudu

jmenovitá hodnota [-]	*tolerance nastavení [-]*	*Rozsah [-]*
TransConductance input (DC)		
0 V	100 uV	2 V
2 V	200 uV	2 V
TransConductance offset (DC)		
0 mA	100 uA	1 A
0 mA	100 uA	1 A
0 mA	100 uA	1 A
0 mA	100 uA	1 A
TransConductance output (DC)		
300 mA	100 uA	300 mA
1 A	250 uA	1 A
2 A	750 uA	2 A
5 A	1,5 mA	5 A
10 A	3,5 mA	10 A
30 A	10 mA	30 A
30 A	10 mA	30 A
30 A	10 mA	30 A
30 A	10 mA	30 A

Tabulka Transkonduktančního zesilovače

7.4 Postup úplné kalibrace

Potřebné vybavení

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

- 81/2 místný multimetr typ HP3458A nebo Fluke 8508A, nebo jiný tř. přesnosti 0.001 %
- Kalibrátor Meatest M142 nebo M140 se stejnosměrnými rozsahy 20 V, 200 mA a střídavým rozsahem 20 V / 15 kHz.
- bočník 1 mΩ, 10 mΩ, 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.

Metodika kalibrace

1. Kalibrátor a multimetr připojíme k napájení a necháme alespoň tři hodiny zapnuté v laboratoři s teplotou 23±1 ºC.
2. Klávesou Menu vyvoláme hlavní nabídku a zvolíme položku Calibration.
3. Zadáme kalibrační kód a potvrdíme klávesou ENTER (kalibrační kód vložený při výrobě je „00000“).
4. **Kalibrace střídavých proudových rozsahů**
   a) Na kalibrátoru zvolíme v kalibrační nabídce funkci Current AC.

b) Na multimetru zvolíme funkci měření střídavého proudu a připojíme jeho proudový vstup k výstupním svorkám HI - LO na kalibrátoru.

c) Podle pokynů na displeji kalibrátoru a podle tabulky ACI provedeme dostavení kalibrátoru v kalibračních bodech.

d) Dostavení se provádí přímým zadáním nové hodnoty z numerické klávesnice nebo krokováním hlavního údaje kurzorovými šipkami $<$, $>$, $\vee$, $\wedge$, případně pomocí inkrementálního snímače. Správně nastavený údaj potvrdíme stiskem Write.

e) Na rozsazích 2, 5, 10 a 30 A je nutné použít bočník se známou kmitočtovou závislostí do 55 Hz.

5. **Kalibrace stejnosměrných proudových rozsahů**

a) Na kalibrátoru zvolíme v kalibrační nabídce funkci Current DC.

b) Dostavení se provádí přímým zadáním nové hodnoty z numerické klávesnice nebo krokováním hlavního údaje kurzorovými šipkami $<$, $>$, $\vee$, $\wedge$, případně pomocí inkrementálního snímače. Správně nastavený údaj potvrdíme stiskem Write.

c) Na rozsazích 2, 5, 10 a 30 A je nutné použít bočník.

6. **Kalibrace multimetru**

Kalibrace multimetru se skládá z kalibrace napěťového rozsahu 20 V, proudového rozsahu 200 mA a kmitočtového rozsahu 10 kHz.

Pro kalibraci multimetru je zapotřebí zdroj signálu (kalibrátor). Pokud není zdroj signálu dostatečně přesný, musíme jako etalon použít multimetr a pro kalibraci kmitočtu čítač.

a) <u>Kalibrace rozsahu 20 V</u>

- Na kalibrátoru zvolíme v kalibrační nabídce funkci Meter.
- Zvolíme první kalibrační hodnotu 0.000 V.
- Zkratujeme vstupní svorky multimetru V-COM kalibrátoru.
- Hlavní hodnota na displeji představuje hodnotu kalibračního bodu. Ponecháme hodnotu 0.000 a stiskneme klávesu Write.
- Zvolíme kalibrační hodnotu 20 V.
- Ke svorkám multimetru V-COM kalibrátoru přivedeme stejnosměrné napětí 20V. Tuto hodnotu můžeme ověřit paralelně připojeným etalonovým multimetrem.
- Provedeme dostavení hlavního údaje displeje tak, aby jeho hodnota odpovídala hodnotě měřené etalonovým multimetrem (hodnotě nastavené na zdroji). Dostavení se provádí přímým zadáním nové hodnoty z numerické klávesnice nebo krokováním hlavního údaje kurzorovými šipkami $<$, $>$, $\vee$, $\wedge$, případně pomocí inkrementálního snímače. Správně nastavený údaj potvrdíme stiskem Write.

b) <u>Kalibrace rozsahu 200 mA</u>

- Zvolíme první kalibrační hodnotu 0 mA.
- Zkratujeme vstupní svorky multimetru mA-COM kalibrátoru.
- Hlavní hodnota na displeji představuje hodnotu kalibračního bodu. Ponecháme hodnotu 0.000 mA a stiskneme klávesu Write.

- Zvolíme kalibrační hodnotu 200 mA.
- Ke svorkám multimetru mA-COM kalibrátoru připojíme zdroj stejnosměrného proudu 200 mA. Tuto hodnotu můžeme ověřit sériově připojeným etalonovým multimetrem.
- Provedeme dostavení hlavního údaje displeje tak, aby jeho hodnota odpovídala hodnotě měřené etalonovým multimetrem (hodnotě nastavené na zdroji). Dostavení se provádí přímým zadáním nové hodnoty z numerické klávesnice nebo krokováním hlavního údaje kurzorovými šipkami <, >, ∨, ∧, případně pomocí inkrementálního snímače. Správně nastavený údaj potvrdíme stiskem Write.

c) Kalibrace rozsahu 10 kHz

- Zvolíme kalibrační hodnotu 10 kHz.
- Ke svorkám METER INPUT V-COM kalibrátoru připojíme zdroj střídavého napětí 10 až 20 V o kmitočtu 10 kHz. Tuto hodnotu můžeme ověřit paralelně připojeným etalonovým čítačem.
- Provedeme dostavení hlavního údaje displeje tak, aby jeho hodnota odpovídala hodnotě měřené etalonovým čítačem (hodnotě nastavené na zdroji). Dostavení se provádí přímým zadáním nové hodnoty z numerické klávesnice nebo krokováním hlavního údaje kurzorovými šipkami <, >, ∨, ∧, případně pomocí inkrementálního snímače. Správně nastavený údaj potvrdíme stiskem Write.

7. Kalibrace transkonduktančního zesilovače

Kalibrace transkonduktančního zesilovače se skládá z kalibrace napěťového vstupu 2 V, proudového offsetu a výstupního proudu.

Všechny tři části kalibrace transkonduktančního zesilovače jsou DC.

Pro kalibraci zesilovače je zapotřebí zdroj signálu (kalibrátor). Pokud není zdroj signálu dostatečně přesný, musíme jako etalon použít multimetr a pro kalibraci kmitočtu čítač.

a) Kalibrace napěťového vstupu 2 V

- Na kalibrátoru zvolíme v kalibrační nabídce funkci TransConductance - input.
- Zvolíme první kalibrační hodnotu 0.000 V.
- Zkratujeme vstupní svorky multimetru V-COM kalibrátoru.
- Hlavní hodnota na displeji představuje hodnotu kalibračního bodu. Ponecháme hodnotu 0.000 a stiskneme klávesu Write.
- Zvolíme kalibrační hodnotu 2 V.
- Ke svorkám multimetru V-COM kalibrátoru přivedeme stejnosměrné napětí 2V. Tuto hodnotu můžeme ověřit paralelně připojeným etalonovým multimetrem.
- Provedeme dostavení hlavního údaje displeje tak, aby jeho hodnota odpovídala hodnotě měřené etalonovým multimetrem (hodnotě nastavené na zdroji). Dostavení se provádí přímým zadáním nové hodnoty z numerické klávesnice nebo krokováním hlavního údaje kurzorovými šipkami <, >, ∨, ∧, případně pomocí inkrementálního snímače. Správně nastavený údaj potvrdíme stiskem Write.

b) Kalibrace offsetu výstupního proudu rozsahu 1A

- Na kalibrátoru zvolíme v kalibrační nabídce funkci TransConductance - offset.
- Zvolíme první kalibrační hodnotu offsetu.
- Zkratujeme vstupní svorky multimetru V-COM kalibrátoru.
- Na multimetru zvolíme funkci měření stejnosměrného proudu a připojíme jeho proudový vstup k výstupním svorkám HI - LO na kalibrátoru.
- Podle pokynů na displeji kalibrátoru a podle tabulky kalibračních bodů transkonduktančního zesilovače provedeme dostavení kalibrátoru v kalibračních bodech.
- Dostavení se provádí přímým zadáním nové hodnoty z numerické klávesnice nebo krokováním hlavního údaje kurzorovými šipkami $<$, $>$, $\vee$, $\wedge$, případně pomocí inkrementálního snímače. Správně nastavený údaj potvrdíme stiskem Write.
- Postup opakujeme pro všechny 4 hodnoty offsetu.

c) Kalibrace výstupních proudových rozsahů

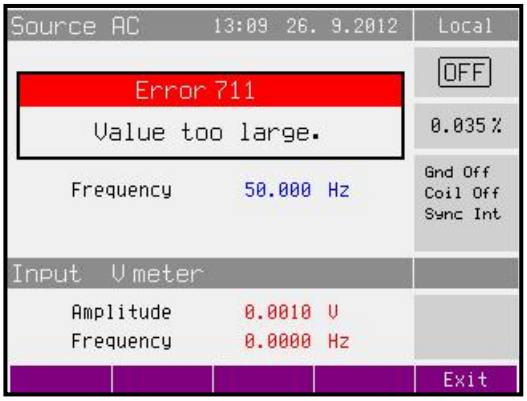
- Na kalibrátoru zvolíme v kalibrační nabídce funkci TransConductance - output.
- Ke svorkám METER INPUT V-COM kalibrátoru připojíme zdroj stejnosměrného napětí 2 V. Tuto hodnotu můžeme ověřit paralelně připojeným etalonovým multimetrem.
- Podle pokynů na displeji kalibrátoru a podle tabulky kalibračních bodů režimu TransConductance provedeme dostavení kalibrátoru v kalibračních bodech.
- Dostavení se provádí přímým zadáním nové hodnoty z numerické klávesnice nebo krokováním hlavního údaje kurzorovými šipkami $<$, $>$, $\vee$, $\wedge$, případně pomocí inkrementálního snímače. Správně nastavený údaj potvrdíme stiskem Write.
- Na rozsazích 2, 5, 10 a 30 A je nutné použít bočník.

8 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.

Příklad chybového hlášení, které se objeví při pokusu o nastavení hodnoty, která je mimo možnosti přístroje, je na obrázku. Chybové hlášení se objeví vždy v horní části obrazovky.



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

Číslo chyby	*Hlášení*	*Popis*
-430	Deadlocked.	Porušení pravidel komunikace při dálkovém ovládání přístroje. Přístroj má zaplněnou výstupní frontu a stále jsou vysílány další příkazy. Vykonávání příkazů pokračuje, ale výstupní data jsou skartována.
-420	Unterminated.	Porušení pravidel komunikace při dálkovém ovládání přístroje. Po přístroji jsou požadována data, ale nebyl vyslán žádný dotaz (požadavek na data).
-410	Interrupted.	Porušení pravidel komunikace při dálkovém ovládání přístroje. Přístroj ještě neodeslal odpověď na předchozí dotaz a řídicí jednotka posílá další příkaz.
-363	Input buffer overrun	Porušení pravidel komunikace při dálkovém ovládání přístroje. Došlo k přetečení vstupního bufferu přístroje.
-220	Invalid parameter	Porušení pravidel komunikace při dálkovém ovládání přístroje. Zaslaný příkaz obsahuje parametr, který je mimo rozsah přístroje (chyba dat).
-140	Character data	Porušení pravidel komunikace při dálkovém ovládání přístroje. Zaslaný příkaz obsahuje neplatný textový parametr.
-120	Numeric data	Porušení pravidel komunikace při dálkovém ovládání přístroje. Zaslaný příkaz obsahuje neplatný numerický parametr.
-110	Command header	Porušení pravidel komunikace při dálkovém ovládání přístroje. Zaslaný příkaz není platný.
501	Eeprom write.	Chyba zápisu do paměti eeprom.
502	Eeprom read.	Chyba čtení z paměti eeprom.
503	Eeprom error.	Ztráta dat uložených v paměti eeprom. Zkontrolujte kalibraci přístroje.
701,704	Output overload	Přetížení výstupu kalibrátoru. Snižte zátěž na výstupu, případně snižte výstupní amplitudu signálu.
703	High temperature	Přehřátí výkonového stupně kalibrátoru. Okolní teplota je příliš vysoká nebo má kalibrátor zakryté ventilační otvory.
705	Input overload	Přetížení multimetru. Snižte úroveň signálu připojeného na vstup multimetru.

706	Current output overload	Přetížení proudového výstupu kalibrátoru. Snižte zátěž na výstupu, případně snižte výstupní amplitudu signálu.
722	Unexpected crossing.	Chyba interní komunikace. Kalibrátor vypněte a po cca. 30 sekundách znovu zapněte. Pokud se chyba opakuje, kontaktujte servis.
721	Unknown function.	Chyba interní komunikace. Kalibrátor vypněte a po cca. 30 sekundách znovu zapněte. Pokud se chyba opakuje, kontaktujte servis.
730, 731	Calibrator not ready	Nefunkční interní blok kalibráítoru. Kalibrátor vypněte a po cca. 30 sekundách znovu zapněte. Pokud se chyba opakuje, kontaktujte servis.
732	Internal cpu RESET	Restart interních bloků kalibrátoru. Příčinou může být silné elektrické nebo magnetické rušení. Pokud se chyba opakuje, kontaktujte servis.
743	Interface receive	Chyba interní komunikace. Kalibrátor vypněte a po cca. 30 sekundách znovu zapněte. Pokud se chyba opakuje, kontaktujte servis.
745	Internal CPU timeout	Chyba interní komunikace. Kalibrátor vypněte a po cca. 30 sekundách znovu zapněte. Pokud se chyba opakuje, kontaktujte servis.
746, 747, 748	Slave error	Chyba interní komunikace. Kalibrátor vypněte a po cca. 30 sekundách znovu zapněte. Pokud se chyba opakuje, kontaktujte servis.
750	Input amplitude overload	Vstupní napěťový signál v režimu TransConductance překročil povolenou amplitudu. Snižte amplitudu signálu připojeného na vstup.
751	Input slew rate overload	Vstupní napěťový signál v režimu TransConductance překročil povolenou rychlost přeběhu (má příliš vysokou frekvenci nebo nevhodný tvar). Upravte vstupní signál.

9 Údržba kalibrátoru

Kalibrátor je složitý elektronický přístroj s mikroprocesorovým ovládáním. Exponované funkční bloky jsou ochlazovány ventilátorem a 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, umístěným na čelním panelu.***
- ***Nepřipojovat kalibrátor k jinému napájení než na které je přepnut.***
- ***Nepřipustit, aby byla omezena ventilace kalibrátoru otvory na předním a zadním panelu.***
- ***Neprovozovat kalibrátor v prašném prostředí, je to přístroj určený k provozu v laboratoři.***
- ***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 (nastavení funkce GndU On).***
- ***Nepřetěžovat výkonové obvody kalibrátoru jejich dlouhodobým neúčelným zapnutím.***

Pravidelná údržba

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

Kalibrátor má doporučený rekalibrační interval stanovený výrobcem 12 měsíců. Po této době je doporučeno nechat provést rekalibraci v kalibračním středisku.

Postup v případě závady

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

- Vypneme kalibrátor, vyjmeme síťovou zástrčku ze zásuvky v přístroji.
- Plochým předmětem (např. šroubovákem) vyšroubujeme pojistkové pouzdro z přístroje a vyjmeme pojistku.
- Zkontrolujeme pojistku a v případě jejího přepálení ji nahradíme pojistkou náhradní.

- Zašroubujeme pojistkové pouzdro zpět do přístroje, zapojíme síťový přívod a kalibrátor opět zapneme. Přetrvává-li 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. nepřípustným 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 měřícího 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

10 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 kontroly nastavení přístroje. Ke kontrole kalibrátoru jsou zapotřebí následující přístroje:

- 81/2 místný multimetr typ HP3458A nebo Fluke 8508A, nebo jiný tř. přesnosti 0.01 % pro funkci střídavého napětí
- Kalibrátor Meatest M142 nebo M140 se stejnosměrnými rozsahy 20 V, 200 mA a střídavým rozsahem 20 V / 15 kHz.
- bočník 1 mΩ, 10 mΩ, 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 parametrů kalibrátoru (Main menu):

1. ***Current coil*** ***Coil Off***
2. ***Current output Lo GND*** ***Gnd On***

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

Kontrola parametrů může být provedena po zahřátí přístroje po dobu jedné hodiny po zapnutí. Přístroj by měl být nejméně po dobu 8 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

- **1 A DC** rozsah s kontrolou linearity
- **DCI** interní rozsahy 300 mA, 2 A, 5 A, 10 A, 30 A #1, 30 A #2, 30 A #3, 30 A #4
- **ACI** interní rozsahy 300 mA, 2 A, 5 A, 10 A, 30 A #1, 30 A #2, 30 A #3, 30 A #4
- **Kmitočet** jmenovitá hodnota 1 kHz

- **Multimetr** interní rozsahy 20 VDC, 200 mADC, kmitočet 10 kHz
- **Transkonduktanční zesilovač**- jeho vstup, offset a výstup.

Metodika kontroly

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

1. Kalibrátor a multimetr připojíme k napájení a necháme alespoň jednu hodinu zapnuté v laboratoři s teplotou 23±1 °C.
2. Připojte proudový vstup multimetru k proudovému výstupu kalibrátoru. Nastavte odpovídající funkci na multimetru a jeho parametry tak, aby byla zaručena nejvyšší přesnost měření.
3. Proveďte kontrolu 1 ADC linearity, DC I, AC I v souladu s tabulkami I, II, III. Odchylky by neměly překročit povolené meze, uvedené v tabulce.
4. Připojte k výstupním svorkám bočník 100 mΩ a čítač. Nastavte na kalibrátoru výstupní proud 1 A AC, kmitočet 1 kHz.
5. Proveďte kontrolu přesnosti kmitočtu podle tabulky IV. Odchylky by neměly překročit povolené meze, uvedené v tabulce.
6. Připojte napěťové svorky interního multimetru kontrolovaného kalibrátoru k napěťovým svorkám etalonového kalibrátoru. Postupně nastavte odpovídající hodnoty kmitočtu a DC napětí 10 V na kalibrátoru i vestavěném multimetru podle tabulky V.
7. Proveďte kontrolu přesnosti měření kmitočtu 10000 Hz a DC napětí na rozsahu 20 V. Odchylky by neměly překročit povolené meze, uvedené v tabulce.
8. Připojte proudové svorky interního multimetru kontrolovaného kalibrátoru k proudovým svorkám etalonového kalibrátoru. Nastavte na vestavěném multimetru funkci měření proudu a na kalibrátoru výstupní proud podle tabulky V.
9. Proveďte kontrolu rozsahu měřidla 200 mA DC. Odchylky by neměly překročit povolené meze, uvedené v tabulce V.
10. Připojte k výstupním svorkám bočník 100 mΩ a měřič zkreslení. Nastavte výstupní proud 1 A AC a kmitočet 1000 Hz.
11. Proveďte kontrolu harmonického zkreslení. Hodnota by neměla přesáhnout 0.05 %.
12. Připojte napěťové svorky interního multimetru kontrolovaného kalibrátoru k napěťovým svorkám etalonového kalibrátoru. Připojte proudový vstup etalonového multimetru k proudovému výstupu kalibrátoru. Nastavte odpovídající funkci na etalonovém multimetru a jeho parametry tak, aby byla zaručena nejvyšší přesnost měření.
13. Přepněte do režimu TransConductance a proveďte kontrolu přesnosti měření vstupu i výstupu transkonduktančního zesilovače dle tabulky VI.

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

Tabulky mezních odchylek

1 A DC základní rozsah s kontrolou linearity

Funkce	Rozsah	Hodnota (A)	Kmitočet (Hz)	Max.odchylka (µA)
A-DC	1 A	0.4		200
A-DC	1 A	0.5		225
A-DC	1 A	0.6		250
A-DC	1 A	0.7		275
A-DC	1 A	0.8		300
A-DC	1 A	0.9		325
A-DC	1 A	1.0		350
A-DC	1 A	-0.4		200
A-DC	1 A	-0.5		225
A-DC	1 A	-0.6		250
A-DC	1 A	-0.7		275
A-DC	1 A	-0.8		300
A-DC	1 A	-0.9		325
A-DC	1 A	-1.0		350

Tabulka I

DC proud

Funkce	Rozsah	Hodnota (A)	Kmitočet (Hz)	Max.odchylka (A)
A-DC	300.0 mA	0.3		82.5 µ
A-DC	300.0 mA	-0.3		82.5 µ
A-DC	2.0 A	2.0		700 µ
A-DC	2.0 A	-2.0		700 µ
A-DC	5.0 A	5.0		1.75 m
A-DC	5.0 A	-5.0		1.75 m
A-DC	10.0 A	10.0		4.5 m
A-DC	10.0 A	-10.0		4.5 m
A-DC	120.0 A #1	30.0		15.0 m
A-DC	120.0 A #1	-30.0		15.0 m
A-DC	120.0 A #2	60.0		30.0 m
A-DC	120.0 A #2	-60.0		30.0 m
A-DC	120.0 A #3	90.0		49.5 m
A-DC	120.0 A #3	-90.0		49.5 m
A-DC	120.0 A #4	120.0		60.0 m
A-DC	120.0 A #4	-120.0		60.0 m

Tabulka II

AC proud

Funkce	Rozsah	Hodnota (A)	Kmitočet (Hz)	Max.odchylka (A)
A-AC	300.0 mA	0.3	55	82.5 µ
A-AC	1.0 A	1.0	55	350 µ
A-AC	1.0 A	1.0	800	500 µ
A-AC	2.0 A	2.0	55	800 µ
A-AC	5.0 A	5.0	55	1.75 m
A-AC	10.0 A	10.0	55	4.5 m
A-AC	120.0 A #1	30.0	55	15.0 m
A-AC	120.0 A #2	60.0	55	30.0 m
A-AC	120.0 A #3	90.0	55	49.5 m
A-AC	120.0 A #4	120.0	55	60.0 m

Tabulka III

Kmitočet

Funkce	Rozsah	Hodnota (Hz)	Kmitočet (Hz)	Max.odchylka (Hz)
FREQ	1 kHz	1000.0		5

Tabulka IV

Měřidlo

Funkce	Rozsah	Hodnota	Kmitočet (Hz)	Max.odchylka
FREQ	10 kHz	10000.0 Hz		0.5 Hz
V-DC	20 V	20.0 V		4 mV
V-DC	20 V	-20.0 V		4 mV
A-DC	200 mA	0.2 A		40 µA
A-DC	200 mA	-0.2 A		40 µA

Tabulka V

Transkonduktanční zesilovač

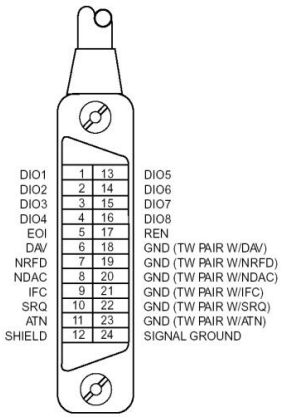
Funkce	Rozsah	Hodnota	Kmitočet (Hz)	Max.odchylka
V-DC	2 V	2.0 V		2 mV
V-DC	2 V	-2.0 V		2 mV
A-DC	300.0 mA	0.3		900 µA
A-DC	300.0 mA	-0.3		900 µA
A-DC	1.0 A	1.0		3 mA
A-DC	1.0 A	-1.0		3 mA
A-DC	2.0 A	2.0		6 mA
A-DC	2.0 A	-2.0		6 mA
A-DC	5.0 A	5.0		15 mA
A-DC	5.0 A	-5.0		15 mA
A-DC	10.0 A	10.0		30 mA
A-DC	10.0 A	-10.0		30 mA
A-DC	120.0 A #1	30.0		90 mA
A-DC	120.0 A #1	-30.0		90 mA
A-DC	120.0 A #2	60.0		180 mA
A-DC	120.0 A #2	-60.0		180 mA
A-DC	120.0 A #3	90.0		270 mA
A-DC	120.0 A #3	-90.0		270 mA
A-DC	120.0 A #4	120.0		360 mA
A-DC	120.0 A #4	-120.0		360 mA

Tabulka VI

11 Systémové ovládání

Kalibrátor je vybaven normalizovanou sběrnicí IEEE488 a RS232. Konektory systému se nachází na zadním panelu. Pro správnou činnost dálkového ovládání je třeba nastavit v základním menu přístroje parametry těchto sběrnic. U IEEE488 je důležitá adresa (rozsah nastavení 0 až 30). Pro rozhraní RS232 lze nastavit komunikační rychlost v rozsahu 1200 až 115200 Bd. Kalibrátor nemůže být ovládán z několika sběrnic současně. Je proto třeba nastavit, který z konektorů bude aktivní (RS232/ IEEE488).

11.1 Vlastnosti sběrnice IEEE488



Po sběrnici GPIB přístroj vykonává následující funkce :

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

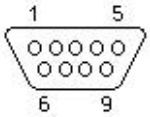
Přístroj rozeznává následující univerzální příkazy :

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

11.2 Vlastnosti sběrnice RS232

Pro přenos dat přes sběrnici 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 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 76800 a 115200 Bd.

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	M151

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

Poznámka:
Přístroj není možné ovládat po sběrnici RS232 pokud není v režimu dálkového ovládání (nápis REMOTE v pravém horním rohu displeje). Pro uvedení přítroje do režimu ovládání je třeba použít příkazy SYST:REM nebo SYST:RWL.

11.3 Syntaxe příkazů

Příkazy popisované v této kapitole jsou společné pro všechny typy sběrnic (IEEE488, 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. CURR 100.5 ; OUTP ON

Upozornění (pouze pro RS232) :

Každý příkaz musí být zakončen kódem <cr> nebo <lf>. Lze použít i oba kódy současně <crlf>. Po přijetí tohoto kódu kalibrátor vykoná celý programový řádek. Bez tohoto zakončení se programový řádek neprovede.

Popis zkratek

<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 }.

? = 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.

<cr> = carriage return. ASCII znak 13. Používá se jako výkonný znak pro provedení příkazového řádku.

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

OUTPut subsystém

Tento subsystém umožňuje ovládání výstupních svorek kalibrátoru M151, případně nastavení parametrů výstupního signálu.

Klíčové slovo	**Parametry**
OUTPut	
[:STATe](?)	<CPD> { ON | OFF }
:LOWCurrent (?)	<CPD> { FLOat | GROund }
:CURCoil(?)	<CPD> { OFF | X25 | USER }
:USER(?)	<DNPD>
:SYNChronization(?)	<CPD> { INT | LINE |EXT }
:LOCKed?	<CPD> { 0 | 1 }

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

Tento příkaz zapne nebo vypne výstup M151.

- ON – výstup zapne
- OFF – výstup vypne

V případě dotazu M151 vrátí ON je-li výstup zapnutý nebo OFF je-li odpojený.

Příklad: OUTP ON zapne výstup kalibrátoru
OUTP? kalibrátor vrátí ON nebo OFF

OUTP:LOWC(?) <CPD> { FLO | GRO }

Tento příkaz uzemní (odzemní) svorku LO proudového výstupu.

- FLO – odpojí svorku od potenciálu PE (odzemní)
- GRO – připojí svorku k potenciálu PE (uzemní)

V případě dotazu M151 vrátí FLO pokud je svorka odzeměna nebo GRO pokud je uzeměna.

Příklad: OUTP:LOWC GRO uzemní svorku
OUTP:LOWC? kalibrátor vrátí FLO nebo GRO

Poznámka:
Toto nastavení neovlivňuje režim TransConductance (v tomto režimu je LO svorka vždy připojena k potenciálu PE).

OUTP:CURC(?) <CPD> { OFF | X25 | USER }

Tento příkaz nastavuje použití 25-ti nebo uživatelské závitové cívky.

- OFF vypne použití cívky
- X25 zapne 25-ti závitovou cívku
- USER zapne uživatelskou závitovou cívku

V případě dotazu M151 vrátí USER je-li použita uživatelská závitová cívka, X25 je-li použita 25-ti závitová cívka nebo OFF je-li cívka vypnuta.

Příklad: OUTP:CURC X25 zapne 25-ti závitovou cívku
OUTP:CURC? kalibrátor vrátí OFF, USER nebo X25

OUTP:CURC:USER(?) <DNPD>

Příkaz nastavuje počet závitů uživatelské závitové cívky.

<DNPD>
Parametr představuje počet závitů cívky.

Příklad: OUTP:CURC:USER 50 nastaví 50-ti závitovou cívku

OUTP:SYNC(?) <CPD> { INT | LINE | EXT }

Tento příkaz umožňuje zapnout synchronizaci kmitočtu výstupního signálu s kmitočtem sítě, případně s externím signálem přivedeným na vstupní svorky kalibrátoru.

- INT – synchronizace na interní referenci
- LINE – synchronizace na kmitočet sítě
- EXT – synchronizace na externí signál přivedený na vstup kalibrátoru

V případě dotazu M151 vrátí INT, LINE nebo EXT podle nastaveného typu synchronizace.

Příklad: OUTP:SYNC INT zapne synchronizaci na interní referenci
OUTP:SYNC? kalibrátor vrátí INT, LINE nebo EXT

OUTP:SYNC:LOCK? <CPD> { 0 | 1 }

Tento dotaz umožňuje ověřit stav synchronizace výstupního signálu.

- 0 – kmitočet není synchronní (nelze zapnout výstup kalibrátoru)
- 1 – kmitočet je synchronizován s referenčním signálem

Příklad: OUTP:SYNC:LOCK? kalibrátor vrátí 0 nebo 1

MEASure a CONFigure subsystém

Tento subsystém umožňuje ovládání interního multimetru M151.

Klíčové slovo	**Parametry**
MEASure?	
CONFigure(?)	<CPD> { VOLTage | CURRent }

MEAS?

Dotaz na hodnotu měřenou multimetrem.

Kalibrátor vrací měřenou hodnotu amplitudy a frekvence oddělené čárkou, ve standardním exponenciálním formátu. Například: 7.456 V s frekvencí 50,1 Hz je vyjádřeno ve tvaru 7.456000e+000,5.010000e+001

Příklad: MEAS? kalibrátor vrátí měřenou hodnotu

CONF(?) <CPD> { VOLT | CURR }

Příkaz nastavuje funkci měření interního multimetru.

V případě dotazu kalibrátor vrací nastavenou funkci interního multimetru.

Příklad:
Nastavení multimetru pro měření napětí:
CONF VOLT

SOURce subsystém

Tento subsystém umožňuje ovládání jednotlivých funkcí kalibrátoru M151.

Klíčové slovo	**Parametry**
[SOURce]	
:MODE? { CAC | CDC | AMAC | AMDC | TAMP }	
:CAC	
:CURRent(?)	<DNPD>
:FREQuency(?)	<DNPD >
:CDC	
:CURRent(?)	<DNPD>
:AMAC	
:CURRent?	<DNPD>
:FREQuency(?)	<DNPD >
:AMDC	
:CURRent?	<DNPD>
:TAMP	
:RANGe?	<CPD> {0.3 | 1 | 2 | 5 | 10 | 30 | 60 | 120}
:GNU(?)	<DNPD >
:GNI(?)	<DNPD >
:STEP(?)	<DNPD >

[SOUR]:MODE?

Dotaz na zvolenou funkci kalibrátoru { CAC | CDC | AMAC | AMDC | TAMP }.

- CAC – Střídavý zdroj proud
- CDC – Stejnosměrný zdroj proudu
- AMAC – Střídavý zesilovač
- AMDC – Stejnosměrný zesilovač
- TAMP – Reálný transkonduktanční zesilovač

Příklad:
MODE?

[SOUR]:CAC:CURR(?) <DNPD>

Příkaz nastavuje hodnotu výstupního proudu v režimu CAC.

<DNPD>
Parametr představuje hodnotu výstupního proudu vyjádřenou v A.

V případě dotazu kalibrátor vrací hodnotu výstupního proudu ve standardním exponenciálním formátu. Příklad: 11.012 A je vráceno jako 1.101200e+001.

Příklad:
Proud 23.05 A:
CAC:CURR 23.05

Poznámka:
Příkaz přepne kalibrátor do režimu CAC.

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

Příkaz nastavuje kmitočet v režimu CAC.

<DNPD>
Parametr představuje hodnotu kmitočtu vyjádřenou v Hz.

V případě dotazu kalibrátor vrací hodnotu kmitočtu ve standardním exponenciálním formátu. Příklad: 50 Hz je vráceno jako 5.000000e+001.

Příklad:
Kmitočet 60 Hz:
CAC:FREQ 60

Poznámka:
Příkaz přepne kalibrátor do režimu CAC.

[SOUR]:CDC:CURR(?) <DNPD>

Příkaz nastavuje hodnotu výstupního proudu v režimu CDC.

<DNPD>
Parametr představuje hodnotu výstupního proudu vyjádřenou v A.

V případě dotazu kalibrátor vrací hodnotu výstupního proudu ve standardním exponenciálním formátu. Příklad: 11.012 A je vráceno jako 1.101200e+001.

Příklad:
Proud 23.05 A:
CDC:CURR 23.05

Poznámka:
Příkaz přepne kalibrátor do režimu CDC.

[SOUR]:AMAC:CURR(?) <DNPD>

Příkaz nastavuje hodnotu výstupního proudu v režimu AMAC.

<DNPD>
Parametr představuje hodnotu výstupního proudu vyjádřenou v A.

V případě dotazu kalibrátor vrací hodnotu výstupního proudu ve standardním exponenciálním formátu. Příklad: 11.012 A je vráceno jako 1.101200e+001.

Příklad:
Proud 23.05 A:
AMAC:CURR 23.05

Poznámka:
Příkaz přepne kalibrátor do režimu AMAC.

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

Příkaz nastavuje hodnotu výstupního kmitočtu v režimu AMAC.

<DNPD>
Parametr představuje hodnotu kmitočtu vyjádřenou v Hz.

Kalibrátor vrací hodnotu kmitočtu ve standardním exponenciálním formátu. Příklad: 50 Hz je vráceno jako 5.000000e+001.

Příklad:
Kmitočet 60 Hz:
AMAC:FREQ 60

Poznámka:
Příkaz přepne kalibrátor do režimu AMAC.

[SOUR]:AMDC:CURR(?) <DNPD>

Příkaz nastavuje hodnotu výstupního proudu v režimu AMDC.

<DNPD>
Parametr představuje hodnotu výstupního proudu vyjádřenou v A.

Kalibrátor vrací hodnotu výstupního proudu ve standardním exponenciálním formátu. Příklad: 11.012 A je vráceno jako 1.101200e+001.

Příklad:
Proud 23.05 A:
AMDC:CURR 23.05

Poznámka:
Příkaz přepne kalibrátor do režimu AMDC.

[SOUR]:TAMP:RANG(?) <CPD> {0.3 | 1 | 2 | 5 | 10 | 30 | 60 | 120}

Příkaz nastavuje rozsah reálného transkonduktančního zesilovače.

<DNPD>
Parametr představuje rozsah. Rozsahy jsou od 0,3 A do 120 A.

Kalibrátor vrací aktuální rozsah.

Příklad:
Rozsah 10 A:
TAMP:RANG 10

Poznámka:
Příkaz přepne kalibrátor do režimu TAMP.

[SOUR]:GNU(?) <DNPD>

Příkaz nastavuje hodnotu zisku v režimu transkonduktančního zesilovače (AMAC a AMDC).

<DNPD>
Parametr představuje hodnotu zisku vyjádřenou v A/V.

Kalibrátor vrací hodnotu zisku ve standardním exponenciálním formátu. Příklad: 5.123 A/V je vráceno jako 5.123000e+000.

Příklad:
Zisk 8.05 A/V:
GNU 8.05

[SOUR]:GNI(?) <DNPD>

Příkaz nastavuje hodnotu zisku v režimu zesilovače proudu (AMAC a AMDC).

<DNPD>
Parametr představuje hodnotu zisku vyjádřenou v A/A.

Kalibrátor vrací hodnotu zisku ve standardním exponenciálním formátu. Příklad: 612 A/A je vráceno jako 6.120000e+002.

Příklad:
Zisk 600 A/A:
GNI 600

[SOUR]:STEP(?) <DNPD>

Příkaz nastavuje krok zesilovače v režimech AMAC a AMDC.

<DNPD>
Parametr představuje krok vyjádřený v A.

Kalibrátor vrací hodnotu ve standardním exponenciálním formátu. Příklad: 0.5 A je vráceno jako 5.000000e-001.

Příklad:
Krok 0.5 A:
STEP 0.5

SYSTem subsystem

Subsystem umožní řízení různých funkcí z MENU.

SYSTem
:DATE(?) <DNPD>,<DNPD>,<DNPD>
:TIME(?) <DNPD>,<DNPD>,<DNPD>
:ERRor?
:REMote
:RWLock
:LOCal

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

Příkaz nastavuje systémové datum v kalibrátoru.

<DNPD>,<DNPD>,<DNPD>
Představuje datum ve formátu RRRR, MM, DD.

V případě dotazu kalibrátor vrací aktuální systémové datum ve formátu RRRR,MM,DD.

kde RRRR = rok (2000..2099)
MM = měsíc (01..12)
DD = den (01..31)

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

Příkaz nastavuje systémový čas v kalibrátoru.

<DNPD>,<DNPD>,<DNPD>
Představuje čas ve formátu HH,MM,SS.

V případě dotazu kalibrátor vrací aktuální systémový čas ve formátu HH,MM,SS.

kde HH = hodiny (00..23)
MM = minuty (00..59)
SS = sekundy (00..59)

SYST:ERR?

Dotaz na výstupní frontu chyb kalibrátoru. Detekované chyby jsou umisťovány do fronty. Dotaz vrací první chybu z fronty. Fronta je typu FIFO “first in, first out” (první dovnitř, první ven). Chyba je vymazána z fronty po jejím přečtení.

Odpověď je ve formátu 'String Program Data' a obsahuje dvě části: kód chyby a chybové hlášení.

Jestliže jsou všechny chyby přečteny, kalibrátor vrací hlášení 0, ”No Error”.

V případě přetečení chybové fronty je poslední chyba ve frontě –350,”Queue overflow”. Nejstarší chyby zůstanou ve frontě zachovány, nejnovější jsou odstraněny.

Příklad:
SYST:ERR?

SYST:REM

Příkaz uvede kalibrátor do režimu dálkového ovládání pro rozhraní RS232. Všechny klávesy na čelním panelu, s výjimkou klávesy LOCAL, jsou blokovány.

Poznámka:
Není možné vysílat nebo přijímat data po rozhraní RS232, jestliže kalibrátor není v režimu dálkového ovládání.

SYST:RWL

Příkaz uvede kalibrátor do režimu dálkového ovládání po rozhraní RS232. Všechny klávesy na čelním panelu, včetně klávesy LOCAL, jsou zakázány.

SYST:LOC

Příkaz vrací kalibrátor do režimu local – místního ovládání. Tento příkaz je určen pro použití rozhraní RS232.

STATus subsystem

Subsystem je určen pro práci s registry „Operation“ a „Questionable“ Event registers. Umožňuje povolení jednotlivých bitů, případně zjištění jejich stavu.

```
STATus
    :OPERational
        :EVENt?
        :ENABle(?)          <DNPD>
        :CONDition?

    :QUEStionable
        :EVENt?
        :ENABle(?)          <DNPD>
        :CONDition?

    :PRESet
```

STAT:OPER:EVEN?

Dotaz vrací obsah registru Operational Data Event register. Je to dekadická hodnota odpovídající součtu všech bitů nastavených v registru. Registr je po tomto dotazu vynulovaný.

Příklad:

```
STAT:OPER:EVEN?
```

STAT:OPER:ENAB(?) <DNPD>

Příkaz povolí bity v registru Operational Data Enable. Součet vybraných bitů se promítne do bitu 7 (OSS) IEEE488.2 Status Byte registru.

<DNPD>
Parametr představuje požadovanou hodnotu registru Operational Data Enable.

V případě dotazu kalibrátor vrací hodnotu registru jako dekadické číslo. Příklad: 64 je vráceno jako 64.

Příklad:
Nastav bit 1 v registru Operational Data Enable (ostatní bity jsou 0):
STAT:OPER:ENAB 2

STAT:OPER:COND?

Dotaz vrací obsah registru Operational Condition. Je o dekadická hodnota odpovídající součtu všech bitů nastavených v registru. Registr není nulován po tomto dotazu. Odpověď na dotaz tedy reprezentuje aktuální stav přístroje v čase přijetí dotazu.

Příklad:
STAT:OPER:COND?

STAT:QUES:EVEN?

Dotaz vrací obsah registru Questionable Data Event. Je to dekadická hodnota odpovídající součtu všech bitů nastavených v registru. Registr je nulovaný po tomto dotazu.

Příklad:
STAT:QUES:EVEN?

STAT:QUES:ENAB? <DNPD>

Příkaz povolí bity v registru Questionable Data Enable. Součet vybraných bitů se promítne do bitu 3 (QSS) - IEEE488.2 Status Byte registru.

<DNPD>
Parametr představuje hodnotu požadované hodnoty registru Questionable Data Enable.

V případě dotazu kalibrátor vrací hodnotu jako dekadické číslo. Příklad: 64 je vráceno jako 64.

Příklad:
Nastav bit 1 v registru Questionable Data Enable (ostatní bity jsou 0):
STAT:QUES:ENAB 2

STAT:QUES:COND?

Dotaz vrací obsah registru Questionable Condition. Je to dekadická hodnota odpovídající součtu všech bitů nastavených v registru. Po tomto dotazu registr není nulovaný. Odpověď na dotaz tedy reprezentuje aktuální stav přístroje v čase přijetí dotazu.

Příklad:
STAT:QUES:COND?

STAT:PRES

Příkaz nuluje všechny bity v registru Operation Data Enable a v registru Questionable Data Enable.

Příklad:
STAT:PRES

Společné příkazy IEEE488.2

Identifikace přístroje

***IDN?**

Příkaz vrací identifikaci přístroje: výrobce, model, výrobní číslo a revizi firmware.

Odpověď má následující formát:
MEATEST,M151,510001,1.22

Operace kompletní

***OPC**

Příkaz nastavuje OPC bit v registru ESR (Event Status Register), když všechny dosud nevyřízené operace jsou kompletní.

Operace kompletní?

***OPC?**

Příkaz vrací "1" do výstupní fronty po ukončení všech probíhajících operací.

Příkaz Wait-to-Continue

***WAI**

Příkaz brání přístroji vykonání dalších příkazů nebo dotazů, dokud všechny předchozí příkazy dálkového ovládání nebudou vykonány.

Reset

***RST**

Příkaz resetuje kalibrátor do jeho výchozího stavu.

Test

***TST?**

Příkaz startuje interní self-test. Vrací výsledek self-testu ("0" pro OK, nebo "1" pro chybu).

Čtení Status byte

***STB?**

Dotaz vrací číslo v rozsahu 0 až 255 s informací o obsahu registru STB, nesoucí hodnotu MSS stavového bitu.

Povolení Service Request

***SRE <value>**

Příkaz nastavuje podmínky registru Service Request Enable. Od bitu 6 není použito, maximální hodnota je 191.

Čtení Service Request Enable

***SRE?**

Dotaz vrací číslo Service Request Enable Register.

Čtení Event Status Registru

***ESR?**

Dotaz vrací obsah registru Event Status Register a nuluje registr.

Nastavení Event Status Enable

***ESE <value>**

Příkaz programuje bity registru Event Status Enable. Parametr “value” je číslo v rozsahu 0 – 255.

Čtení Event Status Enable

***ESE?**

Dotaz vrací registr Event Status Enable.

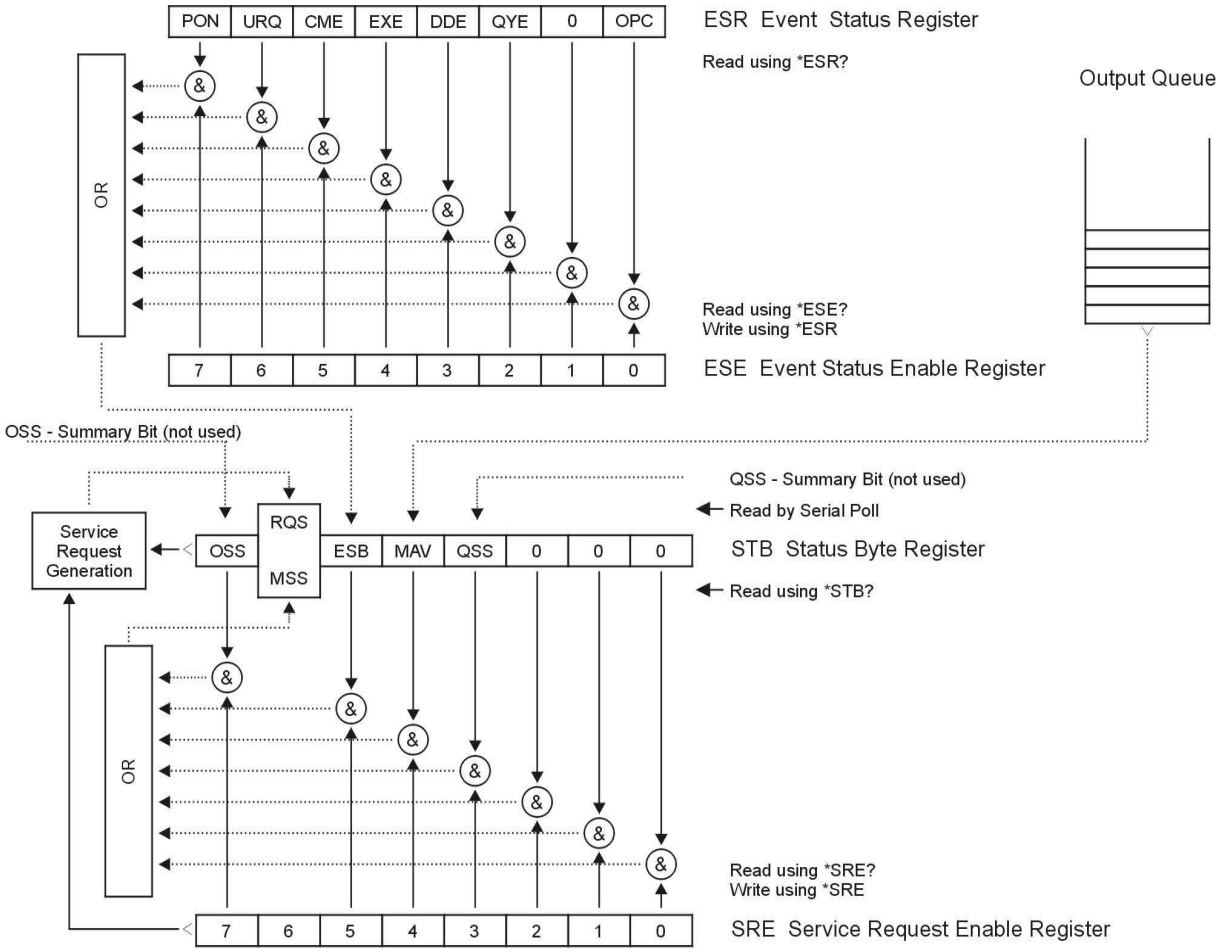
Clear status

***CLS**

Příkaz nuluje Event Status Register a Status Byte Register s výjimkou bitu MAV a výstupní fronty. Výstupní řádek není nulován.

11.4 Standardní stavová struktura

Kalibrátor má implementovánu standardní stavovou strukturu podle normy IEEE488.2. Stavová struktura je určena pro sledování chybových a provozních stavů kalibrátoru. 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.



Status Register Overview

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 připravenu 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 jakéhokoliv 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 nastaven při odpojení nebo připojení kabelového adaptéru. Umožňuje registrovat změnu připojeného kabelového adaptéru.

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 řídič 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.

Operation Status Register

Nepoužito v kalibrátoru.

Questionable Status Register

Nepoužito v kalibrátoru.

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.

Error Queue (fronta chyb)

Fronta chyb obsahuje chybová hlášení. Ta jsou umístěna do fronty typu FIFO “first in, first out”. Fronta je čtena destruktivně použitím příkazu “SYSTem:ERRor?” k získání čísla chyby a chybového hlášení. Dotaz “SYSTem:ERRor?” může být použit ke čtení chyb ve frontě až do jejího vyprázdnění, kdy je vráceno hlášení “0, No Error”.

12 Specifikace přístroje

Uvedené mezní chyby jsou platné po ustálení pracovního režimu přístroje po dobu 60 min. při provozu kalibrátoru v rozsahu referenčních teplot 23 ± 3 °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.

DC/AC proud sin

Rozsah proudu:	8 mA až 120 A
Rozlišení nastavení hodnoty:	5½ dig.
Kmitočtový rozsah:	DC, 15 Hz až 1000 Hz
Přesnost kmitočtu:	0.005%
Rozlišení nastavení kmitočtu:	0.001 Hz do 500 Hz, 0.01 Hz do 1000 Hz
Zkreslení signálu:	< 0.1 %
Izolace výstupních svorek:	do 450 Vpk proti PE (ochrannému vodiči)

Rozsah	% z hodnoty + % z rozsahu	Max. napětí (V)	% z hodnoty + % z rozsahu	% z hodnoty + % z rozsahu	Max. napětí (V)	Max. napětí (V)
	DC		15 - 40 Hz 70 – 1000 Hz	40 - 70 Hz	15 – 400 Hz	400 – 1000 Hz
0.008000 - 0.300000 A	0.0175 + 0.01	8 V	0.025 + 0.02	0.0175 + 0.01	5.5 V	3.5 V
0.30001 - 1.00000 A	0.0175 + 0.01	8 V	0.025 + 0.02	0.0175 + 0.01	5.5 V	3.5 V
1.00001 - 2.00000 A	0.0175 + 0.01	8 V	0.025 + 0.02	0.0175 + 0.01	5.5 V	3.5 V
2.00001 - 5.00000 A	0.0175 + 0.01	5 V	0.025 + 0.02	0.0175 + 0.01	3.5 V	3.5 V
5.0001 - 10.0000 A	0.021 + 0.015	5 V	0.04 + 0.02	0.021 + 0.015	3.5 V	3.5 V
10.0001 - 30.0000 A	0.025 + 0.015	5 V	0.05 + 0.02	0.025 + 0.015	3.5 V	3.5 V
30.0001 - 60.0000 A	0.025 + 0.015	5 V	0.05 + 0.02	0.025 + 0.015	3.5 V	3.5 V
60.0001 - 120.000 A	0.025 + 0.015	5 V	0.05 + 0.02	0.025 + 0.015	3.5 V	3.5 V

Přídavná nejistota při použití proudové cívky Opt.151-25 je 0.3 %. Výstupní proud je násoben koeficientem 25.

Vestavěný procesní multimetr

Typ měřené veličiny	Celkový rozsah	Chyba (%)	Rozlišení / Rozsah
AC napětí < 1 kHz	1 až 20 V	0.02 % + 0.02 %	100 µV / 20 V
AC napětí > 1 kHz	1 až 20 V	0.05 % + 0.05 %	100 µV / 20 V
DC napětí	0 až ±20 V	0.01 % + 0.01 %	100 µV / 20 V
AC proud < 1 kHz	10 až 200 mA	0.02 % + 0.02 %	1 uA / 200 mA
AC proud > 1 kHz	10 až 200 mA	0.05 % + 0.05 %	1 uA / 200 mA
DC proud	0 až ±200 mA	0.01 % + 0.01 %	1 uA / 200 mA
Kmitočet	1 Hz až 10 kHz	0.005	10 µHz – 0.1 Hz

Vestavěný transkonduktanční zesilovač – proudový vstup

Rozsah	% z hodnoty + % z rozsahu	% z hodnoty + % z rozsahu	Max. napětí (V)	Zisk (A/V)
	DC AC < 70 Hz	70 – 1000 Hz		
0.008000 - 0.300000 A	0.2 + 0.1	0.4 + 0.2	2 (3.5) *	0.150
0.30001 - 1.00000 A	0.2 + 0.1	0.4 + 0.2	2 (3.5) *	0.500
1.00001 - 2.00000 A	0.2 + 0.1	0.4 + 0.2	2 (3.5) *	1.000
2.00001 - 5.00000 A	0.2 + 0.1	0.4 + 0.2	2 (3.5) *	2.500
5.0001 - 10.0000 A	0.2 + 0.1	0.4 + 0.2	2 (3.5) *	5.000
10.0001 - 30.0000 A	0.2 + 0.1	0.4 + 0.2	2 (3.5) *	15.00
30.0001 - 60.0000 A	0.2 + 0.1	0.4 + 0.2	2 (3.5) *	30.00
60.0001 - 120.000 A	0.2 + 0.1	0.4 + 0.2	2 (3.5) *	60.00

* Specifikace platí pro maximální výstupní napětí 2 V. Maximální povolené výstupní napětí je 3,5 V.

Poznámka:
Ochrana transkonduktančního zesilovače odpojí výstupní svorky, pokud amplituda vstupního napětí překročí hodnotu 2 V RMS, případně pokud rychlost přeběhu signálu překročí 0.035 V/us.

Jmenovité údaje zařízení

Doba ustálení pracovního režimu:	60 min
Rozsah pracovních teplot:	+5 °C … +40 °C
Rozsah skladovacích teplot:	-10 °C … +55 °C při relativní vlhkosti do 90 %
Rozsah referenčních teplot:	+20 °C … +26 °C
Rozměry:	Š 538 mm, V 283 mm, H 540 mm
Hmotnost:	42 kg
Napájení:	115/230V, 50/60 Hz
Příkon:	max. 2000 VA
Bezpečnostní třída:	I, dle ČSN EN 61010-1

13 Příslušenství

Příslušenství (v dodávce)

Síťový kabel	1 ks	
Návod k použití, CD	1 ks	
Náhradní pojistka	1 ks	

Rozšiřující příslušenství

Option 151-25	Proudová cívka 25 závitů	Pro kalibrace klešťových ampérmetrů
Kabel GPIB	GPIB kabel	Délka 1 m
Caliber	Software pro kalibraci měřidel	
Option 151-10	120 A kabel černý	Délka 0.5 m, zakončeno oky M8
Option 151-11	120 A kabel červený	Délka 0.5 m, zakončeno oky M8

Výrobce

MEATEST, spol.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

Prohlášení o shodě

V souladu s normou EN ISO/IEC 17050-1:2010 a také se směrnicemi Evropského parlamentu a rady 2011/65/EU + novelou 2015/863, 2012/19/EU, 2014/30/EU a 2014/35/EU, společnost MEATEST, spol. s r. o., výrobce M151 Kalibrátoru proudu se sídlem Železná 3, 619 00 Brno, že tento produkt odpovídá následujícím požadavkům:

Bezpečnostní požadavky

- ČSN EN 61010-1 ed. 2:2010 + A1:2016 + COR1:2019-03

Požadavky EMC

- ČSN EN 61000 část 3-2 ed. 5:2019
- ČSN EN 61000 část 3-3 ed. 3:2014
- ČSN EN 61000 část 4-2 ed. 2:2009
- ČSN EN 61000 část 4-3 ed. 3:2006 +A1:2008+A2:2011+Z1:2010
- ČSN EN 61000 část 4-4 ed. 3:2013
- ČSN EN 61000 část 4-5 ed. 3:2015 + A1:2018
- ČSN EN 61000 část 4-6 ed. 4:2014
- ČSN EN 61000 část 4-11 ed. 2:2005
- ČSN EN 61326-1 ed. 3:2020

Posouzení shody podle stanovených podmínek bylo provedeno výrobcem. Výrobce prohlašuje, že přijal opatření, kterými zabezpečuje shodu vyrobených zařízení s výše uvedenou technickou dokumentací.

Brno	25. září, 2020	
Místo	Datum	Podpis