9010 Multifunkční Kalibrátor

KLÍČOVÉ VLASTNOSTI

- **AC/DC napětí/proud až do 1050 V/20.5 A**
- **Základní přesnost 35 ppm**
- **AC/DC výkon, energie, odpor, frekvence, TC, RTD**
- **Volitelně kalibrátor osciloskopů do 400 MHz**
- **Volitelně odporová dekáda pro 1.5 kV testery izolace**
- **Vestavěný procesní multimetr**
- **Rozhraní RS232, LAN, USB, GPIB**

POPIS

Multifunkční kalibrátor 9010 je navržen jako univerzální kalibrační nástroj pro kalibrační laboratoře. Pokrývá většinu požadavků na kalibrace přístrojů, jako jsou multimetry, ampérmetry, ohmmetry, wattmetry, analyzátory výkonu, elektrické převodníky, testery izolace, osciloskopy a mnohé další. Vysoká zatížitelnost napěťového výstupu (až 50 mA) umožňuje kalibraci analogových měřidel s vysokou spotřebou. Nastavitelné neharmonické průběhy umožňují testovat chování měřidel na zkreslené signály. Na rozdíl od předchozí řady M14x může být 9010 využíván i ke kalibraci osciloskopů do 400 MHz, 1,5 kV testerů izolace a 287 kW měřičů výkonu. Zároveň jsme navázali na oblíbené funkce, jako jsou vestavěný multimetr, umožňující přímé měření odezvy různých procesních měřidel, převodníků a senzorů (tenzometr, tlak, torzní síla apod.), zobrazení výsledné nejistoty, jednoduché rekalibrace a dálkového ovládání.

Kalibrátor 9010 je plně kompatibilní s kalibračním SW balíčkem Meatestu – CALIBER/WinQbase, který umožňuje časově úsporné a automatické kalibrace. Je možno si vybrat ze čtyř rozhraní na dálkové ovládání.

Option	Popis
SCO	Rozšíření pro kalibrace osciloskopů až do 400 MHz. Dodává se s adaptérem N/BNC.
HVR	Rozšíření pro kalibraci testerů izolace a megaohmmetrů až do 1.5 kV. Dodává se s kabelem 191-11 5 kV.
MER	Rozšíření o vestavěný multimetr pro kalibraci převodníků, simulaci tenzometrů a dalších průmyslových snímačů. Dodává se s kabelem 9000-60.

SPECIFIKACE

Níže uvedené specifikace popisují absolutní roční nejistotu s intervalem spolehlivosti 95%, včetně dlouhodobé stability, výkyvech napětí v síti, linearity a nejistoty referenčních standardů měření nejistoty, stejně tak okolních podmínek v rámci specifikovaných limitů.

OBECNÉ ÚDAJE

Doba ustálení po zapnutí	30 minut
Referenční teplota	+21 °C – +25 °C
Rozsah pracovních teplot	+13 °C – +33 °C
Rozsah skladovacích teplot	-10 °C – +55 °C
Teplotní závislost	10 % specifikace na každý °C mimo referenční teploty
Max. vlhkost při skladování	70 %
Napájení	115/230V - 50/60 Hz, 450 VA max
Rozměry (Š x V x H)	434 x 191 x 641 mm; Hmotnost 24 Kg
Rozhraní	RS232, IEEE488, USB, Ethernet

DC/AC Napětí

Přehled napěťového rozsahu	DC: 0 mV – 1050 V AC sinus: 1 mV_{rms} – 1050 V_{rms} AC ostatní: 1 mV_{rms} – 200 V_{rms}
Interní rozsahy:	20 mV, 200 mV, 2 V, 20 V, 100 V, 280 V, 1050 V
Frekvenční nejistota a rozlišení	25 ppm, 5 číslic
Ostatní typy průběhů	pila, trojúhelník, čtverec, limitovaný sinus; 1kHz max.; nejistota 0.21 % + 70 μV_{pk}
Režimy napěťového výstupu	pasivně 50Ω výstup až do 200 mV_{dc} aktivní výstup ve všech rozsazích DC a AC

Rozsahy, rozlišení, 1 roční nejistota [ppm z hodnot]

Rozsah	DC	15 Hz – 10 kHz	10 kHz – 30 kHz	30 kHz – 100 kHz	100 kHz – 300 kHz
0.00000 – 20.00000 mV	220 + 3 µV *1	2000 + 30 µV	2000 + 40 µV	10000 + 100 µV	50000 + 900 µV
20.0001 – 200.0000 mV	45 + 3 µV *1	1000 + 80 µV	1500 + 120 µV	3000 + 300 µV	5000 + 1 mV
0.200001 – 2.000000 V	35 + 10 µV	250 + 120 µV	500 + 300 µV	2000 + 1 mV	5000 + 1 mV
2.00001 – 20.00000 V	35 + 40 µV	250 + 700 µV	500 + 1.5 mV	2000 + 10 mV	N/A
20.0001 – 100.0000 V	42 + 250 µV	270 + 5 mV	500 + 15 mV	N/A	N/A
100.0001 – 280.0000 V *2	42 + 500 µV	300 + 12 mV	500 + 50 mV	N/A	N/A
280.001 – 1050.000 V *3	50 + 7 mV	420 + 85 mV	N/A	N/A	N/A

*1 Nejistota v pasivním režimu. Nejistota aktivního režimu je 220 ppm + 20 µV a 45 ppm + 20 µV resp.
*2 Frekvence je limitována na 15 – 10 kHz nad 200 V.
*3 Frekvence je limitována na 20 – 1 kHz.

Zkreslení a charakteristika zátěže

Parametr	Rozsah	20mV	200mV	2V	20V	100 V	280V	1000V
THD + šum *4	15 – 45 Hz	0.05 % + 200 µV	0.05 % + 300 µV	0.15 %	0.15 %	0.15 %	0.15 %	0.25 %
	45 – 10000 Hz	0.05 % + 200 µV	0.05 % + 300 µV	0.05 %	0.05 %	0.05 %	0.05 %	0.20 %
	10 – 30 kHz	0.25 % + 200 µV	0.25 % + 300 µV	0.12 %	0.15 %	0.3 %	0.3 %	N/A
	30 – 100 kHz	0.35 % + 230 µV	0.35 % + 300 µV	0.22 %	0.3 %	N/A	N/A	N/A
	100 – 300 kHz	1.5 % + 500 µV	1 % + 700 µV	0.7 %	N/A	N/A	N/A	N/A
Zátěžový proud	DC active	1 mA	5 mA	30 mA	50 mA	50 mA	50 mA	5 mA
	45 – 10000 Hz	0.5 mA_{rms}	4 mA_{rms}	30 mA_{rms}	50 mA_{rms}	50 mA_{rms}	40 mA_{rms}	3 mA_{rms}
	10 – 30 kHz	0.5 mA_{rms}	4 mA_{rms}	10 mA_{rms}	10 mA_{rms}	10 mA_{rms}	10 mA_{rms}	N/A
	30 – 100 kHz	0.5 mA_{rms}	2 mA_{rms}	5 mA_{rms}	5 mA_{rms}	N/A	N/A	N/A
	100 – 300 kHz	100 Ω min. zátěž	100 Ω min. zátěž	1 mA	N/A	N/A	N/A	N/A

*4 THD v šířce pásma až do 500 kHz nebo 10 nejnižší harmonická.

DC/AC Proud

Přehled proudového rozsahu	DC: 0.0000 µA – 20.50000 A AC sinus: 10.0000 μA_{rms} – 20.50000 A_{rms} AC ostatní: 100.0000 μA_{rms} – 2.000000 A_{rms}
Interní rozsahy	200 µA, 2 mA, 20 mA, 200 mA, 2 A, 20.5 A
Frekvenční nejistota and rozlišení	25 ppm, 5 číslic
Ostatní typy průběhů	pila, trojúhelník, čtverec, limitovaný sinus; 1kHz max.
Nejistota amplitudy u ostatních typů průběhu	0.21 % + 0.7 μA_{pk}

Rozsah, rozlišení, 1 roční nejistota [% hodnoty]

Rozsah	DC	15 Hz – 1 kHz	1 kHz – 5 kHz	5 kHz – 10 kHz
0.0000 – 200.0000 µA	0.05 + 20 nA	0.15 + 150 nA	0.3 + 200 nA	0.5 + 500 nA
0.200000 – 2.000000 mA	0.028 + 100 nA	0.085 + 300 nA	0.2 + 1 µA	0.5 + 1.4 µA
2.00000 – 20.00000 mA	0.015 + 600 nA	0.05 + 2 µA	0.2 + 10 µA	0.5 + 14 µA
20.0000 – 200.0000 mA	0.015 + 6 µA	0.05 + 20 µA	0.2 + 100 µA	0.5 + 140 µA
0.200000 – 2.000000 A	0.02 + 130 µA	0.07 + 200 µA	0.2 + 500 µA	N/A
2.00000 – 20.50000 A	0.025 + 2 mA	0.1 + 6 mA	N/A	N/A

Zkraslení a charakteristika zátěže

Parameter	Rozsah	200µA	2mA	20mA	200mA	2A	20.5A
Max. indukční zátěž	15 Hz – 10 kHz	1 H	100 mH	100 mH	10 mH	1 mH	500 µH
THD + šum *5	15 – 1000 Hz	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.3 %
	1 – 5 kHz	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	N/A
	5 – 10 kHz	0.5 %	0.4 %	0.4 %	0.4 %	N/A	N/A
Maxi napětí	DC	5 V	5 V	10 V	10 V	5 V	5 V
	15 – 1000 Hz	5.7 V_{pk}	5.7 V_{pk}	7.1 V_{pk}	7.1 V_{pk}	4.9 V_{pk}	4.2 V_{pk}
	1 – 5 kHz	5.7 V_{pk}	5.7 V_{pk}	7.1 V_{pk}	7.1 V_{pk}	4.9 V_{pk}	N/A
	5 – 10 kHz	2.8 V_{pk}	2.8 V_{pk}	2.8 V_{pk}	2.8 V_{pk}	N/A	N/A
Přídavná chyba*6	DC	50 nA/V	50 nA/V	200 nA/V	2 µA/V	100 µA/V	500 µA/V
	15 Hz – 1 kHz	70 nA/V	100 nA/V	200 nA/V	2 µA/V	100 µA/V	500 µA/V
	1 kHz – 5 kHz	1.5 µA/V	1.5 µA/V	1.5 µA/V	2 µA/V	200 µA/V	N/A
	5 kHz – 10 kHz	2 µA/V	2 µA/V	2 µA/V	3 µA/V	N/A	N/A

*5 THD v šířce pásma až 100 kHz
*6 Dodatečná nejistota pro maximální napětí nad 0.5 V_{rms}

Voltage from current

Rozsah napětí	2.5000 mV – 5.00000 V
Průběh	DC, 15.000 Hz – 400.00 Hz sinus
Nejistota amplitudy u ostatních typů průběhu	0.05 % + [0.02 – 0.04] % z rozsahu
Zkreslení	< 0.1 % v 100 kHz rozsahu pásma
Impedance zdroje	2.2, 22 nebo 220 Ω

Proudová cívka (option 0950)

Násobící koeficient	2 – 200
Max. simulovaný proud	multiplikátor × 20.5 A (1025 A při použití cívky 0950)
Frekvenční rozsah	45 – 65 Hz
Nejistota frekvence	0.3 % s cívkou 0950

Odpor

Přehled odporového rozsahu	0.0000 Ω – 100.0000 kΩ v 4W 2.0000 Ω – 1.100000 GΩ v 2W
Režimy	2W a 4W spojitý rozsah 2W a 4W pevné dekadické hodnoty 100 GΩ vysokonapěťový odpor (modul)

Základní režimy odporu a 1 roční nejistota [ppm z hodnoty + pozadí]

Režim spojitých rozsahů	4W	2W
0 – 10 Ω	300 + 2 mΩ	300 + 32 mΩ
10 – 33 Ω	250 + 2 mΩ	250 + 32 mΩ
33 – 100 Ω	300 + 2 mΩ	300 + 32 mΩ
100 – 1000 Ω	130 + 3 mΩ	130 + 33 mΩ
1 – 10 kΩ	130 + 30 mΩ	130 + 60 mΩ
10 – 100 kΩ	130 + 300 mΩ	130 + 330 mΩ
100 – 330 kΩ	130 + 3 Ω	130 + 3 Ω
330 – 1000 kΩ	150 + 3 Ω	150 + 3 Ω
1 – 10 MΩ	-	300 + 30 Ω
10 – 100 MΩ	-	2000 + 300 Ω
100 – 330 MΩ	-	3000 + 3 kΩ
330 – 1100 MΩ	-	10000 + 10 kΩ

Nominálně standartní hodnota	4W	2W
0 Ω	< 0.5 mΩ	25 mΩ
1 Ω	0.5 mΩ	25 mΩ
10 Ω	2 mΩ	30 mΩ
100 Ω	4 mΩ	30 mΩ
1 kΩ	15 ppm	40 ppm
10 kΩ	15 ppm	20 ppm
100 kΩ	15 ppm	15 ppm
1 MΩ	-	30 ppm
10 MΩ	-	500 ppm
100 MΩ	-	1000 ppm
1 GΩ	-	2500 ppm

Kapacita

Přehled rozsahu kapacity	0.800000 nF – 120.0000 mF v 2W
Režimy	2W spojitý rozsah 2W pevné dekadické hodnoty

Režimy kapacity, 1 roční nejistota a frekvenční limity

Režim spojitých rozsahů	Nejistota
0.8 – 3.3 nF	0.5 % + 15 pF
3.3 nF – 11 mF	0.5 %
11 – 20 mF	0.7 %
20 – 120 mF	1.0 %

Nominálně standartní hodnota	Nejistota
1 nF	1.25 %
10 nF	0.35 %
100 nF	0.25 %
1 µF	0.25 %
10 µF	0.35 %
100 µF	0.45 %

Teplota (RTD, TC)

RTD teplotní standarty	Pt3850, Pt3851, Pt3916, Pt3926, Ni120, vlastní
RTD R_0 rozsah	20 Ω – 2 kΩ
Typy termočlánků	B,C,D,E,G_2,J,K,M,N,R,S,T
TC kompenzace studeného spoje	Manuální nebo automatický s adaptérem 91
Nejistota	0.03 °C – 0.18 °C v RTD 0.18 °C – 0.96 °C v TC

AC/DC Výkon & Energie

Přehled rozsahu	Výkon: Napětí: Proud: Frekvence: Časový úsek:	40 µW – 5.74 kW 0.2 V – 280 V 0.2 mA – 20.5 A DC, 15 – 1000 Hz 2 s – 1 hodina
Celková nejistota	Na základě napětí, proudu, fázového posunu a specifikací energetické periody	
Nejistota fázového posunu	0.15° až do 200 Hz 0.25° nad 200 Hz 0.5° v 1050V rozsahu, 20 – 500 Hz	
Nejistota energetické periody	0.01% + 0.3 s	
Další funkce	Harm. zkreslení, režim Voltage from current, multiplikování proudovou cívkou	

Přehled 1 roční nejistoty [hodnota v %]

Proudový rozsah	DC	15 Hz – 1 kHz, φ = 0°	15 Hz – 200 Hz, φ = 60°
2 mA	0.035 – 0.079 %	0.11 – 0.25 %	0.47 – 0.52 %
20 mA, 200 mA	0.021 – 0.047 %	0.073 – 0.18 %	0.46 – 0.49 %
2 A	0.029 – 0.086 %	0.090 – 0.19 %	0.46 – 0.49 %
20.5 A	0.037 – 0.13 %	0.14 – 0.41 %	0.47 – 0.61 %

Harmonické zkreslení (všechny AC funkce)

Počet produktů	50	
Nejistota základní harm. složky	Amplituda: Frekvence: Fázový posuv:	≥ 0.2% rozsahu 25 ppm 0.2 – 0.5 °
Rozsah frekvence	1st produkt: 2nd – 50th produkt:	15 – 1000 Hz 30 – 5000 Hz
Parametry dalších harm. složek	Rozsah amplitud: Fázový posuv:	0 – 30 % ze základu 5 µs (typicky)

9010/HVR Vysokonapěťová odporová dekáda (option)

Rozsah	Maximální zkušební napětí	Nejistota odporu	Nejistota zkušebního napětí
100 – 200 kΩ	800 V_{dc}	0.2 %	0.3 % + 2 V
200 kΩ - 1 MΩ	1100 V_{dc}	0.2 %	0.3 % + 2 V
1 – 10 MΩ	1150 V_{dc}	0.3 %	0.5 % + 5 V
10 MΩ – 1 GΩ	1500 V_{dc}	0.5 %	0.5 % + 5 V
1 – 10 GΩ	1500 V_{dc}	1.0 %	1 % + 5 V
100 GΩ (fixní standarda)	1500 V_{dc}	3.0 %	1.5 % + 5 V

9010/MER Procesní Multimetr (option)

Měřící funkce	Rozsah	Nejistota
DC napětí	12 mV 120 mV, 1.2 V, 12 V	50 ppm + 3 µV 50 ppm + [5 – 500] µV
DC proud	100 µA, 1 mA 2.4 mA, 24 mA	200 ppm + [20 – 100] nA 150 ppm + 800 nA
Frekvence	0.1 Hz – 100 kHz	50 ppm
Odpor *7	2 kΩ, 20 kΩ	200 ppm + [10 – 50] mΩ
RTD teplota *7	Pt3850, Pt3851, Pt3916, Pt3926, Ni120, vlastní	0.08 – 0.42 °C
TC teplota	BCDEG$_2$JKMNRST	0.22 – 1 °C

*7 S použitím měřícího adaptéru 9000-60 4W (dodává se standardně s MER)

9010/SCO Kalibrátor osciloskopů (option)

VF režim

Rozsah amplitudy: 1.400 mV_{pk} – 1.5000 V_{pk}

Rozsah frek.	20 Hz – 100 kHz	100 – 500 kHz	0.5 – 10 MHz	10 – 100 MHz	100 – 400 MHz
Harmonické zkreslení	-55 dB	-38 dB	-38 dB	-38 dB	-30 dB
Plochost	< 0.2 % + 100 μV_{pk}	< 0.5 % + 100 μV_{pk}	< 1.2 % + 100 μV_{pk}	< 2.0 % + 200 μV_{pk}	< 2.5 % + 200 μV_{pk}
Nejistota amplitudy	0.5 % + 350 μV_{pk}	2.0 % + 250 μV_{pk}	2.5 % + 250 μV_{pk}	3.3 % + 250 μV_{pk}	3.7 % + 250 μV_{pk}

NF režim (DC, obdelníkový signál)

Vysokonapěťový rozsah:	až 200 V_{pk} at 1 kHz, 0.3 % nejistota amplitudy
Nízkonapěťový rozsah:	až 10.5 V_{pk} at 100 kHz, 0.1 – 0.2 % nejistota amplitudy

PWM a ČASOVÁ ZÁKLADNA

Rozsah frekvence:	0.1 Hz – 400 MHz
Nejistota frekvence:	2.5 ppm
Rozsah amplitudy:	50 mV_{pk}, 100 mV_{pk}, 500 mV_{pk}, 1 V_{pk}
Poměry pracovních cyklů:	1 %, 10 %, 20 %, 30 %, 40 %, 50 %
TM signál:	>25 MHz: PWM <25 MHz: 2 ns impuls
Jitter:	< 2 ns
Čas náběhu:	< 1 ns

TRIGGER

Amplituda:	> 1 V_{pk}
Dělící poměr:	vypnuto, /1, /10, /100
Čas náběhu:	< 1 ns