

9010+

Kalibrator wielofunkcyjny



GŁÓWNE ZALETY

- Generowanie napięcia / prądu AC/DC do 1050V/30A
- Podstawowa niepewność 10ppm
- Pomiar mocy i energii AC/DC, rezystancji, pojemności, częstotliwości, temperatury – TC, RTD
- Wzorcowanie oscyloskopów do 400MHz lub 1100MHz (opcja)
- Pomiar rezystancji izolacji napięciem 1.5kV (opcja)
- Wbudowany multimetr procesów (opcja)
- Interfejsy: RS232, LAN, USB, GPIB

OPIS

Kalibrator wielofunkcyjny 9010+ został zaprojektowany z myślą stworzenia uniwersalnego kalibratora dla laboratoriów wzorcujących, pozwalającego na wzorcowanie większości stosowanych w nich sprzętów: multimetrów, mierników cęgowych, mierników rezystancji, mierników mocy, analizatorów jakości energii, przetworników, testerów izolacji, mierników procesowych, oscyloskopów i wielu innych urządzeń pomiarowych. Wysoka obciążalność wyjścia napięciowego (do 50 mA) i prądowego, pozwala na wzorcowanie mierników analogowych o większym poborze mocy. Natomiast wbudowane funkcje generowania sygnałów harmonicznnych i nieharmonicznnych, umożliwiają testowanie czułości mierników czy różnego rodzaju urządzeń na zniekształcenia parametrów wejściowych o różnych wartościach współczynnika szczytu. Kalibrator 9010+ pozwala na wzorcowanie i adiustację oscyloskopów do częstotliwości 400 MHz lub 1.1 GHz, wysokonapięciowych testerów izolacji do 1,5 kV oraz mierników mocy. Jednocześnie posiada inne popularne funkcjonalności pozwalające na: wzorcowanie przetworników czy czujników naprężenia, ciśnienia, skręcania, siły itp. wykorzystując wbudowany multimetr procesów, funkcję automatycznego obliczania niepewności pomiaru, zdalnego sterowania kalibratora czy łatwą adiustację.

Kalibrator wielofunkcyjny 9010+ jest w pełni kompatybilny z oprogramowaniem Caliber / WinQbase, które pozwalają skrócić czas procesu wzorcowania, dzięki zautomatyzowaniu całego procesu kalibracji z wykorzystaniem dowolnego z czterech dostępnych interfejsów do zdalnego sterowania.

DANE TECHNICZNE

Dane podane w poniższej specyfikacji opisują 12 miesięczną niepewność bezwzględną przy poziomie ufności 95%, wartości dokładności uwzględniają stabilność długoterminową, liniowość, regulację obciążenia i linii oraz niepewność pomiaru wzorca odniesienia, jak również warunki otoczenia w określonych przedziałach w podanej specyfikacji.

DANE OGÓLNE

Czas nagrzewania	30 minut
Temperatura odniesienia	+21 °C ... +25 °C
Temperatura pracy	+13 °C ... +33 °C
Temperatura przechowywania	-10 °C ... +55 °C
Współczynnik temperaturowy	10 % / °C (poza zakresem T_{REF})
Maksymalna wilgotność	70 %
Zasilanie	115/230V - 50/60 Hz, 450 VA max
Wymiary (szer. x wys. x gł.)	435 x 175 x 620 mm
Masa	24 kg
Interfejsy	RS232, IEEE488, USB, Ethernet

Napięcie DC/AC

Zakresy pomiarowe	DC: 0 mV – 1050 V AC sinus: 1 mV _{RMS} – 1050 V _{RMS} AC niesinus: 1 mV _{RMS} – 200 V _{RMS}
Wewnętrzne zakresy pomiarowe	20 mV, 200 mV, 2 V, 20 V, 100V, 280 V, 1050 V
Dokładność i rozdzielczość częstotliwości	10 ppm, 5 cyfr
Typy przebiegów	piła, trójkąt, prostokąt, sinus obciążony; 1kHz max; niepewność: 0.21 % zakresu + 70 μ V _{PK}
Tryby wyjścia napięcia	Wyjście pasywne: 50 Ω do 200 mV _{DC} Wyjście aktywne: AC/DC wszystkie zakresy

Zakresy, rozdzielczość pomiarowa, 1-rocza niepewność pomiaru [ppm]

Zakres	DC	15 Hz – 10 kHz	10 kHz – 30 kHz	30 kHz – 100 kHz	100 kHz – 300 kHz
0 mV – 20 mV	30 + 1.5 μ V ^{*1}	1500 + 25 μ V	1500 + 30 μ V	2500 + 35 μ V	5000 + 300 μ V
20 mV – 200 mV	15 + 1.5 μ V ^{*1}	350 + 40 μ V	500 + 60 μ V	800 + 100 μ V	5000 + 500 μ V
200 mV – 2V	12 + 5 μ V	165 + 90 μ V	250 + 100 μ V	600 + 200 μ V	5000 + 800 μ V
2 V – 20 V	10 + 35 μ V	160 + 700 μ V	300 + 1.2 mV	500 + 4 mV	N/A
20 V – 100 V	15 + 150 μ V	180 + 5 mV	400 + 14 mV	N/A	N/A
100 V – 280 V ^{*2}	15 + 400 μ V	180 + 10 mV	300 + 40 mV	N/A	N/A
280 V – 1050 V ^{*3}	20 + 3.5 mV	300 + 30 mV	N/A	N/A	N/A

*1 Niepewność podana dla trybu pasywnego. Niepewność w trybie aktywnym wynosi odpowiednio: 100 ppm + 10 μ V oraz 15 ppm + 10 μ V.

*2 Częstotliwość ograniczona do 15 – 10 kHz powyżej 200 V.

*3 Częstotliwość ograniczona do 20 – 1 kHz.

Charakterystyka zniekształceń i obciążeń

Parametr	Zakres	20mV	200mV	2V	20V	100 V	280V	1000V
THD + szum ^{*4}	15 – 45 Hz	0.05 % + 200 μ V	0.05 % + 300 μ V	0.15 %	0.15 %	0.15 %	0.15 %	0.25 %
	45 – 10000 Hz	0.05 % + 200 μ V	0.05 % + 300 μ V	0.05 %	0.05 %	0.05 %	0.05 %	0.20 %
	10 – 30 kHz	0.25 % + 200 μ V	0.25 % + 300 μ V	0.12 %	0.15 %	0.3 %	0.3 %	N/A
	30 – 100 kHz	0.35 % + 230 μ V	0.35 % + 300 μ V	0.22 %	0.3 %	N/A	N/A	N/A
	100 – 300 kHz	1.5 % + 500 μ V	1 % + 700 μ V	0.7 %	N/A	N/A	N/A	N/A
Prąd obciążenia	Tryb DC aktywny	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. obciążenie	100 Ω min. obciążenie	1 mA	N/A	N/A	N/A	N/A

*4 THD w paśmie do 500 kHz lub 10 najniższych harmonicznych.

Prąd DC/AC

Zakres pomiarowy	DC: 0.0000 μ A – 30.00000 A AC sinus: 10.0000 μ A _{RMS} – 30.00000 A _{RMS} AC niesinus: 100.0000 μ A _{RMS} – 2.000000 A _{RMS}
Wewnętrzne zakresy pomiarowe	200 μ A, 2 mA, 20 mA, 200 mA, 2 A, 30 A
Dokładność i rozdzielczość częstotliwości	10 ppm, 5 cyfr
Typy przebiegów	piła, trójkąt, prostokąt, sinus obcięty, 1kHz max.
Niepewność amplitudy sygnałów niesinusoidalnych	0.21 % zakresu + 0.7 μ A _{pk}

Zakres, rozdzielczość pomiarowa, 1-rocza niepewność pomiaru [ppm]

Zakres	DC	15 Hz – 1 kHz	1 kHz – 5 kHz	5 kHz – 10 kHz
0 μ A – 200 μ A	200 + 20 nA	1 250 + 80 nA ^{*5}	3 000 + 150 nA ^{*5}	5 000 + 200 nA ^{*5}
200 μ A – 2 mA	150 + 50 nA	850 + 200 nA	1 500 + 500 nA	4 000 + 600 nA
2 mA – 20 mA	100 + 600 nA	400 + 2 μ A	1 000 + 4 μ A	2 000 + 6 μ A
20 mA – 200 mA	100 + 5 μ A	400 + 20 μ A	1 000 + 50 μ A	2 000 + 100 μ A
200 mA – 2 A	160 + 50 μ A	480 + 100 μ A	1 000 + 500 μ A	N/A
2 A – 20.5 A	250 + 500 μ A	750 + 4 mA	N/A	N/A
20.5 A – 30 A ^{*6}	1000 + 750 μ A	1 200 + 5 mA	N/A	N/A

^{*5} Dokładność nie określona dla zakresu poniżej <10 μ A.

^{*6} Maksymalny ciągły czas pracy wynosi 300s.

Charakterystyka zniekształceń i obciążeń

Parametr	Zakres	200 μ A	2mA	20mA	200mA	2A	30A
Max. obciążenie indukcyjne	15 Hz – 10 kHz	1 H	100 mH	100 mH	10 mH	1 mH	500 μ H
	15 – 1000 Hz	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.3 %
THD + szum ^{*7}	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
	DC	5 V	5 V	10 V	10 V	5 V	5 V
Napięcie wyjściowe ^{*8}	15 – 1000 Hz	4 V _{RMS}	4 V _{RMS}	5 V _{RMS}	5 V _{RMS}	3.5 V _{RMS}	3 V _{RMS}
	1 – 5 kHz	4 V _{RMS}	4 V _{RMS}	5 V _{RMS}	5 V _{RMS}	3.5 V _{RMS}	N/A
	5 – 10 kHz	2 V _{RMS}	2 V _{RMS}	2 V _{RMS}	2 V _{RMS}	N/A	N/A

^{*7} THD dla pasma do 100 kHz

^{*8} Dodatkowa niepewność dla napięcia wyjściowego powyżej 0.5 V_{RMS}

Napięcie dla generowanego prądu

Zakres napięcia	5.00000 mV – 5.000000 V
Przebieg	DC, 15.000 Hz – 400.00 Hz sinus
Niepewność amplitudy	0.05 % + [0.02 – 0.04] % zakresu
Zniekształcenie	< 0.1 % w paśmie do 100 kHz
Impedancja źródła	2.2, 22 lub 220 Ω

Cewka prądowa (140-50 – opcja)

Dostępne mnożniki	2 – 200
Max. symulowany prąd	mnożnik $\times$ 30 A (1500 A z przystawką prądową 140-50)
Zakres częstotliwości	45 – 65 Hz
Dodatkowa niepewność	0.3 % z cewką prądową 140-50

Rezystancja

Zakres pomiarowy

0.0000 Ω – 100.0000 k Ω w trybie 4W
0.0000 Ω – 1.100000 G Ω w trybie 2W

Tryby pomiarowe

2W lub 4W: Tryb ciągły
2W lub 4W: Tryb stałych wartości
100 G Ω rezystor wysokonapięciowy (opcja)

Zakres, 1-rocza niepewność pomiaru [ppm + wartość absolutna]

Tryb ciągłego zakresu	4W	2W
0 – 10 Ω	300 ppm + 2 m Ω	300 ppm + 32 m Ω
10 – 33 Ω	250 ppm + 2 m Ω	250 ppm + 32 m Ω
33 – 100 Ω	150 ppm + 3 m Ω	150 ppm + 33 m Ω
100 – 1000 Ω	100 ppm + 3 m Ω	100 ppm + 33 m Ω
1 – 10 k Ω	90 ppm + 30 m Ω	90 ppm + 60 m Ω
10 – 100 k Ω	90 ppm + 300 m Ω	90 ppm + 330 m Ω
100 – 330 k Ω	100 ppm + 3 Ω	100 ppm + 3 Ω
330 – 1000 k Ω	150 ppm + 3 Ω	150 ppm + 3 Ω
1 – 3.3 M Ω	-	150 ppm + 30 Ω
3.3 – 10 M Ω	-	200 ppm + 30 Ω
10 – 100 M Ω	-	0.2 % + 300 Ω
100 – 330 M Ω	-	0.3 % + 3 k Ω
330 – 1100 M Ω	-	1 % + 10 k Ω

Wartości nominalne rezystorów	4W	2W
0 Ω	< 0.5 m Ω	25 m Ω
100 m Ω	0.5 m Ω	25 m Ω
1 Ω	0.5 m Ω	25 m Ω
10 Ω	1 m Ω	30 m Ω
100 Ω	3 m Ω	30 m Ω
1 k Ω	15 ppm	40 ppm
10 k Ω	15 ppm	20 ppm
100 k Ω	15 ppm	15 ppm
1 M Ω	-	30 ppm
10 M Ω	-	130 ppm
100 M Ω	-	1000 ppm
1 G Ω	-	2500 ppm

Pojemność

Zakres pomiarowy

0.800000 nF – 120.0000 mF in 2W

Tryby

2W tryb ciągły
2W tryb stałych wartości

Zakres, 1-rocza niepewność pomiaru, zakresy częstotliwości

Tryb ciągłego zakresu	Niepewność
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 %

Wartości nominalne kondensatorów	Niepewność
1 nF	1.25 %
10 nF	0.35 %
100 nF	0.25 %
1 μ F	0.25 %
10 μ F	0.35 %
100 μ F	0.45 %

Temperatura (RTD, TC)

RTD Współczynniki temperaturowe

Pt3850, Pt3851, Pt3916, Pt3926, Ni120,
Inne niestandardowe

Zakresy wartości R_0 czujników RTD

20 Ω – 2 k Ω

Typy termopar

B,C,D,E,G₂,J,K,M,N,R,S,T

Kompensacja zimnych styków TC

Manual or automatic with adapter 91

Niepewność

0.03 $^{\circ}$ C – 0.18 $^{\circ}$ C dla RTD
0.18 $^{\circ}$ C – 0.96 $^{\circ}$ C dla TC

AC/DC Moc & Energia

Zakresy pomiarowe	Moc: 40 μ W – 30 kW Napięcie: 0.2 V – 1050 V Prąd: 0.2 mA – 30 A Częstotliwość: DC, 15 – 1000 Hz Okres: 2 ... 3600 s
Całkowita niepewność	Uwzględnia: napięcie, prąd, przesunięcie fazowe, okres pomiaru
Niepewność przesunięcia fazowego	0.15° do 200 Hz 0.25° powyżej 200 Hz 0.5° dla zakresu 1050V i paśmie 20 – 500 Hz
Niepewność okresu energii	0.01% + 0.3 s
Dodatkowe funkcjonalności	Zniekształcenia harmoniczne, napięcie dla generowanego prądu, mnożnik przystawki

Całkowita 1-rocza niepewność pomiaru w standardowych zastosowaniach [% wartości]

Ustawiona wartość prądu	Sieć energetyczna EU (230 V, 50 Hz)	Sieć energetyczna US (115 V, 60 Hz)	Zasilanie pokładowe samolotów (115 V, 400 Hz)	Zasilanie pokładowe statków (440 V, 60 Hz)
100 mA	0.071 %	0.073 %	0.073 %	0.075 %
1 A	0.070 %	0.071 %	0.071 %	0.073 %
10 A	0.084 %	0.086 %	0.086 %	0.087 %
30 A	0.142 %	0.143 %	0.143 %	0.144 %

Zniekształcenia harmoniczne (wszystkie funkcje AC)

Liczba składowych harmonicznych	50
Niepewność składowej podstawowej	Amplituda: $\geq 0.2\%$ zakresu Częstotliwość: 25 ppm Przesunięcie fazowe: 0.2 – 0.5 °
Zakres częstotliwości	Składowa 1: 15 – 1000 Hz Składowe 2 ... 50: 30 – 5000 Hz
Zakres amplitudy składowych wyższych	0 – 30 % wartości podstawowej
Niepewność przesunięcia fazowego skl. wyższych	5 μ s (typowo)

MER Wbudowany multimetr (opcja)

Funkcja pomiarowa	Zakres	Niepewność
Napięcie DC	12 mV 120 mV, 1.2 V, 12 V	50 ppm + 3 μ V 50 ppm + [5 – 500] μ V
Prąd DC	100 μ A, 1 mA 2.4 mA, 24 mA	200 ppm + [20 – 100] nA 150 ppm + 800 nA
Częstotliwość	0.1 Hz – 100 kHz	50 ppm
Rezystancja ^{*9}	2 k Ω , 20 k Ω	200 ppm + [10 – 50] m Ω
Temperatura – RTD ^{*9}	Pt3850, Pt3851, Pt3916, Pt3926, Ni120, niestandardowe	0.08 – 0.42 °C
Temperatura – TC	BCDEG ₂ JKMNRST	0.22 – 1 °C

*9 Przy użyciu adaptera 4-przewodowego 9000-60 4W (w standardzie z opcją MER)

HVR Rezystancja wysokonapięciowa (opcja)

Zakres	Maksymalne napięcie testowe	Niepewność rezystancji	Niepewność napięcia testowego
100 – 200 k Ω	800 V _{DC}	0.2 %	0.3 % + 2 V
200 k Ω – 1 M Ω	1100 V _{DC}	0.2 %	0.3 % + 2 V
1 – 10 M Ω	1150 V _{DC}	0.3 %	0.5 % + 5 V
10 M Ω – 1 G Ω	1500 V _{DC}	0.5 %	0.5 % + 5 V
1 – 10 G Ω	1500 V _{DC}	1.0 %	1 % + 5 V
100 G Ω (wartość stała)	1500 V _{DC}	3.0 %	1.5 % + 5 V

SCO Częstotliwość / Oscyloskop (opcja)

Tryb HF (levelled sine – płaskość)

Zakres amplitudy:

1.400 mV_{PK} – 1.5000 V_{PK}

Zakres częstotliwości	15 Hz – 100 kHz	100 – 500 kHz	0.5 – 10 MHz	10 – 100 MHz	100 – 400 MHz
Zniekształcenie harmonicznym	-55 dB	-38 dB (< 10 dBm)	-38 dB (< 10 dBm)	-38 dB (< 10 dBm)	-30 dB (< 10 dBm)
Płaskość	< 0.2 %	< 0.7 % + 100 μV _{PK}	< 1.2 % + 100 μV _{PK}	< 2.0 % + 100 μV _{PK}	< 2.5 % + 100 μV _{PK}
Niepewność 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}

Tryb LF (DC, prostokąt)

Zakres napięcia wysokiego:

0 – 200 V_{PK} dla 1 kHz max,
0.3 % niepewność amplitudy

Zakres napięcia niskiego:

0 – 10.5 V_{PK} dla 100 kHz max,
0.1 – 0.2 % niepewność amplitudy

Tryb szerokości impulsu i czasu

(PWM, Time marker – generator podstawy czasu)

Zakres częstotliwości

0.1 Hz – 400 MHz

Niepewność częstotliwości:

2.5 ppm

Amplituda:

50 mV_{PK}, 100 mV_{PK}, 500 mV_{PK}, 1 V_{PK}

Współczynnik wypełnienia (duty cycle)

1 – 50 %

Przebiegi Time markera:

PWM: do 25 MHz,
Pozostałe zakresy: impuls 2 ns

Jitter:

< 2 ns

Czas narastania:

< 1 ns

Tryb wyzwalania (trigger)

Amplituda:

> 1 V_{PK}

Wartość podziału (częstotliwości):

off, /1, /10, /100

Zakres częstotliwości:

15 Hz – 400 MHz

Czas narastania:

< 1 ns

Pomiar impedancji wejściowej

Zakres:

100 Ω, 2 MΩ

Dokładność pomiaru:

0.1 % dla 10 – 100 % zakresu

SC1 Częstotliwość / Oscyloskop (opcja)

Tryb HF (levelled sine – płaskość)

Zakres amplitudy:

1.400 mV_{PK} – 1.5000 V_{PK} do 1 GHz

1.400 mV_{PK} – 1.0000 V_{PK} powyżej 1 GHz

Zakres częstotliwości	15 Hz – 100 kHz	100 – 500 kHz	0.5 – 10 MHz	10 – 100 MHz	100 – 600 MHz	600 – 1100 MHz
Zniekształcenie harmonicznym	-55 dB	-33 dB (< 10 dBm)	-33 dB (< 10 dBm)	-33 dB (< 10 dBm)	-30 dB (< 10 dBm)	-30 dB (< 10 dBm)
Płaskość	< 0.2 %	< 0.7 % + 100 μV _{PK}	< 1.2 % + 100 μV _{PK}	< 2.0 % + 100 μV _{PK}	< 2.5 % + 100 μV _{PK}	< 4.5 % + 100 μV _{PK}
Niepewność 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}	6.5 % + 300 μV _{PK}

Tryb szerokości impulsu i czasu

(PWM, Time marker – generator podstawy czasu)

Zakres częstotliwości:

0.1 Hz – 400 MHz przebieg prostokątny
400 – 1100 MHz przebieg sinusoidalny

Niepewność częstotliwości:

0.1 ppm

Zakresy amplitudy:

50 mV_{PK}, 100 mV_{PK}, 500 mV_{PK}, 1 V_{PK}

Współczynnik wypełnienia:

1 – 50 %

Przebiegi Time markera:

PWM do 25 MHz,
Inne zakresy: impulsy 2 ns

Jitter:

< 2 ns

Czas narastania:

< 1 ns

Tryb LF, Tryb wyzwalania oraz pomiar impedancji wejściowej są takie same jak w opcji SCO.