

0.6. Základní technická data elektronických měřicích přístrojů používaných v laboratořích předmětu Elektrická měření

0.6.1. Osciloskopy

GOLDSTAR OS - 9020G

Typ	analogový 2-kanálový s vestavěným generátorem
Druhy činnosti	pouze kanál 1 (CH1); pouze kanál 2 (CH2); CH1 $\pm$ CH2 (ADD); dvoukanálové zobrazení (DUAL) (pro rychlosti do 5 ms/d režim „chopped“, od 2 ms/d režim „alternate“ - automatická volba)
Pozn.:	Kanál 1 (CH1) je opatřen na zadní stěně výstupem za zesilovačem (konstanta 20 mV/d, $f_m = 10$ MHz)

Vertikální kanál

kmitočtový rozsah (oba kanály)	0 - 20 MHz (-3 dB) 10 Hz - 20 MHz (-3 dB)	stejnoseměrný střídavý
v poloze zesílení 5x	horní mezní kmitočet 7 MHz	
prodloužení náběžné hrany	17,5 ns, v poloze zesílení 5 $\times$: 50 ns	
citlivost	5 mV/d až 5 V/d v 10 rozsazích	
přesnost	± 3 %, v poloze zesílení 5 $\times$ ± 5 %	
plynulá změna citlivosti	1 : 2,5	
vstupní impedance	1 M Ω , 25 pF (paralelně)	
maximální vstupní napětí (DC + špičková hodnota):	250 V	

Časová základna (ČZ)

Rozsahy	0,2 s/d až 0,2 μ s/d v 19 rozsazích
přesnost ČZ	3 %
Časová lupa	10 $\times$ (přesnost ČZ 5 %, rychlosti 50 ns/d a 20 ns/d nekalibrované)

Druhy spouštění časové základny

NORM	- bez spouštěcího signálu nedojde ke spuštění běhu ČZ
AUT	- za nepřítomnosti spouštěcího signálu odbíhá časová základna volně
TV-V	- z vestavěného oddělovače vertikálních TV synchronizačních impulsů
TV-H	- z vestavěného oddělovače horizontálních TV synchronizačních impulsů
HOLD OFF	- pozdržení možnosti spuštění dalšího běhu ČZ

Režim X-Y - citlivost obou kanálů jako u vertikálních, kanál A (CH1) jako X, kmitočtový rozsah 0 - 500 kHz (-3 dB), fázový rozdíl mezi kanály méně než 3° do 50 kHz

Vestavěný generátor

výstupní frekvence	0,1 Hz až 1 MHz v 7 stupních
tvary signálu	sinus, trojúhelník, obdélník, TTL obdélník
stabilita frekvence	0,5 % z rozsahu, na rozsahu 1 MHz 1 %
výstupní napětí	plynule (max 14 V _{p-p}), ± 6 V offset plynule (naprázdno)
výstupní impedance	50 Ω

GOLDSTAR OS-904RD

Typ	analogový, 2-kanalový	
Druhy činnosti	pouze kanál 1 (CH1); pouze kanál 2 (CH2); CH1 ± CH2 (ADD); dvoukanalové zobrazení (DUAL) - pro rychlosti do 5 ms/d - režim „chopped“; od 2 ms/d - režim „alternate“ - automaticky	
Pozn.:	Kanál 1 (CH1) je opatřen na zadní stěně výstupem za zesilovačem (konstanta 20 mV/d, $f_m = 10$ MHz)	
Vertikální kanál		
kmitočtový rozsah (oba kanály)	0 - 40 MHz (-3 dB)	stejnoseměrný
	10Hz - 40 MHz (-3 dB)	střídavý
v poloze zesílení 5x	horní mezní kmitočet	7 MHz
prodloužení náběžné hrany	8,8 ns, v poloze zesílení 5×: 50 ns	
citlivost	5 mV/d až 5 V/d v 10 rozsazích	
přesnost	± 3 %, v poloze zesílení 5× ± 5 %	
plynulá změna citlivosti	1 : 2,5	
vstupní impedance	1 MΩ, 25 pF (paralelně)	
maximální vstupní napětí (DC + špičková hodnota):	300 V	

Časová základna A (hlavní):

rozsahy	0,2 s/d až 0,2 μs/d v 19 rozsazích
přesnost ČZ	3 %
časová lupa	10× (přesnost ČZ 5 %, rychlosti 50 ns/d a 20 ns/d nekalibrovány)
HOLD OFF	pozdržení možnosti spuštění dalšího běhu ČZ

Časová základna B (zpožděná)

rozsahy	20 μs/d až 0,2 μs/d v 7 rozsazích
---------	-----------------------------------

Druhy spouštění časové základny

NORM	- bez spouštěcího signálu nedojde ke spuštění běhu ČZ
AUT	- za nepřítomnosti spouštěcího signálu odbíhá časová základna volně
TV-V	- z vestavěného oddělovače vertikálních TV synchronizačních impulsů
TV-H	- z vestavěného oddělovače horizontálních TV synchronizačních impulsů

Režim X-Y citlivost obou kanálů jako u vertikálních: kanál A (CH1) jako X, kmitočtový rozsah 0 - 500 kHz (-3 dB), fázový rozdíl mezi kanály méně než 3° do 50 kHz

Indikace nastavení a kurzorové funkce

Na obrazovce lze zobrazit nastavení ovládacích prvků osciloskopu. Pomocí kurzorů je možné určit (a na obrazovce digitálně odečíst) rozdíl napětí mezi kurzory, rozdíl časů Δt a kmitočet, odpovídající hodnotě $1/\Delta t$.

GOLDSTAR OS-9060D

Typ	analogový, 2-kanálový
Druhy činnosti	pouze kanál 1 (CH1); pouze kanál 2 (CH2); CH1 $\pm$ CH2 (ADD); dvoukanálové zobrazení (DUAL) - pro rychlosti do 5 ms/d režim „chopped“, od 2 ms/d režim „alternate“ - automaticky)

Vertikální kanál

kmitočtový rozsah (oba kanály)	0 - 60 MHz (-3 dB)	stejnoseměrný
	10Hz - 60 MHz (-3 dB)	střídavý
v poloze zesílení 5x	horní mezní kmitočet	20 MHz
prodloužení náběžné hrany	5,8 ns, v poloze zesílení 5x: 23 ns	
citlivost	5 mV/d až 5 V/d v 10 rozsazích	
přesnost	$\pm 3 \%$, v poloze zesílení 5x $\pm 5 \%$	
plynulá změna citlivosti	1 : 2,5	
vstupní impedance	1 M Ω , 25 pF (paralelně)	
maximální vstupní napětí (DC + špičková hodnota střídavého signálu):	250 V	

Amplitudový kalibrátor	obdélníkový průběh - kmitočet 1 kHz, výstupní napětí 500 mV _{p-p}
-------------------------------	---

Časová základna A (hlavní)

rozsahy	0,2 s/d až 0,1 μ s/d ve 20 rozsazích
přesnost ČZ	3 %
časová lupa	10 $\times$ (přesnost ČZ 5 %, max. rychlost 20 ns/d nekalibrována)
HOLD OFF	pozdržení možnosti spuštění dalšího běhu ČZ

Časová základna B (zpožděná)

rozsahy

10 $\mu\text{s/d}$ až 0,1 $\mu\text{s/d}$ v 7 rozsazích

Druhy spouštění časové základny

NORM	- bez spouštěcího signálu nedojde ke spuštění běhu ČZ
AUT	- za nepřítomnosti spouštěcího signálu odbíhá časová základna volně
TV-V	- z vestavěného oddělovače vertikálních TV synchronizačních impulsů
TV-H	- z vestavěného oddělovače horizontálních TV synchronizačních impulsů

Režim X-Y

citlivost obou kanálů jako u vertikálních, kanál A (CH1) jako X, kmitočtový rozsah 0 - 500 kHz (-3 dB), fázový rozdíl mezi kanály méně než 3° do 50 kHz

Indikace nastavení a kurzorové funkce

Na obrazovce lze zobrazit nastavení ovládacích prvků osciloskopu. Pomocí kurzorů je možné určit (a na obrazovce digitálně odečíst) rozdíl napětí mezi kurzory, rozdíl časů Δt a kmitočet, odpovídající hodnotě $1/\Delta t$.

TOPWARD 7026

Typ

analogový 2-kanalový

Druhy činnosti

pouze kanál 1 (CH1); pouze kanál 2 (CH2);
CH1 $\pm$ CH2 (ADD);
dvoukanalové zobrazení (DUAL) v režimu
„chopped“ (frekvenci 250 kHz), nebo „alternate“
podle volby

V poloze SOURCE „VERT MODE“ v režimu „ALTERNATE“ synchronizuje podle kanálu, který právě zobrazuje, a umožňuje současné zobrazení dvou průběhů různých kmitočtů.

Vertikální kanál

kmitočtový rozsah (oba kanály)	0 - 20 MHz (-3 dB) stejnosměrný 10 Hz - 20 MHz (-3dB) střídavý
v poloze zesílení 5 $\times$ horní mezní kmitočet	15 MHz
prodloužení náběžné hrany	17,5 ns, v poloze zesílení 5 $\times$: 23 ns
citlivost	5 mV/d až 5 V/d v 10 rozsazích
přesnost	$\pm 3 \%$, v poloze zesílení 5 $\times$ $\pm 5 \%$
plynulá změna citlivosti	1 : 2,5
vstupní impedance	1 M Ω , 25 pF (paralelně)
maximální vstupní napětí (DC + špičková hodnota)	400 V

Pozn.:

Kanál CH1 opatřen na zadní stěně výstupem za zesilovačem
(konstanta 50 mV/d, $f_m = 10$ MHz)

Časová základna A (hlavní)

rozsahy	0,5 s/d až 0,2 μ s/d ve 20 rozsazích
přesnost ČZ	3 %
časová lupa	10 $\times$
HOLD OFF - pozdržení možnosti spuštění dalšího běhu ČZ	

Časová základna B (zpožděná)

rozsahy	0,5 ms/d až 0,2 μ s/d v 11 rozsazích
---------	--

Druhy spouštění časové základny

NORM	- bez spouštěcího signálu nedojde ke spuštění běhu ČZ
AUT	- za nepřítomnosti spouštěcího signálu odbíhá časová základna volně
TV	- z vestavěného oddělovače TV synchronizačních impulsů. V nebo H podle rychlosti ČZ
HF-REJ	- potlačeny kmitočty nad 50 kHz

Režim X-Y citlivost obou kanálů jako u vertikálních, kanál CH1 jako X, kmitočtový rozsah 0 - 1 MHz (-3 dB), fázový rozdíl mezi kanály méně než 3° do 50 kHz

HP 54600A (Hewlett Packard)

Typ s číslicovou pamětí

Princip činnosti viz [1], str. 125

Vertikální kanál

kmitočtový rozsah (oba kanály)	0 - 100 MHz (-3 dB)	stejnoseměrný
	10 Hz - 100 MHz (-3 dB)	střídavý
prodloužení náběžné hrany	3,5 ns	
citlivost	2 mV/d až 5 V/d v 11 rozsazích	
přesnost	$\pm 1,5$ %	
zjemnění citlivosti (vernier)	v 50 (75) stupních mezi rozsahy, přesnost ± 3 %	
vstupní impedance	1 M Ω , 13 pF (paralelně)	
maximální vstupní napětí (DC + špičková hodnota): 400 V		

Horizontální systém

Časová základna (hlavní i zpožděná)

rozsahy	5 s/d až 2 ns/d v 29 rozsazích
přesnost ČZ	0,01 %
plně kalibrované zjemnění rozsahů (vernier) - přesnost	0,05 %
pretriggering	max. 10 d
posttriggering	min. 2560 d nebo 50 ms, max. 100 s

zpožděná ČZ	pro rychlosti hlavní základny 5 s/d až 10 ms/d až 200× hlavní, pro rychlosti hlavní základny 5 ms/d a vyšší až 2 ns/d
druhy spouštění časové základny	NORM, AUT, TV, jednorázové HOLD OFF - nastavitelné 200 ns až 13 s
Režim X - Y	citlivost a kmitočtové rozsahy obou kanálů jako u vertikálních, fázový rozdíl mezi kanály méně než 3° do 100 kHz
Vzorkování	
maximální vzorkovací frekvence pro periodický signál při jednorázovém spuštění	10 GHz (stroboskopicky) 20 MHz pro jeden kanál (10 MHz dvoukanálově)
rozlišení	8 bit
zaznamenaná délka	4000 bodů (2000 bodů při jednorázovém spuštění)
„Peak detect“:	glitch 50 ns (100 ns při dvoukanálovém provozu) při rychlostech ČZ 50 μ s/d a vyšších
průměrování	přepínatelné: z 8, 64, 256 vzorků
Další funkce	
měření napětí	V_{avg} - střední hodnota, V_{rms} - efektivní hodnota, V_{pp} - napětí špička-špička, V_{min} , V_{max} – min. a max. hodnota, V_{top} , V_{base} - ustálená hodnota horní (dolní) části impulsu
měření času	f , T , střída (duty cycle), +width, -width, tj. trvání kladné (záporné) části impulsu, doba náběhu (rise time), doba poklesu (fall time)
kurzory	nastavitelné ručně i automaticky
automatické nastavení	funkce „autoscale“ pro většinu periodických průběhů nastaví vhodné rozsahy osciloskopu pro zobrazení a zasynchronizování

Nastavení osciloskopu a sejmuté průběhy lze uložit do paměti:

15 nastavení ovládacích prvků

2 naměřené průběhy

Je-li osciloskop opatřen paměťovým modulem, lze uchovat (i po vypnutí) až 100 průběhů (podle složitosti), přičemž první 3 průběhy se uchovávají v plné formě a u dalších je provedena komprese dat.

S modulem pro zpracování signálu lze realizovat matematické funkce +, -, *, integrál, du/dt , FFT.

0.6.2. Voltmetry a multimetry

TVT-321 (Troneer)

Typ	1-kanálový střídavý elektronický analogový voltmetr
Rozsahy	300 μ V, 1 mV, 3 mV, 10 mV, 100 mV, 300 mV, 1 V, 3 V, 10 V, 30 V, 100 V - ruční přepínání rozsahů
Přesnost	$\pm 3 \%$ rozsahu ... pro $f = 1$ kHz $\pm 13 \%$ rozsahu ... pro frekvenční rozsah 5 Hz až 1 MHz $\pm 8 \%$ rozsahu ... pro frekvenční rozsah 10 Hz až 500 kHz $\pm 6 \%$ rozsahu ... pro frekvenční rozsah 20 Hz až 200 kHz
Vstupní impedance	1 M Ω ($\pm 5 \%$) paralelně s 45 pF (max.)
Mezní hodnoty vstupního napětí	500 V (DC+AC) na rozsazích 1 V až 100 V 100 V (DC+AC) na rozsazích 300 μ V až 100 mV
Stabilita	$\pm 0,5 \%$ z rozsahu pro $\pm 10 \%$ kolísání síťového napětí
Zbytkové napětí při zkratu vstupu	2 % rozsahu

M1T 330 (Metra)

Typ	číslicový stejnosměrný voltmetr, výrobce Metra
Princip činnosti	Voltmetr využívá jednopolaritní integrační převodník, který zajišťuje proměnnou dobu integrace podle doby periody sítě. Tím je dosaženo potlačení sériového rušivého napětí pro síťový kmitočet 50 i 60 Hz lepšího než 60 dB.
Rozsahy	300 mV, 3 V, 30 V, 300 V přepínané automaticky (lze blokovat tlačítkem "auto")
Délka stupnice	30 000 (lze překročit na 32 000 bez ztráty přesnosti)
Vstupní odpor	$> 10^9 \Omega$ na rozsazích 300 mV až 30 V 10 M Ω na rozsahu 300 V
Základní přesnost	$\pm 0,01 \%$ údaje $\pm 0,01 \%$ rozsahu
Rychlost měření	při ovládání z panelu min. 4 měření/s bez filtrace 2 měření/s s filtrací při řízení po sběrnici max 25 měření/s, doba měření 36 - 50 ms bez filtrace, max 350 ms s filtrací; při automatické volbě rozsahů doba měření (s filtrací) max 1500 ms
Mezní hodnoty vstupního napětí	320 V na rozsazích 300 mV až 30 V, nebo při automatickém přepínání rozsahů 650 V na rozsahu 300 V
Maximální souhlasná napětí	500 V mezi G a zemí 60 V mezi L a G

Číslicová filtrace	funkce FILTR zobrazí aritmetický průměr z 8 odměrů
Výpočet přesnosti	funkce CHYBA zobrazí výsledek výpočtu $\delta_N = 0,01 + 0,01 \frac{M}{N} \text{ ()},$ kde M je rozsah, N je měřená hodnota

DMM 7001

Typ	4 1/2 místný stolní digitální multimetr s integračním A/D převodníkem ICL 7135 (Maxim) a „true RMS to DC“ převodníkem AD 636 (Analog Devices)
------------	---

Měření stejnosměrných napětí

Rozsahy	200 mV, 2 V, 20 V, 200 V, 1000V
Přesnost	$\pm 0,05 \text{ % údaje} \pm 0,01 \text{ % rozsahu}$

Měření střídavých napětí

Rozsahy	200 mV, 2 V, 20 V, 200 V, 400 V
Přesnost	$\pm 0,5 \text{ % údaje} \pm 0,15 \text{ % rozsahu}$

Vstupní odpor	1 M Ω na všech napětíových rozsazích
----------------------	---

Měření stejnosměrných a střídavých proudů

Rozsahy	20 μ A, 200 μ A, 2 mA, 20 mA, 200 mA, 2000 mA, 20 A
Přesnost	$\pm 0,2 \text{ % údaje} \pm 0,01 \text{ % rozsahu}$ pro stejnosměrné proudy $\pm 0,5 \text{ % údaje} \pm 0,15 \text{ % rozsahu}$ pro střídavé proudy

Úbytek napětí	200 mV při plném rozsahu na všech proudových rozsazích
---------------	--

Výrobce udává, že na střídavých rozsazích přístroj měří správnou efektivní hodnotu do 5 kHz.

DM-441B (LG Precision)**Typ**

4 1/2 místný stolní digitální multimetr s integračním A/D převodníkem a počítačím převodníkem efektivní hodnoty (True RMS) pro střídavý proud a napětí; měření 2,5-krát/s

Základní parametry

Funkce	Rozsah	Rozlišení	Přesnost	Frekvenční rozsah
Měření stejnosměrného napětí	200 mV	10 μ V	$\pm (0,1 \% \text{ údaje} + 4 \text{ digitů})$	
	2 V	100 μ V	$\pm (0,1 \% \text{ údaje} + 4 \text{ digitů})$	
	20 V	1 mV	$\pm (0,1 \% \text{ údaje} + 4 \text{ digitů})$	
	200 V	10 mV	$\pm (0,1 \% \text{ údaje} + 4 \text{ digitů})$	
	1000 V	100 mV	$\pm (0,15 \% \text{ údaje} + 4 \text{ digitů})$	
Vstupní odpor	přibližně 10 M Ω na všech napětíových rozsazích			
Měření střídavého napětí	200 mV	10 μ V	$\pm (0,5 \% \text{ údaje} + 20 \text{ digitů})$	45 Hz až 1 kHz
	2 V	100 μ V	$\pm (0,5 \% \text{ údaje} + 20 \text{ digitů})$	45 Hz až 1 kHz
			$\pm (0,8 \% \text{ údaje} + 10 \text{ digitů})$	1 kHz až 10 kHz
			$\pm (1,0 \% \text{ údaje} + 20 \text{ digitů})$	10 kHz až 20 kHz
			$\pm (3,0 \% \text{ údaje} + 30 \text{ digitů})$	20 kHz až 50 kHz
	20 V	1 mV	$\pm (0,5 \% \text{ údaje} + 20 \text{ digitů})$	45 Hz až 1 kHz
	200 V	10 mV	$\pm (1,5 \% \text{ údaje} + 20 \text{ digitů})$	1 kHz až 10 kHz
			$\pm (2,5 \% \text{ údaje} + 20 \text{ digitů})$	10 kHz až 20 kHz
	750 V	100 mV	$\pm (5,0 \% \text{ údaje} + 20 \text{ digitů})$	20 kHz až 50 kHz
			$\pm (0,5 \% \text{ údaje} + 10 \text{ digitů})$	45 Hz až 1 kHz
Měření stejnosměrného proudu	200 V	10 mV	$\pm (2,0 \% \text{ údaje} + 10 \text{ digitů})$	1 kHz až 10 kHz
	750 V	100 mV	$\pm (1,0 \% \text{ údaje} + 20 \text{ digitů})$	45 Hz až 1 kHz
			$\pm (3,5 \% \text{ údaje} + 20 \text{ digitů})$	1 kHz až 10 kHz
	2 mA	0,1 μ A	$\pm (0,5 \% \text{ údaje} + 1 \text{ digit})$	
	20 mA	1 μ A	$\pm (0,5 \% \text{ údaje} + 1 \text{ digit})$	
	200 mA	10 μ A	$\pm (0,5 \% \text{ údaje} + 1 \text{ digit})$	
	2 A	100 μ A	$\pm (0,5 \% \text{ údaje} + 1 \text{ digit})$	
	10 A	1 mA	$\pm (0,75 \% \text{ údaje} + 3 \text{ digitů})$	
Úbytek napětí na bočníku	Rozsahy 2 mA až 200 mA: max. 0,3 V; rozsahy 2 A a 10 A: max. 0,9 V			

Funkce	Rozsah	Rozlišení	Přesnost	Frekvenční rozsah
Měření střídavého proudu	2 mA	0,1 μ A	$\pm (1,0 \% \text{ údaje} + 10 \text{ digitů})$ $\pm (2,0 \% \text{ údaje} + 20 \text{ digitů})$	45 Hz až 10 kHz 10 kHz až 20 kHz
	20 mA	1 μ A	$\pm (1,0 \% \text{ údaje} + 10 \text{ digitů})$ $\pm (2,0 \% \text{ údaje} + 20 \text{ digitů})$	45 Hz až 10 kHz 10 kHz až 20 kHz
	200 mA	10 μ A	$\pm (1,0 \% \text{ údaje} + 10 \text{ digitů})$ $\pm (2,0 \% \text{ údaje} + 20 \text{ digitů})$	45 Hz až 10 kHz 10 kHz až 20 kHz
	2 A	100 μ A	$\pm (1,0 \% \text{ údaje} + 10 \text{ digitů})$	45 Hz až 2 kHz
	10 A	1 mA	$\pm (1,0 \% \text{ údaje} + 10 \text{ digitů})$	45 Hz až 20 kHz
Měření odporu	200 Ω	0,01 Ω	$\pm (2,0 \% \text{ údaje} + 5 \text{ digitů})$	
	2 k Ω	0,1 Ω	$\pm (0,2 \% \text{ údaje} + 2 \text{ digitů})$	
	20 k Ω	1 Ω	$\pm (0,2 \% \text{ údaje} + 2 \text{ digitů})$	
	200 k Ω	10 Ω	$\pm (0,2 \% \text{ údaje} + 2 \text{ digitů})$	
	2 M Ω	100 Ω	$\pm (0,5 \% \text{ údaje} + 2 \text{ digitů})$	
	20 M Ω	1 k Ω	$\pm (0,5 \% \text{ údaje} + 2 \text{ digitů})$	
Měření frekvence	20 kHz	1 Hz	$\pm (1,0 \% \text{ údaje} + 3 \text{ digitů})$	
	200 kHz	10 Hz	$\pm (2,0 \% \text{ údaje} + 3 \text{ digitů})$	
h-parametry FET	Proud báze 3,5 μ A; $U_{CE} = 4,5$ V (přibližně)			
Diody	Napětí 4,5 V (přibližně); max. proud 1 mA			
Vodivé spojení	Hodnota odporu 200 Ω a méně			

Summit 45 (Brighton Electronics)

Typ

přenosný digitální multimetr se 4-místným displejem (obnova 2krát za sekundu), s automatickou nebo ruční volbou rozsahů pro měření stejnosměrného napětí a proudu, střídavého napětí a proudu (s použitím usměrňovače - měří aritmetickou střední hodnotu, ale je kalibrován v efektivních hodnotách sinusového průběhu), měření odporu, testování diod a zjišťování zkratů

Základní parametry

Funkce	Rozsah	Rozlišení	Přesnost
Měření stejnosměrného napětí	400 mV	0,1 mV	± (0,3 % údaje + 2 digit)
	4 V	1 mV	
	40 V	10 mV	
	400 V	100 mV	
	1000 V	1 V	
Vstupní impedance	10 MΩ na všech napěťových rozsazích		
Měření střídavého napětí (45 Hz až 450 Hz)	4 V	1 mV	± (0,8 % údaje + 3 digit)
	40 V	10 mV	± (0,8 % údaje + 3 digit)
	400 V	100 mV	± (1,2 % údaje + 3 digit)
	750 V	1 V	± (1,2 % údaje + 3 digit)
Měření stejnosměrného proudu	400 μA	0,1 μA	± (0,5 % údaje + 2 digit)
	4 mA	0,001 mA	± (0,5 % údaje + 2 digit)
	40 mA	0,01 mA	± (0,5 % údaje + 2 digit)
	400 mA	0,1 mA	± (0,5 % údaje + 2 digit)
	4 A	1 mA	± (1,2 % údaje + 2 digit)
	10 A	0,01 A	± (1,2 % údaje + 2 digit)
Měření střídavého proudu	400 μA	0,1 μA	± (0,8 % údaje + 3 digit)
	4 mA	0,001 mA	± (0,8 % údaje + 3 digit)
	40 mA	0,01 mA	± (0,8 % údaje + 3 digit)
	400 mA	0,1 mA	± (0,8 % údaje + 3 digit)
	4 A	1 mA	± (1,5 % údaje + 3 digit)
	10 A	0,01 A	± (1,5 % údaje + 3 digit)

Funkce	Rozsah	Rozlišení	Přesnost
Měření odporu	400 Ω	0,1 Ω	$\pm (0,5 \% \text{ údaje} + 2 \text{ digity})$
	4 k Ω	1 Ω	$\pm (0,5 \% \text{ údaje} + 2 \text{ digity})$
	40 k Ω	10 Ω	$\pm (0,5 \% \text{ údaje} + 2 \text{ digity})$
	400 k Ω	100 Ω	$\pm (0,5 \% \text{ údaje} + 2 \text{ digity})$
	4 M Ω	1 k Ω	$\pm (1 \% \text{ údaje} + 2 \text{ digity})$
	40 M Ω	10 k Ω	$\pm (1 \% \text{ údaje} + 2 \text{ digity})$
Test diod	Testovací napětí 3 V, proud přibližně 30 μ A		
Zjišťování zkratu	Testovací napětí 3 V, prahová úroveň < 50 Ω		

Maximální povolené napětí mezi vstupem a zemí: 1000 V

Pojistky: mA: 0,5 A/600 V_{AC}; A: 10 A/600 V_{AC}

Napájení: 2 ks baterií „AA“ (1,5 V)

Velikost: 33 mm × 86 mm × 187 mm

Hmotnost: 340 g

MY64 (Mastech)

Typ

přenosný digitální multimetr se 4-místným displejem (obnova údaje 2 až 3-krát za sekundu), s ruční volbou rozsahů pro měření stejnosměrného napětí a proudu, střídavého napětí a proudu (s použitím usměrňovače - měří aritmetickou střední hodnotu, ale je kalibrován v efektivních hodnotách sinusového průběhu), měření odporu, kapacity a teploty, testování diod a tranzistorů, zjišťování zkratů

Základní parametry

Funkce	Rozsah	Rozlišení	Přesnost
Měření stejnosměrného napětí	200 mV	0,1 mV	$\pm (0,5 \% \text{ údaje} + 1 \text{ digit})$
	2 V	1 mV	$\pm (0,5 \% \text{ údaje} + 1 \text{ digit})$
	20 V	10 mV	$\pm (0,5 \% \text{ údaje} + 1 \text{ digit})$
	200 V	100 mV	$\pm (0,5 \% \text{ údaje} + 1 \text{ digit})$
	1000 V	1 V	$\pm (0,8 \% \text{ údaje} + 2 \text{ digity})$
Vstupní impedance	10 M Ω na všech napětěvých rozsazích		

Funkce	Rozsah	Rozlišení	Přesnost	
Měření střídavého napětí (40 Hz až 400 Hz)	200 mV	0,1 mV	± (1,2 % údaje + 3 digity)	
	2 V	1 mV	± (0,8 % údaje + 3 digity)	
	20 V	10 mV	± (0,8 % údaje + 3 digity)	
	200 V	100 mV	± (0,8 % údaje + 3 digity)	
	750 V	1 V	± (1,2 % údaje + 3 digity)	
				Odpor bočníku
Měření stejnosměrného proudu	2 mA	0,001 mA	± (1,0 % údaje + 3 digity)	110 Ω
	20 mA	0,01 mA	± (1,0 % údaje + 3 digity)	15 Ω
	200 mA	0,1 mA	± (1,8 % údaje + 3 digity)	5 Ω
	10 A	10 mA	± (3,0 % údaje + 7 digitů)	0,03 Ω
Měření střídavého proudu (40 Hz až 400 Hz)	400 μA	0,1 μA	± (1,0 % údaje + 3 digity)	110 Ω
	4 mA	0,001 mA	± (1,0 % údaje + 3 digity)	15 Ω
	40 mA	0,01 mA	± (1,8 % údaje + 3 digity)	5 Ω
	400 mA	0,1 mA	± (3,0 % údaje + 7 digitů)	0,03 Ω
			Přesnost	
Měření odporu	200 Ω	0,1 Ω	± (0,8 % údaje + 3 digity)	
	2 kΩ	1 Ω	± (0,8 % údaje + 1 digity)	
	20 kΩ	10 Ω	± (0,8 % údaje + 1 digity)	
	200 kΩ	100 Ω	± (0,8 % údaje + 1 digity)	
	2 MΩ	1 kΩ	± (0,8 % údaje + 1 digity)	
	20 MΩ	10 kΩ	± (1,0 % údaje + 2 digity)	
	200 MΩ	100 kΩ	± 5,0 % (údaj – 10 digitů) ± 2 digity Pozn.: Při zkratu vstupních svorek ukáže displej 1 MΩ - tuto hodnotu je nutné odečíst od naměřené hodnoty.	
Měření frekvence	20 kHz	10 Hz	± (1,5 % údaje + 5 digitů)	
Měření teploty -20 °C až 1000 °C	-20 až 0 °C	1°C	± (5,0 % údaje + 4 digity)	
	0 °C až 400 °C		± (1,0 % údaje + 3 digity)	
	400 °C až 1000 °C		± 2,0 % údaje	
Měření kapacity	2 nF	1 pF	± (4,0 % údaje + 3 digity)	
	20 nF	10 pF	± (4,0 % údaje + 3 digity)	
	200 nF	100 pF	± (4,0 % údaje + 3 digity)	
	2 μF	1 nF	± (4,0 % údaje + 3 digity)	
	20 μF	10 nF	± (4,0 % údaje + 3 digity)	

Maximální povolené napětí mezi vstupem a zemí: 1000 V_{ss} nebo 700 V_{RMS} (sinus)

Pojistky: mA: 200 mA/250 V; A: bez jištění

Napájení: 1 ks baterie 9 V

Velikost: 31,5 mm × 91 mm × 189 mm

Hmotnost: 310 g (včetně baterie)

HP 34401A (Hewlett-Packard)

Typ kvalitní šestidekárový multimetr vyšší střední třídy s automatickým přepínáním rozsahů a možností připojení do měřicího systému se sběrnici GP-IB nebo RS-232

Základní parametry

Měření stejnosměrného napětí (měřicí metoda: integrační)

Rozsah	Dlouhodobá přesnost	Vstupní odpor
100,0000 mV	$\pm 0,0050 \% \text{ údaje} \pm 0,0035 \% \text{ rozsahu}$	10 M Ω nebo $> 10 \text{ G}\Omega$
1,000000 V	$\pm 0,0040 \% \text{ údaje} \pm 0,0007 \% \text{ rozsahu}$	10 M Ω nebo $> 10 \text{ G}\Omega$
10,00000 V	$\pm 0,0035 \% \text{ údaje} \pm 0,0005 \% \text{ rozsahu}$	10 M Ω nebo $> 10 \text{ G}\Omega$
100,0000 V	$\pm 0,0045 \% \text{ údaje} \pm 0,0006 \% \text{ rozsahu}$	10 M $\Omega \pm 1 \%$
1000,000 V	$\pm 0,0045 \% \text{ údaje} \pm 0,0010 \% \text{ rozsahu}$	10 M $\Omega \pm 1 \%$

Měření stejnosměrného proudu

Rozsah	Dlouhodobá přesnost	Odpor měřicího bočnicku
10,00000 mA	$\pm 0,050 \% \text{ údaje} \pm 0,020 \% \text{ rozsahu}$	5 Ω
100,0000 mA	$\pm 0,050 \% \text{ údaje} \pm 0,005 \% \text{ rozsahu}$	5 Ω
1,000000 A	$\pm 0,100 \% \text{ údaje} \pm 0,010 \% \text{ rozsahu}$	0,1 Ω
3,000000 A	$\pm 0,120 \% \text{ údaje} \pm 0,020 \% \text{ rozsahu}$	0,1 Ω

Měření odporu (měřicí metoda 4-vodičová nebo 2-vodičová)

Rozsah	Dlouhodobá přesnost
100,0000 Ω	$\pm 0,010$ % údaje $\pm 0,004$ % rozsahu
1,000000 k Ω	$\pm 0,010$ % údaje $\pm 0,001$ % rozsahu
10,00000 k Ω	$\pm 0,010$ % údaje $\pm 0,001$ % rozsahu
100,0000 k Ω	$\pm 0,010$ % údaje $\pm 0,001$ % rozsahu
1,000000 M Ω	$\pm 0,010$ % údaje $\pm 0,001$ % rozsahu
10,00000 M Ω	$\pm 0,040$ % údaje $\pm 0,001$ % rozsahu
100,0000 M Ω	$\pm 0,800$ % údaje $\pm 0,010$ % rozsahu

Měření střídavého napětí - měří TRUE RMS (střídavá vazba)

Napěťový a frekvenční rozsah	Dlouhodobá přesnost	Vstupní impedance
100,0000 mV		
3 Hz ... 5 Hz	$\pm 1,00$ % údaje $\pm 0,04$ % rozsahu	1 M Ω paral. 100 pF
5 Hz ... 10 Hz	$\pm 0,35$ % údaje $\pm 0,04$ % rozsahu	1 M Ω paral. 100 pF
10 Hz ... 20 kHz	$\pm 0,06$ % údaje $\pm 0,04$ % rozsahu	1 M Ω paral. 100 pF
20 kHz ... 50 kHz	$\pm 0,12$ % údaje $\pm 0,05$ % rozsahu	1 M Ω paral. 100 pF
50 kHz ... 100 kHz	$\pm 0,60$ % údaje $\pm 0,08$ % rozsahu	1 M Ω paral. 100 pF
100 kHz ... 300 kHz	$\pm 4,00$ % údaje $\pm 0,50$ % rozsahu	1 M Ω paral. 100 pF
1,000000 V až 750,000 V		
3 Hz ... 5 Hz	$\pm 1,00$ % údaje $\pm 0,03$ % rozsahu	1 M Ω paral. 100 pF
5 Hz ... 10 Hz	$\pm 0,35$ % údaje $\pm 0,03$ % rozsahu	1 M Ω paral. 100 pF
10 Hz ... 20 kHz	$\pm 0,06$ % údaje $\pm 0,03$ % rozsahu	1 M Ω paral. 100 pF
20 kHz ... 50 kHz	$\pm 0,12$ % údaje $\pm 0,05$ % rozsahu	1 M Ω paral. 100 pF
50 kHz ... 100 kHz	$\pm 0,60$ % údaje $\pm 0,08$ % rozsahu	1 M Ω paral. 100 pF
100 kHz ... 300 kHz	$\pm 4,00$ % údaje $\pm 0,50$ % rozsahu	1 M Ω paral. 100 pF

Měření střídavého proudu

Proudový a frekvenční rozsah	Dlouhodobá přesnost	Odpor měřicího bočníku
1,000000 A		
3 Hz ... 5 Hz	$\pm 1,00$ % údaje $\pm 0,04$ % rozsahu	0,1 Ω
5 Hz ... 10 Hz	$\pm 0,30$ % údaje $\pm 0,04$ % rozsahu	0,1 Ω
10 Hz ... 20 kHz	$\pm 0,10$ % údaje $\pm 0,04$ % rozsahu	0,1 Ω

3.000000 A		
3 Hz ... 5 Hz	$\pm 1,10 \% \text{ údaje} \pm 0,06 \% \text{ rozsahu}$	0,1 Ω
5 Hz ... 10 Hz	$\pm 0,35 \% \text{ údaje} \pm 0,06 \% \text{ rozsahu}$	0,1 Ω
10 Hz ... 20 kHz	$\pm 0,15 \% \text{ údaje} \pm 0,06 \% \text{ rozsahu}$	0,1 Ω

Měření kmitočtu a periody

Napěťové rozsahy	Frekvence	Přesnost
100 mV až 750 V_{RMS}	3 Hz ... 5 Hz	$\pm 0,1 \% \text{ údaje}$
	5 Hz ... 10 Hz	$\pm 0,05 \% \text{ údaje}$
	10 Hz ... 40 Hz	$\pm 0,01 \% \text{ údaje}$
	40 Hz ... 300 kHz	$\pm 0,01 \% \text{ údaje}$

Ovládací prvky na předním panelu

1. Měřicí funkce
2. Matematické funkce: posunutí nuly, sledování minima/maxima, výpočet hodnoty v dB
3. Spouštění: jednonásobné/automatické/hold režim
4. Shift tlačítko LOCAL - přechod z dálkového do místního režimu
5. Přepínač předních a zadních vstupních svorek
6. Rozsah/rozlišení - po zapnutí se nastaví rozlišení 5 digitů;
lze nastavit rozlišení 4 digity (rychlé měření) nebo 6 digitů
7. Tlačítka pro práci s menu

Ovládací prvky na zadním panelu

1. Uzemnění
2. Síťová pojistka
3. Nastavení síťového napětí
4. Vstupní pojistka pro proudové rozsahy
5. Analogový výstup
6. Vstup pro externí spouštění
7. Konektor pro GPIB (IEEE488) interface
8. Konektor pro sériový interface RS232

Menu: Některé funkce voltmetru lze v lokálním režimu nastavovat pouze za použití Menu - viz manuál k přístroji.

PK 430.1 (Metra Blansko)

Typ

univerzální klešťový přístroj s číslicovým zobrazením; je určen k měření

- skutečné efektivní hodnoty (True RMS) proudu a napětí
- střídavého proudu a napětí
- stejnosměrného proudu a napětí
- střídavého činného a zdánlivého výkonu
- stejnosměrného výkonu
- čtyřkvadrantové hodnoty účinníku (odběr, dodávka, induktivní, kapacitní)
- kmitočtu proudu nebo napětí
- odporu (včetně akustického zkratoměru a měření polovodičového přechodu)
- teploty

Technické parametry (převzato z katalogu výrobce)

Měřená veličina	Měřicí rozsah	Rozlišovací schopnost	Základní chyba	Střední četnost měření (n/s)
Střídavý proud	39,99	0,01	1 % rozsahu	4,0
AC, AC+DC (A)	399,9	0,10	1 % rozsahu	4,0
0 až 1000 A	1000	1,00	1 % rozsahu	4,0
Stejnoseměrný proud	39,99	0,01	2 % rozsahu ¹⁾	4,0
DC, AC+DC (A)	399,9	0,10	1 % rozsahu	4,0
0 až 1000 A	1000	1,00	1 % rozsahu	4,0
Napětí AC, DC,	39,99	0,01	0,5 % rozsahu	4,0
AC+DC (V)	399,9	0,10	0,5 % rozsahu	4,0
0 až 1000 V	1000	1,00	0,5 % rozsahu	4,0
Činný výkon (kW)	3,999	0,001	2 % rozsahu ¹⁾	0,4
0,4 až 1000 kW	39,99	0,010	2 % rozsahu	0,4
(napětí 10 až 1000 V	399,9	0,100	2 % rozsahu	0,4
proud 40 až 1000 A)	1000	1,000	2 % rozsahu	0,4
Zdánlivý výkon (kVA)	3,999	0,001	2 % rozsahu	0,6
0,1 až 1000 kVA	39,99	0,010	2 % rozsahu	0,6
(napětí 10 až 1000 V	399,9	0,100	2 % rozsahu	0,6
proud 10 až 1000 A)	1000	1,000	5 % rozsahu pod 40 A	0,6
Účinník				
(napětí 10 až 1000 V	-1,0 až 1,0 L	0,01	3 % rozsahu	0,4
proud 10 až 1000 A	-1,0 až 1,0 C	0,01	3 % rozsahu	
zdánlivý výkon				
1 až 1000 kVA)				
Kmitočet (Hz)				
20 až 3999 Hz	399,9	0,1	0,5 % rozsahu	3,5
napětí 10 až 1000 V	3999	1,0	0,5 % rozsahu	
20 až 399,9 Hz				
proud 15 až 1000 A				
Odpor (Ω)	399,9	0,1	0,5 % rozsahu	12,5
0 až 399,9 kΩ	3,999 k	0,001 k	0,5 % rozsahu	
	39,99 k	0,010 k	0,5 % rozsahu	
	399,9 k	0,100 k	0,5 % rozsahu	
Teplota (°C)	-50 až +125,0	0,1	2,5 % rozsahu	12,5

Poznámky:

¹⁾ Pokud při měření překročí velikost měřeného DC proudu hodnotu 200 A, je měření zatíženo přídatnou chybou až několik procent. Pro obnovení základní přesnosti měření je v tomto případě nutné provést autokalibraci přístroje sejmutím z měřeného vodiče a jeho vypnutím a zapnutím.

Kmitočtový rozsah střídavé vstupní veličiny pro zaručovanou přesnost měření

proudu: do 400 A 30 Hz až 300 Hz
nad 400 A 30 Hz až 100 Hz

napětí: 30 Hz až 1000 Hz

výkonů a účinníků: závisí na velikosti proudu (viz specifikace pro hodnoty proudu)

Vnitřní odpor vstupu napětí: 1 M Ω

Napájecí baterie: 9 V, alkalická IEC 6LR 61, resp. IEC 6F22
max. odběr 15 mA

Doba provozu: s novou baterií min. 30 hodin,
nedostatečná hodnota napájecího napětí je indikována symbolem
"BAT" na displeji

Doba ustálení po zapnutí: max. 15 sekund, opakované zapnutí po prodlevě min. 3 s

Přetížitelnost vstupů:

trvalá: 120 % po dobu dvou hodin

krátkodobá: 10000 A_{DC} (proud), 1500 V_{DC} (napětí) po dobu 5 sekund, opakovaně
v časovém rozmezí min. 60 sekund

0.6.3. Generátory

GOLDSTAR FG-8002

Typ	funkční generátor
Výstupní frekvence	0,02 Hz až 2 MHz v 7 stupních
Tvary signálu	sinus, trojúhelník, pila, obdélník, TTL obdélník
Stabilita frekvence	0,5 % rozsahu (18 až 28 °C)
Nastavení symetrie	od 10 : 1 do 1 : 10
Rozmítání	1 : 1 až 100 : 1 kmitočtem 0,5 Hz až 50 Hz (interně lineárně), nebo externím napětím 0 až 10 V
Výstupní napětí	plynule (max. 20 V _{p-p}), ± 10 V offset plynule (naprázdno)
Výstupní impedance	50 Ω

FG-2002C GOLDSTAR FG-2002C

Typ	funkční generátor
Výstupní frekvence	0,02 Hz až 2 MHz v 7 stupních
Tvary signálu	sinus, trojúhelník, pila, obdélník, TTL obdélník
Stabilita frekvence	0,5 % rozsahu (18 až 28 °C)
Nastavení symetrie	od 10 : 1 do 1 : 10
Rozmítání	1 : 1 až 100 : 1 kmitočtem 0,5 Hz až 50 Hz (interně lineárně), nebo externím napětím 1 až 10 V
Výstupní napětí	plynule (max. 20 V _{p-p}), ± 10 V offset plynule (naprázdno)
Výstupní impedance	50 Ω

Generátor je vybaven 4-místným čítačem 2 Hz až 4 MHz (v 6 rozsazích i pro externí signály).

AG-7001C (LG Precision) AG-7001C (LG Precision)

Typ	audio generátor
Výstupní frekvence	10 Hz až 1 MHz v 5 stupních, spojitě ladění 10 : 1 (rozsahy se částečně překrývají)
Přesnost frekvence	5 % z rozsahu
Sinusový výstup	výstupní napětí: 8 V _{RMS} a více (naprázdno) výstupní impedance: přibližně 600 Ω frekvenční char.: ± 2,5 V (10 Hz až 1 MHz) zkreslení: 0,1 % (200 Hz až 100 kHz) 0,5 % (50 Hz až 500 kHz)
Obdélníkový výstup	výstupní napětí: 10 V _{p-p} a větší překmit: max. 2 % (při 1 kHz a max. amplitudě) trvání náběhu a sestupu: max. 120 ns při max. amplitudě střída: 50 % ± 5 % (při 1 kHz a max. amplitudě)
Externí synchr. charakteristiky:	rozsah synchronizace: ± 1 %/V _{RMS} max. vstupní napětí: 10 V _{RMS} vstupní impedance: přibl. 10 kΩ
Výstupní attenuátor (min. 100 dB)	ve 4 krocích: 0 dB, -10 dB, -20 dB, -40 dB (přesnost ± 1 dB) nastavitelný: -60 dB a více

Charakteristiky vestavěného čítače frekvence

frekvenční rozsah:	0,2 Hz až 50 MHz s automatickou volbou rozsahu
displej:	6-místný I.LED s údajem doby otevření hradla a jednotek (MHz, kHz, Hz, mHz)
citlivost:	100 mV RMS
vstupní impedance:	1 M Ω /25 pF
max. vstupní napětí:	250 V _{p-p}
časová základna:	10 MHz
přesnost:	chyba časové základny + 1 digit

Programovatelná tlačítka: 400 Hz, 1 kHz (použitelné v audio i modulačním módu),
přesnost $\pm 0,5 \%$

0.6.5. Čítače

HP 53131A (Hewlett Packard)

Typ	univerzální čítač do 225 MHz
Funkce	měření frekvence, periody, šířky impulsu, střidy, trvání náběžné a sestupné hrany impulsu, časového intervalu, poměru frekvencí, fázového rozdílu aj. (viz uživatelský manuál), volba pomocí kombinací tlačítek nebo programovatelná

Některé vstupní parametry

Frekvenční rozsahy - kanál 1 a 2

DC vstup:	DC až 225 MHz
AC vstup:	1 MHz až 225 MHz (50 Ω) 30 Hz až 225 MHz (1 M Ω)

Rozsah vstupních napětí

harmonický signál	DC až 100 MHz:	20 mV _{RMS} až ± 5 V (AC+DC)
	100 MHz až 200 MHz:	30 mV _{RMS} až ± 5 V (AC+DC)
	200 MHz až 225 MHz:	40 mV _{RMS} až ± 5 V (AC+DC)
pravoúhlé impulsy	šířka impulsu 4,5 ns až 10 ns	100 mV _{p-p} až 10 V _{p-p}
	šířka impulsu > 10 ns	50 mV _{p-p} až 10 V _{p-p}

Spouštěcí úroveň	rozsah	$\pm 5,125$ V
	přesnost	$\pm (15 \text{ mV} + 1 \% \text{ spouštěcí úrovně})$
	rozlišení	5 mV

Mezní napětí	vstup 50 Ω : 5 V _{RMS} vstup 1 M Ω : 350 V (DC+AC) (0 až 3,5 kHz) 350 V (DC+AC lineárně klesající k 5 V _{RMS}) 5 V _{RMS} (> 100 kHz)
Vstupní impedance	1 M Ω 30 pF nebo 50 Ω
Připojení signálu	AC nebo DC
Vstupní filtr	100 kHz (nebo nezařazen) ... -20 dB pro $f > 1$ MHz
Vstupní citlivost	volitelná - nízká, střední, vysoká
Spouštění	náběžnou nebo sestupnou hranou
Automatická spouštěcí úroveň	rozsah 0 až 100 % po krocích 10 % frekvence > 100 Hz velikost > 100 mV _{p-p}
Attenuátor	napětíový rozsah $\times 10$ spouštěcí rozsah $\times 10$
Měření	
frekvence, perioda	0,1 Hz až 225 MHz; 4,44 ns až 10 s
časový interval	rozsah -1 ns až 105 s
poměr frekvencí	Ch1/Ch2, Ch1/Ch3, Ch2/Ch1, Ch3/Ch1 rozsah 10^{-10} až 10^{11} doba otevření hradla (auto) 100 ms
šířka impulsu	Ch1/Ch2, Ch1/Ch3, Ch2/Ch1, Ch3/Ch1
Přídavné funkce	možnost připojení externího referenčního kmitočtu 1, 5, 10 MHz možnost volby vysoké nebo střední stability termostatovaných oscilátorů v případě požadavku vysoké přesnosti externí spouštění statistické výpočty automatické testování možnost programování v SCPI

Programovatelné řízení je možné pomocí sběrnice HP-IB. Standardním vybavením čítače jsou porty pro připojení sběrnice HP-IB nebo sériové sběrnice RS-232C. Port pro sériové připojení je možno použít i pro vytištění měřených a analyzovaných dat na tiskárně nebo pro vyvedení signalizace překročení limitu signálů.