

L'oscilloscopio digitale

Comandi principali DSO
Utilizzo multimetro e gen. di funzioni
Incertezze DSO



Testo di riferimento:

Fondamenti di misure e strumentazione elettronica

Carullo-Pisani-Vallan, CLUT-2006

Online consultate:

http://home.deib.polimi.it/svelto/didattica/materiale_didattico.html

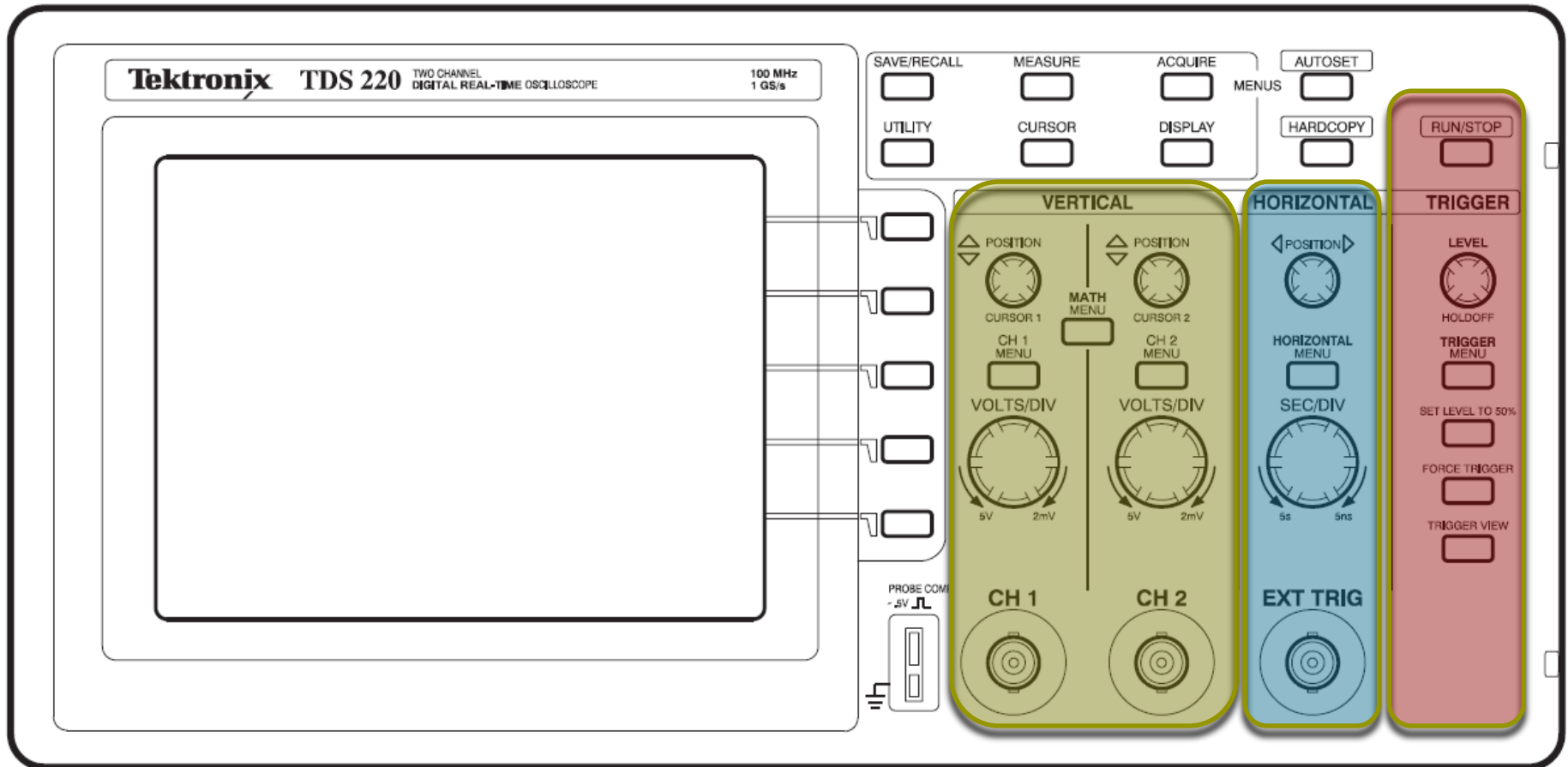


L' Oscilloscopio Digitale

In genere i comandi sono raggruppati in 3 principali categorie

- asse verticale
- asse orizzontale (base tempi)
- trigger

L' Oscilloscopio Digitale



L' Oscilloscopio Digitale



L' Oscilloscopio Digitale



Front Panel Overview

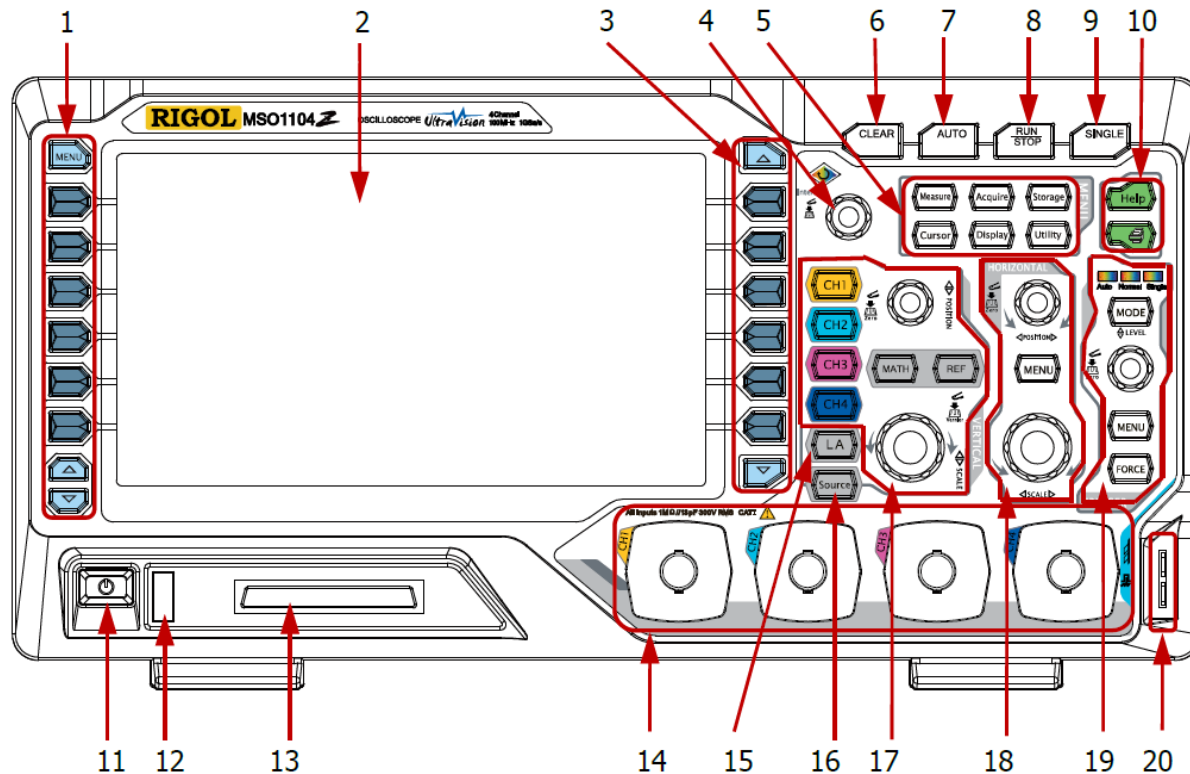


Table 1-1 Front Panel Descriptions

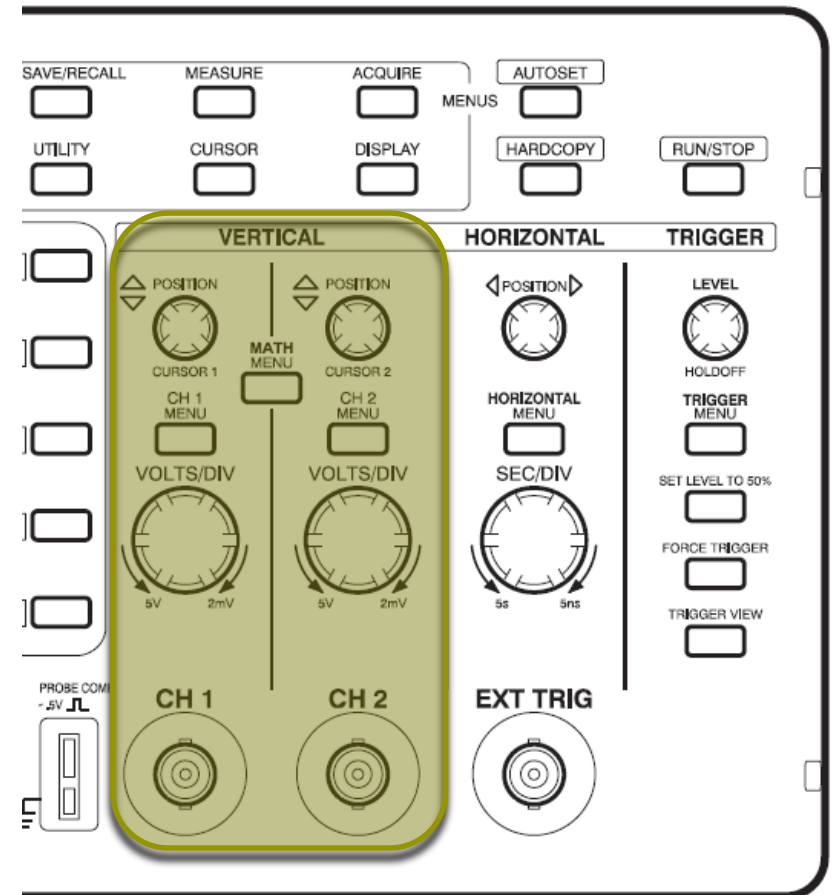
No.	Description
1	Measurement Menu Softkeys
2	LCD
3	Function Menu Softkeys
4	Multifunction Knob
5	Common Operation Keys
6	CLEAR
7	AUTO
8	RUN/STOP
9	SINGLE
10	Help/Print

No.	Description
11	Power Key
12	USB Host Interface
13	Digital Channel Input Interface ^[1]
14	Analog Channel Input Interface
15	Logic Analyzer Control Key ^[1]
16	Signal Source ^[2]
17	VERTICAL Control
18	HORIZONTAL Control
19	TRIGGER Control
20	Probe Compensation Signal Output Terminal/Ground Terminal

L' Oscilloscopio Digitale: comandi asse verticale



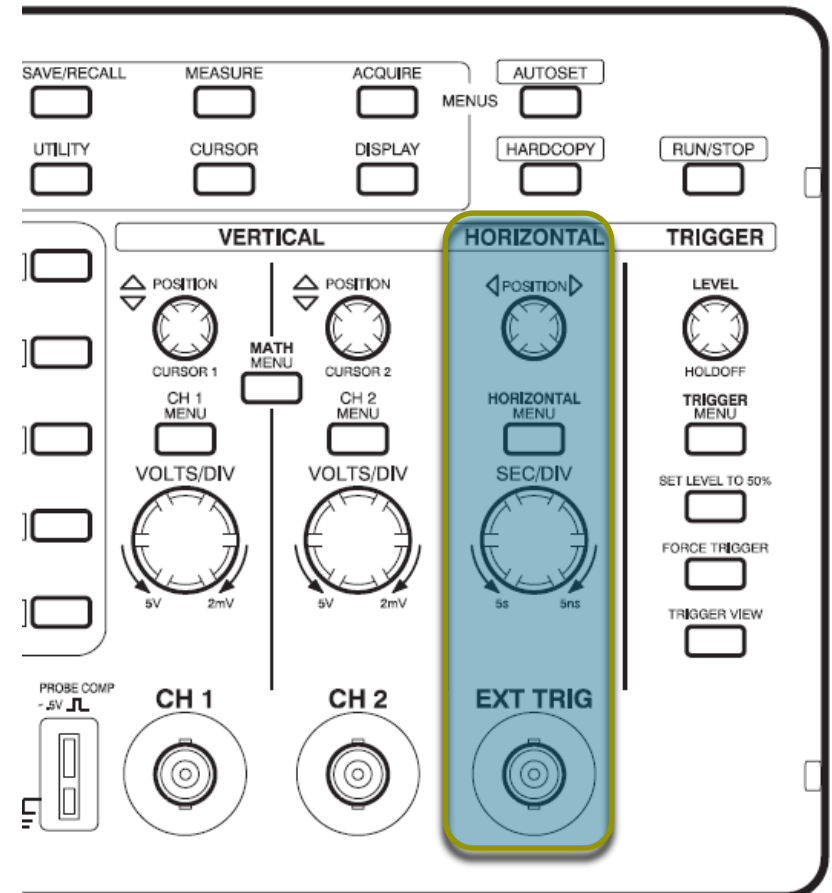
- Possibilità di selezionare DC, AC, Ground,...
- Sensibilità verticale (2mV/div, 5mV/div,...,5V/div...)
- Posizione
- Bandwidth (per ciascun canale limita la banda di ingresso, per esempio, a 20MHz)
- Funzioni matematiche (CH1-CH2, FFT...)
- Possibilità di modificare l'impedenza di ingresso passando dal canonico 1M Ω a 50 Ω (attenzione!!!)
- Probe: 1x, 10x, 100x se si usa una sonda



L' Oscilloscopio Digitale: comandi asse orizzontale



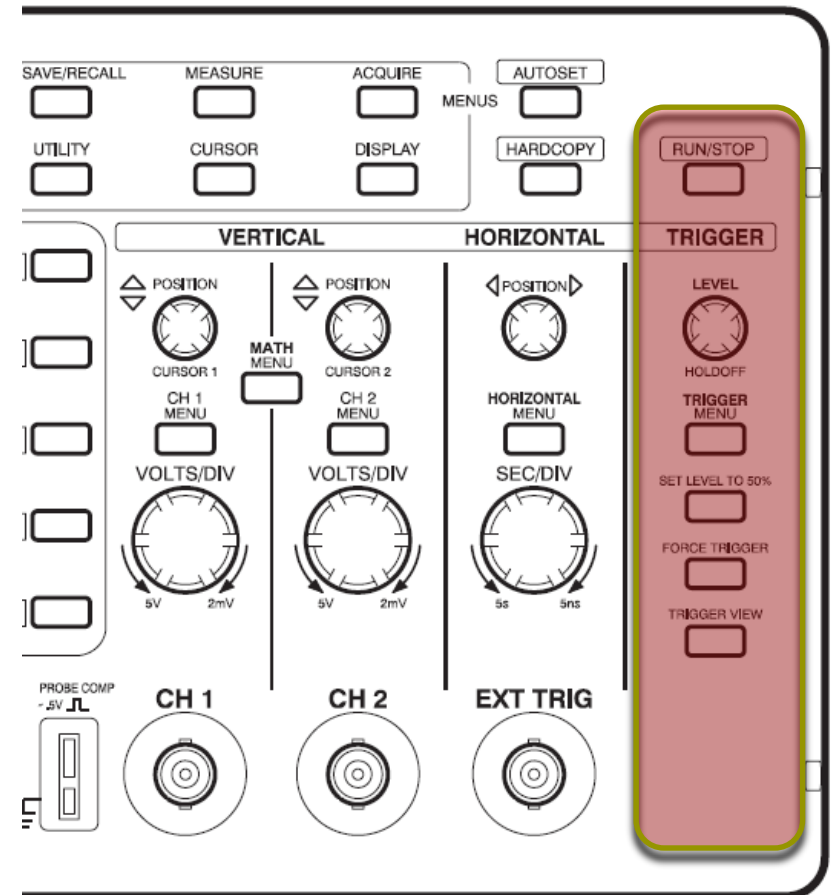
- Sensibilità orizzontale (10ns/div, 20ns/div,...,5ms/div...)
- Posizione dell'origine dell'asse dei tempi (evento di trigger)



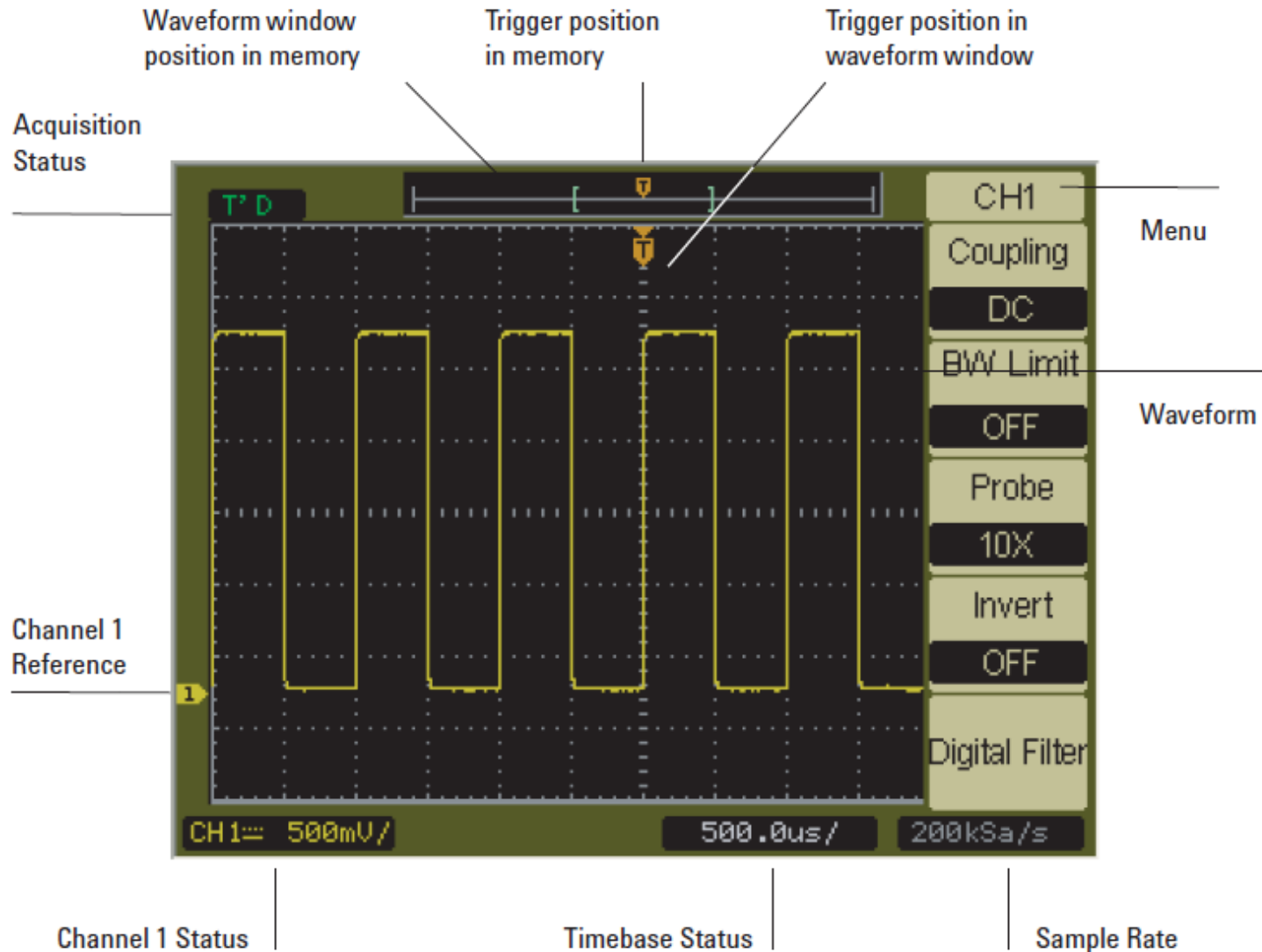
L' Oscilloscopio Digitale: comandi trigger



- Livello del trigger
- Slope +, slope –
- Run/stop: segnale acquisito con continuità oppure solo una volta
- Trigger sincronizzato con Ch1, Ch2, AC line, Auxiliary
- DC, AC, HF Rej, LF Rej
-
-
-



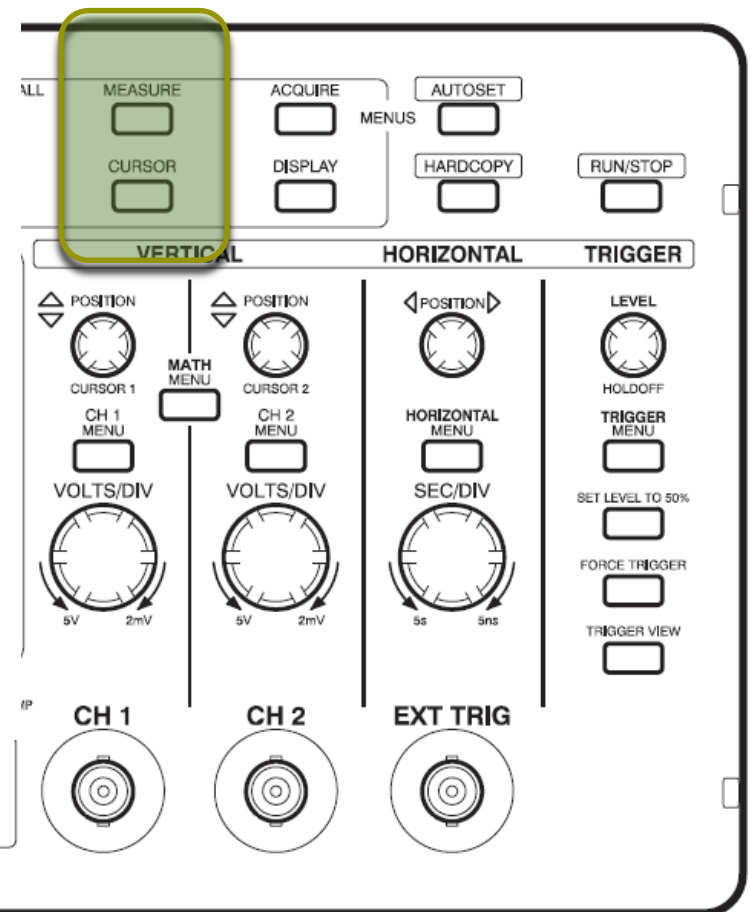
L'Oscilloscopio Digitale: misure di base



L' Oscilloscopio Digitale: misure automatiche



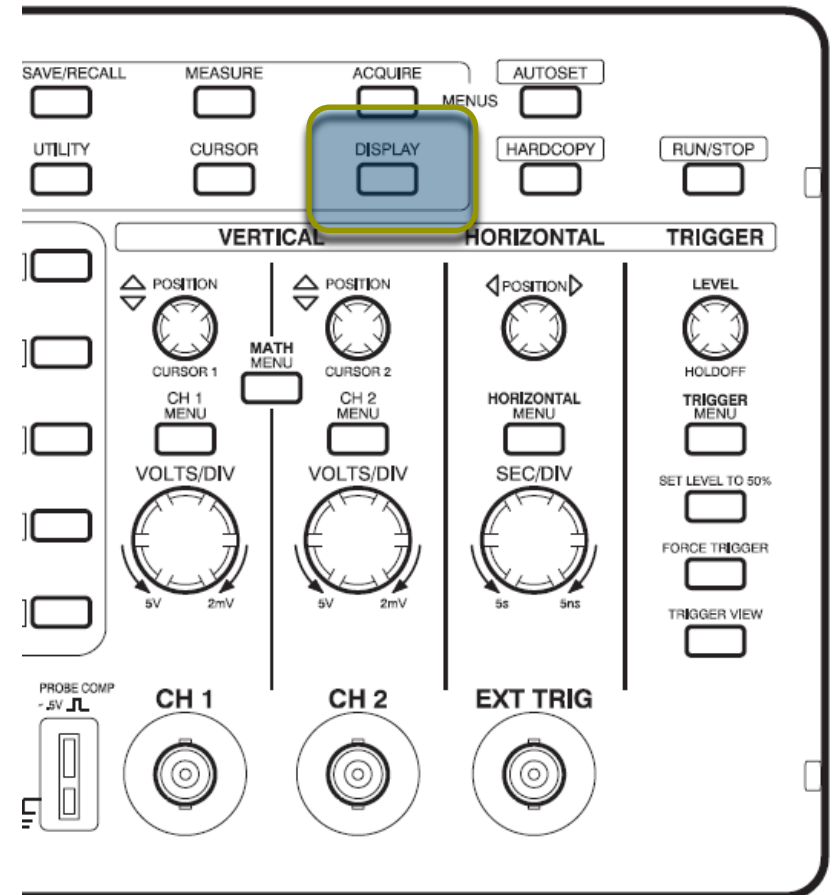
- Measurement: permette di selezionare alcune misure automatiche su uno o più canale (frequenza, periodo, valor medio, Pk-Pk, RMS,...)
- Cursor: permette di effettuare misure per mezzo di cursori da posizionare manualmente per mezzo di manopole



L' Oscilloscopio Digitale: display



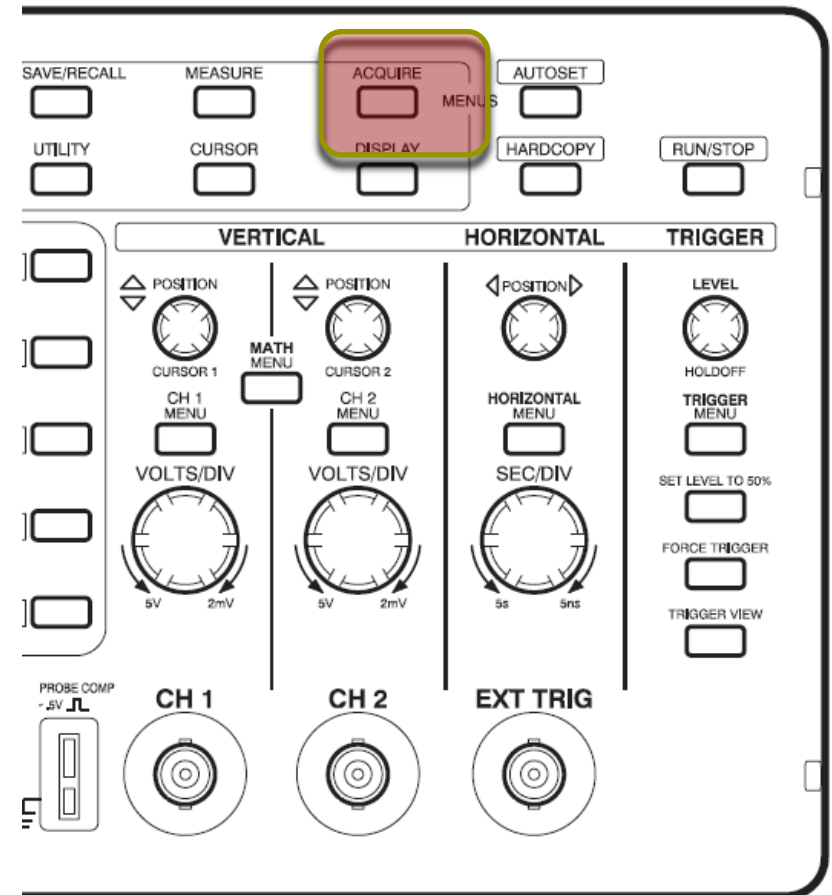
- Vectors/Dots: ciascun campione è collegato al successivo per mezzo di una funzione interpolatrice (lineare o sinc)
- Persist: definisce per quanto tempo ciascun punto è visualizzato sullo schermo (off, 1s, 2s, 5s, Infinite)
- ...
- ...



L' Oscilloscopio Digitale: acquire



- Sample: funzionamento di default
- Peak Detect: per rilevare dei picchi improvvisi sul segnale
- Averages (4, 16, 64, 128): media più sequenze di segnale in modo da mediare/ridurre il rumore presente sul segnale stesso

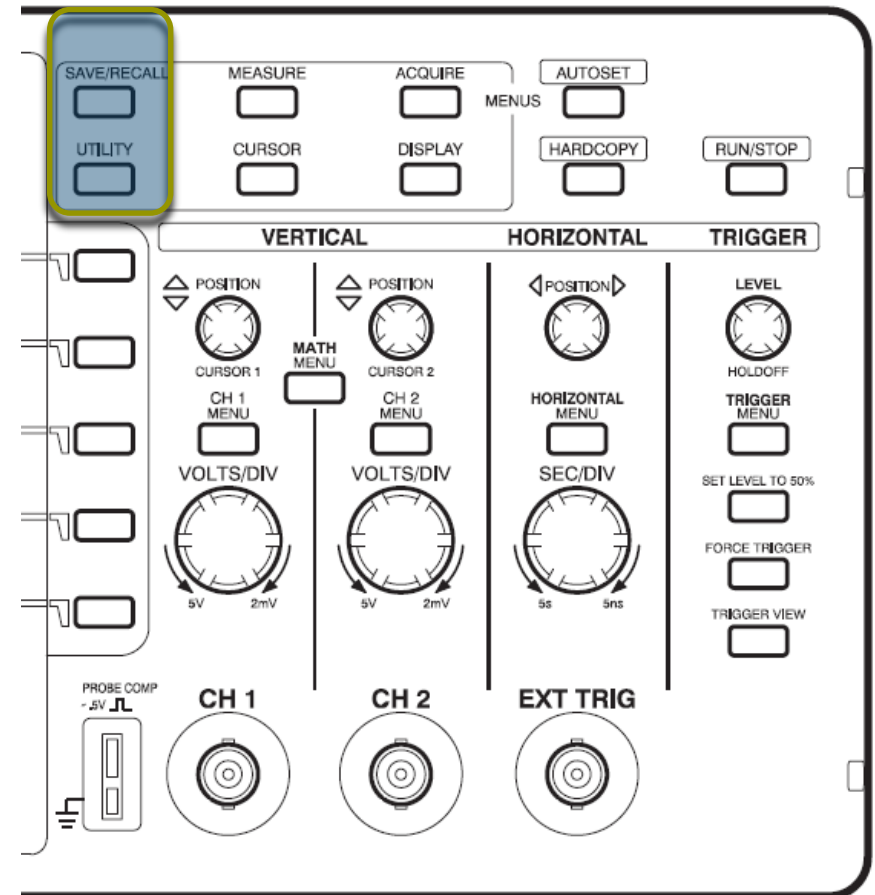


L' Oscilloscopio Digitale: save save/recall, utility



- “Save and recall” le impostazioni dell’oscilloscopio
- Utility:

Menu	Settings	Comments
System Status		Displays the system menus
Do Self Cal		Performs a self calibration
Error Log		Displays a list of any errors logged This list is useful when contacting a Tektronix Service Center for help
Language	English French German Italian Spanish Portuguese Japanese Korean Simplified Chinese Traditional Chinese	Selects the display language of the operating system



L' Oscilloscopio Digitale: incertezze



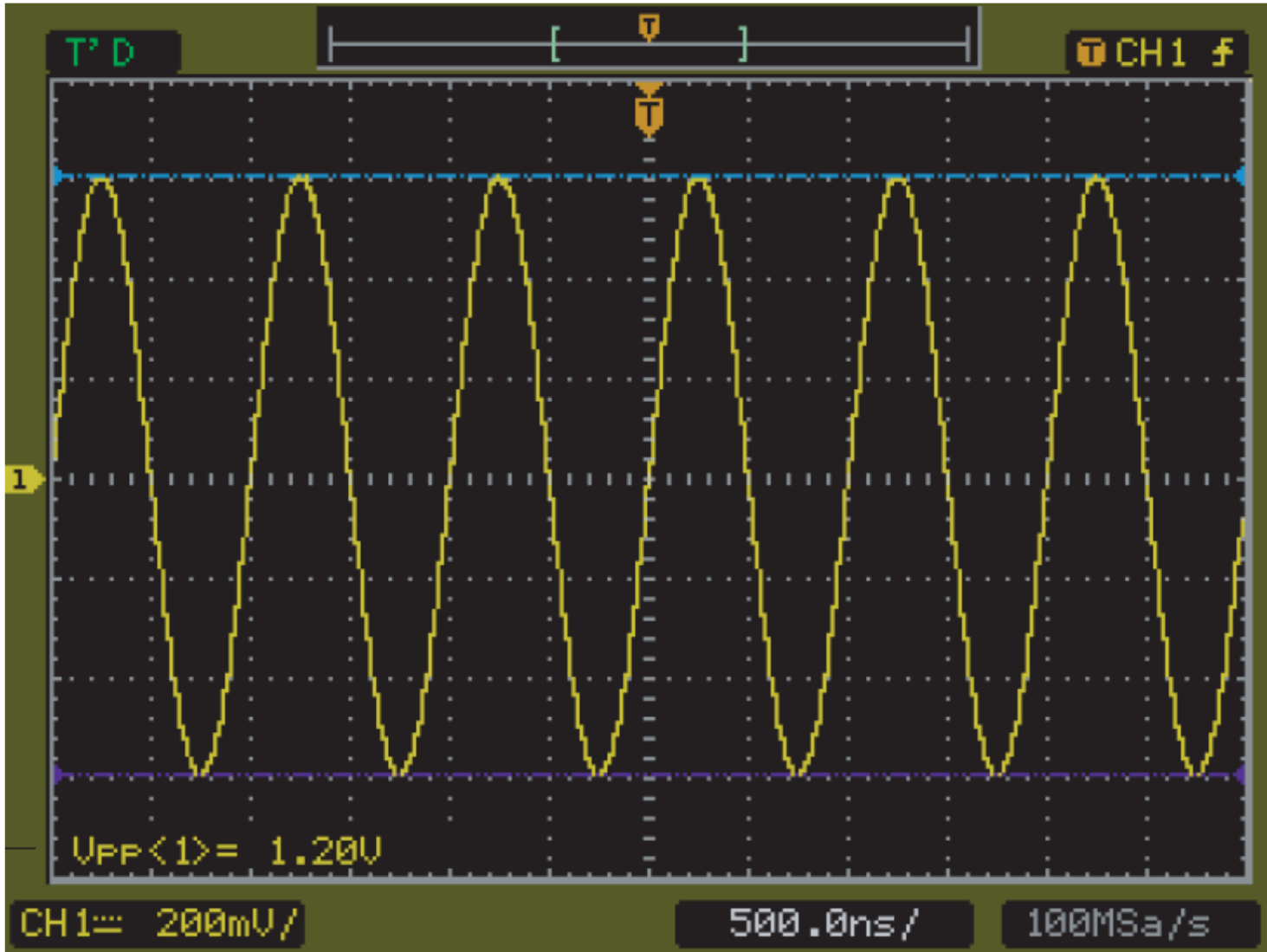
- L'incertezza di un oscilloscopio va sempre considerata come somma di due contributi:
 - L'incertezza strumentale
 - L'incertezza di lettura
- Esempio: lettura dell'ampiezza pk-pk di una sinusoide
 - Sensibilità $k_v=200\text{mV/div}$
 - Lettura $n_{\text{div}}=6 \text{ div}$

L' Oscilloscopio Digitale: incertezze



- Esempio: lettura dell'ampiezza pk-pk di una sinusoide
- $V_{pp} = n_{div} \cdot k_V = \frac{200mV}{div} \cdot 6div = 1.20V$
- Dalla formula di prop. inc.: $\frac{\delta V_{pp}}{V_{pp}} = \frac{\delta n_{div}}{n_{div}} + \frac{\delta k_V}{k_V} =$
- $\frac{\delta k_V}{k_V}$ dipende dall'oscilloscopio (tipicamente 3-4%)
- $\frac{\delta n_{div}}{n_{div}}$ dipende dalla nostra capacità di lettura (tipicamente $\delta n_{div} = 0.1 \div 0.2div$)

L' Oscilloscopio Digitale: incertezze



From: manuale Agilent serie 3000

L' Oscilloscopio Digitale: incertezze



- Esempio: oscilloscopio serie 3000 agilent

DC vertical gain accuracy:	2 mV/div to 5 mV/div: $\pm 4\%$ 10 mV/div to 5 V/div $\pm 3\%$	Percentuale riferita al full scale ovvero 8 divisioni verticali
DC measurement (= 16 waveform averages)	$\pm(3\% \times \text{reading} + 0.1 \text{ div} + 1\text{mV})$ when 10 mV/div or greater is selected and vertical position is at zero $\pm(3\% \times (\text{reading} + \text{vertical position}) + 1\% \text{ of vertical position} + 0.2 \text{ div})$ when 10 mV/div or greater is selected and vertical position is not at zero Add 2 mV for settings from 2 mV/div to 200 mV/div Add 50 mV for settings > 200 mV/div to 5 V/div	

- Cercate i dati di incertezza nel manuale!!!

1° Laboratorio sperimentale



- Argomento: uso dell'oscilloscopio digitale
- Quando: giovedì 26 ottobre
- Dove: LED 2 + LED 7 + LED 8
- Materiale didattico: traccia dell'esercitazione
- Cosa si utilizzerà:
 - Generatore di funzioni
 - Multimetro digitale
 - Oscilloscopio digitale

Modalità operative



- Il generatore di funzioni è un dispositivo in grado di generare segnali di tensione con forme d'onda:
 - **standard** (continua, sinusoidale, quadrata, triangolare, a rampa, impulsiva, rumore gaussiano, ...)
 - **modulate** (in ampiezza, in frequenza, ...)
 - **arbitrarie** (non tutti i modelli): i campioni del segnale da generare sono 'scritti' in un dispositivo di memoria
 - risoluzione: da 8 a 14 bit
 - profondità di memoria: da alcune migliaia ad alcune decine di migliaia di campioni
 - frequenza di scansione: da 10 MSa/s a 40 MSa/s

Modalità operative



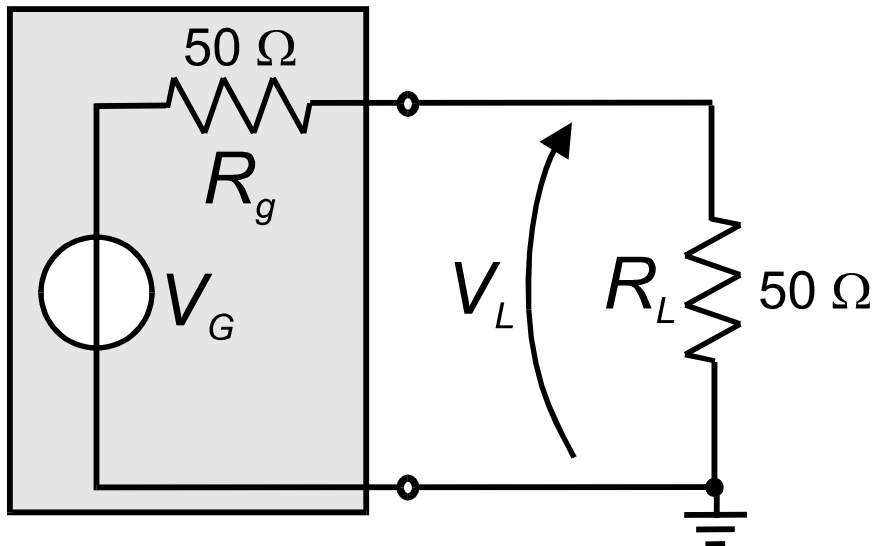
- Principali parametri impostabili per le forme d'onda standard:
 - **ampiezza** (V_{pp} , V_{rms} , dBm)
 - ✚ valori tipici da 10 mV_{pp} a 10 V_{pp}
 - **frequenza**
 - ✚ valori tipici da 100 μ Hz a 10 MHz (dipende dalla forma d'onda generata)
 - **offset**
 - ✚ tipicamente da 0 a V_{MAX} , che dipende da V_{pp}
 - **duty cycle**

Circuito di uscita



- La resistenza di uscita dei generatori di funzione è pari a 50Ω
- L'ampiezza indicata sul *display* si riferisce al caso in cui il circuito stimolato dal generatore presenta una resistenza anch'essa pari a 50Ω

Generatore di
funzioni

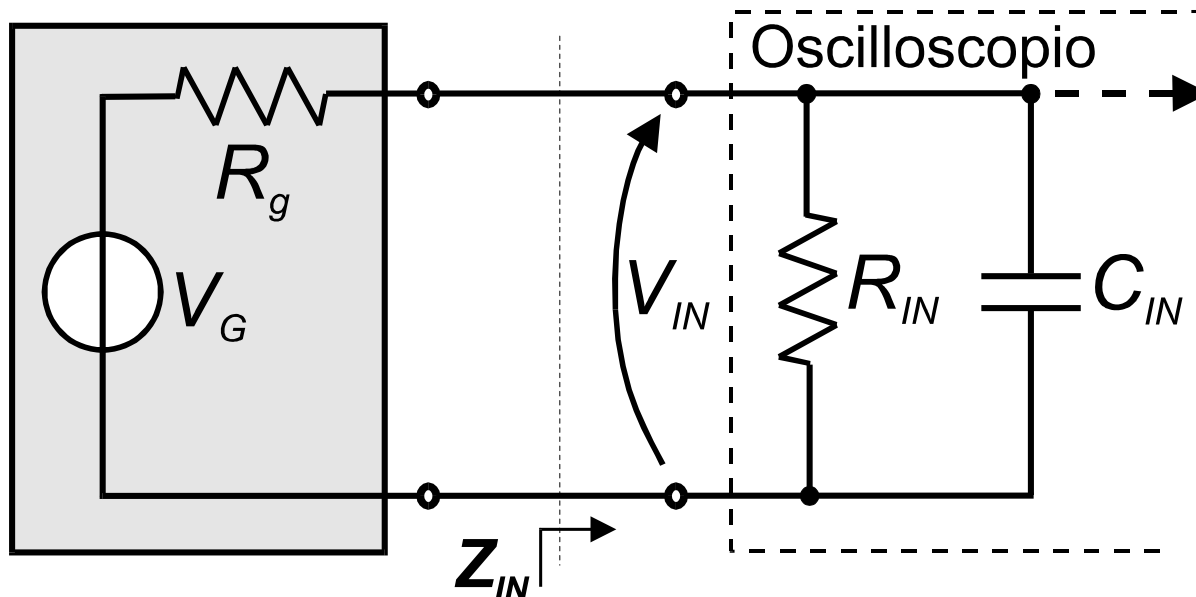


$$V_L = V_G \cdot \frac{R_L}{R_g + R_L} = \frac{V_G}{2}$$

Circuito di uscita



- Se la resistenza del circuito stimolato dal generatore è diversa da $50\ \Omega$, l'ampiezza del segnale presente all'uscita del generatore è diversa da quella indicata sul *display*.



$$\text{Se } |Z_{IN}| \gg R_g$$



$$V_{IN} \approx V_G$$

Uso del generatore di funzioni



Generazione di segnali con forme d'onda standard

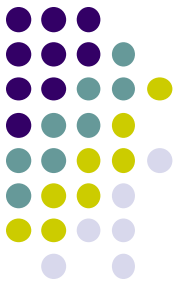
1) Selezione della forma d'onda

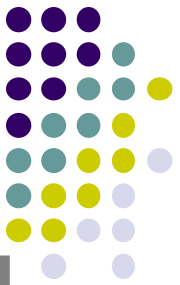
↪ Commutatore rotante a scatti oppure
serie di pulsanti associati alle varie f.d.o.



Uso del generatore di funzioni

Generazione di segnali con forme d'onda standard





Uso del generatore di funzioni

Generazione di segnali con forme d'onda standard

2) Impostazione dei parametri della f.d.o.

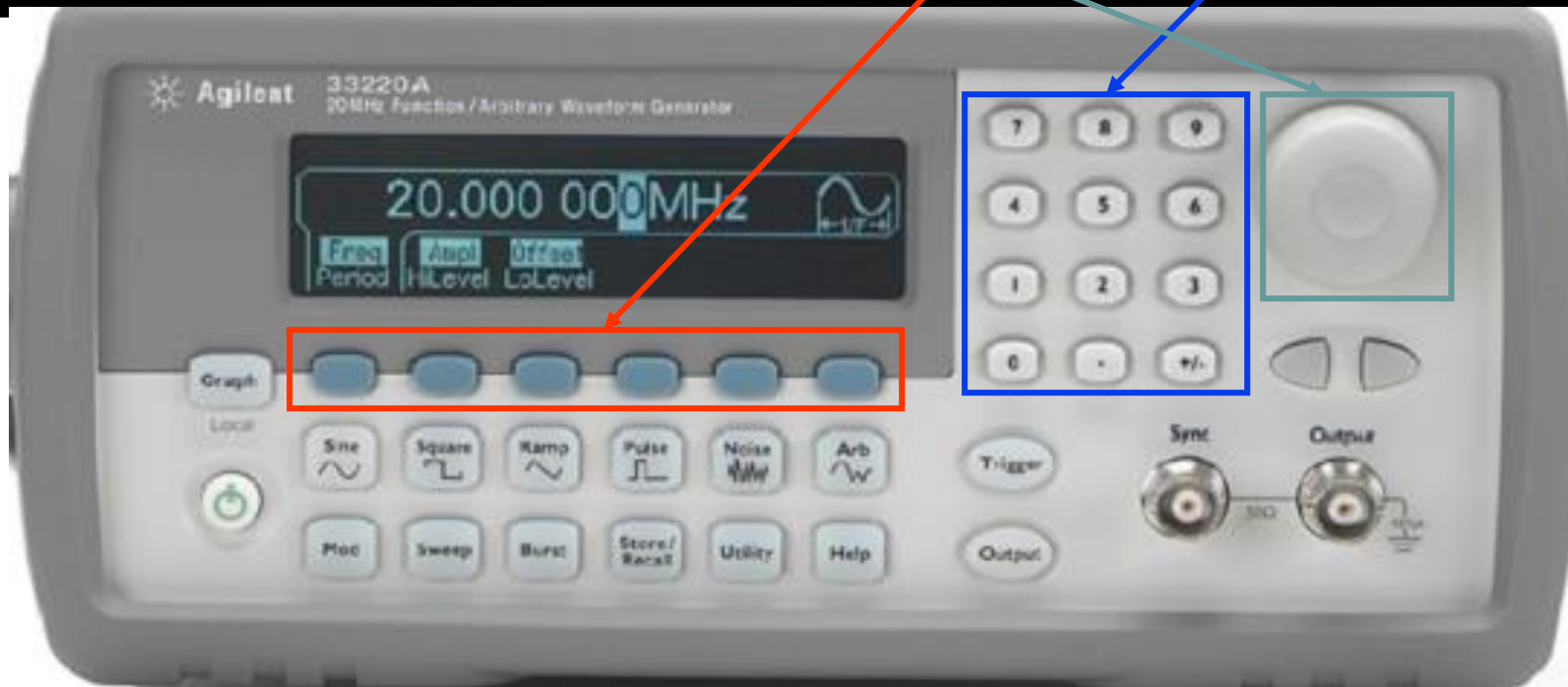
- Dipendono dalla f.d.o. selezionata ...
 - senoide: ampiezza, frequenza, offset, ...
 - quadra: ampiezza, frequenza, duty cycle, ...
 - impulso: ampiezza, duty cycle, tempo di salita, ...
 - rumore: ampiezza e offset
 - ...

Uso del generatore di funzioni

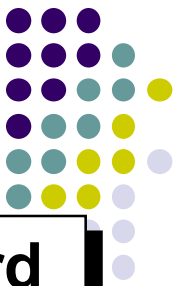
Generazione di segnali con forme d'onda standard

2) Impostazione dei parametri della f.d.o.

- ↪ Serie di manopole associate ai vari parametri oppure uso combinato di **softkeys** **tastierino** numerico e/o **manopola**

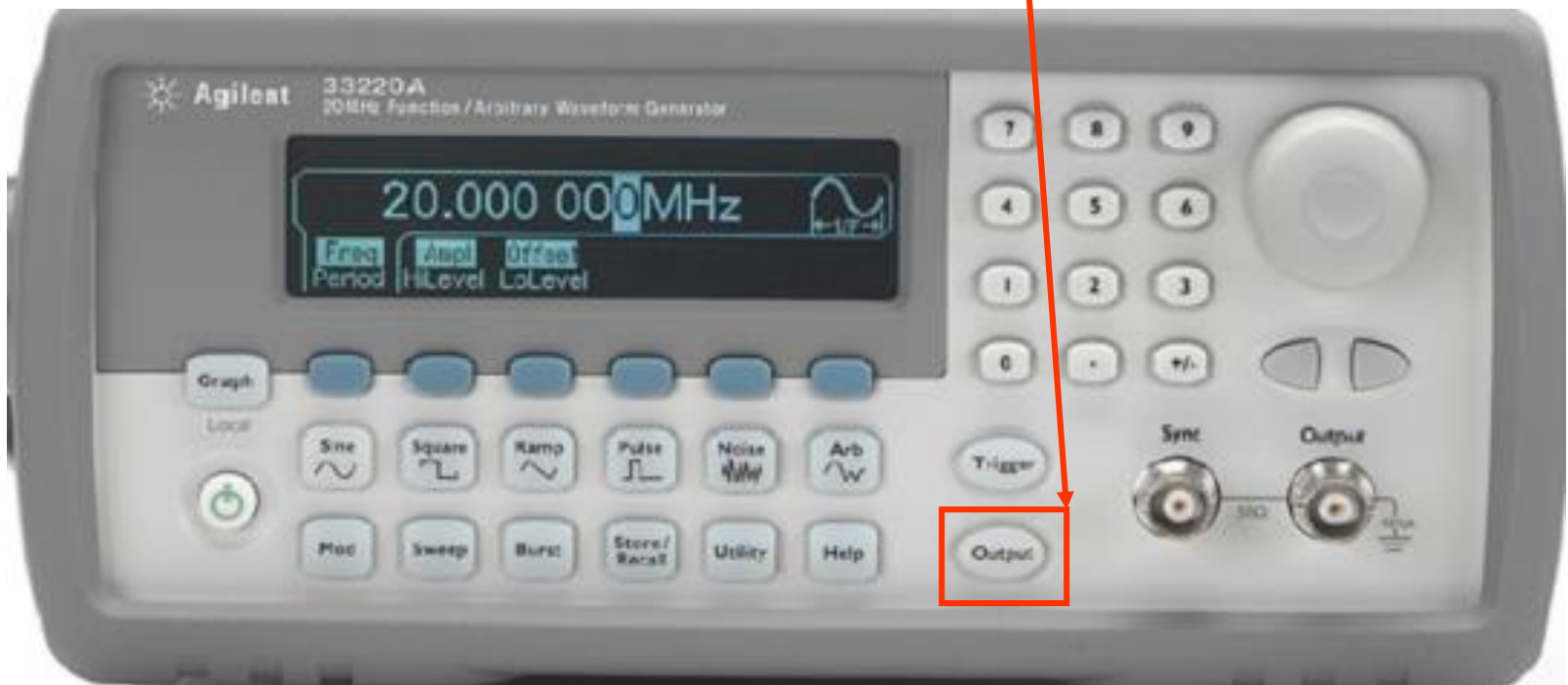


Uso del generatore di funzioni



Generazione di segnali con forme d'onda standard

- 3) Invio del segnale impostato all'uscita del generatore
↳ solitamente tramite un pulsante presente sul pannello frontale



Uso del generatore di funzioni

Pannello frontale



Oltre ai pulsanti descritti, sono presenti altri pulsanti per

- ↪ l'impostazione dei parametri di modulazione
- ↪ la selezione di f.d.o. arbitrarie contenute in memoria
- ↪ l'avvio della scansione della memoria interna
- ↪ ...



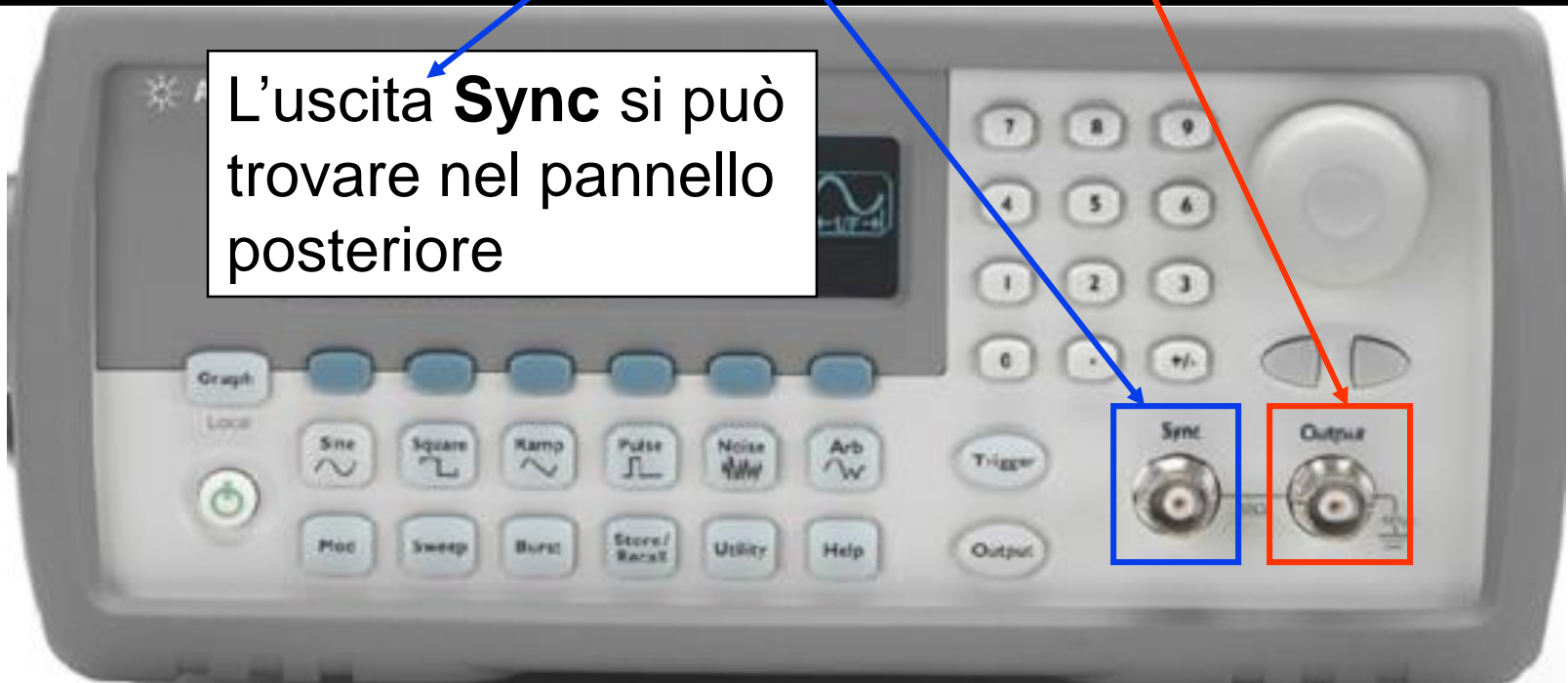
Uso del generatore di funzioni

Pannello frontale

Sono inoltre presenti

- ↪ il connettore BNC di uscita (**Output**)
- ↪ Il connettore BNC **Sync** (fornisce un segnale TTL sincronizzato con il segnale fornito su **Output**)

L'uscita **Sync** si può trovare nel pannello posteriore

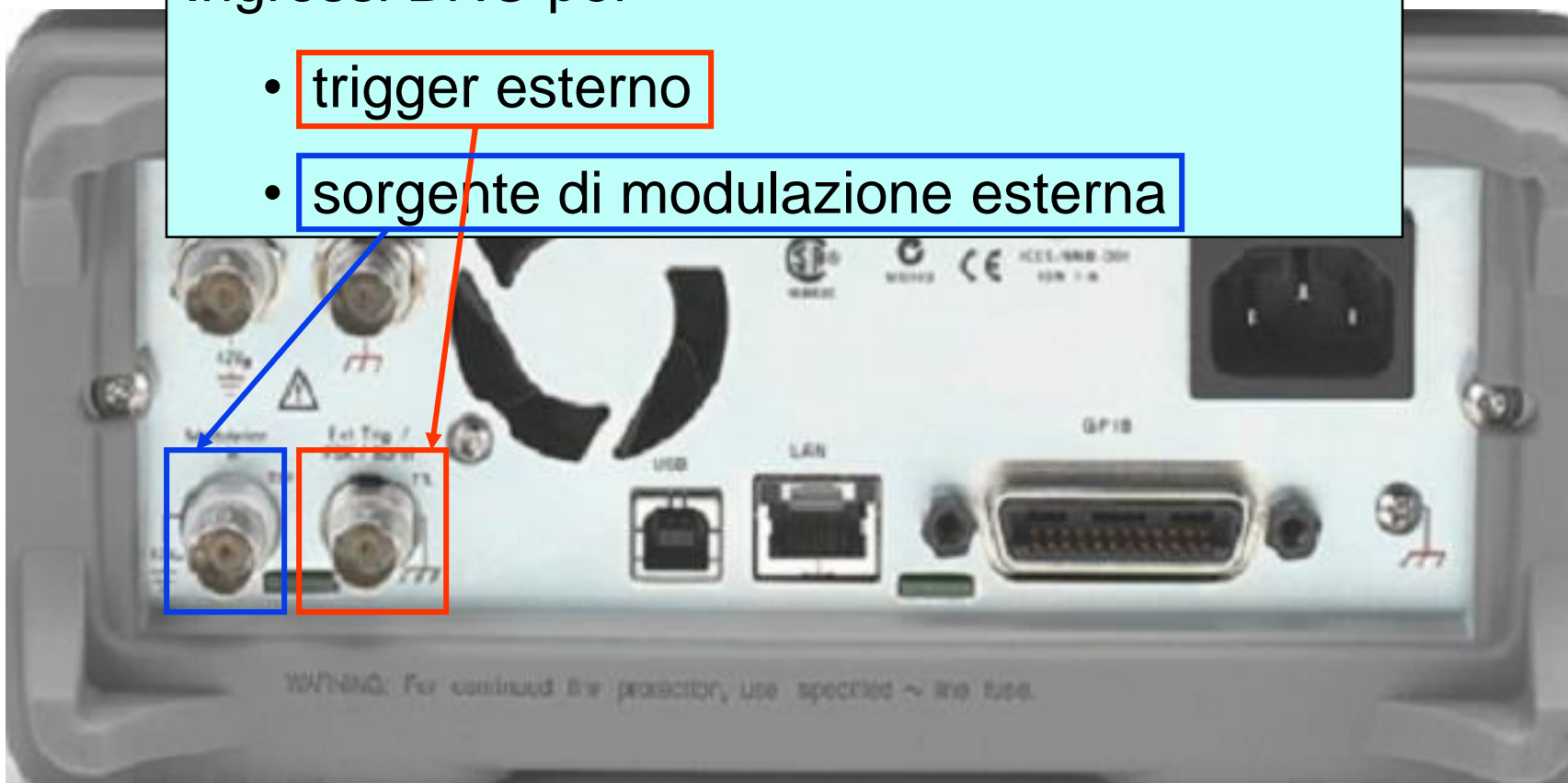


Uso del generatore di funzioni

Pannello posteriore

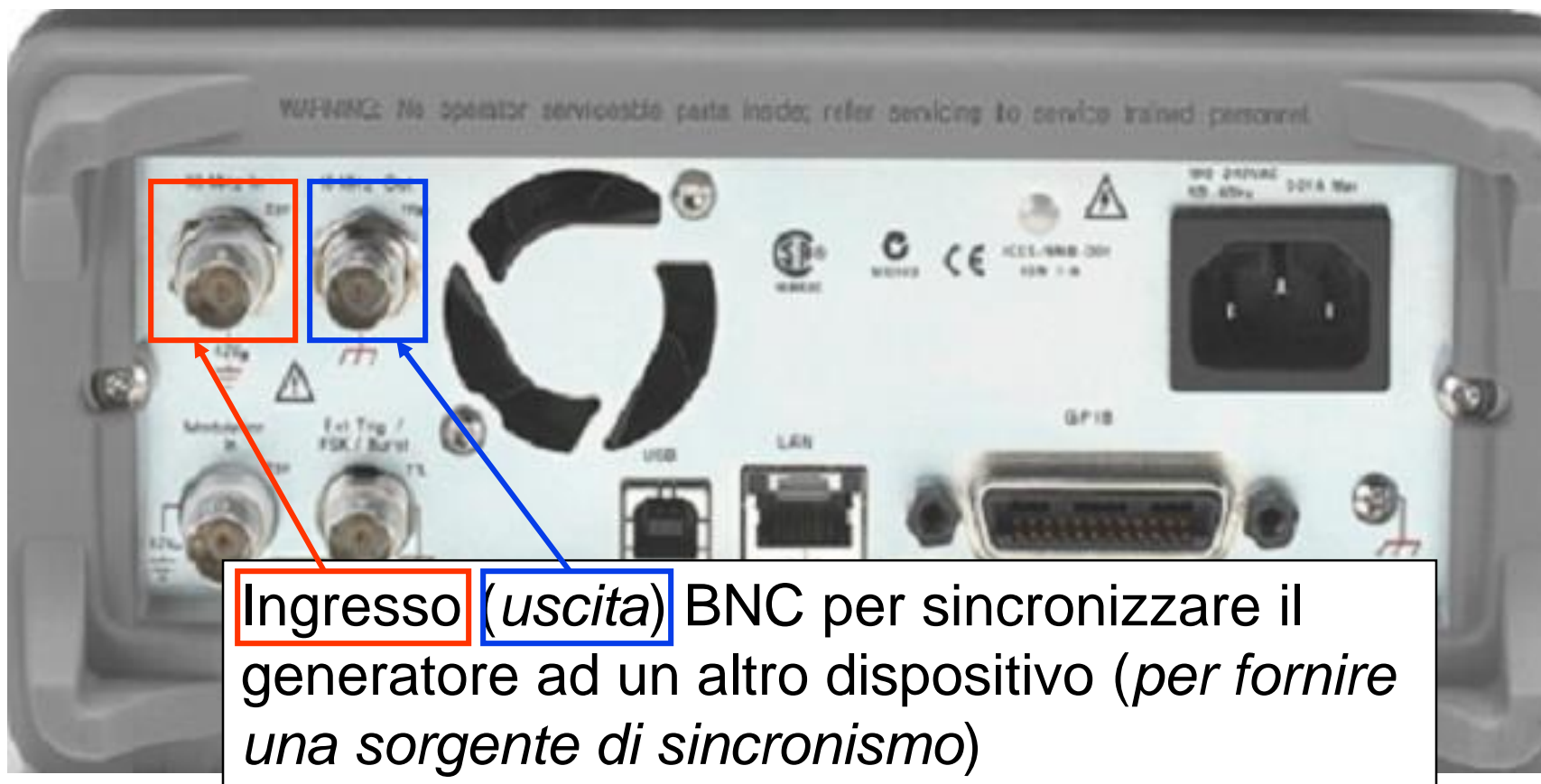
Ingressi BNC per

- trigger esterno
- sorgente di modulazione esterna



Uso del generatore di funzioni

Pannello posteriore

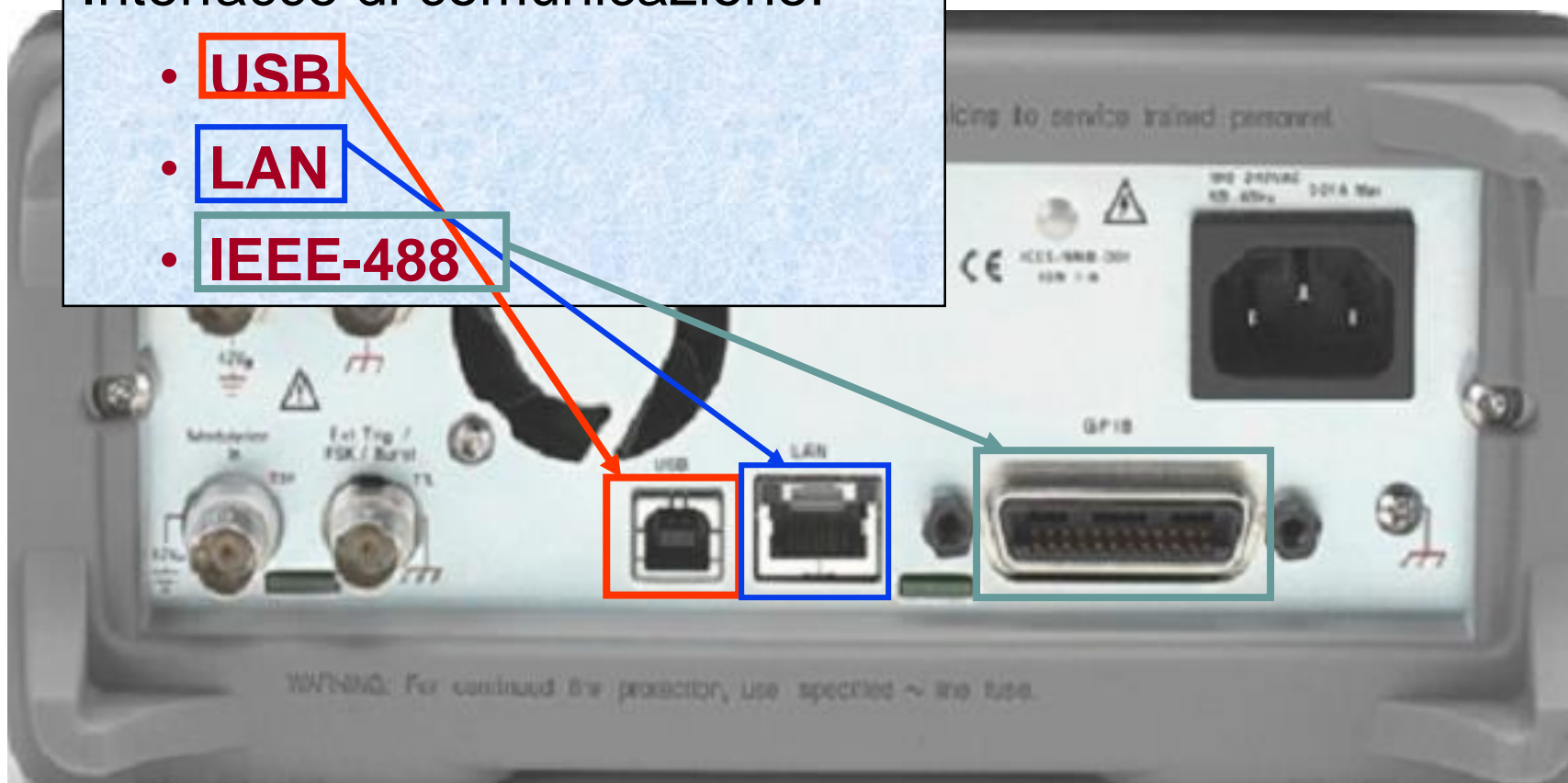


Uso del generatore di funzioni

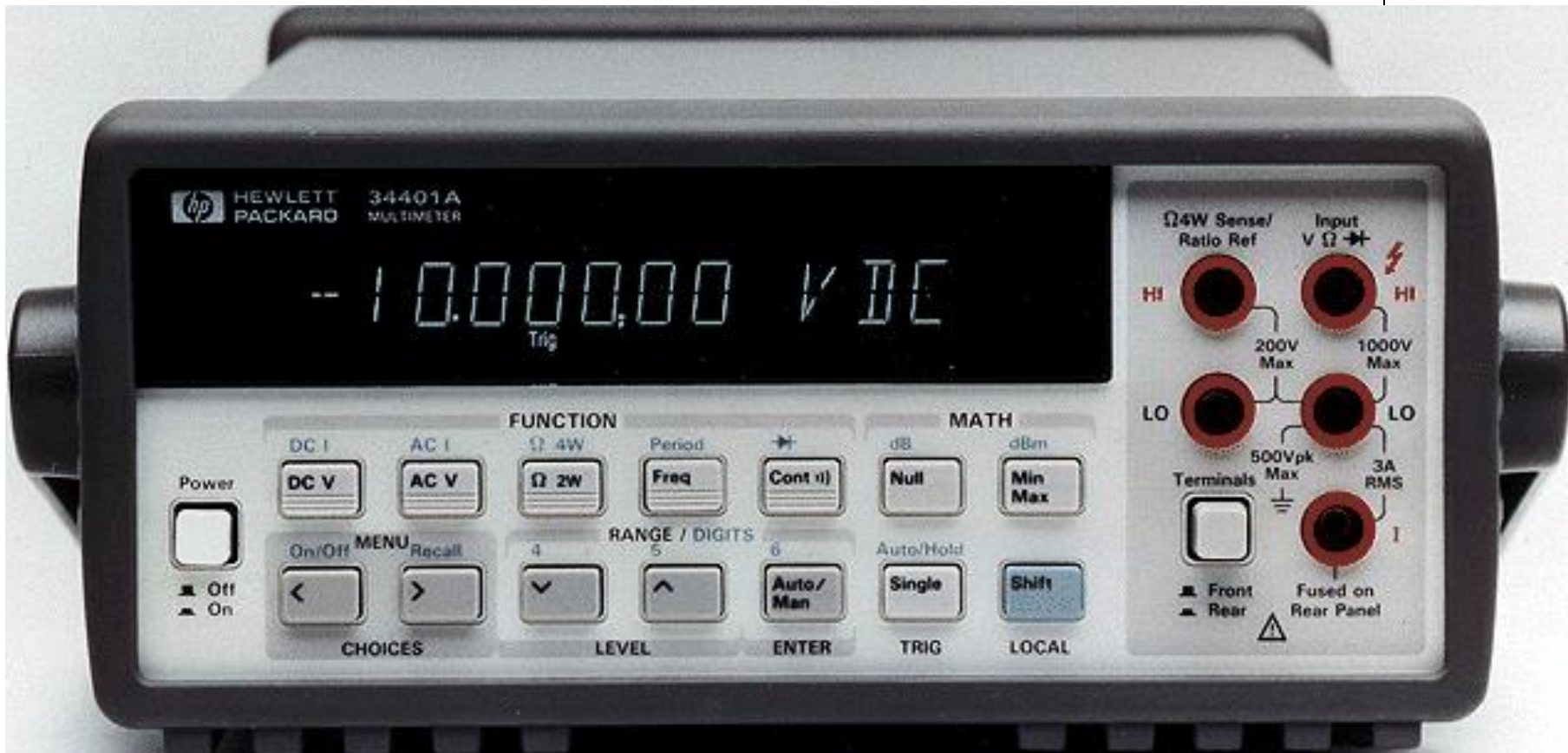
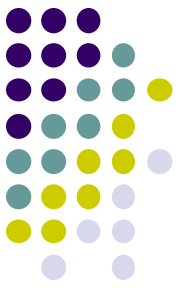
Pannello posteriore

Interfacce di comunicazione:

- **USB**
- **LAN**
- **IEEE-488**



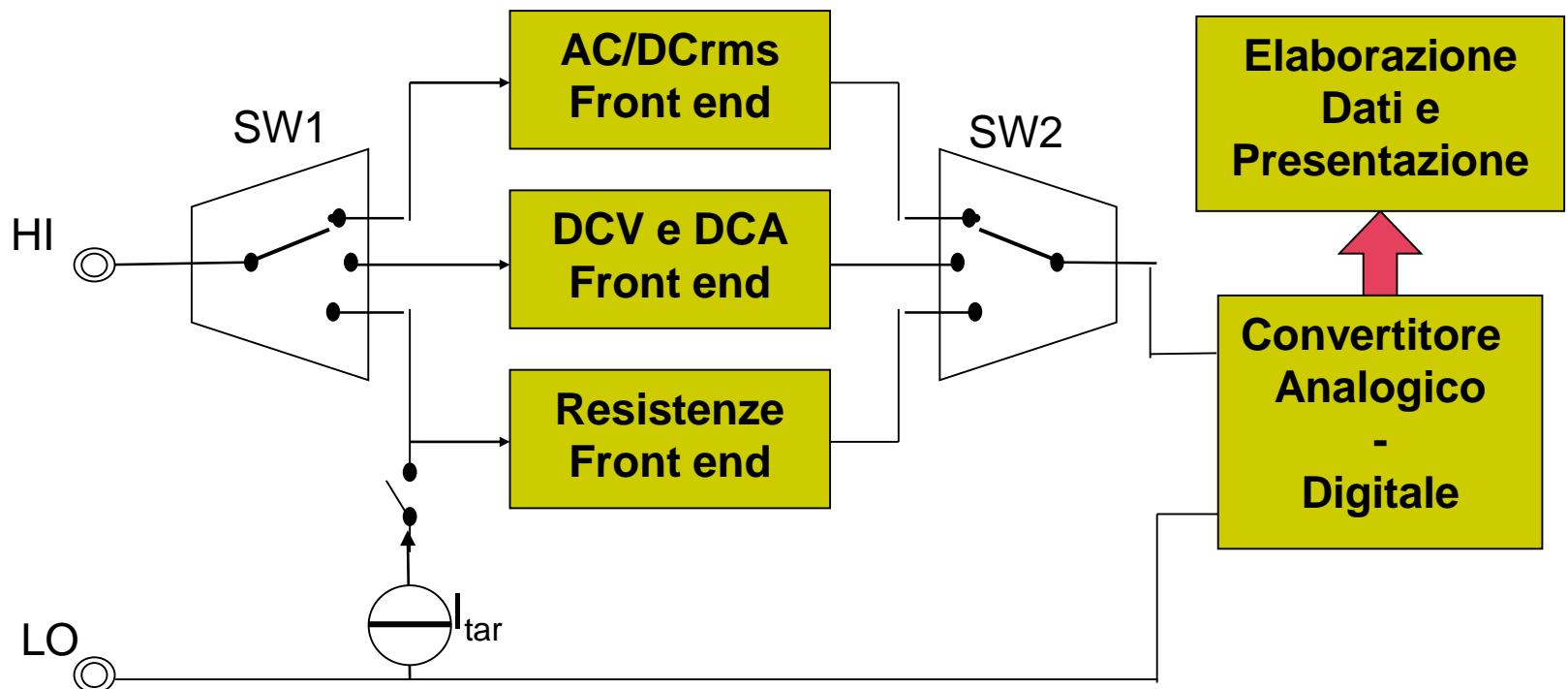
Multimetro numerico



Multimetro numerico DMM



- Estende le funzioni del DVM (Digital VoltMeter) a misure di correnti DC e AC e a misura di resistenze





Accuratezza di un DVM

- **L'incertezza complessiva è costituita da due contributi**
 - a **valore assoluto costante** per qualunque punto del campo di misura:
 - errori di offset e non linearità
 - a **valore relativo costante** per qualunque punto del campo di misura
 - errori di guadagno (fattori moltiplicativi sulla funzione di trasferimento)
- è dichiarata l'incertezza in **valore assoluto**



Accuratezza di un DVM

- L'incertezza complessiva è dichiarata con la relazione

$$\left| \delta V_x \right| = \left| \varepsilon_1 \% \cdot V_{FS} + \varepsilon_2 \% V_x \right|$$

- dove V_x è il valore letto
- V_{FS} è il valore di fondo scala
- Il termine $\left| \varepsilon_1 \% \cdot V_{FS} \right|$ dà il contributo assoluto costante
- Il termine $\left| \varepsilon_2 \% V_x \right|$ dà il contributo assoluto proporzionale a V_x (valore relativo costante)



Morsetti d'ingresso



+ Strumento con funzioni voltmetro e ohmetro utilizza i morsetti **HI (High)** e LO (Low)

- Riferimento per tensione e corrente e resistenze morsetto LO

+ Strumento con funzione amperometro utilizza i morsetti **I (Corrente)** e LO

Pulsanti di selezione della funzione



Funzione di
voltmetro in
DC

Preceduto da
Shift

Funzione di
amperometro
in DC

Funzione di
voltmetro in
AC

Preceduto da
Shift

Funzione di
amperometro
in AC

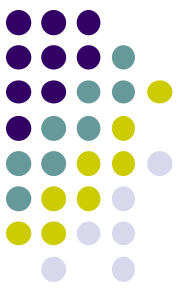
Funzione di
ohmetro
2-Wire

Preceduto da
Shift

Funzione di
ohmetro
4-Wire

Shift
Attiva le funzioni
indicate in azzurro

Multimetro numerico 34401: specifiche in DC



■ DC Characteristics

Accuracy Specifications \pm (% of reading + % of range) [1]

Function	Range [3]	Test Current or Burden Voltage	24 Hour [2] 23°C \pm 1°C	90 Day 23°C \pm 5°C	1 Year 23°C \pm 5°C	Temperature Coefficient /°C 0°C – 18°C 28°C – 55°C
DC Voltage	100.0000 mV		0.0030 + 0.0030	0.0040 + 0.0035	0.0050 + 0.0035	0.0005 + 0.0005
	1.000000 V		0.0020 + 0.0006	0.0030 + 0.0007	0.0040 + 0.0007	0.0005 + 0.0001
	10.00000 V		0.0015 + 0.0004	0.0020 + 0.0005	0.0035 + 0.0005	0.0005 + 0.0001
	100.0000 V		0.0020 + 0.0006	0.0035 + 0.0006	0.0045 + 0.0006	0.0005 + 0.0001
	1000.000 V		0.0020 + 0.0006	0.0035 + 0.0010	0.0045 + 0.0010	0.0005 + 0.0001
Resistance [4]	100.0000 Ω	1 mA	0.0030 + 0.0030	0.008 + 0.004	0.010 + 0.004	0.0006 + 0.0005
	1.000000 k Ω	1 mA	0.0020 + 0.0005	0.008 + 0.001	0.010 + 0.001	0.0006 + 0.0001
	10.00000 k Ω	100 μ A	0.0020 + 0.0005	0.008 + 0.001	0.010 + 0.001	0.0006 + 0.0001
	100.0000 k Ω	10 μ A	0.0020 + 0.0005	0.008 + 0.001	0.010 + 0.001	0.0006 + 0.0001
	1.000000 M Ω	5 μ A	0.002 + 0.001	0.008 + 0.001	0.010 + 0.001	0.0010 + 0.0002
	10.00000 M Ω	500 nA	0.015 + 0.001	0.020 + 0.001	0.040 + 0.001	0.0030 + 0.0004
	100.0000 M Ω	500 nA // 10 M Ω	0.300 + 0.010	0.800 + 0.010	0.800 + 0.010	0.1500 + 0.0002
DC Current	10.00000 mA	< 0.1 V	0.005 + 0.010	0.030 + 0.020	0.050 + 0.020	0.002 + 0.0020
	100.0000 mA	< 0.6 V	0.01 + 0.004	0.030 + 0.005	0.050 + 0.005	0.002 + 0.0005
	1.000000 A	< 1 V	0.05 + 0.006	0.080 + 0.010	0.100 + 0.010	0.005 + 0.0010
	3.000000 A	< 2 V	0.10 + 0.020	0.120 + 0.020	0.120 + 0.020	0.005 + 0.0020
Continuity	1000.0 Ω	1 mA	0.002 + 0.010	0.008 + 0.020	0.010 + 0.020	0.001 + 0.002
Diode Test	1.0000 V	1 mA	0.002 + 0.010	0.008 + 0.020	0.010 + 0.020	0.001 + 0.002
DC:DC Ratio	100 mV to 1000 V		(Input Accuracy) + (Reference Accuracy)			
			<i>Input Accuracy</i> = accuracy specification for the HI-LO input signal. <i>Reference Accuracy</i> = accuracy specification for the HI-LO reference input signal.			