



---

---

THURLBY THANDAR INSTRUMENTS

TG1006

---

---

10MHz DDS Function Generator

ISTRUZIONI IN ITALIANO



Specifications	2
Sicurezza	5
Installazione	6
Conessioni	7
Informazioni generali	8
Generazione delle forme d'onda standard	9
FSK	14
Salva e Recupera	15
LIST	16
Modulazione ampiezza	16
Contatore esterno	17
Taratura e manutenzione	17

**Nota:** Le versioni più recenti di questo manuale, dei driver delle periferiche e degli strumenti software possono essere scaricate dall'indirizzo:  
<http://tti1.co.uk/downloads/manuals-generator.htm>

Questo manuale è il 48591-1250 Issue 2

---

# Specifications

Specifications apply at 18°- 28°C after one hour warm-up, at maximum output into 50Ω.

## WAVEFORMS

Standard waveforms of Sine, Square, Triangle and DC.

### Sine

Range:	1mHz to 10MHz.
Resolution:	1mHz or 6 digits.
Accuracy:	10 ppm for 1 year; ± 1mHz below 0.2Hz.
Temperature Stability:	Typically <1 ppm/°C outside 18° to 28°C.
Output Level:	1mV to 10Vp-p into 50Ω.
Harmonic Distortion:	<0.3% THD to 20kHz (typically 0.1%). <-45dBc to 300kHz. <-30dBc to 10MHz (typically <-35dBc).
Non-harmonic Spuri:	<-55dBc to 1MHz, <-55dBc + 6dB/octave 1MHz to 10MHz.

### Square

Range:	1mHz to 10MHz.
Resolution:	1mHz or 6 digits.
Symmetry Control:	20% to 80%, 1mHz to 10MHz.
Accuracy:	10 ppm for 1 year; ± 1mHz below 0.2Hz.
Output Level:	1mV to 10Vp-p into 50Ω.
Rise and Fall Times:	<25ns.
Aberrations:	<5% + 2mV.

### Triangle

Range:	1mHz to 1 MHz.
Resolution:	1mHz or 6 digits.
Accuracy:	10 ppm for 1 year; ± 1mHz below 0.2Hz.
Output Level:	1mV to 10Vp-p into 50Ω.
Linearity Error:	<0.5% to 100 kHz.

## OPERATING MODES

### Continuous

Continuous cycles of the selected waveform are output at the programmed frequency.

### Sweep

Carrier Waveforms:	All
Sweep Mode:	Manual, linear or logarithmic, single or continuous.
Sweep Width:	From 0.1Hz to 10MHz in one range. Phase continuous. Independent setting of the start and stop frequency.
Sweep Time:	100ms to 999.99s (10ms resolution).
Sweep SYNC:	Start of sweep trigger available from SYNC output.
Sweep Trigger Source:	The sweep may be free run or a single sweep may be triggered from the front panel MAN TRIG key.
Manual Sweep Mode:	An analogue control can be used to set the generator to any intermediate frequency between the Start and Stop frequencies.

---

## Amplitude Modulation

Carrier Frequency:	From 1mHz to 10MHz.
Carrier Waveforms:	All.
Modulation Frequency:	400Hz internal. DC to 20kHz external.
External Modulation:	AM/COUNT IN socket.

## Frequency Shift Keying (FSK)

Phase coherent switching between two selected frequencies at a rate defined by the switching signal source.

Carrier frequency:	From 0.1Hz to 10MHz.
Carrier waveforms:	All.
Switch repetition rate:	DC to 10kHz (internal trigger).
Switching signal source:	Manual (front panel MAN TRIG key) or internal trigger generator.

## Frequency List

Step through up to 10 stored frequencies.

Carrier Waveforms:	All.
Frequency List:	Up to 10 frequencies from 1mHz to 10MHz.
Switching Source:	Manual from front panel MAN TRIG key.

## OUTPUTS

### Main Outputs

Output Impedance:	50 $\Omega$ and 600 $\Omega$ (not independent).
Amplitude:	2mV to 20V pk-pk open circuit, (1mV to 10V pk-pk into 50 $\Omega$ /600 $\Omega$ ) in four switch selectable ranges with 20dB vernier control within each range. Amplitude can be displayed in $V_{pk-pk}$ or $V_{rms}$ .
Attenuator:	0, -20dB, -40dB, or -60dB.
Amplitude Flatness:	$\pm 0.2$ dB to 500kHz; $\pm 2$ dB to 10MHz.
DC Offset Range:	$\pm 10$ V. DC offset plus signal peak limited to $\pm 10$ V from 50 $\Omega$ /600 $\Omega$ ; CLIP shows in display when offset plus signal peak exceeds $\pm 10$ V. DC offset plus waveform attenuated proportionally by the attenuator.
Resolution:	3 digits for both Amplitude and DC Offset.

### SYNC Out

Automatically selected to be either Waveform Sync or Sweep Sync.


Waveform Sync:	A square wave at the main waveform frequency. Symmetry is 50% for sine and triangle waves at MAIN OUT; for square waves symmetry is the same as that of the waveform at MAIN OUT.
Sweep Sync:	Outputs a trigger signal at the start of sweep to synchronize an oscilloscope.
Output Signal Level:	Output impedance 50 $\Omega$ nominal. Logic levels of <0.8V & >3V.

## INPUTS

### AM In

The AM/COUNT IN socket is set to AM input when EXT AM is selected.

Input Impedance:	40k $\Omega$ .
Input Sensitivity:	Approximately 2V peak-peak for 100% modulation.

 Maximum Allowable Input Voltage:  $\pm 10$ V.

---

## Count In

The AM/COUNT IN socket is set to external frequency measurement when EXT COUNT is selected.

Input Impedance: 1M $\Omega$ //20pF.  
Input Sensitivity: 50mVrms (sinewave).



Maximum Allowable Input Voltage: 30Vdc/30Vrms to 50Hz/60Hz with respect to ground  $\frac{1}{\sqrt{2}}$ , reducing to 1Vrms above 1MHz.

## DISPLAY FUNCTIONS

The LCD shows generator frequency setting at a resolution of 4 digits simultaneously with output amplitude/offset, together with various status annunciators. Alternatively, the generator frequency setting can be displayed independently of amplitude/offset to a resolution of 6 digits. The LCD also functions as the external frequency measurement display with up to 7 digits of resolution.

### Internal Measurement Accuracy

Amplitude: Display shows peak-to-peak amplitude or rms value. Display corrected for attenuator setting and waveform type. 3-digit resolution, accuracy typically  $\pm 5\%$  of range full scale.  
DC Offset: 3-digit resolution; accuracy typically  $\pm 2\%$  of setting  $\pm 1$  digit. Display corrected for attenuator setting.

### External Frequency Measurement

Frequency Range: 3Hz to >120MHz.  
Frequency Resolution: Up to 7 digits displayed.  
Input Sensitivity: Better than 50mVrms (sinewave).  
Measurement Time: Automatic.  
Accuracy:  $\pm 1$  digit  $\pm$  timebase accuracy.  
Timebase Accuracy:  $< \pm 5$ ppm initial error;  $< \pm 5$  ppm/year ageing rate; typically less than 1ppm/ $^{\circ}$ C.

## GENERAL

Display: LCD.  
Data Entry: Keyboard selection of mode; value entry direct by numeric keys or by rotary control.  
Stored Settings: Up to 10 output frequencies may be stored and recalled from non-volatile memory.  
Size: 260(W) x 88(H) x 235(D)  
Weight: 1.45kg. (3.2lb.)  
Power: 110-120V AC or 220V-240V AC  $\pm 10\%$ , 50/60Hz, adjustable internally; 35VA max. Installation Category II.  
Operating Range:  $+5^{\circ}$ C to  $40^{\circ}$ C, 20-80% RH.  
Storage Range:  $-20^{\circ}$ C to  $+60^{\circ}$ C.  
Environmental: Indoor use at altitudes up to 2000m, Pollution Degree 2.  
Safety & EMC: Complies with EN61010-1 & EN61326.

Questo strumento appartiene alla categoria di sicurezza I secondo la classificazione CEI ed è stato progettato per rispettare i requisiti della norma EN61010-1 (Prescrizioni di sicurezza per apparecchi elettrici di misura, controllo e per utilizzo in laboratorio). È uno strumento di Categoria d'Installazione II, progettato per funzionare con una normale alimentazione monofase.

Lo strumento è stato testato in conformità con la normativa EN61010-1 ed è stato consegnato in perfette condizioni. Il presente manuale di istruzioni comprende alcune informazioni e avvertenze che devono essere seguite dall'utente al fine di garantire un funzionamento sicuro e la conservazione dello strumento in perfette condizioni.

Questo strumento è stato progettato per uso interno in un ambiente con grado di inquinamento 2, nell'intervallo di temperatura che va da 5°C a 40°C, con 20% - 80% UR (senza condensa).<sup>oo</sup> Occasionalmente, può essere sottoposto a temperature comprese tra +5° e -10°C senza conseguenze sulla sicurezza.<sup>oo</sup> Non utilizzare lo strumento in presenza di condensa.

L'utilizzo del presente strumento secondo modalità non indicate nelle presenti istruzioni potrebbe compromettere la protezione di sicurezza dello stesso. Non utilizzare lo strumento con voltaggi superiori a quelli indicati o in condizioni ambientali diverse da quelle specificate.

## **AVVERTENZA! LO STRUMENTO DEVE ESSERE PROVVISORIO DI MESSA A TERRA**

L'interruzione della messa a terra all'interno o all'esterno dello strumento ne rende pericoloso l'utilizzo. L'interruzione intenzionale della messa a terra è severamente vietata. L'azione protettiva della messa a terra non deve essere annullata dall'utilizzo di una prolunga priva di conduttore di protezione.

Quando lo strumento è collegato all'alimentazione i terminali potrebbero essere sotto tensione ed è probabile che l'apertura delle coperture o la rimozione di alcune parti (eccetto quelle a portata di mano) causi l'esposizione di elementi sotto tensione. L'apparecchio deve essere scollegato da tutte le sorgenti di alimentazione prima di essere aperto per effettuare regolazioni, sostituzioni, operazioni di manutenzione o riparazioni.

Qualsiasi regolazione, manutenzione o riparazione dello strumento aperto, in tensione, deve essere evitata e, se inevitabile, deve essere effettuata esclusivamente da personale competente, consapevole del possibile pericolo.

In caso di evidente difetto dello strumento, danno meccanico, umidità eccessiva o corrosione chimica, la protezione di sicurezza potrebbe essere compromessa e il dispositivo non dovrà più essere utilizzato e sarà necessario sottoporlo a controllo e riparazione.

Accertarsi di utilizzare solo i fusibili della potenza e del tipo prescritti per eventuali sostituzioni. È proibito utilizzare fusibili improvvisati e cortocircuitare i portafusibili.

Non bagnare lo strumento quando lo si pulisce.

I seguenti simboli vengono utilizzati sullo strumento e nel manuale:



**Attenzione** - vedere i documenti allegati. L'uso errato può danneggiare lo strumento.



terminale collegato al fondo dello chassis



corrente alternata

## Tensione di esercizio

La tensione di esercizio dello strumento è indicata nel pannello posteriore. Se fosse necessario modificare la tensione di esercizio da 230V a 115V o viceversa, procedere come segue:

1. Scollegare lo strumento da tutte le sorgenti di alimentazione.
2. Sbloccare la faccetta anteriore tirando delicatamente la parte centrale di ogni terminale lungo verso l'alto e in avanti.

Le due metà dell'involucro sono mantenute insieme da 4 rivetti a pressione, in plastica. Inserire la punta di un piccolo cacciavite nell'apertura vicina ad ogni rivetto per estrarre la testa del rivetto e poi rimuoverlo completamente. Separare le due parti dell'involucro. Visitare [www.tti-test.com](http://www.tti-test.com) per maggiori dettagli.

3. Rimuovere le 6 viti che fissano il circuito stampato principale alla parte superiore della scatola e sollevare completamente il circuito, insieme ai suoi pannelli anteriori e posteriori.
4. Cambiare i resistori da zero-ohm appropriati situati accanto al trasformatore, sul circuito stampato:

Resistore LK2 solo per il funzionamento a 230V

Resistori LK1 ed LK3 solo per il funzionamento a 115V

5. Riposizionare il circuito stampato sulla parte superiore della scatola, assicurandosi che tutte le connessioni (specialmente la messa a terra) siano ripristinate, e poi riposizionare anche la parte inferiore della scatola.
6. Per la conformità ai requisiti di sicurezza standard, la tensione di esercizio segnata sul pannello posteriore deve essere modificata e sostituita con la nuova tensione.
7. Sostituire il fusibile adatto alla nuova tensione di esercizio, vedi qui sotto.

## Fusibile

È necessario inserire il fusibile ritardato appropriato per la tensione di esercizio selezionata.

Per una tensione di esercizio di 230V, usare un fusibile HBC da 125mA (T) e 250V.

Per una tensione di esercizio di 115V, usare un fusibile HBC da 250mA (T) e 250V.

Accertarsi di utilizzare solo i fusibili della potenza e del tipo prescritti per eventuali sostituzioni. L'uso di fusibili improvvisati e la cortocircuitazione del portafusibili sono vietati.

## Cavo di alimentazione

Collegare lo strumento all'alimentazione AC utilizzando il cavo di alimentazione fornito. Qualora sia necessaria una spina di alimentazione per una presa di rete diversa, utilizzare un cavo idoneo e approvato, con spina a muro e connettore IEC60320 C13 per il collegamento con lo strumento. Per determinare la portata corretta del set di cavi per l'alimentazione CA desiderata, fare riferimento alle informazioni sull'attrezzatura e alle Specifiche.

### **AVVERTENZA! LO STRUMENTO DEVE ESSERE PROVVISTO DI MESSA A TERRA**

L'interruzione della messa a terra all'interno o all'esterno dello strumento ne rende pericoloso l'utilizzo. L'interruzione intenzionale della messa a terra è severamente vietata.

## MAIN OUT (50Ω e 600Ω)

Questa è l'uscita principale dal generatore, con un'impedenza di uscita della sorgente di 50Ω o 600Ω; le uscite **non** sono indipendenti. Entrambe le uscite erogano una forza elettromotrice di 20V picco---picco, che produce 10V picco-picco in un carico corrispondente. Le uscite sono in grado di tollerare un cortocircuito per 10 secondi.



Non erogare un voltaggio esterno a questa uscita.

## SYNC

Selezionato automaticamente per la sincronizzazione forma d'onda o sincronizzazione sweep.


Sincronizzazione forma d'onda:	Un'onda quadra alla massima frequenza della forma d'onda. La simmetria è pari al 50% per onde seno e triangolo in MAIN OUT, per le onde quadre la simmetria è uguale a quella della forma d'onda in MAIN OUT.
Sincronizzazione sweep:	Uscita di segnale trigger all'avvio della scansione (sweep) per la sincronizzazione di un oscilloscopio.
Output Signal Level (valore segnale uscita):	Impedenza di uscita 50Ω nominale. Livelli logici di <0,8V e >3V.

SYNC è resistente ai cortocircuiti.




Non erogare un voltaggio esterno a questa uscita.

## AM/COUNT IN

La presa AM/COUNT IN è impostata sulla misurazione della frequenza esterna quando il pulsante EXT del contatore è posizionato su ON .



Impedenza in entrata:	1MΩ//20pF.
Sensibilità in entrata:	50mVrms (onda sinusoidale).
Massimo voltaggio sopportato in entrata:	30Vdc/30Vrms fino a 50Hz/60Hz in relazione al suolo $\frac{1}{\sqrt{2}}$ , che si riduce a 1Vrms oltre 1MHz.

La presa AM/COUNT IN è impostata sull'entrata AM quando è stato selezionato EXT AM (pulsante del contatore EXT posizionato su OFF .



Impedenza in entrata:	40kΩ.
Sensibilità in entrata:	All'incirca 2V picco-picco per una modulazione del 100%.
Massimo voltaggio sopportato in entrata:	±10V.



---

# Informazioni generali

Il presente capitolo descrive sommariamente le funzionalità dello strumento e deve essere letto dall'utente prima di utilizzare il generatore di forme d'onda per la prima volta. Le informazioni dettagliate sul funzionamento dello strumento sono riportate nei capitoli che seguono, a partire dal capitolo Funzionamento delle forme d'onda standard.

Nel presente manuale, i tasti e le prese sul pannello frontale sono riportati in maiuscolo, ad esempio AM DEPTH, MAIN OUT); i valori dei parametri e i messaggi visualizzati sul display LCD sono mostrati in caratteri diversi, ad esempio **SWP-LOG**, **Func OFF**.

## Principi DDS

In questo strumento le forme d'onda sono generate mediante DDS (Direct Digital Synthesis). Un accumulatore di fase viene fatto avanzare di un certo incremento, proporzionale alla frequenza richiesta in uscita. I 12 bit più significativi dell'accumulatore sono usati come indirizzo di lettura del dato residente nella ROM, che converte le informazioni sulla fase in dati sull'ampiezza dell'onda sinusoidale; tali dati vengono poi trasmessi ad un convertitore digitale-analogico (DAC) da 10 bit che produce la forma d'onda in uscita. Per le onde triangolari la ROM viene bypassata e i dati in uscita dall'accumulatore di fase passano direttamente al DAC.

A frequenze basse si passa attraverso tutti i 4096 punti dell'onda in uscita, ma quando la frequenza aumenta i punti vengono progressivamente saltati. Successivamente le onde sinusoidali e triangolari vengono filtrate per facilitare le fasi nell'uscita DAC; questa tecnica garantisce una buona purezza dell'onda sinusoidale fino alla frequenza massima del generatore, ma il limite pratico fino al quale viene mantenuta un'eccellente linearità delle onde triangolari è solo all'incirca 100kHz. Le onde quadrate e gli impulsi vengono generati a partire dall'onda sinusoidale utilizzando un comparatore a soglia variabile; questo permette un controllo di simmetria di queste forme d'onda attraverso l'intera gamma di frequenze dello strumento.

I vantaggi principali della DDS rispetto alla generazione analogica convenzionale sono:

- La precisione e la stabilità della frequenza sono quelle dell'oscillatore a cristalli.
- Le frequenze possono essere regolate con risoluzione elevata da mHz a MHz.
- Rumore e distorsione di fase bassi.
- Sono possibili spostamenti di frequenza molto ampi.
- Rapidi cambi di frequenza a fase continua .

## Accensione

Accendere il generatore utilizzando il pulsante di accensione ON/OFF presente sul pannello posteriore. Per scollegare completamente l'alimentazione CA, staccare il cavo di alimentazione dal retro dello strumento oppure scollegare dalla presa di alimentazione CA. Assicurarsi che i punti di scollegamento siano facilmente accessibili. Scollegare dall'alimentazione CA quando non in uso.

Accertarsi che gli interruttori dei pulsanti nelle sezioni AMPLITUDE MOD ed EXT COUNTER del pannello di controllo siano tutti nella posizione di (■) spegnimento e che le modalità di funzionamento Sweep, FSK e List (vedi qui di seguito) non siano abilitate, ovvero impostare il generatore sulla sua normale modalità di funzionamento libero; selezionare onda sinusoidale sui pulsanti FUNCTION. Il display mostrerà la frequenza e l'ampiezza dell'uscita picco-picco con appositi quadri di segnalazione della variazione.

## Cambio funzioni

In questo strumento è possibile passare da una funzione all'altra per selezionare (e impostare) Sweep, FSK, List, Store e Recall; premere SHIFT (sul display compare **SHIFt**) seguito dalla funzione o dal parametro desiderati. Sweep, FSK e List sono modalità operative e in quanto tali devono essere attivate o disattivate. È possibile attivare solo una di queste modalità operative alla volta; l'attivazione di una seconda modalità causerà la disattivazione della prima. Per conferma, ogni qual volta una modalità operativa viene attivata o disattivata, viene

---

momentaneamente visualizzata una notifica: ad esempio, **LIS<sub>t</sub> on** viene visualizzato quando è stata attivata la Lista delle frequenze. Se era già stata attivata una modalità operativa, essa verrà interrotta prima che la nuova funzione sia attivata e sul display si leggerà, ad esempio, **FS OFF** (se era stata attivata la FSK) prima che venga visualizzato **LIS<sub>t</sub> on**. Tutti i parametri delle modalità operative delle varie funzioni, ad esempio SWEEP TIME, sweep START frequency ecc., possono essere impostati mentre le modalità operative sono attivate oppure quando sono disattivate. Quando il parametro di una modalità operativa è impostato, sul display viene visualizzata la scritta **donE**.

## Conservazione dei dati allo spegnimento

Quando lo strumento viene spento i seguenti parametri vengono conservati nella memoria non volatile: frequenza del generatore principale, le 10 frequenze impostate dall'utente, tempo scansione, avvio scansione e frequenze di arresto, selezione lin o log, frequenze FSK F0 & F1, e frequenza FSK.

## Schermate standard

Lo strumento possiede 3 schermate standard:

- Visualizzazione e inserimento della frequenza ad alta risoluzione: vi si accede premendo il tasto **FREQ** e viene usata per modificare e visualizzare la frequenza continua in uscita dal generatore a una risoluzione più elevata a 6 cifre. *Questa schermata non può essere visualizzata se è attiva una delle modalità operative.*
- Visualizzazione del livello di ampiezza con frequenza a bassa risoluzione - vi si accede premendo il tasto **PK-PK/RMS** e viene usato per mostrare il livello di amplitudine dell'uscita principale nei volt picco-picco oppure nei volt valore efficace, insieme alla frequenza d'uscita del generatore ad una risoluzione più bassa a 4 cifre. Questa è la schermata che compare di default all'accensione.
- Visualizzazione del livello di scostamento con frequenza a bassa risoluzione: vi si accede premendo il tasto **OFFSET** e viene usata per mostrare il livello di scostamento dell'uscita principale insieme alla frequenza d'uscita del generatore ad una risoluzione più bassa a 4 cifre.

*N.B.:* L'utente può scegliere fra la schermata che mostra l'ampiezza e quella che mostra lo scostamento quando una qualsiasi delle modalità operative è attiva.

---

# Generazione delle forme d'onda standard

## Impostazione frequenze

Premendo il tasto **FREQ** viene visualizzata la schermata frequenza ad alta risoluzione. La frequenza può essere inserita digitando direttamente sulla tastiera in qualsiasi formato, p.e. 12.34 può essere immessa direttamente in kHz, ma anche come 12340 Hz o 0.01234MHz. Il quadro di segnalazione sullo schermo mostrerà **Hz**, **kHz** o **MHz**. Il tasto **CE** cancella l'ultimo numero digitato e il tasto **ESCAPE** permette di tornare alla schermata frequenza ad alta risoluzione, lasciando immutata la frequenza del generatore. Premendo il tasto **JOG** si attiva la funzionalità di avanzamento. Quando tale funzione è attiva, la rotazione della manopola incrementa o diminuisce il valore numerico in passi determinato dalla posizione del cursore di modifica (cifra lampeggiante); il cursore viene spostato di un numero verso la sinistra ogni volta che il tasto **JOG** viene premuto. Una volta che la posizione del cursore di modifica raggiunge la prima cifra, la successiva pressione del tasto **JOG** riporta il cursore all'ultima cifra. La funzione **JOG** può essere disattivata premendo il pulsante **JOG OFF**, che disattiva così la manopola evitando modifiche accidentali indesiderate della frequenza del generatore.

Attenzione! La pressione del pulsante **FREQ** non permette solo l'immissione della frequenza, ma disattiva qualsiasi modalità operativa attiva in quel momento. Questo garantisce un metodo rapido per ritornare alla modalità operativa di frequenza a fase continua fissata.

---

## Forma d'onda

La forma dell'onda in uscita viene selezionata schiacciando uno dei tre pulsanti di funzione così da ottenere un'onda sinusoidale, quadrata o triangolare. Quando nessuno dei tre pulsanti è attivo (il che si ottiene premendo ciascun pulsante fino a metà corsa) si otterrà semplicemente un livello CC; questa modalità è utile in quanto permette di testare la soglia d'entrata di un circuito senza che sia necessario connettersi ad una fonte di alimentazione CC esterna.

Quando si seleziona la forma d'onda quadra, viene attivata la Simmetria e il comando SIMMETRY può essere utilizzato per variare il duty cycle dal 20% all'80% al fine di produrre forme d'onda con larghezza d'impulso variabile (fermo centrale per duty del 50%). Quando la funzionalità SIMMETRY è attiva, viene visualizzata la scritta **SYM**.

## Ampiezza

L'ampiezza dell'uscita MAIN OUT viene impostata con il comando AMPLITUDE e gli interruttori ATTENUATOR. L'uscita massima è un circuito aperto di 20 volt picco-picco, 10 volt picco-picco quando interrotto con l'impedenza di uscita caratteristica.

Il comando AMPLITUDE ha un range superiore a 20db; gli interruttori ATTENUATOR permettono di selezionare un'attenuazione fino a -60dB (se si premono simultaneamente entrambi gli interruttori). Utilizzati insieme questi comandi forniscono un range fra i 20V picco-picco ed i 2mV picco-picco, oppure di 10V picco-picco fino a 1mV picco-picco all'interno dell'impedenza di uscita caratteristica.

Un'attenuazione ancora maggiore del MAIN OUT da 50Ω può essere ottenuta utilizzando gli attenuatori BNC da 50Ω standard. Per mantenere l'integrità della forma d'onda, si consiglia di utilizzare solo cavi da 50Ω e l'estremità ricevente deve chiudersi con un carico da 50Ω.

Le uscite MAIN OUT possono sopportare un cortocircuito per un periodo di 10 minuti alla massima uscita e periodi più lunghi a livelli di uscita più bassi. Tuttavia si verificheranno dei danni nel caso in cui un voltaggio esterno venga collegato alle prese dell'uscita. Le uscite da 50Ω e 600Ω non sono indipendenti; disattivarne una influenzerà l'ampiezza dell'altra.

L'ampiezza viene mostrata sul lato destro dello schermo LCD; il tasto PK-PK/RMS alterna la lettura fra volt picco-picco e volt valore efficace (r.m.s.); i simboli sul display mostrano le unità di misura come segue:  $V_{p-p}$ ,  $mV_{p-p}$ ,  $V_{rms}$  o  $mV_{rms}$ . La lettura è opportunamente messa a punto per permettere l'impostazione dell'attenuatore e la scelta della forma d'onda. Il display mostra il voltaggio del circuito aperto; l'effettivo voltaggio della presa sarà la metà del valore visualizzato quando l'uscita è interrotta con la sua impedenza caratteristica.

## DC Offset (Scostamento c.c.)

Il comando DC OFFSET ha un range di  $\pm 10V$  da 50Ω/600Ω in tutte le modalità di uscita; il comando ha un fermo centrale per 0 volt. Lo scostamento CC (DC Offset) più il picco del segnale si limita a  $\pm 10V$  ( $\pm 5V$  nella caratteristica impedenza uscita); nel display viene visualizzato **CLIP** quando questo limite viene superato.

Lo scostamento CC (DC Offset) più la forma d'onda è attenuato in modo proporzionale dagli interruttori ATTENUATOR.

Lo scostamento CC (DC Offset) può essere visualizzato al posto dell'ampiezza di uscita premendo il tasto OFFSET. Il display mostra il voltaggio in uscita del circuito aperto (in Volt) e un indicatore **DC**; l'effettivo voltaggio della presa sarà la metà del valore visualizzato quando l'uscita è interrotta con la sua impedenza caratteristica.

---

## Sync Output (Uscita Sync)

L'uscita SYNC fornisce un'uscita di livello TTL/CMOS che viene automaticamente smistata fra le seguenti:

- **Sincronizzazione forma d'onda:** Indicatore di sincronizzazione che coincide con la forma d'onda MAIN OUT. Per le onde seno e triangolo la forma d'onda di sincronizzazione ha fronte di salita al punto della fase MAIN OUT di 0° e terminazione in discesa al punto della fase di 180°. Per le onde quadre e impulso sia la fase che la simmetria coincidono con MAIN OUT.
- **Sincronizzazione sweep:** Emette un segnale di trigger all'avvio della scansione (sweep) con un'ampiezza pari alla metà della scansione totale (punto medio) per la sincronizzazione di un oscilloscopio.

## Messaggi di errore

Quando si prova a immettere un'impostazione non autorizzata, sul display viene visualizzato un messaggio di errore (**Error**). In generale questo si verifica quando si imposta un numero al di fuori del range di valori ammessi. Se questo accade mentre si sta impostando la frequenza principale del generatore, l'immissione viene rifiutata e l'impostazione della frequenza resta immutata.

Tuttavia se ciò accade mentre si sta impostando un parametro operativo di una delle funzioni dell'apparecchio, il valore viene impostato al valore più/meno elevato consentito a seconda che:  
Valore inserito < Valore minimo del range: il valore viene impostato sul valore minimo del range.  
Valore inserito > Valore massimo del range: il valore viene impostato sul valore massimo del range.

Inoltre viene visualizzato un messaggio d'errore anche se si seleziona la forma d'onda triangolare quando la frequenza dell'uscita principale è superiore a 1MHz; questo porterà all'impostazione della frequenza su 1MHz. Tuttavia tale condizione è possibile anche durante il passaggio fra una modalità operativa e l'altra o quando è attiva la modalità contatore di frequenza; se queste condizioni dovessero verificarsi, allora la frequenza dell'uscita principale ed i parametri della modalità operativa appropriata vengono modificati automaticamente. Per ulteriori informazioni sulla soluzione di tale problema o di altri possibili errori, vedi le sezioni Sweep, FSK, Salva e Recupera e Contatore di frequenza.

Durante un messaggio di errore il segnale acustico suona due volte.  
Sweep

## Principi della funzione Sweep

È possibile effettuare la scansione di tutte le forme d'onda in fase continua da 0,1 Hz fino alla frequenza massima per la forma d'onda selezionata. Anche se la frequenza viene generata in passi come nel generatore analogico, il breve intervallo fra i passi (500us) offre un'approssimazione prossima allo strumento analogico eccetto che per le scansioni più ampie nel tempo più breve; per maggiori delucidazioni vedi Risoluzione frequenza in passi.

I passi della frequenza vengono calcolati ed aggiornati in tempo reale ad un rate di 2kHz con estrema precisione, seguendo una scansione lineare o di tipo log in base a quanto indicato dall'utente.

La modalità scansione (sweep) viene attivata o disattivata premendo il tasto SHIFT seguito da SWEEP (tasto numerico 7); sullo schermo viene visualizzata la scritta **SWP**. Questo è il solo metodo per attivare la modalità scansione; tuttavia è possibile disattivare la modalità scansione anche attivando una modalità operativa diversa (FSK o LIST) oppure premendo il tasto FREQ, che disattiva tutte le altre funzioni.

---

## Limiti di scansione

Il limite di scansione per tutte le forme d'onda è compreso fra 0,1 MHz e 10 MHz, eccetto la forma d'onda triangolare (fino a 1MHz). Il limite di scansione viene definito dalle frequenze di avvio e di arresto che definiscono i due punti terminali della scansione. Tali punti vengono immessi direttamente dalla tastiera numerica con una risoluzione di 0,1Hz. La funzione di scansione può oscillare su e giù all'interno della frequenza; la direzione della scansione viene determinata dalle sue stesse frequenze di avvio e di arresto poiché la scansione procederà sempre dalla frequenza di avvio verso quella di arresto. Perciò, l'impostazione della frequenza di arresto a un valore più elevato di quella di avvio produrrà una scansione verso l'alto, mentre l'impostazione della frequenza di arresto ad un valore inferiore rispetto a quello della frequenza di avvio produrrà una scansione verso il basso.

Le frequenze di avvio e di arresto possono essere verificate e aggiornate premendo il tasto SHIFT seguito rispettivamente dallo START (tasto numerico 5) o dallo STOP (tasto numerico 6). Quando viene selezionata la frequenza di avvio o quella di arresto, la frequenza attiva al momento è visualizzata con una risoluzione a 4 cifre; tale valore può essere modificato direttamente servendosi della tastiera oppure può essere lasciato immutato premendo SHIFT, ESCAPE o uno qualsiasi dei tasti visualizzati sulla schermata (FREQ, PK-PK/RMS or OFFSET).

## Durata della scansione

La durata della scansione può essere impostata da 0,1s a 999,99s con una risoluzione a 10ms, utilizzando la tastiera. La durata più breve della scansione avrà il passo più breve (una scansione di 100ms avrà solo 200 passi, mentre una di 10ms avrà 20.000 passi) e avrà una risoluzione di scostamento approssimativo con scansioni ampie, vedi capitolo Risoluzione frequenza in passi.

Il tempo della scansione può essere verificato e aggiornato premendo il tasto SHIFT seguito da SWEEP TIME (tasto numerico 4). Quando si seleziona il tempo della scansione, il valore dell'attuale tempo di scansione viene visualizzato con una risoluzione di 10ms (o 5 cifre). Tale valore può essere modificato direttamente dalla tastiera oppure essere lasciato immutato premendo SHIFT, ESCAPE o uno qualsiasi dei tasti visualizzati sullo schermo.

## Selezione LIN / LOG

La funzione scansione può produrre un risultato che segue una legge di scansione lineare (lin) o logaritmica (log), a seconda dell'impostazione scelta dall'utente. La scelta fra LIN e LOG si fa premendo il tasto SHIFT seguito da LIN (tasto numerico 8) o da LOG (tasto numerico 9) per ottenere rispettivamente una scansione lineare o logaritmica. Selezionando una funzione si disattiva automaticamente l'altra.

Se è attiva la funzione scansione, allora comparirà il simbolo **LIN** o **LOG** a seconda dell'impostazione scelta.

## Scansione manuale

Quando è attiva la modalità operativa di scansione, viene inizializzato il suo stato di default ovvero la scansione manuale. Questo permette all'utente di effettuare una scansione manuale dalla frequenza di avvio a quella di arresto utilizzando il comando MANUAL SWEEP. La scansione manuale prevede un totale di 510 passi di frequenza fra le frequenze di avvio e di arresto. La frequenza del passo della scansione al quale ci si trova viene visualizzata con una risoluzione a 4 cifre. La frequenza può essere scansionata a mano seguendo una legge di scansione lineare o logaritmica; il suo valore del momento può essere registrato utilizzando la funzione registrazione, per maggiori informazioni vedi la sezione Salva e Recupera. Se viene selezionata la forma d'onda triangolare e la frequenza di scansione manuale viene portata al di là del limite di 1MHz, compare un messaggio d'errore e le frequenze di avvio ed arresto vengono regolate di conseguenza così da essere limitate ad un massimo di 1MHz.

---

## Avvio della scansione

Quando è attiva la modalità operativa scansione e la sua impostazione di default è, ad es., modalità di scansione manuale, l'utente può scegliere fra una scansione singola e continua. La scansione singola viene avviata premendo il tasto MAN TRIG; questo genera una singola scansione dalla frequenza di avvio a quella di arresto nel tempo di scansione impostato. Alla fine della scansione lo strumento ritorna alla modalità di scansione manuale al passo di frequenza determinato dalla posizione del comando MANUAL SWEEP. La modalità di scansione continua viene inizializzata premendo il tasto RUN; questo genera scansioni continue fra le frequenze di avvio e di arresto nel tempo di scansione impostato. Durante la scansione (singola o continua che sia) l'indicazione della frequenza di scansione del momento viene visualizzata con una risoluzione di 4 cifre ad una velocità di aggiornamento di 8Hz, a meno che non sia stato definito un tempo di scansione inferiore o uguale ad un secondo, nel qual caso viene visualizzata l'indicazione **run** perché i cambi di frequenza sono troppo rapidi per essere visualizzati. Se viene selezionata la forma d'onda triangolare e la frequenza di scansione del momento si trova al di là del limite di 1MHz, compare un messaggio d'errore e le frequenze di avvio ed arresto vengono regolate di conseguenza così da essere limitate ad un massimo di 1MHz.

La pressione del tasto MAN TRIG o RUN mentre è in corso una scansione singola o continua porta all'arresto della scansione e lo strumento torna alla modalità di scansione manuale al passo di frequenza determinato dalla posizione del comando MANUAL SWEEP.

## Sincronizzazione della scansione

In genere, le scansioni vengono utilizzate con un oscilloscopio o su un apparecchio a supporto cartaceo al fine di analizzare la risposta di frequenza di un circuito. L'uscita MAIN OUT viene collegata all'ingresso del circuito e l'uscita del circuito viene collegata a un oscilloscopio o, nel caso di scansioni a velocità basse, ad un registratore. È possibile avviare un oscilloscopio collegando l'entrata del suo trigger all'uscita SYNC del generatore; quando è in corso una scansione (singola o continua), l'uscita SYNC avvia di default una sincronizzazione della scansione. La sincronizzazione della scansione sale all'inizio della scansione e si abbassa a metà della stessa. Nella modalità di scansione manuale l'uscita SYNC torna al suo stato di default di Sincronizzazione di forma d'onda ed emette un segnale che è una fase coincidente con la forma d'onda MAIN OUT.

## Risoluzione frequenza in passi

La frequenza del generatore è a passi, non scansionata linearmente, fra le frequenze Start e Stop. Il numero dei passi della frequenza discreta in una scansione è determinato dal tempo di scansione impostato; la dimensione di ogni passo, ossia la risoluzione frequenza in passi, viene determinata dal numero di passi e dal range della scansione (differenza fra le frequenze di Avvio ed Arresto). Ai tempi di scansione più brevi (ossia i passi più piccoli) con durata massima della frequenza, i cambiamenti nella frequenza saranno grandi ad ogni passo; se l'uscita è munita di filtro, ad esempio, la risposta sarà una successione di livelli di cambiamento di passi (alle frequenze più alte) con molti cicli della stessa frequenza ad ogni passo. Questo è un limite del generatore DDS in modalità scansione, tuttavia questo effetto può manifestarsi a causa delle scansioni molto ampie che possono essere ottenute con le tecniche DDS, mentre i generatori analogici in genere hanno capacità più limitate.

## Informazioni generali

La modalità FSK (Frequency Shift Keying) consente una commutazione veloce a fase continua fra due frequenze nel range da 0,1Hz a 10MHz ad una velocità fino a 10kHz. Tutti gli altri parametri di forma d'onda (ampiezza, offset, simmetria) restano uguali alla frequenza commutata.

La modalità FSK viene attivata o disattivata premendo il tasto SHIFT seguito da FSK (tasto numerico 1);

**FS on** appare temporaneamente sul display quando è attiva, e **FS off** compare quando è disattivata. Questo è il solo metodo per attivare la modalità FSK; tuttavia è possibile disattivare la modalità FSK anche attivando una modalità operativa diversa (SWEEP o LIST) oppure premendo il tasto FREQ, che disattiva tutte le altre funzioni.

## Impostazione frequenze

Le due frequenze F0 e F1, fra le quali la forma d'onda viene commutata, possono essere verificate ed aggiornate premendo il tasto SHIFT seguito da F0/F1 (tasto numerico 2). In questo modo sul display verrà visualizzato F0 o F1 e la corrispondente frequenza attuale con una risoluzione di 4 cifre. Il passaggio fra le informazioni sulla frequenza F0 o F1 si effettua premendo il tasto MAN TRIG. Questo valore di frequenza può essere modificato servendosi della tastiera oppure essere lasciato immutato premendo SHIFT, ESCAPE o uno qualsiasi dei tasti visualizzati sullo schermo (FREQ, PK-PK/RMS or OFFSET).

## Impostazione della velocità

La forma d'onda può essere continuamente commutata fra le due frequenze F0 e F1 ad una velocità definita dall'utente. Tale velocità può essere impostata all'interno di un range compreso fra 0,1ms e 100s ad una risoluzione di 0,1ms. La velocità FSK può essere verificata e aggiornata premendo il tasto SHIFT seguito da RATE (tasto numerico 3). Quando si seleziona la velocità FSK quest'ultima viene visualizzata con una risoluzione a 5 cifre in secondi (indicati da una **S** che segue il valore). Tale valore può essere modificato direttamente dalla tastiera oppure essere lasciato immutato premendo SHIFT, ESCAPE o uno qualsiasi dei tasti visualizzati sullo schermo.

## Avvio dell'FSK

L'FSK (modulazione a spostamento di frequenza) fra le frequenze F0 ed F1 può essere raggiunta manualmente premendo ripetutamente il tasto MAN TRIG oppure può essere portata alla velocità definita dall'utente premendo il tasto RUN. Quando il passaggio fra una frequenza e l'altra viene effettuato manualmente, la frequenza selezionata viene di volta in volta mostrata con una risoluzione di 4 cifre. Quando invece il passaggio fra una frequenza e l'altra si effettua alla velocità definita dall'utente, sullo schermo appare l'indicazione **run** perché la frequenza in genere cambia troppo rapidamente per poter essere letta. Quando il dispositivo è in funzione alla velocità FSK, una seconda pressione del tasto RUN arresta la modulazione.

---

# Salva e Recupera

## Informazioni generali

Le funzioni Salva e Recupera permettono di salvare e poi recuperare dalla memoria non volatile fino a 10 frequenze definite dall'utente, senza limite al numero di sovrascritture per ogni posizione della memoria. I valori salvati possono essere qualsiasi frequenza all'interno del range 1mHz-10MHz.

## Salvare

Il salvataggio del valore di una frequenza viene avviato premendo il tasto SHIFT seguito da STORE (tasto numerico 0). La conferma dell'intenzione di salvare il valore di una frequenza viene richiesta con la visualizzazione dell'indicazione **StorE**; tale indicazione continua a essere visualizzata finché non viene selezionata una posizione di memoria compresa fra 0 e 9 nella quale il valore della frequenza verrà conservato. Quando viene selezionata una posizione, utilizzando i tasti 0-9, sul display appare momentaneamente il messaggio di conferma **donE**, prima di tornare alla schermata standard. Una seconda operazione di salvataggio verso la stessa posizione sovrascrive i dati presenti in memoria con i nuovi dati. La funzione di salvataggio può non solo salvare la frequenza continua del generatore, ma anche la frequenza di scansione manuale corrente ed entrambe le frequenze FSK, utilizzando lo stesso metodo rispettivamente sia nella funzione Sweep che in quella FSK. Non è possibile salvare il valore della frequenza di una scansione in corso (singola o continua), né il valore di una frequenza FSK quando l'FSK sta funzionando alla velocità definita dall'utente; qualsiasi tentativo di effettuare queste operazioni restituirà un messaggio **Error**.

## Cancellare

Il valore di una frequenza che è stato salvato può essere cancellato dalla memoria avviando la funzione Store (tasto SHIFT e poi STORE) e poi premendo una volta il tasto **CE**. La conferma dell'intenzione di cancellare un valore di frequenza salvato viene richiesta con la visualizzazione dell'indicazione **ErASE**; tale indicazione continua ad essere visualizzata finché la posizione di memoria (0-9) da cancellare non viene selezionata mediante pressione del tasto numerico appropriato. Ad esempio, premendo 0 il valore di frequenza salvato nella posizione 0 viene cancellato; se successivamente si cerca di recuperarlo da questa posizione, verrà visualizzato il messaggio **null**, vedi sotto.

## Recuperare

Il valore di una frequenza può essere recuperato dalla memoria premendo il tasto SHIFT seguito da RECALL (.). La conferma dell'intenzione di recuperare un valore di frequenza salvato viene richiesta con la visualizzazione dell'indicazione **rECALL**; tale indicazione continua ad essere visualizzata finché la posizione di memoria (0-9) che contiene la frequenza richiesta non viene selezionata mediante pressione del tasto numerico appropriato. La frequenza salvata nella posizione selezionata viene recuperata ed utilizzata come frequenza continua del generatore. Se si cerca di richiamare dati da una posizione di memoria in cui non è stato salvato alcun valore di frequenza verrà visualizzato per qualche attimo il messaggio **null** e la frequenza del generatore rimarrà invariata. La funzione di recupero dati non può essere utilizzata quando sono in funzione le modalità operative Sweep o FSK; se si tenta tale operazione si otterrà il messaggio **Error**.



## Informazioni generali

La modalità LIST permette di scorrere una lista contenente fino a 10 valori di frequenza impostati dall'utente. Tali valori sono quelli che l'utente ha salvato nelle posizioni di memoria 0-9 utilizzando la funzione Salva; per maggiori informazioni vedi la sezione Salva e Recupera.

La modalità LIST viene attivata e disattivata premendo il tasto SHIFT seguito da LIST (il tasto CE); sul display compare momentaneamente la scritta **LISt on** quando tale modalità è attivata, altrimenti verrà visualizzato **LISt off** quando la modalità LIST è disattivata. Questo è il solo metodo per attivare la modalità LIST; tuttavia è possibile disattivare la modalità LIST anche attivando una modalità operativa diversa (SWEEP o FSK) oppure premendo il tasto FREQ, che disattiva tutte le altre funzioni.

## Passaggio

Il passaggio da un valore all'altro della lista è possibile solo in una direzione, da 0 a 9 (incremento), e si ottiene premendo il tasto MAN TRIG. Una volta che si è giunti all'ultimo valore di frequenza salvato, un ulteriore passaggio in avanti riporta automaticamente all'inizio della lista. La funzione permette di passare solo da una posizione di memoria in cui è salvata una frequenza a un'altra; perciò se, ad esempio, solo le posizioni di memoria 0 e 2 contengono frequenze salvate la funzione list passerà solo da una di queste due frequenze all'altra. Tutte le altre posizioni di memoria sono lette come nulle e perciò vengono saltate.

È anche possibile saltare direttamente a una posizione di memoria specifica, sempre utilizzando la funzione LIST, recuperando la posizione di memoria desiderata mediante la funzione Recall (per maggiori informazioni vedi la sezione Salva e Recupera); la funzione LIST incrementerà quindi da questo punto in poi.

---

## Modulazione ampiezza

Se si preme il pulsante AM ON/OFF si seleziona la funzione AM. La profondità di modulazione può essere regolata su di un range compreso fra lo 0% e il 100% utilizzando il comando AM DEPTH. Quando viene selezionato AM, l'ampiezza in uscita scenderà al 50% in presenza di una modulazione dello 0%.

Quando il pulsante AMPLITUDE MOD INT/EXT è nella posizione INT (Interno), la fonte di modulazione è un oscillatore sinusoidale interno da 400Hz. A questo punto compare l'indicazione **INT-AM**.

Quando il pulsante AMPLITUDE MOD INT/EXT si trova nella posizione EXT (esterno) e il pulsante EXT COUNTER ON/OFF si trova nella posizione OFF (EXT AM), la modulazione AM esterna è possibile attraverso la presa AM/COUNT IN; in tal caso viene visualizzata l'indicazione **AM-EXT**. Il segnale di modulazione applicato non deve avere uno scostamento CC oppure deve essere accoppiato CA. Un segnale da 2V picco-picco genera approssimativamente una modulazione del 100% con il comando della modulazione al massimo. La modulazione del generatore con un'onda quadra produce modifiche dei passi nell'ampiezza d'uscita, adatte a testare compressori di segnali e circuiti di controllo automatico del guadagno.

L'applicazione di uno scostamento CC di circa  $-1V$  genera una modulazione portante soppressa. Prima di tutto bisogna regolare lo scostamento CC in modo da sopprimere la portante e poi applicare il segnale di modulazione.

L'applicazione di uno scostamento CC superiore a  $-1V$  invertirà le uscite MAIN OUT rispetto all'uscita SYNC.

Il generatore può anche essere bloccato o sbloccato utilizzando la funzione AM. Selezionare EXT AM e applicare un'onda quadra adeguatamente scostata all'entrata AM/COUNT IN. L'onda quadra  $V_{low}$  dovrebbe essere approssimativamente  $-1V$  per generare la soppressione della portante e la  $V_{high}$  dovrebbe essere compresa fra  $+3V$  e  $+4V$  per risultare in un'uscita completa normale.

---

## Contatore esterno

Selezionando EXT COUNTER ON la presa COUNT IN viene impostata sulla misurazione della frequenza esterna. Il display cambia per mostrare la misurazione di frequenza a 6/7 cifre e l'indicatore **EXT** compare per segnalare la misurazione esterna.

*N.B.:* Se non è presente alcun segnale in entrata, il contatore segna 00. finché non viene applicato un segnale in entrata adeguato.

In modalità contatore esterno la presa COUNT IN ha un'impedenza di 1M $\Omega$  in parallelo con 20pF. Il range della frequenza in entrata è compreso fra 3Hz e 120MHz (solitamente 150MHz).

Bisogna fare attenzione quando si misurano segnali in entrata oltre i 350mV valore efficace (inizio della troncatura del diodo) con segnale scarso rispetto alla percentuale di rumore, poiché in questi casi è possibile che il rumore generi un conteggio superiore alla realtà. Per accertarsi di effettuare un conteggio corretto, quindi, i segnali rumorosi devono essere attenuati esternamente prima di essere sottoposti al contatore. Un appropriato fattore di attenuazione pari a 10 può essere ottenuto utilizzando una sonda per oscilloscopio x10.

Quando viene selezionato EXT COUNT la funzione generatore rimane normalmente attiva, tuttavia tutti i tasti della tastiera vengono disattivati, lasciando il generatore fisso sugli ultimi parametri impostati così da poter poi attivare il contatore. A causa del proseguimento della normale attività del generatore mentre si trova in modalità ext count, la selezione della forma d'onda triangolare quando la frequenza dell'uscita principale supera 1MHz genera un errore. A questo punto un messaggio d'errore interrompe il conteggio e la frequenza dell'uscita principale nonché i dovuti parametri di qualsiasi altra modalità operativa in funzione vengono aggiornati.

---

## Taratura e manutenzione

### Taratura

Il generatore DDS e il misuratore di frequenza esterna impiegano un oscillatore a cristalli di riferimento che viene regolato in fabbrica per soddisfare le specifiche di precisione iniziali. Tuttavia, l'invecchiamento dei cristalli influirà sulla precisione a lungo termine e lo strumento di riferimento deve essere regolato annualmente per garantire una continua rispondenza alle specifiche di precisione, vedi sotto.

### Manutenzione

I costruttori o rivenditori internazionali possono offrire agli utenti un servizio di taratura e riparazione di strumenti difettosi. Qualora i proprietari dello strumento desiderino eseguire in sede le operazioni di riparazione, dovranno affidarne l'esecuzione a personale specializzato, previa consultazione della Guida di assistenza, che può essere trovata direttamente presso i costruttori o i rivenditori internazionali.

### Pulizia

La pulizia dello strumento deve essere eseguita con un panno leggermente inumidito con acqua o detergente neutro.

**AVVERTENZA! ONDE EVITARE SCOSSE ELETTRICHE O DANNEGGIARE LO STRUMENTO, EVITARE TASSATIVAMENTE L'INGRESSO D'ACQUA NELL'INVOLUCRO DELLO STRUMENTO. ONDE EVITARE DI DANNEGGIARE L'INVOLUCRO, NON PULIRLO MAI CON SOLVENTI.**



**Thurlby Thandar Instruments Ltd.**

Glebe Road • Huntingdon • Cambridgeshire • PE29 7DR • England (United Kingdom)

Telephone: +44 (0)1480 412451 • Fax: +44 (0)1480 450409

International web site: [www.aimtti.com](http://www.aimtti.com) • UK web site: [www.aimtti.co.uk](http://www.aimtti.co.uk)

Email: [info@aimtti.com](mailto:info@aimtti.com)