



AIM & THURLBY THANDAR INSTRUMENTS

TF960

6GHz Universal Counter

ISTRUCCIONES EN ESPANOL

Aim-TTi

Table of Contents

Introduction	1
Specification	2
Seguridad	5
Conexiones	6
Funcionamiento manual	7
Funcionamiento remoto	15
Mantenimiento	21

Introduction

The TF960 is a portable, battery-operated, universal counter with a large 0.5" 10-digit liquid crystal display (LCD). The frequency range is from below 0.001Hz to over 6GHz and measurement functions include frequency, period, ratio, pulse width and count.

The instrument uses a high quality temperature compensated internal frequency reference which has a low aging rate and is stable to within ± 1 ppm over the full temperature range. Its short warm-up time allows accurate measurements to be made even under portable battery powered conditions.

Input A has configurable coupling (AC or DC), input impedance ($1M\Omega$ or 50Ω), attenuation (1:1 or 5:1), threshold (fully variable) and active edge and can be used for frequencies in the range 0.001Hz to over 125MHz. Input B is a nominal 50Ω input for frequencies in the range 80MHz to 3GHz. Input C is a nominal 50Ω input with an N-type connector for frequencies in the range 1GHz to over 6GHz. An External Reference input is provided and changeover from the internal timebase is automatic when an external reference standard is connected.

For frequency, period and frequency ratio functions the instrument uses a reciprocal counting technique to provide high resolution at all frequencies. 8 significant digits of answer are produced in a 1 second measurement time, 9 digits in 10s and 10 digits in 100s with a granularity of less than 2 counts in the least significant digit.

Indicators show measurement input configuration & function, measurement time & status, external reference connection, low battery and the units of the measurement which may be Hz, kHz, MHz, ns, us, ms or s.

The instrument has a USB interface which allows it to be remotely controlled using serial communication via a computer's USB port. The remote commands of predecessor instruments, the TF830 and the TF930, are compatible with the TF960 command set.

The instrument operates from internal rechargeable NiMH batteries which give typically 24 hours operating life. The universal AC charger supplied will recharge the batteries in less than 4 hours and can be used for continuous AC operation. The instrument will also automatically be powered from a standard USB port when connected (whether remote control is in use or not) but this will not charge the batteries.

This instrument is fully compliant with EN61010-1 Safety and EN61326 EMC standards.

Input Specifications

Input A

Configurable options	
Input coupling:	AC or DC
Input impedance:	1M Ω or 50 Ω
Attenuation:	1:1 or 5:1
Active edge:	Rising or falling, or width high or low
Low pass filter:	Filter In (~50kHz cut-off) or Out
Trigger threshold:	Variable threshold for both DC and AC coupling
Input Impedance:	1M Ω //25pF (DC or AC coupled) or 50 Ω nominal (AC coupled only).
Frequency Range:	< 0.001Hz to >125MHz (1M Ω , DC coupled). < 30Hz to >125MHz (1M Ω , AC coupled). < 500kHz to > 125MHz (50 Ω , AC coupled).
Trigger Threshold:	
DC coupled:	0 to 2V (1:1 attenuation) or 0 to 10V (5:1 attenuation).
AC coupled:	Average \pm 50mV (1:1 attenuation) or \pm 250mV (5:1 attenuation).
Sensitivity:	Sinewave - 15mVrms 30Hz to 100MHz, 25mV to 125MHz at optimum threshold adjustment.

Input B

Input Impedance:	50 Ω nominal (AC coupled).
Frequency Range:	< 80MHz to >3GHz.
Sensitivity:	12mVrms 80MHz to 2GHz, 25mVrms to 2.5GHz, 50mVrms to 3GHz.
Maximum Input Signal:	< 0dBm recommended, +13dBm (1Vrms) maximum.



Input C

Input Impedance:	50 Ω nominal (AC coupled) in-band. 250k Ω at DC.
Frequency Range:	< 2GHz to >6GHz (typically 1.8GHz to 7.5GHz).
Sensitivity:	25mVrms (-19dBm) 2GHz to 6GHz.
Maximum Input Signal:	< +16dBm (1.5Vrms) recommended. Damage level +25dBm (4Vrms).

External Reference Input

Input Impedance:	>100k Ω , AC coupled.
Frequency:	10MHz.
Signal Level:	TTL, 3V _{pp} to 5V _{pp} CMOS or 1 to 2Vrms sinewave.

Maximum Input Voltage

Inputs A, B, C, and External Reference:	 30VDC; 30Vrms 50/60Hz with respect to earth ground 
--	--

Note that the inputs will not be damaged if subjected to an accidental short-term connection to a 50/60Hz line voltage not exceeding 250Vrms, or 250V DC.

Timebase

Measurement Clock:	50MHz.
Internal Reference oscillator:	10MHz TCXO with electronic calibration adjustment.
Oscillator Temperature Stability:	Better than ± 1 ppm over rated temperature range.
Initial Oscillator Adjustment Error:	$< \pm 0.2$ ppm at 21°C.
Oscillator Ageing Rate:	$< \pm 1$ ppm first year.
Calibration adjustment range:	$> \pm 8$ ppm.

Measurement Functions

Frequency (Inputs A, B or C)

A Input Frequency Range:	< 0.001 Hz (DC coupled) to >125 MHz
B input Frequency Range:	80MHz to >3000 MHz.
C input Frequency Range:	<2 Ghz to >6 GHz.
Resolution:	up to 10 digits (see below) or 0.001Hz

Period (Inputs A, B or C)

A Input Period Range:	8ns to 1000s (DC coupled)
B input Period Range:	0.333ns to 12.5ns
C input Period Range:	0.166ns to 0.5ns
Resolution:	up to 10 digits (see below)

Pulse Width Modes (Input A only)

Functions:	Width high or low, ratio H:L (high time to low time) or duty cycle.
Pulse Width Range:	40ns to 1000s
Averaging:	Automatic within measurement time selected, up to 50 pulses.
Resolution:	20ns for one pulse; up to 1ns or 10 digits with multiple pulse averaging. 0.01% for Ratio H:L and Duty Cycle.

Total Count (Input A only)

Count range:	1 to 9 999 999 999
Minimum pulse width:	8ns

Frequency Ratio B:A

Resolution:	Equal to the resolution of the two frequency measurements. If the ratio exceeds ten digits, displays six digits plus exponent.
-------------	---

Measurement Time

Selectable as 100s, 10s, 1s or 0.3s. The instrument displays the average value of the input signal over the measurement time selected, updated every 2s, 1s, 0.5s or 0.3s respectively. The hardware captures the count values and continues measuring without any dead time.

Resolution

The displayed resolution depends upon measurement time and input frequency. The basic resolution of period is 8 digits for every 2 seconds of measurement time. Frequency resolution is the reciprocal of period resolution. Usable resolution can be reduced by noise at low frequencies.

Accuracy

Measurement accuracy is timebase accuracy + measurement resolution + 2 counts.

Operating Facilities

Noise Filter (Input A only)

The Filter key controls a low pass filter, with a cut-off frequency of about 50kHz, to assist in obtaining stable readings at low frequencies.

Hold

Pressing the Hold key will hold the current measured value in the display, with the Hold indicator on, until the Hold key is pressed again. The measurement continues in the background when Hold is on. A long press on the Hold key clears old data and restarts the measurement.

Intelligent Power Switching

The unit automatically selects the best available power source of AC adaptor, USB or battery. Intelligent switching avoids discharging the battery overnight when operated from externally switched AC power.

A press-to-measure facility allows a quick measurement to be made by pressing a function select key which will power the instrument up in the corresponding function. The instrument will automatically switch off 15 seconds after the last key-press.

Remote Control

All capabilities can be controlled remotely and measurements read through a USB port. The instrument can be powered (but the battery cannot be charged) by the USB host.

Interface:	Serial port emulation over USB.
Current consumption:	< 100mA (<5mA if AC adaptor power is present)
Command set:	Instrument specific. TF830 and TF930 compatible.

Power Requirements

The instrument has fixed internal rechargeable batteries and is supplied with a universal voltage external mains adaptor with interchangeable UK, Euro, Australian and US power connectors.

Battery Type:	Three 2500mAh NiMH cells.
Battery Operating Life:	Typically 24 hours
Low Battery Indicator:	'Lo Bat' shows in display when approximately 10% of battery life remains.
Recharge Time:	< 4 hours
Adaptor Supply range:	85 to 240V, 50 or 60 Hz,
Power consumption:	5W max at DC input to unit; 15VA max at AC adaptor input (charging).

General

Display:	10 digit LCD, 12.5mm high (0.5"). Annunciators show input configuration, operating mode, measurement units and gate time.
Operating Range:	+5°C to +40°C, 20% to 80% RH
Storage Range:	-20°C to +60°C
Environmental:	Indoor use at altitudes up to 2000m, Pollution Degree 2
Size:	260mm(W) x 88mm(H) x 235mm(D)
Weight:	1050 gms (plus 170 gms AC adaptor)
Safety & EMC:	Complies with EN60950-1 & EN61326-1. For details, request the EU Declaration of Conformity for this instrument via http://www.aimtti.com/support (serial no. needed).

Contador universal

Este instrumento pertenece a la Clase de Seguridad III, según la clasificación ICE, y cumple lo especificado en EN61010-1 (Requisitos de Seguridad para Equipo Eléctrico de Medición, Control y Usos de Laboratorio).

Este instrumento se ha sometido a pruebas con arreglo a la norma EN61010-1, y se suministra en condiciones de funcionamiento seguro. El presente manual de instrucciones contiene información y advertencias que el usuario debe seguir, con el fin de garantizar y perpetuar la seguridad de funcionamiento.

Este instrumento ha sido diseñado para su uso en interiores, en entornos de Grado 2 de Polución y en un intervalo de temperaturas comprendido entre 5 °C y 40 °C, con una humedad relativa comprendida entre el 20 % y el 80 % (sin condensación). Se puede someter ocasionalmente a temperaturas comprendidas entre +5 °C y -10 °C, sin que su seguridad se vea reducida. No se debe utilizar cuando haya condensación.

El uso de este instrumento de forma distinta de la especificada en estas instrucciones puede afectar a sus mecanismos de seguridad.

¡ADVERTENCIA!

Todas las piezas a las que tiene acceso el usuario tienen la misma tensión que la parte exterior de los conectores de entrada de señal. Se debe tener en cuenta sobre todo que la parte exterior del conector mini-USB se conecta galvánicamente a las entradas de tipo N y BNC, por lo que es posible que se produzca una puesta a tierra cuando el puerto USB se conecta a un ordenador de sobremesa. Con el fin de garantizar la seguridad del usuario, es imprescindible que la entrada no esté conectada a una tensión superior a 30 Vdc o 30 Vrms respecto a la toma de tierra, que es el límite de voltaje extrabajo de seguridad (SELV) según la definición de la ICE. Observe que, aunque las entradas pueden soportar una breve conexión accidental a una línea de corriente alterna de hasta 250 Vrms y 50/60 Hz, los usuarios correrán peligro en caso de conectar la "tierra" del instrumento a semejantes voltajes.

El instrumento se debe desconectar de cualquier fuente de alimentación eléctrica antes de abrirlo para realizar cualquier operación de ajuste, sustitución, mantenimiento o reparación.

Se debe evitar en la medida de lo posible cualquier ajuste, sustitución, trabajo de mantenimiento o reparación del instrumento abierto con alimentación eléctrica, y si es inevitable, sólo lo debe realizar una persona cualificada que conozca los riesgos.

No se debe humedecer el instrumento al limpiarlo.



corriente continua (cc)



Este símbolo, en el instrumento y en este manual, significa PRECAUCIÓN. El instrumento puede resultar dañado si no se observan estas medidas de protección. □



Significa que el terminal así marcado se encuentra conectado a piezas accesibles que presentan conductividad eléctrica.

Adaptador/Cargador

El **adaptador/cargador** que se suministra tiene una gama de tensión de entrada universal de 100-240 V CA, 50/60 Hz. Se trata de un dispositivo de la Clase II (doble aislamiento), que cumple plenamente las normas EN 60950-1 (2001), UL 60950 (listado UL E245390).

Conexiones del panel frontal

Entrada A

Para frecuencias entre 0,001 Hz (acopladas en corriente continua) y 125 MHz. Selección de impedancia de entrada entre $1\text{ M}\Omega // 25\text{ pF}$ y $50\ \Omega$.

Entrada B



Entrada máxima tolerable: 1 Vrms (atenuación 1:1) ó 4 Vrms (atenuación 5:1) para entrada de $1\text{ M}\Omega // 25\text{ pF}$; 1 Vrms por encima de 300 kHz para entrada de $50\ \Omega$ (acoplada en corriente alterna).

La entrada máxima respecto a tierra \perp es 30 Vdc ó 30 Vrms a 50/60 Hz.

Para frecuencias entre 80 MHz y 3 GHz. Impedancia de entrada: $50\ \Omega$ (acoplamiento CA).



Entrada máxima tolerable: 1 Vrms.

La entrada máxima respecto a tierra \perp es 30 Vdc ó 30 Vrms a 50/60 Hz.

Entrada C

Para frecuencias entre 2 GHz y 6 GHz. Impedancia de entrada: $50\ \Omega$ ($250\text{ k}\Omega$ en CC).



Entrada máxima tolerable: 4 Vrms.

La entrada máxima respecto a tierra \perp es 30 Vdc ó 30 Vrms a 50/60 Hz.

EXT REF IN (entrada externa de referencia)

Para una señal de 10 MHz como patrón de referencia externa solamente. Impedancia de entrada $> 100\text{ k}\Omega$, acoplada en corriente alterna.



Entrada máxima tolerable TTL, 5 V_{pp} CMOS ó 2 Vrms sinusoidal.

La entrada máxima respecto a tierra \perp es 30 Vdc ó 30 Vrms a 50/60 Hz.

Conexiones del panel posterior

DC IN (entrada de corriente continua)

La alimentación de corriente continua necesaria para operar o recargar el aparato se realiza a través del enchufe de 1,3 mm.



Utilice SOLAMENTE el adaptador/cargador de corriente alterna proporcionado por TTI con el aparato. El uso de cualquier otro adaptador invalidará la garantía.

USB

El puerto USB acepta un cable USB estándar. La función *plug and play* de Windows debería detectar automáticamente la conexión. El aparato se alimentará de forma automática a través del puerto USB si el adaptador/cargador de corriente alterna no está conectado. La alimentación USB se puede utilizar cuando la conexión USB no esté siendo empleada para control remoto.

El aparato solo podrá alimentarse a través del puerto USB si la conexión se encuentra correctamente enumerada; por esa razón no funcionarán los adaptadores que utilizan el conector únicamente para proporcionar corriente continua.

Funcionamiento manual

Alimentación

El aparato cuenta con tres fuentes de alimentación posibles: la batería recargable interna, la entrada de corriente continua a través del adaptador/cargador de corriente alterna a corriente continua incluido (referido en este manual como adaptador CA) y la alimentación USB desde un PC portátil o de sobremesa. Si el adaptador CA se encuentra conectado, este tendrá preferencia sobre el USB o la batería. Sin el adaptador, tendrá preferencia la alimentación por USB. Si no están conectados ni el adaptador ni el USB, se utilizará la batería. El software del aparato recuerda el estado y el origen del encendido, actuando inteligentemente al desconectar el adaptador o la alimentación USB, asegurando así que la batería no se descarga de manera no intencionada. En las secciones siguientes se detalla el funcionamiento del apagado y el encendido en todas las combinaciones de estados posibles.

Advertencia de seguridad: El TF960 pertenece a la clase de seguridad III según la clasificación ICE. Cuando el aparato funciona mediante su batería interna, adaptador CA o puerto USB de un portátil (no conectado a tierra), todas las piezas accesibles tendrán el mismo potencial de voltaje que la parte exterior de los conectores de entrada de tipo N y BNC. Para preservar la seguridad del usuario es por tanto esencial que no se conecte una señal de voltaje superior a 30 V de corriente continua o 30 Vrms, el límite de tensión extra-baja de seguridad. Observe que, aunque las entradas pueden soportar una breve conexión accidental a una línea de corriente alterna de hasta 250 Vrms a 50/60 Hz, los usuarios correrán peligro en caso de conectar la “tierra” del aparato a semejantes voltajes.

Funcionamiento de la batería

El aparato cuenta con unas celdas recargables de NiMH con una capacidad de 2500 mA·h que, con un cargado completo, proporcionan unas 24 horas de uso. La carga se realiza por medio del adaptador CA proporcionado. Consulte más adelante. El indicador **Bat** (batería) se muestra en la parte superior derecha de la pantalla con el aparato funcionando mediante su batería interna. Cuando la batería baja hasta aproximadamente un 10% de carga, el mensaje cambia a **Lo Bat** (batería baja). En modo de funcionamiento con batería, el aparato se enciende y apaga pulsando la tecla OPERATE (operar).

Alimentación USB

El aparato puede ser alimentado desde un PC incluso con la batería agotada; sin embargo, esta no se recargará a través del puerto USB. Utilice un cable USB estándar para conectar a un PC el puerto USB situado en el panel posterior. La función *plug and play* de Windows debería reconocer automáticamente el nuevo hardware. Si es la primera vez que realiza la conexión, deberá especificar la ubicación de un controlador válido. El disco proporcionado con el aparato contiene controladores para diferentes versiones de Windows; siga las instrucciones que aparecerán en la pantalla de su PC para cargar el controlador adecuado (hay dos fases separadas).

Nota: Si la función *plug and play* le informa de que ya se encuentra instalada una versión más reciente del controlador, **mantenga la última versión**; el TF960 funcionará de forma satisfactoria con ella.

El aparato solamente podrá alimentarse a través del puerto USB si la conexión se encuentra correctamente enumerada; por ello, los adaptadores que solamente proporcionan corriente continua a través del conector no funcionarán. La alimentación USB es prioritaria sobre la alimentación por batería. El mensaje **Bat** o **Lo Bat** se apagará para indicarlo.

Si el aparato se encuentra apagado al enumerar la conexión USB, este se encenderá automáticamente y, una vez desenchufado, se volverá a apagar. Si el aparato está funcionando con batería al enumerar la conexión USB, pasará a alimentarse por el puerto USB. Una vez desconectado el USB, se volverá a alimentar a través de la batería. Con la alimentación USB, el aparato se puede apagar y encender mediante la tecla OPERATE. La alimentación USB se puede utilizar cuando la conexión no esté siendo empleada para control remoto.

Funcionamiento del adaptador CA

El adaptador CA se conecta al enchufe DC IN de 1,3 mm situado en el panel trasero. Solo se debe utilizar el adaptador proporcionado con el aparato. Cuando el adaptador esté enchufado a la red eléctrica se iluminará el piloto rojo EXT POWER (alimentación externa), independientemente de que el aparato esté encendido o apagado. Si se está cargando la batería, también se iluminará el piloto amarillo CHARGING (cargando). El aparato tiene un control de carga inteligente para optimizar el rendimiento y la duración de la batería que también incluye varias medidas de protección. Aunque no hay peligro en dejar el adaptador CA conectado durante largos periodos cuando el aparato funcione a través de él, es siempre aconsejable desconectarlo de la red eléctrica y del aparato cuando no se esté utilizando.

Con el adaptador CA conectado, el aparato se puede apagar y encender mediante la tecla OPERATE. Si se ha desconectado usando la tecla OPERATE, permanecerá apagado cuando se desenchufe y se vuelva a enchufar la alimentación de corriente alterna. Sin embargo, si el aparato se encuentra apagado al enchufar el adaptador CA y además se había apagado por última vez desenchufándolo de la corriente alterna, este se encenderá automáticamente, apagándose de nuevo al desenchufar el adaptador CA. Este comportamiento es de utilidad en entornos de pruebas donde la alimentación se controle directamente desde un interruptor maestro de la red eléctrica.

Si el aparato está funcionando con batería (o por USB) al aplicar la alimentación de corriente alterna, esta última tomará prioridad en la alimentación del aparato. Una vez desconectada esta, se volverá a alimentar a través de la batería (o el USB). Es siempre aconsejable desconectar el adaptador de la red eléctrica y del aparato cuando este último no se vaya a utilizar durante un largo periodo.

Encendido

El aparato puede conectarse y desconectarse pulsando la tecla OPERATE independientemente del método de alimentación utilizado. Las condiciones de funcionamiento por defecto en el encendido son las siguientes: Entrada A, modo Frequency (frecuencia), acoplamiento CA, impedancia de entrada 1 M Ω , atenuación 1:1, polaridad por flanco ascendente, sin filtro, tiempo de medición 0,3 s sin retención de medida; los indicadores asociados se mostrarán en pantalla. El valor del umbral se fija mediante la posición del mando Threshold (umbral).

Si se mantiene presionada la tecla RESET (reinicio) mientras se enciende el aparato por medio de la tecla OPERATE, durante dos segundos aparecerán iluminados en pantalla todos los indicadores así como el número de revisión del firmware instalado. Tras los dos segundos, todos los segmentos de la pantalla permanecerán iluminados como prueba de funcionamiento hasta que se deje de pulsar RESET.

Pulsar para medir

Con el aparato apagado, al pulsar cualquiera de los interruptores de las funciones de medida FREQUENCY (frecuencia), PERIOD (periodo) o WIDTH (amplitud), este se encenderá, activándose la función seleccionada y permaneciendo el resto de parámetros en los valores por defecto anteriormente indicados.

El aparato actuará de manera normal y responderá a la pulsación de todas las teclas. Tras un periodo de unos 15 segundos sin pulsarse ninguna tecla, el aparato pasará al modo de bajo consumo, que permite ahorrar batería cuando se opera con esta.

Selección y configuración de la entrada

La selección de las entradas A, B o C se realiza mediante pulsaciones sucesivas de la tecla INPUT SELECT (selección de entrada); un indicador en pantalla muestra la entrada que se encuentra activa.

Entrada A

La entrada A puede usarse para frecuencias entre 0,001 Hz y 125 MHz, disponiendo de una serie de opciones de configuración, a continuación descritas, que permiten contar una amplia variedad de formas y amplitudes de onda. El voltaje máximo de entrada y el inicio del recorte o clipping dependerán de la configuración de acoplamiento, atenuación e impedancia, proporcionándose en las especificaciones.

La entrada se encuentra protegida frente a una conexión accidental a la red eléctrica para un voltaje de hasta 250 Vrms a 50/60 Hz.

Opciones de configuración de la entrada A

Las opciones de configuración por defecto para la entrada A en el encendido son: acoplamiento CA, impedancia de entrada 1 M Ω , atenuación 1:1, polaridad por flanco ascendente y filtro desactivado; con el control Threshold situado en una posición intermedia debería ser posible obtener medidas para la mayoría de formas de onda. Sin embargo, para ciertas formas de onda será necesario realizar cambios sobre esta configuración. P.ej., un acoplamiento CC con filtro de paso bajo en circuito mejorará la medición de las bajas frecuencias.

Acoplamiento de entrada: El valor por defecto es acoplamiento CA, pudiendo usarse ambas configuraciones de impedancia de entrada. Seleccione acoplamiento CC para frecuencias muy bajas (<30 Hz) o cuando el ciclo de trabajo o servicio sea ínfimo. Normalmente, el acoplamiento CC debería usarse con la impedancia de entrada fijada a 1 M Ω ; a pesar de que es posible seleccionar 50 Ω , puesto que el condensador de acoplamiento tiene instalado en paralelo un resistor de protección de 50 k Ω , la impedancia real será muy superior a 50 Ω mientras la frecuencia de entrada no sea superior a unos 300 kHz. Esta configuración puede ser útil para evitar cargar el condensador de acoplamiento en formas de onda asimétricas.

Cuando esté seleccionado el acoplamiento CA, el aparato asumirá que no hay señal, poniendo la pantalla a 0,0 después de 1 segundo sin que suceda transición alguna. Cuando esté seleccionado el acoplamiento CC, permitirá señales muy lentas, esperando indefinidamente una transición de entrada. Mientras, la pantalla seguirá mostrando el último valor.

Impedancia de entrada: El valor por defecto es 1 M Ω , pudiendo usarse tanto con acoplamiento CA como CC. Puede utilizarse directamente o en conjunción con sondas osciloscópicas x1, x10 ó x100, según corresponda para la amplitud de señal. Seleccione 50 Ω para altas frecuencias y cuando la impedancia original de la señal sea 50 Ω con objeto de minimizar los errores de conteo producidos por reflejos.

Atenuación de entrada: El valor por defecto es 1:1 (sin atenuación). Seleccione 5:1 para señales mayores, en especial si hay mucho ruido. Para medir señales lógicas estándar, utilice atenuación 1:1 para CMOS de 1,8 V (o inferior) y 5:1 para CMOS a 2,5 V (o más) o TTL. Es posible lograr una atenuación adicional realizándola externamente sobre la señal antes de que llegue al contador. Para ello se puede utilizar una sonda de osciloscopio x10 con la impedancia de entrada de 1 M Ω , o un atenuador de 50 Ω con la impedancia de entrada de 50 Ω para preservar la coincidencia.

Polaridad de entrada: La configuración por defecto es flanco ascendente (impulso alto); en este modo, las mediciones de frecuencia y periodo comienzan y terminan en el flanco o curva ascendente, contándose el número total de flancos ascendentes registrados. La medición de amplitud se realiza desde el flanco ascendente hasta el flanco descendente. Con ella y con la medición del periodo se obtienen las medidas calculadas de proporción o ratio (tiempo impulso alto:bajo) y servicio, también llamado ciclo de trabajo (porcentaje alto del periodo).

Si Polarity se cambia a flanco descendente (impulso bajo), las mediciones de frecuencia y periodo comenzarán y terminarán en el flanco ascendente, contándose el número total de flancos descendentes registrados. Si la forma de onda medida tiene un flanco lentamente ascendente pero rápidamente descendente, puede resultar beneficioso fijar la polaridad en flanco descendente para reducir las fluctuaciones en la medición. Sin embargo, un cambio de polaridad en la medición de la amplitud producirá también una variación en la interpretación de los valores de ratio y servicio, por lo que deberá usarse con cuidado.

Filtro de paso bajo: La configuración por defecto es sin filtro. Si se selecciona Filter In (filtro activado) se mostrará en pantalla el indicador **FILT**. La frecuencia nominal de corte es de 50 kHz. El filtro es especialmente útil para medir las bajas frecuencias. Con una señal de entrada adecuada también puede resultar práctico para frecuencias de hasta 200 kHz o más.

Ajuste del umbral del nivel de disparo: El control del nivel de disparo o activación está asociado a dos pilotos LED amarillos que indican el balance de señal en la salida del amplificador de la entrada A. Su brillo varía de intenso a tenue dependiendo de la relación entre el umbral de disparo y el valor medio de la señal de entrada. Cuando la configuración del umbral iguala el valor medio de la señal de entrada, ambos tienen la misma intensidad. Si se aplica una señal y el aparato no está contando, mueva el control del umbral hacia el piloto con iluminación más tenue. Observe que, cuanto menor sea el nivel de la señal de entrada, más crucial resulta este ajuste.

Con el acoplamiento CA seleccionado (la configuración por defecto) se activa un mecanismo de seguimiento del umbral que permite fijar una pequeña variación por encima o por debajo del nivel de señal medio utilizando el control del umbral. Normalmente, el dial del mando debería apuntar a la posición intermedia marcada como AC.

Esta configuración debería permitir contar la mayor parte de señales; para algunas muy débiles puede ser necesario un ligero ajuste con objeto de lograr la máxima sensibilidad. El rango de ajuste usable desde esta posición es de aproximadamente ± 50 mV (con atenuación 1:1) ó ± 200 mV (con atenuación 5:1).

Con el acoplamiento CC el mecanismo de seguimiento se desconecta y el control permite ajustar el umbral directamente sobre el rango nominal de 0 a 2 V (atenuación 1:1) o de 0 a 10 V (atenuación 5:1).

El control dispone de cierto margen en exceso a cada lado. Para ajustarlo correctamente se deberá girar hasta la posición en la que se iluminen los dos pilotos amarillos, afinando después hasta lograr la medición más estable.

En formas de onda con flancos poco pronunciados, el ajuste del umbral afectará, por supuesto, a la medición de la amplitud y a las mediciones asociadas de ratio y ciclo de trabajo o servicio, pero no a la frecuencia, al periodo ni al conteo.

El control del umbral deberá siempre ajustarse lentamente, puesto que el circuito cuenta con un filtro de rechazo del ruido con una constante de tiempo larga.

Entrada B

La entrada B se utiliza para mediciones de frecuencias en el rango de 80 MHz a 3 GHz. La impedancia nominal de entrada es 50 Ω . El voltaje máximo de entrada desde 20 MHz hasta 3 GHz es de 1 Vrms, y la entrada está recortada por diodo para entradas por encima de 250 mVrms.

La entrada se encuentra protegida frente a una conexión accidental a la red eléctrica para un voltaje de hasta 250 Vrms a 50/60 Hz.

La señal medida deberá tener una impedancia original de 50 Ω para evitar ondas estacionarias que podrían arrojar resultados erróneos. El cable de entrada se mantendrá lo más corto posible, debiendo ser coaxial de 50 Ω .

Tenga en cuenta que, debido al gran ancho de banda de esta entrada, las señales que estén mezcladas con otros componentes de su mismo rango de frecuencia y sensibilidad pueden arrojar resultados incorrectos. Un filtrado o atenuación externos de la señal antes de suministrarla al contador puede ayudar a lograr una lectura correcta. En particular, al intentar contar el componente de mayor frecuencia de una señal con ruido de banda ancha u otro tipo de interferencia, puede ser necesario un filtro de paso alto externo, especialmente para señales pequeñas por encima de 2 GHz. La entrada C proporciona un mejor rendimiento por encima de esta frecuencia.

Entrada C

La entrada C se utiliza para mediciones de frecuencias en el rango de 2 GHz a más de 6 GHz. Aunque fuera de este rango no se especifica la sensibilidad, generalmente contará frecuencias de entre 1,8 GHz a 7,5 GHz. La impedancia nominal de entrada es de 50 Ω . Tras un condensador de acoplamiento de entrada se sitúa un atenuador resistivo y un limitador consistente en un diodo PIN. La máxima tensión de entrada para un conteo correcto es de 1,5 Vrms (+16 dBm) y la máxima entrada sin que se produzcan daños es de 4 Vrms (+25 dBm). Una resistencia reguladora acoplada de 250 k Ω CC minimiza el riesgo de acumulación de electricidad estática que destruya el condensador del acoplamiento de entrada. Esta entrada está además protegida contra la conexión temporal accidental de tensiones de red de hasta 250 Vrms a 50/60 Hz.

La señal a medir debe tener una impedancia de origen de 50 Ω para evitar ondas estacionarias que puedan arrojar resultados falsos. El cable de entrada debe mantenerse lo más corto posible, debiendo usarse cable coaxial de 50 Ω .

Esta entrada tiene un acusado filtro de bajas frecuencias por debajo de 1,5 GHz, contando con mucha mejor inmunidad al ruido que la entrada B. Tiene además una capacidad mucho mejor para manipular señales grandes. Salvo que se requiera la función Ratio B:A, se deberá preferir la entrada C para todas las señales por encima de 2 GHz.

Selección de función y tiempo de medición

El tiempo de medición y la función se seleccionan mediante las teclas ubicadas justo bajo la pantalla. Los indicadores iluminados en ella muestran la configuración actual.

Selección de función: entrada A

Pulsando FREQUENCY, PERIOD o WIDTH, el aparato pasará automáticamente a estas funciones; manteniendo pulsada cada una de estas teclas durante más de 1 segundo, se pasará respectivamente a las funciones de la segunda fila en color azul, COUNT (conteo), RATIO o DUTY (servicio).

Las mediciones FREQUENCY y PERIOD se muestran directamente en las unidades apropiadas.

COUNT es una mera función sumatoria. El valor mostrado puede congelarse con la tecla HOLD (mantener) mientras la cuenta prosigue internamente. Para reiniciarla (ponerla a cero), utilice RESET, la segunda función de la tecla HOLD. Cuando el conteo alcance el máximo de 9999999999, el siguiente flanco activo lo reiniciará desde cero.

La medición WIDTH puede ajustarse para registrar el tiempo alto (por encima del umbral) o el tiempo bajo (por debajo del umbral) seleccionando la configuración de polaridad adecuada. Vea la sección anterior *Opciones de configuración de la entrada A*.

Al seleccionar RATIO con la entrada A activa se muestra el ratio entre tiempo alto y tiempo bajo (RATIO H:L) o viceversa, dependiendo de cómo esté configurada la polaridad. El tiempo bajo (inactivo) se calcula restándole al periodo el tiempo alto (activo) registrado.

Seleccionando DUTY se mostrará el tiempo alto o bajo (según la polaridad configurada) expresado como un porcentaje del tiempo total.

Selección de función: entrada B

Con la entrada B (80 MHz – 3 GHz) seleccionada, tan solo podrán usarse las funciones FREQUENCY y PERIOD. El firmware ignorará cualquier intento de seleccionar WIDTH, COUNT o DUTY; el indicador **B** parpadeará brevemente para notificar que no es una opción válida y la configuración existente permanecerá intacta.

Si se selecciona RATIO con la entrada B activada (mediante una pulsación larga de la tecla PERIOD) el aparato entrará en el modo RATIO B:A (frecuencia B : A) y no en el modo RATIO H:L descrito para la entrada A. El ratio B:A se obtiene realizando la medición simultánea de la frecuencia de las dos entradas y dividiendo el resultado de B entre el resultado de A. El cálculo de este dato será tan preciso como lo sean las mediciones. Las señales podrán ser de cualquier

frecuencia dentro del rango permitido para cada entrada. Si el ratio resultante es tan grande que el punto decimal no puede mostrarse en pantalla, la cifra se presentará mediante seis dígitos y un exponente.

Selección de función: entrada C

Con la entrada C (2 GHz – 6 GHz) seleccionada, tan solo podrán usarse las funciones FREQUENCY y PERIOD; el firmware ignorará cualquier intento de seleccionar WIDTH, COUNT, RATIO o DUTY; el indicador **C** parpadeará brevemente para notificar que no es una opción válida y la configuración existente permanecerá intacta. No está disponible la función RATIO con ninguna de las otras entradas.

Tiempo de medición

El tiempo de medición puede cambiarse usando las teclas izquierda ◀ y derecha ▶ de MEASUREMENT TIME (tiempo de medición), mostrándose en pantalla el valor seleccionado. Con una señal correcta conectada a la entrada seleccionada, el indicador **Measure** (medida) parpadeará en pantalla para comunicar la detección de la señal; el indicador seguirá parpadeando hasta que se muestre en pantalla un resultado real para el tiempo de medición seleccionado, momento en el que el indicador dejará de parpadear y quedará fijo. Las posteriores actualizaciones en pantalla presentarán el promedio móvil del comportamiento de la señal en los últimos 0,3 s (1 actualización por cada medición), 1 s (2 actualizaciones por segundo), 10 s (1 actualización por segundo) o 100 s (1 actualización cada 2 segundos), dependiendo del tiempo de medición seleccionado. Tenga en cuenta que, si selecciona un tiempo de medición de 1, 10 ó 100 segundos, el inicio o reinicio de una medición proporciona un resultado real con una resolución de, generalmente, 7 dígitos tras 0,3 s, 8 dígitos tras 1 s, 9 dígitos tras 10 s y finalmente 10 dígitos tras 100 s. Las unidades y la posición del punto decimal se ajustan automáticamente para presentar el valor de la manera más adecuada.

Al pulsar la tecla HOLD se congelará la medición mostrada, iluminándose el indicador **Hold**; una segunda pulsación de esta tecla cancelará la función. La medición prosigue internamente mientras el valor está congelado.

Al cambiar entre FREQUENCY y PERIOD en la misma entrada, o entre WIDTH, RATIO H:L y DUTY en la entrada A, la medida actual será inmediatamente convertida; cualquier otro cambio de función (incluyendo un cambio de entrada) o de tiempo de medición iniciará un nuevo registro. También es posible iniciar una nueva medición sin cambiar la función ni el tiempo usando la RESET, la segunda función de la tecla HOLD.

Principios de medición

Frecuencia y periodo

El aparato utiliza un método de medición generalmente conocido como conteo recíproco. Al concluir cada intervalo de medida (tiempo de puerta) se espera a que se complete el ciclo actual de la señal de entrada antes de capturar los datos de conteo. De esta manera se ha medido el tiempo utilizado por un número total de ciclos de entrada, con una resolución de un ciclo de su reloj interno de medición. A continuación se calcula el periodo medio de la señal de entrada dividiendo el tiempo total entre el número de ciclos de entrada; la frecuencia es el inverso del valor del periodo. Este método produce unos resultados mucho más precisos a bajas frecuencias que el método tradicional de contar ciclos de entrada durante un tiempo de puerta exacto.

El hardware captura los valores de conteo sin detenerse ni reiniciar los contadores. Este método se denomina “capturar y seguir contando”, al no haber tiempos muertos al final de cada intervalo de puerta. De esta manera es posible concatenar mediciones sucesivas sin incurrir en una incertidumbre de un ciclo de reloj en los puntos intermedios de la medición. El aparato utiliza esta capacidad para proporcionar una actualización progresiva en pantalla más frecuente que el tiempo de puerta seleccionado. Cada una de estas actualizaciones presenta el valor promedio de la frecuencia de entrada para el intervalo de tiempo igual al tiempo de puerta seleccionado inmediatamente anterior al mostrado.

Si la señal tiene modulación de frecuencia, el aparato mostrará el valor promedio a lo largo del tiempo de puerta; puesto que con seguridad la modulación no es síncrona a la puerta, se producirán ligeras variaciones aleatorias en el valor presentado.

Si la señal tiene modulación de amplitud, la amplitud en la depresión de la modulación debe ser superior al umbral de sensibilidad de la entrada. Para contar señales fuertemente moduladas es necesaria una amplitud considerable y un ajuste de la sensibilidad del umbral de disparo.

Medición de amplitud, ciclo de servicio y ratio H:L

Al seleccionar el modo de amplitud, el aparato continúa midiendo el periodo de la señal con el método de “capturar y seguir contando”. De esta forma no es posible medir la amplitud de la parte activa de la señal ya que, por definición, hay intervalos vacíos entre las mediciones mientras la señal se encuentra en estado inactivo. En lugar de ello, mide la amplitud de una muestra de ciclos individuales de la señal de entrada a una tasa de unas 1000 muestras por segundo. Acumula así hasta 50 muestras distribuidas a lo largo del tiempo de puerta seleccionado, calcula el promedio y muestra el resultado. Cada muestra tiene una resolución de 20 ns, y el promedio se muestra con una resolución de hasta 1 ns. Los valores del ciclo de servicio y el ratio H:L (mejor descrito como ratio activa:inactiva) se calculan a partir de la amplitud media y el periodo conocido con precisión. La resolución de la cifra mostrada en estos modos es una representación razonable de la precisión de medición probable.

Ratio B:A

Para acceder a este modo se ha de realizar una pulsación larga de la tecla WIDTH / RATIO con la entrada B seleccionada. El aparato efectuará mediciones lo más simultáneas posible de ambas señales de entrada por el método de “capturar y seguir contando”. Puesto que cada medición finaliza en una transición de su señal respectiva, las mediciones no son exactamente simultáneas salvo que las señales estén relacionadas sincrónicamente. Normalmente esto no es un problema, salvo que ambas se encuentren notablemente moduladas en frecuencia.

Observe que este método es completamente distinto al del modelo anterior (el TF830), que aplicaba el modo ratio B:A contando la entrada B y utilizando la señal A como referencia temporal.

La base temporal y otras consideraciones sobre la precisión

Lo que sigue a continuación pretende ser una guía para determinar los límites de los errores de medición.

Oscilador interno

El aparato cuenta con un oscilador de cristal con compensación de temperatura (TCXO) ajustado de fábrica a partir de un patrón de referencia de rubidio para que esté en un margen de $\pm 0,2$ ppm (partes por millón) tras precalentarse a una temperatura ambiente de 21°C. Con temperaturas distintas a 21°C, el error adicional es inferior a ± 1 ppm a lo largo de todo el rango de funcionamiento de 5°C a 40°C.

La tasa de envejecimiento es inferior a ± 1 ppm en el primer año, decreciendo exponencialmente a lo largo del tiempo. El periodo de calibración recomendado es de 1 año. Consulte la sección *Mantenimiento*.

Referencia externa

Si las mediciones a realizar requieren una precisión aún mayor que la proporcionada por el TCXO, es posible aplicar un patrón de frecuencia externo de 10 MHz a través de la entrada de referencia externa (EXT REF IN). Se deberá tratar de una señal TTL, CMOS de 3 Vpp a 5 Vpp o sinusoidal de 1 a 2 Vrms. La referencia externa sirve para fijar la fase del oscilador interno y solo podrá tratarse de una señal de alta precisión a 10 MHz. No es posible medir relaciones métricas aplicando una señal no estándar, sin patrón. La presencia de una señal de referencia externa de la amplitud adecuada se detectará de forma automática, intentándose fijar la fase; al detectarse la señal, el indicador **Ext Ref** se mostrará en pantalla. Tenga en cuenta que, si se aplica una señal inadecuada, el oscilador interno se saldrá de frecuencia afectando notablemente a la precisión de la medición.

Ruido

Al medir amplitudes bajas, el ruido de las ondas sinusoidales de baja frecuencia provocará variaciones en el resultado que se muestre en cada actualización de pantalla. Los usuarios deberán hacer todo lo posible para maximizar la amplitud de la señal aplicada a la entrada. El ruido interno del aparato es aleatorio, con un factor de bajas frecuencias ($1/f$) notable. La selección de un tiempo de puerta mayor reducirá el efecto de este ruido, permitiendo al usuario ver los extremos de la variación y establecer un promedio aproximado. Este método puede ser menos eficaz en señales con ruido intermitente o no aleatorio inducido externamente (por ejemplo las interferencias de frecuencia de la red eléctrica).

Nivel de la señal

En general resulta obvio, a partir de las variaciones del valor mostrado en pantalla, cuándo una señal es demasiado pequeña para una medición fiable. Sin embargo, en la entrada B, a frecuencias por encima de unos 2 GHz, y en la entrada C, a frecuencias por encima de unos 5 GHz, el efecto de una señal insuficiente puede ser muy sutil. Una señal 2 ó 3 dB por debajo del umbral real puede mostrar solamente un error en el octavo dígito con una consistencia que no es detectable de manera evidente; para una verdadera precisión se aconseja asegurarse de que el nivel de la señal cumpla la especificación publicada, incluso aunque el aparato tienda a ser mucho más sensible.

Funcionamiento remoto

La interfaz USB permite controlar el aparato utilizando comunicación en serie a través del puerto USB de un PC.

El aparato se suministra con un disco con controladores para diferentes versiones de Windows. Cualquier actualización de estos se encuentra disponible a través de la web de TTI, <http://www.aimtti.com/support>. El disco contiene también un archivo de texto con información y detalles del procedimiento de instalación del software.

El formato de los comandos remotos y los propios comandos remotos se detallan en esta sección más adelante. Los comandos remotos del anterior Contador Universal TTI TF830 pueden usarse también en el TF960, permitiendo seguir empleando los programas existentes. Sin embargo, el TF960 no dispone de capacidad de direccionamiento, por lo que aquellos comandos asociados con ARC (*Addressable RS232 Control*) serán aceptados pero ignorados.

Funcionamiento remoto/local

Al encenderse, el aparato se encontrará en estado local, funcionando todas las teclas. Cuando reciba un comando, entrará en estado remoto, mostrándose en pantalla el indicador **Rem** (remoto). En este estado, todas las teclas menos Local (RESET) y OPERATE permanecerán bloqueadas, procesándose tan solo los comandos remotos.

El aparato retornará al modo local mediante una pulsación larga de la tecla Local (RESET); el indicador **Rem** se apagará. Sin embargo, el efecto de esta acción perdurará tan solo hasta que se reciba un nuevo carácter desde la interfaz, momento en el cual se volverá a entrar en estado remoto. El envío del comando LOCAL también sale del estado remoto.

Interfaz USB

La interfaz USB de este aparato se presenta mediante un dispositivo de USB a UART que se comunica después con un UART dentro del procesador principal. Una vez instalados los controladores en un PC, el dispositivo se mostrará como un puerto COM estándar que estuviera dentro del PC. El puerto puede entonces ser accedido por las aplicaciones de Windows exactamente de la misma forma que un puerto estándar.

Si se prevé conectar más de un TF960 al mismo PC, es recomendable copiar primero los controladores a una ubicación del disco duro para poder instalarlos desde ahí cuando se conecte la primera unidad. De esta manera, el sistema operativo podrá encontrarlos sin solicitar el CD.

La instalación de los controladores de la interfaz se realiza conectando el aparato a un PC a través de un cable estándar USB. La función *plug and play* de Windows debería reconocer automáticamente el nuevo hardware que se conecte a la interfaz USB. Si es la primera vez que se realiza la conexión, se le pedirá que indique la ubicación de un controlador adecuado. Al ser necesarias dos capas de controladores, el diálogo estándar de Windows aparecerá dos veces. Si estos diálogos se siguen correctamente, Windows instalará los controladores correspondientes y establecerá un puerto COM en el PC. El número del nuevo puerto COM dependerá del número de puertos COM previamente asignados en el PC.

Nota: Si la función *plug and play* le informa de que ya se encuentra instalada una versión más reciente del controlador, **mantenga la versión más reciente**; el TF960 funcionará de forma satisfactoria con ella.

Un código único alojado en cada aparato garantiza que, cada vez que se conecte al PC, se le asignará el mismo puerto COM, independientemente del puerto USB físico al que se conecte. Una unidad diferente provocará de nuevo la instalación de los controladores la primera vez que sea conectada, recibiendo un número de puerto COM distinto.

Los parámetros de funcionamiento del puerto COM deben configurarse para coincidir con los requisitos internos del aparato: 115200 baudios, 8 bits, sin paridad. Los valores por defecto están definidos en la página Propiedades del administrador de dispositivos, pero muchos programas de comunicaciones ignoran estos, necesitando cada uno de ellos configurarse correctamente.

Formato de los comandos remotos

Los datos que entran por el puerto serie del aparato se almacenan en una cola de entrada que se rellena con interrupciones (con entradas y salidas sucesivas, no simultáneas) de una manera que no afecta a las demás operaciones de este. El aparato enviará el código XOFF cuando la cola esté casi llena; a continuación se enviará XON cuando haya espacio disponible para recibir más datos. Esta cola contiene datos sin procesar, y el analizador los va extrayendo a medida que se necesitan. Los comandos y consultas se ejecutan por orden, y el analizador no empieza con un nuevo comando mientras no se haya completado cualquier comando o consulta anterior. Las respuestas a los comandos y consultas se envían inmediatamente; no hay cola de salida.

Los comandos se deben enviar tal como se indica en la lista de comandos, y deben terminar con el código de fin de comando 0AH (salto de línea, LF). Es posible enviar grupos de comandos; estos se separan entre sí mediante el código 3BH (;). El grupo debe terminar con el código de fin de comando 0AH (salto de línea, LF).

Las respuestas del aparato al controlador se envían tal como se indica en la lista de comandos. Cada respuesta termina con el <RESPONSE MESSAGE TERMINATOR> (terminador de mensaje de respuesta) 0DH (retorno de carro, CR) seguido de 0AH (salto de línea, LF).

Se consideran <WHITE SPACE> (carácter invisible o en blanco) a los códigos de carácter desde el 00H al 20H inclusive, con excepción del carácter LF o salto de línea (0AH). Los caracteres <WHITE SPACE> son ignorados salvo en los identificadores de comando; por ejemplo, «*I DN?» no es equivalente a «*IDN?». El bit superior de los caracteres es ignorado. Los comandos no distinguen entre mayúsculas y minúsculas.

Cada consulta produce un <RESPONSE MESSAGE> (mensaje de respuesta) específico, que se muestra junto al comando correspondiente en la lista de comandos remotos.

Lista de comandos

En esta sección se facilitan todos los comandos y consultas con que cuenta este aparato. Los comandos del TF830, todos ellos presentes en este modelo, se marcan indicando "TF830" en la columna derecha de la lista de la siguiente sección, *Sumario de comandos remotos*.

Cada comando se ejecuta completamente antes de iniciar el siguiente.

Se utiliza la siguiente nomenclatura:

<rmt>	<RESPONSE MESSAGE TERMINATOR>
<c>	Un solo carácter, bien dígito o letra.
<nr1>	Un número entero.

Selección de función

F<c> Establece la función de medición a <c>, siendo c una de las siguientes:

0	Periodo de la entrada B
1	Periodo de la entrada A
2	Frecuencia de la entrada A
3	Frecuencia de la entrada B
4	Ratio de frecuencia B:A
5	Anchura alta de la entrada A
6	Anchura baja de la entrada A
7	Conteo de la entrada A
8	Ratio H:L de la entrada A
9	Ciclo de servicio de la entrada A
C	Frecuencia de la entrada C
D	Periodo de la entrada C

La nueva función se selecciona inmediatamente, iniciándose una nueva medición.

AC	Establecer acoplamiento CA en la entrada A
DC	Establecer acoplamiento CC en la entrada A
Z1	Establecer 1 M Ω de impedancia en la entrada A
Z5	Establecer 50 Ω de impedancia en la entrada A
A1	Establecer atenuación 1:1 en la entrada A
A5	Establecer atenuación 5:1 en la entrada A
ER	Establecer inicio de la medición en el flanco ascendente de la onda
EF	Establecer inicio de la medición en el flanco descendente de la onda
FI	Filtro de paso bajo activado
FO	Filtro de paso bajo desactivado
	Cuando se entra en estado remoto por vez primera, el filtro permanece como se encontraba en estado local. Al salir del estado remoto, el filtro permanece como se encontraba en dicho estado remoto.
L	Modo de bajas frecuencias. Aplicable únicamente al TF830. El comando es aceptado pero ignorado por el TF960, que entra automáticamente en modo de bajas frecuencias al seleccionar acoplamiento CC.

Comandos de umbral

TO <nr1>	Utilizar con acoplamiento CA. El umbral se ajusta automáticamente al nivel medio de la forma de onda a medir, con una desviación de <nr1> mV, siendo <nr1> un número entre -60 y +60; si el valor no tiene signo, se interpreta como positivo.
TO?	Devuelve el valor actual TO del umbral en la forma SnnnmV<rmt>, siendo S el signo, nnnn el voltaje de desviación en mV y mV la unidad de medida. S solamente está presente si el signo es negativo.
TT <nr1>	Utilizar con acoplamiento CC. El umbral se ajusta a un nivel de <nr1> mV, siendo <nr1> un número entre -300 y +2100; si el valor no tiene signo, se interpreta como positivo.
TT?	Devuelve el valor actual TT del umbral en la forma SnnnmV<rmt>, siendo S el signo, nnnn el voltaje de desviación en mV y mV la unidad de medida. S solamente está presente si el signo es negativo.

Los valores de **TT** y **TO** asumen una atenuación 1:1 de la entrada; con una atenuación 5:1, los niveles reales serán igual al valor fijado x 5.

TA Utilizar con acoplamiento CC. El nivel del umbral se establece en modo de autodisparo, ajustándose automáticamente al nivel medio de la onda a medir (sin desviación).

En cualquiera de los casos, el nivel del umbral queda fijado independientemente de la posición del mando ubicado en el panel frontal. Cuando se entra en estado remoto por vez primera, el nivel de disparo es exactamente el mismo que haya sido fijado desde el panel frontal (este valor puede ser leído mediante los comandos **TO?** o **TT?**, dependiendo del acoplamiento que esté activado, CA o CC). Cuando se sale del estado remoto, el nivel de disparo será el que determine la posición actual del mando del panel frontal. Observe que, aunque la resolución se proporcione en mV, las desviaciones dentro del aparato hacen que el valor real sea tan solo correcto de manera aproximada. Su precisión es lo bastante alta como para permitir configurar umbrales de lógica estándar, pero si se requiere la máxima sensibilidad a las señales pequeñas utilizando acoplamiento CC, puede ser necesaria cierta experimentación.

Utilizar **TO <nr1>** con acoplamiento CC o **TT <nr1>** con acoplamiento CA puede arrojar resultados impredecibles; es responsabilidad del usuario emplear las configuraciones de forma consistente, tanto entre sí como con la aplicación de medición.

TA requiere que el usuario active primero el acoplamiento CC; este comando puede resultar útil para encontrar automáticamente un umbral de medida factible para ondas de baja frecuencia que requieran acoplamiento CC, o para frecuencias más altas con ciclos de servicio muy pequeños. No hay configuración equivalente desde el panel frontal.

- TC** Nivel de umbral a la posición central.
TN Nivel de umbral a la posición de impulso negativo.
TP Nivel de umbral a la posición de impulso positivo.

Estos tres comandos solamente se incluyen para mantener la compatibilidad con el TF830, usándose para establecer el nivel del umbral en una de las tres posiciones predefinidas disponibles en el modo de control remoto de dicho modelo de contador. La posición central es equivalente a posicionar el mando del nivel de umbral en la posición intermedia AC. Las posiciones de impulso negativo y positivo son equivalentes a -60 mV y +60 mV respectivamente, con acoplamiento CA seleccionado (el único acoplamiento disponible en el TF830).

Comandos de medición

M<c> Establece el tiempo de medición a <c>, siendo c uno de los siguientes valores:

- | | |
|---|-------|
| 1 | 0,3 s |
| 2 | 1 s |
| 3 | 10 s |
| 4 | 100 s |

El nuevo tiempo se selecciona inmediatamente, iniciándose una nueva medición.

- E?** Consultar cada resultado. Los resultados de las mediciones se enviarán continuamente conforme al intervalo de medición seleccionado (0,3 s, 1 s, 10 s ó 100 s). Puesto que se trata de intervalos del "tiempo de medición", todos los resultados arrojarán mediciones válidas. Se detiene con el comando <STOP> o cualquier otro.
- C?** Consultar resultados continuamente. Los resultados de medición se enviarán continuamente a la velocidad a la que se esté actualizando el LCD para el intervalo de medición seleccionado: cada 2 s, 1 s, 0,5 s ó 0,3 s para intervalos de 100 s, 10 s, 1 s ó 0,3 s respectivamente. Estas mediciones se enviarán esté o no parpadeando el indicador <Measure>, por lo que la medición puede no ser válida. Se detiene con el comando <STOP> o cualquier otro.
- N?** Consultar siguiente resultado. Devolverá la medición presentada en la próxima actualización del LCD, siempre y cuando el indicador <Measure> no esté parpadeando; es decir, la próxima medición válida.
- ?** Consultar resultado actual. Devolverá la medición presentada en la actualización más reciente del LCD, esté o no parpadeando el indicador <Measure>, por lo que la medición puede no ser válida.

El formato de la respuesta es el mismo para todos los tipos de consulta:

NNNNNNN.NNNeSEuu<rmt>

Donde:

- NN.NN es la respuesta mostrada, con el punto decimal en la posición correspondiente (11 caracteres).
- e es la letra e de exponente.
- S es un signo positivo o negativo para indicar si el exponente es negativo o positivo.
- E es el valor del exponente para dar la respuesta en Hz o en segundos.
- uu especifica las unidades: Hz, s_ , %_ ó __ ; _ es un espacio (2 caracteres)

Si no hubiera nada que medir y la pantalla estuviera a cero, la respuesta sería:

0000000000.e+0_<rmt>

STOP Detiene el envío continuo de mediciones en respuesta a los comandos E? o C?; cualquier otro comando también detendrá el envío de mediciones y además iniciará la acción propia de tal comando.

Comandos diversos

***IDN?** Retorna la identificación del aparato en la forma <nombre>, <modelo>, 0, <versión><rmt>, siendo <nombre> el nombre del fabricante, <modelo> el tipo de aparato y <versión> la revisión del firmware instalado.

I? Consultar identificación. Retorna solamente el número de modelo del aparato.

***RST** Reinicia el aparato a los valores por defecto en el encendido y además fija el nivel del umbral en la posición media 'AC'. También vacía las colas de entrada y salida remotas y limpia el estado de error.

R Reiniciar medición. Efectúa la misma operación que al pulsar la tecla RESET del panel frontal bajo las mismas condiciones.

S? Consultar estado. Lee y retorna el estado del aparato. La respuesta se envía inmediatamente. El formato de respuesta es xy<rmt>, siendo 'x' e 'y' dígitos numéricos expresados en formato ASCII. El primer dígito es el byte de estado, cuyo valor de 0 a 7 resulta del siguiente significado de sus bits:

bit 0 Patrón de referencia externa conectado.

bit 1 Se ha producido un error.

bit 2 Un bit que se actualiza constantemente para indicar que se está contando una señal de entrada. No garantiza necesariamente que haya suficiente señal para obtener un resultado correcto.

El segundo byte contiene el código del último error registrado. Su valor es reiniciado a cero después de cada consulta de estado. Los códigos de error son los siguientes:

0 No se ha producido ningún error desde la última consulta de estado.

1 Error de sintaxis del comando. Se han ignorado uno o más comandos.

LOCAL Retorna el aparato al modo de funcionamiento local y desbloquea el teclado.

UD <datos> Almacenar datos del usuario; longitud máxima de la cadena: 250 caracteres. La cadena puede contener cualquier carácter entre 20H y FFH inclusive, salvo 3BH (;). Puede usarse para proporcionar al aparato una cadena de datos de identificación o información, consultable posteriormente por medio del comando **UD?**. Ejemplos de uso: número de serie, fecha programada para la próxima calibración, nombre del propietario, etc.

UD? Retorna los datos del usuario almacenados.

Sumario de los comandos remotos

Los comandos del TF830, todos ellos presentes en este modelo, se marcan indicando "TF830" en la columna derecha.

F0	Periodo de la entrada B	
F1	Periodo de la entrada A	TF830
F2	Frecuencia de la entrada A	TF830
F3	Frecuencia de la entrada B	TF830
F4	Ratio de frecuencia B:A	TF830
F5	Anchura alta de la entrada A	TF830
F6	Anchura baja de la entrada A	TF830
F7	Conteo de la entrada A	TF830
F8	Ratio H:L de la entrada A	
F9	Ciclo de servicio de la entrada A	
FC	Frecuencia de la entrada C	
FD	Periodo de la entrada C	
AC	Acoplamiento CA en entrada A	
DC	Acoplamiento CC en entrada A	
Z1	1 M Ω de impedancia en la entrada A	
Z5	50 Ω de impedancia en la entrada A	
A1	Atenuación 1:1 en la entrada A	
A5	Atenuación 5:1 en la entrada A	
ER	Flanco ascendente (solo entrada A)	
EF	Flanco descendente (solo entrada A)	
FI	Filtro activado (solo entrada A)	TF830
FO	Filtro desactivado (solo entrada A)	TF830
L	Modo de bajas frecuencias	TF830
TT <nr1>	Umbral de disparo establecido en nnnn mV (de -300 a +2100 mV) Acoplamiento CC	
TO <nr1>	Disparo automático (promedio), desviación de nn mV (de -60 a +60 mV) Acoplamiento CA	

Los valores asumen atenuación 1:1; para atenuación 5:1 los umbrales serán iguales al valor fijado x 5

TO?	Devuelve el valor actual TO del umbral en mV	
TT?	Devuelve el valor actual TT del umbral en mV	
TA	Disparo automático (promedio, sin desviación). Elegir antes acoplamiento CC.	
TC	Disparo centrado	TF830
TP	Disparo positivo	TF830
TN	Disparo negativo	TF830
M1	Tiempo de medición: 0,3 s	TF830
M2	Tiempo de medición: 1 s	TF830

M3	Tiempo de medición: 10 s	TF830
M4	Tiempo de medición: 100 s	
E?	Consultar cada resultado	TF830
C?	Consultar resultados continuamente	
N?	Consultar siguiente resultado	TF830
?	Consultar resultado actual	TF830
STOP	Detiene el envío de mediciones	
I?	Consultar identificación. Retorna solamente el número de modelo.	TF830
*IDN?	Identificación del aparato. Devuelve la identificación completa del aparato.	
R	Reiniciar medición	TF830
*RST	Reinicia el aparato a la configuración por defecto	
S?	Consultar estado	TF830
LOCAL	Retorna el aparato al modo de funcionamiento local	
UD <datos>	Almacenar datos del usuario	
UD?	Retorna la cadena <datos>	

Mantenimiento

La empresa fabricante o sus representantes en el extranjero ofrecen un servicio de reparación para cualquier unidad en la que surja un fallo. Si los propietarios desean realizar ellos mismos el trabajo de mantenimiento, sólo puede realizarlo personal cualificado, consultando el manual de servicio que se puede solicitar directamente a la empresa fabricante o a sus representantes en el extranjero.

Calibración

Se garantiza la calibración del aparato conforme a las especificaciones en el momento de ser suministrado. Sin embargo, se recomienda una recalibración rutinaria cada año para mantener la alta precisión que ofrece. Esta recalibración se puede llevar a cabo sin desmontar el aparato, utilizando un patrón de frecuencia de precisión adecuado. Para más datos, consulte la *Información de servicio*.

Limpieza

Si es necesario limpiar el instrumento, utilice un paño ligeramente humedecido con agua o un detergente suave.

ADVERTENCIA: PARA EVITAR DESCARGAS ELÉCTRICAS Y DAÑOS EN EL INSTRUMENTO, NO PERMITA NUNCA QUE ENTRE AGUA EN LA CARCASA. PARA EVITAR DAÑOS EN LA CARCASA, NO LA LIMPIE NUNCA CON DISOLVENTES.



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 • UK web site: www.aimtti.co.uk

Email: info@aimtti.com