



---

---

AIM & THURLBY THANDAR INSTRUMENTS

TG1000 & TG2000

---

---

DDS Function Generators

INSTRUCTIONS EN FRANCAIS

Aim-TTi

---

# Table des matières

Ce manuel concerne les générateurs de fonctions TG2000 et TG1000. Le modèle TG1000 a une fréquence maximale de 10 MHz et aucune capacité pour télécommande, mais il est autrement similaire au niveau fonctionnel au modèle du générateur TG2000 à 20 MHz. Chaque fois qu'il y a des différences dans les spécifications ou le fonctionnement, les limites du TG1000 sont indiquées entre crochets [ ] après les limites du TG2000.

|  |    |
|--|----|
| Spécifications                                       | 2  |
| Sécurité   | 5  |
| Installation   | 6  |
| Connexions   | 7  |
| Connexions du panneau avant                          | 7  |
| Connexions du panneau arrière                        | 8  |
| Généralités  | 9  |
| Première utilisation                                 | 9  |
| Utilisation des formes d'onde standard               | 13 |
| Réglage des paramètres du générateur                 | 13 |
| Sortie AUX   | 16 |
| Avertissements et messages d'erreur                  | 17 |
| Utilisation en mode balayage                         | 19 |
| Généralités  | 19 |
| Réglage des paramètres de balayage                   | 20 |
| Mode déclenché par une porte                         | 25 |
| Mode tonalité  | 27 |
| FSK  | 28 |
| Modulation   | 29 |
| Exploitation du système à partir du menu Utilitaires | 30 |
| Étalonnage   | 32 |
| Matériel nécessaire                                  | 32 |
| Procédure d'étalonnage                               | 32 |
| Sous-programme d'étalonnage                          | 33 |
| Étalonnage à distance                                | 34 |
| Fonctionnement à distance                            | 36 |
| Interface USB  | 40 |
| Commandes à distance                                 | 41 |
| Maintenance  | 44 |
| Annexe 1. Avertissements et messages d'erreur        | 45 |
| Annexe 2. Réglages par défaut d'usine du système     | 46 |

**Remarque :** Vous pouvez télécharger les dernières révisions de ce manuel, des pilotes de périphérique, ainsi que des outils logiciels sur le lien suivant :  
<http://www.aimtti.com/support>

La référence de ce manuel est le : 48591-1020 - Édition 12

---

# Specifications

Les spécifications techniques s'appliquent à la plage 18° - 28°C après une heure de réchauffage, à une puissance de sortie maximum dans 50 Ω.

Les limites du TG1000, lorsqu'elles sont différentes, sont indiquées entre crochets [ ] après les limites du TG2000.

## WAVEFORMS

Standard waveforms of sine, square, triangle, DC, positive pulse and negative pulse.

### Sine

|                        |  |
|------------------------|--|
| Range:                 | 1mHz to 20MHz [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:          | 2.5mV to 10Vp-p into 50Ω   |
| Harmonic Distortion:   | <0.3% THD to 20kHz (typically 0.1%)<br><-45dBc to 300kHz<br><-35dBc to 20MHz [10MHz] (typically <-40dBc) |
| Non-harmonic Spuri:    | <-55dBc to 1MHz, <-55dBc + 6dB/octave 1MHz to 20MHz [10MHz]  |

### Square

|                      |  |
|----------------------|--|
| Range:               | 1mHz to 20MHz [10MHz]                            |
| Resolution:          | 1mHz or 6 digits                                 |
| Symmetry Control:    | 20% to 80% (1% resolution) 1mHz to 20MHz [10MHz] |
| Accuracy:            | 10 ppm for 1 year; ± 1mHz below 0.2Hz            |
| Output Level:        | 2.5mV to 10Vp-p into 50Ω                         |
| Rise and Fall Times: | <22ns  |
| 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:    | 2.5mV to 10Vp-p into 50Ω              |
| Linearity Error: | <0.5% to 100 kHz                      |

### Positive and Negative Pulses

|                      |  |
|----------------------|--|
| Range:               | 1mHz to 20MHz [10MHz]  |
| Resolution:          | 1mHz or 6 digits   |
| Symmetry Control:    | 20% to 80% (1% resolution) 1mHz to 10MHz   |
| Accuracy:            | 10 ppm for 1 year; ± 1mHz below 0.2Hz  |
| Output Level:        | 1.25mV to 5Vp-p into 50Ω positive or negative only pulses, with respect to the DC Offset baseline. |
| Rise and Fall Times: | <22ns  |
| Aberrations:         | <5% + 2mV  |

## OPERATING MODES

### Continuous

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

---

## Gated

Non-phase coherent gating - output carrier wave is on while Gate signal is high and off while low.

|                     |   |
|---------------------|---|
| Carrier frequency:  | From 1mHz to 20MHz [10MHz].   |
| Carrier waveforms:  | All   |
| Trigger rep. rate:  | DC to 100 kHz external; to 5kHz using internal trigger generator.   |
| Gate signal source: | Manual (front panel MAN TRIG key), external signal (TRIG/GATE IN), internal gate generator or remote interface. |

## Sweep

|                       |   |
|-----------------------|---|
| Carrier Waveforms:    | All   |
| Sweep Mode:           | Linear or logarithmic, single or continuous.  |
| Sweep Width:          | From 0.2Hz to 20MHz [10MHz] in one range. Phase continuous. Independent setting of the start and stop frequency.  |
| Sweep Time:           | 50ms to 999s (3 digit resolution).  |
| Marker:               | Available from AUX output. Variable during sweep.   |
| Sweep Trigger Source: | The sweep may be free run or triggered from any of the following sources: Manual (front panel MAN TRIG key), external from TRIG/GATE IN or from remote interface. |

## External Amplitude Modulation

|                    |                             |
|--------------------|-----------------------------|
| Carrier Frequency: | From 1mHz to 20MHz [10MHz]. |
| Carrier Waveforms: | All                         |
| Modulation Source: | VCA 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 1Hz to 20MHz [10MHz].   |
| Carrier waveforms:       | All  |
| Switch repetition rate:  | DC to 5kHz (internal trigger) or DC to 1MHz (external trigger).  |
| Switching signal source: | Manual (front panel MAN TRIG key), internal trigger generator, external signal (TRIG/GATE IN) or remote interface. |

## Tone

The tone is output while the trigger signal is high and stopped while the trigger signal is low. The next tone is output when the trigger signal is high again.

|                     |  |
|---------------------|--|
| Carrier Waveforms:  | All  |
| Frequency List:     | Up to 16 frequencies from 1Hz to 20MHz [10MHz]   |
| Switching Source:   | Manual (front panel MAN TRIG key), internal trigger generator, external signal (TRIG/GATE IN) or remote interface. |
| Min Switching Time: | 1ms per tone   |

## OUTPUTS

### Main Output

|                     |  |
|---------------------|--|
| Output Impedance:   | 50 $\Omega$ or 600 $\Omega$  |
| Amplitude:          | 5mV to 20V pk-pk open circuit, (2.5mV to 10V pk-pk into 50 $\Omega$ /600 $\Omega$ ). Output can be specified as HiZ (open circuit value) or V (voltage into characteristic impedance) in pk-pk, r.m.s. or dBm. |
| Amplitude Accuracy: | $\pm 3\%$ $\pm 1$ mV at 1kHz into 50 $\Omega$ /600 $\Omega$ .  |
| Amplitude Flatness: | $\pm 0.2$ dB to 500kHz; $\pm 2$ dB to 20MHz [ $\pm 1$ dB to 10MHz].  |
| DC Offset Range:    | $\pm 10$ V. DC offset plus signal peak limited to $\pm 10$ V from 50 $\Omega$ /600 $\Omega$ .  |

---

---

DC Offset Accuracy: typically  $\pm 3\% \pm 10\text{mV}$ , unattenuated.  
Resolution: 3 digits for both Amplitude and DC Offset.  
Pulse Aberrations:  $< 5\% + 2\text{mV}$ .

### Aux Out

Multifunction output user definable or automatically selected to be any of the following:

Waveform Sync: A square wave at the main waveform frequency. Symmetry is 50% for sine and triangle waves at MAIN OUT; for square waves and pulses symmetry is the same as that of the waveform at MAIN OUT.

Trigger: Outputs a replica of the current trigger signal.

Sweep Sync: Outputs a trigger signal at the start of sweep to synchronize an oscilloscope. Can additionally output a sweep marker.

Output Signal Level: Output impedance  $50\Omega$  nominal. Logic levels of  $< 0.8\text{V}$  &  $> 3\text{V}$ , except for Sweep Sync. Sweep Sync is a 3-level waveform: low at start of sweep, high for the duration of the last frequency step at end of sweep, with a narrow 1V pulse at the marker point.

## INPUTS

### Ext Trig /Gate

Frequency Range: DC - 1MHz for FSK; DC – 100kHz for Gate; DC – 2.5kHz for Tone and Sweep.

Signal Range: Threshold nominally TTL level; maximum input  $\pm 10\text{V}$ .

Minimum Pulse Width: 100ns for Gate and FSK modes; 0.2ms for Sweep and Tone modes.

Input Impedance:  $10\text{k}\Omega$

### VCA In

Frequency Range: DC - 100kHz.

Signal Range: 2.5V for 100% level change at maximum output.

Input Impedance: typically  $6\text{k}\Omega$ .

## INTERFACES (TG2000 only)

RS-232: Variable Baud rate, 19200 Baud maximum. 9-pin D-connector. As well as operating in a conventional RS-232 mode the interface can be operated in addressable mode whereby up to 32 instruments can be addressed from one RS-232 port.

USB: Standard USB hardware connection.

## GENERAL

Display: 20 character x 4 row alphanumeric LCD.

Data Entry: Keyboard selection of mode, waveform etc.; value entry direct by numeric keys or by rotary control.

Stored Settings: Up to 9 complete instrument set-ups may be stored and recalled from non-volatile memory.

Size: 260(W) x 88(H) x 235(D)

Weight: 2kg. (4.5lb.)

Power: 110-120V AC or 220V-240V AC  $\pm 10\%$ , 50/60Hz, adjustable internally; 35VA max. Installation Category II.

Operating Range:  $+5^\circ\text{C}$  to  $40^\circ\text{C}$ , 20-80% RH.

Storage Range:  $-20^\circ\text{C}$  to  $+60^\circ\text{C}$ .

Environmental: Indoor use at altitudes up to 2000m, Pollution Degree 2.

Safety & EMC: Complies with EN61010-1 & EN61326-1.  
For details, request the EU Declaration of Conformity for this instrument via <http://www.aimtti.com/support> (serial no. needed).

Ce générateur est un appareil de Classe de sécurité 1 suivant la classification IEC et il a été conçu pour satisfaire aux prescriptions de la norme EN61010-1 (Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire). Il s'agit d'un appareil de catégorie d'installation II destiné à fonctionner sur une alimentation monophasée habituelle.

Cet appareil a été soumis à des essais conformément à la norme EN61010-1 et il a été fourni en parfait état de sécurité. Le présent manuel d'instructions contient des informations et avertissements que l'utilisateur doit suivre afin d'assurer une utilisation sans danger et de conserver l'appareil dans un parfait état de sécurité.

Cet appareil a été conçu pour être utilisé en intérieur, en environnement de pollution de degré 2 dans une gamme de températures de 5 à 40 °C, entre 20 et 80 % d'humidité relative (sans condensation). Il pourra être ponctuellement soumis à des températures comprises entre +5 et -10 °C sans dégradation de sa sécurité. Ne pas l'utiliser dans une situation de condensation.

Utiliser cet appareil d'une manière non spécifiée par les présentes instructions risque d'affecter la protection de sécurité fournie. Ne pas utiliser l'instrument hors de ses tensions d'alimentation nominales ou de ses gammes de conditions ambiantes de fonctionnement.

## AVERTISSEMENT ! CET APPAREIL DOIT ETRE RELIE A LA TERRE

Toute interruption du conducteur de terre secteur à l'intérieur ou à l'extérieur de l'appareil rendra ce dernier dangereux. Il est absolument interdit d'effectuer une coupure à dessein. Ne pas utiliser de cordon prolongateur sans conducteur de protection, sous peine d'annuler sa capacité de protection.

Lorsque l'appareil est relié à son alimentation, il est possible que les bornes soient sous tension et l'ouverture des couvercles ou la dépose de pièces (à l'exception de celles auxquelles on peut accéder manuellement) risque de mettre à découvert des pièces sous tension. Débrancher l'appareil de toute source de tension avant de l'ouvrir pour effectuer des réglages, remplacements, travaux d'entretien ou de réparations.

Eviter dans la mesure du possible d'effectuer des réglages, travaux de réparations ou d'entretien lorsque l'instrument ouvert est sous tension. En cas d'absolue nécessité, seul un technicien compétent au courant des risques encourus pourra cependant effectuer ces interventions.

S'il est évident que l'instrument est défectueux, qu'il a été subi des dégâts mécaniques, qu'il a été exposé à une humidité excessive ou à une corrosion chimique, la protection de sécurité peut en être diminuée et l'appareil devra être mis hors service et renvoyé à l'usine pour vérifications et réparations.

Remplacer les fusibles uniquement par des fusibles de l'intensité nominale requise et du type spécifié. Il est interdit d'utiliser des fusibles bricolés et de court-circuiter les porte-fusibles.

Ne pas mouiller l'instrument lors de son nettoyage ; en particulier, utiliser exclusivement un chiffon doux et sec pour nettoyer la vitre de l'écran LCD.

Les symboles suivants figurent sur l'appareil ainsi que dans le présent manuel.



**Attention** – se référer à la documentation jointe ; toute utilisation incorrecte risque d'endommager l'appareil.



Borne reliée à la masse du châssis.



Alimentation secteur hors tension (arrêt).



Alimentation secteur sous tension (marche).



Courant alternatif.

## Tension d'alimentation sur secteur

Vérifier que la tension d'alimentation à l'arrière de l'appareil correspond à celle du secteur. S'il s'avère nécessaire de changer de tension d'alimentation, procéder comme suit :

- 1) Déconnecter l'appareil de toute source d'alimentation.
- 2) Dégrafer le panneau avant en tirant doucement au centre de chaque côté long vers le haut et vers l'avant.

Les deux moitiés du boîtier sont maintenues ensemble par 4 rivets poussoirs en plastique. En plaçant la lame d'un petit tournevis dans la fente à côté de chaque rivet, libérer d'abord la tête du rivet puis dégager complètement le corps de la fixation. Ecarter les deux moitiés du boîtier. Visitez le site <http://www.aimtti.com/support> pour en savoir plus.

- 3) Déposer les vis qui maintiennent la carte à circuits imprimés sur le fond du boîtier et soulever la carte avec les panneaux avant et arrière attachés dessus ; soulever un côté de la carte à la fois en écartant les agrafes de ce côté du bord de la carte.
- 4) Modifier les réglages de tension en modifiant les connexions soudées à côté du transformateur :  
Pour une alimentation à 230 V, poser uniquement la connexion LK2.  
Pour une alimentation à 115 V, poser uniquement les connexions LK1 et LK3.
- 5) Remonter l'appareil dans l'ordre inverse.
- 6) Pour se conformer aux prescriptions des normes de sécurité, la tension d'alimentation indiquée sur le panneau arrière doit être modifiée pour indiquer clairement le nouveau réglage de tension.
- 7) Changer le fusible en fonction de la nouvelle tension d'alimentation, voir ci-dessous.

## Fusible

Veiller à installer le bon fusible secteur pour la tension d'alimentation réglée. Les types corrects de fusible secteur sont :

Pour le fonctionnement à 230 V :            250 mA (T) 250V HRC  
Pour le fonctionnement à 110 ou 115 V :   500 mA (T) 250V HRC

Il est interdit d'utiliser des fusibles bricolés ou de court-circuiter le porte-fusible.

## Cordon secteur

Brancher l'appareil à l'alimentation sur secteur à l'aide du cordon secteur fourni. S'il s'avère nécessaire d'utiliser une fiche secteur destinée à un autre type de prise murale, employer un cordon secteur correctement dimensionné et homologué en l'équipant de la fiche murale voulue et d'un connecteur IEC60320 C13 du côté de l'appareil. Pour déterminer l'intensité nominale minimale du cordon en fonction de l'alimentation sur secteur prévue, consulter les caractéristiques de puissance nominale figurant sur le matériel ou dans les spécifications.

### **AVERTISSEMENT ! CET APPAREIL DOIT ETRE RELIE A LA TERRE.**

Toute interruption du conducteur de terre secteur à l'intérieur ou à l'extérieur de l'appareil rendra ce dernier dangereux. Il est absolument interdit d'effectuer une coupure à dessein.

## Connexions du panneau avant

### MAIN OUT (sortie principale)

C'est la sortie du générateur principal ; l'impédance de la source de sortie peut être réglée à 50  $\Omega$  ou 600  $\Omega$ . Elle génère un f.e.m. allant jusqu'à 20 V de crête à crête qui va restituer 10 V crête à crête sur une charge correspondante. Uniquement utiliser un câble de 50  $\Omega$  et terminer l'extrémité de réception par une charge de 50  $\Omega$ . Elle peut supporter un court-circuit de 60 secondes.



Ne pas appliquer de tension extérieure sur cette sortie.

### AUX OUT (sortie auxiliaire)

Il s'agit d'une sortie de niveau TTL/CMOS pour laquelle on peut choisir dans l'écran **AUX OUT** l'un des signaux suivants :

|                      |  |
|----------------------|--|
| <b>waveform sync</b> | Une phase de signal de synchronisation coïncidant avec la forme d'onde de MAIN OUT. Pour les ondes sinusoïdales et triangulaires, le front montant de la forme d'onde synchronisée est au point de phase 0° et le front descendant est au point de phase 180°. Pour les ondes carrées et les impulsions, phase et symétrie coïncident avec MAIN OUT. |
| <b>Trigger</b>       | Fournit une version réplique du signal réel de déclenchement ; les commandes interne, externe, manuelle ou à distance produisent toutes une synchronisation du déclenchement.  |
| <b>Sweep sync</b>    | Bas au départ du balayage et h pendant la durée du dernier pas de fréquence du balayage. En outre, une impulsion de marquage du quart de l'amplitude peut être produite à une fréquence de marquage spécifiée.   |

Les niveaux logiques nominaux d'AUX OUT sont 0 V et 5 V sur 50  $\Omega$  en général. AUX OUT supporte les courts-circuits.



Ne pas appliquer de tension extérieure sur cette sortie.

### TRIG/GATE IN (entrée de déclenchement / porte)

C'est l'entrée externe pour les opérations Trigger (déclenchement), Gate (porte) et Sweep (balayage).



Ne pas appliquer de tension extérieure dépassant  $\pm 10$  V.

### VCA IN (entrée VCA)

C'est le connecteur d'entrée de modulation d'amplitude externe.



Ne pas appliquer de tension extérieure dépassant  $\pm 10$  V.



---

## Connexions du panneau arrière (TG2000 seulement)

### RS-232

Connecteur-D à 9 broches compatible avec l'une utilisation en RS-232 adressable. Son brochage est indiqué ci-dessous :

| Pin Broche | Nom  | Description                               |
|------------|------|---|
| 1          | –    | Aucune connexion interne                  |
| 2          | TXD  | Données transmises à partir de l'appareil |
| 3          | RXD  | Données reçues par l'appareil             |
| 4          | –    | Aucune connexion interne                  |
| 5          | GND  | Terre de signal                           |
| 6          | –    | Aucune connexion interne                  |
| 7          | RXD2 | Données reçues secondaires                |
| 8          | TXD2 | Données transmises secondaires            |
| 9          | GND  | Terre de signal                           |

Les broches 2, 3 et 5 peuvent être utilisées comme une interface conventionnelle RS-232 avec protocole XON/XOFF. Les broches 7, 8 et 9 sont utilisées lorsque l'appareil est utilisé en mode RS-232 adressable. Les terres de signal sont connectées à la masse de l'appareil. Pour régler l'adresse RS-232, aller dans le menu **remote** (commande à distance) sur l'écran **UTILITY** (utilitaires), voir le chapitre Exploitation du système.

### USB

Le port USB accepte un câble USB standard. La fonction « prêt à tourner » de Windows devrait automatiquement reconnaître que l'appareil a été connecté.

## Première utilisation

Ce chapitre sert d'introduction générale à l'organisation de l'appareil et doit être lu avant la première utilisation du générateur. Le fonctionnement détaillé est décrit dans les chapitres suivants, en commençant par l'Utilisation des formes d'onde standard.

Dans ce manuel, les connecteurs et les touches du panneau avant sont désignées par des majuscules, par ex. STATUS, AUX OUT, tandis que toutes les étiquettes des touches écran, des champs de saisie et des messages affichés sur l'écran LCD sont présentées dans une police différente, par ex. **WAVEFORM**, **sine**.

## Principes de la DDS

Dans cet appareil, les formes d'onde sont générées par synthèse numérique directe (DDS). Un accumulateur de phase est incrémenté à une cadence proportionnelle à la fréquence de sortie requise. Les 12 bits les plus significatifs de l'accumulateur servent à adresser une table de conversion en mémoire morte qui convertit les informations de phase en données d'amplitude de signaux sinusoïdaux ; ces données sont ensuite transmises à un convertisseur numérique-analogique (DAC) qui produit la forme d'onde de sortie. Pour les ondes triangulaires, la table de conversion en mémoire morte est ignorée et la sortie de l'accumulateur de phase est directement transmise au DAC.

A basse fréquence, l'ensemble des 4096 points de l'onde de sortie est lu, mais dès que la fréquence augmente, ces points sont progressivement ignorés. Les ondes sinusoïdales et triangulaires sont ensuite filtrées pour lisser les pas dans la sortie du DAC ; cette technique assure une bonne pureté des ondes sinusoïdales jusqu'à la fréquence maximale du générateur mais la limite pratique à la conservation d'une excellente linéarité des triangles n'est que de 100 kHz environ. Les ondes carrées et les impulsions sont dérivées de l'onde sinusoïdale à l'aide d'un comparateur de seuil variable ; ceci permet le contrôle de symétrie de ces formes d'onde sur toute la gamme de fréquences de l'appareil.

Les principaux avantages de la DDS par rapport à la génération analogique conventionnelle sont les suivantes :

- La précision et la stabilité de fréquence sont celles de l'oscillateur à quartz.
- Les fréquences peuvent être réglées avec une haute résolution des mHz aux MHz.
- Faible bruit de phase et faibles distorsions.
- Des balayages de fréquence très larges sont possibles.
- Commutation rapide de fréquence en phase continue.
- En outre, puisqu'il s'agit d'une technique numérique, il est plus facile de rendre chaque paramètre programmable au clavier ou à distance via les interfaces USB ou RS-232.

## Mise en marche

Allumer le générateur au moyen de l'interrupteur du panneau arrière. Pour le déconnecter entièrement de l'alimentation secteur, débrancher le cordon secteur de l'arrière de l'instrument ou couper l'alimentation à la prise secteur; s'assurer qu'il est facile d'accéder aux montages de déconnexion. Déconnecter le générateur de l'alimentation secteur lorsqu'on ne l'utilise pas.

À la mise sous tension, le générateur affiche la révision du logiciel installé et effectue un autodiagnostic. L'autodiagnostic à la mise sous tension prend quelques secondes, après quoi l'écran d'état s'affiche, montrant les paramètres du générateur réglés à leur valeur par défaut avec la sortie MAIN OUT désactivée. Consulter le chapitre Exploitation du système pour savoir comment changer les réglages à la mise sous tension et passer à la configuration présente à l'arrêt de l'appareil ou à l'une des configurations mémorisées. La touche STATUS permet de rappeler à tout moment l'écran d'état. En appuyant une nouvelle fois sur cette touche, l'affichage retourne à l'écran précédent.

Modifier les paramètres de base du générateur comme décrit au chapitre Utilisation des formes d'onde standard et activer la sortie en appuyant sur la touche ON. Le voyant situé au-dessus de la touche s'allume pour indiquer que la sortie est activée.

---

## Contraste de l'affichage

Toute le paramétrage s'affiche sur l'écran à cristaux liquides rétro-éclairé de 20 caractères x 4 lignes (LCD). Le contraste peut varier légèrement à cause des changements de température ambiante ou de l'angle de vue mais il peut être optimisé pour un environnement particulier en utilisant le réglage de contraste du panneau avant. Insérer un petit tournevis ou un outil à ébarber dans l'orifice de réglage portant le repère LCD et tourner la commande pour obtenir un contraste optimal.

## Clavier

Appuyer sur la touche MENU affiche le premier niveau de menu qui permet d'accéder à toutes les fonctions. Les sélections se font à partir de ce menu en utilisant les touches écran ; on peut ensuite changer les valeurs numériques à l'aide des touches numériques ou du bouton rotatif, voir le chapitre Principes de l'édition.

Les touches sont les suivantes :

- MENU permet d'afficher à l'écran le premier niveau de menu à partir duquel on peut sélectionner directement les principales fonctions. Ce sont : WAVEFORM (forme d'onde), FREQUENCY (fréquence), AMPLITUDE (amplitude), DC OFFSET (décalage CC), SYMMETRY (symétrie), MODE (mode), UTILITY (utilitaires) et AUX OUT (sortie auxiliaire). Appuyer sur la touche associée à ces fonctions ouvre l'écran suivant qui permet de modifier les paramètres de cette fonction à partir du pavé numérique ou à l'aide du bouton rotatif et des touches du curseur.
- Les touches numériques ou d'unité permettent la saisie directe de la valeur du paramètre sélectionné. Ainsi, après avoir sélectionné l'écran FREQUENCY (en appuyant sur la touche écran FREQUENCY dans l'écran MENU), on peut par exemple régler une nouvelle fréquence de 100 kHz en appuyant sur 1, 0, 0 et kHz.  
CE (effacer l'entrée) annule la saisie numérique chiffre par chiffre. ESCAPE rétablit un réglage en cours de modification à sa valeur précédente.
- Huit touches écran disposées autour de l'afficheur servent à régler ou sélectionner directement des paramètres à partir du menu affiché ; leur fonctionnement est décrit de manière plus détaillée au chapitre suivant.
- La touche STATUS ramène toujours l'affichage à l'écran de démarrage par défaut, qui donne un aperçu général de l'état du générateur. Appuyer à nouveau sur STATUS renvoie l'affichage à l'écran précédent.

Des explications complémentaires sont fournies dans les descriptions détaillées du fonctionnement du générateur aux chapitres qui suivent.

## Affichage d'état

Après les messages présentés à la mise sous tension ou chaque fois que l'on appuie sur la touche STATUS, l'écran d'état s'affiche. Si le générateur est paramétré aux réglages par défaut d'usine (Annexe 2), l'affichage sera :

```
WAVE:sine
FREQ:10.0000kHz  CONT
AMPL:+4.00Vpp
DC:+0.00Vdc  (+0.00V)
```

Cet affichage donne un aperçu général de l'état des principaux paramètres du générateur. Si l'on a sélectionné une forme d'onde pour laquelle une symétrie peut être réglée (voir Spécifications), le champ supplémentaire de **SYM**étrie s'affiche sur la droite du type de forme d'onde.

Voir l'exemple ci-dessous :

```
WAVE:square  SYM:35%  
FREQ:10.0000kHz  CONT  
AMPL:+4.00V  
DC:+0.00Vdc  (+0.00V)
```

Pour plus de commodité, on peut sélectionner les écrans WAVEFORM, FREQUENCY, AMPLITUDE, DC OFFSET, SYMMETRY et MODE directement à partir de l'affichage d'état (c'est-à-dire sans devoir d'abord revenir au MENU principal), en appuyant sur la touche écran voulue à côté de WAVE, FREQ, AMPL, etc.

## Principes de l'édition

Chaque écran appelé en appuyant sur une touche écran de la fenêtre MENU (premier niveau) affiche la(les) valeur(s) des paramètres ou une liste de choix. Les choix s'effectuent à l'aide de la touche écran associée à l'élément du menu à sélectionner. Les valeurs des paramètres peuvent être éditées à l'aide du BOUTON ROTATIF associé aux deux touches du CURSEUR portant des flèches pointées à gauche ou à droite, ou par la saisie directe au clavier numérique. Les exemples qui suivent s'entendent avec les réglages par défaut d'usine.

Un losange placé à côté d'un élément de menu indique que celui-ci peut être sélectionné. Les losanges vides identifient les éléments désactivés et les losanges pleins signalent les éléments sélectionnés. Par exemple, appuyer sur la touche écran **MODE** sur le menu principal pour obtenir l'écran présenté ci-dessous :

```
MODE          more...◇  
◆continuous  
◇gated        setup...◇  
◇sweep        setup...◇
```

Le losange plein indique que le mode sélectionné est **continuous** (mode continu). Pour sélectionner le mode **gated** (déclenchement par porte) ou **sweep** (balayage), appuyer sur la touche écran associée, ce qui va faire apparaître un losange plein à côté du mode choisi et un losange vide à côté de **continuous**. Cet écran montre aussi que certains textes sont suivis de trois points de suspension : ceci indique l'existence d'un sous-menu pour l'élément sélectionné. Dans le cas de l'écran MODE illustré, appuyer sur la touche écran **setup...** (configuration) de la ligne du bas ouvre le menu **SWEEP SETUP** (configuration du balayage) ; noter que cela ne change pas la sélection du mode **continuous**.

Lorsqu'ils sont sélectionnés, certains éléments de l'écran sont accompagnés d'une flèche à double sens (losange brisé) pour indiquer que l'on peut changer le réglage de cet élément en appuyant à nouveau sur la touche écran ou en utilisant les touches du curseur ou le bouton rotatif. Par exemple, appuyer sur la touche écran **AUX OUT** sur le menu principal ouvre l'écran présenté ci-dessous :

```
AUX OUT  
◆output: on  
◇mode: auto  
◇srce: waveform sync
```

Appuyer à plusieurs reprises sur la touche écran **output** (sortie) permet de basculer entre ses deux états : **on** (marche) et **off** (arrêt). De même, si l'on sélectionne **srce** (source), appuyer de façon répétitive sur la touche écran **srce** fait défiler tous les choix de source possibles pour AUX OUT (**waveform sync** (synchronisation de forme d'onde) **trigger** (déclenchement) et **sweep sync** (synchronisation du balayage)). On peut également utiliser le bouton rotatif pour faire défiler les choix disponibles.

---

Sur les écrans comportant un paramètre avec une valeur numérique, les touches fléchées déplacent le curseur d'édition (un soulignement clignotant) dans le champ numérique et le bouton rotatif incrémente ou décrément le chiffre sélectionné. La taille des pas est déterminée par la position du curseur d'édition dans le champ numérique. Ainsi, pour un paramètre **FREQUENCY** réglé à **1.00000 MHz**, le bouton rotatif va changer la fréquence par pas de 1 kHz. Tourner rapidement le bouton fait défiler les valeurs numériques par incréments multiples.

L'affichage passe automatiquement à la gamme supérieure ou inférieure au fur et à mesure que la fréquence change, mais la taille de l'incrément et les unités affichées sont conservées. Dans l'exemple ci-dessus (paramètre **FREQUENCY** réglé à **1.00000 MHz**), la plus basse fréquence que l'on peut régler en tournant le bouton est de 1 kHz, affiché sous la forme **0.00100 MHz**. On peut à tout moment changer d'unité d'affichage en appuyant sur la touche voulue, par ex. appuyer sur kHz ou Hz va passer l'affichage de l'exemple ci-dessus à **1.00000 kHz** ou **1000.00 Hz** respectivement. Pour réduire davantage la fréquence à l'aide du bouton rotatif, il est nécessaire de déplacer le curseur pour choisir une taille d'incrément plus petite.

---

# Utilisation des formes d'onde standard

A la première mise sous tension de l'appareil et lors de toutes les mises en marche ultérieures, sauf réglage différent dans le menu UTILITY, le générateur est paramétré aux réglages par défaut d'usine (Annexe 2), avec la sortie MAIN OUT désactivée. Les paramètres de base peuvent être modifiés de la manière décrite ci-dessous.

## Réglage des paramètres du générateur

### Menu principal

Le point de départ de la modification d'un quelconque paramètre est le menu principal, auquel on accède en appuyant sur la touche MENU.

|             |            |
|-------------|------------|
| ◇ WAVEFORM  | SYMMETRY ◇ |
| ◇ FREQUENCY | MODE ◇     |
| ◇ AMPLITUDE | UTILITY ◇  |
| ◇ DC OFFSET | AUX OUT ◇  |

L'écran de configuration de chacun des principaux paramètres s'ouvre en appuyant sur la touche écran voulue sur ce menu principal. On peut alors changer les paramètres comme décrit ci-dessous.

### Choix de la forme d'onde

|            |           |
|------------|-----------|
| WAVEFORM   |           |
| ◆ sine     | +pulse ◇  |
| ◇ square   | -pulse ◇  |
| ◇ triangle | dc only ◇ |

En appuyant sur la touche écran **WAVE** sur le menu principal, on obtient l'écran **WAVEFORM** qui liste toutes les formes d'onde disponibles. La forme d'onde sélectionnée (sinus avec les réglages par défaut d'usine) est indiquée par le losange plein ; appuyer sur la touche écran correspondant à la forme d'onde requise permet de changer de sélection.

Sinus, carré et triangle sont des formes d'onde bipolaires centrées à hauteur de la ligne de base réglée à partir de l'écran de décalage CC ; impulsion + et impulsion – sont des formes d'onde unipolaires respectivement positive et négative par rapport à la ligne de base. Si l'on sélectionne **dc only** (CC seul), la « forme d'onde » de sortie correspond à la tension CC (en courant continu) de la ligne de base seule réglée à partir de l'écran de décalage CC.

### Fréquence

|                     |          |
|---------------------|----------|
| FREQUENCY           |          |
| <u>10</u> ·0000 kHz |          |
| ◆ freq              | period ◇ |

En appuyant sur la touche **FREQ**, on obtient l'écran **FREQUENCY**. Lorsque l'on sélectionne **freq** comme illustré ci-dessus, la fréquence peut être directement saisie au clavier dans les unités qui conviennent, par ex. la valeur 12,34 kHz pourra saisie directement en kHz, mais elle pourra également être saisie sous la forme 12340 Hz ou 0,01234 MHz.

---

Si l'on sélectionne **period** à la place de **freq**, la fréquence peut être réglée en termes de période, que l'on pourra saisir directement dans les unités qui conviennent, par ex. 0,1 ms pourra également être saisi sous la forme 0,0001 s ou 100  $\mu$ s. Le matériel est en fait programmé en termes de fréquence et lorsque l'on effectue une saisie de période, la fréquence synthétisée est la valeur équivalente la plus proche donnée par la résolution de fréquence et le calcul de conversion. Puisque la résolution de fréquence de l'appareil est de 1 mHz, il n'y aura en général pas de perte notable de précision pour les fréquences supérieures à 1 kHz (périodes < 1 ms), mais les erreurs de conversion augmenteront progressivement pour la saisie de périodes plus longues. Pour conserver la précision, les basses fréquences (< 1 kHz) devront être saisies en termes de fréquence.

Tourner le bouton rotatif permet d'incrémenter ou de décrémenter la valeur numérique en pas déterminés par la position du curseur d'édition (soulignement clignotant), que l'on positionne à l'aide des touches de flèches pointées à gauche et à droite.

Noter que les limites supérieures de fréquence varient en fonction des différents types de formes d'onde ; voir les détails au chapitre Spécifications.

## Amplitude

|                             |
|-----------------------------|
| <b>AMPLITUDE</b>            |
| +4.00 Vpp      Vpp◊         |
| ◊srce:50 $\Omega$ load:hiZ◊ |

En appuyant sur la touche écran **AMPLITUDE** sur le menu principal, on obtient l'écran **AMPLITUDE**.

On peut régler l'impédance source réelle du générateur soit à 50  $\Omega$  (réglage par défaut d'usine), soit à 600  $\Omega$  en appuyant à plusieurs reprises sur la touche écran **srce**. En outre, on pourra sélectionner une charge supposée de 50  $\Omega$ , 600  $\Omega$  ou HiZ (circuit ouvert) en appuyant à plusieurs reprises sur la touche écran **load** (charge). Si l'on effectue un réglage d'amplitude, l'impédance source sélectionnée et la charge finale attendue sont prises en compte de telle manière que l'amplitude de sortie réelle sera celle affichée.

L'amplitude de la forme d'onde peut être réglée en termes de volts de crête à crête (Vpp), de volts efficaces (Vrms) ou de dBm (référéncés à la charge finale de 50  $\Omega$  ou 600  $\Omega$ ). Appuyer à plusieurs reprises sur la touche écran des unités permet de sélectionner les unités les plus appropriées en faisant défiler tour à tour les trois options : **Vpp**, **Vrms** et **dBm**. Noter que si l'on choisit dBm, le réglage **load:hiZ** passe automatiquement à **load:50 $\Omega$**  du fait que la charge finale est toujours supposée ; appuyer sur la touche écran **load:50 $\Omega$**  ne permet plus alors de basculer qu'entre les réglages **load:50 $\Omega$**  et **load:600 $\Omega$** .

Une fois la forme d'amplitude appropriée choisie, les saisies numériques peuvent être directement effectuées au clavier en mV ou en volts, par ex. 250 mV pourra être saisi sous la forme 250 mV ou 0,25 V. Tourner le bouton rotatif permet d'incrémenter ou de décrémenter la valeur numérique en pas déterminés par la position du curseur d'édition (soulignement clignotant), que l'on positionne à l'aide des touches de flèches pointées à gauche et à droite.

Appuyer à plusieurs reprises sur la touche  $\pm$  inverse la sortie MAIN OUT ; si le paramètre DC OFFSET (décalage CC) est différent de zéro, le signal est inversé autour du même décalage. Il existe une seule exception à cela, lorsque l'amplitude est spécifiée en dBm. Dans la mesure où les signaux de faible niveau sont spécifiés en -dBm (0 dBm = 1 mW sur 50  $\Omega$  = 224 mVrms), le signe - est interprété comme faisant partie de la nouvelle entrée d'amplitude et non comme une commande d'inversion du signal.

---

## Décalage CC

```
DC OFFSET
program +0.00 Vdc
(actual +0.00 Vdc)
◇srce:50Ω load:hiZ◇
```

En appuyant sur la touche OFFSET, on obtient l'écran **DC OFFSET**. On peut saisir le décalage directement au clavier en mV ou en volts, par ex. 100 mV pourra être saisi sous la forme 100 mV ou 0,1 V. Pendant la saisie d'un nouveau décalage, la touche ± peut être utilisée à tout moment pour programmer un décalage négatif. Appuyer à plusieurs reprises sur cette touche permet de basculer entre les signes + et -.

Tourner le bouton rotatif permet d'incrémenter ou de décrémenter la valeur numérique en pas déterminés par la position du curseur d'édition (soulignement clignotant), que l'on positionne à l'aide des touches de flèches pointées à gauche et à droite. Puisque le décalage CC peut avoir des valeurs négatives, le bouton rotatif peut donner des valeurs inférieures à zéro. Bien que l'affichage puisse changer automatiquement de gamme pour une plus grande résolution lorsque le pas s'approche de zéro, la taille d'incrémentation reste correcte lorsque le décalage devient négatif. Par exemple, si l'écran affiche :

```
program = +205 mVdc
```

avec le curseur sous le chiffre le plus significatif, le bouton rotatif décrémentera le décalage par pas de 100 mV comme suit :

```
program = +205 mVdc
```

```
program = +105 mVdc
```

```
program = +005 mVdc
```

```
program = -095 mVdc
```

```
program = -195 mVdc
```

Le décalage CC réel au niveau du connecteur MAIN OUT est atténué par l'atténuateur de sortie fixe, lorsque ce dernier est utilisé. Dans la mesure où il n'est pas évident de voir si le signal est atténué, le décalage réel est affiché entre parenthèses en tant que champ non modifiable sous la valeur programmée.

Par exemple, si l'amplitude est réglée à 2,5 Vpp, la sortie n'est pas atténuée par l'atténuateur fixe et le décalage CC réel (entre parenthèses) est identique à celui que l'on a réglé. L'écran **DC OFFSET** affiche :

```
DC OFFSET
program +1.50 Vdc
(actual +1.50 Vdc)
◇srce:50Ω load:hiZ◇
```

Si l'on réduit ensuite l'amplitude à 250 mVpp, ce qui introduit l'atténuateur, le décalage CC réel change avec le facteur approprié :

```
DC OFFSET
program +1.50 Vdc
(actual +151 mVdc)
◇srce:50Ω load:hiZ◇
```



L'affichage ci-dessus indique que le décalage CC réglé est de +1,50 V mais que le décalage réel est de +151 mV. Noter que la valeur du décalage réel prend également en compte l'atténuation vraie fournie par l'atténuateur fixe, en utilisant les valeurs déterminées pendant la procédure d'étalonnage. Dans l'exemple, le signal de sortie est exactement de 250 mVpp et prend en compte la petite erreur de l'atténuateur fixe ; le décalage est exactement de 151 mV, en tenant compte de l'effet de l'atténuation connue (légèrement inférieure à la valeur nominale) pour un décalage réglé à 1,50 V.

Chaque fois que le décalage réglé est ainsi modifié par un changement dans le niveau de sortie, l'écran affiche un message d'avertissement signalant que ceci vient de se produire. De même, comme un écrêtage de la forme d'onde survient si la somme du décalage CC et de la crête du signal dépasse  $\pm 10$  V, un message d'avertissement s'affiche à l'écran si cette situation s'instaure. Ceci est expliqué plus en détail dans le chapitre Avertissements et messages d'erreur.

Si l'on sélectionne **dc only** sur l'écran **WAVEFORM**, la « forme d'onde » de sortie correspond à la tension CC de la ligne de base seule réglée à partir de cet écran. Comme il n'y a pas de forme d'onde de commutation, le niveau CC peut être réglé sur toute la gamme des  $\pm 10$  V. L'atténuateur est automatiquement utilisé pour donner une résolution de réglage descendant à 1 mV au-dessous de 1 Vcc et la valeur **actual** (valeur réelle) correspond toujours à la valeur **program** (valeur programmée).

L'impédance source et la charge supposée peuvent également être réglées à partir de cet écran.

## Symétrie

|                 |             |      |
|-----------------|-------------|------|
| <b>SYMMETRY</b> |             | 50%◆ |
| ◆20%            |             | 60%◆ |
| ◆30%            | <u>50</u> % | 70%◆ |
| ◆40%            |             | 80%◆ |

En appuyant sur **SYMMETRY** sur le menu principal, on obtient l'écran SYMMETRY (symétrie).

On ne peut faire varier la symétrie que pour les formes d'onde carrées et les impulsions ; sélectionner **SYMMETRY** pour une quelconque autre forme d'onde va provoquer l'affichage du message d'erreur **Symmetry has no effect on this wave** (la symétrie n'a aucun effet sur cette onde) avant que l'écran **SYMMETRY** n'apparaisse.

Pour les formes d'onde carrées et les impulsions, la symétrie peut être réglée entre 20 et 80 % (travail:repos). On pourra régler directement 20 %, 30 %, etc. avec la touche écran appropriée ou bien on pourra régler n'importe quelle valeur dans la gamme avec une résolution de 1 %, par saisie numérique directe ou à l'aide du bouton rotatif.

## Sortie AUX

AUX OUT est une sortie multifonctions de niveau TTL/CMOS que l'on peut régler automatiquement ou manuellement parmi les choix suivants :

- **waveform sync** : Une phase de signal de synchronisation coïncidant avec la forme d'onde de MAIN OUT. Pour les ondes sinusoïdales et triangulaires, le front montant de la forme d'onde synchronisée est au point de phase  $0^\circ$  et le front descendant est au point de phase  $180^\circ$ . Pour les ondes carrées et les impulsions, phase et symétrie coïncident avec MAIN OUT.
- **trigger** : Produit une réplique du signal actuel de déclenchement, c'est-à-dire la source de déclenchement sélectionnée sur l'écran TRIG/GATE SETUP (configuration déclenchement/porte).
- **sweep sync** : Produit les signaux de déclenchement et de marquage du balayage.

---

La configuration de ces signaux proprement dits est traitée dans les chapitres correspondants plus loin dans le présent manuel.

En appuyant sur la touche AUX OUT, on ouvre l'écran de configuration **AUX OUT**.

**AUX OUT**  
◆ **output: on**  
◇ **mode: auto**  
◇ **srce: waveform sync**

Appuyer à plusieurs reprises sur la touche écran **output** permet d'activer ou de désactiver la sortie AUX OUT.

La sélection du signal à émettre à partir du connecteur AUX OUT s'opère à l'aide de la touche écran **srce**. Appuyer à plusieurs reprises sur cette touche fait défiler les choix mentionnés ci-dessus (**waveform sync**, etc.). De même, une fois l'option **srce** sélectionnée (flèche à double sens), le bouton rotatif ou les touches du curseur peuvent aussi être utilisés pour faire défiler les choix.

La sélection de la source de la forme d'onde de AUX OUT peut être automatisée (**auto**) ou définie par l'utilisateur (**manual**) en appuyant à plusieurs reprises sur la touche écran **mode**. En mode automatique, la forme d'onde AUX OUT correspondant le mieux à la forme d'onde principale en cours est sélectionnée.

Par d'exemple, **waveform sync** est automatiquement sélectionné pour les formes d'onde continues mais c'est **trigger** qui est sélectionné dans le mode des formes d'onde à déclenchement par porte.

On peut toujours modifier manuellement la sélection automatique avec la touche écran **srce** même si le mode **auto** a été sélectionné, mais la sélection repasse en choix automatique si l'on change de mode. On doit choisir **manual** avec la touche écran **mode** pour pouvoir conserver une source autre que celle établie par le choix automatique. Choisir **auto** permet de régler de manière générale le signal le plus fréquemment utilisé, par ex. **waveform sync**, pour toutes les formes d'onde principales continues.

## Avertissements et messages d'erreur

Deux catégories de messages apparaissent à l'écran lorsqu'une combinaison non-conforme de paramètres a été tentée.

Les messages WARNING (avertissement) s'affichent lorsque le réglage saisi provoque certains changements auxquels l'utilisateur ne s'attend pas nécessairement. En voici quelques exemples :

1. Changer l'amplitude, par exemple de 2,5 volts de crête à crête à 25 mV de crête à crête, met en service l'atténuateur ; si un décalage différent de zéro a été réglé, il sera lui aussi atténué. Le message **DC OFFSET CHANGED BY AMPLITUDE** (décalage CC modifié par l'amplitude) s'affiche temporairement à l'écran mais le réglage est accepté. Dans ce cas, le décalage réel atténué s'affiche entre parenthèses au-dessous de la valeur réglée.
2. Lorsque le niveau de sortie est réglé à 10 V de crête à crête, l'augmentation du décalage CC au-delà de  $\pm 5$  V provoque l'affichage du message **DC OFFSET + LEVEL MAY CAUSE CLIPPING** (décalage CC + niveau peuvent provoquer un écrêtage). Le changement de décalage est accepté (produisant l'écrêtage de la forme d'onde) et l'utilisateur peut ensuite choisir de modifier le niveau de sortie ou le décalage afin de produire un signal non écrêté. L'indication (**clip?**) (écrêter ?) s'affiche à l'écran à côté de **AMPLITUDE** ou **DC OFFSET** quand il y a risque d'écrêtage.

---

Les messages ERROR apparaissent lorsqu'on essaie d'effectuer un réglage non-conforme, qui consiste en général à choisir un nombre en dehors de la gamme de valeurs permises. Dans ce cas, la saisie est rejetée et le réglage des paramètres reste inchangé. En voici quelques exemples :

1. Saisir une fréquence de 2 MHz pour une forme d'onde triangulaire. Le message d'erreur :  
**Frequency too high for the triangle wave**  
(fréquence trop élevée pour l'onde triangulaire) s'affiche.
2. Saisir une amplitude de 25 Vpp. Le message d'erreur :  
**Number too high - value unchanged**  
(nombre trop élevé - valeur inchangée) s'affiche.

Les messages restent affichés à l'écran pendant environ deux secondes. Les deux derniers messages peuvent être réaffichés en appuyant sur la touche écran **last error...** (dernière erreur) sur l'écran UTILITY. Voir le chapitre Exploitation du système.

Chaque message porte un numéro et la liste complète est donnée en Annexe 1.

La configuration par défaut est l'affichage de tous les avertissements et messages d'erreur accompagnés d'un bip sonore. Cette configuration peut être modifiée dans le menu **error...** de l'écran UTILITY. Le menu **error** est présenté ci-dessous :

|                         |    |
|-------------------------|----|
| ◇ <b>error beep:</b>    | ON |
| ◇ <b>error message:</b> | ON |
| ◇ <b>warn beep:</b>     | ON |
| ◇ <b>warn message:</b>  | ON |

On peut activer (ON) ou désactiver (OFF) chacun de ces éléments en appuyant sur les touches écran associées. Tous les éléments sont activés par défaut d'usine. Si l'on modifie le réglage et qu'on souhaite le conserver pour une utilisation ultérieure, il convient de le sauvegarder en plaçant le paramètre **POWER-ON SETTING** (réglage au démarrage) du menu **power on...** (démarrage...) de l'écran UTILITY sur **restore last setup** (récupérer la dernière configuration).

---

# Utilisation en mode balayage

## Généralités

### Principes du balayage

L'ensemble des formes d'onde peut faire l'objet d'un balayage en phase continue de 0,2 Hz jusqu'à la fréquence maximale de la forme d'onde sélectionnée. Bien que la fréquence soit parcourue pas à pas et non pas réellement balayée comme sur un générateur analogique, le court intervalle de pas (100  $\mu$ s) donne une approximation étroite d'un appareil analogique, hormis pour les balayages les plus larges dans la durée la plus courte ; voir le chapitre Résolution des pas de fréquence pour en savoir plus.

Les pas de fréquence sont calculés en temps réel à l'aide d'un processus à 2 phases. Les pas majeurs sont calculés toutes les 5 ms à la précision maximale ; les valeurs calculées suivent une loi de balayage linéaire ou logarithmique selon le choix fait dans le menu **SWEEP SPACING** (intervalle des balayages). Dans chaque pas majeur, l'interpolation linéaire des balayages linéaires et logarithmiques permet de calculer les pas mineurs toutes les 100  $\mu$ s. L'interpolation linéaire donne une petite perte de précision pour les points mineurs des balayages logarithmiques mais l'erreur reste inférieure à  $\pm 1$  chiffre de la fréquence affichée, hormis pour les balayages les plus larges dans la durée la plus courte. L'avantage que procure l'interpolation linéaire des points mineurs réside dans le fait qu'elle est assez rapide pour calculer tous les points (majeurs et mineurs) en temps réel. Ceci permet donc de modifier les fréquences de départ, d'arrêt et de marquage tandis que le balayage s'opère, ce qui rend les performances de l'appareil beaucoup plus proches d'un instrument analogique.

Le mode balayage est activé ou désactivé en appuyant sur la touche écran **sweep** (balayage) de l'écran **MODE** (accessible à partir du menu principal), en appuyant sur la touche **on** ou **off** de l'écran **SWEEP SETUP** (configuration du balayage) auquel on accède en appuyant sur **setup...** de l'écran **MODE** ou en appuyant sur les touches écran **on** ou **off** des sous-menus de **SWEEP SETUP**. Désactiver le balayage à partir de l'un de ces derniers menus renvoie toujours le fonctionnement en mode continu.

### Connexions pour l'utilisation en mode balayage, Aux Out et Trig In

Le balayage est en général utilisé avec un oscilloscope ou un reprographe dans le but d'étudier la réponse de fréquence d'un circuit. La sortie principale MAIN OUT est reliée à l'entrée du circuit et la sortie du circuit est connectée à un oscilloscope ou, pour les balayages lents, à un enregistreur.

On peut déclencher l'oscilloscope ou l'enregistreur en connectant son entrée de déclenchement à la sortie AUX OUT du générateur. AUX OUT passe par défaut en **sweep sync** quand le balayage est activé. **sweep sync** est bas au départ du balayage et durant le dernier pas de fréquence à la fin du balayage ; selon le réglage de la durée de balayage, cette opération devrait être suffisamment longue par exemple pour qu'un oscilloscope puisse la retracer.

AUX OUT va en outre produire une impulsion de marquage si la fréquence du marqueur a été réglée dans la gamme des fréquences de balayage. Voir le chapitre Marqueur de balayage pour le réglage de la fréquence du marqueur.

Pour les balayages déclenchés, un signal de déclenchement doit être fourni au connecteur TRIG/GATE IN ou par un appui sur la touche MAN TRIG (déclenchement manuel) ou encore par une commande à distance.

Le générateur ne dispose pas d'une sortie rampée à utiliser avec un enregistreur ou un afficheur X-Y.

---

## Réglage des paramètres de balayage

Appuyer sur la touche écran **sweep setup...** de l'écran **MODE** ouvre l'écran **SWEEP SETUP**.

|                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| <b>SWEEP SETUP</b> | <b>off</b> ◊        |
| ◊ <b>range...</b>  | <b>type...</b> ◊    |
| ◊ <b>time...</b>   | <b>spacing...</b> ◊ |
| ◊ <b>manual...</b> | <b>marker...</b> ◊  |

Les sous-menus permettant de configurer la gamme, la durée (cadence de balayage), le type (continu, déclenché, etc.), l'intervalle (lin/log) et la position du marqueur sont tous accessibles à partir de cet écran en utilisant la touche écran appropriée. De plus, l'écran de contrôle du balayage manuel (c'est-à-dire le balayage à l'aide du bouton rotatif) est sélectionné à partir de cet écran et le mode balayage peut également être activé ou désactivé sur cet écran, en appuyant sur la touche écran **on** ou **off**. Le balayage peut également être activé à partir la touche écran **sweep** de l'écran **MODE**.

Dans tous les sous-menus ci-après, appuyer sur la touche écran **done** (terminé) renvoie à l'écran **SWEEP SETUP**. Dans tous les sous-menus ci-après, appuyer successivement sur la touche écran **on** ou **off** permet d'activer ou de désactiver le balayage. Désactiver le balayage à partir de l'un des menus suivants renvoie toujours le fonctionnement en mode continu.

### Gamme de balayage

Appuyer sur la touche écran **range...** (gamme) ouvre l'écran **SWEEP RANGE** (gamme de balayage).

|                            |               |
|----------------------------|---------------|
| <b>SWEEP RANGE</b>         | <b>off</b> ◊  |
| ◊ <b>start: 100.00 kHz</b> |               |
| ◊ <b>stop: 20.000 MHz</b>  |               |
| ◊ <b>centre/span</b>       | <b>done</b> ◊ |

La gamme maximale de balayage pour toutes les formes d'onde va de 0,2 Hz à 20 MHz [10MHz], sauf pour le triangle (limité à 1 MHz). La gamme de balayage peut être définie soit par les fréquences de départ et d'arrêt, soit par la fréquence centrale et l'excursion. Les touches écran **Start** (départ) et **Stop** (arrêt) permettent de régler directement les deux points terminaux du balayage au clavier ou en utilisant le bouton rotatif ; les fréquences peuvent être saisies avec une résolution de 0,1 Hz (ou 5 chiffres), mais en mode balayage, l'appareil fonctionne avec une résolution d'incrément de 0,2 Hz et la fréquence réelle d'un pas donné sera arrondie à l'incrément de 0,2 Hz supérieur le plus proche. La fréquence de départ doit être inférieure à la fréquence d'arrêt (voir toutefois le paragraphe Type de balayage pour sélectionner le sens de balayage).

Appuyer sur la touche écran **centre/span** change d'écran de façon à permettre la saisie en termes de **centre** (fréquence centrale) et de **span** (excursion) autour de cette fréquence. Sur cet écran, appuyer sur la touche de fonction **start/stop** renvoie au formulaire de saisie des fréquences de départ et d'arrêt.

Noter que lorsque le balayage est affiché en termes de fréquence centrale et d'excursion, cette dernière est indiquée à l'incrément de 0,2 Hz le plus proche, mais la fréquence centrale peut être affichée avec une résolution de 0,1 Hz.

### Durée de balayage

Appuyer sur la touche écran **time...** (durée) ouvre l'écran **SWEEP TIME** (durée de balayage).

|                   |               |
|-------------------|---------------|
| <b>SWEEP TIME</b> | <b>off</b> ◊  |
| <b>0.05</b> s     |               |
|                   | <b>done</b> ◊ |

---

La durée du balayage est réglable entre 0,05 s et 999 s avec une résolution de 3 chiffres par saisie directe au clavier ou en utilisant le bouton rotatif. Les durées de balayage les plus courtes comporteront le plus petit nombre de pas (une durée de balayage de 100 ms ne comportera que 1000 pas tandis qu'une durée de 10 s aura 100 000 pas) et auront par conséquent une résolution de pas grossière avec des balayages très larges. Voir le chapitre Résolution des pas de fréquence pour en savoir plus.

## Type de balayage

Appuyer sur la touche écran **type** ouvre l'écran **SWEEP TYPE** (type de balayage).

```
SWEEP TIME      off ◊
◄mode:continuous
◊direction: up
◊sync: on       done◊
```

Cet écran sert à régler le mode de balayage (continu, déclenché, maintien et réinitialisation, manuel) ainsi que le sens du balayage.

Appuyer à plusieurs reprises sur la touche écran **direction** permet de sélectionner l'un des sens de balayage suivants :

- up** (montant) de la fréquence de départ à la fréquence d'arrêt.
- down** (descendant) de la fréquence d'arrêt à la fréquence de départ.
- up/down** (montant/descendant) de la fréquence de départ à la fréquence d'arrêt et retour à la fréquence de départ.
- down/up** (descendant/montant) de la fréquence d'arrêt à la fréquence de départ et retour à la fréquence d'arrêt.

La durée totale du balayage est toujours celle réglée sur l'écran **SWEEP TIME**, c'est à dire que pour les opérations **up/down** et **down/up**, la durée de balayage dans chaque sens est la moitié de la durée totale. De la même manière, le nombre total de pas est le même pour toutes les options, c'est-à-dire que dans le cas des opérations **up/down** et **down/up**, chaque sens aura la moitié du nombre de pas. Dans les descriptions du mode de balayage qui suivent, le sens est supposé être **up**, mais tous les modes peuvent être utilisés avec tous les sens de balayage.

En mode **continuous**, le générateur balaie de façon continue entre les fréquences de départ et d'arrêt, les balayages étant déclenchés de façon répétitive par un générateur de déclenchement interne dont la fréquence est déterminée par le réglage de la durée du balayage. A la fréquence d'arrêt, le générateur se réinitialise à la fréquence de départ après un délai assez long pour permettre par exemple à un oscilloscope de retracer, et commence un nouveau balayage.

Si le paramètre **sync** est réglé sur **on** (réglage par défaut), le générateur passe en réalité de la fréquence d'arrêt à la fréquence zéro puis commence le balayage suivant à partir du premier point de la forme d'onde, synchronisé sur le signal de déclenchement (généralisé de manière autonome). Ceci s'avère utile car le balayage débute toujours à partir du même point de la forme d'onde mais la discontinuité de la forme d'onde peut être gênante dans certaines circonstances, par ex. pour l'évaluation des filtres.

Lorsque le paramètre **sync** est réglé sur **off**, la fréquence passe directement et en phase continue de la fréquence d'arrêt à la fréquence de départ mais n'est pas synchronisée sur le signal de déclenchement généré par le logiciel.

---

En mode **triggered** (déclenché), le générateur maintient la sortie en attente à la fréquence de départ jusqu'à ce qu'il reconnaisse un déclenchement. Une fois déclenché, le générateur effectue un balayage jusqu'à la fréquence d'arrêt, se réinitialise et attend le déclenchement suivant. Si le paramètre **sync** est réglé sur **on**, le générateur se réinitialise à la fréquence zéro (c'est-à-dire sans forme d'onde) et commence un nouveau balayage au premier point de la forme d'onde quand le déclenchement suivant est reconnu. Si le paramètre **sync** est réglé sur **off**, la forme d'onde revient à la fréquence de départ et y reste jusqu'à ce que le déclenchement suivant amorce un nouveau balayage.

En mode **hold & reset** (maintien et réinitialisation), le générateur maintient la sortie à la fréquence de départ jusqu'à ce qu'il reconnaisse un déclenchement. Lorsqu'il est déclenché, il balaye jusqu'à la fréquence d'arrêt, puis se met en attente. Au déclenchement suivant, la sortie est réinitialisée à la fréquence de départ où elle est maintenue jusqu'à ce que le balayage suivant soit amorcé par un autre déclenchement. Si le paramètre **sync** est sur **off**, la sortie fonctionne exactement comme décrit plus haut. Si le paramètre **sync** est sur **on**, la fréquence se place en réalité à zéro au départ et commence chaque nouveau balayage au premier point de la forme d'onde.

Pour les modes **triggered** et **hold & reset**, la source de déclenchement peut être le générateur de déclenchement interne, un signal externe appliqué sur TRIG IN, un appui sur la touche MAN TRIG du panneau avant ou une commande à distance. L'écran TRIG/GATE SETUP, ouvert en appuyant sur la touche écran **gated setup...** de l'écran **MODE**, permet de sélectionner la source de déclenchement. Se reporter au paragraphe Source de la porte du chapitre Mode déclenché par une porte pour de plus amples détails.

En mode **manual**, l'ensemble du processus de balayage est contrôlé à partir de l'écran **MANUAL SWEEP** et le réglage du type de balayage ne s'applique pas.

## Balayage manuel

Pour pouvoir utiliser le contrôle manuel, **manual** doit impérativement être sélectionné sur l'écran **SWEEP TYPE**, voir ci-dessus. Appuyer sur la touche écran **manual** (manuel) de l'écran **SWEEP SETUP** ouvre l'écran **MANUAL SWEEP** (balayage manuel) ; si le mode **manual** n'a pas été instauré, le message **manual sweep mode not selected** (mode balayage manuel non sélectionné) s'affiche avant que le menu **MANUAL SWEEP** n'apparaisse. Les paramètres de balayages uniquement disponibles en fonctionnement manuel sont présentés sur l'écran **MANUAL SWEEP** et il n'est possible d'utiliser le mode de balayage manuel à l'aide du bouton rotatif que lorsque cet écran est affiché.

```
MANUAL SWEEP    off◇
 12.30%  2.5477 MHz
◇wrap:on
◇res: medium    done◇
```

En mode manuel, la fréquence peut défiler pas à pas dans toute la gamme de balayage définie sur l'écran **SWEEP RANGE** (gamme de balayage), à l'aide du bouton rotatif. Tourner dans le sens des aiguilles d'une montre permet de balayer la fréquence en montant et tourner en sens inverse balaye la fréquence en descendant ; le réglage **direction** sur l'écran **SWEEP TYPE** est ignoré en mode de balayage manuel. Lors du balayage de la fréquence, l'écran affiche à la fois la fréquence à chaque pas et la position du pas au sein du balayage, exprimée en pourcentage de la plage de balayage totale : 0 % représente la fréquence de départ et 100 % la fréquence d'arrêt. La touche écran **res** (résolution) permet de régler la résolution des pas de fréquence. Avec **res: coarse** (grossière), la gamme de balayage est divisée en 100 (1 %) incréments pour les besoins du balayage manuel ; **medium** (moyenne) permet de la partager en 1000 (0.1 %) pas et **fine** (fine) la partage en 10 000 (0.01 %) pas. Chaque tour complet du bouton rotatif correspond à 36 pas ; tourner rapidement le bouton rotatif va faire sauter la fréquence de plusieurs pas. L'intervalle de balayage (linéaire ou logarithmique) est tel que défini dans le menu **SWEEP SPACING** (intervalle de balayage ; voir la rubrique ci-dessous).

---

On peut changer la résolution des pas de fréquence lors d'un balayage manuel, de telle sorte que l'on peut utiliser la résolution **coarse** pour trouver rapidement une fréquence intéressante et ensuite sélectionner **fine** pour faire défiler la fréquence par incréments plus petits.

Si l'option **wrap** est activée (choix **on**) le balayage s'effectue en boucle de la fréquence **start** à la fréquence **stop** et vice-versa ; si l'on choisit de désactiver l'option **wrap** (choix **off**), le balayage se termine à la fréquence **start** ou **stop** selon le sens de rotation du bouton.

Pour quitter le mode de balayage manuel, appuyer sur la touche écran **done** (terminé) pour retourner à l'écran du menu **SWEEP SETUP** lorsque l'instrument fonctionne à la dernière fréquence de pas sélectionnée ; l'instrument reste alors en mode Balayage mais n'est pas en cours de balayage.

## Intervalle de balayage

Appuyer sur la touche écran **spacing** (intervalle) de l'écran **SWEEP SETUP** ouvre l'écran **SWEEP SPACING** (intervalle de balayage).

```
SWEEP SPACING  off ◊
◊ logarithmic
◊ linear
done ◊
```

Lorsque **linear** (linéaire) est sélectionné, le balayage change de fréquence suivant une cadence linéaire. Si l'on sélectionne **logarithmic** (logarithmique), le balayage passe un temps égal dans chaque décade de fréquence.

## Marqueur de balayage

Appuyer sur la touche écran **marker...** (marqueur) de l'écran **SWEEP SETUP** ouvre l'écran **MARKER FREQ** (fréquence du marqueur).

```
MARKER FREQ    off ◊
program:10.0000 MHz
done ◊
```

Si l'on choisit **sweep sync** (synchronisation du balayage), AUX OUT va en outre produire une impulsion de marquage si la fréquence du marqueur a été réglée dans la gamme des fréquences de balayage. L'impulsion du marqueur représente environ 25 % de l'amplitude de l'impulsion de synchronisation du balayage.

Il est possible de programmer une nouvelle fréquence de marqueur directement au clavier ou à l'aide du bouton rotatif et des touches du curseur. N'importe quelle valeur de la gamme de balayage peut être programmée comme marqueur mais la fréquence réelle sera celle du pas « mineur » le plus proche. Voir au chapitre Principes de fonctionnement l'explication des pas de fréquence majeurs et mineurs. La durée minimale du marqueur est de 100  $\mu$ s (1 pas mineur) mais pour les balayages plus longs, la durée du marqueur augmente (par incréments de 100  $\mu$ s) de telle sorte qu'elle n'est jamais inférieure à  $1/250^{\text{ème}}$  du balayage complet, afin de garder le marqueur visible si l'ensemble du balayage est affiché sur un oscilloscope. Ainsi, pour une durée de balayage de 100 ms, la durée du marqueur sera de 400  $\mu$ s. Le premier incrément de 100  $\mu$ s représente le pas de fréquence le plus proche de la valeur programmée du marqueur.

Le marqueur n'apparaîtra pas s'il est programmé sur une fréquence en dehors de la gamme de balayage.



---

## Résolution des pas de fréquence

La fréquence du générateur est parcourue pas à pas, et non pas balayée de façon réellement linéaire, entre les fréquences de départ et d'arrêt. Le nombre de pas discrets de fréquence dans un balayage est déterminé par la durée du balayage réglée sur l'écran **SWEEP TIME**. La taille de chaque pas, c'est à dire la résolution des pas de fréquence, est déterminée par le nombre de pas et la gamme de balayage (réglée sur l'écran **SWEEP RANGE**).

Aux durées de balayage les plus courtes (c'est-à-dire au plus petit nombre de pas) avec les excursions de fréquence les plus larges, les changements de fréquence à chaque pas seront assez importants ; si cette sortie est appliquée à un filtre par exemple, la réponse sera une succession de niveaux de changement de pas avec (aux fréquences les plus hautes) de nombreux cycles de la même fréquence à chaque pas. Il s'agit d'une limite des générateurs DDS en mode balayage mais cet effet ne peut bien sûr être induit qu'en raison des très larges balayages que l'on peut obtenir avec les techniques de DDS, les générateurs analogiques ayant en général des capacités plus restreintes.

---

# Mode déclenché par une porte

## Généralités

En mode Gated (déclenchement par une porte), le générateur produit la forme d'onde chaque fois que le signal de déclenchement périodique par une porte est haut. Le générateur n'est pas synchronisé avec la source de la porte et les phases de départ et d'arrêt de la forme d'onde du générateur sont par conséquent imprévisibles. Sauf pour la possibilité d'activer et de désactiver le signal de sortie, le mode déclenché par une porte est identique au mode continu. Le même réglage de fréquence est utilisé dans les deux modes. Ceci permet de configurer et d'appliquer le signal avant d'activer la porte (Gate).

Appuyer sur la touche écran **gated** sur l'écran **MODE** (préalablement ouvert grâce à la touche écran **MODE** du menu principal) pour activer le mode Gated.

```
MODE                more...◇
◇continuous
◆gated              setup...◇
◇sweep              setup...◇
```

Le choix du signal source de la porte s'effectue en appuyant sur la touche écran **setup...** située en face de **gated** sur l'écran **MODE**.

```
TRIG/GATE SETUP
◆source: manual
◇int period: 90.8ms
```

## Source de la porte

Appuyer à plusieurs reprises sur la touche écran **source:** sur l'écran **TRIG/GATE SETUP** (configuration déclenchement/porte) fait défiler les options disponibles pour la source : **manual**, **external** et **internal**.

Si l'on sélectionne **manual**, la sortie du générateur est activée et désactivée par les appuis successifs sur la touche MAN TRIG du panneau avant ou par la commande \*TRG d'une interface de commande à distance.

Si l'on choisit **external**, la sortie du générateur fonctionne lorsque le signal reçu au connecteur TRIG/GAT IN est haut ; cette entrée comporte un seuil de niveau TTL (1,5 V). La largeur minimale d'impulsion que l'on peut utiliser dans ce mode est de 100 ns et la cadence maximale de répétition est de 100 kHz. Le niveau maximum de signal que l'on peut appliquer sans dommage est de  $\pm 10$  V.

Si l'on sélectionne **internal**, le générateur est déclenché par une source de porte interne dont on règle la période en sélectionnant **int period** sur le même écran **TRIG/GATE SETUP**.

```
TRIG/GATE SETUP
◇source:internal
◆int period: 12.2ms
```

La période peut être réglée entre 0,2 ms et 999 s par saisie directe au clavier en ms ou en secondes. Tourner le bouton rotatif permet d'incrémenter ou de décrémenter la valeur numérique en pas déterminés par la position du curseur d'édition (soulignement clignotant), que l'on positionne à l'aide des touches de flèches pointées à gauche et à droite. La source interne est une onde carrée ; la durée de la porte est donc de 0,1 ms à 499,5 s par pas avec une période source de 0,2 ms à 999 s.

---

## AUX OUT en mode porte

Lorsque le mode Gated est sélectionné, la source AUX OUT passe automatiquement par défaut en mode **trigger** (déclenchement). Le déclenchement est une réplique du signal de porte réel, c'est-à-dire le signal reçu au connecteur TRIG/GATE IN, la source de porte interne, le basculement entre les états haut et bas par des appuis successifs sur la touche MAN TRIG ou la commande à distance \*TRG.

## Généralités

En mode tonalité, la sortie défile selon une liste définie par l'utilisateur qui peut comprendre jusqu'à 16 fréquences, sous le contrôle du déclenchement sélectionné. La liste des fréquences est définie à l'aide de l'écran **TONE SETUP** (configuration de la tonalité) et la source de déclenchement est sélectionnée sur l'écran **TRIG/GATE SETUP**. La touche écran **tone** (tonalité) de l'écran **MODE** permet d'activer le mode tonalité.

## Fréquence de tonalité

Appuyer sur la touche écran **tone setup...** sur l'écran **MODE**, auquel on accède en appuyant sur la touche écran **MODE**, pour accéder à l'écran **TONE SETUP** :

```
TONE SETUP
source as gate setup
◇1.00000 kHz #1
◆2.00000 kHz del◇
```

Chaque fréquence de la liste peut être changée en appuyant sur la touche écran correspondante et en entrant une nouvelle valeur à partir du clavier. La fréquence sélectionnée peut être effacée de la liste en appuyant sur la touche écran **del** (effacer). Il est possible d'ajouter des fréquences supplémentaires en fin de liste en sélectionnant **end of list** (fin de la liste) à l'aide de la touche écran correspondante et en entrant la nouvelle fréquence à partir du clavier.

On peut faire défiler toute la liste vers le haut ou le bas à l'aide du bouton rotatif.

## Source de porte de tonalité

La fréquence de tonalité passe (change) lorsque le signal de déclenchement spécifié devient haut et continue jusqu'à ce que le niveau change une nouvelle fois. A cet instant la sortie revient immédiatement au niveau du décalage CC spécifié ; la sortie est alors désactivée jusqu'à la prochaine apparition du signal de déclenchement, ce qui aura pour effet d'activer la fréquence suivante de la liste. Noter qu'exactement comme en mode déclenché par une porte, la fréquence de tonalité n'est pas synchronisée avec la source de la porte d'activation des pas de tonalité. Les phases de départ et d'arrêt de chaque tonalité sont donc entièrement imprévisibles.

Le signal de déclenchement utilisé pour faire défiler les pas de tonalité est exactement la même source que celle utilisée pour le mode déclenché par une porte. On peut le configurer sur l'écran **TRIG/GATE SETUP** que l'on ouvre en appuyant sur la touche écran **gated setup...** (configuration du déclenchement par porte) de l'écran **MODE**. La source de déclenchement de la commutation de tonalité peut être **manual** (touche MAN TRIG du panneau avant ou commande à distance), un signal **external** appliqué au connecteur TRIG/GATE IN ou un signal **internal** provenant du générateur de déclenchement interne. Consulter paragraphe Source de la porte dans le chapitre Mode déclenché par une porte en ce qui concerne la sélection de la source de déclenchement.

Si **external** est la source de déclenchement d'activation des pas de tonalité choisi, la fréquence maximale de commutation recommandée (appliquée au connecteur TRIG/GATE IN) est de 1 kHz.

## Généralités

Le mode FSK (Frequency Shift Keying, modulation par déplacement de fréquence) permet une commutation en phase continue entre deux fréquences sélectionnées dans la gamme de 1 Hz à 20MHz[10MHz]. Tous les autres paramètres de la forme d'onde (amplitude, décalage, symétrie) restent identiques au fur et à mesure que la fréquence est commutée.

Appuyer sur la touche écran **FSK** sur l'écran **MODE** (ouvert grâce à la touche écran **MODE** du menu principal) pour activer le mode FSK.

## Réglage des fréquences

Le réglage des deux fréquences **f0** et **f1**, entre lesquelles la forme d'onde est commutée, se fait sur l'écran **FSK FREQUENCIES** (configuration de la FSK), que l'on ouvre en appuyant sur la touche écran **FSK set-up...** sur l'écran **MODE**.

|   |
|---|
| <pre>FSK FREQUENCIES source as gate setup ◆f0: 1.000 kHz ◇f1: 10.0000 kHz</pre> |
|---|

En sélectionnant tour à tour chaque fréquence (losange plein), on peut régler directement sa valeur par saisie numérique au clavier ou à l'aide des touches du curseur et du bouton rotatif.

## Source de déclenchement

La source de déclenchement est la même que celle utilisée pour les modes Gated et Tone. Pour y accéder et pour la configurer, on procède de la même manière à partir de l'écran **TRIG/GATE SETUP**, que l'on ouvre en appuyant sur la touche écran **gated setup...** sur l'écran **MODE**.

Pour un déclenchement externe, **f0** est la sortie de fréquence avec le signal TRIG/GATE IN bas et **f1** est la sortie de fréquence avec le signal TRIG/GATE IN haut.

---

# Modulation

La modulation d'amplitude de la porteuse est possible en appliquant un signal adapté (qui peut être couplé en CA si nécessaire) sur le connecteur VCA IN du panneau avant. Une tension positive augmente l'amplitude de sortie et une tension négative diminue cette amplitude. Le signal de modulation est appliqué au niveau approprié pour obtenir la profondeur de modulation requise à l'amplitude de sortie réglée. Si l'amplitude de sortie est modifiée, l'amplitude du signal de modulation devra être modifiée si l'on souhaite maintenir la même profondeur de modulation. Noter qu'un écrêtage va se produire si la combinaison du réglage d'amplitude et du signal VCA IN tente de faire passer la sortie au-dessus d'une tension de circuit ouvert de 20 Vpp (10 Vpp sur 50  $\Omega$ ).

Le signal VCA IN est appliqué à la chaîne d'amplification avant les atténuateurs de sortie. L'amplificateur proprement dit est contrôlé sur une gamme limitée (~10 dB) et la gamme d'amplitude complète s'obtient en mettant en jeu jusqu'à cinq étages d'atténuation de -10 dB. La modulation de crête ne peut dépasser le maximum de la « gamme » dans laquelle la sortie a été paramétrée par le choix du réglage d'amplitude. Il appartient à l'utilisateur d'observer les formes d'ondes lors de l'utilisation d'un VCA (amplificateur à tension asservie) externe et d'effectuer des ajustements si la forme d'onde subit un écrêtage.

Dans chaque « gamme », le réglage maximal de sortie auquel on échappe à l'écrêtage est réduit de la moitié de cette valeur par rapport au maximum de la gamme dès que la modulation augmente de 0 à 100 %. On obtiendra la modulation de 100 % à ce réglage de milieu de gamme avec un signal VCA IN d'environ 2,5 Vpp.

On peut moduler n'importe quelle forme d'onde, y compris CC. La gamme de fréquence de modulation va de CC à 100 kHz.

Moduler le générateur avec une onde carrée donne des changements de pas de l'amplitude de sortie intéressants pour les essais des compresseurs de signaux et des circuits automatiques de contrôle de gain.

Il est possible d'obtenir une modulation de porteuse supprimée en polarisant d'abord suffisamment VCA IN sur CC pour supprimer la porteuse, puis en appliquant le signal de modulation.

---

# Exploitation du système à partir du menu Utilitaires

Appuyer sur la touche écran **UTILITY** (utilitaires) du menu principal ouvre une liste de nouveaux menus donnant accès à différentes opérations du système, notamment : stockage / rappel de configurations dans la mémoire permanente, messages d'erreur, configuration au démarrage et étalonnage.

## Stockage et rappel de configurations

Des configurations complètes de formes d'onde peuvent être mémorisées ou rappelées dans la mémoire morte permanente à l'aide des menus ouverts par les touches écran **store...** (mémoriser) et **recall** (rappeler) de l'écran **UTILITIES** (utilitaires).

Appuyer sur **store...** pour ouvrir l'écran de mémorisation :

```
Save to store No: 1
◇ execute
```

Neuf emplacements de mémoire, numérotés de 1 à 9 inclus, sont disponibles. Sélectionner l'emplacement de mémoire à l'aide du bouton rotatif ou par saisie directe au clavier puis appuyer sur **execute** (exécuter) pour mettre en œuvre la fonction de mémorisation.

Appuyer sur **recall...** pour ouvrir l'écran de rappel :

```
Recall store No: 1
◇ set defaults
◇ execute
```

Outre les emplacements de mémoire définis par l'utilisateur, les réglages par défaut d'usine peuvent être rechargés en appuyant sur la touche écran **set defaults** (réglages par défaut). Noter que le rappel des réglages par défaut ne modifie pas les configurations stockées dans les mémoires 1 à 9 ni les réglages de l'interface RS-232/USB.

## Avertissements et messages d'erreur

La configuration par défaut est l'affichage de tous les avertissements et messages d'erreur accompagnés d'un bip sonore. Le menu **error...** permet de modifier cette configuration :

```
◇ error beep: ON
◇ error message: ON
◇ warn beep: ON
◇ warn message: ON
```

Des appuis successifs sur la touche écran appropriée permettent d'activer ou de désactiver chaque fonction.

Appuyer sur la touche **last error...** (dernière erreur) de l'écran **UTILITIES** permet de visualiser les deux derniers messages d'erreur. Chaque message comporte un numéro et la liste complète figure à l'Annexe 1. Voir également le paragraphe Avertissements et messages d'erreur au chapitre Utilisation des formes d'onde standard.

## Configuration de l'interface de commande à distance

Appuyer sur **remote...** (commande à distance) ouvre l'écran **REMOTE SETUP** (configuration de la commande à distance) qui permet de choisir une interface, RS-232 ou USB, et de sélectionner adresse et vitesse de transmission. Se reporter au chapitre Fonctionnement à distance pour plus de détails.

---

## Réglage au démarrage

Appuyer sur la touche écran **power on...** (démarrage) ouvre l'écran **POWER ON SETTING** (réglage au démarrage) :

```
POWER ON SETTING
◇ default values
◇ restore last setup
◆ recall store no. 1
```

A l'aide de la touche écran appropriée, on va pouvoir choisir le réglage chargé à la mise en marche : **default values** (valeurs par défaut) c'est-à-dire le réglage par défaut, **restore last setup** (rétablir la dernière configuration) c'est-à-dire que les réglages à l'extinction de l'appareil sont rétablis à la mise sous tension, ou n'importe quel réglage stocké dans les mémoires permanentes 1 à 9. **default values** rétablit les réglages par défaut d'usine, voir Annexe 2.

## Etalonnage

Appuyer sur **calibrate...** (étalonner) appelle le sous-programme d'étalonnage. Voir le chapitre Etalonnage.



---

# Étalonnage

L'ensemble des paramètres peut être étalonné sans avoir à ouvrir le boîtier, c'est à dire que le générateur permet un étalonnage « boîtier fermé ». Tous les réglages sont effectués numériquement à partir de constantes d'étalonnage conservées dans la mémoire Flash. Le sous-programme d'étalonnage ne requiert qu'un multimètre numérique, un oscilloscope et un compteur de fréquence et ne prend que quelques minutes.

Le quartz de la base de temps est pré-vieilli mais un vieillissement supplémentaire pouvant aller jusqu'à  $\pm 5$  ppm peut se produire au cours de la première année. Dans la mesure où le rythme de vieillissement décroît de façon exponentielle avec le temps, il est avantageux de procéder à un réétalonnage après les 6 premiers mois d'utilisation. Mis à part ce problème, il est peu probable que d'autres paramètres nécessitent un réglage.

L'étalonnage ne doit être effectué qu'après que le générateur ait fonctionné pendant au moins 30 minutes dans des conditions ambiantes normales.

## Matériel nécessaire

- Un multimètre numérique de 3½ chiffres avec une précision en CC de 0,25% et en CA de 0,5% à 1 kHz.
- Un compteur de fréquence capable de mesurer 20,00000 MHz.
- Un oscilloscope pour les ajustements de symétrie (CAL 13 et CAL 14).

Le multimètre numérique se connecte à la sortie MAIN OUT et le compteur à la sortie AUX OUT.

La précision du compteur de fréquence déterminera la précision du réglage de l'horloge du générateur et devrait être idéalement de  $\pm 1$  ppm.

## Procédure d'étalonnage

La procédure d'étalonnage est accessible en appuyant sur la touche écran **calibrate...** sur l'écran **UTILITIES**.

```
CALIBRATION SELECTED
Are you sure ?
◇ password...  tests...◇
◇ exit        continue ◇
```

Le logiciel fournit un mot de passe à 4 chiffres entre 0000 et 9999 à utiliser pour accéder à la procédure d'étalonnage. Si le mot de passe reste à sa valeur par défaut d'usine de 0000, aucun message ne s'affiche et l'étalonnage peut avoir lieu comme décrit au chapitre Sous-programme d'étalonnage. Ce n'est que si un mot de passe différent de zéro a été programmé que l'utilisateur sera invité à entrer ce mot de passe.

## Réglage du mot de passe

A l'ouverture de l'écran d'étalonnage, appuyer sur la touche écran **password...** (mot de passe) pour afficher l'écran des mots de passe :

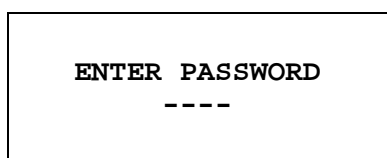
```
ENTER NEW PASSWORD
-----
```

---

Saisir un mot de passe de 4 chiffres à partir du clavier. L'écran affiche alors **CONFIRM NEW PASSWORD** (confirmer le nouveau mot de passe). Taper une nouvelle fois le mot de passe ; l'écran affiche maintenant le message **NEW PASSWORD STORED!** (nouveau mot de passe mémorisé) pendant deux secondes puis retourne au menu **UTILITIES**. Si l'on appuie sur des touches autres que celles de 0 à 9, ou en cas d'erreur à la nouvelle saisie du mot de passé, le message **ILLEGAL PASSWORD!** (mot de passé non-conforme) s'affiche.

### Utilisation du mot de passe : accès à l'étalonnage ou changement de mot de passe

Une fois le mot de passe créé, en appuyant sur **calibration...** (étalonnage) sur l'écran **UTILITIES**, on obtient :



Lorsque le mot de passe correct a été saisi à partir du clavier, l'affichage change et l'écran du sous-programme d'étalonnage s'ouvre. L'étalonnage peut débuter comme décrit au paragraphe Sous-programme d'étalonnage. En cas de saisie d'un mot de passe incorrect, le message **INCORRECT PASSWORD!** (mot de passe incorrect) s'affiche pendant deux secondes avant que l'écran ne retourne au menu **UTILITIES**.

A l'ouverture de l'écran du sous-programme d'étalonnage après saisie d'un mot de passe correct, on peut modifier ce mot de passe en appuyant sur la touche écran **password...** et en suivant la procédure décrite au paragraphe Réglage du mot de passe. Si le mot de passe est de nouveau réglé à 0000, la protection par mot de passe est annulée.

Le mot de passe est conservé dans la mémoire Flash. En cas d'oubli du mot de passe, veuillez contacter le constructeur qui vous aidera à réinitialiser l'appareil.

### Sous-programme d'étalonnage

On accède à la procédure d'étalonnage proprement dite en appuyant sur **continue** (continuer) sur l'écran d'étalonnage qui s'ouvre. Appuyer sur **exit** renvoie à l'affichage du menu **UTILITIES**. A chaque étape, l'affichage change afin d'inviter l'utilisateur à agir sur le bouton rotatif ou les touches du curseur, jusqu'à ce que la lecture de l'instrument précisé atteigne à la valeur donnée. Les touches du curseur offrent des possibilités de réglage approximatif, le bouton rotatif permet un réglage précis. Lorsqu'on appuie sur **next** (suivant) la procédure passe à l'étape suivante. Lorsqu'on appuie sur **prev** (précédent), la procédure revient à l'étape précédente. Par ailleurs, appuyer sur **exit** (quitter) permet de revenir à l'affichage du dernier écran CAL (étalonnage) sur lequel l'utilisateur peut sélectionner soit **save new values** (sauvegarder les nouvelles valeurs), soit **recall old values** (rappeler les anciennes valeurs), soit encore **calibrate again** (étalonner à nouveau).

Les deux premiers affichages précisent les connexions et la méthode de réglage. Les affichages suivants, CAL 01 à CAL 15, permettent d'étalonner tous les paramètres ajustables.

La procédure complète est énumérée ci-dessous. Le nom du signal de commande ajusté à chaque étape et la valeur par défaut du DAC sont indiqués entre parenthèses. L'écran affiche lui-même un résumé de l'étape de la procédure de réglage ainsi que la valeur réelle du DAC.

- |        |   |
|--------|---|
| CAL 01 | Décalage CC de sortie nul ; ajuster pour obtenir 0 V $\pm$ 5 mV (DCOFFSET, 0007).                               |
| CAL 02 | Décalage CC de sortie à la déviation maximale en +ve ; ajuster pour obtenir 10 V $\pm$ 20 mV (DCOFFSET, -1973). |
| CAL 03 | Décalage CC de sortie à la déviation maximale en -ve ; ajuster pour obtenir -10 V $\pm$ 20 mV (DCOFFSET, 1959). |

- CAL 04 Décalage du zéro de la commande de multiplicateur ; ajuster pour obtenir la sortie minimale (AMPL, 0008).
- CAL 05 Décalage du multiplicateur, ajuster pour obtenir  $0\text{ V} \pm 5\text{ mV}$  (MULTOFST, -1494).
- CAL 06 Onde carrée, noter le décalage.
- CAL 07 Décalage de la forme d'onde, ajuster pour obtenir la valeur de CAL 06  $\pm 10\text{ mV}$  (WAVOFST, -0293).
- CAL 08 Déviation maximale de la forme d'onde, ajuster pour obtenir  $10\text{ V} \pm 10\text{ mV}$  (AMPL, 1814).
- CAL 09 Déviation maximale de l'onde carrée, ajuster pour obtenir  $10\text{ V} \pm 10\text{ mV}$  (SQLEVEL, 0701).
- CAL 10 Atténuateur de sortie à -20 dB, ajuster pour obtenir  $1\text{ V} \pm 1\text{ mV}$  (AMPL, 1813).
- CAL 11 Atténuateur de sortie à -40 dB, ajuster pour obtenir  $0,1\text{ V} \pm 0,1\text{ mV}$  (AMPL, 1818).
- CAL 12 Atténuateur intermédiaire à -10 dB, ajuster pour obtenir  $3,16\text{ V} \pm 10\text{ mV}$  (AMPL, 1798).
- CAL 13 Symétrie d'onde carrée (50 %), ajuster pour obtenir  $50\text{ }\mu\text{s} \pm 0,1\text{ }\mu\text{s}$  (SYM, 0000). 10 kHz
- CAL 14 Symétrie d'onde carrée (75%), ajuster pour obtenir  $75\text{ }\mu\text{s} \pm 0,1\text{ }\mu\text{s}$  (SYM, -0513). 10 kHz
- CAL 15 Etalonnage de l'horloge. 10 MHz aux sorties principale et auxiliaire, ajuster à  $\pm 1\text{ ppm}$ . Echec si la valeur sort de ces limites,  $\pm 1700$  affiché à l'écran (CLKCAL).

Chaque étape d'ajustement permet au processeur de calculer une constante d'étalonnage conservée dans la mémoire Flash. Comme chaque étape autorise une gamme de réglage très large, il est possible d'arrêter complètement le fonctionnement de l'appareil ; si l'on suspecte ce problème, il convient de régler les valeurs par défaut indiquées ci-dessus et d'effectuer ensuite un réétalonnage complet.

## Etalonnage à distance

L'étalonnage de l'appareil peut être réalisé via l'interface RS-232 ou USB. Afin d'automatiser complètement le processus, le multimètre et le compteur de fréquence doivent également être commandés à distance et le contrôleur doit exécuter un programme d'étalonnage unique sur cet appareil.

Les commandes d'étalonnage à distance permettent d'exécuter une version simplifiée de l'étalonnage manuel en envoyant des commandes à partir du contrôleur. Le contrôleur doit envoyer la commande CALADJ de façon répétée et lire le multimètre numérique ou le compteur de fréquence jusqu'à obtention du résultat souhaité pour franchir l'étape d'étalonnage sélectionnée. La commande CALSTEP est ensuite envoyée pour accepter la nouvelle valeur et passer à l'étape suivante.

Durant l'étalonnage à distance, très peu de vérifications d'erreur sont effectuées et il est de la responsabilité du contrôleur de veiller à ce que tout se déroule en bon ordre. Seules les commandes suivantes doivent être utilisées pendant l'étalonnage.

**AVERTISSEMENT** : L'utilisation d'autres commandes en mode d'étalonnage peut avoir des résultats imprévisibles et risque d'entraîner un verrouillage de l'appareil, nécessitant une mise hors tension pour pouvoir en reprendre le contrôle.

CALIBRATION <cpd> [,nrf] Commande de contrôle de l'étalonnage. <cpd> peut être l'une des trois sous-commandes :

---

|              |  |
|--------------|--|
| START        | Pour entrer en mode d'étalonnage. Cette commande doit être envoyée pour que les autres commandes d'étalonnage puissent être identifiées.   |
| SAVE         | Pour terminer l'étalonnage, sauvegarder les nouvelles valeurs et quitter le mode d'étalonnage.   |
| ABORT        | Pour terminer l'étalonnage sans sauvegarder les nouvelles valeurs et quitter le mode d'étalonnage.<br><br><nrf> représente le mot de passe d'étalonnage. Le mot de passe n'est requis qu'avec CALIBRATION START et seulement si un mot de passe différent de zéro a été réglé à partir du clavier de l'appareil. Le mot de passe sera ignoré et ne produira aucune erreur à tout autre moment.<br><br>Il est impossible de régler ou de changer le mot de passe à partir des commandes à distance. |
| CALADJ <nrf> | Pour ajuster la valeur d'étalonnage sélectionnée de <nrf>. Cette valeur doit se situer dans la fourchette de -100 à +100. Lorsqu'un réglage a été effectué et que la nouvelle valeur est celle souhaitée, la commande CALSTEP doit être envoyée de façon à ce que la nouvelle valeur soit acceptée.  |
| CALSTEP      | Pour passer à l'étape d'étalonnage suivante.<br><br>Pour obtenir des informations générales sur le fonctionnement à distance et les formats de commande à distance, se référer aux chapitres correspondants.   |

---

## Fonctionnement à distance (TG2000 seulement)

L'instrument peut être commandé à distance grâce à son interface RS-232 ou USB. En RS232, l'appareil peut être connecté seul au contrôleur ou faire partie d'un système RS-232 adressable pouvant comporter jusqu'à 32 appareils pilotés à partir d'un seul port RS-232.

L'interface USB fonctionne en interne à travers l'interface RS232 de l'instrument. La télécommande USB fonctionne par conséquent exactement comme il est décrit pour l'utilisation d'un simple instrument RS232 mais par l'intermédiaire du connecteur USB.

Le logiciel d'application installé sur l'ordinateur peut alors accéder à l'instrument comme s'il était connecté via le connecteur RS232. Le port USB ne peut pas, cependant, être utilisé dans le cadre d'une système adressable RS232.

Le format des commandes à distance et les commandes à distance elles-mêmes sont détaillés dans le chapitre Commandes à distance.

### Sélection de l'adresse et de la vitesse de transmission

Pour garantir un bon fonctionnement, chaque appareil connecté au système RS-232 adressable doit avoir une adresse unique et tous doivent être tous réglés à la même vitesse de transmission.

L'adresse à distance de l'appareil pour l'utilisation de l'interface RS-232 se règle dans le menu **REMOTE** (commande à distance) que l'on peut ouvrir en utilisant la touche écran **remote...** de l'écran **UTILITIES**. Voir le chapitre Exploitation du système.

```
REMOTE
┆interface: RS-232
┆address: 05
┆baud rate: 9600
```

Après avoir sélectionné **address** (adresse), on peut utiliser la touche écran, les touches du curseur et le bouton rotatif pour régler l'adresse.

Après avoir sélectionné **baud rate** (vitesse de transmission), on peut utiliser la touche écran, les touches du curseur et le bouton rotatif pour régler la vitesse de transmission de l'interface RS-232.

### Fonctionnement à distance ou local

Au démarrage, l'appareil est en fonctionnement local et le voyant **REMOTE** est éteint. Dans cet état, toutes les opérations sont possibles à partir du clavier. Lorsque l'appareil est adressé comme écouteur et qu'il reçoit une commande, il passe en fonctionnement à distance et le voyant **REMOTE** s'allume. Dans cet état, le clavier est verrouillé et seules les commandes à distance sont prises en compte. L'écran **STATUS** apparaît de nouveau mais le décalage **CC** réel est remplacé dans l'angle inférieur droit par une touche écran **local**.

L'appareil peut être ramené à l'état local en appuyant sur la touche **local**. Cependant, l'effet de cette action ne dure que jusqu'à la prochaine adresse envoyée à l'appareil ou jusqu'à ce que l'appareil reçoive un nouveau caractère de l'interface, ce qui va de nouveau le faire passer en fonctionnement à distance.

# Interface RS-232

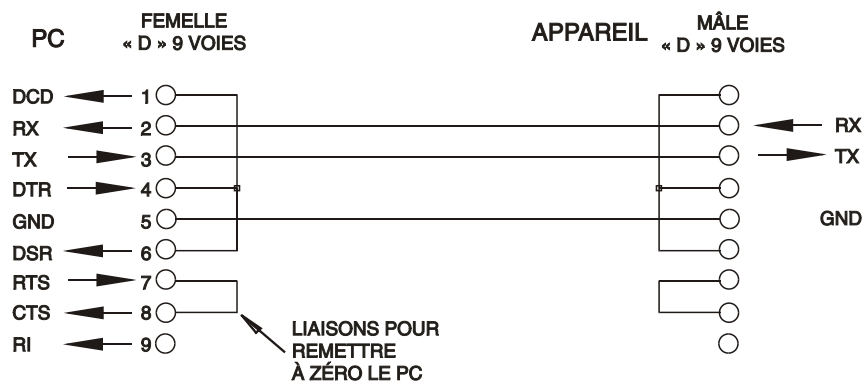
## Connecteur d'interface RS-232

Le connecteur d'interface série à 9 voies, type D, se trouve sur le panneau arrière de l'appareil. Son brochage est indiqué ci-dessous :

| Broche | Nom  | Description   |
|--------|------|---|
| 1      | -    | Aucune connexion interne                                      |
| 2      | TXD  | Données transmises à partir de l'appareil                     |
| 3      | RXD  | Données reçues par l'appareil                                 |
| 4      | -    | Aucune connexion interne                                      |
| 5      | GND  | Terre de signal   |
| 6      | -    | Aucune connexion interne                                      |
| 7      | RXD2 | Données reçues secondaires (RS-232 adressable uniquement)     |
| 8      | TXD2 | Données transmises secondaires (RS-232 adressable uniquement) |
| 9      | GND  | Terre de signal (RS-232 adressable uniquement)                |

## Connexion RS-232 d'un appareil unique

Pour commander à distance un appareil unique, seules les broches 2, 3 et 5 sont reliées au PC. Toutefois, pour un fonctionnement correct, les broches 1, 4 et 6 doivent être reliées ensemble dans le connecteur côté PC, de même entre 7 et 8. Voir schéma. Les broches 7 et 8 de l'appareil **ne doivent pas** être connectées au PC, c'est à dire qu'il ne faut pas utiliser un câble à 9 conducteurs.

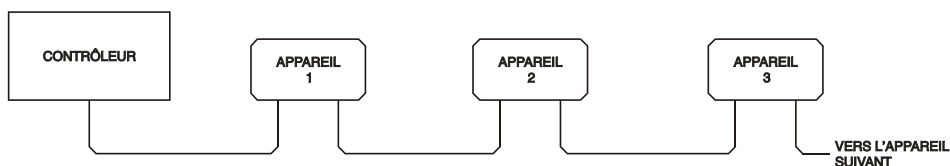


La sélection de la vitesse de transmission a été décrite précédemment (paragraphe Sélection de l'adresse et de la vitesse de transmission), les autres paramètres sont fixés comme suit :

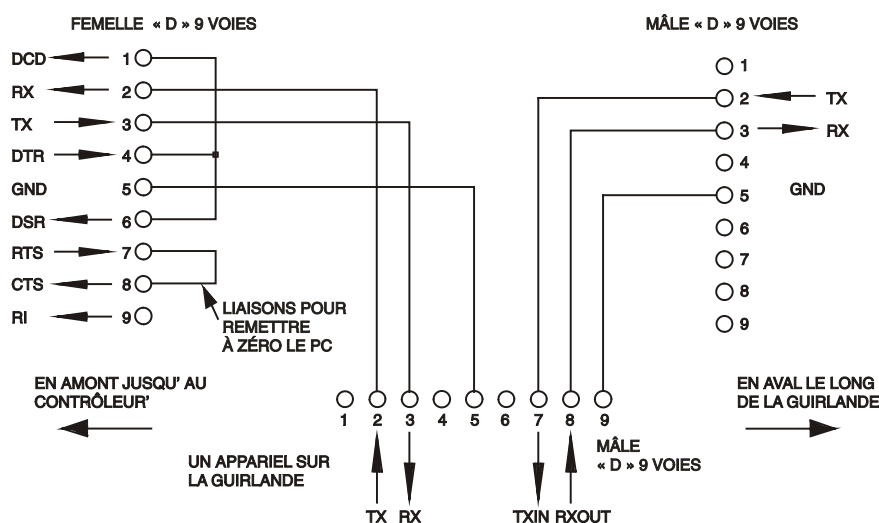
Bits de départ : 1                      Parité : sans  
Bits de données : 8                      Bits d'arrêt : 1

## Connexions en RS-232 adressable

Pour l'utilisation en RS-232 adressable, les broches 7, 8 et 9 du connecteur de l'appareil sont aussi utilisées. Un simple système de câblage en cascade permet de relier jusqu'à 32 appareils, comme illustré ci-dessous :



La connexion en cascade consiste en données transmises (TXD), données reçues (RXD) et lignes de terre de signal uniquement. Il n'y a pas de lignes contrôle ou de protocole de transfert. Cela rend le protocole XON/XOFF essentiel et permet une interconnexion à trois fils entre les appareils. Le câblage de l'adaptateur est présenté ci-dessous :



Toutes les appareils reliés à l'interface doivent être réglés sur la même vitesse de transmission et doivent être en marche, faute de quoi les appareils situés sur la guirlande au-delà de celui qui est arrêté ne recevraient pas de données ni de commandes.

Les autres paramètres sont fixés comme suit :

|                     |                  |
|---------------------|------------------|
| Bits de départ : 1  | Parité : sans    |
| Bits de données : 8 | Bits d'arrêt : 1 |

## Jeu de caractères RS-232

En raison de la nécessité d'un protocole XON/XOFF, il n'est possible de transmettre que des données en code ASCII ; les blocs binaires ne sont pas admis. Le bit 7 des codes ASCII est ignoré, c'est-à-dire qu'il est supposé bas. Aucune distinction n'est faite entre les majuscules et les minuscules pour les mnémoniques de commande et on peut les mélanger librement. Les codes ASCII en dessous de 20H (espace) sont réservés pour le contrôle de l'interface RS-232 adressable. Dans ce manuel, 20H signifie 20 en hexadécimal.

## Codes de commande de l'interface RS-232 adressable

Tous les appareils reliés au bus RS-232 adressable utilisent le jeu de codes de commande d'interface suivant. Les codes entre 00H et 1FH, qui ne sont pas indiqués ici comme ayant une signification particulière, sont réservés en vue d'utilisation ultérieure et il n'en est pas tenu compte. Le mélange de codes de commande d'interface et de commandes de l'appareil n'est pas admis sauf, comme indiqué ci-dessous, pour les codes CR et LF et pour les codes XON et XOFF.

La première fois qu'on allume un appareil, il entre automatiquement en mode Non-Addressable (non adressable). Dans ce mode, l'appareil n'est pas adressable et il ne répondra pas aux commandes d'adresse. Ceci lui permet de fonctionner en tant que périphérique RS-232 contrôlable habituel. On peut bloquer ce mode en envoyant le code de contrôle de mode Lock Non-Addressable (verrouillage en non adressable), 04H. Le contrôleur et l'appareil peuvent maintenant utiliser librement tous les codes de 8 bits et les blocs binaires, mais tous les codes de contrôle d'interface sont ignorés. Eteindre l'instrument pour le ramener en mode adressable.

---

Il faut envoyer le code de contrôle Set Addressable Mode (instauration du mode adressable), 02H, pour activer le mode adressable après avoir allumé de l'appareil. Ceci va alors activer tous les appareils reliés au bus RS-232 adressable pour qu'ils répondent à tous les codes de contrôle d'interface. Transmettre le code de contrôle de mode Lock Non-Addressable permet de désactiver le mode adressable jusqu'à la mise hors tension des appareils.

Pour pouvoir recevoir une commande, l'appareil doit être adressé en mode écouteur par l'envoi du code de contrôle Listen Address (adresse de mode écouteur), 12H, suivi d'un seul caractère dont les 5 bits inférieurs correspondent à l'adresse unique de l'appareil visé. Par exemple, les codes A à Z ou a à z donnent les adresses 1 à 26 incluses alors que @ est l'adresse 0, etc. En mode écouteur, l'appareil peut lire toutes les commandes envoyées et y réagir jusqu'à ce que le mode écouteur soit annulé.

En raison de la nature asynchrone de l'interface, le contrôleur doit être informé qu'un appareil a accepté la séquence d'adresse de mode écouteur et qu'il est prêt à recevoir des commandes. Le contrôleur attend donc le code Acknowledge (accusé de réception), 06H, avant d'envoyer des commandes. L'appareil adressé va fournir ce code Acknowledge. Le contrôleur doit temporiser et essayer à nouveau si ce code n'est pas reçu dans les 5 secondes.

La réception d'un des codes de contrôle d'interface suivants annulera le mode écouteur :

- 12H Listen Address suivi d'une adresse n'appartenant pas à cet appareil.
- 14H Talk Address (adresse de mode parler) pour n'importe quel appareil.
- 03H Code de contrôle Universal Unaddress (non-adresse universelle).
- 04H Code de contrôle de mode Lock Non-Adressable.
- 18H Universal Device Clear (effacement de périphérique universel).

Pour pouvoir lire une réponse à partir d'un appareil, celui-ci doit être adressé en mode parler par l'envoi du code de contrôle Talk Address, 14H, suivi d'un seul caractère dont les 5 bits inférieurs correspondent à l'adresse unique de l'appareil visé, de la même manière que pour le code de contrôle d'adresse d'écoute ci-dessus. En mode parler, l'appareil envoie le message de réponse disponible, le cas échéant, puis sort de l'état parler adressé. Un seul message de réponse sera envoyé à chaque fois que l'appareil sera adressé en mode parler.

La réception d'un des codes de contrôle d'interface suivants annulera le mode parler :

- 12H Listen Address pour n'importe quel appareil.
- 14H Talk Address suivie d'une adresse n'appartenant pas à cet appareil.
- 03H Code de contrôle Universal Unaddress.
- 04H Code de contrôle de mode Lock Non-Adressable.
- 18H Universal Device Clear.

Le mode parler est également annulé lorsque l'appareil a fini d'envoyer un message de réponse ou s'il n'a rien à dire.

Le code d'interface 0AH (LF, saut de ligne) est le terminateur universel des commandes et réponses ; il doit être le dernier code envoyé pour toutes les commandes et sera le dernier code envoyé dans toutes les réponses.

On peut utiliser le code d'interface 0DH (CR, retour chariot) selon les besoins pour faciliter la mise en forme des commandes ; aucun appareil n'en tiendra compte. La plupart des appareils termineront les réponses par CR suivi de LF.

Un écouteur (appareil ou contrôleur) peut envoyer à tout moment le code d'interface 13H (XOFF) pour suspendre la sortie d'un parler. L'écouteur doit envoyer le code 11H (XON), pour que le parler puisse reprendre la transmission. C'est la seule forme de contrôle de protocole de transfert supportée en mode RS-232 adressable.



---

## Liste complète des codes de commande d'interface RS-232 adressable

|     |  |
|-----|--|
| 02H | Set Addressable Mode.  |
| 03H | Code de contrôle Universal Unaddress.  |
| 04H | Code de contrôle de mode Lock Non-Adressable.                                      |
| 06H | Accusé de réception de l'adresse de mode écouteur.                                 |
| 0AH | Saut de ligne (LF), utilisé comme terminateur universel des commandes et réponses. |
| 0DH | Retour chariot (CR), code de mise en forme, ignoré par ailleurs.                   |
| 11H | Reprise de la transmission (XON).  |
| 12H | Listen Address – doit être suivi d'une adresse appartenant à l'appareil visé.      |
| 13H | Arrêt de la transmission (XOFF).   |
| 14H | Talk Address – doit être suivi d'une adresse appartenant à l'appareil visé.        |
| 18H | Universal Device Clear.  |

## Interface USB

L'interface USB permet de contrôler l'instrument en utilisant le protocole RS232 par l'intermédiaire d'un port USB d'ordinateur. Ceci est utile quand les ports COM standard RS232 de l'ordinateur sont entièrement utilisés ou n'existent pas.

L'instrument est livré avec une disquette contenant les diverses versions de Windows. Toutes les mises à jour des pilotes sont disponibles via le site Internet de TTI, <http://www.aimtti.com/support>. La disquette contient également un fichier texte avec des informations et détails de la procédure d'installation du logiciel.

L'installation du pilote d'interface s'effectue en connectant l'instrument à un PC via un câble USB standard. Les fonctions 'plug and play' de Windows devraient automatiquement reconnaître l'ajout d'un nouveau matériel sur l'interface USB et si c'est la première fois que la connexion est établie, elles demanderont l'emplacement d'un pilote convenable. A condition que les invites standard de Windows soient correctement suivies, Windows installera le pilote approprié et établira un port COM virtuel dans le PC. Le numéro du nouveau port COM dépendra du nombre de ports COM coexistant dans le PC. Le port COM virtuel peut être piloté par les applications Windows exactement de la même manière qu'un port standard.

Noter qu'il est nécessaire de régler le port COM virtuel à la même vitesse de transmission que l'instrument à contrôler, exactement de la même manière qu'avec une connexion RS232 standard.

Le pilote restera installé sur le PC de sorte que l'établissement d'un port COM virtuel sera effectué automatiquement chaque fois que l'instrument sera à l'avenir connecté au PC via l'USB.

D'autres ports COM virtuels sont créés pour chaque instrument supplémentaire connecté au PC via USB. Chaque instrument reçoit un port COM virtuel distinct lors de sa première connexion et le même port COM lui sera attribué chaque fois que l'instrument sera connecté par la suite ; le logiciel du PC utilise le code unique incorporé dans chaque instrument pour le relier au même port COM virtuel, qu'il soit le port USB physique auquel il est connecté.

Il peut également être fait usage de la commande ADDRESS? pour identifier facilement quel instrument est contrôlé par un port COM. Bien que la capacité d'adressage soit ignorée en fonctionnement USB, l'adresse peut toujours être fixée et utilisée comme identifiant ; programmer chaque instrument connecté en USB à une adresse différente et envoyer la commande ADDRESS? à partir de chaque port COM virtuel pour confirmer quel instrument est connecté à ce port.

La disquette fournie contient un programme de désinstallation en cas de nécessité.

---

# Commandes à distance (TG2000 seulement)

## Formats des commandes à distance RS-232

L'entrée série de l'appareil est mémorisée dans une file d'attente d'entrée qui se remplit, sous interruption, d'une manière transparente pour toutes les autres opérations de l'appareil.

L'instrument envoie XOFF lorsque la file d'attente est quasi pleine ; XON est ensuite envoyé lorsqu'un espace suffisant se libère pour la réception de nouvelles données.

Cette file d'attente contient des données brutes (syntaxe non analysée) prises par l'analyseur de syntaxe selon les besoins. Les commandes (et interrogations) sont exécutées dans l'ordre et l'analyseur de syntaxe ne commence pas de nouvelle commande avant que la commande ou l'interrogation précédente ne soit achevée. En mode RS-232 non adressable, les réponses aux commandes ou interrogations sont envoyées immédiatement, il n'y a pas de file d'attente de sortie. En mode adressable, le dispositif de mise en forme des réponses attend, indéfiniment le cas échéant, que l'appareil soit adressé en mode parleur et que le message de réponse complet ait été envoyé avant que l'analyseur ne puisse commencer la commande suivante de la file d'attente d'entrée.

Les commandes doivent être envoyées comme spécifié dans la liste des commandes et doivent être suivies du code terminateur de commande 0AH (saut de ligne, LF). Les commandes peuvent être envoyées en groupe, séparées les unes des autres par le code séparateur 3BH (;). Le groupe doit être suivi du code terminateur de commande 0AH (saut de ligne, LF).

Les réponses de l'appareil au contrôleur sont envoyées comme spécifié dans la liste des commandes. Chaque réponse se termine par 0DH (retour chariot, CR) suivi de 0AH (saut de ligne, LF).

<WHITE SPACE> (espace vide) correspond aux codes de caractères 00H à 20H inclus, à l'exception de ceux qui sont spécifiés comme codes de commande RS-232 adressable.

Il n'est pas tenu compte de <WHITE SPACE> sauf dans les identifiants de commande, par exemple « \*C LS » n'est pas équivalent à « \*CLS ».

Il n'est pas tenu compte du bit haut des différents caractères.

Les commandes acceptent indifféremment les minuscules et majuscules.

Chaque interrogation produit un <RESPONSE MESSAGE> (message de réponse) spécifique listé avec la commande dans la liste des commandes à distance.

Il n'est pas tenu compte de <WHITE SPACE> sauf dans les identifiants de commande, par exemple « \*C LS » n'est pas équivalent à « \*CLS ». <WHITE SPACE> correspond aux codes de caractères 00H à 20H inclus, à l'exception du caractère NL (0AH).

Il n'est pas tenu compte du bit haut des différents caractères.

Les commandes acceptent indifféremment les minuscules et majuscules.

## Liste des commandes

Ce paragraphe énumère toutes les commandes et interrogations mise en œuvre dans cet appareil. Les commandes sont présentées en ordre alphabétique dans les groupes de fonction.

Noter qu'il n'y a pas de paramètres dépendants, de paramètres couplés, de commandes de chevauchement, d'éléments de données de programme d'expression, ni d'en-têtes de programmes de commande composés, et que chaque commande est entièrement exécutée avant le début de la commande suivante. Toutes les commandes sont séquentielles et le message signalant que l'opération est terminée est, dans tous les cas, généré immédiatement après l'exécution.

La nomenclature suivante est utilisée :

- |       |   |
|-------|---|
| <rmt> | <RESPONSE MESSAGE TERMINATOR> (terminateur de message de réponse).  |
| <cpd> | <CHARACTER PROGRAM DATA> (données de programme en caractères), c'est à dire un mnémonique court ou une chaîne tels que ON ou OFF. |

- 
- <nrf> Nombre dans n'importe quel format, par exemple 12, 12,00, 1,2e1 et 120e-1 sont tous acceptés en tant que nombre 12. Tout nombre reçu est converti à la précision requise correspondant à l'utilisation, puis arrondi pour obtenir la valeur de la commande.
- <nr1> Nombre sans partie décimale, c'est-à-dire nombre entier.
- [...] Tous les éléments contenus entre ces crochets sont des paramètres facultatifs. S'il y a plusieurs éléments, tous les éléments sont requis ou aucun d'entre eux ne l'est.

## Fréquence et période

Ces commandes permettent de régler la fréquence ou la période de la sortie principale du générateur et équivalent à appuyer sur la touche **FREQ** pour modifier cet écran.

- WAVFREQ <nrf> Pour régler la fréquence de la forme d'onde à <nrf> Hz.
- WAVPER <nrf> Pour régler la période de la forme d'onde à <nrf> s.

## Amplitude et décalage CC

- AMPL <nrf> Pour régler l'amplitude à <nrf> dans les unités précisées par la commande AMPUNIT.
- AMPUNIT <cpd> Pour choisir les unités d'amplitude : <VPP>, <VRMS> ou <DBM>.
- ZLOAD <cpd> Pour régler la charge de sortie que le générateur doit supposer pour l'amplitude et le décalage saisis, soit <50> (50 Ω), <600> (600 Ω) ou <OPEN> (HiZ, circuit ouvert).
- ZOUT <cpd> Pour régler l'impédance source à <50> (50 Ω) ou <600> (600 Ω).
- DCOFFS <nrf> Pour régler le décalage CC à <nrf> volts.

## Choix de la forme d'onde

- WAVE <cpd> Pour sélectionner la forme d'onde de sortie : <SINE> (sinusoïde), <SQUARE> (carrée), <TRIANG> (triangulaire), <DC> (CC), <+PULSE> (impulsion positive) ou <-PULSE> (impulsion négative).
- SYMM <nrf> Pour régler la symétrie à <nrf> %.

## Commandes de mode

- MODE <cpd> Pour choisir le mode <CONT> (continu), <GATE> (porte), <SWEEP> (balayage), <TONE> (tonalité) ou <FSK> (modulation par déplacement de fréquence).
- TONEEND <nrf> Pour effacer la fréquence de tonalité numéro <nrf> et ainsi définir la fin de la liste.
- TONEFREQ <nrf1>,<nrf2> Pour régler le numéro de fréquence de tonalité de <nrf1> à <nrf2> Hz.
- FSKFREQ0 <nrf> Pour régler la fréquence de FSK 0 à <nrf> Hz
- FSKFREQ1 <nrf> Pour régler la fréquence de FSK 1 à <nrf> Hz
- SWPSTARTFRQ <nrf> Pour régler la fréquence de départ de balayage à <nrf> Hz.
- SWPSTOPFRQ <nrf> Pour régler la fréquence d'arrêt de balayage à <nrf> Hz.
- SWPCENTFRQ <nrf> Pour régler la fréquence centrale de balayage à <nrf> Hz.
- SWPSPAN <nrf> Pour régler l'excursion de fréquence de balayage à <nrf> Hz.
- SWPTIME <nrf> Pour régler la durée du balayage à <nrf> s.
- SWPTYPE <cpd> Pour choisir le type de balayage : <CONT> (continu), <TRIG> (déclenché), <THLDRST> (réinitialisation de seuil) ou <MANUAL> (manuel).
- SWPDIRN <cpd> Permet de fixer le sens de balayage : <UP> (montant), <DOWN> (descendant), <UPDN> (montant-descendant) ou <DNUP> (descendant-montant).

---

|                  |  |
|------------------|--|
| SWPSYNC <cpd>    | Pour activer (<ON>) ou désactiver (<OFF>) la synchronisation du balayage.  |
| SWPSPACING <cpd> | Pour choisir l'espacement du balayage : <LIN> ou <LOG>.  |
| SWPMKR <nrf>     | Pour placer le marqueur de balayage à <nrf> Hz.  |
| SWPMANUAL <cpd>  | Permet de régler les paramètres manuels de balayage : <UP> (montant), <DOWN> (descendant), <FINE> (précis), <MEDIUM> (moyen), <COARSE> (grossier), <WRAPON> (mise en boucle activée) ou <WRAPOFF> (mise en boucle désactivée). |

## Commandes d'entrée / sortie

|               |   |
|---------------|---|
| OUTPUT <cpd>  | Pour choisir l'état de la sortie principale : <ON> (activé), <OFF> (désactivé), <NORMAL> (normal) ou <INVERT> (inversé).  |
| AUXOUT <cpd>  | Pour choisir l'état de la sortie auxiliaire : <ON> (activé), <OFF> (désactivé), <AUTO> (automatique), <WFMSYNC> (synchronisation des formes d'onde), <TRIGGER> (déclenchement) ou <SWPTRG> (déclenchement de balayage). |
| TRIGIN <cpd>  | Pour régler l'entrée de déclenchement sur <INT> (interne), <EXT> (externe) ou <MAN> (manuel).   |
| TRIGPER <nrf> | Pour régler la période du générateur de déclenchement interne à <nrf> s.  |

## Commandes diverses

|                |   |
|----------------|---|
| *IDN?          | Renvoie l'identification de l'appareil. La réponse exacte est déterminée par la configuration de l'appareil et prend la forme <NAME>, <model>, 0, <version><rmt> où <NAME> est le nom du constructeur, <model> définit le type de l'appareil <version> et désigne le niveau de révision du logiciel installé. |
| ADDRESS?       | Renvoi de l'adresse bus de l'instrument. La syntaxe de la réponse est <nr1><rmt>  |
| EER?           | Renvoie le numéro (au format <nr1>) et le message de la dernière erreur et efface le registre des erreurs.  |
| *RST           | Ramène les paramètres de l'appareil à leurs valeurs par défaut (voir Réglages par défaut de l'appareil).  |
| *RCL <nrf>     | Rappelle la configuration de l'appareil contenue dans la mémoire numéro <nrf>. Les numéros de mémoire valides vont de 0 à 9. Rappeler la mémoire 0 règle tous les paramètres aux valeurs par défaut (voir Réglages par défaut de l'appareil).   |
| *SAV <nrf>     | Sauvegarde la configuration complète de l'appareil dans la mémoire numéro <nrf>. Les numéros de mémoire valides vont de 1 à 9.  |
| *TRG           | Cette commande équivaut à appuyer sur la touche MAN TRIG. Son effet dépend du contexte dans lequel elle est exécutée.   |
| BEEPMODE <cpd> | Pour régler le mode du bip sonore sur <ON> (activé), <OFF> (désactivé), <WARN> (avertissement) ou <ERROR> (erreur).   |
| BEEP           | Pour émettre un bip sonore.   |
| LOCAL          | Renvoie l'appareil en fonctionnement local et déverrouille le clavier.  |

Se reporter au chapitre Etalonnage pour les commandes à distance d'étalonnage.

---

# Maintenance

Le fabricant ou ses agences à l'étranger proposent un service de réparation pour tout appareil défaillant. Si les propriétaires de ce matériel souhaitent en effectuer l'entretien par leurs propres moyens, il est fortement recommandé que ce travail soit effectué exclusivement par un personnel qualifié, à l'aide du guide d'entretien que l'on peut acheter directement chez le fabricant ou ses agents à l'étranger.

## Nettoyage

Si l'instrument a besoin d'être nettoyé, utiliser uniquement un chiffon qui aura été préalablement humidifié avec un peu d'eau ou un détergent doux.

**AVERTISSEMENT ! AFIN D'EVITER TOUT RISQUE D'ELECTROCUTION OU UNE DETERIORATION DE L'APPAREIL, NE JAMAIS LAISSER D'EAU S'INFILTRER A L'INTERIEUR DU BOITIER. POUR EVITER TOUTE DETERIORATION, NE JAMAIS UTILISER DE SOLVANTS POUR NETTOYER LE BOITIER.**

---

# Annexe 1. Avertissements et messages d'erreur

Des avertissements s'affichent lorsqu'un réglage peut ne pas produire le résultat escompté, par ex. : un décalage CC atténué par l'atténuateur de sortie lorsque l'on choisit une amplitude faible. Le réglage est cependant mis en œuvre.

Les messages d'erreurs s'affichent lorsqu'un réglage non conforme a été tenté. C'est le réglage précédent qui est conservé.

Appuyer sur la touche écran **last error** (dernière erreur) sur l'écran UTILITIES (utilitaires) permet de visualiser les deux derniers avertissements ou messages d'erreur. Le message le plus récent s'affiche d'abord.

Les avertissements et messages d'erreurs affichés comportent un numéro. Seul ce numéro est enregistré par les interfaces de commande à distance. Voici la liste complète des messages tels qu'ils apparaissent à l'écran.

## Messages d'avertissement

- 00 No errors or warnings have been reported.  
(Aucune erreur ni aucun avertissement n'ont été consignés).
- 10 DC Offset + level may cause clipping.  
(Le décalage CC + le niveau peuvent provoquer un écrêtage).
- 12 DC only – setting will have no effect. (CC seul – ce réglage n'aura aucun effet).
- 13 DC offset changed by amplitude. (Décalage CC modifié par l'amplitude).
- 15 Symmetry has no effect on this wave. (La symétrie n'a pas d'effet sur cette onde).
- 16 Manual sweep mode not selected. (Mode de balayage manuel non sélectionné).
- 24 Instrument not calibrated. (Appareil non étalonné).

## Messages d'erreur

- 101 Frequency too high for triangle wave. (Fréquence trop élevée pour une onde triangulaire).
- 102 Calibration value set to maximum limit. (Valeur d'étalonnage réglée à la limite maximale).
- 103 Calibration value set to minimum limit. (Valeur d'étalonnage réglée à la limite minimale).
- 104 Number too high – value unchanged. (Nombre trop grand – valeur inchangée).
- 105 Number too low – value unchanged. (Nombre trop petit – valeur inchangée).
- 106 Amplitude too high for this waveform. (Amplitude trop grande pour cette forme d'onde).
- 107 Start freq greater than stop frequency. (Fréquence de départ supérieure à la fréquence d'arrêt).
- 108 Stop frequency less than start frequency.  
(Fréquence d'arrêt inférieure à la fréquence de départ).
- 109 Invalid combination of centre and span.  
(Combinaison invalide de fréquence centrale et d'excursion).
- 110 Cannot recall memory – contains no data.  
(Rappel de la mémoire impossible - elle ne contient aucune donnée).
- 111 Trigger period too short for Tone mode.  
(Période de déclenchement trop courte pour le mode Tonalité).

## Erreurs de commande à distance

- 126 Illegal store number requested. (Numéro de mémoire demandé non-conforme).
- 164 Command illegal in selected mode. (Commande non-conforme dans le mode sélectionné).
- 167 dBm output units assume a termination. (Les unités de sortie dBm supposent une terminaison.).
- 173 Illegal tone number. (Nombre de tonalités non-conforme).
- 177 Illegal remote calibration command. (Commande d'étalonnage à distance non-conforme).
- 255 Remote command syntax error. (Erreur de syntaxe de commande à distance).

---

## Annexe 2. Réglages par défaut d'usine du système

Les réglages par défaut d'usine du système sont intégralement énumérés ci-dessous. Appuyer sur la touche écran `recall...` du menu UTILITIES, suivi du paramètre `set defaults`, ou la commande `*RST` permettent de les rappeler.

### Paramètres principaux

|                 |                      |                     |
|-----------------|----------------------|---------------------|
| Onde standard : | Sinusoïde            |                     |
| Fréquence :     | 10 kHz               |                     |
| Sortie :        | +4,0 Vpp             | ; sortie désactivée |
| Décalage CC :   | 0 V                  |                     |
| Sortie Z :      | HiZ (circuit ouvert) |                     |

### Paramètres de porte / déclenchement

|           |         |
|-----------|---------|
| Source :  | Interne |
| Période : | 1 ms    |

### Paramètres de balayage

|                         |                |
|-------------------------|----------------|
| Fréquence de départ :   | 100 kHz        |
| Fréquence d'arrêt :     | 20 MHz [10MHz] |
| Fréquence du marqueur : | 10 MHz [5MHz]  |
| Sens :                  | Montant        |
| Espacement :            | Log            |
| Durée de balayage :     | 50 ms          |
| Type :                  | Continu        |

### Sortie auxiliaire

|          |                                 |
|----------|---------------------------------|
| Sortie : | Activée                         |
| Mode :   | Auto                            |
| Source : | Synchronisation de forme d'onde |



**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)