



AIM & THURLBY THANDAR INSTRUMENTS

TGA1240 Series

40MHz Arbitrary Waveform Generators

INSTRUCTIONS EN FRANCAIS

Aim-TTi

Table of Contents

Présentation	2
Introduction	2
Spécifications	4
Sécurité	12
Connexions	15
Généralités	18
Fonctionnement en onde standard	22
Mode vobulation	27
Modes rafale et porte	32
Tonalité	37
Formes d'onde arbitraire	39
Modulation	56
Sommation	58
Synchronisation inter voie	60
Synchronisation de deux générateurs	63
Menu des utilitaires	65
Étalonnage	68
Fonctionnement à distance	72
Commandes à distance	79
Résumé des Commandes à Distance	88
Maintenance	92
Annexe 1. Messages d'avertissement et d'erreurs	93
Annexe 2. Réglages automatiques de SYNC OUT	96
Annexe 3. Réglages usine par défaut	97
Annexe 4 : Logiciel de création et de gestion d'ondes arbitraires Waveform Manager Plus	98
Block Diagrams	99
Front Panel Diagrams	100

Présentation

Ce manuel décrit les caractéristiques et le fonctionnement des générateurs d'ondes arbitraires 1, 2 et 4 voies. Les différences physiques entre les modèles à 2 et 4 voies sont claires : le modèle à 2 voies ne comporte pas les touches de réglage et les connecteurs de sortie des voies 3 et 4. Le générateur monovoie a essentiellement les mêmes touches mais disposées de manière légèrement différente afin d'être contenus dans un boîtier ½ rack. Les dessins dépliant à la fin du manuel représentent les trois modèles.

Le réglage et le fonctionnement d'une voie individuelle de n'importe quel modèle est identique et, de ce fait, aucune distinction n'est faite entre les différents modèles lors de la description des fonctions associées à n'importe quelle voie unique. Les caractéristiques liées au fonctionnement en multivoie (sommation inter voie, verrouillage de phase, etc.) ne concernent, bien évidemment, que les générateurs multivoie ; les chapitres qui en traitent sont pour la plupart regroupés vers la fin du manuel (mais avant Fonctionnement à distance) bien qu'il soit fait mention de fonctionnement inter voie dans les paragraphes précédents concernés. Pour éviter des répétitions, la référence spécifique n'est pas toujours évoquée dans le texte des appareils 2 et 4 voies ; c'est évident lorsque la description ne s'applique qu'à un appareil multivoie.

Introduction

Ce générateur de signaux arbitraires a les caractéristiques suivantes :

- 1, 2 ou 4 voies indépendantes
- Fréquence d'échantillonnage jusqu'à 40 M éch./s
- Ondes sinusoïdales et carrées jusqu'à 16 MHz
- Résolution verticale 12 bits
- Résolution horizontale 64 k points par voie
- Mémoire non volatile 256 k points
- Liaison, bouclage et mise en séquence des signaux
- Déclenchement inter voie, addition, modulation et commande de phase
- Interfaces GPIB et RS232

Il utilise une combinaison de techniques de synthèse numérique directe et de boucle de phase verrouillée afin d'offrir de hautes performances et une gamme d'utilisations étendue en un instrument compact. Il peut générer une grande variété de formes d'onde entre 0,1MHz et 16 MHz avec une résolution et une précision élevées.

Les formes d'onde arbitraire peuvent être définies à l'aide d'une résolution verticale de 12 bits et à partir de 4 jusqu'à 65536 points horizontaux. De plus, un certain nombre de formes d'ondes standard est disponible telles que les ondes sinus, carrées, triangulaires, à rampe et impulsion.

Les formes d'onde arbitraire peuvent être répétées soit à une fréquence ou à une période spécifiée par l'utilisateur, soit à une cadence d'échantillonnage définie en terme de période ou de fréquence.

De larges possibilités d'édition de formes d'onde entre les points d'origine et de fin sont incorporées et comprennent l'insertion de la forme d'onde, l'édition des points, le tracé de ligne, le réglage et l'inversion d'amplitude. Des possibilités encore plus étendues sont disponibles en utilisant le logiciel de création de formes d'onde arbitraire fourni. C'est un outil puissant, sous Windows, qui permet à l'utilisateur de créer des formes d'onde à partir d'expressions mathématiques, en combinant d'autres formes d'onde, de sa propre initiative ou encore en combinant ces trois techniques. Les formes d'onde créées de cette façon sont chargées via l'interface RS232 ou GPIB.

Il est possible de mémoriser jusqu'à 100 formes d'onde avec une longueur et un nom spécifiés par l'utilisateur. Les formes d'onde peuvent être reliées pour former une séquence comprenant

jusqu'à 16 formes. Chaque forme d'onde peut être répétée un nombre de fois défini par l'utilisateur entre 1 et 32768.

Toutes les formes d'onde peuvent être vobulées sur la totalité de leur fréquence pendant une durée réglable de 30 millisecondes à 15 minutes. Le balayage peut être linéaire ou logarithmique, unique ou continu. Les balayages uniques peuvent être déclenchés à partir de la face avant, de l'entrée de déclenchement ou d'une interface. Un marqueur est généré.

La modulation d'amplitude est possible pour toutes les formes d'onde. Elle est commandée à partir d'un générateur extérieur via l'entrée MODULATION.

La sommation de signaux est possible pour toutes les formes d'onde et est commandée à partir de la voie précédente ou d'un générateur extérieur via l'entrée SUM.

Toutes les formes d'onde sont disponibles en rafales déclenchées où chaque front actif du signal de déclenchement produit une rafale de la porteuse. Le nombre de périodes dans la rafale peut être réglé entre 1 et 1048575. En mode porte, le signal est généré lorsque le signal de porte est vrai. Les deux modes rafale et porte peuvent être exécutés à partir de la voie précédente ou suivante, à partir du générateur interne de déclenchement (0,005 Hz à 50 kHz), à partir d'une source externe (DC à 1 MHz) ou encore par pression sur une touche ou par commande à distance.

N'importe quel nombre de voies peuvent être verrouillées en phase avec un déphasage défini. Cela sert à générer des signaux polyphasés ou des signaux verrouillés de différentes fréquences.

Les signaux des connecteurs REF IN/OUT et SYNC OUT peuvent être utilisés pour synchroniser deux générateurs lorsque plus de quatre voies sont nécessaires.

Les paramètres du générateur sont clairement affichés sur un écran LCD rétro éclairé à 4 lignes de 20 caractères. Des touches écran (touches logicielles) et des sous-menus sont là pour guider l'utilisateur à travers l'ensemble des fonctions, y compris les plus complexes.

Tous les paramètres peuvent être entrés à partir du pavé numérique. Il est également possible d'incrémenter et de décrémenter la plupart des paramètres à l'aide du bouton rotatif. Ce procédé combine l'entrée facile et rapide de données numériques et un réglage quasi analogique lorsque cela s'avère nécessaire.

Le générateur est équipé des interfaces GPIB et RS232 en standard qui peuvent servir à commander à distance toutes les fonctions de l'appareil ou à charger des formes d'onde arbitraire.

En mode RS232 conventionnel, l'interface série peut aussi être utilisée en mode adressable et faire partie d'une liaison comportant jusqu'à 32 appareils reliés à un seul port série du PC.

Les spécifications sont données pour une température comprise entre 18 et 28°C après un temps de préchauffage d'une heure avec une sortie maximale sur 50 Ω.

FORMES D'ONDE

Formes d'onde standard

Sinusoïde, carrée, triangulaire, DC, rampe positive, rampe négative, sinus (x)/x, impulsions, train d'impulsions, cosinus, sinus et cosinus.

Sinus, Cosinus, sinus et cosinus décalés

Gamme :	0,1 mHz jusqu'à 16 MHz.
Résolution :	0,1 mHz ou 7 chiffres
Précision :	10 ppm sur un an
Stabilité en température :	Typiquement < 1ppm/°C
Niveau de sortie :	2,5 mV à 10 V pk-pk sur 50 Ω
Distorsion harmonique :	< 0,1% THD à 100 kHz ; <-65 dBc à 20 kHz, <-50 dBc à 300 kHz <-35 dBc à 10 MHz <-30 dBc à 16 MHz
Interférence non harmonique :	<-65 dBc à 1 MHz, <-65 dBc + 6 dB/octave 1 MHz à 16 MHz

Carrée

Gamme :	1 mHz à 16 MHz.
Résolution :	1 mHz (4 chiffres)
Précision :	± 1 chiffre du réglage.
Niveau de sortie :	2,5 mV à 10 V pk-pk sur 50 Ω
Temps de montée et de descente :	< 25 ns

Triangle

Gamme :	0,1 mHz à 100 kHz
Résolution :	0,1 mHz ou 7 chiffres
Précision :	10 ppm sur un an
Niveau de sortie :	2,5 mV à 10V pk-pk sur 50 Ω
Erreur de linéarité :	<0,1 % à 30 kHz

Rampe et Sinus (x)/x

Gamme :	0,1 mHz à 100 kHz.
Résolution :	0,1 mHz (7 chiffres)
Précision :	10 ppm sur un an
Niveau de sortie :	2,5 mV à 10 V pk-pk à partir de 50 Ω
Erreur de linéarité :	< 0,1 % à 30 kHz

Impulsions et train d'impulsions

Niveau de sortie :	2,5 mV à 10 V pk-pk sur 50 Ω
Temps de montée et de descente :	<25 ns
Période :	
Gamme :	100 ns à 100 s
Résolution :	4-chiffres
Précision :	± 1 chiffre du réglage.
Délai :	
Gamme :	-99,9 s à +99,99 s
Résolution :	0,002% de la période ou 25 ns selon le plus élevé des deux.
Largeur :	
Gamme :	de -99,9 s à +99,99 s.
Résolution :	0,002% de la période ou 25 ns selon le plus élevé des deux

Notez que la largeur de l'impulsion et la valeur absolue du délai ne doivent à aucun moment être supérieures à la période d'impulsion.

Des trains de jusqu'à 10 impulsions peuvent être spécifiés, chaque impulsion ayant une largeur, un délai et un niveau définis séparément. La tension de la ligne base est définie séparément et le rythme de répétition de la séquence est réglé par la période du train d'impulsions.

Arbitraire

Il est possible de mémoriser jusqu'à 100 formes d'ondes définies par l'utilisateur dans la RAM non volatile de 256 k points. Les formes d'ondes peuvent être définies par les commandes de la face avant ou en chargeant les données via RS232 ou GPIB.

Taille de la mémoire des formes d'onde :	64 k points par voie. La taille minimale est de 4 points
Résolution verticale :	12 bits
Gamme de l'horloge :	100 mHz à 40 MHz.
Résolution :	4 chiffres
Précision :	± 1 chiffre du réglage.

Séquence

Il est possible de lier jusqu'à 16 formes d'ondes. Chaque forme d'onde peut être répétée jusqu'à 32768 fois. Une séquence de formes d'onde peut être répétée jusqu'à 1048575 fois ou exécutée en continu.

Filtre de Sortie

Sélection entre 16 MHz elliptique, 10 MHz elliptique, 10 MHz Bessel ou aucun.

MODES DE FONCTIONNEMENT

Rafales déclenchées

Chaque front actif du signal de déclenchement produit une rafale de la forme d'onde.

Formes d'onde de porteuse :	Toutes les ondes standard et arbitraire
Fréquence porteuse maximum :	La fréquence maximum de l'onde sélectionnée ou 1 MHz. 40 M éch./s en arbitraire et séquence
Nombre de périodes :	1 à 1048575
Rythme de répétition du déclenchement :	0,005 Hz à 100 kHz en interne DC à 1 MHz en externe
Source du déclenchement :	Interne : par le clavier, la voie précédente, suivante ou le générateur de déclenchement Externe : via TRIG IN ou via une interface
Phase de Départ/Arrêt :	Réglable entre $\pm 360^\circ$ avec résolution $0,1^\circ$, fonction du type d'onde et de la fréquence

Porte

La forme d'onde est générée lorsque le signal de porte est vrai et elle s'interrompt quand il est faux.

Formes d'onde de porteuse :	Toutes les ondes standard et arbitraire
Fréquence porteuse maximum :	La fréquence maximum de l'onde sélectionnée ou 1 MHz. 40 M éch./s en arbitraire et séquence
Rythme de répétition du déclenchement :	DC à 100 kHz en interne DC à 1 MHz en externe.
Source de signal de porte :	Interne : par le clavier, la voie précédente, suivante ou le générateur de déclenchement Externe : via TRIG IN ou via une interface
Phase de Départ/Arrêt :	Réglable entre $\pm 360^\circ$ avec résolution $0,1^\circ$, fonction du type d'onde et de la fréquence

Vobulation

Possible pour les formes d'onde standard et arbitraire. Les formes d'onde arbitraire sont étendues ou condensées jusqu'à exactement 4096 points et les techniques DDS sont utilisées pour le balayage.

Formes d'onde de porteuse :	Toutes les ondes standard et arbitraires à l'exception de l'impulsion, du train d'impulsions et de la séquence
Mode de balayage :	Linéaire ou logarithmique, déclenché ou continu.
Sens du balayage :	Montant, descendant, montant/descendant ou descendant/montant
Gamme de balayage :	De 1 mHz à 16 MHz en une gamme. Phase continue. Réglage indépendant des fréquences de départ et d'arrêt
Durée du balayage :	30 ms à 999 s (résolution 3 chiffres)
Marqueur :	Variable pendant le balayage
Source de déclenchement du balayage :	Le balayage peut être libre ou déclenché à partir des sources suivantes : Manuellement à partir du clavier. Extérieurement via TRIG IN ou via une interface
Mise en attente du balayage :	Le balayage peut être mis en attente et redémarré au moyen de la touche HOLD
Vobulation multivoie :	N'importe quel nombre de voies peuvent être vobulées simultanément mais les paramètres de balayage sont identiques. Amplitude, décalage et forme d'onde sont indépendants

Tonalité

Possible pour les formes d'ondes standard et arbitraire. Les formes d'onde arbitraire sont étendues ou condensées jusqu'à exactement 4096 points et les techniques DDS sont utilisées pour le balayage.

Formes d'ondes de porteuse :	Toutes les ondes standard et arbitraire à l'exception de l'impulsion, du train d'impulsions et de la séquence
Liste des fréquences :	Jusqu'à 16 fréquences entre 1 mHz et 10 MHz.
Fréquence de répétition du déclenchement :	0,005 Hz à 100 kHz en interne DC à 1 MHz en externe
Source de déclenchement :	Les fréquences de répétition et de la forme d'onde utilisables dépendent du mode de commutation des tonalités Interne : par le clavier, la voie précédente, suivante ou le générateur de déclenchement Externe : via TRIG IN ou via une interface
Modes de commutation des tonalités :	
Porte :	La tonalité est générée lorsque le signal de déclenchement devient vrai et stoppée à la fin de la période en cours après que le déclenchement soit devenu faux. La tonalité suivante est générée lorsque le déclenchement redevient vrai
Déclenchée :	La tonalité est générée lorsque le signal de déclenchement devient vrai et la tonalité suivante générée à la fin de la période en cours quand le déclenchement redevient vrai
FSK	La tonalité est générée lorsque le signal de déclenchement devient vrai et la tonalité suivante générée immédiatement quand le déclenchement redevient vrai

En utilisant deux instruments dont les entrées sont sommées, il est possible de générer des signaux de contrôle DTMF.

Générateur de déclenchement

Source interne d'ondes carrées de 0,005 Hz à 50 kHz réglable par pas de 20 μ s. Résolution 3 chiffres. Disponible pour usage externe à partir de la prise SYNC OUT.

SORTIES

Main Out (sortie principale) - Une pour chaque voie

Impédance de sortie	50 Ω
Amplitude :	5 mV à 20 V pk-pk en circuit ouvert (de 2,5 mV à 10 V pk-pk sur 50 Ω). L'amplitude peut être spécifiée en Vpk-pk, Vrms ou dBm sur circuit ouvert ou sur une charge supposée de 50 Ω ou de 600 Ω
Précision de l'amplitude :	2% \pm 1 mV à 1 kHz sur 50 Ω
Réponse en fréquence :	\pm 0,2 dB à 200 kHz ; \pm 1 dB à 5 MHz ; \pm 2,5 dB à 16 MHz
Gamme de décalage DC :	\pm 10V. Décalage plus pic de signal limité à \pm 10 V sur 50 Ω
Précision du décalage :	Typiquement 3% \pm 10 mV, non atténué
Résolution :	3 chiffres pour amplitude et décalage

Sync Out (sortie synchro) – Une pour chaque voie

Sortie multifonction définissable par l'utilisateur ou sélectionnée automatiquement comme suit :

Waveform Sync: (toutes formes d'ondes)	Onde carrée de rapport cyclique 50% à la fréquence principale de la forme d'onde, ou impulsion coïncidant aux premiers points d'une forme d'onde arbitraire
Position Markers: (uniquement arbitraire)	N'importe quel point de la forme d'onde peut être associé à un marqueur
Burst Done :	Produit une impulsion qui coïncide avec le dernier cycle d'une rafale
Sequence Sync :	Produit une impulsion coïncidant avec la fin d'une séquence de forme d'ondes
Trigger :	Sortie du signal de déclenchement en service. Utile pour synchroniser des signaux en rafale ou en porte
Sweep Sync :	Produit une impulsion au commencement du balayage pour synchroniser un oscilloscope ou un enregistreur
Phase Lock Out :	Utilisé pour verrouiller deux générateurs. Produit un front positif déphasé de 0°
Niveau de sortie du signal :	Niveaux logiques TTL/CMOS sur 50Ω

Cursor/Marker Out (sortie marqueur / curseur)

Impulsion de sortie réglable à utiliser comme marqueur en mode vobulation ou comme curseur en mode d'édition de formes d'onde arbitraire. Peut être utilisé pour moduler l'axe Z d'un oscilloscope ou peut être affiché sur une seconde voie de l'oscilloscope.

Niveau du signal de sortie :	Réglable de 2 à 14 V, normal ou inversé ; largeur réglable comme curseur
Impédance de sortie :	Typiquement 600Ω

ENTREES

Trig In (déclenchement)

Gamme de fréquences :	DC – 1 MHz.
Gamme des signaux :	Seuil nominal : niveau TTL ; entrée maximale ± 10 V
Largeur minimale de l'impulsion :	50 ns, pour les modes rafale et porte ; 50 μ s pour le mode vobulation ; 20 ms pour le mode tonalité
Impédance d'entrée :	10 kΩ

Modulation In

Gamme de fréquences :	DC – 100 kHz.
Gamme de signaux :	VCA : environ 1 V pk-pk pour 100% de modulation à sortie maximum SCM : environ 1 V pk-pk pour sortie maximum
Impédance d'entrée :	1 kΩ typiques

Sum In (sommation)

Gamme de fréquences :	DC – 8 MHz.
Gamme de signaux :	Environ 2 V pk-pk pour une sortie de 20 V pk-pk
Impédance d'entrée :	1 kΩ typiques.

Hold In (maintien)

Un niveau TTL bas ou la fermeture d'un contact provoque l'arrêt de la forme d'onde à sa position du moment et sa mise en attente jusqu'à ce qu'un niveau TTL haut ou l'ouverture du contact permette à la forme d'onde de continuer. La touche HOLD en face avant ou la commande à distance peuvent également être utilisées pour contrôler la fonction HOLD. La touche MAN/SYNC ou la commande à distance peuvent également être utilisées pour ramener la forme d'onde au départ.

Impédance d'entrée : 10 k Ω

Ref Clock In/Out (entrée / sortie horloge de référence)

Réglé sur Input : Entrée d'une horloge de référence externe de 10 MHz. Niveau du seuil TTL/CMOS

Réglé sur Output : Sortie de l'horloge interne 10 MHz. Niveaux de sortie nominaux 1V et 4V sur 50 Ω

Réglé sur Phase Lock : Utilisé avec la sortie SYNC OUT d'un appareil maître et l'entrée TRIG IN d'un appareil esclave pour synchroniser des générateurs séparés

FUNCTIONNEMENT INTER VOIE

Modulation inter voie

La forme d'onde de n'importe quelle voie peut être utilisée pour moduler en amplitude ou pour supprimer la porteuse de la voie suivante. D'autre part, n'importe quel nombre de voies peuvent être modulées (AM ou SCM) par le signal appliqué à l'entrée MODULATION.

Fréquence porteuse : Toute la gamme de la forme d'onde choisie
Forme d'onde porteuse : Toutes les formes d'onde standard et arbitraire

Types de modulation :

AM: Double bandes latérales avec porteuse

SCM: Double bandes latérales sans porteuse

Source de modulation : Interne depuis la voie précédente
Externe via le connecteur MODULATION

Le signal externe de modulation peut être appliqué simultanément à n'importe quel nombre de voies

Gamme de fréquences : DC à > 100 kHz

AM interne :

Profondeur : 0 % à 105 %

Résolution : 1 %

Suppression de porteuse (SCM) : >-40 dB

Signal externe de modulation : VCA : environ 1V pk-pk pour 100% de modulation à sortie maximum

SCM : environ 1V pk-pk pour sortie maximum

Sommation analogique inter voie

Fonction qui somme la forme d'onde de n'importe quelle voie à celle de la voie suivante. D'autre part, n'importe quel nombre de voies peuvent être sommées avec le signal externe appliqué au connecteur SUM.

Fréquence porteuse :	Toute la gamme de la forme d'onde choisie
Forme d'onde porteuse :	Toutes les formes d'onde standard et arbitraire
Source de sommation :	Interne depuis la voie précédente Externe via le connecteur SUM
Gamme de fréquences :	DC à > 8 MHz
Signal externe :	Environ 5 V pk-pk à l'entrée pour 20 V pk-pk à la sortie

Verrouillage de phase inter voie

Deux ou plusieurs voies peuvent être verrouillées en phase entre elles. Un déphasage doit être assigné à chaque voie verrouillée par rapport aux autres voies verrouillées. Les ondes arbitraires et les séquences peuvent aussi être verrouillées en phase mais avec certaines contraintes concernant les longueurs de l'onde et les rapports de fréquence d'horloge. Avec une voie assignée comme maître et les autres comme esclaves, un changement de la fréquence de la voie maître est répété par les esclaves permettant de générer des signaux polyphasés de même fréquence.

La résolution du réglage de fréquence des formes d'onde DDS est de 7 chiffres, celle des non DDS de 4 chiffres.

Résolution de phase :

Ondes DDS :	0,1 degré
Non DDS :	0,1 degré ou 360 degrés divisés par le nombre de points selon ce qui est le plus grand

Erreur de phase :

Toutes formes d'onde :	$< \pm 10$ ns
------------------------	---------------

Les signaux des connecteurs REF IN/OUT et SYNC OUT peuvent être utilisés pour synchroniser deux générateurs lorsque plus de quatre voies sont nécessaires.

Déclenchement inter voie

N'importe quelle voie peut être déclenchée par la voie précédente ou suivante.

Les connexions précédente / suivante peuvent être employées pour créer un déclenchement en chaîne depuis une voie de début et une voie de fin. Chaque voie reçoit le déclenchement depuis la voie précédente (ou suivante) et déclenche à son tour la voie suivante (ou précédente). La sortie déclenchement de la voie de fin doit déclencher la voie de début pour fermer la boucle.

De cette manière des schémas de déclenchements complexes et de grande souplesse peuvent être établis. La sortie de déclenchement peut correspondre, au choix, à la fin de l'onde, à la position du marqueur, à la synchronisation de séquence ou à la fin de rafale.

En utilisant le schéma indiqué ci-dessus, il est possible de créer une séquence contenant jusqu'à 64 segments de forme d'onde, chaque voie produisant jusqu'à 16 segments et toutes les voies étant sommées pour produire la forme d'onde complète à la sortie de la voie 4.

INTERFACES

Toutes les possibilités de commande à distance sont disponibles grâce aux interfaces RS232 ou GPIB.

RS232:	Vitesse de transmission variable, 9600 bauds maximum. Connecteur-D à 9 broches.
IEEE-488	Conforme à IEEE488.1 et IEEE488.2

GENERALITES

Écran :	4 lignes de 20 caractères alphanumériques LCD
Entrée de données :	Sélection par le clavier du mode, de la forme d'onde, etc.; entrée directe de valeur par les touches numériques ou par le bouton rotatif
Réglages memorises:	Il est possible de mémoriser jusqu'à 9 configurations complètes de réglages et de les rappeler à partir de la mémoire alimentée par piles. On peut également mémoriser jusqu'à 100 formes d'onde arbitraire indépendamment des configurations
Taille :	Hauteur 3U (130mm) ; largeur 350 mm (2 et 4 voies), 212mm (demi rack) (1 voie) ; longueur 335mm
Poids :	7,2 kg (2 et 4 voies), 4,1 kg (1 voie)
Alimentation :	100, 110-120 220-240 V AC \pm 10%, 50/60Hz, réglable de l'intérieur. 100 VA max. pour 4 voies, 75 VA max. pour 2 voies, 40 VA max. pour 1 voie. Installation Catégorie II.
Température d'utilisation :	+ 5 à + 40°C, RH 20-80%
Température de stockage :	- 20 à + 60°C.
Environnement :	Utilisation en intérieur à une altitude n'excédant pas 2000 m, degré de Pollution 2
Options :	Kit de montage rack 19"
Sécurité & 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).

Cet instrument est de Classe de sécurité 1 suivant la classification IEC et il a été construit pour satisfaire aux impératifs EN61010-1 (Impératifs de sécurité pour le matériel électrique en vue de mesure, commande et utilisation en laboratoire). Il s'agit d'un instrument d'installation Catégorie II devant être exploité depuis une alimentation monophasée habituelle.

Cet instrument a été soumis à des essais conformément à EN61010-1 et il a été fourni en tout état de sécurité. Ce manuel d'instructions contient des informations et avertissements qui doivent être suivis par l'utilisateur afin d'assurer un fonctionnement de toute sécurité et de conserver l'instrument dans un état de bonne sécurité.

Cet instrument a été conçu pour être utilisé en intérieur, en environnement de pollution de deuxième degré (Pollution degree 2) à des plages de températures de 5°C à 40°C, et à des taux d'humidité compris entre 20% et 80% (sans condensation). Il peut être soumis de temps à autre à des températures comprises entre +5°C et -10°C sans dégradation de sa sécurité. Ne pas l'utiliser en conditions de condensation.

Toute utilisation de cet instrument de manière non spécifiée par ces instructions risque d'affecter la protection de sécurité conférée. Ne pas utiliser l'instrument à l'extérieur des tensions d'alimentation nominales ou de la gamme des conditions ambiantes spécifiées. Toute humidité excessive risque tout particulièrement d'amoindrir la sécurité.

AVERTISSEMENT! CET INSTRUMENT DOIT ETRE RELIE A LA TERRE

Toute interruption du conducteur de terre secteur à l'intérieur ou à l'extérieur de l'instrument rendra l'instrument dangereux. Il est absolument interdit d'effectuer une interruption à dessein. Ne pas utiliser de cordon de prolongation sans conducteur de protection, car ceci annulerait sa capacité de protection.

Lorsque l'instrument est relié à son alimentation, il est possible que les bornes soient sous tension et par suite, 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. Il faut débrancher toute source de tension éventuelle de l'appareil avant de l'ouvrir pour effectuer des réglages, remplacements, travaux d'entretien ou de réparations. Les condensateurs qui se trouvent dans le bloc d'alimentation risquent de rester chargés, même si le bloc d'alimentation a été déconnecté de toutes les sources de tension, mais ils se déchargeront en toute sécurité environ 1 minute après extinction de l'alimentation.

Eviter dans la mesure du possible d'effectuer des réglages, travaux de réparations ou d'entretien lorsque l'instrument ouvert est branché à une source d'alimentation, mais si c'est absolument nécessaire, seul un technicien compétent au courant des risques encourus doit effectuer ce genre de travaux.

S'il est évident que l'instrument est défectueux, qu'il a été soumis à des dégâts mécaniques, à une humidité excessive ou à une corrosion chimique, la protection de sécurité sera amoindrie et il faut retirer l'appareil, afin qu'il ne soit pas utilisé, et le renvoyer en vue de vérifications et de réparations.

Uniquement remplacer les fusibles par des fusibles d'intensité nominale requise et de type spécifié. Il est interdit d'utiliser des fusibles bricolés et de court-circuiter des porte-fusibles.

L'instrument utilise une pile bouton au lithium pour la mémoire non-volatile ; sa durée de vie est environ 5 ans. Pour son remplacement, utiliser une pile du même type : i.e. 3V Li/ MnO₂ type 2032. Les piles usées doivent être jetées en accord avec les lois locales ; ne pas couper, brûler, exposer à des températures au delà de 60°C ou essayer de la recharger.

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

Les symboles suivants se trouvent sur l'instrument, ainsi que dans ce manuel.



ATTENTION – se référer à la documentation ci-jointe ; toute utilisation incorrecte risque d'endommager l'appareil.



Borne reliée à la terre du châssis.



Alimentation secteur OFF (arrêt).



Alimentation secteur ON (marche).



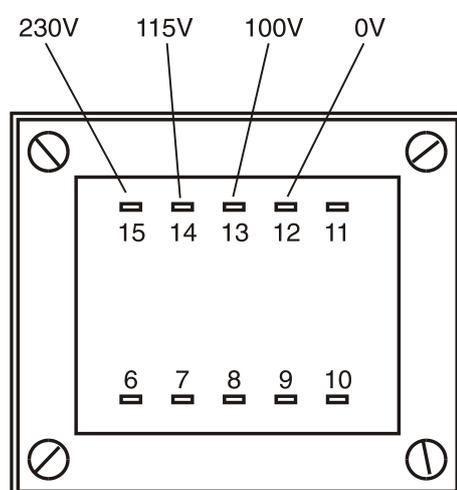
Courant alternatif.

Tension secteur

Vérifiez la tension d'alimentation à l'arrière de l'appareil par rapport à votre secteur. Dans le cas d'un changement de tension d'alimentation, procédez comme suit :

- 1) Déconnectez l'instrument de toute source d'alimentation.
- 2) Après avoir enlevé les vis retenant le couvercle, retirez-le.
- 3) Changez les connexions du transformateur comme indiqué sur les dessins.
- 4) Remontez l'instrument en suivant les opérations ci-dessus dans l'ordre inverse.
- 5) Changez la référence de tension sur le panneau arrière (pour montrer le nouveau réglage) afin d'être conforme à la norme de sécurité.
- 6) Changez le fusible avec un correspondant au bon calibre (voir paragraphe suivant).

1 voie

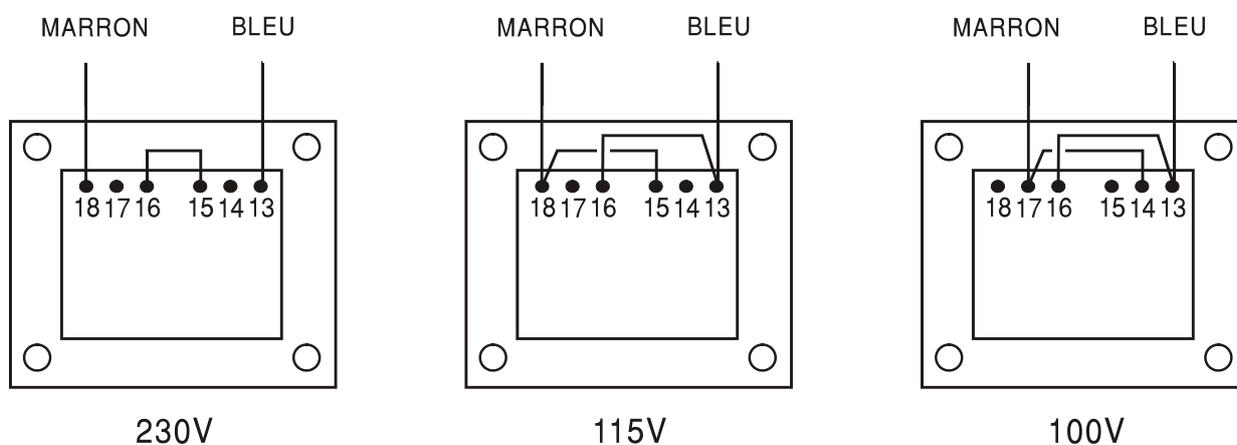


Pour fonctionner sous 230 V, connectez le fil de phase (brun) à la broche 15

Pour fonctionner sous 115 V, connectez le fil de phase (brun) à la broche 14

Pour fonctionner sous 100 V, connectez le fil de phase (brun) à la broche 13

2 et 4 voies



Pour fonctionner sous 230 V, reliez les broches 15 & 16

Pour fonctionner sous 115 V, reliez les broches 13 & 16 et les broches 15 & 18

Pour fonctionner sous 100 V, reliez les broches 13 & 16 et les broches 14 & 17

Fusible

Assurez-vous de la bonne compatibilité fusible-tension. Les références fusibles sont :

1 voie

En 230V	250 mA (T) 250 V HPC
En 100V ou 115V	500 mA (T) 250 V HPC

2 et 4 voies

En 230V	1 A (T) 250 V HPC
En 100V ou 115V	2 A (T) 250 V HPC

Pour remplacer le fusible, déconnectez le cordon secteur de la prise et enlevez la protection fusible sous les broches en abaissant les deux clips, avec des tournevis, pour que l'emplacement soit ouvert facilement. Changez le fusible et remplacez la protection.

Ne remplacer les fusibles que par des fusibles d'intensité nominale requise et de type spécifié. Il est interdit d'utiliser des fusibles bricolés et de court-circuiter les porte fusibles.

Cordon Secteur

Branchez cet instrument sur l'alimentation secteur en utilisant le câble d'alimentation fourni. Si la prise murale requiert l'utilisation d'un câble d'alimentation différent, un câble approprié et approuvé, qui possède une fiche correspondante à la prise murale et un connecteur d'instrument IEC60320 C13, doit être utilisé. Pour vérifier la tension nominale du câble d'alimentation en fonction de la prise secteur, consultez les informations de puissance nominale sur l'équipement ou dans Caractéristiques.

ATTENTION ! CET APPAREIL DOIT ETRE MIS À LA TERRE

Toute interruption du conducteur de terre, à l'intérieur ou à l'extérieur de l'instrument, rend cet instrument dangereux. Toute interruption intentionnelle est interdite. Les mesures de protection ne doivent pas être annulées par l'utilisation d'un prolongateur non équipé d'un conducteur de protection.

Mise en place

L'appareil peut être placé sur table ou monté en rack. Il est livré avec des pieds et une béquille permettant de relever l'avant.

Un kit pour montage en rack 19" existe en option.

Connecteurs de la face avant

MAIN OUT (sortie principale, 1 par voie)

C'est la sortie principale 50 Ω d'une voie du générateur. Elle génère jusqu'à 20 V crête à crête en circuit ouvert et 10 V crête à crête sur une charge de 50 Ω . Elle supporte des courts-circuits de 60 secondes.



Ne pas appliquer de tension extérieure sur cette sortie.

SYNC OUT (sortie de synchronisation, 1 par voie)

C'est un signal de niveau TTL/CMOS dont la forme dépend du choix fait dans le sous-menu ouvert en appuyant sur la touche de face avant **SYNC OUT**.

waveform sync:	Une forme d'onde carrée avec un rapport cyclique de 50% à la fréquence de la forme d'onde principale ou une impulsion qui coïncide avec les premiers points d'une forme d'onde arbitraire. Elle peut être sélectionnée pour toutes les formes d'ondes.
position marker:	Ne peut être sélectionné que pour les formes d'onde arbitraire. Un ou plusieurs points de la forme d'onde principale peuvent être associés à un bit marqueur d'état haut ou bas. En forme d'onde standard, ce choix n'est pas disponible et est remplacé par phase zéro. S'il est sélectionné, ce choix produit une impulsion fine (un coup d'horloge) au départ de chaque période de l'onde standard.
burst done:	Produit une impulsion coïncidant avec la dernière période de la rafale.
sequence sync :	Produit une impulsion coïncidant avec la fin de la séquence des formes d'onde.
trigger :	Sélectionne le signal de déclenchement en service (interne, externe ou manuel). Utile lorsqu'il s'agit de synchroniser les signaux en rafale ou en porte.
sweep sync :	Génère la sortie du signal de déclenchement de la vobulation.
phase lock :	Utilisé pour verrouiller deux générateurs ou plus. Produit un front positif au point de phase 0°.

Les niveaux nominaux sont 0 V et 5 V sur 50 Ω . Elle supporte le court-circuit.



Ne pas appliquer de tension extérieure sur cette sortie.

TRIG IN (entrée de déclenchement)

Entrée d'un signal externe de déclenchement pour les modes rafale, porte, vobulation, séquence et tonalité. Elle sert également pour synchroniser le générateur (en tant qu'esclave) à un autre (qui est le maître).



Ne pas appliquer de tension externe supérieure à ± 10 V.

SUM IN (entrée de sommation)

Entrée d'un signal externe de sommation. La voie sommée avec ce signal est sélectionnée dans le sous-menu ouvert par la touche de face avant SUM.



Ne pas appliquer de tension externe supérieure à ± 10 V.

MODULATION IN (entrée de modulation)

Entrée d'un signal externe de modulation. N'importe quel nombre de voies peuvent être modulées en amplitude ou en suppression de porteuse par ce signal. Le type de modulation et les voies concernées sont sélectionnées dans le sous-menu ouvert par la touche de face avant MODULATION.



Ne pas appliquer de tension externe supérieure à ± 10 V.

Connecteurs de la face arrière

REF CLOCK IN/OUT (entrée / sortie de l'horloge de référence)

La fonction entrée ou sortie est sélectionnée dans le menu ouvert par la touche de face avant UTILITY. Voir le chapitre Menu des utilitaires.

- input** C'est le réglage par défaut. Le connecteur devient une entrée pour une horloge externe de référence 10 MHz. L'appareil se décommute automatiquement de l'horloge interne lorsque la référence externe est appliquée.
- output** L'horloge interne 10 MHz est disponible sur ce connecteur.
- phase lock** Lorsque deux ou plusieurs générateurs sont synchronisés, les esclaves sont réglées sur **phase lock slave** et le maître sur **phase lock master** dans le menu UTILITY.

En tant que sortie, les niveaux logiques sont 1 V et 4 V nominaux sur 50 Ω . CLOCK OUT supporte les courts-circuits. En tant qu'entrée, le seuil est compatible avec TTL/CMOS.



Ne pas appliquer de tension externe supérieure à +7,5 V ou -2,5 V.

HOLD IN (entrée de maintien)

Commande la fonction maintien de forme d'onde. L'impédance d'entrée nominale est de 10 k Ω .



Ne pas utiliser de tension externe supérieure à ± 10 V

CURSOR/MARKER OUT (sortie curseur / marqueur)

Impulsion de sortie à utiliser comme marqueur en mode vobulation ou comme curseur dans le mode édition de formes d'onde arbitraire. Peut être utilisée pour moduler l'axe Z d'un oscilloscope ou être affichée sur une seconde voie de l'oscilloscope. L'impédance nominale de sortie est de 600 Ω et le niveau du signal réglable de 2 à 14 V nominaux à partir du sous-menu **cursor/marker** du menu UTILITY.



Ne pas appliquer de tension externe sur cette entrée.

RS232

Connecteur D à 9 broches Son brochage est indiqué ci-dessous :

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

Les broches (Pin) 2, 3 et 5 peuvent être utilisées comme interface conventionnelle RS232 avec protocole XON/XOFF. Les broches 7, et 9 sont utilisées lorsque l'instrument est utilisé en mode RS232 adressable. Les broches de terre sont connectées à la masse de l'instrument. L'adresseRS232 est réglée dans le sous-menu **remote** du menu **UTILITY**.

GPIB (IEEE-488)

L'interface GPIB n'est pas isolée. Les signaux terre GPIB sont connectés à la masse de l'instrument.

Les fonctions IEEE sont :

SH1 AH1 T6 TEO L4 LEO SR1 RL1 PP1 DC1 DT1 C0 E2.

L'adresse GPIB est réglée dans le sous-menu **remote** du menu **UTILITY**.

Opération initiale

Ce chapitre sert d'introduction générale à l'organisation de l'instrument et doit être lue avant la première utilisation du générateur. Le fonctionnement détaillé est décrit ultérieurement en commençant par la forme d'onde standard.

Dans ce manuel les connecteurs et les touches de face avant sont désignées par des majuscules, par exemple, CREATE, SYNC OUT. Tout ce qui est affiché sur l'écran est écrit avec une police de caractères différente, par exemple, **STANDARD WAVEFORMS, sine**.

Mise en Marche

Le bouton de mise en marche se trouve en bas à gauche de la face avant.

À la mise en marche, le générateur affiche la révision du logiciel installé tout en chargeant sa RAM de forme d'onde ; s'il rencontre une erreur, le message **SYSTEM RAM ERROR, CHECK BATTERY** s'affiche.

Le chargement prend quelques secondes, l'écran STATUS s'affiche montrant les paramètres du générateur réglés à leur valeur par défaut avec la sortie principale désactivée (voyant éteint). Reportez-vous au menu UTILITY pour changer la configuration des réglages au démarrage et passer de configuration par défaut à configuration lors du dernier arrêt ou à une des configurations stockées. Vous pouvez rappeler l'écran STATUS à tout moment à l'aide de la touche STATUS. En appuyant une nouvelle fois sur cette touche, on retourne à l'écran précédent.

Dans le cas des générateurs multivoie, les états affichés sont ceux de la voie sélectionnée par une touche du groupe SETUP ; c'est la voie actuellement activée pour édition et est toujours la dernière voie sélectionnée, que l'appareil ait été arrêté ou non. Modifiez les paramètres de la voie comme décrit dans chapitre Forme d'onde standard et appuyez sur la touche MAIN OUT pour activer la sortie. Le voyant s'allume.

Contraste de l'affichage

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 spécifique. Insérez un petit tournevis l'orifice LCD et faites tourner la commande pour obtenir un contraste optimal.

Clavier

En appuyant sur les touches de la face avant on affiche des écrans qui listent les paramètres relatifs à la touche utilisée. Les sélections se font en utilisant les touches écran et les valeurs numériques peuvent être changées à l'aide du clavier numérique ou du bouton rotatif. Les touches sont les suivantes :

- Les touches WAVE SELECT affichent des écrans à partir desquels toutes les formes d'onde standard ou arbitraire préalablement définies peuvent être sélectionnées.
- Les touches WAVE EDIT affichent des écrans à partir desquels on peut créer et modifier des formes d'onde arbitraires
- Les touches FREQUENCY, AMPLITUDE, OFFSET et MODE affichent des écrans qui permettent à leurs paramètres respectifs d'être réglés soit à partir du pavé numérique soit en utilisant le bouton rotatif.
- Les touches numériques permettent l'entrée directe de la valeur des paramètres sélectionnés. Les valeurs sont acceptées sous trois formats : nombre entier (20), virgule flottante (20,0) et exposant (2 EXP 1). A titre d'exemple, pour régler une nouvelle fréquence de 50 kHz, appuyez sur FREQ suivi de 50000 ENTER ou 5 EXP 4 ENTER. ENTER valide l'entrée et change la fréquence du générateur.
CE (effacement d'entrée) annule une entrée numérique chiffre par chiffre. ESCAPE rétablit un réglage en cours d'édition à sa valeur précédente.
- MODULATION, SUM, TRIG IN et SYNC OUT appellent les écrans à partir desquels les paramètres des entrées/sorties peuvent être réglés. De même SWEEP ouvre l'écran des paramètres de modulation.

- Chaque voie dispose d'une touche MAIN OUT pour activer ou non la sortie principale.
- MAN TRIG est utilisée pour le déclenchement manuel (lorsque TRIG IN est réglé correctement) et pour synchroniser deux générateurs ou plus lorsque ceux-ci sont correctement reliés. MAN HOLD est utilisé pour mettre manuellement en attente la sortie et le balayage d'une forme d'onde arbitraire ; la sortie est mise en attente au niveau où elle se trouvait lorsque MAN HOLD a été utilisée.
- UTILITY donne accès aux menus de nombreuses fonctions telles que établissement de l'interface de commande à distance, les paramètres à la mise en marche, l'établissement des messages d'erreur et la mémorisation/le rappel de configurations dans la mémoire non volatile.
- Les touches INTER CHannel et COPY CHannel (générateurs multivoie seulement) ouvrent les écrans permettant d'établir le verrouillage de phase voie à voie et la copie d'une voie dans une autre.
- Les touches du groupe SETUP (générateurs multivoie seulement) sélectionnent la voie à éditer.
- Les huit touches qui entourent l'écran sont dites touches écran (ou touches logicielles) et servent à sélectionner un paramètre du menu affiché.
- La touche STATUS ramène l'affichage à l'écran de la configuration de départ. En appuyant à nouveau sur STATUS l'affichage retourne à l'écran précédent.

Des explications complémentaires sont fournies dans les descriptions détaillées du fonctionnement du générateur.

Principes de l'édition

Chaque écran appelé en appuyant sur une touche de la face avant affiche la (les) valeur(s) des paramètres et/ou une liste des choix. Les valeurs des paramètres peuvent être éditées à l'aide du bouton rotatif associé aux deux touches flèche de sélection d'un chiffre ou par entrée directe à partir du clavier numérique. Le choix d'un paramètre se fait à l'aide de la touche écran correspondante. Les exemples qui suivent s'entendent avec les réglages usine par défaut.

La voie à éditer doit d'abord être sélectionnée en appuyant sur une touche du groupe SETUP, le voyant correspondant s'allume.

Un losange placé à côté d'un paramètre indique que celui ci peut être sélectionné. Les losanges vides identifient les paramètres désactivés et le losange plein celui qui est sélectionné. Par exemple, appuyez sur la touche MODE, l'écran ci-dessous apparaît.

```

MODE:
◆continuous
◇gated          setup...◇
◇triggered     setup...◇

```

Le losange plein indique que le mode sélectionné est **continuous**. Le mode **gated** (porte) ou **triggered** (rafale) sera sélectionné en appuyant sur la touche écran associée ce qui fera apparaître un losange plein à côté du mode choisi et un losange vide à côté de **continuous**. Cet écran montre aussi que certains choix sont suivis de trois points de suspension, c'est l'indication de l'existence d'un sous-menu pour le paramètre. Dans le cas de l'écran MODE illustré, une pression sur la touche écran **setup** de la ligne du bas ouvre le menu **TRIGGER SETUP** ; notez que cela ne change la sélection **continuous/gated/triggered**.

Lorsqu'ils sont sélectionnés, certains choix sont accompagnés d'une flèche à double sens (un losange brisé) pour indiquer que l'état de ce paramètre peut être changé en appuyant à nouveau sur la touche écran ou en utilisant le bouton rotatif. Par exemple, en appuyant sur FILTER, on obtient l'écran ci-dessous :

```

FILTER SETUP
◆mode: auto
◇type: 10MHz elliptic

```

En appuyant de façon répétitive sur la touche écran de **mode** , on bascule entre ses deux états qui sont **auto** et **manual**. De même, lorsque **type** est sélectionné, appuyer de façon répétitive sur sa touche écran fait défiler les types de filtre disponibles.

En plus de leur utilisation dans l'édition d'éléments identifiés à l'aide d'une flèche à double sens comme il l'est décrit ci-dessus, les touches CURSOR et ROTARY CONTROL fonctionnent dans deux autres modes.

Pour les écrans comportant une liste de paramètres qui peuvent être sélectionnés (c'est à dire ceux précédés d'un losange), les touches flèche et le bouton rotatif servent à faire défiler sur l'écran tous les autres paramètres non affichés lorsque la liste en comporte plus de trois. Voir à titre d'exemple, les écrans STD (forme d'onde standard) et UTILITY.

Pour les écrans qui affichent un paramètre avec une valeur numérique, les touches flèche déplacent le curseur d'édition (un soulignement clignotant) dans le champ numérique et le bouton rotatif incrémente ou décrémenté le chiffre sélectionné.

Ainsi, pour une **STANDARD FREQUENCY** de **1.00000 MHz**, le bouton rotatif change la fréquence par pas de 1 kHz. Au fur et à mesure des changements de fréquence, l'écran changera automatiquement de gamme vers le haut ou vers le bas sans changer la taille de l'incrément. Cette contrainte détermine la fréquence la plus basse et la plus haute qui pourra être réglée par le bouton rotatif. Dans le présent exemple, la plus basse fréquence que peut régler le bouton rotatif est 1 kHz, représenté sur l'écran sous la forme **1.000000 kHz**.

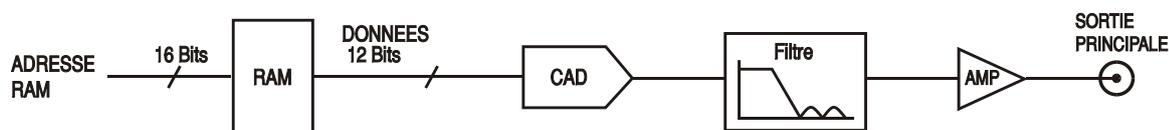
Cela est la limite car pour afficher une fréquence plus basse, l'écran devrait descendre de la gamme 1 kHz à la gamme **xxx.xxx Hz** dont le chiffre le plus significatif est 100 Hz, l'incrément 1 kHz serait perdu. Toutefois, si la fréquence de départ est réglée à **1.000000 MHz**, la gamme affichée sera **900.0000 Hz** et pourra être décrémentée jusqu'à **000.0000 Hz** sans perdre l'incrément de 100 Hz.

En tournant le bouton rapidement, la fréquence changera par incréments multiples.

Principes de fonctionnement

L'instrument fonctionne sur un des deux modes différents en fonction de la forme d'onde sélectionnée. Le mode DDS est utilisé pour les formes d'ondes sinus, cosinus, sinus et cosinus décalés, triangulaires, $\sin x/x$ et en rampe. Le mode Clock Synthesis est utilisé pour le carré, l'impulsion, le train d'impulsions, l'arbitraire et la séquence.

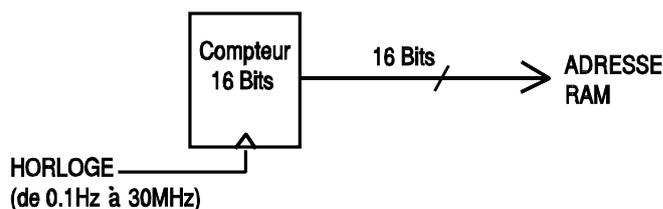
Dans chacun de ces modes, les données de la forme d'onde sont mémorisées dans la RAM. Lorsque l'adresse de la RAM est incrémentée, les valeurs sont sorties par séquences jusqu'au DAC (convertisseur numérique-analogique) qui reconstruit la forme d'onde en une succession de pas de tensions qui sont ensuite filtrés avant d'atteindre le connecteur de sortie principale.



La principale différence entre les modes DDS et Clock Synthesis consiste en la manière dont les adresses sont générées pour la RAM et en la longueur des données de la forme d'onde.

Mode Clock Synthesis

En mode Clock Synthesis (synthèse d'horloge), les adresses sont toujours séquentielles (un incrément de un) et la vitesse de l'horloge est réglée par l'utilisateur dans la gamme 40 MHz à 0,1 Hz. La fréquence de la forme d'onde est la fréquence de l'horloge \div par longueur de la forme d'onde, ce qui permet aux formes d'ondes courtes d'être générées à des rythmes de répétition plus élevés que ceux des formes d'ondes longues. Par exemple, la fréquence maximale d'une forme d'onde à 4 points est de $40E6 \div 4$ soit 10 MHz mais une onde de 1000 points a une fréquence maximale de $40E6 \div 1000$ soit 40 kHz.

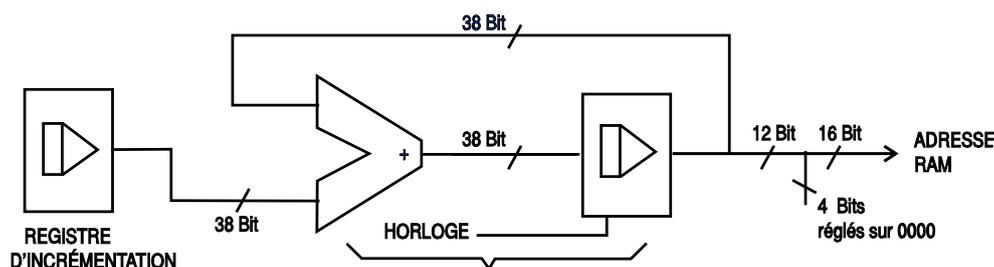


Les formes d'onde arbitraire ont une longueur définie par l'utilisateur entre 4 et 65536 points. Les formes d'onde carrée ont une longueur fixe de 2 points et l'impulsion et le train d'impulsions ont une longueur définie par la valeur de la période sélectionnée par l'utilisateur.

Mode DDS

En mode DDS (synthèse numérique directe), l'ensemble des formes d'onde est mémorisé dans la RAM et occupe 4096 points. La fréquence de la forme d'onde en sortie est déterminée par le rythme auquel les adresses RAM sont changées. Les changements d'adresse sont générés comme suit :

La RAM contient les valeurs d'amplitude de tous les points individuels d'un cycle (360°) de la forme d'onde ; chaque changement d'adresse séquentielle correspond à un incrément de phase de la forme d'onde de $360^\circ/4096$. Au lieu d'utiliser un compteur pour générer les adresses RAM séquentielles, on utilise un accumulateur de phase pour incrémenter la phase.



A chaque période de l'horloge, l'incrément de la phase, qui a été chargé dans le registre d'incrément de la phase par le CPU, est ajouté au résultat en cours dans l'accumulateur de phase. Les 12 bits les plus significatifs de l'accumulateur de phase gèrent les 12 lignes d'adresses de la RAM les plus basses, alors que les 4 lignes d'adresses les plus hautes de la RAM sont maintenues à un niveau bas. La fréquence de sortie d'une forme d'onde est maintenant déterminée par la taille de l'incrément de phase de chaque période de l'horloge. Si les incréments sont tous de la même taille, la fréquence de sortie est alors constante ; si la taille varie alors la fréquence de sortie change tout comme dans le mode modulation.

Le générateur utilise un accumulateur à 38 bits et une fréquence d'horloge qui est $2^{38} \times 10^{-4}$ (~27,4878 MHz). Cela produit une résolution de fréquence de 0,1 mHz.

Seuls les 12 bits les plus significatifs de l'accumulateur de phase sont utilisés pour adresser la RAM. À une fréquence de la forme d'onde $F_{\text{horloge}}/4096$ (~6,7 MHz), la fréquence naturelle, l'adresse RAM incrémente à chaque coup d'horloge. Pour les fréquences inférieures (c-à-d pour des incréments de phase plus petits), une ou plusieurs adresses sont incrémentées pendant un temps supérieur à une période d'horloge, parce que l'incrément de phase n'est pas assez important pour faire progresser l'adresse à chaque coup d'horloge. De même, pour les fréquences supérieures à la fréquence naturelle, l'augmentation plus grande de la phase amène à un saut de certaines adresses, ce qui donne l'impression d'un échantillonnage de la forme d'onde en mémoire. Divers points sont échantillonnés à des cycles successifs de la forme d'onde.

Fonctionnement en onde standard

Ce chapitre traite de l'utilisation de l'instrument en tant que générateur de fonctions standards, c'est-à-dire, lorsqu'il génère les formes d'ondes sinus, carrée, dc, rampe, sinus/cosinus décalés et $\sin x/x$. Mis à part la forme d'onde carrée, toutes les ondes sont générées en mode DDS qui donne une précision de fréquence de 7 chiffres. La forme d'onde carrée est générée par la synthèse d'horloge qui donne seulement une résolution de 4 chiffres. L'écran **STANDARD WAVEFORMS** (formes d'onde standard) comprend également les choix arbitraire et séquence afin de simplifier la commutation entre elles et les formes d'onde standard. Elles ont cependant leurs propres écrans (accessibles en appuyant respectivement sur ARB et SEQUENCE) et sont décrites en détail dans les chapitres qui leur sont consacrés. On peut accéder à l'impulsion et au train d'impulsions à partir de ce même écran mais ces types d'onde sont suffisamment importants pour avoir leur propre chapitre dans ce manuel.

Une grande partie des descriptions ci-dessous relatives à l'amplitude et au décalage (offset) tout comme le mode, la modulation, etc. s'appliquent également aux formes d'onde arbitraire et séquence.

Réglage des paramètres

Choix de la forme d'onde

```
STANDARD WAVEFORMS
◆sine
◇square
◇triangle
```

En appuyant sur la touche STD, on obtient l'écran **STANDARD WAVEFORMS** qui liste toutes les formes d'onde disponibles. Le bouton rotatif ou les touches flèche doivent être utilisées pour faire défiler la liste complète en avant et en arrière sur l'écran. La forme d'onde sélectionnée (sinus avec les réglages d'usine par défaut) est indiquée par le losange plein ; la sélection change en appuyant sur la touche écran correspondant à la forme d'onde requise.

Fréquence

```
STANDARD FREQUENCY
10.00000 kHz
◆freq          period◇
```

En appuyant sur la touche FREQ on obtient l'écran **STANDARD FREQUENCY**. Lorsque **freq** est sélectionné comme ci-dessus, la fréquence peut être directement entrée à partir du clavier en nombre entier, virgule flottante ou avec exposant, par ex., 12,34 kHz peut être entré sous les formes 12340, 12340.00 ou 1.234e4 etc. Toutefois, l'écran affiche toujours l'entrée dans les unités les plus appropriées, dans ce cas précis 12.34000 kHz.

Lorsque **period** est sélectionné à la place de **freq**, la fréquence peut être réglée en termes de période, par ex. 123,4 μ s peut être entré en tant que, 0.0001234 ou 123.4e-6. Là encore l'écran affiche l'entrée dans les unités les plus appropriées. Notez que la précision d'une entrée de période est restreinte à 6 chiffres ; 7 chiffres s'affichent mais le moins significatif est toujours zéro. Le matériel (hardware) est programmé en termes de fréquence ; lorsque l'entrée est faite en période, la fréquence synthétisée est la valeur équivalente la plus proche que donnent la résolution de fréquence et le calcul de conversion à 6 chiffres. Si la fréquence est affichée après une entrée de période, la valeur peut être différente de la valeur à laquelle on s'attend à cause de ces considérations. De plus, une fois que le réglage est affiché en tant que fréquence, la reconversion en tant que période donne un équivalent exact à 6 chiffres de la fréquence à 7 chiffres, mais elle peut être différente de la valeur de la période entrée au départ.

Les formes d'onde carrée, générées par la Clock Synthesis (synthèse d'horloge), ont une résolution à 4 chiffres pour les deux entrées fréquence et période, mais le matériel (hardware) est toujours programmé en termes de fréquence, et les mêmes différences peuvent se produire lorsque l'affichage est commuté de la période vers la fréquence et de nouveau vers la période. En tournant le bouton rotatif on incrémente ou décrémente la valeur numérique par pas qui sont déterminés par la position du curseur d'édition (ligne clignotante de soulignement), lequel est positionné à l'aide des touches flèche.

Notez que les limites supérieures de la fréquence varient en fonction des différents types de formes d'onde.

Le réglage de la fréquence pour les ondes arbitraires, séquence, impulsion et train d'impulsions est expliqué dans les chapitres correspondants.

Amplitude

```

AMPLITUDE:
      +20.0  Vpp
♦Vpp          Vrms ◊
◊dBm         load:hiZ ◊
  
```

En appuyant sur la touche AMPL on obtient l'écran **AMPLITUDE**.

L'amplitude de la forme d'onde peut être réglée en termes de volts crête à crête (Vpp,) Vrms ou dBm (référéncé à 50 Ω ou 600 Ω). Pour le Vpp et le Vrms, le niveau peut être réglé en supposant que la sortie est un circuit ouvert (**load:hiZ**) ou adaptée (**load:50Ω** ou **load:600Ω**).

Lorsque dBm est sélectionné, la charge est toujours présumée et **load:hiZ** passe automatiquement à **load:50Ω**. Notez que l'impédance interne de sortie du générateur est toujours de 50 Ω ; les valeurs d'amplitude affichées pour la charge 600 Ω en tiennent compte.

Après sélection de l'unité d'amplitude (indiquée par le losange plein), celle-ci peut être entrée directement à partir du clavier en nombre entier, virgule flottante ou avec exposant, par ex., 250 mV peut être entré en tant que 0.250 ou 250E-3, etc. Toutefois, l'écran affiche l'entrée dans les unités physiques les plus appropriées, ici 250 mV. En tournant le bouton rotatif on incrémente ou décrémente la valeur numérique par pas déterminés par la position du curseur d'édition (ligne clignotante de soulignement), lequel est positionné à l'aide des touches flèche.

Appuyer répétitivement sur la touche ± inverse la sortie MAIN OUT. Si DC OFFSET (décalage) est différent de zéro, le signal est inversé avec sensiblement le même décalage. Il existe une seule exception, lorsque l'amplitude est spécifiée en dBm. Dans la mesure ou des signaux à faible niveau sont spécifiés en -dBm (0 dBm = 1 mW dans 50 Ω = 224 mVrms), le signe - est interprété comme faisant partie de la nouvelle unité d'amplitude et non comme une commande d'inversion du signal. Notez qu'en DC, sinx/x, train d'impulsions, arbitraire et séquence, l'amplitude ne peut être affichée qu'en Vpp. Des limitations supplémentaires concernant l'amplitude des formes train d'impulsions, arbitraire et séquence sont évoquées dans les chapitres concernés.

Décalage

```

DC OFFSET:
  program +0.00 mVdc
  (actual +0.00 mVdc)
          load:hiZ ◊
  
```

En appuyant sur la touche OFFSET, on obtient l'écran **DC OFFSET**. Le décalage peut être entré à partir du clavier en nombre entier, virgule flottante ou avec exposant. À titre d'exemple, 100 mV peut être entré en tant que 0.1 ou 100E-3, etc. Toutefois, l'écran affiche toujours l'entrée dans les unités les plus appropriées, ici 100 mV. Pendant l'entrée d'une nouvelle valeur du décalage, la touche ± peut être utilisée à tout moment pour changer la polarité.

En tournant le bouton rotatif, on peut incrémenter ou décrémenter la valeur numérique par pas déterminés par la position du curseur d'édition (ligne clignotante de soulignement) ; le curseur est

déplacé vers la gauche ou vers la droite à l'aide des touches flèche. Puisque le décalage peut avoir des valeurs négatives, le bouton rotatif peut régler des valeurs inférieures à zéro. Bien que l'écran puisse changer de gamme pour une plus grande résolution lorsque le réglage incrémente près de zéro, la taille de l'incrément est maintenu à sa valeur correcte lorsque le décalage est réglé en négatif. Par exemple, si l'écran indique :

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 = +5.00. mVdc

program = -95.0 mVdc

program = -195. mVdc

Le décalage réel à la sortie MAIN OUT est atténué par l'atténuateur de sortie lorsqu'il 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 temps que champ non éditable sous la valeur programmée.

Par exemple, si l'amplitude est réglée sur 2,5 Vpp, la sortie n'est pas atténuée par l'atténuateur et le décalage réel (entre parenthèses) est le même que celui qui a été réglé. L'affichage **DC OFFSET** indique :

DC OFFSET:
program +1.50· Vdc
(actual +1.5· Vdc)
load:hiZ◇

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

DC OFFSET:
program +1.50· Vdc
(actual +151 mVdc)
load:hiZ◇

L'affichage ci-dessus indique que le réglage du décalage programmé est +1,50 V mais que le décalage réel est +151 mV. Notez que la valeur du décalage réel prend également en compte l'atténuation réelle fournie par l'atténuateur, en utilisant les valeurs déterminées pendant la procédure d'étalonnage. Dans l'exemple, le signal de sortie est exactement 250 mVpp et prend en compte la petite erreur dans l'atténuateur ; le décalage est exactement de 151 mV, en tenant compte de l'effet de l'atténuation connue (légèrement inférieur au nominal) pour un réglage de décalage de 1,50 V.

À chaque fois que le décalage réglé est ainsi modifié par un changement dans le niveau de sortie, un message d'avertissement indiquant que ceci vient de se produire apparaît à l'écran. De même, puisque décalage plus crête du signal est limité à ± 10 V pour éviter un écrêtage, un message d'avertissement apparaîtra sur l'écran si cela se produisait. Voir le paragraphe Messages d'Avertissement et d'erreur ci-après pour plus de détails.

L'atténuation de sortie est commandée intelligemment pour minimiser la différence entre décalage programmé et décalage réel lorsque la combinaison amplitude et décalage programmés le permet. Ainsi, lorsque le décalage est réglé, par exemple, à 150 mV, l'amplitude peut être réduite à nominale 50 mVpp avant que l'atténuateur rende le décalage réel différent de celui programmé.

Messages d'Avertissement et d'Erreur

Deux catégories de messages apparaissent sur l'écran lorsqu'une combinaison non conforme de paramètres a lieu.

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

1. Changer l'amplitude, par exemple, de 2,5 Vpp à 25 mVpp introduit l'atténuateur ; si un décalage différent de zéro a été réglé, il sera lui aussi atténué. Le message **DC OFFSET CHANGED BY AMPLITUDE** apparaîtra temporairement sur l'écran mais le réglage sera accepté. Dans ce cas, le décalage réel atténué s'affichera entre parenthèses au-dessous de la valeur choisie.
2. Lorsque le niveau de sortie est réglé à 10 Vpp, l'augmentation du décalage au-delà de ± 5 V provoque l'affichage du message **OFFSET + SUM + LEVEL MAY CAUSE CLIPPING** (décalage + addition + amplitude peut causer un écrêtage). Le changement de décalage sera accepté (produisant l'écrêtage de la forme d'onde) et l'utilisateur peut ensuite choisir de changer le niveau de sortie ou le décalage afin de générer un signal propre.

L'indication clip? apparaît sur 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 en un chiffre en dehors de la gamme de valeurs permises. Dans ce cas, l'entrée est rejetée et le réglage des paramètres reste inchangé. Voici quelques exemples :

1. Entrer une fréquence de 1 MHz pour une forme d'onde triangulaire. Le message d'erreur : **Frequency out of range for the selected waveform** s'affiche.
2. Entrer une amplitude de 25 Vpp. Le message d'erreur : **Maximum output level exceeded** s'affiche.
3. Entrer un décalage de 20V. Le message d'erreur : **Maximum DC offset exceeded** s'affiche.

Les messages restent à l'affichage pendant environ deux secondes. Les deux derniers messages peuvent être lus à nouveaux en appuyant sur la touche écran de **last error ...** dans l'écran UTILITY.

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

Le réglage par défaut est l'affichage des avertissements et des messages d'erreur accompagnés d'un bip sonore. Ce réglage peut être changé dans le sous-menu **error...** de l'écran UTILITY :

◇error beep: ON
◇error message: ON
◆warn beep: ON
◇warn message: ON

Chacun des éléments peut être activé (ON) ou non (OFF) en appuyant sur les touches écran associées. Les réglages en usine par défaut sont ON pour tous les éléments. Si un réglage est changé et qu'il est requis pour un emploi futur, il doit être sauvegardé en changeant la configuration des réglages à la mise en route. Sélectionnez **restore last setup** (rappel de la dernière configuration) dans le sous-menu **power on...** du menu UTILITY.

Sortie SYNC

SYNC OUT est une sortie de synchronisation de niveau TTL/CMOS dont la forme peut être sélectionnée automatiquement ou manuellement parmi les choix suivants :

- **waveform sync:** Une forme d'onde carrée avec un rapport cyclique de 50% à la fréquence de la forme d'onde principale ou une impulsion qui coïncide avec les premiers points d'une forme d'onde arbitraire. Elle peut être sélectionnée pour toutes les formes d'ondes.
- **position marker:** Ne peut être sélectionné que pour les formes d'onde arbitraire. Un ou plusieurs points de la forme d'onde principale peuvent être associés à un bit marqueur d'état haut ou bas. En forme d'onde standard, ce choix n'est pas disponible et est remplacé par phase zéro. S'il est sélectionné, ce choix produit une impulsion fine (un coup d'horloge) au départ de chaque période de l'onde standard.
- **burst done:** Produit une impulsion coïncidant avec la dernière période de la rafale.
- **sequence sync:** Produit une impulsion coïncidant avec la fin de la séquence des formes d'onde.
- **trigger:** Sélectionne le signal de déclenchement en service (interne, externe ou manuel). Utile lorsqu'il s'agit de synchroniser les signaux en rafale ou en porte.
- **sweep sync:** Génère la sortie du signal de déclenchement de la vobulation.
- **phase lock:** Utilisé pour verrouiller deux générateurs ou plus. Produit un front positif au point de phase 0°.

En appuyant sur la touche SYNC OUT, on appelle l'écran **SYNC OUTPUT**.

SYNC OUTPUT :
◆ **output: on**
◇ **mode: auto**
◆ **src: waveform sync**

SYNC OUT peut être activé ou non en appuyant sur la touche écran de **output**. La sélection du signal à émettre à partir de la prise SYNC OUT s'opère à l'aide de la touche écran **src** (source). Des pressions successives sur cette touche font défiler tous les types de source mentionnés ci-dessus (**waveform sync**, **position marker**, etc.). De même, une fois **src** sélectionnée (flèche double pointe), le bouton rotatif ou les touches flèche peuvent aussi faire défiler les sources.

La sélection de la source peut être rendue automatique (**auto**) ou définissable par l'utilisateur (**manual**) par des pressions successives sur la touche écran du paramètre **mode**. Dans le mode automatique, la source la plus appropriée à la forme d'onde principale en cours est sélectionnée.

À titre d'exemple, **waveform sync** est automatiquement sélectionné en ondes standard et arbitraires mais c'est **trigger** qui est sélectionné pour les ondes en rafale ou en porte. Voir Annexe 2.

La sélection automatique peut encore être changée manuellement par la touche écran de **src**, même lorsque le mode **auto** a été sélectionné, mais la sélection reviendra au mode automatique dès qu'un paramètre relevant est changé (ex. : fréquence ou amplitude de l'onde principale). La touche écran de **mode** doit sélectionner **manual** pour une source autre que celle établie par le choix automatique. La sélection de **auto** convient généralement aux signaux les plus fréquemment utilisés (ex. : **waveform sync** pour toutes les ondes principales continues), mais **manual** est nécessaire pour des besoins particuliers, ex. : marqueurs de position sur une onde arbitraire.

Généralités

Principes de fonctionnement

L'ensemble des formes d'onde standard et arbitraire peut faire l'objet d'une vobulation, excepté les formes d'onde impulsion, train d'impulsion et séquence. Pendant la vobulation, toutes les formes d'ondes sont générées en mode DDS qui présente l'avantage considérable d'offrir des balayages en phase continue à une gamme de fréquences très étendue (jusqu'à 1010). Cependant, il ne faut pas oublier que la fréquence est en réalité parcourue par pas et non balayée d'une façon véritablement linéaire ; on se doit donc de prêter attention à ce que l'instrument effectue réellement lorsqu'on utilise une gamme et un temps de balayage extrêmes. Pour les opérations DDS pendant la vobulation, il faut que les formes d'onde aient une longueur de 4096 points, ce qui représente la longueur naturelle des formes d'onde standard. Quant aux formes d'onde arbitraire, elles sont étendues ou compressées à 4096 points par le logiciel lorsqu'on déclenche la fonction vobulation. Ceci n'affecte pas les données de départ.

Le mode vobulation est activé ou désactivé en appuyant sur la touche écran **on** ou **off** de l'écran **SWEEP SETUP** auquel on accède en appuyant sur la touche de face avant SWEEP ou par la touche écran **sweep** dans l'écran **MODE**. Dans le cas des appareils multivoie, une ou plusieurs voies peuvent être vobulées à la fois, mais les paramètres de vobulation sont les mêmes pour toutes les voies.

Lorsque la vobulation est activée, le logiciel crée un tableau de 2048 fréquences entre les valeurs de démarrage et d'arrêt spécifiées en incluant celles-ci. Pour les temps de balayage de 1,03 s et plus, la vobulation s'effectue sur l'ensemble des 2048 fréquences. En dessous de 1,03 s, le balayage de fréquence comporte moins de pas à cause du temps de pause minimum de 0,5 ms à chaque pas. Au temps de balayage minimum (30 ms), la vobulation ne couvre que 60 pas.

Etant donné que toute fréquence utilisée dans le mode de balayage doit être l'une des valeurs indiquées dans le tableau, la fréquence centrale affichée peut ne pas être le point médian exact, et les marqueurs peuvent ne pas se trouver exactement à la fréquence programmée. La résolution de fréquence des pas peut s'avérer particulièrement approximative lors de balayages larges à la vitesse la plus rapide.

Connexion de SYNC OUT et TRIG IN

La vobulation est en général utilisée avec un oscilloscope ou une installation périphérique (hard-copy) dans le but d'étudier la réponse en fréquence d'un circuit. La sortie principale est reliée à l'entrée du circuit et la sortie du circuit à un oscilloscope, ou, pour les balayages lents, à un enregistreur.

On peut synchroniser l'oscilloscope ou l'enregistreur en connectant son entrée de déclenchement à la sortie SYNC OUT du générateur.

Pour afficher un marqueur sur l'oscilloscope, il faut que le connecteur de face arrière CURSOR/MARKER OUT soit relié à une seconde voie. Ce signal peut aussi moduler l'axe Z. La polarité et le niveau du curseur / marqueur sont définis dans le sous-menu **cursor/marker...** qui se trouve dans l'écran UTILITY. Voir le chapitre Menu des utilitaires.

Dans le cas des balayages déclenchés il faut soit un signal de déclenchement externe appliqué au connecteur d'entrée TRIG IN, soit des pressions sur la touche MAN TRIG, soit utiliser la commande à distance. La fonction de TRIG IN passe automatiquement par défaut sur externe quand la vobulation déclenchée est sélectionnée ; un balayage est amorcé par le front montant du signal de déclenchement.

Le générateur n'a pas de sortie pour les rampes qui puisse être utilisée par un enregistreur XY.

Réglage des paramètres

Une pression sur la touche SWEEP (ou sur la touche écran **sweep setup** de l'écran **MODE**) ouvre l'écran **SWEEP SETUP**.

```
SWEEP SETUP:  off ◆
◇range...      type...◇
◇time...       spacing...◇
◇manual...     marker...◇
```

Les sous-menus permettant de régler la gamme, la durée (vitesse du balayage), le type (continu, déclenché, etc.), le type de rampe (spacing 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 réglage du balayage manuel est sélectionné à partir de cet écran et le mode vobulation est activé ou désactivé également sur cet écran (**on/off**). La vobulation peut également être activé à partir la touche écran **sweep** de l'écran **MODE**. Dans tous les sous-menus ci-après, une pression sur la touche écran **done** ramène l'écran **SWEEP SETUP**.

Gamme de Balayage

Une pression sur la touche écran **range...** ouvre l'écran **SWEEP RANGE**.

```
SWEEP RANGE:
◆start: 100.0 kHz
◇stop: 10.00 MHz
◇centr/span done◇
```

La gamme maximale de balayage pour toutes les formes d'ondes va de 1 mHz à 16 MHz, y compris pour les formes triangle, rampe et carrée qui ont des limites différentes en fonctionnement non vobulé.

La gamme de balayage peut être définie en réglant soit les fréquences de départ (**start**) et d'arrêt (**stop**), soit la fréquence centrale et l'excursion (**centr/span**). L'entrée des valeurs se fait à l'aide soit du clavier, soit du bouton rotatif ; la fréquence de départ doit être inférieure à celle d'arrêt (voir toutefois le paragraphe Type de vobulation pour sélectionner la direction).

La touche écran **centr/span** ouvre l'écran de façon à permettre le réglage de la fréquence centrale et la taille de l'excursion autour d'elle. Sur cet écran, une pression sur une touche écran **start/stop** ramène la forme d'entrée fréquences de départ / d'arrêt..

Notez que lorsque la vobulation est affichée en termes de fréquence centrale et excursion, celle-ci sera toujours la différence exacte entre les fréquences de départ et d'arrêt, mais la fréquence centrale affichée sera celle du pas le plus proche de la fréquence centrale théorique. Voir le paragraphe Principes de fonctionnement.

Durée du balayage

Une pression sur la touche écran **time...** ouvre l'écran **SWEEP TIME**.

```
SWEEP TIME:
0.05 sec
(steps=100)
done◇
```

La durée du balayage est réglable entre 0,03 à 999 s avec une résolution de 3 chiffres directement à partir du clavier ou en utilisant le bouton rotatif. Comme il a été expliqué dans le paragraphe Principes de fonctionnement, les balayages effectués en moins de 1,03 seconde contiennent moins de pas que le maximum de 2048 à cause du temps de pause minimum de 0,5 ms à chaque pas. Pour cette raison, le nombre de pas réels est affiché entre parenthèses en temps que champ non éditable.

Type de vobulation

Une pression sur la touche **type** ouvre l'écran **SWEEP TYPE**.

```
SWEEP TYPE:
◆ continuous
◇direction: up
◇sync: on      done◇
```

Cet écran est utilisé pour régler le mode de vobulation (continu, déclenché, déclenché maintien et reprise, manuel) ainsi que la direction du balayage.

Des pressions répétitives sur la touche écran **direction** permettent les choix de direction suivants :

- up** de fréquence de départ à fréquence d'arrêt
- down** de fréquence d'arrêt à fréquence de départ
- up/down** de fréquence de départ à fréquence d'arrêt puis retour à fréquence de départ
- down/up** de fréquence d'arrêt à fréquence de départ puis retour à fréquence d'arrêt

La durée totale du balayage est toujours celle réglée dans l'écran **SWEEP TIME**, c'est à dire que pour les types **up/down** et **down/up**, la durée de chaque direction est la moitié de la durée totale. Similairement, le nombre total de pas est le même pour tous les types, ex. : dans le cas des types **up/down** et **down/up** chaque direction aura la moitié du nombre de pas. Dans les descriptions du mode vobulation qui suivent, la direction est supposée **up**, mais tous les modes peuvent être utilisés avec toutes les directions.

En mode **continuous**, le générateur procède à des balayages continus entre les fréquences de départ et d'arrêt, balayages déclenchée de façon répétitive par un générateur de déclenchement interne dont la fréquence est déterminée par le réglage de la durée du balayage. Lorsque la fréquence d'arrêt est atteinte, le générateur redémarre à la fréquence de départ après un délai suffisamment long pour qu'un oscilloscope, par exemple, reste synchronisé. Si le paramètre **sync** est réglé sur **on** (réglage par défaut), le générateur passe en réalité du niveau de la fréquence d'arrêt à la fréquence zéro puis commence le nouveau balayage à partir du premier point de la forme d'onde, en synchronisation avec le signal de déclenchement (généré à l'intérieur).

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

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 déclenchée, la fréquence effectue un balayage jusqu'à la fréquence d'arrêt, revient au départ et attend le déclenchement suivant. Si **sync** est réglé sur **on**, la fréquence tombe à zéro (c-à-d sans forme d'onde) et commence à effectuer un nouveau balayage au premier point de la forme d'onde quand le déclenchement suivant est reconnu. Si **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 **trig'd, hold/reset** (déclenché maintien et reprise), le générateur maintient la sortie à la fréquence de départ jusqu'à ce qu'il reconnaisse un déclenchement, la fréquence balaie jusqu'à la fréquence d'arrêt, puis se met en attente. Au déclenchement suivant, la sortie est mise à la fréquence de départ et y reste jusqu'à ce que le balayage suivant soit amorcé par un déclenchement ultérieur. Si **sync** est sur **off**, la sortie fonctionne exactement comme indiqué ci-dessus. Si **sync** est sur **on**, la fréquence se place à zéro au départ et commence chaque nouveau balayage au premier point de la forme d'onde.

Pour les deux modes **triggered** et **trig'd, hold/reset**, l'entrée TRIG IN est automatiquement réglée sur externe. La source de déclenchement peut être un signal externe

appliqué au connecteur TRIG IN (front positif), une pression sur la touche MAN TRIG de la face avant, ou via la commande à distance.

En mode **manual** l'ensemble du processus de balayage est contrôlé à partir de l'écran **MANUAL SWEEP**.

Balayage manuel

En appuyant sur la touche écran **manual** qui se trouve sur l'écran **SWEEP SETUP**, l'écran **MANUAL SWEEP FREQ** s'affiche.

```
MANUAL SWEEP FREQ:
      1.630      MHz
◇step fast      wrap◇
◆step slow      done◇
```

Avant que la commande manuelle puisse être utilisée, **manual** doit être sélectionné dans l'écran illustré ci-dessus ; sinon, le message **mode is not manual** sera affiché à la place de la fréquence.

En mode manuel, toutes les fréquences de la gamme définie sont balayées par pas en utilisant le bouton rotatif ou les touches flèche. Si **step slow** (pas lents) est sélectionné, tous les points du tableau des fréquences sont balayés. Avec **step fast**, la fréquence change par incréments de plusieurs pas. **step fast** ne peut pas être choisi lorsque le nombre de pas du tableau est faible.

Si **wrap** est sélectionné, le balayage effectue une boucle à partir de la fréquence de départ jusqu'à la fréquence d'arrêt et vice-versa ; si **no wrap** est sélectionné, le balayage se termine soit à la fréquence de départ, soit à la fréquence d'arrêt selon la direction imprimée par le bouton rotatif ou par les touches flèche.

Type de la rampe

Une pression sur la touche écran **spacing** située dans l'écran **SWEEP SETUP** ouvre l'écran **SWEEP SPACING**.

```
SWEEP SPACING:
◆logarithmic
◇linear
                                done◇
```

Lorsque **linear** est sélectionné, la rampe de balayage est linéaire.

Lorsque **logarithmic** est sélectionné, chaque décade de fréquences est parcourue à la même vitesse.

Marqueur de balayage

Pour faire apparaître l'écran **SWEEP MARKER FREQ**, il faut appuyer sur la touche écran de **marker** dans l'écran **SWEEP SETUP**.

```
SWEEP MARKER FREQ:
prog: 5.000      MHz
actual: 4.977    MHz
                                done◇
```

On peut programmer une nouvelle fréquence du marqueur directement à partir du clavier ou en se servant du bouton rotatif et des touches flèche. Notez que la fréquence du marqueur ne peut être que l'une des valeurs figurant dans le tableau des fréquences de balayage. N'importe quelle valeur de la gamme de balayage peut être programmée mais la valeur réelle sera la fréquence la plus proche figurant sur le tableau. Lorsque le balayage est activé, la fréquence réelle du marqueur est affichée dans le champ non éditable qui apparaît sous la fréquence programmée.

Pour un réglage du balayage par défaut de 100 kHz à 10 MHz pendant 50 ms (400 pas), la fréquence réelle d'un marqueur programmé à 5 MHz est de 4,977 MHz.

La durée du marqueur est le nombre d'intervalles de 0,5 ms où la fréquence demeure à la valeur du marqueur. Pour les balayages rapides et/ou larges, ce nombre sera la plupart du temps 0,5 ms mais pour des balayages lents et/ou restreints, le marqueur peut durer pendant plusieurs intervalles de 0,5 ms. Afin d'éviter des conditions anormales, le marqueur n'est pas placé exactement à la fréquence de départ ou d'arrêt même si cela est programmé. La polarité du marqueur et son niveau sont réglés dans le sous-menu **cursor/marker...** de l'écran UTILITY. Voir le chapitre Menu des utilitaires.

La fréquence du marqueur peut être changée lorsque le balayage est en marche mais, dans la mesure où le tableau des valeurs de fréquences se recrée à chaque changement, cela peut prendre du temps, surtout à partir du bouton rotatif. Il est plus rapide d'arrêter le balayage, de changer le marqueur et ensuite de relancer le balayage.

Maintien du balayage

Le balayage peut être suspendu ou redémarré à tout moment à sa fréquence en cours par pressions successives sur la touche MAN HOLD ou par la commande à distance. Comme pour toutes les autres commandes de vobulation, une pression sur la touche MAN HOLD arrête le balayage de **toutes** les voies réglées et activées pour vobuler.

Généralités

Les modes rafales déclenchées (triggered burst) et porte (gated) se sélectionnent à partir de l'écran **MODE** auquel on accède à l'aide de la touche MODE. Ils peuvent être utilisés au lieu du mode continu par défaut.

```
MODE:
◆continuous
◇gated      setup...◇
◇triggered  setup...◇
```

Dans le mode rafale, un nombre défini de périodes est généré après chaque déclenchement. Ce mode est déclenché par front.

Dans le mode porte, l'instrument génère le signal de sortie lorsque le signal de porte est à l'état vrai. Ce mode est sensible aux niveaux.

Le mode rafale peut être contrôlé soit par le générateur de déclenchement interne, soit par une entrée de déclenchement externe, soit par la sortie du déclenchement interne d'une voie adjacente, soit par la touche MAN TRIG de la face avant ou par commande à distance. Le mode porte peut être contrôlé par le générateur de déclenchement interne ou par une entrée de déclenchement externe.

Dans les deux modes, la phase du signal au départ peut être spécifiée.

Générateur de déclenchement interne

La période du générateur de déclenchement interne se règle grâce à la touche de fonction **period** de l'écran **TRIGGER IN** ouvert par la touche TRIG IN.

```
TRIGGER IN: force ◇
◇source: internal
◇slope: positive
◆period: 2.00ms
```

Le générateur de déclenchement interne divise un oscillateur à quartz pour produire une onde carrée de rapport cyclique 50% et de période allant de 0,01 ms (100 kHz) à 200 s (0,005 Hz). Les valeurs de période qui ne peuvent pas être réglées avec exactitude sont acceptées et arrondies à la valeur valable la plus proche, par ex., 0,109 ms est arrondi à 0,11 ms.

Lorsque les modes rafale et porte sont sélectionnés, la source SYNC OUT passe automatiquement en **trigger** par défaut, qui est la sortie du générateur de déclenchement interne quand source interne a été spécifiée.

En mode rafale, le front sélectionné de chaque période du générateur de déclenchement est utilisé pour amorcer une rafale. L'intervalle entre les rafales est donc compris entre 0,01 ms et 200 s selon le réglage de la période du générateur.

En mode porte, la sortie du générateur principal est activée pendant que le signal de déclenchement est à l'état vrai. La durée de la porte est toutefois de 0,005 ms à 100 s pour des périodes du générateur de déclenchement allant de 0,01 ms à 200 s.

Entrée de déclenchement externe

Les signaux de déclenchement ou de porte externes s'appliquent au connecteur TRIG IN qui a un seuil TTL (1,5 V). En mode rafale, l'entrée est sensible au front. Le front sélectionné de chaque déclenchement externe déclenche une rafale. En mode porte, l'entrée est sensible au niveau. La sortie du générateur principal est active pendant que le signal de commande est à l'état vrai.

La largeur minimale de l'impulsion pouvant être employée avec TRIG IN dans le mode rafale est de 50 ns et la répétition maximale de 1 MHz. Le niveau maximum du signal qui peut être appliqué sans risque est de ± 10 V.

Lorsque le mode rafale ou porte est sélectionné, la source SYNC OUT passe automatiquement par défaut sur **trigger** ce qui correspond à un signal de sortie sous forme soit de front positif, soit de porte selon le mode sélectionné, rafale ou porte.

Déclenchement par voie adjacente

Dans le cas des instruments multivoie, les rafales peuvent être déclenchées intérieurement par le signal TRIG OUT d'une voie adjacente. La numérotation des voies est en boucle, c'est-à-dire que les voies adjacentes à la voie 1 sont 2 et 4.

L'écran **TRIG OUT** est ouvert par la touche de face avant TRIG IN.

```
TRIGGER OUT:
  ◆mode: auto
  ◇source: wfm end
```

Les choix de source pour TRIG OUT sont :

- wfm end:** Fin de forme d'onde ; une impulsion montante coïncidant à la fin d'une période de l'onde (et au début de la suivante).
- pos 'n marker:** Position du marqueur ; ondes arbitraires seulement. N'importe quel point de l'onde peut avoir un bit marqueur réglé à l'état haut ou bas.
- seq sync:** Synchronisation de séquence ; une impulsion montante coïncidant à la fin d'une séquence de formes d'onde.
- burst done:** Une impulsion montante coïncidant à la fin de la dernière période d'une séquence.

Le choix par défaut est **wfm end** sauf lorsque la voie génère une séquence, auquel cas il devient **seq sync**. Pour choisir une autre source que celle par défaut, il est nécessaire de passer de mode: **auto** à **manual**.

TRIG OUT est un signal interne, mais comme dans le cas des autres sources de déclenchement, un signal à front positif est disponible à la sortie SYNC OUT dès que le mode rafale est sélectionné.

Mode rafale

Ce mode est activé par la touche écran **triggered** de l'écran **MODE**. La touche écran du **setup...** adjacent ouvre l'écran **TRIGGER/GATE SETUP** (réglage des paramètres de rafale et de porte) qui permet de fixer le nombre de périodes de la rafale et la phase de départ. Les autres paramètres de déclenchement se règlent sur l'écran **TRIGGER IN** ouvert par la touche TRIG IN.

```
TRIGGER IN:  force ◇
  ◇source: internal
  ◇slope: positive
  ◆period: 2.00ms
```

Source de déclenchement

Le paramètre **source** peut être réglé sur **internal**, **external**, **manual** ou sur une des voies adjacentes **chan x**.

Lorsque **internal** est sélectionné, le générateur de déclenchement interne est utilisé pour déclencher une rafale. Son réglage est décrit dans un paragraphe précédent.

Lorsque **external** est sélectionné, le front spécifié (**slope**) du signal externe déclenche une rafale.

Lorsque **chan x** est sélectionné, le signal TRIG OUT de cette voie adjacente déclenche une rafale. La source de ce signal interne est réglée comme décrit dans un paragraphe précédent.

Lorsque **manual** est sélectionné, seule une pression sur MAN TRIG ou une commande à distance peut déclencher une rafale. Dans le cas des instruments multivoie, la pression sur MAN TRIG déclenche la rafale de toutes les voies réglées sur **manual**.

Front de déclenchement

La touche écran **slope** est utilisée pour sélectionner le front (**positive** ou **negative**) du signal de déclenchement externe. Le choix par défaut est **positive**.

Notez que le signal généré par la sortie SYNC OUT est toujours un front positif qui coïncide au départ de la rafale.

Nombre de périodes

Le nombre de périodes complètes de chaque rafale se règle dans l'écran **TRIGGER/GATE SETUP** ouvert après pression sur la touche écran du paramètre **setup** sur la même ligne que **triggered** dans l'écran **MODE**.

TRIGGER/GATE SETUP: ◆burst cnt: 0000001 ◇phase: +000.0° (actual: +000.0°)

La sélection du paramètre **burst cnt** permet d'entrer le nombre de périodes directement par le clavier ou à l'aide du bouton rotatif. Le nombre maximum de périodes que peut compter une rafale est de 1048575 (20^{20-1}).

Phase de départ

La phase du point de la période commençant la rafale peut être réglée directement par le clavier ou à l'aide du bouton rotatif. Puisque la dernière période de la rafale est toujours complète, la phase de départ est aussi celle d'arrêt.

Le réglage de phase a une précision de 0,1° mais la résolution réelle dépend de la forme de l'onde et de sa fréquence comme détaillé ci-dessous. Quand c'est le cas, la phase réelle est indiquée entre parenthèses au-dessous de la phase programmée.

Pour obtenir une phase de départ précise, toutes les formes d'onde sont créées par synthèse d'horloge comme si elles étaient des ondes arbitraires lorsque le mode rafale est sélectionné. Cela limite à 4 chiffres la résolution de la fréquence en service pour toutes les formes d'onde, alors que les ondes normalement créées par synthèse numérique directe sont encore entrées avec une précision de 7 chiffres. Les formes sinus, cosinus, sin. décalé, etc. sont créées comme si elles étaient des ondes arbitraires avec le premier point exactement à la phase de départ. Chaque fois que la phase ou la fréquence est changée, l'onde est recalculée ce qui peut causer un léger retard si ces paramètres sont changés rapidement par le bouton rotatif.

La résolution de phase en onde arbitraire est limitée par la longueur de l'onde puisque la résolution maximum est de 1 coup d'horloge. Ainsi une onde de longueur > 3600 points aura une résolution de 0,1° mais en dessous de ce nombre de points, la résolution maximum devient $360 \div$ nombre de points.

La phase de départ de l'onde carrée, de l'impulsion, d'un train d'impulsions et d'une séquence n'est pas réglable, elle est fixe à 0°.

Un résumé des possibilités des phases de départ en mode rafale est représenté dans le tableau ci-dessous :

Forme d'onde	Fréq. max.	Gamme et résolution
Sinus, cosinus, sin./ cos. décalés	1 MHz	$\pm 360^\circ$, 0,1°
Carrée	1 MHz	0° seulement
Triangle	100 kHz	$\pm 360^\circ$, 0,1°
Rampe	100 kHz	$\pm 360^\circ$, 0,1°
Sinus (x)/x	100 kHz	$\pm 360^\circ$, 0,1°
Impulsion et train d'impulsions	10 MHz	0° seulement
Arbitraire	40 M éch./s	$\pm 360^\circ$, 360°=longueur ou 0,1°
Séquence	40 M éch./s	0° seulement

Déclenchement manuel en multivoie

Si un instrument multivoie est réglé pour que toutes les voies soient déclenchées par une voie adjacente, il est possible de rencontrer une situation où toutes les voies sont en attente d'un déclenchement et que la séquence de rafales ne démarre jamais. Pour contourner cette difficulté n'importe quelle voie peut être déclenchée manuellement à l'aide de la touche écran du paramètre **force** dans l'écran **TRIG IN**. Sélectionnez la voie qui doit démarrer la séquence dans la colonne des touches SETUP en face avant, ouvrez l'écran **TRIG IN** et appuyez sur la touche écran de **force**.

Mode porte

Ce mode est activé par la touche écran **gated** de l'écran **MODE**. La touche écran du **setup...** adjacent ouvre l'écran **TRIGGER/GATE SETUP** (réglage des paramètres de rafale et de porte) qui permet de régler la phase de départ de la première période dans la porte. Les autres paramètres de déclenchement se règlent sur l'écran **TRIGGER IN** ouvert par la touche TRIG IN.

```
TRIGGER IN: force ◊  
◊source: internal  
◊slope: positive  
◆period: 2.00ms
```

Source du signal de porte

Le paramètre **source** peut être réglé sur **internal**, **external** ou sur une des voies adjacentes **chan x**.

Lorsque **internal** est sélectionné, le générateur de déclenchement interne est utilisé comme signal de porte ; la durée de la porte est la moitié de la période du générateur interne dont le réglage a été décrit précédemment.

Lorsque **external** est sélectionné, la durée de la porte va du point (nominalement 1,5 V) de la pente spécifiée (**slope**) jusqu'au même niveau de la pente opposée.

Lorsque **chan x** est sélectionné, le signal TRIG OUT de cette voie adjacente est le signal de porte. La source de ce signal interne est réglée comme décrit dans un paragraphe précédent.

Polarité du signal de porte

Si le paramètre **slope**, sur l'écran **TRIGGER IN**, est réglé sur **positive**, la porte s'ouvrira au seuil du front montant et se fermera au seuil du front descendant d'un signal de porte externe, c'est-à-dire que le signal de porte est vrai lorsqu'il est à l'état haut. Si **slope** est réglé sur **negative**, le signal de porte est vrai lorsqu'il est à l'état bas. La pente positive doit être sélectionnée pour la source interne et voie adjacente.

Phase de départ

```
TRIGGER/GATE SETUP:  
◆burst cnt: 0000001  
◇phase:    +000.0°  
(actual: +000.0°)
```

La phase du point de la période commençant la porte peut être réglée directement par le clavier ou à l'aide du bouton rotatif. Puisque la dernière période de la rafale est toujours complète, la phase de départ est aussi celle d'arrêt.

Le réglage de phase a une précision de 0,1° mais la résolution réelle dépend de la forme de l'onde et de sa fréquence. Quand c'est le cas, la phase réelle est indiquée entre parenthèses au-dessous de la phase programmée.

Pour obtenir une phase de départ précise, toutes les formes d'onde sont créées par synthèse d'horloge comme si elles étaient des ondes arbitraires lorsque le mode rafale est sélectionné. Cela limite à 4 chiffres la résolution de la fréquence en service pour toutes les formes d'onde, alors que les ondes normalement créées par synthèse numérique directe sont encore entrées avec une précision de 7 chiffres. Les formes sinus, cosinus, sin. décalé, etc. sont créées comme si elles étaient des ondes arbitraires avec le premier point exactement à la phase de départ. Chaque fois que la phase ou la fréquence est changée, l'onde est recalculée ce qui peut causer un léger retard si ces paramètres sont changés rapidement par le bouton rotatif.

La résolution de phase en onde arbitraire est limitée par la longueur de l'onde puisque la résolution maximum est de 1 coup d'horloge. Ainsi une onde de longueur > 3600 points aura une résolution de 0,1° mais en dessous de ce nombre de points, la résolution maximum devient $360 \div \text{nombre de points}$.

La phase de départ de l'onde carrée, de l'impulsion, d'un train d'impulsions et d'une séquence n'est pas réglable, elle est fixe à 0°. Se reporter au tableau du mode rafale.

Sortie SYNC OUT en modes rafale et porte

Lorsque le mode rafale ou porte est sélectionné, la source SYNC OUT passe automatiquement par défaut sur **trigger** ce qui correspond à un signal de sortie sous forme soit de front positif, soit de porte selon le mode sélectionné, rafale ou porte. Ce signal de sortie est synchronisé sur le signal de déclenchement en service quelle qu'en soit la source (interne, externe ou voie adjacente) et la polarité.

Toutefois, SYNC OUT peut être réglée sur **burst done** dans l'écran **SYNC OUT**. Cela entraîne un signal à l'état bas lorsque l'onde est générée et à l'état haut à tout autre moment.

Généralités

En mode tonalité, la fréquence du signal de sortie est commutée entre plusieurs valeurs selon une liste établie par l'utilisateur et qui peut comprendre jusqu'à 16 fréquences. La commutation est commandée par un signal de déclenchement dont la source peut être interne, externe, la touche MAN TRIG ou une commande à distance. Dans le cas des générateurs multivoie, la source peut aussi être une voie adjacente. La sélection de la source se fait dans l'écran **TRIG IN**.

Toutes les formes d'onde standard et arbitraire peuvent être utilisées en mode tonalité mis à part l'impulsion, le train d'impulsion et la séquence. Pendant le mode tonalité, toutes les formes d'onde sont générées en mode DDS de façon à pouvoir passer rapidement d'une fréquence à l'autre sans déphasage. Pour les opérations DDS, toutes les formes d'ondes doivent avoir une longueur de 4096 points. C'est la longueur naturelle des formes d'ondes standard mais toutes les formes d'ondes arbitraires seront étendues ou condensées à 4096 points par le logiciel. Les données d'origine n'en sont pas affectées.

Etant donné que l'on utilise le mode DDS, la gamme de fréquences pour toutes les formes d'ondes va de 1 MHz à 10 MHz y compris pour les ondes triangle, rampe ainsi que carrée qui ont des limites différentes dans le fonctionnement continu.

Liste des fréquences

Appuyez sur la touche écran **tone setup...** située sur l'écran **MODE**, auquel on accède en appuyant sur la touche **MODE** :

```
TONE      type: trig◇
◇2.000000 kHz #2
◆3.000000 kHz del◇
◇end of list #4
```

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

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

Type de tonalité

Le paramètre **type** propose trois choix :

- trig** : après chaque apparition d'un front de signal spécifié par les paramètres **source** et **slope** de l'écran **TRIG IN**, la fréquence change à la fin de la période en cours.
- gate** : la fréquence change quand le signal de porte spécifié passe à l'état spécifié. La fréquence de sortie reste fixe jusqu'à changement d'état du signal de porte, la sortie est alors interrompue. Elle est réactivée par le signal de porte valide suivant, la fréquence de sortie devient la suivante de la liste. La différence entre **trig** et **gate** est que dans le premier type, la fréquence change sans saut de phase, alors que dans le second type, il y a interruption du signal entre deux portes.
- fsk** : type semblable à **trig** mais ici la fréquence change instantanément **sans terminer la période en cours**.

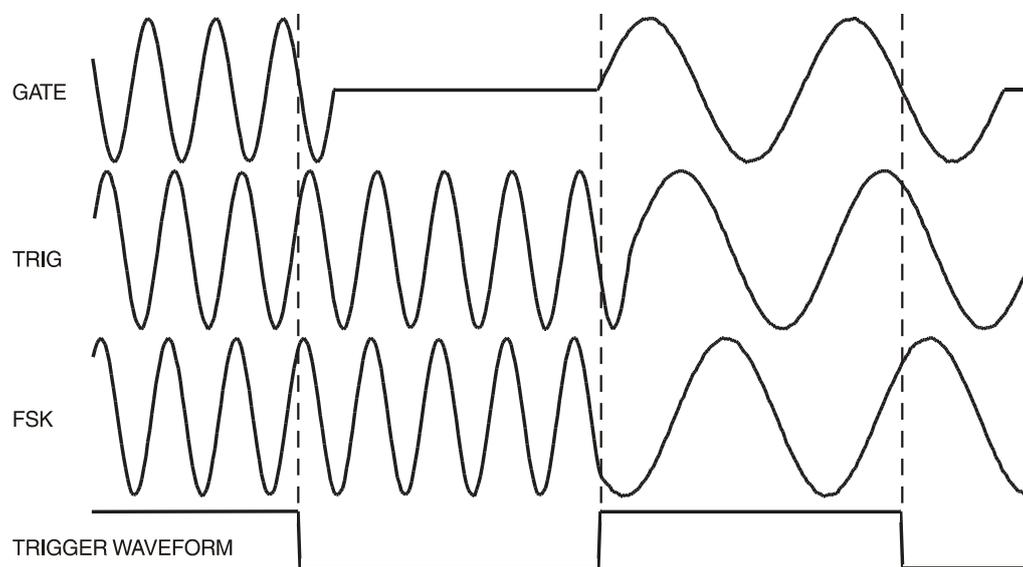
Les dessins suivants montrent la différence entre les trois types pour une liste de deux fréquences commutées par un signal carré (pente positive spécifiée).

Les fréquences maximums recommandées pour tonalité et commutation sont les suivantes :

GATE : Tonalité 50 kHz, commutation < tonalité

TRIGGER : Tonalité 50 kHz, commutation 1 MHz

FSK : Tonalité 1 MHz, commutation 1 MHz



Tone Waveform Types

Source de commutation

Le signal qui commande la commutation de fréquence est celui programmé dans le paramètre source sur l'écran **TRIGGER IN**. Le champ **slope** de ce même écran règle la polarité de ce signal ; sur **positive**, c'est le front montant qui est actif ou l'état haut qui est vrai. Le signal qui peut être sélectionné comme source peut être le générateur interne de déclenchement, un déclenchement externe la touche face avant MAN TRIG ou la sortie de déclenchement d'une voie adjacente. Se reporter au chapitre Modes rafale et porte pour plus de détails.

Test DMTF avec générateur multivoie

Le test DMTF (Dual Tone Multiple Frequency) est une utilisation importante du mode tonalité. Dans ce type de test, deux voies sont réglées avec des listes de fréquence de longueur égale et sont déclenchées par le même signal. Les sorties sont sommées à l'aide la fonction interne SUM. Voir chapitre Sommation. Le test DMTF utilise en général des signaux sinusoïdaux de fréquences comprises entre 600 Hz et 1,6 kHz.

Il est également possible de faire des tests DMTF en utilisant deux générateurs monovoie déclenchés par un signal externe commun et dont les sorties sont sommées extérieurement.

Introduction

Les formes d'onde arbitraire sont générées en adressant séquentiellement la RAM qui contient les données de la forme d'onde à l'aide de l'horloge arbitraire. La fréquence de la forme d'onde arbitraire est déterminée à la fois par l'horloge arbitraire et le nombre total de points de données dans la période.

Dans cet instrument, la forme d'onde arbitraire peut comporter jusqu'à 65536 points horizontaux. La gamme verticale est comprise entre -2048 et +2047, ce qui correspond à une sortie maximum de 20 Vpp. On peut mémoriser dans la RAM non volatile jusqu'à 100 formes d'ondes et donner un nom à chacune d'elles. Le nombre qui peut être mémorisé dépend du nombre de points que comporte chaque forme d'onde.

Les formes d'onde arbitraire peuvent être créées en utilisant les possibilités d'édition de base de la face avant (ce qui est particulièrement utile pour modifier les formes d'onde standard et arbitraire existantes) ou en utilisant le logiciel de création des formes d'onde à partir d'expressions mathématiques, de combinaisons d'autres formes d'ondes ou librement voir Annexe 4.

Termes nécessaires propres aux ondes arbitraires

Les termes suivants sont utilisés pour décrire les formes d'onde arbitraire :

- *Taille horizontale.* Le nombre de points horizontaux est la composante temps de la forme d'onde. La taille minimale est de 4 points et la taille maximale est de 65536 points.
- *Adresse de forme d'onde.* Chaque point horizontal de la forme d'onde arbitraire possède une adresse unique. Les adresses débutent toujours à 0000, ce qui veut dire que l'adresse de fin est égale à la taille horizontale moins un.
- *Fréquence arbitraire et fréquence de l'onde.* La fréquence arbitraire est la fréquence de l'horloge des compteurs d'adresse des données de la RAM et se situe dans une fourchette allant de 0,1 Hz à 30 MHz. La fréquence de l'onde dépend d'une part de la fréquence arbitraire et d'autre part de la taille horizontale. Une forme d'onde de 1000 points adressée par une fréquence arbitraire de 40 MHz possède une fréquence de forme d'onde de $40 \times 10^6 \div 1000 = 30$ kHz.
- *Valeur des données.* Chaque point horizontal de la forme d'onde a une valeur d'amplitude qui se situe dans la fourchette -2048 à +2047.
- *Amplitude de l'onde arbitraire.* Lorsque l'on produit des formes d'onde arbitraire, l'amplitude maximale de la sortie dépend d'une part de la fourchette des valeurs de données et, d'autre part, du réglage de l'amplitude de sortie. Une forme d'onde qui contient des valeurs de données situées dans la fourchette allant de -2048 à +2047 produira une sortie maximale qui représente 100% de l'amplitude programmée. Si la gamme maximale des valeurs de données n'est par exemple que de -1024 à +1023, la sortie maximale ne représente que 50% du niveau programmé.

Création et modification d'ondes arbitraires – principes généraux

La création de formes d'onde arbitraire en se servant uniquement de l'instrument comporte deux étapes principales.

- Créer une nouvelle forme d'onde vide ou une copie d'une forme d'onde existante et lui donner une taille et un nom.
- Modifier la forme d'onde à l'aide de diverses possibilités d'édition de façon à obtenir la forme exactement demandée.

Ces étapes sont décrites en détail dans les paragraphes Création d'une nouvelle onde et Modification d'une onde arbitraire qui suivent.

La création de formes d'onde à partir du logiciel de création comporte également en deux étapes :

- Création d'une forme d'onde par le logiciel dans un PC.
- Chargement de la forme d'onde dans le générateur via l'interface RS232 ou GPIB.

Ces procédures sont décrites dans l'Annexe 4.

Certaines contraintes s'appliquent à l'ensemble du fonctionnement du générateur pendant la création et la modification d'une onde arbitraire. Cela assure une gestion correcte de l'onde arbitraire et évite les discordes particulièrement pour les instruments multivoie. Les contraintes sont mentionnées dans les paragraphes qui suivent et sont résumées ici.

- Aucune création ni modification d'onde arbitraire n'est possible que si toutes les voies génèrent en continu ; la sommation et la modulation est permise.
- Les ondes arbitraires sont créées et principalement éditées dans la mémoire non volatile de sauvegarde : jusqu'à 100 ondes peuvent être stockées dans la mémoire limitée à 256 k points. N'importe laquelle de ces ondes peut être appelée dans une mémoire de voie en la sélectionnant pour être générée seule ou comme partie d'une séquence, dans la limite de 64 k points par voie. Pendant l'édition, les changements sont faits dans la mémoire non volatile puis copiés dans toutes les voies utilisant cette onde. Les exceptions sont les changements d'amplitude, de décalage et de copie de blocs qui ne sont faits au départ que dans la mémoire de la voie sélectionnée ; ils sont copiés dans la mémoire non volatile de sauvegarde (puis dans les autres voies utilisant l'onde) quand l'édition du paramètre est confirmé par une pression sur la touche écran de **save**.
- Une forme d'onde ne peut pas être effacée d'une mémoire de voie si elle est en cours de génération.
- Les formes d'onde doivent être effacées de la mémoire de la voie avant de l'être de la mémoire de sauvegarde.
- Si une séquence d'ondes arbitraires est en cours de génération, aucune forme d'onde de cette voie ne peut être effacée, qu'elle appartienne ou non à la séquence.
- Une forme d'onde utilisée dans une séquence non active peut être effacée mais la séquence ne pourra plus être exécutée correctement et devra être modifiée pour exclure l'onde effacée.

Les contraintes ci-dessus seront rappelées à l'opérateur par des messages d'avertissement ou d'erreur lorsqu'il tentera une opération non permise.

Rappel d'une onde arbitraire

Lorsque à la mise en marche de l'instrument les réglages par défaut sont utilisés, toutes les ondes arbitraires précédemment créées ne sont stockées que dans la mémoire non volatile de sauvegarde. Pour en exécuter une, il est nécessaire de la sélectionner dans la liste de la mémoire. Appuyez sur la touche ARB pour la faire apparaître.

ARBS:	backup mem ◊
◊wv00	01024
◊wv01	03782
◊wv02	00500

Le bouton rotatif ou les touches flèche font défiler le contenu de la liste sur l'écran. Après avoir sélectionné la voie désirée à l'aide d'une des touches de la colonne SETUP, appuyez sur la touche écran correspondant au nom de l'onde choisie, elle sera chargée dans la mémoire de la voie. Plusieurs ondes peuvent y être chargées de cette façon dans la limite de 64 k points ; la dernière chargée sera celle qui sera générée.

Si la mémoire de la voie contient plusieurs ondes, l'une d'elle pourra être sélectionnée en tant qu'onde à générer dans la liste de son contenu. Laquelle liste apparaît sur l'écran en appuyant sur la touche écran du paramètre **backup mem** (mémoire de sauvegarde) qui devient **chan mem** (mémoire de la voie). Exemple :

ARBS:	chan mem ◊
◊wv01	03872
◊wv03	00128

Si à la mise en marche, c'est la dernière configuration de réglages qui est rappelée, les formes d'onde précédemment stockées dans la mémoire de la voie s'y trouveront. Voir le chapitre Menu des utilitaires.

La même onde arbitraire peut être sélectionnée pour être générée par plus d'une voie et, lorsqu'elle est éditée dans la mémoire de sauvegarde, les changements seront reproduits dans toutes les copies. Les paragraphes qui suivent donnent plus de détails concernant la création et la modification d'ondes arbitraires.

Création de nouvelles formes d'onde

En appuyant sur la touche **CREATE**, l'écran **CREATE NEW WAVEFORM** s'affiche.

```
CREATE NEW WAVEFORM
free memory: 258972
◊create blank...
◊create from copy...
```

Création d'une forme d'onde vide

Le menu s'affiche lorsqu'on appuie sur la touche **create blank...**

```
◆create: "wv01  "
◊size:   01024
◊cancel      create◊
```

La ligne supérieure contient le nom de la forme d'onde défini par l'utilisateur et qui peut comporter jusqu'à 8 caractères. L'instrument attribue un nom par défaut du type **wv(n)** en commençant à **wv1**. Le nom peut être édité en sélectionnant la position du caractère approprié à l'aide des touches curseur et en réglant ensuite le caractère choisi à l'aide du bouton rotatif qui fait défiler la liste de l'ensemble des caractères alphanumériques en séquence.

Lorsqu'on appuie sur la touche écran **size**, on peut entrer directement la longueur de la forme d'onde à partir du clavier ou à l'aide du bouton rotatif et des touches flèche ; la taille par défaut est de 1024. La taille minimale de 4 et la taille maximale de 65536. Les avertissements qui conviennent s'affichent si l'on essaie de donner à la forme d'onde une taille inférieure à 4 ou supérieure à la mémoire restante disponible.

On peut quitter le menu soit en appuyant sur la touche écran **cancel** qui permet de garder le nom mais qui n'alloue pas d'espace mémoire, soit en appuyant sur la touche écran **create** qui crée une forme d'onde vide et affiche directement l'écran **MODIFY** servant à éditer la forme d'onde.

Création d'une copie de forme d'onde

Une pression sur la touche écran **create from copy...**, le menu suivant s'affiche :

```
◆create: "wv01  "
◊from:   sine
◊size:   01024
◊cancel      create◊
```

Le nom défini par l'utilisateur et la taille de l'onde peuvent être entrés après pression sur les touches écran **create** et **size**, comme il est décrit dans le paragraphe précédent.

La forme d'onde source qui doit être copiée peut être sélectionnée à partir de la touche écran **from**. Plusieurs pressions sur cette touche font défiler la liste de toutes les formes d'onde disponibles, y compris toutes les ondes arbitraires déjà créées. Le bouton rotatif ou les touches flèche peuvent aussi être utilisés pour cette sélection.

La taille horizontale de la forme d'onde en cours de copie n'a pas besoin d'être la même que la forme d'onde en cours de création. En appuyant sur la touche **create**, le logiciel compresse ou étend la forme d'onde source pour créer la copie. Quand la source est étendue, la copie possède des points interpolés supplémentaires. Quand la source est compressée, il est possible que certaines données essentielles soient perdues, surtout en ce qui concerne les formes d'onde arbitraire possédant des crêtes étroites si le taux de compression est important.

On peut quitter le menu soit en appuyant sur la touche écran **cancel** qui permet de garder le nom mais qui ne fait pas la copie, soit en appuyant sur la touche écran **create** qui crée la copie et affiche directement l'écran **MODIFY** servant à éditer la forme d'onde.

Modification d'ondes arbitraires

Une pression sur la touche de face avant **MODIFY** ouvre l'écran **MODIFY**.

```
◆ MODIFY:      wv01
◇resize...     rename...◇
◇delete...     info...◇
◇edit waveform..
```

Cet écran permet d'accéder à un ensemble de sous-menus qui servent à sélectionner la forme d'onde à redimensionner, renommer, éditer, etc. L'onde arbitraire à modifier est sélectionnée à l'aide du bouton rotatif ou des touches flèche. Le choix en cours est affiché sur la ligne supérieure à côté de **MODIFY** :

Curseur d'édition de la forme d'onde

Pendant toute procédure de modification d'une forme d'onde arbitraire incluant le réglage d'adresses, le(s) curseur(s) sont disponibles au connecteur de face arrière **CURSOR/MARKER OUT**. L'amplitude, la polarité et la largeur du curseur se règlent dans le sous-menu **cursor/marker...** de l'écran **UTILITY**. Les curseurs sont positionnés aux adresses de départ et d'arrêt utilisées pour les diverses opérations d'édition décrites ci-dessous (une seule adresse / un seul curseur pour la mise en forme par points). Le signal du curseur peut être affiché sur une seconde voie de l'oscilloscope ou utilisé pour moduler l'axe Z afin de mettre en surbrillance les adresses de début et d'arrêt.

Notez que les adresses sont conservées lorsque l'on se déplace entre les fonctions d'édition. Ainsi, si les adresses de début et d'arrêt sont réglées en vue de l'insertion de la forme d'onde, ces mêmes adresses apparaissent par défaut lorsque l'on sélectionne, par exemple, l'édition de l'amplitude. Bien entendu, les adresses peuvent être changées par la suite.

Redimensionner une forme d'onde

Une pression sur la touche écran **resize...** dans l'écran **MODIFY**, ouvre l'écran **Resize**.

```
Resize:      wv01
(old size: 01024)
new size: 01024
◇cancel      resize◇
```

Cet écran permet de changer le nombre de points composant la forme d'onde. La nouvelle taille peut être supérieure ou inférieure à l'ancienne et se règle à l'aide du bouton rotatif et des touches flèche pour positionner le curseur. Lorsque la taille est supérieure, le logiciel ajoute des points interpolés supplémentaires. Lorsque la taille est inférieure, certains points sont retirés. Le fait de réduire la taille de la forme d'onde peut entraîner une perte de données essentielles. Il n'existe aucun mode d'annulation du redimensionnement.

Le redimensionnement s'exécute en appuyant sur la touche de fonction **resize** et s'annule en appuyant sur la touche de fonction **cancel**. Ces deux touches ramènent l'écran **MODIFY**.

Renommer une forme d'onde

Une pression sur la touche écran **rename...** dans l'écran **MODIFY** ouvre l'écran **Rename**.

```
Rename:   wv01
          as  "y  "
          ◊cancel      rename◊
```

Le nouveau nom peut être entré en dessous du nom initial en à l'aide des touches flèche qui positionnent le curseur et du bouton rotatif qui fait défiler l'ensemble des caractères alphanumériques. Le nom peut comporter jusqu'à 8 caractères.

Retourner à l'écran **MODIFY** en appuyant sur **rename** (ce qui rend le nouveau nom effectif) ou sur **cancel**.

Information concernant une forme d'onde

Une pression sur la touche écran **info...** dans l'écran **MODIFY** ouvre l'écran comportant les informations sur l'onde.

```
Info wv03      exit◊
length: 00128
chan:   3 4
seq:
```

L'écran indique le nom de l'onde, sa longueur et les voies et séquences où elle est utilisée. La connaissance des emplacements où elle est utilisée est particulièrement lors d'opérations de gestion de l'onde tel que effacement.

Une pression sur **exit** ramène à l'écran **MODIFY**.

Pour connaître les ondes contenues dans la mémoire d'une voie particulière, sélectionnez la voie dans le groupe des touches SETUP, appuyez sur la touche UTILITY puis sur la touche écran **chan wfm info...**

```
CHANNEL WFM INFO:
waveforms: 1
free mem:  65436
          exit◊
```

Cet écran indique le numéro des ondes et la mémoire disponible de cette voie. Une pression sur **exit** ramène à l'écran **UTILITY**.

Effacer d'une forme d'onde

Appuyez sur la touche de fonction **delete...** pour afficher une demande de confirmation d'effacement de la forme d'onde.

```
Delete waveform
      "wv01  "
      ?
◊cancel      delete◊
```

Confirmez l'effacement en appuyant sur la touche écran **delete** qui ramène à l'écran **MODIFY** avec la forme d'onde arbitraire suivante sélectionnée automatiquement. La touche **cancel** empêche l'effacement.

Les formes d'onde ne peuvent pas être effacées de la mémoire de sauvegarde tant qu'elles n'ont pas été effacées des mémoires des voies. Une forme d'onde ne peut pas être effacée dans une

mémoire de voie si elle est en cours de génération. La forme d'onde doit d'abord être désélectionnée de la liste des ondes de la voie qui apparaît après pression sur la touche ARB. Dans l'écran correspondant, sélectionnez **chan mem** à la place de **backup mem**.

```
ARBS:      chan mem◇
◇wv00      01024 del◇
◆wv01      03872
◇wv02      00500 del◇
```

Une touche écran **del** apparaît à côté du nom des ondes non utilisées. Une pression sur cette touche efface l'onde de la mémoire de la voie. L'effacement dans la mémoire de sauvegarde décrit précédemment peut ensuite être effectué.

Éditer une forme d'onde

Appuyez sur la touche écran **edit waveform..**

```
EDIT FUNCTIONS:
◇point edit...
◇line draw...
◇wave insert...
```

À partir de ce menu, il est possible de sélectionner des fonctions qui permettent d'éditer point par point la forme d'onde, de tracer une ligne entre deux points et d'insérer tout ou partie d'une forme d'onde existante. De plus, on peut sélectionner des portions de la forme d'onde et d'en changer le niveau crête à crête ou le décalage de la ligne de base.

Il est possible de recopier des parties de la forme d'onde à l'intérieur de celle-ci (copie de bloc) et de définir des marqueurs de position pour SYNC OUT.

Une pression sur **exit** ramène l'écran **EDIT FUNCTIONS**.

Édition de points

```
POINT EDIT
  (addr, value)
◆ (00512, +0500) ◇
◇exit   next point◇
```

Pour modifier un point, sélectionnez le losange de l'adresse et entrez-la directement à partir du clavier ou en utilisant le bouton rotatif et les touches flèche. La valeur de la donnée, à droite de l'adresse, est entrée de la même manière après avoir sélectionné le losange correspondant. Un changement de valeur de donnée actualise automatiquement la forme d'onde.

La sélection de **next point** incrémente automatiquement l'adresse d'un point. D'autre part, une pression sur la touche écran de **addr** sélectionne à nouveau ce paramètre pour faire une nouvelle entrée.

Édition de lignes

```
LINE (addr, value)
◆frm (00512, +0500)◇
◇to  (00750, +0412)◇
◇exit   draw line◇
```

Les adresses **frm** (de) et **to** (à) sont les points entre lesquels une ligne droite sera tracée après pression sur la touche écran de **draw line**. L'adresse **frm** par défaut est le premier point de l'onde ou, en cas d'édition préalable, le point le plus récemment édité. Entrez

l'adresse de début (**frm**) et sa valeur à l'aide du clavier ou du bouton rotatif ; répétez pour l'adresse de fin (**to**).

La ligne sera tracée entre les points sélectionnés après pression sur la touche écran de **draw line**.

Insertion d'une onde

Sélectionnez **wave insert...** pour ouvrir l'écran d'insertion d'onde.

```
◆ wv01      → wv02
◇ 00000 strt 00400 ◇
◇ 00512 stop 01000 ◇
◇ exit      insert ◇
```

L'insertion d'onde place des formes d'onde entre des points de départ et d'arrêt programmables. Les formes d'onde standard et arbitraire peuvent être insérées dans la nouvelle onde à l'exception de : impulsion, train d'impulsion et séquence.

Une portion d'une onde arbitraire peut être insérée comme défini par les adresses à gauche de **strt** et de **stop**, par exemple, **00000** et **00512** de l'onde **wv01** sur l'écran ci-dessus. Ce sont les adresses par défaut du départ et de l'arrêt de l'ensemble de l'onde mais elles peuvent être changées pour délimiter n'importe quelle partie de cette onde source. Sa destination dans la nouvelle onde est définie par les adresses à droite de **strt** et de **stop**. Les changements d'adresse se font en appuyant sur la touche écran correspondante et en faisant les entrées à l'aide du clavier ou du bouton rotatif.

Appuyez sur la touche écran **insert** pour effectuer l'insertion. S'il y a différence de taille entre les portions source et destination, le logiciel étend ou compresse la portion source. En cas de compression, des données significatives peuvent être perdues.

Pour insérer des portions de l'onde en cours dans elle-même, voir le paragraphe Copie de bloc.

Copie de bloc

Une pression sur **block copy...** ouvre l'écran **BLOCK COPY**.

```
BLOCK COPY: execute ◇
◆ start: 00400 exit ◇
◇ stop: 01000 undo ◇
◇ dest: 00000 save ◇
```

La recopie de bloc consiste à recopier une portion de l'onde dans elle-même. La portion à recopier est déterminée par les adresses **start** et **stop**. Les changements d'adresse se font en appuyant sur la touche écran correspondante et en faisant les entrées à l'aide du clavier ou du bouton rotatif.

Le paramètre **dest** est l'adresse du point de départ de destination. Une pression sur la touche écran **execute** entraîne la recopie qui peut alors être pré visualisée.

Notez que s'il n'y a pas assez de points entre l'adresse de destination et la fin de l'onde, le bloc sera tronqué. La recopie peut être annulée en sélectionnant **undo** ou en entrant une nouvelle adresse.

La copie de bloc se fait dans la forme d'onde en cours d'édition de la voie sélectionnée par une touche du groupe **SETUP** ; l'effet de l'édition peut être visualisé en activant la sortie de cette onde. Si le résultat est celui désiré, elle peut être sauvegardée en sélectionnant **save** ; l'action de sauvegarder modifie l'onde dans la mémoire de sauvegarde puis toutes les autres copies dans les mémoires des voies qui la contiennent. Une fois sauvegardée, l'onde originelle ne peut plus être retrouvée.

Une pression sur **exit** ramène l'écran **EDIT FUNCTIONS** sans faire de modification.

Amplitude de l'onde

Sélectionnez **wave amplitude** pour ouvrir l'écran **AMPLITUDE**.

```
AMPLITUDE:  001.00◆  
◇start: 00400  
◇stop:  01000  undo◇  
◇exit          save◇
```

L'amplitude d'une portion de l'onde définie par les adresses **start** et **stop** peut être modifiée. Réglez les adresses en sélectionnant la touche écran appropriée et en faisant les entrées à l'aide du clavier ou du bouton rotatif.

Les valeurs des données de cette portion peuvent être multipliées par un facteur compris entre 0,001 et 100,0. Il se programme dans le champ du paramètre **AMPLITUDE** ; l'amplitude change à la fin de l'entrée. Notez que l'entrée de facteurs >1 cause un écrêtage de l'onde si elle utilise déjà toute la gamme des valeurs -2048 à +2047 ; le résultat est toutefois traité comme une forme d'onde valide. L'amplitude originelle de l'onde peut être rappelée en sélectionnant **undo**.

L'édition de l'amplitude se fait dans la forme d'onde en cours d'édition de la voie sélectionnée par une touche du groupe SETUP ; l'effet de l'édition peut être visualisé en activant la sortie de cette onde. Si le résultat est celui désiré, elle peut être sauvegardée en sélectionnant **save** ; l'action de sauvegarder modifie l'onde dans la mémoire de sauvegarde puis toutes les autres copies dans les mémoires des voies qui la contiennent. Une fois sauvegardée, l'onde originelle ne peut plus être retrouvée.

Une pression sur **exit** ramène l'écran **EDIT FUNCTIONS**.

Décalage de forme d'onde

Sélectionnez **wave offset** pour ouvrir l'écran correspondant.

```
WAVE OFFSET:  0000◆  
◇start: 00400  
◇stop:  01000  undo◇  
◇exit          save◇
```

Le décalage de la portion de l'onde définie par les adresses **start** et **stop** peut être modifié. Réglez les adresses en sélectionnant la touche écran appropriée et en faisant les entrées à l'aide du clavier ou du bouton rotatif.

Les valeurs des données de cette portion sont décalées de la valeur entrée dans le champ **WAVE OFFSET**. Faites cette entrée à l'aide du clavier ou du bouton rotatif. Les décalages entre - 4096 et + 4095 sont acceptés, cela permet, cas extrême, à une portion d'onde d'amplitude limite de -2048 d'être décalée à la limite opposée +2048. Pour rappeler l'onde originelle, sélectionnez **undo**.

L'édition du décalage se fait dans la forme d'onde en cours d'édition de la voie sélectionnée par une touche du groupe SETUP ; l'effet de l'édition peut être visualisé en activant la sortie de cette onde. Si le résultat est celui désiré, elle peut être sauvegardée en sélectionnant **save** ; l'action de sauvegarder modifie l'onde dans la mémoire de sauvegarde puis toutes les autres copies dans les mémoires des voies qui la contiennent. Une fois sauvegardée, l'onde originelle ne peut plus être retrouvée.

Une pression sur **exit** ramène l'écran **EDIT FUNCTIONS**.

Inversion de forme d'onde

Sélectionnez **wave invert** pour ouvrir l'écran correspondant.

```
INVERT:      wv02
◆start adrs: 00512
◇stop adrs:  00750
◇exit        invert◇
```

La portion de l'onde définie par les adresses **start** et **stop** peut être inversée. Réglez les adresses en sélectionnant la touche écran appropriée et en faisant les entrées à l'aide du clavier ou du bouton rotatif.

Les valeurs des données de cette portion sont inversées autour de 0000 à chaque pression sur la touche écran **invert**.

Une pression sur **exit** ramène l'écran **EDIT FUNCTIONS**.

Marqueurs de position

Sélectionnez **position markers...** pour ouvrir l'écran correspondant.

```
POSITION MARKER EDIT
◆adrs: 00000 <0>◇
◇patterns...
◇exit      clear all◇
```

Les marqueurs de position sont générés par le connecteur de face avant SYNC OUT lorsque la paramètre source du menu **SYNC OUTPUT SETUP** est réglé sur **pos'n marker**.

Les marqueurs peuvent être réglés sur n'importe laquelle ou sur toutes les adresses de la forme d'onde, soit individuellement en utilisant la touche écran **adrs**, soit sous forme de séquence d'états en utilisant le sous-menu **patterns**.

Un marqueur peut être réglé directement à une adresse en sélectionnant **adrs** suivi d'une entrée via le clavier ; une pression sur la touche écran située à droite de la ligne **adrs** fait basculer l'état du marqueur entre <1> et <0> comme indiqué entre les parenthèses flèche.

L'adresse peut être changée par incrémentation de **adrs** à l'aide du bouton rotatif ou par entrées ultérieures via le clavier. l'état des marqueurs est changé à chaque nouvelle adresse à l'aide de la touche écran de droite. Les marqueurs montrent immédiatement le changement.

Alternativement, les marqueurs peuvent être entrés sous forme de séquence d'états en utilisant le sous-menu **patterns**.

```
PATTERN: 00000000...◆
◇start: 00000
◇stop: 01023
◇exit:   do pattern◇
```

Les adresses de départ et d'arrêt des marqueurs se règlent dans les champs **start** et **stop** à l'aide du clavier ou du bouton rotatif. La séquence elle-même est entrée dans la ligne du haut de l'écran ; appuyez sur la touche écran à droite de **PATTERN:** et entrez la séquence de 1 et de 0 à l'aide du clavier (qui incrémente automatiquement au caractère suivant), ou à l'aide du bouton rotatif (en utilisant les touches flèche pour déplacer le curseur sous les caractères). Une séquence consiste en 16 états 1 ou 0. La touche flèche vers la droite permet d'afficher par glissement les états non encore visibles. La séquence est entièrement répétée le long de la portion délimitée par les adresses de départ et d'arrêt après pression sur la touche écran de **do pattern**. Une pression sur **exit** ramène l'écran **POSITION MARKERS EDIT**.

La sélection de **clear all** ouvre un écran contenant une demande de confirmation : **clear** confirme l'effacement de tous les marqueurs ; **cancel** abandonne l'effacement.

Séquence d'ondes arbitraires

Jusqu'à 16 formes d'onde arbitraire peuvent être liées pour former une séquence. Chaque segment peut être répété en boucle jusqu'à 32768 fois et l'ensemble de la séquence générée continuellement ou répétée en rafale un nombre fini de fois, jusqu'à 1 048 575 en utilisant le mode rafale.

Appuyez sur la touche de face avant **SEQUENCE**.

```
SEQUENCE (segs= 1)
◊sequence setup...
◆stop                run◊
```

Une séquence précédemment définie peut être démarrée et stoppée à partir de cet écran à l'aide des touches écran **run** et **stop**. Cet écran peut aussi être ouvert par la touche écran **sequence** de l'écran **STANDARD WAVEFORMS**. Le champ du paramètre **segs=** indique le nombre de segments composant la séquence ; il y en a toujours au moins 1.

Réglage d'une séquence

Appuyez sur la touche écran **sequence setup...** (ou sur la touche écran **setup...** de la ligne **sequence** dans l'écran **STANDARD WAVEFORMS**).

```
◊seg: 2                off◊
◆wfm wv03
◊step on: count
◊cnt: 00001           done◊
```

Des pressions successives sur la touche écran du paramètre **seg** fait défiler la configuration de chacun des 16 segments. La sélection **on/off** n'apparaît pas sur l'écran du segment 1 car celui-ci est toujours actif (on).

Une fois que le numéro du segment à éditer est sélectionné (par pressions sur la touche écran ou à l'aide du bouton rotatif), l'onde qu'il contiendra est sélectionnée par le paramètre **wfm**. Des pressions successives sur sa touche écran ou l'emploi du bouton rotatif fait défiler les noms des ondes arbitraires déjà créées.

Le critère de passage entre segments est défini par le paramètre **step on**. Il est réglé par défaut sur **count** (nombre fini de répétitions de l'onde). Les répétitions peuvent atteindre 32768 et se règlent dans le champ de **count** par entrée directe au clavier ou par le bouton rotatif.

Les autres choix de ce paramètre sont **trig edge** (déclenchement par front) et **trig level** (déclenchement par niveau). Dans une même séquence certains passages entre segments peuvent dépendre de **count** et d'autres de **trig edge** ou **trig level**. Par contre le mélange de ces deux derniers n'est pas permis dans une même séquence.

Si **trig edge** est sélectionné, une pression sur la touche écran **run** déclenche la séquence qui commence par le segment 1 puis passe aux segments suivants à chaque front de déclenchement ultérieur. La source de déclenchement est choisie dans le menu de TRIG IN; Voir le chapitre Modes rafale et porte. À l'apparition d'un front, la période en cours de l'onde plus une est terminée avant le démarrage du segment suivant.

Si **trig level** est sélectionné, la séquence est continuellement générée segment par segment (1 répétition par segment) tant que le niveau de déclenchement est vrai. Lorsqu'il devient faux, l'onde du segment en cours continue à être générée jusqu'au retour de l'état vrai, ce qui relance la suite de la séquence. La source de déclenchement se sélectionne dans le menu de TRIG IN, à l'exception du choix MAN TRIG qui ne produit qu'un front..

Lorsque le passage entre segments est réglé sur **count**, la séquence peut être générée en mode rafale ou en mode porte comme dans le cas des formes d'onde standard. Voir le chapitre Modes rafale et porte pour plus de détails.

Chaque segment de la séquence peut être actif ou non selon que la touche écran en haut à droite de l'écran a sélectionné **on** ou **off**. Notez que désactiver un segment entraîne la désactivation des segments suivants de la séquence ; réactivez un segment en fait autant pour les segments précédemment désactivés entre le segment 1 et lui. Le segment 1 est toujours actif.

Lorsque toute la séquence est définie, elle est construite par pression sur **done** qui rappelle l'écran **SEQUENCE** initial. Elle peut alors être exécutée (**run**) et arrêtée (**stop**).

Réglage de la fréquence et de l'amplitude en ondes arbitraires

Le réglage de la fréquence et de l'amplitude se fait pour l'essentiel de la même façon que pour les formes d'onde standard avec cependant les différences mineures suivantes.

Fréquence

Lorsqu'une onde arbitraire a été sélectionnée, la touche de face avant **FREQ** ouvre l'écran **ARBITRARY FREQUENCY**.

```
ARBITRARY FREQUENCY
  40.00    MHz
◆sample   waveform◇
◆freq     period◇
```

La fréquence peut être réglée en termes de fréquence ou de période en sélectionnant l'un des deux paramètres. Notez que la résolution de la fréquence et de la période en mode arbitraire n'est que de 4 chiffres parce qu'on se sert de la génération par synthèse d'horloge. Voir le paragraphe Principes de fonctionnement dans le chapitre Généralités.

En forme d'onde arbitraire, la fréquence/période peut aussi être définie en termes de fréquence d'échantillonnage, dans le champ du paramètre **sample**, ou en termes de fréquence de forme d'onde dans le champ du paramètre **waveform**. La relation entre ces deux paramètres est

$$\text{fréquence de la forme d'onde} = \text{fréquence d'échantillonnage} \times \text{taille de la forme d'onde}.$$

Les entrées des fréquence/périodes se font directement à partir du clavier ou en utilisant le bouton rotatif de la manière habituelle.

Lorsqu'une séquence est sélectionnée, la touche de face avant **FREQ** ouvre l'écran **SEQ CLOCK FREQUENCY**.

```
SEQ CLOCK FREQUENCY
  40.00    MHz
◆freq     period◇
```

La fréquence/période ne peut être sélectionnée **uniquement** qu'en termes de fréquence d'horloge. Les entrées des fréquence/périodes se font directement à partir du clavier ou en utilisant le bouton rotatif de la manière habituelle.

Amplitude

Lorsqu'une onde arbitraire est sélectionnée, le menu de la touche **AMPLitude** ressemble à celui-ci:

```
AMPLITUDE:
  +20.0    Vpp
◆Vpp
                    load:hiz◇
```

Ici l'amplitude ne se règle qu'en volt crête à crête.

Notez que l'amplitude max. de 20 Vpp ne sera réellement sortie que si l'onde possède des adresses comportant des valeurs qui atteignant -2048 et +2047. Si la gamme de valeur maximale est comprise entre -1024 et +1023 par exemple, la sortie sera seulement de 10 Vpp pour un réglage de 20 Vpp.

Réglages de SYNC OUT en ondes arbitraires

Lorsqu'une onde arbitraire est sélectionnée, le réglage par défaut est **waveform sync**, ce qui correspond à une impulsion coïncidant au premier point de l'onde et large de plusieurs points.

Lorsqu'une séquence d'ondes arbitraires est sélectionnée, le réglage par défaut est **sequence sync**, ce qui correspond au passage à l'état bas du signal de sortie lors de la dernière période de la dernière forme d'onde, alors qu'il est à l'état haut le reste du temps. Si le mode rafale est utilisé, le nombre de rafales est un nombre de séquences complètes.

Maintien de l'onde en arbitraire

Les ondes arbitraires peuvent être bloquées et relâchées à l'aide de la touche MAN HOLD ou via le connecteur HOLD IN en face arrière.

Dans le cas des instruments multivoie, les voies à bloquer par MAN HOLD ou via HOLD IN doivent d'abord être activées dans l'écran **ARB HOLD INPUT** ouvert par la touche de face avant HOLD.

```
ARB HOLD INPUT:
status: no hold
◆mode: disabled
```

Chaque voie est sélectionnée tour à tour par les touches de la colonne SETUP et réglée à l'aide de la touche écran **mode** ; par pressions successives, le mode passe de **enabled** (activé) à **disabled** (désactivé). La touche MAN HOLD maintient les ondes des voies activées à leur niveau du moment. Une seconde pression libère les ondes à partir de ce niveau. Si l'écran **ARB HOLD INPUT** est actuellement sélectionné, le champ de **status** passe de **no hold** (pas de maintien) à **manual hold** (maintien manuel) tant que l'onde est bloquée.

Un niveau logique bas ou une fermeture de contact appliqué au connecteur HOLD IN maintient les ondes à leur niveau du moment ; un niveau logique haut ou l'ouverture du contact libère les ondes à partir de ce niveau. Si l'écran **ARB HOLD INPUT** est actuellement sélectionné, le champ de **status** passe de **no hold** (pas de maintien) à **ext. hold** (maintien externe) tant que l'onde est bloquée.

Pendant le maintien d'une onde, une pression sur MAN TRIG ramène cette onde à son premier point, d'où elle repartira lorsqu'elle sera relâchée.

Réglage du filtre de sortie

Le type de filtre de sortie est automatiquement choisi par le logiciel afin de donner une qualité optimale à la forme d'onde sélectionnée. Le choix peut cependant être modifié par l'utilisateur, ce qui est très probablement nécessaire dans les cas des formes d'onde arbitraire.

Pour changer le filtre, appuyez sur la touche FILTER.

```
FILTER SETUP
◆mode: auto
◆type: 10MHz elliptic
```

Le mode par défaut est **auto**, ce qui signifie que le logiciel sélectionne le filtre le plus approprié. Dans ce mode, le type du filtre peut être changé manuellement mais la sélection redeviendra

automatique dès qu'un paramètre relevant sera changé. Pour modifier le choix automatique, sélectionnez **manual**.

Les quatre choix de filtre qui sont sélectionnés soit automatiquement, soit manuellement via le paramètre **type**, sont les suivants :

- *10MHz elliptic* Choix automatique jusqu'à 10 MHz en sinus, cosinus, sinus et cosinus décalés, sin x /x et triangle. Représente le meilleur choix pour les ondes arbitraires à contenu essentiellement sinusoidal.
- *16MHz elliptic* Choix automatique au-dessus de 10 MHz en sinus, cosinus, sinus et cosinus décalés. Non recommandé avec les autres formes.
- *10MHz Bessel* Choix automatique pour les rampes positives et négatives, l'arbitraire et la séquence.
- *No filter* Choix automatique pour l'onde carrée, l'impulsion et le train d'impulsion. Peut être le meilleur choix pour les formes d'onde arbitraire à contenu essentiellement rectangulaire.

Impulsions et trains d'impulsions

Les formes impulsions et trains d'impulsions sont sélectionnées dans le menu des formes d'onde standard ouvert par la touche STD. Les réglages de temps et autres considérations sont similaires pour les deux formes, à ceci près que les impulsions sont unipolaires avec une amplitude maximale de 10 Vpp, alors que les trains sont bipolaires avec un maximum de 20 Vpp.

Réglage d'impulsion

Sélectionnez **pulse** dans le menu de STD ; le premier des écrans de réglage apparaît.

```
Enter pulse period:
      100.0 us
◊exit           next◊
```

La période est réglable entre 100,0 ns et 100 s avec une résolution de quatre chiffres. L'entrée se fait de manière habituelle par le clavier ou le bouton rotatif. Sélectionnez **next** pour ouvrir l'écran suivant.

```
Enter pulse width:
program 50.00 us
(actual 50.00 us)
◊exit           next◊
```

La largeur de l'impulsion est réglable entre 25,0 ns et 99,9 s. L'entrée se fait de manière habituelle par le clavier ou le bouton rotatif. Toutefois, la largeur réelle peut différer légèrement de la largeur entrée pour des raisons expliquées plus loin dans ce paragraphe. La largeur réelle est indiquée entre parenthèses (**actual**). Sélectionnez **next** pour ouvrir l'écran de réglage du délai.

```
Enter pulse delay:
program +0.000 ns
(actual +0.000 ns)
◊exit           done◊
```

La valeur du délai doit être dans la gamme \pm (période de l'impulsion – 1 point). Ici aussi, la valeur réelle peut différer de la valeur entrée pour les mêmes raisons que la largeur. La sélection de **done** sauvegarde l'onde et ramène l'écran **STANDARD WAVEFORMS**.

La manière dont la période est établie par le logiciel nécessite une explication puisqu'elle affecte la résolution des réglages de largeur et de délai. L'impulsion est en fait une forme particulière d'onde arbitraire contenant de 4 à 50 000 points ; chaque point ayant une durée minimum de 25,0 ns, ce qui correspond à la fréquence d'horloge la plus élevée : 40 MHz.

En périodes d'impulsion courtes, c'est à dire peu de points dans l'onde, la résolution des réglages sera bien meilleure que 25,0 ns puisque la "durée par point" est ajustée en fonction du nombre de points. La largeur et le délai sont aussi définis en terme de "temps par point", changer celui-ci change leurs résolutions. Par exemple, si la période entrée est de 500 ns, une largeur entrée de 25,0 ns sera réellement de 25,0 ns ; 20 points de 25 ns de "temps par point" définissent une période de 500 ns exactement. Par contre, si la période entrée est de 499,0 ns, 20 points de 25 ns sont trop longs, la période ne contiendra que 19 points et le "temps par point" sera ajusté à 26,26 ns ($499,0 \div 19$). La résolution de la largeur et du délai est à présent de 26,26 ns.

Pour des périodes plus longues que 1,25 ms, le nombre maximum de points de l'onde (50 000) devient le facteur déterminant pour la résolution. Par exemple, pour une entrée de période de 100 ms, le plus petit incrément en largeur et délai est 2 μ s ($100 \text{ ms} \div 50 \text{ 000}$). Ceci peut apparaître comme une cause "d'erreurs" significatives pour les réglages extrêmes (par ex. : un réglage de 100 ns dans l'exemple ci-dessus donne encore une largeur réelle de 2 μ s) mais dans les faits, une résolution de 1 sur 50 000 (0,002%) est acceptable.

La période de l'impulsion peut être fixée sans tenir compte des réglages de largeur et de délai car, à la différence des générateurs d'impulsion conventionnels, largeur et délai sont ajustés **proportionnellement** à la nouvelle période. Par exemple, si à partir des réglages par défaut (période 100 μ s, largeur 50 μ s), la période est changée pour devenir 60 μ s, la largeur réelle (**actual**) deviendra 30 μ s même si la valeur affichée dans le champ de **program** reste 50 μ s. Pour obtenir une largeur de 50 μ s après le changement de période, il faut ré-entrer la valeur 50 μ s dans le champ **program**.

La période peut aussi être changée dans l'écran **PULSE PERIOD** ouvert par la touche **FREQ** lorsque la fonction impulsion a été sélectionnée.

```
PULSE PERIOD
  100.0    us
◇freq      period◇
```

Le nouveau réglage peut être entré indifféremment en période ou en fréquence. Toutefois, le changement dans cet écran a des conséquences différentes de celles d'un changement dans l'écran de réglage d'impulsion. Ici, le nombre de points de l'onde ne change jamais (comme dans le cas d'une onde arbitraire), ce qui signifie que la plus courte période pouvant être entrée est le nombre de points multipliés par 25,0 ns. Pour pouvoir régler une période plus courte, il faut le faire dans l'écran de réglage d'impulsion ; en changeant la fréquence dans cet écran, le nombre de points se trouve réduit lorsque la période est réduite (pour les périodes < 1,25 ms).

Réglage d'un train d'impulsions

Dans le menu de la touche **STD**, sélectionnez **pulse train** puis **setup**.

```
Enter no of pulses
in train (1-10):
      2
◇done      next◇
```

Le nombre d'écrans nécessaire aux réglages dépend du nombre d'impulsions composant le train. Les trois premiers écrans définissent les paramètres qui s'appliquent à l'ensemble du train (nombre d'impulsions, période de répétition du train et niveau de la ligne de base). Les écrans suivants définissent le niveau, la largeur et le délai de chaque impulsion (3 écrans pour l'impulsion 1, 3 écrans pour l'impulsion 2, etc.). La sélection de **next** ouvre l'écran suivant jusqu'au dernier paramètre à entrer puis ramène à l'écran **STANDARD WAVEFORMS**. Le train est construit seulement après sélection de **next** sur le dernier écran ou après sélection de **done** à tout autre moment. Le premier écran représenté ci-dessus règle le nombre d'impulsions (1 – 10) du train ; entrez le nombre d'impulsions directement à l'aide du clavier ou du bouton rotatif.

Appuyez sur **next** pour ouvrir l'écran de réglage de la période du train d'impulsions.

```
Enter pulse train
period:
  100.0us
◇done      next◇
```

La période répétition est réglable entre 100,00 ns et 100 s avec une résolution de 4 chiffres à l'aide du clavier ou du bouton rotatif.

Appuyez sur **next** pour ouvrir l'écran de réglage de la ligne de base qui est le dernier des écrans de réglage général.

```
Enter the baseline
voltage:
  +0.000 V
◇done      next◇
```

La ligne de base est le niveau du signal entre la fin d'une impulsion et le début de la suivante, c'est à dire que c'est le niveau d'où part et finit toutes les impulsions. La plage programmable va de -5 à $+5$ V, l'entrée se faisant à l'aide du clavier ou du rotatif. Notez que la valeur réelle du niveau de la ligne de base est fonction de l'amplitude programmée dans le menu AMPLITUDE. Si celle-ci est au maximum (10 Vpp sur 50 Ω), la valeur réelle sera celle programmée. Si elle est 5 Vpp sur 50 Ω , la plage de réglage de la ligne de base sera $-2,5$ à $+2,5$ V pour des valeurs de réglage de -5 à $+5$ V, c'est à dire que la commande d'amplitude fait une "mise à l'échelle" du réglage de la ligne de base. Le niveau réel sera le double lorsque la sortie n'est pas bouclée.

Les trois écrans suivants concernent la première impulsion du train.

```
◇Pulse 1 level
◆      +5.000 V
◇done           next◇
```

Le niveau de l'impulsion est réglable entre -5 à $+5$ V à l'aide du clavier ou du bouton rotatif. Comme pour le réglage du niveau de la ligne de base décrit ci-dessus, le niveau réel ne sera celui entré que si l'amplitude est réglée à son maximum (10 Vpp sur 50 Ω) dans l'écran AMPLITUDE. Le réglage de l'amplitude met "à l'échelle" à la fois le niveau réel de l'impulsion et celui de la ligne de base, ce qui maintient la forme de l'impulsion dans un rapport proportionnel exactement comme pour forme d'onde arbitraire. Le niveau réel sera le double lorsque la sortie n'est pas bouclée. Notez que dans le cas d'un train de nombreuses impulsions, vous pouvez accéder rapidement à une impulsion particulière en sélectionnant **pulse** puis en utilisant le clavier ou le bouton rotatif pour atteindre le numéro de l'impulsion désirée.

Appuyez sur **next** pour ouvrir l'écran de réglage de la largeur de la première impulsion.

```
◇Pulse 1 width
◆program 25.00 us
  (actual 25.00 us)
◇done           next◇
```

La largeur de l'impulsion peut être entrée à l'aide du clavier ou du bouton rotatif. Toute valeur entre 25,00 ns et 99,99 s peut être programmée mais la valeur réelle peut différer ; c'est pourquoi la valeur réelle est indiquée entre parenthèses (**actual**) sous la valeur programmée.

La différence entre **program** et **actual** n'est perceptible que pour les périodes de train d'impulsions très courtes (seulement quelques points dans le train) et les périodes très longues (chacun des 50 000 points a un temps d'arrêt long) exactement pour les mêmes raisons que celles décrites dans le paragraphe Réglage d'impulsion. Voir ce paragraphe pour plus de détails.

Appuyez sur **next** pour ouvrir l'écran de réglage du délai.

```
◇Pulse 1 delay
◆program +0.000 ns
  (actual +0.000 ns)
◇done           next◇
```

Le réglage du délai est entré de la même manière que la largeur de l'impulsion et, à nouveau le délai réel est indiqué sous la valeur programmée pour les mêmes raisons. La valeur du délai qui peut être entré doit être dans la gamme \pm (période du train -1 point) ; les valeurs positives retardent l'impulsion par rapport au signal de synchronisation issu de SYNC OUT, les valeurs positives avancent l'impulsion par rapport à la synchronisation.

L'écran suivant est le premier des trois de l'impulsion 2 et ainsi de suite. Ainsi seront réglés tous les paramètres de toutes les impulsions du train. Le train est construit après sélection de **next** sur le dernier écran de la dernière impulsion ou après sélection de **done** à tout autre moment.

Les valeurs individuelles de largeur et délai doivent être choisies avec précaution afin qu'elles soient compatibles avec chacune des autres et avec la période de répétition du train. Ce qui veut dire que les délais ne doivent pas entraîner de superposition et que la somme délais + largeurs n'excèdent pas la période de répétition.

Une fois le train défini, la période de répétition peut être fixée sans tenir compte des réglages individuels de largeur et de délai car, à la différence des générateurs d'impulsion conventionnels, largeurs et délais sont ajustés proportionnellement à la nouvelle période.

La période peut aussi être changée dans l'écran **PULSE-TRN PERIOD** ouvert par la touche **FREQ** lorsque la fonction train d'impulsions a été sélectionnée.

PULSE-TRN PERIOD
100.0 us
◊freq period◊

Le nouveau réglage peut être entré indifféremment en période ou en fréquence. Toutefois, le changement dans cet écran a des conséquences différentes de celles d'un changement dans l'écran de réglage d'un train d'impulsions. Ici, le nombre de points de l'onde ne change jamais (comme dans le cas d'une onde arbitraire), ce qui signifie que la plus courte période / plus haute fréquence pouvant être entrée est le nombre de points multipliés par 25,0 ns. Pour pouvoir régler une période plus courte, il faut le faire dans l'écran de réglage d'impulsion ; en changeant la fréquence dans cet écran, le nombre de points se trouve réduit lorsque la période est réduite (pour les périodes < 1,25 ms).

Maintien de l'onde en impulsion et train

Les ondes impulsion et train peuvent être bloquées et relâchées à l'aide de la touche **MAN HOLD** ou via le connecteur **HOLD IN** en face arrière.

Dans le cas des instruments multivoie, les voies à bloquer par **MAN HOLD** ou via **HOLD IN** doivent d'abord être activées dans l'écran **ARB HOLD INPUT** ouvert par la touche de face avant **HOLD**.

ARB HOLD INPUT:
status: no hold
◊mode: disabled

Chaque voie est sélectionnée tour à tour par les touches de la colonne **SETUP** et réglée à l'aide de la touche écran **mode** ; par pressions successives, le mode passe de **enabled** (activé) à **disabled** (désactivé). La touche **MAN HOLD** maintient les ondes des voies activées à leur niveau du moment. Une seconde pression libère les ondes à partir de ce niveau. Si l'écran **ARB HOLD INPUT** est actuellement sélectionné, le champ de **status** passe de **no hold** (pas de maintien) à **manual hold** (maintien manuel) tant que l'onde est bloquée.

Un niveau logique bas ou une fermeture de contact appliqué au connecteur **HOLD IN** maintient les ondes à leur niveau du moment ; un niveau logique haut ou l'ouverture du contact libère les ondes à partir de ce niveau. Si l'écran **ARB HOLD INPUT** est actuellement sélectionné, le champ de **status** passe de **no hold** (pas de maintien) à **ext. hold** (maintien externe) tant que l'onde est bloquée.

Introduction

La modulation peut être externe ou interne. La modulation externe peut être appliquée à n'importe quelle voie ou à toutes les voies. La modulation interne utilise la voie précédente comme source de modulation, ex. : la voie 2 peut moduler la voie 3 ; la modulation interne n'est pas possible pour la voie 1 ni pour un générateur monovoie.

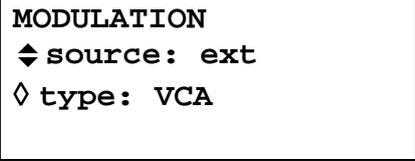
La modulation externe peut se faire en mode VCA (amplitude commandée par tension) ou en mode SCM (modulation avec suppression de porteuse). La modulation interne peut se faire en AM ou en SCM.

Les modes de modulation partagent certaines ressources inter voie du générateur avec les modes de sommation ; il en résulte quelques restrictions lors de l'utilisation simultanée de la modulation et de la sommation mais elles sont en général hors du domaine des applications courantes. Pour mieux comprendre ces contraintes, les paragraphes qui suivent (ainsi que le chapitre Sommation) doivent être lus en se référant également aux blocs diagrammes dépliant à la fin de ce manuel qui montrent les signaux de commande d'une voie unique et les connexions inter voie.

Ces diagrammes montrent aussi les connexions de déclenchement inter voie décrites dans le chapitre Modes rafale et porte. En général, le déclenchement inter voie est possible simultanément à la modulation mais peu de combinaisons sont réellement utiles.

Modulation externe

Appuyez sur la touche de face avant MODULATION.



```
MODULATION
◆ source: ext
◇ type: VCA
```

Les choix du paramètre **source** sont : **off**, **ext** et **CHx** où x est le numéro de la voie précédente ; notez que la voie 1 n'a pas de voie précédente, se reporter au bloc diagramme inter voie.

Avec le choix **ext**, le type peut être **VCA** ou **SCM** en appuyant successivement sur la touche écran **type**. Ces deux types de modulation externe peuvent être utilisés conjointement à la sommation interne ou externe.

La modulation externe peut être appliquée à n'importe quelle voie ou à toutes les voies.

Type VCA externe

Sélectionnez **VCA** à l'aide de la touche écran **type** dans l'écran **MODULATION**. Raccordez le signal de modulation au connecteur EXT MODULATION (impédance d'entrée nominale 1 kΩ). Une tension positive augmente l'amplitude de sortie, une tension négative la diminue. Notez qu'un écrêtage peut se produire si la combinaison réglage d'amplitude de la voie et signal VCA excède 20 Vpp sur circuit ouvert.

Une AM externe est obtenue en réglant la sortie de la voie au niveau requis et en appliquant le signal de modulation de niveau approprié (avec couplage capacitif si nécessaire) pour obtenir la profondeur de modulation désirée. Si le niveau de sortie de la voie est changé, celui du signal de modulation doit l'être aussi pour conserver la même profondeur de modulation.

Le signal VCA est appliqué à la chaîne d'amplification avant les atténuateurs de sortie. L'amplificateur lui-même dispose d'une gamme limitée (~10 dB) et la gamme finale d'amplitude de la voie sera obtenue en insérant jusqu'à cinq étages d'atténuation de 10 dB. La modulation crête ne peut pas excéder la gamme d'amplitude de la voie, gamme qui a été choisie en réglant la sortie de cette voie. Alors qu'en modulation AM interne, le générateur affiche des avertissements si la combinaison profondeur de modulation et réglage d'amplitude cause un écrêtage de l'onde (voir paragraphe Modulation interne), il est recommandé à l'opérateur, lors de l'utilisation de VCA externe, d'observer l'onde et de faire des ajustements s'il y a écrêtage. Notez qu'il n'est pas

possible d'établir une règle simple pour connaître l'emplacement de la zone d'écrêtage, d'autant que le décalage, par exemple, entre aussi en jeu en changeant ces points.

À l'intérieur de chaque "gamme", le réglage maximum de la sortie qui évite l'écrêtage est réduit de moitié lorsque la modulation passe de 0% à 100% ; une modulation de 100% à ce réglage de mi-gamme est obtenue avec un signal VCA externe d'environ 1 Vpp. La plage des fréquences de modulation est DC-100kHz.

Il est aussi possible de moduler un niveau DC du générateur par un signal appliqué à l'entrée EXT MODULATION de la manière suivante. Réglez le générateur sur déclenchement externe dans l'écran **TRIGGER IN** mais n'appliquez pas de signal au connecteur TRIG IN, sélectionnez onde carrée. Le niveau de la sortie principale, MAIN OUT, est à présent placé à la valeur crête positive établie par le réglage d'amplitude ; une pression sur la touche \pm avec **AMPLITUDE** affichée met le niveau à la valeur crête négative. Le niveau DC peut alors être modulé par le signal appliqué à l'entrée EXT MODULATION.

Type SCM externe

Sélectionnez **SCM** à l'aide de la touche écran **type** dans l'écran **MODULATION**. Raccordez le signal de modulation au connecteur EXT MODULATION (impédance d'entrée nominale 1 k Ω). Avec un signal nul, la porteuse est complètement supprimée. Un changement positif ou négatif du niveau à l'entrée de modulation augmente l'amplitude de la porteuse. Notez qu'un écrêtage se produira si le signal SCM commande une sortie supérieure à 20 Vpp en circuit ouvert. La modulation crête, c'est à dire l'amplitude maximum de la porteuse (20 Vpp) est obtenue avec un signal SCM externe d'environ $\pm 1V$, soit 2 Vpp. La gamme des fréquences de modulation va de DC à 100 kHz.

Lorsque SCM externe est sélectionnée pour une voie, sa commande d'amplitude est désactivée, l'écran **AMPLITUDE** indique **fixed by SCM**.

Modulation interne

Appuyez sur la touche MODULATION.

MODULATION
◆ source: ext
◇ type: VCA

Les choix du paramètre **source** sont : **off**, **ext** et **CHx** où **x** est le numéro de la voie précédente; CHx est la source en modulation interne. Notez que la voie 1 et un appareil monovoie n'ont pas de voie précédente et, en conséquence, n'ont pas la possibilité de modulation interne ; se référer au bloc diagramme inter voie.

Avec **CHx** sélectionné, le type de modulation peut être **AM** ou **SCM** en utilisant la touche écran **type**.

Lorsque **AM** est sélectionné, une touche écran supplémentaire est affichée, **depth**, elle permet d'entrer directement la profondeur de modulation depuis le clavier ou le bouton rotatif.

Des avertissements apparaissent lorsqu'un changement de la profondeur de modulation ou de l'amplitude de sortie cause un écrêtage ; le nouveau réglage est accepté mais l'un ou l'autre paramètre doit être changé pour éviter le défaut.

Lorsque **SCM** est sélectionné, l'écran affiche une touche écran supplémentaire **level** qui permet d'entrer directement le niveau crête de sortie de la porteuse depuis le clavier ou le bouton rotatif. Le niveau de sortie maximum qui peut être entré est 10 Vpp.

Dans ce type de modulation, la commande d'amplitude de sortie de la voie et celle de la voie précédente (utilisée comme source de modulation) sont désactivées. L'écran **AMPLITUDE** de la voie modulée indique **fixed by SCM**. L'écran **AMPLITUDE** de la voie précédente indique **Set by CHx mod.** et son status indique $\rightarrow x$ pour indiquer qu'elle sert de voie source.

La modulation interne ne peut pas être utilisée avec la sommation interne ou externe.

Introduction

Il est possible de sélectionner sommation interne ou sommation externe. La sommation sert, par exemple, à additionner du bruit à une onde ou à additionner deux signaux pour des tests DTMF.

La sommation externe peut être appliquée à n'importe quelle voie ou à toutes les voies. La sommation interne utilise la voie précédente comme source de signal à additionner, ex. : la voie 2 peut être sommée sur la voie 3. La sommation interne n'est pas applicable pour un générateur monovoie ni pour la voie 1 d'un multivoie.

La sommation partage certaines ressources inter voie du générateur avec les modes de modulation. Il en résulte que la sommation interne ou externe n'est pas possible en cas de modulation interne ; elle est possible avec la modulation externe.

Pour mieux comprendre ces contraintes, les paragraphes qui suivent (ainsi que le chapitre Modulation) doivent être lus en se référant également aux blocs diagrammes dépliant à la fin de ce manuel qui montrent les signaux de commande d'une voie unique et les connexions inter voie.

Ces diagrammes montrent aussi les connexions de déclenchement inter voie décrites dans le chapitre Modes rafale et porte. En général, le déclenchement inter voie est possible simultanément à la sommation.

Sommation externe

En mode sommation externe, un signal externe appliqué au connecteur SUM IN est sommé avec l'onde de la ou des voies spécifiées. Le même signal peut être d'amplitude différente pour chaque voie avec laquelle il est sommé.

Appuyez sur la touche de face avant SUM.

SUM	source: ext	↕
◇ratio:	0dB	
◇CH2	+2.00	Vpp

Les choix du paramètre **source** sont : **off**, **ext** et **CHx** où **x** est le numéro de la voie précédente ; se référer au bloc diagramme inter voie.

Lorsque **ext** est sélectionné, l'écran est comme celui représenté ci-dessus. Le niveau du signal externe de sommation peut être ajusté indépendamment pour chaque voie sélectionnée à l'aide de la touche écran du paramètre **ratio** ; utilisez le bouton rotatif ou les touches flèche pour entrer l'atténuation entre 0 à 50 dB par pas de 10 dB. Ce réglage permet à un même signal externe d'être utilisé à différents niveaux pour chaque voie.

Un écrêtage se produira si le niveau d'entrée du signal externe entraîne une amplitude de sortie de la voie supérieure à 20 Vpp en circuit ouvert. Toutefois, l'amplitude de sortie ne dépend pas que du signal externe mais aussi du réglage d'amplitude de la voie. C'est pourquoi, le signal externe de sommation est appliqué à la chaîne d'amplification avant les atténuateurs de sortie. L'amplificateur lui-même dispose d'une gamme limitée (~10 dB) et la gamme finale d'amplitude de la voie sera obtenue en insérant jusqu'à cinq étages d'atténuation de 10 dB. La sortie sommée ne peut pas excéder la gamme d'amplitude de la voie, gamme qui a été choisie en réglant la sortie de cette voie. Alors qu'en sommation interne, le générateur affiche des avertissements si la combinaison entrée externe et amplitude cause un écrêtage de l'onde (voir paragraphe Sommation interne), il est recommandé à l'opérateur, lors de l'utilisation de sommation externe, d'observer l'onde et de faire des ajustements s'il y a écrêtage. Notez qu'il n'est pas possible d'établir une règle simple pour connaître l'emplacement de la zone d'écrêtage, d'autant que le décalage, par exemple, entre aussi en jeu en changeant ces points.

À l'intérieur de chaque "gamme", un signal externe de sommation de ~ 2 Vpp provoque le passage de la sortie de la voie de sa gamme minimum à sa gamme maximum ; si l'amplitude de la voie est réglée à mi-gamme, le signal externe qui provoque la sortie maximum est d'environ la moitié, soit ~ 1 Vpp.

Pour faciliter le réglage des niveaux appropriés, il peut aussi se faire dans l'écran de réglage **SUM**. Sélectionnez la touche écran **CHx** et ajustez l'amplitude directement par le clavier ou le bouton rotatif.

La sommation externe ne peut pas être utilisée avec la modulation interne.

Sommation interne

Appuyez sur la touche de face avant SUM.

SUM	source: CH1 ↕
◇ratio:	1.00000
◇CH2:	2.00 Vpp
◇CH1:	2.00 Vpp

Les choix du paramètre **source** sont : **off**, **ext** et **CHx** où **x** est le numéro de la voie précédente ; **CHx** est la source de signal interne de sommation. Notez que la voie 1 et un appareil monovoie n'ont pas de voie précédente, se référer au bloc diagramme inter voie.

Lorsque **ext** est sélectionné, l'écran est comme celui représenté ci-dessus. L'amplitude à la fois de la voie à sommer (**CHx+1**) et du signal interne de sommation (**CHx**) est indiquée ainsi que le rapport entre elles (**ratio**). Chacun de ces paramètres peut être sélectionné à l'aide de la touche écran correspondante et réglé via le clavier ou le bouton rotatif. Changer n'importe lequel de ces paramètres entraîne un changement du paramètre interdépendant, ex. : ajuster l'amplitude d'une des voies change la valeur de **ratio**.

Notez que ce rapport équivaut à : amplitude de CH(x) ÷ CH(x+1).

Changer la valeur du rapport modifie l'amplitude de la voie source, jamais celle de la voie de sortie. Quand une valeur est entrée dans le champ de ratio, elle est d'abord acceptée puis légèrement modifiée pour refléter le rapport réel avec la plus proche amplitude du signal de sommation qui peut être réglée.

Des avertissements apparaissent lorsqu'un changement du rapport, de l'entrée de sommation ou de l'amplitude de sortie cause un écrêtage.

En général, il est recommandé que l'amplitude du signal source soit inférieure à celle de la voie de sortie, c'est à dire un **ratio** ≤ 1 ; beaucoup de rapport ≤ 1 peuvent être réglés jusqu'aux très petits niveaux du signal. Si l'entrée de sommation est plus grande que l'amplitude de la voie, il y aura combinaison lorsque le rapport sera réglé à un petit peu plus que 1. Notez que le logiciel accepte toujours une entrée, fait le calcul et, si la combinaison est impossible, ramène l'instrument aux réglages originaux.

L'amplitude de la voie utilisée comme signal interne de sommation peut aussi être réglée dans son propre écran AMPLITUDE ; et son status indique $\rightarrow x$ pour indiquer qu'elle sert de voie source.

La sommation interne n'est pas utilisable avec la modulation interne.

Synchronisation inter voie

Deux ou plusieurs voies peuvent être synchronisées entre elles avec un réglage de déphasage indépendant par voie. Deux générateurs peuvent aussi être synchronisés (voir chapitre Synchronisation de deux générateurs) ce qui fournit 8 voies pouvant fonctionner en synchronisation. Des restrictions s'appliquent à certaines combinaisons de forme d'onde et de fréquence ; elles sont détaillées dans les paragraphes qui suivent.

Principes de la synchronisation

La synchronisation de fréquence est obtenue en utilisant la sortie horloge de la voie "maître" pour piloter l'entrée horloge de(s) voie(s) "esclave(s)". N'importe quelle voie peut être "maître" (une seule possible), et n'importe quelle ou toutes les autres peuvent être "esclaves". Dans un même instrument, maître / esclave(s) et voies indépendantes peuvent coexister. Lorsque le verrouillage de fréquence est activé, le signal de verrouillage interne (depuis l'unité centrale) verrouille les voies avec le déphasage inter voie spécifié et les re-verrouille à chaque fois que la fréquence est changée. Les signaux d'horloge et de verrouillage interne sont représentés sur le bloc diagramme inter voie à la fin de ce manuel. Les voies à verrouiller ensemble doivent fonctionner en mode génération continue.

Dans le cas des formes d'onde créées par synthèse numérique directe (voir Principes de fonctionnement dans le chapitre Généralités), c'est le signal 27,4878 MHz qui est distribué depuis le maître vers les esclaves et les voies peuvent, en principe, être verrouillées en fréquence avec n'importe quelle combinaison de fréquence. Toutefois, le nombre de périodes entre les points référencés en phase sera excessivement grand à moins que le rapport soit un petit nombre rationnel, ex. : 2 kHz peut être verrouillé utilement avec 10 kHz, 50 kHz, 100 kHz, etc. mais pas avec 2,001 kHz, par exemple.

Dans le cas des formes d'onde créées par synthèse d'horloge (voir Principes de fonctionnement dans le chapitre Généralités), c'est l'horloge de la voie maître qui est distribuée aux esclaves ; de ce fait la fréquence d'horloge de maître et d'esclaves est toujours la même. Les formes d'onde doivent aussi contenir le même nombre de points pour assurer que les formes d'onde elles-mêmes paraissent verrouillées.

De ce qui précède, il est clair que seulement des voies esclaves en synthèse numérique directe peuvent être verrouillées avec un maître en synthèse numérique directe, et que seulement des esclaves en synthèse d'horloge peuvent être verrouillées avec un maître en synthèse d'horloge. En pratique, ces contraintes ne sont pas sévères car l'application la plus courante de la synchronisation est de générer aux sorties des voies une même forme d'onde à la même fréquence, ou à une fréquence harmonique, mais avec des phases différentes.

Configuration maître - esclave

Appuyez sur la touche de face avant INTERCHannel.

```
mode: indep
◇phase:  +000.0°
  (actual: +000.0°)
◇status: off   view◇
```

Les choix du paramètre **mode** sont : **indep** (indépendante), **master**, **master/freq** et **slave** ; le mode par défaut est **indep**. Une seule voie maître peut être établie ; plus d'une maître peuvent être sélectionnées mais lorsque le verrouillage sera activé, en sélectionnant **on** pour le paramètre **status**, le réglage sera ignoré. Le mode **master/freq** permet aussi de sélectionner une voie "maître" et établit la poursuite de fréquence. Dans ce mode, la fréquence des voies doit être réglée à la même valeur avant d'activer la synchronisation. Tout changement de la fréquence de la voie "maître" entraîne un changement équivalent des voies "esclaves" qui son re-verrouillées sur la voie maître.

Le mode **master/freq** est le mode par défaut quand les formes d'onde sont en synthèse d'horloge (arbitraire, impulsion, etc.) ; si **master** a été choisi, le mode passera automatiquement à **master/freq** lorsque le verrouillage sera activé. La fréquence des voies esclaves en synthèse d'horloge suivra toujours ensuite la voie maître. Enfin, **slave** sert à sélectionner la ou les voies esclaves qui sont verrouillées sur la voie maître.

À tout moment, la sélection de **view** affiche une image résumant les réglages maître – esclave(s), voir l'exemple ci-dessous.

CH→	1	2	3	4
indep	-	-	-	□
master	□	-	-	-
slave	-	□□	-	exit◊

La sélection de **on** pour le paramètre **status** active le verrouillage inter voie. Toute combinaison illégale de réglage entraînera l'affichage d'un message d'erreur lors de la tentative de placer **status** sur **on**. N'importe laquelle des situations suivantes causera une erreur (voir aussi le paragraphe Principes de la synchronisation pour des commentaires sur les contraintes de réglage) :

1. Il y a plus d'une voie maître.
2. Aucune voie maître n'a été établie.
3. Les voies verrouillées contiennent un mélange d'ondes en synthèse numérique directe et en synthèse d'horloge.
4. La poursuite de fréquence a été activée (mode master/freq) mais toutes les voies ne sont pas à la même fréquence. Si des ondes en synthèse numérique directe sont verrouillées, le mode sera forcé à poursuite de fréquence.
5. Une voie verrouillée ne génère pas en continu.
6. Une tentative est faite d'activer le verrouillage de phase alors qu'une fréquence est trop élevée. Notez que la fréquence maximum en verrouillage de phase d'ondes en synthèse numérique directe est 10 MHz.
7. Une tentative est faite de régler la fréquence à une valeur trop élevée durant un verrouillage de phase. Cette erreur ne désactive pas le verrouillage de phase, le système ignore simplement le réglage incorrect de fréquence.

En plus des combinaisons illégales de réglages il y a d'autres considérations qui affectent la résolution et la précision de la phase, voir ci-après.

Déphasage entre voies

L'écran des réglages inter voie contient aussi un champ pour le réglage de la phase des esclaves par rapport à la voie maître.

◆mode:	indep
◊phase:	+000.0°
	(actual: +000.0°)
◊status:	off view◊

La valeur du paramètre **phase** peut être entrée directement via le clavier ou le bouton rotatif. Une valeur positive avance la phase de l'onde esclave par rapport à l'onde de la voie maître ; une valeur négative la retarde. La phase de chaque voie esclave peut être réglée individuellement. La phase de la voie maître peut également être réglée ; cela était prévu initialement pour le verrouillage en phase de deux générateurs. Si maître et esclaves sont réglés à + 90°, toutes ces voies du même générateur seront de nouveau en phase ; si la voie maître est réglée à + 90° et les esclaves à – 90°; maître et esclaves seront en opposition de phase (180°).

Dans le cas des formes d'onde générées par synthèse numérique directe, la résolution est de 0,1° jusqu'à leur fréquence maximum permise ; sinus, cosinus, sin./cos. décalés sont limités à 10 MHz en verrouillage de phase.

La résolution du déphasage des ondes arbitraires est meilleure que 0,1° lorsqu'elles comportent moins de 3600 points. Le déphasage est fixé à 0° pour les formes impulsion, train d'impulsions et séquence.

Le tableau ci-dessous résume les gammes de fréquences et de déphasages pour les différentes formes d'onde.

Forme d'onde	Fréq. max.	Gamme et résolution
Sinus, cosinus, sin./cos. décalés	10 MHz	± 360°, 0,1°
Carrée	16 MHz	± 360°, 180°
Triangle	100 kHz	± 360°, 0,1°
Rampe	100 kHz	± 360°, 0,1°
Sinus (x)/x	100 kHz	± 360°, 0,1°
Impulsion et train d'impulsions	10 MHz	0° seulement
Arbitraire	40 M éch./s	± 360°, 360°÷longueur ou 0,1°
Séquence	40 M éch./s	0° seulement

Lorsque le verrouillage de phase est activé, les déphasages des voies esclaves sont re-verrouillés automatiquement à chaque changement de phase ou de fréquence.

Voir aussi le paragraphe Autres considérations concernant le verrouillage de phase.

Autres considérations concernant le verrouillage de phase

Les paragraphes Configuration maître – esclave et Déphasage entre voies contiennent des tableaux de limitations spécifiques pour ce qui concerne la sélection de fréquence, de type d'onde et de gamme et résolution de phase. Les points supplémentaires suivants doivent aussi être pris en compte.

- Les filtres introduisent un retard dépendant de la fréquence au-dessus d'environ 1 MHz ; cela affecte la précision du déphasage entre les ondes verrouillées à différentes fréquences, ex. : 500 kHz et 5 MHz.
- Les ondes carrées qui ne comportent que deux points ne sont pas fiablement verrouillées avec les autres ondes à synthèse d'horloge.
- Les impulsions et trains d'impulsions verrouillés à d'autres impulsions ou trains doivent **avoir** le même nombre de périodes.
- Les ondes arbitraires doivent être de même longueur (bien que ce ne soit pas forcé et ne crée pas de message d'erreur).

Synchronisation de deux générateurs

Deux générateurs peuvent être synchronisés en suivant la procédure indiquée ci-après. Il est possible de relier de cette façon plusieurs générateurs mais les résultats ne sont pas garantis.

Principes de la synchronisation

La synchronisation des fréquences est obtenue en utilisant la sortie horloge du générateur "maître" pour piloter le générateur "esclave". Le raccordement, en plus, du signal SYNC OUT permet à "l'esclave" d'être synchronisée avec le déphasage spécifié dans l'écran de réglage inter voie de "l'esclave".

La synchronisation n'est possible qu'entre générateurs dont le rapport des fréquences est rationnel, par exemple : 3 kHz peut être synchronisé avec 2 kHz mais pas avec 7 kHz. Des contraintes supplémentaires existent avec les formes d'onde créées par synthèse d'horloge (carrée, arbitraire, impulsion et train d'impulsions) du fait de la précision relativement basse de leur fréquence établie par le logiciel. Avec ces formes d'onde, les fréquences ayant un rapport apparemment rationnel (ex. : 3:1) peuvent être individuellement synthétisées ; le rapport entre les fréquences garantissant la synchronisation est $2^n:1$ parce que les étages de la synthèse d'horloge sont binaires. L'onde arbitraire présente une complication de plus, sa fréquence dépend à la fois de sa longueur et de la fréquence de l'horloge (fréquence onde = fréquence horloge ÷ longueur). La relation la plus importante avec les ondes arbitraires est le rapport des fréquences d'**horloge** et les considérations ci-dessus à propos de leur précision. L'utilisation la plus pratique de la synchronisation consiste à régler les deux générateurs sur la même fréquence, ou sur une harmonique, mais avec déphasage.

Connexions pour la synchronisation

Le connecteur REF CLOCK IN/OUT en face arrière du générateur "maître" (qui doit être réglé sur **phase lock master**) doit être relié au même connecteur REF CLOCK I/O du générateur "esclave" (qui doit être réglé sur **phase lock slave**).

De même, une des sorties SYNC OUT du "maître" (placé par défaut sur **phase lock**) doit être reliée à l'entrée TRIG IN de "l'esclave"

Réglage des générateurs

Les paramètres principaux de chaque générateur peuvent différer mais le rapport entre les fréquences doit être rationnel. Ils peuvent générer en principe n'importe quelle forme d'onde (se reporter toutefois aux contraintes et complications indiquées dans le paragraphe Principes de la synchronisation). Les meilleurs résultats sont obtenus en respectant les mêmes contraintes qu'en synchronisation inter voie.

Appuyez sur la touche écran UTILITY du générateur "maître", puis sélectionnez **ref clock i/o**. Voir la chapitre Menu des utilitaires.

REF CLOCK I/O SETUP
◇input
◇output
◆phase lock slave

Sélectionnez **phase lock master** en appuyant de façon répétitive sur la touche écran correspondante. Le générateur "esclave" est à régler sur **phase lock slave**, il est alors forcé à générer en mode continu et **toutes** les sorties SYNC OUT du "maître" par défaut sur **phase lock** (verrouillage de phase). Une seule sortie SYNC OUT du générateur "maître" suffit pour assurer la synchronisation inter générateur ; les autres sorties peuvent être réglées sur d'autres fonctions au besoin.

La valeur du déphasage entre "maître" et "esclave" se règle dans l'écran de réglages inter voie ouvert par sur la touche de face avant INTER CHannel.

```
◆mode: indep
◇phase: +000.0°
  (actual: +000.0°)
◇status: off view◇
```

La phase du générateur esclave se règle en ajustant la phase de la voie maître dans l'écran de réglage inter voie, exactement comme décrit dans le paragraphe Déphasage entre voie du chapitre Synchronisation inter voie. Les phases des voies esclaves du générateur esclave sont réglées par rapport à la voie maître de la façon décrite dans le même paragraphe.

Lorsqu'un générateur monovoie, qui n'a pas d'écran de réglage inter voie, est esclave, sa phase est réglée dans l'écran TRIGGER/GATE SETUP, voir le paragraphe Phase de départ en mode rafale dans le chapitre Modes rafale et porte.

Les conventions adoptées pour la relation de phase entre générateurs sont les mêmes que celles utilisées entre voies : une phase positive avance le générateur esclave par rapport au maître, une phase négative le retarde. Le paramètre **status** dans l'écran inter voie du générateur esclave doit être activé (**on**) (réglage automatique dans un générateur monovoie).

Les délais matériels augmentent significativement lorsque la fréquence augmente ce qui cause un retard additionnel de la phase maître et esclaves. Toutefois, ces délais peuvent être largement annulés en "reculant" les réglages de phase des esclaves.

Ces délais matériels sont typiquement comme suit :

Ondes en synthèse numérique directe	< ± 25 ns ; < 1° à 100 kHz
Ondes en synthèse d'horloge	< 300 ns ; < 1° à 10 kHz

En clair, un générateur multivoie fournit un verrouillage de phase inter voie plus fermé et il est recommandé jusqu'à 4 voies.

Activation de la synchronisation

Une fois les connexions réalisées et les réglages effectués, une pression sur la touche de face avant MAN TRIG de "l'esclave" crée la synchronisation. Tout changement ultérieur de réglage oblige à une re-synchronisation en appuyant à nouveau sur MAN TRIG.

Menu des utilitaires

Une pression sur la touche UTILITY ouvre une liste de menus donnant accès à différentes opérations système comprenant entre autre stockage / rappel de configuration de réglages dans la mémoire non volatile, messages d'erreur, configuration à la mise en marche et étalonnage.

Stockage et rappel de configuration

Des configurations complètes des réglages de formes d'onde peuvent être stockées ou rappelées dans ou depuis une RAM non volatile à l'aide des menus ouverts par les touches écran **store** et **recall**.

Sélectionnez **store...** (ou appuyez sur la touche de face avant STORE dans le cas d'un générateur multivoie).

```
Save to store No: 1
◇execute
```

Il existe neuf emplacements de stockage numérotés 1 à 9 inclus. Entrez le numéro via le clavier ou le bouton rotatif puis sélectionnez **execute** pour exécuter le stockage.

Pour rappeler une configuration, sélectionnez **recall** (ou appuyez sur la touche de face avant RECALL dans le cas d'un générateur multivoie).

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

En plus des configurations utilisateur stockées, les réglages par défaut peuvent être rappelés en appuyant sur la touche écran **defaults**. Notez que le rappel des réglages par défaut ne change aucune onde arbitraire, aucune configuration 1 à 9 stockées ni les réglages d'interface RS232/GPIB.

Information onde de voie

Il s'agit du contenu des mémoires des voies. Pour chaque voie, sélectionnée dans la colonne des touches SETUP, le nombre d'ondes et la taille mémoire libre sont indiqués dans l'écran ouvert par pression sur la touche écran **wfm info...**

```
CHANNEL WFM INFO:
waveforms: 1
free mem: 65436
exit◇
```

Messages d'avertissement et d'erreur

Le réglage par défaut fait que tout message d'avertissement ou d'erreur est affiché accompagné d'un bip sonore. Pour changer, sélectionnez **error...**

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

Chaque élément peut être activé (**ON**) ou non (**OFF**) par pressions successives sur la touche écran correspondante.

Le choix **last error** cause l'affichage des deux derniers messages d'erreur. Chaque message d'erreur a un numéro, la liste complète apparaît en Annexe 1. Voir aussi le paragraphe Messages d'avertissement et d'erreur dans le chapitre Fonctionnement en onde standard.

Réglage d'interface

La sélection de **remote...** ouvre l'écran **REMOTE SETUP** qui permet de choisir une interface, RS232 ou GPIB, et de sélectionner adresse et vitesse de transmission. Se reporter au chapitre Fonctionnement à distance pour plus de détails.

Réglage de REF CLOCK IN/OUT

Sélectionnez **ref. clock i/o**

```
REF. CLOCK I/O:
◆input
◇output
◇phase lock
```

Le réglage par défaut pour ce connecteur est **input**, c'est à dire entrée pour une horloge externe de référence à 10 MHz. Avec ce réglage, le système commute automatiquement sur la référence externe dès qu'un signal de niveau adéquat (seuil TTL/CMOS) est détecté au connecteur REF CLOCK IN/OUT. Mais, en l'absence d'un tel signal, le système continue à utiliser la référence interne. Avec le réglage **output** (sortie), l'horloge interne 10 MHz est disponible à ce connecteur. Le choix **phase lock** ne sert que dans le cas de synchronisation (verrouillage de phase) de deux générateurs. Voir le chapitre correspondant.

Sortie curseur / marqueur

Sélectionnez **cursor/marker...**

```
CURSOR/MARKER OUTPUT
◆amplitude: 2V
◇polarity: negative
◇cursor width: 1
```

Le signal curseur / marqueur est disponible au connecteur de face arrière CURSOR/MARKER OUT. Il est utilisé comme marqueur en mode vobulation et comme curseur en onde arbitraire. Il peut moduler l'axe Z d'un oscilloscope ou être affiché sur une autre voie de l'oscilloscope.

Le paramètre **amplitude** sert à régler l'amplitude du curseur / marqueur entre 2 et 14 V par pas de 2 V. Le paramètre **polarity** sert à déterminer la polarité : **positive** ou **negative**. Avec le réglage **positive**, le curseur / marqueur est une impulsion montante à partir de la ligne de base à 0 V. Le réglage **negative** donne un signal inversé.

Quand il est utilisé en marqueur (c'est à dire quand le mode vobulation (SWEEP) est en service), le signal est une impulsion dont la durée est déterminée par la durée du pas du balayage à la fréquence du marqueur. Voir le paragraphe Marqueur de balayage dans le chapitre Mode vobulation pour plus de détails.

Quand il est utilisé en curseur lors de l'édition d'une onde arbitraire (c'est à dire quand **edit waveform** est sélectionné dans l'écran **MODIFY**), sa largeur est réglable par pressions successives sur la touche écran de **width** ou à l'aide du bouton rotatif. Ainsi le curseur restera toujours visible même lorsque l'onde arbitraire est longue. La largeur correspondra toujours à un nombre impair de points de l'onde arbitraire, chaque incrément du réglage étant de deux points de 1 à 3, 5, 7, etc. Une largeur fixée à 1 correspond à 1 point de l'onde, une largeur de 2 correspond à 3 points, une largeur de 3 à 5 points et ainsi de suite jusqu'à la largeur 30 qui correspond à 59 points.

Configuration à la mise en marche

Sélectionnez **power on...**

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

La configuration des réglages à la mise en marche peut être choisie dans cet écran : soit les valeurs par défaut (**default values**), soit la configuration existante lors du dernier arrêt (**restore last setup**), soit une configuration précédemment stockée dans les mémoires non volatiles 1 à 9 (**recall store no.**). Les valeurs par défaut sont les réglages usine par défaut, voir Annexe 3.

Information système

La sélection de **info system...** ouvre un écran indiquant le modèle du générateur et sa révision logicielle. Une "checksum" est aussi effectuée afin de vérifier que l'EPROM n'a pas été corrompue.

Étalonnage

La sélection de **calibration** appelle une routine d'étalonnage interne. Se reporter au chapitre suivant Étalonnage.

Copie des réglages d'une voie

Il est possible de recopier aisément l'ensemble des réglages d'une voie (forme d'onde, fréquence, amplitude, etc.) en appuyant sur la touche de face avant COPY CHannel.

```
copy channel: 1
◆to channel: 2

◇execute
```

La ligne du haut indique la voie actuellement sélectionnée par les touches de la colonne SETUP. Des pressions sur la touche écran **to channel** fait défiler le numéro de toutes les autres voies de l'appareil.

Sélectionnez la voie destinatrice puis appuyez sur la touche écran **execute** pour effectuer la copie.

L'ensemble des paramètres peut être étalonné sans avoir à ouvrir le boîtier, c'est à dire que le générateur permet une étalonnage à "boîtier fermé". Tous les réglages sont effectués numériquement à partir de constantes d'étalonnage mémorisées dans l'EEPROM. La routine d'étalonnage ne requiert qu'un multimètre numérique 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 ± 5 ppm peut se produire au cours de la première année. Dans la mesure où le vieillissement décroît de façon exponentielle avec le temps, il est avantageux de ré-étalonner après les 6 premiers mois d'utilisation. Mis à part ce problème, il est peu probable que d'autres paramètres ont besoin d'être réglés.

L'étalonnage ne doit être effectué qu'après au moins 30 minutes de préchauffage dans des conditions ambiantes normales.

Équipement nécessaire

- Un multimètre numérique de 3½ chiffres avec une précision en DC de 0,25% et en AC de 0,5% à 1 kHz.
- Un compteur de fréquence capable de mesurer 10,00000 MHz.

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

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

Procédure d'étalonnage

La procédure d'étalonnage est accessible en appuyant sur la touche écran **calibration...** dans l'écran **UTILITY**.

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

Le logiciel fournit un mot de passe à 4 chiffres dans la fourchette 0000 à 9999 à utiliser pour accéder à la procédure d'étalonnage. Si le mot de passe reste à sa valeur d'usine par défaut de 0000, aucun message ne s'affiche et l'étalonnage peut avoir lieu comme décrit dans le paragraphe intitulé Routine d'étalonnage. L'utilisateur devra utiliser le mot de passe uniquement si un mot de passe autre que zéro à été programmé.

Réglage du mot de passe

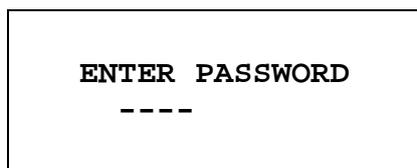
Appuyez sur la touche écran de **password...**

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

Entrez un nouveau mot de passe de 4 chiffres à partir du clavier. L'écran affiche le message **NEW PASSWORD STORED!** pendant deux secondes puis retourne au menu **UTILITY**. Si l'on appuie sur des touches autres que celles de 0 à 9, le message **ILLEGAL PASSWORD!** s'affiche.

Utiliser le mot de passe pour accéder à l'étalonnage ou pour le changer

Une fois le mot de passe créé, en appuyant sur **calibration...** dans l'écran **UTILITY**, on obtient :



Lorsque le mot de passe correct a été entré à partir du clavier, l'affichage change et on obtient l'écran de la procédure d'étalonnage. L'étalonnage peut débuter comme décrit dans le paragraphe Routine d'étalonnage. Si un mot de passe incorrect est entré, le message **INCORRECT PASSWORD!** s'affiche pendant deux secondes avant que l'écran ne retourne au menu **UTILITY**.

Après l'ouverture de l'écran, le mot de passe peut être changé en appuyant sur la touche écran **password** et en suivant la procédure décrite dans Réglage du mot de passe. Si le mot de passe est de nouveau réglé à 0000, la protection du mot de passe est annulée.

Le mot de passe est conservé par EEPROM et ne sera pas perdu, même si la batterie de sauvegarde de la mémoire disparaissait. Si pour une raison quelconque, le mot de passe se perdait, veuillez contacter le fabricant qui vous aidera à initialiser l'instrument.

Routine détalonnage

La routine d'étalonnage est ouverte en appuyant sur **continue**. En appuyant sur **exit**, on retourne à l'affichage du menu **UTILITY**. En appuyant sur **tests...** on peut afficher un écran de vérification du matériel de base utilisé pendant les tests de production. Ce menu de vérifications est très largement auto-explicatif, néanmoins, vous pouvez consulter le Guide de Maintenance (Service Manual) pour plus amples détails. A chaque étape, l'affichage change afin d'inciter l'utilisateur à ajuster le bouton rotatif ou les touches flèche, jusqu'à ce que la lecture de l'instrument atteigne à la valeur choisie. Les touches flèche offrent des possibilités de réglage approximatif, le bouton rotatif permet un réglage précis. Lorsqu'on appuie sur **next**, la routine est incrémentée à l'étape suivante. Lorsqu'on appuie sur la touche de face avant CE, il y a retour à l'étape précédente. Il est également possible d'appuyer sur **exit** pour que l'affichage retourne au dernier écran CAL 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 (CAL00 et CAL 01) indiquent les connexions et la méthode de réglage. L'affichage suivant (CAL 02) permet d'entrer la première voie à étalonner, cela permet un accès rapide à n'importe quelle voie. Pour étalonner complètement l'instrument, choisissez CH1. Les affichages suivants CAL 03 à CAL 55, permettent l'étalonnage de tous les paramètres ajustables.

La routine complète est la suivante :

CAL 03	CH1. DC offset zero.	Adjust for 0V ± 5mV.
CAL 04	CH1. DC offset at + full scale.	Adjust for + 10V ± 10mV.
CAL 05	CH1. DC offset at – full scale.	Check for –10V ± 3%
CAL 06	CH1. Multiplier zero.	Adjust for minimum Volts AC
CAL 07	CH1. Multiplier offset.	Adjust for 0V ± 5mV.
CAL 08	CH1. Waveform offset.	Adjust for 0V ± 5mV.
CAL 09	CH1. Output level at full–scale	Adjust for 10V ± 10mV.
CAL 10	CH1. 20Db attenuator	Adjust for 1V ± 1mV.
CAL 11	CH1. 40dB attenuator	Adjust for 0.1V ± .1mV.
CAL 12	CH1. 10dB attenuator	Adjust for 2.236V AC ± 10mV.
CAL 13	CH1. Not used.	

CAL 14	CH1. Not used.	
CAL 15	CH1. Not used.	
CAL 16	CH2. DC offset zero.	Adjust for $0V \pm 5mV$.
CAL 17	CH2. DC offset at + full-scale.	Adjust for $+10V \pm 10mV$.
CAL 18	CH2. DC offset at – full-scale.	Check for $-10V \pm 3\%$
CAL 19	CH2. Multiplier zero.	Adjust for minimum Volts AC
CAL 20	CH2. Multiplier offset.	Adjust for $0V \pm 5mV$.
CAL 21	CH2. Waveform offset.	Adjust for $0V \pm 5mV$.
CAL 22	CH2. Output level at full-scale	Adjust for $10V \pm 10mV$.
CAL 23	CH2. 20dB attenuator	Adjust for $1V \pm 1mV$.
CAL 24	CH2. 40dB attenuator	Adjust for $0.1V \pm .1mV$.
CAL 25	CH2. 10dB attenuator	Adjust for $2.236V AC \pm 10mV$.
CAL 26	CH2. Sum offset.	Adjust for $0V \pm 5mV$.
CAL 27	CH2. SCM level at full-scale.	Adjust for $5V \pm 5mV$.
CAL 28	CH2. AM level at full-scale.	Adjust for $10V \pm 10mV$.
CAL 29	CH3. DC offset zero.	Adjust for $0V \pm 5mV$.
CAL 30	CH3. DC offset at + full scale.	Adjust for $+10V \pm 10mV$.
CAL 31	CH3. DC offset at – full scale.	Check for $-10V \pm 3\%$
CAL 32	CH3. Multiplier zero.	Adjust for minimum Volts AC
CAL 33	CH3. Multiplier offset.	Adjust for $0V \pm 5mV$.
CAL 34	CH3. Waveform offset.	Adjust for $0V \pm 5mV$.
CAL 35	CH3. Output level at full-scale	Adjust for $10V \pm 10mV$.
CAL 36	CH3. 20dB attenuator	Adjust for $1V \pm 1mV$.
CAL 37	CH3. 40dB attenuator	Adjust for $0.1V \pm .1mV$.
CAL 38	CH3. 10dB attenuator	Adjust for $2.236V AC \pm 10mV$.
CAL 39	CH2. Sum offset.	Adjust for $0V \pm 5mV$.
CAL 40	CH3. SCM level at full-scale.	Adjust for $5V \pm 5mV$.
CAL 41	CH3. AM level at full-scale.	Adjust for $10V \pm 10mV$.
CAL 42	CH4. DC offset zero.	Adjust for $0V \pm 5mV$.
CAL 43	CH4. DC offset at + full scale.	Adjust for $+10V \pm 10mV$.
CAL 44	CH4. DC offset at – full scale.	Check for $-10V \pm 3\%$
CAL 45	CH4. Multiplier zero.	Adjust for minimum Volts AC
CAL 46	CH4. Multiplier offset.	Adjust for $0V \pm 5mV$.
CAL 47	CH4. Waveform offset.	Adjust for $0V \pm 5mV$.
CAL 48	CH4. Output level at full-scale	Adjust for $10V \pm 10mV$.
CAL 49	CH4. 20dB attenuator	Adjust for $1V \pm 1mV$.
CAL 50	CH4. 40dB attenuator	Adjust for $0.1V \pm .1mV$.
CAL 51	CH4. 10dB attenuator	Adjust for $2.236V AC \pm 10mV$.
CAL 52	CH4. Sum offset.	Adjust for $0V \pm 5mV$.
CAL 53	CH4. SCM level at full-scale.	Adjust for $5V \pm 5mV$.
CAL 54	CH4. AM level at full-scale.	Adjust for $10V \pm 10mV$.
CAL 55	Clock calibrate	Adjust for $10.00000 MHz$ at SYNC OUT.

Étalonnage à distance

L'étalonnage de l'instrument peut être réalisé via l'interface RS232 ou GPIB. Afin d'automatiser le processus entier, le multimètre et le compteur de fréquence doivent également être contrôlés à distance, le contrôleur doit exécuter un programme d'étalonnage unique sur cet instrument.

Les commandes d'étalonnage à distance permettent d'exécuter une version simplifiée de l'étalonnage manuel. 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 l'étape 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 vérification d'erreur sont effectuées et c'est la responsabilité du contrôleur que chaque chose progresse en bon ordre. Seules les commandes listées ci-dessous doivent être utilisées.

ATTENTION : Si une toute autre commande est utilisée, les résultats peuvent s'avérer imprévisibles et causer un verrouillage de l'instrument. Il faudrait alors arrêter puis remettre en marche l'instrument.

CALIBRATION <cpd> [,nrf] (étalonnage)	Commande de contrôle de l'étalonnage. <cpd> peut être l'une des trois sous-commandes :
START (départ)	Lance le mode étalonnage. Cette commande doit être envoyée pour que les autres commandes d'étalonnage puissent être identifiées.
SAVE (sauvegarde)	Termine l'étalonnage, sauvegarde les nouvelles valeurs et sort du mode étalonnage.
ABORT (annulation)	Termine l'étalonnage, ne sauvegarde pas les nouvelles valeurs et sort du mode.
	<nrf> représente le mot de passe d'étalonnage. Le mot de passe n'est requis que pour CALIBRATION START et seulement si un mot de passe autre que zéro a été réglé. Le mot de passe sera ignoré et ne produira aucune erreur à tout autre moment.
	Il est impossible de régler ou de changer le mot de passe à partir de la commande à distance.
CALADJ <nrf>	Ajuste la valeur d'étalonnage sélectionnée par <nrf>. La valeur doit se situer dans la fourchette -100 à +100. Lorsqu'un réglage est achevé et que la nouvelle valeur est celle souhaitée, la commande CALSTEP doit être émise de façon à ce que la nouvelle valeur soit acceptée.
CALSTEP	Passe à l'étape suivante.

Pour des informations générales concernant les formats en fonctionnement et en commande à distance, se référer aux chapitres correspondants.

Fonctionnement à distance

L'instrument peut être commandé à distance via l'interface GPIB ou RS232. En RS232, l'instrument peut être connecté seul ou faire partie d'un ensemble adressable pouvant comporter jusqu'à 32 instruments à partir d'un port RS232.

Sélection de l'adresse et de la vitesse de transmission

Pour garantir un bon fonctionnement, chaque instrument connecté au bus GPIB ou RS232 adressable doit avoir une seule adresse et, en RS232, être tous réglés à la même vitesse de transmission.

L'adresse à distance de l'instrument pour les opérations d'interface RS232 ou GPIB se règle dans le menu **remote** qui se trouve sur l'écran UTILITY. Voir le chapitre Menu des utilitaires.

REMOTE ◆ interface: RS232 ◇ address: 05 ◇ baud rate: 9600
--

Le paramètre **interfaces** permet de sélectionner l'interface désirée des pressions successives sur sa touche écran ou les touches flèche ou le bouton rotatif font basculer entre RS232 et GPIB.

Lorsqu'on sélectionne **address**, le réglage de l'adresse peut s'effectuer soit par la touche écran, soit par les touches flèche ou encore par le bouton rotatif.

Lorsqu'on sélectionne **baud rate**, on peut utiliser soit la touche écran, soit les touches flèche, soit encore le bouton rotatif pour entrer la vitesse de transmission en bauds de l'interface RS232.

Lorsqu'on se sert du GPIB, l'ensemble des opérations du dispositif s'exécute par une seule adresse primaire. Aucun adressage secondaire n'est utilisé.

NOTE : L'adresse GPIB 31 n'est pas permise par les normes IEEE488 mais elle peut être sélectionnée en tant qu'adresse RS232.

Fonctionnement à distance / local

À la mise en marche, l'instrument est en fonctionnement local et le voyant REMOTE est éteint. Dans cet état, l'ensemble des opérations est possible à partir du clavier. Lorsque l'instrument est adressé comme écouteur et qu'il reçoit une commande, l'état à distance est validé et le voyant REMOTE s'allume. Dans cet état, le clavier est verrouillé et seules les commandes à distance sont prises en compte. L'instrument 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'instrument ou jusqu'à ce que l'instrument reçoive un nouveau caractère à partir de l'interface, quand l'état à distance est validé de nouveau.

Interface RS232

Connecteur RS232

Le connecteur d'interface série à 9 voies, type D, se trouve sur le panneau arrière de l'instrument. Les connexions des broches sont indiquées ci-dessous.

Broches	Nom	Description
1	-	Pas de connexion interne
2	TXD	Données transmises à l'instrument
3	RXD	Données reçues par l'instrument
4	-	Pas de connexion interne
5	GND	Signal terre
6	-	Pas de connexion interne
7	RXD2	Données secondaires reçues (RS232 adressable)
8	TXD2	Données secondaires transmises (RS232 adressable)
9	GND	Signal terre (RS232 adressable)

Toutes les interfaces d'instrument doivent être réglées sur la même vitesse de transmission et tous les instruments mis en marche, sinon les instruments au-delà de celui arrêté ne recevraient pas de données ni de commandes.

Les autres paramètres sont fixés comme suit :

Bit de départ :	1	Parité :	Sans
Bits de données :	8	Bit d'arrêt :	1

Jeu de caractères RS232

Par suite du besoin d'établissement de liaison avec XON/XOFF, il est possible de transmettre des données codées ASCII uniquement ; des blocs binaires ne sont pas admissibles. Il n'est pas tenu compte du bit 7 des codes ASCII, car il est considéré comme étant bas. On ne fait pas de différence entre les majuscules et les minuscules pour les mnémoniques de commande et il est facile de les mélanger. Les codes ASCII en dessous de 20H (espace) sont réservés pour la commande de l'interface RS232 adressable. Dans ce manuel, 20H signifie 20 en hexadécimal.

Codes de commande de l'interface RS232

Tous les instruments reliés au bus 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. Un mélange de codes de commande d'interface et de commandes de l'instrument ne sont pas admissibles 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 instrument, il entre automatiquement en mode Non-Addressable. Dans ce mode, l'instrument n'est pas adressable et il ne répond pas aux commandes d'adresse. Ceci permet à l'instrument de fonctionner en tant que dispositif RS232 habituel contrôlable. On peut bloquer ce mode en transmettant le code de contrôle de mode Lock Non-Addressable 04H. Le contrôleur et l'instrument 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 faire retourner en mode adressable.

Il faut transmettre le code de contrôle Set Addressable Mode 02H pour activer le mode adressable après allumage de l'instrument. Ceci activera tous les instruments reliés au bus pour qu'ils répondent à tous les codes de contrôle d'interface. Transmettre le code de contrôle Lock Non-Addressable mode désactive le mode adressable jusqu'à extinction de l'instrument.

Avant qu'une commande soit transmise à un instrument, il doit être adressé écouteur par le code de contrôle Listen Address, 12H, suivi d'un seul caractère dont les 5 bits inférieurs correspondent à l'adresse unique de l'instrument. Par exemple, les codes A-Z, ou a-z, donnent les adresses 1-26 incluses alors que @ est l'adresse zéro, etc. En mode écouteur, l'instrument peut lire et réagir à toutes les commandes transmises jusqu'à ce que ce mode soit annulé.

Par suite de la nature asynchrone de l'interface, le contrôleur doit être informé qu'un instrument a accepté la séquence d'adresse de réception et qu'il est prêt à recevoir des commandes. Le contrôleur attend donc le code Acknowledge, 06H, avant de transmettre des commandes.

L'instrument adressé doit envoyer cet Acknowledge. Le contrôleur doit attendre, vérifier à nouveau que ce code est 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 non utilisée par cet instrument
14H	Talk Address pour tout instrument
03H	Code de contrôle Universal Unaddress
04H	Code de contrôle Lock Non-Addressable mode
18H	Universal Device Clear

Avant qu'une réponse puisse être lue depuis un instrument, il doit être adressé parleur par transmission du code de contrôle Talk Address, 14H, suivi d'un seul caractère dont les 5 bits inférieurs correspondent à l'adresse unique de l'instrument requis, de la même manière que pour le code de contrôle d'adresse écouteur ci-dessus. En mode adressé parleur, l'instrument transmet le message de réponse disponible, le cas échéant, puis sort de l'état adressé parleur. Un seul message réponse sera envoyé à chaque fois qu'il sera adressé parleur.

Le mode adressé parleur sera annulé à la réception de n'importe quel code de commande d'interface suivant :

- 12H Listen Address pour tout instrument
- 14H Talk Address suivi d'une adresse non utilisée par cet instrument
- 03H Code de contrôle Universal Unaddress
- 04H Code de contrôle Lock Non-Addressable mode
- 18H Universal Device Clear

Le mode parleur sera également annulé lorsque l'instrument a fini d'envoyer un message de réponse ou qu'il n'a rien à dire.

Le code d'interface 0AH (LF) est la commande universelle et le terminateur de la réponse ; il doit être le dernier code transmis pour toutes les commandes et sera le dernier code transmis dans toutes les réponses.

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

L'appareil écouteur (instrument ou contrôleur) peut transmettre à tout moment le code d'interface 13H (XOFF) pour arrêter la sortie d'un appareil parleur. L'écouteur doit transmettre le code 11H (XON), avant que l'appareil parleur recommence la transmission. C'est la seule forme de commande de protocole supportée en mode RS232 adressable.

Liste complète des codes de commande d'interface RS232 adressable

- 02H Etablit le mode adressable
- 03H Code de contrôle Universal Unaddress
- 04H Code de contrôle Lock Non-Addressable mode
- 06H Reconnaissance de réception d'adresse écouteur
- 0AH Saut de ligne (LF), commande universelle et terminateur de réponse
- 0DH Retour chariot (CR), code de mise en forme, autrement ignoré
- 11H Recommencement de la transmission (XON)
- 12H Adresse écouteur - doit être suivi de l'adresse de cet instrument
- 13H Arrêt de transmission (XOFF)
- 14H Adresse parleur - doit être suivi de l'adresse de cet instrument
- 18H Universal Device Clear.

Interface GPIB

Le connecteur GPIB est situé sur le panneau arrière de l'instrument. Les connexions des broches correspondent à celles qui sont spécifiées dans la norme IEEE Std. 488.1-1987 et l'instrument satisfait aux normes IEEE Std. 488.1-1987 et IEEE Std. 488.2-1987.

Sous-groupes GPIB

L'instrument contient les sous-groupes IEEE 488.1 suivants :

Source Handshake	SH1
Acceptor Handshake	AH1
Talker	T6
Listener	L4
Service Request	SR1
Remote Local	RL1
Parallel Poll	PP1
Device Clear	DC1
Device Trigger	DT1
Controller	C0
Electrical Interface	E2

Gestion d'erreur GPIB IEEE Std 488.2

L'erreur UNTERMINATED IEEE 488.2 (adressé pour émettre en n'ayant rien à émettre) est gérée de la manière suivante. Si l'instrument est adressé parleur et que la mise en forme de réponse est inactive et que la file d'attente d'entrée est vide, l'erreur UNTERMINATED se produit alors. Ceci entraîne le réglage du bit Query Error dans le Standard Event Status Register et 3 est placé dans le Query Error Register et l'analyseur syntaxique est réinitialisé. Voir le paragraphe Registres d'états pour plus d'informations à ce sujet.

L'erreur INTERRUPTED IEEE 488.2 est gérée de la manière suivante. Si la mise en forme de réponse attend de transmettre un message de réponse et qu'un <PROGRAM MESSAGE TERMINATOR> a été lu par l'analyseur syntaxique, ou que la file d'attente d'entrée contient plus d'un message END, l'instrument est alors INTERRUPTED et une erreur se produit. Ceci entraîne le réglage du bit Query Error dans le Standard Event Status Register, 1 est placé dans le Query Error Register et le formatage de réponse doit être réinitialisé pour dégager la file d'attente de sortie. L'analyseur syntaxique commence alors l'analyse syntaxique du <PROGRAM MESSAGE UNIT> suivant de la file d'attente d'entrée. Voir le paragraphe Registres d'états pour plus d'informations à ce sujet.

L'erreur DEADLOCK IEEE 488.2 est gérée de la manière suivante. Si la mise en forme de réponse attend de transmettre un message de réponse et que la file d'attente d'entrée est pleine, l'instrument passe alors à l'état DEADLOCK et une erreur se produit. Ceci entraîne le réglage du bit Query Error dans le Standard Event Status Register, 2 est placé dans le Query Error Register et la mise en forme de réponse est réinitialisée, ce qui dégager la file d'attente de sortie. L'analyseur syntaxique commence à analyser la syntaxe du <PROGRAM MESSAGE UNIT> suivant de la file d'attente d'entrée. Voir le paragraphe Registres d'états pour plus d'informations à ce sujet.

Appel GPIB parallèle

Cet appareil offre des capacités d'appel complètes en parallèle. Le Parallel Poll Enable Register est réglé pour spécifier les bits du Status Byte Register utilisés pour constituer le message local ist. Le Parallel Poll Enable Register est réglé par la commande *PRE<nrf> et lu par la commande *PRE?. La valeur du Parallel Poll Enable Register est ANDed avec le Status Byte Register ; si le résultat est zéro, la valeur de ist est 0, autrement la valeur de ist est 1.

Il faut également configurer l'instrument de manière à pouvoir renvoyer la valeur de ist au contrôleur pendant une opération d'appel en parallèle. La configuration de l'instrument s'effectue par la transmission d'une commande Parallel Poll Configure (PPC) suivie d'une commande Parallel Poll Enable (PPE) par le contrôleur. Les bits de la commande PPE sont indiqués ci-dessous :

bit 7 =	X	Ne joue aucun rôle
bit 6 =	1	Parallel poll actif
bit 5 =	1	
bit 4 =	0	
bit 3 =	détection	Détection du bit de réponse; 0 = bas, 1 = haut
bit 2 =	?	Position de bit de réponse
bit 1 =	?	
bit 0 =	?	

Exemple : Pour renvoyer le bit RQS (bit 6 du Status Byte Register) en tant que 1, si vrai, et en tant que 0 si faux, dans la position de bit 1 en réponse à une opération d'appel en parallèle, transmet les commandes suivantes:

*PRE64<pmt>, puis PPC suivi de 69H (PPE)

La réponse d'appel en parallèle du générateur est alors 00H, si RQS est 0 et 01H si RQS est 1.

Pendant la réponse d'appel en parallèle, les lignes d'interface DIO sont bouclées de manière résistive (terminaison passive). Ceci permet à des dispositifs multiples de partager la même position de bit de réponse en configuration wired-AND ou wired-OR, voir IEEE 488.1 pour plus d'informations à ce sujet.

Registres d'états

Cette section décrit le modèle complet d'états de l'instrument. Il faut noter que certains registres sont spécifiques à la section GPIB de l'instrument et qu'ils sont d'utilisation limitée dans un environnement RS232.

Registres d'état d'événement standards et activés

Ces deux registres sont exploités selon les impératifs d'IEEE std. 488.2.

Tous les bits réglés dans le Standard Event Status Register qui correspondent aux bits réglés dans le Standard Event Status Enable Register entraînent le réglage du bit ESB dans le Status Byte Register.

Le Standard Event Status Register est lu et réinitialisé par la commande *ESR?. Le Standard Event Status Enable Register est réglé par la commande *ESE <nrf> et lu par la commande *ESE?.

- Bit 7 - Mise en marche. Réglé la première fois que l'alimentation est appliquée à l'instrument..
- Bit 6 - Non utilisé.
- Bit 5 - Command Error. Réglé lorsqu'une erreur de type syntaxique est détectée dans une commande du bus. L'analyseur syntaxique est réinitialisé et l'analyse continue à l'octet suivant du flot d'entrée.
- Bit 4 - Execution Error. Réglé lorsqu'il se produit une erreur pendant une tentative d'exécution d'une commande où la syntaxe est entièrement analysée. Le numéro d'erreur approprié est signalé dans le Execution Error Register.
- Bit 3 - Non utilisé
- Bit 2 - Query Error. Réglé lorsqu'une erreur d'interrogation se produit. Le numéro d'erreur approprié est signalé dans le Query Error Register, comme indiqué ci-dessous.
 - 1. erreur interrompue
 - 2. erreur point mort
 - 3. erreur non terminée
- Bit 1 - Non utilisé
- Bit 0 - Operation Complete. Réglé en réponse à la commande *OPC.

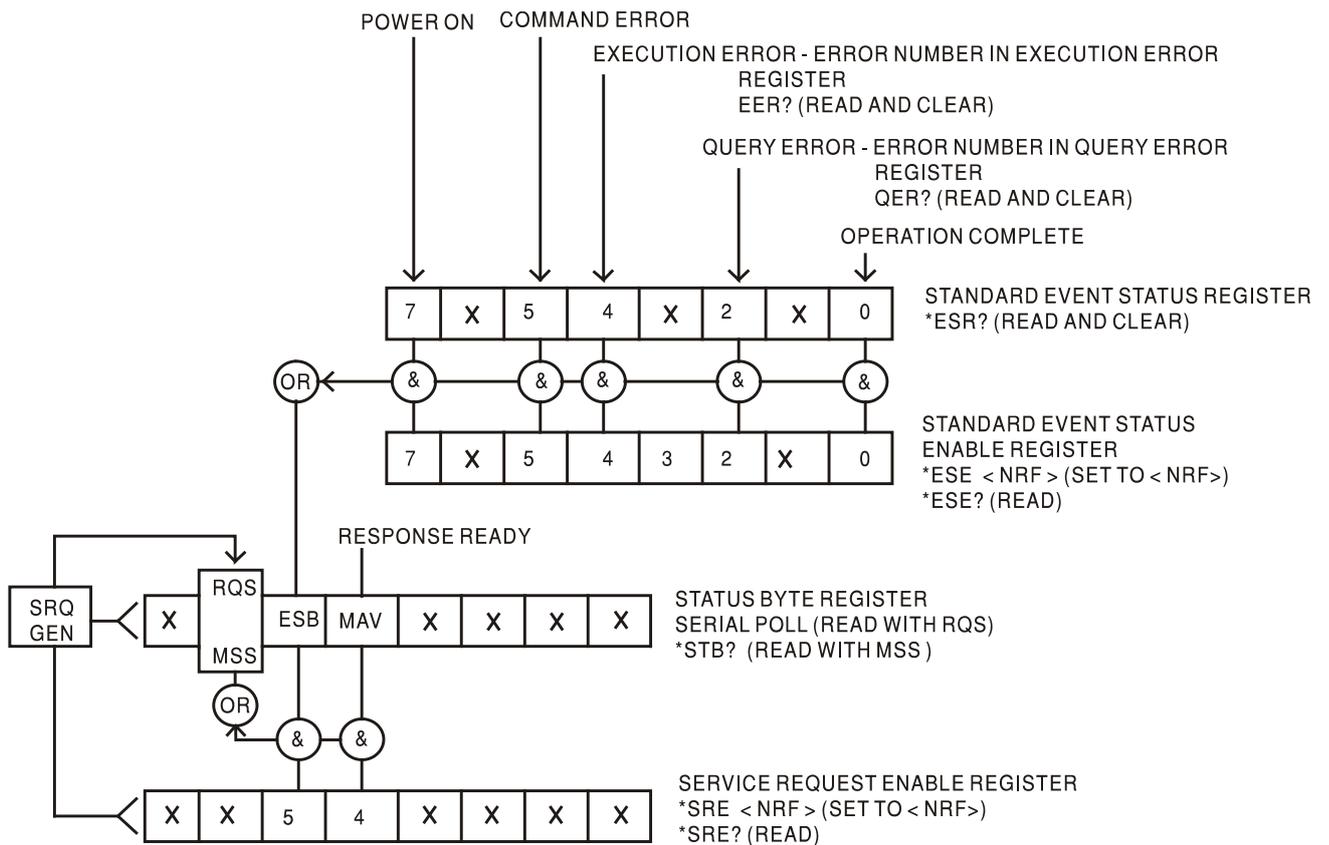
Registres d'état d'octet et d'activation de demande de service

Ces deux registres sont exploités selon les impératifs d'IEEE Std. 488.2.

Tous les bits réglés dans le Status Byte Register qui correspondent aux bits réglés dans le Service Request Enable Register entraînent le réglage du bit RQS/MSS dans le Status Byte Register, ce qui produit un Service Request sur le bus.

Le Status Byte Register est lu soit par la commande *STB? qui renvoie MSS dans le bit 6, soit par un Serial Poll qui renvoie RQS dans le bit 6. Le Service Request Enable Register est réglé par la commande *SRE <nrf> et lu par la commande □SRE?.

- Bit 7 - Non utilisé
 - Bit 6 - RQS/MSS. Ce bit défini par IEEE Std. 488.2 contient le message Requesting Service ainsi que le message Master Status Summary. RQS est renvoyé en réponse à une commande Serial Poll et MSS en réponse à la commande □STB?.
 - Bit 5 - ESB. The Event Status Bit. Ce bit est réglé si des bits réglés dans le Standard Event Status Register correspondent aux bits réglés dans le Standard Event Status Enable Register.
 - Bit 4 - MAV. The Message Available Bit. Il est réglé lorsque l'instrument a un message de réponse mis en forme et prêt à être transmis au contrôleur. Le bit est réinitialisé après transmission du Response Message Terminator.
 - Bit 3 - Non utilisé
 - Bit 2 - Non utilisé
 - Bit 1 - Non utilisé
 - Bit 0 - Non utilisé
-



Réglages à la mise en marche

Les valeurs d'état suivantes de l'instrument sont réglées à l'allumage:

Status Byte Register	= 0
Service Request Enable Register *	= 0
Standard Event Status Register	= 128 (pon bit set)
Standard Event Status Enable Register *	= 0
Execution Error Register	= 0
Query Error Register	= 0
Parallel Poll Enable Register *	= 0

* Ces registres sont spécifiques à la section GPIB de l'instrument et leur utilisation est limitée dans un environnement RS232.

L'instrument se trouve en mode local avec le clavier actif.

Les paramètres de l'instrument à la mise en marche sont déterminés dans le menu **POWER ON SETTING**. Si **restore last setup** ou **recall stor no. nn** a été sélectionné et qu'un état défini est demandé par le contrôleur au départ, la commande ***RST** doit être utilisée pour charger les réglages par défaut du système.

Si, pour une raison quelconque, une erreur est détectée à la mise en route dans la mémoire vive rémanente, un avertissement est indiqué et tous les réglages retournent à leur valeur par défaut, comme dans le cas d'une commande ***RST**.

Formats de commande à distance RS232

L'entrée série de l'instrument est mémorisée dans une file d'attente d'entrée de 256 octets qui est remplie, sous interruption, d'une manière transparente pour toutes les autres opérations de l'instrument. L'instrument transmettra XOFF lorsque 200 caractères environ se trouvent dans la file d'attente et, XON, lorsque 100 espaces libres environ sont disponibles dans la file d'attente après la transmission de XOFF. Cette file d'attente contient des données pures (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 qu'une commande ou interrogation précédente ne soit effectuée. Il n'y a pas de file d'attente de sortie, ce qui veut dire que la mise en forme de réponse attend, indéfiniment le cas échéant, que l'instrument soit adressé par leur et que le message de réponse complet ait été transmis, avant que l'analyseur puisse commencer la commande suivante à la file d'attente d'entrée.

Les commandes doivent être envoyées comme spécifié dans la liste des commandes et doivent être suivies du code de commande terminateur 0AH (LF). Les commandes doivent être envoyées en groupe séparées entre elles par le code séparateur 3BH (;).

Les réponses de l'instrument au contrôleur sont transmises comme spécifié dans la liste des commandes. Chaque réponse est terminée par 0DH (CR) suivi de 0AH (LF).

Un <RESPONSE MESSAGE TERMINATOR> est le caractère retour de chariot suivi du caractère de nouvelle ligne (0DH 0AH).

Chaque interrogation produit un <RESPONSE MESSAGE> spécifique listé avec la commande dans la section COMMANDES A DISTANCE.

<WHITE SPACE> est défini comme le code de caractères 00H à 20H inclus à l'exception des codes spécifiés comme les commandes d'interface RS232 adressable. Il n'est pas tenu compte de <WHITE SPACE> sauf dans les identificateurs 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 des minuscules et des majuscules.

Formats de commande à distance GPIB

Les entrées GPIB de l'instrument sont accumulées dans une file d'attente d'entrées de 256 octets. Celle-ci est remplie, par interruptions, d'une façon transparente aux autres fonctionnements de l'instrument. 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 qu'une commande ou interrogation précédente ne soit effectuée. Il n'y a pas de file d'attente de sortie, ce qui veut dire que la mise en forme de réponse attend, indéfiniment le cas échéant, que l'instrument soit adressé de façon à recevoir et que le message de réponse complet ait été transmis avant que l'analyseur puisse commencer la commande suivante de la file d'attente d'entrée.

Les commandes sont transmises en tant que <PROGRAM MESSAGES> par le contrôleur et chaque message est constitué de zéro élément ou de plus d'éléments <PROGRAM MESSAGE UNIT> séparés par les éléments <PROGRAM MESSAGE UNIT SEPARATOR>.

Un <PROGRAM MESSAGE UNIT> est n'importe laquelle des commandes à distance.

Un <PROGRAM MESSAGE UNIT SEPARATOR> est un point virgule (3BH).

Les <PROGRAM MESSAGES> sont séparés par des éléments <PROGRAM MESSAGE TERMINATOR> constitués d'un des caractères suivants :

NL	Saut de ligne (OAH)
NL^END	Saut de ligne avec message de fin
^END	Message de fin avec le dernier caractère du message.

Les réponses de l'instrument au contrôleur sont transmises en tant que <RESPONSE MESSAGES>. Un <RESPONSE MESSAGE> est composé d'un <RESPONSE MESSAGE UNIT> suivi d'un <RESPONSE MESSAGE TERMINATOR>.

Un <RESPONSE MESSAGE TERMINATOR> est le terminateur NL^END.

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

Il n'est pas tenu compte de <WHITE SPACE> sauf dans les identificateurs de commande, par exemple "*C LS" n'est pas équivalent à "*CLS". <WHITE SPACE> est défini comme le code 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 des minuscules et majuscules.

Liste des commandes à distance

Les paragraphes suivants indiquent toutes les commandes et interrogations exécutées dans cet instrument.

Il faut 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>
<cpd>	<CHARACTER PROGRAM DATA>, c'est à dire un petit mnémonic ou une chaîne de caractères, ON et OFF par exemple
<nrf>	Nombre en tout 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.-à-d. nombre entier
[...]	Tous les éléments entre ces crochets sont des paramètres facultatifs. S'il y a plus d'un élément, tous les éléments ou aucun élément sont (est) requis.

Les commandes commençant par * sont celles spécifiées par IEEE Std. 488.2 comme des commandes communes. Elles fonctionneront toutes si elles sont utilisées avec l'interface RS232 mais certaines ne sont pas très utiles.

Sélection de voie

La plupart des commandes agissent sur une voie particulière du générateur. La commande ci-dessous sélectionne la voie désirée. Les commandes suivantes n'agiront que sur les paramètres de cette voie.

SETUPCH <nrf> Sélectionne la voie <nrf> comme destination des commandes postérieures. La valeur de <nrf> peut être comprise entre 1 et le numéro maximum des voies de l'appareil.

Fréquence et période

Ces commandes permettent de régler la fréquence / période de la sortie principale du générateur et équivalent à appuyer sur la touche **FREQ** pour éditer l'écran.

WAVFREQ <nrf>	Régler la fréquence de la forme d'onde sur <nrf> Hz.
WAVPER <nrf>	Régler la fréquence de la forme d'onde sur <nrf> s.
CLKFREQ <nrf>	Régler la fréquence de l'horloge d'échantillonnage de la forme d'onde arbitraire sur <nrf> Hz.
CLKPER <nrf>	Régler la période de l'horloge d'échantillonnage de la forme d'onde arbitraire sur <nrf> s.

Amplitude et décalage

AMPL <nrf>	Régler l'amplitude des éléments sur <nrf> comme indiqué par la commande AMP UNIT .
AMPUNIT <cpd>	Régler l'amplitude des éléments sur <VPP>, <VRMS> ou <DBM>.
ZLOAD <cpd>	Régler la charge de sortie à <50> (50 Ω), <600> (600 Ω) ou <OPEN>.
DCOFFS <nrf>	Régler le décalage sur <nrf> V.

Sélection de la forme d'onde

WAVE <cpd>	Sélectionner la forme d'onde de sortie en tant que <SINE>, <SQUARE>, <TRIANG>, <DC>, <POSRMP>, <NEGRMP>, <COSINE>, <HVSIN>, <HVCOS>, <SINC>, <PULSE>, <PULSTRN>, <ARB> ou SEQ .
PULSPER <nrf>	Régler la période d'impulsion sur <nrf> s.
PULSWID <nrf>	Régler la largeur d'impulsion sur <nrf> s.
PULSDLY <nrf>	Régler le délai d'impulsion sur <nrf> s.
PULTRNLEN <nrf>	Régler le nombre d'impulsion du train d'impulsion sur <nrf>.
PULTRNPER <nrf>	Régler la période du train d'impulsion sur <nrf> s.
PULTRNBASE <nrf>	Régler la ligne de base du train d'impulsion sur <nrf> V.
PULTRNLEV <nrf1>,<nrf2>	Régler le niveau du nombre d'impulsions du train-impulsions <nrf1> sur <nrf2> V.
PULTRNWID <nrf1>,<nrf2>	Régler la largeur du nombre d'impulsions du train-impulsion <nrf> sur <nrf2> sec.
PULTRNDLY <nrf1>,<nrf2>	Régler le délai du nombre d'impulsion du train d'impulsion <nrf> sur <nrf2> sec.
PULTRNMAKE	Crée le train d'impulsions et l'exécute - similaire à la commande WAVE PULSTRN
ARB <cpd>	Sélectionne une forme d'onde arbitraire pour la sortie. <cpd> doit être le nom donné à une forme d'onde arbitraire existante. La mémoire de sauvegarde est toujours utilisée comme source des arbitraires. L'arbitraire peut être copiée dans la mémoire de la voie si nécessaire.
ARBLISTCH?	Renvoie une liste des ondes arbitraires présentes dans la mémoire de la voie, chacune avec un nom et une longueur sous la forme suivante : <cpd>, <nrf1>. La liste se termine par <rmt>.
ARBLIST?	Renvoie la liste des ondes arbitraires présentes dans la mémoire de sauvegarde, chacune avec un nom et une longueur sous la forme suivante : <cpd>, <nrf1>. La liste se termine par <rmt>.

Création et effacement d'onde arbitraire

NOTE : Avant d'utiliser les commandes de ce paragraphe, prendre la précaution de vérifier que toutes les voies de l'instrument génèrent en mode continu. Des résultats inattendus risqueraient de se produire.

ARBDELETE <cpd>	Efface l'onde arbitraire <cpd> de la mémoire de sauvegarde.
ARBCLR <cpd>	Efface l'onde arbitraire <cpd> de la mémoire de ma mémoire de la voie. La mémoire de sauvegarde reste inchangée.
ARBCREATE <cpd>,<nrf>	Crée une nouvelle forme d'onde arbitraire vide nommée <cpd> et d'une longueur de <nrf> points.
ARBDEFCSV <cpd>,<nrf>,<csv ascii data>	Permet de définir une forme d'onde arbitraire nouvelle ou existante de nom <cpd> et d'une longueur <nrf>, et de charger les données contenues dans <cv ascii data>. Si la forme d'onde arbitraire n'existe pas, ce procédé la crée. Si elle existe, la longueur est vérifiée par rapport à celle qui a été définie, un avertissement est émis si elles sont différentes. Les limites d'édition doivent être réglées sur les extrémités de la forme d'onde. Les données consistent en valeurs codées en ascii dans la fourchette -2048 à +2047 pour chacun des points. Les valeurs sont séparées par un caractère virgule et les données se terminent par <pmt>. Si les données envoyées sont inférieures au nombre de points de la forme d'onde, les anciennes données sont conservées à partir du point où se terminent les nouvelles données. S'il y a un excès de données, les données supplémentaires sont ignorées.
ARBDEF <cpd>,<nrf>,<bin data block>	Permet de définir une forme d'onde arbitraire nouvelle ou existante avec le nom <cpd> et une longueur <nrf>, et de charger les données contenues dans <bin data block>. Si la forme d'onde arbitraire n'existe pas, elle est créée. Si elle existe, la longueur est comparée à celle qui a été définie et un avertissement est émis si elles sont différentes. Les limites d'édition doivent être réglées sur les extrémités de la forme d'onde. Les données se présentent consistent en deux octets par point sans caractère entre les octets ou les points. L'octet supérieur des points des données est envoyé d'abord. Le bloc de données a en en-tête le caractère # suivi par plusieurs caractères numériques codés en ascii. Le premier de ces caractères définit le nombre de caractères ascii qui le suivent et ces caractères qui le suivent définissent à leur tour la longueur des données binaires en octets. Si on envoie un nombre de données inférieur au nombre de points entre les limites, les données précédentes sont conservées à partir du point où les données nouvelles s'achèvent. Si un excès de données est envoyé, les données supplémentaires sont ignorées. Cette commande ne peut pas être utilisée pour l'interface RS232 à cause du bloc de données binaires.

Edition d'onde arbitraire

NOTE : Avant d'utiliser les commandes de ce paragraphe, prendre la précaution de vérifier que toutes les voies de l'instrument génèrent en mode continu. Des résultats inattendus risqueraient de se produire.

ARBEDLIMITS <nrf1>,<nrf2>

Règle les limites d'édition de l'onde arbitraire pour démarrer à <nrf1> et s'arrêter à <nrf2>.

ARBDATACSV
<cpd>,<csv ascii data>

Charge des données dans une forme d'onde arbitraire existante. <cpd> doit être le nom donné d'une forme d'onde arbitraire existante. Les données se représentent sous la forme de valeurs en code ascii, dans la fourchette -2048 à +2047 pour chaque point. Les valeurs sont séparées par un caractère virgule et les données s'achèvent par <pmt>. Les données sont entrées à l'intérieur de la forme d'onde arbitraire entre les points spécifiés par la commande ARBLIMITS. Si les données envoyées sont inférieures au nombre de points entre les limites, les anciennes données sont conservées à partir du point où se terminent les nouvelles données. S'il y a un trop de données, les données supplémentaires sont ignorées.

ARBDATA
<cpd>,<bin data block>

Charge des données à l'intérieur d'une forme d'onde arbitraire. <cpd> doit être le nom de la forme d'onde arbitraire existante. Les données sont de 2 octets par point sans caractère entre les octets ou les points. L'octet supérieur est envoyé le premier. Le bloc des données a en en-tête le caractère # suivi par plusieurs caractères numériques codés en ascii. Le premier de ces caractères définit le nombre de caractères ascii qui le suivent et ces caractères qui le suivent définissent à leur tour la longueur des données binaires en octets. Les données sont entrées dans la forme d'onde arbitraire entre les points spécifiés par la commande ARBLIMITS. Si on envoie un nombre de données inférieur au nombre de points entre les limites, les données précédentes sont conservées à partir du point où les données nouvelles s'achèvent. Si un excès de données est envoyé, les données supplémentaires sont ignorées. Cette commande ne peut pas être utilisée pour l'interface RS232/ARC à cause du bloc de données en binaire.

ARBDATACSV? <cpd>

Renvoie les données d'une forme d'onde arbitraire existante. <cpd> doit être le nom de la forme d'onde arbitraire existante. Les données se présentent sous la forme de valeurs en code ascii comme il est dit à propos de la commande ARBDATACSV. Les données sont envoyées à partir de la forme d'onde arbitraire entre les points définis par la commande ARBLIMITS.

ARBDATA? <cpd>

Renvoie les données d'une forme d'onde arbitraire. <cpd> doit être le nom de la forme d'onde existante. Les données se présentent sous la forme de valeurs codées en binaire comme il est dit à propos de la commande ARBDATA. Les données sont envoyées à partir de la forme d'onde arbitraire entre les points définis par la commande ARBLIMITS. Cette commande ne peut pas être utilisée pour l'interface RS232/ARC à cause du bloc de données en binaire.

ARBRESIZE <cpd>,<nrf>

Permet de changer la taille de la forme d'onde arbitraire <cpd> en <nrf>.

ARBRENAME <cpd1>,<cpd2>

Permet de changer le nom <cpd1> de la forme d'onde arbitraire en <cpd2>.

ARBPOINT <cpd>,<nrf1>,<nrf2>	Permet de régler, dans l'onde <cpd>, le point de l'adresse <nrf1> à <nrf2>.
ARBLINE <cpd>,<nrf1>,<nrf2>,<nrf3>,<nrf4>	Permet de tracer une ligne dans la forme d'onde arbitraire <cpd> à partir de l'adresse/donnée de départ <nrf1>/<nrf2> jusqu'à l'adresse d'arrêt/donnée <nrf3>/<nrf4>.
ARBINSSTD <cpd1>,<cpd2>,<nrf1>,<nrf2>	Permet d'insérer la forme d'onde standard <cpd2> dans la forme d'onde arbitraire <cpd1> à partir de l'adresse de départ <nrf1> jusqu'à l'adresse d'arrêt <nrf2>. <cpd2> doit être <SINE>, <SQUARE>, <TRIANG>, <DC>, <POSRMP>, <NEGRMP>, <COSINE>, <HAVSIN>, <HAVCOS> ou <SINC> et <cpd1> doit être une forme d'onde arbitraire existante.
ARBINSARB <cpd1>,<cpd2>,<nrf1>,<nrf2>	Permet d'insérer une forme d'onde arbitraire <cpd2> dans la forme d'onde arbitraire <cpd1>. Utiliser la partie de <cpd2> définie par la commande ARBLIMITS et l'insérer depuis l'adresse de départ <nrf1> jusqu'à l'adresse d'arrêt <nrf2>. <cpd1> et <cpd2> doivent être deux formes d'ondes existantes mais ne peuvent en aucun cas être une même forme d'onde.
ARBCOPY <cpd>,<nrf1>,<nrf2>,<nrf3>	Copie dans la forme d'onde <cpd> le bloc de données comprises entre les adresses <nrf1> et <nrf2> à l'adresse de destination <nrf3>.
ARBAMPL <cpd>,<nrf1>,<nrf2>,<nrf3>	Permet de régler l'amplitude de la forme d'onde arbitraire <cpd> à partir de l'adresse de départ <nrf1> jusqu'à l'adresse d'arrêt <nrf2> selon le facteur <nrf3>.
ARBOFFSET <cpd>,<nrf1>,<nrf2>,<nrf3>	Permet de décaler les données dans la forme d'onde arbitraire <cpd> entre l'adresse de départ <nrf1> et l'adresse d'arrêt <nrf2> de la valeur de décalage <nrf3>.
ARBINVERT <cpd>,<nrf1>,<nrf2>	Permet d'inverser la forme d'onde arbitraire <cpd> entre l'adresse de départ <nrf1> et l'adresse d'arrêt <nrf2>.
ARBLLEN? <cpd>	Renvoie la longueur, en points, de la forme d'onde arbitraire <cpd>. Si la forme d'onde n'existe pas, la valeur renvoyée sera 0.
POSNMKRCLR <cpd>	Permet d'effacer l'ensemble des marqueurs de position dans la forme d'onde arbitraire <cpd>.
POSNMKRSET <cpd>,<nrf>	Permet de placer le marqueur de position de l'adresse <nrf> dans la forme arbitraire <cpd> à l'état 1 (haut).
POSNMKRRES <cpd>,<nrf>	Permet de placer le marqueur de position de l'adresse <nrf> dans la forme d'onde arbitraire <cpd> à l'état 0 (bas).
POSNMKRPAT <cpd1>,<nrf1>,<nrf2>,<cpd2>	Installe la configuration <cpd2> dans la forme d'onde arbitraire <cpd1> à partir de l'adresse de départ <nrf1> jusqu'à l'adresse d'arrêt <nrf2>. La configuration peut contenir jusqu'à 16 entrées "1" ou "0", aucun autre caractère n'est accepté.

Commandes de séquence d'ondes

SEQWFM <nrf>,<cpd>	Spécifie l'onde <cpd> comme contenu du segment de séquence <nrf>. <cpd> doit être le nom d'une forme d'onde arbitraire existante.
SEQSTEP <nrf>,<cpd>	Permet de régler le paramètre <code>step on</code> du segment de séquence <nrf> sur <COUNT>, <TRGEDGE> ou <TRGLEV>.
SEQCNT <nrf1>,<nrf2>	Permet de régler à la valeur <nrf2> la répétition du segment de séquence <nrf1>.
SEQSEG <nrf>,<cpd>	Permet de régler le statut du segment de séquence <nrf> sur <ON> ou <OFF>.

Commandes du mode

MODE <cpd>	Permet de régler le mode sur <CONT>, <GATE>, <TRIG>, <SWEEP> ou <TONE>.
BSTCNT <nrf>	Permet de régler à la valeur <nrf> le nombre de répétitions de la rafale.
PHASE <nrf>	Règle la phase de sortie du générateur à <nrf> degré. Ce paramètre est utilisé pour verrouiller le phase de départ / arrêt en modes rafale et porte.
TONEEND <nrf>	Permet d'effacer le numéro de la fréquence de tonalité <nrf> et ainsi de définir la fin de la liste.
TONEFREQ <nrf1>,<nrf2>	Permet de régler la fréquence de tonalité numéro <nrf1> à <nrf2> Hz. Le troisième paramètre règle le type de commutation : 1 correspond à trig, 2 à fsk et toute autre valeur à gate.
SWPSTARTFRQ <nrf>	Permet de régler la fréquence du début de vobulation sur <nrf> Hz.
SWPSTOPFRQ <nrf>	Permet de régler la fréquence d'arrêt de vobulation sur <nrf> Hz.
SWPCENTFRQ <nrf>	Permet de régler la fréquence médiane de vobulation sur <nrf> Hz.
SWPSPAN <nrf>	Permet de régler l'excursion de vobulation sur <nrf> Hz.
SWPTIME <nrf>	Permet de régler le temps de vobulation sur <nrf> s.
SWPTYPE <cpd>	Permet de régler le type de vobulation sur <CONT>, <TRIG>, <THLDRST> ou <MANUAL>.
SWPDIRN <cpd>	Règle la direction sur <UP>, <DOWN>,<UPDN> ou <DNUP>.
SWPSYNC <cpd>	Permet de régler la synchronisation de vobulation sur <ON> ou <OFF>.
SWPSPACING <cpd>	Permet de régler le type de la rampe sur <LIN> ou <LOG>.
SWPMKR <nrf>	Permet de régler le marqueur de balayage sur <nrf> Hz.
SWPMANUAL <cpd>	Permet de régler les paramètres manuels de balayage sur <UP>, <DOWN>, <FAST>, <SLOW>, <WRAPON> ou <WRAPOFF>.

Commandes d'entrée / sortie

OUTPUT <cpd>	Permet de régler la sortie principale sur <ON>, <OFF>, <NORMAL> ou <INVERT>.
SYNCOUT <cpd>	Permet de régler la sortie synchro sur <ON>, <OFF>, <AUTO>, <WFMSYNC>, <POSNMKR>, <BSTDONE>, <SEQSYNC>, <TRIGGER>, <SWPTRG> ou <PHASLOC>.
TRIGIN <cpd>	Permet de régler l'entrée de déclenchement sur <INT>, <EXT>, <MAN>, <PREV>, <NEXT>, <POS> ou <NEG>.
TRIGPER <nrf>	Permet de régler la période du générateur de déclenchement interne sur <nrf> s.
FORCETRIG	Force le déclenchement de la voie sélectionnée. Fonctionne avec toutes les sources de déclenchement excepté <MAN>.

Commandes de modulation

MOD <cpd>	Règle la source de modulation sur <OFF>, <EXT> ou <PREV>.
MODTYPE <cpd>	Règle le type de modulation sur <AM> ou <SCM>.
AMDEPTH <nrf>	Règle la profondeur en AM sur <nrf> %.
SCMLEVEL <nrf>	Règle le niveau en SCM sur <nrf> V.
SUM <cpd>	Règle la source de sommation sur <OFF>, <EXT> ou <PREV>
SUMATN <cpd>	Règle l'atténuation de l'entrée de sommation sur <0dB>, <10dB>, <20dB>, <30dB>, <40dB> ou <50dB>.
SUMRATIO <nrf>	Règle le rapport de sommation sur <nrf>.

Commandes de verrouillage de phase

REFCLK <cpd>	Permet de régler l'horloge sur <IN>, <OUT>, <MASTER> ou SLAVE>.
ABORT	Supprime le fonctionnement verrouillage de phase externe.
PHASE <nrf>	Permet de régler la phase du générateur esclave sur <nrf> degrés.
LOCKMODE <cpd>	Règle le mode de verrouillage de la voie sur <INDEP>, <MASTER>, <FTRACK> ou <SLAVE>.
LOCKSTAT <cpd>	Règle l'état du verrouillage inter voie sur <ON> ou <OFF>.

Commandes d'état

*CLS	Annule l'état. Annule le Registre de Statut des Evénements Standard, le Registre des Erreurs d'Interrogation/Requête et le Registre d'Erreur d'Exécution. Ceci supprime indirectement le Registre d'Etat d'Octets.
*ESE <nrf>	Permet de régler le Registre d'Etat des Evénements Standard activés à la valeur de <nrf>.
*ESE?	Permet de ramener la valeur figurant au Registre de Validation de l'Etat des Evénements Standard au format numérique <nrf>. La syntaxe de la réponse est <nr1><rmt>.
*ESR?	Permet de ramener la valeur figurant au Registre de l'Etat des Evénements Standard, au format numérique <nr1>. Le registre est ensuite supprimé. La syntaxe de la réponse est <nr1><rmt>.
*IDN?	Fournit l'identification de l'instrument. La réponse exacte est déterminée par la configuration de l'instrument et se présente sous la forme <NAME>, <model>, 0, <version><rmt>, dans laquelle <NAME> est le nom du fabricant. <MODEL> permet de définir le type d'instrument et <VERSION> représente le niveau de révision du logiciel installé.
*IST?	Permet de restituer les messages locaux ist comme il est défini dans les normes IEEE std. 488.2. La syntaxe de la réponse est 0<rmt> si le message local est faux ou 1<rmt> si le message local est vrai.
*OPC	Place l'octet de fin d'opération (octet 0) dans le Registre d'Etat des Evénements Standard. Cela se produit immédiatement après l'exécution de la commande à cause de la nature séquentielle de toutes les opérations.
*OPC?	Etat d'Interrogation de fin d'Opération. La syntaxe de la réponse est 1<rmt>. La réponse est disponible immédiatement après l'exécution de la commande à cause de la nature séquentielle de toutes les opérations.
*PRE <nrf>	Permet de régler le Registre de Validation de Scrutation. Parallèle à la valeur <nrf>.
*PRE?	Permet de ramener la valeur contenue dans le Registre de Validation de Scrutation Parallèle au format numérique <nrf>. La syntaxe de la réponse est <nr1><rmt>.
*SRE <nrf>	Permet de régler le Registre de Validation de la Demande de Service sur <nrf>.
*SRE?	Permet de ramener la valeur du Registre de Validation de la Demande de Service au format numérique <nrf>. La syntaxe de la réponse est <nr1><rmt>.
*STB?	Permet de ramener la valeur du Registre d'Etat des Octets au format numérique <nr1>. La syntaxe de la réponse est <nr1><rmt>.
*WAI	La réalité de l'achèvement de l'opération. Dans la mesure où l'ensemble des commandes est exécuté avant le démarrage de la prochaine, cette commande n'a aucune autre action.
*TST?	Le générateur ne possède pas de capacité de test autonome et la réponse est toujours 0<rmt>.
EER?	Registre du Nombre d'Erreurs de Demandes et de Suppressions d'Exécutions. Le format de réponse est nr1<rmt>.
QER?	Registre du Nombre d'Erreurs de Demandes et d'Annulations de Demandes. Le format de réponse est nr1<rmt>.

Commandes Diverses

*LRN?	Renvoie la configuration complète de l'instrument sous forme d'un bloc de données à caractères hexadécimaux. La syntaxe de la réponse est LRN <Character data><rmt>. Les réglages dans l'instrument ne sont pas affectés par l'exécution de la commande □LRN?
LRN <character data>	Permet d'installer les données d'une commande □LRN? antérieure.
*RST	Ramène les paramètres de l'instrument à leurs valeurs par défaut.
*RCL <nrf>	Permet de rappeler la configuration contenue dans la mémoire <nrf>. Lorsqu'on rappelle la mémoire 0, l'ensemble des paramètres se règlent à leur valeur par défaut.
*SAV <nrf>	Permet de sauvegarder la configuration complète de l'instrument dans la mémoire <nrf>.
*TRG	Cette commande équivaut à appuyer sur la touche MAN TRIG. Son effet dépend du contexte dans lequel elle est exécutée. La commande à distance GET a la même action que *TRG.
COPYCHAN <nrf>	Copie les paramètres de réglage de la voie réglée dans la voie <nrf>.
HOLD <cpd>	Permet de régler le mode maintien sur <ON> ou <OFF>, ce qui équivaut à appuyer sur la touche HOLD.
FILTER <cpd>	Permet de régler le filtre de sortie sur <AUTO>, <ELIP>, <BESS> ou <NONE>.
BEEPMODE <cpd>	Permet de régler le mode du bip sonore sur <ON>, <OFF>, <WARN> ou <ERROR>.
BEEP	Permet d'émettre un bip sonore
LOCAL	Renvoie en fonctionnement local et déverrouille le clavier. N'agit pas si LLO est forcé.

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

Résumé des Commandes à Distance

*CLS	Annule l'état
*ESE <nrf>	Permet de régler le Registre de Validation de L'Etat des Evénements Standard à la valeur de <nrf>.
*ESE?	Permet de ramener la valeur contenue dans le Registre de Validation des Etats des Evénements Standard au format numérique <nr1>.
*ESR?	Permet de ramener la valeur contenue dans le Registre de l'Etat des Evénements Standard au format numérique <nr1>.
*IDN?	Fournit l'identification de l'instrument.
*IST?	Fournit le message local ist tel qu'il est défini par les normes IEEE Std. 488.2.
*LRN?	Permet de ramener la configuration complète de l'instrument à un bloc de données à caractères hexadécimaux d'environ 842 octets de long.
*OPC	Place l'octet de Fin d'Opération (octet 0) dans le Registre d'Etat des Evénements Standard.
*OPC?	Demande l'Etat d'Achèvement Opérations
*PRE <nrf>	Permet de régler le Registre de Validation de Scrutation Parallèle.
*PRE?	Permet de ramener la valeur contenue dans le Registre de Validation de Scrutation Parallèle au format numérique <nr1>.
*RCL <nrf>	Permet de rappeler l'installation de l'instrument contenue à l'intérieur du numéro de mémoire <nrf>.
*RST	Permet de régler à nouveau les paramètres de l'instrument à leur valeur par défaut.
*SAV	Permet de sauvegarder l'installation complète de l'instrument dans les numéros de mémoire <nrf>. Les numéros mémorisés valides vont de 1 à 9.
*SRE <nrf>	Permet de régler la valeur du Registre de Validation de la Demande de Service sur <nrf>.
*SRE?	Permet de ramener la valeur du Registre de Validation des Demandes de Services au format numérique <nrf>.
*STB?	Permet de ramener la valeur du registre d'Etat des Octets au format numérique <nr1>.
*TRG	Cette commande équivaut à appuyer sur la touche MAN TRIG.
*TST?	Le générateur de possède pas de capacité de test autonome et la réponse est toujours 0<rmt>.
*WAI	Attente de la réalité de la fin de l'opération. Exécuter avant le démarrage de la prochaine.
ABORT	Annule une opération de verrouillage.
AMDEPTH <nrf>	Règle la profondeur en AM sur <nrf> %.
AMPL <nrf>	Permet de régler l'amplitude sur <nrf> à l'intérieur des éléments, en suivant les spécifications de la commande AMPUNIT.
AMPUNIT <cpd>	Permet de régler l'amplitude des éléments sur <VPP>, <VRMS> ou <DBM>.
ARB <cpd>	Permet de sélectionner une forme d'onde arbitraire pour la sortie.

ARBAMPL <cpd>,<nrf1>, <nrf2>,<nrf3>	Permet de régler l'amplitude d'une forme arbitraire <cpd> à partir de l'adresse de départ <nrf1> jusqu'à l'adresse d'arrêt <nrf2> par le facteur <nrf3>.
ARBCLR<cpdd>	Efface l'onde arbitraire <cpd> de la mémoire de la voie.
ARBCOPY <cpd>,<nrf1>,<nrf2>,<nrf3>	Dans une forme arbitraire <cpd>, faire une copie de bloc des données à partir de l'adresse de départ <nrf1> jusqu'à l'adresse d'arrêt <nrf2>, et <nrf2>,<nrf3>jusqu'à l'adresse de destination <nrf3>.
ARBCREATE <cpd>,<nrf>	Permet de créer une nouvelle forme d'onde arbitraire vide au nom de <cpd> et d'une longueur de <nrf> points.
ARBDATA <cpd>,<nrf>	Permet de charger des données dans une forme d'onde arbitraire existante.
ARBDATA? <cpd>	Permet de renvoyer les données à partir d'une forme d'onde arbitraire existante.
ARBDATACSV <cpd>,<csv ascii data>	Permet de charger des données dans une forme d'onde arbitraire existante.
ARBDATACSV? <cpd>	Permet de retourner les données à partir d'une forme d'onde arbitraire existante.
ARBDEF <cpd>,<nrf>,<bin data block>	Permet de définir une nouvelle forme d'onde arbitraire de nom <cpd>, et de longueur <nrf>, et de charger les données contenues dans <bin data block>.
ARBDEFCSV <cpd>,<nrf>,<csv ascii data>	Permet de définir une forme d'onde arbitraire nouvelle ou existante de nom <cpd> et d'une longueur <nrf>, et de charger à l'aide des données contenues dans <csv ascii data>.
ARBDELETE <cpd>	Efface la forme d'onde arbitraire <cpd>.
ARBEDLIMITS <nrf1>,<nrf2>	Règle les limites d'édition de l'onde arbitraire pour démarrer à <nrf1> et s'arrêter à <nrf2>.
ARBINSARB <cpd1>,<cpd2>, <nrf1>,<nrf2>	Insère une forme d'onde arbitraire <cpd2> dans une forme d'onde arbitraire <cpd1>. Utilise la partie de <cpd2> défini par la commande ARBLIMITS et réalise l'insertion à partir de l'adresse de départ <nrf1> jusqu'à l'adresse d'arrêt <nrf2>.
ARBINSSTD <cpd1>,<cpd2>,<nrf1>,<nrf2>	Insère une forme d'onde arbitraire standard <cpd2> dans la forme d'onde arbitraire <cpd1> entre l'adresse de départ <nrf1> et l'adresse d'arrêt <nrf2>.
ARBINVERT <cpd>,<nrf1>,<nrf2>	Permet d'inverser une forme d'onde arbitraire <cpd> entre l'adresse de départ <nrf1> et l'adresse d'arrêt <nrf2>.
ARBLEN? <cpd>	Permet de revenir à la longueur, en points, de la forme d'onde arbitraire <cpd>.
ARBLIMITS <cpd>,<nrf1>,<nrf2>	Permet de définir les limites de la forme d'onde arbitraire de nom <cpd> pour qu'elle débute à <nrf1> et qu'elle s'arrête à <nrf2>.
ARBLINE <cpd>,<nrf1>,<nrf2>,<nrf3>,<nrf4>	Permet de tracer une ligne à l'intérieur de la forme d'onde arbitraire <cpd> à partir de l'adresse/des données de départ <nrf1>/<nrf2> jusqu'à l'adresse/des données d'arrêt <nrf3>/<nrf4>.
ARBLIST?	Fournit une liste de l'ensemble des formes d'ondes arbitraires, chacune d'entre elles fournira un nom et une longueur sous la forme <cpd1>, <nrf1>.
ARBOFFSET <cpd>,<nrf1>,<nrf2>,<nrf3>	Permet de déplacer les données dans la forme d'onde arbitraire <cpd> à partir de l'adresse de départ <nrf1> jusqu'à l'adresse d'arrêt <nrf2> d'une valeur de décalage (offset) <nrf3>.

ARBPOINT <cpd>,<nrf1>,<nrf2>	Permet de régler le point de la forme d'onde arbitraire à l'adresse <nrf1> dans la forme d'onde arbitraire <cpd> jusqu'à <nrf2>.
ARBRENAME <cpd1>,<cpd2>	Permet de changer le nom de la forme d'onde arbitraire <cpd1> en <cpd2>.
ARBRESIZE <cpd>,<nrf>	Permet de changer la taille de la forme d'onde arbitraire <cpd> en <nrf>.
BEEP	Permet de régler le mode du bip sonore sur <ON>, <OFF>, <WARN>, ou <ERROR>.
BEEPMODE <cpd>	Permet d'émettre un bip sonore.
BSTCLK <cpd>	Permet de régler l'horloge de calcul des trains sur <POSNMKR> ou <WFMSYNC>.
BSTCNT <nrf>	Permet de régler le calcul des trains sur <nrf> sec.
CLKFREQ <nrf>	Permet de régler la fréquence de l'horloge d'échantillonnage des ondes arbitraires sur <nrf> Hz.
CLKPER <nrf>	Permet de régler la période de l'horloge d'échantillonnage des ondes arbitraires sur <nrf> s.
COPYCHAN <nrf>	Copie les paramètres de réglage de la voie réglée dans la voie <nrf>
DCOFFS <nrf>	Permet de régler le décalage (offset) sur <nrf> volts.
EER?	Registre du nombre d'erreurs de demande et d'exécutions annulées.
FILTER <cpd>	Permet de régler le filtre de sortie sur <AUTO>, <ELIP>, <BESS> ou <NONE>.
FORCETRIG	Force le déclenchement de la voie sélectionnée.
HOLD <cpd>	Permet de régler le mode de suspension sur <ON> ou <OFF>.
LOCAL	Permet à l'instrument de revenir en mode de fonctionnement local et de déverrouiller le clavier. Ne fonctionne pas si LLO est en marche.
LOCKMODE <cpd>	Règle le mode de verrouillage de la voie sur <INDEP>, <MASTER>, <FTRACK> ou <SLAVE>.
LOCKSTAT <cpd>	Règle l'état du verrouillage inter voie sur <ON> ou <OFF>.
LRN <character data>	Permet d'installer les données pour une commande *LRN? antérieure.
MODE <cpd>	Permet de régler le mode sur <CONT>, <GATE>, <TRIG>, <SWEEP> ou <TONE>.
MODTYPE <cpd>	Règle le type de modulation sur <AM> ou <SCM>.
OUTPUT <cpd>	Permet de régler la sortie principale sur <ON>, <OFF>, <NORMAL> ou <INVERT>.
PHASE <nrf>	Permet de régler la phase du générateur esclave sur <nrf> degrés.
POSNMKRCLR <cpd>	Efface tous les marqueurs de position d'une forme d'onde arbitraire <cpd>.
POSNMKPAT <cpd1>,<nrf1>,<nrf2>,<cpd2>	Permet de mettre le motif <cpd2> à l'intérieur de la forme d'onde arbitraire <cpd1> à partir de l'adresse de départ <nrf1> jusqu'à l'adresse d'arrêt <nrf2>.
POSNMKRRES <cpd>,<nrf>	Permet d'annuler les marqueurs de position à l'adresse <nrf> dans une forme d'onde arbitraire <cpd> à 0 (bas).

POSNMKRSET <cpd>,<nrf>	Permet de régler le marqueur de position à l'adresse <nrf> dans une forme d'onde arbitraire <cpd> à 1 (haut).
PULSDLY <nrf>	Permet de régler le délai d'impulsion sur <nrf>s.
PULSPER <nrf>	Permet de régler la période d'impulsion sur <nrf>s.
PULSWID <nrf>	Permet de régler la largeur de l'impulsion sur <nrf> s.
PULTRNBASE <nrf>	Permet de régler la ligne de base du train d'impulsion sur <nrf> V.
PULTRNDLY <nrf1>,&br/><nrf2>	Permet de régler le nombre du délai des d'impulsions <nrf2> du train d'impulsions <nrf> sur <nrf2> s.
PULTRNLEN <nrf>	Permet de régler le nombre d'impulsions à l'intérieur du train d'impulsions sur <nrf>.
PULTRNLEV <nrf1>,<nrf2>	Permet de régler le niveau du nombre d'impulsions du train d'impulsions <nrf1> sur <nrf2> V.
PULTRNMAKE	Permet de créer le train d'impulsions et de l'exécuter. Equivaut à la commande WAVE PULSTRN
PULTRNPER <nrf>	Permet de régler la période du train d'impulsion sur <nrf> s.
PULTRNWID <nrf1>,<nrf2>	Permet de régler la largeur du nombre d'impulsions du train d'impulsions <nrf1> sur <nrf2> s.
QER?	Registre du nombre d'erreurs de requêtes et de requêtes annulées.
REFCLK <cpd>	Permet de régler l'horloge de référence sur <IN>, <OUT>, <MASTER> ou <SLAVE>.
SCMLEVEL <nrf>	Règle le niveau en SCM sur <nrf> V.
SETUPCH <nrf>	Sélectionne la voie <nrf>.
SEQCNT <nrf1>,<nrf2>	Permet de régler le comptage de segments de la séquence <nrf1> sur <nrf2>.
SEQSEG <nrf>,<cpd>	Permet de régler l'état du segment de séquence <nrf> sur <ON> ou <OFF>.
SEQSTEP <nrf>,<cpd>	Permet de régler le paramètre de chevauchement du segment de la séquence <nrf> sur <COUNT>, <TRGEDGE> ou <TRGLEV>.
SEQWFM <nrf>,<cpd>	Permet de régler le paramètre de la 'forme d'onde' du segment de la séquence <nrf> sur <cpd>.
SUM <cpd>	Règle la source de sommation sur <OFF>, <EXT> ou <PREV>.
SUMATN <cpd>.	Règle l'atténuation de l'entrée de sommation sur <0dB>, <10dB>, <20dB>, <30dB>, <40dB> ou <50dB>.
SUMRATIO <nrf>	Règle le rapport de sommation sur <nrf>.
SWPCENTFRQ <nrf>	Permet de régler la fréquence médiane du balayage sur <nrf> Hz.
SWPDIRN <cpd>	Règle la direction sur <UP>, <DOWN>, <UPDN> ou <DNUP>.
SWPMANUAL <cpd>	Permet de régler les paramètres manuels du balayage sur <UP>, <DOWN>, <FAST>, <SLOW>, <WRAPON>, <WRAPOFF>.
SWPMKR <nrf>	Permet de régler le marqueur de balayage sur <nrf> Hz.
SWPSPACING <cpd>	Permet de régler l'espacement de balayage sur <LIN> ou <LOG>.
SWPSPAN <nrf>	Permet de régler la plage de fréquences de balayage sur <nrf> Hz.
SWPSTARTFRQ <nrf>	Permet de régler la fréquence de départ sur <nrf> Hz.
SWPSTOPFRQ <nrf>	Permet de régler la fréquence d'arrêt sur <nrf> Hz

SWPSYNC <cpd>	Permet de régler la synchronisation du balayage sur <ON> ou <OFF>
SWPTIME <nrf>	Permet de régler le temps du balayage sur <nrf> s.
SWPTYPE <cpd>	Permet de régler le type du balayage sur <CONT>, <TRIG>, <THLDRST> ou <MANUAL>.
SYNCOUT <cpd>	Permet de régler la sortie synchro sur <ON>, <OFF>, <AUTO>, <WFMSYNC>, <POSNMKR>, <BSTDONE>, <SEQSYNC>, <TRIGGER>, <SWPTRG> ou <PHASLOC>.
TONEEND <nrf>	Permet d'effacer le numéro de fréquence de tonalité <nrf> et donc de définir la fin de la liste.
TONEFREQ <nrf1>,<nrf2>	Permet de régler le numéro de fréquence de tonalité <nrf1> sur <nrf2> Hz.
TRIGIN <cpd>	Permet de régler l'entrée de déclenchement sur <INT>, <EXT>, <MAN>, <POS> ou <NEG>.
TRIGPER <nrf>	Permet de régler la période du générateur de déclenchement interne sur <nrf>s.
VCAIN <cpd>	Permet de régler l'entrée vca/sum sur <VCA>, <SUM> ou <OFF>.
WAVE <cpd>	Permet de sélectionner la forme d'onde de sortie en tant que <SINE>, <SQUARE>, <TRIANG>, <DC>, <POSRMP>, <NEGRMP>, <COSINE>, <HVSIN>, <HVCOS>, <SINC>, <PULSE>, <PULSTRN>, <ARB> ou <SEQ>.
WAVFREQ <nrf>	Permet de régler la fréquence de la forme d'onde sur <nrf> Hz.
WAVPER <nrf>	Permet de régler la période de la forme d'onde sur <nrf> s.
ZLOAD <cpd>	Règle la charge de sortie sur <50>, <600> ou <OPEN>.

Maintenance

Les fabricants ou leurs agences à l'étranger mettent à votre disposition un service de réparation de tout élément défaillant. Si les propriétaires de ce matériel souhaitent effectuer l'entretien du matériel par leurs propres moyens, il est fortement recommandé que le travail soit effectué par du personnel qualifié et à l'aide du guide de maintenance que l'on peut acheter directement chez l'un des fabricants ou de ses agents à l'étranger.

Nettoyage

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

ATTENTION ! AFIN D'EVITER L'ELECTROCUTION OU UNE DETERIORATION DE L'INSTRUMENT, EVITER TOUTE INFILTRATION D'EAU A L'INTERIEUR DU BOITIER. NE JAMAIS UTILISER DE SOLVANTS POUR NETTOYER LE BOITIER.

Annexe 1. Messages d'avertissement et d'erreurs

Les avertissements s'affichent lorsqu'un réglage peut ne pas produire les résultats souhaités, par ex. : un décalage atténué par l'atténuateur de sortie lorsqu'on règle une amplitude faible. Le réglage est cependant effectué.

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

Les deux derniers avertissements / messages d'erreur peuvent être visualisés en appuyant sur LAST ERROR à partir de l'écran UTILITY. Le dernier message s'affiche en premier.

Les avertissements et messages d'erreurs affichés comportent un numéro. Seul ce numéro est enregistré par les interfaces de contrôle à distance.

Ci-dessous la liste complète des messages comme ils apparaissent sur l'écran.

Messages d'avertissement

- 00 Aucune erreur ni aucun avertissement n'a été trouvé.
- 13 Le décalage a changé l'amplitude.
- 14 Le décalage + le niveau peuvent causer un écrêtage.
- 23 Le décalage pourrait écrêter la forme d'onde.
- 24 L'instrument n'est pas étalonné.
- 30 L'amplitude pourrait écrêter la forme d'onde.
- 42 La source de déclenchement est fixée sur externe en mode SWP/SLAVE
- 43 Onde arbitraire répétée dans deux segments donc SEQ SYNC peut être incorrect.
- 59 Pente du déclenchement fixée sur positif dans le mode SWEEP/SLAVE.
- 81 La profondeur de modulation programmée ne peut être établie.
- 83 Valeur numérique trop large – commutation sur période d'échantillonnage.

Messages d'erreur

- 101 La fréquence est hors gamme pour la forme d'onde sélectionnée
- 102 La fréquence de l'horloge d'échantillonnage requise excède 40 MHz.
- 103 La fréquence de l'horloge d'échantillonnage requise est inférieure à 0,1 Hz.
- 104 La période d'impulsion / train d'impulsions hors gamme pour le réglage en cours.
- 105 La largeur de l'impulsion ne peut pas être supérieure à la période.
- 106 La valeur absolue du délai d'impulsion doit être <à la période.
- 107 La largeur de l'impulsion ne peut pas être inférieure à 25 ns.
- 108 Dépassement du niveau de sortie maximum.
- 109 Dépassement du niveau de sortie minimum.
- 110 Dépassement de la valeur de décalage minimum.
- 111 Dépassement de la valeur de décalage maximum.
- 112 La valeur entrée est hors gamme.
- 115 Aucune forme d'onde arbitraire n'est définie. Utiliser WAVEFORM CREATE.
- 116 Effacement de l'arbitraire impossible pendant qu'elle est sélectionnée pour la sortie.
- 117 Le nom de l'arbitraire existe, les noms doivent être uniques.
- 118 La longueur de la forme d'onde arbitraire dépasse la mémoire disponible.

-
- 119 La longueur de la forme d'onde arbitraire ne peut être inférieure à 4 points.
 - 121 Erreur d'adresse de départ, doit être entre $0 \leq n \leq \text{adresse d'arrêt}$.
 - 122 Erreur d'adresse d'arrêt, doit être entre $\text{départ} \leq n \leq \text{longueur onde}$
 - 125 Interface GPIB indisponible.
 - 127 Erreur RAM système, vérifier alimentation.
 - 128 Erreur de valeur de point ; doit se situer dans la gamme $-2048 \leq n \leq +2047$.
 - 129 Erreur de décalage ; doit se situer dans la gamme $-4096 \leq n \leq +4095$.
 - 131 Erreur d'amplitude de l'onde ; doit se situer dans la fourchette $0 \leq n \leq 100$.
 - 132 Erreur destination bloc ; doit se situer entre $0 \leq n \leq \text{longueur onde} - 4$.
 - 133 La répétition de séquence dépasse le maximum autorisé de 32768.
 - 134 La répétition de séquence ne peut pas être inférieure à 1.
 - 135 La période maximum du générateur de déclenchement est de 200 s.
 - 136 La période minimum du générateur de déclenchement est de 20 μs .
 - 138 La répétition de trains dépasse le maximum autorisé de 1048575.
 - 139 La répétition de trains ne peut pas être inférieure à 1.
 - 140 Fréquence rafale / porte trop haute. Max = 1 MHz. Mettre en mode continu.
 - 141 La fonction sélectionnée est non conforme dans le mode de tonalité TONE MODE CANCELLED!
 - 144 La combinaison de fonctions et de modes sélectionnés n'est pas conforme.
 - 145 Le mode sélectionné n'est pas disponible quand maître ou esclave est verrouillé en phase.
 - 146 Effacement des arbitraires impossibles alors qu'une séquence est en cours.
 - 147 Le réglage encours requiert une onde arbitraire qui n'existe pas.
 - 148 Le mode rafale / porte et la valeur du pas de séquence causent un conflit de déclenchement.
 - 149 Les segments de séq. ne peuvent pas mélanger front et niveau.
 - 150 Le nombre d'impulsions du train doit être compris entre 1 et 10.
 - 151 Le niveau de base du train d'impulsions doit être $> -5,0\text{V}$ et $< +5,0\text{V}$.
 - 152 Le niveau d'impulsion doit être $> -5,0\text{V}$ et $< +5,0\text{V}$.
 - 153 Le nombre d'impulsions doit être compris entre 1 et 10.
 - 154 La fréquence de balayage doit être comprise entre 1 mHz et 16 MHz.
 - 155 La fréq. de départ de balayage doit être inférieure à la fréq. d'arrêt.
 - 156 La fréq. d'arrêt de balayage doit être supérieure à la fréquence de départ.
 - 157 La valeur du temps de balayage est en dehors de la gamme $0,03 \text{ s} < n < 999 \text{ s}$.
 - 158 Le marqueur de balayage est en dehors de la gamme $0,001 \text{ Hz} < n < 16 \text{ MHz}$.
 - 160 Non verrouillé. Cette erreur indique qu'un verrouillage de phase ne s'est pas fait.
 - 161 Valeur de phase illégale.
 - 178 Rapport de sommation impossible à l'intérieur des contraintes de niveau.
 - 179 Sommation et modulation interne sont incompatibles.
 - 180 Profondeur de modulation ou niveau SCM hors gamme.
-

-
- 182 La mémoire de cette voie est pleine.
 - 184 Sommaton et modulation en conflit.
 - 186 Verrouillage inter voie impossible. L'état du verrouillage est OFF.

Cette erreur peut survenir pour plusieurs raisons. Dans chaque cas, il y a conflit entre les réglages de verrouillage de phase. Dans la plupart des cas, l'état du verrouillage de phase est réglé sur OFF. N'importe laquelle des conditions suivantes peut causer cette erreur :

1. Plus d'une voie est réglée maître.
2. Aucune voie n'est réglée maître.
3. Les voies verrouillées contiennent des ondes créées par DDS et PLL.
4. La poursuite de fréquence est activée (mode maître / esclave) mais les fréquences des voies ne sont pas les mêmes. Si des ondes PLL sont verrouillées, le mode poursuite de fréquence est forcé.
5. Une voie verrouillée n'est pas en génération continue.
6. Une tentative de verrouillage est faite alors que la fréquence est trop haute. Notez que la fréquence maximum pour le verrouillage de phase d'ondes DDS est 10 MHz.
7. Une tentative de réglage d'une fréquence trop élevée est faite pendant un verrouillage de phase. Cette erreur ne place pas le verrouillage de phase sur OFF, l'instrument ignore simplement le réglage incorrect de fréquence.

Avertissement en commande à distance

- 72 La longueur est différente de celle indiquée par la commande ARBDE(CSV).

Erreurs en commande à distance

- 120 La valeur limite de l'onde est hors gamme.
- 126 Demande de numéro de mémoire non conforme.
- 162 Valeur d'octet en dehors de la fourchette 0 à 255.
- 163 Le nom de l'arbitraire spécifié n'existe pas.
- 164 Commande non conforme en mode vobulation ou tonalité
- 165 Impossible d'entrer la fréquence ou la période d'une onde pour une séquence.
- 166 Impossible d'entrer la période ou la fréquence d'échantillonnage pour une onde standard.
- 167 L'unité de sortie dBm suppose une terminaison de 50 ohms.
- 168 Les unités spécifiées sont non conformes pour la forme d'onde sélectionnée.
- 169 La commande n'est pas disponible en RS232.
- 170 Erreur de valeur de la longueur dans le bloc binaire.
- 171 Valeur non conforme pour une donnée d'onde aléatoire.
- 173 Nombre de tonalité non conforme.
- 174 Nombre de segments de séquence non conforme.
- 175 Impossible d'insérer une arbitraire à l'intérieur d'elle-même.
- 176 Valeur de configuration non conforme ou configuration trop longue.
- 177 Commande d'étalonnage à distance non conforme.
- 185 Commande impossible en vobulation.

Annexe 2. Réglages automatiques de SYNC OUT

Les réglages automatiques suivants de la source (**src**) s'effectuent lorsque le mode auto est sélectionné sur l'écran **SYNC OUTPUT SETUP**.

MODE	WAVEFORM	Waveform Sync	Position Marker	Burst Done	Sequence Sync	Trigger	Sweep Trigger	Phase Lock
Continuous	Standard	✓						
	Arbitrary	✓						
	Sequence				✓			
Gate/Trig	All					✓		
Sweep	All						✓	
Tone	All					✓		
EXT Phase	Sequence				✓			
Lock Master	All other							✓

Annexe 3. Réglages usine par défaut

Vous trouverez ci-dessous la liste complète des valeurs d'origine par défaut du système. Elles peuvent être rappelées en appuyant sur la touche **RECALL** puis sur **set defaults** ou par la commande à distance *RST. Toutes les voies reçoivent les mêmes réglages par défaut.

Paramètres principaux

Onde standard :	Sinus	
Fréquence	10 kHz	
Sortie :	+2,0 Vpp	Sortie désactivée
Décalage :	0 V	
Z de sortie:	HiZ	

Paramètres de rafale / porte

Source :	Interne
Période :	1 ms
Pente :	Positive
Répétition rafale :	1
Déphasage :	0 degré

Paramètres de modulation

Source	Off
Type	AM/VCA
Profondeur	30 %
Sum	Off

Paramètres de vobulation

Fréquence de départ :	100 kHz
Fréquence d'arrêt :	10 MHz.
Fréquence du marqueur :	5 MHz
Direction :	Up
Type de rampe :	Log
Temps de balayage :	50 ms
Type :	Continu

Filtre Auto

Sortie Synchro : Auto

Sequence : (tous les segments réglés comme suit)

Etat : Off sauf segment 1

Onde : Première arbitraire

Critère de passage : Compte

Compte : 1

Arbitraire: Aucune n'est affectée par initialisation ni par *RST.

Annexe 4 : Logiciel de création et de gestion d'ondes arbitraires Waveform Manager Plus

Le programme Waveform Manager Plus de Thurlby Thandar permet la construction, l'édition, l'échange, le transfert et le stockage de nombreux types de donnée de forme d'onde. Il est compatible avec les DSO très populaires et avec tous les appareils TTI de génération de formes d'onde.

Les formes d'onde peuvent être générées par entrée d'équations, par traçage libre, par insertion d'ondes existantes ou en combinant ces méthodes.

Le chargement et le déchargement de données sont possibles via RS232 ou GPIB, étant entendu qu'une carte GPIB compatible est correctement installée et configurée dans votre PC.

Chargement, déchargement et, lorsque applicable, échange des données via disquette 3,5" au format Tektronix *.ISF.

Des données de texte peuvent être lues dans la planchette Windows et utilisées pour créer une forme d'onde. Le format des données de texte est très libre et permet à de nombreuses listes de nombres, avec ou sans texte intervenant, d'être lues en tant que données de formes d'onde. Les données de forme d'onde peuvent aussi être collées sur la planchette pour insertion dans d'autres programmes.

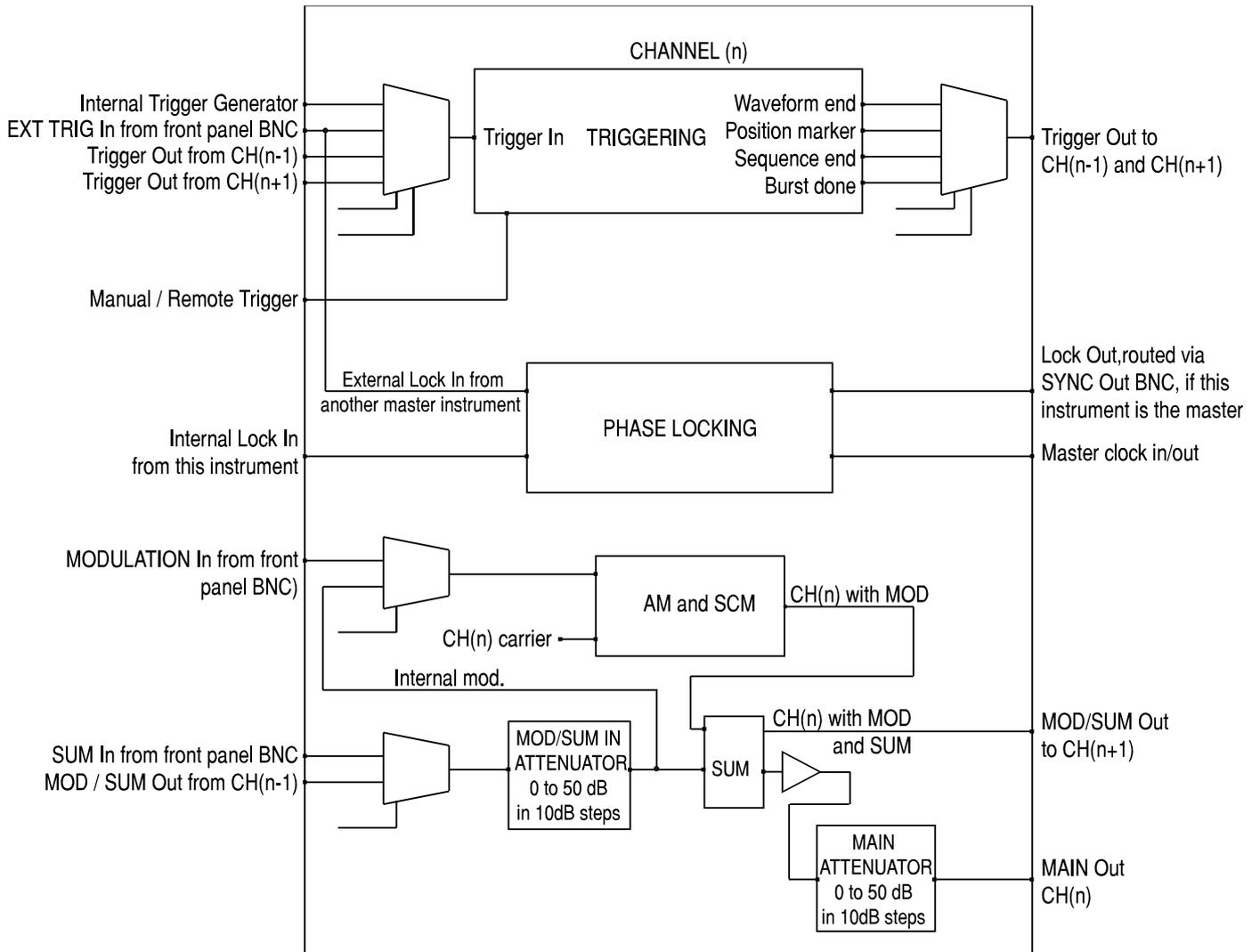
Les formes d'onde sont affichées dans des fenêtres complètement graduables et peuvent être manipulées graphiquement. N'importe quel nombre de formes d'onde dans n'importe quel format supporté peuvent être affichées simultanément.

L'aide en ligne est disponible de trois façons :

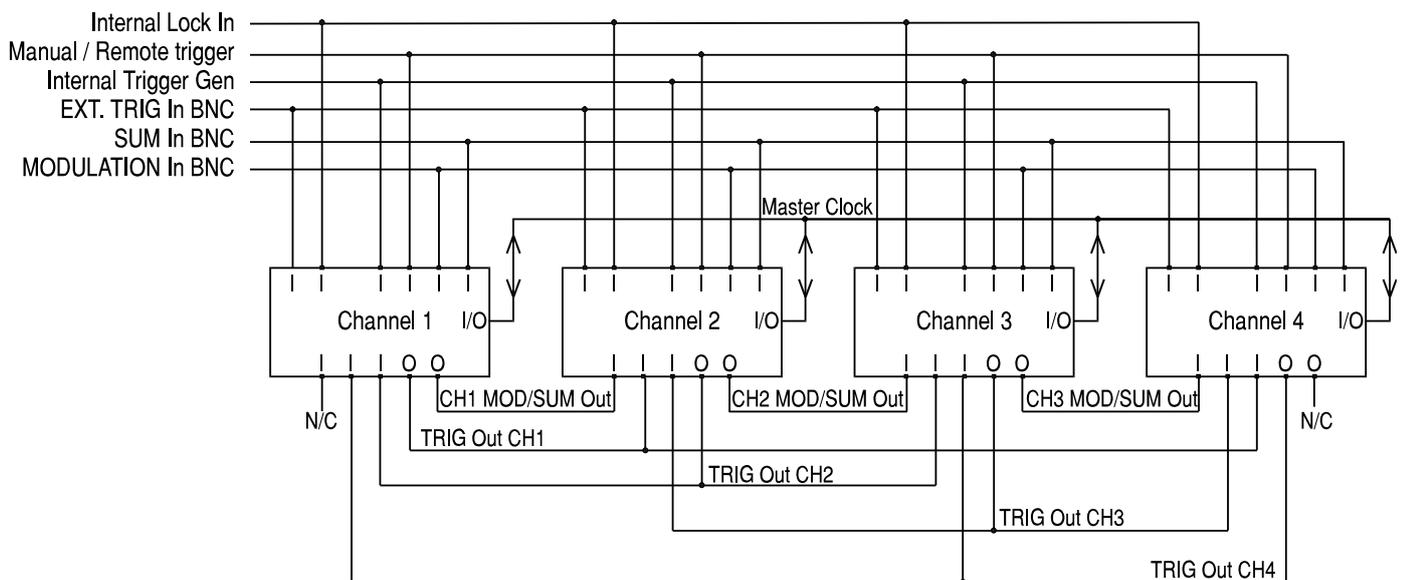
1. Le menu help contient une option "contenu" qui vous permet d'aller dans n'importe quelle partie du fichier d'aide, ou de feuilleter des portions particulières et ou l'ensemble du fichier. Il est aussi possible d'utiliser les fonctions Index et Find (recherche) du système d'aide de Windows pour rechercher les éléments non listés directement dans la case "contenu".
2. Des boîtes de dialogue contiennent un bouton Help qui, lorsqu'il est sélectionné, ouvre le fichier d'aide en ligne à la partie contenant la description de cette boîte de dialogue.
3. Depuis beaucoup de fenêtres / dialogues, la touche F1 ouvre le fichier d'aide à la partie concernée.

Waveform Manager vous permet de garder des formes d'onde pour différents projets séparés entre eux dans votre disque dur. Un projet peut être placé n'importe où, dans un dossier et toutes les fichiers de forme d'onde pour ce projet seront stockés dans une structure sous ce dossier. Un projet est désigné par un nom défini par l'utilisateur. Chaque projet conserve sa propre librairie d'expressions.

Block Diagrams

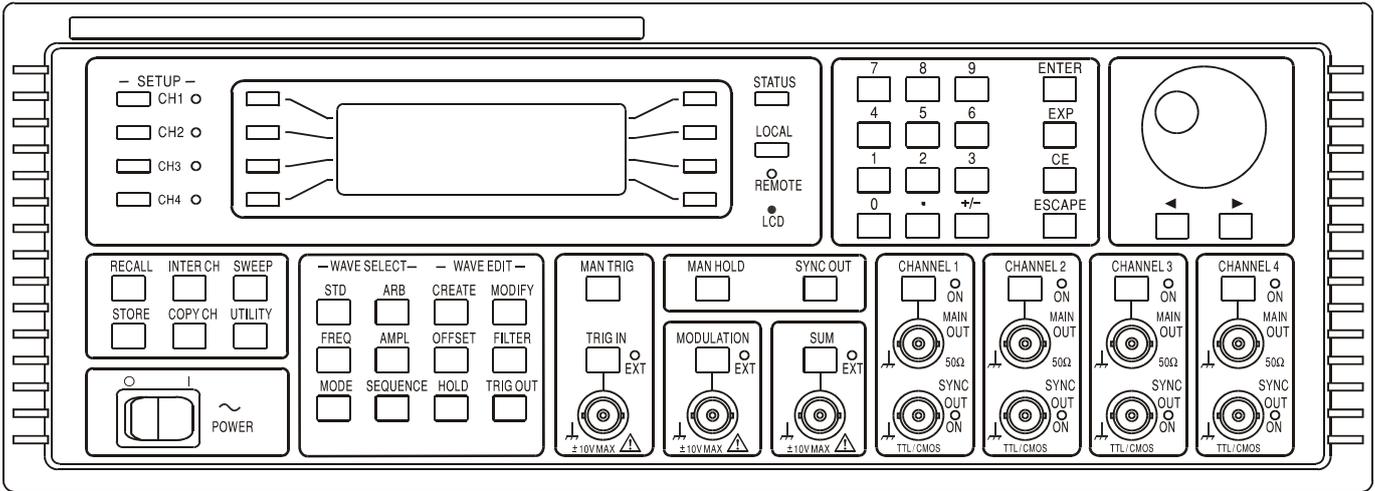


SINGLE CHANNEL BLOCK DIAGRAM

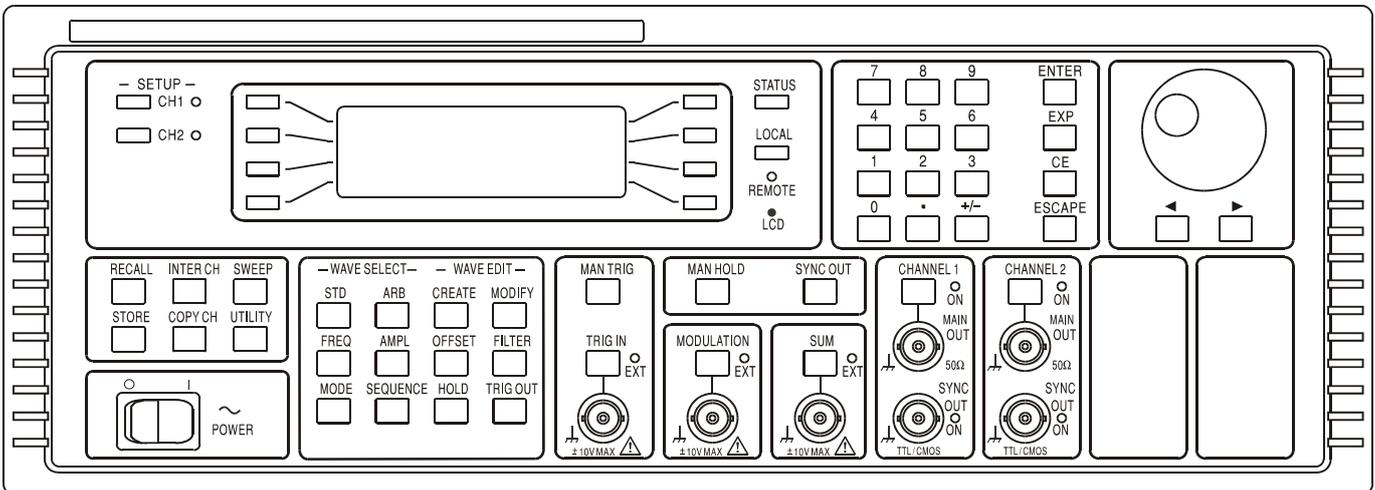


INTER-CHANNEL BLOCK DIAGRAM

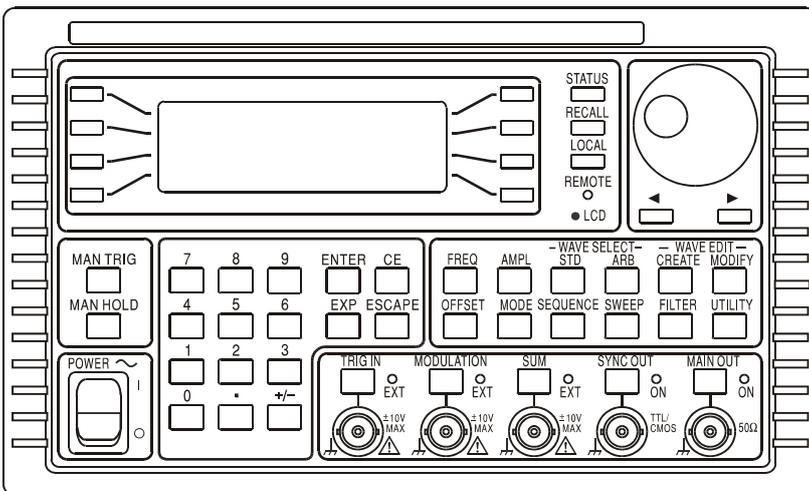
Front Panel Diagrams



4-CHANNEL



2-CHANNEL



SINGLE CHANNEL



Thurlby Thandar Instruments Ltd.

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

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

International web site: www.aimtti.com • UK web site: www.aimtti.co.uk

Email: info@aimtti.com

