

# Mesures et instrumentation

Réf :  
**293 256**

Français – p 1

Version : 4111

## Générateur de fonctions GF5+

## Sommaire

<b>1. Renseignements préliminaires.....</b>	<b>1</b>
1.1 Présentation.....	1
1.2 Symbole et définitions .....	1
1.3 Prescription de sécurité.....	1
<b>2. Caractéristiques techniques .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Gammes, affichage et résolution .....</b>	<b>3</b>
<b>4. Organes de commandes, description des commandes de base</b>	<b>4</b>
<b>5. Tutorial – technologie DDS.....</b>	<b>6</b>
5.1 Caractéristiques d'un signal analogique.....	6
5.2 Inconvénients de la synthèse analogique du signal.....	6
5.3 Principes de la numérisation.....	6
5.4 La conversion numérique/analogique .....	7
5.5 Approche de la synthèse numérique du signal.....	7
5.6 Fonctionnement détaillé du DDS .....	7
5.7 Étapes de la fabrication du signal .....	8
5.8 Possibilités offertes par la D.D.S .....	8
5.9 Rappel sur les caractéristiques des signaux à générer .....	8
5.10 Imperfections du signal inhérents à la technologie DDS.....	9
<b>6. Entretien et Service après-vente .....</b>	<b>10</b>

## 1. Renseignements préliminaires

### 1.1 Présentation



### 1.2 Symbole et définitions

Vous trouverez les symboles ci-après sur le matériel :



**ATTENTION**  
SE REFERER  
AU MANUEL



BORNE DE  
MASSE CHASSIS



**ATTENTION**  
RISQUE DE  
CHOC ELECTRIQUE

### 1.3 Prescription de sécurité

Afin de ne pas compromettre la sécurité, l'appareil doit être utilisé conformément aux instructions de ce document.

Aucune intervention n'est autorisée à l'intérieur de l'appareil.

Conçu pour un usage intérieur, ne pas l'exposer à la pluie.

Pour une bonne convection, le générateur doit reposer sur ses butées.

La prise du cordon secteur étant utilisée comme dispositif de sectionnement, l'appareil doit être raccordé sur un socle de prise secteur (230 V - 50/60 Hz) aisément accessible.

**Surcharge électrique** : ne jamais appliquer sur les entrées, une tension qui excède les plages spécifiées ( $\pm 60$  VDC).

Toutes les entrées/sorties sont destinées à être connecté uniquement à des circuits sous tension TBTS ( $U < 33$  Vrms, 46.7 Vcrête, 70 VDC).

La "masse châssis" est isolée de la terre. La tension entre ces deux points ne doit pas dépasser 30 VDC.



#### Atténuation des RISQUES

Des cordons avec fiches bananes 4mm de sécurité et de section 0.75 mm<sup>2</sup> sont conseillés pour une connexion sûre de la sortie ampli 10 W / 8 Ω.

L'utilisation en continu avec une charge à pleine puissance est limitée à une température ambiante de 35 °C pour minimiser l'échauffement excessif des composants internes.

Pour éviter des brûlures ou une déclaration de feu à l'extérieur du produit, la charge connectée sur la sortie ampli, doit être en concordance celle-ci, c'est-à-dire d'une puissance supérieure ou égale à 10 Watts efficaces.

N'utiliser que des cordons ou adaptateurs BNC 50 Ω sur les embases BNC des entrées/sorties en face avant ; la connexion d'un autre type risque d'endommager les embases.

## 2. Caractéristiques techniques

Sinus, Carré, Triangle, Rampe, Continu, Cmos, TTL (ces 2 derniers sur 2 embases BNC situées en face avant).

Signal sinusoïdal : Gamme de fréquence : 1 mHz à 5 MHz.

Distorsion harmonique : < 0,5 % jusqu'à 20 kHz et harmoniques inférieures à -30 dB.  
< 0,2 % à 3 V d'amplitude.

Signal carré (sortie 50 Ω) : gamme de fréquence : 1 mHz à 5 MHz.

Temps de montée et de descente : < 35 ns.

Triangle et Rampe : gamme de fréquence : 1 mHz à 5 MHz.

Non-linéarité inférieure à 1 % (jusqu'à 100 kHz)

Rapport cyclique : calibré à 50 %, ou réglable de 10 % à 90 % (idem sur sortie TTL et "CMOS" Sortie 50 Ω).

Applicable au signal carré uniquement.

Réglage de la fréquence : 6 gammes, choix par commutateur rotatif dont : 5 gammes manuelles et une 6<sup>ème</sup> gamme "Auto" permettant l'exploration de 1 mHz à 5 MHz.

Lors du changement de gamme, conservation des mêmes chiffres mais avec facteur multiplicateur 10 (sauf gamme Auto).

Réglage précis de la fréquence par encodeur.

Types de Modulation : AM externe, FM externe et VCF ; sélection par bouton et encodeur.

Connexion sur embase BNC située à l'avant ; impédance d'entrée : 20 kΩ.

Tension de commande max : 1 Volt efficace en AM et FM, 10 Vcc en VCF

Tension maximum admissible : ±60 VDC

### Modulation AM externe :

la profondeur dépend de la tension d'entrée : 0 V--> 0 %, 1 Vrms --> 100 %

Bandé passante : de DC à 20 kHz

### Modulation FM externe :

Porteuse réglable de 100 Hz à Fmax, déviation réglable de 50 Hz à F porteuse.

Bandé passante : DC à 5,6 kHz

VCF : balayage de la gamme sélectionnée par variation du signal d'entrée de 0 à +10 Vcc.

Sortie 50 Ω : connexion sur embase BNC située à l'avant.

Supporte les court-circuits permanents et les réinjections de tensions jusqu'à ±60 VDC.

Réglage amplitude : sélection par bouton et réglage par encodeur.

0 à 30 V crête à crête à vide, 0 à 15 V crête à crête sur charge 50 Ω

Atténuateur commutable, sélection par bouton et encodeur : 0 dB, -20 dB, -40 dB

Résolution du réglage : 200 mV à 0 dB, 20 mV à -20 dB, 2 mV à -40 dB

Tension de décalage : sélection par bouton et réglage par encodeur.

Indépendante des réglages d'amplitude et d'atténuation.

Calibré à 0 V, excursion de ±15 V à vide, par pas de 200 mV et ±7.5 V sur charge 50 Ω, par pas de 100 mV.

Fonction CMOS (sélection par appui prolongé sur bouton et réglage par encodeur), disponible sur la sortie 50 Ω :

Le "CMOS" est une fonction qui couple automatiquement le réglage d'amplitude et d'offset pour obtenir un signal de sortie toujours positif compris entre 0 et +15 V.

Sortie TTL : connexion sur embase BNC située à l'avant.

Signal 0 – 5 V ; sortance > 10, Temps de montée et de descente inférieure à 20 ns.

Supporte les court-circuits permanents et les réinjections de tensions jusqu'à ±60 VDC.

Sortie amplifiée 1 Ω : connexion sur douilles de sécurité Ø 4 mm situées à l'avant.

Supporte les court-circuits permanents et les réinjections de tensions jusqu'à ±60 VDC.

Impédance de sortie : 1  $\Omega$   
 Puissance de sortie : 10 W sinus sur une charge de 8  $\Omega$   
 Courant max. de sortie : 1.2 A  
 Bande passante : DC à 50 kHz  
 Tension de sortie max :  $\pm 14.5$  V à vide, 9 V efficaces sur 8  $\Omega$   
 Réglage d'amplitude : de 0 au maxi par le réglage de niveau spécifique à cette sortie.  
 Les atténuateurs -20 dB, -40 dB et le décalage en tension n'agissent pas sur cette sortie.  
 Entrée micro : embase jack 6.35 mm à l'avant  
 Commutation automatique dès connexion d'une fiche mâle jack 6.35 mm  
 Impédance d'entrée : 47 k $\Omega$   $\pm 10\%$   
 Sensibilité : 5 mV  
 Gain fixe : 500  
 Bande passante : DC à 50 KHz  
 Protection de l'entrée : tension maximale avant saturation du préampli :  $\pm 350$  mV  
 Tension maximale admissible :  $\pm 60$  VDC

**Alimentation** : Secteur 230 V  $\pm 10\%$  - 50/60 Hz ;

Classe I

Courant absorbé : 0.40 A

Entrée secteur : Cordon 2 pôles + terre ;

Interrupteur secteur à l'arrière

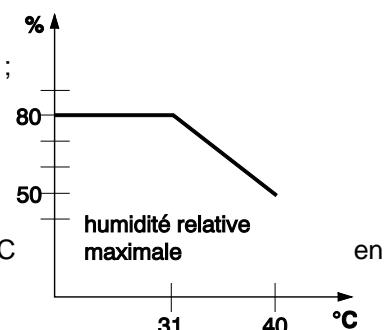
Encombrement : 300 x 300 x 125 mm.

Conditions d'utilisation : +5 °C à +40 °C  
 intérieur,  
 altitude < 2000 m.

Condition de stockage : -10 °C à +50 °C.

Conditions d'humidité : voir figure

La TRP (tôle de référence de potentiel, "masse châssis") est isolée de la terre. La tension de mode commun ne doit pas dépasser 30 VDC entre ces deux points.



#### Marquage CE :

Conforme à la directive européenne Basse Tension (DBT) suivant la norme EN 61010-1 édition 2010 - Catégorie de surtension II degré de pollution 2.

Conforme à la directive européenne CEM suivant la norme EN 61326-1.

Conforme aux directives européennes DEEE et RoHS.

### 3. Gammes, affichage et résolution

Gammes (Hz)	AFFICHAGE		RESOLUTION
	début gamme	→ fin gamme	
100	0,10 mHz	→ 999,90 mHz	0,1 mHz ( $\pm 40$ $\mu$ Hz)
	1,0000 Hz	→ 9,9999 Hz	0,1 mHz ( $\pm 40$ $\mu$ Hz)
	10,000 Hz	→ 99,999 Hz	1 mHz ( $\pm 400$ $\mu$ Hz)
1 k	0,01 Hz	→ 999,99 Hz	10 mHz ( $\pm 4$ mHz)
10 k	0,0001 kHz	→ 9,9999 kHz	0,1 Hz ( $\pm 400$ mHz)
100 k	0,001 kHz	→ 99,999 kHz	1 Hz ( $\pm 400$ mHz)
5 M	0,01 kHz	→ 999,99 kHz	10 Hz ( $\pm 400$ mHz)
	1,0000 MHz	→ 5,0000 MHz	100 Hz ( $\pm 00$ mHz)
AUTO	0000,1 mHz	→ 5,0000 MHz	Résolution selon valeur (5 digits toujours allumés)

Affichage après un changement de gamme

Gamme en cours	AFFICHAGE	Changement de gamme	AFFICHAGE
100	4,952 Hz	1 k	49,52 Hz
1 k	495,20 Hz	10 k	4,9520 kHz
10 k	4,9520 kHz	100 k	49,520 kHz
100 k	49,520 kHz	5 M	495,20 kHz

## 4. Organes de commandes, description des commandes de base

Un appui sur une fonction l'active, un second appui la désactive (sauf pour les modulations qui nécessitent plusieurs validations).

La fonction qui est activée, c'est-à-dire réglable par l'encodeur, est affichée en vidéo inverse.

Les fonctions "DECALAGE", "RAPPORT CYCLIQUE", "ATTENUATION" et "SELECTION" ne sont pas affichées quand elles sont en position "0", c'est-à-dire :

"DECALAGE" = 0 Volt

"RAPPORT CYCLIQUE" = 50 %

"ATTENUATION" = 0 dB

"SELECTION" = aucune modulation

Un appui long (> 2 s) sur la touche "DECALAGE" supprime le décalage.

Un appui long (> 2 s) sur la touche "RAPPORT CYCLIQUE" charge la valeur 50 %.

Un appui long (> 2 s) sur la touche "ATTENUATION" supprime l'atténuation.

Le réglage de la fréquence est activé automatiquement au bout de 5 s s'il n'y a aucune action sur la molette après la sélection d'une fonction, le réglage prend en compte la vitesse de rotation de l'encodeur et agit comme suit :

- Vitesse lente, réglage des 2 derniers digits.
- Vitesse moyenne puis lente, réglage des 2 digits du milieu.
- Vitesse rapide puis lente, réglage du premier digit.
- L'arrêt de rotation de plus d'une seconde bascule sur le réglage des 2 digits suivants.

FONCTION	SÉQUENCE	AFFICHAGE	Commentaire
Changer la forme d'onde	Tourner le commutateur <b>FONCTION</b>	<b>10.000 Hz</b> 50 Ω 15.0 V 	Le pictogramme affiche la forme d'onde en sortie
Changer la GAMME	Tourner le commutateur <b>FREQUENCE Hz</b>	<b>100.00 Hz</b> 50 Ω 15.0 V 	Passage de la gamme 10 à la gamme 100, la fréquence est multipliée par 10
Changer la FREQUENCE	Tourner l'encodeur <b>REGLAGE</b>	<b>904.36 Hz</b> 50 Ω 15.0 V 	Si le réglage de fréquence n'est pas sélectionné (vidéo inverse sur l'unité), désactiver l'autre fonction.
Changer l'AMPLITUDE	Appuyer sur le bouton <b>AMPLITUDE</b> et tourner l'encodeur <b>REGLAGE</b>	<b>904.36 Hz</b> <b>50 Ω</b> 30.0 V 	L'appui sur le bouton active/désactive le réglage de la fonction, "50 Ω" en vidéo inverse = active
Changer l'ATTÉNUATION	Appuyer sur le bouton <b>ATTENUATION</b> et tourner l'encodeur <b>REGLAGE</b>	<b>904.36 Hz</b> 50 Ω 300 mV  <b>Att</b> 40 dB	"Att" et 0dB apparaissent sur l'afficheur, la valeur de l'amplitude correspond à l'atténuation.
Changer le DÉCALAGE	Appuyer sur le bouton <b>DECALAGE</b> et tourner l'encodeur <b>REGLAGE</b>	<b>904.36 Hz</b> 50 Ω 300 mV  <b>Dec</b> -12.0 V  <b>Att</b> 40 dB	"Dec" et 0.0 V apparaissent sur l'afficheur, réglage ±15.0 V indépendant de l'atténuation. Le pictogramme change

FONCTION	SEQUENCE	AFFICHAGE	Commentaire
Changer le RAPPORT CYCLIQUE	Appuyer sur le bouton <b>RAPPORT CYCLIQUE</b> et tourner l'encodeur <b>REGLAGE</b>	<b>904.36 Hz</b> 50 Ω R.Cy Dec Att 300 mV 10% -12.0 V 40 dB	"R.Cy" et 50 % apparaissent sur l'afficheur, réglage de 10 à 90 % Le pictogramme change
Passer en fonction CMOS	Appui prolongé sur le bouton <b>AMPLITUDE</b> et tourner l'encodeur <b>REGLAGE</b> (réglage tension)	<b>904.36 Hz</b> 50 Ω Dec CMOS 3.0 V	"Dec" et "CMOS" apparaissent sur l'afficheur, réglage 0-15.0 V L'atténuateur est dé-validé. Le pictogramme change
Enlever la fonction CMOS	Si la fonction CMOS est active, appui prolongé sur bouton <b>AMPLITUDE</b>	<b>904.36 Hz</b> 50 Ω R.Cy Dec Att 300 mV 10% -12.0 V 40 dB	Le générateur revient à la dernière configuration avant le passage à la fonction "CMOS". Le pictogramme change
REARMEMENT des sorties	Appuyer sur le bouton <b>REARMEMENT</b>	<b>904.36 Hz</b> 50 Ω R.Cy Dec Att ----- 10% -12.0 V 40 dB	une injection de tension sur l'une des sorties les passe en mode protégé, visible sur l'affichage (--- sous 50 Ω).
Menu SELECTION Modulation	Appuyer sur le bouton <b>SELECTION</b> et tourner l'encodeur <b>REGLAGE</b>	<b>30.000 kHz</b> 0 Ω 15.0 V	Une zone sous la fréquence passe en vidéo inverse, la rotation de l'encodeur fait apparaître AM, VCF, FM
SELECTION Modulation AM	Appuyer à nouveau sur le bouton <b>SELECTION</b> pour valider la modulation AM	<b>30.000 kHz</b> AM 50 Ω 15.0 V	Le signal présent sur la BNC (0 à 1 Vrms) va moduler en amplitude le signal de sortie du générateur (0 à 100 %).
Enlever la SELECTION Modulation AM	Appuyer sur le bouton <b>SELECTION</b> , tourner l'encodeur <b>REGLAGE</b> et nouvel appui sur bouton <b>SELECTION</b>	<b>30.000 kHz</b> 50 Ω 15.0 V	Faire le cheminement inverse de la sélection de la modulation AM.
SELECTION Modulation VCF	Après le 1 <sup>er</sup> appui sur le bouton <b>SELECTION</b> et la rotation de l'encodeur appuyer à nouveau pour valider la modulation. VCF	<b>30.000 kHz</b> VCF 50 Ω 15.0 V	Le signal présent sur la BNC (0 à 10 VDC) va balayer la gamme en fréquence. La fréquence de départ est celle réglée auparavant.
SELECTION Modulation FM Gammes 10 k, 100 k et 5 M uniquement	Après le 1 <sup>er</sup> appui sur le bouton <b>SELECTION</b> et la rotation de l'encodeur appuyer à nouveau pour valider la modulation FM. Régler la déviation par l'encodeur et valider par le bouton <b>SELECTION</b>	<b>30.000 kHz</b> FM 50 Ω 15.0 V	Le signal présent sur la BNC (0 à 1 Vrms) va moduler en fréquence (avec un maximum égale à la déviation) le signal de sortie du générateur.
	Appuyer de nouveau sur le bouton <b>SELECTION</b> pour valider la valeur de la déviation, la fréquence de la porteuse s'affiche	<b>0.050 kHz</b> FM 50 Ω 15.0 V	La fréquence de la porteuse (modulée) est celle réglée auparavant.
		<b>30.000 kHz</b> FM 50 Ω 15.0 V	Pour arrêter la modulation appuyer de nouveau sur le bouton <b>SELECTION</b>

## 5. Tutorial – technologie DDS

Cet appareil utilise la technologie D.D.S (Direct Digital Synthesis) en matière de synthèse de signaux, elle nous donne une très grande précision et une excellente stabilité. Ce procédé permet un changement instantané de la fréquence.

### 5.1 Caractéristiques d'un signal analogique

Un signal analogique se définit comme variant de manière continue. En théorie, entre 2 points déterminés de sa courbe Amplitude / Temps, il présente une infinité de valeurs possibles. En pratique, le signal est toujours entaché de bruit, réduisant de ce fait le nombre de niveaux exploitables.

Le niveau de bruit doit être le plus faible possible par rapport au signal utile. On appelle cela le rapport signal sur bruit (SNR). Une valeur élevée de ce rapport donne un signal de bonne qualité. Un signal utile d'amplitude voisine de celui du bruit n'est pas exploitable ; on dit alors du signal qu'il est «noyé dans le bruit».

### 5.2 Inconvénients de la synthèse analogique du signal

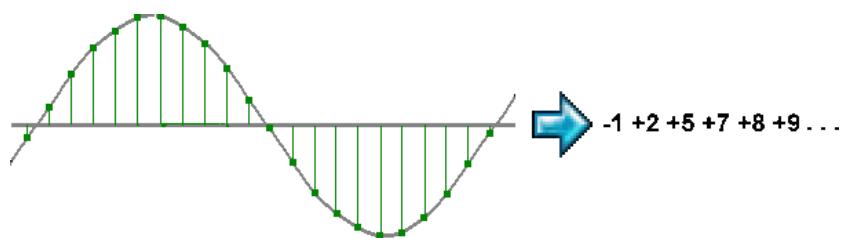
Générer un signal périodique nécessite un circuit particulier, nommé «oscillateur». Il existe de multiples formes d'oscillateurs analogiques, qui ont chacun leurs qualités et leurs défauts.

Pour générer les principales formes d'onde, il n'existe pas d'oscillateurs présentant d'origine toutes les qualités attendues, à savoir : faible distorsion, bonne stabilité en fréquence et en amplitude ; possibilité de faire varier rapidement, et dans des grandes proportions, la fréquence (pour certains types de modulation). La réalisation d'un oscillateur est toujours un compromis entre différents paramètres.

### 5.3 Principes de la numérisation

La numérisation (aussi appelée conversion Analogique/Numérique) consiste à transcrire une grandeur qui varie de manière continue en une suite de codes discrets représentant la valeur instantanée au moment de la conversion.

D'un point de vue mathématique, numériser un signal, c'est prélever, à des instants réguliers, le nombre réel représentant sa grandeur et le quantifier en un nombre entier le plus proche.



Ces suites de nombres, sont ensuite représentées sous forme de valeurs binaires (0 ou 1), qui peuvent être manipulées par l'ordinateur et ses outils dérivés.

L'avantage immédiat de ce procédé réside dans l'insensibilité du signal numérique aux bruits et aux distorsions puisqu'il suffit de deux états électriques : 0 ou 1 (bit) pour transmettre correctement l'information.

Le nombre de bits utilisés pour la quantification du signal détermine la résolution, c'est à dire le nombre de valeurs possibles que peut prendre l'amplitude :

- Codage sur 8 bits =  $2^8 = 256$  valeurs possibles
- Codage sur 16 bits =  $2^{16} = 65.536$  valeurs possibles
- Codage sur 24 bits =  $2^{24} = 16.777.216$  valeurs possibles

Le signal ayant été «découpé» selon les deux dimensions, du temps et de l'amplitude, on peut se le représenter, de façon imagée, comme un puzzle ou une mosaïque.

Les informations numérisées peuvent transiter de deux manières:

- Mode parallèle : sur plusieurs fils
- Mode série : sur 1 seul fil, les unes après les autres

Le signal, sous sa forme numérique, peut faire l'objet de traitements comparables à ceux qui existent pour son homologue analogique (filtres, commande de gain, etc..). Pour ce faire, des circuits spécialisés, nommés D.S.P (*Digital Signal Processor*) sont utilisés.

## 5.4 La conversion numérique/analogique

Cette opération s'effectue généralement en deux étapes, la première consiste à produire, à chaque instant, une tension d'amplitude correspondant aux valeurs quantifiées, au fur et à mesure de leur arrivée, c'est à dire au rythme auxquels ils ont été prélevés (appelé période d'échantillonnage) ; ce signal à encore une forme en «marches d'escalier».

La seconde étape va consister à «lisser» ce signal à l'aide d'un filtre passe-bas approprié afin de lui rendre le caractère de variation continue que présentait le signal d'origine.

## 5.5 Approche de la synthèse numérique du signal

La synthèse numérique directe (DDS), dans ses grands principes, n'est pas très éloignée du fonctionnement d'un CD audio. Dans le cas du CD, les valeurs correspondants au signal musical sont figées sur le support, il faut donc les lire à une certaine vitesse, afin d'alimenter le convertisseur analogique/numérique, comme s'il s'agissait d'un transfert direct, pour reconstituer le message d'origine.

Le principe de la synthèse numérique directe consiste donc à stocker dans une mémoire ROM (Read Only Memory) tous les échantillons correspondant à une période du signal, et à les lire comme une boucle sans fin.

## 5.6 Fonctionnement détaillé du DDS

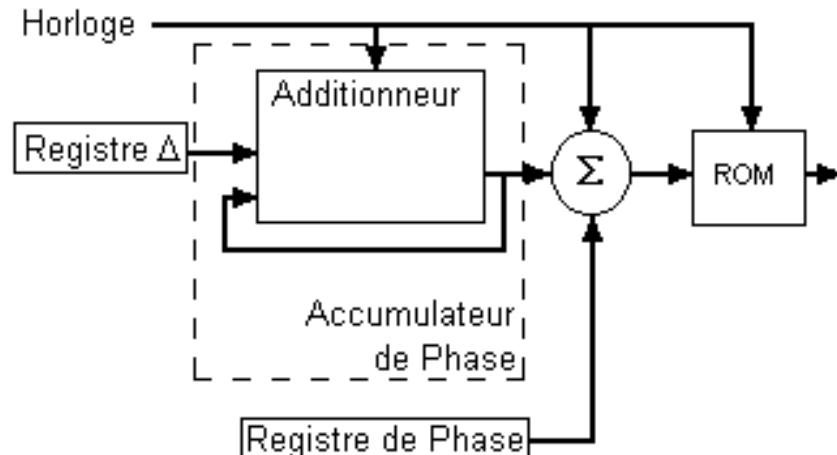


Schéma de principe n° 1 : Synthèse Numérique Directe

Le but de ce système est de fournir un signal périodique donné sur une large plage de fréquence. Dans notre exemple le signal sera une sinusoïde.

Toutes les valeurs de l'amplitude sur une période sont enregistrées à la suite, dans une mémoire ROM spéciale, appelée L.U.T (Loop Up Table).

Pour générer la sinusoïde, il suffit donc de parcourir cette ROM continuellement à une fréquence d'horloge "FMCLK".

Il reste encore à convertir la sortie de la ROM avec un convertisseur numérique analogique (DAC en anglais).

Le parcours de la ROM est fait grâce à un accumulateur de  $2^n$  bits qui est incrémenté tous les cycles d'horloge du DDS (MCLK), par un nombre Delta ( $\Delta$ ) qui sera donc proportionnel à la fréquence du sinus de sortie (Fout) tel que :  $Fout = \Delta \times FMCLK/2^n$

Exemple avec un delta de 269 :

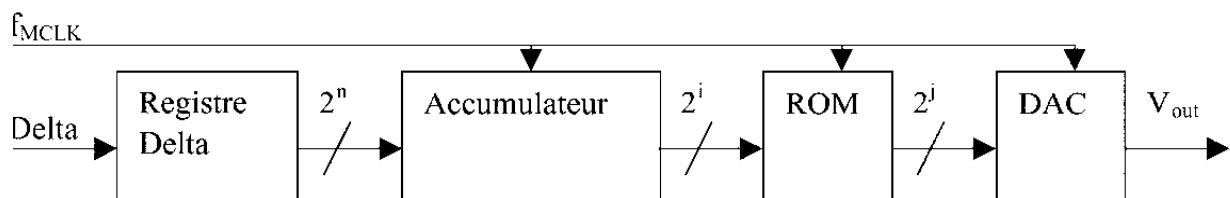
soit FMCLK = 50 MHz,  $\Delta = 269$  et  $n = 28$  alors  $F_{out} = 50,105$  Hz

Pour un delta donné, le nombre de points par période est égal à  $2^n/\Delta$ , dans l'exemple précédent :  $228/269 = 997901,3$  points

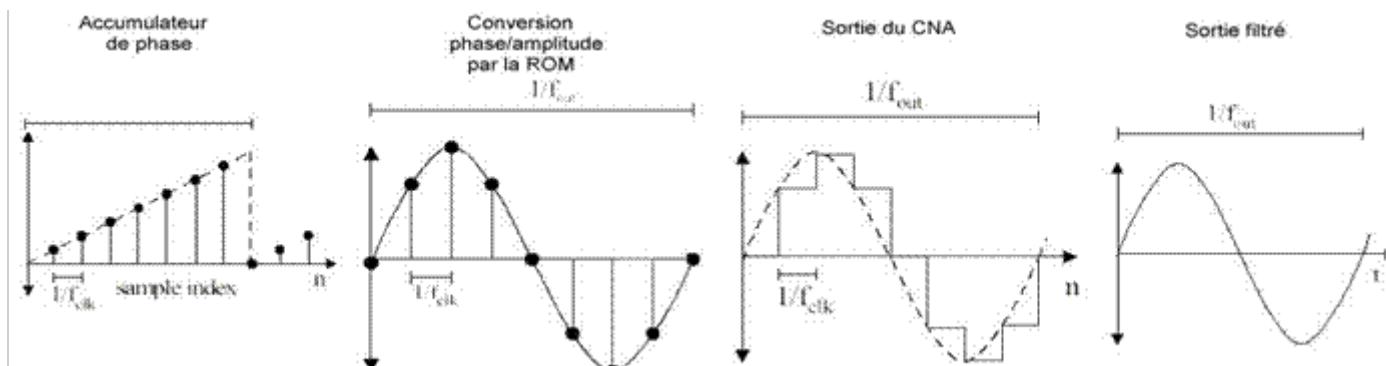
La différence de fréquence correspondant à 1 delta est égale à  $F_{diff} = FMCLK/2^n$   
Soit FMCLK = 50 MHz et  $n = 28$ , alors  $F_{diff} = 0,186$  Hz

Ce nombre correspond également à la plus petite fréquence pouvant être générée.

Synoptique



## 5.7 Étapes de la fabrication du signal



Le sinus, à la sortie du DAC du DDS passe par un filtre elliptique destiné à lisser le signal. Son effet d'inertie compense la diminution du nombre de points proportionnelle au delta, donc à la fréquence (Nb Points =  $2^n/\Delta$ ).

Afin de garder un niveau constant sur toute la gamme, la fréquence maximale est limitée, en règle générale à  $FMCLK / 3$ .

## 5.8 Possibilités offertes par la D.D.S

Avec ce système, on dispose d'une très grande plage de fréquence, sans avoir à commuter différents condensateurs selon la gamme, comme c'est presque toujours le cas avec les systèmes analogiques classiques. La DDS permet également de faire de grande variation de fréquence instantanément (en 1 ou quelques cycles d'horloge FMCLK).

Contrairement aux systèmes analogiques, ce procédé offre une précision et une stabilité excellente quelle que soit la fréquence générée.

## 5.9 Rappel sur les caractéristiques des signaux à générer

La sinusoïde est la forme d'onde en laquelle il est possible de décomposer toutes les autres.

Les signaux peuvent être caractérisés par leurs propriétés spectrales (transformée de Fourier)

Une sinusoïde parfaite est composée d'une fréquence unique (on parle alors de pureté spectrale).

Les autres signaux de base se décomposent en une fréquence fondamentale (fréquence de récurrence de la forme) ainsi que des fréquences multiples de celle-ci, appelées harmoniques.

La forme de ces signaux dépend étroitement de la distribution en amplitude et en phase des harmoniques par rapport à la fondamentale (spectre de raies).

Ainsi, par exemple, un signal sinusoïdal de 15 kHz traversant un filtre passe bas, dont la fréquence de coupure est de 20 kHz, ne sera aucunement modifié. A contrario, un signal triangulaire de la même fréquence, traversant ce filtre se verra dépouillé de toutes ces harmoniques ; ne subsistant plus, à la sortie, que la fondamentale, qui est une sinusoïde.

**La bande passante nécessaire pour véhiculer sans dégradation tout signal non sinusoïdal doit être beaucoup plus étendue que celle destinée à transmettre une sinusoïdale de même fréquence.**

Il ressort donc que le filtre placé en sortie du DAC ne peut pas être le même pour le sinus, et les autres signaux.

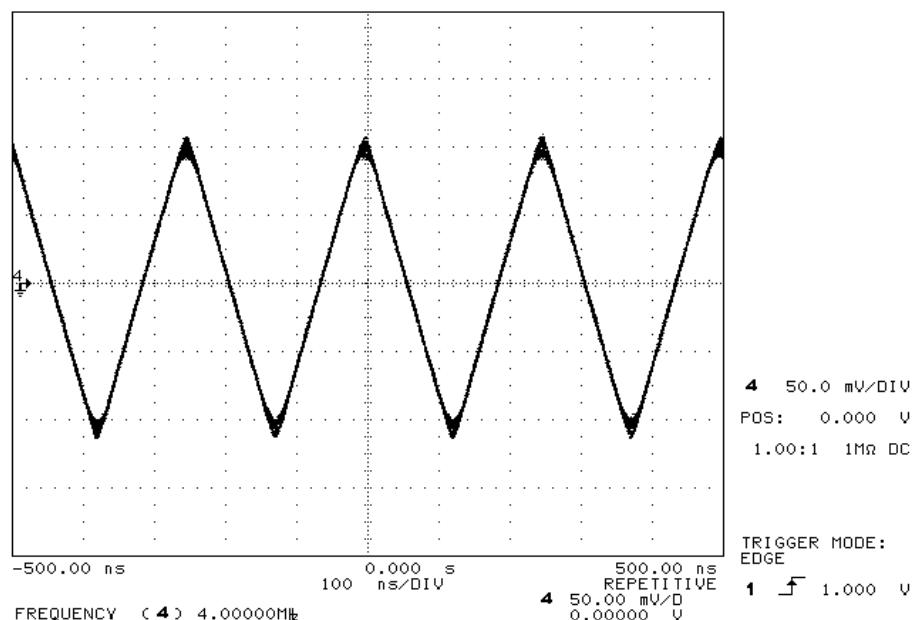
## 5.10 Imperfections du signal inhérents à la technologie DDS

Comme il a été vu plus haut, l'augmentation de la fréquence générée s'accompagne d'une diminution de points par période. Dans le cas du sinus, ceci est compensé par l'effet de lissage dû au filtre elliptique.

Pour les signaux triangle et rampe, ne pouvant être filtrés de la même façon que le sinus, les points qui composent le signal commencent à apparaître, au-dessus de 2 MHz.

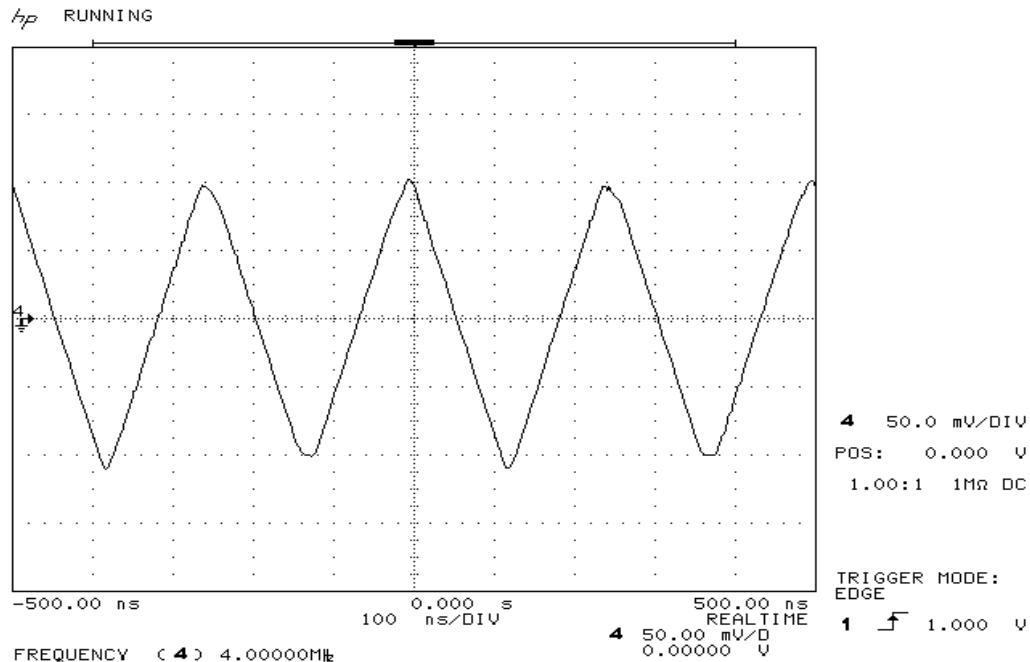
La manifestation du phénomène est différente selon l'oscilloscope utilisé, ou sa configuration.

Par exemple, oscilloscope analogique (ou numérique configuré avec persistance de 5 secondes) :



L'effet identique d'une période à l'autre provient, pour l'oscilloscope analogique, de la rémanence physique du tube cathodique, pour l'oscilloscope numérique de l'effet de persistance.

Oscilloscope numérique, acquisition temps réel :



Ces images sont deux représentations d'une seule et même réalité, malgré le terme temps réel (RealTime), de la seconde, elle n'est pas plus (ni moins) réelle que l'autre ; ce qui distingue la première, c'est l'effet de persistance qui revient à réaliser une moyenne.

Le phénomène observé résulte du décalage progressif et cyclique entre les crêtes du signal et les points échantillonnés. Les points se « déplacent » le long de la courbe amplitude / temps.

Le corollaire de ce phénomène se manifeste sous la forme d'une modulation dynamique de phase, aussi appelée gigue de phase (jitter en anglais).

## 6. Entretien et Service après-vente

Aucun entretien particulier n'est à envisager pour cet appareil.

Veuillez respecter les conditions d'utilisations en évitant la poussière, l'humidité et les chocs.

Pour le nettoyage, utiliser un chiffon doux à poussière.

La garantie est de 2 ans, le matériel doit être retourné dans nos ateliers.

Pour toutes réparations, réglages ou pièces détachées, veuillez contacter :

**JEULIN S.A.V**  
**468 rue Jacques Monod**  
**CS 21900**  
**27019 EVREUX CEDEX France**

**0 825 563 563\***

\* 0,15 € TTC/min. à partir un téléphone fixe

# Assistance technique en direct

Une équipe d'experts  
à votre disposition  
du lundi au vendredi  
de 8h30 à 17h30

- Vous recherchez une information technique ?
- Vous souhaitez un conseil d'utilisation ?
- Vous avez besoin d'un diagnostic urgent ?

Nous prenons en charge  
immédiatement votre appel  
pour vous apporter une réponse  
adaptée à votre domaine  
d'expérimentation :  
Sciences de la Vie et de la Terre,  
Physique, Chimie, Technologie.

## Service gratuit\*

**0 825 563 563** choix n°3\*\*

\* Hors coût d'appel. 0,15 € TTC/min à partir d'un poste fixe.

\*\* Numéro valable uniquement pour la France  
métropolitaine et la Corse. Pour les DOM-TOM et les EEE,  
composez le +33 2 32 29 40 50.

## Aide en ligne

[FAQ.jeulin.fr](http://FAQ.jeulin.fr)

## Direct connection for technical support

A team of experts  
at your disposal  
from Monday to Friday  
(opening hours)

- You're looking for technical information ?
- You wish advice for use ?
- You need an urgent diagnosis ?

We take in charge your request  
immediately to provide you  
with the right answers regarding  
your activity field : Biology, Physics,  
Chemistry, Technology.

## Free service\*

**+33 2 32 29 40 50\*\***

\* Call cost not included.

\*\* Only for call from foreign countries.



468, rue Jacques-Monod, CS 21900, 27019 Evreux cedex, France

Métropole • Tél : 02 32 29 40 00 - Fax : 02 32 29 43 99 - [www.jeulin.fr](http://www.jeulin.fr) - [support@jeulin.fr](mailto:support@jeulin.fr)

International • Tél : +33 2 32 29 40 23 - Fax : +33 2 32 29 43 24 - [www.jeulin.com](http://www.jeulin.com) - [export@jeulin.fr](mailto:export@jeulin.fr)

SAS au capital de 1 000 000 € - TVA intracommunautaire FR47 344 652 490 - Siren 344 652 490 RCS Evreux