

GENERATEUR DE FONCTIONS

GF-232

1 GENERALITES

1.1 Description

Le Générateur de Fonctions **GF-232** est un équipement dont les caractéristiques lui confèrent une grande souplesse:

- Large écart de fréquences: 0,2 Hz - 2 MHz, qui permet des analyses à des fréquences très basses.
- Il génère trois signaux de base de sortie: Sinusoïdal, Triangulaire et Carré; en outre, il fournit des impulsions positives compatibles avec des circuits TTL, avec sortie fixe et indépendante de la fréquence du signal principal.
- Il dispose d'un indicateur digital de fréquence des bandes depuis 20 Hz jusqu'à 2 MHz pour une lecture plus précise des valeurs générées à chaque instant.
- Il dispose de trois fonctions auxiliaires:
 - Fréquencemètre jusqu'à 10 MHz
 - Amplificateur de puissance jusqu'à 4 MHz et 50 Ω d'impédance de sortie.
 - Comparateur à niveau variable

On expliquera ces fonctions plus tard.

Deux caractéristiques très importantes viennent compléter les possibilités de cet équipement: une entrée pour le contrôle extérieur de la fréquence, ou sa modulation, et un contrôle pour ajouter au signal une tension continue de la polarité souhaitée.

Il est à souligner la simplicité de son mode d'emploi, ainsi que sa conception fonctionnelle qui en facilite énormément l'entretien.

1.2 Spécifications

Ecart de fréquences	0,2 Hz à 2 MHz en 7 décades
Contrôle de fréquence	
Commande de variation continue	Relation 10 : 1 Précision $\pm 5\%$
Afficheur de fréquence	Digital (20 Hz à 2 MHz)
Précision	± 1 digit
Résolution	0,1 Hz à 1 kHz
Temps entre lectures	250 ms
Contrôle extérieur par tension (VCO/FM)	Tension de contrôle 10 V Pour une variation 10 : 1 Variation linéaire Impédance d'entrée 15 k Ω
SORTIE 50 Ω	
Signaux de sortie	Sinusoïdal, triangulaire et carré, impulsions positives et négatives, symétrie variable. A sélectionner.
Contrôle symétrie	10:1 en tous les deux sens continuellement variable.
Amplitude de sortie	20 Vpp (circuit ouvert) 10 Vpp (50 Ω)
Impédance de sortie	50 Ω
Contrôle d'amplitude	
Continuellement variable	>30 dB 20 dB
Atténuateur	Continuellement variable
Offset DC	± 10 V (circuit ouvert) ± 5 V (50 Ω)
Tension de sortie sans découper	± 10 V (circuit ouvert) $V_{\text{offset}} + V_p = \pm 10$ V max.
Sinusoïdal	
Réponse d'amplitude	-1 dB à la sortie nominale (50 Ω) ref. 10 kHz
Distorsion	<0,6 % à la sortie nominale (jusqu'à 100 kHz, 50 Ω) Linéarité <1%
Triangulaire	Temps de montée < 80 ns
Carré	Typique 50 ns
SORTIE TTL	
Amplitude	>3 V (circuit ouvert) Indépendante de la sortie principale
Symétrie	Continuellement variable
Temps de montée	<25 ns

FRÉQUENCEMÈTRE EXTÉRIEUR

Fréquence maximale	10 MHz
Résolution	100 MHz
Sensibilité	60 mV (5 MHz)
Impédance d'entrée	100 k Ω

AMPLIFICATEUR

Bande Passante	4 MHz
Impédance d'entrée	100 k Ω
Impédance de sortie	50 Ω
Amplitude de sortie maximale	10 Vpp (50 Ω)
Gain	32 dB [40] (circuit ouvert)

COMPARATEUR DE NIVEAU

Impédance d'entrée	100 k Ω
Amplitude de sortie	Compatible TTL
Contrôle de déclenchement	\pm 150 mV variable

ALIMENTATION

Tension de secteur	AC 110-125-220-230-240 V, \pm 10 %, 50-60 Hz.
Consommation	14 W

CONDITIONS D'ENVIRONNEMENT DE FONCTIONNEMENT

Altitude	Jusqu'à 2000 m
Marge de températures	De 5 à 40 °C
Humidité relative maximale	80% (jusqu'à 31 °C), décroissance linéaire jusqu'à 50% à 40 °C.

CARACTERISTIQUES MECANIQUES

Dimensions	L. 212 x H. 102 x P. 241 mm
Poids	1,7 Kg.

ACCESSOIRES INCLUS

P/N	Description
90901105	Câble de secteur CA-05
0 FS0040	1 fusible de rechange, 5x20 mm, 250 V, F, 500 mA

2 PRESCRIPTIONS DE SECURITE



- * N' utiliser l'équipement **que sur des systèmes dont le négatif de mesure est connecté au potentiel de terre.**
- * Il s'agit d'un appareil de **type I**. Pour des raisons de sécurité, il doit être branché aux **lignes du réseau avec la prise de terre correspondante.**
- * Cet appareil peut être utilisé sur des installations de la **Catégorie de Surtension II** et **Degré de Pollution 1.**
- * Il ne faudra employer quelconque des accessoires suivants que pour les types **spécifiés** afin de préserver la sécurité.

Câble de réseau

- * Toujours tenir compte des **marges spécifiées** tant pour l'alimentation que pour affectuer une mesure.
- * N'oubliez pas que les tensions supérieures à **60 V DC** ou **30 V AC rms** sont potentiellement dangereuses.
- * Observer toujours les **conditions ambiantes maximales spécifiées** pour cet appareil.
- * **L'opérateur n'est autorisé à intervenir** que pour:

Changement du Fusible de réseau, qui devra être du **type** et de la **valeur indiqués.**

Les instructions spécifiques par ces interventions sont données au paragraphe Entretien.

Tout autre changement dans l'appareil devra être exclusivement effectué par du personnel spécialisé.

- * **Le négatif de mesure** se trouve sur le potentiel de terre.
- * **Ne pas obstruer le système de ventilation.**
- * Suivre strictement les **recommandations de nettoyage** décrites au paragraphe Entretien.

* Symboles concernant la sécurité:



COURANT CONTINU



COURANT ALTERNATIF



ALTERNATIF ET CONTINU



TERMINAL DE TERRE



TERMINAL DE PROTECTION



TERMINAL A LA CARCASSE



EQUIPOTENTIALITE



MARCHE



ARRET



ISOLATION DOUBLE
(Protection TYPE II)



PRECAUTION
(Risque de secousse électrique)



PRECAUTION VOIR MANUEL



FUSIBLE

3 INSTALLATION

3.1 Alimentation



L'appareil est conçu pour être alimenté en tension secteur de 110-125-220 ou 230/240 V CA 50-60 Hz. On peut sélectionner la tension secteur depuis la face arrière de l'appareil.

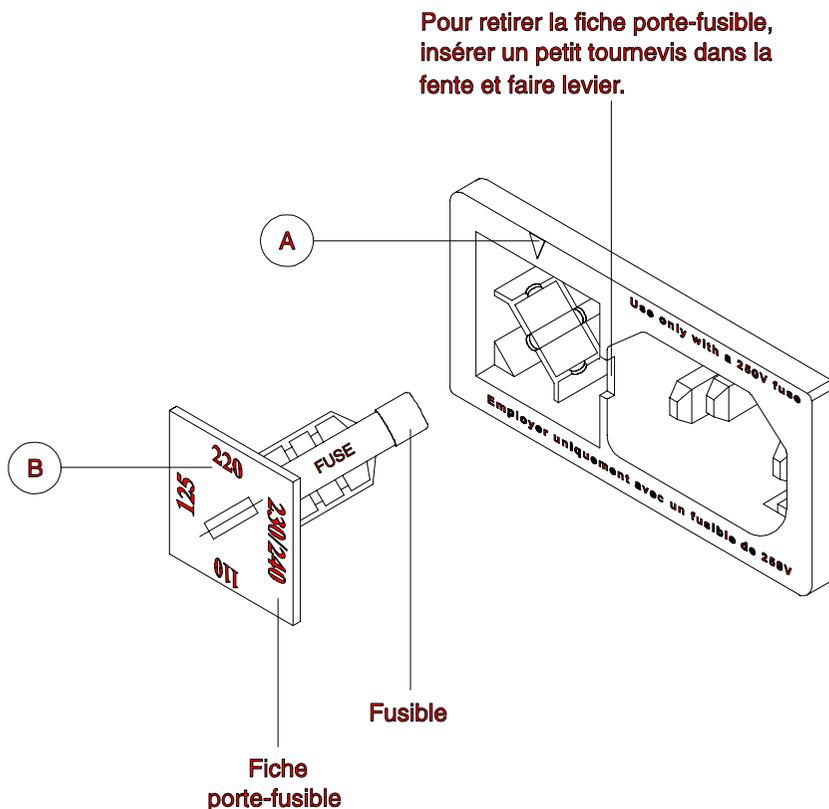


Figure 1.- Changement de la tension de secteur.

- 1.- Extraire la fiche porte-fusible.
- 2.- Placer le fusible correspondant à la tension secteur.
- 3.- Replacer la fiche porte-fusible de telle sorte que la flèche [A] soit en regard de la tension sélectionnée [B].

ATTENTION:

A SA LIVRAISON L'APPAREIL EST RÉGLÉ SUR 220 V.

AVANT DE BRANCHER L'APPAREIL, IL FAUT POSITIONNER CORRECTEMENT LE SÉLECTEUR DE TENSION ET S'ASSURER QUE LE FUSIBLE EST CONFORME A LA TENSION SECTEUR.

LE FUSIBLE DOIT ETRE DU TYPE: 5 x 20 mm., 250 V, RAPIDE (F). et:

0,25 A POUR 220, 230 et 240 V.

0,50 A POUR 110 et 125 V.

SI CES INSTRUCTIONS N'ETAIENT PAS APPLIQUÉS, L'APPAREIL POURRAIT ETRE ENDOMMAGÉ.

3.2 Installation et mise en marche

L'équipement est conçu pour être utilisé en tant qu'équipement de table.

Après avoir effectué la correcte sélection de la tension secteur à utiliser, on peut procéder à le branchement de l'appareil au réseau d'alimentation et à la mise en marche de l'équipement en actionnant l'interrupteur pertinent.

Dans le but d'un emploi facile, on a incorporé un pied escamotable pour élever la partie frontale de l'appareil.

4 INSTRUCTIONS D'UTILISATION

4.1 Description des commandes

Panneau avant

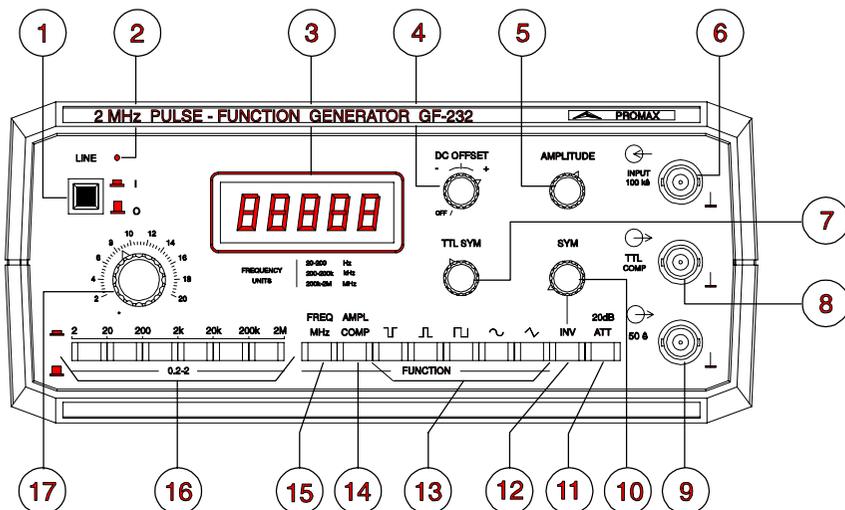


Figure 2.- Panneau avant.

- [1] **LINE. Interrupteur de secteur.**
Dans la position ON, l'équipement est alimenté avec la tension de réseau.
- [2] **LED. Indicateur de marche.**
Il indique que l'équipement est en marche.
- [3] **Indicateur de fréquence.**
La présentation se réalise moyennant 4 digits LCD, qui indiquent la fréquence de sortie du générateur ou le signal d'entrée [6] lorsqu'on choisit la fonction fréquencemètre.
- [4] **DC OFFSET. Contrôle d'offset de tension.**
La position normale de travail est la position "fermé" (tout à gauche). En faisant tourner la commande on obtient un contrôle progressif de la tension continue à laquelle on superpose le signal de sortie. Cette tension passera de + 10 v à - 10 V (en circuit ouvert) en passant par 0 V ou position normale de travail.

- [5] **AMPLITUDE. Contrôle d'amplitude.**
Commande continuellement variable pour régler l'amplitude de sortie.
- [6] **INPUT**
Entrée pour la mesure de fréquence et destinée aussi à entrée dans les fonctions amplificateur et comparateur.
- [7] **TTL SYM. Contrôle de symétrie TTL.**
Ce contrôle permet de modifier la symétrie du signal impulsionnel qu'on obtient dans la sortie TTL [8].
- [8] Sortie d'impulsions avec niveaux TTL à la même fréquence du signal de la sortie [9]. Elle permet la charge de plus de 10 entrées TTL.
- [9] Sortie du signal sélectionné par [13] avec une impédance interne de 50 Ω
- [10] **SYM. Contrôle de symétrie.**
Au moyen de ce contrôle on permet d'augmenter le temps correspondant à une semi-période de la sortie principale [9] afin d'obtenir des fonctions de sortie asymétriques. De ce fait, on trouve la fréquence de sortie modifiée.
- Il est possible de choisir sélectivement l'action sur une quelconque des deux semi-périodes.
- [11] **20 dB ATT. Atténuateur de 20 dB.**
Conservant l'impédance de sortie, il atténue 20 dB le niveau de sortie choisi moyennant le contrôle [5].
- [12] **INV Sélecteur.**
Il permet de choisir la semi-période du signal de sortie dans laquelle agit le contrôle de symétrie [10].
- [13] **FUNCTION. Sélecteurs de la fonction de sortie.**
En appuyant sur les sélecteurs, on peut choisir pour la sortie [9] parmi les formes d'onde carrée, triangulaire, sinusoïdale, et impulsions positives ou négatives.

[14] **AMPL/COMP.**

Il permet d'utiliser l'équipement en tant qu'amplificateur ou en tant que comparateur de niveau, d'une manière simultanée.

Pour qu'il travaille en tant qu'amplificateur on doit utiliser le connecteur [6] en tant qu'entrée de signal et le connecteur [9] en tant que sortie. Il faut remarquer que le contrôle d'amplitude [5] et l'atténuateur [11] sont tout le temps opératifs.

Pour qu'il agisse en tant que comparateur de niveau, on doit utiliser le connecteur [6] comme on a indiqué ci-avant et la sortie à niveau logique sera la sortie TTL [8]. Le contrôle TTL SYM [7] nous permet de modifier le niveau de comparaison.

[15] **FREQ MHz.**

Cette fonction auxiliaire activée, le générateur passe à fonctionner en tant que fréquencemètre à un rang d'utilisation jusqu'à 10 MHz. Dans ce cas-là, on utilise le connecteur [6] en tant qu'entrée du signal et le display [3] en tant qu'élément d'affichage avec une résolution jusqu'à 5 digits.

[16] **FREQ. Sélecteurs de Bande.**

Pour choisir l'écart ou la décade de fréquence (Hz) qui dirigera le contrôle [17]. Chaque sélecteur dispose de deux actions dans son parcours de pulsation, dans l'ordre suivant:

- Désamorcer toute autre touche de l'ensemble.
- Se fixer sur la position appuyée.

En appuyant partiellement sur n'importe quelle autre touche non appuyée et en cédant dans l'action, toutes les touches seront désamorcées. Dans la position "toutes désamorcées" la bande de fréquence choisie sera de 0,2 Hz à 2 Hz.

NOTE:

On devra travailler sur une zone où V_p (tension de sommet du signal de sortie) plus la tension d'offset (déplacement) ne dépasse pas ± 10 V dans circuit ouvert (± 5 V sur 600Ω) de manière à ne pas produire de découpage dans le signal de sortie.

[17] **Contrôle de fréquence.**

Contrôle continuellement variable de la fréquence dans la bande choisie par la comande [16].

Panneau arrière

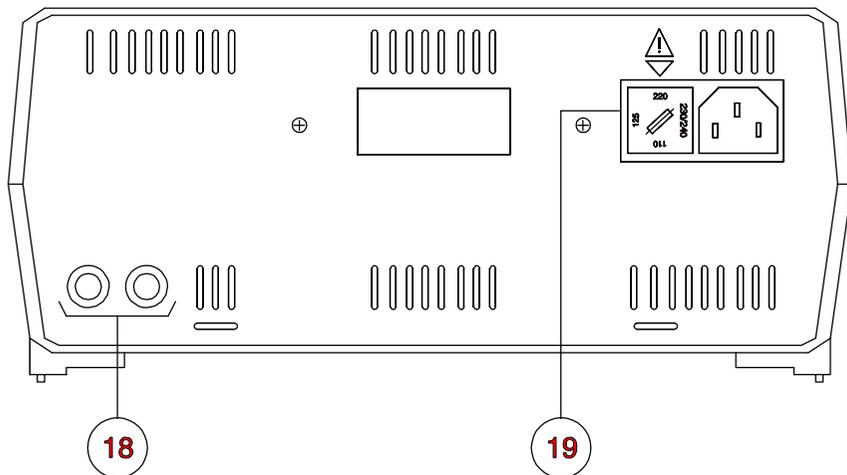


Figure 3.- Panneau arrière.

[18] **VCO. Entrée de contrôle de fréquence par tension.**

Elle permet de contrôler la fréquence de sortie ou de la moduler en FM, dans l'écart de la décade sélectionnée dans [16]. Si on veut produire une variation 10:1 il faut appliquer 10 V à peu près. Des tensions de contrôle négatives produisent l'augmentation de la fréquence et viceversa.

[19] **Connecteur de réseau, sélecteur de réseau et porte-fusible.**

On doit y placer le fil de réseau compris dans les accessoires de l'appareil APRES AVOIR SELECTIONNE LA TENSION.

Sélecteur de tension et porte-fusible: selon la position du clip portafusible, la tension est sélectionnée à 110, 125, 220 ou 230/240 V (Voir fig. 1).

4.2 Mode d'emploi

4.2.1 Sortie principale

Sélection de la fonction souhaitée par les contrôles [13] du panneau frontal.

Sélection de la fréquence, avec l'ensemble des commandes [16], [17] et [3].

Sélectionner au moyen d'un oscilloscope ou d'un équipement adéquat l'amplitude de sortie souhaitée, pour des niveaux bas de signal il faudrait peut-être utiliser le contrôle continu et l'atténuateur.

S'il était nécessaire de superposer une tension continue au signal, il faudrait le faire avec le contrôle DC OFFSET [4] du panneau avant, dans ce cas-là on doit constater que l'oscilloscope utilisé pour la mesure ait l'entrée verticale accouplée en continu (DC).

Si la fréquence à observer est au dessous de 1 Hz approximativement, il est conseillé d'utiliser un équipement permettant l'observation de phénomènes lents.

Il ne faut pas oublier qu'on produit la transmission optimale du signal, dans le câble connecté à la sortie, en utilisant un câble de 50 Ω d'impédance caractéristique, avec une charge terminale d'adaptation.

4.2.2 Sélection de la fréquence

Dans les bandes qui recouvrent depuis 20 Hz jusqu'à 2 MHz, l'indicateur digital de fréquence [3] est activé, et il permet la sélection rapide et précise de la fréquence souhaitée moyennant le contrôle de fréquence [17].

Dans les bandes qui se trouvent au dessous de 20 Hz: depuis 0,2 Hz jusqu'à 2 Hz et depuis 2 Hz jusqu'à 20 Hz, le mesureur de fréquence sera désamorçé, et on pourra déterminer directement la fréquence dans les inscriptions du panneau associées au contrôle de fréquences [17].

Lorsqu'on utilise le contrôle de symétrie variable [10], la fréquence baisse en fonction de l'asymétrie souhaitée. Dans les bandes qui recouvrent depuis 200 Hz jusqu'à 2 MHz, la lecture de fréquence dans le display [3] continue à être valable pendant que dans la bande de 20 Hz jusqu'à 200 Hz le display se désamorçé lorsqu'on active le contrôle SYM [10], étant donné que la fréquence pourra être réduite au dessous de 20 Hz. S'il nous faut connaître la fréquence d'un signal asymétrique dans les trois bandes des fréquences les plus basses, on devra utiliser un mesureur externe.

4.2.3 Sortie d'impulsions TTL

Si on veut utiliser la sortie d'impulsions, on doit connecter directement le circuit à essai à la sortie [8].

On effectue la sélection de fréquence de même que pour la sortie principale. Moyennant le contrôle [7] il est possible de varier la symétrie du signal sans modifier la fréquence de répétition.

4.2.4 Mesureur de fréquence

Le **GF-232** peut être utilisé, comme on a dit ci-avant, en tant que fréquencemètre à un rang qui comprend jusqu'à 10 MHz moyennant le sélecteur **FREQ** kHz [15]. L'équipement met fin à son fonctionnement en tant que générateur et présente la lecture de la fréquence dans le display (en kHz), avec une résolution du fréquencemètre de 100 Hz. Dans le cas de dépasser la capacité maximale du display (99999), deux points (:) sont activés après du chiffre le plus significatif.

4.2.5 Amplificateur

Au moyen du sélecteur **AMPL/COMP** [14] l'équipement réalise la fonction d'amplificateur avec une bande passante DC-4 MHz et un gain de 32 dB en circuit ouvert. Il peut être chargée sur lignes de 50 Ω et fournit jusqu'à 10 Vpp.

Il est possible d'utiliser le contrôle de variation continue d'amplitude **AMPLITUDE** [5] et d'ajouter un offset DC moyennant le contrôle **OFFSET DC** [4]. Dans ce mode de travail, l'excursion maximale de la sortie est de ± 10 V de sommet, qui inclut les composantes AC et DC.

L'atténuateur de 20 dB continue à être opératif.

4.2.6 Comparateur

Au moyen du sélecteur **AMPL/COMP** [14] le **GF-232** réalise la fonction de comparateur à niveau variable. L'entrée de signal se réalise à travers le connecteur [6], pendant qu'on obtient la sortie à niveaux TTL moyennant le connecteur [8].

Le changement d'état s'effectue moyennant une hystérésis dans l'entrée approximative de 70 mV, pendant que le point de déclenchement peut changer moyennant le contrôle TTL **SYM** [7] entre ± 150 mV. Les caractéristiques de la sortie d'impulsions TTL sont aussi applicables dans la fonction comparateur de seuil.

On pourra appliquer cette fonction dans les cas où on souhaite former un signal digital ou compatibiliser un signal analogique, à deux niveaux d'intérêt, avec un système digital.

4.2.7 Contrôle extérieur de fréquence

Pour utiliser le contrôle extérieur de fréquence il suffit de connecter la tension adéquate aux bornes du panneau arrière.

Si on avait besoin de préciser des balayages de fréquence d'une décade complète, il faudrait sélectionner celle-ci moyennant le contrôle [16] du panneau frontal et utiliser comme signal de contrôle une rampe de 10 V qui peut être fournie par un équipement similaire.

Il faut tenir compte du fait que le sens de variation de la fréquence est inverse à celui de la tension qui le produit.



PRECAUTIONS:

NE PAS CONNECTER DE TENSION SUR LA SORTIE DE L'EQUIPEMENT. UTILISER DES TENSIONS DE CONTROLE VCO DEPOURVUES DE BRUIT ET DE BOURDONNEMENT.

4.3 Considérations spéciales de fonctionnement

4.3.1 DC Offset

Observer qu'en utilisant l'offset de tension, le signal ne pourra pas dépasser une valeur de sommet de 10 V dans circuit ouvert (± 5 V sur 50Ω) de manière à ne pas produire de découpage.

4.3.2 Utilisation de la sortie d'impulsions

Lorsqu'on utilise cette sortie, il est conseillé que le câble d'interconnexion soit chargé dans l'autre bout par l'impédance caractéristique, afin d'éviter des suroscillations "ringing" dues aux réflexions dans le câble.

L'impulsion de cette sortie se trouve au tour du sommet positif du signal triangulaire, ou flanc de montée du signal carré. Il faut remarquer que le contrôle de symétrie de la sortie principale agira sur la sortie d'impulsions TTL en baissant la fréquence de répétition de ces impulsions.

5 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

5.1 Description du circuit

On peut voir la structure générale de l'équipement en diagramme des blocs (fig. 4).

Le signal de base généré dans le **GF-232** est le signal Triangulaire. Ce signal est celui qui apparaît dans des bornes d'une capacité C lorsqu'on la charge à un courant constant (rampe croissante) et qu'on la décharge de la même façon (rampe décroissante).

Ce processus effectué, on pourra varier la fréquence de deux façons différentes, soit en variant la magnitude des courants de charge et décharge, soit en variant la capacité à charger et décharger.

Les variations de fréquence dans le **GF-232** se réalisent:

- Moyennant contrôle continu (une décade); contrôle [17] du panneau frontal, par variation des courants de charge et décharge dirigeant IC1B avec une tension. On peut ajouter à cette tension une autre tension extérieure (VCO) à travers l'entrée VCO [18].
- Moyennant saut de décades; se réalise d'une façon mixte, changement des courants constants de charge et décharge ou changement de la capacité C2 à C6.
- La variation de symétrie du signal principal est obtenu par réduction de la courant de charge ou décharge de C, selon les cas.

Génération du signal carré

Une fois le signal triangulaire amplifié, celui-ci fait agir un circuit de déclenchement quand la tension dans les bornes de la capacité C arrive à des valeurs déterminées.

Le signal carré ainsi obtenu a aussi la mission de gouvernement des deux générateurs de courant constant, soit celui de charge, soit celui de décharge.

Ce contrôle d'inhibition de l'un ou l'autre générateur se réalise avec un circuit porte. L'amplificateur préalable du signal Triangulaire est constitué par IC3 afin de ne pas influencer les courants de charge et décharge de C.

Un circuit dans la sortie du convertisseur de signaux carrés permet d'obtenir à volonté le signal avec excursion seulement positive ou toutes les deux pour obtenir de cette manière les deux fonctions: impulsion positive ou négative.

Génération du signal sinusoïdal

La méthode utilisée est de conformation du signal triangulaire par portions, profitant du coude de la caractéristique V/I des diodes D26 à D41.

Amplificateur de sortie

Une fois les trois fonctions générées, elles passent au sélecteur et après à l'amplificateur de sortie qui comprend les contrôles d'amplitude, addition de la tension d'offset et atténuateur de sortie.

Fréquencemètre

Un circuit ASIC forme le fréquencemètre complet, qui inclut la base de temps, circuits de contrôle, compteurs et drivers de display LCD. Dans l'entrée de celui-ci, le signal passe par la circuiterie qui multiplie et divise la fréquence, qui permet d'escalader chaque bande à la résolution convenable.

Amplificateur extérieur

Dans les fonctions fréquencemètre, amplificateur et comparateur, le sélecteur SF connecte l'amplificateur de haute impédance à l'entrée extérieure pour être utilisé en tant que pré-amplificateur d'entrée dans ces fonctions.

Le convertisseur TTL agit comme la sortie de la fonction comparateur.

Générateur d'impulsions TTL

On obtient les impulsions positives en faisant passer le signal triangulaire par le circuit de déclenchement formé par IC7 dans montage Schmitttrigger. On obtient l'asymétrie du signal de sortie moyennant le niveau de comparaison adéquat dans l'entrée.

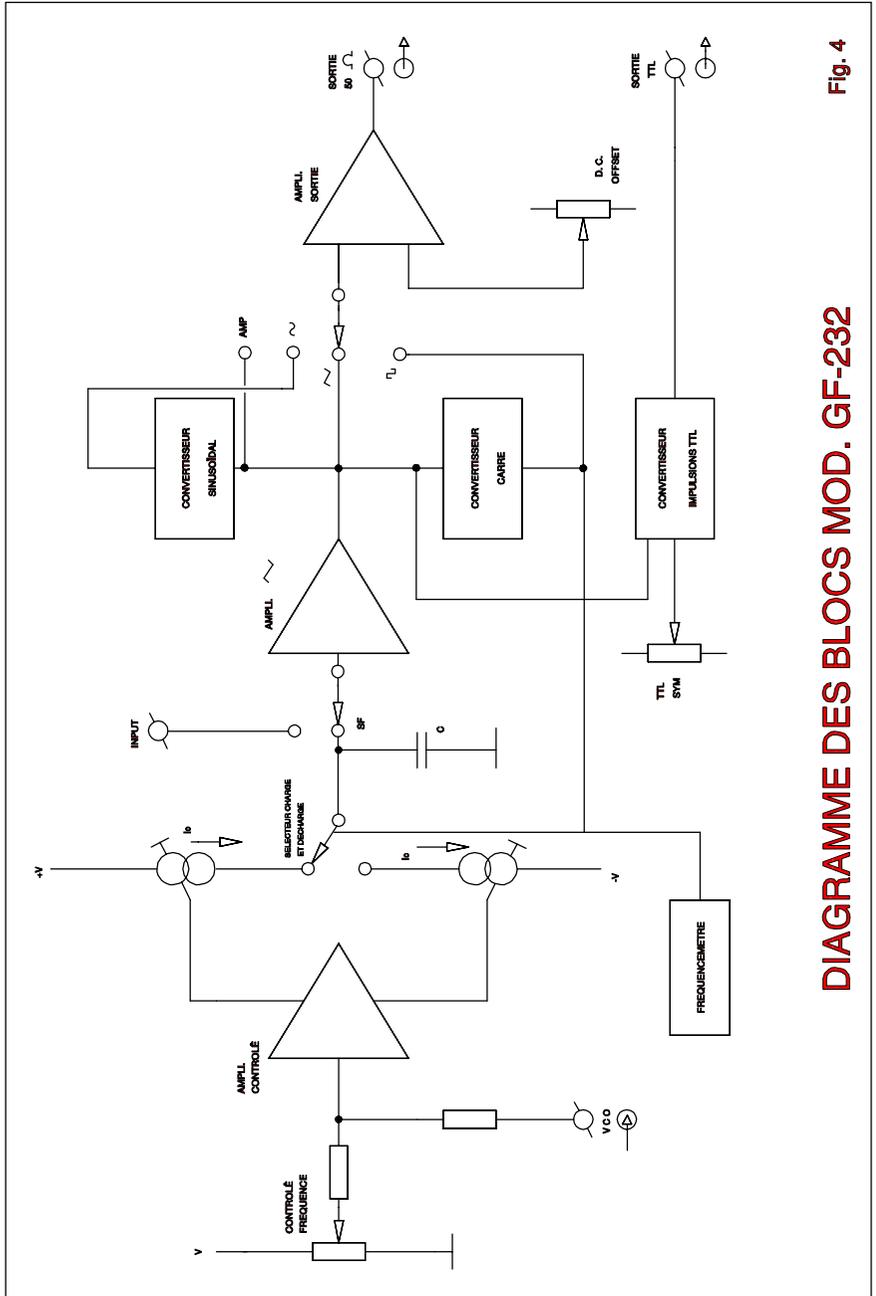


DIAGRAMME DES BLOCS MOD. GF-232

Fig. 4

6 ENTRETIEN

6.1 Remplacement du fusible du réseau

Le porte-fusibles est situé sur la propre base du réseau (voyez figure 1).

Pour remplacer le fusible, débrancher le câble du réseau.

A l'aide d' un tournevis approprié, extraire le petit couvercle du porte-fusibles.

Remplacer le fusible endommagé qui sera de:

5 x 20 mm., 250 V, F et:

0.25 A POUR 220, 230 et 240 V

0.50 A POUR 110 et 125 V

6.2 Recommandations de nettoyage

PRECAUTION

POUR NETTOYER LA BOÎTE, VEILLER À CE QUE L'APPAREIL SOIT DÉBRANCHÉ.

PRECAUTION

POUR LE NETTOYAGE, NE PAS UTILISER D'HYDROCARBURES AROMATIQUES OU DE DISSOLVANTS CHLORÉS. CES PRODUITS POUVANT ATTAQUER LES MATÉRIAUX UTILISÉS POUR LA FABRICATION DE LA BOÎTE.

La boîte devra être nettoyée à l'aide d'une légère solution de détergent et d'eau, appliquée avec un chiffon doux et humide.

Sécher soigneusement avant d'utiliser de nouveau l'appareil.

SOMMAIRE

1 GENERALITES	51
1.1 Description	51
1.2 Spécifications	52
2 PRESCRIPTIONS DE SECURITE	55
3 INSTALLATION	57
3.1 Alimentation	57
3.2 Installation et mise en marche	58
4 INSTRUCTIONS D'UTILISATION	59
4.1 Description des commandes	59
4.2 Mode d'emploi	63
4.2.1 Sortie principale	63
4.2.2 Sélection de la fréquence	63
4.2.3 Sortie d'impulsions TTL	64
4.2.4 Mesureur de fréquence	64
4.2.5 Amplificateur	64
4.2.6 Comparateur	64
4.2.7 Contrôle extérieur de fréquence	65
4.3 Considérations spéciales de fonctionnement	65
4.3.1 DC Offset	65
4.3.2 Utilisation de la sortie d'impulsions	65
5 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT	67
5.1 Description du circuit	67
6 ENTRETIEN	71
6.1 Remplacement du fusible du réseau	71
6.2 Recommandations de nettoyage	71

