

**Ets GEFROY & Cie**



S.A. Cap. 13.153.000 F

**18, AV. PAUL VAILLANT-COUTURIER**

**78190 - TRAPPES**

Tél. : 050.47.18

Télex 25 705

## **NOTICE TECHNIQUE**

**UTILISATION - ENTRETIEN**

**du**

**FREQUENCEMETRE COMPTEUR**

**Type HB 221**

**Fréquencemètre  
compteur**

**Type HB 221**

# TABLE DES MATIERES

## CHAPITRE I - INTRODUCTION

|                                           |   |
|-------------------------------------------|---|
| <i>I.1 - Description générale</i>         | 1 |
| <i>I.2 - Caractéristiques techniques</i>  | 2 |
| <i>I.2.1 - Modes d'utilisation</i>        | 2 |
| <i>I.2.2 - Caractéristiques générales</i> | 6 |
| <i>I.3 - Option en supplément</i>         | 9 |
| <i>I.4 - Accessoires</i>                  | 9 |
| <i>I.4.1 - Accessoires fournis</i>        | 9 |
| <i>I.4.2 - Accessoires en supplément</i>  | 9 |

## CHAPITRE II - MISE EN SERVICE ET UTILISATION

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| <i>II.1 - Description des organes de commande et d'exploitation</i>  | 11 |
| <i>II.2 - Installation</i>                                           | 17 |
| <i>II.3 - Mise en service</i>                                        | 17 |
| <i>II.4 - Contrôle interne</i>                                       | 18 |
| <i>II.5 - Considération sur la précision des mesures</i>             | 19 |
| <i>II.6 - Utilisation</i>                                            | 19 |
| <i>II.7 - Exploitation du circuit extenseur du temps de comptage</i> | 36 |
| <i>II.8 - Association de deux compteurs</i>                          | 36 |
| <i>II.8.1 - Mesure avec dépassement</i>                              | 36 |
| <i>II.8.2 - Mesure simultanée de deux signaux</i>                    | 38 |
| <i>II.9 - Mesure des fréquences jusqu'à 18 GHz</i>                   | 38 |
| <i>II.10 - Association avec un générateur du type GH 400</i>         | 38 |

## CHAPITRE III - PRINCIPE ET FONCTIONNEMENT

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>III.1 - Introduction</i>                                                                | 41 |
| <i>III.1.1 - Principe général</i>                                                          | 41 |
| <i>III.1.2 - Structure de l'appareil (Schéma synoptique général, pl. 1)</i>                | 42 |
| <i>III.2 - Schéma synoptique simplifié avec diagramme des signaux pour chaque fonction</i> | 44 |
| <i>III.3 - Description des circuits</i>                                                    | 44 |
| <i>III.3.1 - Amplificateur Entrée A - 0 à 20 MHz (Z 14 A)</i>                              | 44 |
| <i>III.3.2 - Amplificateur Entrée B (Z 14 B)</i>                                           | 45 |
| <i>III.3.3 - Circuit marqueurs (Z 15)</i>                                                  | 45 |
| <i>III.3.4 - Amplificateur HF (Z 9)</i>                                                    | 45 |
| <i>III.3.5 - Inverseur A-B et monostable réarmement (Z 16)</i>                             | 46 |
| <i>III.3.6 - Oscillateur 5 MHz thermostaté (Z 17)</i>                                      | 46 |
| <i>III.3.7 - Sélecteur pilote et oscillateur 10 MHz asservi (Z 11)</i>                     | 46 |
| <i>III.3.8 - Base de temps (Z 2)</i>                                                       | 48 |
| <i>III.3.9 - Sélecteur extenseur par 10 (Z 3)</i>                                          | 49 |
| <i>III.3.10 - Extenseur (Z 5)</i>                                                          | 50 |
| <i>III.3.11 - Sélecteur de voies (Z 6)</i>                                                 | 51 |
| <i>III.3.12 - Phasemètre (Z 7)</i>                                                         | 52 |
| <i>III.3.13 - Affichage (Z 1)</i>                                                          | 53 |
| <i>III.3.14 - Circuit fonctionnel (Z 8)</i>                                                | 55 |
| <i>III.3.15 - Commande enregistreur (Z 4)</i>                                              | 61 |
| <i>III.3.16 - Alimentations (Z 10)</i>                                                     | 61 |
| <i>III.3.17 - Alimentations quartz (Z 13)</i>                                              | 61 |

## CHAPITRE IV - MAINTENANCE

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>IV.1 - Introduction</i>                                                               | 63 |
| <i>IV.2 - Matériel de mesure nécessaire</i>                                              | 64 |
| <i>IV.3 - Contrôles périodiques</i>                                                      | 64 |
| <i>IV.4 - Accès aux circuits</i>                                                         | 65 |
| <i>IV.5 - Localisation des pannes</i>                                                    | 65 |
| <i>IV.5.1 - Vérifications préliminaires</i>                                              | 65 |
| <i>IV.5.2 - Localisation des circuits défectueux</i>                                     | 65 |
| <i>IV.5.3 - Remarques pour le dépannage</i>                                              | 65 |
| <i>IV.6 - Interprétation des résultats et des signaux délivrés par le fréquencemètre</i> | 66 |
| <i>IV.7 - Contrôle des performances et dépannage des circuits</i>                        | 68 |
| <i>IV.7.1 - Alimentations générales (Z 10)</i>                                           | 68 |
| <i>IV.7.2 - Alimentations quartz (Z 13)</i>                                              | 68 |
| <i>IV.7.3 - Oscillateur 5 MHz thermostaté (Z 17)</i>                                     | 68 |
| <i>IV.7.4 - Oscillateur 10 MHz asservi (Z 11)</i>                                        | 68 |
| <i>IV.7.5 - Base de temps (Z 2)</i>                                                      | 69 |
| <i>IV.7.6 - Sélecteur expasseur par 10 (Z 3)</i>                                         | 69 |
| <i>IV.7.7 - Expanseur (Z 5)</i>                                                          | 70 |
| <i>IV.7.8 - Sélecteur de voies (Z 6)</i>                                                 | 70 |
| <i>IV.7.9 - Fonctionnel (Z 8)</i>                                                        | 70 |
| <i>IV.7.10 - Affichage (Z 1)</i>                                                         | 72 |
| <i>IV.7.11 - Amplificateurs des entrées A - 0 à 20 MHz et B (Z 14 A et B)</i>            | 72 |
| <i>IV.7.12 - Amplificateur et diviseur de l'entrée A - 1 à 220 MHz (Z 9)</i>             | 72 |
| <i>IV.7.13 - Marqueurs (Z 15)</i>                                                        | 72 |
| <i>IV.7.14 - Phasemètre (Z 7)</i>                                                        | 73 |
| <i>IV.7.15 - Enregistreur (Z 4)</i>                                                      | 73 |

|                                          |           |
|------------------------------------------|-----------|
| <b>CHAPITRE V - LISTE DES COMPOSANTS</b> | <b>75</b> |
|------------------------------------------|-----------|

## TABLE DES PLANCHES

## VUES PHOTOGRAPHIQUES

PLANCHE A - *Identification des commandes*

PLANCHE B - *Identification des circuits (vue de dessus)*

PLANCHE C - *Identification des circuits (vue de dessous)*

## SCHEMAS ELECTRIQUES

PLANCHE N° 1 - *Synoptique général*

PLANCHE N° 2 - *Interconnexions, Z 0*

PLANCHE N° 3 - *Affichage, Z 1*

PLANCHE N° 4 - *Base de temps, Z 2*

PLANCHE N° 5 - *Sélecteur expasseur, Z 3*

PLANCHE N° 6 - *Commande enregistreur, Z 4*

PLANCHE N° 7 - *Expasseur, Z 5*

PLANCHE N° 8 - *Sélecteur de voies, Z 6*

PLANCHE N° 9 - *Phasemètre, Z 7*

PLANCHE N° 10 - *Fonctionnel, Z 8*

PLANCHE N° 11 - *Amplificateur HF, Z 9*

PLANCHE N° 12 - *Alimentations générales, Z 10*

PLANCHE N° 13 - *Circuit 1 - 5 - 10, Z 11*

PLANCHE N° 14 - *Alimentations quartz thermostaté, Z 13*

PLANCHE N° 15 - *Amplificateur voie A ou B, Z 14 A ou B*

PLANCHE N° 16 - *Marqueurs, Z 15*

PLANCHE N° 17 - *Circuit inverseur A-B, Z 16*

## CHAPITRE I

### INTRODUCTION

#### I.1 - DESCRIPTION GENERALE

Le fréquencemètre type HB 221 est un appareil permettant d'effectuer la mesure :

- d'une FRÉQUENCE du continu à 220 MHz avec comme unité de mesure Hz - kHz ou MHz,
- d'une PERIODE, plage d'utilisation de 0 à 20 MHz, unité de mesure  $\mu$ s - ms et s,
- d'un RAPPORT de deux fréquences jusqu'à 220 MHz pour le dividende et 20 MHz pour le diviseur,
- d'une DUREE en chrono A-B ou chrono C de 1  $\mu$ s à  $10^7$  s ( $10^8$  s ou  $10^9$  s en option),
- de l'écart de PHASE entre deux signaux de fréquences comprises entre 0,5 Hz et 50 kHz, unité de mesure le degré.

Ce fréquencemètre peut également fonctionner en compteur et compteur-totalisateur avec une capacité d'affichage de  $10^7$  impulsions ( $10^8$  ou  $10^9$  en option).

En mesure de rapport, de période et de durée, ceci afin d'augmenter la précision de la mesure, il est possible de mesurer la valeur moyenne du paramètre contrôlé. Cette valeur moyenne est mesurée sur  $10$  à  $10^6$  signaux comptés en RAPPORT et sur  $10$  à  $10^8$  signaux comptés en multi-DUREE et MULTIPERIODE.

Ce fréquencemètre est également utilisable en diviseur de fréquences jusqu'à 20 MHz, facteur de division  $10$  à  $10^9$ , et en standard de fréquences, fréquences délivrées 0,01 Hz à 10 MHz.

Par ailleurs, l'appareil est équipé d'un circuit extenseur de temps de comptage avec rapport prédéterminé entre 1 et 9999. Il est ainsi possible, lors de la mesure d'une grandeur physique à l'aide d'un capteur par exemple, de tenir compte du coefficient de conversion de ce capteur et donc d'afficher en direct la grandeur physique mesurée.

Toutes les mesures faisant intervenir le pilote interne à l'appareil sont effectuées avec la précision du quartz à 5 MHz équipant ce pilote.

Le résultat affiché par les indicateurs numériques est disponible dans le code BCD 1-2-4-8, polarité positive, pour l'enregistrement sur une imprimante.

Enfin, la diversité des fonctions remplies par le fréquencemètre peut encore être augmentée par l'utilisation d'appareils complémentaires comme :

- un second fréquencemètre de la série HB ce qui permet soit d'augmenter la capacité de

comptage (association en série), soit d'effectuer deux mesures simultanées (association en parallèle),

- un tiroir oscillateur de transfert type HAS 100, avec coffret d'alimentation type C.HAS 100, permettant d'effectuer des mesures de fréquences jusque 18 GHz avec affichage direct de la fréquence mesurée,
- un enregistreur imprimant des types BG 310 ou BG 400 facilitant l'analyse des résultats des mesures,
- un volubateur du type GH 400 dont on mesure avec précision la fréquence des marqueurs fonctionnels.

## 1.2 - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

### 1.2.1 - MODES D'UTILISATION

#### ■ FREQUENCEMETRE

|                                |                                                                                                               |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Plage de mesure                | : - Entrée A (BF) ou B : 0 à 20 MHz<br>- Entrée A (HF) : 1 à 220 MHz<br>Entrées sélectionnées par inverseurs. |
| Précision                      | : $\pm 1$ unité du dernier chiffre affiché $\pm$ précision de la base de temps                                |
| Temps de comptage              | : 1 $\mu$ s à 100 s par puissances de 10.                                                                     |
| Unité d'affichage              | : Hz - kHz ou MHz.                                                                                            |
| Expansion du temps de comptage | : 1 à 9999.                                                                                                   |

#### ■ PERIODEMETRE

##### A - Mesure sur 1 période

|                                |                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Plage d'utilisation            | : 0 à 2 MHz                                                                                                                                                                                                                                              |
| Entrée                         | : A (BF) ou B sélectionnée par inverseur.                                                                                                                                                                                                                |
| Précision                      | : $\pm 1$ unité du dernier chiffre affiché $\pm$ précision de la base de temps $\pm$ erreur de déclenchement.<br>Erreur de déclenchement : 0,3 % du résultat affiché pour un signal sinusoïdal de 50 mV eff. ayant un rapport signal/bruit $\geq 40$ dB. |
| Temps de comptage              | : 1 cycle du signal à mesurer.                                                                                                                                                                                                                           |
| Fréquence étalon comptée       | : 1 Hz à 10 MHz par puissances de 10.                                                                                                                                                                                                                    |
| Unité d'affichage              | : $\mu$ s - ms ou s.                                                                                                                                                                                                                                     |
| Expansion du temps de comptage | : 1 à 9999.                                                                                                                                                                                                                                              |

**B - Mesure sur n périodes (multipériode)**

|                                |                                                                                                                             |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Plage d'utilisation            | : 0 à 20 MHz (2 MHz pour $n = 1$ ).                                                                                         |
| Entrée                         | : A (BF) ou B sélectionnée par inverseur.                                                                                   |
| Précision                      | : $\pm 1$ unité du dernier chiffre affiché $\pm$ précision de la base de temps $\pm$ erreur de déclenchement $\times 1/n$ . |
| Temps de comptage              | : $n$ cycles du signal à mesurer, avec $n = 1$ à $10^8$ par puissances de 10 ( $10^9$ avec les options 8 et 9 chiffres).    |
| Fréquence étalon comptée       | : 10 MHz.                                                                                                                   |
| Unité d'affichage              | : ns ou $\mu$ s.                                                                                                            |
| Expansion du temps de comptage | : 1 à 9999.                                                                                                                 |

**■ QUOTIENTMETRE****Plage d'utilisation**

- Fréquence la plus élevée  $F_A$  (dividende) : - Entrée A (BF) : 0 à 20 MHz  
- Entrée A (HF) : 1 à 220 MHz
- Fréquence la plus basse  $F_B$  (diviseur) : - Entrée B :  
0 à 2 MHz pour  $n = 1$   
0 à 20 MHz pour  $n = 10$  à  $10^6$ .

|                                |                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Précision                      | : $\pm 1$ coup sur le dernier chiffre affiché $\pm$ erreur de déclenchement $\times 1/n$ .<br>Erreur de déclenchement : 0,3 % du résultat pour un signal sinusoïdal $F_B$ de 50 mV eff. ayant un rapport signal/bruit $\geq 40$ dB. |
| Temps de comptage              | : 1 à $10^6$ cycles de la fréquence la plus basse ( $10^7$ avec l'option 8 chiffres et $10^8$ avec l'option 9 chiffres).                                                                                                            |
| Valeur affichée                | : $F_A/F_B$                                                                                                                                                                                                                         |
| Expansion du temps de comptage | : 1 à 9999.                                                                                                                                                                                                                         |

**■ MESURE DES DUREES (chrono A-B)**

Le fréquencemètre permet la mesure de l'intervalle de temps séparant un signal de démarrage appliqué à l'entrée A (BF), d'un signal d'arrêt appliqué à l'entrée B. Un interrupteur permet la mise en parallèle des deux entrées lorsque le démarrage et l'arrêt sont commandés par un seul signal.



**A - Durée simple**

|                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Plage de mesure                           | : 1 $\mu$ s à 10 <sup>7</sup> s (10 <sup>8</sup> s ou 10 <sup>9</sup> s en option) maximum théorique.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Résolution                                | : 100 ns à 1 s.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Précision                                 | : $\pm 1/F \pm$ précision de la base de temps $\pm$ erreur de déclenchement (A et B).<br>F = fréquence étalon comptée pendant la mesure.<br>Erreur de déclenchement : 0,0025 $\mu$ s/pente du signal, la pente étant exprimée en V par $\mu$ s.                                                                                                                                                                                    |
| Fréquence étalon comptée durant la mesure | : 1 Hz à 10 MHz par puissances de 10.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Unité d'affichage                         | : $\mu$ s - ms ou s.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Signaux de marquage délivrés              | : 2 impulsions négatives correspondant au déclenchement des circuits de mise en forme équipant les entrées A et B.<br>- Amplitude : $\geq 5$ V crête à crête.<br>- Impédance interne : 1 k $\Omega$ env.<br>- Largeur : trois valeurs commutables 0,3 $\mu$ s - 10 $\mu$ s - 300 $\mu$ s env.<br>Ces impulsions permettent de visualiser par surbrillance sur un oscilloscope (modulation Wehnekt) le début et la fin du comptage. |

**B - Multidurée (durée moyenne)**

|                          |                                                                                                                             |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Plage de mesure          | : 1 $\mu$ s à 10 <sup>7</sup> s (10 <sup>8</sup> s ou 10 <sup>9</sup> s sur option) maximum théorique.                      |
| Temps de comptage        | : n durées à mesurer, avec n = 1 à 10 <sup>8</sup> par puissances de 10 (10 <sup>9</sup> avec les options 8 et 9 chiffres). |
| Précision                | : $\pm 100$ ns/ $\sqrt{n} \pm$ précision de la base de temps $\pm$ erreur de déclenchement $\times 1/\sqrt{n}$ .            |
| Fréquence étalon comptée | : 10 MHz.                                                                                                                   |
| Unité d'affichage        | : ns ou $\mu$ s.                                                                                                            |

**■ PHASEMETRE**

|                     |                                                                       |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Plage d'utilisation | : 0,5 Hz à 50 kHz.                                                    |
| Plage de mesure     | : 0 à 360°.                                                           |
| Précision           | : $\pm 2^\circ$ de 10 Hz à 1 kHz<br>$\pm 10^\circ$ de 0,5 Hz à 50 kHz |
| Unité d'affichage   | : degré.                                                              |

## ■ COMPTEUR ET COMPTEUR - TOTALISATEUR

|                            |                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Plage d'utilisation        | : - Entrée A (BF) ou B : 0 à 20 MHz<br>- Entrée A (HF) : 1 à 220 MHz                                                                                                                                                                             |
| Capacité de comptage       | : $10^7$ impulsions ( $10^8$ ou $10^9$ sur option).                                                                                                                                                                                              |
| Pouvoir séparateur         | : 50 ns.                                                                                                                                                                                                                                         |
| Déclenchement de la mesure | : par contacteur du panneau avant ou par l'intermédiaire de la prise PORTE EXT. du panneau arrière (voir commande de porte au § I.2.2).<br><br>Nota - Lors de l'utilisation de l'entrée « A » HF le résultat affiché doit être multiplié par 10. |

## ■ CHRONOMETRE (chrono C)

Pour réaliser cette fonction la sortie FREQ. DE REF. doit être reliée à l'une des entrées A ou B. L'unité de mesure est déterminée par la fréquence de référence comptée ( $1 \mu\text{s}$  pour 1 MHz par exemple).

|                            |                                                                                                                                             |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Plage des temps            | : $1 \mu\text{s}$ à $10^7 \times 100 \text{ s}$ ( $10^8 \times 100 \text{ s}$ ou $10^9 \times 100 \text{ s}$ sur option) maximum théorique. |
| Résolution                 | : 100 ns à 100 s.                                                                                                                           |
| Déclenchement de la mesure | : par contacteur du panneau avant ou par l'intermédiaire de la prise PORTE EXT. du panneau arrière (voir commande de porte au § I.2.2).     |

## ■ STANDARD DE FREQUENCES

|                                    |                                                                                   |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Fréquences étalons délivrées       | : 0,01 Hz à 10 MHz par puissances de 10.                                          |
| Précision                          | : celle du pilote à quartz (temps d'affichage en position $\infty$ ).             |
| Caractéristiques du signal délivré | : Forme : rectangulaire<br>Amplitude : 1 V crête à crête sur charge 50 $\Omega$ . |

## ■ DIVISEUR DE FREQUENCES

Pour utiliser l'appareil en diviseur de fréquences, mettre le commutateur FONCTION sur MULTI-PERIODE ou multi-DUREE et appliquer le signal à diviser à l'entrée « A » BF. Le signal divisé est disponible sur la sortie FREQ. DE REF.

|                     |                                       |
|---------------------|---------------------------------------|
| Plage d'utilisation | : 0 à 20 MHz.                         |
| Facteur de division | : $10$ à $10^9$ par puissances de 10. |

## I.2.2 - CARACTERISTIQUES GENERALES

### ■ ENTREES A (BF) ET B

|                                       |                                                                                                                                                                |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Couplage                              | : « = » ou « ~ » par inverseur sur chaque voie.                                                                                                                |
| Plage de fréquence                    | : couplage « = » : 0 à 20 MHz<br>couplage « ~ » : 10 Hz à 20 MHz                                                                                               |
| Sensibilité en sinusoïdal             | : couplage « = » : 50 mV eff.<br>couplage « ~ » : 100 mV eff.                                                                                                  |
| Gammes de tension                     | : 0,1 à 1 V eff.; 1 à 10 V eff.; 10 à 100 V eff.                                                                                                               |
| Impédance d'entrée                    | : 1 M $\Omega$ //25 pF.                                                                                                                                        |
| Seuil de déclenchement                | : couplage « = » : réglable par vernier sur chaque voie de $\pm 1$ V, $\pm 10$ V ou $\pm 100$ V selon la gamme de tension.<br>couplage « ~ » : 0 V.            |
| Front de déclenchement                | : pente positive ou négative par inverseur sur chaque voie.                                                                                                    |
| Mesure en impulsions (couplage « = ») | : le réglage du seuil de déclenchement autorise le comptage d'impulsions positives ou négatives.<br>Durée minimum : 25 ns<br>Amplitude crête minimum : 300 mV. |

### ■ ENTREE A (HF)

|                    |                 |
|--------------------|-----------------|
| Couplage           | : alternatif.   |
| Plage de fréquence | : 1 à 220 MHz.  |
| Signal d'entrée    | : sinusoïdal.   |
| Sensibilité        | : 50 mV eff.    |
| Amplitude maximum  | : 2 V eff.      |
| Impédance d'entrée | : 50 $\Omega$ . |

### ■ PILOTAGE DE LA BASE DE TEMPS

#### A - Pilotage interne par quartz thermostaté

|           |                                         |
|-----------|-----------------------------------------|
| Fréquence | : 5 MHz.                                |
| Précision | : $\pm 10^{-7}$ (recalage par vernier). |

Stabilité à température constante :  $\pm 5.10^{-8}$ /mois,  $\pm 1.10^{-8}$ /heure après une semaine de fonctionnement.

Dérive en température :  $\pm 1.10^{-8}/^{\circ}\text{C}$  entre  $+10^{\circ}$  et  $+45^{\circ}\text{C}$ .

## B - Pilotage externe

Fréquence : indifféremment 1, 2, 5 ou 10 MHz.

Niveau nécessaire : 100 mV eff.

Impédance d'entrée : 1 k $\Omega$ .

Sortie pilote (interne ou externe) :  $\geq 1$  V crête à crête sur charge 50  $\Omega$ .

## ■ COMMANDE DE PORTE

Par contacteur du panneau avant : positions MANUEL DEBUT et MANUEL FIN.

Extérieurement par signal électrique ou fermeture d'un contact (prise PORTE EXT. du panneau arrière)

: porte ouverte (comptage) :  
niveau 0 V ou contact fermé

porte fermée :  
niveau + 2 à + 5 V ou contact ouvert.

Durée minimum entre début et fin de comptage : 0,5  $\mu\text{s}$ .

Dans le cas de la commande extérieure le fréquencemètre admet deux types de fonctionnement sélectionnés par un inverseur :

MONOCOUP : impossibilité de redéclencher une ouverture de la porte de comptage avant la fin du « temps d'affichage ».

REPETITIF : la porte de comptage peut être commandée bien que le recyclage du fréquencemètre ne soit pas terminé.

## ■ AFFICHAGE

Dispositifs d'affichage : - 7 tubes numériques (8 ou 9 sur option).

- Virgules et symboles lumineux d'unités affichés automatiquement.
- Voyants de contrôle pour « comptage », « dépassement » de la capacité d'affichage et mesure « hors gamme ».

Temps d'affichage : réglable de 0,2 s à 5 s ou infini avec réarmement manuel ou extérieur.

Le temps d'affichage peut être réglable de 10 ms à 250 ms par commutation interne.

|              |                                                                                                                       |
|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Mémoire      | : maintient l'affichage entre deux comptages successifs. Mise « en » ou « hors » service par inverseur.               |
| Totalisateur | : permet l'affichage de la somme des résultats de comptages successifs. Mis « en » ou « hors » service par inverseur. |

## ■ AUTO-CONTROLE INTERNE

La position CONTROLE du commutateur FONCTION permet la vérification du bon fonctionnement de l'appareil par mesure automatique de la fréquence étalon interne 10 MHz.

## ■ EXPANSEUR DE TEMPS DE COMPTAGE

Ce circuit a pour but d'augmenter le temps de comptage dans un rapport prédéterminé réglable de 1 à 9999 (sauf en fonctions durée et compteur). Il est ainsi possible, lors de l'utilisation d'un capteur de tenir compte de son coefficient de conversion ce qui permet l'affichage direct de la grandeur physique appliquée à l'entrée du capteur.

## ■ SORTIE CODEE POUR ENREGISTREUR

|                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Informations binaires délivrées                                                                                    | : chiffres affichés et dépassement de capacité.                                                                                                                                     |
| Code                                                                                                               | : BCD 1-2-4-8, logique positive<br>Etat « 0 » : niveau $\simeq + 0,5$ V - Z int. $\simeq 10$ k $\Omega$ .<br>Etat « 1 » : niveau $\simeq + 2,5$ V - Z int. $\simeq 10$ k $\Omega$ . |
| Commande d'impression délivrée à la fin de chaque comptage                                                         | : impulsion positive, durée 20 ms env., niveau $\geq + 5$ V, impédance interne $\leq 1$ k $\Omega$ .                                                                                |
| Tension de verrouillage appliquée au fré-<br>quencemètre pendant l'acquisition des don-<br>nées par l'enregistreur | : $\geq + 2,4$ V, impédance d'entrée $\simeq 2$ k $\Omega$ .                                                                                                                        |
| Connecteur                                                                                                         | : prise femelle 50 contacts, type Amphénol.                                                                                                                                         |

## ■ AUTRES CARACTERISTIQUES

|                                                |                                                                              |
|------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Connecteurs utilisés                           | : type BNC femelle (sauf prise « synchro » du type DIN)                      |
| Température d'utilisation                      | : $+ 10^{\circ}\text{C}$ à $+ 45^{\circ}\text{C}$ .                          |
| Alimentation                                   | : 110, 127, 220 et 240 V $\pm 10$ %; 48 à 420 Hz.<br>Consommation 35 VA env. |
| Dimensions hors tout (l $\times$ h $\times$ p) | : 444 $\times$ 88 $\times$ 295 mm.                                           |

Possibilité de mise en rack standard 19" à l'aide de deux fixations latérales (hauteur 2 U).

Poids : 5 kg.

### 1.3 - OPTION EN SUPPLEMENT

#### ■ EXTENSION AFFICHAGE

Nombre de chiffres possible : 8 ou 9.

### 1.4 - ACCESSOIRES

#### 1.4.1 - ACCESSOIRES FOURNIS

1 cordon d'alimentation n° 111 023 : longueur 2 m env., fiche normalisée 2 pôles  $\phi$  4,8 mm + protection.

1 dossier technique.

#### 1.4.2 - ACCESSOIRES EN SUPPLEMENT

Cordon coaxial n° 10-22 789 : impédance 50  $\Omega$ , fiches mâles BNC, longueur 1,20 m environ.

Cordon coaxial n° 10-48 469 : impédance 50  $\Omega$ , fiches BNC mâle/2 fiches bananes  $\phi$  4 mm, longueur 1,20 m environ.

Cordon n° 10-42 650 : cordon d'asservissement pour association de deux fréquencesmètres type HB Ferisol (Fiches DIN).

Connecteur n° 108 022 : fiche mâle correspondant à la prise « Sortie enregistreur ».

Accessoires de mise en rack n° 10-46 961



## CHAPITRE II

### MISE EN SERVICE ET UTILISATION

#### II.1 - DESCRIPTION DES ORGANES DE COMMANDE ET D'EXPLOITATION

Les organes de mise en service, de réglage, d'interconnexion et de visualisation du fréquencesmètre sont identifiés sur les vues photographiques de la planche A. Les fonctions respectives des éléments repérés sont les suivantes :

##### PANNEAU AVANT

① Interrupteur « SECTEUR ~ »

Lorsque la commande de cet interrupteur est relevée, alors que la prise (27) « SECTEUR ~ » est raccordée au réseau d'alimentation par le cordon approprié, le fréquencesmètre est mis sous tension, ce qui se traduit par l'allumage des tubes d'affichage numérique (26).

② Voyant QUARTZ

Ce voyant s'allume dès que la prise (27) « SECTEUR ~ » est reliée au réseau d'alimentation. Il signale à l'opérateur que l'enceinte thermostatée du quartz est sous tension.

③ Voyant DEPASSEMENT

Ce voyant s'allume lorsque le nombre à afficher est supérieur à la capacité d'affichage du fréquencesmètre.

④ Voyant COMPTAGE

Ce voyant s'allume lorsque la porte de comptage est ouverte.

⑤ Voyant HORS GAMME

Ce voyant s'allume lorsque les positions relatives des commutateurs FONCTION (23), UNITE DE MESURE (22) et ENTREES A (10) sont incompatibles.



## 6 Potentiomètre TEMPS D'AFFICHAGE

Cette commande permet le réglage du temps d'affichage d'un résultat entre deux mesures. Ce temps d'affichage est réglable entre 0,2 s et 5 s ou 10 ms et 250 ms selon la position d'un inverseur interne à l'appareil. (Voir planche B).

Lorsque cette commande est réglée sur « $\infty$ », le dernier résultat de mesure est affiché pendant un temps infini.

## 7 Poussoir REARMEMENT

Lorsque la commande (6) TEMPS D'AFFICHAGE est réglée sur « $\infty$ », une nouvelle mesure ne peut être déclenchée qu'après avoir exercé une pression sur ce poussoir.

## 8 Inverseur A - B

Cet inverseur sélectionne l'ENTREE A en service (9-10-12) ou l'ENTREE B (15) à laquelle doit être appliqué le signal à mesurer pour les fonctions sérigraphiées sur fond vert, c'est à dire : MANUEL, FREQUENCE, PERIODE et MULTIPERIODE.

## 9 Prise ENTREE A - 1 à 220 MHz

A cette prise sont appliqués les signaux à mesurer dont la fréquence est comprise entre 1 et 220 MHz.

## 10 Inverseur ENTREES A

Cet inverseur sélectionne l'entrée A en service :

- position extrême gauche : entrée 1 à 220 MHz (9)
- position extrême droite : entrée 0 à 20 MHz (12)

## 11 Douille

Point de masse supplémentaire associé à l'entrée A - 0 à 20 MHz.

## 12 Prise ENTREE A - 0 à 20 MHz

A cette prise sont appliqués les signaux à mesurer dont la fréquence est comprise entre 0 et 20 MHz, et plus particulièrement le signal provoquant l'ouverture de la porte de comptage, lors du fonctionnement en entrées séparées [inverseur (14) sur SEP.] pour une mesure de durée.

## 13 Inverseur « - » de l'entrée A - 0 à 20 MHz

La position de cet inverseur définit le sens de variation du signal, front montant ou descendant, qui provoquera l'ouverture de la porte de comptage.

**14 Inverseur SEP.- COM.**

Lors d'une mesure avec deux signaux (retard entre deux impulsions par exemple) l'un provoquant l'ouverture de la porte de comptage et l'autre sa fermeture, cet inverseur doit être positionné sur SEP.

Par contre lors d'une mesure sur un seul signal (largeur d'impulsion par exemple) cet inverseur doit être positionné sur COM.

**15 Prise ENTREE B**

A cette prise peut être appliqué un signal de fréquence comprise entre 0 et 20 MHz, et plus particulièrement le signal provoquant la fermeture de la porte de comptage, lors du fonctionnement en entrées séparées [inverseur (14) sur SEP.] pour une mesure de durée.

**16 Potentiomètre « + / - » de l'entrée B**

La mise en forme des signaux appliqués à l'ENTREE B (15) est assurée par une bascule déclenchée lorsque le signal passe de part et d'autre d'un niveau de référence, niveau réglable par l'intermédiaire de la commande (16). Cette commande agit uniquement pour les trois positions « = » du commutateur SENSIBILITE (17).

**17 Commutateur SENSIBILITE de l'entrée B**

Ce commutateur adapte d'une part la sensibilité des circuits de l'ENTREE B (15) au niveau du signal qui leur est appliqué, et d'autre part sélectionne le mode de couplage « = » ou « ~ » entre ces circuits et l'ENTREE B.

Pour les trois positions « ~ » la liaison est assurée par un condensateur d'isolement ce qui limite à 10 Hz la fréquence la plus basse transmissible, mais permet les mesures sur des signaux superposés à une composante continue.

**18 Inverseur «  -  » de l'entrée B**

Même fonction que l'inverseur (13) mais pour le signal provoquant la fermeture de la porte de comptage.

**19 Potentiomètre « - / + » de l'entrée A - 0 à 20 MHz**

Même fonction que la commande (16) mais pour l'entrée A - 0 à 20 MHz.

**20 Commutateur SENSIBILITE de l'entrée A - 0 à 20 MHz**

Même fonction que la commande (17) mais pour l'entrée A - 0 à 20 MHz.

**21 Roues codeuses EXPANSEUR**

Ces roues permettent l'affichage du coefficient multiplicateur du temps de comptage, donc du résultat affiché, coefficient réglable entre 1 et 9999. Les affichages 0000 et 0001 sont équivalents.

**22 Commutateur UNITE DE MESURE**

Il sélectionne :

- le temps de comptage, multiple et sous-multiple de la seconde, en mesure de FREQUENCE ou de PHASE.
- la fréquence de référence comptée en fonctions DUREE et PERIODE.
- la fréquence de référence délivrée par la prise FREQ. DE REF. (40) située au panneau arrière.
- le nombre de périodes du signal (ENTREE A - 0 à 20 MHz ou ENTREE B en fonction MULTI-PERIODE, ENTREE A - 0 à 20 MHz en fonction MULTI-DUREE, ENTREE B en fonction RAPPORT) durant lequel le comptage a lieu.

**23 Commutateur FONCTION**

Ce commutateur assure l'interconnexion entre les divers circuits constitutifs du fréquencemètre de manière à les rendre aptes à réaliser le type de mesure affiché.

**24 Indicateur de l'unité du résultat affiché**

Cet indicateur fournit l'unité dans laquelle doit être lu le nombre affiché par les indicateurs numériques (26).

Cette unité (Hz - kHz - MHz, ns -  $\mu$ s - ms - s ou deg) est liée à la position des commutateurs FONCTION (23) et UNITE DE MESURE (22).

**25 Virgule**

Le point lumineux pouvant apparaître entre deux indicateurs numériques symbolise la position de la virgule correspondant à l'unité affichée par l'indicateur (24). La position de la virgule est liée à la position des commutateurs FONCTION (23) et UNITE DE MESURE (22).

**26 Tubes d'affichage numérique**

Ces tubes délivrent directement en numération décimale le résultat des mesures effectuées.

**PANNEAU ARRIERE****27 Prise « SECTEUR ~ »****28 Fusible 220 V - 0,4 A, en service pour les positions 220 V et 240 V du commutateur de tension d'alimentation (45).****29 Borne  $\perp$ , prévue pour raccorder la masse de l'appareil à la terre électrique.**

**30 Inverseur PILOTE INT. - EXT.**

- En position INT. de cet inverseur le fréquencemètre fonctionne à partir de son pilote à quartz 5 MHz.
- En position EXT. le fréquencemètre doit être raccordé à un étalon de fréquence extérieur (fréquence 1-2-5 ou 10 MHz) par l'intermédiaire de la prise ENTREE PILOTE (41).

**31 Inverseur AVEC - SANS MEMOIRE**

En position SANS les indications délivrées par les tubes d'affichage numérique (26) défilent pendant le temps de comptage.

En position AVEC le résultat d'une mesure reste affiché pendant le comptage suivant, le nouveau résultat n'étant visualisé qu'à la fin du comptage en cours, ce qui supprime le phénomène de défilement décrit précédemment.

**32 Inverseur AVEC - SANS TOTALISATEUR**

En position SANS, le résultat d'une mesure est automatiquement annulé avant tout nouveau comptage.

En position AVEC, le résultat de chaque mesure est automatiquement additionné à la somme des résultats précédents.

**33 Inverseur MONOCOUP - REPETITIF**

Cet inverseur associé au fonctionnement en porte extérieure doit être placé sur :

- MONOCOUP, lorsque le signal appliqué à l'entrée PORTE EXT. (38) ne présente aucun rebondissement. De la sorte, en fin de comptage, aucune ouverture de porte ne peut avoir lieu avant la fin du recyclage du fréquencemètre.
- REPETITIF, lorsque le signal de commande présente des rebondissements qui peuvent provoquer plusieurs commandes successives de la porte de comptage.

**34 Prise SORTIE ENREGISTREUR**

Cette prise permet la liaison avec un dispositif enregistreur type BG 310 ou BG 400. Elle délivre en code BCD 1-2-4-8 les informations affichées par les tubes numériques (26), selon le tableau ci-dessous.

| Contacts de la prise | 1 2 3 4     | 5 6 7 8     | 9 10 11 12  | 13 14 15 16 | 17 18 19 20 |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Code                 | 1 2 4 8     | 1 2 4 8     | 1 2 4 8     | 1 2 4 8     | 1 2 4 8     |
| Chiffre              | $10^0$      | $10^1$      | $10^2$      | $10^3$      | $10^4$      |
| Contacts de la prise | 21 22 23 24 | 26 27 28 29 | 30 31 32 33 | 34 35 36 37 |             |
| Code                 | 1 2 4 8     | 1 2 4 8     | 1 2 4 8     | 1 2 4 8     |             |
| Chiffre              | $10^5$      | $10^6$      | $10^7$      | $10^8$      |             |

Nota 1 -  $10^0$  = chiffre des unités,  $10^1$  = chiffre des dizaines, etc...

Nota 2 - Les broches 30 à 33 et 34 à 37 sont utilisées dans le cas des options 8 et 9 chiffres respectivement.

Par ailleurs cette prise :

- délivre sur le contact 49 l'impulsion de déclenchement d'impression engendrée à la fin de chaque comptage.
- reçoit sur le contact 43 la tension de verrouillage appliquée au fréquencemètre pendant l'acquisition des données par l'enregistreur.
- établit par les contacts 25 et 50 les liaisons de masse entre le fréquencemètre et l'enregistreur.

### 35 Prise MARQUEURS B

En version standard l'appareil ne comporte pas cette prise. Lorsqu'elle est montée elle délivre des signaux qui permettent de visualiser, par surbrillance sur un oscilloscope, le point précis du signal correspondant à la « fin » de la mesure de durée ou de phase.

### 36 Commutateur MARQUEURS MIN. - MAX.

Ce commutateur modifie simultanément la largeur des marqueurs délivrés sur les deux sorties MARQUEURS A et B (37 et 35).

### 37 Prise MARQUEURS A

En version standard de l'appareil cette prise délivre des signaux qui permettent de visualiser, par surbrillance sur un oscilloscope, les points précis du signal correspondant au « début » et à la « fin » de la mesure de durée ou de phase.

Lorsque la prise MARQUEURS B (35) est montée, la prise (37) délivre uniquement le signal correspondant au « début » de la mesure.

### 39 Prise de synchronisation

Cette prise assure la liaison entre le fréquencemètre type HB 221 et :

- un second fréquencemètre type HB (tableau ci-contre).
- le volubateur type GH 400,
- ou le coffret oscillateur de transfert type C.HAS 100.

| Contacts de la prise | Signaux délivrés par HB 221 pilote | Signaux reçus par HB 221 asservi |
|----------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| 1                    | —                                  | Remise à zéro (*)                |
| 2                    | Porte de comptage                  | —                                |
| 3                    | Dépassement                        | —                                |
| 4                    | Remise à zéro (*)                  | —                                |
| 5                    | —                                  | Porte de comptage                |
| 6                    | —                                  | Dépassement                      |

(\*) Fin du temps d'affichage

### 38 Prise PORTE EXT.

Le commutateur FONCTION (23) étant positionné sur MANUEL FIN, le temps de comptage est fixé par le signal transmis à cette prise. Deux possibilités sont offertes à l'opérateur :

- commande « manuelle » : l'ouverture de la porte de comptage est obtenue en court-circuitant à la masse le contact central de la prise PORTE EXT.
- commande « électrique ». Dans ce cas la porte de comptage est commandée par les tensions suivantes : ouverture, tension  $< + 0,5 \text{ V}$  ; fermeture, tension comprise entre  $+ 2 \text{ V}$  et  $+ 5 \text{ V}$ .

(Voir également la description du repère 33).

**40 Prise FREQ. DE REF.**

Selon la position du commutateur FONCTION (23), sur cette prise sont disponibles :

- les signaux « fréquences de référence »,
- ou les signaux divisés,

signaux délivrés par la base de temps et sélectionnés par le commutateur UNITE DE MESURE (22).

**41 Prise ENTREE PILOTE**

Cette prise permet la liaison avec un standard de fréquence extérieur au fréquencesmètre, et de valeur sous-multiple de 10 MHz.

**42 Prise SORTIE PILOTE**

Cette prise délivre un signal à la fréquence du pilote interne ou externe selon la position de l'inverseur PILOTE INT. - EXT. (30)

**43 Potentiomètre  $\Delta F$  PILOTE**

Cette commande permet de recalibrer la fréquence du pilote interne par rapport à un étalon de fréquence.

**44 Fusible 127 V - 0,63 A, en service pour les positions 110 V et 127 V du commutateur de tension d'alimentation (45).****45 Commutateur 110 V - 127 V - 220 V - 240 V, pour l'adaptation à la tension du réseau d'alimentation.**

## **II.2 - INSTALLATION**

Le fréquencesmètre est livré en coffret portable équipé d'une béquille permettant d'incliner l'appareil ce qui facilite son exploitation sur une table de travail. Il peut également être monté en rack standard 19" 2 U à l'aide de flasques adaptateurs fournis sur demande. Voir référence au § I.4.2.

## **II.3 - MISE EN SERVICE**

A la livraison, le répartiteur « secteur » du fréquencesmètre est placé sur la position 220 V. Il est donc indispensable, avant de raccorder l'appareil au réseau d'alimentation, de contrôler la tension de ce réseau et de replacer le répartiteur en conséquence.

Le fréquencesmètre est prévu pour fonctionner sur un réseau dont les variations de tension peuvent atteindre  $\pm 10\%$  de la valeur nominale affichée par le répartiteur. Lorsque la tension s'écarte en permanence de ces tolérances, il est conseillé d'interposer un autotransformateur réglable entre le réseau d'alimentation et le fréquencesmètre afin de ramener cette tension à une valeur nominale.

Les contrôles ci-dessus ayant été effectués, raccorder la prise « SECTEUR ~ » au réseau d'alimentation par l'intermédiaire du cordon livré avec l'appareil ; le voyant QUARTZ doit s'allumer indiquant que l'oscillateur interne 5 MHz et son circuit de régulation en température sont sous tension.

Relever la commande de l'interrupteur « SECTEUR ~ » ; les tubes d'affichage numérique doivent s'allumer indiquant que l'appareil est sous tension.

*REMARQUE - En cas de remplacement d'un fusible « secteur », l'élément neuf doit présenter des caractéristiques rigoureusement identiques à celles du type d'origine. Voir chapitre V.*

## II.4 - CONTROLE INTERNE

L'appareil peut être exploité dès sa mise en service, toutefois, il est conseillé de procéder à un contrôle global du fonctionnement de l'ensemble des circuits constituant le fréquencemètre.

Pour effectuer le contrôle de bon fonctionnement :

- placer l'inverseur PILOTE sur INT.
- placer le commutateur FONCTION sur CONTROLE.
- régler les roues codeuses de l'EXPANSEUR sur 0000 ou 0001.
- régler la commande TEMPS D'AFFICHAGE à mi-course.
- mettre indifféremment l'inverseur MEMOIRE sur AVEC ou SANS (défilement des chiffres pendant le comptage dans le second cas).
- placer l'inverseur TOTALISATEUR sur SANS.
- mettre l'inverseur ENTREES A sur 0 à 20 MHz.
- la position de l'inverseur A-B est indifférente
- observer les informations délivrées par les tubes d'affichage numérique et l'indicateur des unités d'affichage, ainsi que la position de la virgule pour toutes les positions du commutateur UNITE DE MESURE.

Dans ce cas particulier de fonctionnement, la fréquence comptée (fréquence de référence 10 MHz) et le temps de comptage fixé par le commutateur UNITE DE MESURE étant délivrés par un même pilote, le nombre affiché doit être  $10 \text{ MHz} \pm 1$  unité du dernier chiffre affiché. L'incertitude de  $\pm 1$  coup sur le dernier chiffre affiché est une erreur due au principe même de l'appareil.

Le tableau ci-contre résume les différents résultats qui peuvent être obtenus.

Ce premier contrôle ayant été effectué, vérifier que :

- le fait d'amener l'inverseur ENTREES A sur la position 1 à 220 MHz provoque la multiplication par 10 du résultat affiché (affichage 100 MHz),
- l'inverseur ENTREES A étant sur la position 0 à 20 MHz,

| Unité de mesure | Temps de comptage | Affichage |   |   |   |   |   |   |     |
|-----------------|-------------------|-----------|---|---|---|---|---|---|-----|
| 0,01 Hz         | 100 s             | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Hz* |
| 0,1 Hz          | 10 s              | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Hz* |
| 1 Hz            | 1 s               | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Hz* |
| 10 Hz           | 100 ms            | 1         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | kHz |
| 100 Hz          | 10 ms             | 0         | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | kHz |
| 1 kHz           | 1 ms              | 0         | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | kHz |
| 10 kHz          | 100 $\mu$ s       | 0         | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | MHz |
| 100 kHz         | 10 $\mu$ s        | 0         | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | MHz |
| 1 MHz           | 1 $\mu$ s         | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | MHz |
| 10 MHz          | 100 ns            | 0         | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | **  |

\* allumage du voyant DEPASSEMENT en cours de comptage.

\*\* allumage du voyant HORS GAMME.

afficher un nombre quelconque avec les roues codeuses de l'EXPANSEUR. Les tubes d'affichage numérique doivent visualiser un nombre égal à 10 MHz multiplié par le coefficient défini avec les roues codeuses.

L'ensemble de ces contrôles étant correct, le fonctionnement du fréquencesmètre peut être considéré comme satisfaisant.

## II.5 - CONSIDERATION SUR LA PRECISION DES MESURES

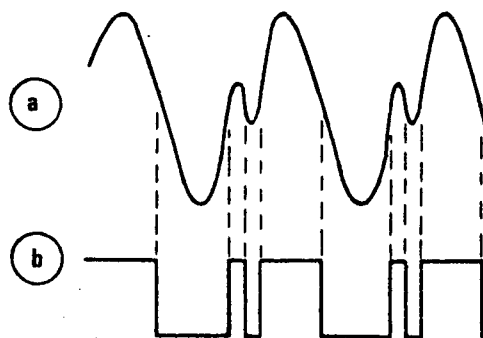
La précision des mesures est fonction :

- de la précision du pilote de la base de temps,
- de l'erreur «  $\pm 1$  coup » sur le dernier chiffre affiché, erreur due au principe même de l'appareil. Cette erreur est due au déphasage pouvant exister entre le signal d'ouverture de la porte de comptage, signal délivré par la base de temps, et le signal à mesurer, traversant cette porte pour être appliqué aux décades d'affichage.
- de la forme du signal. Le fréquencesmètre étant sensible à de très faibles niveaux, il est vivement recommandé à l'opérateur de vérifier à l'aide d'un oscilloscope, la forme du signal à mesurer.

Dans l'exemple ci-contre, nous voyons qu'après mise en forme du signal (a) nous obtenons des crêteaux (b) dont la fréquence est double de la fréquence réelle du signal (a).

Toutefois, une restriction est faite pour les signaux HF modulés en amplitude avec un taux de modulation  $\leq 25\%$ , la fréquence de ces signaux étant correctement comptée.

**IMPORTANT** - L'amplitude des signaux appliqués aux entrées A et B ne doit pas être inférieure à la sensibilité nominale de l'appareil (50 mV eff.) sous peine d'obtenir dans certains cas un comptage erroné.



## II.6 - UTILISATION

Les tableaux des pages suivantes indiquent le mode opératoire pour chaque type de mesure, l'appareil fonctionnant avec son pilote interne.

Il est possible de substituer au pilote interne un étalon de fréquence externe ayant une valeur égale ou sous-harmonique de 10 MHz (1 - 2 - 5 ou 10 MHz).

Dans ce cas placer l'inverseur PILOTE sur EXT. et relier la sortie de l'étalon à la prise ENTREE associée à cet inverseur (sensibilité : 100 mV eff. ; impédance interne : 1 k $\Omega$  environ).



## MESURE DES FREQUENCES JUSQU'A 20 MHz - ENTREE A (BF) OU ENTREE B

### A - Signal sinusoïdal

1. Placer le commutateur FONCTION sur FREQUENCE.
2. Afficher 0000 ou 0001 avec les roues codeuses EXPANSEUR.
3. Placer l'inverseur PILOTE sur INT.
4. Placer l'inverseur TOTALISATEUR sur SANS.
5. Placer l'inverseur MEMOIRE sur AVEC ou SANS. Dans le second cas, les indications délivrées par les tubes d'affichage numérique défilent pendant le temps de comptage visualisé par l'allumage du voyant COMPTAGE.
6. Placer l'inverseur A-B sur A ou B selon l'entrée utilisée: A - 0 à 20 MHz ou B. Dans le premier cas, mettre préalablement l'inverseur ENTREES A sur 0 à 20 MHz.
7. Amener l'inverseur SEP. - COM. sur SEP.

Nota - La position de l'inverseur «  $\sqrt{\quad}$  -  $\searrow$  » correspondant à l'entrée utilisée est indifférente.

8. Régler le commutateur SENSIBILITES correspondant à l'entrée utilisée en fonction du niveau du signal à mesurer. Ce commutateur doit impérativement être tourné du côté  $\sim$  lorsque le signal à mesurer est superposé à une composante continue.
9. Appliquer le signal à mesurer sur l'entrée sélectionnée au poste 6. Ce signal doit avoir les caractéristiques suivantes : - fréquence : 0 à 20 MHz (10 Hz min. en «  $\sim$  ») ; - amplitude : 50 mV eff. à 100 V eff. selon la position du commutateur SENSIBILITES (100 mV eff. min. en «  $\sim$  »).
10. Lorsque le commutateur SENSIBILITES est tourné côté « = », amener le potentiomètre « +/ - » en position médiane (éventuellement ajuster ce réglage pour obtenir un affichage stable).
11. Régler le potentiomètre TEMPS D'AFFICHAGE de manière à obtenir une exploitation aisée du résultat de chaque mesure. Lorsque cette commande est réglée sur  $\infty$ , il est possible de déclencher une nouvelle mesure en exerçant une pression sur le poussoir REARMEMENT.
12. Afficher le temps de comptage à l'aide du commutateur UNITE DE MESURE. Pour obtenir un maximum de précision il est conseillé de choisir un temps de comptage tel que le chiffre le plus significatif soit affiché par le tube situé à l'extrême gauche du circuit d'affichage, sans provoquer l'allumage du voyant DEPASSEMENT.

Nota - Les mesures de fréquences sont impossibles sur la position 10 MHz du commutateur UNITE DE MESURE ce qui se traduit par l'allumage du voyant HORS GAMME.

13. Lire le résultat de la mesure sur les tubes numériques. L'unité d'affichage Hz, kHz ou MHz est délivrée par l'indicateur situé à droite des chiffres et la position de la virgule correspondant à cette unité est symbolisée par un point lumineux apparaissant entre deux chiffres.

### B - Signal impulsionnel

Le mode opératoire précédemment décrit reste en tous points applicable, sachant que l'entrée doit obligatoirement être à liaison continue : commutateur SENSIBILITE tourné du côté «  $\equiv$  ». Dans ce cas le réglage du niveau de référence (opération 10) doit être effectué avec le plus grand soin de manière à obtenir d'une part une mesure, d'autre part un affichage stable. Tourner le potentiomètre «  $+/-$  » vers le «  $+$  » si le signal à mesurer est positif par rapport à la masse et vers le «  $-$  » pour un signal négatif.

Le signal ne doit pas être superposé à une composante continue, celle-ci risquant d'empêcher le déclenchement de la mesure.

Caractéristiques des impulsions à mesurer :

- amplitude crête : supérieure à 300 mV
- largeur minimum : 25 ns.
- fréquence de récurrence : 0 à 20 MHz.

**MESURE DES FREQUENCES DE 1 A 220 MHz - ENTREE A (HF)**

1. Placer le commutateur FONCTION sur FREQUENCE.
2. Afficher 0000 ou 0001 avec les roues codeuses EXPANSEUR.
3. Placer l'inverseur PILOTE sur INT.
4. Vérifier que l'inverseur TOTALISATEUR est sur la position SANS.
5. Mettre l'inverseur MEMOIRE sur AVEC ou SANS. Dans le second cas les indications délivrées par les indicateurs numériques défilent en cours de comptage.
6. Commuter l'inverseur ENTREES A sur 1 à 220 MHz.
7. Commuter l'inverseur A-B sur A.
8. Appliquer le signal à mesurer sur l'entrée 1 à 220 MHz. Ce signal doit avoir les caractéristiques suivantes : - forme sinusoïdale ; - fréquence comprise entre 1 et 220 MHz ; amplitude comprise entre 50 mV eff. et 2 V eff.
9. Régler le potentiomètre TEMPS D'AFFICHAGE de manière à obtenir une exploitation aisée du résultat de chaque mesure. Lorsque cette commande est réglée sur «  $\infty$  », il est possible de déclencher une nouvelle mesure en exerçant une pression sur le poussoir REARMEMENT.
10. Afficher le temps de comptage à l'aide du commutateur UNITE DE MESURE.

**Nota**

- Les mesures de fréquences sont impossibles sur la position 10 MHz du commutateur UNITE DE MESURE, ce qui se traduit par l'allumage du voyant HORS GAMME.
- L'entrée 1 à 220 MHz est équipée d'un diviseur de fréquence par 10 ; afin de permettre un affichage direct de la fréquence mesurée, le temps de comptage réel est 10 fois supérieur au temps de comptage affiché avec le commutateur UNITE DE MESURE.

11. Lire le résultat de la mesure sur les tubes numériques. L'unité d'affichage Hz, kHz ou MHz est délivrée par l'indicateur situé à droite des chiffres et la position de la virgule correspondant à cette unité est symbolisée par un point lumineux apparaissant entre deux chiffres.

Nota - Lors des mesures de fréquences comprises entre 1 et 220 MHz la position des organes d'exploitation repérés (12) à (20) sur la planche A est indifférente

**MESURE DES PERIODES - ENTREE A (BF) OU ENTREE B**

1. Afficher PERIODE avec le commutateur FONCTION.
2. Afficher 0000 ou 0001 avec les roues codeuses EXPANSEUR.
3. Mettre l'inverseur PILOTE sur INT.
4. Mettre l'inverseur TOTALISATEUR sur SANS.
5. Placer l'inverseur MEMOIRE sur AVEC ou SANS. Dans le second cas les indications délivrées par les tubes d'affichage défilent en cours de comptage.
6. Placer l'inverseur A-B sur A ou B selon l'entrée utilisée : A - 0 à 20 MHz ou B. Dans le premier cas, mettre préalablement l'inverseur ENTREES A sur 0 à 20 MHz.
7. Amener l'inverseur SEP. - COM. sur SEP.

Nota - La position de l'inverseur «  $\int$  -  $\backslash$  » correspondant à l'entrée en service est indifférente.

8. Régler le commutateur SENSIBILITE de l'entrée utilisée, en fonction du niveau du signal à mesurer. Ce commutateur doit impérativement être tourné du côté «  $\sim$  » lorsque le signal à mesurer est superposé à une composante continue.
9. Appliquer le signal à mesurer sur l'entrée sélectionnée au poste 6. Ce signal doit avoir les caractéristiques suivantes : - fréquence : 0 à 2 MHz (10 Hz min. en «  $\sim$  ») ; - amplitude : 50 mV eff. à 100 V eff. (100 mV eff. min. en «  $\sim$  »).
10. Lorsque le commutateur SENSIBILITE est tourné du côté «  $\equiv$  », amener le potentiomètre «  $+/-$  » en position médiane (éventuellement ajuster le réglage pour obtenir un comptage stable).
11. Régler le potentiomètre TEMPS D'AFFICHAGE de manière à permettre une exploitation aisée du résultat de chaque mesure. Lorsque cette commande est réglée sur «  $\infty$  », il est possible de déclencher une nouvelle mesure en exerçant une pression sur le poussoir REARMEMENT.
12. Afficher la fréquence de référence, qui sera comptée durant 1 période du signal à mesurer, à l'aide du commutateur UNITE DE MESURE.

Nota - Les mesures sont impossibles sur les positions 0,01 Hz et 0,1 Hz, ce qui provoque l'allumage du voyant HORS GAMME.

13. Lire le résultat de la mesure sur les indicateurs numériques. L'unité d'affichage  $\mu$ s, ms ou s est délivrée par l'indicateur situé à droite des chiffres et la virgule correspondant à cette unité est symbolisée par un point apparaissant entre deux chiffres.

## MESURE DE LA PERIODE MOYENNE - ENTREE A (BF) OU ENTREE B

1. Afficher MULTIPERIODE à l'aide du commutateur FONCTION.
2. Afficher 0000 ou 0001 avec les roues codeuses EXPANSEUR.
3. Placer l'inverseur TOTALISATEUR sur SANS.
4. Placer l'inverseur PILOTE sur INT.
5. Placer l'inverseur MEMOIRE sur AVEC ou SANS (défilement des chiffres en cours de comptage dans le second cas).
6. Placer l'inverseur A-B sur A ou B selon l'entrée utilisée : A - 0 à 20 MHz ou B. Dans le premier cas, mettre préalablement l'inverseur ENTREE A sur 0 à 20 MHz.
7. Amener l'inverseur SEP. - COM. sur SEP.  
 Nota - La position de l'inverseur «  $\int$  -  $\backslash$  » associé à l'entrée en service est indifférente.
8. Régler le commutateur SENSIBILITE de l'entrée utilisée en fonction du niveau du signal à mesurer. Ce commutateur doit impérativement être tourné du côté «  $\sim$  » lorsque le signal à mesurer est superposé à une composante continue.
9. Appliquer le signal à mesurer sur l'entrée sélectionnée au poste 6. Ce signal doit avoir les caractéristiques suivantes : - fréquence : 0 à 20 MHz (10 Hz min. en «  $\sim$  » - 2 MHz max. pour  $n = 1$ ) ; - amplitude : 50 mV eff. à 100 V eff. (100 mV eff. min. en «  $\sim$  »).
10. Lorsque le commutateur SENSIBILITE est tourné du côté «  $=$  », amener le potentiomètre «  $+/-$  » en position médiane (éventuellement ajuster ce réglage pour obtenir un comptage stable).
11. Régler le potentiomètre TEMPS D'AFFICHAGE de manière à permettre une exploitation aisée du résultat de chaque comptage. Lorsque cette commande est réglée sur «  $\infty$  », il est possible de déclencher une nouvelle mesure en exerçant une pression sur le poussoir REARMEMENT.
12. Afficher à l'aide du commutateur UNITE DE MESURE, le coefficient multiplicateur ( $1$  à  $10^8$ ) du nombre de périodes durant lequel aura lieu le comptage.  
 Nota - En version standard, soit avec 7 chiffres d'affichage, les mesures sont impossibles pour la position  $10^9$  ce qui provoque l'allumage du voyant HORS GAMME.
13. Lire le résultat de la mesure sur les indicateurs numériques. L'unité d'affichage  $\mu s$  ou  $ns$  est délivrée par l'indicateur situé à droite des chiffres et la position de la virgule correspondant à cette unité est symbolisée par un point lumineux apparaissant entre deux chiffres.

## MESURE DU RAPPORT DE DEUX FREQUENCES - ENTREES A ET ENTREE B

### A - Fréquence du dividende comprise entre 0 et 20 MHz

1. Afficher RAPPORT à l'aide du commutateur FONCTION.
2. Afficher 0000 ou 0001 à l'aide des roues codeuses EXPANSEUR.
3. Placer l'inverseur TOTALISATEUR sur SANS.
4. Placer l'inverseur MEMOIRE sur AVEC ou SANS (défilement des chiffres en cours de comptage dans le second cas).
5. Placer l'inverseur ENTREES A sur 0 à 20 MHz, puis l'inverseur A-B sur A.
6. Amener l'inverseur SEP. - COM. sur SEP.  
Nota - La position des inverseurs «  $\swarrow$  -  $\searrow$  » est indifférente.
7. Régler le commutateur SENSIBILITE de l'entrée A - 0 à 20 MHz en fonction du niveau du signal ayant la fréquence la plus élevée. Ce commutateur doit impérativement être tourné du côté «  $\sim$  » lorsque le signal à mesurer est superposé à une composante continue.
8. Appliquer le signal à la fréquence la plus élevée  $F_A$  à l'entrée 0 à 20 MHz. Ce signal doit avoir les caractéristiques suivantes : - fréquence : 0 à 20 MHz (10 Hz min. en «  $\sim$  ») ; - amplitude : 50 mV eff. à 100 V eff. (100 mV eff. min. en «  $\sim$  »).
9. Régler le commutateur SENSIBILITE de l'entrée B en fonction du niveau du signal ayant la fréquence la plus basse.
10. Appliquer le signal à la fréquence la plus basse  $F_B$  à l'ENTREE B. (Mêmes caractéristiques que le signal  $F_A$  sauf pour  $n = 1 \rightarrow 2$  MHz max.).
11. Afficher à l'aide du commutateur UNITE DE MESURE, le coefficient multiplicateur ( $1$  à  $10^6$ ) du nombre de périodes du signal  $F_B$  durant lequel aura lieu le comptage.  
Nota - En version standard, soit avec 7 indicateurs numériques, les mesures de RAPPORT sont impossibles pour les positions  $10^7$  à  $10^9$  du commutateur UNITE DE MESURE ce qui provoque l'allumage du voyant HORS GAMME.
12. Lorsque le commutateur SENSIBILITE de l'entrée B est tourné du côté «  $=$  », régler le potentiomètre «  $+/-$  » concentrique de manière à provoquer des ouvertures successives de la porte de comptage, ce qui est visualisé par un clignotement régulier du voyant COMPTAGE.
13. Lorsque le commutateur SENSIBILITE de l'entrée A - 0 à 20 MHz est tourné du côté «  $=$  », régler le potentiomètre «  $+/-$  » concentrique de manière à obtenir un affichage stable sur les indicateurs numériques.

14. Régler le potentiomètre TEMPS D'AFFICHAGE de manière à permettre une exploitation aisée du résultat de chaque comptage. Lorsque cette commande est positionnée sur «  $\infty$  », il est possible de déclencher une nouvelle mesure en exerçant une pression sur le poussoir REARMEMENT.
15. Lire directement le rapport  $F_A / F_B$  sur les indicateurs numériques. La virgule est symbolisée par un point lumineux apparaissant entre deux chiffres.

#### B - Fréquence du dividende comprise entre 1 MHz et 220 MHz

1. Afficher RAPPORT à l'aide du commutateur FONCTION.
2. Afficher 0000 ou 0001 à l'aide des roues codeuses EXPANSEUR.
3. Placer l'inverseur TOTALISATEUR sur SANS.
4. Placer indifféremment l'inverseur MEMOIRE sur AVEC ou SANS (défilement des chiffres en cours de comptage dans le second cas).
5. Placer l'inverseur ENTREES A sur 1 à 220 MHz, puis l'inverseur A-B sur A.
6. Appliquer le signal à la fréquence la plus élevée  $F_A$  à l'entrée 1 à 220 MHz. Ce signal doit avoir les caractéristiques suivantes : - forme : sinusoïdale ; amplitude : 50 mV eff. à 2 V eff.
7. Régler le commutateur SENSIBILITE de l'entrée B en fonction du niveau du signal à la fréquence la plus basse  $F_B$  et appliquer ce signal à l'ENTREE B. Caractéristiques du signal : - fréquence : 0 à 20 MHz (10 Hz min. en «  $\sim$  » - 2 MHz max. pour  $n = 1$ ) ; - amplitude : 50 mV eff à 100 V eff. (100 mV eff. min. en  $\sim$ ).
8. Afficher à l'aide du commutateur UNITE DE MESURE, le coefficient multiplicateur ( $1$  à  $10^6$ ) du nombre de périodes du signal  $F_B$  durant lequel aura lieu le comptage.  
Nota - En version standard, soit avec 7 indicateurs numériques, les mesures de RAPPORT sont impossibles pour les positions  $10^7$  à  $10^9$  du commutateur UNITE DE MESURE, ce qui provoque l'allumage du voyant HORS GAMME.
9. Lorsque le commutateur SENSIBILITE de l'entrée B est tourné du côté «  $=$  », régler le potentiomètre «  $+/-$  » concentrique de manière à provoquer des ouvertures successives de la porte de comptage, ce qui est visualisé par un clignotement régulier du voyant COMPTAGE.
10. Régler le potentiomètre TEMPS D'AFFICHAGE de manière à permettre une exploitation aisée du résultat de chaque comptage. Lorsque cette commande est positionnée sur «  $\infty$  », il est possible de déclencher une nouvelle mesure en exerçant une pression sur le poussoir REARMEMENT.
11. Lire directement le rapport  $F_A / F_B$  sur les indicateurs numériques. La virgule est symbolisée par un point lumineux apparaissant entre deux chiffres.

**MESURE DES DUREES - ENTREE A (BF) ET ENTREE B****A - Mesure avec un signal - Entrée A (BF)**

1. Afficher DUREE (sérigraphie noire) à l'aide du commutateur FONCTION.
2. Amener l'inverseur TOTALISATEUR sur SANS.
3. Placer l'inverseur PILOTE sur INT.
4. Placer l'inverseur MEMOIRE sur AVEC ou SANS (défilement des chiffres en cours de comptage dans le second cas).
5. Placer l'inverseur ENTREES A sur 0 à 20 MHz, puis l'inverseur A-B sur A.
6. Placer l'inverseur SEP. - COM. sur COM.
7. Sélectionner à l'aide de l'inverseur «  $\int - \searrow$  » de gauche, le sens de variation de l'impulsion qui provoquera le début de comptage.
8. Sélectionner à l'aide de l'inverseur «  $\int - \searrow$  » de droite, le sens de variation de l'impulsion qui provoquera la fin de comptage.
9. Régler les commutateurs SENSIBILITE en fonction du niveau du signal à mesurer. Ces commutateurs doivent impérativement être tournés du côté « = » pour obtenir un déclenchement en un point précis du signal, ce qui sous-entend que le signal n'est pas superposé à une composante continue.
10. Appliquer le signal à mesurer sur l'entrée A- 0 à 20 MHz.
11. Sélectionner à l'aide du commutateur UNITE DE MESURE la fréquence de référence qui sera comptée durant une largeur du signal à mesurer.  

Nota - Les mesures sont impossibles avec les fréquences de référence 0,01 Hz et 0,1 Hz ce qui se traduit par l'allumage du voyant HORS GAMME.
12. Régler les commandes de seuil de déclenchement « +/— » pour obtenir respectivement un début (bouton de gauche) et une fin (bouton de droite) de comptage en des points précis du signal à mesurer. Voir utilisation des marqueurs au § C.
13. Régler le potentiomètre TEMPS D'AFFICHAGE de manière à permettre une exploitation aisée du résultat de chaque mesure. Lorsque cette commande est réglée sur «  $\infty$  », il est possible de déclencher une nouvelle mesure en exerçant une pression sur le poussoir REARMEMENT.
14. Lire le résultat de la mesure sur les indicateurs numériques. L'unité d'affichage  $\mu$ s, ms ou s est délivrée par l'indicateur situé à droite des chiffres et la virgule correspondant à cette unité est symbolisée par un point lumineux apparaissant entre deux chiffres.

*Caractéristiques du signal à mesurer :* - amplitude crête : 300 mV min. ; - durée minimum : 1  $\mu$ s ; - durée maximum théorique :  $10^7$  s ( $10^8$  ou  $10^9$  sur option).



### B - Mesure avec deux signaux - Entrée A (BF) et Entrée B

Pour effectuer cette mesure les modifications suivantes doivent être apportées au mode opératoire décrit précédemment.

6. Amener l'inverseur SEP. - COM. sur la position SEP.

9. Placer le commutateur SENSIBILITE de l'entrée A - 0 à 20 MHz en fonction du niveau du signal servant d'origine à la mesure.

Placer le commutateur SENSIBILITE de l'entrée B en fonction du niveau du signal provoquant la fin de la mesure.

10. Appliquer le signal « début de comptage » à l'entrée A-0 à 20 MHz et le signal « fin de comptage » à l'entrée B.

### C - Exploitation des marqueurs

Afin d'éviter les erreurs de mesure dues à la forme des signaux, en particulier pour les signaux ayant des temps d'établissement et de suppression relativement grands par rapport à la durée à mesurer, le fréquencemètre délivre deux impulsions de marquage engendrées lors de l'ouverture puis de la fermeture de la porte de comptage.

Pour exploiter les marqueurs :

- Appliquer simultanément les signaux à mesurer aux entrées correspondantes du fréquencemètre et aux entrées de déviation verticale d'un oscilloscope.
- Relier la sortie MARQUEURS A du fréquencemètre à l'entrée « cathode » de l'oscilloscope.

Nota - Lorsque le fréquencemètre délivre les impulsions « début de comptage » et « fin de comptage » sur deux prises séparées MARQUEURS A et B, relier les deux prises à l'aide d'un T coaxial et raccorder la sortie de ce T à l'entrée « cathode » de l'oscilloscope.

- Choisir à l'aide du commutateur MARQUEURS MIN. - MAX. la largeur des impulsions de marquage. Les impulsions de marquage doivent être d'autant plus étroites que la durée mesurée est faible, et que la fréquence de récurrence est élevée.

Dans ces conditions les impulsions de marquage délivrées par le fréquencemètre apparaissent en surbrillance sur le signal visualisé à l'oscilloscope, définissant avec précision les instants « début » et « fin » de comptage.

*Caractéristiques des impulsions de marquage :* - amplitude crête :  $\geq 5$  V ; - polarité : négative ; - largeur : 300 ns - 10  $\mu$ s ou 300  $\mu$ s environ selon la position du commutateur MARQUEURS.

**MESURE DE LA DUREE MOYENNE - ENTREE A (BF) ET ENTREE B****A - Mesure avec un signal - Entrée A (BF)**

1. Placer le commutateur FONCTION sur DUREE (sérigraphie rouge).
2. Afficher 0000 ou 0001 à l'aide des roues codeuses EXPANSEUR.
3. Amener l'inverseur TOTALISATEUR sur SANS.
4. Placer l'inverseur PILOTE sur INT.
5. Placer l'inverseur MEMOIRE sur AVEC ou SANS (défilement des chiffres en cours de comptage dans le second cas).
6. Mettre l'inverseur ENTREES A sur 0 à 20 MHz, puis l'inverseur A-B sur A.
7. Mettre l'inverseur SEP. - COM. sur COM.
8. Sélectionner à l'aide de l'inverseur «  $\swarrow$  -  $\searrow$  » de gauche le sens de variation de l'impulsion qui provoquera le début du comptage.
9. Sélectionner à l'aide de l'inverseur «  $\swarrow$  -  $\searrow$  » de droite le sens de variation de l'impulsion qui provoquera la fin du comptage.
10. Régler les commutateurs SENSIBILITE en fonction du niveau du signal à mesurer.
11. Appliquer à l'entrée A - 0 à 20 MHz le signal à mesurer.
12. Sélectionner à l'aide du commutateur UNITE DE MESURE, le coefficient multiplicateur (1 à  $10^8$ ) du nombre de signaux durant lequel aura lieu le comptage.  
Nota - En version standard, soit avec 7 indicateurs numériques les mesures sont impossibles pour la position  $10^9$  du commutateur UNITE DE MESURE ce qui provoque l'allumage du voyant HORS GAMME.
13. Lorsque les commandes SENSIBILITE sont placées sur «  $\equiv$  » régler les commandes «  $+/-$  » associées de manière à obtenir un affichage stable du résultat.
14. Régler le potentiomètre TEMPS D'AFFICHAGE de manière à permettre une exploitation aisée du résultat de chaque mesure. Lorsque cette commande est positionnée sur «  $\infty$  », il est possible de déclencher une nouvelle mesure en exerçant une pression sur le poussoir REARMEMENT.
15. Lire le résultat de la mesure sur les indicateurs numériques. L'unité d'affichage  $\mu s$  ou ns est délivrée par l'indicateur situé à droite des chiffres et la virgule correspondant à cette unité est symbolisée par un point lumineux apparaissant entre deux chiffres.

**B - Mesure avec deux signaux - Entrée A (BF) et Entrée B**

Le fréquencemètre peut mesurer la valeur moyenne d'un intervalle de temps entre deux signaux provenant de sources différentes.

Pour effectuer une telle mesure les modifications suivantes doivent être apportées au mode opératoire précédemment décrit.

7. Placer l'inverseur SEP. - COM. sur SEP.
10. Placer le commutateur SENSIBILITE de l'entrée A - 0 à 20 MHz en fonction du niveau du signal servant d'origine à la mesure (début du comptage).  
Placer le commutateur SENSIBILITE de l'entrée B en fonction du niveau du signal provoquant la fin de la mesure (fin du comptage).
11. Appliquer le signal « début de comptage » à l'entrée A - 0 à 20 MHz et le signal « fin de comptage » à l'entrée B.

**COMPTEUR ET COMPTEUR-TOTALISATEUR****A - Entrée A (BF) ou Entrée B****■ Mode opératoire en MANUEL**

1. Placer le commutateur FONCTION sur MANUEL - FIN.
2. Placer les inverseurs MEMOIRE et TOTALISATEUR sur SANS.
3. Placer l'inverseur SEP. - COM. sur SEP.
4. Placer l'inverseur A-B sur A ou B selon l'entrée utilisée : A - 0 à 20 MHz ou B. Dans le premier cas, mettre préalablement l'inverseur ENTREES A sur 0 à 20 MHz.
5. Placer le commutateur SENSIBILITE de l'entrée exploitée en fonction du niveau du signal à mesurer.
6. Appliquer les impulsions à compter sur l'entrée sélectionnée au poste 4.
7. Régler le potentiomètre TEMPS D'AFFICHAGE de manière à permettre une exploitation aisée du résultat.
8. Provoquer le début du comptage en amenant le commutateur FONCTION sur MANUEL DEBUT.
9. Pour arrêter le comptage il suffit de ramener le commutateur FONCTION sur MANUEL FIN.
10. Le nombre affiché par les indicateurs numériques correspond au nombre d'impulsions appliquées à l'entrée en service, durant l'intervalle de temps qui s'est écoulé entre les opérations 8 et 9.

**■ Mode opératoire avec commande par l'entrée PORTE EXT.**

Effectuer les opérations 1 à 7 du mode opératoire précédemment décrit, puis :

8. Provoquer le début du comptage :
    - en faisant une mise à la masse du contact central de la prise PORTE EXT.
    - ou en appliquant un niveau 0 volt à cette même prise.
  9. Pour arrêter le comptage :
    - supprimer la mise à la masse.
    - appliquer un niveau compris entre + 2 V et + 5 V à l'entrée PORTE EXT.
- Durée minimum du signal de commande : 0,5  $\mu$ s.

10. La position de l'inverseur MONOCOUP-REPETITIF est fonction de la qualité du signal de commande.

- MONOCOUP : cette position peut être utilisée avec un signal de commande récurrent ne présentant aucun rebondissement. Dans ce cas, après fermeture de la porte de comptage, cette dernière est verrouillée jusqu'à la fin du recyclage complet des circuits du fréquencemètre (fin du signal « temps d'affichage »).

- REPETITIF : cette position doit impérativement être utilisée lorsque le signal de commande présente des rebondissements (commande par interrupteur par exemple). Dans ce cas la porte de comptage peut être redéclenchée bien que le recyclage des circuits du fréquencemètre ne soit pas terminé.

#### ■ Compteur-totalisateur

Procéder comme décrit dans les § précédents, l'inverseur TOTALISATEUR étant placé sur AVEC (opération 2). Dans ces conditions, le fréquencemètre affiche directement la somme des impulsions appliquées à l'entrée en service au cours des comptages successifs.

#### ■ Caractéristiques du signal à mesurer

- forme : impulsionnelle ; - fréquence de récurrence : 0 à 20 MHz ; - amplitude crête : > 300 mV ; - largeur minimum : 25 ns ; - temps minimum entre deux impulsions (fronts de montée) : 50 ns ; - nombre maximum d'impulsions comptées : 9 999 999 ( $10^8 - 1$  et  $10^9 - 1$  avec les options 8 et 9 chiffres).

**B - Entrée A - 1 à 220 MHz****■ Mode opératoire en MANUEL**

1. Placer le commutateur FONCTION sur MANUEL - FIN.
2. Placer les inverseurs MEMOIRE et TOTALISATEUR sur SANS.
3. Amener l'inverseur ENTREES A sur 1 à 220 MHz.
4. Appliquer le signal à compter à l'entrée A - 1 à 220 MHz.
5. Régler le potentiomètre TEMPS D'AFFICHAGE de manière à permettre une exploitation aisée du résultat.
6. Provoquer le début du comptage en amenant le commutateur FONCTION sur MANUEL - DEBUT.
7. Pour arrêter le comptage il suffit de ramener le commutateur FONCTION sur MANUEL - FIN.
8. Multiplier par 10 le nombre délivré par les indicateurs numériques pour connaître le nombre de signaux comptés durant l'intervalle de temps qui s'est écoulé entre les opérations 6 et 7.

**■ Mode opératoire avec commande par l'entrée PORTE EXT.**

Effectuer les opérations 1 à 5 décrites précédemment puis commander le comptage par l'entrée PORTE EXT. en procédant comme indiqué au 2ème alinéa du § A.

**■ Compteur-totalisateur**

Se reporter au 3ème alinéa du § A.

**■ Caractéristiques du signal à mesurer**

- forme : sinusoïdale ; - fréquence : 1 à 220 MHz ; - amplitude : 50 mV eff. à 2 V eff. ;
- nombre maximum de signaux comptés :  $9\,999\,999 \times 10$  ( $10^9 - 1$  et  $10^{10} - 1$  avec les options 8 et 9 chiffres).

**PHASEMETRE - ENTREE A (BF) ET ENTREE B**

1. Afficher PHASE avec le commutateur FONCTION.
2. Afficher 0000 et 0001 avec les roues codeuses EXPANSEUR.
3. Placer l'inverseur PILOTE sur INT.
4. Placer l'inverseur TOTALISATEUR sur SANS.
5. Placer l'inverseur MEMOIRE sur AVEC ou SANS (défilement des chiffres en cours de comptage dans le second cas).
6. Placer l'inverseur ENTREES A sur 0 à 20 MHz, puis l'inverseur A-B sur A.
7. Amener l'inverseur SEP. - COM. sur SEP.
8. Sélectionner à l'aide de l'inverseur «  $\sqrt{\quad}$  -  $\backslash$  » de l'entrée A : 0 à 20 MHz le sens de variation du signal servant d'origine pour la mesure du déphasage.
9. Tourner le commutateur SENSIBILITE de cette entrée du côté «  $\equiv$  » en fonction du niveau du signal servant d'origine pour la mesure du déphasage. Ce signal ne doit donc pas être superposé à une composante continue.
10. Sélectionner à l'aide de l'inverseur «  $\sqrt{\quad}$  -  $\backslash$  » de l'entrée B le sens de variation du signal sur lequel se fait la mesure de déphasage.
11. Tourner le commutateur SENSIBILITE de cette entrée du côté «  $\equiv$  » en fonction du niveau du signal dont on désire mesurer le déphasage. Ce signal ne doit donc pas être superposé à une composante continue.
12. Appliquer le signal servant d'origine à la mesure à l'entrée A - 0 à 20 MHz et le signal déphasé à l'entrée B. Les signaux à mesurer doivent présenter les caractéristiques suivantes : - fréquence : 0,5 Hz à 50 kHz ; - amplitude : 50 mV eff. à 100 V eff.
13. Régler les points de déclenchement de la mesure sur le signal origine et sur le signal déphasé respectivement à l'aide des commandes «  $+/-$  » des entrées correspondantes. Ces points de déclenchement peuvent être visualisés par surbrillance sur un oscilloscope ; pour ceci se reporter à l'exploitation des marqueurs A et B décrite pour les mesures de durée (§ c).
14. Sélectionner le temps de comptage à l'aide du commutateur UNITE DE MESURE. Pour effectuer cette mesure avec une bonne précision, il est nécessaire que le temps de comptage soit au moins égal à 400 périodes du signal mesuré.  
  
Nota - La mesure est impossible pour les positions 10 MHz à 1 kHz, ce qui est signalé à l'opérateur par l'allumage du voyant HORS GAMME.
15. Régler le potentiomètre TEMPS D'AFFICHAGE de manière à permettre une exploitation aisée du résultat de chaque comptage.
16. Lire le résultat de la mesure sur les tubes numériques ; l'unité d'affichage en degré est délivrée par l'indicateur situé à droite des tubes.

### CHRONOMETRE - ENTREE A (BF) OU ENTREE B

Cette fonction est un cas particulier de l'utilisation en compteur ou compteur-totalisateur dans laquelle le fréquencesmètre compte la fréquence de référence délivrée par la prise FREQ. DE REF. Pour cela injecter dans l'entrée en service les signaux délivrés par cette prise chargée par 50  $\Omega$ , après avoir vérifié que l'inverseur PILOTE est sur la position INT.

Les fréquences de référence sont délivrées par la prise FREQ. DE REF. pour les positions PHASE-DUREE (sérigraphie noire)-PERIODE-FREQUENCE-CONTROLE et MANUEL du commutateur FONCTION. La valeur de la fréquence est liée à la position du commutateur UNITE DE MESURE.

L'unité d'affichage découle du choix de la fréquence de référence comptée, ainsi par exemple :

| Fréquence de référence | 1 MHz   | 1 kHz | 1 Hz |
|------------------------|---------|-------|------|
| Unité d'affichage      | $\mu s$ | ms    | s    |

Gamme des temps comptés : 1  $\mu s$  jusqu'à la capacité maximum du compteur, soit théoriquement  $9\,999\,999 \times 100$  s avec la fréquence de référence 0,01 Hz.

### STANDARD DE FREQUENCE

1. Amener le potentiomètre TEMPS D'AFFICHAGE sur  $\infty$ .
2. Vérifier que l'inverseur PILOTE est placé sur INT.
3. Choisir une position du commutateur FONCTION différente de MULTIPERIODE-RAPPORT et DUREE (sérigraphie rouge).
4. Raccorder l'utilisation à la sortie FREQ. DE REF., chargée par 50  $\Omega$  si l'impédance de l'utilisation est supérieure à cette valeur. La charge sera placée à l'extrémité du cordon de raccordement et l'utilisation mise en dérivation aux bornes de cette charge.

Le fréquencesmètre délivre des impulsions rectangulaires présentant les caractéristiques suivantes : - fréquence de récurrence : 10 MHz à 0,01 Hz par puissances de 10 ; - amplitude : 1 V crête à crête/50  $\Omega$ .

Nota - La fin du palier de ces impulsions peut présenter un décrochement nuisible dans certaines applications. Dans ce cas, on placera un écrêteur avant l'utilisation.