

DIVISEUR DE FREQUENCE

1. Amener le potentiomètre TEMPS D'AFFICHAGE sur ∞ .
2. Placer le commutateur FONCTION sur MULTIPERIODE.
3. Placer l'inverseur ENTREES A sur 0 à 20 MHz, puis l'inverseur A-B sur A.
4. Mettre le commutateur SENSIBILITE de l'entrée A - 0 à 20 MHz en fonction du niveau du signal à diviser.
5. Appliquer le signal à diviser à l'entrée A - 0 à 20 MHz.
Le signal doit avoir une fréquence comprise entre 0 et 20 MHz et une amplitude supérieure à 100 mV eff.
6. Sélectionner le rapport de division 1 à 10^9 par puissances de 10 avec le commutateur UNITE DE MESURE.
7. Le signal divisé est disponible avec une amplitude de 1 V crête sur la prise FREQ. DE REF. (sur charge 50 Ω).

II.7 - EXPLOITATION DU CIRCUIT EXPANSEUR DU TEMPS DE COMPTAGE

Ce circuit a pour but de multiplier le temps de comptage par un coefficient connu, réglable entre 1 et 9 999, ce qui permet l'affichage en direct d'une grandeur physique mesurée à l'aide d'un capteur délivrant des informations électriques proportionnelles à cette grandeur.

Selon la nature de l'information électrique délivrée par le capteur (fréquence, période, variation de fréquence par rapport à une autre fréquence...) le fréquencemètre sera exploité comme décrit dans le paragraphe correspondant de la présente notice, sachant que les roues codeuses seront placées de manière à afficher non plus 0000 ou 0001 mais le coefficient de conversion propre au capteur utilisé pour effectuer la mesure. L'expandeur est hors service en fonctions durée et compteur.

II.8 - ASSOCIATION DE DEUX COMPTEURS

II.8.1 - MESURE AVEC DEPASSEMENT

Lorsque le nombre à afficher est supérieur aux possibilités du circuit d'affichage (7 chiffres significatifs en version standard), le voyant DEPASSEMENT s'allume signalant à l'opérateur qu'en fin de comptage le fréquencemètre ne délivrera que les 7 chiffres les moins significatifs du nombre réellement compté. Il est possible d'afficher les chiffres manquants en associant au fréquencemètre type HB 221 un second fréquencemètre de la série HB.

Suivant le sens de branchement du cordon de liaison, le fréquencemètre type HB 221 peut être soit « pilote », soit « asservi » par rapport au second fréquencemètre HB.

A - Fréquencemètre type HB 221 « pilote »

1. Placer les diverses commandes du fréquencemètre type HB 221 comme décrit dans les tableaux du § II.6.
2. A l'aide du cordon spécialement prévu à cet effet (n° 10-42650), relier la prise J 7 du fréquencemètre type HB 221 à la prise correspondante du fréquencemètre HB associé. Cette liaison doit être réalisée en respectant les indications suivantes portées sur le cordon : extrémité « pilote » côté HB 221 et extrémité « asservi » côté HB.
3. Régler la commande TEMPS D'AFFICHAGE du fréquencemètre HB « asservi » sur ∞ .
4. Pour certains fréquencemètres HB il est nécessaire de régler la commande de décadage du niveau continu en butée côté « + ».
5. Mettre le commutateur FONCTION du fréquencemètre HB asservi sur MANUEL DEBUT.
6. Appliquer le signal à l'entrée en service du fréquencemètre type HB 221.
7. Lire le résultat de la mesure en commençant par les indications délivrées par le fréquencemètre HB « asservi » (chiffres les plus significatifs).

L'unité d'affichage et la position de la virgule correspondant à cette unité sont délivrées par le fréquencemètre type HB 221 « pilote ».

Exemple : la fréquence 206,453 92 MHz sera visualisée comme représenté ci-dessous,

HB « asservi »

... 00002

HB 221 « pilote »

06453.92 kHz

B - Fréquencemètre type HB 221 « asservi »

1. Relier la prise J 7 du fréquencemètre type HB 221 à la prise correspondante du fréquencemètre HB « pilote » à l'aide du cordon spécialement prévu à cet effet (n° 10-42650). L'extrémité repérée « asservi » de ce cordon doit être raccordée à la prise J 7 du fréquencemètre type HB 221.
2. Exploiter les commandes du fréquencemètre HB « pilote » comme décrit dans la notice de cet appareil.
3. Régler la commande TEMPS D'AFFICHAGE du fréquencemètre HB 221 « asservi » sur ∞ .
4. Amener le commutateur FONCTION du fréquencemètre HB 221 « asservi » sur MANUEL DEBUT.
5. Appliquer le signal à mesurer à la prise « entrée » du fréquencemètre HB « pilote ».

Nota - Vérifier la compatibilité entre le signal à mesurer et les caractéristiques du fréquencemètre HB « pilote », caractéristique de fréquence maximum tout particulièrement.

6. Lire le résultat de la mesure en commençant par les indications délivrées par le fréquencemètre HB 221 « asservi ».

L'unité d'affichage et la position de la virgule correspondant à cette unité sont délivrées par le fréquencemètre HB « pilote ».

Exemple : la fréquence 492,699 43 MHz sera visualisée comme représenté ci-dessous :

HB 221 « asservi »

0000004

HB 250 « pilote »

92699.43 kHz

II.8.2 - MESURE SIMULTANEE DE DEUX SIGNAUX

Procéder comme décrit dans les alinéas 1, 2 et 3 du paragraphe II.8.1 précédent, puis :

4. Placer le commutateur FONCTION du fréquencemètre « asservi » sur MANUEL FIN.
5. Appliquer à chaque fréquencemètre l'un des deux signaux à mesurer.

Nota - Vérifier la compatibilité entre ces signaux et les caractéristiques d'entrée propres à chaque fréquencemètre.

6. Lire le résultat des mesures sur les indicateurs numériques des deux fréquencemètres.

Lorsque les mesures effectuées font intervenir une unité d'affichage et une virgule (mesure simultanée de deux fréquences par exemple), cette unité et la position de la virgule, délivrées par le fréquencemètre « pilote », sont communes aux deux fréquencemètres. Le résultat délivré par le fréquencemètre « asservi » comporte donc autant de décimales que le chiffre visualisé par le fréquencemètre « pilote ».

Exemple :

HB 221 « pilote »

209356.3 kHz

HB « asservi »

F = 209 356,3 kHz

193765

F = 19 376,5 kHz

II.9 - MESURE DES FREQUENCES JUSQU'A 18 GHz

Cette mesure est possible en associant au fréquencemètre type HB 221 un tiroir oscillateur de transfert type HAS 100 monté dans un coffret type C.HAS 100.

Pour effectuer cette mesure :

- Relier la prise J 7 du fréquencemètre type HB 221 à la prise correspondante du coffret type C.HAS 100 à l'aide du cordon spécialement prévu à cet effet (n° 10-47075).
- Relier la prise FREQ. DE REF. du fréquencemètre type HB 221 à la prise correspondante du coffret type C.HAS 100 à l'aide d'un cordon BNC/ BNC.
- Exploiter les commandes du fréquencemètre type HB 221 comme décrit au § concernant la mesure d'une fréquence comprise entre 0 et 20 MHz.
- Exploiter les commandes du tiroir oscillateur de transfert type HAS 100 comme décrit dans la notice propre à ce matériel.
- Lire directement sur le fréquencemètre type HB 221 la fréquence du signal hyperfréquence mesuré.

II.10 - ASSOCIATION AVEC UN VOBULATEUR DU TYPE GH 400

Cette association permet de mesurer avec précision la fréquence des marqueurs fonctionnels engendrés par le vobulateur type GH 400.

Pour effectuer cette mesure :

- Relier la prise J 7 du fréquencemètre type HB 221 à la prise correspondante du bâti du vobulateur GH 400 à l'aide du cordon spécialement prévu à cet effet (n° 10-42650), le côté « asservi » étant placé vers le fréquencemètre.
- Relier la prise SORTIE AUXILIAIRE du tiroir oscillateur enfiché dans le bâti du vobulateur GH 400 à la prise d'entrée A - 0 à 20 MHz ou A - 1 à 220 MHz du fréquencemètre type HB 221 à l'aide d'un cordon BNC/ BNC.
- Exploiter le fréquencemètre type HB 221 comme décrit au § concernant la mesure d'une fréquence 0 - 20 MHz ou 1 - 220 MHz, sachant que la commande TEMPS D'AFFICHAGE doit être réglée sur ∞ et que le temps de comptage doit être inférieur ou égal à 10 ms (fréquence de référence supérieure ou égale à 100 Hz* affichée avec le commutateur UNITE DE MESURE).

(*) 1 kHz pour la mesure d'une fréquence comprise entre 1 et 220 MHz.

- Exploiter les commandes du vobulateur GH 400 comme décrit dans la notice propre à cet appareil.
- Lire la fréquence du marqueur sélectionné sur les indicateurs numériques du fréquencemètre.

CHAPITRE III

PRINCIPE ET FONCTIONNEMENT

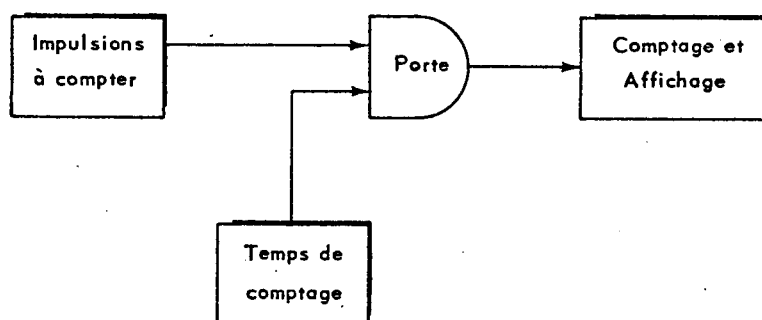
III.1 - INTRODUCTION

III.1.1.- PRINCIPE GENERAL

Toutes les mesures effectuées avec le fréquencesmètre type HB 221 se ramènent au comptage d'impulsions, périodiques ou non, pendant un intervalle de temps donné. Cet intervalle de temps est déterminé par la durée d'ouverture d'une « porte électronique » commandée par la base de temps intérieure ou par une action extérieure. Le résultat du comptage affiché dans le système décimal, avec l'unité appropriée, détermine :

- soit la valeur du paramètre inconnu : impulsions à compter ou temps de comptage.
- soit le rapport entre ces deux paramètres lorsqu'ils sont tous les deux inconnus.

Le principe de l'appareil peut donc être schématisé de la façon suivante :



Les circuits fondamentaux ci-dessus sont complétés par des circuits auxiliaires ayant pour fonction :

- de mettre en forme les signaux appliqués aux diverses entrées du fréquencesmètre afin de permettre leur traitement par les circuits de l'appareil.
- d'établir les interconnexions entre les circuits en fonction de chaque type de mesure.
- d'engendrer, pendant chaque cycle de mesure, tous les signaux nécessaires au fonctionnement de l'appareil.
- de faciliter l'exploitation du fréquencesmètre.

III.1.2 - STRUCTURE DE L'APPAREIL (Schéma synoptique général, pl. 1)

Les différents circuits constitutifs du fréquencesmètre sont représentés sur le schéma synoptique où l'on distingue :

1. Un *amplificateur* et un circuit de *mise en forme* pour les signaux appliqués à l'entrée A - 0 à 20 MHz. Ce circuit réalise l'adaptation en niveaux (logique TTL) et en impédance entre la source du signal à mesurer et les circuits du fréquencesmètre.

En mesure de DUREE ou de PHASE ce circuit permet également la sélection, sur le signal incident, du sens de variation $\nearrow$ ou $\searrow$ qui sert d'origine à la mesure.

2. Un *amplificateur diviseur* pour l'entrée A - 1 à 220 MHz. Outre l'adaptation en niveaux et en impédance entre la source du signal à mesurer et les circuits du fréquencesmètre, ce circuit divise par 10 la fréquence du signal incident de manière à permettre son comptage par la première décade du circuit d'affichage (fréquence maximum de comptage 22 MHz).

Il comporte par ailleurs un circuit commandé par l'inverseur ENTREES A, circuit sélectionnant le signal d'entrée - 0 à 20 MHz ou 1 à 220 MHz - qui sera exploité par le fréquencesmètre.

3. Un *amplificateur* et un circuit de *mise en forme* pour les signaux appliqués à l'ENTREE B. Ce circuit a les mêmes fonctions que celui décrit à l'alinéa 1, mais pour les signaux appliqués à l'ENTREE B.

Dans ce cas la sélection $\nearrow$ ou $\searrow$ définit le sens de variation du signal incident qui provoque la fin du comptage.

4. Un circuit *marqueurs*. A partir des signaux délivrés par les deux amplificateurs décrits aux alinéas 1 et 3 ci-dessus, ce circuit engendre des impulsions de marquage (3 largeurs commutables) synchrones du début et de la fin de comptage.

5. Un *inverseur A-B*. Ce circuit reçoit le signal ENTREES A sélectionné dans l'amplificateur diviseur (alinéa 2) et le signal mis en forme dans l'amplificateur ENTREE B (alinéa 3). Il transmet systématiquement le signal ENTREE B par l'une de ses sorties et le signal ENTREES A ou le signal ENTREE B par sa seconde sortie.

6. Un *pilote à quartz 5 MHz* asservissant un oscillateur 10 MHz lors du fonctionnement en PILOTE INT.

7. Un *oscillateur 10 MHz* asservi soit par le pilote à quartz 5 MHz, soit par un PILOTE EXT. dont la fréquence est sous multiple ou égale à 10 MHz.

Selon la FONCTION remplie par le fréquencesmètre, ce signal à 10 MHz est :

- compté en MULTI-PERIODE ou multi-DUREE.
- destiné à asservir un oscillateur à 3 600 kHz en fonction PHASE.
- transmis à la base de temps qui délivrera soit les fréquences de référence comptées, soit les signaux fixant le temps d'ouverture de la porte de comptage.

8. Un *sélecteur de voies* assurant, selon le type de la mesure effectuée, d'une part le choix du signal à compter et d'autre part l'acheminement vers le circuit « fonctionnel » (alinéa 13) des signaux provoquant successivement l'ouverture puis la fermeture de la porte de comptage. Par ailleurs, ce circuit comprend la porte de comptage assurant, durant son temps d'ouverture, la transmission du signal à compter vers le circuit d'affichage.

9. Un *sélecteur expasseur* :

- transmettant directement les signaux délivrés par la base de temps lorsque le signal à

mesurer est appliqué à l'une des entrées basses fréquences (A - 0 à 20 MHz ou B).

- divisant par 10 la fréquence du signal transmis par la base de temps lorsque le signal à compter est appliqué à l'entrée A - 1 à 220 MHz.

Cette division correspond à une expansion par 10 du temps de comptage, ce qui permet un affichage direct du paramètre mesuré, celui-ci ayant été divisé par 10 dans l'étage d'entrée (alinéa 2).

10. Un *expenseur* permettant la division, dans un rapport prédéterminé compris entre 0000 et 9999, de la fréquence du signal transmis par le sélecteur *expenseur*.

11. Un circuit *base de temps* effectuant une suite de divisions par 10 du signal qui est appliqué à son entrée, le nombre des divisions successivement effectuées étant fixé par la position du commutateur *UNITE DE MESURE*.

FONCTION	Signal à diviser	Destination
PHASE FREQUENCE CONTROLE	10 MHz	Temps de comptage et sortie FREQ. DE REF.
MANUEL	10 MHz	Sortie FREQ. DE REF.
DUREE PERIODE	10 MHz	Signal à compter et sortie FREQ. DE REF.
Multi-DUREE	Entrée A - 0 à 20 MHz	Temps de comptage
MULTI- PERIODE	Entrée A - 0 à 20 MHz ou Entrée B	Temps de comptage
RAPPORT	Entrée B	Temps de comptage et sortie FREQ. DE REF.

12. Un circuit *phasemètre* regroupant :

- un oscillateur à 3 600 kHz asservi en fréquence par le signal à 10 MHz.
- une suite de diviseurs par 10 du signal à 3 600 kHz transmis par la porte de comptage en fonction *PHASE*. Ces diviseurs ont pour but de limiter à 4 chiffres significatifs la valeur du déphasage affichée par le fréquencesmètre, ceci indépendamment du temps de comptage sélectionné avec le commutateur *UNITE DE MESURE*.

13. Un circuit *fonctionnel* qui élabore le signal de commande de la porte de comptage à partir soit des signaux « ouverture » puis « fermeture » délivrés par le sélecteur de voies, soit des signaux appliqués à l'entrée *PORTE EXT.*

Par ailleurs ce circuit engendre les signaux nécessaires à l'accomplissement d'un cycle complet de mesure à savoir :

- le signal « mémoire » qui ordonne le transfert du résultat d'un comptage vers les indicateurs numériques via les décodeurs.
- le signal « temps d'affichage » dont la largeur, réglable par le potentiomètre *TEMPS D'AFFICHAGE*, fixe le temps de visualisation par les indicateurs numériques du dernier résultat de comptage.
- le signal de « remise à zéro » qui prépositionne le circuit base de temps et les décades d'affichage avant toute nouvelle mesure.

14. Un circuit *d'affichage* comprenant essentiellement :

- les décades d'affichage, montées en série, qui divisent par 10 la fréquence du signal qui est appliqué à leur entrée. Lors de la fermeture de la porte de comptage chaque décade délivre sur 4 lignes (code BCD 1-2-4-8) le reste de la division en cours.

La dernière décade commande un circuit annexe qui, lorsque cela est nécessaire, d'une part provoque l'allumage du voyant *DEPASSEMENT* et d'autre part permet la transmission, vers un second fréquencesmètre de la série HB, des informations correspondant aux chiffres les plus significatifs du comptage effectué.

- les mémoires d'affichage qui transfèrent les restes des divisions (code BCD 1-2-4-8) effectuées par les décades d'affichage vers le décodeur binaire décimal associé. Ce transfert peut avoir lieu :
 - . d'une façon continue, (SANS MEMOIRE) auquel cas les indications délivrées par les tubes d'affichage défilent en cours de comptage.
 - . sur ordre du signal « mémoire » engendré par le circuit fonctionnel lors de la fermeture de la porte de comptage (AVEC MEMOIRE). Dans ces conditions, à la suite d'un comptage les indications fournies par les indicateurs numériques restent visualisées jusqu'à la fin du comptage suivant.
- les décodeurs transformant les informations transmises par les mémoires d'affichage (code BCD 1-2-4-8) dans le code décimal.
- les indicateurs numériques visualisant dans le code décimal les informations décodées précédemment.

15. Un circuit de liaison vers un *enregistreur* qui lui transmet :

- les informations délivrées par les circuits mémoires d'affichage en code BCD 1-2-4-8.
- un ordre de lecture de ces informations, engendré par le circuit fonctionnel en fin de comptage (signal « mémoire »).

16. Un circuit d'*alimentation* délivrant, à partir du réseau alternatif, toutes les tensions nécessaires au fonctionnement des circuits du fréquencemètre.

III.2 - SCHEMA SYNOPTIQUE SIMPLIFIE AVEC DIAGRAMME DES SIGNAUX POUR CHAQUE FONCTION

Dans un but de simplification, les schémas des figures III.1 et III.2 représentent uniquement les circuits, commandes et liaisons intervenant directement dans la mesure effectuée.

III.3 - DESCRIPTION DES CIRCUITS

III.3.1 - AMPLIFICATEUR ENTREE A - 0 à 20 MHz (Z 14A)

Le signal appliqué à l'entrée A - 0 à 20 MHz (J 3 A) est transmis à un circuit amplificateur Z 14 A par l'atténuateur d'entrée commuté par S4 (Voir schéma d'interconnexions, pl. 2).

Ce circuit amplificateur se compose :

- d'un adaptateur d'impédance équipé du double transistor à effet de champ Q8 (haute impédance d'entrée) et de l'émettodyne Q1 (basse impédance de sortie). Les diodes CR1 à CR6 sont montées en protection dans une entrée « gate » de Q8 (écrêtage du signal d'entrée).
- d'un amplificateur différentiel Q3 - Q4, dont une entrée (base de Q3) est commandée par le signal incident transmis par Q1, l'autre entrée étant fixée à un potentiel de référence par l'intermédiaire de l'émettodyne Q2. Ce potentiel de référence est :
 - . le niveau 0 V (masse) lorsque l'entrée J 3 A est à liaison alternative.
 - . un niveau réglable par R4 (décadrage du niveau continu) lorsque l'entrée J 3 A est à liaison continue.

Le transistor Q7 fonctionne en injecteur de courant dans les émetteurs de Q3 et Q4.

L'équilibre entre les entrées de l'amplificateur différentiel Q3 - Q4 est assuré par R8, le décalage réalisé par R4 étant nul (Entrée A - 0 à 20 MHz à liaison $\sim$).

Les signaux en opposition de phase apparaissant sur les collecteurs de Q3 et Q4 sont transmis par les émettodynes Q5 et Q6 à deux circuits de mise en forme respectivement équipés des portes IC1 a-b et IC2 a-b. Les portes IC1 b et IC2 b « ouvertes » par l'inverseur S3A permettent la sélection du sens de variation du signal d'entrée front $\nearrow$ ou $\searrow$ à partir duquel se fait la mesure de DUREE ou de PHASE.

Ces circuits de mise en forme, de par les caractéristiques des portes TTL présentent une hystérésis au déclenchement, hystérésis compensée à l'aide du potentiomètre R18 réglant les tensions de repos des collecteurs de l'amplificateur différentiel Q3 - Q4.

Le déclenchement du circuit marqueur se fait systématiquement sur le front montant du signal appliqué à l'entrée des circuits de mise en forme. Aussi, l'inverseur S3A permet-il de sélectionner le circuit de mise en forme attaqué par le signal en phase (émetteur de Q6) ou en opposition de phase (émetteur de Q5) avec le signal Entrée A. Cette sélection correspond respectivement au déclenchement sur front $\nearrow$ ou front $\searrow$.

III.3.2 - AMPLIFICATEUR ENTREE B (Z 14 B)

Son fonctionnement est identique à celui de l'amplificateur Entrée A - 0 à 20 MHz précédemment décrit.

III.3.3 - CIRCUIT MARQUEURS (Z 15)

C'est un circuit symétrique attaqué simultanément par le signal délivré par les portes IC2 d des circuits amplificateurs Z 14 A et Z 14 B.

Le signal Entrée A - 0 à 20 MHz, après mise en forme dans le circuit Z 14 A et inversion par la porte IC1 a, déclenche un monostable réalisé avec les portes IC1 b-c et la cellule RC associée. La largeur de l'impulsion délivrée par ce circuit est fixée par la valeur du condensateur C commuté par S6a. Les impulsions délivrées par la sortie IC1 c, à chaque passage à « 0 » de la porte IC1 a, sont successivement amplifiées par Q1 et Q2.

Le marqueur B est obtenu de la même façon à partir du signal ENTREE B mis en forme par Z 14 B.

Les impulsions de marquage A et B sont disponibles sur la prise J5 après avoir été mélangées au niveau des collecteurs de Q2 et Q4.

III.3.4 - AMPLIFICATEUR HF (Z9)

Cet amplificateur attaqué par les signaux appliqués à l'Entrée A - 1 à 220 MHz (J4) se compose :

- d'un amplificateur large bande à trois étages Q1 - Q2 - Q3.
- d'un émettodyne adaptateur d'impédance Q4.
- d'un circuit d'écrtage à diodes schottky CR1 - CR2.
- d'un diviseur par 10 IC1 composé d'un $\div 5$ et d'un $\div 2$ mis en série. La résistance R20 située dans la polarisation de l'entrée « horloge » de ce circuit permet l'alignement des signaux transmis par C14 sur des niveaux ECL.

- d'un amplificateur différentiel Q5 - Q6 suivi d'un émettodyne Q7 assurant la transposition des niveaux ECL (diviseur IC1) en niveaux TTL (portes IC2).

L'étage de sortie de cet amplificateur, réalisé avec les portes IC2, est attaqué simultanément par le signal Entrée A - 0 à 20 MHz (porte IC2c) et le signal Entrée A - 1 à 220 MHz transmis par Q7 (porte IC2b). L'une de ces deux portes est systématiquement bloquée soit directement par l'inverseur ENTREES A S8 soit par l'intermédiaire de la porte IC2a fonctionnant en inverseur. Selon la sélection effectuée par S8 la porte IC2 transmet l'un ou l'autre des signaux ENTREES A.

III.3.5 - INVERSEUR A-B ET MONOSTABLE REARMEMENT (Z16)

A - Sélection A-B

Ce circuit est simultanément attaqué par le signal ENTREES A délivré par la porte IC2d de l'amplificateur HF Z9 et par le signal ENTREE B transmis par la porte IC2c de l'amplificateur Z14B.

La sélection du signal transmis par la porte IC1b est assurée par l'inverseur A-B S9 qui verrouille l'une ou l'autre des portes IC1a ou IC1c, bloquant ainsi le signal A ou B qui attaque la seconde entrée de cette même porte.

Le signal ENTREE B est par ailleurs systématiquement transmis par les portes IC2a à d.

B - Monostable réarmement

Ce circuit engendre une impulsion de réarmement à chaque pression exercée sur le poussoir REARMEMENT S10.

III.3.6 - OSCILLATEUR 5 MHz THERMOSTATE (Z17)

Cet oscillateur est piloté par un quartz 5 MHz shunté par une diode à capacité variable. La variation de polarisation de cette diode, réalisée avec le potentiomètre ΔF PILOTE (R20/Z0-3) permet le recalage en fréquence de l'oscillateur.

L'ensemble oscillateur est monté dans une enceinte thermostatée permettant de limiter la dérive en température à $\pm 1.10^{-8}/^{\circ}\text{C}$ entre $+10^{\circ}$ et $+45^{\circ}\text{C}$. L'élément chauffant de l'enceinte est constitué par un transistor dont la variation de débit, donc de puissance dissipée sous forme calorifique, est contrôlée par des résistances à coefficient de température positif fonctionnant en détecteur de variation de température au sein de l'enceinte thermostatée.

III.3.7 - SELECTEUR PILOTE ET OSCILLATEUR 10 MHz ASSERVI (Z11)

Ce circuit (dénommé Circuit 1-5-10) peut être synchronisé par tout signal de fréquence égale ou sous-multiple de 10 MHz ; il délivre un signal à la fréquence 10 MHz ayant la précision du signal de synchronisation.

Selon la position de l'inverseur PILOTE S14, le signal de synchronisation peut être soit le pilote interne issu de Z17 et transmis par les portes IC1a-b, soit un pilote externe appliqué à l'entrée J10 et successivement transmis par l'amplificateur Q1 et les portes IC1c-b.

Le signal « pilote » délivré par la porte IC1b attaque simultanément :

- l'oscillateur 10 MHz (IC2 à IC5).
- un dispositif de verrouillage de la sortie 10 MHz IC5d, équipé du détecteur CR2 et du tran-

sistor Q3. En l'absence de signal de synchronisation la tension détectée par CR 2 est nulle et Q3 est bloqué ce qui verrouille la porte IC5d, interdisant de la sorte la transmission du signal délivré par l'oscillateur 10 MHz (oscillateur libre).

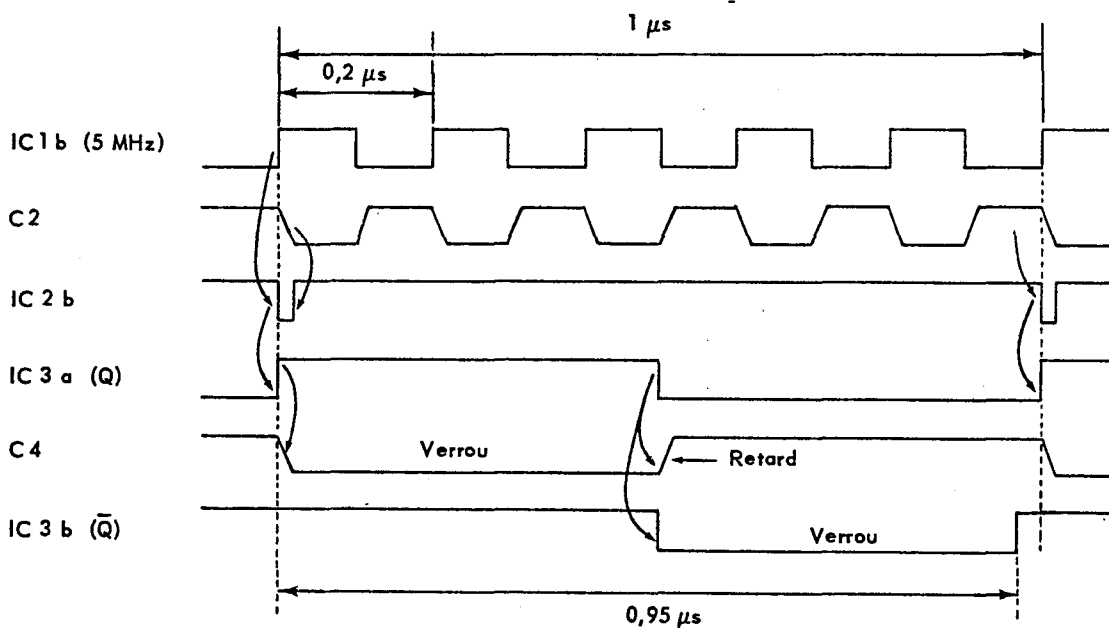
- la SORTIE PILOTE J9 par l'intermédiaire de l'émettodyne de liaison Q2.

L'oscillateur 10 MHz se compose :

- d'un générateur d'impulsions, de fréquence 1 MHz, synchronisées par le signal pilote transmis par IC1b.

Ce générateur est réalisé avec deux monostables intégrés IC3a-b délivrant des impulsions dont la largeur est respectivement fonction de la constante de temps des circuits R9 - C3 et R10 - C5//C6. La somme des largeurs des deux impulsions engendrées est légèrement inférieure à $1 \mu\text{s}$. Après le passage d'une impulsion de synchronisation transmise par la porte IC2b, cette porte est successivement verrouillée par la sortie $\bar{Q}$ du premier monostable puis par la sortie $\bar{Q}$ du second monostable. Le circuit ne pourra donc être redéclenché qu'après être revenu en position repos soit après un intervalle de temps de $1 \mu\text{s}$.

La cellule R8 - C4 introduit un retard dans le signal délivré par la sortie $\bar{Q}$ de IC3a; ce retard maintient la porte IC2b verrouillée pendant le temps de commutation de IC3b.



- d'un oscillateur à 10 MHz réalisé avec les portes IC5a-b-c et la cellule R13 - C9//C10 associée, oscillateur asservi en fréquence par le signal à 1 MHz délivré par le générateur décrit précédemment.

L'asservissement en fréquence est obtenu par comparaison entre le signal à 1 MHz délivré par la sortie Q de IC3a et le signal à 10 MHz (divisé par 10 dans le circuit IC6), comparaison effectuée par les portes IC4 interconnectées pour former une porte « OU exclusif ».

La porte IC4c délivre des impulsions dont la largeur est fonction du déphasage, donc du glissement de fréquence, entre le signal à 1 MHz et le signal $10 \text{ MHz}/10$. Ces impulsions sont intégrées dans une cellule RC qui délivre aux bornes de C11 une composante continue fonction du glissement de fréquence entre les deux signaux comparés.

A un instant donné t_1 , les condensateurs C9//C10 ayant été déchargés par CR3, l'énergie accumulée par C11 va charger C9//C10 à travers R15 et le transistor de sortie de la porte IC5b.

A l'instant t_2 la tension de charge de ces condensateurs ayant atteint le seuil de basculement de la porte IC5a, l'ensemble des portes IC5a-b et c bascule ce qui amène la diode CR3 à la conduction, provoquant la décharge de C9//C10 à travers le transistor de sortie de la porte IC5c.

De par ce montage, lorsque la fréquence de l'oscillateur 10 MHz augmente par exemple, la tension moyenne intégrée par C11 diminue, ce qui provoque une augmentation de l'intervalle de temps $t_1 - t_2$ nécessaire à la charge de C9//C10 ; donc la période du signal engendré par l'oscillateur 10 MHz ayant augmenté, la fréquence diminue jusqu'à revenir en synchronisme avec le signal d'asservissement.

III.3.8 - BASE DE TEMPS (Z2)

A - Sélection du signal à diviser

L'origine du signal commandant les décades de la base de temps est liée à la FONCTION remplie par le fréquencemètre et sélectionnée par le commutateur S1. Ce commutateur met à la masse l'un des inverseurs IC15a-b ou c ce qui rend «passante» la porte IC16a-b ou c associée et permet ainsi la transmission du signal attaquant la seconde entrée de cette même porte.

FONCTION	Signal transmis par IC 16
PHASE DUREE PERIODE FREQUENCE CONTROLE MANUEL	10 MHz
Multi-DUREE	Entrée A - 0 à 20 MHz
MULTI-PERIODE	Entrée A - 0 à 20 MHz ou Entrée B
RAPPORT	Entrée B

B - Décades

Le signal transmis par le circuit IC16 attaque, après inversion par IC15f, 9 décades IC1 à IC9 mises en série.

Chaque décade se compose d'un $\div 5$ (sortie Q2) mis en série avec un $\div 2$ (sortie Q1), ce qui permet d'obtenir un rapport de division égal à 10 entre la fréquence du signal appliqué à l'entrée C2 et la sortie Q1. Chaque sortie Q1 attaque simultanément une porte NON-OU et l'entrée « horloge » C2 de la décade suivante. (Dans IC1 le $\div 2$ précède le $\div 5$).

Avant tout comptage le circuit fonctionnel Z8 transmet par l'inverseur IC15e une impulsion dite de remise à zéro. Cette impulsion appliquée à l'entrée R9 des décades provoque une mise à « 1 » simultanée des deux sorties Q1 et Q2. Cette mise à « 1 » a pour effet de permettre le déclenchement d'une ouverture de porte de comptage dès la première impulsion transmise par IC15f, après la fin du signal de remise à zéro. Ceci supprime le temps mort qui existerait entre la fin du temps d'affichage et le début du temps de comptage, temps mort dû au recyclage des décades de la base de temps.

C - Sélection du signal divisé

Le signal délivré par l'inverseur IC15f et par une sortie de chaque décade IC1 à IC9 attaque une porte NON-OU (IC10-IC11 et IC12a-b) dont la seconde entrée peut être mise à la masse par le commutateur S2 UNITE DE MESURE.

Les sorties de ces portes sont regroupées deux à deux sur les entrées des portes NON-OU IC13 et IC12c, dont les sorties attaquent les entrées de la porte NON-ET IC14. De par ce montage seul le signal correspondant à la porte IC10 - IC11 ou IC12a-b, ouverte par mise à la masse de sa seconde entrée, est transmis par IC14. Le signal délivré par ce dernier circuit

est simultanément transmis par IC 12 d :

- au sélecteur expasseur Z 3
- au sélecteur de voies Z 6
- à la sortie FREQ. DE REF. J 11 par l'intermédiaire de l'émettodyne de liaison Q 1.

III.3.9 - SELECTEUR EXPANSEUR PAR 10 (Z 3)

Ce circuit assure :

- la sélection du signal transmis au circuit expasseur Z5, signal qui provoquera successivement l'ouverture puis la fermeture de la porte de comptage.
- la multiplication par 10 du temps de comptage lorsque le signal à compter est appliqué à l'entrée A - 1 à 220 MHz. Cette multiplication par 10 du temps de comptage compense la division par 10 de la fréquence du signal, division effectuée dans l'amplificateur d'entrée Z9 (§ III.3.4).

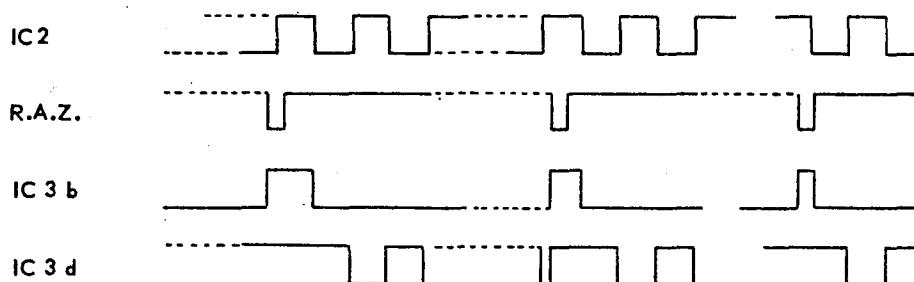
A - Sélection du signal fixant le temps de comptage

Elle est réalisée par le circuit IC 2 dont la porte a est attaquée par le signal délivré par la base de temps Z 2, et dont la porte c reçoit le signal transmis par le circuit inverseur A-B Z 16. Selon la position du commutateur FONCTION S1 l'une de ces deux portes est « ouverte », ce qui permet l'acheminement du signal qui fixera le temps de comptage.

FONCTION	Signal transmis par IC 2
PHASE Multi-DUREE RAPPORT MULTI-PERIODE FREQUENCE CONTROLE	délivré par la base de temps
PERIODE	délivré par inverseur A-B

La sortie du circuit IC 2 attaque un synchroniseur réalisé avec les portes IC 3, synchroniseur dont la seconde entrée est commandée par le signal de remise à zéro délivré par le circuit fonctionnel Z 8.

Le fonctionnement de ce circuit est tel, après une remise à zéro, qu'il ne peut être redéclenché que par un front montant du signal délivré par le circuit IC 2, ceci indépendamment du déphasage relatif entre les deux signaux de commande. De par ce montage, après une remise à zéro, l'ouverture de la porte de comptage ne pouvant avoir lieu que sur un front montant du signal de déclenchement il ne peut y avoir altération du temps de comptage, ce qui évite toute fausse mesure.

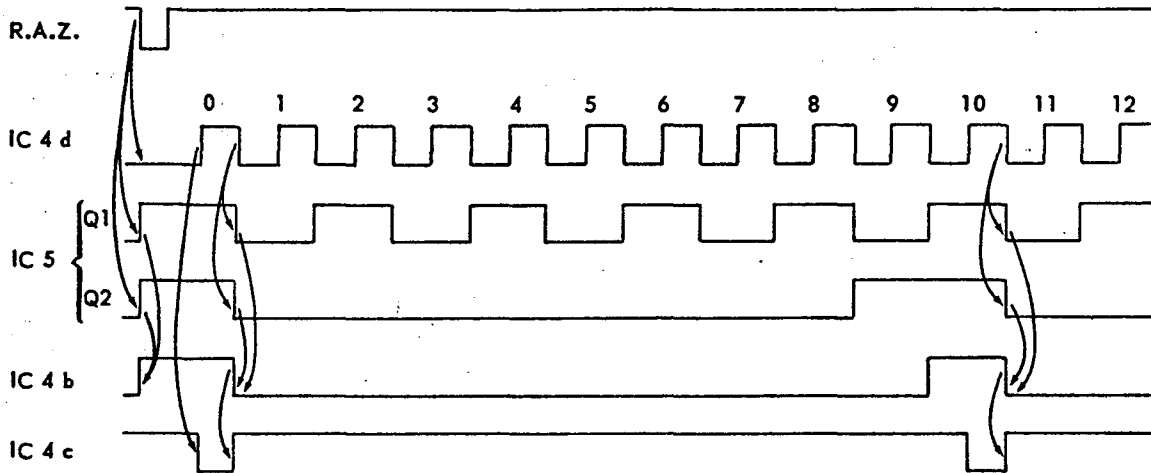


B - Expanseur par 10

Lorsque le signal à compter est appliqué soit à l'entrée A - 0 à 20 MHz, soit à l'entrée B,

l'entrée de l'inverseur IC1 d est haute, donc la porte IC4 b est verrouillée et les signaux délivrés par la décade IC5 sont bloqués. Les portes IC4 d et c fonctionnent donc en inverseur pour les signaux délivrés par le synchroniseur.

Pour la position 1 à 220 MHz de l'inverseur ENTREES A, l'inverseur IC1 d est mis à la masse, la porte IC4 b est « ouverte » et l'ensemble du circuit expasseur fonctionne selon le diagramme ci-dessous.



III.3.10 - EXPANSEUR (Z 5)

Ce circuit assure la multiplication du temps de comptage par un coefficient quelconque compris entre 0001 et 9999, déterminé à l'aide des roues codeuses EXPANSEUR.

A la fin du temps de mesure le circuit fonctionnel Z8 engendre un signal de remise à zéro qui est transmis par IC7 d :

- aux entrées « Load » des compteurs-décompteurs IC2 à IC5. Ce signal provoque le transfert des informations présentes sur les entrées E1 - E2 - E4 et E8 de chaque compteur vers les sorties correspondantes.
- à l'entrée « Set » de la bascule JK maître-esclave IC6, ce qui force la sortie Q dans l'état « 1 ».

La première impulsion délivrée par le circuit sélecteur expasseur Z3 et inversée par IC1 a :

- est transmise par la porte IC1 c, ouverte par la sortie Q de la bascule IC6.
- déclenche la bascule IC6 dont les entrées J et K sont simultanément dans l'état « 1 », ce qui amène la sortie Q dans l'état « 0 » verrouillant la porte IC1 c.

Cette même impulsion et les suivantes, après mise en forme dans le générateur d'impulsions réalisé avec les portes IC1 a et b et la cellule R1 et C1 associée, sont décomptées par les compteurs-décompteurs IC2 à IC5 montés en série. Pour ces impulsions décomptées dans le code BCD 1-2-4-8, l'une au moins des sorties des décompteurs IC2 à IC5 est dans l'état « 1 » et la diode CR17 est contre-polarisée.

Le front arrière de la même impulsion amène simultanément toutes les sorties des 4 décompteurs dans l'état « 0 », engendrant un signal de coïncidence. Ce signal est successivement transmis par la diode CR17 et les portes IC7 à l'entrée « Set » de la bascule JK maître-esclave IC6, ce

qui provoque le basculement de ce circuit. La sortie Q passant dans l'état « 1 » ouvre la porte IC1c qui laissera passer le front avant de la $n + 1$ impulsion.

III.3.11 - SELECTEUR DE VOIES (Z6)

A - Sélection du signal à compter (transmis à la porte de comptage IC6d)

Cette sélection est assurée par le circuit IC2 commandé par les inverseurs IC1.

Selon la nature de la mesure effectuée le commutateur FONCTION S1 met un inverseur à la masse ce qui ouvre la porte ET associée permettant la transmission du signal à compter (voir tableau ci-contre).

Le signal délivré par la porte IC2e est transmis à la porte de comptage IC6d par le générateur d'impulsions réalisé avec les portes IC6a - b associées à la cellule R3 - C3.

FONCTION	Signal à compter transmis par IC2
PHASE	3600 kHz
Multi-DUREE MULTIPERIODE CONTROLE	10 MHz
RAPPORT	Signal Entrées A
FREQUENCE MANUEL	Signal Entrées A ou Entrée B
DUREE PERIODE	FREQ. DE REF.

La porte IC6c assure par ailleurs la transmission des impulsions de DEPASSEMENT lorsque le fréquencesmètre est asservi à un autre fréquencesmètre de la série HB (paragraphe II.8).

B - Sélection du ou des signaux fixant le temps de comptage

FONCTION	Signal d'ouverture transmis par IC9	Signal de fermeture transmis par IC4
PHASE FREQUENCE CONTROLE	FREQ. DE REF. expansé	FREQ. DE REF. expansé
Multi-DUREE	Entrée A - 0 à 20 MHz n expansé	Entrée A - 0 à 20 MHz n expansé
DUREE	Entrée A - 0 à 20 MHz	Entrée B
PERIODE	Entrée A - 0 à 20 MHz ou Entrée B expansé	Entrée A - 0 à 20 MHz ou Entrée B expansé
RAPPORT	Entrée B n expansé	Entrée B n expansé
MULTIPERIODE	Entrée A - 0 à 20 MHz ou Entrée B n expansé	Entrée A - 0 à 20 MHz ou Entrée B n expansé

Les circuits IC9 et IC4 transmettent au circuit fonctionnel Z8 (§ III.3.14) les signaux provoquant respectivement l'ouverture puis la fermeture de la porte de comptage (voir tableau ci-contre). Le signal « temps de comptage » qui en résulte fixe le temps d'ouverture de la porte de comptage IC6d.

Le signal « temps de comptage » engendré par le circuit fonctionnel est successivement transmis par les portes IC7c et d à la porte de comptage IC6d.

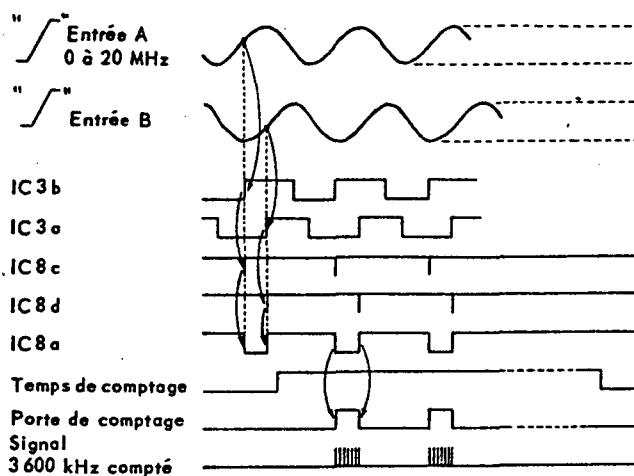
Lorsque le fréquencesmètre est asservi à un second fréquencesmètre

de la série HB, l'ouverture de la porte de comptage IC6d est obtenue par le signal « temps de comptage » délivré par le fréquencesmètre « pilote », signal transmis par la prise J7-5 et la porte IC7d.

C - Découpage du signal « temps de comptage » (fonctions PHASE et Multi-DUREE)

Pour ces deux fonctions le signal « temps de comptage » engendré par le circuit fonctionnel est découpé au rythme des signaux Entrée A - 0 à 20 MHz et Entrée B.

Diagramme (exemple en fonction PHASE)



Les signaux délivrés par l'amplificateur de l'Entrée A - 0 à 20 MHz (ou Entrée B) sont appliqués à un générateur d'impulsions réalisé avec les portes IC3 c - IC8 c (ou IC3 d - IC8 d) et la cellule R1 - C1 (ou R2 - C2) associée.

Les impulsions négatives délivrées par la porte IC8 c (ou IC8 d) provoquent le basculement du bistable réalisé avec les portes IC8 a - b. Ce bistable délivre donc un train d'impulsions dont la largeur est égale à l'intervalle de temps qui sépare deux impulsions Entrées A - 0 à 20 MHz et Entrée B successives.

Ce train d'impulsions, transmis par la porte IC7 b maintenue ouverte par mise à la masse des entrées de la porte IC7 a, vient alternativement débloquent et bloquent la porte IC7 c, provoquant le découpage du signal « temps de comptage » transmis à cette même porte par le circuit fonctionnel.

III.3.12 - PHASEMETRE (Z 7)

A - Oscillateur 3 600 kHz

Cet oscillateur réalisé avec les portes IC1 et la cellule R1 - C1//C2 est asservi en fréquence par le signal 10 MHz délivré par le circuit base de temps.

La comparaison entre l'oscillateur 3 600 kHz et le signal à 10 MHz est effectuée par la porte « OU exclusif » réalisée avec le circuit IC6.

Cette porte reçoit :

- sur l'une de ses entrées un signal de référence à 100 kHz obtenu à partir du signal 10 MHz à l'aide des diviseurs par 10 IC4 et IC5 montés en série.
- sur la seconde entrée un signal de fréquence 100 kHz délivré, à partir du signal 3 600 kHz, par les diviseurs par 6 IC2 et IC3 montés en série.

La porte IC6 a délivre des impulsions dont la largeur est fonction du déphasage, donc du glissement de fréquence, entre les deux signaux à 100 kHz. Ces impulsions sont intégrées par la cellule R2 - C3.

Le fonctionnement de ce circuit est comparable en tous points à celui décrit au § III.3.7 pour l'oscillateur 10 MHz asservi.

B - Transmission du signal à compter vers le circuit d'affichage

a - Fonctions autres que phase

Pour les positions du commutateur FONCTION S1 autres que PHASE, le signal à compter, délivré par le sélecteur de voies Z6, est transmis au circuit d'affichage Z1 par les portes IC15 b et d, la porte IC15 c étant verrouillée par IC15 a.

Les diviseurs IC7 à IC11 n'interviennent donc pas dans le fonctionnement présentement décrit.

b - Fonction phase

Le commutateur S1 met à la masse une entrée de la porte IC15b ce qui verrouille cette porte et interdit la transmission directe du signal délivré par la porte de comptage. Cette mise à la masse a pour effet d'ouvrir la porte IC15c qui transmet aux décades d'affichage le signal divisé dans les décades IC7 à IC11.

Temps de comptage	Fréquence comptée
10 ms	360 kHz
100 ms	36 kHz
1 s	3600 Hz
10 s	360 Hz
100 s	36 Hz

Dans ces conditions le signal de fréquence 3600 kHz, transmis par la porte de comptage IC6d du sélecteur de voies Z6, est successivement divisé par 10 par les circuits IC7 à IC11 montés en série, avant d'être appliqué aux décades d'affichage.

La sélection du signal compté par le circuit d'affichage est assurée par le circuit IC12 commandé par le commutateur S2 UNITE DE MESURE.

De par ce montage le nombre maximum d'impulsions comptées, pendant un signal « temps de comptage » défini par la base de temps, est 3600. Le fréquencesmètre affiche donc 4 chiffres significatifs. Ces chiffres correspondent au déphasage exprimé en degrés, une virgule étant automatiquement positionnée à gauche du chiffre le moins significatif.

III.3.13 - AFFICHAGE (Z1)

Ce circuit a pour but d'assurer la visualisation par les tubes d'affichage numérique, du nombre d'impulsions transmises par la porte de comptage IC6d du sélecteur de voies Z6, pendant son ouverture commandée par le circuit fonctionnel Z8 (§ III.3.14).

A chaque tube d'affichage correspond une décade d'affichage, un circuit mémoire et un circuit de décodage.

A - Décades d'affichage

Les décades d'affichage ont pour rôle de diviser par 10, d'une façon apériodique, la fréquence du signal qu'on leur applique et de conserver, tant qu'on ne les remet pas à l'état de repos zéro, le résidu du nombre des dizaines comptées. Les divers résidus ainsi obtenus, qui sont fournis sous forme d'informations binaires dans le code 1-2-4-8, sont transférés sur les circuits mémoire avant d'être décodés.

Les décades de rang 10 à 10^6 (IC4-7-10-13-16 et 19) sont réalisées avec des circuits intégrés du type SN7490N dans lesquels les fonctions $\div 2$ et $\div 5$ sont mises en série pour obtenir une division par 10. Chaque décade reçoit sur son entrée $\div 2$ (C1) le signal $F/10$ délivré par la sortie Q8 de la décade précédente.

La décade des unités (réalisée avec les bascules JK IC23 et IC24 du type SN74S112) est commandée par les impulsions à compter transmises par la porte de comptage, via le phasemètre.

Nota - Chaque décade possède par ailleurs une entrée « Reset » ou « Clear » commandée par l'impulsion de remise à zéro délivrée par le circuit fonctionnel Z8. Cette commande, amenée au niveau logique « 0 », avant l'ouverture de la porte de comptage, prépositionne toutes les sorties Q à zéro, annulant ainsi le comptage précédemment effectué.

B - Mémoires d'affichage

Les mémoires d'affichage sont réalisées avec les circuits intégrés IC5 - IC8 - IC11 - IC14 - IC17 - IC20 et IC22. Chaque mémoire d'affichage se compose de 4 bascules type D indépendantes. Ces bascules sont telles que l'information appliquée sur une entrée D est transférée sur la sortie Q correspondante tant que l'entrée « horloge » de la bascule considérée est au niveau « 1 » logique.

Chaque entrée D d'une mémoire est commandée par l'une des informations 1-2-4-8 délivrée par les sorties Q de la décade associée.

Les entrées « horloge » de l'ensemble des bascules sont simultanément commandées, à la fin de chaque « temps de comptage », par un signal « mémoire » engendré par le circuit fonctionnel Z8.

Deux cas de fonctionnement sont possibles :

- l'inverseur MEMOIRE S15 est placé sur SANS, les entrées « horloge » sont en l'air (niveau « 1 » permanent) et les informations 1-2-4-8 délivrées par les décades d'affichage sont transférées en permanence au circuit de décodage (§ c ci-après), provoquant le défilement des chiffres dans les indicateurs numériques en cours de comptage.
- l'inverseur MEMOIRE S15 est placé sur AVEC, les entrées « horloge » sont au niveau « 0 » durant le comptage interdisant le transfert des informations 1-2-4-8. Après la fermeture de la porte de comptage (fin du temps de comptage), le circuit fonctionnel engendre en top mémoire positif, ce qui provoque le transfert des informations présentes sur les entrées D vers les sorties Q correspondantes. Chaque circuit conserve donc en « Mémoire », dans le code BCD 1-2-4-8, le reste de la division effectuée par la décade d'affichage associée.

Ces divers restes sont transmis simultanément :

- . par les circuits de décodage, aux tubes d'affichage numérique qui visualisent le résultat du dernier comptage effectué, ceci même lorsqu'un nouveau comptage est en cours, supprimant le phénomène de défilement.
- . à la prise ENREGISTREUR J8.

C - Décodeurs binaire-décimal et affichage

A chaque « mémoire » est associé un décodeur binaire-décimal, circuits IC3 - IC6 - IC9 - IC12 - IC15 - IC18 et IC21.

Chaque circuit transforme les informations décimales codées en binaire (BCD 1-2-4-8), disponibles sur les sorties Q des circuits « mémoire », en un signal délivré sur l'une des sorties 0 à 9 (décimal). Ce signal transmis à l'électrode correspondante du tube d'affichage provoque l'allumage du chiffre ainsi décodé.

Exemple - Un niveau « 1 » sur les entrées de poids 1 et 4 provoque après décodage l'allumage du chiffre 5.

D - Circuit « dépassement »

Ce circuit, réalisé avec les portes IC1 et IC2, provoque l'allumage du voyant DEPASSEMENT DS2 lorsque le nombre d'impulsions comptées par le fréquencemètre est supérieur à la capacité d'affichage (7 chiffres significatifs pour la version standard). Les chiffres les plus significatifs peuvent être affichés sur un second fréquencemètre asservi au fréquencemètre-compteur HB 221 par l'intermédiaire de la prise J7 (se reporter au § II.8).

Ce circuit se compose : d'un différentiateur, d'une bascule « mémoire de dépassement » et d'une commande de voyant.

a - Différentiateur

Il se compose de la cellule R9 - C1 associée aux deux portes IC1a et b. Une entrée de la porte IC1a est attaquée par les informations de poids 8 délivrées par la dernière décade d'affichage IC19. Cette information différenciée par la cellule R9 - C1 provoque, en sortie de la porte IC1b, l'apparition d'une impulsion négative à chaque passage à zéro de la dernière décade d'affichage. Le train d'impulsions ainsi engendré est transmis d'une part au fréquencemètre asservi par l'intermédiaire de la prise J7, et d'autre part à la bascule « mémoire de dépassement ».

b - « Mémoire de dépassement »

Cette bascule réalisée avec les portes IC1c et d est commandée sur une entrée par un signal négatif de remise à zéro, et sur l'autre entrée par les impulsions de dépassement.

L'impulsion de remise à zéro amène la porte IC1d au niveau « 1 », la porte IC1c passant au niveau « 0 » verrouille la bascule dans cet état. La première impulsion de dépassement, transmise par le différentiateur, déclenche la bascule amenant la porte IC1c au niveau « 1 » (mise en mémoire de l'information de dépassement) jusqu'à l'impulsion de remise à zéro suivante.

c - Commande du voyant dépassement**1. Sans mémoire (S15 ouvert)**

La porte IC2d est maintenue « haute » par la porte IC2b dont les deux entrées sont simultanément au niveau « 1 ». La diode CR6 est donc bloquée.

La porte IC2a, ayant une entrée « haute » en permanence, fonctionne en inverseur pour les signaux transmis par la bascule « mémoire de dépassement ».

En l'absence de signal de dépassement IC2a est maintenue « haute » par la porte IC1c et la diode CR4 est bloquée.

Les deux diodes CR4 et CR6 étant bloquées, le transistor Q1 conduit à la saturation court-circuitant le voyant DS2 qui est éteint.

Lorsque la bascule « mémoire de dépassement » est déclenchée IC2a vient au niveau « 0 », amenant CR4 à la conduction, ce qui bloque Q1 provoquant l'allumage du voyant DS2.

2. Avec mémoire (S15 fermé)

Les portes IC2c et d forment une bascule qui est prépositionnée par l'impulsion « mémoire » transmise par la porte IC2b fonctionnant en inverseur. L'impulsion mémoire amène la porte IC2d au niveau « 1 », la porte IC2c passe au niveau « 0 » ce qui verrouille la bascule, et CR6 est bloquée.

Lorsqu'il n'y a pas eu de dépassement, l'impulsion mémoire n'a pas pu traverser la porte IC2a dont une entrée est maintenue basse par la bascule « mémoire de dépassement ». La sortie de cette porte est donc haute et CR4 est bloquée.

Lorsque la bascule « mémoire de dépassement » a été déclenchée par une impulsion de dépassement, l'impulsion mémoire est transmise par la porte IC2a d'une part à la base de Q1 qui se bloque, et d'autre part à la bascule IC2c et d par le circuit intégrateur R12 - C2.

Le retrait du signal « mémoire » ferme la porte IC2a, fermeture qui est transférée à la bascule IC2c et d avec un retard dû à la cellule d'intégration C2 - R12. Le signal de fermeture ainsi retardé amène la sortie IC2d de la bascule au niveau « 0 » qui transféré par la diode CR6 à la base de Q1 maintient le voyant DS2 allumé.

Lorsque le voyant DEPASSEMENT DS2 a été allumé par un signal mémoire, deux cas de fonctionnement sont possibles lors de la mesure suivante déclenchée par une remise à zéro.

1er cas - La mesure se fait avec dépassement. La sortie IC1c de la bascule « mémoire de dépassement » devient haute avec la première impulsion de dépassement. En fin de mesure le signal mémoire est donc transmis par IC2a et CR4 à la base de Q1 ce qui maintient le voyant DS2 allumé pendant la durée du signal mémoire. Le retrait de ce signal déclenche la bascule IC2c et d qui maintient le voyant allumé par l'intermédiaire de CR6.

2ème cas - La mesure se fait sans dépassement. La sortie IC1c de la bascule « mémoire de dépassement » reste basse. Le signal mémoire engendré en fin de mesure, d'une part n'est pas transmis par IC2a et d'autre part prépositionne la bascule IC2d au niveau « 1 ». Les diodes CR4 et CR6 sont donc contre-polarisées, Q1 conduit et le voyant DS2 s'éteint.

III.3.14 - CIRCUIT FONCTIONNEL (Z8)

Ce circuit engendre et ordonne tous les signaux nécessaires au bon fonctionnement du fréquen-

cemètre-compteur. Le diagramme (fig. III.3) donne l'ordre dans lequel ces divers signaux sont engendrés, le fonctionnement du circuit propre à chaque signal étant expliqué ci-après.

A - Temps d'affichage

Ce circuit engendre un signal dont la largeur, réglable par le potentiomètre R15 TEMPS D'AFFICHAGE, fixe le temps de visualisation par les indicateurs numériques du résultat du dernier comptage.

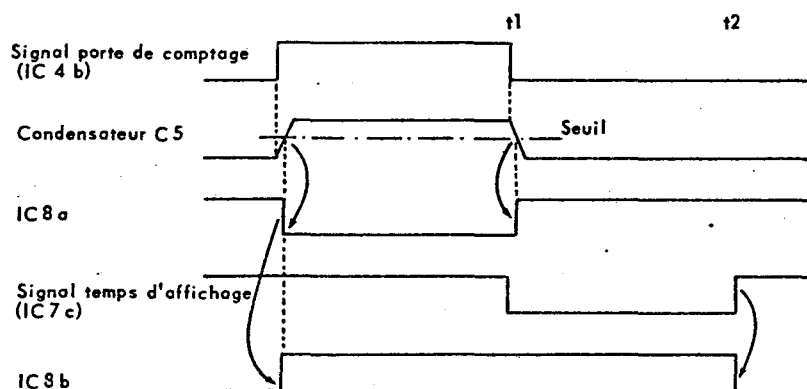
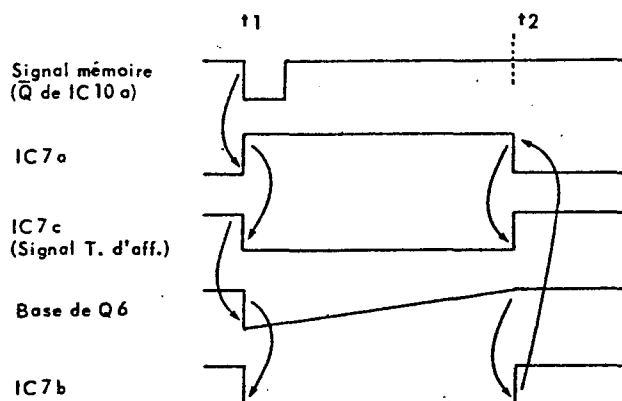
Ce circuit se compose des portes NON-ET IC7 et des transistors Q4 et Q6 associés à la cellule R15 - R19 - C8 (temps d'affichage < 250 ms) ou C8//C9 (temps d'affichage < 5 s). Lorsque le fréquencemètre n'est pas associé à une imprimante le transistor Q5 est bloqué et n'intervient donc pas dans le fonctionnement du circuit.

Au repos, le circuit n'ayant pas été déclenché par un signal « mémoire » appliqué à l'entrée 3 de la porte IC7a, C8//C9 sont chargés et Q4 et Q6 sont conducteurs.

Le signal « mémoire » transmis à la porte IC7a amène la porte IC7c dans l'état « 0 », ce qui bloque Q4 provoquant la décharge de C8//C9 à travers la résistance R19 et le potentiomètre R15 TEMPS D'AFFICHAGE. Cette décharge en bloquant Q6 provoque le verrouillage de la porte IC7c dans l'état « 0 » par l'intermédiaire des portes IC7b et a. En fin de décharge de C8//C9, Q6 devient à nouveau conducteur ramenant l'ensemble du montage dans son état d'origine.

Lorsque le fréquencemètre est associé à une imprimante type BG 400 par exemple, cette dernière commande le circuit temps d'affichage par un signal de verrouillage transmis par la prise J8-43. Durant le cycle de fonctionnement du fréquencemètre, l'imprimante type BG 400 transmet un niveau 0 V à la base de Q5 qui est donc bloqué. A la fin du signal « temps de comptage » (fermeture de la porte de comptage) l'imprimante transmet un signal de verrouillage (niveau + 2,4 V environ) à la base de Q5 qui en devenant conducteur bloque la porte IC7a dans l'état « 1 ». Ce verrouillage de la porte IC7a dans l'état « 1 » interdit la transmission du signal « fin de temps d'affichage » délivré par la porte IC7b à la fin de la décharge de C8//C9. Ce verrouillage est maintenu par l'imprimante pendant l'intervalle de temps qui lui est nécessaire pour effectuer le décodage et la frappe des informations qui lui sont transmises en code BCD 1-2-4-8 par les circuits mémoire d'affichage (§ III.3.13.B).

Le signal « temps d'affichage », délivré par la porte IC7c, est transmis à la porte IC8b dont le fonctionnement est lié à l'interrupteur S11 solidaire de la commande TEMPS D'AFFICHAGE. Le potentiomètre R15 TEMPS D'AFFICHAGE n'étant pas réglé sur « ∞ », S11 est fermé et la porte IC8b est en



permanence maintenue ouverte par IC8c. Dans ces conditions la porte IC8b fonctionne en inverseur successivement pour le signal « porte de comptage », retardé par la cellule R23 - C5 et transmis par IC8a, et le signal « Temps d'affichage ».

De par ce montage aucun signal « fin de temps d'affichage » (passage de l'état « 0 » à l'état « 1 » de la porte IC7c) ne peut être transmis par la porte IC8b pendant la présence du signal « porte de comptage ».

Lorsque le potentiomètre TEMPS D'AFFICHAGE R15 est réglé sur « ∞ », l'interrupteur S11 est ouvert et les portes IC8b et c fonctionnent en bascule du type R-S. Cette bascule est pré-positionnée par le signal « porte de comptage » retardé, et le signal, délivré par la porte IC7c en fin de décharge des condensateurs C8 - C9, n'est plus transmis par la porte IC8b. L'information « fin de temps d'affichage » (état « 0 » de la porte IC8b) est obtenue en déclenchant la bascule à l'aide du monostable « réarmement » (circuit inverseur Z16, § III.3.5) commandé par le bouton poussoir REARMEMENT S10.

Lorsque le fréquencemètre est asservi à un autre fréquencemètre du type HB fonctionnant en « pilote », ce dernier déclenche la bascule IC8b-c par une impulsion de polarité négative transmise à la porte IC8c par l'intermédiaire de la prise J7-1.

B - Remise à zéro des décades d'affichage

Le signal délivré par la porte IC8b est successivement inversé par la porte IC9a puis différencié par la cellule C6 - R15. Aux bornes de R15 apparaît une impulsion positive correspondant à l'information « fin du temps d'affichage ».

a - Fonctionnement SANS TOTALISATEUR

La porte IC9c est maintenue « ouverte » par la porte IC9b dont une entrée est fixée à la masse par l'inverseur TOTALISATEUR S16. L'impulsion « fin de temps d'affichage » est donc transmise aux décades d'affichage par les portes IC9c et d.

b - Fonctionnement AVEC TOTALISATEUR

La porte IC9c est verrouillée par la porte IC9b dont les entrées sont « haute » simultanément. L'impulsion « fin de temps d'affichage » n'étant pas transmise, il n'y a pas « remise à zéro » systématique avant tout nouveau comptage, et les décades d'affichage totalisent automatiquement les impulsions comptées durant les périodes successives d'ouverture de la porte de comptage.

C - Remise à zéro de la base de temps et prépositionnement des circuits expanseurs

Ce signal est engendré par un monostable réalisé avec la bascule JK maître-esclave IC10b associée au transistor Q3 et à la cellule R12 - C4.

Le monostable n'ayant pas été déclenché, les sorties Q et $\bar{Q}$ de la bascule JK maître-esclave IC10b sont respectivement dans les états « 0 » et « 1 », le condensateur C4 est chargé et le transistor Q3 est bloqué.

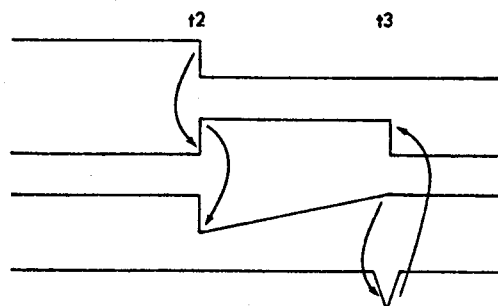
Les entrées J et K de cette bascule étant dans l'état « 1 », le front arrière (fin du temps d'affichage) du signal délivré par la porte IC8b provoque le basculement du circuit dont les sorties Q et $\bar{Q}$ vont prendre les états « 1 » et « 0 ». Ce changement d'état provoque la décharge de C4 à travers R12. En fin de décharge de C4, le transistor Q3 devenant conducteur engendre une impulsion négative qui appliquée à

Signal « porte de comptage
+ temps d'affichage »
(IC8b)

Q de IC10b

Base de Q3

« Clear » de IC10b



l'entrée « clear » de la bascule IC10b ramène les sorties Q et $\bar{Q}$ dans leur état d'origine.

D - Commande de la porte de comptage

Le temps d'ouverture de la porte de comptage IC6d (circuit sélecteur de voies Z6, § III.3.11) est fixé par les bascules type D, IC2a et b, dont le cycle de fonctionnement est l'un des suivants :

a - Prépositionnement par recyclage automatique du fréquencemètre

Le signal $\sqcap$ délivré par la porte IC9a, et dont la largeur est égale à la somme des intervalles de temps « temps de comptage » + « temps d'affichage », est après retard par la cellule R30 - C14 additionné au signal « remise à zéro $\sqcap$ » par la porte IC6d. Après inversion par la porte IC6b le front arrière de ce signal est successivement transmis, par les portes IC3, aux entrées « clear » des deux bascules type D IC2a et IC2b, ce qui amène leurs sorties Q dans l'état « 0 ». Ce changement d'état des

sorties Q, en verrouillant la porte IC3a, provoque la suppression du niveau « bas » sur les entrées « clear » des deux bascules, qui pourront donc être déclenchées par la première impulsion appliquée à leur entrée « horloge ».

Les impulsions de commande des entrées « horloge » sont délivrées par les circuits IC9 et IC4 du sélecteur de voies Z6 (§ III.3.11 B), circuits délivrant respectivement le signal qui provoquera « l'ouverture » et la « fermeture » de la porte de comptage.

De par le prépositionnement décrit précédemment l'entrée D de la bascule IC2b se trouve dans l'état « 0 », ce qui verrouille la sortie Q dans l'état « 0 » indépendamment des impulsions d'horloge, ceci tant que la bascule IC2a n'aura pas été déclenchée (passage de la sortie Q du niveau « bas » au niveau « haut »).

Les impulsions transmises aux entrées « horloge » des bascules IC2a et b provoquent donc, dans un premier temps, le basculement de IC2a ceci même lorsqu'il y a synchronisme dans les signaux de déclenchement (fonction FREQUENCE par exemple où l'ouverture puis la fermeture sont commandées par un même signal délivré par la base de temps). La bascule IC2a ayant été déclenchée, l'entrée D de la

Signal « porte de comptage + temps d'affichage » (IC9a)

C14

Signal R. à Z.

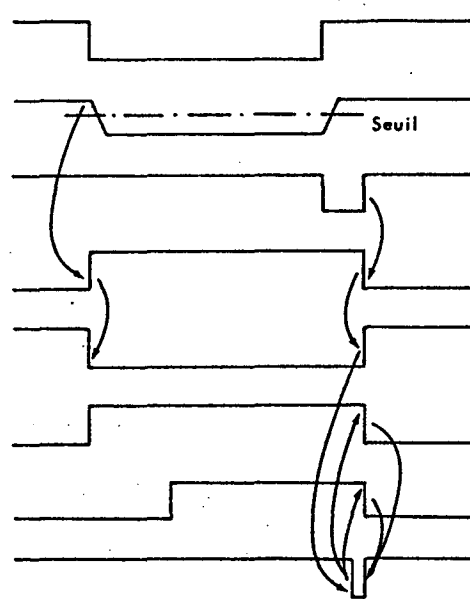
IC6d

IC6b

Q de IC2a

Q de IC2b

IC3c



Commande Ouverture

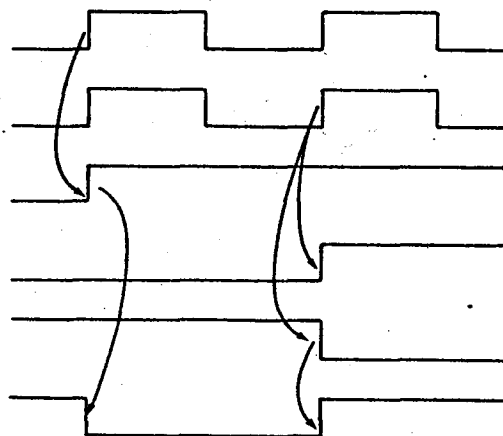
Commande Fermeture

Q de IC2a

Q de IC2b

$\bar{Q}$ de IC2b

IC4a



→ Temps de comptage ←

bascule IC2b se trouve dans l'état « 1 », et cette dernière bascule peut être déclenchée par le premier front montant du signal appliqué à son entrée « horloge ».

Les états « 1 » délivrés par les sorties Q des deux bascules ouvrent la porte IC3c permettant la transmission du signal de prépositionnement décrit ci-dessus.

La sortie Q de IC2a et la sortie $\bar{Q}$ de IC2b attaquent les entrées de la porte IC4a qui délivre un signal dont la largeur est égale au « temps de comptage » soit au temps d'ouverture de la porte de comptage.

Après un prépositionnement, réalisé par les entrées « clear », chacune des bascules IC2a et b ne peut être déclenchée qu'une seule fois par son entrée « horloge ». La bascule IC2a ayant son entrée D en permanence dans l'état « 1 » se trouve verrouillée dans cet état après le premier déclenchement. De même pour la bascule IC2b qui a son entrée D dans l'état « 1 » dès que IC2a a été déclenchée.

Le signal « temps de comptage » engendré par la porte IC4a est transmis par la porte IC4b :

- au circuit sélecteur de voies Z6 (§ III.3.11) où il provoquera l'ouverture de la porte de comptage IC6d.
- et par la porte IC6c, au circuit d'affichage Z1 et à la prise J7-2 permettant la mise en série d'un second fréquencemètre du type HB. Sur le circuit d'affichage Z1, le signal « porte de comptage $\sqcup$ » est transmis par la diode CP.1 à la base du transistor Q2 qui se bloque, ce qui provoque l'allumage du voyant COMPTAGE DS3. Ce voyant en s'allumant signale à l'opérateur que la porte de comptage est ouverte, donc qu'un comptage est en cours.

b - Prépositionnement par une commande REARMEMENT

Les sorties Q des bascules sont prépositionnées dans l'état « 0 » par l'impulsion de réarmement transmise aux entrées « clear » par les portes IC3b et a.

Les sorties Q étant dans l'état « 0 », les bascules pourront être déclenchées par leur entrée horloge comme décrit précédemment.

c - Déclenchement par le commutateur FONCTION

Dans ce type de fonctionnement la porte de comptage est commandée par les positions MANUEL-DEBUT et MANUEL-FIN du commutateur FONCTION S1.

Lorsque le commutateur FONCTION S1 est placé sur MANUEL DEBUT, la sortie Q de la bascule IC2a est amenée dans l'état « 1 » par mise à la masse de l'entrée « preset ». De même la sortie $\bar{Q}$ de la bascule IC2b est maintenue dans l'état « 1 » par un état « 0 » appliqué à l'entrée « clear » par l'intermédiaire des portes IC3a et b.

Ces deux états « 1 » en amenant la porte IC4a dans l'état « 0 » provoquent l'ouverture de la porte de comptage.

Pour la position MANUEL-FIN du commutateur FONCTION S1, l'entrée « preset » de la bascule IC2b est mise à la masse, ce qui verrouille la sortie $\bar{Q}$ dans l'état « 0 » et provoque la fermeture de la porte de comptage.

E - Signal « mémoire »

Le signal est engendré par le monostable réalisé avec la bascule JK maître-esclave IC10a, le transistor Q1 et la cellule R7 - C2 associée.

Le fonctionnement de ce monostable est en tous points identique à celui décrit au § III.3.14C « Remise à zéro de la base de temps ». Ce monostable est déclenché par le front arrière (passage de l'état « 1 » à l'état « 0 ») du signal « porte de comptage » délivré par la porte IC4b.

Lorsque le fréquencemètre est asservi à un second fréquencemètre de la série HB, ce dernier transmet à la prise J7-5 un signal « porte $\sqcup$ » qui est différencié par la cellule C3 - R6. Le front arrière de ce signal débloque le transistor Q2 qui déclenche le monostable « mémoire » par l'entrée « preset » de la bascule IC10a.

Le signal « mémoire $\sqcup$ » engendré par la sortie $\bar{Q}$ de la bascule IC 10 a :

- déclenche le circuit « temps d'affichage » (§ III.3.14 A) par la porte IC 7 a.
- prépositionne la bascule IC 5 a - b du circuit de commande de la porte de comptage, lorsque le fréquencemètre est commandé par un signal PORTE EXT. (§ III.3.14 F).
- est transmis aux mémoires d'affichage, décrites au § III.3.13 C, par la porte IC 11 c dont une entrée est commandée par l'interrupteur MEMOIRE S15.
- déclenche un monostable réalisé avec les portes IC 11 a et b et la cellule R 8 - C 1. Ce monostable engendre une impulsion « mémoire $\sqcup$ » qui commande simultanément :
 - . le circuit enregistreur Z 4.
 - . le voyant COMPTAGE DS3 par l'intermédiaire de la diode CR 2 et du transistor Q2. Ce voyant est donc maintenu allumé pendant l'intervalle de temps « temps de comptage » + « mémoire ». Le temps d'ionisation du voyant DS3 étant supérieur à la milliseconde, pour des largeurs de porte de comptage inférieures à cette valeur le voyant resterait éteint. Par le présent montage, le signal mémoire ayant une largeur de quelques millisecondes, le voyant est au moins allumé durant cet intervalle de temps, signalant à l'opérateur qu'un comptage vient d'avoir lieu.

F - Déclenchement de la porte de comptage par un signal PORTE EXT. appliqué à la prise J 12

Le commutateur FONCTION S1 étant positionné sur MANUEL-FIN, la sortie $\bar{Q}$ de IC 2 b est dans l'état « 0 », ce qui maintient la porte IC 4 b ouverte par l'intermédiaire de IC 4 a. Deux types de fonctionnement, liés à l'inverseur S17, sont possibles :

a - REPETITIF

Pour cette position de l'inverseur S17 il n'y a pas verrouillage du circuit de commande de la porte de comptage pendant le recyclage du circuit fonctionnel. Ce type de fonctionnement doit impérativement être utilisé lorsque le signal PORTE EXT. présente des rebondissements. La porte IC 4 d, ayant une entrée maintenue au niveau « bas » par l'inverseur S17, ouvre la porte IC 4 c qui transmet systématiquement le signal PORTE EXT. appliqué à la prise J 12, signal mis en forme à l'aide des portes IC 5 d et IC 5 c. Le transistor Q7 assure l'adaptation d'impédance entre l'entrée J 12 et le circuit de mise en forme. Les diodes CR 2 et CR 3 fonctionnent en écrêteur.

b - MONOCOUP

Pour cette position de l'inverseur S17 il ne peut y avoir plusieurs ouvertures successives de la porte de comptage. Le signal PORTE EXT. doit donc être exempt de tout rebondissement qui pourrait provoquer un verrouillage du circuit de commande de la porte de comptage.

Le circuit de verrouillage fonctionne à l'image d'un synchroniseur, et se compose essentiellement d'une bascule réalisée avec les portes IC 5 a et b. Cette bascule est déclenchée par la porte IC 6 a qui délivre un état « 0 » lorsqu'il y a absence simultanée du signal de cycle délivré par la porte IC 6 b et du signal PORTE EXT. délivré par IC 5 c.

La bascule ayant été déclenchée par la porte IC 6 a, la sortie IC 5 a est dans l'état « 0 », ce qui maintient la porte IC 4 c ouverte par l'intermédiaire de IC 4 d.

Le premier signal PORTE EXT. délivré par la porte IC 6 d :

- est transmis par la porte IC 4 c maintenue « ouverte » comme décrit précédemment.
- amène la porte IC 6 a dans l'état « 1 ». Cet état « 1 » est maintenu après l'ouverture de la porte de comptage par l'intermédiaire du signal de cycle délivré par la porte IC 6 b.

Le signal « fin de temps de comptage », dû à la fermeture de la porte de comptage, déclenche un signal « mémoire » qui transmis à la porte IC 5 a prépositionne la bascule IC 5 a - b. La sortie IC 5 a de la bascule devenant « haute » verrouille la porte IC 4 c par l'intermédiaire de IC 4 d. Ce verrouillage interdit toute transmission d'un nouveau signal PORTE EXT. tant que la bas-

cule n'aura pas été déclenchée par IC 6a, ce déclenchement étant provoqué par l'absence simultanée du signal de cycle et du signal PORTE EXT.

III.3.15 - COMMANDE ENREGISTREUR (Z 4)

Ce circuit, déclenché par le signal mémoire $\overline{M}$, engendre un signal qui provoque l'impression du résultat de la dernière mesure effectuée, résultat affiché par les tubes numériques et disponible en code BCD 1-2-4-8 sur la prise SORTIE ENREGISTREUR J 8 reliée aux sorties des circuits « mémoire d'affichage ».

Ce circuit se compose d'un monostable IC 1 b - c dont la largeur est fixée par la cellule R 1 - C 2. Le circuit étant au repos, C 1 est chargé.

Le signal « mémoire $\overline{M}$ » transmis à une entrée de la porte IC 1 b déclenche le monostable provoquant la décharge de C 2 dans R 1. La sortie de IC 1 c de ce monostable délivre donc un signal négatif dont la largeur est liée au temps de décharge de C 2. Ce signal après inversion par IC 1 d est successivement amplifié par Q 1 et Q 2 avant d'être transmis à l'enregistreur associé.

III.3.16 - ALIMENTATIONS (Z 10)

Le fréquencemètre peut être alimenté par les réseaux 110 V, 127 V, 220 V et 240 V, fréquence 48 à 420 Hz. Le filtre Z0-1 disposé au primaire du transformateur T 1 permet d'éliminer les parasites éventuels du réseau utilisé.

Alimentation + 5 V

Cette alimentation se compose du pont de redressement CR 1 à CR 4, du condensateur de filtrage C 1 et d'un circuit de régulation. Ce dernier circuit est réalisé avec un régulateur de tension intégré IC 1 commandant le transistor ballast Q 1 (Z 0) par l'intermédiaire du transistor amplificateur Q 1 de Z 10. R 6 permet l'ajustage de la tension de sortie.

Alimentation - 5,2 V

Son principe et son fonctionnement sont identiques à ceux décrits pour l'alimentation + 5 V.

Alimentation HT

Cette alimentation réalisée avec la diode CR 5 (redressement simple alternance) fournit une tension pulsée alimentant les anodes des tubes d'affichage numérique ainsi que les tubes au néon équipant les voyants. Amplitude crête : 170 V environ.

III.3.17 - ALIMENTATIONS QUARTZ (Z 13)

Les alimentations + 5 V et - 5,2 V ont un principe de fonctionnement comparable à celui décrit au § III.3.16 pour les alimentations Z 10.

Le voyant QUARTZ DS 1, allumé dès que le quartz est sous tension, est alimenté par le redresseur CR 1 à travers une résistance de protection R 9.

CHAPITRE IV

MAINTENANCE

IV.1 - INTRODUCTION

Ce chapitre contient les instructions relatives à l'entretien et au dépannage éventuel de l'appareil. On y trouvera les données suivantes :

- matériel de mesure nécessaire
- contrôles périodiques
- démontage du coffret et identification des circuits
- localisation des pannes
- dépannage et réétalonnage des circuits

Des informations complémentaires, destinées à faciliter une éventuelle intervention dans l'appareil, sont fournies au chapitre suivant et sur les planches placées en fin de notice ; à savoir :

- nomenclature des composants (chapitre V)
- disposition des composants sur les circuits et oscillogrammes (planches 2 à 17)
- implantation des circuits dans l'appareil (planches B et C)
- schémas électriques des circuits (planches 2 à 17)

CONVENTIONS ADOPTÉES SUR LES SCHEMAS

R 16, C8, Q1 ...

Repères des composants sur les circuits (voir liste des codes symboles p.75)

Z 1, Z 2 ...

Repères des circuits dans l'appareil

FONCTION

Organe accessible sur le panneau avant

MEMOIRE

Organe accessible sur le panneau arrière

1

Contact d'un connecteur multicontacts équipant un circuit imprimé enfichable ; le chiffre correspond au numéro moulé sur le connecteur.

2

Raccordement fixe ; le chiffre correspond à un numéro d'ordre arbitraire.

1

Position d'un commutateur.

4

Oscillogramme relevé au point désigné par la flèche.

Délimitation des circuits.

*

Valeur ajustée en usine.

⌀

Réglage à fente de tournevis.

IV.2 - MATERIEL DE MESURE NECESSAIRE

Pour effectuer le contrôle et le réétalonnage éventuel des circuits du fréquencesmètre, il est nécessaire de disposer des appareils et accessoires suivants :

- un voltmètre électronique pour tensions continues, ayant une impédance d'entrée supérieure à 100 M Ω et une précision inférieure à 3 % de la pleine échelle (type A 208 par exemple).
- des sources basses et hautes fréquences couvrant la plage de l'appareil et délivrant une tension réglable supérieure à 50 mV eff. (générateurs types C903T et LF 202 par exemple).
- un oscilloscope à balayage déclenché dont la bande passante s'étend du continu à 150 MHz et de sensibilité verticale 20 mV/cm ; prévoir également une sonde 1/10ème ou 1/100ème de faible capacité d'entrée.
- une résistance de charge 50 Ω .
- un autotransformateur réglable autour d'une tension nominale de l'appareil et ayant une puissance de 50 VA environ.
- deux prolongateurs de circuit n° 10-51343 (24 conducteurs) et 10-51344 (12 conducteurs).

IV.3 - CONTROLES PERIODIQUES

1. Ces contrôles consistent principalement en une vérification des performances telles qu'elles ont été spécifiées dans le procès verbal de réception. Ils sont nécessaires chaque fois qu'un défaut est décelé dans le fonctionnement du fréquencesmètre ou après un temps de stockage important.

2. D'autre part, il est bon de vérifier une fois par an que la précision du quartz est toujours satisfaisante. Pour cela il faut disposer d'un standard de fréquence de précision supérieure à celle du quartz. Plusieurs méthodes de contrôle sont possibles dont la méthode suivante :

- connecter l'amplificateur vertical d'un oscilloscope à la prise **FREQ. DE REF.** (fréquence sélectionnée, 10 MHz) et régler la commande **TEMPS D'AFFICHAGE** sur « ∞ ».
- connecter la sortie du standard de fréquence (1 MHz par exemple) à la prise d'entrée « synchronisation extérieure » de l'oscilloscope.
- synchroniser l'oscilloscope de manière à amener la figure à sa dérive réelle.

Si le signal glisse vers la gauche, la fréquence du pilote est plus élevée que l'étalon et réciproquement. Le nombre de périodes du signal qui dérive par seconde, donne l'écart en 10^{-7} entre les deux fréquences.

La fréquence du quartz peut être recalée à l'aide du potentiomètre ΔF PILOTE accessible à l'arrière de l'appareil. A titre indicatif on peut considérer que la course totale de ce potentiomètre — soit 20 tours — correspond à une variation de fréquence de l'ordre de $5 \cdot 10^{-7}$.

3. Enfin le commutateur **FONCTION** comporte une position **CONTROLE** qui permet de vérifier le fonctionnement global du fréquencesmètre et par là de contrôler pratiquement tous les circuits. Le résultat affiché sera 10 MHz, l'unité d'affichage (Hz, kHz ou MHz) ainsi que la position de la virgule étant déterminées par le contacteur **UNITE DE MESURE**. La fréquence est lue à ± 1 coup près, incertitude due au principe même de l'appareil.

Si l'affichage est incorrect, il y a lieu de procéder à une vérification plus complète des circuits de l'appareil.

IV.4- ACCES AUX CIRCUITS

Le fréquencesmètre est composé d'un châssis en acier inoxydable formant armature sur lequel sont fixés les panneaux avant et arrière ; l'ensemble est fermé par quatre plaques amovibles.

Tous les circuits sont accessibles après démontage de ces plaques. Ils sont identifiés sur les vues photographiques des planches B et C.

Démontage des plaques de fermeture

- Plaque de dessus : desserrer la vis située sur le rebord arrière de la plaque, puis tirer vers l'arrière cette plaque qui coulisse dans des gorges.
- Flasques : enlever les quatre vis qui les fixent au châssis.
- Plaque de dessous : retourner l'appareil et le poser sur sa face supérieure, puis agir de la même façon que pour le démontage de la plaque de dessus.

IV.5 - LOCALISATION DES PANNES

IV.5.1 - VERIFICATIONS PRELIMINAIRES

Lorsqu'on constate un défaut ou une panne dans le fonctionnement de l'appareil, avant d'intervenir sur les circuits, il est conseillé d'effectuer deux contrôles préliminaires :

- vérification des conditions d'utilisation : s'assurer que l'alimentation « secteur » est correcte, que les positions des différents réglages sont compatibles et correspondent bien à l'utilisation envisagée, que les caractéristiques des signaux d'entrée sont conformes, etc... Contrôler également l'état du fusible « secteur » en service.
- examen d'aspect : démonter les plaques de protection comme il est indiqué au § IV.4, pour examiner l'intérieur de l'appareil. Vérifier qu'aucun élément n'est endommagé ou dessoudé, qu'il n'y a pas de mauvais contacts, de liaisons défectueuses, etc...

Corriger les défauts ainsi mis en évidence avant de poursuivre l'analyse.

IV.5.2 - LOCALISATION DES CIRCUITS DEFECTUEUX

Quand rien n'apparaît immédiatement, il existe trois moyens de localiser le circuit à incriminer :

- l'interprétation des résultats et signaux délivrés par l'appareil en fonction du type de la mesure effectuée (§ IV.6)
- la mesure des tensions aux différents points tests (§ IV.7)
- la comparaison des formes d'ondes relevées à l'aide d'un oscilloscope aux différents points tests avec les oscillogrammes imprimés sur les planches 2 à 17 (fournis à titre indicatif).

IV.5.3 - REMARQUES POUR LE DEPANNAGE

1. Lors du changement d'un composant, il est nécessaire de vérifier que l'élément de remplacement se situe à l'intérieur des tolérances prévues par le constructeur, et qu'en particulier il satisfait à la spécification indiquée dans la liste des composants établie au chapitre V.
2. Pendant le remplacement d'un composant, il est recommandé de ne pas laisser l'appareil

sous tension, car toute fausse manoeuvre ou court-circuit interne accidentel peut entraîner la destruction d'un ou plusieurs semi-conducteurs.

3. Toute valeur de tension mesurée s'écartant de plus de 10 à 20 % de la valeur mentionnée peut permettre l'identification d'un composant défectueux.

IV.6 - INTERPRETATION DES RESULTATS ET DES SIGNAUX DELIVRES PAR LE FRE- QUENCEMETRE

Les tests suivants doivent être effectués dans l'ordre de leur succession ; ils constituent des contrôles systématiques destinés à permettre une localisation rapide de certains types de pannes.

Conditions d'observation	Défauts constatés	Circuits à vérifier
PILOTE sur INT. (position maintenue pour la suite des tests de ce tableau)	Absence de signal sur la prise SORTIE PILOTE	- Oscillateur 5 MHz thermostaté Z 17 - Circuit 1-5-10 Z 11 : IC 1 ou Q 2
UNITES DE MESURE sur 1 - 10 MHz FONCTION successivement sur : 1. CONTROLE 2. MULTIPERIODE (avec signal à l'entrée A 20 MHz) 3. RAPPORT (avec signal à l'entrée B)	Absence de signal sur la prise FREQ. DE REF. : - uniquement en position 1 - uniquement en position 2 - uniquement en position 3 - simultanément en 1, 2 et 3	- Circuit 1-5-10 Z 11 : oscillateur 10 MHz - Base de temps Z 2 : IC 15 c ou IC 16 c - Base de temps : IC 16 a - Base de temps : IC 16 b - Base de temps : IC 16 e, IC 15 f, IC 10 a, IC 13 a, IC 14, IC 12 d ou Q 1
FONCTION sur MANUEL UNITES DE MESURE successivement de 1 MHz à 0,01 Hz	Absence de signal sur la prise FREQ. DE REF. : - pour une position et pas sur les positions inférieures - pour une position et sur les positions inférieures simultanément	- Base de temps Z 2 : porte de sélection associée - Base de temps Z 2 : décade correspondante
SEP.-COM. sur COM. Signal appliqué à l'entrée A 20 MHz	- Absence d'impulsions sur la prise MARQUEUR A - Absence d'une impulsion sur deux	- Circuit Marqueurs Z 15 - Ampli d'entrée Z 14 A ou Z 14 B
FONCTION sur CONTROLE UNITES DE MESURE sur 100 Hz TEMPS D'AFFICHAGE non ∞	- Le voyant COMPTAGE ne s'allume pas - Le voyant COMPTAGE ne s'éteint pas	- Fonctionnel Z 8 : IC 2 a - Sélecteur de voies Z 6 : IC 9 - Affichage Z 1 : Q 2 - Fonctionnel Z 8 : IC 2 b - Sélecteur de voies Z 6 : IC 4 .../...

Conditions d'observation	Défauts constatés	Circuits à vérifier
FONCTION sur CONTROLE MEMOIRE sur AVEC TEMPS D'AFFICHAGE non ∞	- Le résultat n'est pas affiché lorsque le voyant COMPTAGE s'éteint - Le résultat est affiché mais pas de nouveau comptage sans réarmement	- Fonctionnel Z8 : IC 10 a - Fonctionnel Z8 : IC 7
FONCTION sur CONTROLE MEMOIRE sur SANS TEMPS D'AFFICHAGE non ∞ TOTALISATEUR sur SANS	- Les résultats des comptages successifs s'additionnent - L'affichage est remis à zéro mais pas de nouveau comptage malgré le REARMEMENT	- Fonctionnel Z8 : IC 9 - Fonctionnel Z8 : IC 10 b
FONCTION sur CONTROLE	- Un tube d'affichage ne fonctionne pas - Plusieurs tubes successifs ne fonctionnent pas	- Affichage Z1 : mémoire et décodeur associés ou tube lui-même. - Affichage Z1 : décade correspondant au chiffre de rang le moins significatif
FONCTION sur PHASE UNITES DE MESURE sur 100 Hz Signaux appliqués aux entrées A - 20 MHz et B	- Absence de comptage - Comptage erroné	- Phasemètre Z7 : oscillateur 3600 kHz - Sélecteur de voies Z6 : IC 3 ou IC 8.
FONCTION sur CONTROLE UNITES DE MESURE sur 1 MHz ENTREES A sur 1 à 220 MHz	Absence de comptage ou affichage différent de 100 MHz	- Sélecteur extenseur Z3 : IC 4 ou IC 5.
FONCTION sur CONTROLE UNITES DE MESURE sur 1 MHz EXPANSEUR sur 221	Affichage différent de : 221×10 MHz	- Extenseur Z5
FONCTION sur FREQUENCE ENTREES A sur 1 à 220 MHz Signal appliqué à l'entrée A 220 MHz	Absence d'affichage ou affichage erroné	- Ampli-diviseur Z9

IV.7 - CONTROLE DES PERFORMANCES ET DEPANNAGE DES CIRCUITS

IV.7.1 - ALIMENTATIONS GENERALES (Z 10)

A - Alimentation + 5 V

Vérifier la tension + 5 V délivrée par ce circuit. Si nécessaire, cette tension peut être ajustée à l'aide du potentiomètre R6. Lorsque le réglage est impossible, vérifier les transistors et le régulateur intégré équipant cette alimentation.

B - Alimentation - 5,2 V

La tension délivrée par cette alimentation est de - 5,2 V. Si nécessaire, ajuster la tension à l'aide de R12. Lorsque le réglage est impossible, vérifier les transistors et le régulateur intégré.

C - Alimentation HT

Cette alimentation fournit une tension pulsée (redressement simple alternance) d'environ 170 V crête. Si l'on observe une tension différente, vérifier la diode CR15.

IV.7.2 - ALIMENTATIONS QUARTZ (Z 13)

Vérifier que ces alimentations délivrent les tensions + 5 V et - 5,2 V. Si nécessaire ajuster ces tensions respectivement à l'aide des potentiomètres R8 et R1.

Lorsque ces tensions ne peuvent pas être ajustées ou que la régulation en fonction des variations de la tension « secteur » n'est pas correcte, vérifier et changer les régulateurs intégrés IC1 ou IC2 ainsi que le transistor ballast de l'alimentation + 5 V.

IV.7.3 - OSCILLATEUR 5 MHz THERMOSTATE (Z 17)

Vérifier que le circuit délivre un signal à la fréquence 5 MHz.

La précision de fréquence de ce signal, mesurée après un temps de fonctionnement ininterrompu d'une semaine, peut être contrôlée comme décrit au § IV.3.

IMPORTANT - L'enceinte thermostatée qui contient l'oscillateur ne doit pas être dissociée de la plaquette enfichable sur laquelle elle est montée.

En cas de défectuosité, procéder à un échange standard de l'ensemble (Z 17) à l'exclusion de toute intervention. (Enlever les deux écrous qui maintiennent l'enceinte sur le châssis avant de dégager la plaquette de son support).

IV.7.4 - OSCILLATEUR 10 MHz ASSERVI (Z 11)

- Vérifier le bon fonctionnement du circuit de sélection IC1. Selon la position de l'inverseur PILOTE, la porte IC1b doit délivrer soit le signal à 5 MHz engendré par l'oscillateur interne Z17, soit un signal dont la fréquence est égale à celle du signal appliqué à l'ENTREE PILOTE.
- Vérifier, lorsque la porte IC6d délivre un signal, que l'entrée 12 du circuit IC5d est dans l'état logique « 0 » (niveau < 0,8 V).

- Vérifier la présence du signal délivré par le pilote sur la SORTIE PILOTE.
- Vérifier que la somme des largeurs des deux impulsions délivrées respectivement par IC 3 a (Q) et IC 3 b ($\bar{Q}$) est égale à 950 ns environ, (se reporter au diagramme du § III.3.7).
- Vérifier que le circuit IC 4 fonctionnant en porte OU exclusif délivre un signal rectangulaire à la fréquence 2 MHz. Ce signal est réglable par l'intermédiaire de C9.
- Contrôler la présence du signal à 10 MHz successivement en sortie des portes IC 5 c et d.

IV.7.5 - BASE DE TEMPS (Z2)

- Régler le potentiomètre TEMPS D'AFFICHAGE sur ∞ et vérifier que l'entrée de l'inverseur IC 15 c est « haute ».
- Pour l'une des positions FREQUENCE ou CONTRÔLE du commutateur FONCTION, vérifier que le signal de fréquence 10 MHz est successivement transmis par l'inverseur IC 15 c, le circuit IC 16 et l'inverseur IC 15 f.
- Le commutateur UNITE DE MESURE étant placé sur 10 MHz, vérifier que le signal à 10 MHz délivré par l'inverseur IC 15 f est successivement transmis par les portes IC 10 a - IC 13 a - IC 14 - IC 12 d et Q1.
- Mettre le commutateur UNITE DE MESURE sur 1 MHz et vérifier que la sortie Q2 du diviseur IC 1 délivre un signal rectangulaire de fréquence 1 MHz, signal qui doit être successivement transmis par les portes IC 10 b - IC 13 a - IC 14 et IC 12 d.
- De même pour toutes les autres positions du commutateur UNITE DE MESURE, vérifier que le diviseur correspondant fonctionne correctement et que le signal délivré par le diviseur est normalement transmis par les portes correspondantes.

Après s'être assuré du bon fonctionnement des amplificateurs Entrée A - 0 à 20 MHz et Entrée B et du circuit inverseur Z16, vérifier le bon fonctionnement du circuit de sélection IC 16 et des inverseurs IC 15. Pour ceci :

- en fonction PERIODE appliquer un signal à l'entrée A - 0 à 20 MHz et vérifier que ce signal est disponible en sortie du circuit IC 16. Les inverseurs ENTREES A et A-B doivent être placés en conséquence.
- en fonction RAPPORT vérifier que le signal ENTREE B est disponible en sortie de la porte IC 16.

IV.7.6 - SELECTEUR EXPANSEUR PAR 10 (Z3)

Le TEMPS D'AFFICHAGE étant ∞ et l'inverseur ENTREES A étant placé sur 0 à 20 MHz, vérifier en fonction FREQUENCE que le signal délivré par la base de temps est normalement transmis par les portes IC 2 - IC 3 et IC 4 d et c. Cette dernière porte doit être maintenue ouverte par la porte IC 4 b dont l'entrée 1 est mise à la masse par l'inverseur ENTREES A.

Amener l'inverseur ENTREES A sur 1 à 220 MHz et vérifier que le signal délivré par la base de temps, signal disponible en sortie de la porte IC 4 d, déclenche le diviseur IC 5.

En sortie de la porte IC 4 c on doit observer des impulsions négatives dont la fréquence de récur-

rence est égale au 1/10 de la fréquence de référence délivrée par la base de temps (voir diagramme du § III.3.9.B).

IV.7.7 - EXPANSEUR (Z5)

En fonction FREQUENCE, le TEMPS D'AFFICHAGE étant ∞ et les roues codeuses de l'expandeur affichant 0000 ou 0001, vérifier que le signal délivré par le sélecteur expandeur Z3 est normalement transmis par les portes IC1a et c.

Si nécessaire effectuer une commande REARMEMENT pour provoquer le basculement du circuit IC6 qui assure l'ouverture de la porte IC1c.

En fonction PERIODE et en l'absence de signal à mesurer, afficher un nombre quelconque avec les roues codeuses du circuit expandeur. Provoquer un REARMEMENT et vérifier que les sorties Q des circuits IC2 à IC5 ont pris des états correspondant au nombre affiché dans le code BCD 1-2-4-8.

En fonction FREQUENCE vérifier que les sorties « Borrow » des décompteurs IC2 à IC5 délivrent à intervalle régulier une impulsion négative.

Vérifier que l'impulsion de coïncidence, obtenue lorsque toutes les sorties Q des 4 décompteurs sont dans l'état « 0 », est transmise par la diode CR17 et les portes IC7.

IV.7.8 - SELECTEUR DE VOIES (Z6)

- Vérifier le bon fonctionnement du circuit IC2 de sélection du signal à compter (voir tableau récapitulatif paragraphe III.3.11.A).
- Vérifier le bon fonctionnement des circuits commandant successivement l'ouverture puis la fermeture de la porte de comptage (voir tableau récapitulatif paragraphe III.3.11.B).
- En FONCTION PHASE vérifier le bon fonctionnement du circuit modulant la porte de comptage. Pour ceci vérifier que :
 - . à chaque point de déclenchement visualisé par un MARQUEUR A, correspond une impulsion négative en sortie de la porte IC8c.
 - . à chaque MARQUEUR B correspond une impulsion négative en sortie de la porte IC8d.
 - . la bascule IC8a-b délivre des impulsions (négatives sur IC8a) dont la largeur est égale à l'intervalle de temps séparant les impulsions délivrées par les portes IC8c et IC8d.
 - . la porte IC7a est « haute ».
 - . le signal temps de comptage transmis à la porte IC7c est découpé en sortie de cette porte.

IV.7.9 - FONCTIONNEL (Z8)

A - Réarmement

- Placer la commande TEMPS D'AFFICHAGE sur « ∞ ».
- Vérifier que le circuit IC3a de Z16 délivre une impulsion négative à chaque pression sur le bouton REARMEMENT S10. Cette impulsion doit être transmise par les portes IC3a et b aux entrées « Clear » des bascules IC2a et b.

B - Commande de porte

- Placer les commandes FONCTION et UNITE DE MESURE respectivement sur FREQUENCE et 1 kHz.
- Vérifier que les entrées « Clear » des bascules IC 2 a et b sont au niveau « 1 ».
- Vérifier qu'une pression sur le poussoir REARMEMENT amène simultanément les deux sorties Q des bascules IC 2 a et b à « 0 ».
- Vérifier que le signal 1 kHz transmis simultanément aux entrées « Clock » amène successivement ces mêmes sorties Q au niveau « 1 », la bascule IC 2 b ayant un retard de 1 ms par rapport à la bascule IC 2 a.
- Vérifier qu'après avoir déclenché la commande de porte avec le poussoir REARMEMENT la porte IC 4 a délivre un signal négatif de largeur 1 ms.

Nota - La porte IC 4 c est au niveau « 1 » en l'absence de signal PORTE EXT.

- Vérifier la présence de ce même signal sur la sortie des portes IC 4 b et IC 6 c.

C - Mémoire

- Vérifier qu'en fin du signal « temps de comptage » délivré par la porte IC 4 b la sortie Q du monostable IC 10 a délivre une impulsion positive. Si nécessaire vérifier IC 10 a et Q 1.
- Vérifier que la porte IC 11 a délivre une impulsion négative.
- Vérifier que la porte IC 11 c transmet l'impulsion mémoire lorsque l'interrupteur MEMOIRE est placé sur AVEC.

D - Remise à zéro

- Vérifier que le signal de porte est inversé par la porte IC 8 a (signal négatif).
- Vérifier que la commande REARMEMENT amène la porte IC 8 b au niveau « 0 », cette porte devenant à nouveau « haute » au signal de porte suivant.
- Vérifier que l'inverseur TOTALISATEUR étant sur la position SANS une pression sur le poussoir REARMEMENT provoque l'apparition d'une impulsion négative sur la sortie de la porte IC 9 c. Cette même impulsion est disponible après inversion en sortie de la porte IC 9 d.
- Vérifier que cette même commande REARMEMENT déclenche une impulsion positive sur la sortie Q de la bascule IC 10 b (« remise à zéro » base de temps).

E - Temps d'affichage

La commande TEMPS D'AFFICHAGE n'étant pas réglée sur « ∞ » on doit observer en sortie de la porte IC 7 a un signal négatif déclenché par l'impulsion mémoire négative délivrée par la sortie $\bar{Q}$ de la bascule IC 10 a. La fréquence de récurrence de ces signaux est réglable à l'aide de R 15 TEMPS D'AFFICHAGE entre 5 à 6 signaux par seconde et 1 signal toutes les 5 à 6 secondes.

F - Porte extérieure

- Mettre les commutateurs FONCTION et UNITE DE MESURE respectivement sur FREQUENCE et 1 kHz, le TEMPS D'AFFICHAGE n'étant pas ∞ .
- Vérifier que la porte IC 6 b délivre un signal négatif dont la largeur est égale au « temps de comptage » + « temps d'affichage » + « remise à zéro » de la base de temps.
- Mettre l'inverseur PORTE EXT. sur REPETITIF.
- Mettre le commutateur FONCTION sur MANUEL-FIN et appliquer à l'entrée PORTE EXT. un signal de commande de porte (ouverture de la porte de comptage 0 V, fermeture + 2 V à 5 V).

- Vérifier que ce signal est après inversions successives disponible sur la sortie de la porte IC 4 b.
- Mettre l'inverseur PORTE EXT. sur MONOCOUP.
- Vérifier que la porte IC 6 a est « haute » pendant l'intervalle de temps « porte ext. + temps d'affichage + remise à zéro ».
- Vérifier qu'en fin de signal PORTE EXT. l'impulsion mémoire amène la sortie 3 de la bascule IC 5 a - b au niveau haut ce qui verrouille IC 4 c.

IV.7.10 - AFFICHAGE (Z 1)

- Placer le commutateur FONCTION sur FREQUENCE.
- Vérifier que le signal « temps de comptage » délivré par la porte IC 4 b du circuit fonctionnel Z 8 est transmis par les portes IC 7 c et d du sélecteur de voies Z 6.
- Vérifier que le signal de remise à zéro $\neg$ est bien transmis aux décades IC 4, IC 7, IC 10, IC 13, IC 16, IC 19.
- Vérifier que le signal de remise à zéro $\neg$ est transmis aux entrées « clear » des circuits IC 23 et IC 24.
- Vérifier que le signal mémoire positive arrive bien sur les circuits IC 5 - IC 8 - IC 11 - IC 14 - IC 17 - IC 20 et IC 22, l'inverseur MEMOIRF étant placé sur AVEC.
- Mettre le commutateur FONCTION sur CONTROLE et l'inverseur MEMOIRE sur SANS. Les tubes numériques doivent afficher la fréquence 10 MHz, l'unité de mesure et la position de la virgule étant fixées par le commutateur UNITE DE MESURE.
- Si nécessaire : vérifier que les décades délivrent des informations dans le code 1-2-4-8. Ces informations doivent être transférées par les circuits « mémoire » aux circuits de décodage commandant les tubes d'affichage.

IV.7.11 - AMPLIFICATEURS DES ENTREES A - 0 à 20 MHz et B (Z 14 A et B)

Les réglages sont décrits au § III.3.1.

IV.7.12 - AMPLIFICATEUR ET DIVISEUR DE L'ENTREE A - 1 à 220 MHz (Z 9)

Attaquer l'entrée A - 1 à 220 MHz avec un vibulateur et raccorder un oscilloscope à l'émetteur de Q4. Régler l'ensemble des condensateurs ajustables de manière à obtenir une courbe de réponse la plus plate possible dans l'ensemble de la bande 1 - 220 MHz.

- Régler R 20 pour aligner les signaux transmis par C 14 sur des niveaux ECL.
- Régler R 31 de manière à obtenir sur l'émetteur de Q7 des signaux en niveaux TTL.

IV.7.13 - MARQUEURS (Z 15)

- Vérifier que la porte IC 1 c (ou IC 2 c) délivre une impulsion pour chaque front montant du signal appliqué à la porte IC 1 a (ou IC 2 a). La largeur de cette impulsion est fonction du condensateur C 1 à C 3 (ou C 4 à C 6) en service.
- Vérifier le signal délivré sur la prise J 5 MARQUEURS A, impulsion négative amplitude 5V.

IV.7.14 - PHASEMETRE (Z7)

- Vérifier le bon fonctionnement de l'oscillateur IC 1. La porte IC 1 a doit délivrer des impulsions à la fréquence 3 600 kHz lorsque l'oscillateur est asservi.
- Vérifier les diviseurs par 6 IC 2 et IC 3. Signaux rectangulaires de fréquence 100 kHz en sortie de IC 3.
- Vérifier les décades IC 4 et IC 5. Signaux rectangulaires de fréquence 100 kHz en sortie de IC 5.
- Vérifier le bon fonctionnement du montage « OU exclusif » IC 6. La porte IC 6 a doit délivrer des signaux carrés de fréquence 200 kHz. Le rapport cyclique de ces signaux est réglable par C 2.
- Vérifier les décades IC 7 à IC 11. Les décades doivent délivrer des signaux carrés de fréquence sous multiple de 3 600 kHz (rapport 10).
- Vérifier le circuit de sélection IC 13 et IC 14 ainsi que le circuit IC 15.

IV.7.15 - ENREGISTREUR (Z4)

- Vérifier le bon fonctionnement du monostable IC 1 b-c. La porte IC 1 c doit délivrer une impulsion négative (largeur 20 ms environ) à chaque front descendant du signal de déclenchement.
- Sur le collecteur de Q 2 on doit observer une impulsion positive, largeur 20 ms environ et d'amplitude 5 V.

CHAPITRE V

LISTE DES COMPOSANTS

Ce chapitre contient la liste des composants électroniques interchangeables de l'appareil. Ils sont groupés par sous-ensembles et disposés selon l'ordre alphanumérique de leur repère dans chaque sous-ensemble.

La liste indique successivement de gauche à droite :

- 1°) le repère du sous-ensemble dans l'appareil Ex. : Z 3
- 2°) le repère du composant dans le sous-ensemble . . Ex. : R 48
- 3°) la description du composant : définition et type . Ex. : 30 OHM 5 PC 0 W 5 RBX003
- 4°) le numéro de stock Ferisol Ex. : 02 01 2072300 0262

Le numéro de stock comprend l'indication du fournisseur du composant sous la forme de code à 3 ou 4 chiffres. Ce code est défini par :

- les 9ème, 10ème et 11ème colonnes pour les semi-conducteurs (le code 000 signifie qu'il n'y a pas d'impératif de fournisseur)
- les 12ème, 13ème, 14ème et 15ème colonnes pour les autres composants (fournisseurs mentionnés à titre indicatif).

Les commandes de composants adressées à FERISOL doivent obligatoirement se référer aux numéros de stock correspondants.

SYMBOLES UTILISES

B = ventilateur	LS = haut parleur
C = condensateur	M = organe indicateur
CR = diode à semi-conducteur	P = connecteur (partie mobile)
DS = voyant de signalisation	Q = transistor
F = fusible	R = résistance
FL = filtre	S = interrupteur ou contacteur
IC = circuit intégré	T = transformateur
J = connecteur (partie fixe)	V = tube électronique
K = relais électromagnétique	Y = quartz
L = self	Z = sous-ensemble

ABREVIATIONS

Condensateurs	Fusibles
2 PF 2 = 2,2 picofarads	0 A 3 = 0,3 ampère
10 NF = 10 nanofarads	Résistances
33 MF = 33 microfarads	5 K 3 = 5,3 kilo-ohms
10 PC = 10 %	1 MOHM = 1 mégohm
M20P50 = - 20 % + 50 %	0 W 125 = 0,125 watt