

14^F

N° 1698
NOVEMBRE
1983
VIII^e ANNÉE

LE HAUT-PARLEUR

LA REFERENCE EN ELECTRONIQUE

ISSN 0337 1883

HI-FI. AUDIO. VIDEO. MICRO-INFORMATIQUE. REALISATIONS

HI-FI

**LE COMPACT-DISC
YAMAHA CD-1
4 TUNERS
AU BANC D'ESSAI**

**REALISATIONS
5 MONTAGES**

**MICRO
INFORMATIQUE**

**BANC D'ESSAI
DE L'ORIC 1**

REPORTAGES

**LE VIDCOM 83
A.K.G A VIENNE**

Vidéo Actualité

**LES MAGNETOSCOPES
AKAI VS 1S
ET DUAL VRS 80**



**PHILIPS MACH 40:
UNE CHAINE
HAUTE FIDELITE 40 WATTS
A MOINS DE 4500 F.**

PHILIPS 

BELGIQUE : 105 F.B. ● CANADA : 2,50 \$
● SUISSE : 5 F.S. ● TUNISIE : 1,49 DIN ●
ESPAGNE : 300 PTAS

Le TF.7.SF

un nouvel émetteur de radiocommande

LA description de l'émetteur TF7.S parue dans les n° 1 651 et 1 652 du Haut-Parleur avait été un petit événement dans le cercle réduit des amateurs de radio-commande, construisant leurs ensembles eux-mêmes. En effet, il devenait possible de réaliser un codeur ayant presque toutes les possibilités : les courses réglables et indépendantes, les inversions de sens, les voies à courbe en S ou exponentielle, les couplages, les mixages, la programmation... Il y avait là matière à stimuler l'enthousiasme des amateurs sérieux... et aussi des autres ! Et certains ne s'en privèrent pas, ne se limitant pas à la description de l'auteur, mais brochant sur le thème ! Mettant des voies en S partout, même sur les auxiliaires, prévoyant de mixer ou de coupler tout avec tout. Il naquit ainsi sans doute quelques « monstres » présentant plus de boutons qu'un variolique et dont la complexité, bien inutile, ne doit pas être un critère de fiabilité.

La difficulté consiste souvent, dans ce domaine, à savoir trouver le juste milieu entre le compliqué et le très simple. C'est dans le sens de cette mesure que nous essayons de travailler en proposant, bien sûr, ce que le progrès technique du moment permet de réaliser, mais en évitant d'exagérer. C'est ainsi que nous avons décrit, dans les n° 1 692 à 1 696 de cette revue, des platines HF et récepteur associé à synthèse de fréquence, donnant la possibilité, parfois très appréciée (vol de pente, par exemple) mais souvent inutile (cas du terrain habituel, où tout le monde se connaît et a sa fréquence de travail, compatible avec celle des autres), de changer de fré-

quence quand on le désire, en optant pour l'un quelconque des canaux de bandes autorisées, sans posséder pour autant un stock de quartz impressionnant et très coûteux.

La synthèse de fréquence rend ce changement de fréquence possible par la manœuvre de commutateurs, tant à l'émetteur qu'au récepteur, avec un seul jeu de quartz de référence. Formidable, n'est-ce pas !

D'autres avantages plus techniques apparaissent :

- La précision en fréquence des canaux obtenus est la même sur tous ces canaux et ne dépend que de la qualité du montage et de celle du réglage initial.
- Les dérives de fré-

quence, en température et tension peuvent être minimisées par un choix convenable des composants, du schéma et de la qualité de l'unique jeu de quartz.

- Le swing de modulation FM est parfaitement constant d'un canal à l'autre. C'est une caractéristique impossible à obtenir avec des quartz différents, même s'ils proviennent du même fabricant.

Evidemment, toute médaille a son revers, et la synthèse de fréquence n'y échappe pas :

- Le montage est nettement plus complexe et nécessite plus de connaissances et plus de moyens pour aboutir à de bons résultats. Ce n'est plus du travail de débutant ! Quelques petits défauts de jeunesse subsistent encore, sans compromettre cependant le fonctionnement en application réelle.

Il nous a été ainsi possible de terminer la saison 1983 de vol, avec TF7.S équipé avec la platine HF6/SF et le récepteur RX9/SF, dans de parfaites conditions, oubliant presque la nature même du système utilisé, ce qui est sans nul doute le meilleur critère de bon fonctionnement !

Nous avons donc pensé qu'il serait intéressant de reprendre le TF7.S pour

mieux l'adapter à la synthèse de fréquence et pour y apporter quelques modifications de détail permises par la disponibilité actuelle des composants, les lecteurs n'ayant pas la description précédente pouvant ainsi « reprendre le train en marche » !

Trois idées directrices ont déterminé la nouvelle description :

- Tout d'abord pouvoir utiliser les nouveaux manches de SLM ressemblant très... très fort aux précédents Multiplex (choisis alors parce que rien d'autre n'existait !) mais, cette fois, parfaitement disponibles, d'aussi bonne qualité, moins encombrants, et surtout bien meilleur marché ; ce dernier point est tout de même important, car le prix élevé des manches Multiplex avait arrêté certains réalisateurs potentiels. Les dimensions un peu différentes des manches SLM nous obligent à quelques modifications de la découpe du boîtier et du tracé des circuits imprimés additionnels.

- Nous avons voulu permettre l'emploi de codeurs différents, par exemple le codeur à NE5044 et le codeur TF7.N, complétés ou non des circuits de voies en S, de couplages et de mixages.

— Enfin, et c'est la nouveauté annoncée déjà, un affichage à cristaux liquides va permettre de visualiser les paramètres essentiels de l'émetteur, à savoir :

- la tension batterie,
- la fréquence d'émission réellement mesurée par un fréquencemètre numérique,
- le temps écoulé pendant le vol, soit en secondes, soit en minutes.

Notons que la mesure de la fréquence est plus qu'un gadget, à partir du moment où l'on emploie une platine à synthèse de fréquence. Cette mesure permet d'une part de vérifier le calage du canal choisi, la programmation en binaire étant tout de même un peu abstraite, d'autre part de vérifier que la boucle du synthétiseur est bel et bien verrouillée, ce qui se traduit par l'affichage correct et stable, alors que cet affichage est totalement erratique dans le cas contraire.

Finalement, nous avons abandonné le timer sonore, assez agaçant en atelier et pas assez bruyant sur le terrain, au milieu du vacarme des divers moteurs. De plus, le décompte auditif des tops sonores est loin d'être évident, les premiers de la séquence étant souvent oubliés. Avec le nouveau système, un simple coup d'œil suffit, et le temps exact est connu.

Conçu pour être associé à la platine HF6/SF, le fréquencemètre ne mesure pas directement la fréquence émise, mais celle qui est issue du « down-mixer ». Il est ainsi possible de simplifier nettement l'entrée de mesure, avec attaque directe du circuit de comptage. Cependant, pour les amateurs ne disposant pas de cette platine mais qui aimeraient profiter tout de même de la description qui suit, pour mo-

derniser un ancien émetteur, nous allons proposer une interface d'adaptation acceptant la fréquence directe, soit de 41 MHz, soit de 72 MHz et, pourquoi pas, des nouveaux canaux 27 MHz !

Comme le bloc de mesure tension, fréquence, temps constitue la caractéristique majeure de notre nouvel émetteur, c'est par sa description que nous commencerons cet article. Nous trouverons donc, ce mois-ci, l'étude théorique des circuits nécessaires ; le mois prochain, la réalisation du bloc de mesure et son montage dans un boîtier revu et corrigé. La troisième partie de l'article sera consacrée aux codeurs éventuels complétant et terminant le montage du nouvel émetteur.

A. Bloc de mesure du TF7.SF

I — Etude théorique

Qui a ouvert ou, mieux, réalisé un fréquencemètre numérique sait qu'il s'agit souvent d'un appareil assez complexe, comportant de nombreux circuits intégrés. Le voltmètre numérique n'est pas non plus une plai-

santerie et, si certains circuits intégrés très spécialisés résolvent le travail, ils sont incompatibles avec la mesure d'une fréquence. Ajoutez à tout cela un timer digital ! Vous êtes prêt à parier que la réunion en un seul bloc de ces trois appareils de mesure apparemment fort différents, hormis le fait qu'ils utilisent tous trois un afficheur, doit donner une belle « usine à gaz » ! Eh bien... vous avez perdu ! Vous allez voir que, moyennant quelques circuits C.MOS (il en faudra quand même quelques-uns !), la coexistence entre les trois appareils va se faire très bien et tout simplement !

Le cœur du bloc de mesure est un circuit intégré bien connu de nos lecteurs, puisque nous venons de l'utiliser dans un tachymètre-impulsiomètre récemment décrit (voir H.P. n° 1 694). Il s'agit du ICM 7224 de Intersil. Ce circuit C.MOS est absolument remarquable, puisque, sous 5 V, il compte jusqu'à 25 MHz typiques ! C'est donc un circuit de la classe du MC145151 de Motorola, employé dans la synthèse de fréquence, vraisemblablement de la génération des nouveaux C.MOS à haute vitesse, les

74HC... destinés à ranger la LSTTL au placard des vieilles choses !

Le 7224 est un compteur à 4 1/2 digits, soit à quatre digits vrais (de 0 à 9) plus un digit de dépassement (rien ou 1). Il existe en deux versions :

— le 7224 ordinaire à digits décimaux, comptant de 0 à 19999.

— Le 7224 A à digits sexagésimaux, comptant de 0 à 1.59.59, ce modèle étant destiné, on le devine, aux horloges.

C'est le 7224 ordinaire qui est choisi pour le bloc de mesure. Notons aussi l'existence des 7225 et 7225 A, circuits identiques, à ceci près qu'ils sont prévus pour afficheurs à LED, tandis que les 7224 conviennent aux afficheurs à cristaux liquides, seuls à pouvoir être employés dans le plein soleil d'un terrain d'aviation. Pour cela, le 7224 contient toute la logique nécessaire à l'attaque des afficheurs à cristaux liquides, à savoir la génération du signal rectangulaire de « back plane » (électrode commune) et celle des signaux de commutation des segments.

1° Le 7224

Nous trouvons, en figure 1, le brochage de ce circuit. C'est un « gros pavé » en boîtier à 40 pattes. Pas de multiplexage de l'affichage, chaque segment ayant sa sortie particulière, ce qui explique les 40 picots !

La figure 2 donne la structure interne du circuit et permet de constater que l'ensemble est parfaitement classique avec ses quatre décades de comptage (2 x 5), les quatre décodeurs BCD/7 segments, les quatre tampons de mémorisation et enfin les quatre drivers attaqués par le

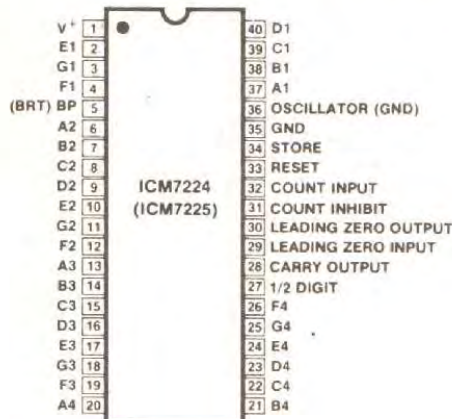


Fig. 1. — Brochage du 7224.

signal carré de back-plane et provoquant l'activation ou l'extinction des segments LCD. Nous rappelons que, pour exciter un segment, il faut l'attaquer par un signal carré de phase opposée à celle de celui qui attaque l'électrode commune arrière (BP). Au contraire, si ces deux signaux de segment et back-plane ont la même phase, le segment est invisible. (Voir fig. 3.)

La dernière décade attaque l'indicateur de 1/2 digit, marquant le dépassement de capacité du compteur principal. Une sortie issue de la dernière décade est également disponible sur le picot « carry out ». Elle permettrait de connecter deux 7224 en série si le besoin s'en faisait sentir, par exemple pour avoir un compteur à 8 digits. L'entrée de comptage (picot 32) CL comporte un trigger de Schmitt. Elle accepte donc les signaux à transition lente, ou à niveau un

peu faible, à condition de dépasser cependant la tension minimum de seuil.

Le compteur comporte les commandes classiques :

– **La remise à zéro** ou RAZ (R) Picot 33. Un niveau 0 remet toutes les décades à zéro.

– **Le transfert** (ST) Picot 54. Un niveau 0 fait passer le résultat du comptage des décodeurs vers les drivers d'affichage. Un niveau 1 coupe la liaison, l'afficheur indiquant toujours le résultat précédent. On sait que cette fonction permet de rendre invisible la phase de comptage en ne montrant que le résultat.

– **La porte de comptage** (E). La porte de comptage permet de laisser passer ou non les impulsions à compter, venant de l'entrée CL. La commande de cette porte se fait par le picot 31, de symbole E, dans nos schémas. Si E = 0, les impulsions ne passent pas.

Si E = 1, elles sont comptées.

Un cycle de comptage consiste à jouer convenablement des commandes ci-dessus :

– Mise de E à 1 pendant un temps connu (par exemple 1 ms ou 1 s). Retour à 0 à la fin de ce temps pendant lequel les décades, supposées préalablement à 0, ont démontré les impulsions incidentes. Le résultat de ce comptage est disponible à la sortie des décades.

– Mise de ST à 0 pendant un temps très court (mais supérieur à 3 μs). Le résultat des décades est transféré sur les drivers et, de ce fait, affiché. Retour de ST à 1.

– Mise de R à 0 pendant un temps également très court pour ramener les décades à 0. L'affichage du résultat précédent est conservé, mais le compteur est prêt pour un nouveau dénombrement.

Le cycle de comptage

peut être unique ou répétitif, cette seconde possibilité étant indispensable pour une mesure en continu, donc pour les fonctions fréquencemètre et voltmètre que nous envisageons.

Pour la fonction « timer » ou chronomètre, le 7224 fonctionne en compteur d'unités, celles-ci étant des impulsions « secondes » ou « minutes ».

Une mise à 0 initiale étant faite par un top négatif sur R, la commande de transfert est maintenue en permanence à 0 (ST = 0) pour un comptage apparent. La commande de porte est constamment à 1 (E = 1) pour passage des tops à compter. C'est ainsi que sera visible le comptage des secondes ou des minutes selon le choix qui en est fait. A la fin du comptage, un top négatif sur R remet le timer à 0.

Observons une dernière fois la figure 2 pour remarquer la présence de l'oscil-

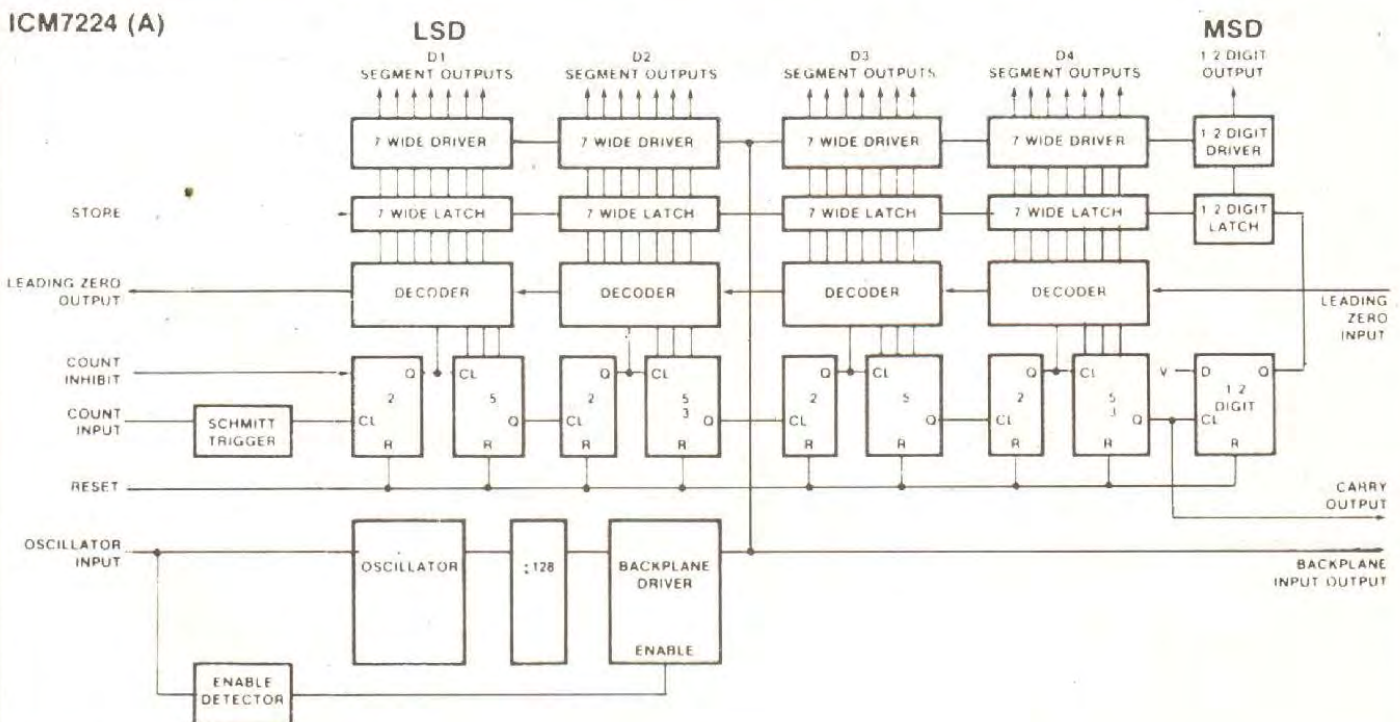


Fig. 2. – Structure interne du 7224.

REALISATION

lateur de signal de back-plane, entièrement intégré, sans constante de temps extérieure, ce qui est remarquable. L'oscillation de départ est à 16 kHz typique, divisée par 128 pour être ramenée à 125 Hz. Les diviseurs fournissent un signal à rapport cyclique exactement à 1, condition impérative pour une longue vie des afficheurs LCD. Lorsque l'entrée « oscillateur » est à 0, cet oscillateur est stoppé et le 7224 peut recevoir un signal externe appliqué sur le picot 5.

Dernier détail, l'effacement des zéros non significatifs se fait en mettant le picot 29 à 1. Mis à 0, au contraire, tous les 0 s'affi-

chent. On choisira selon ses goûts.

Concluons sur une caractéristique qui n'est pas la moins remarquable : le 7224 a une consommation propre de 10 à 50 μ A sous 5 V ! (1 mA à 10 MHz).

2° Les étages de fonctions (Voir fig. 4.)

a) **Mesure d'une fréquence.** C'est la mission du bloc de mesure, non seulement en fréquencemètre,

tre, ce qui est bien normal, mais aussi en voltmètre, pour lequel la tension à mesurer est convertie en fréquence.

Au départ, nous trouvons un oscillateur à quartz suivi d'une cascade de diviseurs par 2. C'est un circuit C.MOS type 4060 qui assure le double travail. On sait que ce circuit intègre un oscillateur et 14 diviseurs par 2 en série. Deux quartz sont prévus : l'un de 4 096 kHz est destiné au fréquencemètre HF, l'autre de 32 768 Hz, au voltmètre et au timer. Le condensateur ajustable C_1 permet le calage exact du fréquencemètre. La fréquence exacte du second quartz est nettement moins criti-

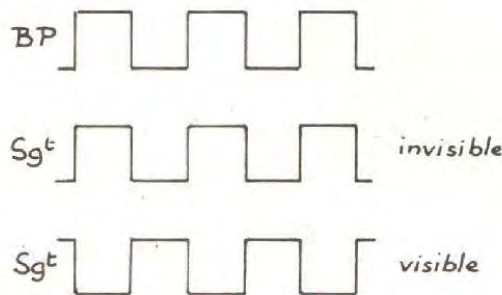


Fig. 3. — Le segment est visible si les signaux BP et Sg^t sont en opposition.

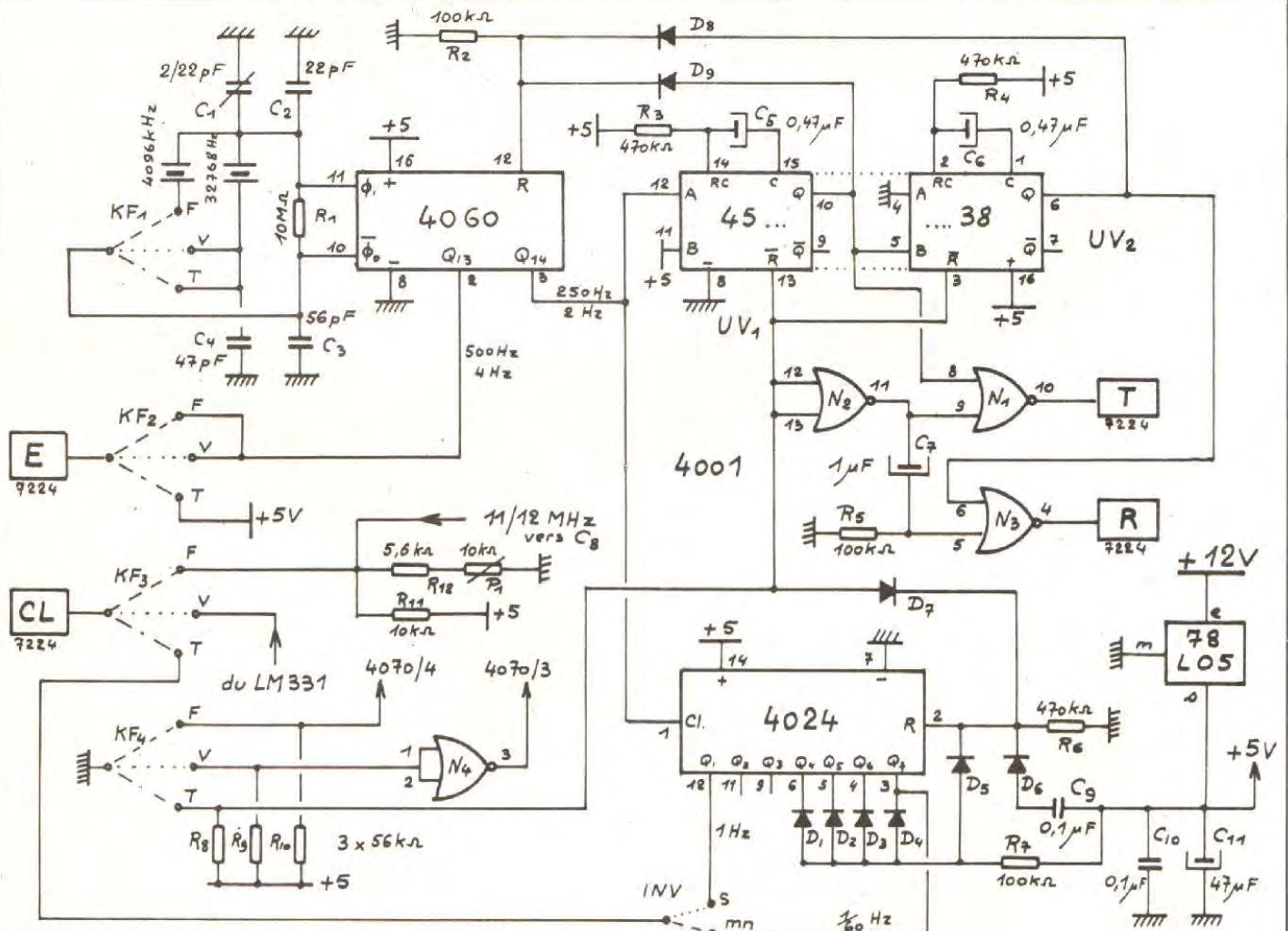


Fig. 4. — Schéma du bloc de mesure.

que et n'est pas ajustable par élément variable.

La sortie Q₁₃ délivre une fréquence égale à F_{0z}/2¹³ soit 500 Hz en fréquence-mètre et 4 Hz par ailleurs. Ces fréquences sont encore divisées par deux en Q₁₄ (250 Hz et 2 Hz). Le signal Q₁₃ commande la porte de comptage des fréquence-mètres (E). Ainsi, dans le premier cas, avec 500 Hz, la période est de 1/500 s = 2 ms et la fenêtre d'ouverture de la porte est de 1 ms, durée de l'alternance positive. (E = 1). Les décades comptent alors pendant 1 ms et l'affichage se fait directement en kHz. Dans le second cas, cette fenêtre de comptage est de 1/2 de 1/4 s soit 1/8 s.

Pour assurer un fonctionnement agréable à l'œil, plus particulièrement avec les cristaux liquides, il faut une cadence de comptage de 2 à 3 par seconde.

Pour assurer cette cadence, dans les deux cas de mesure de fréquence, malgré la grosse différence des temps d'ouverture de la porte, nous allons faire appel à deux monostables pour fabriquer les signaux de remise à zéro et de transfert. Ces signaux seront assez longs pour ralentir la cadence. (Voir fig. 5.)

Rappelons tout d'abord que, dans le 4060, le flanc descendant de l'étage « n » déclenche le front montant de l'étage « n + 1 ». Ainsi, la fin du palier haut de Q₁₃ (qui a ouvert la porte de comptage) fait passer Q₁₄ à 1. Cette transition 0-1 de Q₁₄ déclenche le premier monostable UV₁ qui génère une impulsion de durée t = RC soit t = 470 k × 0,47 μ = 0,22 s. (Le 4538 est sensible aux fronts montants sur son entrée A et aux fronts descendants sur l'entrée B.) La sortie de UV₁ fournit l'impulsion de transfert. Nous y

reviendrons. Par ailleurs, cette sortie déclenche le second monostable qui fournit aussi une impulsion consécutive de la même durée, les composants associés étant de même valeur (t = 0,22 s).

La somme des durées d'ouverture de porte, de transfert et de RAZ, donne la durée d'un cycle de comptage. Ainsi, en fréquence-mètre HF, nous trouvons :

$$T = 1 \text{ ms} + 0,22 \text{ s} + 0,22 \text{ s} \approx 0,45 \text{ s}$$

soit un peu plus de deux comptages par seconde tandis qu'en voltmètre on a :

$$T = 1/8 \text{ s} + 0,22 \text{ s} + 0,22 \text{ s} \approx 0,57 \text{ s},$$

soit pratiquement deux comptages par seconde. C'est bien ce que nous voulions.

Mais attention ! Si nous en restions là, le fonctionnement serait mauvais, car de nombreuses ouvertures de porte se produiraient après celle qui a déclenché les monostables (une ouverture toutes les deux millisecondes en fréquence-mètre HF). Cela serait sans importance pendant le signal de RAZ, le 7224 étant bloqué à 0, mais il n'en serait pas de même pendant le signal de transfert où les décades sont toujours actives. Il est impératif de blo-

quer le 4060, dès le flanc montant initial de Q₁₄. A cet effet, les signaux Q des deux UV sont additionnés à travers un « OU » logique à diodes, la somme étant envoyée sur l'entrée de remise à 0 du 4060. Ainsi, pendant la durée du signal de transfert, puis celle du signal de RAZ, ce 4060 est bloqué. Lorsque les deux signaux sont terminés, le 4060 repart et assure la génération du signal d'ouverture de porte suivant.

Notons enfin que les sorties Q des deux UV fournissent des impulsions positives qui sont inversées par les portes N₁ et N₃ pour avoir le sens convenable au 7224 (niveaux 0 actifs).

C'est donc dans ces conditions que notre compteur sera commandé dans les fonctions « fréquence-mètre HF » et « voltmètre ». Terminons en remarquant que le 4538 a ses entrées de RAZ (R) à 1 par KF₄ et fonctionne normalement comme il est nécessaire, alors que le 4024, dont nous n'avons pas parlé car il est inutile dans ces fonctions, est bloqué à 0 par le même signal appliqué à R. (Rappelons aux néophytes que R signifie remise à 0 par 1, tandis que R signifie remise à 0 par 0.)

b) Mesure du temps

Voyons maintenant le

détail de la fonction « timer ». Dans ce cas, le quartz est de 32 768 Hz et Q₁₄ du 4060 délivre un signal de fréquence 2 Hz. La partie KF₄ du commutateur bloque le 4538 qui ne sert à rien, laissant le 4060 en fonctionnement permanent, ce qui est souhaitable ! Par ailleurs, le 4024 est libéré et fournit sur ses sorties respectives du 1 Hz, 1/2 Hz, 1/4 Hz, 1/8 Hz, 1/16 Hz, 1/32 Hz et 1/64 Hz, de Q₁ à Q₇.

La sortie 1 Hz convient parfaitement pour le chronométrage en secondes. La sortie Q₁ rejoint donc INV, puis la section KF₃ du commutateur de fonctions et, de là, l'entrée CL du 7224. Ce dernier avance alors de 1 unité par seconde.

La section KF₂ met l'entrée E à 1 et ouvre, de ce fait, la porte en permanence. Comme R du 4538 vaut 0, la sortie de N₂ est à 1 et celle de N₁ est forcée à 0, ce qui provoque la transparence constante du circuit de transfert du 7224 : le comptage est apparent. Pendant le même temps, comme les deux entrées de N₃ sont à 0, R du 7224 est à 1 et ce circuit peut effectivement compter ; et c'est ce qu'il fait, en avançant d'une unité à chaque seconde ou à chaque minute selon la position de INV.

La génération des tops de minutes est un peu plus délicate que celle des secondes. En effet, comme il a été dit, sans précaution particulière, la sortie Q₇ du 4024 donne du 1/64 Hz, ce qui provoque un retard de 4 secondes par minute, ce qui est intolérable. Les diodes D₁ à D₅ vont remettre le timer à l'heure. (Voir fig. 6.)

Nous y avons dessiné les signaux Q₄ à Q₇ du 4024, chaque palier de Q₄ ayant une durée de 4 secondes. Les diodes D₁ à D₄

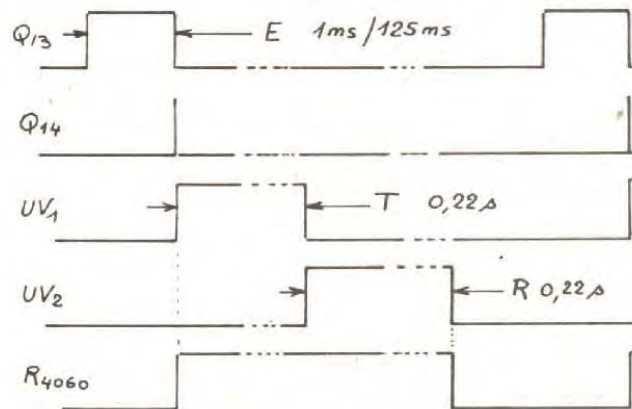


Fig. 5. - Signaux de commande du 7224.

associées à D₆ réalisent un « ET » logique des signaux Q₄ à Q₇. En effet, la tension de +5 V, appliquée sur l'entrée R, met effectivement cette entrée R du 4024 au niveau 1 si, et seulement si, les quatre sorties Q₄ à Q₇ sont elles aussi à 1. Si l'une de ces entrées est à 0, la diode correspondante conduit et fait passer le point commun des diodes à 0, donc l'entrée R également. Pour que R passe à 1, donc que le 4024 soit remis à 0, il faut donc bien que les quatre sorties en question soit en même temps à 1. Or, si nous examinons le diagramme correspondant des signaux, figure 6, nous constatons que cet événement se produit 15 × 4 secondes après le début du cycle, c'est-à-dire 60 secondes ou 1 minute plus tard. Il se produit alors la remise à 0 prématurée du 4024 et retour en début d'un nouveau cycle qui, lui aussi, durera exactement

1 minute. La sortie Q₇ fournit alors les tops de minute en minute, nécessaires au timer dans cette unité de temps (INV sur « minutes »).

Il reste à assurer que le timer partira toujours bien de 0, tant à la mise sous tension qu'au changement de fonction.

En premier lieu, le condensateur C₉ associé à D₆ provoque la remise à 0 du 4024 à la mise sous tension, si KF est en fonction « timer ».

Dans les autres cas, le 4024 est bloqué à 0, par KF₃ et D₇. Par ailleurs, le condensateur C₇ assure la remise à 0 du 7224, tant à la mise sous tension qu'au changement de fonction fréquence-timer. Dans ce dernier cas, l'entrée de N₂ passe de 1 à 0 par KF₃ et la sortie de N₂ de 0 à 1, ce qui provoque la charge de C₇, d'où niveau 1 momentanément sur l'entrée 5 de N₃, suffisant pour remettre le 7224 à 0, avec 0 sur R.

Mais revenons à la fonction « fréquencesmètre » pour compléter notre explication. Dans ce cas, KF₁ sélectionne le quartz de 4 096 kHz, tandis que KF₂ envoie la sortie 1 ms de Q₁₃ (4060) vers la commande de porte E du 7224. KF₃ commande l'entrée de comptage CL du 7224 et y envoie le 11 ou le 12 MHz issu du mixer-down de la platine HF6.SF. Sur cette platine, on ajoutera un simple 56 pF prélevant la 11/12 MHz sur la sortie du SO42E. Ce 11/12 MHz est alors envoyé directement vers l'entrée CL du 7224. Pour un comptage correct, il est nécessaire de polariser correctement l'entrée du trigger de Schmitt de ce circuit, de manière à bien placer le signal HF dans la zone encadrée par les tensions de seuils de basculement. Cette polarisation est assurée par le pont diviseur R₁₁, R₁₂ et P₁. La partie ajustable permet le calage optimum.

Mais rappelons que la sortie du down-mixer fournit 12 000 kHz en 72 000 kHz et 11 000 kHz en 410 000 kHz, les quartz de battement ayant pour fréquences respectives 60 000 et 30 000 kHz. Ces fréquences étant envoyées dans le 7224, celui-ci les mesure et affiche honnêtement soit 12 000, soit 11 000 kHz, ce qui ne satisfait pas l'utilisateur qui voudrait lire 72 000 ou 410 000 kHz. Entre ce qui est et ce qui devrait être, la différence est minime et se résume à la transformation d'un « 1 » soit en 7 soit en 4 ! L'afficheur prévu, à cinq digits pleins, permet cet affichage, obtenu au prix d'une petite astuce. Le « 1 » (segments b et c) devient un « 7 » simplement en activant le segment a ; il devient un « 4 » simplement en activant les segments f et g ! La figure 9 donne la solution de ce petit problème. Nous utilisons les quatre portes

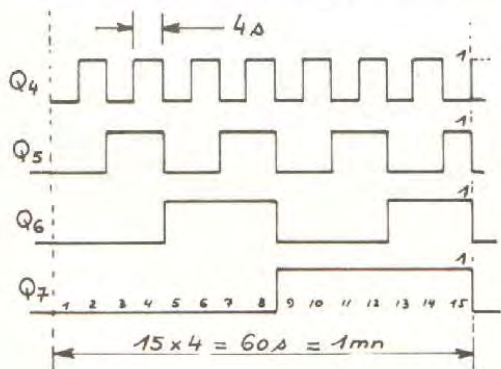


Fig. 6. - Génération des minutes.

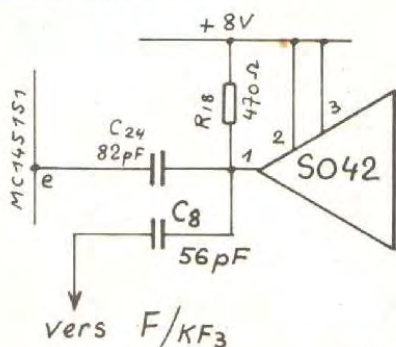


Fig. 7. - Prélèvement du 11/12 MHz dans HF6/SF.

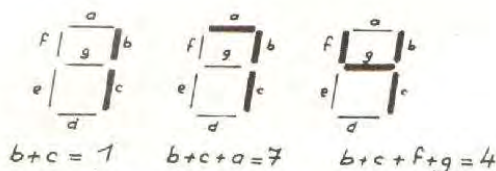


Fig. 8. - Le 5^e digit.

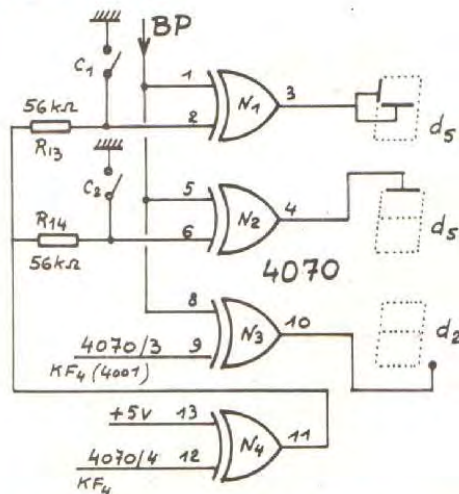


Fig. 9. - Commandes annexes d'affichage.

« OU exclusif » d'un 4070. Rappelons la table de vérité d'un tel circuit logique :

e ₁	e ₂	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

La sortie S passe à 1 seulement si les entrées sont à des niveaux différents. Dans ces conditions, si l'entrée e₁ est à 0 (deux premières lignes), le niveau de la sortie est celui de l'entrée e₂. La porte transmet le signal appliqué sur e₂ exactement comme elle l'a reçu.

Si l'entrée e₁ est à 1, au contraire, le niveau de S est toujours le contraire de celui de e₂ et la porte fonctionne en inverseur. Il s'agit donc d'un circuit très pratique puisque le signal passe toujours au travers, mais soit inversé soit non inversé. C'est exactement ce qui est nécessaire pour la commande des segments d'un afficheur LCD. Le signal appliqué au « back-plane » l'est aussi à e₂. La sortie S alimente le segment. Si e₁ est à 0, les deux électrodes reçoivent le même signal, avec la même phase, et le segment est invisible. Si, par contre, on met e₁ à 1, les deux électrodes reçoivent des signaux en opposition et le segment est excité, donc visible.

Dans la figure 9, on constate que les segments f et g du cinquième digit sont commandés par N₁, tandis que le segment a l'est par N₂.

Les entrées 1 et 5 de ces portes reçoivent le signal de back-plane. Les entrées 2 et 6 sont les entrées de commande. Placées à 1 les segments sont visibles, à 0 ils sont effacés. Or ces deux en-

trées sont au niveau de la sortie de N₄, par les résistances R₁₃ et R₁₄. Cette porte N₄ est inverseuse, puisque l'entrée 13 est à 1. Elle reçoit sur l'autre entrée 12, par KF₄, un niveau 0 en « fréquencesmètre HF », ce qui provoque l'excitation des segments en question. Par contre, dans les deux autres positions de KF₄, les segments sont effacés. Mais dans le premier cas, le niveau 1 n'est effectivement appliqué sur 2 et 6 de N₁ et N₂ que si les contacts C₁ et C₂ sont ouverts. Or ces contacts sont mécaniquement commandés par la mise en place d'un type particulier de platine HF6.SF soit 72 MHz, ce qui ferme C₁, laissant C₂ ouvert : le segment a est visible, formant avec le « 1 » le chiffre « 7 » désiré. Soit 41 MHz, ce qui ferme C₂, laissant C₁ ouvert, rendant visibles les segments f et g formant le « 4 » avec le « 1 » du 1/2 digit.

Si vous ne mettez aucune platine HF, les deux contacts restent ouverts et

l'afficheur indique au cinquième digit un « c » que vous interprétez à votre guise !

Notons que l'affichage en kHz ne nécessite aucun point décimal. Donc, dans la fonction « fréquencesmètre HF », l'entrée 9 de N₃ (de commande du point décimal du deuxième digit) est à 0 par l'intermédiaire de la porte inverseuse N₄, elle-même commandée par KF₄. Même remarque en Timer. Bien sûr, dans cette dernière fonction, KF₄ supprime toute possibilité d'excitation des segments a, f et g précédents.

c) Mesure de la tension

Pour cette troisième mission, le 7224 est à nouveau dans le mode « fréquencesmètre », mais le quartz de base passe à 32 768 Hz pour avoir un comptage de plus longue durée, soit 1/8 s ou 125 ms au lieu de 1 ms. La fréquence à mesurer est en effet beaucoup plus faible. Tout le reste est identique, mais évidemment l'entrée CL du 7224 ne reçoit plus par KF₃ le 11/12 MHz

mais un signal rectangulaire à niveaux C.MOS, issu du circuit de conversion tension/fréquence que nous allons étudier maintenant. Il s'agit d'un montage simple mais performant, utilisant le circuit spécialisé, LM331 de NS. Ce circuit donnant toute satisfaction nous a d'ailleurs permis de faire l'adaptateur multimètre du TFX3, notre dernier fréquencesmètre. Ceux qui ont suivi cette description et peut-être monté cet appareil savent que le LM331 permet de faire un voltmètre 10 000 points ! Nous ne risquons donc pas d'être déçus dans le modeste dessein envisagé. Il faut dire que nous ne pourrions alimenter le LM331 qu'à tension unique et basse. Ses performances seront donc moindres. Cependant nous n'envisageons que la mesure au 1/10 de volt, avec donc 300 points nécessaires pour une gamme de 0 à 30,0 V. Une exigence aussi faible permet de garantir une constance remarquable de la précision en face de la température,

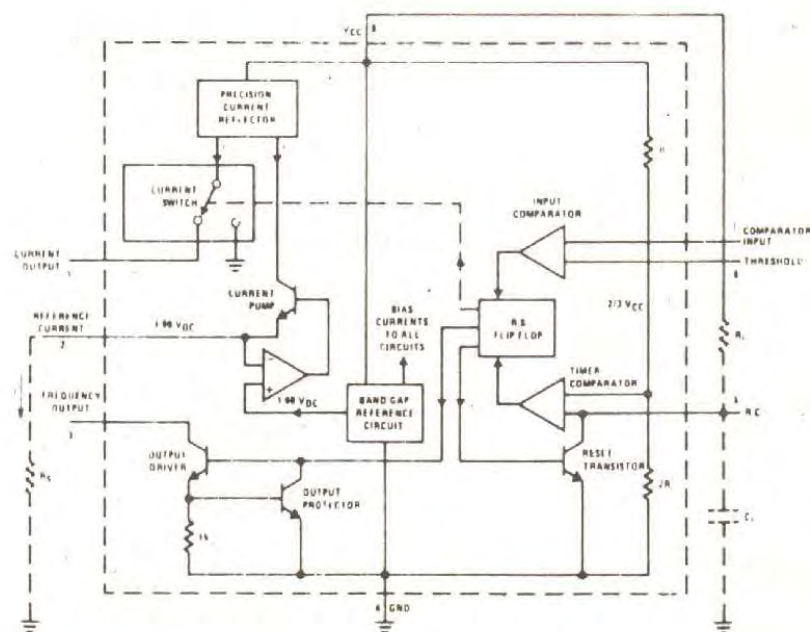


Fig. 10. — Structure du LM 331.

par exemple, celle-ci présentant des variations très importantes dans un matériel exposé tant au soleil brûlant d'été qu'au gel des tristes jours d'hiver !

De toute façon, il serait ridicule de mesurer la tension batterie d'un émetteur RC au 1/100 de volt. Nous n'avons pas voulu exagérer, cette fois encore !

Le LM331 (ou mieux le LM231, meilleur en température !) est encapsulé dans un mini-boîtier DIL à 8 pattes. Tant mieux ! Sa structure interne est donnée en figure 10. Elle va nous permettre d'analyser rapidement le fonctionnement.

La tension à mesurer est appliquée à l'entrée 7 d'un comparateur dont l'autre entrée mesure la tension, initialement à 0 de C_L déchargé par R_L .

Si $V_1 > V_x$, la sortie du comparateur déclenche le monostable interne pendant un temps

$$t_1 = 1,1 R_t C_t$$

ce qui provoque la charge rapide de C_L par le générateur de courant constant ajusté par R_s . On passe alors à $V_x > V_1$ jusqu'à ce que R_L décharge juste assez C_L pour redéclencher le système et recharger le condensateur. Il va ainsi se produire une oscillation de relaxation de l'ensemble, tendant à amener V_x et V_1 à égalité. On démontre que la fréquence de cette oscillation est exactement proportionnelle à V_1 . La formule donnant la valeur de cette fréquence en fonction des divers éléments est :

$$f = \frac{V_1}{2,09} \times \frac{R_s}{R_L} \times \frac{1}{R_t C_t}$$

La figure 12 donne le schéma retenu effectivement et la valeur des différents composants. Alimenté sous les 5 V régulés disponibles dans le bloc de mesure, le LM331 mesure

de 0 à 3 V environ. En le faisant précéder par un pont diviseur par 10, la gamme de mesure du voltmètre sera de 0 à 30 V, ce qui convient parfaitement pour l'emploi considéré, la tension nominale à mesurer étant de 12 V.

La sortie du LM331 est à collecteur ouvert. Il faut donc charger cette sortie par une résistance de 10 k Ω pour obtenir le signal d'attaque du 7224.

Le calage du voltmètre se fait par ajustage du pont diviseur (P_2). Une entrée externe a été prévue, permettant de mesurer des tensions extérieures à l'émetteur, ne serait-ce que la tension de l'accu de 4,8 V de réception. Nous envisageons également

d'utiliser ce voltmètre à d'autres fins, par exemple pour constituer un tachymètre à sonde extérieure. Cet accessoire sera décrit à la fin de l'article. Tous autres usages seraient possibles, par exemple une fonction thermomètre pouvant être parfois utile sur le terrain pour préciser les conditions climatiques. Nous y pensons sérieusement !

Pour terminer cette étude théorique, disons encore que l'alimentation du bloc de mesure se fait sous 5 V obtenus à partir du 12 V de la batterie interne et convenablement régulés à cette valeur par un circuit 78L05, pas plus gros qu'un banal transistor. Bien sûr, quelques condensateurs de

découplages sont nécessaires pour stabiliser le fonctionnement général.

A l'usage, on constatera que le fréquencemètre, comme tous les fréquencemètres, bat sur 1 point, affichant, par exemple, tantôt 72 000 kHz, tantôt 72 001 kHz, en restant d'autant plus longtemps à 72 000 kHz que le réglage est bon. Ce petit défaut n'en est pas un et constitue une caractéristique de tous les appareils numériques. Il serait possible de supprimer en partie ce phénomène en faisant précéder le 7224 par un prédiviseur remis à 0 par le signal commandant également le 7224. On aurait alors ainsi un pseudo-digit sur lequel le battement se reporterait,

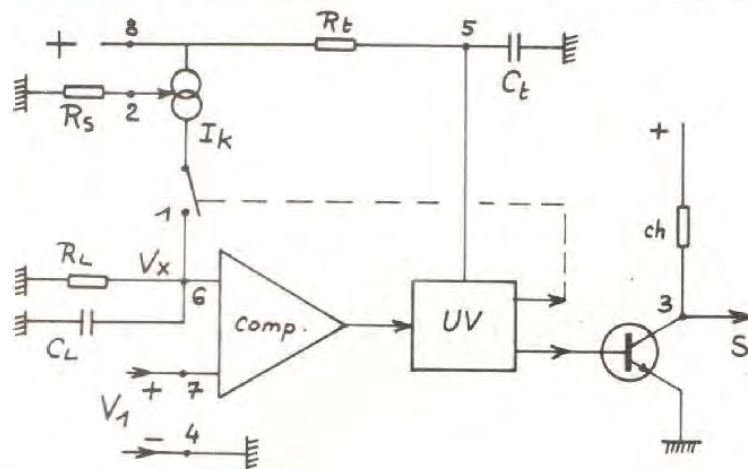


Fig. 11. - Fonctionnement du LM 331.

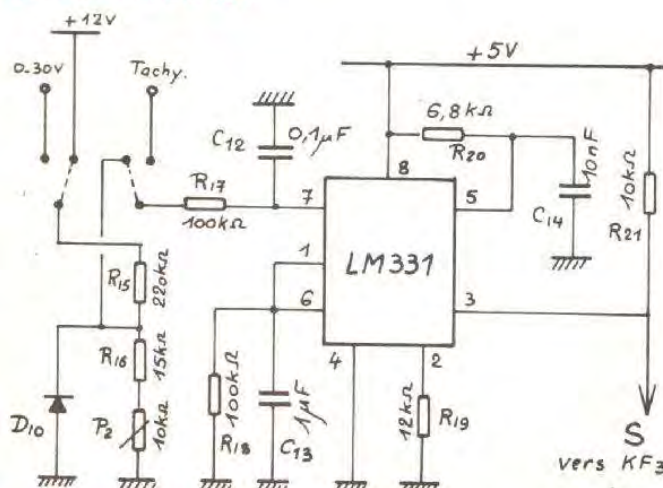


Fig. 12. - Schéma du voltmètre.

battement qui n'apparaît plus à l'affichage. Mais pour réaliser cette prévision, il faudrait monter un circuit LSTTL avec interface d'attaque ou un circuit C.MOS haute vitesse, encore peu disponible, avec également interface d'attaque. Nous avons estimé la complication inutile et préféré profiter pleinement des possibilités de l'entrée CL du 7224, supprimant la nécessité de l'interface d'adaptation. Mais libre à vous de faire autrement si cela vous convient.

Une autre remarque : à chaque changement de fonction, le timer est remis automatiquement à 0, ce qui est mieux que de le voir démarrer de n'importe quelle valeur fantaisiste. On ne peut donc pas conserver la mesure du temps précédemment écoulé. Le 7224 utilisé ne permet pas cette prouesse. Pour obtenir un tel résultat, il faudrait une mémoire associée conservant et continuant de stocker le décompte du temps et le restituant à la demande. On pense immédiatement à une solution à microprocesseur pour une telle réalisation. Mais les microprocesseurs, leurs circuits associés, les mémoires nécessaires, la difficulté de l'emploi des LCD, cela donne à réfléchir. Là encore, la sagesse consiste à se contenter de la solution certes un peu plus modeste de la présente réalisation, mais beaucoup plus simple, moins encombrante (les micros ont beaucoup de pattes !) et moins coûteuse ! Mais voici encore du pain sur la planche des insatisfaits !

Il aurait aussi été très satisfaisant d'avoir un timer non pas soit en secondes, soit en minutes, mais en heures et minutes et secondes ! Pour cela, il faut un 7224A, mais qui ne

convient plus pour les deux autres fonctions ! Ce que peut l'un, l'autre ne le peut pas ! C'est bien dommage ! Il reste alors à rêver que le grand patron d'Intersil lise cet article (... la bonne plaisanterie !) et décide immédiatement de faire fabriquer un 7224XX réunissant en une seule puce les mérites des deux autres. Ce serait d'ailleurs assez simple, puisque la seule différence se tient au niveau des décades 2×5 qui se changent en 2×3 . Une broche de commutation (0 ou 1) permettrait de passer d'un mode à l'autre ! Mais restons-en là de ce rêve car il est sûr qu'Intersil et son grand patron se... complètement de notre petit problème ! Il faudra donc nous contenter encore de ce qui est possible simplement, et ce n'est déjà pas si mal !

Quoi qu'il en soit, vous avez quelque trente jours pour réunir le matériel nécessaire à la réalisation. Pour vous aider dans cette entreprise, nous vous donnons ci-dessous la liste des composants, avec leurs références. A noter que, comme d'habitude, la maison Selectronic peut vous livrer tout ce petit matériel, lequel, si vous vous décidez à passer aux actes, vous permettra de posséder bientôt un super-émetteur, faisant pâlir d'envie vos petits copains du Club ! Car, convenez-en avec nous, un émetteur avec un vrai fréquencemètre incorporé, une platine à synthèse de fréquence... ça ne s'était encore jamais vu !

F. THOBOIS

Liste des composants Bloc de mesure TF7.SF

Circuit d'affichage

1 ICM7224 IPL de Intersil
1 afficheur LCD type 3913 de Hamlin
1 support DIL 40 picots tulipe
1 circuit imprimé

Circuit de fonctions

1 4060
1 4538
1 4024
1 4001
1 4070
1 LM331 AN
1 78L05
10 1N4148

R₁ : 10 M Ω
R₂ : 100 k Ω
R₃ : 470 k Ω
R₄ : 470 k Ω
R₅ : 100 k Ω
R₆ : 470 k Ω
R₇ : 100 k Ω
R₈ : 56 k Ω
R₉ : 56 k Ω
R₁₀ : 56 k Ω
R₁₁ : 10 k Ω
R₁₂ : 5,6 k Ω
R₁₃ : 56 k Ω
R₁₄ : 56 k Ω
R₁₅ : 220 k Ω
R₁₆ : 15 k Ω
R₁₇ : 100 k Ω
R₁₈ : 100 k Ω
R₁₉ : 12 k Ω
R₂₀ : 6,8 k Ω
R₂₁ : 10 k Ω

C₁ : 2/22 pF
C₂ : 22 pF c
C₃ : 56 pF c
C₄ : 47 pF c
C₅ : 0,47 μ F pt
C₆ : 0,47 μ F pt
C₇ : 1 μ F pt
C₈ : 56 pF c
C₉ : 0,1 μ F c/5
C₁₀ : 0,1 μ F c/5
C₁₁ : 47 μ F pt
C₁₂ : 0,1 μ F c/5
C₁₃ : 1 μ F MKH
C₁₄ : 10 nF MKH, pt perle tant. c/5 céramique pas de 5

P₁ : VA05V 10 k Ω

P₂ : VA05H 10 k Ω

1 Qz 4 096 kHz
1 Qz 32 768 Hz
1 encliquetage ESK12-2 de Jeanrenaud
1 galette pour d° SZY
4 \times 3 NCC GP
1 jack 3,5 ordinaire et fiche
1 jack 3,5 stéréo et fiche
1 circuit imprimé