

4^F

SUISSE : 4,50 FS
 ITALIE : 750 Lires
 ALGERIE : 4 Dinars
 TUNISIE : 400 Md.
 BELGIQUE : 40 FS

LE HAUT-PARLEUR

Journal de vulgarisation

RADIO TÉLÉVISION

Dans ce numéro

- Construisons nos appareils de mesure : un compteur fréquencesmètre, le TFX1.
- Le BIGSTON BSD200, lecteur-enregistreur de cassettes stéréo.
- Le contrôleur universel Multitest CM1P. Radio contrôle.
- Le tuner FM Centaure.
- L'autoradio RK59 FM Radiomatic.
- L'allumage électronique.
- Le lecteur de cartouches Clarion PE424.
- Un détecteur de proximité.
- Un flash triple de studio.
- L'amplificateur Schneider Audio 8008.
- L'amplificateur SABA HiFi Studio.
- Le récepteur de radiocommande UK345.
- L'émetteur 144 MHz NT17C Sefrac.
- Le radiotéléphone SJ2.

Voir sommaire détaillé page 106

358 PAGES



Voir page 86

CONSTRUISONS NOS APPAREILS DE MESURE

UN COMPTEUR FRÉQUENCEMÈTRE

LE TFX 1



NOUS avons le plaisir de commencer aujourd'hui une série d'articles traitant de la fabrication d'appareils de mesures variés.

Nos projets sont nombreux : fréquencesmètres, générateurs divers, oscilloscopes, etc.

Comme nous en avons l'habitude, nous présenterons des descriptions très élaborées, tant sur le plan théorique que sur le plan pratique. Nous savons trop en effet, pour en avoir souffert, qu'une description succincte est inexploitable par un amateur moyen, lequel a besoin, non d'un vague schéma de principe, mais bien de plans précis et d'indications détaillées. C'est ce que nous fournirons.

Par ailleurs, et dans la mesure où les réalisateurs respecteront scrupuleusement nos indications, nous garantissons le fonctionnement des montages terminés : les appareils décrits ont été effectivement réalisés par l'auteur, longuement expérimentés et ils seront toujours **authentifiés** par de nombreuses photographies.

Il est évident que nous ne promettrons pas des performances égales à celles des **meilleurs** appareils du commerce : nous n'avons pas les moyens d'y parvenir. Mais nous savons bien, pour le ressentir nous-même, qu'un véritable amateur préférera toujours un appareil relativement modeste qu'il a construit, à une merveille technique achetée toute faite (... et à quel prix !)

Nous terminerons ce petit préambule comme nous le faisons souvent : c'est-à-dire par une mise en garde. Certaines descriptions sont des montages complexes exigeant un investissement assez important. Leur montage ne doit être envisagé qu'avec prudence et seulement si l'on remplit les conditions nécessaires :

— Bonne expérience des montages électroniques.

— Moyens de mesure et de contrôle suffisants.

En effet trop d'amateurs se figurent qu'il suffit de réunir les composants (ce qui est déjà une certaine performance !) et de les assembler pour que « ça marche ». Il n'en est généralement rien. Le plus souvent, une erreur, un oubli, une pièce défectueuse, font que le fonctionnement escompté ne se produit pas. Et c'est le découragement, amenant fréquemment l'abandon.

Il faut avouer que la pratique de l'électronique, pour passionnante qu'elle soit, est très souvent décevante, surtout au début. Ce n'est qu'après de longues années d'expériences bonnes et mauvaises, qu'un amateur arrive à dominer sa matière et à obtenir régulièrement des résultats positifs.

Par conséquent, si vous ne voulez perdre, ni temps, ni argent avant d'entreprendre un montage, **il faut l'étudier à fond**. Nous fournirons pour cela toutes les explications théoriques nécessaires. Il faut aussi penser à toutes les difficultés de mise au point et

voir si l'on dispose à la fois du savoir et de l'outillage de base, indispensables pour se sortir du mauvais pas éventuel.

En la matière, il faut avoir la sagesse de ne pas présumer de ses possibilités.

Mais trêve de discours : passons aux choses sérieuses, c'est-à-dire à la description du premier appareil proposé.

Il s'agit d'un fréquencesmètre numérique. Cet appareil aussi passionnant à réaliser qu'à utiliser est une belle application des circuits intégrés logiques. Bien que complexe, la réalisation est en fait très facile et nécessite peu d'auxiliaires de contrôle : un contrôleur universel peut suffire. On y ajoutera un petit générateur de signaux rectangulaires et éventuellement un oscilloscope simple. C'est donc un appareil particulièrement intéressant pour démarquer l'équipement d'un petit laboratoire d'amateur, d'autant qu'il permettra par la suite d'autres réalisations avec une facilité dérisoire. (Nous pensons en particulier à l'étalonnage des générateurs HF et BF !)

UN COMPTEUR- FRÉQUENCÈMÈTRE LE TFX 1

Depuis des années, après avoir passé des heures et des heures à étalonner, le moins mal possible, les quelques générateurs que nous avons fabriqués, nous rêvions d'un appareil merveilleux qui nous permettrait de réaliser cette opéra-

tion en quelques minutes et avec une précision 1 000 fois plus grande !

Et pendant longtemps, ce rêve resta chimérique ! Mais l'évolution technique ultra-rapide de ces dernières années, avec l'apparition de ces extraordinaires Circuits Intégrés nous le rend maintenant possible... à un prix raisonnable. Il n'en fallait pas plus pour nous décider, pour réaliser l'appareil, et... pour vous le proposer !

CARACTERISTIQUES GENERALES DU TFX 1

- Compteur à 6 chiffres.
- Affichage mémorisé.
- Virgule automatique.
- Voyant de dépassement automatique.
- 4 fonctions principales.
 - 1° Fréquencesmètre :
 - de 20 Hz à **plus de 200 MHz**
 - 4 gammes de mesure.
 - Entrées à impédance moyenne, sensibilité de l'ordre de 100 mV en BF et HF.
 - Entrée BF et HF à haute impédance avec une sensibilité meilleure que 50 mV en BF (par sonde).
 - Mesure répétitive.
 - 2° Périodemètre (simple) :
 - de 1 μ s à plusieurs secondes.
 - Mêmes entrées + entrée à liaison continue pour phénomènes très lents.
 - Mesure répétitive.

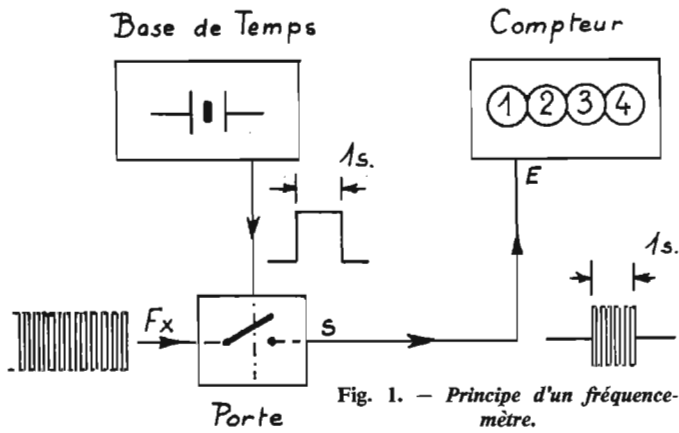


Fig. 1. - Principe d'un fréquences-mètre.

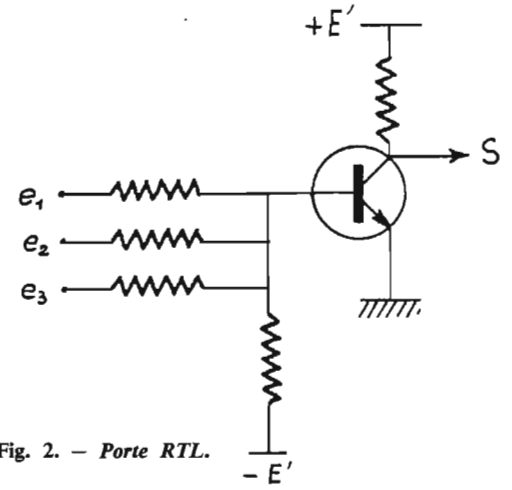


Fig. 2. - Porte RTL.

- 4° Impulsimètre :
- Impulsions positives en liaison continue, de $1 \mu s$ à un nombre quelconque de secondes. (Sans limitation de durée).
 - Impulsions négatives en liaison capacitive, de $1 \mu s$ à 1 s.
 - Mesure répétitive.
- 4° Chronomètre :
- En s, en $1/100$ s, en $1/1000$ s, en μs .
 - Déclenchement manuel ou électrique extérieur.
 - Nombreuses variantes de commande.
 - Remise à zéro manuelle ou automatique selon les modes.

- 7 diodes et 2 zeners, 1 pont redresseur.
 Alimentation : 110 V/220 V, 20 W.
 Dimensions : $210 \times 150 \times 85$ mm.
 Poids : 2 kg.

I. GENESE DE LA MAQUETTE

Au départ nous voulions réaliser un fréquences-mètre...
 Le principe de cet appareil est très simple. Voir la figure 1.

1° Rappel

Définition de la fréquence : La fréquence d'un signal électrique périodique est le nombre d'oscillations complètes (périodes) effectuées en une seconde.

Le signal dont on veut déterminer la fréquence se présente à l'entrée d'une « porte », normalement fermée. L'ouverture de la porte est commandée par une base de temps et se fait, dans le cas le plus simple, pendant 1 seconde, très précisément. Pendant cette seconde, le signal traverse la porte et se retrouve à la sortie S, appliqué à un compteur rapide, capable de dénombrer très exactement le nombre de périodes atteignant son entrée E.

La porte refermée, le compteur s'arrête et affiche le résultat,

lequel est la valeur en Hertz de la fréquence, puisque la durée du comptage fut de 1 seconde.

Le fréquences-mètre comprendra donc 4 sections bien distinctes :

- 1° Un compteur rapide, affichant le résultat en clair, avec un certain nombre de chiffres.
- 2° Une base de temps délivrant, à partir d'un quartz aussi stable que possible, des intervalles de temps bien définis.
- 3° Une porte et les circuits annexes, en commandant l'ouverture et la fermeture.
- 4° Des étages d'entrée amenant le signal à compter jusqu'à la porte.

Nous aurions pu en rester là, et c'est ce qui se passe dans le cas d'un fréquences-mètre simple. (Ce sera ainsi avec le TFX2, que nous décrirons plus tard). Mais nous avons pensé que, étant donnée la somme déjà investie pour obtenir ce résultat, il fallait tirer le maximum du matériel.

Un jeu de commutation va donc nous autoriser des fonctions supplémentaires et cela sans augmentation sensible du prix de revient.

A. Fonction **périodemètre** : très utile dans le cas des signaux à fréquence basse, pour lesquels l'affichage donne peu de chiffres significatifs : ex. 50 Hz (2 chiffres)

correspondant à une période de $20\,000 \mu s$ (5 chiffres).

B. Fonction **impulsimètre** : appelée ainsi, car elle nous permet de mesurer très exactement les durées d'impulsions, aussi bien quelle que soit la récurrence. Voilà donc une application, qu'apprécieront particulièrement les amateurs travaillant sur des circuits impulsions : ensembles de radiocommande digitale, par ex. ou générateurs de signaux pour mires ou caméras de télévision.

C. Fonction **chronomètre** : permettant des mesures de temps très précises (expériences de physique, par ex.).

Nous allons étudier successivement ces questions, en les faisant précéder des notions théoriques nécessaires à la bonne compréhension des schémas.

II. ETUDE THEORIQUE

1° Rappels sur les circuits intégrés logiques.

L'évolution rapide de la technique fait que nous en sommes à la quatrième génération de circuits intégrés.

Sont apparus successivement :
 - Les **circuits RTL** (résistance, transistor, logique). - Ces circuits étaient donc à base de

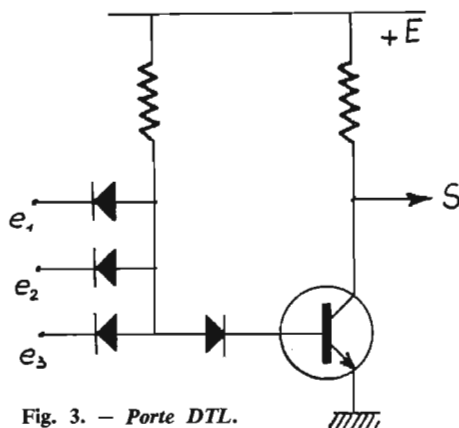


Fig. 3. - Porte DTL.

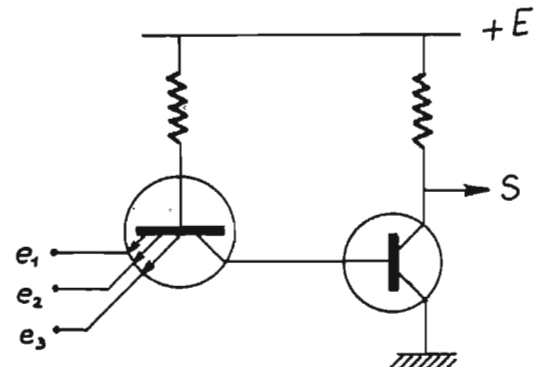


Fig. 4. - Porte TTL.

transistors dont les entrées étaient accessibles à travers des résistances. Voir figure 2.

— **Les circuits DTL** (diodes, transistor, logique). — Les résistances précédentes étant remplacées par des diodes. Voir figure 3.

Ces deux types de logiques sont encore utilisées, elles existent encore au catalogue des grands fabricants, mais elles sont en réalité quelque peu périmées.

— **Les circuits TTL** (transistor, transistor, logique). — La commande du transistor étant faite par un transistor très particulier, comportant plusieurs émetteurs (de 1 à 8). Voir figure 4.

C'est ce type de circuit qui sera utilisé dans le TXF1. Très courant, d'un prix de revient intéressant à cause d'une fabrication massive, il permet des fréquences de fonctionnement de l'ordre de 30 MHz.

— **Les circuits ECL** (Emitter Coupled Logic). — C'est une technique toute récente et dont l'avantage est de permettre une très grande vitesse de fonctionnement. (Certains circuits atteignent à ce jour 1 000 MHz). Ils sont malheureusement plus coûteux. Contrairement à tous les autres, ils sont alimentés en tension négative.

Analysons maintenant le fonctionnement des circuits logiques fondamentaux.

a) La porte Nand/TTL.

C'est l'élément de base de la logique TTL. Les circuits plus complexes étant le plus souvent constitués d'une association de Nands. On trouvera en figure 5, le schéma interne utilisé : on reconnaît le transistor T_1 multi-émetteurs, commandant T_2 , mais ce dernier précède un étage de sortie T_3, T_4 à transistors complémentaires. Cette sortie dite « Totem Pole » permet de faire passer le point S plus franchement, soit au +, soit au -.

Il est important de savoir que les circuits logiques sont sensibles à des différences de niveau. On distinguera le niveau 0 : toute tension comprise entre 0 V et 0,8 V ; et le niveau 1 : toute tension comprise entre 2,4 V et 5 V. Les tensions comprises entre 0,8 V et 2,4 V sont à proscrire, car elles engendrent une instabilité.

Considérons le fonctionnement d'une porte à 2 entrées :

Si les 2 entrées e_1 et e_2 sont portées au niveau 1, et seulement dans ce cas, la sortie S se met au niveau 0. Dans tous les autres cas, S reste au niveau 1. Les 4 possibilités sont résumées dans le petit tableau ci-dessous, appelé table de vérité :

e_1	e_2	S
1	1	0
1	0	1
0	1	1
0	0	1

Remarques :

— Une entrée « en l'air » se met au niveau 1. Ce n'est pourtant pas recommandé, car elle sera assez sensible aux perturbations extérieures (parasites par exemple). Il sera donc préférable de la relier au + 5 V. Mais il est dangereux de le faire directement : il suffit d'intercaler une résistance de l'ordre de 4 700 Ω , pour réduire les risques de détériorations du circuit. De toute façon il sera toujours préférable de relier une entrée non utile, à une autre entrée utilisée (du même circuit, évidemment).

— Dans le cas d'une porte à 2 entrées, la table de vérité nous montre que si nous les relient ensemble, le circuit fonctionne simplement en inverseur : lignes 1 et 4 de la table.

— On trouve en figure 6 le symbole du Nand. Le petit cercle

sur la sortie indique une inversion. En effet le mot Nand est la contraction des mots anglais *nor* et *and*, signifiant *non* et *et*. Les lecteurs ayant quelque connaissance de la logique mathématique, s'apercevront facilement que la table de vérité du nand est bien celle du nom (e_1 et e_2), ce qui s'écrit plus simplement $e_1 \wedge e_2$ ou $e_1 \bar{e}_2$ en algèbre de Boole.

Nous utiliseront deux types de porte Nand :

● **Le SN7400** : c'est un circuit qui contient 4 portes Nand à 2 entrées chacune. Ce circuit, comme tous ceux que nous utiliserons est monté dans un boîtier dual-in-line. On trouvera le brochage du SN7400 en figure 7. Attention : tous les brochages des circuits intégrés sont toujours donnés, *vus du dessus* et non du côté des broches, c'est-à-dire du côté du circuit imprimé.

● **Le SN7420** : Il contient 2 portes Nand à 4 entrées. Même boîtier. Voir figure 8. Nous utiliserons aussi une porte Nand particulière.

● **Le SN7413** : comme la SN7420, il contient 2 portes Nand à 4 entrées chacune, Mais ces portes ont la particularité de fonctionner en Trigger de Schmitt. C'est - à - dire qu'elles sont capables d'admettre sur leurs entrées des signaux à variation quelconque : sinusoïdale, à montée lente, triangulaire, etc., en les transformant sur leur sortie en signaux bien rectangulaires, à montée rapide, parfaitement compatibles avec les entrées TTL classiques. Le brochage identique à celui de la porte double SN7420 est néanmoins donné en figure 9, laquelle nous donne une idée de la structure interne différente.

b) Le basculeur simple

On en trouve le schéma en figure 10.

Il s'agit de deux Nand à couplage croisé.

● Supposons $\bar{S} = \bar{R} = 1$ et $A = 0$: alors le Nand 2 a ses 2 entrées, l'une à 0, l'autre à 1, sa sortie B se met à 1.

● Supposons $\bar{S} = \bar{R} = 1$ et $A = 1$: alors le Nand 2 a ses 2 entrées à 1, sa sortie B passe à 0.

On remarque donc que les deux sortie A et X sont complémentaires.

● Replaçons-nous maintenant dans l'état initial : $\bar{S} = \bar{R} = 1$, $A = 0$, $B = 1$. Portons momentanément \bar{S} à 0. Le Nand 1 a sur ses entrées, 0 et 1, sa sortie A passe donc à 1. Mais alors le Nand 2 reçoit deux 1 et sa sortie B passe à 0. **Le montage a basculé.**

Ramenons \bar{S} à 1. Le Nand 1 reçoit 1 et 0 : on conserve donc $A = 1$ et par conséquent $B = 0$.

Il suffit donc d'une action très brève sur \bar{S} pour obtenir le basculement et avoir $A = 1$ et $B = 0$.

● De même, on aurait par action sur \bar{R} , le basculement en sens contraire, ramenant $A = 0$ et $B = 1$.

Remarques :

— Les entrées \bar{S} et \bar{R} sont actives lorsque leur niveau passe de 1 à 0. Elles sont sans effet lorsque celui-ci passe de 0 à 1. C'est la raison du signe d'inversion (barre) surmontant la lettre S ou R. En anglais : active Low.

— Lorsque plusieurs actions successives sont faites sur la même entrée, seule la première est active, les autres sont sans effet.

c) Le basculeur JK.

Ce circuit résulte de l'intégration de montages bien connus de l'électronique traditionnelle, c'est-à-dire à « composants discrets » : entre autres, la fameuse bascule dite Flip-Flop ou Eccles-Jordan. Mais l'intégration a permis d'adjoindre les entrées J et K et cela confère au basculeur des propriétés insoupçonnées. A titre

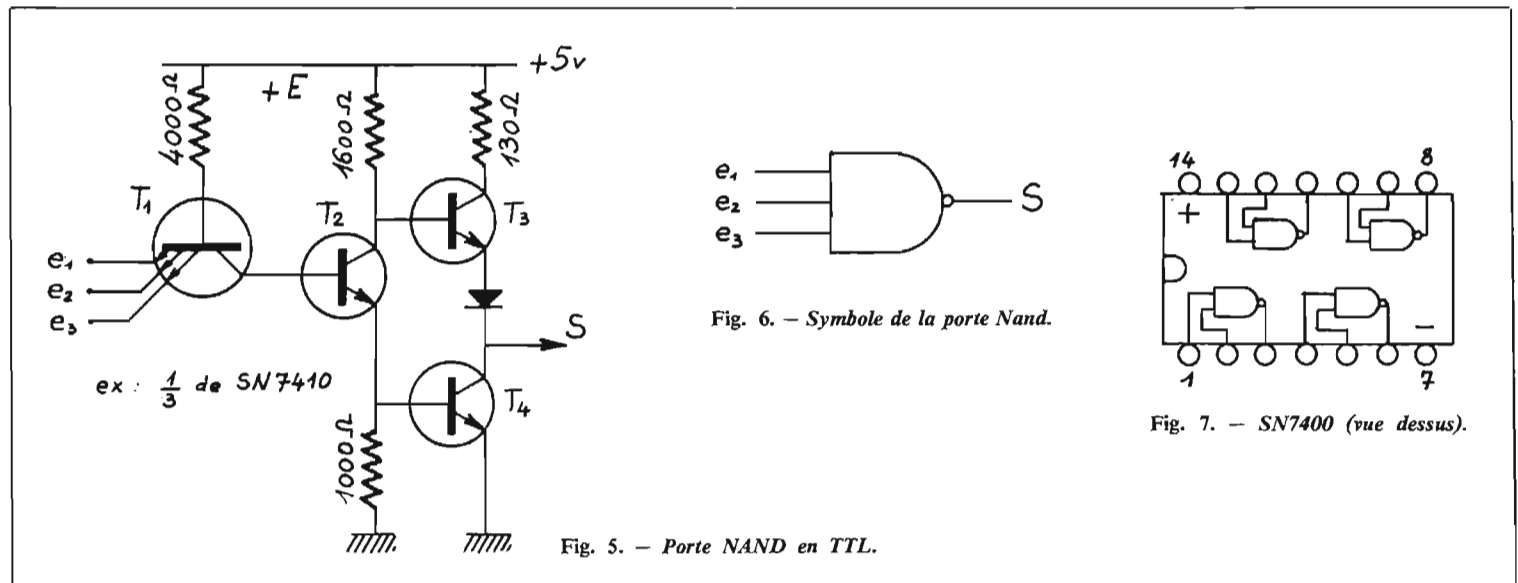


Fig. 5. — Porte NAND en TTL.

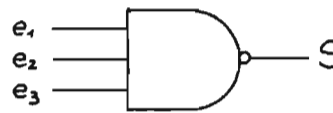


Fig. 6. — Symbole de la porte Nand.

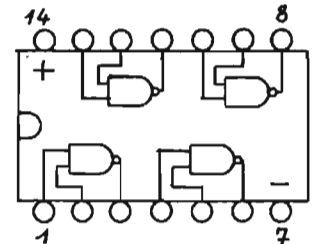


Fig. 7. — SN7400 (vue dessus).

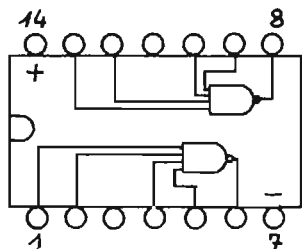


Fig. 8. - SN7420.

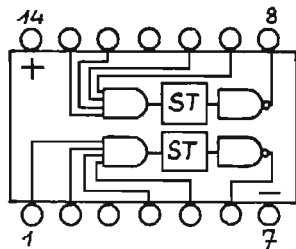


Fig. 9. - SN7413.

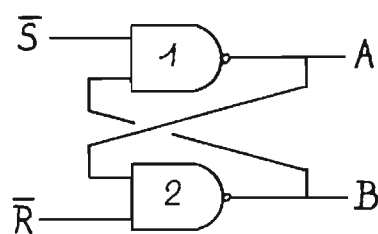


Fig. 10. - Basculeur R.S.

documentaire et pour que l'on soit bien conscient de la complexité du montage, nous donnons en figure 11, l'organisation possible d'un basculeur JK : on y retrouve tout d'abord deux basculeurs simples : le maître et l'esclave. Le fonctionnement détaillé du circuit étant complexe, il n'est pas dans nos intentions de vous l'exposer. Nous en donnerons simplement les grandes lignes.

● 1^{er} cas : J = 1, K = 1.

Le basculeur va alors fonctionner exactement comme un Eccles-Jordan, c'est-à-dire que la sortie va changer d'état à chaque impulsion arrivant sur l'entrée H (entrée d'horloge, clock en anglais).

Voyons le détail de l'opération : se référer à la figure 13.

- De t_1 à t_2 : blocage des Nand 5 et 6, provoquant la séparation du basculeur maître et de l'esclave.

- De t_2 à t_3 : transfert des informations J et K à travers le basculeur maître.

- De t_3 à t_4 : inhibition des entrées J et K et reconnection maître-esclave, amenant à l'ins-

tant t_4 , l'affichage du résultat sur les sorties Q et sa complémentaire \bar{Q} (lire Q barre).

Dans ce premier cas, nous obtenons une division de fréquence par 2. Voir figure 14. Le signal obtenu est parfaitement symétrique. (Rapport cyclique de 1.) Il faut bien remarquer que le changement d'état des sorties Q et \bar{Q} , se fait sur le flanc descendant du signal d'horloge.

● 2^e cas : J = 0, K = 0.

Le basculeur est tout simplement bloqué dans l'état où il se trouve : le signal d'horloge est inactif.

● 3^e cas : J = 1, K = 0.

Dans ce cas, la sortie Q prendra le niveau 1, au premier coup d'horloge (donc $\bar{Q} = 0$) et cela quel que soit son niveau au préalable. Les coups d'horloge suivants seront inactifs.

● 4^e cas : J = 0, K = 1.

C'est l'inverse : la sortie Q prendra le niveau 0, au premier coup d'horloge (\bar{Q} , le niveau 1) et cela quel que soit son niveau au préalable. Les coups d'hor-

loge suivants seront également inactifs.

Rôle de \bar{S} : Dite de Preset. C'est la remise préalable à 1. Elle permet donc avant toute action sur H, de faire $Q = 1$ et $\bar{Q} = 0$. Cela s'obtient en portant S (normalement au niveau 1) au niveau 0, pendant un temps très court.

Rôle de \bar{R} : Dite de Clear (ce qui signifie effacement). C'est la remise à zéro : elle permet de retrouver $Q = 0$ et $\bar{Q} = 1$. Cela s'obtient aussi en portant cette entrée à 0, alors qu'elle est normalement au 1.

Dans notre montage, nous n'utiliserons qu'un seul type de JK :

● Le SN7473 : voir figure 15.

Il s'agit d'un double basculeur JK. Chacune étant munie d'une entrée J, d'une entrée K, d'une entrée \bar{R} (clear) et d'une entrée H (clock). Il n'y a pas d'entrée S. Toujours en boîtier dual-in-line, 14 broches.

Par ailleurs, nous trouverons dans les circuits « décades » des associations de basculeurs JK.

Il nous est donc possible d'aborder maintenant le fonctionnement du compteur.

2. LE COMPTEUR.

Cette section de l'appareil est chargée :

● De compter les impulsions reçues pendant l'ouverture de la porte.

● D'afficher le résultat du comptage en base 10, c'est-à-dire suivant notre manière habituelle de lire les nombres.

Le compteur comprendra donc autant d'étages que de chiffres prévus (digits). Ici, avec le TFX1, nous avons choisi un compteur à 6 chiffres : donc à 6 étages. Chaque étage comprend :

● Une **décade de comptage**, comptant de 0 à 9 et sortant le résultat en binaire (base 2).

● Un **circuit de transfert** (ou de mémoire) ne laissant passer le résultat que lorsque le comptage est bien terminé.

● Un **circuit décodeur**, assurant la conversion en décimal du résultat binaire et réalisant en même temps la commutation des

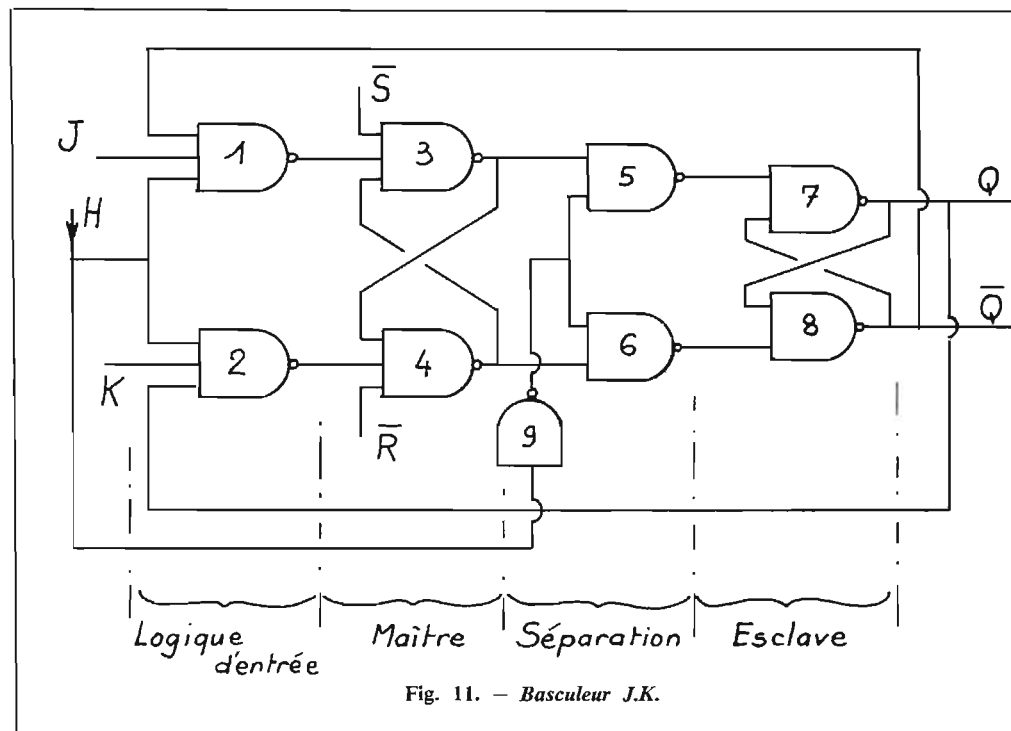


Fig. 11. - Basculeur J.K.

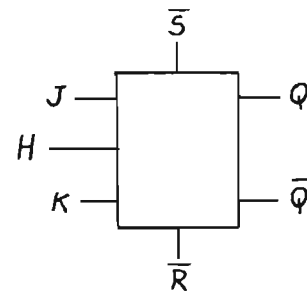


Fig. 12. - Symbole du J.K.

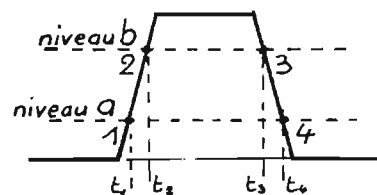


Fig. 13. - Action du signal d'horloge.

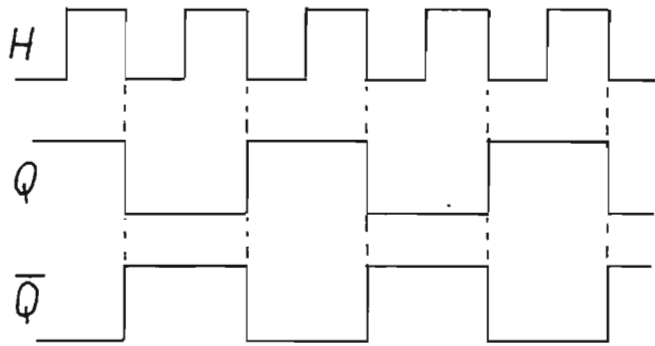


Fig. 14. — Diviseur de fréquence par 2 ($J = 1, K = 1$).

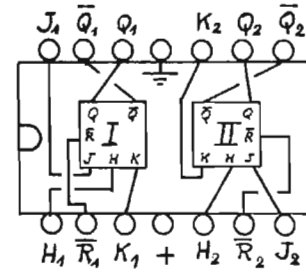


Fig. 15. — SN7473.

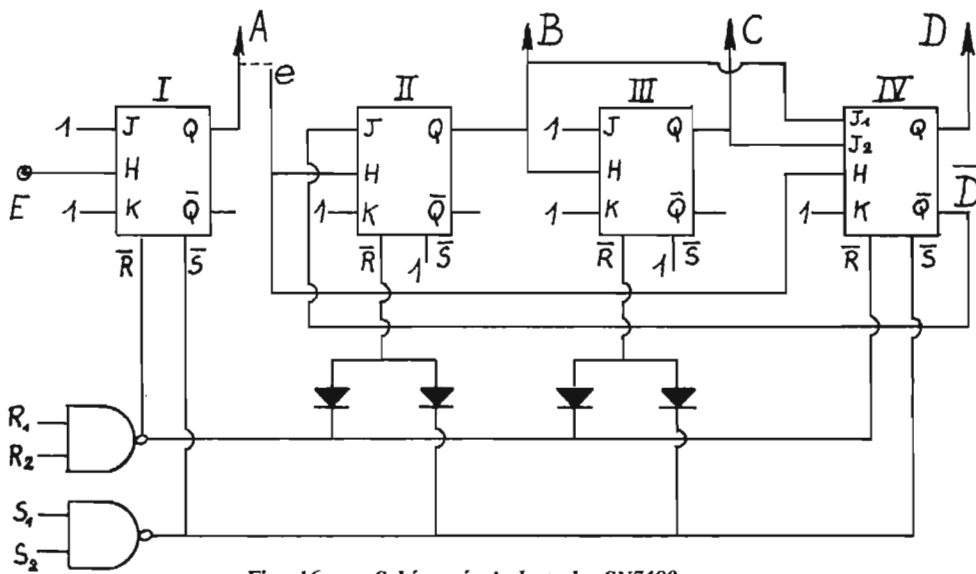


Fig. 16. — Schéma équivalent du SN7490.

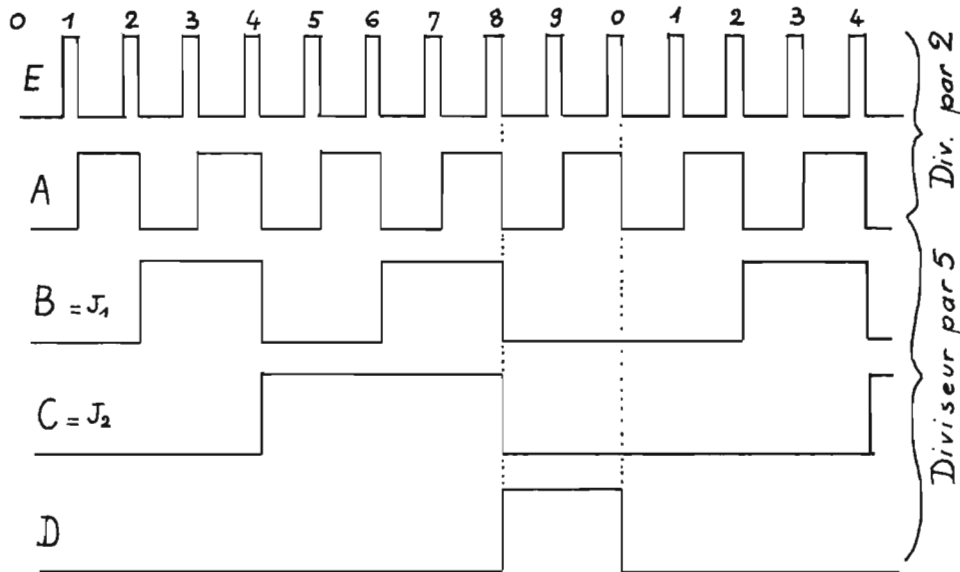


Fig. 17. — Diagramme de fonctionnement du SN7490.

différentes cathodes du tube d'affichage (tube de Nixie).

Voyons le fonctionnement de chaque partie.

a) La décade.

C'est un circuit type SN7490 qui en assure la fonction. Nous trouvons en figure 18 son brochage et en figure 16 son schéma équivalent.

Essayons de comprendre ce qui s'y passe en utilisant les figures 16 et 17. Nous distinguons 4 basculeurs JK :

Le premier (I) est autonome, ses entrées J et K sont au niveau 1 : Ce JK est donc un simple diviseur par 2. Sa sortie est appelée A.

Cette sortie est raccordée extérieurement (pont 12-1) à l'entrée d'une chaîne de 3 basculeurs (II, III, IV) constituant un diviseur par 5.

Au départ nous supposons $B = C = D = 0$, donc $\bar{D} = 1$.

Le J de II est donc à 1, ainsi que le K. Le basculeur II va donc diviser par 2 et donner le signal B.

Le III ayant $J = K = 1$, divise aussi par 2 et donne C. (Les basculements se faisant toujours sur les flancs descendants des signaux d'horloge.)

Le basculeur IV reçoit sur son entrée horloge le signal A (comme II), mais possédant 2 entrées J, il faudra qu'elles soient toutes les deux au niveau 1, pour que IV bascule sur le front descendant suivant de A (car $K = 1$). Or le diagramme de la figure 17, montre que $J_1 = J_2 = 1$, pendant les instants 6 à 8 (car $J_1 = B$ et $J_2 = C$). Le IV basculera donc au premier flanc descendant de A qui suivra : c'est-à-dire à l'instant 8, donnant $D = 1$ et $\bar{D} = 0$. Mais alors, le J de II vient à 0 et le deuxième basculeur déjà au 0, y reste au coup d'horloge suivant (instant 0) alors que le IV repassera à 0.

On constate donc que à la dixième impulsion (instant 0 de la figure 17), tous les basculeurs repassent à 0. L'ensemble a donc

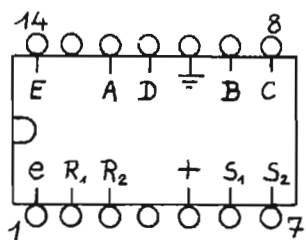


Fig. 18. — SN7490.

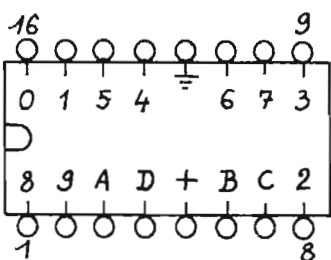


Fig. 20. — SN7441.

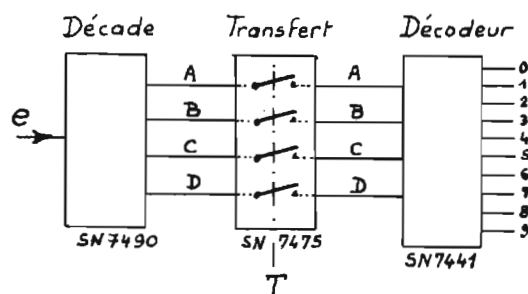


Fig. 21. — Transfert.

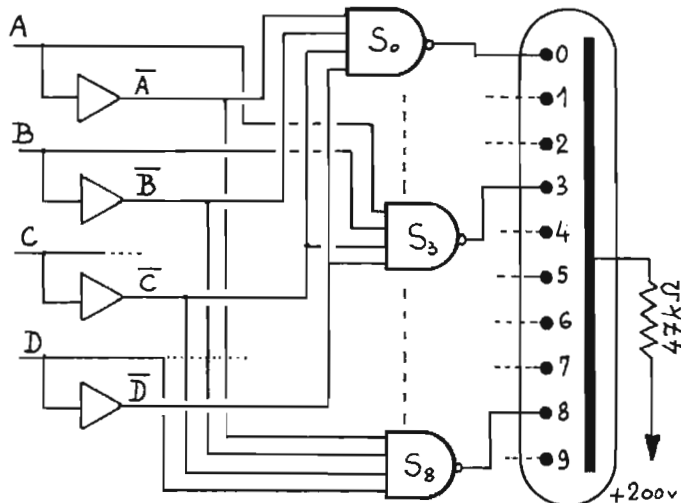


Fig. 19. — Schéma partiel du SN7441 et liaison au Nixie.

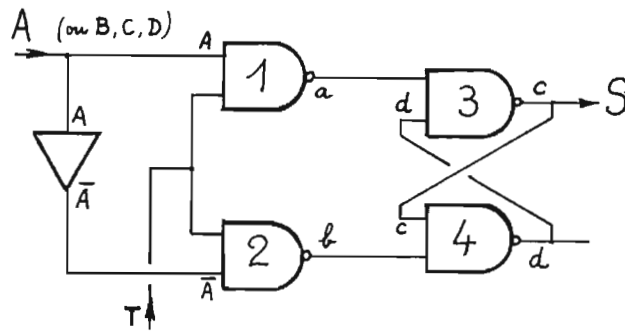


Fig. 22. — Principe du bistable Latch.

« recyclé » et cela s'est bien fait à la dixième impulsion reçue : Nous avons bien une décade.

Nous donnons dans le tableau suivant, les niveaux des sorties pour les différentes impulsions reçues :

Impul.	D	C	B	A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	0	0	0	0

Les lecteurs connaissant la numération en base 2, reconnaîtront aisément la traduction en binaire des signaux d'entrée.

Rôle de R_1 et R_2 : (remise à zéro). Ces deux entrées, normalement au niveau 0, remettent tous les basculeurs à 0, quand on les porte à 1, pendant un bref instant, ceci quel que soit l'état de chacun (active High).

Rôle de S_1 et S_2 : (remise à 9). Ces entrées permettent de la même manière d'amener directement la décade dans l'état 9, soit $A = 1, B = 0, C = 0, D = 1$. Cette possibilité n'est pas exploitée dans notre compteur.

b) Le décodeur.

C'est un circuit du type SN7441 (ou 74141). Le schéma interne est très compliqué, à cause du grand nombre de portes Nand utilisées.

Nous en donnons une petite partie en figure 19.

Chaque sortie S_0 à S_9 est au 1, lorsque toutes les entrées correspondantes ne sont pas simultanément au 1. Elles passent au 0, si toutes les entrées sont à 1. Ainsi S_0 reçoit A, B, C, D . Il faut donc $A = B = C = D = 1$, soit $A = B = C = D = 0$ donc à l'impulsion 0 (voir le tableau précédent).

S_3 reçoit A, B, \bar{C}, \bar{D} . Il faut donc $A = B = C = D = 1$, soit $A = B = 1$ et $C = D = 0$. C'est ce qui se passe à la troisième impulsion.

S_8 reçoit $\bar{A}, \bar{B}, \bar{C}, D$. Il faut $\bar{A} = \bar{B} = \bar{C} = D = 1$, soit $A = B = C = 0$ et $D = 1$, ce que nous obtenons effectivement à la huitième impulsion.

Les sorties S_0 à S_9 sont en fait constituées de transistors haute tension (souvent protégés par zeners). Ces sorties sont reliées aux cathodes d'un tube de Nixie, dont l'anode est au + 200 V.

Lorsque l'une des sorties se met à 0, la cathode correspondante est reliée à la masse et s'illumine par ionisation : le chiffre décodé est donc affiché.

Pendant ce temps, les autres sorties sont, elles, coupées de la masse, aussi un seul chiffre peut-il s'illuminer à la fois.

Le SN7471 est présenté en boîtier dual-in-line 16 broches. On en trouvera le brochage en figure 20.

c) Le transfert.

C'est un circuit SN7475 qui en réalise la fonction.

Ce circuit est nécessaire pour obtenir un « affichage mémorisé ».

De quoi s'agit-il ?

Lors d'une mesure de fréquence, le compteur dénombre pendant une seconde (par ex.) le nombre d'impulsions reçues. Donc, pendant cette seconde, les chiffres défilent très rapidement et ils sont totalement illisibles. La seconde écoulée, le résultat apparaît. Mais en réalité, le comptage est répétitif : on verrait donc périodiquement et pendant un temps fort court, un affichage fixe, entre de plus longues périodes illisibles. Ce serait fort désagréable.

Le circuit de transfert supprime ce défaut :

Il s'agit en fait, d'une coupure provoquée entre la décade et le décodeur (voir Fig. 21). Au départ, la décade est à 0 et le décodeur affiche 0 sur le Nixie. Le transfert est bloqué. (Pas de passage.)

La décade compte alors, pendant une seconde, mais rien ne traverse le SN7475, de telle sorte que le Nixie continue à afficher 0.

La seconde terminée, la décade s'arrête sur un certain nombre. Le transfert se débloque alors et l'information atteint le décodeur et le Nixie, lequel affiche le résultat.

Le transfert se rebloque, mais conserve sur ses sorties, la « mémoire » du résultat : l'affichage demeure.

La décade, remise à 0, peut effectuer un nouveau comptage, le résultat précédent étant toujours lisible. Le nouveau résultat sera transféré de la même manière et corrigera éventuellement le précédent.

L'utilisation du compteur devient donc agréable : l'affichage est fixe et si les comptages répétés périodiquement donnent un résultat constant (cas d'une fréquence mesurée bien fixe), aucun chiffre ne changera. Si un léger glissement de fréquence se produit, changera seulement le chiffre des unités, éventuellement celui des dizaines.

Le circuit SN7475 contient 4 basculeurs type RS (4 bistables « latch ») (voir Fig. 23). Chacun d'eux étant organisé comme sur la figure 22.

On distingue un basculeur simple associé à 2 portes Nand et à 1 inverseur.

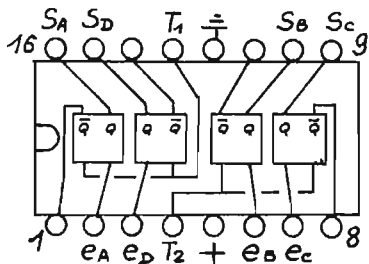


Fig. 23. - SN7475.

1^{er} cas : $T = 1$.

Si $A = 1$: Alors $a = 0$, d'où $c = 1$.

On a aussi $\bar{A} = 0$, d'où $b = 1$ et $c = 1$, donnent $d = 0$.

Si $A = 0$: Alors $a = 1$.

Mais $\bar{A} = 1$, d'où $b = 0$, d'où $d = 1$.

$a = 1$ et $d = 1$ font $c = 0$.

On constate donc que si $T = 1$, la sortie c « recopie » le niveau de A . Le circuit peut être considéré comme « transparent ».

2^e cas : $T = 0$.

Alors, quel que soit le niveau de A , les sorties a et b resteront à 1, et le basculeur (3 et 4) va rester dans l'état où il se trouvait, gardant en « mémoire » la dernière position imposée lors du fonctionnement avec $T = 1$.

Pour terminer l'étude théo-

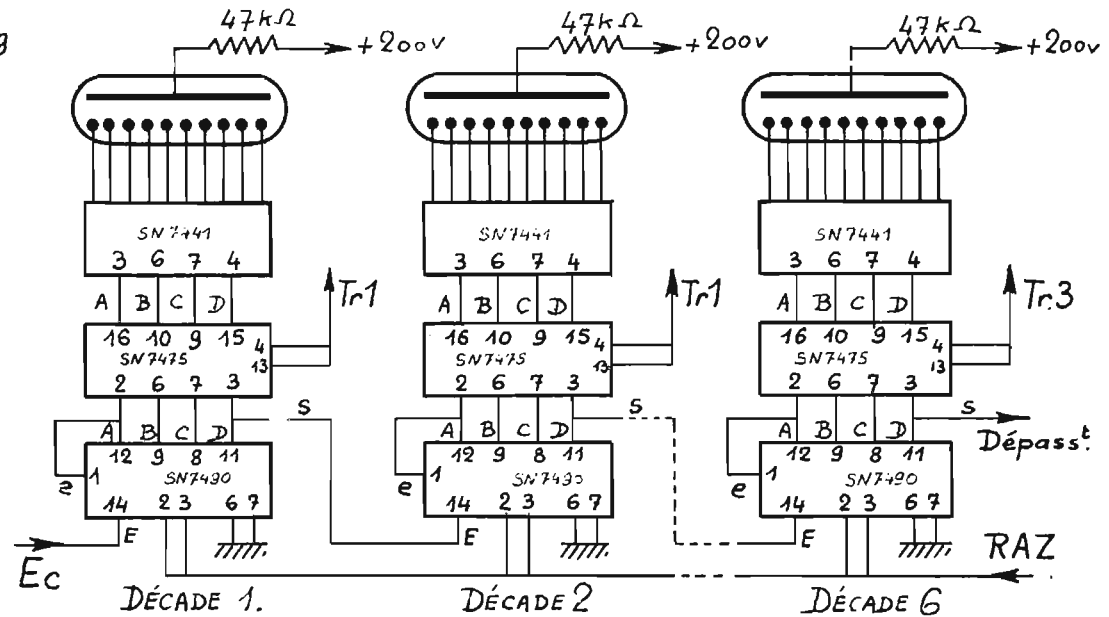


Fig. 24. - Schéma du compteur.

rique du compteur, nous donnons en figure 24, son organisation réelle. Nous avons représenté 3 décades complètes sur les 6, dont il est effectivement muni. Les nombres portés sont ceux des broches. On constate que la sortie de chaque decade est utilisée pour commander la

suyante. La sortie de la dernière est envoyée dans un circuit de dépassement à voyant lumineux, indiquant que le comptage a dépassé plus de 999 999 impulsions et que l'affichage est faux, puisqu'il manque les chiffres les plus significatifs : ceux de gauche.

La remise à 0 est commune à toutes les décades, par contre la commande de transfert est scindée en 3 : Tr_1 , Tr_2 , Tr_3 . Nous verrons plus loin la raison de cette commande fractionnée.

(A suivre)

F. Thobois.

tabey à LYON

15, rue Bugeaud - Tél. 24-32-29

Casques

Micros
Boîtes de mixage
Pieds micro
Bandes magnétiques
Alimentations secteur
Emission 27 MHz

Haut-parleurs

Kit haut-parleurs
Tissus pour baffles
Enceintes
Haut-parleurs guitare
Cordons de jonctions
Connecteurs

Composants

Module B.F.
Module F.I. H.F.
Kit ampli
Coffrets
Mesure
Fer à souder

Amplificateurs

Tuner
Platine P.U.
Magnétophones
Cellules magnétiques
Librairie
Télévision

BST - HECO - PEERLESS - AUDAX - GEGO - KF - SUPRAVOX - AMTRON - MERLAUD - TEKKO - AKG - BEYER - MELODIUM - CHINAGLIA - VEROBOARD - AGFA - SCOTCH - SHURE - EMPIRE METRIX - THORENS - GARRARD - Lenco - SONY - REVOX - UHER - SEM - SCIENTELEC, etc.