

7f  
404 PAGES  
LIII<sup>e</sup> ANNÉE - N° 1636 - SEPTEMBRE 1976

# LE HAUT-PARLEUR

JOURNAL DE VULGARISATION

ISSN 0337 1883

**SON      TÉLÉVISION      RADIO      ÉLECTRONIQUE**

- PREAMPLI CA 202 P ET AMPLI CA 200 M CYBERNET □ MIRE COULEUR PHILIPS PP 5215 □ PHOTO : LE SYSTEME OLYMPUS □ □
- REALISEZ : UNE CAMERA DE TV NOIR ET BLANC DE QUALITE □ UN AMPLI HIFI ORIGINAL ET MODULAIRE □ □ □



**SCOTT. une nouvelle génération d'Amplis**

Exemplaire strictement personnel  
Didier Bossard  
90.3.102.195  
27/03/2019  
deepo44@hotmail.com

# REALISEZ UNE CAMERA TV DE QUALITE

**L**a réalisation d'une caméra TV, noir et blanc, est certainement l'un des exercices d'électronique parmi les plus passionnants ! Cela vient sans doute de ce que l'apparition d'une image cohérente et « vivante » sur l'écran du téléviseur, constitue une sorte de miracle, dont l'explication, malgré la diffusion massive de la « télé » est encore inaccessible à la majorité de nos concitoyens.

Par ailleurs, la réalisation en elle-même n'est pas très simple, certains circuits sont complexes : il est fait appel autant aux techniques digitales qu'aux linéaires, ces dernières posant évidemment beaucoup plus de problèmes que les autres. Enfin, quand vient le moment de passer à la concrétisation du projet, on s'aperçoit qu'il y a un abîme entre le schéma et l'appareil terminé. En effet, à partir du moment où l'on désire obtenir une caméra compacte, les voisinages entre certains circuits posent de redoutables problèmes au réalisateur. Les circuits impulsionnels rayonnent sur les amplificateurs sensibles et agrémentent l'image de fioritures dont

on se passe fort bien. Ainsi, lors de l'étude de la maquette, alors que le fonctionnement était parfait avec une disposition des plus aérées et de nombreux fils de liaisons, nous eûmes beaucoup plus de mal à retrouver la même qualité dans les dimensions réduites que nous nous étions imposées. Nous ne saurions donc trop vous recommander de suivre au... millimètre près, les dispositions mécaniques que nous indiquerons, à moins que vous n'aimiez les difficultés (... chacun ses goûts !!) Ces dispositions ont d'ailleurs été minutieusement étudiées pour avoir tout à la fois une réalisation facile, un montage aisé, une accessibilité aussi bonne que possible.

Evidemment, il y aura de la tôle à plier ! Nous ne le regrettons pas et nous espérons même que cela découragera quelques amateurs trop peu soigneux ! Par contre, pour ceux qui aiment le travail soigné, pour ceux qui apprécient autant la présentation que le fonctionnement, alors, mes amis... « pourléchez-vous les babines !! » car de grandes satisfactions vous attendent !



La caméra DCV1 que nous vous présentons est de classe professionnelle. On en trouvera plus loin les caractéristiques détaillées, mais nous voulons dès à présent attirer votre attention sur quelques points particuliers, qui en font l'originalité :

— Le générateur de signaux de synchronisation est construit en technologie CMOS, assurant une consommation aussi réduite que possible. Les signaux fabriqués sont rigoureusement conformes aux normes E25 lignes Européennes et, ce qui est notable, obtenus sans aucun réglage : Tous les temps étant créés par additions, soustractions, divisions de temps élémentaires issus d'un quartz. Aucune dérive dans le temps n'est possible. La référence est indépendante du réseau.

— Le vidicon choisi, (c'est-à-dire le « tube image ») est un modèle de un pouce (2,54 cm) ce qui est peu courant car la quasi totalité des caméras du commerce ont un modèle de 2/3 de pouce. Ces derniers exploitant une image optique plus petite ont une résolution plus faible. Ils requièrent d'autre part des optiques spé-

ciales. Avec le modèle choisi, compte tenu cependant de la qualité que l'on pourra financièrement s'offrir, on peut prétendre à passer 750 points en mode vidéo directe, ce qui est bien meilleur que ce que vous avez l'habitude de voir à la « télé » ! Une telle qualité n'est pas très courante.

— L'amplificateur vidéo des signaux issus du vidicon est muni dans notre caméra, d'un système de commande automatique de contraste (C.A.C.) permettant une utilisation facile lors de prises de vues de scènes tantôt fort éclairées, à d'autres plus sombres. Cette particularité n'est pas exceptionnelle et la quasi totalité des modèles du commerce possèdent ce dispositif. Mais par contre nous avons aussi un système d'alignement automatique des signaux vidéo, au niveau du noir et cela est bien plus rare ! Ainsi, si vous passez d'une image lumineuse à une image sombre, non seulement le C.A.C. corrigera le contraste, mais les noirs de la première image auront le même niveau que ceux de la seconde, sans retouche au téléviseur associé.

— L'optique d'une caméra est une pièce importante et

chère. De sa qualité dépend évidemment celle de l'image obtenue. Le choix du vidicon de un pouce nous a permis de prendre des objectifs Photo, type 24 x 36 mm, interchangeables à vis ou à baïonnette. En effet, qui n'a pas déjà un bon réflexe dans ses armoires? Il suffit alors de lui emprunter « ses lentilles ». De plus, dans ce domaine, il existe un choix considérable: il est possible de sélectionner l'ouverture, la focale... convenant le mieux à l'application envisagée. On peut utiliser filtres, zooms... tous ces accessoires restant disponibles pour la photographie. Enfin, le réglage de diaphragme de l'objectif augmentera encore les possibilités d'adaptation et permettra les prises de vues allant des scènes « plein soleil » aux prises de vues intérieures sans éclairage additionnel.

- Notre caméra DCV1 s'alimente en 12 V continu, avec une consommation très réduite. (de l'ordre de 400 mA) Cette tension sera fournie selon le cas, par une alimentation secteur, ou par une batterie... de voiture par exemple. Les prises de vues dans la nature sont ainsi permises, d'autant que le générateur de synchro est piloté par quartz et donc indépendant du secteur.

- Enfin, pour en terminer avec les particularités essentielles de la caméra DCV1, signalons que nous décrivons à la suite:

- un modulateur permettant l'attaque directe des téléviseurs par la fiche d'antenne et assurant à la fois le transport de l'image, mais aussi du son, à une distance quelconque et à autant de téléviseurs qu'il est utile. Notons cependant que, en liaison « vidéo directe », on ne commence à noter une légère dégradation de la qualité de l'image que lorsque le câble coaxial ordinaire 75  $\Omega$ , dépasse... 250 m!

- un monitor de contrôle s'enfichant sur la caméra, sous forme de viseur électronique. Les deux appareils formant ainsi un bloc compact. Les liaisons se font par connecteur invisible.

Nous espérons que ces pré-



**Légende Photo A :**  
Vue de 3/4 arrière montrant la disposition rationnelle du tableau arrière. Au-dessus on distingue le cache masquant le connecteur prévu pour l'enfichage du monitor.

mières lignes vous ont convaincu de l'intérêt de la présente description et qu'elles vous ont donné le désir de la réalisation. Nous tenons à remercier notre ami Daniel Duquesnoy pour le travail considérable de mise au point qu'il a fourni pour concevoir et réaliser la maquette. Nous le félicitons pour la qualité de ce travail et pour celle des résultats obtenus. Nous sommes persuadés que les lecteurs du Haut-Parleur apprécieront!

### Caractéristiques de la caméra DCV1

- Vidicon de un pouce. Type TH9810 de Thomson-CSF. Modèle à grilles séparées. Faible intensité de chauffage: 150 mA. 850 points au centre typiques.
- Déviateur de Gerhard type Bv. 200/1b5.
- Objectif type Photo 24 x 36 mm. Focale au choix.
- Référence de temps par quartz 1 MHz.
- Platine synchro C.MOS sans réglage.
- Standard rigoureusement conforme au 625 lignes/50 Hz européen. Balayage entrelacé.
- Résolution 750 points au centre.
- Sortie vidéo directe standard 1 Vcc/75  $\Omega$ .
- Charge 75  $\Omega$  intérieure ou extérieure commutable.

- Contrôle automatique de cible (C.A.C) commutable en manuel. (2000/1)

- Alignement automatique de la vidéo, au niveau du noir.

- Circuit de sécurité assurant la protection du vidicon sur panne de balayage.

- Commandes extérieures réduites:

- Vernier de concentration.

- Contrôle de cible en manuel.

- Choix de la polarité vidéo: positive pour usage normal. Négative pour utilisation de négatifs photos.

- Courant de faisceau pré-régulé.

- Circuit de mesure vidéo et alimentation.

- Alimentation entièrement stabilisée et protégée des courts-circuits et débits excessifs. Entrée en tension continue de 11 à 22 V. Consommation sous 12 V: 400 mA.

- Technologie: semi-conducteurs. 24 transistors et 25 circuits intégrés.

- Dimensions: 24 x 12 x 12 cm sans objectif.

- Réalisation: entièrement sur circuits imprimés déconnectables.

- Accessoires prévus:

- Modulateur UHF image et son, piloté quartz.

- Monitor enfichable sur la caméra.

- Bloc d'alimentation secteur.

- Prix de revient: Question souvent posée par les lecteurs et de réponse difficile, car ce

prix dépend essentiellement de la classe des composants achetés. Deux exemples. Le vidicon peut coûter de 150 F (modèle de surplus) à plus de 1500 F (modèle neuf de classe supérieure, vendu avec certificat de garantie individuel, précisant exactement le nombre et la dimension des minuscules défauts affectant la cible). Chaque résistance ajustable peut valoir de 1,5 F (modèle grand public) à plus de 10 F (modèle professionnel). Comme on le constate, le prix d'une réalisation peut ainsi varier de 1 à ... 10 !! Disons, sans nous engager trop, que pour une bonne qualité moyenne, l'investissement devrait se situer entre 600 et 800 F, sans compter l'objectif et la tôlerie.

Nous signalons que la maison Selectronic, 14, bd Carnot, 59800 Lille, pourra fournir tous les composants de cette réalisation, y compris les circuits imprimés et faces avant et arrière décoratives. Par contre, la tôlerie restera à exécuter.

### A. Etude théorique

#### I. Principe de fonctionnement

Nous l'avons déjà signalé, la pièce maîtresse d'une caméra TV est le tube de prise de vues. Pour une caméra compacte et de prix de revient abordable par l'amateur, le vidicon est pratiquement le seul tube

image possible. Ce n'est pourtant pas le seul existant et le tableau 1 vous donne quelques éléments de comparaison avec d'autres types.

Le vidicon est choisi pour toutes les applications grand public ou de surveillance industrielle. Le Silicon, n'est recherché que pour des prises de vues dans une quasi-obscurité. Le Plumbicon est très utilisé dans les caméras couleur. L'Orthicon est le tube par excellence des lourdes caméras de studios.

**LE VIDICON** (Vidéo - voir icône : image) ressemble beaucoup à un tube cathodique de mesure ou à celui d'un téléviseur. Son fonctionnement est très comparable, à ceci près que dans le tube cathodique, la variation du courant de faisceau fait varier la luminosité du spot, alors que dans le vidicon c'est au contraire la lumière atteignant la cible qui provoque les variations du courant de cette cible. On retrouve donc dans le vidicon, les mêmes parties. Voir figure 1.

- A l'arrière de l'ampoule de verre bien cylindrique, le canon à électrons comprenant :

- un filament portant au rouge une cathode émissive d'électrons ;

- une grille d'accélération  $g_2$  portée à une tension de quelque 300 V et attirant les électrons ;

- une électrode de concentration statique  $g_3$  permettant l'obtention d'un pinceau mince

d'électrons nécessaire au balayage de la cible ;

- une grille de contrôle  $g_1$  (correspondant au Wehnelt d'un tube cathodique) réglant la densité du « tir électronique ».

- A l'avant de l'ampoule, avec connexion extérieure annulaire : la cible, constituée d'une mosaïque photoconductrice et sur laquelle se forme l'image optique créée par l'objectif. Par ailleurs, sur cette même cible, dont nous verrons plus loin le fonctionnement, tombe le faisceau d'électrons en provenance du canon.

A proximité immédiate de la cible, une grille  $g_4$  sert à fournir un champ décélérateur uniforme, de sorte que le faisceau électronique tombe sur la couche sensible, bien perpendiculairement et à faible vitesse.

Lorsqu'une image optique se forme sur la cible, portée à un potentiel continu de quelques dizaines de volts, chaque point devient d'autant plus conducteur qu'il reçoit de lumière. Il constitue ainsi, une sorte de micro-condensateur élémentaire. La face interne de la cible présente donc une image électrique positive de la scène projetée. Le pinceau électronique de balayage va, en passant successivement sur chaque élément « décharger » le condensateur élémentaire. Le pinceau passé, le condensateur se recharge aussitôt provoquant un appel de courant dans la résistance de charge de la cible. Au cours de l'analyse de l'image, cette résistance est

TABLEAU 2

Régime	Bas	Moyen	Haut
U/ $g_4$	300 V	500 V	900 V
U/ $g_3$	180 V	325 V	600 V
U/ $g_2$	300 V	300 V	300 V
Points au centre	750	850	950
Points aux coins	350	450	550

ainsi le siège de variations de débits correspondant exactement aux variations de luminosité des points analysés. La polarité du signal recueilli au point « chaud » (côté cible), de la résistance est telle que les blancs de la scène font baisser la tension cible : la phase est négative.

Le vidicon utilisé dans la caméra DCV1 est le modèle TH9810 de la Thomson. Il se distingue de types plus anciens par le fait que les électrodes  $g_2$  et  $g_4$  sont séparées. En effet, un défaut du tube vidicon en général est de donner sur les bords de l'image une définition bien inférieure à celle de la zone centrale. La séparation des deux électrodes en question, avec une adaptation de leurs potentiels, autorise une amélioration sensible sur ce plan. Comme le montre le tableau suivant, les performances du 9810 dépendent essentiellement du régime de fonctionnement.

Nous avons choisi le régime « bas » car 750 points au centre sont plus que suffisant, les téléviseurs normaux, voire les tubes cathodiques, ayant déjà beaucoup de peine à les restituer ! Par ailleurs, au-delà, la

complexité de l'ampli vidéo de la caméra augmente beaucoup, le problème du rapport signal/bruit déjà difficile devient inextricable. Comme pour toute chose il faut rester sage !

Le choix du vidicon Thomson n'est nullement impératif, tous les vidicons ordinaires de un pouce conviennent, quel que soit le fabricant. Pour tous ceux que nous connaissons d'ailleurs, les caractéristiques mécaniques et le brochage sont identiques. Voir la figure 2. On peut aussi utiliser un vidicon à grilles  $g_2$ - $g_4$  réunies. Par exemple un vieux TH9805 nous a donné de très bonnes images.

- Bien sûr, l'analyse de l'image optique ne peut se faire que par un balayage convenable de la cible par le faisceau. Il est donc nécessaire de dévier celui-ci. Ce résultat est obtenu par un déviateur magnétique externe.

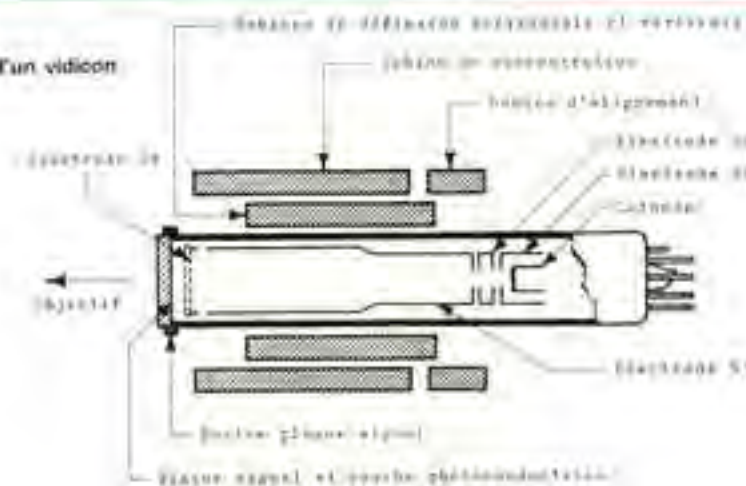
Rappelons que l'homme ne sait pas encore envoyer globalement le contenu d'une image, mais qu'il doit la décomposer point par point et transmettre ces renseignements les uns après les autres. Cette analyse se fait exactement à la manière dont vous lisez ce texte : caractère par caractère dans une ligne (de gauche à droite) puis ligne après ligne (de haut en bas).

Nous l'avons dit : la déviation du faisceau est magnétique. Des bobines H et V du déviateur, disposées autour du col du vidicon, (voir fig. 1 et fig. 3) provoquent les déplacements horizontaux, (lecture d'une ligne en 64  $\mu$ s) et verticaux (lecture de l'image complète en 40 ms). Les champs magnétiques nécessaires sont obtenus par l'action de courants de formes convenables, traversant les enroulements.

TABLEAU 1

Type	Usages	Avantages	Inconvénients
VIDICON	Surveillance Circuits fermés	Peu encombrant Faible prix Sensibilité moyenne	Rapport S/B médiocre Risque de marquage Rémance
SILICON	"	Très sensible	Prix élevé Optique spéciale
CHALNICON	"	Très sensible Ne se marque pas Peu rémanent	Pas de C.A.C.
PLUMBICON	Studio	Très sensible Peu rémanent	Prix élevé Assez fragile
ORTHICON	Studio	Haute définition S/B très bon Ne se marque pas Peu rémanent	Prix très élevé Encombrant

Fig. 1.  
- Structure d'un vidicon



Nous y reviendrons. Enfin, compte tenu de la très grande finesse nécessaire à l'obtention des 750 points le long d'une ligne ne mesurant que quelque 13 mm l'image utile sur la cible du vidicon de un pouce ne fait que 12,7 mm x 9,7 mm il faut un pinceau d'électrons parfaitement concentrés. La préconcentration du canon à électrons est complétée par une concentration magnétique, provoquée par le passage d'un courant continu dans la bobine C du déviateur. Les bobines d'alignement de la figure 1 sont facultatives.

NB. Notons que la fabrication d'un déviateur de Vidicon est une chose possible pour un amateur averti. Cependant, compte tenu de la difficulté du travail et surtout de la difficulté qu'il y a à obtenir un très bon résultat, nous déconseillons une telle entreprise, que nous avons pourtant menée à bien, il y a une dizaine d'années, pour une caméra à lampes. Mais c'était presque « l'époque héroïque » et en 1978, il n'en faut pas trop demander et il est bien plus simple sinon plus économique d'acheter le bloc déviation-concentration tout fait. Un seul inconvénient... c'est un peu plus cher ! Mais revenons... à la cible !

Nous pouvons dès à présent, dresser un schéma-bloc de notre caméra. Nous le trouvons en figure 3 :

• Au centre du schéma : le générateur de temps. Ce circuit fournit :  
- Les ordres de déclenche-

ment des balayages internes :  
-  $h$  est une impulsion de 7  $\mu$ s, se reproduisant toutes les 64  $\mu$ s (15625 Hz) et qui déclenche le balayage horizontal, ligne après ligne.  
-  $v$  est une impulsion de 1440  $\mu$ s se répétant toutes les 20 ms et qui déclenche le balayage vertical, demi-image après demi-image.  
- Les signaux d'effacement (ou de suppression, ou de blanking) du vidicon, rendant celui-

ci aveugle, pendant le retour de ligne ou le retour d'image. Cet effacement est indispensable pour avoir une image claire. Les signaux sont appliqués sur  $G_1$  :  
- Les signaux de synchronisation ligne et image, les signaux d'effacement ligne et image à incorporer dans le signal vidéo complet, de manière à assurer un fonctionnement correct et synchrone du téléviseur associé.

• En haut du schéma : les générateurs de balayages. Déclenchés par  $h$  et  $v$ , ils fabriquent les courants nécessaires au déviateur. Le générateur horizontal délivre accessoirement les tensions élevées indispensables à la mise en œuvre du vidicon. Ce bloc contient aussi les circuits de sécurité. En effet, un arrêt accidentel de l'un des balayages, ou pire, des deux, entraînerait rapidement une brûlure irréversible de la cible du vidicon. Dans un tel cas, les circuits de sécurité suppriment l'alimentation haute tension du vidicon et par là même, lui évitent toute détérioration.

• A gauche : l'amplificateur vidéo-fréquence. C'est un circuit très délicat. Il recueille à haute impédance les tensions très faibles issues de la cible du vidicon, il est chargé d'amplifier ces tensions en équilibrant la bande passante, tant du côté des fréquences basses/frisques de traînages courts ou longu que du côté des fréquences élevées. (Pour obtenir des détails fins et du « piqué »)

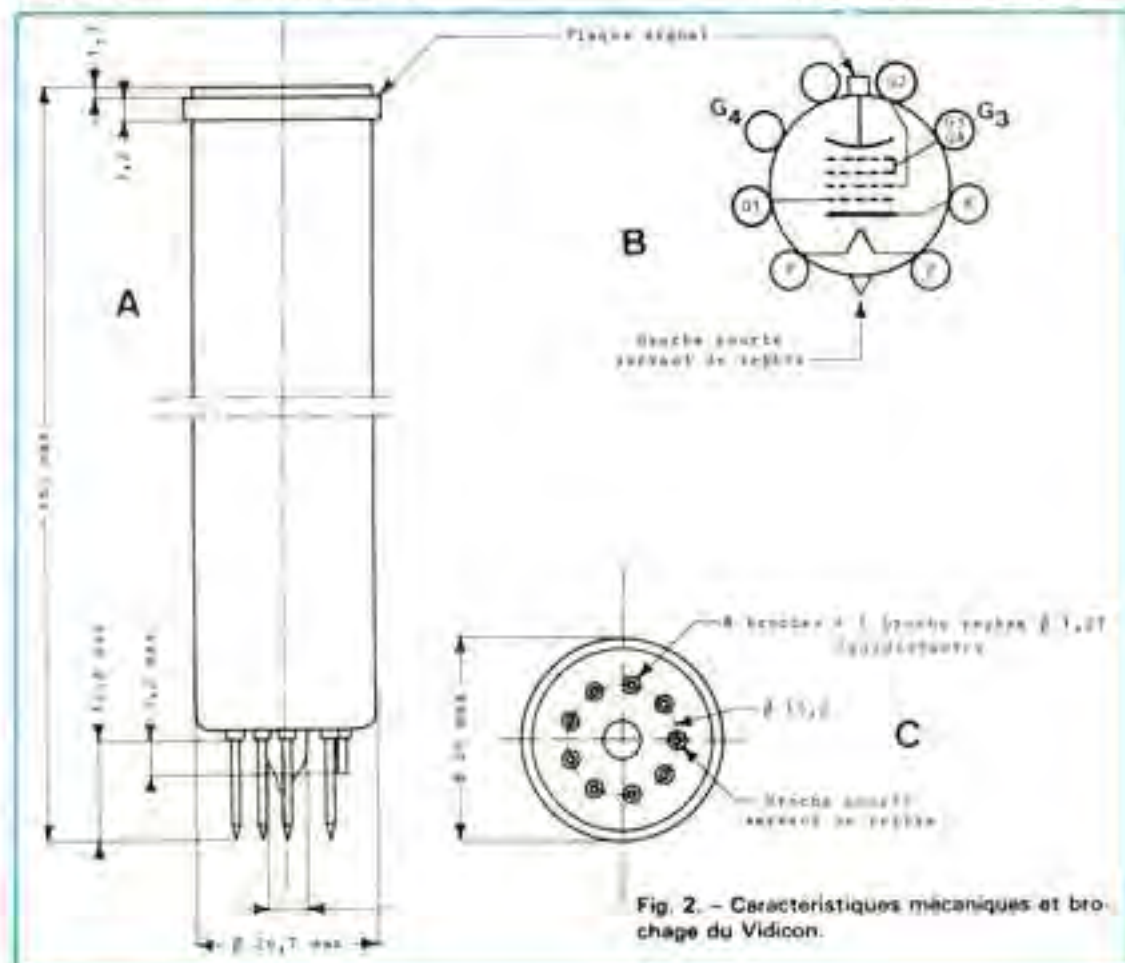


Fig. 2. - Caractéristiques mécaniques et brochage du Vidicon.

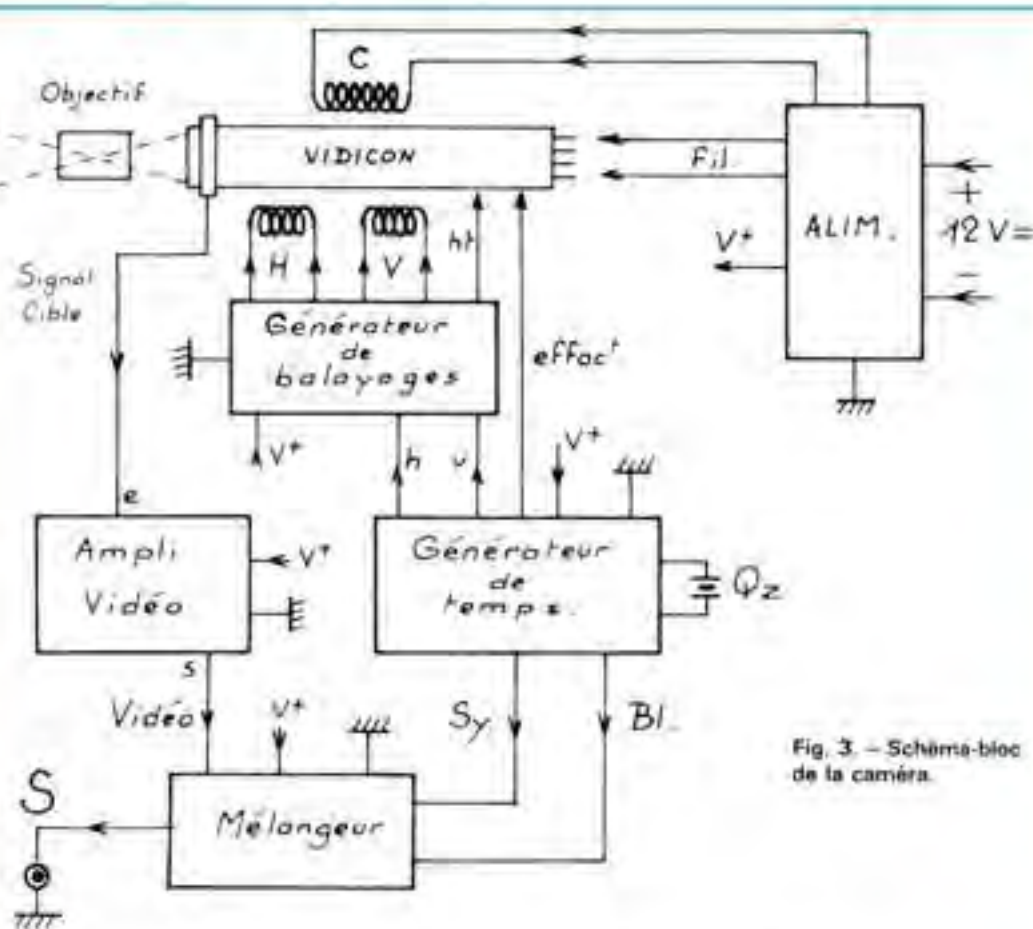


Fig. 3 - Schéma-bloc de la caméra.

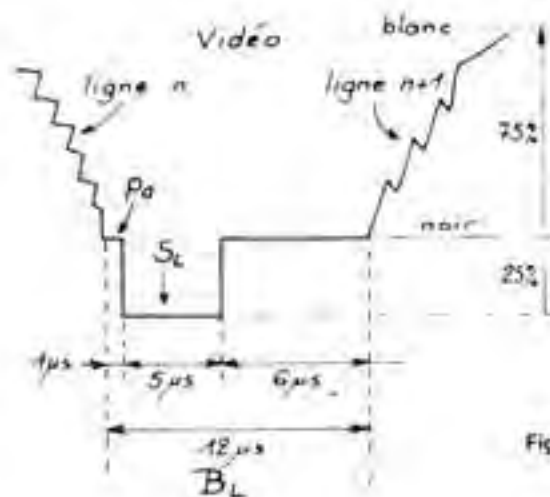


Fig. 4 - Signaux de lignes.

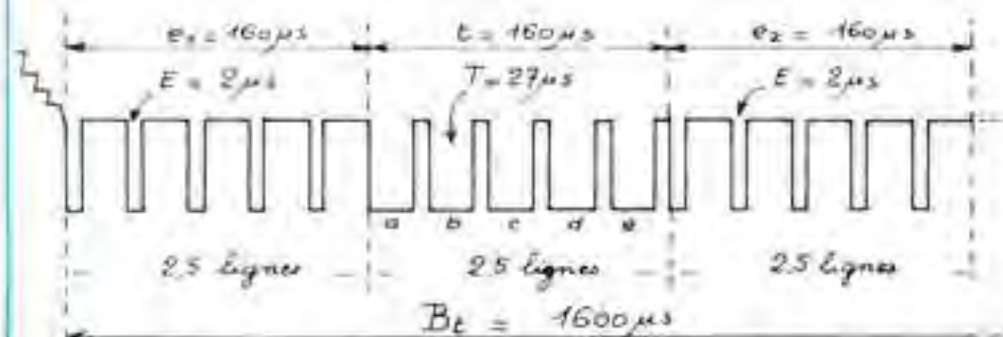


Fig. 5 - Signaux de trame.

● En bas : le mélangeur. Il reçoit la vidéo, les tops de synchro, les signaux de blanking. Il les mélange dans les proportions réglementaires : 25 % pour le synchro, sous le niveau du noir et 75 % pour la vidéo. (blanc maximum) Le signal complet est alors disponible en S. On l'enverra soit vers un téléviseur pour vision directe, soit vers un magnétoscope pour enregistrement, soit vers un modulateur de porteuse HF.

● Enfin, en haut et à droite : l'alimentation fournissant les tensions de fonctionnement de l'ensemble et le courant de la bobine C de concentration.

Finalement, vous le constatez, c'est tout simple, une caméra TV !

Oui, tout simple, surtout si l'on n'entre pas dans les détails et c'est pourtant ce que nous allons faire maintenant !

## - II - Etude des schémas

### 1. Le générateur de temps

L'ensemble des composants fabriquant tous les signaux nécessaires au fonctionnement du générateur de temps est regroupé sur une seule platine imprimée : Carte B. Cette platine supporte 22 circuits intégrés CMOS ; cela représente un effectif total de 36 portes NAND et de 22 bascules JK ! On comprend donc vite, que l'explication est un peu moins simple que prévu ci-dessus ! La conception des circuits a été particulièrement facilitée par une étude fort intéressante, parue dans la revue « Électronique Professionnelle » (n° 1492, p 46 à 50). Dans l'ensemble, nous avons retenu les schémas proposés. Compte tenu de la complexité, il n'est guère facile de dessiner un schéma unique, sur le format d'une page de revue. Nous avons préféré la méthode des schémas partiels.

Rappelons d'abord, les caractéristiques des signaux à obtenir (Standard 625 lignes NBB, Européen).

a) Les signaux de lignes, figure 4.



A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

A	S
0	1
1	0

A	B	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

$$S = A \cdot B$$

Fig. 8. - « AND »

$$S = \bar{A}$$

Fig. 9. - Inverseur.

$$S = \overline{A \cdot B}$$

Fig. 10. - « NAND ».

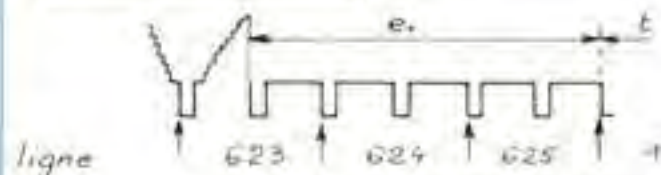


Fig. 8. - Mécanisme de l'entrelacement.

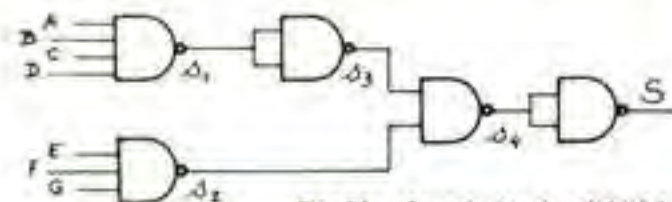
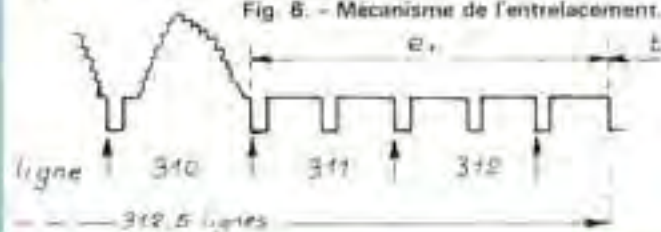


Fig. 11. - Association de « NANDS ».

Ce sont les signaux séparant une ligne  $n$  de la ligne suivante  $n + 1$ .

On distingue d'abord l'intervalle complet  $B_1$  des deux lignes: C'est l'effacement ou blanking ligne, dont le rôle est d'éteindre le spot du télé pendant que le faisceau de balayage va de droite à gauche dans le but d'inscrire la ligne suivante. Cette période est au niveau du noir. Cependant, l'ordre de retour n'est donné que  $1 \mu s$  après le début de  $B_1$ .

Cela par le top de synchro ligne  $S_1$  durant  $5 \mu s$ . Le palier de pré-effacement  $p_0$  de  $1 \mu s$  faisant apparaître une petite marge noire à droite de l'image. Normalement, le retour effectif du spot du téléviseur devra durer un peu moins que  $5 + 6 \mu s = 11 \mu s$  afin de ne pas démarrer les signaux de  $n + 1$  avant la fin du retour. Si le téléviseur est bien conçu, une petite marge noire apparaîtra aussi à la gauche de l'image. S'il est très mal conçu,

il se produira un effet dit « de rideau » dû au démarrage de l'inscription des signaux d'image pendant la fin du retour.

**b) Les signaux d'image ou de trame, figure 5.**

Chaque image complète est composée de deux trames entrelacées. Voir plus loin. Chaque demi-image est séparée de la suivante par les signaux de la figure 5. La structure est en gros identique

à celle de ligne: ils comprennent:

- Des signaux de « pré-égalisation »  $e_1$ , durant 2,5 lignes, soit  $160 \mu s$ , au niveau du noir, avec 5 impulsions de  $2 \mu s$  au niveau synchro.
- Les signaux de synchro Trame  $t$ , durant également 2,5 lignes et comportant 5 impulsions larges de  $27 \mu s$ , au niveau synchro.
- Enfin, les signaux de post-égalisation  $e_2$ , analogues à  $e_1$ , et suivant  $t$ .

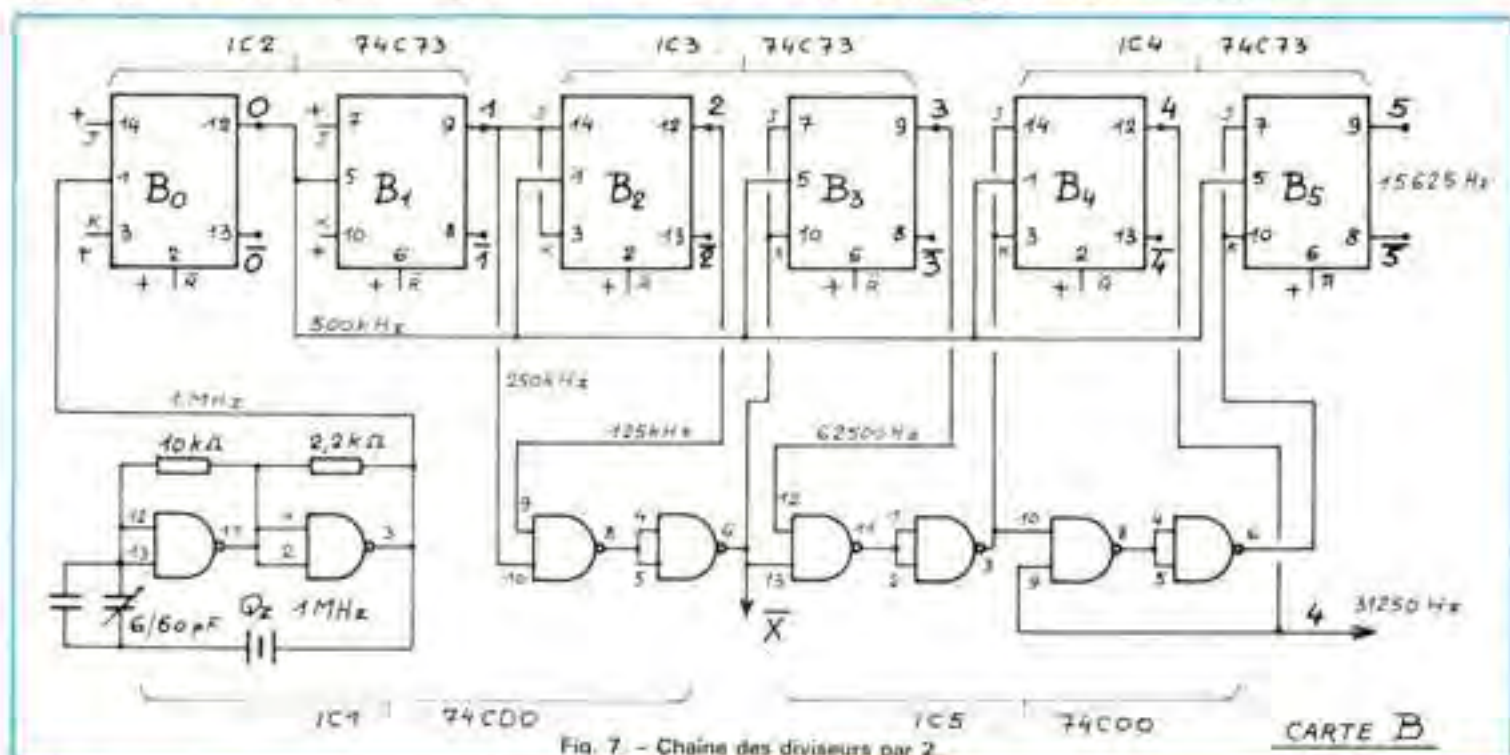


Fig. 7. - Chaîne des diviseurs par 2.

CARTE B

- Le signal de Blanking Frame  $B_T$  couvre 25 lignes complètes, englobant  $e_1, t, e_2$ .

Il dure donc encore  $1600 - 480 = 1120 \mu s$  soit 17,5 lignes après  $e_2$ .

Notons que pendant les périodes  $e_1, t, e_2$  la synchro ligne est assurée une fois sur deux par les impulsions étroites, (voir fig. 6), tandis que pendant les  $1120 \mu s$  qui restent, les tops de lignes normaux réapparaissent. Pendant ce temps, la synchro trame du téléviseur est assurée par l'une des 5 impulsions larges de  $t$ . Cette répétition étant précisément faite pour assurer une meilleure stabilité.

De manière à éviter un scintillement désagréable de l'image du téléviseur, phénomène qui ne manquerait pas de se produire si l'on inscrivait 25 images complètes par seconde, on inscrit 50 demi-images pendant le même temps. L'image complète comptant 625 lignes, les demi-images en comptent chacune 312,5. Pour retrouver sur l'écran du télé les 625 lignes distinctes, les demi-images ne sont pas superposées, mais entrelacées (voir fig. 6). Pour cela, la salve de synchro trame démarre alternativement à la fin de la dernière ligne d'une demi-image et au milieu de la dernière ligne de la demi-image suivante (voir fig. 6). Plus exactement à la fin de la ligne n° 310 et au milieu de la ligne n° 623. Les signaux déclenchant le retour de balayage vertical,  $t$ , se produisent 2,5 lignes plus tard, soit à la ligne  $310 + 2,5 = 312,5$  et  $622,5 + 2,5 = 625$ .

Pour nous résumer il faut fabriquer :

- $B_T$ , blanking de trame :  $1600 \mu s$  à 50 Hz
- $B_L$ , blanking de ligne :  $12 \mu s$  à 15625 Hz
- $S_L$ , top de synchro ligne :  $5 \mu s$  à 15625 Hz
- $p_s$ , palier avant de  $1 \mu s$ , plaçant  $S_L$  sur  $B_L$
- $e_1, t, e_2$  successifs de  $160 \mu s$  à 50 Hz
- les coupures E de  $2 \mu s$  dans  $e$
- les coupures de  $27 \mu s$ , T, dans  $t$
- les impulsions h et v de synchro interne caméra.

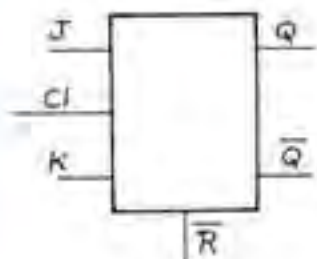


Fig. 12. - Basculeur JK simple type 1/2 7473.

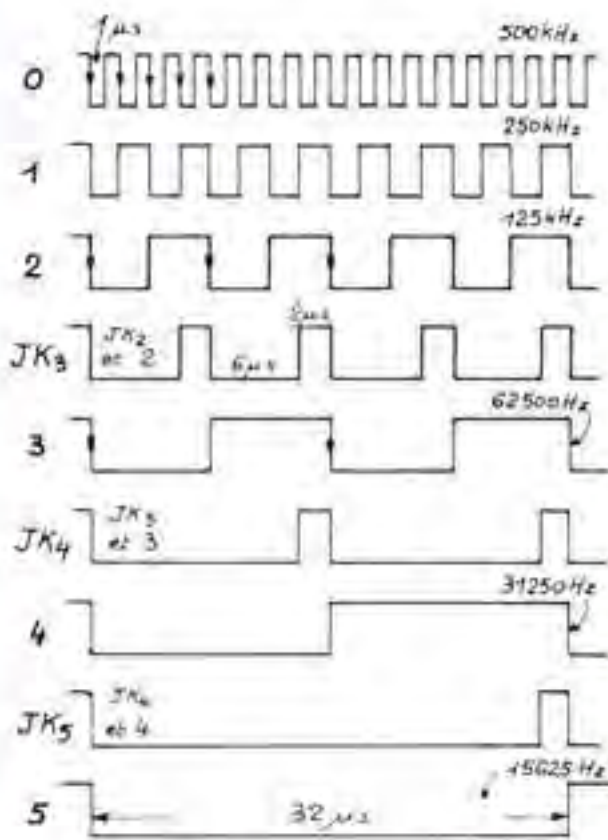


Fig. 13. - Signaux des diviseurs par 2.



### c) Création des références de temps

La référence initiale est obtenue à partir d'un quartz de 1 MHz. Voir figure 7. La compréhension des schémas de la carte B nécessitant un minimum de connaissance de logique, nous allons brièvement procéder à quelques révisions :

#### Un peu de logique :

- **Fonction ET (AND)**, figure 8. La sortie S ne passe à 1 que si les deux entrées A et B sont à 1. (4<sup>e</sup> ligne de la table de vérité). Dans les trois autres cas, la sortie reste à 0. Si le circuit (on dit la « porte ») comporte plus de deux entrées, le principe est le même : il faut toutes les entrées à 1 pour avoir  $S = 1$ .

- **Fonction inverseur**, figure 9. La sortie S est le « contraire » de l'entrée A. Dans le symbole, c'est le petit cercle de sortie qui caractérise la fonction. On écrit  $S = \bar{A}$  (lire complément de A, ou A barré). Remarque que  $\bar{\bar{A}} = A$ .

- **Fonction ET (ou ET inversée : NAND)**, figure 10. C'est la fonction ET suivie d'un inverseur. Noter le cercle d'inverseur. La table de vérité est inverse. La sortie ne passe à 0 que si toutes les entrées sont à 1. La porte NAND est la plus répandue en logique TTL. C'est la seule utilisée dans cette description. Notons que, toutes entrées réunies, la porte NAND se transforme en inverseur. 1<sup>er</sup> et 4<sup>e</sup> lignes de la table de vérité.

**Notation de BOOLE.** Les circuits logiques donnent lieu à des mises en équation un peu spéciales puisqu'elles se font en algèbre de BOOLE.

Si l'on compare la table de vérité de la figure 8 et la classique table de multiplication :

$$\begin{aligned} 0 \times 0 &= 0 \\ 0 \times 1 &= 0 \\ 1 \times 0 &= 0 \\ 1 \times 1 &= 1 \end{aligned}$$

on constate l'identité des résultats.

On prend donc la décision d'écrire la fonction ET sous forme de produit logique :

$$A \text{ ET } B = A \cdot B \text{ (ou } AB)$$

Dans la figure 8, on écrira  $S = A \cdot B$ .

Dans la figure 10, on écrira  $S = \bar{A} \cdot \bar{B}$ .



- Association de NAND, figure 11. On trouve plusieurs de ces associations dans la carte B. Si A ou B ou C ou D valent 0, alors  $s_1 = 1$  donc  $s_2 = 0$  et  $S = 0$  quels que soient les états de E, F et G. Par contre si E ou F ou G valent 0, on a  $s_2 = 1$  et les entrées A, B, C, D sont actives. Pour rendre actives E, F et G, il faudrait :  $A = B = C = D = 1$ .

$$s_1 = ABCD$$

$$s_2 = EFG$$

$$s_3 = ABCD$$

$$s_4 = ABCD.EFG$$

$$S = ABCD.EFG$$

- Basculeurs JK, figure 12.

Il s'agit d'un système bien plus compliqué : deux sorties complémentaires Q et  $\bar{Q}$  ont des états contrôlés par plusieurs entrées.

L'entrée C1 (clock = horloge) déclenche les basculements de Q et  $\bar{Q}$ . J et K contrôlent l'action de C1. Enfin R remet la bascule à 0.

Mais nous verrons cela un peu plus loin.

Les types de circuits utilisés sont ceux de la série 74C de National Semiconductor. Ils sont les équivalents broche pour broche, en C.MOS, de la fameuse lignée TTL 74. Nous trouverons :

- Le 74C00 : quadruple NAND à 2 entrées.

- Le 74C10 : triple NAND à 3 entrées.

- Le 74C20 : double NAND à 4 entrées.

- Le 74C73 : double basculeur JK.

Les brochages de ces circuits seront donnés au chapitre réalisation.

Ces notions générales précisées, nous pouvons revenir à la figure 7.

La durée la plus courte à générer est de  $1 \mu s (\mu_s)$ . Cela correspond à l'une des alternances d'un créneau carré de  $2 \mu s$ , soit de fréquence 500 kHz. En réalité, pour des raisons d'approvisionnement plus facile, nous sommes parti d'un oscillateur à quartz de 1 MHz. Cet oscillateur est construit avec deux NANDS, en régime linéarisé par les résistances entrée/sortie. Le point 3, en phase avec 12/13 entretient l'oscillation. Un ajust-

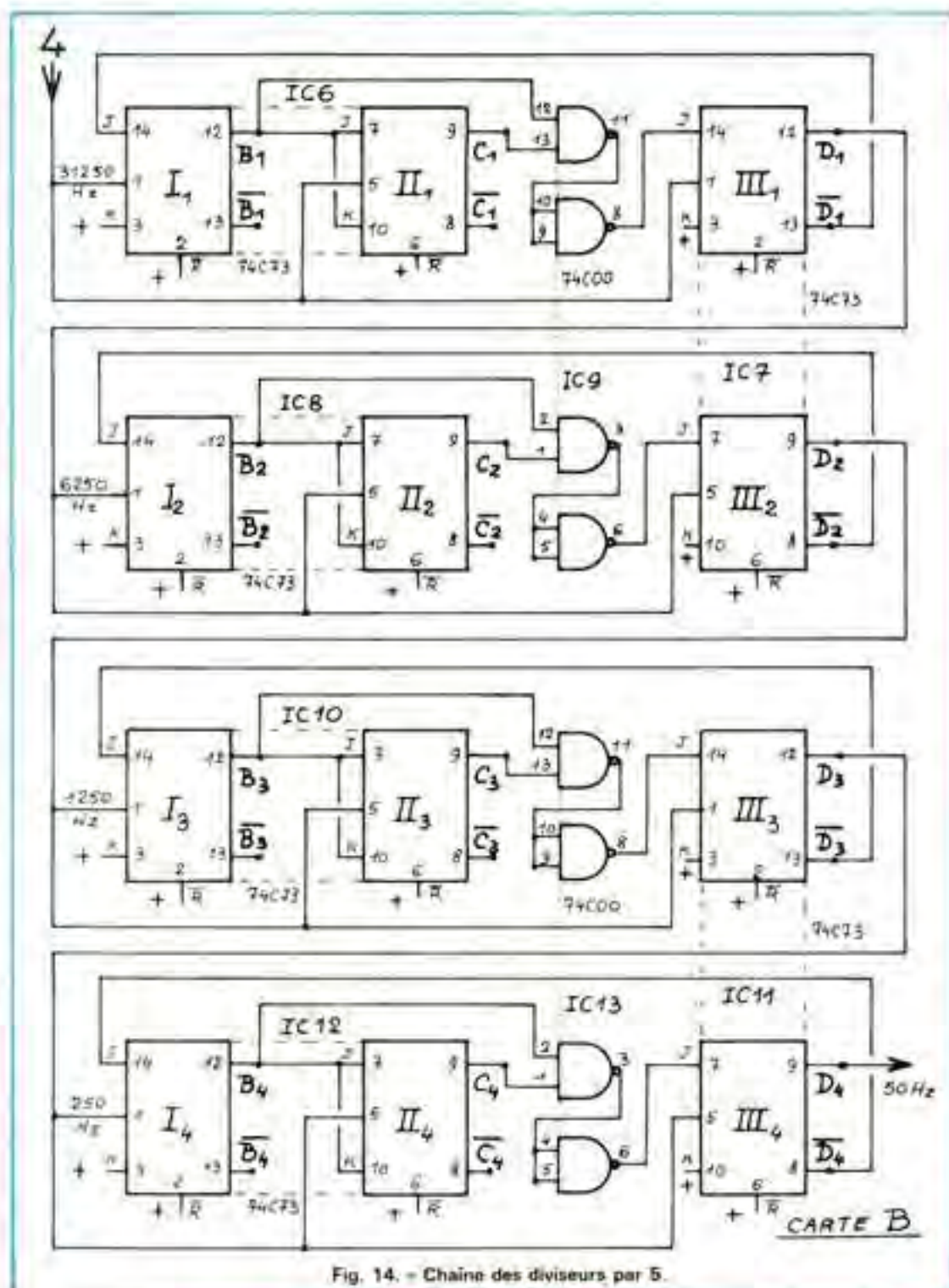


Fig. 14. - Chaîne des diviseurs par 5.

table permet d'amener la fréquence à son exacte valeur. Le signal 1 MHz obtenu est envoyé sur B<sub>1</sub>. Ce basculeur JK est dans la situation J = K = 1. Il bascule donc sur tous les flancs descendants du signal d'horloge, il s'ensuit une division de fréquence par 2 ; on obtient le signal 0 (et  $\bar{0}$ ) à 500 kHz, parfaitement carré (voir fig. 13). Notons que  $\bar{R} = 1$ . On n'utilise pas la remise à 0. Le 500 kHz obtenu ali-

mente une cascade de diviseurs par 2 en mode SYNCHRONÉ : toutes les entrées Clock étant alimentées par le même signal, ce qui garantit des basculements rigoureusement simultanés et par conséquent des coïncidences parfaites des flancs des signaux. On obtient ainsi :

- en 1 et  $\bar{1}$ , du 250 kHz
- en 2 et  $\bar{2}$ , du 125 kHz
- en 3 et  $\bar{3}$ , du 62 500 Hz
- en 4 et  $\bar{4}$ , du 32 500 Hz

(2 fois la fréquence ligne)

- en 5 et  $\bar{5}$ , du 15 625 Hz (fréquence ligne)

Pour assurer le basculement correct des diviseurs synchrones, il faut convenablement préparer leurs niveaux J et K. Rappelons que :

- Si J = K = 1, le basculeur change d'état sur chaque flanc descendant de Cl.
- Si J = K = 0, le basculeur est bloqué dans l'état où il se trouve.

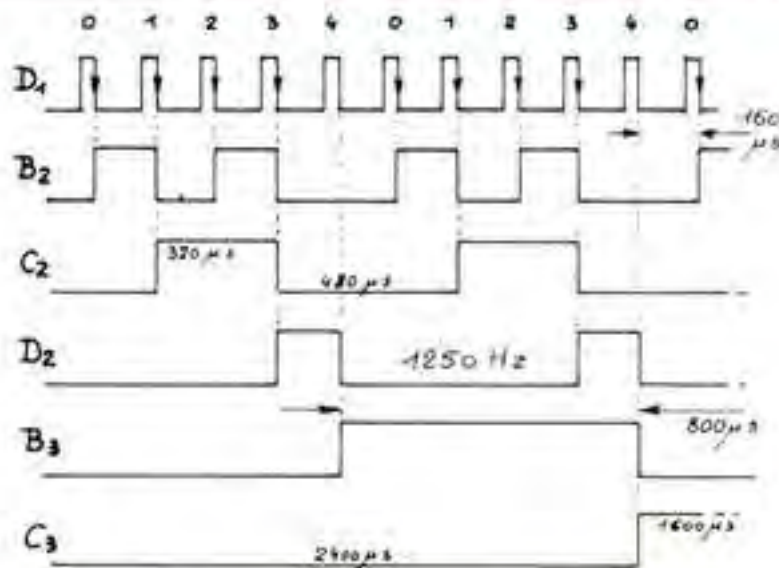


Fig. 15. - Signaux des diviseurs par 5 (exemple : de D<sub>1</sub> à C<sub>3</sub>).

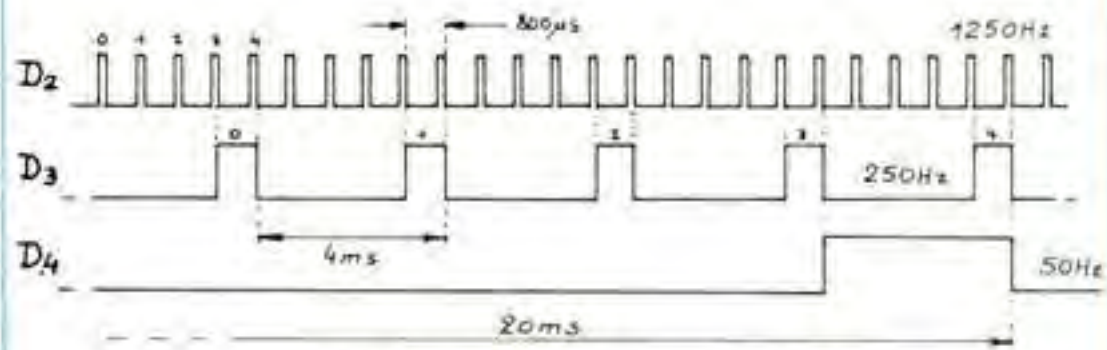


Fig. 15 bis. - Positions respectives de D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>, D<sub>4</sub>.

- Si  $J = 1$  et  $K = 0$ , il bascule 1 fois pour amener  $Q = 1$ , donc  $\bar{Q} = 0$

- Si  $J = 0$  et  $K = 1$ , il bascule 1 fois pour donner  $Q = 0$  et  $\bar{Q} = 1$ .

Ainsi  $J$  et  $K$  de  $B_2$  reliés à 1 ne permettent le basculement de  $B_2$  que sur le 1<sup>er</sup>, le 3<sup>e</sup>, le 5<sup>e</sup> flanc descendant de  $Q$ , donnant bien du 125 kHz en 2. Pour  $B_3$ ,  $B_4$  et  $B_5$ , la préparation du signal JK se fait par produit logique de signaux précédents dans une fonction AND, réalisée par 2 NANDS en cascade. Ex :  $JK_5 = JK_4 \cdot 4$

A la suite de ces cinq divisions par 2, (donc par 2<sup>5</sup>) le signal 4 (31 250 Hz) est divisé 4 fois par 5 pour arriver à 50 Hz, la fréquence minimale à obtenir. Reportons-nous maintenant à la figure 14 dans laquelle nous trouvons ces 4 diviseurs synchrones, constitués chacun de 3 basculeurs JK et de 2 NANDS. On voit en figure 15 les signaux d'un groupe de division par 5.

Au départ, supposons tous les basculeurs à 0 :  $Q = 0$ ,  $\bar{Q} = 1$ .

L'impulsion n° 0 fait basculer 1, dont  $K = 1$  en permanence et  $J = \bar{D} = 1$ .

L'impulsion n° 1 ramène  $B$  à 0 et fait passer  $C$  à 1.

L'impulsion n° 2 donne  $B = 1$  et puisque  $C$  est resté à 1, la sortie des NANDS alimentant  $J_3$  passe à 1, ce qui autorise le basculement à 1 de  $D$  à l'impulsion n° 3, ce qui bloque 1 pendant l'impulsion n° 4 ( $J = \bar{D} = 0$ ), mais cette impulsion ramène aussi  $D$  à 0 et le cycle suivant de 5 impulsions peut reprendre.

En conclusion  $D$  passe à 1 pendant 1 période d'horloge, toutes les 5 périodes : il y a bien division par 5. On obtient en  $D_1$  de 6 250 Hz, en  $D_2$  de 1 250 Hz, en  $D_3$  de 250 Hz et en  $D_4$  de 50 Hz.

Toutes les sorties : 0, 0, 1, 1, 2, ...  $B_1, \bar{B}_1, C_1, \bar{C}_1, \dots, \bar{D}_4$  sont en principe disponibles, mais un certain nombre d'entre elles seront effectivement utilisées dans les circuits suivants.