

## De la télévision

### *Expériences pour l'enseignement de spécialité en TS*

par Daniel CHATAIN

Laboratoire de Physique des Solides  
Université Paul Sabatier (Toulouse III)

Bernard FAGOT

Laboratoire d'Études des Méthodes Modernes d'Enseignement  
Université Paul Sabatier (Toulouse III)

118, route de Narbonne - 31062 Toulouse Cedex  
et Robert LE GOFF

Centre National de l'Enseignement Technique  
Lycée Scientifique et Industriel Gustave Eiffel  
61, avenue du Président Wilson - 94235 Cachan Cedex

---

Ce long dossier reprend point par point les différents sujets abordés dans le cadre du programme et propose différentes solutions adaptées aux matériels disponibles. Il est composé de quatre parties :

- 1 - Prise péritélévision,
- 2 - Balayage de ligne, balayage de trame,
- 3 - Image vidéo,
- 4 - Synthèse additive.

#### 1. PRISE PÉRITÉLÉVISION

##### 1.1. Descriptif

Les **bornes 1 et 3** sont des **sorties «audio»** dont la tension efficace de sortie est 1 V et l'impédance nominale de sortie 1 k $\Omega$ .

Les **bornes 2 et 6** sont des **entrées «audio»** de caractéristiques suivantes : tensions normales admissibles 0,2 à 2 V en valeur efficace et 10 k $\Omega$  d'impédance d'entrée.

Les **bornes 4, 5, 9, 13, 14, 17 et 18** sont des **masses**.

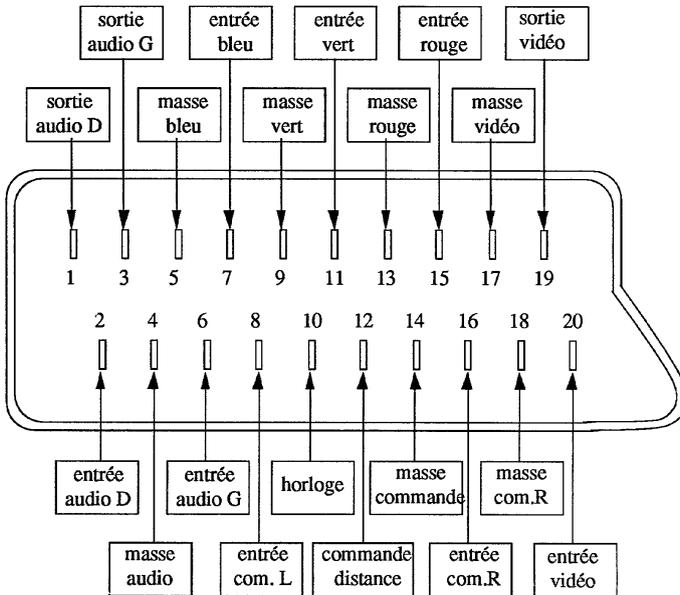


Figure 1

Les bornes 7, 11 et 15 sont les entrées respectives des trois canons **B (bleu)**, **V (vert)** et **R (rouge)** dont les caractéristiques typiques sont 1 V crête et  $75 \Omega$  d'impédance d'entrée. Elles ne sont actives que si l'entrée de commutation rapide est activée.

La borne 8 est une **entrée de commutation lente** : avec un niveau de tension compris entre 0 et 1 V cette entrée est inactive : c'est le cas de la réception télévision ; elle est active lorsqu'on lui applique une tension continue comprise entre 10 et 12 V : il y a alors suppression du signal vidéo interne au téléviseur, qui est remplacé par la tension appliquée sur l'entrée vidéo (borne 20) ; son impédance d'entrée est de  $47 \text{ k}\Omega$ . On dit alors que le système est en position péritélévision.

La borne 10 donne accès à l'**horloge** interne du téléviseur.

La borne 12 est une **entrée de commande à distance**.

La borne 16 est une **entrée de commutation rapide** : avec un niveau de tension compris entre 0 et 0,4 V cette entrée est inactive : c'est le cas de la réception télévision ; elle est active lorsqu'on lui

applique une tension continue comprise entre 1 et 3 V : c'est le cas pour des incrustations dans l'image ; son impédance d'entrée est de 75  $\Omega$ .

La **borne 19** est une **sortie vidéo** pouvant délivrer une tension crête de 1 V, son impédance de sortie étant de 75  $\Omega$ .

La **borne 20** est une **entrée vidéo** composite : elle devient accessible lorsque l'entrée de commutation lente (8) est activée, les caractéristiques étant 1 V crête et 75  $\Omega$  d'impédance d'entrée.

Le descriptif précédent est une norme télévision. Toutes les indications fournies concernent les systèmes télé/vidéo.

Pour un accès commode aux différentes bornes de la prise péritélévision, il est nécessaire de réaliser un dispositif de connexions. Afin d'utiliser les câbles classiques, il faut utiliser des douilles 4 mm. En annexe 1, un typon est proposé pour la confection d'un adaptateur péritélévision à douilles de 4 mm.

## 2. ÉTUDE DES BALAYAGES LIGNE ET TRAME D'UN TÉLÉVISEUR

L'image est reconstituée sur l'écran par le déplacement du spot électronique qui excite la luminescence des luminophores suivant un balayage horizontal (période 64  $\mu$ s) et un balayage vertical (période 20 ms). Ces déplacements périodiques peuvent être détectés à l'aide d'un capteur photosensible, mais on peut aussi observer les variations de champ magnétique qui commandent ces déplacements à l'aide d'un capteur inductif et retrouver la forme des variations du courant dans les bobines de déflexion.

Les observations se font sur un téléviseur donnant une image stable pour que les dispositifs de synchronisation des balayages soient en fonctionnement et que leurs fréquences soient bien fixées. Elles peuvent également être conduites avec des écrans d'ordinateur : on trouve alors des périodes de balayage différentes suivant les modes utilisés.

### 2.1. Observation avec un phototransistor

Le phototransistor est placé sur un support qui permet de le tenir commodément et de le placer contre l'écran du téléviseur en un point où l'image est très lumineuse.

On le monte en série avec une résistance de faible valeur -  $100 \Omega$  suffisent - et on le polarise avec une pile de 4,5 V (en torsadant les deux fils de connexion au phototransistor pour éviter qu'ils ne forment une boucle).

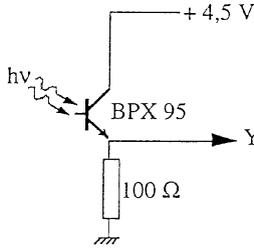


Figure 2

On observe à l'oscilloscope la tension aux bornes de la résistance qui traduit la luminosité de l'écran au point d'observation en fonction du temps. Les tracés des figures suivantes sont des recopies d'écran d'un oscilloscope à mémoire HM 205-3.

Sur la figure 3a, avec une base de temps 10 ms/carreau, on observe une série de pics distants de 20 ms qui marquent la cadence de répétition des trames.



Figure 3 : Montage à phototransistor - Tension aux bornes de R.

a - en Y : 1 V/carreau, en X : 10 ms/carreau.

b - en Y : 1 V/carreau, en X : 100  $\mu$ s/carreau.

Lorsqu'on augmente la fréquence de la base de temps de l'oscilloscope, 100  $\mu\text{s}$ /carreau pour la figure 3b, on résout quelques lignes de balayage horizontal du téléviseur séparées de 64  $\mu\text{s}$ . Leur nombre dépend de l'angle de détection du phototransistor : c'est l'enveloppe de ces impulsions de ligne qui constitue les pics précédemment observés. Le retour au zéro après chaque passage du spot lumineux dépend de la rémanence de l'écran, mais aussi de la vitesse de réponse du phototransistor, d'où la nécessité d'utiliser une résistance de charge R de faible valeur.

## 2.2. Observation par induction électromagnétique

Les variations des champs magnétiques créés par des bobines de déflexion peuvent être détectées par induction dans quelques spires de fil conducteur placées autour du téléviseur.

### 2.2.1. Balayage ligne

Le déplacement du spot électronique suivant les lignes horizontales est obtenu à partir d'un champ magnétique vertical : on dispose donc les spires horizontalement et on peut les poser tout simplement sur la table autour du téléviseur. Les variations de flux sont rapides et conduisent à des tensions induites relativement importantes ; mais le signal est accompagné de parasites à haute fréquence que l'on peut atténuer en chargeant les spires par une résistance de quelques dizaines d'ohms, placée en parallèle sur l'entrée de l'oscilloscope.

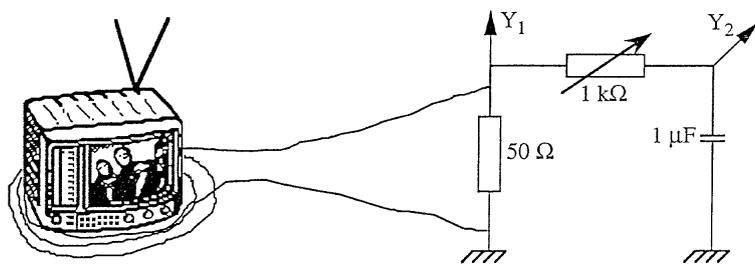


Figure 4 : Montage d'observation par induction.

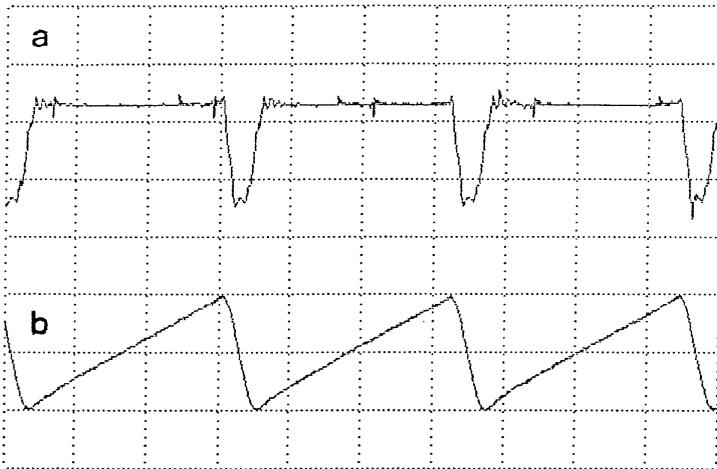
Le signal observé en voie 1 aux bornes de cette résistance donne l'image de la dérivée par rapport au temps du champ magnétique créé par le courant qui circule dans les bobines de déflexion horizontale : une tension continue positive pour la rampe croissante, un créneau négatif plus important pour le retour de ligne.

Le tracé de la figure 5a a été obtenu avec quatre spires et une résistance de  $50 \Omega$ .

Pour retrouver la forme des variations du courant dans les bobines, il faut intégrer cette tension par rapport au temps, ce que l'on peut réaliser à l'aide d'un simple circuit RC (par exemple  $C = 1 \mu\text{F}$  et rhéostat de  $1 \text{ k}\Omega$ ).

Le signal intégré a une faible amplitude ; pour éviter de capter des parasites, il faut disposer ce montage le plus près possible de l'entrée voie 2 de l'oscilloscope.

On peut alors observer simultanément la variation du flux dans les spires figure 5a, et son intégrale qui représente les variations du courant dans les bobines de déflexion horizontale, figure 5b.



**Figure 5 :** Balayage ligne détecté avec quatre spires.

**a** - en Y :  $200 \text{ mV/carreau}$ , en X :  $20 \mu\text{s/carreau}$ .

**b** - en Y :  $5 \text{ mV/carreau}$ , en X :  $20 \mu\text{s/carreau}$ .

Rhéostat  $\cong 200 \Omega$ .

### 2.2.2. Balayage trame

L'observation du signal induit correspondant au balayage trame est plus difficile parce que les variations de champ magnétique sont plus lentes et conduisent à un signal induit de faible amplitude, noyé dans les signaux de balayage ligne.

Le déplacement du spot électronique suivant l'axe vertical est obtenu à partir d'un champ magnétique horizontal : on favorise donc sa détection en plaçant les spires verticalement autour du téléviseur, perpendiculairement à l'écran. On recherche ensuite une disposition des spires qui minimise la réception des signaux de ligne. La figure 6a montre le signal de périodicité 20 ms induit par le balayage de trame.

On améliore cette observation en utilisant un circuit RC comme filtre passe-bas. On peut conserver l'intégralité du montage précédent en réglant le rhéostat aux environs de  $50 \Omega$  avec  $C = 1 \mu\text{F}$ , ce qui conduit au tracé de la figure 6b.



**Figure 6 :** Balayage trame détecté avec quatre spires.

**a et b** - en Y : 50 mV/carreau, en X : 5 ms/carreau.

**c** - en Y : 1 mV/carreau, en X : 5 ms/carreau.

Rhéostat  $\cong 40 \text{ k}\Omega$ .

Pour retrouver la forme des variations du courant dans les bobines de déflexion verticale, il faut intégrer par rapport au temps la tension induite dans les spires. Le montage précédent convient toujours mais il faut augmenter vigoureusement sa constante de temps. On peut remplacer le rhéostat de 1 k $\Omega$  par un rhéostat de 100 k $\Omega$ . La figure 6c montre le résultat obtenu en voie 2 avec une valeur de résistance voisine de 40 k $\Omega$ .

### 3. IMAGE VIDÉO

Le but de ce document est de proposer deux manipulations ainsi que leurs résultats pouvant aider le professeur de physique enseignant la spécialité en TS.

L'une de ces manipulations porte sur l'analyse d'un signal vidéo composite ; l'autre est la réalisation d'un montage permettant la reconstitution d'une image vidéo à l'écran d'un oscilloscope.

#### 3.1. Analyse d'un signal vidéo

Le signal vidéo à analyser peut provenir, d'un récepteur télévision, d'un magnétoscope ou d'un caméscope.

##### 3.1.1. A partir d'un magnétoscope

Le signal vidéo analysé a été obtenu à partir de la prise péritélévision reliée à un magnétoscope muni d'une cassette vidéo sur laquelle a été enregistrée une mire constituée d'une série de huit colonnes de couleurs différentes et d'intensité lumineuse décroissante.

Lorsque le magnétoscope est sélectionné en noir et blanc, les huit colonnes sont en dégradé de gris. Nous nous plaçons dans cette situation (sauf pour le dernier document pour lequel le magnétoscope était en position couleur).

Il faut se souvenir qu'une **image télévision** (relire à ce sujet les articles de R. TOURNIER et de M SICRE parus dans le B.U.P. n° 766) est constituée par un ensemble de **625 lignes** dont la fréquence de balayage est 15 625 kHz (soit une période de 64  $\mu$ s) ; cet ensemble de lignes est formé de **deux trames** entrelacées, une paire (312,5 lignes) et une impaire (312,5 lignes), ayant chacune une fréquence de 50 Hz (soit une période de 20 ms). La fréquence des images est donc de vingt-cinq images par seconde (soit une période de 40 ms).



La plupart des oscilloscopes comprennent un mode de déclenchement sur un signal vidéo (pour les dépanneurs TV), c'est-à-dire sur les trames (TV FIELD ou TV-V) à une vitesse de 0,1 ms/div ou plus lente et sur les lignes (TV LINE ou TV-H) à une vitesse de 50  $\mu$ s/div ou plus rapide. Avec un oscilloscope de ce type il est possible de visualiser correctement un signal vidéo. Pour une analyse plus complète, il faut pouvoir «se déplacer» le long du signal vidéo pour en retirer l'ensemble des informations. Il est alors nécessaire d'utiliser un oscilloscope à mémoire ou un oscilloscope à double base de temps.

### Montage

Le signal vidéo est disponible entre les bornes 19 et 17 (masse) de la prise péritélévision reliée, dans notre cas à un magnétoscope (JVC HRD 560S).

Afin d'illustrer cet exposé, nous avons utilisé un oscilloscope à mémoire (Tektronix 2221) qui, associé à une table traçante numérique (Roland DXY 1100), a donné les documents ci-joints. Ces documents ont été obtenus pour différentes valeurs de la base de temps et pour différents déclenchements de l'enregistrement.

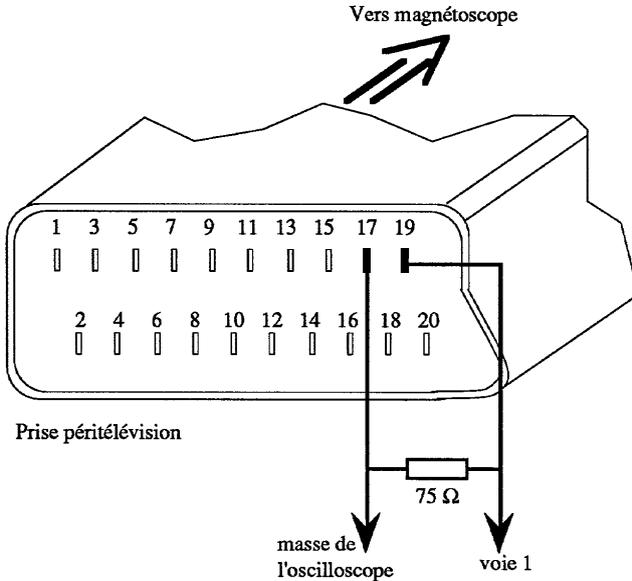


Figure 8

**Remarque** : Pour une mesure des amplitudes des signaux visualisés permettant de les comparer aux valeurs normalisées indiquées dans les ouvrages spécialisés, il faut «charger» la sortie vidéo par une résistance de  $75 \Omega$  impédance normale de l'entrée vidéo : il faut donc brancher une résistance de  $75 \Omega$  entre les bornes 17 et 19.

## *Analyses*

### Document A

Une image correspondant à deux trames il est donc souhaitable dans un premier temps de visualiser le signal vidéo sur une durée supérieure à 40 ms. Sélectionner une vitesse de balayage de 5 ms/div : cela donne à l'écran une fenêtre de visualisation d'une durée de 50 ms. Ajustons le calibre vertical de la voie 1 permettant la visualisation d'une courbe occupant une bonne partie de l'écran (0,5 V/div dans notre exemple). Nous obtenons le document A.

Le chronogramme présente deux paquets d'impulsions qui commencent et se terminent par des «blancs». Deux «blancs» consécutifs sont séparés par une durée de 20 ms : entre deux «blancs» il y a une trame. Nous avons placé les deux curseurs à deux endroits particuliers qui indiquent le début et la fin d'une trame : ce sont les «tops trames». Les impulsions entre deux «tops trames» sont des lignes. L'acquisition étant échantillonnée, toutes les lignes ne sont pas visibles. A un «paquet d'impulsions» correspond une «trame impaire», à l'autre «paquet d'impulsions» correspond une «trame paire». A ce stade de notre observation il n'est pas encore possible de différencier celle qui est impaire et de celle qui est paire.

### Document B

Diminuons la base de temps jusqu'à l'obtention d'un chronogramme analogue au document B (50  $\mu$ s/div pour le document proposé).

La partie droite du document représente le début de l'un des deux «paquets d'impulsions» du document A. Dans le cas de notre exemple, une mire, chaque ligne est représentée par une courbe en escalier. Un signal indique le début et la fin de chaque ligne : ce sont les «tops lignes».

Le «haut de l'escalier» correspond au niveau «blanc» (0,7 V environ), le «bas de l'escalier» au niveau «noir» (0 V environ) et les «marches» à différents niveaux de gris.

En mesurant la durée qui sépare deux «tops lignes», nous obtenons 64  $\mu$ s ce qui est bien égal à (1/15 625) s.

### Document C

La partie gauche du document C représente la fin de l'un des deux «paquets d'impulsions» du document A.

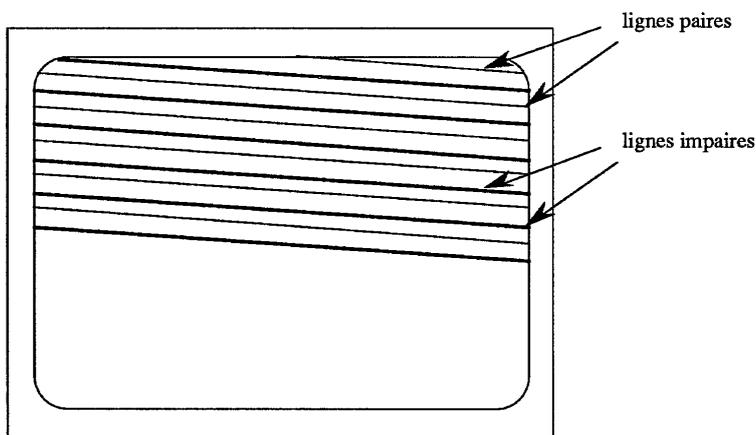
Sur ce document nous observons également que la dernière ligne est suivie d'un certain nombre d'impulsions appelées impulsions de pré-égalisation (5 : standard norme L) dont la largeur est de l'ordre de 2,3  $\mu$ s et l'amplitude – 0,3 V. Ces impulsions sont séparées entre elles par une durée de 32  $\mu$ s (moitié de la durée d'une ligne).

Ces impulsions de pré-égalisation sont suivies d'impulsions dites normales de 27  $\mu$ s environ (5 encore : standard norme L).

### Documents D et E

Ces documents semblent a priori identiques. Nous retrouvons les impulsions normales du document C suivies de cinq impulsions de post égalisation de largeur voisine de 2,3  $\mu$ s, séparées entre elles par une durée de 32  $\mu$ s. La cinquième impulsion de post égalisation est suivie d'un «top ligne» et c'est là qu'intervient la différence entre les deux documents : sur le document D, le premier «top ligne» arrive 64  $\mu$ s après la dernière impulsion de post égalisation alors que sur le document E, le premier «top ligne» arrive 32  $\mu$ s après la dernière impulsion de post égalisation.

Il y a 625 lignes pour une image, soit 312,5 lignes pour la trame impaire et 312,5 lignes pour la trame paire. La première ligne impaire commence sur le bord gauche de l'écran alors que le début de la trame paire s'effectue à la moitié d'une ligne.



**Figure 9**

Le document D correspond donc au début de la trame impaire alors que le document E correspond à celui de la trame paire.

**Remarque :**

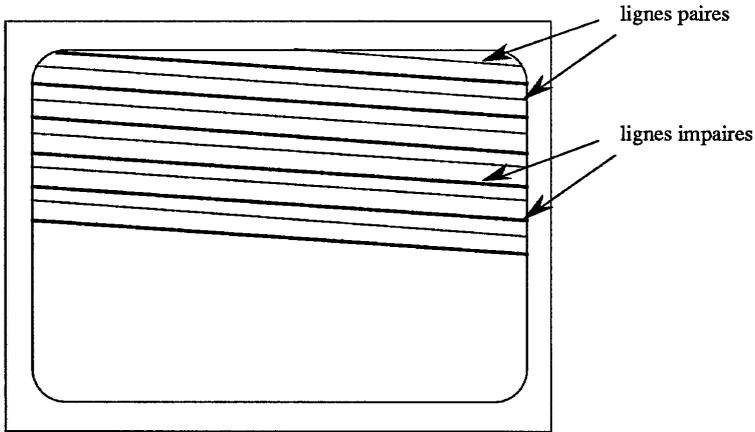
L'article de M. SICRE sur l'image TV paru dans le B.U.P. n° 766 ne dit pas tout à fait la même chose : il est dit qu'il y a cinq impulsions d'égalisation dans la seconde phase d'égalisation (impulsions de post égalisation) lorsque la trame qui suit est impaire et six lorsqu'elle est paire. Bien que cette affirmation soit séduisante, elle n'est pas conforme à la norme. Quelle que soit la nature de la trame, il n'y a que cinq impulsions de post égalisation. C'est la position de la première impulsion de ligne («top ligne») qui suit la dernière impulsion de post égalisation qui permet de distinguer la trame paire de la trame impaire. Comment reconnaît-on une impulsion d'égalisation d'une impulsion de ligne ? par sa largeur. Une impulsion d'égalisation a une largeur de 2,3  $\mu$ s environ alors qu'une impulsion de ligne est deux fois plus large : 4,7  $\mu$ s environ. C'est la norme française standard L confirmée par les relevés expérimentaux (documents D et E).

Nous verrons dans le paragraphe 3.1.2. qu'il existe une autre façon de distinguer une trame impaire d'une trame paire, cette méthode est basée sur les nombres de demi-lignes en fin et en début de trames.

### Documents C et F

Reprenons le document C et comparons le au document F.

Nous avons dit précédemment que : «la première ligne impaire commence sur le bord gauche de l'écran alors que le début de la trame paire s'effectue à la moitié d'une ligne». Une phrase tout à fait analogue peut être dite pour la fin des trames : «la dernière ligne impaire doit être interrompue à la moitié de sa course alors que la dernière ligne de la trame paire se termine sur le bord droit de l'écran».



**Figure 10**

Ce qui justifie les fins de trames, donc de lignes, observées sur les documents C et F. Le document C correspond donc à la fin d'une trame paire (dernière ligne complète) et le document F à la fin d'une trame impaire (elle se termine par la moitié d'une ligne).

Le signal complet de synchronisation de trame est donc composé de quinze impulsions : cinq impulsions de pré-égalisation, cinq impulsions normales et cinq impulsions de post égalisation.

### Remarque :

L'article de M. TOURNIER sur la télévision paru dans le B.U.P. n° 766 donne page 1 177 un schéma intitulé «synchro trame» sur lequel il est bon donner quelques précisions :

- la dernière ligne contenant une information image intitulée ligne p se termine par un «top ligne» : il faut donc placer le

premier repère en pointillés au niveau du front qui suit celui sélectionné afin de ne pas compter une impulsion de ligne comme une impulsion d'égalisation ;

– les impulsions d'égalisation ont une largeur deux fois plus petites que les «tops lignes» (ce qui n'est pas le cas sur le document). Il y a cinq impulsions de pré-égalisation (quatre sur le document) ;

– on ne se rend pas compte sur ce document que la distance qui sépare deux impulsions d'égalisation doit être égale à la moitié de celle qui sépare deux impulsions de ligne.

### Document G

Le document G permet de résumer les observations précédentes.

Le chronogramme situé sur la partie supérieure du document correspond à la fin d'une trame impaire et au début d'une trame paire.

Le chronogramme situé sur la partie inférieure du document correspond à la fin d'une trame paire et au début d'une trame impaire.

Les deux chronogrammes n'ont bien entendu pas été obtenus simultanément car une seule voie de l'oscilloscope est utilisée. Une acquisition a été effectuée puis sauvegardée. Une seconde acquisition a été réalisée et représentée sans effacement de la représentation graphique de la précédente.

**Le document montre qu'à la fin des impulsions de post égalisation, il y a toute une plage dans laquelle figurent des «tops lignes» avec absence d'information ligne : 18 dans le cas du document. Des informations annexes peuvent être appliquées à ces moments (système Antiope par exemple).**

### Document H

Le document H représente les informations contenues sur une ligne. Il présente deux «tops lignes» de durée 4,7  $\mu\text{s}$  chacun. La fin d'une ligne est effective un peu avant (1,5  $\mu\text{s}$ ) l'arrivée du «top ligne». Le début d'une ligne est effectif un peu après (6  $\mu\text{s}$ ) la fin du «top ligne». La durée de suppression d'une ligne est donc : (1,3 + 4,7 + 6)  $\mu\text{s}$  soit 12,2  $\mu\text{s}$ . Les informations «images» contenues sur chaque ligne ne durent que 52  $\mu\text{s}$  environ sur les 64  $\mu\text{s}$ .

### Document I

Le document I ressemble au document H. Les différents niveaux semblent «parasités». Il n'en est rien : ce document a été obtenu à partir d'une mire couleur. Dans le cas du magnétoscope (JVC HRD 560S), il suffit de basculer un commutateur de la position «noir/blanc» à la position «couleur» (il faut bien sûr que la mire ait été enregistrée en couleur !).

Le signal vidéo composite couleur comprend trois composantes :

- la luminance  $E'_Y = 0,30 E'_R + 0,59 E'_V + 0,11 E'_B$ ,
- la composante rouge  $E'_R - E'_Y$ ,
- la composante bleue  $E'_B - E'_Y$ .

La quantité de rouge d'un pixel se calcule à partir de la luminance et de la composante rouge.

Sa quantité de bleu se calcule à partir de la luminance et de la composante bleue.

Sa quantité de vert se calcule à partir de la luminance, de la quantité de rouge et de la quantité de bleu.

Dans le système SECAM, la sous-porteuse de la composante rouge a une fréquence de 4,406 MHz (deux cent quatre-vingt-deux fois la fréquence de ligne), celle de la sous-porteuse de la composante bleue a une fréquence de 4,250 MHz (deux cent soixante douze fois la fréquence de ligne). Dans ce système, la transmission des informations couleurs est séquentielle : elle se fait ligne après ligne. Dans le signal de synchronisation de ligne est donnée l'information couleur : si c'est rouge pour l'une, c'est bleu pour la suivante et ainsi de suite. Les signaux couleurs sont modulés en fréquence :

- $\Delta f_{\text{rouge}} \text{ maxi} = 350 \text{ kHz} \pm 18 \text{ kHz}$  ;  $\Delta f_{\text{rouge}} \text{ mini} = - 506 \text{ kHz} \pm 25 \text{ kHz}$ ,
- $\Delta f_{\text{bleu}} \text{ maxi} = 506 \text{ kHz} \pm 25 \text{ kHz}$  ;  $\Delta f_{\text{bleu}} \text{ mini} = - 350 \text{ kHz} \pm 18 \text{ kHz}$ .

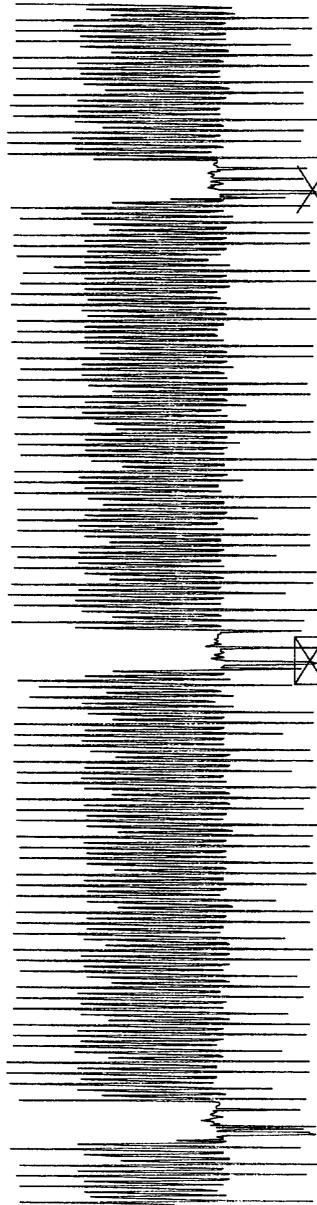
L'information couleur arrive 5,6  $\mu\text{s}$  après le début du «top ligne» elle dure pendant 5  $\mu\text{s}$ .

Le document I fait apparaître l'information couleur (série d'impulsions après le «top ligne»), puis une ligne constituée des signaux de luminance (on retrouve «l'escalier» de la mire noire et blanche) et de chrominance (les «impulsions» sur chaque «palier de l'escalier»).

TEKTRONIX 2221

$\Delta U1 = 0.020V$

$\overline{\Delta T} = 20.00ms$



Image

$0.5V$

SAMPLE 5ms  
(Echantillonné)

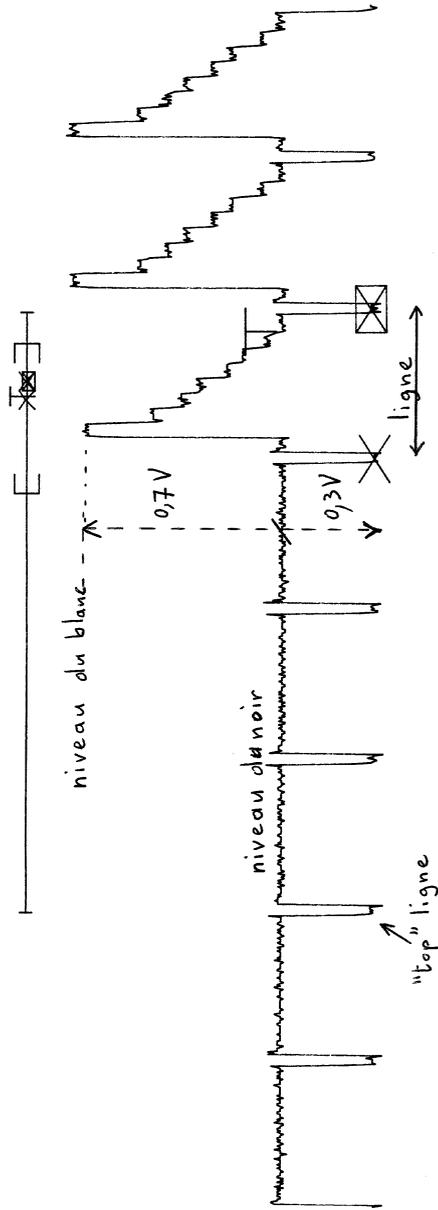
Tek

Document A

TEKTRONIX 2221

$\Delta U1 = 0.0200V$

$\Delta T = 64.0 \mu s$



Tek

SAMPLE 50  $\mu s$

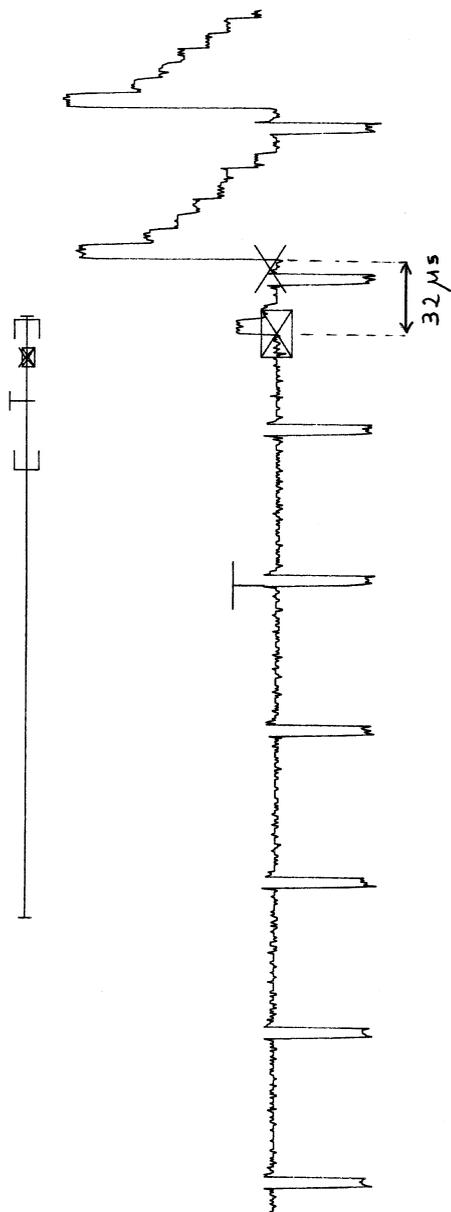
0.5U

Document B

TEKTRONIX 2221

$\Delta U1 = 0.040V$

$\overline{\Delta T} = 27.5 \mu s$



SAMPLE 50  $\mu s$

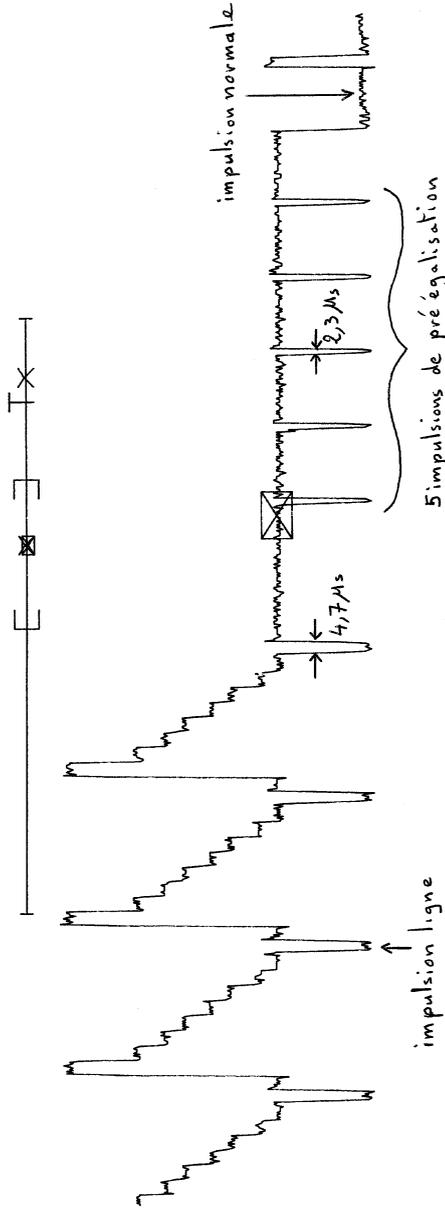
0.5V

Document B bis

TEKTRONIX 2221

$\Delta U_1 = 0.560V$

$\overline{\Delta T} = 585.5 \mu s$



Tek

SAMPLE 50 μs

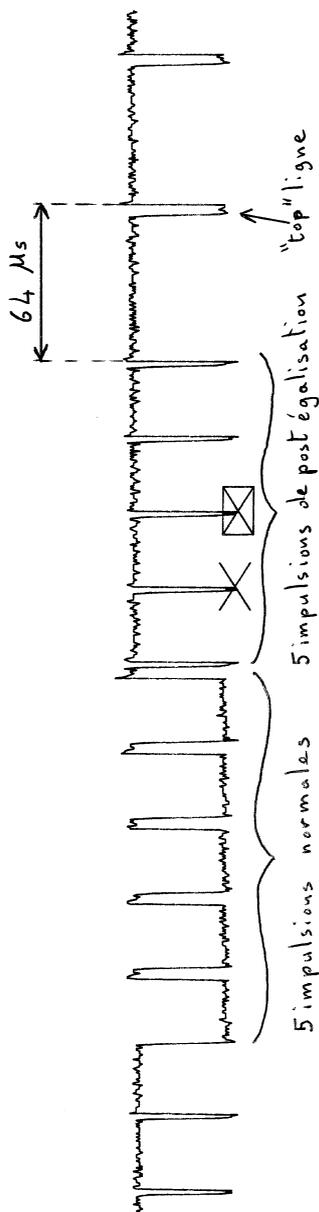
0.5V

Document C

TEKTRONIX 2221

$\Delta V_1 = 0.020V$

$\Delta T = 32.0 \mu s$



Tek

0.5V

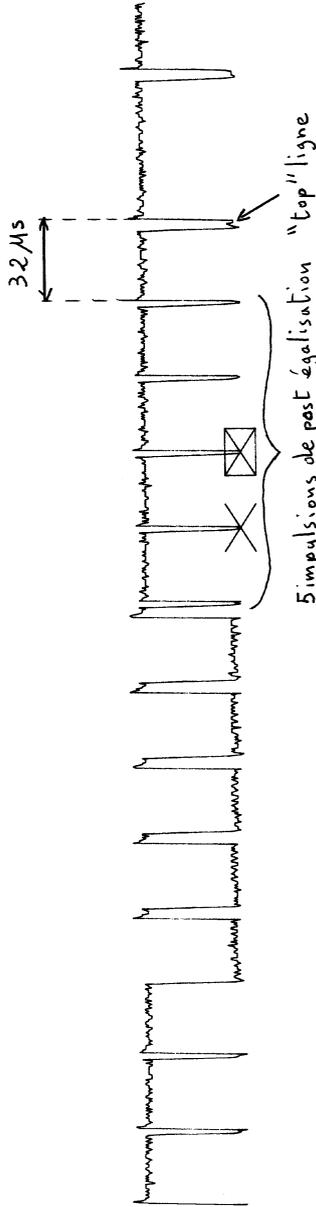
SAMPLE 50 μs

Document D

TEKTRONIX 2221

$\Delta U_1 = 0.0000V$

$\overline{\Delta T} = 32.0 \mu s$



Tek

SAMPLE 50 μs

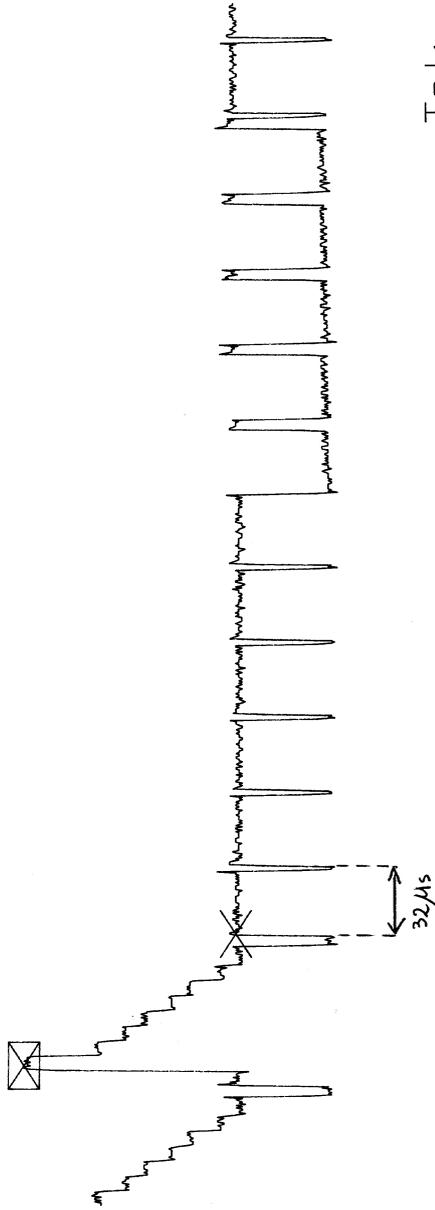
0.5V

Document E

TEKTRONIX 2221

$$\Delta U_1 = 1.380V$$

$$\overline{\Delta T} = 56.0 \mu s$$



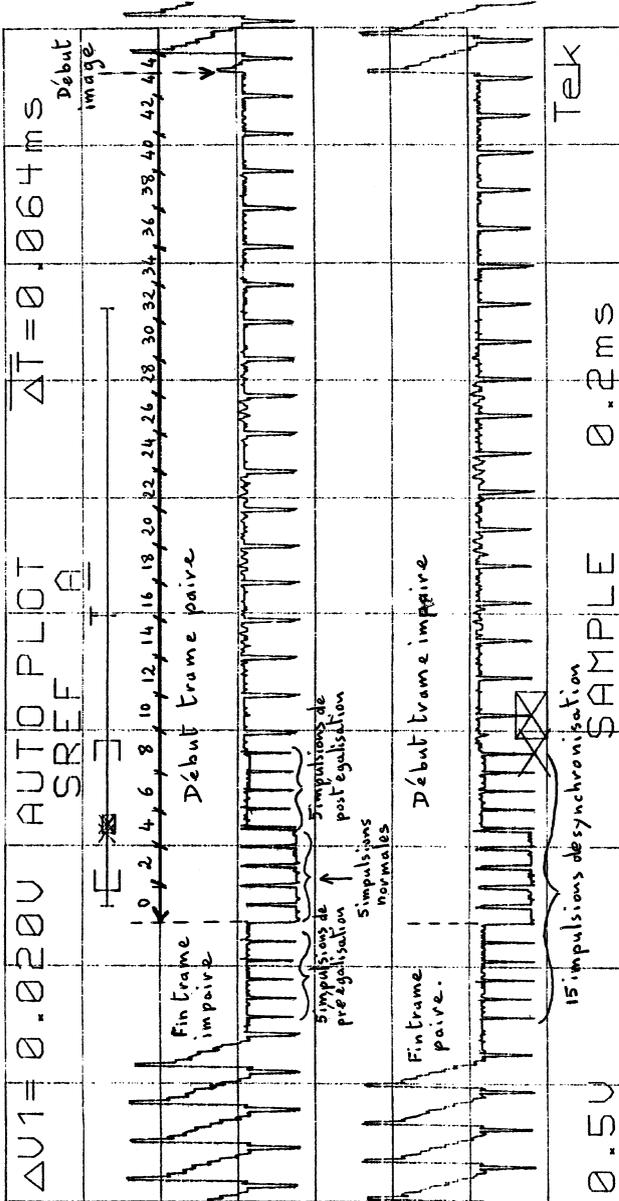
0.5V

SAMPLE 50  $\mu s$

Tek

Document F

TEKTRONIX 2221

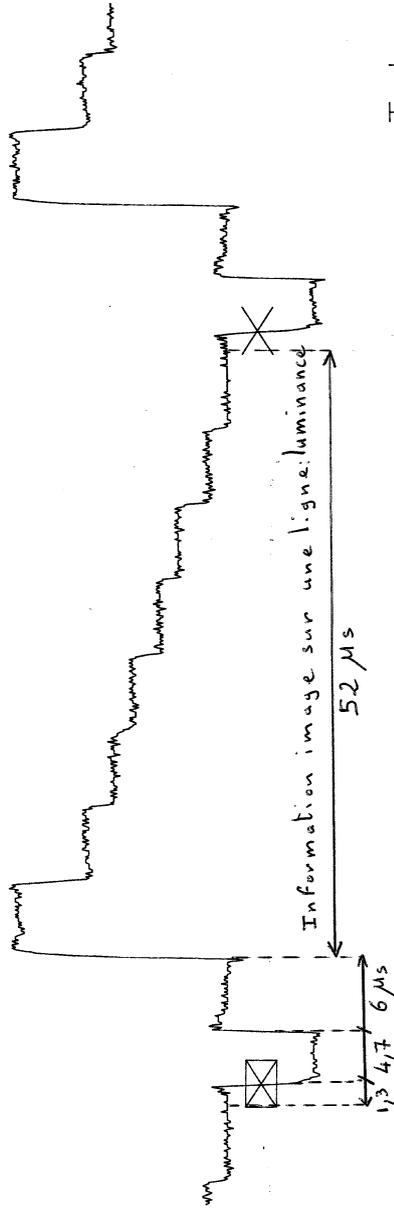


Document G

TEKTRONIX 2221

$\Delta U1 = 0.020V$

$\Delta T = 64.0 \mu s$



Tek

SAMPLE 10 μs

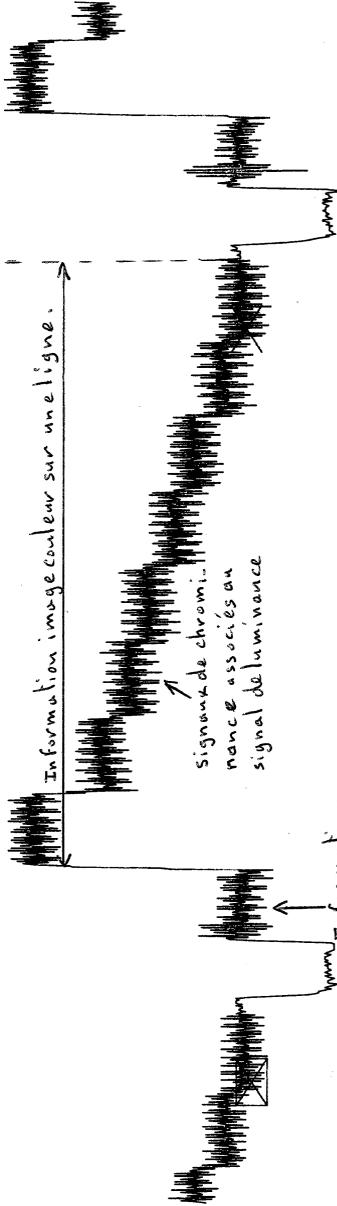
0.5V

Document H

TEKTRONIX 2221

$\Delta U1 = 0.020V$

$\Delta T = 64 \times 10^{-6} s$



Tek

SAMPLE 10 μs

0.5V

Document I

### 3.1.2. A partir d'une caméra

Nous avons aussi utilisé une Caméra CCD Noir et Blanc, bon marché (CA 29C distribuée par SELECTRONIC). Elle est compacte et très facile d'emploi : équipée d'un objectif grand angle elle ne nécessite pas de mise au point à partir d'une dizaine de centimètres et le réglage de l'exposition est automatique. Elle doit être alimentée en + 12 V. Elle délivre un signal vidéo normalisé : 1 Vcc sur 75  $\Omega$ , fréquence de trame 50 Hz, fréquence de ligne 15 625 Hz avec synchronisation négative.

La caméra est sensible au visible et à l'infrarouge ; l'objectif est entouré de six diodes électroluminescentes infrarouges, toujours en fonctionnement, qui assurent l'éclairage des sujets rapprochés pour une utilisation en portier vidéo par exemple. (Mais on peut en profiter aussi pour voir «la lumière» émise par une télécommande infrarouge).

On observe l'image qu'elle transmet sur un écran de télévision en utilisant la boîte de connexion à la prise Péritel, en reliant le signal Vidéo à la borne 20, en reliant les masses et en activant la borne 8 de commutation lente (en ramenant le 12 V de l'alimentation à travers une résistance de 1 k $\Omega$  par exemple). On observe simultanément le signal vidéo délivré par la caméra sur un oscilloscope. (Dans le cas où on n'utiliserait pas d'écran d'observation il faut charger la caméra par une résistance de 100  $\Omega$  par exemple).

Les documents suivants, obtenus avec un oscilloscope à mémoire HAMEG 205-3, l'interface H0 79 et une imprimante EPSON, présentent quelques aspects des observations possibles :

– L'enregistrement 1, à 5 ms/carreau, montre le signal correspondant à deux trames complètes, deux fois 20 ms, donc à une image avec le blanc de retour de trame et la succession des lignes trop brèves pour pouvoir être résolues par l'oscilloscope numérique avec ce balayage.

– Les enregistrements 2, à 200  $\mu$ s/carreau, présentent le détail des informations véhiculées pendant le retour de trame, de durée 1,6 ms.

2a - Retour trame paire - trame impaire

Fin de trame paire par une ligne complète

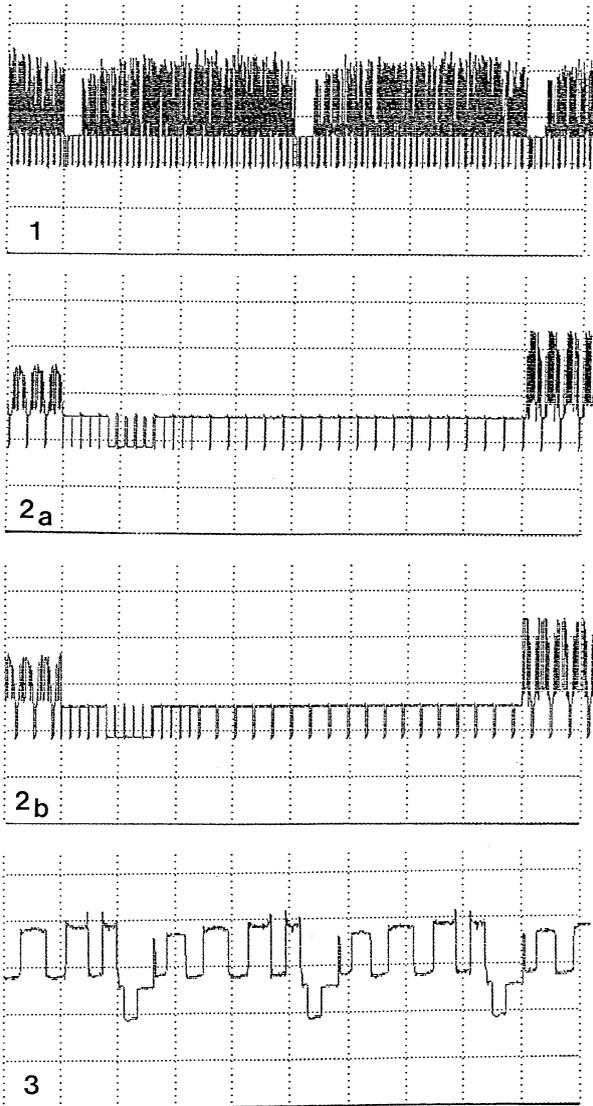
Cinq impulsions et demi-lignes de pré-égalisation

Cinq demi-lignes avec impulsions positives de synchronisation

Quatre demi-lignes de post-égalisation

Dix-huit lignes d'attente

Début de trame impaire par ligne complète.



**Figure 11 :** Enregistrements de signaux Vidéo donnés par une caméra noir et blanc.  
 En Y 0,5 V/carreau  
 1. Trames. En X, 5 ms/carreau.  
 2. Retour de Trames. En X, 200  $\mu$ s/carreau.  
 3. Information Vidéo. En X, 20  $\mu$ s/carreau.

- 2b - Retour trame impaire - trame paire  
 Fin de trame impaire par une demi-ligne  
 Cinq impulsions et demi-lignes de pré-égalisation  
 Cinq demi-lignes avec impulsions positives de synchronisation  
 Cinq demi-lignes de post-égalisation  
 Dix-sept lignes et demies d'attente  
 Début de trame paire par une demi-ligne.

Ce qui fait bien dans chaque cas une durée de retour de trame de vingt-cinq lignes, soit 1,6 ms.

(En télévision c'est pendant les dix-sept ou dix-huit lignes d'attente que sont transmis les signaux d'identification couleur et des signaux haute fréquence pour d'autres services, variables suivant les chaînes).

- L'enregistrement 3, à 20  $\mu$ s/carreau, montre l'information vidéo transmise sur deux lignes pour une image correspondant à des bandes blanches et noires verticales.

L'intérêt de la caméra est de permettre de suivre la modification du signal ligne quand on la déplace ou quand on déplace un objet contrasté.

### 3.2. Reconstitution d'une image vidéo

Le but est d'utiliser un oscilloscope en moniteur monochrome pour une image de télévision : tout signal vidéo provenant d'une caméra noir et blanc, d'un magnétoscope, d'un caméscope, d'un récepteur de télévision, appliqué sur sa commande de luminosité pourra être visualisé sur l'écran de l'oscilloscope.

En associant à l'oscilloscope un amplificateur «audio» muni d'un haut-parleur, il est possible d'amplifier l'information «son» disponible sur les bornes 1 (sortie «audio» droite) ou 3 (sortie «audio» gauche) de la prise péritélévision (la masse «audio» est disponible à la borne 4) : nous aurons alors «image et son». Vous autoriserez ainsi les élèves à regarder la télévision pendant les cours ! Vous pouvez aussi visualiser vos élèves à l'écran d'un oscilloscope !

#### 3.2.1. Montage

Nous utilisons une source de signal vidéo, un oscilloscope possédant une entrée de commande du Wehnelt, notée entrée Z, et un montage électronique de liaison alimenté en  $\pm 15$  V. Ce montage a été mis au point pour un oscilloscope Hameg 512 dont la commande de

Wehnelt est analogique : la borne Z est normalement à 0 V, il faut la rendre négative par plusieurs dizaines de volts pour diminuer progressivement la luminosité de l'écran. Il est nécessaire d'adapter ce montage pour utiliser d'autres oscilloscopes possédant des modes de commande de Wehnelt différents.

Nous utilisons la base de temps de l'oscilloscope comme balayage de ligne : cette vitesse de balayage sera réglée sur 5  $\mu\text{V}/\text{div}$ .

Le montage remplit les fonctions suivantes :

### ***Générateur du signal de balayage de trame***

C'est un multivibrateur astable classique qui doit générer une tension en dents de scie dont la fréquence est réglable autour de 50 Hz (un montage avec AOP ordinaire suffit).

### ***Adaptateur d'impédance***

La sortie vidéo (borne 19) a une impédance de 75  $\Omega$ . Une résistance de 100  $\Omega$  branchée entre la borne 19 et la borne 17 (masse) sert d'adaptateur d'impédance.

### ***Amplificateur vidéo***

Nous avons vu que le signal vidéo choisi (mire), qui contient l'information image, est une suite de courbes en «escalier» chaque «marche» représentant un niveau de «luminance». A chaque «marche» correspond un niveau de tension. C'est ce niveau de tension qui, appliqué après amplification sur wehnelt du canon à électrons (entrée Z), va libérer plus ou moins d'électrons (suivant la valeur de ce niveau) dont les impacts sur l'écran vont donner des points plus ou moins lumineux. Les commutations devant être très rapides, le montage amplificateur doit pouvoir suivre ces commutations : l'amplificateur opérationnel utilisé doit avoir un «slew rate» élevé c'est le cas de l'AD 829 (plus de 200 V par  $\mu\text{s}$  alors que celui du TL 071 est de 13 V/ $\mu\text{s}$ ) et du LF 357 (moins performant, donc moins cher mais suffisant).

L'amplificateur vidéo ne doit amplifier que la composante alternative du signal : le condensateur de 1  $\mu\text{F}$  élimine la composante continue.

### ***Extracteur de signal***

Il faut que les lignes soient bien synchronisées pour une reproduction correcte de l'image. Si ce n'est pas le cas, les départs de lignes seraient décalés, ce qui donnerait une image floue. Il faut donc, à partir du signal vidéo, extraire les «tops lignes» afin de les appliquer sur la synchronisation externe de l'oscilloscope ce qui permettra ainsi de synchroniser correctement le balayage des lignes.

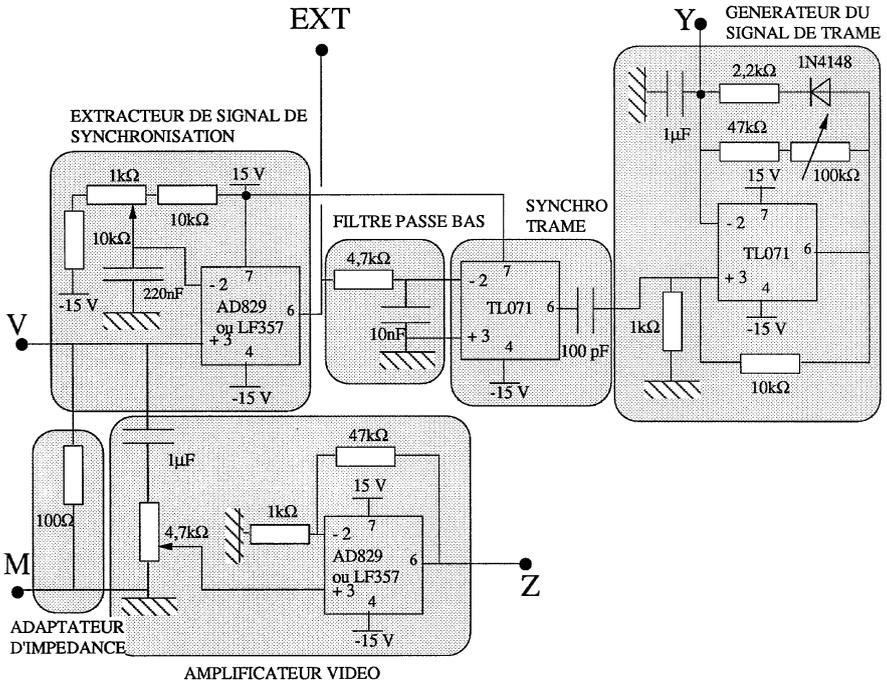
Nous avons constaté qu'à la mise sous tension de certains appareils vidéo, les «tops synchro lignes et trames» étaient des tensions négatives et que seules les parties images du signal vidéo correspondaient à des tensions positives. De plus pour certains appareils, le signal vidéo dérive (très lentement) dans le temps. Cela explique le montage comparateur choisi qui donne une grande latitude de réglage. Le réglage de la tension de comparaison doit être tel que le montage comparateur donne en sortie une tension qui ne bascule que sur les «tops». Une fois ce réglage effectué, la tension appliquée à l'entrée de synchronisation externe de l'oscilloscope contient les «tops lignes», les impulsions de post et de pré-égalisation et les «tops trames» : c'est encore un signal composite. Les «tops lignes» et les impulsions de post et de pré-égalisation ont des fréquences beaucoup plus élevées que celle des «tops trames» (50 Hz).

### ***Filtre passe-bas***

Le filtre passe-bas a pour rôle d'éliminer les impulsions de haute fréquence afin de ne conserver que des signaux ayant la fréquence des «tops trames».

### ***«Synchronisateur» de trame***

Il faut synchroniser le fonctionnement du multivibrateur astable rigoureusement à 50 Hz. Pour cela on le synchronise à partir d'impulsions de même fréquence que les «tops trames». Elles sont disponibles à la sortie du condensateur situé en sortie du comparateur (qui sert à la remise en forme des «tops trames» de fréquence 50 Hz donc un AOP ordinaire suffit).



**Figure 12** : Montage de liaison (vitesse de balayage de l'oscilloscope : 5  $\mu$ s/cm).

### 3.2.2. Autres oscilloscopes

#### a - Oscilloscope TEKTRONIX 2221

Avec un oscilloscope TEKTRONIX, vous obtiendrez une image en vidéo inverse (ce n'est pas le cas de tous les oscilloscopes).

Pour obtenir une image en positif il faut intercaler un inverseur entre la borne Z de la maquette et l'entrée Z de l'oscilloscope.

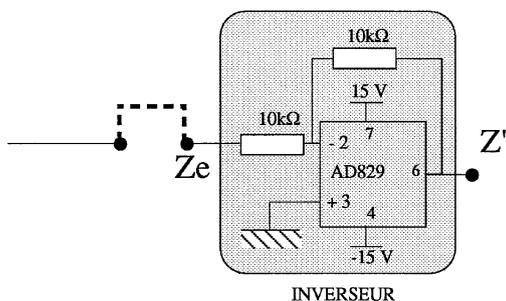


Figure 13

### b - HAMEG 412-5

La commande du Wehnelt est une commande logique : la borne Z est normalement à 5 V (niveau logique 1) : on éteint complètement l'écran en le portant à 0 V (niveau logique 0) quel que soit le réglage d'intensité lumineuse du canon électronique. L'extinction du faisceau électronique est obtenue brutalement au voisinage de 0,6 V. Ce type de commande ne permet pas de reproduire les niveaux de gris qui caractérisent une image de télévision : les images sont exagérément contrastées.

Le montage adaptateur proposé permet de simuler un comportement analogique de l'entrée Z et vient en remplacement du bloc amplificateur vidéo de la figure 12.

Le principe est le suivant : on superpose au signal vidéo initial une tension triangulaire de fréquence élevée, de l'ordre de 400 kHz, pour modifier rapidement le niveau moyen du signal vidéo par rapport au seuil logique de déclenchement du Wehnelt. Du fait de la persistance rétinienne, l'œil fait la moyenne des impressions lumineuses et les gris sont restitués :

- les deux amplificateurs opérationnels utilisés constituent un générateur de fonctions ; le premier travaille en comparateur à hystérésis, le second en intégrateur et délivre des signaux triangulaires,
- le potentiomètre  $P_1$  permet de superposer au signal vidéo une composante continue et de se placer au mieux au voisinage du seuil de basculement du Wehnelt (c'est la commande de luminosité),
- le potentiomètre  $P_2$  permet de régler l'amplitude du signal triangulaire superposé au signal vidéo et commande le contraste. Attention, pour augmenter le contraste, il faut diminuer le niveau du signal

triangulaire. Le réglage de ces deux potentiomètres est un peu délicat, mais on parvient à des résultats aussi bons qu'avec l'oscilloscope à commande analogique,

– l'ajustable  $P_3$  permet d'ajuster la fréquence du signal pour diminuer les effets de moiré sur l'image.

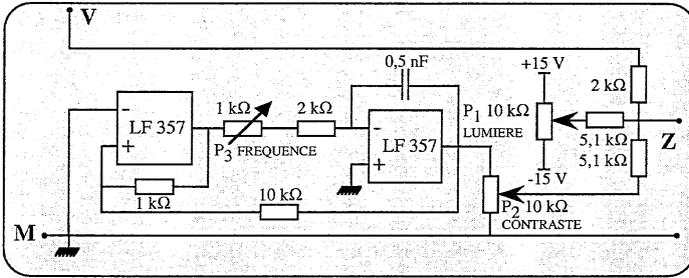


Figure 14 : Adaptateur pour entrée Z logique.

**Note :** le LF 357 est un AOP rapide qui ne peut fonctionner qu'avec un gain égal ou supérieur à 5. Pour des valeurs inférieures, il oscille à quelques MHz ; par conséquent les montages suiveurs et intégrateurs par exemple oscillent spontanément. On peut alors s'interroger sur l'utilisation de cet AO en intégrateur inverseur ; il fonctionne quand même, en moyenne, en intégrateur rapide délivrant des signaux triangulaires auxquels se superposent une oscillation haute fréquence. Ce n'est pas une gêne dans l'application proposée.

On peut aussi remplacer le LF 357 par un TL 071, un peu juste en fréquence mais encore suffisant : le signal triangulaire produit ne présente plus d'oscillations haute fréquence.

### c - METRIX 0X800

La commande d'entrée Wehnelt est du type logique TTL. Non connectée, cette entrée se trouve à l'état logique 1 (tension mesurée : 2,7 V) et la luminosité de l'écran est maximale ; si l'on relie cette entrée à la masse l'écran s'éteint ; la résistance équivalente d'entrée est de l'ordre de 2 kΩ. Mais on constate que la variation de luminosité est progressive pour des tensions comprises entre 1,5 V et 0,6 V environ ce qui permet à cet oscilloscope de restituer des nuances de gris avec une plage réduite de tension de commande. Si l'on utilise directement le montage proposé l'image est beaucoup trop contrastée ; par contre si l'on rajoute 10 kΩ en série avec la sortie de l'amplificateur vidéo (Z),

le réglage de gain de cet amplificateur permet alors de faire varier le contraste de l'image de manière satisfaisante.

### 3.2.3. Expérimentation

– Alimenter le montage de la figure 12 en  $\pm 15$  V. Observer sur la voie 1 de l'oscilloscope la tension disponible à la borne Y du montage. Choisir une vitesse de balayage permettant une visualisation confortable de la tension : on observe une tension en dents de scie dissymétriques. Agir sur le potentiomètre du générateur du signal de trame pour ajuster la fréquence de la tension à une valeur légèrement inférieure à 50 Hz.

– Relier l'entrée V à la borne 19 de la prise péritelévision et la masse M à la borne 17. Relier également la borne 19 à la voie 1 de l'oscilloscope, la borne 17 à sa masse et la borne Z à la voie 2. Choisir une vitesse de balayage de  $5 \mu\text{s}/\text{div}$ .

Placer la cassette de mire dans le magnétoscope. Le faire fonctionner en lecture. Observer les signaux en «escalier» obtenus et vérifier que l'action du potentiomètre de l'amplificateur vidéo permet l'obtention d'une tension amplifiée à la borne Z.

– Observer maintenant la tension disponible à la borne EXT. Agir sur le potentiomètre de l'extracteur du signal pour qu'en EXT il n'y ait que des «tops» (réglage un peu délicat). Vérifier qu'à la sortie du «synchronisateur» de trame on obtient bien des impulsions de fréquence 50 Hz.

– Le dispositif est alors dans un état permettant la visualisation de la mire à l'oscilloscope.

La vitesse de balayage de l'oscilloscope est sur  $5 \mu\text{s}/\text{div}$ . Relier la borne EXT à l'entrée de synchronisation de l'oscilloscope. Placer sa synchronisation sur SYNCHRO EXT. Relier la borne Z à l'entrée Z de l'oscilloscope et la borne Y sur la voie 1. Ne conserver que cette voie.

Vous devez voir la mire à l'écran. Si ce n'est pas le cas agir sur le potentiomètre de l'amplificateur vidéo. Si l'image bouge horizontalement agir délicatement sur le potentiomètre de l'extracteur de signal. Si l'image bouge verticalement agir délicatement sur le potentiomètre du générateur de trame. Affiner les réglages en agissant sur les boutons «intensité» et «focus» de l'oscilloscope.

– Remplacer la cassette mire par une cassette contenant l'enregistrement d'une émission, vous pouvez suivre l'émission à l'écran. Intercaler un amplificateur «audio» (disponible par exemple sur un GBF didalab de référence E144) entre les bornes 3 et 4 (masse) d'une part et un haut-parleur d'autre part vous aurez le son.

## 4. SYNTHÈSE ADDITIVE

### 4.1. Utilisation d'un moniteur

La série de manipulations qui suivent utilise un moniteur d'ordinateur THOMSON TO7 ou MO5 ou TO9. Ces écrans, d'ordinateurs obsolètes, ont l'avantage de présenter une prise péritélévision. Ils ont équipé en très grand nombre les établissements scolaires et permettent, sans achat de téléviseur, la réalisation de manipulations intéressantes sur le balayage ligne/trame et sur la trichromie. Ces manipulations sont d'ailleurs de mise en œuvre plus aisée qu'avec un téléviseur car les entrées R (rouge), V (vert) et B (bleu) sont directement accessibles, la borne 20 n'étant plus alors une entrée vidéo mais une entrée de synchronisation.

Le(s) GBF utilisé(s) est(sont) de référence METRIX GX240.

#### 4.1.1. Éclairage de l'écran

##### Montage

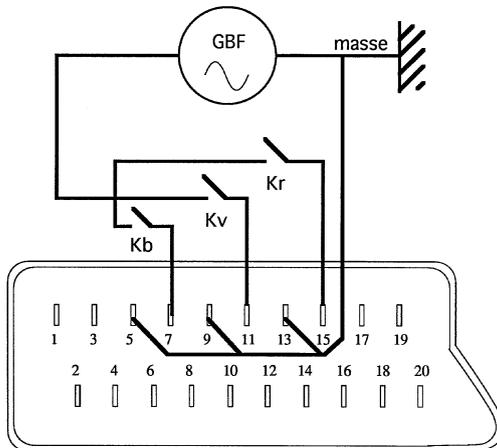


Figure 15

Le GBF délivre une tension sinusoïdale d'amplitude 2 V et de fréquence 2 MHz environ.

Les interrupteurs étant ouverts, mettre le moniteur sous tension. Ajuster les réglages de luminosité et de contraste pour que l'écran soit sombre.

**Première expérience**

- Fermer l'interrupteur Kr. L'écran apparaît rouge. Modifier si nécessaire la luminosité et le contraste pour que la couleur soit vive. Ajuster la fréquence pour atténuer les effets de moiré.
- Ouvrir l'interrupteur Kr et fermer l'interrupteur Kv : l'écran apparaît uniformément VERT.
- Ouvrir Kv et fermer Kb : l'écran apparaît uniformément BLEU.

*Conclusion* : Cette expérience permet la visualisation des trois couleurs primaires : ROUGE, VERT et BLEU.

N.B. : Avec une loupe, il est possible de visualiser les luminophores de l'écran ; dans le cas de ce moniteur, ce sont des points disposés en triplet.

**Deuxième expérience**

- Les trois interrupteurs étant ouverts, fermer les interrupteurs Kr et Kv : l'écran apparaît JAUNE.
- Les trois interrupteurs étant ouverts, fermer les interrupteurs Kr et Kb : l'écran apparaît MAGENTA.
- Les trois interrupteurs étant ouverts, fermer les interrupteurs Kv et Kb : l'écran apparaît CYAN.
- Fermer les trois interrupteurs : l'écran apparaît BLANC.  
(L'impédance des entrées étant faible,  $75 \Omega$ , il est parfois nécessaire d'augmenter le niveau de la tension délivrée par le GBF lorsque plusieurs entrées sont utilisées simultanément).

*Conclusion* : Cette expérience permet la visualisation des trois couleurs complémentaires : JAUNE, MAGENTA et CYAN. L'addition des trois couleurs fondamentales donne du BLANC.

N.B. : En synthèse soustractive, les couleurs initiales sont JAUNE, MAGENTA et CYAN : JAUNE et MAGENTA donnent ROUGE, JAUNE et CYAN donnent VERT, CYAN et MAGENTA donnent BLEU, la superposition du JAUNE, du MAGENTA et du CYAN donnant du NOIR (c'est ce type de synthèse qui est utilisé en peinture).

## 4.1.2. Affichage de bandes verticales

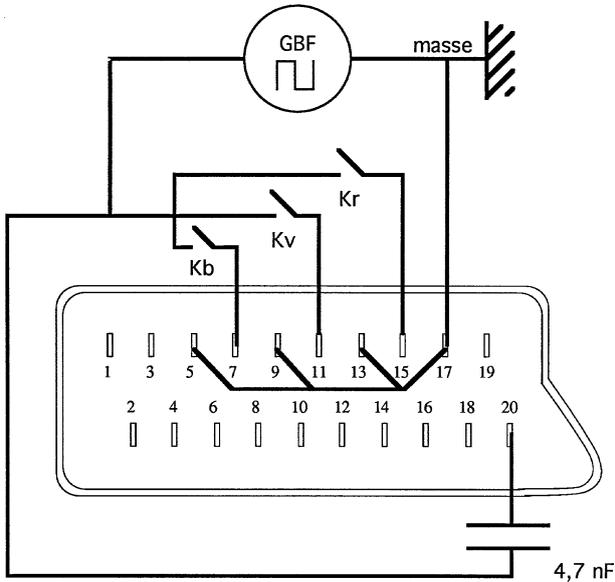
*Montage*

Figure 16

La fréquence des lignes est de 15,625 kHz. La borne 20 est, dans le cas du moniteur Thomson, une entrée de synchronisation horizontale. Le GBF délivre une tension en créneaux symétriques d'amplitude 4 V au maximum et de fréquence multiple de la fréquence de balayage des lignes.

Utiliser la sortie TTL du GBF pour la synchronisation. Pour cela, appliquer cette tension à la borne 20 de la prise péritelévision à travers un condensateur de 4,7 nF. Ce condensateur subit une succession de charges et de décharges à travers l'impédance d'entrée de cette borne (75  $\Omega$ ) : les pics ainsi créés servent de top de synchronisation. En absence de sortie TTL, il est possible d'utiliser le signal en créneaux symétriques.

*Première expérience*

– Les interrupteurs étant initialement tous ouverts, fermer l'interrupteur Kr. Ajuster la fréquence  $f$  du GBF à une valeur  $f_1$  voisine de 15 kHz permettant la visualisation d'un demi-écran rouge et d'un demi-écran noir.

– Donner à  $f$  la valeur  $2 f_1$ , puis  $3 f_1$ , ... : il y a multiplication des colonnes dans les mêmes proportions que la multiplication des fréquences.

### ***Deuxième expérience***

Choisir par exemple  $f = 3 f_1$ .

– Les trois interrupteurs étant ouverts, fermer les interrupteurs  $K_r$  et  $K_v$  : trois colonnes JAUNE s'inscrivent à l'écran.

– Les trois interrupteurs étant ouverts, fermer les interrupteurs  $K_r$  et  $K_b$  : trois colonnes MAGENTA s'inscrivent à l'écran.

– Les trois interrupteurs étant ouverts, fermer les interrupteurs  $K_v$  et  $K_b$  : trois colonnes CYAN s'inscrivent à l'écran.

– Fermer les trois interrupteurs : les colonnes initialement colorées se mettent en BLANC.

(L'impédance des entrées étant faible,  $75 \Omega$ , il est parfois nécessaire d'augmenter le niveau de la tension délivrée par le GBF lorsque plusieurs entrées sont utilisées simultanément).

#### **4.1.3. Affichage de bandes horizontales**

##### ***Montage***

Il est identique au précédent. L'alimentation de la borne 20 est inutile car elle n'a aucune action sur la synchronisation verticale.

La fréquence de la trame est de 50 Hz.

Le GBF délivre une tension en créneaux symétriques d'amplitude 4 V et de fréquence multiple de la fréquence de balayage de la trame.

##### ***Première expérience***

– Les interrupteurs étant initialement tous ouverts, fermer l'interrupteur  $K_r$ . Ajuster la fréquence  $f$  de la tension d'alimentation à une valeur  $f_1$  voisine de 50 Hz permettant la visualisation d'une bande rouge et d'une bande noire (réglage délicat car il y a des problèmes de synchronisation et le moniteur accepte mal les basses fréquences).

– Donner à  $f$  la valeur  $2 f_1$ , puis  $3 f_1$ , ... : il y a multiplication des lignes dans les mêmes proportions que la multiplication des fréquences.

##### ***Deuxième expérience***

Choisir par exemple  $f = 3 f_1$ .

- Les trois interrupteurs étant ouverts, fermer les interrupteurs Kr et Kv : trois lignes JAUNE s'inscrivent à l'écran.
- Les trois interrupteurs étant ouverts, fermer les interrupteurs Kr et Kb : trois lignes MAGENTA s'inscrivent à l'écran.
- Les trois interrupteurs étant ouverts, fermer les interrupteurs Kv et Kb : trois lignes CYAN s'inscrivent à l'écran.
- Fermer les trois interrupteurs : les lignes initialement colorées se mettent en BLANC.

(L'impédance des entrées étant faible,  $75 \Omega$ , il est parfois nécessaire d'augmenter le niveau de la tension délivrée par le GBF lorsque plusieurs entrées sont utilisées simultanément).

#### 4.1.4. Addition progressive des couleurs

##### Montage

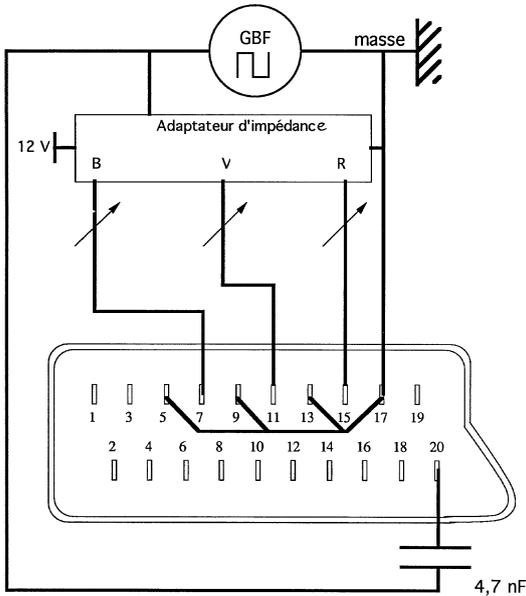


Figure 17

Il faut intercaler entre le GBF et la prise péritelévision un montage permettant le dosage progressif des couleurs. Ce montage doit également être adaptateur d'impédance car les impédances d'entrée des voies

RVB sont faibles. Comme l'intensité du courant appelé sur chacune des voies est à la limite de ce que peut fournir un amplificateur opérationnel classique (20 mA environ) le montage proposé est un adaptateur à transistor.

Il est possible de réaliser les manipulations précédentes en faisant apparaître à l'écran des colonnes et des lignes dont on peut modifier aisément les couleurs.

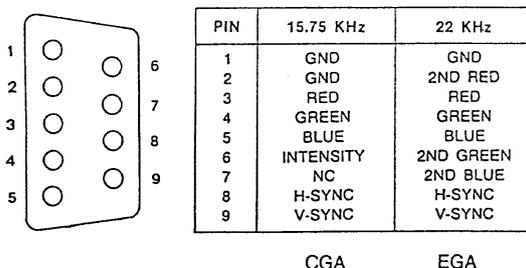
Pour varier un peu, nous pouvons donner à l'écran un aspect de damier noir/couleur, la couleur étant réalisée par le dosage RVB. Pour cela il suffit de brancher deux GBF en parallèle sur l'entrée de l'adaptateur d'impédance (montage pas très orthodoxe !). Il faut régler la fréquence de l'un à un multiple de la fréquence de ligne et la fréquence de l'autre à un multiple de la fréquence image (fréquence de trame). Seule la synchronisation horizontale est possible (immobilité apparente des colonnes). N'ayant pas d'entrée de synchronisation verticale, l'immobilisation des lignes n'est guère possible. Il faut ajuster avec soin la fréquence la plus basse afin de s'approcher le plus de l'immobilité.

**4.2. Avec un moniteur IBM (5153 type CGA)**

Accès par prise Sub D à neuf broches - DB9 - que l'on relie à une boîte de connexions pour fiches 4 mm.

Fonctionnement RVB en tout ou rien. Commande logique par niveaux TTL.

- Input Signal
- Video Signal.....TTL Levels
- Horizontal Sync.....TTL Positive
- Vertical Sync.....TTL CGA (Positive)
- Scanning Frequency
- HOR.....15.750 kHz
- VER.....47 ~ 63 Hz



**Figure 18**

### ***Mise en marche***

L'écran est normalement lumineux au repos, le réglage de luminosité est actif. Les trois bornes couleur RVB sont à l'état actif (3 V) et les trois canons éclairent respectivement les luminophores RVB circulaires disposés en triangle (observation à la loupe).

### ***Couleurs séparées***

On éteint d'abord l'écran en reliant les bornes RVB à la masse. On règle le niveau de Noir en utilisant le réglage de luminosité. On obtient un écran uniformément lumineux :

- ROUGE en ouvrant la liaison borne Rouge-Masse,
- VERT en ouvrant la liaison borne Vert-Masse,
- BLEU en ouvrant la liaison borne Bleu-Masse.

On obtient les trois couleurs primaires soustractives en laissant deux bornes actives et en reliant la troisième à la masse :

- CYAN - borne rouge à la masse,
- MAGENTA - borne verte à la masse,
- JAUNE - borne bleu à la masse.

En ouvrant toutes les liaisons à la masse, on additionne les trois couleurs primaires RVB et on retrouve le Blanc.

On a ainsi un écran «8 couleurs».

On obtient huit couleurs supplémentaires, plus sombres, en reliant la borne intensité (6) à la masse, (le réglage de contraste du moniteur devient alors actif), ce qui justifie l'appellation «écran 16 couleurs».

**Remarque** : Toutes ces observations sont faites avec le moniteur SEUL.

### ***Bandes horizontales***

Deux bornes «couleur» étant reliées à la masse, on applique sur la troisième et sur la borne de synchronisation verticale, un signal carré basse fréquence.

On ajuste la fréquence à un multiple de la fréquence de balayage Trame (voisine de 50 Hz).

### **Bandes verticales**

On applique de même un signal carré sur une borne couleur et sur la borne de synchronisation horizontale.

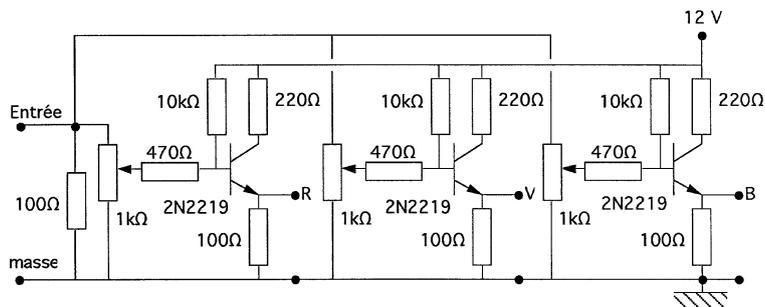
On ajuste la fréquence à des valeurs multiples de la fréquence de balayage (16 kHz) pour que l'image se stabilise.

### **Damier**

On superpose des bandes horizontales et des bandes verticales en utilisant deux générateurs BF. On obtient un damier en quatre couleurs : avec une borne couleur reliée à la masse, NOIR, couleur 1, couleur 2, addition 1 + 2.

On enrichit les combinaisons en reliant deux bornes couleurs ensemble ce qui donne NOIR, Couleur (1 + 2), Couleur 3, BLANC.

**Remarque :** schéma de l'adaptateur d'impédance choisi.



**Figure 19**

Pour ceux qui désireraient réaliser ce montage sur circuit imprimé, une copie du typon à l'échelle 1 est donnée dans l'annexe 3.

#### **4.3. Utilisation d'un récepteur télévision**

Toutes les manipulations précédentes sont réalisables moyennant quelques aménagements.

Il faut polariser la borne de commutation lente ainsi que celle de commutation rapide (si on suit la norme, il faut appliquer entre 10 V et 12 V sur la borne 8 et une tension supérieure à 1,5 V sur la borne 16). Pour éviter l'emploi de deux alimentations continues, il est possible de

ne pas respecter la norme : c'est le cas du montage suivant dans le cas de l'exemple avec le «mélangeur» de couleurs.

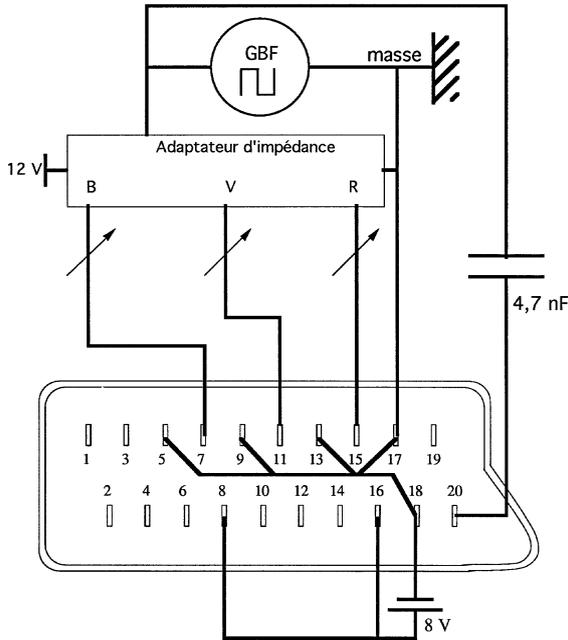


Figure 20

### **Manipulation complémentaire : rôle des bornes de commutation**

Ne pas modifier le montage précédent.

Régler la fréquence du GBF à une valeur permettant l'obtention de deux colonnes de couleur à l'écran du récepteur 31 kHz environ.

**Supprimer la liaison entre la borne 16 et la source de tension continue** : il n'y a plus de bande de couleur à l'écran.

Nous avons désactivé l'entrée de commutation rapide ce qui a supprimé l'accès aux entrées RVB.

Cependant, l'écran présente des bandes noires et blanches avec un dégradé de gris.

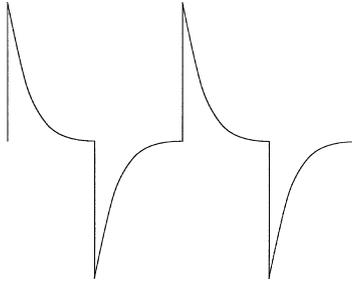
Essayons de justifier cela.

Activer l'**entrée de commutation lente (borne 8)** supprime le signal vidéo interne au téléviseur et le remplace par la tension appliquée sur l'entrée vidéo (borne 20).

L'entrée de commutation lente est activée : la tension provenant du

GBF appliquée à l'entrée 20 de la prise péritélévision à travers le condensateur de 4,7 nF est reconnue par le récepteur comme un signal vidéo.

Analysons ce signal vidéo en l'observant à l'oscilloscope.



**Figure 21**

C'est la tension appliquée aux bornes d'une résistance de  $75 \Omega$  (impédance d'entrée assimilable à une résistance) : c'est aussi la tension aux bornes de la résistance d'un circuit RC série soumis à une tension en créneaux.

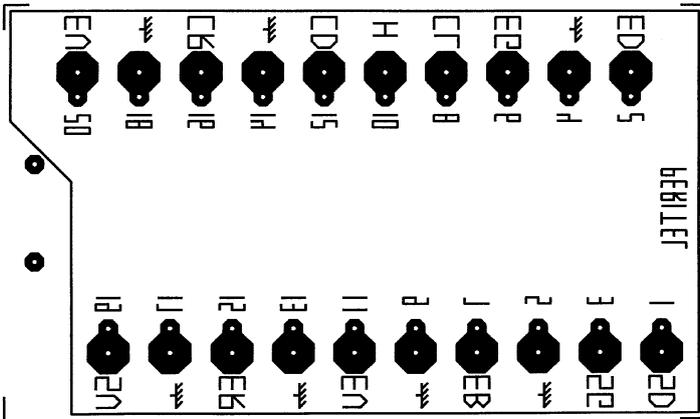
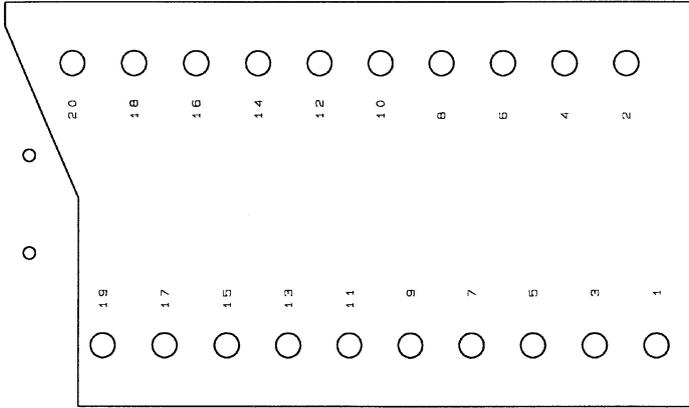
Aux pics positifs de tension correspondent les zones de blanc d'intensité maximale. La montée quasi-instantanée de ces pics positifs expliquent le passage quasi-instantané du noir au blanc. La décroissance progressive (exponentielle) de la tension justifie le passage progressif du blanc au noir. L'ensemble des alternances négatives s'accompagne de zones noires à l'écran.

En augmentant la capacité du condensateur d'entrée, il est possible de modifier les dégradés de gris.

# Annexe 1

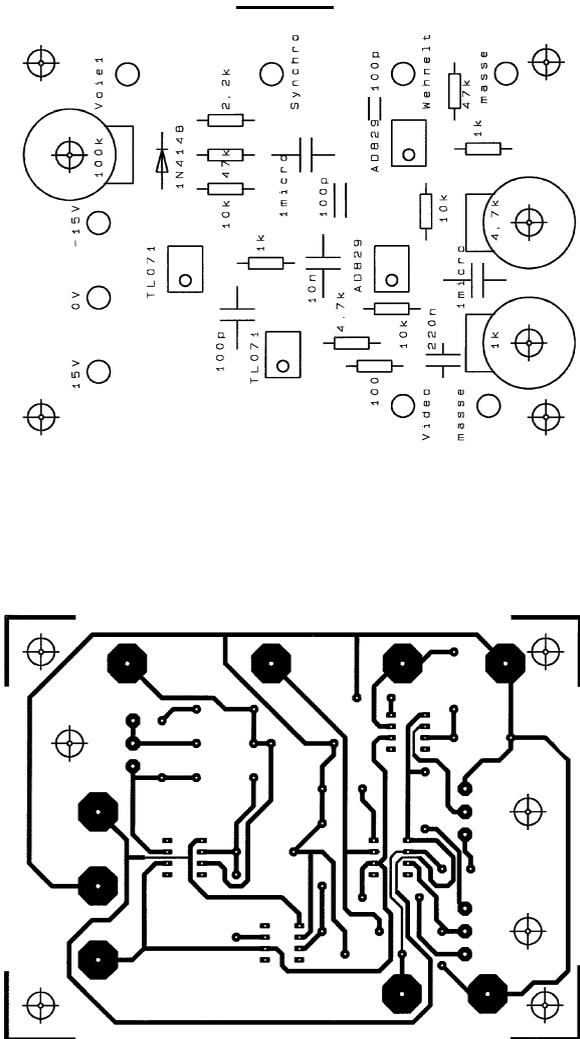
## Typon pour la connexion d'une prise péritélévision

---



## Annexe 2

### Typon et plan d'implantation du dispositif permettant la reconstitution d'une image vidéo



Ce typon ne comprend pas le montage inverseur.

Échelle : 0,59

### Annexe 3

## Typon et plan d'implantation de l'adaptateur d'impédance trois voies

