



AFFICHAGE NUMÉRIQUE SUR OSCILLOSCOPE

Il existe plusieurs manières de visualiser ou d'enregistrer les informations numériques fournies par un équipement électronique, par exemple par impression sur papier, par perforation sur ruban ou par affichage au moyen de tubes indicateurs à gaz.

Dans cette information, nous décrivons une autre méthode, la visualisation sur l'écran d'un tube à rayons cathodiques à déviation électrostatique. Il est possible, au moyen d'un seul tube à rayons cathodiques d'afficher simultanément un grand nombre de caractères. On décrira, dans ce qui va suivre, un appareil expérimental de laboratoire capable d'afficher, de cette manière, quatre rangées de 14 caractères chacune.

ESQUISSE DU PROBLÈME

Un caractère peut être affiché sur l'écran d'un tube à rayons cathodiques de plusieurs manières. Il est possible de tracer un caractère sur l'écran au moyen d'un faisceau d'électrons, de la même façon qu'un crayon dessine un caractère sur du papier. C'est la méthode du faisceau à trace. Le mouvement du faisceau ou du crayon peut être décomposé suivant une composante horizontale et une composante verticale. Ces composantes doivent

être traduites par des tensions qui sont appliquées sur les plaques de déviation du tube à rayons cathodiques.

Au lieu d'être complètement tracé, le caractère peut être représenté par un ensemble de points (voir la fig. 1). On obtient les points en supprimant le faisceau chaque fois qu'il n'occupe pas une position définie par des coordonnées x et y convenables. En vérité, cette méthode de modèle en pointillé donne une image du caractère moins distincte, mais elle diminue l'importance des circuits nécessaires; elle est plus simple et devient préférable pour les projets de petites calculatrices.

Suivant la méthode décrite dans cet article, les coordonnées des points sont emmagasinées dans une matrice à tores (fig. 2). Cette matrice est composée, dans le sens vertical, de 8 rangées de 5 tores chacune. On dispose donc de 40 coordonnées x et y pour former les caractères. Les tores, dans chaque rangée, sont lus, l'un après l'autre, rangée par rangée, au moyen d'un sélecteur horizontal et d'un sélecteur vertical. Le faisceau se déplace en synchronisation avec l'analyse de la matrice, sous l'action de tensions appliquées sur les plaques de déviation x et y et fournies, respectivement, par les sélecteurs horizontal et vertical. Les impulsions de déclenchement du faisceau sont obtenues par l'amplification des impulsions de sortie des tores dis-

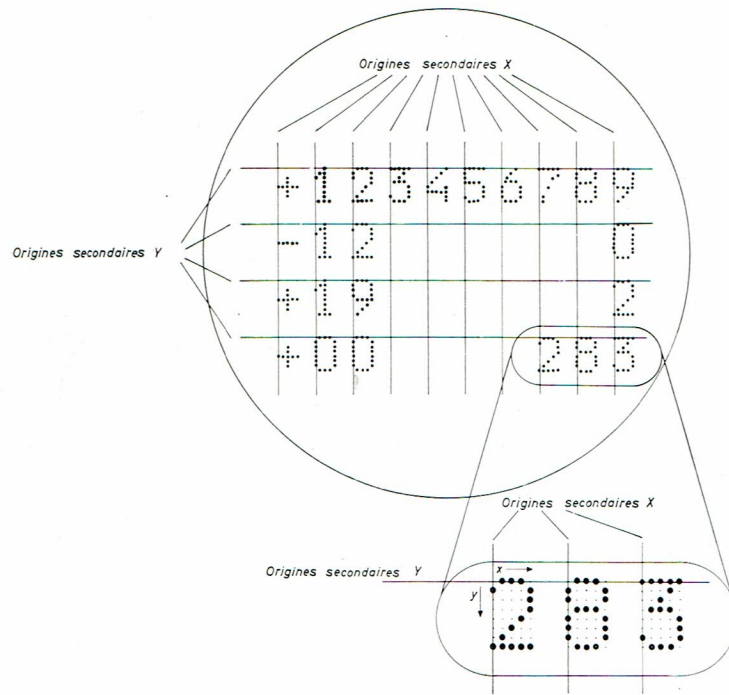


Fig. 1. — Représentation, par un ensemble de points, des caractères sur l'écran d'un tube à rayons cathodiques.

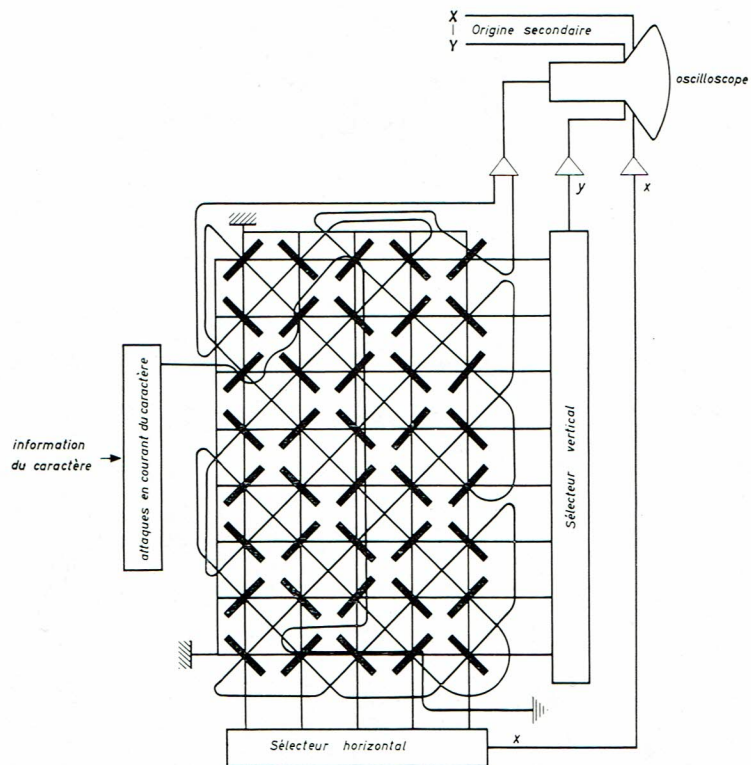


Fig. 2. — Matrice de tores de ferrite où sont emmagasinées les coordonnées des points représentatifs des caractères.

posés suivant la forme du caractère et qui sont préalablement basculés par un courant d'écriture du caractère (attaque en courant du caractère).

Ainsi en est-il des méthodes utilisées pour former un simple caractère sur l'écran du tube à rayons cathodiques. Dès que le premier caractère est terminé, le faisceau d'électrons doit être déplacé jusqu'à l'origine du caractère suivant, que l'on appellera "origine secondaire" par opposition à l'origine de l'écran, située en haut et à gauche (voir fig. 1). Ce déplacement doit tenir compte, à la fois, des espacements vertical et horizontal entre les caractères. La position d'un caractère dans une rangée est déterminée par une tension appliquée sur la plaque de déviation x , dont l'amplitude doit dépendre précisément de cette position. Quand plusieurs rangées de caractères doivent être affichées, la position de chacune d'elles est fixée par une tension appliquée sur la plaque de déviation y .

minimale d'exploration qui dépend des caractéristiques du tube à rayons cathodiques utilisé.

L'information à afficher peut être emmagasinée dans une mémoire d'un type quelconque. Le montage de ce registre devra permettre :

- la lecture séquentielle, à une vitesse suffisante, des caractères emmagasinés,
- l'indication de la position des caractères dans une rangée durant au moins le temps de balayage d'un caractère,
- l'indication de la position relative d'une rangée durant le temps de balayage d'une rangée.

Dans le modèle qui va être décrit ci-dessous, on utilise une mémoire à coïncidence de courant. Les emplacements des chiffres dans la mémoire sont sélectionnés au moyen d'un sélecteur de registre et d'un sélecteur de chiffre, ou signe. L'information

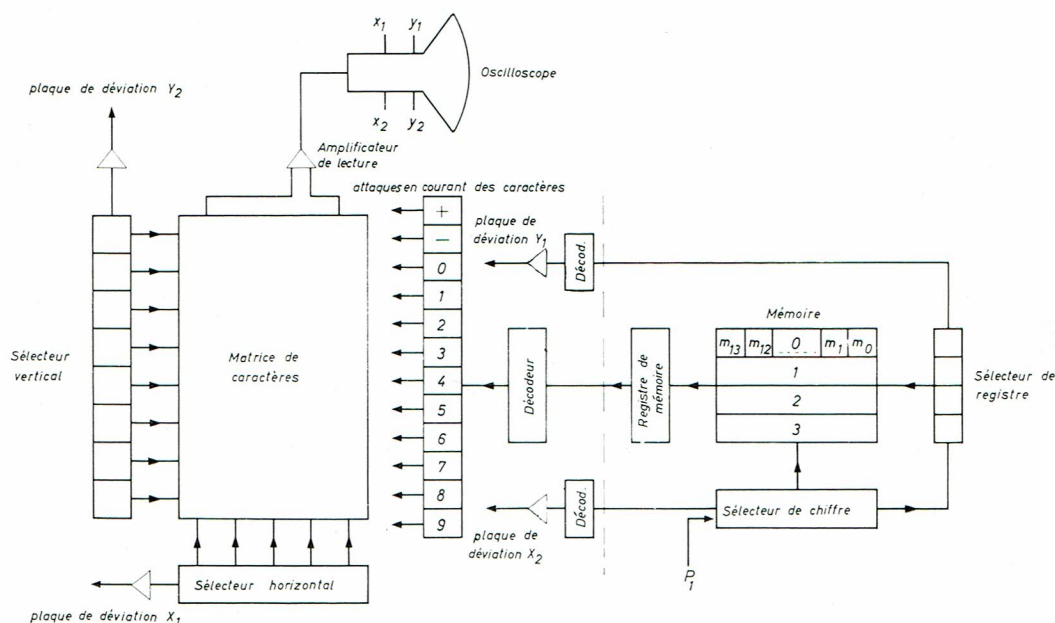


Fig. 3. — Schéma synoptique du modèle de laboratoire d'un ensemble d'affichage de caractères utilisant un tube à rayons cathodiques.

La trace du faisceau part d'un point situé dans le coin supérieur gauche de l'écran où l'image du premier caractère est formée par les signaux des plaques de déviation x et y , lesquels sont fournis par les sélecteurs horizontal et vertical respectivement et sont superposés à la tension qui fixe l'origine du caractère (origine secondaire). Le faisceau est, alors, déplacé horizontalement d'une distance égale à la largeur du caractère, majorée de l'espacement horizontal désiré. Puis, ce mécanisme se continue jusqu'à ce qu'une rangée complète de caractères ait été affichée. Le faisceau est, alors, renvoyé sur la marge gauche de l'écran tout en étant dévié verticalement vers le bas, d'une distance égale à la hauteur des caractères, majorée de l'espacement vertical désiré. Ayant balayé ainsi l'écran entier, le faisceau est ramené à sa position initiale, au coin supérieur gauche de l'écran ; puis, le balayage recommence.

La fréquence d'exploration du balayage doit être suffisamment élevée pour pallier un scintillement perceptible. Cela nécessite une certaine fréquence

sélectionnée est transmise au registre de mémoire qui identifie le caractère (voir fig. 3).

PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

La figure 3 montre le schéma synoptique des sous-ensembles qui transmettent le contenu de la mémoire à l'écran du tube à rayons cathodiques. Le "sélecteur de registre" et le "sélecteur de chiffre ou signe" choisissent dans la mémoire l'emplacement (autrement dit l'adresse) où sont contenues les informations à transmettre. Une impulsion P_1 décale le sélecteur de chiffre d'une position chaque fois qu'un caractère est affiché. Lorsque tous les caractères d'une même rangée sont affichés, le sélecteur de chiffre revient à sa position d'origine et le sélecteur de registre est décalé d'une position. Au début de chaque cycle de balayage de l'écran, le sélecteur de registre et le sélecteur de chiffre sont dans l'état "0". Cela signifie que la première adresse de la mémoire (m_0 sur la figure 3) est sélectionnée.

A l'arrivée d'une impulsion P_2 , les informations contenues à l'adresse choisie sont transmises au "registre de mémoire".

le sélecteur vertical commencent à analyser la matrice de caractères. Si les deux sélecteurs sont dans leur position initiale, une impulsion de courant

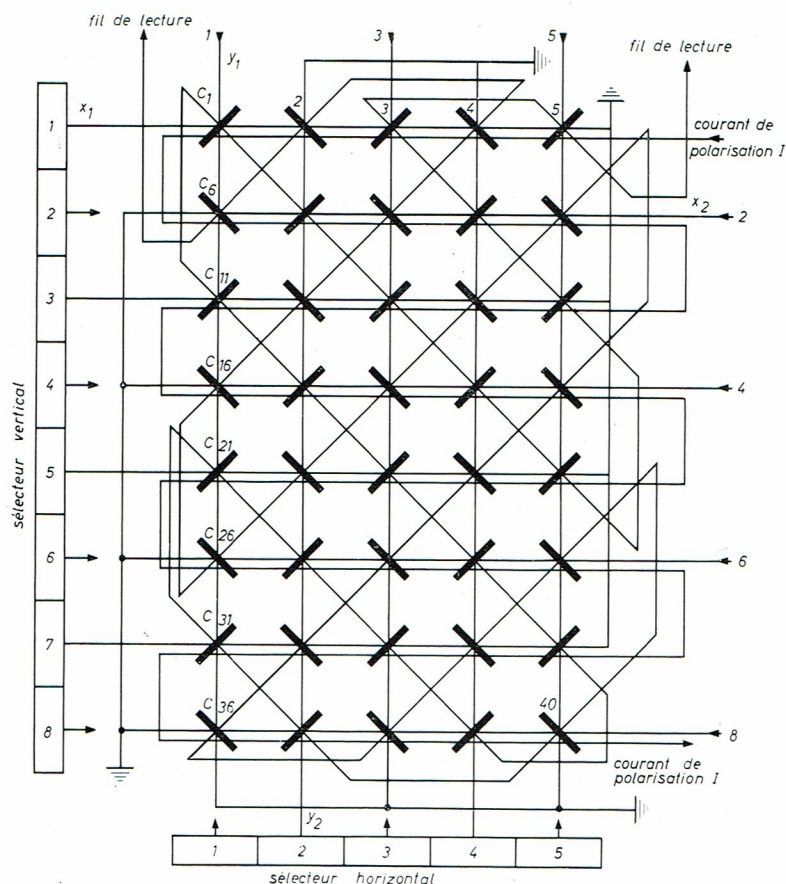


Fig. 4. — La matrice des caractères.

Pour chaque caractère différent à afficher sur le tube à rayons cathodiques, on utilise une attaque en courant du caractère, séparée. Chaque fois que le décodeur sélectionne une donnée d'information du registre de mémoire, l'attaque en courant correspondante est provoquée par une impulsion P_3 . Les étages d'attaque en courant sont associés à la matrice de caractères. Cette matrice est constituée par un réseau de conducteurs verticaux et horizontaux avec, à chaque intersection, un tore en ferrite à cycle d'hystérésis rectangulaire (fig. 4). En plus, un fil de lecture traverse, en diagonale, les tores de la matrice et un autre ensemble de conducteurs, "les conducteurs de caractère", traversent la matrice suivant la forme des caractères à afficher (fig. 5). Chaque conducteur de caractère peut seulement être excité par l'attaque en courant du caractère correspondant. A la suite de cette excitation, tous les tores de ferrite localisés sur le conducteur du caractère sélectionné basculent dans l'état 1 (en supposant qu'ils se trouvaient tous initialement dans l'état "0") et emmagasinent ainsi le diagramme des points figurant le caractère.

Sur l'arrivée du flanc arrière de l'impulsion d'attaque en courant du caractère, le sélecteur horizontal et

$1/2 I_m$ est envoyée simultanément à travers les conducteurs x_1 et y_1 de la matrice de caractères. Un courant total I_m traversera, en conséquence, le tore à ferrite C_1 (fig. 4) situé à l'intersection des conducteurs x_1 et y_1 et tendra à commuter le tore dans l'état "0". Une tension sera induite dans le fil de lecture dans le seul cas où le tore était initialement dans l'état "1". Puis, le sélecteur horizontal, libre alors de se déplacer, passera sur la position 2, et une impulsion de courant $1/2 I_m$ sera envoyée simultanément à travers les conducteurs x_1 et y_2 de la matrice. Un courant total résultant I_m permettra donc de lire le tore C_2 .

De nouveau, le sélecteur horizontal se déplacera sur la position 3 et un courant total I_m sera envoyé à travers le tore C_3 , et ainsi de suite. Après avoir sélectionné le tore C_5 , le sélecteur horizontal revient à la position 1 tandis que le sélecteur vertical passe sur la position 2 et les tores localisés sur la deuxième rangée seront déchiffrés successivement. Le dernier tore de la matrice (C_{40} sur la figure 4) est lu lorsque le sélecteur vertical est arrivé sur la position 8 et le sélecteur horizontal sur la position 5. Puis, les deux sélecteurs sont immobilisés jusqu'à ce que le caractère suivant soit inscrit.

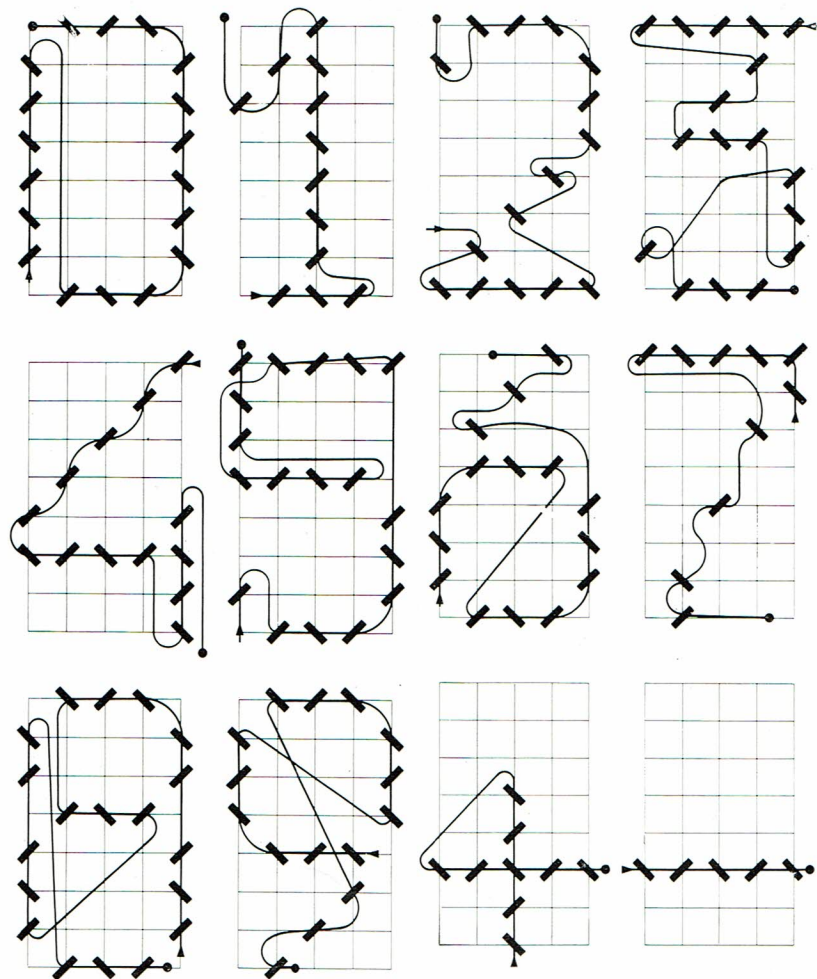


Fig. 5. — Les " conducteurs de caractères " sont tissés à travers la matrice suivant la forme des caractères à afficher.

Durant l'opération précédente, les tores placés antérieurement dans l'état 1 par l'attaque en courant du caractère seront évidemment commutés dans l'état " 0 ". Par suite, un train d'impulsions sera induit dans le fil de lecture. Comme exemple, les impulsions de lecture du caractère 3 sont dessinées sur la figure 6, associées aux impulsions de courant des sélecteurs horizontal et vertical.

Le fil de lecture est relié à l'entrée de " l'amplificateur de lecture ". Après amplification, le train d'impulsions est appliqué à la cathode du tube à rayons cathodiques. Normalement, le faisceau d'électrons est supprimé. L'effet des impulsions de lecture amplifiées est de " libérer " le faisceau et, ainsi, les points figuratifs apparaissent sur l'écran.

Le faisceau d'électrons est positionné à " l'origine propre " du caractère (origine secondaire) par l'effet de tensions principales appliquées sur les plaques de déviation X et Y et qui fixent la position du caractère sur l'écran. Dans le sous-ensemble décrit ici, ces tensions proviennent de décodeurs couplés au sélecteur de chiffre et au sélecteur de registre, respectivement. Les positions des points sont définies par des coordonnées x et y , par rapport aux origines secondaires. Les tensions de déviation x

et y sont engendrées respectivement par le sélecteur horizontal et le sélecteur vertical (voir fig. 2 et 3). Ayant été aligné sur la position prédéterminée d'un point, le faisceau est libéré quand une impulsion venant de l'amplificateur de lecture arrive sur la cathode du tube à rayons cathodiques. Le caractère à afficher est ainsi formé d'un certain nombre de points. Après qu'un caractère a été affiché, une impulsion P_1 décale le sélecteur de chiffre ou signe d'une position. Les informations contenues à l'adresse m_1 de la mémoire sont transmises au registre de mémoire par une impulsion P_2 et le cycle d'affichage recommence, de la même façon que pour l'adresse m_0 .

Le décalage du sélecteur de chiffre augmente d'un niveau la tension de la plaque de déviation X et l'origine du caractère est décalée de la largeur d'un caractère vers la droite. Puis, le second caractère est inscrit à la droite du premier, sous l'effet des tensions de déviation x et y . De cette manière, les adresses de la mémoire sont lues successivement. Dès qu'un registre complet a été affiché, le sélecteur de registre est décalé également d'une position, ce qui entraîne une chute de la tension de la plaque de déviation Y. Le contenu du second registre apparaît maintenant au-dessous du premier et ainsi de suite.

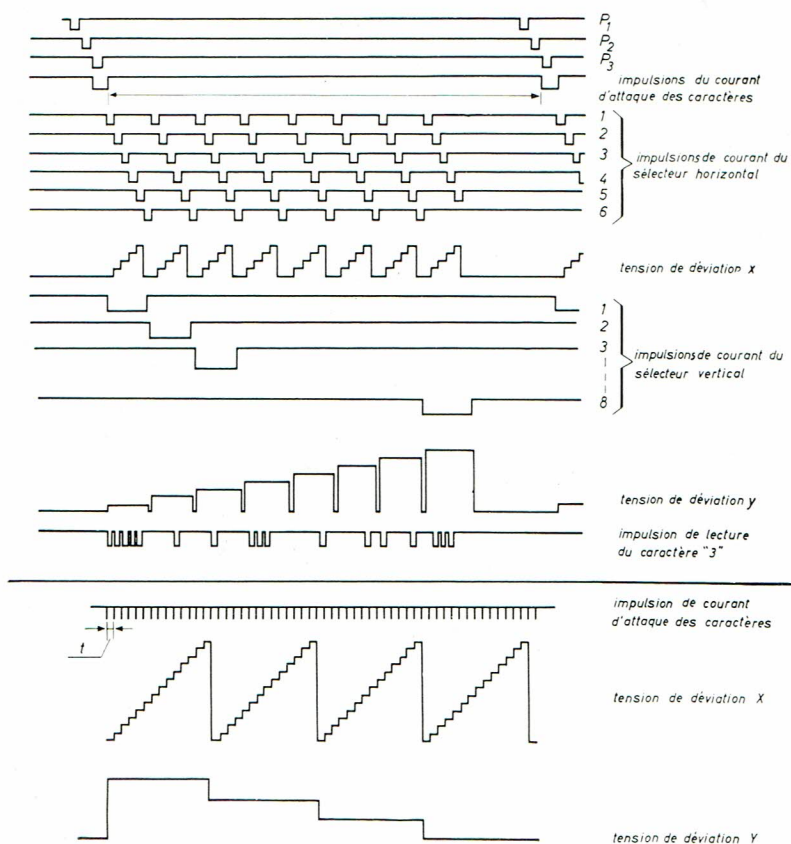


Fig. 6. — Diagramme des impulsions pour un affichage de trame complet sur l'écran.

SOUS-ENSEMBLE EXPÉRIMENTAL D'AFFICHAGE AVEC LE TUBE A RAYONS CATHODIQUES

On a construit un modèle expérimental de laboratoire pour afficher les informations conservées dans une petite mémoire à coïncidence de courant comprenant quatre registres de quatorze adresses de chiffres ou signes chacun. Les caractères à afficher sont les chiffres 0, 1, 2... 9 et les signes + (plus) et - (moins). Nous décrivons les montages en détail dans les paragraphes suivants.

Matrice de caractères

Pour traduire un chiffre emmagasiné selon un certain code dans le registre de mémoire en un ensemble de points, on utilise une matrice 5×8 tores, comme sur la figure 4. A travers cette matrice, 12 conducteurs de caractères sont enfilés suivant les modèles correspondant aux figures 0, 1, ... 9 et aux signes + et - (voir fig. 5).

Les tores, de la matrice de caractères, sont inscrits par l'intermédiaire d'un courant total (I_m) qui circule dans les conducteurs de caractères et sont lus en coïncidence au moyen de demi-courants ($1/2 I_m$) produits respectivement par le sélecteur horizontal et le sélecteur vertical (voir fig. 7). Dans le but d'obtenir une image stable, la fréquence de répétition

doit être telle que la durée d'une impulsion de lecture ne doit pas excéder $6 \mu s$. Dans ce temps, le tore peut être totalement commuté et pour obtenir une durée maximale du spot, la crête de la tension de

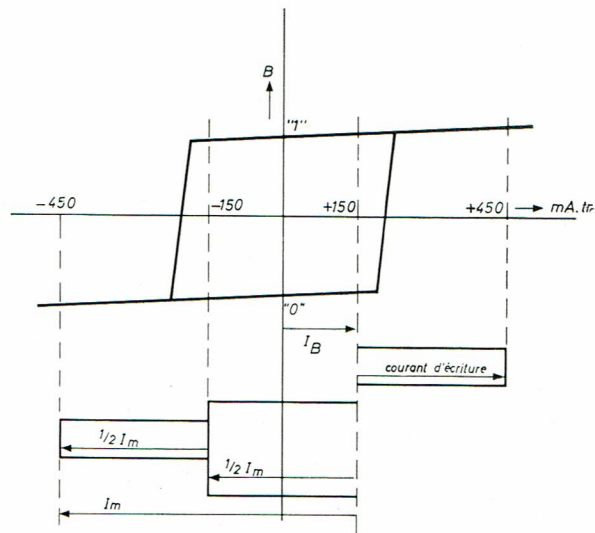


Fig. 7. — Action des courants de commutation sur la matrice de caractères.

lecture doit être atteinte aussitôt que possible. Pour répondre à ces exigences, un tore ayant un temps de commutation de $6 \mu\text{s}$ environ est nécessaire.

Un tore à ferrite type 6 E 2, s'il est excité avec un courant de 450 mA, commute en $5,5 \mu\text{s}$ et donne une tension de crête de sortie de 0,2 V dont le temps de montée est de $2,5 \mu\text{s}$, environ. Cette amplitude permet d'utiliser un amplificateur de lecture assez simple. Comme le courant maximal de demi-lecture ($1/2 I_m$) d'un tore 6 E 2 est de 195 mA, dans un fonctionnement normal par coïncidence de courant, il est nécessaire d'utiliser un courant de polarisation pour obtenir une lecture en coïncidence plus rapide (voir fig. 7). Avec un courant de polarisation de 150 mA, la lecture en coïncidence est possible avec deux demi-courants de 300 mA chacun. Ce qui donne $600 - 150 = 450$ mA pour le tore sélectionné et ce tore est lu totalement, tandis que pour les tores à moitié sélectionnés, le courant est seulement de $300 - 150 = 150$ mA. Ces tores ne peuvent donc changer d'état. Avec un courant d'écriture de 300 mA, les tores sont inscrits avec un courant de $300 + 150 = 450$ mA.

Sélecteur horizontal

Le sélecteur horizontal fournit un des demi-courants à la matrice de caractères. La méthode de coïncidence de courant exige que ce courant soit constant. La figure 8 montre un montage simple et convenable

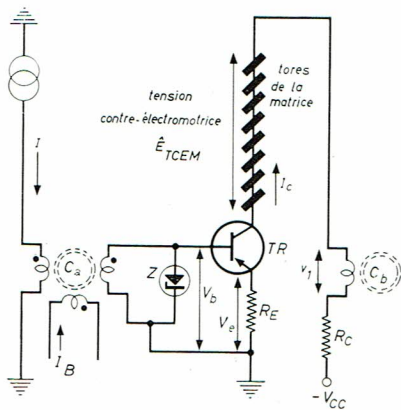


Fig. 8. — Schéma de principe du sélecteur horizontal.

remplissant ces conditions. De plus, avec ces étages, on peut constituer un oscillateur à boucle fermée. En se référant à la figure 8, le principe de fonctionnement du sélecteur horizontal peut être expliqué de la manière suivante :

Au moyen d'un courant de polarisation I_B , le tore de commutation C_a est maintenu dans un certain état, que l'on peut appeler l'état "0". Lorsqu'un courant I traverse le tore dans un sens opposé et que le nombre d'ampères-tours AT excède la somme des ampères-tours polarisants et du champ coercitif, le tore C_a bascule de l'état "0" à l'état "1". Au moment où le courant I s'annule (front arrière de l'impulsion de courant I) et compte tenu de l'apport du courant de polarisation I_B , le tore C_a rebasculé dans son état "0". Cela provoque une variation de flux qui induit une tension dans l'enroulement de base du transistor Tr , telle que celui-ci commence à conduire. Le courant de collecteur I_C sert de courant d'entrée I pour le prochain tore de commutation C_b .

Durant l'intervalle de conduction t_s du premier étage, le second tore C_b est alors maintenu dans l'état "1". Lorsque le courant I_C s'annule, le tore C_b rebascule dans l'état "0", le transistor de l'étage suivant commence à conduire, et ainsi de suite.

L'intervalle de temps de conduction t_s est déterminé par l'amplitude de la variation de flux, par le nombre de tours de l'enroulement de la base du transistor et par la tension de base V_b . Cette tension de base est alignée par une diode zener (Z). Comme $V_{BE} \ll V_b$, la tension d'émetteur V_e est constante. Il en résulte que le courant de collecteur $I_C \approx I_e = V_e/R_E$ est constant.

Les tores de la matrice qui sont lus au moyen du courant de collecteur I_C , engendrent une tension contre-électromotrice ($E_{T.C.E.M.}$). Pour éviter un brouillage des points et une distorsion de l'image sur l'écran du tube à rayons cathodiques, le temps de conduction des étages sélecteurs doit rester constant. De même, les tensions de déviation doivent être produites à partir d'une tension prélevée sur les résistances d'émetteurs. Ces deux conditions peuvent être satisfaites si l'on maintient le courant de collecteur constant. Pour qu'il en soit ainsi, le transistor ne doit jamais atteindre la saturation, même avec une tension électromotrice maximale ou une tension d'alimentation minimale. Une résistance R_c insérée dans le collecteur tend à réduire la dissipation de puissance dans la jonction de collecteur. Une limite supérieure approximative de la valeur de R_c peut être obtenue à partir de l'équation :

$$V_e + R_c \cdot I_C + \hat{E}_{TCEM} + V_1 = V_{cc \text{ min}}$$

En reliant le dernier étage au premier, on obtient un sélecteur à boucle fermée qui peut être déclenché par un courant I à travers le premier tore (C_{41}) et arrêté, en appliquant une tension positive sur la base du transistor Tr_6 (voir fig. 9).

Le signal de déviation x , qui détermine la position horizontale des points par rapport à l'origine secondaire X , est fourni par le sélecteur horizontal. Le signal est obtenu par des prélèvements effectués sur les résistances d'émetteurs en des points tels que la tension ainsi établie s'élève, d'étage à étage, par paliers successifs. Le signal de sortie de la porte "OU" (diodes D_1) est égal à la tension prélevée sur l'étage qui est conducteur à ce moment. Le sélecteur horizontal est déclenché par le front arrière de l'impulsion de courant de l'attaque en courant d'un caractère. Cette impulsion traverse les tores C_{41} et C_{47} du sélecteur horizontal et du sélecteur vertical respectivement, par l'intermédiaire d'un conducteur commun d'attaque en courant de caractères (voir fig. 9, 12 et 13).

Comme on l'a déjà dit, le sélecteur horizontal est arrêté par l'application d'une tension positive sur la base du transistor Tr_7 (fig. 9). Après 7 cycles de fonctionnement du sélecteur horizontal, l'étage 8 du sélecteur vertical est déclenché (fig. 12). Le transistor Tr_7 , qui est normalement saturé, se bloque alors et une tension positive apparaît sur la base du transistor Tr_6 . Par suite, la tension négative induite dans l'enroulement de base du sixième transistor par le front arrière du courant de Tr_5 , au cours du huitième cycle, ne peut pas faire conduire Tr_6 . Par conséquent, le tore C_{41} n'est pas inscrit et le sélecteur s'arrête jusqu'à ce que l'attaque en courant du prochain caractère inscrive à nouveau le tore C_{41} .

La diode zener Z peut être commune à tous les étages si des diodes d'alignement D_2 sont incorporées dans les circuits de base.

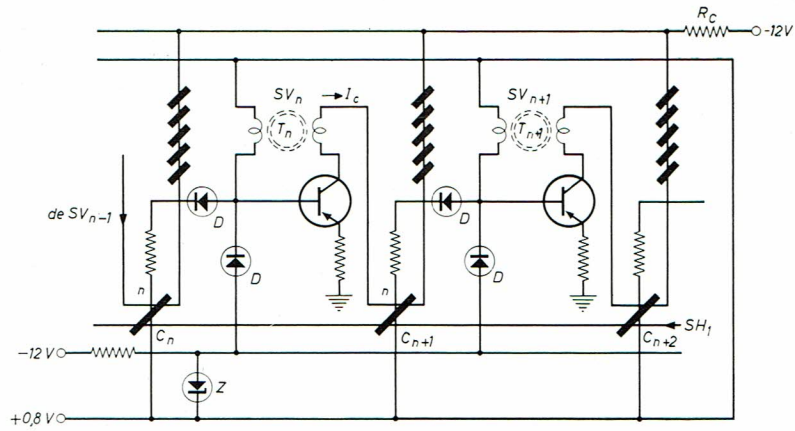


Fig. 11. — Schéma complet de deux étages du sélecteur vertical.

On doit s'assurer que le courant de l'étage SH_1 , du sélecteur horizontal, ne coïncide jamais avec la durée de l'impulsion de l'oscillateur à blocage d'un quelconque étage du sélecteur vertical. Par exemple, si les courants de SH_1 et de SV_n traversent en même temps le tore C_{n+1} , ils se compensent l'un l'autre. Il en résulterait que le tore

deuxième dans la durée d'impulsion des oscillateurs à blocage du sélecteur vertical.

Par l'intermédiaire d'un amplificateur (TR_7 sur la fig. 9) une tension positive prélevée sur le dernier étage du sélecteur vertical est appliquée sur la base du transistor SH_6 (comparer les fig. 9 et 12)

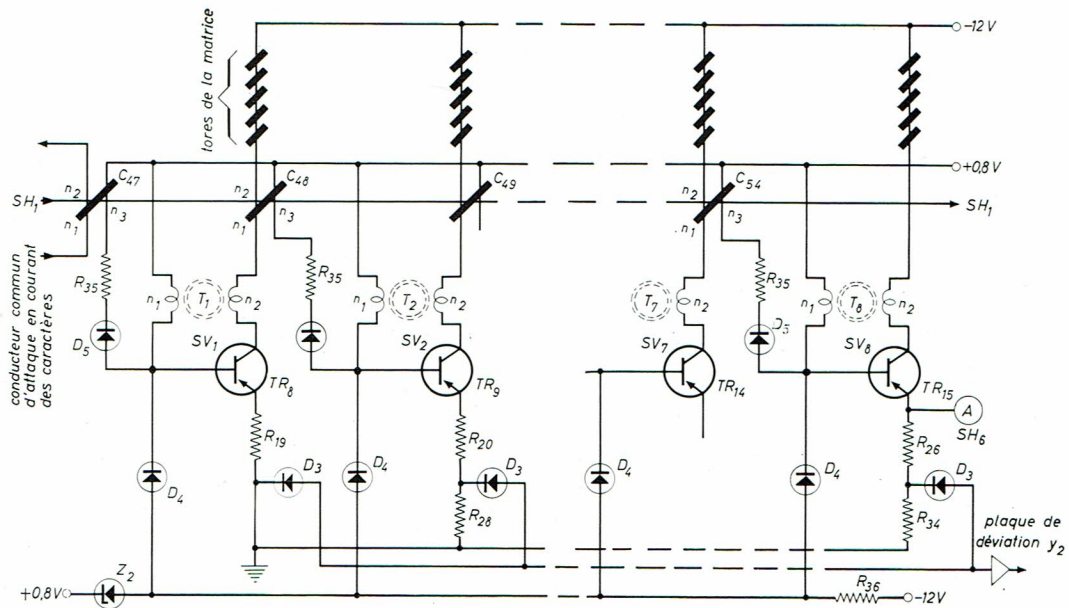


Fig. 12. — Schéma complet du sélecteur vertical.

C_{n+1} ne pourrait commuter. Le sélecteur vertical s'arrêterait. En outre, la durée de l'impulsion de l'oscillateur à blocage de chaque étage du sélecteur vertical doit être au moins égale à la durée des 5 étapes du sélecteur horizontal. Ces deux exigences peuvent être satisfaites en ajoutant un sixième étage au sélecteur horizontal. Le temps supplémentaire introduit par cet étage entre la fin de l'impulsion d'un étage SV_n et l'impulsion SH_1 tient compte ainsi des différences qui peuvent se pro-

pour arrêter le sélecteur horizontal conformément à ce qui a déjà été dit. La période d'affichage d'un caractère est alors terminée.

Le signal de déviation y est obtenu à partir du sélecteur vertical et une diode zener commune Z_2 est utilisée en combinaison avec les diodes D_4 , comme on l'a déjà montré à propos du sélecteur horizontal. La figure 12 donne le schéma complet du sélecteur vertical.

Attaque en courant des caractères

L'étage d'attaque en courant des caractères est un oscillateur à blocage analogue à celui décrit dans le paragraphe précédent. Une impulsion négative P_3 appliquée sur la base du transistor de l'oscillateur à blocage par la porte ET du décodeur, couplé au registre de mémoire, déclenche l'attaque en courant des caractères (voir fig. 13). Le courant fourni par l'étage d'attaque inscrit les tores propres au caractère sélectionné et traverse les tores C_{41} et C_{47} par la connexion commune d'attaque en courant, ce qui a pour résultat de faire basculer ces tores dans l'état "1". Lorsque le front arrière de l'impulsion d'attaque en courant est passé, le tore C_{41} est rebasculé dans l'état "0" par son courant de polarisation et le cycle d'affichage démarre à nouveau.

Les étages d'attaque en courant des caractères ont une résistance commune R_E et le signal d'émetteur est utilisé pour bloquer l'amplificateur de lecture durant l'écriture d'un caractère (voir fig. 13 et 14). L'affichage des nombres positifs et négatifs est possible si les informations contenues aux différentes adresses de la mémoire sont transmises de manière telle que la valeur actuelle arrive au registre de mémoire.

de l'impulsion idéale. Cela nécessite des temps de montée et de descente courts et un faible intervalle de temps entre les fronts d'onde des impulsions d'entrée et de sortie.

Les impulsions d'entrée fournies par la matrice de caractères sont soit positives, soit négatives et ont une amplitude d'environ 0,2 V. Ces impulsions d'entrée se présentent non seulement durant la lecture de la matrice de caractères mais aussi durant son inscription. Pour éviter que le faisceau d'électrons soit libéré durant l'inscription de la matrice, il faut pouvoir bloquer l'amplificateur de lecture. Nous allons décrire la façon d'y parvenir en nous reportant à la figure 14.

En négligeant la chute de tension qui se produit dans les résistances de base des transistors TR_{28} et TR_{29} , on peut dire qu'en l'absence d'une impulsion de lecture, la tension des deux émetteurs est d'environ +6 V et qu'un courant continu traverse alors les deux transistors. La valeur de la résistance de collecteur R_{44} est choisie de telle façon que la tension de base du transistor TR_{30} soit positive et, par conséquent, que le transistor soit bloqué.

Supposons qu'une impulsion de lecture se pré-

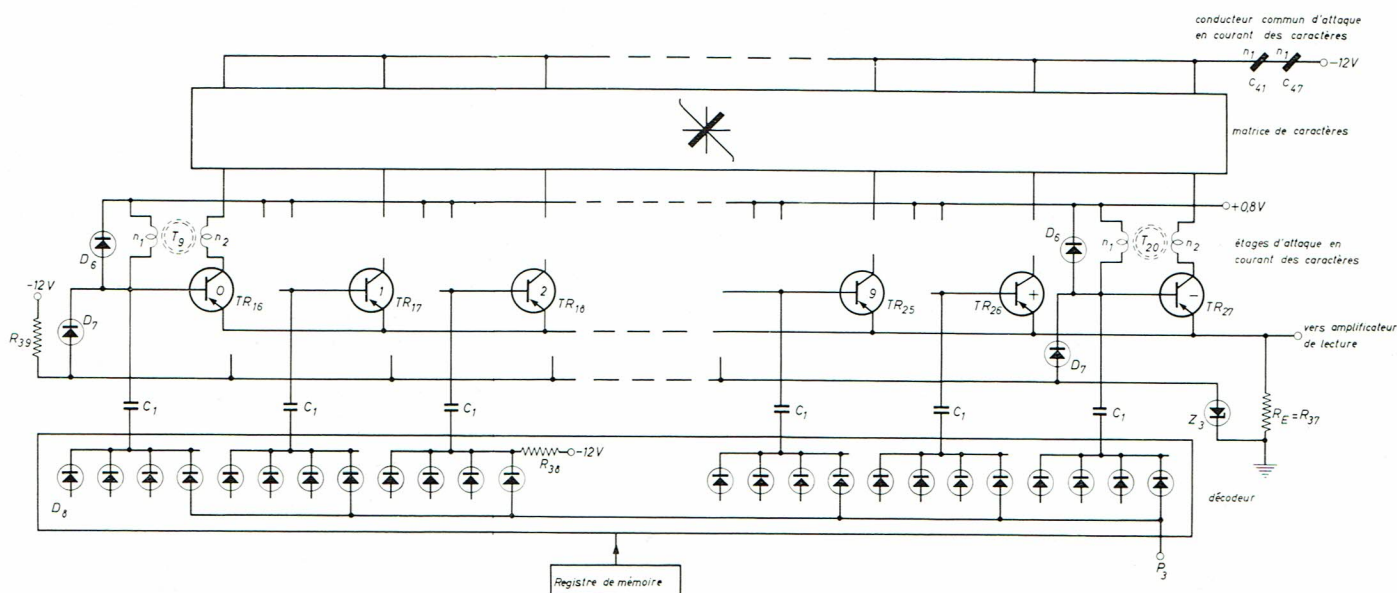


Fig. 13. — Schéma des étages d'attaque en courant des caractères.

Amplificateur de lecture

Comme on l'a déjà dit, le faisceau d'électrons est supprimé excepté lorsqu'il occupe certaines positions sur l'écran, lesquelles sont déterminées par la forme du caractère à afficher. La libération du faisceau est effectuée par les impulsions de sortie amplifiées de la matrice de caractères. Pour obtenir une bonne luminosité, l'impulsion idéale pourrait être une impulsion rectangulaire dont la durée serait égale à la durée de l'impulsion de lecture ($6 \mu s$). La période de fonctionnement maximale serait obtenue avec une telle durée d'impulsion. Il est évident qu'en pratique, la forme d'onde de l'impulsion ne peut qu'approcher la forme d'onde

sente avec une polarité telle que la base du transistor TR_{28} soit positive par rapport à la base du transistor TR_{29} . Le transistor TR_{28} se bloquera alors car la tension de l'émetteur est presque constante, grâce à une grande constante de temps $R_E C$. Une impulsion négative apparaît au collecteur de TR_{28} . Elle est appliquée sur la base du transistor TR_{30} , par l'intermédiaire de la diode D_9 et ce transistor se trouve porté à saturation.

Le transistor TR_{31} (npn), qui est normalement bloqué, est porté à saturation par l'impulsion positive recueillie sur le collecteur de TR_{30} . L'impulsion de sortie de TR_{31} , due à la tension de collecteur qui passe de +50 V à 0 V, est appliquée sur la

cathode du tube à rayons cathodiques. La grille 1 du tube à rayons cathodiques est portée à une tension négative d'environ 50 V par rapport à la cathode. Par suite, le faisceau d'électrons est nor-

Tube à rayons cathodiques

L'ensemble expérimental comporte un tube oscilloscope à rayons cathodiques type D 10-12 GH à

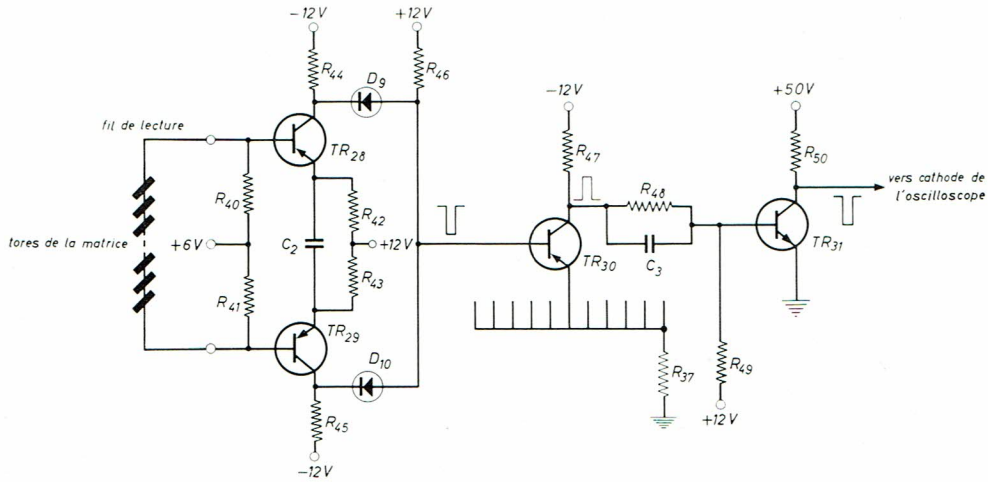


Fig. 14. — Schéma de l'amplificateur de lecture.

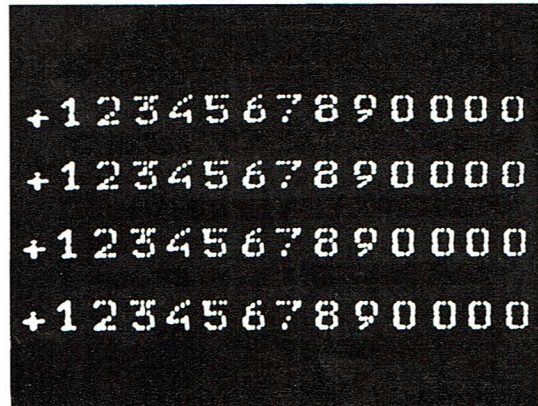
R 37 : résistance commune d'émetteur des étages d'attaque en courant des caractères.

malement bloqué et n'est libéré seulement que par l'impulsion de sortie de l'amplificateur de lecture. Cependant, lorsqu'une impulsion de lecture due au courant d'écriture de l'attaque en courant d'un caractère se produit le transistor Tr_{30} reste bloqué. En effet, sa tension d'émetteur est négative aussi longtemps qu'une quelconque attaque en courant des caractères est bloquante, R_E étant la résistance commune d'émetteur à tous les étages d'attaque en courant des caractères (comparer les fig. 13 et 14).

déviations électrostatiques symétriques. Les caractéristiques du tube D 10-12 GH sont telles qu'il est nécessaire que la fréquence de balayage de trame soit de 50 Hz pour obtenir un affichage des caractères suffisamment brillant et constant.



Photographie de l'ensemble expérimental avec tube à rayons cathodiques.



Photographie de l'écran du tube à rayons cathodiques sur lequel sont affichés les contenus de quatre registres de 14 caractères chacun (échelle 1 : 1).

Déviations

Déviations horizontales

Comme il a été dit à la page 5, une tension produite par le sélecteur horizontal (la composante x) fixe les positions horizontales des points par rapport aux origines secondaires X . Cette tension en forme d'escalier est obtenue de la façon suivante. Le sélecteur horizontal sélectionne les 5 colonnes de la matrice de caractères, l'une après l'autre. Sur les résistances d'émetteurs, des prises de tension sont placées de telle façon que la tension prélevée s'élève par palier d'étage en étage. A un

instant donné, la tension de sortie de la porte "OU", constituée par les diodes D_1 (fig. 9), est égale à la chute de tension dans la résistance d'émetteur du transistor qui conduit, car les quatre autres transistors ne conduisent pas et leur tension aux prises est nulle. Ainsi, le niveau de la tension de sortie de la porte "OU" indique quelle est la colonne sélectionnée. En appliquant cette tension en forme d'escalier (montrée sur la fig. 6) avec une amplitude suffisante à la plaque de déviation horizontale, on fixe la position horizontale des points. Sur l'écran du tube D 10-12 GH, une largeur de caractère correspond à une tension de la plaque de déviation x de 9 V, environ. Cette amplitude est obtenue avec un simple amplificateur à courant continu représenté sur la figure 15. La tension

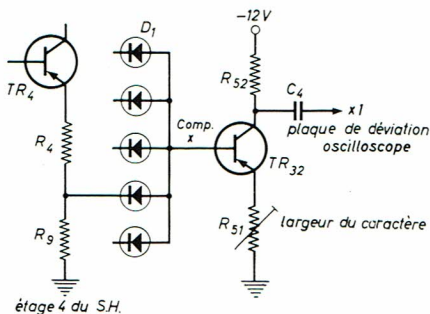


Fig. 15. — Amplificateur à courant continu pour la tension de déviation x_1 .

appliquée à l'émetteur du transistor de cet amplificateur est égale à la tension de sortie de la porte "OU" (si l'on néglige la tension V_{BE} du transistor).

Le courant de collecteur $I_C \approx I_e = V_e/R_E$, qui croît par palier, produit une chute de tension à travers la résistance R_{52} du collecteur. La tension sur le collecteur du transistor TR_{32} , dont l'amplitude dépend de la valeur de R_{51} , est appliquée sur la plaque

Une tension en forme d'escalier, provenant du sélecteur de chiffre à travers un décodeur, est utilisée pour fixer la position horizontale du caractère (l'origine secondaire X, voir fig. 16). Les positions variées du sélecteur de chiffre sont décodées au moyen de portes "ET" (diodes D_{11}). Toutes les diodes de la porte "ET" sélectionnée, et seulement les diodes de cette porte "ET" particulière, sont polarisées en inverse; la tension de sortie de cette porte est fixée par le diviseur de tension formé par R_a et R_b . Chaque porte "ET" successive a une valeur de R_b plus grande que la précédente, tandis que R_a est maintenu constant, ce qui donne une tension de sortie plus grande. Pour cela, le signal de sortie de la porte "OU" formée par les diodes D_{12} est une tension en forme d'escalier dont l'amplitude correspond à la position du sélecteur de chiffre.

L'amplitude de la tension de déviation X , nécessaire pour dévier le faisceau de la gauche à la droite de l'écran, doit être d'environ 200 V pour le tube à rayons cathodiques utilisé. Cette amplitude élevée nécessiterait un amplificateur à transistors compliqué, tandis qu'un amplificateur à tubes très simple suffit (fig. 16), (un chauffage est nécessaire de toute façon pour le tube à rayons cathodiques). Une contre-réaction négative, par la résistance de cathode, assure à l'amplificateur une haute linéarité. Le signal de sortie, qui est une tension en forme d'escalier avec une amplitude totale de 200 V, est appliqué à la plaque de déviation x_2 du tube à rayons cathodiques, par l'intermédiaire de la capacité C_5 qui a une valeur relativement élevée de 470 nF. Le transistor préamplificateur a comme rôle, en plus d'élever le niveau du signal, de constituer, pour le décodeur, une haute impédance d'entrée.

Déviations verticales

La position verticale des points d'un caractère est fixée par une tension en forme d'escalier superposée à la tension d'origine secondaire Y du caractère. Cette tension, la tension de déviation y , est produite à partir du sélecteur vertical de la même façon que celle décrite pour le signal de déviation x . L'amplitude de la tension de déviation y , appliquée à la plaque de déviation y_2 du tube à rayons catho-

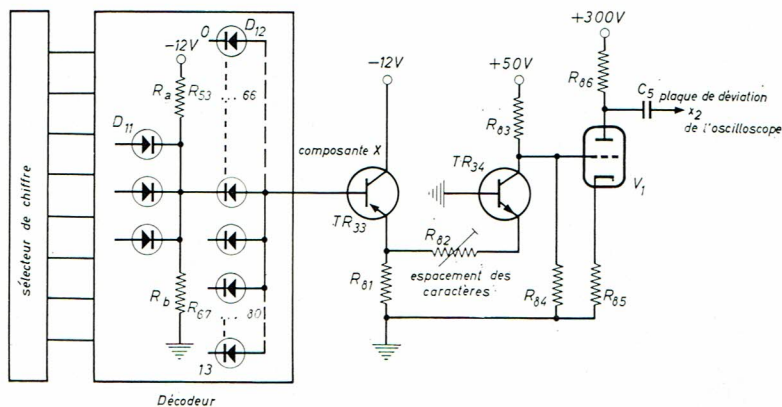


Fig. 16. — Amplificateur à courant continu pour la tension de déviation x_2 .

de déviation horizontale x_1 du tube à rayons cathodiques à travers la capacité C_4 . On peut faire varier la largeur du caractère au moyen de R_{51} .

diques, doit être d'environ 4 V. Ce signal peut être directement prélevé sur la résistance de porte R_{87} (fig. 17).

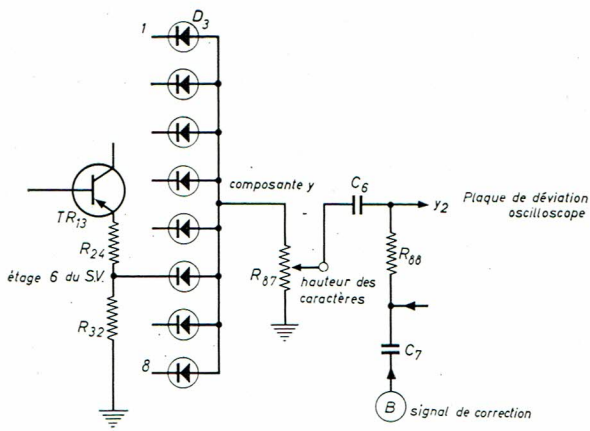


Fig. 17. — Amplificateur à courant continu pour la tension de déviation y_2 .

La position d'une rangée est fixée par une tension, la tension de déviation Y, appliquée sur la plaque de déviation y_1 . Cette tension provient d'un décodeur, qui est couplé au sélecteur de registre. Ce

décodeur est analogue à celui utilisé avec le sélecteur de chiffre (voir paragraphe précédent et fig. 18). Comme l'amplitude nécessaire est d'environ 30 V, des transistors peuvent être utilisés pour l'amplification. La tension de sortie de l'amplificateur est en forme d'escalier et son amplitude est d'environ 30 V ; elle est appliquée à la plaque de déviation y_1 à travers une capacité de forte valeur.

Montage de correction

Le tube D 10-12 GH nécessite normalement des tensions de déviation symétriques. Or, dans le montage décrit, des signaux de déviation asymétriques sont utilisés, ce qui offre l'avantage de simplifier les amplificateurs de déviation. Cependant, la sensibilité de déviation du tube à rayons cathodiques varie en proportion inverse à la tension appliquée, d'où il résulte une distorsion de l'image. Cette distorsion, plus prononcée pour la déviation Y, peut être supprimée si l'on applique une tension en dents de scie supplémentaire sur la plaque de déviation y_2 (voir fig. 17 et 19). La durée de la trace est égale au temps d'affichage d'une image complète et le retour du spot est commandé lorsque les sélecteurs de registre et de chiffre sont dans l'état "0". La figure 19 montre le montage de correction.

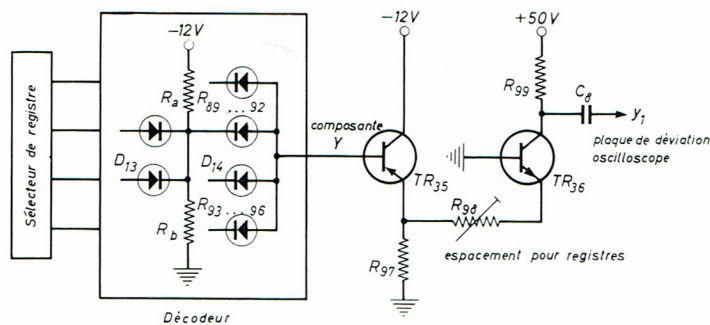


Fig. 18. — Amplificateur à courant continu pour la tension de déviation y_1 .

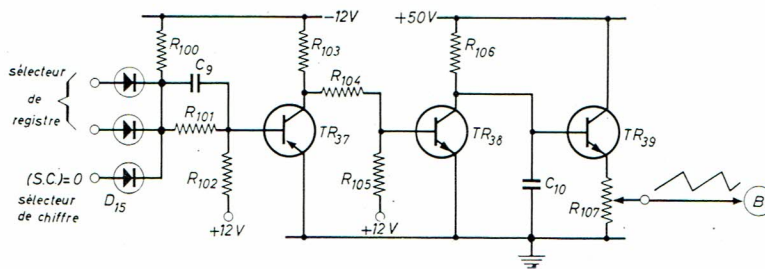


Fig. 19. — Montage de correction fournissant une tension en dent de scie qui se superpose à la tension de déviation y_2 .

CONCLUSION

La méthode ci-dessus destinée à l'affichage de caractères sur l'écran d'un tube à rayons cathodiques permet de présenter un grand nombre d'informations sur une surface relativement petite. Sous

cet aspect, ce système d'affichage fait du tube à rayons cathodiques un élément de sortie très utile, tout spécialement pour les calculatrices électroniques de bureau.

Bibliographie

Quarty - *Mémoires en ferrite et circuits de logique* - Centrex - Dunod-Paris 1964.

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS DES DIFFÉRENTS MONTAGES

Résistances (tolérance 10 %, 1/8 W, sauf indications contraires)

R ₁	= 16 Ω ; 27 Ω/1/8 W + 39 Ω/1/8 W	
	en parallèle	
R ₂	= 12 Ω	
R ₃	= 8 Ω ; 10 Ω/1/8 W + 39 Ω/1/8 W	
	en parallèle	
R ₄	= 4 Ω ; 3 × 12 Ω/1/8 W en parallèle	
R ₇	= 4 Ω ; 3 × 12 Ω/1/8 W en parallèle	
R ₈	= 8 Ω ; 10 Ω/1/8 W + 39 Ω/1/8 W	
	en parallèle	
R ₉	= 12 Ω	
R ₁₀	= 16 Ω ; 27 Ω/1/8 W + 39 Ω/1/8 W	
	en parallèle	
R ₁₁	= 680 Ω	
R ₁₂	= 5 Ω ; 2 × 10 Ω/1/8 W en parallèle	
R ₁₃	= 15 Ω ; 2 W	
R ₁₄	= 27 Ω ; 1/2 W	
R ₁₅	= 1 kΩ	
R ₁₆	= 3,3 kΩ	
R ₁₇	= 33 kΩ	
R ₁₈	= 820 Ω	
R ₁₉	= 18 Ω	
R ₃₀	= 16 Ω ; 27 Ω/1/8 W + 39 Ω/1/8 W	
	en parallèle	
R ₂₁	= 14 Ω ; 22 Ω/1/8 W + 39 Ω/1/8 W	
	en parallèle	
R ₂₂	= 12 Ω	
R ₂₃	= 10 Ω	
R ₂₄	= 8 Ω ; 10 Ω/1/8 W + 39 Ω/1/8 W	
	en parallèle	
R ₂₅	= 6 Ω ; 2 × 12 Ω/1/8 W en parallèle	
R ₂₆	= 4 Ω ; 3 × 12 Ω/1/8 W en parallèle	
R ₂₈	= 2 Ω ; 2 × 1 Ω 0,4 W en série	83 510 E/1E
R ₂₉	= 4 Ω ; 3 × 12 Ω/1/8 W en parallèle	
R ₃₀	= 6 Ω ; 2 × 12 Ω/1/8 W en parallèle	
R ₃₁	= 8 Ω ; 10 Ω/1/8 W + 39 Ω/1/8 W	
	en parallèle	
R ₃₂	= 10 Ω	
R ₃₃	= 12 Ω	
R ₃₄	= 14 Ω ; 22 Ω/1/8 W + 39 Ω/1/8 W	
	en parallèle	
R ₃₅	= 820 Ω	
R ₃₆	= 1 kΩ	
R ₃₇	= 15 Ω	
R ₃₈	= 10 kΩ	
R ₃₉	= 1 kΩ	
R ₄₀	= 150 Ω	
R ₄₁	= 150 Ω	
R ₄₂	= 5,6 kΩ	
R ₄₃	= 5,6 kΩ	
R ₄₄	= 15 kΩ	
R ₄₅	= 15 kΩ	
R ₄₆	= 56 kΩ	
R ₄₇	= 1 kΩ	
R ₄₈	= 1,5 kΩ	
R ₄₉	= 4,7 kΩ	
R ₅₀	= 2,7 kΩ ; 1 W	
R ₅₁	= 500 Ω ; potentiomètre linéaire	E 097 AA/500E
R ₅₂	= 1 kΩ	
R ₅₃	... R ₅₆ = 6,8 kΩ	
R ₅₇	= 1 kΩ	
R ₅₈	= 1,2 kΩ	
R ₅₉	= 1,5 kΩ	
R ₇₀	= 1,8 kΩ	
R ₇₁	= 2,2 kΩ	
R ₇₂	= 2,52 kΩ ; 4,7 kΩ/1/8 W + 5,6 kΩ/1/8 W	
	en parallèle	
R ₇₃	= 2,92 kΩ ; 3,9 kΩ/1/8 W + 12 kΩ/1/8 W	
	en parallèle	
R ₇₄	= 3,3 kΩ	
R ₇₅	= 3,82 kΩ ; 5,6 kΩ/1/8 W + 12 kΩ/1/8 W	
	en parallèle	

R ₇₆	= 4,35 kΩ ; 6,8 kΩ/1/8 W + 12 kΩ/1/8 W	
	en parallèle	
R ₇₇	= 4,94 kΩ ; 6,8 kΩ/1/8 W + 18 kΩ/1/8 W	
	en parallèle	
R ₇₈	= 5,6 kΩ	
R ₇₉	= 6,4 kΩ ; 10 kΩ/1/8 W + 18 kΩ/1/8 W	
	en parallèle	
R ₈₀	= 7,32 kΩ ; 10 kΩ/1/4 W + 27 kΩ/1/8 W	
	en parallèle	
R ₈₁	= 2,7 kΩ	
R ₈₂	= 1 kΩ ; potentiomètre linéaire	E 097 AA/1K
R ₈₃	= 5,6 kΩ ; 1/2 W	
R ₈₄	= 1,5 MΩ	
R ₈₅	= 2,2 kΩ ; 1 W	
R ₈₆	= 11 kΩ ; 2 × 22 kΩ/1 W en parallèle	
R ₈₇	= 2 kΩ ; potentiomètre linéaire	E 097 AA/2K
R ₈₈	= 1 MΩ	
R ₈₉	... R ₉₂ = 6,8 kΩ	
R ₉₃	= 1 kΩ	
R ₉₄	= 1,8 kΩ	
R ₉₅	= 2,7 kΩ	
R ₉₆	= 3,9 kΩ	
R ₉₇	= 10 kΩ	
R ₉₈	= 5 kΩ ; potentiomètre linéaire	E 097 AA/5K
R ₉₉	= 10 kΩ ; 1/4 W	
R ₁₀₀	= 5,6 kΩ	
R ₁₀₁	= 2,2 kΩ	
R ₁₀₂	= 10 kΩ	
R ₁₀₃	= 1 kΩ	
R ₁₀₄	= 12 kΩ	
R ₁₀₅	= 8,2 kΩ	
R ₁₀₆	= 180 kΩ	
R ₁₀₇	= 10 kΩ ; potentiomètre linéaire	E 097 AA/10K

Transistors

Tr ₁ , Tr ₆	ASY 26
Tr ₇	ASY 29
Tr ₃ , Tr ₁₅	ASY 26
Tr ₁₆ , Tr ₂₇	ASY 26
Tr ₂₈ , Tr ₂₉ , Tr ₃₀	ASZ 21
	(ou 2 N 711)
Tr ₃₁	BSY 10
Tr ₃₂	ASY 26
Tr ₃₃	ASY 26
Tr ₃₄	BSY 10
Tr ₃₅	ASY 26
Tr ₃₆	BSY 10
Tr ₃₇	ASY 26
Tr ₃₈	BSY 10
Tr ₃₉	BSY 10

Capacités

C ₁	= 120 pF ± 10 % ; céramique	C 304 GH A120E
C ₂	= 100 nF/125 V ; polyester	
C ₃	= 1 nF/-20 % + 50 % ; céramique	C 301 BA H1K
C ₄	= 10 nF/400 V ; polyester	
C ₅	= 470 nF/400 V ; polyester	
C ₆	= 100 nF/400 V ; polyester	
C ₇	= 470 nF/400 V ; polyester	
C ₈	= 8 μF/350 V ; électrolytique	
C ₉	= 1 nF/-20 % + 50 % ; céramique	C 301 BA H1K
C ₁₀	= 470 nF/125 V ; polyester	

Tores

C ₁ ... C ₄₀	: tore de ferroxcube 6 E 2 à cycle d'hystérésis rectangulaire, 3,8 mm, type 56591 40/6 E 2
C ₄₁ ... C ₄₃	: tore de ferroxcube 6 E 2 à cycle d'hystérésis rectangulaire, 3,8 mm, type 56 591 40/6 E 2
	n ₁ = 8 tours
	n ₂ = 13 tours
	n ₃ = 55 tours
	n ₄ = 8 tours
C ₄₈	: tore de ferroxcube 6 E 2 à cycle d'hystérésis rectangulaire, 3,8 mm, type 56 591 40/6 E 2
	n ₁ = 3 tours
	n ₂ = 4 tours
	n ₃ = 4 tours
C ₄₇ ... C ₅₄	: tore de ferroxcube 6 E 2 à cycle d'hystérésis rectangulaire 3,8 mm, type 56 591 40/6 E 2
	n ₁ = 3 tours
	n ₂ = 3 tours
	n ₃ = 4 tours

Transformateurs

T₁ ... T₇ : tore de ferroxcube 3 H 1, 2 × 9 mm, type K5 283 10
n₁ = 74 tours
n₂ = 32 tours

T₈ : tore de ferroxcube 3 H 1, 2 × 9 mm, type K5 283 10
n₁ = 80 tours
n₂ = 33 tours

T₉ ... T₃₀ : tore de ferroxcube 3 H 1, 9 mm, type K5 283 10
n₁ = 60 tours
n₂ = 31 tours

Diodes

D₁ (5 ×) OA 47
D₂ (5 ×) OA 47
D₃ (8 ×) OA 47
D₄ (8 ×) OA 47
D₅ (8 ×) OA 95
D₆ (12 ×) OA 95

D₇ (12 ×) OA 47
D₈ (48 ×) OA 95
D₉ OA 47
D₁₀ OA 47
D₁₁ (42 ×) OA 95
D₁₂ (14 ×) OA 47
D₁₃ (8 ×) OA 95
D₁₄ (4 ×) OA 47
D₁₅ (3 ×) OA 95

Diodes zeners

Z₁ OAZ 200
Z₂ OAZ 202
Z₃ OAZ 200

Tube

V₁ = 12 (E 88 CC)



“INFORMATIONS ÉLECTRONIQUES”