



Thomson-CSF

Écrans plats "Pavane" à mémoire interne pour affichage en ambiance lumineuse élevée *

Résumé

Les écrans PAVANE appartiennent à la famille des panneaux de visualisation à plasma excités en tension alternative. Ils sont composés d'un réseau matriciel de petites cellules cylindriques remplies d'un gaz émetteur de lumière et adressées par deux réseaux d'électrodes croisés en X et Y. Ce dispositif a les propriétés d'une mémoire et permet en particulier le maintien d'un signal lumineux affiché.

De structure plate et rigide, l'écran PAVANE est adressable en X et Y à une vitesse élevée (exemple : 1 000 caractères/seconde). Une technologie particulière permet d'obtenir une forte luminance (exemple : 2 000 cd/m²) et un excellent contraste pour des durées de vie dépassant 5 000 h. Une version multichrome est à l'étude.

Une description est donnée d'un écran PAVANE permettant d'afficher 250 caractères avec une résolution de 60 à 250 points/cm². Ces écrans peuvent être utilisés comme tableaux de présentation de données, particulièrement en ambiance lumineuse élevée. Des dimensions supérieures en cours de développement permettront l'emploi de ces écrans plats dans des consoles de visualisation alphanumérique ou graphique.

La luminescence d'un gaz ionisé utilisée à des fins d'affichage de l'information a connu ces dernières années un regain d'intérêt avec l'apparition d'une nouvelle famille de composants, les Panneaux à Plasma [1], [2]. Ces écrans plats ont une mémoire interne provenant d'une structure particulière d'électrodes et d'une excitation en régime alternatif.

L'écran PAVANE (**) appartient à cette famille dans laquelle il se distingue par ses qualités de luminance et de contraste.

1. Principe de fonctionnement

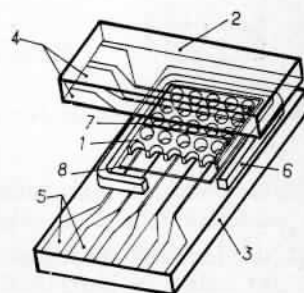
1.1. Structure de l'écran Pavane

L'écran PAVANE est un réseau matriciel de petits tubes à gaz émetteurs de lumière formés à partir de trois plaques accolées (fig. 1).

(*) Un article plus complet sur les écrans "Pavane" sera publié dans un prochain fascicule de *L'Onde Electrique*.

(**) Panneau de visualisation à Néon - Marque déposée. Cette étude a bénéficié du soutien de la DRME et du STTA.

FIG. 1. — Structure de l'écran PAVANE.



La plaque centrale (1) appelée matrice est une feuille de verre percée par photogravure suivant un réseau de cellules cylindriques délimitant les volumes élémentaires de gaz ionisé. L'épaisseur de cette matrice et le diamètre des cellules sont de quelques centaines de microns.

Les deux plaques latérales (2) et (3) sont constituées par des dalles de verre qui portent sur leur face interne des réseaux (4) et (5) d'électrodes imprimées ou photogravées selon la qualité de la résolution désirée. Ces électrodes viennent se croiser en X et Y suivant l'axe des cellules.

L'ensemble est scellé par un anneau (6) puis rempli d'un mélange gazeux de type PENNING composé essentiellement de Néon qui produit une forte luminescence dans le spectre visible.

Les électrodes conductrices sont isolées du gaz par des couches diélectriques (7) et (8) en émail vitrifié d'une épaisseur de quelques dizaines de microns. Ces couches assurent un couplage capacitif entre les électrodes et le gaz (fig. 2), ce qui confère à la cellule les propriétés d'une mémoire.

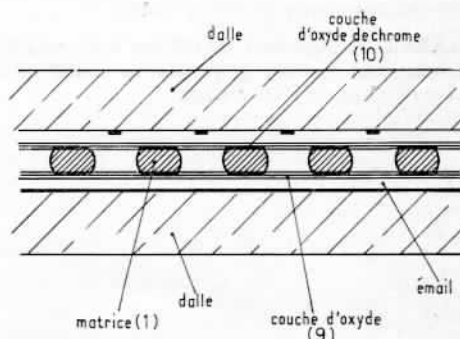


FIG. 2. — Coupe de l'écran PAVANE.

La décharge est confinée par des parois uniquement diélectriques ; ainsi la détérioration de la cellule par la pulvérisation cathodique, phénomène connu dans les tubes à gaz, est réduite. Elle est même complètement évitée en protégeant les surfaces bombardées par un oxyde réfractaire (9) très stable.

Enfin, la matrice est recouverte d'une couche d'oxyde de chrome (10), qui assure un excellent contraste en rendant le fond de l'écran vert sombre sur lequel se détache la couleur rouge du gaz ionisé.

1.2. Principe de la mémoire

Lorsqu'une tension suffisante V_a , est appliquée aux bornes d'une cellule, le gaz s'ionise, mais l'ionisation ne persiste qu'un bref instant car les charges créées dans le gaz et soumises au champ appliqué ne peuvent atteindre les électrodes extérieures aux parois isolantes de la cellule. Elles se déposent sur ces parois qu'elles chargent superficiellement créant ainsi une polarisation permanente appelée « tension de mémoire ». Cette tension s'oppose à l'excitation extérieure et l'ionisation est arrêtée ainsi que l'émission de lumière qui n'a duré que 200 ns par exemple.

La tension de mémoire peut être utilisée pour rallumer la cellule par une tension inférieure à celle précédemment appliquée et de signe opposé.

Nous appellerons :

- Tension d'amorçage (V_a), celle qui provoque l'ionisation et l'inscription d'une cellule ne possédant pas de tension de mémoire (état 0).
- Tension d'entretien (V_{en}), toute tension inférieure à V_a qui rallume une cellule possédant une tension de mémoire (état 1).
- Tension d'extinction (V_e), la limite inférieure de la tension d'entretien.

Dans toute la plage d'entretien (entre V_a et V_e), la cellule présente une caractéristique bistable.

Dans la pratique, l'ensemble des cellules est soumis à une tension d'entretien alternative de fréquence élevée (100 kHz par exemple). Les cellules dans l'état « 0 » ne sont pas ionisées par une telle tension et les cellules dans l'état « 1 » s'ionisent deux fois par période au voisinage des extremums de tension d'entretien (fig. 3). A chaque ionisation correspond, d'une part la régénération de la tension de mémoire dont le sens s'inverse alternativement, d'autre part l'émission d'une impulsion de lumière de faible durée devant la période du signal appliqué.

Il faut remarquer que cette ionisation n'est possible que s'il existe dans le gaz un petit nombre de charges électriques pour être accélérées par le champ d'amorçage et provoquer l'avalanche. Pour créer ces charges

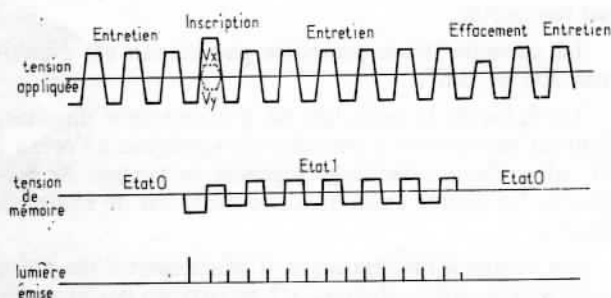


FIG. 3. — Signaux caractéristiques.

quelques points sont laissés allumés en permanence, par exemple, sur le pourtour de l'écran ou des caractères, la lumière émise diffuse dans l'ensemble des cellules et vient générer des photoélectrons par photoémission sur les parois.

1.3. Adressage de l'écran

L'adressage de l'écran se fait point par point ou ligne par ligne en interrompant la tension d'entretien et en appliquant aux électrodes sélectionnées des impulsions de tension de quelques microsecondes.

L'inscription d'une cellule consiste à provoquer une première ionisation en lui appliquant sélectivement une tension supérieure à la tension d'amorçage.

L'effacement est provoqué par une impulsion d'amplitude suffisante pour ioniser le gaz et annuler la tension de mémoire mais insuffisante pour engendrer une nouvelle tension de mémoire comme le ferait un signal d'entretien.

2. Caractéristiques des écrans Pavane

2.1. Dimensions

Les dimensions actuelles des écrans PAVANE sont de 128×128 points, ce qui permet par exemple l'affichage de 252 caractères (12 lignes de 21 caractères) avec une définition de 35 points par caractère.

Le pas du réseau est de 1,27 ou 0,635 mm. Dans ce dernier cas, la hauteur d'un caractère est de 4,3 mm.

Deux écrans de ces dimensions sont représentés sur la photo 4.

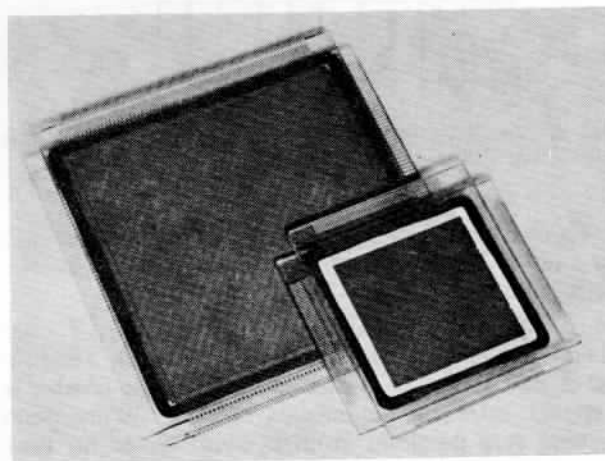


FIG. 4. — Ecrans PAVANE de 252 caractères aux pas de 1,27 mm et 0,635 mm.

Ces chiffres ne représentent qu'une étape dans le développement de ce composant. Des écrans de 1 000 et 2 000 caractères sont à l'étude et la résolution sera améliorée dans le cas d'applications graphiques. Cependant, l'épaisseur totale de l'écran gardera sa valeur actuelle d'environ 1 cm, ce qui est suffisant pour lui assurer une bonne rigidité.

2.2. Caractéristiques photométriques

L'ionisation se produit à chaque alternance du signal appliqué, la luminance L croît donc avec la

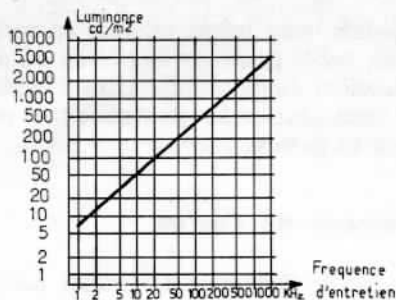


FIG. 5. — Evolution de la luminance en fonction de la fréquence d'entretien. Amplitude d'entretien = 110 V crête.

fréquence F d'entretien. L'expérience donne la loi suivante :

$$L = k \cdot F^{0.8}$$

La figure 5 montre que cette relation est vérifiée dans une très grande plage de fréquences.

La luminance atteint $4\,000\text{ cd/m}^2$ à 2 MHz, mais à une fréquence aussi élevée, l'écran est difficile à adresser car les tensions caractéristiques évoluent au-delà de 600 kHz (fig. 6). La fréquence de travail sera choisie à une valeur de 400 kHz lorsqu'une forte luminance ($1\,000\text{ cd/m}^2$) est recherchée ou 40 kHz lorsque l'écran est exploité dans une ambiance lumineuse normale.

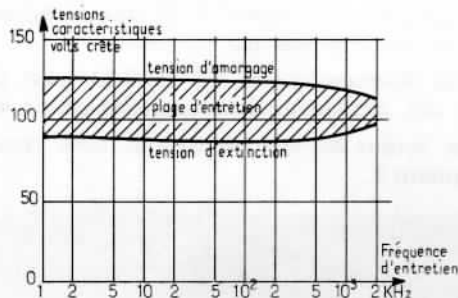


FIG. 6. — Evolution des tensions caractéristiques en fonction de la fréquence d'entretien.

La couleur est orangée, la raie d'émission principale se situe à 585 nm, longueur d'onde pour laquelle la sensibilité spectrale relative à l'œil est 0,8.

Le contraste de l'écran est indiqué figure 7 pour deux fréquences d'entretien en fonction de l'éclairement de l'écran. Le contraste est ici défini comme le rapport entre les luminances mesurées d'un point allumé et d'un point contigu éteint. Avec un filtre polariseur circulaire, le contraste est supérieur à 2 jusqu'à 30 000 lux à 100 kHz et 100 000 lux à 400 kHz. Quand on sait que, lorsque le soleil éclaire directement la planche de bord d'une cabine de pilotage, l'éclairement maximal est de 70 000 lux, on voit tout l'intérêt présenté par les écrans PAVANE comme organe d'affichage dans une ambiance lumineuse élevée.

Ces valeurs de luminance et de contraste sont indépendantes de la dimension de l'écran car celui-ci possédant une mémoire, toutes les cellules sont excitées en parallèle et non par balayage.

L'indicatrice d'intensité lumineuse présente un léger minimum dans l'axe du panneau car les électrodes masquent une partie de la décharge (fig. 8). Cette indicatrice très ouverte permet un angle de vision de 150° à mi-énergie.

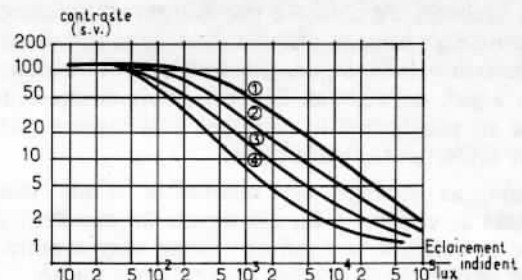


FIG. 7. — Evolution du contraste en fonction de l'éclairement incident pour plusieurs fréquences d'entretien. Température de couleur de l'éclairement : 5 700 K°.

- ① 400 kHz avec filtre
- ② 400 kHz sans filtre
- ③ 100 kHz avec filtre
- ④ 100 kHz sans filtre

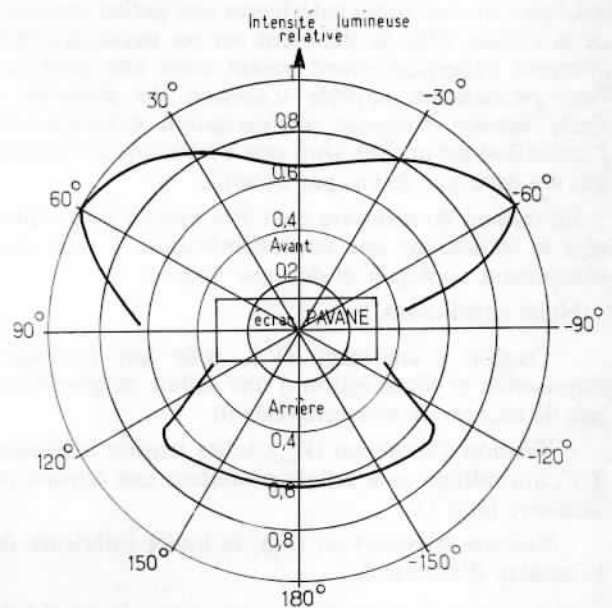


FIG. 8. — Indicatrice d'intensité lumineuse d'un écran PAVANE.

2.3. Caractéristiques électriques

La tension d'amorçage dépend de la géométrie de la cellule, du mélange gazeux choisi et du matériau des parois formant les cathodes. Ce matériau doit avoir un travail de sortie faible pour que la tension d'amorçage soit réduite et une bonne stabilité pour que la durée de vie soit grande. La technologie actuelle conduit à des tensions maximales de 150 V crête pour l'amorçage et 120 V crête pour l'entretien.

La puissance consommée d'un point allumé croît linéairement avec la fréquence d'entretien. A 400 kHz ($1\,000\text{ cd/m}^2$), elle est d'environ 7 mW par point pour des cellules au pas de 1,27 mm et 4 mW par point au pas moitié.

La capacité totale présentée par l'écran est d'environ 300 pF/dm^2 .

La durée de la mémoire est pratiquement illimitée, tant qu'une tension d'entretien est appliquée à l'écran ; en effet, chaque décharge régénère la tension de mémoire. En régime statique, cette durée est de quelques heures.

Les temps d'inscription et d'effacement d'un point sont limités inférieurement à $1\text{ }\mu\text{s}$ environ par la durée de la décharge. Dans la pratique, une électronique



FIG. 9. — Ecran PAVANE en fonctionnement.

relativement simple adresse 1 000 caractères par seconde, performance suffisante pour la plupart des applications.

La durée de vie de l'écran en fonctionnement excède 5 000 h.

3. Applications

Le domaine d'application de l'écran PAVANE peut se situer différemment suivant que l'on fait appel à ses qualités d'écran plat, à ses propriétés de mémoire interne à adressage digital ou encore à ses qualités de luminance et de contraste.

Dans le domaine de l'affichage alphanumérique,

l'écran PAVANE peut être simplement l'organe de visualisation d'une console (fig. 9), mais ses caractéristiques optiques en font un composant de choix pour la visualisation en ambiance lumineuse élevée, par exemple à bord d'avions.

Un certain nombre de propriétés de ces écrans sont actuellement l'objet de développements ; certains sont suffisamment avancés pour pouvoir être signalés ici :

- Ecran PAVANE monochrome de couleur verte, ou trichrome, chaque cellule ayant sa propre couleur.
- Ecran PAVANE semi-transparent pour projection arrière et superposition d'images.
- Ecran PAVANE permettant d'obtenir une reprographie rapide du texte affiché.

4. Remerciements

Nous tenons à remercier la DRME et le STTA qui ont soutenu cette étude ainsi que les nombreuses personnes qui y ont participé, particulièrement MM. R. DESPRIS, J.-P. GALVES, G. MOIROUD, H. MONFROY et J. PORTMANN.

Bibliographie

- [1] WILLSON R.H. — A capacitively coupled bistable gas discharge cell for computer controlled displays. Report R303, juin 1966. University of Illinois.
- [2] BITZER D.L. *et al.* — The plasma display panel. A digitally adressable display with inherent memory. *Proceedings. Fall Joint Computer Conference* 1966.

Jean Philippe REBOUL, ingénieur INP Grenoble, docteur-ingénieur au laboratoire de recherches du département Tubes et Dispositifs à Image, Thomson-CSF, 38120 Saint-Egrève.