

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 526 255

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 07589

(54) Commutateurs opto-électroniques à organes sélecteurs multi-canaux pour systèmes de télécommunications à large bande et organes opto-électroniques sélecteurs pour lesdits commutateurs.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). H 04 Q 3/52; H 03 K 17/78.

(22) Date de dépôt..... 30 avril 1982.
(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 44 du 4-11-1983.

(71) Déposant : ROZENWAIG Boris et ROBIN-CHAMPIGNEUL Yves. — FR.

(72) Invention de : Boris Rosenwaig et Yves Robin-Champigneul.

(73) Titulaire :

(74) Mandataire : Cabinet Martinet,
62, rue des Mathurins, 75008 Paris.

- COMMUTATEURS OPTO-ELECTRONIQUES A ORGANES SELECTEURS MULTICANAUX POUR SYSTEMES DE TELECOMMUNICATIONS A LARGE BANDE ET ORGANES OPTO-ELECTRONIQUES SELECTEURS POUR LESDITS COMMUTATEURS.

L'invention est relative, d'une façon générale, aux commutateurs opto-électroniques destinés à commuter, dans les systèmes câblés de télécommunications à large bande, les signaux modulés d'au moins une voie entrante d'une pluralité de voies entrantes vers au moins une voie sortante d'une pluralité de voies sortantes.

Les systèmes de télécommunications à large bande dont il s'agit sont des systèmes "multi-services" puisqu'ils permettent :

- 10 - la diffusion à des abonnés de programmes d'images animées en provenance de stations de télévision et de stations de vidéodiffusion (vidéothèques notamment) ainsi que la retransmission vers ces stations d'informations (appels, sondages, etc,...) en provenance d'abonnés, la diffusion étant alors dite "inter-active",
- 15 - la transmission aux abonnés sur appel de ceux-ci, de données en provenance d'administrations, de distributeurs de services, de banques de données, etc...,
- des liaisons téléphoniques et visiophoniques entre abonnés,
- 20 - etc...

Les commutateurs opto-électroniques dont il s'agit peuvent être utilisés pour réaliser non seulement des auto-commutateurs, mais aussi tous les dispositifs intermédiaires

- 2 -

de commutation entre autocommutateurs et abonnés ou entre abonnés et abonnés, tels que les concentrateurs, les commutateurs satellites, etc...

Un commutateur opto-électronique selon l'invention

5 est du genre connu comprenant :

- un tableau émetteur comprenant un ensemble d'organes opto-électroniques émetteurs de lumière dits "organes émetteurs" qui reçoivent les voies entrantes et qui émettent des signaux lumineux modulés dont l'intensité reproduit la modulation des signaux acheminés par lesdites voies entrantes,
- un tableau récepteur comportant un ensemble d'organes opto-électroniques récepteurs de lumière dits "organes récepteurs" qui peuvent tous être illuminés par le tableau émetteur et qui transmettent aux voies sortantes des signaux 15 dont l'intensité reproduit la modulation d'au moins un signal lumineux parmi ceux auxquels lesdits organes récepteurs sont exposés.

Afin de permettre la commutation d'au moins une voie entrante déterminée vers au moins une voie sortante déterminée, chacun des organes, dits "organes sélecteurs" de l'un de ces tableaux, dit "tableau sélecteur" comprend :

- un ensemble de composants élémentaires opto-électroniques (récepteurs ou émetteurs de lumière selon le cas) dits "cellules" dont le nombre est au moins égal au nombre des 25 organes (émetteurs ou récepteurs de lumière selon le cas) dits "organes conjugués" de l'autre tableau, dit "tableau conjugué",
- des moyens optiques assurant la conjugaison optique d'au moins l'une des cellules avec l'un des organes conjugués 30 et
- des moyens de sélection permettant de commuter au moins une cellule sur une voie dudit organe sélecteur.

Un tel commutateur opto-électronique du genre connu peut appartenir à l'une ou l'autre de deux catégories.

35 Dans un commutateur opto-électronique de la première catégorie, connu notamment par la demande de brevet français F 78.31608 du 8 Novembre 1978, le tableau sélecteur est le tableau récepteur. Les organes de voie dudit tableau sont

- 3 -

dénommés "récepteurs multi-cellules". Les cellules réceptri-
ces qui les constituent sont par exemple des photodiodes.

Les organes conjugués du tableau émetteur conjugué sont par
exemple des diodes électro-luminescentes ou des dio-

des laser.

Dans un commutateur opto-électronique de la deu-
xième catégorie, connu notamment par la demande de brevet
français F 78.38639 du 29 Décembre 1978, le tableau sélec-
teur est le tableau émetteur. Les organes émetteurs dudit
tableau sont dénommés "émetteurs multi-cellules". Les cellu-
les émettrices qui les constituent sont par exemple des dio-
des électro-luminescentes ou des diodes laser. Les organes
conjugués du tableau récepteur conjugué sont par exemple des
photo-diodes.

Quelle que soit la catégorie considérée, il est
avantageux que l'ensemble des organes (conjugués) du tableau
conjugué forme une matrice, c'est-à-dire que ces organes
conjugués forment des lignes et des colonnes. En effet, cette
disposition permet d'organiser en matrice les cellules de
chaque organe sélecteur du tableau sélecteur et par consé-
quent de simplifier la réalisation des moyens de sélection
dudit organe sélecteur puisqu'il suffit, pour sélectionner
une cellule à commuter sur la voie associée audit organe sé-
lecteur, de sélectionner la ligne et la colonne auxquelles
elle appartient. La réalisation des organes sélecteurs sous
la forme de circuits intégrés matriciels à accès aléatoire
dans lesquels les moyens de sélection sont eux-mêmes avanta-
geusement intégrés, en est grandement facilitée.

Par ailleurs, quelle que soit la catégorie consi-
dérée, les signaux entrants ou sortants peuvent être de na-
ture électrique, les supports des voies étant alors par
exemple des co-axiaux ou de nature optique, les supports des
voies étant alors des fibres optiques. Que ces signaux
soient électriques ou optiques, ils peuvent être analogiques
(modulés en amplitude, en phase, en impulsions ou en fré-
quence) ou numériques. Ils peuvent enfin être multiplexés.

Enfin, quelle que soit la catégorie considérée,
ces commutateurs opto-électroniques du genre connu peuvent

- 4 -

donc avoir une multitude d'applications dans le domaine des télécommunications. Cependant, un même organe multi-cellules (émetteur ou récepteur) du genre connu ne permet pas d'établir au même instant plusieurs liaisons commutées entre plusieurs voies entrantes et plusieurs voies sortantes du fait qu'une seule voie (entrante ou sortante) peut lui être connectée. Cette restriction implique, dans un réseau de télécommunications multi-services, que chaque abonné soit relié à autant d'organes multi-cellules (émetteurs ou récepteurs) du concentrateur ou du centre de rattachement auquel il est raccordé, que de communications simultanées autorisées.

Ainsi, plus le nombre de communications simultanées offertes à l'abonné par le réseau est élevé, plus le nombre d'organes sélecteurs nécessaires est grand, plus le tableau sélecteur est encombrant et coûteux, mais aussi plus le bilan en puissance des liaisons optiques est défavorable et plus les problèmes d'optique deviennent difficiles à résoudre.

En ce qui concerne ce dernier point, on rappelle en effet que, plus les dimensions angulaires de chaque tableau vu de l'autre sont grandes, plus les images des émetteurs extrêmes que donnent les moyens optiques sur certains récepteurs sont déformées du fait des aberrations et de la parallaxe. Il faut donc maintenir ces dimensions angulaires dans des limites raisonnables pour que la conjugaison optique des émetteurs (sélecteurs ou conjugués) et des récepteurs (conjugués ou sélecteurs) demeure correcte tout en ne nécessitant que l'emploi de moyens optiques simples.

Cette limitation peut être obtenue en limitant les dimensions linéaires de chaque tableau, c'est-à-dire en limitant le nombre des organes émetteurs et/ou récepteurs de l'un et/ou de l'autre, ce qui limite évidemment la capacité du commutateur considéré et peut obliger en fait à prévoir plusieurs commutateurs. On peut aussi diminuer lesdites dimensions angulaires en augmentant la distance entre les deux tableaux. Mais on est vite arrêté dans cette voie par l'augmentation de l'encombrement du commutateur, par l'augmentation des pertes de lumière et par conséquent par la diminution du rapport signal à bruit.

- 5 -

L'un des objets de l'invention est un commutateur opto-électronique du genre précité qui est destiné à un système de télécommunications multi-services et dans lequel cependant, toutes choses égales par ailleurs :

- 5 - le nombre des organes sélecteurs du tableau sélecteur est considérablement réduit par rapport à celui des organes du tableau sélecteur d'un commutateur connu du même genre,
- la capacité du commutateur peut être considérablement accrue,
- 10 - le rendement des liaisons optiques entre émetteurs et récepteurs et le rapport signal à bruit sont augmentés et les aberrations optiques considérablement réduites,
- l'encombrement peut être notablement réduit.

Un autre objet de l'invention est de fournir des organes opto-électroniques multi-cellules utilisables comme organes sélecteurs dans un commutateur conforme à l'invention et réalisable sous la forme de circuits intégrés.

- Le commutateur opto-électronique de l'invention, qui est du genre précité, est essentiellement caractérisé dans les revendications en ce que chaque organe sélecteur est relié à N voies, dites "canaux" N étant au moins égal à 2 et en ce que les moyens de sélection de chaque organe sélecteur sont des moyens de connecter respectivement à ces N canaux N cellules dudit organe sélecteur. On notera que :
- 20 - l'organe sélecteur peut être sans blocage, chacun des N canaux pouvant être connecté sans restriction à l'une quelconque des cellules de l'organe sélecteur,
 - 25 - l'organe sélecteur peut être à accès restrictif, chacun des N canaux n'ayant alors accès qu'à un sous-ensemble de l'ensemble de cellules de l'organe sélecteur,
 - 30 - les sous-ensembles de cellules auxquels les canaux ont accès peuvent être complémentaires, c'est-à-dire que leurs intersections sont des ensembles vides et que leur réunion est équivalente à l'ensemble de cellules de l'organe sélecteur considéré,
 - 35 - au moins l'un de ces sous-ensembles peut ne contenir qu'une seule cellule.

- 6 -

Dans le cas où le tableau sélecteur est le tableau récepteur, chacun de ses organes récepteurs multi-cellules peut alors avantageusement comporter des moyens de multiplexage permettant d'acheminer par un même support de transmission sortant les signaux délivrés par les canaux du dit organe récepteur. Le tableau émetteur conjugué peut quant à lui avantageusement comporter des moyens de démultiplexage permettant d'acheminer vers autant d'organes émetteurs les signaux extraits d'un multiplex acheminé par un unique support de transmission entrant.

Dans le cas où le tableau sélecteur est le tableau émetteur, chacun de ses organes émetteurs multi-cellules peut alors avantageusement comporter des moyens de démultiplexage permettant d'acheminer vers les canaux dudit organe les signaux extraits d'un multiplex acheminé par un même support de transmission entrant. Le tableau récepteur conjugué peut quant à lui avantageusement comporter des moyens de multiplexage permettant d'acheminer vers un même support de transmission sortant un multiplex des signaux délivrés par au moins deux organes récepteurs.

Quel que soit le cas considéré, la constitution des moyens de multiplexage et de démultiplexage dépend évidemment de la nature des supports de transmission utilisés (conducteurs électriques ou fibres optiques) ainsi que de la forme des signaux (analogiques ou numériques) et de leur codage.

L'utilisation de conducteurs électriques permet, d'une façon générale, d'éviter la multiplication d'équipements opto-électroniques d'extrémités et les pertes de puissance dues au faible rendement de certains composants opto-électroniques et à leur couplage avec des supports optiques de transmission.

Si le commutateur considéré est un commutateur destiné à la desserte d'une entreprise ou d'un bâtiment, l'utilisation de conducteurs co-axiaux peut s'avérer opportune s'ils sont de faible longueur car l'inconvénient dû à l'affaiblissement linéaire est largement compensé par l'absence des pertes de couplage précitées. Si les signaux acheminés

- 7 -

sont analogiques, ils sont alors multiplexés en fréquence et, s'ils sont numériques, ils sont multiplexés temporellement.

Cependant, lorsque le nombre de services à assurer ou d'abonnés à desservir est élevé, ou que la longueur des liaisons est grande, l'utilisation de fibres optiques devient beaucoup plus intéressante. En effet, la nécessité d'utiliser des équipements opto-électroniques d'extrémité et les pertes qui en résultent sont largement compensées par la réduction d'encombrement (faible diamètre des fibres) et par la réduction de l'affaiblissement linéaire. En outre, non seulement on peut utiliser les modes de multiplexage précités mais on peut y ajouter un multiplexage en longueur d'onde optique.

Il résulte des dispositions précitées qu'un organe sélecteur conforme à l'invention (qu'il soit émetteur ou récepteur) est du genre comprenant :

- une pluralité de cellules (photo-réceptrices ou photo-émettrices) disposées selon un arrangement matriciel, c'est-à-dire par lignes et par colonnes, et
- des moyens de sélection permettant de connecter au moins l'une de ces cellules à au moins un canal d'accès (sortie ou entrée) dudit organe sélecteur.

Des organes sélecteurs "mono-canal" de ce genre, réalisables sous la forme de circuits intégrés incluant avantageusement les moyens de sélection, sont connus par les demandes de brevets français précitées F 78.31608 (s'il s'agit de récepteurs multi-cellules) et F 78.38639 (s'il s'agit d'émetteurs multi-cellules).

Conformément à l'invention, et pour permettre son utilisation comme organe sélecteur multi-cellules multi-canaux dans un commutateur opto-électronique conforme à l'invention, un tel organe sélecteur est essentiellement caractérisé dans les revendications en ce qu'il comporte N canaux d'accès (N étant au moins égal à 2) et en ce que ses moyens de sélection sont des moyens de connecter simultanément et respectivement à chacun de ces N canaux d'accès au moins une cellule dudit organe.

Cette définition caractérisante est valable qu'il s'agisse d'un organe récepteur ou d'un organe émetteur.

- 8 -

S'il s'agit d'un organe récepteur multi-cellules, celui-ci est avantageusement muni de moyens de multiplexage permettant de connecter les N canaux d'accès, qui sont des canaux de sortie, à un même support de transmission sortant.

5 S'il s'agit d'un organe émetteur multi-cellules, celui-ci est avantageusement muni de moyens de démultiplexage qui permettent de connecter les N canaux d'accès, qui sont des canaux d'entrée, à un même support de transmission entrant.

D'autres dispositions avantageuses de l'invention sont décrites dans les exemples de réalisation qui suivent, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma synoptique d'un commutateur opto-électronique de l'art antérieur, du genre auquel appartient le commutateur de l'invention,

15 - la figure 2 est un schéma synoptique d'un organe sélecteur équipant le tableau sélecteur de ce commutateur,

- la figure 3 est un schéma, sous la forme d'un diagramme de blocs, d'un tel organe sélecteur réalisé sous la forme d'un composant intégré et utilisé comme récepteur,

20 - la figure 4 est un schéma d'interrupteur de ce composant,

- la figure 5 est un schéma de cellule réceptrice de ce composant,

- la figure 6 est une vue partielle de ce composant,

25 - la figure 7 est un schéma, sous la forme d'un diagramme de blocs, d'une première forme de réalisation d'un tel organe sélecteur sous la forme d'un composant intégré utilisable comme émetteur,

- la figure 8 est un schéma de cellule émettrice dudit composant,

30 - la figure 9 est un schéma, sous la forme d'un diagramme de blocs, d'une deuxième forme de réalisation d'un tel organe sélecteur sous la forme d'un composant intégré utilisable comme émetteur,

- la figure 10 est un schéma de cellule émettrice dudit composant,

35 - la figure 11 est un diagramme illustrant un mode de représentation symbolique des organes sélecteurs précités, émetteurs ou récepteurs,

- 9 -

- la figure 12 est un diagramme montrant l'organisation générale d'un récepteur multi-cellules multi-canaux selon l'invention (EXEMPLE R1),
- la figure 13 est un diagramme de blocs partiel dudit récepteur,
 - 5 - la figure 14 est un schéma synoptique d'un commutateur (concentrateur) à tableaux sélecteurs-récepteurs conformes à l'invention (EXEMPLE C1),
 - les figures 15 et 17 sont des diagrammes de blocs de dé-
 - 10 multiplexeurs associés auxdits organes sélecteurs ou conjugués dudit commutateur,
 - les figures 16 et 18 sont des diagrammes de blocs de multiplexeurs associés aux organes sélecteurs ou conjugués dudit commutateur,
- 15 - la figure 19 est un diagramme symbolique dudit commutateur,
- la figure 20 est un diagramme symbolique d'un commutateur (centre de rattachement) à tableau sélecteur-récepteur conforme à l'invention (EXEMPLE C2),
- la figure 21 est un diagramme symbolique d'une variante
20 de réalisation dudit centre de rattachement (EXEMPLE C3),
- la figure 22 est un diagramme symbolique d'une autre va-
riante de réalisation dudit centre de rattachement (EXEMPLE C4),
- la figure 23 est un diagramme montrant l'organisation gé-
nériale d'un deuxième récepteur multi-cellules multi-canaux
25 selon l'invention (EXEMPLE R2),
- la figure 24 est un diagramme de blocs partiel dudit ré-
cepteur,
- la figure 25 est un diagramme de blocs partiel d'une va-
riante de réalisation dudit récepteur (EXEMPLE R3),
- la figure 26 est un diagramme de blocs partiel d'une autre variante de réalisation dudit récepteur (EXEMPLE R4),
- la figure 27 est un schéma de cellule réceptrice équipant
la dite variante de réalisation,
- 35 - la figure 28 est un diagramme de blocs partiel d'une autre variante de réalisation dudit récepteur (EXEMPLE R5),
- la figure 29 est un schéma synoptique illustrant une va-
riante de réalisation des commutateurs précités (EXEMPLE C5),

- 10 -

- la figure 30 est un diagramme de blocs d'un troisième récepteur multi-cellules multi-canaux selon l'invention (EXEMPLE R6),
- la figure 31 est un schéma d'interrupteur dudit récepteur,
- 5 - la figure 32 est un schéma de cellule réceptrice dudit récepteur,
- la figure 33 est un diagramme de blocs d'un récepteur multi-cellules multi-canaux selon l'invention (EXEMPLE R7),
- la figure 34 est un schéma de cellules réceptrices dudit 10 récepteur,
- la figure 35 est une variante du schéma précédent,
- la figure 36 est un diagramme de blocs d'un quatrième récepteur multi-cellules multi-canaux selon l'invention (EXEMPLE R8),
- 15 - la figure 37 est un schéma de cellule réceptrice dudit récepteur,
- la figure 38 est un schéma d'interrupteur dudit récepteur,
- la figure 39 est un diagramme de blocs d'un deuxième récepteur multi-cellules multi-canaux selon l'invention 20 (EXEMPLE R9),
- la figure 40 est un schéma de cellule réceptrice dudit récepteur,
- la figure 41 est un schéma d'un cinquième récepteur multi-cellules multi-canaux selon l'invention (EXEMPLE R10),
- 25 - la figure 42 est un diagramme de blocs d'un sixième récepteur multi-cellules multi-canaux selon l'invention (EXEMPLE R11),
- la figure 43 est un diagramme de connexion de cellules réceptrices dudit récepteur,
- 30 - la figure 44 est un schéma de cellule réceptrice dudit récepteur selon une première forme de réalisation,
- la figure 45 est un schéma de cellule réceptrice dudit récepteur selon une deuxième forme de réalisation,
- la figure 46 est un diagramme de blocs partiel d'un sep- 35 tième récepteur multi-cellules multi-canaux selon l'invention (EXEMPLE R12),
- la figure 47 est un diagramme de blocs partiel d'un hui-tième récepteur multi-cellules multi-canaux selon l'invention (EXEMPLE R13),

- 11 -

- la figure 48 est un diagramme montrant l'organisation générale d'un émetteur multi-cellules multi-canaux selon: l'invention,
- la figure 49 est un diagramme de blocs d'une première 5 forme de réalisation de cet émetteur (EXEMPLE E1),
 - la figure 50 est un schéma de cellule émettrice de ladite forme de réalisation,
 - la figure 51 est un diagramme de blocs d'une deuxième 10 forme de réalisation de cet émetteur (EXEMPLE E2),
 - la figure 52 est un schéma de cellule émettrice de ladite forme de réalisation,
 - la figure 53 est un schéma synoptique d'un commutateur (concentrateur) à tableaux sélecteurs émetteurs conforme à 15 l'invention (EXEMPLE C6),
- la figure 54 est un diagramme symbolique dudit concentrateur.

Les exemples de réalisation précités de commutateurs conformes à l'invention (concentrateurs, centres de rattachement, etc...) ne décrivent que l'essentiel des dispositions dont la mention est nécessaire pour la compréhension desdits exemples.

Les dispositifs de commande centrale, par exemple, sont représentés sous la forme de simples blocs ou même ne sont pas représentés. La raison en est que l'on peut appliquer purement et simplement aux commutateurs opto-électroniques multi-canaux de l'invention les dispositions d'ordre électronique ou opto-électronique décrites dans les demandes de brevets français précitées pour transmettre par exemple des adresses ou des numéros d'abonnés, pour commander les 25 organes sélecteurs émetteurs ou récepteurs, etc... Ces dispositions peuvent mettre en oeuvre des liaisons électriques ou encore des liaisons optiques (émetteurs et récepteurs fonctionnels, émetteurs et récepteurs de commande, etc...).

De même, il n'est pas fait mention des dispositions d'ordre électromécanique ou opto-électronique qui permettent d'intégrer les organes sélecteurs émetteurs ou récepteurs et leurs optiques pour constituer des viseurs à réglage d'orientation manuel ou automatique, dispositions qui sont décrites en détail dans les demandes de brevets français 35

- 12 -

précitées et qui sont avantageusement applicables aux tableaux sélecteurs (récepteurs ou émetteurs) des commutateurs de l'invention.

Etat de la technique - Commutateurs opto-électroniques.

5 On considère simultanément les figures 1 et 2.

La figure 1 rappelle donc le schéma fondamental des commutateurs opto-électroniques du genre décrit dans les deux demandes de brevet F 78.31608 du 8 Novembre 1978 et F 78.38639 du 29 Décembre 1978.

10 On a adopté, dans le rappel de description qui suit, une terminologie un peu différente de celle desdites demandes de brevets afin de pouvoir décrire simultanément des formes de réalisation différentes des commutateurs opto-électroniques décrits dans ces demandes.

15 Le tableau TS (que l'on appellera ici "tableau sélecteur") regroupe un ensemble d'organes opto-électroniques composites de liaison OS qui seront décrits plus loin et dont chacun est connecté à une liaison ou voie LS capable d'acheminer un signal modulé électrique ou optique. Le tableau TC (dit "tableau conjugué") regroupe un ensemble d'organes opto-électroniques de liaison OC dont chacun est connecté à une liaison ou voie LC capable d'acheminer un signal modulé électrique ou optique.

Des moyens optiques constitués par des objectifs 25 MO associés aux organes OS assurent la conjugaison optique de chacun de ces organes avec l'ensemble du tableau conjugué TC.

Deux formes principales de réalisation sont possibles.

30 Dans la première forme de réalisation, chacun des organes OC du tableau conjugué TC est une source de lumière qui délivre un flux lumineux dont l'intensité est modulée par le signal acheminé par la liaison LC associée. Chacun des organes de liaison OS du tableau sélecteur TS est un récepteur composite de lumière constitué par autant de cellules réceptrices élémentaires de lumière que le tableau TC comprend d'organes OC. Chacune des cellules CE (voir fig.2) d'un organe OS reçoit par l'intermédiaire de l'optique MO associée

- 13 -

à cet organe l'image de l'un des organes OC du tableau TC. Elle délivre par sa sortie un signal électrique ou optique reproduisant la modulation du flux lumineux qu'elle reçoit dudit organe OC. On dira que les organes OS sont des récepteurs 5 "multi-cellules".

Dans la deuxième forme de réalisation, chacun des organes OC du tableau conjugué TC est un récepteur de lumière qui délivre par sa sortie à la liaison associée LC un signal électrique ou optique reproduisant la modulation du flux lumineux qui l'atteint. Chacun des organes OS du tableau sélecteur TS est un émetteur composite de lumière constitué par autant de cellules émettrices élémentaires de lumière que le tableau conjugué TC comporte d'organes OC. Chacune des cellules CE d'un organe OS projette son image, par l'intermédiaire de l'optique MO associée à cet organe, sur l'un des organes OC du tableau conjugué TC et délivre à cet organe un flux lumineux dont l'intensité est modulée par un signal électrique ou optique délivré à l'entrée de ladite cellule. 10 15 On dira que les organes de liaison OS sont des émetteurs "multi-cellules".

Dans les deux formes de réalisation, chaque organe de sélection OS du tableau sélecteur TS est connecté à la liaison LS qui lui est associée par l'intermédiaire d'un circuit sélecteur CS qui exécute les ordres délivrés par la commande centrale CC (liaisons LCC) pour connecter à ladite liaison LS au moins l'une des cellules dudit organe de sélection OS.

On rappelle :

- que les fonctions de sélection (CS) et d'émission ou de réception (OS) peuvent être avantageusement intégrées au sein d'un même composant émetteur ou récepteur et
- que les liaisons LCC peuvent être des liaisons optiques, les signaux de commande qu'elles acheminent transitant alors par un organe émetteur fonctionnel localisé dans le tableau TC, par les optiques MO et par des cellules réceptrices fonctionnelles de chacun des organes OS.

Ainsi, quelle que soit la forme de réalisation considérée, le commutateur permet de relier une liaison LC à une liaison LS au moins. Plus précisément, la première forme

- 14 -

de réalisation permet de commuter une liaison entrante LC sur au moins une liaison sortante LS tandis que la deuxième forme de réalisation permet de commuter au moins une liaison entrante LS sur une liaison sortante LC.

5 Etat de la technique - Récepteurs multi-cellules.

On rappelle maintenant, en considérant les figures 3, 4 et 5, la constitution d'une matrice adressable de récepteurs élémentaires opto-électroniques (photodiodes) à accès aléatoire utilisable comme récepteur multi-cellules 10 dans un commutateur opto-électronique selon la première forme de réalisation ci-dessus décrite.

Les cellules 101 sont disposées selon un arrangement matriciel, c'est-à-dire en rangées (lignes et colonnes). Chacune d'entre elles comprend une photodiode D1 dont la 15 cathode est à la masse et dont l'anode est connectée à la borne d'alimentation 102 par l'intermédiaire d'une résistance 103 commune à toutes les cellules du récepteur, d'un interrupteur de commande de ligne 104 et d'un bus de ligne 105 qui sont communs à toutes les cellules d'une même ligne 20 et enfin d'un interrupteur de cellule 106 affecté à ladite photodiode. Les interrupteurs 104 et 106 sont des transistors à effet de champ (voir figures 4 et 5) qui sont normalement bloqués.

La sélection d'une cellule 101 est effectuée par 25 la commande de sélection CS du récepteur multi-cellules considéré sur ordre de la commande centrale CC. Cet ordre est transmis au moyen d'un signal numérique série, comportant un couple d'adresses, à savoir une adresse identifiant ce récepteur dans le tableau sélecteur et une adresse identifiant 30 dans l'arrangement matriciel dudit récepteur la cellule qui est optiquement conjuguée à l'émetteur OC du tableau conjugué TC avec lequel la liaison par voie optique doit être établie. La commande CS comprend en conséquence, par exemple :

- un registre 116 mémorisant les ordres transmis par la commande centrale CC (fig.1),
- un circuit 107 de reconnaissance d'adresse de récepteur dont l'entrée est connectée au registre 116 et qui ne transmet l'adresse de cellule dudit couple d'adresses que si l'adresse du récepteur est celle mémorisée dans ledit registre,

- 15 -

- un registre 108 de sélection de cellule dont l'entrée est connectée à la sortie du circuit 107 et qui retransmet l'adresse de cellule (qu'il reçoit de celui-ci) sous la forme d'un mot parallèle dans lequel les bits de poids fort expriment par exemple l'adresse de la ligne à laquelle appartient la cellule considérée et les bits de poids faible expriment l'adresse de la colonne à laquelle appartient ladite cellule,
- 5 - un bus 109 et un bus 110 acheminant respectivement les bits d'adresse de ligne et les bits d'adresse de colonne,
- 10 - une pluralité de circuits 111 de décodage d'adresse de ligne (constitués de portes ET munies des entrées directes et/ou inverseuses nécessaires) dont chacun commute l'interrupteur 104 auquel il est relié par un bus de commande 117, lorsque l'adresse de ligne correspondante est transmise par
- 15 le bus 109,
- une pluralité de circuits 112 de décodage d'adresse de colonne (réalisés de la même façon que les circuits 111) dont chacun commute les interrupteurs 106 auxquels il est relié par l'intermédiaire d'un bus de commande de colonne
- 20 113 lorsque l'adresse de colonne correspondante est transmise par le bus 110.

On voit immédiatement que la photodiode D1, désignée par une adresse déterminée transmise par le registre 108 de sélection de cellule est polarisée en inverse au moyen de la borne 102 (source de tension continue) par l'intermédiaire de la résistance 103, de l'interrupteur 106 de cette cellule et de l'interrupteur 104 de la ligne à laquelle appartient ladite cellule. C'est alors le courant photo-électrique injecté par cette seule photodiode, dépendant de l'éclairement de celle-ci, qui détermine le courant de sortie transmis par la borne de sortie d'information 114.

Le schéma de la figure 3 ne comportant que quatre lignes et quatre colonnes, c'est-à-dire seize cellules, il suffit de deux bits d'adresse de ligne et de deux bits d'adresse de colonne, c'est-à-dire de quatre portes 111 à deux entrées et de quatre portes 112 à deux entrées pour sélectionner l'une de ces cellules. En fait, le nombre de cellules, c'est-à-dire de lignes et de colonnes, n'est limité que par des considérations technologiques de faisabilité et d'encombrement.

- 16 -

brement puisqu'il suffit d'augmenter le nombre des portes ET 111 et 112 et le nombre de leurs entrées pour décoder un plus grand nombre d'adresses.

La totalité du schéma de la figure 3 peut être réalisée sous la forme d'un unique circuit intégré dont la figure 6 montre l'aspect de la face illuminée. On distingue les plages photosensibles 101P des cellules 101, la barrette 114 (borne de sortie des informations) et la barrette 115 (entrée du circuit 116). Les bornes de connexion d'alimentation et de masse ne sont pas montrées.

Etat de la technique - Emetteurs multi-cellules.

Les figures 7 et 8 rappellent la constitution d'une matrice d'émetteurs de lumière opto-électroniques à accès aléatoire. Cette matrice est utilisable comme émetteur multi-cellules dans un commutateur opto-électronique selon la deuxième forme de réalisation ci-dessus décrite.

Les cellules 121, disposées selon un arrangement matriciel, comportent chacune une diode électroluminescente D2 dont la cathode est à la masse et dont l'anode est connectée au canal d'entrée 122 par l'intermédiaire d'un interrupteur de commande de ligne 104 et d'un bus d'information de ligne 105 (commun à toutes les cellules d'une même ligne) ainsi que par l'intermédiaire d'un interrupteur T2 (transistor de commutation à effet de champ) qui est propre à chaque cellule.

Tous les composants ou circuits qui jouent le même rôle que dans le schéma de récepteur multi-cellules de la figure 3 sont affectés des mêmes repères. Ce sont non seulement les interrupteurs 104 et les bus 105 d'information de ligne, mais aussi le registre d'instructions 116, les circuits 107 de reconnaissance d'adresse (celle-ci étant ici une adresse d'émetteur multi-cellules), le registre de sélection de cellule 108, le bus 109 de commande d'interrupteur de ligne, le bus 110 de commande de colonne et les circuits (portes) de décodage d'adresses de cellules 111 et 112.

Le mécanisme de sélection des cellules 121 du schéma de la figure 7 est donc identique à celui des cellules 101 du schéma de la figure 3, à ceci près que dans la figure 7 la cellule 121 sélectionnée est connectée au canal d'information.

- 17 -

mation 122 pour émettre un flux lumineux dont la modulation reproduit celle de ce signal.

L'émetteur multi-cellules dont on vient de rappeler la description est évidemment réalisable sous forme d'un circuit intégré. Les figures 9 et 10 illustrent cependant une variante qui facilite cette réalisation car elle permet d'éviter l'adjonction d'un transistor à effet de champ à chaque diode électroluminescente. Les interrupteurs T_2 (fig.8) sont supprimés. Les diodes D_3 qui constituent les cellules 123 sont connectées par la cathode aux bus d'information 118 au lieu de l'être à la masse. Les bus de commande de colonne 113 ne pénètrent plus la matrice de cellules où ils sont remplacés par les bus d'information de colonne 118 qui sont reliés à la masse par l'intermédiaire d'interrupteurs de colonnes 124 (transistors à effet de champ) qui sont commandés par les portes 112. La réalisation de cette variante implique la présence d'une isolation entre les diodes électroluminescentes et le substrat. Une structure analogue peut être utilisée pour la réalisation de récepteurs multi-cellules.

20 Représentation symbolique.

Pour facilier la lecture de certaines des figures qui seront considérées plus loin, on adoptera parfois, pour représenter les émetteurs ou récepteurs multi-cellules, un mode de représentation analogue à celui illustré par la figure 11. On y voit :

- le circuit de sélection 100 qui combine le registre d'instruction 116, le circuit de reconnaissance d'adresse (d'émetteur ou de récepteur) 107, le registre de sélection d'adresse de cellule 108 des fig. 3, 7 et 9 et les bus d'adresse de ligne et d'adresse de colonne 109 et 110 desdites figures,
- les bus de commande de colonnes et de lignes 113 et 117,
- le canal 120 qui représente soit le canal de sortie d'information 114 de la fig. 3 (cas d'un récepteur multi-cellules), soit le canal d'entrée d'information 122 des fig. 7 et 9 (cas d'un émetteur multi-cellules),
- enfin la matrice 130 qui représente l'ensemble des autres composants.

D'une façon générale, on supposera par mesure de

- 18 -

- simplification que les circuits élémentaires de commutation sont constitués par des transistors à effet de champ. Dans la réalité, ceux-ci peuvent être remplacés évidemment par tout autre genre de points de commutation compatible avec
5 les débits des signaux d'information à transmettre et avec la technologie mise en oeuvre.

Terminologie.

- Pour simplifier la description des exemples de réalisation des récepteurs et des émetteurs multi-cellules
10 multi-canaux selon l'invention; on convient d'adopter la terminologie suivante :
- bus d'information de rangée (ligne ou colonne) : liaison assurant la transmission des signaux d'information entre toutes les cellules d'une rangée (ligne ou colonne) et un canal de sortie d'information (cas des récepteurs) ou d'entrée d'
15 information (cas des émetteurs);
 - bus de commande de rangée (ligne ou colonne) : liaison transmettant à toutes les cellules d'une rangée (ligne ou colonne) les signaux de commande délivrés par un circuit de
20 sélection et destinés à commander la connexion desdites cellules à un bus d'information.

Un bus d'information (ou de commande) prend le nom de liaison d'information (ou de commande) lorsqu'il ne dessert qu'une cellule isolée.

- 25 Les termes "ligne" (nom donné à une rangée de cellules) et "colonne" (non donné à une rangée perpendiculaire) sont évidemment arbitraires. Le terme "ligne" désigne en principe dans une figure une rangée horizontale et le terme "colonne" une rangée verticale.

30 Intitulé des exemples.

On trouvera ci-après des exemples de réalisation de récepteurs multi-cellules multi-canaux conformes à l'invention, de commutateurs conformes à l'invention utilisant ces récepteurs, d'émetteurs multi-cellules multi-canaux
35 conformes à l'invention et de commutateurs conformes à l'invention utilisant ces émetteurs. Chacun de ces exemples est précédé d'un sous-titre désignant son objet. Ainsi : "EXAMPLE R1" "EXAMPLE R2",etc... d"signent un premier exemple, un deuxième exemple, etc... de réalisation de récepteurs

selon l'invention,

"EXEMPLE E1", "EXEMPLE E2", etc... désignent un premier exemple, un deuxième exemple, etc... de réalisation d'émetteurs selon l'invention,

5 "EXEMPLE C1", "EXEMPLE C2", etc... désignent un premier exemple, un deuxième exemple, etc... de réalisation de commutateurs selon l'invention.

EXEMPLE R1.

On considère les figures 12 et 13 qui sont relatives au schéma d'un récepteur multi-cellules à quatre zones (sous-ensembles) de cellules réceptrices élémentaires et à quatre canaux de sortie. La matrice de cellules est partagée en quatre zones 130A, 130B, 130C et 130D. Ces quatre zones peuvent être égales ou inégales, c'est-à-dire comporter des 15 nombres de cellules égaux ou inégaux. Les limites qui les séparent peuvent être non rectilignes ou rectilignes. Dans ce dernier cas, les zones sont des sous-matrices.

Le circuit 100 comprend ici le registre d'Instruction et le circuit de reconnaissance d'adresse de récepteur (voir 116 et 107, fig.7).

D'une façon générale (de même que dans les autres exemples de réalisation de récepteurs et d'émetteurs que l'on verra plus loin) la division en zones de la matrice de cellules n'implique aucune modification dans la disposition 25 des cellules dont le pas demeure constant dans les lignes et les colonnes. Elle s'obtient par l'organisation des liaisons et des bus. Deux récepteurs qui ne diffèrent que par la constitution des zones tout en ayant le même nombre total de cellules et de canaux sont donc substituables l'un à l'autre 30 mais traiteront différemment les informations reçues du tableau émetteur.

Chaque zone comprend, outre les cellules, son circuit de sélection commandé par le circuit 100, des bus de commande de ligne et de colonne, un bus d'information de ligne et un canal de sortie d'information. Chacun de ces éléments de zone est désigné par le même repère numérique que les éléments homologues des autres zones mais ce repère numérique est accompagné d'un repère alphabétique caractérisant la zone. C'est ainsi que la zone 130B (fig.13) qui inclut

- 20 -

les cellules réceptrices élémentaires 101B, les bus de commande de ligne 117B et de commande de colonne 113B, les bus d'information de ligne 105B, les interrupteurs de bus d'information de ligne 104B, délivre le signal de la cellule 5 sélectionnée 101B par le bus d'information 120B et par le canal de sortie 125B. La borne d'alimentation 102 assure la polarisation en inverse de la cellule 101B au travers de la résistance 103B. Le circuit de sélection 100B affiche sur les bus 113B et 117B l'adresse d'émetteur qui lui a été transmise 10 par le circuit de reconnaissance d'adresse 100 et par le bus 119B.

EXEMPLE C1.

La figure 14 montre le schéma synoptique fonctionnel d'un concentrateur assurant, dans un réseau multi-services, la liaison entre des abonnés et un centre de rattachement. Il comprend deux commutateurs selon l'invention. Les récepteurs multi-cellules multi-canaux des tableaux sélecteurs sont conformes à l'exemple R1 (fig. 12 et 13).

Le commutateur affecté au sens "descendant" 20 (c'est-à-dire du centre de rattachement, non représenté, vers les abonnés, non représentés) comporte le tableau conjugué émetteur de circuit TCEC et le tableau sélecteur récepteur d'abonné TSRA. Le commutateur affecté au sens "montant" comprend le tableau conjugué émetteur d'abonnés 25 TCEA et le tableau sélecteur récepteur de circuits TSRC. On trouvera, comme on l'a déjà indiqué, des exemples de réalisation de la commande centrale CC dans la demande de brevet F 78.31608. Cette commande CC délivre ses ordres aux récepteurs RA et RC par les liaisons LCA et LCC.

30 Ledit concentrateur appartient à un réseau multi-services de transmission d'images animées (télévision, vidéothèque, visiophonie), de paroles et de données. La majeure partie du trafic (télédiffusion, vidéothèque) est donc affectée à des communications unidirectionnelles dans le sens descendant. Chaque équipement d'abonné dispose, dans le sens 35 descendant (tableau TSRA) d'un récepteur multi-cellules multi-canaux RA (liaisons d'abonnés LRA) muni d'une optique MOA et dispose, dans le sens montant (tableau TCEA) de deux

- 21 -

émetteurs EA1 et EA2 (deux liaisons LEA). Les émetteurs d'abonnés EA du tableau TCEA sont donc deux fois plus nombreux que les récepteurs d'abonnés RA du tableau TSRA. Par contre, le rapport du nombre des émetteurs de circuits EC (tableau 5 TCEC) au nombre des récepteurs de circuits multi-cellules multi-canaux RC (tableau TSRC) munis d'optiques MOC dépasse sensiblement le nombre de canaux offert par chaque récepteur en raison du nombre de communications unidirectionnelles descendantes (vidéodiffusion, vidéothèque) sans contrepartie 10 dans le sens montant.

Les circuits de commande (reconnaissance d'adresses, sélection de cellules) des récepteurs RA et RC sont incorporés à ces récepteurs et ne sont pas représentés. Les canaux de transmission entre le concentrateur représenté, 15 d'une part, et le centre de rattachement et les abonnés, d'autre part, sont multiplexés.

Des équipements de circuits tels que DC permettent chacun de connecter une liaison multiplex descendante de circuit MEC à douze émetteurs EC, une liaison MEC acheminant ainsi douze canaux. Des équipements d'abonnés tels que MA permettent chacun de connecter les quatre zones d'un récepteur RA à une liaison multiplex descendante d'abonné MRA, chaque abonné pouvant ainsi recevoir simultanément quatre canaux. Des équipements d'abonnés tels que DA permettent chacun de connecter une liaison multiplex montante d'abonné MEA à deux émetteurs EA (deux canaux montants d'abonnés). Enfin, des équipements de circuits tels que MC permettent chacun de connecter les quatre zones de trois récepteurs RC à une liaison multiplex montante de circuit MRC qui achemine ainsi 30 douze canaux.

Les équipements DC et DA comprennent des moyens de détection, d'amplification et de démultiplexage. Les équipements MA et MC comprennent des moyens d'amplification, de multiplexage et d'injection de lumière. La constitution de 35 ces équipements dépend en effet, comme on l'a déjà indiqué, de la nature des liaisons multiplex MEC, MRA, MEA et MRC (nature des supports et des signaux). On ne traitera ici que des moyens de multiplexage et de démultiplexage, la constitution des moyens d'amplification, de détection et d'injection

- 22 -

étant évidente. On suppose ici que les supports sont des fibres optiques, que les signaux véhiculés par les liaisons d'abonnés MRA et MEA sont multiplexés en fréquences ou temporellement (modulation du signal lumineux par des multiplex) 5 et que les signaux véhiculés par les liaisons de circuits MRC et MEC sont multiplexés non seulement en fréquences ou temporellement, mais aussi en longueurs d'ondes. Le multiplexage et le démultiplexage en fréquences ou temporel font appel à des organes électroniques du genre connu. Le multiplexage et le démultiplexage des longueurs d'ondes font appel 10 à des dispositifs optiques du genre connu.

Chaque liaison MEC véhiculant un multiplex de douze canaux, ceux-ci sont multiplexés en fréquences ou temporellement par groupes de quatre canaux et les trois groupes 15 sont multiplexés en longueurs d'ondes. Un équipement de circuit DC comporte alors (fig.15) un démultiplexeur optique DOP1 à trois sorties, des photodéTECTeurs PD1 et trois démultiplexeurs électroniques DE1 à quatre sorties. Chacune des douze sorties des démultiplexeurs DE1 est connectée par une 20 liaison LEC à l'un des émetteurs EC du tableau TCEC.

Chaque liaison MRA véhiculant un multiplex en fréquences ou temporel de quatre canaux, un équipement d'abonné MA comprend (fig.16) un multiplexeur électronique ME1 à quatre entrées respectivement connectées aux quatre liaisons de sortie de zones LRA de l'un des récepteurs multicellules multi-canaux RA et un injecteur de lumière DL1 (diode électroluminescente ou diode laser) couplé à l'extrémité de la fibre optique qui constitue la liaison MRA correspondante. 25

Chaque liaison MEA véhiculant un multiplex de deux canaux, un équipement d'abonné DA (fig.17) comprend en conséquence un photo-déTECTeur PD2 (photodiode) éclairé par la fibre optique qui constitue la liaison MEA et un démultiplexeur électronique DE2 dont les deux sorties sont respectivement reliées à deux des émetteurs EA (tableau TCEA) par 30 des liaisons LEA.

Enfin, chaque liaison MRC véhiculant un multiplex de douze canaux, un équipement de circuit MC (fig.18) comporte en conséquence d'une part trois multiplexeurs électroniques

- 23 -

ME2 ayant chacun quatre entrées respectivement connectées à une liaison LRC de sortie de zone d'un récepteur multi-cellules multi-canaux RC (tableau TSRC) et d'autre part trois injecteurs de lumière DL2 de longueurs d'ondes différentes qui 5 sont respectivement alimentés par ces trois multiplexeurs et couplés à la fibre optique MRC par l'intermédiaire d'un multiplexeur optique MOP2.

On indique ci-après, toujours à titre d'exemple, le nombre de canaux que les guides d'ondes optiques peuvent 10 véhiculer, répartis par service (suivi du taux d'occupation de ces canaux en erlangs), et la constitution des tableaux émetteurs et récepteurs pour un concentrateur desservant 1024 abonnés :

- liaisons descendantes de circuits : 35 fibres optiques MEC véhiculant 420 canaux, à savoir 50 canaux TV (50 erlangs), 15 200 canaux de vidéothèque (180 erlangs) et 170 canaux visio-phoniques (150 erlangs);
- tableau émetteur de circuits TCEC : 420 émetteurs;
- tableau récepteur d'abonnés TSRA : 1024 récepteurs multi-cellules quadri-canaux (pour 1024 abonnés) à 420 cellules respectivement couplées optiquement avec les émetteurs du tableau TCEC;
- liaisons descendantes d'abonnés : 1024 fibres optiques MRA véhiculant chacune quatre canaux;
- 25 - liaisons montantes d'abonnés : 1024 fibres optiques MEA véhiculant chacune deux canaux (les canaux descendants et montants d'un même abonné pouvant se partager la même fibre optique);
- tableau émetteur d'abonnés TCEA : 2048 émetteurs (2 par 30 abonné et par fibre MEA);
- tableau récepteur de circuits TSRC : 64 récepteurs multi-cellules quadri-canaux à 2048 cellules;
- liaisons montantes de circuits : 22 fibres optiques MRC acheminant 11 ou 12 canaux.

35 Mais il n'est pas nécessaire que chaque récepteur RC du tableau TSRC ait accès à la totalité des 2048 émetteurs du tableau TCEA. On peut tirer parti de cette latitude pour constituer les tableaux récepteurs TSRA et TSRC au moyen de récepteurs multi-cellules multi-canaux identiques, en pré-

- 24 -

voyant pour le tableau TSRC un nombre de récepteurs supérieur aux besoins réels.

On peut, par exemple, "éclater" le tableau TSRC, ainsi que le tableau TCEA, en 5 "sous-tableaux". Chacun des 5 sous-tableaux de TSRC dessert, avec 13 récepteurs RC de 420 cellules, les 410 émetteurs de l'un des sous-tableaux de TCEA. On peut aussi surdimensionner les récepteurs de TSRA en constituant chacun d'eux par 512 cellules dont 92 sont inutilisées. Le tableau TSRC, ainsi que le tableau TCEA, est alors 10 "éclaté" en 4 sous-tableaux et chacun des sous-tableaux de TSRC dessert avec 16 récepteurs de 512 cellules les 512 émetteurs de l'un des sous-tableaux de TCEA. Les sous-tableaux de TCEA et ceux de TSRC sont donc associés deux à deux.

Les stations d'abonnés, qui ne sont pas représentées, comportent évidemment les moyens de multiplexage et de démultiplexage nécessaires ainsi que les équipements opto-électroniques d'extrémité des fibres optiques MRA et MEA.

La figure 19 est un diagramme symbolique du concentrateur de la figure 14 dans lequel on emploie un mode de représentation qui sera utilisé pour la description des exemples de commutateurs opto-électroniques qui suivent. Les tableaux sélecteurs TSRA et TSRC, qui sont ici les tableaux récepteurs, sont représentés par des rectangles à contours à double trait, tandis que les tableaux conjugués TCEA et 25 TCEC, qui sont ici les tableaux émetteurs, sont représentés par des rectangles à contours simples. Les symboles E et RM signifient respectivement "émetteur" et "récepteur multi-cellules multi-canaux". Les nombres placés au-dessous de ces symboles indiquent le nombre d'émetteurs ou de récepteurs. 30 Les flèches entre les tableaux indiquent les liaisons optiques entre les tableaux récepteurs et les tableaux émetteurs qui les illuminent. Les liaisons électriques multiplex et multiples sont représentées sous la forme de liaisons simples. Les multiplexeurs et démultiplexeurs ne sont pas représentés.

EXEMPLE C2 : CENTRE DE RATTACHEMENT.

Le centre de rattachement de la figure 20 comprend un seul commutateur qui comporte un tableau conjugué émetteur TCE1 à 4750 émetteurs et un tableau sélecteur récepteur TSE1

- 25 -

à 1650 récepteurs multi-cellules multi-canaux (4 canaux de sortie). Ce tableau émetteur et ce tableau récepteur comportent respectivement :

- un sous-tableau ZED1 (1700 émetteurs) et un sous-tableau ZRD1 (1050 récepteurs) reliés à 10 concentrateurs de desserte d'abonnés par des liaisons multiplex LMC,
- un sous-tableau ZEZ1 (1600 émetteurs) et un sous-tableau ZRZ1 (400 récepteurs) reliés avec 4 autres centres de rattachement par des liaisons LMR,
- 10 - un sous-tableau ZEI1 (800 émetteurs) et un sous-tableau ZRI1 (200 récepteurs) reliés avec le réseau interurbain par des liaisons LMI.

Le tableau émetteur TCE1 comprend en outre un sous-tableau ZEP1 (650 émetteurs) relié à une station prestataire de service VI (vidéothèque) par des liaisons LMT.

Les 4 autres centres de rattachement ont une constitution identique à celle du centre représenté. Ils sont chacun connectés à 10 concentrateurs et à une station prestataire analogue à la station VT. Ces 5 centres constituent dans le réseau une zone locale dans laquelle tout abonné peut recevoir, par l'intermédiaire du concentrateur auquel il est rattaché et du centre de rattachement desservant ce concentrateur, les programmes de toutes les stations prestataires de ladite zone locale.

25 Remarques 1.

Ainsi, l'utilisation de récepteurs mult-cellules à 4 canaux permet d'utiliser seulement 1650 récepteurs dans le tableau sélecteur récepteur TSR1 alors qu'il faudrait 6600 récepteurs monocanal. On pourrait encore réduire l'encombrement du tableau (et par conséquent du centre de rattachement considéré) en utilisant moins de récepteurs multi-cellules comportant davantage de canaux de sortie. Mais il existe d'autres moyens conformes à l'invention pour réduire ledit encombrement. Ils sont fondés sur le fait que certaines 35 des liaisons optiques entre tableau récepteur et tableau émetteur peuvent être en fait inutiles. Tel est par exemple le cas du centre de rattachement de la figure 20. En effet, alors que l'ensemble des émetteurs du tableau émetteur TCE1 illumine l'ensemble des récepteurs du tableau récepteur TSR1,

- 26 -

les émetteurs des sous-tableaux ZEZ1 et ZEI1, affectés à des canaux en provenance des autres centres de rattachement et du réseau interurbain n'ont à éclairer en réalité que les récepteurs du sous-tableau ZRD1 de desserte des concentrateurs rattachés au centre de rattachement considéré. Il est donc inutile qu'ils illuminent les récepteurs des sous-tableaux ZRZ1 et ZRI1. De même, dans le trafic écoulé par les émetteurs du sous-tableau émetteur ZED1 (par exemple 1500 erlangs), une fraction seulement (par exemple 150 erlangs) est destinée à établir des communications strictement locales (c'est-à-dire entre les abonnés rattachés au même centre), au moyen des récepteurs du sous-tableau récepteur ZRD1. Les autres fractions sont destinées d'une part (600 erlangs) aux autres centres de rattachement de la zone (sous-tableau récepteur ZRZ1) et d'autre part (700 erlangs) au réseau interurbain (sous-tableau récepteur ZRI1).

Or, la réduction du nombre de récepteurs à illuminer par chacun des émetteurs procure comme on l'a vu, de nombreux avantages, notamment en ce qui concerne le gain en puissance lumineuse reçue par chacun des récepteurs. En outre, il est évident que, à angle d'éclairage égal (angle solide à couvrir par un émetteur opto-électronique) la longueur du dispositif de commutation opto-électronique varie en raison inverse de la racine carrée de la surface à éclairer. On a donc intérêt, lorsque c'est possible, à diviser le réseau de connexion en plusieurs sous-réseaux, en fonction des liaisons à établir, sans pour autant multiplier les étages. C'est ce que l'on va montrer dans les exemples suivants.

EXEMPLE C3.

Le centre de rattachement de cet exemple (fig.21) assure les mêmes fonctions que celui de l'exemple C2 (fig.20) c'est-à-dire le trafic avec le réseau interurbain (liaisons LMI), avec 4 autres centres de rattachement (liaisons LMR) et avec 10 concentrateurs (liaisons LMC). Il en diffère en ce que la séparation, au niveau des concentrateurs, des communications locales et la séparation, chez les prestataires, des programmes de vidéothèques en fonction de leur destination, permettent l'éclatement du tableau émetteur et du tableau récepteur.

- 27 -

Le tableau émetteur TCE2 se substitue au tableau TCE1, mais il ne dessert plus que les 925 récepteurs multi-cellules multi-canaux du tableau sélecteur récepteur TSR2 qui est substitué au sous-tableau ZRD1 et qui n'assure plus lui-même que la desserte des 10 concentrateurs par les liaisons LMC.

5 Le trafic entre les stations de vidéodiffusion VD et les concentrateurs est assuré au moyen du tableau émetteur spécialisé TCE3 et du tableau récepteur spécialisé TSR3 qui 10 est lui aussi connecté aux liaisons LMC dans le sens descendant.

Enfin, le trafic entre d'une part, les concentrateurs et la station prestataire VT et d'autre part les autres centres de rattachement de la zone locale et le réseau inter- 15 urbain est assuré au moyen du tableau émetteur spécialisé TCE4 et du tableau sélecteur récepteur spécialisé TSR4.

Le décompte des émetteurs et des récepteurs (dont les nombres sont inscrits dans les figures) montre que l'ensemble des tableaux émetteurs de la figure 21 comporte 5030 20 émetteurs (contre 4750 dans le tableau émetteur de la fig.20) et que l'ensemble des tableaux récepteurs comprend 1650 récepteurs multi-cellules multi-canaux.

Le centre de rattachement de la figure 22 assure pratiquement les mêmes fonctions que celui de la figure 21. 25 Il en diffère en ce que la séparation des communications locales et la séparation des programmes de vidéothèques est effectuée au sein du centre de rattachement lui-même. Le tableau émetteur TCE6, connecté au tableau récepteur TSR8 (voir ci-après), aux autres centres de rattachement par les 30 liaisons LMR et au réseau interurbain par les liaisons LMI comprend 2800 émetteurs. Il dessert le tableau récepteur sélecteur TSR6 qui est connecté aux concentrateurs par les liaisons LMC et au tableau émetteur TCE8 (voir ci-après) et comprend 950 récepteurs multi-cellules à 4 canaux. Le tableau 35 émetteur TCE7, connecté à la station de vidéodiffusion VD, dessert le tableau récepteur TSR7 connecté aux concentrateurs (liaisons LMC). Comme dans l'exemple précédent, ces deux tableaux comprennent respectivement 50 émetteurs et 125

- 28 -

récepteurs multi-cellules à 4 canaux. Enfin, le tableau émetteur TCE8, connecté aux concentrateurs (liaisons LMC), à la station prestataire de vidéothèque VT et au tableau récepteur TSR6, comprend 2400 émetteurs. Il dessert le tableau récepteur sélecteur TSR8, qui est connecté aux autres centres de rattachement (liaisons LMR), au réseau interurbain (liaisons LMI) et au tableau émetteur TCE6 et qui comprend 700 récepteurs multi-cellules quadri-canaux.

On remarque que le réseau de connexion ainsi constitué se comporte comme un réseau à deux étages pour les communications locales, puisque celles-ci empruntent successivement les tableaux TCE8, TSR8, TCE6 et TSR6. De même, les diffusions locales des programmes vidéothèques (station VT2) parcourent deux fois le réseau de connexion puisqu'elles empruntent les tableaux TCE8, TSR8, TCE6 et TSR6.

Enfin, un trafic de transit peut être acheminé par les tableaux TCE6, TSR6, TCE8 et TSR8. Si les paramètres de fonctionnement du dispositif de commutation et notamment les taux d'occupation ont été convenablement choisis, ce trafic est nul en fonctionnement normal mais il peut devenir utile pour sécuriser le réseau en cas de coupure accidentelle d'une liaison entre centres de rattachement ou entre le centre de rattachement considéré et le réseau interurbain.

Récepteurs multi-cellules multi-canaux - Autres formes de réalisation.

Dans les exemples de dispositifs de commutation à tableaux sélecteurs récepteurs que l'on vient de décrire (voir notamment les fig. 12, 13 et 14), on constate qu'à chaque zone de cellules de la matrice d'un récepteur correspond une zone d'émetteurs et une seule dans le tableau émetteur conjugué. Un canal de sortie déterminé d'un récepteur ne peut pas être mis en liaison optique avec n'importe quelle entrée du tableau émetteur. Un récepteur ne peut pas accéder simultanément à deux entrées appartenant à la même zone du tableau émetteur. A la limitation due au nombre de canaux de sortie d'un récepteur s'ajoute donc une restriction d'accès de chacun de ces canaux aux canaux d'entrée du tableau émetteur. En bref, un récepteur quadri-canaux ne permet pas d'établir quatre liaisons quelconques et des blocages peuvent s'établir

- 29 -

dans certains cas. On dira que ces récepteurs et leurs cellules sont à accès "restrictif". En outre, dans chaque zone, le nombre des bus est nécessairement égal à la somme du nombre de lignes et de colonnes. Enfin, il n'est pas possible de commut 5 sur un canal de sortie le signal normalement destiné à un autre canal de sortie.

On va maintenant examiner des exemples de réalisation de récepteurs multi-cellules multi-canaux conformes à l'invention dont l'exploitation est plus souple et plus aisée 10 que celle des récepteurs conformes aux figures 12 et 13, pour l'une et/ou l'autre des raisons suivantes :
- présence de cellules sans restriction d'accès (dites à accès "individuel"),
- réduction du nombre de bus nécessaires,
15 - possibilité de commuter les sorties de différentes zones sur un canal de sortie quelconque.

Tous ces récepteurs multi-cellules sont réalisables sous la forme de circuits intégrés, de même que le récepteur de l'exemple R1.

20 EXEMPLE R2.

Le récepteur dont le schéma est illustré par les figures 23 et 24 est obtenu en excluant des quatre zones 130A, ..., 130D du récepteur de l'exemple R1 les cellules périphériques 131E qui sont hachurées dans la figure 24 pour les 25 distinguer des autres et qui disposent chacune d'une liaison d'information 120E reliée à un canal de sortie 125 sur lequel leur signal de sortie est disponible en permanence. On dira qu'elles sont à "accès individuel". En fait, une cellule à accès individuel constitue à elle seule une zone à une 30 seule cellule. L'ensemble des cellules à accès individuel est désigné dans les figures par le terme "périmétrie" et par le repère 130E.

EXEMPLE R3.

La figure 25 est un schéma partiel de récepteur 35 multi-cellules multi-canaux qui illustre la possibilité de réduire le nombre de canaux de sortie dans un récepteur semblable à celui de l'exemple R2 et de commuter n'importe quelle cellule à accès individuel ou n'importe quelle zone de cellules à accès restrictif sur un canal de sortie quelconque.

- 30 -

La totalité de la matrice de cellules (les seules zones 130B et 130E étant représentées) est entourée de quatre canaux de sortie d'information 141. Chacun de ces canaux est connecté à une borne de sortie 143. La connexion de chacun d'entre eux à un bus d'information de zone (par exemple 120B) ou à une liaison d'information de cellule (par exemple 120E) est assurée au moyen d'un interrupteur 142 (transistor de commutation) commandé par une liaison de commande 144 reliée à l'un des circuits de sélection (non représenté) et au moyen d'un bus d'information 121. Les interrupteurs 142, les bus 121 et les canaux 141 constituent ainsi des matrices de commutation.

EXEMPLE R4.

Dans l'exemple R3, le nombre total des interrupteurs de commutation 142 est nécessairement égal, ainsi que le nombre total de leurs conducteurs de commande 144, au produit du nombre de bus ou de liaisons d'information à commuter par le nombre de canaux de sortie. Les dispositions illustrées par le schéma partiel de la figure 26 et par le schéma d'interrupteur de la figure 27 permettent dans bien des cas de diminuer le nombre des bus de commande. Chaque canal de sortie 141 est flanqué d'un premier bus de commande 146 connecté à tous les interrupteurs d'accès audit canal. Un bus de commande 148 est affecté à tous les interrupteurs desservant une même zone (chaque cellule périphérique constituant une zone). Ces interrupteurs, qui portent le repère 147 (au lieu du repère 142, fig.25) comprennent :

- une porte ET P2 dont les deux entrées sont respectivement connectées à un bus de commande 146 et à un bus de commande 148,
- une bascule bistable B2 dont l'entrée est connectée à la sortie de la porte P2 et
- un transistor de commutation T2 (transistor à effet de champ) dont l'électrode de commande est connectée à la sortie de la bascule B2 et qui connecte le bus d'information de ligne 121 au canal de sortie d'information 141 lorsqu'il est débloqué.

Il suffit donc, pour assurer la commande des interrupteurs, d'un nombre total de bus de commande égal à la

- 31 -

somme du nombre de canaux de sortie et du nombre de zones. La présence du bistable B2 dans chaque interrupteur permet de commander celui-ci en envoyant simultanément des impulsions de commande dans les bus 146 et 148 auxquels il est connecté.

EXEMPLE R5.

Une autre solution (figure 28) permettant de réduire le nombre de bus de commande consiste à reprendre le schéma de bus et d'interrupteurs de la figure 25, mais à commander les interrupteurs 142 par des circuits logiques de décodage L1, constitués par exemple par des portes ET. Celles-ci sont munies d'entrées directes ou inverseuses en nombre suffisant pour reconnaître l'adresse assignée dans une colonne à un interrupteur 142 déterminé et le bus de commande d'interrupteur 149 comporte évidemment le même nombre de conducteurs dont l'état logique exprime la dite adresse. Il en résulte qu'un nombre n de conducteurs 149 de commande d'interrupteurs permet de commuter au choix un bus d'information de zone (une zone comprenant au moins une cellule) 121 sur l'un quelconque d'une pluralité de 2^{n-1} canaux de sortie 141.

Remarques 2.

Les possibilités de connexion entre canaux d'entrée et canaux de sortie, c'est-à-dire entre les cellules d'un organe sélecteur et ses canaux d'information, sont bien entendu d'autant plus grandes que le nombre de sorties de zones est plus élevé. Si une rangée périphérique de cellules à accès individuel ne suffit pas, on peut en principe ajouter au moins une seconde rangée qui entoure la première. Mais il devient alors nécessaire, soit de faire passer au moins un deuxième bus d'information (analogue aux bus 105 de la figure 24) dans les intervalles entre cellules, soit de déposer un conducteur transparent par dessus la première rangée de cellules périphériques, soit encore d'opérer certaines sorties au moyen de connexions spatiales. De toute façon, la réalisation des récepteurs multi-canaux devient plus compliquée et plus coûteuse.

Les schémas des figures 25 à 28 que l'on a déjà vus donnent la possibilité, au moyen des matrices de commutation constituées par les interrupteurs 142 ou 147, de commu-

- 32 -

ter n'importe quelle cellule à accès individuel ou n'importe quelle zone de cellules à accès restrictif sur l'un quelconque des conducteurs de bus de sortie de canaux et par conséquent de supprimer les risques de blocage pour la commutation des 5 canaux de sortie sur les émetteurs périphériques du tableau conjugué.

Mais on peut aussi supprimer les risques de blocage, tout au moins entre certaines entrées privilégiées (vidéo-diffusion, etc...) du tableau émetteur et les canaux de sortie 10 des récepteurs, sans utiliser ni cellules à accès individuel ni matrice de commutation. Il suffit d'affecter deux ou plusieurs émetteurs à chacune de ces entrées privilégiées, chacun des émetteurs affectés à une même entrée ayant son image dans une zone distincte des récepteurs. Il en résulte 15 un accroissement du nombre d'émetteurs (donc de la dissipation thermique du tableau émetteur conjugué) et du nombre de cellules de chaque récepteur.

EXEMPLE C5.

Lorsque le risque de blocage des canaux de sortie 20 des récepteurs du tableau sélecteur est faible (par exemple, dans un concentrateur, lorsqu'il y a peu de chances pour qu'un abonné demande simultanément deux programmes diffusés par deux émetteurs de la même zone), une autre solution consiste à utiliser certains émetteurs du tableau conjugué pour ren- 25oyer certains programmes (canaux) vers d'autres cellules réceptrices des récepteurs du tableau sélecteur que les cellules auxquelles ils sont normalement destinés.

Le figure 29 montre un commutateur conforme à l'invention aménagé à cet effet. On y voit un tableau émetteur 30 TCE et une portion de tableau sélecteur récepteur TSR. Ni les moyens optiques associés aux récepteurs, ni les moyens de sélection et de multiplexage de ceux-ci ne sont montrés. Chaque récepteur multi-cellules RMC à quatre canaux comprend quatre zones de cellules A, B, C et D qui sont respectivement conjuguées optiquement avec des zones d'émetteurs TCEA, TCEB, TCEC, TCED du tableau conjugué TCE. La figure montre deux récepteurs dont l'un, RMCS, est utilisé normalement puisqu'il délivre ses signaux par les liaisons de sortie 115, tandis que l'autre, RMCR, est utilisé pour le renvoi. Sa zone B est connectée

- 33 -

par exemple par une liaison LBC à l'émetteur TCEC1 de la zone TCEC. Ainsi, par exemple, un des programmes transmis par les émetteurs de la zone TCEB est diffusé normalement par les zones B des récepteurs tels que RMCS mais il est 5 également repris en cas de besoin par les zones B des récepteurs de renvoi tels que RMCR, puis retransmis par les émetteurs tels que TCEC1 reliés par une liaison LBC avec lesdites zones, puis enfin délivré par les cellules des zones C des récepteurs RMCS qui sont conjuguées optiquement avec 10 ces émetteurs TCEC1. Les moyens de sélection de ces récepteurs RMCS peuvent être commandés pour commuter les renvois à la demande ou systématiquement (par exemple à certaines heures).

Les liaisons RMCR-LBC-TCEC1 peuvent également 15 être utilisées en secours pour renvoyer les signaux émis par un émetteur sur un autre émetteur, dans l'hypothèse d'une défaillance partielle affectant certaines cellules d'un récepteur (ou d'un émetteur) sélecteur et interdisant toute liaison directe entre certains émetteurs et certains sélecteurs.

EXEMPLE R6.

Les figures 30, 31 et 32 sont relatives à une forme de réalisation de récepteurs multi-canaux de l'invention, dits "à accès par demi-lignes" dans laquelle une cellule 25 quelconque d'une demi-ligne quelconque peut être commutée sur un canal de sortie quelconque, mais dans laquelle deux cellules d'une même demi-ligne ne peuvent pas être utilisées simultanément. On précise que les deux demi-lignes qui constituent une ligne peuvent comporter des nombres différents de cellules. Le circuit de sélection 150 délivre des ordres de sélection au moyen de trois séries de bus, à savoir :

- les bus de commande de ligne 152 dont chacun peut délivrer une impulsion de sélection de ligne à toutes les cellules réceptrices 151 d'une même ligne et à des interrupteurs de 35 sélection de canal de sortie 155 également disposés en lignes (à raison d'un interrupteur par canal de sortie) de part et d'autre de chaque ligne de cellules et qui forment ainsi autant de colonnes d'interrupteurs que de bus de sortie de canaux,

- 34 -

- les bus de commande de colonne 153 dont chacun peut délivrer une impulsion de sélection de colonne à toutes les cellules réceptrices 151 d'une même colonne de cellules et
- les bus de sélection de canal 154 dont chacun peut délivrer 5 une impulsion de sélection de canal à tous les interrupteurs 155 d'une même colonne d'interrupteurs.

Chaque interrupteur 155 comprend :

- une porte ET P3 dont les deux entrées sont respectivement connectées au bus de commande de ligne 152 et au bus de sélection de canal 154,
- une bascule bistable B3 dont l'entrée est connectée à la sortie de cette porte P3 et
- un transistor de commutation T3 dont l'électrode de commande est connectée à la sortie du bistable B3 et dont les 15 deux autres électrodes sont connectées respectivement d'une part à un bus d'information de demi-ligne 157 qui relie les cellules 151 aux interrupteurs 155 et d'autre part au canal de sortie 156 qui relie tous les interrupteurs d'une même colonne.

20 Chaque cellule réceptrice 151 comprend :

- une porte ET P4 dont les deux entrées sont respectivement connectées au bus de commande de colonne 153 et au bus de commande de ligne 152,
- un bistable B4 dont l'entrée est connectée à la sortie de 25 la porte P4 et
- un transistor de commutation T4 dont l'électrode de commande est connectée à la sortie du bistable B4 et dont les deux autres électrodes sont respectivement connectées d'une part au bus d'information de demi-ligne 157 et d'autre part 30 à l'anode d'une photodiode D4 dont la cathode est à la masse.

Ainsi, l'envoi simultané par le circuit de sélection 150 d'impulsions sur des bus 152, 153 et 154 déterminés commande, au moyen des bistables B3 et B4, la connexion d'une photodiode 154 déterminée à un bus d'information 157 déterminé et la connexion de celui-ci à un canal de sortie 156 déterminé. De même que dans l'exemple R4, les cellules périphériques peuvent être munies d'accès individuels.

EXEMPLE R7.

Les figures 33 et 34 illustrent un exemple de réalisation d'un récepteur bi-canaux sans blocage conforme à l'invention dans lequel chaque cellule accède à deux bus 5 167 d'information tandis que deux bus 162 et 163 de commande par colonne et un bus de commande 165 par ligne permettent de sélectionner la cellule désirée et le bus d'information qui la relie au canal de sortie.

Dans ce cas particulier (récepteurs bi-canaux) la 10 matrice de commutation devient inutile. Il suffit de connecter alternativement les bus d'information 167 sur l'un et sur l'autre de deux canaux de sortie d'information 168.

Le circuit de sélection 160 délivre ses impulsions de commande au moyen de trois séries de bus, à savoir:
15 - une première série de bus de commande de colonne de cellules 162 dont chacun dessert toutes les cellules 161 d'une même colonne,
- une deuxième série de bus de commande de colonne de cellules 163 dont chacun dessert aussi toutes les cellules 161
20 d'une même colonne et
- des bus de commande de ligne 165 dont chacun dessert les cellules 161 d'une même ligne.

Chaque cellule réceptrice 161 comprend :
- une porte ET P51 dont les deux entrées sont respectivement 25 connectées au bus 165 qui dessert la ligne de cellules correspondantes et au bus 163 qui dessert la colonne de cellules correspondantes,
- une bascule bistable B51 dont l'entrée est connectée à la sortie de la porte P 51,
30 - une porte ET P52 dont les deux entrées sont respectivement connectées audit bus 165 et au bus 162 qui dessert ladite colonne de cellules,
- une photodiode D5 dont la cathode est connectée à la masse et
35 - deux transistors de commutation T51 et T52 dont les électrodes de commande sont connectées respectivement aux sorties des bascules B51 et B52 et qui relient en série les deux bus d'information 167 qui desservent ladite ligne de cellules.

- 36 -

Un tel récepteur multi-cellules à deux canaux permet, sans risque de blocage, d'accéder à deux cellules quelconques et de les connecter respectivement à l'un et à l'autre des deux canaux de sortie.

5 La figure 35 illustre une variante dans laquelle l'adjonction d'un deuxième bus de commande par ligne de cellules, ici le bus 164, permet de supprimer les deux bascules B51 et B52 (fig.34) au sein de chaque cellule 161.

EXEMPLE R8.

10 On a vu que, dans les récepteurs multi-cellules multi-canaux à accès par demi-ligne décrits dans l'exemple R6, un blocage se produit dès que l'on veut accéder simultanément à deux cellules d'une même demi-ligne.

15 La combinaison des dispositions des exemples R6 et R7 permet d'améliorer l'accessibilité des cellules. L'exemple de réalisation de récepteur que l'on considère maintenant (figures 36 et 37) comporte en effet des moyens qui permettent à chaque cellule d'une demi-ligne d'accéder à deux bus d'information. Deux séries de bus de commande sont 20 respectivement affectées à la sélection des lignes de cellules et à la sélection des colonnes de cellules. Des impulsions de commande de polarités différentes désignent le bus d'information affecté à une cellule sélectionnée. La figure 36 ne montre qu'un quart de récepteur, les trois autres 25 quarts ayant la même structure mais pouvant comporter des nombres de cellules différents.

Ledit récepteur comprend une pluralité de cellules 171, accessibles par demi-lignes et une pluralité de cellules 171P à accès individuel. Le circuit de sélection (non représenté) délivre ses impulsions de commande par l'intermédiaire 30 des séries de bus 172, 173 et 174.

Une cellule à accès restrictif (c'est-à-dire appartenant à une demi-ligne) 171 comprend (fig.37) :

35 - deux portes ET P71 et P72 dont chacune a une entrée connectée à un bus 172 de commande de colonne et à un bus 173 de commande de ligne (l'entrée de la porte P72 connectée au bus 173 n'est sensible, contrairement aux autres entrées, qu'aux impulsions négatives);

- 37 -

- deux bascules bistables B71 et B72 dont les entrées sont respectivement connectées aux sorties des portes P71 et P72;
 - une photodiode D7 dont la cathode est à la masse et
 - deux transistors de commutation T71 et T72 qui relient la
- 5 photodiode D7 respectivement aux deux bus d'information 176 desservant la cellule 171 et dont les électrodes de commande sont respectivement connectées aux sorties des bistables B71 et B72.

Ainsi, si une première impulsion de commande
10 (par exemple positive) est délivrée par le bus 172 et si une deuxième impulsion de commande est simultanément délivrée par le bus 173, deux cas peuvent se présenter :

- la deuxième impulsion de commande est positive : la porte P71, par l'intermédiaire de la bascule B71, débloque le transistor T71 qui établit la connexion entre la photodiode D7 et le bus 176 directement connecté à ce transistor T71;
- la deuxième impulsion de commande est négative : la porte P72, par l'intermédiaire de la bascule B72, débloque le transistor T72 qui établit la connexion entre la photodiode D7 et 20 le bus 176 directement connecté à ce transistor T72.

Les connexions entre les bus 176 et les canaux de sortie 175 sont établies au moyen d'une pluralité d'interrupteurs dont le schéma est identique à celui des interrupteurs 147 et 155 des figures 27 et 31. On voit sur la figure 36 que certains de ces interrupteurs, repérés 177P, sont commandés par un bus 172 ou 173 pour établir la connexion entre une cellule périphérique 171P et l'un des canaux de sortie 175. D'autres, repérés 177R, sont commandés par un bus 173 pour établir la connexion entre un bus d'information de demi-ligne 30 176 et l'un des canaux de sortie 175. En fait, une très grande variété de dispositions, que l'on ne détaillera pas ici, est possible. A titre d'exemple dans la figure 36 un même bus de commande 172 est utilisé pour la sélection de toutes les cellules d'une même colonne (cellule périphérique et cellules appartenant à une même demi-ligne) tandis qu'un même bus de commande 173 peut être utilisé pour la sélection de toutes 35 les cellules d'une même ligne qu'elles soient périphériques ou non.

- 38 -

La figure 38 illustre une variante de réalisation du schéma de cellule de la figure 37. Une porte ET supplémentaire P73, à deux entrées sensibles aux seules impulsions négatives, est elle aussi connectée aux conducteurs 172 et 173 de bus de sélection. Sa sortie est connectée aux entrées RS (reset) des bascules B71 et B72. Cette adjonction permet de ré-initialiser ces bascules, quel que soit leur état antérieur, au moyen d'impulsions négatives acheminées simultanément par les deux bus 172 et 173. Cette précaution peut être utile si l'état des bascules est inconnu ou incertain, à la suite par exemple d'une coupure de courant ou d'une erreur de programmation. Une autre variante consiste à utiliser, dans le schéma de la fig.37, une seule porte ET et une seule bascule à trois états et trois sorties dont deux seulement sont connectées aux transistors T71 et T72. Chacune des sorties est activée à tour de rôle par permutation circulaire à réception d'impulsions.

Quelle que soit la solution adoptée, le récepteur multi-cellules à quatre canaux de la figure 36 permet de desservir un abonné en offrant à celui-ci, par exemple :

- un accès sans blocage à quatre programmes diffusés par des émetteurs périphériques du tableau émetteur,
- un accès sans blocage à au moins deux communications visiophoniques retransmises par n'importe quels émetteurs.

Il est bien entendu encore possible d'accroître le nombre de canaux. Dans ce type de structure, un blocage n'apparaît que si l'on cherche à accéder à plus de $(n+1)$ cellules à accès restrictif appartenant à n demi-lignes consécutives.

EXAMPLE R9.

Les figures 39 et 40 sont relatives à un autre exemple de réalisation de récepteur multi-cellules bi-canaux sans blocage conforme à l'invention qui diffère de celui de l'exemple R7 (figures 33, 34 et 35) en ce que l'utilisation de deux séries de bus de commande et de deux séries de bus d'information (à savoir un bus de commande et un bus d'information par ligne de cellules ainsi que par colonne de cellules) permet d'utiliser des cellules réceptrices sans bascules bistables. Chaque cellule 180 comprend deux transistors de commutation T81 et T82 dont les électrodes de commande sont

- 39 -

connectées respectivement à un bus de commande de ligne 181 et à un bus de commande de colonne 182. Ces deux transistors connectent une photodiode D8 (reliée à la masse par sa cathode) respectivement au bus d'information de colonne 184 et 5 au bus d'information de ligne 183. Tous les bus d'information 183 sont connectés au canal de sortie 185 par autant d'interrupteurs 186 dont chacun est commandé par une liaison 187. Tous les bus d'information 184 sont connectés au canal de sortie 188 par d'autres interrupteurs 189 dont chacun est 10 commandé par une liaison 190. Les bus de commande 181 et 182 et les liaisons de commande 187 et 190 acheminent des signaux de commande délivrés par un circuit de sélection non représenté.

Ainsi la commutation d'une cellule quelconque 15 peut être opérée :

- soit par le canal de sortie 185 au moyen d'un signal adressé simultanément sur un bus de commande 182 et sur une liaison de commande 187,
- soit sur le canal de sortie 188 au moyen d'un signal 20 adressé simultanément sur un bus de commande 181 et sur une liaison de commande 190.

EXEMPLE R10.

La figure 41 montre un exemple de réalisation d'un récepteur multi-cellules à cinq canaux de sortie sans 25 blocage. Les cellules 201 sont conformes au schéma de la figure 37 ou de la figure 38. Le circuit de sélection n'est pas montré. Il délivre ses ordres par autant de bus de commande de ligne 202 que de lignes de cellules, par autant de bus de commande de colonne 203 que de colonnes de cellules 30 et par autant de bus de sélection de canal 204 qu'il existe de canaux de sortie 205. Les interrupteurs 206 et 207 sont tous conformes au schéma de la figure 31. Les uns (206) sont alignés en lignes qui prolongent les lignes des cellules. Les autres (207) sont alignés en colonnes qui prolongent les 35 colonnes de cellules. Selon la polarité des impulsions de commande délivrées à un bus 202 et à un bus 203 (cas du schéma de cellule conformes aux fig. 37 et 38) ou selon le nombre d'impulsions reçues, la cellule 201 qui est située à l'intersection de ces deux bus de commande est connectée sur

- 40 -

un bus d'information de ligne 208 ou sur un bus d'information de colonne 209. Simultanément, l'envoi d'une impulsion sur l'un des bus de commande de canal 204 permet de commuter, par le jeu d'un interrupteur 206 ou 207, ledit bus d'information 5 sur le canal de sortie 205 correspondant.

Dans un tel récepteur multi-cellules multi-canaux, il n'y a aucun risque de blocage si le nombre de canaux de sortie est égal ou inférieur à cinq. Des restrictions d'accès apparaissent au contraire si le nombre de canaux de sortie 10 est supérieur à cinq, car les risques de blocage existent dès que l'on cherche à accéder à plus de cinq cellules voisines en raison de l'arrangement du réseau de bus d'information.

Pour illustrer cette sujetion, on a représenté par des doubles traits en bas et à gauche de la figure, des 15 exemples de connexions possibles de cellules voisines. Des quatre cellules 201 voisines marquées d'une croix, deux sont commutables respectivement sur deux bus consécutifs d'information de ligne 208 et deux autres sur deux bus consécutifs d'information de colonne 209. Une cinquième, marquée 20 d'un petit cercle, est commutable sur un troisième bus d'information de colonne (ou sur un troisième bus d'information de ligne). Il y aurait blocage si l'on tentait de commuter sur un sixième canal de sortie la sixième cellule 201 située au-dessous de la cellule 201 marquée d'un cercle.

25 Par conséquent, on peut dans un récepteur multi-cellules multi-canaux conforme au schéma de la figure 41 ajouter un sixième, un septième canal supplémentaire, etc... à condition d'accepter des risques de blocage. Mais on peut aussi ajouter, comme dans certains des exemples précédents, 30 des accès individuels aux cellules périphériques. On peut enfin, pour réduire les risques de blocage, prévoir un accès par demi-ligne et par demi-colonne au lieu d'un accès par ligne et par colonne (voir à ce propos l'exemple R6 et la figure 30).

35 EXAMPLE R11.

La figure 42 montre le schéma partiel d'un récepteur multi-cellules à au plus huit canaux de sortie sans blocage. Chaque cellule 211 est desservie par quatre bus d'information, à savoir les deux bus d'information de ligne 212

- 41 -

qui la longent de part et d'autre et les deux bus d'information de colonne 213 qui la longent de chaque côté. Ainsi, un même bus 212 disposé entre deux lignes de cellules dessert ces deux lignes et un même bus 213 disposé entre deux colonnes de cellules dessert ces deux colonnes. La commande de commutation de chaque cellule est assurée au moyen d'un bus de commande de ligne 214 et au moyen d'un bus de commande de colonne 215. Les interrupteurs 216 et 217 sont réalisés et disposés respectivement comme le sont les interrupteurs 206 et 207 de l'exemple R10 (fig.41) pour établir la connexion entre l'un des bus de sortie d'information 219 et l'un des bus d'information 212 ou 213. Ils sont commandés par un bus de commande de colonne 214 ou un bus de commande de ligne 215 et en outre par un bus de sélection de canal 218. Tous les bus de commande et de sélection sont sous la dépendance du circuit de sélection 210.

La figure 43, dans laquelle les doubles traits ont la même signification que dans la figure 41, montre que huit cellules voisines seulement peuvent être connectées à des bus d'information différents, ce qui limite le nombre des canaux de sortie 219 à huit si l'on veut éliminer tout risque de blocage.

Les cellules doivent être conçues de façon à pouvoir être commutées sur l'un quelconque des quatre bus d'information qui les entourent (à savoir deux bus 212 et deux bus 213).

La figure 44 montre un exemple de réalisation de la sélection du bus d'information au moyen d'impulsions de commande de polarités différentes transmises simultanément sur le bus de commande 214 et sur le bus de commande 215.

Les transistors de commutation T91, T92, T93 et T94 relient respectivement la photodiode D9 aux deux bus d'information 212 et aux deux bus d'information 213. La cathode de la photodiode D9 est à la masse. L'ordre de commutation constitué par des impulsions acheminées simultanément par les bus de commande 214 et 215, est décodé par les quatre portes ET P91,...,P94 qui sont munies chacune de deux entrées chaque entrée n'étant sensible qu'à une polarité déterminée.

- 42 -

L'ordre reconnu par l'une des portes P91,...,P94 donne lieu à l'envoi d'une impulsion à une bascule bistable B91,...,B94 qui mémorise l'information et commute le transistor T91,...,T94 pour relier la photodiode D9 au bus d'information 212 ou 5 213 désigné par la commande.

La figure 45 montre un exemple de réalisation de cellule dans lequel la sélection du bus d'information s'effectue en fonction du nombre d'impulsions transmises sur l'un des bus de commande cependant qu'une polarité continue est 10 affichée sur l'autre. On retrouve dans ce schéma les bus de commande 214 et 215, les deux bus d'information de ligne 212, les deux bus d'information de colonne 213, les quatre transistors de commutation T91,...,T94 et la photodiode D9.

La porte ET P90A sensible aux impulsions positives, 15 est connectée aux deux bus 214 et 215 par des diodes qui lui transmettent seulement les impulsions positives. La porte ET P90B sensible aux impulsions négatives, est connectée à ces deux bus par des diodes qui lui transmettent seulement les impulsions négatives. Un compteur d'impulsions C9 débloque au 20 moyen de quatre portes ET P95,...,P98 celui des transistors T91,...,T94 qui est désigné par la commande. La présence d'une impulsion négative sur les deux bus de commande provoque la remise à zéro du compteur. Une bascule monostable B95 dont l'entrée est reliée à la sortie de la porte P90A et dont 25 la sortie inverseuse est reliée aux entrées des portes P95,...,P98 interdit la transmission de signaux de commande intempestifs aux transistors de commutation T91,...,T94 pendant la phase de comptage des impulsions.

Remarques 3.

30 Le nombre maximal de canaux de sortie dont on peut équiper un récepteur (ou un émetteur) multi-cellules sans risque de blocage dépend du nombre de bus d'information par ligne et par colonne ainsi que du nombre de ces bus d'information auxquels chaque cellule a accès. Il faut évidemment 35 que le nombre de bus de commande par cellule et que le nombre de signaux de commande différents disponibles sur ces bus de commande soient tels que la cellule puisse reconnaître le bus d'information sur lequel elle doit se commuter.

Un calcul simple montre par exemple :

- que l'utilisation de deux bus d'information par ligne de cellules et de deux bus d'information par colonne, avec possibilité d'accès de chaque cellule à quatre bus, permet de disposer de dix-huit canaux de sortie sans risque de blocage;
- 5 - que, avec le même nombre de bus d'information, la possibilité d'accès de chaque cellule à huit bus permettrait de disposer de vingt-quatre canaux de sortie sans blocage.

Plus généralement, si le nombre de bus d'information par ligne et par colonne est b, le nombre de canaux offerts sans blocage est $b(4b+1)$ dans le cas où chaque cellule n'a accès qu'à 2b bus et $4b(b+1)$ dans le cas où chaque cellule a accès aux 4b bus voisins. En outre, les risques de blocage en utilisant un nombre supérieur de canaux de sortie sont d'autant plus faibles que le nombre de canaux disponibles sans risque de blocage est plus grand.

EXEMPLE R12.

Cet exemple, ainsi que le suivant, concerne la possibilité de réalisation sous la forme de circuits intégrés de récepteurs multi-cellules multi-canaux avec accès individuel à chaque cellule, cet accès individuel éliminant évidemment tout risque de blocage, quel que soit le nombre de canaux de sortie. La figure 46 montre un quadrant du récepteur. Le récepteur complet se déduit par rotation de la partie représentée. Il comporte trente-six cellules 221 rangées en six lignes et en six colonnes et la figure montre par conséquent trois demi-lignes et trois demi-colonnes, soit neuf cellules.

Chaque cellule 221 dispose de sa propre liaison de sortie d'information 222. La matrice de cellules est entourée par un nombre n de canaux de sortie d'information 223 dont chacun est connecté à une borne de sortie 224. L'accès de chaque liaison d'information 222 à chaque canal de sortie d'information 223 est obtenu au moyen d'un interrupteur 225 dont la commande est réalisée au moyen d'un bus de sélection de canal 226, qui flanque le canal de sortie d'information correspondant 223 et au moyen d'un bus de sélection de cellule 227 qui croise les canaux 223 et les bus 226. La figure 46 montre qu'il est possible dans une structure plane

- 44 -

d'éviter le croisement des liaisons d'information 222 et de limiter à un le nombre de conducteurs qui passent entre deux cellules voisines. Cette possibilité est due au fait que dans une matrice de trente-six cellules le nombre d'intervalles 5 entre demi-lignes et entre demi-colonnes (qui est de 20) est supérieur au nombre de cellules internes.

EXEMPLE R13.

D'une manière générale, dans une matrice carrée, si l'on appelle R le nombre de lignes et le nombre de colonnes, le nombre de cellules internes est $(R-2)^2$ et le nombre total d'intervalles entre demi-lignes et entre demi-colonnes est $4(R-1)$. Dès que R est supérieur à 6, $(R-2)^2 > 4(R-1)$ et, dans une structure plane, il devient nécessaire de faire passer au moins deux conducteurs entre certaines cellules si 15 l'on désire que toutes disposent d'un accès individuel.

La figure 47 montre la disposition des cellules et des conducteurs dans un récepteur à soixante-quatre cellules arrangeées en huit lignes et huit colonnes. Comme dans la figure 46, on ne voit qu'un quadrant du récepteur, les trois 20 autres quadrants s'en déduisant par rotation. Les repères des cellules, des bus, etc... sont obtenus en ajoutant le nombre dix aux repères des éléments homologues de la figure 46. On voit que l'on est obligé de faire passer deux conducteurs de sortie 232 d'information de cellules entre certaines rangées, ce qui peut conduire à augmenter le pas des cellules 25 ou bien, pour éviter cet accroissement de pas, à déposer des conducteurs transparents recouvrant certaines desdites cellules.

Une autre solution, qui complique la réalisation 30 et le montage des récepteurs sur les tableaux, consiste à remplacer tout ou partie des conducteurs déposés sur le substrat par des conducteurs aériens. Ainsi, par exemple, les sorties des cellules 231 marquées d'une croix (soit douze 35 cellules au total pour l'ensemble du récepteur) peuvent s'effectuer au moyen de conducteurs aériens, tandis que les sorties des cinquante-deux cellules restantes sont obtenues au moyen de conducteurs 232 déposés sur le substrat. Ainsi le nombre de conducteurs qui passent entre deux cellules voisines ne dépasse pas un.

EXEMPLE E1.

Les figures 48, 49 et 50 sont relatives au schéma d'un émetteur multi-cellules selon l'invention à quatre zones (sous-ensembles) de cellules émettrices élémentaires et à 5 quatre canaux d'entrée. La matrice de cellules est partagée en quatre zones égales ou inégales 530A, ..., 530D. De même que dans l'exemple R1 (récepteur multi-cellules), la commande de cet émetteur est "éclatée" en 5 circuits 500, 500A, 500B, 500C, 500D, ce qui permet avantageusement de réduire la longueur des bus de commande. 10

Chaque zone comprend, outre les cellules, son circuit de sélection commandé par le circuit 500, un bus de commande de colonne, un bus d'information de ligne et un canal d'entrée d'information. C'est ainsi que dans la zone 15 530B (qui inclut les cellules émettrices 501B, les bus de commande de colonne 513B, les bus d'information de ligne 505B, les interrupteurs de bus d'information de ligne 504B et les bus de commande de ligne 517B), le signal d'entrée délivré au canal 520B est aiguillé vers la ligne de cellules 20 501B sélectionnée au moyen d'un interrupteur 504B actionné par un bus de commande de ligne 517B. Les interrupteurs 504B sont des transistors de commutation à effet de champ mais ils peuvent être remplacés par tout autre genre de point de commutation compatible avec les débits des signaux d'information transmis et avec la technologie utilisée. 25

La sélection d'une cellule déterminée dans la ligne de cellules désignée est effectuée au moyen du bus 513B commandant la colonne correspondante de cellules. Chaque cellule 501B comprend (fig.50) un transistor de commutation T10 qui connecte, lorsqu'il est débloqué, le bus 30 d'information de ligne 505B à l'anode d'une diode électroluminescente D10 dont la cathode est à la masse. L'électrode de commande de transistor T10 est connectée audit bus 513B.

35 EXEMPLE E2.

La variante illustrée par les figures 51 et 52 permet d'éviter la présence d'un transistor de commutation dans chaque cellule. Celle-ci est constituée par une unique diode électroluminescente D11 dont l'anode est directement

- 46 -

connectée au bus d'information de ligne correspondant 505B et dont la cathode est directement connectée à un bus d'information de colonne 604B. Un interrupteur 602B de commande de colonne, constitué par un transistor de commutation qui
5 permet de connecter ledit bus 604B à un bus de masse 603B lorsque son électrode de commande reçoit un signal de l'un des bus de commande de colonne 513B, assure la connexion à la masse de toutes les diodes D11 (cellules 601B) d'une colonne. Ainsi, l'envoi d'un signal de sélection de ligne dans
10 l'un des interrupteurs 504B et d'un signal de sélection de colonne dans l'un des interrupteurs 602B établit un circuit entre la borne d'entrée d'information 520B et la masse par l'intermédiaire de la cellule 601B située à l'extrémité de ladite ligne et de ladite colonne. Cette variante n'est réa-
15 lisable sous la forme d'un circuit intégré que si les cellules émissives D11 peuvent être isolées du substrat.

Remarques 4.

Il existe beaucoup d'analogies entre le récepteur multi-cellules multi-canaux de l'exemple R1 (fig. 12 et 13) 20 et l'émetteur multi-cellules multi-canaux de l'exemple E1 (fig. 48, 49 et 50). En fait, l'émetteur diffère du récepteur simplement par les modifications suivantes :

- suppression des circuits qui étaient destinés à la polarisation inverse des photodiodes (fig.13) et qui comprenaient des bornes telles que 102B et des résistances telles que 103B;
- 25 - remplacement dans chaque cellule de la photodiode par une diode électro-luminescente.

L'émetteur de l'exemple E2 diffère en outre du récepteur de l'exemple R1 par la suppression dans chaque cellule du transistor de commutation, par l'isolation des cellules (diodes électro-luminescentes) par rapport au substrat, par la substitution de bus d'information de colonne aux bus de commande de colonne et par l'adjonction de transistors de commutation actionnés par les bus de commande de colonne et 35 reliant les bus de l'information de colonne à la masse.

Le réseau de bus de commande est le même. Les bus d'information de lignes de cellules sont les mêmes à ceci près qu'ils sont utilisés dans le cas du récepteur pour la sortie d'informations et dans le cas de l'émetteur pour

- 47 -

l'entrée d'informations. Ce sont dans les deux cas des bus d'acheminement d'informations qui relient chacune des cellules à un canal (par exemple 105B dans la fig.13 de l'exemple R1 et 505B dans les fig. 49 et 51 des exemples E1 et E2).

5 Il résulte de ces analogies que toutes les dispositions caractérisantes indiquées dans les exemples R2, R3, ..., R13 de réalisation de récepteurs multi-cellules multi-canaux selon l'invention sont valables pour la réalisation d'émetteurs multi-cellules multi-canaux. On peut citer par
10 exemple l'adjonction de cellules à accès individuel, l'utilisation de matrices de commutation permettant de connecter au choix sur un canal déterminé des zones de cellules ou des cellules à accès individuel, etc...

Remarques 5.

15 De même que les émetteurs multi-cellules de l'art antérieur, les émetteurs multi-cellules multi-canaux tels que ceux décrits dans les exemples E1 et E2 (fig. 48 à 52) permettent de desservir simultanément avec le même programme un nombre quelconque d'abonnés connectés aux récepteurs qui
20 sont conjugués, dans le tableau récepteur conjugué, avec les cellules émettrices d'une même rangée (ligne ou colonne) d'une même zone.

Par exemple, dans le schéma de la figure 49, la commande au moyen d'un interrupteur 504B et au moyen de tous
25 les bus 513B permet de connecter au canal 520B toutes les cellules de la ligne correspondant à ce interrupteur. Dans le schéma de la figure 51, le même résultat est obtenu par la commande d'un interrupteur 504B et de tous les interrupteurs 602B. Le nombre d'abonnés que l'on peut ainsi simultanément desservir par un même programme n'est limité que par la valeur admissible pour la puissance dissipée par les cellules, qui est proportionnelle au nombre de cellules connectées.

EXEMPLE C6.

35 On considère maintenant les figures 53 et 54 relatives au schéma fonctionnel d'un concentrateur constitué par deux commutateurs conformes à l'invention et dont chacun comprend un tableau sélecteur émetteur et un tableau conjugué récepteur. Les deux tableaux sélecteurs émetteurs sont

- 48 -

chacun constitués essentiellement par un assemblage d'émetteurs multi-cellules multi-canaux conformes aux exemples E1 et E2 précités.

La constitution de ces commutateurs offre de
5 nombreuses analogies avec celle des commutateurs à tableaux sélecteurs récepteurs de l'exemple C1. On en fera donc seulement une description succincte. Le commutateur affecté au sens "descendant" (circuits vers abonnés) comprend le tableau sélecteur émetteur TSEC et le tableau conjugué récepteur
10 TERA. Le commutateur affecté au sens "montant" (abonnés vers circuits) comprend le tableau sélecteur émetteur TSEA et le tableau conjugué récepteur TCRC. On trouvera des exemples de réalisation de la commande centrale CC dans la demande de brevet F 78. 38639 déjà citée.

15 Le concentrateur dessert 1024 abonnés qui disposeront chacun de 4 canaux descendants (4096 récepteurs RA dans le tableau TCRA avec 1024 liaisons multiplex MRA connectées par l'intermédiaire d'équipements d'amplification, de multiplexage et d'injection de lumière tels que MA) et de deux
20 canaux montants (512 émetteurs multi-cellules EA: à 4 canaux d'entrée dans le tableau TSEA munis d'optiques MOA et connectés à 1024 liaisons multiplex MEA par l'intermédiaire d'équipements de détection, d'amplification et de démultiplexage tels que DA).

25 Du côté des circuits, le tableau récepteur TCRC comprend 200 récepteurs RC connectés à des liaisons multiplex sortantes MRC par l'intermédiaire d'équipements de multiplexage tels que MC.

Quant au tableau sélecteur émetteur de circuits
30 TSEC, il comprend 256 émetteurs multi-cellules EC à 4 canaux munis d'optiques MOC. Il reçoit par les liaisons multiplex MEC, par l'intermédiaire d'équipements de démultiplexage tels que DC, 420 canaux dont 170 canaux visiophoniques, 200 canaux de vidéothèque et 50 canaux de télévision.

35 La répartition des canaux sur les émetteurs EMC du tableau TSEC est déterminée en fonction du trafic prévu.
Par exemple :

- les canaux visiophoniques sont raccordés à raison de 4 canaux par émetteur;

- 49 -

- les canaux de télévision, desservant en moyenne 20 abonnés par canal (1024 erlangs-abonnés pour 50 programmes), sont raccordés à raison de 1 canal pour plusieurs émetteurs;
- 5 - les canaux de vidéothèque sont raccordés soit à raison de 4 canaux par émetteur (services individuels) soit à raison de 1 canal pour plusieurs émetteurs (s'il s'agit de services diffusés), soit encore de manière intermédiaire.

10 Selon les statistiques d'exploitation, on trouve ainsi des canaux reliés à une zone d'un émetteur ou de deux ou plusieurs émetteurs, ou encore à deux ou trois zones du même émetteur.

15 On considère une chaîne de télévision dominante, demandée par exemple par le quart des abonnés, soit 256. On suppose que le tableau récepteur est une matrice carrée de 64 lignes et 64 colonnes dans laquelle les 4 récepteurs offerts à un abonné sont implantés consécutivement sur une même colonne, le premier de ces récepteurs étant réservé aux programmes de diffusion dominants. Les 256 récepteurs concernés sont donc disposés dans une ligne sur quatre, c'est-à-
20 dire dans 16 lignes, dans lesquelles ils sont répartis au hasard à raison de 16 par ligne en moyenne. Un émetteur multicellules à 4 canaux du tableau TSEC permet alors de desservir 32 récepteurs en moyenne pris dans 2 lignes de 64. Le nombre d'émetteurs à relier au canal télévision est alors
25 de 8.

Il est facile de déduire des règles de raccordement dans d'autres cas d'utilisation.

Remarques 6.

30 Il est inutile de décrire d'autres exemples de réalisation de commutateurs à tableaux sélecteurs émetteurs de l'invention, car on peut les déduire aisément des exemples de réalisation C1,...,C4 (fig.14,15...,21,22) et C5 (fig.29) en remplaçant chaque tableau sélecteur récepteur par un tableau sélecteur émetteur et chaque tableau conjugué émetteur par un tableau conjugué récepteur.

35 Il est évidemment souhaitable, pour des raisons d'exploitation et pour des raisons économiques, d'utiliser des tableaux émetteurs du même genre et des tableaux

- 50 -

récepteurs du même genre dans un système de commutation mettant en oeuvre au moins deux commutateurs conformes à l'invention. Mais, d'un point de vue purement technique, rien n'empêche par exemple d'utiliser, pour réaliser un concentrateur, un premier commutateur comportant un tableau sélecteur récepteur et un tableau conjugué émetteur et un deuxième commutateur comportant un tableau sélecteur émetteur et un tableau conjugué récepteur.

Revendications.

- 1.- Commutateur opto-électronique, destiné à commuter dans un système de télécommunications les signaux d'au moins une voie entrante d'une pluralité de voies entrantes vers au moins une voie sortante d'une pluralité de voies sortantes, du genre connu qui comprend :
- un tableau émetteur comportant un ensemble d'organes opto-électroniques émetteurs de lumière dits "organes émetteurs" qui reçoivent lesdites voies entrantes et qui émettent des signaux lumineux dont l'intensité reproduit la modulation des signaux acheminés par lesdites voies entrantes,
 - un tableau récepteur comportant un ensemble d'organes opto-électroniques récepteurs de lumière dits "organes récepteurs" qui peuvent tous être illuminés par le tableau émetteur et qui transmettent auxdites voies sortantes des signaux dont l'intensité reproduit la modulation d'au moins un signal lumineux parmi ceux auxquels lesdits organes récepteurs sont exposés
- et dans lequel chacun des organes dits "organes sélecteurs" de l'un de ces tableaux dit "tableau sélecteur" comprend :
- un ensemble de composants élémentaires opto-électroniques dits "cellules" dont le nombre est au moins égal au nombre des organes dits "organes conjugués" de l'autre tableau dit "tableau conjugué",
 - des moyens optiques assurant la conjugaison optique du dit organe sélecteur et du tableau conjugué et
 - des moyens de sélection permettant de commuter au moins une cellule sur chacune des voies reliées audit organe sélecteur,
- caractérisé en ce que, en vue de permettre de réduire le nombre d'organes sélecteurs afin d'obtenir les avantages afférents à ces réductions, chaque organe sélecteur est relié à N voies (125 ou 520) dites "canaux", N étant au moins égal à 2 et en ce que les moyens de sélection de chaque organe sélecteur sont des moyens (100,100A,...100D ou 500, 500A,...,500D) de connecter respectivement à ces N canaux N cellules dudit organe sélecteur.

- 52 -

2.- Commutateur opto-électronique selon la revendication 1, caractérisé en ce que, le tableau sélecteur étant le tableau récepteur (TSRA) dont chaque organe récepteur est un organe sélecteur (RA), les canaux associés à chaque organe 5 récepteur, qui sont des voies sortantes (LRA) sont connectés à un même support de transmission sortant (MRA) par l'intermédiaire de moyens de multiplexage (MA).

3.- Commutateur opto-électronique selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que, le tableau 10 conjugué étant le tableau émetteur (TCEC) dont chaque organe émetteur est un organe conjugué (EC), au moins deux organes émetteurs sont connectés à un même support de transmission entrant (MEC) par l'intermédiaire de moyens de démultiplexage (DC) de voies entrantes.

15 4.- Commutateur opto-électronique selon la revendication 1 caractérisé en ce que, le tableau sélecteur étant le tableau émetteur (TSEC) dont chaque organe émetteur est un organe sélecteur (EC), les canaux associés à chaque organe émetteur, qui sont des voies entrantes (LEC) sont connectés 20 à un même support de transmission entrant (MEC) par l'intermédiaire de moyens de démultiplexage (DC).

5.- Commutateur opto-électronique selon la revendication 1 ou la revendication 4, caractérisé en ce que, le tableau conjugué étant le tableau récepteur (TCRA) dont chaque organe 25 récepteur est un organe conjugué (RA), au moins deux organes récepteurs sont connectés à un même support de transmission sortant (MRA) par l'intermédiaire de moyens de multiplexage (MA) de voies sortantes.

6.- Commutateur opto-électronique selon la revendication 30 2 ou la revendication 5, caractérisé en ce que lesdits moyens de multiplexage comportent un multiplexeur en fréquences ou un multiplexeur temporel.

7.- Commutateur opto-électronique selon l'une quelconque des revendications 2, 5 et 6, caractérisé en ce que, le support de transmission sortant étant une fibre optique, lesdits moyens de multiplexage comportent un multiplexeur en longueurs d'ondes optiques.

- 53 -

- 8.- Commutateur opto-électronique selon la revendication 3 ou la revendication 4, caractérisé en ce que lesdits moyens de démultiplexage comportent un démultiplexeur en fréquences ou un démultiplexeur temporel.
- 5 9.- Commutateur opto-électronique selon l'une quelconque des revendications 3, 4 et 8, caractérisé en ce que, le support de transmission entrant étant une fibre optique, lesdits moyens de multiplexage comportent un démultiplexeur en longueurs d'ondes optiques.
- 10 10.- Commutateur opto-électronique selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que, en vue d'obtenir le renvoi du signal émis par au moins un émetteur sur au moins un autre émetteur, au moins une liaison (LBC) est établie entre au moins un canal de sortie d'au moins un récepteur (RMCR) du tableau récepteur (TSR) et au moins un canal d'entrée d'au moins un émetteur (TCEC1) du tableau émetteur (TCE).
- 15 11.- Commutateur opto-électronique selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que, en vue de permettre une réduction supplémentaire du nombre de cellules des organes sélecteurs, le tableau émetteur et le tableau récepteur sont divisés respectivement en un même nombre de sous-tableaux émetteurs (TCE2, TCE3, TCE4) et de sous-tableaux récepteurs (TSR2, TSR3, TSR4) chacun des sous-tableaux 20 émetteurs illuminant l'un des sous-tableaux récepteurs.
- 25 12.- Commutateur opto-électronique selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'au moins une liaison est établie entre au moins un canal de sortie d'au moins un récepteur d'un sous-tableau récepteur (TSR8) et au moins un canal d'entrée d'au moins un émetteur d'un sous-tableau émetteur (TCE6) qui illumine un autre sous-tableau récepteur (TSR6).
- 30 13.- Organe sélecteur de tableau sélecteur d'un commutateur opto-électronique conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 12, du genre comportant une pluralité de cellules élémentaires disposées selon un arrangement matriciel, c'est-à-dire en lignes et en colonnes, caractérisé en ce qu'il comporte :

- 54 -

- N canaux d'information (125, ou 520A, ..., 520D) N étant au moins égal à 2;
- des moyens de sélection (100A, ..., 100D ou 500A, ..., 500D) permettant de commuter simultanément et respectivement sur 5 chacun de ces N canaux d'information N cellules élémentaires (101 ou 501 ou 601) sélectionnées.
- 14.- Organe sélecteur selon la revendication 13, caractérisé en ce que lesdites cellules élémentaires appartiennent respectivement à N zones déterminées (130A, ..., 130D ou 530A, 10 ..., 530D) de l'arrangement matriciel de cellules.
- 15.- Organe sélecteur selon la revendication 14, caractérisé en ce que l'une au moins des N zones comporte une seule cellule élémentaire (131E).
- 16.- Organe sélecteur selon l'une quelconque des revendications 13 à 15, caractérisé en ce que lesdits moyens de sélection comportent des moyens (142, 144) de commuter au choix sur chacun des N canaux d'information (141) l'une quelconque des cellules sélectionnées.
- 17.- Organe sélecteur selon la revendication 16, caractérisé en ce que lesdits moyens de commutation comportent une pluralité d'interrupteurs (147) disposés en lignes et en colonnes et commandés par un réseau de bus de commande de lignes d'interrupteurs (148) et par un réseau de bus de commande de colonnes d'interrupteurs (146).
- 25 18.- Organe sélecteur selon la revendication 17, caractérisé en ce que chaque interrupteur (147) comporte des moyens (P2, B2) d'assurer sa commande par un signal impulsif délivré par un des bus de commande de lignes d'interrupteurs et par un signal impulsif délivré simultanément 30 par l'un des bus de commande de colonnes d'interrupteurs.
- 19.- Organe sélecteur selon la revendication 16, caractérisé en ce que lesdits moyens de commutation sont des interrupteurs (142) dont chacun est muni de moyens (L1) pour reconnaître une adresse acheminée par un bus d'adressage 35 d'interrupteurs (149).

- 55 -

- 20.- Organe sélecteur selon la revendication 13, caractérisé en ce que lesdits moyens de sélection comprennent des moyens (150,152,154,155) de commuter respectivement sur chacun des N canaux d'information (156) une cellule (151) prise dans N rangées ou fractions de rangées de cellules choisies dans l'arrangement matriciel.
- 5
- 21.- Organe sélecteur selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'au moins une cellule (161 ou 201) comporte des moyens d'accès à deux bus d'information de rangées (167 ou 176 ou 208,209) et en ce que les moyens de sélection (161 ou 177 ou 206,207) permettent de commuter l'un ou l'autre desdits bus sur l'un des canaux d'information (168 ou 175 ou 205).
- 10
- 22.- Organe sélecteur selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'au moins une cellule (211) comporte des moyens d'accès à deux bus d'information de ligne ou de fraction de ligne (212) qui la flanquent et à deux bus d'information de colonne ou de fraction de colonne (213) qui la flanquent également et en ce que les moyens de sélection (216 ou 217) permettent de commuter l'un ou l'autre desdits bus sur l'un des canaux d'information (219).
- 15
- 23.- Organe sélecteur selon l'une quelconque des revendications 13 à 22, caractérisé en ce que, ledit organe sélecteur étant un organe récepteur, chacune desdites cellules comporte une photodiode et les canaux d'information sont des canaux de sortie.
- 25
- 24.- Organe sélecteur selon l'une quelconque des revendications 13 à 22, caractérisé en ce que ledit organe sélecteur étant un organe émetteur, chacune desdites cellules comporte une diode électro-luminescente et les canaux d'information sont des canaux d'entrée.
- 30
- 25.- Organe sélecteur selon l'une quelconque des revendications 13 à 24, caractérisé en ce qu'il est réalisé sous la forme d'un circuit intégré.

1/19

FIG.1

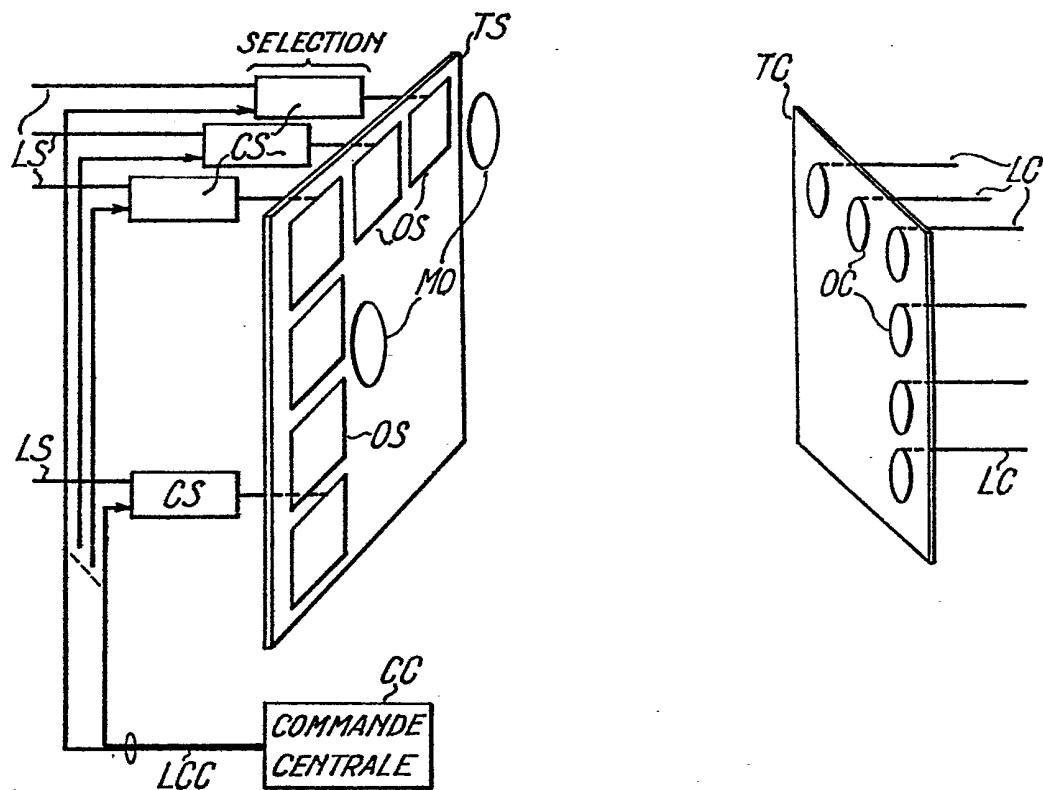
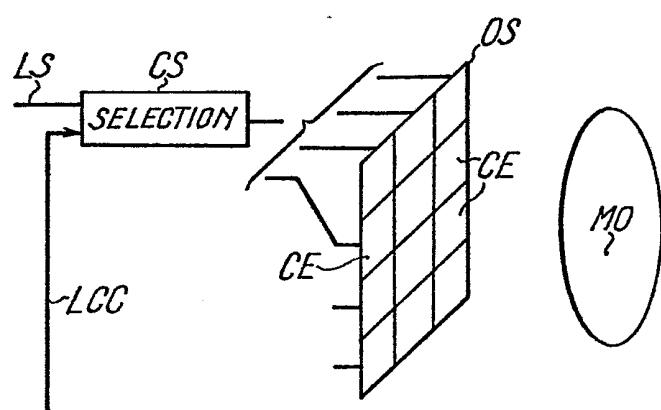


FIG.2



2/19

FIG.3

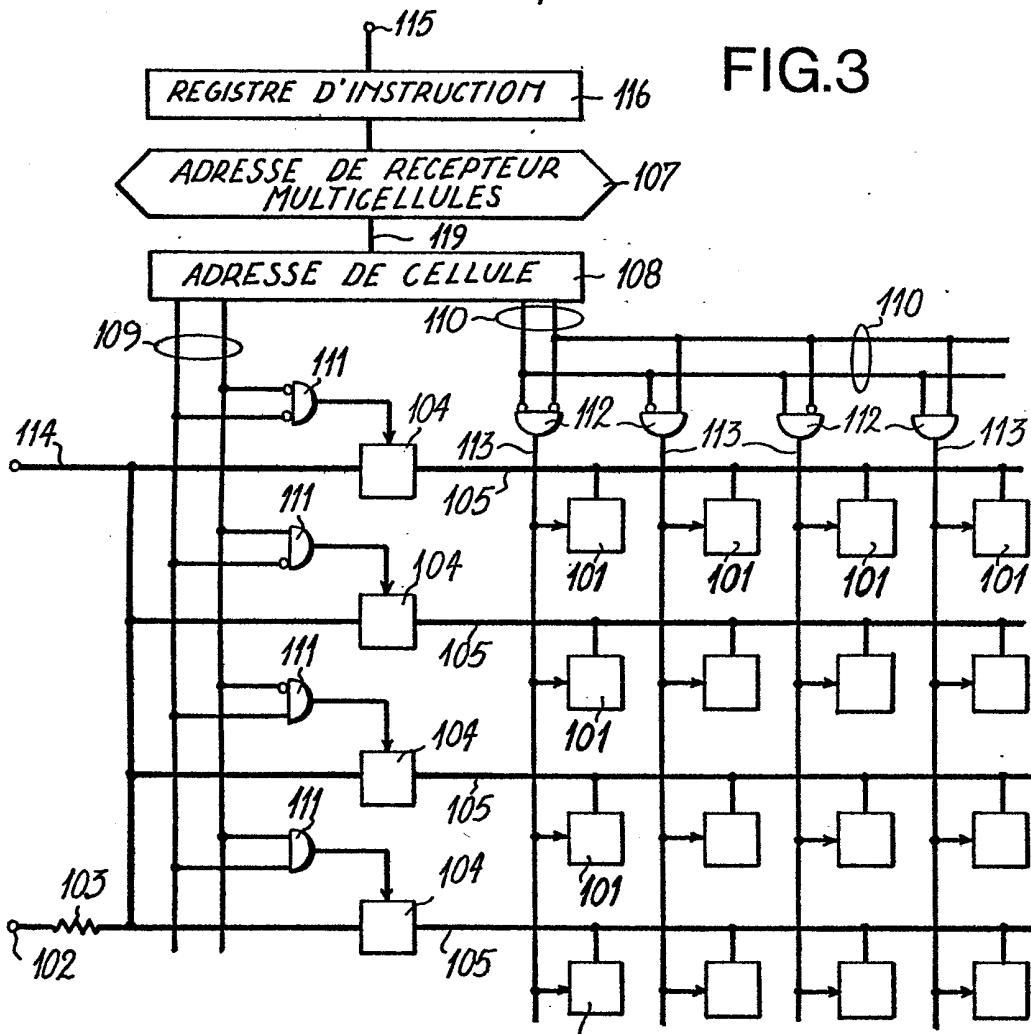


FIG.4

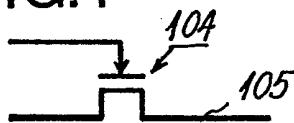


FIG.6

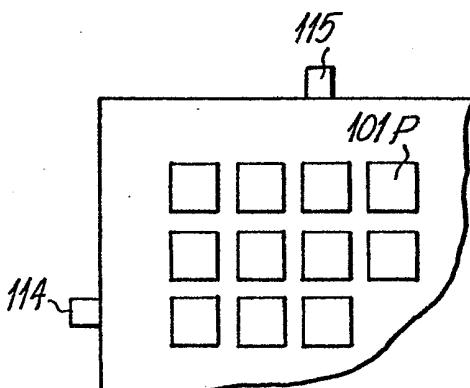
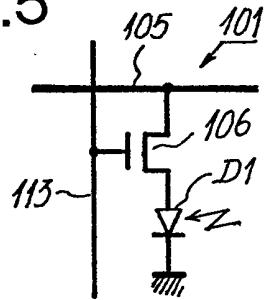
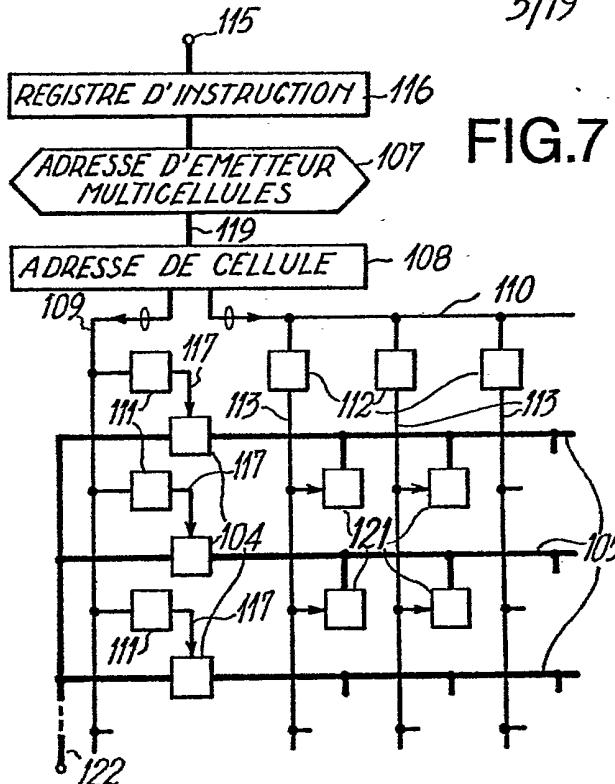
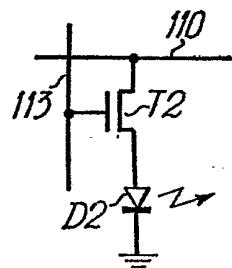
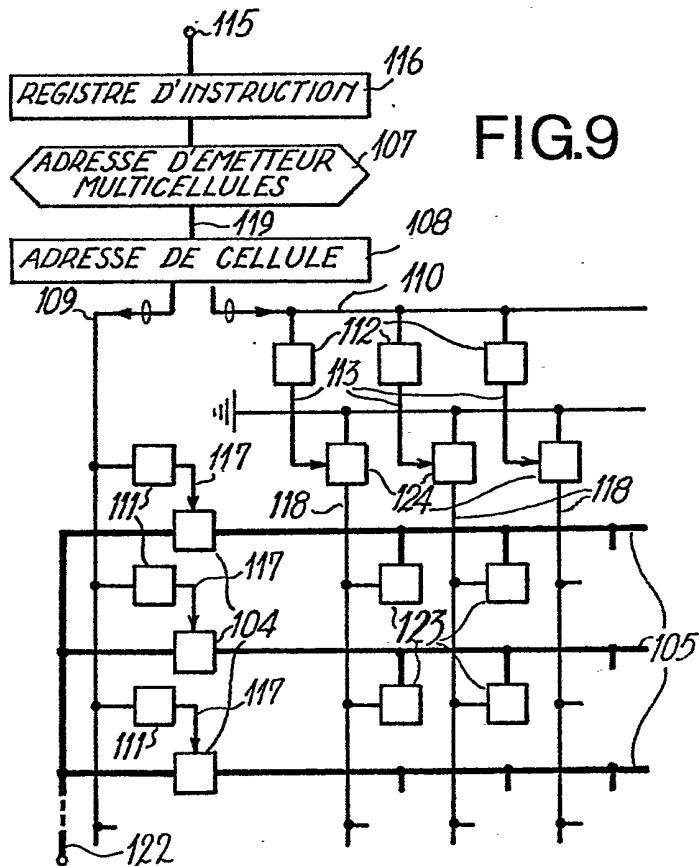
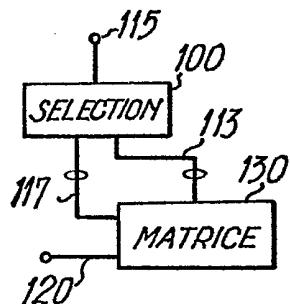
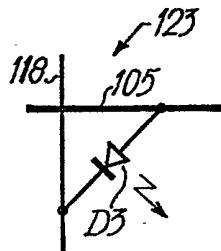


FIG.5



3/19

**FIG.7****FIG.8****FIG.11****FIG.9****FIG.10**

4/19

FIG.12

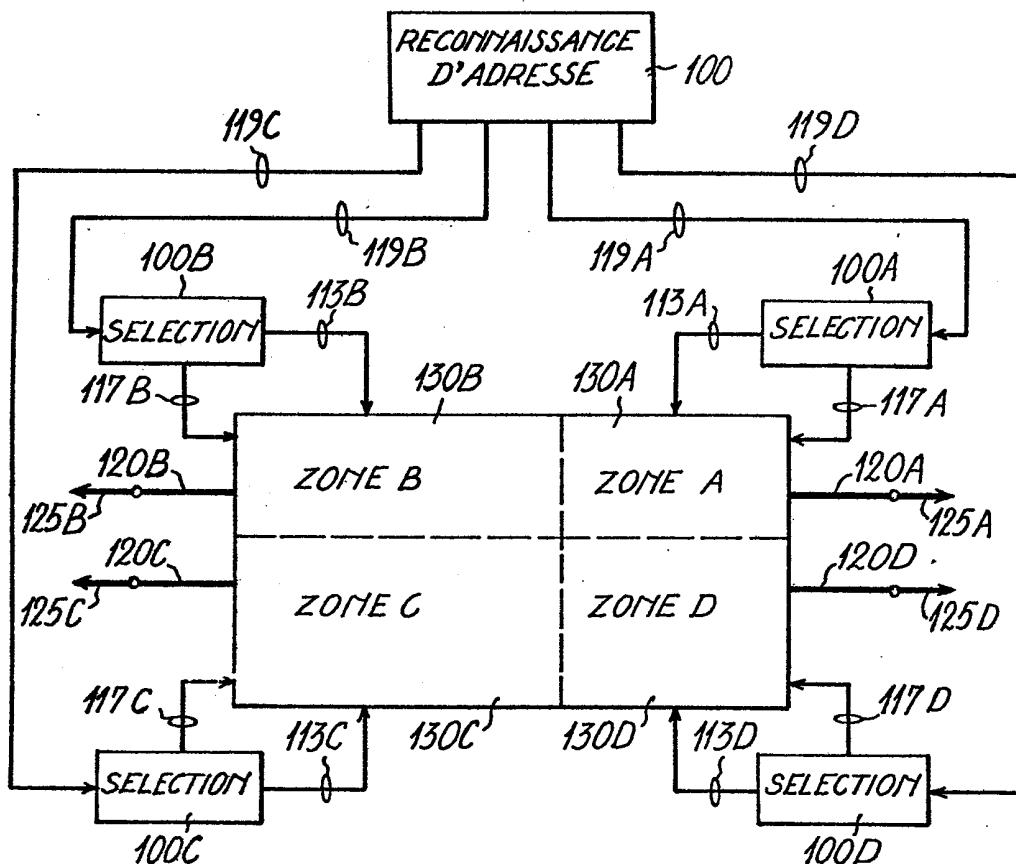
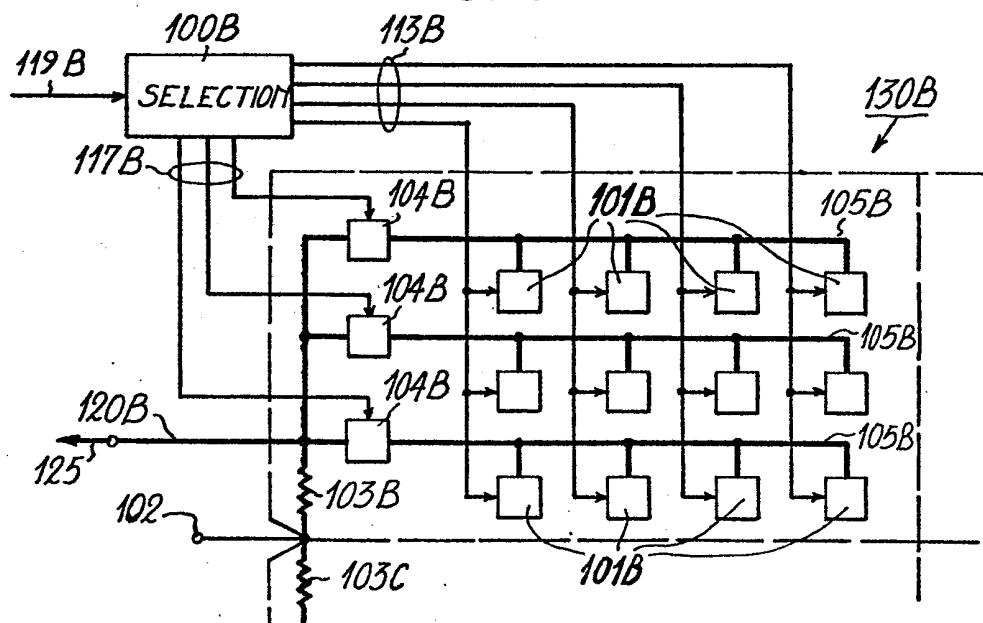


FIG.13



5/19

FIG.14

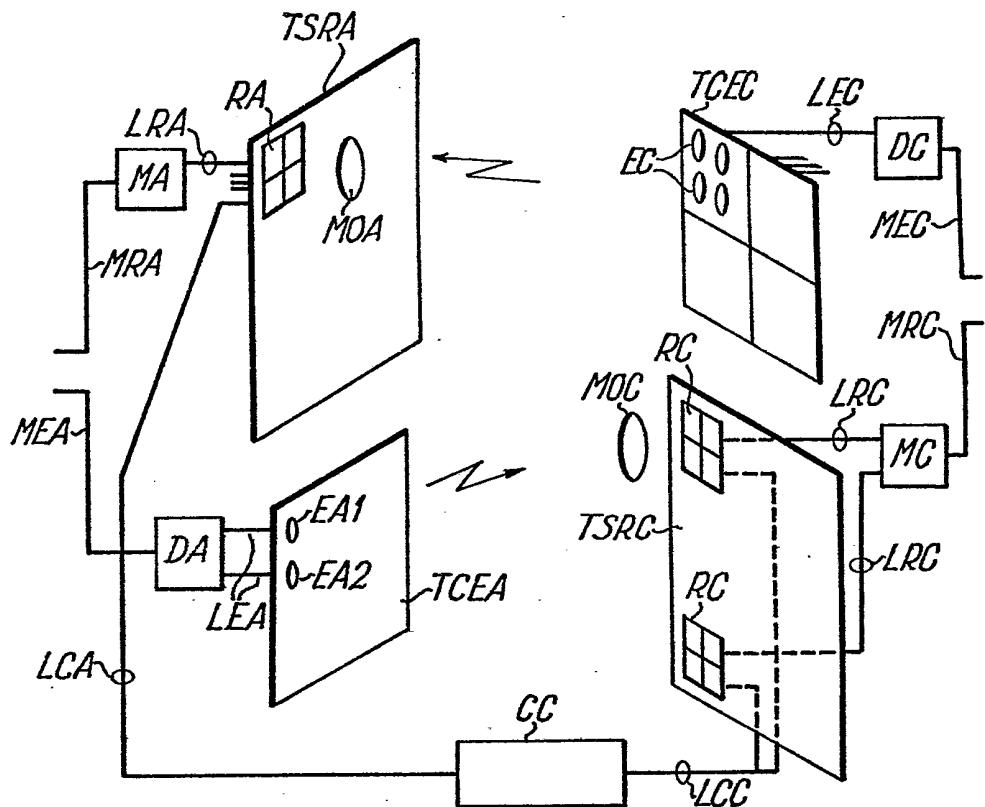


FIG.15

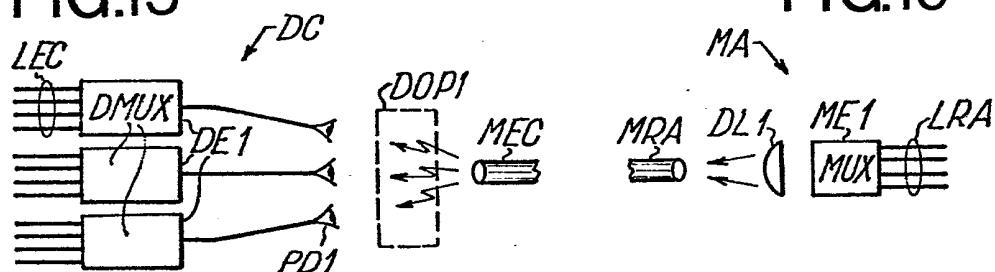


FIG.17

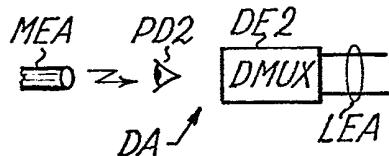


FIG.16

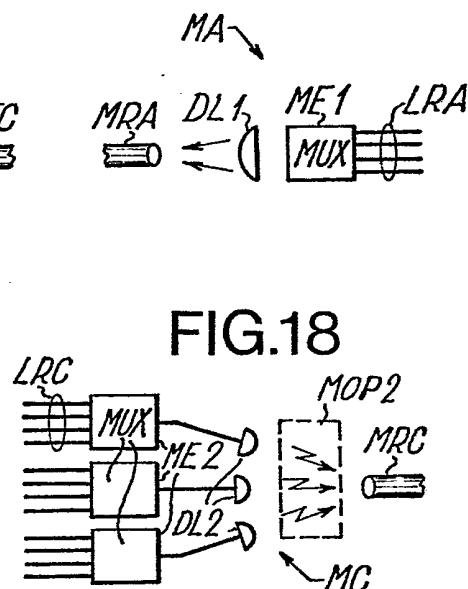


FIG.18

6/19

FIG.19

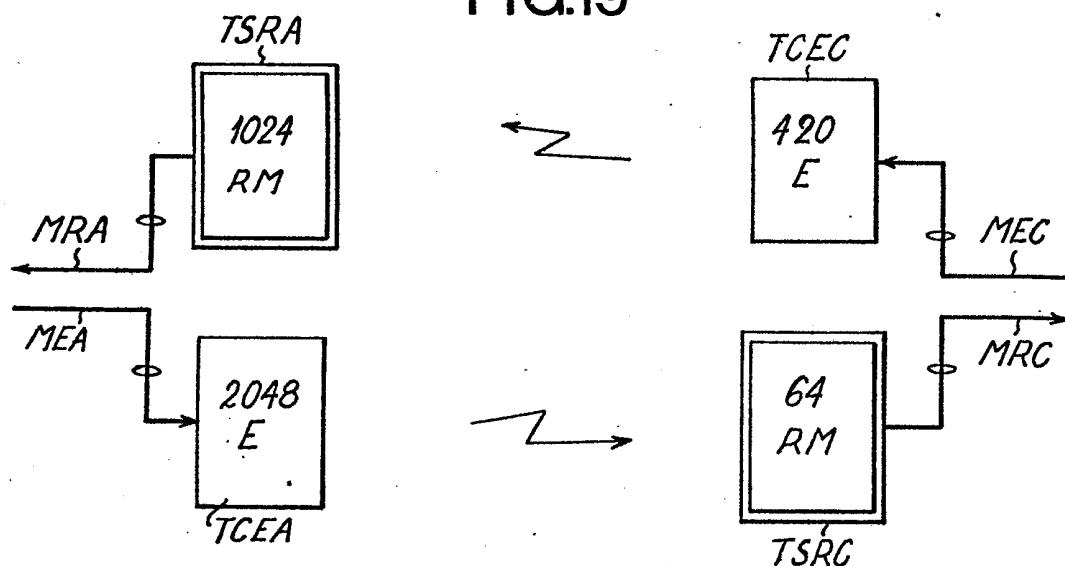
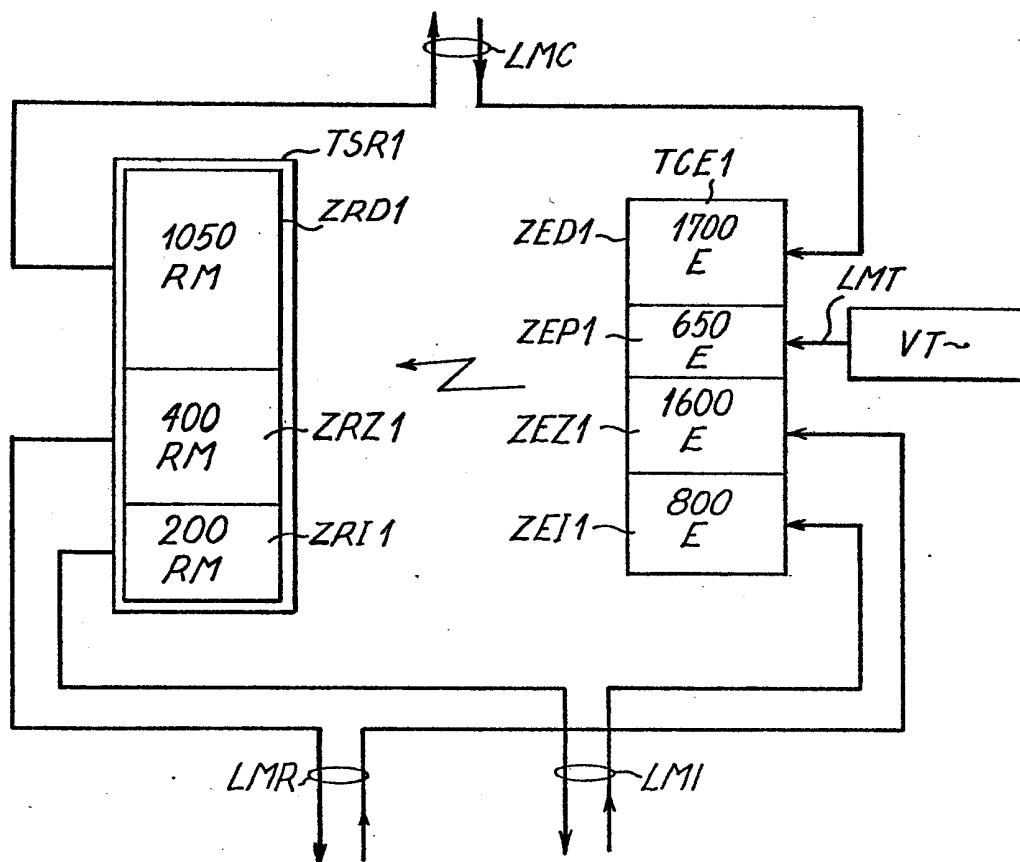


FIG.20



7/19

FIG.21

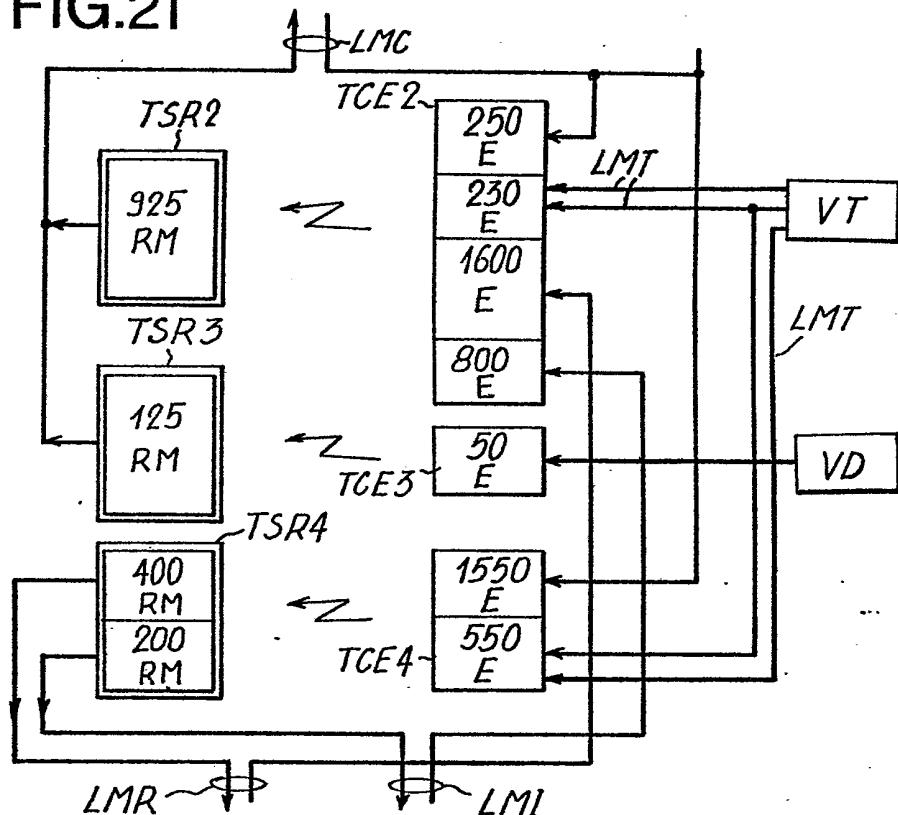
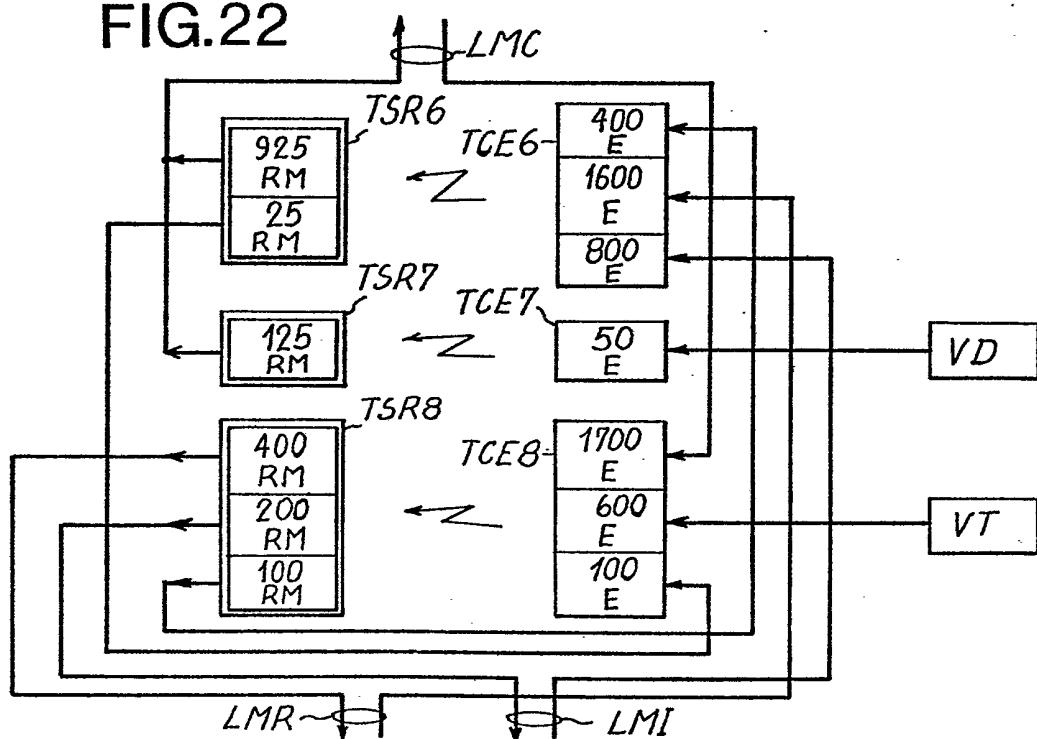


FIG.22



8/19

FIG.23

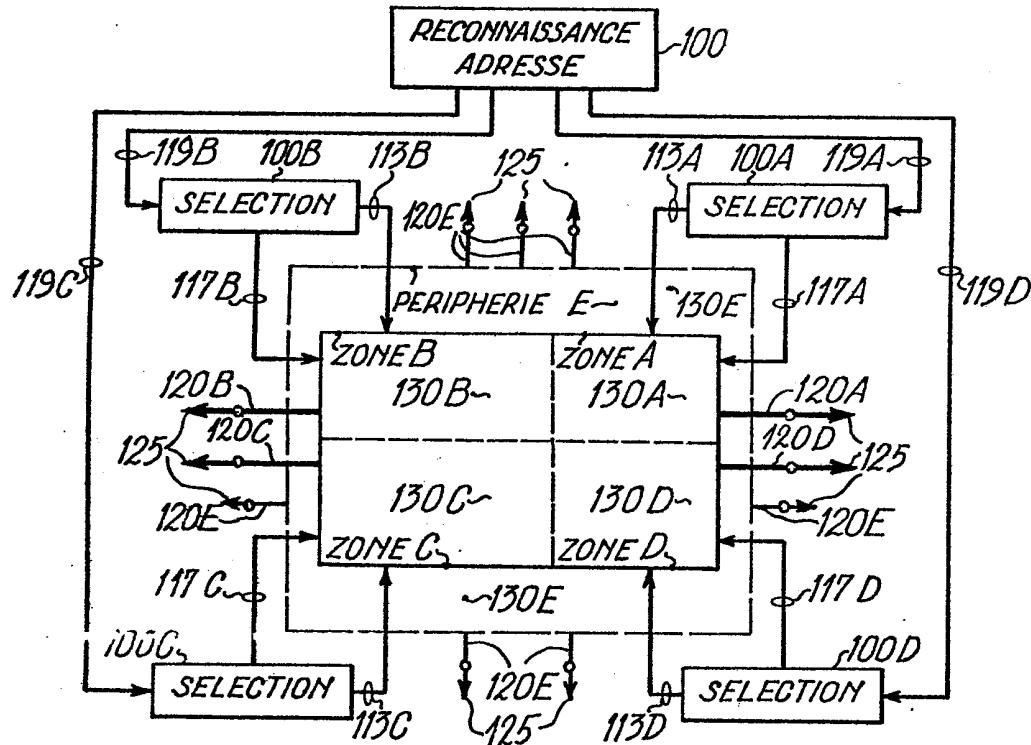
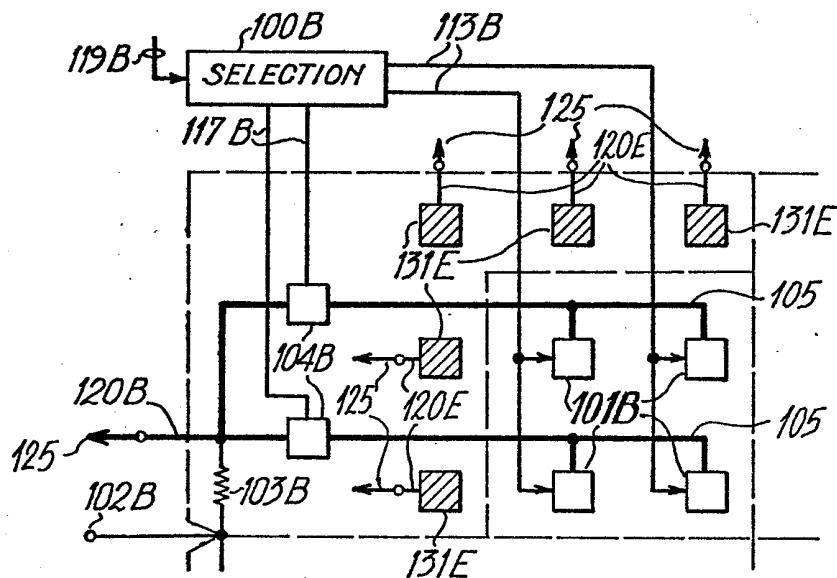


FIG.24



9/19

FIG.25

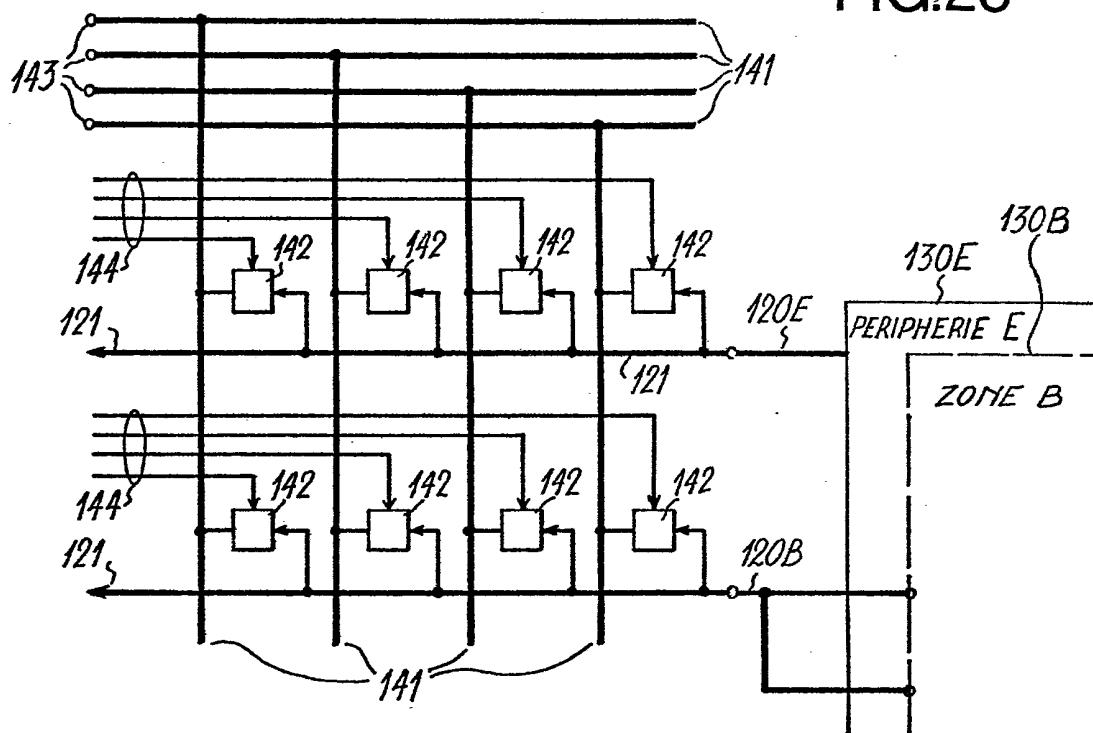


FIG.26

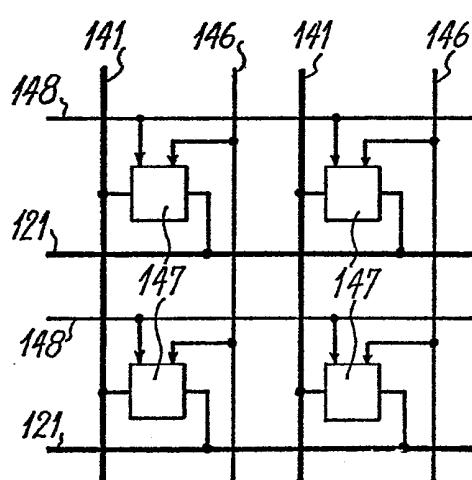
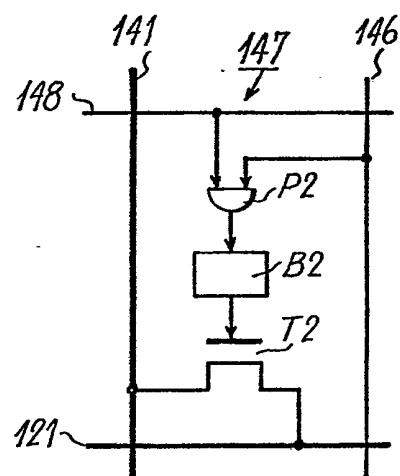


FIG.27



10/19

FIG.28

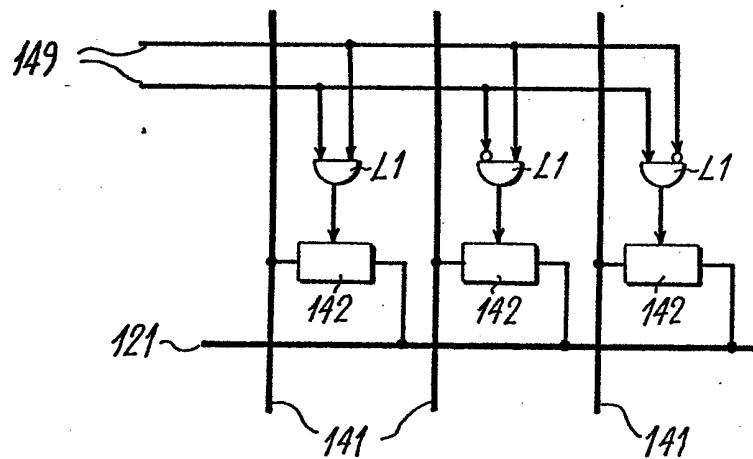
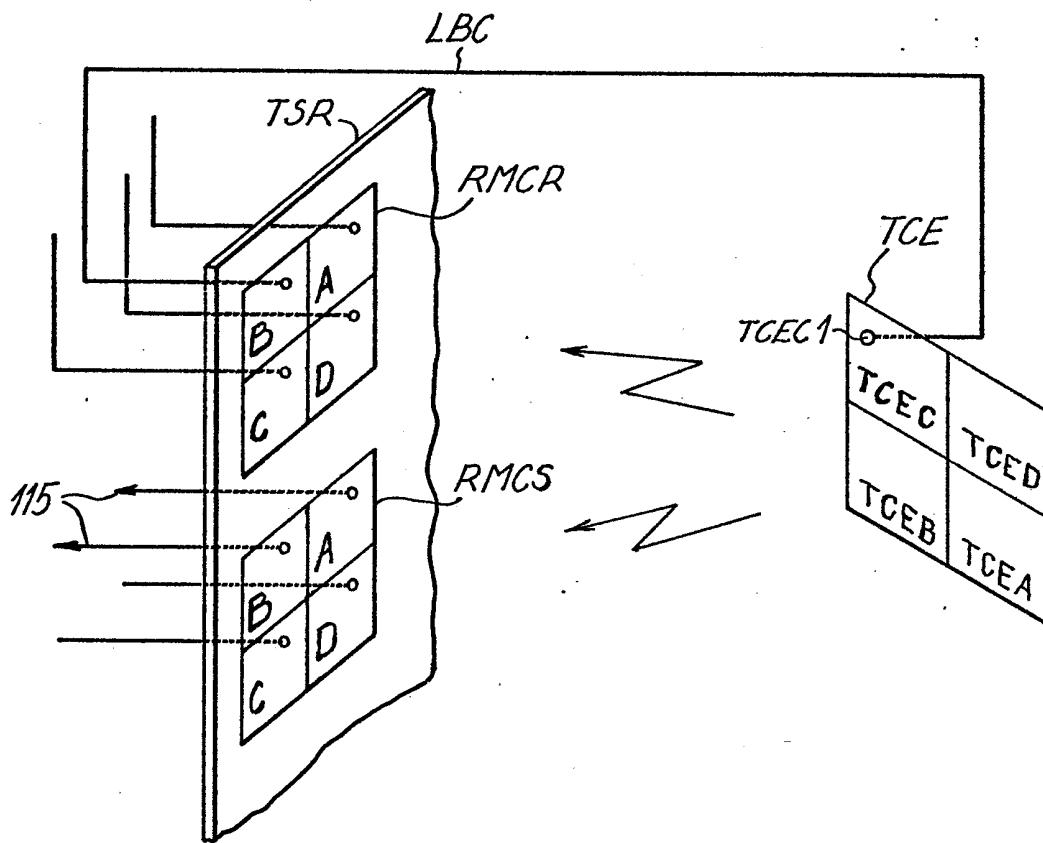


FIG.29



11/19

FIG.30

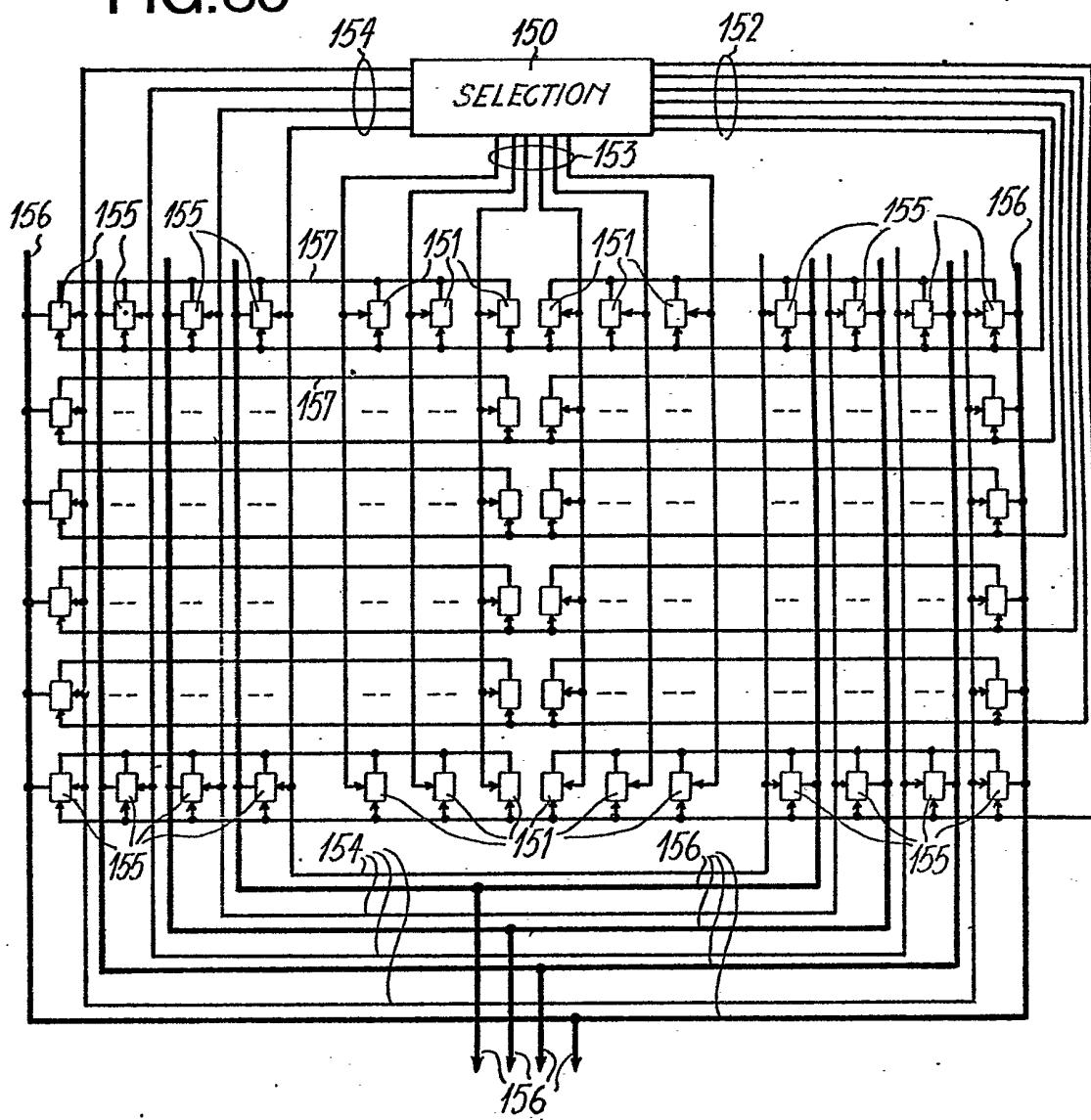


FIG.31

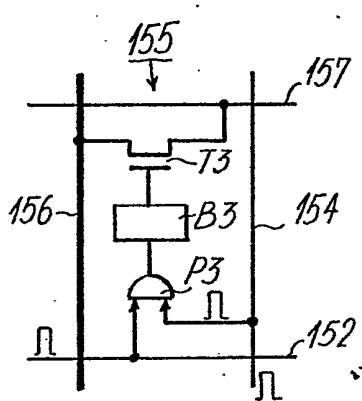
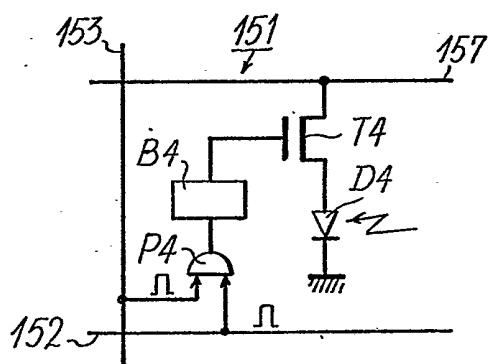


FIG.32



12/19

FIG.33

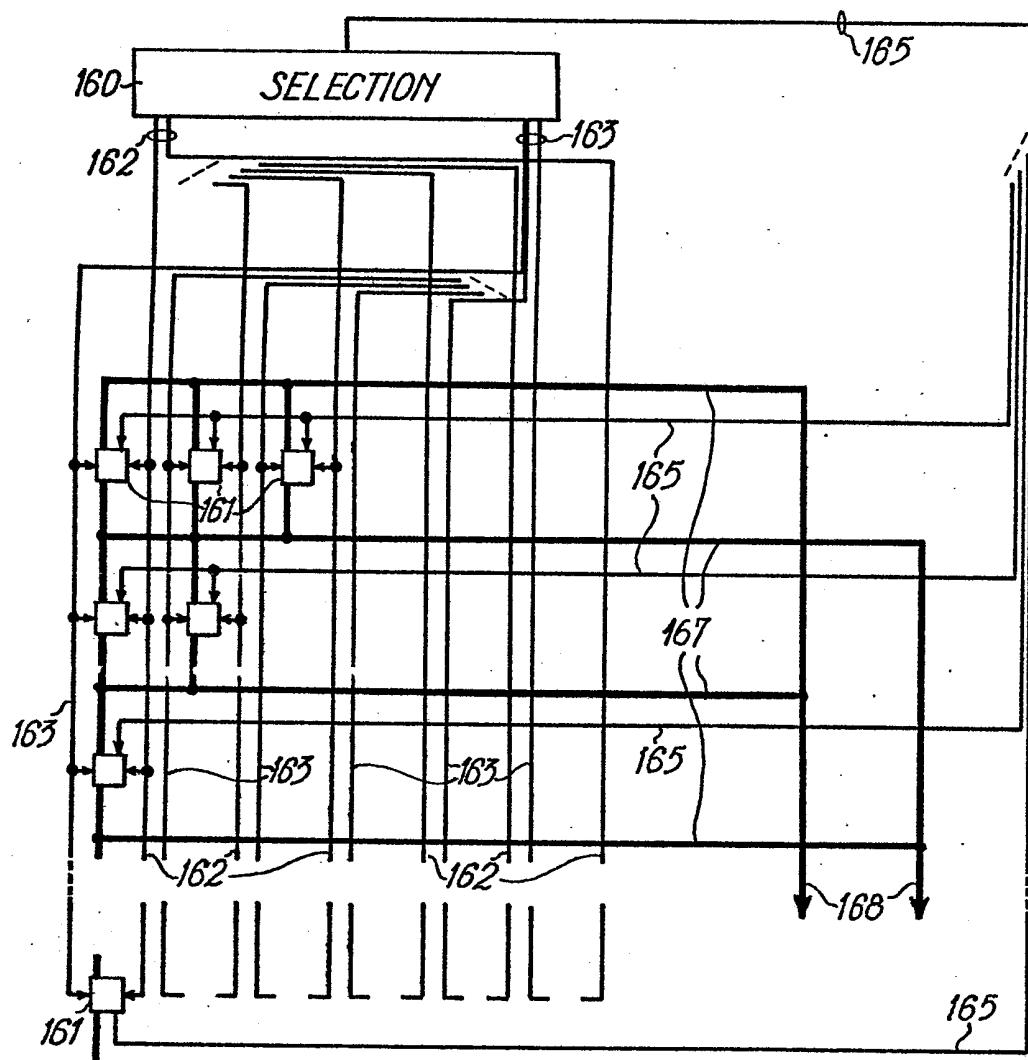


FIG.34

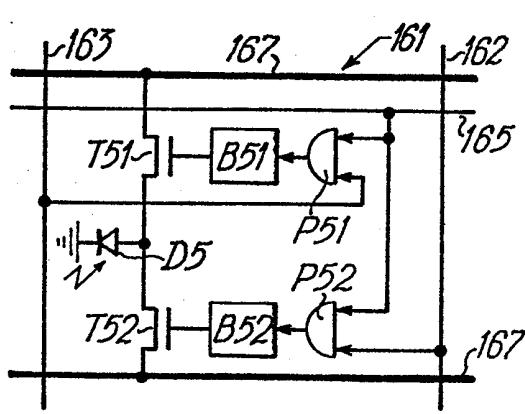
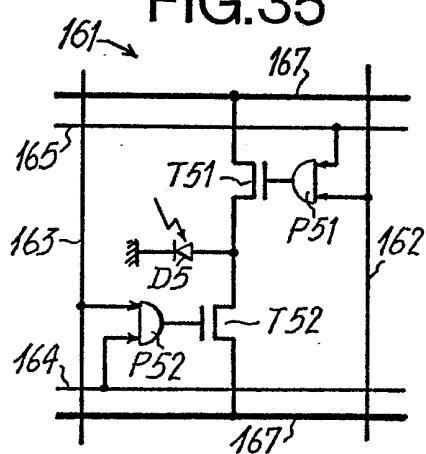


FIG.35



13/19

FIG.36

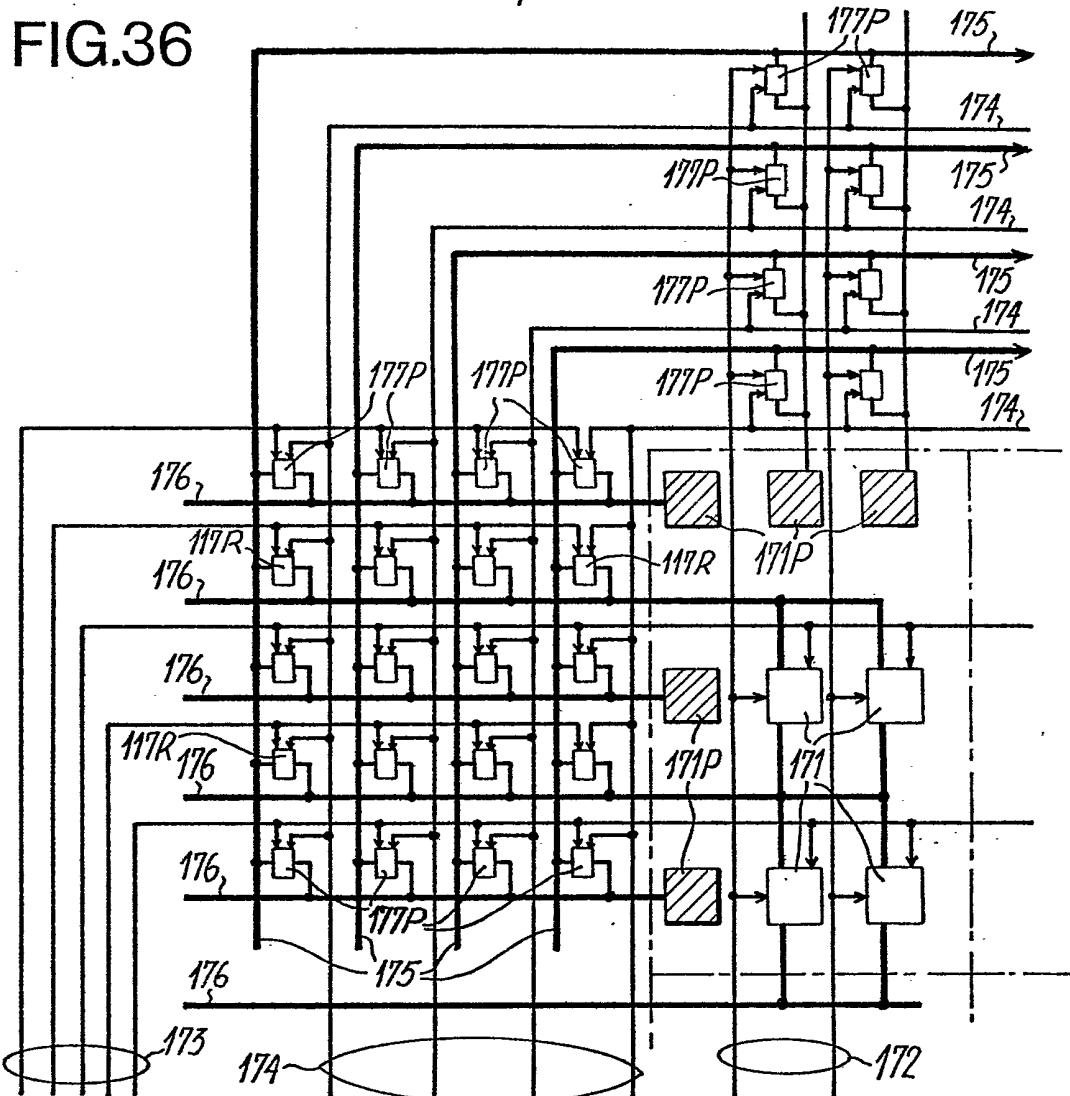


FIG.37

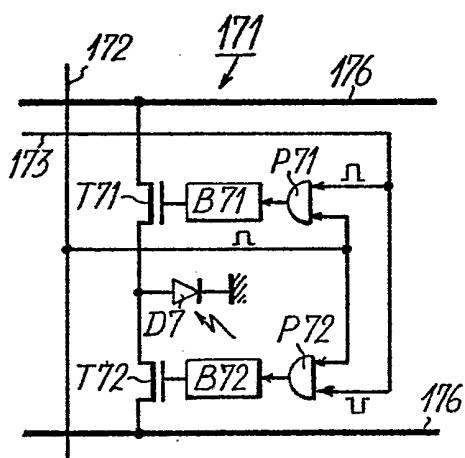
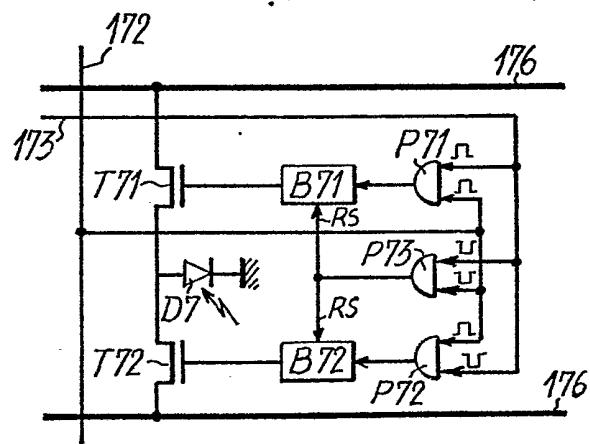


FIG.38



14/19

FIG.39

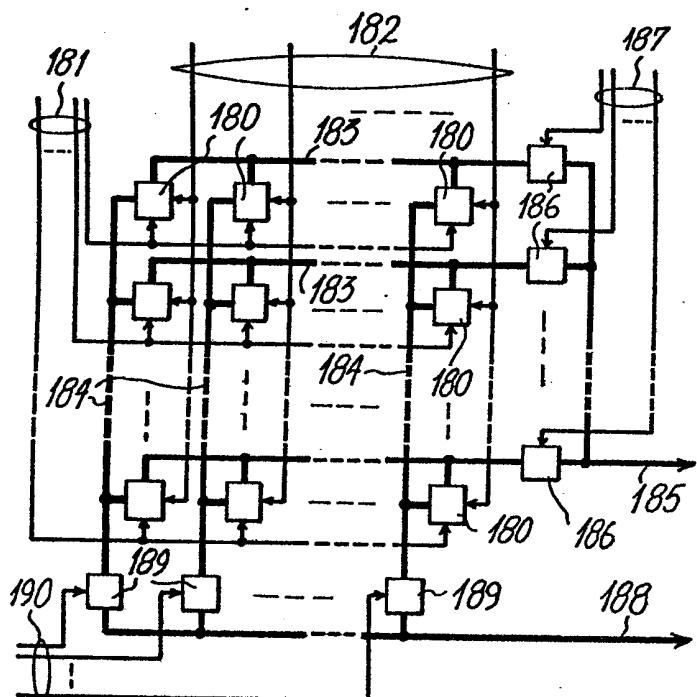


FIG.40

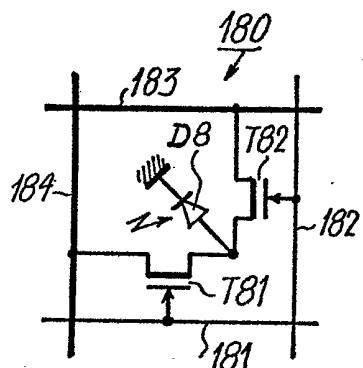


FIG.41

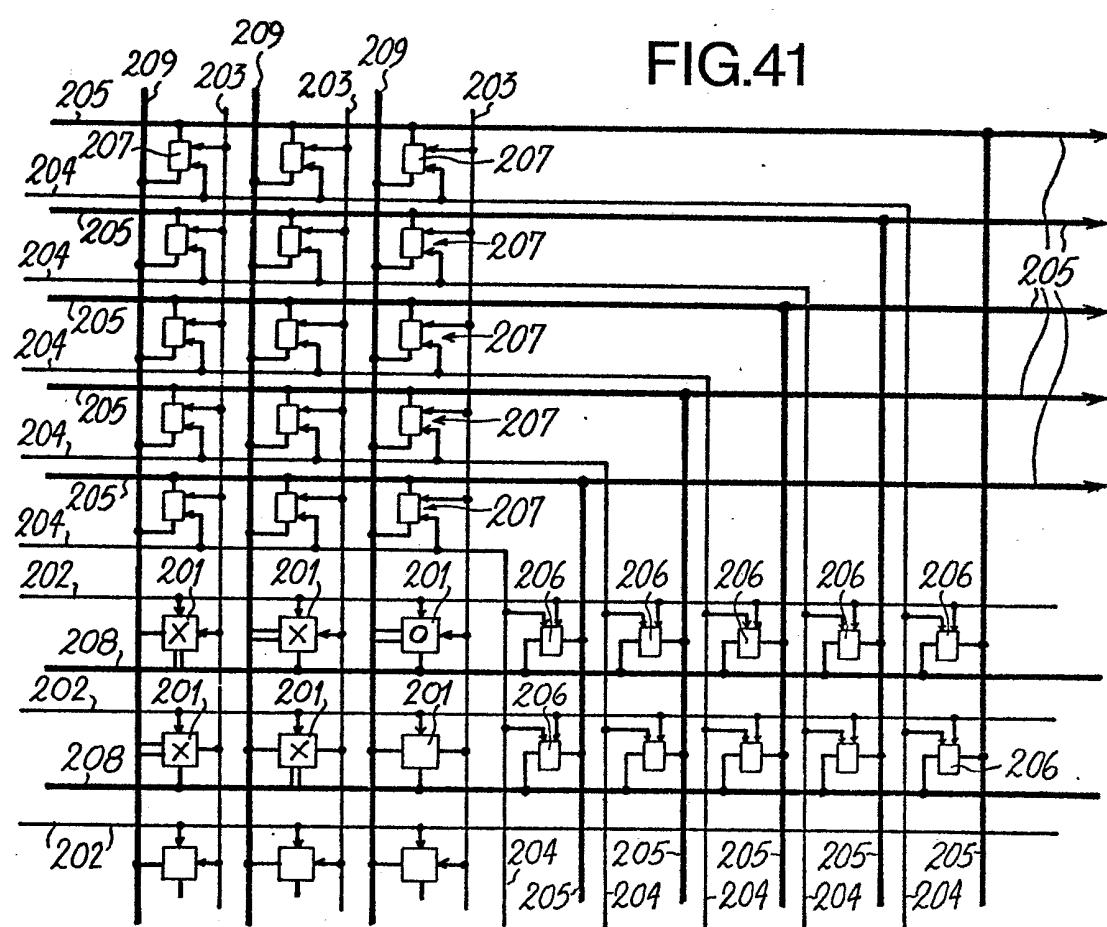


FIG.42

15/19

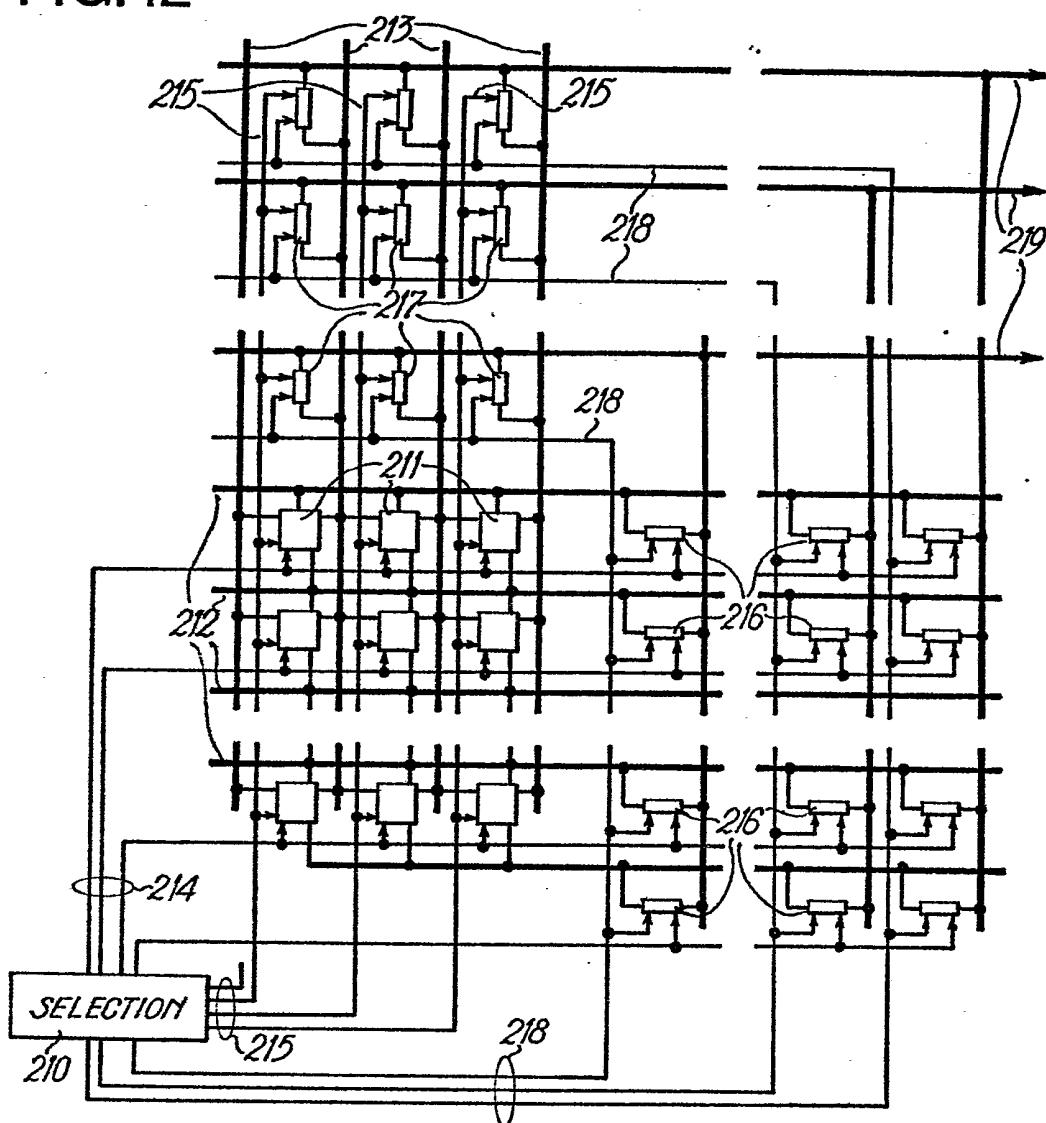


FIG.43

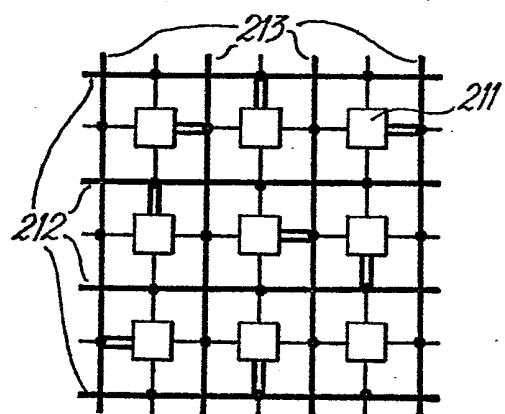


FIG.44

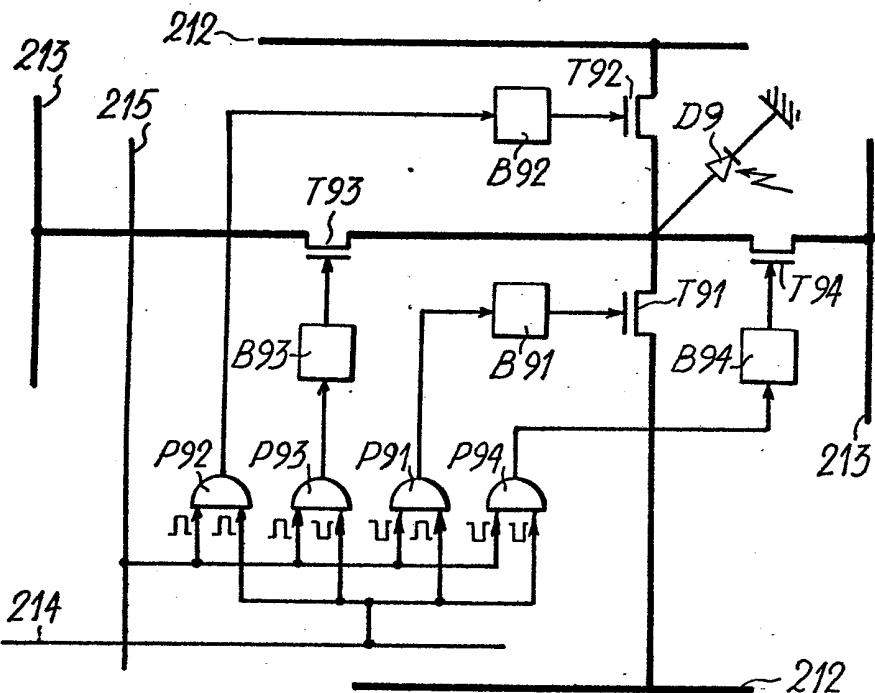


FIG.45

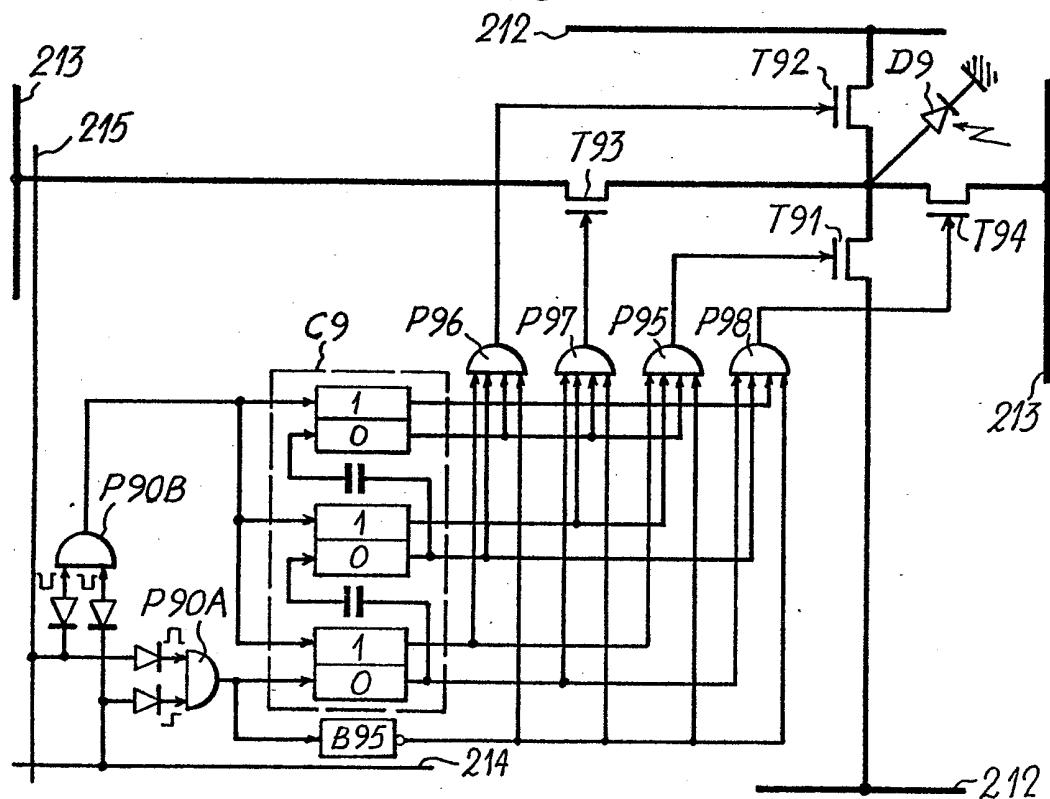


FIG.46

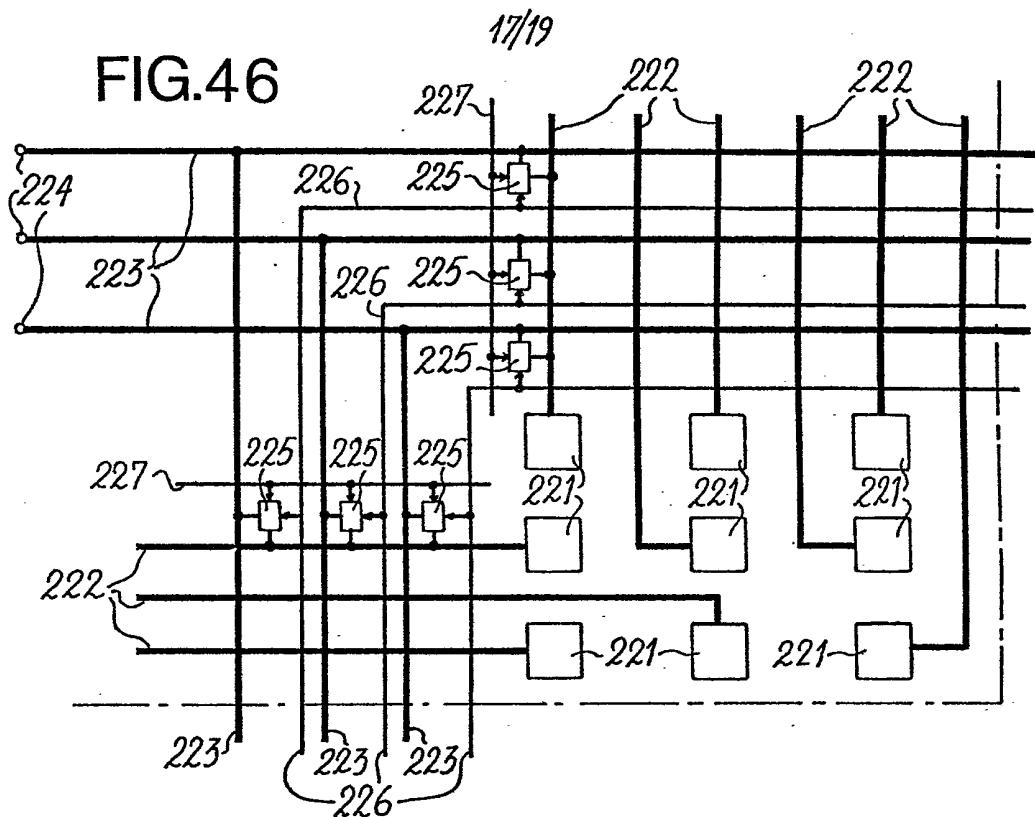
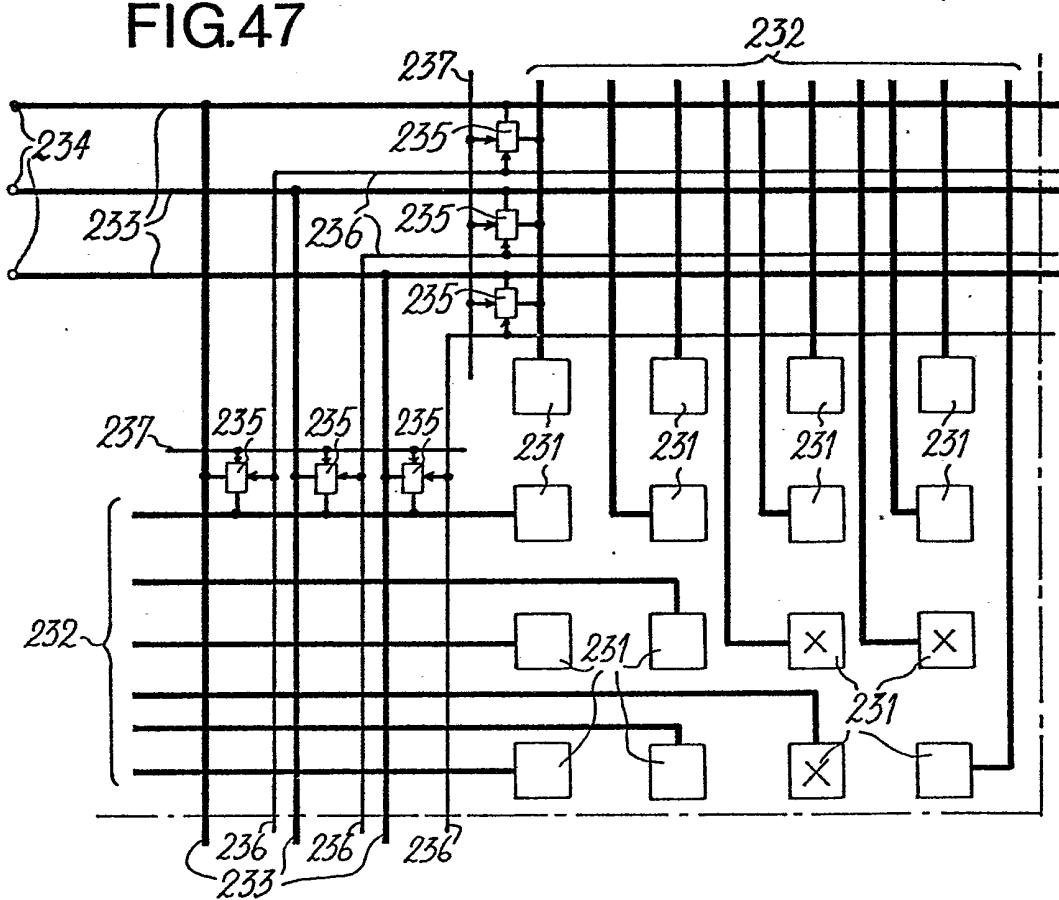


FIG.47



2526255

2526255

18/19

FIG.48

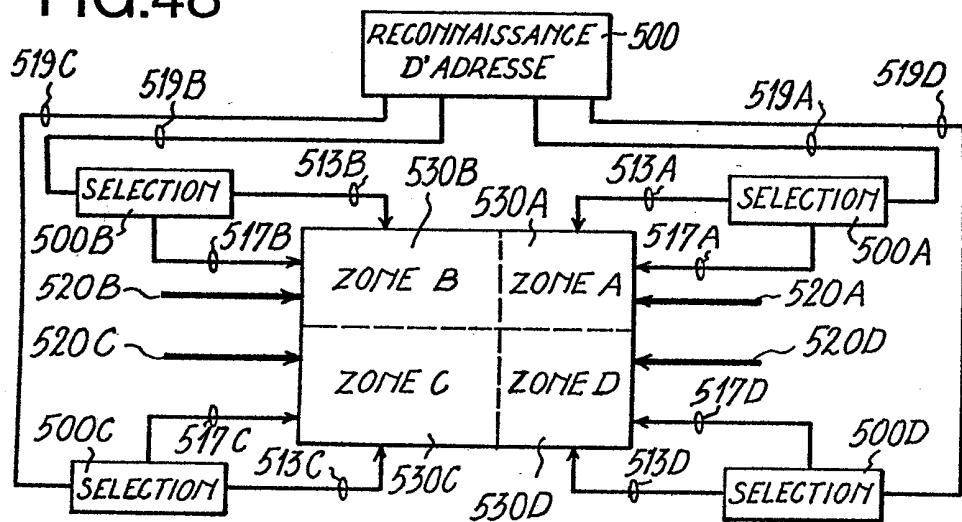


FIG.49

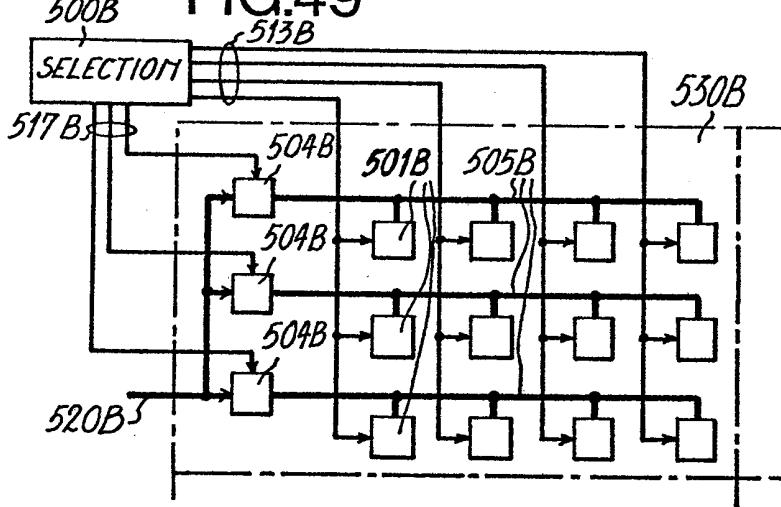


FIG.50

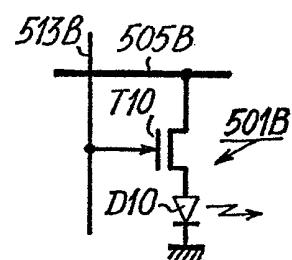


FIG.51

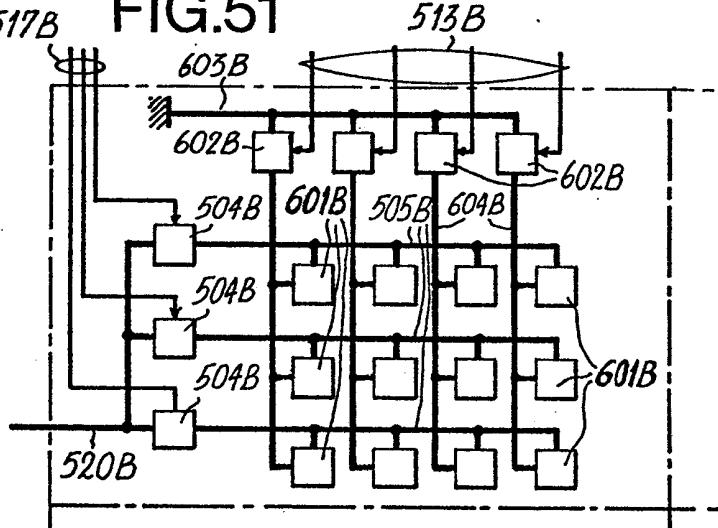
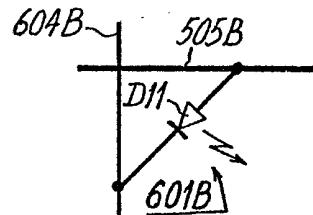


FIG.52



19/19

FIG.53

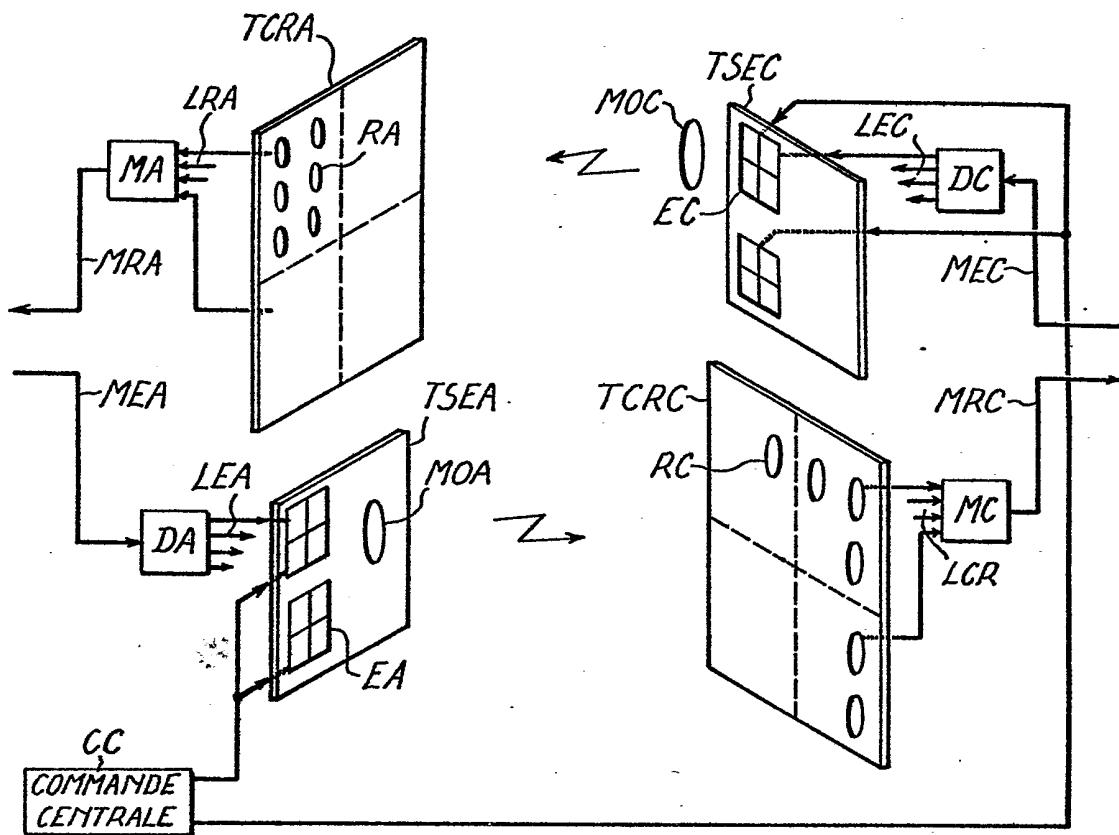


FIG.54

