

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
—
PARIS
—

①1 N° de publication : **2 538 960**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **82 22078**

⑤1 Int Cl³ : H 01 Q 21/00; G 01 S 13/00.

①2

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 30 décembre 1982.

③0 Priorité

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 27 du 6 juillet 1984.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : THOMSON-CSF, Société anonyme. —
FR.

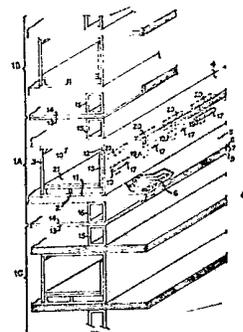
⑦2 Inventeur(s) : Georges Cohen et Albert Dupressoir.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : P. Guilguet.

⑤4 Antenne réseau bi-fonction pour radar.

⑤7 L'antenne réseau bi-fonction de l'invention est formée d'un empilement d'éléments bi-fonction 1A, 1B, 1C formés chacun à partir d'un élément mono-fonction du type à poutre porteuse 1 en U supportant des réseaux 4, 5 de doublets 6. Selon l'invention, on pratique dans la face avant 12 de la poutre des ouvertures oblongues 17 dans lesquelles pénètrent des excroissances 19 de mêmes dimensions d'une plaquette diélectrique 18, la face avant de cette plaquette étant entièrement métallisée, à l'exception des faces frontales de ces excroissances. Les fentes de la plaquette sont excitées par des circuits d'excitation individuelle 20 alimentés par un répartiteur d'énergie 21 du type à circuit imprimé.
Application : radars bi-fonction.



FR 2 538 960 - A1

D

ANTENNE RESEAU BI-FONCTION POUR RADAR

La présente invention a pour objet une antenne réseau bi-fonction pour radar.

Généralement, lorsque dans une station radar il est nécessaire d'associer deux antennes dans le même site, par exemple une antenne de radar primaire de poursuite, et une antenne de radar secondaire d'interrogation IFF, ces deux antennes sont réalisées distinctement et fixées l'une près de l'autre dans le site, ce qui est très désavantageux dans des applications pour lesquelles on recherche l'encombrement minimal.

Pour réduire l'encombrement global du couple d'antennes, on a déjà proposé, comme décrit par exemple dans le brevet français 78 36484, de réaliser une antenne bi-fonction en intégrant mécaniquement l'antenne du radar secondaire à celle du radar primaire. Une telle antenne bi-fonction présente cependant l'inconvénient d'avoir à être prévue à l'origine pour chaque utilisation particulière et de ne pouvoir être modifiée (changement de diagramme de rayonnement, par exemple), à cause de la structure monobloc de cette antenne bi-fonction.

La présente invention a pour objet une antenne réseau bi-fonction pour radar pouvant être facilement conçue à partir de structures d'antennes mono-fonction connues, et dont on peut, le cas échéant, modifier le diagramme de rayonnement.

La présente invention a également pour objet une antenne radar bi-fonction obtenue par adjonction d'éléments d'une antenne de radar secondaire à une antenne radar primaire existante, et ce, moyennant des modifications le plus simples possible.

L'antenne réseau bi-fonction de l'invention est formée à partir d'une structure d'antenne réseau de doublets assurant une première fonction, cette antenne de doublets étant du type à éléments hyperfréquences à poutre porteuse à section en "U", et la face antérieure de chaque poutre porteuse comporte des ouvertures, de préférence oblongues, identiques, alignées et régulièrement espacées, selon un pas généralement compris entre 0,6 et 0,8 fois la longueur d'onde de la fréquence unique ou de la fréquence centrale de la bande de fréquences, suivant le cas, fréquence

correspondant à une deuxième fonction, une plaquette diélectrique à fentes de forme, disposition et dimensions sensiblement égales à celles desdites ouvertures, étant disposée dans la poutre de façon que les fentes de cette plaquette coïncident avec lesdites ouvertures et s'y engagent
5 complètement. Le réseau de fentes de la plaquette diélectrique est alimenté par un circuit répartiteur d'énergie, avantageusement réalisé en circuits imprimés sur une plaque multicouche, disposé dans la poutre porteuse.

La présente invention sera mieux comprise à la lecture de la
10 description détaillée d'un mode de réalisation, pris comme exemple non limitatif, et illustré par le dessin annexé, sur lequel :

- la figure 1 est une vue schématique partielle en perspective de trois éléments empilés d'antenne radar bi-fonction conforme à l'invention ;

15 - la figure 2 est une vue d'arrière schématique partielle en perspective d'un élément d'antenne de la figure 1, et

- la figure 3 est une vue d'avant en perspective et simplifiée d'une antenne bi-fonction de radar à réseaux plans, conforme à l'invention.

L'antenne radar bi-fonction représentée sur les figures 1 et 2 du
20 dessin comporte une antenne radar primaire de poursuite fonctionnant à une fréquence de 3 GHz environ et une antenne radar secondaire d'interrogation IFF fonctionnant dans la bande des fréquences IFF au standard OACI, à savoir autour de 1030 et de 1090 MHz. Toutefois, il est bien entendu que l'invention n'est pas limitée à ces bandes de fréquences, ni à
25 de tels écarts relatifs de fréquences.

L'antenne bi-fonction de l'invention est conçue à partir d'une structure connue d'antenne primaire à doublets rayonnants. Cette structure connue est constituée d'un empilage d'éléments hyperfréquences à poutre supportant deux réseaux linéaires de dipôles, ces réseaux étant parallèles
30 entre eux. Sur les figures 1 et 2 on a représenté schématiquement un tel élément hyperfréquence 1A structuré autour d'une poutre métallique 1 réalisée par extrusion. La poutre 1 a une section droite ayant une forme générale en "U". Cette poutre, étant la pièce maîtresse de la bonne tenue mécanique d'un élément hyperfréquence, est pourvue de renforts et

nervures appropriés, une seule de ces nervures, référencée 2, ayant été représenté sur la figure 2.

L'ouverture longitudinale de la poutre 1 est fermée de façon étanche par une plaque 3 servant de renfort pour la poutre 1. Des moyens, non représentés sur le dessin, assurent la fermeture étanche de la poutre 1 à ses deux extrémités.

La poutre 1 sert de support à deux ensembles stratifiés 4, 5 à réseaux linéaires de dipôles plats. Ces réseaux sont réalisés selon la technique connue des circuits triplaque, toutefois, il est bien entendu que l'invention peut s'appliquer à des antennes de radars primaires composées de réseaux linéaires réalisés selon d'autres techniques, à condition que ces réseaux soient supportés par des poutres similaires à la poutre 1 décrite ici. Pour ne pas surcharger le dessin, on n'a représenté qu'un seul dipôle 6 de l'ensemble 5. La technique de réalisation de tels dipôles, étant connue, on rappellera simplement pour mémoire qu'ils sont formés par impression de motifs en "L" sur trois supports diélectriques plans superposés, référencés 7 dans leur ensemble, disposés entre deux plaques isolantes 8, 9. Les ensembles stratifiés 4 et 5 sont fixés de façon appropriée sur les faces extérieures des parties latérales 10, 11 parallèles entre elles, de la poutre 1, et sont donc parallèles entre eux, les parties antérieures de ces ensembles, c'est-à-dire celles comportant les réseaux de dipôles, faisant saillie au-devant de la partie centrale 12 de la poutre 1. Les parties postérieures des supports diélectriques 7 des ensembles 4 et 5 comportent des circuits de distribution d'énergie (non représentés) pour les dipôles correspondants, ces circuits de distribution pouvant par exemple être du type "chandelier". Des plaques de recouvrement 13, 14 sont fixées parallèlement aux ensembles 4 et 5, par l'intermédiaire de profilés d'entretoisement, dont seuls les deux les plus antérieurs, 15 et 16 respectivement, ont été représentés sur le dessin. Les faces antérieures des profilés 15, 16 et les faces frontales antérieures des plaques 13, 14 sont coplanaires avec la face antérieure de la partie 12 du profilé 1. La face antérieure de l'élément 1A est protégée par un radôme (non représenté) relié de façon étanche aux plaques 13 et 14.

Un réseau plan de dipôles est obtenu en superposant des réseaux

linéaires d'éléments tels que l'élément 1A. Sur la figure 1, on a esquissé des éléments 1B et 1C fixés respectivement sur et sous l'élément 1A. Si la longueur des éléments d'un réseau linéaire est insuffisante, on peut en rajouter d'autres et les fixer bout à bout.

5 Pour réaliser l'antenne de radar secondaire, on pratique dans la partie 12 de la poutre 1 des ouvertures oblongues 17 alignées et régulièrement espacées selon un pas sensiblement égal à $3/4$ de la longueur d'onde de la fréquence 1FF du radar secondaire. L'axe longitudinal de ces ouvertures est, de préférence, confondu avec l'axe longitudinal de la partie 12 de la poutre 1. Les dimensions des ouvertures 17 sont
10 celles de fentes classiques fonctionnant dans la même bande de fréquences, c'est-à-dire que leur longueur est de l'ordre de la moitié de la longueur d'onde de la fréquence centrale de la bande de fréquences considérée, et que leur largeur est égale à une faible partie de leur
15 longueur, par exemple $1/10$.

Les ouvertures 17 coopèrent avec une plaquette diélectrique 18 à fentes à excitation individuelle. La plaquette 18, réalisée en matériau diélectrique tel que verre époxyde ayant une constante diélectrique d'environ 4, comporte sur sa face avant, c'est-à-dire celle destinée à être
20 appliquée contre la face intérieure de la partie centrale 12 de la poutre 1, des excroissances 19 ayant les mêmes forme, dimensions et disposition que les ouvertures 17. Toute la face avant de la plaquette 18 est métallisée, y compris la surface latérale des excroissances 19, à l'ex
25 ception des faces frontales de ces excroissances. Les excroissances 19 s'engagent complètement dans les ouvertures 17, et leurs faces frontales sont donc dans le même plan que la face antérieure de la partie 12 de la poutre 1.

Sur la face arrière de la plaquette 18 on imprime des circuits 20 d'excitation individuelle des fentes de la plaquette (ces fentes étant matérialisées par les faces frontales non métallisées des
30 excroissances 19). Ces circuits d'excitation peuvent par exemple être, comme représenté sur le dessin, des circuits connus du type "ligne à ruban". Chaque circuit 20 se présente alors sous forme de "T" dont la partie horizontale a sensiblement les mêmes dimensions qu'une fente et

est disposée parallèle à la fente, légèrement plus haut que cette fente. La partie verticale du "T" s'étend jusqu'en bas de la plaquette 18 pour être reliée à un circuit répartiteur d'énergie hyperfréquence. Le circuit répartiteur est réalisé de façon connue en soi à l'aide d'une plaque rigide multicouche 21 porteuse de circuit imprimé 22 dont le dessin représente le répartiteur d'énergie alimentant les fentes 19, par l'intermédiaire des circuits d'excitation 20, selon des lois d'amplitude et de phase déterminées, bien connues de l'homme de l'art. La plaque 21 est fixée mécaniquement à la plaquette 18, par rapport à laquelle elle est orthogonale, par des moyens mécaniques d'assemblage, par exemple par emboîtement et collage. Le circuit imprimé 22 est relié aux circuits 20 par soudure classique. Le mode de réalisation des fentes décrit ci-dessus ne nécessite pas de plaques conductrices de séparation entre les fentes successives d'un élément à poutre, du côté arrière de ces fentes, les circuits d'excitation de ces fentes étant suffisamment découplés entre eux, ce qui simplifie d'autant la réalisation de l'antenne.

La plaque métallique 3 de fermeture de la poutre 1 sert également de plan de court-circuit à l'ensemble du réseau linéaire constitué par l'alignement des fentes rayonnantes 19, et à cet effet elle est placée à environ un quart d'onde IFF du plan de ce réseau. Bien entendu, les dimensions de la poutre 1 sont telles que la plaque de fermeture 3 soit effectivement située dans le plan de court-circuit dudit réseau linéaire, c'est-à-dire que lorsque l'on réalise la poutre 1, on doit connaître la fréquence de fonctionnement du radar secondaire. Si tel n'était pas le cas, par exemple lorsque l'on est amené à implanter une antenne de radar secondaire dans une antenne de radar primaire existante du type décrit ci-dessus et non prévue à l'origine pour une telle utilisation, ou bien lorsque la bande de fréquences du radar secondaire est susceptible d'être modifiée, on prévoit des moyens, dont la réalisation est évidente pour l'homme de l'art, permettant de fixer la plaque 3 en une ou plusieurs autres positions, en l'associant, le cas échéant à des moyens de renforcement de la poutre 1.

La plaque 3 est percée d'un trou permettant la fixation d'une prise coaxiale 23, disposée au niveau de l'entrée du circuit 22, et reliée à celui-

ci par soudure. Lorsque l'on réalise un réseau linéaire bi-fonction en fixant bout à bout plusieurs éléments tels que l'élément 1A décrit ci-dessus, les circuits de répartition d'énergie de ces éléments peuvent être reliés entre eux par un circuit de division de puissance similaire au circuit 22, les différentes sorties de ce circuit de division de puissance 5 étant reliées aux prises 23 des différents éléments situés en aval.

Lorsque des éléments tels que l'élément 1A sont empilés, comme représenté sur la figure 1, on peut disposer une plaquette à fentes 18 avec son répartiteur d'énergie 22 dans chacun de ces éléments empilés ou dans certains d'entre eux, selon le diagramme de rayonnement désiré. Pour 10 permettre le balayage électronique de l'antenne IFF, la condition à respecter est d'insérer des moyens de déphasage dans chacune des lignes alimentant les fentes ou un petit groupement de fentes.

Le cas échéant, l'antenne de radar secondaire IFF peut être prévue 15 pour deux bandes de fréquences différentes, lorsque l'on doit passer de l'une à l'autre de ces deux bandes sur une antenne déjà installée. On pratique alors dans les parties antérieures 12 des poutres 1 deux séries d'ouvertures 17 correspondant à ces deux bandes de fréquences, et on fabrique deux séries correspondantes de plaquettes à fentes 18 avec leurs 20 plaques 21 d'alimentation en énergie, les plaques de fermeture 3 pouvant être fixées en deux positions différentes comme déjà précisé ci-dessus. Le passage de l'une à l'autre bande de fréquences se fait simplement par échange des plaquettes 18 et de leurs plaques 21 et modification de l'emplacement des plans de court-circuit 3, et éventuellement modification 25 des circuits de distribution d'énergie aux différents éléments à poutre d'un réseau.

Les réseaux linéaires de dipôles et les réseaux linéaires de fentes de l'antenne bi-fonction de l'invention étant parallèles entre eux, leurs polarisations respectives sont orthogonales entre elles, ce qui permet 30 d'avoir un bon découplage des deux fonctions de l'antenne, même si leurs fréquences de fonctionnement sont égales ou voisines.

Selon une variante de l'invention, non représentée, les fentes de l'antenne de radar secondaire peuvent avoir une forme différente, par exemple en spirale.

On a représenté sur la figure 3, de façon très simplifiée, un exemple d'architecture d'antenne bi-fonction conforme à l'invention. L'antenne bi-fonction 24 comporte une partie supérieure 25 mono-fonction et une partie inférieure 26 bi-fonction. La partie supérieure 25 se compose d'un empilement d'un grand nombre de réseaux linéaires de doublets, par exemple au moins seize, chaque réseau linéaire se composant lui-même par exemple de trois éléments à doublets fixés côte à côte. La partie 26 se compose d'un empilement plus large et moins haut de réseaux linéaires bi-fonction, par exemple moitié moins haut que l'empilement de la partie 25 ; les parties 25 et 26 ont le même plan de symétrie. Chacun de ces réseaux linéaires bi-fonction est formé par exemple de cinq éléments tels que l'élément 1A. Ces éléments peuvent comporter chacun par exemple quatre ou huit fentes ou même plus, le nombre total de fentes d'un réseau linéaire étant déterminé de façon classique en fonction des caractéristiques de rayonnement que l'on veut obtenir de l'antenne de radar secondaire, et le nombre de fentes par élément étant limité principalement par l'encombrement en profondeur du circuit de répartition d'énergie alimentant ces fentes, la distance d'un quart d'onde entre la face intérieure de la partie 12 d'une poutre porteuse et le plan du court-circuit 3 limitant cette profondeur.

Bien entendu, l'antenne conforme à l'invention peut aussi bien être un réseau plan qu'un réseau linéaire ou un réseau de forme polyèdre.

En conclusion, la présente invention permet de réaliser à partir d'une antenne mono-fonction une antenne bi-fonction sans remise en cause de la structure de l'antenne mono-fonction dans laquelle on implante la deuxième antenne, cette implantation se faisant de façon économique grâce à l'utilisation d'un seul type d'élément porteur.

REVENDEICATIONS

1. Antenne réseau bi-fonction pour radar comportant une structure d'antenne réseau de doublets assurant une première fonction, cette antenne de doublets (6) étant du type à éléments hyperfréquences à poutre porteuse (1) à section en "U", caractérisée par le fait que la face
5 antérieure (12) de chaque poutre porteuse comporte des ouvertures (17) identiques alignées et régulièrement espacées, selon un pas sensiblement égal à $3/4$ de la longueur d'onde de la fréquence unique ou de la fréquence centrale de la bande de fréquences, suivant le cas, fréquence correspondant à une deuxième fonction, une plaquette diélectrique (18) à fentes
10 (19) de forme, disposition et dimensions sensiblement égales à celles desdites ouvertures, étant disposée dans la poutre de façon que les fentes de cette plaquette coïncident avec lesdites ouvertures.

2. Antenne selon la revendication 1, caractérisée par le fait que les ouvertures et les fentes ont une forme oblongue.

15 3. Antenne selon la revendication 1 ou 2, caractérisée par le fait que le réseau de fentes de la plaquette diélectrique est alimenté par un circuit répartiteur d'énergie (21), avantageusement réalisé en circuits imprimés (22) sur une plaque multicouche, disposé dans la poutre porteuse.

20 4. Antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisée par le fait que la plaquette diélectrique, réalisée en matériau diélectrique tel que du verre époxyde, comporte sur sa face avant des excroissances (19) ayant les mêmes forme, dimensions et disposition que les ouvertures de la poutre porteuse, toute la face avant de la plaquette étant métallisée, y compris la surface latérale des excroissances, à
25 l'exception des faces frontales de ces excroissances.

5. Antenne selon la revendication 4, caractérisée par le fait que la face arrière de la plaquette diélectrique comporte des circuits d'excitation individuelle (20) des fentes réalisés par impression, chacun de ces circuits d'excitation étant avantageusement du type "ligne à ruban" en
30 forme de "T" dont la partie horizontale a sensiblement les mêmes dimensions qu'une fente et est disposée parallèle à la fente, légèrement plus haut que cette fente.

6. Antenne selon l'une quelconque des revendications précédentes,

caractérisée par le fait que la plaque de fermeture (3) de la poutre porteuse sert de plan de court-circuit des fentes et est située à environ un quart de la longueur d'onde de ladite fréquence unique ou centrale du plan de ces fentes.

5 7. Antenne réseau bi-fonction caractérisée par le fait qu'elle est formée d'un empilement de réseaux linéaires bi-fonction formés chacun de plusieurs éléments réalisés selon l'une quelconque des revendications précédentes.

10 8. Antenne réseau bi-fonction, caractérisée par le fait qu'elle est formée en partie d'un empilement de réseaux linéaires mono-fonction, et en partie d'un empilement de réseaux linéaires bi-fonction formés chacun de plusieurs éléments réalisés selon l'une quelconque des revendications précédentes (24).

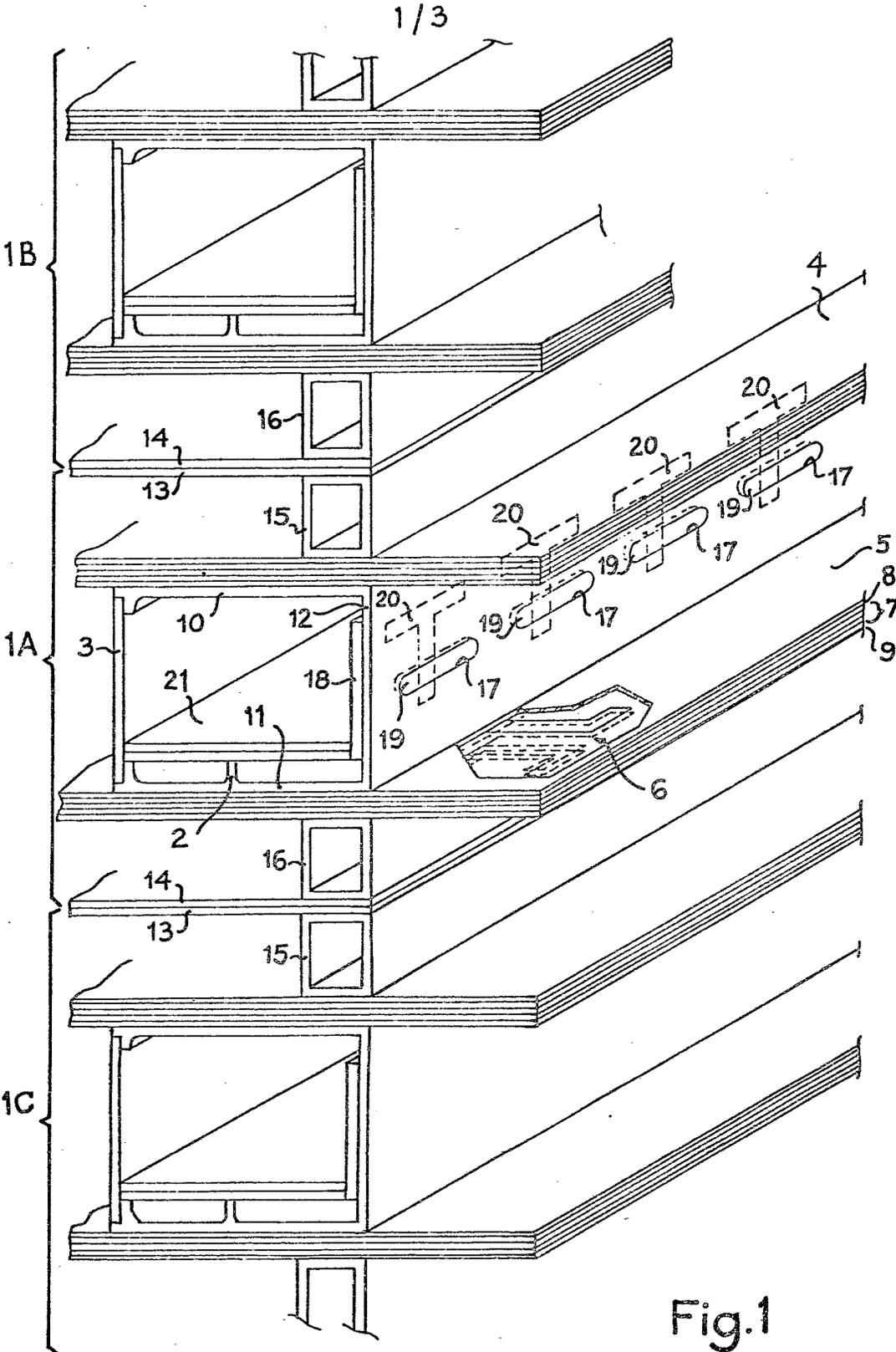


Fig.1

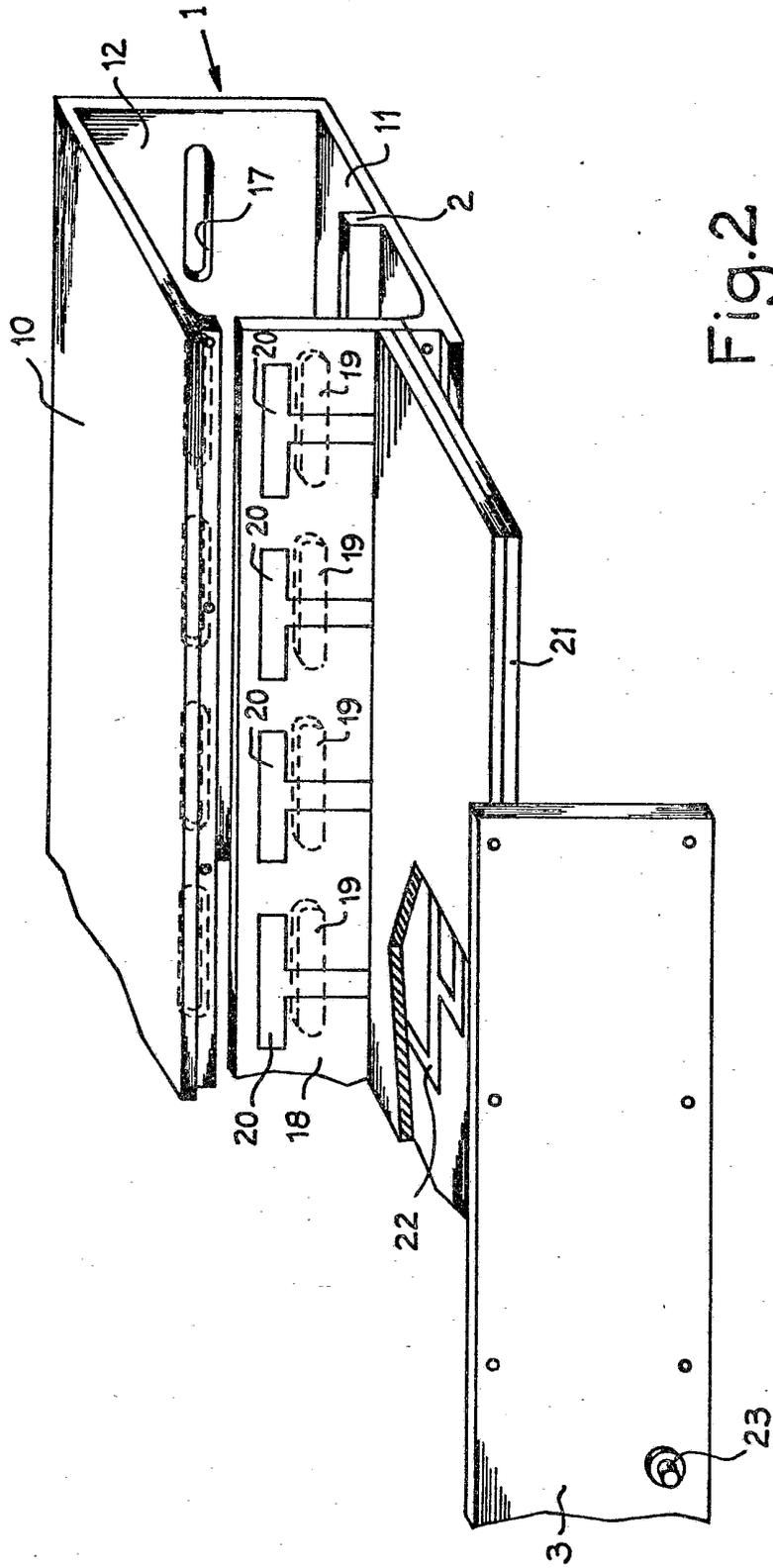


Fig. 2

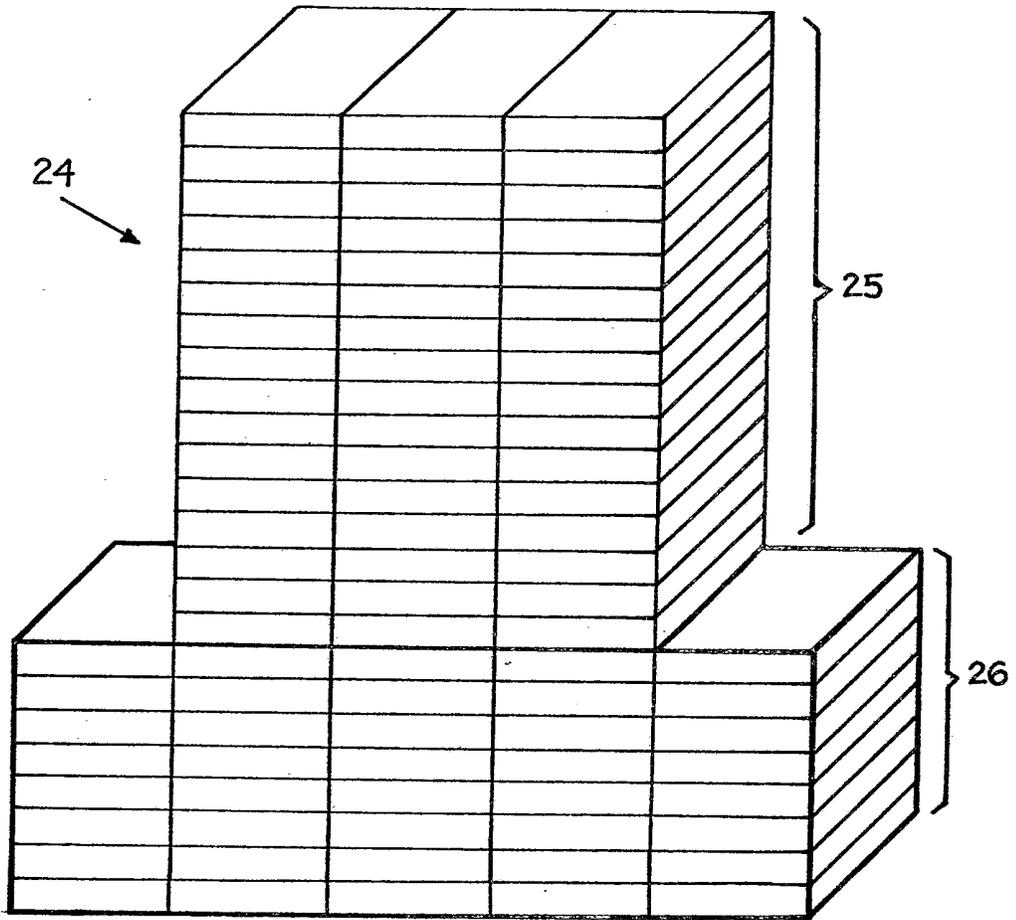


Fig. 3