

gramm nimmt entweder den Locator, geographische Koordinaten oder das Kilometernetz entgegen. Aus der Eingabe berechnet es die Werte der andern Systeme. Die geographischen Koordinaten können im Format WGS-84 oder CH-1903 eingegeben werden.

Programme, Formeln, Unterlagen

Das erwähnte Programm ist zusammen mit einer Installations- und Bedienungsanleitung kostenlos beim Autor erhältlich. Es ist nur unter DOS lauffähig. Erhältlich sind auch etwas ausführlichere Informationen zu den Koordinatensystemen WGS-84 und CH-1903, ebenso Kopien aller verwendeten Formeln zur Umrechnung des Kilometernetzes in das CH-1903 Netz und der WGS-84-Daten ins CH-1903-Datum. Interessenten senden bitte ein frankiertes Rückantwortcou-

vert (mit formatierter Diskette falls Programm gewünscht) an den Autor.

Das Bundesamt für Landestopographie, Dienststelle Informatik, liefert für 250 Franken das Programm GPSREF, welches hochgenaue Koordinatentransformationen durchführt.

Literatur

Bolliger, Die Projektion der schweizerischen Plan- und Kartenwerke, Druckerei Winterthur AG. Schweizerisches Projektionssystem. Formeln für die Umrechnung von Landeskoordinaten in geographische Koordinaten, Bundesamt für Landestopographie.

Transformation von Landeskoordinaten CH-1903 in WGS-84 Koordinaten, Bundesamt für Landestopographie.

Une antenne suisse révolutionnaire: l'antenne SSFIP

Werner Tobler (HB9AKN), Chemin de Palud, 1800 Vevey

Introduction

La presse a relaté récemment l'apparition d'un nouveau type d'antenne planaire promis à de nombreuses applications, en particulier dans le domaine des télécommunications. Cette antenne est le résultat d'une étroite collaboration entre le Laboratoire d'Electromagnétisme et d'Acoustique (LEMA) de l'EPFL et l'industrie privée (Huber+Suhner AG, Herisau).

Grâce à l'amabilité de J-F. Zürcher (HB9MCZ) qui

en est l'inventeur et qui a développé tous les prototypes au LEMA, nous sommes à même de communiquer un certain nombre d'informations la concernant.

Principe de base

Les antennes microrubans classiques présentent toutes sortes d'avantages, mais un inconvénient majeur: leur bande passante est faible (quelques

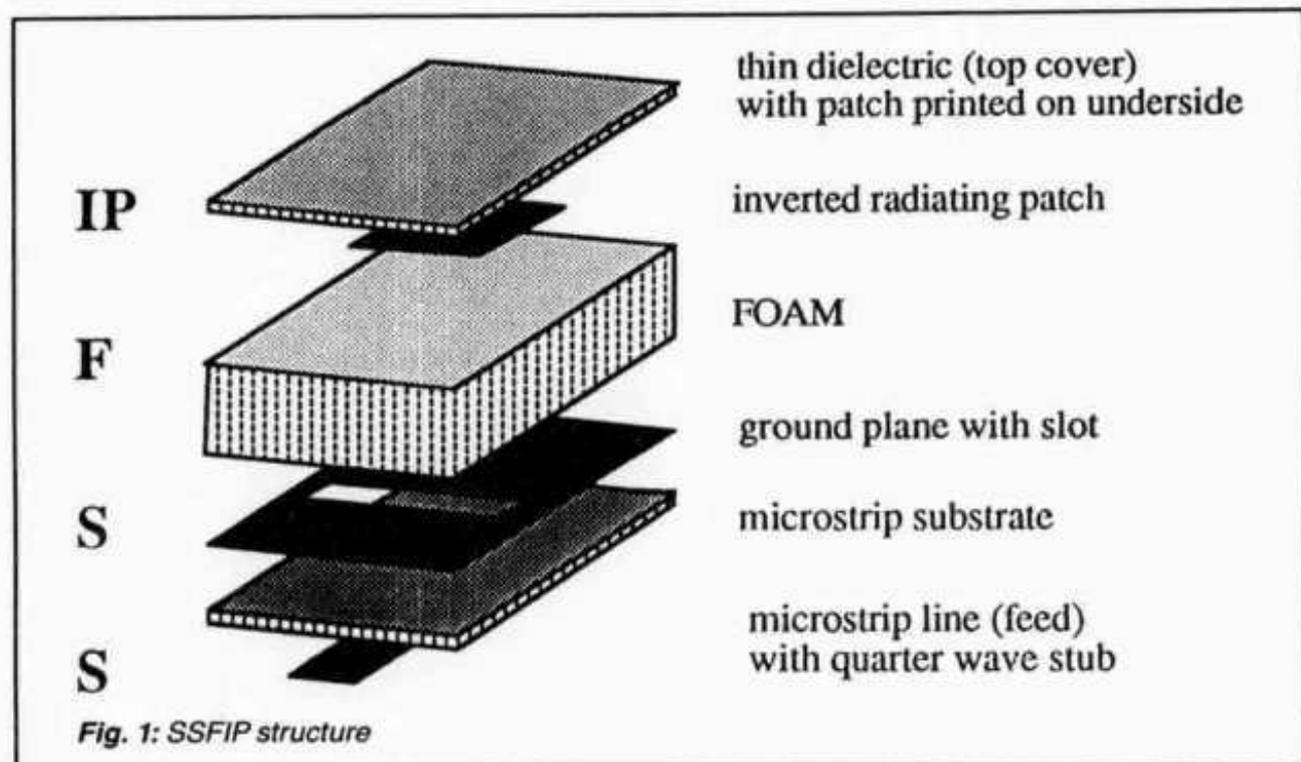
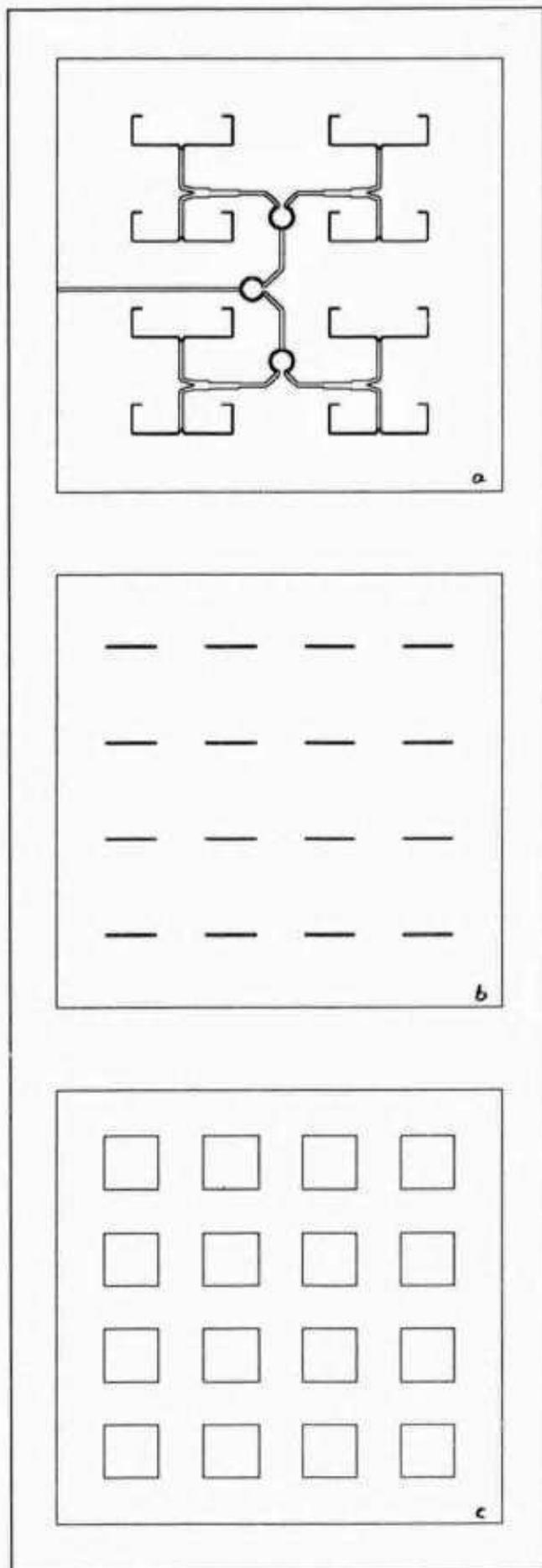


Fig. 1: SSFIP structure



%). Cela provient de l'usage de substrats trop minces, à permittivité trop élevée. De plus, la présence du circuit d'alimentation sur le même substrat que les éléments rayonnants dégrade les performances. Le concept SSFIP (Strip-Slot-Foam-Inverted Patch) (Fig. 1) au contraire est optimum: les patches rayonnants sont réalisés sur un substrat à très faible permittivité (une mousse ou de l'air) nettement plus épais que les substrats classiques; le circuit d'alimentation, gravé sur un substrat classique (permittivité entre 2 et 10) se trouve derrière la partie rayonnante de l'antenne. Le couplage entre circuit et patches se fait par des fentes gravées dans le plan de masse du circuit (aucune connexion galvanique à effectuer). En optimisant les divers paramètres tels que dimension de la fente, épaisseur de la mousse et dimension du patch, on arrive sans peine à des bandes passantes de l'ordre de 13 % pour un élément unique. Le gain se situe entre 7,5 et 9 dBi, la polarisation est linéaire avec un niveau de cross-polarisation de l'ordre de -25 dB.

Exemple d'un réseau en bande X

La mise en réseaux d'éléments SSFIP permet de réaliser toutes sortes d'antennes aux performances diverses, mais très élevées. Le couplage entre éléments est faible, ce qui est très favorable. La Fig. 2 montre les masques du circuit d'alimentation des fentes et des patches d'un réseau à 16 éléments en bande X. Tous les masques ont été réalisés par CAO avec le programme MICROS7 développé au LEMA. L'assemblage de l'antenne se fait par collage avec un film de colle, et la structure résultante présente une très bonne rigidité malgré sa légèreté. Les dimensions du réseau sont de 90×90×2 mm, et son poids de 11,7 grammes y compris le connecteur SMA. La Fig. 3 montre le SWR de cette antenne. La bande passante (pour un SWR < 2) est de 21,1 %. Les diagrammes de rayonnement (plans H et E) sont présentés à la Fig. 4. Le gain se situe entre 16 et 17 dB et le diagramme de rayonnement ne varie pratiquement pas dans la bande passante. Le rapport avant/arrière est d'environ 17 dB, et peut être porté à environ 25 dB par la «mise en coffret» de l'antenne. De très nombreux autres réseaux ont été réalisés et mesurés entre 4 et 12 GHz, comprenant de 4 à 112 éléments, avec des gains variant entre 12 et 25 dB et des diagrammes de rayonnement très divers (entre autres avec un niveau de lobes latéraux inférieur à -25 dB). Diverses antennes à double polarisation ont aussi été réalisées selon une variante du même principe (2 polarisations linéaires indépendantes ou 2 polarisations circulaires).

Fig. 2: Masks of 16-element 9 GHz SSFIP array antenna

- a) Feed network
- b) Slot array
- c) Patch array

Applications industrielles

Dans le cadre de la CERS (Commission pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique), une collaboration très fructueuse avec Huber + Suhner AG à Herisau a débouché sur des applications à plus basse fréquence. La première antenne développée, présentée à Telecom '91 à Genève, est destinée à équiper des stations fixes du réseau Natel C et Natel D/GSM. Il s'agit d'un réseau à 7 élé-

ments (Fig. 5) à faisceau conformé («shaped beam») rayonnant un minimum de puissance vers le haut, mais assurant un gain tel qu'un mobile s'éloignant de l'antenne reçoive un signal à peu près constant. Le faisceau est incliné de 10° vers le bas, et le gain maximum est d'environ 12 dB, avec un rapport avant/arrière de 25 dB et un angle d'ouverture de 65° dans le plan horizontal. L'antenne mesure environ $1200 \times 300 \times 40$ mm, le ra-

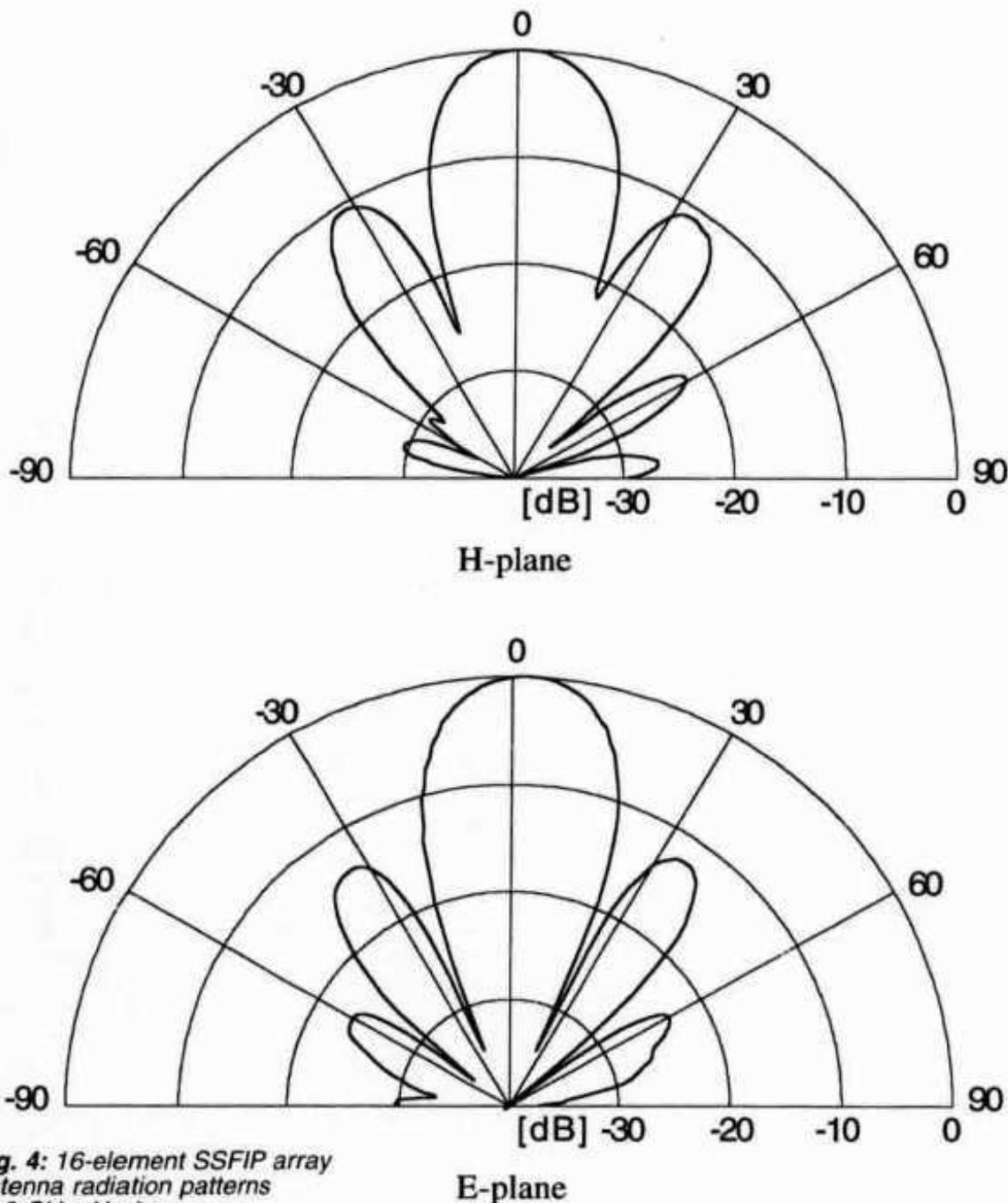


Fig. 4: 16-element SSFIP array antenna radiation patterns
a) 9 GHz, H-plane
b) 9 GHz, E-plane

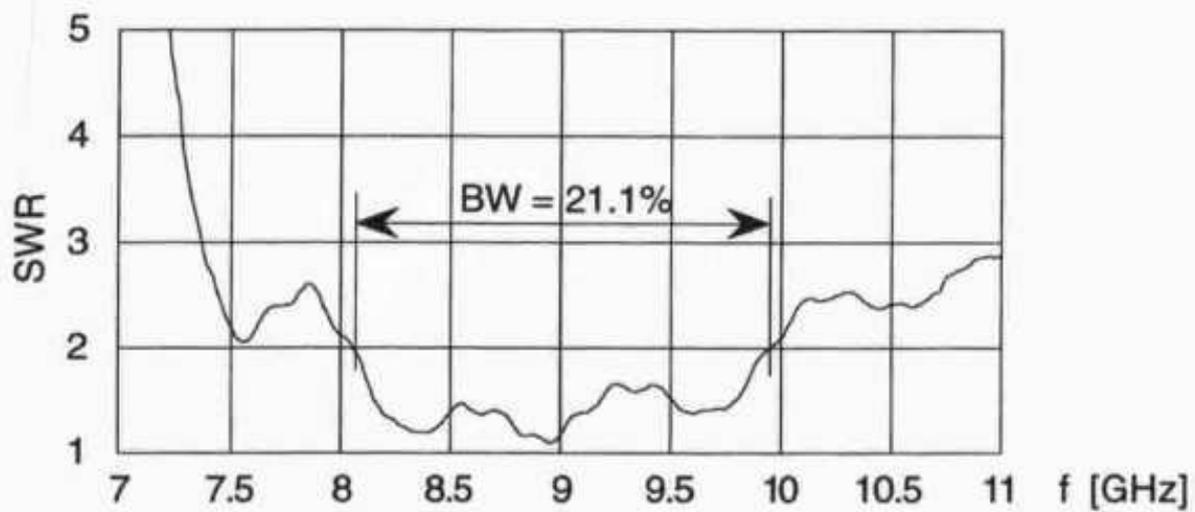


Fig. 3: 16-element SSFIP array antenna: measured SWR

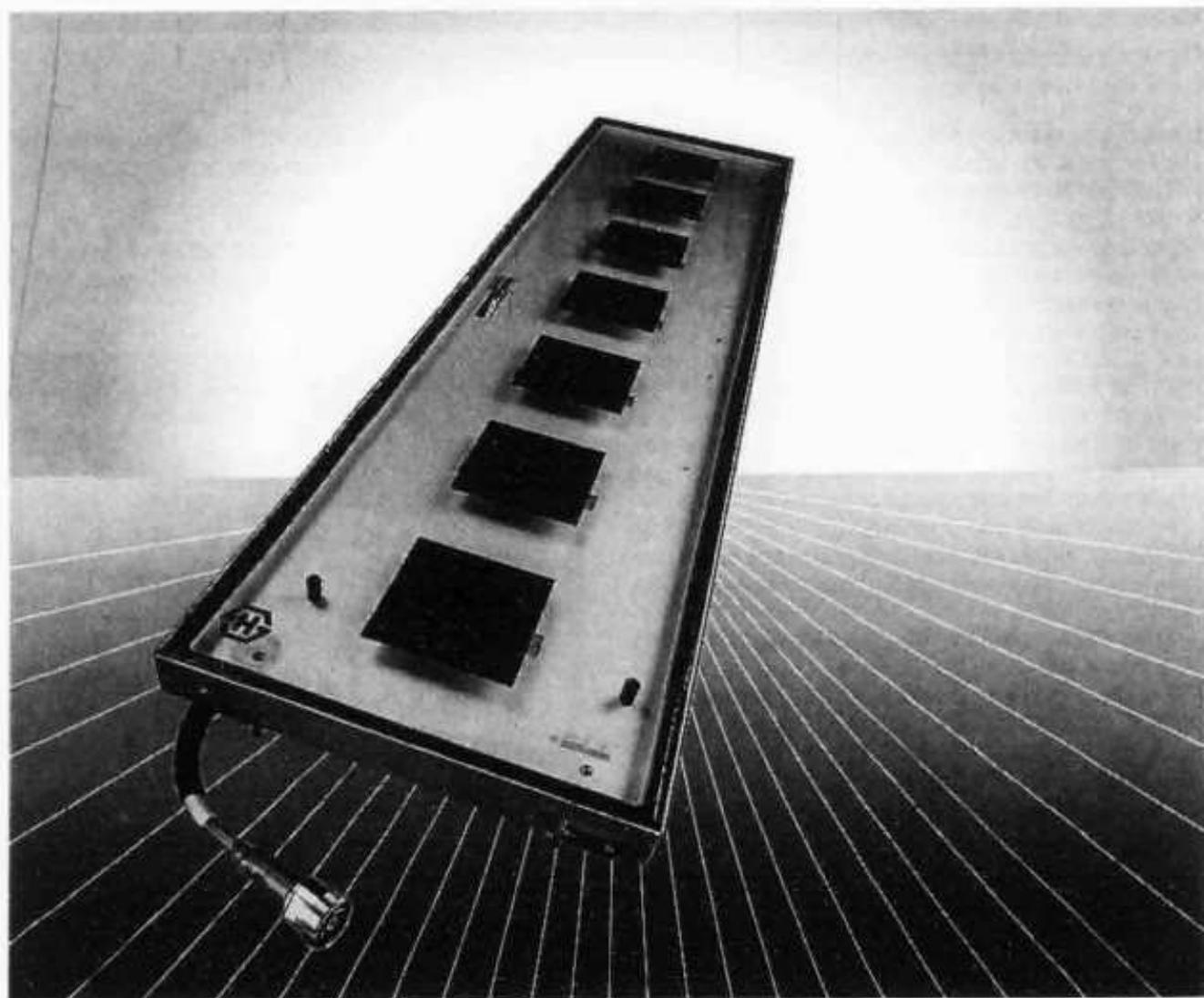


Fig. 5: Antenne pour Natel C et Natel D/GSM

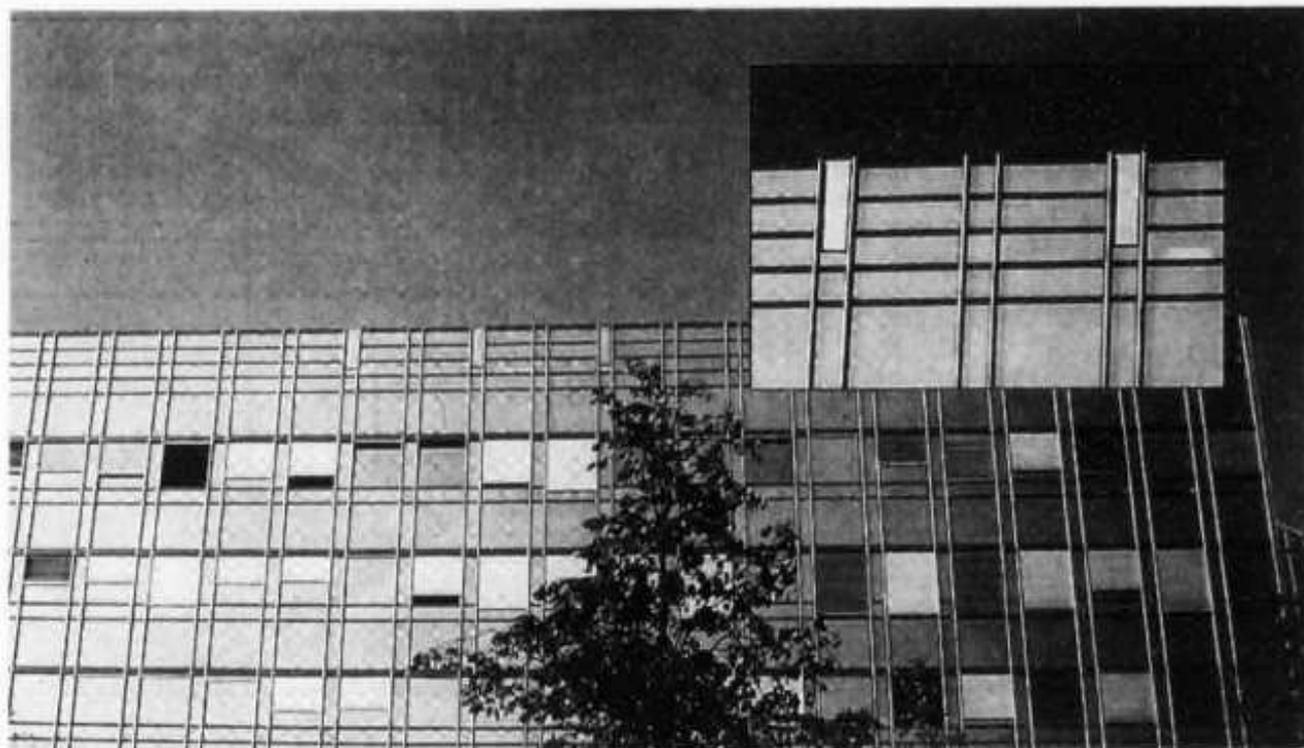


Fig. 6: Cherchez les trois antennes?

dôme supportant les patches est en verre trempé. Elle couvre toute la bande de 890 à 960 MHz avec un SWR < 1,5. Elle a supporté des tests d'environnement très durs, et une puissance CW de 500W. Fabriquée en série, elle est spécialement intéressante de part sa facilité à être intégrée dans une façade de bâtiment (voir Fig. 6). Le couplage entre deux antennes adjacentes de ce type est très faible (< -50 dB pour deux antennes placées côte à côte), et l'influence de l'environnement sur les performances de l'antenne est négligeable. Cela apporte une solution élégante au problème des antennes en ville, où des antennes inesthétiques montées sur des mâts pourront dans certains cas être remplacées par des réseaux SSFIP intégrés en façade, ainsi que cela a déjà été fait dans plusieurs pays (également en Suisse: poste de Rivaz/VD).

D'autres antennes ont été développées ensuite pour couvrir diverses bandes de fréquence entre 470 MHz et 2,5 GHz, la plupart à 1 ou 2 éléments pour l'application aux réseaux locaux (DECT, PCN, WLAN, etc.). Ces antennes sont maintenant fabriquées en série par Huber + Suhner AG. Des applications spatiales sont également envisageables.

Conclusion

L'utilisation du concept SSFIP, qui a fait l'objet de plusieurs brevets tant en Suisse qu'à l'étranger, optimise les caractéristiques électriques, mécaniques et esthétiques, et permet d'envisager de nombreuses applications où les avantages des

antennes planaires pourront être pleinement exploités, sans les inconvénients propres aux antennes microrubans classiques.

Un livre décrivant en détail ce sujet est en préparation*, et paraîtra début '95 chez Artech.

* J-F. Zürcher, F. Gardiol, «Broadband Patch Antennas», Artech House

AKTION solange Vorrat

Jahrbuch für den Funkamateure 1994	Fr. 13.-
ARRL Handbook 1994	Fr. 35.-
Das DARC Antennenbuch, 1. Auflage	Fr. 25.-

USKA Warenverkauf
 Bühlstr. 23, 5033 Buchs AG
 Tel. und Fax 064 / 22 56 41