

## ANTENY MIKROPASKOWE O DUŻYM ZYSKU KIERUNKOWYM

### 1. WSTĘP

W niektórych aplikacjach antenowych wymagane jest zwiększenie zysku energetycznego anteny, nawet kosztem zwiększenia wymiaru w kierunku prostopadłym do powierzchni laminatu.

Takie anteny działają zgodnie z koncepcją wykorzystywaną w rezonatorze Fabry-Perot [3]. W wielkim uproszczeniu można powiedzieć, że energia elektromagnetyczna (przedstawiona na Rys.1 w postaci promieni), wypromieniowana przez dolny promiennik wielokrotnie pada na dodatkową, relatywnie grubą płytę dielektryka, częściowo załamuje się na granicy ośrodków, częściowo odbija się od niej. W ten sposób formowane jest w aperturze anteny pole o bardziej efektywnym rozkładzie pola niż bez płytki dielektrycznej. Powoduje to wzrost zysku energetycznego i zmniejszenie poziomu listków bocznych. Inaczej mówiąc, wytwarzana jest sytuacja swoistego „rozproszenia” energii, rezultatem czego jest wytworzenie większej, synfazowo pobudzonej apertury.

Im niższa częstotliwość pracy anteny, tym grubość laminatu musi być większa. Jest to istotny problem konstrukcyjny, gdyż grubość takiej płytki można zwiększać jedynie poprzez składanie pakietów z płytek o standardowych grubościach. Grubość płytki dla laminatów z dużą wartością przenikalności dielektrycznej  $\epsilon$  (np. 10) jest mniejsza niż dla laminatów z niskim  $\epsilon$  (np. teflon - 2.5). Jednak należy znaleźć tutaj kompromis. Laminaty z dużą wartością przenikalności dielektrycznej mogą wnosić znaczne straty energetyczne tgd. Poszczególne warstwy pakietów mogą mieć różną grubość, różne wartości przenikalności dielektrycznej  $\epsilon$  [2].

W celu zwiększenia efektywności anteny grubość płytki nie powinna być stała. Tym parametrem można w określonym stopniu „regulować” kształt rozkładu pola w aperturze.

Realne wartości przyrostu zysku energetycznego wynoszą 4÷6 dB, w zależności od częstotliwości, jakości laminatu, wielkości ekranu itd. W pracy [6] podano, że przyrost zysku energetycznego uzyskany w przykładowej antenie wynosił 18 dB.

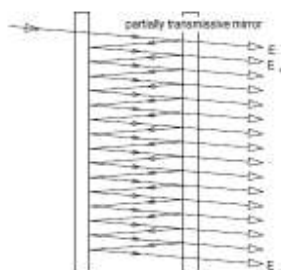


Fig. 5: The multibeam interferometer by A. Fabry and Ch. Perot, 1897, is still used today in high-resolution spectroscopy and as a laser resonator (but, mainly with curved mirrors).

Rys.1. Zasada działania anteny (rysunek o tyle nieprecyzyjny, że nie uwzględnia zmiany kąta przy przechodzeniu fali przez dielektryk)

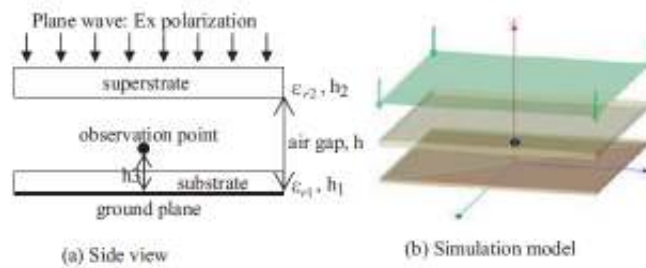


Figure 1: Structure of receive mode.

Rys.2. z [4]

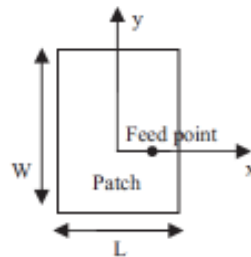


Figure 4: Top view of patch.

Rys.3. z [4]

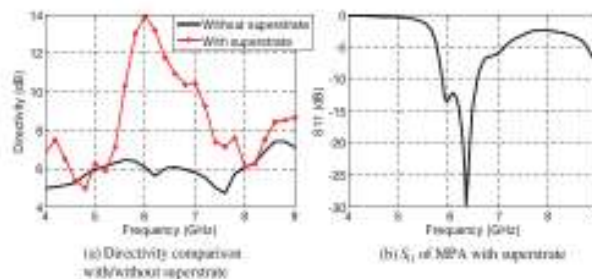


Figure 5: Simulation result with/without plane DS.

Rys.4. Wyniki obliczeń [4]

Można powiedzieć, że omawiana antena składa się z dwóch części – promiennika (swoistego „drivera”) i płytki dielektrycznej, „poprawiającej” rozkład pola w aperturze anteny.

„Driver” może być zbudowany w postaci anteny jednowarstwowej lub wielowarstwowej (dwuwarstwowej – Rys. 5). Wariant wielowarstwowy zapewnia szersze pasmo pracy anteny. Kształt pobudzającego promiennika może być dowolny (prostokątny, kołowy, trójkątny itd.). Ważne jest to, aby płytka dielektryka całkowicie pokrywała/nakrywała promiennik (z zapasem).

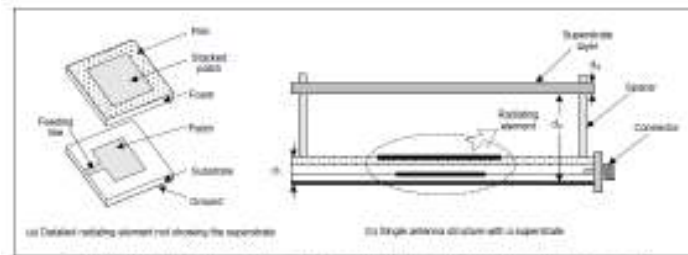


Fig. 1. Detailed radiating element not showing the superstrate (a) and single antenna structure with a superstrate (b).

### Rys.5. Inny wariant anteny

Warto jednak zauważyć, że grubość anteny jest stosunkowo duża, co spowodowane jest koniecznością umieszczenia dodatkowej płytki/płytek w znacznej odległości od promiennika. Korzystając z danych wymiarowych przykładu z pracy [6], gdzie grubość anteny wynosi 5 mm (dla  $f=14.5$  GHz), można oszacować, że dla  $f=1.5$  GHz będzie ona równa około 50 mm.

## 2. Przykład [ ]



(a) Assembled antenna structure



(b) Disassembled antenna structure

Fig. 4. Photograph of the fabricated  $2 \times 8$  array antenna with a superstrate.

## 3. Literatura

1. Balans C."Antena Theory- Analysis and design" Second Edition, str.722
2. Raj Kumar, P.Malathi:" Effects of superstrates on the resonant frequency of rectangular microstrip antennas", Microwave and Optical Technology Letters, vol. 49, Issue 12 pp. 2946-2950).
3. Fabry-Perot
4. Yanfei Li, Raj Mittra, Guizhen Lu, and Wenhua Yu: "Directivity Enhancement of Microstrip Patch Antennas Using a Dielectric Superstrate", Progress In Electromagnetics Research Symposium, Beijing, China, March 23-27, 2009, pp. 1445-1459

5. Wonkyu Choi, Yong Heui Cho, Cheol-Sik Pyo, Jae-Ick Choi: "A High-Gain Microstrip Patch Array Antenna Using a Superstrate Layer", ETRI Journal, Volume 25, Number 5, October 2003 pp. 407-411
6. Kim D., Choi J.I. "Analysis of a high-gain Fabry-Perrot cavity antenna with an FSS superstrate: effective medium approach", PIERS vol.7, str.59-68, 2009
7. Gardelli R., Donzelli G., Albani M., Capolino F.: "DESIGN OF PATCH ANTENNAS AND THINNED ARRAY OF PATCHES IN A FABRYPEROT CAVITY COVERED BY A PARTIALLY REFLECTIVE SURFACE", First European Conference on Antennas and Propagation, EuCAP 2006.
8. Garbeli R., Albani M., Capolino F. "Array Thinning by Using Antennas in a Fabry-Perrot Cavity for Gain Enhancement", IEEE AP vol. 54, no. 7 July 2006, pp. 1979-1990.