

CIRCULARLY POLARIZED SIW CAVITY-BACKED MICROSTRIP PATCH ANTENNA

Petr Procházka

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xproch65@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Tomáš Mikulášek

E-mail: mikulasek.t@phd.feec.vutbr.cz

Abstract: This contribution deals with a circularly-polarized Substrate Integrated Waveguide (SIW) cavity-backed microstrip patch antenna. It contains the basic theoretical knowledge of microstrip antennas, such as the shape of the patch, the possibility of excitations etc. Further, a modification of a patch antenna for generating a circularly polarized wave is described. The design of the circularly-polarized microstrip patch antenna and simulation results are presented.

Keywords: cavity resonator, circular polarization, microstrip patch antenna, substrate integrated waveguide.

1. ÚVOD

Mikropáskové flíčkové antény jsou používány přibližně od sedmdesátých let dvacátého století. Jsou využívány v mnoha aplikacích zejména v satelitní a vojenské technice, ale také ve spotřební elektronice, jako jsou mobilní telefony apod. Mezi jejich hlavní výhody patří nízká hmotnost a cena, malé rozměry a snadná výroba.

Cílem této práce je využít postup pro návrh lineárně polarizované mikropáskové antény umístěné v dutinovém rezonátoru na bázi vlnovodu integrovaného do substrátu [1], a tuto navrženou anténu dále upravit pro generování kruhově polarizované vlny a ověřit tak výhodné vlastnosti použití dutinového rezonátoru pro tento typ antény. Simulované parametry výsledné struktury prezentované v následujících částech tohoto příspěvku byly vypočítány pomocí elektromagnetického simulátoru ANSYS HFSS.

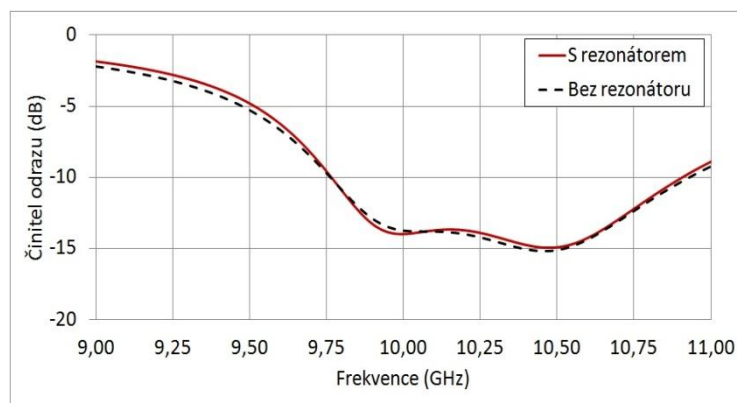
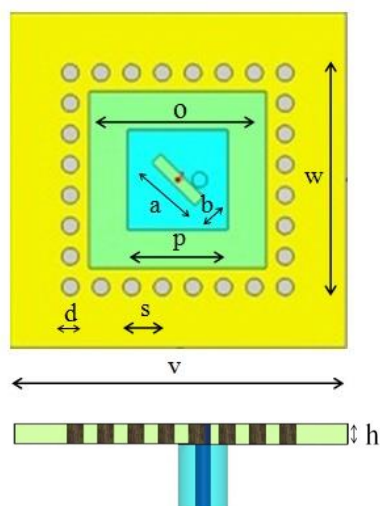
2. STRUKTURA NAVRŽENÉ ANTÉNY

Pro generování kruhově polarizované vlny je možno použít napájení flíčku ve dvou bodech, úpravy tvaru flíčku, vytvoření štěrbin ve flíčku apod. V projektu je využita možnost se štěrbinou, která je vhodná z důvodu zachování tvaru flíčku a tvaru SIW rezonátoru.

Struktura navržené antény je zobrazena na obrázku 1. Jedná se o čtvercový flíček navržený pro frekvenci 10 GHz napájený koaxiální sondou, u něhož je kruhové polarizace dosaženo vytvořením obdélníkové štěrbin ve středu flíčku pootočené o 45° vůči jeho ose. Při návrhu bylo postupováno od čtvercového lineárně polarizovaného flíčku napájeného koaxiální sondou. Následně byla do flíčku vytvořena štěrbina za účelem dosažení kruhové polarizace, model byl doplněn dutinovým

rezonátorem z pevných stěn, který byl následně dle [2] přepočten na SIW rezonátor tvořený prokovy v substrátu. V každém kroku návrhu byly prováděny analýzy v ANSYS HFSS a korigovány rozměrové parametry antény za účelem dosažení co nejlepších výsledků z hlediska šířky pásma a zisku.

3. SIMULOVANÉ PARAMETRY NAVRŽENÉ ANTÉNY



Obrázek 2: Kmitočtová závislost činitele odrazu.

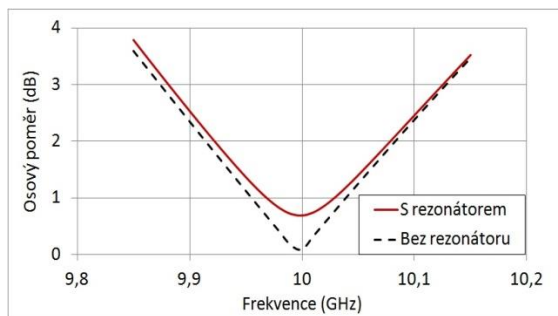
Obrázek 1: Struktura antény.

Konečnou verzi antény modelovanou v HFSS ukazuje obrázek 1. Výsledný návrh má následující parametry:

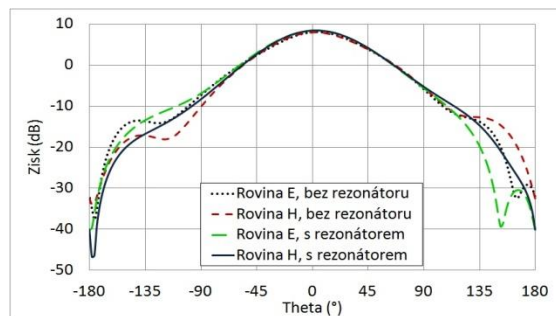
- délka štěrby ve flíčku $a = 5,00$ mm
- šířka štěrby ve flíčku $b = 1,00$ mm
- délka strany substrátu $v = 27,75$ mm
- vzdálenost středů krajních proků $w = 17,70$ mm
- velikost okénka v horní vodivé desce $o = 14,60$ mm
- vzdálenost středů dvou sousedních proků $s = 2,53$ mm
- průměr proků $d = 1,40$ mm
- tloušťka substrátu $h = 1,52$ mm
- velikost flíčku $p = 8,22$ mm

Obrázky 2 až 4 zachycují simulované vlastnosti navržené antény. Porovnáním modelu výsledné antény s SIW rezonátorem s modelem bez rezonátoru bylo zjištěno, že dosažená šířka pásma z hlediska činitele odrazu i z hlediska kruhové polarizace je o cca 0,2 % nižší než u modelu bez rezonátoru, kde z hlediska činitele odrazu dosahovala 11,4 % a šířka pásma kruhové polarizace činila 2,4 %. Pozitivní vliv SIW rezonátoru byl pozorován ve směrových charakteristikách, kde dochází k nárůstu zisku antény v hlavním směru vyzařování cca o 0,3 dB, naopak boční laloky jsou potlačeny.

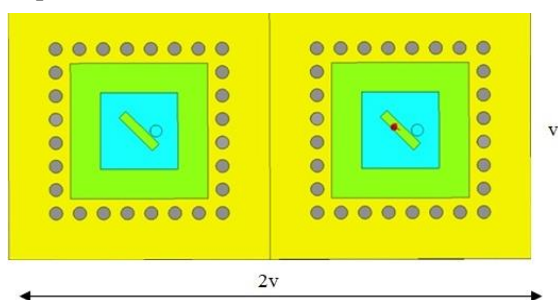
Dále byl vliv dutiny sledován na vzájemné vazbě mezi dvěma blízkými flíčky. Modelovou strukturu ukazuje obrázek 5, simulovanou vzájemnou vazbu bez použití SIW rezonátoru a s ním pak obrázek 6. Ze zobrazených závislostí je vidět, že je vazba v celém simulovaném kmitočtovém pásmu nižší při použití SIW rezonátorů. Ze závislostí dále vyplývá, že snížení vazby je frekvenčně závislé, přičemž na sledovaném kmitočtu 10 GHz, pro nějž byla anténa navrhována, činí snížení vazby 2,2 dB.



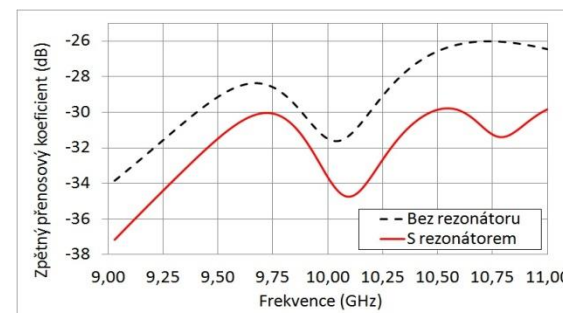
Obrázek 3: Kmitočtová závislost osového poměru.



Obrázek 4: Směrové charakteristiky.



Obrázek 5: Model pro simulování vzájemné vazby.



Obrázek 6: Vzájemná vazba mezi flíčky.

ZÁVĚR

Ačkoliv použití dutinového rezonátoru nepřineslo zlepšení impedanční šířky pásma antény, jako je prezentováno v [1], výhodné vlastnosti dutiny lze pozorovat při použití zářícího elementu v anténní řadě, kde je díky dutině snížena vzájemná vazba mezi okolními flíčky.

Výsledky počítačové simulace budou ověřeny měřením vyrobeného prototypu. V současné době je anténa zadána do výroby. Porovnání simulací s měřením bude prezentováno při obhajobách studentských prací.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vzniknul za podpory projektu CZ.1.07/2.3.00/20.0007 WICOMT, financovaného z operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost. Popsaný výzkum byl realizován v laboratořích podpořených z projektu SIX; registrační číslo CZ.1.05/2.1.00/03.0072, operační program Výzkum a vývoj pro inovace.

REFERENCE

- [1] AWIDA, M.H., FATHY, A.E. Design guidelines of substrate-integrated cavity backed patch antennas. *IET Microwaves, Antennas and Propagation*. 2012, vol. 6, no. 2, p. 151–157.
- [2] XU, F., WU, K. Guided-wave and leakage characteristics of substrate integrated waveguide. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*. 2005, vol. 53, no. 1, p. 66–73.