

DUAL-BAND ANTENNA FOR GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM

Tomáš Mikulášek

Master Degree Programme (2), FEEC BUT
E-mail: xmikul30@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jaroslav Láčik

E-mail: lacik@feec.vutbr.cz

ABSTRACT

This paper deals with the design of an active dual-band circularly polarized (CP) microstrip antenna for global position satellite application. The proposed single-fed dual-band CP design is achieved by two stacked square microstrip patches. The antenna operates at the L1 + E1 and L5 + E5a frequency bands. Antenna preamplifier consists of a low-noise transistor and a dual-band bandpass filter. Measured results of the antenna performance and the preamplifier performance are presented.

1. ÚVOD

Globální družicový polohový systém (Global Navigation Satellite System, zkr. GNSS) je chápán jako soubor všech navigačních systémů (americký systém GPS, ruský systém GLONASS, nově budovaný evropský systém GALILEO atd.). Signál vysílaný družicemi je zpracováván přijímačem, který využívá pro příjem signálů anténu pracující s pravotočivou kruhovou polarizací. Pro zjednodušení koncepce přijímačů pracuje americký a evropský systém částečně ve stejných kmitočtových pásmech. Cílem této práce je navrhnout dvoupásmovou aktivní anténu pro příjem signálů v pásmech L1 + E1 (1575,42 MHz) a L5 + E5a (1176,45 MHz) pracující s pravotočivou kruhovou polarizací.

2. NÁVRH A REALIZACE AKTIVNÍ ANTÉNY

Výkony signálů vysílaných z družic GNSS jsou na povrchu Země velmi nízké a jejich velikost je nižší než výkon šumu. Takové signály se musí po přijetí anténou bezprostředně zesílit nízkošumovým předzesilovačem. Blokové schéma navrhované aktivní antény je uvedeno na obrázku 1. Její princip je následující: signál přijímaný dvoupásmovou anténou, která se skládá ze dvou flíčků umístěných nad sebou, je v předzesilovači zesílen nízkošumovým tranzistorem ATF54143 a dále filtrován pásmovou propustí. Na výstupu aktivní antény je k dispozici signál o dostatečné úrovni v požadovaných frekvenčních pásmech. V následujících odstavcích bude návrh dvoupásmové antény a předzesilovače popsán.



Obrázek 1: Blokové schéma navrhované aktivní antény.

2.1. NÁVRH A REALIZACE DVOUPÁSMOVÉ ANTÉNY

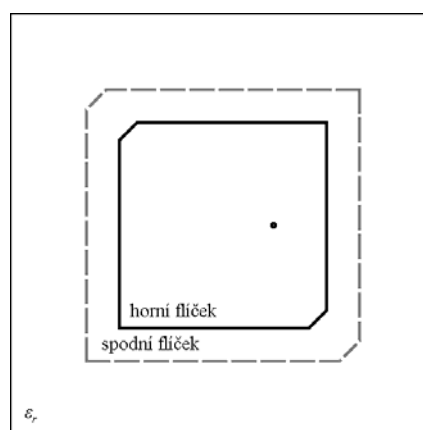
Modelování samotné antény proběhlo ve 2.5D simulátoru EMSight, který je součástí vývojového softwaru AWR Microwave Office. Struktura antény je zobrazena na obrázku 2. Na nosných substrátech TMM4 tloušťky 0,76 a 1,27 mm o relativní permitivitě $\epsilon_r = 4,5$ jsou nad sebou umístěny dva čtvercové flíčky. Spodní flíček rezonuje na středním kmitočtu pásma E5a a horní flíček rezonuje na středním kmitočtu pásma E1. Vybuzení pravotočivé kruhové polarizace je provedeno generováním dvou blízkých vzájemně ortogonálních módů o stejné amplitudě a vzájemném fázovém posuvu 90° . Toho se dosahuje seříznutím protějších rohů flíčku a vhodným umístěním napájecího bodu. Napájení antény je realizováno koaxiální sondou, jejíž střední vodič je vodivě spojen pouze s horním flíčkem.

Simulované a změřené parametry dvoupásmové antény jsou uvedeny na obrázcích 3 a 4. Jak lze z obrázku 3 pro osový poměr antény vyčíst, čtvercové flíčky jsou z hlediska osového poměru velice úzkopásmové. Na obrázku 4 jsou vyznačeny požadované pracovní pásma antény E1 (1559 až 1591 MHz) a E5a (1164 až 1189 MHz).

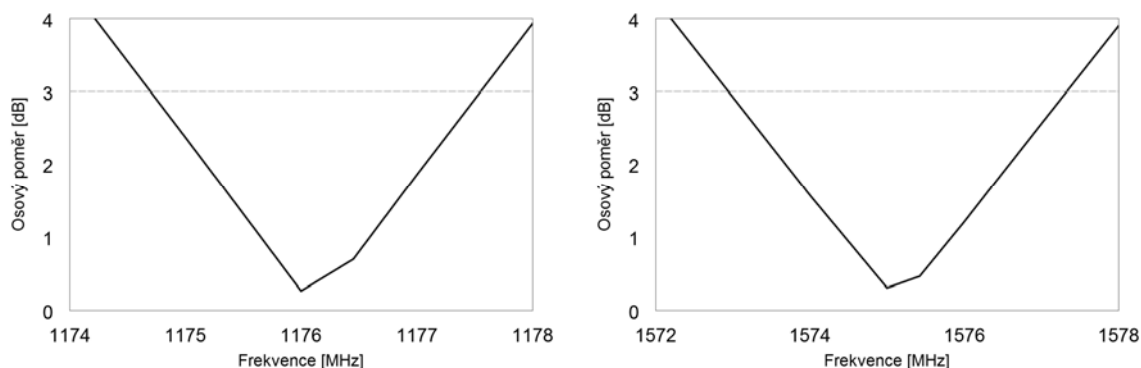
Desky substrátu jsou v simulaci ideálně nad sebou, avšak toho nelze reálně dosáhnout, protože se mezi nimi nachází nežádoucí vzduchová mezera, kterou je nutné eliminovat například dvousložkovým epoxidovým lepidlem. To však nemá stejnou permitivitu jako použité desky substrátu, což má za následek posun rezonančního kmitočtu horního flíčku mimo žádaný kmitočet.

Na základě výsledků měření první antény (obrázek 4) budou upraveny rozměry modelované antény. Rezonanční kmitočty flíčků budou zvýšeny o 21 a 30 MHz.

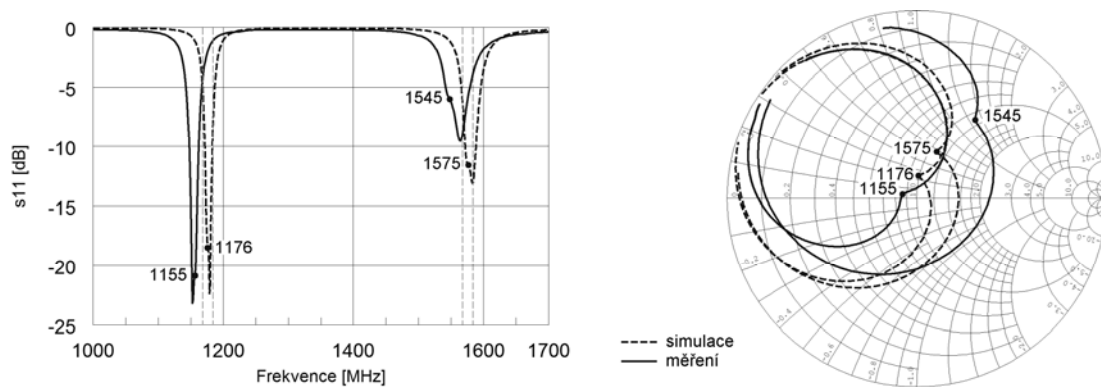
Smithův diagram (obrázek 4) poskytuje informaci o dosahovaném osovém poměru kruhové polarizace. Vznikající „špička“ (ve skutečnosti velice malá smyčka) v simulovaných průbězích odpovídá dobrému osovému poměru. Z naměřených hodnot vstupní impedance dvoupásmové antény vyplývá, že pro dosažení lepšího osového poměru je nutné flíčky více rozladit – více seříznout rohy.



Obrázek 2: Struktura navrhované antény.



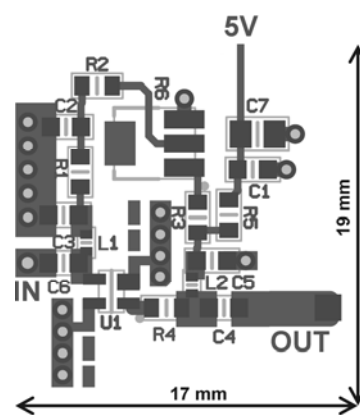
Obrázek 3: Simulovaný osový poměr navrhované dvoupásmové antény ve směru kolmém na rovinu antény.



Obrázek 4: Simulovaná a změřená vstupní impedance navrhované dvoupásmové antény.

2.2. NÁVRH A REALIZACE PŘEDZESILOVAČE

Při návrhu předzesilovače je nejdůležitější výběr vhodného tranzistoru, se kterým lze na žádaných kmitočtech dosáhnout dostatečně velkého zisku (≈ 20 dB) a velice nízkého šumového čísla (< 1 dB). Byl vybrán nízkošumový tranzistor ATF54143 v provedení E-pHEMT. Tranzistor je řazen v kaskádě za anténou a je šumově přizpůsoben k impedanci antény, aby bylo docíleno co nejmenšího výsledného šumového čísla. Z požadavku odolnosti předzesilovače proti přebuzení, např. GSM signálem, byl zvolen pracovní bod tranzistoru $U_{DS} = 3$ V a $I_{DS} = 60$ mA, při kterém tranzistor současně dosahuje nejvyššího zesílení, nejmenšího šumového čísla a vysokého bodu OIP3 (≈ 36 dBm). Filtrace zesílených signálů je provedena dvěma diplexery řazenými za sebou. První diplexer filtruje signály v požadovaných pásmech a druhý je použitý jako slučovač signálů do jedné větve. Návrh byl proveden v programu AWR Microwave Office.



Obrázek 5: Náhled na desku plošného spoje předzesilovače.

Sestavený předzesilovač dosahuje následujících parametrů: pásmo E5a (1176 MHz) – zisk $G = 19$ dB, šumové číslo $NF = 0,7$ dB; pásmo E1 (1575 MHz) – $G = 17$ dB a $NF = 0,7$ dB.

3. ZÁVĚR

Dle požadavků byla navrhována, simulována a realizována dvoupásmová anténa s kruhovou polarizací. Na základě výsledků prvního měření dvoupásmové antény budou korigovány simulace a z nově získaných rozměrů se vyrobí druhá anténa. V poslední fázi návrhu budou v bezodrazové komoře změřeny směrové vyzářovací charakteristiky antény.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory firmy HONEYWELL jako řešení diplomové práce.

LITERATURA

- [1] Balanis, C. A.: Antenna Theory: Analysis and Design. John Wiley & Sons, Inc., 1997. ISBN 0-471-59268-4.