

THE DESIGN OF HORN ANTENNAS IN THE PROGRAM FEMLAB

Petr CHMELA, Master Degree Programme (5)
Dept. of Radio Electronics, FEEC, BUT
E-mail: xchmel07@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Prof. Zbyněk Raida

ABSTRACT

This work deals with the design of horn antennas in the program FEMLAB. For further processing, simulation results are exported from FEMLAB to the program MATLAB. A convenient global optimization method is combined with horn antenna models in order to build a tool for the horn antenna design. As an optimization criterion, radiation pattern is chosen. Optimization results are verified by means of simulations in the program CST MICROWAVE STUDIO.

1 ÚVOD

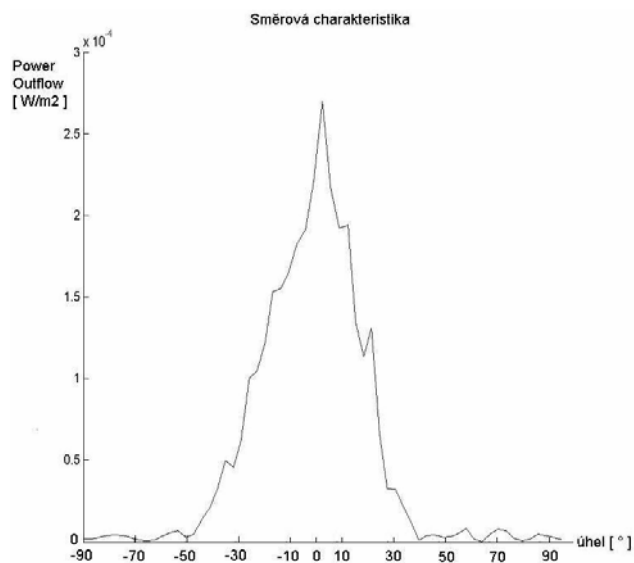
Antény pracující v oblasti mikrovlnných kmitočtů jsou nedílnou součástí dnešní telekomunikační techniky, a to od radioreléových spojů až po kosmické spoje. Dominantní zastoupení v oblasti centimetrových vln mají plošné antény. Mezi nejpoužívanější plošné antény patří bezesporu trychtýřové antény s různým provedením trychtýře. Typickým příkladem trychtýřové antény je např. primární zářič pro parabolické reflektory.

Analytický popis výše zmíněných antén není obecně znám, a proto využíváme numerický model vytvořený pomocí programu FEMLAB. Návrh trychtýřové antény vznikl spojením modelu z programu FEMLAB a vybrané optimalizační metody v programu MATLAB, kterou je genetický algoritmus. Modelované antény byly uloženy jako m-soubory a dále pak v MATLABu optimalizovány z hlediska dvou parametrů, a to délky trychtýře L' a úhlu rozevření α . Ověření výsledků je provedeno v programu CST MICROWAVE STUDIO.

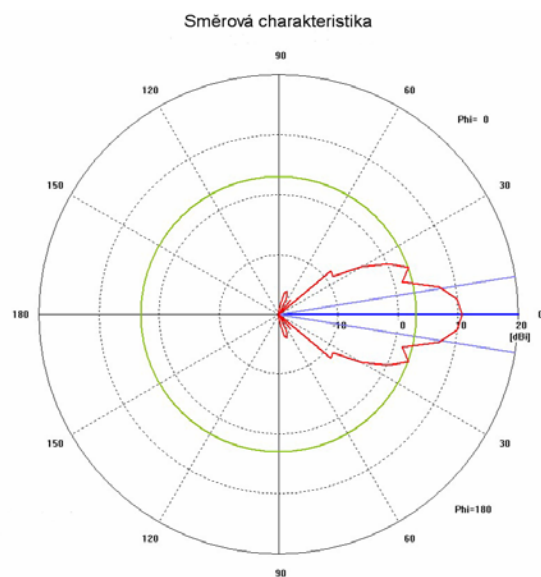
2 TRYCHTÝŘOVÁ ANTÉNA S OBDÉLNÍKOVÝM PRŮŘEZEM VLNOVODU

Pro první anténu byl vybrán obdélníkový vlnovod R100 ($a = 22,86$ mm, $b = 10,16$ mm) a pracovní kmitočet byl stanoven na $f = 10$ GHz, což zaručuje, že se vlnovodem bude šířit pouze dominantní vid TE_{10} . Při hledání ideálního průběhu směrové charakteristiky byly nejprve zvoleny intervaly, ve kterých budou generováni noví jedinci. Interval pro délku trychtýře byl stanoven v rozmezí (0,045 m; 0,075 m) a interval pro úhel rozevření trychtýře v rozmezí (25° ; 45°).

Z přibližně dvaceti optimalizací byl vybrán nejlepší průběh směrové charakteristiky, jenž byl dosažen při počtu generací $G = 9$ a počtu jedinců $I = 7$. Průběh směrové charakteristiky je na obr.1, výsledek ověření optimalizace v programu CST je na obr. 2.



Obr. 1: Směrová charakteristika v programu FEMLAB



Obr. 2: Směrová charakteristika v programu CST

Vypočtené rozměry (program MATLAB):

- délka trychtýře $L' = 0,0513$ m, úhel rozevření trychtýře $\alpha = 39,26^\circ$

Vypočtené směrové parametry (program CST):

- činitel směrovosti $D = 10,52$ dB, zisk $G = 13,45$ dB

3 TRYCHTÝŘOVÁ ANTÉNA S KRUHOVÝM PRŮŘEZEM VLNOVODU

Analýzy kruhového vlnovodu v programu FEMLAB lze docílit pouze s použitím osy symetrie, která způsobí deformaci průběhu směrové charakteristiky právě v okolí osy souměrnosti v rozsahu $0^\circ \pm 15^\circ$. Zde nabývá jen minimálních vypočtených hodnot, ačkoli ve skutečnosti je v ose maximum vyzářeného výkonu. Je to způsobeno rozložením buzení čelní hrany vlnovodu: rozdělením vlnovodu na dvě samostatné poloviny podél osy symetrie se projeví nulová intenzita elektrického pole po stranách vlnovodu, a tedy nově i v ose vlnovodu.

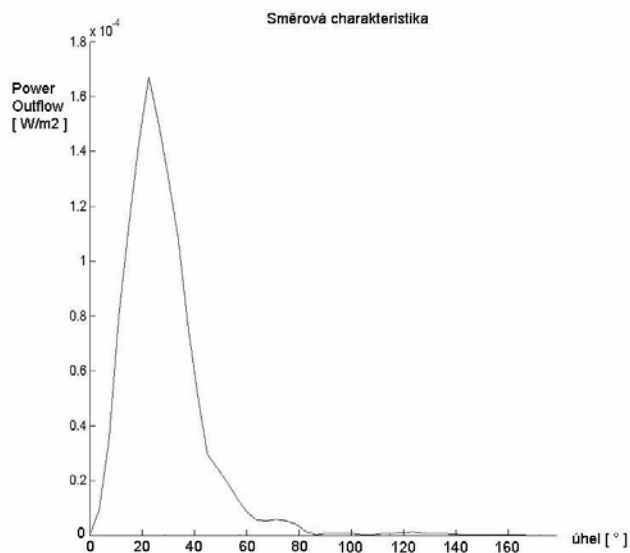
Pro druhou anténu byl vybrán kruhový vlnovod o průměru 80 mm a pracovní kmitočet byl stanoven na $f = 2,5$ GHz kvůli záruce jednovidového přenosu. Intervaly byly stanoveny následovně: délka trychtýře (0,06 m; 0,09 m), úhel rozevření trychtýře (45° ; 70°). Stejně jako u předchozího modelu byl vybrán nejlepší průběh směrové charakteristiky, jenž byl dosažen při počtu generací $G = 10$ a počtu jedinců $I = 7$. Průběh směrové charakteristiky je na obr.3, výsledek ověření optimalizace v programu CST je na obr. 4.

Vypočtené rozměry (program MATLAB):

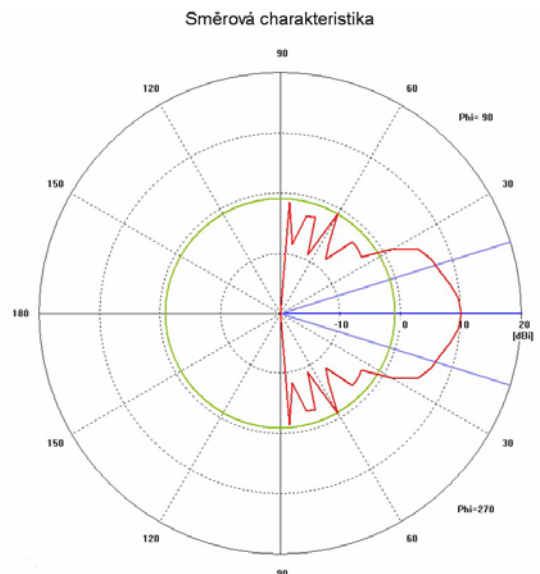
- délka trychtýře $L' = 0,084$ m, úhel rozevření trychtýře $\alpha = 65,90^\circ$

Vypočtené směrové parametry (program CST):

- činitel směrovosti $D = 10,04$ dB, zisk $G = 13,02$ dB



Obr. 3: Směrová charakteristika v programu FEMLAB



Obr. 4: Směrová charakteristika v programu CST

4 ZÁVĚR

Návrh obou typů trychtýřových antén s obdélníkovým a kruhovým průřezem vlnovodu byl simulován v programu FEMLAB a jejich model následně importován do programu MATLAB. Oba numerické modely jsem úspěšně spojil s optimalizační metodou využívající genetických algoritmů. Výsledkem jsou optimalizované směrové charakteristiky s příslušnými rozměry trychtýřů antény. Vypočtené průběhy směrové charakteristiky byly kontrolovány v programu CST MICROWAVE STUDIO, přičemž byla konstatována jak dobrá shoda s předchozími výsledky z programu FEMLAB, tak i vhodnost volby optimalizační metody. Směrová charakteristika v programu FEMLAB je koncipována jako průmět vyzářené energie na plochu, což vysvětluje rozdíl mezi směrovou charakteristikou v programu FEMLAB a CST MICROWAVE STUDIO pro tutéž anténu.

LITERATURA

- [1] Černohorský, D., Raida, Z., Škvor, Z., Nováček, Z.: Analýza a optimalizace mikrovlnných struktur, Brno, Nakladatelství VUTIUM, 1999
- [2] FEMLAB Reference Manual, Stockholm: COMSOL, 2001
- [3] Černohorský, D., Raida, Z., Nováček, Z.: Elektromagnetické vlny a vedení, Brno, Nakladatelství VUTIUM, 1999
- [4] Svačina, J., Hanus, S.: Vysokofrekvenční a mikrovlnná technika, Brno, Nakladatelství VUTIUM, 2002
- [5] Černohorský, D., Nováček Z.: Antény a šíření elektromagnetických vln, Brno, VUT, 1989