

BROADBAND LINEAR ANTENNA ARRAY FOR BAN APPLICATIONS

Tomáš Gaja

Bachelor Degree Programme (3), FEEC BUT

E-mail: xgajat00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jan Puskely

E-mail: puskelj@feec.vutbr.cz

Abstract: The work deals with antenna array for application in BAN. The main attention is focused on the shaping of radiation pattern. The paper describes the principles of the designing antenna arrays with desired radiation patterns. Based on these principles the script was created in environment MATLAB which effectively analyses features of each desired antenna array. The next section of this work is focused on design of broadband Vivaldi antenna array in frequency band 4.6 – 6.6 GHz. Designed antenna array was verified in simulator of electromagnetic field CST. The antenna array was also analyzed in proximity of human tissue.

Keywords: antenna array, radiation pattern, routing, suppression of lobes, electromagnetic field, BAN application, vector of excitation, simulation

1. ÚVOD

Při návrhu anténních řad se klade důraz na napájení jednotlivých elementů s danou amplitudou a fází. Pro výpočet se použily návrhové vztahy dle Dolp-Chebysheva [1] tak, aby se docílilo požadovaného tvaru vyzařovací charakteristiky. Větší počet prvků v anténní řadě umožňuje dosažení vyššího zisku s lepším směřováním hlavního laloku a možností lepšího potlačení bočních laloků. Podle nafázování jednotlivých elementů lze směřovat hlavní lalok anténní řady do libovolného místa v poloprostoru. Různým rozložením amplitud a fází lze anténní řadu využít v různých aplikacích, např. v radarech, v komunikačních systémech point-to-point, BAN (Body Area Network) atd.

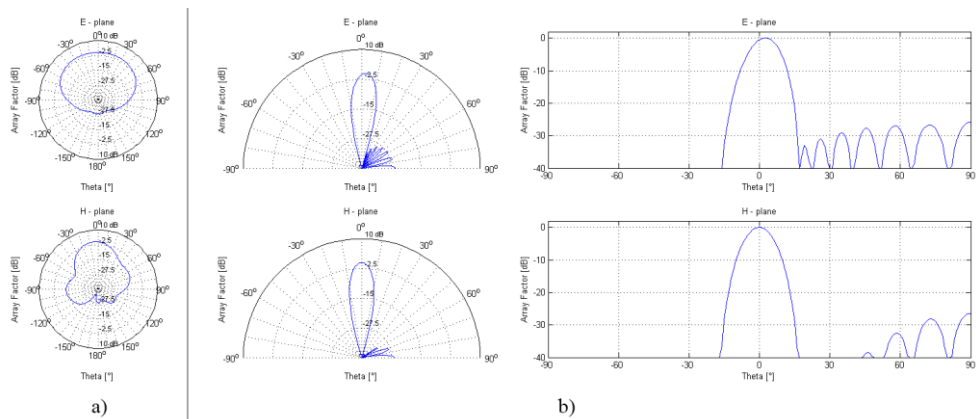
BAN specifikuje vzájemnou komunikaci antén v rámci lidského těla. Tato komunikace může být realizována podél lidské tkáně (On-Body), od tkáně do prostoru (Off-Body) a nebo dovnitř lidské tkáně (In-Body). Popsaná zařízení mohou být implementována do těla, oblečení nebo nositelných doplňků a mohou mít libovolnou pozici. Tato práce se zabývá návrhem anténní řady o osmi elementech, která je schopna vysílat podél lidské tkáně. Řada bude v praxi použita na tkanině.

2. ANTÉNNÍ ŘADA

Tvar směrové charakteristiky je dán dle návrhových vztahů (1) a (2), podle Dolph-Chebysheva. Pro samotný návrh byl vytvořen skript v programu MATLAB, kde lze pro libovolný počet anténních elementů, požadované potlačení bočních laloků a nasměrováním hlavního laloku získat vektor buzení. Skript umožňuje načtení simulovaných vyzařovacích charakteristik, např. ze simulátoru elektromagnetického pole CST. V mém případě jsem analyzoval vlastnosti Vivaldi antény [2], a na základě vstupních parametrů jsem pomocí vytvořeného skriptu vypočítal skupinovou funkci záření. Použité matematické vztahy a rovnice jsou čerpány z [3].

$$A = a_0 \cdot e^{j\psi_0} + a_1 \cdot e^{j\psi_1} + a_2 \cdot e^{j\psi_2} \quad (1)$$

$$\varphi = d_x \cdot \lambda \cdot \sin(\alpha) \quad (2)$$



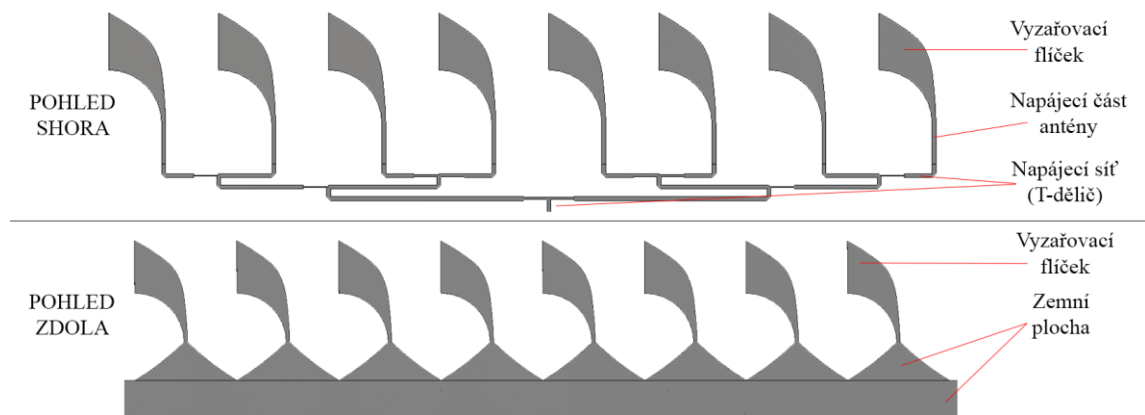
Obrázek 1: a) Načtená simulovaná data jedné Vivaldi antény z programu CST
b) Řada Vivaldi antén: počet antén 8, vychýlení 0°, potlačení bočních laloků -28 dB

Na obrázku 1 jsou výstupy anténní řady z předešlých rovnic. Potlačení bočních laloků bylo nastaveno na hodnotu -40 dB, ovšem reálná simulovaná data z CST ukazují potlačení pouze -28 dB. Je to dáno vzájemnou vazbou mezi elementy anténní řady. Výsledkem testovací řady z programu MATLAB je budící vektor (3), obsahující poměry amplitud mezi elementy.

$$A = [1 \quad 2,8605 \quad 5,1982 \quad 6,8448 \quad 6,8448 \quad 5,1982 \quad 2,8605 \quad 1] \quad (3)$$

3. VIVALDI ANTÉNNÍ ŘADA V BLÍZKOSTI LIDSKÉ TKÁŇE

Budící vektor posloužil pro návrh napájecí sítě (viz obrázek 2). Dělič typu T je složen s úseku vedení $\lambda/4$ kdy je transformována impedance do požadovaných poměrů. Tím je zaručeno, že do jednotlivé antény je dodán výkon s požadovanou amplitudou. Šířka anténní řady je rovna 32 cm a výška odpovídá hodnotě 8,25 cm. Tloušťka substrátu řady činí 0,508 mm s permitivitou $\epsilon = 2,33$.

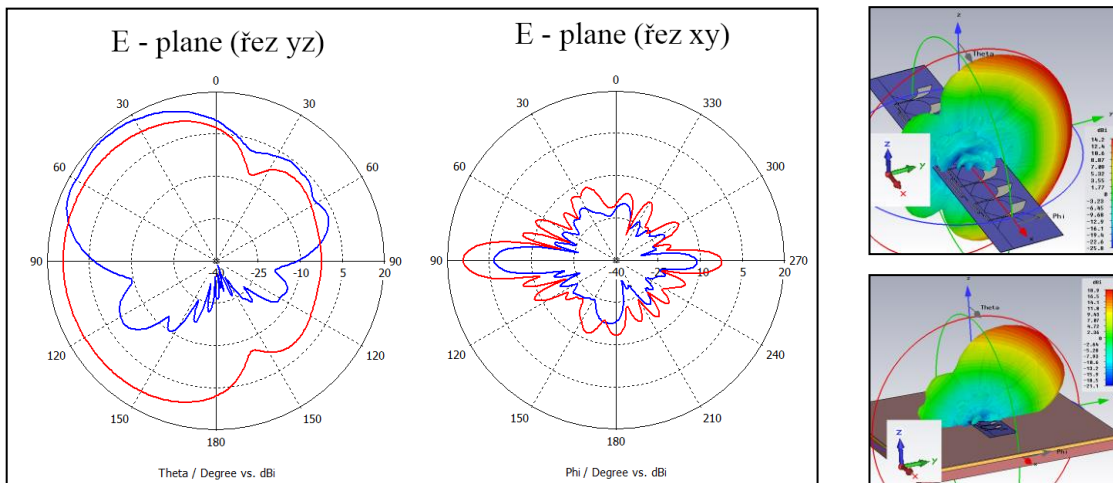


Obrázek 2: Model řady Vivaldi antén s napájecí sítí v programu CST

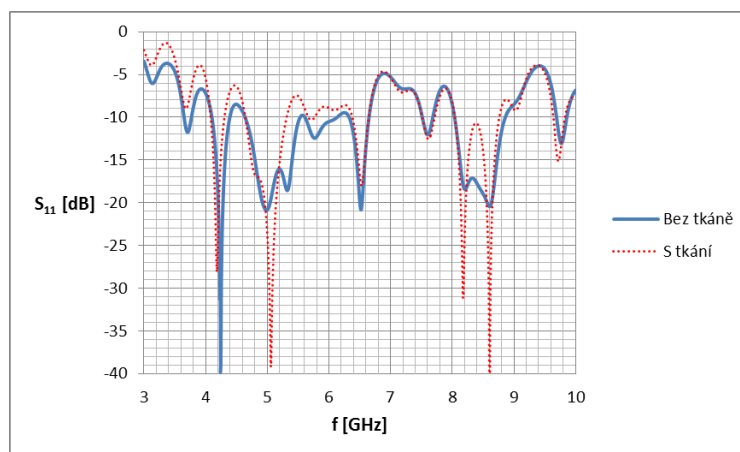
Vivaldi anténa byla navržena pro pásmo 4,6 až 6,6 GHz s pracovní frekvencí 5,8 GHz.

	Zisk [dBi]	SL [dB]	BW [GHz]	Účinnost [%] při $f = 5,8$ GHz	S_{11} [dB] při $f = 5,8$ GHz	PSV [-] při $f = 5,8$ GHz
Bez tkáně	14,2	-16,6	2	95	-12,3	1,64
S tkání	18,9	-14,8	2	76	-9,86	1,96

Tabulka 1: Parametry anténní řady Vivaldi s tkání a bez tkáně



Obrázek 3: Vyzařovací charakteristiky Vivaldi řady v blízkosti tkáně a volném prostředí



Obrázek 4: Závislost činitele odrazu na vstupu Vivaldi řady na frekvenci

4. ZÁVĚR

V rámci této práce byly popsány základní principy návrhu anténních řad a na jejich základě byl vytvořen skript v programovacím prostředí MATLAB, který dokáže vypočítat skupinovou funkci záření a sestavit vektor buzení.

V simulátoru elektromagnetického pole CST byla navrhována širokopásmová řada Vivaldi antén pro pásmo UWB a byla simulována v blízkosti lidské tkáně. Anténa Vivaldi nemá zemní plochu po celé své délce, tudíž se tkáň jeví jako reflektor a odráží část vyzařované energie do poloprostoru. Proto je hlavní lalok anténní řady vychýlen o 45° od podélného směru. Výhodou je zvýšený zisk o 4,7 dBi se šířkou pásma 2 GHz oproti řadě simulované ve volném prostředí.

REFERENCE

- [1] Mailloux, R. J., Phased Array Antenna Handbook, Artech House, 2005, ISBN: 1580536891
- [2] Balanis, C. A., Antenna Theory: Analysis and Design, John Wiley & Sons, 2005, ISBN: 047166782X
- [3] Orfanidis, J.: Electromagnetic Waves and Antennas [online]. 2002, [cit. 25. 10. 2014]. Dostupné z URL: <<http://www.ece.rutgers.edu/~orfanidi/ewa/ch20.pdf>>.