

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta elektrotechnická

PROJEKT Č. 3

Výpočet polarizačních ztrát

Vypracoval: Jan HLÍDEK

V rámci předmětu: Antény a šíření vln (X17ANT)

Měřeno: 31. 10. 2007

Cvičení: středa od 14:30 do 16:00

1. ZADÁNÍ

Dvě stejné trychtýřové antény, shodné s anténami měřenými v laboratorní úloze "Měření polarizace", tvoří mikrovlnný spoj na vzdálenost 1 km. Při instalaci antén došlo k chybnému nastavení vzájemné polarizace antén - tzn., že antény jsou vzájemně pootočený o úhel α podél osy spoje.

Úhel α , který svírají roviny hlavní polarizace obou antén, je následující: $\alpha = 82,5^\circ$

Spočítejte hodnotu takto vzniklých dodatečných polarizačních ztrát v mikrovlnném spoji a určete ekvivalentní délku mikrovlnného spoje, ve které by byl shodný přijatý výkon při optimálním polarizačním nastavení antén. Určete největší průměr 1. Fresnelovy zóny toho ekvivalentního spoje. Uvažujte šíření elektromagnetických vln v ideálním bezeztrátovém prostředí bez odrazů a překážek.

2. ZPRACOVÁNÍ

Uvažovaný chybný úhel je dosti veliký. Antény jsou vůči sobě natočeny téměř o 90° , takže se zde v podstatě blížíme příčné polarizaci, která jak známo má na svědomí značné ztráty co se týká přeneseného výkonu do přijímací antény. V následující části tedy ověříme, nakolik se předpoklad určitých ztrát potvrdí.

Ve výpočtu vycházíme z těchto hodnot:

- výstupní (vysílací) výkon $P_v = 10 \text{ dBm}$
- zisk vysílací antény $G_v = 12 \text{ dB}$
- zisk přijímací antény $G_p = 14 \text{ dB}$
- vzdálenost antén $R = 1 \text{ km}$
- frekvence $f = 9 \text{ GHz}$

Nanormujeme si nejdříve výkon nalezený v charakteristikách pro daný úhel k maximálnímu výkonu.

$$\frac{P_{82,5^\circ}}{P_{max}} = \frac{9,817 \cdot 10^{-9}}{7,499 \cdot 10^{-7}} = 0,01309$$

Zjistíme tedy „dodatečné“ polarizační ztráty:

$$L_p = 10 \log 0,01309 = -18,83 \text{ dB}$$

Z Friisovy rovnice lze nyní určit ekvivalentní délku mikrovlnného spoje, protože ztráty volným prostorem jsou nám známy:

$$P_p = P_v \cdot G_v \cdot G_p \left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2$$

$$\Rightarrow P_p = P_v + G_v + G_p - L_o$$

$$[dBm] \quad [dBm] \quad [dB] \quad [dB] \quad [dB]$$

Vyjádříme na pár řádcích v Matlabu, kde získáme L_o a dostáváme:

$$L_{o[dB]} = 20 \log \frac{4\pi R_{ekv}}{\lambda}$$

$$\Rightarrow R_{ekv} = \frac{\lambda}{4\pi} 10^{\frac{L_o}{20}}$$

$$R_{ekv} = \frac{0,033}{4\pi} 10^{\frac{130,357}{20}} = 8,653 \text{ km}$$

Poloměr 1. Fresnelovy zóny:

$$F = 17,32 \sqrt{\frac{R_{ekv}}{4f}} = 17,32 \sqrt{\frac{8,653}{4 \cdot 9}} = 8,49 \text{ m}$$

R_{ekv} dosazujeme v [km], f [GHz].

3. ZÁVĚR

Protože nejsou antény nastaveny správně, dochází ke ztrátám a to o velikosti cca - 19 dB. Úvodní předpoklad o významu správného natočení antén se tedy potvrzuje. Zadaná hodnota úhlu $82,5^\circ$ je opravdu dosti blízka nejhoršímu případu, který lze pro tuto úlohu uvažovat a to 90° .

Pokud by antény byly natočeny správně, mohl by být spoj za daných podmínek provozován až na vzdálenost 8,7 km. Na této hodnotě je ještě jednodušší si představit, jaký vliv má v praxi správná polarizace antén na kvalitu spojení. Při tomto natočení jsme si totiž téměř devětkrát zkrátily možnou vzdálenost, na kterou by šlo spoj provozovat.