

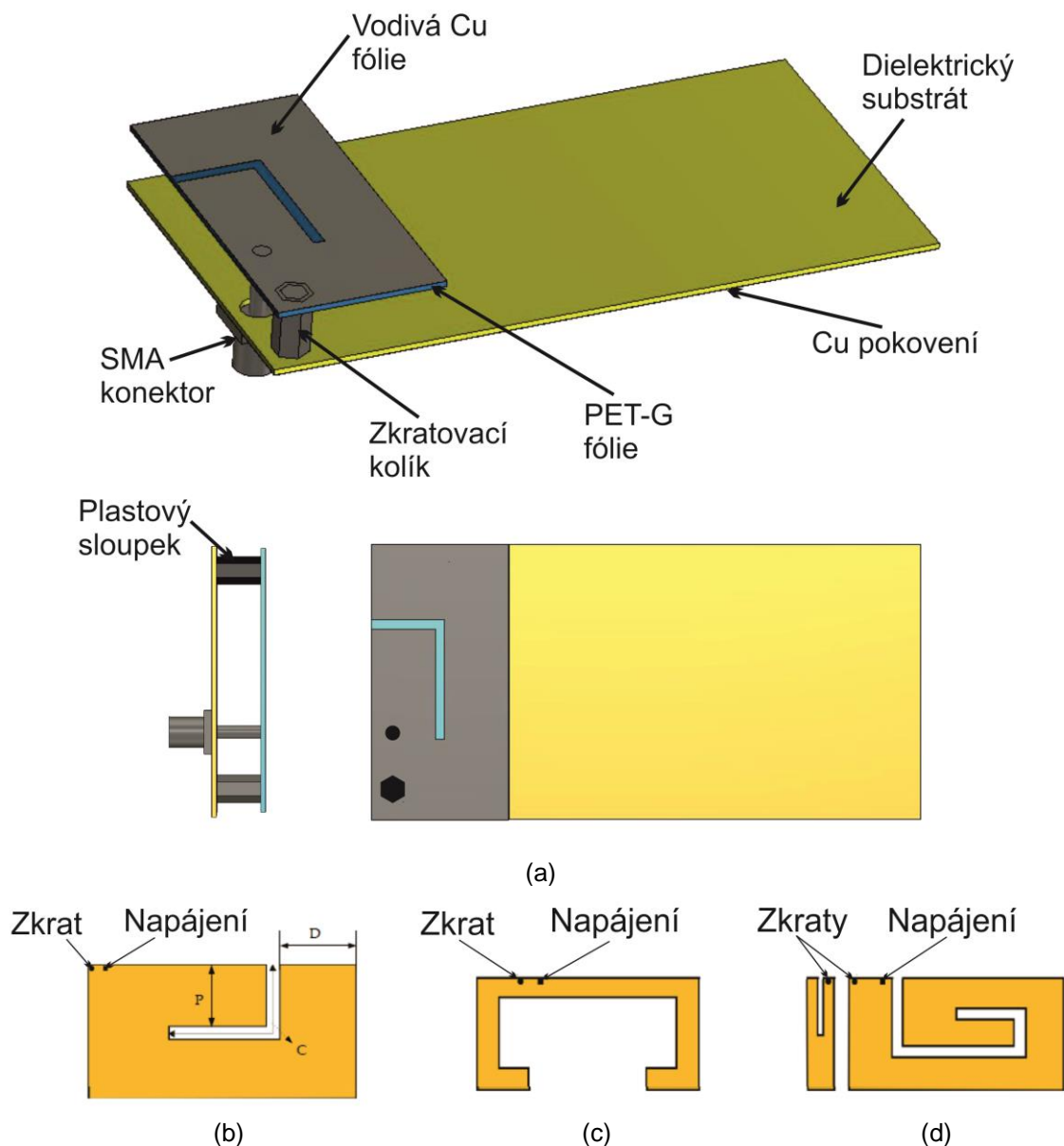
projekt č. 2

Vícepásmová anténa mobilního telefonu

1. Navrhněte a v simulátoru elektromagnetického pole vytvořte modely dvou následujících typů antén.
 - A. PIFA antény v dvoupásmovém (volitelně třípásmovém) provedení na vzduchovém substrátu, viz obr. 1, pro pásma E-GSM 880 - 935 MHz a DCS 1710 - 1880 MHz (volitelně i pro UMTS 1920 - 2170 MHz). Anténu navrhněte tak, aby $\Gamma_{dB} < -12$ dB na středních kmitočtech f_1 a f_2 návrhových pásem.
 - B. Elektricky krátkého kapacitně zatíženého monopólu s víceraamenným provedením ve dvou variantách – ve výškách $\lambda_0/10$ a $\lambda_0/20$. Anténu navrhněte se středním pracovním kmitočtem dle Vaší úlohy č.1 tak, aby $\Gamma_{dB} < -15$ dB na f_0 . (pro srovnání)
2. Anténu A realizujte svépomocí s podporou katedry. Uvažte reálnou velikost zemní desky odpovídající velikosti mobilního telefonu. Zemní desku bude tvořit jednostranně pokovený substrát Isola IS400 o rozměrech $60 \times 120 \times 1$ mm. Zkratovací kolík bude realizován pomocí kovového distančního sloupku výšky 10 mm (šestihran se vzdáleností stěn 5 mm). K napájení bude sloužit SMA konektor (rozměry viz přiložený technický list, část teflonového dielektrika přečnávající přes přírubu bude odstraněna). Vodivý motiv bude vyříznut plotrem na tenké měděné jednostranně lepidlo folii tl. $35 \mu\text{m}$ a kontaktován na tenkou nosnou dielektrickou desku (PET-G) tl. 0,5 mm zavěšenou nad zemní deskou na kovovém distančním sloupku sloužícím jako zkrat. Při návrhu uvažte praktickou realizovatelnost (konstrukční rozměry SMA konektoru, zkratovacího sloupku, prostupu středního vodiče konektoru zemní rovinou, atd.). Určete min. potřebnou vzdálenost středu zkratovacího kolíku od středního vodiče konektoru.

Konstrukční prvek	Substrát	ϵ_r (-)	$\text{tg } \delta$ (-)
Zemní rovina	Isola IS400	3,9	0,02
Fólie nesoucí motiv	PET-G	2,4	0,02
Plastové distanční sloupky	Polyamid	4	0,05

3. U realizované antény změřte frekvenční závislost vstupní impedance v pracovních pásmech.
4. Pro všechny navržené antény vynesete graficky závislosti základních anténních parametrů.
 - 4.1. Vstupní impedanci ve Smithově diagramu (simulovaná, pro anténu A i měřená).
 - 4.2. Koeficient odrazu v kartézském diagramu (simulovaný, pro anténu A i měřený).
 - 4.3. Vyzařovací diagramy v 3D zobrazení a řezy v hlavních rovinách (simulované, u antény A pro obě pracovní kmitočtová pásma).
5. Určete fundamentální limity navržených antén. Pro anténu A uvažujte obě pracovní kmitočtová pásma.
 - 5.1. Znázorněte graficky Chuův limit (závislost $Q_{\min}(ka)$) pomocí vztahů McLeana, Thala a Gustafssona (γ_1^{norm} určete pro Vámi použitou geometrii modelovaných zářičů) v rozsahu $ka = \langle 0,1;1 \rangle$.
 - 5.2. Do téhož grafu vynesete činitele jakosti Q_{3dB} a Q_z (Yaghjian a Best, IEEE TAP, 2005) všech Vámi simulovaných i měřených antén vypočtené ze závislosti vstupní impedance $Z_{\text{in}}(\omega)$.
 - 5.3. Parametry ka , Q_{3dB} , Q_{3dB}/Q_{\min} , Q_z , Q_z/Q_{\min} , BW_{3dB} a BW_{Qz} Vámi analyzovaných zářičů uveďte souhrnně v tabulce a diskutujte efektivitu jejich miniaturizace. Uvažujte 100 % účinnost antény a $Q_{\min} = Q_{\text{Gustafsson}}$. Diskutujte vhodnost použití jednotlivých limitů.



Obr. 1 – Ilustrační modely dvoupásmových PIFA antén a konstrukční detaily. (a) Konstrukční provedení PIFA, (b, c) příklady dvoupásmových provedení, (d) příklad třípásmového provedení.

Pozn.:

Výpočetní vztahy pro mezní činitel jakosti (pro základní mód TM_{10}):

$$Q_{McLean} = \frac{1}{(ka)^3} + \frac{1}{ka}, \quad Q_{Thal} = \frac{1.5}{(ka)^3} + \frac{0.6}{ka}, \quad Q_{Gustafsson} = \frac{1.5}{(ka)^3 \gamma_1^{norm}}, \quad \gamma_1^{norm}$$

γ_1^{norm} - použijte dostupné analytické výrazy pro danou geometrii zářiče (příp. m-skript od Gustafssona)

$$Q_Z \approx \frac{PSV - 1}{BW \sqrt{PSV}} \approx \frac{\omega}{2R_{in}(\omega)} |Z'_{in}(\omega)|$$

$$|Z'_{in}(\omega)| = \sqrt{R'_{in}(\omega)^2 + \left(X'_{in}(\omega) + \frac{X_{in}(\omega)}{\omega} \right)^2}, \quad BW_{max} = \frac{PSV - 1}{\eta Q_{min} \sqrt{PSV}}$$