

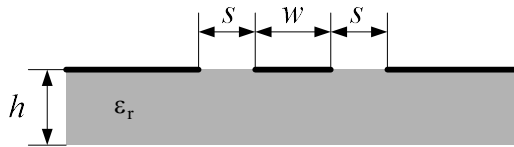
04 - Електромагнетска компатибилност

1. Коришћењем подлоге дебљине $h = 0,4 \text{ mm}$, релативне пермитивности $\epsilon_r = 4,5$ и тангенса угла губитака $\tan \delta = 0,01$ пројектовати вод карактеристичне импедансе $Z_c = (50 \pm 0,5) \Omega$ у

- (1) микротракастој технологији (енглески: microstrip) и
- (2) симетричној тракастој технологији (енглески: stripline), при чему је растојање између доње и горње масе $H = 2h$.
- (3) Израчунати подужно слабљење ових водова на учестаности $2,45 \text{ GHz}$.
- (4) Израчунати дужине ових водова тако да њихово слабљење буде 1 dB , на учестаности $2,45 \text{ GHz}$.

Специфична проводност проводника је $\sigma = 56 \text{ MS/m}$. Задатак решити коришћењем програма LINPAR уз Accuracy Parameter = 6.

2. На слици 2.1 је приказан попречни пресек копланарног таласовода (енглески: coplanar waveguide) са означеним карактеристичним димензијама. Уколико је $w/h = 1$ и $s/w = 10^{(k/3-2)}$, $k = 0,1,2,\dots,9$, помоћу програмског пакета LINPAR израчунати и скицирати карактеристичну импедансу копланарног таласовода за случајеве (1) $\epsilon_r = 1$ и (2) $\epsilon_r = 5$. За дебљину метализације узети да је $t/w = 1/1000$. Резултате нацртати тако да је однос s/w у логаритамској размери. (3) На основу добијених резултати проценити доњу и горњу границу за карактеристичну импедансу копланарног таласовода.



Слика 2.1. Попречни пресек посматраног система.

3. Посматра се диелектрична подлога дебљине $h = 2 \text{ mm}$, релативне пермитивности $\epsilon_r = 4,5$ и тангенса угла губитака $\tan \delta = 0,02$. Дебљина метализације је $t = 36 \mu\text{m}$, а проводност метала је $\sigma = 58 \frac{\text{MS}}{\text{m}}$.

- (1) Израчунати ширине линија два микротракаста вода, w_1 и w_2 , тако да њихове карактеристичне импедансе буду $Z_{c1} = 75 \Omega$, односно $Z_{c2} = 100 \Omega$.
- (2) Израчунати подужна слабљења ових водова на учестаности 1 GHz .
- (3) Уколико су дужине ових водова 24 cm , израчунати укупно слабљење сваког вода на 1 GHz .

4. Симетричан тракасти вод и микротракасти вод израђени су од истог диелектрика, релативне пермитивности $\epsilon_r = 4,6$ и тангенса угла губитака $\tan \delta = 0,02$. Траке оба вода су удаљене од проводних равни за $h = 2 \text{ mm}$. Ширина траке микротракастог вода је $w_{\text{mikrotrakasti}} = 3,7 \text{ mm}$, а ширина траке симетричног тракастог вода је $w_{\text{trakasti}} = 1,75 \text{ mm}$. Дебљина трака је занемарљива.

- (1) Израчунати карактеристичне импедансе ових водова.
- (2) У опсегу учестаности $200 \text{ MHz} \leq f \leq 2 \text{ GHz}$, са кораком 300 MHz , скицирати подужно слабљење ова два вода. Сматрати да су проводници вода направљени од бакра специфичне проводности $\sigma = 58 \text{ MS/m}$, а да тангенс угла губитака диелектрика не зависи од учестаности.
- (3) Израчунати слабљење водова из тачке (2) дужине $l = 5 \text{ cm}$ на учестаности 2 GHz .

5. Микротракасти вод израђен је на подлози од диелектрика FR-4 дебљине $h = 1\text{ mm}$ чија је релативна пермитивност $\epsilon_r = 4,5$, а тангенс угла губитака $\tan \delta = 0,02$. Проводници су направљени од бакра специфичне проводности $\sigma = 58\text{ MS/m}$, док је дебљина метализације $t = 36\text{ }\mu\text{m}$.

(1) Одредити ширину траке тако да карактеристична импеданса овог вода буде $Z_c = 50\text{ }\Omega$. За овако пројектован микротракасти вод очитати подужно слабљење на учестаности $2,45\text{ GHz}$.

(2) За вод пројектован у тачки (1) утврдити како смањење ширине диелектрика (*shoulder width*) утиче на промену карактеристичне импедансе вода. Колика је карактеристична импеданса уколико се ширина диелектрика смањи на $d = 1\text{ mm}$?

(3) За вод пројектован у тачки (1) утврдити како повећање дебљине метализације утиче на промену карактеристичне импедансе вода. Колика је карактеристична импеданса уколико се дебљина метализације повећа два пута?

(4) Колика је карактеристична импеданса вода пројектованог у тачки (1) уколико се на висини $h_1 = 1\text{ mm}$ изнад диелектрика постави метална плоча, при чему је простор између диелектрика и металне плоче испуњен ваздухом?