

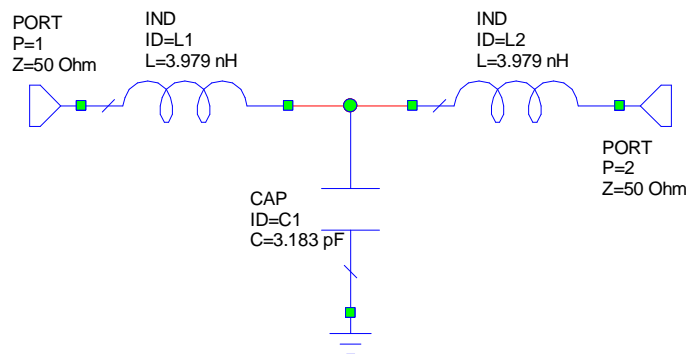
Katedra elektromagnetického pole K13117

Kurs AWR MO

ukázková úloha

Analýza filtrů

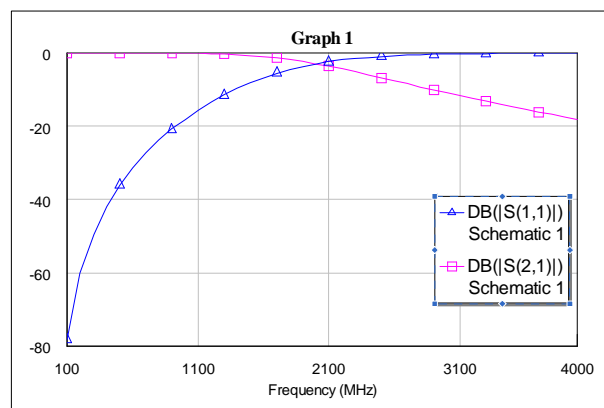
1. Proveďte analýzu filtru typu dolní propust (DP) dle následujícího zapojení, analyzujte s ideálními prvky LC. Analyzujte v pásmu 100 MHz až 4 GHz, do grafu vynesete útlum odrazů a přenos.



Otevřete program AWR MO a aktivujte následující hlavní funkce:

- V PROJECT OPTIONS nastavte FREQUENCIES START = 0.1 GHz, STOP=4 GHz, STEP=0.1 GHz.
- V PROJECT OPTIONS nastavte GLOBAL UNITS pro CAPACITANCE na pF.
- Klikněte pravou myší na CIRCUIT SCHEMATIC, aktivujte NEW SCHEMATIC, například SCHEMATIC1.
- Otevřete záložku ELEMENTS, tam je databáze prvků, ze kterých lze obvody sestavit.
- Otevřete LUMPED ELEMENT – INDUCTOR, vyberte prvek IND a přeneste jej na plochu.
- Kliknutím na položku L lze zadat hodnotu indukčnosti 3.979nH.
- Obdobně umístěte na plochu druhou indukčnost a paralelní kapacitu, její hodnota je 3.183pF.
- Kapacitu je nutné na dolním okraji uzemnit, zem je k dispozici na horní liště.
- Každému obvodu je nutné přiřadit brány, vzhledem ke kterým se definují vstupní a výstupní parametry. Brány najdete v ELEMENTS-PORTS, nebo jsou k dispozici na horní liště. Připojte PORT P=1 nalevo a PORT P=2 napravo.
- Tím je zadání obvodu ukončeno.

2. Před provedením analýzy je nutné otevřít vhodný graf a zadat jeho obsah:
- V záložce PROJECT klikněte pravou myší na GRAPH a zadejte NEW GRAPH.
 - Z nabízených typů vyberte RECTANGULAR (v jiných úlohách budete používat často i SMITH CHART nebo TABULAR).
 - Klikněte na nově otevřený GRAPH1 pravou myší a zadejte NEW MEASUREMENT.
 - Pokud vás budou zajímat jen odrazy nebo přenosy, tak budete používat PORT PARAMETERS a nejčastěji „S“. Pro daný graf nastavte s11 v dB a s21 v dB (do jednoho grafu, označení dBS11, dBS21).
 - Při zadávání MEASUREMENT si dejte pozor na položku DATA SOURCE NAME, většinou je nejvhodnější zadání jen aktivního SCHEMATICu, v daném případě tedy SCHEMATIC1.
 - Nyní je možné provést analýzu, a to přes ikonu na horní liště (blesk) nebo přes SIMULATE-ANALYZE.
 - Výsledky se objeví v otevřeném GRAPH1.



- Vyhodnocení grafu:
 - V oboru VF, mikrovlnné a rychlé digitální techniky se důsledně používá pravidlo impedančního přizpůsobení, tedy že vstupní a výstupní impedance všech obvodů (antény, zesilovače, filtry, směšovače, ...) mají hodnotu standardně 50Ω . Důvody poznáte např. v předmětu B2B17TBK.
 - V AWR MO si můžete nastavit zobrazení z-parametrů, nicméně ty jsou definovány pro zakončení ∞ impedancí (naprázno = OPEN).
 - Nicméně mnohem častěji se v oboru používají s-parametry. Mezi hlavní důvody patří:
 - Vyhodnocují se pro zakončení 50Ω , což odpovídá provozním podmínkám při impedančním přizpůsobení
 - Podstatně lépe se v pásmu GHz frekvencí měří
 - Podrobnosti v B2B17TBK
 - Do pravoúhlých grafů se s-parametry obvykle vynášejí v dB, popis je v následující tabulce:

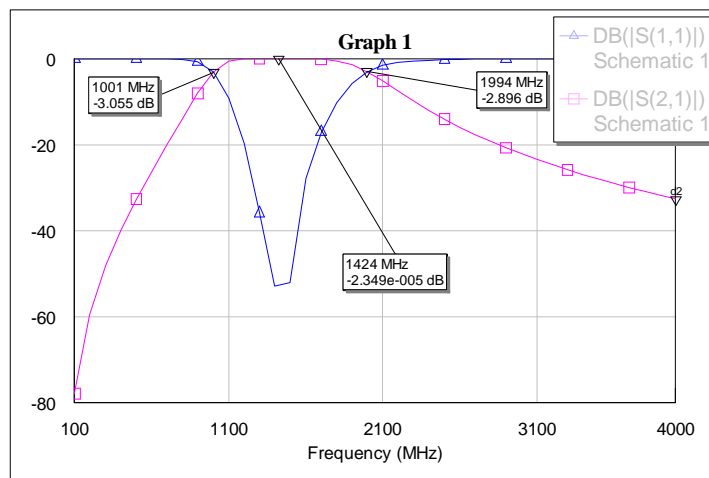
parametr	AWR	vzorec	význam	označení
$ s_{11} _{dB}$	dBs11	$10\log s_{11} ^2$	vstupní RL [dB]	$-RL_{in}$
$ s_{12} _{dB}$	dBs12	$10\log s_{12} ^2$	zpětný zisk [dB]	G_{rev}
$ s_{21} _{dB}$	dBs21	$10\log s_{21} ^2$	dopředný zisk [dB]	G_{for}
$ s_{22} _{dB}$	dBs22	$10\log s_{22} ^2$	výstupní RL [dB]	$-RL_{out}$

- Parametr dBs11 je tedy vstupní koeficient odrazu v dB (Return Loss = RL) a udává o kolik dB je výkon odražené vlny nižší, než výkon vlny dopadající. Vzhledem k tomu, že platí

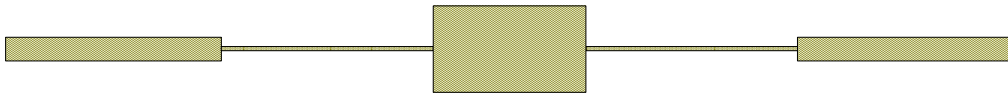
$$\hat{\Gamma} = \frac{\hat{Z} - Z_0}{\hat{Z} + Z_0} = \frac{Y_0 - \hat{Y}}{Y_0 + \hat{Y}}$$

představuje 0 koeficient odrazu impedanci přesně $Z_0 = 50\Omega$, což je podmínka impedančního přizpůsobení.

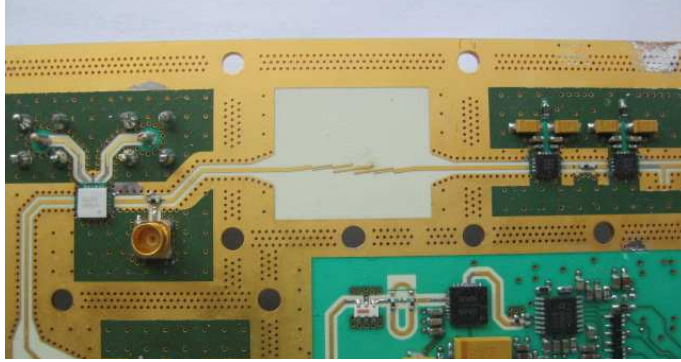
- V praxi odpovídá ideálnímu impedančnímu přizpůsobení $dBs11 \leq -20dB$ (odráží se méně než 1% dopadajícího výkonu).
 - Jako ještě s opatrností přijatelné přizpůsobení lze považovat $dBs11 \leq -10dB$ (odráží se méně než 10% dopadajícího výkonu).
 - Parametry dBs12 a dBs21 představují výkonový zpětný a dopředný zisk v dB obvodu z 50Ω generátoru do 50Ω zátěže.
- Pro odečítání konkrétních hodnot z grafů lze s výhodou použít markery. Lze je aktivovat přes GRAPH-MARKER nebo snáze pomocí CTRL-M.
 - Na následujícím příkladu jsou markery použity pro odečet frekvencí odpovídajících -3dB přenosu.



- V GRAPH1 odpovídajícím DP odečtete pomocí markerů:
 - Frekvenci odpovídající $RL=dBs11=-10dB$
 - Frekvenci odpovídající $G=dBs21=-3dB$
 - Pro dokumentaci řešení je velmi užitečná možnost přetáhnout libovolný SCHEMATIC nebo GRAPH do textového editoru např. WORD.
 - To se provádí přes clipboard pomocí funkce EDIT-VIEW TO CLIPBOARD.
 - Přes PASTE/VLOŽIT lze daný obrázek přetáhnout do libovolného jiného souboru.
 - Tak byly obrázky převedeny i do tohoto textu.
 - Při řešení každé úlohy doporučujeme vytvořit si stručný protokol.
3. Vyzkoušejte si změnu parametrů obvodu pomocí TUNE TOOLu.
- - TUNE TOOL se používá pro velmi efektivní a názorné ruční doladění hodnot obvodu. Otevřete si SCHEMATIC1 a aktivujte „šroubovák“ na horní liště.
 - Aktivním šroubovákem klikněte na hodnotu $C=3.18pF$, tento nápis následně zmodrá. Tím je tato kapacita aktivována pro „ladění“.
 - Otevřete si GRAPH1 a aktivujte si funkci TUNE (tahový potenciometr na horní liště). Otevře se malé okno, kde lze posunem šipky nastavit libovolnou hodnotu daného prvku. Hodnotu lze měnit v mezích od min. do max., obě meze lze nastavit.
 - V otevřeném GRAPH1 hned vidíte odpovídající odezvu obvodu.
 - Nastavovat lze libovolný počet prvků, při velkém počtu laděných prvků je však těžké změny koordinovat. TUNE TOOL lze použít pro návrh i optimalizaci jednodušších obvodů (do 1-4 proměnných prvků).
4. Analyzujte obdobný velmi jednoduchý filtr typu DP realizovaný na mikropáskovém substrátu.

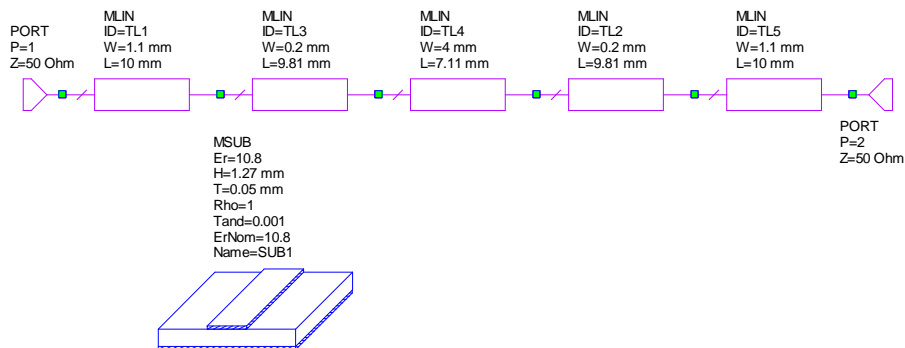


Mikropásková planární vedení se používají pro konstrukci moderních VF a mikrovlnných obvodů na vyšších GHz frekvencích. Důvod je ten, že se tato vedení vyrábějí obdobně jako standardní DPS a lze na ně standardně osazovat SMD pasivní i aktivní komponenty, viz. následující fotografie.

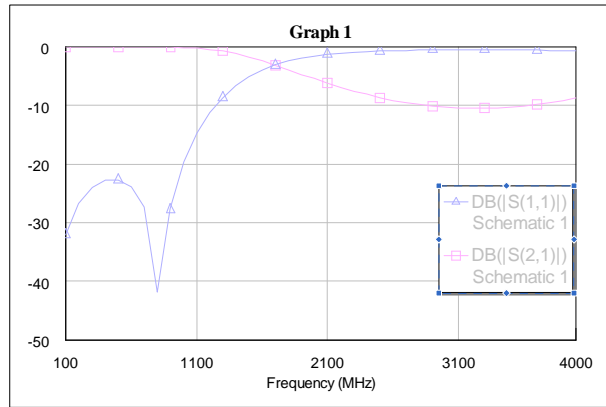


Podrobnosti najdete například v předmětech B2B17TBK a B2M17MIO.

- Filtr se skládá ze vstupního a výstupního propojovacího vedení ($Z=50\Omega$, šířka $W=1.1\text{mm}$, délka $L=10\text{mm}$), dvou úseků vedení vysoké impedance ($Z=93\Omega$, tenké pásky šířka $W=0.2\text{mm}$, délka $L=9.81\text{mm}$) a jednoho úseku vedení nízké impedance ($Z=24\Omega$, šířka $W=4\text{mm}$, délka $L=7.11\text{mm}$).
- Otevřete si SCHEMATIC2.
- Před zadáním vlastního obvodu je nutné do SCHEMATIC2 nadefinovat mikropáskový substrát. Rozklikněte ELEMENTS-SUBSTRATES a na SCHEMATIC2 přetáhněte MSUB. Pokud budete stejný substrát používat ve více obvodech, je možné SUBSTRATE zadat do GLOBAL DEFINITIONS.
- V ukázkovém příkladu je $\epsilon_r = \epsilon_r = 10.8$, $H=1.27\text{mm}$, výška metalizace $T=50\mu\text{m}$, $\text{tg}\delta = \text{TAND} = 0.001$. Tyto parametry zadejte do MSUB.



- Vlastní obvod zadejte pomocí úseků vedení MLIN, ty najdete v ELEMENTS-MICROSTRIP-LINES.
- Do Grafu typu RECTANGULAR zadejte MEASUREMENT s parametry dBs11 a dBs22. Výsledky jsou na následujícím obrázku.



- Z obrázku je zřejmé, že výše uvedená struktura se také chová jako filtr typu DP. Na frekvencích do cca 1100 MHz je přenos blízký 0dB a $RL \leq -15$ dB.
- Na vyšších frekvencích útlum roste a RL klesá k 0 (totální odraz, výkon odražené vlny je stejně velký, jako výkon vlny dopadající).
- Prohlédněte si LAYOUT analyzovaného filtru. Ten najdete přes SCHEMATIC2 aktivací fce VIEW LAYOUT.

