

Aula prática 2

PSI3483 – Ondas Eletromagnéticas em Meios Guiados

Prof.^a Fatima Salete Correra

Projeto e simulação de linhas de microfita

A. Etapas iniciais

- Inicie o programa **Agilent Advanced Design System (ADS)**
- Crie um novo espaço de trabalho ou abra um espaço de trabalho já existente
- Crie uma nova janela de esquemático

B. Síntese de linha de microfita usando o programa LineCalc

1) Inicie o programa LineCalc

- Na janela de esquemático, clique em **Tools** ⇒ **LineCalc** ⇒ **Start LineCalc**
- A janela do **LineCalc** irá se abrir

2) Síntese da linha de microfita

- No campo **Type** da seção **Component**, selecione **MLIN**
- Na seção **Substrate Parameters**, preencha os campos com os dados do substrato
 - Er** - constante dielétrica do dielétrico
 - Mur** - permeabilidade magnética relativa do dielétrico
 - H** - espessura do dielétrico **T** - espessura do condutor
 - Cond** - condutividade do condutor **TanD** - tangente de perdas do dielétrico
- Na seção **Component Parameters**, preencha o campo **Freq** com a frequência desejada
- Na seção **Electrical**, preencha os campos com os dados elétricos da linha de microfita
 - Z0** - impedância característica da linha (em Ohms)
 - E_Eff** - comprimento elétrico da linha (em graus)
- Na seção **Physical**, selecione as unidades dos campos sem alterar os valores
 - W** (largura da linha), **L** (comprimento da linha)
- Clique em **Δ** na seção **Synthesize** para calcular **W** e **L**

3) Saia do LineCalc

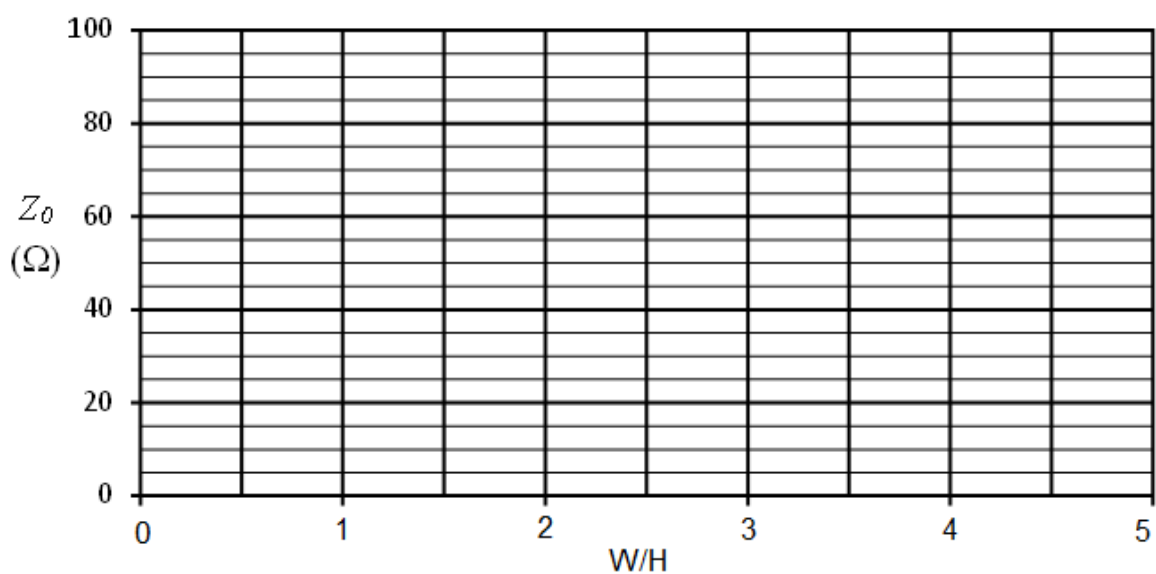
- Clique em **File** ⇒ **Exit**
- Se quiser salvar os dados inseridos na janela do **LineCalc**, clique em **Yes** na janela **Save Component** que irá aparecer e proceda com a janela de salvamento; caso contrário, clique em **No**.

C. Projeto de linhas de microfita

- Use o programa **LineCalc** para projetar os trechos de linha de microfita, considerando os dados abaixo:
 - Alumina: $\epsilon_r = 9,8$; $h = 0,5 \text{ mm}$; $\text{tg}(\delta) = 0,0002$; $t = 5 \mu\text{m}$; $\sigma = 4,1 \cdot 10^7 \text{ S/m}$
 - Frequência: **10 GHz**
- Projete as linhas de microfita especificadas a seguir e preencha a tabela com os resultados obtidos usando **LineCalc**.

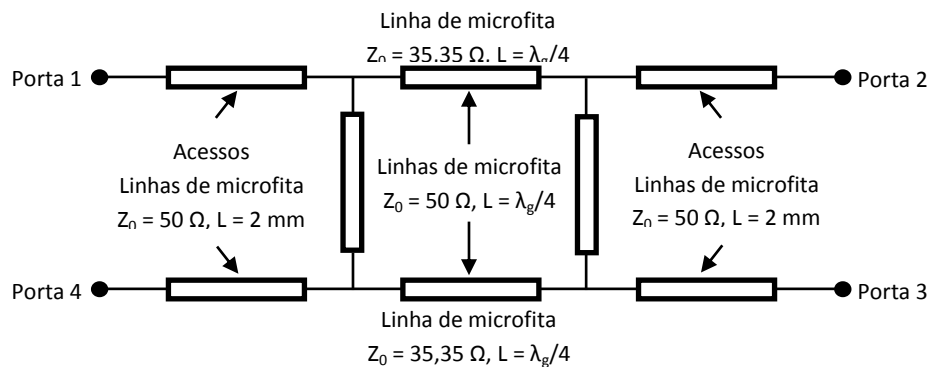
Z_0	Fração de comprimento de onda	Comprimento elétrico	Comprimento físico	W(mm)	L(mm)	ϵ_{eff}
20 Ω	$1.\lambda_g$	360°				
30 Ω	$\lambda_g/4$					
40 Ω		36°				
50 Ω		180°				
60 Ω	$\lambda_g/3$					
70 Ω	$2.\lambda_g$					
80 Ω		90°				
100 Ω	$0,1.\lambda_g$					

- Trace e comente o gráfico de $Z_0 \times (W/H)$



D. Acoplador Híbrido de 90° - projeto e simulação de parâmetros S


Acoplador híbrido de 90°



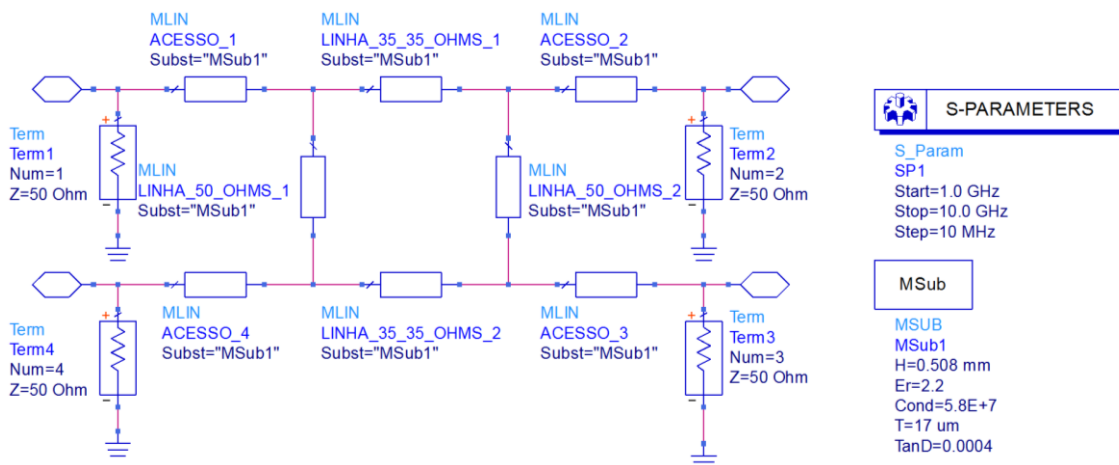
1) Projete o circuito acoplador híbrido de 90° representado acima

- Use o programa **LineCalc** para projetar os trechos de linha de microfita do circuito
 - Substrato: RT/duroid 5880
 $\epsilon_r = 2,2$; $h = 0,508 \text{ mm}$; $\text{tg}(\delta) = 0,0004$; $t = 17 \mu\text{m}$; $\sigma = 5,8 \cdot 10^7 \text{ S/m}$
 - Frequência: **4 GHz**
- Anote os valores das dimensões projetadas dos trechos de linha
 - $Z_0 = 50 \Omega$: $W = \underline{\hspace{2cm}}$ $\lambda_g/4 = \underline{\hspace{2cm}}$
 - $Z_0 = 35,35 \Omega$: $W = \underline{\hspace{2cm}}$ $\lambda_g/4 = \underline{\hspace{2cm}}$(O roteiro para o uso do programa **LineCalc** é apresentado na no final desse texto)

2) Desenhe no esquemático o circuito

- Na janela de esquemático, selecione a palheta **TLines-Microstrip** no canto superior esquerdo da janela
- Nessa palheta (menu **Palette** no lado esquerdo da janela), clique no ícone **MSUB** e depois clique na área de desenho da janela para inserir **MSUB** adequadamente
- Clique duas vezes sobre o **MSUB** inserido para abrir a janela de propriedades e alterar os seus valores, conforme os dados fornecidos acima
- Ainda na palheta **TLines-Microstrip**, clique no ícone do elemento que será usado no circuito (**MLIN**) e depois clique na área de desenho da janela para posicionar adequadamente as várias instâncias desejadas do elemento
- Clique duas vezes sobre os componentes posicionados para abrir a janela de propriedades e alterar os seus valores, conforme os que foram anotados acima
- Interligue os elementos utilizando **Insert** \Rightarrow **Wire** ou o ícone 

Acoplador híbrido de 90° - Simulação



3) Defina a simulação

- Selecione a palheta **Simulation-S_Param** no canto superior esquerdo da janela
- Coloque o elemento **SP** dessa palheta no esquemático e ajuste a faixa de frequências de simulação: **Start = 1 GHz, Stop = 10 GHz e Step-size = 10 MHz.**
- Na entrada e saídas do circuito, adicione os elementos: **Pin, Term e GROUND**

4) Execute a simulação

- Simule o circuito na faixa de frequências de 1 GHz a 10 GHz (configurado anteriormente): clique em **Simulate** ⇒ **Simulate** ou no ícone , ou pressione **F7**
- A janela de progresso de simulação **hpeesofsim** irá se abrir indicando o *status* da simulação, mensagens e avisos (*warnings*)
- Após o término bem sucedido da simulação, a janela de visualização de resultados, que possui o nome dado ao esquemático, se abrirá

5) Visualize os resultados

Trace as curvas a seguir em formato cartesiano:

$$\underline{|S_{11}| \text{ (dB)} \times \text{frequência}} \qquad \underline{|S_{21}| \text{ (dB)} \times \text{frequência}}$$


$$\underline{|S_{31}| \text{ (dB)} \times \text{frequência}} \qquad \underline{|S_{41}| \text{ (dB)} \times \text{frequência}}$$

RESPONDA: Como o sinal da entrada 1 se divide entre as portas 1, 2 e 4 do acoplador híbrido de 90°?


6) Gerando um leiaute a partir de um circuito no esquemático

- Na janela de esquemático, clique em **Layout** ⇒ **Generate/Update Layout...**
- A janela **Generate/Update Layout** irá se abrir; clique em **OK**
- A janela de leiaute, que possui o nome dado ao esquemático, se abrirá; verifique se o leiaute corresponde ao circuito desenhado no esquemático

7) Importando o substrato do esquemático

- Na janela de leiaute, clique em **EM** ⇒ **Substrate...** ou no ícone 
- Na janela **Information Message** que aparecer, clique em **OK**
- Clique em **OK** na janela **New Substrate** que aparecer
- A janela de substrato irá se abrir; nessa janela, clique em **File** ⇒ **Import** ⇒ **Substrate From Schematic...**
- A janela **Add Substrate From Schematic** irá se abrir; na lista à esquerda da janela, clique sobre o nome do esquemático do circuito acoplador e depois clique em **OK**
- Outra janela de substrato irá se abrir com o substrato desejado; clique nas partes do desenho que fica no lado esquerdo da janela e verifique, no lado direito da janela, se os parâmetros de substrato foram importados corretamente. Caso contrário, proceda a correções (alterando valores no lado direito da janela)
- Clique em **File** ⇒ **Save** e feche as janelas de substrato

Definindo a simulação

- Na janela de leiaute, clique em **EM** ⇒ **Simulation Setup...** ou no ícone 
- Clique em **OK** na janela **EM Setup What's New** que se abrir
- A janela de configuração de simulação irá se abrir
- Escolha a opção **Momentum Microwave** na seção **Simulator** no lado direito da janela
- No painel do lado esquerdo da janela, clique em **Substrate** e verifique, no painel do lado direito da mesma, se o substrato do circuito foi selecionado corretamente
- No painel do lado esquerdo da janela, clique em **Frequency plan** e, no painel do lado direito da mesma, clique nos campos **Fstart** e **Fstop** e digite as frequências inicial e final da simulação (as mesmas utilizadas na simulação do esquemático)

Simulando o leiaute

- No canto inferior direito da janela de configuração de simulação, clique em **Simulate**
- A janela de progresso de simulação **EEsof Job** irá se abrir indicando o *status* da simulação, mensagens e avisos (*warnings*)
- Após o término bem sucedido da simulação, a janela de visualização de resultados, que possui o nome dado ao esquemático acionado de **_MomUW**, se abrirá já com vários gráficos desenhados

8) Visualize os resultados e compare com os obtidos na simulação do esquemático