

# Microstrip

Integrantes

---

Felipe Sampaio  
Leonardo Araújo  
Lucas Malta

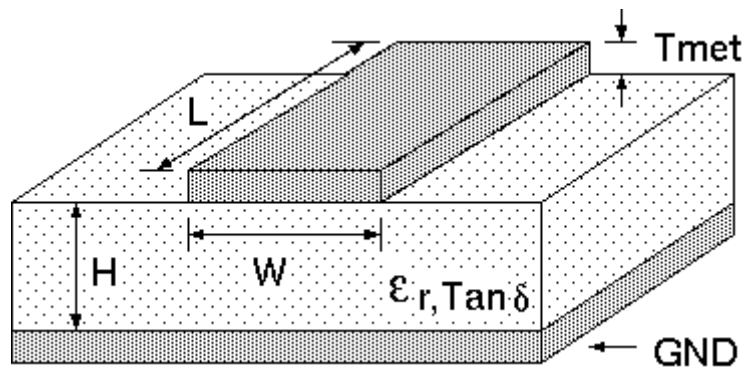
## Microstrip

---

A microstrip é um tipo de linha de transmissão planar, é uma linha de transmissão em que a fita de metal condutor está em planos paralelos separados por um dielétrico, o substrato. A microstrip consiste em uma única fita condutora de largura  $W$  fixada sobre uma substrato dielétrico de altura  $H$  e localizado sobre um plano terra. Pela teoria das imagens, esta linha de transmissão é equivalente a uma linha constituída de duas fitas paralelas localizadas em lados opostos de uma camada dielétrica de espessuras  $2H$ . Dimensões típicas de uma microstrip são espessura do substrato de 0.25 a 1mm e largura de fita de 0.1 a 5mm.

As linhas de transmissão microstrip podem ser fabricadas usando circuitos impressos convencionais, o que resulta em uma boa tolerância mecânica e baixos custos.

Nas linhas microstrip o dielétrico não permeia completamente a fita condutora e conseqüentemente o modo fundamental de propagação não é um TEM puro. Em baixas frequências, tipicamente abaixo de alguns gigahertz, o modo de propagação é quasi-TEM. Na faixa de frequência acima de alguns gigahertz, a linha microstrip pode ser caracterizada em termos de capacitâncias e indutâncias distribuídas. Infelizmente não há nenhuma expressão analítica fechada e simples que pode ser deduzida para descrever a distribuição de campos ou as características da linha de transmissão planar. Soluções formais podem ser deduzidas e avaliadas em computador e são utilizadas para gerar dados das características da estrutura dessas linhas de transmissão. A análise eletrostática tem sido extensivamente utilizada para obter características para baixas frequências. Mesmo assim, até mesmo a análise do caso estático é complexa.



## Parâmetros da linha Microstrip

---

Os parâmetros mais importantes de uma linha microstrip são:

- impedância característica da linha  $Z_0$ ;
- constante dielétrica efetiva  $\epsilon_{ef}$ ;
- comprimento de onda no microstrip  $\lambda_{om}$ ;
- fator de qualidade  $Q$ ;
- constante de atenuação  $\alpha$ ;
- velocidade de fase  $V_\phi$ .

Alguns desses parâmetros apresentam dispersão com a frequência e dependem da geometria (W/H) das estruturas em fita.

## Equações para Análise e Síntese de Linhas Microstrip

---

As expressões a seguir são para dimensionamento de linhas microstrip em substratos isotrópicos. As expressões para determinar a impedância característica e a constante dielétrica relativa efetiva são empíricas, baseadas em análise por mapeamento conforme (aproximação quase-TEM) e dispersão.

### Análise

-----

Impedância característica

$$Z_0 = \frac{42.4}{\sqrt{\epsilon_r + 1}} \ln \left\{ 1 + \left( \frac{4H}{W'} \right) \left[ \left( \frac{14 + 8/\epsilon_r}{11} \right) \left( \frac{4H}{W'} \right) + \sqrt{\left( \frac{14 + 8/\epsilon_r}{11} \right)^2 \left( \frac{4H}{W'} \right)^2 + \frac{1 + 1/\epsilon_r}{2} \pi^2} \right] \right\}$$

### Síntese

-----

Razão W' / H

$$\frac{W'}{H} = 8 \frac{\sqrt{\left[ \exp\left( \frac{Z_0}{42.4} \sqrt{\epsilon_r + 1} \right) - 1 \right] \frac{7 + 4/\epsilon_r}{11} + \frac{1 + 1/\epsilon_r}{0.81}}}{\left[ \exp\left( \frac{Z_0}{42.4} \sqrt{\epsilon_r + 1} \right) - 1 \right]}$$

onde W' é a largura efetiva da fita condutora.

$$\Delta W = \frac{t}{\pi} \ln \left( \frac{4e}{\left(\frac{t}{H}\right)^2 + \left(\frac{1}{\pi M}\right)^2} \right)$$

onde

$$M = \frac{W'}{t} - 0.26$$

$$W = W' - \Delta W$$

onde W é a largura real da fita condutora.

Código Fonte do Programa em MATLAB

---

```
function [W] = microstrip(er,Zo,H,t)
%
% Calculo da largura do condutor na sintese de linha Microstrip.
%
% [W] = microstrip(er,Zo,H,t)
% W - Largura real da fita condutora
% er - constante dieletrica relativa do substrato
% Zo - impedancia do trecho de linha
% H - altura do substrato
% t - espessura da fita condutora
%
%
% Programa feito por:
% Felipe Sampaio, Leonardo Carneiro, Lucas Malta
%
% Disciplina de Microondas - 2003/1
% prof. Cassio

k1 = exp(Zo/42.4*sqrt(er+1))-1;
W1 = 8*H*( sqrt( k1*(7+4/er)/11 + (1+1/er)/0.81 ) ) / k1;
M = W1/t - 0.26;
dW = t/pi * log( 4*exp(1) / ( sqrt( (t/H)^2 + 1/(pi*M)^2 ) ) );
dW1 = ((1+1/er)/2)*dW;
W = W1 - dW1;
```

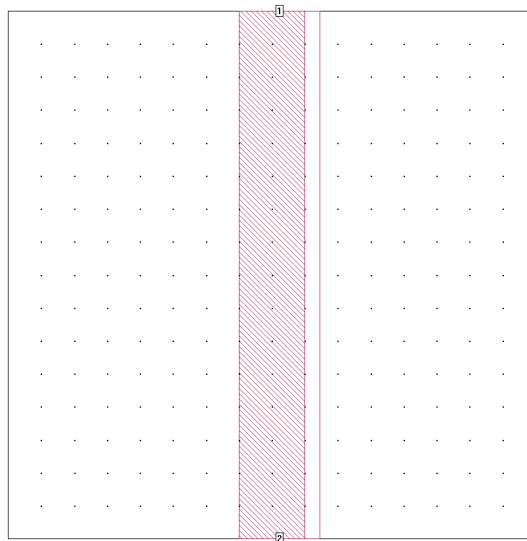
## Simulação no Sonnet

---

Com o nosso programa obtivemos uma fita de largura 625.489992 micros para um trecho de linha de impedância de 50 Ohms.

Entre com a constante dielétrica relativa do substrato: 9.4  
Entre com o valor da impedância do trecho de linha (em ohms): 50  
Entre com a altura do substrato (em microns): 630  
Entre com a espessura da fita condutora (em microns): 13  
A largura real da fita condutora vale 625.489992 microns.

Construímos um trecho de linha com os parâmetros acima e simulamos no Sonnet. O resultado da simulação consta abaixo:



Run 1: Mon Aug 25 15:21:26 2003. Adaptive Band Synthesis.  
Em version 9.51-Lite on WAVELETS (Windows) local.

```
Frequency: 0.1 GHz
De-embedded 50-Ohm S-Params. Mag/Ang. Touchstone Format. (S11 S21 S12 S22).
0.10000000 0.007949 -90.96 0.999965 -0.939 0.999965 -0.939 0.007949 -90.96
!< P1 F=0.1 Eeff=(undefined: s1) Z0=(undefined: s1) R=8.84733468 C=0.0704376
!< P2 F=0.1 Eeff=(undefined: s1) Z0=(undefined: s1) R=8.84733468 C=0.0704376

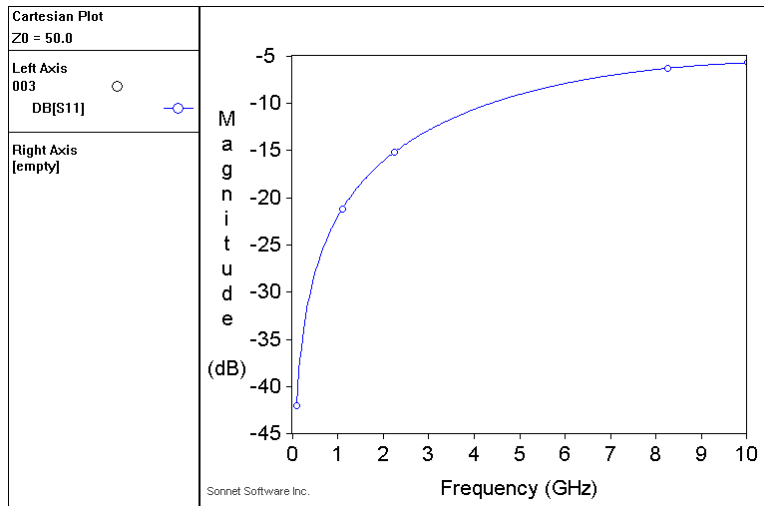
Frequency: 10 GHz
De-embedded 50-Ohm S-Params. Mag/Ang. Touchstone Format. (S11 S21 S12 S22).
10.00000000 0.516756 -176.7 0.855865 -86.64 0.855865 -86.64 0.516756 -176.7
!< P1 F=10.0 Eeff=(3.11104123 -1.0857e-3) Z0=(28.1847648 0.00477059) R=0.06320806 C=0.05619767
!< P2 F=10.0 Eeff=(3.11104123 -1.0857e-3) Z0=(28.1847648 0.00477059) R=0.06320806 C=0.05619767

Frequency: 2.25 GHz
De-embedded 50-Ohm S-Params. Mag/Ang. Touchstone Format. (S11 S21 S12 S22).
2.25000000 0.174192 -111.0 0.984636 -20.98 0.984636 -20.98 0.174192 -111.0
!< P1 F=2.25 Eeff=(2.8437673 -8.0852e-4) Z0=(29.3816857 0.00417806) R=0.39165868 C=0.06987386
!< P2 F=2.25 Eeff=(2.8437673 -8.0852e-4) Z0=(29.3816857 0.00417806) R=0.39165868 C=0.06987386

Frequency: 1.1 GHz
De-embedded 50-Ohm S-Params. Mag/Ang. Touchstone Format. (S11 S21 S12 S22).
1.10000000 0.086882 -100.3 0.996181 -10.31 0.996181 -10.31 0.086882 -100.3
!< P1 F=1.1 Eeff=(2.83492275 -8.0002e-4) Z0=(29.4302734 0.00415298) R=0.80356394 C=0.07030493
!< P2 F=1.1 Eeff=(2.83492275 -8.0002e-4) Z0=(29.4302734 0.00415298) R=0.80356394 C=0.07030493

Frequency: 8.25 GHz
De-embedded 50-Ohm S-Params. Mag/Ang. Touchstone Format. (S11 S21 S12 S22).
8.25000000 0.483625 -162.5 0.875048 -72.44 0.875048 -72.44 0.483625 -162.5
!< P1 F=8.25 Eeff=(3.00906343 -9.7534e-4) Z0=(28.5850504 0.00458116) R=0.09407998 C=0.06154956
!< P2 F=8.25 Eeff=(3.00906343 -9.7534e-4) Z0=(28.5850504 0.00458116) R=0.09407998 C=0.06154956
```

Analysis successfully completed.



## Referências

---

- [1] Collin, R. E., Foundations For Microwave Engineering, McGraw-Hill.
- [2] Conrado, L. F. M., Microcircuitos passivos e ativos, CETUC.