

7 Projeto e Simulação de um Amplificador de RF

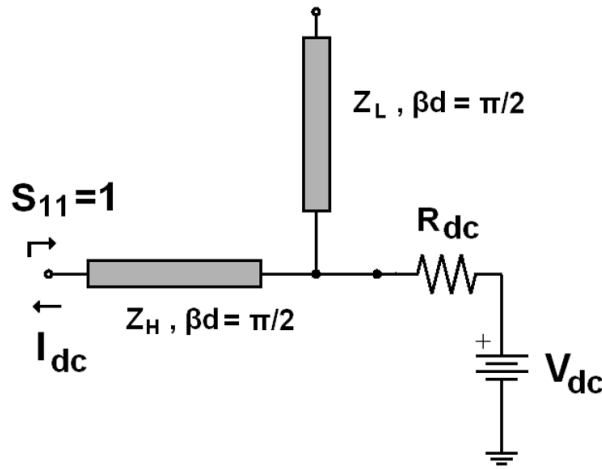
Etapa 4 - Capítulo 7

7.4 Circuito Completo

Combine os circuitos de polarização com as seções de transformação de impedância de entrada e de saída do amplificador usando filtros rejeita-faixa e capacitores de desacoplamento. Simule o circuito elétrico resultante.

▷ Exemplo

O filtro rejeita-faixa escolhido será baseado na topologia que emprega dois trechos de linha de transmissão com um quarto de comprimento de onda conforme a figura abaixo (cap5/sld38).



O trecho com impedância característica $Z_L \leq Z_o$ com terminação em circuito aberto transforma a impedância infinita em impedância nula que fica em paralelo com o circuito de polarização, anulando portanto sua impedância. O trecho com impedância característica $Z_H \geq Z_o$ transforma a impedância nula em impedância infinita de forma que o filtro pode ser conectado em paralelo em qualquer ponto do circuito do amplificador. São necessários dois filtros: um para a entrada do transistor, porta 1, que corresponde ao terminal da base, e um para a saída, porta 2, que corresponde ao coletor.

Nesse exemplo será usado $Z_L = Z_H = Z_o = 50 \Omega$, logo a largura da linha também será $w \approx 1,5 \text{ mm}$ conforme estabelecido na etapa anterior do projeto. O comprimento deve ser igual a um quarto de comprimento de onda na frequência de operação, portanto (cap2/sld8)

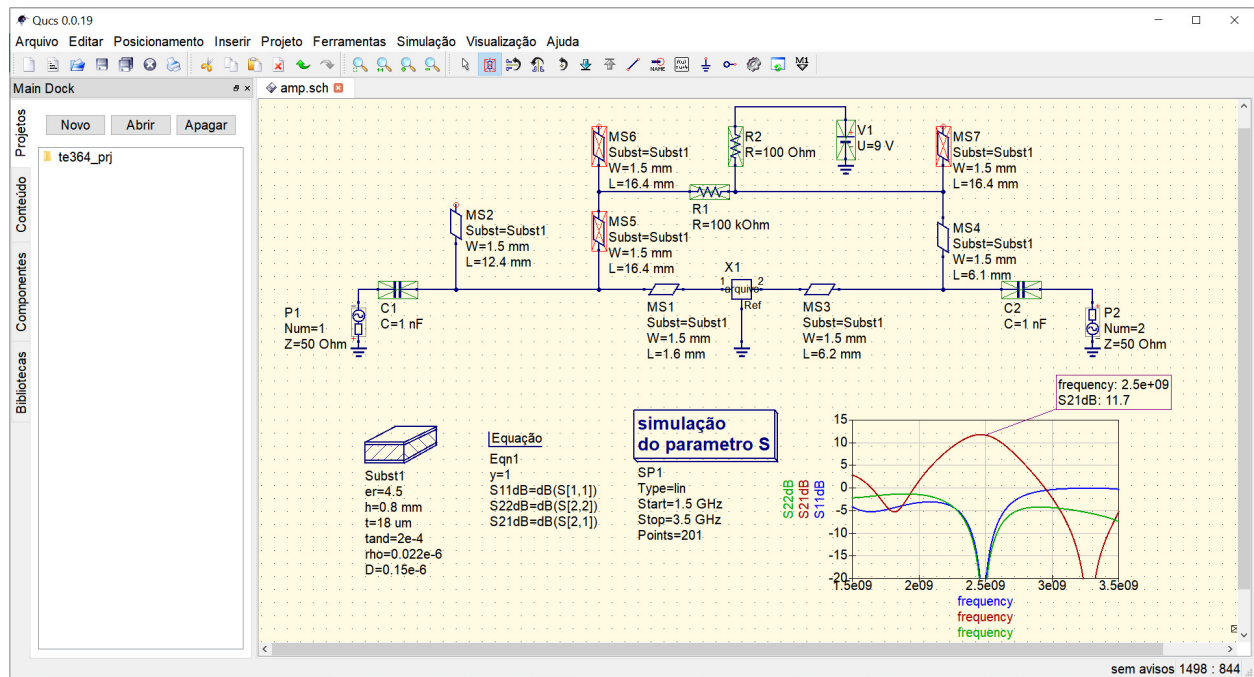
$$d = \frac{\lambda}{4} = \frac{2\pi}{4\beta} = \frac{1}{2f\sqrt{\mu_o\epsilon_o\epsilon_{re}}}$$

Para $f = 2500 \text{ MHz}$ e $\epsilon_{re} = 3,35$ tem-se $d = 16,4 \text{ mm}$.

A escolha do capacitor real será feita na etapa seguinte, portanto aqui vou arbitrar um capacitor ideal com $C = 1 \text{ nF}$ cuja magnitude da impedância vale

$$|Z| = \frac{1}{2\pi f C} = 0,06 \Omega \ll 50 \Omega$$

Lembre que a magnitude da impedância do capacitor deve ser a menor possível, porém na prática, quanto maior for a capacitância menor será a frequência de ressonância do capacitor real.



A figura acima mostra o circuito completo simulado. Os filtros rejeita-faixa estão demarcados com retângulos vermelhos e os capacitores de desacoplamento e o circuito de polarização, com retângulos verdes.

Note que o trecho de linha de transmissão terminado em curto-circuito da seção de transformação de impedâncias de saída foi aproveitado. Assim, não será necessário inserir um via metalizada para a conexão com o plano terra já que a linha de transmissão com um quarto de comprimento de onda que foi adicionada produz um curto-circuito virtual com o plano terra.

Percebe-se que houve pequena alteração dos valores simulados em 2500 MHz e uma alteração significativa mais abaixo e acima desta frequência. Isso indica que o filtro está se opondo à propagação numa faixa estreita centrada em 2500 MHz. A faixa de rejeição pode ser aumentada fazendo-se $Z_L < Z_0$ e $Z_H > Z_0$.

Os retângulos vermelhos e verdes são ferramentas auxiliares que são úteis para testes de uma simulação. O retângulo vermelho transforma o elemento em circuito aberto e o retângulo verde, em curto-circuito, portanto se o circuito fosse simulado com eles na figura acima, o resultado seria igual ao da etapa anterior. O resultado da simulação na figura foi obtido sem os retângulos.