



Universidade Federal de Uberlândia

Prática 0: uso do ADS em RF

Prof. Alan Petrônio Pinheiro

Faculdade de Engenharia Elétrica

Curso de Engenharia Eletrônica e de Telecomunicações

1 - Objetivos da prática

Introduzir o uso básico de uma ferramenta de análise, projeto e modelagem computacional profissional para RF. Neste caso, usara-se o ADS (*Advanced Design System*). A versão empregada é a 2016. O objetivo aqui é indicar alguns dos principais passos comumente empregados para análise de sistemas de comunicação em RF.

2 – Primeiros passos com o uso do ADS

Serão dados alguns exemplos e instruções de uso. A partir deles (exemplos e procedimentos), espera-se que o estudante se familiarize minimamente com o ambiente do ADS para que possa ir para as próximas práticas com alguma experiência básica na interface e recursos do ADS

2.1 – Análise domínio frequência

Siga a sequência de passos abaixo para criar um novo projeto no ADS:

- 1) Abra o ADS e siga o caminho do menu (canto superior esquerdo): `File >> New >> Workspace` para criar um novo projeto.
 - a. Depois de exibida uma janela instrutiva, será aberta uma janela intitulada “New Workspace Wizard” onde você pode escolher o nome do seu projeto e o diretório onde ele será gravado. Feito isto, clique em “Finish”
 - 2) Criado o workspace, crie um novo esquemático (schematic). Siga o caminho de menu: `File >> New >> Schematic`.
 - a. Pode ser aberta uma nova tela solicitando o nome do arquivo (ou célula) onde será armazenado o esquemático. Dê o nome que desejar a concluir. Feito isto abre-se uma janela onde já se pode desenhar o circuito.
 - 3) Monte o circuito da Figura 1 através dos passos:
 - a. Use a paleta “Lumped-Components” para inserir os resistores, capacitores e indutores.
 - b. Clique no botão de “insert ground” (\perp) disponível na barra de ferramentas superior para indicar o terra do circuito.
 - c. Na paleta “Sources-Freq Domain”, insira a fonte de sinal “V_AC”
-

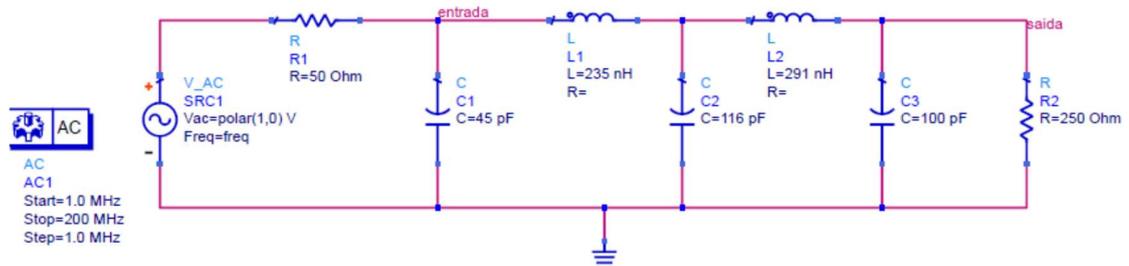


Figura 1 – Circuito de filtro para simulação no ADS. Observe a posição ds variáveis “entrada” e “saida”.

- 4) Na paleta “Simulation-AC”, insira o componente “AC Small signal simulation”. Altere seu *star* e *stop frequency* para 1MHz até 200MHz. Escolha passos de 1MHz ou menores.
- 5) Insira uma variável clicando no ícone () e na saída da carga insira a variável “saida” e na entrada do circuito a variável “entrada”.
- 6) Pressione o botão “simulate” () para simular o circuito.
- 7) Se tudo der certo, será aberta a janela de desenho de gráficos. Nela, escolha a opção de gráficos com coordenadas cartesianas () e na janela que se abrirá, proceda com os seguintes procedimentos:
 - a. Na lista de parâmetros da esquerda, selecione a variável “saida”. Clique em “Add>>”.
 - b. Na janela que se abre, marque a opção “Magnitude” e clique em ok.
 - c. Na janela “Plot Traces & Attributes”, selecione a aba “Plot options”, selecione a opção “X Axis” e marque a opção log
- 8) Ao final dos procedimentos do item anterior, você deverá ver um resultado similar ao que se vê na Figura 2.

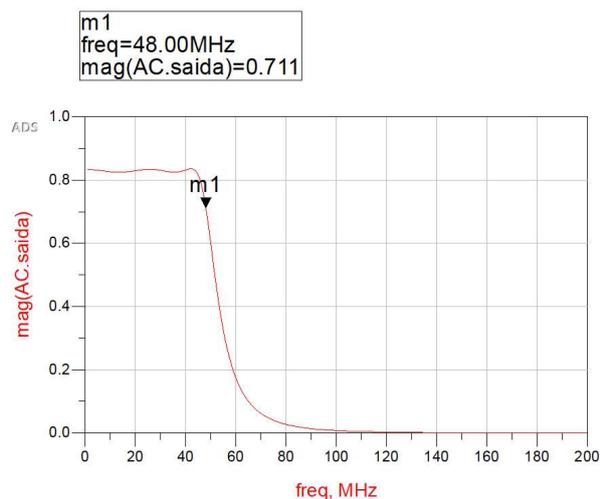


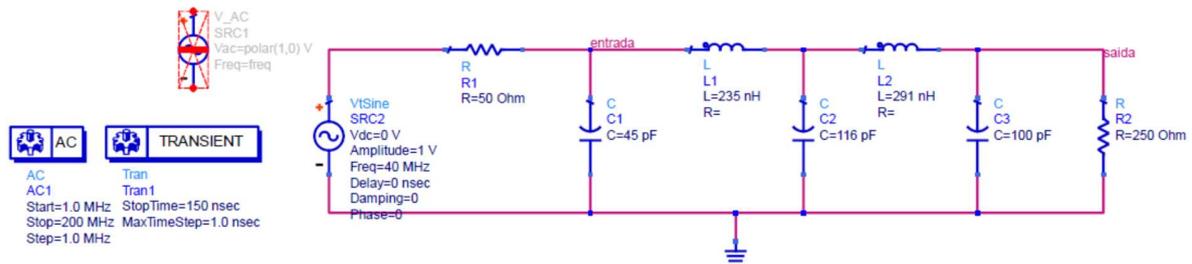
Figura 2 – Resposta em frequência do circuito testado.

- 9) Agora vamos testar um recurso muito importante de simulação que é o ajuste de parâmetros (*tuning*). Para isto, volte a tela do esquemático e clique no botão de *tuning* (). Em seguida, clique nos indutores e capacitores que você deseja ajustar. Toda vez que você clica em um componente, aparecerá uma tela questionando qual parâmetro você quer ajustar. Selecione C para capacitor e L para indutor. Além de selecionar os indutores e capacitores, selecione a resistência de carga também (a de 250 ohms).
- 10) Ao final, a janela de “Tune parameters” exibirá uma barra de ajuste dos componentes. Manipulando ela, você verá o efeito de cada componente na resposta em frequência do seu circuito em tempo real. Explore bastante esta tela e recurso para entender o circuito.
- 11) Por fim, não esqueça de parar o simulador fazendo no menu principal “Simulate>>Stop and release simulator ...”.

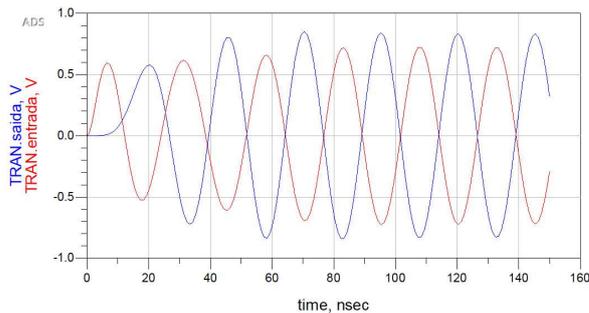
2.2 – Análise e plotagem no domínio do tempo e frequência

Aqui deseja-se ilustrar como se reproduz formas de onda no tempo e o seu espectro de frequência. Para isto, faça:

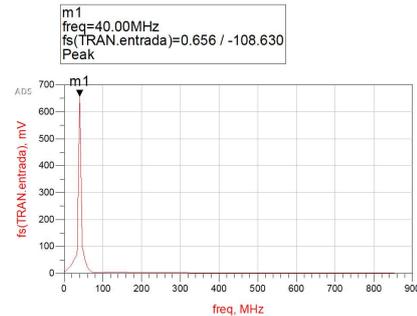
- 1) Usando o circuito anterior (Figura 1), substitua a fonte de sinal que se vê por uma *VtSine* encontrada na paleta “Sources-Time Domain”. Observe que nesta fonte senoidal você deve indicar a frequência com que ela trabalha (neste caso, escolheu-se 40MHz).
 - a. Dica: para não apagar a fonte que se remove (você pode usá-la mais à frente), remova ela do circuito e com ela selecionada, clique no botão  na barra superior de ferramentas. Isto desabilitará o componente da simulação. Para voltar a usar ela, basta clicar no mesmo botão novamente que ela voltará a estar apta para uso no circuito.
 - 2) Insira o adaptador “Trans” (de *Transient*) na paleta “Simulation-Transient”.
 - 3) O resultado final deve ser algo parecido com o que se vê na Figura 3a. Observe que agora temos dois adaptadores. Um chamado “AC1” (que faz as simulações de frequência) e o “Tran1” (que faz as simulações temporais).
 - 4) Simule o circuito. Depois de simulado, crie um gráfico retangular e “Add” os parâmetros *TRAN.entrada* e *TRAN.saída*. O resultado deve ser algo similar ao que se vê na Figura 3b
 - 5) Agora vamos plotar o espectro do sinal de entrada e o de saída. Uma forma muito interessante de fazer isto seria:
 - 6) Crie um outro gráfico retangular. Na janela “Plot traces & Attributes” que se abre, aparece em seu canto inferior esquerdo um campo (editável) onde aparece o texto “Enter any Equation”. Digite a expressão *fs(TRAN.entrada)* e logo em seguida pressione o botão “Add” que está bem ao lado deste campo. Feito isto, pressione o botão Ok desta janela para fechá-la. O resultado final deve ser algo similar ao que se vê na Figura 3c. A função *fs()* calcula o espectro do sinal no tempo que é passado como argumento para esta função.
-



(a)



(b)



(c)

Figura 3 – (a) Fonte e adaptador para simulação de sinais no tempo no ADS. (b) Resultado de simulação de forma de onda temporal considerando sinal de entrada e de saída. (c) Exibição do espectro do sinal de entrada.

Observação importante: fique de olho no tempo de simulação pois com frequência ele pode ser alto no ADS dependendo de como você configura seu adaptador. Para isto, toda vez que você mandar simular, vai ser aberto uma tela similar ao que se vê na Figura 4 (canto inferior esquerdo). O ADS, ao contrário de muitos simuladores comerciais, não faz este tipo de análise em tempo real.

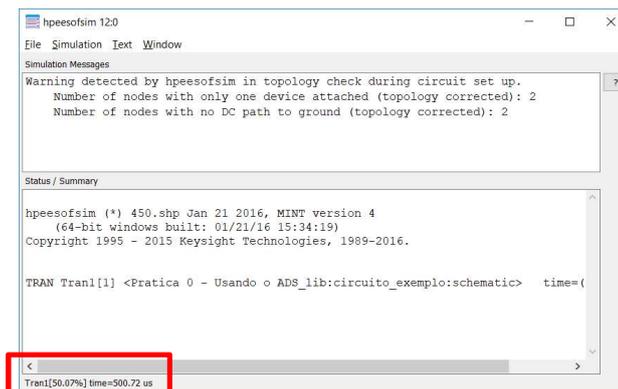


Figura 4 – Indicação do progresso dos cálculos de simulação.

2.3 – Caracterização usando parâmetros S

Outro recurso muito importante é a caracterização do circuito em termos de impedância. Para isto é muito usual a análise dos parâmetros S e sua representação em cartas de Smith. Para fazer esta análise, proceda com os passos:

- 7) Usando o circuito anterior (Figura 1), desconecte a fonte de frequência e a resistência de carga. No lugar dela, vá na paleta “Simulation-S_Param” e selecione o componente “TermG”. Insira ele no lugar da fonte e um segundo TermG no lugar da carga. Observe que o TermG da carga deve ser mudado para 250 ohms.
- 8) Ainda na paleta Simulation-S_Param, insira o componente “S_Param” (primeiro da paleta). Configure-o com o range de frequência estipulado anteriormente. O resultado final é mostrado na Figura 5.

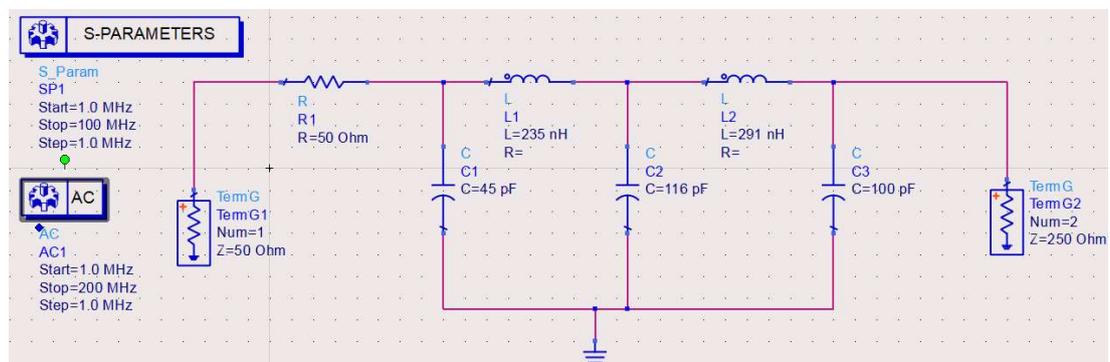


Figura 5 – Simulação de parâmetros S do circuito. Observe a presença de um adaptador “S-parameters” só para esta finalidade.

- 9) Simule o circuito e na janela de gráficos que se abrirá, selecione a opção de gráficos de Smith (📐).
- 10) Na janela “Plot Traces & Attributes”, selecione a opção S (2,2) e dê ok.
- 11) Repita o procedimento do passo anterior selecionando desta vez a opção S(1,1) . O resultado final são os gráficos vistos na Figura 6. Observe que usamos marcadores (m1 e m2) para indicar os valores de pontos específicos. No caso, o comportamento do circuito para frequência de 48MHz.

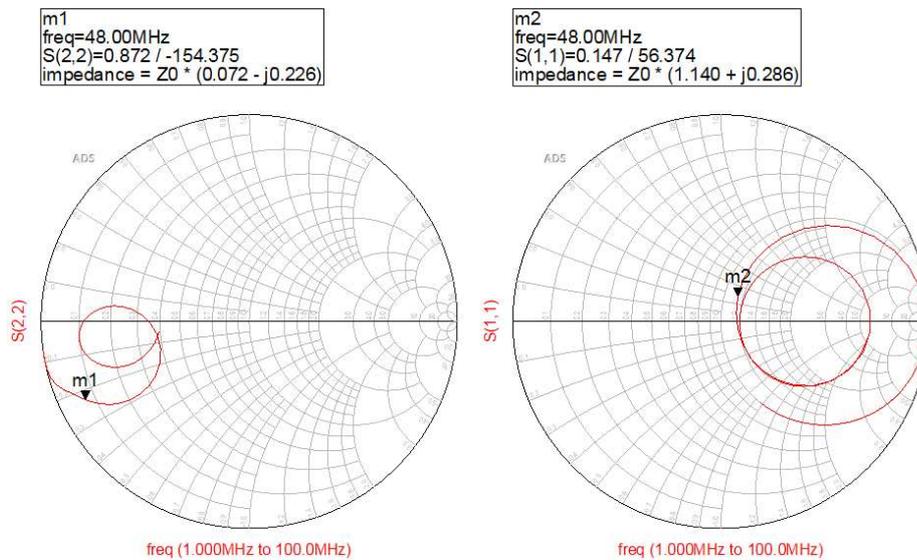


Figura 6 – Parâmetros S do circuito da figura deste exemplo.

Outra possibilidade igualmente interessante pode ser feita através dos passos:

- 1) Vá na paleta “Simulation-Instrument”, selecione o componente SP_NWA (network analyzer para parâmetros S). Ligue os terminais do SP_NWA conforme Figura 7. Observe também os valores de parâmetros de configuração do SP_NWA que inserimos.

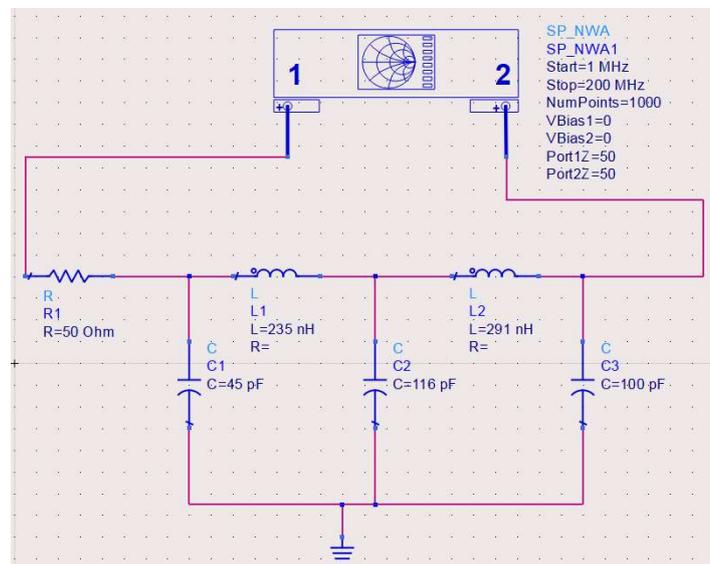


Figura 7 – Parâmetros S do filtro usando o instrumento network analyzer.

- 2) Agora simule (). Ao simular, será aberta a janela de gráficos. Ao invés de inserir manualmente cada um dos 4 gráficos de parâmetros S, você pode usar um template de exibição gráfica. Para isto, faça ainda na janela de gráficos:

- 3) Menu Insert>>template. Na janela que se abre,
 - a. No campo “DDS Template libraries”, selecione “Em_Product”
 - b. Em seguida, na coluna “Name”, selecione a opção “S_2port_P” e dê ok. O resultado será mostrado automaticamente no gráfico da Figura 8.

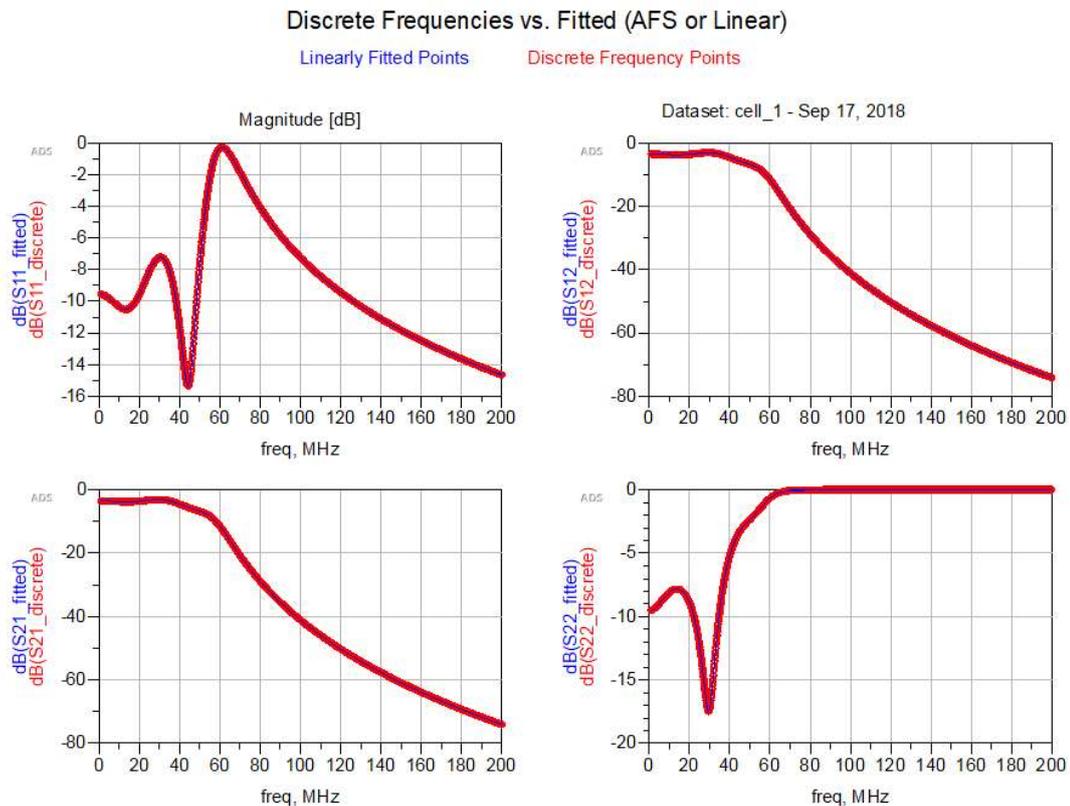


Figura 8 – Parâmetros S do filtro usando o instrumento network analyzer e template de exibição do ADS.

2.4 – Análise de equilíbrios harmônicos

A análise de frequências em telecomunicações é uma das atividades mais comuns. Por isto é importante familiarizar-se com estes recursos. Neste tópico será procedido com a simulação de um sistema para se observar como está o equilíbrio das frequências harmônicas produzidas pelo mesmo. Para isto, faça:

- 1) Desenhe o circuito na sequência inserindo seus componentes e os valores vistos
- 2) Insira o adaptador “Harmonic balance” com os dados vistos.
- 3) Simule o circuito