

---

# **Relatório Laboratório 1 ERF**

José Pedro Cruz, Martinho Figueiredo

19-10-22

## ERF Relatório 19 Out

### Abstrato

Este trabalho tem como objetivo praticar *impedance matching* entre a carga e a linha de transmissão. A principal vantagem de realizar este processo é que garante uma redução de reflexões em ambos os portos na frequência de operação

$$R_L = R_S$$

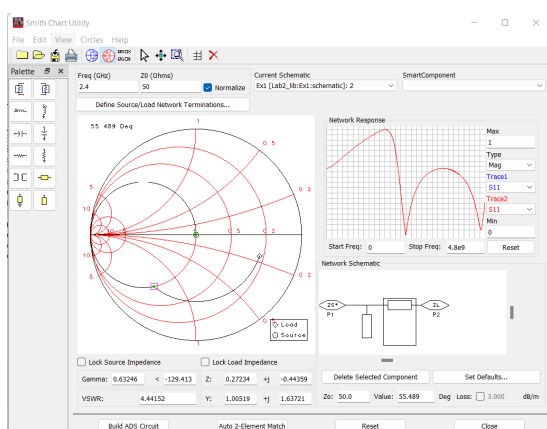
$$P_{max} = \frac{V^2}{R_S} \frac{R_L/R_S}{(1 + R_L/R_S)^2}$$

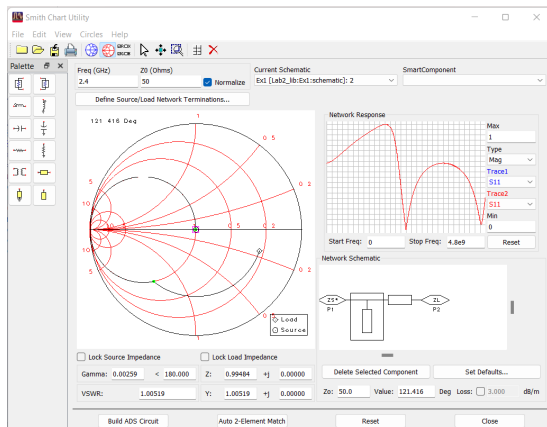
Ambos stubs em aberto e em curto podem ser usados para esta análise, neste caso iremos usar stubs em aberto. Numa primeira fase iremos posicionar apenas um stub, uma abordagem mais rápida, mas menos versátil. E para uma maior versatilidade, numa segunda fase, posicionar dois stubs.

### 1 a) Single Open Stub

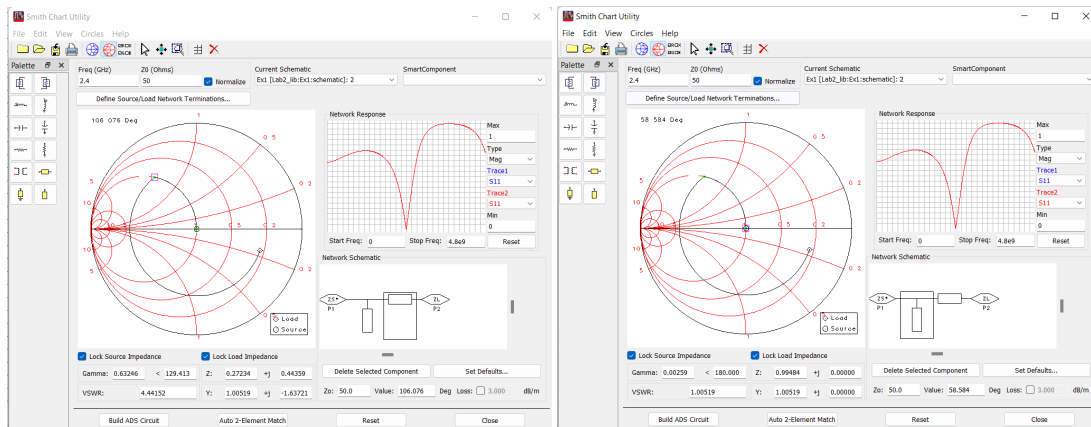
Os stubs podem ser usados para combinar a impedância de carga com a impedância da fonte. O stub é posicionado a uma certa distancia da carga para que a parte resistiva da impedância da carga seja igual à parte resistiva da impedância da fonte. O comprimento do stub é escolhido de forma a que a parte reativa entre as duas seja, também, cancelada. Um stub é usado para uma combinação perfeita numa única frequência. Para tal posiciona-mos duas *microstrip lines* ligadas entre a carga e a fonte e outra entre a fonte e o circuito em aberto, para simular o *open Stub*. Posteriormente dimensionamos ambas as *microstrip lines* com auxilio da ferramenta de *Smith Chart* para obter a impedância da linha e do stub que correspondem a zero distorção e zero perdas das linhas. Normalizando os valores da impedância, obtivemos duas soluções: A primeira com o caminho mais longo de stub e a segunda com o mais curto.

### Stub Longo:

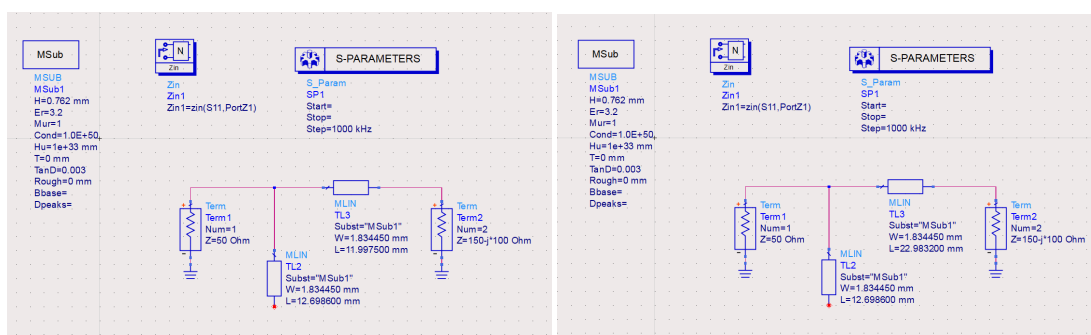




### Stub Curto:

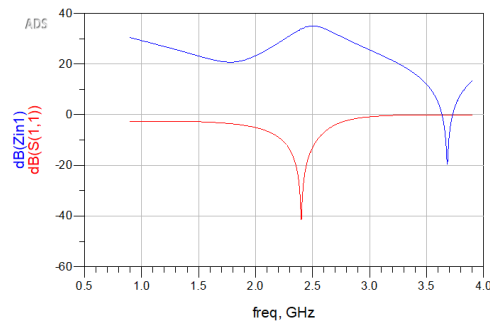
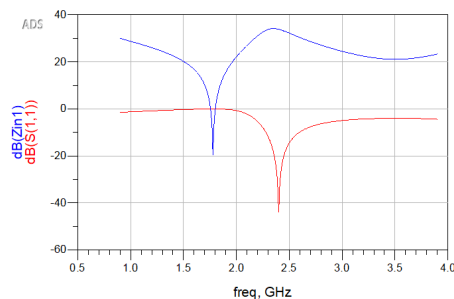


Para estas análises, com os valores que obtivemos em cima substituímos na ferramenta *LineCalc* para obtermos os valores físicos das *Microstrip lines*. Segue abaixo as imagens correspondentes aos esquemas finais.



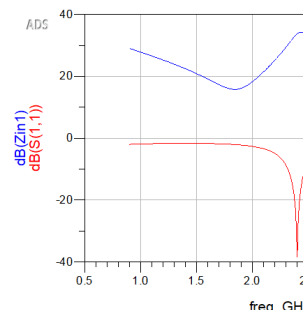
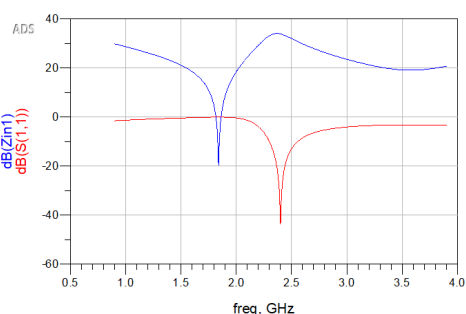
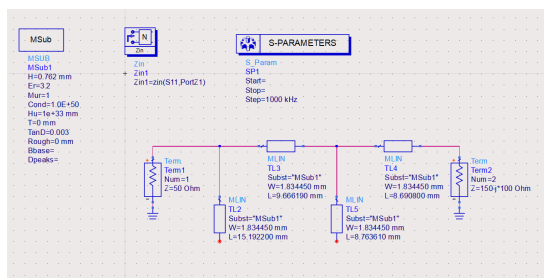
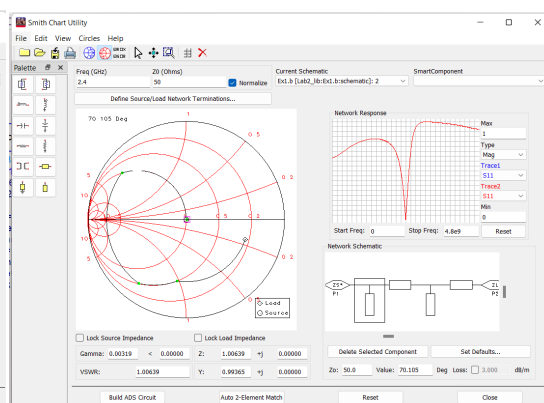
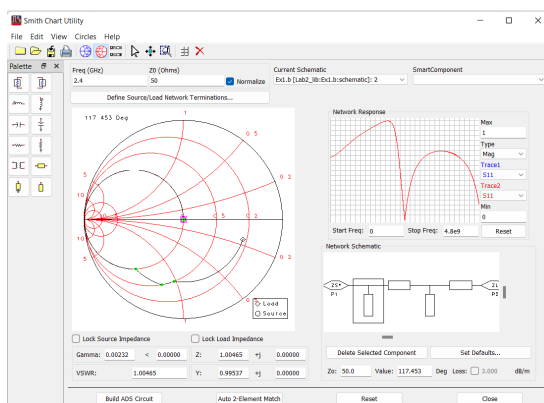
Após isto analisamos os gráficos para concluir a solução mais ótima. Concluímos que os coeficientes de reflexão de ambas as soluções são idênticos, obtendo aquilo que era esperado. Nas frequências de que não a de operação o coeficiente de reflexão situa-se perto de zero e na frequência de operação (2,4GHz) um pico negativo. A diferença mais observável é na impedancia de entrada, que se encontra

invertida nas duas imagens



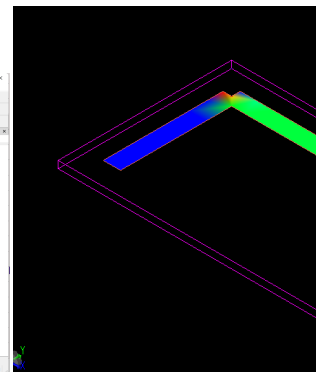
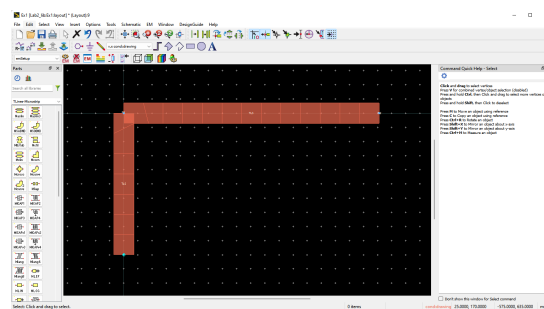
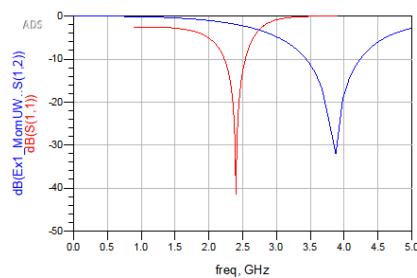
## b) Double Open Stubs

Executamos os mesmos passos anteriormente para acomodarmos dois stubs no nosso esquema. Em modos gerais usar dois stubs é uma técnica mais comum, isto porque, usando apenas um stub se a carga mudar a posição e comprimento do stub tem de mudar também. Usando dois stubs é possível fixar a posição dos stubs em relação um ao outro e apenas mudar o comprimento dos stubs para dar *match* a uma variação da carga.



## 2. Optional assignment

Efetueamos a Simulação Electromagnética do esquema de 1.a). No primeiros gráfico conseguimos observar os resultados da simulação electromagnética de todos os  $S$  parameters Comparando os resultados da análise electromagnética baseado no Método dos Momentos com a análise inicial, podemos verificar uma deslocação da frequência aonde a reflexão é nula. A análise electromagnética baseada no método dos momentos é esperado que nos dê um simulação mais precisa que a simulação inicial, que numa primeira fase, a simulação esquemática é mais rápida.



## Conlusions

Em suma, numa primeira fase usar apenas um *stub* para equilibrar a linha é uma abordagem mais rápida para obter a solução desejada. Para uma maior versatilidade com o mesmo objetivo podemos usar dois *stubs* em aberto, deste modo não temos de alterar a distância e o comprimento do *stub*, apenas temos de variar o comprimento dos *stubs*, caso mude a impedância de carga, mantência a distância relativa entre os mesmos. Um *stub* só vai atingir uma perfeita combinação numa só frequência, usando vários *stubs* já conseguimos obter uma combinação perfeita numa maior gama de frequências. A simulação electromagnética baseada no Método dos Momentos é mais trabalhosa e demorada mas permite obter uma simulação mais precisa.