

---

# **Relatório Laboratório 1 ERF**

José Pedro Cruz, Martinho Figueiredo

19-10-22

## ERF Relatório 19 Out

### Abstrato

Este trabalho tem como objetivo estudar a utilização *impedance matching* numa 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

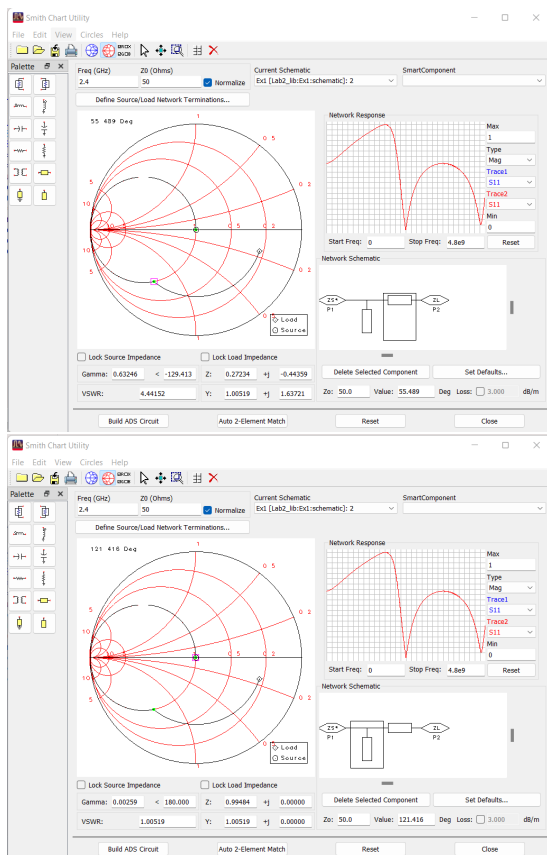
$$R_L = R_S$$
$$P_{max} = \frac{V^2}{R_S} \frac{R_L/R_S}{(1 + R_L/R_S)^2}$$

Ambos stubs em aberto e em curto podem ser usados para esta análise, sabendo que stubs abertos podem comportar-se como antenas para frequências elevadas, iremos usar stubs em aberto. Numa primeira fase iremos configurar apenas um stub, uma abordagem mais rápida, mas menos versátil. Para um maior controlo e precisão, numa segunda fase, iremos configurar a linha de transmissão com dois stubs.

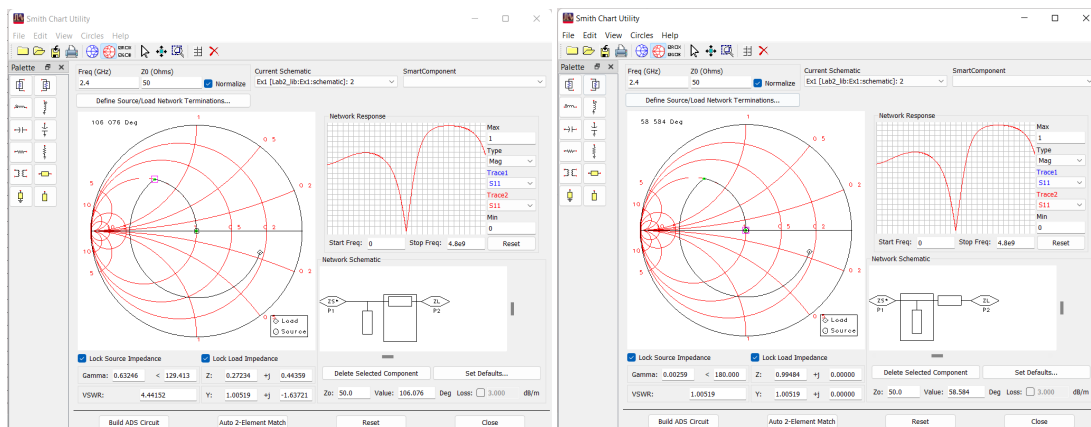
### 1 a) Single Open Stub

Os stubs podem ser usados para combinar a impedância de carga com a impedância da fonte. O stub é posicionado a uma certa distância 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 conectamos duas *microstrip lines* ligadas entre a carga e a fonte e outra ligada apenas à fonte e com o outro terminal desconnectado, para simular o *open Stub*. Posteriormente dimensionamos ambas as *microstrip lines* com auxílio da ferramenta de *Smith Chart* para obter a impedância da linha e do stub que correspondem a zero reflexões 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.

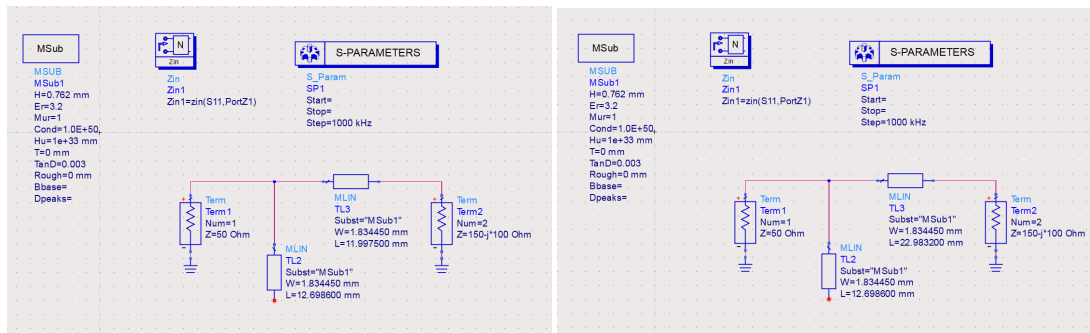
#### Stub Longo:



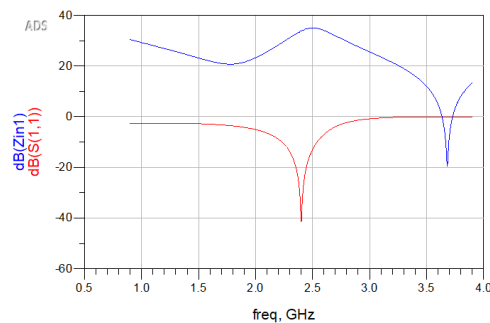
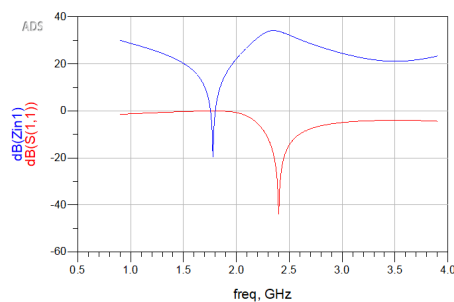
### Stub Curto:



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.

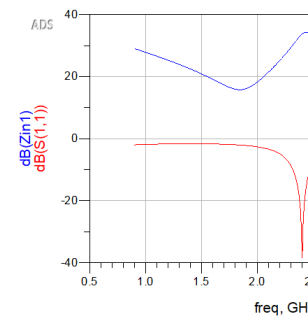
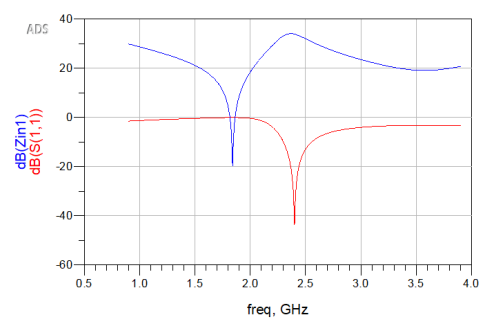
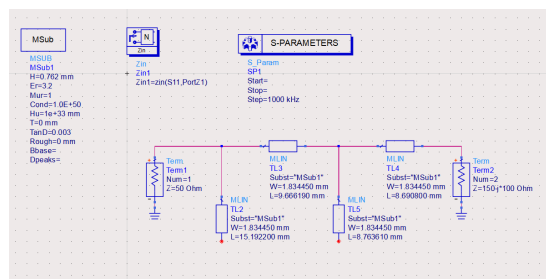
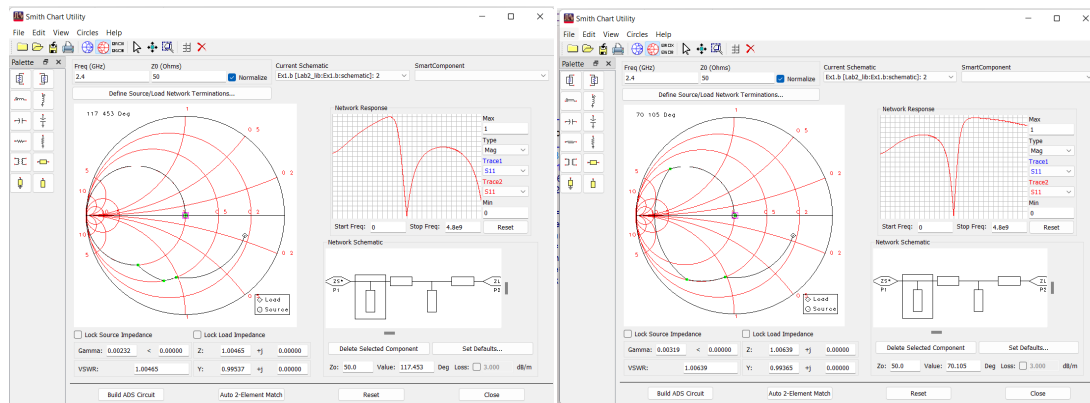


Após isto, analisamos os gráficos para identificar a solução ótima. Concluimos que os coeficientes de reflexão de ambas as soluções são idênticos, obtendo aquilo que era esperado. Nas frequências de que não a de operação o coeficiente de reflexão situa-se perto de zero e na frequência de operação (2,4GHz)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



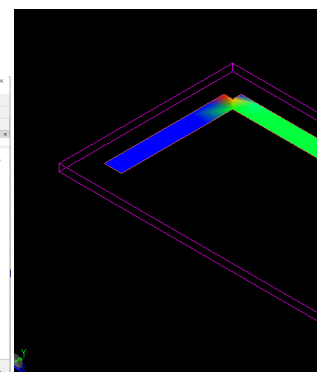
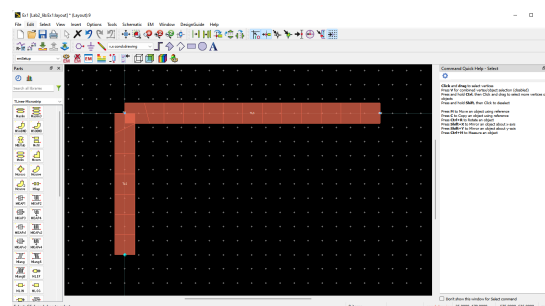
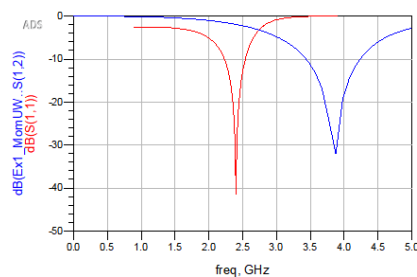
## b) Double Open Stubs

Executamos os mesmo passos anteriormente para acomodarmos dois stubs no nosso esquema. Em modos gerais usar dois stubs é um 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

Efetamos 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.



## Conclusions

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, mantendo 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.