

---

# **Relatório Laboratório 1 ERF**

José Pedro Cruz, Martinho Figueiredo

19-10-22

## ERF Relatório 19 Out

### Abstrato

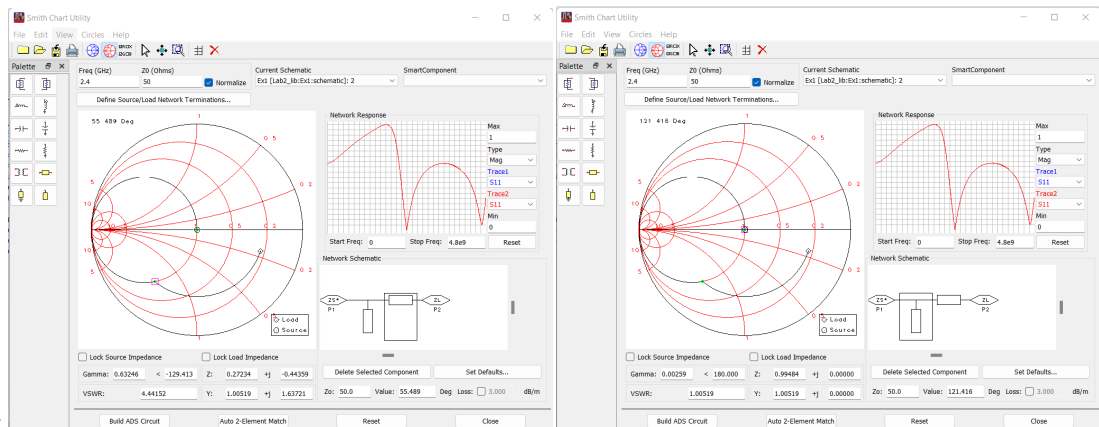
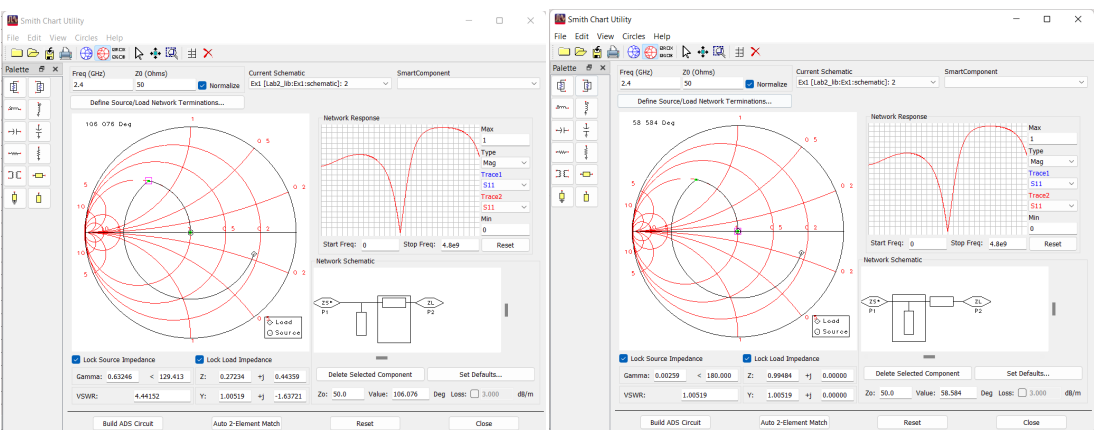
Este trabalho tem como objetivo estudar a utilização de *impedance matching* numa linha de transmissão. A principal vantagem de realizar este processo é que garante uma redução de reflexões em ambos os portos da linha, na frequência de operação.

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

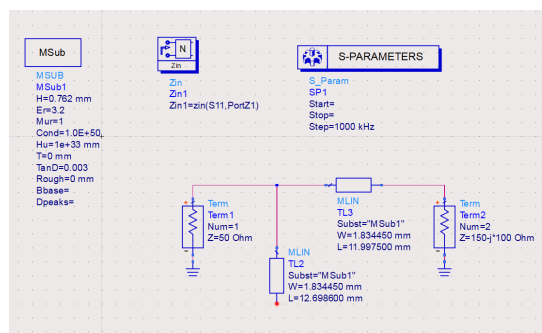
Ambos os stubs, em aberto e em curto, podem ser usados para esta análise. Sabendo que stubs abertos podem comportar-se como antenas para frequências muito elevadas, iremos usar stubs em aberto. Numa primeira fase, iremos apenas configurar um stub, uma abordagem mais rápida mas menos versátil. Para um maior controlo e precisão, numa segunda fase, vamos 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 sua impedância 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, bem como outra ligada apenas à fonte e com o outro terminal desconectado, 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.

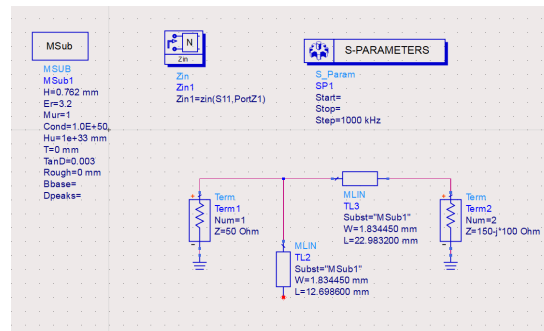
**Stub Longo:****Stub Curto:**

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.



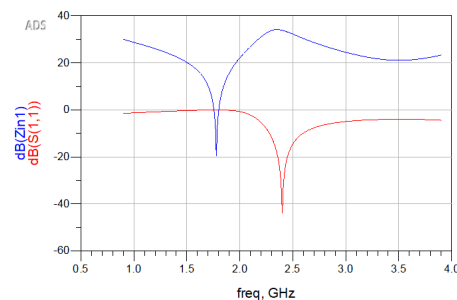
**Figura 1:** Esquema com Stub mais longo

Após isto, analisamos os gráficos para identificar a solução 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



**Figura 2:** Esquema com Stub mais longo

(2,4GHz) um pico negativo. A diferença mais observável é na impedância de entrada, que se encontra invertida nas duas imagens.



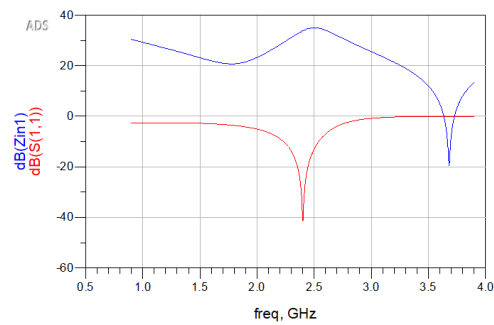
**Figura 3:** Grafico Stub Longo

## b) Double Open Stubs

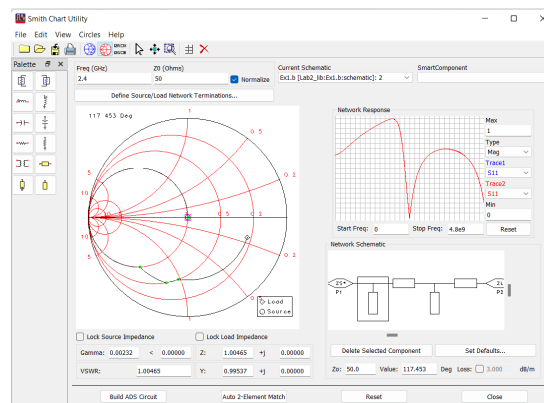
Executamos os mesmo passos anteriormente para acomodarmos dois stubs no nosso esquema. Em modos gerais usar dois stubs é um técnica mais comum, isto porque, usando apenas um stub se a carga mudar a posição e comprimento do stub tem de mudar também. Usando dois stubs é possível fixar a posição dos stubs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

## 2. Optional assignment

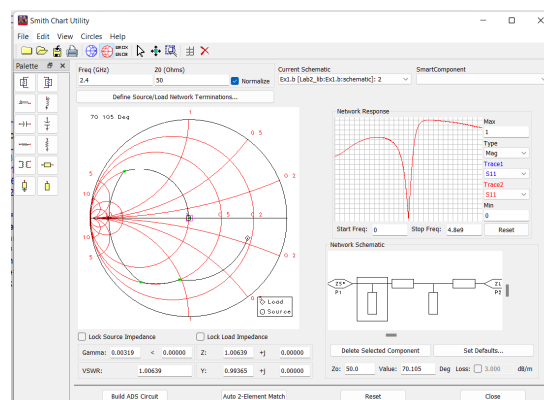
Efetuamos a Simulação Electromagnética do esquema de 1.a). No primeiros gráfico conseguimos observar os resultados da simulação electromagnética de todos os *S parameters* Comparando os resultados da análise electromagnética baseado no Método dos Momentos com a análise inicial,



**Figura 4:** Grafico Stub Longo



**Figura 5:** Análise Smith



**Figura 6:** Análise Smith 2

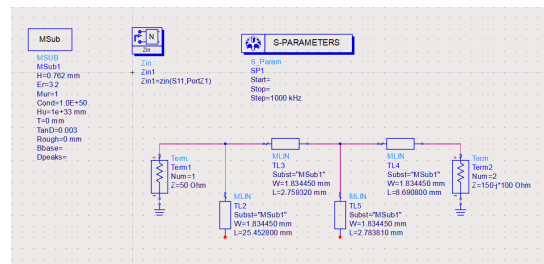


Figura 7: Esquema

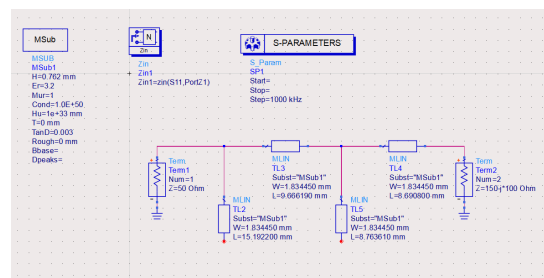


Figura 8: Esquema 2

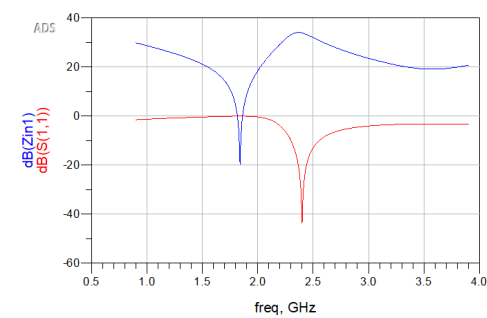


Figura 9: Gráfico

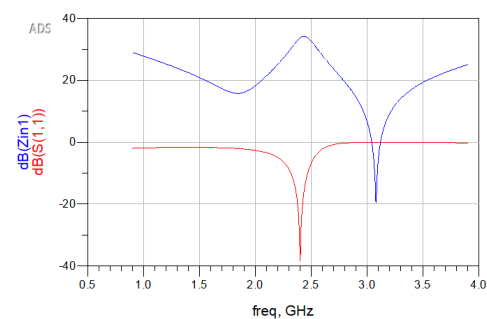
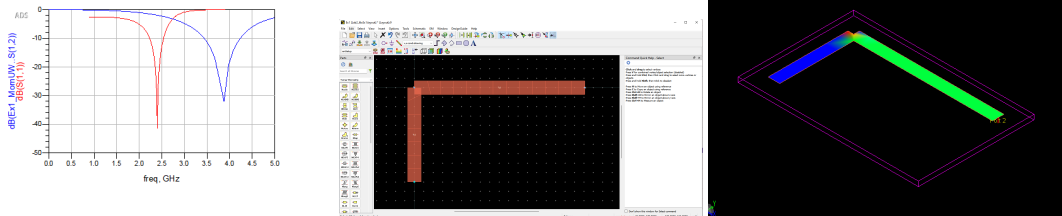


Figura 10: Gráfico

podemos verificar uma deslocação da frequência aonde a reflexão é nula. A análise electromagnética baseada no método dos momentos é esperado que nos dê uma 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.