

Jeanniard Sébastien

Lemaître Guillaume

TP n°4 : Prise en main et utilisation du logiciel TRLine

1 Prise en main du logiciel TRLine par l'étude d'un circuit simple :

1.1 Calcul du VSWR :

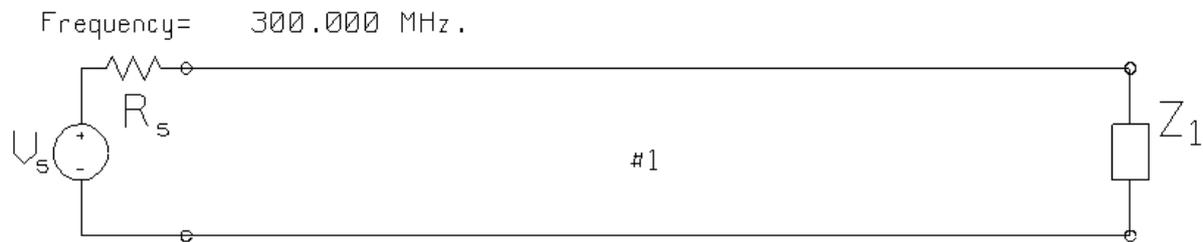


Figure 1 : Circuit simple

Le calcul pour retrouver le VSWR est le suivant :

$$VSWR = \frac{1 + \Gamma}{1 - \Gamma}$$

Où :

$$\Gamma = \frac{Z_L - Z_c}{Z_L + Z_c}$$

Dans notre cas nous avons :

$$Z_c = 50 \Omega \text{ et } Z_L = 200 \Omega$$

Nous obtenons alors :

$$\Gamma = \frac{150}{250} = 0.6$$

D'où

$$VSWR = \frac{1.6}{0.6} = 4$$

Cette valeur VSWR est constante puisque cette valeur dépend que de la résistance de charge et la résistance caractéristique. Ces valeurs étant constant quelque soit la position sur la ligne.

Pour obtenir un coefficient VSWR de 1, il faut que la résistance de charge est une valeur de 50 Ω. Nous pouvons justifier cette valeur par le calcul suivant :

Nous obtenons alors :

$$\Gamma = \frac{0}{100} = 0$$

D'où

$$VSWR = \frac{1}{1} = 1$$

Dans le cas de la figure 7 nous avons une valeur du VSWR qui vaut l'infini. La valeur Γ devra alors valoir 1. Ainsi, la valeur de résistance de charge est l'infini c'est-à-dire qu'il faut un court circuit.

1.2 Position des maxima :

Nous pouvons calculer la longueur d'onde de la façon suivante :

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{300 \cdot 10^6} = 1 \text{ m}$$

En posant les marqueurs entre deux maxima, nous obtenons une demi-longueur d'onde tel que :

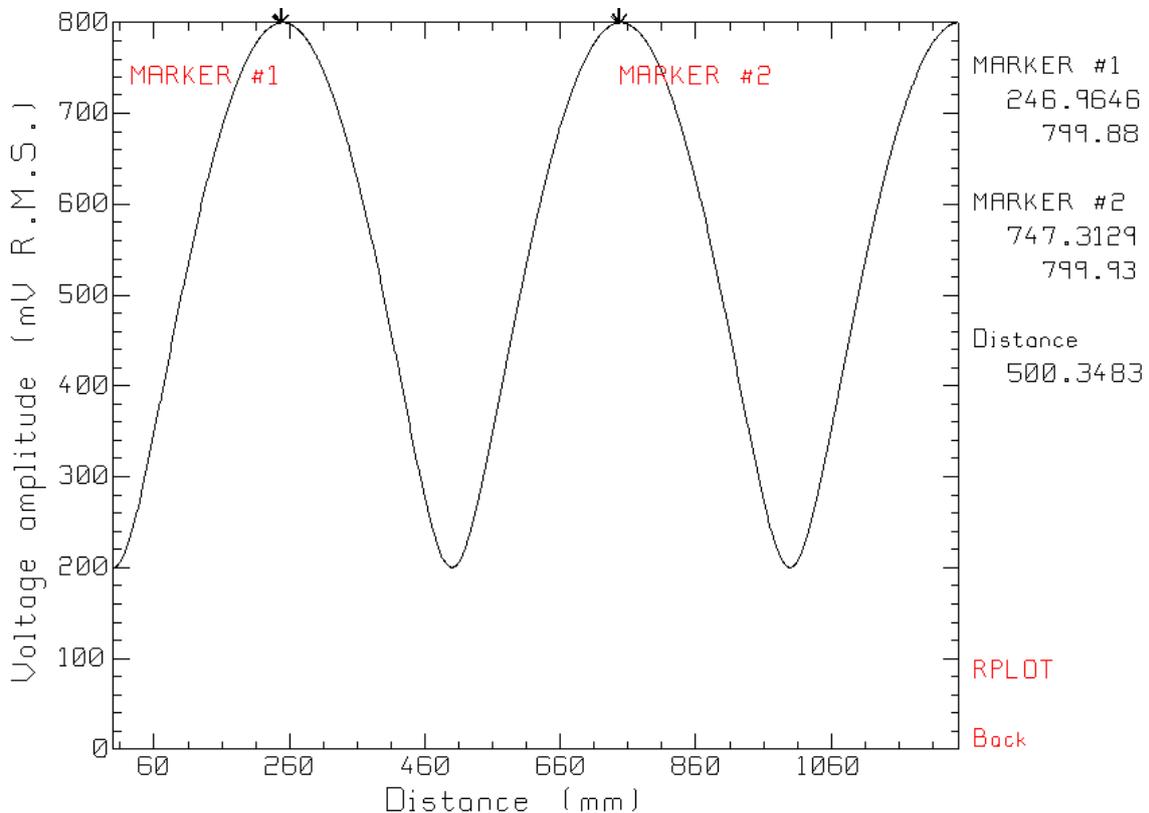


Figure 2 : vérification d'une demi-longueur d'onde

1.3 Abaque de Smith :

La longueur de la ligne est réglée à 0.45λ d'où une longueur de ligne de 0.45 m.

Nous obtenons alors l'abaque de Smith suivant :

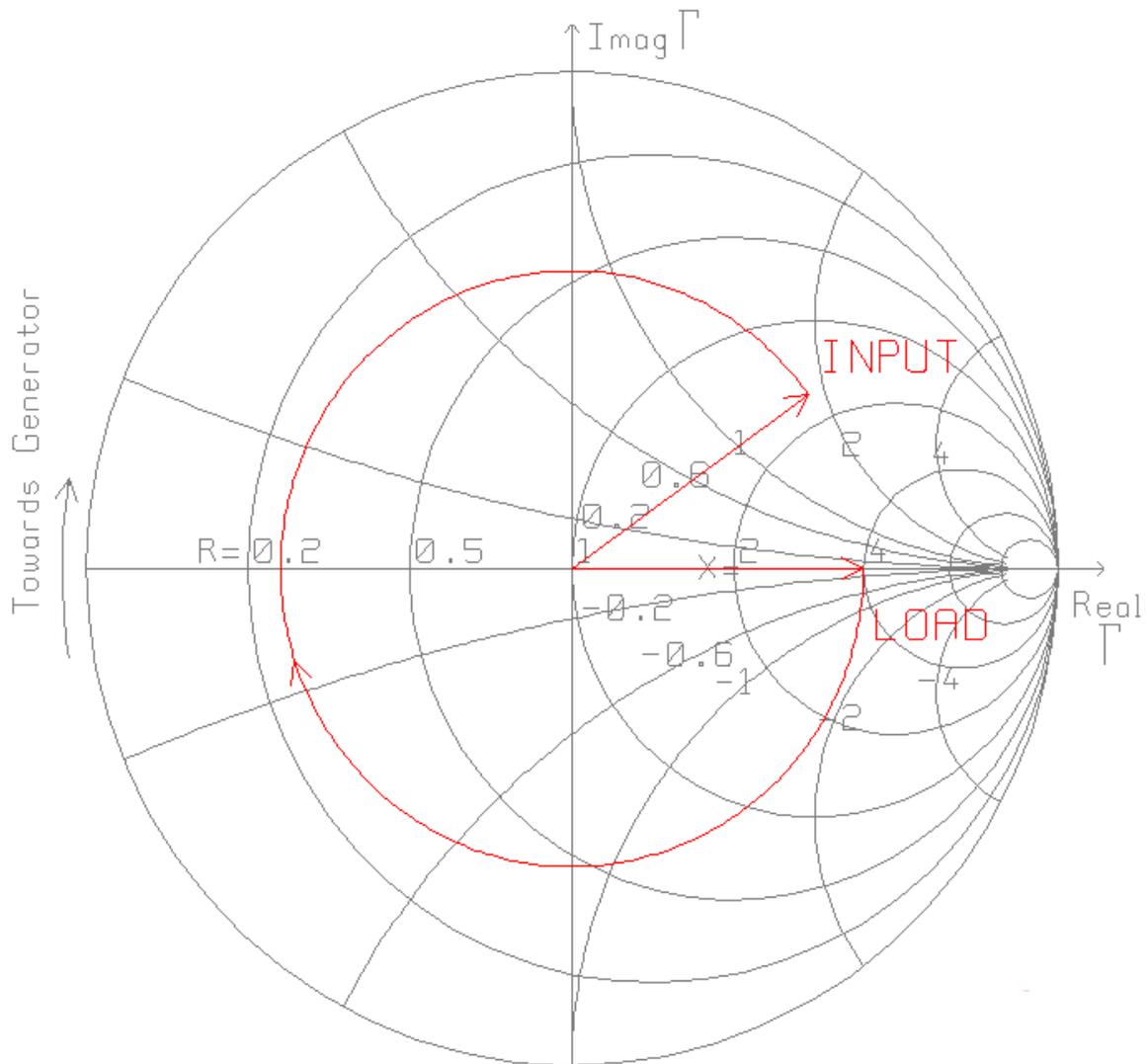


Figure 3 : abaque de Smith pour une longueur de ligne 0.45 m

Lorsque les points d'abaque correspondant à l'impédance de charge et d'entrée sont confondus, nous obtenons l'abaque suivant :

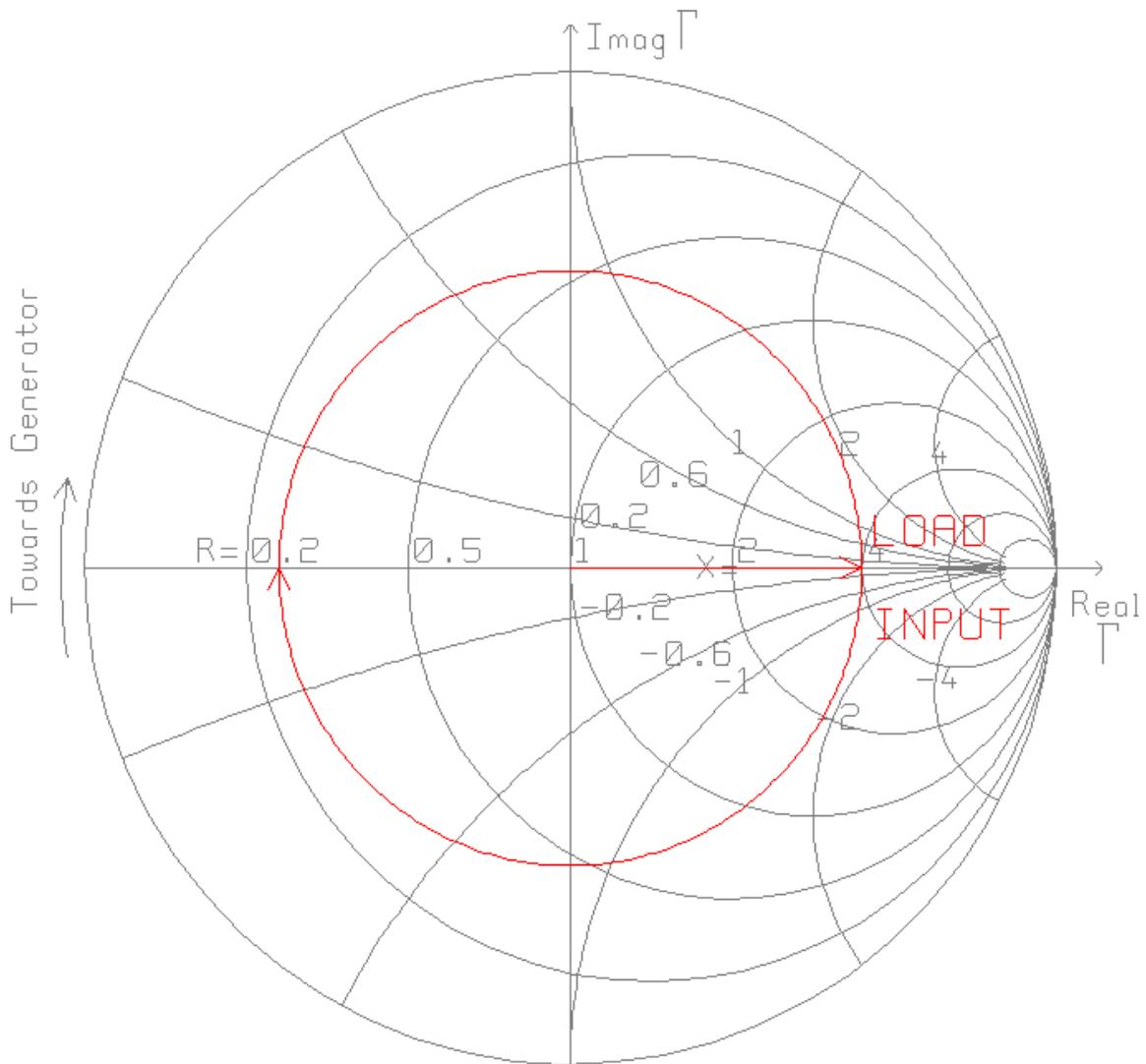


Figure 4 : abaque de Smith lors de la superposition des points de l'impédance d'entrée et de sortie

Nous relevons alors la longueur de la ligne ainsi obtenue :

$$l_1 = 0.500 \text{ m}$$

Cette longueur obtenue est bien multiple de $\frac{\lambda}{2}$.

Nous mettons la ligne en court-circuit et relevons une vingtaine de valeurs représenté dans le tableau suivant :

longueur de ligne(m)	impédance d'entrée en court-circuit	impédance d'entrée en court-circuit théorique
0,05	16,258j	16,24598481j
0,1	36,361j	36,3271264j
0,15	68,915j	68,81909602j
0,2	154,346j	153,8841769j
0,25	∞	3,09488E+16j
0,3	-153,196j	-153,8841769j

0,35	-68,597j	-68,81909602j
0,4	-36,193j	-36,3271264j
0,45	-16,137j	-16,24598481j
0,5	0.11j	-1,61557E-13j
0,55	16,38j	16,24598481j
0,6	36,529j	36,3271264j
0,65	69,285j	68,81909602j
0,7	155,513j	153,8841769j
0,75	∞	1,08116E+16j
0,8	-152,61j	-153,8841769j
0,85	-68,280j	-68,81909602j
0,9	-36,025j	-36,3271264j
0,95	-16,01j	-16,24598481j
1	0.22j	-3,23114E-13j

Les valeurs théoriques sont calculées avec la formule suivante :

$$Z_{in}(l) = Z_C \cdot \frac{Z_L - jZ_C \cdot \tan(\beta l)}{Z_C - jZ_L \cdot \tan(\beta l)}$$

Nous recommençons la même manipulation mais en mettant cette fois-ci la ligne en circuit ouvert.

Nous obtenons le tableau suivant :

longueur de ligne(m)	impédance d'entrée en circuit ouvert	impédance d'entrée en circuit ouvert théorique
0,05	-153,769j	-153,8841768j
0,1	-68,755j	-68,81909602j
0,15	-36,277j	-36,3271264j
0,2	-16,197j	-16,24598481j
0,25	0.055j	2,49992E-09j
0,3	16,319j	16,24598481j
0,35	36,445j	36,3271264j
0,4	69,074j	68,81909603j
0,45	154,927j	153,8841769j
0,5	∞	-1,00006E+12j
0,55	-152,626j	-153,8841768j
0,6	-68,438j	-68,81909602j
0,65	-36,109j	-36,3271264j
0,7	-16,076j	-16,24598481j
0,75	0.165j	2,49977E-09j
0,8	16,441j	16,24598481j
0,85	36,614j	36,3271264j
0,9	69,395j	68,81909603j

0,95	156,102j	153,8841769j
1	∞	-1,00013E+12j

2 Etude d'un stub simple :

2.1 Adaptation par stub :

2.1.1 Cas d'un stub en circuit ouvert de charge $73 - 41j$:

Dans un premier temps, nous voulons trouver la longueur entre le stub et la charge. Nous pouvons obtenir cette longueur en utilisant l'abaque de Smith suivant en ramenant la charge comme suit :

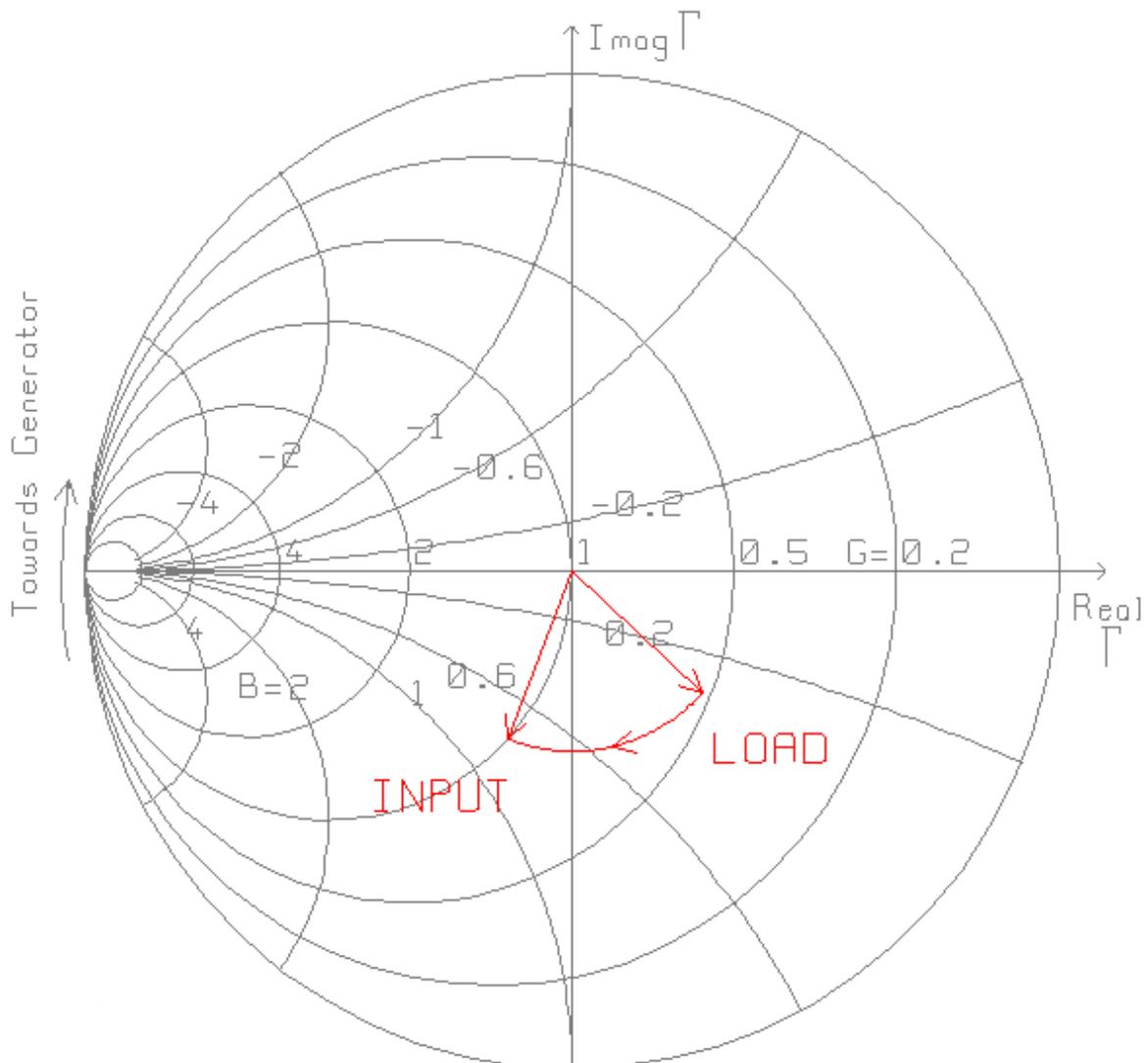


Figure 5 : Détermination de la longueur de ligne entre le stub et la charge

Nous obtenons alors une longueur de ligne tel que :

$$l_2 = 1.1917 \text{ m}$$

La valeur de l'impédance à l'entrée est alors de :

$$Y_2 = 20.008 + 15.566j$$

Pour définir la longueur du stub, nous utilisons l'abaque de Smith et tournons pour annuler la partie imaginaire de Z_2 . Nous obtenons alors l'abaque de Smith suivant :

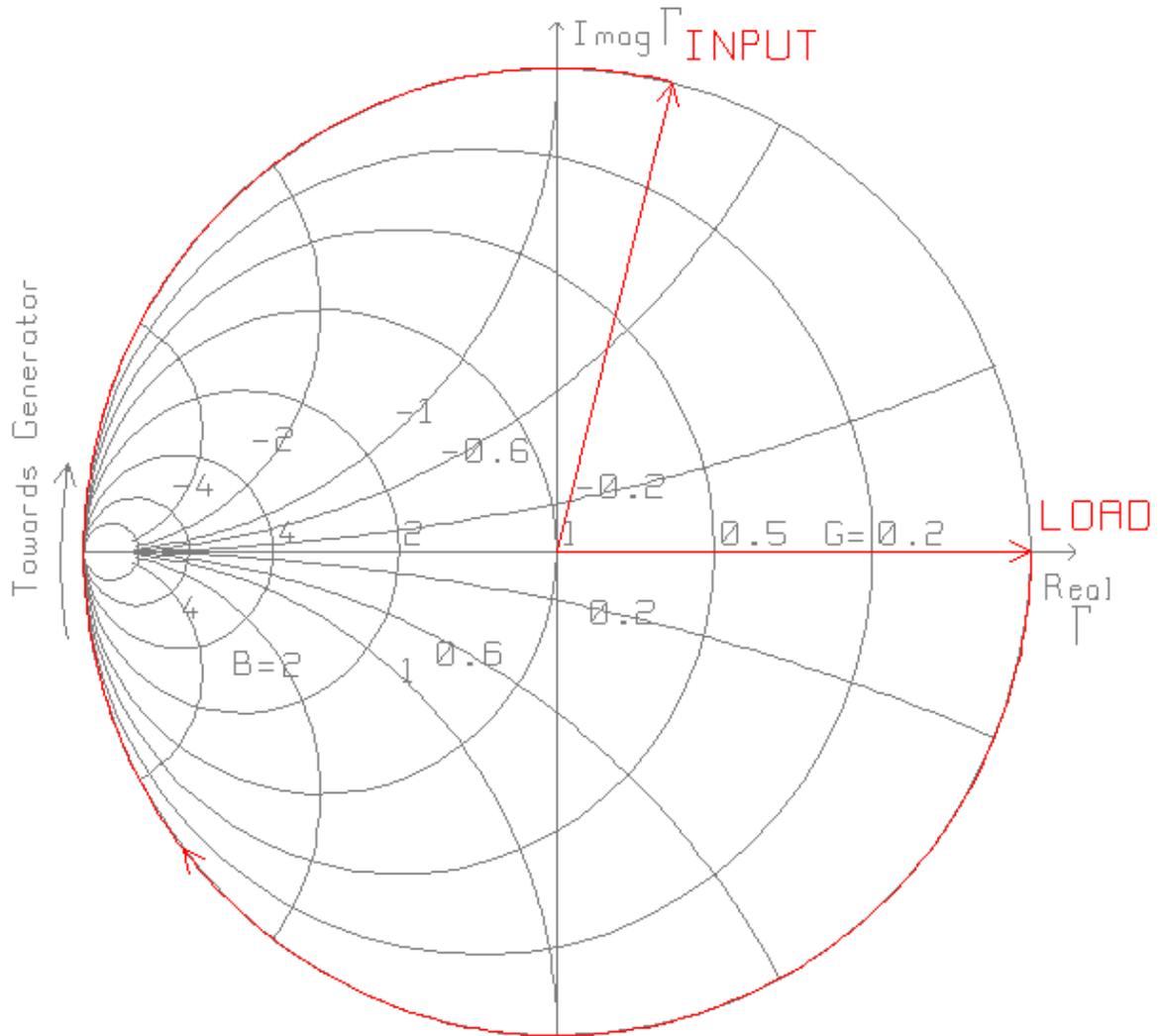


Figure 6 : Détermination de la longueur de ligne du stub

Nous obtenons alors une longueur de stub de :

$$l_3 = 1.7892 \text{ m}$$

Nous sommes dans le cas d'une ligne adaptée :

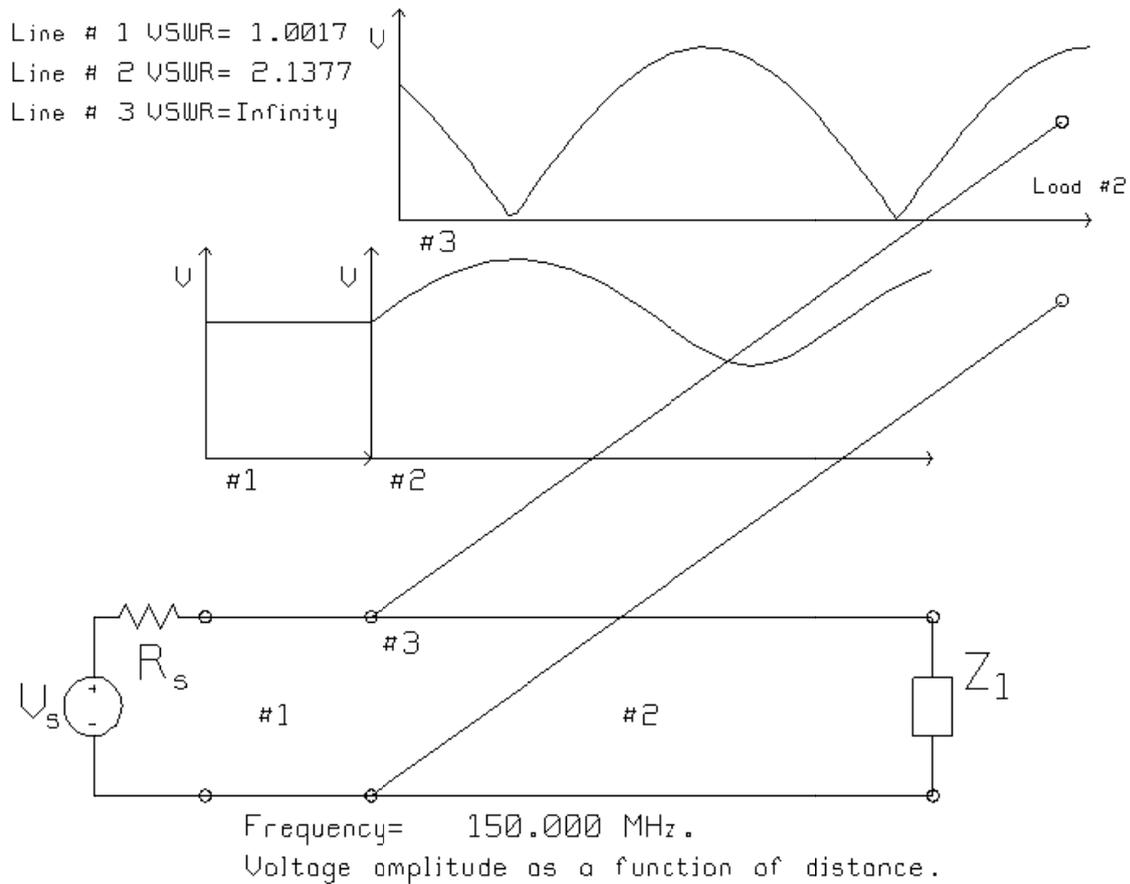


Figure 7 : Présentation du cas adapté

2.1.2 Cas d'un stub en circuit ouvert de charge $72 + 12j$:

On procède de la même façon que précédemment.

Dans un premier temps, nous voulons trouver la longueur entre le stub et la charge. Nous pouvons obtenir cette longueur en utilisant l'abaque de Smith suivant en ramenant la charge comme suit :

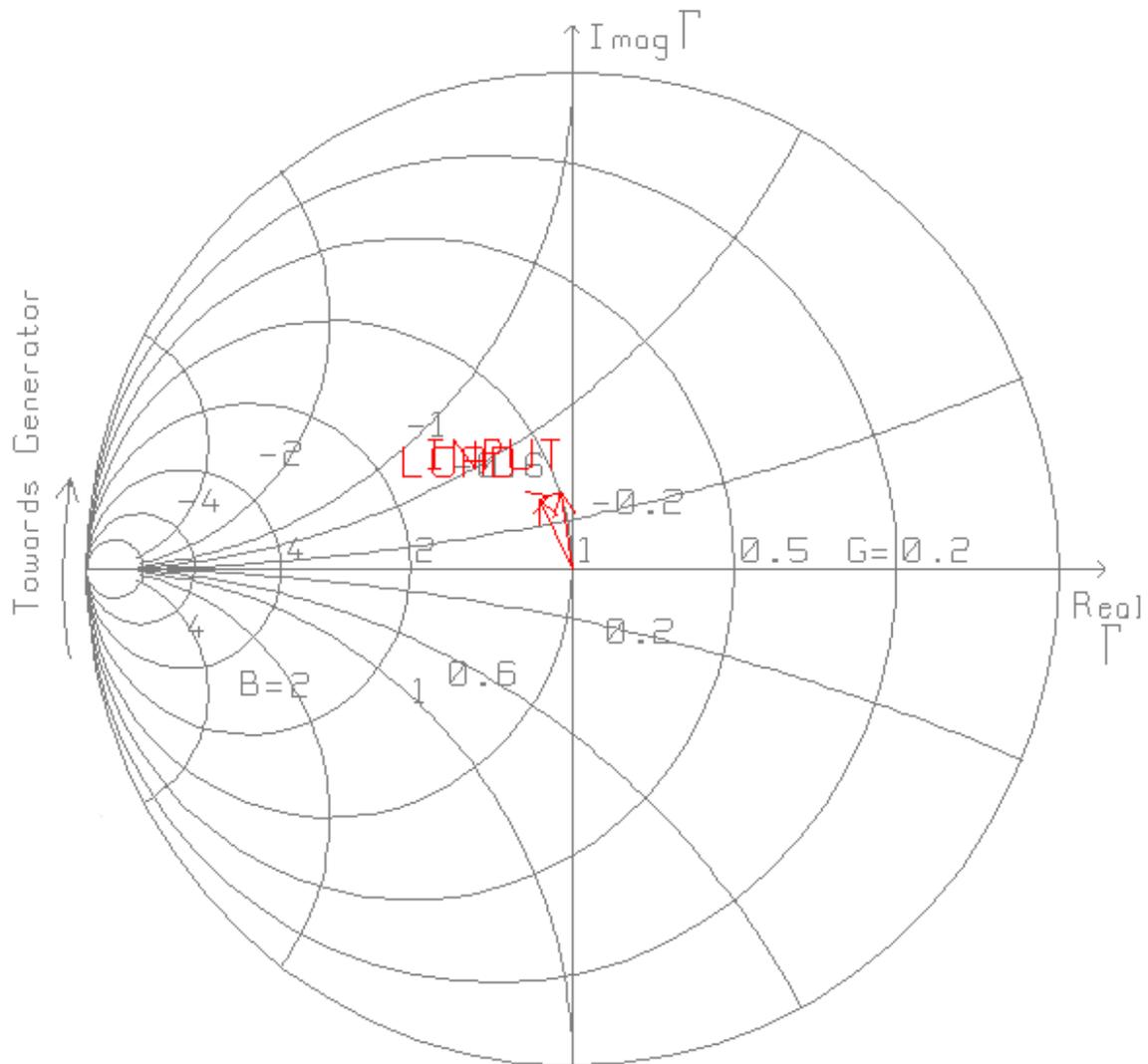


Figure 8 Détermination de la longueur de ligne entre le stub et la charge

Nous obtenons alors une longueur de ligne tel que :

$$l_2 = 1.0498 \text{ m}$$

La valeur de l'impédance à l'entrée est alors de :

$$Y_2 = 20.012 - 6.296j$$

Pour définir la longueur du stub, nous utilisons l'abaque de Smith et tournons pour annuler la partie imaginaire de Z_2 . Nous obtenons alors l'abaque de Smith suivant :

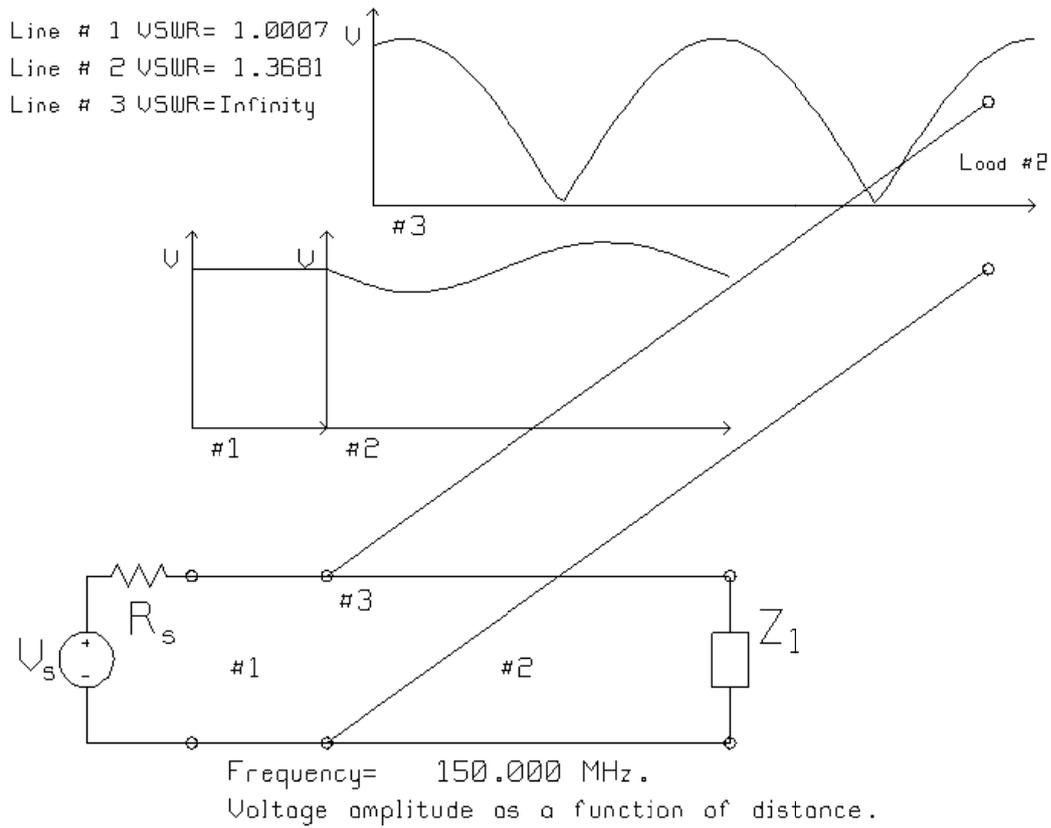


Figure 10 : Présentation du cas adapté

2.2 Réponse en fréquence d'un stub :

Pour le stub précédent, la réponse en fréquence calculée par le logiciel est la suivante :

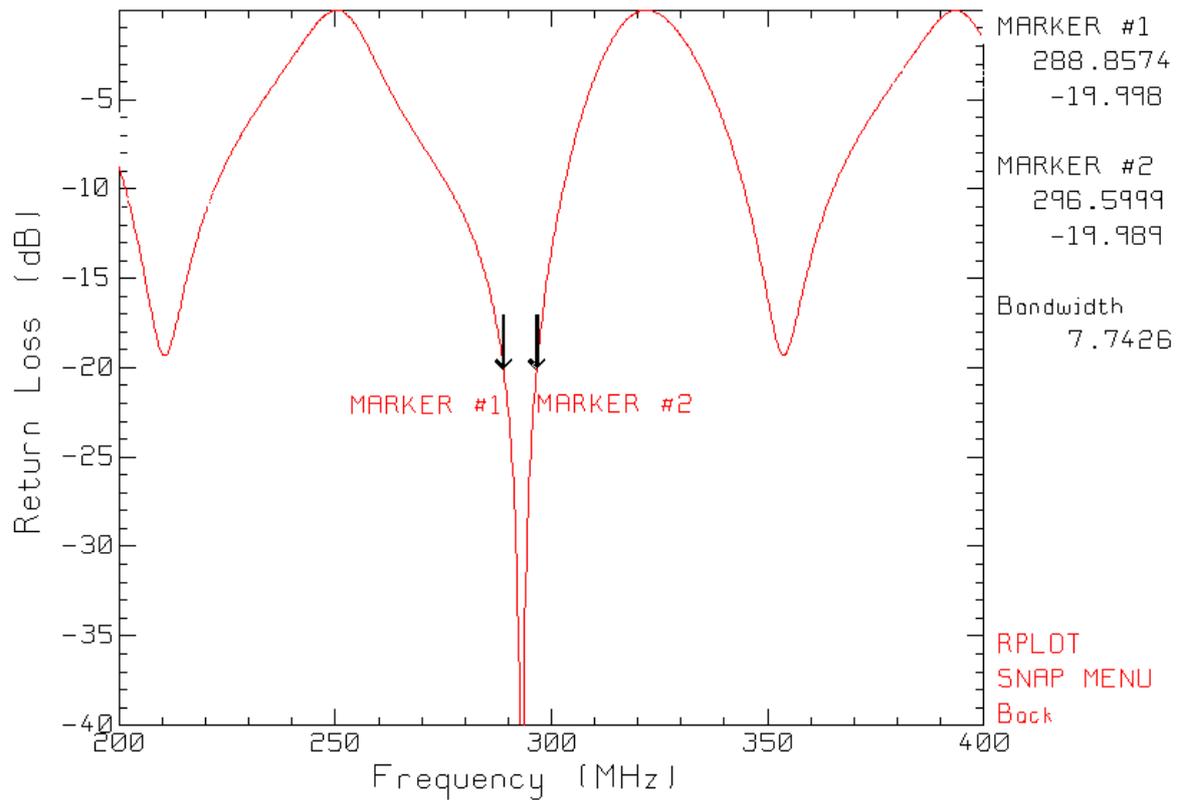


Figure 11 : Réponse en fréquence du stub

Le logiciel calcule donc une bande passante de 7.7426 Mhz.

3 Adaptation à large bande :

3.1 Transformateur à ligne quart d'onde :

Nous vérifions la longueur de la ligne interposé qui vaut 0.2543 m ce qui correspond au quart de la longueur d'onde λ .

A l'aide de l'abaque de Smith, nous déterminons la longueur de la ligne 3 tel que l'impédance vue de l'entrée est purement réelle. Nous obtenons l'abaque suivant :

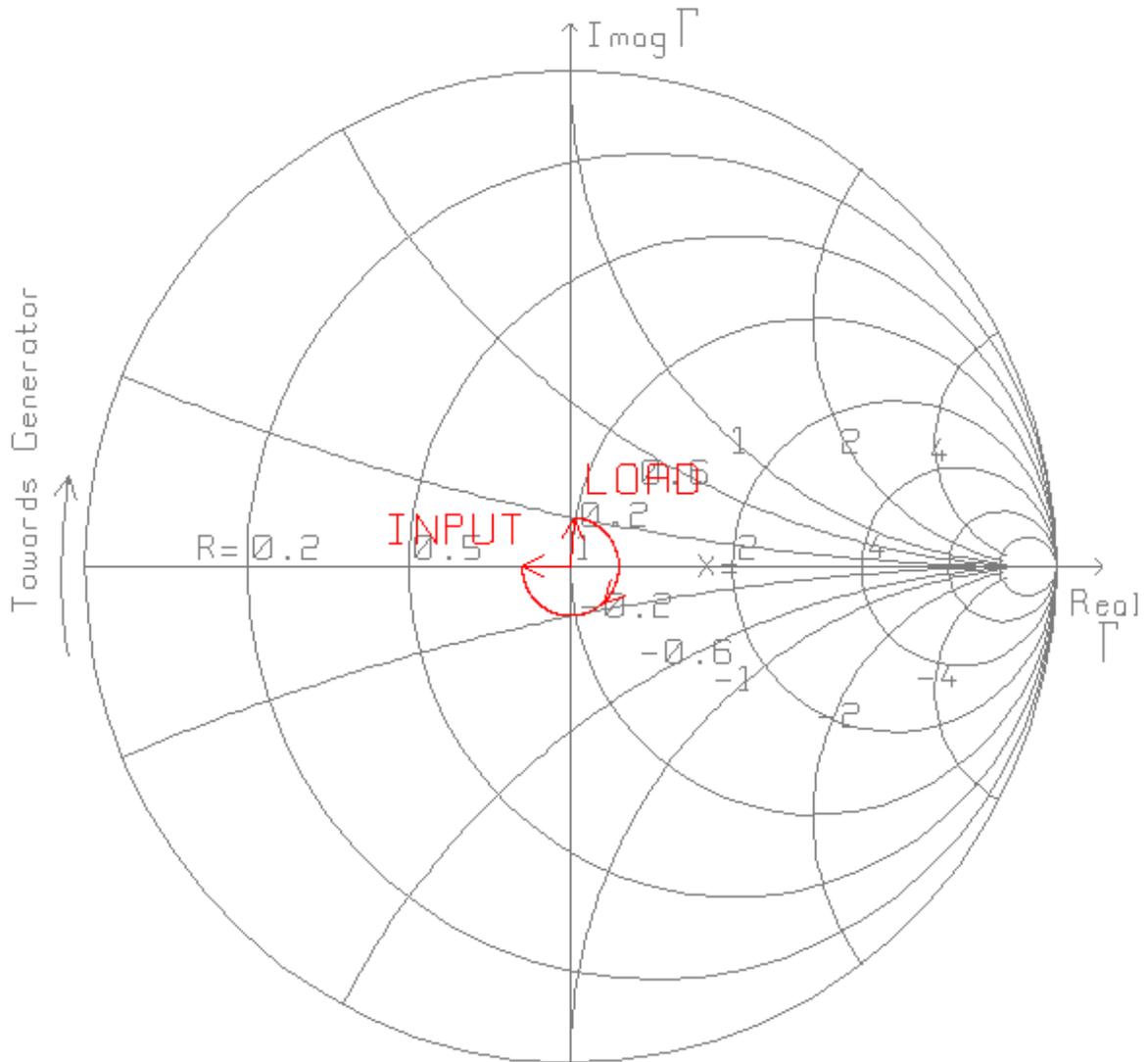


Figure 12 : Détermination de la longueur de ligne 3

Nous obtenons alors comme valeur pour la longueur de ligne :

$$l_3 = 0.36707 \text{ m}$$

Nous obtenons également la valeur d'impédance suivante :

$$Z'_c = 409.501 + 0j \Omega$$

Nous obtenons alors comme valeur d'impédance pour la ligne 2 :

$$R_2 = \sqrt{R_1 \cdot R'_c} = \sqrt{50 \times 409.501}$$

D'où :

$$R_2 = 143.09 \Omega$$

Nous avons alors une adaptation en entrée de ligne :

Line # 1 VSWR= 1.0000
 Line # 2 VSWR= 2.8618
 Line # 3 VSWR= 1.2210

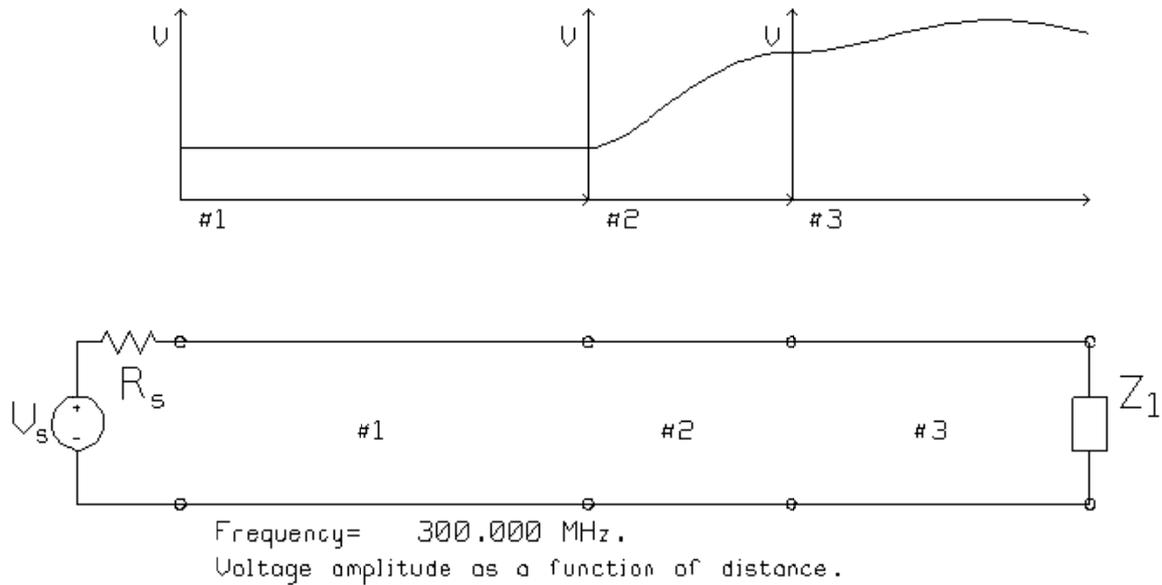


Figure 13 : adaptation en entrée de la ligne 1

Nous calculons le VSWR en fonction de la fréquence et nous déterminons la valeur de la largeur de bande de fréquence pour laquelle la valeur du VSWR est inférieure à 1.5. Nous obtenons alors le graphique suivant :

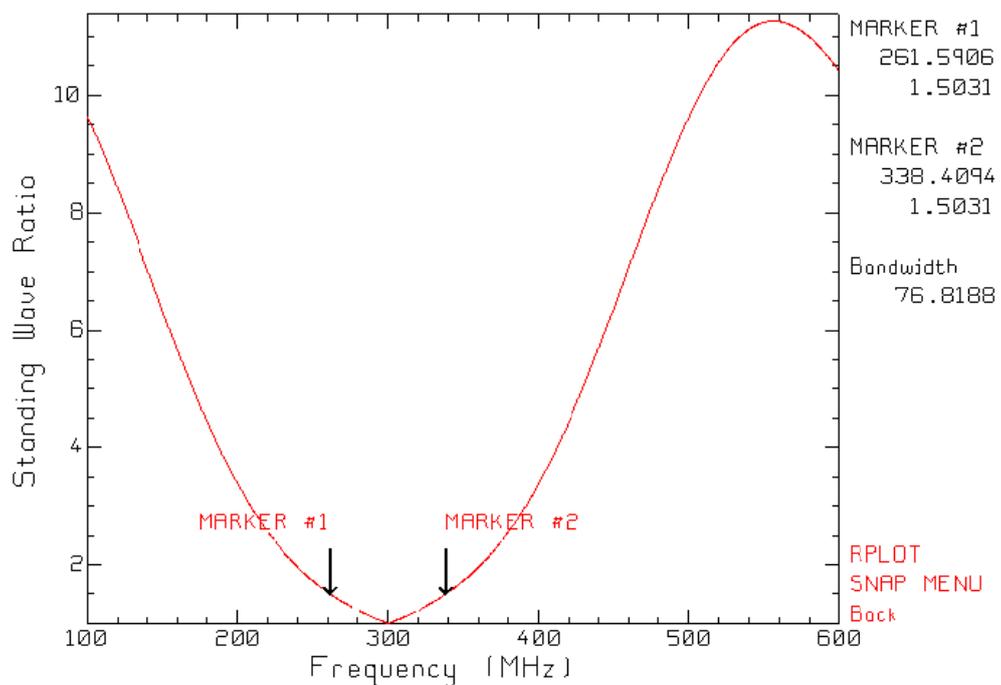


Figure 14 : Réponse fréquentielle

Nous obtenons alors comme valeur pour la bande de fréquence de 76.8188 Mhz.