

### 3.3.8 – Casamento de impedâncias com *stub* duplo

Problemas de casamento de impedâncias com *stub* duplo também podem ser resolvidos com a ajuda do LabWLT.

Uma estrutura de casamento com *stub* duplo é apresentada em Fig. 3.25. Pode-se transferir a admitância de carga  $Y_C$  (de Fig. 3.25a) para um plano cuja admitância de carga equivalente é  $Y$  e tratar o problema ilustrado em Fig. 3.25b.

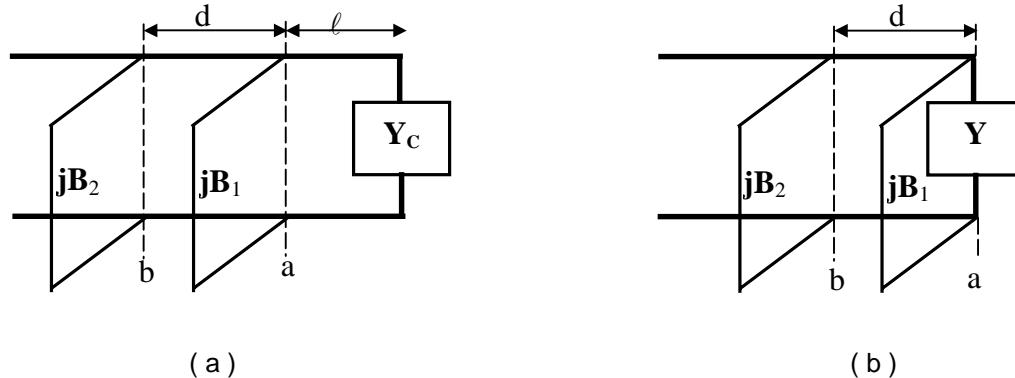


Fig. 3.25 – *Stub* duplo.

Considerando que o LabWLT já armazenou os valores de sistema, deve-se ativar o botão **STUB DUPLO**. Com isso, o painel de Fig. 3.26 aparecerá na parte inferior do *applet*. Nesse painel, menciona-se que a impedância de carga definida no LabWLT deve ser convertida para uma admitância de carga (Fig. 3.27). Os passos para a conversão de impedância para admitância e vice-versa foram comentados em seções anteriores. O painel também menciona que antes é preciso transferir a admitância de carga para o plano imediatamente à direita do primeiro *stub*, obtendo-se a estrutura de Fig. 3.25b.

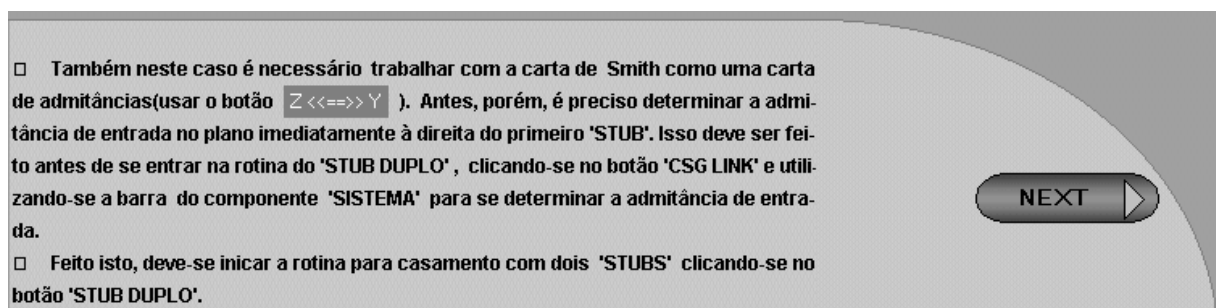


Fig. 3.26 – Primeiro painel da rotina de *stub* duplo.

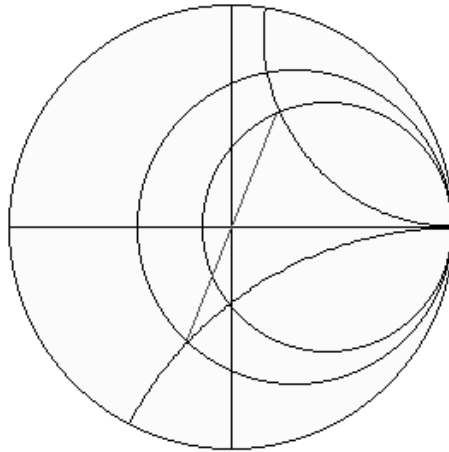


Fig. 3.27 – Conversão de  $z = 0.4 - j0.6$  para  $y = 0.77 + j1.15$ .

Através do botão **NEXT** chega-se ao painel de Fig. 3.28. Deve-se agora definir o afastamento entre os dois *stubs*. Essa distância deve ser dada em comprimento de onda. O primeiro *stub* deve adicionar uma susceptância tal que, após a transferência da admitância resultante no plano **a** de Fig. 3.25a para o plano **b** localizado a uma distância  $d$ , termine-se sobre um ponto do círculo de  $g=1$  na carta de Smith. O valor da susceptância que deve ser introduzida pelo primeiro *stub* pode ser obtido girando-se o círculo de  $g=1$  de um ângulo igual a  $2\beta d$  no sentido anti-horário.

☐ O primeiro 'STUB' deve adicionar uma susceptância tal que, após a transferência da admitância resultante no seu plano para um plano localizado a uma distância ' $d$ ', termine-se em um ponto do círculo de  $G=1$  na carta de Smith.

☐ Definir o afastamento entre os dois 'STUBS'. Este valor deve ser dado em comprimento de onda.

PREVIOUS

NEXT

$d$

Fig. 3.28 – Segundo painel da rotina de *stub* duplo.

Essa operação pode ser vista clicando-se no botão **NEXT**. O círculo azul corresponde a  $g=1$ . O círculo mais acima na carta é o círculo de  $g=1$  girado um ângulo  $2\beta d$  no sentido anti-horário(Fig. 3.29a). O círculo maior mais ao centro é a condutância resultante no plano **a** onde o primeiro *stub* será colocado. Por fim, o arco representa a susceptância resultante também no plano **a**.

Passando para o próximo painel (Fig. 3.30), tem-se a informação de que a susceptância do primeiro *stub* ( $jb_1$ ) é determinada pela interseção do círculo  $g=1$  girado com o círculo da condutância de carga transferida para o plano **a** (b). Por este ponto de interseção entre os dois círculos passa um arco de reatância  $b_{\text{ponto}}=b+b_1$ . Em Fig. 3.29b vê-se a representação gráfica disso. O círculo azul é o círculo da condutância de carga transferida. O círculo mais acima na carta é o círculo de  $g = 1$  girado. O arco maior em vermelho representa a susceptância de carga transferida (b). Já o arco menor corresponde à susceptância da admitância de carga transferida (b) para o plano **a** mais a susceptância do *stub* em paralelo ( $b_1$ ).

Ressalte-se que o outro ponto de interseção entre o círculo de  $g=1$  girado e o círculo azul também constitui uma solução para o problema de determinação da susceptância  $jb_1$ .

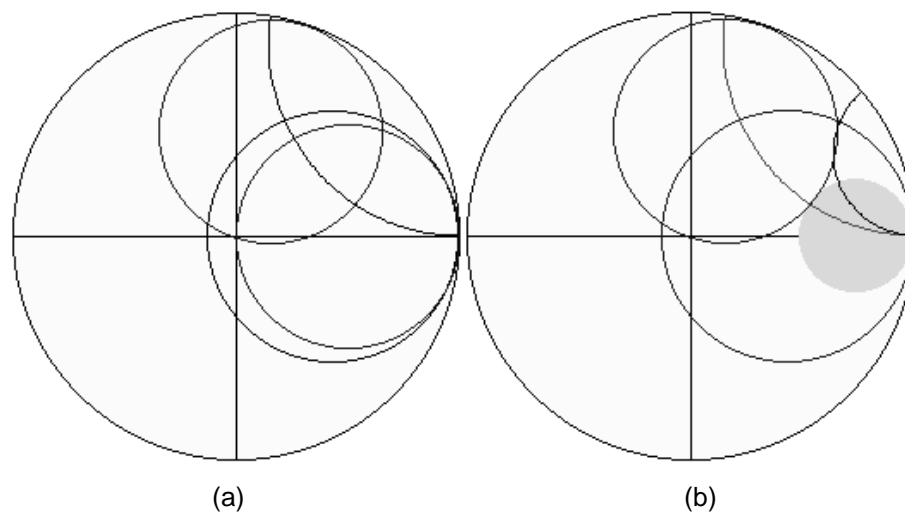
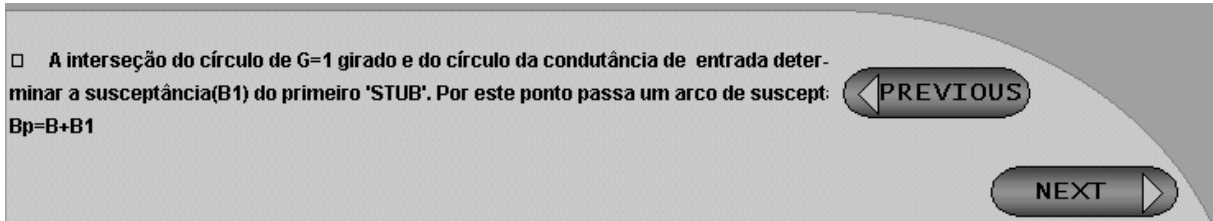


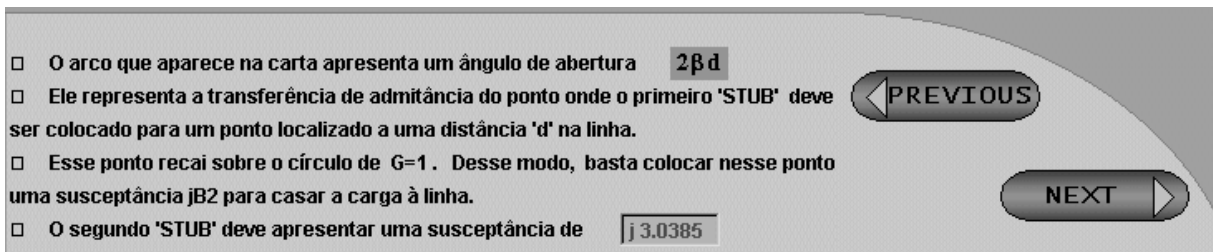
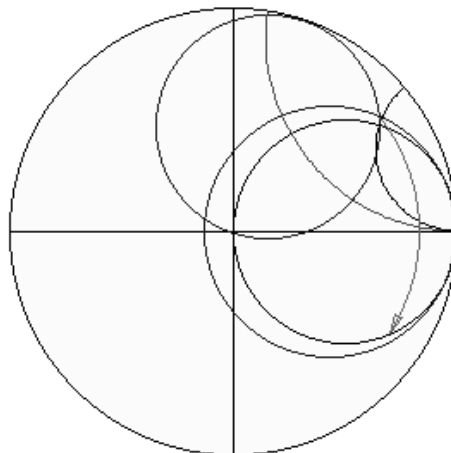
Fig. 3.29 – Determinação de  $jb_1$ .

A partir de Fig. 3.29b, pode-se verificar que para os valores da admitância de carga transferida para o plano **a** ( $Y$ ) cujos pontos correspondentes se localizam no interior da região circular amarela (chamada região proibida), o casamento não pode ser obtido. Essa região proibida é delimitada pelo círculo de  $g_0 = \text{cosec}^2 \beta d$  e todos os círculos de  $g > g_0$  não interceptarão o círculo de  $g=1$  girado. Quanto menor for a distância  $d$ , maior a gama de valores de admitâncias de carga que pode ser casada. Pode-se observar também que  $g_0$  será sempre maior que a unidade, logo todas as carga com  $g < 1$  podem ser casadas.

Fig. 3.30 – Terceiro painel da rotina de *stub* duplo.

O botão **NEXT** nos leva ao painel mostrado em Fig. 3.31.

Depois de se determinar a susceptância  $jb_1$  do primeiro *stub*, o próximo passo é caminhar na carta de Smith (sobre um círculo) um ângulo  $2\beta d$  no sentido horário. Isso é mostrado com o arco de Fig. 3.32 e representa a transferência de admitância do ponto onde o primeiro *stub* deve ser colocado para o ponto onde deverá ser colocado o segundo *stub* (localizado a uma distância  $d$  do primeiro). Em Fig. 3.32, pode ser visto que o arco inicia num ponto onde a admitância é  $y+jb_1$  e termina sobre o círculo de condutância unitária, onde  $y_{in}=1+jb_2$ . Isso nos garante que, se for colocado nesse ponto da linha um *stub* com susceptância  $-jb_2$  que anule a susceptância de  $y_{in}$ , a carga pode ser casada à linha de transmissão. O valor da susceptância do segundo *stub* é fornecido no painel de Fig. 3.31.

Fig.3.31 – Quarto painel da rotina de *stub* duplo.Fig. 3.32 – Transferência da admitância para o ponto à direita do segundo *stub*.

Para que o problema de casamento de impedâncias usando *stub* duplo seja totalmente solucionada, resta somente determinar os comprimentos dos dois *stubs*. Isso pode ser feito com o auxílio do LabWLT exatamente da mesma forma como foi explicado na solução do problema de casamento com *stub* simples.

### 3.3.9 – Casamento de impedâncias com *stub* triplo

Embora a teoria permita que virtualmente todas as impedâncias de carga possam ser casadas escolhendo-se  $d$  próximo de zero (ou  $\lambda/2$ ) tal que  $\text{cosec}^2 \beta d$  torne-se infinito, isso não é verdade na prática. O valor máximo da susceptância do *stub* que pode ser obtido é limitado pela atenuação finita da linha de transmissão usada[2].

A desvantagem de não se poder casar todas as admitâncias de carga por meio de um *stub* duplo pode ser contornada pelo emprego do *stub* triplo, conforme ilustrado por Fig. 3.33

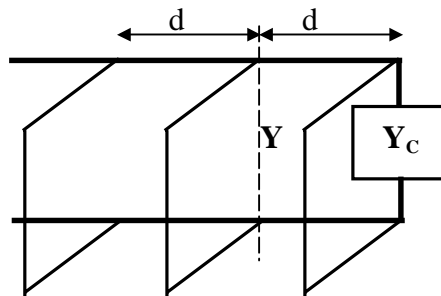


Fig. 3.33 – *Stub* triplo.

O *stub* 1 adiciona uma susceptância  $jB_1$ , de modo que  $Y_C + jB_1$  se transforma numa nova admitância  $Y$  imediatamente à direita do *stub* 2. Os *stubs* 2 e 3 constituem um *stub* duplo convencional para casar  $Y$  à linha. Estes dois *stubs* casarão todos os valores de  $Y$ , para os quais  $g < \text{cosec}^2 \beta d$ . Em vista disso, a função do primeiro *stub* é assegurar que uma susceptância  $jB_1$  seja adicionada a  $Y_C$  tal que a admitância transformada  $Y$  tenha um  $g$  menor que  $g_0 = \text{cosec}^2 \beta d$ .

O LabWLT também pode ser usado para ajudar na tarefa de determinar o valor da susceptância  $jB_1$  do primeiro *stub* de uma estrutura de casamento com *stub* triplo. A seguir são listados todos os passos do procedimento que deve ser tomado para se determinar  $jB_1$  de um *stub* triplo usando o LabWLT:

- Como sempre, para se usar o LabWLT, a primeira coisa a ser feita é ajustar os parâmetros do sistema,  $r_c$ ,  $x_c$ ,  $Z_0$ ,  $f$  e  $L$ . Seus campos estão no topo do *applet*;
- O que se define no LabWLT é a impedância de carga. Mas como nas outras rotinas de casamento de impedâncias, no casamento com *stub* triplo, é preciso trabalhar com admitâncias. Para tanto, deve-se primeiro clicar no botão **Desenhar z** do grupo **Marcar Ponto**. Isso fará com que a impedância de carga definida seja mostrada na carta, como é visto em Fig. 3.34a. Depois, deve-se clicar no botão abaixo do componente Carta, para que a carta de Smith passe a ser uma carta de admitâncias. Finalmente, é preciso clicar no botão **Desenhar y** do grupo **Marcar Ponto**. Isso nos dá a admitância de carga exibida na carta em Fig. 3.34b;

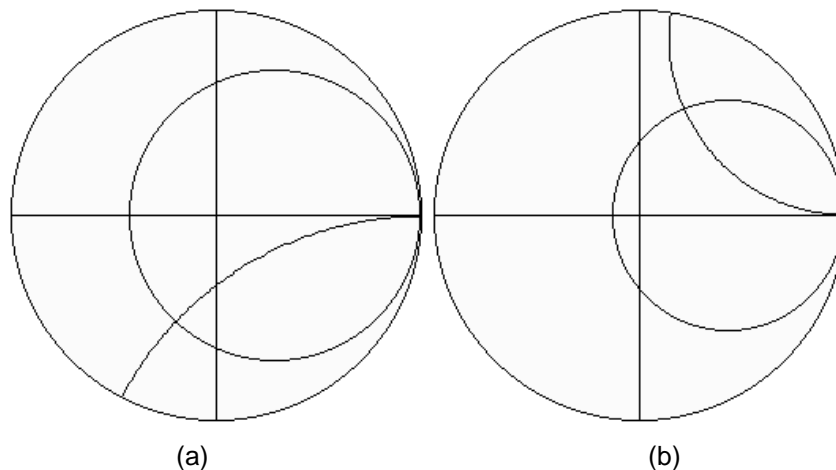


Fig. 3.34 – Conversão de impedância para admitância.

- Clicar no botão **STUB TRIPLO**;
- No painel na parte inferior do applet será solicitado que se informe a distância  $d$  em metros que separará os *stubs*, conforme Fig. 3.33. Se o círculo de  $g_0 = \text{cosec}^2 \beta d$  for girado um ângulo  $-2\beta d$  no sentido anti-horário, pode-se ver os valores possíveis para  $j b_1$  que podem ser somados a  $y_c$  para manter a admitância resultante  $y$  fora do círculo de  $g_0 = \text{cosec}^2 \beta d$ ;
- Clicar no botão **NEXT** do painel localizado na base do *applet*. Isso nos mostra na carta os círculos de  $g$  e  $g_0$  girado (Fig. 3.35a);

- Clicar novamente no botão **NEXT**. Carta aparece como visto em Fig. 3.35b. Neste exemplo,  $y_C$  cai dentro do círculo de  $g_0 = \text{cosec}^2 \beta d$  girado e, portanto, uma susceptância  $jb_1$  deve ser adicionada para deslocar a carga resultante  $y_C + jb_1$  para algum ponto fora do círculo de  $g_0$  girado. Para isso, basta mover o mouse e posicionar o cursor sobre um ponto que esteja sobre o círculo da condutância de carga  $g_C$  e que esteja fora do perímetro do círculo de  $g_0$  girado. Este ponto terá uma susceptância  $b = b_C + b_1$ , o que define o primeiro *stub*. A carga resultante quando transferida para a posição do *stub* 2 cairá fora do círculo de  $g_0 = \text{cosec}^2 \beta d$ , permitindo que seja casada pelos *stubs* 2 e 3.

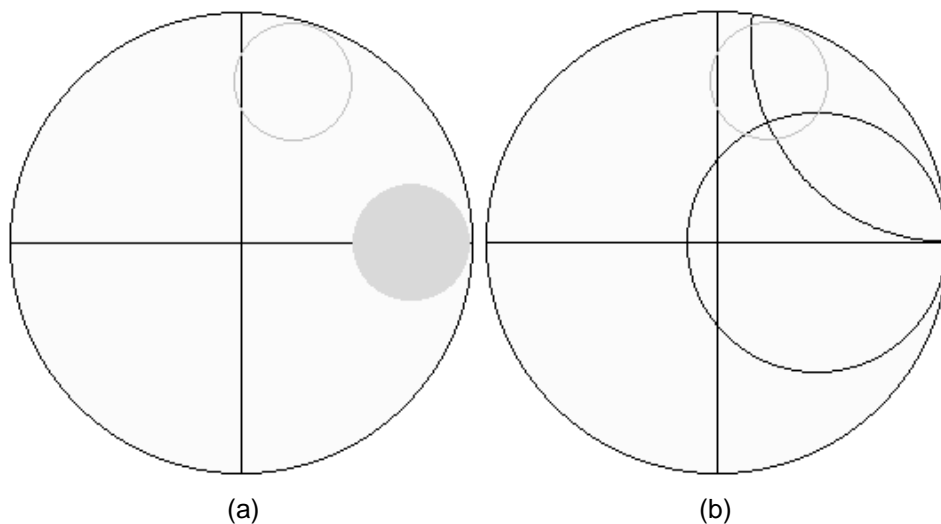


Fig. 3.35 – Determinação de  $j\mathbf{B}_1$  do *stub* triplo.

Como já foi visto, o LabWLT também pode ser usado para determinar o comprimento do *stub* 1.

Conhecendo-se o primeiro *stub* de uma estrutura de casamento usando *stub* triplo, pode-se considerar uma admitância de carga  $y_C + jb_1$ . Em seguida, usa-se o LabWLT para se determinar a admitância de entrada  $y$ , imediatamente à direita do ponto onde será colocado o *stub* 2. Com isso, pode-se tratar o problema como sendo um casamento de impedâncias com *stub* duplo.