

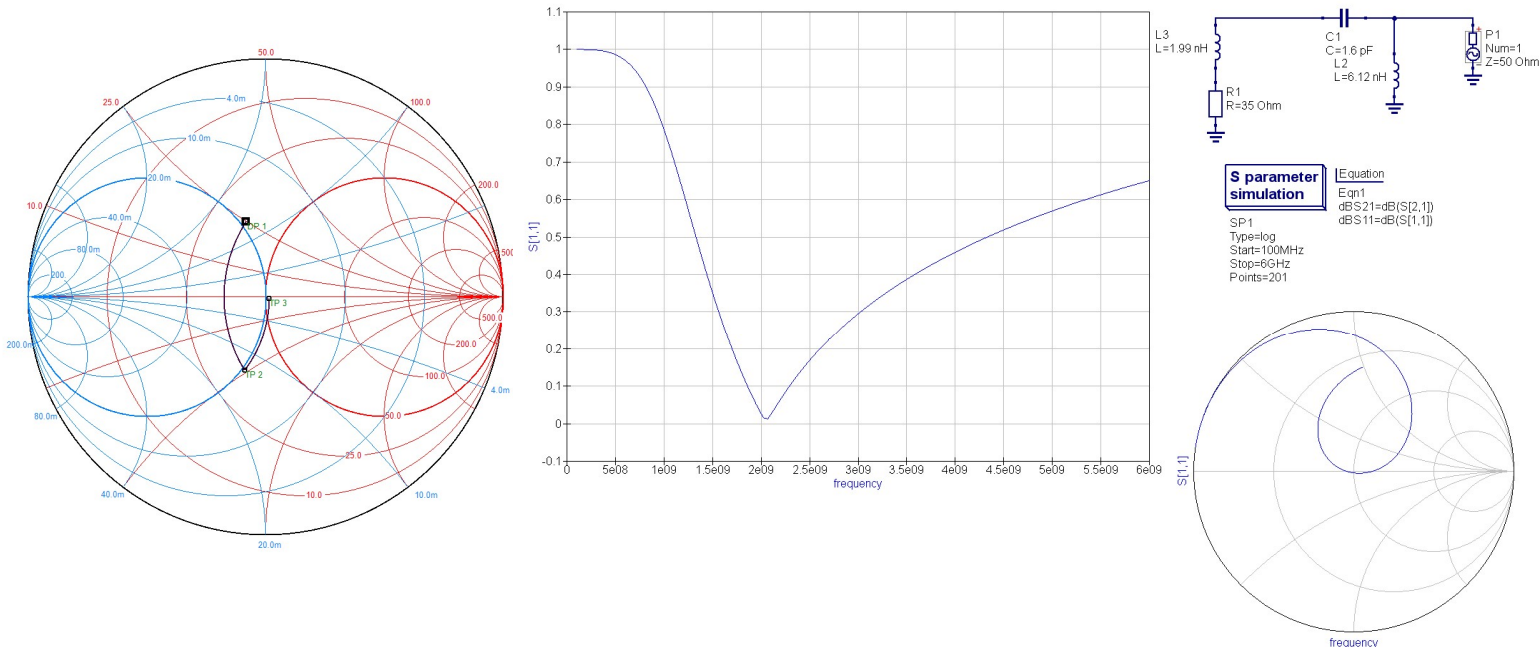
**Układ dopasowujący złożony z elementów bezstratnych**

Obliczam pojemność kondensatora, który będzie włączony szeregowo w celu wprowadzenia ujemnej reaktancji

$$C = \frac{Z_c}{Z_o j 2\pi f} = \frac{j0.95}{j * 50\Omega * 2\pi * 2GHz} = 1.6 pF$$

Obliczam indukcyjność cewki, która będzie włączona równolegle w celu wprowadzenia ujemnej susceptancji i przedostania się do punktu dopasowania

$$L = -\frac{Z_o}{2\pi f Z_L} = \frac{-50}{2\pi * 2GHz * -0.65} = 6.12 nH$$



**Zakres, w którym współczynnik odbicia pogarsza się o 3dB: 1,250 GHz – 4.25 GHz**

**Komentarz:**

Zakres częstotliwości, dla których układ działa poprawnie jest zależny od zastosowanych elementów. Parametry elementów bezstratnych zależą od częstotliwości. W takich układach należy zwracać uwagę na częstotliwości rezonansowe elementów oraz brać pod uwagę to, że dla wystarczająco szybkich układów np. pojemność może stracić swoje właściwości reaktancyjne na rzecz właściwości indukcyjnych, gdyż w rzeczywistości model zastępczy pojemności dodatkowo składa się z cewki oraz rezystora. Podobna sytuacja występuje również dla cewki, gdyż dla szybkich układów może stracić ona swoje właściwości indukcyjne na rzecz właściwości reaktancyjnych.

## Układ z elementów o stałych rozłożonych

Obliczam długość linii długiej o impedancji  $Z_o = 50\Omega$

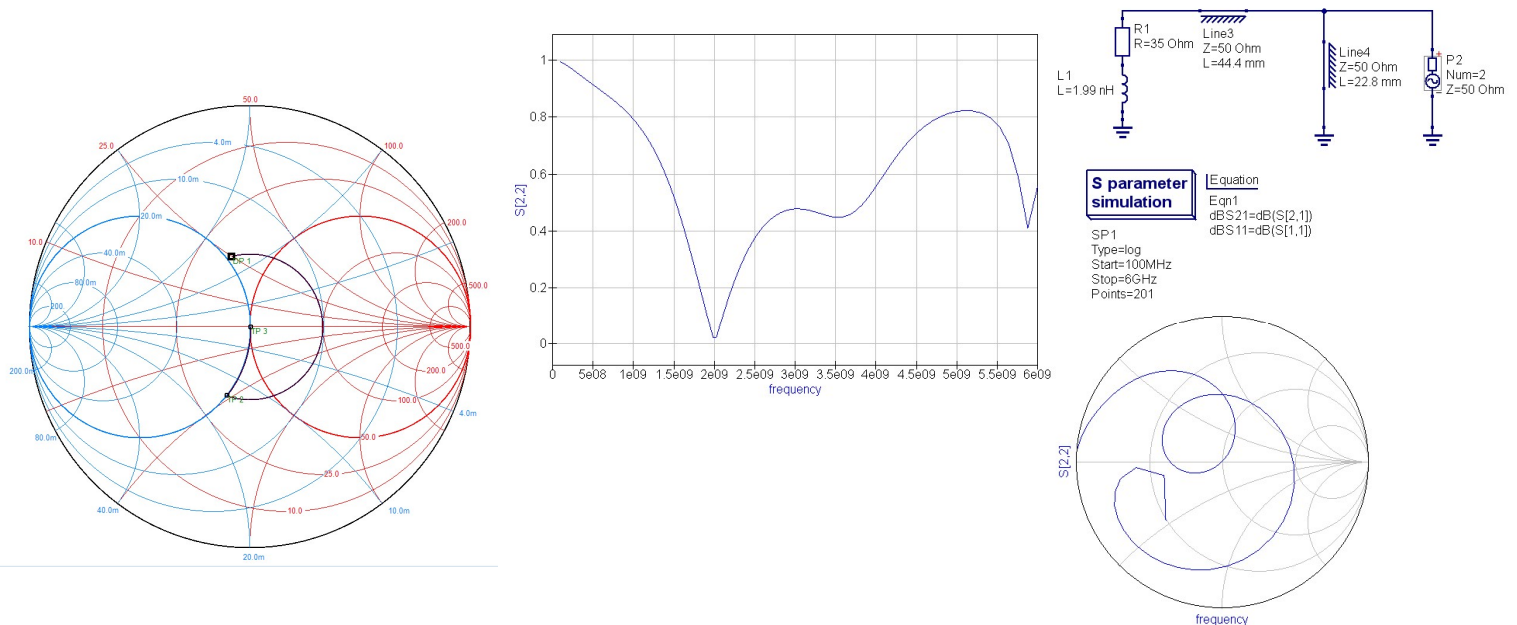
$$\Delta\lambda = (0.402 - 0.106)\lambda = 0.296\lambda = 0.296 \frac{c}{f * \sqrt{E_r}} = 0.296 * \frac{3 * 10^8 \frac{m}{s}}{2GHz * 1} = 44.4 \text{ mm}$$

Linia będzie włączona szeregowo w celu przedostania się na okrąg jednostkowej rezystancji

Następnie obliczam długość linii zwarciowej

$$\Delta\lambda = (0.402 - 0.25)\lambda = 0.152\lambda = 0.152 \frac{c}{f * \sqrt{E_r}} = 0.152 * \frac{3 * 10^8 \frac{m}{s}}{2GHz * 1} = 22.8 \text{ mm}$$

Linia będzie włączona równolegle w celu przedostania się do punktu dopasowania



**Zakres, w którym współczynnik odbicia pogarsza się o 3dB:** 1,5 GHz – 4 GHz i 5.75 GHz – 6 GHz

### Komentarz:

Można zauważyć, że układ składający się z elementów rozłożonych również zależy od częstotliwości, niemniej jednak zależność ta jest dużo bardziej nieregularna niż dla układu z elementami bezstratnymi. Zakres, w którym współczynnik odbicia pogarsza się o 3dB jest mniejszy, dlatego można stwierdzić, że ten układ jest bardziej restrykcyjny. Dodatkowo wartość współczynnika odbicia dla danej częstotliwości zmienia się szybciej i bardziej nieregularnie niż w przypadku układu poprzedniego. Układ dopasowujący jest dobrym zastępstwem dla cewek i kondensatorów dla wyższych częstotliwości, gdzie nieidealność elementów zaczyna mieć znaczenie. Można to zaobserwować np. dla częstotliwości 5GHz gdzie poprzedni układ charakteryzował się współczynnikiem o wartości 0.55 natomiast układ z elementami rozłożonymi o wartości 0.8.

### Układ dopasowujący złożony z elementów stratnych

Dołączam rezystor szeregowo w celu przeniesienia się na okrąg stałej impedancji o wartość 10

$$R_1 = (r_2 + r_1) * Z_0 = (2 - 0.7) * 50 \Omega = 65 \Omega$$

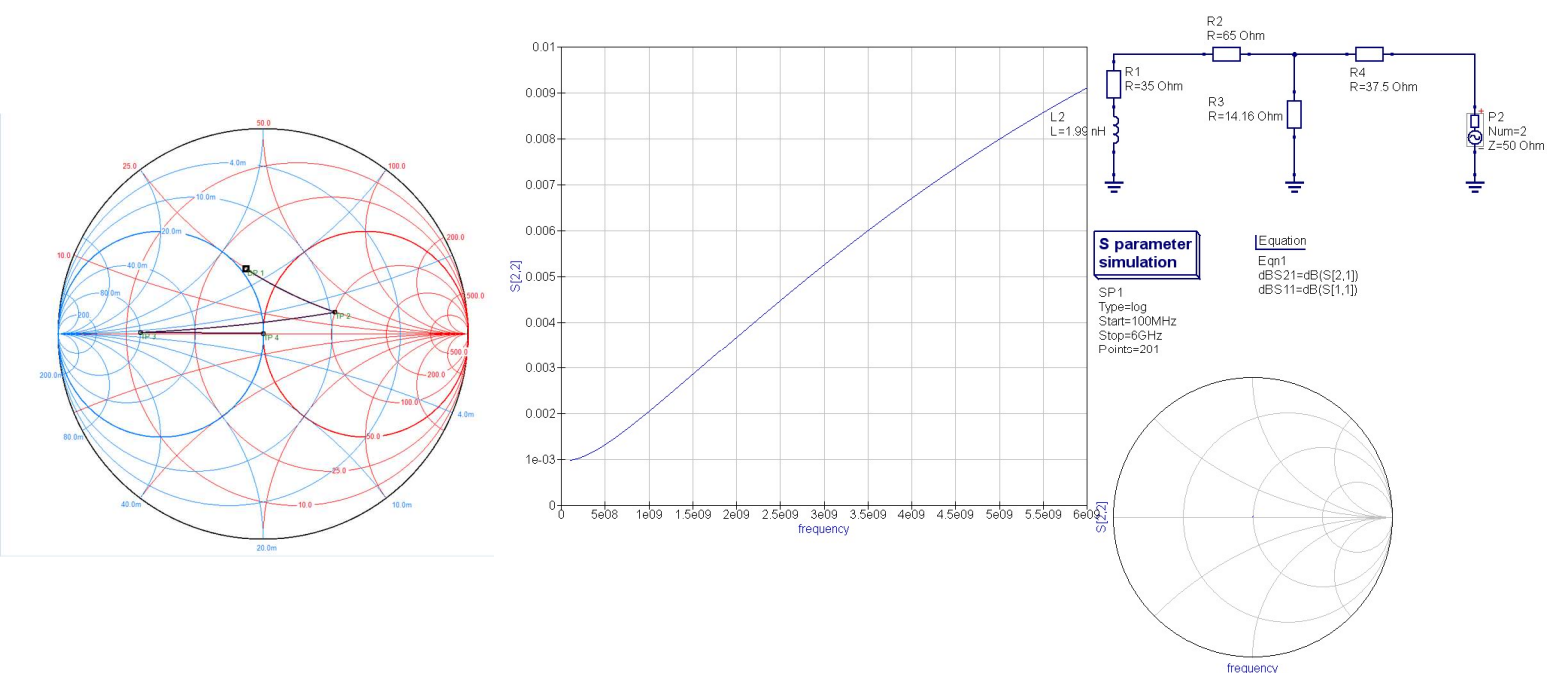
Następnie dołączam rezystor równolegle.

$$G_2 = (g_2 - g_1) * \frac{1}{Z_0} = (4 - 0.47) * \frac{1}{50 \Omega} = 0.0706 S$$

$$R_2 = \frac{1}{G_2} = \frac{1}{0.0706 S} = 14.16 \Omega$$

Ostatecznie tworzę tłumik typu T w celu dopasowania układu

$$R_1 = (r_2 + r_1) * Z_0 = (1 - 0.25) * 50 \Omega = 37.5 \Omega$$



**Zakres, w którym współczynnik odbicia pogarsza się o 3dB: 0 GHz – 6 GHz**

### Komentarz:

Układ złożony z elementów stratnych charakteryzuje się znikomą zależnością od częstotliwości. Spowodowane jest to zastosowaniem samych rezystorów, które w bardzo niewielkim stopniu od niej zależą. Niemniej jednak możemy zaobserwować pewne pogorszenie się współczynnika odbicia, które spowodowane jest tym, że w rzeczywistości rezystor dodatkowo składa się z indukcyjności i pojemności. W tym układzie spodziewamy się największych strat w porównaniu z innymi układami, gdyż na rezystorach będzie wydelać się duża moc.

## **Podsumowanie**

Układ z elementów stratnych charakteryzuje się największym zakresem częstotliwości, dla których współczynnik odbicia pogarsza się o 3dB. Wynika to z faktu, że elementy skupione najbardziej zależą od częstotliwości pracy, co jest spowodowane ich nieidealnością.

Układ z elementów rozłożonych jest najbardziej restrykcyjny, jeżeli chodzi o zakres częstotliwości i współczynnik odbicia.

Po przeprowadzeniu symulacji mogę stwierdzić, że budowanie układów dopasowujących wiąże się z pewnymi kompromisami. Możemy budować układ składający się z samych rezystorów, który jest mało wrażliwy na zmieniające się częstotliwości jednak wydziela od dużo mocy. Z drugiej strony można zauważyć, że układ składający się z elementów bezstratnych będzie wydzielał mniej mocy jednak dla mniejszego zakresu częstotliwości będzie on działał poprawie. Z tego powodu układy dopasowujące powinny być połączeniem każdej techniki, w celu uzyskania szerokiego pasma pracy.