Dimensionierung von Bandpässen mit gekoppelten λ/4-Mikrostripleitungen

HTI EKT 9.99/2.2000/4.2005 F.Dellsperger

Chebishev Design

Bandpass 1670 - 1710 MHz

Eingaben:

$f_1 := 1670 \cdot 10^6$ untere Grenzfrequenz bei a_r

$f_2 := 1710 \cdot 10^6$ obere Grenzfrequenz bei a_r

$f_a := 1580 \cdot 10^6$ Frequenz bei A_H

$A_H := 30$ dB Dämpfung bei f_a

$a_r := 0.04368$ dB Rippel

$Z_0 := 50$ Quellen-/Lastimpedanz

Berechnungen:

minimales Returnloss: $RL_{min} := 20 \cdot \log\left(\frac{1}{\sqrt{1 - 10^{\frac{-a_r}{10}}}}\right)$ $RL_{min} = 19.997$

$\omega_1 := 2 \cdot \pi \cdot f_1$ $\omega_2 := 2 \cdot \pi \cdot f_2$ $\omega_a := 2 \cdot \pi \cdot f_a$

$\omega_0 := \sqrt{\omega_1 \cdot \omega_2}$ $w := \frac{\omega_2 - \omega_1}{\omega_0}$ $w = 0.024$

$$\Omega_H := \frac{1}{w} \cdot \left| \frac{\omega_a}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega_a} \right|$$

Bestimmung von n:

$$n := \frac{\operatorname{acosh}\left(\sqrt{\frac{10^{\frac{A_H}{10}} - 1}{\varepsilon^2}}\right)}{\operatorname{acosh}(\Omega_H)}$$

$\varepsilon := \sqrt{10^{\frac{a_r}{10}} - 1}$ $\varepsilon = 0.101$

$n = 2.659$

$n := \operatorname{ceil}(n)$ $n = 3$

Normierte Elementwerte:

$k := 0 .. n + 1$

$m := \ln\left(\coth\left(\frac{a_r}{40 \cdot \log(e)}\right)\right)$ $a(k) := \sin\left[\frac{(2 \cdot k - 1) \cdot \pi}{2 \cdot n}\right]$

$q := \sinh\left(\frac{m}{2 \cdot n}\right)$ $b(k) := q^2 + \sin\left(\frac{k \cdot \pi}{n}\right)^2$

$$v := \begin{cases} 1 & \text{if } \operatorname{mod}(n, 2) = 1 \\ \coth\left(\frac{m}{4}\right)^2 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$g(k) := \begin{vmatrix} 1 \ \text{ if } \ (k = 0) \\ \dfrac{2 \cdot a(1)}{q} \ \text{ if } \ (k = 1) \\ v \ \text{ if } \ k = n + 1 \\ \dfrac{4 \cdot a(k-1) \cdot a(k)}{b(k-1) \cdot g(k-1)} \ \text{ otherwise} \end{vmatrix}$$

Pole: $i := 1..n$

$$p(i) := -\sin\left[\frac{(2 \cdot i - 1) \cdot \pi}{2 \cdot n}\right] \cdot \sinh\left(\frac{1}{n} \cdot \operatorname{asinh}\left(\frac{1}{\varepsilon}\right)\right) + j \cdot \cos\left[\frac{(2 \cdot i - 1) \cdot \pi}{2 \cdot n}\right] \cdot \cosh\left(\frac{1}{n} \cdot \operatorname{asinh}\left(\frac{1}{\varepsilon}\right)\right)$$

Entnormierte Impedanzen: $R(k) := g(k) \cdot Z_0$

Resultate (Chebishev):

Ordnung, Anzahl Filterelemente: $n = 3$

Ein- und Ausgangswiderstand: $R(0) = 50$ $\quad R(n + 1) = 50$

Normierte Elementwerte:

k =	g(k) =
0	1
1	0.854
2	1.104
3	0.854
4	1

Pole:

i =	p(i) =
1	-0.586+1.334i
2	-1.172
3	-0.586-1.334i

nach Matthaei, Young, Jones S 472-

$Y_0 := \frac{1}{Z_0}$ $\qquad$ $i := 0..n$

Ein- und Ausgangswiderstand:

$R(0) = 50 \qquad R(n+1) = 50$

$$J_i := \frac{Y_0 \cdot \pi \cdot w}{2} \cdot \frac{1}{\sqrt{g(i) \cdot g(i+1)}}$$

$$J_0 := Y_0 \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot w}{2 \cdot g(0) \cdot g(1)}}$$

$$J_n := Y_0 \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot w}{2 \cdot g(n) \cdot g(n+1)}}$$

$$J = \begin{pmatrix} 4.174 \times 10^{-3} \\ 7.661 \times 10^{-4} \\ 7.661 \times 10^{-4} \\ 4.174 \times 10^{-3} \end{pmatrix}$$

$$Ze_i := \frac{1}{Y_0} \cdot \left[1 + \frac{J_i}{Y_0} + \left(\frac{J_i}{Y_0} \right)^2 \right]$$

$$Zo_i := \frac{1}{Y_0} \cdot \left[1 - \frac{J_i}{Y_0} + \left(\frac{J_i}{Y_0} \right)^2 \right]$$

$i_i := i$

\# λ/4-Element even- odd-Impedance

$$i = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{pmatrix} \qquad Z_e = \begin{pmatrix} 62.613 \\ 51.988 \\ 51.988 \\ 62.613 \end{pmatrix} \qquad Z_o = \begin{pmatrix} 41.743 \\ 48.158 \\ 48.158 \\ 41.743 \end{pmatrix}$$

Use this even- and odd-mode impedances to synthesize the coupled microstrip lines using the programm "Line".