

12.

Síntese Numérica de Transformadores em Guia através do Método Varacional Modificado (Heurístico) e Otimização Numérica (Método do Gradiente) combinados – Caso Geral

12.1

Introdução

Com os resultados apresentados no Capítulo 11, onde a precisão do método proposto se mostrou confiável para a sua utilização na análise de transformadores em guia de onda, abre-se então a possibilidade de se concluir a síntese desses transformadores através de processos numéricos de otimização, a exemplo do exposto no Capítulo 8.

Da mesma forma, a idéia se resume a tomar como parâmetros iniciais do processo de otimização os valores iniciais das seções do transformador, considerando-se apenas o modelo de simplificado de impedância de guia conforme a Seção 3.2.

Uma vez encontrados os valores iniciais, uma análise conforme apresentada na Seção 11 é realizada para verificação da condição de desempenho da primeira síntese do transformador. Após esta verificação, uma rotina de otimização pelo Método do Gradiente é aplicado sobre as diversas variáveis da estrutura, como as larguras, as alturas e os comprimentos, de forma a cumprir com um determinado objetivo.

12.2

Metodologia e Parametrização Adotados para a Otimização

A função objetivo que o processo de otimização do programa TRAFOWG considera é tomada para um valor mínimo de taxa de onda estacionária, amortecida por um fator relacionado com ao desvio médio quadrático da TOE na faixa de análise:

$$f_{otimização} = (TOE_m - 1) + \sigma^2 \quad (12.1)$$

Onde: TOE_m : taxa de onda estacionária média na banda de análise.
 σ : desvio quadrático da TOE na banda de análise.

Os critérios de convergência para o processo de otimização foram assumidos como:

- número de interações
- precisão dimensional (< que 0,01mm)
- fator multiplicativo do método do gradiente (por exemplo 10.E-12)

Os transformadores binomiais sintetizados no Capítulo 9 foram otimizados no processo descrito acima.

Estes mesmos transformadores foram também otimizados no aplicativo CST - Microwave Studio v.5.2, pelo método Quase-Newton para se aquilatar a eficiência do método proposto. A faixa de variação das variáveis no CST foi estabelecida em 3% com 100 samples neste intervalo.

Segue na tabela abaixo (Tabela 5) os resultados obtidos para a geometria do transformador e o tempo computacional despendido nas duas técnicas:

Tabela 5 – Tabela comparativa entre a otimização feita pelo programa TRAFOWG e por FDTD para o transformador não-homogêneo.

Transformadores WR159 x WR137 Otimizados				
		Valores Iniciais	Otimizado via TRAFOWG	Otimizado via FDTD
Seção 1	a (mm)	38,940	38,580	38,862
	b (mm)	19,094	18,861	18,979
	l (mm)	15,421	15,022	15,189
Seção 2	a (mm)	36,168	35,697	36,243
	b (mm)	16,897	16,667	16,948
	l (mm)	16,253	15,955	16,928
Número Interações			837	706
Tempo Processamento			4 seg.	40.411 seg. ou 11 : 13 : 31 h

Os resultados de perda de retorno da situação inicial, e para as duas geometrias sintetizadas estão detalhados na Tabela 13.

Tabela 6 – Tabela comparativa da otimização para transformador não

trafo Binomial WR159-WR137			
	Não Optimiz.	Otimizado Imp+Reat	Otimizado FDTD
Freq.	S ₁₁	S ₁₁	S ₁₁
(GHz)	(dB)	(dB)	(dB)
5,3	-44,1	-74,6	-46,1
5,4	-44,7	-61,2	-48,7
5,5	-45,7	-60,6	-52,6
5,6	-47,0	-64,6	-59,3
5,7	-48,9	-85,1	-61,5
5,8	-51,2	-64,0	-54,2
5,9	-54,0	-57,9	-50,3
6,0	-57,2	-54,9	-47,9
6,1	-60,1	-53,2	-46,4
6,2	-60,5	-52,5	-45,6
6,3	-58,0	-52,7	-45,3
6,4	-54,7	-54,0	-45,5
6,5	-51,4	-57,1	-46,2
6,6	-48,4	-65,4	-47,7
6,7	-45,6	-62,7	-50,1
6,8	-43,2	-53,2	-53,7
6,9	-41,0	-48,0	-54,9
7,0	-39,0	-44,4	-49,8
7,1	-37,2	-41,5	-45,5

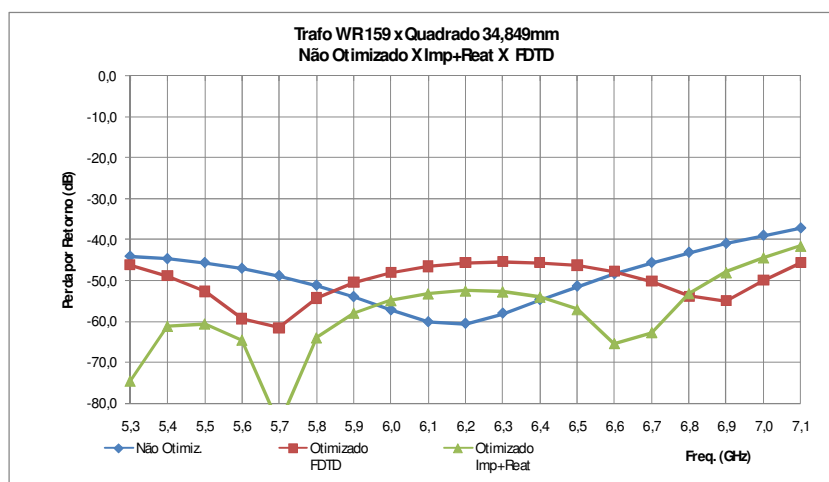


Figura 55 – Comparação de desempenho entre transformadores não-homogêneos, antes e após otimização.

Dos resultados pode-se notar que o método de otimização conforme proposto - método do gradiente combinado com modelos de impedância + reatância de elementos concentrados, embora seja simples, guarda boa concordância com modelos mais precisos, assim como se apresenta mais eficiente para o propósito de síntese e transformadores em guia de onda retangulares.

Um segundo caso de síntese por otimização foi exercitado, porém, contemplando a adaptação da estrutura não-homogênea do Item 11.3.

A Figura 56 e sua respectiva tabela (Tabela 14) apresentam a geometria final do transformador otimizado pelo Método do Gradiente.

Tabela 7 – Dimensões do transformador não-homogêneo otimizado.

Trafo WR159 x Quadrado 34,849mm		Valores Iniciais	Otimizado via TRAFOWG
Seção 1	a (mm)	39,417	35,579
	b (mm)	22,385	22,722
	l (mm)	15,305	11,047
Seção 2	a (mm)	36,671	40,004
	b (mm)	31,185	32,272
	l (mm)	16,077	14,920

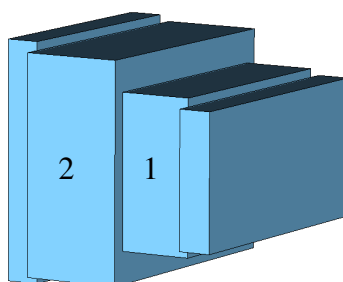


Figura 56 – Transformador não-homogêneo otimizado.

A Figura 57 e sua tabela (Tabela 8) detalham os valores e perda por retorno da estrutura quando analisada por FDTD e pelo Modelo de Impedância + Reatância concentrada. As discrepâncias encontradas sugerem valores residuais de precisão da ordem de -45 a -50dB para a estrutura analisada.

Embora não se tenha obtido o nível de precisão do caso homogêneo, considera-se a discrepância aceitável para o caso da aplicação desse modelo à síntese de transformadores não-homogêneos.

**Tabela 8 – Tabela comparativa entre o modelo proposto e FDTD-
caso não-homogêneo**

trafo tch plano E& H não homogeneo		
Freq.	FDTD	Modelo de Impedância + Reatancia
(GHz)	S11 (dB)	S11 (dB)
5,3	-34,4	-32,9
5,4	-39,8	-37,1
5,5	-48,9	-43,2
5,6	-50,5	-57,4
5,7	-43,1	-50,4
5,8	-39,9	-44,0
5,9	-38,2	-41,3
6,0	-37,3	-40,0
6,1	-37,0	-39,5
6,2	-37,2	-39,6
6,3	-37,8	-40,3
6,4	-38,9	-41,8
6,5	-40,7	-44,5
6,6	-43,2	-49,7
6,7	-45,5	-96,1
6,8	-43,1	-48,4
6,9	-40,5	-41,8
7,0	-37,0	-37,8
7,1	-34,2	-34,9

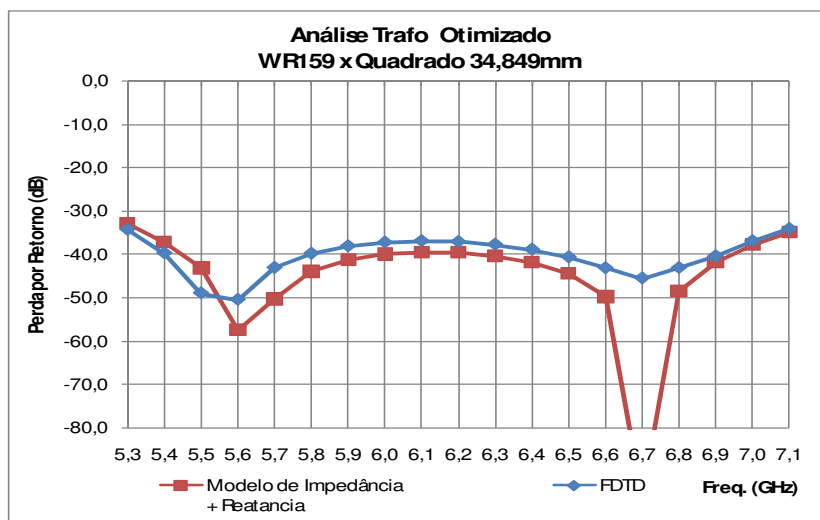


Figura 57 – Figura comparativa entre o modelo proposto e FDTD – caso não-homogêneo.