



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE ENGENHARIA ELÉTRICA E INFORMÁTICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
PROJETO DE CIRCUITOS FOTÔNICOS EM SILÍCIO

Professor: Adolfo Herbster

Aluno: Caio Rodrigues Correia de Oliveira

Laboratório 02: Guia tipo *slab* assimétrico – propriedades dos modos

19 de fevereiro de 2022

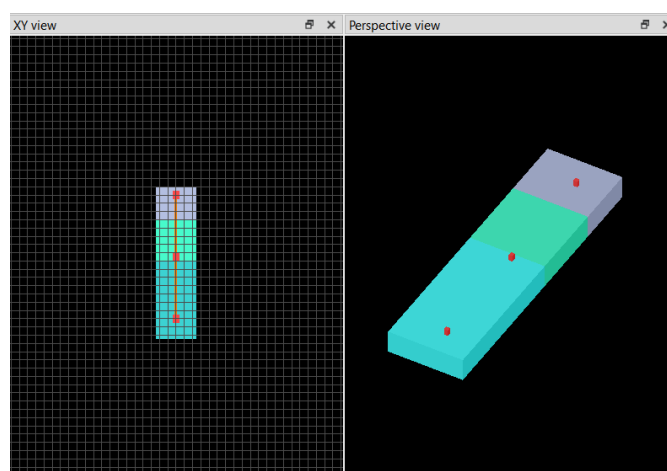
Campina grande, PB



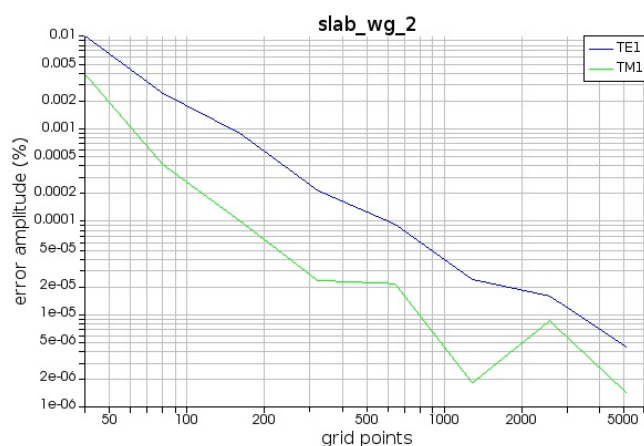
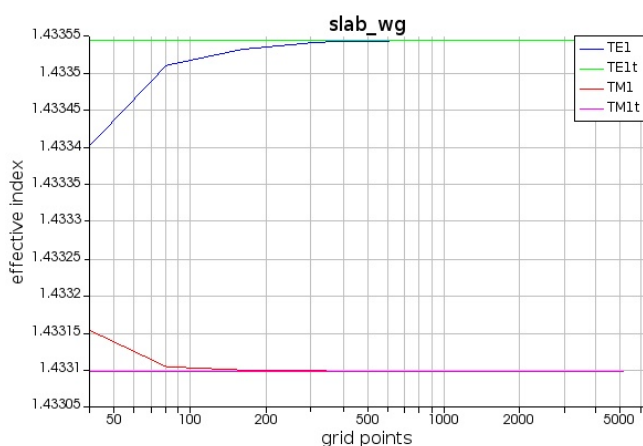
Pasta do experimento:
[TEEE-2021.1/Subject Exercises/Laboratório/Lab02 \(Github.com\)](https://github.com/TEEE-2021.1/Subject-Exercises/Laboratório/Lab02)

Preparação

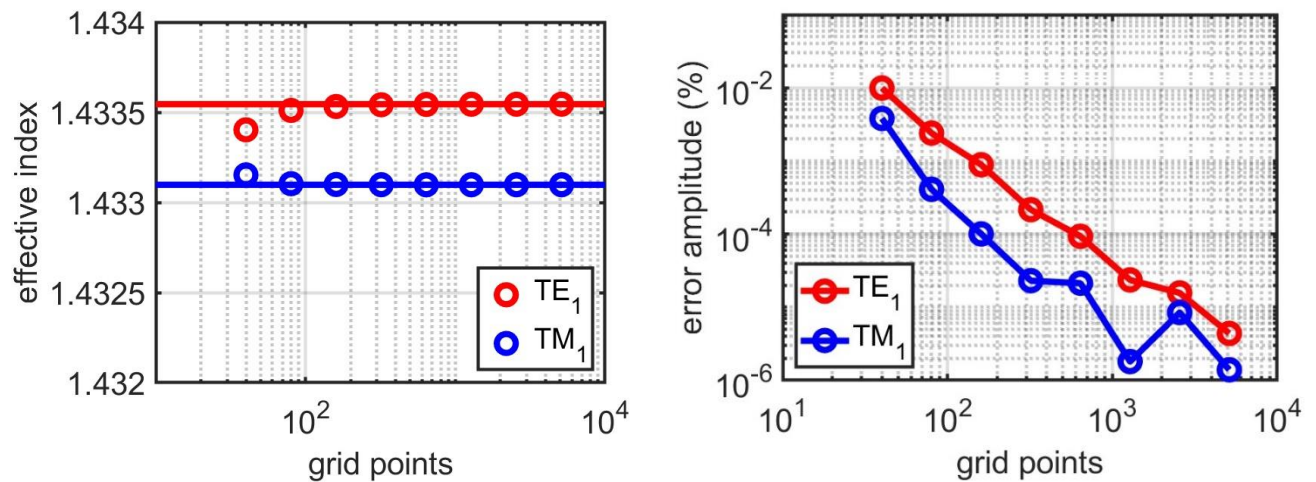
O processo da referência citada no modelo de experimento 02 ([Asymmetric slab dielectric waveguide – Lumerical Support](#)) foi reproduzido utilizando o Lumerical MODE e o Matlab, utilizando o script disponibilizado pela mesma. O slab assimétrico em análise é mostrado abaixo com os parâmetros $n_f = 1.44$ (Silício), $n_c = 1.0$ (Ar) e $n_s = 1.33$.



A princípio atribuiu-se o script sem a utilização da integração do Matlab, gerando-se os seguintes gráficos relacionando os n_{eff} dos primeiros modos TE_1 e TM_1 com a precisão de análise:



O número de pontos utilizado pelo script é mantido em 8 por padrão, aplicado em um gráfico de escala logarítmica. Executando o script atribuindo a integração do Matlab, gera-se os seguintes gráficos:



Confirmado que, de fato, a integração entre os dois softwares é fiel às variáveis da simulação. Utilizando o script do Matlab disponibilizado para cálculo analítico do índice efetivo teórico, gerou-se os seguintes valores para os 8 primeiros modos:

nTE =

1.4335 1.4142 1.3820 1.3389

nTM =

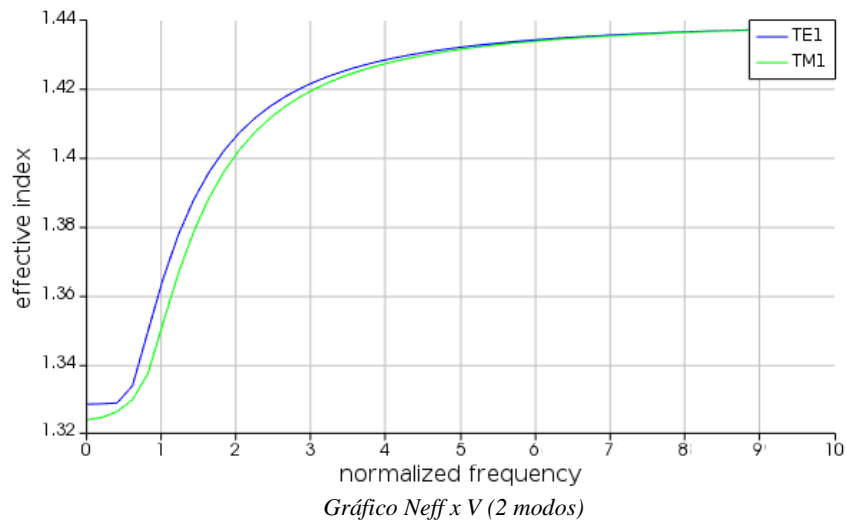
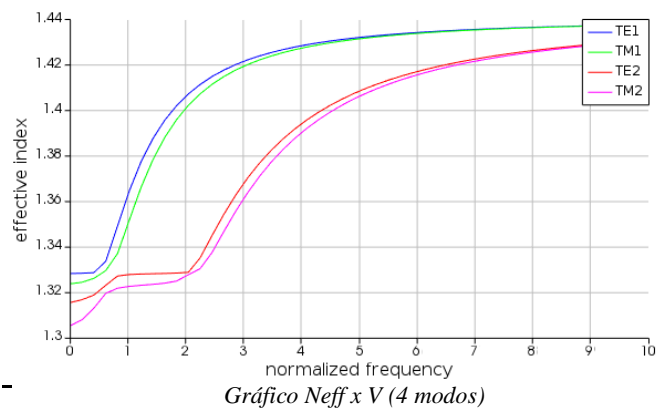
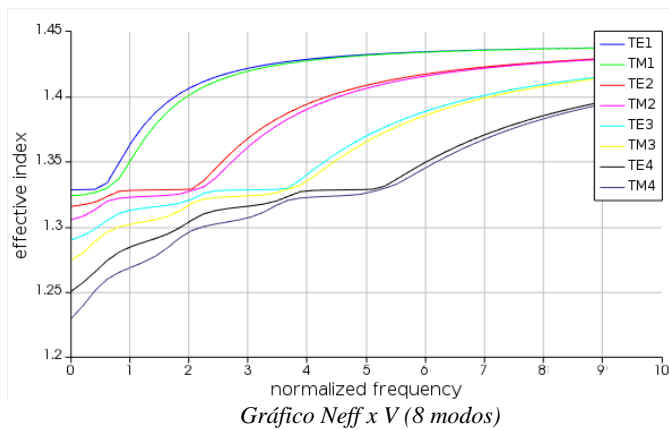
1.4331 1.4124 1.3785 1.3348

Esses dados confirmam a veracidade dos dados obtidos pelo software Lumerical MODE a medida que se aumenta sua precisão de simulação (mesh cells).

Atividade

- a) Utilizando a referência [4.a] e com o número ótimo de pontos da malha, obtenha o gráfico de índice efetivo em função da frequência normalizada (V - limitada entre 0 e 10). Mantenha o comprimento de onda em 1550 nm e a abertura numérica. Altere apenas a espessura do núcleo do guia ($n_{\text{core}} = 1.44$). Utilize o *script* do Lumerical MODE.

Utilizando-se 500 pontos de malha verticais (*mesh cells y*), variando-se a espessura o núcleo entre 1nm e 8,9382 μm , obteve-se os seguintes gráficos de frequência índice efetivo x frequência normalizada, esses com 50 pontos de amostras.

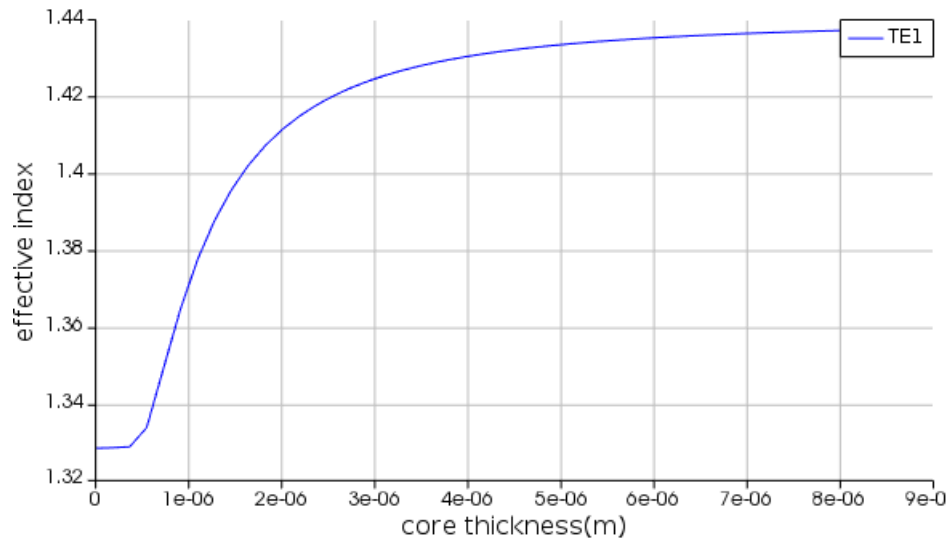


b) Determine a espessura máxima de operação monomodo em 1550 nm.

Pode-se determinar a frequência normalizada de corte analiticamente utilizando a expressão abaixo

$$2V_c^m = m\pi + \arctan(p_c\sqrt{\delta})$$

Considerando $m=0$ e $p_c=1$ (primeiro modo TE), tem-se que $V_c^1 = 0,5045$. Ou seja para os mesmos parâmetros do item anterior (item a), $a = 0,45091 \mu m$. Pode-se verificar esse resultado graficamente, com o gráfico a seguir:



- c) Suponha agora que desejamos projetar um guia de onda tipo slab de operação monomodo na banda C [4.b]. Mantendo a mesma abertura numérica, determine a espessura do núcleo do guia.** Para operar na região monomodo, em função das frequências da banda C, a frequência normalizada deve estar entre os valores de corte dos primeiros modos TE e TM. Encontra-se o intervalo de V utilizando o mesmo método do item b. Assim conclui-se que:

$$0,45091 \leq V \leq 0,5758$$

E por consequência:

$$0,13 \leq \frac{a}{2\lambda} \leq 0,166 \rightarrow \lambda * 0,13 \leq a/2 \leq \lambda * 0,166$$

Dessa forma, para os valores mínimos e máximos de λ na banda C :

Mínimo: $0.3978\mu m \leq a \leq 0.50796\mu m$

Máximo: $0.4069\mu m \leq a \leq 0.51958\mu m$

d) Ilustre, em um gráfico, o coeficiente de perda [dB/cm] e dispersão [ps/nm/km].

Utilizando a análise de varredura de frequência (frequency sweep), obtém-se para o modo fundamental:

