

## Laboratório 05: Acoplador de borda

Professor Adolfo Fernandes Herbster

Aluno

Matrícula

### 1 Objetivo

- utilizar o Lumerical MODE - FDE para calcular os modos das portas do acoplador de borda;
- utilizar o Lumerical MODE - FDE para calcular a integral de sobreposição entre o modo da fibra e do taper para otimizar a posição da fibra;
- realizar análise de convergência da malha;
- utilizar o Lumerical MODE - EME para calcular a transmitância do acoplador de borda.

### 2 Atividades

- Considere o dispositivo ilustrado na Fig. 1. A altura e a largura máxima do dispositivo óptico central (silício) é 220 e 450 nm respectivamente. A largura mínima do acoplador é 150 nm e seu comprimento inicial é 25  $\mu\text{m}$ . Utilize as aulas gravadas para desenvolver as atividades apresentadas a seguir.

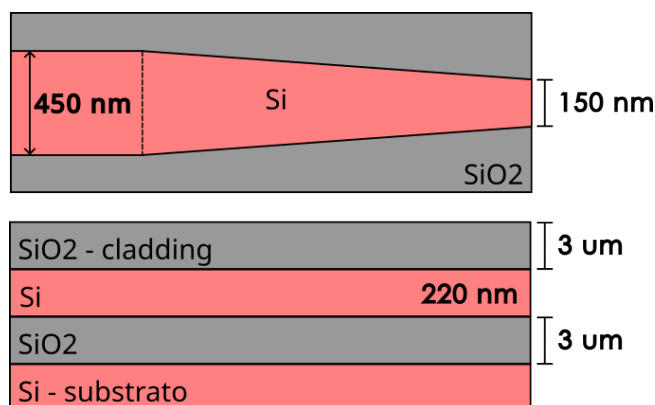


Figura 1: Acoplador de borda de Si.

1. **Criação do modelo via script** - Crie o dispositivo ilustrado na Fig. 1 no Lumerical MODE por meio de *script*. Veja as duas primeiras referências apresentadas abaixo.
2. **Cálculo dos modos do acoplador** - Considere o dispositivo (acoplador de borda) ilustrado na Fig. 1. Por meio do Lumerical MODE - FDE, determine os modos propagantes na porta de menor largura do dispositivo (150 nm). Considere que os índices efetivos dos modos serão próximo do limite inferior, ou seja, próximo do índice do SiO<sub>2</sub>. Utilizando o *DECK*, salve as informações dos primeiros dois modos (um modo TM e um modo TE). Apresente, em seu relatório, o perfil de campo elétrico, assim como a tabela obtida no FDE *solver* dos modos calculados.
3. **Cálculo dos modos da fibra** - Insira em seu modelo uma fibra monomodo padrão SMF-28, cujo raio do núcleo é 4,1  $\mu\text{m}$ , raio da casca igual a 62,5  $\mu\text{m}$ , índice do núcleo e da casca igual a 1,44 e 1,4348 respectivamente. Considere um comprimento de 5  $\mu\text{m}$ . Utilize o objeto "Core-cladding fiber", do conjunto "Cylindrical Fibers", do "Object Library". Repita a Atividade 2 para este tipo de dispositivo (fibra óptica). Lembre-se de aumentar a área do FDE *solver* para 20  $\mu\text{m}$  x 20  $\mu\text{m}$ .

4. **Cálculo a integral de sobreposição *overlap*** - Selecione, na tabela do FDE *solver*, o primeiro modo TE propagante na fibra. Em seguida, na aba *DECK*, selecione o modo TE obtido na porta de largura 150 nm do acoplador de borda. Calcule o *overlap* e o *power coupling* entre estes modos. Qual são esses valores? Qual a posição ótima da fibra que maximize o acoplamento entre a fibra e o acoplador?
5. Repita a atividade anterior, considerando o modo TM propagante na fibra óptica. Quais os valores do *overlap* e o *power coupling* entre esse modo (TM fibra) e o modo TE propagante no guia de menor largura do acoplador? Por qual motivo o valor difere do obtido na atividade anterior?
6. **Análise de convergência** - Posicione o FDE *solver* para a porta mais larga do acoplador (450 nm). Desabilite o objeto *mesh*, caso você tenha o adicionado. Determine o índice de refração efetivo do primeiro modo em função do número de células do *mesh* do FDE *solver* (considere uma variação entre 10 e 200 células). Utilize o *script* ou o *sweep* para gerar o gráfico  $n_{eff} \times$  número de células.
7. **Cálculo da transmitância por meio do EME *solver*** - É importante calcular a transmitância do dispositivo. Para este fim, há outros métodos de cálculo, como o FDTD e o EME. Nesta atividade, utilizaremos o EME. Mantenha o modelo composto pela fibra, acoplador e guia óptico. Adicione o EME *solver*. Especifique três regiões: uma para a fibra (comprimento de 1  $\mu\text{m}$ ), uma para o *taper* (comprimento idêntico ao dispositivo - 25  $\mu\text{m}$ ) e uma para o guia óptico (comprimento de 2  $\mu\text{m}$ ). Defina 10 modos para cada região. Na maior região (*taper*), considere 20 células. Sua configuração deverá ser semelhante à Fig. 2. Apresente **i)** o perfil de índice no plano **xy**, **ii)** o perfil de campo no plano **xy** e **iii)** a transmitância do dispositivo. Explore as três ferramentas de análise: "Propagation Sweep", "Wavelength Sweep" e "Mode convergence sweep". O que podemos obter de cada ferramenta?

	group spans (um)	cells	subcell method	modes	custom	cell range	start (um)	stop (um)
1	1	1	none	10	default	[1]	-13.5	-12.5
2	25	20	CVCS	10	default	[2 ... 21]	-12.5	12.5
3	2	1	none	10	default	[22]	12.5	14.5

Figura 2: Configuração do EME - acoplador de borda.

## Referências

- [1] <https://optics.ansys.com/hc/en-us/categories/360001998954-Scripting-Language>
- [2] <https://github.com/lukasc-ubc/SiliconPhotonicsDesign>
- [3] <https://optics.ansys.com/hc/en-us/articles/360042305354-Edge-coupler>
- [4] <https://optics.ansys.com/hc/en-us/articles/360042800413-Linear-waveguide-taper>
- [5] <https://optics.ansys.com/hc/en-us/articles/360042304554-Polarization-converter-using-a-tapered-waveguide>