

# Laboratório 08: Acoplador direcional

Professor Adolfo Fernandes Herbster

Aluno  
Matrícula

## 1 Objetivo

- gerar o componentes e objetos de simulação por meio da API Python;
- utilizar o Lumerical FDE para determinar o comprimento de acoplamento do acoplador direcional;
- utilizar o Lumerical FDTD para:
  - obter os desempenho final do dispositivo;
  - comparar os resultados gerados com aqueles gerados pelo FDE e;
  - gerar seus parâmetros S;
- utilizar o Lumerical INTERCONNECT para simular o dispositivo utilizando os parâmetros S gerados no FDTD.

## 2 Atividades

- Considere o dispositivo DC (*Directional Coupler*) em Si ilustrado na Fig. 1, formado a partir de dois semicírculos de raio  $10\text{ }\mu\text{m}$ , um guia reto entre estes semicírculos e um guia reto na porção inferior. Todos os guias possuem dimensões de  $450 \times 220\text{ nm}$  (largura x altura). Considere uma distância inicial entre guias igual a  $200\text{ nm}$ . Esse dispositivo exemplifica outra geometria para um acoplador direcional, diferente daquela apresenta em aula. Lembre-se de realizar todas as tarefas deste guia por meio da API Python.

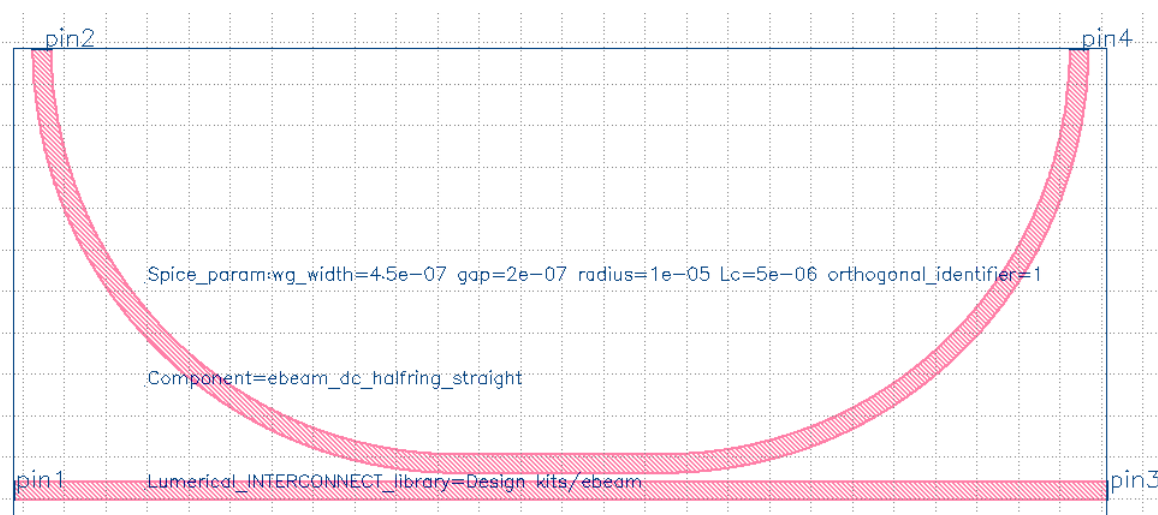


Figura 1: Acoplador direcional em Si - GDS em Klayout.

### 2.1 Modelo de simulação

1. **Criação do dispositivo via API** - Crie o dispositivo, ilustrado na Fig. 1, no Lumerical MODE por meio da API Python. Para auxílio, veja as duas primeiras referências.

2. **Adição do solver, fontes e monitores** - Adicione o solver do tipo FDE. Não esqueça de definir o parâmetro **background material** como **SiO2 (Glass)** - **Palik**. Para melhorar a precisão dos resultados e reduzir o tempo de simulação, inclua um objetivo tipo **Mesh - 2D - Normal X** na região central do dispositivo, que englobe as duas seções retas. Lembre-se de realizar estas tarefas por meio da API Python.

## 2.2 Simulação - solver FDE

1. **Simulação do dispositivo - características dos modos** - Considerando uma distância entre guias igual 200 nm, determine os dois primeiros modos de propagação. Apresente o índice efetivo e o perfil de campo destes modos. Apresente também uma análise de convergência do FDE considerando a precisão do *mesh*.
2. **Análise - comprimento de acoplamento em função da distância entre guias** - Utilizando o mesmo ambiente de simulação (objeto e *solver*), apresente uma análise que relacione a distância entre guias e o comprimento de acoplamento, considerando o comprimento de onda 1550 nm. Considere uma variação da distância entre guias entre 0 e 500 nm.
3. **Análise - acoplamento de potência em função do comprimento do dispositivo** - Considere o mesmo ambiente de simulação (objeto e *solver*). Ilustre o acoplamento de potência em função do comprimento do dispositivo para uma distância entre guias igual a 200 nm. Qual o comprimento do dispositivo para uma razão 50/50? Qual o comprimento para 95/5? Qual o comprimento do dispositivo para 99/1?

## 2.3 Simulação - solver FDTD

1. **Criação do dispositivo e objetos via script - FDTD** - Nesta etapa, você deve simular o dispositivo completo ilustrado na Fig. 1 utilizando o *solver* FDTD. Para reduzir o tempo de simulação, considere o uso da fronteira **z min bc** tipo **Symmetric** na simulação do modo TE, ou para **Anti-Symmetric** na simulação do modo TM.
2. **Simulação do dispositivo - FDTD** - Realize a simulação do dispositivo, considerando a distância entre guias igual a 200 nm, cujo comprimento deve ser necessário para uma relação 50/50, obtido na seção anterior. Verifique seus resultados. Apresente, em seu relatório, o perfil da intensidade de campo elétrico ( $|E|^2$ ), assim como a transmissão nas portas na escala linear e na escala logarítmica. Qual a transmissão no comprimento de onda de 1550 nm? Qual a perda de inserção em 1550 nm? Qual a banda de operação do dispositivo? Compare com os resultados obtidos com o *solver* FDE.
3. **Otimização do dispositivo** - Como você deve ter observado, o comprimento calculado na seção anterior, utilizando o *solver* FDE, para uma relação 50/50, não é o mesmo observado com o *solver* FDTD, pois a proximidade entre os guias na entrada e saída do dispositivo gera acoplamento extra. Otimize, utilizando o FDTD, o comprimento do dispositivo para ter uma relação 50/50 em 1550 nm. Apresente o resultado para o dispositivo otimizado.
4. **Simulação do dispositivo - splitter - modo TM - FDTD** - Desejamos simular o desempenho do modo TM com o comprimento otimizado. Neste caso, podemos mudar o tipo de fronteira **y min bc** para **Anti-Symmetric**. Realize as mesmas simulações anteriores. Compare seus resultados com aqueles obtidos para o modo TE.

## 2.4 Simulação - solver INTERCONNECT

1. **Geração dos parâmetros S do dispositivo - FDTD** - Nesta etapa, desejamos gerar os parâmetros S do dispositivo a partir de um modelo 3D. Esses parâmetros, organizados em forma de matriz, são utilizados para representar o dispositivo em simuladores de circuitos fotônicos, como o Lumerical INTERCONNECT. Gere os parâmetros S considerando os modos TE e TM. Nomeie o arquivo gerado como "dc\_TE.dat" e "dc\_TM.dat", respectivamente.
2. **Simulação do dispositivo - INTERCONNECT** - Utilizando o INTERCONNECT, realize a simulação do acoplador direcional a partir das tabelas exportadas no FDTD. Utilize o bloco **Optical N Port S-Parameter** e carregue o arquivo específico gerado no FDTD. O bloco de análise será o ONA (**Optical Network Analyzer**). Compare com os resultados obtidos por meio do FDTD.

## Referências

- [1] <https://optics.ansys.com/hc/en-us/categories/360001998954-Scripting-Language>
- [2] <https://developer.ansys.com/docs/lumerical/python-lumapi>
- [3] <https://optics.ansys.com/hc/en-us/articles/360042305334-Grating-coupler>
- [4] <https://www.ansys.com/simulation-topics/what-are-s-parameters>