

Projeto de Circuitos Fotônicos Integrados

Módulo 1 – Circuitos fotônicos básicos

Interferômetro de Mach-Zehnder



Centro de Competência Embrapii em
Hardware Inteligente para a Indústria

CURSOS, CAPACITAÇÃO E TREINAMENTOS

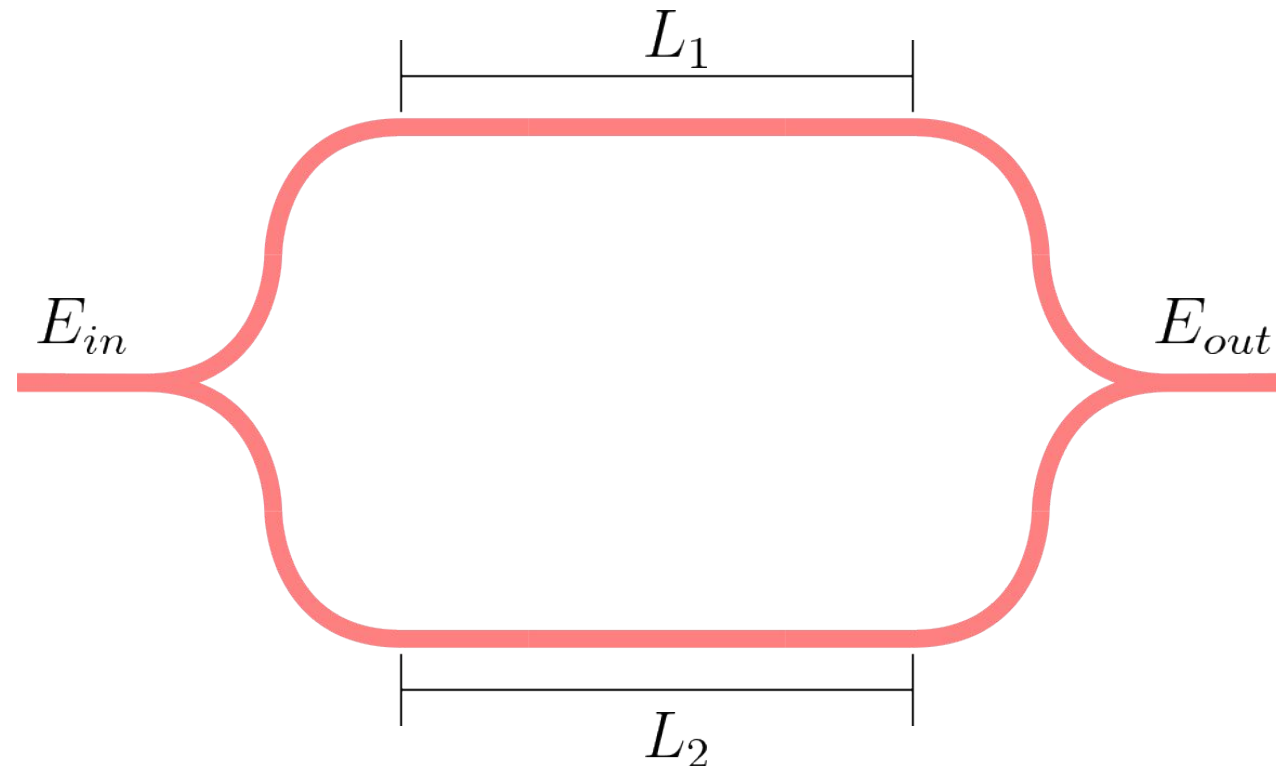


Empresa Brasileira de Pesquisa
e Inovação Industrial

Ana Júlia Fernandes de Brito Ameno

Interferômetro de Mach-Zehnder

- **Objetivo:** medir a diferença de fase relativa entre dois percursos ópticos;
- Necessário dividir o sinal óptico em outros dois sinais e, em seguida, combiná-los;
- **Aplicações:** filtros, chaves, moduladores e sensores ópticos.



O que foi feito?

Simulamos o MZI através dos seguintes passos:

- 1- achamos o ΔL de acordo com o FSR que queríamos, que nesse caso era 1, 10 e 20 nm.
- 2- Em seguida foi construído um circuito MZI com dispositivo desbalanceado, onde de um lado tínhamos um guia de 50 nm e do outro eram 50 nm + ΔL .
- 3- Construimos esse circuito na versão com elementos ideais fornecidos pelo Lumerical, dispositivos reais os quais simulamos e por fim os dispositivos da biblioteca SiePIC
- 4- Por fim foi construído no Klayout o desenho desse circuito na versão do .gds.

Achando o ΔL

Para conseguirmos achar o ΔL precisamos achar o índice de grupo do dispositivo, para obter essa informação do lumerical precisamos simular um guia de onda e assim obtemos os seguintes n_g e n_{eff} :

$n_{eff}=2.3531702$
 $n_g=4.3458796$

Com eles podemos aplicar na fórmula:
$$FSR(\lambda) = \frac{\lambda^2}{n_g(\lambda)\Delta L}$$

Assim obtendo: $5.52822494e-04$, $5.52822494e-05$ e $2.76411247e-05$ para nosso ΔL de 1, 10 e 20 nm respectivamente.

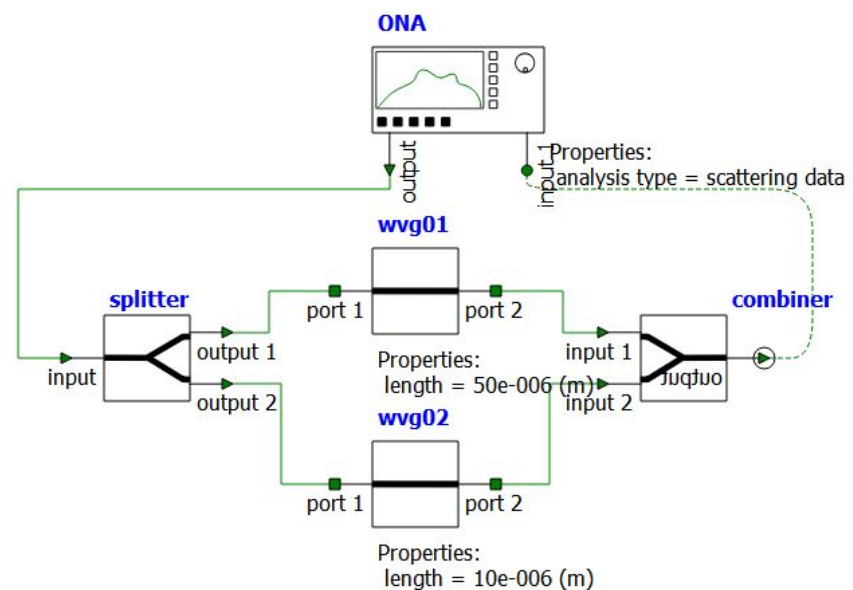
Para o modo real e ideal, já para o pdk utilizamos o n_g e n_{eff} providenciados pelo SiePic, que são:

$n_{eff}=2.44553$
 $n_g=4.19088$

e achamos os valores: $5.7326862110e-04$, $5.73268621e-05$ e $2.86634311e-05$

Construção do dispositivo no Interconnect

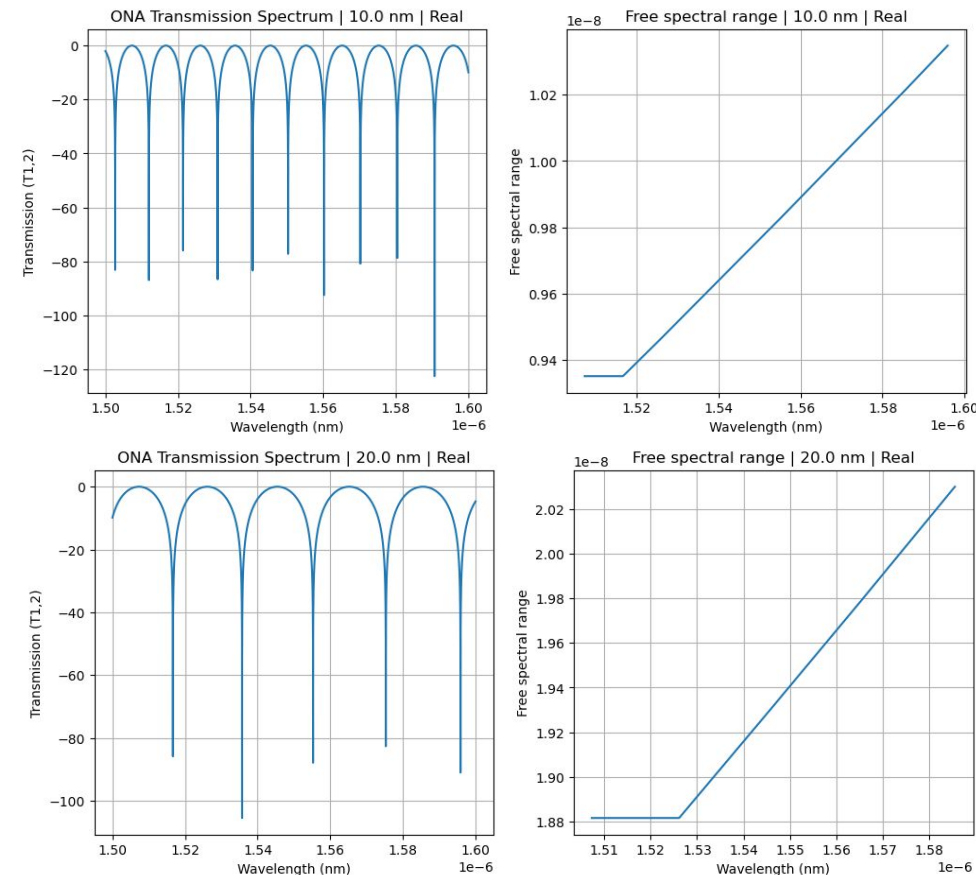
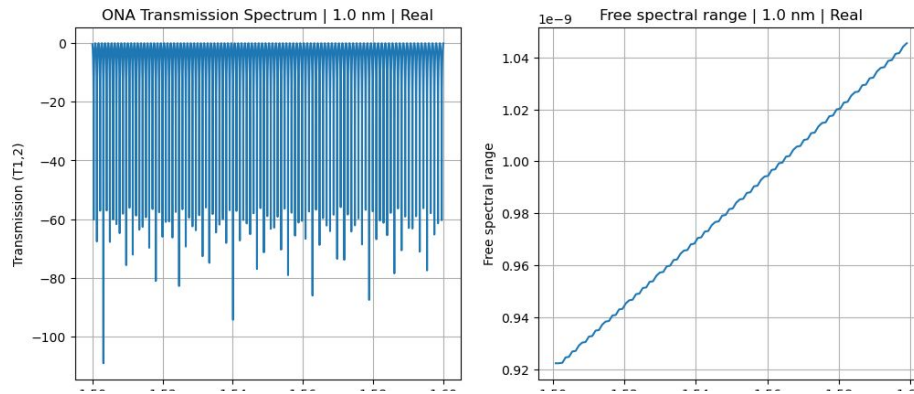
Interferômetro de Mach-Zehnder



Resultados da simulação

Versão ideal

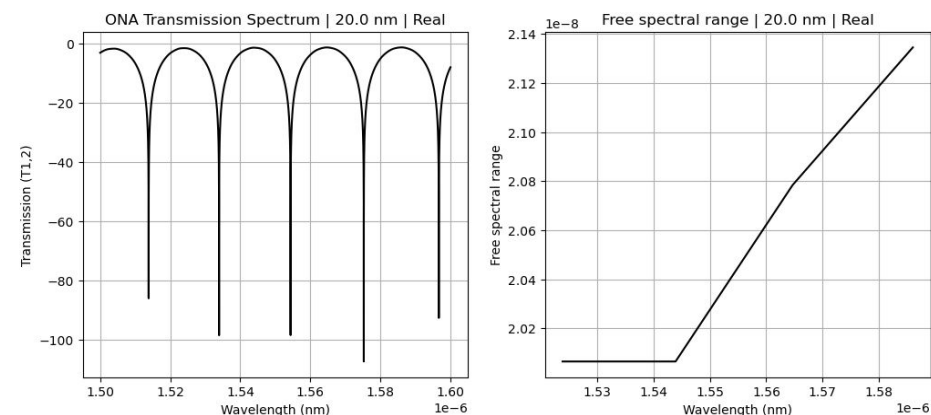
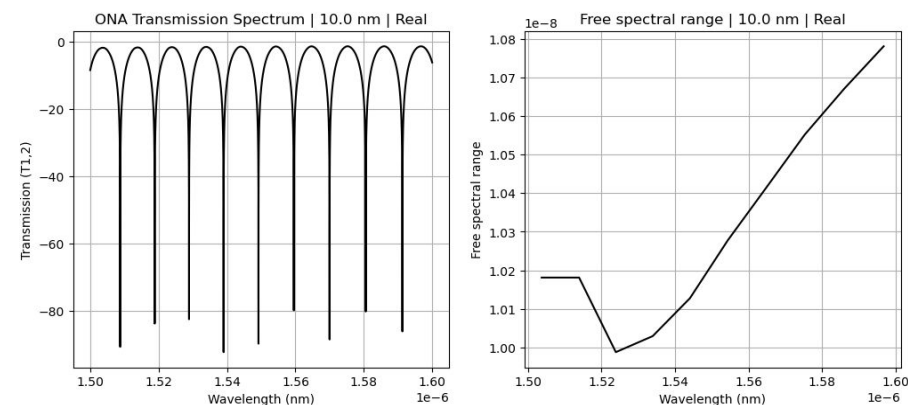
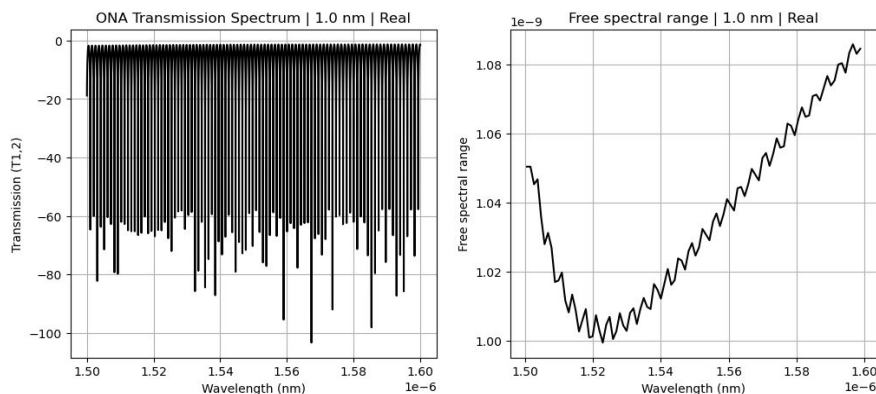
Feita usando um fsr de 1 nm, 10 nm e 20 nm podemos observar gráficos quase perfeitos e que o FSR dá muito próximo 1, 10 e 20 nm e progride linearmente de acordo com o comprimento da onda



Resultados da simulação

Versão Real

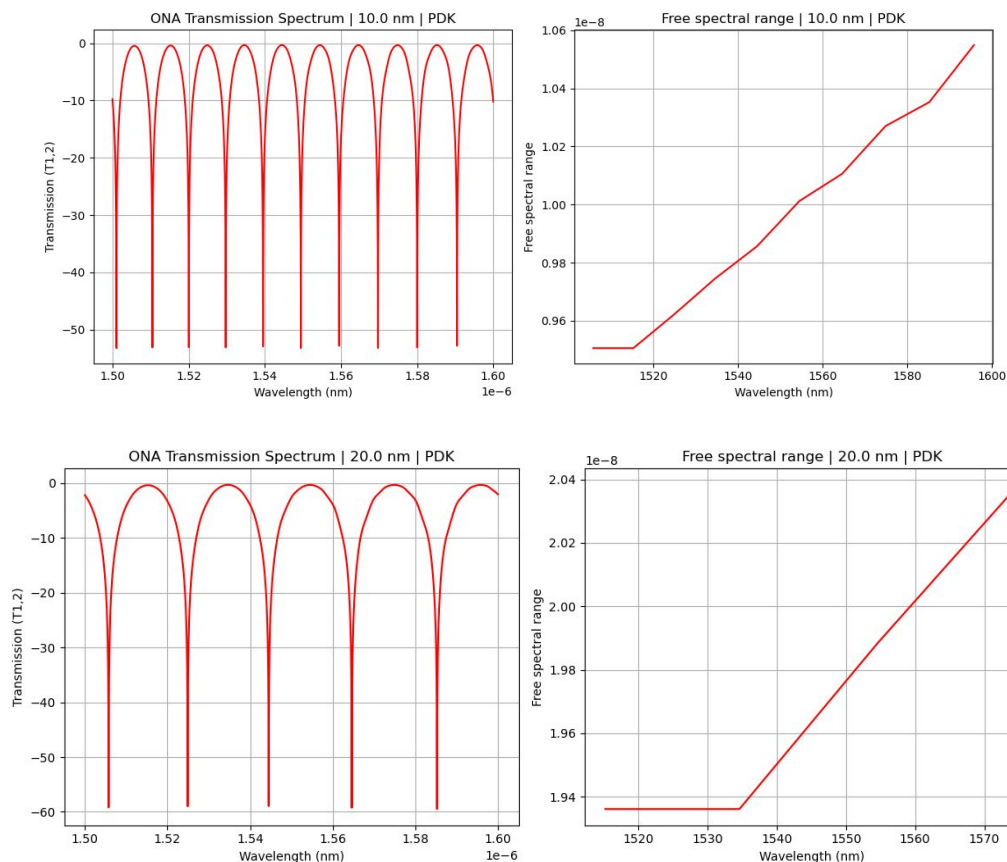
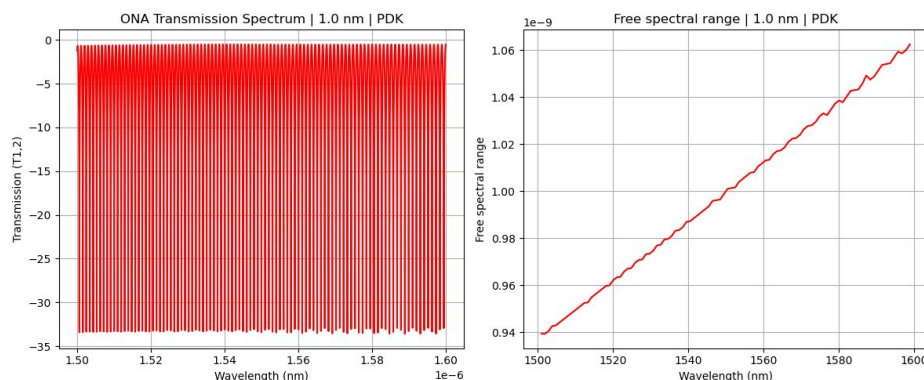
Feita usando um fsr de 1 nm, 10 nm e 20 nm podemos observar gráficos mais irregulares onde a FSR progride como uma parábola de acordo com o comprimento da onda.



Resultados da simulação

Versão pdk

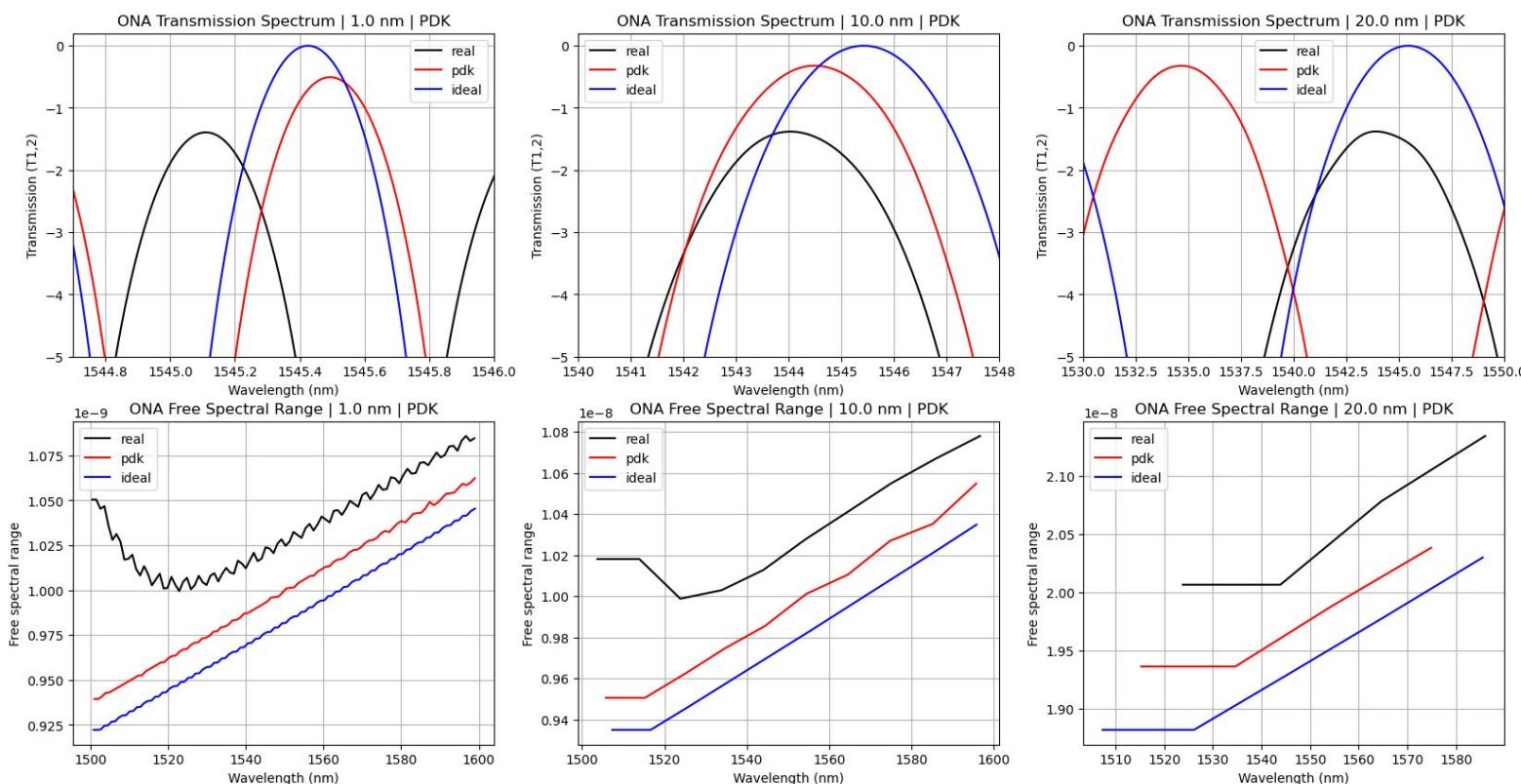
No caso do pdk podemos observar um comportamento parecido como ideal, porém com um pouco menos de perfeição, o FSR também progride linearmente mas não tão perfeitamente.



Resultados da simulação

Conclusão

Comparando todos os resultados vemos que o ideal tem uma perda de 0 no pico, enquanto o pdk e o real tem uma perda pequena.



Layout GDS - FSR Variado

Layout do circuito em KLayout usando SiEPIC Tools. FSR ajustado em 20 nm, 10 nm e 1 nm.

