



Estudo e implementação de uma ferramenta para simulação óptica

Tania Mara Ferla, Guilherme Flach, Ricardo Reis

EMICRO/SIM 2013

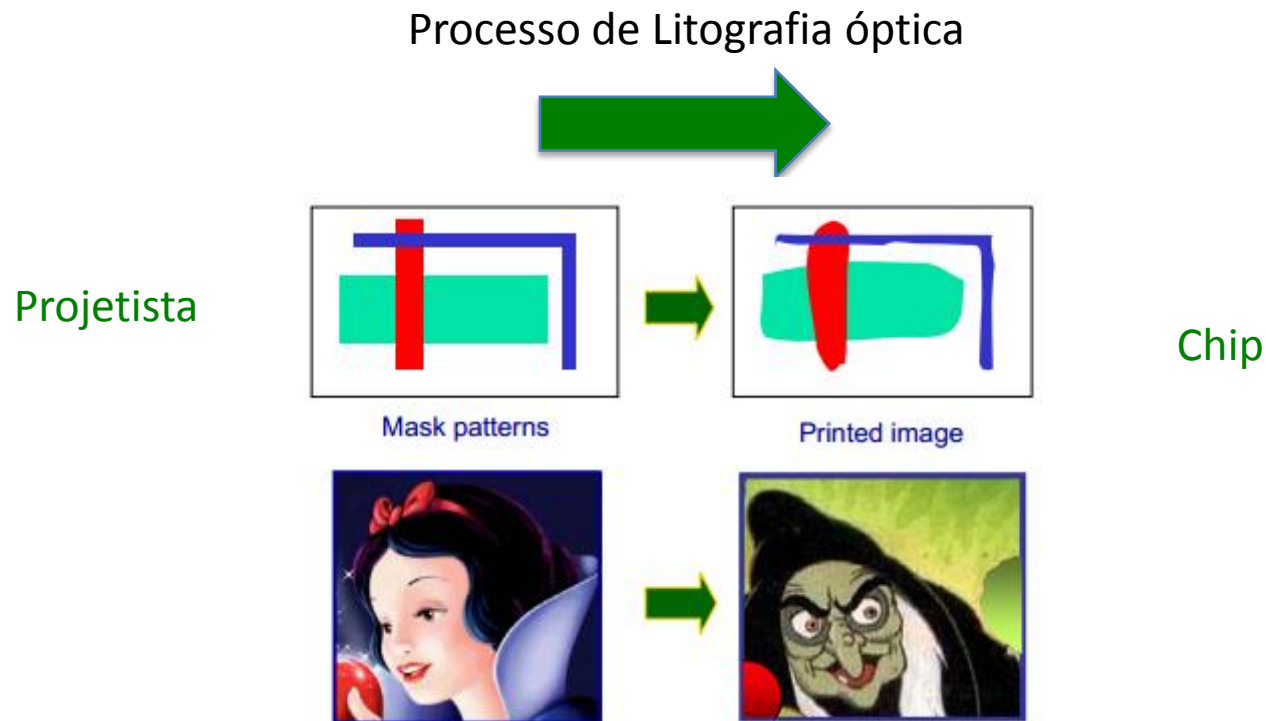
XV Escola de Microeletrônica Sul / 28º Simpósio Sul de Microeletrônica

Porto Alegre, 29 de abril a 3 de maio de 2013

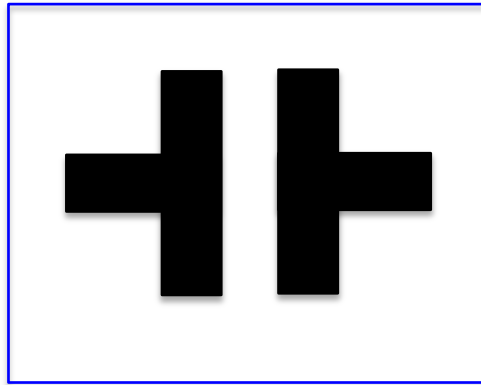
Introdução

O que é litografia óptica?

É a transferência de um padrão de uma máscara para um wafer.



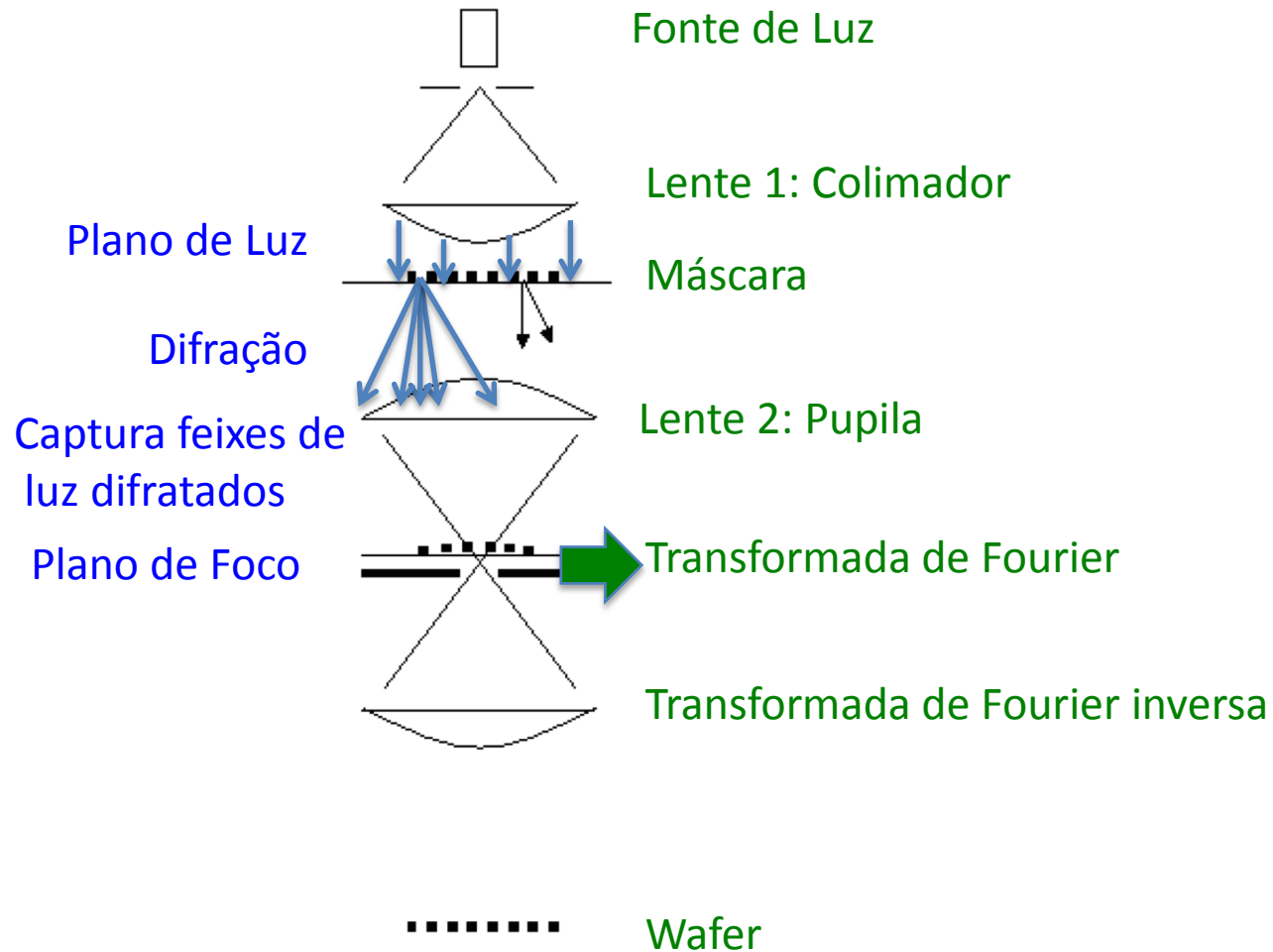
Problema



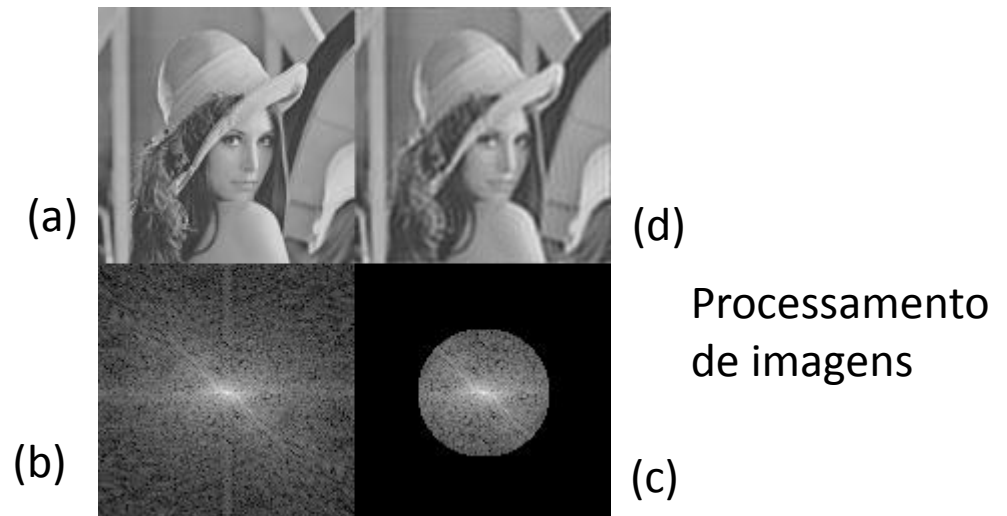
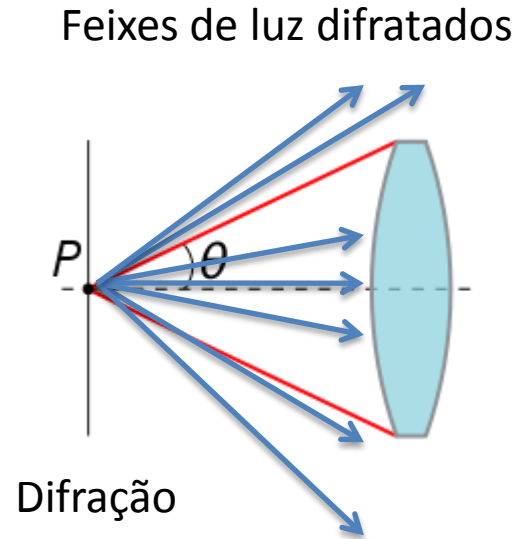
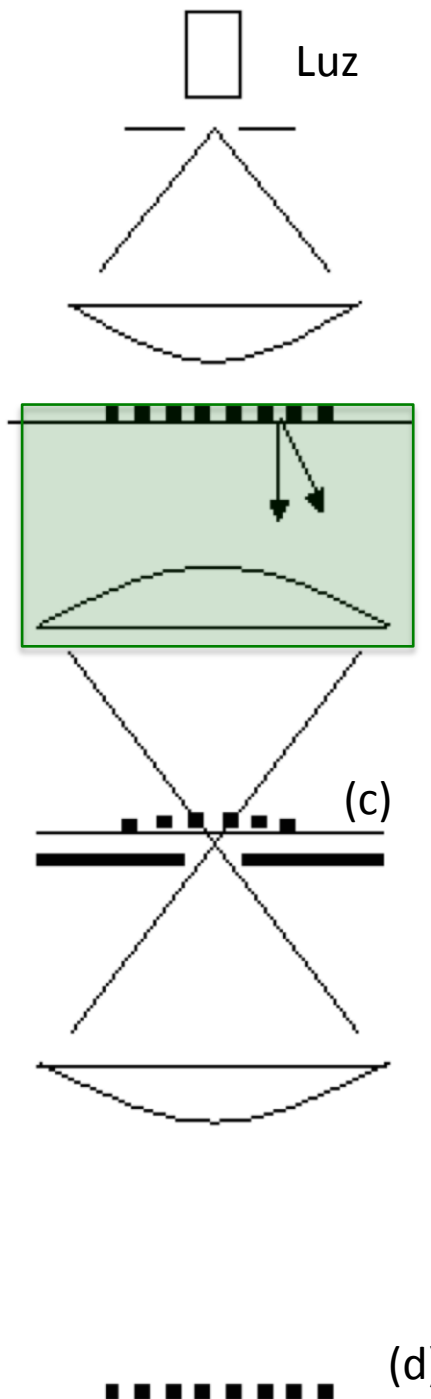
Escalamento da tecnologia



Problema: Sistema de exposição



Problema:Difração



Rayleigh: Dimensão crítica

Menor dimensão possível de ser desenhada

$$CD = k \lambda / NA$$

$k \rightarrow$ representa as técnicas de melhoria de resolução RET.

$\lambda \rightarrow$ comprimento da onda

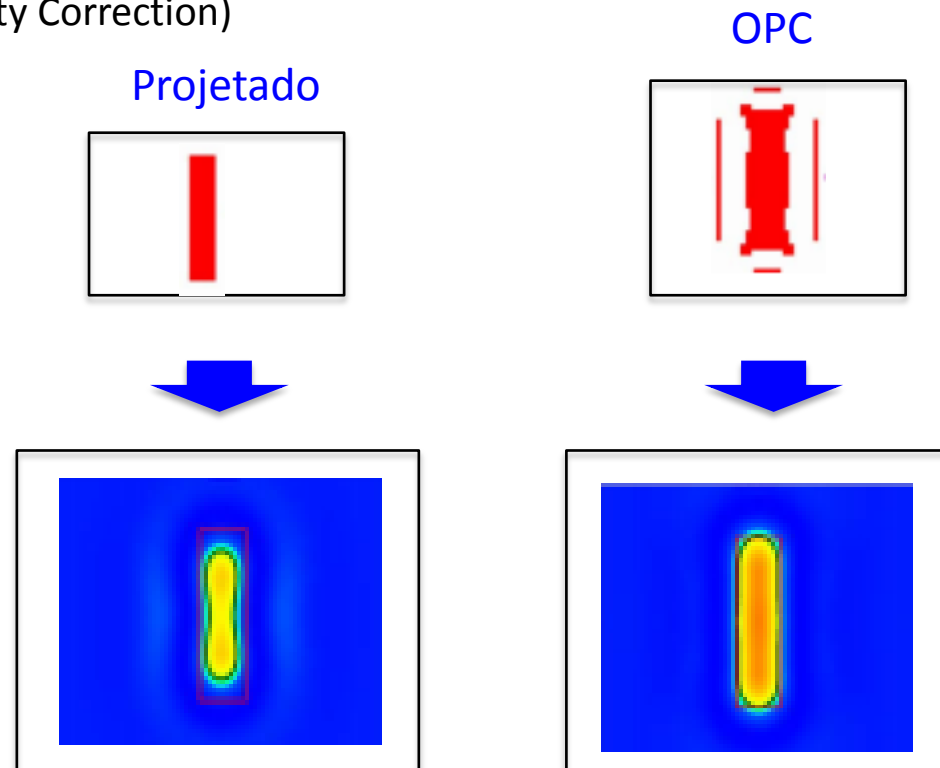
$NA \rightarrow$ abertura numérica da lente

Pode-se observar que:

- aumentando o NA se aumenta a resolução
- diminuir o comprimento de onda (λ) aumenta a resolução

Solução

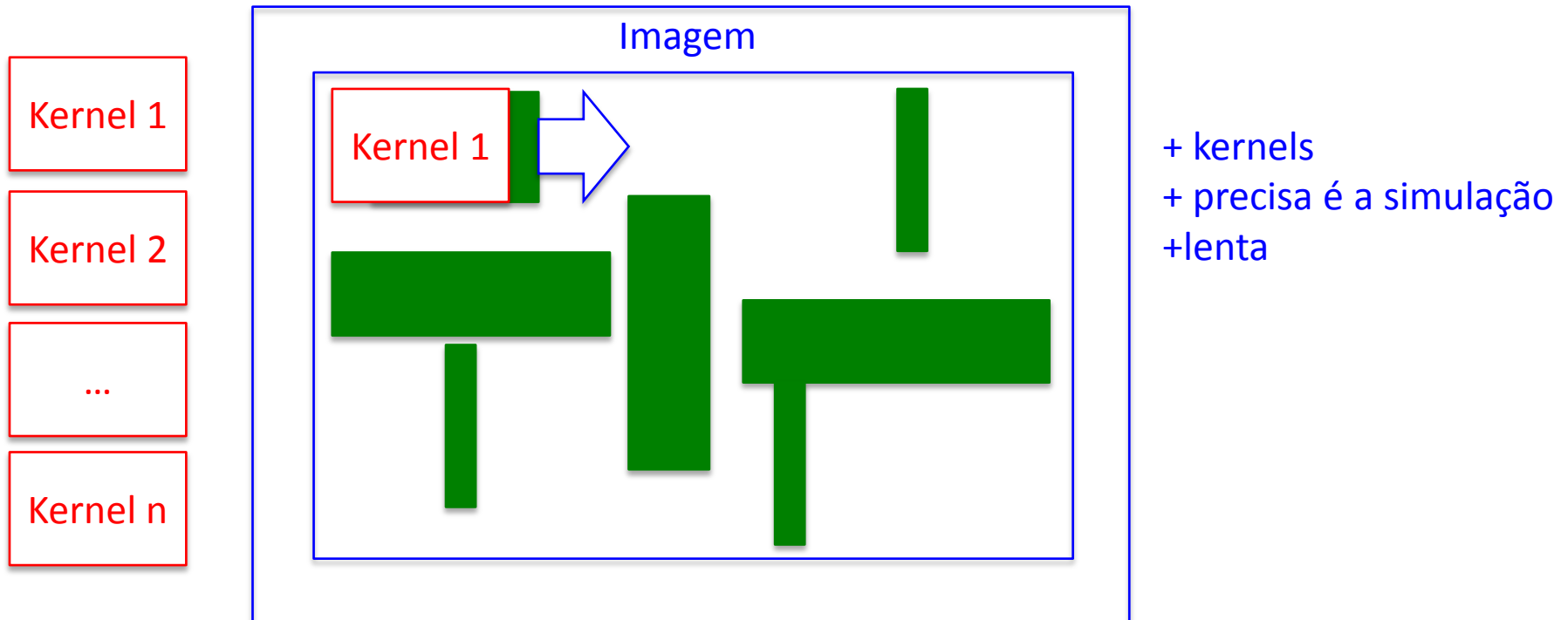
- Melhorias no processo de litografia óptica: ex. diminuição do comprimento da onda
- RET (resolution enhancement techniques):
 - DPL/MPL (double e multiple patterning lithography),
 - RDR (Restricted Design Rule)
 - OPC (Optical Proximity Correction)
 - Leiaute regular



Simulação de litografia óptica

Possibilitam aplicar RET.

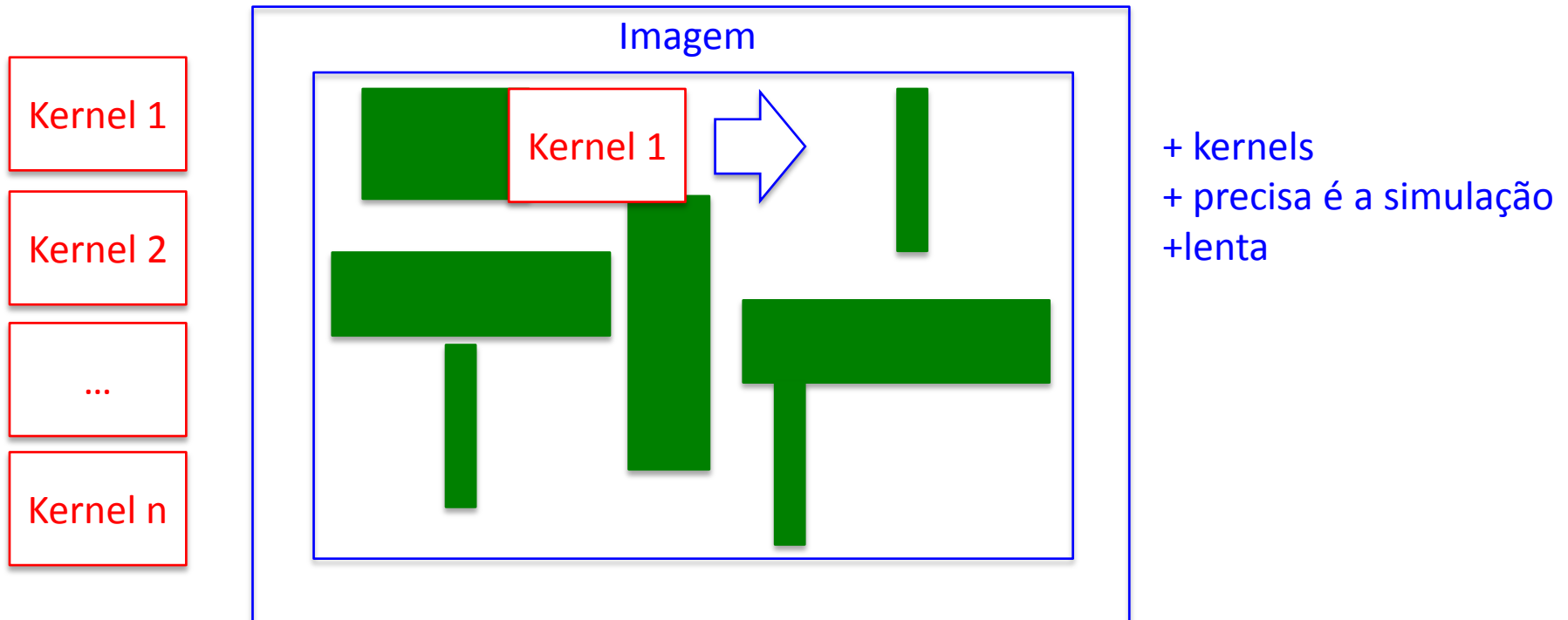
É o processo de convolução entre máscara e kernels.
(**Kernel** representa o sistema litográfico)



Simulação de litografia óptica

Possibilitam aplicar RET.

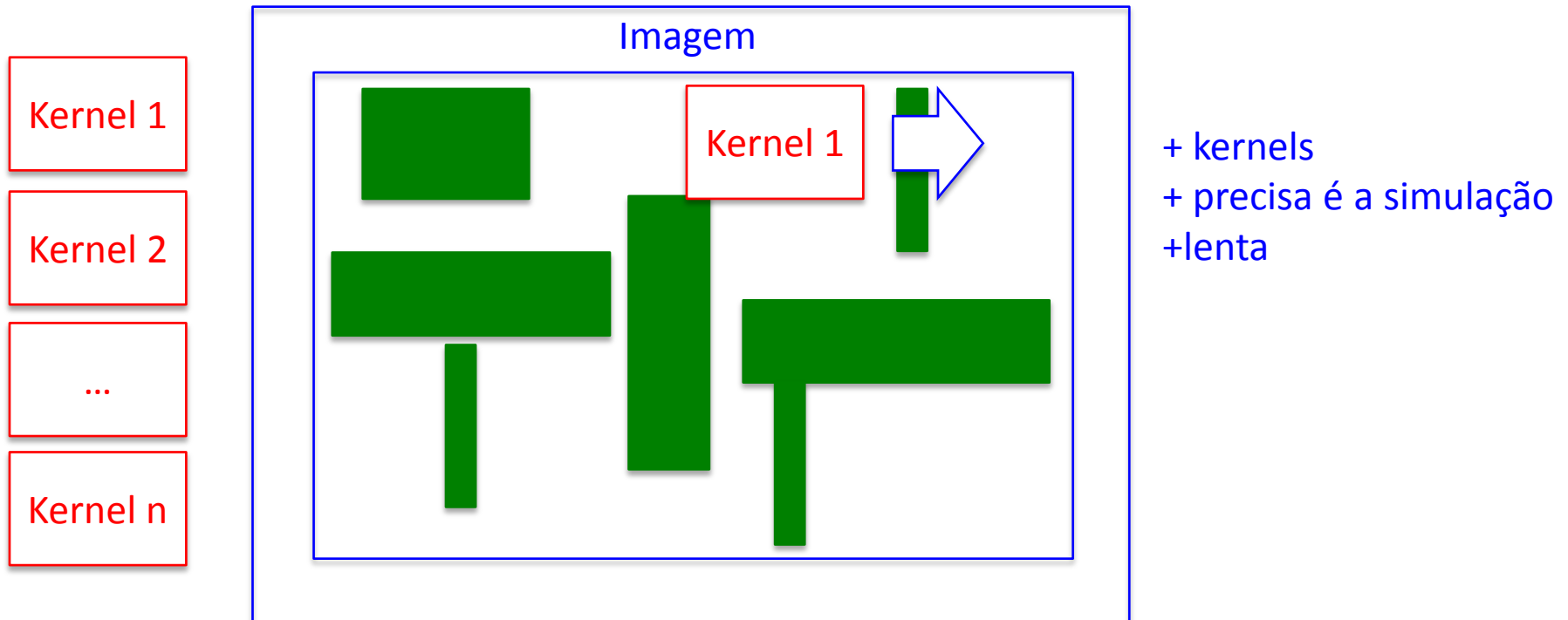
É o processo de convolução entre máscara e kernels.
(**Kernel** representa o sistema litográfico)



Simulação de litografia óptica

Possibilitam aplicar RET.

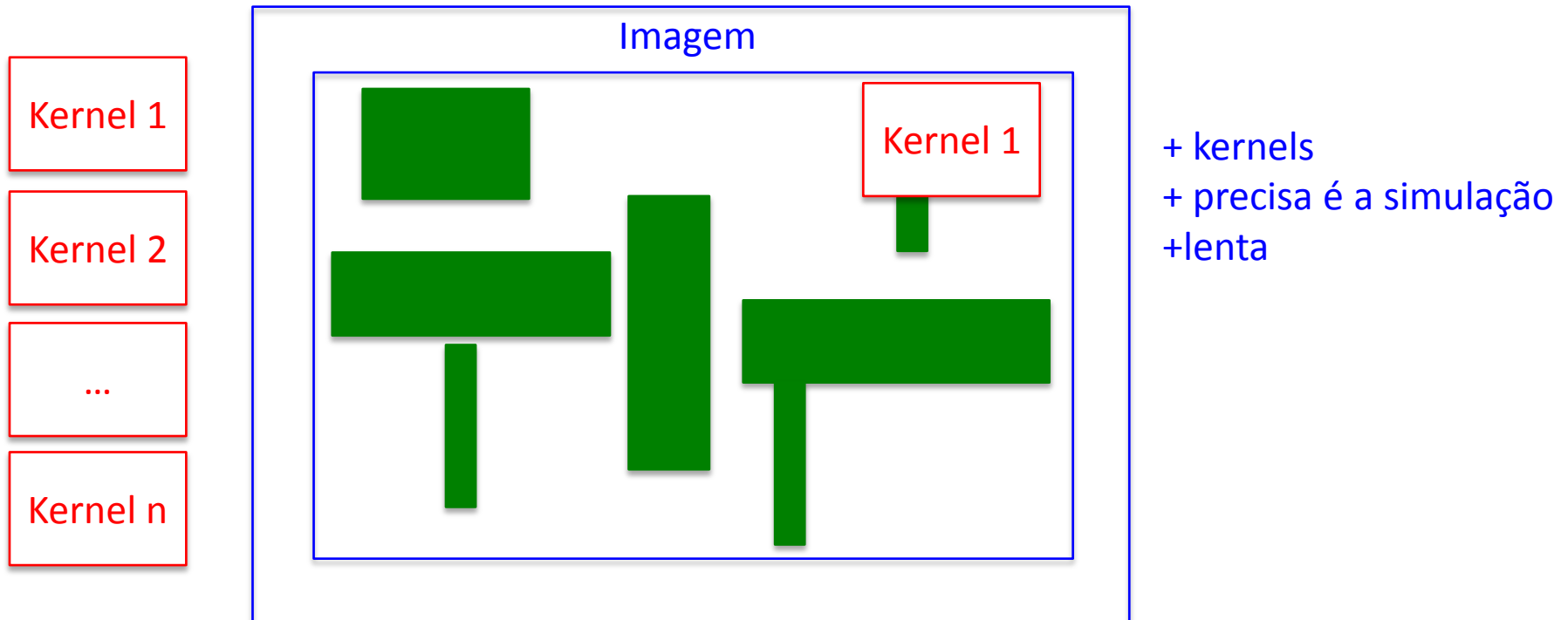
É o processo de convolução entre máscara e kernels.
(**Kernel** representa o sistema litográfico)



Simulação de litografia óptica

Possibilitam aplicar RET.

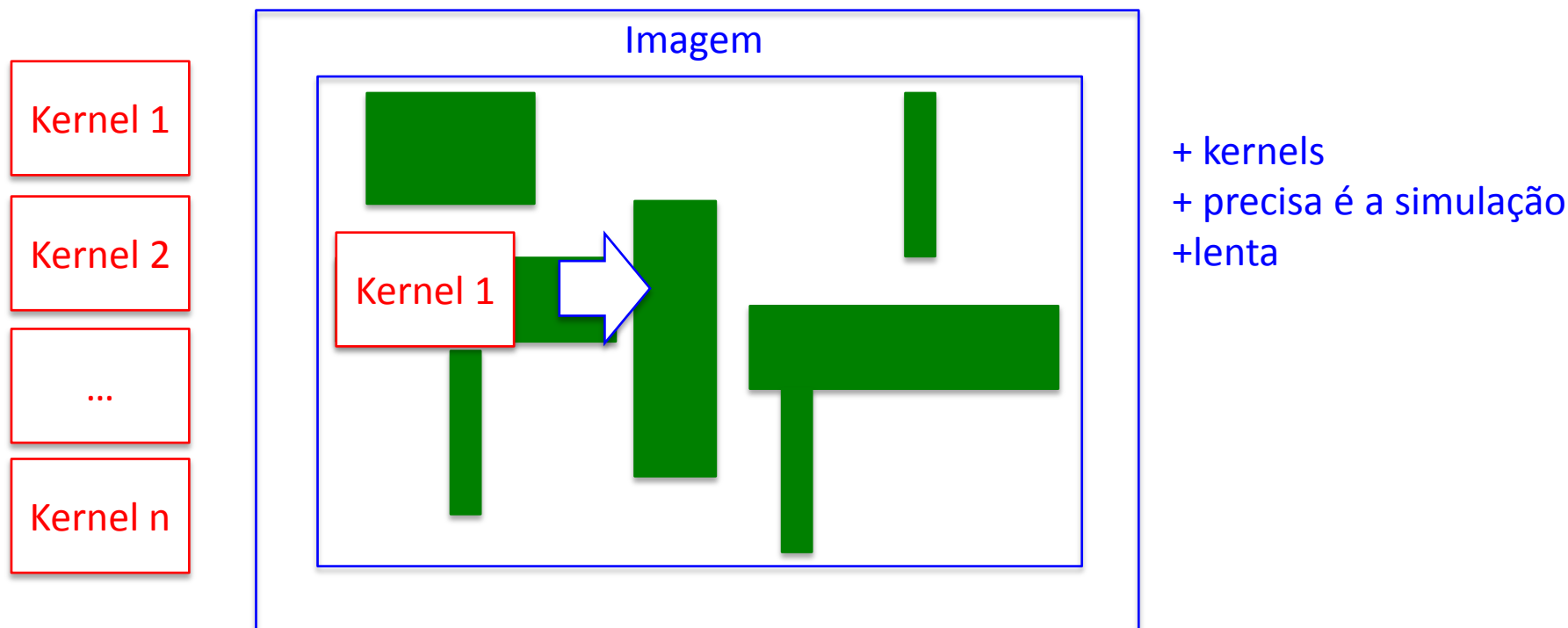
É o processo de convolução entre máscara e kernels.
(**Kernel** representa o sistema litográfico)



Simulação de litografia óptica

Possibilitam aplicar RET.

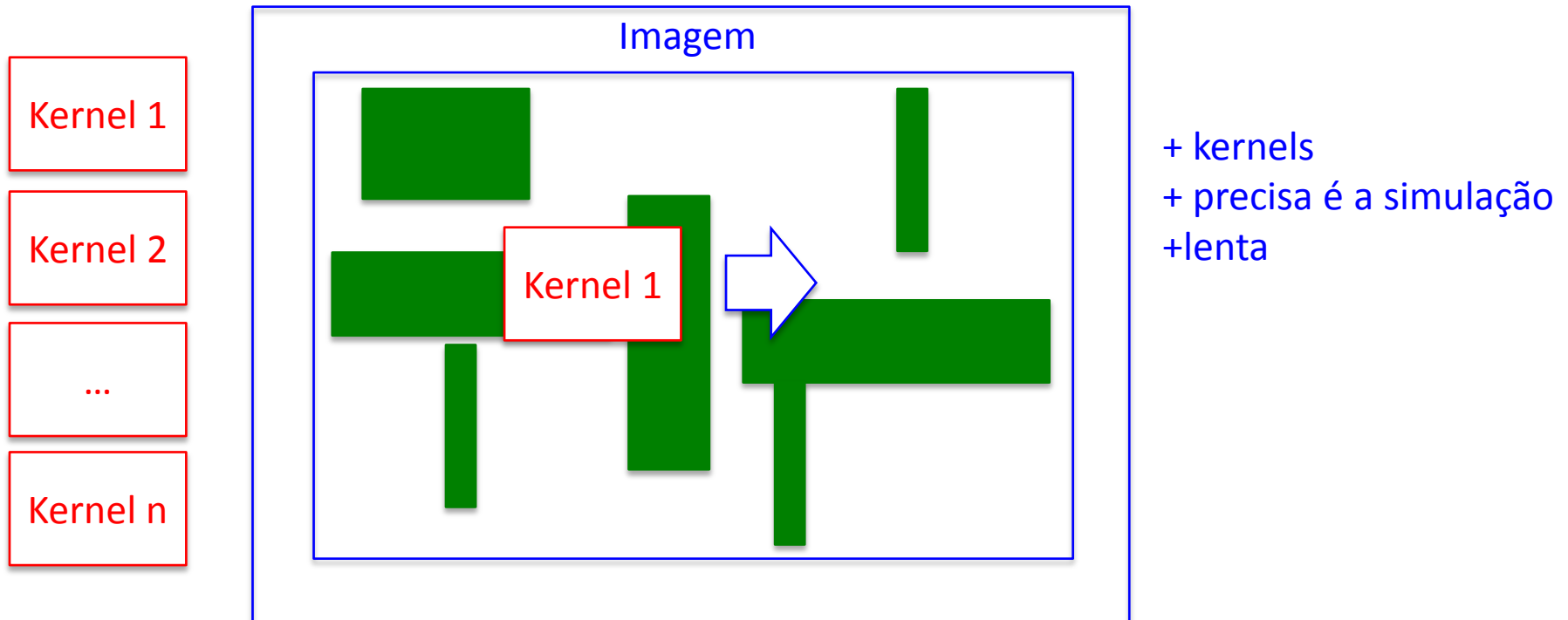
É o processo de convolução entre máscara e kernels.
(**Kernel** representa o sistema litográfico)



Simulação de litografia óptica

Possibilitam aplicar RET.

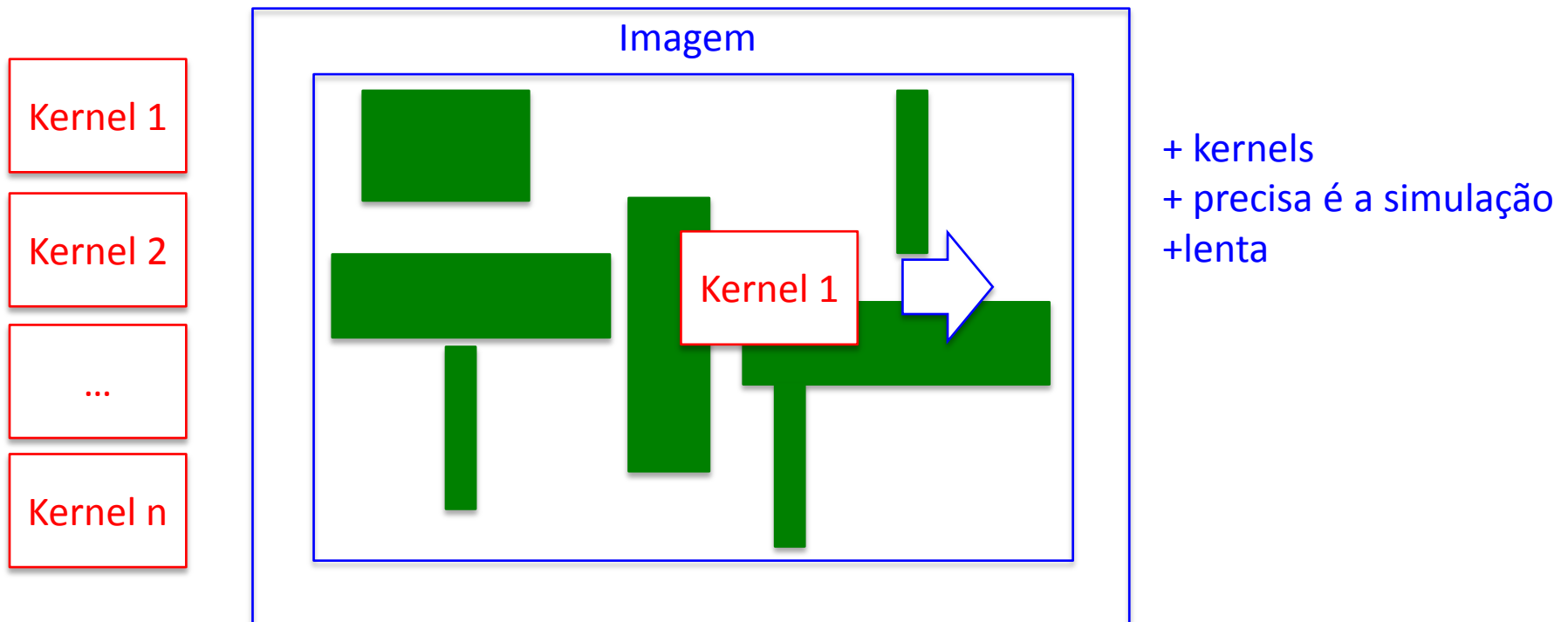
É o processo de convolução entre máscara e kernels.
(**Kernel** representa o sistema litográfico)



Simulação de litografia óptica

Possibilitam aplicar RET.

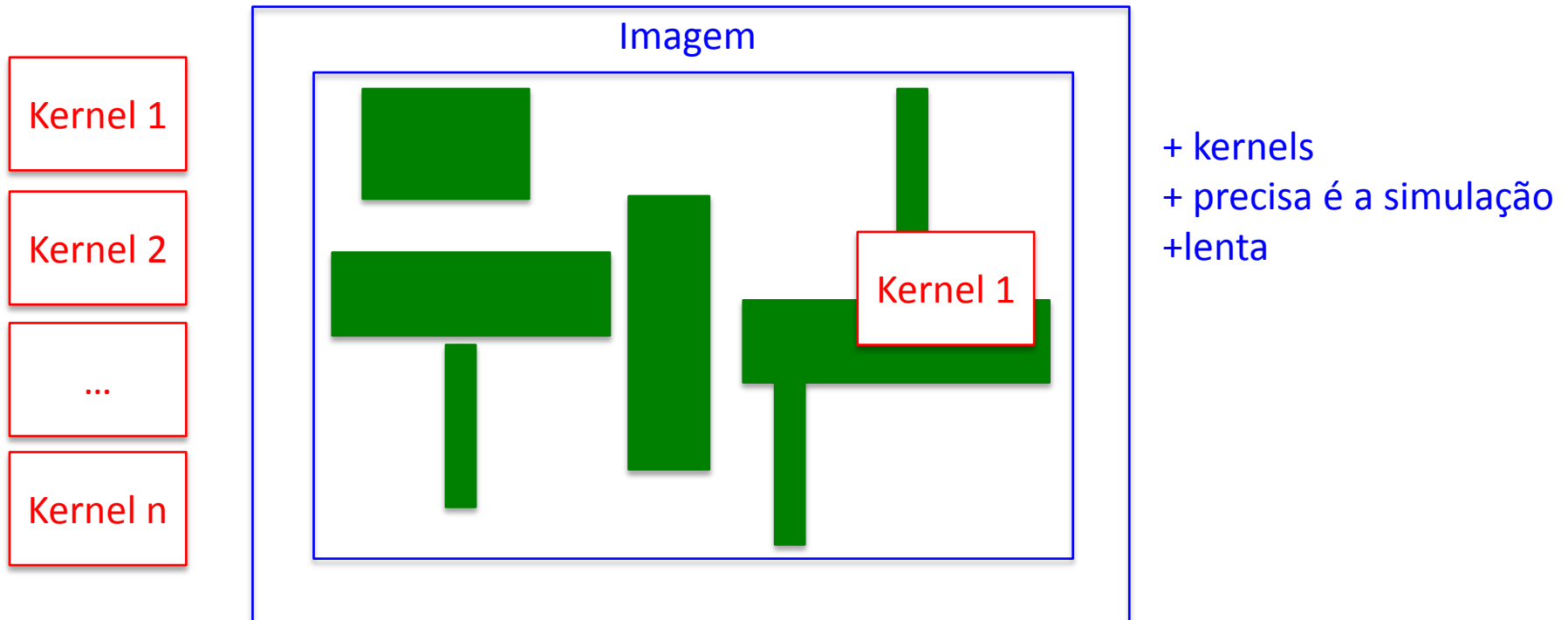
É o processo de convolução entre máscara e kernels.
(**Kernel** representa o sistema litográfico)



Simulação de litografia óptica

Possibilitam aplicar RET.

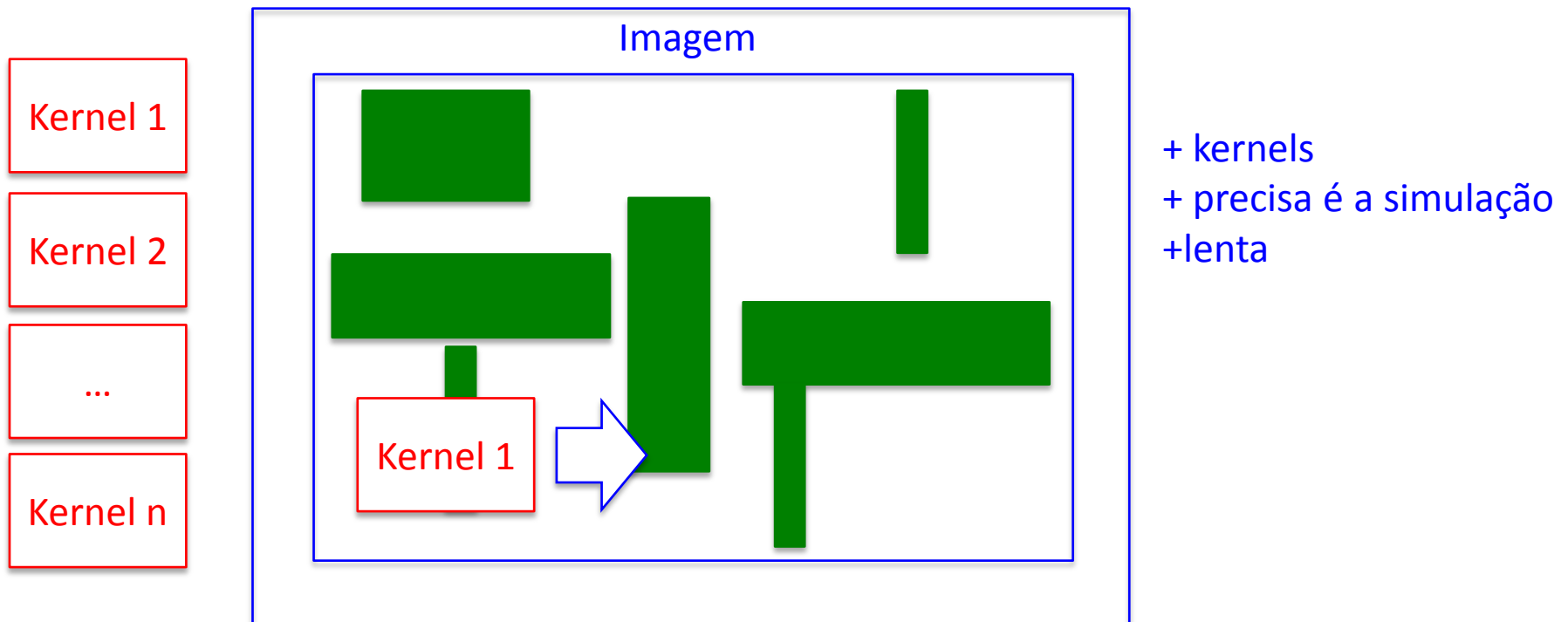
É o processo de convolução entre máscara e kernels.
(**Kernel** representa o sistema litográfico)



Simulação de litografia óptica

Possibilitam aplicar RET.

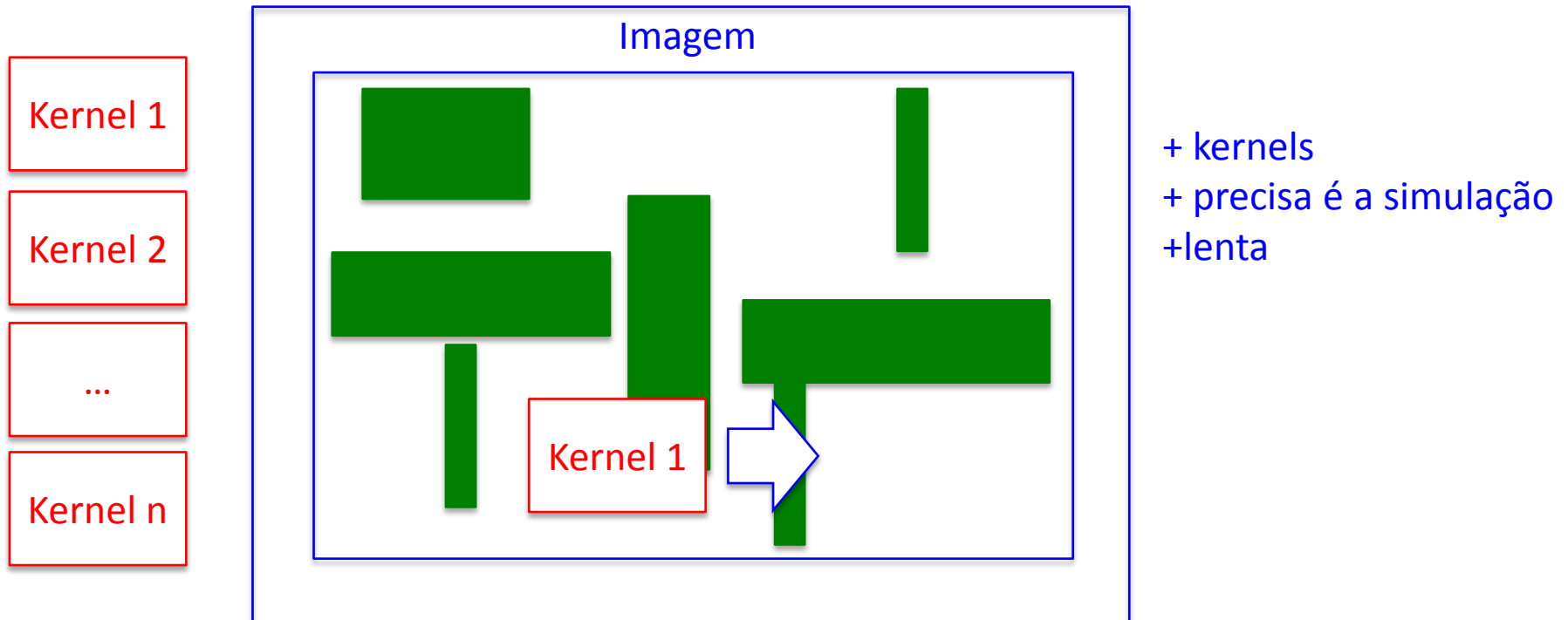
É o processo de convolução entre máscara e kernels.
(**Kernel** representa o sistema litográfico)



Simulação de litografia óptica

Possibilitam aplicar RET.

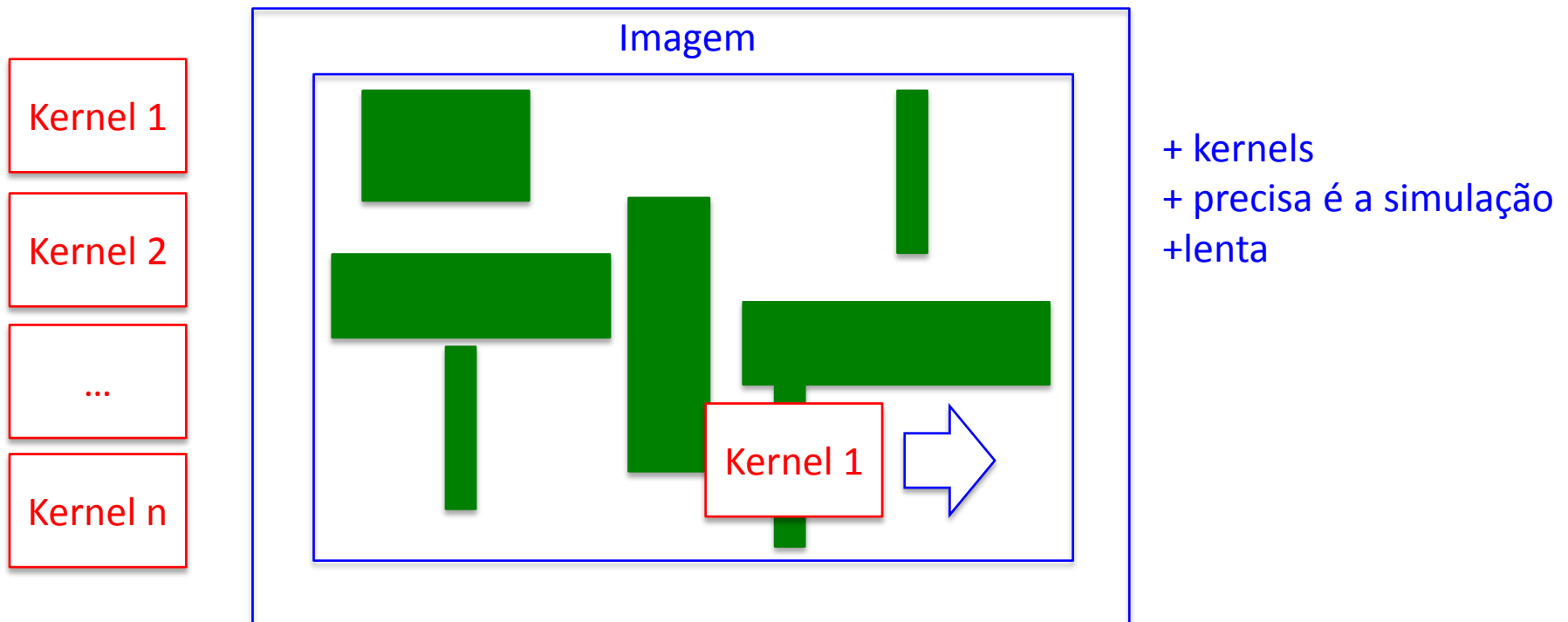
É o processo de convolução entre máscara e kernels.
(**Kernel** representa o sistema litográfico)



Simulação de litografia óptica

Possibilitam aplicar RET.

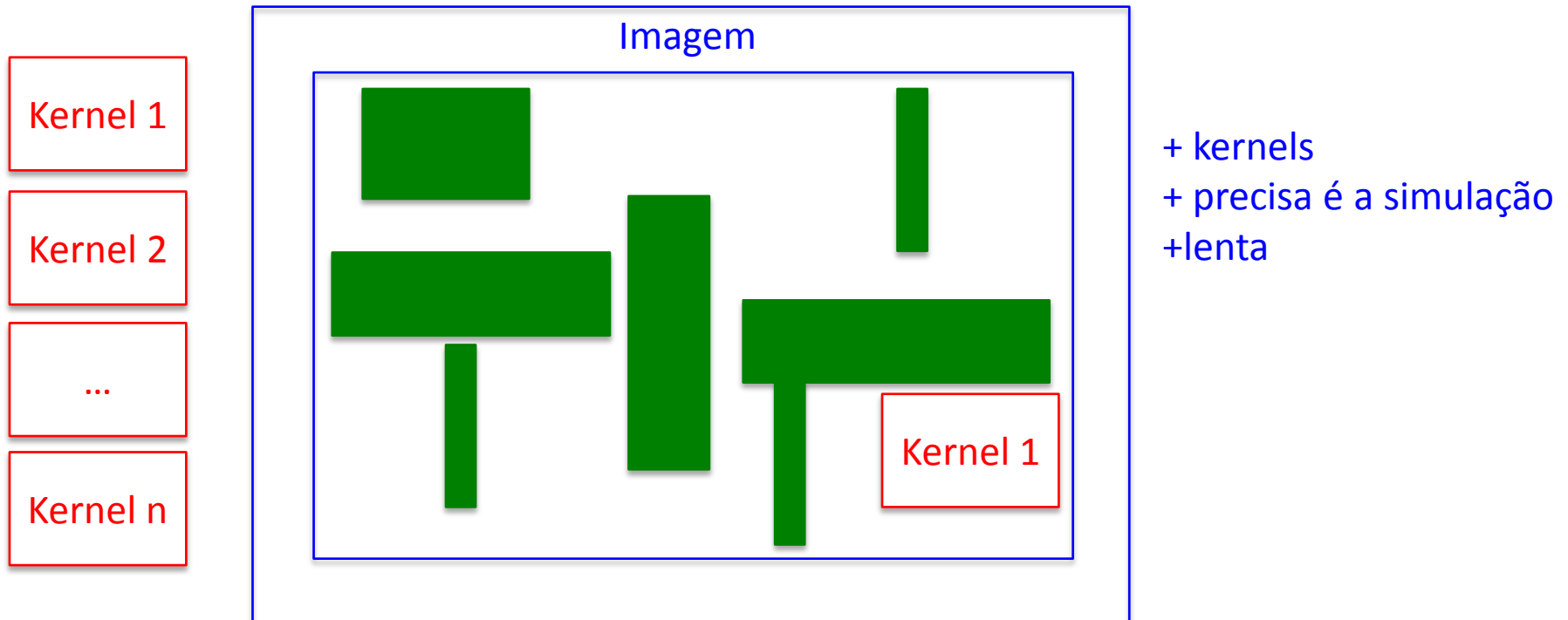
É o processo de convolução entre máscara e kernels.
(**Kernel** representa o sistema litográfico)



Simulação de litografia óptica

Possibilitam aplicar RET.

É o processo de convolução entre máscara e kernels.
(**Kernel** representa o sistema litográfico)



Ferramenta de simulação

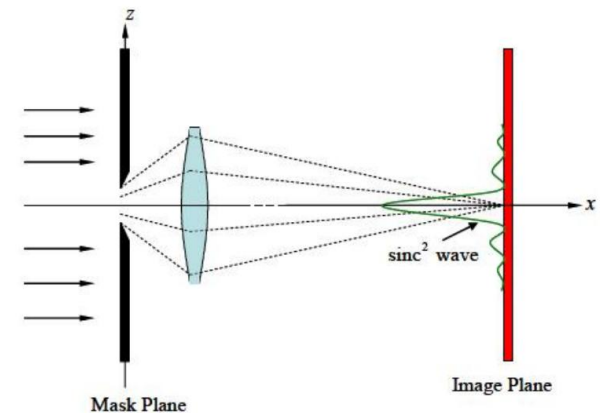
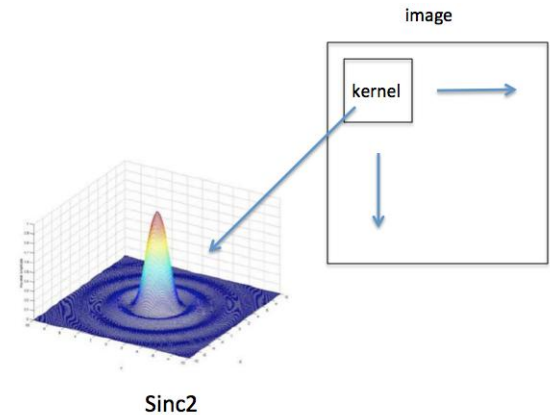
Usa técnica de wavelets e apenas um kernel.

Kernel representa sistema litográfico

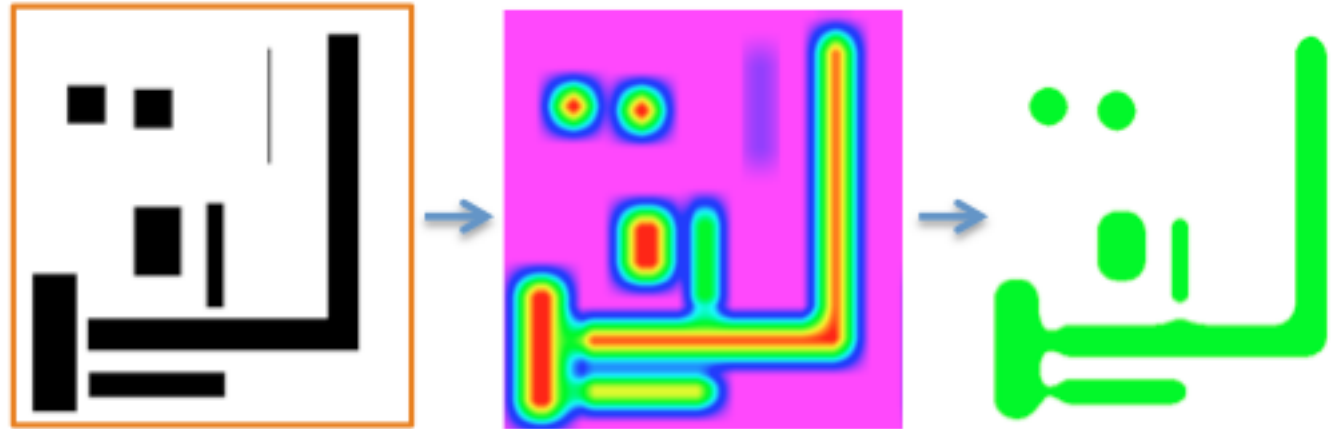
O **kernel** é obtido através da função sinc^2 .

A função sinc^2 descreve o comportamento de difração da luz ao passar por uma única fenda.

O resultado da simulação é obtido pela convolução da kernel com a máscara.



Ex. de simulação com a ferramenta



Conclusões

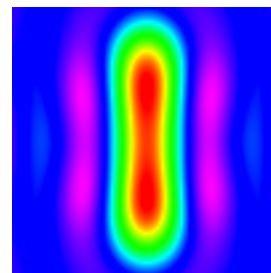
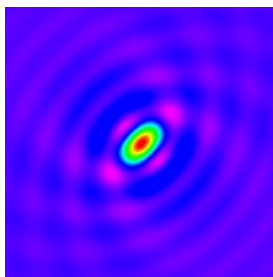
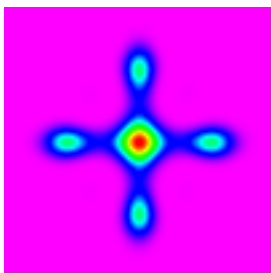
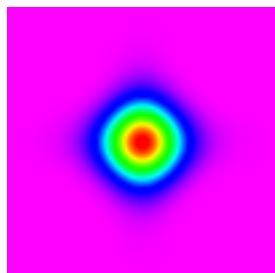
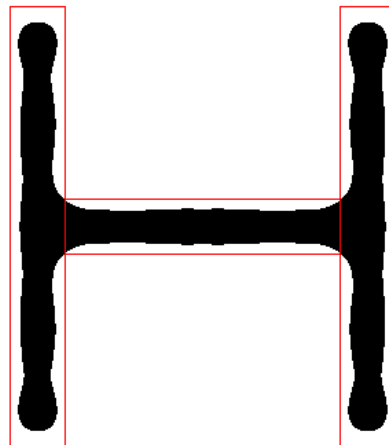
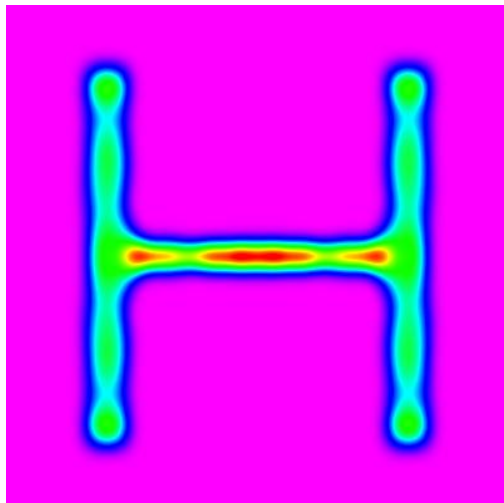
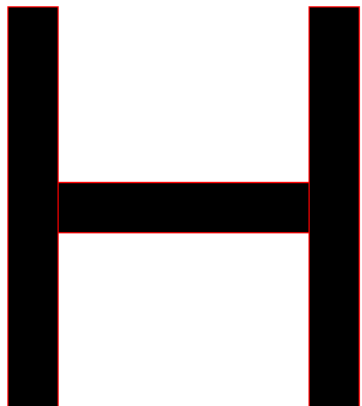
Simulação de litografia óptica é um passo essencial para um projeto para Design for Manufacturability (DFM).

Mas **simulações são lentas.**

Técnica usando wavelets:

→ **Não é a mais exata, mas é bastante rápida** (utiliza apenas uma kernel) e pode ser usada como heurística em métodos iterativos como OPC.

→ É um primeiro passo para implementar uma ferramenta de simulação mais completa





Estudo e implementação de uma ferramenta para simulação óptica

Tania Mara Ferla, Guilherme Flach, Ricardo Reis
tmferla@inf.ufrgs.br , gaflach@inf.ufrgs.br, reis@inf.ufrgs.br

EMICRO/SIM 2013

XV Escola de Microeletrônica Sul / 28º Simpósio Sul de Microeletrônica

Porto Alegre, 29 de abril a 3 de maio de 2013