



FUNDAÇÃO EDSON QUEIROZ
UNIVERSIDADE DE FORTALEZA
ENSINANDO E APRENDENDO

T566 –SISTEMAS DIGITAIS AVANÇADOS

Aula 2- Noções de Fabricação de Circuitos Integrados

Prof. Danilo Reis



Tipos de projetos de ASIC (Application Specific Integrated Circuit)

- Totalmente Customizado (Projeto a nível de Transistor Transistor)
 - Melhor desempenho- uP Intel
- Semi customizado (parte customizada, parte baseada em células lógicas)
 - AMD, mais recentes uP Intel
- Baseado em células padrões
- Mask Programmed Gate Arrays
 - Médio volume/ performance moderada
- **Field Programmable Gate Arrays**
 - Médio/baixo volume / baixa/media performance



Totalmente Customizado

- Projetista tem liberdade de fazer qualquer coisa em qualquer local;
- Tempo e custos de desenvolvimento grande;
- Melhor desempenho
- Aplicável para aplicações de grande volumes
 - Processadores Intel;
 - Chips de RF de celulares



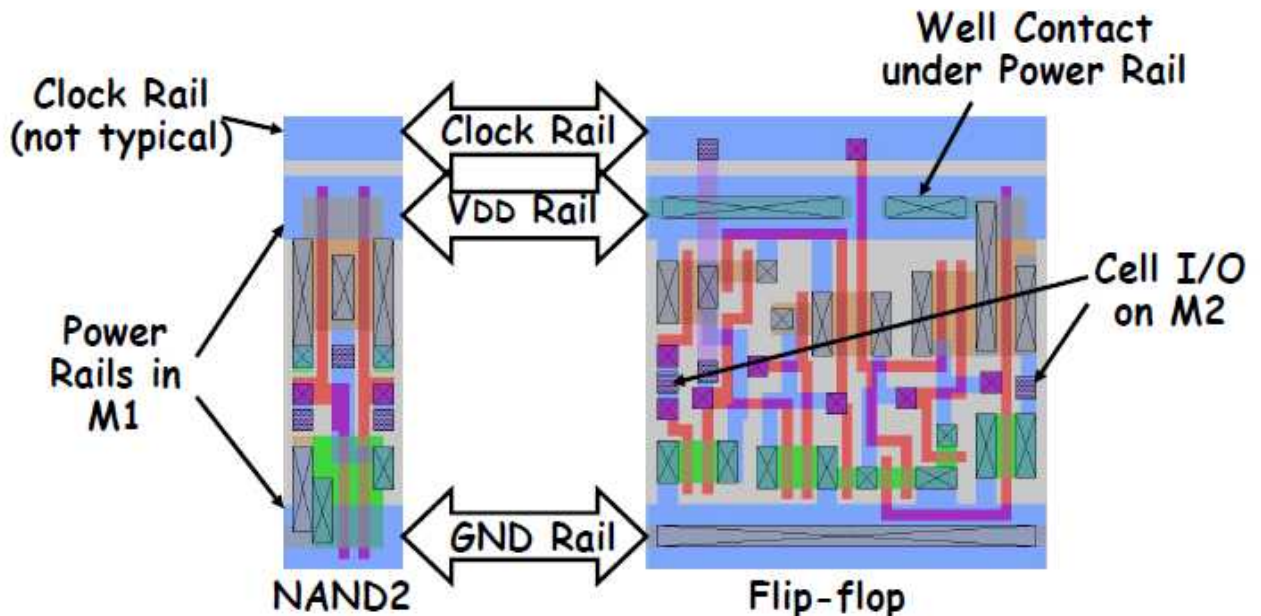
Semi Customizado

- Poucos e mais experientes projetistas concentram-se em projetos das células;
- Concentra esforço na colocação otimizada das células;
- Tempo e custos de desenvolvimento grande, porém menores que no caso anterior;
- Bom desempenho
- Aplicável para aplicações de médio/grande volumes



Baseado em Células Padrões

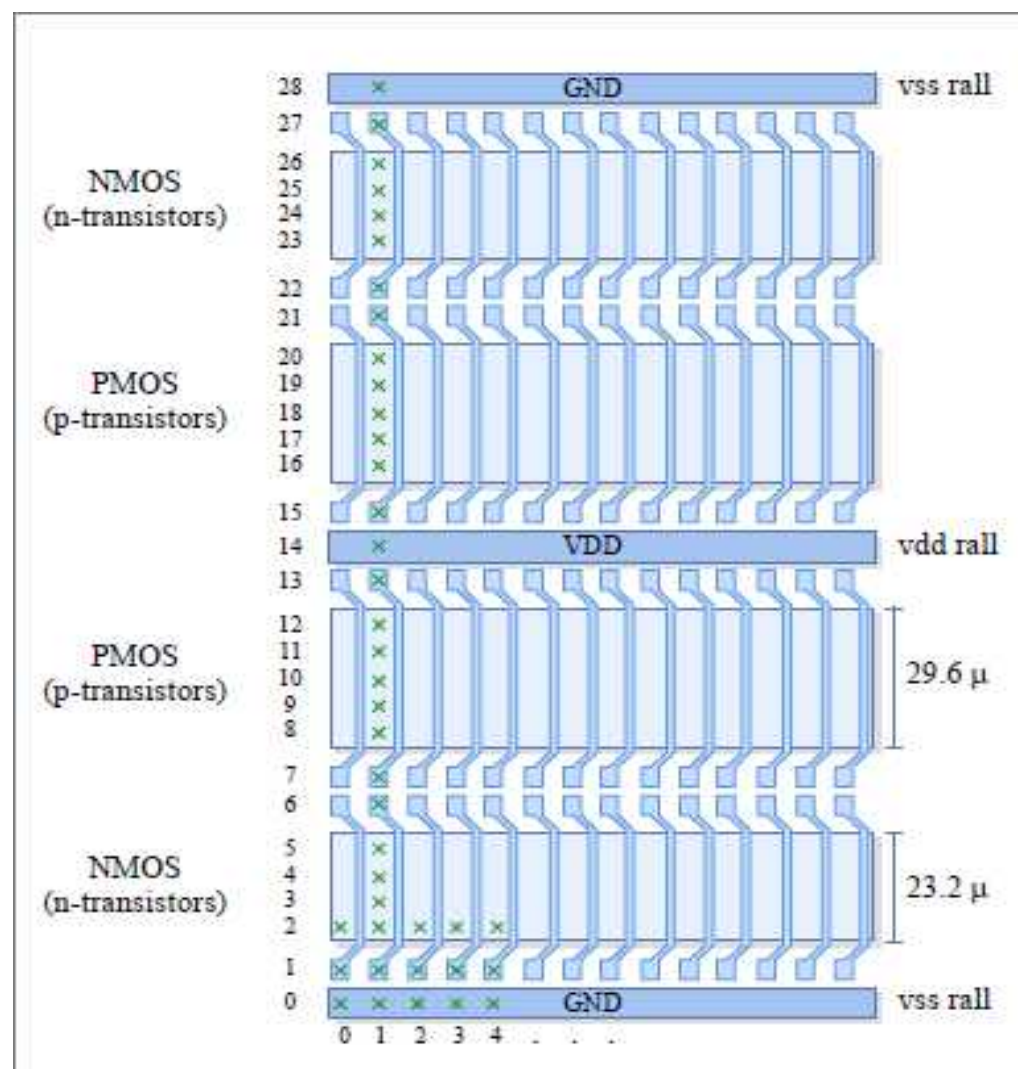
- Células podem ser sintetizadas de HDL;
- Colocação e roteamento das células feito de maneira automática;
- Biblioteca fixa de células;





Mask Programmed Gate Arrays

- Reduz custo de mascaras;
- Projetista faz apenas o layer de interconexão com células pre-fabricadas;





Field-Programmable Gate Arrays

- Cada célula do array contém uma função lógica programável;
- Pode ser sintetizado com HDL;
- Possui interconexões reconfiguráveis;
- Baixo custo de desenvolvimento;
- Ideal para aplicações de baixo/médio volume;
- Não atende requisitos de alta performance

Circuito Integrado dos lissos.....

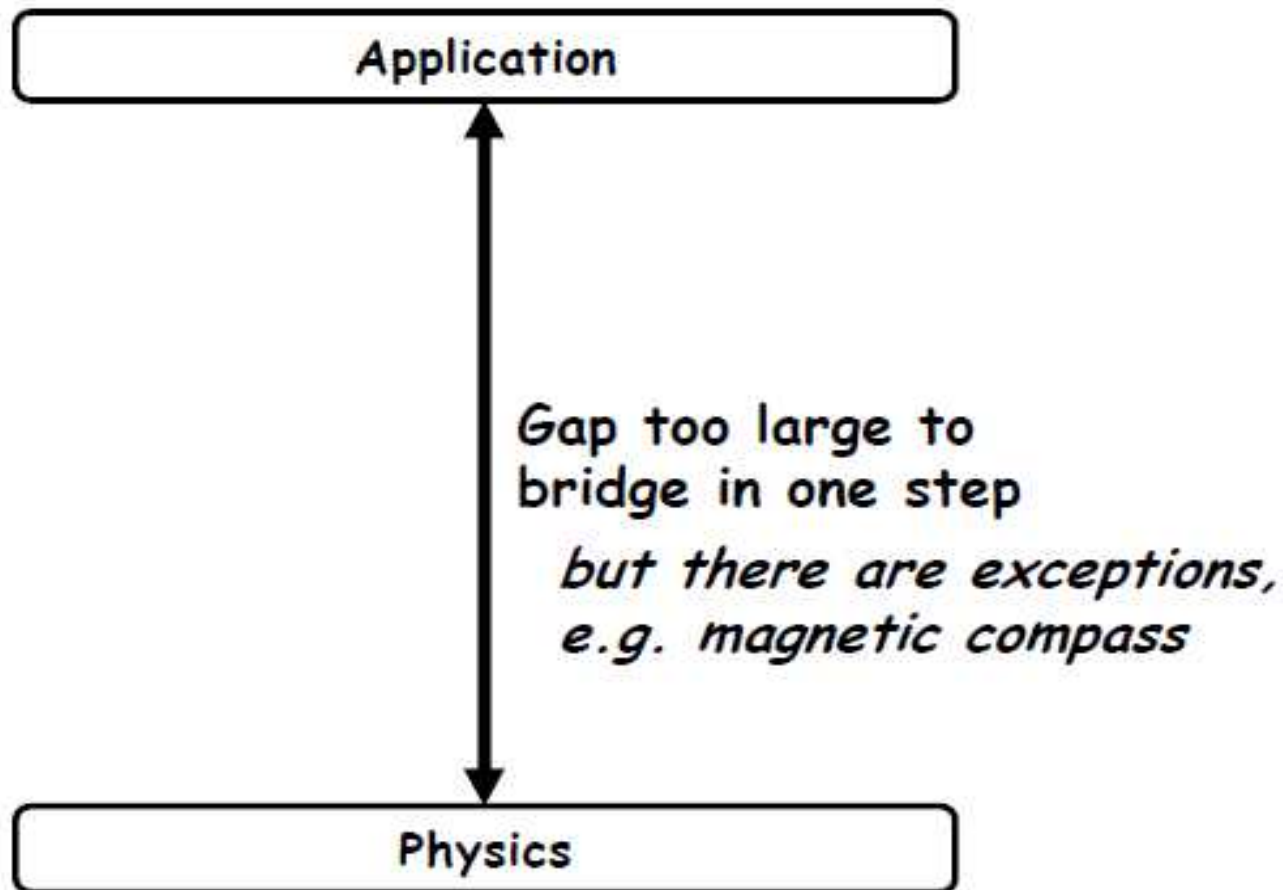


Evolução da Tecnologia digital

- Reles;
- Válvulas;
- Transistores bipolares;
- Transistores CMOS FET;
 - Início 10.000 nm atualmente 90 nm
 - com potencial de 30 nm (100 bilhões de transistores)
- Futuro
 - Nanotubos
 - 3D CMOS
 - Eletrônica molecular
- VLSI CMOS deve continuar entre 10-20 anos
 - Excelente característica energia x atraso
 - Alta densidade de fios e transistores
 - Manufatura monolítica

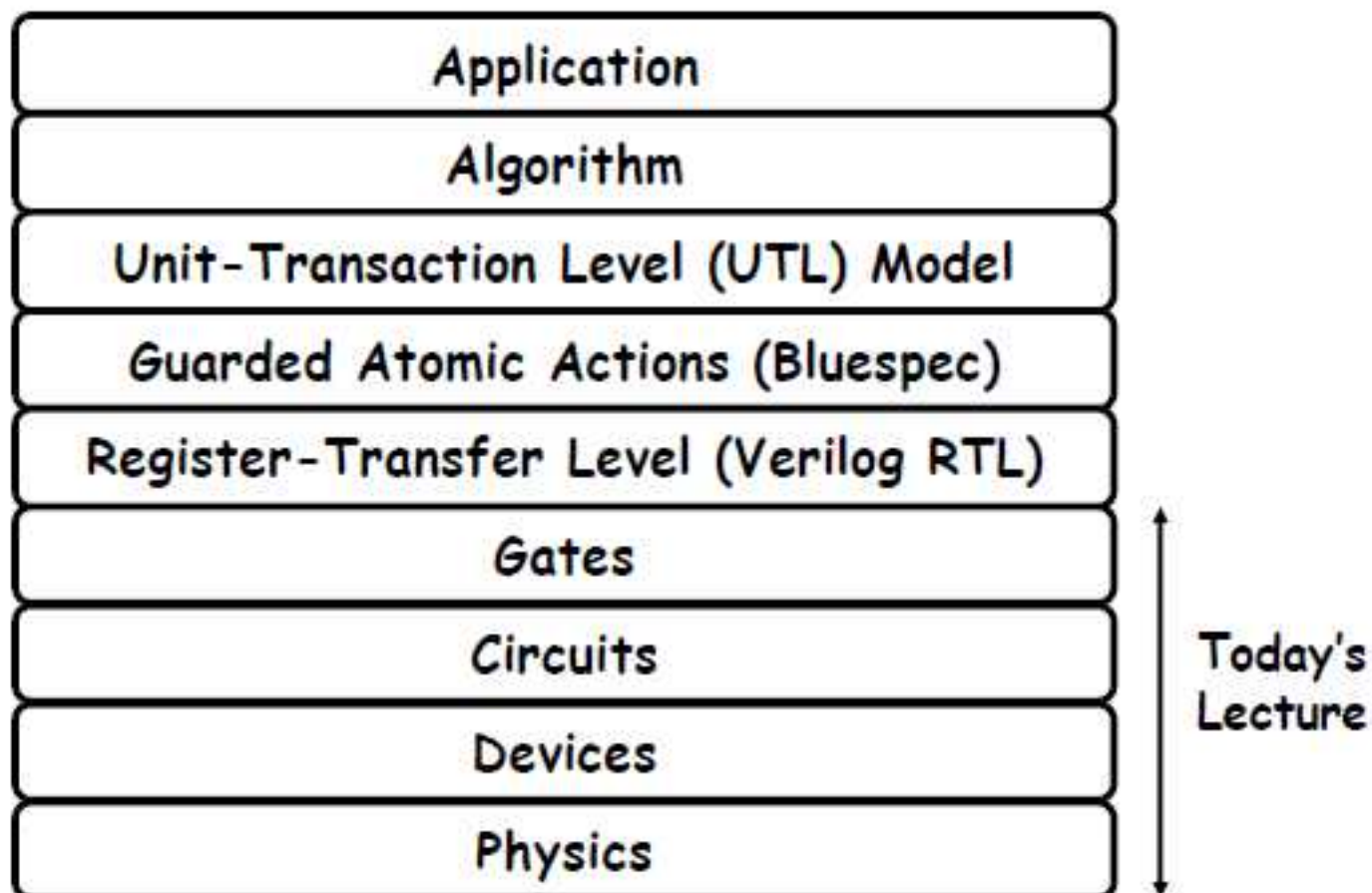


Modelo de Abstração projeto de CIs





Modelo de Abstração projeto de CIs

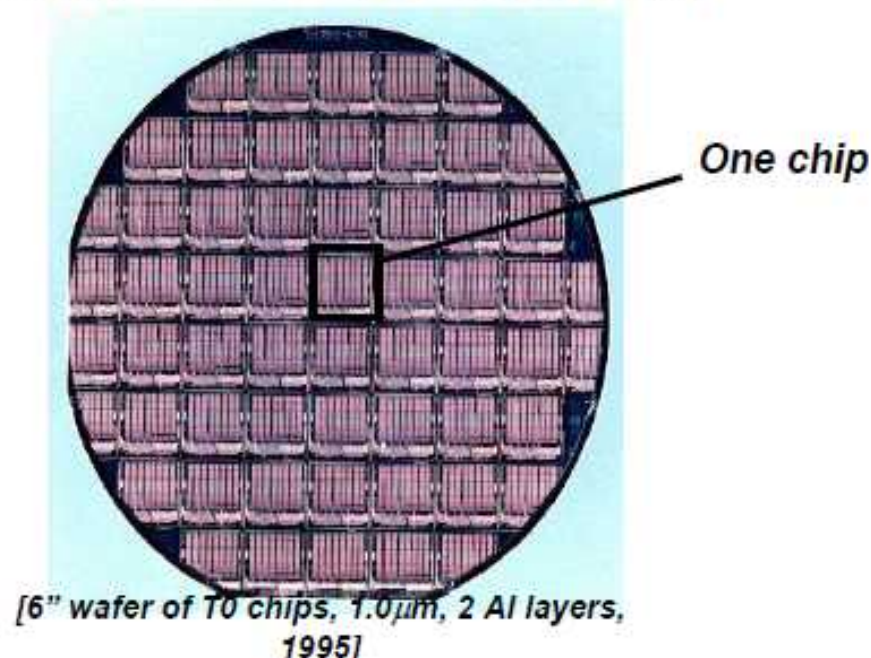




Modelo de Abstração projeto de CIs

- Inicia com wafer de cristal de silício puro
- Wafer (8")
- Centenas de chips/wafer
- Chips depois são cortados
- Encapsulados

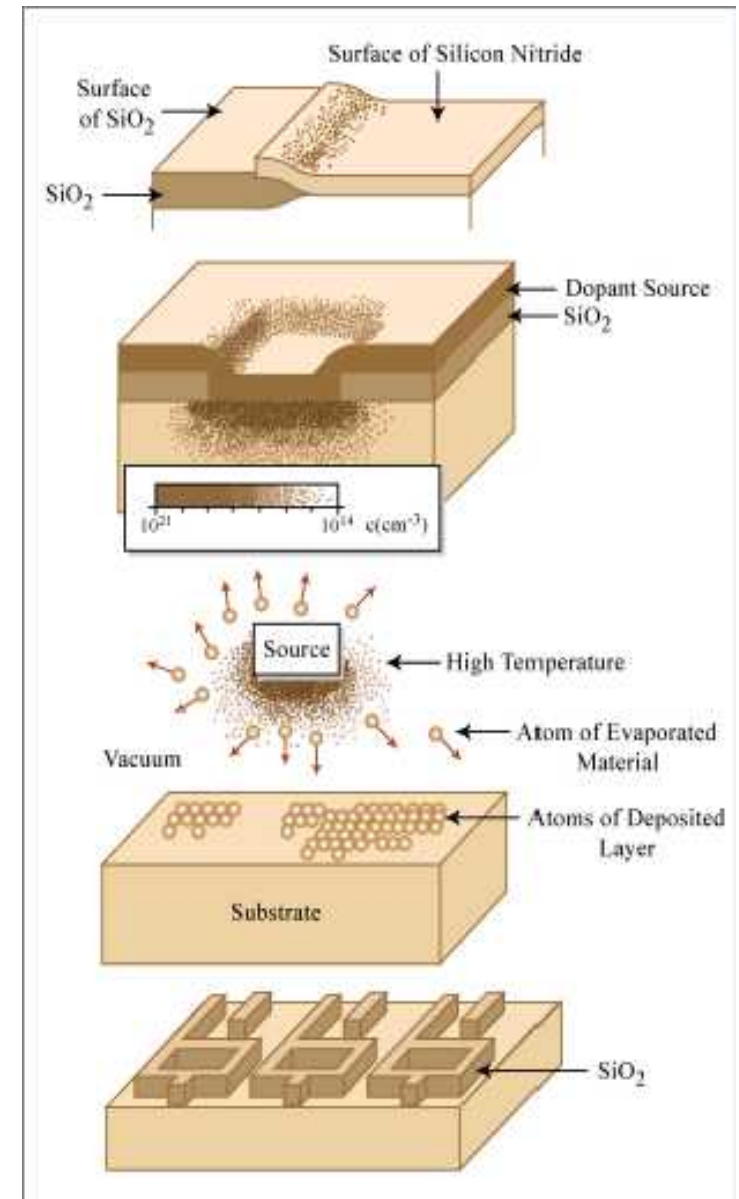
CMOS Fabrication

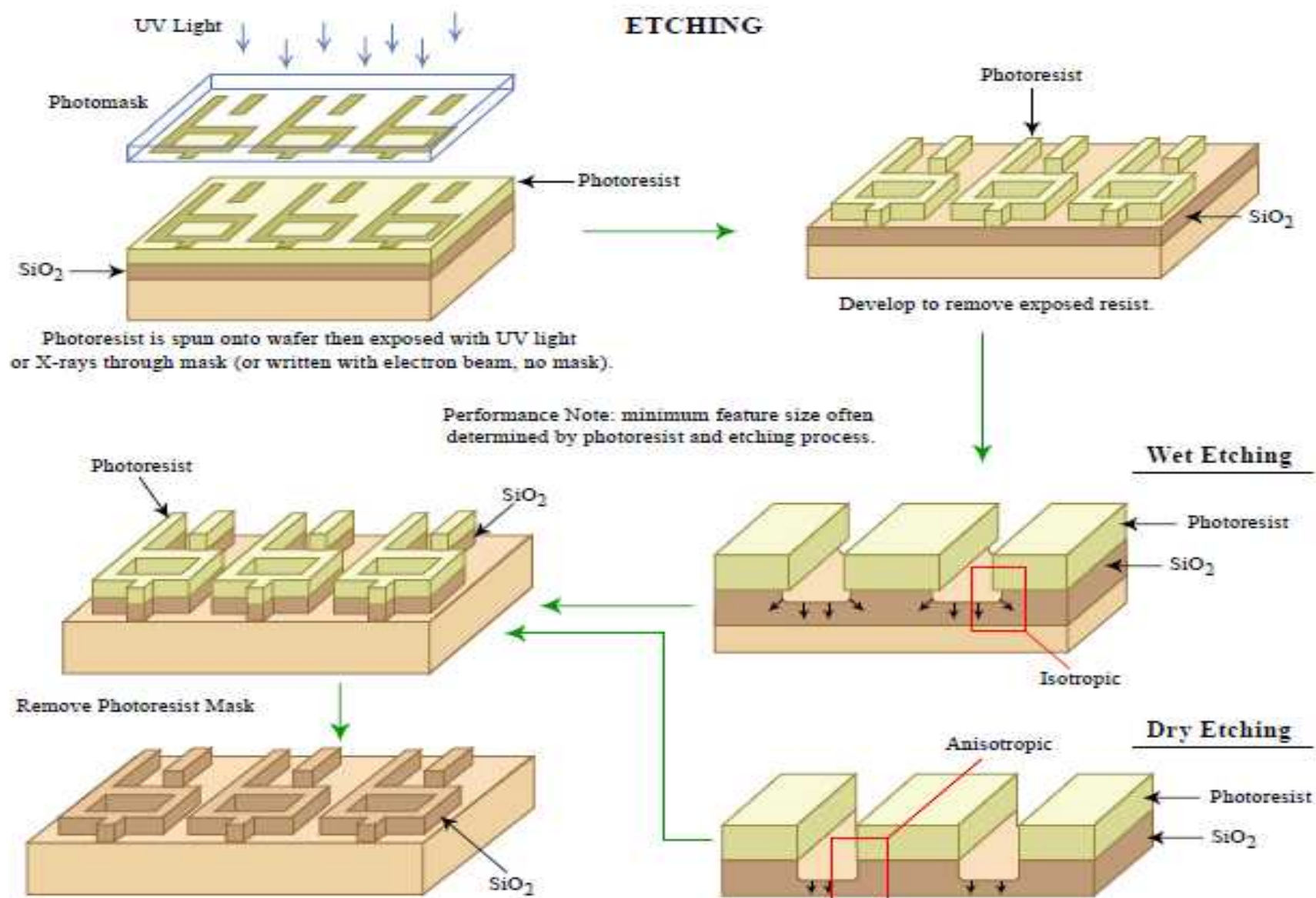




Processo Básico de Fabricação

1. Crescer Dióxido de Silício;
2. Dopar o substrato com receptores e doadores gerando junções p- e n-;
3. Depositar material sobre o wafer para criar mascaras, fios etc;
4. Corroer material depositado para gerar geometria desejada





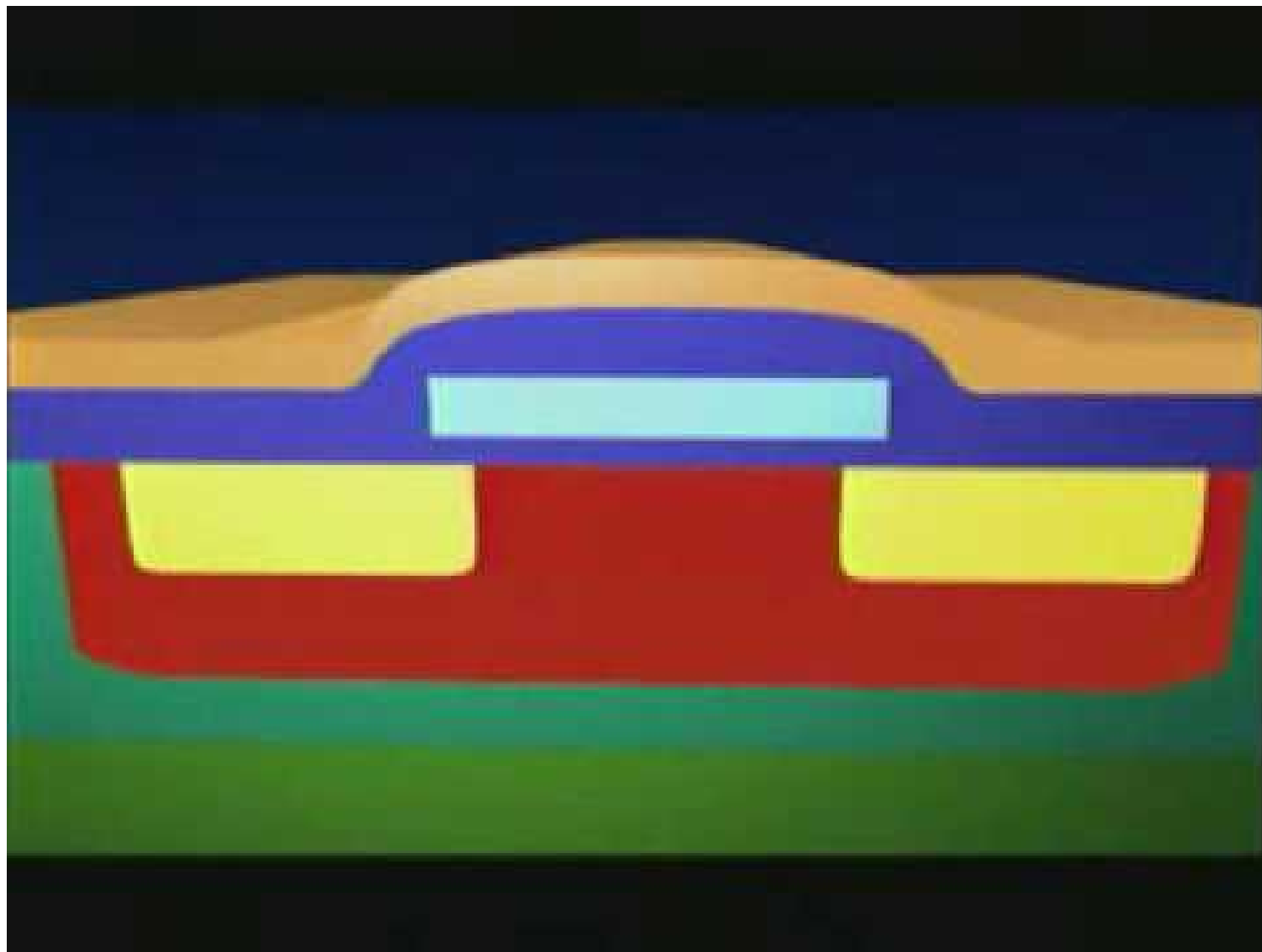


Fabricação waffer de silício(1min)



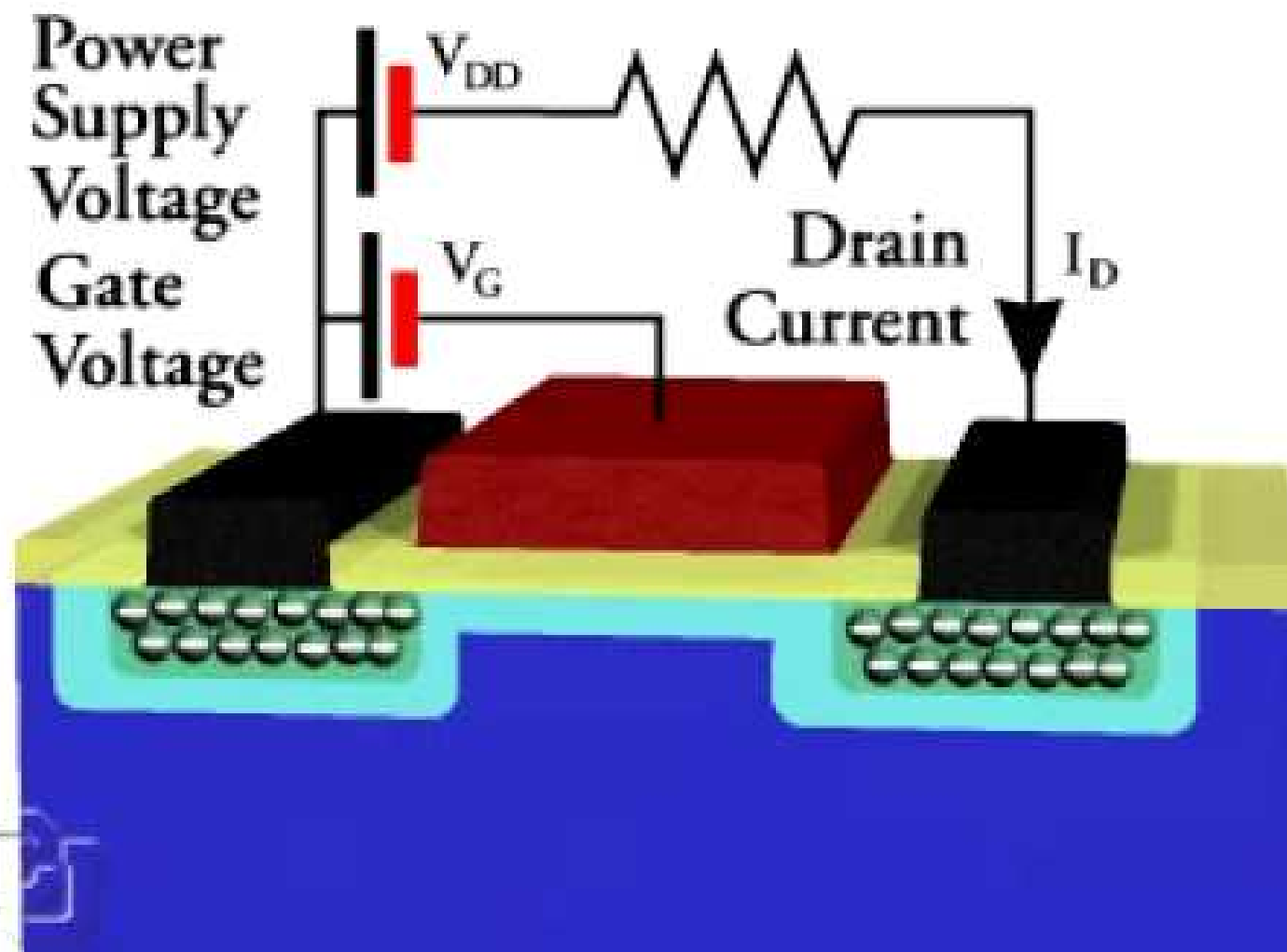


Fabricação circuito Integrado Modernos(11min)



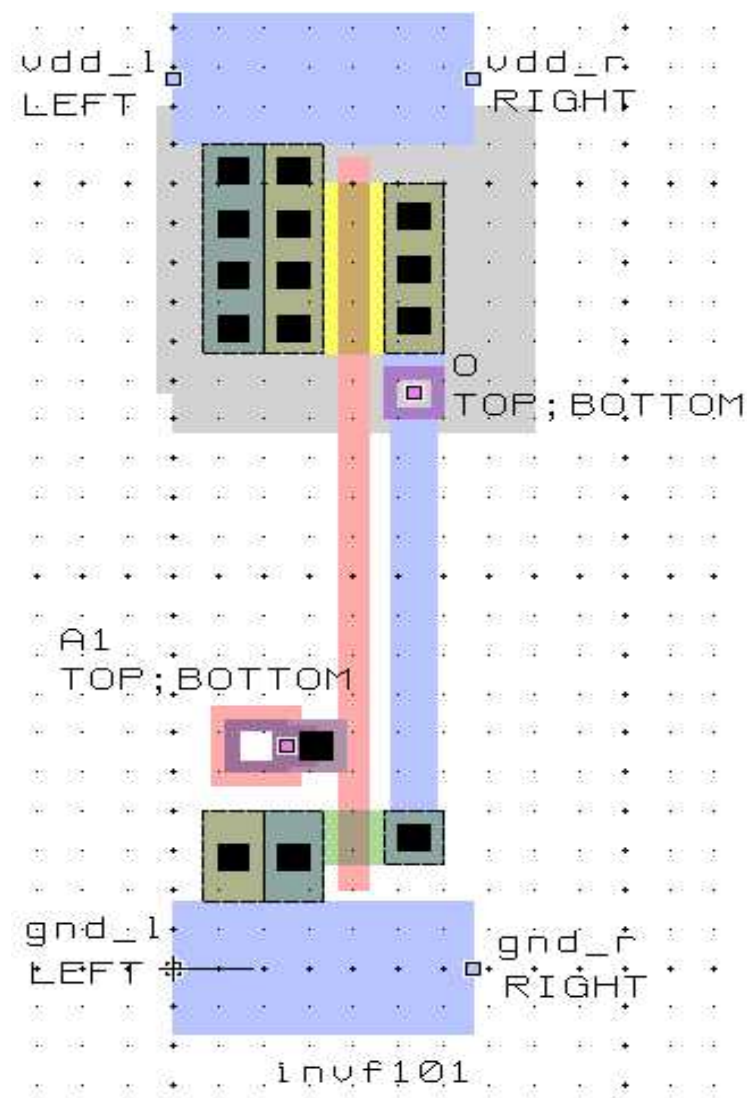
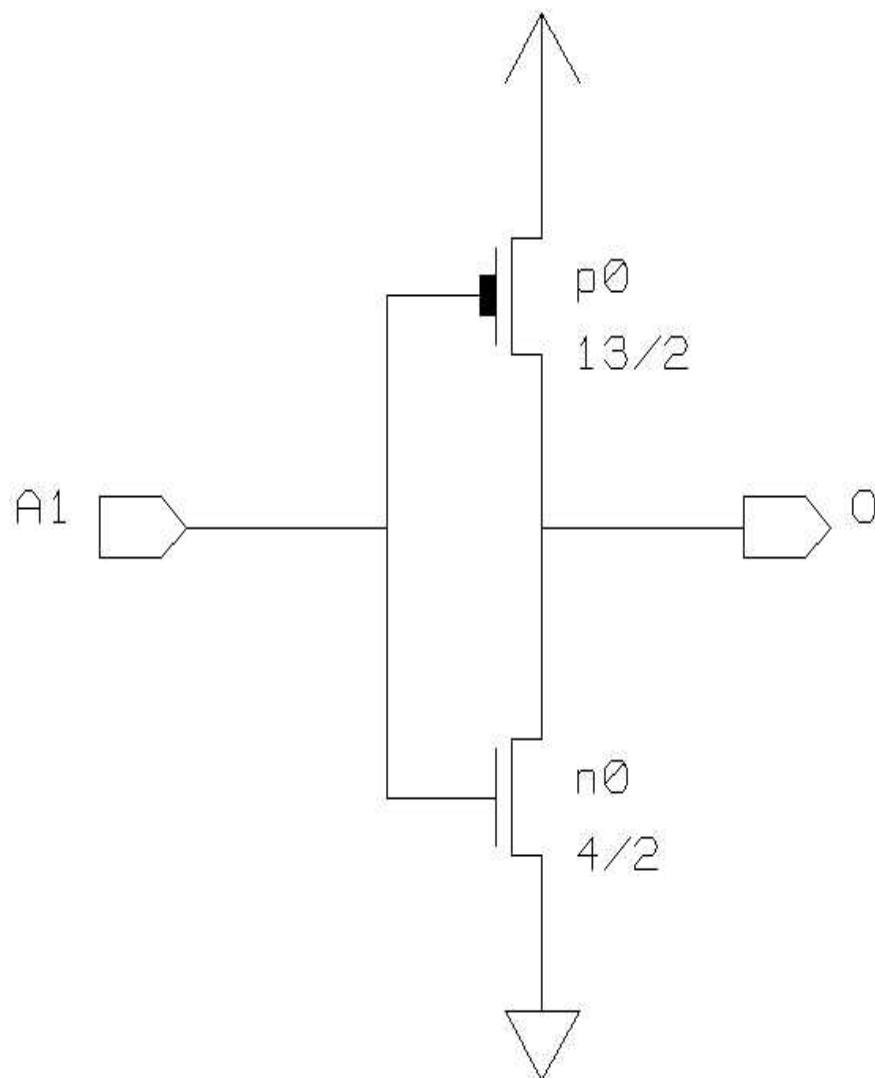


Transistor MOSFET(1 min)



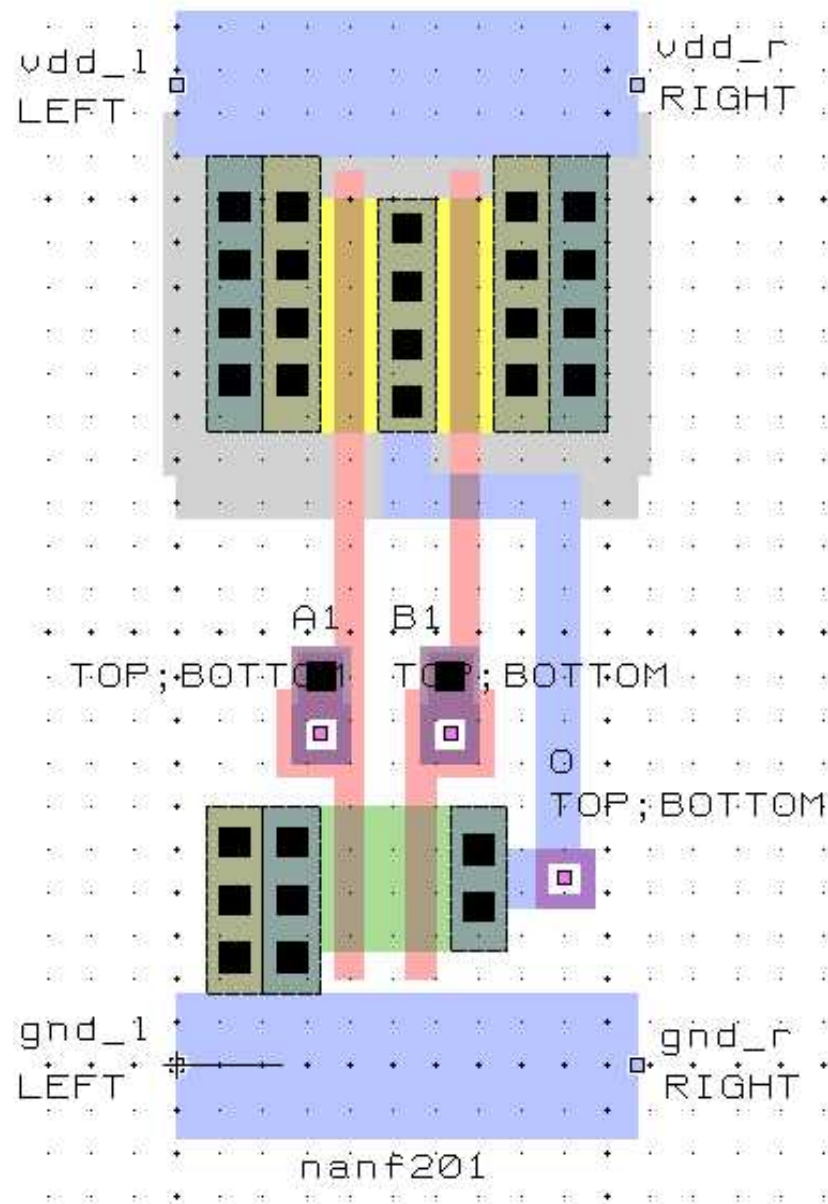
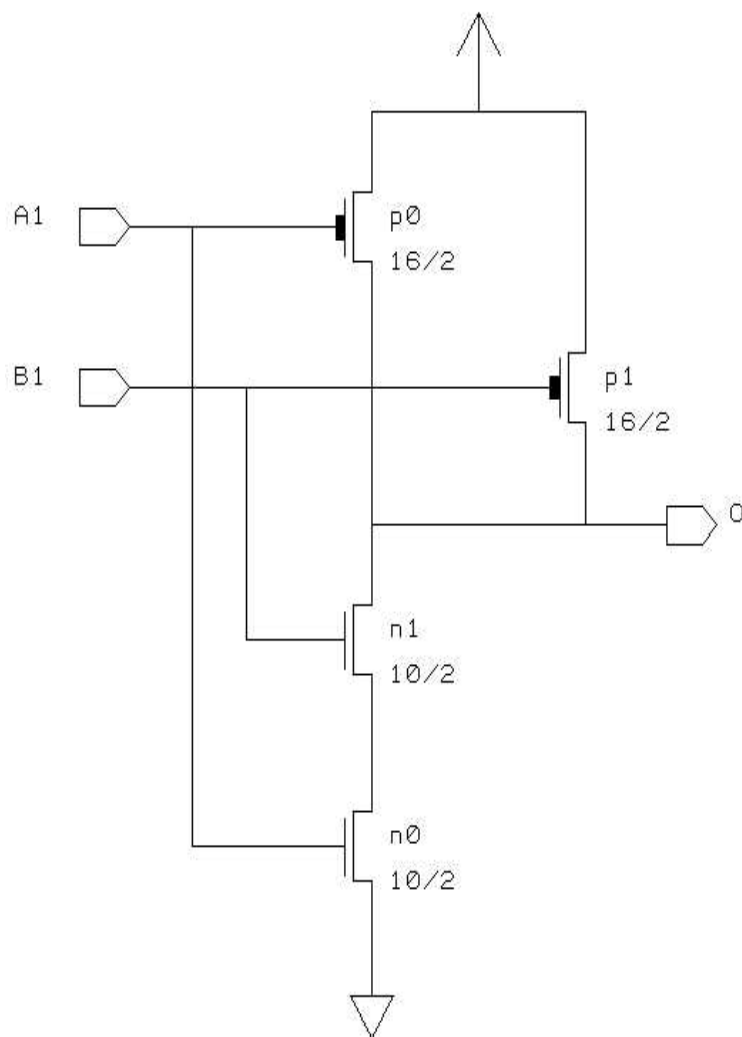


Portas Lógicas Inversora



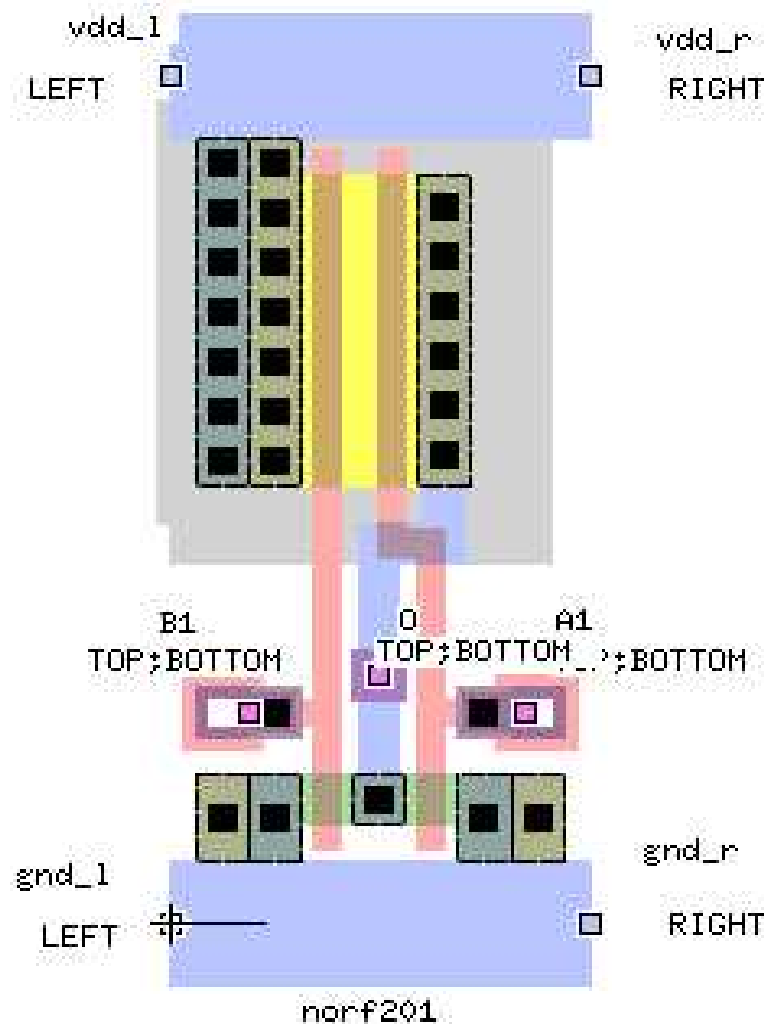
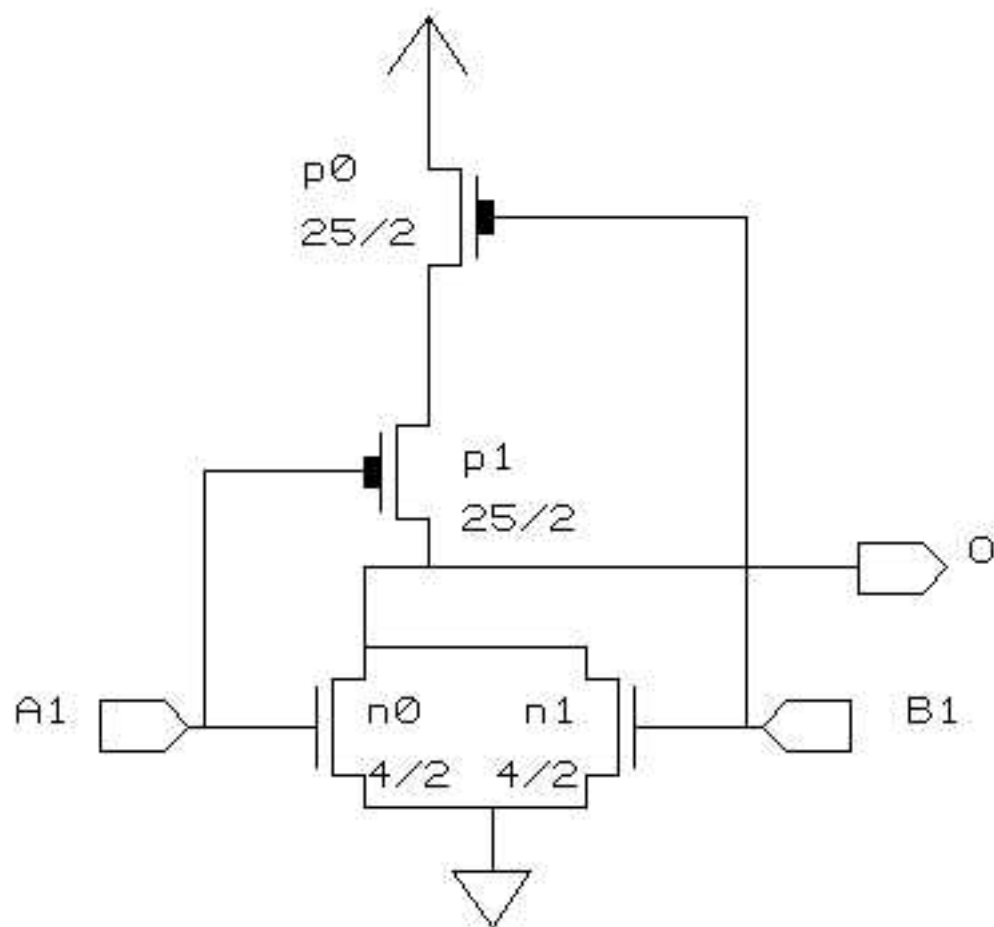


Portas Lógicas NAND





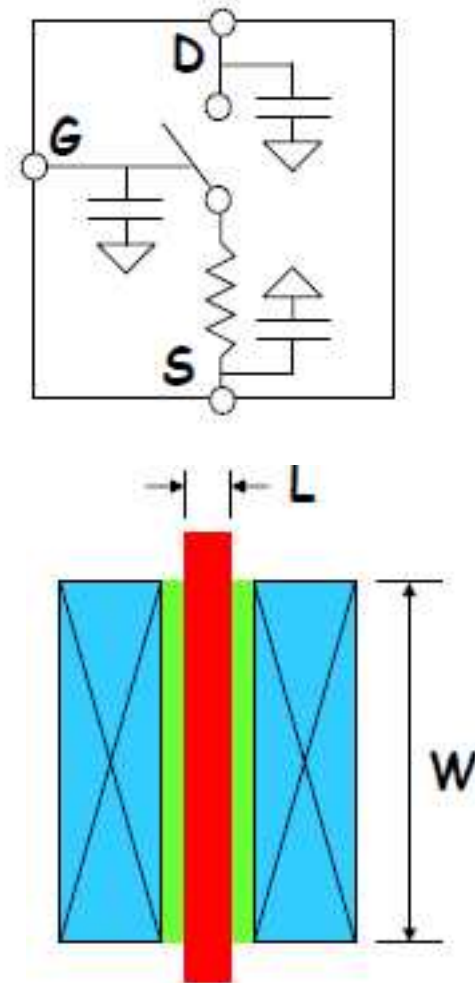
Portas Lógicas NOR





Modelo de Transistor CMOS

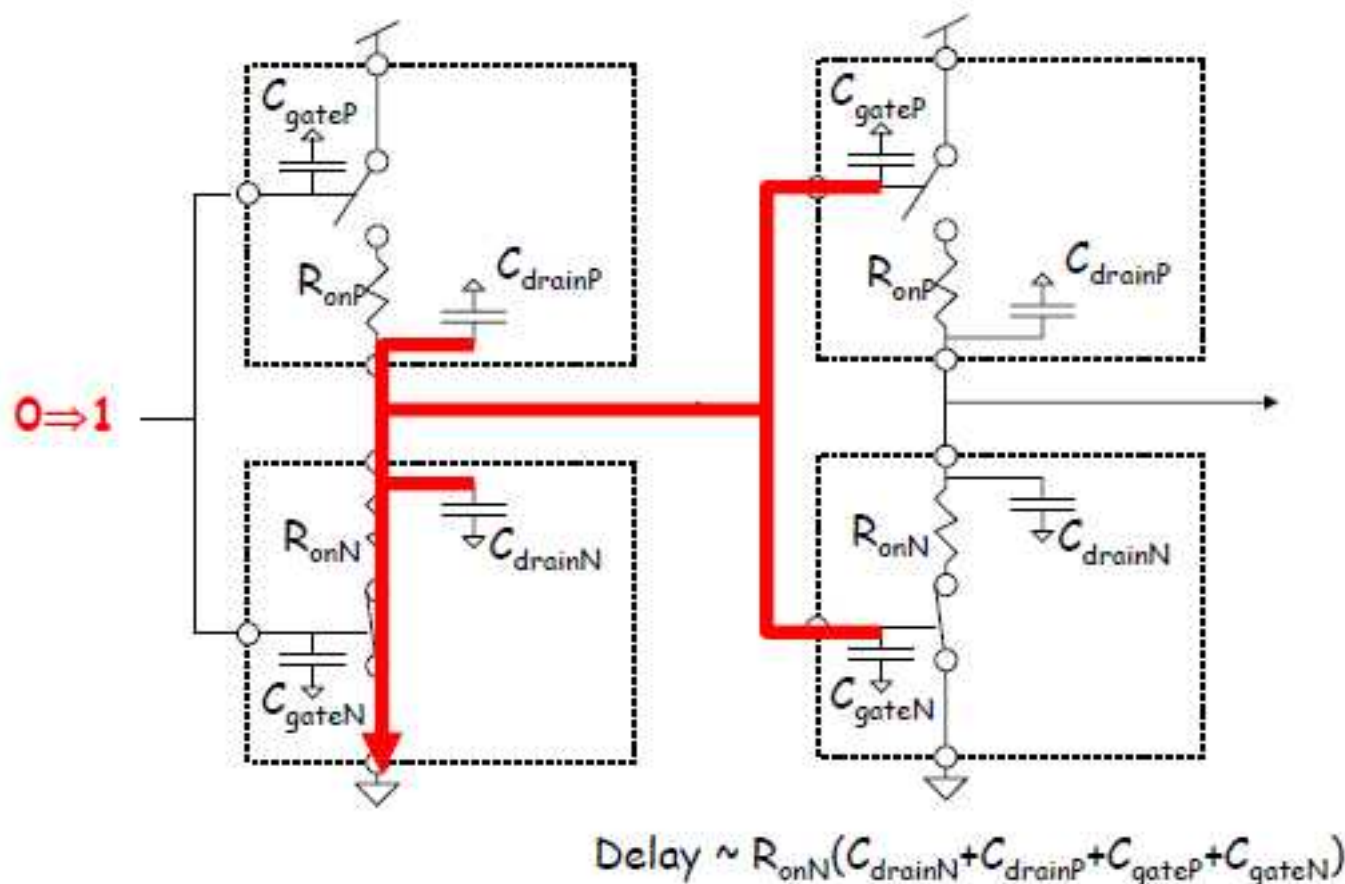
- R proporcional $1/W$
- Capacitância do gate proporcional W
- Capacitância de difusão proporcional W





Atrasos Transistores

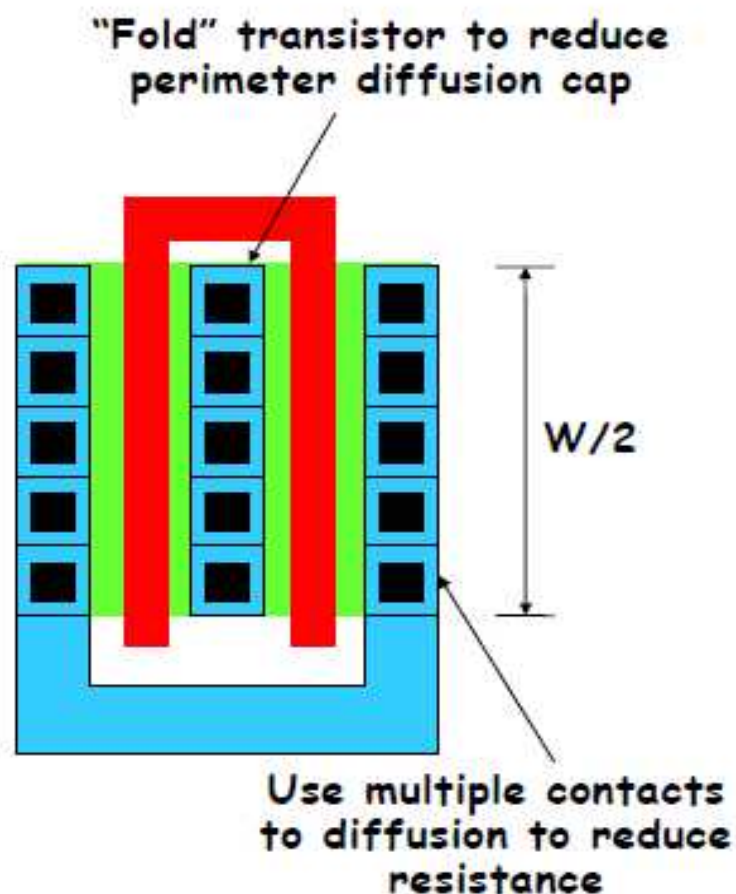
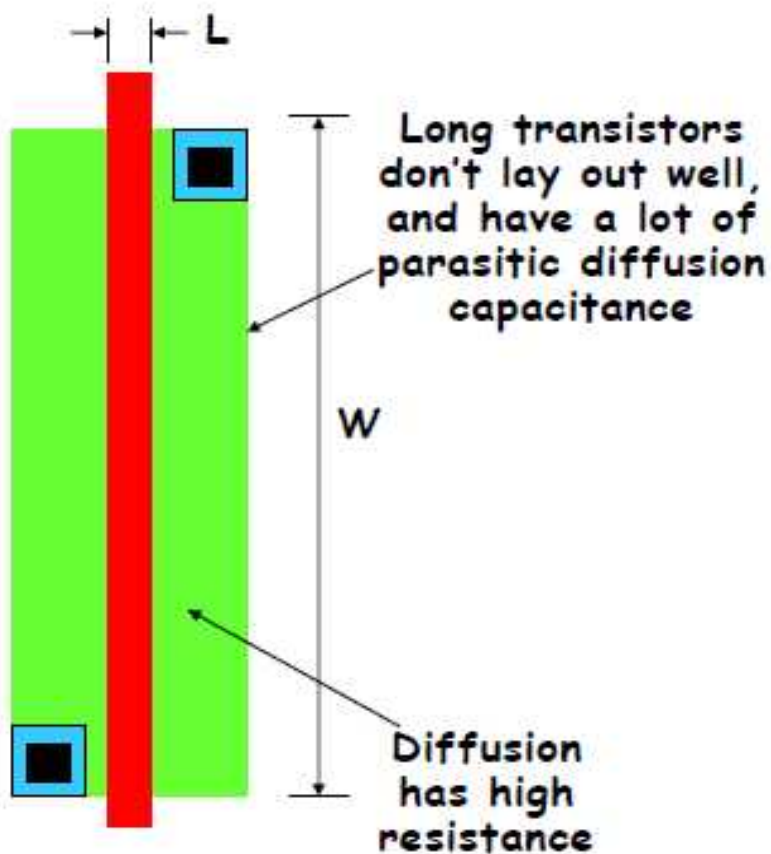
Nas transições 0- \rightarrow 1 e 1- \rightarrow 0 as capacitâncias parasitas devem ser carregadas e ou descarregadas





Truques para minimizar efeito

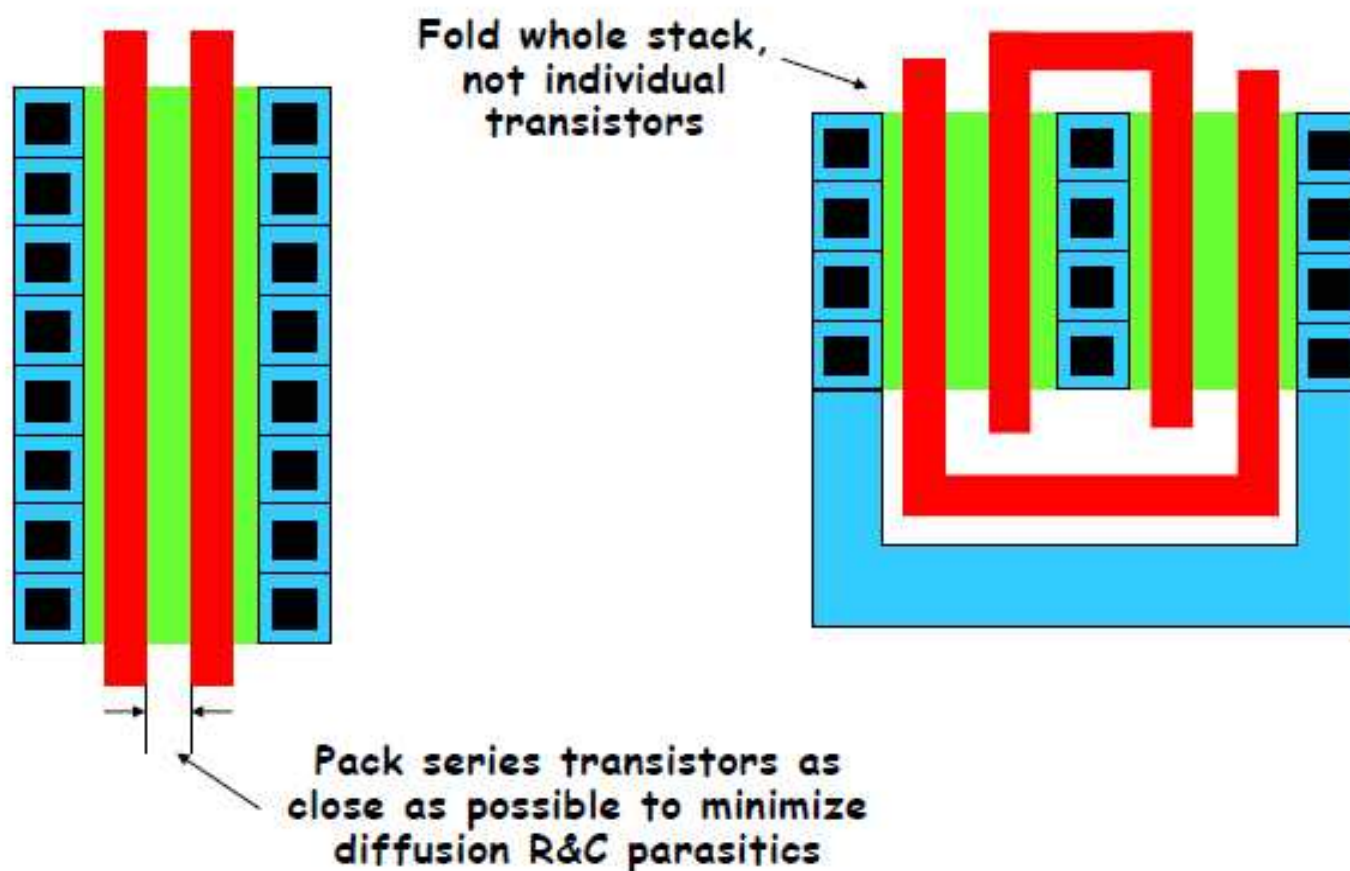
Gate Layout Tricks





Truques para minimizar efeito

More Layout Tricks





Referências

- <http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/6-884-complex-digital-systems-spring-2005/index.htm>;
- <http://www.inf.ufsc.br/~guntzel/ine5348/ine5348.html>
- http://www.hpc.msstate.edu/mpl/distributions/scmos/scmos_doc/index.html
- <http://www.vlsitechnology.org/html/libraries04.html>
- Wester, N.H.E., Harris, D.M.-"CMOS VLSI Design"
- Sendra&Smith "Microeletronics Circuits"

