

Memória Flash

- *Flash EEPROM*
 - Patenteada em 1984
 - Célula de memória baseada no mesmo princípio da EEPROM
 - Gravação individual de cada byte ou por blocos
 - Leitura aleatória ou sequencial
 - Apagamento por blocos, de só uma vez (daí o nome *flash*)

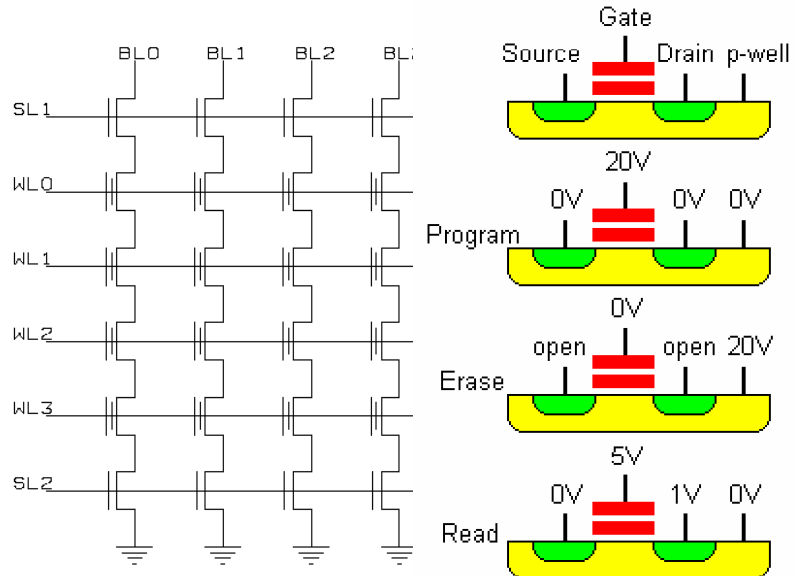
Memória Flash

- Tipos principais
 - Quanto à estrutura da matriz
 - NAND
 - NOR
 - Quanto à capacidade de cada célula
 - Single
 - Multi-level

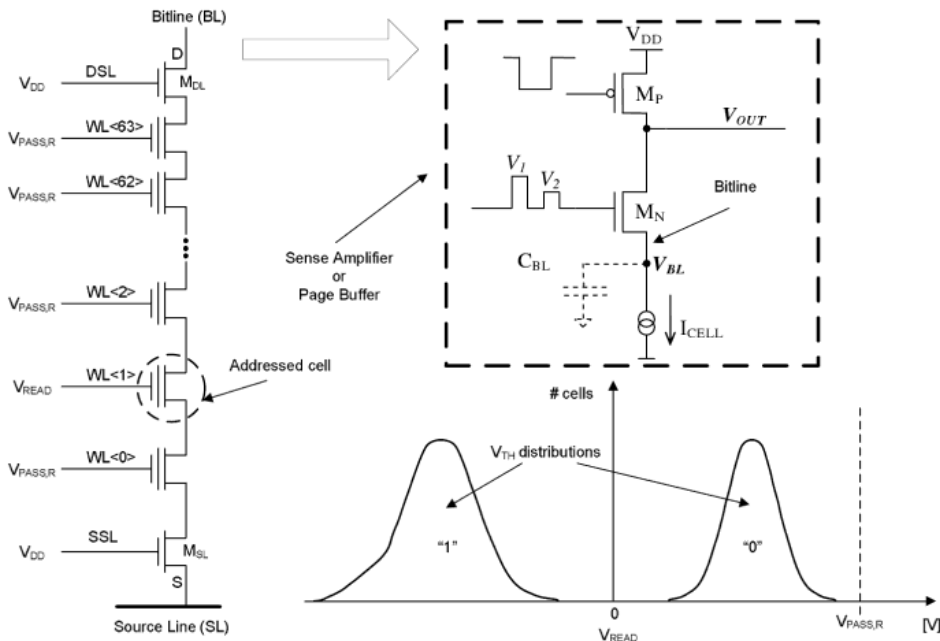
Memória Flash-NAND

■ NAND

- MOSFET's em série
- Todas WL ativadas exceto a que se deseja acessar
- Não necessita metalização de S/D: maior densidade



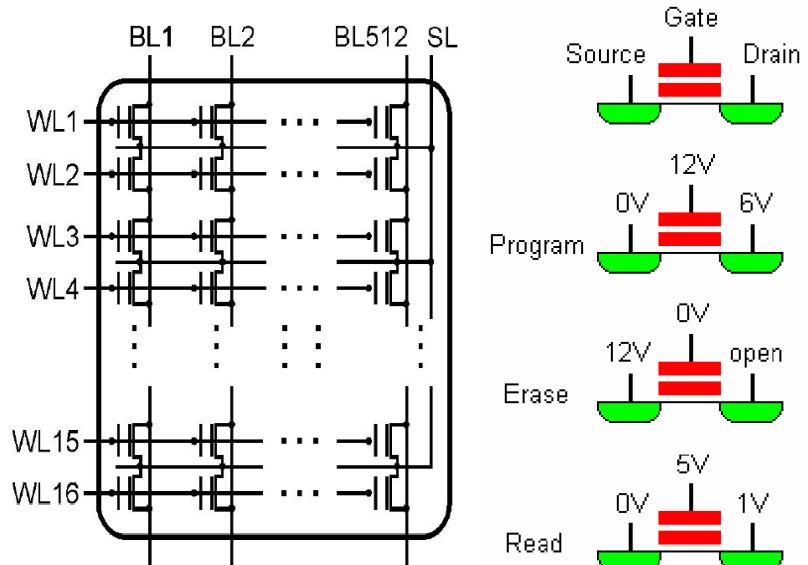
Memória Flash-NAND



Memória Flash-NOR

■ NOR

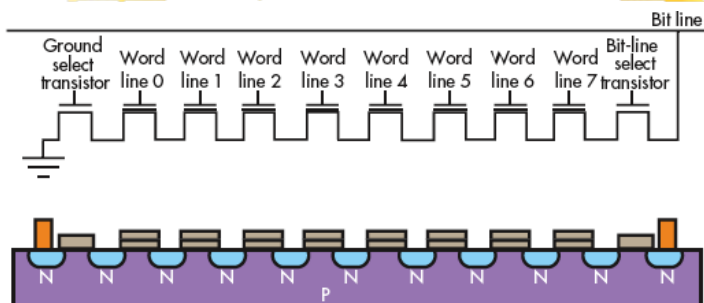
- MOSFET's em paralelo
- apenas a WL que se deseja acessar é ativada
- Necessita metalização de S/D: menor densidade



Memória Flash

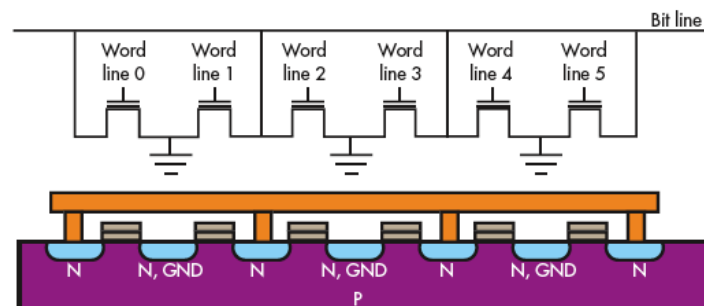
■ NAND

- MOSFET's em série (8 a 64)



■ NOR

- MOSFET's em paralelo



Memória Flash

- NAND
 - rápida para escrever e apagar
 - Lenta para ler dado não sequencial
 - Controlador de memória complexo
 - Barramentos de dados e endereço compartilhado
 - Adequada para leitura serial

Memória Flash

- NOR
 - rápida para ler dado
 - lenta para apagar e escrever novo dado
 - Barramentos de dados e endereço independentes
 - Controlador de memória simples
 - Adequada para leitura aleatória

Memória Flash

■ Comparativo NOR x NAND

	NOR Flash (typical)	NAND Flash (typical)
Tempo de leitura aleatório	80 ns/16-bit word	15 μ s /528-byte page
Velocidade de leitura por setor	13.2 Mbytes/s	12.7 Mbytes/s
Velocidade de programação	1 word/10 μ s = 0.2 Mbytes/s	528 bytes/250 μ s = 2.1 Mbps
Velocidade de apagamento	64 kbyte/0.8 s = 0.08 Mbytes/s	16 kbyte/3 ms = 5.3 Mbytes/s

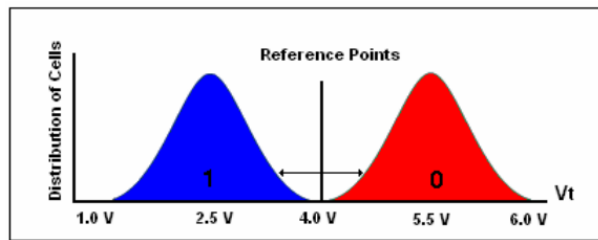
Memória Flash

- *Single bit cell* (SLC)
 - 2 níveis de carga por célula (1 bit)
 - Capacidade limitada pela dimensões
- *Multi bit cell* (MLC)
 - 4 a 16 níveis de carga por célula (2 a 4 bits/cel)
 - Aumento da capacidade com mesma dimensão

Memória Flash

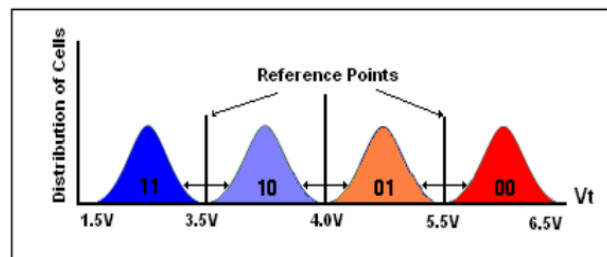
- SLC

Programada	0
Apagada	1



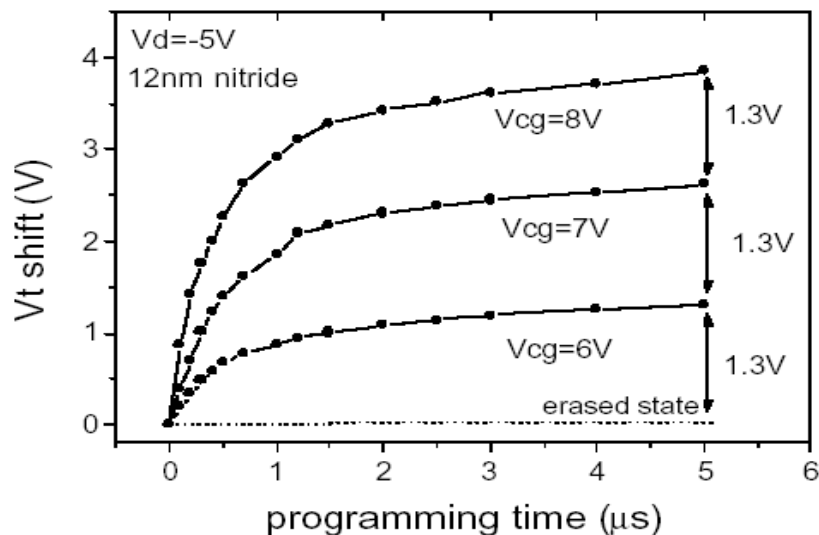
- MLC

Totalmente programada	00
Parcialmente programada	01
Parcialmente apagada	10
Totalmente apagada	11



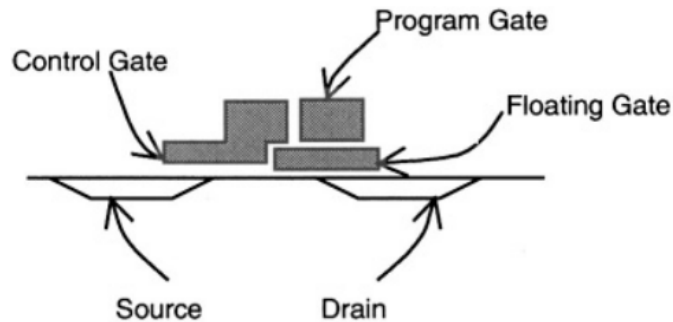
Memória Flash

- Multi bit de 4 níveis



Memória Flash

- *Multi bit*: 3 eletrodos de porta



Memória Flash

- *Single bit* (SLC)
 - Até 10^5 ciclos de gravação
 - Maior confiabilidade
- *Multi bit* (MLC)
 - Maior densidade
 - Até 10^4 ciclos de gravação
 - Necessita conversor A/D interno

Memória Flash

■ Quadro comparativo (2007)

	SLC	MLC	
Density	16Mbit	32Mbit	64Mbit
Read Speed	100ns	120ns	150ns
Block Size	64Kbyte	128Kbyte	
Architecture	x8	x8 / x16	
Endurance	100,000 cycles	10,000 cycles	
Operating Temperature	Industrial	Commercial	

	SLC	MLC
High Density		✓
Low Cost per Bit		✓
Endurance	✓	
Operating Temperature Range	✓	
Low Power Consumption	✓	
Write/Erase Speeds	✓	
Write/Erase Endurance	✓	

Prof. Marlio Bonfim TE159 - Memórias

15

Memória Flash

□ Mercado atual de NAND Flash

- Samsung 50%
- Toshiba 19%
- Hynix 17%

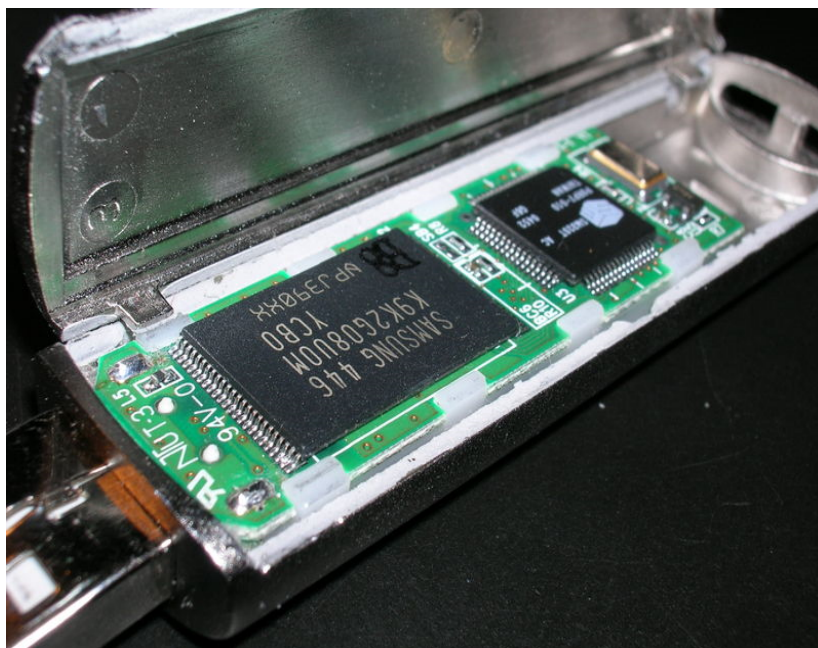
Prof. Marlio Bonfim TE159 - Memórias

16

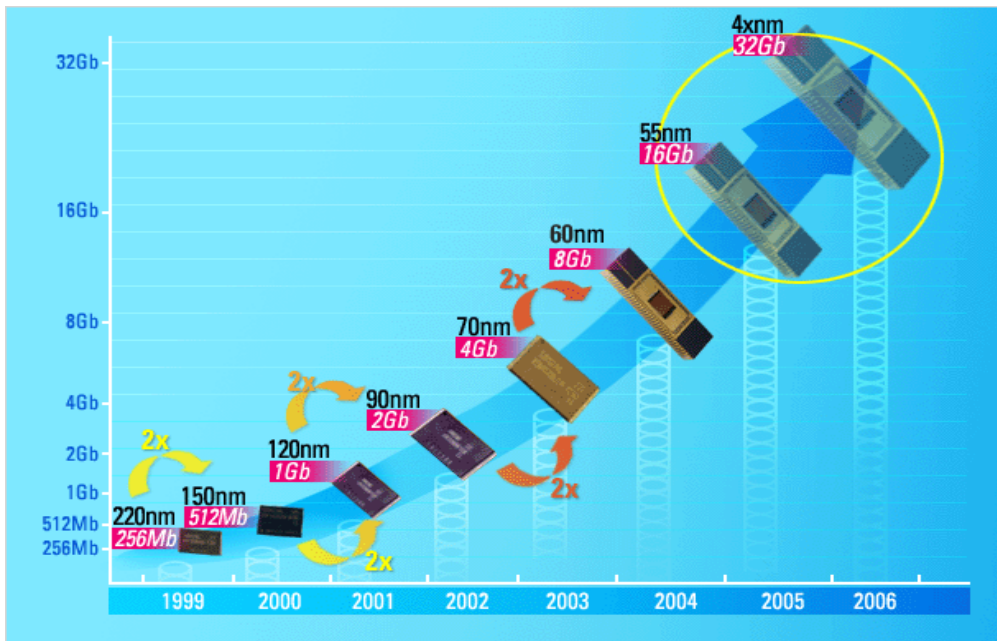
Memória Flash

- Estado atual
 - Capacidade atual:
 - SLC: 8 GByte/chip (50 nm, Samsung)
 - MLC: 16 GBytes/chip (50 nm, Samsung)
 - Com empilhamento de chip:
 - 32 GBytes (8x4 GB, 43 nm, Toshiba)

Memória Flash



Memória Flash-Evolução



Memória Flash-Evolução

