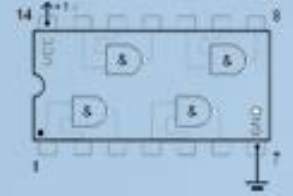


# Portas lógicas e Circuitos

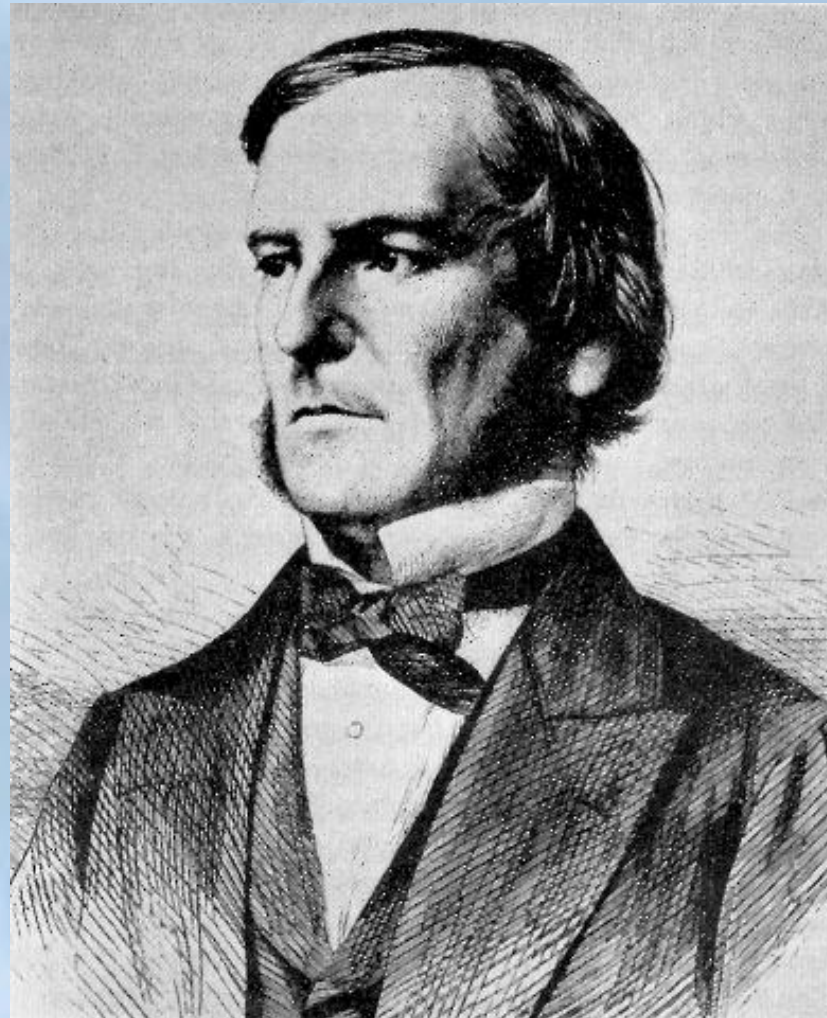
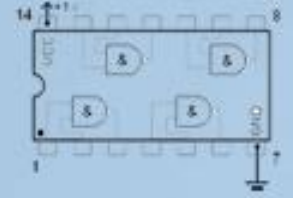
Marcos Monteiro, MBA

# Cultura Inútil



- Em 1854, o matemático britânico George Boole (1815 - 1864), através da obra intitulada *An Investigation of the Laws of Thought* (Uma Investigação Sobre as Leis do Pensamento), apresentou um sistema matemático de análise lógica conhecido como álgebra de Boole.
- No início da era da eletrônica, todos os problemas eram resolvidos por sistemas analógicos, isto é, sistemas lineares.
- Apenas em 1938, o engenheiro americano Claude Elwood Shannon utilizou as teorias da álgebra de Boole para a solução de problemas de circuitos de telefonia com relés, tendo publicado um trabalho denominado *Symbolic Analysis of Relay and Switching*, praticamente introduzindo na área tecnológica o campo da eletrônica digital.
- Esse ramo da eletrônica emprega em seus sistemas um pequeno grupo de circuitos básicos padronizados conhecidos como Portas Lógicas.

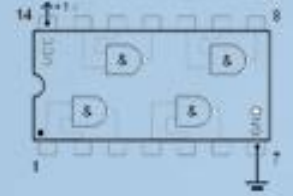
# O culpado



George Boole

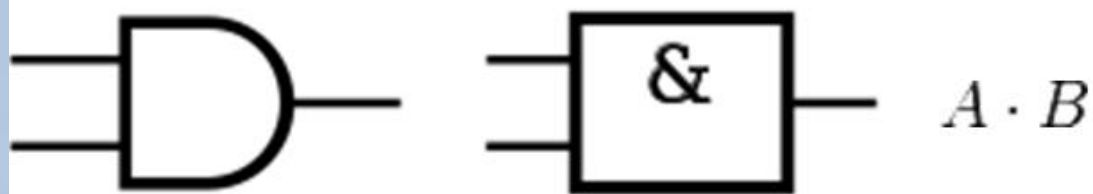
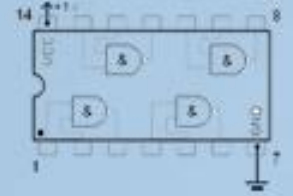
; ) Prof. Marcos Monteiro

# Definição



- **Portas lógicas** ou circuitos lógicos, são dispositivos que operam um ou mais sinais lógicos de entrada para produzir uma e somente uma saída, dependente da função implementada no circuito. São geralmente usadas em circuitos eletrônicos, por causa das situações que os sinais deste tipo de circuito podem apresentar: presença de sinal, ou "1"; e ausência de sinal, ou "0". As situações "Verdadeira" e "Falsa" são estudadas na Lógica Matemática ou Lógica de Boole; origem do nome destas portas. O comportamento das portas lógicas é conhecido pela tabela verdade que apresenta os estados lógicos das entradas e das saídas.

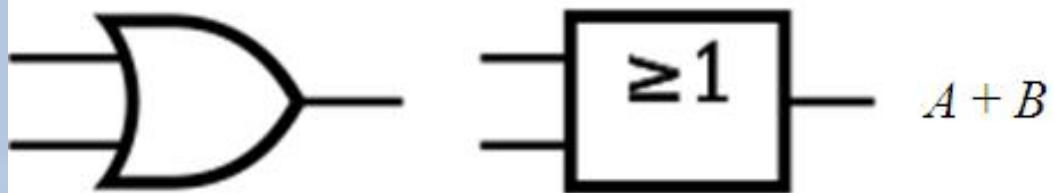
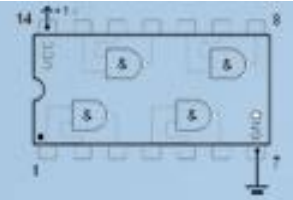
# AND



ENTRADA		SAÍDA
A	B	A AND B
<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<u>0</u>	<u>1</u>	<u>0</u>
<u>1</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>

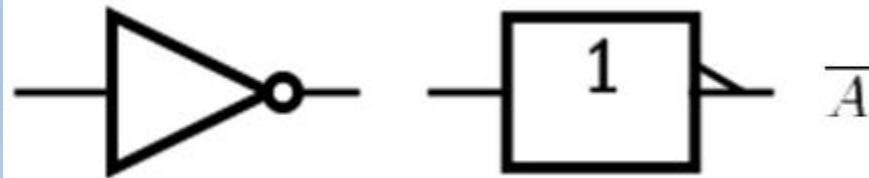
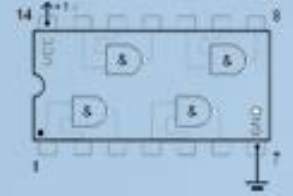


# OR



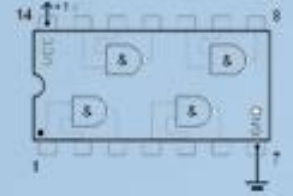
ENTRADA		SAÍDA
A	B	A OR B
<u>0</u>	<u>0</u>	<u>0</u>
<u>0</u>	<u>1</u>	<u>1</u>
<u>1</u>	<u>0</u>	<u>1</u>
<u>1</u>	<u>1</u>	<u>1</u>

# NOT



ENTRADA	SAÍDA
A	NOT A
<u>0</u>	<u>1</u>
<u>1</u>	<u>0</u>

# NAND

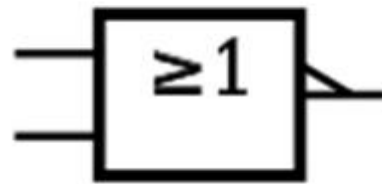
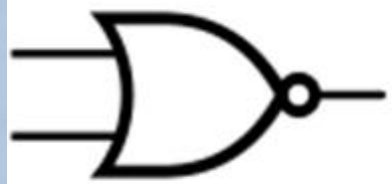
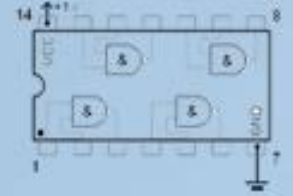


$$\overline{A \cdot B}$$

ENTRADA		SAÍDA
A	B	A NAND B
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



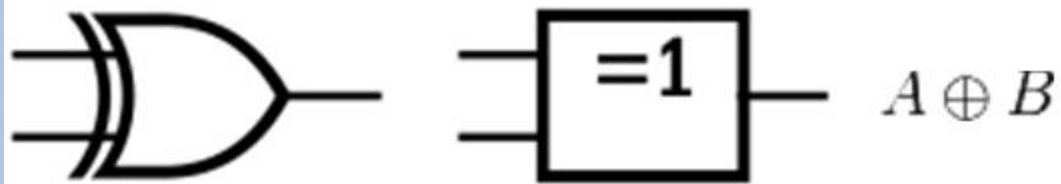
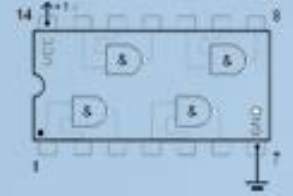
# NOR



$$\overline{A + B}$$

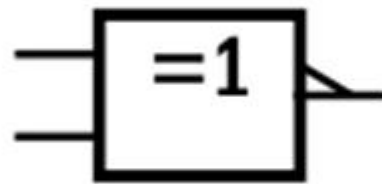
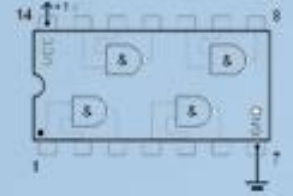
ENTRADA		SAÍDA
A	B	A NOR B
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

# XOR



ENTRADA		SAÍDA
A	B	A XOR B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

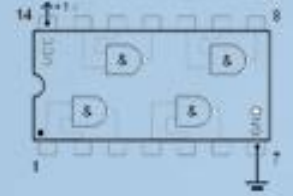
# XNOR









$$\overline{A \oplus B}$$

ENTRADA		OUTPUT
A	B	A XNOR B
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

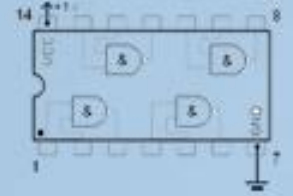
Ou seja:



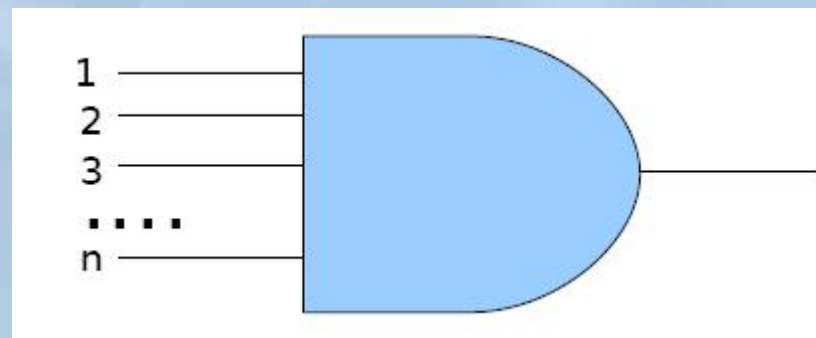
## Portas Lógicas - Símbolos

NOME	Símbolo Gráfico	Símbolo Algébrico
NOT		$S = \overline{A}$ ou $S = A'$
AND		$S = A \cdot B$ ou $S = AB$
OR		$S = A + B$
NAND		$S = \overline{(A \cdot B)}$
NOR		$S = \overline{(A + B)}$
XOR		$S = A \oplus B$

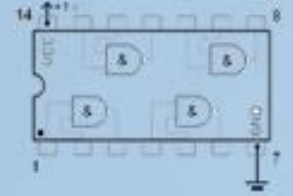
# Mas...



As estradas não estão limitadas a 2, podem ter quantas entradas forem necessárias, mas a saída é sempre única



# Famílias lógicas



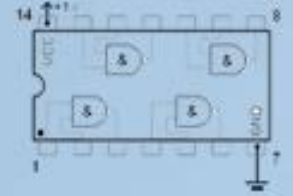
Os circuitos integrados digitais estão agrupados em famílias lógicas.

- Famílias lógicas bipolares:
  - RTL – *Resistor Transistor Logic* – Lógica de transístor e resistência.
  - DTL – *Diode Transistor Logic* – Lógica de transístor e díodo.
  - TTL – *Transistor Transistor Logic* – Lógica transístor-transístor.
  - HTL – *High Threshold Logic* – Lógica de transístor com alto limiar.
  - ECL – *Emitter Coupled Logic* – Lógica de emissores ligados.
  - I<sup>2</sup>L – *Integrated-Injection Logic* – Lógica de injeção integrada.
- Famílias lógicas MOS (Metal – Óxido – Semicondutor)
  - CMOS – *Complementary MOS* – MOS de pares complementares NMOS/PMOS
  - NMOS – Utiliza só transístores MOS-FET canal N.
  - PMOS – Utiliza só transístores MOS-FET canal P.

Atualmente a família lógica TTL e a CMOS são as mais usadas.



# Tensões dos níveis lógicos



- **Família Lógica TTL**

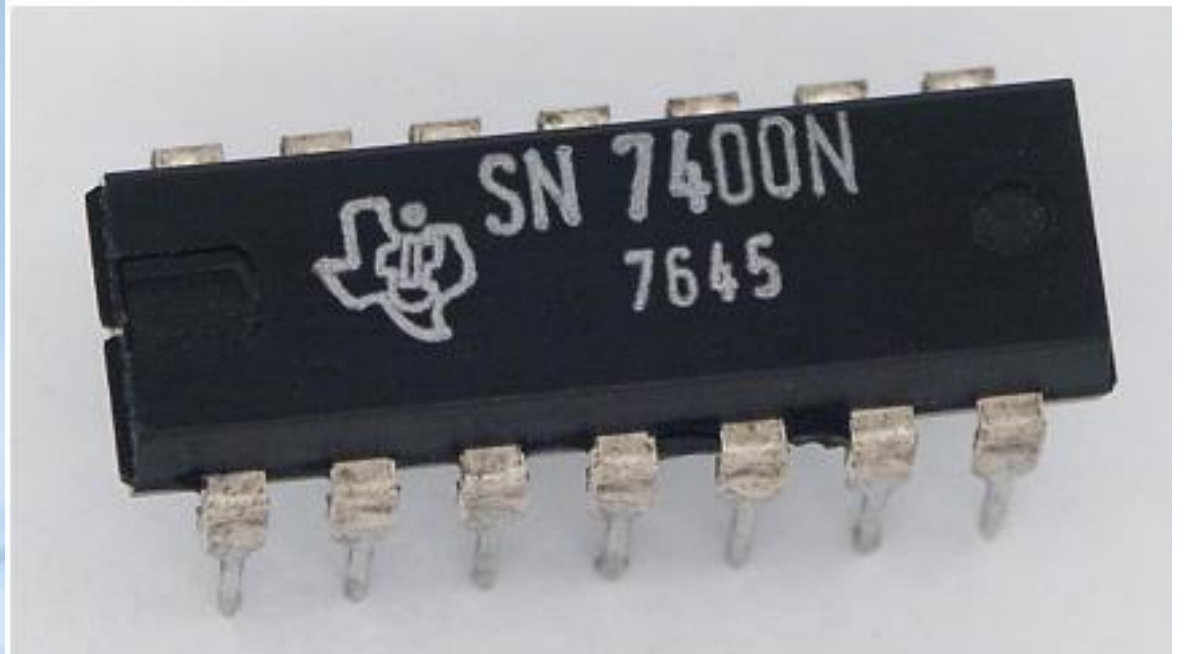
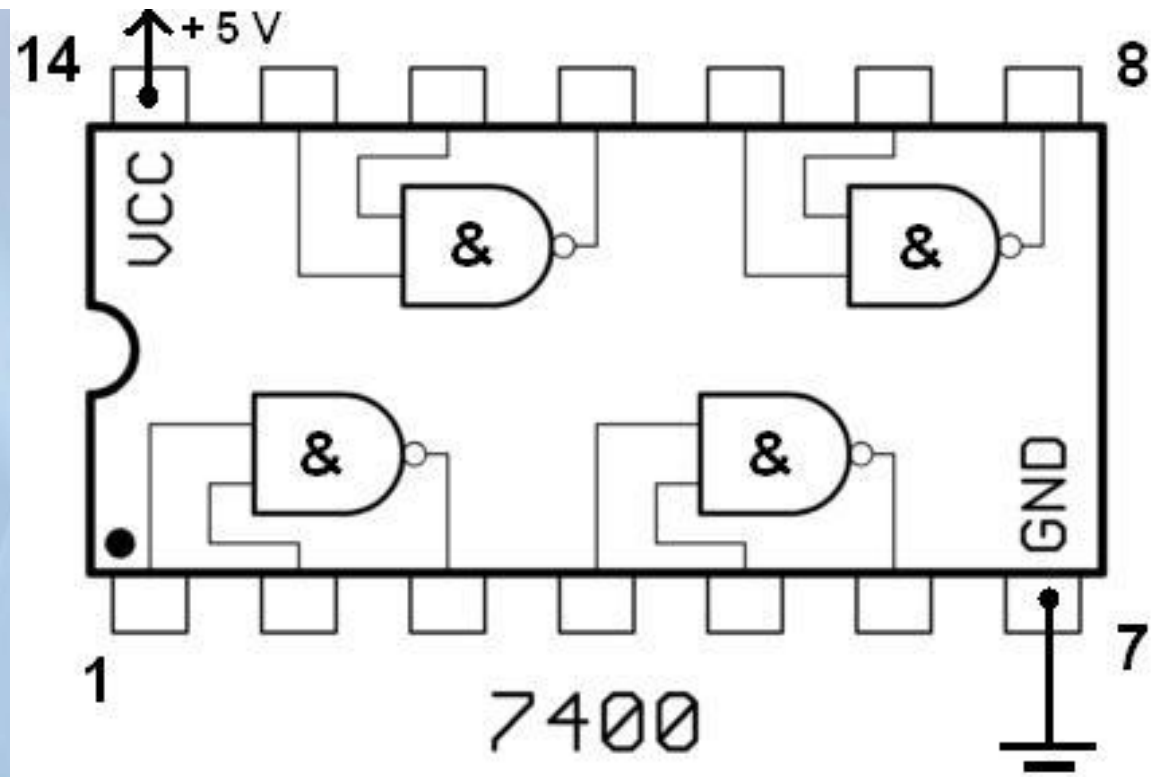
*Faixas de tensão correspondentes aos níveis lógicos de entrada:*

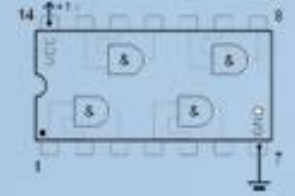
- Entre 2 e 5 Volt, nível lógico 1
- Entre 0,8V e 2V o componente não reconhece os níveis lógicos 0 e 1, devendo portanto, ser evitada em projectos de circuitos digitais.
- Entre 0 e 0,8 Volt, nível lógico 0
- *Faixas de tensão correspondentes aos níveis lógicos de saída:*
- Entre 2,4 e 5 Volt, nível lógico 1
- Entre 0,3 e 0,5 Volt, nível lógico 0

## Família Lógica CMOS

- Faixa de alimentação que se estende de 3V a 15V ou 18V, dependendo do modelo.
- A família CMOS possui também, uma determinada faixa de tensão para representar os níveis lógicos de entrada e de saída, porém estes valores dependem da tensão de alimentação e da temperatura ambiente.

CMOS

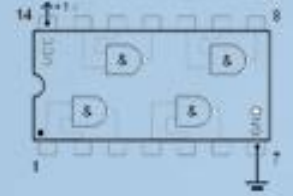




## Níveis de integração

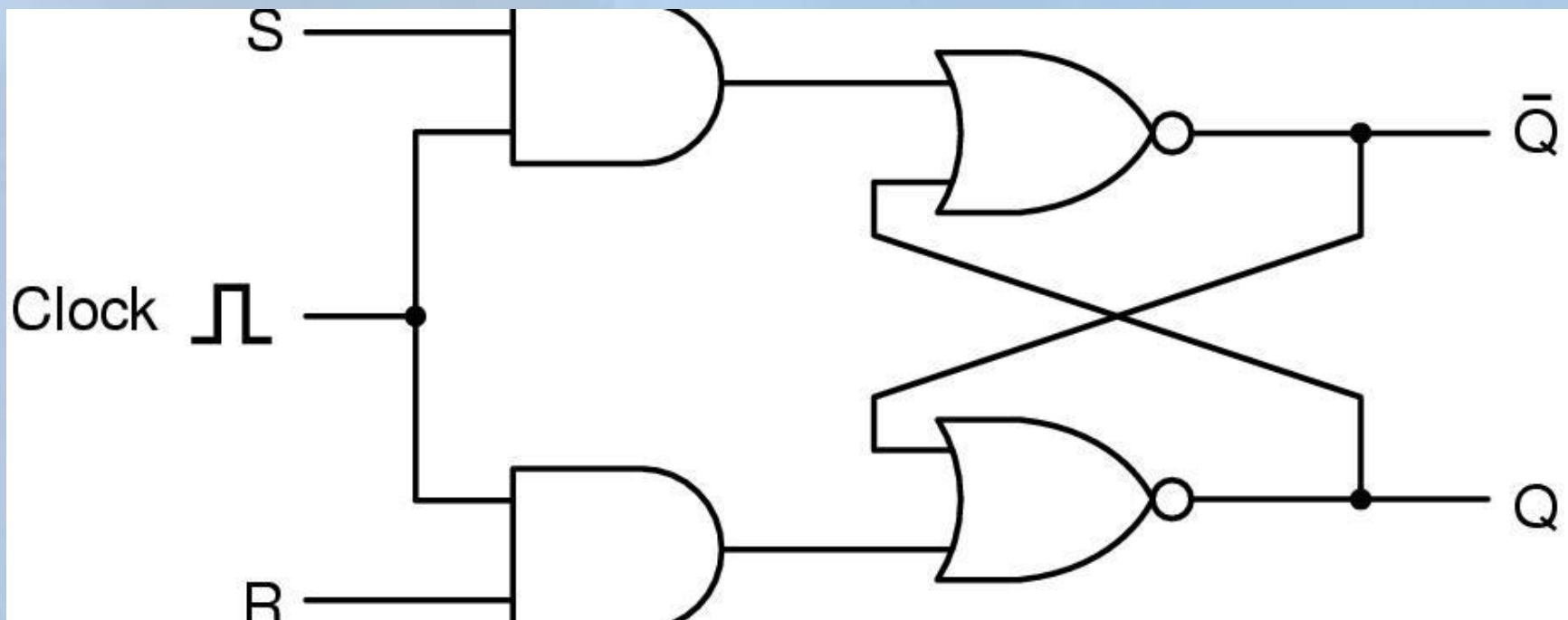
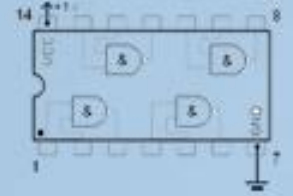
- *Os níveis de integração referem-se ao número de portas lógicas que o CI contém.*
  - **SSI (Small Scale Integration)** – Integração em pequena escala: São os CI com menos de 12 portas lógicas.
  - **MSI (Medium Scale Integration)** – Integração em média escala: Corresponde aos CI que têm entre 12 a 99 portas lógicas
  - **LSI (Large Scale Integration)** – Integração em grande escala: Corresponde aos CI que têm entre 100 a 9 999 portas lógicas.
  - **VLSI (Very Large Scale Integration)** – Integração em muito larga escala: Corresponde aos CI que têm entre 10 000 a 99 999 portas lógicas.
  - **ULSI (Ultra Large Scale Integration)** – Integração em escala ultra larga: Corresponde aos CI que têm 100 000 ou mais portas lógicas.

# Memória

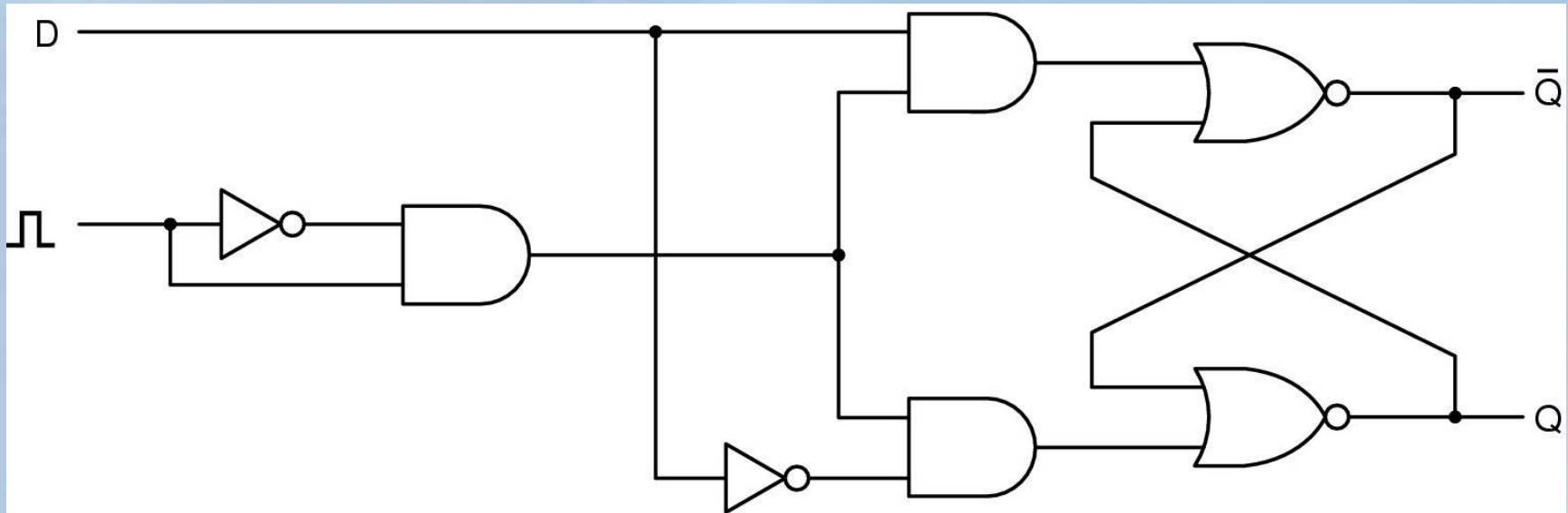
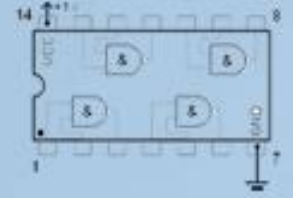


- Componente essencial de todo computador;
- Sem memória, não existiriam computadores da forma que conhecemos;
- Armazena tanto dados quanto instruções;
- Memórias podem ser construídas a partir de portas NOR e NAND.

# Flip-flop

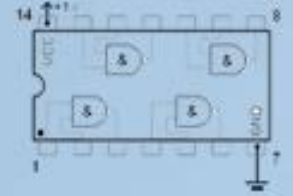


# Flip-flop



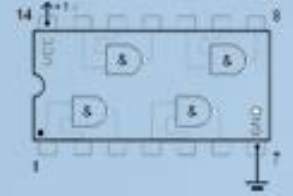


# Memória



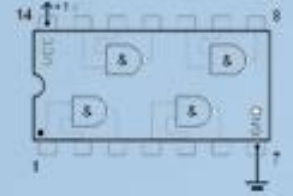
- Prefixos métricos
  - mili (m) =  $10^{-3}$
  - micro ( $\mu$ ) =  $10^{-6}$
  - nano (n) =  $10^{-9}$
  - pico (p) =  $10^{-12}$

# Memória



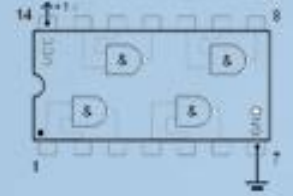
- Registradores
  - São formados por vários flip-flops. Ex.:
  - registradores de 8 bits são formados por 8 flipflops
  - 16 bits -> 16 flip-flops
  - 32 bits -> 32 flip-flops
  - n bits -> n flip-flops

# RAM



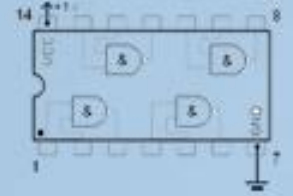
- Random Access Memory – Memória de Acesso Aleatória
  - Podem ser escritas e lidas várias vezes
  - Duas variedades:
    - SRAM (Static RAM)
    - DRAM (Dynamic RAM)

# RAM: SRAM



- Construída com flip-flops D
- Mantém seu conteúdo enquanto houver alimentação de energia
- São muito rápidas: acesso em nano segundos (10<sup>-9</sup> segundos)
- Utilizadas para construir memórias cache nível 2

# RAM: DRAM



- Construída a partir de array de células. Cada célula é composta por 1 transistor e um capacitor;
- Necessita de ciclos de “atualização”( *refresh*) p/ manter dado a cada x mili-segundos;
- Velocidade na casa dos 60 nano segundos (mais antigas) à 5 nano segundos (DDR);
- Utilizadas para construir memórias voláteis do sistema (“RAM”)

# RAM: DRAM: tipos assíncronos

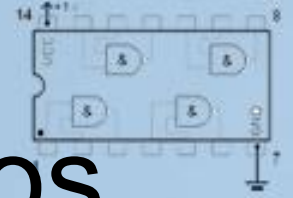


linhas de endereço e dados não são sincronizados por um único clock

- FPM (Fast Page Mode)
- EDO (Extended Data Output)



# RAM: DRAM: tipos síncronos

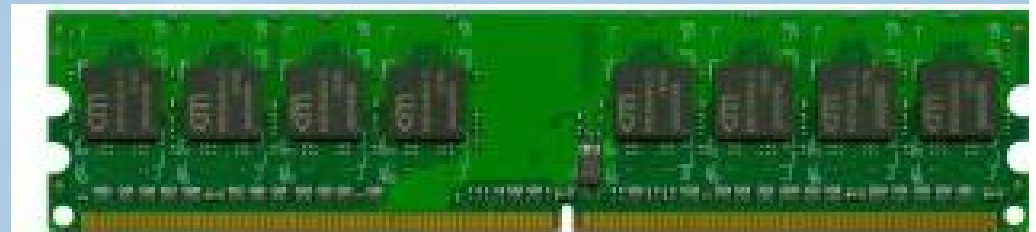


- linhas de endereço e dados são sincronizados por um único clock
- SDRAM
  - SDR SDRAM (Single-Data-Rate Synchronous DRAM)
    - Híbrido de RAM estática e dinâmica
  - DDR SDRAM (Double-Data-Rate SDRAM)
    - Transfere dados tanto na subida quanto na descida do sinal de clock

# DDR SDRAM

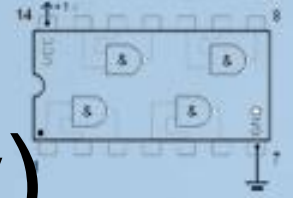


Standard name	Memory clock	Time between signals	I/O Bus clock	Data transfers per second	Module name	Peak transfer rate
DDR-200	100 MHz	10 ns	100 MHz	200 Million	PC-1600	1.600 GB/s
DDR-266	133 MHz	7.5 ns	133 MHz	266 Million	PC-2100	2.133 GB/s
DDR-333	166 MHz	6 ns	166 MHz	333 Million	PC-2700	2.667 GB/s
DDR-400	200 MHz	5 ns	200 MHz	400 Million	PC-3200	3.200 GB/s



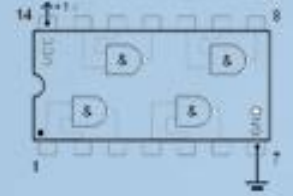
Standard name	Memory clock	Time between signals	I/O Bus clock	Data transfers per second	Module name	Peak transfer rate
DDR2-400	100 MHz	10 ns	200 MHz	400 Million	PC2-3200	3.200 GB/s
DDR2-533	133 MHz	7.5 ns	266 MHz	533 Million	PC2-4200	4.264 GB/s
DDR2-667	166 MHz	6 ns	333 MHz	667 Million	PC2-5300	5.336 GB/s
DDR2-800	200 MHz	5 ns	400 MHz	800 Million	PC2-6400	6.400 GB/s
DDR2-1066 (planned)	266 MHz	3.75 ns	533 MHz	1066 Million	PC2-8500 (planned)	8.500 GB/s

# ROM (Read-Only Memory)



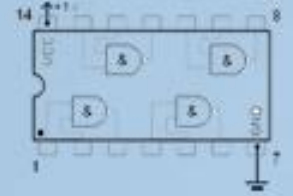
- Permite apenas operações de leitura
- Não são voláteis (mantém dados mesmo sem alimentação de energia elétrica)
- Dados geralmente são gravados no processo de fabricação da ROM (material foto-sensível)

# ROM



- ROM: PROM (Programmable ROM)
  - Programável/gravável apenas uma vez –utiliza “alta voltagem” para gravar
- ROM: EPROM (Erasable PROM)
  - Similar à PROM
  - “Fotonicamente” apagável com luz ultravioleta (10 à 20 minutos de exposição)
- ROM: EEPROM (Electronic EPROM)
  - Eletronicamente apagável

# ROM



- EEPROM – memória flash
  - Acessada como um dispositivo de bloco (PENDRIVE!!!);
  - Leitura e escrita como um procedimento “padrão”;