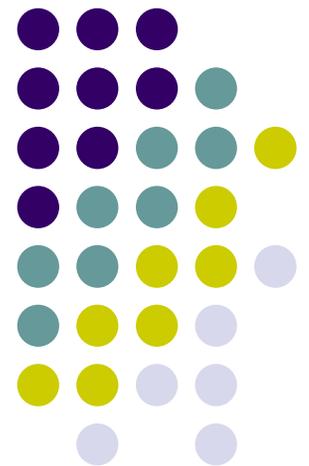


Aula 8 Portas Lógicas

Programação de Computadores



Introdução



- As portas lógicas são os componentes básicos da eletrônica digital. Elas são usadas para criar circuitos digitais e até mesmo circuitos integrados complexos. Por exemplo, circuitos integrados complexos podem ser um circuito digital completo pronto para serem usados – processadores e micro controladores são os melhores exemplos –, mas internamente estes circuitos integrados foram projetados usando várias portas lógicas.

Introdução



- Como você já deve saber, em eletrônica digital apenas dois números são permitidos, “0” e “1”. Zero representa tensão de 0 V, enquanto que “1” representa uma tensão de 5 V ou de 3,3 V, no caso de circuitos integrados mais novos. Você pode pensar nos números “0” e “1” como uma lâmpada sendo acesa ou apagada quando você liga ou desliga o seu interruptor.
- Uma letra, também conhecida como variável, representa um número binário. Assim, “A” pode ser “0” ou “1”. Se A estiver conectado a um interruptor, A será “0” quando o interruptor estiver desligado e “1” quando o interruptor estiver ligado. Um traço sobre o nome da variável significa que o seu valor deve ser invertido. Por exemplo, se $A = 0$, \overline{A} será “1”, e se $A = 1$, \overline{A} será “0”. Em processadores de texto, pela dificuldade em se desenhar uma linha sobre uma letra, substituímos o traço sobre a variável por uma barra. Isto é o básico, podemos começar falar sobre as portas lógicas.

Introdução



- Tabela da verdade
 - São tabelas que representam todas as possíveis combinações das variáveis de entrada de uma função, e os seus respectivos valores de saída.

Inversor (Porta NOT)



- Como o próprio nome já sugere, o inversor irá inverter o número entrado. Se você entrar o número “0” em um circuito inversor, você obterá na saída o número “1”, da mesma forma que se você entrar o número “1” obterá o número “0” na saída. O símbolo do inversor pode ser visto na Figura 1. A porta inversora é também conhecida como NOT e sua saída é $Y = \bar{A}$.

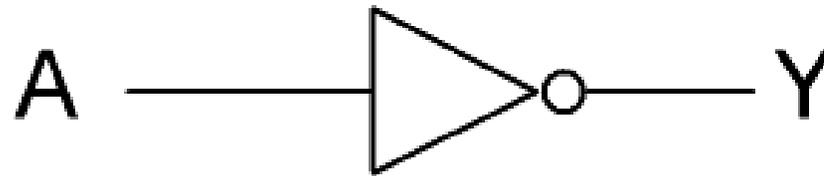


Figura 1: Inversor.

- Na tabela verdade abaixo você pode ver um resumo de como este circuito funciona $B = \bar{A}$.

A (Entrada)	B (Saída)
0	1
1	0

Inversor (Porta NOT)



- Em circuitos lógicos, usa-se o símbolo “o” como forma abreviada para o inversor. Você verá este símbolo em portas lógicas do tipo NAND, NOR e XNOR.

Porta AND



- Como o nome já sugere, uma porta lógica AND realiza uma operação lógica “AND” (“E”), que é uma multiplicação. Ela possui pelo menos duas entradas. Por isso, se A e B são suas entradas, na saída teremos o resultado de $A \times B$ (também representado como $A \cdot B$). A porta lógica AND pode ser resumida através da fórmula $Y = A \times B$ (ou $Y = A \cdot B$). Você pode ver seu símbolo na Figura 2 e sua tabela verdade mais abaixo.

Porta AND

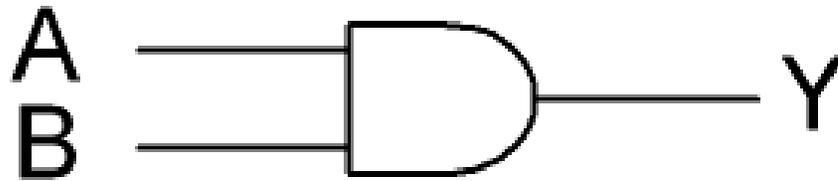


Figura 2: Porta lógica AND.
 $Y=A.B$

A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Uma outra maneira de entender a porta lógica AND é a seguinte: sua saída será sempre “1” quando todos os valores de entrada forem também iguais a “1”. Caso isso não ocorra, o valor da sua saída será “0”.

Porta AND



Se você está projetando um circuito e precisa de uma porta lógica AND com mais entradas, você pode desenhar uma porta lógica AND como a que mostramos na Figura 3 e colocar mais entradas. Mas se você está trabalhando com um circuito integrado com portas lógicas AND com poucas entradas, você pode expandir o número de entradas conectando-as como mostramos na Figura 3.

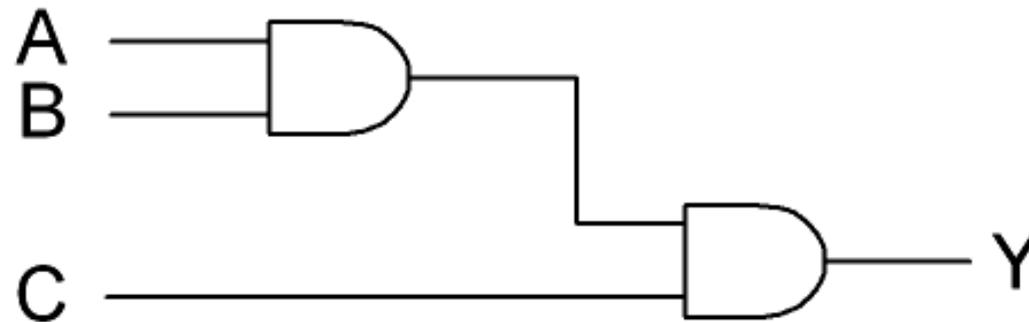
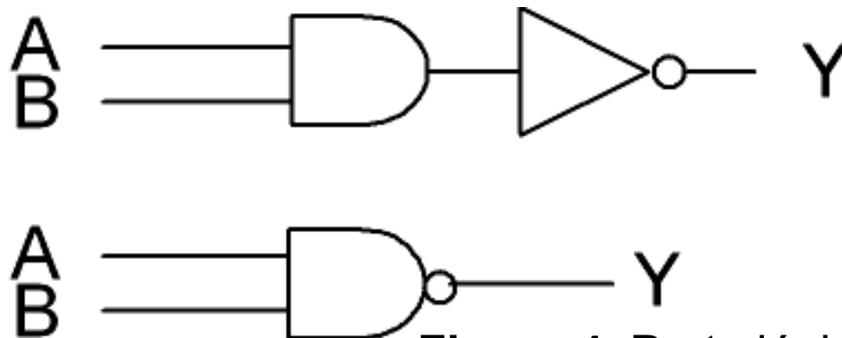


Figura 3: Expandindo o número de entradas de uma porta AND usando portas de duas entradas.

Porta NAND



- A letra “N” em NAND significa NOT (literalmente “não”, mas representa o circuito inversor que explicamos anteriormente) e esta porta nada mais é do que uma porta AND com um inversor acoplado. Por isso, sua saída é o oposto da AND. Seu símbolo é o mesmo do AND, mas com um “o” em sua saída, para dizer que o valor da sua saída é invertido. Você pode construir uma porta NAND conectando uma porta AND a um inversor.



A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Figura 4: Porta lógica NAND.
 $Y = \overline{A \cdot B}$

Uma outra maneira de entender a porta lógica NAND é a seguinte: sua saída será sempre “0” quando todos os valores de entrada forem iguais a “1”. Caso contrário, o valor da sua saída será “1”.

Porta OR



- Como o nome sugere, uma porta lógica OR realiza uma operação lógica “OR” (“OU”), que é uma adição. Ela possui pelo menos duas entradas. Por isso, se A e B são suas entradas, na saída teremos o resultado de $A + B$. Uma porta lógica OR pode ser resumida através da fórmula $Y = A + B$. Você pode ver seu símbolo na Figura 5 e sua tabela verdade mais abaixo.

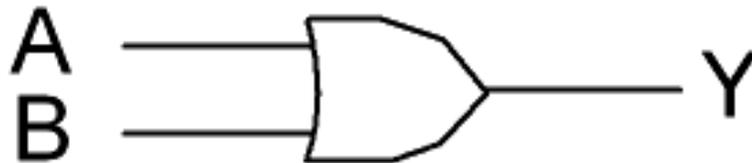


Figura 5: Porta lógica OR.
 $Y = A + B$

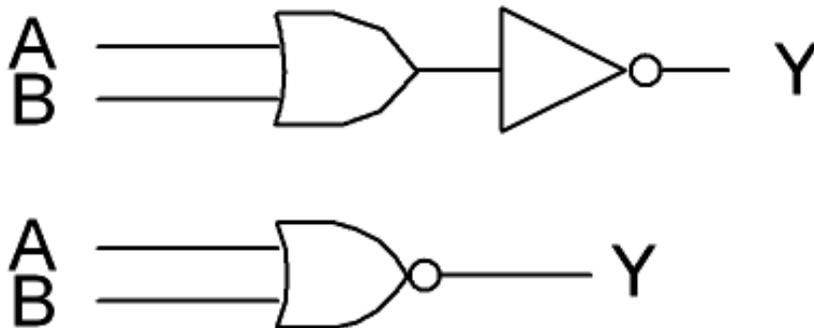
A	B	Y
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

Uma outra maneira de entender a porta lógica OR é a seguinte: sua saída será sempre “0” quando todos os valores de entrada forem iguais a “0”. Caso contrário, sua saída será “1”.

Porta NOR



- A letra “N” em NOR significa NOT (literalmente “não”, mas representa o circuito inversor que explicamos anteriormente), e esta porta nada mais é do que uma porta OR com um inversor acoplado. Por isso, sua saída é o oposto da porta OR. Seu símbolo é o mesmo do OR, mas com um “o” em sua saída, para dizer que o valor da sua saída é invertido. Você pode construir uma porta NOR conectando uma porta OR a um inversor.



A	B	Y
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

Figura 6: Porta lógica NOR. $Y = \overline{A+B}$

Uma outra maneira de entender a porta lógica NOR é a seguinte: sua saída será sempre “1” quando todos os valores de entrada forem iguais a “0”. Caso contrário, o valor da sua saída será “0”.

Porta XOR



- XOR significa OR exclusivo (“ou exclusivo”). A porta lógica XOR compara dois valores e se eles forem diferentes a saída será “1”. A operação XOR é representada pelo símbolo \oplus e sua fórmula pode ser resumida como $Y = A \oplus B$. Você pode ver o símbolo da porta lógica XOR na Figura 10 e sua tabela verdade mais abaixo.

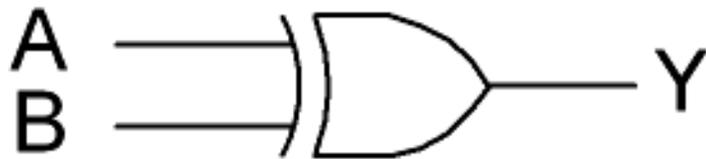


Figura 7: Porta lógica XOR.

$$Y = A \oplus B$$

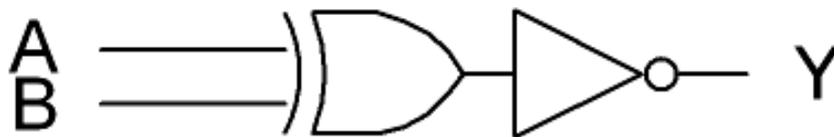
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Sua saída será sempre “0” quando todos os valores de entrada forem iguais. De outra forma, o valor da sua saída será “1”.

Porta XNOR



- XNOR significa NOR exclusivo e é uma porta XOR com sua saída invertida. Dessa forma, sua saída será igual a “1” quando suas entradas possuírem o mesmo valor e “0” quando elas forem diferentes. A operação XNOR é representada pelo símbolo (\cdot) e sua fórmula pode ser resumida através da fórmula $Y = A (\cdot) B$. Você pode ver o símbolo da porta lógica XNOR na Figura 20 e sua tabela verdade mais abaixo.
- $Y = \overline{A \oplus B}$

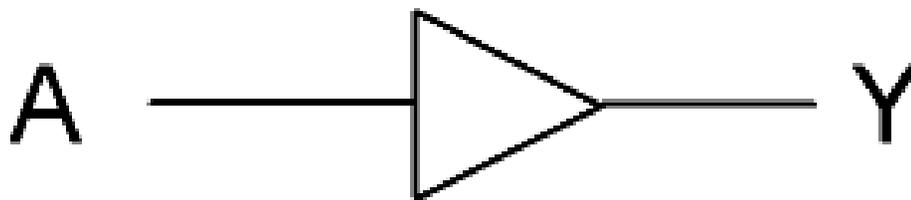


A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Não inversor ou buffer



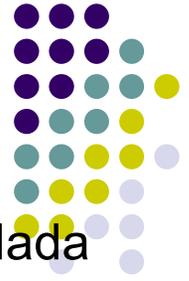
- Em um não-inversor, também conhecido como buffer, o valor colocado na sua entrada será encontrado em sua saída. Você pode achar que esta é uma porta lógica maluca, já que ela não faz nada. Isto não é verdade, ela tem muitas aplicações importantes em eletrônica digital, como explicaremos abaixo.



X	Y
0	0
1	1

Figura 8: Buffer.

Não inversor ou buffer



- Uma aplicação típica para um buffer é aumentar o fan-out de uma dada porta lógica. Fan-out é o número máximo de portas lógicas que um dado circuito integrado pode ser conectado. Por exemplo, se uma dada porta lógica tem um fan-out de três portas, sua saída só pode ser conectada diretamente a, no máximo, três outras portas lógicas. Se você precisar conectar esta saída a mais do que três portas lógicas, você pode usar um buffer para aumentar o número de portas lógicas que você pode conectar a esta saída.
- Pode ser usada para trabalhar como um portão: ela replicará em sua saída o que está em sua entrada apenas quando seu pino chamado gate está ativado.
- Uma outra aplicação para um não-inversor é criar uma linha de atraso. Como cada circuito integrado demora um pouco para replicar em sua saída o que está em sua entrada, um não-inversor pode ser usado para retardar o sinal. Esta idéia é usada em alguns circuitos osciladores digitais, por exemplo Se você pegar o circuito da Figura 9, se cada porta retarda o sinal 10 ns (nanosegundos), com quatro portas teremos uma linha de atraso de 40 ns.



Figura 9: Linha de atraso.

Exemplo



Uma campanha que toca (saída) se o motorista der a partida no motor do carro (entrada) sem estar com o cinto de segurança afivelado (entrada).

Solução



- Se a ignição for ACIONADA (1) e o cinto estiver DESAFIVELADO (1), a campanha é ACIONADA (1). Caso contrário, a campanha não toca

- Tabela Verdade:

Ignição	Cinto	Campainha
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

- Porta???

Exemplo



Detector de incêndio com vários sensores (entradas) e uma campainha para alarme (saída).

Solução



- Se a ignição for ACIONADA (1) e o cinto estiver DESAFIVELADO (1), a campainha é ACIONADA (1). Caso contrário, a campainha não toca

- Tabela Verdade:

Sensor 1	Sensor 2	Campainha
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

- Porta???