

Digital Systems

Principles and Applications

Tradução e adaptação:
Profa. Denise Stringhini

PEARSON

Ronald J. Tocci
Monroe Community College

Neal S. Widmer
Purdue University

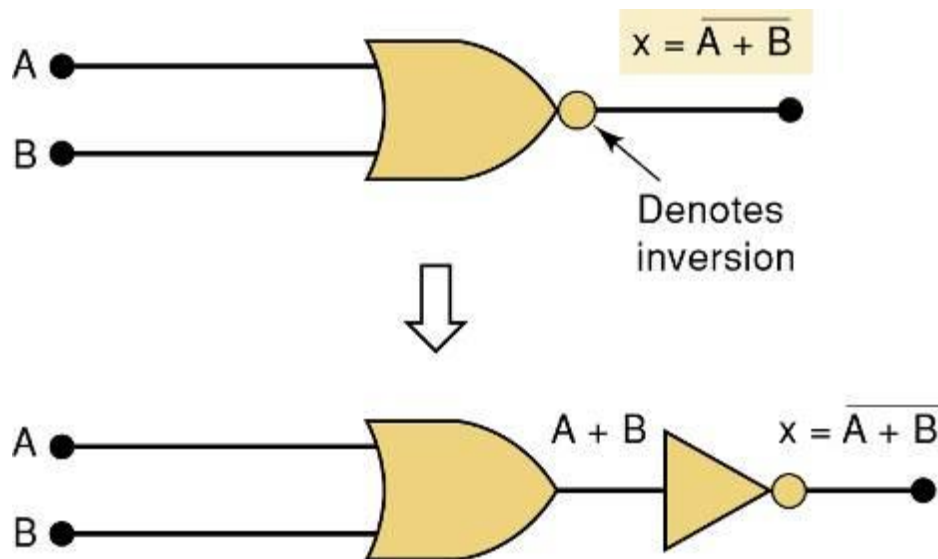
Gregory L. Moss
Purdue University

3-9 Portas NAND e NOR

- Combinam a operações básicas **AND**, **OR**, e **NOT**.
 - Simplificando a escrita de expressões booleanas.
- A saída de NAND e NOR pode ser obtida através da determinação da saída de um AND ou OR, invertendo-a posteriormente.
- As tabelas verdade para NOR e NAND são o complemento das tabelas verdade para OU e AND.

3-9 Portas NAND e NOR

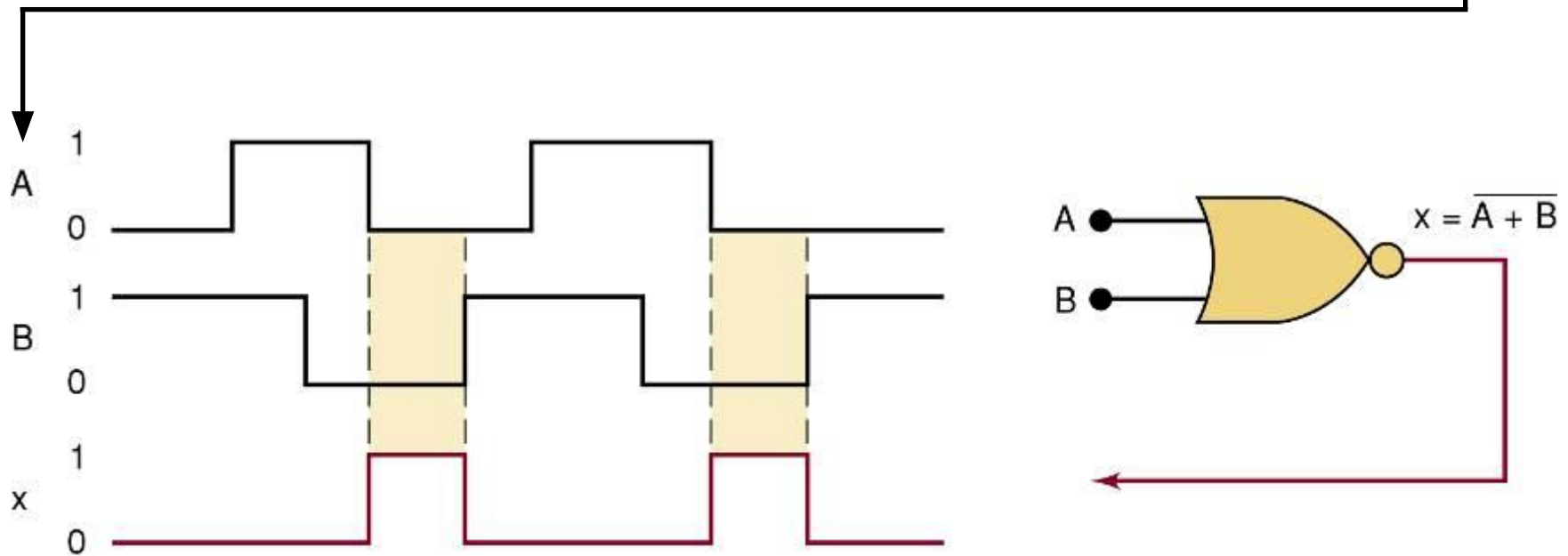
- A porta **NOR** é uma **OR** invertida.
- Um inversor ("bolha") é colocado na saída da porta OR, descrevendo a expressão de saída booleana $x = \overline{A + B}$



		OR		NOR	
		$A + B$		$\overline{A + B}$	
A	B	$A + B$		$\overline{A + B}$	
0	0	0		1	
0	1	1		0	
1	0	1		0	
1	1	1		0	

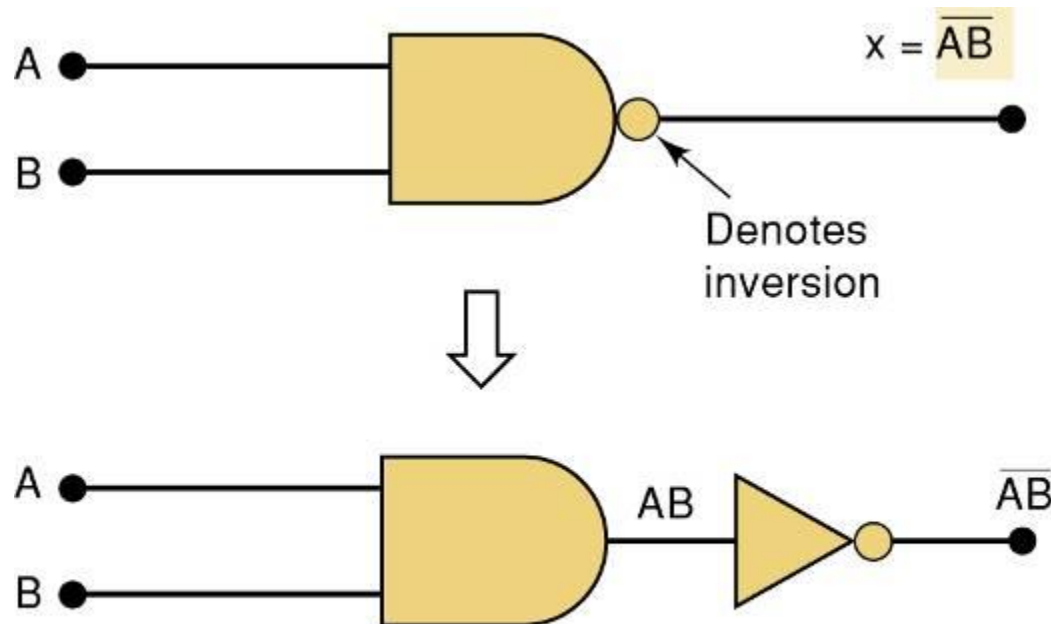
3-9 Portas NAND e NOR

Forma de onda de saída de uma porta NOR para as formas de onda de entrada mostradas aqui.



3-9 Portas NAND e NOR

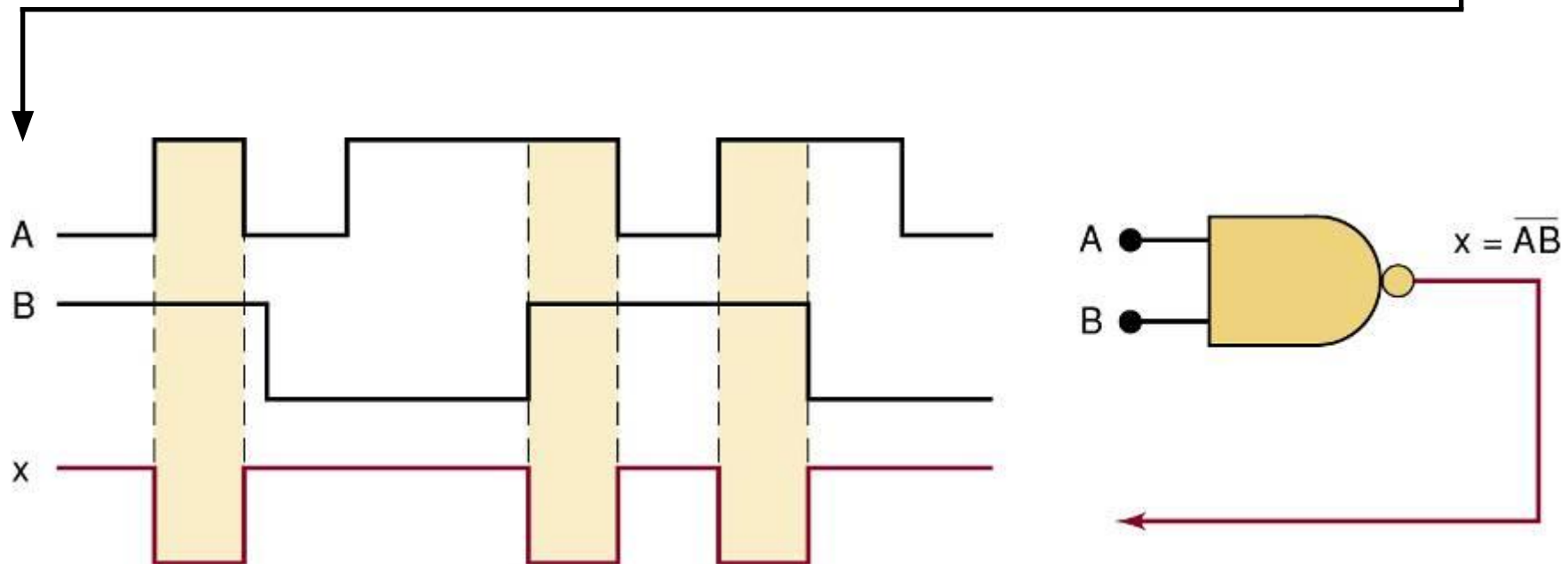
- A porta **NAND** é uma **AND** invertida.
- Um inversor é colocado na saída da porta AND, descrevendo a expressão de saída booleana $x = \overline{AB}$



		AND		NAND	
A	B	AB		\overline{AB}	
0	0	0		1	
0	1	0		1	
1	0	0		1	
1	1	1		0	

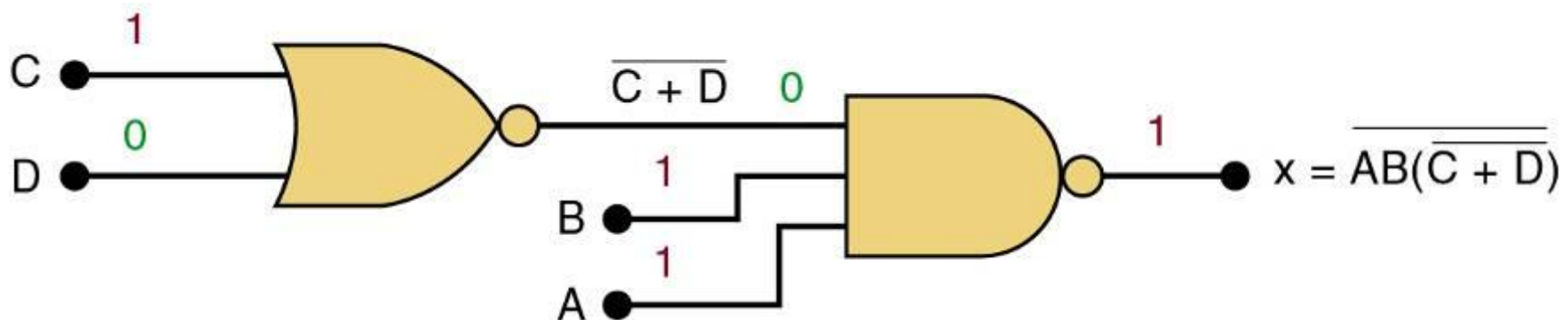
3-9 Portas NAND e NOR

Forma de onda de saída de uma porta NAND para as formas de onda de entrada mostradas aqui



3-9 Portas NAND e NOR

Circuito lógico para a expressão $x = \overline{AB} \cdot (\overline{C + D})$ usando somente portas **NOR** e **NAND**.



Teoremas de DeMorgan são extremamente úteis na simplificação expressões em que um produto ou soma das variáveis está invertido.

$$(16) \quad \overline{(x + y)} = \bar{x} \cdot \bar{y}$$

Teorema (16) diz que a inversão da soma OR de duas variáveis é o mesmo que inverter cada variável individualmente e aplicar AND nas variáveis invertidas.

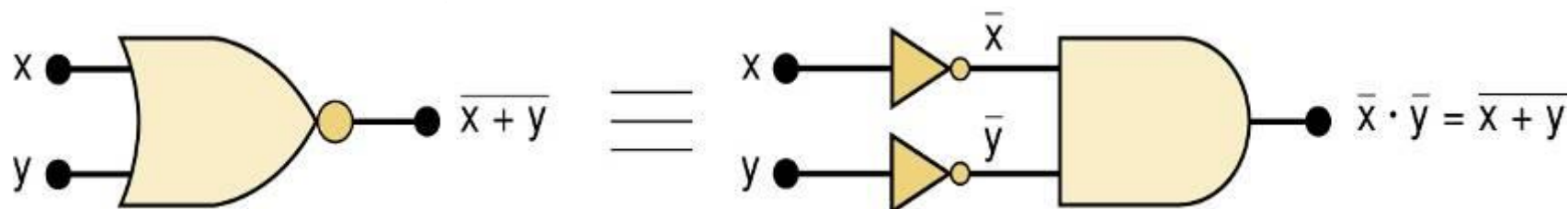
$$(17) \quad \overline{(x \cdot y)} = \bar{x} + \bar{y}$$

Teorema (17) diz que a inversão do produto E de duas variáveis é o mesmo que inverter cada variável individualmente e, em seguida, reuni-las num OR.

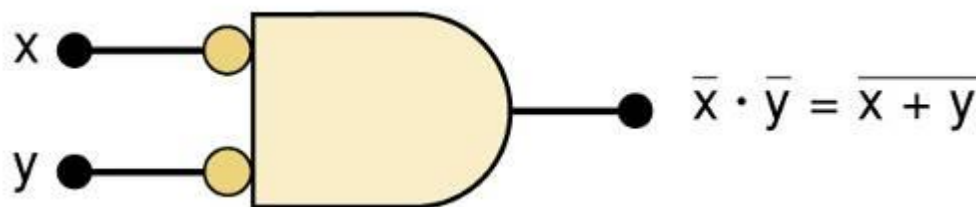
Cada teorema de DeMorgan pode ser facilmente comprovado pela verificação de todas as combinações possíveis de x e y.

Circuitos equivalentes pelo Teorema (16)

$$(16) \quad \overline{(x + y)} = \bar{x} \cdot \bar{y}$$

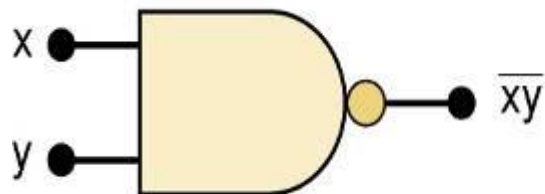


O símbolo alternativo para a função NOR.

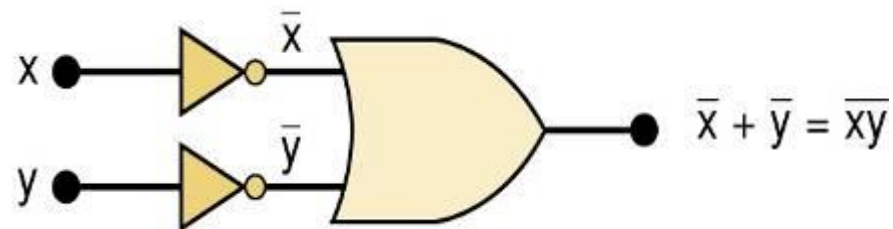


Circuitos equivalentes pelo Teorema (17)

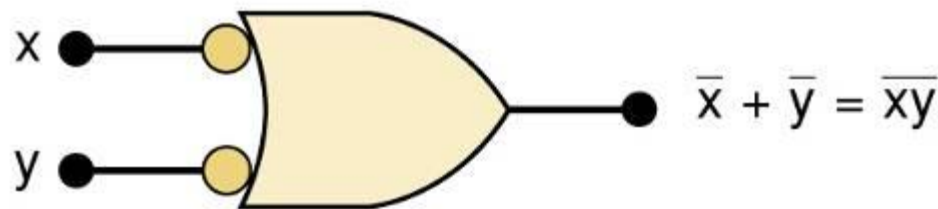
$$(17) \quad \overline{(x \cdot y)} = \bar{x} + \bar{y}$$



\equiv



O símbolo alternativo
para a função NAND.

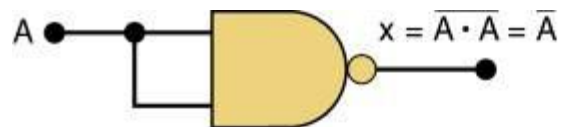


3-12 Universalidade das portas NAND e NOR

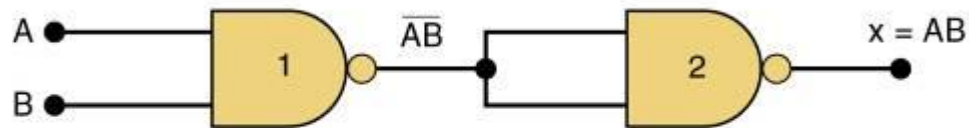
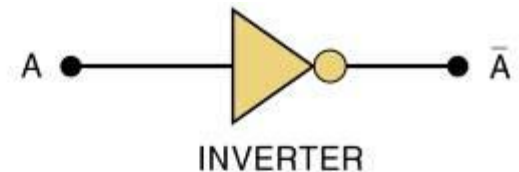
- Portas NAND e NOR podem ser usadas para criar as três expressões lógicas básicas.
 - OR, AND, e NOT (inversão).
 - Fornecem flexibilidade - muito útil no projeto de circuito lógicos.

3-12 Universalidade das portas NAND e NOR

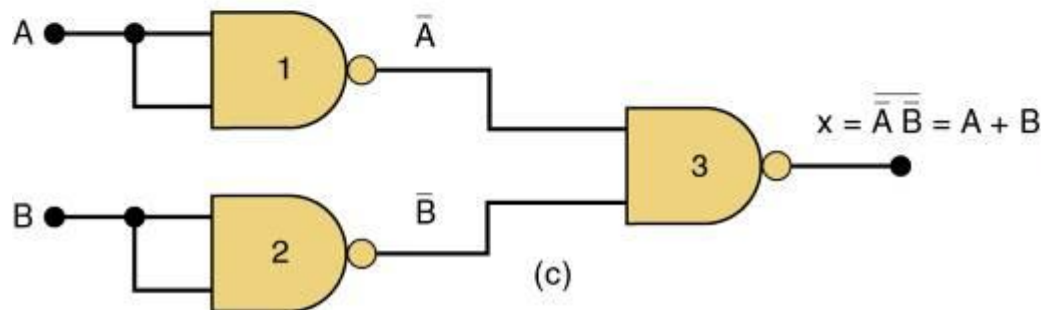
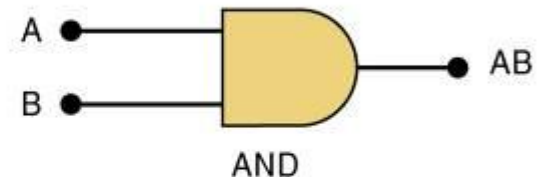
Como combinações de NANDs ou NORs são utilizadas para criar as três funções lógicas.



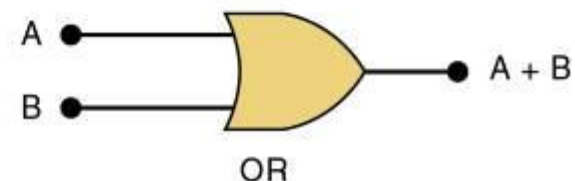
(a)



(b)



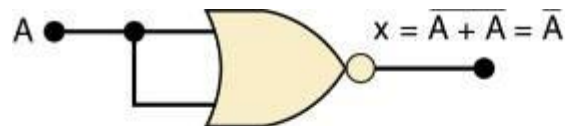
(c)



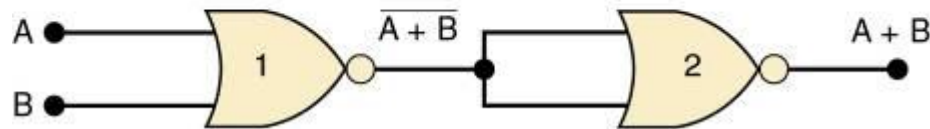
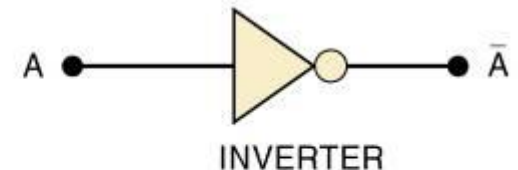
É possível, portanto, implementar qualquer expressão lógica utilizando apenas portas NAND e nenhum outro tipo de porta, como mostrado.

3-12 Universalidade das portas NAND e NOR

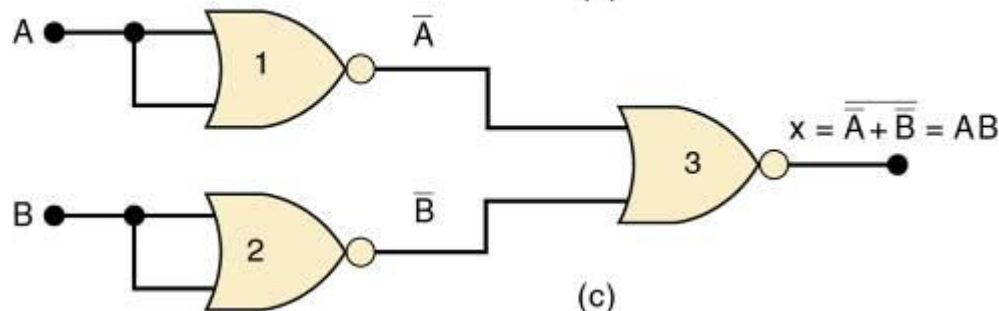
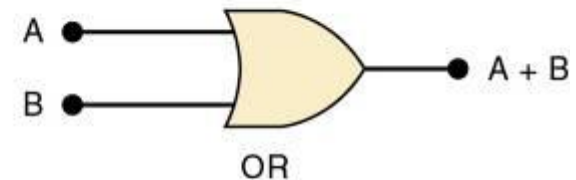
Como combinações de NANDs ou NORs são utilizadas para criar as três funções lógicas.



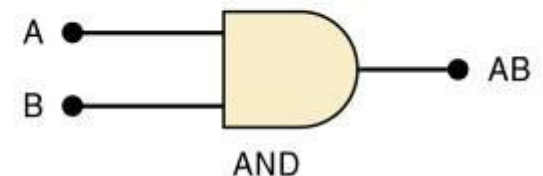
(a)



(b)



(c)



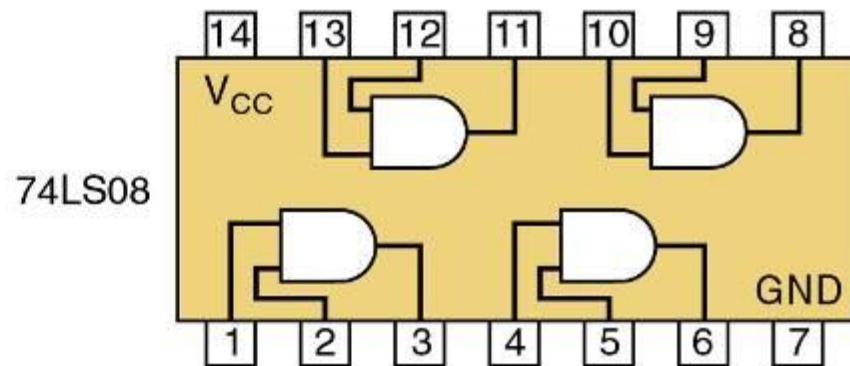
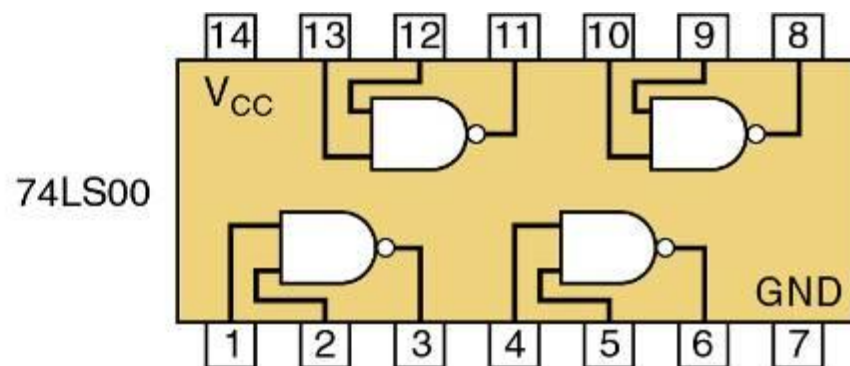
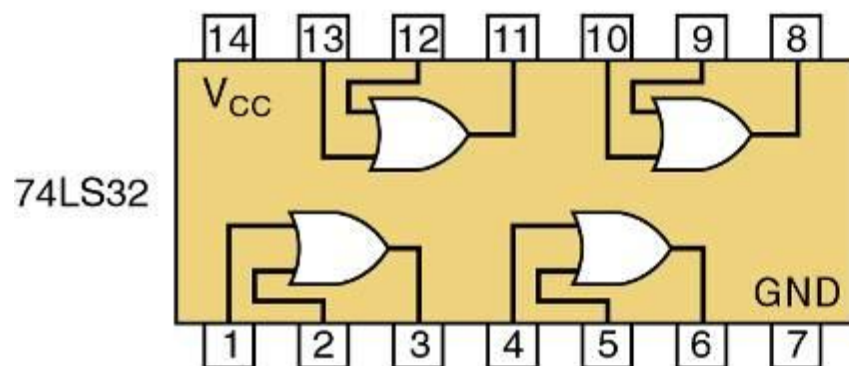
NOR pode ser usada para implementar quaisquer das operações booleanas, como mostrado.

3-12 Universalidade das portas NAND e NOR

Um circuito lógico para gerar um sinal x , que será alto sempre que as condições A e B existirem simultaneamente, ou sempre que as condições C e D existirem simultaneamente.

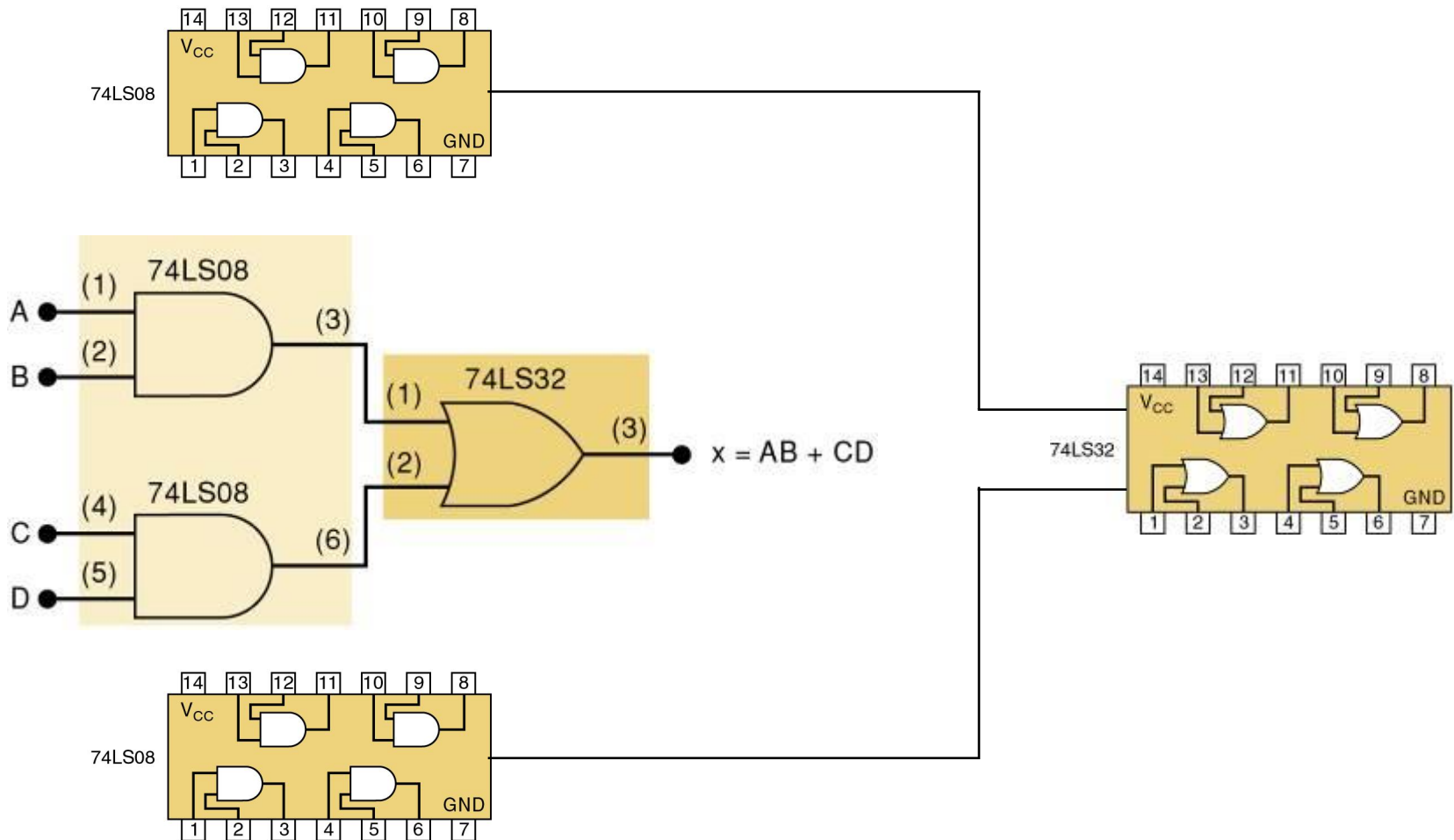
Expressão lógica: $x = AB + CD$.

Cada um dos CIs TTL mostrados aqui será usado para esta função. Cada CI é um *quad*, com quatro portas idênticas em um único *chip*



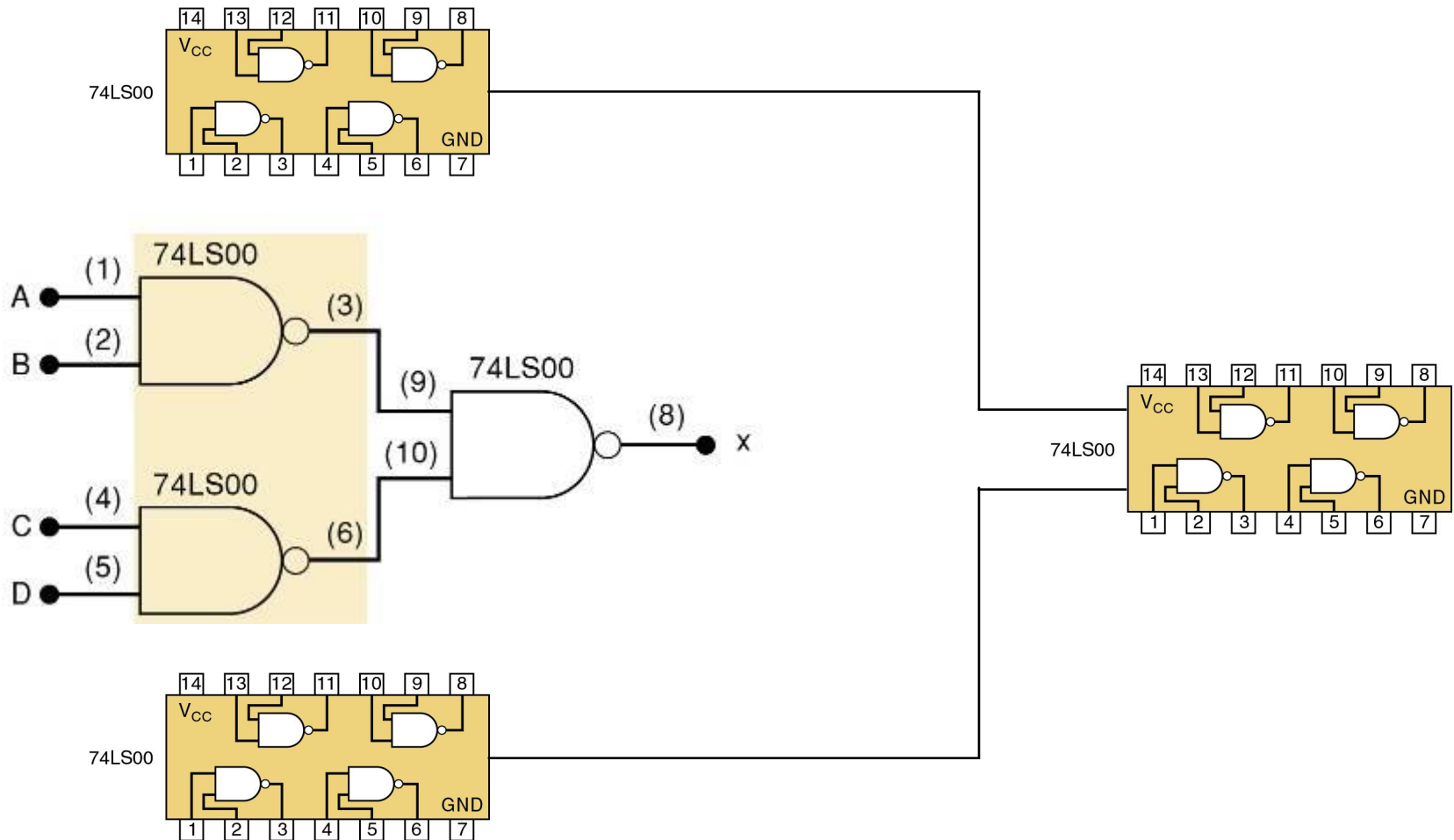
3-12 Universalidade das portas NAND e NOR

Possível implementação # 1



3-12 Universalidade das portas NAND e NOR

Possível implementação #2



3-13 Representações alternativas para as portas lógicas

- Para converter um símbolo padrão em um alternativo:
 - Inverter cada **entrada** e **saída** dos símbolos padrão.
 - Adicionar uma bolha de inversão, onde não houver.
 - Remover as bolhas de onde elas existirem.



3-13 Representações alternativas para as portas lógicas

Pontos relativos às equivalências dos símbolos lógicos:

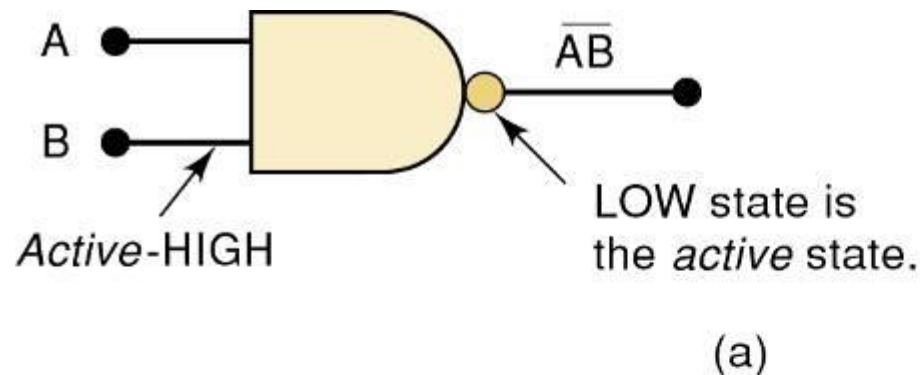
- As equivalências podem ser generalizadas para portas com qualquer número de entradas.
- Nenhum dos símbolos padrão têm bolhas em suas entradas, e todos os símbolos alternativos têm.
- Símbolos alternativos e padrão para cada porta representam o mesmo circuito físico.
- Portas **NAND** e **NOR** são portas inversoras.
 - Tanto os símbolos padrão quanto os alternativos para cada porta terão uma bolha na entrada **ou** na saída.
- Portas **AND** e **OR** são não-inversoras.
 - Os símbolos alternativos para cada porta terão bolhas em ambas as entradas e saída.

3-13 Representações alternativas para as portas lógicas

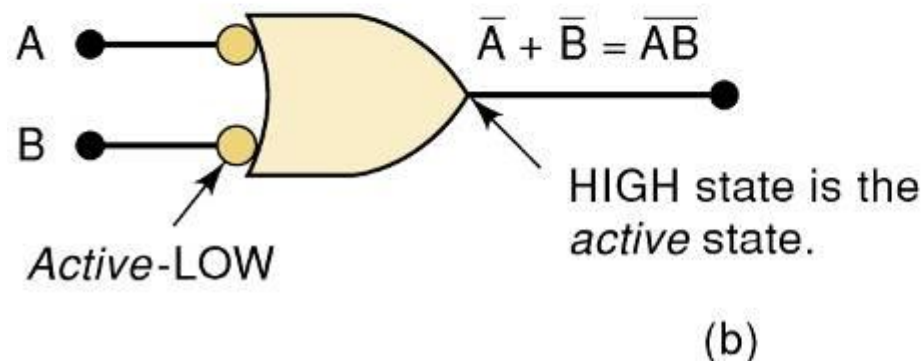
- Ativa em ALTA (*Active-HIGH*) – uma entrada/saída que **não possui** bolha inversora.
- Ativa em BAIXA (*Active-LOW*) – uma entrada/saída que **possui** bolha inversora.

3-13 Representações alternativas para as portas lógicas

Interpretação para os dois símbolos para a porta NAND.



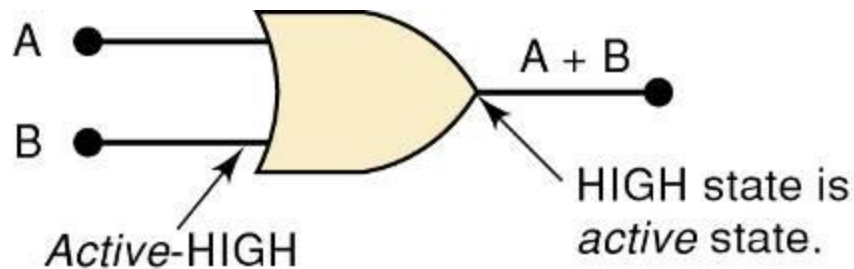
Output goes LOW only when *all* inputs are HIGH.



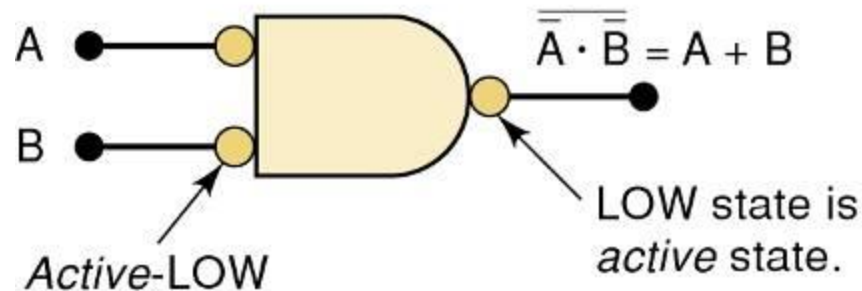
Output is HIGH when *any* input is LOW.

3-13 Representações alternativas para as portas lógicas

Interpretação para os dois símbolos para a porta **OR**.



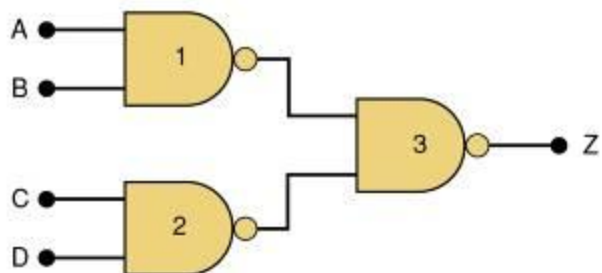
Output goes HIGH when *any* input is HIGH.



Output goes LOW only when *all* inputs are LOW.

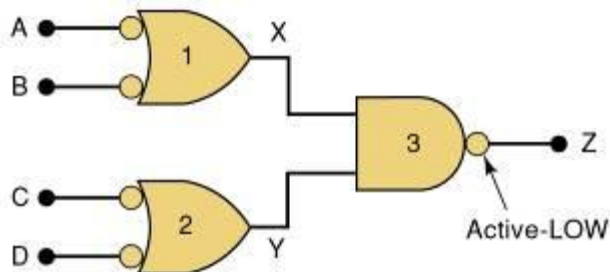
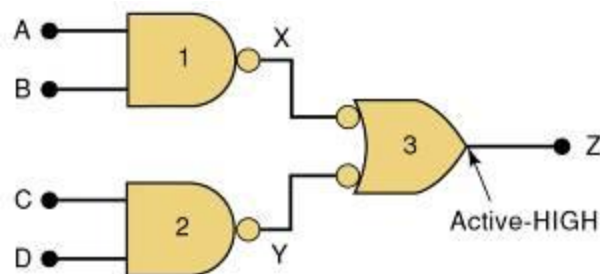
3-14 Qual representação usar

O uso adequado dos símbolos alternativos no esquema de circuitos pode deixar a operação do circuito muito mais clara.



Circuito original
usando símbolos
NAND padrão.

Representação
equivalente onde a saída
Z é ativa-em-ALTA



Representação equivalente
onde a saída Z é
ativa-em-BAIXA.

A	B	C	D	Z
0	0	0	0	0
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	0	0
0	1	0	1	0
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	0	1	1	1
1	1	0	0	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	1
1	1	1	1	1

3-14 Qual representação usar

- Quando possível, escolha símbolos de portas tal que saídas com inversores (bolhas) estão conectadas à entrada com inversores.
 - E saídas sem inversores ligadas a entradas sem inversores.

3-14 Qual representação usar

Uma barra sobre
um sinal significa
que ele é ativo em
BAIXA.

\overline{RD}

A ausência de
barra indica que
ele é ativo em
ALTA.

RD

3-14 Qual representação usar

- Um sinal de saída pode ter dois estados ativos, com uma função importante no estado ALTO, e outra no estado BAIXO.
- É costume rotular esses sinais para que ambos os estados ativos sejam aparentes.

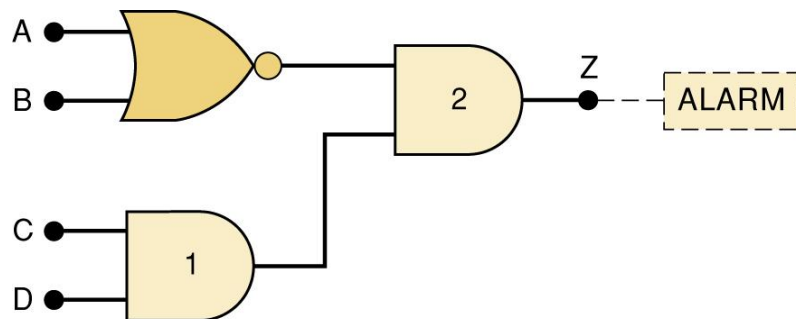
Um exemplo comum é o sinal de
leitura/escrita.

RD/\overline{WR}

Quando este sinal é alto, a operação de leitura (RD) é realizada; quando ela está baixa, a operação de escrita (\overline{WR}) é executada.

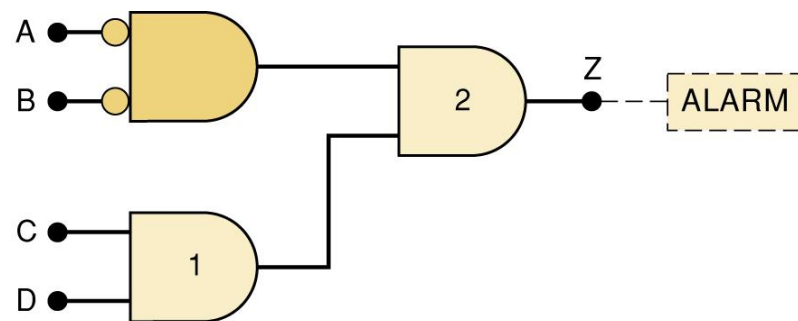
3-14 Qual representação usar

O circuito lógico mostrado ativa um alarme quando a saída Z vai para nível ALTO.



Modifique o diagrama do circuito para que represente seu funcionamento de forma mais clara.

O símbolo NOR deve ser alterado para o símbolo alternativo com uma saída sem inversor (ativo-ALTA) para coincidir com a entrada da porta AND 2 sem inversor.



O circuito tem agora saídas sem inversão ligadas às entradas sem inversão da porta 2.

END

ELEVENTH EDITION

Digital Systems

Principles and Applications

Ronald J. Tocci

Monroe Community College

Neal S. Widmer

Purdue University

Gregory L. Moss

Purdue University

PEARSON