

“Moore’s Law is no More” (Hennessy, Patterson; 2017).

Portas Lógicas

Paulo Ricardo Lisboa de Almeida



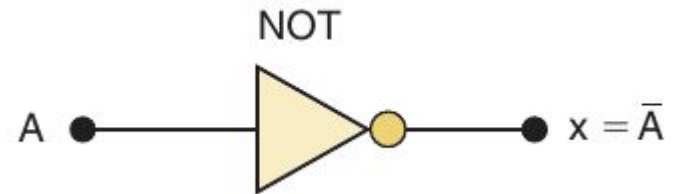
Circuito Combinacional

Um circuito combinacional é constituído de portas lógicas que determinam os valores das saídas diretamente a partir dos valores das entradas.

A saída depende exclusivamente da entrada atual.

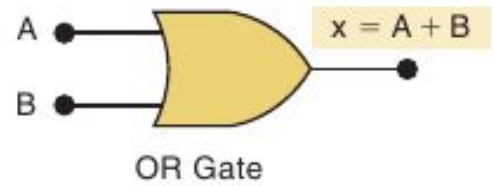
Not

A	$\bar{A}$
0	1
1	0



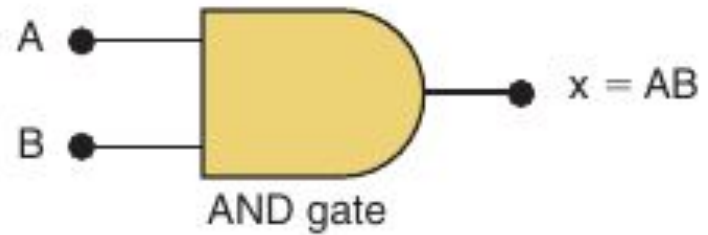
OR

A	B	A+B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



AND

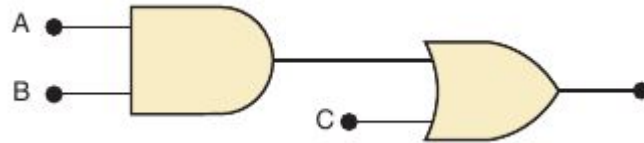
A	B	A.B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



Combinando

Podemos combinar as operações/portas para formar expressões booleanas complexas.

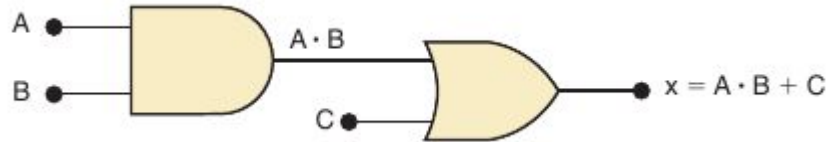
Exemplo: Qual a expressão representada pelas portas a seguir?



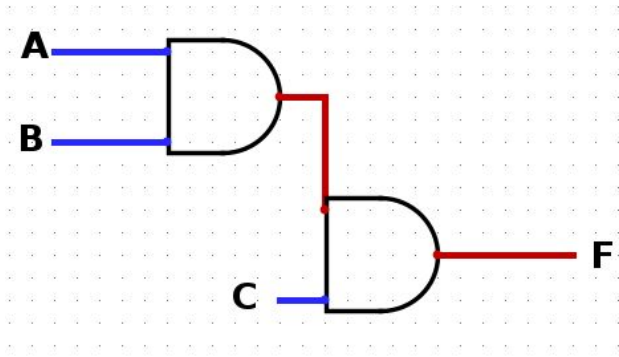
Combinando

Podemos combinar as operações/portas para formar expressões booleanas complexas.

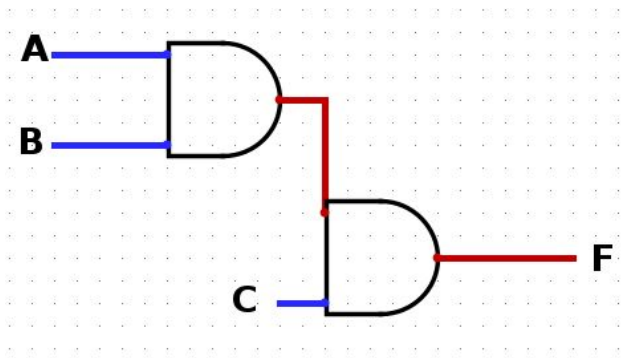
Exemplo: Qual a expressão representada pelas portas a seguir?



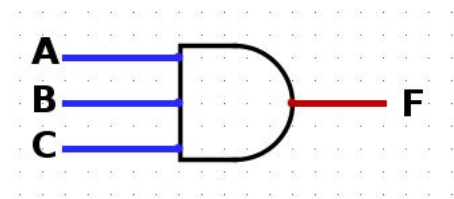
Múltiplas entradas



Múltiplas entradas



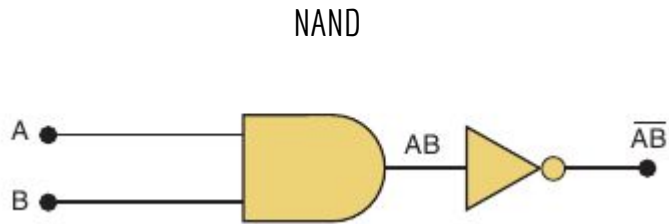
É o mesmo que



NANDs e NORs

Um NAND é um AND seguido de um NOT.

A	B	$\overline{A.B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

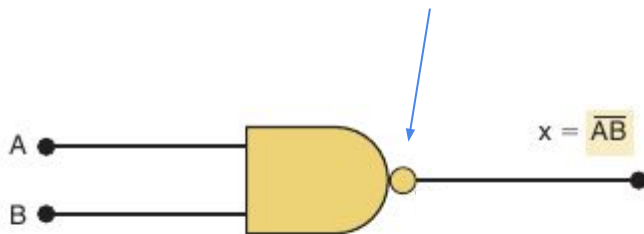


NANDs e NORs

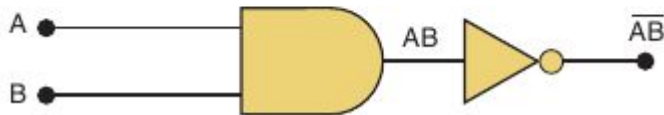
Um NAND é um AND seguido de um NOT.

A	B	$\overline{A.B}$
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Um círculo denota uma negação.



Essas representações são **equivalentes**.

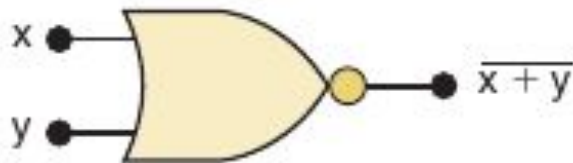


NANDs e NORs

Um NOR é um OR seguido de um NOT.

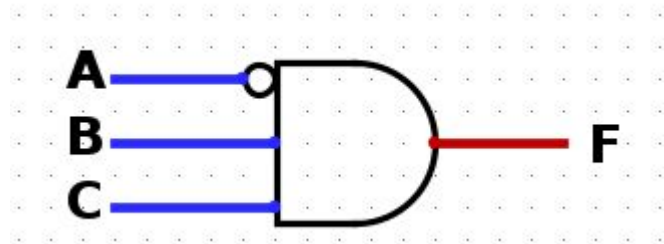
A	B	$\overline{A+B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

NOR



Faça você mesmo

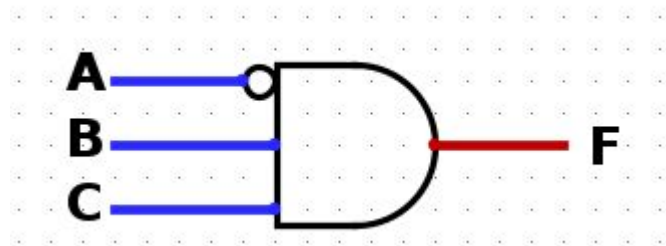
Qual a operação sendo realizada na porta a seguir?



Faça você mesmo

Qual a operação sendo realizada na porta a seguir?

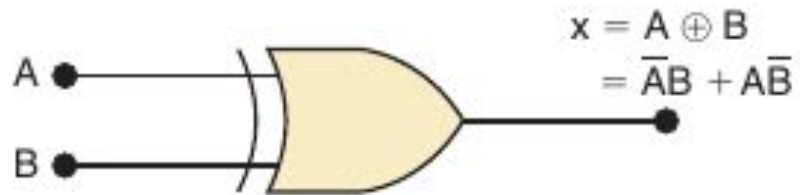
$$F = \overline{A}.B.C$$



XOR

A	B	$A \oplus B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

XOR

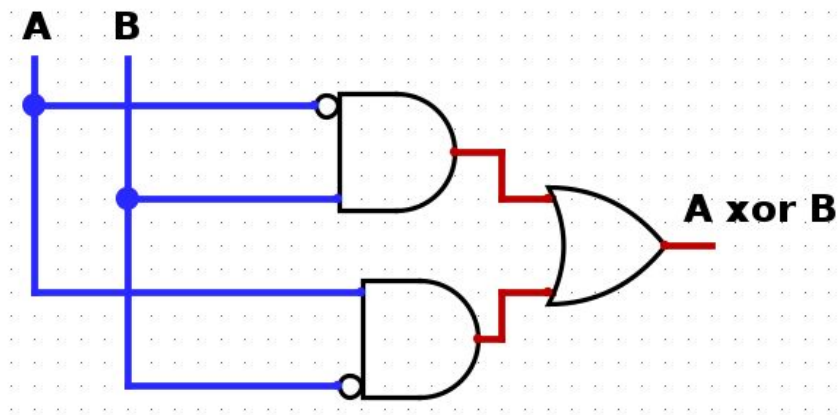


Faça você mesmo

Sabendo-se que $A \oplus B = \bar{A}B + A\bar{B}$ desenhe um circuito usando portas lógicas usando apenas ANDs, ORs e NOTs para um XOR.

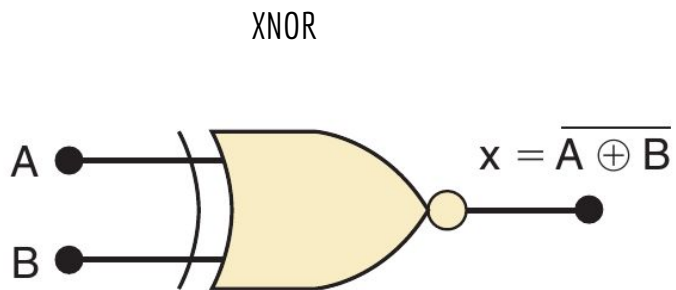
Faça você mesmo

Sabendo-se que $A \oplus B = \bar{A}B + A\bar{B}$ desenhe um circuito usando portas lógicas usando apenas ANDs, ORs e NOTs para um XOR.



XNOR

A	B	$\overline{A \oplus B}$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1



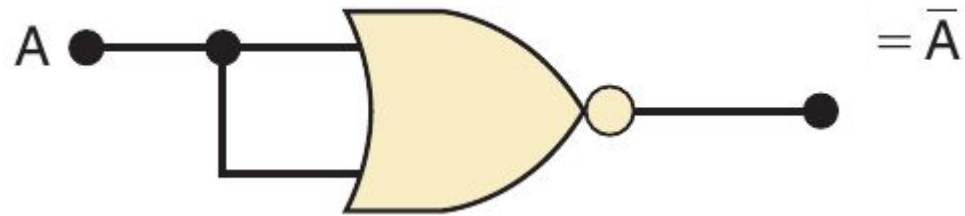
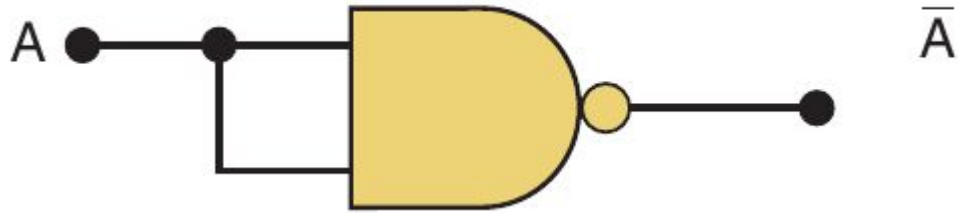
Universalidade de NAND e NOR

Tanto portas NAND quanto NOR são **universais**.

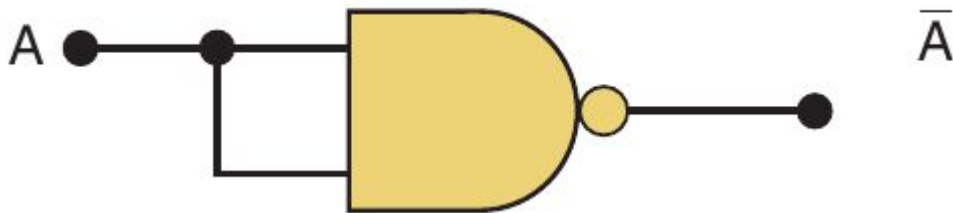
Podemos gerar qualquer outra porta usando só NANDs ou NORs.

Pode não ser o mais eficiente em quantidade de transistores necessários.

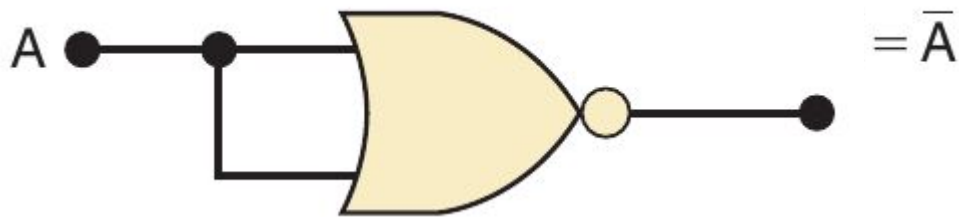
NOT com NANDs e NORs



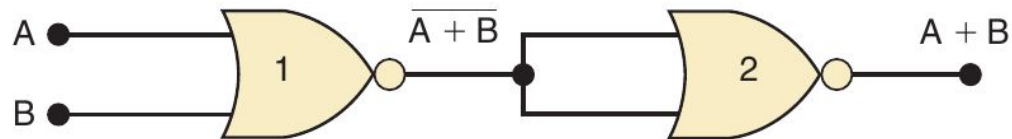
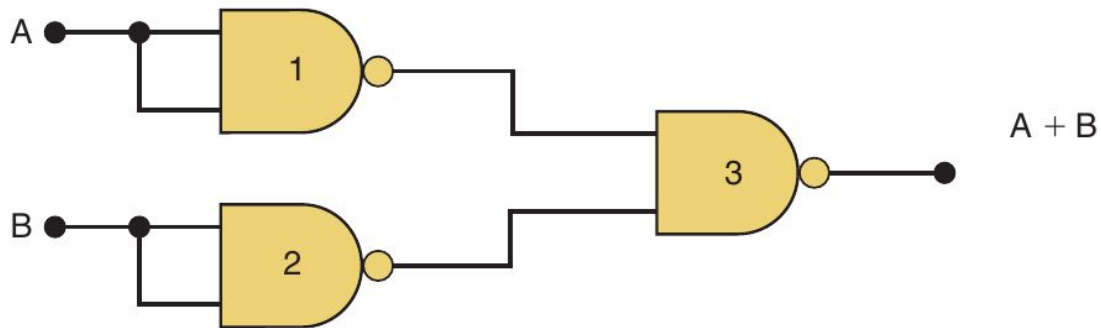
NOT com NANDs e NORs



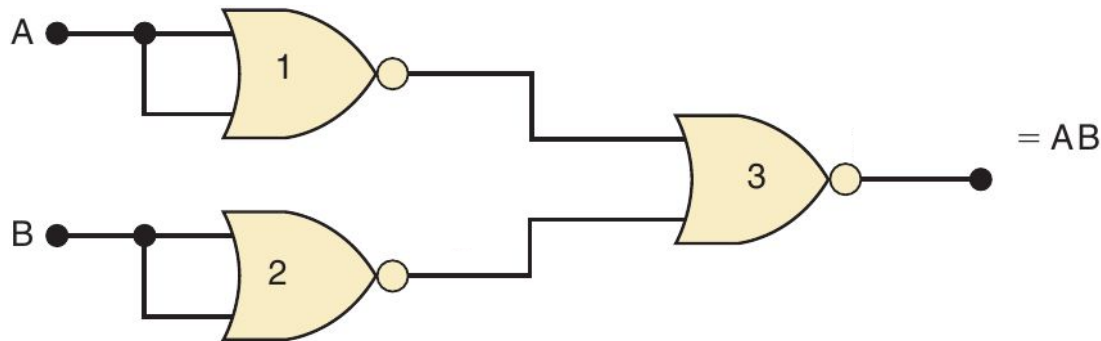
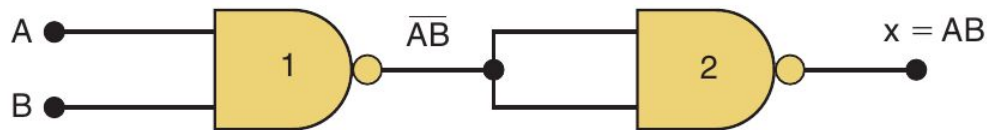
Exercício: Utilize Álgebra de Boole para demonstrar que os circuitos realmente geram *not* A .



OR com NANDs e NORs

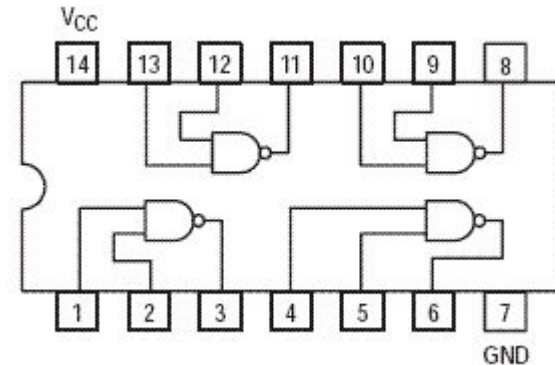
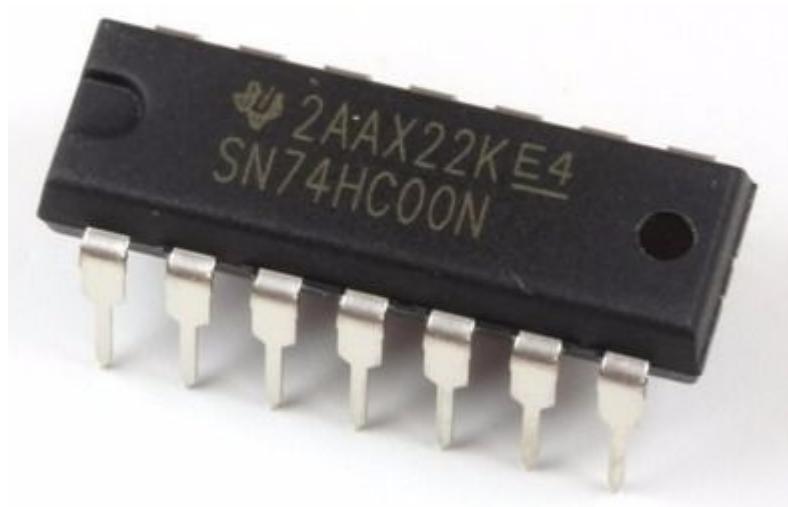


AND com NANDs e NORs



No Mundo Real

As portas lógicas podem ser encontradas como circuitos integrados pré-fabricados.



No Mundo Real

As portas lógicas podem ser encontradas como circuitos integrados pré-fabricados.

Porta	Exemplo TTL	Exemplo CMOS
NOT	7404	CD4049
AND	7408	CD4081
NAND	7400	CD4012
OR	7432	CD4071
NOR	7402	CD4001
...	...	...

No Mundo Real

TTL - 74XX - Mais robustas

CMOS - CD40XX - Maior miniaturização e menor consumo

As portas lógicas podem ser encontradas como circuitos integrados pré-fabricados.

Porta	Exemplo TTL	Exemplo CMOS
NOT	7404	CD4049
AND	7408	CD4081
NAND	7400	CD4012
OR	7432	CD4071
NOR	7402	CD4001
...	...	...

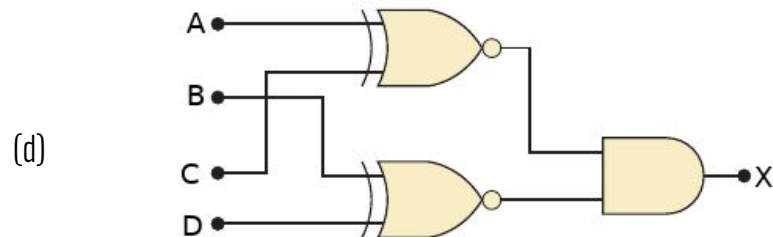
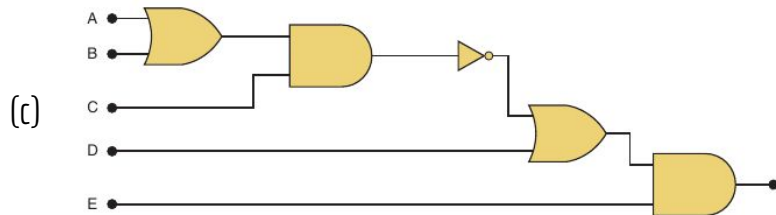
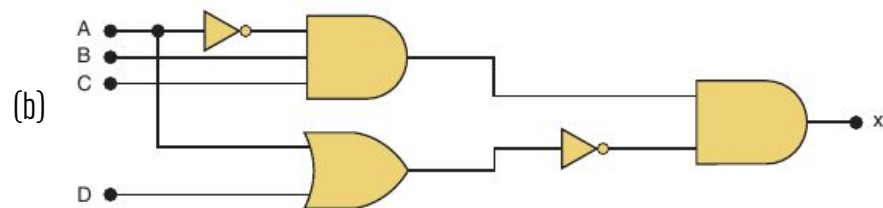
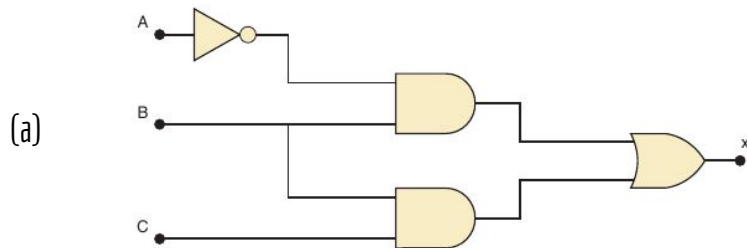
Faça você mesmo

Faça o circuito com portas lógicas referente a seguinte função booleana:

$$F = \overline{A}.C(\overline{\overline{A}.B.D}) + \overline{A}.B.\overline{C}.\overline{D} + A.\overline{B}.C$$

Exercícios

1. Qual a expressão booleana representada pelas portas lógicas a seguir?



Exercícios

2. Desenhe o circuito com portas lógicas para as seguintes expressões:

a) $F = (A + B).(\overline{B} + C)$

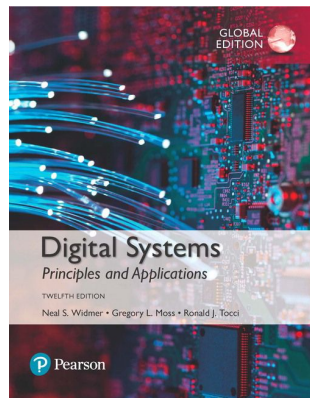
b) $F = A + B.C$

c) $F = \overline{A}.B \oplus A.B$

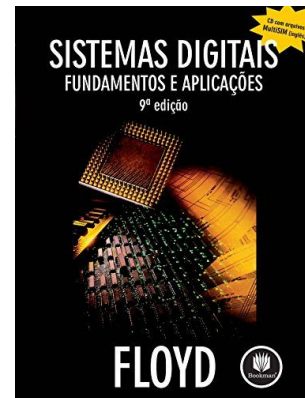
3. Considere a lista de exercícios de simplificações booleanas de aula passadas. Desenhe os circuitos para as versões originais e simplificadas de alguns dos exercícios da lista.

Referências

Ronald J. Tocci, Gregory L. Moss, Neal S. Widmer. Sistemas digitais. 10a ed. 2017.



Thomas Floyd. Widmer. Sistemas Digitais: Fundamentos e Aplicações. 2009.



Licença

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).