



Lógica digital e organização de computadores

Circuitos Digitais



Tecnologia em Análise e
Desenvolvimento de Sistemas

Campus de Alegre



Conceitos Importantes

Introdução

- Álgebra booleana classifica a informação em dois tipos:
 - Verdadeira
 - Falsa
- Os valores lógicos são “materializados” através de sinais elétricos ... em geral (por exemplo):
 - Sinal elétrico entre 0-1 volt pode representar o binário 0.
 - Sinal elétrico entre 2-5 volts pode representar o binário 1.

Introdução

- Apresenta três operadores lógicos:
 - E (AND)
 - OU (OR)
 - NÃO (NOT)

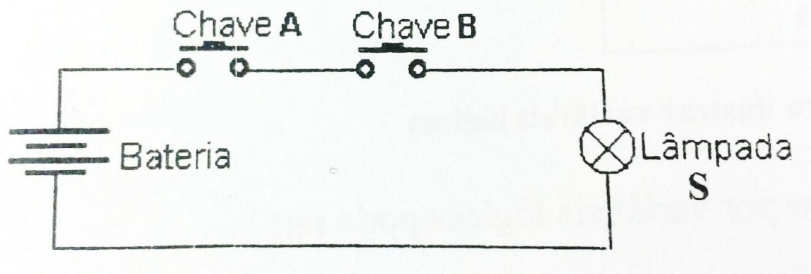
Tabela-Verdade

- O estado da lâmpada (sinal elétrico) depende dos estados das chaves:
 - As duas chaves abertas;
 - Chave A aberta e Chave B fechada;
 - Chave A fechada e Chave B aberta;
 - Ambas as chaves fechadas;

Operações Lógicas

Função AND (E)

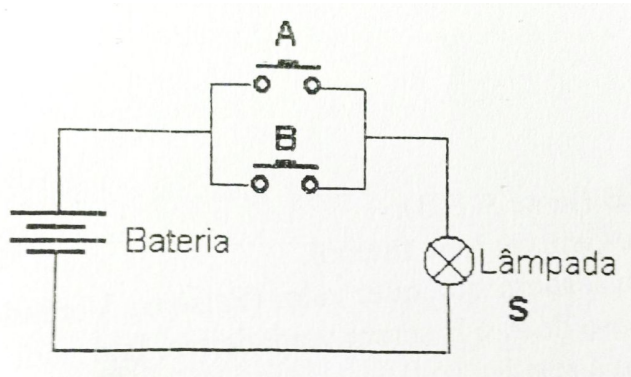
- A lâmpada somente acenderá se a Chave A e a Chave B estiverem fechadas.
- Símbolos: `.` ou `*` ou `^` ou `&&` ou **AND**



A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Função OR (OU)

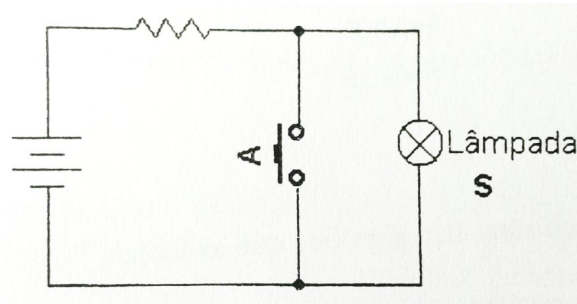
- A lâmpada acenderá se a Chave A ou Chave B estiverem fechadas ou ainda se ambas estiverem fechadas.
- Símbolos: + ou v ou || ou **OR**



A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Função NOT (NÃO)

- Quando a chave está aberta a corrente circulará através da lâmpada provocando seu acendimento, mas ao fechar a chave, a lâmpada apagará.
- Símbolos: \sim ou **!** ou \neg ou **NOT**



A	S
0	1
1	0

Tabela-Verdade

- É uma representação das funções para facilitar a análise;
- Principalmente quando estas funções possuem alto nível de complexidade;

A	B	C	S
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

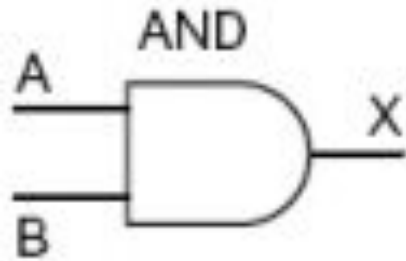
Portas Lógicas

Portas Lógicas

- As portas lógicas representam recursos físicos, isto é, circuitos eletrônicos, capazes de realizar as operações lógicas.
- Na eletrônica que trabalha com somente dois estados, a qual é denominada eletrônica digital, o nível lógico 0 normalmente está associado à ausência de tensão (0 volt) enquanto o nível lógico 1, à presença de tensão (a qual geralmente é 5 volts).

Porta AND

- A porta E executa a tabela verdade da função AND.
 - Portanto, a saída será 1 somente se ambas as entradas forem iguais a 1; nos demais casos, a saída será 0.

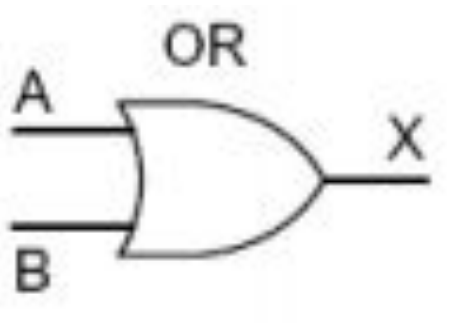


A . B

A	B	S
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Porta OR

- A porta OU executa a tabela verdade da função OR.
 - Portanto, a saída será 0 somente se ambas as entradas forem iguais a 0; nos demais casos, a saída será 1.

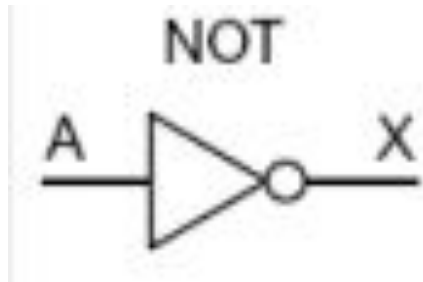


A + B

A	B	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Porta NOT ou Inversora

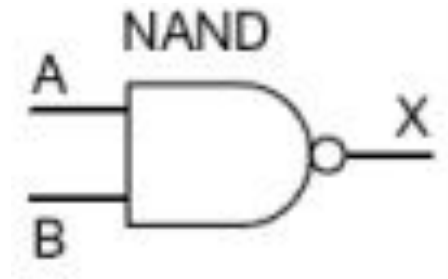
- O inversor executa a tabela verdade da função NÃO.
 - Se a entrada for 0, a saída será 1; se a entrada for 1, a saída será 0.



A	
A	S
0	1
1	0

Porta NAND

- Combina os operadores NOT e AND

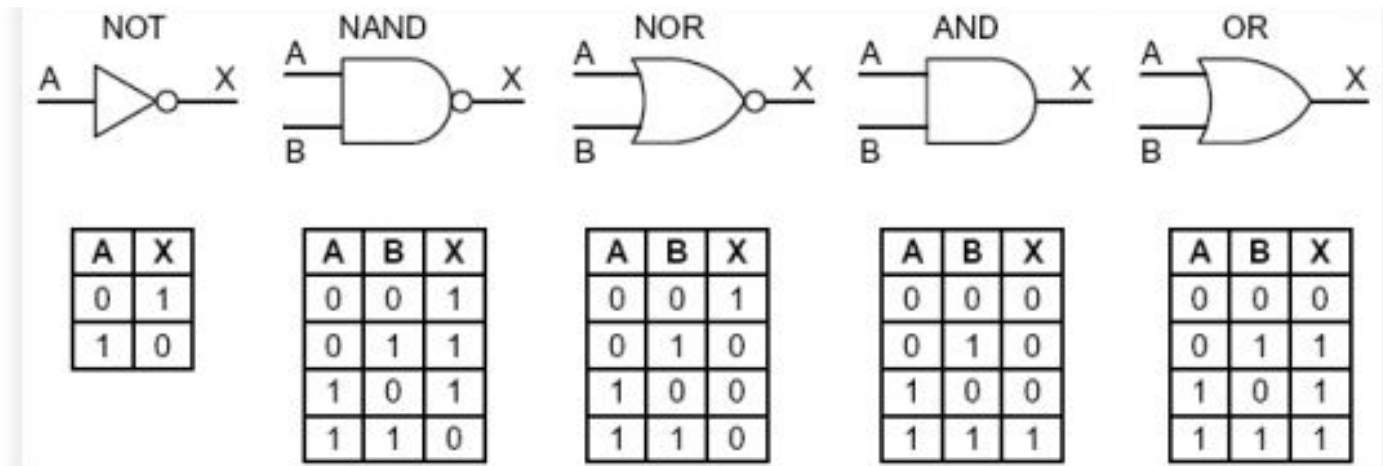


$\overline{A \cdot B}$

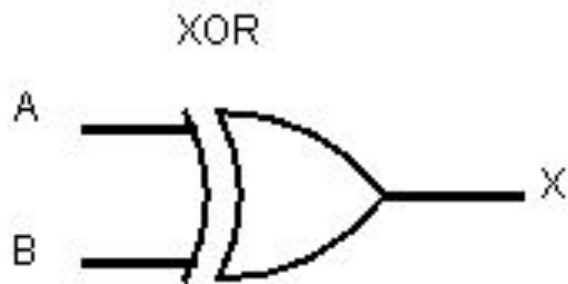
A	B	S
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Principais portas lógicas

- Podemos construir qualquer circuito lógico com apenas as portas AND, OR e NOT. Ou apenas NAND, NOR e NOT.



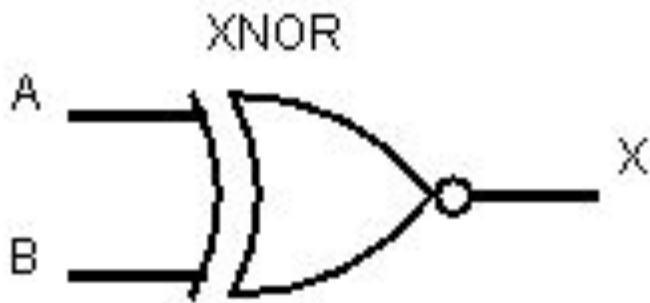
Porta XOR



$$A \oplus B$$

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Porta XNOR



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

A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

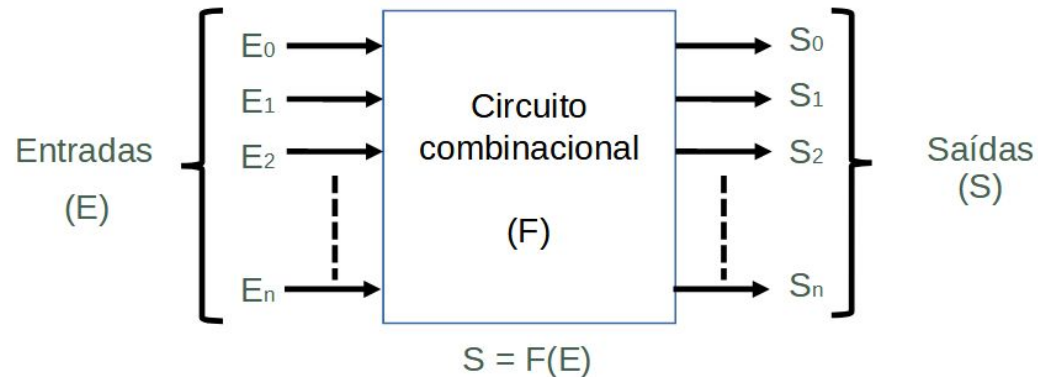
Correspondência expressões, circuitos
e tabela verdade

Expressões, circuitos e tabelas-verdade

- Todo circuito lógico executa uma expressão booleana.
- Um circuito, por mais complexo que seja, é composto pela interligação dos blocos lógicos básicos.

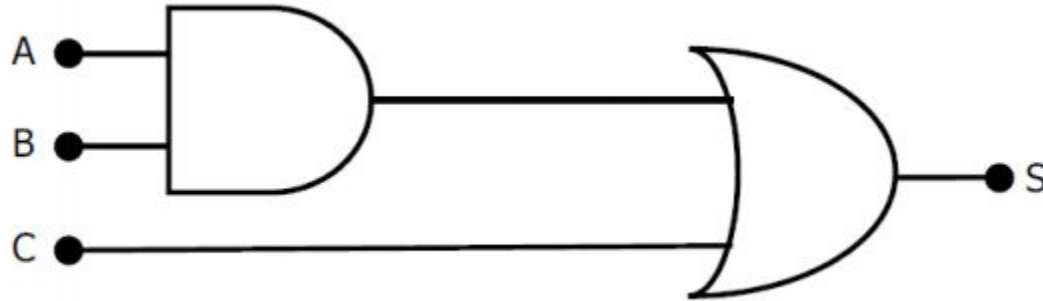
Circuito combinacional

- Circuito combinacional é aquele que executa uma expressão booleana através da interligação de portas lógicas;
- Cada saída é uma função das entradas e somente delas dependem:



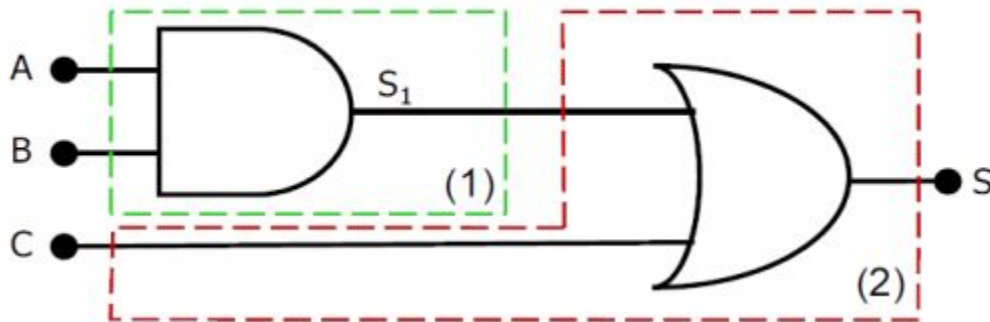
Expressões booleanas geradas por circuitos lógicos

- Exemplo 1: Dado o circuito abaixo, encontre a expressão booleana:



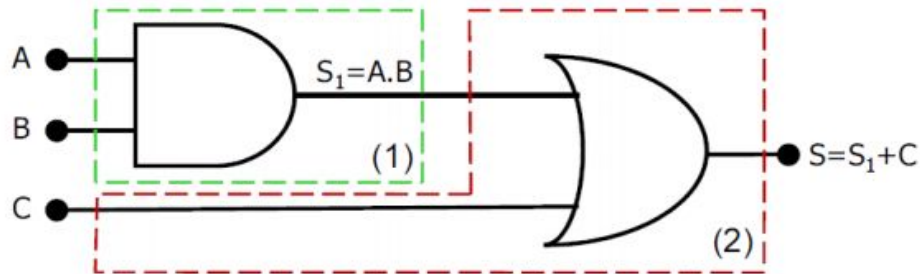
Expressões booleanas geradas por circuitos lógicos

- Vamos dividi-lo em duas partes (1) e (2)
- No circuito (1), a saída S_1 contém o produto $A \cdot B$, já que o bloco é uma porta AND
- Portanto, $S_1 = A \cdot B$



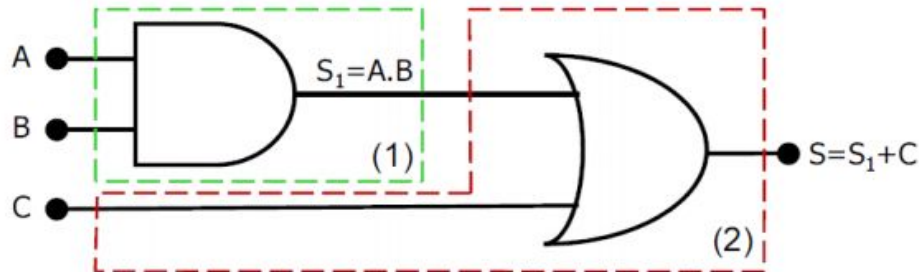
Expressões booleanas geradas por circuitos lógicos

- No circuito (2), note que a saída S_1 é utilizada como uma das entradas da porta OU
- A outra entrada da porta OU corresponde à variável C , o que nos leva à:
- $S = S_1 + C$



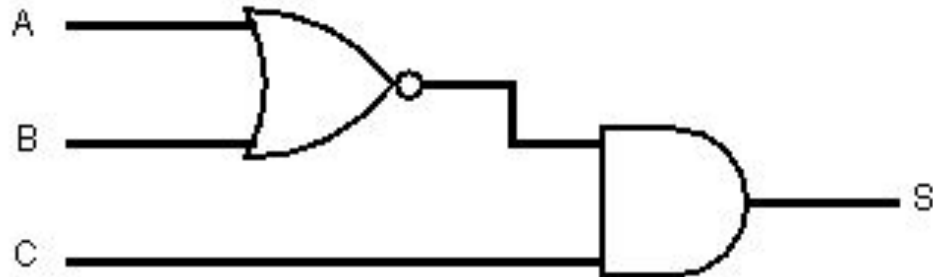
Expressões booleanas geradas por circuitos lógicos

- Para obter a expressão final em relação às entradas A, B e C basta substituir a expressão S1 na expressão de S, ou seja:
- (1) $S_1 = A \cdot B$
- (2) $S = S_1 + C$
- Obtém-se $S = (A \cdot B) + C$



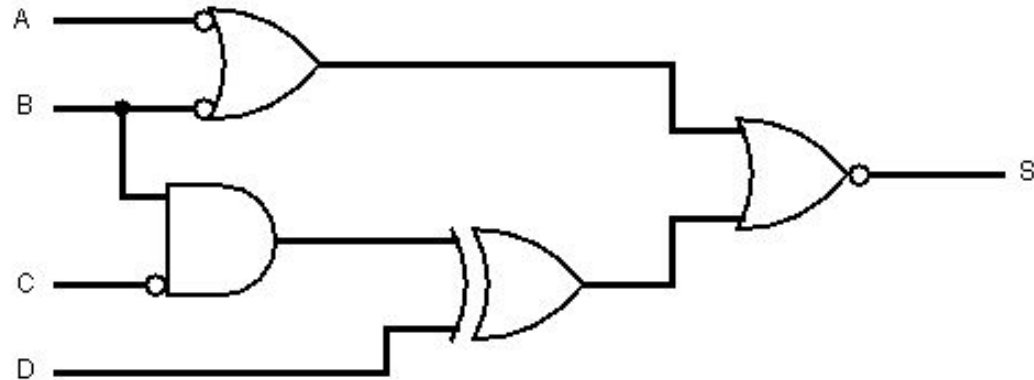
Expressões booleanas geradas por circuitos lógicos

- Exemplo 2: Dado o circuito abaixo, encontre a expressão booleana:



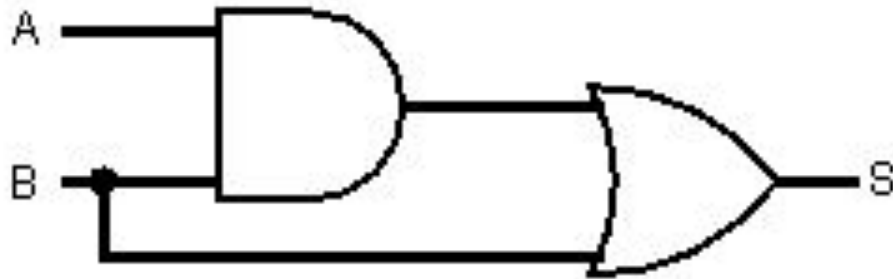
Expressões booleanas geradas por circuitos lógicos

- Exemplo 3: Dado o circuito abaixo, encontre a expressão booleana



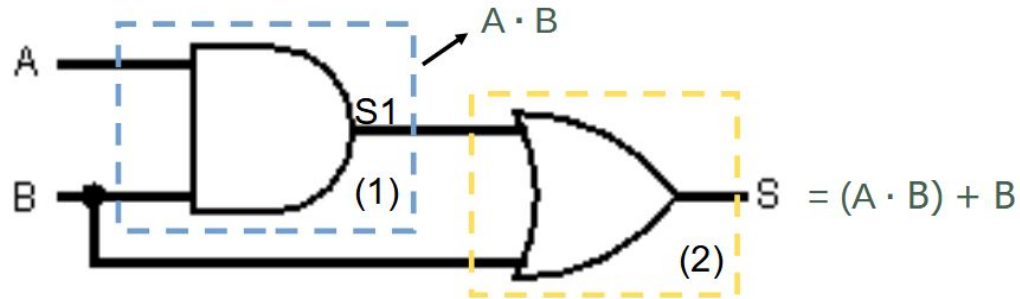
Obtenção de tabela-verdade

- Exemplo 1: Dado o circuito, obtenha a sua tabela verdade:



Obtenção de tabela-verdade

- Exemplo 1: Dado o circuito, obtenha a sua tabela verdade:
- Primeiro encontramos as expressões booleanas.



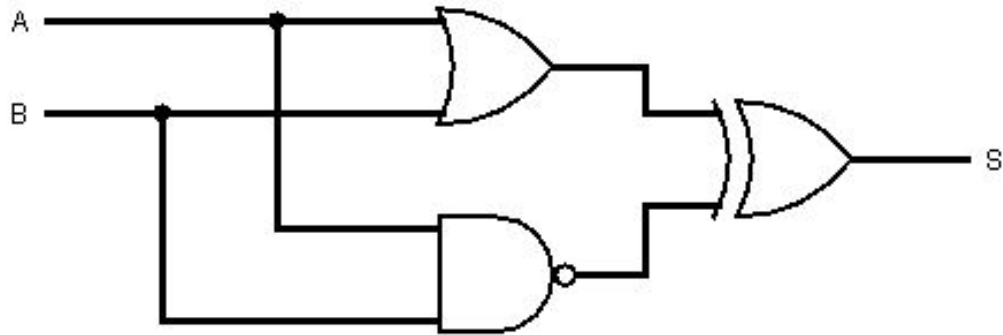
Obtenção de tabela-verdade

- Exemplo 1: Dado o circuito, obtenha a sua tabela verdade:
- Então realizamos as operações com as expressões encontradas.

ENTRADA		PARTE 1	SAÍDA
A	B	$A \cdot B$	$S = (A \cdot B) + B$
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	0
1	1	1	1

Obtenção de tabela-verdade

- Exemplo 2: Dado o circuito, obtenha a sua tabela verdade:

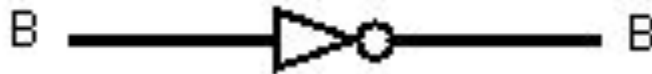


Obtenção do circuito lógico

- Importante observar que existe uma prioridade nas operações lógicas que devem ser seguidas, assim como nas operações aritméticas;
- Na operação $2+3 \times 5=17$, primeiro executamos a multiplicação, caso contrário o resultado seria diferente;
- Este procedimento também deve ser observado para operações lógicas, seguindo a prioridade: NOT, AND e OR.

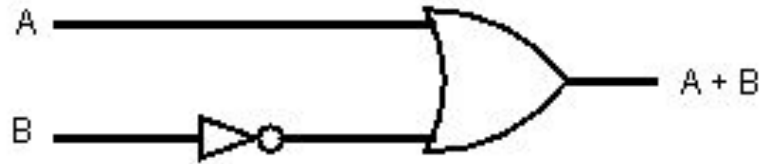
Obtenção do circuito lógico

- Ex.: $S = (A + \overline{B}) \cdot (C + D)$
- 1º PASSO:



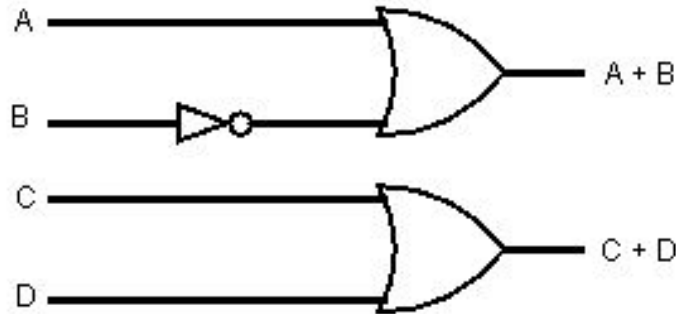
Obtenção do circuito lógico

- Ex.: $S = (A + \overline{B}) \cdot (C + D)$
- 2º PASSO:



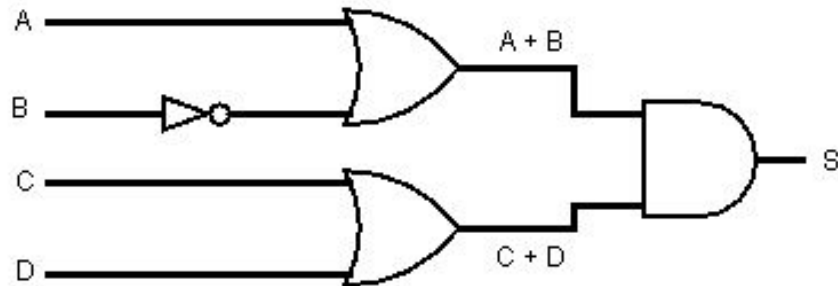
Obtenção do circuito lógico

- Ex.: $S = (A + \overline{B}) \cdot (C + D)$
- 3º PASSO:



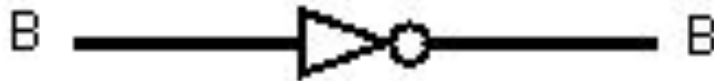
Obtenção do circuito lógico

- Ex.: $S = (A + \overline{B}) \cdot (C + D)$
- 4º PASSO:



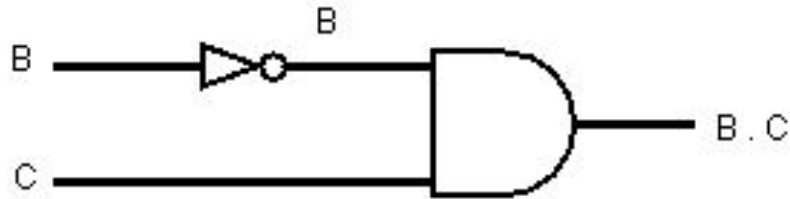
Obtenção do circuito lógico

- Obtenção do circuito lógico a partir da expressão booleana;
- Ex.: $S = A + \overline{B} \cdot C$
- 1º Passo:



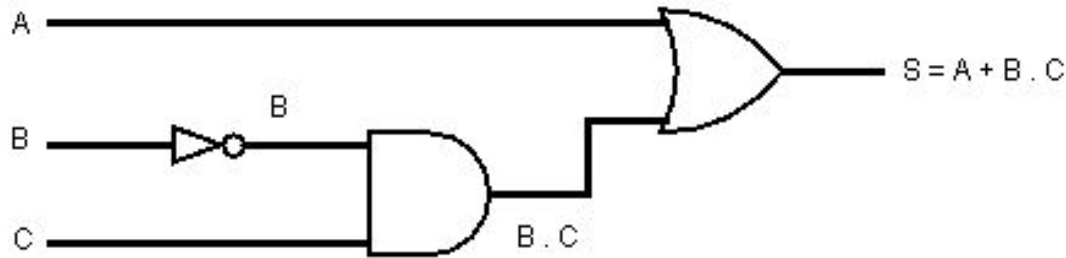
Obtenção do circuito lógico

- Obtenção do circuito lógico a partir da expressão booleana;
- Ex.: $S = A + \overline{B} \cdot C$
- 2º Passo:



Obtenção do circuito lógico

- Obtenção do circuito lógico a partir da expressão booleana;
- Ex.: $S = A + \overline{B} \cdot C$
- 3º Passo:



Obtenção de circuito por tabela verdade

- Conforme falamos, a função AND é representada por um ponto e assim, pode ser referida como um PRODUTO;
- Da mesma forma, a função OR é representada por um sinal de mais e referida como SOMA;
- Os termos SOMA e PRODUTO são utilizados na álgebra booleana para facilitar a discussão e a descrição das expressões;

Obtenção de circuito por tabela verdade

- Existem duas técnicas que podem ser utilizadas para descrever um circuito a partir da tabela verdade:
- Uma utiliza a SOMA de PRODUTOS, onde cada produto é chamado de Minitermo;
- Outra utiliza PRODUTO de SOMAS e cada soma é chamada de Maxitermo.

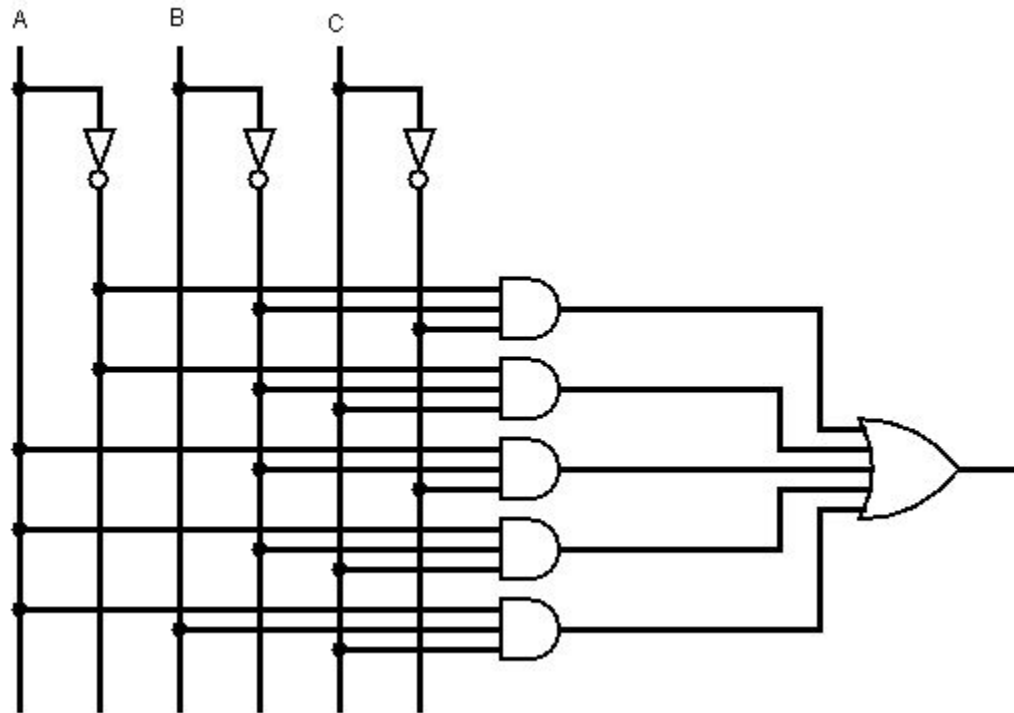
Minitermo

- Exemplo de SOMA de PRODUTOS: $A \cdot C + B \cdot C + A \cdot C$
- Exemplo de PRODUTO de SOMAS: $(A+C) \cdot (B+C) \cdot (A+C)$
- Para obtermos a expressão booleana a partir da tabela verdade, utilizando SOMA de PRODUTOS, analisamos apenas as entradas com valor de saída 1.
- Cada linha da tabela, cuja saída = 1, produzirá um Minitermo;

Minitermo

A	B	C	S	
1	1	1	1	→ $A \cdot B \cdot C$
1	1	0	0	
1	0	1	1	→ $A \cdot \bar{B} \cdot C$
1	0	0	1	→ $A \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}$
0	1	1	0	
0	1	0	0	
0	0	1	1	→ $\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot C$
0	0	0	1	→ $\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}$

Minitermo



Maxitermo

- Para obtermos a expressão booleana a partir da tabela verdade, utilizando PRODUTO de SOMAS, analisamos apenas as entradas com valor de saída 0.
- Cada linha da tabela, cuja saída = 0, produzirá um Maxitermo;

Maxitermo

