INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE
Campus Natal - Central

Sistemas Digitais

Parte 02

Professor: Franz Beckenbauer da Silva

Operações Aritméticas

- Os circuitos digitais operam com fundamentos no sistema binário de numeração.
  - Desta forma é necessário entender à aritmética binária;
    - As operações aritméticas com binários podem ser feitas de forma similar à dos números decimais.

Operações Aritméticas

- Adição
  - Tabela de referência:

$$0 + 0 = 0 \text{ transporte } 0$$
$$0 + 1 = 1 \text{ transporte } 0$$
$$1 + 0 = 1 \text{ transporte } 0$$
$$1 + 1 = 0 \text{ transporte } 1$$

  - Exemplo:

$$\begin{array}{r} 0\ 1\ 1\ (3) \\ +\ 1\ 1\ 0\ (6) \\ \hline 1\ 0\ 0\ 1\ (9) \end{array}$$

Complemento de 1 e de 2

- Complemento de 1
  - Basta inverter os bits
  - Ex.: 10101001

  Complemento 1 = 01010110
- Complemento de 2
  - Basta inverter os bits e somar com 1
  - Ex.: 10101001

  Complemento 2 = 01010110

  +1

  01010111

Operações Aritméticas

- Subtração
  - Tabela de referência:

$$0 - 0 = 0 \text{ empresta } 0$$
$$0 - 1 = 1 \text{ empresta } 1$$
$$1 - 0 = 1 \text{ empresta } 0$$
$$1 - 1 = 0 \text{ empresta } 0$$

  - Exemplo:

$$\begin{array}{rl} 1100 & (12) \\ -\ 1001 & (9) \\ \hline 0011 & (3) \end{array}$$

Complemento de 1 e de 2

- Subtração utilizando complemento de 2
  - Basta somar o primeiro operando ao complemento de 2 do segundo operando.
  - Ex.:

$$\begin{array}{r} 1010 \\ -\ \ 111 \\ \hline ? \end{array} \Rightarrow \begin{array}{r} 1010 \\ +\ 1000 \\ 1 \\ \hline \boxed{0011} \end{array}$$

transporta 1

0 "+1" é desprezado e assim encerra-se a operação.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE
Campus Natal - Central

Complemento 2 (continuação)

- Subtração utilizando complemento de 2
  - Quando o resultado for negativo:
  - Ex.:

$$\begin{array}{r} 0111 \\ \underline{-1010} \\ ? \end{array} \Rightarrow \begin{array}{r} 0111 \\ +\,0101 \\ \underline{1} \\ 1101 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0010 \\ \underline{+\quad 1} \\ (-)\ \boxed{0011} \end{array}$$

transporta 0

significa que o resultado é negativo e deve-se fazer o complemento 2 de novo

Operações Aritméticas

- Multiplicação
  - Tabela de referência:

$$0 \times 0 = 0$$
$$0 \times 1 = 0$$
$$1 \times 0 = 0$$
$$1 \times 1 = 1$$

  - Exemplo:

```
      1  1  0  1  1   (27)
              x 1  0   (2)
   ------------------
 +    0  0  0  0  0
   1  1  0  1  1
   ------------------
   1  1  0  1  1  0   (54)
```

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE
Campus Natal - Central

Operações Aritméticas

- Divisão
  - Não há tabela de referência;
    - a operação é feita de modo semelhante à divisão em decimais;
    - o valor do **divisor** deve ser igual ou menor que o do **dividendo** e, se for igual ou menor é escrito 1 no quociente. Esse valor é multiplicado pelo divisor e subtraído do dividendo, até atingir o valor zero, no caso da divisão exata.

Operações Aritméticas

- Divisão
  - Exemplo 1:
    - 55/5 = 11
    - para confirmar faça a multiplicação do divisor pelo quociente.

```
110111 | 101
101     ------
-----     1011
00111
  101
-------
 0101
  101
------
0000
```

Operações Aritméticas

- Divisão
  - Exemplo 2:
    - 27/3 = 9
    - para confirmar faça a multiplicação do divisor pelo quociente.

```
1 1 0 1 1 | 1 1
          |------------
1 1          1 0 0 1
--------
0 0 0
  0 0
  --------
  0 0 1
    0 0
    ---------
    0 1 1
      1 1
      ------
      0 0
```

Operações Aritméticas

- Divisão
  - Exemplo 3:
    - divisão não exata;
    - 25/2 = 12,5
    - para confirmar faça a multiplicação do divisor pelo quociente.

```
1 1 0 0 1 | 1 0
          |-----------
1 0         1 1 0 0,1
-------
0 1 0
  1 0
-------
  0 0 0
    0 0
  ------
    0 0 1
      0 0
    -----
      0 1 0
        1 0
      -----
        0 0
```

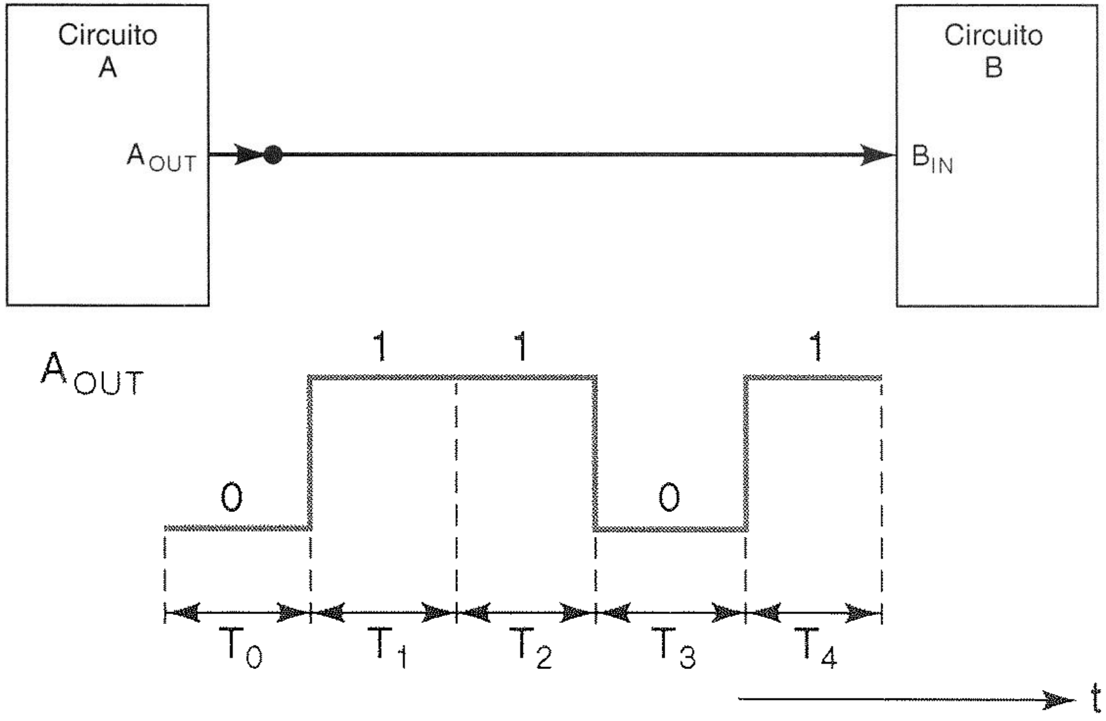
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE
Campus Natal - Central

Transmissão serial e paralela

- A informação transmitida entre os diversos dispositivos digitais pode ser feita na forma serial ou paralela.
- Esta informação binária é geralmente representada por tensões nas saídas de um circuito emissor, que estão conectadas nas entradas de um circuito receptor.

Transmissão serial e paralela

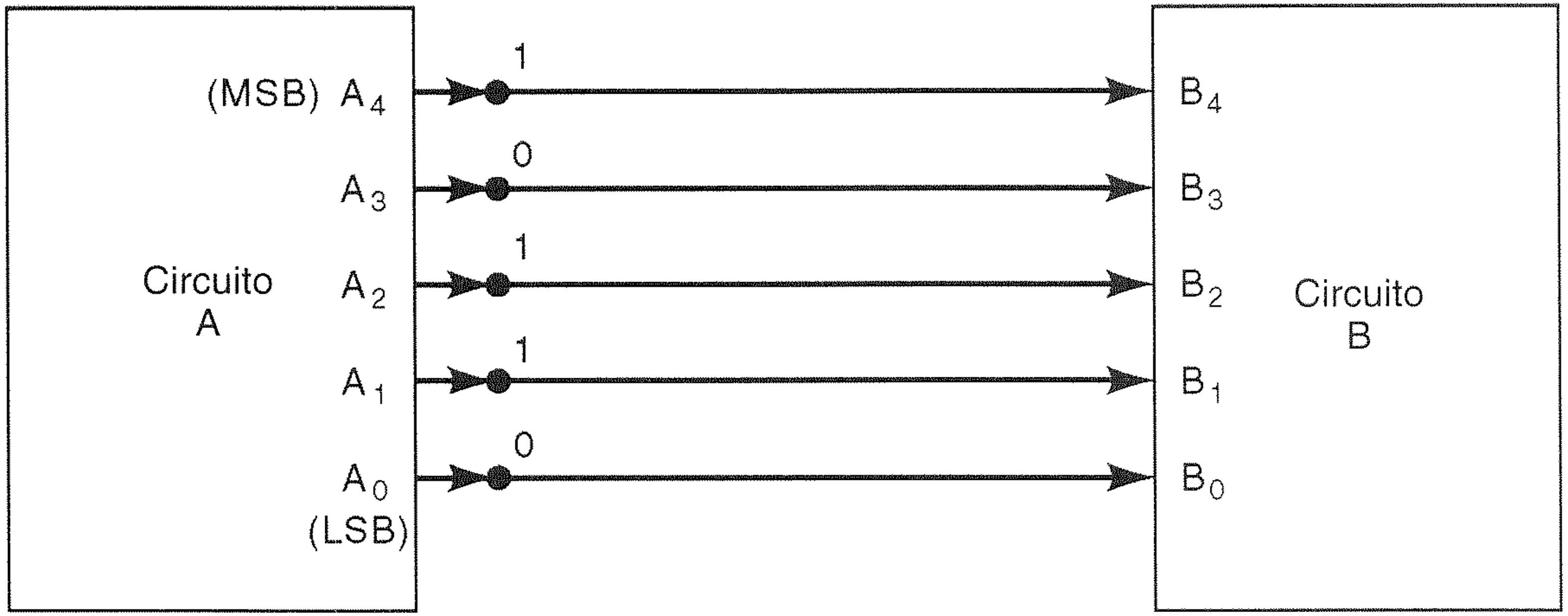
- Transmissão Serial
  - Um bit por vez;
  - Necessidade de apenas uma via de comunicação;
  - Menor custo;
  - Mais lenta;



- Exs.:USB, RS-232, Ethernet, e etc

Transmissão serial e paralela

- Transmissão Paralela
  - Envio simultâneo de vários bits por vez;
  - Necessidade de várias vias de comunicação;
  - Maior custo;
  - Mais rápida;



  - Exs: ATA, ISA, etc.

Circuitos Lógicos

- Circuitos lógicos ou circuitos digitais são circuitos eletrônicos que empregam a utilização de sinais elétricos em apenas dois níveis de corrente (ou tensão) para definir a representação de valores binários.

Circuitos Lógicos

- Baseiam seu funcionamento na ***lógica binária***, onde as informações representam estados que funcionam em dois níveis distintos, sendo estes: ligado/desligado (on/off), alto/baixo (high/low), verdadeiro/falso (true/false) entre outros.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE
Campus Natal - Central

Circuitos Lógicos

- **COMBINACIONAL -** a saída é função dos valores de entrada correntes; esses circuitos não tem capacidade de armazenamento.
- **SEQUENCIAL -** a saída é função dos valores de entrada correntes e dos valores de entrada no instante anterior; é usada para a construção de circuitos de memória (chamados "flip-flops").

Circuitos Lógicos Combinacionais

- Um circuito lógico combinacional é todo circuito cuja saída depende única e exclusivamente da combinação das entradas.
- Exemplo: comando com botão para escolher o canal da TV.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE
Campus Natal - Central

Circuitos Lógicos Sequenciais

- Um circuito lógico sequencial é aquele em que as saídas dependem das entradas atuais, mas também de valores anteriores por que passaram as saídas
- Exemplo: comando para escolher o canal da TV com botão para retornar ao canal anterior (botão return, pre-ch, etc..)

Funções e Portas Lógicas

- 1854 – O matemático George Boole apresenta sistema matemático de análise lógica conhecido como álgebra de Boole;
- 1938 – Utilização da álgebra de Boole por Claude Elwood Shannon em sistemas de telecomunicações, introduzindo nos estudos da eletrônica digital.

Variável Booleana

- Podem assumir apenas 2 valores: 0 e 1
- Exemplos:
  - Lâmpada: acesa (1) ou apagada (0)
  - Chave: fechada (1) ou aberta (0)
  - Verdadeiro (1) ou Falso(0)
- REPRESENTAÇÃO:
  - Expressão Lógica
  - Tabela Verdade
  - Símbolos (portas lógicas)

Função AND (E)

CIRCUITO ELÉTRICO

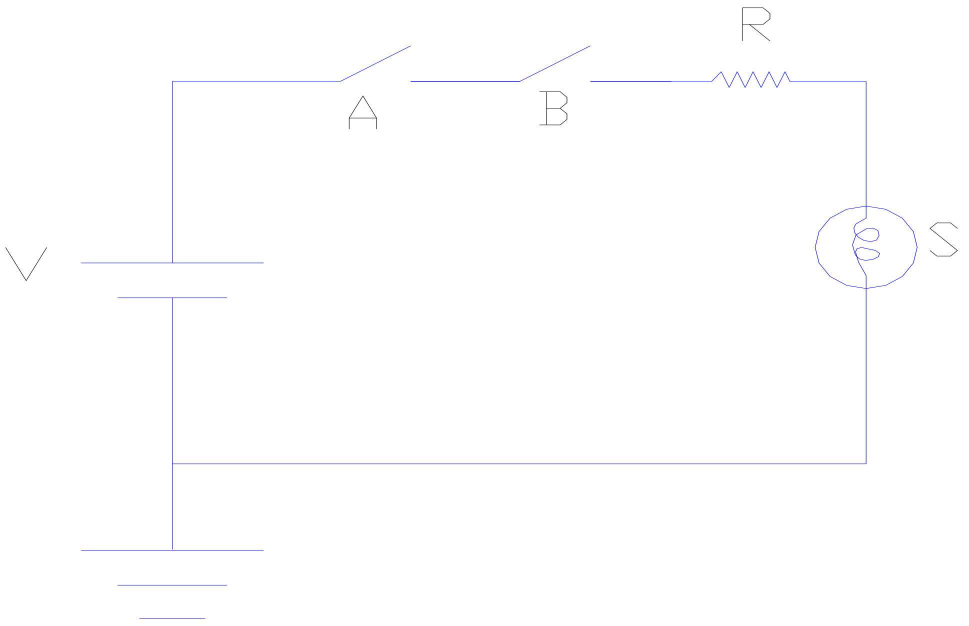
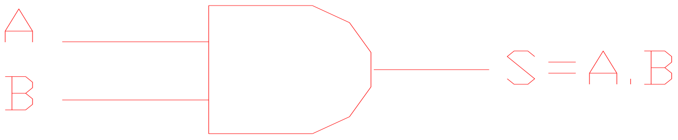


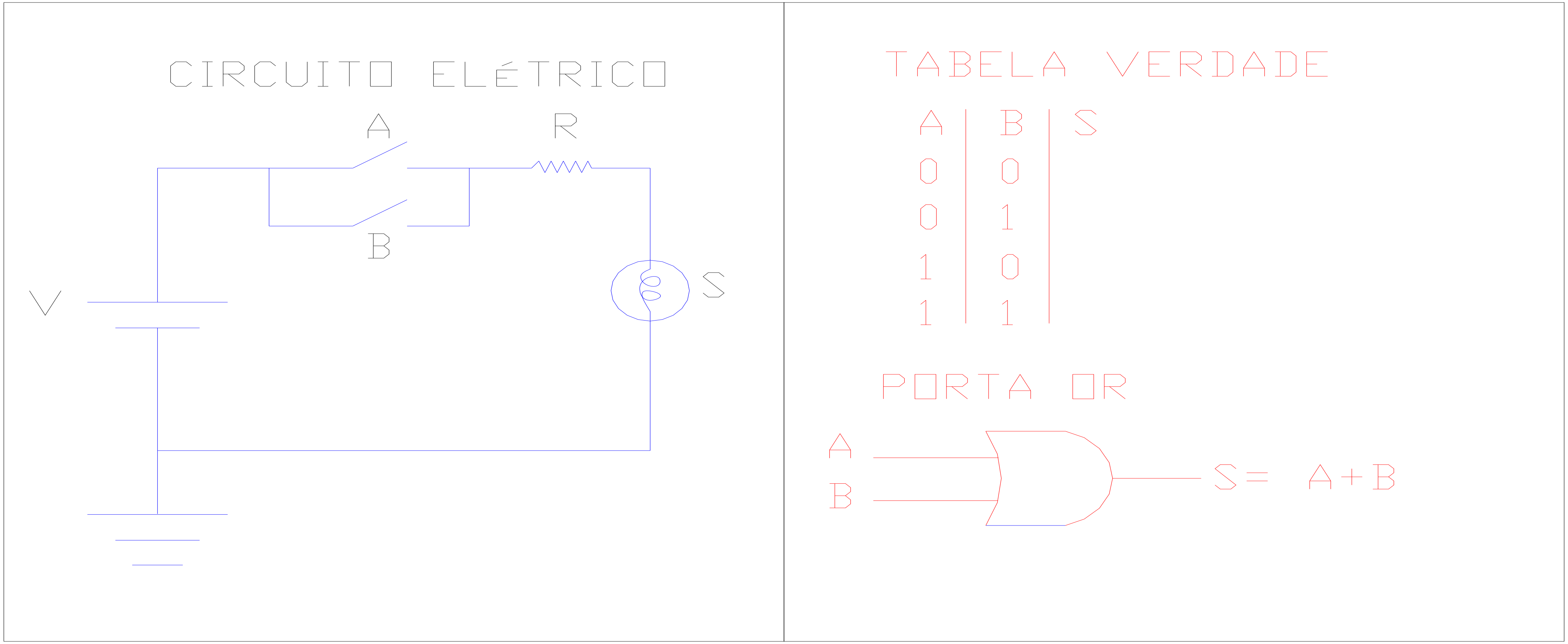
TABELA VERDADE

A	B	S
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

PORTA AND

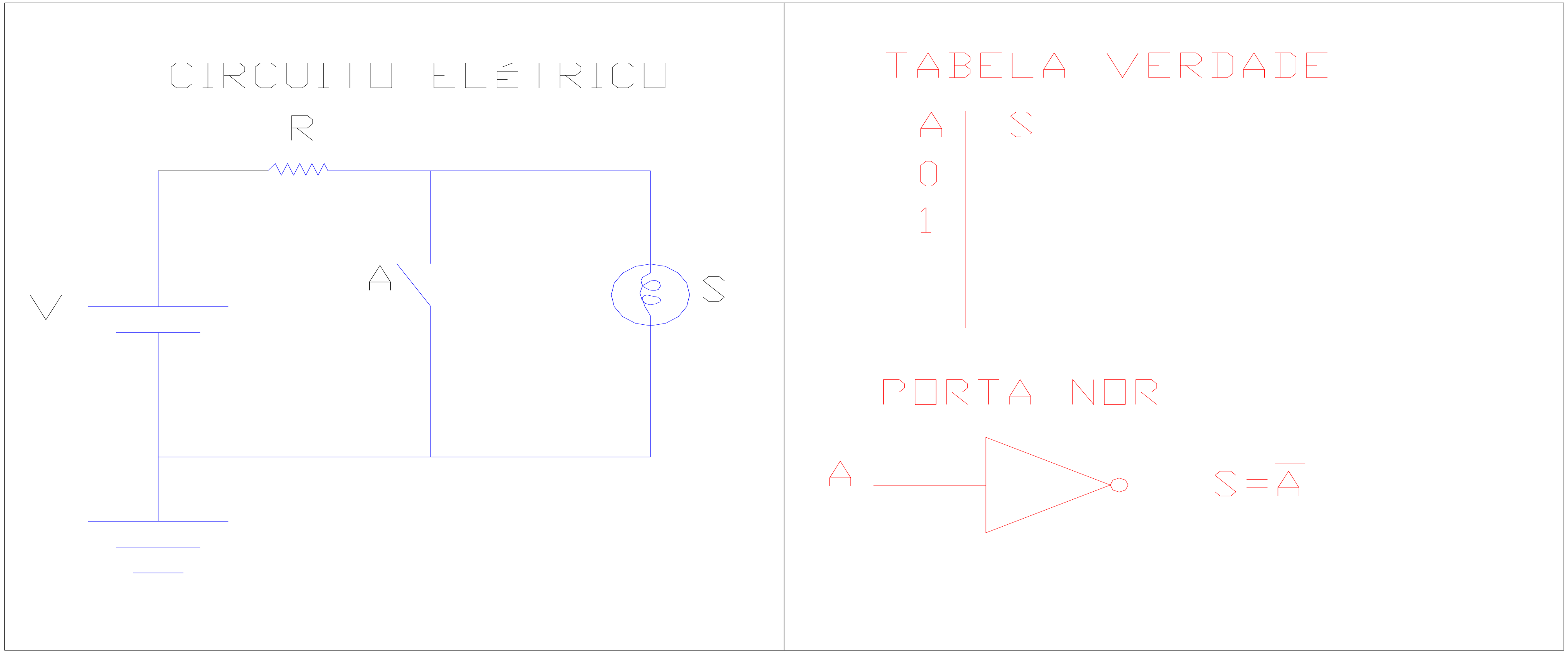


Função OR (OU)



CIRCUITO ELÉTRICO
A
R
B
V
S
TABELA VERDADE
A | B | S
0 | 0
0 | 1
1 | 0
1 | 1
PORTA OR
A
B
S= A+B

Função NOT (NÃO)



Função NAND (NE, NÃO E)

CIRCUITO ELÉTRICO

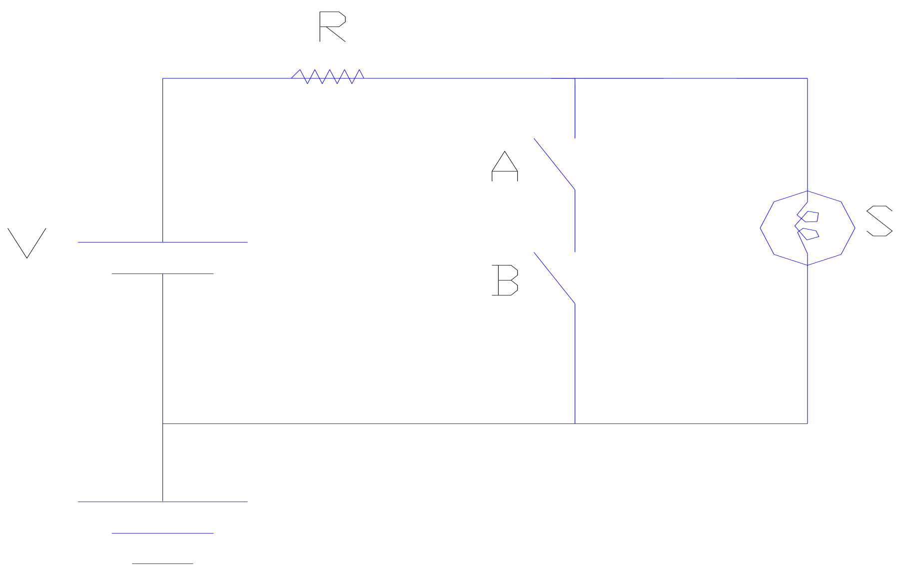
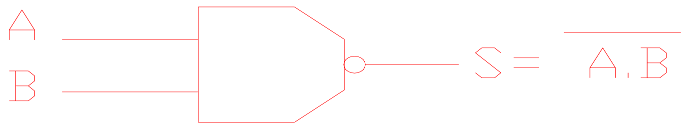


TABELA VERDADE

A	B	S
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

PORTA NAND



Função NOR (NOU, NÃO OU)

CIRCUITO ELÉTRICO

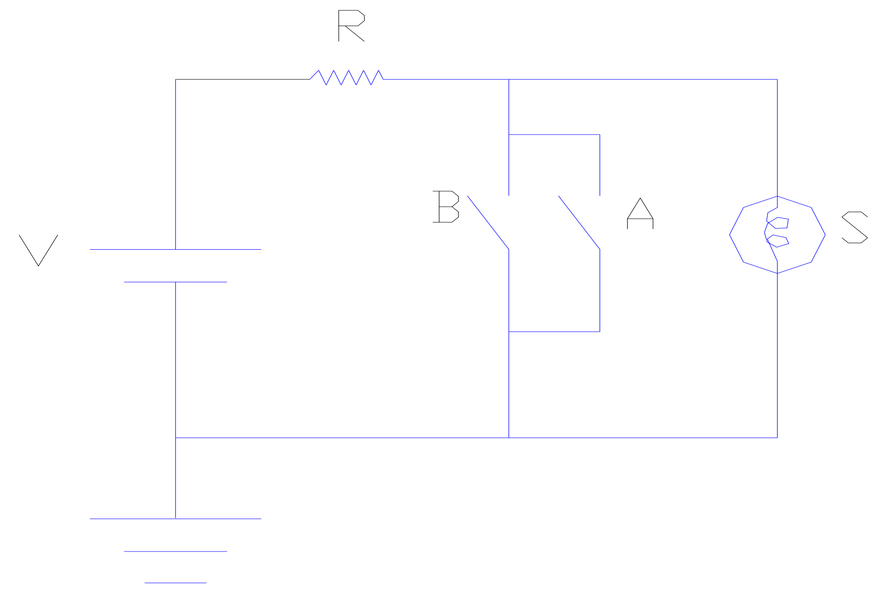
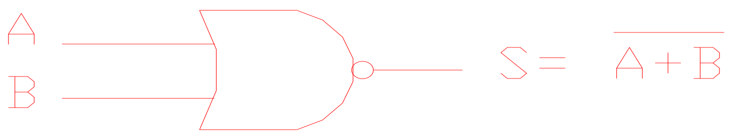


TABELA VERDADE

A	B	S
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

PORTA NOR



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE
Campus Natal - Central

Bloco Lógico XOR (OU EXCLUSIVO)

- Fornece 1 à saída quando as variáveis de entrada forem diferente entre si.

Tabela Verdade

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

Expressão Lógica

$$S = \overline{A}.B + A.\overline{B}$$

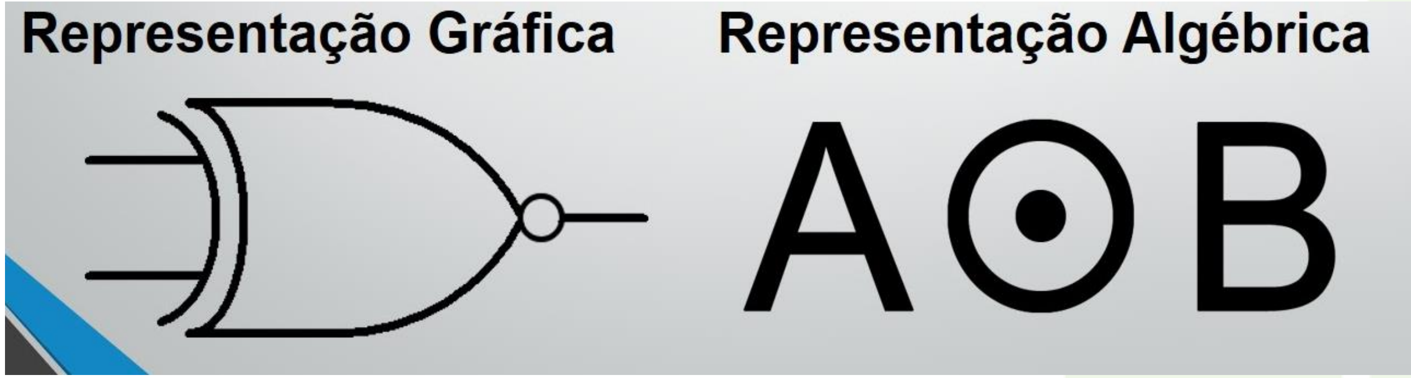
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE
Campus Natal - Central

Bloco Lógico XNOR (COINCIDÊNCIA)

- Fornece 1 à saída quando houver uma coincidência nas variáveis de entrada.

Tabela Verdade

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



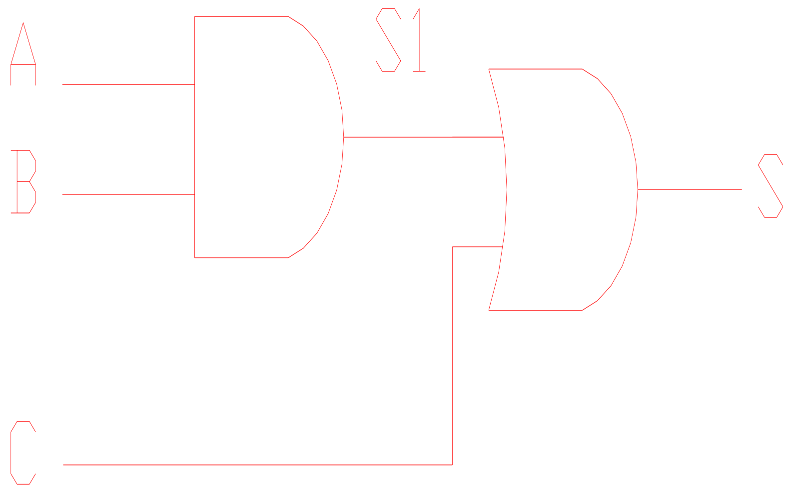
Expressão Lógica

$$S = \overline{A}\,.\,\overline{B} + A.B$$

Expressões Lógicas

- Exemplos:

S1=A.B



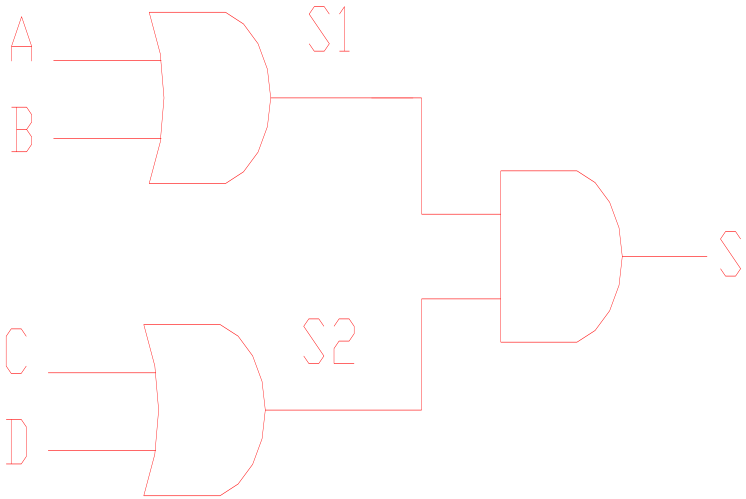
S=S1+C

S=A .B + C

Expressões Lógicas

- Exemplos:

S1=A+B



S=(A+B).(C+D)

S2=C+D

Expressões Lógicas

- Exemplos:

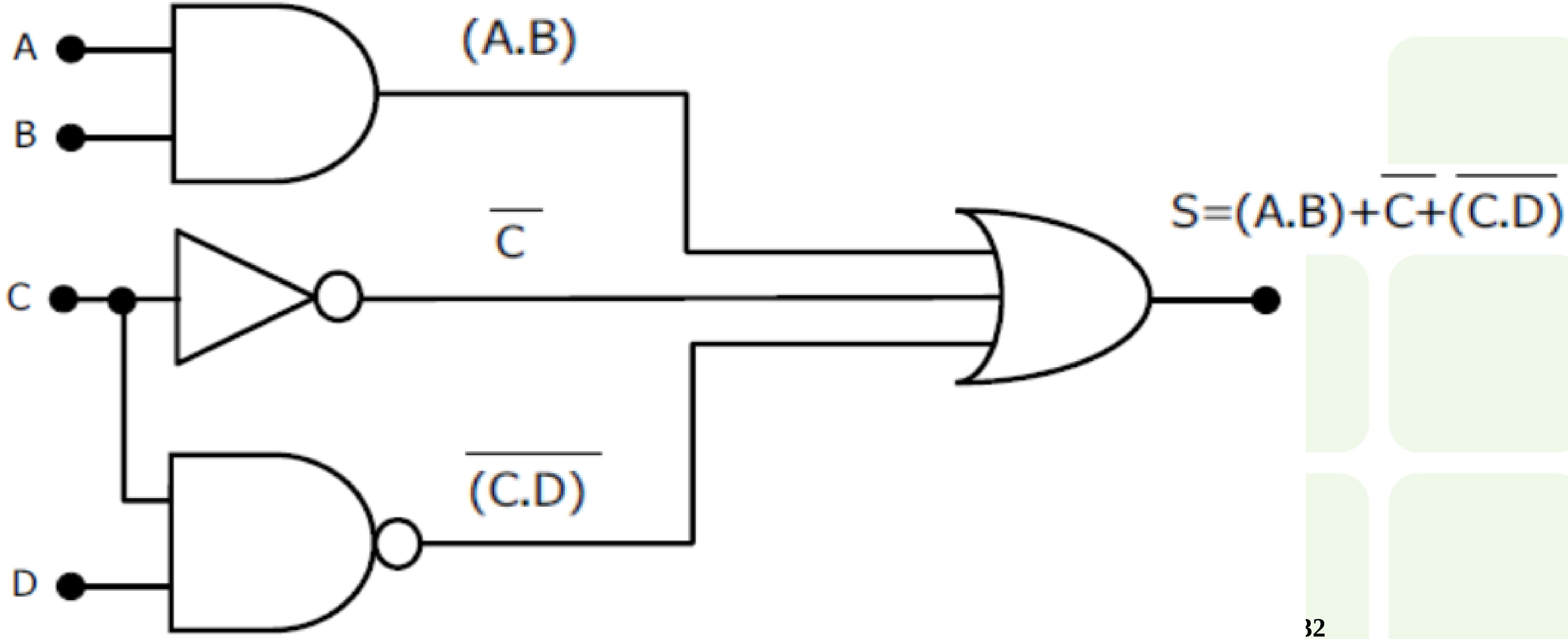


Tabela Verdade a partir de Expressões Booleanas

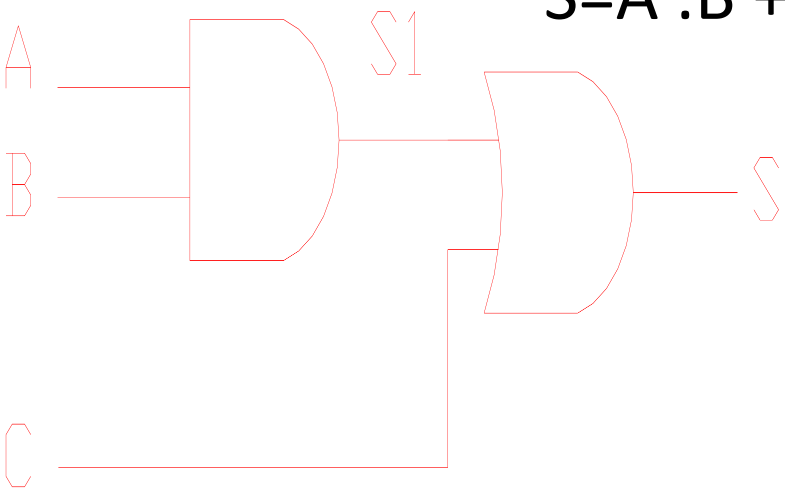
1) Montamos o quadro de possibilidades;
2) Montamos colunas para os vários membros da expressão;
3) Preenchemos as colunas com seus resultados;
4) Montamos uma coluna para o resultado final;
5) Preenchemos esta coluna com os resultados finais.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE
Campus Natal - Central

Tabela Verdade a partir de Expressões Booleanas

- Exemplo:

S=A .B + C



Resultado Final

A	B	C	A.B	C	S= A.B+C
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	1
1	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	1
1	1	0	1	0	1
1	1	1	1	1	1

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE
Campus Natal - Central

Exercícios

1) Construa a tabela verdade para as seguintes expressões:

A) S=A.B.C

B) S=(A+B).C

2) Desenhe o circuito lógico representado pelas expressões abaixo:

A) S = (A.B) . (B+C)

B) S = (A.B + C.D)

3) Qual a representação da pela expressão booleana para o circuito lógico desenhado abaixo: