

Circuitos Lógicos Combinacionais

□ Circuito Lógico Combinacional

□ **Definição 1:** Um **Circuito Lógico Combinacional** (ou combinatório) é definido como aquele circuito lógico cujo nível lógico do sinal de saída depende apenas da combinação dos níveis lógicos presentes nas suas entradas externas.



Esse circuito possui as seguintes propriedades:

- a) Uma mesma combinação de valores de entrada não pode gerar dois valores diferentes de saída;
- b) O valor da saída depende apenas e tão somente dos valores das entradas em determinado instante de tempo e não tem qualquer dependência com valores anteriores ("realimentações") ou estados internos ("memória") do circuito;
- c) Circuitos combinacionais individuais podem ser interconectados (combinados) de modo a obter-se um circuito lógico mais complexo.

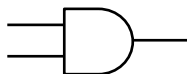
1

Circuitos Lógicos Combinacionais

□ Portas Lógicas

As operações lógicas dos circuitos combinacionais são representadas por **Diagramas Lógicos**, cujos os elementos básicos são as **Portas Lógicas**.

Existem três Portas Lógicas elementares que representam os operadores da Álgebra Booleana: **AND** (E), **OR** (OU) e **NOT** (NÃO).



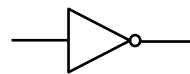
AND (E)

ANDROID



OR (OU)

ORDROID



NOT (NÃO)

NOTDROID



2

As notas de aula servem como roteiro de aula para o professor, contendo os principais tópicos que serão explorados durante as aulas. Podem também servir como roteiro de estudo, mas não substituem o livro texto da disciplina: TOCCI, R.J., WIDMER, N.S., MOSS, G. L. – Sistemas Digitais – princípios e aplicações (11ª Ed.)

Descrição de Circuitos Lógicos

Porta Lógica E (AND)

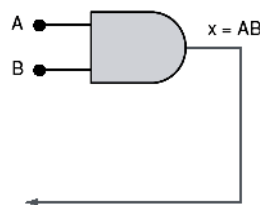
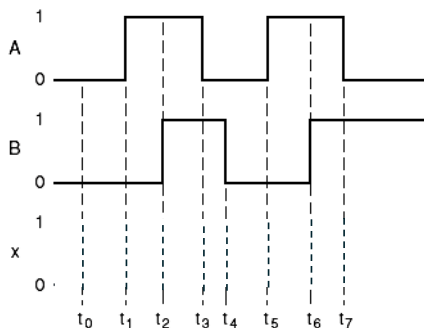
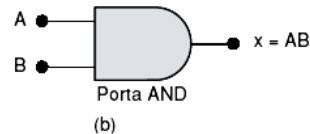
Uma porta **E** ("AND") que recebe duas entradas **A** e **B** produz uma saída **X** tal que:

$X = A \cdot B = 1$, se $A=B=1$

$X = A \cdot B = 0$, em outros casos.

AND		
A	B	$x = A \cdot B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

(a)



3

Descrição de Circuitos Lógicos

Porta Lógica OU (OR)

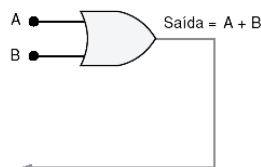
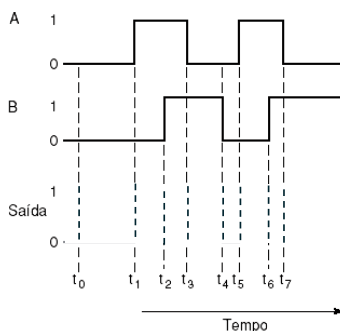
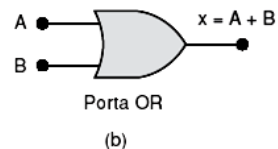
Uma porta **OU** ("OR") que recebe duas entradas **A** e **B** produz uma saída **X** tal que:

$X = A + B = 0$, se $A=B=0$

$X = A + B = 1$, em outros casos.

OR		
A	B	$x = A + B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

(a)



4

As notas de aula servem como roteiro de aula para o professor, contendo os principais tópicos que serão explorados durante as aulas. Podem também servir como roteiro de estudo, mas não substituem o livro texto da disciplina: TOCCI, R.J., WIDMER, N.S., MOSS, G. L. – Sistemas Digitais – princípios e aplicações (11ª Ed.)

Descrição de Circuitos Lógicos

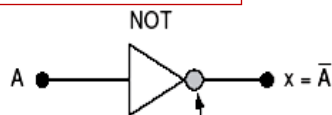
□ Porta Lógica NÃO (NOT)

Uma porta **NÃO** ("NOT"), também denominada de **Porta Inversora**, que recebe uma entrada **A** produz uma saída **X** tal que:

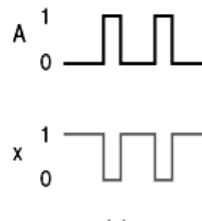
$$X = \bar{A} = A' = 0, \text{ se } A=1$$

$$X = \bar{A} = A' = 1, \text{ se } A=0.$$

NOT	
A	X = \bar{A}
0	1
1	0



Presença de um pequeno círculo sempre denota a inversão



5

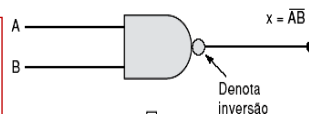
Descrição de Circuitos Lógicos

□ Porta Lógica NE (NAND)

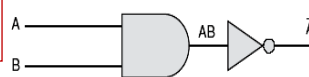
Uma porta **NE** ("NAND") que recebe duas entradas **A** e **B** produz uma saída **X** tal que:

$$X = \overline{A \cdot B} = 0, \text{ se } A=B=1$$

$$X = \overline{A \cdot B} = 1, \text{ em outros casos.}$$



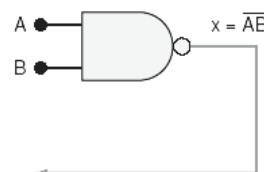
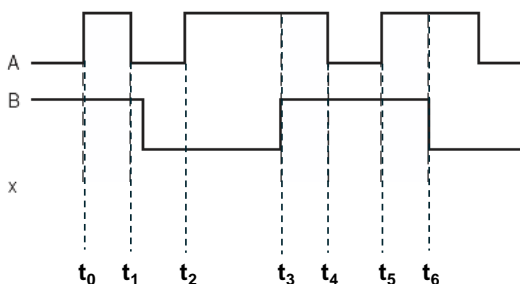
(a)



(b)

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

(c)



6

As notas de aula servem como roteiro de aula para o professor, contendo os principais tópicos que serão explorados durante as aulas. Podem também servir como roteiro de estudo, mas não substituem o livro texto da disciplina: TOCCI, R.J., WIDMER, N.S., MOSS, G. L. – Sistemas Digitais – princípios e aplicações (11ª Ed.)

Descrição de Circuitos Lógicos

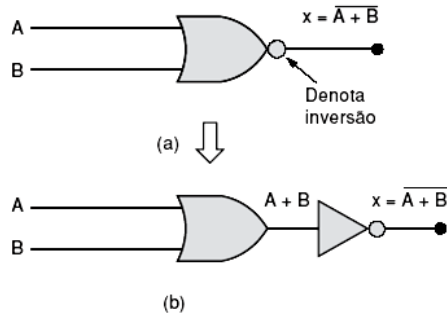
Aula 3
7

Porta Lógica NOU (NOR)

Uma porta **NOU** ("NOR") que recebe duas entradas **A** e **B** produz uma saída **X** tal que:

$X = \overline{A + B} = 1$, se $A=B=0$

$X = \overline{A + B} = 0$, em outros casos.



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

(c)

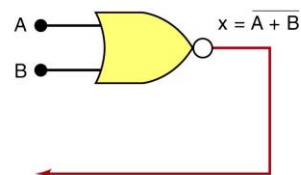
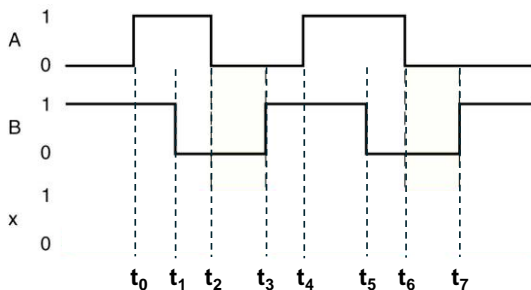
7

Descrição de Circuitos Lógicos

Aula 3
8

Porta Lógica NOU (NOR)

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



8

As notas de aula servem como roteiro de aula para o professor, contendo os principais tópicos que serão explorados durante as aulas. Podem também servir como roteiro de estudo, mas não substituem o livro texto da disciplina: TOCCI, R.J., WIDMER, N.S., MOSS, G. L. – Sistemas Digitais – princípios e aplicações (11ª Ed.)

centro universitário

CE3512 - Sistemas Digitais - Prof. Dr. Valter F. Avelino

(2021)

Aula 3

9

Descrição de Circuitos Lógicos

□ Porta Lógica OU EXCLUSIVO (EXCLUSIVE OR - XOR)

A porta **OU EXCLUSIVO** (“XOR”) que recebe duas entradas **A** e **B** produz uma saída **X** tal que:

$X = A \oplus B = 1$, se $A \neq B$

$X = A \oplus B = 0$, se $A = B$

A	B	x
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

(a)

Símbolos para a porta XOR

$x = A \oplus B$
 $= \bar{A}B + A\bar{B}$

(b)

$x = A \oplus B$

(c)

9

centro universitário

CE3512 - Sistemas Digitais - Prof. Dr. Valter F. Avelino

(2021)

Aula 3

10

Descrição de Circuitos Lógicos

□ Porta Lógica OU EXCLUSIVO (EXCLUSIVE OR - XOR)

A	B	x
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

(a)

$x = A \oplus B$

10

As notas de aula servem como roteiro de aula para o professor, contendo os principais tópicos que serão explorados durante as aulas. Podem também servir como roteiro de estudo, mas não substituem o livro texto da disciplina: TOCCI, R.J., WIDMER, N.S., MOSS, G. L. – Sistemas Digitais – princípios e aplicações (11ª Ed.)

Descrição de Circuitos Lógicos

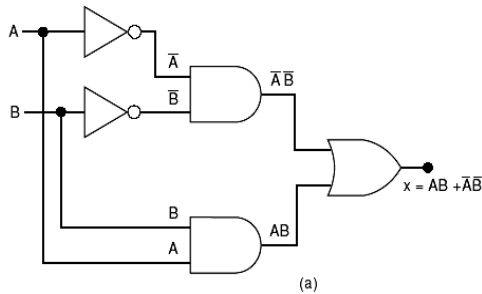
Aula 3
11

Porta Lógica COINCIDÊNCIA (EXCLUSIVE NOR - XNOR)

A porta **COINCIDÊNCIA** ("XNOR") que recebe duas entradas **A** e **B** produz uma saída **X** tal que:

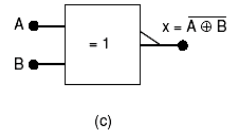
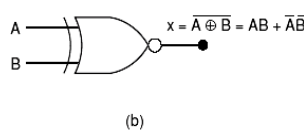
$$X = \overline{A \oplus B} = 1, \text{ se } A = B$$

$$X = \overline{A \oplus B} = 0, \text{ se } A \neq B$$



A	B	x
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Símbolos para a porta XNOR

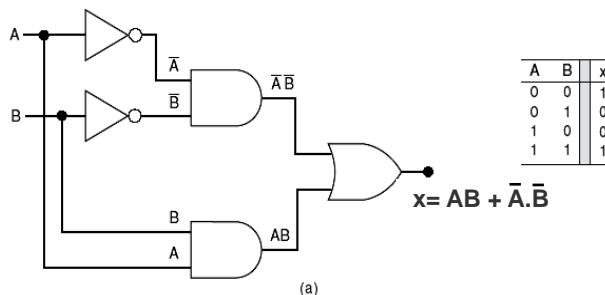


11

Descrição de Circuitos Lógicos

Aula 3
12

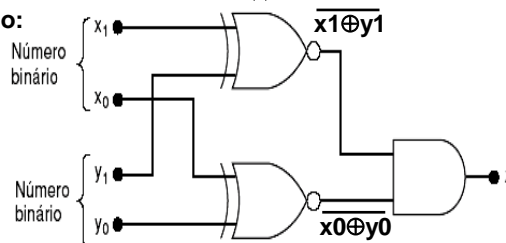
Porta Lógica COINCIDÊNCIA (EXCLUSIVE NOR - XNOR)



A	B	x
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Exemplo de Aplicação:

Qual a função desse Circuito Lógico?



12

As notas de aula servem como roteiro de aula para o professor, contendo os principais tópicos que serão explorados durante as aulas. Podem também servir como roteiro de estudo, mas não substituem o livro texto da disciplina: TOCCI, R.J., WIDMER, N.S., MOSS, G. L. – Sistemas Digitais – princípios e aplicações (11ª Ed.)

Projetos de Circuitos Lógicos

□ Implementação Física de Portas Lógicas

As **Portas Lógicas** são materializadas fisicamente em dispositivos eletrônicos denominados de **Circuitos Integrados (CI)**.

Usualmente existem diversas portas lógicas idênticas no interior de um mesmo **CI**. Para o funcionamento lógico dessas portas é necessário que o **CI** seja polarizado ("alimentado") eletricamente através da aplicação de uma tensão contínua (usualmente 5 Volts) entre dois terminais específicos do CI.

Exemplos de CI's (TTL):

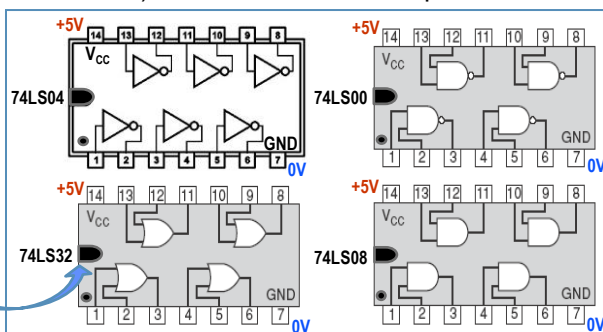
74LS00: 4 Portas NAND

74LS04: 6 Portas NOT

74LS08: 4 Portas AND

74LS32: 4 Portas OR

Obs: Note o **chanfro** ou **ponto** marcador de referência da pinagem.



Fonte: R. Tocci

13

Projetos de Circuitos Lógicos

□ Exercício 1

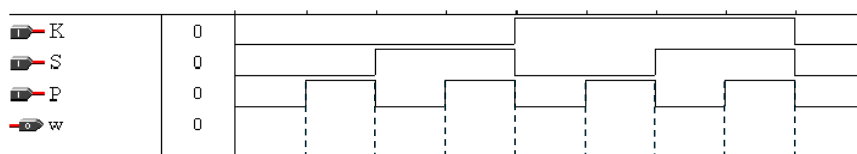
Alerta de Cinto de Segurança: Projetar um circuito lógico para automóvel o qual indicará, através de uma lâmpada de alerta sempre que o cinto de segurança não estiver engatado e a chave estiver na ignição. Assumir os sensores:

- Sensor **S** quando ativo indica que o cinto está engatado ($S = 1$);
- Sensor **K** indica que a chave está na ignição ($K = 1$) e
- Sensor **P** quando ativo indica a presença do motorista no assento ($P = 1$).

A saída **w** quando ativa ($w = 1$), indica que a luz de alerta está acesa.

Condição: A luz de alerta deve ser ativa quando o cinto não está engatado, a chave estiver na ignição e quando é detectada a presença do motorista no assento.

- Determinar a equação booleana da saída **w**.
- O circuito lógico da expressão booleana **w**.
- De acordo com o diagrama de tempo a seguir preencher a saída **w**.



14

As notas de aula servem como roteiro de aula para o professor, contendo os principais tópicos que serão explorados durante as aulas. Podem também servir como roteiro de estudo, mas não substituem o livro texto da disciplina: TOCCI, R.J., WIDMER, N.S., MOSS, G. L. – Sistemas Digitais – princípios e aplicações (11ª Ed.)

Projetos de Circuitos Lógicos

Exercício 1

- a) Equação booleana da saída:
- b) Circuito lógico e implementação física da expressão booleana w :

