

ORGANIZAÇÃO E ARQUITETURA DE COMPUTADORES

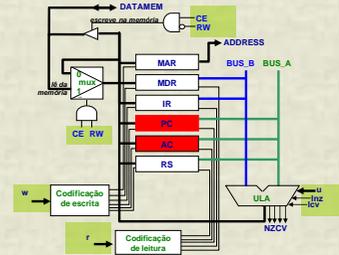
Circuitos Combinacionais

Portas Lógicas

Alexandre Amory
Edson Moreno

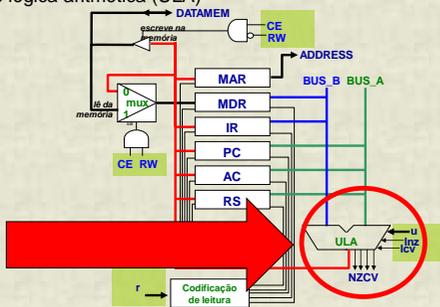
Na Aula Anterior

- Introdução à Cleópatra
- Registradores principais
- Meu 1o prog em Assembly
 - Linguagem alto nível (e.g. C, JAVA)
 - $C = A + B$
 - Assembly da Cleo
 - LDA A
 - ADD B
 - STA C



Na Aula de Hoje

- Componente-chave da parte operativa
 - Unidade lógica aritmética (ULA)



Sistemas Digitais

Definição funcional:

Aparato dotado de conjuntos finitos de **entradas** e **saiidas** e capaz de processar informação representada sob forma **discreta**

Representação estrutural:



Subdivisão:

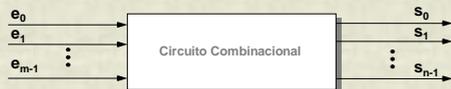
- Circuitos combinacionais
- Circuitos seqüenciais

Sistemas Digitais Combinacionais

Definição:

Circuito, cujo comportamento de cada saída é descrito como função exclusivamente dos valores instantâneos das entradas

Representação Estrutural:



Função:

Porta Lógica NÃO (NOT) ou Complemento

- Complementa o sinal de entrada. Se o sinal de entrada for 0 ela produz uma saída 1, se a entrada for 1 ela produz uma saída 0

Função Booleana

$$X = \bar{A}$$

Tabela Verdade

A	X
0	1
1	0

Representação gráfica



Porta Lógica E (AND)

7

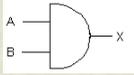
- Função Booleana

$$X = A \cdot B$$

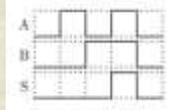
- Tabela Verdade

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

- Representação gráfica



- Diagrama de Tempo (waveform)



Porta Lógica OU (OR)

8

- Combina dois ou mais sinais de entrada equivalentemente a um **circuito paralelo**. Produz uma saída 1, se qualquer um dos sinais de entrada for 1. Senão produz 0

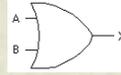
- Função Booleana

$$X = A + B$$

- Tabela Verdade

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

- Representação gráfica



Porta NÃO E (NAND)

9

- Equivale a uma porta AND seguida por uma porta NOT. Ela produz uma saída que é o inverso da saída produzida pela porta AND

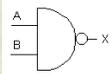
- Função Booleana

$$X = \overline{A \cdot B}$$

- Tabela Verdade

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

- Representação gráfica



Porta NÃO OU (NOR)

10

- Equivale a uma porta OR seguida por uma porta NOT. Ela produz uma saída que é o inverso da saída produzida pela porta OR

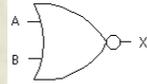
- Função Booleana

$$X = \overline{A + B}$$

- Tabela Verdade

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

- Representação gráfica



Porta OU Exclusivo (XOR)

11

- A porta XOR produz 0 na saída 0 quando todos os bits de entrada são iguais e saída 1 quando pelo menos um dos bits de entrada é diferente dos demais

- Função Booleana

$$X = A \oplus B$$

- Tabela Verdade

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

- Representação gráfica

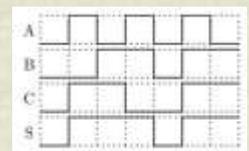
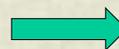


Waveform

12



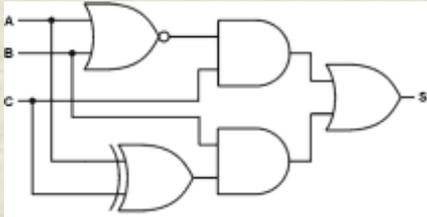
A	B	C	S
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1



Composição de Portas Lógicas

13

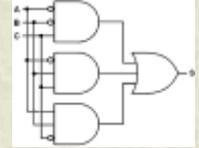
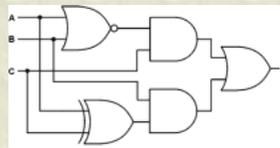
- Dado o circuito abaixo, descreva com funções Booleanas cada porta e, inclusive a saída, em função de suas entradas



Circuitos com 1, 2 ou mais Níveis Lógicos

14

- Existem infinitas possibilidades para implementar a mesma lógica combinacional, utilizando 1, 2 ou mais níveis de portas lógicas
- Lógica com 1 nível é aplicada apenas para circuitos muito simples
 - A complexidade do circuito deve ser resolvida na própria porta
- Lógica multinível aplicada a maior parte dos circuitos customizados
- Exemplo de circuitos equivalentes implementados com 2 e 3 níveis de portas lógicas



Obtenção de Funções Booleanas em 2 Níveis

15

- Uma mesma lógica Booleanas pode ser obtida por diversas funções diferentes, mas equivalentes, com diversos níveis de lógica
- Funções Booleanas em 2 níveis
 - Soma de produtos
 - lista as combinações das variáveis para as quais a função de saída vale 1
 - Produto de Somas
 - lista as combinações das variáveis para as quais a função de saída vale 0

Exemplo

X	Y	Z	S
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	1

Soma de Produtos

$$S = \overline{X}\overline{Y}Z + \overline{X}Y\overline{Z} + X\overline{Y}Z + XYZ$$

$$S = \Sigma(0, 2, 5, 7)$$

Produto de Somas

$$S = (X+Y+Z)(X+\overline{Y}+\overline{Z})(\overline{X}+Y+Z)(\overline{X}+\overline{Y}+Z)$$

$$S = \Pi(1, 3, 4, 6)$$

Multiplexador (MUX)

17

- Seleciona a porta enviada para a saída
 - Se sel = '0', então S=B
 - Se sel = '1', então S=A

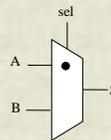
Função Booleana

$$S = \text{sel} \cdot A + \overline{\text{sel}} \cdot B$$

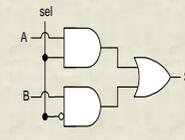
Tabela Verdade

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

Representação gráfica



Circuito



Somador de 1 bit

18

Meio Somador



Tabela Verdade

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

Somador de 1 bit

19

Meio Somador

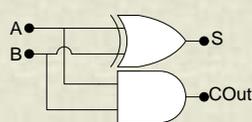


Tabela Verdade

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

Somador de 1 bit

20

Somador completo

Tabela Verdade



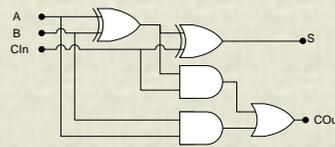
A	B	C _{in}	C _{out}	S
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

Somador de 1 bit

21

Somador completo

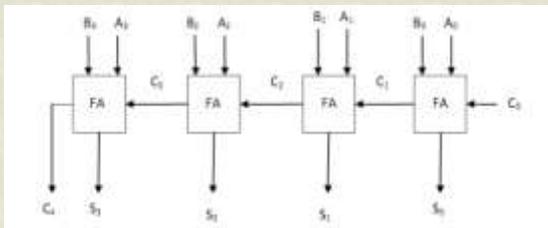
Tabela Verdade



A	B	C _{in}	C _{out}	S
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

Somador de 4 bits

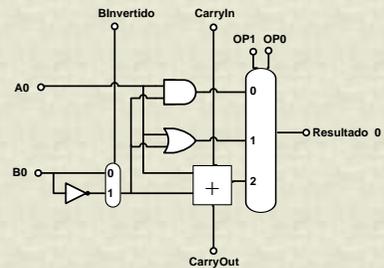
22



FA: Full Adder

ULA de 4 Operações

23



Exercícios Lógicos

24

Extraia as funções lógicas e implemente as mesmas utilizando portas lógicas. Faça as tabelas verdade e extraia a soma de produtos e o produto de somas

- O caixa forte de um banco funciona com um sistema de chaves. Três pessoas têm as chaves: o gerente, seu auxiliar e o tesoureiro. A porta abre com, pelo menos, duas das três chaves, sendo que uma delas tem que ser a do tesoureiro
- O alarme de um carro possui interruptores para ligar/desligar nas duas portas da frente e um interruptor geral. O alarme soará se qualquer uma ou ambas as portas forem abertas quando o interruptor geral estiver ligado
- Uma casa possui um sistema de sensores e um cachorro dão suporte a um sistema de alarme ser disparado, avisando uma suposta tentativa de invasão. O alarme soará sempre que o cachorro da casa estiver latindo e qualquer um de 2 sensores, um instalado na janela e o outro na porta, for acionado
- Um laboratorista químico possui 4 produtos químicos A, B, C e D, que devem ser guardados em um depósito. Por conveniência, é necessário mover um ou mais produtos de um depósito para outro de tempos em tempos. A natureza dos produtos é tal, que é perigoso guardar B e C juntos, a não ser que A esteja no mesmo depósito. Também é perigoso guardar C e D juntos se B não estiver no depósito. Escreva uma expressão lógica S, de tal forma que, S=1 sempre que existir uma combinação perigosa no depósito

Exercícios

25

- O diretor de uma empresa solicitou ao departamento de Recursos Humanos (RH) a contratação de um funcionário que atenda a um dos requisitos Abaixo:
 - Sexo Masculino, com curso superior ou
 - Sexo Feminino com curso superior e idade mínima de 30 anos ou
 - Sem curso superior com experiência na área ou
 - Sexo Feminino, menor de 30 anos, com curso superior.
 O gerente de RH, lendo tais requisitos, e usando seus conhecimentos de lógica, resolveu simplificá-los considerando cada característica como uma variável lógica:
 - M = sexo Masculino
 - S = com curso Superior
 - E = com Experiência
 - I = Idade mínima 30

Resumo

- **Vimos as portas lógicas básicas para um circuito combinacional**
 - AND, NOT, OR, XOR, NAND, MUX
- **Como agrupar essas portas lógicas para formar lógica mais complexa**
- **Como a ULA da Cleo pode ser descrita usando essas portas lógicas**