

# AULA 5 – CIRCUITOS LÓGICOS

## OBJETIVO DA AULA

Entender o funcionamento dos circuitos lógicos.

## APRESENTAÇÃO

Na aula anterior você viu as portas lógicas, seu funcionamento e suas representações gráficas.

Agora vamos ver essas portas como parte de circuitos lógicos e também vamos conhecer alguns dos principais circuitos presentes em nossos processadores.

Vamos começar!

## 1. CIRCUITOS LÓGICOS

Nossos computadores, eletrodomésticos, automóveis, caixas eletrônicos, entre outros, estão repletos de circuitos digitais e esses circuitos são formados por portas lógicas, o assunto de nossa última aula.

Agora vamos ver como essas portas trabalham em conjunto produzindo saídas conforme os valores de entrada.

Em primeiro lugar, é importante saber que os circuitos lógicos dos sistemas digitais são basicamente de dois tipos: combinacionais (ou combinatórios) e sequenciais. São tipos de circuitos com diferentes aplicabilidades.

Circuito combinacional é aquele constituído de um conjunto de portas lógicas cujos valores das saídas dependem diretamente dos valores atuais das entradas. Podemos afirmar, assim, que um circuito combinacional realiza uma operação de processamento de informação.

A Figura 1 abaixo mostra o esquema de um circuito combinacional.

FIGURA 1 | **Circuito combinacional**

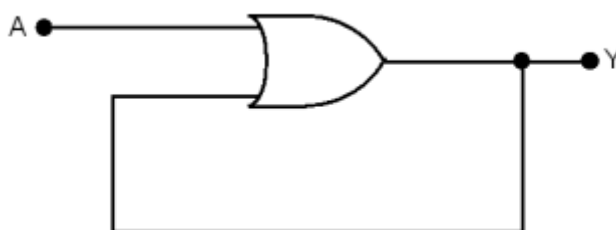


Livro Eletrônico  
Fonte: Wiki IPSC.

No caso dos circuitos sequenciais, as saídas dependem das variáveis de entrada e do valor presente na saída anteriormente, ou seja, são sistemas realimentados, onde as saídas funcionam como entradas e fazem parte do processamento das informações.

A Figura 2 mostra o esquema de um circuito sequencial.

FIGURA 2 | **Esquema de um circuito sequencial**



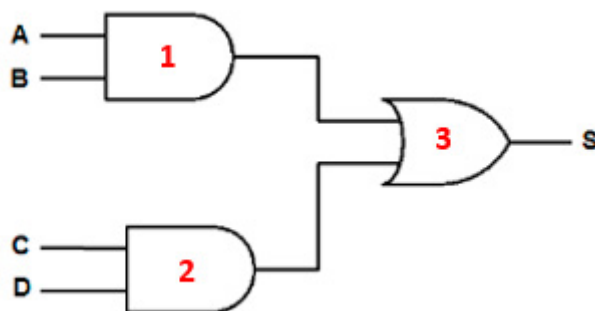
*Elaborado pelo autor.*

Podemos observar na figura que a saída do circuito retorna como uma entrada, formando um circuito básico de memória.

Vamos estudar agora estudar alguns circuitos, com suas entradas e saídas, bem como suas tabelas-verdade.

**Exemplos:** Observe o circuito da Figura 3 abaixo. Ele é composto de duas portas AND e uma porta OR.

FIGURA 3 | **Exemplo de um circuito combinacional**



*Elaborado pelo autor.*

No circuito acima, numeramos as portas para facilitar a compreensão das operações que realizaremos.

Em primeiro lugar, a equação que define esse circuito é  $(A \cdot B) + (C \cdot D)$ , lembrando que o "." Representa a operação AND e o "+" representa a operação OR.

Vamos ver qual será a saída S desse circuito para os seguintes valores:  $A = 0, B=1, C = 1$  e  $D = 1$ .

A saída da porta 1 será 0, já que um AND entre 0 e 1 é igual a 0, e a saída da porta 2 será 1, já que um AND entre 1 e 1 é igual a 1.

Agora temos 0 e 1 como entradas da porta 3. Assim, um OR entre 0 e 1 produzirá 1. Então, para  $A = 0$ ,  $B = 1$ ,  $C = 1$  e  $D = 1$ , o valor de  $S$  é 1.

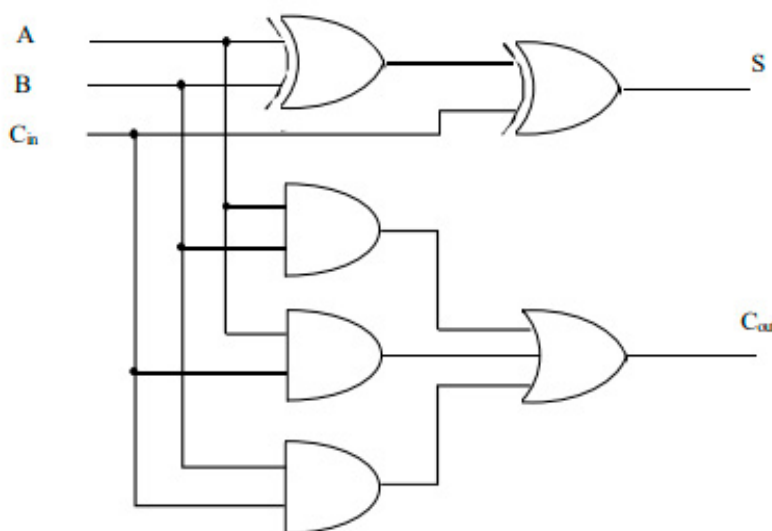
Você pode praticar e fazer outras combinações das entradas e verificar que saída elas produzem.

Agora veremos alguns circuitos implementados diretamente nos processadores e analisar seu funcionamento.

## 1.1. CIRCUITO SOMADOR COMPLETO (FULL ADDER)

Uma das operações mais elementares que um computador realiza é a soma. Vamos observar agora como funciona um somador completo. Esse somador é capaz de somar 2 bits, incluindo a operação de “vai 1”.

FIGURA 4 | **Somador completo**



*Elaborado pelo autor.*

Vamos identificar as entradas e saídas do circuito. As entradas  $A$  e  $B$  representam os bits a serem somados; a entrada  $C_{in}$  (carry in) representa um possível “vai 1” de uma soma anterior; a saída  $S$  é o resultado da soma e a saída  $C_{out}$  é o “vai 1”.

Como prática, você poderá realizar algumas operações de soma. Por exemplo, se quiser somar  $1 + 1$ , preencha  $A$  e  $B$  com 1 e acompanhe o comportamento das portas e verá que  $S$  será 0 e  $C_{out}$  será 1.

Outro exemplo que você pode testar é o  $1 + 1$  com o  $C_{in}$  igual a 1 também, indicando que veio 1 de uma soma anterior. Verá que  $S$  será igual a 1 e  $C_{out}$  também será igual a 1.

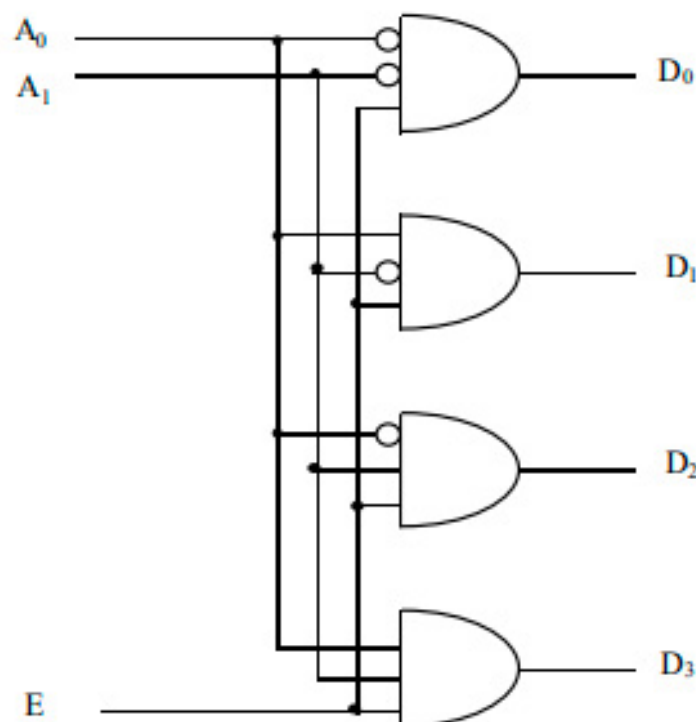
### Faça os testes

## 1.2. CIRCUITO DECODIFICADOR

Uma das fases da execução de uma instrução, que veremos em outra unidade em detalhes, é a *decodificação* dessa instrução, que significa descobrir qual operação lógica ou aritmética será executada pelo processador.

Para isso, o processador usa um código de operação que determina qual das unidades funcionais irá executar tal instrução.

FIGURA 5 | **Decodificador**



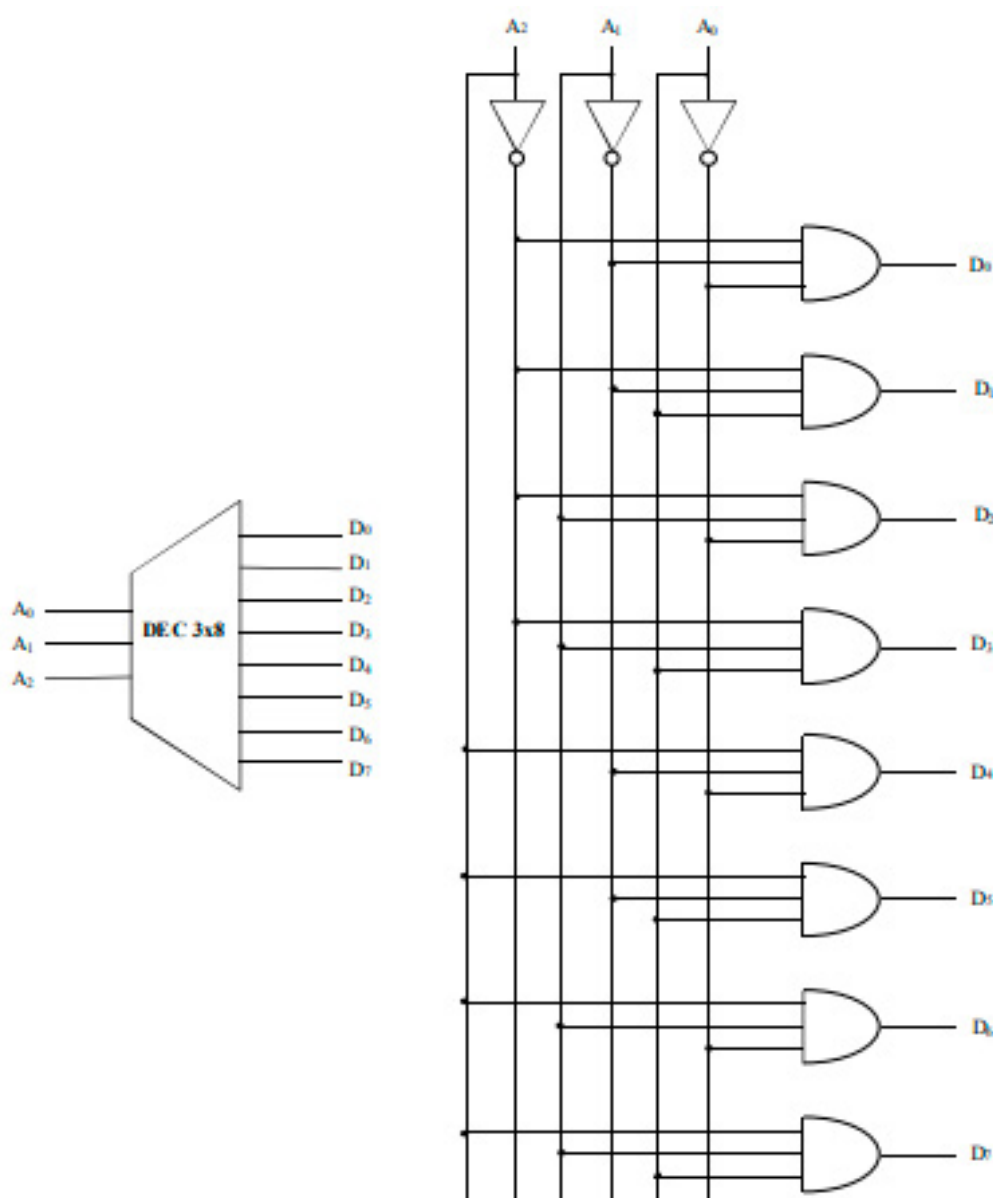
*Elaborado pelo autor.*

Na Figura 5 temos um decodificador de 2 bits ( $A_1$  e  $A_2$ ), chamado 2:4 porque tem duas entradas e quatro saídas. Na verdade, a quantidade de saídas será sempre uma potência de 2 em que o expoente será o número de entradas, de forma que  $S = 2^E$ .

Nesse tipo de circuito quaisquer combinações para  $A_1$  e  $A_2$  (00, 01, 10, 11) produzirão um único 1 nas saídas  $D$  e 0 nas outras três. Isso significa que somente uma das saídas será ativada e todas as outras ficarão inativas. De forma simples podemos entender que a decodificação de uma instrução ativa uma, e somente uma das unidades funcionais do processador, deixando todas as outras “desligadas”.

**Obs.:** | A entrada  $E$  (*enable*) serve apenas para habilitar ou desabilitar o decodificador.

FIGURA 6 | **Decodificador 3:8**



*Elaborado pelo autor.*

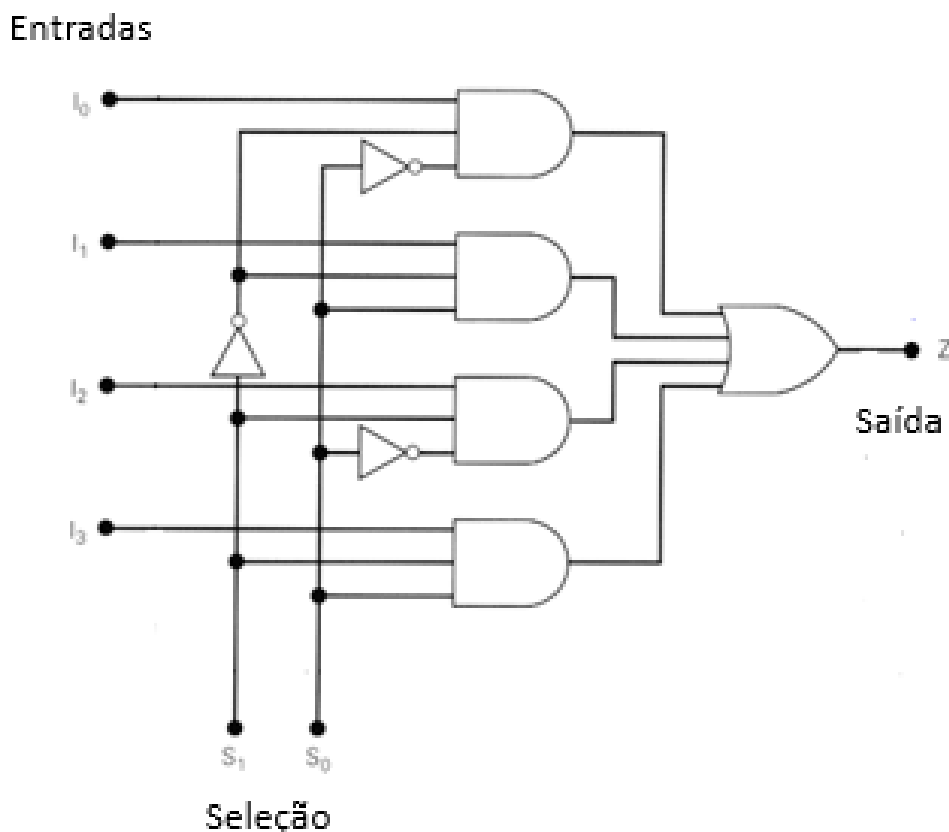
A Figura 6 mostra um decodificador 3:8, com seu símbolo à esquerda, representando que são 3 entradas e 8 saídas.

### 1.3. CIRCUITO MULTIPLEXADOR

Um Multiplexador (também chamado de seletor), é um circuito utilizado para selecionar um sinal de entrada, para que este esteja presente na saída.

Normalmente um multiplexador pode ter até  $2^n$  entradas e necessita, para a seleção do sinal de saída, que  $n$  sinais de seleção estejam presentes. Assim, para dois sinais, é necessário um sinal de seleção, para quatro sinais, é necessário dois sinais para seleção, e assim por diante.

FIGURA 7 | Multiplexador com 4 entradas e 2 seleções



*Elaborado pelo autor.*

Chegamos ao final desta aula, em que vimos alguns dos principais circuitos que compõem nossos equipamentos.

Nesses circuitos vimos como as portas lógicas podem ser combinadas de inúmeras formas executando diversas tarefas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta aula estudamos os circuitos lógicos. Com o entendimento da aula anterior, em que abordamos as portas lógicas, ficou fácil entender como os circuitos se comportam e as tarefas que desempenham.

Classificamos os circuitos em combinacionais e sequenciais, com suas características e propriedades.

Para o entendimento dos circuitos estudamos três deles, presentes em qualquer processador: um somador completo, um decodificador e um multiplexador (ou seletor).

Existem muitos outros circuitos importantes, mas com o entendimento desses que estudamos aqui você está apto a entender qualquer um deles.

## MATERIAIS COMPLEMENTARES

Esse vídeo mostra um pouco mais sobre os circuitos e suas tabelas-verdade. Link: <https://www.youtube.com/watch?v=3rf4SYb84Hg>.

Um pouco mais sobre circuitos digitais combinacionais e sequenciais. Link: <https://www.youtube.com/watch?v=ZwdULjQwKKw>.

## REFERÊNCIAS

STALLINGS, William. *Arquitetura e organização de computadores: projeto para o desempenho*. 8ª edição. Editora Pearson. Livro (642 p.). ISBN 9788576055648. Disponível em: <<https://middleware-bv.am4.com.br/SSO/iesb/9788576055648>>. Acesso em: 16 out. 2022.

TANENBAUM, Andrew S. *Sistemas operacionais modernos*. 3ª edição. Editora Pearson. Livro (674 p.). ISBN 9788576052371. Disponível em: <<https://middleware-bv.am4.com.br/SSO/iesb/9788576052371>>. Acesso em: 16 out. 2022.

TANENBAUM, Andrew S. *Organização estruturada de computadores*. 6ª edição. Editora Pearson. Livro (628 p.). ISBN 9788581435398. Disponível em: <<https://middleware-bv.am4.com.br/SSO/iesb/9788581435398>>. Acesso em: 16 out. 2022.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS DA UNIDADE

Chegamos ao final desta unidade.

Esta foi uma unidade bem técnica, no sentido em que fomos às “profundezas” do computador.

Conhecemos as três bases numéricas importantes para o profissional de TI: binária, octal e hexadecimal. Nelas, aprendemos as conversões e as quatro operações aritméticas.

Vimos também as portas lógicas, seus símbolos e funcionamento. São elas a “matéria-prima” dos circuitos digitais e a compreensão do seu funcionamento nos ajuda a entender como os circuitos são formados. Usamos as tabelas-verdade para saber que saídas elas produzem quando recebem determinadas entradas.

Finalmente, na última aula, vimos os circuitos digitais.

De forma geral são classificados em combinacionais (ou combinatórios) e sequenciais.

Estudamos um somador, exemplo de uma das unidades lógico-aritméticas, depois o decodificador que, como veremos adiante, é um componente importante do processador, e finalizamos com o multiplexador.