AULA 1 – SISTEMA BINÁRIO

OBJETIVO DA AULA

Compreender a importância da base binária para a arquitetura do computador.

APRESENTAÇÃO

Veremos agora como o computador armazena e processa as informações que são tão importantes para nós.

Como uma máquina que trabalha com sinais elétricos, o computador precisa "entender" aquilo que queremos e escrevemos através de programas.

Quando criamos programas, usamos linguagens de programação que se assemelham à linguagem humana. Mas como isso chega aos circuitos eletrônicos? A resposta é um sistema que vai traduzindo (compilando) de um nível mais alto até o nível mais baixo, o do computador.

Vamos agora ver como isso funciona, trabalhando com as bases numéricas.

1. SISTEMA BINÁRIO

Os computadores digitais, tão presentes em nosso dia a dia, trabalham em dois níveis de tensão e a forma mais adequada para representar isso é a notação ou sistema binário.

A primeira descrição conhecida de um sistema numérico binário foi apresentada pelo matemático indiano Pingala no século III a.C, representando os números de 1 a 8 com a sequência 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111 e 1000.

FIGURA 1 | **Pingala, o "pai" da numeração binária**

Foto: www.cuemath.com

O termo *bit* é uma abreviação da expressão *binary digit*. O agrupamento de quatro bits é chamado de *nibble* e o agrupamento de oito bits é chamado de *byte*.

Um computador trabalha basicamente executando sequências de instruções, que conhecemos como programas. Essas instruções são buscadas na memória, decodificadas e executadas.

Porém, como elas e os dados ficam guardados na memória? Como o processador sabe o que elas significam?

Vamos ver como isso acontece.

Uma instrução é armazenada no sistema de memórias de uma forma que representamos utilizando zeros e uns, como a Figura 2.

FIGURA 2 | **Sequência de uma instrução em números binários**

10011001101011001111010110010110

Fonte: Autor

No exemplo acima, temos uma instrução utilizando 32 bits que, para nós, pode não significar absolutamente nada a princípio, mas para o processador ela diz muito, na verdade, tudo, já que contém todas as informações de que ele precisa para executá-la.

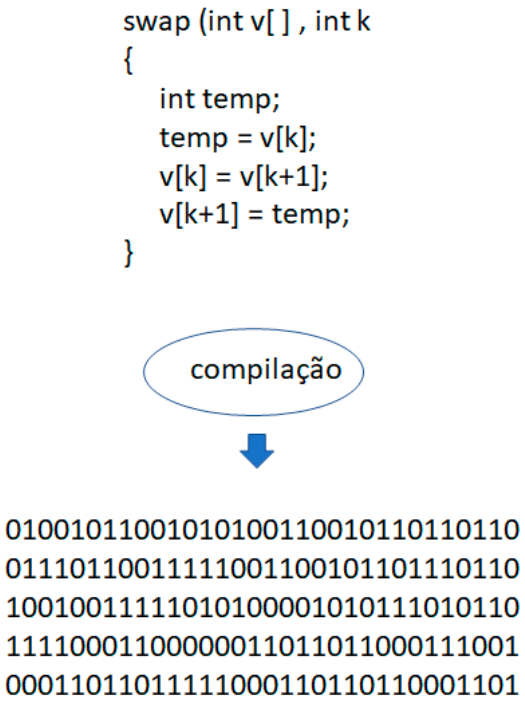
E que informações seriam essas? Por exemplo, a sequência de bits destacada em negrito, em uma instrução de um processador hipotético, pode representar o *opcode* (código de operação), que informa ao processador qual operação ele deverá executar. Esta operação pode ser uma soma, subtração, comparação, ou qualquer operação lógica, ou aritmética.

Além disso, os *bits* de uma instrução têm outras funções, tais como o endereço onde encontrar os dados que a instrução manipulará, o endereço onde o resultado será armazenado, bem como se a instrução trabalha com inteiros ou não inteiros, entre outras.

Todo processador tem uma espécie de vocabulário que ele consegue entender e executar e isso é chamado de **arquitetura do conjunto de instruções** *(ISA – Instruction Set Architecture)*. Essa arquitetura define como as instruções são codificadas em binário e contém todas as instruções que o processador conseguirá executar.

Nós, humanos, temos nossa linguagem própria e as linguagens de programação se aproximam dessa linguagem. Mas os computadores não têm a capacidade de entender a linguagem humana diretamente. Tudo tem que ser “traduzido” para a linguagem que eles entendem. Esse processo é chamado de **compilação** e transforma tudo o que escrevemos em um código representado pela notação binária, conforme mostrado na Figura 3.

FIGURA 3 | **O processo de compilação**



Elaborado pelo autor.

Na Figura 3 temos, na parte de cima, um programa escrito em uma linguagem de programação muito conhecida e usada por programadores. Após o processo de compilação, o programa é "traduzido" para um código em binário que o computador conseguirá interpretar e executar porque está numa linguagem adequada a ele.

Vale lembrar aqui que esses zeros e uns são apenas uma forma de representarmos os dois níveis de tensão em que os computadores trabalham, como mostramos acima.

Portanto, quando nos referimos a um programa em **linguagem de máquina**, estamos nos referindo àquele representado em código binário, ou seja, que o computador consegue entender e executar.

Importante observar que, embora seja muito difícil para um humano entender um código representado em binário, há profissionais que precisam fazer isso, já que o próprio compilador é um programa como outro qualquer e alguém tem que entender a correlação entre o código em alto nível (usado pelos programadores) e o código em baixo nível (interpretado e executado pelos computadores).

A notação binária é, como as notações decimal, octal e hexadecimal, que também estudaremos neste curso, uma notação posicional, o que significa que o valor de cada algarismo depende da sua posição no número.

Quando nos referimos à posição dos bits em um número, consideramos como *bits* mais significativos ou menos significativos e isso depende da posição de cada *bit* nesse número.

Os *bits* mais significativos são aqueles que estão mais à esquerda e, consequentemente, os menos significativos estão mais à direita, conforme mostramos na Figura 4.

FIGURA 4 | **Bit mais significativo e menos significativo**

Elaborado pelo autor.

A posição de cada *bit* terá uma participação fundamental quando tratarmos da conversão entre bases.

Como a notação é binária (só admite dois valores) precisaremos trabalhar com as potências de 2, já que a posição de cada *bit* terá o peso da respectiva posição. É importante lembrar que a contagem das posições começa em zero.

Assim, o *bit* menos significativo será equivalente a 2^0, o segundo *bit* menos significativo será equivalente a 2^1, o terceiro *bit* menos significativo será equivalente a 2^2 e assim por diante.

Observe a Figura 5.

FIGURA 5 | **Os bits e seus valores posicionais**

Elaborado pelo autor.

Na Figura 5 observamos o **peso** de cada bit relacionado à sua posição no conjunto e a respectiva potência de 2. Usaremos isso, na prática, quando estudarmos as conversões de base e aritmética em binário.

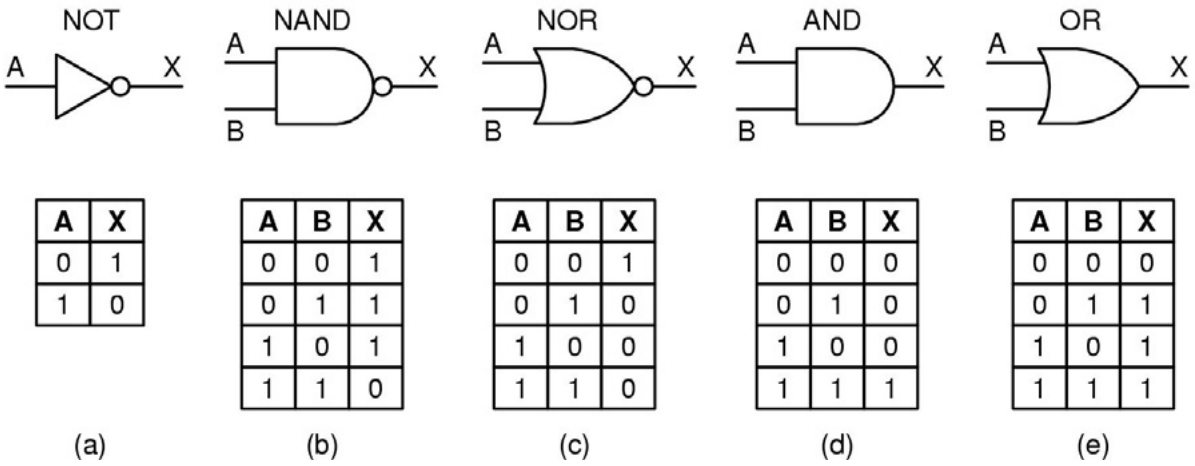
1.1. A ÁLGEBRA DE BOOLE E A LÓGICA BINÁRIA

Na matemática e na ciência da computação, a Álgebra de Boole é composta de estruturas algébricas que representam as operações lógicas E, OU e NÃO, além das operações, envolvendo a Teoria dos Conjuntos. Ela também é a base da matemática computacional, baseada em números binários.

Recebeu o nome de George Boole, matemático inglês, que viveu no século XIX, e a definiu como parte de um sistema de lógica. Hoje, a álgebra booleana tem aplicações na eletrônica e na computação.

Os operadores de álgebra booleana podem ser representados de várias formas e são usados na criação de circuitos lógicos, que veremos mais adiante.

FIGURA 6 | **As portas que compõem os circuitos e sua representação binária**



A	X
0	1
1	0

(a)

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

(b)

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

(c)

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

(d)

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

(e)

Fonte: http://www.dpi.inpe.br/~carlos/Academicos/Cursos/ArqComp/aula_5.html

1.2. A CODIFICAÇÃO DE CARACTERES EM BINÁRIO

Há diversos códigos ou sistemas de representação de caracteres utilizando a base binária. Alguns exemplos são:

- EBCDIC (*Extended Binary Coded Decimal Interchange Code* – Código Decimal de Intercâmbio Codificado em Binário Estendido);
- BCD (*Binary Coded Decimal* – Decimal Codificado em Binário);
- ASCII (*American Standard Code for Information Interchange* – Código Padrão Americano para Intercâmbio de Informações), muitas vezes referido como ASC2 por questões de praticidade.

O ASCII utiliza inicialmente 7 bits para a representação de caracteres, o que possibilita 128 (27) combinações possíveis, mas ainda há uma versão estendida, o *Extended* ASCII, que permite outras 128 combinações para a representação de símbolos e caracteres especiais.

Porém, como 256 caracteres não são suficientes para suprir todas as línguas existentes no mundo, com suas letras, símbolos e caracteres, o código conhecido como *Unicode* tem ganho cada vez mais aplicações, já que permite representações com 8, 16 e 32 bits, aumentando consideravelmente as possibilidades de representação.

FIGURA 7 | **Codificação em binário de caracteres em ASCII**

CODIFICACIÓN BINARIA ASCII

Character	Binary Code	Character	Binary Code	Character	Binary Code	Character	Binary Code	Character	Binary Code
A	01000001	Q	01010001	g	01100111	w	01110111	-	00101101
B	01000010	R	01010010	h	01101000	x	01111000	.	00101110
C	01000011	S	01010011	i	01101001	y	01111001	/	00101111
D	01000100	T	01010100	j	01101010	z	01111010	0	00110000
E	01000101	U	01010101	k	01101011	!	00100001	1	00110001
F	01000110	V	01010110	l	01101100	"	00100010	2	00110010
G	01000111	W	01010111	m	01101101	#	00100011	3	00110011
H	01001000	X	01011000	n	01101110	$	00100100	4	00110100
I	01001001	Y	01011001	o	01101111	%	00100101	5	00110101
J	01001010	Z	01011010	p	01110000	&	00100110	6	00110110
K	01001011	a	01100001	q	01110001	'	00100111	7	00110111
L	01001100	b	01100010	r	01110010	(	00101000	8	00111000
M	01001101	c	01100011	s	01110011	)	00101001	9	00111001
N	01001110	d	01100100	t	01110100	*	00101010	?	00111111
O	01001111	e	01100101	u	01110101	+	00101011	@	01000000
P	01010000	f	01100110	v	01110110	,	00101100	_	01011111

Fonte: www.areatecnologia.com/informatica/codificacion-binaria.html

A notação binária está bastante presente em outras áreas da TI, como, por exemplo, os sistemas operacionais e as redes de computadores, onde as divisões de redes em sub redes utilizam o **cálculo de máscara de sub rede**, feito em binário. Embora esse tópico fuja ao escopo deste curso, é importante saber o quanto o conhecimento da notação binária é fundamental para o profissional de TI.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vimos nesta aula alguns aspectos muito importantes no estudo da notação binária:

- A representação de números e caracteres;
- A álgebra booleana e os circuitos digitais;
- As aplicações da notação binária em diversas áreas da TI.

Como vimos, o código binário representa a linguagem de máquina, adequada ao computador. O processo de compilação nos ajuda a transformar o que queremos passar para o computador na linguagem que ele entende (linguagem de máquina).

É fundamental que você tenha entendido a importância e as características da notação binária para nossa próxima aula, em que trataremos não só dela, mas também das notações octal e hexadecimal.

Até lá!

MATERIAIS COMPLEMENTARES

Assista a esse pequeno vídeo sobre a comparação entre a linguagem binária e a linguagem humana, por Pierre Lévy. Link: https://www.youtube.com/watch?v=JN2JrJYR1TA&t=21s.

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.