Aula 1: Sistemas de Numeração e Bases
Circuitos Digitais

Rodrigo Hausen

CMCC – UFABC

21 e 23 de janeiro de 2013

http://compscinet.org/circuitos

Apresentação

- Computador digital:

Apresentação

- Computador digital:
  - Aquilo que **computa**, ou seja, que processa **informação**

Apresentação

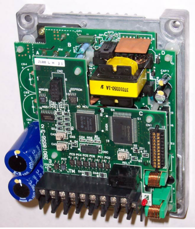
- Computador digital:
  - Aquilo que **computa**, ou seja, que processa **informação digital**, ou seja, aquela que é **quantizada** ou **discreta** – ao invés de contínua – podendo ser representada por números (que possuem *dígitos*).

Apresentação

- Computador digital:
  - Aquilo que **computa**, ou seja, que processa **informação digital**, ou seja, aquela que é **quantizada** ou **discreta** – ao invés de contínua – podendo ser representada por números (que possuem *dígitos*).
- Como um computador digital processa informação?

Apresentação

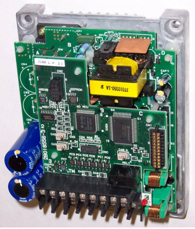
- Computador digital:
    - Aquilo que **computa**, ou seja, que processa **informação digital**, ou seja, aquela que é **quantizada** ou **discreta** – ao invés de contínua – podendo ser representada por números (que possuem *dígitos*).
- Como um computador digital processa informação? Por meio de *circuitos digitais*



Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_electronics

Apresentação

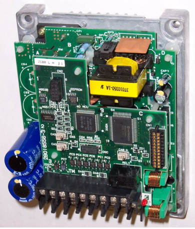
- Computador digital:
  - Aquilo que **computa**, ou seja, que processa **informação digital**, ou seja, aquela que é **quantizada** ou **discreta** – ao invés de contínua – podendo ser representada por números (que possuem *dígitos*).
- Como um computador digital processa informação? Por meio de *circuitos digitais*



Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_electronics

O que são circuitos digitais?

- Computador digital:
  - Aquilo que **computa**, ou seja, que processa **informação digital**, ou seja, aquela que é **quantizada** ou **discreta** – ao invés de contínua – podendo ser representada por números (que possuem *dígitos*).
- Como um computador digital processa informação? Por meio de *circuitos digitais*



Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_electronics

O que são circuitos digitais? Para que me interessa saber o que há em um computador?

Um problema...

Considere o seguinte programa:

```
public class prog1 {
    public static void main(String args[])
    {
        int i = 2147483647;
        System.out.println(i);
        i++;
        System.out.println(i);
    }
}
```

O que será impresso na tela?

Considere o seguinte programa:

```
public class prog1 {
    public static void main(String args[])
    {
        int i = 2147483647;
        System.out.println(i);
        i++;
        System.out.println(i);
    }
}
```

O que será impresso na tela?

2147483647

Um problema...

Considere o seguinte programa:

```java
public class prog1 {
    public static void main(String args[])
    {
        int i = 2147483647;
        System.out.println(i);
        i++;
        System.out.println(i);
    }
}
```

O que será impresso na tela?

2147483647
-2147483648

Outro problema...

```java
int[][] m = new int[7000][7000];

long start = System.currentTimeMillis();
for (int i=0; i<7000; i++)
    for (int j=0; j<7000; j++)
    {
        m[i][j] = 1;
    }
long stop = System.currentTimeMillis();

System.out.println("Tempo: " + (stop-start) + "ms");
```

Resultado (em um Celeron 1.8GHz):

Outro problema...

```java
int[][] m = new int[7000][7000];

long start = System.currentTimeMillis();
for (int i=0; i<7000; i++)
    for (int j=0; j<7000; j++)
    {
        m[i][j] = 1;
    }
long stop = System.currentTimeMillis();

System.out.println("Tempo: " + (stop-start) + "ms");
```

Resultado (em um Celeron 1.8GHz):

```
Tempo: 148ms
```

Outro problema...

```
int [][] m = new int[7000][7000];

long start = System.currentTimeMillis();
for (int i=0; i<7000; i++)
    for (int j=0; j<7000; j++)
    {
        m[j][i] = 1; /* TROQUEI j E i !!! */
    }
long stop = System.currentTimeMillis();

System.out.println("Tempo: " + (stop-start) + "ms");
```

Resultado (no mesmo computador):

Outro problema...

```
int[][] m = new int[7000][7000];

long start = System.currentTimeMillis();
for (int i=0; i<7000; i++)
    for (int j=0; j<7000; j++)
    {
        m[j][i] = 1; /* TROQUEI j E i !!! */
    }
long stop = System.currentTimeMillis();

System.out.println("Tempo: " + (stop-start) + "ms");
```

Resultado (no mesmo computador):

`Tempo: 6117ms`

Aproximadamente 40 vezes mais lento!?

Desvendando mistérios

Os comportamentos que vimos nos slides anteriores são devidos à forma como nossos computadores atuais são construídos.

Desvendando mistérios

Os comportamentos que vimos nos slides anteriores são devidos à forma como nossos computadores atuais são construídos.

- 1. Quais as suas causas?
- 2. Podemos prevê-los?
- 3. Podemos evitá-los?

Para responder essas perguntas, precisamos saber a *arquitetura do computador* sendo usado.

Os comportamentos que vimos nos slides anteriores são devidos à forma como nossos computadores atuais são construídos.

- 1. Quais as suas causas?
- 2. Podemos prevê-los?
- 3. Podemos evitá-los?

Para responder essas perguntas, precisamos saber a *arquitetura do computador* sendo usado. Para sabermos arquitetura de computadores digitais, precisamos primeiro entender os seus blocos básicos, os *circuitos digitais*.

Desvendando mistérios

Os comportamentos que vimos nos slides anteriores são devidos à forma como nossos computadores atuais são construídos.

- 1. Quais as suas causas?
- 2. Podemos prevê-los?
- 3. Podemos evitá-los?

Para responder essas perguntas, precisamos saber a *arquitetura do computador* sendo usado. Para sabermos arquitetura de computadores digitais, precisamos primeiro entender os seus blocos básicos, os *circuitos digitais*. Para conhecermos *circuitos digitais*, precisamos voltar aos *sistemas de numeração posicionais*, que utilizam *algarismos* (dígitos).

- **Número**: idéia de quantidade
- **Numeral**: representação dessa idéia (falada ou escrita)

Na prática, usamos a palavra **número** para nos referirmos também a um **numeral**.

- **Número**: idéia de quantidade
- **Numeral**: representação dessa idéia (falada ou escrita)

Na prática, usamos a palavra **número** para nos referirmos também a um **numeral**.

Como representar todos os números naturais possíveis?

- **Número**: idéia de quantidade
- **Numeral**: representação dessa idéia (falada ou escrita)

Na prática, usamos a palavra **número** para nos referirmos também a um **numeral**.

Como representar todos os números naturais possíveis?

- Um símbolo para cada número. Ex.: 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z, $\star$, $\dagger$, $\bullet$, . . . (impossível lembrar todas as representações)

- **Número**: idéia de quantidade
- **Numeral**: representação dessa idéia (falada ou escrita)

Na prática, usamos a palavra **número** para nos referirmos também a um **numeral**.

Como representar todos os números naturais possíveis?

- Um símbolo para cada número. Ex.: 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, t, u, v, w, x, y, z, $\star$, †, •, ... (impossível lembrar todas as representações)
- Símbolos diferentes para algumas quantidades, combinações para as demais. Ex.: símbolos no sistema romano são I (um), V (cinco), X (dez), L (cinquenta), C (cem), D (quinhentos), M (mil). Combinações: II (dois), III (três), IV (quatro), MCMLXXXIV (mil novecentos e oitenta e quatro), ...

- **Algarismos**: conjunto finito de símbolos numéricos que usamos para representar apenas algumas quantidades (não todas).

- **Algarismos**: conjunto finito de símbolos numéricos que usamos para representar apenas algumas quantidades (não todas).
- Todo e qualquer número deve poder ser representado por uma **combinação** de algarismos

Sistema de numeração

- **Algarismos**: conjunto finito de símbolos numéricos que usamos para representar apenas algumas quantidades (não todas).
- Todo e qualquer número deve poder ser representado por uma **combinação** de algarismos
- Exemplo: os algarismos chamados indo-arábicos são 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

- **Algarismos**: conjunto finito de símbolos numéricos que usamos para representar apenas algumas quantidades (não todas).
- Todo e qualquer número deve poder ser representado por uma **combinação** de algarismos
- Exemplo: os algarismos chamados indo-arábicos são 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.
- **Sistema de numeração**: forma de atribuir uma representação única para cada número.

- **Algarismos**: conjunto finito de símbolos numéricos que usamos para representar apenas algumas quantidades (não todas).
- Todo e qualquer número deve poder ser representado por uma **combinação** de algarismos
- Exemplo: os algarismos chamados indo-arábicos são 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.
- **Sistema de numeração**: forma de atribuir uma representação única para cada número.
- **Sistema de numeração posicional**: sistema de numeração onde cada número é representado por uma combinação de algarismos, onde a **posição** do algarismo altera a quantidade que ele representa.

- **Algarismos** ou **dígitos**: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Por possuir dez algarismos distintos, é chamado **decimal**.

Sistema decimal de numeração posicional

- **Algarismos** ou **dígitos**: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Por possuir dez algarismos distintos, é chamado **decimal**.
- **Valor absoluto** de cada algarismo: a quantidade que ele representa. 0 (zero) = nada, 1 = um, etc.

Sistema decimal de numeração posicional

- **Algarismos** ou **dígitos**: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Por possuir dez algarismos distintos, é chamado **decimal**.
- **Valor absoluto** de cada algarismo: a quantidade que ele representa. 0 (zero) = nada, 1 = um, etc.
- Dependendo da **posição** do algarismo na representação do número, a quantidade que ele representa varia (**valor posicional** ou **valor relativo**).

$$\boxed{2}\,\boxed{1}\,\boxed{0}\,\boxed{5} = 5\cdot 1 + 0\cdot 10 + 1\cdot 100 + 2\cdot 1000$$

milhares

centenas

dezenas

unidades

Sistema decimal de numeração posicional

Em geral, um número inteiro A no sistema decimal é representado por n dígitos

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \dots a_2\ a_1\ a_0$$

onde cada a_i é um algarismo decimal.

Sistema decimal de numeração posicional

Em geral, um número inteiro A no sistema decimal é representado por n dígitos

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \ldots a_2\ a_1\ a_0$$

onde cada a_i é um algarismo decimal.Esse numeral representa o número

$$a_0 \cdot 1 + a_1 \cdot 10 + a_2 \cdot 100 + \ldots a_{n-2} \cdot 10^{n-2} + a_{n-1} \cdot 10^{n-1}$$

Em geral, um número inteiro A no sistema decimal é representado por n dígitos

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \dots a_2\ a_1\ a_0$$

onde cada a_i é um algarismo decimal.Esse numeral representa o número

$$a_0 \cdot 1 + a_1 \cdot 10 + a_2 \cdot 100 + \dots a_{n-2} \cdot 10^{n-2} + a_{n-1} \cdot 10^{n-1}$$

ou, usando a notação sigma: $\displaystyle\sum_{i=0}^{n-1} a_i \cdot 10^i$

Números que não são inteiros

Sejam $A \in \mathbf{Z}$, $B \in \mathbf{N}$ e $Q \in \mathbf{Z}$.

- Dizemos que $\frac{A}{B} = Q$ se $A = B \cdot Q$ (ou seja, B cabe exatamente Q vezes dentro de A). Exemplo: $\frac{6}{2} = 3$ pois $6 = 2 \cdot 3$

Números que não são inteiros

Sejam $A \in \mathbf{Z}$, $B \in \mathbf{N}$ e $Q \in \mathbf{Z}$.

- Dizemos que $\frac{A}{B} = Q$ se $A = B \cdot Q$ (ou seja, B cabe exatamente Q vezes dentro de A). Exemplo: $\frac{6}{2} = 3$ pois $6 = 2 \cdot 3$
- Pode acontecer de B não caber um número exato de vezes dentro de A. Ou seja, **resta** uma parte de A que excede $B \cdot Q$.

Números que não são inteiros

Sejam $A \in \mathbf{Z}$, $B \in \mathbf{N}$ e $Q \in \mathbf{Z}$.

- Dizemos que $\frac{A}{B} = Q$ se $A = B \cdot Q$ (ou seja, B cabe exatamente Q vezes dentro de A). Exemplo: $\frac{6}{2} = 3$ pois $6 = 2 \cdot 3$
- Pode acontecer de B não caber um número exato de vezes dentro de A. Ou seja, **resta** uma parte de A que excede $B \cdot Q$.
- Podemos sempre escrever: $A = B \cdot Q + R$, onde $R \in \{0, 1, \ldots, B - 1\}$

Números que não são inteiros

Sejam $A \in \mathbf{Z}$, $B \in \mathbf{N}$ e $Q \in \mathbf{Z}$.

- Dizemos que $\frac{A}{B} = Q$ se $A = B \cdot Q$ (ou seja, B cabe exatamente Q vezes dentro de A). Exemplo: $\frac{6}{2} = 3$ pois $6 = 2 \cdot 3$
- Pode acontecer de B não caber um número exato de vezes dentro de A. Ou seja, **resta** uma parte de A que excede $B \cdot Q$.
- Podemos sempre escrever: $A = B \cdot Q + R$, onde $R \in \{0, 1, \ldots, B - 1\}$
- Chamaremos Q de **quociente** e R de **resto** da **divisão inteira** de A por B. Exemplo: na divisão de 7 por 2, o quociente é 3 e o resto é 1, pois $7 = 2 \cdot 3 + 1$.

Números que não são inteiros

Sejam $A \in \mathbf{Z}$, $B \in \mathbf{N}$ e $Q \in \mathbf{Z}$.

- Dizemos que $\frac{A}{B} = Q$ se $A = B \cdot Q$ (ou seja, B cabe exatamente Q vezes dentro de A). Exemplo: $\frac{6}{2} = 3$ pois $6 = 2 \cdot 3$
- Pode acontecer de B não caber um número exato de vezes dentro de A. Ou seja, **resta** uma parte de A que excede $B \cdot Q$.
- Podemos sempre escrever: $A = B \cdot Q + R$, onde $R \in \{0, 1, \ldots, B-1\}$
- Chamaremos Q de **quociente** e R de **resto** da **divisão inteira** de A por B. Exemplo: na divisão de 7 por 2, o quociente é 3 e o resto é 1, pois $7 = 2 \cdot 3 + 1$.
- Se o resto R da divisão inteira de A por B for diferente de 0, diremos que a divisão inteira de A por B não é exata.

Números que não são inteiros

Sejam $A \in \mathbf{Z}$, $B \in \mathbf{N}$ e $Q \in \mathbf{Z}$.

- Dizemos que $\frac{A}{B} = Q$ se $A = B \cdot Q$ (ou seja, B cabe exatamente Q vezes dentro de A). Exemplo: $\frac{6}{2} = 3$ pois $6 = 2 \cdot 3$
- Pode acontecer de B não caber um número exato de vezes dentro de A. Ou seja, **resta** uma parte de A que excede $B \cdot Q$.
- Podemos sempre escrever: $A = B \cdot Q + R$, onde $R \in \{0, 1, \ldots, B - 1\}$
- Chamaremos Q de **quociente** e R de **resto** da **divisão inteira** de A por B. Exemplo: na divisão de 7 por 2, o quociente é 3 e o resto é 1, pois $7 = 2 \cdot 3 + 1$.
- Se o resto R da divisão inteira de A por B for diferente de 0, diremos que a divisão inteira de A por B não é exata.
- Um número que pode ser escrito na forma $\frac{A}{B}$, com $A \in \mathbf{Z}$ e $B \in \mathbf{N}$, é chamado racional. O conjunto dos racionais é representado por $\mathbf{Q}$ e inclui os números inteiros e as frações com numerador e denominador inteiros mas cuja a divisão não é exata.

Números racionais no sistema decimal

Todo número racional pode ser representado no sistema decimal da seguinte forma:

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \ldots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \ldots$$

onde há um número finito de algarismos à direita da vírgula **ou** esses algarismos começam a se repetir a partir de uma certa posição.

Números racionais no sistema decimal

Todo número racional pode ser representado no sistema decimal da seguinte forma:

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \dots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \dots$$

onde há um número finito de algarismos à direita da vírgula **ou** esses algarismos começam a se repetir a partir de uma certa posição.

Esse numeral representa o número $\underbrace{\sum_{i=0}^{n-1} a_i \cdot 10^i}_{\text{parte inteira}} + \underbrace{\sum_{i=1}^{\infty} a_{-i} \cdot 10^{-i}}_{\text{parte fracionária}}$

Números racionais no sistema decimal

Todo número racional pode ser representado no sistema decimal da seguinte forma:

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \ldots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \ldots$$

onde há um número finito de algarismos à direita da vírgula **ou** esses algarismos começam a se repetir a partir de uma certa posição.

Esse numeral representa o número $\underbrace{\sum_{i=0}^{n-1} a_i \cdot 10^i}_{\text{parte inteira}} + \underbrace{\sum_{i=1}^{\infty} a_{-i} \cdot 10^{-i}}_{\text{parte fracionária}}$

Ex.:
$12{,}45333\ldots = 1{\cdot}10+$

Números racionais no sistema decimal

Todo número racional pode ser representado no sistema decimal da seguinte forma:

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \ldots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \ldots$$

onde há um número finito de algarismos à direita da vírgula **ou** esses algarismos começam a se repetir a partir de uma certa posição.

Esse numeral representa o número $\underbrace{\sum_{i=0}^{n-1} a_i \cdot 10^i}_{\text{parte inteira}} + \underbrace{\sum_{i=1}^{\infty} a_{-i} \cdot 10^{-i}}_{\text{parte fracionária}}$

Ex.:
$12{,}45333\ldots = 1{\cdot}10+2{\cdot}1+$

Números racionais no sistema decimal

Todo número racional pode ser representado no sistema decimal da seguinte forma:

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \dots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \dots$$

onde há um número finito de algarismos à direita da vírgula **ou** esses algarismos começam a se repetir a partir de uma certa posição.

Esse numeral representa o número $\underbrace{\sum_{i=0}^{n-1} a_i \cdot 10^i}_{\text{parte inteira}} + \underbrace{\sum_{i=1}^{\infty} a_{-i} \cdot 10^{-i}}_{\text{parte fracionária}}$

Ex.:

$12{,}45333\ldots = 1{\cdot}10 + 2{\cdot}1 + 4{\cdot}10^{-1} +$

Números racionais no sistema decimal

Todo número racional pode ser representado no sistema decimal da seguinte forma:

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \ldots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \ldots$$

onde há um número finito de algarismos à direita da vírgula **ou** esses algarismos começam a se repetir a partir de uma certa posição.

Esse numeral representa o número $\underbrace{\sum_{i=0}^{n-1} a_i \cdot 10^i}_{\text{parte inteira}} + \underbrace{\sum_{i=1}^{\infty} a_{-i} \cdot 10^{-i}}_{\text{parte fracionária}}$

Ex.:

$12{,}45333\ldots = 1{\cdot}10 + 2{\cdot}1 + 4{\cdot}10^{-1} + 5{\cdot}10^{-2} +$

Números racionais no sistema decimal

Todo número racional pode ser representado no sistema decimal da seguinte forma:

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \ldots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \ldots$$

onde há um número finito de algarismos à direita da vírgula **ou** esses algarismos começam a se repetir a partir de uma certa posição.

Esse numeral representa o número $\underbrace{\sum_{i=0}^{n-1} a_i \cdot 10^i}_{\text{parte inteira}} + \underbrace{\sum_{i=1}^{\infty} a_{-i} \cdot 10^{-i}}_{\text{parte fracionária}}$

Ex.:
$12{,}45333\ldots = 1\cdot 10 + 2\cdot 1 + 4\cdot 10^{-1} + 5\cdot 10^{-2} + 3\cdot 10^{-3} +$

Números racionais no sistema decimal

Todo número racional pode ser representado no sistema decimal da seguinte forma:

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \ldots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \ldots$$

onde há um número finito de algarismos à direita da vírgula **ou** esses algarismos começam a se repetir a partir de uma certa posição.

Esse numeral representa o número $\underbrace{\sum_{i=0}^{n-1} a_i \cdot 10^i}_{\text{parte inteira}} + \underbrace{\sum_{i=1}^{\infty} a_{-i} \cdot 10^{-i}}_{\text{parte fracionária}}$

Ex.:

$12{,}45333\ldots = 1{\cdot}10+2{\cdot}1+4{\cdot}10^{-1}+5{\cdot}10^{-2}+3{\cdot}10^{-3}+3{\cdot}10^{-4}+$

Números racionais no sistema decimal

Todo número racional pode ser representado no sistema decimal da seguinte forma:

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \ldots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \ldots$$

onde há um número finito de algarismos à direita da vírgula **ou** esses algarismos começam a se repetir a partir de uma certa posição.

Esse numeral representa o número $\underbrace{\sum_{i=0}^{n-1} a_i \cdot 10^i}_{\text{parte inteira}} + \underbrace{\sum_{i=1}^{\infty} a_{-i} \cdot 10^{-i}}_{\text{parte fracionária}}$

Ex.:

$12{,}45333\ldots = 1\cdot 10 + 2\cdot 1 + 4\cdot 10^{-1} + 5\cdot 10^{-2} + 3\cdot 10^{-3} + 3\cdot 10^{-4} + 3\cdot 10^{-5} + \ldots$

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \ldots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \ldots$$

Observe que à medida que caminhamos mais para a direita após a vírgula, o valor relativo de cada algarismo torna-se cada vez menor.

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \ldots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \ldots$$

Observe que à medida que caminhamos mais para a direita após a vírgula, o valor relativo de cada algarismo torna-se cada vez menor.

Podemos tomar uma representação próxima do número, limitando o número de algarismos após a vírgula por uma constante m. Esse procedimento de aproximação chama-se **truncamento** a m dígitos.

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \ldots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \ldots$$

Observe que à medida que caminhamos mais para a direita após a vírgula, o valor relativo de cada algarismo torna-se cada vez menor.

Podemos tomar uma representação próxima do número, limitando o número de algarismos após a vírgula por uma constante m. Esse procedimento de aproximação chama-se **truncamento** a m dígitos.

Ex.: represente a fração $\frac{1007}{495}$ por um numeral truncado a 4 dígitos decimais e calcule o erro de aproximação.

Números racionais: truncamento

$$a_{n-1}\ a_{n-2}\ldots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \ldots$$

Observe que à medida que caminhamos mais para a direita após a vírgula, o valor relativo de cada algarismo torna-se cada vez menor.

Podemos tomar uma representação próxima do número, limitando o número de algarismos após a vírgula por uma constante m. Esse procedimento de aproximação chama-se **truncamento** a m dígitos.

Ex.: represente a fração $\frac{1007}{495}$ por um numeral truncado a 4 dígitos decimais e calcule o erro de aproximação.

$\frac{1007}{495} = 2{,}0343434\ldots$

$$a_{n-1}\ a_{n-2}\ldots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \ldots$$

Observe que à medida que caminhamos mais para a direita após a vírgula, o valor relativo de cada algarismo torna-se cada vez menor.

Podemos tomar uma representação próxima do número, limitando o número de algarismos após a vírgula por uma constante m. Esse procedimento de aproximação chama-se **truncamento** a m dígitos.

Ex.: represente a fração $\frac{1007}{495}$ por um numeral truncado a 4 dígitos decimais e calcule o erro de aproximação.

$\frac{1007}{495} = 2{,}0343434\ldots \approx 2{,}0343$, usando 4 dígitos após a vírgula

Números racionais: truncamento

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \ldots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \ldots$$

Observe que à medida que caminhamos mais para a direita após a vírgula, o valor relativo de cada algarismo torna-se cada vez menor.

Podemos tomar uma representação próxima do número, limitando o número de algarismos após a vírgula por uma constante m. Esse procedimento de aproximação chama-se **truncamento** a m dígitos.

Ex.: represente a fração $\frac{1007}{495}$ por um numeral truncado a 4 dígitos decimais e calcule o erro de aproximação.

$\frac{1007}{495} = 2{,}0343434\ldots \approx 2{,}0343$, usando 4 dígitos após a vírgula

Erro de aproximação:
$2{,}0343434\ldots - 2{,}0343 = 0{,}000043434\ldots < 10^{-4}$

Números reais: truncamento

- **Se** adotarmos uma representação finita com $m + n$ algarismos para qualquer número real

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \ldots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \ldots a_m$$

com n algarismos à esquerda da vírgula, e m algarismos à direita, **então** o erro de aproximação de qualquer número será $< 10^{-m}$.

Números reais: truncamento

- **Se** adotarmos uma representação finita com $m + n$ algarismos para qualquer número real

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \dots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \dots a_m$$

  com n algarismos à esquerda da vírgula, e m algarismos à direita, **então** o erro de aproximação de qualquer número será $< 10^{-m}$.
- Aumentar m implica a diminuição do erro.

Números reais: truncamento

- **Se** adotarmos uma representação finita com $m + n$ algarismos para qualquer número real

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \dots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \dots a_m$$

  com n algarismos à esquerda da vírgula, e m algarismos à direita, **então** o erro de aproximação de qualquer número será $< 10^{-m}$.
- Aumentar m implica a diminuição do erro.
- A grande maioria dos números reais que desejamos representar vêm de medidas. Exs: comprimento, temperatura, tempo, etc.

Números reais: truncamento

- **Se** adotarmos uma representação finita com $m+n$ algarismos para qualquer número real

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \ldots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \ \ldots a_m$$

  com n algarismos à esquerda da vírgula, e m algarismos à direita, **então** o erro de aproximação de qualquer número será $< 10^{-m}$.
- Aumentar m implica a diminuição do erro.
- A grande maioria dos números reais que desejamos representar vêm de medidas. Exs: comprimento, temperatura, tempo, etc.
- Como toda medida possui um erro ϵ intrínseco ao processo de medição, podemos escolher m de maneira que o erro de representação seja menor do que o erro de medição. Ou seja, escolha m tal que

$$10^{-m} < \epsilon \ \text{, ou seja,} \quad m > -\log_{10}\epsilon$$

Bases não decimais

- A quantidade de algarismos usados em um sistema de numeração posicional é chamada **base**.

Bases não decimais

- A quantidade de algarismos usados em um sistema de numeração posicional é chamada **base**.
- Ex.: o sistema de numeração decimal é um sistema de base 10.

- A quantidade de algarismos usados em um sistema de numeração posicional é chamada **base**.
- Ex.: o sistema de numeração decimal é um sistema de base 10.
- A base 10 tornou-se a mais popular pois possuímos 10 dedos (*digitus* em latim)

- A quantidade de algarismos usados em um sistema de numeração posicional é chamada **base**.
- Ex.: o sistema de numeração decimal é um sistema de base 10.
- A base 10 tornou-se a mais popular pois possuímos 10 dedos (*digitus* em latim)
- Nada impede de construírmos sistemas de numeração posicionais com bases diferentes de 10 (se tivéssemos apenas 1 dedo em cada mão, provavelmente a base mais popular seria 2)

Bases não decimais

- A quantidade de algarismos usados em um sistema de numeração posicional é chamada **base**.
- Ex.: o sistema de numeração decimal é um sistema de base 10.
- A base 10 tornou-se a mais popular pois possuímos 10 dedos (*digitus* em latim)
- Nada impede de construírmos sistemas de numeração posicionais com bases diferentes de 10 (se tivéssemos apenas 1 dedo em cada mão, provavelmente a base mais popular seria 2)
- A base 2 também é chamada base **binária**.

Bases não decimais

- Em um sistema de numeração posicional de base d, o número

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \ldots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \ldots a_m$$

possui valor

$$\underbrace{\sum_{i=0}^{n-1} a_i \cdot d^i}_{\text{parte inteira}} + \underbrace{\sum_{i=1}^{m} a_{-i} \cdot d^{-i}}_{\text{parte fracionária}}$$

- Em um sistema de numeração posicional de base d, o número

$$a_{n-1}\ a_{n-2} \dots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \dots a_m$$

possui valor

$$\underbrace{\sum_{i=0}^{n-1} a_i \cdot d^i}_{\text{parte inteira}} + \underbrace{\sum_{i=1}^{m} a_{-i} \cdot d^{-i}}_{\text{parte fracionária}}$$

- Para indicar a base em que um número está representado, usaremos a notação

$$(a_{n-1}\ a_{n-2} \dots a_2\ a_1\ a_0, a_{-1}\ a_{-2}\ a_{-3}\ \dots a_m)_d$$

Valor de numerais em base d na base 10

Conforme o ditado:
"Existem 10 tipos de pessoas:

Valor de numerais em base d na base 10

Conforme o ditado:

"Existem 10 tipos de pessoas: aquelas que sabem contar em binário,

Valor de numerais em base d na base 10

Conforme o ditado:
"Existem 10 tipos de pessoas: aquelas que sabem contar em binário, e as que não sabem."

Valor de numerais em base d na base 10

Conforme o ditado:
"Existem $(10)_2$ tipos de pessoas: aquelas que sabem contar em binário, e as que não sabem."

Exemplos de conversão de base:

1. $(1101001)_2 = 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^6 = 105$

Valor de numerais em base d na base 10

Conforme o ditado:
"Existem $(10)_2$ tipos de pessoas: aquelas que sabem contar em binário, e as que não sabem."

Exemplos de conversão de base:

1. $(1101001)_2 = 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^6 = 105$
2. $(110{,}1001)_2 = 1 \cdot 2^{-4} + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 = 6{,}5625$

Valor de numerais em base d na base 10

Conforme o ditado:
"Existem $(10)_2$ tipos de pessoas: aquelas que sabem contar em binário, e as que não sabem."

Exemplos de conversão de base:

1. $(1101001)_2 = 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^6 = 105$
2. $(110{,}1001)_2 = 1 \cdot 2^{-4} + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 = 6{,}5625$
3. $(1101001)_8 = 1 \cdot 8^0 + 1 \cdot 8^3 + 1 \cdot 8^5 + 1 \cdot 8^6 = 294977$

Valor de numerais em base d na base 10

Conforme o ditado:
"Existem $(10)_2$ tipos de pessoas: aquelas que sabem contar em binário, e as que não sabem."

Exemplos de conversão de base:

1. $(1101001)_2 = 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^6 = 105$
2. $(110{,}1001)_2 = 1 \cdot 2^{-4} + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 = 6{,}5625$
3. $(1101001)_8 = 1 \cdot 8^0 + 1 \cdot 8^3 + 1 \cdot 8^5 + 1 \cdot 8^6 = 294977$
4. $(\mathtt{B{,}EEF})_{16} =$

Obs.: valor absoluto dos algarismos na base 16

0	...	9	A	B	C	D	E	F
0	...	9	10	11	12	13	14	15

Valor de numerais em base d na base 10

Conforme o ditado:
"Existem $(10)_2$ tipos de pessoas: aquelas que sabem contar em binário, e as que não sabem."

Exemplos de conversão de base:

1. $(1101001)_2 = 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^6 = 105$
2. $(110{,}1001)_2 = 1 \cdot 2^{-4} + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 = 6{,}5625$
3. $(1101001)_8 = 1 \cdot 8^0 + 1 \cdot 8^3 + 1 \cdot 8^5 + 1 \cdot 8^6 = 294977$
4. $(\mathtt{B{,}EEF})_{16} = 11 \cdot 16^0 +$

Obs.: valor absoluto dos algarismos na base 16

0	...	9	A	B	C	D	E	F
0	...	9	10	11	12	13	14	15

Valor de numerais em base d na base 10

Conforme o ditado:
"Existem $(10)_2$ tipos de pessoas: aquelas que sabem contar em binário, e as que não sabem."

Exemplos de conversão de base:

1. $(1101001)_2 = 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^6 = 105$
2. $(110{,}1001)_2 = 1 \cdot 2^{-4} + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 = 6{,}5625$
3. $(1101001)_8 = 1 \cdot 8^0 + 1 \cdot 8^3 + 1 \cdot 8^5 + 1 \cdot 8^6 = 294977$
4. $(\mathtt{B{,}EEF})_{16} = 11 \cdot 16^0 + 14 \cdot 16^{-1} +$

Obs.: valor absoluto dos algarismos na base 16

0	...	9	A	B	C	D	E	F
0	...	9	10	11	12	13	14	15

Valor de numerais em base d na base 10

Conforme o ditado:
"Existem $(10)_2$ tipos de pessoas: aquelas que sabem contar em binário, e as que não sabem."

Exemplos de conversão de base:

1. $(1101001)_2 = 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^6 = 105$
2. $(110{,}1001)_2 = 1 \cdot 2^{-4} + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 = 6{,}5625$
3. $(1101001)_8 = 1 \cdot 8^0 + 1 \cdot 8^3 + 1 \cdot 8^5 + 1 \cdot 8^6 = 294977$
4. $(\mathtt{B{,}EEF})_{16} = 11 \cdot 16^0 + 14 \cdot 16^{-1} + 14 \cdot 16^{-2} +$

Obs.: valor absoluto dos algarismos na base 16

0	...	9	A	B	C	D	E	F
0	...	9	10	11	12	13	14	15

VALOR DE NUMERAIS EM BASE d NA BASE 10

Conforme o ditado:
"Existem $(10)_2$ tipos de pessoas: aquelas que sabem contar em binário, e as que não sabem."

Exemplos de conversão de base:

1. $(1101001)_2 = 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^6 = 105$
2. $(110{,}1001)_2 = 1 \cdot 2^{-4} + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 = 6{,}5625$
3. $(1101001)_8 = 1 \cdot 8^0 + 1 \cdot 8^3 + 1 \cdot 8^5 + 1 \cdot 8^6 = 294977$
4. $(\mathtt{B,EEF})_{16} = 11 \cdot 16^0 + 14 \cdot 16^{-1} + 14 \cdot 16^{-2} + 15 \cdot 16^{-3}$

Obs.: valor absoluto dos algarismos na base 16

0	...	9	A	B	C	D	E	F
0	...	9	10	11	12	13	14	15

Conforme o ditado:
"Existem $(10)_2$ tipos de pessoas: aquelas que sabem contar em binário, e as que não sabem."

Exemplos de conversão de base:

1. $(1101001)_2 = 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^6 = 105$
2. $(110{,}1001)_2 = 1 \cdot 2^{-4} + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 = 6{,}5625$
3. $(1101001)_8 = 1 \cdot 8^0 + 1 \cdot 8^3 + 1 \cdot 8^5 + 1 \cdot 8^6 = 294977$
4. $(\mathtt{B{,}EEF})_{16} = 11 \cdot 16^0 + 14 \cdot 16^{-1} + 14 \cdot 16^{-2} + 15 \cdot 16^{-3} = 11{,}933$

Obs.: valor absoluto dos algarismos na base 16

0	...	9	A	B	C	D	E	F
0	...	9	10	11	12	13	14	15

Valor de numerais em base d na base 10

Conforme o ditado:
"Existem $(10)_2$ tipos de pessoas: aquelas que sabem contar em binário, e as que não sabem."

Exemplos de conversão de base:

1. $(1101001)_2 = 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^6 = 105$
2. $(110{,}1001)_2 = 1 \cdot 2^{-4} + 1 \cdot 2^{-1} + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 = 6{,}5625$
3. $(1101001)_8 = 1 \cdot 8^0 + 1 \cdot 8^3 + 1 \cdot 8^5 + 1 \cdot 8^6 = 294977$
4. $(\mathtt{B{,}EEF})_{16} = 11 \cdot 16^0 + 14 \cdot 16^{-1} + 14 \cdot 16^{-2} + 15 \cdot 16^{-3} = 11{,}933$

Obs.: valor absoluto dos algarismos na base 16

0	...	9	A	B	C	D	E	F
0	...	9	10	11	12	13	14	15

A conversão de base d para base 10 é trivial, pois nossas contas são naturalmente feitas na base decimal!

Conversão da base 10 para base d

Vamos começar com os números inteiros. Exemplo: represente os números $(0)_{10}$, $(1)_{10}$, $(2)_{10}$ e $(3)_{10}$ na base 2.

Conversão da base 10 para base d

Vamos começar com os números inteiros. Exemplo: represente os números $(0)_{10}$, $(1)_{10}$, $(2)_{10}$ e $(3)_{10}$ na base 2.

Muito fáceis: $(0)_{10} = (0)_2$, $(1)_{10} = (1)_2$

Conversão da base 10 para base d

Vamos começar com os números inteiros. Exemplo: represente os números $(0)_{10}$, $(1)_{10}$, $(2)_{10}$ e $(3)_{10}$ na base 2.

Muito fáceis: $(0)_{10} = (0)_2$, $(1)_{10} = (1)_2$

Não existe nenhum algarismo para representar $(3)_{10}$ na base 2. Portanto, $(3)_{10}$ deve ser representado como $(a_1\ a_0)_2$.

Conversão da base 10 para base d

Vamos começar com os números inteiros. Exemplo: represente os números $(0)_{10}$, $(1)_{10}$, $(2)_{10}$ e $(3)_{10}$ na base 2.

Muito fáceis: $(0)_{10} = (0)_2$, $(1)_{10} = (1)_2$

Não existe nenhum algarismo para representar $(3)_{10}$ na base 2. Portanto, $(3)_{10}$ deve ser representado como $(a_1\, a_0)_2$.

a_0 = unidades, a_1 = quantidades de 2^1 em 3 (ou seja, quantas vezes 2 cabe em 3)

Conversão da base 10 para base d

Vamos começar com os números inteiros. Exemplo: represente os números $(0)_{10}$, $(1)_{10}$, $(2)_{10}$ e $(3)_{10}$ na base 2.

Muito fáceis: $(0)_{10} = (0)_2$, $(1)_{10} = (1)_2$

Não existe nenhum algarismo para representar $(3)_{10}$ na base 2. Portanto, $(3)_{10}$ deve ser representado como $(a_1\ a_0)_2$.

a_0 = unidades, a_1 = quantidades de 2^1 em 3 (ou seja, quantas vezes 2 cabe em 3)

$$\begin{array}{r|l} 3 & 2 \\ \hline 1 & 1 \end{array}$$

$$(3)_{10} = (11)_2$$

Converter 18 da base 10 para a base 2.

Converter 18 da base 10 para a base 2.

$$\begin{array}{r|l} 18 & 2 \\ \cline{2-2} \color{red}{0} & 9 \end{array}$$

Converter 18 da base 10 para a base 2.

$$\begin{array}{r|l} 18 & 2 \\ \cline{2-2} 0 & \begin{array}{r|l} 9 & 2 \\ \cline{2-2} 1 & 4 \end{array} \end{array}$$

conversão da base 10 para base d

Converter 18 da base 10 para a base 2.

$$
\begin{array}{r|l}
18 & 2 \\ \cline{2-2}
0 & \begin{array}{r|l} 9 & 2 \\ \cline{2-2} 1 & \begin{array}{r|l} 4 & 2 \\ \cline{2-2} 0 & 2 \end{array} \end{array}
\end{array}
$$

conversão da base 10 para base d

Converter 18 da base 10 para a base 2.

$$\begin{array}{rrrrr}
18 & \underline{\vert\;2} & & & \\
0 & \vert\;9 & \underline{\vert\;2} & & \\
 & 1 & \vert\;4 & \underline{\vert\;2} & \\
 & & 0 & \vert\;2 & \underline{\vert\;2} \\
 & & & 0 & \vert\;1
\end{array}$$

Converter 18 da base 10 para a base 2.

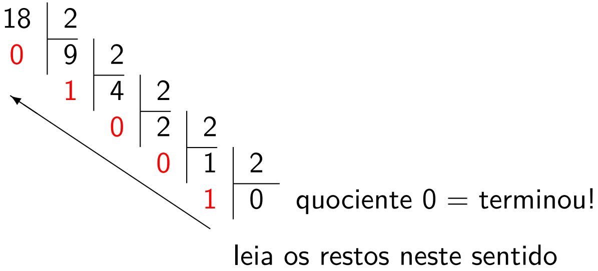
$$\begin{array}{r|r|r|r|r|r}
18 & 2 & & & & \\
0 & 9 & 2 & & & \\
 & 1 & 4 & 2 & & \\
 & & 0 & 2 & 2 & \\
 & & & 0 & 1 & 2 \\
 & & & & 1 & 0
\end{array}$$

Converter 18 da base 10 para a base 2.

$$
\begin{array}{cccccc}
18 & \underline{\,|\;2\;} & & & & \\
\color{red}{0} & |\;9 & \underline{\,|\;2\;} & & & \\
 & \color{red}{1} & |\;4 & \underline{\,|\;2\;} & & \\
 & & \color{red}{0} & |\;2 & \underline{\,|\;2\;} & \\
 & & & \color{red}{0} & |\;1 & \underline{\,|\;2\;} \\
 & & & & \color{red}{1} & |\;0
\end{array}
\quad \text{quociente } 0 = \text{terminou!}
$$

conversão da base 10 para base d

Converter 18 da base 10 para a base 2.



Converter 18 da base 10 para a base 2.

$$\begin{array}{cccccc}
18 & \vert\ 2 & & & & \\
0 & \vert\ 9 & \vert\ 2 & & & \\
 & 1 & \vert\ 4 & \vert\ 2 & & \\
 & & 0 & \vert\ 2 & \vert\ 2 & \\
 & & & 0 & \vert\ 1 & \vert\ 2 \\
 & & & & 1 & \vert\ 0
\end{array}$$

quociente $0 =$ terminou!

leia os restos neste sentido

$(18)_{10} = (10010)_2$

Converter 731 da base 10 para a base 2.

Converter 731 da base 10 para a base 2.

$$\begin{array}{r|c} 731 & 2 \\ \cline{2-2} \color{red}{1} & 365 \end{array}$$

Converter 731 da base 10 para a base 2.

$$\begin{array}{r|l}
731 & \ \ 2 \\ \cline{2-2}
\color{red}{1} & 365 \quad \begin{array}{|c}2 \\ \hline 182\end{array} \\
 & \ \ \color{red}{1}
\end{array}$$

Converter 731 da base 10 para a base 2.

$$
\begin{array}{r|l}
731 & \ 2 \\ \cline{2-2}
\color{red}{1} & 365 \ \begin{array}{|l} \ 2 \\ \hline 182 \ \begin{array}{|l} \ 2 \\ \hline 91 \end{array} \end{array}
\end{array}
$$

731	2				
$\color{red}{1}$	365	2			
	$\color{red}{1}$	182	2		
		$\color{red}{0}$	91		

CONVERSÃO DA BASE 10 PARA BASE d

Converter 731 da base 10 para a base 2.

$$
\begin{array}{r|l}
731 & \quad 2 \\ \cline{2-2}
\color{red}{1} & 365 \;\; \begin{array}{|l} \quad 2 \\ \hline 182 \end{array} \\
\end{array}
$$

$$
\begin{array}{cccccccc}
731 & \vert & 2 & & & & & \\
\color{red}{1} & \vert & 365 & \vert & 2 & & & \\
 & & \color{red}{1} & \vert & 182 & \vert & 2 & \\
 & & & & \color{red}{0} & \vert & 91 & \vert\ 2 \\
 & & & & & & \color{red}{1} & \vert\ 45
\end{array}
$$

Converter 731 da base 10 para a base 2.

$$\begin{array}{r|r|r|r|r|r}
731 & \underline{\;\;2\;\;} & & & & \\
\color{red}{1} & 365 & \underline{\;\;2\;\;} & & & \\
 & \color{red}{1} & 182 & \underline{\;\;2\;\;} & & \\
 & & \color{red}{0} & 91 & \underline{\;\;2\;\;} & \\
 & & & \color{red}{1} & 45 & \underline{\;\;2\;\;} \\
 & & & & \color{red}{1} & 22
\end{array}$$

Converter 731 da base 10 para a base 2.

$$\begin{array}{rrrrrrr}
731 & \underline{\mid\ 2\ } & & & & & \\
1 & \mid 365 & \underline{\mid\ 2\ } & & & & \\
 & 1 & \mid 182 & \underline{\mid\ 2\ } & & & \\
 & & 0 & \mid 91 & \underline{\mid\ 2\ } & & \\
 & & & 1 & \mid 45 & \underline{\mid\ 2\ } & \\
 & & & & 1 & \mid 22 & \underline{\mid\ 2\ } \\
 & & & & & 0 & \mid 11
\end{array}$$

Converter 731 da base 10 para a base 2.

$$
\begin{array}{r|r|r|r|r|r|r|r}
731 & 2 & & & & & & \\ \cline{2-2}
1 & 365 & 2 & & & & & \\ \cline{3-3}
 & 1 & 182 & 2 & & & & \\ \cline{4-4}
 & & 0 & 91 & 2 & & & \\ \cline{5-5}
 & & & 1 & 45 & 2 & & \\ \cline{6-6}
 & & & & 1 & 22 & 2 & \\ \cline{7-7}
 & & & & & 0 & 11 & 2 \\ \cline{8-8}
 & & & & & & 1 & 5
\end{array}
$$

conversão da base 10 para base d

Converter 731 da base 10 para a base 2.

$$
\begin{array}{c|c|c|c|c|c|c|c|c|c}
731 & 2 & & & & & & & & \\
\cline{2-2}
1 & 365 & 2 & & & & & & & \\
\cline{3-3}
 & 1 & 182 & 2 & & & & & & \\
\cline{4-4}
 & & 0 & 91 & 2 & & & & & \\
\cline{5-5}
 & & & 1 & 45 & 2 & & & & \\
\cline{6-6}
 & & & & 1 & 22 & 2 & & & \\
\cline{7-7}
 & & & & & 0 & 11 & 2 & & \\
\cline{8-8}
 & & & & & & 1 & 5 & 2 & \\
\cline{9-9}
 & & & & & & & 1 & 2 &
\end{array}
$$

Converter 731 da base 10 para a base 2.

$$\begin{array}{cccccccccc}
731 & 2 & & & & & & & & \\
1 & 365 & 2 & & & & & & & \\
 & 1 & 182 & 2 & & & & & & \\
 & & 0 & 91 & 2 & & & & & \\
 & & & 1 & 45 & 2 & & & & \\
 & & & & 1 & 22 & 2 & & & \\
 & & & & & 0 & 11 & 2 & & \\
 & & & & & & 1 & 5 & 2 & \\
 & & & & & & & 1 & 2 & 2 \\
 & & & & & & & & 0 & 1
\end{array}$$

Converter 731 da base 10 para a base 2.

731	2									
1	365	2								
	1	182	2							
		0	91	2						
			1	45	2					
				1	22	2				
					0	11	2			
						1	5	2		
							1	2	2	
								0	1	2
									1	0

CONVERSÃO DA BASE 10 PARA BASE d

Converter 731 da base 10 para a base 2.

731	2									
1	365	2								
	1	182	2							
		0	91	2						
			1	45	2					
				1	22	2				
					0	11	2			
						1	5	2		
							1	2	2	
								0	1	2
									1	0

CONVERSÃO DA BASE 10 PARA BASE d

Converter 731 da base 10 para a base 2.

731	2	
1	365	2
1	182	2
0	91	2
1	45	2
1	22	2
0	11	2
1	5	2
1	2	2
0	1	2
1	0	

$$(731)_{10} = (1011011011)_2$$

Converter 731 da base 10 para a base 16.

CONVERSÃO DA BASE 10 PARA BASE d

Converter 731 da base 10 para a base 16.

$$\begin{array}{r|l} 731 & 16 \\ \cline{2-2} \color{red}{11} & 45 \end{array}$$

Converter 731 da base 10 para a base 16.

$$
\begin{array}{r|rl}
731 & 16 & \\ \cline{2-2}
\color{red}{11} & 45 & \multicolumn{1}{|l}{16} \\ \cline{3-3}
 & \color{red}{13} & \multicolumn{1}{|l}{2}
\end{array}
$$

CONVERSÃO DA BASE 10 PARA BASE d

Converter 731 da base 10 para a base 16.

$$
\begin{array}{rrrr}
731 & \multicolumn{1}{|l}{16} & & \\ \cline{2-2}
\color{red}{11} & \multicolumn{1}{|r}{45} & \multicolumn{1}{|l}{16} & \\ \cline{3-3}
 & \color{red}{13} & \multicolumn{1}{|r}{2} & \multicolumn{1}{|l}{16} \\ \cline{4-4}
 & & \color{red}{2} & \multicolumn{1}{|l}{0}
\end{array}
$$

Converter 731 da base 10 para a base 16.

$$
\begin{array}{r|l}
731 & 16 \\ \hline
\color{red}{11} & 45
\end{array}
\quad
\begin{array}{r|l}
45 & 16 \\ \hline
\color{red}{13} & 2
\end{array}
\quad
\begin{array}{r|l}
2 & 16 \\ \hline
\color{red}{2} & 0
\end{array}
$$

Converter 731 da base 10 para a base 16.

$$
\begin{array}{r|l}
731 & 16 \\ \cline{2-2}
\color{red}{11} & 45 \;\; \begin{array}{|l} 16 \\ \hline \end{array} \\
 & \color{red}{13} \;\; \begin{array}{|l} 2 \;\; \begin{array}{|l} 16 \\ \hline \end{array} \end{array} \\
 & \qquad \color{red}{2} \;\; \begin{array}{|l} 0 \end{array}
\end{array}
$$

Observe que $(11)_{10} = (B)_{16}$ e que $(13)_{10} = (D)_{16}$, logo

$(731)_{10} = (2DB)_{16}$

$(18)_{10} = (10010)_2$
$(731)_{10} = (1011011011)_2$

Observação 1:

- se um número é **par**, na base 2 o seu último algarismo é sempre 0
- se um número é **ímpar**, na base 2 o seu último algarismo é sempre 1

Observação 2: é muito fácil converter da base 2 para 16 e vice-versa!

$(18)_{10} = (10010)_2$
$(731)_{10} = (1011011011)_2$

Observação 1:

- se um número é **par**, na base 2 o seu último algarismo é sempre 0
- se um número é **ímpar**, na base 2 o seu último algarismo é sempre 1

Observação 2: é muito fácil converter da base 2 para 16 e vice-versa!

$(731)_{10} = (1011011011)_2$

$(18)_{10} = (10010)_2$
$(731)_{10} = (1011011011)_2$

Observação 1:

- se um número é **par**, na base 2 o seu último algarismo é sempre 0
- se um número é **ímpar**, na base 2 o seu último algarismo é sempre 1

Observação 2: é muito fácil converter da base 2 para 16 e vice-versa!

$$(731)_{10} = (\underbrace{10}_{2_{16}}\,\underbrace{1101}_{D_{16}}\,\underbrace{1011}_{B_{16}})_2$$

$(18)_{10} = (10010)_2$
$(731)_{10} = (1011011011)_2$

Observação 1:

- se um número é **par**, na base 2 o seu último algarismo é sempre 0
- se um número é **ímpar**, na base 2 o seu último algarismo é sempre 1

Observação 2: é muito fácil converter da base 2 para 16 e vice-versa!

$$(731)_{10} = (\underbrace{10}_{2_{16}}\underbrace{1101}_{D_{16}}\underbrace{1011}_{B_{16}})_2 = (2DB)_{16}$$

CONVERSÃO DA BASE 10 PARA BASE d

$(18)_{10} = (10010)_2$
$(731)_{10} = (1011011011)_2$

Observação 1:

- se um número é **par**, na base 2 o seu último algarismo é sempre 0
- se um número é **ímpar**, na base 2 o seu último algarismo é sempre 1

Observação 2: é muito fácil converter da base 2 para 16 e vice-versa!

$$(731)_{10} = (\underbrace{10}_{2_{16}}\,\underbrace{1101}_{D_{16}}\,\underbrace{1011}_{B_{16}})_2 = (2DB)_{16}$$

$$(\ 5 \quad 0 \quad F \quad 1 \quad A\ )_{16}$$

CONVERSÃO DA BASE 10 PARA BASE d

$(18)_{10} = (10010)_2$
$(731)_{10} = (1011011011)_2$

Observação 1:

- se um número é **par**, na base 2 o seu último algarismo é sempre 0
- se um número é **ímpar**, na base 2 o seu último algarismo é sempre 1

Observação 2: é muito fácil converter da base 2 para 16 e vice-versa!

$$(731)_{10} = (\underbrace{10}_{2_{16}}\ \underbrace{1101}_{D_{16}}\ \underbrace{1011}_{B_{16}})_2 = (2DB)_{16}$$

$$(\underbrace{5}_{(0101}\ \underbrace{0}_{0000}\ \underbrace{F}_{1111}\ \underbrace{1}_{0001}\ \underbrace{A}_{1010)_2})_{16}$$

Para casa

- Acessar o site `http://compscinet.org/circuitos` e ler as informações sobre o curso com cuidado

Para casa

- Acessar o site `http://compscinet.org/circuitos` e ler as informações sobre o curso com cuidado
- Obter o livro:
  Thomas Floyd. Sistemas Digitais: Fundamentos e Aplicações, 9ed. Editora Bookman, 2007.

Para casa

- Acessar o site `http://compscinet.org/circuitos` e ler as informações sobre o curso com cuidado
- Obter o livro:
  Thomas Floyd. Sistemas Digitais: Fundamentos e Aplicações, 9ed. Editora Bookman, 2007.
- Leitura recomendada: Floyd, seções 2-1 a 2-6 (menos a parte de números em ponto flutuante), 2-7, 2-8.
- Exercícios recomendados: autoteste 1 a 16, problemas de 1 a 40 (exceto 27 e 28)