

# Sensores

Os diferentes tipos de sensores e suas principais características.

16 de setembro de 2020

# Sumário

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

**1** Sentir

**2** Tipos

**3** Características

**4** Sinais e dados

# Sumário

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

**1** Sentir

2 Tipos

3 Características

4 Sinais e dados

# O que é sentir?!

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

## sentir (verbo)

- perceber por qualquer dos sentidos.
- ter a impressão de algo.

Fonte: Wiktionary.org (<https://pt.wiktionary.org/wiki/sentir>)

## senciente (adjetivo)

- provido de sentimentos e sensações.

Fonte: Wiktionary.org (<https://pt.wiktionary.org/wiki/senciente>)

# Sistemas sensoriais

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

## Aspectos do estímulo

- tipo (modalidade)
- intensidade
- localização
- duração

Objetivo de todo sistema sensorial:

*“enviar as informações obtidas para o sistema nervoso central ou para alguma região que possa corretamente analisar e processar a informação.”*

Fonte: Wikipedia ([https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_sensorial](https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_sensorial))

# Sistemas sensoriais

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

## Sentidos

- audição
- olfato
- paladar
- tato
- visão

## Receptores sensoriais

- quimiorreceptores
- fotorreceptores
- mecanorreceptores
- termorreceptores
- nocirreceptores

Fonte: Wikipedia ([https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_sensorial](https://pt.wikipedia.org/wiki/Sistema_sensorial))



# Sumário

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

1 Sentir

2 Tipos

3 Características

4 Sinais e dados

# Sensores e Transdutores

## Sensores

### Sentir

### Tipos

### Características

### Sinais e dados

## sensor (substantivo)

- dispositivo elétrico, eletrônico, mecânico ou biológico capaz de responder a estímulos de natureza física (temperatura, pressão, umidade, velocidade, aceleração, luminosidade e etc.); utilizado em sistemas de controle e monitoramento.

Fonte: Wiktionary (<https://pt.wiktionary.org/wiki/sensor>)

## transdutor (substantivo)

- um dispositivo que converte energia de uma forma em outra.
- (teoria da computação) uma máquina de estado que gera uma saída a partir de uma dada entrada.

Fonte: Wiktionary (<https://en.wiktionary.org/wiki/transducer>)



# Classificação de sensores

## Sensores

## Sentir

## Tipos

## Características

## Sinais e dados

- acústicos, de som, de vibração
- automotivos, para transportes
- químicos
- corrente elétrica, potencial elétrico, magnético, radio
- ambientais, de clima, umidade, vapor de água (*moisture*)
- fluxo, velocidade de fluidos
- giroscópio
- radiação ionizante, partículas subatômicas
- instrumentos de navegação
- ópticos, luz, imagem, fóton
- pressão
- força, densidade, nível
- térmicos, calor, temperatura
- proximidade, presença
- outros..

# Um bom sensor

## Sensores

### Sentir

### Tipos

### Características

### Sinais e dados

Espera-se de um bom sensor que ele siga as seguintes regras:

- ser sensível para a propriedade a ser medida;
- ser insensível para qualquer outra propriedade a ser encontrada em sua aplicação; e
- não influenciar a propriedade a ser medida.

Fonte: Wikipedia (<https://en.wikipedia.org/wiki/Sensor>)

# Sumário

## Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

1 Sentir

2 Tipos

**3 Características**

4 Sinais e dados

# Características dos sensores

## Sensores

### Sentir

### Tipos

### Características

### Sinais e dados

- Sensibilidade
- Faixa
- Precisão
- Exatidão
- Resolução
- Offset
- Linearidade
- Histerese
- Tempos de resposta
- Linearidade dinâmica

Fonte: J.J. Carr, Sensors and Circuits, Prentice Hall, 1993.

# Sensibilidade

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

A sensibilidade do sensor é definida como:

- a inclinação da curva característica de saída ou, de forma mais geral, a mínima entrada do parâmetro físico que cria uma variação detectável na saída;
- a variação do parâmetro de entrada necessária para produzir uma variação padronizada na saída;
- uma variação na tensão de saída para uma dada variação no parâmetro de entrada.

Observação: O erro de sensibilidade é um deslocamento com relação à inclinação ideal da curva característica. Fonte: J.J. Carr, *Sensors and Circuits*, Prentice Hall, 1993.

# Sensibilidade

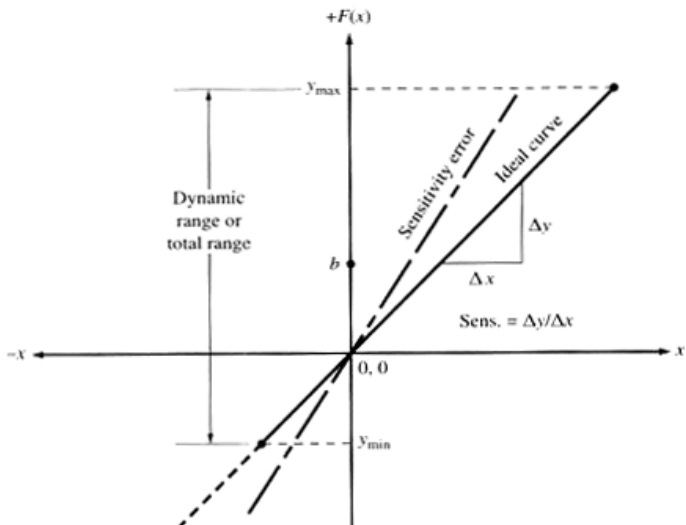
Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados



# Faixa

## Sensores

### Sentir

### Tipos

### Características

### Sinais e dados

A faixa do sensor segue as seguintes descrições:

- a faixa é determinada pelos valores mínimo e máximo do parâmetro em questão que podem ser medidos.
- não é necessário que as faixas positiva e negativa tenham a mesma extensão.
- faixa dinâmica é a faixa total do sensor entre o valor mínimo e o valor máximo.

Fonte: J.J. Carr, Sensors and Circuits, Prentice Hall, 1993.

# Precisão

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

## Algumas definições:

- Refere-se ao grau de reproducibilidade de uma medição. Em outras palavras, medindo exatamente o mesmo valor várias vezes, um sensor ideal colocaria na saída exatamente o mesmo valor todas as vezes se for preciso.
- Este conceito é normalmente interpretado como sendo a diferença que existe entre o valor medido várias vezes e o valor real, normalmente expresso como uma porcentagem.

Fonte: J.J. Carr, Sensors and Circuits, Prentice Hall, 1993; e Instituto NCB, 2018





# Exatidão

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

A exatidão do sensor pode ser definida como:

- a proximidade entre o valor real (medido por um padrão primário ou bom padrão secundário) e o valor indicado na saída do sensor.

Fonte: J.J. Carr, Sensors and Circuits, Prentice Hall, 1993.

# Diferença entre precisão, exatidão e acurácia

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados



Fig.: Acurácia



Fig.: Exatidão sem precisão



Fig.: Precisão sem exatidão



Fig.: Sem precisão e sem exatidão

# Resolução

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

A resolução de um sensor pode ser definida como:

- a menor variação incremental detectável do parâmetro de entrada que pode ser detectada no sinal de saída.

Fonte: J.J. Carr, Sensors and Circuits, Prentice Hall, 1993.

# Offset

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

O erro de offset de um transdutor é definido como:

- um valor de saída existente quando deveria ser zero
- a diferença entre o valor de saída real e o valor de saída especificado sob um determinado conjunto de condições.

Fonte: J.J. Carr, Sensors and Circuits, Prentice Hall, 1993.

# Offset

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

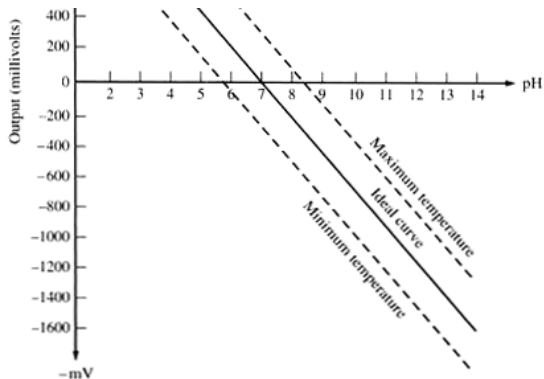


Fig.: Curva característica de eletrodo de pH, mostrando a sensibilidade à temperatura.

Fonte: J.J. Carr, Sensors and Circuits, Prentice Hall, 1993.



# Histerese

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

Um transdutor deve ser capaz de seguir as variações do parâmetro de entrada independentemente da direção na qual ocorre essa variação; a histerese é a medida dessa propriedade.

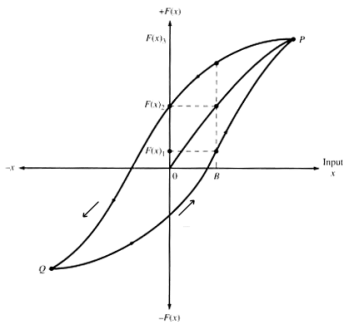


Fig.: Curva de histerese.



# Tempo de resposta

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

O tempo de resposta pode ser definido como:

- o tempo necessário para a saída de um sensor passar de um estado anterior a um valor estabilizado final dentro da banda de tolerância do novo valor correto.

Fonte: J.J. Carr, Sensors and Circuits, Prentice Hall, 1993.

# Tempo de resposta

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

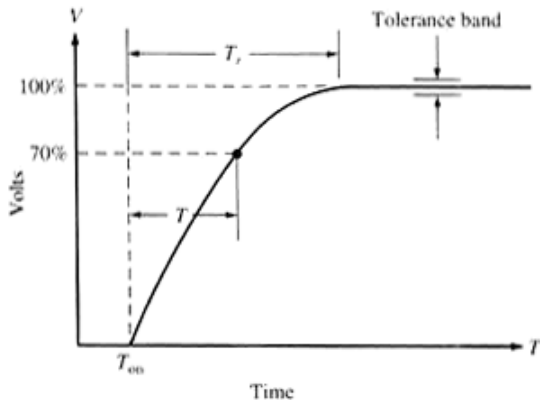


Fig.: Definição de tempo de subida.

# Tempo de resposta

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

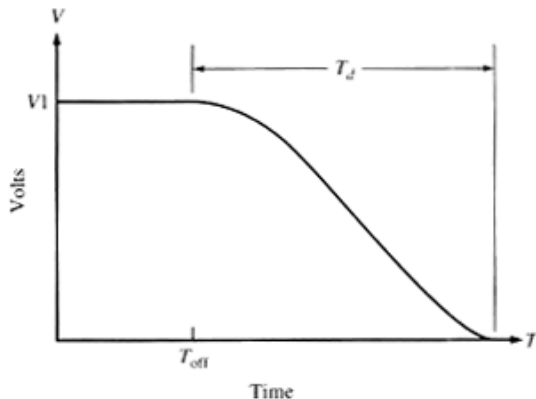


Fig.: Definição de tempo de descida.

# Linearidade dinâmica

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

A linearidade dinâmica do sensor é a medida de sua capacidade de acompanhar mudanças rápidas do parâmetro de entrada.

Observação: Características de **distorção de amplitude**, **distorção de fase** e **tempo de resposta** são importantes para a determinação da linearidade dinâmica.

Fonte: J.J. Carr, Sensors and Circuits, Prentice Hall, 1993.

# Linearidade dinâmica

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

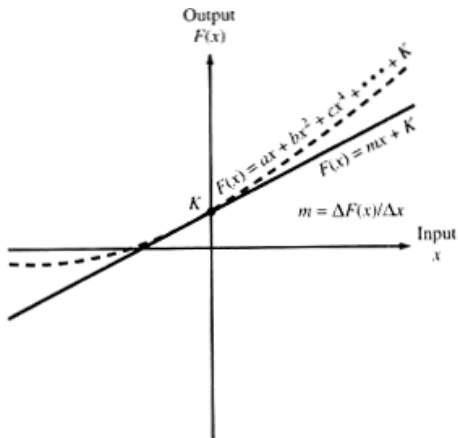


Fig.: Curva de saída e entrada do sinal, mostrando erro quadrático.

# Sumário

## Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

1 Sentir

2 Tipos

3 Características

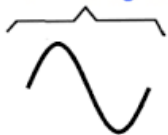
4 Sinais e dados

# Tipos de sinais

Sensores

- Analógico
- Digital

**Sinal Analógico**



**Sinais Digitais**



Fonte: iBytes, 2018

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

# Processamento

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

## Categorias de processamento de sinais

- Analógico
- Digital (Digital Signal Processing - DSP)
- Tempo-contínuo
- Tempo-discreto
- Não linear (comportamentos caóticos ou harmônicos)



# Aquisição

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

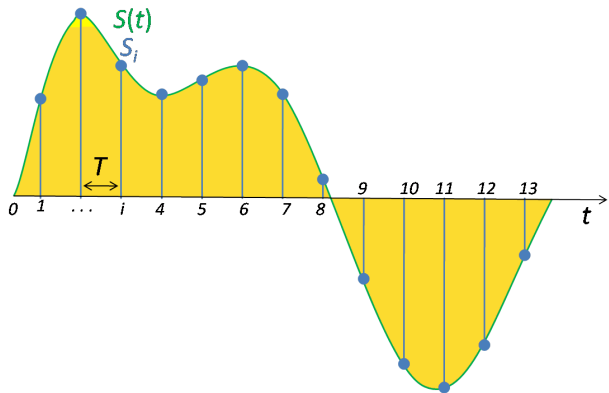
## Principais considerações

- Amostragem
- Quantização
- Aliasing
- Jitter
- Ruído

# Aquisição

Sensores

## Amostragem

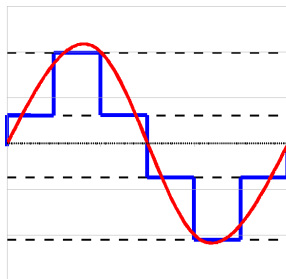


Fonte: Sampling (signal processing) - Wikipedia, 2018

# Aquisição

Sensores

## Quantização



11  
10  
01  
00

Fig.: 2 bits

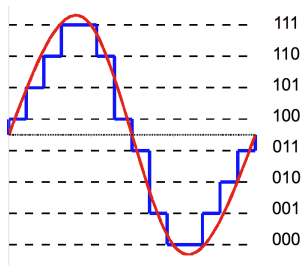


Fig.: 3 bits

Fonte: Quantization (signal processing) - Wikipedia, 2018

# Aquisição

Sensores

Sentir

Tipos

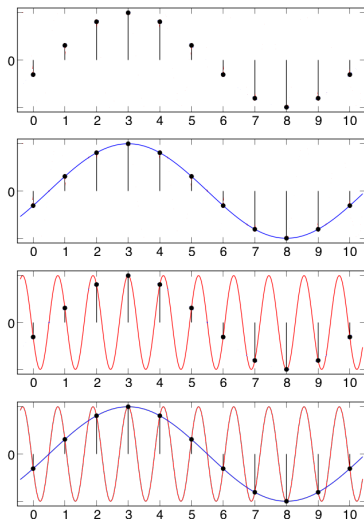
Características

Sinais e dados

## Aliasing

- Frequência de Nyquist = metade da taxa de amostragem
- Taxa de Nyquist = menor taxa de amostragem que satisfaz o teorema
- Teorema de Shannon-Nyquist = condição da taxa de amostragem para capturar toda informação

Fonte: Aliasing - Wikipedia, 2018



# Aquisição

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

## Jitter

- variação estatística do atraso na entrega de dados em uma rede
- medida de variação do atraso entre os pacotes sucessivos de dados
- jitters *plural* : a sense of panic or extreme nervousness (Merriam-Webster, 2018)

# Aquisição

Sensores

Sentir

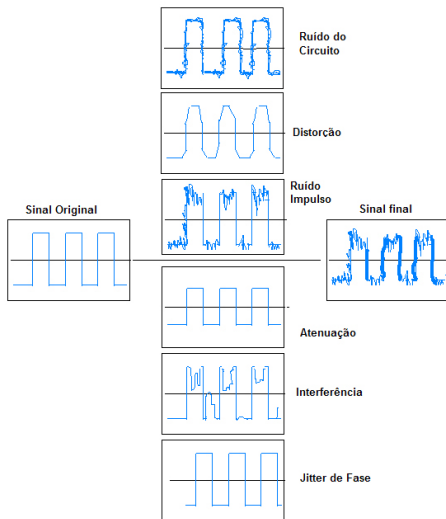
Tipos

Características

Sinais e dados

## Ruído

- Ruído do circuito
- Distorção
- Ruídos impulsos
- Atenuação
- Interferência
- Mudança de fase



# Coleta de dados de sensores

## Sensores

## Sentir

## Tipos

## Características

## Sinais e dados

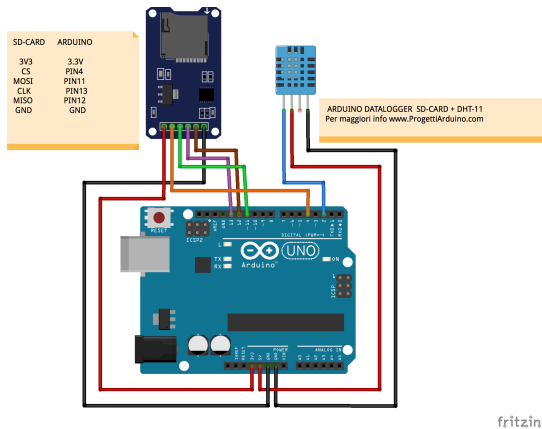
### Tipos de coleta

- Aquisição direta
- Uso de APIs
- Dados abertos arquivados

# Coleta de dados de sensores

Sensores

## Aquisição direta



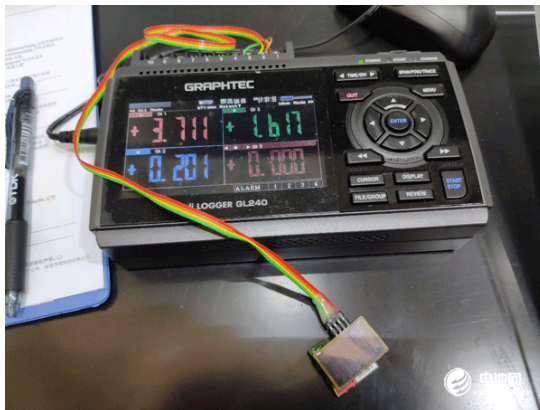
Fonte: Fritzing projects, 2018



# Coleta de dados de sensores

Sensores

## Aquisição direta



Fonte: Favorite Tech, 2019

# Coleta de dados de sensores

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

## APIs

- Definição
  - Application Programming Interface
  - Interface de Programação de Aplicações
- Características
  - REST
  - JSON, XML, CSV
  - DaaS (Data as a Service)

# Coleta de dados de sensores

## Sensores

### Sentir

### Tipos

### Características

### Sinais e dados

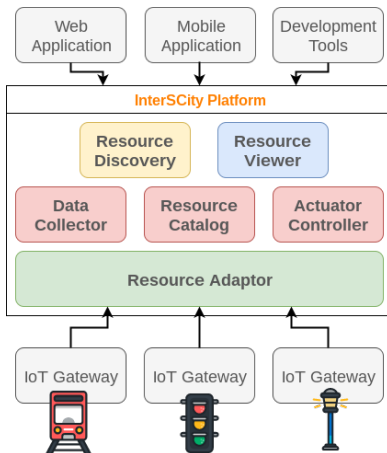
## InterSCity platform

- Projeto para dar suporte ao desenvolvimento de Cidades Inteligentes
- Oferece serviços e RESTful APIs
- RabbitMQ como message broker
- Arquitetura baseada em microserviços
  - Resource Adaptor
  - Resource Cataloguer
  - Data Collector
  - Actuator Controller
  - Resource Discovery
  - Resource Viewer

# Coleta de dados de sensores

Sensores

## InterSCity platform



Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

# Coleta de dados de sensores

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

## InterSCity platform

- Exemplos de uso em algumas linguagens
  - Ruby
  - Python
  - Javascript

# Coleta de dados de sensores

## Sensores

### Sentir

### Tipos

### Características

### Sinais e dados

## Exemplos de APIs úteis brasileiras

- GeoSampa
- Cemaden
- INPE
- CETESB
- Olho Vivo SP Trans
- Pluvion Community

# Coleta de dados de sensores

## Sensores

### Sentir

### Tipos

### Características

### Sinais e dados

## Exemplos de APIs úteis internacionais

- Resource Watch
- OpenWeather

# Coleta de dados de sensores

## Sensores

### Dados abertos arquivados

- Big Data
- Presente, Passado, Futuro
- Dados brutos ou filtrados

## Sentir

## Tipos

## Características

## Sinais e dados



# Coleta de dados de sensores

Sensores

Sentir

Tipos

Características

Sinais e dados

## Exemplos de datasets

- Metabuscador USP
- Repositório USP
- IEEE Datasets

# Sensores

Os diferentes tipos de sensores e suas principais características.

16 de setembro de 2020