

TEXTO DE APOIO



AULA 2

Objetos Inteligentes Conectados

Professor Dr. Wilian França Costa



Universidade Presbiteriana
Mackenzie





Sumário



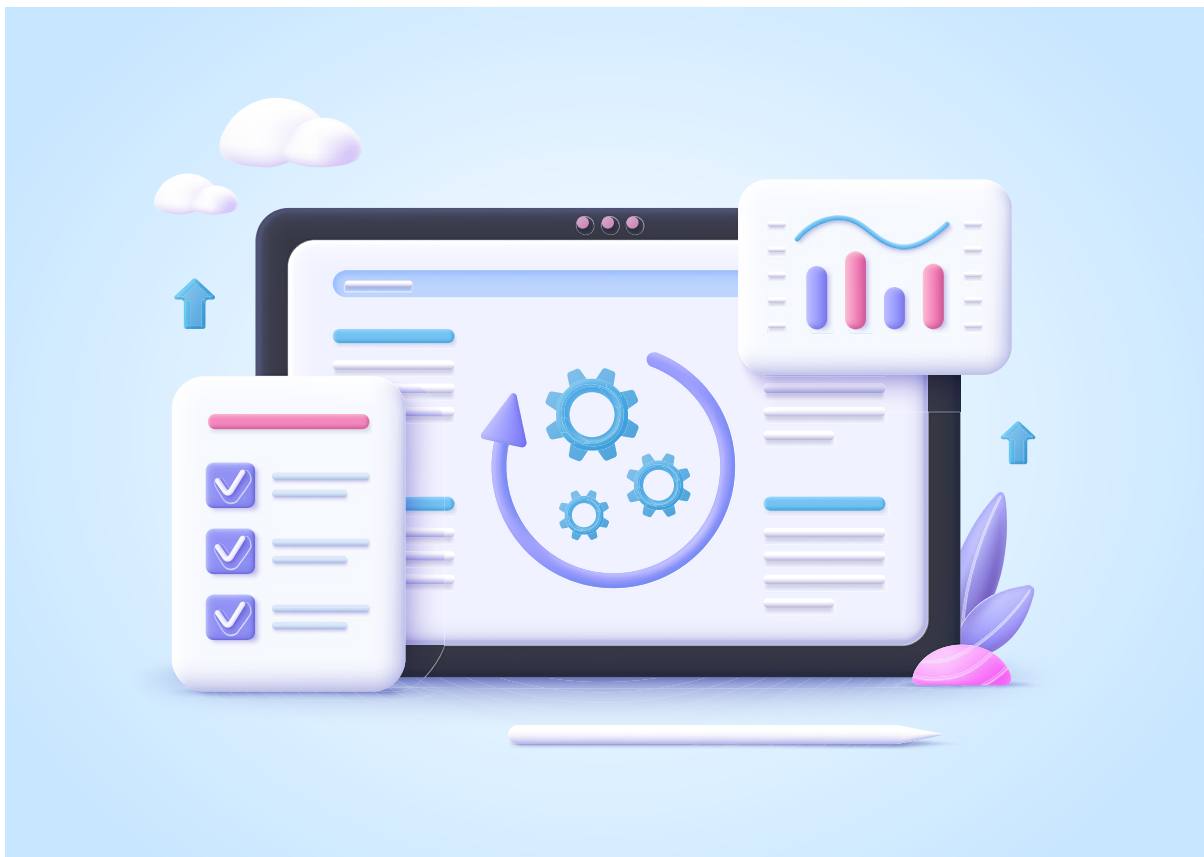
SISTEMAS EMBARCADOS E A ESTRUTURA BÁSICA DOS OBJETOS INTELIGENTES	3
1. INTRODUÇÃO	3
2. SISTEMAS EMBARCADOS	4
2.1 TENSÃO, CORRENTE E RESISTÊNCIA	4
2.2 COMPONENTES ELÉTRICOS/ELETRÔNICOS: RESISTORES, CAPACITORES E DIODOS	4
2.3 O TRANSISTOR	7
2.4 CIRCUITOS INTEGRADOS	8
2.5 MICROCONTROLADORES E MICROPROCESSADORES	8
2.6 O QUE SÃO, AFINAL, OS SISTEMAS EMBARCADOS?	9
2.7 DEFINIÇÃO ADOTADA NA DISCIPLINA PARA NOSSOS OBJETOS INTELIGENTES....	10
3. ESTRUTURA BÁSICA DOS OBJETOS INTELIGENTES	10
3.1 UNIDADE DE PROCESSAMENTO E MEMÓRIA	11
3.2 UNIDADE DE COMUNICAÇÃO	11
3.3 UNIDADE DE FONTE DE ENERGIA	12
3.4 SENSORES E ATUADORES	12
DICAS PARA O PROJETO DA DISCIPLINA	13
REFERÊNCIAS	14

OBJETOS INTELIGENTES CONECTADOS

SISTEMAS EMBARCADOS E A ESTRUTURA BÁSICA DOS OBJETOS INTELIGENTES

1. INTRODUÇÃO

Nesta segunda aula da disciplina Objetos Inteligentes Conectados, nós falaremos um pouco sobre os sistemas embarcados e sua relação com nossos objetos inteligentes. Iniciaremos os estudos pelas principais definições relacionadas aos sistemas embarcados, seus componentes de hardware, software e firmware. Em sequência, elencaremos os elementos que formam um objeto inteligente para que seja utilizado na IoT.



2. SISTEMAS EMBARCADOS

Antes de estudarmos os sistemas embarcados, precisaremos primeiro pensar um pouco a respeito de suas características físicas, especificamente como seus circuitos são formados, ou seja, sua **eletrônica**. Assim, pensemos os componentes que o formam: resistores, diodos, transistores e os circuitos integrados.

2.1 TENSÃO, CORRENTE E RESISTÊNCIA

A eletrônica está fundamentada sobre os conceitos de tensão, corrente e resistência elétrica. Podemos entender como **tensão elétrica** a energia potencial armazenada em uma pilha ou bateria que fluirá quando um circuito for fechado, por um meio condutor, entre os polos de maior e menor potenciais (sentido convencional), medida em volts (V). Assim, definimos este fluxo de elétrons que passa por segundo em um segmento do condutor como **corrente elétrica**, que é medida em amperes (A). A movimentação das cargas elétricas através de um meio condutor pode encontrar elementos que oferecem certa resistência à passagem dos elétrons. A esta dificuldade à passagem de elétrons chamamos de **resistência elétrica**, medida em ohms (Ω). A lei de Ohm estabelece a relação entre tensão (U), corrente (I) e resistência (R), na qual:

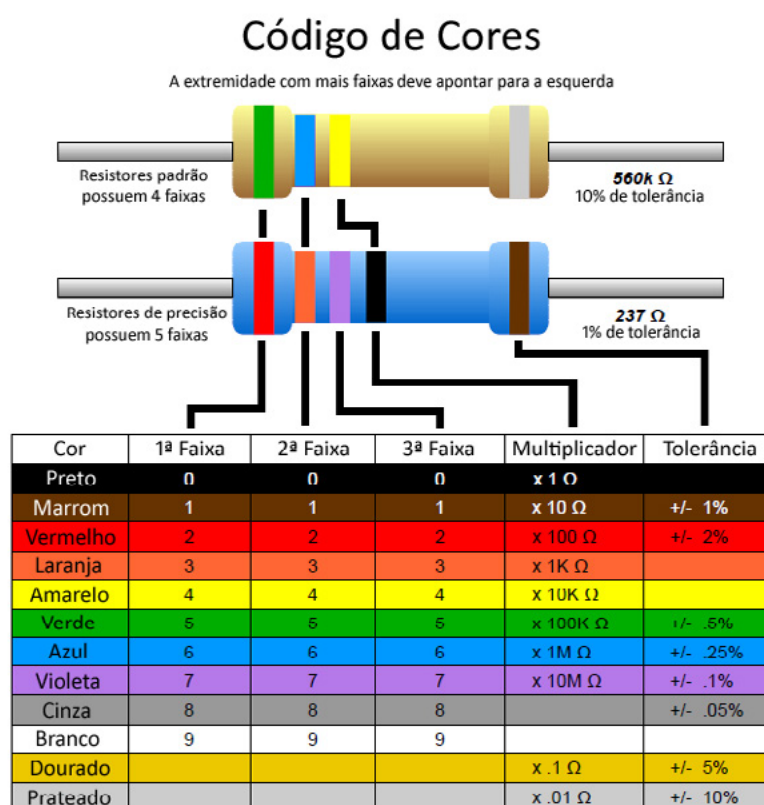
$$R = U / I$$

Em uma analogia simples, podemos comparar o volume de água em sua caixa d'água com a tensão. Assim que você abre a torneira, essa tensão fará com que uma corrente de água flua pela torneira.

2.2 COMPONENTES ELÉTRICOS/ELETRÔNICOS: RESISTORES, CAPACITORES E DIODOS

Os resistores são os componentes cuja função é limitar a corrente elétrica, de modo a prevenir que algum componente receba uma tensão ou corrente maiores do que foram projetados para suportar, evitando assim, que esse componente eletrônico seja danificado. A Figura 1 apresenta os resistores e seu respectivo código de cores, o qual permite a identificação destes componentes.

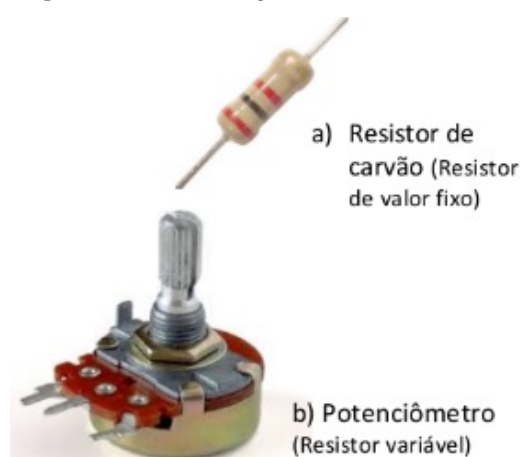
Figura 1 – Código de cores dos resistores



Fonte: Baú da Eletrônica.

Dois tipos comuns de resistores são mostrados na Figura 2 (a) resistor fixo e (b) resistor variável (potenciômetro).

Figura 2 – Exemplos de resistores



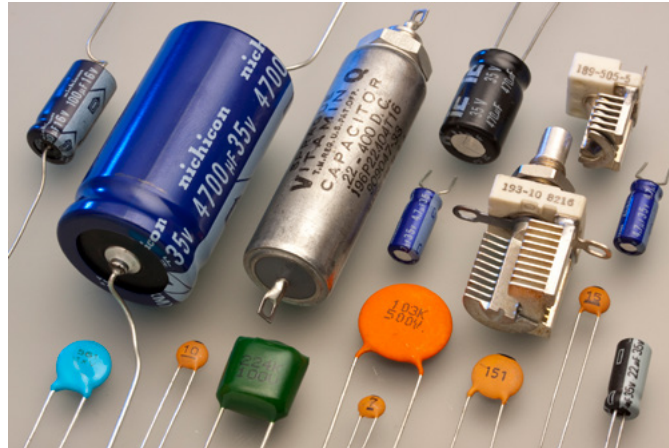
Fonte: a) autocorerobotica.com.br

Fonte: b) Wikipedia.org

Os **capacitores** são componentes que permitem armazenar energia para uma utilização rápida. Assim, a capacitância é uma propriedade física relacionada ao armazenamento de carga em capacitores. A **unidade** no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o **farad** (F). Um capacitor é dito ter uma capacitância de 1 F se uma corrente de **1 A** circula pelo capacitor quando uma taxa de **1 V/s** é aplicada a ele.

Se compararmos um capacitor com uma pilha, temos que o capacitor pode descarregar toda sua carga em uma pequena fração de segundo, enquanto a pilha demoraria vários minutos para isso. Existem diversos tipos de capacitores, alguns polarizados e outros não. Alguns tipos de capacitores são apresentados na Figura 3.

Figura 3 – Alguns tipos de capacitores

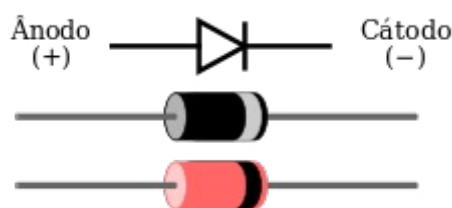


Fonte: Eric Schrader, [Wikimedia](#).

Considerando os primórdios dos sistemas eletrônicos, tudo começou pelo desenvolvimento e uso das válvulas eletrônicas, entretanto, deixemos, para quem se interessa, a pesquisa sobre este componente utilizados no início da computação. Tanto as válvulas, diodos, transistores e, em sequência, os circuitos integrados funcionam pela execução física do mesmo princípio: o dos semicondutores. Um semicondutor é um componente eletrônico que conduz corrente elétrica em apenas uma direção e bloqueia a corrente se polarizado na direção oposta.

Assim, os **diodos** são componentes **semicondutores, portanto, somente conduzem corrente em apenas um sentido**. Como pode ser visto na Figura 4, o diodo possui dois terminais: o terminal identificado com uma faixa é chamado cátodo e deve estar sempre conectado ao polo negativo da alimentação; o outro é o ânodo e deve estar conectado ao polo positivo da alimentação.

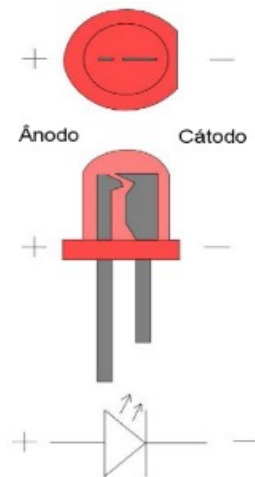
Figura 4 – Aparência real de um diodo, no mesmo alinhamento que seu símbolo



Fonte: Wikimedia.

O diodo emissor de luz, ou simplesmente **LED**, é uma variação do diodo e emite luz quando uma corrente elétrica flui através dele. Como todo diodo, o cátodo, que é o lado chanfrado e apresenta um terminal (perna) mais curto, sempre deve estar conectado ao polo negativo (ou terra/GND) do circuito. Se conectado invertido, o LED não funcionará e poderá ser danificado.

Figura 5 – Representação gráfica de um LED e seu símbolo, indicando os terminais ânodo e cátodo



Fonte: Led Light Emitting Diode clip art Free vector

2.3 O TRANSISTOR

Podemos indicar que tudo o que temos hoje de eletrônico em nossas vidas existe devido a esta invenção: o transistor. Idealizado pela Bell Lab's em 1947, esse dispositivo foi desenvolvido para substituir as válvulas, as quais, além de grandes, necessitavam de vácuo, esquentavam muito, geravam atrasos e ruídos e eram sujeitas a falhas por serem mais frágeis. A Figura 6 apresenta alguns exemplos de transistores.

Figura 6 – Alguns transistores



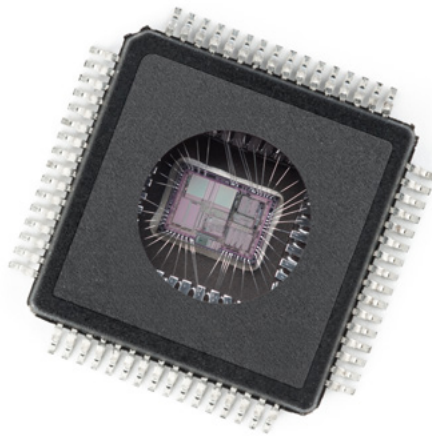
Fonte: TEK IMAGE / Getty Images / Science Photo Library

2.4 CIRCUITOS INTEGRADOS

Os circuitos integrados consistem em transistores e vários outros componentes eletrônicos miniaturizados e montados em um único chip. Historicamente, o desenvolvimento dos circuitos integrados começou quando, visando aumentar a confiabilidade dos circuitos desenvolvidos com transistores e desenvolver sistemas mais compactos, o engenheiro George W. A. Dummer (Reino Unido, 1909-2002) teve a ideia de produzir todo um conjunto de transistores em um único bloco de cristal, por exemplo, o silício, e o apresentou em uma conferência nos EUA.

Porém, foi somente em 1960 que o engenheiro Jack Kilby (Estados Unidos, 1923-2005) conseguiu apresentar o que foi considerado o primeiro circuito integrado, patenteado no mesmo ano pela Texas Instruments (WAZLAWICK, 2017). Assim, os circuitos integrados evoluíram ao longo dos anos, com a redução do tamanho dos transistores que o compõem (Lei de Moore). Desse modo, um processador moderno, que é um circuito integrado, é composto de bilhões de transistores. Na Figura 7 temos um exemplo de circuito integrado.

Figura 7 – Circuito integrado



Fonte: GettyImages

2.5 MICROCONTROLADORES E MICROPROCESSADORES

De uma forma geral, ambos são circuitos integrados disponíveis em diferentes formatos de encapsulamentos.

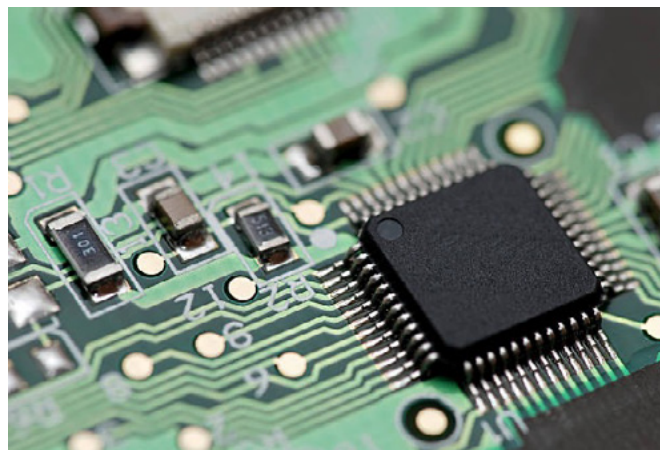
Historicamente, **microprocessadores** foram os primeiros a serem projetados. Foram construídos para substituir os circuitos de computadores (que chegaram a ocupar andares inteiros de um prédio antes desta invenção). Necessitam de outros dispositivos externos para seu funcionamento (memória, barramento, unidades de entrada/saída).

Por outro lado, os **microcontroladores** possuem todos os periféricos necessários, encapsulados em um único circuito integrado: memórias, barramentos, *timers*, conversores analógico/digital (A/D). Em contrapartida, sua capacidade de processamento é consideravelmente reduzida, se comparado a um microprocessador.

2.6 O QUE SÃO, AFINAL, OS SISTEMAS EMBARCADOS?

Os sistemas embarcados são compostos por uma unidade de processamento, que é um circuito integrado, fixado a um circuito impresso (Figura 8). São sistemas que possuem capacidade de processamento de informações executadas pelo software que está embarcado na unidade de processamento. Este software gravado nestes circuitos recebe o nome de *firmware*.

Figura 8 – Microcontrolador em uma placa de circuito impresso



Fonte: GettyImages

Para que seja gravado, fica evidente que um sistema embarcado possui memória para armazenamento do *firmware* e dos dados processados. Assim, em geral, estes sistemas possuem diferentes tecnologias de memórias (RAM, ROM, Flash, EEPROM etc.). Caso você não tenha familiaridade com essas siglas, sugerimos a leitura capítulo 1 de Oliveira; Andrade (2009).

Nos sistemas embarcados, as memórias são utilizadas com diferentes funções. A primeira é a **memória de programa**, que é geralmente uma memória do tipo Flash (memória não-volátil, ou seja, permanece gravada depois que o dispositivo for desligado), na qual o *firmware* do sistema fica armazenado. Esse tipo de memória permite ao programador regravar muitas vezes o software embarcado. É essa memória que utilizamos para gravar nossos programas na plataforma Arduino, por exemplo. Não se preocupe, falaremos sobre o Arduino nas próximas aulas.

O segundo tipo de memória de um sistema embarcado é a **memória de dados** (memória volátil – perde seus dados se o sistema for desligado). Nessa memória, estão alocados os registradores, as variáveis e todos os espaços reservados para o processamento temporário. Tem o funcionamento semelhante ao da memória RAM de um computador.

Por último, temos a **memória de armazenamento** (memória não-volátil, portanto, mantém os dados após o desligamento do sistema). Esse tipo de memória é necessário para que o armazenamento de dados importantes, como configurações e outros parâmetros, por exemplo, permaneçam gravados mesmo após o desligamento do dispositivo. Para este tipo de memória, são empregadas as memórias do tipo EEPROM, as quais permitem milhares de gravações e leituras, mas são significativamente menores e mais lentas que as memórias Flash, principalmente para as operações de escrita.

2.7 DEFINIÇÃO ADOTADA NA DISCIPLINA PARA NOSSOS OBJETOS INTELIGENTES

Adotamos, para nossa disciplina, a definição de que objetos inteligentes são compostos de um ou mais sistemas embarcados. Assim, objetos inteligentes conectados são sistemas embarcados em um objeto qualquer, conectado por meio de alguma rede de comunicação.

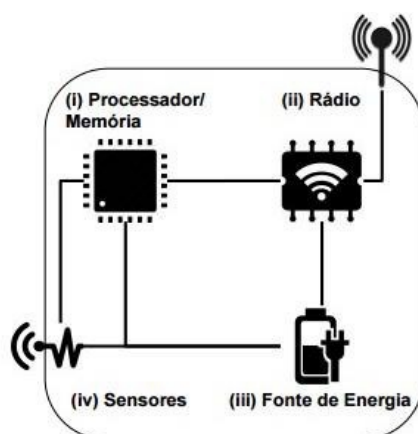
3. ESTRUTURA BÁSICA DOS OBJETOS INTELIGENTES

Segundo Santos et al. (2016), podemos caracterizar um objeto inteligente como um sistema embarcado composto por:

- 1) **unidade de processamento e memória;**
- 2) **comunicação (rede);**
- 3) **fonte de energia;**
- 4) **sensores/atuadores.**

A Figura 9 apresenta uma visão geral da estrutura de um dispositivo e a interligação entre seus componentes, os quais são descritos a seguir:

Figura 9 – A estrutura básica de um objeto inteligente



Fonte: Santos et al. (2016).

3.1 UNIDADE DE PROCESSAMENTO E MEMÓRIA

A unidade de processamento e memória é composta por uma memória interna para armazenamento do *firmware* e dados em um microcontrolador, que contém, além das unidades de entrada e saída de sinais digitais, um conversor analógico-digital (A/D) para receber sinais de sensores.

Frequentemente, existe uma memória externa do tipo flash, como um cartão SD, por exemplo, que serve como memória secundária, para manter um armazenamento de registros e arquivos.

3.2 UNIDADE DE COMUNICAÇÃO

A unidade de comunicação consiste em um canal de comunicação com ou sem fio, sendo mais comum em IoT o meio sem fio. Neste último caso, a maioria das plataformas usa rádio de baixa potência e baixo custo, muitas vezes, incorporado ao microcontrolador, como é o caso do ESP8266EX, que possui um rádio Wi-fi, sendo empregado, atualmente, em diversas soluções para IoT no mercado. A unidade de comunicação permite que os objetos se conectem diretamente à Internet e aos serviços em nuvem, ou a outros dispositivos ou módulos concentradores (*gateways*) quando o tipo de rede utilizada não pode se comunicar diretamente com a Internet.

Algumas principais tecnologias de comunicação, suas taxas de transferência e velocidades são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Principais tecnologias para comunicação

Protocolo	Alcance	Vazão (bandwidth)
Ethernet	100/2000m	10Gbps
Wi-fi	50m	1300Mbps
Bluetooth/BLE	80m	1Mbps
ZigBee	100m	250Kbps
3G/4G/5G	35/200Km	1/10Mbps (5G URLLC)
LPWAN	até 15Km	0,3 kbit/s a 50 kbit/s

Fonte: Autor.

3.3 UNIDADE DE FONTE DE ENERGIA

A unidade de fonte de energia é responsável por alimentar eletricamente os componentes do objeto inteligente. Consiste em uma bateria, recarregável ou não, e um conversor de corrente alternada para corrente contínua (AC/DC). A fonte de energia tem a função de alimentar os outros componentes que compõem o objeto inteligente.

Os tipos de tecnologia de comunicação, capacidade de processamento, quantidade de periféricos, número de atuadores e sensores também podem influenciar na escolha das fontes de energia, devido ao seu consumo. Assim, o tamanho da bateria, a associação com outras fontes de energia, como a solar, eólica e outras técnicas de energy harvesting, podem ser utilizadas como solução energética para o funcionamento do objeto inteligente.

3.4 SENSORES E ATUADORES

Os sensores e atuadores realizam a interação com o ambiente em que o objeto está imerso. Os sensores são responsáveis por captar informações tais como: temperatura, umidade, pressão, presença etc.

Os atuadores são dispositivos capazes de atuar no ambiente, modificando-o. Por exemplo: ligar um motor, aumentar a temperatura, entre outros.

DICAS PARA O PROJETO DA DISCIPLINA

Para os projetos desta disciplina, uma lista completa de exemplos de uso de diversos sensores e atuadores pode ser consultada no Capítulo 2 de Stevan Jr.; Farinelli (2019).



REFERÊNCIAS

OLIVEIRA, A. S.; ANDRADE, F. S. *Sistemas embarcados: hardware e firmware na prática*. 2. ed. São Paulo: Érica, 2009.

SANTOS, B. P. et al. Internet das Coisas: da teoria à prática. Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos. Anais... Salvador, BA: SBC, 2016. Disponível em: <<https://homepages.dcc.ufmg.br/~mmvieira/cc/papers/internet-das-coisas.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2021.

STEVEN JR., S. L.; FARINELLI, F. A. *Domótica: automação residencial e casas inteligentes com Arduino e ESP8266*. São Paulo: Érica, 2019.

WAZLAWICK, R. S. *História da Computação*. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2017.