



## SISTEMA DE MONITORAMENTO BASEADO EM IoT

Elvis Fernandes<sup>1</sup>, Leonardo Benitez<sup>2</sup>

**Resumo:** Este documento relata o desenvolvimento do Projeto Integrador 2 do semestre 2018/2, disciplina obrigatório no curso de Engenharia Eletrônica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Campus Florianópolis (IFSC - Florianópolis), ministrada pelos professores Fernando Pedro Henrique de Miranda e Luiz Alberto de Azevedo. O segundo Projeto Integrador do curso, realizado no quarto semestre, possui como tema central a atividade do graduando de engenharia na Indústria 4.0, e em 2018/2 consistiu na estruturação de um processo de controle e monitoramento de uma pequena esteira indústria. Destacou-se no desenvolvimento deste projeto a exploração do conceito de Internet das Coisas (IoT, do inglês *Internet of Things*), culminado no desenvolvimento de uma página web para exibir em tempo real informações sobre o processo de controle e monitoramento. Para garantir a persistência e integridade dessas informações, utilizou-se um Banco de Dados Relacional, tecnologia esta que também não fazia parte do escopo inicial do projeto.

**Palavras-chave:** Projeto Integrador 2. Engenharia Eletrônica. Indústria 4.0. Internet das Coisas.

**Abstract:** This document reports on the development of Integrator 2 Project for the semester 2018/2, a compulsory course in the Electronic Engineering course of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Santa Catarina, Campus Florianópolis (IFSC - Florianópolis), taught by professors Fernando Pedro Henrique de Miranda and Luiz Alberto de Azevedo. The second Integrator Project of the course, held in the fourth semester, has as its central theme the activity of the engineering graduate in Industry 4.0, and in 2018/2 consisted in structuring a process of control and monitoring of a small industry mat. Outstanding in the development of this project was the exploration of the *Internet of Things* (IoT) concept, culminating in the development of a web page to display real-time information on the control and monitoring process. To guarantee the persistence and integrity of this information, a Relational Database was used, which was not part of the initial scope of the project.

**Keywords:** *Integrator Project 2. Electronic Engineering. Industry 4.0. Internet of Things.*

<sup>1</sup> Acadêmico do curso superior de tecnologia em Sistemas Eletrônicos do DAELN do IF-SC <elvis.fernandes89@gmail.com>.

<sup>2</sup> Acadêmico do curso superior de tecnologia em Sistemas Eletrônicos do DAELN do IF-SC <lsbenitezpereira@gmail.com>.

## 1. INTRODUÇÃO

Objetivando construir a formação do engenheiro a partir de uma base prática e contextualizada, os Projetos Integradores possuem como metodologia a realização de uma prática que possui o trabalho como princípio educativo e a pesquisa como princípio pedagógico. O Projeto Integrador deste semestre pode ser subdividido nas seguintes etapas sequenciais:

1) Identificar a colocação de um recipiente de 1 litro (no formato de tronco de cone) sobre uma esteira rolante de dimensões 126 cm x 24,5 cm x 26 cm;

2) Movimentar a esteira (através de um motor DC acoplado à mesma) até que o recipiente alcance uma determinada posição;

3) Identificar o volume e a cor do seu conteúdo, que se constitui de uma areia pintada de diferentes cores.

4) Movimentar o recipiente para fora da esteira (cessando o movimento da esteira após o objeto alcançar a posição final).

6) Informar os parâmetros lidos em um *display* LCD, posicionado próximo à esteira.

5) Enviar os parâmetros lidos para um servidor hospedado na nuvem.

6) O servidor recebe e armazena as informações em um banco de dados.

7) Os dados enviados são disponibilizados em tempo real em uma página web, acessível local e remotamente.

Todo o processo deverá ocorrer de forma automática, sem nenhuma intervenção humana (com exceção da colocação e retirada do recipiente sobre a esteira). O projeto foi realizado integralmente pelos estudantes da disciplina que, organizados em duplas, desenvolveram implementações diferentes do mesmo sistema. Os sensores e as placas de desenvolvimento necessárias à realização do projeto foram fornecidas aos estudantes, bem como a infraestrutura e o apoio técnico necessários.

### 1.1. O que é um projeto

Segundo Eduardo Montes (2018), projeto é o trabalho realizado por um período objetivando um resultado novo, um produto, uma reforma ou uma viagem. Projetos tem prazos, ou seja, têm fim (do contrário seriam uma produção), têm objetivos (que são origem do projeto), e são exclusivos (seu resultado é a criação de algo para seus realizadores).

## 1.2. Indústria 4.0

A indústria 4.0 é um conceito recente referente as inovações tecnológicas na produção industrial. Segundo Cintra (2018), a quarta revolução industrial surge após 150 anos do início do processo de industrialização, que passou por teares a vapor, motores elétricos e pela robótica.

A aquisição e tratamento de dados na Indústria 4.0 é automatizada, e as máquinas comunicam-se trocando comandos e baixando e enviando informações para a nuvem. Isso permite uma manufatura mais precisa e personalizada, permitindo uma produção mais precisa, de baixo custo e rapidamente personalizável (permitindo ao cliente escolher, por exemplo, a cor ou detalhes sem custos adicionais a produção).

Nesse contexto, a utilização de infraestruturas baseadas em Internet aparece como forte tendência, sendo caracterizada pelo termo Internet das Coisas (VENTURELLI, 2018). Ao integrar tecnologias de informação e comunicação com os recentes avanços na área de microprocessados, a Internet das Coisas (também chamada de IoT, do termo em inglês *Internet of Things*) caracteriza-se por “criar novos produtos e possibilitar novos modelos de negócios” (WORTMANN; FLÜCHTER, 2015, p. 2, tradução nossa).

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1. Módulo *Display LCD*

O display é do tipo *LCD 16x2 Backlight* Azul, que representam 16 colunas por 2 linhas, *backlight* azul e escrita branca (ELECTRONIC, 2018). Possui o controlador *HD44780* como base de interface. A figura 1 mostra o display utilizado no projeto.



FIGURA 1 – Display LCD (Elaboração própria).

### 2.2. Sensor Infravermelho

O sensor Infravermelho utilizado é um módulo de reflexão fotoelétrico, integrado por um emissor IR e um receptor IR. O funcionamento do sensor infravermelho consiste em quando algum obstáculo é colocado em frente ao sensor, o sinal infravermelho é refletido para o receptor. Quando isso acontece, o pino de saída *OUT* é colocado em nível baixo (0), e o *led* próximo à saída do módulo é aceso, indicando que algum obstáculo foi detectado.

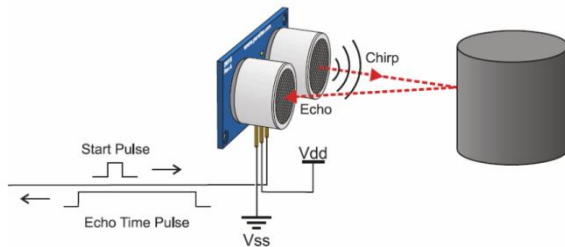
A figura 2 mostra o sensor de proximidade infravermelho utilizado no projeto.



**FIGURA 2 – Sensor de Proximidade Infravermelho (Smartkits, 2018).**

### 2.3. Sensor Ultrassônico

São dispositivos que trabalham com cristais piezelétricos que emitem ou recebem ondas sonoras (MIRANDA, 2018). O funcionamento deste sensor consiste em emitir ciclicamente ondas sonoras de alta frequência que ao colidirem com o obstáculo, tem-se um tempo de resposta em relação à recepção do sinal de eco, ou seja, um sinal elétrico convertido, conforme pode ser visto na figura 3.



**FIGURA 3 – Funcionamento do sensor ultrassônico HC – SR04 (MIRANDA, 2018).**

### 2.4. Sensor de Cor

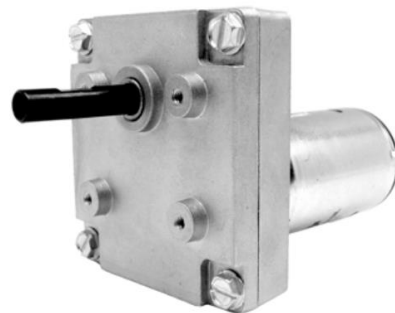
Este sensor detecta a intensidade luminosa em diversas faixas pré-estabelecidas de frequência, utilizando fotodiodos de silício e um conversor de corrente por frequência. A saída é uma onda quadrada cuja frequência é diretamente proporcional à intensidade da luz (TAOS, 2011). O Sensor de cor pode ser visto na figura 4.



**FIGURA 5 – Sensor de cor TCS3200 (ROBOCORE, 2018)**

### 2.5. Motor DC

O motor utilizado no projeto pode ser visto na figura 5.



**FIGURA 5 – Moto redutor MRP710 (MOTRON, 2018)**

### 2.6. Protocolo HTTP

O protocolo HTTP é baseado no paradigma requisição-resposta entre cliente e servidor. Quando o servidor recebe uma requisição, executa o programa requisitado e envia de volta o seu retorno (HOCK-CHUAN, 2009).

O protocolo é composto por diversos métodos (que indicam ao servidor como lidar com a requisição), mas neste projeto utilizou-se apenas o método GET, onde as informações são enviadas em uma *string* anexada após o URI, organizada em vales de “nome=valor” e separadas pelo caracter “&”.

### 2.7. Banco de dados

Segundo Silberschatz, Korth e Sudarshan (2006), os bancos de dados são responsáveis por armazenar informações de forma a garantir a sua integridade, consistência e disponibilidade . Neste projeto utilizou-se um banco de dados do tipo relacional, onde as informações são armazenadas na forma de tabelas. Para comunicar-se com o banco de dados, é necessário utilizar a linguagem SQL (*Structured Query Language*).

### 3. METODOLOGIA

A elaboração deste relatório técnico envolveu a pesquisa qualitativa do tipo exploratória e bibliográfica, realizada nas bases de dados da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), obtendo, assim, referencial teórico sólido a partir de livros, teses, dissertações e periódicos. O desenvolvimento do projeto foi inteiramente realizado pelos estudantes envolvidos, utilizando a infraestrutura do Laboratório de Protótipos e do Laboratório de Pesquisa em Eletrônica Avançadas, ambos do Departamento Acadêmico de Eletrônica.

### 4. DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

O código do firmware foi organizado na forma de máquina de estados, que descrevia proceduralmente a sequência das etapas seguintes:

1. Etapa 1 - detecção;
2. Etapa 2 - movimentação;
3. Etapa 3 - leituras;
4. Etapa 4 - exibição local;
5. Etapa 5 - envio e armazenamento;
6. Etapa 6 - exibição na web.

1) Para identificar a colocação do objeto na esteira, utilizou-se um sensor infravermelho. O início do processo é sinalizado ao usuário utilizando um buzzer, bem como posteriormente o final do processo.

2) O controle de velocidade foi realizado utilizando a técnica de Modulação de Largura de Pulso (PWM), que consiste em gerar pulsos de comando para o microcontrolador.

3) A altura do conteúdo foi detectada utilizando um sensor ultrasônico, enquanto o cálculo do volume foi realizado no servidor (para evitar sobrecarregar o microcontrolador com cálculos de ponto flutuante). A detecção da cor exigiu que os estudantes modelassem a resposta não linear do sensor, considerando as seguintes características: a luz branca emitida pelo LED não possui a mesma intensidade em todas as faixas de frequência; a

sensibilidade dos fotodiodos varia para cada frequência; a intensidade de luz ambiente poderia variar. Após compensar via software essas características, o microcontrolador convertia os valores lidos para o formato RGB, de forma que foi possível indicar ao usuário não apenas a cor detectada (vermelho, azul ou verde) como também a tonalidade da cor.

5) Utilizou-se uma shield ethernet para conectar o microcontrolador à internet. Os dados foram enviados utilizando o protocolo HTTP (HiperText Transfer Protocol), especificamente o método GET. Optou-se por este método devido a sua simplicidade e velocidade de implementação.

6) Os dados são recebidos pelo servidor na nuvem (hospedado na nuvem pelo serviço externo *000webhost.com*) e tratados com a linguagem PHP.

Para calcular o volume de líquido contido no recipiente (um troco de cone), calculou-se qual o raio do sólido na altura em que o líquido se encontrava e, em seguida, utilizou-se a fórmula para o volume de um tronco de cone, como pode ser visto nas equações da figura 5.

$$R_{(h)} = \frac{R_{(h)} - rh - rH}{H} \quad (\text{equação 1})$$

$$V = \frac{\pi h(R_{(h)}^2 + R_{(h)}r + r^2)}{3} \quad (\text{equação 2})$$

7) Quando o usuário acessa a página web (Figura 6), os dados são requisitados para o servidor e depois exibidos no browser do usuário. Não é necessário recarregar a página para que os dados sejam atualizados (conceito chamado de *Single Page Application*), o que é obtido utilizando a técnica AJAX (*Asynchronous JavaScript and XML*). Os dados são formatados em JSON (*JavaScript Object Notation*), um padrão facilmente aceito por diversas plataformas e linguagens de programação. Para a construção visual do website, utilizou-se as linguagens HTML5, CSS3 e JavaScript, em conjunto com os frameworks Bootstrap e VueJS. A figura 6 mostra a exibição na *web*, de amostragens em tempo real de volume e cor.

Equipe	Local	Volume	Cor	Data
Elvis	LTPA	1.003L	Red	2018-12-04 09:03:21
Elvis	LTPA	1.083L	Blue	2018-12-04 09:03:02
Elvis	LTPA	0.593L	Blue	2018-12-04 09:01:37
Elvis	LTPA	0.000L	Green	2018-12-04 09:01:24
Elvis	LTPA	0.735L	Red	2018-12-04 09:01:07

FIGURA 6 – Exibições Aquisições em servidor web em linguagem PHP (Elaboração própria).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia pedagógica orientada a projetos estimula o comportamento proativo do estudante no processo de ensino e aprendizagem, empoderando-o da sua formação e rompendo a unidirecionalidade na relação entre docente e discente. Dessa forma, os estudantes foram estimulados a estudar tecnologias que não são estudadas no curso (como por exemplo banco de dados).

A implementação atendeu aos requisitos do projeto, inclusive superando as expectativas em alguns quesitos: apesar do algoritmo de detecção da cor ter sido inicialmente projetado para detectar apenas as cores verde, vermelho e azul, o mesmo mostrou-se capaz de identificar com sucesso conteúdos de outras cores e outras texturas, indicando com precisão a tonalidade da cor.

Também optou-se por hospedar os dados em um servidor externo (ao invés de utilizar a infraestrutura de informação e comunicação do próprio IFSC), dando mais liberdade aos estudantes quanto aos requisitos técnicos e as funcionalidades da página.

Implementações futuras podem ser feitas, como por exemplo adicionar novas funções ao sistema para determinado objeto específico. Por exemplo, adicionar uma nova esteira acoplada à atual, e que tenha um outro objetivo específico, como por exemplo, uma aplicadora de rótulos.

A implementação deste projeto está disponível na íntegra através da plataforma Github, no endereço <https://github.com/LeonardoSanBenitez/Integrator Project 2>, incluindo um registro das diferentes versões implementadas até alcançar o resultado final e as principais referências utilizadas.

## Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer aos professores da Disciplina de Projeto Integrador, da quarta fase do Curso de Bacharel em Engenharia Eletrônica, do Departamento Acadêmico de Eletrônica do IF-SC, em especial: Fernando Luis Miranda e Luiz Azevedo.

## REFERÊNCIAS

Automação Industrial. **A internet das coisas na Indústria 4.0**. 2018. Disponível em: <http://www.automacaoindustrial.info/internet-das-coisas-na-industria-4-0/>. Acesso em: 05 ago. 2018.

CINTRA, Marcos, **Sobre a Indústria 4.0**. 2018. Disponível em: <https://www.marcoscindra.org/single-post/industria>. Acesso em: 03 jan. 2018.

**Datasheet E18-D80NK-N, E18-D80NK-N - Sensor Switch.**

**Datasheet MRP710, MRP710 - Motoredutor - MOTRON, 2018.**

**Datasheet RT162-7, RT162-7 - LCD Module - SHENZHEN RUIE ELECTRONIC, 2018.**

**Datasheet TCS3200, TCS3210 - Programmable Color Light-to-Frequency Converter – TAOS, 2011.**

EDUARDO MONTES (Brasil). **Escritório de Projetos. O que é um projeto?** 2018. Disponível em:

<<https://escritoriodeprojetos.com.br/o-que-e-um-projeto>>. Acesso em: 07 fev. 2018.

MIRANDA, Fernando. **Sensor Ultrassônico HC-SR04**. Notas de aula – IFSC. Santa Catarina, 2018.

VENTURELLI, Márcio. **A Internet das Coisas na Indústria 4.0**. Disponível em: <<https://www.automacaoindustrial.info/internet-das-coisas-na-industria-4-0/>>. Acesso em: 24 nov. 2018.

SILBERSCHATZ, Abraham; KORTH, Henry F.; SUDARSHAN, S.. **Sistemas de Banco de Dados**. 5. ed. São Paulo: Elsevier, 2006. 805 p.

HOCK-CHUAN, Chua. **HTTP basics**. 2009. Disponível em: <[http://www.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/webprogramming/HTTP\\_Basics.html](http://www.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/webprogramming/HTTP_Basics.html)>. Acesso em: 24 nov. 2018.

WORTMANN, Felix; FLÜCHTER, Kristina. **Internet of Things: Technology and Value Added. Business & Information Systems Engineering**. [s. L.], p. 221-224. 27 mar. 2015. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12599-015-0383-3>>. Acesso em: 24 nov. 2018.

ROBOCORE. Sensor de Cor TCS320. Disponível em: <<https://www.robocore.net/loja/produtos/sensor-de-cor-tcs230.html>>. Acesso em: 18 dez. 2018.

SMARTKITS. Sensor Reflexivo Infravermelho. Disponível em: <<http://www.smartkits.com.br/pd-5a91ad-sensor-reflexivo-infravermelho-de-distancia-ajustavel-e18-d80nk.html>>. Acesso em: 18 dez. 2018.