



1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21

**CONSTRUÇÃO DE UMA PLANTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE UTILIZANDO A PLATAFORMA DE PROGRAMAÇÃO ARDUINO E O SUPERVISÓRIO SCADA BR**

RIBEIRO, Carla Ramos; OLIVEIRA, Camila Martins de.

carlaribeiro.eng@hotmail.com

Itacoatiara - Amazonas

2015

22 **Construção de uma planta didática para o ensino de automação e controle**  
23 **utilizando a plataforma de programação arduino e o supervisório scada br**

24

25 **RESUMO**

26 Esta proposta de projeto abrange a construção de uma Planta Didática de baixo custo  
27 para o laboratório do ICET - UFAM que permitirá aprofundar o estudo sobre a  
28 disciplina de Automação e Controle. Este aparato proporcionará, ainda, a integração de  
29 outras disciplinas ou conceitos como: instrumentação, controle de processos,  
30 eletricidade básica, linguagem de programação e física. A metodologia aplicada para a  
31 viabilização deste projeto envolve a pesquisa bibliográfica e a pesquisa-ação. Os  
32 procedimentos adotados para o desenvolvimento deste projeto foram: (i) conhecer o  
33 funcionamento dos dispositivos usados no equipamento, (ii) fazer os ajustes referentes à  
34 precisão dos materiais e/ou dispositivos de controle; (iii) implementar a linguagem de  
35 programação dos *softwares*; (iv) ajustar os parâmetros das ações de controle:  
36 proporcional, integral e derivativa; (v) fazer a montagem do aparato. Os resultados  
37 apresentados mostram que a Planta Didática, além de ser uma ferramenta de extrema  
38 importância nos laboratórios de instituições de ensino, propicia inúmeros desafios aos  
39 estudantes que as manipulam nas atividades práticas de laboratório. Desta forma, pode-  
40 se perceber que a utilização das ferramentas educacionais, viabiliza o estímulo ao senso  
41 crítico dos alunos e sua capacidade de tirar conclusões a partir de simulações das  
42 atividades verificadas nos processos das indústrias aliadas ao ensino.

43

44 **PALAVRAS-CHAVE:** Planta Didática; Automação e Controle; Ensino.

45

46 **Construction of a teaching plan for teaching automation and control using the**  
47 **arduino programming platform and the supervisory scada br**

48

49 **ABSTRACT**

50 This project proposal covers the construction of a low-cost Teaching Plan for the lab  
51 ICET - UFAM which will enable further study of the discipline of automation and  
52 control. This apparatus will provide also the integration of other subjects or concepts  
53 such as instrumentation, process control, basic electricity, programming language and  
54 physics. The methodology applied for the viability of this project involves a literature  
55 review and action research. The procedures adopted for the development of this project  
56 were: (i) understand the operation of the devices used in the equipment, (ii) make  
57 adjustments regarding the accuracy of the materials and / or control devices; (iii)  
58 implement the software programming language; (iv) adjust the parameters of the control  
59 actions: proportional, integral and derivative; (v) to mount the apparatus. The results  
60 show that the plant Didactic as well as being an extremely important tool in the  
61 laboratories of educational institutions, provides numerous challenges students to  
62 manipulate them in laboratory practice activities. Thus, it can be seen that the use of  
63 educational tools, enables the stimulation of critical thinking of students and their ability  
64 to draw conclusions from simulations of the activities observed in the processes of  
65 teaching allied industries.

66

67 **KEYWORDS:** Teaching Plan; Automation and control; Education.

68

69

## 70 1. INTRODUÇÃO

71 Os procedimentos de ensino e aprendizagem no decorrer dos tempos tem se  
72 revestido de novas abordagens, com o intuito de adequar-se à realidade do mundo  
73 globalizado e da celeridade com que novas tecnologias são desenvolvidas e inseridas na  
74 sociedade Garrido (1999 apud BALEEIRO et al, 2012).

75 A disciplina de automação e controle é ministrada em diversos cursos  
76 superiores de engenharia, tecnologia e computação. Sendo assim, “é extremamente  
77 necessária à utilização de simuladores, controladores e protótipos capazes de  
78 demonstrar o funcionamento e a aplicação dos conceitos ensinados em sala de aula,  
79 auxiliando os alunos a compreensão da teoria *versus* prática.” (SILVA, 2008, p. 11).

80 Lunetta (1991 apud LEITE et al, 2007) afirma que as referidas práticas  
81 auxiliam no desenvolvimento dos conhecimentos científicos, além de permitir aos  
82 estudantes uma abordagem objetiva dos conceitos do seu mundo e o desenvolvimento  
83 de soluções para problemas complexos. Para isso, a utilização da Planta Didática  
84 configura-se relevante recurso didático, usado para a consolidação dos conhecimentos e  
85 da junção de prática e teoria, na medida em que é empregada como ferramenta da  
86 modelagem de processos, permitindo aos estudantes fazer simulações, utilizando  
87 estratégias de controle, por meio da análise de um sistema físico real.

88 Para Silva (2008) a implementação de instrumentos didáticos como a Planta  
89 Didática propicia uma visão mais crítica e desafiadora aos estudantes que as operam,  
90 fornecendo assim, subsídios para a análise das aplicações de controle nos processos.  
91 Desta maneira, espera-se que a Planta Didática possa contribuir para o ensino das  
92 estratégias de controle e instrumentação nas práticas de laboratório dos estudantes de  
93 Engenharia de Produção do ICET - UFAM.

## 94 2. MATERIAL E MÉTODOS

95 Os procedimentos e os métodos adotados para a implementação da Planta  
96 Didática foram subsidiados por pesquisas online de periódicos, artigos sobre o tema  
97 proposto, vídeos de experimentos, tutoriais dos controles industriais e manuais  
98 (datasheets) dos dispositivos e/ou materiais usados neste projeto. Estas fontes de  
99 pesquisas foram de suma importância para a realização das atividades propostas no  
100 cronograma.

101 Resumidamente, os materiais pesquisados continham informações sobre o  
102 controle e a monitoração do nível de líquidos em tanques, a instrumentação de  
103 dispositivos de controle, a linguagem de programação dos *softwares*, os esquemas de  
104 circuitos elétricos e o princípio de funcionamento dos sensores. As etapas de  
105 implementação do projeto foram realizadas mediante as orientações e seguindo o  
106 cronograma de atividades.

107 Os materiais utilizados no projeto são os seguintes: um tanque de 500 mL de  
108 água, um tanque de 1000 mL de água, um reservatório com capacidade de 3000 mL de  
109 água, duas eletrobombas de tensão de 12 VCC, um sensor de pressão, um sensor de  
110 ultrassom, uma placa Arduino Uno e *softwares*: Arduino e ScadaBR.

111 Em conjunto com a montagem da Planta Didática estava a realização de outras  
112 atividades, tais como: a programação do *software* Arduino e os ajustes no  
113 funcionamento dos sensores (ultrassom e pressão) aliados à programação do *software*.  
114 De modo, a atender as especificações e as particularidades de cada dispositivo (faixa de  
115 trabalho e suas respectivas escalas de precisão), no intuito de facilitar a construção do  
116 aparato e desenvolver as atividades satisfatoriamente.

117

### 118 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

119 As atividades desenvolvidas durante a construção da Planta Didática tinham  
120 por finalidade aliar os conceitos da teoria na prática. Neste sentido, as pesquisas  
121 bibliográficas relativas ao tema do projeto foram de suma importância, tanto nos  
122 aspectos práticos quanto nos didáticos.

123 Os dispositivos de controle na fase de implementação do projeto foram  
124 acoplados da seguinte maneira: o sensor de ultrassom fixado no tanque 1 e o sensor de  
125 pressão colocado na parte inferior do tanque 2.

126 As atividades do projeto foram iniciadas pelo tanque 1 que apresenta a  
127 capacidade de 1000 mL de água e uma altura de 340 mm de água. O sensor inserido no  
128 tanque 1 apresenta a funcionalidade da emissão e recepção de pulsos elétricos, no  
129 intuito de detectar o nível de água contida no tanque. A distância do nível de água é  
130 dada pelo intervalo de tempo entre trajetória de saída e entrada dos pulsos deste sensor.

131 A etapa de programação do *software* Arduino inicia-se a partir das informações  
132 coletadas de manuais e *datasheets* relativas ao sensor de ultrassom, bem como na  
133 análise de projetos e artigos envolvendo o *software* Arduino. Sendo assim, foram  
134 criados alguns modelos de programação conhecidos como *sketches* no Arduino. Nestes  
135 modelos foram inseridos os comandos de entradas e saídas de dados entre o sensor de  
136 ultrassom e os pinos da placa do Arduino.

137 A programação elaborada para o tanque 1 contém a fórmula da distância do  
138 nível de água medidos em cm, bem como a porcentagem do nível de água variando  
139 entre 0 a 100%. As informações referentes à programação do Arduino para o sensor de  
140 ultrassom seguem ao final deste trabalho.

141 O sensor de pressão está fixado na parte inferior do tanque 2 que apresenta a  
142 capacidade de 500 mL de água e uma altura de 300 mm de água. Com base nessas  
143 informações foram realizados diversos cálculos, no intuito da identificação da faixa de  
144 pressão necessária para o sistema. Mediante esses cálculos, as informações obtidas  
145 foram de que a faixa de pressão máxima do sensor era de 500 KPa para uma altura de  
146 51000 mm de água. Esse dado é relativamente alto para o projeto. Haja vista que o  
147 mesmo necessitaria apenas de 2,94 KPa para a altura de 300 mm de água do tanque 2.  
148 Desta maneira, houve a necessidade da implementação de um circuito de amplificação  
149 para o sensor de pressão. A finalidade deste circuito consiste na redução da faixa de  
150 pressão a valores mais próximos dos utilizados no projeto.

151 Para a programação do Arduino *versus* sensor de pressão foram necessários os  
152 conceitos de telemetria na conversão dos sinais de transmissão, bem como a utilização  
153 das fórmulas: porcentagem de variação da pressão (0 a 100%) e o valor da pressão  
154 medidos no fundo do tanque 2. Segue ao final do trabalho a programação do sensor de  
155 pressão.

156 Os modelos da programação do *software* Arduino foram consistentemente  
157 revisados para que pudessem atender as especificações de funcionamento da Planta  
158 Didática. Neste caso, todas as informações pesquisadas foram essenciais para se fazer a  
159 programação do *software*.

160 No desenvolvimento das atividades foram encontradas algumas dificuldades  
161 relacionadas à aquisição dos dispositivos de controle, às referências bibliográficas de  
162 projetos e às especificações de sensores e *softwares*, bem como dificuldades próprias.  
163 De modo, a ocasionar atrasos nas atividades do projeto.

164

#### 165 **4. CONCLUSÃO**

166           Mediante a modernização dos equipamentos e ao avanço das tecnologias  
167 inseridas nas indústrias, o controle e a regulagem do nível de líquidos apresenta  
168 significativa complexidade de operacionalização. Neste sentido, a Planta Didática  
169 favorece inúmeros desafios e possibilidades de aprendizagem prática.

170           No decorrer da implementação do aparato foram necessários o uso de diversos  
171 conceitos, como: instrumentação (para a análise do funcionamento dos sensores de  
172 pressão e ultrassom), controle de processos (nos aprofundamentos sobre as formas de  
173 controle existentes nas indústrias, de modo particular, o controle do nível de líquidos),  
174 física (para os conceitos relacionados a pressão e a profundidade aplicados aos tanques  
175 do projeto), eletricidade básica (na elaboração dos circuitos elétricos entre os sensores e  
176 a placa Arduino) e linguagem de programação C (usada na comunicação entre o  
177 *software* Arduino e os sensores).

178           Em suma, os conceitos teóricos multidisciplinares alinhados às atividades  
179 práticas proporcionam uma visão mais crítica e clara das situações encontradas nos  
180 ambientes industriais. Sendo imprescindíveis na formação acadêmica dos estudantes de  
181 Engenharia de Produção.

182

#### 183 **5. AGRADECIMENTOS**

184           Agradeço as orientações dadas pela Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Camila Martins de Oliveira para  
185 o desenvolvimento do projeto, ao Prof<sup>o</sup> João Marcos de Oliveira pelo aprofundamento  
186 nas atividades, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM,  
187 por tornar possível o projeto e, principalmente, pela oportunidade de se realizar estudos  
188 sobre o controle dos processos industriais, de modo a proporcionar aos estudantes de

189 Engenharia de Produção o aprofundamento dos conceitos teóricos através das práticas  
190 de laboratório.

191

## 192 **6. BIBLIOGRAFIA**

193

194 **BALEEIRO, Rodrigo Silva. et al. Projeto e construção de uma planta didática para**  
195 **ensino de estratégias de controle de nível, vazão e temperatura em cursos de**  
196 **engenharia**, 2012. Faculdade de Ciência e Tecnologia de Montes Claros. Minas Gerais,  
197 2012. Disponível em: <[http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2012/artigos/](http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2012/artigos/103776.pdf)  
198 [103776.pdf](http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2012/artigos/103776.pdf)>. Acesso em: 26 de ago. de 2014.

199

200 **LEITE, Adriana Cristina Souza. et al. A importância das aulas práticas para alunos**  
201 **jovens e adultos: uma abordagem investigativa sobre a percepção dos alunos do**  
202 **PROEF II**. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2007. Disponível  
203 em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewfile/98/147>>.  
204 Acesso em: 30 de out. de 2014.

205

206 **SILVA, Flávio Couto da. Planta Didática – Controle PID Digital para Motor DC.**  
207 Monografia apresentada à Universidade Positivo – Núcleo de Ciências Exatas e  
208 Tecnológicas para conclusão do Curso de Engenharia da Computação. Curitiba, 2008.  
209 Disponível em: <[http://www.leandrohsouza.com.br/engcomp/attachments/article/91/](http://www.leandrohsouza.com.br/engcomp/attachments/article/91/Flavio%20Couto%20%20Planta%20Did%C3%A1tica%20%20Controle%20%20PID%20Digital%20para%20Motor%20DC.pdf)  
210 [Flavio%20Couto%20%20Planta%20Did%C3%A1tica%20%20Controle%20%20PID%](http://www.leandrohsouza.com.br/engcomp/attachments/article/91/Flavio%20Couto%20%20Planta%20Did%C3%A1tica%20%20Controle%20%20PID%20Digital%20para%20Motor%20DC.pdf)  
211 [20Digital%20para%20Motor%20DC.pdf](http://www.leandrohsouza.com.br/engcomp/attachments/article/91/Flavio%20Couto%20%20Planta%20Did%C3%A1tica%20%20Controle%20%20PID%20Digital%20para%20Motor%20DC.pdf)>. Acesso em: 26 de jan. de 2015.

212

## 213 **7. ANEXO - RESUMO DA PROGRAMAÇÃO DOS SENSORES**

### 214 **7.1 SENSOR DE ULTRASSOM**

```
215 //*****
216 //conceitos e funções utilizadas para o controle do sensor de ultrassom (Tanque 1):
217 void loop() {
218     medDistTQ1(); //mede a distância do nível do tanque 1
219     calcPorcentagem(); //calcula a porcentagem do nível no tanque 1
220     delay(1000); //pausa de 1000 microssegundos e retorno à distância
221 }
222 float medDistTQ1() { //uso das variáveis de ponto flutuante na medição do tanque 1
223     digitalWrite(Pin13, LOW); //pino echo recebe o sinal do ultrassom com pulso baixo
224     LOW (desligado)
225     delayMicroseconds(10); //pausa de 10 microssegundos
226     digitalWrite(Pin13, HIGH); //pino trigger envia o sinal de ultrassom com pulso HIGH
227     (ligado)
228     delayMicroseconds(10); //pausa de 10 microssegundos no controle dos pinos
229     digitalWrite(Pin13, LOW); //pino trigger envia o sinal de ultrassom com pulso baixo
230     LOW (desligado) novamente
231     duracao = pulseIn(Pin12, HIGH); //a função pulseIn verifica o tempo que o pino ECHO
232     ficou HIGH (ligado) para calcular a duração do tráfego do sinal
233     distancia = duracao/57; //cálculo da distância em função da duração dos pulsos do
234     sensor
235     Serial.print("Distancia em cm: "); //imprime a distância do nível em centímetros
236     Serial.print(distancia); //imprime o valor da distância medida no tanque 1
237     delay(1000); //pausa de 1000 microssegundos e retorno à distância
```

```

238 }
239 void calcPorcentagem() {
240     float percDistTQ1 = 0; //uso das variáveis de ponto flutuante para a porcentagem da
241     distância do tanque 1
242     percDistTQ1 = (((distancia - 2)*100)/(450 - 2)); //porcentagem da distância do nível em
243     função do sinal de transmissão do sensor de ultrassom (telemetria)
244     Serial.print("Valor da distancia em %: "); //imprime o valor da distância em
245     porcentagem
246     Serial.print(percDist); //imprime a porcentagem da distância
247     Serial.print("%"); //imprime o valor em porcentagem
248 }

```

249

## 250 **7.2 SENSOR DE PRESSÃO**

```

251 //*****
252 //variáveis de comunicação de entradas e saídas para o sensor de pressão (Tanque 2):
253 void setup() {
254     Serial.begin(9600); //taxa de transmissão de dados na porta serial com 9600 bits
255 }
256
257 //*****
258 //fórmulas de controle utilizadas para o sensor de pressão (Tanque 2):
259 void loop(){
260     float percPressao = 0; //variável de ponto flutuante para a porcentagem da pressão
261     float PressaoTQ2 = analogRead(A0); //leitura dos dados na porta analógica A0

```

```
262     PressaoTQ2 = (((PressaoTQ2 - 0)*100)/(1023 - 0)); //porcentagem da pressão em
263 função do sinal de transmissão do sensor de pressão (telemetria)
264     Serial.print("Valor Pressao TQ2: "); //imprime o valor da pressão no tanque 2
265     Serial.println(PressaoTQ2); //imprime o valor medido
266     Serial.print("Valor da Pressao em %: "); //imprime o valor da pressão em porcentagem
267     Serial.print(percPressao); //imprime a porcentagem da pressão
268     Serial.print("%"); //imprime os valores em porcentagem
269     delay(1000); //pausa de 1000 microssegundos e retorno à programação
270 }
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
```

287 **8. FOTOGRAFIAS**

288

289

290

291

292

293

294

295



Figura 1: Características dos tanques do aparato. Fonte: Próprio autor, 2015.



Figura 2: Conexões dos materiais. Fonte: Próprio autor, 2015.

297

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307



Figura 3: Estrutura final da Planta Didática. Fonte: Próprio autor, 2015.

309

310