

UTILIZAÇÃO DO ARDUINO NO CONTROLE E MONITORAMENTO DE NÍVEL DE LÍQUIDO

RESUMO

A plataforma Arduino tem se destacado nas áreas de Robótica e Sistemas Embarcados, por causa do seu baixo custo e sua programação fácil. Este trabalho apresenta a utilização da placa Arduino no controle liga/desliga e monitoramento com LED's de nível de líquido um sistema de tanques. Um sistema de tanques em escala reduzida foi montado para a implementação de um controle de nível. A placa Arduino comanda o acionamento de uma bomba d'água com o objetivo de controlar e monitorar com LED'S o nível de líquido dentro de uma faixa predefinida. As leituras de nível de líquido flutuaram dentro da faixa predefinida, no qual o valor inferior foi de 4 cm e o valor superior foi de 6 cm. Os resultados mostram que é possível implementar um controlador liga/desliga na placa Arduino para controlar e monitorar com LED'S o nível de líquido em um sistema de tanques, uma vez que esse tipo controle não necessita de uma grande velocidade na ação de controle.

Palavras-Chave: Prototipagem; microcontrolador; sensor; tanque; controle liga/desliga

USING ARDUINO IN CONTROL AND MONITORING LIQUID LEVEL

ABSTRACT

The Arduino platform has excelled in areas of the robotics and embedded systems, because of the your low cost and easy programing. This work presents the use the Arduino board in on/off control and monitoring with LEDs of liquid level in a tanks system. A tanks system in reduced scale was mounted for implementation of the level control. The Arduino board commands the actuation of liquid pump with objective the controlling and monitoring with LEDs of the liquid level in predefined range. The liquid level measurements fluctuated in the predefined range, in which the minimum value is 4 cm and the maximum value is 6 cm. The results show which is possible implement a on/off controller in the Arduino board to control and monitoring with LEDs the liquid level in the tanks system, once this control type don't need of the big speed in the control action.

Keywords: Prototyping; microcontroller; sensor; tank; on/off control

1 INTRODUÇÃO

O Arduino Uno é uma pequena placa de circuito impresso, sendo indicado para criação de protótipos de eletrônica, baseado nas filosofias de *software* e *hardware* livres. Ele pode interagir com o ambiente recebendo em suas entradas sinais dos mais variados tipos de sensores e pode afetar sua vizinhança por meio do acionamento de luzes, motores ou outros atuadores.

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma aplicação do Arduino Uno realizando a tarefa de controle e monitoramento de nível de líquido. Um sistema de tanques em escala reduzida foi montado para realização de ensaios experimentais. A modelagem matemática do sensor de nível de líquido e a descrição dos demais componentes são apresentados também.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Plataforma Arduino

Arduino, segundo Banzi et al.(2006), é uma plataforma de prototipagem eletrônica *open source* baseada em *hardware* e *software* flexíveis e fáceis de usar. Sendo destinada aos artistas, *designers*, *hobbistas*, e qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos.

No presente projeto foi utilizado o modelo Arduino Uno pelos seguintes motivos: dimensões reduzidas (6,8 x 5,5 x 1,0 cm), possuir conector USB para conexão com o PC, conector Jack nº 4 para alimentação externa, programação simples e preço baixo.

A Figura 01 apresenta a estrutura de uma placa Arduino Uno, com suas principais partes identificadas. Nela é possível visualizar a CPU ATMEL composta por um microcontrolador ATmega328P, 6 entradas analógicas, 14 entradas e saídas digitais, conversor serial para USB, fonte de alimentação externa e os pinos de energia com 3,3 V, 5 V e Terra (GND).

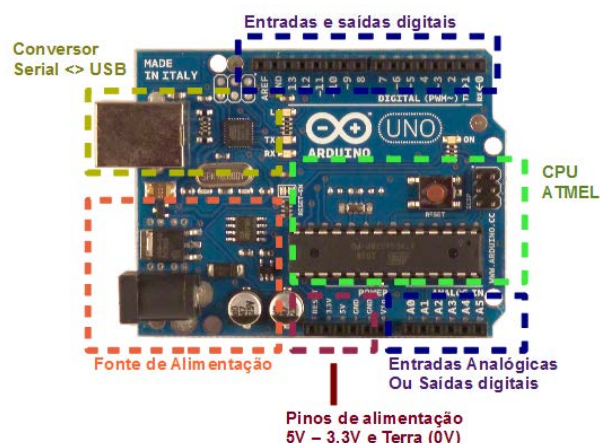


Figura 01: Placa Arduino Uno e seus principais componentes.

O ATmega328P é um microcontrolador AVR 8 bits de baixa potência e arquitetura RISC (*Reduced Instruction Set-Computing*) fabricado pela empresa Atmel. Ele possui 28 pinos, 32 kB de memória Flash, 2 kB de memória RAM (*Random Access Memory*) e 1 kB de EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory*). E conta com um *bootloader*, que de acordo com Souza

et al. (2011), dispensa o uso de programadores para o *chip*, facilitando ainda mais o seu uso uma vez que não exige compiladores ou *hardware* adicional.

2.2 Bomba D'água e seu Acionamento

A bomba d'água utilizada neste projeto é um modelo empregado em para-brisa de carro. Este modelo precisa uma tensão de 12 V_{DC} para funcionar e consome uma corrente aproximada de 1A. Tem como vantagem seu baixo custo e poder ser alimentada por uma tensão menor, o que possibilita um enchimento mais lento do tanque superior. A Figura 02 mostra uma imagem dessa bomba, nela foram destacados os orifícios de entrada de água, saída de água e os terminais elétricos de 12 V_{DC}.



Figura 02: Bomba d'água utilizada no projeto.

Para o acionamento da bomba d'água foi utilizado um transistor do tipo Darlington modelo TIP 122. Este componente suporta a passagem de uma corrente elétrica de 5 A, superior ao que a bomba precisa para funcionar. Com isso foi excluída a possibilidade danificá-la, e seu funcionamento foi como esperado. A Figura 03 apresenta os detalhes construtivos do TIP 122.

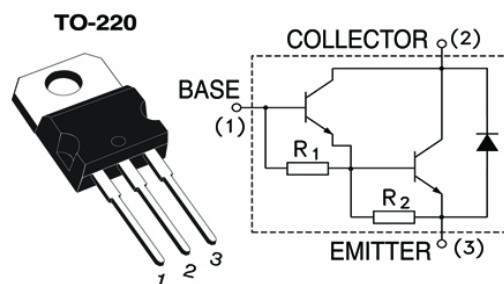


Figura 03: Encapsulamento e pinagem do TIP 122.

Para montagem do acionamento foi utilizado o esquema elétrico da Figura 04. Nele, o resistor de 1 kohms foi conectado na base do transistor em uma extremidade e na outra foi ligado na porta digital 9 da placa Arduino. Um LED foi conectado para sinalização visual do funcionamento da bomba d'água.

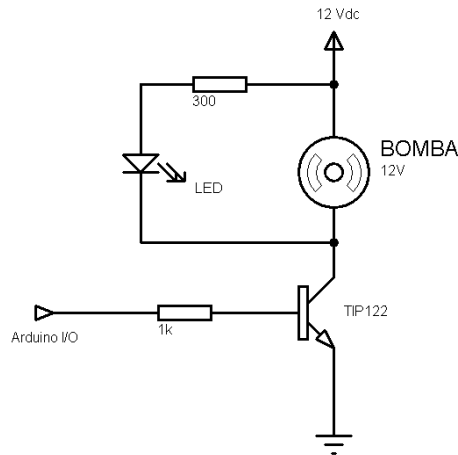


Figura 04: Esquema elétrico para acionamento da bomba d'água.

Quando essa porta fornece tensão ao resistor ocorre a circulação de corrente na base do TIP 122 fechando a chave, fazendo o transistor conduzir entre coletor e emissor. Após isso ocorre o acionando a bomba d'água e esta transfere o líquido do reservatório inferior para o tanque superior. Quando a tensão foi cortada, a circulação de corrente pela base do TIP 122 para, fazendo abrir a chave e o transistor para de conduzir entre coletor e emissor, fazendo a bomba parar de funcionar.

2.3 Sensor de Nível

Segundo Ramos et al. (2008) é possível implementar um sensor de nível para líquidos utilizando um potenciômetro linear rotativo com uma haste metálica ligando a uma pequena bóia. Com isso, alterações na resistência do potenciômetro ocorrem à medida que a altura do líquido se modifica. A Figura 05 mostra o conjunto descrito acima.

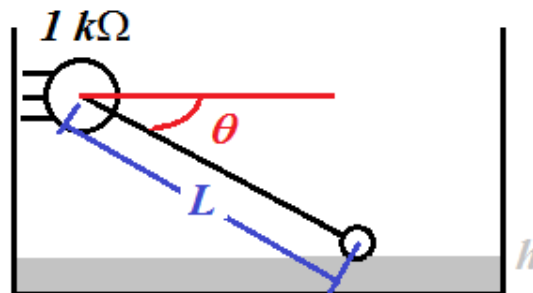


Figura 05: Conjunto do sensor de nível.

Neste trabalho foi aplicado um potenciômetro rotativo de 1.080 ohms de resistência total para implementação do sensor de nível. O potenciômetro em geral é um divisor de tensão no qual a tensão de saída V_o pode ser determinada pela Equação (1).

$$V_o = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \cdot V_i \quad (1)$$

O terminal do meio do potenciômetro foi conectado na entrada analógica A0 do Arduino e este ao receber a tensão V_o precisou calcular o valor da resistência R_2 , pela Equação (2).

$$R_2 = \left(\frac{R_1 + R_2}{V_i} \right) \cdot V_o = \left(\frac{1.080}{5} \right) \cdot V_o = 216 \cdot V_o \quad (2)$$

De posse do valor da resistência R_2 foi possível determinar o ângulo θ . Uma relação entre a resistência do potenciômetro e o ângulo giro do mesmo pode ser obtida fazendo 270° ou $3\pi/2$ rad de giro igual a resistência total de 1.080 *ohms*. E uma regra de três foi utilizada para determinar o valor θ a partir do valor de R_2 , conforme Equação (3).

$$\begin{cases} 3\pi/2 = 1.080 \\ \theta = R_2 \end{cases} \rightarrow \theta = \left(\frac{1,5\pi}{1.080} \right) \cdot R_2 = 0,00436319 \cdot R_2 \quad (3)$$

Por fim, o valor da altura h de líquido pode ser calculado com base na Figura 05 e utilizando a Equação (4), onde o valor do comprimento da haste L é igual a 12,3 *cm*.

$$h = L \cdot \sin \theta = 12,3 \cdot \sin \theta \quad (4)$$

De posse das equações acima foi possível implementar o trecho de código fonte para Arduino capaz de converter a tensão lida na porta analógica A0 no valor da altura h em centímetros, conforme o Código 01.

```
vzero=analogRead(A0)*0.0048875855; // transforma em tensão
rdois = 216 * vzero; // calcula r2
tetharad = 0.00436319 * rdois; // calcula ângulo em radiano
alturah = 12.3 * sin(tetharad); // calcula altura h do nível d'água
```

Código 01: Trecho de código para Arduino.

O cálculo da altura h acontece a cada 1,0 segundo. Seu valor é necessário para determinar quantos LED's da régua deverão acender ou não, como também, é a variável que liga ou desliga a bomba d'água.

2.4 Régua de LED's

A régua de LED's foi construída com o objetivo de monitorar o nível em que o líquido se encontra dentro do tanque superior. Para a construção da régua foram utilizados seis LED's: dois vermelhos, dois amarelos e dois verdes. Os LED's vermelhos representam o nível mínimo de líquido, os amarelos representam o nível médio e os verdes representam o nível máximo de líquido. Esses LED's foram conectados da porta dois à porta sete do Arduino, conforme a Figura 06.

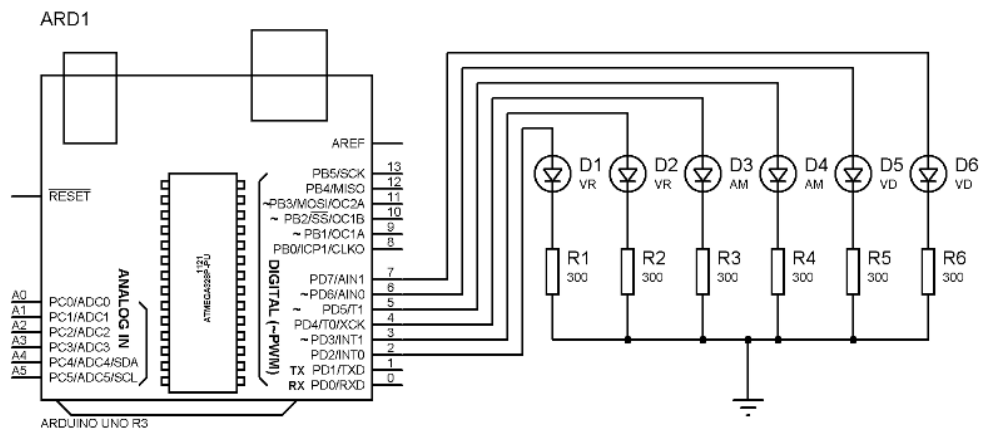


Figura 06: Esquema elétrico da ligação dos LED's.

Uma mudança da altura h faz os LED's serem acionados ou não de acordo com a situação atual de h , como pode ser visto na Figura 07, onde todos os LED's foram acionados, uma vez que o nível do tanque superior estava alto.

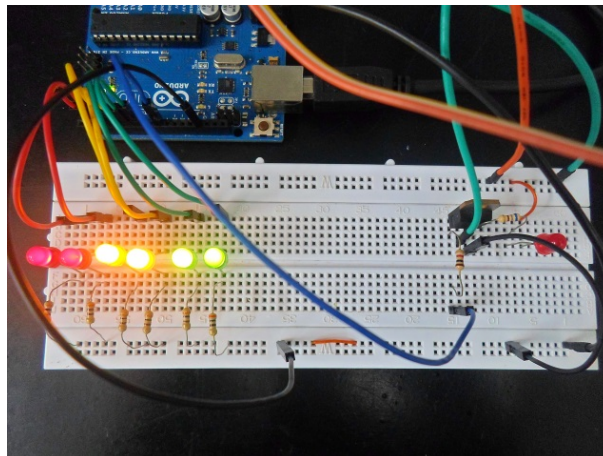


Figura 07: Régua de LED's montada no projeto.

3 METODOLOGIA

3.1 Montagem do Sistema

Para a montagem do sistema de tanques do presente projeto foram utilizadas duas caixas de plástico: uma para o tanque superior com dimensões de 16 x 11 cm e altura de 8 cm e a outra para o reservatório inferior com dimensões de 20 x 29 cm e altura de 5 cm. No tanque superior foram instalados o sensor de nível e uma torneira que ficou a aproximadamente 1 cm do fundo. A Figura 08 apresenta toda essa estrutura.

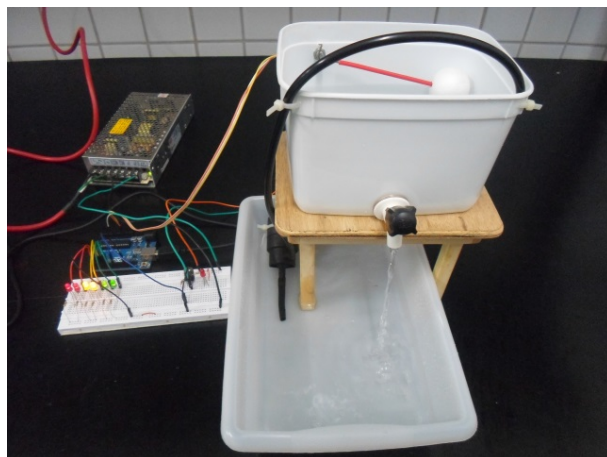


Figura 08: Sistema de tanques montado no projeto.

O potenciômetro foi colocado na parte mais alta possível do tanque superior. Também, foi conectada uma haste metálica com um isopor na extremidade para funcionar como sensor de nível. Então reforçando a idéia, o conjunto sensor tem como objetivo acionar ou não a bomba d'água, e conseqüentemente, os vários LED's da régua.

A torneira colocada na parte inferior do tanque superior serviu para representar o consumo d'água e permitiu o retorno da mesma para o reservatório inferior. E este serviu para armazenar a água que a bomba fosse captar para mandar para o tanque superior, por meio de uma mangueira. E por fim foi utilizado um apoio feito de madeira para sustentar o tanque superior criando assim um desnível.

3.2 Controle liga/desliga

No controle liga/desliga para um sistema de tanques, o acionamento da bomba é realizado no momento em que a altura h cai abaixo de um valor mínimo predefinido. E tem seu desligamento quando a altura h passa acima de um valor máximo predefinido.

Neste projeto foram definidos como limites para o acionamento e desligamento da bomba d'água os seguintes valores: h menor do que 4 cm e h maior do que 6 cm, respectivamente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para comprovação da implementação do controle liga/desliga foi gerado um gráfico de nível de líquido no tanque superior *versus* tempo, com base nos dados capturados da porta serial do Arduino e desenhados por um *software* destinado à construção de gráficos.

A Figura 09 mostra a evolução do nível d'água com o controle liga/desliga implementado na placa Arduino. Quando a bomba é acionada o nível d'água já começou com 1 cm, devido a posição da torneira em relação ao fundo do tanque. Depois, o nível começou a subir e ultrapassou o valor máximo de 6 cm predefinido, aí a bomba d'água desligou e com a torneira aberta o nível de líquido começou a baixar até chegar ao valor mínimo de 4 cm predefinido, aí bomba d'água ligou novamente, o que fez começar um novo ciclo de aumento no nível e depois diminuição do nível. O ensaio experimental em questão durou 300 segundos.

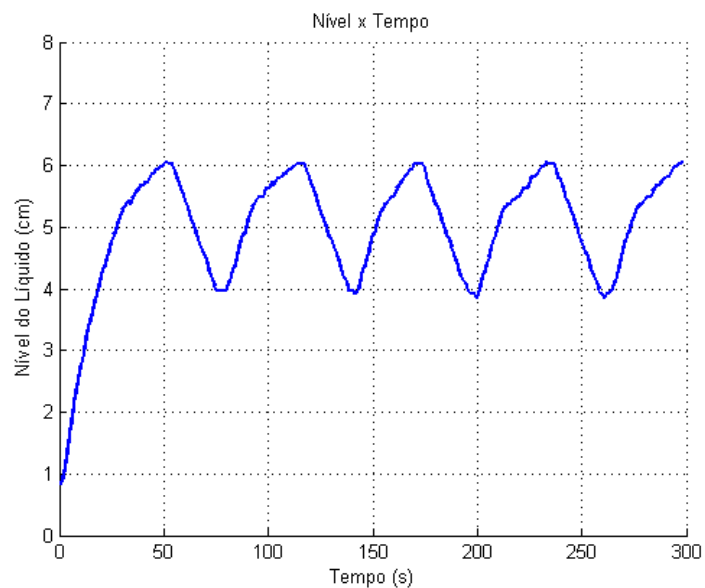


Figura 09: Resposta do nível d'água ao longo do tempo.

Para comprovação do funcionamento da régua de LED's foi fotografada uma seqüência de acionamentos dos LED's em função da altura h de líquido no tanque superior. A Figura 10 apresenta o primeiro LED vermelho ligado, indicando nível baixo de líquido no tanque superior.

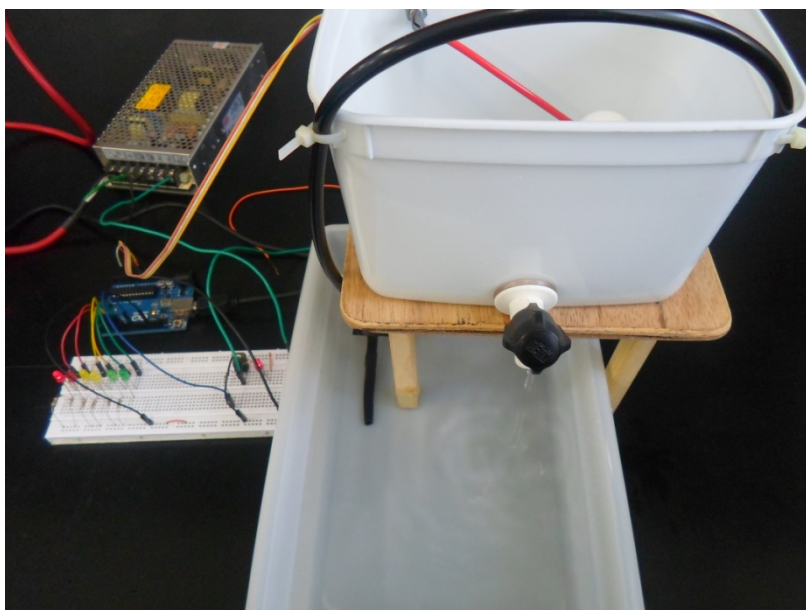


Figura 10: Primeiro LED vermelho ligado indicando nível baixo no tanque superior.

Na seqüência, a Figura 11 mostra dois LED's vermelhos e um amarelo ligados, indicando um nível intermediário de líquido no tanque superior.

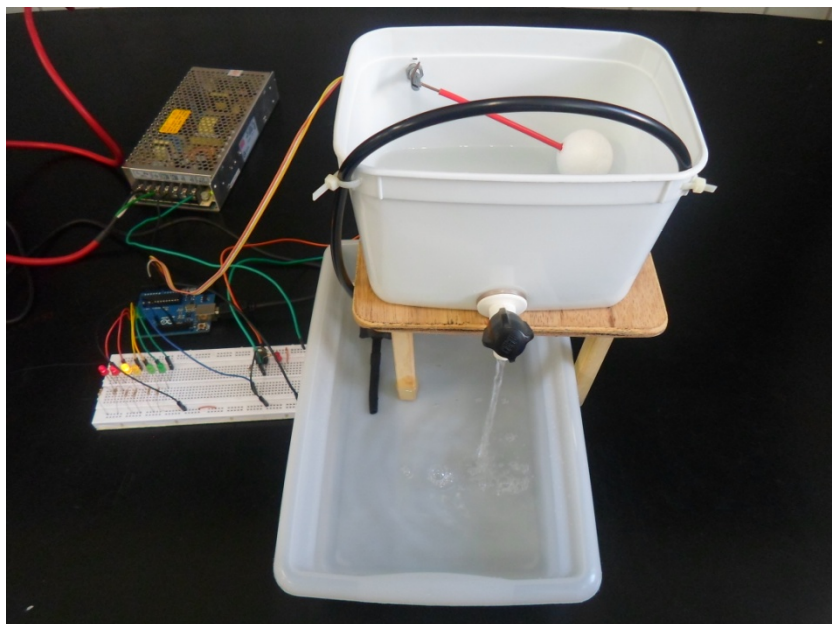


Figura 11: Dois LED's vermelhos e um amarelo ligados indicando nível intermediário.

E para terminar, a Figura 12 apresenta todos os LED's da régua ligados, o que indica um nível alto no tanque superior ou, em outras palavras, o tanque está cheio.

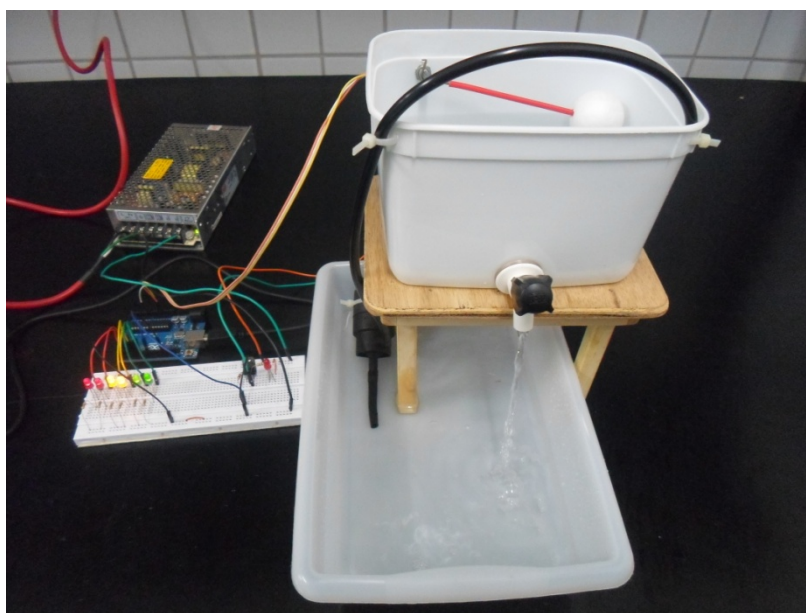


Figura 12: Todos os LED's ligados indicando nível alto no tanque superior.

5 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi apresentada a placa Arduino, pequena placa de circuito impresso que possui 01 microcontrolador Atmega328P, 14 entradas/saídas digitais, 06 entradas analógicas, etc. Ela é destinada a qualquer pessoa interessada em criar objetos ou ambientes interativos.

O trabalho também mostrou a montagem de um sistema de tanques em escala reduzida e de baixo custo. Nele a altura do nível d'água foi medida por um potenciômetro linear rotativo, tendo uma haste acoplada e uma esfera de isopor na outra extremidade, assim formando um sensor de nível para medir a altura h . E com a medição de h o Arduino conseguiu comandar o acionamento da bomba d'água e da régua de LED's.

Como aplicação foi implementada a estratégia de controle conhecida por liga/desliga ou *on/off*. Nela o acionamento da bomba aconteceu quando o nível d'água caiu de seu valor mínimo de 4 cm e o desacionamento ocorreu quando o nível a água ultrapassou o nível máximo de 6 cm.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BANZI, M.; CUARTIELLES, D.; IGOE, T.; MARTINO, G.; MELLIS, D. (2006). Arduino – Home Page. Acesso em: 26 abr. 2014.
2. RAMOS, A. P.; WENSE, G. L. B. **Sistema Didático de Nível de Líquidos**. 2008. 89f. Trabalho de Graduação – Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2008.
3. SOUZA, A. R.; PAIXÃO, A.C.; UZÊDA, D. D.; DIAS, M. A.; DUARTE, S.; DE AMORIM, H. S. 2011. **A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC**. In Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 33, pp. 1702–1 – 1702–5.