

CONSTRUÇÃO DE UMA BANCADA PARA CONTROLE DE NÍVEL

*Elyjefferson Crispim de Souza*¹

*Rafael de Oliveira Silva*²

RESUMO

Após Revolução Industrial, a automação cresceu e continuou a crescer dia após dia conforme a necessidade do mercado e o aumento da concorrência. É inevitável dizer que as empresas que investem em sistemas automatizados possuem grande vantagem em relação às outras, pois conseguem uma melhor qualidade de seus produtos quando comparados com aqueles produtos feitos em linhas de produções com menores níveis de automação, além de se ter uma produção maior com um custo menor. Com o desenvolvimento de novas tecnologias, a utilização de microcomputadores e computadores no dia a dia nos trouxe comodidade e agilidade. O presente trabalho tem por objetivo criar uma bancada de controle de nível para utilização em salas de aulas na Faculdade de Engenharia Mecânica da UniRV - Universidade de Rio Verde. Mostrando através de uma bancada automatizada de controle de nível e mostrando suas utilizações em um sistema com controle ON/OFF e controle PID. Com o intuito de introduzir no dia a dia do aluno uma familiarização com os equipamentos automatizados a fim de prepará-los para o mercado de trabalho cada vez mais concorrido, e com constantes modernizações nas áreas industriais.

Palavras-chave: Automação. Controle de Nível. Rede de Comunicação.

¹ Graduando em Engenharia Mecânica pela Universidade de Rio Verde, Campus Rio Verde, GO.

² Orientador, graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade de Rio Verde, Campus Rio Verde, GO.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Ribeiro (1999), “automático” significa ter um mecanismo de atuação própria, que faça uma ação requerida em tempo determinado ou em resposta a certas condições. O conceito de automação inclui a ideia de usar a potência elétrica ou mecânica para acionar algum tipo de máquina. Deve acrescentar à máquina algum tipo de inteligência, para que a mesma execute sua tarefa de modo mais eficiente, com vantagens econômicas e de segurança.

A especificação de sistemas automatizados busca nos dias atuais uma maior sintonia entre software e hardware e também a constante atualização de tecnologias. Para tal é necessário a aplicação de normas comuns e eficazes destinadas aos sistemas de automação industrial (BONFATTI; MONARI; SAMPIERI, 1997).

De acordo com Duarte et al. (2003), o operador desempenha um papel importante na indústria moderna, sendo que, a maioria das plantas industriais possui um sistema chamado SCADA. Os sistemas SCADA têm monitores coloridos de alta resolução, através dos quais o operador pode selecionar diferentes programas e avaliar a situação do processo produtivo. A característica da indústria moderna é o aumento do lucro, fazendo com que operador tenha que atuar frequentemente nas funções de controle.

Carneiro (2007) analisou que a maior preocupação das empresas é aumentar a produtividade, com excelente qualidade, para tornar-se mais eficaz, flexível, competitiva e, sobretudo, mais lucrativa. Desse modo, investir em tecnologias de ponta e soluções sofisticadas é o primeiro passo para alcançar esse objetivo e, conseqüentemente, conquistar o mercado. Com o passar dos tempos, o advento do microprocessador tornou o mundo mais fácil de se viver.

O rápido desenvolvimento do controle automático industrial requer um pessoal de operação, manutenção e projeto, que tenham uma firme compreensão das teorias de controle. O uso de controladores microprocessador e computadores aplicados ao controle automático aumentam a necessidade do conhecimento prático em relação ao comportamento do sistema controlado e aos métodos para alcançar o funcionamento perfeito do sistema (SENAI, 1997).

Carneiro (2007) afirma que, supervisório é um software destinado a promover a interface homem/máquina, onde proporciona uma supervisão plena de seu processo através de telas devidamente configuradas. Possui telas que representam o processo, onde estas podem ser animadas em função das informações recebidas pelo CLP (Controlador Logico

Programável), controlador, etc. Por exemplo: no acionamento de uma bomba, a representação na tela mudará de cor informando que está ligado, um determinado nível varia no campo, a representação na tela mudará de altura informando a alteração de nível.

O Arduino é definido como uma plataforma de hardware *open source*, sendo de fácil utilização e ideal para o desenvolvimento de dispositivos que permitam interações com o ambiente. Tais dispositivos adotam como entrada sensores de luz, som, temperatura etc. e como saída motores, displays, LED's, autofalantes e outros, proporcionando assim um leque de possibilidades (SOUZA et al., 2011).

Uma das maiores vantagens do Arduino em relação a outras plataformas de microcontroladores e de desenvolvimento é a simplicidade de sua utilização. Até mesmo aquelas pessoas que não possuem conhecimento técnico podem, de forma prática e rápida, aprender o básico e elaborar seus próprios projetos (McROBERTS, 2011).

Ogata (1985) afirma que controle automático representa um papel vital no avanço da engenharia e da ciência. Tornou-se uma parte integrante e importante dos processos industriais e de fabricação modernos. Por exemplo, controle automático é essencial em operações industriais de pressão, temperatura, umidade, viscosidade e em fluxo.

SCADABR (2010) expõe que SCADA é uma aplicação multiplataforma baseada em Java, ou seja, PC's rodando o Windows, Linux entre outros sistemas operacionais e podem executar o software a partir de um servidor de aplicações. Após configurar os protocolos de comunicação com os equipamentos e definir as variáveis (entradas e saídas, ou "tags") de uma aplicação automatizada, é possível montar interfaces de operador Web utilizando o próprio navegador. Também é possível criar aplicativos personalizados, em qualquer linguagem de programação moderna, a partir do código fonte disponibilizado ou de sua API "web-services".

Silva e Salvador (2004) nos mostram que os sistemas SCADA podem também verificar condições de alarmes, identificadas quando o valor da tag ultrapassa uma faixa ou condição pré-estabelecida, sendo possível programar a gravação de registros em bancos de dados, ativação de som, mensagem, mudança de cores, envio de mensagens por pager, e-mail, celular, etc.

Os componentes de um sistema de supervisão podem ser divididos, em sensores e atuadores, rede de comunicação, estações remotas (aquisição de dados/execução de comandos).

Os sensores são componentes eletrônicos interligados aos equipamentos controlados e monitorados por sistemas SCADA, que transformam variáveis físicas tais como velocidade, nível de água e temperatura, para sinais analógicos e digitais em uma linguagem compatível a

da estação remota. Os atuadores são usados para a execução de movimentos ou comandos sobre o sistema, ligando e desligando equipamentos.

Lucena (2003) diz que toda comunicação entre os equipamentos em um sistema de automação industrial é realizada por redes, sendo as principais: redes de informação, redes de controle, redes de campos e redes digitais. Portanto é de suma importância escolher uma arquitetura adequada para uma automação pois as estações se comunicam através das redes de comunicação.

2 OBJETIVOS

O Presente projeto tem como objetivo a construção de uma bancada para controle de nível de um fluido (Água) entre dois reservatórios, através de métodos de controle que são usados na automação industrial, outro objetivo e proporcionar ao dia a dia acadêmico a pratica e a familiarização dos mesmos com estes equipamentos de controles e seus softwares de configuração. Com a crescente demanda de profissionais relacionadas à área da automação, podemos concluir que a pratica da mesma e indispensável na vida acadêmica.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para construção da bancada serão utilizadas entradas e saídas digitais (ON/OFF) de uma placa microcontrolada (Arduino uno), que irá receber dados do sensor ultrassônico para leitura de nível do reservatório 1, que realizará o acionamento da bomba do reservatório 2. Construindo assim um ciclo entre os dois reservatórios aonde o reservatório 1 terá o nível controlado de acordo com o valor que for escrito por comando via computador, todo o processo sera detalhado mais a baixo.

Controle automático pode ser composto de: sensores e atuadores, redes de comunicação, estações remotas (armazenamento/controle) e de monitoração central de dados, segue abaixo a lista de componentes utilizados nesse projeto de controle de nível e suas respectivas funções.

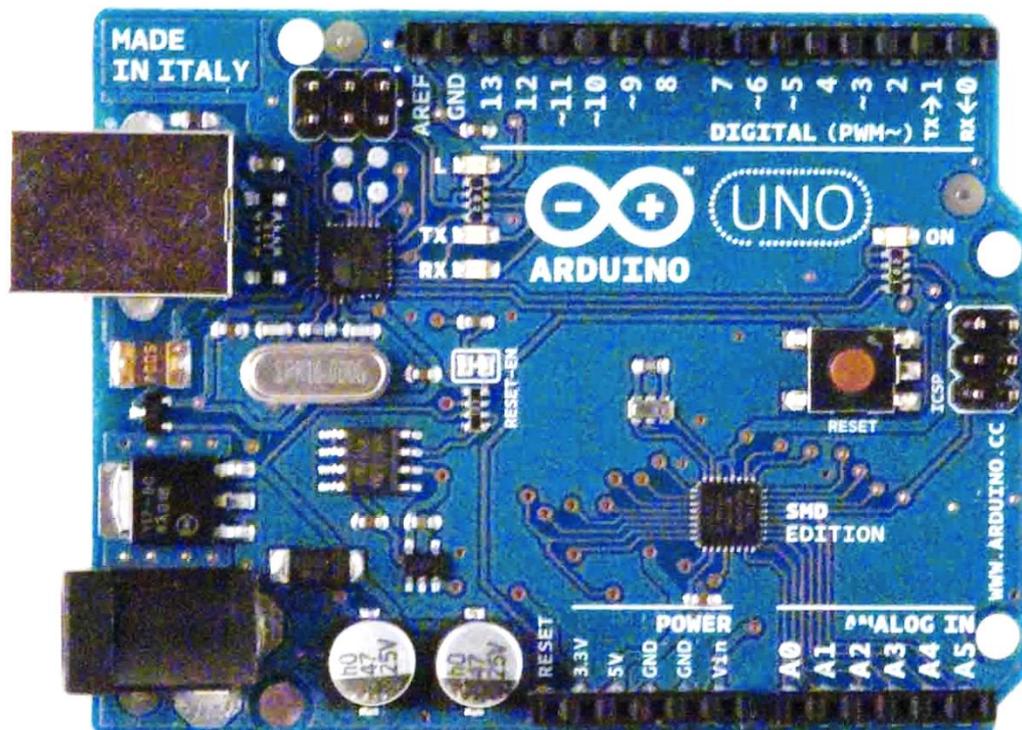
Para tal projeto, será utilizado:

- a) Arduino uno;
- b) Protoboard;
- c) Sensor Ultrassônico;
- d) Servo motor;
- e) Bomba de Água 12 Volts;
- f) Válvula esfera;
- g) Comunicação;
- h) Fonte 12 Volts;
- i) Supervisório e Controle (Labview);

3.1 ARDUINO UNO

O Arduino uno (Figura 1) é uma placa microcontrolada, que possui entradas e saídas digital e entradas analógicas, esta placa difere de outras plataformas existentes devido a algumas características como seu ambiente multiplataforma, podendo ser executado em qualquer Sistema Operacional (Windows, Mac OS ou Linux).

Este componente (figura 1) será utilizado para receber dados físicos através de suas entradas e saídas digitais (sensor ultrassônico/Bomba d' Água) que variam em sua saída de 0 a 1(ON/OFF), saídas digitais acionadas por PWM para controles proporcionais (Servomotor/Válvula esfera) pois variam seu valor de saída de 0 a 255 e acionamentos virtuais (comandos do supervisório) via software Labview, fazendo assim o processamento dos dados recebidos e assim executar os comandos previstos pela programação.

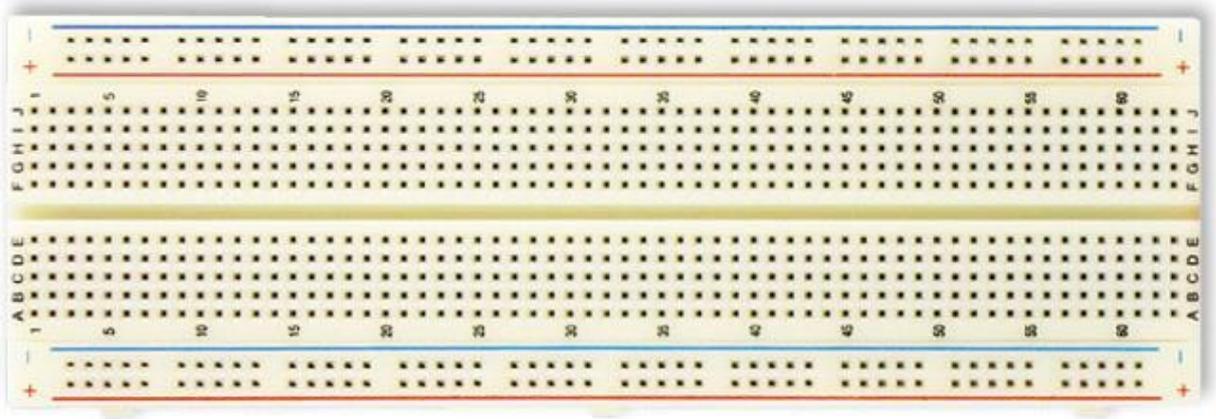
FIGURA 1 - Arduino UNO

Fonte: elaborado pelo autor (2016).

3.2 PROTOBOARD

O protoboard (Figura 2) é uma placa usada para montagens e testes de circuitos eletrônicos, o qual possui matrizes de contatos (barramentos de condutores) dispensa o uso de solda nos componentes a serem utilizados, sendo encaixado cada componente em seus respectivos “furos”, a fim de montar o circuito eletrônico desejado.

Este componente será utilizado para interligação elétrica feita entre arduino e outros componentes externos como sensores, servomotores, fonte entre outros. Tendo em vista sua praticidade para realizar interligações e jumpers entre tais componentes.

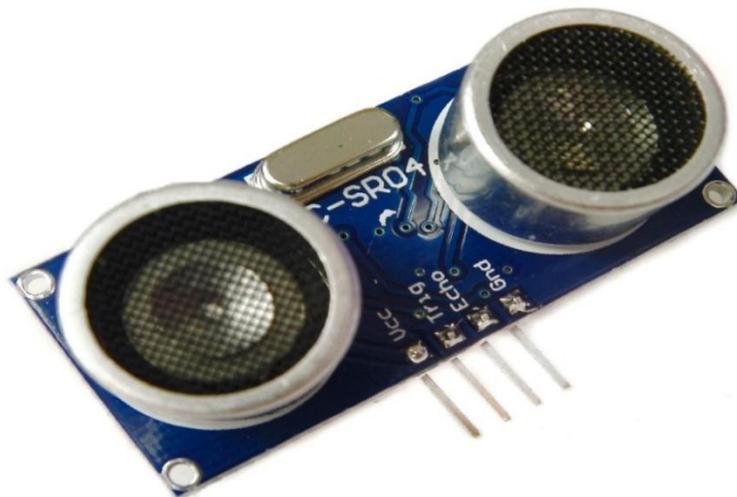
FIGURA 2 – Protoboard

Fonte: elaborado pelo autor (2016).

3.3 SENSOR ULTRASSÔNICO

Os sensores de proximidade ultrassônicos (Figura 3) podem ser usados como dispositivos de detecção sem contato em muitas áreas da automação. Permitem detectar de forma precisa, flexível e confiável objetos de materiais, formas, cores e texturas diversos.

O sensor ultrassônico será do modelo hc-sr04, por ter uma boa precisão na medição (3mm) e alcance de 2 centímetros a 4 metros. Sua medição é realizada através ondas ultrassônicas que são enviadas e rebatidas no objeto a ser medido. Ele será usado na medição de nível do reservatório 1 para que o arduino consiga ter a posição aonde se encontra o nível do fluido executando assim o controle do nível programado.

FIGURA 3 – Sensor ultrassônico

Fonte: elaborado pelo autor (2016).

3.4 SERVOMOTOR

Servomotores (Figura 4) são componentes que apresentam movimentos proporcionais aos comandos. No qual recebe um sinal, verifica a posição inicial, e se move para a posição desejada, com velocidade monitorada por um feedback, denominado encoder ou sensor hall, dependendo do servomotor e de sua aplicação.

Os eixos dos servomotores possuem movimentos de 180° (360° em alguns tipos de servomotores) mais são extremamente precisos em referencia a sua posição.

O servomotor sera acoplado a válvula esfera para podermos ter o controle sobre o fluxo de fluido que se passa pela válvula, o servomotor receberá os comandos do arduino via PWM. Comando que já foi descrito acima e assumira varias posições durante a execução do programa, afim de controlar o nível.

FIGURA 4 – Servomotor



Fonte: elaborado pelo autor (2016).

3.5 BOMBA D'ÁGUA

A bomba d'água (Figura 5) utilizada neste projeto é um modelo usado em para-brisa de veículos da montadora GM, utilizada no modelo Corsa Wind. Neste modelo e necessário uma tensão de 12 VDC. Esta bomba tem como vantagem seu baixo custo e também há possibilidade de ser alimentada com uma tensão menor que 12 VDC, o que possibilita um

trabalho com menor chance de erros caso ocorra uma pequena queda na tensão a bomba continuara trabalhando.

A bomba d' água sera utilizada para abastecer o reservatório 1, retirando a água do reservatório 2, que por sua vez sera abastecido por gravidade e pelo controle da válvula proporcional (servomotor/válvula esfera). A bomba d'água recebera um comando do arduino somente digital (ON/OFF) comando que varia sua saída somente de 0 a 1.

FIGURA 5 – Bomba d'água



Fonte: elaborado pelo autor (2016).

3.6 VÁLVULA ESFERA

Válvulas são utilizadas para restringir ou interromper fluxos de líquidos, seja ela acionadas manualmente ou através de atuadores que podem ser elétricos, pneumáticos ou hidráulicos. Há uma grande variedade de válvulas, a escolhida pra o projeto foi do tipo esfera por ser facilmente encontrada no mercado, com preços acessíveis e também por ser de maior facilidade a criação de um acoplamento entre válvula e servomotor.

Como descrito acima a válvula esfera (Figura 6) será incorporada juntamente ao servomotor formando assim a válvula proporcional, que realizara o controle entre o reservatório 1 e o reservatório 2.

FIGURA 6 – Válvula esfera



Fonte: elaborado pelo autor (2016).

3.7 COMUNICAÇÃO

Neste caso o cabo usb (Figura 7), está sendo utilizado para comunicação de dados entre placa arduino para o IHM (interface homem maquina) conectada.

O cabo usb sera utilizado para comunicação entre software (labview) e hardware (Arduino), com essa conexão feita com o cabo usb que poderei criar a programação, depois executa-la e monitorar as variáveis referente ao processo.

FIGURA 7 - Cabo USB

Fonte: elaborado pelo autor (2016).

3.8 FONTE

A Fonte (Figura 8) será utilizada nesse projeto e uma fonte 98-220vac/12vdc de 5 amperes, ela será interligada a protoboard a fim de fornecer tensão (Vdc) e Corrente (Amperes) para os componentes externos servomotores e a bomba d' água, já que são componentes que consomem muita corrente e não podem ser alimentados diretamente das saídas digitais do arduino.

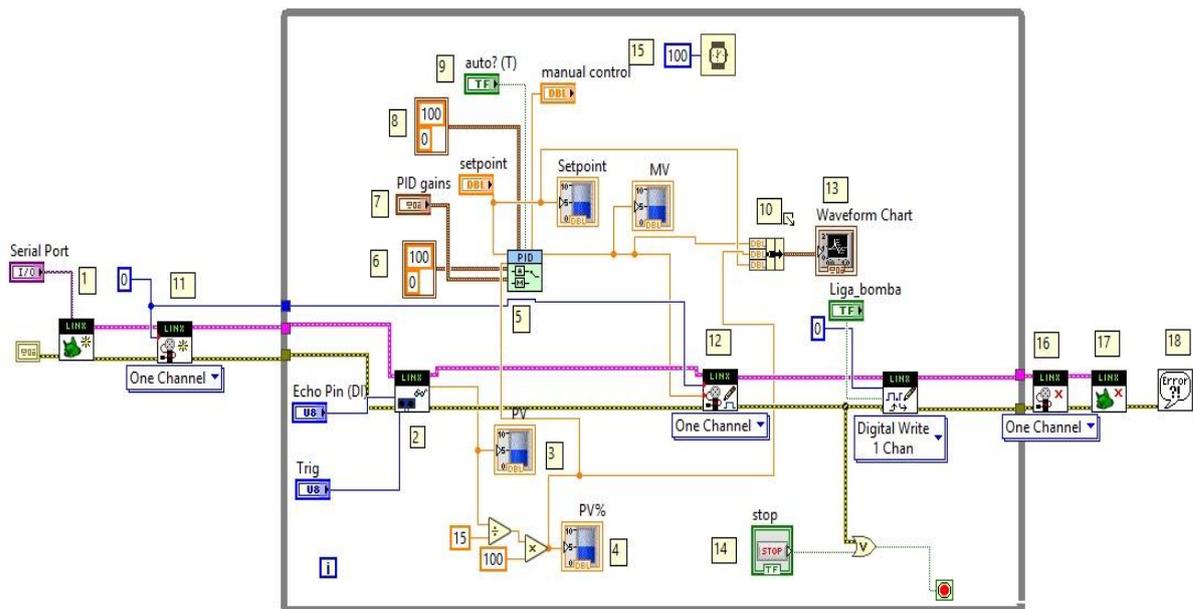
FIGURA 8 – Fonte

Fonte: elaborado pelo autor (2016).

3.9 SUPERVISÓRIO E CONTROLE (LABVIEW)

Este software (Figura 9) será utilizado para programação do arduino através de linguagem em blocos e criando uma comunicação com o arduino pelo cabo usb, o diferencial ao utilizar este software, é que a partir da programação em bloco já se cria automaticamente o supervisor (Figura 10) local aonde o operador poderá fazer alteração no controle do processo em tempo real, podendo controlar o nível de 0 a 135mm do reservatório 1, sem a necessidade de entrar na programação em blocos, já que assim teríamos que interromper o controle.

FIGURA 9 - Configuração em bloco feita pelo software LABVIEW



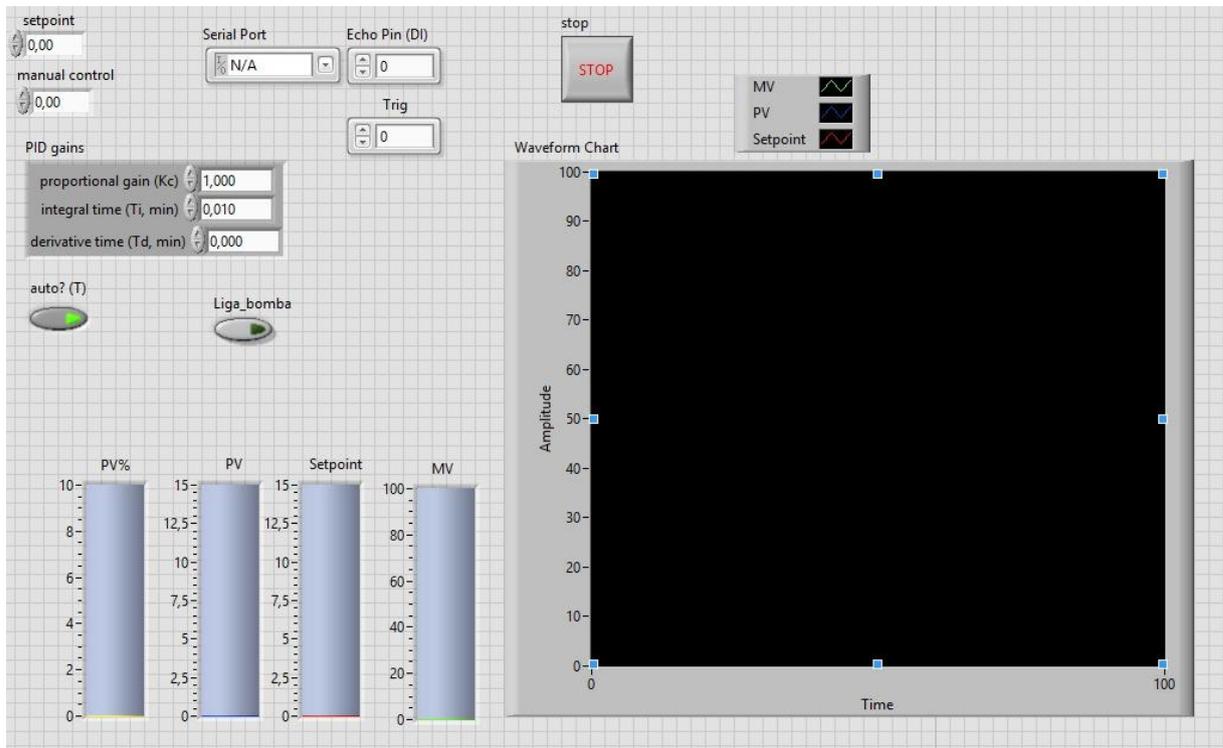
Fonte: elaborado pelo autor (2016).

Neste esquema acima (Figura 9), podemos descrever um passo a passo desta programação.

1. Inicia comunicação através porta/driver serial do arduino;
2. Configuração de pinos de entrada do sensor ultrassônico no arduino;
3. Leitura de saída em centímetros (PV) do sensor ultrassônico;
4. Conversão na saída do sensor ultrassônico de centímetros para % (PV%);
5. Configuração do PID (Controlador proporcional integral derivativo);
6. Valor *setpoint* (SP) para controle do nível do reservatório 1;

7. Valor a ser controlado no PID, ganho proporcional (K_p), tempo integral (T_i) e tempo derivativo (T_d);
8. Valor que está saindo para controle da válvula proporcional (MV);
9. Seleciona se o controle está em manual ou automático;
10. Conversor de dados para utilização de Gráficos SP, MV e PV;
11. Inicia escrita do servomotor na programação;
12. Valor a ser escrito para referência do servomotor;
13. Gráficos SP, MV e PV;
14. Comando para interromper loop;
15. *Delay* de loop infinito;
16. Finalização de escrita no servomotor;
17. Finalização da porta/drive serial do arduino;
18. Mensagem de erro se houver.

FIGURA 10 – IHM (interface homem maquina) gerada pelo programa LABVIEW



Fonte: elaborado pelo autor (2016).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para possibilitar a realização dos testes, foi criada uma programação para o controle de nível através de um controle da bomba do reservatório 2, que manda fluido (Água) para o reservatório 1. Na figura 11 poderemos ver a montagem da bancada de controle de nível e na figura 12. A programação que foi feita no labview e depois exportada por cabo usb para o arduino.

FIGURA 11 – Reservatório 2 transfere o fluido para reservatório 1 através da bomba d'água

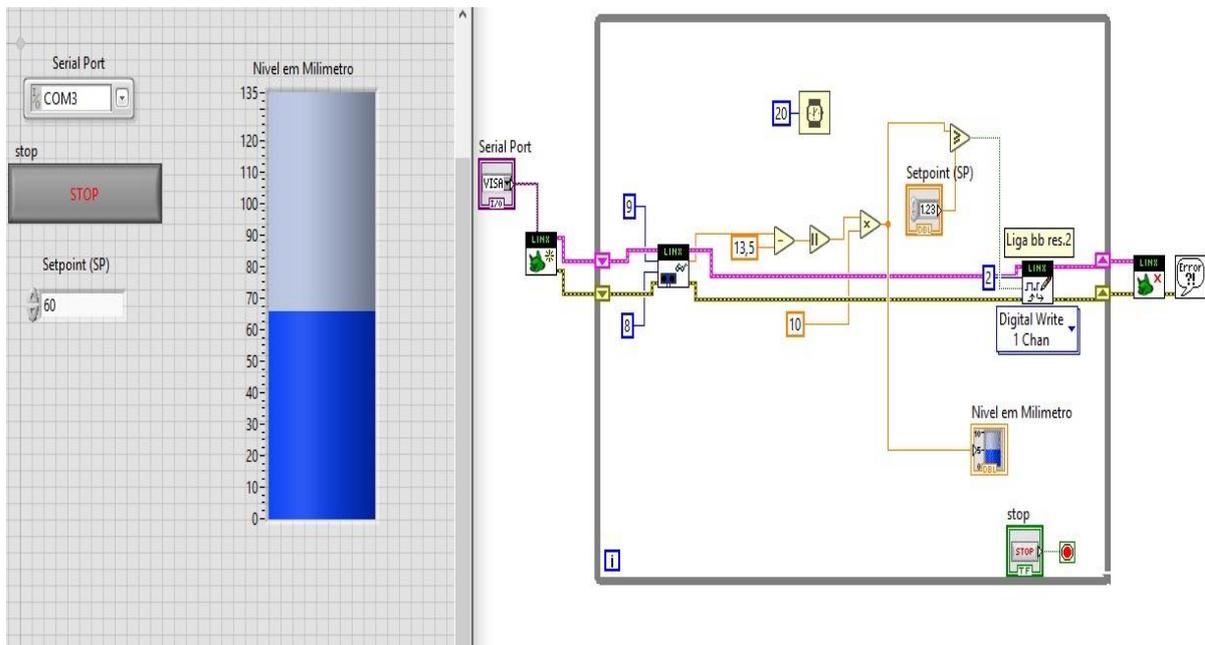


Fonte: elaborado pelo autor (2016).

Pode-se descrever este processo detalhadamente: o valor de referencia setpoint sera gerado na ihm do projeto feito, que está sendo executado via labview, enviando e recebendo dados do arduino. O nível do reservatório 1 é monitorado pelo sensor ultrassônico e assim que atingir o valor escrito, ou seja, atingir um nível superior ao do setpoint, a saída digital do arduino sera desacionada desligando a bomba d' água e assim interrompendo a transferência de fluido entre os reservatórios 1 e 2, o sensor ultrassônico continuara seu ciclo de leitura no

reservatório 1 que por sua vez transfere o fluido por gravidade para o reservatório 2 e assim que o valor de leitura do sensor ultrassônico for menor que o do setpoint a saída do arduino mudará de estado novamente, acionando assim a bomba d' água que esta ligada fisicamente a saída digital do arduino, criando assim um loop infinito deste processo que pode ser interrompido pressionando o botão stop que esta na IHM do labview (Figura12), parando toda a programação.

FIGURA 12 – Ihm de monitoramento do projeto e programação em bloco do labview



Fonte: elaborado pelo autor (2016).

Através do teste prático realizado, foi possível observar o funcionamento do controle de nível criado na bancada durante 2 minutos, analisando o resultado do controle que foi escrito um valor de *setpoint* de 60 mm, a ação do controle foi bem executada, variando o nível entre 45 e 70 mm. Através deste teste podemos dizer o resultado foi satisfatório, podendo assim utilizarmos esta bancada de controle de nível nas práticas acadêmica.

Tendo em vista que projeto apresentado tem um valor relativamente de baixo custo podem-se utilizar componentes de melhor precisão, conseqüentemente diminuindo chances de erros no controle e na medição de nível. As mudanças de componentes e outros testes que poderiam ser realizados nesta bancada foram deixados a par, devido ao tempo estipulado para desenvolvimento do projeto.

5 CONCLUSÃO

Diante de vários métodos existente de automação e controle, podemos utilizar o arduino em diversos projetos, tendo em vista que vários CLP's (controladores lógicos programáveis) não estejam tão acessíveis quanto ele, em questão de custos mais elevados. Apesar de ter um baixo custo se comparado com outros microcontroladores, com arduino podemos usufruir de uma grande variedade de controles, os mesmo que são utilizados em grandes plantas industriais, além de poder ser encontrado facilmente em lojas brasileiras e de se ter um fácil método de programação em linguagem C. Neste projeto foi utilizado um software (Labview) para programar o arduino, este software visa facilitar ainda mais a programação do mesmo já que com ele toda a programação e feita em blocos.

Através destes fatores os resultados obtidos foram satisfatórios, para a utilização deste projeto em aulas práticas no dia a dia acadêmico, podendo futuramente ter aplicação industrial para realização de treinamento ou treinamentos relacionados a área da automação. Tendo em vista que o projeto conta com os tipos de acionamentos mais utilizados em indústrias e ainda poderá ser melhorado, possibilitando diversos tipos de usos.

CONSTRUCTION OF A BENCH FOR CONTROL LEVEL

ABSTRACT

After Industrial Revolution, automation grew and continued to grow day after day as the market needs and increased competition. It is inevitable to say that companies that have the greatest investments in automated systems have a great advantage in relation to the others, because they can have a product of better quality than those products made in lines of productions with lower levels of automation, besides having a larger production with a lower cost. With the development of new technologies such as microprocessors, the use of microcomputers and computers in the day to day has brought us convenience and agility. The present work aims to create a level control bench for use in classrooms in the Faculty of Mechanical Engineering of UniRV - University of Rio Verde. Showing through an automated level control bench and showing its uses in a system with ON / OFF control and PID control. With the intention of introducing into the student's daily life a familiarity with the automated equipments in order to prepare them for the labor market more and more concurred, and with constant modernizations in the industrial areas.

Keywords: Automation. Level control. Communication Network.

REFERÊNCIAS

- BONFATTI, F.; MONARI, P. D.; SAMPIERI, U. *IEC1131-3 programming methodology: software engineering methods for industrial automated systems*. France: CJ International, 1997. Disponível em: <<https://translate.google.com.br/translate?hl=pt-BR&sl=en&u=https://www.theengineer.co.uk/inspiration/how-to-program-systems-using-iec-1131-3-logic/&prev=search>>. Acesso em 03 set. 2016.
- CARNEIRO, S. A. *Apostila de Sistema Supervisório - Intouch*. Ministério da Educação e do Desporto: Secretaria de Educação média e Tecnologia CEFETES-UNED/SERRA, 1. ed. 2007. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/27817833/Apostila-de-Sistema-Supervisorio-Intouch>>. Acesso em: 15 ago. 2016.
- DUARTE, A. F. et al. *Redes de Automação Industrial*. 1.ed. Centro Federal de Educação Tecnológica: Celso Suckow da Fonseca Diretoria de Desenvolvimento Educacional Departamento de Educação Superior. Rio de Janeiro, 2003. 232p.
- JUSTI, J.; VIEIRA, T. P. *Manual para padronização de trabalhos de graduação e pós graduação lato sensu e stricto sensu*. Rio Verde: Ed. UniRV, 2016.
- LUCENA, P. B. *Automação Industrial*. LECA-DCA-UFRN, 1.ed. mai. 2003. Disponível em: <http://www.dca.ufrn.br/~affonso/FTP/DCA447/trabalho1/trabalho1_14.pdf>. Acesso em 10 set. 2016.
- McROBERTS, M. *Arduino Básico*. São Paulo: Novatec Editora, 453p, 2011. [Tradução Rafael Zanolli]. Disponível em: <http://www.adjutojunior.com.br/Arduino/Arduino_básico_Michael_McRoberts.pdf>. Acesso em: 09 ago. 2016.
- OGATA, K. *Engenharia de controle moderno*. Rio de Janeiro: Prentice-Hall do Brasil, 1985.
- RIBEIRO, M. A. *Automação Industrial. Tek Treinamento & Consultoria Ltda*, Salvador, Outono, 4. ed., 1999. Disponível em: <<http://www.apostilastecnicas.com/Outros/Automacao/Automa--o%20Industrial%20-%20Livro%5B1%5D.pdf>>. Acesso em 03 set. 2016.
- SCADABR. *Manual do Software*. ScadaBR 0.7: Sistema Open-Source para Supervisão e Controle, out. 2010. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/908627-1-introducao-5-70-1-1-sobre-o-documento-1-2-sistemas-scada.html>>. Acesso em 23 ago. 2016.
- SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. *Controle automático de sistemas: informação tecnológica*. Santos: Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial, 1997.
- SILVA, A. P. G.; SALVADOR, M. *O que são sistemas supervisórios?* set. 2004. Disponível em: <http://www.wectrus.com.br/artigos/sist_superv.pdf>. Acesso em: 05 set. 2016.

SOUZA, A. R.; PAIXÃO, A. C.; UZÊDA, D. D.; DIAS, M. A.; DUARTE, S.; AMORIM, H. S. de. A placa arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, Rio de Janeiro, v. 33, n. 1, março. 2011.
Disponível em: <<http://sbfisica.org.br/rbef/pdf/331702.pdf>>. Acesso em: 16 set. 2016.