

# PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO DE UMA PLATAFORMA COMPUTACIONAL DE INTEGRAÇÃO ENTRE O MATLAB E O ARDUINO APLICADO EM PROCESSOS INDUSTRIAIS

Ariel Oliveira Tucci

Universidade Federal de Uberlândia, FEELT, Uberlândia – MG, arieloliveiratucci@gmail.com

Márcio José da Cunha

Universidade Federal de Uberlândia, FEELT, Uberlândia – MG, mjcunha@eletrica.ufu.br

Aniel Silva de Morais

Universidade Federal de Uberlândia, FEELT, Uberlândia – MG, morais.aniel@gmail.com

Josué Silva de Morais

Universidade Federal de Uberlândia, FEELT, Uberlândia – MG, josuemorais@gmail.com

**Resumo** – Este artigo apresenta uma proposta de construção de uma interface computacional de integração entre o Arduino e o *software* Matlab, viabilizando a construção de uma interface simples de aquisição de dados de sensores industriais, além de permitir a integração e a aplicação dos controles desenvolvidos no ambiente Matlab. Os testes foram feitos utilizando dois tipos de comunicação, a comunicação serial e via TCP/IP.

**Palavras-Chave** – Microcontrolador, aquisição de dados, automação industrial, processos industriais.

## PURPOSE OF DEVELOPMENT OF A COMPUTATIONAL PLATFORM OF INTEGRATION BETWEEN THE MATLAB AND THE ARDUINO APPLICABLE IN INDUSTRIAL PROCESS

**Abstract** - The purpose of this paper is to build a computational interface between the Arduino and the Matlab application, providing the control and the logging data in Matlab environment. The communication was done in two forms, the first via serial mode and the other via TCP/IP. Therefore, by Matlab you can view and control the microcontroller using the TCP / IP communication between peripherals.

**Keywords** – Arduino, control, TCP/IP, industry, Matlab.

### I. INTRODUÇÃO

Com o avanço tecnológico progressivo no setor industrial, é notável que a cada vez mais ocorra o surgimento de novos problemas na área de automação industrial. Esta contextualização vem surgindo ao longo de muitos anos e

com isso surgem novos desafios para a engenharia. O assunto não é tão simples, pois envolve aspectos tanto técnicos quanto logísticos da indústria. Os setores educacionais de engenharia possuem o objetivo de preparar os estudantes com ferramentas de trabalho e pesquisa de modo que o mesmo se torne apto a resolver problemas em tempo real nas empresas e a pesquisar como estes problemas são solucionados, e com isso atualizando-se a cada dia com tecnologias e ferramentas novas [1].

A otimização do controle e gerência de sistemas e processos estão presentes no dia a dia das grandes indústrias. A importância das redes industriais é fundamental para que haja manutenção e monitoramento de máquinas e equipamentos. As redes industriais são protocolos de comunicação que realizam além do monitoramento, a interface entre engenheiros e máquinas em campo, o que resulta em medidas confiáveis e em uma melhor interpretação de dados pelo engenheiro, melhorando assim processos de manutenção e evitando possíveis paralisações no setor de produção [2].

Uma nova proposta que vem sendo desenvolvida na área de manutenção nas indústrias é a substituição da manutenção preventiva por manutenção corretiva, que seria basicamente uma manutenção necessária apenas quando o sistema de monitoramento em tempo real alarmasse algum desgaste ou mau funcionamento de dispositivos. Em alguns casos se torna um método bem mais eficiente e com menos custo podendo ser utilizados em sistemas *on-line*, o que o torna muito mais prático [2].

O microcontrolador é bastante utilizado para controle digital e analógico de sistemas, principalmente quando a complexidade do circuito de controle é relevante [3].

Junto com o rápido desenvolvimento no setor de controle digital, há uma enorme mudança em sistemas embarcados com a tecnologia de *software* Simulink [4]. O Simulink, criado pelo mesmo desenvolvedor do Matlab, Mathworks, é uma ferramenta com ambiente de diagrama de blocos para simulações de vários domínios, e é utilizado em simulações e testes e verificações em sistemas embarcados [5].

Atualmente existem diversos *hardwares* embarcados disponíveis no mercado, entre eles o FPGA (*Field Programmable Gate Array*) que, por ter diversos recursos de programação lógica, o torna possível integrá-lo a um



XII CEEL – ISSN 2178-8308  
13 a 17 de Outubro de 2014  
Universidade Federal de Uberlândia – UFU  
Uberlândia – Minas Gerais – Brasil

microprocessador para formar um sistema embarcado complexo com um bom desempenho [4].

O Arduino Uno, o qual é utilizado neste projeto, é um *hardware* baseado no microprocessador ATmega328. Possui pinos de entrada e saída analógicos e digitais e se conecta ao computador através de um cabo USB [6]. É uma placa *open-source* de fácil programação e conexão de *hardware*. É bastante utilizado em casos que se deseja ter controle do ambiente, pois o mesmo é capaz de receber entradas de uma variedade de sensores e também passivo de controle de luzes, motores e outros atuadores [7].

Em redes de computadores o TCP/IP é um protocolo da camada de transporte que fornece a comunicação lógica entre processos de aplicação, que é usada para enviar mensagens entre si estabelecendo então uma comunicação [8]. O protocolo TCP/IP é um dos mais utilizados na comunicação entre computadores a longa distância, e para termos um padrão geral no meio industrial foram criadas diversas redes *Ethernet* comerciais para atender ao mercado [10].

Assim sendo o meio físico *Ethernet* junto com o protocolo de comunicação TCP/IP foram os pioneiros a efetivamente serem comercializados através do monitoramento industrial pelos computadores, o que tornou o serviço mais versátil, podendo variar as ações de acordo com cada aplicação [10].

Porém devido à aplicabilidade em ambiente industrial o meio físico de transmissão deve ser projetado para suportar ambientes variados em relação à temperatura, umidade e fatores químicos. Este meio de transmissão de dados pode ser transmitido de maneira elétrica, luminosa ou eletromagnética, todos esses padrões são aceitos em ambiente industrial [10].

## II. METODOLOGIA

Tendo em vista que a tecnologia *ethernet* está bem difundida em ambientes industriais, neste trabalho foi adotado o conjunto *ethernet* com o protocolo TCP/IP para trocar mensagens entre o Arduino e o Matlab, bem como rotinas de comunicação para troca de informações via comunicação serial.

O objetivo deste trabalho é realizar de maneira mais simples e eficiente a comunicação entre o Matlab e o Arduino utilizando apenas o Arduino, um *Shield Ethernet* W5100, um cabo *ethernet* e um computador com o *software* Matlab instalado. O *Shield Ethernet* é acoplado por encaixe ao microcontrolador se tornando um único objeto.

Este projeto é dividido em duas partes, a primeira é a comunicação entre o microcontrolador e os sensores industriais que são simulados por um sinal de um potenciômetro. Este sinal analógico é interpretado e tratado no microcontrolador por funções existentes nas próprias bibliotecas do compilador fornecido pelo fabricante do Arduino, que é gratuito e de fácil interface.

Nesta primeira camada o microcontrolador é funcionalmente o servidor e os sensores os clientes, ou seja, o Arduino fica solicitando a informação momentânea aos sensores.

Na segunda divisão o computador, através do *software* Matlab, gerencia em tempo real as informações do microcontrolador, sendo ele o servidor e o Arduino como

cliente. Esta comunicação é feita fisicamente por um cabo *ethernet* conectando o *shield ethernet* à porta *ethernet* do computador. A comunicação lógica é realizada pelo protocolo TCP/IP através de um *socket* selecionado na programação do microcontrolador e do Matlab.

O acoplamento destas duas camadas gera um sistema único que pode ser visualizado na Fig. 1.

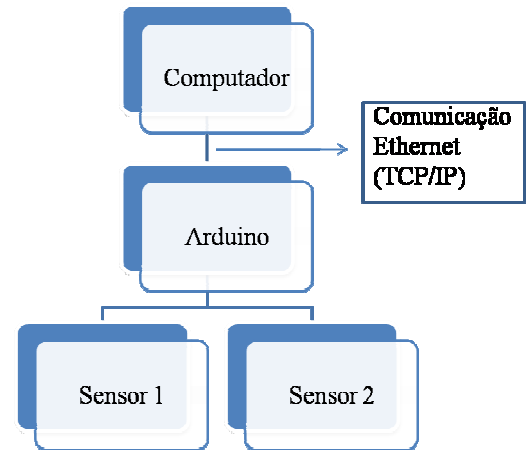


Fig. 1. Diagrama do projeto.

O *software* Matlab é o responsável por realizar a interpretação de leitura dos dados fornecidos pelo Arduino e tomar uma decisão pré-programada, podendo criar gráficos de análise de dados ou realizar operações de modelagens matemáticas aplicadas no microcontrolador.

Esta modelagem matemática programada pode ser realizada em determinados tipos de aplicação um sistema de controle digital, ou seja, o Matlab além de ter a funcionalidade de aquisição de dados, ele possui a função de controlar o microcontrolador com uma função transferência de modo que o microcontrolador tome suas ações de decisão baseado no modelo matemático.

A parte lógica do *software* utilizado no Matlab se caracteriza em quatro laços ou rotinas cíclicas. A programação se inicia com um requerimento de conexão TCP/IP aonde são utilizados como parâmetros o IP do microcontrolador e a porta *socket* determinada no mesmo. Caso a conexão não seja estabelecida com sucesso, ou não haja nenhuma resposta do cliente, haverá uma nova solicitação formando então o primeiro ciclo.

Caso a conexão seja estabelecida com sucesso o Matlab solicitará a leitura de dados do microcontrolador no exato instante de tempo, que no caso será baseado no sinal recebido pelo sensor. Essa medida será realizada por intervalos de tempos determinados e caso haja falha na transmissão haverá uma nova tentativa independente do intervalo de tempo, tendo então o segundo ciclo da programação.

Quando o Matlab recebe os dados, é realizado um teste condicional de limite de sinal, ou seja, caso o sinal ultrapasse um valor máximo ou mínimo determinado, que seria a referência ou valor desejado de operação dos sensores, o mesmo seguirá à próxima etapa que se caracteriza por programar um modelo matemático no microcontrolador de modo a corrigir o valor recebido para o valor desejado que é a atuação do microcontrolador.

Caso o valor medido esteja dentro da faixa desejada, o programa continuará em rotina fazendo a leitura, que seria o terceiro ciclo. E por fim o Matlab faz comparações da nova saída em relação à saída anterior para verificação de atuação, ou seja, caso a atuação não seja realizada com sucesso o Matlab continuará atuando no Arduino até que se obtenha a saída desejada, e então volte para o teste de sinais recebidos, o que representa o quarto ciclo.

Toda a representação dos ciclos de arquitetura lógica de programação pode ser visualizada na Fig. 2.

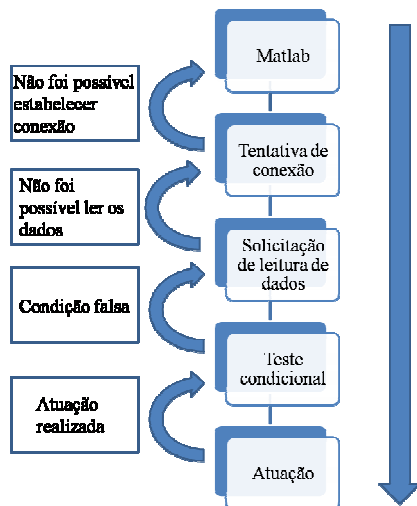


Fig. 2. Diagrama de funcionamento lógico.

### III. TESTES E RESULTADOS

No experimento foram realizados testes com comunicação serial e com comunicação *ethernet*. Para efeito de simulação, foi utilizado um potenciômetro de 1000 ohms para gerar um sinal analógico simbolizando o sinal dos sensores recebido pelo microcontrolador. Este sinal de entrada representa a temperatura ambiente no local da medição.

Ao receber o sinal, o microcontrolador envia o mesmo à porta serial a cada 1ms. O Matlab por sua vez cria um objeto que fica na escuta sobre possíveis dados que estão dispostos na mesma porta serial. A configuração da porta serial é feita da mesma forma em ambas as extremidades, tanto no lado do Matlab, quanto no lado do Arduino. Depois de conectada a porta, o Matlab realiza a aquisição de 100 pontos por amostragem, a cada de 5 segundos de intervalo, e em um total de 3 amostras.

Com a variação do potenciômetro, feita manualmente, foram obtidos dois resultados de temperaturas contínuas, como podemos ver em Fig. 3 e em Fig. 4 e um resultando com uma temperatura variando e um pouco de ruído em Fig. 5.

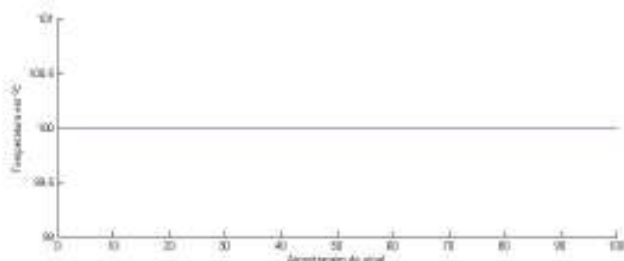


Fig. 3. Primeiro resultado obtido via comunicação serial

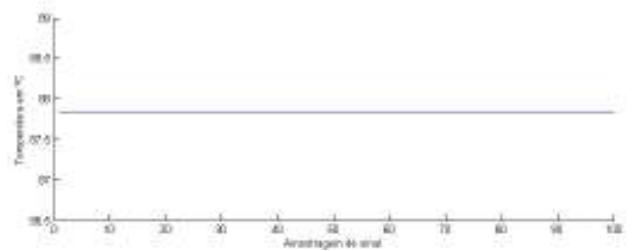


Fig. 4. Segundo resultado obtido via comunicação serial

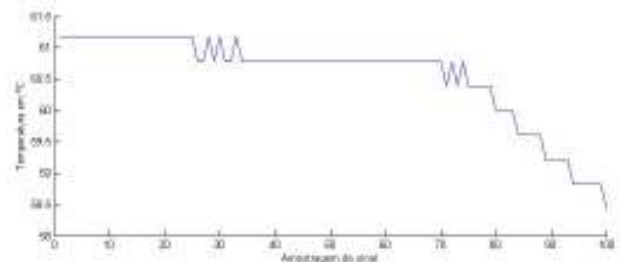


Fig. 5. Terceiro resultado obtido via comunicação serial

Para a comunicação *Ethernet*, os resultados obtidos são bem parecidos com os resultados obtidos na leitura de dados pela comunicação serial.

Nesse experimento é configurado o endereço IP do computador que faz a aquisição e o endereço IP do módulo *ethernet* acoplado ao Arduino.

Depois de configurados os parâmetros no microcontrolador e no computador, foi criado um objeto TCP/IP no Matlab, responsável pela conexão lógica entre o Arduino e o Matlab.

As figuras abaixo representam o comportamento dos dados obtidos, via TCP/IP, do Arduino:

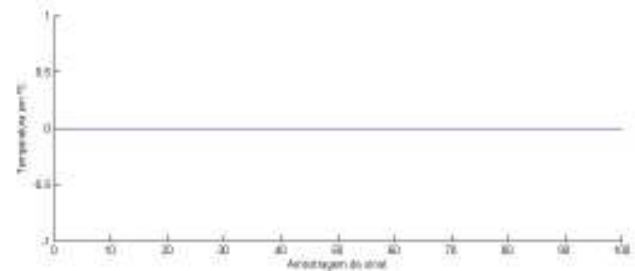


Fig. 6. Primeiro resultado obtido via comunicação TCP/IP

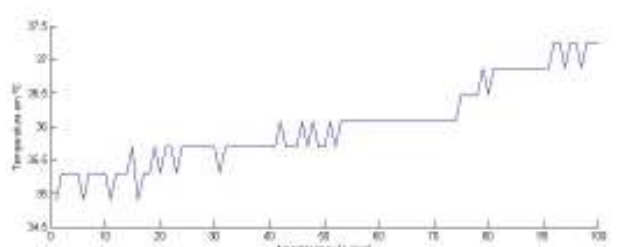


Fig. 7. Segundo resultado obtido via comunicação TCP/IP

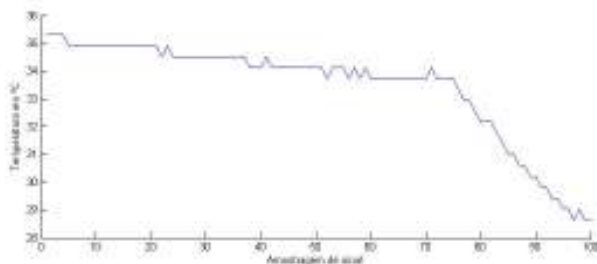


Fig. 8. Terceiro resultado obtido via comunicação TCP/IP

Como pode ser observado a Fig. 6 representa uma medição constante sem variações. Já a Fig. 7 e Fig. 8 apresentam bastante ruído e variações de temperatura em intervalos de tempo bem pequenos, o que possibilitou verificar que, a aquisição se torna válida também para variáveis que possuem comportamentos bem dinâmicos.

#### IV. CONCLUSÕES

Este artigo é uma proposta de se obter uma gerência e um controle em um ambiente industrial. São utilizados conceitos existentes e com uma aplicação prática voltada para os desafios encontrados no mercado de trabalho buscando como finalidade uma eficiência maior e uma praticidade maior.

Os resultados obtidos deste trabalho favorecem a construção de interfaces entre *softwares* matemáticos utilizados para simulação e controle e microcontroladores, como por exemplo, o Arduino. Isso pode ser feito com apenas o conhecimento da ferramenta Matlab, o que faz que ocorra o aumento do número de pessoas aptas a realizar automatização de processos.

Outro resultado são aplicações industriais que exigem maiores distâncias e maiores taxas de transmissão de dados com uma solução diferenciada e possivelmente mais prática.

Os resultados foram também bastante precisos, em intervalos de frações de segundos o *software* conseguiu traçar variações de temperatura superiores a 5°C, porém com alguns ruídos.

Em termos acadêmicos, essa ferramenta será útil em disciplinas de modelagem e controle de sistemas que precisam de interfaces, de baixo custo, com microcontroladores.

#### REFERÊNCIAS

- [1] MENDES, R. Santos. **Engenharia de automação industrial**. *Sba Controle & Automação*, Campinas, v. 13, n. 1, Apr. 2002.
- [2] REYES, Javier; VELLASCO, Marley; TANSCHKEIT, Ricardo. **Monitoramento e diagnóstico de múltiplos sensores por redes neurais auto-associativas**. *Sba Controle & Automação*, Campinas, v. 23, n. 2, Apr. 2012.
- [3] DALLA COSTA, Marco Antônio et al. **Projeto e implementação de um reator eletrônico microcontrolado, de elevado fator de potência, orientado a lâmpadas de vapor metálico**. *Sba Controle & Automação*, Natal, v. 20, n. 3, Sept. 2009.
- [4] AHMED M. A., HAIDAR, CHELLALI, BENACHAIBA, MOHAMAD, ZAHIR; **Software Interfacing of Servo Motor with Microcontroller**. *J. Electrical Systems*. 9-1 (2013): 84-99
- [5] MATHWORKS. **Simulation and Model-Based Design**. Disponível em: <http://www.mathworks.com/products/simulink/>. Acesso em 28 de Abril de 2014
- [6] ARDUINO UNO. Disponível em: <http://docs-asia.electrocomponents.com/webdocs/0e8b/0900766b80e8ba21.pdf>. Acesso em 05 de Maio de 2014.
- [7] ARDUINO. Disponível em: <http://www.arduino.cc/>. Acesso em 17 de Maio de 2014.
- [8] KUROSE, J. F.; ROSS, K.W. **Redes de Computadores e Internet: uma nova abordagem**. Tradução Arlete Simille. São Paulo. Addison Wesley, 2003. cap.3, p.140-141.
- [9] MATHWORKS. Disponível em: <http://www.mathworks.com/hardware-support/arduino-matlab.html>. Acesso 20 de Maio de 2014.
- [10] INATEL. Disponível em: <http://www.inatel.br/biblioteca/component/docman/doc/download/3835-redes-ethernet-industriais-visao-geral>. Acesso em 01 de Junho de 2014.