Uma solução com Arduino para controlar e monitorar processos industriais

Evandro Luís Brandão Gomes & Luís Antônio Tavares

***Resumo*—Este artigo aborda o uso da plataforma Arduino no desenvolvimento de uma solução para controle de sistemas industriais por meio da implementação de um servidor web no microcontrolador. O Arduino é acessado via interface de rede através de uma página web que centraliza o controle sobre várias placas localizadas dentro da planta industrial.**

***Palavras chave*—Arduino, Automação Industrial, Microcontrolador, Servidor Web.**

I. Introdução

A automação industrial passou por inúmeras transformações ao longo do tempo. A pneumática e a eletrônica são exemplos de tecnologias que ajudaram a automação a se desenvolver e evoluir. Um agente recente nesse processo são os microcontroladores.

Atualmente é comum o uso de microcontroladores no controle de processos industriais. Um microcontrolador é um sistema microprocessado encapsulado em um único chip, com memórias, clock e periféricos mais limitados que um computador. O uso desses circuitos integrados não somente reduz custo da automação como também propicia mais flexibilidade[1]. Dentre as plataformas de desenvolvimento que utilizam microcontroladores, o Arduino tem ganhado um grande destaque.

Arduino trata-se de uma plataforma de prototipagem aberta baseada em hardware e software flexíveis e de fácil utilização[2]. O ambiente Arduino foi desenvolvido para ser fácil para iniciantes que não possuem experiência com desenvolvimento de software ou eletrônica[3].

Neste contexto, este artigo apresenta uma solução em controle de um processo industrial usando a arquitetura Arduino. O protótipo desenvolvido será responsável por controlar e monitorar processos através de uma página web (para internet). Esta página deverá estar localizada na mesma rede que os microcontroladores e, através da mesma, será possível enviar comandos para o servidor web implementado na placa Arduino. O servidor, ao receber os comandos, enviará sinais aos portais e também irá monitorar alguns sinais de entrada, retornando esta informação para a página.

A comunicação entre a aplicação web e o servidor web no microcontrolador acontecerá através da interface de rede conectada ao hardware e utilizará a notação JSON para otimizar o desempenho do Arduino e simplificar a manipulação dos dados, conforme será detalhado no decorrer do artigo.

A página web será construída de maneira flexível, de modo que possam ser controlados vários microcontroladores através de uma mesma interface gráfica, podendo ser adicionados novos dispositivos a qualquer momento.

II. Objetivos

Nesta seção são apresentados os objetivos deste trabalho:

A. Objetivo Geral

O objetivo geral do trabalho é propor uma solução web flexível e de baixo custo para gerenciar processos industriais controlados através do hardware Arduino acessado via uma interface de rede (Ethernet ou WiFi).

B. Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são apresentar as vantagens da arquitetura Arduino e expor o funcionamento da solução proposta.

III. Justificativa

O trabalho se justifica por propor uma solução de baixo custo, flexível e prática para o controle de processos. O uso da plataforma Arduino tem como maior vantagem a facilidade de sua utilização [4]. Outro aspecto favorável ao uso do Arduino é a grande comunidade de pessoas que compartilham códigos e diagramas de seus projetos para que mais desenvolvedores copiem, modifiquem ou utilizem parte de suas ideias disseminando ainda mais o uso da plataforma.

O Arduino, contudo, possui desempenho limitado, característica comum dos microcontroladores que impede a construção de uma página web bem elaborada para ser executada no próprio microcontrolador. O que justifica a criação de uma página web à parte para interface gráfica do sistema. Isto propicia que a interface gráfica utilize recursos gráficos mais bem elaborados, e que possa se comunicar com vários dispositivos Arduino presentes na mesma rede transferindo apenas dados leves para as placas (notação

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Nacional de Telecomunicações por Luis Antônio Tavares, como parte dos requisitos para a obtenção do Certificado de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas Eletroeletrônicos, Automação e Controle Industrial. Orientador: Prof. Evandro Luis Brandão Gomes.Trabalho aprovado em 04/2013.

JSON), otimizando seu desempenho.

IV. A Plataforma Arduino

O Arduino consiste, por definição, em um microcontrolador de placa única e um conjunto de software para programá-lo.

O hardware é composto de um processador Atmel AVR, um cristal oscilador e um regulador linear de 5 volts. A placa expõe os pinos de entrada e saída em um encaixe padrão para que se possa conectar circuitos externos que agregam novas funcionalidades[4].

O software trata-se de uma linguagem de programação para desenvolvimento do software do microcontrolador e do gerenciador de inicialização (bootloader) que é executado na placa.

Há uma diversidade de placas Arduino no mercado, inclusive implementações nacionais[5]. Cada qual com características que a diferem das demais, como velocidade (clock), memórias, pinos de entrada e saída, entre outras. Uma característica comum entre as várias versões é o custo relativamente baixo e a flexibilidade [6].

A placa Arduino que será utilizada neste trabalho é a Arduino UNO. Dentre as principais característica da UNO está o uso do microcontrolador ATmega328, tensão de operação de 5V, 14 pinos de entrada/saída digital, 6 pinos de entrada/saída analógicos, 32 KB de memória flash, 2 KB de SRAM, 1 KB de EEPROM e velocidade de clock de 16 MHz [7].

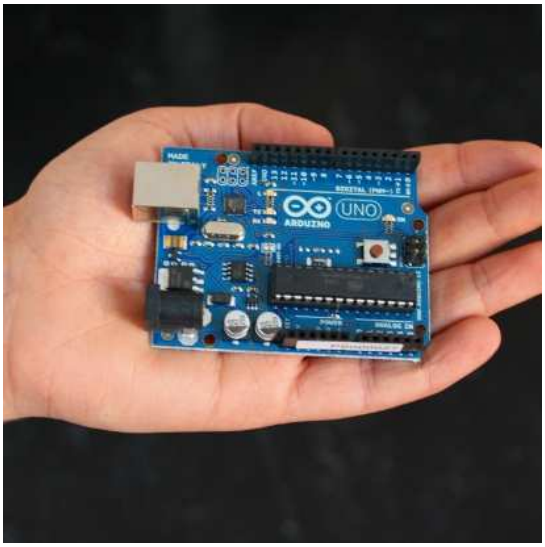


Fig. 1. Placa Arduino Uno. Fonte: www.arduino.cc

É possível inserir novas funcionalidades à placa Arduino conectando placas adicionais chamadas Shields. Estas podem ser ligadas sobre a placa de circuito impresso do Arduino com a finalidade de se expandir sua capacidade [8].

As diferentes Shields seguem a mesma filosofia da ferramenta original: são fáceis de montar e possuem baixo custo de produção [9].

Para o desenvolvimento do protótipo proposto neste trabalho será utilizada a Shield ethernet para Arduino. Módulo que uma vez conectado à placa Arduino, possibilita que o mesmo seja acessado via rede, até mesmo pela internet.

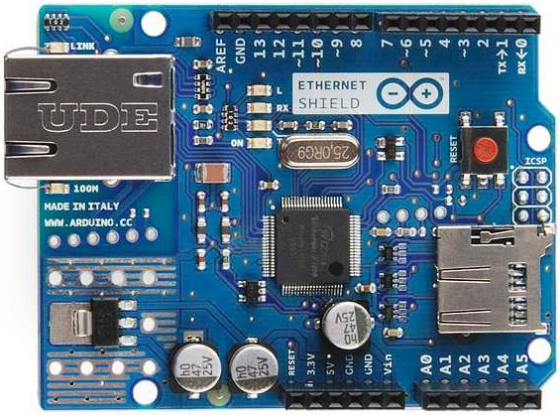


Fig. 2. Placa Ethernet Shield. Fonte: www.arduino.cc

Desta forma, através da interface de rede, é possível enviar sinais para os pinos da placa Arduino para acionar dispositivos e realizar leitura de sinais.

O sistema que será abordado visa trabalhar controlando e monitorando várias placas Arduino pela planta industrial. Apesar do protótipo ter usado a placa UNO nos testes, outras versões do Arduino podem ser usadas, inclusive em conjunto. Assim como, também é possível a utilização da placa Shield Wi-Fi ao invés da Shield Ethernet, ou também as duas em conjunto.

Todos os elementos da plataforma Arduino: documentação, esquemas eletrônicos e software, estão disponíveis de forma gratuita e são de código aberto.

V. A Solução Proposta

O sistema proposto por este trabalho trata-se de uma página web responsável por fornecer opções para controle e monitoramento de várias placas de microcontrolador espalhadas pela planta industrial.

Um controle centralizado de processos que visa também à otimização da comunicação em rede da placa Arduino, que apresenta processamento limitado.

A proposta foi criar uma página web construída apenas com tecnologias *client-side* (HTML, CSS e JavaScript), ou seja, tecnologias que são utilizadas para criar páginas para internet e que dependem apenas de um navegador para serem executadas.

Esta página deve estar em um computador ou dispositivo que se encontre na mesma rede que as placas Arduino. Ainda nesta página será configurada uma faixa de endereços IP, na qual será feita uma busca pelos microcontroladores.

Para cada placa encontrada nesta varredura, será criada uma aba na página web, através da qual podemos monitorar e

controlar os portais de cada Arduino encontrado na rede.

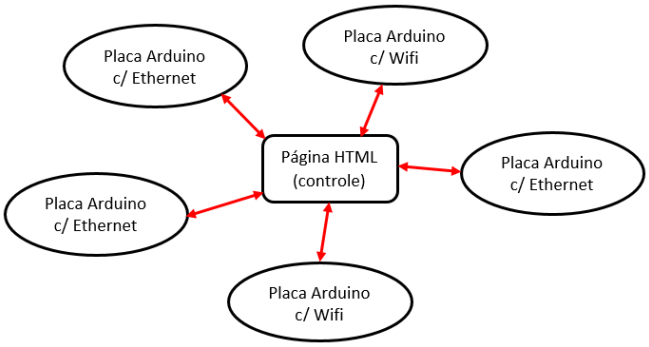


Fig. 3. Esquema ilustrando o controle centralizado sobre as placas

A comunicação da página com cada microcontrolador é feita usando a notação JSON, que trata-se de um formato para troca de dados extremamente leve, de fácil geração e manipulação [10]. Observe um exemplo de *String* JSON:

{sensor1: 0, sensor2: 1, atuador1: 1, atuador2:0}

Ao utilizar o JSON, os dados são enviados no formato de *String* com pares chave-valor. Desta forma, o processamento limitado do Arduino será otimizado, criando uma aplicação servidora que apenas recebe, manipula e envia os dados relevantes via JSON, sem trabalhar com códigos HTML no microcontrolador.

A página web, como estará hospedada fora da placa Arduino, pode ser construída visualmente mais rica, sem preocupação com o desempenho limitado dos microcontroladores. E ao funcionar centralizando o controle sobre várias placas, pode-se facilmente adicionar ou remover dispositivos. Até mesmo utilizar diferentes interfaces (ethernet, wireless), desde que estando conectadas na mesma rede.

A. *Protótipo em Funcionamento*

Para testar o sistema proposto, foi criada uma instância da aplicação servidora na placa Arduino Uno, a qual está conecta via Ethernet ao computador que hospeda a página web. E através de um servidor web instalado no computador foi simulada uma outra instância do software do microcontrolador.

Portanto, ao acessar a página do sistema, digita-se uma faixa de endereços IPs abrangidas pelas duas instâncias da aplicação Arduino (cada qual em um IP distinto) e, ao receber um resposta do Arduino, duas abas de controle são abertas na aplicação web.

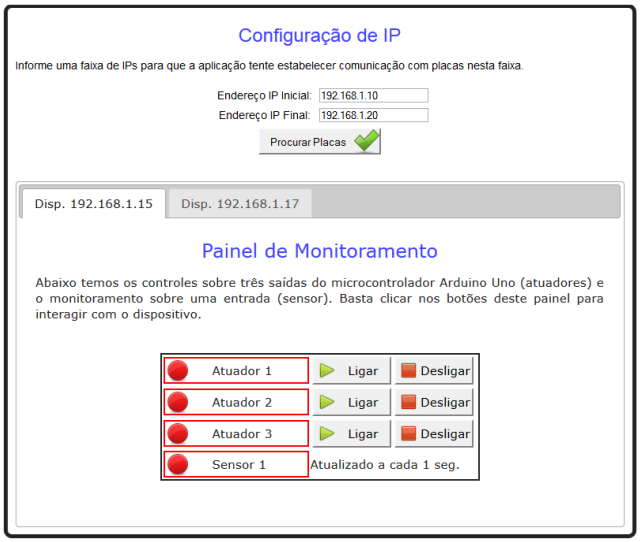


Fig. 4. Página do Protótipo

Em cada aba, aparecem indicadores visuais dos atuadores e sensores do processo controlado por cada microcontrolador. É possível enviar comandos pela interface gráfica aos atuadores e qualquer alteração de estado é automaticamente exibida na página.

VI. Conclusões

Conclui-se que através da solução proposta é possível centralizar o controle sobre processos industriais controlados com microcontroladores, utilizando uma página HTML.

As tecnologias utilizadas possibilitam o desenvolvimento de uma solução de baixo custo, uma vez que foi utilizado o microcontrolador Arduino e tecnologias de software de uso gratuito.

O protótipo também se mostrou muito flexível, pois pode-se adicionar novos controladores na rede e acessá-los pela página HTML sem a necessidade de mudanças no software.

O uso da notação JSON para a comunicação entre os microcontroladores Arduino e a página HTML também se mostra muito eficiente, demandando um tráfego de rede mínimo e otimizando o processando realizado pelo microcontrolador ao montar as respostas para as requisições feitas pela página.

Em suma, após os estudos realizados neste trabalho, observa-se que a proposta pode ser uma alternativa satisfatória para indústrias que pretendem centralizar o controle sobre os seus processos. A solução também pode ser facilmente adaptada às necessidades de cada empresa.

REFERÊNCIAS

[1] DESHMUKH, A. V. **Microcontrollers – Theory And Applications**. Noida, UP, India: Tata McGraw Hill, 2005, p4.

[2] BANZI, M. **Primeiros Passos Com o Arduino**. São Paulo: Novatec, 2011, p1.

[3] MARGOLIS, M. **Arduino Cookbook**. Sebastopol, CA, USA: O' RilleyMedia, 2011, p1.

[4] MCROBERTS, M. **Arduino Básico**. São Paulo: Novatec, 2011.

[5] SOUZA, A. R. de; et al. **A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 33, n. 1, 1702, 2011.

[6] REZENDE NETO, A. L.; MAGAGNIN JUNIOR, A.; NEIVA, E. C. R.; FARINHAKI, R. **Sistema de Medição de Campo Magnético Baseado no Efeito Hall e Arduino**. Monografia. Dep. Acadêmico de Eletrônica. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

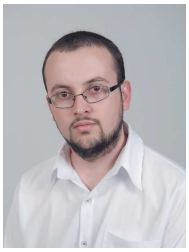
[7] ARDUINO. **Arduino Uno** (Online). Disponível na internet. URL: http://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno, 2012.

[8] ARDUINO. **Arduino Shields** (Online). Disponível na internet. URL: http://www.arduino.cc/en/Main/arduinoShields, 2012.

[9] ARDUINO. **Arduino Ethernet Shield** (Online). Disponível na internet. URL: http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoEthernetShield, 2012.

[10] KODAMA, A. J.; MORALES, E. B.; KAVAI, R. D. **Heartnet – Aplicação de uma body area network para monitoramento médico.** Monografia. Dep. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

[11] ROSÁRIO, J. M. **Automação Industrial**. São Paulo: Baraúna, 2009.



Luis Antonio Tavares nasceu em Machado, MG, em 5 de agosto de 1987. Possui os títulos de Técnico em Eletrônica (SENAI Pouso Alegre, 2006) e Bacharel em Sistemas de Informação (Universidade do Vale do Sapucaí, 2010).

De 2008 a 2011 atuou no Inatel em projetos de desenvolvimento de software, onde trabalhou com sistemas embarcados, aplicações para web e tv digital. Atualmente é professor de informática no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Câmpus Pouso Alegre.

Possui artigos publicados na revista Java Magazine, revista especializada em tecnologia Java.