

Monitoramento e Supervisão de um Sistema de Controle em uma Planta de Quatro Tanques de Nível através de Redes de Computadores via Protocolos TCP e UDP

*Primeiro Autor – e-mail**

*Instituição de Ensino, Faculdade ou Departamento**

*Endereço **

*CEP – Cidade – Estado**

*Segundo Autor – e-mail**

*Instituição de Ensino, Faculdade ou Departamento**

*Endereço**

*CEP – Cidade – Estado**

*Terceiro Autor – e-mail**

*Instituição de Ensino, Faculdade ou Departamento**

*Endereço**

*CEP – Cidade – Estado**

** Como as avaliações serão às cegas, os nomes/dados dos autores não deverão constar na versão para a submissão. Caso não seja atendida essa determinação o artigo será desclassificado. Aqueles artigos que obtiverem aprovação deverão ser reenviados com tais informações.*

Resumo: O trabalho apresenta um sistema clássico de quatro tanques de pequeno porte e baixo custo, utilizando os protocolos de comunicação TCP e UDP com o intuito de uma análise de desempenho dos protocolos por meios de testes de sinal alto e baixo sobre a planta. Obteve-se resultados que mostram que em todos os testes o protocolo UDP obteve melhor desempenho, apontando que o protocolo TCP sofre um atraso na atualização dos valores de nível. Constatase se que o uso da planta para fins didáticos faz com que os conhecimentos aprendidos em sala de aula sejam colocados em prática podendo proporcionar um estudo mais apurado do conteúdo apresentado para os alunos da disciplina.

Palavras-chave: Quatro Tanques; TCP; UDP; Cliente; Servidor.

1 INTRODUÇÃO

A engenharia é responsável pela aplicação dos conhecimentos adquiridos cientificamente para beneficiar a humanidade e, com base nisso, tem-se a Engenharia de Controle e Automação que visa à aplicação do que é absorvido a fim de fornecer à sociedade, produtos úteis e econômicos (DORF & BISHOP, 2001). Esta área vem aumentando de forma significativa quando o assunto é processos industriais, visto que, ela retoma o mercado no objetivo de aumentar a produção, reduzindo os custos empresariais. Mas a preocupação não é apenas com

a empresa, mas também com a segurança do operador, a redução de recursos, a flexibilidade na produção e claro, o planejamento e controle da linha de produção (MORAES & CASTRUCCI, 2007).

Trazendo para o lado de produção que envolve planta de níveis, foi determinado que os nivelamentos dos líquidos permanecessem nos valores desejados conforme estipulado previamente a fim de aumentar a linha de produção industrial. Para que isso fosse possível, era fundamental a aplicação de um controle automático, em que, manteria os valores estabilizados e descartando possíveis perturbações no nível (KLOTZ, GUESSER, & OLIVEIRA, 2015).

Permanecendo na linha de raciocínio de plantas industriais, é de suma importância entender a necessidade de automatizar, cada vez mais, as plantas presentes na indústria. E por conta disto, o trabalho consiste em controlar de forma remota, uma planta de nível de quatro tanques de pequeno porte e baixo custo, apresentando a análise do desempenho dos protocolos de comunicação aplicados a ela (TCP e UDP), cada um por vez. Os protocolos serão testados e comparados perante aos resultados obtidos no decorrer dos testes.

O trabalho consiste na aplicação dos protocolos apresentados pelo professor José Geraldo Ribeiro Júnior, com o intuito de analisar de forma criteriosa o funcionamento. O mesmo faz parte das atividades necessárias da disciplina de Sistemas Distribuídos e Redes de Computadores, matéria esta obrigatória do curso de Engenharia de Controle e Automação da instituição de ensino Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais unidade Leopoldina.

O artigo será dividido em Introdução, Proposta de Utilização da Planta, Materiais e Métodos, Desenvolvimento, Resultados e Discussões, Considerações Finais e Referências Bibliográficas

2 PROPOSTA DE UTILIZAÇÃO DA PLANTA

A planta didática, normalmente, é desenvolvida por vários motivos, a saber, (THOMAS et al., 2010):

- Permitir ao aluno o contato com instrumentos normalmente encontrados nas industriais como sensores, controladores, atuadores, entre outras encontradas no chão de fábrica;
- Controlar e supervisionar os processos através de Interface Homem- Máquina (IHM), usando rede de comunicação;
- Aplicar vários conceitos de Controle Automático usando sistemas SISO e MIMO, demonstrando vários tipos de problemas e testar sistemas com características semelhantes ao sistema industrial: Saturação, atraso de transporte, não linearidade, entre outros.

Dentre os vários motivos expostos, pretende-se explorar a segunda aplicação citada, de forma que o aluno desenvolva maior motivação, interesse e melhor entendimento da relação entre a teoria e a prática de Controle Automático e Redes de Computadores. Neste contexto, esta aplicação será exposta no decorrer do artigo.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para que fosse possível a realização deste projeto, foram utilizados conhecimentos adquiridos no curso de Engenharia de Controle e Automação, conceitos diversificados e relacionados ao campo da programação, automação, comunicação, controle, entre outros.

Permitindo uma interligação entre os conhecimentos, alcançando assim o objetivo do trabalho proposto.

3.1 MATERIAIS

O protótipo utilizado, Figura 1, é constituído pela composição de elementos de baixo custo e de pequeno porte a fim de que pudesse ser utilizado para aplicação e desenvolvimento de práticas pedagógicas voltadas para o ensino de Controle Automático, especificamente para controle de sistemas SISO e MIMO.



Figura 1 - Planta de quatro tanques de nível

A planta, a princípio, é composta por quatro subsistemas: medição, atuação, controle e estrutura física. O sistema de medição é composto de quatro sensores ultrassônicos, responsáveis por mensurar o nível de cada reservatório cilíndrico e enviar esse sinal medido para o controlador; o sistema de atuação por duas eletrobombas, uma fonte de alimentação, um circuito eletrônico de interface entre o atuador e o controlador, cujo papel é de intervir no sistema de acordo com o sinal enviado pelo controlador; o sistema de controle por um micro controlador Arduino®, responsável pela intervenção na planta por meio do tratamento dos sinais enviados pelo sistema de medição e posterior influência nos atuadores; a estrutura física, composta por quatro tanques cilíndricos principais e um reservatório auxiliar, duas válvulas de controle e um Shield Enc28j60. Os componentes principais utilizados para a montagem do sistema são mostrados na Tabela 1.

Controlador	1 Arduino Mega
Ethernet	1 Módulo Ethernet ENC28J60
Medição	4 Ultrassônico HC-SR04
Atuador	2 Bomba Centrífuga CC 12v
Alimentação	1 Fonte CC (12V/10A)

Tabela 1 - Componentes principais do sistema de quatro tanques

3.2 MÉTODOS

I. ARDUINO IDE 1.8.1

Ferramenta capaz de detectar e controlar elementos do mundo físico. É uma plataforma Open Source, baseada em um microcontrolador, que pode ser utilizada para o desenvolvimento de objetos autônomos ou não, interligado a sensores e atuadores. Eles são capazes de se comunicar com um software executado na tela principal do computador em tempo real. De fácil manuseio (easy-to-use), ele oferece grandes vantagens aos usuários, como por exemplo, baixo custo, multi-plataforma e hardware extensível (BENTES, 2011).

A linguagem de programação utilizada nesta IDE assemelha-se às linguagens C e JAVA, visto que se trata de uma espécie de combinação de ambas. O software é gratuito e possui código aberto aos usuários.

II. NETBEANS IDE 8.2

O NetBeans é um ambiente de desenvolvimento integrado gratuito e de código aberto para desenvolvedores de software. É executado em muitas plataformas, como Windows, Linux, Solaris e MacOS. Este software oferece aos desenvolvedores todas as ferramentas necessárias para criar aplicativos profissionais de desktop, empresariais, Web e móveis multiplataformas. Ele é escrito totalmente em Java, mas suporta as linguagens desenvolvidas por Swing, como C, C++, Ruby, PHP, XML e linguagens HTML (OFICINA, 2008).

III. TRANSMISSION CONTROL PROTOCOL (TCP)

Quando se trabalha com protocolo TCP, espera-se um protocolo de transporte orientado a conexão de alta confiabilidade, pois o cliente/servidor visa uma garantia de serviços, buscando reenvio de informações, que são responsáveis por informar erros ocorridos na comunicação e possivelmente corrigi-los, garantindo assim, a entrega de todos os pacotes ao destinatário (PINHEIRO, 2010).

Seu funcionamento é por cadeia de caracteres e, por conta disto, é considerado confiável para se trabalhar. Mediante o uso, cliente e servidor se comunicam através de uma conexão que se inicia a partir da solicitação feita pelo cliente, sendo estabelecida em uma porta específica, usada como via de transmissão de dados em ambos sentidos. Não havendo a validação da entrega, dentro de um prazo estipulado, há o reenvio das informações, proporcionando maior garantia de que o receptor irá receber o que foi enviado. Em contrapartida, devido à necessidade de espera de confirmações, a utilização do TCP pode afetar o desempenho do sistema como um todo, deixando ele mais lento do que o UDP.

IV. USER DATAGRAM PROTOCOL (UDP)

É um protocolo que trabalha com datagrama de tamanho único, não orientado a conexão, e isto afeta na garantia do destinatário de receber o pacote que lhe foi enviado. Portanto, a aplicação do UDP não viabiliza a credibilidade da comunicação desejável. Porém, devido a simplicidade da metodologia, a transição de dados dá-se de forma muito mais ágil, visto que não há a espera de confirmações. Tal característica, se analisada isoladamente, pode ser considerada um ponto positivo para a melhoria do desempenho no ambiente em que o protocolo é inserido, podendo assim, ser aplicável em sistemas que exigem menos confiabilidade da comunicação (UDP – Aspectos de Segurança).

V. ARQUITETURA CLIENTE-SERVIDOR

No projeto realizado, fez-se uso da arquitetura cliente- servidor, na qual o processamento de informações é dividido entre ambos, sendo o servidor conhecido por seus clientes, comunicando com estes através de uma comutação de portas.

VI. WIRESHARK

É um programa de analisador de protocolos de rede que permite a captura de pacotes de comunicação via tempo real, usando apenas a interface de rede. Software gratuito e compatível com vários sistemas operacionais, o que afeta em um maior alcance de usuários. O emprego de tal analisador, para o projeto desenvolvido, é a realização de testes e comparações dos comportamentos entre os protocolos aplicados (SILVA).

4 DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento da comunicação Ethernet foi realizado através da aplicação dos protocolos TCP e UDP, possibilitando uma arquitetura Cliente-Servidor. O servidor foi desenvolvido e embarcado na plataforma Arduino Mega® onde recebe dados do Setpoint na interface desenvolvida em Java. Toda a parte de sensoriamento, controle e atuação foram elaboradas dentro Arduino Mega®. O cliente é uma aplicação em Java que permite o usuário definir e enviar pro servidor o valor de Setpoint em que o controle de nível deve ser atingido através de técnicas de controle automático. O cliente recebe do servidor os valores correspondentes ao nível medido no tanque e mostra ao usuário em sua interface. A comunicação é mediada e transportada através da conexão com o roteador que envia os pacotes para os equipamentos conectados à rede. Na figura 02 representa a comunicação entre o notebook(cliente), o roteador, o Arduino®(servidor) e a planta.

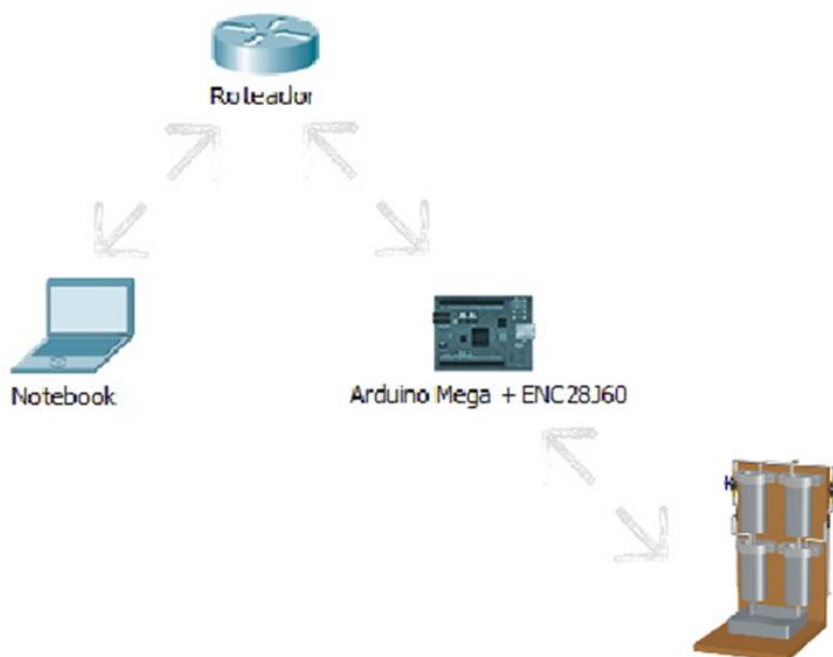


Figura 2 – Esquema de comunicação do sistema

5 EXPERIMENTOS

Organização:



Realização:



A. *Desconexão e reconexão do cabo ethernet.*

Com o intuito de se averiguar se a conexão é restabelecida após a desconexão e a reconexão do cabo Ethernet. Como resultado, a conexão do envio e recebimento de pacotes foi novamente restabelecido após o cabo ser conectado.

B. *Múltiplos clientes*

Neste teste foi conectado mais um notebook a rede e ambos os notebooks conseguiram enviar e receber dados do servidor. O único transtorno foi para intervalos de envio de pacotes menores que 300 milissegundos devido a problemas de processamento da rede e o Arduino®.

C. *Teste TCP – Sinal Alto*

A planta, o roteador e o Arduino Mega® estavam próximos, e conectados através de cabo Ethernet. Foram medidos os pacotes e no tempo de 300 milissegundos, o cliente obteve 58 pacotes e o servidor 47 pacotes. Já no tempo de 600 milissegundos, o cliente obteve 58 pacotes e o servidor 49 pacotes.

Por fim, no tempo de 1000 milissegundos o cliente obteve 52 pacotes e o servidor 44 pacotes. Baseado nos dados dos testes, conclui-se que o sistema se comportou pior no tempo de 300 milissegundos, porém, no tempo de 1000 milissegundos teve uma menor perda de pacotes.

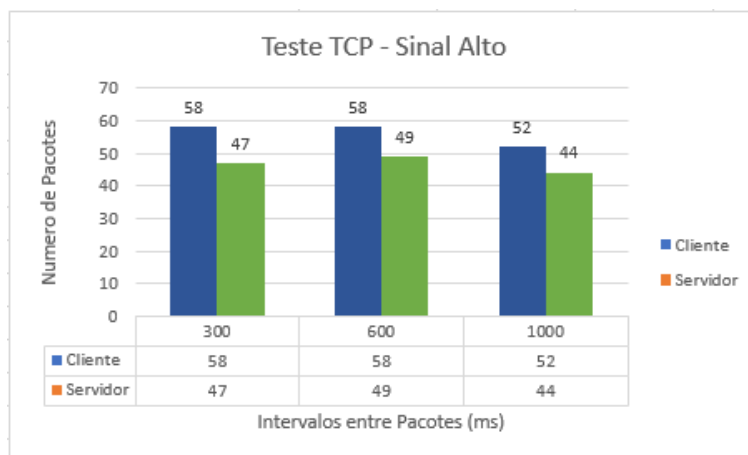


Gráfico 1 - Teste TCP sinal alto

D. *Teste TCP Sinal baixo – Distancia 16 m*

A planta, o roteador e o Arduino Mega® estavam próximos, e conectados através de cabo Ethernet. No tempo de 300 milissegundos, o cliente obteve 185 pacotes e o servidor 150. Já no tempo de 600 milissegundos, o cliente obteve 173 pacotes e o servidor 144 pacotes.

Por fim, no tempo de 1000 milissegundos o cliente obteve 151 pacotes e o servidor 123 pacotes. Percebe-se uma grande quantidade perdas de pacotes comparando com o teste B. Essas perdas se dão pelo baixo sinal de Wifi entre o notebook e o roteador devido à distância de 16 metros entre eles.

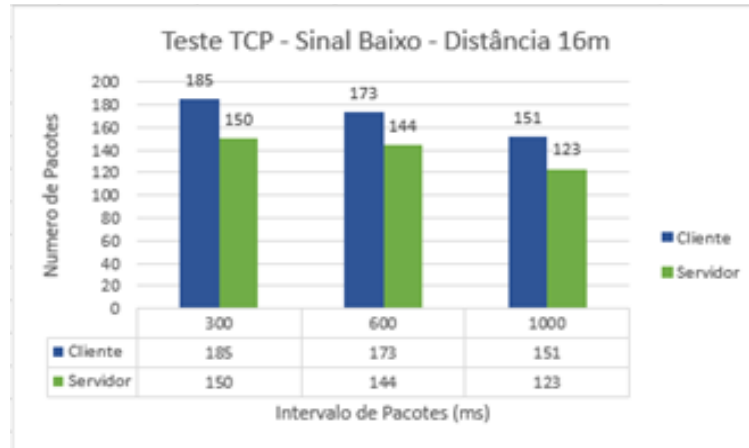


Gráfico 2 - Teste TCP sinal baixo

E. Teste UDP Sinal Alto

A planta, o roteador e o Arduino® estavam próximos, e conectados através de cabo Ethernet. No tempo de 300 milissegundos, o cliente obteve 144 pacotes e o servidor 144 pacotes. Já no tempo de 600 milissegundos, o cliente obteve 99 pacotes e o servidor 99 pacotes.

Por fim, no tempo de 1000 milissegundos o cliente obteve 60 pacotes e o servidor 60 pacotes. Neste teste não houve perdas nos pacotes devido à pouca distância.

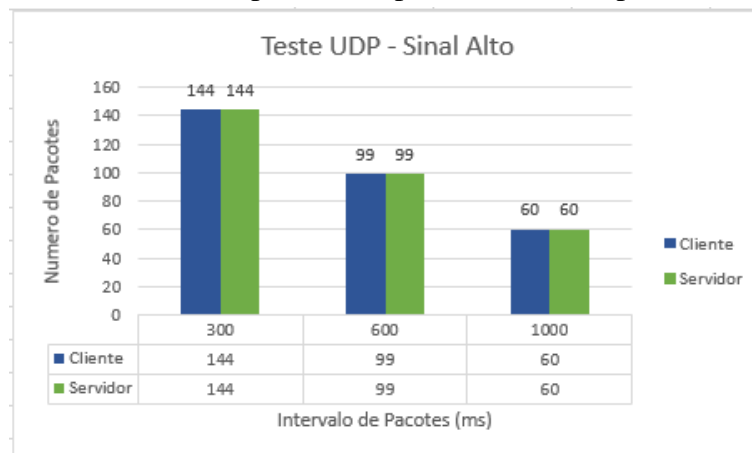


Gráfico 3 - Teste UDP sinal alto

F. Teste UDP- Sinal Baixo – Distância 16 m

A planta, o roteador e o Arduino Mega® estavam próximos, e conectados através de cabo Ethernet. No tempo de 300 milissegundos, o cliente obteve 143 pacotes e o servidor 143 pacotes. Já no tempo de 600 milissegundos, o cliente obteve 91 pacotes e o servidor 91 pacotes.

Por fim, no tempo de 1000 milissegundos o cliente obteve 55 pacotes e o servidor 55 pacotes. Neste teste não houve perdas nos pacotes mesmo com a distância de 16 metros. Em ambos os testes, sinal de conexão alto, curta distância e sinal baixo, longa distância o UDP obteve um melhor desempenho e se mostrou mais eficaz para os testes propostos.

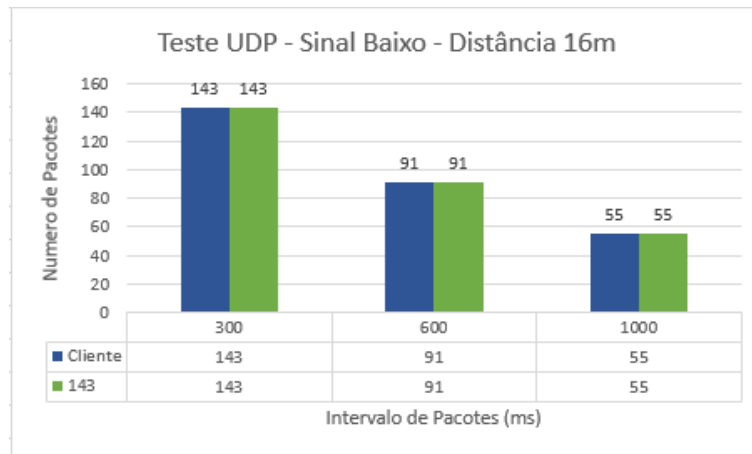


Gráfico 4 - Teste UDP sinal baixo

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a fase de implementação do projeto, o mesmo foi submetido a 6 testes, com o intuito de uma análise de seu desempenho e comparação entre os protocolos. Em todos os testes o protocolo UDP obteve melhores desempenhos dentro do proposto e com menos perdas. Foi observado que para os mesmos intervalos de envio de pacotes o protocolo TCP sofre um atraso na atualização dos valores de nível. Este atraso é devido às quantidades maiores de pacotes e às confirmações de envio do protocolo. Para intervalos entre pacotes menores que 300 milissegundos o microcontrolador Arduino® não consegue processar os envios de pacotes e a conexão, uma grande quantidade de pacotes são perdidos e a conexão é quebrada.

7 CONCLUSÃO

Tendo em vista os aspectos observados em relação ao envio, recebimento de pacotes e comportamento da rede, conclui-se que os resultados foram satisfatórios. Por fim, este trabalho possibilita a aprendizagem prática dos assuntos abordados em sala de aula, proporcionando assim a maior absorção do conteúdo exposto, como também, preparando o estudante do curso de Engenharia de Controle e Automação para lidar com assuntos da área de rede de computadores, que pode ser parte de sua vida profissional.

8 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao MEC/SESu, FNDE, CAPES, CNPq, FAPEMIG, Fundação CEFETMINAS e CEFET-MG pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- BENTES, L. M. (21 de janeiro de 2011). *Arduino: hardware e software open-source*. Fonte: Guia do Hardware: <http://www.hardware.com.br/artigos/arduino/>
- DORF, R. C., & BISHOP, R. H. (2001). *Sistemas de Controle Moderno*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos.
- KLOTZ, D. F., GUESSER, M., & OLIVEIRA, R. G. (2015). Desenvolvimento De Uma Planta De Quatro Tanques Para Aplicação De Técnicas De Controle Multivariável. *MCTI*.

MORAES, C. C., & CASTRUCCI, P. B. (2007). *Engenharia de Automação Industrial*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos.

OFICINA, R. (04 de agosto de 2008). *O que é Netbeans?* Fonte: Oficina da Net: https://www.oficinadanet.com.br/artigo/1061/o_que_e_o_netbeans

PINHEIRO, P. E. (29 de abril de 2010). *TCP e Protocolos de Janelas Deslizantes*. Fonte: Projeto de Redes: http://www.projetoederedes.com.br/artigos/artigo_tcp_e_protocolos_de_janelas_deslizantes.php

SILVA, A. L. (s.d.). Análise do tráfego de rede com a ferramenta de gerenciamento de redes Wireshark. *Universidade Federal do Pará*.

UDP – Aspectos de Segurança. (s.d.). Fonte: www.cbpf.br/~sun/pdf/udp.pdf

MONITORING AND SUPERVISION OF QUADRUPLE TANK LEVEL SYSTEM THROUGH COMPUTER NETWORKS VIA TCP AND UDP PROTOCOLS

Abstract: *The work presents a classic system of four small and low cost tanks, using TCP and UDP protocols to analyze the protocol performance using high and low signal tests on the plant. It obtained results that show in all the tests the UDP protocol obtained better performance, the same intervals of sending packages the TCP protocol undergoes a delay to update the level values. It suggested that the use of the plant for didactic purposes put the knowledge learned in the classroom into practice and can provide a better study of the content presented to the students of the discipline.*

Key-words: *Quadruple Tank Level System; TCP; UDP; Client; Server.*