

Sistema de Monitoração Remota do Volume de Combustível em Tanques de Postos de Abastecimento

Douglas Weissmann
douglaswe@bol.com.br
UNITAU

Francisco Carlos Parquet Bizarria
bizarriafcpb@iae.cta.br
UNITAU

José Walter Parquet Bizarria
jwpbiz@gmail.com
UNITAU

Resumo: Atualmente a tarefa de medir o volume de combustível em tanques instalados em postos de abastecimento de veículos automotores é tradicionalmente realizada de forma manual, sendo necessário utilizar régua de medição de nível para executar essa tarefa. A continuidade dessa situação tem potencial suficiente para comprometer a eficiência no controle de estoque por avaliação imprecisa, expor o funcionário aos perigos do ambiente com atmosfera explosiva, e estabelecer condição com possibilidade de ocorrer fraudes. Nesse contexto, este trabalho apresenta uma proposta de arquitetura para um sistema efetuar de forma automatizada a medição remota de cotas e determinar volumes de combustíveis em tanques de postos de abastecimento de veículos. Essa arquitetura é baseada em sistema de supervisão, controlador e sensores disponíveis no mercado nacional, a fim de minimizar os custos de implementação e manutenção. A eficácia operacional dessa proposta é validada por meio de testes realizados em protótipo que contém os principais elementos previstos na mencionada arquitetura. Os resultados satisfatórios observados nos testes realizados com a primeira versão do protótipo mostram que essa proposta é capaz de atender a finalidade a que se destina.

Palavras Chave: Automação - Interface Gráfica - Posto de Combustível - -



1. INTRODUÇÃO

Atualmente a tarefa de supervisionar e medir o volume de combustível em tanques instalados em postos de abastecimento de veículos automotores é tradicionalmente realizada de forma manual (NBR 13787, 1997), sendo necessário utilizar régua de medição de nível para executar essa tarefa. Durante a execução da medição, a régua é inserida estrategicamente no tanque e o funcionário do posto identifica visualmente o valor atual da cota a fim de calcular o volume de combustível disponível para comercialização.

A continuidade dessa situação tem potencial suficiente para: i) comprometer a eficiência na reposição e no controle de estoque por avaliação imprecisa, ii) expor o funcionário aos perigos inerentes do ambiente com a presença de atmosfera explosiva, e iii) estabelecer condição com possibilidade de ocorrer fraudes por informação propositalmente incorreta de quantidade estocada nos tanques do posto.

Decorrente da comercialização diária de combustível no posto, os volumes dos tanques são constantemente diminuídos, o que determina a necessidade de realizar novas medições para controlar o estoque e quando for necessário efetuar a solicitação de compra para evitar o desabastecimento.

Nesse contexto, este trabalho apresenta uma proposta de arquitetura para um sistema efetuar de forma automatizada a medição remota de cotas e determinar volumes de combustíveis em tanques de postos de abastecimento de veículos. Essa arquitetura é baseada em sistema de supervisão, controlador e sensores disponíveis no mercado nacional, a fim de minimizar principalmente os custos de implementação e manutenção.

A eficácia operacional dessa proposta é validada por meio de testes realizados em protótipo que contém os principais elementos previstos na mencionada arquitetura.

2. OBJETIVOS DO TRABALHO

Propor arquitetura física e lógica para um sistema efetuar de forma automatizada a medição remota de cotas e determinar os volumes de combustíveis em tanques de postos de abastecimento de veículos automotores.

Apresentar os primeiros resultados obtidos nos testes efetuados com o protótipo que adota os elementos básicos previstos na mencionada arquitetura.

3. ARQUITETURA PROPOSTA

Os principais componentes representativos da arquitetura proposta neste trabalho, para um sistema efetuar a medição remota de cotas e determinar volumes de combustíveis em tanques de postos de abastecimento de veículos automotores de forma automatizada são mostrados na Figura 1.

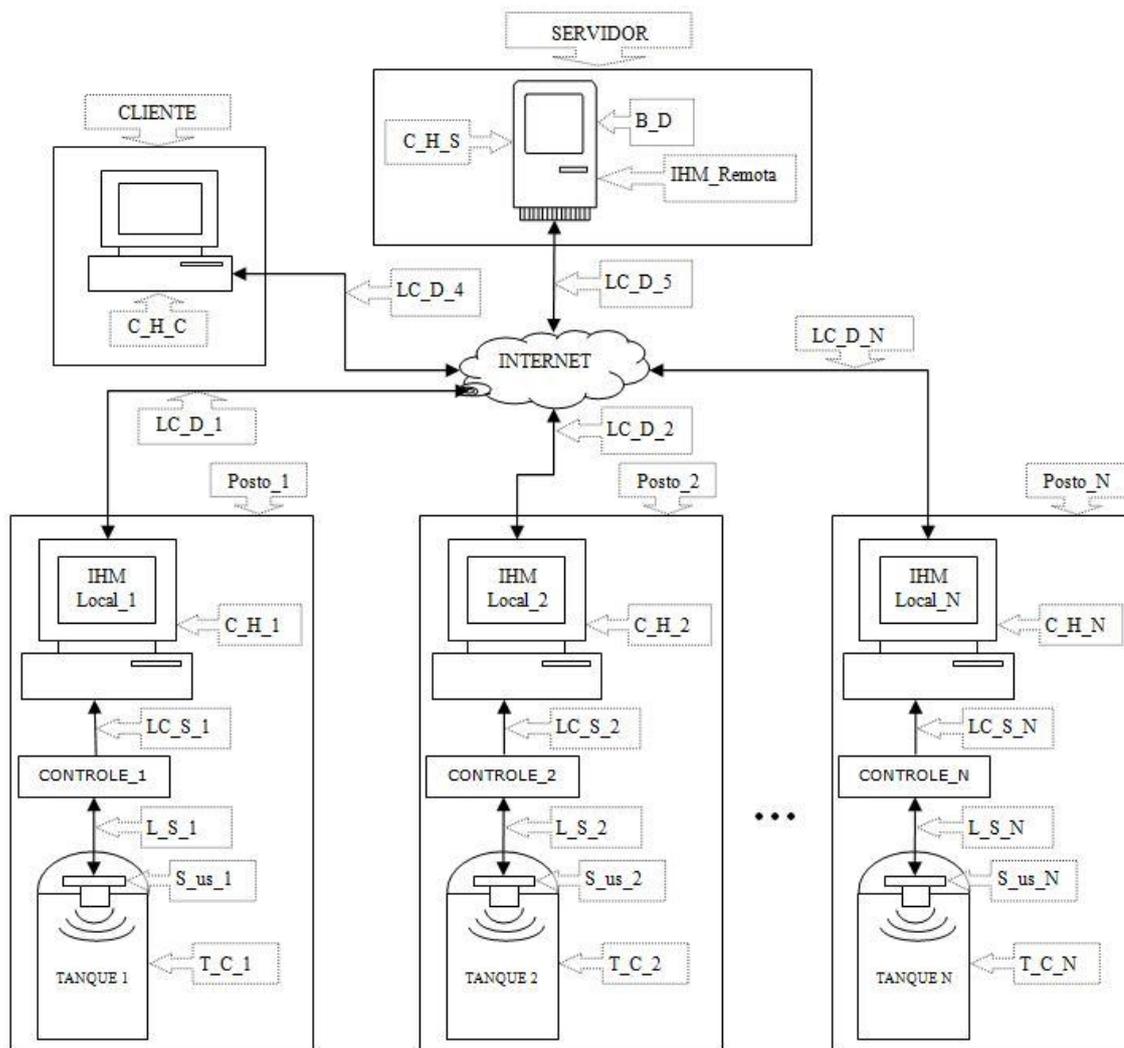


Figura 1: Componentes da arquitetura proposta.

Os blocos denominados por Posto_1, Posto_2 e Posto_N, representam os conjuntos de componentes previstos para instalação nos postos de abastecimento que deverão ter as cotas dos tanques de combustíveis (T_C_1, T_C_2 e T_C_N) medidas por meio de sensores de ultra-som (S_us_1, S_us_2 e S_us_N) adequados a aplicação em questão. Esses valores de medição serão enviados para armazenamento em banco de dados instalado no computador denominado por SERVIDOR (C_H_S), para permitir o posterior acesso de clientes a essas informações.

Os sensores de ultra-som (S_us_1, S_us_2 e S_us_N) geram sinais analógicos de corrente que são proporcionais as cotas medidas nos tanques de combustíveis, os quais são enviados para as entradas analógicas dos módulos de controle (CONTROLE_1, CONTROLE_2 e CONTROLE_N), por meio das linhas de comunicação de sensor (L_S_1, L_S_2 e L_S_N) que são dedicadas e apropriadas para essa função. Os módulos de controle fazem a conversão e adequação desses sinais de corrente e os enviam aos computadores hospedeiros (C_H_1, C_H_2 e C_H_N), por meio das linhas de comunicação (LC_S_1, LC_S_2 e LC_S_N).

A função do módulo denominado controle (CONTROLE_1, CONTROLE_2 e CONTROLE_N) pode ser executada por Controlador Lógico Programável (CLP), com capacidade de operar com entradas e saídas, digitais e/ou analógicas, que atendem as características dos sinais utilizados pelo sistema. Na memória do usuário do módulo de controle é

instalado o programa que efetua a leitura e interpretação dos sinais analógicos recebidos dos sensores da arquitetura proposta (ROSÁRIO, 2005). Esse programa executará sua tarefa de acordo com os passos previstos no algoritmo de gerenciamento do sistema.

As principais funções dos computadores hospedeiros (C_H_1, C_H_2, C_H_N, C_H_C e C_H_S) estão concentradas em participar da transmissão e recepção de dados, relacionados com o programa de gerenciamento da arquitetura proposta, além de abrigar: i) a Homem-Máquina Local (IHM_Local_1, IHM_Local_2 e IHM_Local_N), ii) a Interface Homem-Máquina Remota (IHM_Remota), iii) o bloco CLIENTE, e iv) o banco de dados (B_D).

Os meios físicos definidos para transportar os sinais entre os computadores que atendem: i) IHM_Local, ii) IHM_Remota e banco de dados (B_D), e iii) CLIENTE, são denominados linhas de comunicação de dados (LC_D_1, LC_D_2, LC_D_N, LC_D_4 e LC_D_5), que consistem em infraestrutura que permite o acesso aos serviços da rede Internet por meio de provedor para cada bloco pertinente.

Nos blocos definidos como IHM_Local_1, IHM_Local_2 e IHM_Local_N estão previstos janelas com componentes virtuais, que deverão operar na camada do aplicativo dos computadores hospedeiros (C_H_1, C_H_2 e C_H_N), (MORAES & CASTRUCCI, 2001). Os recursos gráficos contidos nessas janelas devem estabelecer condição para o funcionário visualizar o atual valor de cota e o volume dos tanques instalados no posto.

Por motivo de segurança o computador hospedeiro que atende o bloco denominado SERVIDOR (C_H_S), deve ser instalado em local fora da área física dos postos de abastecimento. Esse servidor é responsável por fornecer os serviços relacionados com: o banco de dados (B_D) e a Interface Homem-Máquina Remota (IHM_Remota), a qual utiliza páginas dinâmicas para compor sua interface gráfica.

O bloco denominado CLIENTE, é composto por computador hospedeiro (C_H_C) com os meios necessários para estabelecer conexão com a rede Internet, sendo que nesse está previsto a utilização de um navegador para acessar os serviços da Interface Homem-Máquina Remota (IHM_Remota), disponível no SERVIDOR (C_H_S).

A principal função da interface Homem-Máquina Remota (IHM_Remota) está concentrada em participar da conexão com o banco de dados (B_D) e apresentar as informações relacionadas com os valores de cotas e volumes de combustíveis presentes nos tanques dos posto supervisionados pelo sistema.

4. PROTÓTIPO

Uma visão geral do protótipo para Sistema de Monitoração Remota do Volume de Combustível em Tanques de Postos de Abastecimento é apresentada na Figura 2. Nesse protótipo foram realizados os testes para validar os principais blocos da arquitetura proposta neste trabalho.

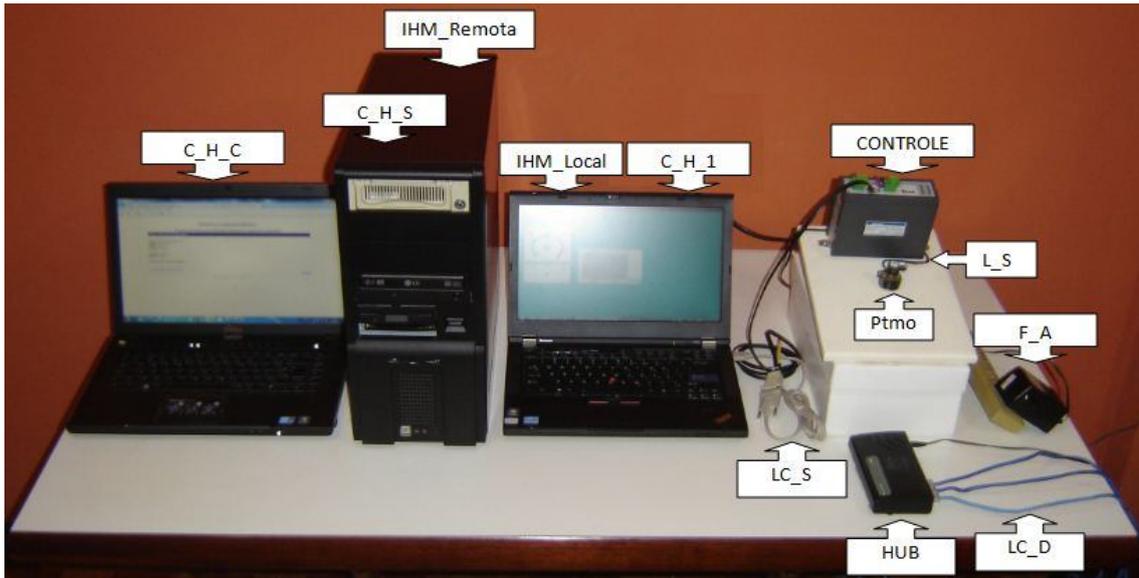


Figura 2: Vista da primeira versão do protótipo.

Conforme mostrado na Figura 2, os principais módulos previstos nessa primeira versão do protótipo são: i) Interface Homem-Máquina Local (IHM_Local) instalada no computador hospedeiro C_H_1, ii) Interface Homem-Máquina Remota (IHM_Remota) instalada no computador hospedeiro C_H_S, iii) módulo de CONTROLE, iv) computador hospedeiro cliente (C_H_C), v) linha de comunicação de sensor (L_S), vi) linha de comunicação serial (LC_S), vii) linha de comunicação de dados (L_CD), viii) concentrador (HUB), ix) potenciômetro (Ptmo), e x) fonte de alimentação (F_A).

A quantidade de módulos definidos para essa versão do protótipo é inferior àquela prevista na arquitetura da Figura 1, porém essa condição não é suficiente para causar impacto significativo na validação da arquitetura proposta.

A Interface Homem-Máquina Local (IHM_Local) do protótipo foi elaborada com a utilização de um sistema de Supervisão, Controle e Aquisição de Dados (*Supervisory Control And Data Acquisition - SCADA*) disponível no mercado brasileiro (ELIPSE SCADA, 2004).

A Interface Homem-Máquina Remota (IHM_Remota), foi elaborada utilizando os recursos da linguagem de programação PHP (*Personal Home Page*). Essa linguagem é utilizada na elaboração de páginas dinâmicas para a Internet, sendo que todo código desenvolvido fica armazenado no servidor, ou seja, quando uma página PHP é acessada todo seu código é executado no servidor e apenas o resultado final é exibido no navegador do usuário. Cabe destacar que o ambiente integrado de desenvolvimento da linguagem PHP é de uso gratuito, com código aberto e pode ser executado nos sistemas operacionais Linux, Unix ou Windows (FISCHER, 2000).

O sistema gerenciador de banco de dados adotado na implementação do protótipo foi o MySQL. Esse sistema utiliza linguagem de consulta estruturada (*Structured Query Language*) e é atualmente um dos bancos de dados mais populares por apresentar excelente desempenho e estabilidade, além de suportar vários tipos de plataformas disponíveis no mercado (MYSQL.COM, 2012).

O Controlador Lógico Programável (CLP) adotado para o módulo de CONTROLE do protótipo tem capacidade de atender os sinais, digitais e analógicos, relacionados com aqueles dos sensores previstos na arquitetura proposta.

Com o propósito de minimizar os custos no desenvolvimento do protótipo, um potenciômetro (Ptmo) foi utilizado para simular os sinais analógicos semelhantes aqueles são gerados pelo sensor de ultra-som.

O cabo para comunicação serial (LC_S) é o meio físico pelo qual o módulo de CONTROLE e a Interface Homem-Máquina Local (IHM_Local), instalada no computador hospedeiro (C_H_1), transferem dados entre si.

O meio físico utilizado como linha de comunicação de dados (LC_D) entre os computadores hospedeiros (C_H_1, C_H_S e C_H_C) é o cabeamento de rede de par traçado, o qual minimiza as consequências dos efeitos de interferências eletromagnéticas de fontes externas, possui satisfatória taxa para transferência de arquivo e custo moderado para implantação e manutenção (HARDWARE.COM, 2012).

A fonte externa de tensão (F_A) tem por função fornecer a energia elétrica para o Controlador Lógico Programável (CLP), com o valor e o tipo da tensão que são adequados para sua operação.

Os computadores hospedeiros (C_H_C, C_H_S e C_H_1) utilizados nos testes práticos são dos tipos: i) portátil (*notebook*), um para Interface Homem-Máquina Local (IHM_Local) e outro para a Interface Homem-Máquina Remota (IHM_Remota) com sistema operacional Microsoft Windows® 7, ii) computador pessoal de mesa (*desktop*), utilizado como SERVIDOR (C_H_S), com sistema operacional Linux distribuição CentOS 5.8 (CENTOS.ORG, 2012). Todos os computadores utilizados no protótipo adotam a arquitetura Intel® de 32 bits.

Por meio do sistema de supervisão elaborado para atender a Interface Homem-Máquina Local (IHM_Local) é possível simular a sequência de operação de trabalho diário de um posto de abastecimento. Nesse sentido é possível realizar operações que simulam a venda e o reabastecimento de combustíveis obtendo a variação do valor de cota e volume dos tanques do posto, o que reflete no armazenando de informações em banco de dados para exibição na Interface Homem-Máquina Remota (IHM_Remota).

A interface Homem-Máquina Remota (IHM_Remota) recebeu especial atenção na elaboração dos componentes virtuais, na definição de sequência de apresentação, na quantidade de detalhes, na distribuição dos componentes na janela e nas escolhas das cores, com a meta de causar efeito intuitivo e agradável para o seu usuário.

4.1. ESQUEMA DE LIGAÇÕES

O esquema de ligações utilizado no protótipo para efetuar os testes com a interface gráfica (IHM Local) é apresentado na Figura 3.

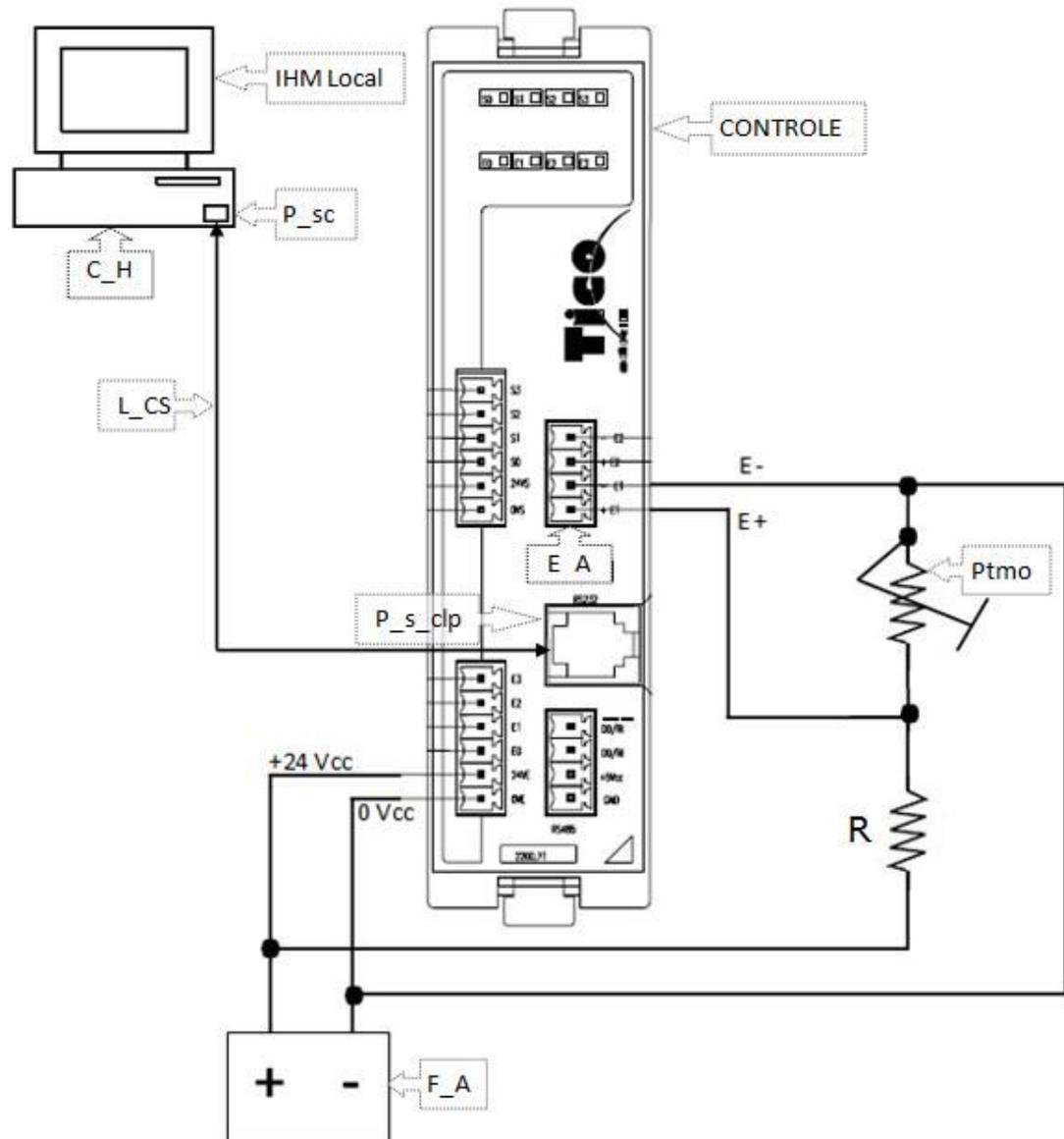


Figura 3: Esquema de ligações entre unidade de controle e Interface Homem-Máquina Local.

Na Figura 3 são apresentados: i) módulo de CONTROLE, ii) porta serial do computador hospedeiro (P_sc), iii) porta serial do CLP (P_s_clp), iv) entrada analógica (E_A), v) potenciômetro (Ptmo), vi) resistor de limitação de corrente (R), e vii) fonte de alimentação (F_A).

Na fase de testes da Interface Homem-Máquina Local (IHM_Local) foi utilizado um potenciômetro (Ptmo), como meio para aplicar os sinais analógicos na entrada analógica (E_A) do módulo de CONTROLE conforme mostra a Figura 4.

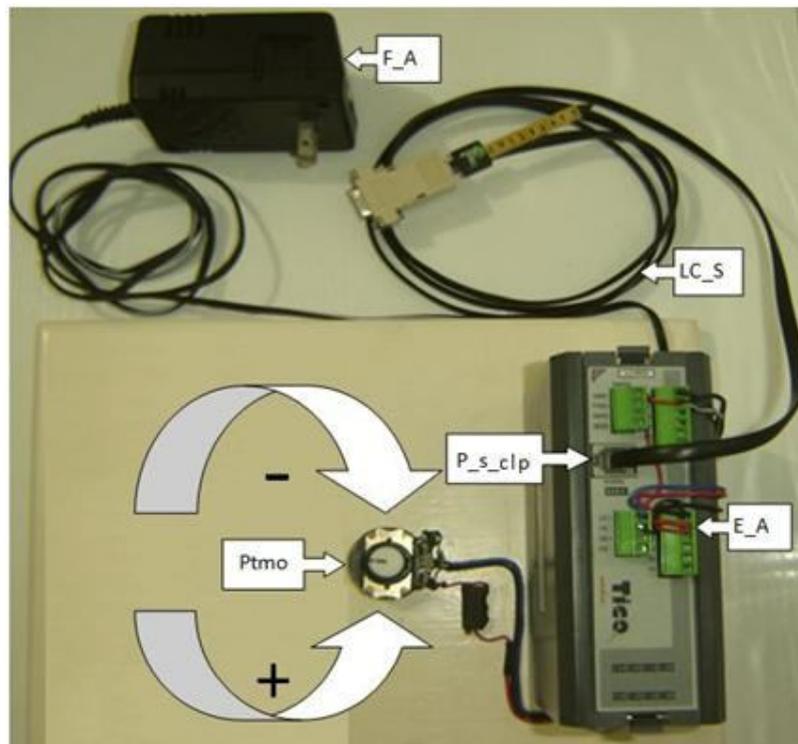


Figura 4: Conexões do módulo de controle.

A fonte (F_A) realiza adequação do tipo e nível de tensão entre os padrões de fornecimento estabelecidos pela concessionária de energia elétrica e as características operacionais exigidas pelo CLP, ou seja, tensão contínua com valor de 24 volts, além de ser equipada com dispositivo de proteção contra as sobrecorrentes na linha de alimentação.

4.2. PROGRAMA DE GERENCIAMENTO

O programa de gerenciamento de informações da arquitetura proposta neste trabalho foi elaborado para atender aos testes relacionados com a primeira versão do protótipo. Esse programa é capaz de realizar a medição e supervisão remota dos volumes de combustíveis em tanques de postos de abastecimento, trabalhando em conjunto com todos os blocos previstos na arquitetura proposta na Figura 1.

A primeira etapa da operação é realizada com os recursos disponíveis na Interface Homem-Máquina (IHM_Local) e consiste em receber e interpretar os sinais enviados pelo módulo de CONTROLE, os quais estão relacionados com os estímulos aplicados no potenciômetro para simular os sinais elétricos gerados pelos sensores de ultra-som. Como resposta aos estímulos aplicados, os objetos virtuais da Interface Homem-Máquina Local (IHM_Local) exibem o valor de cota e volume do tanque de combustível na tela do computador hospedeiro (C_H_1), para ser observado pelo funcionário do posto, em seguida é estabelecida conexão com o banco de dados (B_D) disponível no SERVIDOR (C_H_S), para envio e armazenamento dessas informações referentes a medição realizada.

A segunda etapa da operação é realizada com os recursos da Interface Homem-Máquina Remota (IHM_Remota), e está concentrada em acessar os registros referentes aos valores de cota e volumes dos combustíveis armazenados no banco de dados (B_D), para torná-los disponíveis ao administrador da rede de postos de abastecimento, por meio do computador hospedeiro (C_H_C) do bloco CLIENTE, mostrado na Figura 1.

O fluxograma analítico apresentado na Figura 5 representa uma sequência específica de ações previstas no programa de gerenciamento que foi utilizado na realização dos testes práticos deste trabalho.

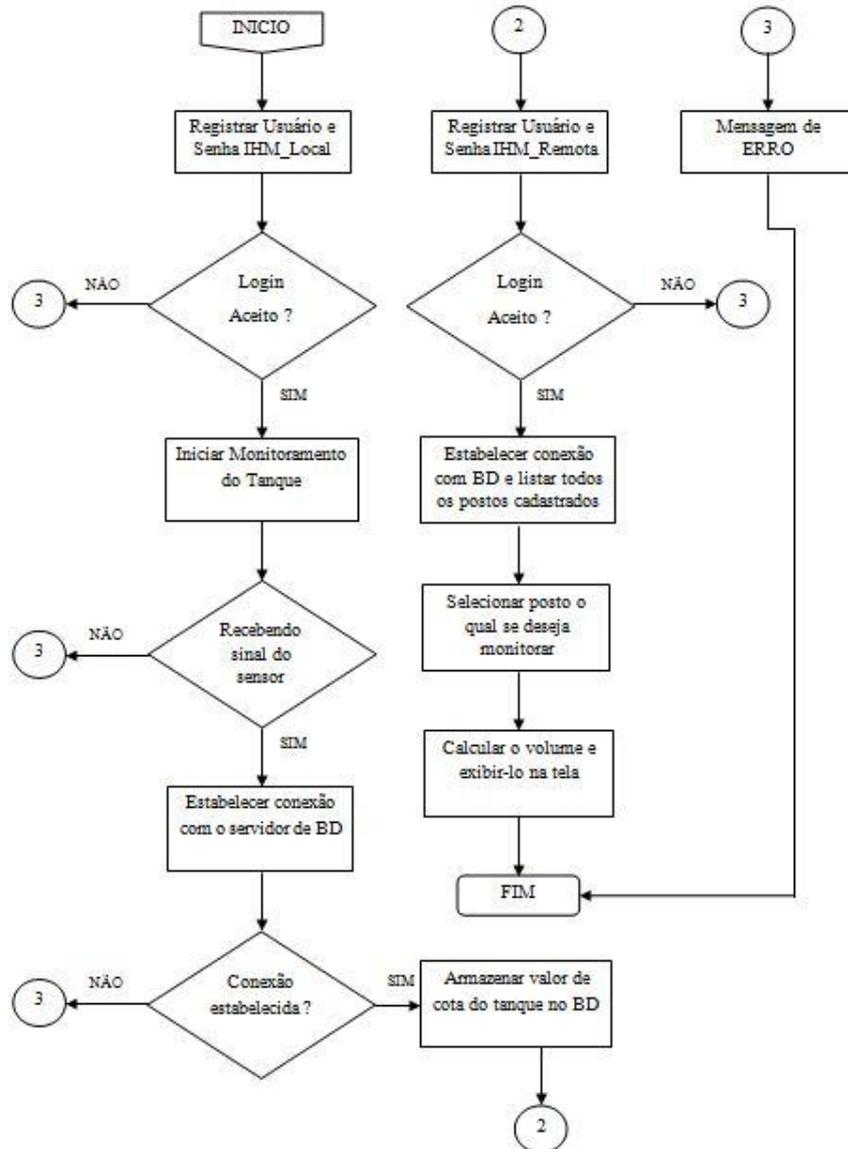


Figura 5: Fluxograma analítico de teste.

4.3. INTERFACES GRÁFICAS

A função principal da Interface Homem-Máquina Local (IHM_Local) está concentrada em apresentar as sinalizações visuais, a fim de informar ao funcionário do posto a variação e valor de cota e os volumes de combustível dos tanques do posto, e enviar essas informações para serem armazenadas no banco de dados que está instalado no SERVIDOR. A janela principal dessa interface é mostrada na Figura 6.

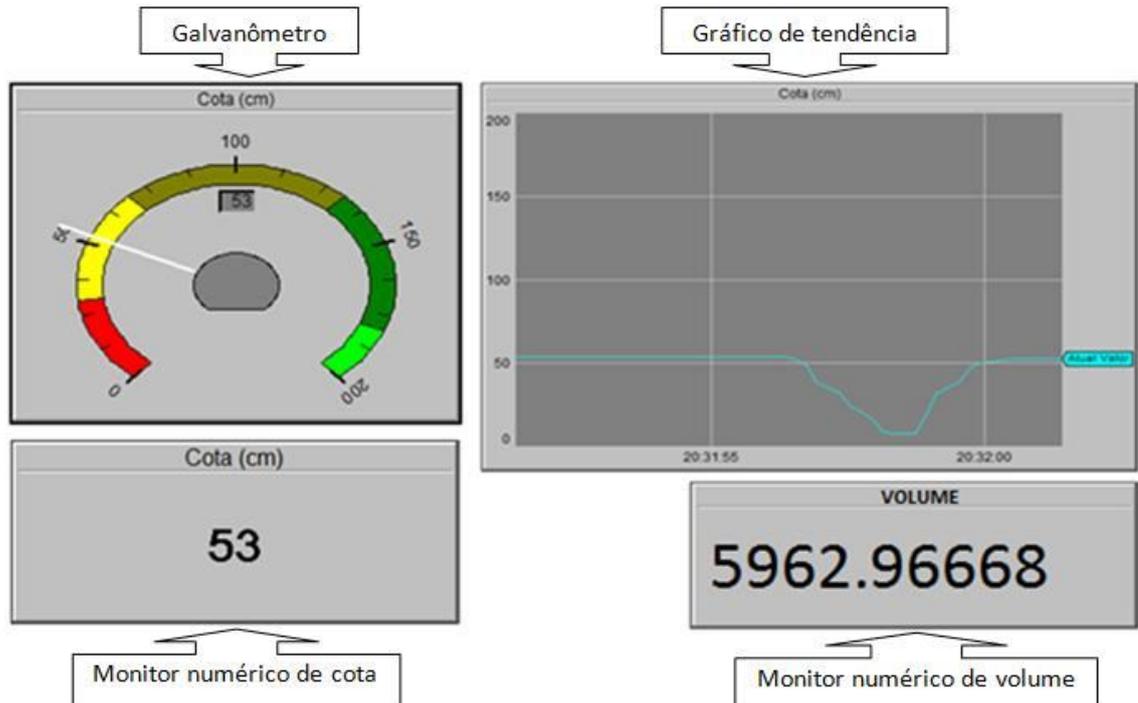


Figura 6: Janela principal da Interface Homem-Máquina Local.

A janela apresentada na Figura 6 possui objetos virtuais como monitores (*displays*) numéricos, galvanômetro e gráfico de tendência, que exibem o valor da cota e o volume do tanque selecionado para o funcionário do posto de abastecimento. Esses objetos foram selecionados por serem intuitivos e de fácil entendimento.

A Interface Homem-Máquina Local (IHM_Local) tem como finalidade: i) receber e interpretar os sinais enviados pelos módulos de CONTROLE, os quais são referentes aos valores de cota de combustível contidos no tanque do posto de abastecimento, ii) realizar o cálculo do volume de combustível e tornar disponível para exibição a variação do valor de cota e o volume de combustível disponível no tanque, e iii) estabelecer conexão para atualizar o banco de dados (B_D) e tornar disponível essa informação no SERVIDOR (C_H_S) para acesso de cliente. Os objetos virtuais elaborados para atender essas finalidades são denominados por: Monitor numérico de cota, Monitor numérico de volume, Galvanômetro e Gráfico de tendências.

A função principal da Interface Homem-Máquina Remota (IHM_Remota) é exibir os volumes dos tanques do posto selecionado para supervisão à distância. A janela principal dessa interface é mostrada na Figura 7.



SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA
Tema: Gestão, Inovação e Tecnologia para a Sustentabilidade

2.168.1.99/mestrado/detalhe_posto.php?cod=1

Favoritos Ferramentas Ajuda



Figura 7: Janela principal da Interface Homem-Máquina Remota.

Após efetuar a identificação, com nome de usuário e senha (*Login*), uma janela exibe as opções do sistema que são: i) Configuração, incluem as opções de cadastro de postos e parametrização de valores operacionais, ii) Monitoramento, exibe a lista de postos de abastecimento cadastrados para que o administrador da rede de postos selecione qual posto deseja monitorar. Após a seleção do posto é apresentada a janela principal da interface Homem-Máquina Remota (IHM_Remota), mostrada na Figura 7. Essa janela possui componentes para exibir as informações armazenadas no banco de dados (B_D) e que estão relacionadas com: Posto, Endereço, Bairro, Cidade, Tanque, Nível e Volume.

A Interface Homem-Máquina Remota (IHM_Remota) tem como finalidade, i) estabelecer conexão com o banco de dados (B_D), para acessar os registros onde estão armazenados valores de cota dos tanques dos postos de abastecimento, ii) exibir os volumes de cada tanque do posto selecionado para administrador da rede de postos de abastecimento, iii) enviar correspondência eletrônica (email), quando atingir o volume mínimo previamente configurado, e iv) gerar gráfico de variação de volume de período anteriormente configurado.

O protótipo foi configurado para operar com um tanque de aproximadamente 30.000 litros, cujas dimensões são comprimento: 8.500 milímetros, largura: 2.400 milímetros, altura: 2.000 milímetros totalizando um volume de 30.400 litros.

4.4 TESTES PRÁTICOS

Na realização dos testes práticos para validar os principais blocos da arquitetura proposta nesse trabalho foram: i) executadas as ligações apresentadas na arquitetura da Figura 4, ii) elaborado um programa em linguagem ladder para o módulo de CONTROLE, iii) elaborada uma Interface Homem-Máquina Local (IHM_Local), e iv) elaborada uma Interface Homem-Máquina Remota (IHM_Remota).

Um divisor de tensão com potenciômetro (Ptmo) foi adotado para simular os sinais gerados pelo sensor de ultra-som. Nesse potenciômetro foram aplicados estímulos para retratar a variação do valor de cota do combustível armazenado no tanque de um posto de abastecimento, sendo que para os estímulos aplicados foi observado que as Interfaces Homem-Máquina Local (IHM_Local) e Interface Homem-Máquina-Remota (IHM_Remota) apresentaram corretamente as sinalizações visuais esperadas para o tipo de operação realizada.

O protótipo desenvolvido neste trabalho foi submetido a sequência de passos previsto no fluxograma analítico apresentado na Figura 5, sendo que o comportamento do mesmo atendeu as expectativas de eficácia desejadas para a fase em questão.



5. CONCLUSÃO

Os resultados satisfatórios observados nos testes práticos realizados com a primeira versão de protótipo representativo da aludida arquitetura, mostram que a proposta apresentada neste trabalho é viável e pode ser levado a efeito para a aplicação a qual se destina.

Os objetivos previstos para esta primeira fase foram alcançados, principalmente no que concerne em propor uma arquitetura de sistema que utiliza Interface Homem-Máquina para monitorar remotamente volumes de combustível em tanques de postos de abastecimento de veículos automotores.

Os testes que foram realizados estavam focados em simular o cenário do cotidiano de trabalho de um posto com a introdução da arquitetura proposta neste trabalho, sendo observados resultados satisfatórios que indicam como principais benefícios o ganho de tempo e aumento de precisão em determinar o volume de combustível nos tanques, além de aumentar a segurança dos funcionários e minimizar fraudes.

Na montagem do protótipo foi utilizado, exclusivamente, sistema de supervisão, controlador lógico programável e sensores, disponíveis no mercado nacional, situação que minimiza custo de implantação e manutenção além de facilitar a execução de alterações no sistema.

6. REFERÊNCIAS

NBR 13787, Controle de estoque dos sistemas de armazenamento subterrâneo de combustíveis (SASC) nos postos de serviço, ABNT, 1997.

ROSÁRIO, J. M. Princípios de Mecatrônica. Editora Person Prentice Hall, São Paulo, Brasil, 2005.

DE MORAES, C. C. e CASTRUCCI, P. L. Engenharia de Automação Industrial, LTC, Rio de Janeiro, 2001.

ELIPSE SCADA, Supervisory Control and Data Acquisition System - Manual do Usuário, 2004.

FISCHER, HERBERT G. PHP - Guia de Consulta Rápida, Editora Novatec, São Paulo, 2000.

MYSQL.COM, disponível em <http://www.mysql.com/why-mysql/>. Acesso em 30/06/2012.

HARDWARE, disponível em <http://www.hardware.com.br/tutoriais/cabos-rede/>. Acesso em 28/06/2012.

CENTOS - THE COMMUNITY ENTERPRISE OPERATING SYSTEM, disponível em <http://www.centos.org>. Acesso em 30/05/2012.