

SISTEMA EMBARCADO MÓVEL PARA AUTOMAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA E ESTOCAGEM EM REFINARIAS

Fernando M. Mori¹ (UTFPR), Flávio Neves Jr² (UTFPR), Rui A. de L. Cristo³ (UTFPR),
Herlon de M. Paleo⁴ (UTFPR), Aileen Z. Carniel⁵ (UTFPR), Ricardo Lüders⁶ (UTFPR)

¹Av. Sete de Setembro, 3165, 80230-901 – Curitiba, PR, Brasil, mori@cpgei.cefetpr.br

Em refinarias de petróleo, principalmente no setor de Transferência e Estocagem (TE), muitas tarefas devem ser realizadas manualmente por operadores humanos, tais como a abertura e fechamento de válvulas ou identificação e manutenção de equipamentos de campo. Diferentemente do que ocorreu com a automação de processos (com a implantação de instrumentos e atuadores remotos coordenados por supervisórios - SDCD), a automação da TE exige novas abordagens. As grandes dimensões das áreas e o trabalho predominantemente manual, executado por operadores de campo em constante movimentação, requerem o uso de equipamentos móveis que possam receber e enviar ordens de operação. Estes dispositivos móveis sem fio devem implementar interfaces de alto nível para o envio e recebimento das ordens de serviço, contendo informações sobre a sequência das operações e localização dos dispositivos a serem operados, fornecendo, também, o meio adequado para a confirmação das operações executadas. Este trabalho visa desenvolver uma plataforma computacional móvel, instalada em veículo automotivo, de apoio à decisão de operadores, para o auxílio e controle de operações de transferência e estocagem em refinarias de petróleo. O principal foco é a aplicação na automação de procedimentos operacionais da transferência e estocagem de refinarias e terminais de petróleo. Através desta ferramenta, e também da nova metodologia de trabalho, os efeitos decorrentes da operação indevida de dispositivos operados manualmente podem ser minimizados.

palavra-chave-1, indústria do petróleo-2, transferência e estocagem-3, sistemas embarcados-4, redes sem fio

1. INTRODUÇÃO

Em refinarias de petróleo, principalmente no setor de transferência e estocagem (TE), muitas tarefas devem ser realizadas manualmente por operadores humanos, tais como a abertura e fechamento de válvulas ou a identificação e manutenção de equipamentos de campo. As grandes dimensões das áreas e o trabalho predominantemente manual, executado por operadores de campo em constante movimentação, requerem o uso de equipamentos móveis que possam receber e enviar ordens de operação. Estes dispositivos móveis sem fio devem implementar interfaces de alto nível para o envio e recebimento das ordens de serviço, contendo informações sobre a sequência das operações e localização dos dispositivos a serem operados, fornecendo ainda o meio adequado para a confirmação das operações executadas.

Este trabalho tem como objetivo principal desenvolver uma plataforma computacional móvel, instalada em veículo automotivo, de apoio à operação, auxiliando e controlando as atividades de transferência e estocagem em refinarias de petróleo. Através desta nova metodologia de trabalho, implementada na ferramenta computacional embarcada, os efeitos decorrentes de falha de operação em dispositivos manuais podem ser minimizados. De modo geral, o projeto é adequado para a automação de processos que envolvem tarefas executadas por humanos, dispersas em grandes áreas, com certa mobilidade, dificuldade de comunicação, e que requeiram uma supervisão centralizada.

O sistema proposto integra, numa solução móvel embarcada, uma fonte DC-DC para ambiente automotivo, um *hardware* para monitoração dos estados de operação do veículo (por questões de segurança) e um *software* de gerenciamento de ordens de serviço, comunicando com o computador servidor com possibilidade de visualização da planta. A Figura 1 ilustra o diagrama em blocos do protótipo embarcado.

O principal benefício do trabalho está diretamente relacionado à diminuição dos riscos de acidentes nas operações do setor de transferência e estocagem de refinarias. Geralmente, tais acidentes resultam em grandes prejuízos para o ambiente, para as populações locais, além da perda do valor agregado dos produtos e degradação da imagem da empresa. Em grandes companhias como a Petrobras os riscos de acidentes devem ser evitados ao máximo, já que eles resultam em um grande impacto ambiental, de alto custo financeiro e que degradam a imagem da empresa. Desta maneira este projeto poderá diminuir a probabilidade de erros por parte dos operadores, os quais terão uma ferramenta de apoio à decisão orientando a execução de tarefas completas e confirmando a sua realização junto à central de operações. Esta, por sua vez, poderá informar para a estação embarcada, descrições de ordens de serviços, tarefas, diagramas de funcionamento e a localização dos equipamentos para serem operados na refinaria.

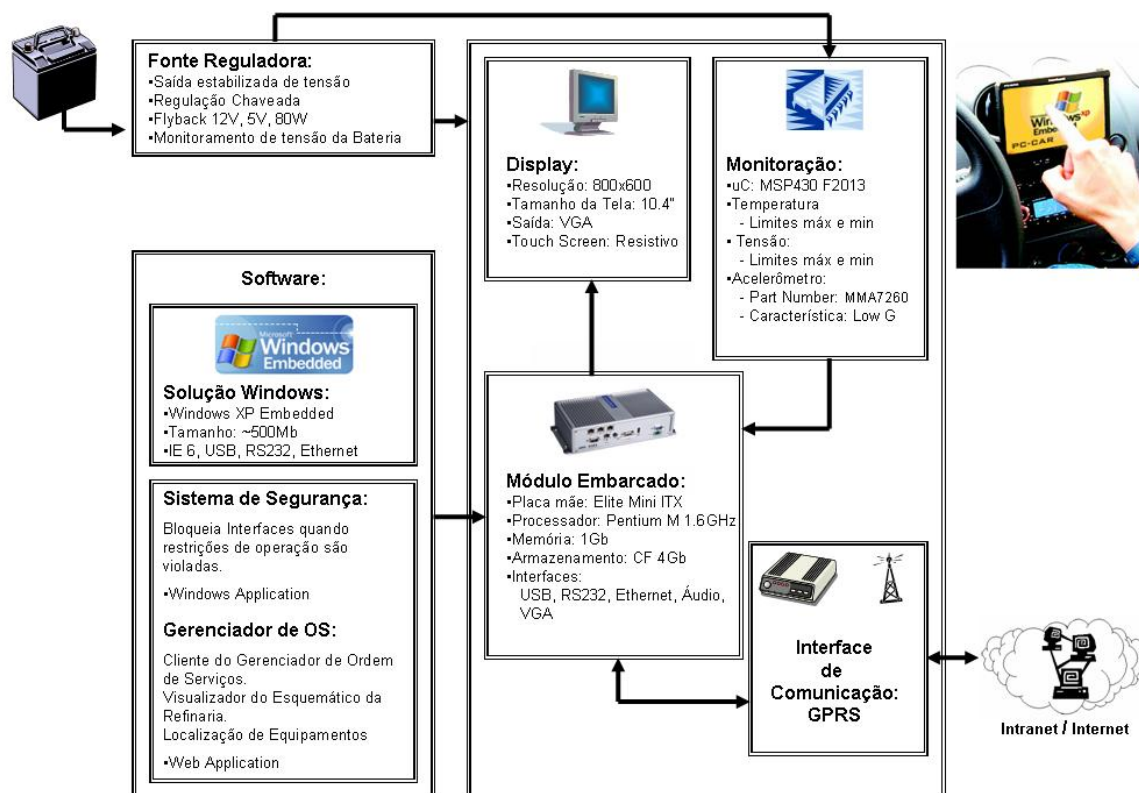


Figura 1. Diagrama em blocos do protótipo embarcado

2. REVISÃO DA LITERATURA

Muitos trabalhos abordam o parque de Transferência e Estocagem sob o ponto de vista da programação de operações. Este, por sua vez, aborda a execução de uma programação dada sob o ponto de vista da automação de procedimentos.

Um Parque de TE de uma refinaria de petróleo é constituído por equipamentos de armazenagem, tais como tanques e vasos de pressão, estações de bombeamento, estações de medição e estações de transporte (rodoviário, ferroviário, marítimo e dutoviário).

Os tanques e vasos de pressão estão instalados em áreas distintas, conforme famílias de produtos que armazenam. Tipicamente tem-se uma área de tanques de petróleo, uma área de vasos e esferas para armazenamento de gases, áreas para armazenamento de derivados claros (gasolina, óleo diesel, querosene, nafta), derivados intermediários e derivados escuros (Malherbi, 2004).

Uma extensa rede de dutos, distribuídos em segmentos, interliga os equipamentos aos seus clientes. Um parque de TE pode estar equipado com 100 a 300 tanques, em torno de 100 bombas, 100 a 200 válvulas atuadas remotamente, e aproximadamente 2000 válvulas atuadas manualmente (Agrawal, 1997).

Operações de Transferência e Estocagem em refinarias de petróleo são responsáveis pela movimentação de produtos, tais como petróleo, diesel, gasolina, nafta, entre os diversos setores da refinaria. Tais procedimentos operacionais são realizados diariamente, e o fluxo de produtos é dado pela abertura de válvulas e acionamento de bombas da malha de dutos (Ramos, 2004).

Como toda operação de transferência envolve alterações de estoque, faz-se necessária uma medição do estoque dos tanques e vasos envolvidos na operação, do início e ao término. A anotação dos dados desta medição é de interesse corporativo, não somente de interesse operacional.

Em função do volume de dados envolvido, normalmente não é informado ao programador da TE, o novo estado de muitos dos recursos, tais como alinhamentos, bombas e operadores disponíveis. Este fato introduz um grau de incerteza no resultado das operações programadas, pois algumas operações podem ser inexequíveis na data desejada em função da indisponibilidade dos recursos envolvidos.

Além destes recursos, o programador da TE deve verificar as questões ligadas à qualidade dos produtos que estão sendo transferidos, prevenindo contaminações e degradação de qualidade, pois alguns produtos não são compatíveis entre si.

3. METODOLOGIA

A automação de procedimentos operacionais da transferência e estocagem em refinarias é baseada no desenvolvimento de um protótipo de um sistema embarcado móvel. Mais do que diminuir o tempo gasto na troca de informações entre central de operação e estação remota, a plataforma computacional embarcada em veículos visa garantir que as operações serão executadas corretamente de forma eficiente e otimizada.

Utilizando-se este sistema, o operador poderá interagir com a central de operações, visualizando as informações de operações e atualizando novas condições da planta enquanto realiza suas tarefas. Além disso, erros decorrentes da realização indevida de tarefas, ou simplesmente na realização em ordem inadequada, seriam evitados. Deste modo o resultado é diretamente relacionado à maior segurança, economia, e qualidade de serviço em operações críticas, tais quais as realizadas em plantas petroquímicas.

Como o desenvolvimento do protótipo visa avaliar sua operação a partir de um veículo automotivo, algumas características inerentes à aplicação, relacionados à eletrônica foram consideradas. Por exemplo, a ausência de partes críticas móveis no computador embarcado (como o disco rígido), a fonte de alimentação automotiva, interface homem máquina (IHM) dedicada, pouco volume na troca de dados entre o módulo móvel e a central de operações, entre outros. Como o desenvolvimento desse sistema pode ser modularizado, cada bloco, ilustrado pela Figura 1, pode ser desenvolvido de modo independente, restando ao final a etapa de integração entre as partes.

As seções abaixo descrevem detalhadamente os diversos módulos do protótipo embarcado.

3.1 Fonte de Alimentação

Para adequar a tensão do sistema elétrico do carro ao módulo móvel, uma fonte do tipo *flyback* foi projetada de modo que a tensão de alimentação seja estável, independente das variações de tensão da bateria/alternador do automóvel. O objetivo desta implementação é desenvolver uma fonte automotiva de baixa potência, a fim de customizar a plataforma embarcada e garantir condições ideais de operações da plataforma móvel.

A tensão do sistema elétrico do automóvel possui uma variação aproximada entre 8 a 14 volts, dependendo do estado de funcionamento do automóvel. A Figura 2 modela os estados de funcionamento da fonte de alimentação do automóvel. No estado parado, a tensão de alimentação corresponde à tensão da bateria (aproximadamente 12 volts). Quando o veículo está ligado, o alternador alimenta o sistema recarregando a bateria. Neste estado a tensão de alimentação se altera para 14 volts. Além disso, quando se parte o motor, a tensão de alimentação cai abruptamente podendo chegar a 8 volts, devido ao consumo de corrente pelo motor de partida. A Figura 3 ilustra o perfil de tensão nos três estados do modelo mostrado pela Figura 2.

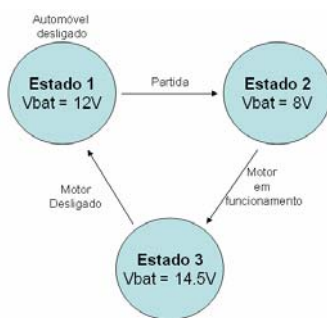


Figura 2. Estados de funcionamento da bateria automotiva

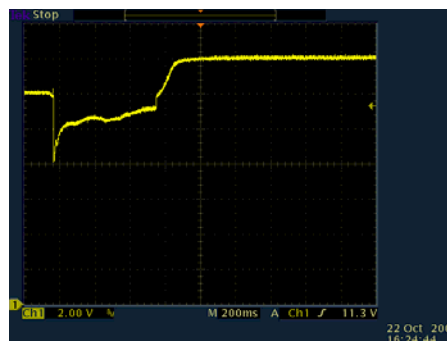


Figura 3. Perfil de tensão da bateria automotiva durante a partida

O requisito de consumo de energia elétrica do sistema foi considerado tendo como parâmetros os valores máximos de operação de cada módulo: plataforma embarcada 30 watts, monitor LCD *touchscreen* 20 watts, *hardware* de monitoramento 0,5 watt. Portanto, a fonte deve suprir o mínimo de 50.5 watts à plataforma embarcada móvel.

A topologia escolhida foi a de uma fonte chaveada tipo *flyback*, de entrada entre 8 a 14 volts e saídas 12 e 5 volts, justificada pelo fato manter as saídas estáveis mesmo com variações da tensão de entrada. A potência máxima nominal fornecida pela fonte é igual a 80 watts. Portanto, pode-se considerá-la de baixa potência, embora ela seja suficiente para suprir todo o sistema móvel embarcado.

Para o projeto e o desenvolvimento da fonte o modelo *flyback* foi simulado a fim de verificar seu funcionamento e corrigir eventuais problemas. A fonte proposta foi então implementada e testada, considerando as aproximações utilizadas na simulação feitas com o SPICE.

3.2 Módulo Embarcado

Como o sistema embarcado deve executar tarefas de alto desempenho computacional, foi escolhida a plataforma Mini ITX, cuja arquitetura de processadores é x86. Algumas características dessa plataforma devem ser salientadas, como o baixo consumo de energia, dimensões reduzidas, e diversas opções de interface. A vantagem da utilização desta plataforma é o funcionamento similar a um computador pessoal, porém embarcado, para utilização em ambientes hostis, como ambientes industriais e automotivos.

A Figura 4 a ilustra a plataforma embarcada utilizada, possuindo processador intel Pentium M 1,6GHz, 1Gb DDR RAM, 4Gb Compact Flash, 2 Interfaces Ethernet, 6 USB, 4 Seriais, 1 PCI, 1 VGA, AUDIO.

Por se tratar de uma plataforma embarcada em um veículo automotivo, as características do monitor LCD o favorecem para a aplicação. Um monitor LCD (*Liquid Crystal Display*) é um monitor bastante leve e fino sem partes móveis. Consiste de um líquido polarizador da luz, eletricamente controlado que se encontra comprimido dentro de células entre duas lâminas transparentes polarizadoras. Os eixos polarizadores das duas lâminas estão alinhados perpendicularmente entre si. Cada célula é provida de contatos elétricos que permitem que um campo magnético possa ser aplicado ao líquido lá dentro. A Figura 4 b ilustra a construção do monitor LCD. Além disso, existem monitores LCD *touchscreen*, ou seja, sensíveis ao toque, que dispensa a utilização do mouse. Essa película sensível corresponde a um sensor resistivo, capacitivo, sensor de ondas acústicas, ou por infravermelho. Dentre estas, a tecnologia resistiva é a mais utilizada, devido a sua maior vida útil, e a menor susceptibilidade à interferência do sinal. A Figura 4 c ilustra o monitor (VM 104 TFT *touchscreen*) utilizado na plataforma móvel.

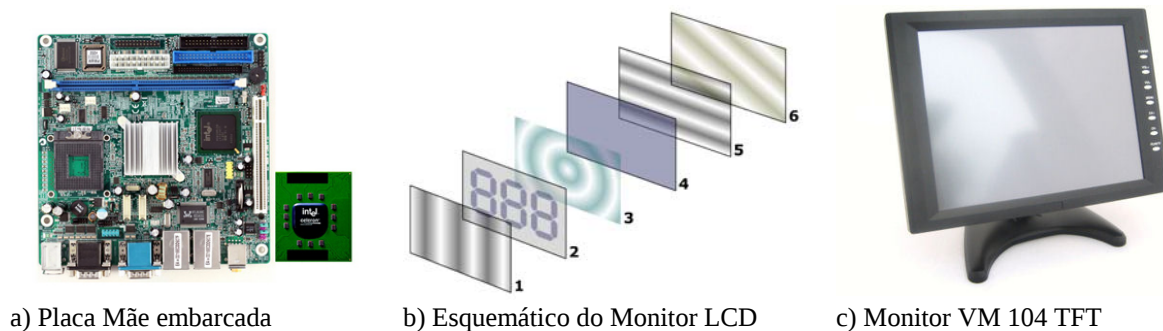


Figura 4. Plataforma embarcada utilizada

3.5 Monitoração

Basicamente três requisitos foram abordados para o funcionamento seguro de todo o sistema. O primeiro está relacionado ao bloqueio da interface do sistema com o usuário enquanto o veículo estiver em movimento. Isso evita que o operador se distraia com a tela do computador enquanto dirige. O segundo requisito é desligar o computador quando a tensão da bateria estiver abaixo de um limite determinado por *software*. Isso evita que o computador conduza a bateria a um nível de tensão que impossibilita a recarga, denominado estado de *deep discharge*. A última restrição de operação especifica que o computador deve ser desligado quando a temperatura do computador ultrapassar um limite também determinado por *software*. Consequentemente, o sistema embarcado é sempre forçado a trabalhar dentro de uma faixa de temperatura especificada pelo fabricante, o que aumenta a vida útil do sistema.

Para a monitoração do movimento do veículo pode-se utilizar a tecnologia de acelerômetros *low-g*. Estes dispositivos consistem em, basicamente, dois capacitores variáveis em série. A variação das capacitâncias ocorre de maneira inversa em cada capacitor e está diretamente vinculada à aceleração. Ou seja, quando o componente está sujeito a uma aceleração uma das partes dos capacitores, que é móvel, varia sua posição, variando assim a capacitância. Este esquema pode ser vista na Figura 5 abaixo.

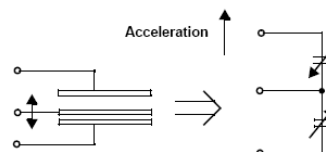


Figura 5. Modelo físico e equivalente de um acelerômetro

A principal vantagem da utilização do acelerômetro para esta aplicação é a sua instalação. O *hardware* no qual o acelerômetro está contido não precisa estar conectado a nenhum eixo, alguma parte específica ou adquirir

um sinal elétrico do veículo. Ou seja, é uma aplicação “não intrusiva” que determina a movimentação ou não do veículo. Assim, o sistema de monitoração pode funcionar em qualquer veículo, independente de marca ou modelo. Outra vantagem com relação à utilização do acelerômetro é a capacidade de medir vibração. Como o motor do carro tem vibrações diferentes para rotações diferentes do motor, esta característica também pode ser utilizada para detectar se o veículo está ou não em movimento.

Para atender todos os requisitos de operação, um *hardware* micro-controlado foi desenvolvido para monitoramento do veículo, assim como um *software* de controle executado no computador embarcado. Dessa forma, a placa de monitoramento envia para o computador embarcado dados de variação da aceleração, tensão da bateria e temperatura que são tratados pelo *software* de monitoração. O *hardware* contém um micro-controlador MSP430 F2013 da Texas Instruments, acelerômetros *low-g* (MMA 6260, MMA7260) para detectar o movimento, sensores de temperatura e tensão da bateria. O sensor de temperatura é interno ao micro-controlador. A tensão da bateria é obtida através de um conversor A/D do próprio micro-controlador. Além disso, o *hardware* é composto de um *transceiver* serial RS232 para envio de dados ao computador embarcado e um *display* 16x2 para depuração e testes.

A Figura 6 mostra o fluxograma do *firmware* implementado na placa.

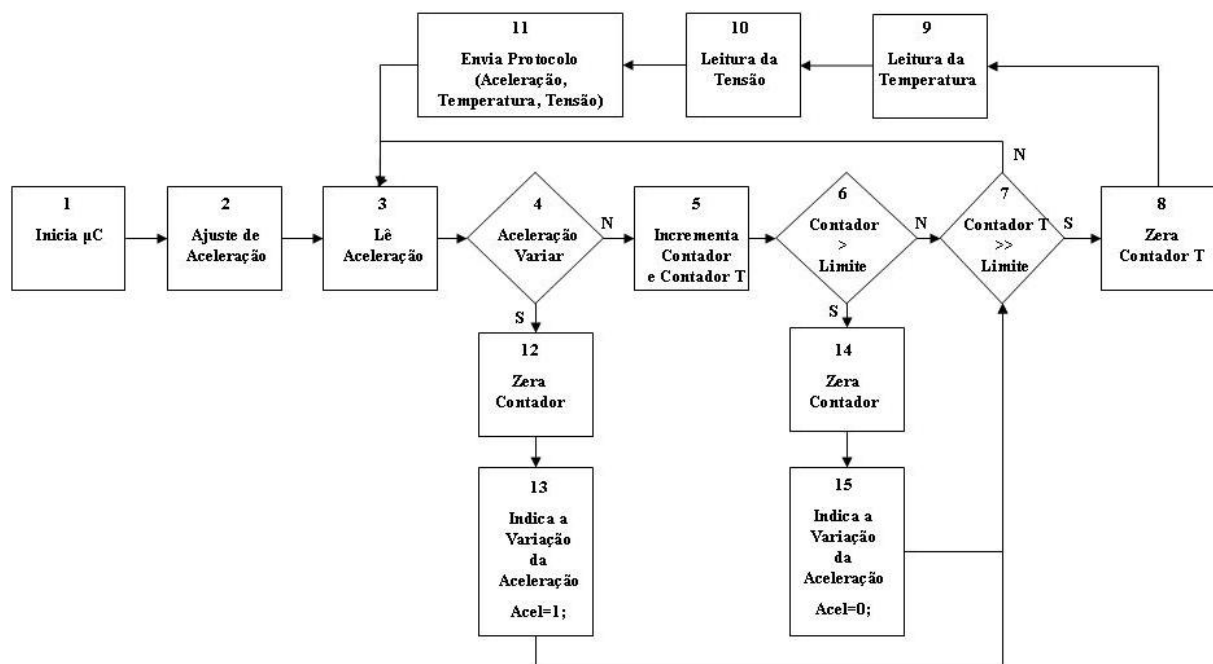


Figura 6. Diagrama esquemático do *firmware* do módulo embarcado

A seqüência de instruções é brevemente descrita a seguir:

1. Inicialização do micro-controlador;
2. Ajuste do sinal da aceleração;
3. Faz a leitura do sinal de aceleração e o converte para cm/s²;
4. Verifica se houve variação mínima na leitura atual do acelerômetro em relação a anterior;
5. O Contador e o Contador Tempo (T) são incrementados;
O Contador indica o número de vezes que não houve variação da aceleração;
O Contador T indica o tempo de quanto falta para estourar o tempo limite;
6. Compara o número de vezes que a aceleração não variou com um número limite de variações;
7. Compara Contador T com um limite de tempo pré-determinado;
8. Se ultrapassar o tempo então zera o contador do tempo;
9. Faz a leitura da temperatura através do sensor interno do MSP;
10. Faz a leitura do nível da bateria com o AD interno ao MSP;
11. Envia pela RS232 para o módulo embarcado, através de um protocolo, a indicação de variação de aceleração, valores da tensão e temperatura;
12. Se a aceleração variou, zera o contador de vezes que não variou;
13. A variável de estado da variação da aceleração é estabelecida;
14. Se o contador de vezes que não houve variação da aceleração for maior que o limite determinado, então zera o contador;
15. Como o contador de números de não variação estourou então a variável de estado da aceleração é zerada;

3.6 Software Embarcado

O *software* implementado na plataforma móvel pode ser dividido em três grandes partes, descritas a seguir:

3.6.1 Sistema Operacional Embarcado e Software de Monitoramento Embarcado:

O Microsoft Windows XP Embedded® [XPE, <http://www.microsoft.com/windows/embedded>] é uma versão componentizada do sistema operacional Windows XP, que possibilita o rápido desenvolvimento de dispositivos mais confiáveis, completos e conectados. Baseado no mesmo código binário do Windows XP Professional, o Windows XP Embedded permite que os desenvolvedores selecionem individualmente os componentes e recursos necessários para a criação de dispositivos embarcados personalizados e de pequeno porte.

Por ser um sistema operacional componentizável, seus requisitos mínimos de processador e memória são reduzidos quando comparados a um sistema operacional convencional.

Desta forma, pode-se criar um sistema dedicado apenas aos recursos disponíveis no computador. No caso deste projeto, um computador com uma quantidade reduzida de armazenamento, e ainda assim compatível com os softwares desenvolvidos para Windows XP Professional®.

O software de monitoramento embarcado corresponde a uma aplicação Windows, desenvolvido em C#, a qual serve de interface entre o usuário e o *hardware* de monitoração. Através desse programa é possível configurar valores de referência para aceleração, temperatura e nível de tensão mínima na bateria. Suas principais funções são: bloquear a interface com o usuário (vídeo, teclado e *touch*), caso o automóvel esteja em movimento e desligar o computador embarcado com segurança, caso a temperatura ou o nível da bateria estejam fora dos valores configurados para operação.

3.6.2 Aplicativo: Software Gerenciador de Ordem de Serviços (GOS)

A utilização de um software de apoio à decisão para operações manuais, como a manipulação de válvulas e bombas, auxilia a realização destas tarefas e reduz a possibilidade de acidentes de trabalho e riscos ambientais. Ainda, a aplicação deve facilitar a rotina de trabalho de operadores de campo, identificando e ordenando as tarefas a serem executadas e também identificando os equipamentos na malha. O software de apoio à decisão, ou Gerenciador de Ordem de Serviços (GOS), contém tarefas ordenadas, bem caracterizadas, em seqüência de execução. Ainda, para a identificação de elementos na planta, um visualizador deve ser integrado, completando a solução para a aplicação.

O GOS é um software baseado em navegadores web, como o Internet Explorer e o Mozilla Firefox, em que, para segurança, os usuários deverão ser cadastrados em um servidor e possuir identidade e senha para efetuar suas atividades. Depois de logado, o operador poderá baixar as operações que devem ser efetuadas e visualizá-las no navegador. Cada operação será detalhada em tarefas as quais deverão ser validadas pelo operador. O GOS é composto por um lado servidor (situado num *desktop* na central de operações, por exemplo), o qual basicamente cadastrará as ordens de serviços, e o lado cliente, que receberá as tarefas e as editará remotamente utilizando a plataforma móvel.

Como a plataforma será embarcada em um automóvel, a comunicação cliente – servidor será realizada através de uma rede sem fio. Atualmente, uma das redes sem fio mais indicadas para tal aplicação é a GPRS, cuja taxa de transmissão varia entre 20kbps a 56kbps. No entanto, a cobrança por este serviço é dada por bit recebido, o que deve ser considerado no projeto do GOS. Portanto, foram estudadas e implementadas tecnologias que minimizam a quantidade transferida de dados, como o AJAX (*Asynchronous Javascript XML*), e o SVG (*Scalable Vector Graphics*).

3.6.3.1 GOS: Tecnologias Web – AJAX e SVG

AJAX [<http://www.w3schools.com/ajax>] é uma técnica de programação, baseada em padrões bem definidos (Javascript, HTML, XML e CSS), para criar aplicações Web, mais rápidas e com maior interatividade. Basicamente, através desta técnica, o navegador fica responsável pela exibição do conteúdo, ou seja, pela interface com o usuário. Já o servidor faz todo o processamento dos dados e comunicação com o bando de dados. Em outras palavras, é no servidor que se encontra a aplicação propriamente dita. A comunicação entre cliente-servidor é realizada através de *forms* ou arquivos/variáveis XML. Para a programação da aplicação no servidor foram utilizados a linguagem C# e um servidor banco de dados Oracle. Tanto o lado cliente como o servidor foram desenvolvidos na plataforma .NET da Microsoft [<http://www.microsoft.com>]. A Figura 7. mostra o modelo de funcionamento do AJAX.

Scalable Vector Graphics [<http://www.w3schools.com/svg>], ou simplesmente SVG, é uma linguagem gráfica baseada em XML, que descreve imagens através de textos e formas gráficas vetorizadas. Ele é um padrão aberto, independente de fabricantes, desenvolvido em 1999 pela W3C - *World Wide Web Consortium*. Essa tecnologia é

apropriada para aplicações Web interativas, dirigido a dados, com fontes de dados em tempo real, tais como comércio eletrônico e banco de dados corporativo. Algumas características que permitem a aplicação da tecnologia SVG em aplicações Web são:

- Interatividade de Inteligência: é uma linguagem baseada em XML que associada a uma linguagem *script*, como o Javascript, possibilita interatividade e dinamismo da imagem. Um exemplo são as modificações de atributos propriedades dos elementos dadas respostas a eventos gerados pelos usuários, como *clicks*, *double-clicks*, *onmouseover*, em que as imagens podem sofrer animação, mudar de cor, forma e até mesmo ter um áudio relacionado.

- Independência de *display* e *zoom*: as imagens não dependem da resolução do display ou da impressora, ou seja, não há problemas com bordas deformadas devido ao aumento dos *pixels* ou *anti-aliasing*. É possível aumentar a imagem até 1600% sem perda de *sharpness* (definição), detalhe ou claridade. Não existem limitações de fontes ou de layout, permitindo que uma imagem sempre seja vista do mesmo jeito. As Figuras 8 e 9 mostram um comparativo entre os formatos JPEG e SVG quando se aproxima a imagem.

- Linguagem baseada em texto: o arquivo SVG não é um arquivo binário, mas sim bastante similar ao HTML de fácil compreensão.

- Arquivo pequeno: o formato SVG permite que arquivos sejam menor que formatos convencionais como JPEG e GIF.

- Portabilidade: por ser um padrão Web, este tipo de arquivo pode ser aberto pelos navegadores Internet Explorer (com a instalação do *plug-in* Adobe SVG Viewer, [<http://www.adobe.com/svg>], ou Mozilla Firefox a partir da versão 1.5

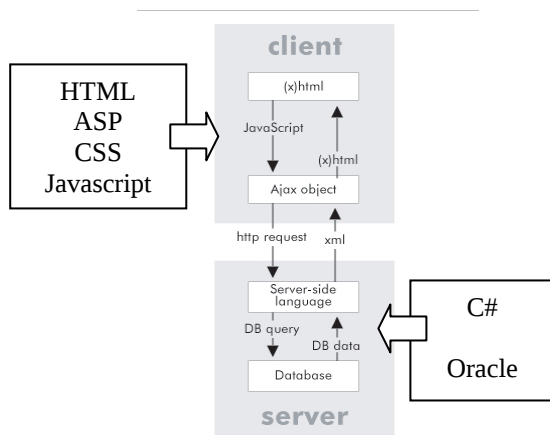


Figura 7. Modelo AJAX

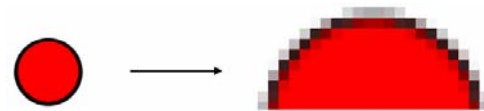


Figura 8. Representação ampliada de uma imagem no formato JPEG



Figura 9. Representação de uma imagem no formato vetorial (SVG)

Utilizando-se essa tecnologia foi possível caracterizar o parque de tanques de uma refinaria. Nesta visualização encontram-se equipamentos como bombas, válvulas (manuais e automáticas), tanques, misturadores, filtros, extensões e segmentos de dutos. Além disso, é possível a caracterização destes elementos através de *tags* que relacionam a figura SVG com as propriedades de cada elemento contidas no banco de dados.

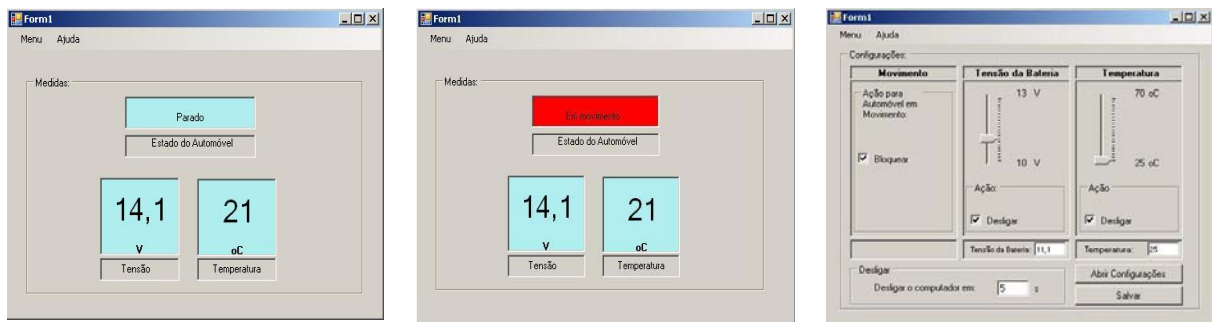
4. RESULTADOS

Os resultados obtidos estão divididos entre os diversos módulos desenvolvidos para o sistema móvel embarcado apresentado a seguir.

4.1 Fonte Flyback:

Através da simulação é possível verificar o correto controle da fonte para as tensões de entrada de 8 e 14 volts. A saída de 12 volts é corretamente controlada para as duas situações. O secundário de 5 volts teve sua saída em 8 volts. Esta saída, por ser de menor potência, pode ser regulada utilizando um regulador linear de baixo custo, tendo no final a tensão de 5 volts. A terceira saída, de 15 volts, é utilizada apenas para alimentar o circuito de controle, evitando as variações da tensão de entrada para entregar uma tensão estável ao circuito de controle. A tensão ficou em 18 volts. Como esta saída também não requer alta potência, e não há a necessidade de uma tensão precisa, foi utilizado um diodo zener comum para a regulação. Foi utilizado o circuito integrado uc3845 da Texas Instruments como controlador. Além disso, o controle do PWM no CI é feito por controle de

Note 1: [A] A = DIL-8 Pin Number, B = SO-14 and CFP-14 Pin Number.
 Note 2: Toggle flip flop used only in 1844 and 1845.



no campo observação. Assim como as ordens de serviço, as tarefas também possuem atributos. O atributo tag é representa o nome da tarefa; a instrução descreve as ações que devem ser tomadas para a correta realização da tarefa; a localização indica se a tarefa é interna ou de campo; a duração indica o tempo estimado para a execução da tarefa e, por último, o operador relaciona a pessoa a qual executará a tarefa.

Considerando essas informações é possível orientar os operadores nas tomadas de decisão e realização das tarefas. Essa nova sistemática de trabalho automatiza a transferência de informações entre programação e execução de tarefas, diminuindo a possibilidade de acidentes e facilitando o trabalho, principalmente dos operadores de campo.

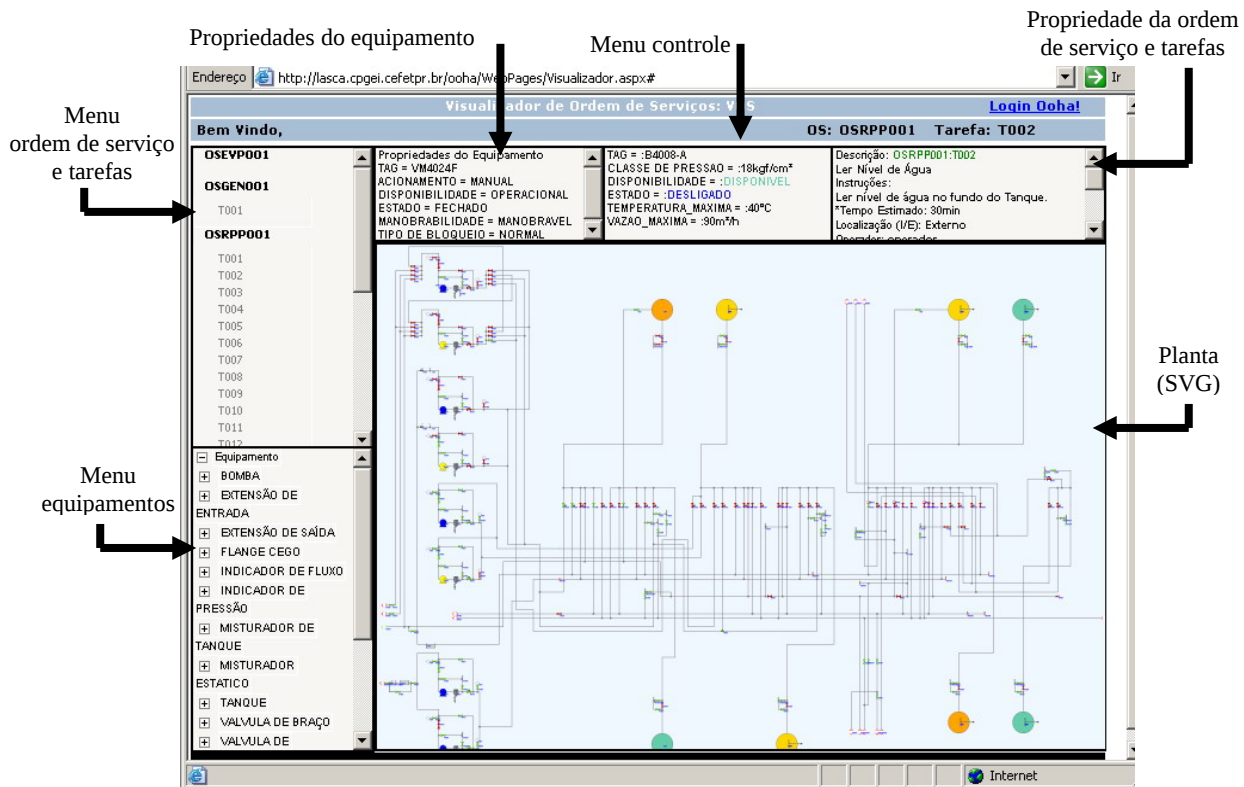


Figura 12. Visualizador de ordem de serviços

5. CONCLUSÃO

O desenvolvimento desse protótipo concentra diversas tecnologias recentes, tanto de *software*, quanto de *hardware*, caracterizando um projeto complexo de engenharia. O desenvolvimento de hardware foi subdividido nos projetos da fonte *flyback* e no sistema de monitoramento, já o desenvolvimento de *software* abrange o programa de monitoração e o gerenciador de ordem de serviços. Após a integração entre todos os módulos do projeto conclui-se que o sistema pode, de fato, automatizar operações e auxiliar decisões tomadas por operadores em um parque de tanques de uma refinaria. Isso porque a plataforma embarcada móvel é adequada para o ambiente automotivo especificado, atendendo aos requisitos de segurança, e possui um *software* protótipo acessível pela Internet. Além disso, o protótipo pode ser instalado em qualquer veículo automotivo, independente de marca ou modelo, uma vez que toda a plataforma é “não intrusiva”.

Automatizar todo um parque de transferência e estocagem é muito caro, considerando a instalação de toda uma nova infra-estrutura, principalmente de instrumentação. Portanto, através da abordagem proposta, o operador humano é estratégico para a automação da TE, no entanto, ele deve ser munido de ferramentas adequadas para a realização do trabalho.

Apesar de todo o desenvolvimento, grandes melhorias e mudanças podem ser realizadas neste projeto visto que o sistema foi desenvolvido para teste de conceito. Podem-se citar algumas melhorias, como adequação do computador embarcado para redução de custos, alteração do *hardware* de monitoramento e do firmware para melhorias no sensoriamento do movimento e “variáveis” do automóvel, modificação do *software* gerenciador de ordem de serviços, com uma especificação detalhada de IHM, sugestões de funcionalidades, e implementação de um *workflow* de tarefas.

De modo geral, o projeto é adequado para a automação de processos que envolvem tarefas executadas por humanos, dispersas em grandes áreas, com certa mobilidade, dificuldade de comunicação, e que requeiram uma supervisão centralizada.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Agencia Nacional do Petróleo – ANP – e da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP – por meio do Programa de Formação de Recursos Humanos para o setor de Petróleo e Gás (PRH10-UTFPR).

7. REFERÊNCIAS

- AGRAWAL, S.S. Advanced closed loop controls of refinery off-site operations, part I. In: Hydrocarbon Enginnering, Julho/Agosto 1997, p. 28-33.
- AJAX Tutorial, <http://www.w3schools.com/ajax>, acessado em 04/06/2007.
- MALHERBI, A. A. Sistema gerenciador de operações de transferência e estocagem em refinarias de petróleo. 06/2004. 154. CPGEI/UTFPR, Curitiba, 2004.
- Microsoft Windows Embedded, <http://www.microsoft.com/windows/embedded>, acessado em 04/06/2007.
- RAMOS, A. E. M. Uma ferramenta computacional para auxílio na tomada de decisões em operações de transferência e estocagem em refinarias de petróleo. 03/2004. 98. CPGEI/UTFPR, Curitiba, 2004.
- Scalabe Vector Graphics, <http://www.adobe.com/svg/>, acessado em 04/06/2007.
- SVG Tutorial, <http://www.w3schools.com/svg>, acessado em 04/06/2007.

MOBILE EMBEDDED SYSTEM FOR AUTOMATING TRANSFER AND STORAGE TASKS IN OIL REFINERIES

At petroleum refineries, mainly in transference and storage areas (TS), many tasks should be made by human operators as, for instance, opening and closing valves or identification and maintenance of field equipment. Differently of classical process control and automation, implemented with remote instruments and actuators coordinated by a supervisory system - DDCS, the TS automation demands new solutions. The great extension of TS field and a lot of manual tasks done by field operators that constantly move through the refinery demand a mobile equipment which can receive and send operations tasks. These mobile, wireless devices must implement a high level interface to send and receive operational orders, which contains information about task sequences, as well as the position of field devices to be commanded. This project aims to develop a mobile computational platform installed on automotive vehicles for supporting to the operator's decision. The main focus is related to the operational procedures automation of Transference and Storage in refineries. Using this approach, the effect of operational mistakes can be minimized.

Keywords 1, oil industry-2, transfer and storage tasks automation-3, embedded systems-4, wireless networks

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste artigo.