5º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS

TÍTULO DO TRABALHO:

Sistema Supervisório para o Método de Elevação *Plunger Lift*

AUTORES:

Lennedy C. Soares [1], Adelardo A. D. de Medeiros [2], Alan D. D. Protásio [3], Edson H. Bolonhini [4]

INSTITUIÇÃO:

1. Engenheiro de Computação – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

2. Doutor, Professor – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

3. Universidade Federal do Rio Grande do Norte

4. Consultor Técnico- Engenheiro MSC – Petrobras

Sistema Supervisório para o Método de Elevação *Plunger Lift*

Abstract

The several existing methods for oil artificial lifting and the variety of automation equipment for these methods many times lead the supervisory systems to be dedicated to a unique method and/or to a unique manufacturer. To avoid this problem, it has been developed the supervisory system named SISAL, conceived to supervise wells with different lifting methods and different automation equipments. The SISAL system is working in several Brazilian states but, nowadays, it is only supervising rod pump-based wells. The objective of this work is the development of a supervision module to the plunger lift artificial lift method. The module will have the same characteristics of working with automation hardware of many manufacturers. The module will be integrated to the SISAL system, incorporating the capacity to supervise the plunger lift artificial lift method.

Introdução

Os sistemas de supervisão, também conhecidos como SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), são largamente utilizados, como observou Daneels e Salter (1999). Os sistemas supervisórios estão presentes em diversos campos da produção humana, como na indústria, na área de segurança e na automação residencial.

De acordo com Sitao (2000) é possível dividir a arquitetura de hardware de um sistema supervisório em 3 camadas diferentes: camada dos CLPs (Controlador Lógico Programável), camada de dados e camada de cliente. A primeira é responsável por realizar a aquisição dos dados; a segunda é responsável por realizar a transmissão dos dados, enquanto a última é responsável por armazenar, exibir os dados e realizar toda a interação com o usuário.

No seguinte trabalho, a camada dos CLPs é encarregada de adquirir dados de poços de petróleo. Os dados adquiridos são disponibilizados através da camada de dados que pode ser dividida em duas sub-redes: rede de campo e rede local. A rede de campo possui uma arquitetura mestre-escravo, enquanto a rede local é baseada na arquitetura cliente-servidor. Na camada do cliente está disponível um sistema computacional que armazena e exibe as informações sobre o estado dos poços através de módulos de software.

O software existente na camada de cliente é chamado de software de supervisão ou supervisório. Este possui a responsabilidade de gerenciar a aquisição de dados gerados, de exibir os dados de uma forma útil e de armazená-los. Os dados devem ser exibidos através de interfaces gráficas que tornem a visão dos mesmos o mais intuitiva possível ao usuário.

Ao analisarmos a supervisão de poços de petróleo é possível constatar que os vários métodos de elevação artificial e os diferentes equipamentos de automação utilizados no controle dos poços de petróleo fazem desta atividade um desafio. Esse desafio é claramente visível ao observarmos que, para um método de elevação artificial, existe um conjunto de variáveis que difere do conjunto de variáveis de outro método de elevação, e que tornam a exibição em um único software uma tarefa complexa. Outro fator a tornar mais complexo o desenvolvimento deste sistema de supervisão é a diversidade entre os equipamentos de automação utilizados e as diversas soluções proprietárias existentes nesta área.

Na Figura 1 é possível observar uma típica arquitetura utilizada para o desenvolvimento de um software supervisório. Nesta típica arquitetura é possível observar o inconveniente de existir um supervisório para cada método de elevação, o que torna ineficiente a sua utilização devido ao aumento de custos, falta de intercomunicação entre estes softwares entre outros.

De Souza (2006) tratou do desenvolvimento de uma arquitetura de software de supervisão, que propôs solucionar os problemas na supervisão de vários métodos de elevação. Além disso, ainda foi apresentado um software baseado nesta arquitetura, chamado SISAL, que atualmente, encontra-se em operação em vários estados brasileiros, supervisionando somente poços com o método de elevação bombeio mecânico.

Tomando a arquitetura proposta por de Souza (2006) como ponto de partida, este trabalho propõe desenvolver um módulo que possibilite supervisionar o método de elevação plunger lift, e que possua a característica de comunicar-se com qualquer equipamento de automação independente de fabricante ou protocolo utilizado.

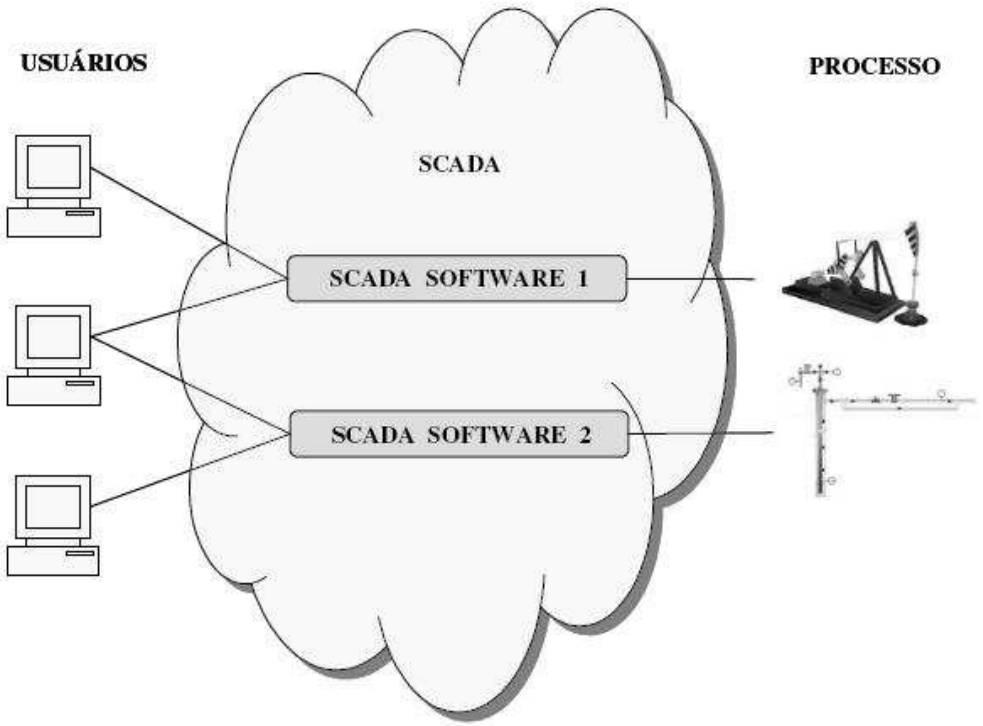

Figura 1. Sistema SCADA usual.

Arquitetura do *Software* Supervisório

A arquitetura utilizada neste trabalho procura dividir as atividades realizadas, pelo software de supervisão, em módulos de software, como forma de otimizar o funcionamento de cada parte do software. A figura 2 apresenta a estrutura da arquitetura, onde existem três dispositivos principais: cliente, servidor e mestre. O mestre ainda é dividido em duas subcategorias: mestre de campo e mestre de banco. O cliente possui a responsabilidade de exibir os dados aos usuários, através de uma interface gráfica amigável, enquanto o servidor possui a função de interligar os módulos. O mestre de banco interliga os módulos de software ao banco de dados e o mestre de campo gerência a recepção dos dados dos poços.

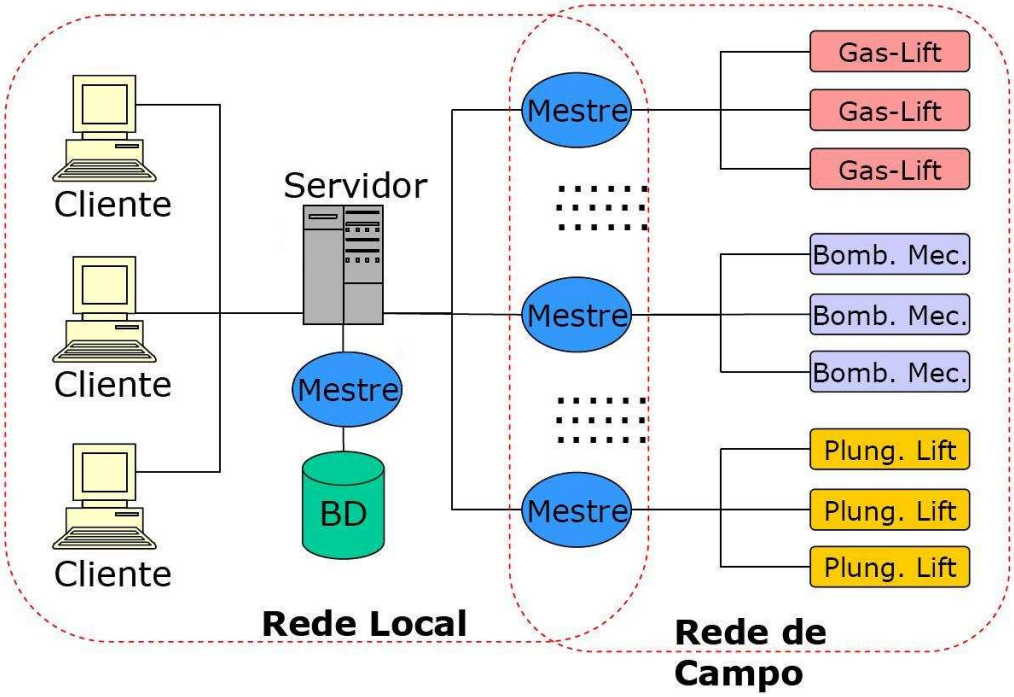

Figura 2. Arquitetura utilizada no software supervisório.

Software Sisal

O software SISAL foi desenvolvido através de uma parceria entre a Petrobras e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e atualmente supervisiona diversos poços, com o método de elevação bombeio mecânico, em vários estados brasileiros. Atualmente o software SISAL possui a capacidade de obter dados de poços com automação de diferentes fabricantes, exibindo os dados adquiridos em um formato padrão.

Supervisório *Plunger Lift*

Como Baruzzi (1995) definiu, o princípio básico de funcionamento do método de elevação plunger lift é acumular, por algum tempo, uma coluna de líquido no fundo do poço para depois eleva-la, utilizando para isso a expansão de gás pressurizado. Para elevar o pistão é utilizado o gás da própria formação ou gás injetado. O pistão ao subir leva o líquido que estava acima do mesmo, o que gera uma produção intermitente de petróleo na superfície.

Na Figura 3 é possível observar a interface gráfica que representa um poço, no módulo de software ao qual este artigo refere-se. Nesta tela são exibidos os principais dados existentes no método de elevação plunger lift tais como: pressão na cabeça do poço (Pcab), pressão no revestimento (Prev), fluxo de gás (QGI) e tempo de viagem de pistão (TVP). Além das variáveis adquiridas pelos sensores presentes no poço, ainda são exibidos nesta tela dados que representam o atual estado do poço: erros que estão ocorrendo no momento da leitura dos dados no CLP e dados referentes ao controle PID existente nos CLPs.

Como o método plunger lift utiliza o gás da formação para elevar os líquidos existentes no fundo do poço à superfície, este método tem um gasto energético pequeno em relação a outros métodos de elevação, pois basicamente a única energia gasta com este método é a energia para

alimentar os equipamentos eletrônicos que monitoram o poço. Desta forma, é possível utilizar baterias alimentadas por energia solar para fornecer a energia necessária ao equipamento eletrônico. De fato, vários poços, os quais serão supervisionados pelo software descrito neste artigo, utilizam um sistema de alimentação por energia solar em conjunto com uma bateria. Ao observar novamente a Figura 3 é possível visualizar no lado direito superior a representação de uma bateria. Esta representação informa a voltagem apresentada pela bateria no momento da leitura. Além desta representação, serão disponibilizados alarmes que informarão se a bateria se encontra em um estado crítico.

Aspectos da Comunicação

O método de elevação plunger lift funciona em ciclos periódicos, na ordem de tempo de alguns minutos. Para observar o comportamento do poço, um usuário do sistema supervisório deve analisar como as pressões se comportam dentro de um espaço de tempo relativamente curto. Desta forma, para obter as curvas de pressão, em relação ao tempo, condizentes com a realidade é produzida pelos CLPs uma quantidade de dados significativamente grandes.

A grande quantidade de dados gerada pelos CLPs obrigou este trabalho a lidar com este desafio, determinando uma forma eficiente de adquirir os dados existentes nos CLPs, e determinando a melhor forma de armazená-los e exibi-los aos usuários.

Além da questão da grande quantidade de dados gerados, existe o fato de que os CLPs em questão são alimentados por energia solar. Este fato obriga um gerenciamento dos tempos de acesso aos CLPs de acordo com a luz solar, para poupar energia durante os momentos de ausência de luz.

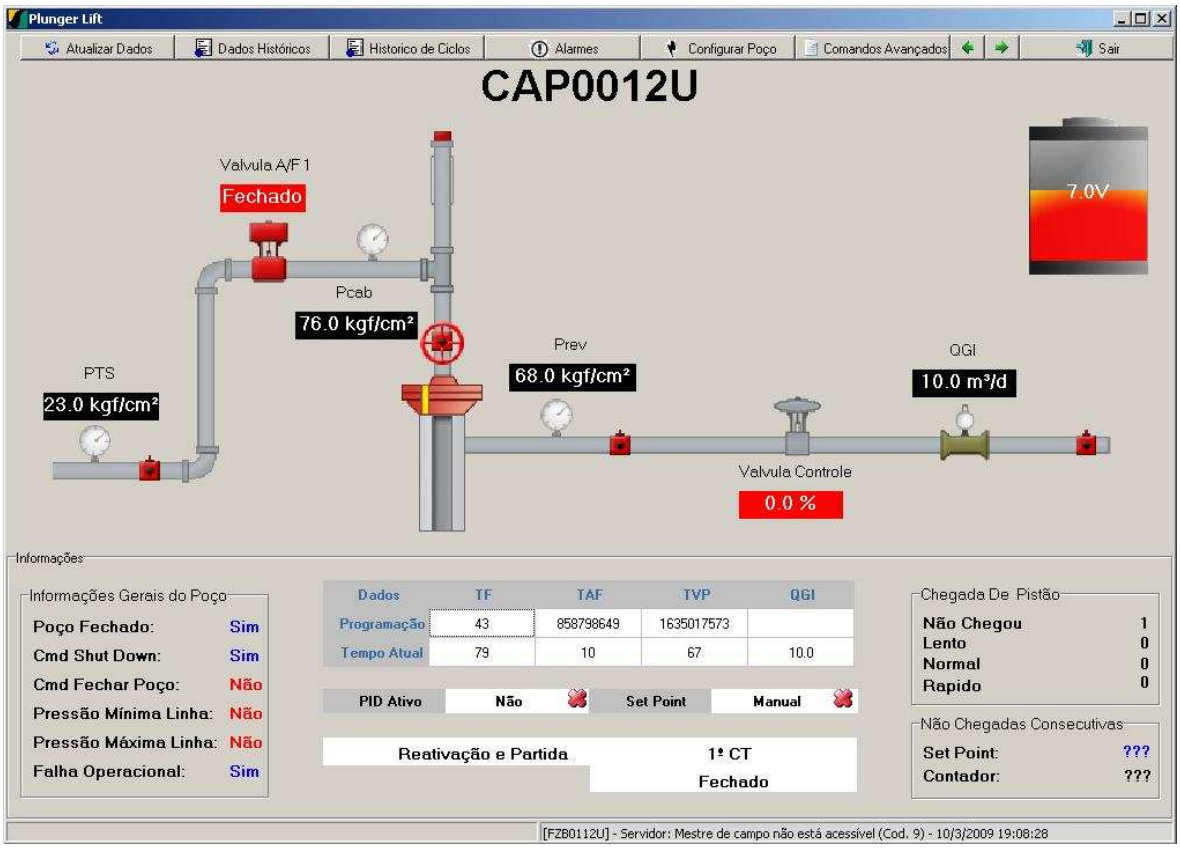

Figura 3. Tela do Supervisório *Plunger Lift*.

De acordo com Melendez (2001) os sistemas supervisórios devem ser capazes de adquirir as informações do processo e torná-las disponíveis para o usuário do sistema. No entanto, devido às limitações do tempo de exposição à energia solar, o sistema a noite não funcionará com a mesma eficiência em relação ao dia. Portanto, as informações produzidas pelo processo, à noite, serão acumuladas nos CLPs e deverão ser transferidas durante o dia para o sistema supervisório. Além disso, como a própria produção de dados pode ser superior à taxa com que o supervisório faz a aquisição dos dados, os CLPs podem sempre ter dados acumulados.

O problema apresentado é obter os dados acumulados no CLP durante a noite mantendo, no entanto, as telas do supervisório o mais atualizadas possível.

O conceito de dois tipos de dados serão apresentados neste momento para simplificar a apresentação da estratégia de aquisição dos dados:

Dados Atuais: Dados que correspondem à atual situação dos poços.

Dados Históricos: Dados que se acumulam com o tempo e representam à história do poço.

Para adquirir os dados históricos sem deixar os dados atuais desatualizados, no supervisório é apresentado um modelo de aquisição de dados formado através de janelas de tempo dinâmicas. Na Figura 4 é possível observar a janela JN quem tem início quando houver luz do sol e finaliza quando anoitecer. Esta janela, portanto, possui um tamanho fixo.

O tempo que leva para todos os poços serem lidos é denominado janela de tempo JL e pode variar dependendo do número de poços como também do tempo levado para realizar a leitura de um poço.

Os tempos P1, P2, P3 representam o tempo para realizar a leitura do poço 1, poço 2 e poço 3, respectivamente.

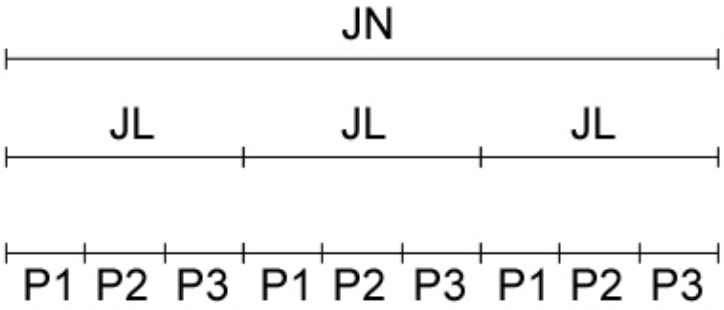

Figura 4. Janela do programa

Símbolo	Significado
JN	Janela de tempo disponível para um dia
JL	Janela de tempo para obter os dados de todos os poços
P_i	Tempo para obter os dados do poço i (segundos)
T_1	Tempo de aquisição dos dados Atuais (segundos)
T_2	Tempo de aquisição dos dados de histórico (segundos)
T_x	Taxa de produção de dados (dados/segundo)
T_{min}	Tempo mínimo de aquisição de dados históricos

Tabela 1. Legenda da Figura 4

$$P_i = T_{1,i} + T_{2,i} \quad \text{onde i=1,2,...N} \tag{1}$$

O valor de T1 é sempre constante, pois obtêm sempre a mesma quantidade de dados, ao contrário de T2 que pode variar dependendo do número de dados históricos pedidos ao controlador.

Controlando o valor de T2 é possível determinar se a aquisição dos dados dos controladores vai privilegiar a leitura dos dados históricos ou dos dados atuais. Quanto menor T2 maior o número de janelas JL que aparecerão em uma mesma janela JN, o que informa que os dados atuais estão sendo atualizados numa velocidade maior.

No entanto, para evitar o aumento do número de dados históricos no controlador:

$$T_{2,i} > T_{\min,i} \tag{2}$$

Onde:

$$T_{\min,i} = T_{x,i} \sum_{j=1}^{N} P_j \tag{3}$$

Conclusões

É importante salientar que o projeto descrito neste artigo objetiva se incorporar ao software SISAL, dotando o mesmo da capacidade de obter dados de mais de um método de elevação. Este fato prova a capacidade da arquitetura desenvolvida para o software SISAL de adaptar-se aos diversos métodos de elevação para poços de petróleo.

Referências Bibliográficas

DE SOUZA, R. B., MEDEIROS, A. A. D., Nascimento, J. M. A., Maitelli, A. L., Gomes, H. P. SISAL - Um sistema supervisório para elevação artificial. In: Rio Oil & Gás Expo and Conference .2006.

DANEELS, A., SALTER, W., I. E. WHAT IS SCADA?. International Conference on Accelerator and Large Experimental Physics Control System, 1999.

SITAO, W., QINGQUAN, Q. Using device software in SCADA systems. In: Power Engineering Society Winter Meeting, 2000.

Baruzzi, J. O. A,, ALHANATI, F. J. S. Optimum plunger lift operation. In: SPE Production Operations Symposium, 1995.

MELENDEZ, J., COLOMER, J., ROSA, J. L. Expert supervion based on cases. In: 8thIEEE International Conference on Emerging Tecnologies and Factory Automation, 2001.

THOMAS, JOSÉ EDUARDO. Fundamentos de engenharia do petróleo, editora interciência, 2001.

WANG, J., WANG, H., YU, H., H., XU, A. Research of archetecture and scheduling for wireless industrial control system. In: International Conference on Information Acquisition, 2006.