

# PROJETO E ESTUDO DE CONTROLADOR DE NÍVEL PARA UM PARQUE DE TANQUES DE MATÉRIA-PRIMA LÍQUIDA

**Rogério de Campos Mello<sup>1</sup>, Luciano Charles Martinez<sup>2</sup>, Luis Filipe Wiltgen Barbosa<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> FEAU/UNIVAP – Jacareí – SP

<sup>1</sup> mellorc@terra.com.br, <sup>2</sup>lmarti12@conbr.jnj.com, <sup>3</sup>wiltgen@univap.br

**Resumo** - Este artigo apresenta um estudo para o monitoramento e o controle de nível em reservatórios de matérias-primas líquidas em um parque de tanques, observando as normas de segurança, definições legais para instalação de tanques & acessórios, visando atender aos requisitos para obtenção das Normas ISO 14001.

**Palavras-chave:** Tanques, controle, nível, sensores.

**Área do Conhecimento:** III Engenharias

## Introdução

Reverendo a história do desenvolvimento humano, observam-se grandes eras (MASTEN, 1999), desde a era *Agrícola*, passando pela era *Industrial* até a era da *Informação* que em poucas décadas já suplantou a produtividade combinada das eras anteriores. Desde que o homem começou a armazenar líquido em tanques a necessidade de saber a real quantidade estocada sempre esteve entre as necessidades primárias.

Desde as réguas graduadas, aos primeiros relatos científicos que ilustram tentativas de controle eletro-eletrônico de nível são da década de 30, quando o principal aparato para proceder este controle não passava de hastes metálicas conectadas a circuitos elétricos, para que de forma discreta, fosse possível determinar os níveis máximo e/ou mínimo de um reservatório.

No final da década de 50 surgiram os primeiros sensores capazes de prover uma escala gradual do líquido no seu reservatório, à medida que a tecnologia permitia novas ferramentas os sensores foram sendo aprimorados até o surgimento de novos sensores como os:

- *ultra-sônicos;*
- *ópticos;*
- *de pressão;*
- *capacitivos;*
- *dentre outros.*

Atualmente, a prosperidade é fundamentada no conhecimento, sendo medida pela inteligência, capacidade de inovação e criatividade, as quais são traduzidas em métodos mais eficientes para produzir tecnologia, produtos, serviços e capital.

Sistemas de controle de níveis de líquidos são importantes processos com diversas aplicações, principalmente na indústria química, petroquímica, nuclear e de celulose (GOSMAN, 2002).

A estabilidade e controle de processos industriais têm se tornado nos últimos anos fator determinante para expansão e continuidade de empresas que produzem um produto ou serviço em um mercado globalizado. Considerando a competitividade cada vez maior para maximizar a produção minimizar os custos, e ainda, proporcionar o alcance da qualidade, além de eliminar possíveis riscos de incidentes ambientais, é um grande desafio.

Torna-se assim, indispensável o controle e/ou monitoramento das condições de operação de plantas modernas de maneira robusta, segura, remota e lucrativa.

Dentre as inúmeras necessidades em processos industriais, controlar uma variável significa mantê-la dentro de determinados limites pré-estabelecidos, tendo a estabilidade de operação, a otimização do desempenho operacional e a redução das influências de perturbações externas e internas, como os principais objetivos. As conseqüências econômicas e sociais quando tais objetivos não são alcançados podem ser catastróficas (EMBIRUÇU, 1999).

Nas próximas seções serão demonstrados os critérios de sensoriamento e a arquitetura do sistema de controle proposto.

Para finalizar são apresentados os resultados obtidos com o sistema de controle de nível proposto, através de gráficos e telas, seguidos de suas análises.

## Sistema de Controle de Nível de Líquidos

Esse projeto viabiliza a construção de um sistema de controle automático e monitoramento

à distância do nível de cada tanque de matéria-prima, de um conjunto de reservatórios (Álcool Etilico, Óleo Mineral, Detergente) cuja aplicação se destina a processos de fabricação que requerem fornecimento dessas matérias prima líquidas dosadas automaticamente. Este sistema permite também os seguintes controles:

- *Nível Máximo - evitar transbordamento;*
- *Nível Mínimo - evitar recalque sem líquido e conseqüente dano estrutural ao sistema de bombeamento;*
- *Monitoramento remoto e contínuo de nível, enviando os dados para uma central de controle aumentado assim o grau de gestão da área monitorada.*

Medir é uma das principais ferramentas do controle, uma vez que a precisão da regulação é determinada pelo ramo de realimentação, ou seja, pelo dispositivo de medida (OGATA, 2003).

A habilidade de atingir melhorias reais, atender aos novos padrões e manter altos níveis de desempenho de forma consistente implica na realimentação de informações a respeito do estado da variável, avaliando o desempenho real e comparando-a a um padrão pré-estabelecido.

Caso exista alguma diferença, uma ação corretiva deve ser efetuada automaticamente dentro de uma lógica estabelecida com o propósito de fazer o processo retornar para os limites estabelecidos, mantendo a exatidão no controle da variável e, conseqüentemente, melhorando a produtividade e a qualidade do produto.

No diagrama de blocos da Figura 1, é ilustrado um sistema de controle realimentado. O controle utilizando a realimentação de informações envolve três atividades: medição, comparação e ação.

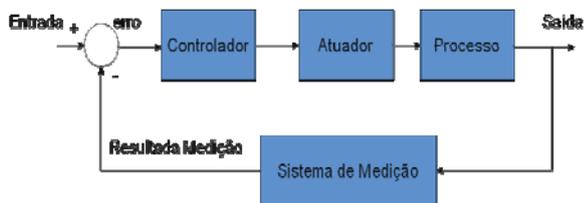


Figura 1: Diagrama de bloco em malha fechada controlador de nível

A progressão do ciclo do controle realimentado passa pelas seguintes etapas: um sistema de medição monitora a saída do processo e produz uma informação a respeito do

desempenho real do objeto de controle, o qual pode ser determinado diretamente pela avaliação das características do processo ou indiretamente através da qualidade do produto.

### Estudo dos Sensores para o Controle de Nível

No processo de medição, um elemento sensor converte a variável em uma grandeza apropriada para o processamento e um elemento transmissor traduz este sinal em informação inteligível para a interpretação do sistema de controle.

Diversos tipos de sensores disponíveis à aplicação foram avaliados, seguindo os critérios de estabilidade, confiabilidade e manutenção do sistema de controle, bem como o aspecto financeiro com vistas a investimento versus retorno.

Dentro dos critérios adotados, destacam-se duas tecnologias diferentes de sensoriamento, demonstradas nas Figuras 2 e 3.

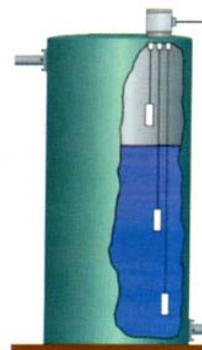


Figura 2 : Medição por sensores capacitivos

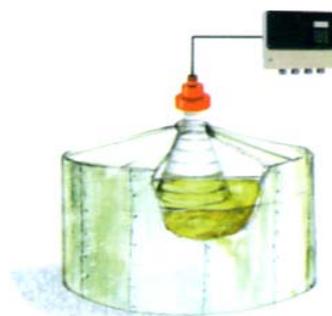


Figura 3: Medição por sensor ultra-sônico

Considerando o processo de avaliação técnica e comercial, os elementos sensores (SIEMENS POINTEK CLS 200 e SITRANS LC 300) foram selecionados e instalados sobre os tanques, de forma que os sensores fiquem imersos no líquido para medição do seu nível. Destes módulos saem os sinais de medida através de cabos blindados

em direção ao módulo de controle (SLC 500). No módulo de controle ficam conectados os terminais de comunicação operacional para envio de informações ao Painel View (ROCKWELL 1000). Deste módulo também, saem os sinais de controle que são enviados para o módulo de acionamento, responsável por monitorar o funcionamento das bombas de sucção e recalque.

A Figura 4 demonstra o esquema modular de funcionamento do sistema proposto neste projeto.

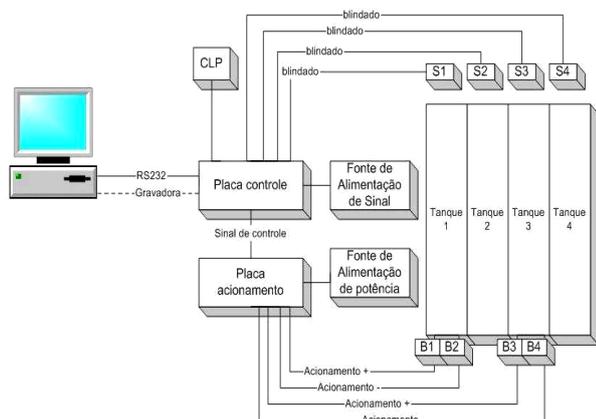


Figura 4: Esquema da planta de controle de nível

## Resultados e Discussão

Esta seção apresenta resultados experimentais para os sensores nos tanques de óleo mineral, álcool e detergente, durante a etapa de testes (Tabela 1).

Tabela 1 - Volumes registrados nos tanques

Tanques 1 e 2 ÁLCOOL	Vol. Real/Teórico[L]	Erro % (fundo de escala)
Vol. Máx.	9.950 /10.000	0,5%
Vol. Mín.	1.050 /1.000	0,5%
Tanques 3 e 4 ÓLEO MINERAL	Vol. Real/Teórico[L]	Erro
Vol. Máx.	9.940 /10.000	0,6%
Vol. Mín.	1.050 /1.000	0,5%
Tanque 5 DETERGENTE	Vol. Real/Teórico[L]	Erro
Vol. Máx.	23.500/24.000	2,1%
Vol. Mín.	2.700 /2.500	0,8%

Dentre as incompatibilidades verificadas, com o uso dos diversos sensores destacam-se:

- Sensores ultra-sônicos nos tanques de detergentes, em função das bolhas durante o processo de enchimento, promovendo constantes alarmes de tanque cheio;
- Sensores ópticos, imprecisão devido à movimentação do líquido durante a etapa de enchimento;
- Sensores do tipo sonar, incompatibilidade geométrica da onda, dado o formato dos tanques;

- Sensores de pressão, instabilidade de leitura a longo período de uso, em função da deposição de resíduos sólidos sobre o sensor no fundo do tanque.

Um item que também chamou a atenção foi a dificuldade para estabilizar as leituras nos tanques de óleo mineral, que apresentaram erro superior aos demais tanques, em função da viscosidade do produto, contudo o resultado obtido atende as necessidades do projeto.

## Conclusão

Ao final deste trabalho, percebe-se que a estratégia de controle mostrou-se adequada às necessidades e que os sensores escolhidos foram apropriados às matérias primas utilizadas no ambiente produtivo no qual o sistema de controle foi implementado.

Um ganho indireto foi obtido com a redução de custos de manutenção, e parada dos equipamentos utilizados no processo. Isto apresentava desgaste prematuro toda vez que ocorria a falta de matéria prima, ou então a falta de condições adequadas nos tanques, capaz de manter o processo produtivo.

A inclusão do sistema de controle e monitoração do nível nos tanques de matéria prima tornou possível uma redução no custo da apólice de seguro em 20%, fato atribuído à existência de uma ferramenta eficaz à redução de riscos de acidentes com impactos ambientais.

## Referências

- MASTEN, M. K. An Industrial Perspective of Control Engineering – IEEE Control System, v19,n.1, 1999.
- GOSMANN, H. L. Um sistema multivariável de tanques acoplados para avaliação de técnicas de controle. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Controle) - Universidade de Brasília, 2002.
- EMBIRUÇU, M; LIMA, E. L. Controle avançado de processos: um caminho para lucratividade, qualidade, segurança e proteção ao meio ambiente. II Congresso de Engenharia de Processos do MERCOSUL, 1999.
- OGATA, K. Engenharia de Controle Moderno. 4. ed. São Paulo Ed. Prentice Hall, 2003.