

6º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



TÍTULO DO TRABALHO:

Desenvolvimento de um sistema supervisorio para planta didática de vazão com controle PID sintonizado utilizando o método do relé

AUTORES:

André O. A. Dantas, Amanda D. O. Silva, André L. Maitelli, Fábio A. Lima.

E-mails: andre_o_a_dantas@hotmail.com, amandadanielle1@hotmail.com, maitelli@dca.ufrn.br, fabioarsp@gmail.com

INSTITUIÇÃO:

Laboratório de Automação em Petróleo, Departamento de Engenharia Elétrica e Computação,
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
59072-970, Natal, RN, Brasil

Este Trabalho foi preparado para apresentação no 6º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Petróleo e Gás- 6º PDPETRO, realizado pela Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás-ABPG, no período de 09 a 13 de outubro de 2011, em Florianópolis-SC. Esse Trabalho foi selecionado pelo Comitê Científico do evento para apresentação, seguindo as informações contidas no documento submetido pelo(s) autor(es). O conteúdo do Trabalho, como apresentado, não foi revisado pela ABPG. Os organizadores não irão traduzir ou corrigir os textos recebidos. O material conforme, apresentado, não necessariamente reflete as opiniões da Associação Brasileira de P&D em Petróleo e Gás. O(s) autor(es) tem conhecimento e aprovação de que este Trabalho seja publicado nos Anais do 6ºPDPETRO.

Desenvolvimento de um sistema supervisório para planta didática de vazão com controle PID sintonizado utilizando o método do relé

Abstract

This paper presents the development of a supervisory system to control application flow in a plant Amatrol. The experimental bench of Amatrol is composed, besides the plant, by a supervisory system that allows making a human machine interface in order to allow the user to operate the plant in a manner facilitated by a Programmable Logic Controller (PLC) 900 of the ZAP-HI -Technology will be implemented where the flow controller. The PLC will also hold communication between field instruments, the flow transmitter, solenoid valves and supervisory system developed for the plant. To control the flow will be used a PID controller tuned by the method of the relay.

Introdução

Na indústria atual processos de controle de vazão tem se destacado reduzindo consideravelmente desperdícios, Omar (2004). Controlar a vazão de líquidos é fundamental em diversos processos industriais, tais como, na separação entre fluídos, na quantização do consumo e produção de determinados segmentos de produção. Na indústria petrolífera esses processos estão diretamente envolvidos com processos de refinaria como o de separação gravitacional, separadores trifásicos, por exemplo, que visam efetuar a separação das fases aquosa, oleosa e gasosa, mantendo dentro de limites toleráveis, Silveira (2006).

Na maioria das operações realizadas nos processos industriais é muito importante efetuar a medição e o controle da quantidade de vazão de líquidos, gases e até sólidos granulados, não só para fins contábeis, como também para a verificação do rendimento do processo. Assim, estão disponíveis no mercado diversas tecnologias de medição de vazão cada uma tendo sua aplicação mais adequada conforme as condições impostas pelo processo. Essas e outras aplicações justificam um estudo sobre processos automatizados para controle de vazão de líquidos.

Para controlar processos nos quais a vazão está relacionada, são diversos os tipos de controladores que podem apresentar desempenhos satisfatórios, dentre eles estão os convencionais, P, PI, PID, que apresentam métodos de sintonia que além de satisfazer critérios de desempenho podem se atualizar sempre que o processo se deteriore ou mude de parâmetros fazendo com que o sistema sempre trabalhe com desempenho máximo permitido pela sintonia.

No trabalho são propostos, o desenvolvimento de um sistema supervisório a partir do software Intouch comunicando-se ao CLP através de comunicação OPC, estimação dos parâmetros de vazão de uma planta didática da Amatrol, através do método dos mínimos quadrados para simulações e testes de controle, e a atualização de parâmetros PID através do sistema supervisório.

Comunicação OPC

A comunicação entre os dispositivos de chão de fábrica, os sistemas de automação e informação são beneficiados com o padrão OPC (*OLE for Process Control*). Este foi desenvolvido para permitir que os sistemas de controle possam fazer uso das tecnologias desenvolvidas pela Microsoft para a plataforma WINTEL (FONSECA, 2002).

O padrão OPC estabelece regras para que sejam desenvolvidos sistemas com interfaces padrões para comunicação com dispositivos de campo tais como CLPs, sensores, e balanças com sistemas de monitoração, supervisão e gerenciamento. Para a utilização do padrão OPC, o usuário precisa obter uma aplicação e produtos existentes no mercado que podem ser somente um cliente ou um servidor (FONSECA, 2002).

Controle PID

Apesar de sua estrutura relativamente simples, os controladores PID têm se revelado suficientes para o controle adequado de uma grande quantidade de processos. Pode-se assim dizer que o controlador PID é, ainda hoje o mais utilizado na indústria. Estima-se que mais de 90% das malhas de controle encontradas em processos industriais operam com controladores PID, (Aström, Hagglund 1995).

De acordo com Dorf (2001), a combinação das ações proporcional, integral, e derivativa, geram um único sinal de controle. Este é chamado de Controlador Proporcional-Integral-Derivativo ou simplesmente PID. O controlador PID é capaz de eliminar erros de regime permanente, a partir de ação integral, bem como antecipar o comportamento do processo graças à ação derivativa. O sinal gerado pelo controle gerado por um PID pode ser expresso como:

$$u(t) = K(e(t) + \frac{1}{T_i} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_d \frac{de(t)}{dt}) \quad (1)$$

De acordo com a equação 1 é necessária a obtenção de três parâmetros para a sintonia do controlador: o ganho proporcional K, o tempo integral T_i e o tempo derivativo T_d .

São inúmeras as técnicas de sintonia automática de controladores PID. O método proposto por Ziegler e Nichols (Ziegler e Nichols, 1942), é o pioneiro e ainda é largamente empregado. Eles propuseram duas alternativas de sintonia: uma para sistemas que apresentam respostas monotônicas, quando sujeitos a uma entrada do tipo degrau, e outra para sistemas que apresentam comportamento instável, para ganhos elevados numa malha de realimentação unitária. Estas metodologias, embora de concepção simples, revelam-se, na prática, imprecisas em muitas situações (Hagglund and Aström, 1988; Huang 2000; Hang et al, 2002).

As limitações do método de Ziegler e Nichols, levaram Aström e Hagglund a proporem a utilização de um relé na realimentação do sistema a ser sintonizado, o que deu origem ao “método do relé para ajuste de PID” (Hagglund and Aström, 1988; Huang 2000; Hang et al, 2002), figura 3.

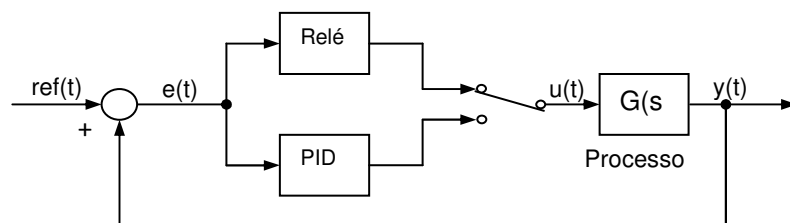


Figura 3. Diagrama do ensaio do relé realimentado.

Na configuração da figura acima, quando o relé está operando, aparecem oscilações na saída do sistema numa frequência muito próxima à frequência crítica. Uma vez conhecido este ponto de oscilação (ganho e fase) derivam-se expressões para os ganhos do PID. Esta metodologia foi uma das primeiras a ser comercializada com sucesso devido à sua simplicidade e robustez (Hagglund e Aström, 1991).

Mínimos Quadrados Recursivo - Fator de Esquecimento

Se o sistema a ser identificado variar no tempo é necessário fornecer ao algoritmo de mínimos quadrados uma capacidade de ponderação diferenciada para as observações, dando-se uma maior importância às últimas medidas, uma vez que elas contêm informações mais atualizadas e precisam ter maior influência na estimação dos parâmetros.

O algoritmo dos MQR (Mínimos Quadrados Recursivo) padrão minimiza o funcional e pondera cada erro de estimação igualmente. Assim, para ponderar mais as informações mais recentes o critério dos MQR pode ser modificado para minimizar o funcional modificado, onde λ é chamado de fator de esquecimento.

Se $\lambda = 1$ tem-se o MQR padrão. Na prática, usa-se valores na faixa $0,9 \leq \lambda \leq 1$. Deste modo, as medidas antigas são exponencialmente “esquecidas” e maior ênfase é atribuída as medidas mais recentes.

Metodologia

Neste trabalho foi utilizado o Intouch para desenvolvimento do sistema supervisor e o MATLAB para simulação e estimação dos parâmetros de vazão. Como ambiente de programação para o CLP utilizou-se o SPDSW *Windows* que disponibiliza o OPC-HS1, um driver específico para utilização com supervisórios que possam funcionar como cliente OPC para comunicação com CLPs da HI Tecnologia tais como o ZAP 900 (HI TECNOLOGIA, 2011). Além disso para análises reais do comportamento dos parâmetros analisados no supervisor foi utilizada uma planta didática da Amatrol chamada *PROCESS CONTROL SYSTEM*.

Planta Didática

A planta de sistema de controle de processos da Amatrol é um simulador de processos capaz de controlar a vazão do fluido, usando controle em malha fechada (EMPRESA AMATROL, 2007). A imagem da planta didática pode ser visualizada conforme figura 01.



Figura 01: Planta de processos Amatrol.

No intuito de se observar em tempo real o funcionamento da planta didática, foi desenvolvido um sistema de supervisão que possibilita alterações nas variáveis de vazão, além de ser possível observar desempenho dos sensores que envolvem o processo. Estas informações são processadas no supervisor e animadas em função das informações recebidas pelo CLP ZAP 900. A imagem do CLP que será o instrumento que se comunicará com o supervisor desenvolvido pode ser visualizada na figura 02.



Figura 02: CLP ZAP 900.

O monitoramento ocorre por meio de telas gráficas de alta qualidade, com indicações dinâmicas do estado dos equipamentos e grandezas analisadas. Possui também ferramentas para realizar gráficos de tendência, relatórios, histórico de eventos e de processo.

Supervisório

O software *Wonderware Intouch IHM*, foi utilizado para criação do supervisório da planta didática. Este supervisório possui onze janelas de aplicação, que podem ser abertas através dos próprios instrumentos localizados na janela principal ou por botões. As animações dos componentes foram desenvolvidas através das ferramentas oferecidas pelo software e em cada ferramenta foram criadas variáveis. Estas variáveis numéricas ou alfanuméricas estão envolvidas na aplicação, onde algumas delas representam os instrumentos localizados na planta e outras são utilizadas para realizar operações internas do sistema. A imagem do supervisório desenvolvido pode ser observada na figura 03.

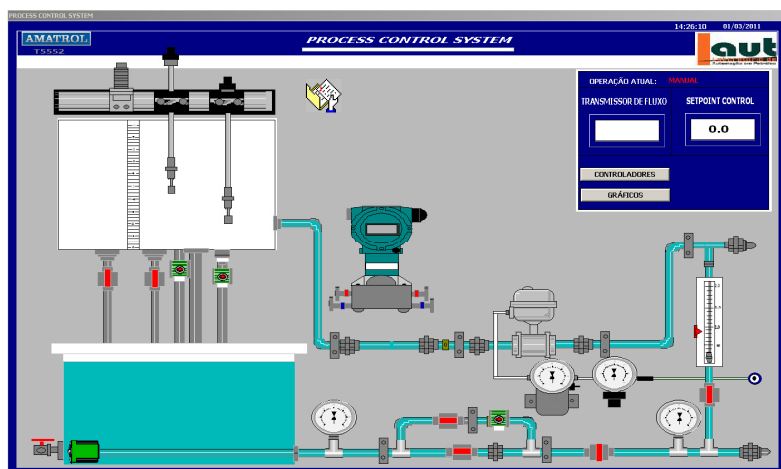


Figura 03: Sistema de Controle do Processo

Dentre as várias janelas criadas no sistema supervisório existe uma dedicada a supervisionar o controle de vazão, esta é a janela nomeada Controlador PID. Ela possui uma tabela que atualizam diretamente os parâmetros K_p , T_i e T_d no CLP que por sua vez envia um sinal de controle para a planta controlando, assim, a variável. Nesta tabela podem ser digitados os parâmetros PID por um operador. O supervisório também disponibiliza que o controle seja executado automaticamente sem que haja interferência do operador.

Estimação e Sintonia do Controlador PID

Para que fosse possível a implementação do controlador PID na planta foi necessário realizar simulações baseadas em parâmetros reais. Para isso, foram coletados os dados de controle, enviados a partir de uma comunicação OPC Link do MATLAB, e a saída respectiva a esse sinal, para tornar possível a estimação de parâmetros. A partir dos dados reais utilizou-se o método dos mínimos quadrados para a estimação dos parâmetros da planta. Os valores utilizados na estimação foram $\lambda = 1$, e ganho de estimação igual a 10.

Após a estimação foi obtida uma função de transferência que representa o processo de vazão. Essa função foi utilizada para verificar o comportamento do controlador PID sintonizado a partir do método do relé e com isso provar a viabilidade de implementação no processo real.

Resultados e Discussão

O supervisor desenvolvido realizou com êxito a comunicação com o CLP e, conseqüentemente, com a planta. As variáveis analisadas foram tanto analógicas como digitais. Além da supervisão também foi possível atualizar dados do CLP e controlar instrumentos diretamente a partir do software.

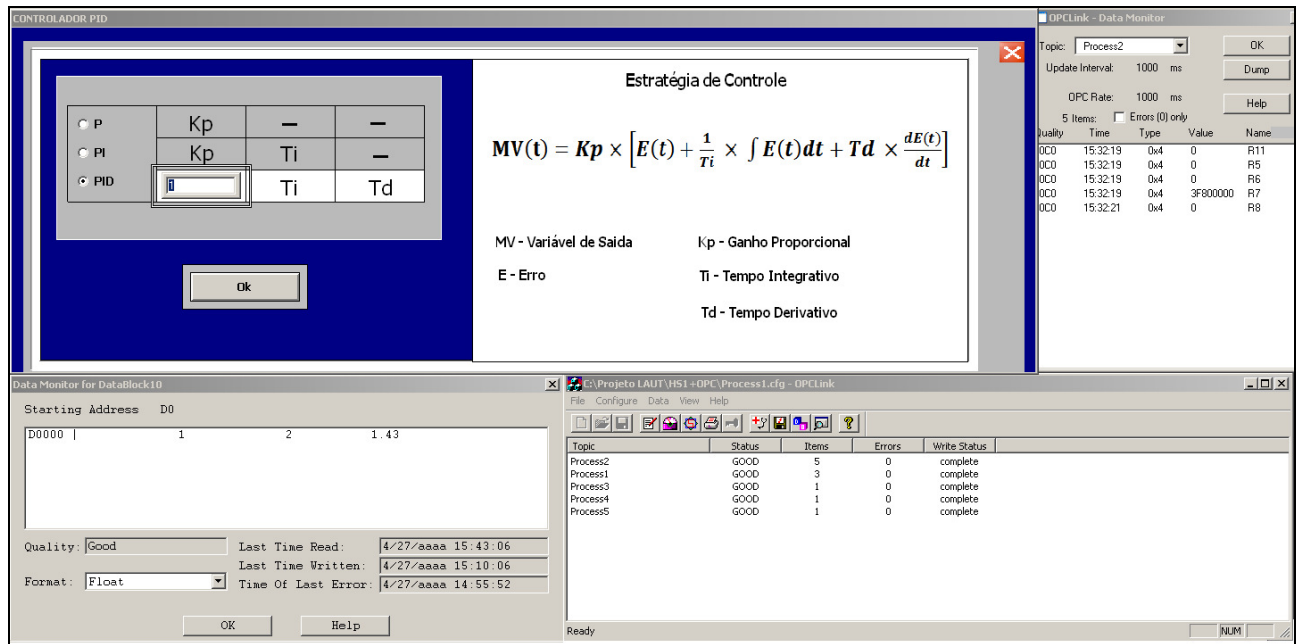


Figura 04: Interface entre software de comunicação

A figura 04, mostra as variáveis de um dos processos que podem ser visualizadas em tempo real no *data monitor* do OPCLink. Também apresenta a quantidade de instrumentos utilizados na planta, onde estão separados por processos, que simbolizam um espaço de memória no OPCLink. Além disso, é possível visualizar no “*Data Monitor for Datablock 10*” os parâmetros PID digitados por um operador, a janela “*CONTROLADOR PID*”, que foram enviados para o CLP.

Quanto à estimação e simulação realizadas em ambiente MATLAB, foram obtidos resultados bastante satisfatórios como podem ser observados nas figuras 5, 6 e 7 e na equação 2.

$$G(z) = \frac{-0.00374z + 0.1589}{z^2 - 0.741z - 0.1087} \quad (2)$$

A função de transferência obtida representa, em tempo discreto, o gráfico de saída estimada mostrado na figura 5 que é a comparação entre a saída real, obtida a partir dos dados da planta, e a da função de transferência obtida pelo método de estimação.

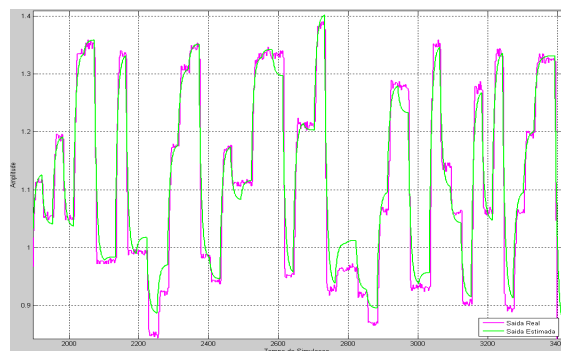


Figura 05: Comparação entre saída estimada e saída real

As figuras 6 e 7 mostram os dados obtidos a partir da simulação do controlador PID e a função de transferência da equação 2 sintonizado pelo método do relé.

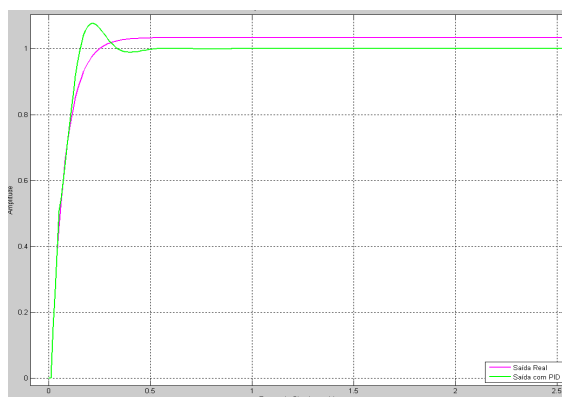


Figura 06: Comparação entre a saída da função de transferência da planta e dela controlada pelo PID

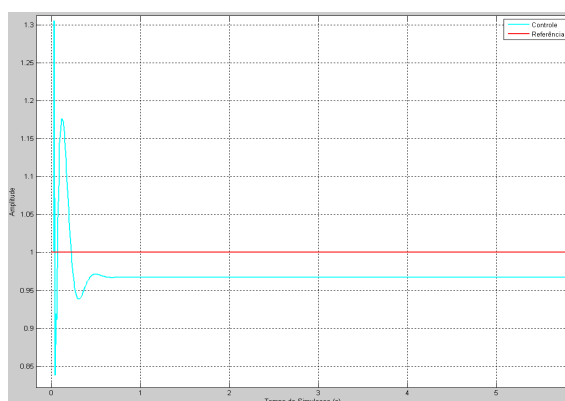


Figura 07: Sinal de controle do PID e referência aplicados na planta

Os gráficos mostram que o controlador foi capaz de zerar o erro em regime e que o esforço de controle não é superior aos limites práticos de regulação de vazão que existem na planta didática o que mostra a possibilidade de implementação de tal método no supervisório.

Conclusões

O software apresenta uma interface amigável e semelhante à planta real. Além disso, ele foi desenvolvido de maneira a satisfazer os requisitos de comunicação com CLP através de comunicação OPC propostos. As comunicações não apresentaram falhas e foi possível também a atualização dos parâmetros do CLP que controla diretamente a planta.

Na estimação dos parâmetros de vazão, através do método dos mínimos quadrados, foi possível a obtenção dos parâmetros, simulação e comprovação da eficiência do método de controle aplicado satisfazendo, assim, os requisitos a que se propõe o trabalho.

Agradecimentos

PRH (Programa de Recursos Humanos), NUPEG PRH ANP-14, ANP.

Referências Bibliográficas

Åström, K.J, Model Uncertainty and Robust Control, Department of Automatic Control, Lund University, Lund, Sweden, 2000.

DORF, R. C. e Bishop, R. H. "Sistemas de Controle Modernos" LTC Publishing Company, 8ª Edição, 2001.

EMPRESA AMATROL. Nível e Vazão Sistema de Controle de Processo de Aprendizagem - T5552. Disponível em: <<http://www.amatrol.com/product/t5552.html>>. Acesso em: 25 jan. 2011.

FONSECA, Marcos de Oliveira. Comunicação OPC – Uma abordagem prática. In: VI SEMINÁRIO DE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA E MATERIAIS, 6., 2002, Belo Horizonte. **Comunicação OPC – Uma abordagem prática**. Vitória: Atan Sistemas, 2002. p. 1 - 12.

Hang, C.C., Astrom, K.J. Astrom, Q.G. Wang, 2002. "Relay feedback auto-tuning of process controllers – a tutorial review", Journal of Process Control, Vol., 12 pp 143-162.

HI TECNOLOGIA (São Paulo). HI tecnologia Automação Industrial. Disponível em: <(SA - AUTOMAÇÃO, 2011).>. Acesso em: 25 jan. 2011.

K. J. Astros, B. Witten mark, "Adaptive Control", Addison Wesley Pub. Co., 1995.

SILVEIRA, Magno Antonio Calil Resende. Controle de um processo de tratamento primário de petróleo. 2006. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Ufrj, Rio de Janeiro, 2006.

WONDERWARE (Eua). **Wonderware Training Courses**. Disponível em: <<http://www.intouch.ru/support/pub/OPCLINK.PDF>>. Acesso em: 22 abr. 2011.

(ZIEGLER, 1942) Ziegler, J. G.; Nichols, N. B., Optimum Settings for Automatic Controllers. Transactions of the ASME, v.65, p.433-44, November 1942.