

IMPLEMENTAÇÃO DE CONTROLADORES PREDITIVO E PI PARA REGULAR PRESSÃO ANULAR DE FUNDO DURANTE A PERFURAÇÃO DE POÇOS DE PETRÓLEO

Diogo Afonso Fernandes Coelho¹; Vanessa de Jesus da Silva
Ribeiro¹; Márcia Peixoto Vega Domiciano²

1. Bolsista PETROBRAS de Iniciação Científica, Discente do Curso de Engenharia Química, IT/UFRRJ;
2. Bolsista PIBIC, Discente do Curso de Engenharia Química, IT/UFRRJ; 3. Professor do DEQ/IT/UFRRJ.

Palavras-chave: controle de pressão, perfuração de poços; controlador PI; controlador preditivo

Introdução

O petróleo é o grande fornecedor de energia para o desenvolvimento do Brasil na atualidade. O controle automático é essencial em operações industriais visto que trabalhadores que operam processos podem, eventualmente, cometer algum tipo de falha. Um sistema de controle deve suprimir a influência de perturbações externas, assegurar a estabilidade do processo e otimizar o seu desempenho. Durante a perfuração de poços de petróleo, a relação entre a pressão do reservatório e do poço é fundamental, pois se a pressão no poço for maior que a pressão nos poros do reservatório, o fluido de perfuração penetra na formação porosa. Caso a formação seja permeável e a pressão no poço menor que a pressão nos poros no reservatório, ocorrerá invasão dos fluidos nativos em direção ao poço.

A perfuração de poços de petróleo é realizada por uma sonda, composta de uma torre metálica, cuja função é sustentar a coluna de perfuração que possui uma broca em sua extremidade. A perfuração da formação rochosa produz cascalhos fragmentados que precisam ser removidos para que o poço ganhe profundidade. Esses cascalhos são removidos injetando-se fluido de perfuração através da coluna de perfuração, passando pela broca e retornando pela região compreendida entre a coluna e as paredes do poço, chamada de região anular.

Foi estudado nesse trabalho, o controle da pressão anular de fundo utilizando a abertura da válvula *choke* como variável manipulada.

Metodologia

Os testes foram realizados em um sistema físico elaborado por FREITAS (2013), composto por duas bombas helicoidais com o objetivo de transportar fluidos através de uma tubulação contendo sensores instalados que fornecem os dados da pressão anular de fundo. Alterações na pressão anular de fundo foram simuladas, e estudou-se o desempenho do controlador preditivo linear (RAO,2000), comparando-se com um controlador proporcional integral (PI), utilizando-se da abertura da válvula *choke* como variável manipulada.

Primeiramente foi feita a identificação do sistema, via método de SUNDARESAN & KRISHNASWAMY (1977) e com os resultados, calculou-se os parâmetros do controlador PI através dos métodos de ZIEGLER-NICHOLS (1942) e COHEN-COON (1953). Para o controlador preditivo, foi feita uma varredura de parâmetros por tentativa e erro. Uma sintonia de campo foi feita nos parâmetros calculados e em seguida foram implementados testes servos sucessivos, o qual definimos um valor desejado de pressão (*set point*).

A estratégia metodológica dos controladores preditivos, é baseada no cálculo em série de M valores de entrada, no instante de tempo atual e M-1 entradas futuras. Tais entradas são calculadas de forma que uma série de P saídas preditas atinja o *set point* da melhor maneira possível. O número de predições P é chamado de horizonte de predição, enquanto o número de movimentos de controle M é chamado de horizonte de controle. Uma característica distinta do controle preditivo é que apesar da sequência de M movimentos de controle ser calculada em cada instante de tempo, só o primeiro movimento é implementado e no instante de tempo seguinte todo o procedimento é repetido. (SEBORG *et al.*, 1989)

Resultados e Discussão

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar o comportamento da variável de saída, pressão, em toda a faixa operacional. As Figuras 1 e 2 mostram dois testes realizados, onde comparou-se os controladores PI e Preditivo na janela operacional, com as bombas primária e secundária fixas.

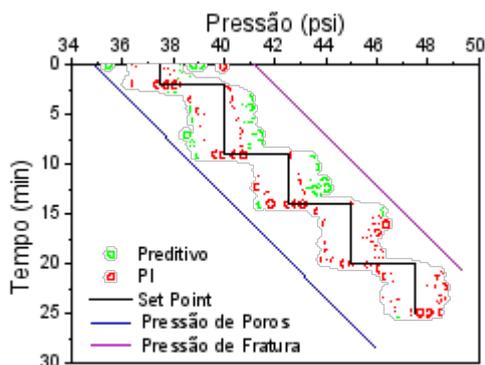


Figura 1 - Comparação entre testes servo PI e Preditivo com janela operacional (Bomba de água 30 Hz e bomba de lama 30 Hz)

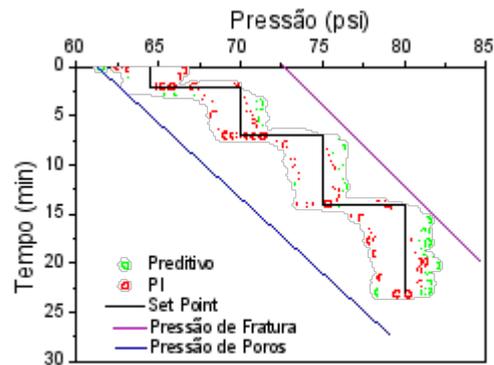


Figura 2 - Comparação entre testes servo PI e Preditivo com janela operacional (Bomba de água 40 Hz e bomba de lama 40 Hz).

Como já esperado, foi constatado que o controlador preditivo linear apresentou maior velocidade de resposta e melhor desempenho em malha fechada quando comparado ao controlador PI.

O controlador proporcional integral possui uma rápida velocidade de resposta para sinais de erro devido ao parâmetro proporcional k_c , e também elimina erros estacionários devido ao fator integral, mas o controle preditivo utiliza um modelo do processo para prever efeitos de potenciais ações sobre a evolução do processo. Assim, o sinal de controle e o intervalo de tempo corrente são otimizados mas sempre levando em conta o intervalo do tempo futuro.

Conclusão

Neste trabalho, realizamos testes servos para controle de pressão utilizando-se de dois controladores, Preditivo e PI. Concluímos através dos resultados analisados, que o controlador Preditivo apresentou maior velocidade de resposta, ou seja, chega-se mais rápido ao valor final de pressão desejado, e também melhor desempenho em malha fechada quando comparado ao controlador PI, pois otimiza o sinal de controle.

Referências Bibliográficas

- FREITAS, M.G. Controle da pressão anular de fundo na perfuração de poços de petróleo – Rejeição de perturbação: *kick* de líquido. Dissertação de Mestrado- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro- Rio de Janeiro- RJ, 2013.
- COHEN, G.H. & COON, G.A.. *Theoretical Considerations of Retarded Control. Transactions of the ASME, jul.* 1953.
- SUNDARESAN, K. R. AND KRISHNASWANY P. R. *Estimation of time delay time constant parameters in time, frequency, and Laplace domains Can J. Chem. Eng.* 1977.
- ZIEGLER, J.B. and NICHOLS, N.B. *Optimum settings for automatic controllers. ASME Transactions*, Vol. 64, 1942.
- RAO, C. V.; RAWLINGS, J. B. *Linear programming and model predictive control. Journal of Process Control* 10. p.283-289, 2000.

SEBORG, D. E.; EDGARD T. F.; MELLICHAMP, D. A. *Process dynamics and control*. 2nd ed.
New York: John Wiley & Sons, 1989.