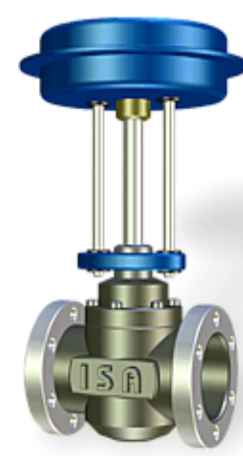


# Detecção e Compensação de Agarramento em Válvulas de Controle

Orientando: Rafael Augusto Bigolin Lanfredi; Orientador: Marcelo Farenzena;

RESUMO



- Uma planta possui milhares de **loops de controle**;
- A avaliação do desempenho desses loops é de extrema importância;
- Uma das principais causas de desempenho prejudicado:
  - **Oscilações** causadas por **não linearidades**;
  - Não linearidade mais comum: **agarramento**;
- Cerca de 30% das **válvulas** presentes em uma indústria agarram;
- Métodos para **detectar** e **compensar** o **agarramento** se tornam fundamentais, já que os custos da troca das válvulas defeituosas é inviável;
- Foram propostos e desenvolvidos formas de contornar esses problemas através apenas do uso de **softwares** e dos dados de entrada e saída do controlador;

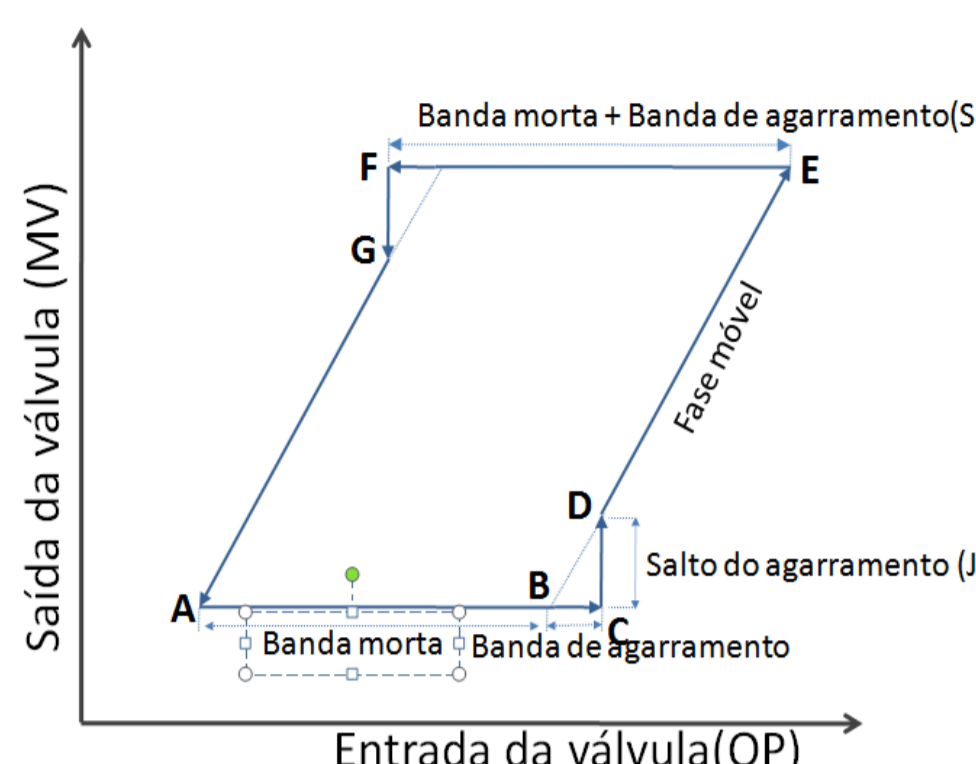


Figura 1 – Comportamento da válvula com agarramento

- Agarramento**
- É uma **não-linearidade** presente em **válvulas**;
- Quando **atrito** estático >> **atrito** dinâmico → salto;
- Com o salto, a válvula pode vir a ultrapassar o valor do **setpoint**;
- Quando o **controlador** tenta chegar ao valor desejado → **oscilação**;
- A figura 1 demonstra a plotagem do comportamento **entrada-saída** de uma válvula sofrendo **agarramento**;
- Quando a **válvula** inverte o sentido do deslocamento, ela agarra;

## Novo Método para a Detecção

- Foram desenvolvidos dois métodos que se utilizam dos dados de saída do controlador e da associação dos resultados obtidos a dois formatos de onda padrões (senoidal e triangular) com mesma frequência;
- O diagnóstico foi baseado no índice de agarramento (SI no inglês);
  - Formato triangular: associado ao agarramento;
  - Formato senoidal: associado a um controlador desregulado;

### Ângulos dos picos

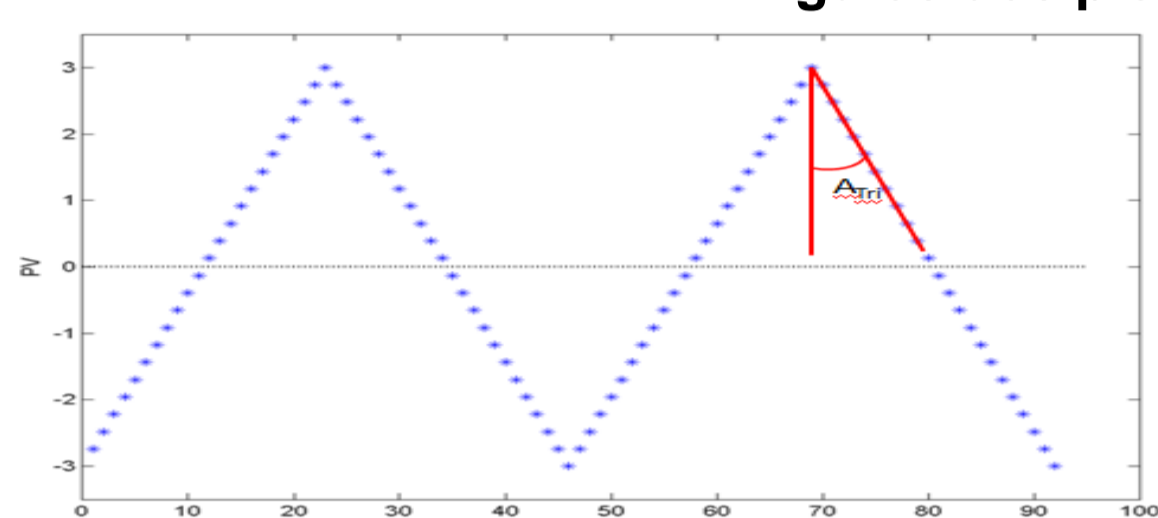


Figura 2 – Curvas padrões para análise dos ângulos

$$SI = \frac{A_{sig} - A_{tri}}{A_{sin} - A_{tri}}$$

$A_{sin}$  → ângulo padrão da senóide;  
 $A_{tri}$  → ângulo padrão da senóide;  
 $A_{sig}$  → média dos ângulos analisados;  
 SI → índice de agarramento;  
 $SI \geq 0.6$  → distúrbio externo ou controlador sintonizado agressivamente;  
 $SI \leq 0.4$  → agarramento;  
 $0.6 > SI > 0.4$  → sem diagnóstico;

### Distribuição de pontos dentro de intervalos

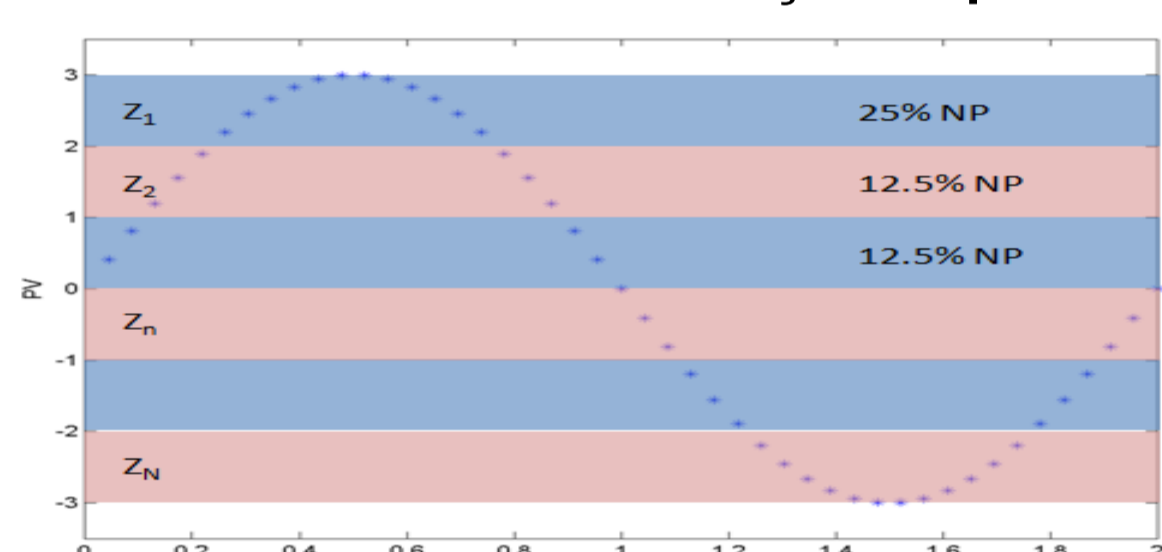


Figura 3 – Análise das 6 regiões das curvas padrão

$$SI = \frac{F_{sig} - F_{tri}}{F_{sin} - F_{tri}}$$

$F_{sin}$  → frequência padrão da senóide;  
 $F_{tri}$  → frequência padrão da senóide;  
 $F_{sig}$  → média das frequências analisadas;  
 SI → índice de agarramento;  
 $SI \geq 0.6$  → distúrbio externo ou controlador sintonizado agressivamente;  
 $SI \leq 0.4$  → agarramento;  
 $0.6 > SI > 0.4$  → sem diagnóstico;

## Novo Método para a Compensação

- Foi desenvolvido um método baseado na técnica dos dois-movimentos, que inseri um sinal compensador que deve levar a válvula ao valor esperado em uma quantidade desejada de movimentos.
- Evolução capaz de rejeitar distúrbios e gerar uma resposta mais rápida que uma malha aberta;
- Somou-se o erro a cada novo movimento, a fim de aproximar o valor final ao setpoint na presença de distúrbios;

- 1ª Etapa: superar a banda de agarramento;
- 2ª Etapa: aproximação do setpoint;

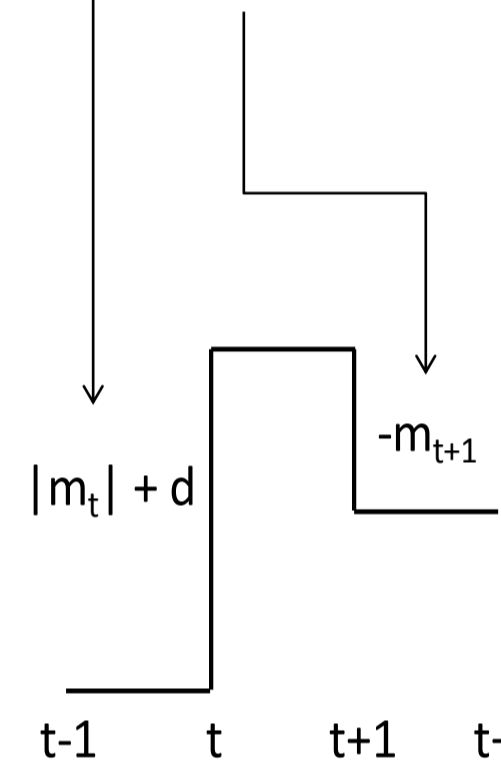


Figura 4 – Movimento em dois tempos

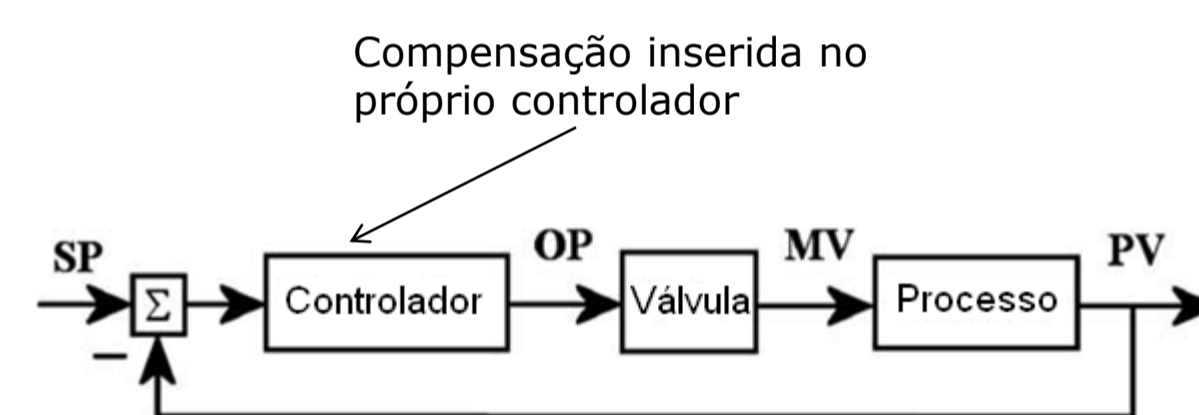


Figura 5 – Esquema de sistema de controle

## Detecção em casos reais

- Os dois algoritmos foram testados utilizando-se dados (OP e PV) de válvulas reais;

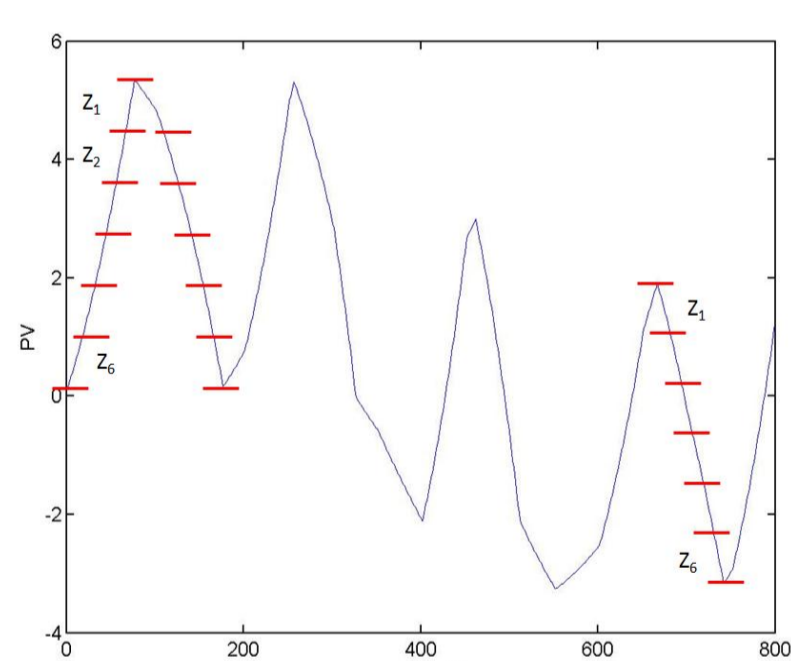


Figura 6 – Aplicação do algoritmo à um caso real

- Ambos métodos se mostraram eficientes, identificando o agarramento;
- Foram testados também usando-se casos em que não acontecia agarramento, a fim de testar a falsa detecção;
- Foram feitas quatro simulações comparativas, analisando as técnicas propostas em relação à técnica já existente de

interpolação proposto por He et al. (2007);

- Os três algoritmos foram comparados em simulações em loops feedback com um controlador PI, em uma planta de primeira ordem;
- A tabela 3 mostra o resultado da análise de 5400 casos diferentes com a inserção de distúrbios;
- Os resultados mostraram a vantagem dos algoritmos propostos sobre o já existente;

Algorithm	% of detection
InterpStic	72%
AngleStic	98%
ZonesStic	87%

Tabela 3 – Comparação da detecção na presença de distúrbio

## Compensação com Algoritmo + Distúrbio

- Resultados foram positivos analisando-se uma saída de válvula com agarramento e com distúrbio;
- O algoritmo contornou o agarramento utilizando dois movimentos, superando os distúrbios e alcançando o setpoint mesmo com as não-linearidades.

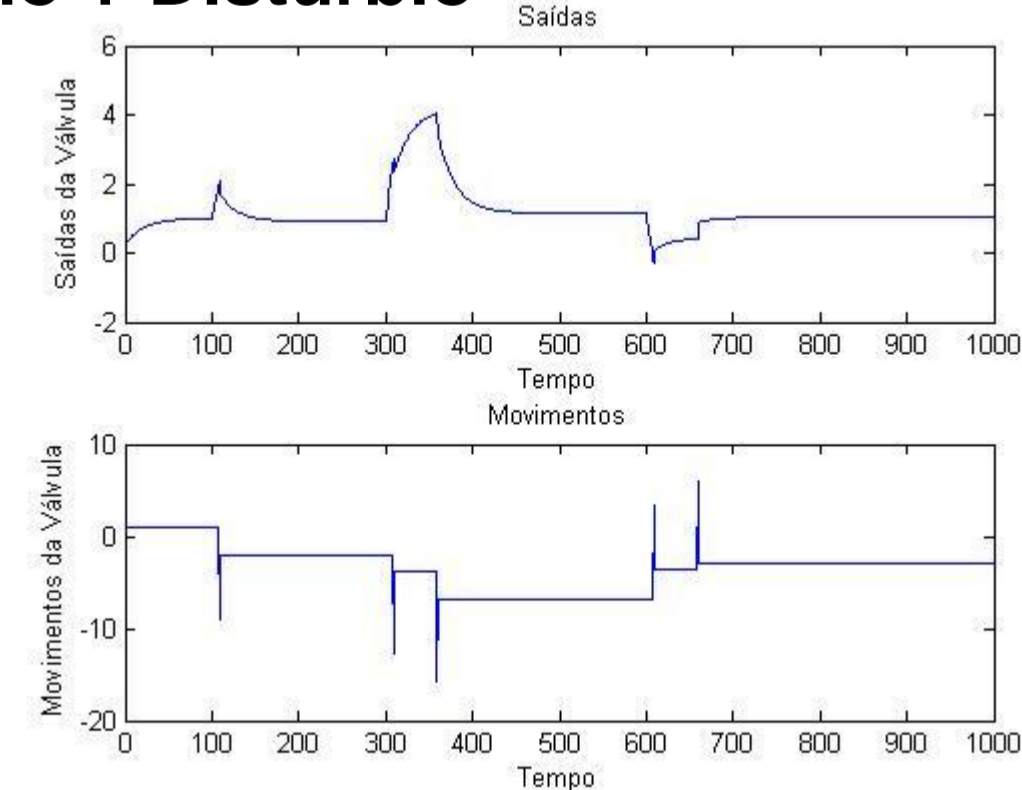


Figura 7 – Simulação do algoritmo de compensação com o uso de distúrbios

CONCLUSÕES

- Através dos estudos realizados foram desenvolvidas técnicas baseadas somente em **software**;
- Tanto os métodos de **detecção** quanto o método de **compensação** do problema do agarramento em válvulas de controle se provaram **eficientes e tão bons quanto ou melhores** que os métodos já planta e com válvulas reais. existentes;
- A técnica de **compensação** do **agarramento** se

- encontra **apta para ser usada e testada** em uma planta e em uma válvula real;
- A técnica de detecção, como foi testada e desenvolvida a partir de dados reais, já se encontra pronta para ser utilizada em diversos casos;



Autores: Rafael Augusto Bigolin Lanfredi

Marcelo Farenzena

Agradecimentos: FAPERGS



Departamento de Engenharia Química-UFRGS  
 Rua Luis Englert, s/n. Porto Alegre, RS.  
 CEP: 90040 - 040  
 e-mails: rafaabl0@gmail.com, farenz@enq.ufrgs.br  
 Fone: +55-51-3308-3918 FAX: +55-51-3308-3277

