

INTRODUÇÃO

1 - INTRODUÇÃO AO CONTROLE DE PROCESSOS DE PLANTAS OFFSHORE

- 1.1. Descrição da Planta de Processamento Primário *Offshore*

2 - MODELAGEM DE PROCESSOS

Nomenclatura

- 2.1. Classificação dos Modelos de Processos
- 2.2. Modelagem Simplificada do Separador Bifásico
- 2.3. Linearização de Sistemas Não Lineares
- 2.4. Modelagem Simplificada do Tratador Eletrostático
- 2.5. Modelagem Simplificada do Separador Trifásico

Exercícios Propostos

3 - PONTOS ESTACIONÁRIOS DE OPERAÇÃO

Nomenclatura

- 3.1. Pontos de Equilíbrio
- 3.2. Pontos de Equilíbrio de Sistemas Lineares e Plano de Fase
- 3.3. Sistemas Não Lineares na Vizinhança de Pontos de Equilíbrio
- 3.4. Análise de Ponto de Equilíbrio por Técnica de Linearização

Exercícios Propostos

4 - RESOLUÇÃO DE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS LINEARES POR TRANSFORMADA DE LAPLACE

Nomenclatura

- 4.1. Transformada de Laplace de Funções Básicas
- 4.2. Propriedades e Teoremas da Transformada de Laplace
- 4.3. Inversão de Transformadas de Laplace

Exercícios Propostos

5 - REPRESENTAÇÃO ENTRADA-SAÍDA - FUNÇÕES DE TRANSFERÊNCIA

Nomenclatura

- 5.1. Funções de Transferência
- 5.2. Resolução de Sistemas Lineares
 - 5.2.1. Diagrama de blocos

Exercícios Propostos

6 - RESPOSTAS DINÂMICAS

Nomenclatura

- 6.1. Resposta Dinâmica de Processos Lineares de 1ª Ordem
 - 6.1.1. Resposta de um sistema de 1ª ordem a uma perturbação degrau
 - 6.1.2. Resposta de um sistema de 1ª ordem a uma perturbação rampa
 - 6.1.3. Resposta de um sistema de 1ª ordem a uma perturbação senoidal
- 6.2. Resposta Dinâmica de Processos de 2ª Ordem
 - 6.2.1. Resposta de um sistema de 2ª ordem a uma perturbação degrau
 - 6.2.2. Resposta de um sistema de 2ª ordem a uma perturbação senoidal
- 6.3. Resposta Dinâmica de Processos de Ordem Superior
 - 6.3.1. Sistemas multicapacitivos
 - 6.3.2. Tempo morto
- 6.4. Aproximação de Sistemas de Ordem Superior
- 6.5. Sistemas com Resposta Inversa

Exercícios Propostos

7 - ESTABILIDADE DE SISTEMAS DINÂMICOS

Nomenclatura

- 7.1. Critério de Estabilidade de *Routh-Hurwitz*
- 7.2. Método da Substituição Direta

Exercícios Propostos

8 - PROJETO DE MALHAS DE CONTROLE

Nomenclatura

- 8.1. Malha de Controle *Feedback*
- 8.2. Ações do Controlador PID
- 8.3. Sintonia de Controlador PID
 - 8.3.1. Método da sensibilidade limite (método do ganho limite)
 - 8.3.2. Método da curva de reação
 - 8.3.3. Método *Cohen-Coon*
 - 8.3.4. Método de sintonia *Aström-Hagglund*
 - 8.3.5. Sintonia pela "regra simples" de *Skogestad*
 - 8.3.6. Parametrizações de algoritmos PIDs

- 8.3.7. Sumário das correlações de sintonia
 - 8.4. Sintonia de Controlador Baseada em Resposta Transiente
 - 8.4.1. Correlações de sintonia para mínimo ITAE
 - 8.5. Síntese Direta de Controladores
 - 8.5.1. Controlador PI
 - 8.5.2. Processo com tempo morto
 - 8.5.3. Correlações de sintonia por síntese direta, para controle regulatório
 - 8.6. Controle por Modelo Interno
 - 8.6.1. Correlações de sintonia IMC
 - 8.7. Comparação Síntese Direta - IMC
 - 8.8. Versão Discreta vs Versão Contínua
 - 8.9. Controladores Comerciais
- Exercícios Propostos

9 - RESPOSTA EM FREQUÊNCIA

Nomenclatura

- 9.1. Resposta em Frequência de um Sistema de 1a Ordem
 - 9.2. Resposta em Frequência de um Sistema de 2a Ordem
 - 9.3. Resposta em Frequência de Processo com Tempo Morto
 - 9.4. Resposta em Frequência de um Processo Puramente Capacitivo
 - 9.5. Sintonia de Controladores PID Baseada na Resposta em Frequência
 - 9.5.1. Controlador proporcional
 - 9.5.2. Controlador PI
 - 9.5.3. Controlador PD
 - 9.5.4. Controlador PID ideal
 - 9.6. Critério de Estabilidade de *Bodé*
 - 9.7. Critério de Estabilidade de *Nyquist*
 - 9.8. Margem de Ganho e Margem de Fase
 - 9.9. Projeto de Controladores no Domínio da Frequência
 - 9.9.1. Margem de ganho e margem de fase de malhas de controle
- Exercícios Propostos

10 - DINÂMICA DE RESPOSTA – PID

Nomenclatura

- 10.1. Efeito do Controlador Proporcional, sob Perturbação de Carga
 - 10.2. Efeito do Controlador PI, sob Perturbação de Carga
 - 10.3. Análise do Sinal de Erro
- Exercícios Propostos

11 - ESTRUTURAS DE CONTROLE AVANÇADO

Nomenclatura

- 11.1. Controle em Cascata
 - 11.1.1. Resposta dinâmica de controle cascata
 - 11.2. Controle *Feedforward*
 - 11.2.1. Comparação: *feedback* e *feedforward*
 - 11.2.2. Projeto de controladores *feedforward*
 - 11.2.3. Unidades *lead-lag* (LL)
 - 11.2.4. *Lead-lag* com tempo morto como controlador *feedforward*
 - 11.2.5. Estabilidade do arranjo *feedback/feedforward*
 - 11.3. Controle Seletivo e Controle *Override*
 - 11.3.1. Controle seletivo
 - 11.3.2. Controle *override*
 - 11.4. Controle *Split Range*
 - 11.5. Controle Multivariável
 - 11.5.1. Método de análise de interação: matriz RGA
 - 11.5.2. Efeito retaliatório em sistemas multivariáveis
 - 11.5.3. Desacopladores
- Exercícios Propostos

12 - CONTROLE DE NÍVEL DE SEPARADORES

Nomenclatura

- 12.1. Controle de Inventário
 - 12.2. Controle por Bandas
 - 12.3. Controladores: P, P-Lag e PI
 - 12.4. Sintonia com Transição Suave
- Exercícios Propostos

13 - MODELAGEM DE EQUIPAMENTOS DE TRATAMENTO DE ÓLEO E ÁGUA

Nomenclatura

- 13.1. Separadores Bifásicos
 - 13.1.1. Balanços de massa do separador bifásico
 - 13.1.2. Equações de válvulas
 - 13.1.3. Relações geométricas
 - 13.1.4. Modelo linearizado de separador bifásico
- 13.2. Tratadores Eletrostáticos

- 13.2.1. Eficiência de separação
 - 13.2.2. Balanço de massa do tratador eletrostático
 - 13.2.3. Relações geométricas
 - 13.2.4. Equações de vazão
 - 13.3. Separadores Trifásicos
 - 13.3.1. Modelagem do escoamento em separadores trifásicos
 - 13.3.2. Separação das dispersões
 - 13.3.3. Estabilidade de emulsões
 - 13.3.4. Balanços de massa para separador trifásico
 - 13.3.5. Relações geométricas de separador trifásico
 - 13.3.6. Equações de vazão
 - 13.3.7. Correlação para TOG de água descartada pelo separador trifásico
 - 13.4. Hidrociclones *De-oilers*
 - 13.4.1. Modelagem do escoamento em hidrociclone
 - 13.4.2. Separação da emulsão em hidrociclone
 - 13.4.3. Correlações para eficiência de hidrociclone
 - 13.4.4. Controle de hidrociclones
 - 13.5. Flotadores
- Exercícios Propostos

14 - ASPECTOS DINÂMICOS DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO OFFSHORE

Nomenclatura de Modelagem Dinâmica Simplificada para Sistemas *Gas-Lift*

- 14.1. Introdução aos Sistemas de Produção *Offshore*
 - 14.1.1. Regimes clássicos de escoamento bifásico
 - 14.1.2. Escoamento multifásico com golfadas severas
- 14.2. Elevação de Óleo via Processo *Gas-Lift*
 - 14.2.1. Modelo SGL para sistemas *Gas-Lift*
 - 14.2.2. Modelo SGL modificado
 - 14.2.3. Resolução numérica: código executável SGL
 - 14.2.4. Simulação dinâmica *Gas-Lift* com modelo SGL modificado: caso base
 - 14.2.5. Estudo de sensibilidade da resposta dinâmica *Gas-Lift*

Exercício Proposto

15 - ESCOAMENTO EM RISERS E LINHAS DE PRODUÇÃO OFFSHORE

Nomenclatura para Escoamento Bifásico Estratificado em Duto Inclinado

Nomenclatura em Análise de Estabilidade de Escoamento em *Risers*

- 15.1. Escoamento Bifásico Estratificado
 - 15.1.1. Relações geométricas para escoamento estratificado em duto cilíndrico inclinado
 - 15.1.2. Velocidades superficiais de escoamento de gás e líquido
 - 15.1.3. Balanços de momentum em cada fase
 - 15.1.4. Equação *Taitel-Dukler* para escoamento estratificado em regime estacionário
 - 15.1.5. Simplificação da equação *Taitel-Dukler* para baixa velocidade superficial de gás
 - 15.1.6. Resolução da equação *Taitel-Dukler* para velocidades superficiais conhecidas
- 15.2. Transição de escoamento bifásico estratificado, para escoamento bifásico intermitente
- 15.3. Curva de BOE para limite de intermitência severa em *Risers*
- 15.4. Caso Base para estudo em Intermitência Severa
- 15.5. Resultados TEI e BOE para o caso base 15.4
- 15.6. Limite de estabilidade para a não ocorrência de golfadas severas em *Risers*
- 15.7. Limite de estabilidade de fluxo em *Risers*
- 15.8. Conclusões

Exercício proposto

REFERÊNCIAS

APÊNDICES 1 AO 7