



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Mecânica



PLANO DE ENSINO

Em caráter excepcional e transitório, para substituição de aulas presenciais por aulas em meios digitais, enquanto durar a pandemia do novo coronavírus – COVID-19, em atenção à Portaria MEC 5344, de 16 de junho de 2020 e à Resolução 140/2020/CUn, de 21 de julho de 2020.

EMC 410069 – SISTEMAS DE CONTROLE HIDRÁULICOS E PNEUMÁTICOS

1) Identificação

Carga horária: 36 horas-aula teóricas.

Nome(s) do(s) professor(es): Victor Juliano De Negri, E-mail: victor.de.negri@ufsc.br
Edson Roberto De Pieri, E-mail: edson.pieri@ufsc.br

Período: 2º bimestre de 2020

2) Cursos

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica

3) Requisitos

Não há

4) Ementa

Introdução: Configurações típicas, características e aplicações de sistemas de posicionamento hidráulicos e pneumáticos, servoválvulas, válvulas proporcionais e de chaveamento rápido. Sistemas de controle pneumáticos: Equação da vazão e da continuidade em sistemas pneumáticos, Modelagem e simulação de posicionadores pneumáticos. Sistemas de controle hidráulicos: Modelagem linear e não-linear de válvulas e atuadores, Modelagem de posicionadores hidráulicos, Método de projeto de posicionadores hidráulicos. Controladores: Síntese de controladores lineares e não lineares. Compensação de não linearidades típicas. Análise teórico-experimental de posicionadores.

5) Objetivos

Geral:

Apresentar de forma geral os sistemas hidráulicos e pneumáticos para controle de posição, aprofundando-se na modelagem matemática linear e não-linear, síntese de controladores e compensação de não-linearidades e análise do comportamento dinâmico destes sistemas.

Específicos:

1. Apresentar os conceitos e características fundamentais de componentes e sistemas hidráulicos e pneumáticos para controle de posição.

2. Aplicar conceitos de mecânica dos fluidos, mecânica clássica e de controle para a modelagem dinâmica de componentes e sistemas de controle hidráulicos e pneumáticos.
3. Aplicar técnicas de controle linear e não-linear e de compensação de não-linearidades para posicionadores hidráulicos e pneumáticos.
4. Análise dinâmica de posicionadores hidráulicos e pneumáticos

6) Conteúdo Programático

- 6.1. Sistemas de controle hidráulicos [10 horas-aula]
 - 6.1.1. Introdução aos sistemas de posicionamento hidráulicos e pneumáticos
 - 6.1.2. Modelagem linear e não-linear de válvulas e atuadores
 - 6.1.3. Modelagem e análise de sistemas de posicionamento hidráulicos
 - 6.1.4. Método de projeto de posicionadores hidráulicos
- 6.2. Sistemas de controle pneumáticos [7 horas-aula]
 - 6.2.1. Servoválvulas, válvulas proporcionais e de chaveamento rápido
 - 6.2.2. Modelagem não-linear de válvulas e atuadores
 - 6.2.3. Modelagem e simulação de posicionadores pneumáticos
- 6.3. Controladores [14 horas-aula]
 - 6.3.1. Síntese de controladores lineares e não-lineares
 - 6.3.2. Compensação de não linearidades
- 6.4. Análise teórico-experimental [5 horas-aula]
 - 6.4.1. Análise teórico-experimental de posicionadores pneumáticos
 - 6.4.2. Análise teórico-experimental de posicionadores hidráulicos

7) Metodologia

Os conteúdos teóricos serão abordados em aulas síncronas no horário regular da disciplina, compostas de exposição do conteúdo teórico, realização de exercícios pelos alunos e discussão sobre a solução dos exercícios.

Será empregado software de simulação dinâmica, cuja licença será disponibilizada para instalação em computador pessoal de cada aluno. Estas atividades poderão ser realizadas individualmente ou em grupos de alunos e ocorrerão de forma assíncrona. As orientações para uso do software e resolução de cada problema serão dadas via Moodle e/ou em encontros síncronos.

A disciplina incluirá a realização de dois trabalhos: um em tema de controle em hidráulica e outro de controle em pneumática. Os trabalhos serão realizados em grupos de alunos ou individualmente em horário extra-classe, porém com apresentação individual em horário regular da disciplina. Os dados experimentais serão provenientes de dissertações e teses realizadas no LASHIP e disponibilizados aos alunos.

O material didático, incluindo slides, apostilas, links para material complementar e software de simulação, exercícios e trabalhos/projetos serão disponibilizados no Moodle antecipadamente. As aulas síncronas poderão gravadas e disponibilizadas aos alunos para revisão dos assuntos tratados.

O material disponibilizado, gravações de aulas e outros elementos empregados na disciplina não poderão ser compartilhados para terceiros, devendo ficar seu uso restrito aos alunos regularmente matriculados na disciplina no período letivo 2020/1.

8) Avaliação

Ocorrerá por meio de 3 (três) componentes, a saber:

- Nota 1 (N1), associada às partes 6.1 e 6.2, composta de 1 prova individual (P1) e 1 avaliação de lista de exercícios (E1).
- Nota 2 (N2), associada à parte 6.3, composta de 1 prova individual (P2) e 1 avaliação de lista de exercícios (E2).
- Nota 3 (N3), associada à parte 6.4, composta de trabalho em hidráulica (T1) e trabalho em pneumática (T2).

As notas serão calculadas da seguinte forma:

$$N1 = P1 \times 0,6 + E1 \times 0,4$$

$$N2 = P2 \times 0,6 + E2 \times 0,4$$

$$N3 = (T1 + T2) / 2$$

A média final (MF) será calculada pela média ponderada destas notas, ou seja:

$$MF = (N1 + N2 + N3) / 3$$

9) Cronograma

1. As aulas síncronas ocorrerão dentro do horário regular da disciplina.
2. As avaliações síncronas serão realizadas em data de consenso como os alunos.
3. O lançamento do Trabalho 1 será dia 29/09 e a sua entrega pelos alunos via Moodle em 20/10 e apresentação individual na mesa data no horário regular da disciplina. A execução desta atividade pelos alunos ocorrerá como atividade assíncrona.
4. O lançamento do Trabalho 2 será dia 29/09 e a sua entrega pelos alunos via Moodle em 22/10 e apresentação individual na mesa data no horário regular da disciplina. A execução desta atividade pelos alunos ocorrerá como atividade assíncrona.

10) Bibliografia Básica

- BEATER, P. Pneumatic Drives. Berlin: Springer, 2007. (e-book disponível na BU UFSC)
- DE NEGRI, V. J. Caracterização dos posicionadores hidráulicos. Florianópolis, 2010 (Apostila)
- FURST, F. L., DE NEGRI, V. J. Projeto de Sistemas Hidráulicos de Controle de Posição. Florianópolis, 2002. 125 p. (Apostila)
- DE NEGRI, V. J., AZAFF, Y. E., Posicionadores Eletropneumáticos, 2008. 52 p. (Apostila)
- DE NEGRI, V. J. Símbolos de Grandezas para Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos. Florianópolis, 2002. 15 p. (Apostila).
- DE PIERI, E. R., Notas de Aula em Controle, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UFSC, 2020 (no formato de aulas em slides, disponibilizados no Moodle).
- DE NEGRI, V. J., Notas de Aula em Hidráulica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UFSC, 2020 (no formato de aulas em slides, disponibilizados no Moodle).
- DE NEGRI, V. J., Notas de Aula em Pneumática, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UFSC, 2020 (no formato de aulas em slides, disponibilizados no Moodle).

11) Bibliografia Complementar

ANDERSEN, B. W. The Analysis and Design of Pneumatic Systems. New York: John Wiley & Sons, 1967.

KHALIL, H. K., Nonlinear systems, Prentice Hall, 2001.

KRISTIC, M., KANELLAKOPOULOS, I., KOKOTOVIC, P. V. Nonlinear and Adaptive Control Design, Wiley, 1995.

MERRITT, H. E. Hydraulic Control Systems. New York: John Wiley & Sons, 1967.

SLOTINE, J. J. Applied Nonlinear Systems, Prentice Hall, 1992.

STRINGER, J. Hydraulic Systems Analysis, an Introduction. New York, The Macmillan Press, 1976.

LINSINGEN, I. von. Fundamentos de Sistemas Hidráulicos. 5ª Ed., Florianópolis: EDUFSC, 2016.