



## PLANO DE ENSINO

Em caráter excepcional e transitório, para substituição do ensino presencial pelo ensino não presencial, enquanto durar a pandemia do novo coronavírus (COVID-19), em atenção à Portaria MEC Nº 544, de 16 de junho de 2020, e à Resolução Normativa Nº 140/2020/CUn, de 21 de julho de 2020.

### EMC5336 – Controle de Sistemas Dinâmicos

#### 1) Identificação

Carga horária: 72 horas-aula, das quais: Teóricas: 72 horas-aula.

Turma(s): 06203

Nome(s) do(s) professor(es): Stephan Paul, Email: stephan.paul@ufsc.br

Período: 1º semestre de 2020

#### 2) Cursos

203 Engenharia Mecânica

#### 3) Requisitos

Engenharia Mecânica (203): MTM3104 ou MTM5164 ou MTM5166

#### 4) Ementa

Introdução aos sistemas dinâmicos. Introdução à modelagem física e matemática de sistemas dinâmicos, com ênfase em sistemas Mecânicos, Elétricos e Eletromecânicos. Transformada de Laplace e Função de Transferência. Diagramas de blocos. Resposta Dinâmica. Resposta no domínio do tempo e parâmetros dinâmicos. Critérios de estabilidade. Routh-Horwitz. Routh. Lugar das raízes. Controladores PID. Ziegler-Nichols. O método da resposta em frequência. Diagrama de Bode.

## 5) Objetivos

Geral:

Espera-se que o aluno aprovado tenha conhecimento geral da teoria de controle sistemas realimentados.

## 6) Conteúdo Programático

1. Conceitos básicos de teoria do controle [4 hs]
2. Noções de modelagem matemática de sistemas [10 hs]
3. Transformada de Laplace (Conceito e definição, Transformadas de funções, função de transferência, transformada inversa, expansão em frações parciais, solução de EDOs, polos e zeros, plano  $s$ , localização de polos e zeros) [4 hs]
4. Diagrama de blocos/álgebra de diagramas de blocos [4hs]
5. Introdução à análise da resposta dinâmica de sistemas (Conceitos básicos, sinais padrão de excitação, estabilidade) [2hs]
6. Resposta dinâmica no domínio do tempo (regime transitório e regime permanente, sistemas de 1ª ordem, sistemas de 2ª ordem, sistemas de ordem superior) [16hs]
7. Relação entre resposta transitória e localização de polos e zeros, conceito de dominância [6hs]
8. Critérios de estabilidade (Introdução, critério de Routh-Horwitz, teste de Routh, lugar das raízes, requisitos de desempenho) [10 hs]
9. Introdução a controladores PID (ajuste de parâmetros, sistemas com atraso no tempo e métodos de Ziegler-Nichols) [4hs]
10. Resposta dinâmica no domínio da frequência [8hs]

## 7) Metodologia

Os aspectos teóricos da disciplina serão abordados ao longo do semestre em 15 aulas expositivas síncronas por ferramentas multimídia, usando como base a apostila da disciplina que está disponível na plataforma moodle. As aulas síncronas ocorrerão no dia 31/08/2020, com uma breve revisão do tópico 1 e do início do tópico 2 da disciplina, pois esses já haviam sido abordados antes da suspensão do semestre, e depois sempre nas quintas feiras das 9.00 horas às 10 horas. As aulas síncronas eventualmente serão gravadas. O link para as aulas síncronas será disponibilizado no MOODLE. A participação nas aulas síncronas implica na aceitação tácita da gravação da própria imagem e voz do estudante. As aulas que forem gravadas serão disponibilizadas como aulas assíncronas por meio da plataforma moodle, com exceção de conteúdos sujeitos a direitos autorais. As aulas teóricas serão complementadas pela processo de aprendizagem chamado de *learning by doing* e

*flipped classroom, atividade na qual* alunos irão disponibilizar conteúdo em formato de vídeo produzido por eles mesmos sobre assunto pertinentes da disciplina. Os temas e conteúdos desta atividade serão combinados entre alunos e professor na 1ª semana. As atividades de flipped classroom ocorrem a partir de 14/09/2020 todas as segundas e quintas feiras. O material de vídeo de entre 15 e 30 minutos produzido pelos estudantes deve ser enviado ao professor para verificação com no mínimo 72 horas de antecedência ao horário da disponibilização do material pelo moodle. Não enviar o material com 72 horas de antecedência implica na impossibilidade de disponibilização, e conseqüentemente na nota zero para esta etapa da avaliação. O material de vídeo pode estar acompanhado de outros materiais, a critério do estudante. O material produzido pelo estudante não pode ser cópia de material disponível na internet, nem pode simplesmente reproduzir a sequência lógica de material da autoria de terceiros. Os estudantes, ao submeter o seu material, concordam em compartilhar este material com os colegas da turma por meio da plataforma moodle. Além disso, concordam em receber e responder perguntas a respeito do material, tanto do professor como pelos colegas.

Ainda as atividades supracitadas serão complementadas atividade de responder questionários na plataforma moodle nos quais os alunos respondem a questões para avaliar a compreensão do conteúdo. Os questionários serão disponibilizados nas segundas feiras e devem ser respondidos até no mais tardar terça feira meia noite.

O atendimento individual para sanar dúvidas ocorrerá em encontros por videoconferência, a combinar com o professor e o monitor.

## **8) Avaliação**

Ocorrerá por meio 3 (três) tipo de avaliações, a saber: Conjunto de dez questionários (Q1..Q10), 1 prova (P), e 1 exposição de conteúdo pelo aluno (E)/flipped classroom. A nota final dos questionários QF é dada pela média aritmética das notas Q1 até Q10. A média final das avaliações (MF) será calculada pela média ponderada destas avaliações:

$$MF = ( QF \times 0,33 + P \times 0,33 + 0,3 \times E)$$

Conforme parágrafo 2º do artigo 70 da Resolução 17/CUn/97, o aluno com frequência suficiente (FS) e média final no período (MF) entre 3,0 e 5,5 terá direito a uma nova avaliação ao final do semestre (REC), sendo a nota final (NF) calculada conforme parágrafo 3º do artigo 71 desta resolução, ou seja:  $NF = (MF + REC) / 2$ .

Os questionários Q1 até Q10 serão disponibilizados aos estudantes nos dias 14/09/20; 21/09/20; 28/09/20; 5/10/20; 19/10/20; 26/10/20; 3/11/20; 09/11/20; 16/11/20; 30/11/20 e deverão ser respondidos até o dia seguinte, pelo moodle dentro de uma janela de tempo de 30 minutos.

A prova síncrona, no dia 23/11/2020 das 13.30- 14.30 horas, consiste na solução de um conjunto de questões, em folha e escrito por próprio punho, e deve ser enviado até as 14.40 horas do dia 23/11/2020. Além disso, o aluno deve enviar um video no

qual ele comenta a solução da prova. O vídeo terá que ser enviado pelo moodle até no mais tardar 15.00 horas do dia 23/11/2020.

A atividade de flipped classroom consiste numa atividade criativa, assíncrona, na qual o estudante **cria** um conteúdo relacionado com a ementa e os tópicos da disciplina em formato de vídeo no qual o próprio aluno deve aparecer. O conteúdo pode envolver filmagens de sistemas dinâmicos, simulações realizadas no computador, entre outros. Os critérios de avaliação são: 1) envio do material ao professor com 72 horas de antecedência da disponibilização (critério eliminatório); 2) Aderência do conteúdo ao tema (25% da nota); 3) Novidade do conteúdo/ineditismo no âmbito da disciplina EMC 5336 (30%), 4) Qualidade e didática do material produzido (40%), 5) duração de entre 15 e 30 minutos (10%).

A frequência suficiente ao curso é obrigatória. A frequência será registrada, ou pelo docente em cada acesso às aulas síncronas, utilizando o registro de frequência do MOODLE. O aluno também será requisitado a registrar frequência no acesso às aulas assíncronas.

## 9) Cronograma

As **aulas síncronas** ocorrerão no dia 31/08/2020, com uma breve revisão do tópico 1 e do início do tópico 2 da disciplina, pois esses já haviam sido abordados antes da suspensão do semestre, e depois sempre nas quintas feiras das 9.00 horas às 10 horas.

As atividades de flipped classroom ocorrem a partir de 14/09/2020 todas as segundas e quintas feiras, mas consistem na disponibilização de material produzido pelos estudantes e **são assíncronas**.

Os questionários Q1 até Q10 serão disponibilizados aos estudantes nos dias 14/09/20; 21/09/20; 28/09/20; 5/10/20; 19/10/20; 26/10/20; 3/11/20; 09/11/20; 16/11/20; 30/11/20 e deverão ser respondidos até o dia seguinte, pelo moodle dentro de uma janela de tempo de 30 minutos.

A prova síncrona será no dia 23/11/2020 das 13.30- 14.30 horas.

Um cronograma detalhado será acertado com os alunos no dia 31/08/2020.

## 10) Bibliografia Básica

Paul, S.: (Introdução) ao Controle de sistemas dinâmicos, Apostila do professor, disponível no moodle

## 11) Bibliografia Complementar

A bibliografia básica será suficiente para o acompanhamento da disciplina.