|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Universidade Federal de Santa Catarina**  **Centro Tecnológico**  **Departamento de Engenharia Mecânica**  **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, à Resolução Normativa No 140/2020/CUn, de 21 de julho de 2020, à Portaria Normativa No 379/2020/GR, de 9 de novembro de 2020, e à Resolução Nº 30/2020/CUn, de 1º de dezembro de 2020.

**EMC5202 – Usinagem dos Materiais**

**1) Identificação**

Carga horária: 72 horas-aula. Todas as aulas são teóricas.

Número de créditos: 4

Tipo de disciplina: Obrigatória

Turma(s): 05203B/ 06214B

Nome(s) do(s) professor(es): Fabio Antonio Xavier, Email: f.xavier@ufsc.br

Turma(s): 05203A/A6214A

Nome(s) do(s) professor(es): Milton Pereira, Email: milton.pereira@ufsc.br

Período: 2º semestre de 2021

**2) Cursos**

203 Engenharia Mecânica

214 Engenharia de Produção Mecânica

**3) Pré-Requisitos**

Engenharia Mecânica (203): EMC5201

**4) Ementa**

Conceituação e relevância da técnica de usinagem dos materiais na obtenção de componentes e produtos de engenharia com elevado valor agregado, mediante transformação da forma e dimensões da matéria-prima. Conceito, caracterização e funções do sistema máquina – ferramenta – peça. Sistemas, processos e fundamentos da usinagem por ação mecânica com ferramentas de geometria definida e não definida; por ação térmica e termoquímica; as principais variáveis de processo em cada caso. Fenômenos térmicos, mecânicos e químicos envolvidos nos processos de usinagem. Ferramenta para usinagem: fundamentação geométrica; os materiais envolvidos na construção destas; os mecanismos de desgaste e falha (falência) das ferramentas, as principais famílias de sistemas (máquinas ferramenta), suas características e aplicações. Determinação dos custos de usinagem e análise de produtividade. Os defeitos introduzidos nos produtos usinados por ação de processos e as consequências desses defeitos para a aplicação e desempenho dos produtos.

**5) Objetivos**

Geral:

Capacitar o profissional de Engenharia Mecânica quanto à fundamentação teórica e utilização prática da técnica de usinagem dos materiais para fabricação de produtos com elevado valor agregado, complexidade geométrica, custo e qualidade competitivos em nível mundial.

Específicos:

1. Apresentar os conceitos fundamentais dos processos de usinagem.

2. Capacitar o aluno a analisar problemas relacionados aos processos de usinagem, propor e implementar soluções.

3. Capacitar o aluno a escolher e definir a rota de fabricação de um componente por processos de usinagem.

4. Correlacionar a área de usinagem com outros processos de fabricação e com outras áreas de Engenharia Mecânica

**6) Conteúdo Programático**

1. Apresentação e contextualização da disciplina (2 horas)

2. Apresentar e discutir conceitos e relevância da técnica de usinagem dos materiais visando a obtenção de componentes e produtos de engenharia com elevado valor agregado, mediante a transformação da forma e dimensões da matéria – prima; (2 horas)

3. Definir, caracterizar e discutir as funções do sistema máquina - ferramenta - peça; (2horas)

4. Definir os fundamentos, caracterizar e discutir a aplicação prática dos principais sistemas e processos de usinagem por ação mecânica utilizando ferramentas com geometria definida e não definida; por ação térmica e termo-química; (16 horas)

5. Discutir os fenômenos térmicos, mecânicos e químicos envolvidos nos distintos processos de usinagem, ressaltando as consequências para o sistema máquina - ferramenta - peça e para o meio ambiente; (10 horas)

6. Estudar as ferramentas para usinagem dos materiais, abordando: aspectos geométricos e suas influências; os materiais envolvidos na sua construção; os mecanismos e causas de desgaste e outros tipos de falhas e alterações; as principais famílias de ferramentas e suas respectivas aplicações; (12 horas)

7. Fluidos de corte: caracterizá-los, discutir a sua pertinência para o sistema máquina - ferramenta - peça e suas consequências para a saúde dos operadores de máquinas e para o meio ambiente de forma ampla; (2 horas)

8. Trabalhar as questões: determinação dos custos de usinagem, otimização das condições de corte, gerenciamento das ferramentas de usinagem e análise da produtividade dos sistemas de fabricação; (8 horas)

9. Usinagem de peças: apresentar e discutir os conceitos principais e posteriormente utilizá-los na elaboração de um projeto de usinagem para uma peça com complexidade média; (2 horas)

10. Apresentar de forma prática e discutir os defeitos que são introduzidos nos produtos usinados por ação dos processos de usinagem e quais consequências esses defeitos representam para a utilização e desempenho desses produtos; (4 horas)

**7) Metodologia**

Apresentação dos conteúdos por parte do professor com auxílio de recursos de mídia eletrônica;

Desenvolvimento de conteúdos por parte dos acadêmicos, na forma de trabalho em grupos;

Realização de seminários por parte dos acadêmicos, com base em temas previamente selecionados e utilização de recursos multimídia;

Realização de pesquisa complementar orientada na Biblioteca Central (BU), portais na internet e impressos;

Participação em palestras proferidas por convidados externos;

Realização de exercícios para fixação de conceitos e trabalhos;

As atividades assíncronas serão disponibilizadas através do MOODLE, com o suporte de material de apoio em meio digital.

As aulas síncronas serão realizadas nas datas descritas no cronograma.

As aulas síncronas ocorrerão no horário oficial da disciplina.

O link para as aulas síncronas será fornecido no MOODLE.

Será disponibilizado exercícios e indicados materiais complementares para reforço da aprendizagem.

O atendimento individual para sanar dúvidas ocorrerá em encontros síncronos, nas datas e formas descritas no MOODLE.

Haverá um monitor para a disciplina que atenderá em encontros síncronos, nas datas e formas descritas no MOODLE.

Não será permitido gravar, fotografar, transmitir ou copiar as aulas disponibilizadas no MOODLE. O uso não autorizado de material original retirado das aulas constitui contrafação – violação de direitos autorais – conforme a Lei nº 9.610/98 –Lei de Direitos Autorais.

**8) Avaliação**

As avaliações serão online, sem supervisão e ocorrerão nos dias conforme o cronograma. As questões estarão disponíveis no início da aula e as respostas, na forma de um texto escaneado, ou fotografado, ou no questionário do deverão ser entregues no MOODLE (por upload) até o final do horário da aula e em formato PDF. Dependendo do conteúdo, a avaliação pode ser respondida diretamente no questionário do MOODLE.

Espera-se que o aluno trabalhe individualmente na solução dos problemas da avaliação, com a consulta livre ao material disponibilizado do MOODLE.

Os pesos das avaliações são:

Prova (P1) = 10%

Prova (P2) = 10%

Prova (P3) = 10%

Prova (P4) = 10%

Prova (P5) = 10%

Seminário 1 (S1) = 15%

Seminário 2 (S2) = 15%

Projeto de usinagem (PU) = 20%

Conforme programado, haverá uma prova de recuperação final (RF), que engloba toda a matéria da disciplina e será realizada por alunos que tenham obtido uma Média (M = (0,1\*P1) + (0,1\*P2) + (0,1\*P3) + (0,1\*P4) + (0,1\*P5) + (0,15 \* S1) + (0,15 \* S2) + (0,20 \*PU)) inferior a 5,75 (cinco vírgula setenta e cinco), e superior ou igual a 3 (três). Alunos com Média Final inferior a 3 (três) são considerados REPROVADOS.

O aluno enquadrado no caso descrito acima terá sua nota final calculada pela média aritmética entre a média das notas das avaliações parciais e a nota obtida na prova de recuperação final (RF).

Se o conceito final for inferior a 6 (seis), o aluno será considerado REPROVADO.

OBS: A nota do trabalho prático será incluída no cálculo da nota-média final somente após o cumprimento das condições de aprovação nas provas, seminários e demais itens de avaliação.

IMPORTANTE: Frequência => 75% - ATENÇÃO: FALTAS JUSTIFICADAS NÃO ABONAM O NÚMERO TOTAL DE FALTAS.

Aluno com Frequência Insuficiente (FI) recebem conceito final 0,0 (Zero) e FI.

A frequência suficiente ao curso é obrigatória e será computada pelo log de acesso às aulas e aos materiais disponibilizados.

**9) Cronograma**

Como a disciplina possui um total de 72 horas para sua integralização, o cronograma a seguir detalha a realização de 36 atividades equivalentes a 2 horas cada. A definição de quais serão realizadas de forma síncrona ou assíncrona é apresentada para cada turma no seu ambiente MOODLE específico, sendo ajustados os conteúdos e o número de avaliações no início do semestre.

1. **PROGRAMA DA DISCIPLINA**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **M** | **ATIVIDADES** | **Encontro** |
|  | INTRODUÇÃO À DISCIPLINA E À USINAGEM | |
| Apresentação da disciplina e plano de ensino. Divisão dos alunos em equipes de 2 pessoas e sorteio dos números de identificação e seus respectivos temas dos seminários.  *Objetivos da disciplina:*  Apresentar e discutir com os graduandos os fundamentos da usinagem dos materiais; mostrar a importância e aplicação desses fundamentos; com base em estudos específicos mostrar a aplicação dos principais tipos de processos, máquinas e ferramentas de usinagem; propiciar aos participantes a formação necessária para avançar, de forma independente, no conhecimento e na aplicação do conteúdo da disciplina.  **Passar Projeto de Usinagem.** | (1) |
| Apresentar os conceitos básicos sobre um sistema de usinagem (máquina/ferramenta). I | (2) |
| Apresentar os conceitos básicos sobre um sistema de usinagem (máquina/ferramenta). II | (3) |
| Geometria da Ferramenta de corte e suas influências I | (4) |
| Geometria da Ferramenta de corte e suas influências II | (5) |
| **Prova 1** | (6) |
| Discutir os fenômenos térmicos, mecânicos e químicos envolvidos nos distintos processos de usinagem, isto é, os fundamentos da remoção de material e **formação do cavaco**, ressaltando as consequências para o sistema máquina/ferramenta/peça e para o meio ambiente. | (7) |
| 1. Materiais envolvidos na sua construção, mecanismos e causas de desgaste; | (8) |
| 1. Materiais envolvidos na sua construção, mecanismos e causas de desgaste; | (9) |
| **Usinabilidade I**  Conceitos sobre usinabilidade dos materiais. Apresentação dos diferentes critérios de usinabilidade (vida de ferramenta, força de usinagem, formação de cavaco, qualidade da superfície). Mecanismos de desgaste das ferramentas. | (10) |
| **Usinabilidade II**  Conceitos sobre usinabilidade dos materiais. Apresentação dos diferentes critérios de usinabilidade (vida de ferramenta, força de usinagem, formação de cavaco, qualidade da superfície). Mecanismos de desgaste das ferramentas. | (11) |
| **Prova 2** | (12) |
| Aula - Meios Lubri-Refrigerantes na usinagem. | (13) |
| **Máquina-ferramenta:**   * + 1. **Apresentação do Seminário 1:**   O **NÃO** cumprimento destes prazos representará na perda de 30% na nota do seminário. Não serão aceitos trabalhos com atraso superior a 1 hora. | (Estudantes)  (14)  (15)  (16) |
| Forças e potência nos processos de usinagem. Sistemas de Monitoramento. | (17) |
| Exercícios em sala de aula | (18) |
| Gerenciamento de Ferramentas de corte | (19) |
| Planejamento de Processos de Fabricação | (20) |
|  | **Prova 3** | (21) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **M** | **ATIVIDADES** | **DATAS** |
|  | OS DIVERSOS PROCESSOS DE USINAGEM | |
| Otimização da Usinagem e custos I | (22) |
| Otimização da Usinagem e custos II | (23) |
| **Atenção**  **Seminário 2: Processos específicos e Máquinas:**  O **NÃO** cumprimento destes prazos representará na perda de 30% na nota do seminário. Não serão aceitos trabalhos com atraso superior a 1 hora. | (24)  (25)  (26) |
| Usinagem com ferramentas de geometria não definida.  Fundamentos, Processo de retificação | (27) |
| II. Brunimento, lapidação e outros processos. | (28) |
| **Prova 4** | (29) |
| I Usinagem por processos não convencionais.  EDM, usinagem química, eletroquímica, ultrassom e laser | (30) |
| **Entrega do Projeto de Usinagem**  II. Usinagem por processos não convencionais.  EDM, usinagem química, eletroquímica, ultrassom e laser  O **NÃO** cumprimento destes prazos representará na perda de 30% na nota do seminário. Não serão aceitos trabalhos com atraso superior a 1 hora. | (31) |
| Pós-Processamento de superfícies e usinagem de materiais endurecidos | (32) |
| Definições e medição de rugosidade | (33) |
| **Prova 5** | (34) |
| 1. Data reservada para sanar dúvidas dos alunos antes da prova de recuperação final. | (35) |
|  | 1. **Prova de recuperação final: Para os alunos com os requisitos necessários para a sua realização.** | (36) |

**10) Bibliografia Básica**

* Xavier, F. A., Pereira, M., Notas de Aula de Usinagem dos Materiais, Curso de Graduação em Engenharia Mecânica, UFSC, 2020. (as notas de aula serão formadas por textos e slides disponibilizados no ambiente MOODLE).

A apostila, os slides e os vídeos elaborados para esta disciplina serão suficientes como fonte de referência para o aluno estudar, aprender e se preparar para as avaliações.

A apostila, os slides e vídeos serão disponibilizados no ambiente MOODLE da disciplina. Eventualmente os vídeos serão disponibilizados no YOUTUBE, sendo os links destes informados através do MOODLE.

Solicita-se que os vídeos não sejam enviados para outras pessoas, diferentes daquelas matriculadas nessa disciplina e turma, com o risco de ferir direitos autorais.

**11) Bibliografia Complementar**

* ABRÃO, A. M., COELHO, R. T., MACHADO, A. R., SILVA, M. B. *Teoria da Usinagem dos Materiais*. Ed. Edgar BlücherLtda, São Paulo, 2009. 1. Edição.
* DINIZ, A. E., MARCONDES, F. C., COPPINI, N. L. *Tecnologia da Usinagem dos Materiais*. MM Editora, São Paulo, 1999. 1. Edição.
* FERRARESI, D. *Fundamentos da Usinagem dos Metais.* Ed. Edgar BlücherLtda, São Paulo, 1977. 1. Reimpressão.
* KLOCKE, F., KÖNIG, W. *Fertigungsverfahren: Drehen, Fräsen, Bohren*. Springer- Verlag Berlin Heidelberg, 2008. 8. Edição revisada. Band 1. 599 p.
* KLOCKE, F. Manufacturing Processes 1: Cutting. Londres: Editora Springer, 2011. 517p.
* METALS HANDBOOK. Machining. 9° ed. USA: ASM International, 1989. Vol. 16. 1989p.
* SANDVIK Coromant. *Modern Metal Cutting – a practical handbook. SandvikCoromant, Technical Editorial dept., Sweden, 1994.*
* STEMMER, C. E. *Ferramentas de Corte.*Ed. da UFSC, Série Didática, Florianópolis, 1989. 2. Edição.
* SCHROETER, R. B., WEINGAERTNER, W. L. *Tecnologia da Usinagem com Ferramentas de Geometria Definida – parte 1.* Apostila (traduzido e adaptado por Prof. Rolf Bertrand Schroeter e Prof. Walter Lindolfo Weingaertner do livro “Fertigungsverfahren – Drehen, Bohren, Fräsen”, de Prof. WilfriedKönig e Prof. Fritz Klocke*).*
* SCHROETER, R. B., WEINGAERTNER, W. L. *Tecnologia da Usinagem com Ferramentas de Geometria Definida – parte 2.* Apostila (traduzido e adaptado por Prof. Rolf Bertrand Schroeter e Walter Lindolfo Weingaertner do livro “Fertigungsverfahren – Drehen, Bohren, Fräsen”, de Prof. WilfriedKönig e Prof. Fritz Klocke*)*.
* AGOSTINHO, O. L. Engenharia de Fabricação Mecânica. Editora Elsevier. 2018
* CIMM,Centro de Informação Metal Mecânica – [www.cimm.com.br](http://www.cimm.com.br),
* Teses e dissertações do programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica do acervo da Universidade Federal de Santa Catarina.