



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

PLANO DE ENSINO

SEMESTRE 2020.1

I. IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA	Nº DE HORAS-AULA SEMANAIS		TOTAL DE HORAS-AULA SEMESTRAIS
		TEÓRICAS	PRÁTICAS	
DEC7562	Sistemas Operacionais Embarcados	2	2	72

HORÁRIO		MODALIDADE
TURMAS PRÁTICAS		Não presencial
08655 - 2.1420-2	08655 - 4.1420-2	Aulas síncronas e assíncronas

II. PROFESSOR(ES) MINISTRANTE(S)

Prof. Anderson Luiz Fernandes Perez

Email: [anderson.perez@ufsc.br](mailto:anderson.perez@ufsc.br)

Horário de Atendimento: de segunda a sexta-feira com agendamento prévio. O atendimento será por videoconferência, preferencialmente pela plataforma Google Meet.

III. PRÉ-REQUISITO(S)

CÓDIGO	NOME DA DISCIPLINA
	Não há

IV. CURSO(S) PARA O(S) QUAL(IS) A DISCIPLINA É OFERECIDA

Bacharelado em Engenharia de Computação

V. JUSTIFICATIVA

Os sistemas embarcados estão cada vez mais complexos sendo necessário um sistema de controle robusto composto de várias tarefas, devido a estas características faz-se necessário o uso de um sistema operacional embarcado para criar uma abstração do hardware e gerenciar as diferentes tarefas que compõem tais sistemas de controle.

VI. EMENTA

Conceitos de sistemas embarcados e sistemas operacionais embarcados. Projeto de sistemas operacionais embarcados. Sistemas operacionais embarcados de tempo real. Implementação de sistemas operacionais embarcados.

VII. OBJETIVOS

**Objetivo Geral:**

Esta disciplina tem por objetivo apresentar os conceitos, problemas e soluções típicas no desenvolvimento de sistemas operacionais embarcados incluindo aqueles com restrições temporais.

**Objetivos Específicos:**

- Definir e fundamentar os sistemas operacionais embarcados;
- Estudar os principais aspectos envolvidos no projeto e no desenvolvimento de sistemas operacionais embarcados, tais como gerência de tarefas, memória e de entrada e saída de dados;
- Projetar e implementar sistemas operacionais embarcados;
- Estudar e utilizar sistemas operacionais embarcados existentes.

## VIII. CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

Conteúdo Teórico seguido de Conteúdo Prático com desenvolvimento de problemas em computador:

### UNIDADE 1: Introdução

- Apresentação da disciplina e explicação da metodologia do ensino não presencial.
- Definição e Características de um Sistema Embarcado
- Sistemas operacionais embarcados (sistemas operacionais de tempo real)
- Exemplos de sistemas operacionais embarcados e sistemas embarcados
- Hardware para sistemas operacionais embarcados
- Revisão de conceitos sobre Sistemas Operacionais

### UNIDADE 2: Gerência de Processos

- Definição
- Definição de tarefa
- Geração e tratamento de interrupções
- Controle de *timers*
- Escalonamento de tarefas
- Escalonamento cooperativo versus preemptivo
- Escalonamento de tarefas de tempo real
- Sincronização de tarefas
- Seção crítica
- Semáforos e mutex
- Controle de deadlock
- Inversão de prioridade
- Comunicação entre tarefas
- Filas de mensagens

### UNIDADE 3: Gerência de Memória

- Definição
- Alocação estática
- Alocação dinâmica

### UNIDADE 4: Gerência de Entrada e Saída

- Definição
- Funções de entrada e saída
- Controle de concorrência

### UNIDADE 5: Estudo de Sistemas Operacionais Embarcados

- FreeRTOS
- Linux Embarcado

## IX. METODOLOGIA DE ENSINO / DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA

1. Aulas expositivas com encontros síncronos;
2. Aulas expositivas assíncronas com material (vídeos aulas) de apoio postado no Moodle;
3. Desenvolvimento de trabalhos e exercícios práticos;
4. Ao longo da disciplina será desenvolvido um sistema operacional embarcado para microcontroladores da família PIC de 8. Também serão realizados experimentos com microcontroladores da família PIC de 16 bits.

**Observação 1:** as aulas síncronas serão realizadas preferencialmente nas segundas-feiras no horário da disciplina. Eventualmente, em comum acordo do professor com os alunos, as aulas síncronas poderão ser realizadas nas quartas-feiras.

**Observação 2:** as atividades práticas serão realizadas na IDE MPLAB X com os compiladores XC8 e XC16, disponíveis gratuitamente no site da Microchip. As simulações serão realizadas no Proteus. Caso os alunos não tenham acesso ao Proteus, serão realizadas simulações na própria IDE MPLAB X.

## X. METODOLOGIA E INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

- A verificação do rendimento escolar compreenderá **frequência e aproveitamento** nos estudos, os quais deverão ser atingidos conjuntamente. Será obrigatória a frequência às atividades correspondentes a cada disciplina, no mínimo a 75% das mesmas (Frequência Suficiente - FS), ficando nela reprovado o aluno que não comparecer a mais de 25% das atividades (Frequência Insuficiente - FI).
- Serão realizadas três avaliações, sendo:
  - **TP1:** Trabalho Prático 1
  - **TP2:** Trabalho Prático 2
  - **PAS:** Participação nas aulas síncronas

A Média Final (MF) será calculada da seguinte forma:

$$MF = (TP1 * 0.6) + (TP2 * 0.3) + (PAS * 0.1)$$

A nota mínima para aprovação na disciplina será  $MF \geq 6,0$  (seis) e Frequência Suficiente (FS). (Art. 69 e 72 da Res. nº 17/CUn/1997).

O aluno com Frequência Suficiente (FS) e média das notas de avaliações do semestre MF entre 3,0 e 5,5 terá direito a uma nova avaliação no final do semestre (REC), exceto as atividades constantes no art.70, § 2º. A Nota Final (NF) será calculada por meio da média aritmética entre a média das notas das avaliações parciais (MF) e a nota obtida na nova avaliação (REC). (Art. 70 e 71 da Res. nº 17/CUn/1997).

$$NF = \frac{(MF + REC)}{2}$$

- Ao aluno que não efetuar às avaliações ou não apresentar trabalhos no prazo estabelecido será atribuída nota 0 (zero). (Art. 70, § 4º da Res. nº 17/CUn/1997)

### Observações:

#### Registro de Frequência

- O registro de frequência será efetuado tanto para as aulas síncronas como para as aulas assíncronas. Nas aulas síncronas a presença será aferida pelo docente durante a aula. Já nas aulas assíncronas a aferição da frequência será feita por meio de atividades que os alunos deverão realizar e postar no sistema Moodle. A depender do grau de dificuldade da atividade será definido um prazo para que o aluno poste a tarefa no Moodle.

#### Avaliação de recuperação

- Não há avaliação de recuperação nas disciplinas de **caráter prático** que envolve atividades de laboratório (Res.17/CUn/97).

#### Nova avaliação

- O aluno, que por motivo de força maior e plenamente justificado, deixar de realizar atividades avaliativas previstas no plano de ensino, deverá formalizar pedido à Chefia do Departamento de Ensino ao qual a disciplina pertence, dentro do prazo de 3 (três) dias úteis, apresentando documentação comprobatória.

## XI. CRONOGRAMA TEÓRICO/PRÁTICO

AULA (semana)	DATA	ASSUNTO
1ª	04/03/2020 a 07/03/2020	<b>UNIDADE 1:</b> Definição e Características de um Sistema Embarcado; Sistemas operacionais embarcados (sistemas operacionais de tempo real).
2ª	09/03/2020 a 14/03/2020	Exemplos de sistemas operacionais embarcados e sistemas embarcados; Hardware para sistemas operacionais embarcados. Definição do tema do trabalho.
3ª	31/08/2020 a 05/09/2020	<b>Revisão das duas primeiras semanas de aula. UNIDADE 2:</b> Definição de tarefa; Geração e tratamento de interrupções; Controle de <i>timers</i> . <b>(Aula síncrona e assíncrona)</b>
4ª	07/09/2020 a 12/09/2020	Nivelamento em programação para PIC 18F452/0 usando MPLAB X e XC8. <b>(Aula síncrona e assíncrona)</b>

5ª	14/09/2020 a 19/09/2020	Escalonamento de tarefas; Escalonamento cooperativo versus preemptivo. <b>(Aula síncrona e assíncrona)</b>
6ª	21/09/2020 a 26/09/2020	Escalonamento de tarefas de tempo real. Sincronização de tarefas; Seção crítica; Semáforos e mutex. <b>(Aula síncrona e assíncrona)</b>
7ª	28/09/2020 a 03/10/2020	Controle de deadlock; Inversão de prioridade. Comunicação entre tarefas; Filas de mensagens. <b>(Aula síncrona e assíncrona)</b>
8ª	05/10/2020 a 10/10/2020	Implementação de um sistema operacional embarcado. <b>(Aula síncrona e assíncrona)</b>
9ª	12/10/2020 a 17/10/2020	Implementação de um sistema operacional embarcado. <b>(Aula síncrona e assíncrona)</b>
10ª	19/10/2020 a 24/10/2020	<b>UNIDADE 3:</b> Definição; Alocação estática; Alocação dinâmica. <b>(Aula síncrona e assíncrona)</b>
11ª	26/10/2020 a 31/10/2020	Implementação do gerenciamento de memória em um sistema operacional embarcado. <b>(Aula síncrona e assíncrona)</b>
12ª	02/11/2020 a 07/11/2020	<b>UNIDADE 4:</b> Definição; Funções de entrada e saída; Controle de concorrência. <b>(Aula síncrona e assíncrona)</b>
13ª	09/11/2020 a 14/11/2020	Implementação do gerenciamento de memória em um sistema operacional embarcado. <b>(Aula síncrona e assíncrona)</b>
14ª	16/11/2020 a 21/11/2020	<b>UNIDADE 5:</b> Estudos de caso – Experimentos com o sistema FreeRTOS <b>(Aula síncrona e assíncrona)</b>
15ª	23/11/2020 a 28/11/2020	Experimentos com o sistema FreeRTOS. <b>(Aula síncrona e assíncrona)</b>
16ª	30/11/2020 a 05/12/2020	Experimentos com o sistema Linux Embarcado. <b>(Aula síncrona e assíncrona)</b>
17ª	07/12/2020 a 12/12/2020	Experimentos com o sistema Linux Embarcado. <b>(Aula síncrona e assíncrona)</b>
18ª	14/12/2020 a 19/12/2020	<b>Apresentação do trabalho final</b> (Apresentação virtual, mediante agendamento com o professor).

## XII. Feriados previstos para o semestre 2020.1:

DATA	
07/09/2020	Independência do Brasil (Segunda-feira)
12/10/2020	Nossa Senhora Aparecida (Segunda-feira)
28/10/2020	Dia do Servidor Público (Lei n° 8.112 – art. 236) (Quarta-feira)
02/11/2020	Finados (Segunda-feira)
15/11/2020	Proclamação da República (Domingo)

## XIII. BIBLIOGRAFIA BÁSICA

KOULAMAS, Christos; LAZARESCU, Mihai T. **Real-Time Embedded Systems**. MDPI, 2018. (Versão digital disponível na BU: <https://www.mdpi.com/books/pdfview/book/1068>)

BARRY, Richard. **Mastering the FreeRTOS Real Time Kernel** – a hands-on tutorial guide. Real Time Engineers, 2016 (Versão digital disponível em [https://www.freertos.org/wp-content/uploads/2018/07/161204\\_Mastering\\_the\\_FreeRTOS\\_Real\\_Time\\_Kernel-A\\_Hands-On\\_Tutorial\\_Guide.pdf](https://www.freertos.org/wp-content/uploads/2018/07/161204_Mastering_the_FreeRTOS_Real_Time_Kernel-A_Hands-On_Tutorial_Guide.pdf))

SALLY, Gene. **Pro Linux Embedded Systems**. Apress, 2010. (Versão digital disponível na BU: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-1-4302-7226-7.pdf>)

MARWEDEL, Peter. **Embedded System Design**. Springer, 2011. (Versão digital disponível na BU: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-007-0257-8>)

KOPETZ, Hermann. **Real-Time Systems**. Springer, 2011. (Versão digital disponível na BU: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4419-8237-7>)

## XIV. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR:

Son Sang H., Lee I., and Leung J. **Handbook of Real-Time and Embedded Systems**. Boca Raton: Chapman and

Hall, 2008.

SOUZA, David José de et al. **Desbravando o Microcontrolador PIC18 – Recursos Avançados**. Editora Érica, 2010.

ZANCO, Wagner da Silva. **Microcontroladores PIC18 com Linguagem C – uma abordagem prática e objetiva**. Editora Érica, 2010.

LI, Qing. **Real-Time Concepts for Embedded Systems**. CRC Press, 2010.

LABROUSE, Jean J. **Embedded Systems Building Blocks**. 2ª ed. CRC Press, 2002.

Os livros acima citados constam na Biblioteca Universitária e Setorial de Araranguá. Algumas bibliografias também podem ser encontradas no acervo da disciplina, via sistema Moodle.

---

Professor da Disciplina

Aprovado na Reunião do Colegiado do Curso em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

---

Coordenador do Curso



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS ARARANGUÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE  
COORDENADORIA DO CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO  
ROD. GOVERNADOR JORGE LACERDA, 3201. BAIRRO JARDIM DAS AVENIDAS - CEP 88906-072 - ARARANGUÁ / SC  
TELEFONE +55 (48) 3721-2172  
SITE: [www.enc.ufsc.br](http://www.enc.ufsc.br)

---

Araranguá, 24 de agosto de 2020.

## PARECER PLANOS DE ENSINO DE 2020.1

A coordenação do Curso de Engenharia de Computação analisou e emitiu parecer sobre os planos de ensino referente ao primeiro semestre de 2020. A partir da análise dos referidos planos, recomenda-se que:

### 1 Recomendações gerais

Os Planos de Ensino devem estar em consonância com a Resolução nº 003/CEPE/84 e, portanto, devem conter as seguintes informações: identificação da disciplina (código, nome, número de créditos teóricos e práticos e modalidade), requisitos (código e nome das disciplinas que servem de pré-requisitos e requisitos paralelos), identificação da oferta (cursos para os quais a disciplina é oferecida), ementa, objetivos, conteúdo programático e bibliografia. Os Planos de Ensino devem conter, ainda, os itens metodologia de ensino, metodologia de avaliação, nova avaliação e cronograma.

### 2 Recomendações específicas

#### 2.1 Planos de ensino aprovados

Os planos de ensino abaixo discriminados cumprem todas as exigências da Resolução nº003/CEPE/84 e recomendações e, portanto a coordenação recomenda sua aprovação:

##### 2.1.1 COORDENADORIA ESPECIAL INTERDISCIPLINAR EM TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

- 2020.1.CIT7122.Elaboração de Trabalhos Acadêmicos.02655
- 2020.1.CIT7137.Ciência Tecnologia e Sociedade.09655
- 2020.1.CIT7567.Inocação e Propriedade Intelectual.09655

##### 2.1.2 DEPARTAMENTO DE ENERGIA E SUSTENTABILIDADE

- 2020.1.EES7374.Fundamentos de Controle.05655
- 2020.1.EES7527.Fenômenos de Transportes.05655



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS ARARANGUÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE  
COORDENADORIA DO CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO  
ROD. GOVERNADOR JORGE LACERDA, 3201. BAIRRO JARDIM DAS AVENIDAS - CEP 88906-072 - ARARANGUÁ / SC  
TELEFONE +55 (48) 3721-2172  
SITE: [www.enc.ufsc.br](http://www.enc.ufsc.br)

---

### 2.1.3 COORDENADORIA ESPECIAL DE FÍSICA, QUÍMICA E MATEMÁTICA

- 2020.1.FQM7001.Pré cálculo.01655
- 2020.1.FQM7101.Cálculo I.01655B
- 2020.1.FQM7102.Cálculo II.02655
- 2020.1.FQM7103.Geometria Analítica.01655A
- 2020.1.FQM7103.Geometria Analítica.01655B
- 2020.1.FQM7104.Álgebra Linear.02655
- 2020.1.FQM7105.Cálculo III.03655
- 2020.1.FQM7106.Cálculo IV.04655
- 2020.1.FQM7107.Probabilidade e Estatística.03655
- 2020.1.FQM7110.Física A.01655B
- 2020.1.FQM7111.Física B.02655
- 2020.1.FQM7112.Física C.03655
- 2020.1.FQM7331.Fundamentos dos Materiais.05655
- 2020.1.FQM7537.Mecânica dos Materiais.05655

### 2.1.4 DEPARTAMENTO DE COMPUTAÇÃO

- 2020.1.DEC0012.Linguagem de Programação I.01655A.
- 2020.1.DEC7070.Introdução a Engenharia de Computação.01655A
- 2020.1.DEC7123.Organização e Arquitetura de Computadores I.06655
- 2020.1.DEC7125.Estruturas de Dados I.03655A
- 2020.1.DEC7129.Banco de Dados I.05665
- 2020.1.DEC7138.Analise e Projeto de Software.03655
- 2020.1.DEC7142.Cálculo Numérico em Computadores.04655A
- 2020.1.DEC7502.Lógica Aplicada à Computação.03655
- 2020.1.DEC7504.Analise de Sinais e Sistemas.04655
- 2020.1.DEC7510.Linguagens Formais e Autômatos.07655
- 2020.1.DEC7513.Projeto de Sistemas Embarcados.09655
- 2020.1.DEC7523.Modelagem Simulação.05655A
- 2020.1.DEC7524.Pesquisa Operacional.04655
- 2020.1.DEC7531.Linguagem de Programação I.02655A
- 2020.1.DEC7532.Programação II.04655A
- 2020.1.DEC7532.Programação II.04655B
- 2020.1.DEC7536.Projeto e Analise de Algoritmos.04655
- 2020.1.DEC7541.Inteligência Artificial I.04655
- 2020.1.DEC7542.Inteligência Artificial II.05655
- 2020.1.DEC7545.Circuitos Elétricos para Computação.06555
- 2020.1.DEC7546.Circuitos Digitais.01655.06655
- 2020.1.DEC7551.Tópicos Especiais I Desenvolvimento de Aplicações Móveis.06655
- 2020.1.DEC7554.Seminários Técnico Científicos.09655
- 2020.1.DEC7556.Arquitetura de Sistemas Operacionais.07655
- 2020.1.DEC7557.Redes de Computadores.07655
- 2020.1.DEC7558.Sistemas Distribuídos.07655
- 2020.1.DEC7562.Sistemas Operacionais Embarcados.08655
- 2020.1.DEC7565.Construção de Compiladores.08655



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS ARARANGUÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIAS E SAÚDE  
COORDENADORIA DO CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO  
ROD. GOVERNADOR JORGE LACERDA, 3201. BAIRRO JARDIM DAS AVENIDAS - CEP 88906-072 - ARARANGUÁ / SC  
TELEFONE +55 (48) 3721-2172  
SITE: [www.enc.ufsc.br](http://www.enc.ufsc.br)

---

- 2020.1.DEC7566.Gerenciamento de Projeto.09655
- 2020.1.DEC7571.Trabalho de Conclusão de Curso I.09655
- 2020.1.DEC7572.Trabalho de conclusão de curso II.10655

Atenciosamente,

Araranguá, 24 de agosto de 2020.

*Prof. Fabrício de Oliveira Ourique, Ph.D.*  
Coordenador do Curso de  
Eng. de Computação - UFSC  
Portaria 2703/2018/GR

**Fabrício de Oliveira Ourique, Dr.**  
Prof. Adjunto / SIAPE: 1863254  
UFSC / Campus Araranguá

Prof. Fabrício de Oliveira Ourique  
Coordenador do Curso de  
Engenharia de Computação  
Portaria: 2703/2018/GR

---

Os planos de ensino do curso de graduação em Engenharia de Computação do primeiro semestre de 2020 foram aprovados na 28<sup>a</sup> reunião ordinária do NDE do Curso de Graduação em Engenharia de Computação em 24 de agosto de 2020 e na 22<sup>a</sup> reunião extraordinária do Colegiado do Curso de Graduação em Engenharia de Computação em 24 de agosto de 2020.

---