UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
SUPERINTENDÊNCIA DE ADM. ACADÊMICA

PROGRAMA DO COMPONENTE CURRICULAR

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO E ATRIBUTOS

CÓDIGO	NOME	DEPARTAMENTO OU EQUIVALENTE
ENGD33	PROGRAMAÇÃO EM TEMPO REAL PARA SISTEMAS EMBARCADOS	DEEC

CARGA HORÁRIA (estudante)

T	T/P	P	PP	Ext	E	TOTAL
60						60

MODALIDADE/ SUBMODALIDADE

Disciplina

PRÉ-REQUISITO (POR CURSO)

104 – ENGC50
186 – ENGC50
188 - MATA48

CARGA HORÁRIA (docente/turma)

T	T/P	P	PP	Ext	E	TOTAL
60						60

MÓDULO

T	T/P	P	P P	Ext	E
45					

SEMESTRE DE INÍCIO DA VIGÊNCIA

2025-2

EMENTA

Linguagem C: expressões, controle de programa, arranjos, ponteiros, funções, estruturas, entrada e saída, alocação dinâmica de memória, interrupção; Compilação cruzada e portabilidade; Ambiente de programação Linux; Ambiente de programação para microcontrolador; Núcleo de um sistema de tempo real; Determinismo; Interação entre tarefas; Sincronização entre tarefas; Semáforos; Temporizadores; Memória compartilhada; Mensagens; Entrada e saída de sinais analógicos e digitais com determinismo rígido; Projeto e implementação de aplicações em tempo real nas áreas de processamento de sinais, controle, automação, telecomunicações, máquinas elétricas e sistemas de potência; Noções de métodos formais de verificação e análise em sistemas de tempo real.

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Introduzir ao estudante a perspectiva e os conceitos relativos ao projeto de sistemas embarcados/embutidos, particularmente sistemas com requisitos de criticidade a partir das especificações da aplicação. Explorar as teorias e técnicas de modelagem em tempo real e as técnicas de solução. Introduzir núcleos de tempo real para produção de *firmware*.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Introduzir ao estudante a aplicação de técnicas de tempo real para sistemas eletrônicos embarcados/embutidos que usam microprocessadores configurados como microcontroladores ou *System on Chip* aliados a espaços limitados de memórias de programa e de dados. Apresentação de sistemas operacionais em tempo real (*kernels*) customizados para suporte a aplicações em tempo real. Promover as habilidades de comunicação escrita e verbal aos estudantes mediante elaboração de apresentação de trabalhos.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

CONTEÚDOS CONCEITUAIS

i. Revisão de microprocessadores;
ii. Introdução aos sistemas computacionais em tempo real: conceito sobre o problema de tempo real; classificação de sistemas em tempo real; tipos de tarefas; análise de escalonabilidade de tarefas por taxa de ocupação do processador; escalonamento de tarefas periódicas (taxa monotônica e Earliest Deadline First) e aperiódicas (Servidor Background e Polling server); protocolo herança de prioridade; dependência entre tarefas. Estados de uma tarefa em um sistema em tempo real.
iii. *Kernels* do FreeRTOS: organização da distribuição; tipos de dados nativos; organização de memória nas aplicações; criação de tarefas e configurações iniciais; especificação de prioridade; criação de tarefas periódicas ou cooperativas; criação de filas; criação de temporizadores em software; criação de sistemas de interrupções com semáforos; exclusão mutua; seções críticas; eventos em grupos e sincronização de tarefas; comunicações entre tarefas.
iv. Aplicações em problemas reais

CONTEÚDOS PROCEDIMENTAIS

Construção e implementação de sistemas computacionais em tempo real. Especificação de requisitos. Comunicação escrita e verbal.

CONTEÚDOS ATITUDINAIS

Apresentação oral de trabalhos técnicos.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA BÁSICA

- J.-M. Farines, J. S. Fraga, e R. S. Oliveira, Sistemas de tempo real, 2000, disponível em http://www.romulosilvadeoliveira.eng.br/livro-tr.pdf.
- R. Barry, *Mastering the FreeRTOS™ Real Time Kernel A Hands-On Tutorial Guide*, 2016.
- J. E. Cooling. Software Engineering for Real-time Systems.Addison-Wesley, 2003

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- R. Barry, *The FreeRTOS™ Reference Manual*, 2017.
- Ivan Cibrario Bertolotti, Gabriele Manduchi. Real-Time Embedded Systems: Open-Source Operating Systems Perspective. CRC Press. 2017. ISBN-13 ： 978-1439841617
- Brian Amos. Hands-On RTOS with Microcontrollers Building real-time embedded systems using FreeRTOS, STM32 MCUs, and SEGGER debug tools. Published by Packt Publishing Ltd. 2020. ISBN 978-1-83882-673-4.
- Xiaocong Fan. Real-Time Embedded Systems: Design Principles and Engineering Practices. Newnes. 2015. ISBN-10: 0128015071.

Aprovado em reunião do Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação em 30/05/2025.

Cristiane Corrêa Paim
Chefe do Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação - DEEC/EPUFBA