



PLANO DE ENSINO

1. IDENTIFICAÇÃO

Componente Curricular:	MICROCONTROLADORES						
Unidade Ofertante:	FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA						
Código:	FEELT36606	Período/Série:	6º PERIODO	Turma:	U		
Carga Horária:			Natureza:				
Teórica:	30	Prática:	15	Total:	45	Obrigatória()	Optativa()
Professor(A):	DAVI SABBAG ROVERI			Ano/Semestre:	2023/2		
Observações:							

2. EMENTA

Introdução a microcontroladores, Memórias, Arquitetura básica de microprocessadores e microcontroladores, Projeto com microcontrolador, Linguagem de montagem básica ("Assembly"), Linguagem C para uso em microcontroladores, Trabalhando com periféricos básicos e outros recursos e Comunicação de dados.

3. JUSTIFICATIVA

Apresentar ao estudante um dos assuntos que formam o núcleo básico de conhecimento do eixo de Eletrônica, estruturando o conhecimento dos alunos no desenvolvimento de projetos com microcontroladores, suas interfaces e dispositivos de uso geral

4. OBJETIVO

Ao final da disciplina o estudante será capaz de:

1. Entender a arquitetura interna de um sistema computacional;
2. Analisar, identificar, especificar e utilizar microcontroladores;
3. Manipular periféricos de um microcontrolador.

Entre as competências a serem desenvolvidas no estudante destacam-se:

1. Ser capaz de utilizar técnicas adequadas de observação, compreensão, registro e análise das necessidades dos usuários e de seus contextos sociais, culturais, legais, ambientais e econômicos;
2. Formular, de maneira ampla e sistêmica, questões de engenharia, considerando o usuário e seu contexto, concebendo soluções criativas, bem como o uso de técnicas adequadas;
3. Ser capaz de modelar os fenômenos, os sistemas físicos e químicos, utilizando as ferramentas matemáticas, estatísticas, computacionais e de simulação, entre outras;

4. Prever os resultados dos sistemas por meio dos modelos;
5. Verificar e validar os modelos por meio de técnicas adequadas;
6. Ser capaz de conceber e projetar soluções criativas, desejáveis e viáveis, técnica e economicamente, nos contextos em que serão aplicadas;
7. Projetar e determinar os parâmetros construtivos e operacionais para as soluções de Engenharia;
8. Ser capaz de expressar-se adequadamente, seja na língua pátria ou em idioma diferente do Português, inclusive por meio do uso consistente das tecnologias digitais de informação e comunicação (TDICs), mantendo-se sempre atualizado em termos de métodos e tecnologias disponíveis;
9. Ser capaz de interagir com as diferentes culturas, mediante o trabalho em equipes presenciais ou a distância, de modo que facilite a construção coletiva;
10. Atuar, de forma colaborativa, ética e profissional em equipes multidisciplinares, tanto localmente quanto em rede;
11. Gerenciar projetos e liderar, de forma proativa e colaborativa, definindo as estratégias e construindo o consenso nos grupos;
12. Ser capaz de assumir atitude investigativa e autônoma, com vistas à aprendizagem contínua, à produção de novos conhecimentos e ao desenvolvimento de novas tecnologias;
13. Aprender a aprender.

5. **PROGRAMA**

1. Introdução a microcontroladores

- 1.1 Definição de um sistema computacional, principais blocos funcionais e características
- 1.2 Características e diferenças entre microprocessadores e microcontroladores
- 1.3 Principais tipos, modelos e fabricantes de microprocessadores e microcontroladores
- 1.4 Exemplos de aplicações de microcontroladores

2. Memórias

- 2.1 Revisão de conceitos básicos de registradores realizados a partir de flip-flops
- 2.2 Conceitos básicos de armazenamento de dados e células de memórias
- 2.3 Barramentos de dados, controle e endereço
- 2.4 Demultiplexação, decodificação de endereços e organização interna
- 2.5 Expansão da palavra; capacidade; bancos de memória
- 2.6 Tipos e características: ROM, EEPROM, FLASH, SRAM, DRAM, DDR, eMMC

3. Arquitetura básica de microprocessadores e microcontroladores

- 3.1 Diagrama de blocos (arquitetura interna, registradores, ALU, etc.)
- 3.2 Barramentos externos (dados, endereço e controle)
- 3.3 Arquiteturas Von Neumann e Harvard; comparativo de arquiteturas RISC e CISC
- 3.4 Interfaceamento CPU-memória-periféricos
 - 3.4.1 Demultiplexação dados-endereço
 - 3.4.2 Decodificação de endereços

3.4.3 Periféricos mapeados como memória

3.5 Busca e execução de instruções

4. Projeto com microcontrolador

4.1 Barramentos externos (dados, endereço e controle)

4.2 Circuitos de Reset e oscilador (clock)

4.3 Interfaces do microcontrolador e portas de entrada e saída (E/S)

4.4 Conceitos de mapeamento de memória e pilha

4.5 Ciclo de máquina

4.6 Encapsulamentos, pinagem e aspectos elétricos

5. Linguagem de montagem básica (“Assembly”)

5.1 Introdução à linguagem de montagem básica, conjunto de instruções e mnemônicos

5.2 Exemplos de programas em assembly

6. Linguagem C para uso em microcontroladores

6.1 Ferramentas e ambientes de desenvolvimento

6.2 Tipos de dados, variáveis, operadores, entradas, saídas, acesso aos periféricos

6.3 Estruturas de controle, principais funções e recursos

6.4 Estruturas de dados para manipulação de *strings* e ponteiros

6.5 Tratamento de interrupções e exceções

6.6 Diretivas de pré-processamento e compilação

6.7 Configuração de periféricos

7. Trabalhando com periféricos básicos e outros recursos

7.1 Periféricos básicos: teclados, LEDs, displays de 7 segmentos, display LCD

7.2 Interrupções externas, temporizadores, memórias externas

7.3 Temporizadores Watchdog (WDT), conversores A/D, modulação PWM (*Pulse Width Modulation*)

8. Comunicação de dados

8.1 Protocolos I2C, SPI, CAN e comunicação serial

8.1.1 Características de cada protocolo, métodos de endereçamento e arbitragem

8.1.2 Formato de frames e codificação para transferência de dados

8.1.3 Configuração do microcontrolador, respectivos registradores de status e controle

6. METODOLOGIA

• Organização geral e dinâmica da disciplina

A disciplina utilizará a plataforma **Microsoft Teams** e demais aplicativos da suíte **Microsoft Office 365** como sala de aula virtual; para disponibilização de materiais pelo professor (e.g.: plano de ensino, notas, slides, listas de exercícios, vídeos etc.) e para envio de relatórios e outras atividades avaliativas por parte dos discentes. A inscrição na equipe da disciplina (ambiente de sala de aula

virtual), no Teams, **é obrigatória** e deve ser realizada antes do início das aulas, preferencialmente.

Nome da disciplina (equipe): Micro 2023/2 - Microcontroladores

Link da disciplina (equipe): [link](#) ou copiar abaixo:

https://teams.microsoft.com/l/team/19%3aL-Dog_8sXFp6ltf2uMd13A52RtKyNTXYRZnYgE4pgB01%40thread.tacv2/conversations?groupId=162cebdb-f269-4930-8daa-71c23c73b743&tenantId=cd5e6d23-cb99-4189-88ab-1a9021a0c451

Para avisos emergenciais e comunicação em geral entre discentes e docente, será utilizada a própria sala virtual da disciplina. Portanto, **é imperativo** que os discentes também instalem o **MS-Teams** em seus respectivos celulares e computadores.

A teoria e a prática da disciplina se complementam e são obrigatórias. Não serão aceitas as solicitações de dispensa "informal" da prática ou da teoria por aproveitamento parcial em períodos anteriores ou em outras disciplinas.

• **Atendimento**

O atendimento aos alunos da disciplina será realizado apenas de forma presencial, na sala do docente (localizada no bloco Alfa, 3º andar, sala 301), de acordo com o seguinte planejamento: quintas-feiras entre 14h e 16h00, ou outro dia (presencialmente) desde que previamente agendado com o professor. Não será realizado atendimento de dúvidas sobre o conteúdo, de forma remota.

• **Direitos Autorais**

Todo o material produzido e divulgado pelo(@) docentes, como vídeos, textos, arquivos de voz etc., está protegido pela Lei de Direitos Autorais, a saber, a lei nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, pela qual fica vetado o uso indevido e a reprodução não autorizada de material autoral por terceiros. Os responsáveis pela reprodução ou uso indevido do material de autoria dos(as) docentes ficam sujeitos às sanções administrativas e as dispostas na Lei de Direitos Autorais.

• **Conteúdo Programático para Atividades Teóricas Presenciais**

As aulas teóricas serão realizadas às quintas-feiras das 09h50min às 11h30min, no Laboratório de Eletrônica, localizado no prédio de laboratórios na Major Jerônimo, sala 404.

Aula	Data	Conteúdo Teórico
-	08/01/2024	Início do período letivo 2023/2
1-2	11/01/2024	Apresentação da disciplina, plano de ensino e critérios de avaliação. Conceitos introdutórios, computadores digitais, microcontroladores e microprocessadores.
3-4	18/01/2024	Memórias: estrutura, construção e principais características. Decodificação de endereços de memória; projeto de bancos de memórias; ciclos de leitura e escrita.
5-6	25/01/2024	Subtipos de memórias, como: ROM, PROM, EPROM, EEPROM, SRAM, DRAM, Flash, SSD e DDR. Circuitos de células de 1bit no nível CMOS de memórias ROM, SRAM e DRAM.
7-8	01/02/2024	Arquitetura de computadores: sistemas computacionais, máquinas de estado. Diagrama de blocos e arquitetura interna, registradores, ALU e demais blocos internos de uma CPU

Aula	Data	Conteúdo Teórico
9-10	08/02/2024	Arquitetura de computadores: Barramentos externos (dados, endereço e controle). Definição de instruções e opcodes; busca e execução de instruções. Harvard; Von Neumann; RISC; CISC. Interfaceamento CPU-memória e CPU-periféricos.
11-12	15/02/2024	Circuitos de Reset e oscilador (clock). Portas de entrada e saída e o conceito de direção de dados. Ciclo de máquina. Encapsulamentos, pinagem e aspectos elétricos. Introdução à linguagem de montagem básica, conjunto de instruções e mnemônicos. Exemplos de programas em assembly.
13-14	22/02/2024	PROVA P1 (avaliação parcial, dissertativa, individual)
15-16	29/02/2024	Mapeamento de memória, bits de endereço irrelevantes e o conceito de sombra. Superposição das memórias de dados e programas.
17-18	07/03/2024	Endereçamento externo de memória RAM e periféricos, mapeamento de E/S e dos registradores especiais, lógica de expansão de interrupções externas.
19-20	14/03/2024	Interrupções internas e externas, vetoradas e não-vetoradas, temporizadores. Principais registradores utilizados na programação de interrupções.
21-22	21/03/2024	Desvios no fluxo de processamento (condicionais e incondicionais). Pilhas. Ponteiros. Chamadas e retorno de sub-rotinas.
23-24	28/03/2024	Conversão A-D: resolução, amostragem, PAM, PCM, tensão de referência, tempos de aquisição, principais registradores usados na programação.
25-26	04/04/2024	Modulação PWM: duty cycle, recuperação do nível AC (conversão digital-analógica), programação do CCP.
27-28	11/04/2024	PROVA P2 (avaliação parcial, dissertativa, individual)
29-30	18/04/2024	Recuperação (atividade avaliativa de recuperação de aprendizagem - Resolução CONGRAD nº 46/2022, Art.140)
-	25/04/2024	Reposição de aula de sexta-feira em todos os campi.
-	25/04/2024	Término do período letivo 2023/2 (90º dia letivo referente a 2023/2).

• Conteúdo Programático para Atividades Práticas Presenciais

As aulas práticas serão realizadas às quintas-feiras das 11h30min às 12h20min, no Laboratório de Eletrônica, localizado no prédio de laboratórios na Major Jerônimo, sala 404.

Aula	Data	Conteúdo Prático
-	08/01/2024	Início do período letivo 2023/2
1	11/01/2024	Apresentação do sistema de laboratório: Componentes do sistema de laboratório (cpu, memória, periféricos); Arquitetura; Programas utilizados, instalação e configuração.
2	18/01/2024	Linguagem assembly e linguagem de máquina, carga e execução de programas. Implementação de programas para soma/subtração com operandos de 1, 2 ou mais bytes (carry/borrow). Montagem manual de programas. Alocação de programas e dados nas áreas disponíveis ao usuário.

Aula	Data	Conteúdo Prático
3	25/01/2024	Montagem e execução de programas com estruturas de repetição. Sinais do barramento e tempo de execução de programas. Implementação de subrotinas de atraso de tempo por loop de instrução. Geração de sinais numa porta digital sincronizado por loop de instrução. Verificação de sinais do barramento (dados/endereço/controle) no osciloscópio.
4	01/02/2024	Linguagem C para uso em microcontroladores: Ferramentas e ambientes de desenvolvimento. Tipos de dados, variáveis, operadores, entradas, saídas, acesso aos periféricos.
5	08/02/2024	Estruturas de controle, principais funções e recursos. Estruturas de dados para manipulação de strings e ponteiros. Diretivas de pré-processamento e compilação.
6	15/02/2024	Conexão de portas E/S a outros circuitos. Aspectos de conexão elétrica das portas digitais segundo a direção de dados. Isolamento galvânico. Exemplo de aplicação: acionamento liga/desliga de uma carga elétrica.
7	22/02/2024	Aplicações com interrupção de hardware. Instalação de serviços de interrupção. Tratamento de interrupções e exceções. Configuração de periféricos. E/S com microcontroladores: utilização de um teclado numérico 4x4
8	29/02/2024	E/S com microcontroladores: utilização de um display de 7 segmentos.
9	07/03/2024	Utilização de temporizadores/timers. Utilização de um display LCD 16x2
10	14/03/2024	Aquisição de sinais analógicos e digitalização (ADC). * Auxílio aos projetos finais da disciplina.
11	21/03/2024	Geração de sinais analógicos via PWM * Auxílio aos projetos finais da disciplina.
12	28/03/2024	* Auxílio aos projetos finais da disciplina.
13	04/04/2024	Avaliação prática: Apresentação dos projetos finais em laboratório.
14	11/04/2024	Entrega da documentação ("manual" do protótipo desenvolvido) sobre o projeto final da disciplina.
15	18/04/2024	Recuperação (atividade avaliativa de recuperação de aprendizagem - Resolução CONGRAD nº 46/2022, Art.140)
-	25/04/2024	Reposição de aula de sexta-feira em todos os campi.
-	25/04/2024	Término do período letivo 2023/2 (90º dia letivo referente a 2023/2).

• **Conteúdo Programático para as Atividades Acadêmicas Extras (AAE)**

Aula	Data	Conteúdo - Atividades Acadêmicas Extras (AAE)
1-2-3	15/02/2024	Teoria: Pesquisa e elaboração de apresentação sobre protocolos de comunicação para sistemas embarcados.
4-5-6	29/02/2024	Teoria: Entrega e avaliação da apresentação sobre protocolos de comunicação para sistemas embarcados.
1-2-3	01/04/2024	Prática: Montagem do protótipo (projeto final da disciplina) e realização de teste em bancada.

	Teórica	Prática
C.H Presencial Total	30	15

	Teórica	Prática
C.H. Atividades Acadêmicas Extras Total	6	3
C.H. Total da disciplina	36 h.a.	18 h.a.

7. AVALIAÇÃO

• Aproveitamento

O(a) discente necessita obter, no mínimo, uma Nota Parcial (NP) de 60 pontos, dentre 100, para obter aproveitamento na disciplina. Nesta situação, o discente será considerado aprovado e sua nota NP será lançada no sistema acadêmico de registro de resultados.

A avaliação de desempenho dos discentes será feita pela apresentação de listas de exercício referente às atividades AAE (que podem solicitar simulações) e pela realização de provas presenciais (dissertativas e individuais). O cronograma de atividades avaliativas e a distribuição da pontuação é apresentada abaixo:

DATA	ATIVIDADE AVALIATIVA	PONTUAÇÃO
22/02/2024	Prova 1	25
11/04/2024	Prova 2	25
04/04/2024	Avaliação prática	50
TOTAL		100 pontos

Os resultados das avaliações serão divulgados no Teams, sendo que as notas serão apresentadas pelos números de matrícula dos alunos. A divulgação das notas deve acontecer em até 15 dias úteis após a sua realização e a vista de prova será marcada com os alunos, a partir da data de divulgação das notas, respeitando-se o prazo de no máximo 5 dias úteis, como previsto na Resolução do CONGRAD (Nº46/2022).

• Frequência

A frequência será aferida pela presença na aula (chamada oral). E em relação às atividades AAE, pela entrega das respectivas atividades. O quantitativo de faltas nas atividades AAE correspondem ao valor de 01(uma) hora-aula nas tabelas de Conteúdo Programático. Caso o(@) discente não obtenha o mínimo de 75% de presença, ocorrerá a reprovação por faltas, ou seja, não obterá aproveitamento na disciplina perante o sistema acadêmico.

• Recuperação

É necessário ter no mínimo 75% de presença para ter direito a realizar a prova de recuperação e, adicionalmente, esta prova somente será aplicada para o aluno que não atingiu 60 pontos na Nota Parcial (NP). Conforme Resolução CONGRAD nº 46/2022, Art.140.

O exame ou a atividade de recuperação (**REC**) consistirá em uma prova escrita no valor de 100 pontos, presencial e individual. Esta prova irá contemplar todo o

conteúdo da disciplina ministrado ao longo do período letivo. Será permitida a utilização de 1 folha de consulta (frente/verso) e apenas o uso de calculadoras científicas. Calculadoras gráficas e celulares deverão ser desligados durante a avaliação. Não haverá nenhum tipo de correção parcial de questões na recuperação. A recuperação não terá nenhuma questão que utilize simulação.

Considerando a **Nota Parcial (NP)** como a nota obtida no período letivo antes da recuperação e a **Recuperação (REC)** como acima descrita, a **Nota Final de Recuperação (NF)** será dada pela seguinte maneira:

$$NF = (NP*0,6) + (REC*0,4)$$

O discente em recuperação será aprovado na disciplina caso obtenha uma Nota Final de Recuperação **maior ou igual a 60 (NF ≥ 60 pontos)**. Observação: A nota final de aproveitamento do discente em recuperação, para efeito de lançamento no sistema acadêmico de registro de resultados, ficará limitada a 60 pontos, mesmo que a sua NF supere este valor.

8. BIBLIOGRAFIA

Básica

1. ALMEIDA, R. M. A.; MORAES, C. H. V.; SERAPHIM, T. F. P. **Programação de Sistemas Embarcados: Desenvolvendo Software para Microcontroladores em Linguagem C**. 1ed. Rio de Janeiro: Elsevier Academic, 2016.
2. BATES, M. **PIC microcontrollers: an introduction to microelectronics**. 2ed Amsterdam; Boston: Newnes, 2004.
3. PEREIRA, F. **Microcontroladores PIC: programação em C**. 7. ed. São Paulo: Érica, 2007.
4. SOUZA, D. R. **Desbravando o PIC18: ensino didático**. São Paulo: Érica, 2012.
5. ZANCO, W. S. **Microcontroladores PIC18 com linguagem C: uma abordagem prática e objetiva**. São Paulo: Érica, 2010.

Complementar

1. BAER, J. L. **Arquitetura de microprocessadores: do simples pipeline ao multiprocessador em chip**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.
2. HENNESSY, J. L.; PATTERSON, D. A. **Computer architecture: a quantitative approach**. Morgan Kaufmann, 5. ed, 2011.
3. PEREIRA, F. **Microcontroladores MSP430: Teoria e Prática**. São Paulo: Érica, 2005.
4. PEREIRA, F. **Microcontroladores PIC: técnicas avançadas**. 6. ed. São Paulo: Érica, 2008.
5. PEREIRA, F. **Tecnologia ARM: microcontroladores de 32 Bits**. 1 ed. São Paulo: Érica, 2007.
6. TOCCI, R.J. **Sistemas digitais: princípios e aplicações**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.
7. NICOLOSI, D. E. C. **Microcontrolador 8051 detalhado**. 8ed. São Paulo: Érica, 2007

9. APROVAÇÃO

Aprovado em reunião do Colegiado conforme Decisão Administrativa do Colegiado

anexada ao processo referenciado.

Coordenação do Curso de Graduação: _____



Documento assinado eletronicamente por **Davi Sabbag Roveri, Professor(a) do Magistério Superior**, em 10/02/2024, às 11:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Daniel Costa Ramos, Coordenador(a)**, em 15/02/2024, às 08:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4943164** e o código CRC **A326C06B**.

Referência: Processo nº 23117.078172/2023-81

SEI nº 4943164