

ES 070

Laboratório de Sistemas Embarcados

Apresentação da disciplina

Professor: Rodrigo Moreira Bacurau

Apresentação da Disciplina Sistemas Digitais

- ▷ Disciplina: ES070 – Laboratório de Sistemas Embarcados
- ▷ Carga horária semanal: 2 h
- ▷ Curso remoto
- ▷ Página do curso:
<https://moodle.ggte.unicamp.br/course/view.php?id=8095>
- ▷ Professor:
Rodrigo Moreira Bacurau
E-mail: bacurau@fem.unicamp.br
- ▷ Auxiliar Discente (PED):
Hélcio Ferreira Sarabando
E-mail: h028340@dac.unicamp.br

Apresentação da disciplina ESo70

▷ Horários:

Turma A: Terças-Feiras: 19:00 – 21:00 h

Turma B: Sextas-Feiras: 19:00 – 21:00 h

Turma C: Sextas-Feiras: 14:00 – 16:00 h

▷ Atendimento: remoto, agendado por e-mail

▷ Pré-requisito: ES670 – Projeto de sistemas embarcados

Apresentação da disciplina ESo70

▷ Objetivo:

Capacitar os alunos com os conhecimentos teóricos e práticos necessários para o desenvolvimento de sistemas embarcados baseados em microcontroladores, incluindo projeto e desenvolvimento de **hardware e software**.

*Espera-se que ao fim do curso os alunos estejam aptos a **projetar, modelar, implementar e testar sistemas embarcados de tempo real**.*

Apresentação da disciplina ESo70

▷ Metodologia:

Desenvolvimento de um projeto prático (incluindo modelagem, implementação e testes) utilizando *kit* de desenvolvimento com microcontrolador e hardware adicional (sensores, atuadores, *transceivers* de comunicação etc.).

O projeto será desenvolvido incrementalmente ao longo das aulas. Essas atividades serão realizadas em casa pelos alunos, sob acompanhamento do professor.

O projeto será realizado em grupos, de 2 ou 3 alunos.

Apresentação da disciplina ESo70

▷ Metodologia:

O acompanhamento do desenvolvimento das atividades será feito através de videoconferências com os grupos e apresentações de seminários. Nos seminários, os alunos apresentarão as partes dos projetos desenvolvidas, discutirão problemas encontrados e contribuirão com os projetos de outras equipes. Também serão disponibilizadas videoaulas apresentando conhecimentos teóricos e práticos relacionados ao projeto de sistemas embarcados microcontrolados.

Apresentação da Disciplina ESo70

▷ Recursos Materiais Utilizados

Moodle (“página do curso”): avisos, videoaulas, fórum de discussão.

Google Meet: videoconferências, apresentações, roda de discussões etc.

Youtube: onde os vídeos serão postados. Os links estarão disponíveis no Moodle.

Lista de e-mails: envio de notas, marcação de atendimentos etc.

Apresentação da Disciplina ESo70

▷ Recursos Materiais Utilizados

Computador com acesso à Internet.

Webcam, câmera digital ou câmera do celular.

Fone de ouvido (ou caixas de som) e microfone.

Kit de desenvolvimento com microcontrolador (à escolha do aluno, por exemplo: FRDM-KL25Z, Arduino, PIC, MSP430, STM32, ESP32 etc.).

Tool-chain para desenvolvimento do microcontrolador escolhido.

Apresentação da disciplina ESo70

▷ Conteúdo Programático:

Aplicação prática dos conceitos de arquitetura de microcontroladores e microprocessadores. Programação em linguagem de montagem e linguagem C. Técnicas de programação em tempo real. Máquinas de estado. Interfaces de entrada/saída. Programação de interfaces. Comunicação de dados. Interrupções. Aplicação de técnicas e linguagem de modelagem de sistemas.

Apresentação da disciplina ESo70

▷ Avaliações:

Esta disciplina utiliza a metodologia de aprendizado baseado em projeto. Os alunos serão avaliados ao longo do desenvolvimento do projeto, que é dividido em cinco etapas. Cada etapa En ($1 \leq n \leq 5$) do projeto terá um peso p_n na nota final NF e receberá uma nota Nn $[0, 10]$, conforme descrito a seguir.

Os alunos serão avaliados:

- Pela participação na documentação e implementação do projeto
- Pelas apresentações
- Pela participação nas aulas

Apresentação da disciplina ESo70

▷ Descrição e peso das etapas do projeto:

1 – Proposta do projeto e planejamento (apresentação e participação), peso $p1 = 0,15$

2 – Projeto de hardware (apresentação e participação), peso $p2 = 0,10$

3 – Projeto de software (apresentação e participação), peso $p3 = 0,15$

4 – Desenvolvimento dos módulos (apresentação, implementação e participação), peso $p4 = 0,25$

5 – Projeto final (apresentação, documentação, implementação e participação), peso $p5 = 0,35$

Apresentação da disciplina ESo70

▷ Cálculo da nota final:

$$NF = \sum_{n=1}^5 p_n N_n .$$

Se $NF \geq 7$, o aluno está aprovado. e essa será a sua nota final após exame (NFE),

Senão, se $NF < 4$, o aluno está reprovado,

Senão (se $NF \geq 4$ e $NF < 7$), o aluno terá que fazer exame (E). Nesse caso, a nota final após exame NFE será:

$$NFE = \frac{NF + E}{2} .$$

Apresentação da disciplina ESo70

▷ Cuidado com plágio!

- Os alunos terão que fornecer um arquivo no formato .pdf com todos os códigos do projeto.
- Todos os códigos dos projetos serão submetidos à programas para identificação de plágio.
- Os programas identificam mudanças simples, como troca de nome de variáveis como plágio!
- Será verificado plágio entre os projetos da turma e com projetos **de turmas de anos anteriores!**
- Não forneçam os códigos fontes para outras duplas!
- Caso precise usar código de terceiros deixe explícito com um comentário no código e no relatório, isso não será considerado plágio
- **Caso seja identificado qualquer plágio no projeto o aluno receberá nota zero!**

Apresentação da disciplina ESo70

▷ Observações:

- Ao final da última etapa os alunos deverão apresentar o resultado final do projeto e além disso documentá-lo em forma de relatório.
- A nota de todas etapas considerará a qualidade da apresentação e participação no projeto e nas aulas. A nota das etapas 4 e 5 considerará também a qualidade da implementação. A nota da Etapa 5 considerará também a qualidade do relatório.
- A não apresentação dos resultados na data prevista implicará em nota ZERO para aquela etapa.
- A participação nas aulas, apresentação, discussão dos problemas, estratégias e resultados obtidos são considerados evidências para que o professor forme seu juízo sobre o aprendizado do aluno e realize a avaliação.
- O Exame poderá ser uma prova escrita, prova oral, elaboração de parte do projeto, ou uma combinação desses itens.

Apresentação da disciplina ESo70

▷ Bibliografia Básica:

- Q. Li and C. Yao, Real-Time Concepts for Embedded Systems. CMP books, 2003.
- A. S. Berger, Embedded Systems Design: An Introduction to Processes, Tools, and Techniques. CMP Books, 2002.
- B. P. Douglass, Real Time UML: Advances in the UML for Real-time Systems. Object Technology, Addison- Wesley, 3rd ed., 2004.
- M. Samek, Practical UML Statecharts in C/C++: Event-Driven Programming for Embedded Systems. Newnes (Elsevier), 2nd ed., 2009.
- D. Pilone and N. Pitman, UML 2.0 in a Nutshell. O'Reilly Media Inc, 2009.

Apresentação da disciplina ESo70

▷ Bibliografia Complementar:

- Freescale Semiconductor, Quick Start Guide for FRDM-KL25Z, 1 ed., 2012.
- Freescale Semiconductor, KSDK12GSUG - Getting Started with Kinetis SDK (KSDK) v.1.2, 0 ed., 2015.
- Freescale Semiconductor, FRDMKL25ZUM - FRDM-KL25Z User's Manual, 2 ed., 2013.
- Freescale Semiconductor, KDSUG - Kinetis Design Studio V3.0.0- User's Guide, 1 ed., 2015.
- Freescale Semiconductor, KSDK12APIRM - Kinetis SDK v.1.2 API Reference Manual, 0 ed., 2015.
- ARM Ltd., "Cortex-m0+ processor <http://www.arm.com/products/processors/cortex-m/cortex-m0plus.php>."

Programação das aulas

Aula	Conteúdo	Turma A	Turmas B/C
1	Apresentação da disciplina. Apresentação do projeto de sistema embarcado que será desenvolvido ao longo do semestre.	22/09	25/09
2	Revisão de modelagem de sistemas embarcados (vide-aulas). Reuniões com os grupos para discussão das propostas de projeto (pré-proposta).	29/09	02/10
3	Apresentação do projeto que será executado e planejamento (Etapa 1).	06/10	09/10
4	Apresentação do projeto que será executado e planejamento (Etapa 1).	13/10	16/10
5	Discussão de detalhes do projeto de hardware.	20/10	23/10
6	Apresentação do projeto de hardware (Etapa 2).	27/10	30/10
7	Discussão de detalhes do projeto de software.	03/11	06/11
8	Apresentação do projeto de software (Etapa 3).	10/11	13/11
9	Apresentação do projeto de software (Etapa 3).	17/11	20/11
10	Finalização da implementação do hardware.	24/11	27/11
11	Finalização da implementação do software.	01/12	04/12
12	Apresentação dos módulos do sistema (Etapa 4).	15/12	11/12
13	Apresentação dos módulos do sistema (Etapa 4).	22/12	18/12
14	Apresentação final do sistema desenvolvido (Etapa 5).	05/01	08/01
15	Apresentação final do sistema desenvolvido (Etapa 5).	12/01	15/01
-	Exame (E)	26/01	22/01

Projeto

- ▷ Os alunos poderão utilizar a plataforma de desenvolvimento de sistemas embarcados que preferirem (**com aprovação prévia do professor**).
- ▷ **Os códigos do projeto devem ser desenvolvidos pelos integrantes do grupo.** Somente, em casos excepcionais, com autorização do professor, poderão ser utilizados códigos de terceiros. Nesses casos, todos os códigos que não forem desenvolvidos pelos alunos do grupo devem ser referenciados nas apresentações e relatórios. **Caso contrário será considerado plágio.**
- ▷ Os grupos podem realizar o projeto:
 - Padrão: robô seguidor de linha
 - À escolha da equipe (**com aprovação prévia do professor**)

Projeto

- ▷ Todos os alunos devem ter acesso à plataforma de desenvolvimento e devem contribuir com a programação.
- ▷ Todos os alunos devem contribuir com a documentação.
- ▷ Usem o Padrão de Codificação especificado pelo professor.
- ▷ Configure e mantenha configuração do seu *tool-chain*.
- ▷ É recomendado a utilização de um sistema de controle de versão (para documentação, código-fonte, etc.).
- ▷ O relatório do projeto completo será exigido somente não última etapa, entretanto recomenda-se que ele seja elaborado e atualizado ao longo do desenvolvimento.
- ▷ **É recomendado que as equipes tentem adiantar as etapas do projeto (apesar e as apresentações ocorrerem somente nas datas agendadas).**

Etapa 1

▷ Proposta do projeto e planejamento

- Nesta etapa, o grupo irá definir o projeto e as ferramentas de desenvolvimento necessárias para a sua execução.
 - Na Aula 2, os grupos devem apresentar uma pré-proposta e discutir com o professor sua viabilidade.
 - O professor irá definir na Aula 2 quais grupos apresentarão a proposta na Aula 3 e quais apresentarão na Aula 4.
- Data de apresentação da Etapa 1 (aulas 3 e 4):
 - Turma A: 06/09/2020 e 13/10/2020
 - Turma B/C: 09/10/2020 e 16/10/2020

Etapa 1

▷ Proposta do projeto e planejamento

- Cada grupo terá até 20 minutos para apresentar o projeto. Em seguida, os colegas e o professor farão perguntas e darão sugestões.
- A apresentação da Etapa 1, deve conter **(pelo menos)**:
 - Descrição do projeto que será realizado, incluindo justificativa e objetivos.
 - Apresentação dos requisitos do projeto.
 - Apresentação das plataformas e ferramentas (de software e hardware) que serão utilizadas para o desenvolvimento.
 - Descrição do modelo de desenvolvimento utilizado.
 - Divisão das atividades entre os integrantes do grupo (cada atividade deve ter um aluno responsável). Os códigos devem ser realizados por um (ou dois) alunos e revisado por outro.
 - Cronograma de execução (de acordo com o Cronograma da Disciplina).

Etapa 2

▷ Projeto de hardware

- Nesta etapa, o grupo deverá fazer o projeto do hardware do sistema.
 - Na Aula 5, os grupos devem apresentar um pré-projeto de hardware e discutir com os colegas e professor dúvidas e dificuldades.
- Data de apresentação da Etapa 2 (Aula 6):
 - Turma A: 27/10/2020
 - Turma B/C: 30/10/2020

Etapa 2

▷ Projeto de hardware

- Cada grupo terá até 10 minutos para apresentar o projeto. Em seguida, os colegas e o professor farão perguntas e darão sugestões.
- A apresentação da Etapa 2, deve conter **(pelo menos)**:
 - Especificação do sistema.
 - Listagem de todos os componentes de hardware utilizados com orçamento e especificações principais.
 - Diagrama de blocos do sistema.
 - Diagrama esquemático dos circuitos do sistema.
 - Layout da placa de circuito impresso (opcional).
 - Descrição da contribuição de cada integrante no desenvolvimento da etapa.

Etapa 3

▷ Projeto de software

- Nesta etapa, o grupo deverá fazer o projeto do software do sistema.
 - Na Aula 7, os grupos devem apresentar um pré-projeto de software e discutir com os colegas e professor dúvidas e dificuldades.
- Data de apresentação da Etapa 3 (aulas 8 e 9):
 - Turma A: 10/11/2020 e 17/11/2020
 - Turma B/C: 13/11/2020 e 20/11/2020

Etapa 3

▷ Projeto de software

- Cada grupo terá até 20 minutos para apresentar o projeto. Em seguida, os colegas e o professor farão perguntas e darão sugestões.
- A apresentação da Etapa 3, deve conter **(pelo menos)**:
 - Fluxograma do sistema completo.
 - Diagrama de classes.
 - Diagrama de camadas (será explicado pelo professor).
 - Projeto com protótipo das funções prontas (arquivos .c e .h) e declaração das funções.
 - Diagramas de sequência (se necessário).
 - Máquinas de estado (se necessário).
 - Descrição da contribuição de cada integrante no desenvolvimento da etapa.

Etapa 4

▷ Módulos do sistema

- Nesta etapa, o grupo deverá implementar todos os módulos do sistema (incluindo hardware e software).
 - Devem ser implementadas funções para teste dos módulos.
 - Nas aulas 10 e 11, os grupos devem fazer apresentações parciais do que foi implementado e discutir com os colegas e professor dúvidas e dificuldades.
- Data de apresentação Etapa 4 (aulas 12 e 11):
 - Turma A: 15/12/2020 e 22/12/2020
 - Turma B/C: 11/12/2020 e 18/12/2020

Etapa 4

▷ Módulos do sistema

- Cada grupo terá até 25 minutos para apresentar os módulos projeto. Em seguida, os colegas e o professor farão perguntas e darão sugestões.
- A apresentação da Etapa 4, deve conter (pelo menos):
 - Fotos do hardware do sistema desenvolvido
 - Vídeos dos testes dos módulos
 - Resultados dos testes dos módulos
 - Lista de problemas a serem corrigidos até a entrega final
 - Descrição da contribuição de cada integrante no desenvolvimento da etapa.

Etapa 5

▷ Sistema final

- Nesta etapa, o grupo deverá fazer a integração do sistema e testes finais.
- Data de apresentação:
 - Turma A: 05/01/2021 e 12/01/2021
 - Turma B/C: 08/01/2021 e 15/01/2021

Etapa 5

▷ Sistema final

- Cada grupo terá até 25 minutos para apresentar o projeto final. Em seguida, os colegas e o professor farão perguntas e darão sugestões.
- A apresentação da Etapa 5, deve conter (pelo menos):
 - Vídeos do sistema final
 - Descrição da contribuição de cada integrante no desenvolvimento do projeto
- Também deverá ser entregue a documentação do projeto e os códigos fontes em arquivos pdf.

Referências

- ▷ Q. Li and C. Yao, Real-Time Concepts for Embedded Systems. CMP books, 2003.
- ▷ A. S. Berger, Embedded Systems Design: An Introduction to Processes, Tools, and Techniques. CMP Books, 2002.
- ▷ D. Loubach, “Notas de Aula ES670.” 2018.
- ▷ L. Otávio, “Notas de Aula da ES670.” 2013.
- ▷ Microchip, PIC18F2455/2550/4455/4550 Data Sheet.
- ▷ Freescale Semiconductor, Quick Start Guide for FRDM-KL25Z, 1 ed., 2012.
- ▷ Freescale Semiconductor, KSDK12GSUG - Getting Started with Kinetis SDK (KSDK) v.1.2, 0 ed., 2015.

Referências

- ▷ Freescale Semiconductor, FRDMKL25ZUM - FRDM-KL25Z User's Manual, 2 ed., 2013.
- ▷ Freescale Semiconductor, KDSUG - Kinetis Design Studio V3.0.0- User's Guide, 1 ed., 2015.
- ▷ Freescale Semiconductor, KSDK12APIRM - Kinetis SDK v.1.2 API Reference Manual, 0 ed., 2015.
- ▷ ARM Ltd., "Cortex-m0+ processor <http://www.arm.com/products/processors/cortex-m/cortex-m0plus.php>."

Obrigado!

E-mail: bacurau@fem.unicamp.br

Site: <https://sites.google.com/site/rodrigobacurau/>



*Aquilo que escuto eu esqueço,
Aquilo que vejo eu lembro,
Aquilo que faço eu aprendo.*

Confúcio