

SEL0337 - PROJETOS EM SISTEMAS EMBARCADOS



Projeto Final

Parte 1 - Caracterização de Sistemas Embarcados

Esta atividade tem por objetivo realizar um estudo das características técnicas e funcionais de sistemas embarcados do cotidiano (hardware, software, requisitos, interfaces, recursos computacionais).

1. Seleção do Sistema Embarcado

O grupo deve escolher um produto real de mercado que contenha um sistema embarcado. Dar preferência para produtos com documentação aberta ou de fácil acesso e dispositivos mais simples ou de gerações anteriores; evitando produtos muito recentes ou com arquitetura fechada e documentação restrita.

2. Informações a serem levantadas

Deve-se descrever resumidamente o produto escolhido (nome e modelo; funções principais; aplicações típicas; segmento de mercado - fotos ou ilustrações).

Levantar as características técnicas específicas conforme a listagem abaixo. Nem todos os produtos conterão todos os itens listados, mas todas as características identificadas devem ser descritas. Incluir pelo menos uma referência bibliográfica confiável (manual técnico do fabricante ou datasheet; página oficial do produto; artigos técnicos ou notas de aplicação):

- **Unidade de Processamento:**

- Microcontrolador (MCU), Microprocessador (MPU), SoC (System on Chip),
- Plataforma: SBC (Single Board Computer), CoM (Computer on Module), placa dedicada etc.
- Fabricante, arquitetura, frequência de clock

- **Memória:** RAM (estática ou dinâmica), Flash/ROM, EEPROM (interna ou externa).
- **Sistema Operacional:** GPOS (propósito geral, ex: Linux, Android), RTOS (sist. operacionais de tempo real, como FreeRTOS, Zephyr), ou bare metal (sem sistema operacional).
- **Interfaces de Comunicação com Fio:** I2C, SPI, UART, CAN, Ethernet, USB.
- **Interfaces de Comunicação sem Fio:** Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, LoRa, NB-IoT, entre outros.
- **Entradas e Saídas (I/O):** GPIOs; ADC/DAC (conversores analógico-digital e digital-analógico); PWM (modulação por largura de pulso).
- **Sensores e Atuadores**
 - **Sensores:** temperatura, pressão, luz, proximidade, etc.
 - **Atuadores:** motores, LEDs, buzzers...
 - **Interface com o microprocessador:** GPIOs, I2C, SPI, comunicação sem fio.
 - **Formato:** o forno de micro-ondas modelo XXX possui sensores de interruptor de porta (digital - descrever tipo de sensor), temperatura (termistor do tipo xxx), umidade/vapor (sensor de umidade yyy), botões/toque (digital ou capacitivo); bem como atuadores: motor do prato (AC ou DC), lâmpada interna, buzzer etc.. Pode realizar interface via GPIO (usando ADC, sinais PWM etc) ou via barramento I2C para os dispositivos xxx.
- **Fonte de Energia e Alimentação:** Baterias (Li-ion, NiMH), alimentação externa etc. Gerenciamento de energia (PMIC), circuitos de reset, backup com capacitores ou baterias.
- **Firmware e Atualizações:** Firmware básico (apenas um código em baixo nível que controla o hardware, bootloader, drivers); Suporte a atualizações OTA (Over-The-Air), se aplicável.
- **Segurança e Proteção:** Criptografia (hardware ou software); outros módulos de segurança e protocolos de controle de acesso, autenticação

- **Armazenamento Externo:** Cartões SD, NAND Flash, HDD/SSD (em casos de sistemas maiores).
- **Interface com o Usuário:** Displays (OLED, LCD, LED); Botões, sensores de toque, LEDs indicadores.

3. Validação Científica: Pesquisa de Artigos sobre Tecnologias e Aplicações do Produto

Realizar uma pesquisa com base em artigos científicos publicados em periódicos revisados por pares e indexados em bases reconhecidas. Dar preferência para a base [IEEE Xplore](#). (ver também: [Dicas de Pesquisa](#) e [como usar a IEEE Xplore - Como Habilitar Conexão Remota VPN para acesso às bases de dados](#)). No entanto, outras bases eventualmente poderão ser utilizadas (Web of Science, Scopus, ScienceDirect etc.). Deve-se selecionar:

- 1 artigo científico que detalha tecnologias centrais que viabilizam o funcionamento do produto (ex.: arquitetura de processador, protocolos de comunicação, sensores específicos, sistemas operacionais embarcados etc.).
- 1 artigo científico que apresenta aplicações ou estudos de caso do produto ou de dispositivos similares (ex.: uso em ambiente industrial, doméstico, médico, automotivo, etc.).

Para cada artigo, incluir:

- **Referência completa** do artigo (em formato IEEE ou ABNT). Exemplo:

Base: IEEE Xplore

Termos de busca: ALL=(fault diagnosis) AND ALL=(rotating machinery)

Refinamento: ano de publicação = 2020

Referência: S. Tang, S. Yuan and Y. Zhu, "Deep Learning-Based Intelligent Fault Diagnosis Methods Toward Rotating Machinery," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 9335-9346, 2020. doi: 10.1109/ACCESS.2019.2963092

- **Resumo de até 10 linhas explicando brevemente o conteúdo geral do estudo.**

- **Análise crítica, respondendo às seguintes perguntas:**

- **Qual é a questão de pesquisa principal abordada pelo artigo?**
 - Qual a importância do problema tratado para a área do conhecimento?**

- **Os autores mencionam limitações do estudo?** Se sim, quais? Que pergunta ou crítica você faria aos autores para esclarecer ou aprofundar algum ponto?

4. Formato de Entrega e Critérios de Avaliação

A atividade deverá ser realizada em grupos de 4 integrantes, conforme a recomendação de que o projeto final reúna duas duplas previamente formadas nas demais práticas. A formação de grupos com 5 integrantes será permitida apenas em situações excepcionais, como nos casos em que uma das duplas anteriores tenha sido composta por 3 alunos(as).

Apresentar as respostas em documento PDF ou em arquivo READM.md (informar o link do repositório na entrega da tarefa no e-Disciplinas). O documento deve ser devidamente identificado com nomes e números USP dos integrantes.

Será considerado o atendimento aos seguintes requisitos: (i) descrição geral de um produto disponível no mercado que incorpore um sistema embarcado; (ii) descrição detalhada com referências bibliográficas confiáveis e (iii) validação científica por meio da apresentação de artigos científicos.

Parte 2 - (Entrega Opcional - Pontuação diferenciada)

Introdução à Abordagem Co-Design para Sistemas Embarcados

1. Objetivos:

Este exercício tem por objetivo a aplicação introdutória dos conceitos de co-design de hardware e software considerando não apenas o desenvolvimento do sistema embarcado em si, mas também sua inserção como produto no mercado. Embora um aprofundamento completo do tema demande tempo e não faça parte do escopo da disciplina, essa atividade visa dar oportunidade de um treino prático sobre como identificar, analisar e especificar requisitos de hardware e software em projetos embarcados usados em produtos.

2. Escolha do Produto:

Pode-se utilizar o mesmo produto escolhido na Parte 1 ou outro produto diferente, como exemplos de mercado (Set-Top Box, IHM industrial; Alarme embarcado etc.). Pode-se também utilizar a aplicação que escolheu como tema para o projeto final (caso fosse projetar como produto). Vale ressaltar que essa escolha impacta algumas respostas: por exemplo, se você selecionar um produto que já existe no mercado, alguns aspectos de risco de desenvolvimento (como aceitabilidade comercial ou maturidade tecnológica) já foram validados na prática, reduzindo algumas incertezas.

3. Atividade Proposta:

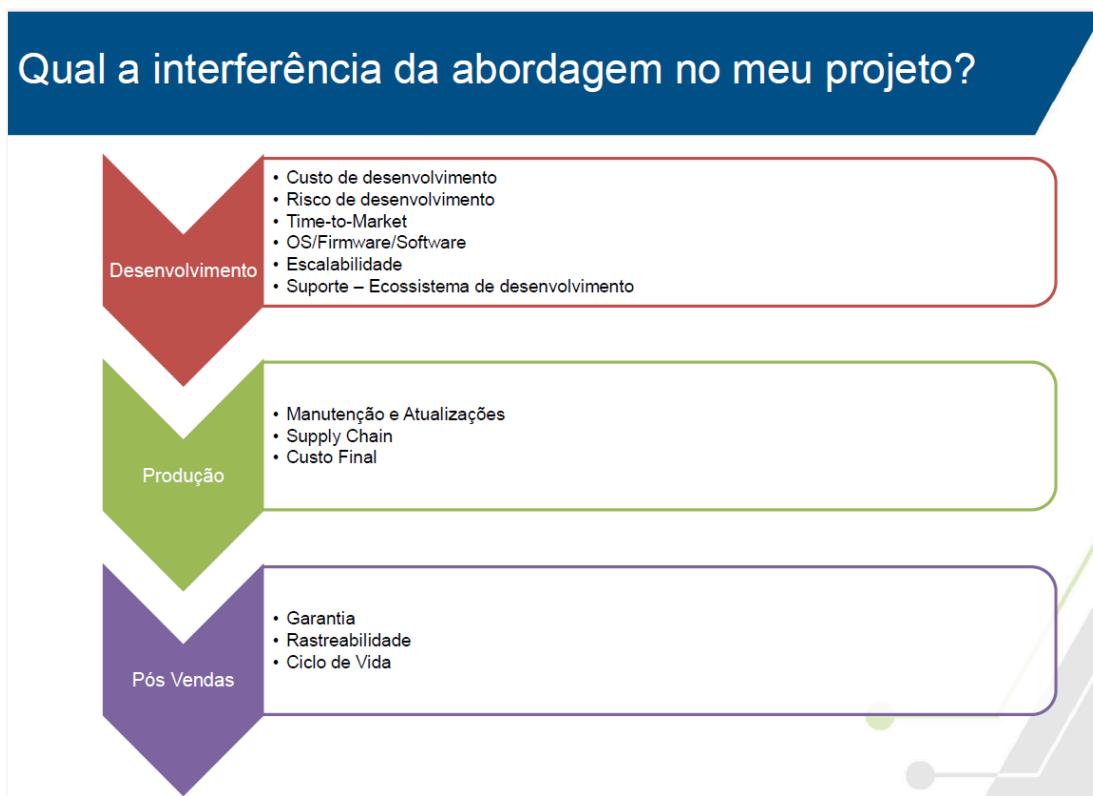
Considerando que fosse projetar o produto escolhido do zero (sistema embarcado), reflita sobre o impacto das escolhas de abordagem de co-design, caso as opções fossem:

- **Do Zero (Designing from Draft):** Projetar toda a placa dedicada (por exemplo, PCB própria com microcontrolador ou microprocessador/SoC)
- **CoM (Computer on Module):** Utilizando um computador ou sistema em módulo (por exemplo, [Toradex](#) Colibri + Carrier Board) e possivelmente fabricando a placa base com conectores necessários.
- **SBC (Single Board Computer):** Utilizando um computador de placa única, como Raspberry Pi, BeagleBone, ASUS Tinker Board, Orange Pi, ODroid etc.

Para realizar a atividade, utilizar como material de apoio a palestra sobre [Design Approaches](#) em sistemas embarcados e o conteúdo do Capítulo 10 – Requisitos de

Hardware e Software, disponibilizado no e-Disciplinas (menu - Projeto Final). A partir da imagem da Figura 1, a qual resume os estágios do ciclo de vida (Desenvolvimento, Produção, Pós-Venda - ver conteúdo detalhado no documento da palestra acima referida), o propósito é refletir como essas fases impactariam sua escolha de arquitetura e estratégia de produto.

Figura 1 - Abordagens para Projeto de Sistemas Embarcados



Fonte: G. Fernandes – Toradex Brasil - [*Design Approaches*](#)

É obrigatório analisar apenas a parte de “Desenvolvimento” (é opcional analisar as etapas de “Produção” e “Pós Vendas”), observando quais fatores “pesariam” mais na sua decisão nas etapas: 1 - Custo de Desenvolvimento; 2 -Risco de Desenvolvimento; 3 - Time-to-Market; 4 - OS/Firmware/Software; 5 - Escalabilidade; e 6 - Suporte, produzindo do zero, usando CoM ou usando uma SBC. As perguntas já foram devidamente respondidas no documento acima, assim como os impactos gerais de cada escolha foram apresentados. O propósito da atividade é indicar qual das opções analisadas seria a mais viável para o estágio de “Desenvolvimento” do produto escolhido, buscando justificar com base nas respostas do documento acima. Caso o produto que você escolheu já esteja disponível no mercado e essa informação seja acessível, identifique também qual solução foi efetivamente adotada pelo fabricante dele, tentando relacionar os impactos dessa escolha do ponto de vista da abordagem de co-design.

Este é um exercício de reflexão e argumentação, e não existe resposta única correta. O objetivo é exercitar a capacidade de analisar cenários reais, justificando escolhas de arquitetura, plataforma e estratégia. Evite recorrer a IAs generativas. Considere este desafio como uma simulação prática de atuação profissional. Não se preocupe se não tiver certeza de todos os pontos. O essencial é apresentar seu raciocínio de forma clara.

4. Formato de Entrega

A atividade deverá ser realizada em grupos de 4 integrantes, conforme a recomendação de que o projeto final reúna duas duplas previamente formadas nas demais práticas. A formação de grupos com 5 integrantes será permitida apenas em situações excepcionais, como nos casos em que uma das duplas anteriores tenha sido composta por 3 alunos(as).

Apresentar as respostas em documento PDF ou em arquivo [READM.me](#) (informar o link do repositório na entrega da tarefa no e-Disciplinas). O documento deve ser devidamente identificado com nomes e números USP dos integrantes.

OBS. Como se trata de uma atividade opcional, a entrega da Parte 2 poderá ser realizada junto à entrega da Prática Final (Parte 3).

Parte 3 - Desenvolvimento e Implementação da Prática Final

(Ver Roteiro da Prática #6)