



EEL510265 – Programação de Sistemas Embarcados

EEL7323 – Programação C++ para Sistemas Embarcados

ESE410020 – Tópicos Especiais em Sistemas Eletrônicos:  
Programação de Sistemas Embarcados

# Projeto Disciplina

[Eduardo.Bezerra@ufsc.br](mailto:Eduardo.Bezerra@ufsc.br)  
Anderson.spengler@ufsc.br

Florianópolis, novembro de 2022.

# Exercício: Projeto aplicado ex: Estação Meteorológica



## Objetivos:

- Exercitar a modelagem OO visando implementação em C++
- Entender os desafios do projeto integrado de software/hardware para sistemas embarcados
- Praticar o fluxo completo de projeto de sistemas em C++ para sistemas embarcados

Problema: estação meteorológica/ambiental não empregando técnicas de sistemas embarcados

Meta: maximizar tempo de bateria e quantidade de dados trafegados oriundos de uma estação meteorológica/ambiental



## **Especificação – Software do sistema embarcado:**

O sistema proposto será utilizado para aumentar a autonomia energética e diminuição dos dados transferidos sem fio de uma estação meteorológica.

O sistema deverá aprender as característica do ambiente e prever qual será o próximo dado, no servidor este dado também será calculado, se houver acerto na previsão com o dado medido, dentro de uma margem de erro o dado não precisará ser enviado.

Havendo discrepância poderá ser recalculado os parâmetros da rede para melhorar a previsão, isto poderá ser feito no servidor e então enviado para o sistema embarcado.

O software embarcado deverá ser escrito na linguagem C++, e deverão ser utilizados os conceitos de programação orientada a objetos, principalmente o uso de polimorfismo com classes abstratas visando a portabilidade do código (quando necessário).

## **Especificação – Software do sistema embarcado (cont.):**

O software do microcontrolador deverá registrar um log das operações realizadas, utilizando uma estrutura de fila para armazenar as informações sobre os eventos ocorridos. O sistema deverá registrar, pelo menos, dois tipos de eventos:

- Medição das grandezas (temperatura e umidade)
- Acertos e erros de previsão, com troca de parâmetros com o servidor.

Na ocorrência de cada um desses eventos, deverá ser incluído um novo nodo na fila contendo: ID do controlador (cada equipamento possui um ID único); e data/hora do evento (usar o clock/calendar desenvolvido anteriormente).

Para possibilitar a consulta das informações, o log precisará ser transferido para um computador hospedeiro (desktop ou notebook). Durante o envio do log para o hospedeiro, a fila deverá ser esvaziada (o log será reinicializado), e os dados transferidos para outra estrutura de dados no hospedeiro (uma lista, por exemplo). O software do hospedeiro também deve ser escrito em C++.

## Especificação – **Software do sistema embarcado (cont.):**

A comunicação com o hospedeiro deve ser realizada por intermédio de uma UART (pode ser utilizado um cabo de conversão UART/USB). Além disso, deve ser previsto algum meio de comunicação wireless para transferência de dados para um smartphone.

**IMPORTANTE!!** Não é necessário implementar o software de comunicação wireless com o smartphone. Basta deixar indicado na documentação (visando trabalhos futuros) os módulos necessários para realizar a comunicação (ex. módulos Bluetooth, wifi, entre outros para o sistema embarcado selecionado).

## Especificação – Software do computador e Software do smartphone:

No hospedeiro (computador ou smartphone), a qualquer instante, um “admin” poderá realizar as seguintes consultas no log:

- listar todos os eventos ocorridos em um determinado intervalo de datas; e
- obter os dados adquiridos, enviados ou não, em um determinado intervalo de datas.

O software do hospedeiro deve ser escrito em C++, sendo que no smartphone poderão ser utilizados dados sintéticos para representar as informações obtidas do controlador proposto. Não é necessário realizar a transferência de dados do sistema embarcado para o smartphone, mas é preciso descrever o hardware que seria necessário para realizar a transferência wireless (ex. módulo bluetooth, wifi, ...) do sistema embarcado para o smartphone.

Para o caso de um computador (ex. Notebook, desktop), o software deve ser escrito visando a recepção dos dados via porta serial (com cabo).

## Avaliação:

- Será avaliado se na implementação foram utilizados, pelo menos, os seguintes conceitos de C++:
  - Herança
  - Friends
  - Template
  - Funções virtuais
  - Tratamento de exceções
  - Sobrecarga de operadores
  - Polimorfismo (com classes abstratas)
- O trabalho deve ser desenvolvido individualmente. O projeto e as soluções não devem ser compartilhadas entre os alunos, para evitar situações de plágio.
- Deve ser utilizado o github para o controle de versão e compartilhamento dos programas com o professor.
- Toda a documentação deve ser preparada e entregue em um único arquivo no formato PDF.
- A entrega do trabalho será realizada no Moodle, respeitando os prazos estabelecidos a seguir.



**21/11/2022**

## **Entrega 1 – Documentação e software do computador**

- **Relatório** descrevendo os três programas, ou seja, sistema embarcado, computador (notebook/desktop) e smartphone, incluindo:
  - Diagrama de classes (preliminar).
  - Funcionamento dos programas (usar máquinas de estados, fluxogramas, diagramas de sequência, e outros diagramas que forem úteis para essa descrição).
  - Descrição dos componentes básicos de hardware e de software (ex. descrição da placa ou kit de desenvolvimento a ser utilizado, descrição das bibliotecas necessárias para a implementação, compilador e ferramentas de desenvolvimento a serem utilizadas para o desenvolvimento dos três programas, entre outros).
- **Software do computador (notebook/desktop) implementado e funcionando em C++**. Deve ser entregue uma versão funcional do software a ser executado no computador/notebook, incluindo a funcionalidade da fila para armazenar as informações sobre os eventos (log) recebidos via UART.
- **Essa entrega possui um peso de 30% sobre a nota final do projeto.**

**28/11/2022**

## **Entrega 2 – Documentação e **software do sistema embarcado****

- **Relatório atualizado** descrevendo os três programas, ou seja, sistema embarcado, computador (notebook/desktop) e smartphone, incluindo:
  - Diagrama de classes (atualizado).
  - Estruturas de dados utilizadas (ex. listas encadeadas, filas, pilhas), e as respectivas operações realizadas sobre as estruturas de dados, algoritmos, ...
  - Modelagem e descrição da infraestrutura de comunicação e dos protocolos utilizados entre o sistema embarcado, computador e smartphone.
- **Software do controlador do sistema implementado e funcionando em C++**. Deve ser entregue uma versão funcional do software, incluindo a funcionalidade da fila para armazenar as informações sobre os eventos (log).
- **Essa entrega possui um peso de 30% sobre a nota final do projeto.**

**05/12/2022**

## **Entrega 3 – Documentação, plano de testes e versão preliminar do software para smartphone**

- **Relatório atualizado** descrevendo os três programas, ou seja, sistema embarcado, computador (notebook/desktop) e smartphone.
- **Plano de testes**, contendo as sequencias de testes utilizadas para verificar o funcionamento dos três programas, de acordo com os requisitos. Incluir casos de teste para mostrar se o programa atende situações de entradas de dados inválidas, e também capacidade de memória para alocação dinâmica de dados.
- **Versão preliminar do software para o smartphone implementado e funcionando em C++**. Deve ser entregue uma versão funcional do software a ser executado no smartphone, que poderá ser apenas um tradicional “Hello World!”, sem necessariamente apresentar as funcionalidades esperadas pelo sistema proposto.
- **Essa entrega possui um peso de 20% sobre a nota final do projeto.**

**19/12/2022**

## **Entrega 4 – Documentação, software para smartphone, demonstração**

- **Relatório final** descrevendo os três programas, ou seja, sistema embarcado, computador (notebook/desktop) e smartphone. Incluir uma análise do desempenho da execução dos programas. “Desempenho” não significa apenas velocidade de execução, mas também outros parâmetros como, por exemplo, memória ocupada, consumo de energia, entre outros. Incluir nesse relatório os parâmetros que conseguir medir (ex. dados obtidos após a compilação) e, também, parâmetros obtidos através de uma análise numérica.
- **Código fonte** completo (github) e DOCUMENTADO (com comentários).
- **Versão final do software para o smartphone implementado e funcionando em C++**. Deve ser entregue uma versão funcional do software a ser executado no smartphone, realizando as operações solicitadas na especificação.
- **Demonstração dos programas funcionando** (ex. um vídeo no youtube), e do plano de teste proposto, mostrando que o sistema final atende os requisitos.
- **Essa entrega possui um peso de 20% sobre a nota final do projeto.**

## Contato

Prof. Eduardo Augusto Bezerra, PhD

[eduardo.bezerra@ufsc.br](mailto:eduardo.bezerra@ufsc.br)

<http://gse.ufsc.br/bezerra>

<http://spacelab.ufsc.br>



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA