



EEL510265 – Programação de Sistemas Embarcados

EEL7323 – Programação C++ para Sistemas Embarcados

# Controlador de ar-condicionado

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

Florianópolis, 15 de abril de 2021.

# Exercício: Controlador de ar-condicionado



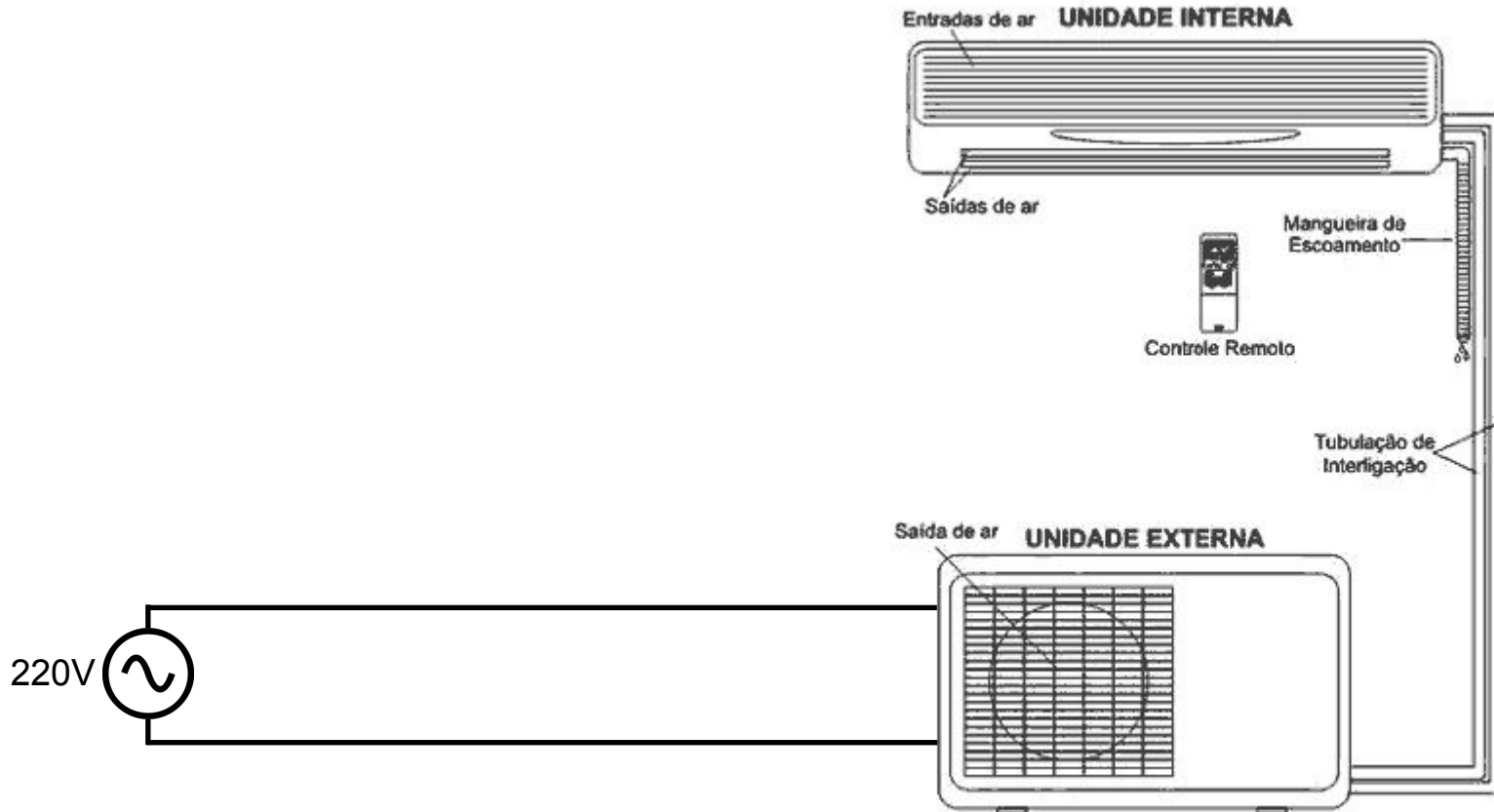
## Objetivos:

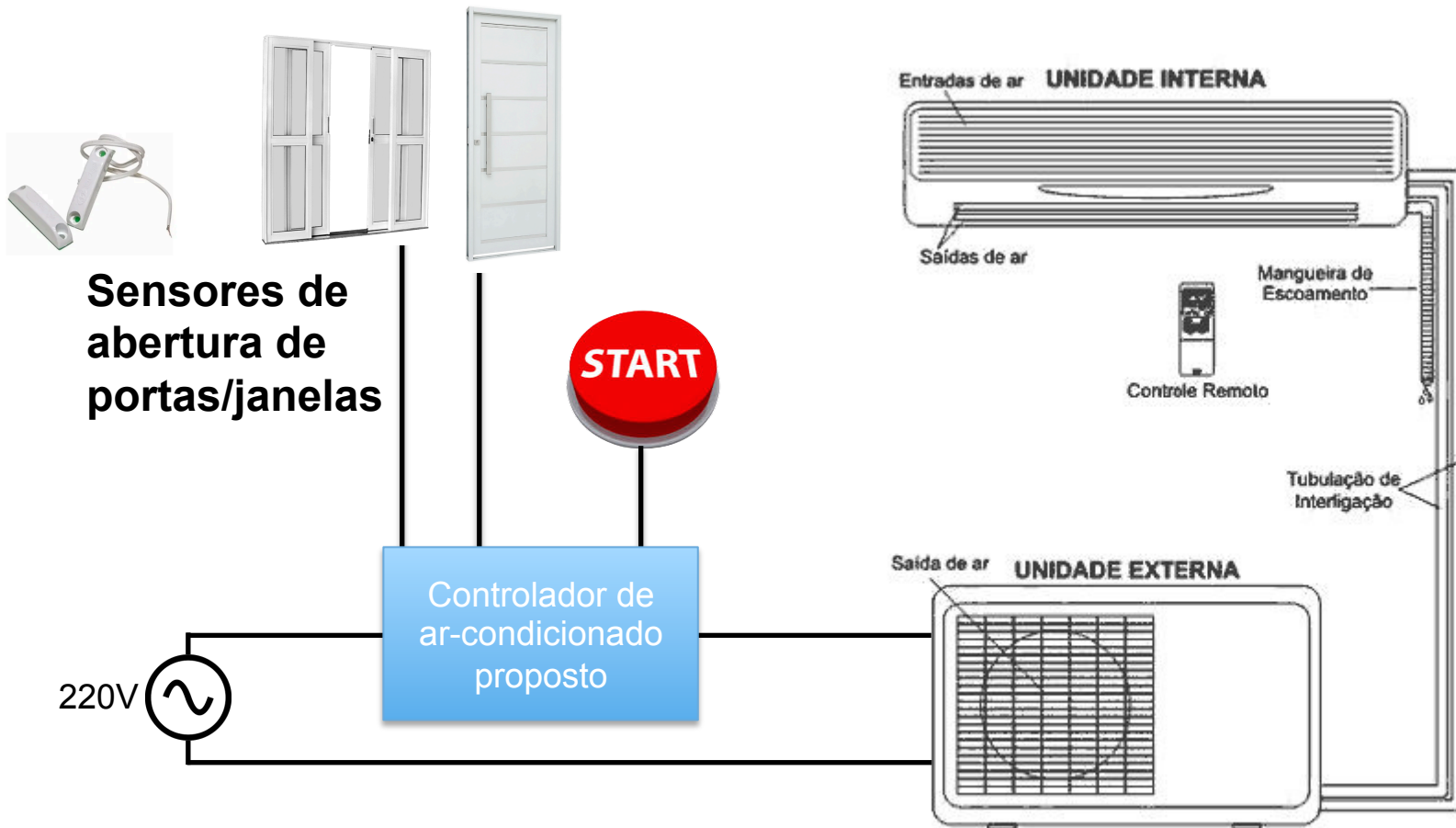
- Exercitar a modelagem OO visando implementação em C++
- Entender os desafios do projeto integrado de software/hardware para sistemas embarcados
- Praticar o fluxo completo de projeto de sistemas em C++ para sistemas embarcados

Problema: ar-condicionado ligado por longo período de tempo, sem usuários.

Meta: redução do consumo de energia elétrica e aumento na vida útil de aparelhos de ar-condicionado







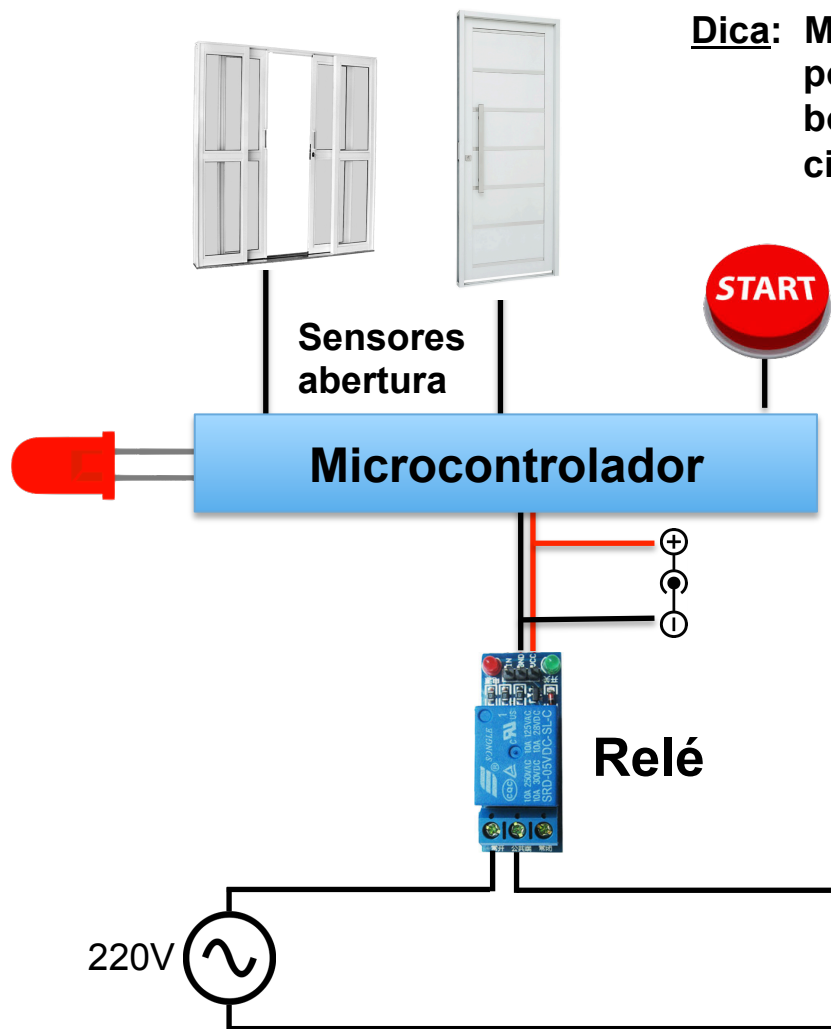
- As portas e janelas do ambiente a ser controlado possuem sensores de abertura.
- Sempre que um sensor é “aberto” (sempre que uma porta ou janela é aberta), o controlador proposto corta a alimentação do aparelho de ar-condicionado.
- A alimentação só será restabelecida após todas as portas e janelas estarem fechadas, e quando o usuário pressionar o botão “Start” do controlador proposto.

Ao entrar no ambiente, o usuário precisa:

1. Fechar todas as portas e janelas.
2. Pressionar o botão “Start” do controlador proposto.
3. Usar o controle remoto para ligar o aparelho de ar-condicionado.



**Dica:** Manter um LED vermelho aceso sempre que alguma porta ou janela for aberta. O LED aceso significa que o botão Start não irá restabelecer a alimentação do circuito, enquanto alguma porta ou janela estiver aberta.



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

O sistema proposto será utilizado para evitar o gasto de energia elétrica com aparelhos de ar-condicionado que permanecem ligados sem usuários no recinto. Sempre que alguma porta ou janela for aberta no recinto onde se encontra o aparelho de ar-condicionado, o microcontrolador deverá interromper o fornecimento de energia para o ar-condicionado. Quando isso ocorrer, um LED vermelho poderá permanecer aceso até que todas as aberturas (portas e janelas) tenham sido fechadas. Após isso, o LED vermelho deverá ser apagado.

Quando o LED vermelho estiver apagado, então a energia para o ar-condicionado poderá ser restabelecida ao se pressionar um botão conectado ao microcontrolador. A partir desse instante, o usuário poderá voltar a utilizar o controle remoto do ar-condicionado normalmente.

O software 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 para diversos fabricantes de aparelhos de ar-condicionado (se necessário).



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

O software do microcontrolador deverá implementar 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:

- O ar-condicionado foi desligado devido à abertura de porta ou janela;
- Botão de acionamento foi pressionado, quando o sistema estava sem energia,

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 hospedeiro. Durante o envio do log para o hospedeiro, a fila precisará ser esvaziada (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 de duas formas distintas:

- por intermédio de uma UART (pode ser utilizado um cabo de conversão UART/USB), no caso do hospedeiro ser um notebook ou desktop (ou uma raspberry com Linux, por exemplo);
- por intermédio de algum meio de comunicação wireless, no caso do hospedeiro ser 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 o tempo total (em horas e minutos) que o sistema manteve o ar-condicionado alimentado, 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 poderá 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 de 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.

# Entrega 1 – Documentação e software do sistema embarcado

**EEL: 22/04**

**PPGEEL: 22/04**

- **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 controlador do ar-condicionado 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). Esse software consiste em uma versão reduzida do software do controlador de piscina, e será avaliada a capacidade de reaproveitamento de código, e agilidade na adaptação para a nova funcionalidade proposta, ou seja, o controlador de ar-condicionado.
- **Essa entrega possui um peso de 30% sobre a nota final do projeto.**

## Entrega 2 – Documentação e **software do computador**

**EEL: 29/04**

**PPGEEL: 22/04**

- **Relatório atualizado** descrevendo os três programas, ou seja, sistema embarcado, computador (notebook/desktop) e smartphome, 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 smartphome.
- **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. Esse software é, na verdade, uma versão reduzida do software de gerência utilizado no sistema de controlador de piscina.
- **Essa entrega possui um peso de 30% sobre a nota final do projeto.**

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

**EEL: 06/05**

**PPGEEL: 30/04**

- **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.**

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

**EEL: 13/05**

**PPGEEL: 30/04**

- **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, espaço ocupado, 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 teórica.
- **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