

PROGRAMAÇÃO DE SISTEMAS EMBARCADOS

ALUNO: RAPHAEL DIEGO COMESANHA E SILVA

PROJETO: CONTROLADOR DE AR CONDICIONADO - CAc

OBJETIVO

O referido projeto apresenta a elaboração de um sistema embarcado para controle de temperatura ambiente através de comandos enviados a um aparelho de ar condicionado. Visa, com isso, a redução de consumo de energia elétrica na utilização desses aparelhos ao implementar inteligência artificial para tal. Aqui serão apresentadas as etapas de comunicação do hospedeiro e de interfaceamento com o usuários para registro dos eventos ocorridos no controlador por um microcomputador (notebook ou *smartphone*).

• DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE INSTALAÇÃO DO CONTROLADOR

O sistema onde será implementado o controlador é composto pelos seguintes componentes e unidades (figura 1):

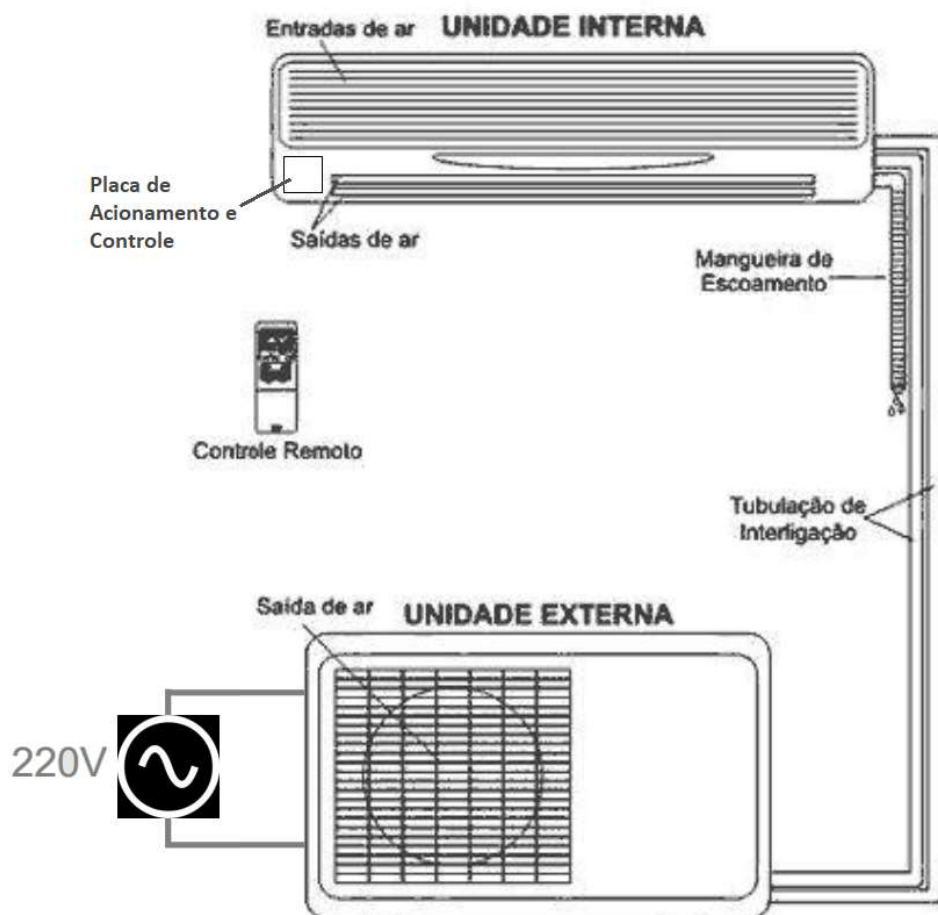


Figura 1 – Esquema do diagrama elétrico de instalação do sistema.

1. Unidade externa de compressão e exaustão, que recebe a alimentação e se comunica com a outra unidade através de tubulações de infraestrutura hidráulica/pneumática e elétrica.
2. Unidade interna de resfriamento e controle, a qual possui a saída de ar resfriado e seco e a entrada de ar úmido ambiente.

Placa de acionamento e controle instalada internamente à unidade interna e comandada por controle remoto infra-vermelho (IR).

3. A proteção elétrica através de disjuntor instalado em quadro específico e adequado a potência do aparelho.

● DESCRIÇÃO DO SISTEMA A SER IMPLEMENTADO

A proposta apresentada aqui visa implementar um controlador de ar condicionado (CAc) externo ao aparelho e uma aplicação para computador (AppReg) que execute aquisição e registro e classificação dos eventos executados pelo controlador. O CAc irá ser responsável pelas seguintes funções:

1. Receber e enviar ao aparelho comandos de ligar e desligar de acordo com a preferência do usuário.
2. Receber comandos do usuário para aumentar e diminuir a temperatura através de dois botões do controlador e enviá-los ao ar condicionado para ajuste de temperatura.
3. Medição de temperatura externa ao ambiente para gerar comandos de ajuste de temperatura ambiente de acordo com a variação do valor medido.
4. Envio dos comandos de ajuste de temperatura ambiente devido à temperatura medida.
5. Registro de tempo de funcionamento do ar condicionado.
6. Comunicação via bluetooth com smartphone do usuário para envio de comandos ao aparelho (smartphones com dispositivos IR).
7. Comunicação com o hospedeiro, via protocolo UART, para envio de eventos registrados pelo CAc.
8. Realizar o controle da temperatura ambiente através de um modelo de *Machine Learning* (ML) embarcado com eventos de acionamento dos botões e variação da temperatura externa tratados como entrada do modelo e os comandos de ajuste de temperatura gerados como saída enviada ao o aparelho

OBS: Todos os comandos de ajuste de temperatura serão enviados à placa de acionamento e controle do equipamento via comando IR através do smartphone do usuário, conectado via bluetooth com o controlador.

● ESPECIFICAÇÃO DO SISTEMA

O CAc estará configurado para minimizar os gastos de energia com ar condicionado. Consistindo-se em um dispositivo externo, conectado ao smartphone do usuário e com disponibilidade de aquisição de dados para computador, via comunicação serial, e para *smartphone*, via comunicação *bluetooth*. O controle da temperatura e a efetivação da redução de consumo será desenvolvida por meio de uma rotina de inteligência artificial que reunirá todas as informações geradas pelas medições e pelo usuário e executará a tomada de decisão. O algoritmo irá aprender as preferências do usuário e interpretá-las em conjunto com as medidas de

temperatura externa.

O programa do microcontrolador registrará as operações realizadas em uma estrutura do tipo Fila contendo os seguintes eventos ocorridos:

- A. O aparelho foi ajustado para devida a temperatura externa e
- B. Um dos botões foi pressionado pelo usuário.

Todo evento conterá ainda a informação de data e hora de ocorrência.

No programa dos hospedeiros, será possível fazer consultas de eventos registrados, classificando-os por data de ocorrência. A qualquer tempo um operador poderá:

- A. Listar todos os eventos ocorridos em um determinado intervalo de datas e
- B. Obter o tempo total (em horas e minutos) que o sistema manteve o ar-condicionado regulando a temperatura do ambiente, classificado para um determinado intervalo de datas.

No programa do smartphone deverá ser implementados dados sintéticos para a verificação do funcionamento, porém só poderá ser efetivamente utilizada em versões futuras do CAc.

Os códigos do controlador e dos hospedeiros estarão escritos em linguagem de programação C++

A comunicação entre controlador e hospedeiro será realizada através de interface UART com computadores pessoais e totalmente detalhada neste projeto. Já a interface *bluetooth* com smartphones constará para versões futuras do CAc, por isso será descrita de forma generalizada, com definição dos possíveis módulos *Bluetooth* a serem utilizados para realizar a comunicação.

A operação geral do sistema em funcionamento inicia ao ligar o CAc, que inicializa todos os periféricos e realiza todas as configurações operacionais. Em seguida, aguarda que o usuário solicite o comando de ligar o ar condicionado. Quando o aparelho for ligado o CAc regula a temperatura interna para um valor correspondente ao da temperatura externa e aguarda por variações na medição ou por acionamento dos botões pelo usuário. O comando de ajuste de temperatura do ambiente interno só será executado em caso de variação de temperatura externa ou solicitação do usuário. Adicionalmente, o usuário poderá solicitar a qualquer momento o desligamento do aparelho condicionador de ar através do CAc. Nesse caso o CAc permanece ligado aguardando o próximo comando ligar. Também, em qualquer momento da operação do CAc o operador poderá solicitar a transferência dos eventos registrados para o hospedeiro, estando o ar condicionado refrigerando ou não.

Para o pleno funcionamento como descrito anteriormente será necessário atender alguns requisitos.

- **REQUISITOS FUNCIONAIS**

- **Controlador de Ar Condicionado**

- Capaz de monitorar o estado de dois botões sem retenção, para indicação de aumento e diminuição de temperatura ambiente e acionamento do ar

condicionado.

- Capaz de realizar medição de um sensor de temperatura LM35 para verificação de temperatura de ambiente externo.
- Capaz de conter um controlador com algoritmo IA para tomada de decisões de controle de temperatura e redução de consumo
- Capaz de gerar informações de data e hora precisos.
- Capaz de registrar eventos de acionamento de botão e variação de temperatura externa em um estrutura do tipo fila, com datas e horas de ocorrência.
- Capaz de registrar tempo de aparelho de ar condicionado ligado, com registro de data e hora.
- Capaz de estar estruturado para realizar envio de comando para o aparelho de ar condicionado através de um smartphone e uma comunicação com interface *bluetooth*, em versões futuras.
- Com possibilidade de se comunicar com hospedeiros através de comunicação com interface UART serial.
- Capaz de realizar a transferência das ocorrências de eventos e do tempo de estado ligado do ar condicionado para os hospedeiros.
- Deve conter e registrar seu número de ID para envio ao hospedeiro

- **Hospedeiro. (computador e Smartphone)**

- Capaz de se comunicar com o controlador através de comunicação com interface UART serial (computador).
- Capaz de realizar uma comunicação com interface *bluetooth* com o controlador, em versões futuras (smartphone).
- Capaz de estar estruturado para realizar envio de comando para o aparelho de ar condicionado através de interface de emissores de Infravermelho, em versões futuras (Smartphone).
- Capaz de receber os registros de eventos ocorridos e tempo ligado do ar condicionado e organizá-los no mesmo tipo de estrutura presente no controlador.
- Capaz de disponibilizar uma forma de interface amigável com o usuário.
- Capaz de classificar os eventos e o tempo de estado ligado do condicionador de ar por datas e apresentá-los ao usuário.

- **REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS**

- O produto precisa ter preço de custo de no máximo R\$---,00 para ser competitivo frente aos produtos similares presentes no mercado, como os dos links abaixo:
 -
 -
 -
- O consumo de energia máximo deve ser de __ mAh
- As dimensões devem ser : 15 x 15 x 10 (C x L x A), para se adequar a instalação existente dos aparelhos de ar condicionado disponíveis no mercado.
- Deve possuir Grau de Proteção IP31, que garante proteção contra queda de gotas d'água na vertical e objetos sólidos com tamanho igual ou maior a 2,5 mm.
 - Esse requisito impede danos causados pelo mau uso e acondicionamento do dispositivo.

A arquitetura do CAC está representada a partir da figura 2 com o diagrama de blocos do sistema.

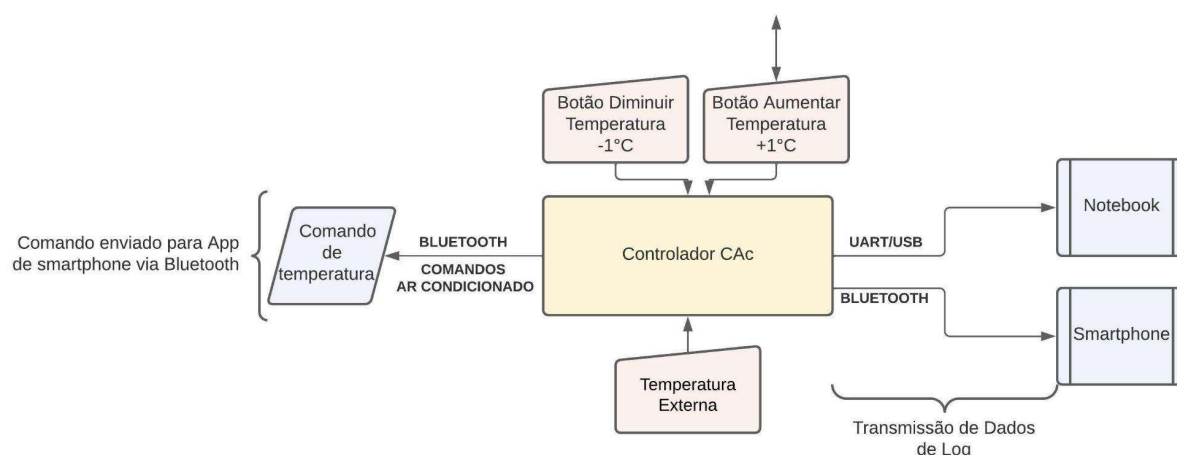


Figura 2 – Diagrama de Blocos do CAC

Na fase em que se encontra o projeto, primeira etapa, está em andamento a finalização dos testes de comunicação UART do computador e a estruturação da aquisição do valor de tempo ligado do ar condicionado a ser delineado durante a implementação da segunda etapa. O que já está finalizado, porém passível de pequenas atualizações, é a implementação da estrutura de dados em fila para recebimento das informações advindas do CAC, através da comunicação serial e 90% da comunicação serial, tudo em C++ orientado a objeto. A implementação de uma interface com o usuário para execução das funções de solicitação de log, solicitação de informação de tempo ligado do aparelho condicionador de ar e consultas de informações também se encontram prontas. No apêndice A está apresentado o diagrama de classe do hospedeiro.

● ETAPA 2 DO PROJETO.

O planejamento que segue para a segunda etapa do projeto é finalizar a comunicação do hospedeiro e dar continuidade nas implementações do controlador CAC, em linguagem C++ orientada a objeto. Assim está prevista a entrega e apresentação dos requisitos listados abaixo.

- **Fluxograma de dados e as conexões do CAC e a lista de ações inerentes a ele.**
- **Tabela e diagrama de estados do CAC devidamente detalhadas**
- **Diagrama de classes do CAC**
- **Diagrama de sequência detalhando a implementação da comunicação UART serial.**
- **Definição das variáveis em nível lógico.**
- **Detalhamento da A implementação do *mock-up* (prototipagem)**
- **Sugestão dos componentes utilizados no projeto.**

Conclusões

Há a possibilidade de da ocorrência de mudança e melhorias em algumas especificações, estratégias ou informações apresentadas até aqui, nas próximas versões desse projeto, pois o mesmo encontra-se em fase de desenvolvimento.

APÊNDICE A

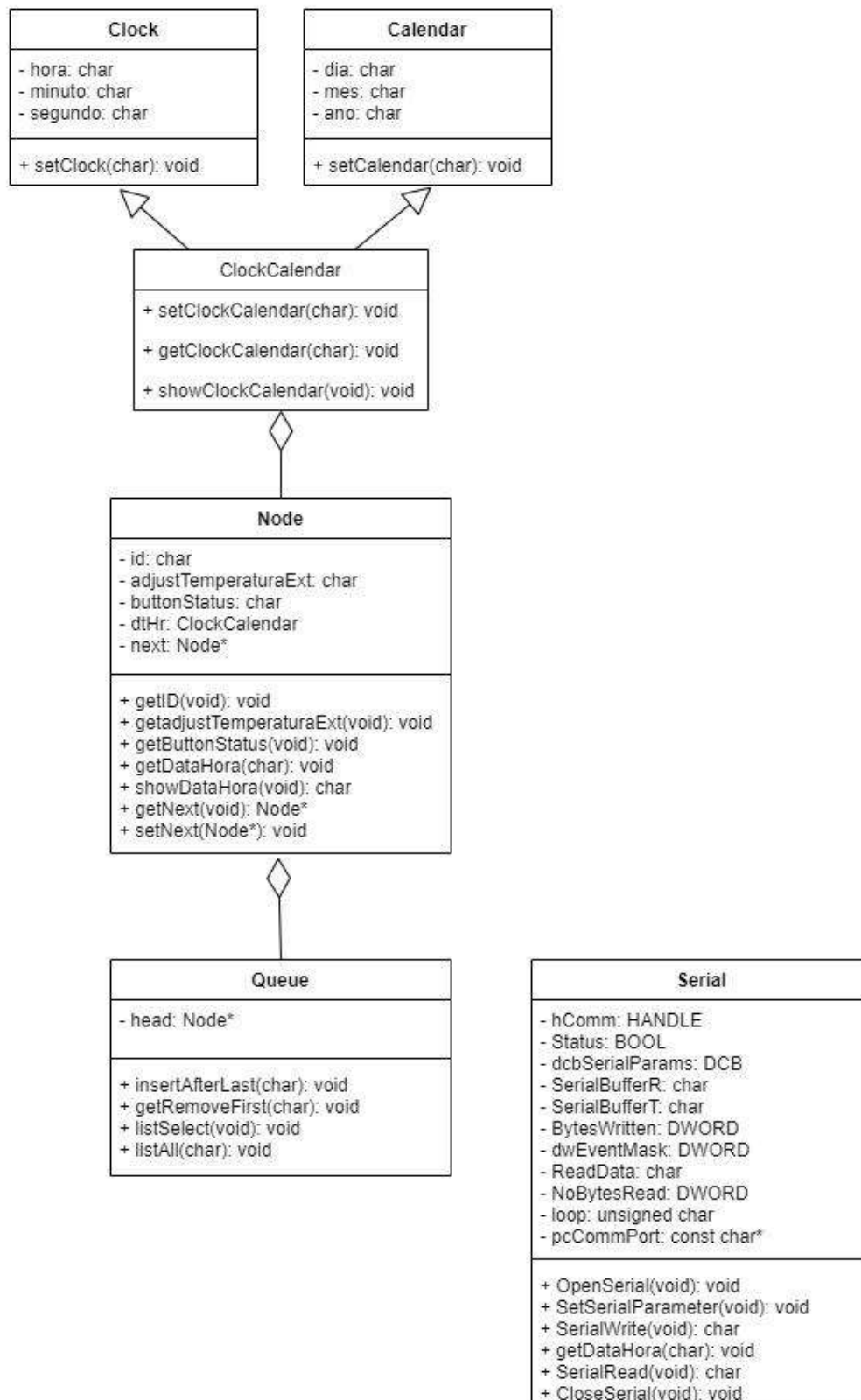


Figura 2 – Diagrama de Classes do Hospedeiro