

Documentação de Projeto – Parte 1

CONOPS, Domínio do Problema, Especificação

Projeto: Sistema de controle de temperatura veicular

Autores: Luis Camilo Jussiani Moreira e João Victor Laskoski

Versão: 07-Out-2022

Parte 1a – CONOPS

1 Introdução

- **Propósito:** Providenciar interfaces para que o usuário possa controlar algumas variáveis para que o sistema realize o controle da temperatura interna de um veículo.
- **Missão:** Controlar a temperatura interna do veículo conforme a desejada pelo usuário, além disso, providenciar o controle de qual será a saída de ar utilizada e a velocidade executada pelo ventilador.
- **Visão:** Prover conforto térmico durante a condução do veículo tanto para o motorista quanto para os passageiros.
- **Fronteira:** Conexão de botões ao sistema que providencia a alteração da temperatura interna desejada, a localização que será realizada a saída de ar e a velocidade dos ventiladores.

2 Descrição do Sistema

O sistema em questão terá o intuito de controlar a temperatura interna de um veículo conforme a temperatura desejada pelo usuário, realizando o controle com base no uso de válvulas de ar quente e ar frio. Além disso, é possível definir o fluxo de ar com base na velocidade dos ventiladores e as localizações das saídas de ar.

Desse modo, o usuário pode interagir com alguns componentes do sistema, conforme está descrito no diagrama de casos de uso da Figura 1.

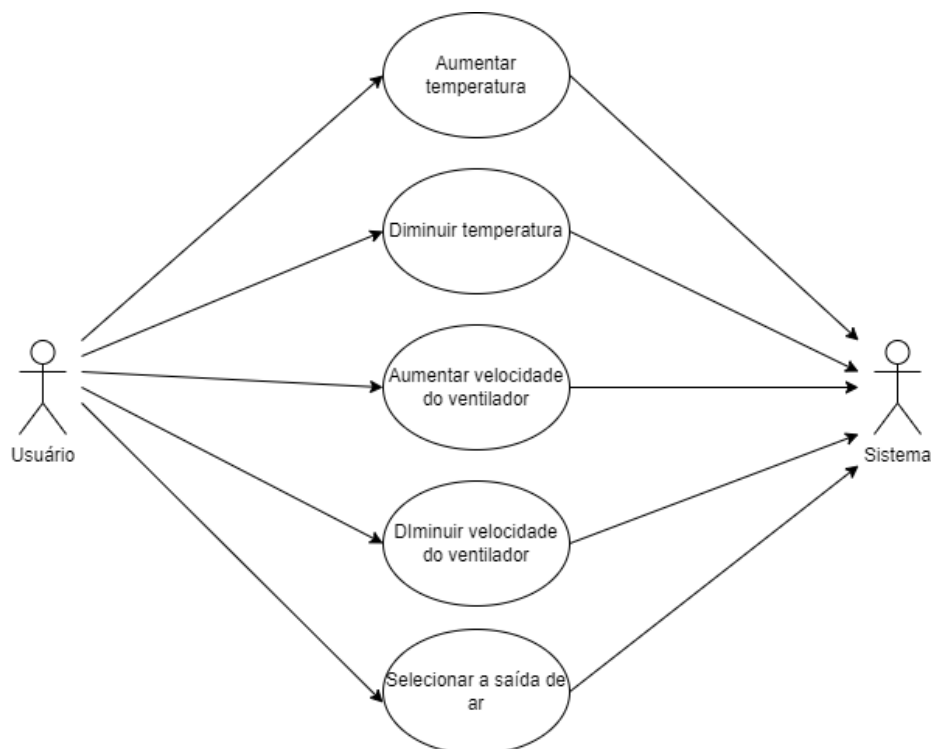


Figura 1 - Diagrama de casos de uso do sistema.

Assim, o sistema propõem que o usuário possa controlar algumas configurações da ventilação interna do veículo, no qual através de botões, é possível modificar a temperatura, habilitar qual será a saída de ar utilizada, como também a velocidade. Portanto, as interfaces são:

- Interface Humano Máquina (botões para selecionar as configurações desejadas, que serão especificadas na próxima sessão, além da tela para informar situação do sistema).
- Interface de controle (controle do aumento ou redução da temperatura através do ajustes das válvulas, saídas de ar e ventilação).

3 Interface com o Usuário

A interface com o usuário, citada na sessão anterior, é composta de um visor informativo e dos botões que o usuário pode interagir. O detalhamento da interface está descrita a seguir:

- Dois botões para controle de temperatura, sendo um para aumentar e outro para reduzir.
- Dois botões para controle da velocidade do ventilador, sendo um para aumentar e outro para reduzir.
- Único botão para ativar/desativar o sistema, que também é utilizado para selecionar a saída de ar utilizada.
- Tela para informar a temperatura desejada pelo usuário, a temperatura atual interna do veículo e o estado de outros componentes presentes no sistema.

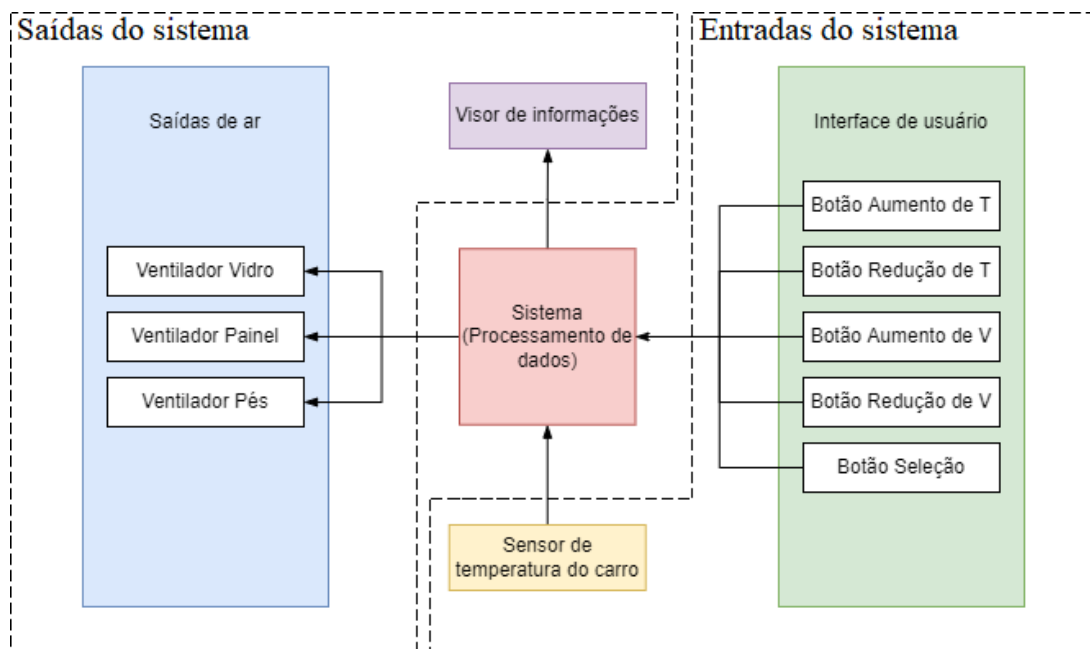


Figura 2 - Diagrama geral do sistema.

O diagrama da Figura 2 ilustra a relação dos botões e do visor que compõem a interface do usuário com o restante do sistema. Vale ressaltar que o usuário manipula o sistema somente por intermédio dos componentes da região verde do diagrama.

4 Identificação dos Stakeholders

Desse modo, os Stakeholders para elaboração do projeto são:

- Condutor do veículo
- Passageiro do veículo
- Empresas montadoras de automóveis
- Desenvolvedores do sistema
- Empresa produtora do microcontrolador
- Empresa produtora do sensor de temperatura
- Mecânicos
- Eletricistas
- Fornecedores de componentes eletrônicos
- Revendedores do sistema
- Financiadores e investidores

5 Necessidades de Stakeholders

Abaixo contém as necessidades advindas dos Stakeholders existentes:

- StN1 - O sistema de controle de temperatura veicular deverá ser compatível com o módulo microprocessado Tiva TM4C1294XL.
- StN2 - O dispositivo de controle de temperatura deverá atuar entre 16°C e 30°C.
- StN3 - Deverá existir 3 saídas de ar, as quais devem ter 3 modos de operação:
 - StN3.1 - Todas as saídas executarem ao mesmo tempo.
 - StN3.2 - Uma única saída deve estar ligada por vez.
 - StN3.3 - Todas as saídas devem estar desativadas.
- StN4 - O sistema deverá possuir controle da velocidade dos ventiladores, possuindo 5 estágios de velocidade.
- StN5 - O dispositivo geral deverá conter os seguintes periféricos/interfaces:
 - StN5.1 - 1 sensor de temperatura.
 - StN5.2 - 5 botões.
 - StN5.3 - 1 Tela.
- StN6 - O equipamento deverá informar para o usuário por meio de uma tela o estado do sistema.
- StN7 - O equipamento deverá controlar as válvulas de ar frio e ar quente, de acordo com a temperatura informada pelo usuário.

6 Cenários de Operação

Operação normal:

Controle de temperatura desligado:

Até que o usuário ligue o sistema, as válvulas do sistema estarão desligadas e todas as saídas de ar estarão fechadas.

Controle de temperatura em funcionamento:

O usuário desejando aumentar a temperatura em 5°C, diminuir a velocidade do ventilador em dois estágios e selecionar todas as saídas de ar, será necessário que o usuário faça as seguintes operações:

- Apertar 10 vezes o botão de aumentar a temperatura.
- Apertar 2 vezes o botão de reduzir a velocidade do ventilador.
- Apertar N vezes o botão de selecionar as saídas, até que sejam selecionadas todas as saídas de ar.

Desse modo, após 5 segundos do usuário solicitar a temperatura desejada, o sistema irá iniciar o funcionamento das válvulas de ar quente e ar frio para que se alcance a temperatura desejada. Além disso, será demonstrado a temperatura atual, temperatura desejada e outras informações no visor.

Enquanto ocorre a redução da temperatura interna do carro, a mistura do ar quente e frio providenciado pelas válvulas, deverá estar em 2°C abaixo da temperatura desejada. Contudo, na situação do aumento da temperatura, a mistura de ar deverá estar 2°C acima da temperatura desejada.

Operação anormal:

Anomalias no sistema podem advir de inúmeras causas, tais como:

- Algum dispositivo estar danificado, como o sensor de temperatura. Então o sistema não realizará a mudança de temperatura corretamente, visto que não é feita uma leitura correta da temperatura real.
- Se a temperatura interna do carro estiver com temperaturas fora do conjunto estipulado do sensor, o mesmo não conseguirá identificar a temperatura corretamente.
- Se por algum motivo, duas saídas estiverem habilitadas ao mesmo tempo, o controle da temperatura poderá funcionar de forma inesperada.
- Se uma das válvulas estiver fora de funcionamento, não será alcançada a temperatura desejada.

Parte 1b – Domínio do Problema

Desse modo, foram identificados os seguintes problemas presentes no desenvolvimento do controle de temperatura veicular:

1 Termodinâmica

A equação fundamental da calorimetria indica a quantidade de calor que um corpo de massa m e calor específico c absorve ou libera para variar a sua temperatura. Além disso,

em um sistema fechado que não troca calor com o ambiente externo, os corpos do interior do sistema trocam calor entre si de modo que a soma de todas as energias térmicas é nula.

$$\Sigma Q = 0$$

Assim, considerando o interior do veículo como um sistema fechado onde somente o ar emitido pelas válvulas são capazes de alterar a temperatura no interior do veículo, então a temperatura desejada (T_d) pode ser escrita da seguinte maneira:

$$\begin{aligned} Q_f + Q_q &= 0 \\ m_f(T_d - T_f) + m_q(T_d - T_q) &= 0 \\ m_f(T_d - 15) + m_q(T_d - 40) &= 0 \\ T_d &= (15m_f + 40m_q) \div (m_f + m_q) \quad (1) \end{aligned}$$

Assim, a equação (1) contém duas incógnitas: m_f e m_q , que estão relacionadas diretamente com a abertura das válvulas, uma vez que a massa de ar frio no interior do veículo depende do quanto de ar frio está entrando, que por sua vez depende da abertura da válvula de ar frio. O mesmo raciocínio é válido para o ar quente.

2 Operação com Display

Conforme o diagrama da Figura 2 ilustra, o “visor de informações” compõe uma parte das saídas do sistema, ou seja, ele exibe a resposta do sistema ao processamento de dados. No caso, é responsável por exibir informações como: temperatura, velocidade do ventilador, etc.

Assim, é possível controlar o display (visor) para a exibição das informações por intermédio da configuração de pinos de saída do microcontrolador utilizado no sistema.

3 Medição discreta de temperatura

Para a medição de temperatura, é possível utilizar um sensor de temperatura com uma tensão de saída analógica representando a temperatura medida. Ou seja, ao acoplar o sensor ao sistema, é realizada uma conversão analógico-digital, para que o valor de temperatura seja processado no sistema.

Parte 1c – Especificação

1 Introdução

Desse modo, o projeto tem o propósito do desenvolvimento de um sistema de controle de temperatura interna veicular, a qual será feita mediante válvulas de ar quente e ar frio, conectadas a algumas saídas de ar no interior do automóvel.

Sendo assim, o controle de temperatura é feito de acordo com algumas informações passadas pelo usuário (condutor ou passageiro do veículo) por meio de botões conectados ao sistema, em que o usuário pode definir:

- A temperatura interna do automóvel.
- A velocidade do ventilador.
- A saída de ar utilizada pelo sistema (todas, nenhuma, saída para os pés, saída do vidro e do painel).

De acordo com a IEEE (1990), a análise de requisitos parte do estudo das necessidades do usuário. Portanto, a partir da definição das necessidades dos Stakeholders no capítulo 5, é possível estabelecer os requisitos do sistema a ser desenvolvido.

2 Estrutura do Sistema

Os componentes presentes no sistema juntamente com suas respectivas relações estão ilustrados no diagrama de classes presente na Figura 3.

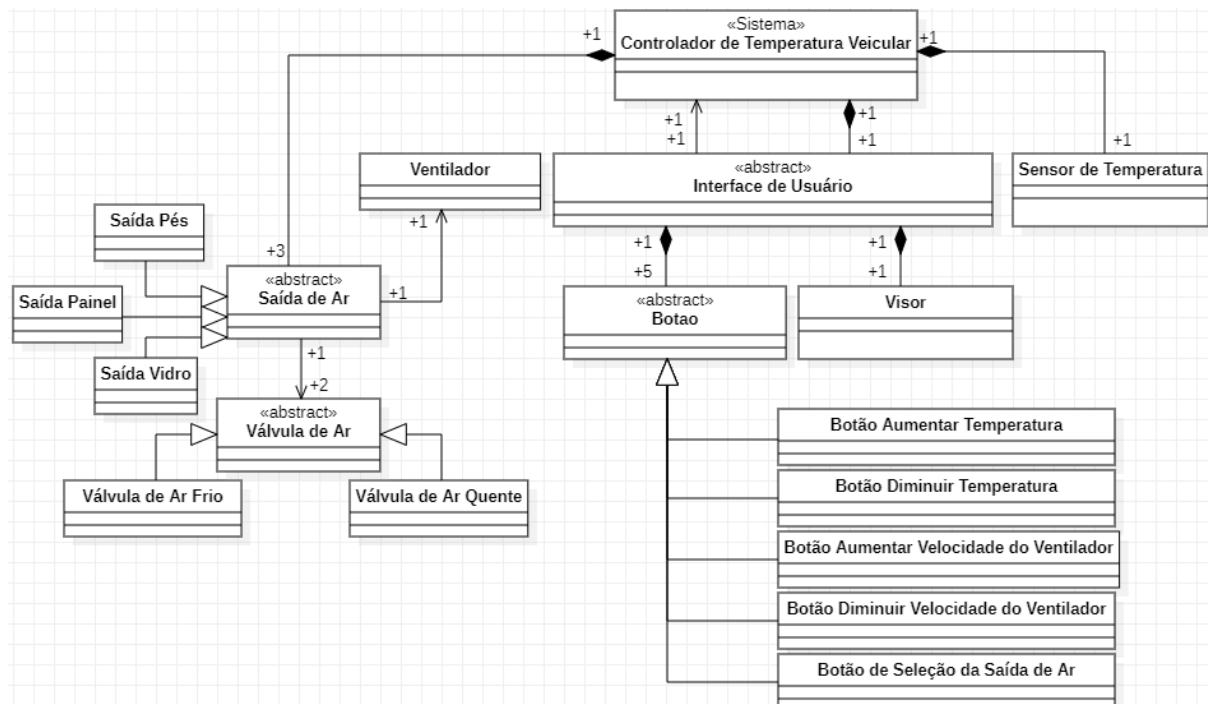


Figura 3 - Diagrama de classes do sistema.

As subseções abaixo descrevem com maior detalhe os componentes e as relações presentes no diagrama acima.

2.1 Interface de Usuário

O componente “interface de usuário” é apenas uma abstração para o sistema, ou seja, não é realmente um objeto do sistema, fazendo apenas uma composição dos objetos em que o usuário pode interagir. Logo, no diagrama de classes, é possível verificar a existência de cinco botões e um visor.

2.2 Entradas do sistema

Sendo assim, as entradas do sistema são os botões presentes na interface de usuário e o sensor de temperatura, sendo o sensor utilizado para verificar se o controle de temperatura atingiu o valor desejado pelo usuário.

2.3 Saídas do sistema

Dessa forma, é importante salientar que a saída de ar presente na Figura 3, é uma abstração geral para as saídas de ar (pés, vidro e painel), sendo composta por uma válvula de ar frio, uma válvula de ar quente e um ventilador.

Além disso, existe também como saída o visor do sistema, que exibe as seguintes informações:

- Temperatura real medida.
- Temperatura desejada.
- Temperatura da mistura do ar quente com o ar frio.
- Saída selecionada.
- Velocidade do ventilador.
- Porcentagem da abertura da válvula de ar quente.
- Porcentagem da abertura da válvula de ar frio.

3 Especificação Funcional

RF01 - O sistema deverá permitir ao usuário modificar a temperatura interna do veículo, o qual incrementa ou decrementa ao passo de 0,5°C.

RF02 - O sistema deverá permitir ao usuário selecionar qual será a saída de ar utilizada para o controle de temperatura.

RF03 - O sistema deverá permitir ao usuário selecionar a velocidade do ventilador do sistema, o qual incrementa ou decrementa em 1 estágio a velocidade do ventilador.

RF04 - O dispositivo necessita de um sistema computacional que reconheça a interação do usuário com o sistema por meio de botões para o ajuste de temperatura.

RF04.1 - O sistema deverá possuir um botão para aumento e um para a redução de temperatura.

RF05 - O dispositivo necessita de um sistema computacional que reconheça a interação do usuário com o sistema por meio de botões para o ajuste da velocidade do ventilador.

RF05.1 - O sistema deverá possuir um botão para aumento e um para a redução da velocidade do ventilador.

RF06 - O dispositivo necessita de um sistema computacional que reconheça a interação do usuário com o sistema por meio de um botão para selecionar a saída de ar utilizada no momento.

RF06.1 - O dispositivo poderá ser ativado ou desativado também pelo botão de seleção.

RF07 - O equipamento necessita de um sistema computacional que comunique com um display para exibir informações para o usuário.

RF08 - O dispositivo necessita de um sistema computacional que manipula as válvulas de ar frio e ar quente, referente a temperatura informada pelo usuário.

4 Especificação Não Funcional

RNF01 - O sistema deverá realizar alteração da temperatura após 5 segundos da última alteração das entradas do sistema realizada pelo usuário.

RNF02 - O sistema exibirá as informações para o usuário via tela VGA.

RNF03 - O sistema deverá executar sobre o sistema operacional de tempo real ThreadX.

RNF04 - A válvula de ar quente deverá expelir ar a 40°C.

RNF05 - A válvula de ar frio deverá expelir ar a 15°C.

RNF06 - O sistema deverá controlar a temperatura entre 16°C e 30°C.

RNF07 - O sistema deverá possuir 5 estágios de velocidade para o ventilador.

5 Restrições

RR01 - O sistema deverá ser compatível com o módulo microprocessado Tiva TM4C1294XL.

6 Referências

IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers. Standards Glossary of Software Engineering Terminology: Std 610.12, N.Y., 1990. 84p.

<https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=159342>