

# **Documentação de Projeto – Parte 1**

## **CONOPS, Domínio do Problema, Especificação**

**Projeto:** Sistema de Filtro Digital Parametrizado

**Autores:** Eric Yutaka Fukuyama e Fabio Seiti Fukuda

**Versão:** 12-Mai-2024

## Parte 1a – CONOPS

### 1 Introdução

---

Neste CONOPS será apresentado um filtro digital. Assim, o sistema deste receberá como entrada um sinal analógico do qual fará uma amostragem, e gerará em sua saída o sinal filtrado.

Ainda, será permitido ao usuário que este faça configurações referentes aos filtros a serem aplicados no sinal de entrada. Ou seja, será permitido ao usuário que ele altere, por exemplo, tipo de filtro, frequência de corte, ordem do filtro, etc.

### 2 Descrição do Sistema

---

O filtro digital será um sistema que poderá ser controlado por qualquer indivíduo com uma pequena experiência em eletrônica. Ainda, o sistema não terá tempo determinado para encerrar o funcionamento.

Assim, o sistema poderá ser utilizado em conjunto com um gerador de sinal e um osciloscópio. O Figura 1 apresenta a estrutura do sistema.

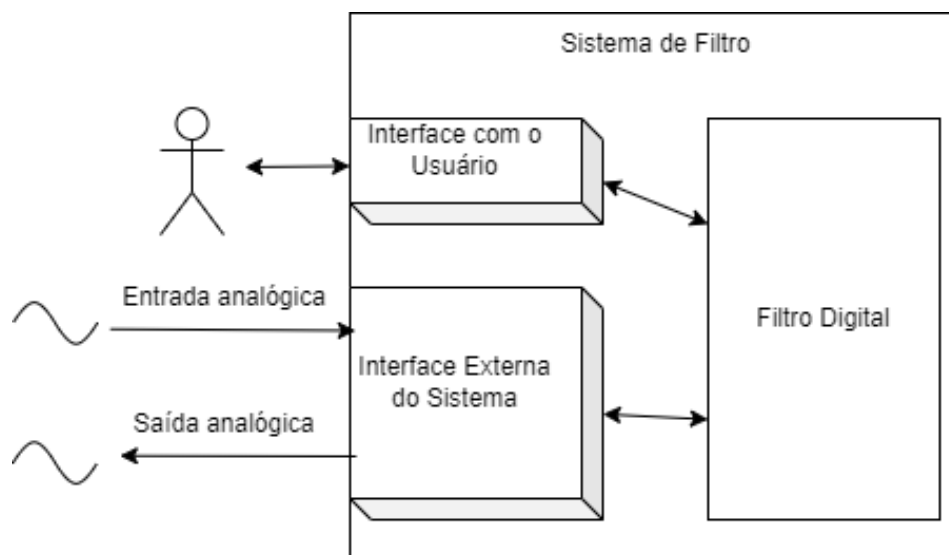


Figura 1 - Estrutura do sistema.

Ao iniciar o sistema, o usuário observará a tela inicial com um menu em que terá cinco opções para seleção: tipo de filtro, frequência de corte, ordem de filtro e ligar/desligar o filtro. Dessa forma, seria possível mexer nos parâmetros enquanto o filtro está desligado ou ligado. A Figura 2 apresenta um diagrama de estados do sistema.

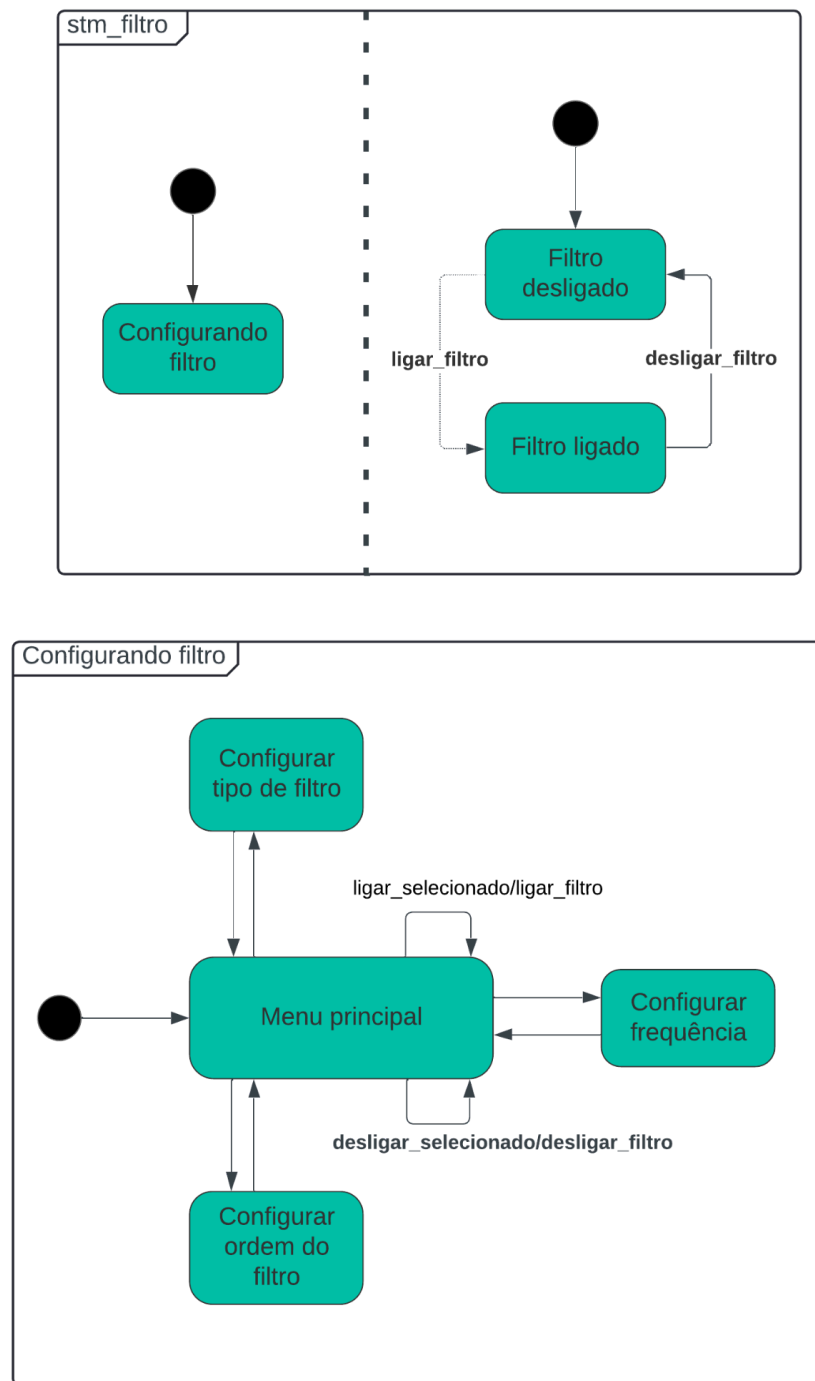


Figura 2 - Diagrama de Estados do sistema

### 3 Interface com o Usuário

Para a interface com o usuário será utilizado um display, no qual será apresentado um menu contendo opções para a seleção dos parâmetros do filtro. Assim, a seleção e alteração desses parâmetros será dado através de um joystick e dois botões.

As Figuras 3 e 4 apresentam um protótipo para o menu de seleção de parâmetros. Assim, movimentando o joystick na vertical, o usuário pode alternar entre as possíveis

configurações. Além disso, apertando um dos botões é possível selecionar um dos parâmetros, o que levará o usuário para um submenu, como por exemplo o mostrado na Figura 4, no qual está sendo selecionado o tipo do filtro. Por fim, para voltar ao menu principal basta apertar um outro botão.

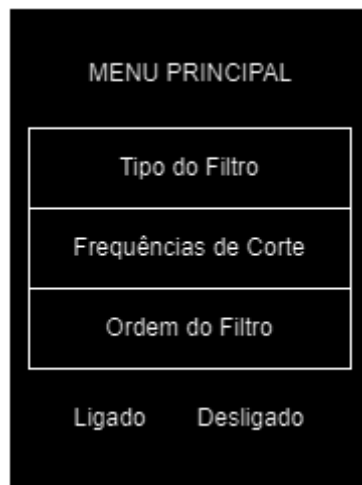


Figura 3 - Menu de Seleção dos Parâmetros do Filtro.

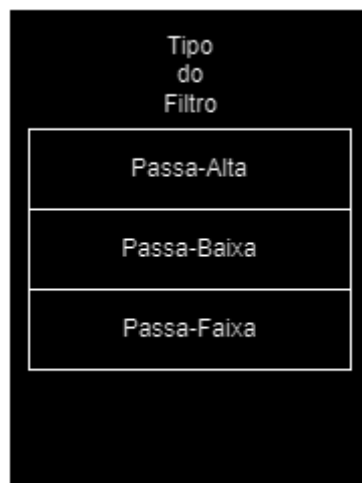


Figura 4 - Menu de Seleção do Tipo do Filtro.

## 4 Identificação dos Stakeholders

---

Como usuários finais, são stakeholders estudantes dos cursos de eletrônica, bem como professores do departamento, em especial o professor da disciplina de Sistemas Embarcados por também acompanhar e avaliar o desenvolvimento do projeto. Além disso, uma vez que o código do filtro digital será disponibilizado em uma plataforma de versionamento de código, qualquer que esteja em necessidade de um filtro digital será considerado um stakeholder.

Além disso, a fabricante do hardware também é considerada uma stakeholder, uma vez que seu suporte será necessário.

## 5 Necessidades de Stakeholders

---

StN1: Os usuários gostariam que o filtro cujas entradas e saídas sejam analógicas para que o uso dos filtros em seus experimentos.

StN2: Os usuários gostariam que o filtro recebesse sinais de entrada com frequências entre 0 a 20k Hz para o uso dos filtros em seus experimentos.

StN3 : Os usuários gostariam que o filtro recebesse sinais de entrada com amplitude entre 0 e 3V para o uso dos filtros em seus experimentos.

StN4 : Os usuários gostariam que a interface de ajustes dos filtros fosse intuitiva, simples e de fácil usabilidade para um ajuste rápido das configurações.

StN5 : Os usuários gostariam que a placa de interface possuísse um display LCD para editar as configurações do filtro.

StN6 : Os usuários gostariam que a placa de interface possuísse um Joystick para editar as configurações do filtro.

StN7 : Os usuários gostariam que a placa de interface possuísse dois botões para editar as configurações do filtro.

StN8 : Os usuários gostariam que fosse possível a alteração de parâmetros do filtro para a utilização do filtro em diversos cenários de experimentos.

StN8.1 : Os usuários gostariam que fosse possível alterar a frequência de corte do filtro.

StN8.2 : Os usuários gostariam que fosse possível alterar a ordem do filtro.

StN8.3 : Os usuários gostariam que fosse possível alterar o tipo de filtro.

StN8.3.1 : Os usuários gostariam que fosse possível selecionar um filtro passa-baixa.

StN8.3.2 : Os usuários gostariam que fosse possível selecionar um filtro passa-alta.

StN8.3.3 : Os usuários gostariam que fosse possível selecionar um filtro passa-faixa.

StN9 : Os usuários gostariam que fosse possível desligar e ligar o filtro para que este se adapte aos seus experimentos.

StN10: Os usuários gostariam que o sistema fosse rápido nas respostas dos comandos e no processamento do sinal.

StN11 : O professor da disciplina deseja que sejam utilizadas as linguagens de programação C/C++ ou Assembly para que o projeto esteja coerente com a sua disciplina.

StN12 : O professor da disciplina deseja que o sistema seja desenvolvido utilizando o ThreadX para que o projeto esteja coerente com a sua disciplina.

StN13 : O professor da disciplina deseja que o sistema seja desenvolvido utilizando, no mínimo, 3 threads para que o projeto esteja coerente com a sua disciplina.

StN14 : O professor da disciplina deseja que o sistema seja capaz de tratar interrupções pela aplicação para que o projeto esteja coerente com a sua disciplina.

StN15 : O professor da disciplina deseja que o sistema seja desenvolvido utilizando a placa Tiva TM4C1294XL para que o projeto esteja coerente com a sua disciplina.

StN16 : O professor da disciplina deseja que o sistema em sua versão final seja entregue no dia 17 de junho de 2024 para que o seu cronograma seja cumprido.

## 6 Cenários de Operação

O sistema terá a situação de funcionamento normal:

- Ao inicializar o sistema, o filtro digital não está ativo.
- A interface do sistema, assim que inicializado, apresenta ao usuário pelo display LCD o menu de configurações do filtro.
- O usuário seleciona o tipo de filtro.
- O usuário seleciona a frequência de corte do filtro.
- O usuário seleciona a ordem do filtro.
- O usuário liga o filtro digital.
- O usuário pode alterar as configurações do filtro.

O sistema pode ter alguns cenários anormais de funcionamento, como por exemplo:

- O usuário pode colocar na entrada um sinal com amplitude fora do intervalo entre 0 e 3V.
- O usuário pode colocar na entrada um sinal com frequência maior que 20 kHz.

## Parte 1b – Domínio do Problema

O domínio do problema desse projeto de filtros digitais está inserido nas áreas de aplicação de amostragem de sinais, conversão digital - analógica (e vice-versa) e filtros de sinais.

### 1 Amostragem de sinais

O processo de amostragem de sinais é essencial para projetar um filtro digital, uma vez que o sinal contínuo de entrada precisa ser discretizado, mas sem perder as suas características.

Desse modo, o entendimento do Teorema de Amostragem de Nyquist se faz necessário. Tal teorema estabelece que um sinal que possua uma frequência máxima  $\omega_m$  pode ser totalmente representado, a partir de amostras periódicas, desde que a taxa de amostragem  $\omega_s$  seja pelo menos o dobro da sua maior frequência.

Assim, uma amostragem sem respeitar o Teorema de Nyquist impossibilita a recuperação do sinal. Isso pode ser visto na Figura 5.

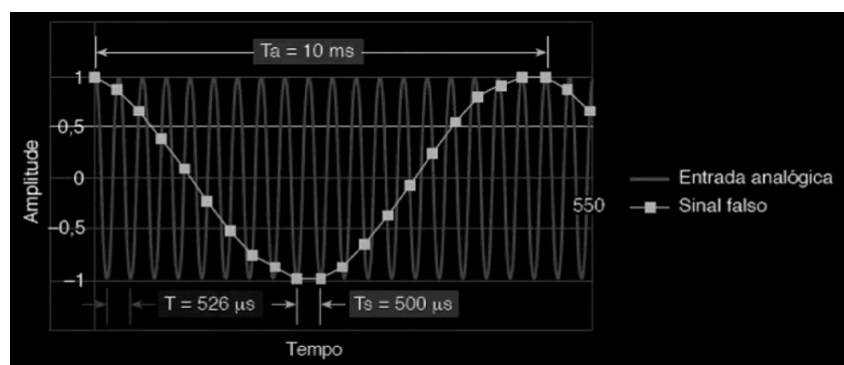


Figura 5 - Um sinal falso devido a uma frequência de amostragem menor que a de Nyquist.

## 2 Conversão ADC e DAC

---

O ADC (conversor analógico digital) é a parte do sistema utilizado para discretizar o sinal. A lógica por trás dessa conversão é o mapeamento de faixas de valores contínuos para um valor discreto. Assim, tal conversão é necessária para fazer a interface entre o sinal analógico de entrada e o filtro digital.

O DAC (conversor digital analógico) é praticamente o inverso de um conversor ADC, ou seja, há a correspondência entre um valor digital para um valor contínuo. Isso é importante para retornar um sinal contínuo na saída do sistema, por exemplo.

## 3 Filtros Digitais

---

A filtragem de um sinal é um processo que altera as frequências que o compõem. Isso pode ser feito para, por exemplo, remover frequências indesejadas do sinal, como no caso de remoção de ruído.

Assim, quando esse processamento se dá por meio digital de um sinal amostrado, classificamos esses filtros como digitais. Podemos, então, categorizar dois tipos de filtros digitais.

O primeiro, IIR (*Infinite Impulse Response*), se caracteriza pela saída depender do sinal de entrada e também das saídas anteriores, isto é, existe uma recursividade (por isso denominado também como filtro recursivo). Dessa maneira, o filtro apresenta uma resposta com duração infinita no tempo, pois mesmo que o sinal de entrada cesse, o filtro ainda apresenta resposta.

Já o segundo tipo de filtro, o FIR (*Finite Impulse Response*), possui saída dependente apenas do sinal de entrada (ou melhor, da entrada atual e um número finito de entradas passadas). Sendo assim, como não apresenta recursividade como no filtro IIR, ele é chamado também de filtro não recursivo.

Por fim, um conceito de filtros digitais é a ordem do filtro, o qual consiste na quantidade de entradas anteriores utilizadas para calcular a saída atual.

## Parte 1c – Especificação

### 1 Introdução

Nesta parte do documento serão apresentados a estrutura do sistema, as especificações funcionais e não funcionais, e as restrições do projeto.

### 2 Estrutura do Sistema

A Figura 6 apresenta o diagrama estrutural do sistema.

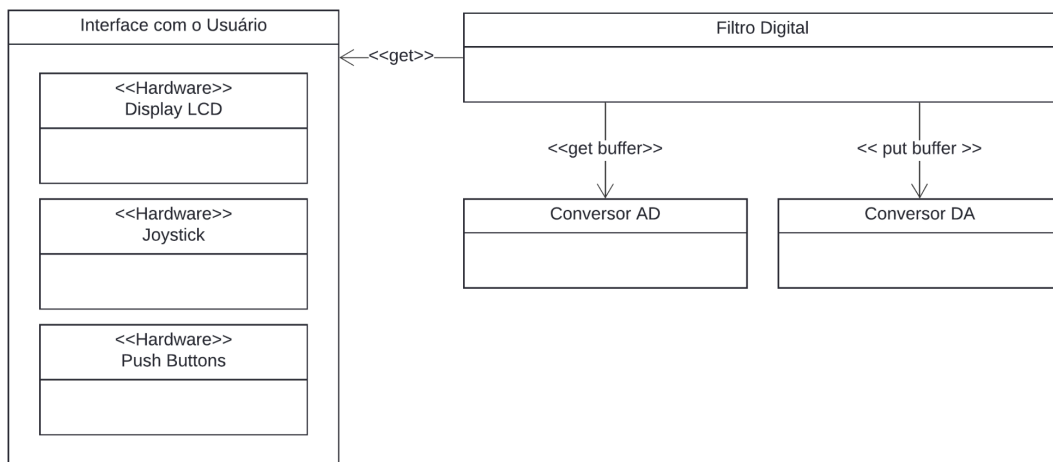


Figura 6 - Diagrama Estrutural do Sistema

Assim, pelo diagrama observa-se que há uma interface com o usuário pela qual as configurações são dadas como entrada para o filtro digital. Além disso, há um conversor AD para a amostragem do sinal de entrada. Também, o filtro digital realiza as operações digitais sobre o sinal amostrado. Por fim, há um conversor DA para a saída do sinal filtrado.

### 3 Especificação Funcional

|               |  |  |                                    |
|---------------|--|--|------------------------------------|
| Identificador | RF-01  |  |                                    |
| Classificação | <input checked="" type="checkbox"/> Funcional  | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O sistema deverá amostrar sinais analógicos através de um conversor AD.  |  |                                    |
| Justificativa | StN1   |  |                                    |
| Teste         | Através de testes de depuração na execução do programa, verificando assim se o buffer do conversor AD está sendo preenchido devidamente. |  |                                    |



|               |  |  |                                    |
|---------------|--|--|------------------------------------|
| Identificador | RF-02  |  |                                    |
| Classificação | <input checked="" type="checkbox"/> Funcional                                  | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O sistema deverá dar como saída um sinal analógico através de um conversor DA. |  |                                    |
| Justificativa | StN1   |  |                                    |
| Teste         | Verificar a saída do filtro utilizando um osciloscópio.                        |  |                                    |

|               |   |  |                                    |
|---------------|---|--|------------------------------------|
| Identificador | RF-03   |  |                                    |
| Classificação | <input checked="" type="checkbox"/> Funcional   | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O sistema deverá ter a opção de um filtro passa-baixas  |  |                                    |
| Justificativa | StN8.3.1  |  |                                    |
| Teste         | Com o auxílio de um osciloscópio, verificar a atenuação de ondas cujas frequências estão fora da banda de passagem. |  |                                    |

|               |   |  |                                    |
|---------------|---|--|------------------------------------|
| Identificador | RF-04   |  |                                    |
| Classificação | <input checked="" type="checkbox"/> Funcional   | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O sistema deverá ter a opção de um filtro passa-altas.  |  |                                    |
| Justificativa | StN8.3.2  |  |                                    |
| Teste         | Com o auxílio de um osciloscópio, verificar a atenuação de ondas cujas frequências estão fora da banda de passagem. |  |                                    |

|               |   |  |                                    |
|---------------|---|--|------------------------------------|
| Identificador | RF-05   |  |                                    |
| Classificação | <input checked="" type="checkbox"/> Funcional | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |

|               |   |
|---------------|---|
| Requisito     | O sistema deverá ter a opção de um filtro passa-faixa   |
| Justificativa | StN8.3.3  |
| Teste         | Com o auxílio de um osciloscópio, verificar a atenuação de ondas cujas frequências estão fora da banda de passagem. |

|               |   |  |                                    |
|---------------|---|--|------------------------------------|
| Identificador | RF-06   |  |                                    |
| Classificação | <input checked="" type="checkbox"/> Funcional   | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O sistema deverá ser capaz de tratar interrupções pela aplicação.   |  |                                    |
| Justificativa | StN14   |  |                                    |
| Teste         | Verificar através de testes de depuração ou também realizar testes utilizando a interface UART para verificar o estado do programa. |  |                                    |

|               |   |  |                                    |
|---------------|---|--|------------------------------------|
| Identificador | RF-07   |  |                                    |
| Classificação | <input checked="" type="checkbox"/> Funcional     | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O sistema deverá ter uma interface com o usuário. |  |                                    |
| Justificativa | StN4  |  |                                    |
| Teste         | Verificar visualmente o resultado.                |  |                                    |

### 3.1 Especificação da Interface com o Usuário

|               |   |  |                                    |
|---------------|---|--|------------------------------------|
| Identificador | RF-08   |  |                                    |
| Classificação | <input checked="" type="checkbox"/> Funcional | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O sistema deverá ter um display LCD.          |  |                                    |
| Justificativa | StN5  |  |                                    |
| Teste         | Verificar visualmente o resultado.            |  |                                    |

|               |   |  |                                    |
|---------------|---|--|------------------------------------|
| Identificador | RF-09   |  |                                    |
| Classificação | <input checked="" type="checkbox"/> Funcional | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O sistema deverá ter um joystick.             |  |                                    |
| Justificativa | StN6  |  |                                    |
| Teste         | Verificar fisicamente o resultado.            |  |                                    |

|               |   |  |                                    |
|---------------|---|--|------------------------------------|
| Identificador | RF-10   |  |                                    |
| Classificação | <input checked="" type="checkbox"/> Funcional | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O sistema deverá ter dois push buttons.       |  |                                    |
| Justificativa | StN7  |  |                                    |
| Teste         | Verificar fisicamente o resultado.            |  |                                    |

|               |   |  |                                    |
|---------------|---|--|------------------------------------|
| Identificador | RF-11   |  |                                    |
| Classificação | <input checked="" type="checkbox"/> Funcional   | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O sistema deverá ter um menu principal com as configurações de parâmetro do filtro.   |  |                                    |
| Justificativa | StN8,StN4   |  |                                    |
| Teste         | Verificar visualmente o resultado. Também, com auxílio de um osciloscópio, se as mudanças nos parâmetros do menu afetam a saída do sistema. |  |                                    |

|               |   |  |                                    |
|---------------|---|--|------------------------------------|
| Identificador | RF- 11.1  |  |                                    |
| Classificação | <input checked="" type="checkbox"/> Funcional   | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O sistema deverá ter no menu principal a configuração do tipo do filtro.  |  |                                    |
| Justificativa | StN8.3  |  |                                    |
| Teste         | Verificar visualmente o resultado. Também, com auxílio de um osciloscópio, se as mudanças nos parâmetros do menu afetam a saída do sistema. |  |                                    |

|               |   |  |                                    |
|---------------|---|--|------------------------------------|
| Identificador | RF- 11.2  |  |                                    |
| Classificação | <input checked="" type="checkbox"/> Funcional   | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O sistema deverá ter no menu principal a configuração da frequência de corte.   |  |                                    |
| Justificativa | StN8.1  |  |                                    |
| Teste         | Verificar visualmente o resultado. Também, com auxílio de um osciloscópio, se as mudanças nos parâmetros do menu afetam a saída do sistema. |  |                                    |

|               |   |  |                                    |
|---------------|---|--|------------------------------------|
| Identificador | RF- 11.3                                      |  |                                    |
| Classificação | <input checked="" type="checkbox"/> Funcional | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |

|               |   |
|---------------|---|
| Requisito     | O sistema deverá ter no menu principal a configuração da ordem do filtro.   |
| Justificativa | StN8.2  |
| Teste         | Verificar visualmente o resultado. Também, com auxílio de um osciloscópio, se as mudanças nos parâmetros do menu afetam a saída do sistema. |

|               |  |  |                                    |
|---------------|--|--|------------------------------------|
| Identificador | RF-12  |  |                                    |
| Classificação | <input checked="" type="checkbox"/> Funcional                                    | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O sistema deverá ter um submenu para a configuração de cada parâmetro do filtro. |  |                                    |
| Justificativa | StN8   |  |                                    |
| Teste         | Verificar visualmente o resultado.   |  |                                    |

|               |   |  |                                    |
|---------------|---|--|------------------------------------|
| Identificador | RF-13   |  |                                    |
| Classificação | <input checked="" type="checkbox"/> Funcional   | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O sistema deverá ter opção de seleção de frequência de corte a partir de 0 Hz.  |  |                                    |
| Justificativa | StN4, StN8.1  |  |                                    |
| Teste         | Verificar visualmente o resultado. Também, com auxílio de um osciloscópio, se as mudanças nos parâmetros do menu afetam a saída do sistema. |  |                                    |

|               |   |  |                                    |
|---------------|---|--|------------------------------------|
| Identificador | RF-14   |  |                                    |
| Classificação | <input checked="" type="checkbox"/> Funcional   | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O sistema deverá ter opção de seleção de frequência de corte que varie de 100 em 100 Hz.  |  |                                    |
| Justificativa | StN4, StN8.1  |  |                                    |
| Teste         | Verificar visualmente o resultado. Também, com auxílio de um osciloscópio, se as mudanças nos parâmetros do menu afetam a saída do sistema. |  |                                    |

|               |   |  |                                    |
|---------------|---|--|------------------------------------|
| Identificador | RF-15   |  |                                    |
| Classificação | <input checked="" type="checkbox"/> Funcional   | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O sistema deverá ter um botão para a seleção da configuração de um parâmetro no menu principal. |  |                                    |
| Justificativa | StN7  |  |                                    |
| Teste         | Verificar se a entrada dada pelo botão tem efeito na interface como esperado.                   |  |                                    |

|               |   |  |                                    |
|---------------|---|--|------------------------------------|
| Identificador | RF-16   |  |                                    |
| Classificação | <input checked="" type="checkbox"/> Funcional   | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O sistema deverá ter um botão para voltar da configuração do parâmetro do filtro para o menu principal. |  |                                    |
| Justificativa | StN7  |  |                                    |
| Teste         | Verificar se a entrada dada pelo botão tem efeito na interface como esperado.                           |  |                                    |

|               |   |  |                                    |
|---------------|---|--|------------------------------------|
| Identificador | RF-17   |  |                                    |
| Classificação | <input checked="" type="checkbox"/> Funcional   | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O sistema deverá ter um menu principal com opção para ligar e desligar o filtro.  |  |                                    |
| Justificativa | StN9  |  |                                    |
| Teste         | Verificar visualmente o resultado. Também, com auxílio de um osciloscópio, se as mudanças nos parâmetros do menu afetam a saída do sistema. |  |                                    |

## 4 Especificação Não Funcional

|               |                                    |   |                                    |
|---------------|------------------------------------|---|------------------------------------|
| Identificador | RNF-01                             |   |                                    |
| Classificação | <input type="checkbox"/> Funcional | <input checked="" type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |

|               |   |
|---------------|---|
| Requisito     | O sinal de entrada deverá ter frequência entre 0 e 20kHz. |
| Justificativa | StN2  |
| Teste         | Verificar com auxílio de um osciloscópio.                 |

|               |  |   |                                    |
|---------------|--|---|------------------------------------|
| Identificador | RNF-02   |   |                                    |
| Classificação | <input type="checkbox"/> Funcional                 | <input checked="" type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O sinal de entrada deverá ter tensão entre 0 e 3V. |   |                                    |
| Justificativa | StN3   |   |                                    |
| Teste         | Verificar com auxílio de um osciloscópio.          |   |                                    |

|               |  |   |                                    |
|---------------|--|---|------------------------------------|
| Identificador | RNF-03   |   |                                    |
| Classificação | <input type="checkbox"/> Funcional                           | <input checked="" type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | A frequência de corte do sinal deverá estar entre 0 e 20kHz. |   |                                    |
| Justificativa | StN2, StN8.1   |   |                                    |
| Teste         | Verificar com auxílio de um osciloscópio.                    |   |                                    |

|               |  |   |                                    |
|---------------|--|---|------------------------------------|
| Identificador | RNF-04   |   |                                    |
| Classificação | <input type="checkbox"/> Funcional   | <input checked="" type="checkbox"/> Não Funcional | <input type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O processo de amostragem, filtragem do sinal e geração do sinal de saída deve ser rápido.                      |   |                                    |
| Justificativa | StN10  |   |                                    |
| Teste         | Verificar com auxílio de um osciloscópio, amostrando tanto a entrada quanto a saída e verificando a defasagem. |   |                                    |

## 5 Restrições

|               |                                    |  |   |
|---------------|------------------------------------|--|---|
| Identificador | R-01                               |  |   |
| Classificação | <input type="checkbox"/> Funcional | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input checked="" type="checkbox"/> Restrição |

|               |  |
|---------------|--|
| Requisito     | O software do sistema deverá ser desenvolvido nas linguagens de programação C/C++ e/ou Assembly. |
| Justificativa | StN11  |
| Teste         | Verificar e analisar visualmente os códigos fontes.  |

|               |   |  |   |
|---------------|---|--|---|
| Identificador | R-02  |  |   |
| Classificação | <input type="checkbox"/> Funcional  | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input checked="" type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O software do sistema deverá ser desenvolvido utilizando o sistema operacional de tempo real ThreadX. |  |   |
| Justificativa | StN12   |  |   |
| Teste         | Verificar e analisar visualmente os códigos fontes, com atenção a sua integração com o sistema.       |  |   |

|               |   |  |   |
|---------------|---|--|---|
| Identificador | R-03  |  |   |
| Classificação | <input type="checkbox"/> Funcional  | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input checked="" type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O software do sistema deverá ser desenvolvido utilizando, no mínimo, 3 threads.                             |  |   |
| Justificativa | StN13   |  |   |
| Teste         | Verificar e analisar visualmente os códigos fontes, com atenção se foram implementadas 3 threads distintas. |  |   |

|               |  |  |   |
|---------------|--|--|---|
| Identificador | R-04   |  |   |
| Classificação | <input type="checkbox"/> Funcional                               | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input checked="" type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O software do sistema deverá rodar em uma placa TIVA TM4C1294XL. |  |   |
| Justificativa | StN15  |  |   |
| Teste         | Verificação visual do sistema.                                   |  |   |



Projeto – Sistema de Filtro Digital Parametrizado

|               |  |  |   |
|---------------|--|--|---|
| Identificador | R-05   |  |   |
| Classificação | <input type="checkbox"/> Funcional                                       | <input type="checkbox"/> Não Funcional | <input checked="" type="checkbox"/> Restrição |
| Requisito     | O projeto deverá ser entregue até o dia 17 de junho de 2024.             |  |   |
| Justificativa | StN16  |  |   |
| Teste         | Verificar se a implementação e a documentação estão prontas até o prazo. |  |   |