# ESTUDO E ANÁLISE DE VIABILIDADE DE USO DE MICROCONTROLADOR DE SISTEMAS EMBARCADOS COMO PROCESSADOR DIGITAL DE SINAIS

James Wellington Freitas (BIC/CNPq), Jonathan de Matos, Rosane Falate (Orientador), e-mail: rfalate@uepg.br

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Informática.

**Engenharia Elétrica; Medidas Elétricas, Magnéticas e Eletrônicas; Instrumentação.**

Palavras-Chave: *Microcontroladores, conversor analógico-digital, filtro digital, processamento digital de sinais.*

## Resumo

O avanço da tecnologia tem impulsionado a busca por alternativas mais acessíveis para o processamento digital de sinais. Este estudo investigou a viabilidade do uso de microcontroladores para desempenhar funções típicas de processadores digitais de sinais, analisando comportamento e limitações. Verificou-se que, embora viável para algumas aplicações, microcontroladores como o PIC16F877A impõem restrições ao desempenho quando em operações com números de ponto flutuante.

## Introdução

O processamento digital de sinais (PDS) desempenha papel fundamental em diversas áreas, como automação industrial, sistemas de comunicação, dispositivos médicos (IEEE SIGNAL PROCESSING SOCIETY, s.d.). Tradicionalmente, o PDS é realizado por processadores digitais de sinais ou sistemas embarcados de alto desempenho, que oferecem elevada capacidade de processamento. Com o avanço dos microcontroladores e a popularização de plataformas acessíveis, tornou-se viável utilizar esses dispositivos em tarefas típicas de PDS, especialmente em aplicações que não exigem altas taxas de amostragem, desempenho computacional elevado ou rigor temporal estrito (SMITH, 1997). A motivação central do estudo reside na busca por soluções acessíveis e eficientes para tarefas de PDS.

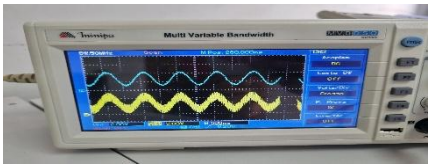
## Materiais e Métodos

Foram utilizados diversos componentes e equipamentos eletrônicos, incluindo duas matrizes de contatos de 830 pinos, um PIC16F877A (MICROCHIP, 2003), um cristal oscilador de 20 MHz, amplificadores operacionais LM358P, capacitores, e resistores. A alimentação foi fornecida por duas fontes ICEL Manaus PS-5000; para a geração e análise de sinais foram empregados geradores de função MFG-4205C e osciloscópios Minipa MVB-DSO. Na entrada, os LM358P estão configurados como somadores inversores, combinando o sinal de interesse com o ruído. Esse sinal é enviado ao conversor analógico-digital do PIC, que converte a tensão em valores discretos de 0 a 1023. O PIC, então, realiza as operações matemáticas do filtro digital de resposta ao impulso infinita passa-baixas e envia os valores processados para o conversor digital-analógico R-2R.

## Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta a entrada (amarelo) e a saída (azul) de um sinal após a aplicação do filtro digital.

**Figura 1.** Entrada e saída de um sinal após aplicação de filtro digital.




O PIC16F877A conseguiu converter e processar o sinal, porém apresentou perdas ao operar com números de ponto flutuante. Ao utilizar conversão para ponto fixo, a taxa de amostragem aumentou de cerca de 330 Hz para 1080 Hz, evidenciando a limitação do PIC, que não possui unidade de ponto flutuante. Esses resultados indicam que, embora viável para aplicações de menor exigência, o uso de microcontroladores como o PIC16F877A impõe restrições ao desempenho em operações de maior complexidade matemática.

## Conclusão

O PIC16F877A mostrou-se capaz de processar sinais digitais em aplicações de baixa complexidade, sendo a conversão para ponto fixo uma alternativa para aumentar a taxa de amostragem. Microcontroladores acessíveis podem, portanto, substituir dispositivos dedicados em tarefas de PDS menos exigentes.

## Agradecimentos

Agradeço à UEPG, ao CNPq pelo apoio financeiro ao projeto, à minha orientadora Rosane Falate pelo incentivo e ao DEINFO por disponibilizar os laboratórios.

IEEE SIGNAL PROCESSING SOCIETY. **What is Signal Processing?** s.d. Disponível em: https://signalprocessingsociety.org/our-story/signal-processing-101. Acesso em: 26 mar. 2025.

MICROCHIP TECHNOLOGY INC. **PIC16F87XA Datasheet**. 2003. Disponível em: https://ww1.microchip.com/downloads/aemDocuments/documents/MCU08/ProductDocum ents/DataSheets/39582C.pdf. Acesso em: 10 mar. 2025.

SMITH, S. W. **The scientist and engineer's guide to digital signal processing**. 2. Ed. San Diego, California Technical Pub, 1997.