

# **Relatório de Laboratório 1**

CIC302 - Sistemas Digitais e Arquitetura de Computadores

**Nome Completo:** Breno Augusto Oliveira Gandolfo

**RA:** 24.01496-6

**Turma:** T02/Sub 03 - Noturno

# 1 Introdução

O presente documento detalha as etapas de implementação e os resultados obtidos no Laboratório 1, cujo foco foi o desenvolvimento de um sistema capaz de realizar a translação de dados digitais para o domínio acústico. A atividade consistiu em converter o Registro Acadêmico (RA) em uma sequência de frequências senoidais, utilizando a base hexadecimal como ponte entre o dado numérico e a representação sonora.

## 2 Fundamentação Teórica

### 2.1 Sistema Hexadecimal

No contexto da computação, a base 16 (hexadecimal) é empregada pela sua eficiência em agrupar conjuntos de 4 bits em um único caractere (0-F). Essa característica torna a manipulação de dados binários mais intuitiva para o desenvolvedor, reduzindo a extensão visual de endereçamentos e valores de memória.

### 2.2 Conversão Número → Frequência

A tradução de caracteres alfanuméricos para o espectro sonoro baseia-se em um mapeamento linear de frequências. Para este projeto, cada símbolo hexadecimal foi associado a uma portadora senoidal única, definida pela expressão:

$$f = f_{base} + (valor\_hex \times f_{passo})$$

Onde  $f_{base}$  estabelece o limite inferior do espectro utilizado e  $f_{passo}$  garante o espaçamento necessário para que o algoritmo de decodificação consiga distinguir os tons sem ambiguidade, mesmo na presença de pequenas variações.

### 2.3 Comunicação Sonora Digital

A técnica aplicada é uma variante da *Frequency Shift Keying* (FSK), amplamente utilizada em modems e sistemas de rádio. Diferente da comunicação via cabos, a Comunicação Sonora Digital utiliza o ar como canal físico (meio acústico). Nesse cenário, a robustez da transmissão depende da capacidade do receptor em isolar as frequências desejadas do ruído ambiente, transformando variações de pressão sonora de volta em sinais elétricos e, por fim, em dados digitais binários.

## 3 Desenvolvimento

### 3.1 Geração do Arquivo WAV

A geração do áudio foi realizada em ambiente Python, empregando as bibliotecas `numpy` para o cálculo dos vetores senoidais e `scipy.io.wavfile` para a exportação do arquivo final.

- Taxa de Amostragem: Fixada em 44.100 Hz, garantindo a fidelidade do sinal conforme o Teorema de Nyquist.
- Temporalidade: Cada dígito foi programado com duração de 0,5s.
- Tratamento de Transientes: Para mitigar ruídos de comutação (*clicks*), aplicou-se um envelope de amplitude (fade-in/fade-out) de 10% em cada transição tonal.

### 3.2 Processo de Decodificação

A Transformada Rápida de Fourier (FFT) é um algoritmo que converte o sinal do domínio do tempo (amplitudes sequenciais) para o domínio da frequência (espectro de potência). No projeto, a FFT decompõe cada segmento de 0,5s do áudio para identificar qual frequência apresenta a maior magnitude. Ao encontrar esse pico de energia, o sistema mapeia o valor em Hz de volta para o valor hexadecimal correspondente através da operação inversa da modulação.

## 4 Resultados

O sistema produziu com êxito o arquivo 24014966.wav, composto por uma melodia de 8 tons.

- Validação de Software (Teste 1): O algoritmo de decodificação obteve 100% de acurácia ao processar a sequência "24014966".
- Validação de Software (Teste 2): Realizou-se a prova com o RA do aluno Gustavo Seripierri da Conceição ("24006300"), resultando em uma reconstrução íntegra dos dados originais.

```
--- Laboratório 1: Sistema de Resposta Automática (RA: 24014966) ---  
Arquivo 24014966.wav exportado.  
Iniciando reprodução sonora...  
  
--- RESULTADOS DO DIÁLOGO ---  
Mensagem Enviada: 24014966  
Mensagem Recebida: 24014966  
Status: Transmissão bem-sucedida. Comunicação íntegra.
```

```
--- Laboratório 1: Sistema de Resposta Automática (RA: 24006300) ---  
Arquivo 24006300.wav exportado.  
Iniciando reprodução sonora...  
  
--- RESULTADOS DO DIÁLOGO ---  
Mensagem Enviada: 24006300  
Mensagem Recebida: 24006300  
Status: Transmissão bem-sucedida. Comunicação íntegra.
```

## 5 Respostas às Questões da Aula

1. **Por que o sistema hexadecimal é adequado para representar dados?** Sua adequação reside na simetria com a arquitetura de bytes, permitindo que dois caracteres representem exatamente um byte (8 bits), o que otimiza a legibilidade técnica.
2. **Como o valor do dígito influencia o som gerado?** Há uma correlação direta de proporcionalidade, caracteres de maior valor hexadecimal resultam em frequências mais altas, perceptíveis como sons mais agudos.
3. **Que outras formas de comunicação não textual existem na computação?** QR Codes (codificação visual), fibras ópticas (pulsos luminosos) e protocolos RF como Bluetooth e Wi-Fi (ondas eletromagnéticas).

## 6 Conclusão

A prática demonstrou a viabilidade da comunicação acústica como meio de transporte de dados. O maior desafio técnico residiu na precisão da análise via FFT, superado pela correta segmentação do sinal. Como perspectiva futura, a implementação de *bit de paridade* ou *start/stop bits* poderia aumentar a robustez do sistema contra interferências externas e ruídos de fundo.