

TRANSMISSÃO E RECEPÇÃO DE DADOS ATRAVÉS DE MODEM ACÚSTICO

Isabela Acosta Rodrigues, Taiana Faleiro dos Santos, Wagner Spinato Chittó

Curso de Engenharia de Computação, Centro de Tecnologia – Universidade Federal de Santa Maria

Disciplina: UFSM00050 – Comunicação de Dados

e-mail: isabela.acosta@ecomp.ufsm.br, taiana.santos@ecomp.ufsm.br, wagner.chitto@ecomp.ufsm.br

Resumo – O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema digital de comunicação de dados completo (transmissor -> canal -> receptor), usando sinal sonoro (modem acústico).

Palavras-Chave – Comunicação Digital, CRC, Detecção de Erros, Modem Acústico.

NOMENCLATURA

ASK	Amplitude Shift Keying.
BPSK	Binary Phase Shift Keying.
CRC	Cyclic Redundancy Check.
Hz	Heartz.
LPF	Filtro passa baixas.
SFD	Start Frame Delimiter.
TB	Taxa de Bits.

I. INTRODUÇÃO

Neste trabalho, será demonstrado um sistema digital de comunicação de dados (transmissor e receptor), através de um canal acústico. O transmissor modula dados digitais em sinal de áudio, passando por um filtro (neste caso um *rised cosine*), para reduzir a interferência. O sinal de áudio, que é enviado por alto-falante e capturado por microfone, é então demodulado e sincronizado, obtendo a mensagem reconstruída.

II. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A informação digital é organizada em quadros, contendo uma sequência binária usada para sincronização, um byte de tamanho de mensagem e a própria mensagem. Na transmissão, o sinal binário é modulado em uma portadora, via BPSK ou ASK. A frequência define o tom do som transmitido. O gráfico abaixo (Figura 1) demonstra a modulação da mensagem de exemplo “OLA” com 8000 amostras por segundo e 100 bits por segundo:

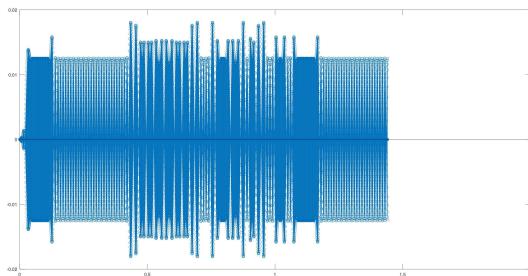


Fig. 1. Gráfico do sinal binário da mensagem de exemplo.

Após a modulação, o filtro *rised cosine* é então empregado para limitar a largura de banda, reduzindo interferência intersimbólica (ISI).

Com o sinal pronto pra ser enviado ao canal, através de um alto-falante, o mesmo é capturado por um microfone pelo receptor, que possui um algoritmo de sincronização.

Quando o sinal estiver alinhado, ele pode ser decodificado e a mensagem pode ser extraída.

O gráfico a seguir (Figura 2) demonstra a recuperação da mensagem:

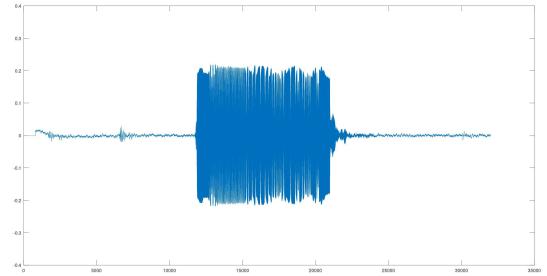


Fig. 2. Gráfico do sinal da mensagem de exemplo capturado.

III. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Definimos a mensagem a ser enviada “Comunica os Dados”. A taxa de amostragem de 8k amostras por segundo, com uma taxa de bits de 100 bits por segundo, através de uma portadora de 2kHz. Obtem-se o gráfico (Figura 3) para o sinal transmitido:

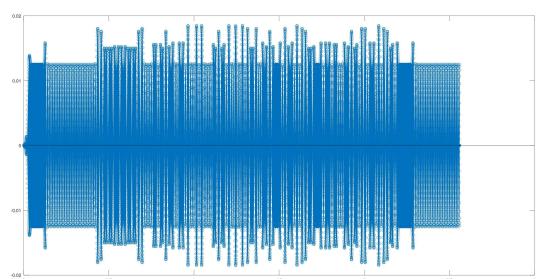


Fig. 3. Gráfico do sinal da mensagem experimental transmitido.

Após a captura do sinal, demodulação, sincronização, e decodificação da mensagem, obtivemos os outputs do algoritmo “Tamanho da mensagem recebida: 17 bytes” e “Mensagem recebida: Comunica os Dados”, como esperado. O Gráfico (Figura 4) da mensagem recuperada pode ser visualizado a seguir:

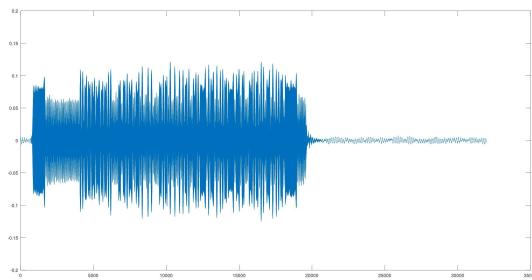


Fig. 4. Gráfico da mensagem experimental recebida.

IV. APLICAÇÃO DA FUNCIONALIDADE

A funcionalidade escolhida para este trabalho foi a **Deteção de Erros**.

A detecção de Erros implementa o CRC (Cyclic Redundancy Check), uma soma de verificação cíclica baseada em divisão polinomial.

Para o CRC-8, o polinômio gerador mais comum segue a equação: $G(x) = x^8 + x^2 + x + 1$, de equivalente binário 100000111. O transmissor calcula o resto da divisão dos bits da mensagem por esse polinômio e o anexa ao final do quadro. Quando o receptor refizer o cálculo, se o resto for zero, significa que a mensagem chegou sem erros.

A figura 5 mostra o código do arquivo crc8.m para adição da função do cálculo CRC:

```
function crc = crc8(data)
    % data: vetor binário
    poly = [1 0 0 0 0 0 1 1 1]; % x^8 + x^2 + x + 1
    data = [data zeros(1, 8)];
    for i = 1:length(data) - 8
        if data(i) == 1
            data(i:i+8) = xor(data(i:i+8), poly);
        end
    end
    crc = data(end-7:end);
end
```

Fig. 5. Código da função de cálculo CRC.

A figura (6) abaixo mostra as alterações do código nos arquivos de transmissão onde, antes de enviar, o transmissor modifica o quadro original, adicionando o resultado ao final do quadro:

```
payload = msg; % bits da mensagem original
crc = crc8(payload);
msg = [payload crc]; % adiciona o CRC ao final da mensagem
```

Fig. 6. Código de chamada do CRC pelo transmissor.

O código acima envia os bits da mensagem original para a função crc (Figura 5) e adiciona os 8 bits ao final da mensagem, montando a estrutura MENSAGEM+CRC.

O recálculo do CRC feito no receptor é chamado conforme a figura (7) abaixo:

```
frame = m; % sequência completa recebida
payload = frame(1:end-8); % bits sem o CRC
crc_rx = frame(end-7:end)'; % bits do CRC recebido
crc_calc = crc8(payload); % CRC calculado
```

Fig. 7. Chamada do recálculo do CRC pelo receptor.

O receptor então compara o crc recebido e o crc calculado para ver se são iguais. Caso sejam diferentes, temos um cenário de erro de transmissão.

V. TESTE PRÁTICO DE DETECÇÃO DE ERROS

Em um primeiro teste, enviamos a mesma mensagem pelo transmissor, passando pela função crc, que gravou os bits 10101011 no fim do quadro.

Na hora de recuperar a mensagem, obtivemos um erro de transferência, comparando os bits 10101011 do vetor com os bits calculados no receptor, 11011101.

A mensagem obtida e restaurada foi

“b ♦ 1 ♦ ? ♦ ? ♦ ? s ♦ q @ l”

Assim, demonstramos um caso de erro na transmissão. A corrupção da mensagem se dá provavelmente por barulhos interferentes durante a captura do sinal.

IV. CONCLUSÕES

Demonstramos através deste experimento que o sinal sonoro como túnel de comunicação é bastante suscetível a interferências fora do ambiente controlado no Octave/Matlab, fazendo com que seja bem comum haver corrupção da mensagem enviada, a menos que haja um sistema isolante planejado e adequado.

REFERÊNCIAS

- [1] Notas de aula do professor Dr. Carlos Henrique Barriquello.
- [2] STALLINGS, William., “Data and Computer Communications. Prentice Hall”, 6th edition, 2000.
- [3] SOARES, Luiz Fernando Gomes., “Redes de Computadores. Das LANs, MANs, e WANs às Redes ATM”, Editora Campus 6ª edição, 1995.
- [4] Arquivos de áudio disponibilizados via Moodle pelo professor.
- [5] Códigos matlab disponibilizados via Moodle pelo professor.
- [6] Assistência de IA na correção de erros no código produzido.