

AQUISIÇÃO, PROCESSAMENTO E TRANSMISSÃO DE SINAIS
MUSCULARES EM UM SISTEMA DE BAIXO CUSTO

A.C. CAVALCANTI -1; M.F. AMORIM -2
F.A.M.NASCIMENTO -3; G.E.SILVEIRA -3

RESUMO -- Este trabalho apresenta um sistema baseado em um microcomputador da linha APPLE IIe. Sua finalidade é viabilizar, a baixos custos, a utilização de meios computacionais por profissionais da área biomédica, na análise do EMG. Foi desenvolvida uma placa de interface para conversão A/D, D/A e comunicação, assim como um "software" interativo de utilização da mesma.

Introdução

A utilização de algoritmos computacionais na exploração dos sinais biológicos, tem se tornado cada vez mais frequente através da evolução e barateamento, tanto dos sistemas baseados em microcomputadores, como das interfaces de conversão A/D e D/A.

Tal prática vem sendo grande responsável pelo avanço atual em áreas da medicina, particularmente aquelas baseadas em métodos gráficos.

Em eletromiografia, a possibilidade de se dispor de um sistema computacional simples e de baixo custo, viria a constituir uma contribuição interessante, na medida em que pequenas equipes, como a nossa, teriam acesso à pesquisa nessa área, reservada tradicionalmente aos grandes laboratórios ou a prática clínica.

Assim sendo, visando a análise da função muscular através do sinal eletromiográfico, foram desenvolvidos, além de um sistema de gravação de sinais musculares em fita K7 [1], uma placa de expansão para microcomputadores da linha APPLE IIe com as seguintes características:

- Conversão A/D e D/A - 12 bits;
- Comunicação serial e paralela.

1 Professor Adjunto IV do Departamento de Informática/CCEN da UFPb - João Pessoa - Pb.

2 Mestre em Engenharia Biomédica pela UFPb, Bolsista do CNPq (Des. Cient. Regional) junto ao Departamento de Informática/CCEN da UFPb - João Pessoa - Pb.

3 Bachareis em Ciências da Computação-CCEN/UFPB

Ainda, para facilitar sua utilização por profissionais da área biomédica, foi desenvolvido um ambiente interativo através de janelas e menus, permitindo na versão atual, o controle sobre a aquisição e visualização dos sinais, bem como a implementação de métodos tradicionais de análise (retificação, filtragem, integração, p. ex.).

Justificativa

As formas tradicionais de arquivo do EMG tem se mostrado pouco eficazes, uma vez que são feitas através de registro em papel. Tais registros não são reproduzíveis, impossibilitando outro tipo de análise que não a visual.

O armazenamento em fita K7 [1,2] possibilita a perenização de longos trechos de EMG, constituindo um banco destes sinais.

A utilização do microcomputador viabiliza a gestão do referido banco e, via conversão A/D, a sua exploração através de "software" dedicado.

Para obtenção de parâmetros desejados, algoritmos podem ser desenvolvidos ou modificados e reaplicados ao mesmo sinal, viabilizando o aprimoramento das técnicas de análise.

A interface de comunicação implementada, permite a transferência dos sinais adquiridos pelo APPLE, para micros da linha IBM PC (XT e AT) que, pelo seu crescente barateamento, tornou viável o desenvolvimento de tais algoritmos (FFT, análise de variância, etc.), inicialmente previsto por nós, para o APPLE, nestas máquinas dotadas de capacidade de processamento muitas vezes maior.

A utilização de um sistema da linha APPLE está prevista para implementação de versões otimizadas, visando o uso clínico.

Por outro lado, através da conversão D/A, a base de tempo e o nível dos referidos sinais podem ser alterados, de modo a compatibilizá-los com aqueles de traçadores gráficos mais lentos, como eletrocardiógrafos, tornando possível a utilização destes no traçado do EMG.

Descrição

O sistema desenvolvido é composto dos seguintes blocos mostrados na figura 1:

- Multiplexador analógico de 8 x 1;
- Conversor A/D de 12 bits, ± 5 V (25 us);
- Conversor D/A de 12 bits, ± 5 V (25 us);
- Interface de comunicação serial e paralela (VIA);
- Circuito de endereçamento lógico e controle.

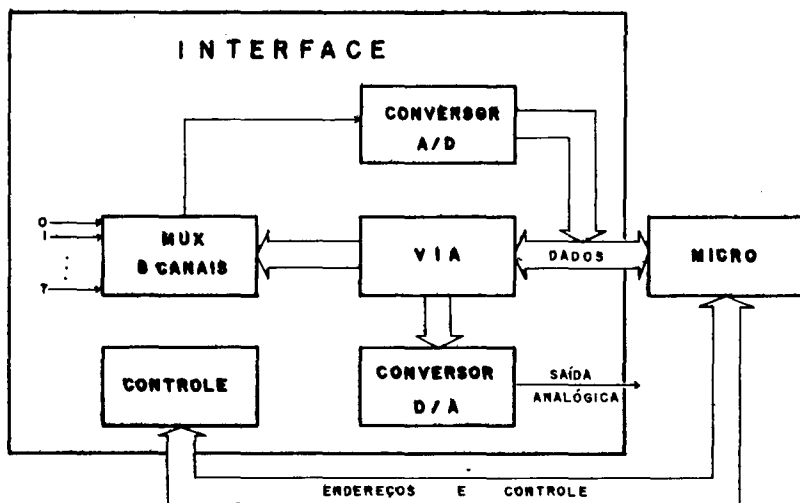


Figura 1 - Diagrama de Blocos do Sistema

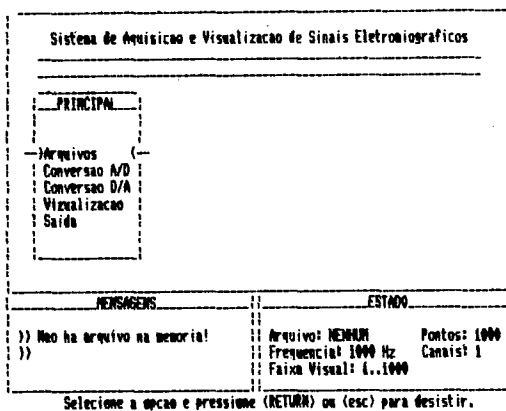


Figura 2 -Tela com o MENU principal destacando a opção ARQUIVOS

A implantação do mesmo deu-se da seguinte maneira:

O conversor A/D utilizado, já possuindo interface com microprocessador, foi associado a dois endereços lógicos, sendo controlado pela linha de "READ/WRITE" do APPLE.

A interface de comunicação (VIA), é constituída de 16 bits de entrada e/ou saída paralela, dois "timers" de 16 bits e quatro entradas e/ou saídas de controle ("handshake"), programáveis através de seus 16 registros internos, estes associados a outros 16 endereços lógicos.

Esta interface é responsável pela comunicação com o conversor D/A, com o multiplex e pela implementação da comunicação serial, padrão RS 232 C.

A decodificação dos endereços lógicos é feita a partir dos endereços dos "slots", usando circuitos TTL LS.

Após as etapas de projeto, montagem e testes da interface, desenvolveu-se um "software" de utilização do sistema de forma interativa, para profissionais da área biomédica, apresentando as seguintes opções:

- Aquisição de sinais de 1 a 8 canais;
- Frequência de amostragem para cada canal (A/D);
- Frequência de amostragem D/A;
- Transmissão/recepção serial;
- Visualização total ou parcial dos sinais adquiridos;
- Arquivamento em disquetes;
- Emissão de relatório gráfico através da impressora;
- Processamento de funções da eletromiografia clássica (já implementados: retificação, integração e filtragem)

Nas figuras 2, 3 e 4, estão apresentadas sequências de telas que o programa fornece ao usuário quando selecionado o modos CARREGAMENTO DE ARQUIVO, CONSULTA AO DIRETÓRIO e VISUALIZAÇÃO.

A figura 5 ilustra a visualização de um trecho de EMG selecionado através dos menus mostrados nas figuras anteriores. Neste exemplo, trata-se de um sinal obtido com frequência de amostragem de 1 kHz. Os parâmetros relativos ao gráfico aparecem impressos abaixo do mesmo.

Desempenho do Sistema

- Frequência máxima de amostragem A/D - 15 kHz usando apenas um canal e 1,8 kHz usando os 8 canais na mesma frequência de amostragem;
- Resolução (A/D e D/A) - $\pm 1,25$ mV (fundo de escala ± 5 V). (Fig.6)
- Nível de ruído saída D/A - 1,2 mV (menor que 1/2 LSB) (Fig.7)
- Erro de linearidade - menor que 1/2 LSB.

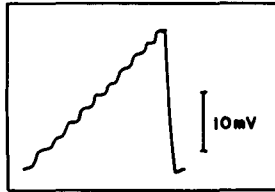


Figura 6-Resolução dos conversores A/D, D/A
(fundo de escala $\pm 5v$)

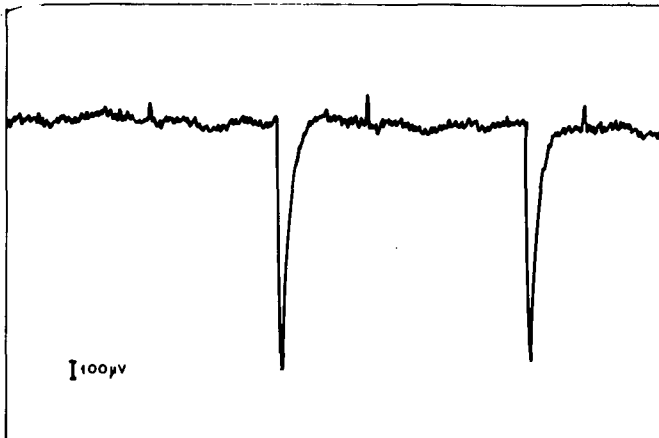


Figura 7 - Nível de ruído na saída do conversor D/A
para entrada aterrada

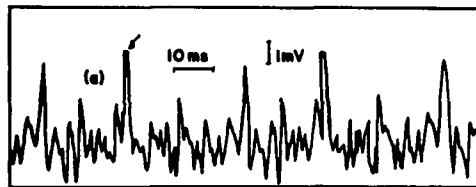


Figura 8 - Traçado EMG em um Eletrocardiógrafo,
obtido graças a redução de três vezes na
frequência de conversão D/A .

Na figura 8 está apresentado um traçado eletromiográfico obtido em um eletrocardiógrafo [3], somente possível pelo retardamento de três vezes na base de tempo de devolução (D/A) do sinal estocado no microcomputador.

Conclusão

Tendo em vista que o equipamento foi desenvolvido para trabalhar sobre o EMG de superfície, cujo conteúdo frequencial pode ser considerado inferior a 300 Hz [2], a resposta em frequência global do sistema foi limitada em 300 Hz.

Sob tais condições, a menor frequência máxima de amostragem disponível (utilizando todos os canais) é superior a 5 vezes a maior componente de frequência útil dos sinais.

O "software" desenvolvido vem permitindo desde já, a utilização do sistema completo, em pesquisas realizadas pelo Laboratório de Fisiologia do Depto. de Fisiol. e Patologia/CCS - UFPB, no estudo da atividade muscular.

Durante o período de 12/05 a 10/07 últimos, realizou-se no referido laboratório uma missão de trabalho, dentro da cooperação franco-brasileira. O equipamento aqui descrito foi adaptado à automação da análise do reflexo neuromuscular, em um animal com grupos musculares a predominância de fibras lentas: o *Bradipus tridactylus* (preguiça), com o objetivo de buscar correlação entre os sinais reflexológicos obtidos (EMG de estímulo) e a composição relativa entre as fibras rápidas e lentas dos músculos estudados, através de análise histoquímica.

Devido à data de ocorrência de tais experiências ter sido posterior ao encerramento da recepção dos trabalhos para este Congresso, os aspectos relevantes das mesmas serão apresentados durante o transcorrer do mesmo.

Referências Bibliográficas

1. AMORIM, M. F.; CAVALCANTI, A. C. (1989), Módulo Portátil para Aquisição do Eletromiograma, proposto ao XI Congresso de Engenharia Biomédica. São Paulo - SP. Brasil.
2. AMORIM, M. F. (1988), Desenvolvimento de um Módulo Portátil e de Baixo Custo Para Aquisição, Armazenamento e Processamento do Eletromiograma dissertação (Mestrado em Eng. Biomédica) UFPB/CCS, João Pessoa - PB, páginas 1 - 120.
3. FUNBEC, Eletrocardiógrafo ECG-5, manual que acompanha o equipamento, São Paulo, sem data, páginas 1 - 39.

