GERAÇÃO DE ESTÍMULOS PARA O ESTUDO DA ARRITMIA SINUSAL RESPIRATÓRIA (ASR).

por

L.E.B.MARTINS[1], J.F.BENNATON[1], L.GALLO Jr.[2], B.C.MACIEL[2] e J.A.MARIN-NETO[2].

RESUMO -- Os sistemas biológicos apresentam restrições de operação pouco comuns a sistemas em geral. O projeto do experimento deve se adequar a estas limitações. Este trabalho apresenta um sistema genérico, baseado em microcomputador, para geração de estímulos a sistemas biológicos, e mostra a aplicação no caso de padrões respiratórios para o estudo de ASR. Os resultados mostram o fenômeno em dependêcia com a freqüência respiratória. A implementação para gerar cargas em esforço físico dinâmico está em curso.

INTRODUÇÃO

Uma das formas usuais de desenvolver modelos matemáticos para sistema utiliza o enfoque da identificação estrutural, através da análise de dados experimentais de entrada e saída. Assim, o propósito real do projeto experimental é maximizar o conteúdo de informações nos dados registrados.

As técnicas de identificação de modelos mais usadas, assumem algumas hipóteses a respeito do sinal de entrada. Estes sinais, quando estacionários, de média nula e distribuição estatística adequada permitem, para algumas classes de modelos, estabelecer estimadores ótimos e não viciados para seus parâmetros (Goodwin e Payne,1977).

Porém, o projeto de um experimento deve levar em conta as restrições das condições experimentais reais. No caso de sistemas biológicos, é categórico avaliar estas limitações. A amplitude e potência do sinal de entrada, tempo total do experimento, entre outras, são restrições comuns a sistemas em geral(Goodwin e Payne,1977). Este trabalho mostra a geração de sinais de entrada para sistemas biológicos. O interesse central é a geração de padrões respiratórios para o estudo da ASR (modulação das flutuações da freqüência cardíaca pelos movimentos respiratórios), e de cargas para serem utilizadas em esforço físico dinâmico.

[1]-Escola Politécnica-Universidade de São Paulo

[2]-Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto- Universidade de São Paulo

MATERIAL E MÉTODOS

Desenvolveu-se o sistema, mostrado na figura 1, em um microcomputador IBM-PC compatível, munido de placa de conversão digital analógica (CAD 10/26 Lynx- Tec. Eletrônica). Utilizou-se a linguagem Pascal, com exceção do envio de dados que foi codificado em ASSEMBLER.

O gerador de ruído branco ou gaussiano é padrão em linguagens de alto nível; na aplicação para ASR usou-se o ruído branco.

No pré processamento implementou-se a limitação da faixa de freqüências respiratórias realizáveis por indivíduos normais, que se situa entre 2 e 30 ciclos por minuto (cpm). Uma rotina de interface com o usuário solicita a faixa de freqüência desejada, e calcula os coeficientes de um filtro digital passa bandas, do tipo Butterworth de 2ª ordem (Rabiner e Gold,1974). O ruído branco é então processado.

A verificação das restrições adicionais do sinal é realizada na última rotina. No caso da ASR, a amplitude do volume corrente foi limitada entre +1,4l e -0,6l em relação à linha de base da respiração, e a ventilação entre 8 e 20 l/min . Estes limites são compatíveis com as necessidades biológicas dos indivíduos (Lambertsen,1980). Quando o sinal não obedecia estas restrições o processo era repetido e normalmente o alargamento da banda de freqüências foi suficiente para o sinal tornar-se condicionado.

O sinal era então enviado pelo conversor DA e armazenado em tape analógico para sua utilização posterior em testes de ASR e verificação do conteúdo de freqüências por análise espectral, através de modelo autorregressivo (AR).

RESULTADOS

A figura 2 exemplifica uma série destes sinais, enquanto a figura 3 mostra um experimento de ASR realizado com o sinal de estímulo contendo freqüências entre 7 e 9 cpm (traçado inferior). A curva central mostra o sinal do volume corrente realizado, e a curva superior apresenta a freqüência cardíaca instântanea, que se encontra na escala correta.

A figura 4 mostra a magnitude do espectro do sinal de estímulo da figura anterior, calculada por modelo AR de ordem 16. A ordem do modelo foi otimizada pelo critério de Akaike (em: Brockwell e Davies,1987).

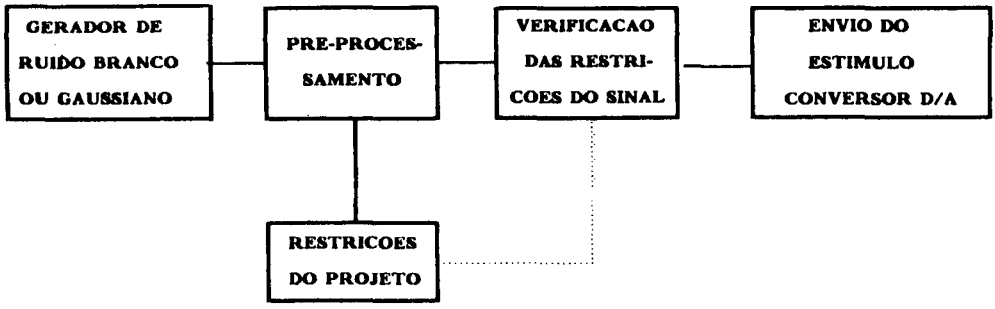

Figura 1. diagrama de blocos do sistema implementado.

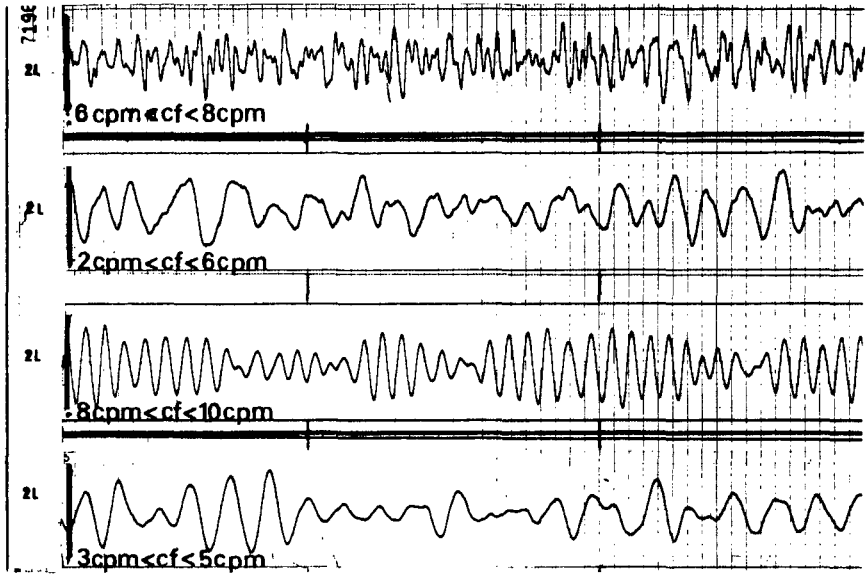

Figura 2. . Exemplos de sinais com conteúdo de freqüência (cf) estipulado pelo sistema implementado (cpm = ciclos por minuto).

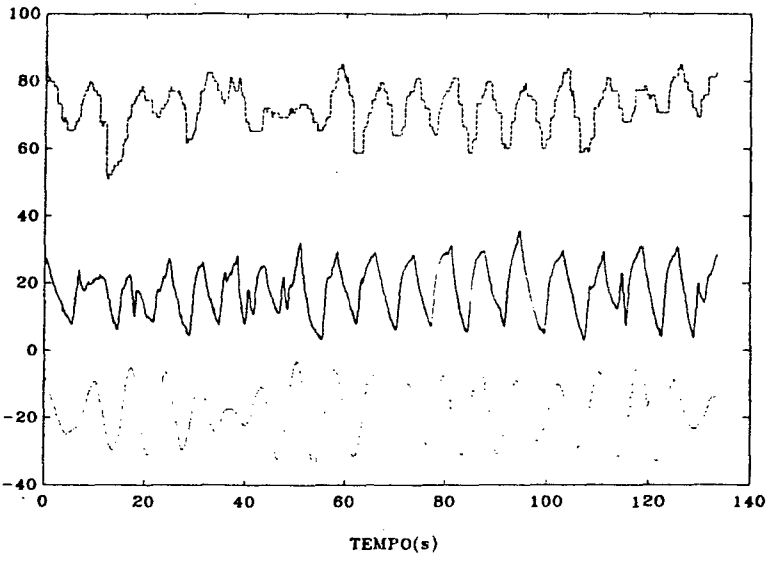

Figura 3. Experimento de ASR realizado com estímulo na faixa entre 7 e 9 cpm (traçado inferior); volume corrente executado (curva central) e freqüência cardíaca instantânea (curva superior, em escala).

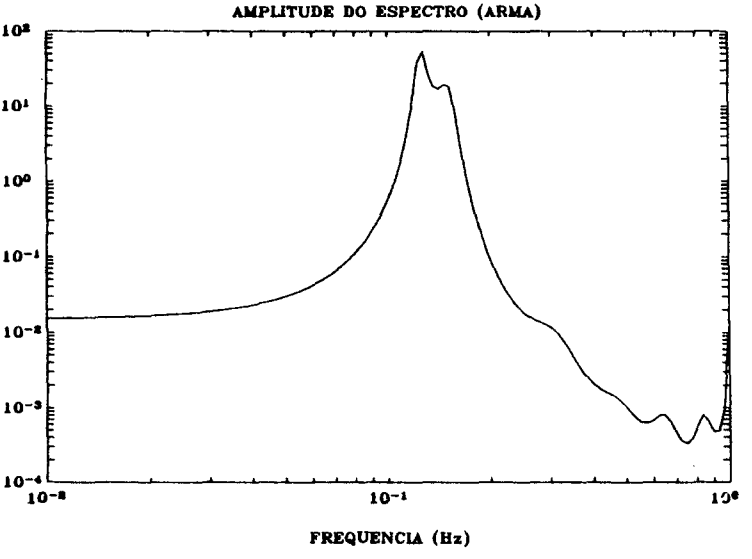

Figura 4. Espectro do sinal de estímulo calculado por modelo autorregressivo de ordem 16.

DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

O presente trabalho mostrou a utilização de um procedimento geral para se obter experimentos otimizados. Porém, os sistemas biológicos sempre apresentam restrições adicionais às espectativas do pesquisador. No caso da ASR, um exemplo é a resposta modulatória diferenciada da freqüência cardíaca pelos movimentos inspiratórios e expiratórios (Lopes e Palmer,1975).

A utilização de um microcomputador permite a flexibilidade suficiente para o sistema apresentado se adequar a novas propostas de pesquisa. Os resultados no teste de ASR se mostraram promissores para a análise que a pesquisa se propõe, configurando um experimento otimizado, menor duração e maior conteúdo de informação por teste.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP (Processo 87/3463-5) e à Secretaria Estadual de Ciência e Tecnologia (Processo 1273/88) pelo apoio financeiro. Aos Profs. Dr. Vamberto Varanda e Dr. Helio Salgado do Departamento de Fisiologia da FMRP-USP, pela acolhida nos respectivos laboratórios.

REFERÊNCIAS

BROCKWELL, P.J. e DAVIES, R.A. (1987), Time Series: Theory and Methods, Springer Verlag, New York.

GOODWIN, G.C. e PAYNE, R.L., (1977), Dynamic System Identification, Experimental design and data analysis, Academic Press, New York.

LAMBERTSEN, C.J., (1980), Respiration, em Medical Physiology, Editado por V.B. Mountcastle, The C.V. Mosby Co., Saint Louis.

LOPES, O.U. e PALMER, J.F. (1976), " Proposed respiratory 'gating' mechanism for cardiac slowing ", Nature, Volume 264, Pages 454-456.

RABINER, L.R. e GOLD, B., (1975), Theory and Application of Digital Signal Processing, Prentice Hall, Englwood Cliffs., N.J..

STIMULUS GENERATION FOR THE STUDY OF RESPIRATORY SINUS ARRHYTHMIA

ABSTRACT -- Biological systems are subjected to input constraints not usual to general systems. Any experimental design must take account on the allowable experimental conditions. This work presents a general arrangement, based on microcomputer, to provide stimulus on biological systems and shows the respiratory pattern generation for Respiratory Sinus Arrhythmia (RSA) studies. The results show that the RSA is a frequency dependent phenomenon. The same system may be used to generate workloads to dynamical physical exercise.