

DESENVOLVIMENTO E CONSTRUÇÃO DE SISTEMA ELETRÔNICO INDICADOR DE LIMAR MÁXIMO DE RUIDO SONORO EM UTI NEONATAL

Josué Dias¹, Marcela G. Silva¹, Matheus H. Vieira¹, Sabrina B. Pinto¹, Antonio G. J. B. Villaverde², Carlos José de Lima²

¹ Faculdade de Engenharia, Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Biomédica
Universidade do Vale do Paraíba, Brasil, Cep: 12244-000
diaszeh@yahoo.de

² Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento – IP&D
Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), Brasil,
Fone: +55 12 3947 1120, Fax: +55 12 3947 1149

Resumo - O som é caracterizado por flutuações de pressão em meio compressível, que produzem a sensação de audição quando atingem o ouvido humano sendo que a faixa de frequência audível fica entre 20 Hz e 20 KHz. O ruído pode ser um som que é gerado e desfrutado por algumas pessoas, ao mesmo tempo em que para outras é extremamente desagradável. Quando gerado em UTI (Unidade de Terapia Intensiva) neonatal pode causar graves danos a recuperação e desenvolvimento do recém nascido internado. Baseado nestas informações desenvolveu-se um dispositivo que emite um sinal luminoso ao detectar 60 dB, dessa forma avisando os profissionais da UTI sobre o excesso de ruído com potencial de gerar efeitos negativos aos pacientes.

Palavras-chave: UTI neonatal, Som, Ruído.

Área do Conhecimento: Engenharias.

Introdução

O som é a sensação percebida e interpretada pelo cérebro, relacionada à chegada ao ouvido de ondas de vibração mecânica, ou seja, é toda a variação na pressão de um meio elástico (no caso, o ar) capaz de pressionar o ouvido. Conforme a oscilação se repete, têm-se ciclos completos e o número de ciclos por segundo caracteriza a frequência (f) dessa oscilação. [3]

O ouvido humano capta ondas sonoras com frequências compreendidas entre 20 Hz (sons graves) e 20000 Hz (sons agudos) [5].

Ruído pode ser um som que é gerado e desfrutado por algumas pessoas, ao mesmo tempo em que para outras é extremamente desagradável. Segundo as legislações, sejam elas internacionais ou nacionais, o ruído é formado por sons que superam os níveis estabelecidos como limites permitidos para determinadas funções e que a partir de tal limite influenciam na segurança e no conforto, não devendo ser excedido para garantir a tranqüilidade e a saúde das pessoas. [6]

O nível de pressão sonora é o parâmetro utilizado quando o objetivo é a avaliação de situações de incomodidade ou de risco de trauma auditivo e é expresso por uma relação logarítmica entre a pressão medida e a pressão de referência (menor pressão percebida pelo ouvido humano que equivale a 2×10^{-5} N/m²). [2]

$$dB_{SPL} = 20 \log(P/P_o)$$

Onde, P = pressão acústica

P_o = potência de referência expressa por : 2×10^{-5} N/m² [2]

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da NBR-10152, 1987 – Níveis de Ruído para Conforto Acústico, recomenda 35 a 45 dB(A) como níveis aceitáveis para diferentes ambientes hospitalares [1]. Estudos mostram que estes limites são constantemente ultrapassados, gerando distúrbios fisiológicos e psicológicos, tanto nos pacientes como para a equipe de profissionais que atuam na UTI. Além dos ruídos provenientes de alarmes de equipamentos, a principal fonte de ruído nesses ambientes é originada pelos próprios funcionários da área. [4]

Os elevados níveis de ruído podem ter efeitos fisiológicos, tais como aumento na pressão arterial, alterações no ritmo cardíaco, vasoconstrição periférica, dilatação das pupilas e aumento na secreção de adrenalina. [4]

Os efeitos psicológicos relacionados a níveis elevados de ruído podem causar distúrbios comportamentais, resultando em respostas fisiológicas ao estresse. O nível de dano está atrelado à natureza do som, sua significância ou se o mesmo pode ser controlado e esperado. O ruído intenso pode afetar a personalidade da criança e reduzir sua capacidade de enfrentamento.

A insônia induzida pelo ruído pode consumir a energia necessária para o processo de cura por causa de sua relação com a imunossupressão, síntese inadequada de proteínas, entre outros.

O grupo realizou um teste dentro de uma incubadora neonatal comum e constatou que dentro da mesma existe uma atenuação de cerca de 20 dB em relação ao ruído do ambiente.

Baseado nos estudos, que mostram o quão prejudicial é o alto ruído para o recém nascido, que é mais susceptível a estímulos sonoros e suas inúmeras conseqüências negativas, este trabalho tem como objetivo realizar a construção de um sistema eletrônico que acione um alarme luminoso confeccionado com LED's ao detectar o limiar de 60 dB, para que os profissionais da área tenham ciência do alto ruído na UTI neonatal e dessa forma haver uma fiscalização mais eficiente do ruído no ambiente, visando um maior bem estar para pacientes e profissionais.

Materiais

- Os materiais e componentes utilizados neste trabalho seguem na lista:

- 3 microfones de dois pólos;
- 3 circuitos integrados LM741;
- 3 "sample and hold";
- 1 transistor como chave;
- 1 circuito monoastável;
- 1 inversor;
- 2 LEDs vermelhos para o alarme luminoso;
- placa virgem para montagem do circuito;
- decalque para circuito impresso;
- percloroeto de ferro para corrosão;
- furadeira e broca para inserção dos componentes na placa;

- Os materiais utilizados no teste acústico da incubadora foram:

- 1 unidade controladora microprocessada C186TS da marca FANEM® - Divisão Neonatal (incubadora)
- 1 Decibelímetro digital, modelo 826 da marca HOMIS® ajustado na escala baixa: 35 a 90dB.
- 1 gerador de áudio, modelo MG201 da marca Minipa®
- 2 caixas de som convencionais de computador.

- Os materiais usados na calibração do dispositivo foram:

- 1 Decibelímetro digital, modelo 826 da marca HOMIS® ajustado na escala baixa: 35 a 90dB.
- 1 gerador de áudio, modelo MG201 da marca Minipa®

- 2 caixas de som convencionais de computador.

Metodologia

- Confeção da placa

- Microfone - transdutor que apresenta a função de converter sonorização na faixa audível humana em sinais elétricos de intensidade pequena, da ordem de dezenas de milivolts.

- Circuito pré-amplificador – trata-se de um circuito amplificador com uma configuração operacional, utilizando um circuito integrado de código LM741 ajustado com o valor elevado em ganho de tensão elétrica, para coletar o sinal do microfone e amplificá-lo a níveis de até unidades de volts.

- Sample and hold ("amostra e conserva") – a terceira etapa do sistema é um circuito amplificador de sinal que apresenta a característica de, na saída, manter uma tensão elétrica com valor diretamente proporcional ao nível de ruído coletado pelo transdutor do microfone.

- Transistor Como Chave – nesse estágio, o sistema é constituído de um circuito eletrônico com a função de, a partir de um valor limiar de tensão elétrica, relacionado ao valor máximo de ruído gerado com o uso de um decibelímetro como referência, faça a ativação do circuito eletrônico temporizador monoastável, gerando um sinal elétrico em nível elevado durante um tempo pré-determinado suficiente para acionar um alarme do tipo visual com LEDs. Neste estágio, há duas chaves do tipo normalmente abertas, para a zeragem da tensão (resete), desligando o circuito eletrônico com os LEDs do alarme visual.

- Teste com a incubadora

O gerador de áudio foi posicionado na mesma altura da incubadora, a uma distância de 1 metro, ligado numa frequência fixa de 60 Hz. Primeiramente, foi medido o ruído gerado fora da incubadora, com o decibelímetro na altura da mesma, constatando um valor de 85 dB. Em seguida, o decibelímetro foi inserido dentro da incubadora, fechando-a, posicionando o decibelímetro na altura do recém nascido, medindo um ruído de 63 dB. Portanto, a atenuação existente é de 22 dB.

- Calibração

A calibração foi realizada no Laboratório de Instrumentação Optobiomedica localizado no IP&D da UNIVAP. Foi utilizado um gerador de áudio, posicionado em cima de uma bancada a 1 metro

da parede e a 1,5 metros do chão, assim como as duas caixas de som ligadas ao gerador de áudio. O decibelímetro e o microfone do dispositivo foram colocados a 20cm de cada caixa de som.

O gerador de áudio foi ligado e ajustado em uma frequência específica até que o decibelímetro registrasse 60dB. Baseado no registro do decibelímetro, o circuito foi calibrado para que, ao registrar a tensão correspondente ao ruído gerado pelo gerador de áudio naquele momento, acione o circuito de alarme luminoso com os LED's.

Resultados

A figura 1 a seguir mostra o funcionamento adequado do circuito pré amplificador, que quando acoplado a um gerador de sinais, gera um sinal senoidal acústico:

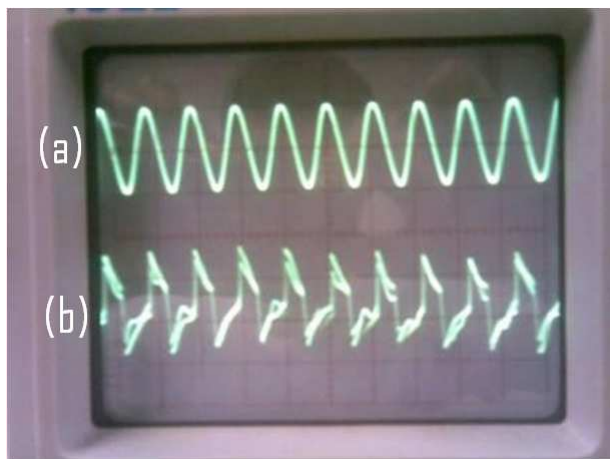


Figura 1- A tela do osciloscópio mostra: Onda senoidal oriunda do gerador de áudio (a); Sinal captado pelo microfone (b).

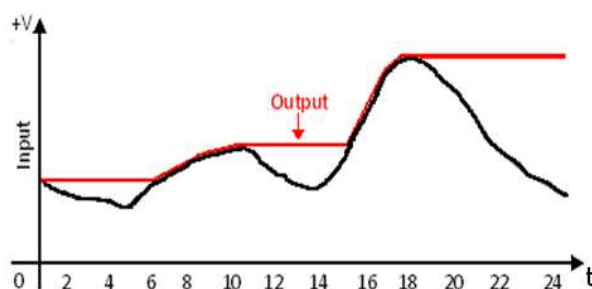


Fig. 2: Funcionamento do Sample and Hold.

Este gráfico demonstra o funcionamento do "Sample and Hold". O gráfico preto é a variação da tensão, proveniente da transformação do sinal acústico em sinal elétrico. O gráfico vermelho mostra o "Sample and Hold" detectando um pico de tensão e mantendo-o até que haja um pico de tensão maior. Quando esse pico de tensão chegar a um valor correspondente ao limiar de ruído pré

estabelecido, o circuito emitirá o sinal luminoso indicando o ruído máximo.

A confecção do circuito foi concluída, com o mesmo funcionando perfeitamente. Após a calibração do circuito, sua ativação se dá quando o ruído ambiente chega a 60 dB, correspondendo com um valor de pico de tensão elétrica de 5 Volts.

Discussão

O uso de decibelímetros e dosímetros de ruído é muito comum para a aquisição de dados de pressão sonora. No caso do dispositivo desenvolvido neste projeto, o objetivo é a monitoração do ruído em determinado ambiente e possui vantagens frente aos demais, tais como o baixo custo (cerca de 10% do valor de um decibelímetro convencional facilmente achado no mercado) e versatilidade, podendo ser facilmente calibrado e ajustado para novos limiares por um simples manuseio de um potenciômetro acoplado ao circuito interno do aparelho.

Diversos estudos mostram os efeitos negativos do ruído elevado em uma UTI Neonatal e comprovam o excesso de ruído no ambiente, correlacionando-os com ações da equipe médica, tais como abrir ou fechar a portinhola da incubadora. Entretanto, não foi encontrada pelo grupo nenhuma bibliografia que se referisse a um dispositivo feito especificamente para que emita um sinal luminoso quando atinja um limiar de predefinido, no caso de 60 dB, ou seja, um dispositivo que contribui diretamente na fiscalização do ruído gerado pelas ações da equipe de profissionais da saúde e oriundos de outras fontes (motores, ar condicionado, entre outros).

Para a continuação do trabalho, uma calibração será realizada em ambiente específico de sonorização, onde as paredes desse local tenham blindagem acústica e dimensões adequadas, condizentes com as normas de calibração.

Conclusão

O excesso de ruído pode gerar danos graves tanto para o recém nascido quanto para os profissionais que trabalham na UTI. Baseado nisso, um dispositivo como o citado nesse projeto é de extrema importância em UTI's e outras áreas hospitalares onde tenham um grande número de pacientes, facilitando a fiscalização do ruído presente no ambiente.

O circuito desenvolvido permite obter valores de tensão elétrica correspondentes ao valor de ruído acústico gerado no ambiente, de forma a avaliar o ruído no ambiente. O sistema de alarme utilizado não gera maiores danos aos pacientes e profissionais do setor clínico, uma vez que o

alarme é luminoso e não sonoro, como os demais aparelhos de apoio vital.

Referências

[1] ABNT- NBR 10152 – Avaliação do Ruído para o conforto acústico Dez/1987

[2]<http://www.eps.ufsc.br/ergon/disciplinas/EPS5225/aula6.htm> - acessado em 28 de Abril de 2008.

[3] GARCIA, A. C. E. Biofísica: Física dos Sons. São Paulo: SARVIER, 2002. p. 89- 130.

[4]<http://www.hab2001.sld.cu/arrepdf/00208.pdf> - acessado em 5 de Junho de 2008

[5] MENDEZ, A.M., et. al. Acustica Arquitectonica. Universidade Del Museo Social Argentino.,Argentina,1994.

[6] BERISTÁIN, S. El ruído es um serio contaminante. In: I Congresso Iberoamericano de Acústica: In: I SIMPÓSIO DE METROLOGIA E NORMALIZAÇÃO EM ACÚSTICA E VIBRAÇÕES DO MERCOSUL; 18º ENCONTRO DA SOBRAC, 1998, Florianópolis. Anais...Florianópolis: SOBRAC, 1998. p.135-142.