

# Protótipo de sistema de demonstração de cancelamento activo de ruído

SIPS - Signal Processing Systems, INESC-ID

Rua Alves Redol, 9

1000-029 Lisboa

## Resumo:

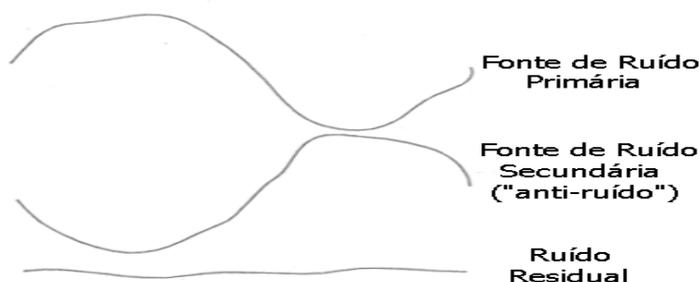
*Apresenta-se um protótipo de um sistema de demonstração de cancelamento activo de ruído, que está em fase final de conclusão no INESC-ID. Este sistema é capaz de reduzir o ruído ambiente através da geração de ondas anti-ruído que irão interferir destructivamente com o sinal de ruído. O sinal de áudio é processado digitalmente num computador pessoal, em ambiente Linux. O sistema de cancelamento apresentado é facilmente configurável permitindo analisar o desempenho de vários modelos de cancelamento acústico.*

## Introdução:

Actualmente, os problemas de ruído/poluição acústica tornam-se cada vez mais relevantes com a proliferação de fontes de alimentação, ar-condicionados, compressores, motores e outros equipamentos domésticos e industriais. A proximidade prolongada ao ruído deste tipos de equipamentos pode provocar dificuldade de comunicação/inteligibilidade, desconforto, falhas de concentração, afectando o bem estar e a produtividade.

Os sistemas de cancelamento activo de ruído eliminam o ruído gerando um novo sinal com em oposição de fase com o sinal ruído de forma a anular este último.

Um sistema de cancelamento constituído por uma coluna e um sensor de erro é apenas capaz de cancelar o ruído acústico num ponto do espaço. Será possível obter redução de ruído numa zona que rodeia esse ponto, zona designada por zona calma. Para aumentar o dimensão da zona calma utilizam-se sistemas com vários canais, com vários sensores de erro e fontes de anti-ruído.



**Figura 1: Conceito físico de cancelamento acústico**

As técnicas mais recentes de cancelamento têm por base filtragem adaptativa, juntamente com a modelação e estudo dos vários percursos que o sinal/ruído percorre, quer até à entrada, quer dentro do sistema de cancelamento acústico. A capacidade de determinar e inverter as funções de transferência destes percursos, influência determinantemente o desempenho do sistema de cancelamento ruído.

O sinal de cancelamento é gerado a partir de amostras de sinais de referência. Os sinais de referência são então processados de forma a gerar os sinais de anti-ruído que irão interferir com o sinal que se pretende cancelar (figura 2). Tal só é possível graças à informação fornecida pelos microfones de erro que permitem avaliar o desempenho do sistema, permitindo que este se adapte de forma a maximizar esse desempenho.

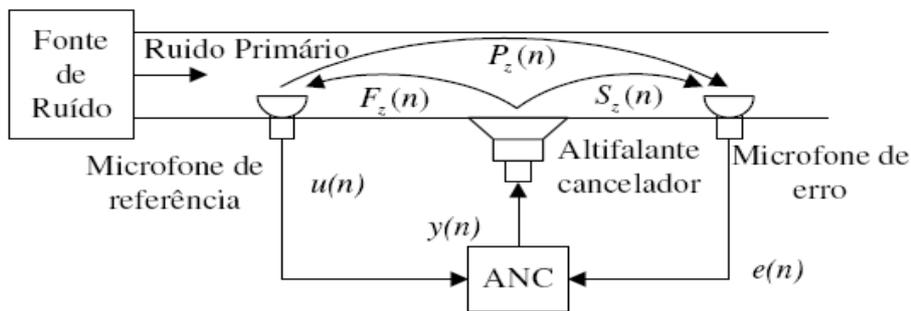


Figura 2: Esquema do cancelador activo de ruído

## Implementação:

O sistema protótipo a implementar, em fase de conclusão consiste num cancelador acústico de ruído de 4 canais, que deverá ter uma configuração próxima do apresentado na figura 3

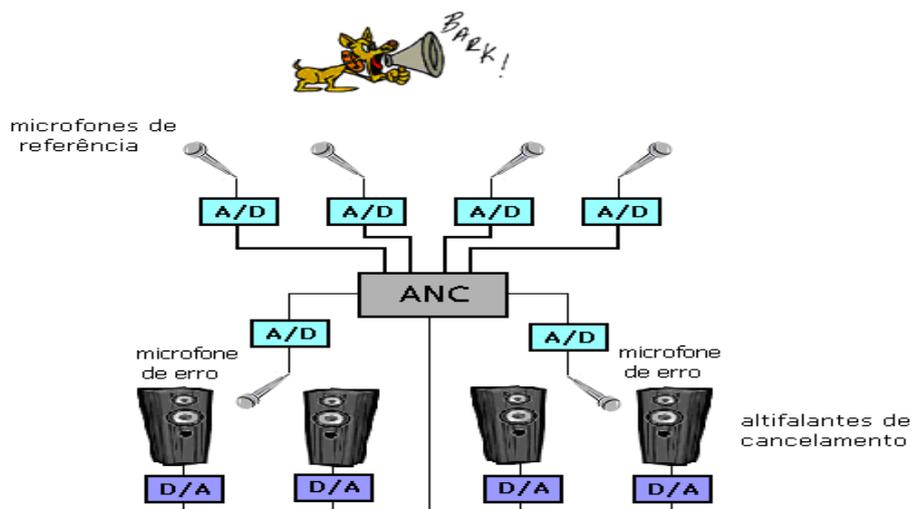


Figura 3: Sistema de Cancelamento Activo de Ruído de 4 canais

Em contraste com o sistema de um canal apresentado em cima, tem-se agora vários sensores de erro, a que estão associados conversores A/D e várias fonte de anti-ruído (altifalantes) com os seus respectivos

conversores D/A. O sistema de processamento digital de sinal, será também mais complexo.

### Hardware:

O hardware utilizado consiste em:

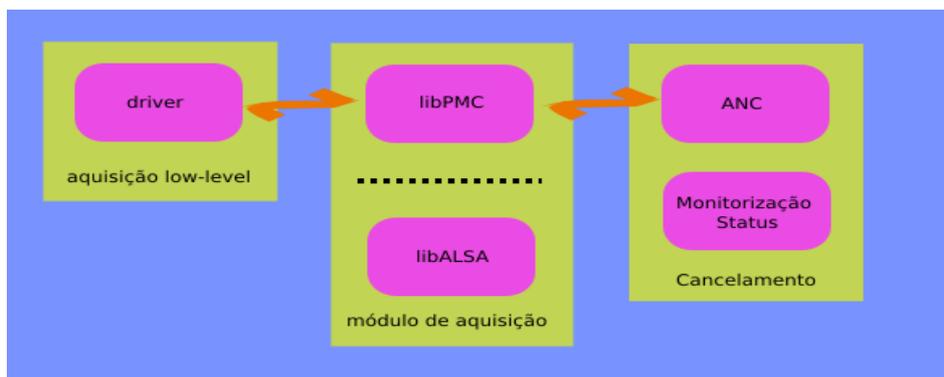
- Computador pessoal
- Placa de aquisição dedicada, *General Standards PMC16AIO*
- Sistemas de colunas, microfones e amplificador, que permitem de medição e modificação do campo acústico.

### Software:

Dado que o sistema que se apresenta a concurso se trata de um sistema de demonstração de cancelamento acústico, pretende-se que este seja flexível e modular no que diz respeito às técnicas, aos algoritmos de cancelamento e ao sistema de aquisição.

Assim, implementou-se o sistema de cancelamento num computador pessoal, sobre o sistema operativo Linux, com os seguintes módulos:

- Sistema de cancelamento baseado numa versão modificada do algoritmo FXLMS, implementado em C++
- API genérica de aquisição de dados possibilitando, utilizar outros sistemas de aquisição de sinal. Por exemplo, outra placa de aquisição ou ALSA (Advanced Linux Sound System)
- Driver para a placa aquisição de dados através da placa PMC16AIO



**Figura 4: Relação das componentes de software**

### Processamento digital de sinal:

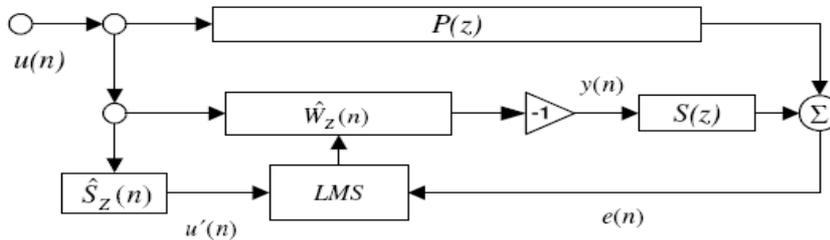


Figura 5: Algoritmo FXLMS

O sinal de anti-ruído  $y(n)$  é gerado através num Processador Digital de Sinal (DSP) utilizando o algoritmo FXLMS, que se passa a descrever:

O sinal de referência  $u(n)$  é filtrado pelo filtro do controlador  $\hat{W}_z(n)$  gerando um sinal de anti-ruído. O filtro controlador é determinado iterativamente, segundo a equação:

$$w(n+1) = w(n) + \mu u'(n) e(n)$$

em que  $e(n)$  é o sinal de erro medido pelo microfone de erro, e  $u'(n)$  é o sinal de referência filtrado por uma estimativa do caminho de cancelamento  $\hat{S}_z(n)$  que deve ser conhecida, podendo ser determinada *offline* (antes da entrada do sistema em funcionamento), ou mesmo durante o funcionamento do sistema, através de técnicas típicas de identificação de sistemas. No caso de sistemas com vários sensores de erro, é necessário a utilização de uma versão modificada do algoritmo, nomeadamente o algoritmo MFX-LMS. Para melhorar o desempenho do sistema em termos de velocidade de convergência e níveis de redução de ruído, utilizam-se ainda algoritmos mais sofisticados tais como algoritmos de estrutura em grade de quadrados mínimos multicanais (*least squares lattice*) ou filtros adaptativos no domínio da frequência que lidam bem com os elevados comprimentos das respostas impulsivas dos sistemas sem aumentar demasiado o peso computacional associado.

### Bibliografia:

- [1] P. A. C. Lopes, B. Santos, M. Bento, *Cancelador de Ruído Acústico* – Projecto Final de Curso