

**Orientadores:**  
Pedro Sampaio

* Email : psampaio@cc.isel.ipl.pt

Artur Ferreira

* Email: arturj@deetc.isel.pt

21 de Março de 2011

**Discentes:**  
Ana Correia, 31831

* Email : a31831@alunos.isel.pt
* Telefone: 918750435

Diogo Cardoso, 32466

* Email: a32466@alunos.isel.pt
* Telefone: 913288292

O Maestro

Projecto e Seminário 2010/2011

Proposta de Projecto

*Instituto Superior Engenharia de Lisboa*

Área Departamental de Engenharia de Electrónica e Telecomunicações e de Computadores

.

..................

**Palavras Chave** : Sistema dedicado, *Conversor Analógico Digital (ADC)*, *Goertzel*, notas musicais, *Advanced Risc Machine* (ARM7).

**1. Introdução**

Hoje em dia, a música faz parte do dia a dia de todas as classes sociais. Esta disseminação da música faz com que muitas pessoas iniciem um estudo sobre o mundo da música levando-as a aprender a tocar determinado instrumento. Apesar de existirem variados meios de estudo, a interacção humana no âmbito do processo de aprendizagem é algo fulcral para os iniciados, uma vez que, estes simplesmente ainda não têm conhecimento suficiente para saber se o que estão a tocar está correcto ou não.   
 Seria então interessante que existisse uma terceira entidade neste mundo, além dos alunos e professores propomos *O Maestro*. Este tratará de averiguar que notas estão a ser tocadas, permitindo assim aos iniciados comparar as notas tocadas com o que realmente deveria ser tocado.

**2. Descrição do Projecto:**

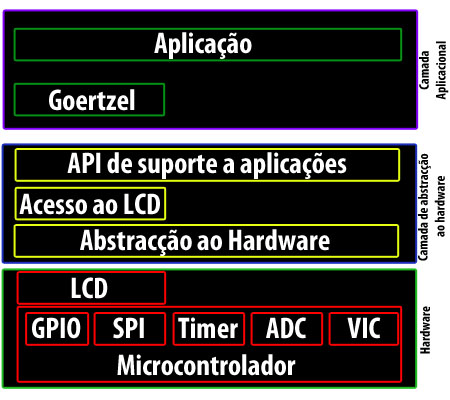
**

Figura - Arquitectura do Projecto

*O Maestro* será um sistema dedicado sobre a arquitectura *ARM7[4]* que tratará de obter notas musicais e apresentá-las sob a forma de uma pauta musical. Para a captação do sinal de som vai utilizado o *ADC* contido no microcontrolador. Para o *input* e *output* irá ser usado um *LCD* gráfico *touch screen*. Por fim ainda irão ser construídas algumas bibliotecas de apoio à resolução final do projecto (figura 1), nomeadamente as drivers de acesso aos periféricos e para a implementação do algoritmo de *Goertzel*.

**3. Análise**

# Após a analise do projecto constatou-se que os problemas mais relevantes eram a captação e processamento do som. As frequências que se pretende capturar e processar estão entre de 27Hz e 4186Hz portanto necessita-se no mínimo de uma frequência de amostragem 8000Hz (pelo teorema de *Nyquist*). O *ADC* pode funcionar a mais de 400,000Hz logo é uma solução mais que suficiente para a captação das frequências pretendidas.

**3.1 Processamento do som**

Uma vez que o projecto irá ser implementado sobre um microcontrolador existem alguns factores a ter em consideração na escolha do algoritmo de processamento este deverá:

* Estar preparado para funcionar com arquitecturas que não tenham suporte para *floating point* (*FPU*).
* Ter uma latência baixa de processamento .
* Ser paralelisável, ou seja, deverá ser possível para uma dada amostra verificar a presença de várias notas musicais em simultâneo.

O algoritmo de Goertzel[1] cumpre todos os requisitos descritos anteriormente sendo portanto a solução para o processamento do som.  
O algoritmo de Goertzel utiliza a energia do sinal para calcular a presença de uma dada frequência, ou seja, é calculado a energia do sinal e a energia relativa dessa dada frequência no sinal, comparando os dois valores é possível verificar quanto é que a frequência contribuiu para a energia do sinal, quanto menor a diferença entre a energia do sinal e a energia da frequência, maior é a contribuição da frequência para o sinal, assim definindo um limite nesta diferença é possível avaliar se uma frequência se encontra ou não no sinal [2].

**Recursos:**

* Microcontrolador ARM7.
* *LCD RGB* gráfico com *touch screen*.
* Ferramentas open-source da *GNU* para desenvolvimento sobre a arquitectura A*R*M7.
* Conversor analógico-digital para captação de sinal.

**Referências:**

1. **The Goertzel Algorithm**

http://www.eetimes.com/design/embedded/4024443/The-Goertzel-Algorithm, 15-03-2011

1. **Detecting CTCSS tones with Goertzel's algorithm**  
   http://www.eetimes.com/design/embedded/4025660/Detecting-CTCSS-tones-with-Goertzel-s-algorithm, 15-03-2011
2. **A. Oppenheim, R. Schafer, “**[**Discrete-Time Signal Processing**](http://biblio.isel.ipl.pt/abwebp.exe/Lpt-PT/D?ACC=DIR&EXP=0-13-083443-2)**”, 2nd edition, Prentice Hall, 1999, ISBN 0130834432.**
3. **The Architecture for the Digital World**http://www.arm.com/ , 15-03-2011

**Planeamento**

