

*Instituto Superior de Engenharia de Lisboa*

Área Departamental de Engenharia de Electrónica e Telecomunicações e de Computadores

O Maestro

Projecto e Seminário 2010/2011

Relatório do Projecto

**Desenvolvido por:**  
Ana Correia e Diogo Cardoso

**Orientado por:**

Artur Ferreira Pedro Sampaio



*Instituto Superior de Engenharia de Lisboa*

Área Departamental de Engenharia de Electrónica e Telecomunicações e de Computadores

O Maestro

Projecto e Seminário 2010/2011

Relatório do Projecto

**Setembro 2011**

**Autores:**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ANA SOFIA DUARTE CORREIA , Nº 31831 (A31831@ALUNOS.ISEL.PT)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_DIOGO SÉRGIO ESTEVES CARDOSO, Nº 32466 (DIOGOCARDOSO89@GMAIL.COM)

**Orientadores:**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
PEDRO MIGUEL SAMPAIO? (PSAMPAIO@CC.ISEL.PT)

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_  
ARTUR FERREIRA? (ARTURJ@ ISEL.PT)

# Resumo

# Agradecimentos

Indice

# 1. Introdução

O projecto descrito neste relatório - O Maestro - foi criado por Ana Correia e Diogo Cardoso, no âmbito de Projecto e Seminário, na Licenciatura em Engenharia Informática e de Computadores, do Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, no semestre de Verão 2010/2011.

## 1.1 Motivação

Hoje em dia, a música faz parte do quotidiano de todas as classes sociais. Esta disseminação da música faz com que praticamente todas as pessoas tenham consigo um dispositivo de reprodução de música, o exemplo mais marcante é o dos leitores de mp3 que existem praticamente em todos os dispositivos móveis, nomeadamente telemóveis. Este contacto diário com a 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 diversos meios de estudo e aprendizagem, 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. Como tal, necessitam de interacção no processo de aprendizagem musical.

Seria então interessante que existisse uma terceira entidade neste mundo; assim além dos alunos e professores propomos a criação de *O Maestro*. O sistema dedicado a desenvolver neste projecto, tratará de averiguar que notas estão a ser tocadas, permitindo assim aos iniciados comparar as notas tocadas com o que realmente deveria ser tocado. Assim, o sistema produzirá uma pauta musical a partir do som recolhido de um instrumento.

## 1.2 Objectivos e Descrição do Projecto

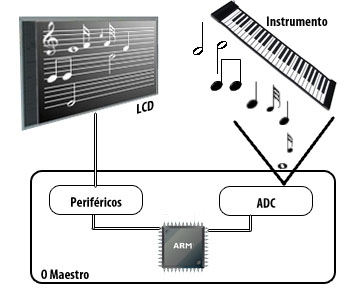
A ilustra o diagrama de blocos dos elementos do projecto e a interacção entre os mesmos.

Figura - Funcionamento do Maestro.

*O Maestro,* será um sistema dedicado sobre a arquitectura *Advance Risk Machine* (*ARM7TDMI)* [[1](#ARM11)] que tratará de obter notas musicais produzidas por determinado instrumento e apresentá-las sob a forma de uma pauta musical. Para a recolha de amostras será utilizado o *Analog to Digital Converter* (*ADC)* associado ao microcontrolador. Para o *input* e *output* irá ser usado um *Liquid Crystal Display* (*LCD*) gráfico *touch screen* como ilustra a .   
A componente de software deste projecto está dividida em três camadas, tal como se apresenta na :

1. *Hardware*, responsável por interagir directamente com os periféricos internos e externos do microcontrolador.
2. Abstracção ao *hardware*, responsável por definir a ponte entre a camada aplicacional e o *hardware*.
3. Aplicacional, responsável pelo controlo do *input* e *output* do utilizador, gestão da aplicação e ainda é a camada onde o algoritmo de *Goertzel* será implementado.

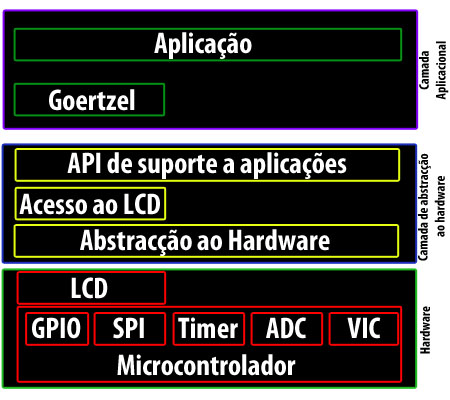
****

Figura - Arquitectura de *Software* do Projecto

## 1.3 Análise de Requisitos

Após a análise dos requisitos do projecto, constatou-se que os problemas mais relevantes são a recolha e processamento das amostras de som. As frequências que se pretende captar e processar estão na banda de 27 Hz a 4186 Hz. Assim, é necessário, respeitando o teorema de *Nyquist* [[2](#1)]*,* no mínimo utilizar uma frequência de amostragem superior a 8372 Hz. O *ADC* funciona com 10 *bits* por amostra num intervalo de amplitude de 0 a 3 V, com frequência de amostragem até 400 kHz logo é uma solução adequada para a banda de frequência que se pretende processar.

Para a implementação do projecto vão ser utilizados os seguintes recursos:

* Microcontrolador baseado na arquitectura ARM7TDMI - LPC2294 da NXP [[3](#Kei11)].
* *LCD* R*G*B gráfico (320x240 *pixels*) com *touch screen*.
* Ferramentas open-source da GNU para desenvolvimento sobre a arquitectura ARM7TDMI.
* O periférico *ADC* do Microcontrolador LCP2294.

## 1.4 Organização do documento

Este documento está dividido em 4 secções.

Na secção 2 consta a descrição do algoritmo de *Goertzel* [[2](#1)] e as motivações para a escolha deste algoritmo para o projecto .

Na secção 3 apresenta-se o trabalho realizado até ao momento, nomeadamente a implementação do algoritmo de *Goertzel*, a resolução para problemas detectados nos testes realizados sobre o algoritmo.

Por fim a secção 4 contém as conclusões do trabalho realizado até ao momento, bem como o trabalho futuro do projecto.