

## 2º Laboratório de Sistemas e Sinais

(LEIC – Alameda – 2011/12)

**Data de realização e de entrega:** aula da semana 19-23/Mar/2012.

**Local da realização:** Laboratório de Controlo, Automação e Robótica, localizado no piso 1 (cave) do Pavilhão de Mecânica III.

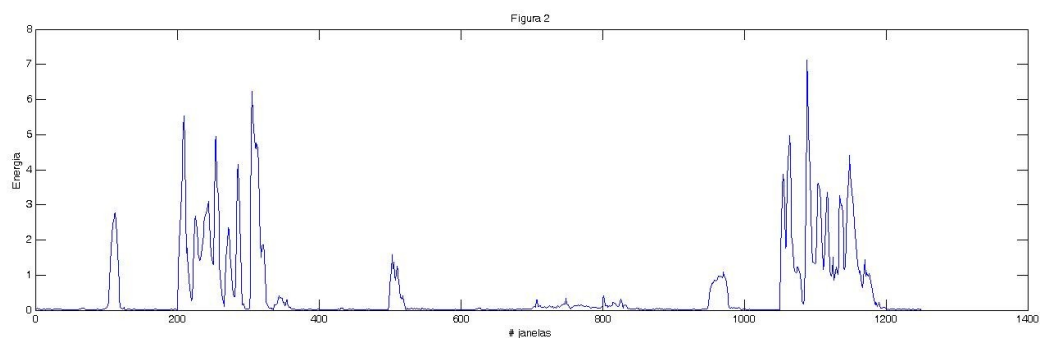
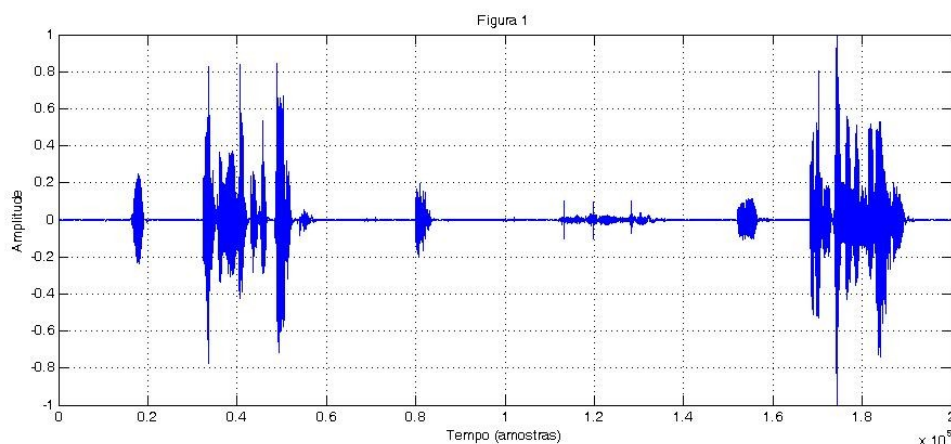
**Relatórios:** Os relatórios seguem a estrutura descrita na secção *Aulas de Laboratório* do site de SS no fenix. Os ficheiros resultantes devem ser comprimidos num único ficheiro, cujo nome segue a norma *SS\_2\_#turno\_#grupo*. A entrega do ficheiro é feita na própria aula.

### Exercício 1 (12 valores)

Com este exercício pretende-se demonstrar uma das possíveis aplicações das Máquinas de Estado. Para isso vamos usar sinais de fala, o cálculo da energia desses sinais de fala e explorar a utilização da Máquina de Estado para fazer uma classificação desse sinal em zonas.

Na Figura 1 mostra-se um exemplo de um sinal de fala e na Figura 2 o gráfico respectivo da energia do sinal.

O sinal de fala é representado como uma sequência de amostras em que cada amostra é representada por um *double*. O gráfico da energia é obtido através da utilização de janelas sucessivas de 20 milisegundos com sobreposição de 50%, calculando a energia para essa janela (raiz quadrada da soma do quadrado das amostras em cada janela).

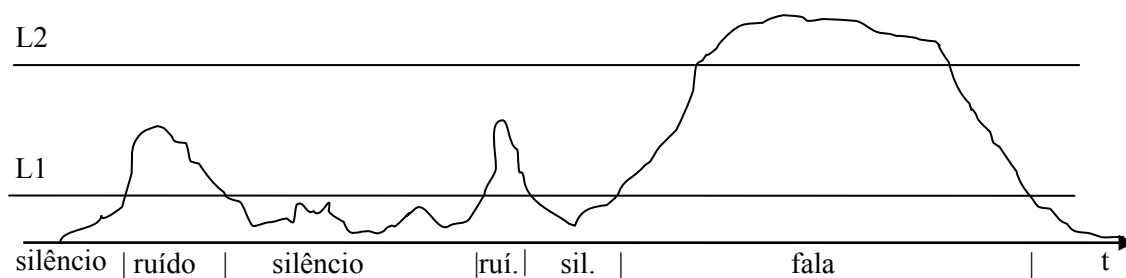


- i) **[0.5 valor]** Leia o ficheiro de áudio fornecido (*Lab2-teste.wav*) e oiça o sinal. Transcreva o sinal de fala. Apresente o resultado dessa transcrição.
- ii) **[1.0 valores]** Indique o número de amostras, a amplitude máxima, a amplitude mínima e a duração em segundos do sinal.
- iii) **[2.0 valores]** Realize uma função que calcula a energia do sinal e represente graficamente o ficheiro de fala e a energia. No caso do ficheiro fornecido (*Lab2-teste.wav*) deve obter o gráfico da Figura 2. Apresente os gráficos do sinal de fala e da energia.
- iv) **[1.5 valor]** O resultado do cálculo da energia pode ser uma função muito “ruidosa”, com variações muito elevadas, como se verifica no gráfico da Figura 2. Suavize essa função calculando a sua envolvente (como na Figura 3). Explique como realizou essa operação, apresente o gráfico da envolvente e comente os resultados.

Assuma que se pretende criar um sistema que distinga as zonas de fala de zonas de silêncio e de zonas de ruído. Para isso deve-se projectar um sistema de aquisição que calcula a energia do sinal de fala, e que baseado numa máquina de estados decide se é fala ou não. Adapte o algoritmo seguinte usando o conhecimento extraído da Figura 2.

Considere a Figura 3 seguinte onde está representada a energia de um sinal de fala genérico ao longo do tempo.

Figura 3

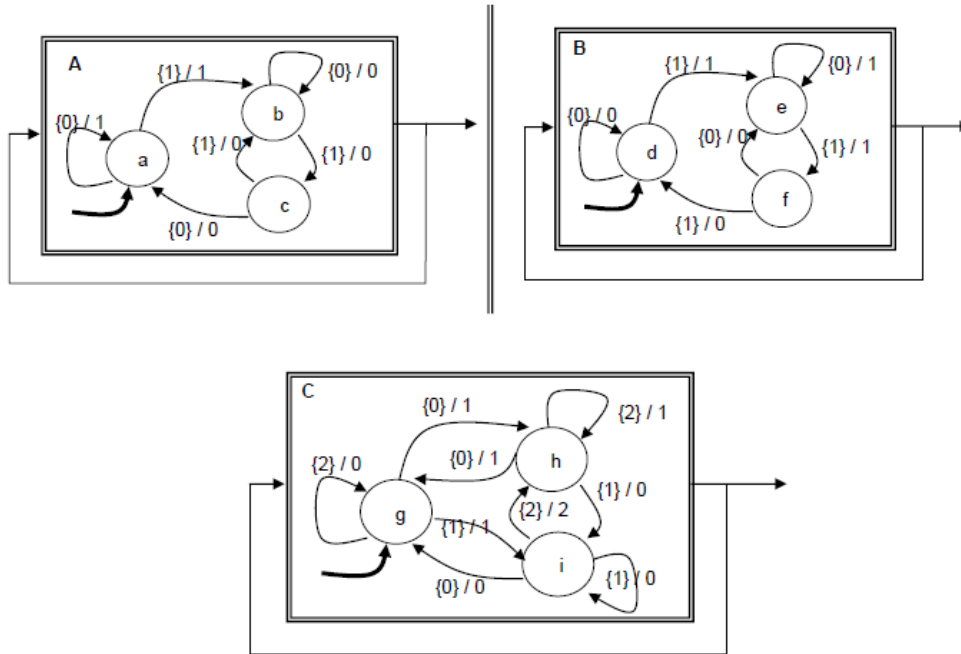


Verifica-se que existe uma fase inicial com silêncio, seguido de ruído e depois uma zona de fala. No algoritmo de decisão usam-se dois limiares de energia (L1 e L2) e tempos que coloquem restrições na duração. A partir do momento em que a energia do sinal passar L1 consideramos esse instante como o início do sinal de fala desde que ultrapasse L2. Se não ultrapassar L2 descarta-se esse ponto e considera-se uma zona de ruído. Depois de ultrapassar L2 considera-se Fala e a determinação do fim do sinal de fala acontece depois de ter descido abaixo de L1. Nas zonas em que a energia está abaixo de L1 considera-se silêncio.

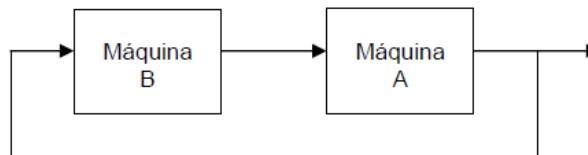
- v) **[2.0 valores]** Apresente o diagrama de transições da máquina de estados.
- vi) **[3.0 valores]** Implemente a máquina de estados no Matlab e indique a sequência das zonas que encontrou no ficheiro disponibilizado no laboratório, assim como os instantes em que ocorreram.
- vii) **[2.0 valores]** Indique a descrição completa (5-tuple) da máquina de estados necessária para realizar este algoritmo.

## Exercício 2 (6 valores)

Considere as seguintes máquinas de estado finitos A, B e C com retroacção.



- [1.0 valores]** Determine se máquinas com retroacção são bem-formadas. Justifique. Para as que são bem-formadas apresente o(s) seu(s) diagrama(s) de transição de estado. (Nota: como se assume sistemas reactivos, utilize as entradas artificiais *reage* e *ausente* para a máquina composta).
- [1.0 valores]** Sem tentar fazer a composição, justifique se a seguinte composição com retroacção é ou não bem-formada.



- [2.0 valores]** Se respondeu afirmativamente à alínea anterior, apresente o diagrama de estados da máquina composta: Por uma questão de simplificação do diagrama apresente apenas os estados alcançáveis (ou atingíveis). (Nota: como se assume sistemas reactivos, utilize as entradas artificiais *reage* e *ausente* para a máquina composta).
- [2.0 valores]** Implemente em Matlab a função *Actualiza* da máquina de estados apresentada na figura seguinte. Simule a máquina de estados para diversos valores da entrada. Apresente os resultados da simulação mostrando os *Estados*, *Entradas* e *Saídas* resultantes da simulação.

