



Por fim, esta sequência binária correspondente à digitalização de 80 ms é depois codificada/comprimida para um ficheiro de *output* através dum codificador estatístico Shannon-Fano, em que cada grupo de K bits é considerado um símbolo. A codificação Shannon-Fano dos dados

resultantes da digitalização de cada bloco de 80 ms origina um cabeçalho de metadados (informação necessária para que um descompressor Shannon-Fano possa decodificar/descomprimir o ficheiro de *output*) e uma sequência de códigos binários Shannon-Fano.

Tendo em atenção os dados do sistema multimédia da figura 1, responda às seguintes perguntas, justificando as respostas com todos os cálculos e todos os dados relevantes:

1. Qual o número mínimo de níveis quânticos que o conversor AD tem de implementar para que a qualidade de digitalização seja superior a 16 dB e qual o ritmo binário PCM correspondente à saída do conversor AD? **(10%)**
2. Tendo em atenção os requisitos da questão anterior, qual a sequência PCM binária resultante da digitalização do bloco de 80 ms da figura 2 (assuma que a digitalização começa exatamente no momento 1 ms). **(10%)**
3. Tendo em consideração a sequência PCM calculada na questão anterior, qual a sequência de códigos de *output* (valores inteiros dos índices dos padrões) resultante da sua codificação utilizando o algoritmo LZWdR? **(30%)**
4. Se codificar a sequência de códigos de *output* (valores inteiros dos índices dos padrões calculados na alínea anterior) numa sequência binária otimizada (menor número de bits possível), qual a sequência de bits que seria transmitida na linha, correspondente à digitalização e compressão LZWdR do bloco de 80 ms da figura 2? **(10%)**
5. Depois dos dados passarem pelo descompressor LZWdR, voltamos a obter uma sequência PCM igual à resultante da digitalização referida na questão 2. Utilizando codificação estatística Shannon-Fano para este bloco de dados e considerando que cada símbolo é um grupo de K bits, qual a sequência binária resultante (sem considerar os metadados necessários)? **(30%)**
6. Tendo em consideração a codificação definida na questão anterior, qual a sequência binária necessária para representar os metadados (explique que informação contém os metadados e como os codificou em binário)? **(10%)**

Algoritmo de Codificação LZWdR

Considere-se a sequência de símbolos $S=S_1S_2\dots S_N$ na entrada de dados, em que cada símbolo S_i pode assumir um de K valores possíveis dum alfabeto $A=\{X_1, X_2, \dots, X_K\}$. Por conveniência, $S[i]=S_i$ e $A[i]=X_i$.
Defina-se um dicionário com um máximo de T padrões tal que $D=\{P_1, P_2, \dots\}$ em que $D[i]=P_i$ é o padrão identificado pelo código/índice i. P_i^* representa a sequência de símbolos invertida de P_i , da direita para a esquerda. Valores típicos: $K=2^8$, $T=2^{20}$.
Inicia-se o dicionário de padrões D com os K padrões de símbolos individuais de A.
Processar S em pares consecutivos de padrões conhecidos $P_a|P_b$ (os maiores já existentes em D), acrescentando ao dicionário: i) os padrões novos formados por concatenação de P_a com todos os padrões que estão em P_b e ii) todos os padrões novos formados ao inverter os padrões obtidos em i).
Enviar para a saída o código/índice de P_a .
Voltar a processar S em pares consecutivos de padrões a partir do primeiro símbolo de P_b , i.e., $P_a=P_b$, repetindo os passos anteriores até não haver mais símbolos em S para processar depois de P_b .
Terminar enviando para a saída o código/índice de P_b .