



# COMUNICAÇÃO DE ÁUDIO E VÍDEO

MEEC e MERC



## PROBLEMAS

**(com soluções abreviadas)**

Fernando Pereira

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

Departamento de Engenharia Electrotécnica e de Computadores

Fevereiro 2012

# Problemas de Comunicação de Áudio e Vídeo



## 1. Televisão Analógica

### 1.1) 1º Exame 1992/93, 7 Junho 1993

Numa tarde de Março de 1980, e apenas algumas horas depois da TV a cores ter surgido em Portugal, dois amigos, A e B, discutem à mesa do café. Indiscretamente ouçamos ...

A - "Devido à compatibilidade, a introdução da TV a cores não tem associada qualquer alteração no sinal de vídeo que os televisores a preto e branco utilizam para fazer o varrimento e logo não há qualquer alteração na imagem observada".

B - "Essa é boa ! O que é verdade é que o sinal de vídeo composto a cores agora utilizado só garante uma razoável compatibilidade com os televisores a preto e branco porque luminância e crominâncias permanecem na mesma largura de banda."

Comente as opiniões dos dois amigos, dizendo quem tem ou não razão e porquê.

### 1.2) 2º Exame 1992/93, 28 Junho 1993

Considere um sistema de televisão de alta definição com as seguintes características:

- *1250 linhas por imagem, incluindo retorno vertical*
  - *25 imagens por segundo*
  - *relação largura/altura de 16/9*
  - *entrelaçamento 2:1*
  - *fracção útil dos varrimentos horizontais 0.99*
  - *fracção útil dos varrimentos verticais 0.98*
- a) Qual a largura de banda necessária para o sinal de luminância, considerando igual resolução vertical e horizontal (explique sucintamente a origem da expressão que utilizar) ?
- b) Qual a largura de banda necessária para cada um dos sinais de crominância, admitindo que a sua acuidade visual é metade da do sinal de luminância ?

### 1.3) 2º Exame 1993/94, 8 Julho 1994

Como sabe, a passagem da TV monocromática a policromática (NTSC, PAL, SECAM) fez-se com a exigência de não alterar a distribuição/atribuição do espectro até então usada. Neste contexto indique:

- a) Quais os sinais que foram escolhidos para transmissão na TV policromática (distinga-os de modo claro).

*Nota: Considere como referência para as alíneas a, b e c, o sistema PAL.*

- b) Quais as razões que levaram à escolha dos sinais atrás indicados (cada razão correcta 0.4 val).
- c) Como foi possível introduzir os sinais agora transmitidos numa zona espectral onde antes estava apenas um sinal.
- d) Qual a estratégia que o sistema SECAM usa para eliminar os problemas relacionados com as misturas de cores.

### 1.4) 1º Exame 1992/93, 7 Junho 1993

Considere um sistema de televisão com as seguintes características:

- *número de 'elementos de imagem' por linha - 1250*
  - *tempo de linha -  $64 \mu s$*
  - *rendimento horizontal - 0.92*
  - *factor de Kell - 0.7*
  - *relação largura/altura - 16/9*
- a) Usando apenas os valores indicados, e prescindindo de quaisquer pressupostos adicionais, calcule a largura de banda mínima (banda de base) necessária para o sinal de luminância, sem compressão.
- b) Admitindo que o número máximo de barras de uma mira de Foucault visíveis em qualquer circunstância, neste sistema de televisão, é de 650, diga se tem uma maior resolução vertical ou horizontal.
- c) Explique detalhadamente qual o fenómeno que justifica a introdução, no estudo dos sistemas de televisão, do factor de Kell.

### 1.5) 1º Exame 1993/94, 22 Junho 1994

Como sabe, ou eventualmente não lhe interessa mesmo nada, realiza-se de 4 em 4 anos o Campeonato do Mundo de Futebol, sendo a par dos Jogos Olímpicos os espectáculos mais visto do planeta.

- a) Analise os possíveis efeitos, distorções ou limitações que poderá ter um sistema de TV como o nosso (PAL) na reprodução fiel das camisolas dos jogadores (todo o sistema de transmissão se comporta de modo ideal).

Nota: Para os menos entendidos, as camisolas são tipicamente coloridas e lisas ou às riscas verticais ou horizontais.

- b) Indique quais poderão ser as vantagens e desvantagens de ir ver um jogo a casa de um vizinho que tem uma televisão NTSC e recebe os jogos via satélite.

## **1.6)** 2ª Época 1998/99, 28 Julho 1999

Considere um sistema de televisão.

- a) Indique quais são as características (3) do sistema visual humano que influenciam a escolha das resoluções espacial e temporal a usar para a codificação das imagens num sistema digital.
- b) Explique porque razão surgiu o entrelaçamento nos sistemas de televisão analógica.
- c) Explique qual é a principal diferença entre os sistemas de televisão PAL e SECAM em termos de transmissão da informação de cor. Qual a grande vantagem da solução usada em SECAM ?
- d) Porque razão os sinais I e Q do sistema NTSC têm largura de banda diferente ?

## **1.7)** 1ª Época 2003/2004, 28 Junho 2004

Considere um sistema de televisão analógico ou digital consoante indicado.

- a) Indique de que forma a necessidade de oferecer compatibilidade inversa ao introduzir a televisão a cores afectou a escolha dos sinais a transmitir ?
- b) O factor de forma dos televisores tem vindo a mudar recentemente. Indique quais os valores associados a esta mudança (antes e depois) e qual o motivo principal desta evolução.
- c) Supondo que tem à sua disposição a banda actual de um canal de TV analógico, p.e. 8 MHz, indique quantos canais digitais de resolução ITU-R 601 com codificação MPEG-2 Vídeo poderão lá 'caber' (no máximo) se se pretender alcançar os objectivos de qualidade estabelecidos para a norma MPEG-2 Vídeo em termos de qualidade de distribuição secundária e se se usar uma modulação 64-QAM; considere que o áudio usa um débito binário igual a 1/20 do vídeo.



## 2. Telecópia

### 2.1) 1ª Época 1993/1994, 22 Junho 1994

Considere os seguintes extractos das tabelas de codificação do Método de Huffman Modificado - norma ITU-T T.4.

- Calcule os factores de compressão alcançados se decidir transmitir as seguintes sequências de comprimentos brancos (B) e pretos (P):
  - 2B 324P 2B 321P 4B 3P 320B 3P.
  - 2B 3P 2B 4P 4B 2P 1B 3P.
- Como explica os resultados obtidos nas alíneas anteriores atendendo ao factor de compressão que se espera normalmente num processo de codificação.
- Indique se é possível que um erro de transmissão seja introduzido no fluxo de bits de código de fax do grupo 3 sem que o decodificador o note. Em que condições ?

Brancos	VLC	Pretos	VLC
0	00110101	0	0000110111
1	000111	1	010
2	0111	2	11
3	1000	3	10
4	1011	4	011
320	00110110	320	000000110011
384	00110111	384	000000110100
448	01100100	448	000000110101

### 2.2) 2ª Época 1992/1993, 7 Julho 1993

Indique a PRINCIPAL diferença entre:

- os telecopiadores do grupo 1 e do grupo 2
- os telecopiadores do grupo 2 e do grupo 3
- os telecopiadores do grupo 1 e do grupo 4

- d) os telecopiadores do grupo 3 e do grupo 4

### **2.3)** 1ª Época 1992/1993, 7 Junho 1993

Considere o Método READ Modificado (MRM) usado para a codificação de imagens de telecópia.

- a) Indique quais os modos de codificação disponíveis e explique detalhadamente a razão/justificação da existência de cada um deles.
- b) Explique porque razão os telecopiadores do grupo 4 podem, e até devem, usar o MRM com  $k = \infty$ , ou seja apenas codificação bidimensional, e até mesmo não introduzir as palavras de fim de linha, o que só em condições muito especiais pode acontecer nos telecopiadores do grupo 3.

### **2.4)** 2ª Época 1993/1994, 20 Julho 1994

Considere um sistema de transmissão de telecópia.

- a) Indique qual a característica que analisaria se lhe pedissem para verificar se as palavras de código de uma tabela de codificação (correspondência símbolos-palavras) poderiam ter sido determinadas segundo o Método de Huffman (não pode ser pedida qualquer informação adicional). O que poderia concluir ?
- b) Indique quais os modos de codificação disponíveis no Método READ Modificado e explique a razão/justificação da existência de cada um deles.
- c) Indique 2 técnicas usadas no Método READ Modificado que sirvam para limitar a propagação de erros ao longo de uma imagem.

### **2.5)** 2º exame, 1993/1994, 8 Julho 1994

Considere um sistema de telecópia do grupo 3.

- a) Sabendo que o débito binário é de 14400 bit/s e que o modem usa uma modulação QAM com 6 bits/símbolo, indique, justificando, qual a largura de banda mínima necessária para o sinal.
- b) Explique porque razão em todas as etapas do protocolo de comunicação, à excepção da mensagem propriamente dita e da etapa de estabelecimento da ligação, se utilizam tramas com formato HDLC.
- c) Indique porque razão as palavras de zona têm sempre de ser seguidas por uma palavra terminal mesmo que se esteja perante a transmissão de uma sequência com comprimento múltiplo de 64.

## 2.6) 2ª Época, 1998/1999, 28 Julho 1999

Considere uma transmissão de telecópia de grupo 3, a 3200 bit/s, para páginas com 1000 linhas, cada uma com 1728 amostras. Suponha que, em média, cada linha tem 80% dos pixels brancos.

- Indique a limitação a impôr ao valor de  $k$  a usar se se pretender que o factor de compressão global seja superior a 30. Suponha que as linhas codificadas unidimensionalmente têm um factor de compressão médio de 10 para os comprimentos pretos e 20 para os brancos e as linhas codificadas bidimensionalmente têm um factor de compressão médio duas vezes maior (dobro) para cada um dos tipos de comprimentos.
- Indique qual é o aumento do tempo de transmissão em relação à alínea anterior (se se usar o mínimo valor de  $k$  possível) se se usar agora um valor de  $k$  igual a metade do valor mínimo acima determinado devido à necessidade de protecção contra erros de transmissão.
- Para o valor de  $k$  da alínea b) qual é a periodicidade média do refrescamento unidimensional medida em bits. Quais são as grandes vantagens e desvantagens (2) de aumentar o valor de  $k$  ?

## 2.7) 1ª Época, 2005/2006, 20 Junho 2006

Considere uma transmissão de telecópia usando o Método de READ Modificado para páginas com 2500 linhas, cada uma com 1728 amostras. Suponha que, em média, cada linha tem 80% dos pixels brancos e a transmissão se faz a 4800 bit/s.

- Supondo que, para  $TMVL = 0$  ms, as linhas codificadas unidimensionalmente têm um factor de compressão médio de 10 para os comprimentos pretos, que a codificação dos comprimentos pretos alcança, em média, metade da compressão dos comprimentos brancos e que a codificação bidimensional dá origem a factores de compressão, em média 70% mais elevados em relação à codificação unidimensional, calcule qual o factor de compressão global que se alcançaria com  $TMVL = 20$  ms e  $k = 4$  se souber que 10 % das linhas da imagem referida (uni ou bidimensionalmente codificadas) usam um número de bits inferior ao limite mínimo necessário, mais precisamente um valor em média 20% inferior a esse limite.
- Nas condições da alínea anterior e  $TMVL=0$  ms, indique quais seriam os factores de compressão globais para uma imagem se se usassem só linhas codificadas unidimensionalmente ou só linhas codificadas bidimensionalmente (com excepção da primeira).
- Indique quais as expressões matemáticas que relacionam o tempo de transmissão com o débito binário de transmissão para um conjunto de 25 páginas de telecópia se se usassem só linhas codificadas unidimensionalmente ou só linhas codificadas bidimensionalmente (com excepção da primeira) e  $TMVL = 0$  ms.



## 3. Fotografia Digital

### 3.1) 2ª Época, 1993/1994, 20 Julho 1994

Considere a transmissão de imagens fotográficas, com resolução  $720 \times 576$  amostras para a luminância e metade desta resolução, em cada direcção, para as crominâncias (quando usadas), através de um canal com 2 Mbit/s.

- a) Considerando que o canal está disponível 10 s, quantas imagens binível completas conseguirá transmitir sem usar qualquer compressão ?
- b) E quantas imagens completas em tons de cinzento conseguirá transmitir nos mesmos 10 s se usar 128 tons de cinzento (sem usar qualquer compressão) ?
- c) Considerando agora que usa um algoritmo de codificação com factores de compressão 20 e 15, respectivamente, para a luminância e crominâncias, e 7 bits/amostra, indique quantas imagens, completas, a cores conseguirá transmitir nos mesmo 10 s.

### 3.2) 2ª Época, 1992/1993, 7 Julho 1993

- a) Como sabe, um dos algoritmos de codificação descritos na norma JPEG baseia-se na codificação por transformada. Quais as principais propriedades que se pretende tenha a transformada a utilizar. Porquê ?
- b) Atendendo a que a DCT é uma transformada linear, indique porque razão na norma H.261 se faz a transformada das diferenças e não a diferença das transformadas.
- c) Indique a principal razão porque as matrizes de Lohscheller são diferentes para a luminância e para a crominância. Como se traduz este facto nos valores das matrizes ?

### 3.3) 1ª Época, 1992/1993, 7 Junho 1993

Considere a norma JPEG para codificação de imagens fotográficas multi-nível.

- a) Identifique e descreva os modos de operação disponíveis no contexto desta norma.
- b) Indique as razões que justificam a existência/uso de cada um destes modos.



### 3.4) 2ª Época, 1993/1994, 8 Julho 1994

Considere a norma de codificação de imagem fotográfica JPEG.

- a) Calcule o tempo de transmissão total, num canal de 64 kbit/s, no modo sequencial, de uma imagem com formato ITU-R 601 (720×576 amostras para a luminância, 360×576 amostras para as crominâncias e 8 bit/amostra), considerando que se efectua uma codificação com factor de compressão 15 para a luminância e 20 para as crominâncias.
- b) Considerando agora que a transmissão se efectua no modo hierárquico, indique os tempos de transmissão correspondentes aos 3 níveis usados, supondo que:
  - *canal de transmissão é o mesmo da alínea anterior*
  - *a resolução espacial para o nível de resolução mais baixa (nível base) é 360×288 amostras para a luminância e 180×288 amostras para as crominâncias*
  - *a resolução espacial duplica, em ambas as direcções, em cada nível*
  - *usam-se sempre 8 bit/amostra*
  - *os factores de compressão referidos à resolução espacial e à informação transmitida em cada nível aumentam 25% em cada nível (em relação ao nível anterior)*
  - *os factores de compressão para o nível base são os indicados na alínea anterior*
- c) Indique, comparativamente, as vantagens e desvantagens de usar os modos de transmissão referidos tendo em conta, nomeadamente, os resultados das alíneas anteriores.

### 3.5) 2ª Época, 2005/2006, 8 Julho 2006

- a) Qual o número médio de bits por pixel (considerando luminância e crominâncias) que se gasta numa imagem 4:2:0 a 8 bit/amostra quando codificada com um factor de compressão global (luminância e crominâncias) de 16 ? E se o factor de compressão for 20 para a luminância e 12 para as crominâncias ?
- b) Qual a diferença entre um sistema de codificação de imagem com perdas e sem perdas ? Qual dos 2 sistemas é tipicamente mais importante/usado ? Porquê ?
- c) Indique um impacto normativo e um não-normativo na codificação de imagem fotográfica JPEG do facto do ser humano é menos sensível às altas frequências que às baixas frequências ?
- d) Porque se usa codificação entrópica em muitos codificadores de fonte, nomeadamente também nos codificadores JPEG ? Qual a grande desvantagem da codificação entrópica em ambientes móveis ?

### 3.6) 1ª Época, 2005/2006, 20 Junho 2006

Suponha que pretende aceder a uma base de dados com imagens codificadas segundo a norma JPEG que é usualmente ‘navegada’ pelos seus utentes com vista a escolherem imagens. A resolução máxima para cada imagem é de 720×576 amostras para a luminância e 360×576 amostras para as crominâncias, com 8 bits por amostra.

- a) Indique, justificando, quais os modos do JPEG em que deverão estar codificadas as imagens nesta base de dados, sabendo que os utentes podem aceder, de modo eficiente, a versões das imagens em várias qualidades e/ou várias resoluções espaciais.
- b) Suponha que o factor de compressão médio para a luminância e crominâncias é de 10 e 15, respectivamente, para o modo de codificação sequencial; suponha ainda que, para o nível mais básico do modo de codificação progressiva, os factores de compressão passam para o dobro e que, para o nível seguinte, os factores de compressão passam para o triplo em relação ao modo sequencial. Supondo que, em média, cada utente ‘folheia’ rapidamente 4 imagens no nível básico antes de encontrar a imagem que pretende, que demora 2 s a decidir se uma imagem é a que pretende ou não e que a transmissão se faz a 64 kbit/s, indique quanto tempo demora, em média, até receber uma imagem na qualidade máxima, sabendo que se usam imagens codificadas no modo progressivo com apenas 2 níveis de codificação, que a transmissão de cada imagem só pára ‘a meio’ quando o utente escolhe outra imagem e desprezando o tempo de descodificação.
- c) Indique quais seriam as principais consequências (2) se a norma JPEG usasse uma transformada onde as funções de base não fossem independentes da imagem a codificar.

### 3.7) 1ª Época, 2008/2009, 24 Junho 2009

Considere as normas de codificação de imagem JPEG e JPEG 2000.

- a) Indique 3 vantagens do tipo de transformada usada na norma JPEG 2000 em relação à transformada usada na norma JPEG.
- b) Porque razão se definem na norma JPEG 2000 duas transformações *RGB to YCrCb* ?
- c) Que tipo de informação se envia sucessivamente na norma JPEG 2000 para obter escalabilidade de resolução espacial ou escalabilidade de qualidade para uma dada resolução espacial ?

### 3.8) 2ª Época, 2008/2009, 20 Julho 2009

Considere as normas de codificação de imagem JPEG e JPEG 2000.

- a) Explique (e justifique) quantas decomposições (2D) DWT deve aplicar para obter um fluxo codificado JPEG 2000 com 4 resoluções espaciais.
- b) Para uma imagem com resolução 1200×1200, explique quantas decomposições (2D) DWT deve aplicar para disponibilizar no fluxo binário a resolução de 75×75.
- c) Explique de que depende a qualidade máxima obtida para cada uma das 4 resoluções (descodificadas) referidas na alínea anterior.
- d) Explique qual o objectivo de codificar cada plano de bit de cada banda em três passagens de codificação.



## 4. Videotelefonia e Videoconferência

### 4.1) 1ª Época 1992/1993, 7 Junho 1993

Considere que se pretende especificar o algoritmo de codificação, para um sistema de videotelefonia digital, usando como técnicas base as 4 principais técnicas de codificação usadas na norma ITU-T H.261. O vídeo deverá ter uma frequência temporal de 10 Hz e uma resolução espacial de  $360 \times 288$  amostras para a luminância e metade desta resolução em cada direcção para cada uma das crominâncias.

- Considerando que cada amostra, de luminância ou crominância, é quantificada com 8 bits, indique qual a taxa binária, sem compressão, necessária para transmitir a informação de imagem neste sistema.
- Para limitar a propagação de erros ao longo das sucessivas imagens, decidiu-se criar 2 tipos de imagens, consoante as técnicas de codificação usadas. Das 4 técnicas disponíveis, e referidas acima, indique, justificando, quais podem ser usadas em cada um destes tipos de imagem tendo em vista o fim indicado e tentando obter o melhor algoritmo possível.
- Calcule o factor de compressão global do algoritmo de codificação usado, supondo que, para cada imagem, se usam todas as seguintes técnicas de codificação, com os seguintes factores de compressão, diferentes para a luminância e crominância.

Técnica de Codificação	Factor de Compressão para a Luminância	Factor de Compressão para a Crominância
1	5	5
2	3	4
3	2	1
4	1	1

*Nota: Os factores de compressão apresentados são independentes ou seja os seus efeitos podem-se sobrepor.*

#### 4.2) 1ª Época 1993/1994, 22 Junho 1994

Como sabe, a norma ITU-T H.261 é uma das normas internacionais para codificação de sequências videotelefónicas e de videoconferência.

- Indique porque razão a detecção e a compensação de movimento é feita ao nível do macrobloco (16×16 pixels).
- Indique porque razão os vectores de movimento são codificados de modo diferencial.
- Explique porque razão os limiares de selecção dos coeficientes DCT não são normalizados ? Qual a principal vantagem deste facto ?
- Porque razão acha que, nesta norma, os coeficientes DC são quantificados de modo diferente de todos os outros ? Qual é essa diferença ?

#### 4.3) 2º Exame, 1ª Época 1993/1994, 8 Julho 1994

Considere o algoritmo de codificação vídeo para videotelefonía e videoconferência descrito na norma ITU-T H.261. Para uma dada sequência de imagens, mediram-se as probabilidades das diversas classes de macroblocos usadas, tendo-se obtido os resultados indicados na tabela.

- Determine as palavras de código a utilizar para cada uma das classes, considerando que se usa codificação de Huffman.
- Indique 3 razões que possam justificar a elevada percentagem de macroblocos codificados com o modo intra.
- Quais os factores que determinam a escolha da gama de variação das componentes dos vectores de movimento ?

Tipo	Modo de Codificação	Probabilidade
A	Intra	0,25
B	Inter	0,6
C	Inter + Compensação de Movimento	0,05
D	Inter + Compensação de Movimento + Filtro	0,05
E	Inter + Filtro	0,05

#### 4.4) 2ª Época 1993/1994, 20 Julho 1994

Considere uma comunicação videotelefónica, segundo a norma ITU-T H.261, usando um débito binário de 64 kbit/s. A sequência é codificada usando a resolução espacial CIF e uma frequência de imagem de 10 Hz.

- Sabendo que na codificação da primeira imagem se gastaram 12800 bits, na da segunda 3200 e na da terceira 32000, indique, justificando, qual a dimensão mínima da memória de saída do codificador e qual o atraso inicial de visualização a usar na recepção se considerar

que a sequência de imagens indicada contempla a situação mais crítica possível em termos de produção de bits de código.

- b) Indique, justificando, qual é a dimensão máxima da memória de saída do codificador se pretender ter um atraso inicial máximo na visualização de 200 ms.

#### **4.5)** 2º Exame, 1ª Época 1994/1995, 30 Junho 1995

Considere a norma de codificação para sinais videotelefónicos e de videoconferência ITU-T H.261.

- a) Indique as 3 condições em que a predição do vector de movimento para a sua codificação diferencial vale zero. Justifique cada uma delas.
- b) Como sabe, o método reconhecido como o mais eficiente para o controlo do débito binário nesta norma faz variar o passo de quantificação em função do enchimento da memória de saída do codificador.

Indique uma expressão matemática adequada para esta variação tendo em conta os valores que o passo de quantificação pode tomar nesta norma. Indique explicitamente 3 condições mínimas a que esta expressão deve obedecer.

#### **4.6)** 1º Exame, 1ª Época 1995/1996, 26 Junho 1996

Considere uma comunicação videotelefónica, segundo a norma CCITT H.261, usando um débito binário de 64 kbit/s. A sequência é codificada usando a resolução espacial CIF e uma frequência de imagem de 12.5 Hz.

Numa dada altura, a imagem que tem de transmitir está dividida horizontalmente em 2 partes iguais sendo a parte de baixo fixa e a parte de cima com movimento. Atendendo a que o codificador faz uma codificação sequencial dos macroblocos, constata-se que todos os bits de código são gerados uniformemente na primeira metade do intervalo de tempo que o codificador normalmente dedica a codificar cada imagem. No codificador, os bits de código aguardam a sua transmissão na memória de saída. Sabendo que na codificação da primeira imagem se gastaram 15360 bit, na da segunda 20480 e na da terceira 2560, calcule, justificando:

- a) O instante em que o receptor obtém todos os bits de código correspondentes à 1ª imagem.
- b) A dimensão mínima da memória de saída do codificador para que nunca haja perda de bits na situação acima descrita.
- c) O atraso inicial de visualização mínimo a aplicar no decodificador supondo que tem disponível à saída do codificador a memória determinada na alínea anterior e que o codificador pode gerar os bits de código com qualquer distribuição temporal no intervalo de tempo entre a aquisição de 2 imagens.

#### 4.7) 2ª Época 2001/2002, 15 Julho 2002

- a) Qual o factor de compressão global que preciso de ter num codificador de vídeo se quiser enviar um sinal de vídeo com resolução espacial CIF (352×288 e 176×144 amostras de luminância e crominância, respectivamente) a 10 Hz num canal RDIS de 64 kbit/s, sabendo que preciso de 10% do débito total disponível para overhead de sincronismo e multiplexagem ?
- b) Supondo que a norma H.261 codificava o passo de quantificação com um código de comprimento constante e que se deixava de enviar o valor do passo de quantificação em todos os GOBs para passar a mandar apenas uma vez por imagem, qual seria o ritmo binário poupado devido a esta decisão para uma sequência CIF a 10 Hz (despreze o facto de se poder enviar o passo de quantificação ao nível do macrobloco) ?
- c) Indique as 2 razões principais que justificam o facto de a variação do passo de quantificação ser o método mais usado para o controlo do débito em codificação de vídeo.

#### 4.8) 1ª Época 2005/2006, 20 Junho 2006

Considere a sessão de laboratório sobre a recomendação H.261 que efectuou durante o semestre.

- a) Nos instantes do vídeo com maior actividade, nomeadamente as mudanças de cena, alguns dos macroblocos eram classificados de um modo particularmente pouco desejável em termos da qualidade do vídeo descodificado. Indique qual o modo de classificação em questão e porque era usado, qual o tipo de codificação H.261 que lhe corresponde, o que diferencia estes macroblocos de outros que usam o mesmo tipo de codificação H.261 sem os mesmos problemas em termos de qualidade do vídeo e qual o efeito no vídeo descodificado característico destes macroblocos.
- b) A existência de uma memória de saída no codificador H.261 tem, pelo menos, dois efeitos importantes na perspectiva da qualidade da experiência final do utente, um negativo e um positivo. Indique quais são estes efeitos e porque acontecem.
- c) Supondo que um dado codificador está com problemas de funcionamento em tempo real, indique duas formas de resolver este problema de modo a afectar o menos possível a qualidade final oferecida ao utente.



## 5. Gravação Digital de Vídeo, MPEG-1 e H.263

### 5.1) 2º Exame, 1ª Época 1993/1994, 8 Julho 1994

Considere a norma de codificação de vídeo ISO/IEC MPEG-1.

- Diga se acha possível que a compensação de movimento possa servir para 'limpar' a imagem decodificada na recepção, de erros introduzidos pelo canal de transmissão. Em caso positivo, indique um exemplo.
- Explique porque razão esta norma de codificação contempla 3 tipos de tramas diferentes.
- Como sabe, nesta norma os diversos tipos de tramas usam ferramentas de codificação diferentes e logo devem-lhe ser atribuídos recursos (em bits) diferentes. Indique, justificando, quais os critérios a considerar em termos da distribuição dos bits disponíveis pelos diversos tipos de tramas em função da quantidade de movimento presente na sequência de vídeo (pelo menos 2 critérios).
- Considerando que o número máximo de bits gastos por GOP é aproximadamente igual ao número médio de bits disponíveis por GOP e que só usa tramas I e P, indique qual a restrição a impor ao uso das tramas I e P de modo a que o tempo máximo de acesso aleatório não exceda 250 ms (a velocidade de leitura do CD é constante e igual à média).

### 5.2) 1º Exame, 1ª Época 1992/1993, 7 Junho 1993

Considere o algoritmo de codificação descrito na norma ISO/IEC MPEG-1.

- Em termos de ferramentas de codificação, explique as diferenças fundamentais entre este algoritmo e o descrito na norma ITU-T H.261.
- Explique quais os factores que determinam a escolha dos parâmetros N e M na codificação MPEG.
- Explique porque razão quer o algoritmo H.261 quer o MPEG-1 fazem o endereçamento dos macroblocos dentro dos GOB's ou 'slices' de modo relativo (com excepção do primeiro macrobloco transmitido).

### 5.3) 2ª Época 1993/1994, 20 Julho 1994

Considere a norma MPEG-1 para gravação digital de vídeo.

- a) Porque razão não se deve proceder a uma distribuição uniforme dos recursos disponíveis (bits) pelos diversos tipos de tramas definidos nesta norma de codificação ?
- b) Indique, justificando, qual a principal característica do descodificador cujo dimensionamento é fortemente influenciado pela implementação do modo 'normal reverse' ? Explique porque razão o mesmo não acontece, normalmente, para o modo 'fast reverse'.
- c) Considere que se usa o algoritmo MPEG-1, a 25 Hz, e se tem para os parâmetros característicos da estrutura temporal das imagens,  $M=3$  e  $N=12$ . Se às tramas I forem atribuídos 3 vezes mais bits que às tramas P, e às tramas P forem atribuídos 4 vezes mais bits que às tramas B (tudo em média), calcule o débito binário que se deve usar só para a informação de vídeo se se pretenderem gastar, em média, 50 bits por cada macrobloco de uma trama B (considerando que cada trama tem 396 macroblocos).

### 5.4) 2º Exame, 1ª Época 1992/1993, 28 Junho 1993

Considere a norma ISO/IEC MPEG-1 para gravação digital de vídeo.

- a) Porque razão o algoritmo de codificação vídeo descrito nesta norma considera 3 tipos de tramas consoante as ferramentas de codificação usadas.
- b) Explique porque razão o débito binário disponível não é igualmente distribuído pelos 3 tipos de tramas.
- c) Considere que se usa um débito binário de 1.5 Mbit/s (25 Hz) só para a informação de vídeo,  $M=3$  e  $N=12$ . Se às tramas I forem atribuídos 3 vezes mais bits que às tramas P e às tramas P forem atribuídos 4 vezes mais bits que às tramas B (tudo em média), calcule o número médio de bits disponíveis por macrobloco para cada um dos tipos de tramas considerando que cada trama tem 396 macroblocos.

### 5.5) 2ª Época 1992/1993, 7 Julho 1993

A norma MPEG-1 para gravação digital de vídeo usa basicamente as mesmas técnicas de codificação anteriormente usadas na norma ITU-T H.261 e tem como débito binário de referência um débito binário que cai dentro da zona de utilização da norma H.261 - 1.5 Mbit/s.

- a) Que motivos levaram então à especificação da norma MPEG-1 em vez de se usar a norma H.261 já disponível ?
- b) Em termos de detecção e compensação de movimento, a norma MPEG-1 apresenta 2 grandes novidades em relação à norma H.261. Quais são elas ?
- c) Considere que se usa o algoritmo MPEG-1, a 25 Hz, com um débito binário de 1.15 Mbit/s só para a informação de vídeo e se tem para os parâmetros característicos da estrutura temporal das imagens,  $M=4$  e  $N=16$ . Se às tramas I forem atribuídos 4 vezes mais bits que



às tramas P e às tramas P forem atribuídos 5 vezes mais bits que às tramas B (tudo em média), calcule o número médio de bits disponíveis por macrobloco, para cada um dos tipos de tramas, considerando que cada trama tem 396 macroblocos.

### 5.6) 1º Exame, 1ª Época 1994/1995, 19 Junho 1995

Considere que pretende implementar um sistema de televisão digital com as resoluções espaciais e temporais indicadas pela norma ITU-R 601 (720×576 e 360×576 amostras, respectivamente para a luminância e para as crominâncias, a 25 Hz).

- Supondo que o canal de transmissão tem uma capacidade de 100 Mbit/s e que não se usa nenhum algoritmo de compressão, indique qual o número máximo de bits por amostra com que pode amostrar o sinal de luminância supondo que as amostras da luminância e das crominâncias usam o mesmo número de bits.
- Supondo agora que usa um algoritmo de compressão que lhe garante um factor de compressão de 20 para a luminância e de 25 para a crominância e 6 bit/amostra (luminância e crominâncias), indique qual a capacidade do canal anterior que ficará disponível (filtros ideais).

### 5.7) 2ª Época 1998/1999, 28 Julho 1999

Suponha que é contactado(a) para projectar um sistema de videoconferência de elevado desempenho para uma empresa. O atraso aquisição-visualização máximo aceitável é de 250 ms. A resolução a usar é a resolução CIF - 352×288 (Y) e 176×144 (Cr, Cb) a 25 Hz (8 bit/amostra).

Suponha que tem à sua disposição, oferecendo a qualidade de imagem considerada aceitável: 1) um codificador MPEG-1 com  $M=3$ ,  $N=3$ ; 2) um codificador H.261. Os factores de compressão médios para os vários tipos de tramas do codificador MPEG-1 estão indicados na tabela ao lado. Os factores de compressão médios para a norma H.261 são iguais aos factores de compressão para as tramas P do codificador MPEG-1. A primeira trama em codificação H.261 tem um factor de compressão semelhante às tramas I do MPEG-1 e nenhuma trama P gasta mais bits que esta trama.

Tipo de Trama	Factor de Compressão Luminância	Factor de Compressão Crominância
I	12	20
P	15	25
B	25	35

Indique, justificando, qual a solução que proporia ao seu cliente para satisfazer as necessidade indicadas, sabendo que ele deseja minimizar os custos em termos de capacidade de transmissão.

### **5.8)** 1ª Época 1997/1998, 6 Julho 1998

Suponha que é contactado por uma produtora de tele-discos que deseja passar a usar sistemas digitais para armazenamento e processamento de vídeo. A empresa informa-o que pretende grande flexibilidade em termos de edição - tempos de acesso máximo a cada imagem inferiores a 1 s - e que deseja meter o maior número possível de tele-discos de 4 minutos num disco com 10 Gbyte. A velocidade de leitura do disco é constante e igual a 2 Mbit/s. Os filmes têm resolução ITU-R 601 (europeia) - 720×576 (Y) e 360×576 (Cr, Cb) a 25 Hz.

Supondo que tem à sua disposição:

- \* Um sistema de codificação JPEG que lhe oferece um factor de compressão de 10 e 15 (no pior caso) para a luminância e crominâncias, respectivamente, com qualidade aceitável.*
- \* Um sistema de codificação MPEG-1 Vídeo que usa imagens I, P e B, com uma estrutura periódica, regular e simétrica, e que lhe oferece um factor de compressão de 12 e 15, respectivamente para a luminância e crominâncias, nas tramas I e um factor de compressão de 25 e 30, respectivamente para a luminância e crominâncias, nas tramas P (piores casos). As tramas B têm factores de compressão triplos das tramas I mas para que se obtenham estes valores é necessário usar âncoras de codificação sempre imediatamente adjacentes no tempo às tramas B.*

Indique, justificando, qual a solução que vai propôr ao seu cliente para melhor lhe poder satisfazer as necessidades indicadas, indicando também quantos tele-discos completos vai conseguir meter no disco disponível.

### **5.9)** 1ª Época 2001/2002, 26 Junho 2002

Considere a norma MPEG-1 Áudio.

- a) Indique 3 parâmetros importantes para a definição do custo de um terminal e para os quais as 3 camadas de codificação MPEG-1 Áudio oferecem diferente compromisso ?
- b) Para que serve o modelo psicoacústico na codificação de áudio segundo a norma MPEG-1 Áudio ?
- c) Indique as 2 principais diferenças entre a codificação segundo as camadas 1 e 2 e a camada 3 da norma MPEG-1 Áudio.

### **5.10)** 2ª Época 2002/2003, 11 Julho 2003

Considere a norma MPEG-1.

- a) Explique em que consistem os limiares de audição e de sensação ? Qual o seu impacto na codificação de áudio ?
- b) Explique em que consiste o efeito de mascaramento em codificação de áudio ? Explique a diferença entre mascaramento na frequência e temporal ?
- c) Qual a ideia básica da codificação perceptiva de áudio ? Porque se exploram aqui as características do sistema auditivo humano e não do sistema vocal como na codificação de fala ?

d) Indique e explique em que consistem as 2 principais formas de codificação de áudio no domínio da frequência.

### **5.11)** 2ª Época 2001/2002, 15 Julho 2002

- a) Indique 5 factores que sejam determinantes para a escolha de um suporte de gravação digital de vídeo.
- b) Quais as 2 principais informações de tempo transmitidos num fluxo MPEG-1 ao nível de Sistema ? Explique para que tipo de codificação de tramas de vídeo são diferentes estas 2 informações de tempo ?
- c) Qual era a qualidade objectivo para os sistemas de gravação baseados em MPEG-1 ? Porquê ?
- d) De que modo e porque razão se faz a codificação dos vectores de movimento na norma MPEG-1 Vídeo ?
- e) Porque razão é indicada nesta norma ao nível de trama a gama de variação dos vectores de movimento ?
- f) Explique qual a razão que levou a norma MPEG-1 Vídeo a prescindir de manter semelhantes as sequências de aquisição, transmissão e visualização da informação de vídeo.

### **5.12)** 2ª Época 2004/2005, 22 Julho 2005

Considere a norma de codificação de áudio MPEG-1 Áudio.

- a) Indique quantas músicas completas, codificadas, estéreo, com largura de banda 22 kHz e 16 bit/amostra, com uma duração de 3 minutos poderia armazenar num disco com 200 Mbytes se utilizasse como método de codificação a camada 3 da norma MPEG-1 Áudio para alcançar qualidade transparente em relação ao CD.
- b) Explique porque razão se usa nesta norma uma transformada DCT com sobreposição de janela.
- c) Explique com que objectivo se envia um scale factor por sub-banda áudio. O que aconteceria de negativo se a codificação não usasse estes scale factors ? Qual a principal diferença entre as camadas 1 e 2 em termos da codificação dos scale factors ?
- d) Quais os principais factores (3) que levaria em conta se necessitasse de escolher um das camadas MPEG-1 Áudio para a codificação de áudio numa dada aplicação.

### **5.13)** 1ª Época 2002/2003, 20 Junho 2003

Considere uma comunicação videotelefónica, segundo a norma ITU-T H.263, usando um débito binário de 40 kbit/s. A sequência é codificada usando a resolução espacial CIF e uma frequência de imagem de 10 Hz. A imagem que tem de transmitir está dividida horizontalmente em 4 partes iguais, sendo as 2ª e última faixas fixas e as 1ª e 3ª partes com movimento. Atendendo a que o codificador faz uma codificação sequencial dos macroblocos, constata-se que os bits de código são gerados uniformemente, nos vários intervalos em que há informação para codificar, não sendo

gerados bits nos períodos correspondentes a zonas fixas, com excepção da primeira imagem onde os bits são gerados uniformemente em toda a imagem. Posteriormente à primeira imagem, a faixa da imagem mais acima tem uma menor actividade que a 3ª faixa que se traduz por uma produção de bits que, para cada imagem, é sempre tripla da faixa mais acima, menos activa. No codificador, os bits de código aguardam a sua transmissão na memória de saída. Sabendo que na codificação da primeira imagem se gastaram 15000 bit, na da segunda 20000 e na da terceira 8000, calcule, justificando:

- a) O instante em que o receptor obtém todos os bits de código correspondentes à 2ª imagem.
- b) A dimensão mínima da memória de saída do codificador para que nunca haja perda de bits na situação acima descrita.
- c) O atraso inicial de visualização mínimo a aplicar no decodificador supondo que tem disponível à saída do codificador metade da memória determinada na alínea anterior e que o codificador passa a produzir os bits de código para cada imagem, instantaneamente no momento da sua aquisição (codificação infinitamente rápida).

### **5.14)** 1ª Época 1999/2000, 30 Junho 2000

Considere as normas para codificação de vídeo ITU-T H.261 e H.263 (sem considerar as opções).

- a) Explique qual a diferença entre estas 2 normas em termos da predição dos vectores de movimento e que vantagem apresenta um dos modos de predição em relação ao outro. Dê um exemplo real desta vantagem.
- b) Explique qual a principal diferença entre estas 2 normas em termos da detecção e compensação de movimento. Qual a principal vantagem e desvantagem desta diferença ?
- c) Indique um exemplo da acrescida eficiência do H.263 em termos da informação de cabeçalhos.

### **5.15)** 1ª Época 1998/1999, 5 Julho 1999

Considere as normas de codificação ITU-T H.261 e H.263.

- a) Indique quais são as principais funções de cada um dos níveis da estrutura hierárquica da informação na norma H.261.
- b) Explique porque razão estas normas não definem os níveis de decisão a usar na quantificação dos coeficientes DCT.
- c) Indique quais as principais diferenças (2) entre esta norma e a norma H.263 em termos da gama de variação e das limitações aos vectores de movimento, nomeadamente se se usarem as opções da norma H.263.
- d) Quais as principais vantagens e desvantagens (2) do uso duma granularidade mais fina na detecção do movimento no contexto da norma H.263.

**5.16)** 1ª Época 1997/1998, 6 Julho 1998

- a) Indique 4 dos principais blocos relevantes no contexto da norma H.324. Para 2 deles, indique quais as normas que os especificam.
- b) Indique quais são as regras que regem o funcionamento dos codificadores e decodificadores H.263 em termos de resolução espacial.
- c) Indique quais as principais diferenças entre as normas H.261 e H.263 na codificação dos vectores de movimento (excluindo as opções do H.263).



## 6. Televisão Digital

### 6.1) 2ª Época 1997/1998, 24 Julho 1998

Suponha que a sua empresa foi contactada pela Expo'98 para projectar o sistema de vídeo que alimenta o écran gigante da Praça Sony. A transmissão digital será feita em alta definição - 1920×1152 (Y) e 960×1152 (Cr, Cb) a 25 Hz (8 bit/amostra). Suponha que tem à sua disposição, oferecendo a qualidade de imagem considerada aceitável para cada trama, um codificador MPEG-2 oferecendo os factores de compressão indicados na tabela junta. Sabe-se ainda que, para garantir acesso aleatório adequado, é necessário codificar pelo menos uma trama em modo Intra em cada 300 ms e que, para se verificarem os factores de compressão da tabela, não devem ser usadas mais de 3 tramas B seguidas e que se deve sempre usar uma trama P entre 2 tramas I. Supondo que se pretende minimizar o débito binário da linha a alugar para o efeito, indique:

Tipo de Trama	Factor de Compressão Luminância	Factor de Compressão Crominância
I	10	15
P	15	20
B	20	30

a) Os valores de M e N que caracterizam a estrutura temporal (regular) de tramas I, P e B a usar.

b) O débito binário médio correspondente à estrutura temporal da alínea anterior.

c) O atraso inicial de visualização a usar no receptor, supondo que a transmissão se efectua ao débito

determinado na alínea anterior, que se mantém o valor de N e se faz  $M=N$ , e que os factores de compressão críticos para as tramas I (imagens mais “difíceis”) são 10% mais baixos que os factores de compressão médios indicados na tabela (são iguais para os outros tipos de tramas). Despreze os tempos de codificação e decodificação.

### 6.2) 2ª Época 1998/1999, 28 Julho 1999

- Explique qual a grande diferença entre as normas MPEG-1 e MPEG-2 em termos do conteúdo que podem codificar. O que justificou esta diferença ?
- Explique quais os principais motivos (2) que levaram à especificação de perfis e níveis, no contexto desta norma.

- c) Explique como é classificado, em termos de perfis e níveis, um decodificador cujas capacidades estão aquém, ainda que por pouco, de um determinado ponto de conformidade perfil-nível. Porquê ?

### **6.3)** 1ª Época 1997/1998, 6 Julho 1998

Considere a norma ISO/IEC MPEG-2 para codificação de vídeo digital.

- a) Explique quais os principais motivos (2) que levaram à especificação de perfis e níveis, no contexto desta norma.
- b) Explique como é classificado e porque motivo um fluxo binário cujas características estão para além, ainda que por pouco, de um determinado ponto de conformidade perfil-nível.
- c) Explique o que acontece se um emissor de televisão, via rádio tradicional, emitir sinais MPEG-2 Vídeo correspondentes ao ponto de conformidade main profile-main level e o receptor for do tipo simple profile-high level. Explique em que se altera a situação anterior se o contexto passar a ser o do acesso a uma base de dados multimédia com a informação de vídeo codificada ou a codificar em MPEG-2.

### **6.4)** 1ª Época 2001/2002, 26 Junho 2002

- a) Indique qual a lógica que delimita a fronteira entre as tecnologias especificadas normativamente pelo grupo ISO/IEC MPEG e pelo DVB através da ETSI ? Porquê ?
- b) Indique 3 diferenças importantes entre o *program stream* e o *transport stream* especificado na norma MPEG-2 Sistema.
- c) Indique quantas *Program Association Tables* diferentes existem tipicamente num *transport stream* MPEG-2 ? Porquê ?
- d) A norma MPEG-2 Vídeo classifica cada imagem a codificar como imagem-trama ou imagem-campo. Como se distinguem estes 2 tipos de imagens ? Com que objectivo se definem estes 2 tipos de imagens ? Em que condições se usam tipicamente imagens-trama ou imagens-campo para conteúdos entrelaçados?
- e) Quais os pontos de conformidade MPEG-2 Vídeo que o DVB escolheu e com que objectivos ? O que aconteceria se o DVB não tivesse escolhido níveis mas apenas perfis em termos de codificação MPEG-2 Vídeo ?

### **6.5)** 2ª Época 2001/2002, 15 Julho 2002

- a) Explique o que mede a designada taxa de codificação ou taxa de código em sistemas do tipo DVB-T ?
- b) Indique qual é a ideia principal usada pela modulação OFDM usada no DVB-T para diminuir o número de símbolos modulados que se influenciam mutuamente ?

- c) Para que serve o intervalo de guarda usado no sistema de modulação DVB-T ? Qual é conceptualmente o valor mínimo deste intervalo de guarda ?
- d) Indique, justificando, qual das variantes COFDM DVB-T é indicada para áreas de cobertura mais pequenas (em área) ?

### **6.6)** 2ª Época 2003/2004, 19 Julho 2004

Considere as normas DVB.

- a) Explique como se processa o uso da modulação 64-QAM quando usada de forma hierárquica e em que condições há particulares vantagens na adopção desta forma de modulação.
- b) Explique 2 modos relevantes de combinar a modulação 64-QAM usada de forma hierárquica com as formas de escalabilidade definidas na norma MPEG-2 Vídeo.
- c) Indique, justificando, dois factores relevantes a levar em conta na escolha do método de cifragem ou encriptação a utilizar no sistema de acesso condicionado num contexto de televisão digital a pagamento.

### **6.7)** 2ª Época 2005/2006, 8 Julho 2006

Considere um sistema de televisão digital do tipo DVB-T.

- a) Indique quantas músicas completas, estéreo, comprimidas, com largura de banda 22 kHz e 16 bit/amostra, com uma duração de 3 minutos pode armazenar num disco com 200 Mbytes se utilizar como método de codificação a camada 3 da norma MPEG-1 Áudio (MP3) para alcançar qualidade transparente em relação ao CD (adopte um factor de compressão razoável).
- b) Quantos bytes se gastam na codificação de uma sequência de vídeo a cores com 30 minutos se esta tiver resolução espacial de 576x720 amostras para a luminância, formato de subamostragem da crominância 4:2:0, 25 Hz, 8 bit/amostra, e se o factor de compressão para a luminância for 30 e para as crominâncias o dobro desse valor ?
- c) Sabendo que uma dada solução DVB-T consegue ‘inserir’ 5 Mbit/s de fonte num canal com 8 MHz, indique justificando que débito binário poderá ‘inserir’ se todos os parâmetros se mantiverem constantes com excepção da taxa de codificação que passa de  $\frac{1}{2}$  para  $\frac{2}{3}$  e a modulação que deixa de ser QPSK para passar a ser 64-QAM.
- d) Se tivesse que escolher com base no débito binário útil (de fonte) entre uma solução usando um taxa de codificação  $\frac{1}{2}$  e modulação 64-QAM e outra solução usando uma taxa de codificação  $\frac{5}{6}$  e modulação QPSK (todos os outros parâmetros iguais) qual escolheria e porquê ? Se lhe dissessem que a transmissão passaria a ser via satélite, ficaria mais ou menos confiante na solução que adoptou ? Porquê ?





## 7. Codificação Avançada de Informação Multimédia

### 7.1) 2ª Época 2005/2006, 8 Julho 2006

Considere a norma de codificação H.264/AVC.

- Em relação aos slice groups definidos no H.264/AVC, indique duas formas de tirar vantagem deste conceito.
- Explique qual a principal vantagem da definição do modo trama do tipo 2 para a codificação de conteúdo entrelaçado.
- Explique porque razão se usa uma Transformada Hadamard  $4 \times 4$  adicional para os coeficientes DC de luminância em MBs codificados com o modo Intra  $16 \times 16$ .
- Indique, justificando, qual é a principal diferença, em termos de normas, entre um filtro de redução do efeito de bloco (*deblocking*) inserido no loop de descodificação e um filtro aplicado à imagem descodificada fora do loop de descodificação.

### 7.2) 1ª Época 2005/2006, 20 Junho 2006

- Indique 3 vantagens no uso de um modelo de representação baseado na composição de uma cena visual como um conjunto de objectos tal como adoptado na norma MPEG-4.
- Qual a principal novidade conceptual introduzida na codificação de macroblocos intra na norma H.264/AVC, recentemente adoptada pelo DVB para televisão digital ?
- Explique em que consiste e qual a necessidade da definição do Constrained Intra coding mode na norma H.264/AVC.
- Indique 3 razões ao nível da predição temporal que justifiquem o aumento substancial da complexidade do codificador na norma H.264/AVC.

### 7.3) 2ª Época 2004/2005, 22 Julho 2005

- a) Como sabe, o DVB decidiu recentemente adoptar também a norma H.264/AVC. Indique quais os perfis H.264/AVC adoptados e para que condições. Porque razão se terão adoptado 2 perfis H.264/AVC diferentes ?
- b) Indique, explicando, os 3 principais factores que deverão ter sido considerados na adopção de perfis H.264/AVC em simultâneo com o anteriormente adoptado perfil MPEG-2 Vídeo.
- c) Qual as principais vantagens (1) e desvantagens (1) da norma H.264/AVC em relação à norma MPEG-2 Vídeo.

### 7.4) 1ª Época 2008/2009, 24 Junho 2009

Considere a codificação escalável de uma sequência de vídeo.

- a) Explique por palavras suas que tipo de funcionalidade se pode obter de um fluxo codificado escalável e que não se pode obter de um fluxo codificado não escalável.
- b) Indique, justificando, que tipo de redes (indique pela menos 2) pode tirar benefício do uso de fluxos codificados escaláveis.
- c) Explique qual o tipo de escalabilidade que não implica normalmente qualquer ónus em termos de compressão.
- d) Indique, justificando, qual a principal vantagem e desvantagem do uso de um fluxo codificado escalável em relação a uma solução alternativa usando *simulcasting*.

### 7.5) 2ª Época 2008/2009, 20 Julho 2009

Considere que se tornou num dos gestores do sistema YouTube ao nível da informação multimédia.

- a) Indique qual a capacidade em disco que precisaria para armazenar 5.000.000 clips com uma duração média de 4 minutos se o vídeo tiver uma resolução de 352×288 amostras de luminância, 4:2:0, a 25 Hz, o áudio (estéreo) uma frequência de amostragem de 48 kHz (usando o número típico de bit/amostra), sabendo ainda que o factor de compressão para o áudio é o factor de compressão típico para MP3 (para qualidade transparente) e o do vídeo é o dobro do áudio para todas as componentes.
- b) De quanto se alteraria em percentagem essa capacidade, se decidisse reduzir a resolução espacial do vídeo para metade nas 2 direcções e a frequência de amostragem do áudio para 40 kHz, sabendo que nesse caso os factores de compressão se reduziriam de 25% ?
- c) Para as situações acima, explique qual a norma de codificação de vídeo cujo uso lhe parecia mais adequado indicando 2 características ou necessidades principais do sistema que determinam a escolha.
- d) Se lhe fosse dada a possibilidade de tentar melhorar a satisfação dos utentes de forma significativa ao utilizar o sistema usando mais 1% da capacidade calculada acima, de que modo e porquê investiria esses bits ?

## Soluções dos Problemas

- 1.1 Nenhum tem razão.
- 1.2 a) 24.06 MHz; b) 6.015 MHz
- 1.3 a) Luminância (Y) e duas crominâncias (R-Y e B-Y); d) Crominâncias alternadas linha após linha.
- 1.4 a) 10.6 MHz; b) Maior resolução horizontal.
- 1.6 a) capacidade limitada de ver detalhe, capacidade de obter ilusão de movimento, menor sensibilidade às crominâncias em relação à luminância; b) cintilação; c) crominâncias simultâneas ou alternadas; não há misturas de cor.
- 1.7 c) 15 canais.
- 
- 2.1 a) 15.8 e 0.78; c) Em princípio, sim.
- 2.2 a) Modulação sem compressão versus modelação com compressão-banda vestigial; b) Analógico versus digital; c) Analógico versus digital; d) Rede telefónica versus rede de dados.
- 2.3 a) Vertical, horizontal, passagem e sem compressão.
- 2.4 a) Verificaria se alguma palavra de código coincidia com o início de outra maior; no caso positivo, poderia concluir não estar na presença de um código de Huffman; b) Vertical, horizontal e passagem; c) Palavras de fim de linha e linhas codificadas unidimensionalmente.
- 2.5 a) 2400 Hz; c) Por haver 2 tabelas de código, uma para os comprimento pretos e outra para os brancos.
- 2.6 a)  $k > 9$ ; b) 1.62 s; c) 311.04 bits.
- 2.7 a) 23.48; b) 16.67 e 28.32.
- 
- 3.1 a) 48; b) 6; c) 82.
- 3.3 a) Sequencial, progressivo, hierárquico e sem perdas.
- 3.4 a) 6.048 s; b) 1.512 s, 4.84 s e 15.48 s.
- 3.5 a) 0.75 e 0.733.
- 3.6 a) Progressivo e hierárquico; b) 32.48 s.
- 3.8 a) 3; b) 4; c) Quantificação; d) Obter escalabilidade de qualidade com maior granularidade.

- 4.1 a) 12441600 bit/s; c) 25.7.
- 4.4 a) 28800 bit e 550 ms; b) 6400 bit.
- 4.6 a) 240 ms; b) 28160 bit; c) 520 ms.
- 4.7 a) 211.2; b) 550 bit/s; c) Rapidez e granularidade da reacção.
- 4.8 c) Usando métodos rápidos de estimação de movimento e diminuição do tamanho da janela de procura do movimento.
- 5.1 a) Sim; c) Pelo menos 4 tramas I por segundo, igualmente espaçadas no tempo.
- 5.2 a) Estimação e compensação de movimento bidireccional e precisão dos vectores de movimento a  $\frac{1}{2}$  pixel.
- 5.3 a) Porque os vários tipos de tramas têm forças de compressão diferentes o que impediria alcançar qualidade constante; b) Memória; c) 1.32 Mbit/s.
- 5.4 b) Devido à diferente força de compressão dos 3 tipos de tramas e à necessidade de obter qualidade quase constante; c)  $N_B = 56,8$ ;  $N_P = 227,3$ ;  $N_I = 681,8$ .
- 5.5 a) Respondem a diferentes requisitos; b) Compensação de movimento bidireccional e vectores de movimento com resolução de meio-pixel; c) R:  $N_B = 39,54$ ;  $N_P = 197,72$ ;  $N_I = 790,89$ .
- 5.6 a) 4 bit/amostra; b) 94.4 Mbit/s.
- 5.7 MPEG-1 Vídeo.
- 5.8 MPEG-1 Vídeo.
- 5.9 a) Qualidade, complexidade e débito binário; c) Transformada MDCT e codificação entrópica de Huffman.
- 5.11 a) Capacidade, velocidade de leitura, tempo de acesso, forma de acesso, durabilidade, mobilidade, custo; b) PTS e DTS.
- 5.12 a) 75; b) Redução do efeito de bloco; d) Qualidade necessária; complexidade aceitável; atraso aceitável; débito disponível.
- 5.13 a) 875 ms; b) 32000 bit; c) 400 ms.
- 5.14 b) Estimação e compensação de movimento a  $\frac{1}{2}$  pixel; c) Cabeçalhos de GOB podem não ser enviados para GOBs 'vazios'.
- 5.15 b) Não é necessário para garantir interoperabilidade.
- 5.16 a) Video codec normas H.261 ou H.263 e Multiplex norma H.223.
- 6.1 a)  $N=6$ ,  $M=3$ ; b) 45.47 Mbit/s; c) 305 ms.
- 6.2 a) Progressivo versus entrelaçado; b) Garantia de interoperabilidade e limitação da complexidade; c) Perfil e nível imediatamente inferior.
- 6.3 a) Garantia de interoperabilidade e limitação da complexidade; b) Perfil e nível imediatamente superior; c) Descodificador não consegue descodificar por desconhecer algumas das ferramentas de codificação eventualmente usadas.

6.4 c) 1; e) Main@Main e Main@High.

6.5 a) Fracção do débito total usado para informação de fonte; d) 2k.

6.7 a) 75; b) 777.6 Mbytes; c) 20 Mbit/s; d) Solução 1.

7.3 a) Main para SDTV e High para HDTV; b) Aumento da capacidade de compressão; aumento da complexidade; compatibilidade com terminais existentes; c) Melhor capacidade de compressão e maior complexidade.

7.4 b) Redes móveis e Internet; c) Escalabilidade temporal.

7.5 a)  $1.67 \times 10^{15}$  bits; b) -59.4 %; c) H.264/AVC; d) Metadados.